

A KOAX-SR-01 állomási sorompó

© Edelmayer Róbert, Kotroczó József,
Nagy Jenő, Tóth Péter

Bevezetés

Magyarországon 1997 óta üzemelnek – egyre nagyobb számban – elektronikus biztosítóberendezések. A MÁV (GYSEV, BKV) az elektronikus biztosítóberendezések telepítésekor a meglévő, külföldön már bevált biztosítóberendezések alkalmazása mellett döntött. Az elektronikus biztosítóberendezések korszerű alkotóelemei számítógépes vezérléssel biztonságosan működnek.

A számítógépes berendezések azonban csak konkrétan az állomási biztosítóberendezések törzsrészét foglalják magukba.

A jelfogós áramkörök a számítógépes biztosítóberendezés mellett jelentős mennyiségben vannak jelen. Ez különösen igaz jelfeladással rendelkező állomáson, automata térköz(ök) csatlakozása esetén.

Az Elektra rendszer magyarországi alkalmazásánál szempont, hogy minél több részegysége már bevezetett, illetve hazai beszállítók által gyártott elemekből álljon. A szükséges biztonságigazolások száma, és a kapcsolódó fejlesztések mennyisége ezáltal csökkenthető volt.

A 400 Hz-es és 75 Hz-es szigeteltsínek, a jelfeladás elemei, a sorompó és a 75 Hz-es automata térköz áramköre szorosan illesztett része lett az Elektra rendszernek. Ezek a részegységek a Dominó 55–Dominó 70 berendezésekből származnak, felépítésük és technikai színvonaluk ennek megfelelő.

Az utóbbi években a jelfogós berendezések hazai gyártása megszűnt, a berendezések alkatrészeihez egyre nehezebben és egyre drágábban lehet hozzájutni, és a szállítások időviszonyai is kiszámíthatatlanná váltak.

A GYSEV szombathely-szentgotthárdi vonalán telepített Elektra berendezéseknél került először alkalmazásra a KOAX-SR-01 jelű, korszerű sorompóvezérlő alrendszer.

Átfogó ismertetés

Mivel a jelfogós áramkörök helyigénye a számítógépes rendszerhez képest igen nagy, és építésük egyedi huzalozást igényel – ami jelentősen növeli a kivitelezés idejét –, jogosan merült fel ezen áramkörök számának csökkentése. Természetesen az ideális megoldás az áramkörök helyett a szoftveres kialakítás lenne. Ez

azonban a teljes számítógépes biztosítóberendezés konstrukciójának újragondolását, áttervezését jelenti. Az ehhez kapcsolódó fejlesztés és a vele járó biztonságigazolás hosszú időt vesz igénybe. Erre az időre áthidaló megoldást jelent a jelfogós áramkörök nyomtatott áramköri kivitelezése. Ebben az esetben jelentősen csökken az egyedi huzalozás ideje. A TM jelfogókat felváltó Hengstler jelfogók panelbe ültethetőek, kisebb helyet foglalnak el.

A nyomtatott áramköri kivitelezéssel készült áramkörök az állomási sorompók D70-es egyedi huzalozással készült kapcsolásait váltják ki. Az áramkörök több panelen helyezkednek el. A panelek egymás között hátpanelen („back panel”) vagy rendszerkábelrel csatlakoznak. Az így kialakított sorompóillesztő alrendszer a KOAX-SR-01 nevet viseli.

Jelfogós illesztő áramkörök

A KOAX-SR-01 az Elektra biztosítóberendezés hatókörzetében üzemelő állomási sorompók működtetésére szolgáló alrendszer. A berendezés az Elektra berendezésből érkező parancsokat fogadja, feldolgozza, illetve a sorompó állapotát az Elektra berendezés részére visszaolvassa. A kapott parancsok alapján vezérli az állomási sorompó fényjelzőit, hajtóműveit.

A fejlesztés során figyelembe vették és kiküszöbölték az SFA egység alkalmazása során felmerült üzemeltetői problémákat.

- Az SFA egység alkalmazásakor maximum 6 darab fényjelzőt lehetett beüzemelni. A telepítések során többször előfordult ennél több fényjelző alkalmazásának igénye.
- A jelfogóhelyiségtől távol üzemelő állomási sorompók esetében a csapórudak alsó, illetve felső végállását ellenőrző jelfogók elhelyezése és meghúzása nem volt határozott. A kábel kapacitása zavarta a jelfogók működését.
- A jelfogóhelyiségtől távol üzemelő állomási sorompók esetén bizonytalan a hajtóművek lassú felnyílása. A kábelek hurokellenállásán akkora feszültségessé jöhet létre, ami miatt a hajtóművek nem vezérlődnek lassú fel üzemmódban.
- A fényáramkörök csak közvetve vizsgálják a megfelelő működést, tényleges fénycsökkenés-vizsgálat nincs.
- Az optika törésérzékelése nem mindenkor hatásos.

A KOAX-SR-01 felépítése:

A KOAX-SR-01 állomási sorompó 19”-os üvegajtós szekrényben helyezkedik el. Egy szekrényben 3 állomási sorompó belsőtéri szerelvényei üzemelnek.

Egy sorompóberendezés az alábbi fő részekből áll:

- energiafogadó és kismegszakító rekesz,
- fényellenőrző rekesz,
- vezérlő rekesz.

Energiafogadó és kismegszakító rekesz:

Tartalmazza az energia fogadására szolgáló sorkapcsokat, az áramkörök védelmét biztosító kismegszakítókat, a SKÉV időzítő órát, a megkerülést kizáró csapórúd időzítését biztosító időzítő órát és a külsőtéri szerelvények összeköttetését biztosító sorkapcsokat. A kismegszakítók, az időzítő órák, valamint az áramellátás fogadására szolgáló sorkapcsok a szekrény elején találhatók.

Az áramellátás fogadását biztosító sorkapcsok valamennyi pontja duplázott. Ennek szerepe a következő: az áramellátó berendezésből érkező energiák az első sorompó pontjaira csatlakoznak. A második sorompó áramellátása a duplázásról adódik tovább a második szinten lévő áramellátó csatlakozó pontjaira. A harmadik sorompó áramellátása a második sorompó duplikált pontjairól kapcsolódik a harmadik szinten lévő áramellátó csatlakozó pontjaira.

Mind az energiaellátás, mind a külsőtéri szerelvények csatlakozását biztosító sorkapcsok bekötése minden esetben állandó. Ez azt jelenti, hogy a csatlakozási pontok minden sorompó esetében az azonos számú pontok azonos funkciót jelentenek, a sorompó külsőtéri szerelvényeinek számától függetlenül.

Ebben a rekeszben a szekrény első oldalán üzemel két változtatható időzítésű időzítő óra. Az egyik időzítő óra szerepe „a sorompó hosszú ideje zárva” állapot jelzése. Az időzítés nagyságát az üzemeltető határozza meg, a rendelkezésre álló utasítások alapján. A másik időzítő óra a megkerülést kizáró csapórúd indulásának az idejét határozza meg. Az időzítés nagyságát a tervek alapján kell beállítani.

Fényellenőrző rekesz:

A fényellenőrző rekeszen találhatóak a fényárbocokat vezérlő KAFEK kártyák. Egy kártyán egy árboc három fényének vezérlése és ellenőrzése működik. Egy rekeszben maximum 8 árboc vezérléséhez lehet KAFEK kártyát elhelyezni. Ha az útátjárót több mint 8 fényjelző bizto-

sítja, újabb fényellenőrző rekesz beépítése szükséges, amely további 8 fényjelző működését biztosítja. A fényjelzők száma további rekeszek beépítésével tovább növelhető. A kártyák és a hozzárendelt árbocok elnevezését a beültetési rajz határozza meg. Ezek minden esetben fix sorrend szerint üzemelnek.

A kártyák a fényellenőrző hátpanelbe csatlakoznak. A kártyák nem tartalmaznak egyedi szabályozó elemet, így azok bármelyik fényáramkörbe bármikor behelyezhetőek. A kártya előlapján láthatók az árbochoz tartozó üzemi és hibajelzések. A felső részen a fehér, középen a vörös1, az alsó részen a vörös2 fényhez tartozó jelzések láthatóak, ellenőrző csatornánkénti bontásban.

Vezérlő rekesz:

A rekeszben az alábbi kártyák találhatók:

KAFIK: fényellenőrző ismétlőkártya

KAHAK: hajtóműkártya

KAVEK: vezérlőkártya

KAELK: ellenőrzőkártya

KAKÖK: közúti jelzőlámpa csatlakozókártya

Fényellenőrző ismétlőkártya

A kártyán található a fényáramköri vezérlő- és ellenőrzőkártyáról érkező információkat gyűjtő ismétlő jelfogók.

FE: Valamennyi árboc fehér fényeit ellenőrző jelfogó. A jelfogó akkor húz, ha legalább egy árbocon világít fehér fény. A jelfogó húzott állapotát a kártya előlapján található „FE” jelű zöld LED világítása jelenti.

V1a: „a” jelzőárboccsoportban üzemelő V1 fények közös ismétlő jelfogója. A jelfogó akkor húz, ha a csoportban üzemelő valamennyi árbocon világít a V1 fény.

V1c: „c” jelzőárboccsoportban üzemelő V1 fények közös ismétlő jelfogója.

V2a: „a” jelzőárboccsoportban üzemelő V2 fények közös ismétlő jelfogója.

V2c: „c” jelzőárboccsoportban üzemelő V2 fények közös ismétlő jelfogója.

A jelfogók húzott állapotát a kártya előlapján a jelfogó neve mellett lévő LED világítása jelzi.

Hajtóműkártya

A kártyán található a hajtóművek vezérlésével és ellenőrzésével kapcsolatos jelfogók. Az áramkörökben alkalmazott jel-

fogók és azok szerepe teljesen megegyezik az SFA alapkapcsolás áramköreibben alkalmazottakéval.

Módosításra került a csapórúd végállításait ellenőrző áramkör, valamint a 12,5°-os kimozdulást ellenőrző áramkör. A 230V 50Hz-es ellenőrző áramkör jelfogói a kábelkapacitás hatására bizonytalanul működnek. Ezért az áramkörök 48 V-os egyenáramról működnek.

Az SFA alapkapcsolásban a csapórúd töréserzékelő kontaktusai minden esetben benne vannak az Elektra zavar bemeneti áramkörében akkor is, ha a sorompón nincs csapórúd. Ezért ott a JRE jelfogót minden esetben működtetni kell. A KOAX sorompó esetében, ha nincs hajtómű, nem kell a hajtóműkártyát alkalmazni. Az Elektra részére szükséges áramköröket ilyen esetben programkapcsolókkal kell folyamatossá tenni.

A hidraulikus hajtóművek lassú felnyitásához külön kell vezérelni egy szelepet, amely 24V-ról működik. Ha a sorompó a jelfogóteremtől nagy távolságra van, a kábelhurok ellenállásán olyan nagy feszültség esik, hogy a lassú felnyitás szelepe nem vezérlődik. A KOAX sorompó esetén a lassú felnyitás vezérlésekor 230V 50Hz feszültséget kapcsolunk. A sorompó mellett lévő elosztóban került elhelyezésre egy 230 V/4×24 V-os tápegység. Ezzel négy csapórúd vezérlése közvetlen közelről történik. A 24 V-os áramkörben így feszültségeséssel nem kell számolni.

A behaladó csapórúdak indulásának időzítése minden esetben 12 másodperc. Ezt az időzítő áramkört a hajtóműkártya tartalmazza. Az időzítésen nem lehet változtatni.

Valamennyi állomási sorompónál igaz, ha a csapórúdak nem érik el a felső végállást, a forgalmi szolgálattevő erről nem kap zavarjelzést. A KOAX sorompó a felvezérléstől számított 14 sec elteltével egy zavarjelzést ad a forgalmi szolgálattevő számára.

Vezérlőkártya

A kártyán található jelfogók az Elektra berendezésből kapott le-, illetve felvezérlő parancsokat fogadják.

Az Elektra a vezérléseket ugyanazon a két éren adja folyamatosan. A le-, illetve felvezérlések között polaritásváltást végez. Mivel a vezérlés folyamatosan jelen van, nem szükséges támaszjelfogók alkalmazása. A két éren diódákkal választják el a le-, illetve felvezérlés jelfogóinak működtetését. A jelfogók működésének ellenőrzését úgy kellett kialakítani, hogy diódazárlat, illetve diódaszakadás esetén az útátjárót fedező jelzőre ne lehessen továbbhaladást engedélyező fényt kivezérelni.

Ellenőrzőkártya

A kártyán található a sorompó fényjelzők vezérléséhez és a fények ellenőrzéséhez szükséges jelfogók. A kártyán az ellenőrző áramkörben programkapcsolókkal kell beállítani, hogy hány fényjelző csoport üzemel. A fények ellenőrzése emelt vagy nem emelt sebesség szerint történhet.

A kártyán található a vörös fények lekapcsolását végző, 120 másodperces időzítő áramkör.

A kártyák előlapjain feliratozva szerepel, hogy milyen jelfogók üzemelnek rajta. A felirat mellett egy LED látható. A LED világítása az adott jelfogó gerjesztett állapotát jelenti.

A kártyák a vezérlő hátpanelbe csatlakoznak, ahol a kártyákat összekötő áramköri kapcsolatok vannak. A vezérlő hátpanel programkapcsolókat tartalmaz. A programkapcsolókkal lehet kiválasztani azokat az áramköri részeket, amelyeknek az adott sorompónál működni kell, ki lehet iktatni azokat, amelyeknek nem kell működni. Át lehet hidalni azokat az áramköri részeket, amelyek az adott sorompónál nincsenek (például hajtómű). A programkapcsolókkal lehet kiválasztani, hogy a sorompó emelt sebességű vagy nem emelt sebességű üzemmódját.

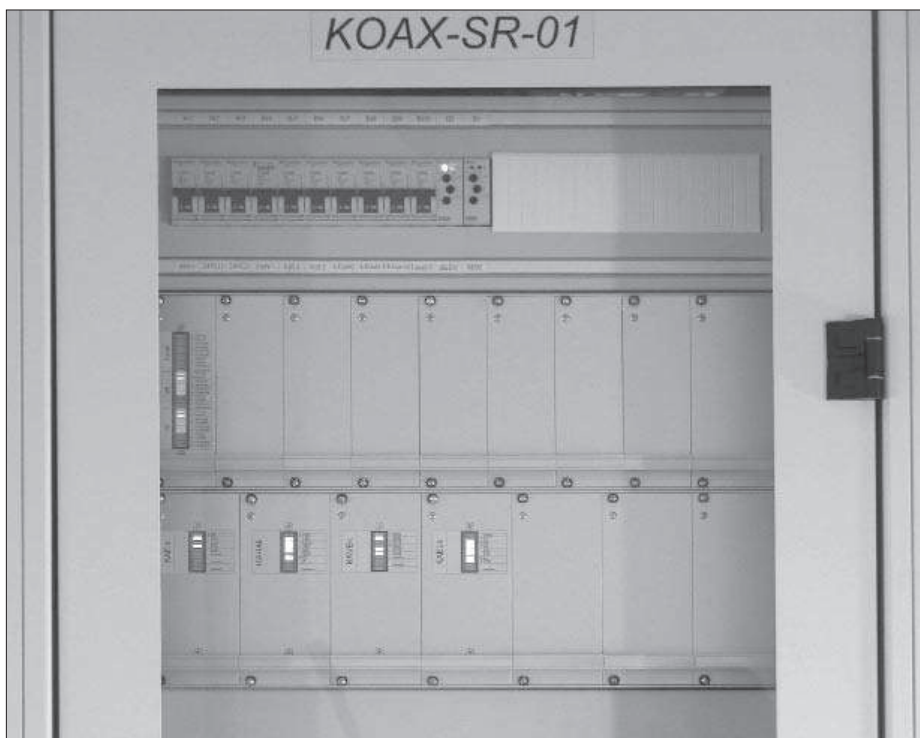
A vezérlő rekeszben található kártyák felcserélhetetlenségi furattal vannak ellátva. A felcserélhetetlenséget a rekesz keretébe erősített csap biztosítja.

A vezérlő és fény hátpanel között 6 és 12 eres dugaszolható rendszerkábel csatlakozással van kialakítva az összeköttetés.

Fogadópanel

A szekrény az Elektra berendezéssel a fogadópanel útján tartja a kapcsolatot. Erre a panelre érkeznek a rendszerkábelek. Ezek ugyanazok a rendszerkábelek, amelyeket az SFA sorompók esetében is alkalmaznak (10, 20, illetve 64 eres rendszerkábelek). A fogadópanel kialakításánál az volt a legfontosabb szempont, hogy az Elektra felőli rendszerkábelekben ne kelljen változtatást alkalmazni. Azokon a csatlakozási pontokon, ahol az Elektra bemenetén tervezéstől függően különböző bemeneti információkra van szükség, ugyancsak programkapcsolók lettek beépítve. A programkapcsolók megfelelő kombinációinak kiválasztásával az Elektra részére mindig a tervezés során előírt információ jut az adott bemenetre.

A fogadópanel és a vezérlőpanel között szintén 6 és 12 eres rendszerkábel, dugaszolható csatlakozással van kialakítva az összeköttetés.



A készre szerelt sorompószekevény

A fényáramkör és vonzatai

A KOAX-SR-01 sorompó – a már fent említett módon – egy új fényáramköri rendszerrel rendelkezik. Ennek kifejlesztésekor a következő szempontokat követtük:

- nagy távolságok áthidalása, szabályozási igény nélkül (max. 5 km),
- hagyományos (izzólámpás) optikába szerelhető, nagy élettartamú fényforrás alkalmazhatósága,
- elektronikus hibadetektálás a felhasznált elemekre vonatkozóan,
- a hibafajták külön jelzése a fenntartó felé az ellenőrző áramkörben,
- fénycsökkenési tendenciajelzés lehetősége,
- olyan csatlakozó felület és környezet, amely az Elektra esetén korábban alkalmazott különböző tervezési eseteket kiszolgálja.

A nagy távolság áthidalását a fényáramkörök egy részénél alkalmazott elv felhasználása biztosítja, amely szerint magasabb feszültség és így alacsonyabb áram kisebb energiavesztést jelent az összekötő kábelben, tehát messzebbre lehet telepíteni a fényforrást. A leválasztó transzformátor – ebben a konstrukcióban – közvetlenül a lámpafejbe kerül, így a szekunderoldali nagy áramból keletkező veszteség is minimálisra csökken.

A fényáramkör üzemeltetési biztonságga szükségessé tette egy feszültségstabilizátor beépítését is, amely 2% pontossággal produkálja a 230 V-os tervezett igényt, a bemenetén megjelenő 210 V és 250 V között (egyben biztosítja a villogó feszültséget is). Működése egy mikrokontroller által – nagysebességgel – kapcsolt autóttranszformátoron alapul.

A sorompó fényforrása a jelenlegi fénytechnológia által kínált nagyteljesítményű, „meleg fehér” LED fényforrás (névleges teljesítménye: 20 W, tervezett üzemi teljesítmény: 7 W). Ez nagy fényűrűségű, koncentrált fénypontot szolgáltat nyolc elemi fénypont összeintegrálásával, így konstrukciósan a hagyományos izzólámpa helyére szerelhető a jelzőoptikában.

A nagyteljesítményű LED egyszerű felépítése lehetővé tette, hogy elektronikus, szoftver által felügyelt fényáramköri rendszer szülessen.

A külsőtéri fényforrás állapotának vizsgálatát két – egymástól és a külvilágtól galvanikusan elválasztott – mikrokontroller végzi, amelyeknek véleménye 2-ből 2-es szavazással kerül át a biztosítóberendezés felé. A szavazást kényszervezetési kon-

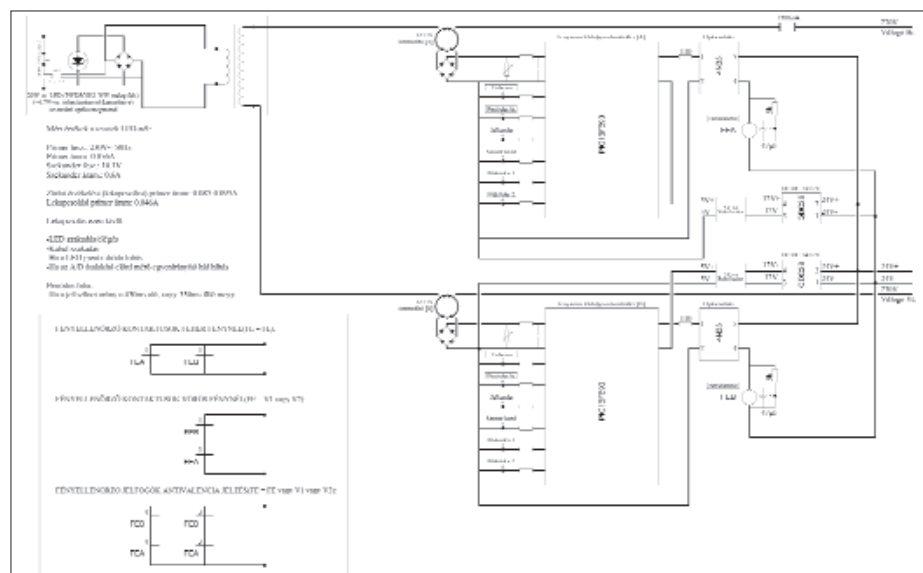
taktusokból felépített biztonsági jelfogók végzik (Ha a két azonos szoftverű csatorna nem azonos véleményen van, ezt a kártya külön hiba kimeneten jelzi). Mivel a fényáramkör 230 V 50 Hz feszültséggel üzemel, ezért a fényáram áramváltón keresztül ad információt a kontrollerek számára, az előremenő és a visszatérő ágba.

A kontrollerek A/D bemenetén – kétutas egyenirányítás végeredményeként létrejövő – 500 ms hosszúságú félhullám-sorozatok jelentkeznek, az áramkörben normálisan előforduló tranzienst jelenségekkel együtt. A feldolgozó program feladatai (mindkét csatornában) a következők:

- a jelsorozat kezdetének meghatározása,
- a jelsorozat szünet szakaszának meghatározása,
- a tranzienst időszakok kizárása a vizsgálatból,
- annak megállapítása, hogy a jelsorozatban nincs-e 10 ms-nál nagyobb szünet, mert ez alkatrészhibát jelent,
- a felső határnál nagyobb és az alsó határnál kisebb amplitúdók megállapítása zárlatok és szakadások detektálása végett,
- a villogtatás periódusidejének a tűréshatáron kívüli állapotának meghatározása.

A fenti pontos jelanalízis elvégzéséhez 1-2 ms-os periódussal mérések történnek a szoftver által, amely mérésekhez idő adatok kapcsolódnak, és ez az adat-halmaz minden lefutási ciklusban kiértékelésre kerül.

Helyes eredmény esetén vezérlést kap a fényellenőrző szavazó jelfogó. Egyéb esetben nincs vezérlés, de az adott állapot a fényellenőrző kártya frontlapján megjelenítésre kerül. A fenti rendszer kártyái egy-egy fénysorompó árbochoz vannak rendelve, a kártyarekesz hátpanelén elhelyezett kapcsolók által. Így a biztosítóberendezési kiviteli terv – amelyet számítógép generál – csak a programkapcsolók állását ábrázolja. A fényáramkör és a mérő számítógépek kapcsolási vázlatát az alábbi ábra szemlélteti.



Annak felfedése, hogy a teljesítmény LED fényereje csökken, pedig az áramjel-analízis helyes értékeket ad (ez egy feltételezett igény, amely csak az elmúlt évtizedek LED-tapasztalatain alapul, mert a jelenleg használt elemek – újdonságuk okán – még nem működtek hosszú ideig) egy külön fénycsökkenési tendenciacijelző is beépült – opcionális módon – a lámpafejbe. Ez az áramkör minimális teljesítmény felhasználásával és egy fényérzékeny ellenállás segítségével – amely a LED szórt sugarában helyezkedik el – egy mikrokontroller elemzése alapján megállapítja, hogy a villogó fény – hosszabb idő alatt – mindig a meghatározott intenzitási küszöb felett világít-e. Ha nem, akkor az optikatörés érzékelő mikrokapcsolós áramkört megszakítja, és így hibajelzést küld a fenntartónak. A hibás egység hátoldalán piros jelzőfény mutatja ezt az állapotot.

A KOAX-SR biztonságának igazolása

A cikkben ismertetett sorompóberendezés biztonságának igazolása az alábbi két témakört foglalja magába:

- a jelfogós áramkörök biztonságigazolása és
- a komplett fényáramkör (KAFEK) biztonságigazolása.

Mivel a jelfogós részek biztonságigazolása az ilyen áramköröknél megszokott módon történt (gyakorlatilag az MSZ EN 50129 szerint, teljes hibahatás-elemzéssel), itt ezt nem részletezzük. Valószínűleg több újdonságot jelent a kedves olvasó számára a LED alkalmazhatóságának, illetve a fényellenőrzés hardver- és szoftverbiztonságának bizonyítása.

A felhasznált LED alkalmazhatóságának bizonyítása

A felhasznált LED alkalmazhatóságának vizsgálata elején rögzítenünk kellett, hogy jelen esetben a korábbi magyarországi alkalmazásokkal ellentétben nem volt feltétel, hogy a fényforrást a hazai jellemző alkalmazási környezetben (hagyományos állomási és vonali sorompó fényáramkörök, több optika soros kapcsolása, soros áramjelfogós/transzduktoros fényellenőrzés stb.) felhasználjuk.

Természetesen ennek a fényforrásnak is meg kell felelnie a LED optikákkal szemben támasztott általános (pl. fénytechnikai, láthatósági) követelményeknek, azonban ennek bizonyítása az (Előzetes) Alkalmassági Tanúsítvány, illetve az azt megalapozó tanulmány feladata, így a biztonságigazolásnak nem volt része.

Az alkalmazott LED 2×4 db chipet tartalmaz (két párhuzamos ágban, áganként

négy-négy soros világító diódát). A LED alkalmazhatóságának megállapításához meg kellett vizsgálni, hogy a LED egy-egy elemi diódájának zárlat, illetve szakadás jellegű meghibásodásakor hogyan alakulnak a teljes LED áram- és feszültségviszonyai, azaz egy dióda bármely meghibásodása kimutatható-e a KAFEK fényellenőrző áramkör segítségével.

Mivel az alkalmazott LED megbont-hatatlan kialakítású, azaz elemi diódái önállóan nem érhetők el, egy, a teljes LED áram- és feszültségviszonyait reprezentáló helyettesítő kapcsolás (modell) kidolgozására volt szükség.

A modellt úgy alakítottuk ki, hogy egy-egy, a LED-ben levő elemi diódát négy-négy, soros kapcsolású dióda helyettesített. Ezzel a megoldással a LED-hez hasonló áram- és feszültségviszonyokat lehetett előállítani, azaz „kívülről” a modell a LED-hez hasonlóan működött. A modellben lehetőség nyílt egy-egy, elemi diódát helyettesítő dióda-csoport rövidre zárására, illetve valamely párhuzamos ág megszakítására. Egy elemi dióda meghibásodása (szakadás: az egyik párhuzamos ág megszakítása; zárlat: egy vagy két dióda-csoport rövidre zárása) is a fényellenőrző által elfogadott tartományon kívüli, a tartomány határértékeit jóval meghaladó áramerősségeket eredményezett, így a fényellenőrző jelfogók elejtettek.

A fényellenőrzés hardverbiztonságának elvi megfontolásai

A rendszer kialakítása során figyelembe vett biztonsági intézkedések:

- E fényáramköri rendszer alapvetően abban különbözik a korábbi magyarországi alkalmazásoktól, hogy **minden fénypontot külön ellenőrző áramkör vizsgál**, azaz elmarad a – biztonságtechnikai szempontból is sok esetben kifogásolható – kettő, (esetenként három) fehér fényt tartalmazó soros kapcsolás (ismert a soros fényáramkörök azon biztonságtechnikai hiányossága, hogy bizonyos körülmények között a két soros kapcsolású optika egyikének zárlatát a kevésbé érzékeny áramjelfogós ellenőrzés nem volt képes felismerni). Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy egy fénypont meghibásodása esetén a másik, még működőképes fénypont továbbra is üzemben maradjon.
- **Kétcsatornás felépítés**, mindkét csatornában egy-egy mikroszámítógéppel, a kimenet II. osztályú biztonsági jelfogó. (A két csatornában azonos szoftver fut. Így igazolni kell, hogy a szoftver nem tartalmaz biztonsági szempontból kritikus hibákat.)
- **nyomtatott áramkör**, illetve elemei, műszaki-funkcionális egységei **kiala-**

kításának szempontjai: a nyomtatott áramköri kártyát, illetve ezen belül az egyes műszaki funkcionális egységeket úgy kell kialakítani, hogy a meghibásodások (pl. földzárlat, alkatrészlábl-zárlat stb.) ne vezethessenek az áramkör olyan viselkedéséhez, amely a fényáramköri jel hiányát vagy zárlati tartományba eső megnövekedését elfedi.

- **Az egyes alkatrészek hibahatás-elemzése.** Bár az elektronikai alkatrészek meghibásodására vonatkozóan a biztonságigazolás keretét képező MSZ EN 50129 szabvány „C” függeléke konkrét előírásokat tartalmaz, a hibahatás-elemzést a fentnél jóval részletesebb ORE A155/RP12 hibakatalógus szerint vettük figyelembe. Ezt arra alapoztuk, hogy egyrészt az MSZ EN 50129 szabvány C.1 függelék-fejezete is hivatkozik az ORE-hibakatalógusra, illetve a „C”-függelék az egyes alkatrész-típusokat nem bontja tovább (pl. egy csoportba vesz minden ellenállástípust, míg az ORE-hk 14 típust különböztet meg; lehetővé téve ezzel azt, hogy bizonyos meghibásodásokkal egy adott alkatrész típus esetében nem szükséges foglalkozni).

Az áramkör strukturális/funkcionális tervezésénél figyelembe vett biztonsági szempontok:

- Az „A” és a „B” csatorna kimeneti jeleit a feldolgozó kontrollertől optocsatolóval galvanikusan leválasztva továbbítjuk a fényellenőrző jelfogók felé.
- A fényáramköri mintavétel két, fizikailag független áramváltó segítségével történik. Az áramváltók a 230 V fényáramköri táplálás primer oldalán, a Bi és a Vt ágban helyezkednek el, így bármely primer vezetékhez való zárlat felfedhető.
- Az egyes mikrokontrollerek táplálása csatornánként független DC/DC átalakítóval és feszültség stabilizátorral történik.
- A fényellenőrző jelfogók II. biztonsági osztályúak (C típus), így érintkezőik segítségével ellenőrizhetők.
- A fényellenőrző jelfogók érintkezői az ellenőrizendő fény jellegének megfelelően köthetők be, azaz:
 - a) a fehér fénynél munkaérintkezők párhuzamosan: bármely FE (FEA_{FE}, FEB_{FE}) jelfogó húzása esetén a fehér fényt meglévőnek tekintjük,
 - b) a vörös fénynél a munkaérintkezők sorosan: a vörös fényt csak mindkét V jelfogó (FEA_{VX}, FEB_{VX}) húzása esetén tekintjük meglévőnek,
 - c) a fényellenőrző jelfogók együttfutását az ELEKTRA zavarbemenetére csatlakozó érintkező hálózathoz kell bekötni, így bármely meghibásodás miatt bekövetkező húzás/ejtés a sorompót fedező jelző M!-ra kapcsolódását okozza.

A fényellenőrzés szoftverbiztonságának elvi megfontolásai

Amint fent említettük, a két ellenőrző csatornában két független, PIC16F690 típusú mikrokontroller végzi a fényáramköri méréseket. A két mikrovezérlőben azonos program fut, így az algoritmus funkcionális helyességét, illetve az algoritmus alapján programozott kód hibamentességét bizonyítani kell. Ezeket az alábbi lépésekben tettük meg:

1. Az algoritmus funkcionális helyességének bizonyítása:
 - a) A tervező elkészíti az algoritmust szimbolizáló folyamatábrát.
 - b) A tervezőtől független validáló ellenőrzi, hogy a folyamatábra egyértelműen megfeleltethető-e a KAFEK fényellenőrző áramkör funkcionális követelményspecifikációjának.
 - c) A tervező elkészíti a folyamatábrák azon változatait, amelyeken kiemelve láthatók, hogy a rendszer hogyan reagál a funkcionális követelményspecifikációban meghatározott meghibásodásokra.
2. A mikrovezérlőbe programozott kód megfeleltetése az algoritmusnak: a tervezőtől független validáló a kódvisszafejtés módszerével ellenőrzi, hogy a mikrovezérlőbe beprogramozott kód alapján a főciklus folyamatábrája egyértelműen meghatározható-e, illetve a tervezőtől függetlenül elkészíti a kód alapján a folyamatábrát.

A szoftver biztonságának magas szintje érdekében az alábbi, további intézkedéseket foganatosítottuk:

- A program főciklusában kerülni kell az „önmagába visszatérő programhurkot”. Mivel a processzor A/D átalakítási művelete egy belső feldolgozási hurokként értelmezendő, a főciklus folyamatos futásának ellenőrzésére Watchdog funkciót használunk.
- A programkód sértetlenségét a rendszer bootoláskor ellenőrző összeg képzésével vizsgálja.

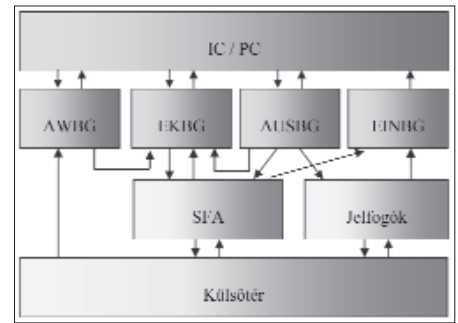
Végezetül az 1. táblázatban bemutatjuk, hogy a fényellenőrző rendszer fejlesztése és biztonságigazolása, illetve a LED optika bevezetése során milyen dokumentumok készültek.

Integrálás az Elektra rendszerbe és a tervezés kérdései

A KOAX-SR-01 fejlesztésének megkezdése előtt meghatározták a berendezés szerelésével és tervezésével kapcsolatos követelményeket.

A legfontosabb alapkövetelmény a csatlakozófelületre vonatkozott: az új sorompóberendezést ugyanolyan felületen kell tudni illeszteni az Elektrához, mint az SFA/SFAE egységet.

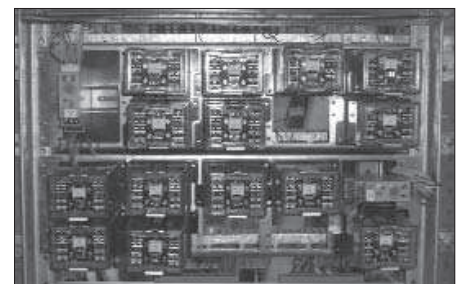
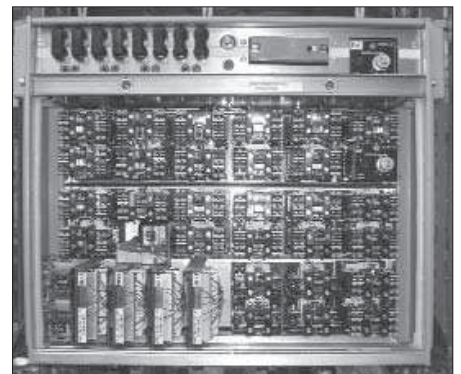
Az Elektra rendszerben az SFA egységgel megvalósított sorompóvezérlés az alábbi ábrán látható elemek közvetítésével valósul meg.



Az IC/PC számítógépek az EKBG sorompóegységet és az AUSBG parancskiadó egységet vezérlik közvetlenül, visszajelentéseket pedig ezeken kívül az EINBG visszajelentő egységtől kapnak.

Az SFA egység és a kiegészítő funkciókat ellátó szabadkapcsolású jelfogók egyedi huzalozással csatlakoznak az Elektra interfészeihez. A kélsötérhez való csatlakozás a D55/D70 állomásokhoz hasonlóan történik.

Tengelyszámolás foglaltságérzékelés esetén az AWBG egység is szerepet kap, a sorompó oldáshoz szükséges információkat ez az egység szolgáltatja.



Az SFA (D70 technológiájú) egység és a szabadkapcsolású jelfogók

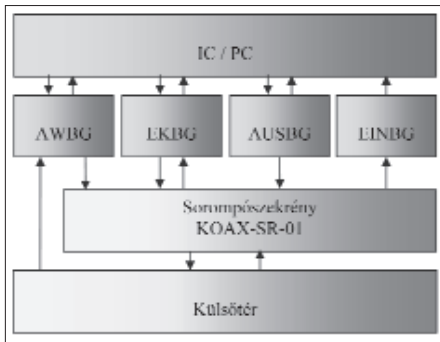


Csatlakozás az Elektrához hagyományos átdócsatlakozón (ULP) egyedi huzalozással

1. táblázat

Dokumentum címe	Tartalma	Típusa
KAFEK fényellenőrző áramkör funkcionális követelményspecifikációja	Meghatározza a rendszerre vonatkozó funkcionális követelményeket	Követelményspecifikáció
KAFEK fényellenőrző áramkör biztonságigazolás	MSZ EN 50129 szerint, különös tekintettel a biztonsági megfontolásokra és a hibahatás-elemzésre	Biztonságigazolás
Validációs jelentés	Jelentés a fényáramköri ellenőrzés algoritmusának helyességéről és az algoritmus-programkód egymásnak való egyértelmű megfeleltethetőségéről	Validációs jelentés
Mérési jegyzőkönyv a biztonsági minősítési próbákról	Tartalmazza a fényáramkörön elvégzett méréseket és vizsgálatokat, azok leírásával és eredményeivel	Mérési jegyzőkönyv
Előzetes Alkalmassági Tanúsítvány (EAT) a Honglitrone PWD3CK1 típusú LED fényforrások sorompó közúti fényjelzőiben történő alkalmazásához	A Tanúsító nyilatkozata az alkalmazáshoz	Előzetes Alkalmassági Tanúsítvány
Kutatási Jelentés az EAT-hoz	A vonatkozó feltétfüzetnek való elemzés	Kutatási Jelentés

Az Elektra rendszerben az új sorompó alrendszerrel megvalósított vezérlés az ábrán látható elemek közvetítésével valósul meg.



A blokkvázlaton látható, hogy az Elektra rendszer ugyanolyan egységekkel rendelkezik, ezek szerepe is azonos maradt.



Csatlakozás az Elektrához

A csatlakozásnál elmarad az egyedi huzalozás, az Elektra rendszerkábele közvetlenül csatlakoznak a KOAX-SR-01 illesztőfelületére.

Ez a csatlakozás megköveteli, hogy az adatbanktervezés során a vezérlő- és visszajelző pontok kiosztása következetes legyen.

A csatlakozópontok kiosztása az első Elektra-állomásoktól kezdődően kisebb-nagyobb eltérésekkel követett egy mintát.

A KOAX-SR-01 belső felépítése miatt ezt a hagyományokon nyugvó mintát szabványosítani kellett, és a sorompók adatbankbeli sorrendje is kötötté vált.

A kötött sorrend és a csatlakozások követendő kiosztás magyarázatáról készült egy leírás (3BU 97028 AAAA EDAPC és EDAPN), majd ezt követően egy tervezési előírás.

Az említett két dokumentum alapján

az adatbank tervezői létrehozhatták az adatbankot, laboratóriumi körülmények között lepróbalhatták és kiszállíthatták a helyszínre.

A helyszíni vizsgálatokat a sorompószelektény és a hozzá illeszkedő szimulációs környezet segítségével végezhetők.

A következetes fejlesztés és adatbanktervezés eredményeképpen a KOAX-SR-01 és az Elektra közötti csatlakozás helyszíni vizsgálatai során rendszerszintű hiba nem merült fel.

A próbaüzem és a jelenlegi állapot

A KOAX-SR-01 sorompó alrendszer jelenleg próbaüzemben működik, és az üzemi tapasztalatok folyamatosan elemzésre kerülnek. Hiba esetén a tartalékelemek szolgálják a folyamatos üzem fenntartását.

KOAX SR Schnittstelle für Elektra Bahnübergangssicherungsanlage

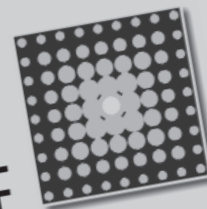
Die Fa. Axon 6M hat als Ersatz der herkömmliche TM-Relaisschaltung eine neue, auf Hengstler-Relais basierende Konstruktion entwickelt. Parallel dazu wurden moderne LED-Lichtquellen verwendet statt den weißen und roten Optiken mit Glühlampen. Für die einzelne Kontrolle der Lichter wurde eine neue, zweikanalige Überwachung mit Mikrocontroller gewählt. Der Artikel beschreibt die Entwicklung des Systems Axon SR, mit besonderen Fokus auf die Anwendung der LED-Lichtquelle und auf die sicherheitstechnische Betrachtungen der Überwachung der Lichter.

KOAX SR Interface for Elektra level crossing

In order to replace traditional TM-relay interface for Elektra-MÁV station level crossing, a new interface has been developed by Axon 6M Kft. This interface is based on Hengstler relays. Together with this development, new LED lamps are built in the traditional red and white warning optics. Each lamp (light) is checked by a 2002 microcontroller system. This paper introduces the development of the whole KOAX-SR system, focusing on application of new LED technology and safety aspects of lamp checking.

Legyen lapunk

VEZETÉKEK VILÁGA
MAGYAR VASÚTTECHNIKAI SZEMLE



állandó olvasója!