

# ELEKTRA rendszerű szünetmentes áramellátási rendszer Almásfüzitőfelső állomáson

Gelányi Gyula, Molnár Károly\*

*Zur Modernisierung der Strecke Budapest-Hegyeshalom werden die elektronische Stellwerke von der Firma Alcatel eingesetzt. Als ein Teil des ESTW ELEKTRA wird eine neue unterbrechungsfreie Stromversorgung eingeführt. Für die Lieferung dieser neuen Stromversorgungssystem, wurde von Alcatel eine Tenderanforderung ausgeschrieben, die eine ungarische Firma, Power Quattro GmbH gewonnen hat. In diesem Artikel wird der Aufbau und die Technische Parameter dieser neuen ununterbrochenen Stromversorgung geschrieben, die auf Grund der Betriebsbedingungen der MÁV entwickelt wurde.*

*At the modernization of railway between Budapest and Hegyeshalom the Alcatel ELEKTRA electronic interlocking systems are installing with AC and DC uninterruptable power supply systems on Almásfüzitőfelső and Hegyeshalom railway stations.*

*The ALCATEL published an invitation of tenders for realization of uninterruptable power supply systems which has been won by Power Quattro Ltd.*

*In this article we are introducing the developed AC and DC uninterruptable power supply systems which are made by technical requirements and conditions of operation of ALCATEL-MÁV.*

## 1. BEVEZETÉS

A Budapest-Hegyeshalom vasútvonal korszerűsítése során Almásfüzitőfelső és Hegyeshalom állomásokon az Alcatel Austria AG ELEKTRA rendszerű elektronikus biztosítóberendezései kerülnek telepítésre. Mint minden biztosítóberendezésnek, így az ELEKTRA rendszernek is egyik alapvető részét képezi a szünetmentes áramellátó rendszer.

A szünetmentes áramellátó rendszerek szállításával az Alcatel magyar céget kívánt megbízni, ezért 1995 februárjában zártkörű pályázat és részletes műszaki feltételrendszer alapján hat teljesítményelektronikai berendezések gyártásával, illetve forgalmazásával foglalkozó hazai cégtől kért ajánlatot az áramellátó rendszert alkotó berendezések szállítása és helyszíni üzembe helyezésére.

A bírálóbizottság az ajánlatokat a

- műszaki feltételrendszer teljesítése,
- a gyártó minőségbiztosítási rendszere,
- az ár,
- a gyártó telephelyén történt helyszíni vizsgálatok (a gyártási feltételek teljesítése vonatkozásában) és

- a garanciális feltételek figyelembevételével értékelte, és ennek alapján az Alcatel Austria a Power Quattro Teljesítményelektronikai Kft.-t bízta meg az áramellátó rendszer gyártásával.

Cikkünk jelen első részében ismertetjük az ELEKTRA szünetmentes áramellátó rendszer rendszertechnikai felépítését, konstrukciós jellemzőit, üzemi feltételeit, míg a második részben az egyes önálló funkcionális egységek részletes ismertetésére kerül sor.

## 2. ÁLTALÁBAN AZ ÁRAMELLÁTÁSI RENDSZEREKRŐL

Az elektronikus biztosítóberendezések áramellátó berendezéseinél – a "hagyományos" biztosítóberendezési fogyasztók mellett – megjelentek a számítógépek táplálását biztosító szünetmentes áramforrások (továbbiakban: UPS egységek), amelyek az eddigeknél már magasabb minőségi követelményeket elégítenek ki. A nagy megbízhatóság és a szigorú szünetmentességi követelmények lehetővé teszik, hogy az UPS egység teljesítményének megfelelően nagyra választásával olyan biztosítóberendezési fogyasztókat is erről az áramforrásról tápláljunk, amelyekre eddig elsősorban gazdasági okból nem volt mód.

A rendszerek felépítésére az európai vasutaknál két alapvető „filozófia” terjedt el:

- az állomás valamennyi, a forgalom lebonyolításához kapcsolódó fontosabb fogyasztóját egy nagy teljesítményű, bemeneti oldalon hálózati és tartalék betáplálással rendelkező szünetmentes áramellátó gépcsoport táplálja (pl. SBB);

- a biztosítóberendezések fogyasztóit azok szünetmentességi igénye alapján meghatározott fogyasztócsoportokra osztják, és csak a kijelölt fogyasztókat táplálják az UPS egységtől, míg a többi fogyasztó hálózati és tartalék alátámasztással rendelkező gyűjtősinről kap táplálást (ÖBB, DB).

Természetesen ezen belül nagyon sok megvalósított „alrendszer” létezik. Egyes vasutak például megkövetelik redundáns UPS egységek alkalmazását, más vasutak elegendőnek tartják az UPS meghibásodása esetére a hálózati (tartalék) betáplálásra való szinkron átkapcsolást. Ugyancsak különböző megoldások ismeretesek a tartalék táplálás biztosítására is. Az SBB általában egy felsővezetékéről táplált akkumulátortöltőt alkalmaz, amely az UPS akkumulátorát tölti, míg az ÖBB erre a célra robbanómotoros áramfejlesztőt használ.

Az ELEKTRA áramellátási rendszer – amelyet alapvetően az ÖBB-nél történő alkalmazás

céljaira fejlesztettek ki – rendszertechnikailag a második csoportba sorolható. A rendszer felépítése, működési feltételei – a speciális sín-áramköri táplálási egységekkel (75 Hz, 400 Hz) kiegészítve – teljes egészében megfelelnek a MÁV üzemi feltételeinek.

Az ELEKTRA rendszer a különböző nagyságú állomásokhoz való teljesítményillesztést a táplálási egységek teljesítményének növelésével oldja meg, és csak 100 váltón felüli állomásmagyságok esetén válhat szükségessé az egyes részegységek számának növelése.

## 3. AZ ELEKTRA ÁRAMELLÁTÓ RENDSZER FELÉPÍTÉSE

Az ELEKTRA rendszerű szünetmentes egyen- és váltakozófeszültségű áramellátó rendszer felépítését Almásfüzitőfelső állomás berendezésének bemutatása kapcsán ismertetjük.

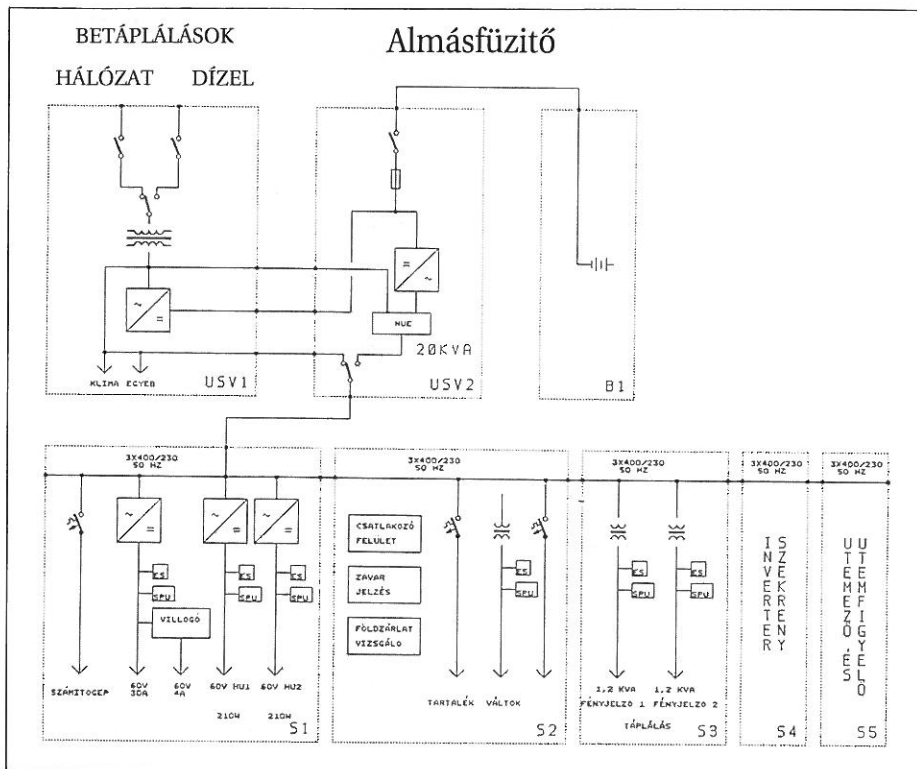
Az áramellátás ún. megszakításmentes gyűjtősin rendszerű, ami azt jelenti, hogy az egyes AC/DC, AC/AC átalakítókat (tápegységek, frekvenciaváltók), illetve az egyéb funkcionális egységeket (váltó, jelzőtáplálások) megszakításmentes, háromfázisú feszültségről táplálják. A háromfázisú, megszakításmentes feszültséget az UPS egység háromfázisú invertere szolgáltatja, amely a közüzemi hálózattal megegyező fázishelyzetű és frekvenciájú feszültségeket állít elő, és a közüzemi hálózat és az inverter között automatikus, tirisztoros (szinkron) átkapcsolóegységgel (by-pass) rendelkezik.

Az áramellátó rendszer bloksémája az 1. ábrán látható. A rendszer négy, egymástól jól elkülöníthető részből áll:

- hálózati betáplálás (3x400/230 V, 50 Hz, 40 kVA),
- tartalék betáplálás (SDMO típusú, automatikus indítású dízel gépcsoport, 3x400/230 V, 50 Hz, 40 kVA),
- UVCSP 300 típusú, 20 kVA teljesítményű UPS egység hálózati átkapcsoló automatikával kiegészítve.
- S1-S5 jelű, fogyasztói táplálást biztosító szekrények.

Az áramellátási rendszer moduláris felépítésű, és táplálási, valamint funkcionális egységekre tagozódik. A táplálási egységek az egyes állomási fogyasztók energiaellátását biztosítják, míg a funkcionális egységek irányítási és ellenőrzési feladatokat (pl. zavarjelzések, földzár-ellenőrzés) látnak el.

Az áramellátás azonos mechanikai felépítésű szerelvényekben elhelyezett modulrendszerű egységekből áll, amely szerelvények előléről szerelhetők, és így kedvező helykihasználást biztosítva falhoz állíthatók.



1. ábra Az áramellátó rendszer felépítése

### Egyenfeszültségű táplálások

Az egyenfeszültségű táplálásokat kapcsolóüzemű, szabályozott tápegységek biztosítják, és a velük szemben támasztott főbb műszaki követelmények a következők:

- névleges kimeneti feszültség: 24 V, 48 V, 60 V, DC
- statikus feszültségszabályozási pontosság:  $\pm 1\%$
- dinamikus feszültségszabályozási pontosság:  $\pm 10\%/10-90\%$  terhelésugrás, Upp/
- kiszabályozási idő:  $< 40$  ms
- a névleges kimenő áram: 10, 15, 30 és 60 A
- kimeneti feszültség kiesési ideje:  $< 100$  ms
- pszofometrikus zajfeszültség:  $< 2$  mV
- szélessávú zajfeszültség:  $< 100$  Mveff

A berendezések párhuzamosan kapcsolhatók, teljesítményüket és redundanciájukat úgy méretezték, hogy egy egység kiesése esetén is folyamatosan biztosított legyen a teljes egyenfeszültségű energiaigény. A tápegységek táplálása a megszakításmentes gyűjtősínről történik. Minden tápegység kimeneti feszültsége ellenőrzött, tápláláskiesés esetén a berendezés hibajelzést ad.

Az ELEKTRA áramellátás által előállított különböző egyenfeszültségek a következő fogasztói csoportokat táplálják:

#### 60 V DC táplálás

A táplált fogasztók:

- interfész modulok,
- földzárlat-ellenőrző berendezések,
- a számítógép és az áramellátó berendezés közötti parancs-, illetve információátvitelt biztosító áramkörök.

#### 60 V DC HU tápfeszültség

A váltóellenőrző áramkörök és a váltók földzárlat ellenőrzésének táplálására – biztonságtechnikai okokból – két külön, független 60 V DC tápfeszültséget kell biztosítani, amelyek előállítására két-két párhuzamosan kapcsolt tápegységgel történik (HU1 és HU2 jelű áramkörök). Ezen tápegységek kimeneti áramkörei és a föld közötti galvanikus elválasztás 2 kV próbafeszültséggel ellenőrzött.

#### 48 V DC táplálás

Az elektronikus biztosítóberendezések kiegészítő jelfogós áramkörei (térköz- és sorompócsatlakozások, kiegészítő D-70 áramkörök) 48 V DC táplálást igényelnek.

#### 24 V DC tápfeszültség

Az állomási útátjáró biztosítóberendezések behatási pontjainak (13 kHz-es generátorok) 24 V egyenfeszültségű, földfüggetlen táplálását biztosítja.

#### 24 V DC tápfeszültség

A vasútüzem közvetlen lebonyolításához szükséges távközlő berendezések (beleértve az utasítást adó és utastájékoztató berendezéseket is) részére a megszakításmentes, egyenáramú táplálást biztosítja.

### Váltaközfeszültségű táplálások

#### Villamos váltóállítás

A szükséges galvanikus elválasztás biztosítása érdekében a váltóhajtóművek motorjainak táplálása háromfázisú transzformátorokon ke-

resztül történik, a transzformátorok pedig közvetlenül az UPS egység hálózat-tartalék betáplálású gyűjtősínről kapnak táplálást.

A transzformátorok túlterhelésének megakadályozása érdekében a szekunder terhelő áramot egy áramrelé érzékeli, amely vágányutas állítás esetén a beállított érték elérése esetén jelzést ad a biztosítóberendezés részére a további váltóállítások késleltetésére. Egyedi váltóállításnál ez a korlátozás nem érvényesül, mivel a transzformátor rövid ideig túlterhelhető.

#### A vasúti fénjelzők áramkörei

A vasúti fénjelzők áramkörei (beleértve a sorompók fényáramköreit is) váltaközfeszültségről, transzformátorokon keresztül kapnak táplálást.

Villamos jellemzői:

- fénjelző izzó: 12 V, 20 W
- tápfeszültség: 230 V
- frekvencia: 50 Hz,  $\pm 3$  Hz
- megengedett feszültségingadozás:  $\pm 10\%$

A fénjelzők táplálása a megszakításmentes gyűjtősínről történik, és erre a célra a villogó tápfeszültség is biztosított. A villogó tápfeszültséget előállító villogtató villogásának periódusa 60/perc ( $\pm 5\%$ ), a jel/szünet arány 1:1, a villogó tápsínek zárlatmentességét pedig a biztosítóberendezés ellenőrzi.

A tápfeszültség meglétét és földmentességét a feszültségfigyelő, illetve a földzárlat-ellenőrző egység folyamatosan vizsgálja.

#### A közúti fénjelzők áramkörei

A sorompófénjelzők villogó fényei táplálásukat a fénjelzők táplálásától galvanikusan független tápsínről kapják, és a tápfeszültség értéke  $172 \text{ V} \pm 10\%$ .

A tápfeszültség meglétét és földmentességét a feszültségfigyelő, illetve a földzárlat-ellenőrző egység folyamatosan vizsgálja, a villogó tápsínek zárlatmentességét pedig a hagyományos transzduktoros villogásfigyelő egység ellenőrzi. A fénjelzők lehetnek hagyományos fénjelzőizzós, illetve LED-es kialakításúak. A sorompófénjelzőket is természetesen a megszakításmentes gyűjtősínről táplálják.

#### A sínáramkörök táplálása

A sínáramkörök általános követelményeit a vonatkozó MÁV-előírások tartalmazzák. A sínáramkörök táplálása statikus frekvenciaváltókkal történik, amelyek villamos paramétereit a sínáramkörök működési elve és az üzem feltételei határozzák meg. A MÁV-nál használatos sínáramkörök és ezek üzemeltetési feltételei a váltóirányítókkal szemben az alábbi főbb követelményeket támasztják:

#### 75 Hz-es táplálás:

- kimeneti feszültség névleges értéke: 220 V
- statikus szabályozási pontosság:  $\leq 5\%$
- dinamikus szabályozási pontosság:  $\leq 10\%/10-90\%$  terhelésugrás, Upp/
- kiszabályozási idő:  $\leq 40$  ms
- frekvenciastabilitás:  $\pm 1\%$

- hullámforma:	szinusz
- torzítási tényező:	<5% (lineáris terhelésnél)
- a terhelés megengedett fázistényezője:	0,8 ind. - 0,8 kap.
- hatások:	≥0,85
- kimeneti teljesítmény:	0,63, 1,0, 2,5, 3,0 kVA
- túlterhelhetőség:	110% 30 perc 120% 10 perc rövidzárvédtett
- kimenet:	rövidzárvédtett

#### 400 Hz-es táplálás:

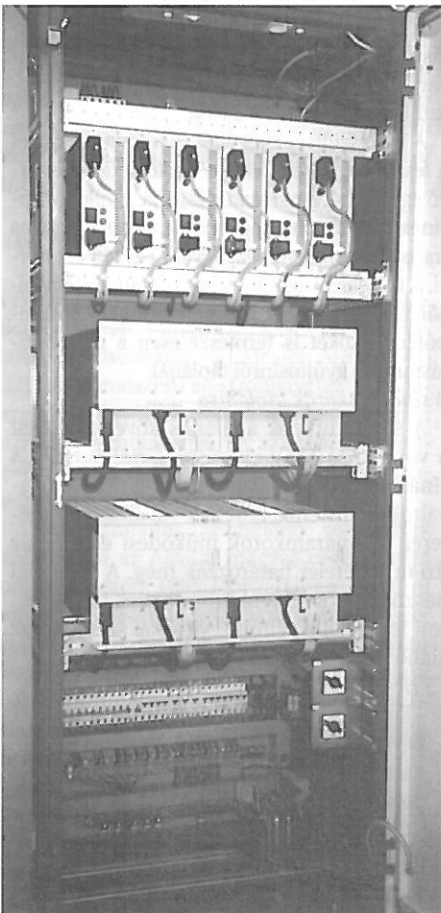
A kimeneti feszültség névleges értéke: 100 V

Minden más műszaki jellemző megegyezik a 75 Hz-es táplálásnál leírtakkal.

A sínáramkörök üzembiztonsága érdekében a váltóirányítók teljes értékű tartalékkal rendelkeznek, és az átkapcsolási idő  $\leq 100$  ms. A sínáramköröket tápláló váltóirányítók teljesítményét egy sínáramkör teljesítményszüksége és az üzemelő sínáramkörök száma alapján határozták meg. A 75 Hz-es sínáramkörök modulált jelét az érvényes MÁV alkapcsolások szerinti ÜTK 120 állvány, illetve annak egységei állítják elő és figyelik az előírt módon (2. ábra). Az invertereket az S4 jelű szekrényben helyezték el (3. ábra).

#### Tartalék betáplálás

A tartalék betáplálást automatikus indítási, felügyelet nélküli robbanómotoros áram-



2. ábra Inverter szekrény

fejlesztő gépcsoport szolgáltatja, amelynek feladata, hogy az üzemi hálózat kimaradása, illetve alsó/felső határértékének meghatározott idejű túllépése esetén biztosítsa az elektronikus biztosítóberendezés teljes értékű, korlátozás nélküli, folyamatos üzemeltetését.

Az alkalmazott robbanómotoros gépcsoport SDMO NS 40 típusú áramfejlesztő, PERKINS 4.236 típusú, 1500 ford./perc dízelmotorral, LEROY-SOMER LSA 421 L8 típusú generátorral.

A két hálózat között előírt önműködő és resetelt átkapcsolást a hálózatkapcsoló automatika biztosítja, amely a szünetmentes áramforrás részét képezi.

#### Szünetmentes áramforrás

Az elektronikus biztosítóberendezés szünetmentes táplálást igényel, amelyet egy, a hálózathoz szinkronizált, on-line üzemmódban dolgozó szünetmentes áramforrás (UPS egység) biztosít.

Az alkalmazott UPS gép típusa Almásfüzitőfelső állomáson USVCP 300, 20 kVA, míg Hegyeshalom állomáson 30 kVA, és a gyártó: EGB Gustav Klein, Ausztria.

#### 4. MŰKÖDÉSI FELTÉTELEK

*Átkapcsolás üzemi hálózatról tartalék hálózatra.* Ha az üzemi hálózat feszültsége az alsó vagy felső határérték  $>750$  ms (+250/-0 ms) ideig túllépi, a tartalék áramforrás önműködően elindul, és az átkapcsolási folyamat automatikusan lezajlik.

*Átkapcsolás tartalék hálózatról üzemi hálózatra.* Ha az üzemi hálózat feszültsége (hálózatvisszatérés után) legalább 2,5 percig (+/-30 sec) az előírt határértékek között van, a visszakapcsolás automatikusan megtörténik. Amennyiben a tartalék hálózat feszültsége az alsó vagy felső határértékét  $>750$  ms (+250/-0 ms) ideig túllépi, a tartalék hálózat lekapcsolódik, és a berendezés csökkentett szolgáltatással akkumulátorról él tovább.

*Átkapcsolások az UPS rendszerben.* Az UPS rendszer rendelkezik olyan megkerülő vezetékkel, amellyel a váltakozó áramú fogyasztók közvetlenül a hálózatról vagy a tartalék áramforrásról táplálhatók. Az átkapcsolás a váltóirányítóról a megkerülő vezetékre automatikusan és megszakításmentesen ( $\leq 5$  ms) történik a következő esetekben:

- a váltóirányító meghibásodásakor,
- kisütött akkumulátor esetén (az alsó hátfelügyelő megszólaságakor), amennyiben a hálózat rendelkezésre áll,
- hálózat visszatérésekor, amennyiben a váltóirányító nem indul automatikusan,
- a váltóirányító megengedettnél nagyobb túlterhelésekor.

A visszakapcsolás a megkerülő vezetékéről a váltóirányítóra automatikusan és megszakításmentesen ( $\leq 5$  ms) történik a fenti meghibásodások megszűnése esetén.

#### 5. OPTIKAI ÉS AKUSZTIKUS KIJELZÉSEK AZ ÁRAMELLÁTÓ RENDSZERBEN

Az áramellátó rendszer a következő optikai kijelzéseket biztosítja:

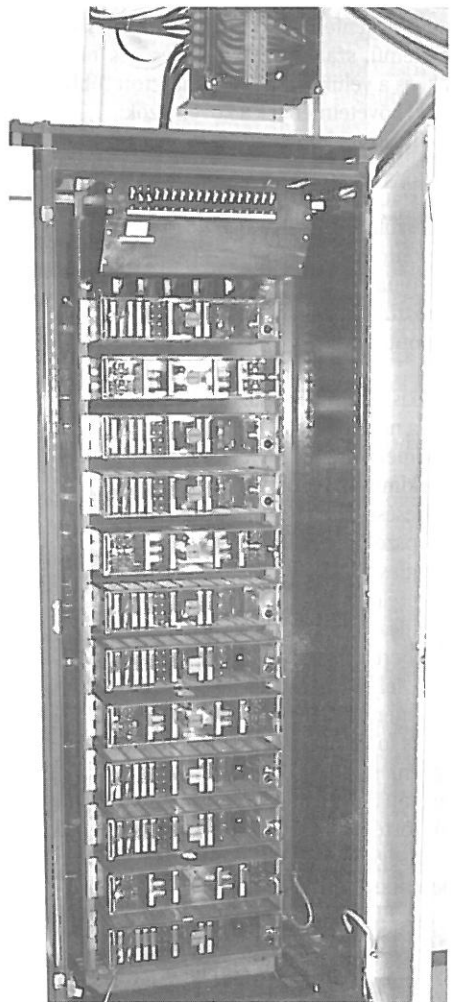
- hálózati táplálás,
- tartalék táplálás,
- az egyes fogyasztói kimenetek megléte,
- földzárlatjelzés,
- UPS egység üzemállapotai,
- összesített hibajelzés (áramellátási zavar),
- az egyes szekrények önálló hibajelzései.

*Akusztikus jelzések* a következő esetekben történnek:

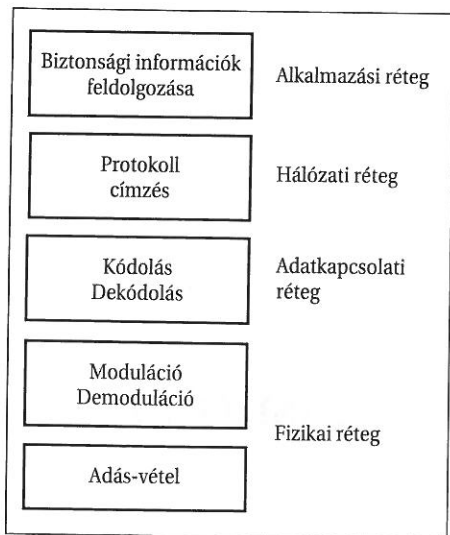
- áramellátási zavar,
- földzárlat.

A szekrényeknél külön mérőeszközök nincsenek, minden szekrény fontosabb fogyasztói pontjai vizsgáló adaptereken keresztül vizsgálhatók.

Az áramellátás mindenkor üzemállapotának megállapítása és az esetleg fellépő hibák gyors lokalizálása céljából az S2 szekrény tartalmaz egy összesített hibajelző áramkört, amelynek segítségével megállapítható, mely szekrényben lépett fel áramellátási hiba vagy zavar. Minden szekrény rendelkezik ezen túlmenően egy önálló visszajelző egységgel, amelynek segítségével az adott szekrény állapota azonnal megállapítható.



3. ábra Ütemadó és ütemfigyelő szekrény



3. ábra Az adatátvitel egyszerűsített modellje

a rendszer egy adott hibaszámig nem vesz tudomást. Ha a halmozott adathibát a hibajavító kód már nem képes javítani, akkor az adatátvitel előzetes figyelmeztetés nélkül összeomlik. Ha viszont a hibát a magasabb rétegben a protokoll regisztrálja és valamely alkalmas módon kijavítja, akkor a rendszer folyamatosan rendelkezik információval a vonal minőségét illetően, és a feldolgozó szinten a szükséges lépéseket megteheti (pl. időben felszólít a vonal karbantartására).

### 3. HIBAFELFEDÉS

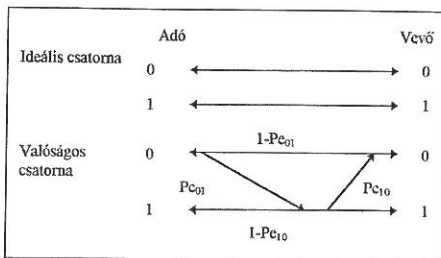
A biztonság elérésének alapja az átviteli hiba felismerése. Ezért olyan kódolást, kódrendszert kell alkalmazni, amelynél semmilyen véletlen, szisztematikus vagy halmozott (burst) adattorzulás, vonalhiba, áthallás vagy egyéb zavaró tényező által okozott téves információ nem marad rejtve.

Ugyanakkor szem előtt kell tartani a kommunikációs csatornával szemben az áteresztőképesség, transzparencia, sávszélesség követelményeit. Nem lényegtelen szempont azonban a létesítési költség sem. Mindezek részben egymásnak ellentmondó követelményeket állítanak a gondos tervező elé, akinek optimális, de kompromisszumos megoldást kell kidolgoznia.

A továbbiakban részletesebben elemezzük a bináris csatorna viselkedését, és bevezetünk néhány hasznos fogalmat annak kvantitív vizsgálatához.

#### A bináris csatorna modellezése

A 4. ábrán összehasonlíthatjuk az ideális és a valóságos adatátvitel megvalósító bináris csatorna viselkedését. Az egyszerűség kedvéért itt csak egyirányú (szimplex) átvitelt modellezünk, azzal a kiegészítő megjegyzéssel, hogy a kétirányú (duplex) átvitel is hasonlóképpen modellezhető, de nem szükségeszerűen azonos hibavalószínűségek feltevelésével.



4. ábra A bináris csatorna modellje

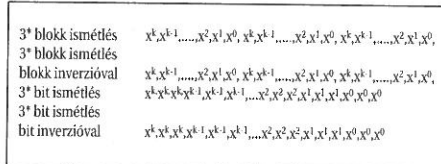
Annak valószínűsége, hogy az adóoldalon forgalmazott 0 helyett a vevőoldalon 1 érkezik (azaz a vevő '1'-et dekódol)  $Pe_{01}$  hibavalószínűség. Hasonlóképpen a feladott 1 helyett 0 érkezésének valószínűsége  $Pe_{10}$ . Ezen értékek számos környezeti és technikai tényezőtől függenek, sőt egy megépített konkrét csatorna esetén sem állandók.

#### A redundancia alkalmazása a hiba felfedésére

Alapvetően háromféle redundancia használatos az adatvédelmi eljárások esetén:

- adatismétlés,
- konvolúciós kódolás,
- blokk vagy CRC kód alkalmazása.

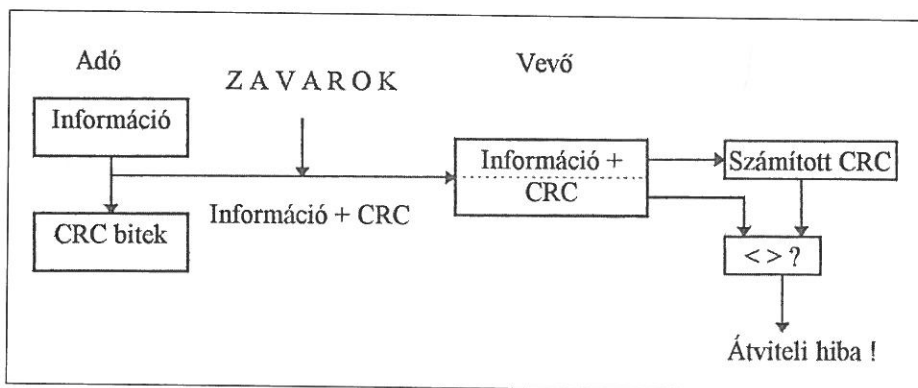
Az *adatismétlés* a kódolás szintjén előre definiált számú (kettő v. három) ismétlést jelent. Az ismétlés történhet bit és blokk szinten. Az 5. ábra ezeket a lehetőségeket szemlélteti a vastag szedés a bitek inverz értékét jelöli.



5. ábra Adatismétlési megoldások

A fenti ismétlő eljárások megfelelő védelmet nyújtanak a véletlenszerű és bizonyos hardware, illetve vonali hibák ellen, de a burst és szisztematikus átviteli hibák felfedésére alkalmatlanok, ezért fail-safe átvitelre nem ajánlhatók.

A *konvolúciós kódok* kevés redundáns bit beiktatásával operálnak, és ennek megfelelően az információk blokk hossza korlátozott.



6. ábra A hibafelismerés elvi sémája

A redundáns biteket az eljárás néhány szomszédos (2...5) információs bitből generálja speciális szekvenciális hálózat segítségével, és ezen biteket a módosított bitmintával helyettesíti. A kód hibafelismerő tulajdonsága nagyban függ az alkalmazott hardver felépítésétől.

Más hardver kell a véletlen, más s szisztematikus és megint más a burst hibák felfedésére. Vasúti alkalmazásuk nem látszik célszerűnek.

A sokféle adatvédelmi *blokk vagy CRC (Cyclic Redundancy Code) kód* alkalmazásában az a közös, hogy az átvendő üzenetet járulékos (közvetlen információt nem hordozó), azaz redundáns bitekkel egészítik ki, amelyeket mind az adó-, mind a vevőoldalon a hasznos információból valamilyen szisztéma szerint állítanak elő. Az adóoldalon számított CRC biteket is elküldik az információval együtt, és a vevőoldalon ezt összehasonlítják az ott kiszámított CRC bitekkel. Az adatátvitel hibátlannak tekinthető, ha a vett és a számított CRC megegyezik. Ha különbözik, akkor - ha ez lehetséges - megkezdődhet a vett információ kijavítása, illetve *Átviteli hiba* üzenet generálása a magasabb szint felé. Az elmondottakat a 6. ábra szemlélteti.

Tekintve, hogy a blokk-kódolás a legáltalánosabb felhasználású és számos előnyös tulajdonsága révén a fail-safe átvitelre a leginkább megfelelőnek tűnik, ezért ezt az alábbiakban részletesebben megvizsgáljuk.

#### A CRC megválasztásának szempontjai

A fentiekből kitűnik, hogy a biztonsági adatátvitelben döntő jelentősége van a CRC kiválasztásának. Ha ugyanis a CRC túl egyszerű (kevés redundáns bitet alkalmaz), akkor egy viszonylag rossz minőségű vonal esetén előfordulhat, hogy (pl. kettős vagy halmozott hiba egyidejű fellépésekor) nem fedi fel az átviteli hibát. Ezért az egyszerű egy bites redundanciát realizáló páros vagy páratlan paritás bit alkalmazása nem nyújt elegendő védelmet. Szintén nem ad elegendő védelmet a kettős hibák ellen az ellenőrzőszám (Check summa) adatvédelem. Ha viszont túl sok redundáns bitet használ az adatvédelem, akkor az átvitel lelassul egyrészt a sok járulékos információ forgalmazása, másrészt a CRC adó- és vevőoldali számí-