

Korszerűsíthető-e a BMF Híradástechnika Intézetének a közlekedésautomatizálás területén végzett fejlesztési tevékenysége?

Borbély Endre*, Dr. Gyárfás András**

*Budapesti Műszaki Főiskola
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Híradástechnika Intézet*

**(Tel: +36-1-66651-48; e-mail: borbely.endre@kvk.bmf.hu)*

*** (Tel: +36-1-666-51-48; e-mail: gyarf.as.andras@kvk.bmf.hu)*

Összefoglalás A közlemény a Kandó Kálmán Villamosmérnöki Műszaki Főiskolának (a jelenlegi BMF Kandó Villamosmérnöki Kar jogelődjének) mintegy 20-30 évvel ezelőtt végzett tartós fejlesztési tevékenységének rövid összefoglalását tartalmazza, a rövidtávú szabadtéri optikai és infra összeköttetéseknek a közlekedésben való alkalmazása területén. Ismertetésre kerülnek többek között a tömegközlekedési járművek elsőbbségét biztosító bejelentkező-, a fénnel vezérelt váltóállító-, és az infrásugaras jármű azonosító rendszerek. Munkájuk során számos publikáció és szabadalom is készült. A szerzők úgy látják, hogy a fent említett rendszerek továbbfejlesztésének megvan a létjogosultsága, az elmúlt években megjelenő új, korszerű optikai- és elektronikai eszközök, valamint az e területen szerzett tapasztalatok felhasználásával.

Can the development activities at the Budapest Tech in the field of traffic automation be modernized?

Endre Borbély*, András Gyárfás**

*Budapest Tech
Kálmán Kandó Faculty of Electrical Engineering
Institute for Telecommunication*

**(Phone: +36-1-66651-48; e-mail: borbely.endre@kvk.bmf.hu)*

*** (Phone: +36-1-666-51-48; e-mail: gyarf.as.andras@kvk.bmf.hu)*

Abstract In this paper we describe the summary of the development activities at Kálmán Kandó College for Electrical Engineering (the legal predecessor of Kálmán Kandó Faculty for Electrical Engineering) in the past 20-30 years. These activities have been focused on small-distance free-space optical and infrared links in traffic applications. We describe light-controlled switches and infra-ray vehicle identification systems in order to provide priority for public transport vehicles. Numerous publications and patents on these have been published. The authors believe that future development on the above-mentioned systems are further justified by the appearance new, state-of-the-art optical and electronic devices and our experience in this field.

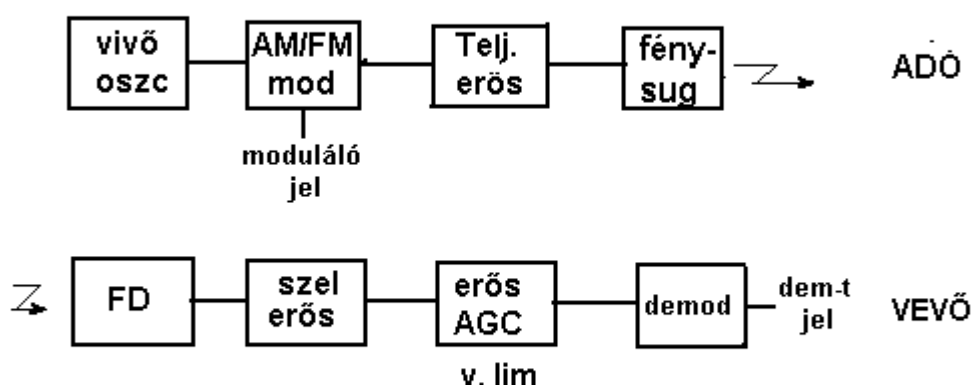
A Kandó Kálmán Villamosmérnöki Műszaki Főiskola (a jelenlegi BMF Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar jogelődje) az 1970-es évektől kezdődően mintegy 20 éven át foglalkozott a szabadtéri optikai illetve infraösszeköttetések fejlesztésével és azok alkalmazásával a közlekedésben. Ennek során számos publikáció és szabadalom valósult meg, amelyek nagy részét a közlemény végén felsorolunk. Jelen közleményünk

célja a korábbiakban kifejlesztett szabadtéri optikai és infraösszeköttetések eredményeinek rövid összefoglalása, és az alkalmazások rövid áttekintése abból a célból, hogy megvizsgáljuk; van-e létjogosultsága ezen tevékenység felújításának, figyelembe véve az elmúlt 20-30 évben bekövetkező optoelektronikai és mikroelektronikai elemekben bekövetkező pozitív változásait.

Elméleti alapok

A fejlesztések elméleti alapjait részletesen elsősorban a [4], [5], [6], [7], [9] közleményekben írtuk le. Ezek elsősorban amplitúdó vagy frekvencia modulált illetve billentyűzött szabadtéri optoelektronikai rendszerek tervezésével foglalkoztak (1.ábra). A szabadtéri optoelektronikai összeköttetések közismert hibái: az átvivő közeg (levegő) csillapítás változása, a háttérsugárzások (pl.: napfénybeütés) okozta nemlinearitás illetve zajnövekedés korlátozzák az átvitel minőségét illetve a hatótávolságot.

Az átviteli közeg csillapítás ingadozása természetesen nem befolyásolható. Hatásuk a rövidtávú optoelektronikai összeköttetéseknél, amelyek a közlekedésben előfordulnak, nem túl jelentős a rövid átviteli távolság miatt, különösen akkor, ha az adó teljesítményét, és/vagy a vevő érzékenységet, a nagyobbra választjuk a rövid átviteli szakasz várható csillapítás ingadozásánál.



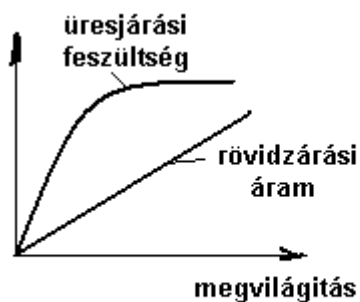
1. ábra Modulált infraösszeköttetés

Az erős háttérsugárzás azonban növeli a fotódetektor sörétzaját: $\langle i_s^2 \rangle = 2qBI$, ahol q az elektron töltése, B a sáv szélesség, és I az eszköz átlag árama.

Mivel $I=SP$, ahol S a detektor érzékenysége, P a detektort megvilágító optikai teljesítmény, látható, hogy a háttérsugárzás P teljesítménye is növeli I átlag fotóáramon keresztül a sörétzaj $\langle i_s^2 \rangle$ négyzetátlagát. A háttérsugárzás okozta zajnövekedés csökkenthető a napbeütéseket árnyékolással árnyékolással távol tartjuk a detektortól.

A szabadtéri optoelektronikai összeköttetések azon hibáját, hogy az erős háttérsugárzás nemlineáris működést (az eszköz karakterisztikájának a telítődését) eredményezi, azt a fotódetektor fényelem üzemmódban való működtetésével és rövidzárási üzemben (kis terhelő munkaellenállás biztosításával) érhetjük el. Ugyanis a fényelem rövidzárási áram karakterisztikája lineáris szemben az üresjárási feszültséggel, amely telítődő jellegű (2.ábra).

Ezek alapján szeretnénk bevezetőül néhány megfontolást tenni A háttérsugárzás kiküszöbölése két fotelem alkalmazásával történhet, amelyek egy differenciál erősítő két ellentétes bemenetére kapcsolódnak. Az azonos fázisú háttérsugárzás nem ad kimeneti jelet, de a hasznos információs jel, amely csak az egyik eszközre jut, differenciál módusban vezérli a differenciál erősítőt és jelentős jelet szolgáltat [1].



2. ábra Fényelem karakterisztika

A hatótávolságot elsősorban a vevő minősége határozza meg adott adóteljesítménynél. A cél a vevő zajának a csökkentése. Ezt a kiszajú előerősítő valósítja meg zajillesztés révén. A zajillesztés eredményeként a PIN fotodiódából, sávszűrőből és erősítőből álló rendszer esetén a PIN diódához kapcsolt FET bemenetű erősítő szolgáltatja a legjobb eredményt, amelynek kicsi a zajárama és a zajfeszültségéből, a kis bemeneti admittancia (nagy bemeneti ellenállás és kis bemeneti kapacitás) következtében a lehető legkisebb járulékos zajáram adódik.

A hatótávolság természetesen növelhető a moduláló jel sávzélességének csökkentése révén. A sörétzaj képzetében ha B sávzélesség csökken, akkor a sörétzaj is csökken, így a jel-zaj viszony nő.

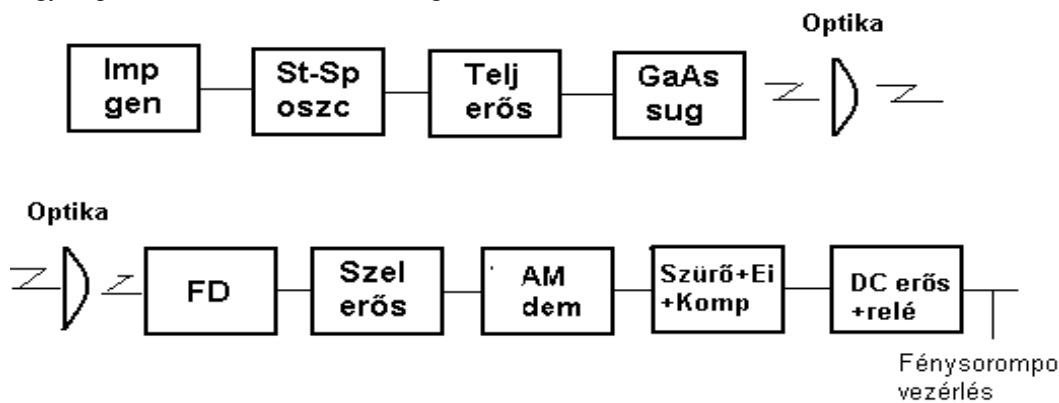
Természetesen az adóteljesítmény növelése révén a hatótávolság is megnő. Az adóteljesítmény növelése több fénysugárzó dióda sorba kötésével vagy optika alkalmazásával is megvalósítható.

Ennek következtében előbbinél a sugárzási karakterisztika szélesedik utóbbinál szűkül.

Alkalmazások

1. VÉSZJELZŐ BIZTONSÁGI BERENDEZÉS

Az infravörös érzékelő készlet MÁV záhonyi átrakó pályaudvarára készült fényszóró működtetése céljából. Követelmény volt a megbízható működés erős optikai-, villamos-, és mágneses zavarokkal teli környezetben, valamint várható szennyeződések esetén is. A követelményeknek megfelelő optikát a MOM cég készítette. Az infravörös érzékelő egy fényszórópó volt (3.ábra), amely az elméleti alapok részben leírt szempontok szerint lett kialakítva.



3.ábra A vészjelző biztonsági berendezés blokkvázlata

2. VASÚTI KOCSI AZONOSÍTÓ RENDSZER

Az optikai kocsis azonosító berendezés a VILATI megrendelésére készült, kísérleti üzeme a Leány-Mosonmagyaróvári pályaszakaszon történt, sikeresen, amelynek eredményeként a berendezés cseh-szlovákiai versenytárgyaláson részt vett. A berendezés blokkvázlata a 4. ábrán látható. A vasúti kocsis oldalára szerelt passzív elemekből (fényvisszaverő prizma) álló kocsis készülék (KK) - amelyet a MOM készített - a 12 jegyű kocsis számnak megfelelő kódot tartalmazza. A pálya mentén elhelyezett leolvasó készülék érzékeli és továbbítja a jelfeldolgozó egységnek. A leolvasott kocsis számoka egy kiíró egység jelenítette meg. [1].

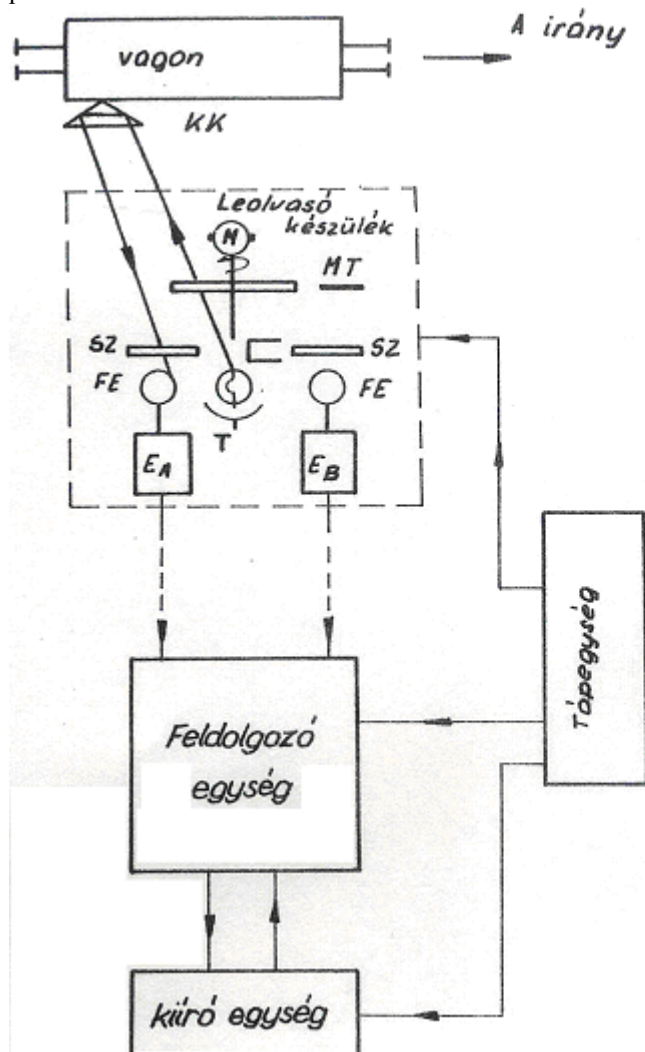
A kódolás aszerint történik, hogy az MT szaggató tárcsa által szaggatott fehér fényű lámpa mely összetevőjét veri vissza a kocsis készülékben lévő kódelem (prizma). Négyféle kódelem lehetséges aszerint, hogy a fehér fényből a nem látható infravöröst, a látható részt, mindkettőt, vagy egyiket sem veri vissza. Egy számjegyhez két, egy függőlegesbe eső prizma tartozik. A négyfajta prizma $4^2 = 16$ feleképpen variálható, amelyből 10 variáció a számjegyeket, egy az iránykódot képviseli. A többi 5 variáció nincs kihasználva. Csak a legalább két egyest tartalmazó kombinációk szerepelnek szinkronjel biztonságos előállítására céljából.

A prizmaoldalú visszaverő felületek alkalmazása következtében a vasúti kocsis függőleges és oldalirányú billegése egyáltalán nem befolyásolja a visszavert fény útját. A környezeti zavaró fényhatások kiküszöbölésére szolgál az alsó $2 \times 4 = 8$ kompenzáló fotoelem. A kompenzáló foto elemek az értékelő foto

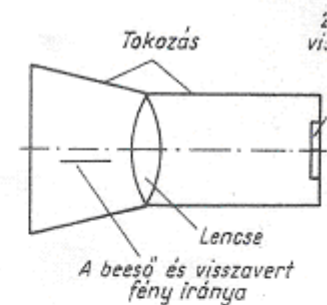
elemekkel egy függőlegesbe esnek. A berendezés kiegészítő számos ellenőrzés mellett, két azonos leolvasási eredményt fogadott el helyes leolvasásnak.

3. TROLIBUSZ VÁLTÓ ÁLLÍTÓ BERENDEZÉS

Az infrasaragas trolibusz váltóállító berendezést a Szegedi Közlekedési Vállalat megkeresésére fejlesztettük ki. Egy vonalon 3 különböző trolibuszjáratot kellett megkülönböztetni, amelyek eltérő váltóállítást igényeltek különböző áthaladási pontokon. A berendezés blokkvázlata az 5. ábrán

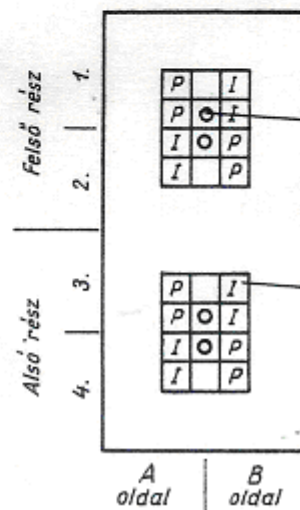


látható. A trolibuszon elhelyezett adó (5a. ábra), egy K kapcsolóval változtatható frekvenciájú oszcillátort tartalmaz, amelynek frekvenciái a váltónál áthaladó lehetséges trolibuszjáratoknak megfelelő. Ez a frekvencia modulálja az FSK modulátort, amelynek kimenő jele teljesítményerősítés után hajtja meg az infra LED-et. A vevő (5b. ábra) a váltóhoz közeli helyre van szerelve. Egy kiszajú, szelektív erősítő erősíti fel az bemenetére jutó FSK jelet, amely egy FSK demodulátorra jut. Ennek kimenetén vissza áll a trolibusz járatra jellemző frekvencia, amelyet három PLL-ből álló frekvencia kiértékelő áramkör felismer és amely megfelelő vezérlő jelet szolgáltat



KK kocsikészülék

Leolvasó készülék



4. ábra Vagonazonosító berendezés elvi vázlata, koci- és leolvasókészüléke

a váltóállításhoz. A 3 frekvenciának megfelelően három különböző irányba haladhatnak a járművek. A készülék Szegeden 1983 januárjában próbaüzemelt és 1232 áthaladásból 3 alkalommal fordult elő sikertelen váltás (99,75 %-os

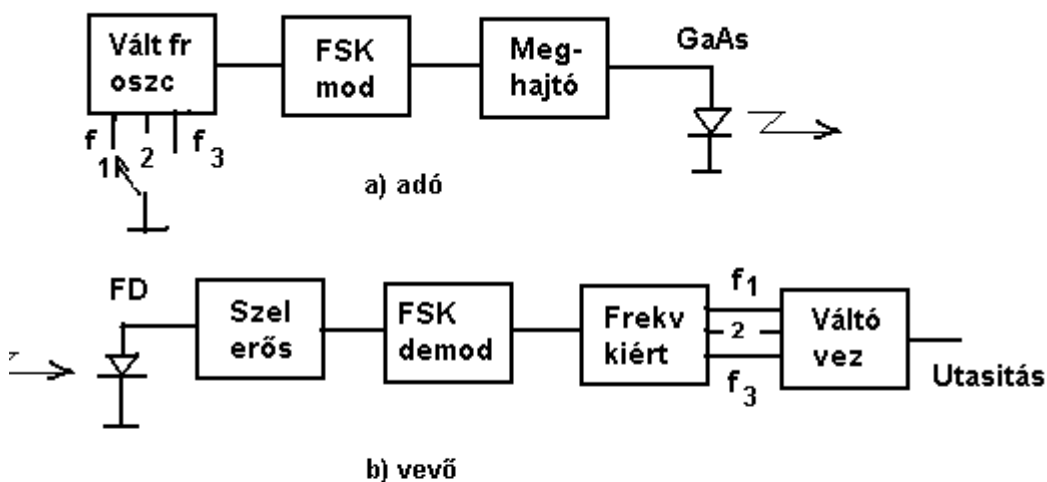
összekötötési biztonság) [16]. A konstrukció 70%-osnak minősült, továbbfejlesztését javasolták.

4. TÖMEGKÖZLEKEDÉSI JÁRMŰVEK ELSŐBBSÉGÉT BIZTOSÍTÓ INFRASUGARAS BEJELENTKEZŐ RENDSZER

Forgalmi tapasztalat volt, hogy a buszok az utascseré következében néhány mp-el lekésik a zöld időt. Ebből adódott a gondolat, hogy ha a buszok számára a zöldidőt néhány másodperccel megnyújtják, akkor a buszok még

áthaladhatnának. Ez több csomópont esetén jelentős menetidő csökkenést eredményez.

Ennek érdekében fejlesztették ki az infrasugaras bejelentkező rendszert. Ennél a tömegközlekedési járműre szerelt infra adó jelét az út mentén (a forgalomirányító lámpa felett) elhelyezett vevőkészülék érzékeli és továbbítja a csomópontához tartozó forgalomirányító berendezésnek (6. ábra



5. ábra Trolibusz váltóállítás a) adó és b) vevő készülék

Amennyiben a bejelentkezés a megfigyelt területről a megfelelő időben történik, a jelzőlámpa programja módosul, a zöldidő megnő az áthaladáshoz szükséges néhány másodperccel anélkül, hogy a ciklusidő megváltozna. A rendszer alkalmas a különböző járatok járműveinek a megkülönböztetésére a bejelentkezés eltérő frekvenciájának (kódjának) kiértékelésével [8], [18].

Amennyiben egy jármű 100 m-ről bejelentkezik, mikor a lámpa már sárgára váltana, és a busz 36 km/óra = 10 m/s sebességgel halad, a zöldidőt $t=s/v=100m/10m/sec=10$ mp-el kell megnyújtani (lásd a 6.ábrát).

Az alkalmazott rendszernél, amelyek felépítése az 5.ábrán feltüntetett trolibuszváltó állító rendszerhez volt hasonló, csak konstrukciója volt eltérő.

A rendszer adatai: hatótávolság: 80-100 m; adó sugárzási szög: 20°, vevő sugárzási szög: 10°, állítható frekvenciák járatok megkülönböztetésére: $f_1=1111\text{ Hz}$, $f_2=1000\text{ Hz}$, $f_3=909\text{ Hz}$;

adó tápfeszültség: 24VDC,

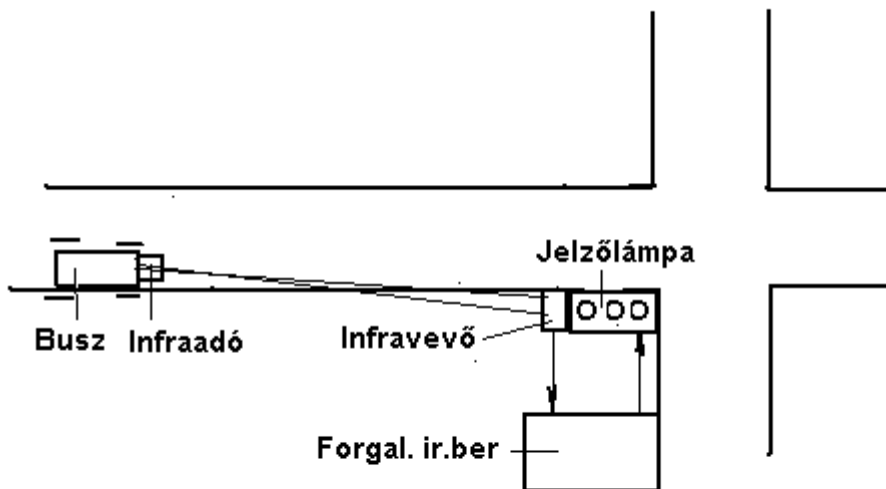
vevő tápfeszültség: 220VAC/24VDC.

A rendszer próbaüzeme a 4-es busz vonalán volt. 19 buszra helyeztek el adót és 8 kereszteződésben vevőt. Mérés sorozatot 1982 júniusától kezdődően végeztek a BKV szakemberei 6 adó és 6 vevő felhasználásával a budai oldalon. A mérési módszer „utazási mérés” volt 20 oda-vissza út során. A menetidő nyereség 1perc 20 mp volt, amely 14%-os csökkenést jelentett. A bejelentkezések megbízhatósága 80 % volt [13].

5. TÖMEGKÖZLEKEDÉSI JÁRMŰVEK AZONOSÍTÁSA INFRASUGÁRRAL

A tömeg közlekedési járművek azonosítása révén felmérhető a járművek mozgása, összehasonlíthatóvá válik a menetrenddel, megvalósíthatóvá válik a járművek menetrendnek megfelelő indítása. Számos információval szolgálhat az üzemeltetőnek és a megállóban várakozó utasoknak.

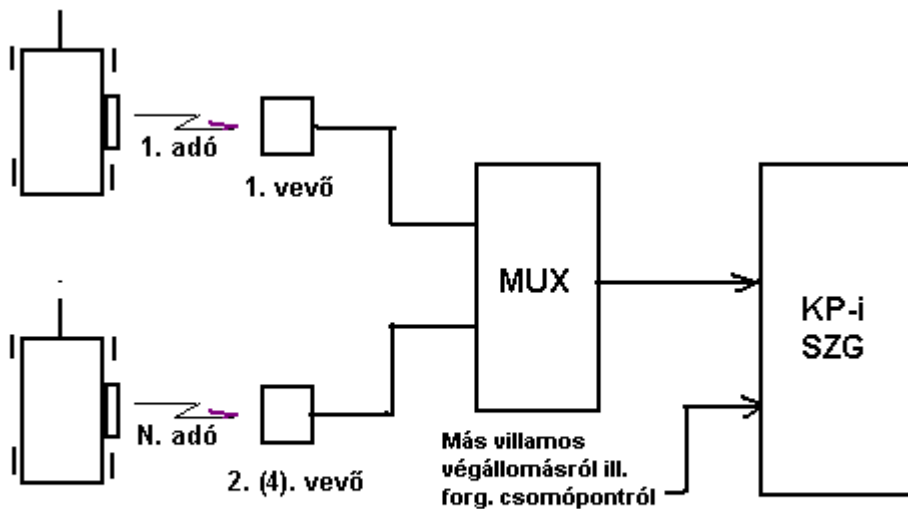
A 6. ábrán látható a BKV részére kifejlesztett, a villamosok azonosítására szolgáló végállomási rendszert [15].



6. ábra Buszbejelentkezés infrasugárral

A villamosokra szerelt kód adók a villamosokra jellemző 4 karaktert sugározzák ki. Az út mentén elhelyezett infra vevők a kapott jeleket érzékelik, dekódozzák és az MPX multiplexeren keresztül eljuttatják a végállomási számítógépnek.. A

digitális adó, vevő, MPX multiplexer kapcsolási elve helyett itt csak a rendszerjellemzőket adjuk meg.



7. ábra BKV részére kifejlesztett jármű (villamos) azonosító rendszer elvi vázlata

Rendszerjellemzők:
 Moduláció: keskenysávú FSK (lágy billentyűzés, koherens),
 Adatsebesség: 1200 Baud
 Átvitt karakterek száma: 4 (beállítható)
 Jelformátum: 011110.....(Sy jel és az azt követő 10 információs bit)

Sy jel illetve kódvédelem: speciális 3/10 kód
 Optikai jellemzők: $\lambda=950\text{nm}$, $P_0=16\text{mW}$, $\alpha=80^\circ$, $\beta=60^\circ$, $S=0,5 \text{ A/W}$
 Vevő sávszélesség: $B=3840 \text{ Hz}$, $Q=23,5$
 Az MPX által kezelt vevők száma: 2, (4-re bővíthető)

HF-ás billentyűzés: (Siemens TST modulok), soros aszinkron jelsor a központi számítógép felé
Kód: 7 bites (+ 1 paritás kód), ASCII kód
Formátum: STX,1...4 járműszám, helykód, ellenőrző összeg, ETX, illeszkedés a számítógép RS232 bemenetéhez

6. Nagytávolságú infraösszeköttetés forgalomirányító berendezések között zöldhullám biztosítására

A külső Bécsi úton felállított két egymástól 1 km távolságban elhelyezett két forgalomirányító berendezés összehangolását kellett megvalósítani a zöldhullám biztosítása céljából. Mivel nem volt kábel lefektetve a 2 berendezés között és az utat nem kívánták felásni, ezért pont -pont közötti egyirányú infraösszeköttetést létesítettünk a kábelfektetés helyett. A feladat azonos fázisú szinkronjel átvitele volt, informálni kellett a távolabb eső forgalomirányító berendezést arról, hogy a közelebbi gép mikor biztosít zöld jelzést. Erre a célra FSK modulációval néhány különböző frekvenciát vittünk át, amelyeket a vétel helyén PLL áramkörök értékelték ki. A hatótávolság növelésére optikát alkalmaztunk [20].

Továbbfejlesztési lehetőségek

Az elmúlt évek rendkívül nagy fejlődést hoztak mind az eszközök, mind a rendszerek területén. Ez a közlekedés automatizálásban is megnyilvánult. Számos informatikai rendszer alakult ki, korszerű járműérzékelő készülékkel.

Budapesten is működik egy forgalomirányító rendszer, amely induktív hurkok úttestbe építésével méri a járművek forgalmát, és ennek alapján befolyásolja a forgalomirányító berendezések programját.

Jelen közlemény az említett optikai rendszerekből kiindulva azt vizsgálná, hogy az optika, az elektronikai és a számítástechnika fejlődését figyelembe véve, van-e az említett berendezések illetve rendszerek között olyan, amely korszerűsíthető.

A távközlés történetében mindig volt egy rivalizálás a vezetékes és vezeték nélküli rendszerek között, amely a fejlődést előrevitte. A közlekedésben a járművek mozgása miatt csak a vezeték nélküli összeköttetések kerülhetnek szóba. A vezetékes rendszerek területén az optikai szálösszeköttetések létjogosultságot nyertek, addig a vezeték nélküli kapcsolatoknál a rádiós megoldások kerülnek előtérben. A szabadtéri optika összeköttetéseknek azért van mégis létjogosultságuk, mert nem idéznek elő interferenciás zavarokat, amelyek a meglévő rádiós mobil rendszereket zavarnák. A közlekedési rendszerek, amelynek elemei behálózák az egész várost, célszerűen

alkalmazhatják az optikai megoldásokat, különösen a perifériákon, amelyek nincsenek bevonva a központi irányításba.

A számítástechnikában a mobil telefonok és a hordozható számítógépek és között, a fájlok átvitelére kifejlesztették az IrDA (Infrared Data Association) technológiát. Ez egy szabványos eljárás, amelynek módszerei és elemei alkalmazhatók lehetnek a közlekedésben is. Mivel egy jármű azonosító rendszer információi végül is egy számítógépbe kerülnek tárolásra és felhasználásra, ezért ez az átviteli mód célszerűen alkalmazható lehet.

Amennyiben nem egy már elfogadott rendszert és elemeit kívánjuk alkalmazni valamely fent említett (általunk korábban kifejlesztett közlekedés automatizálási rendszer korszerűsítésénél, akkor erre, az infra LED-ek teljesítményének növekedése, és a számítástechnikában illetve a távközlésben létrehozott kommersz, nagy integrációs fokú kommunikációs IC-k adnak lehetőséget. Ezeket, valamint a korábban szerzett tapasztalatokat felhasználva valamennyi felsorolt rendszer továbbfejleszhető, viszonylag nem túl nagy befektetéssel. Úgy gondoljuk, hogy az infrasugaras bejelentkező, váltóállító, és az azonosító rendszerek korszerűsítésével felhasználható és eladható rendszerek jelennek meg.

PUBLIKÁCIÓK ÉS SZABADALMAK

1. Baradlai – Gyárfás –Klatsmányi - Pintér: Optikai vagonazonosító berendezés I- II. Automatizálás 1971. 1.- 2. sz.
2. Gyárfás András: Automatikus kocsizonosító berendezések Országos Műszer-és Méréstechnikai Konferencia Anyaga 1972. március, 73-82 old.
3. Kísérletek a gépkocsiforgalom ellenőrzésére és irányítására Franciaországban Közlekedéstudományi Szemle, 1974. XXIV. évf. 2. sz. 85-90 old.
4. Az optoelektronikai eszközökkel megvalósítható jelzésátvitel néhány elméleti és gyakorlati kérdése Híradástechnika XXIX. évf. 1. sz. 1978. jan. 1-12 old.
5. Borbély-Gyárfás-Lukács: Infrasugarakkal történő híradástechnikai összeköttetések tervezése KKVMF III. Tudományos Ülésszak (TÜSZ) közleményei, 1978. április 107-109 old.
6. Gyárfás András - Szentiday Klára: Az optoelektronikai berendezések fejlődésének és alkalmazásainak új irányjai

OMKDK Műszaki - Gazdasági Tájékoztató, 1978 december, 1134-1153 old.

7. Borbély-Gyárfás: Rövidtávu infraösszeköttetések tervezési szempontjai
BHG, ORION, TERTA Műszaki Közlemények XXIV. évf. 2. sz. 1978. 69-79 old.

8. Gyulai Gábor- dr. Gyárfás András: A tömegközlekedési eszközök forgalmát gyorsító, zöldidőt befolyásoló módszer
BKV Forgalomirányítás -Forgalomtechnika 1989. 2. sz.

9. dr. Gyárfás A. - Lukács Gy.: Optikai-, ultrahangos- és mikrohullámú berendezések alkalmazásai a közlekedésben
Közlekedési- és Távközlési Műszaki Főiskola III. Tudományos Ülésszakának (TÜSZ) Kiadványa Győr, 1981 május

10. dr. Gyárfás A.-Gyulai G.: Tömegközlekedési eszközök elsőbbségének biztosítása infrabejelentkezéssel
BKV Forgalomirányítás -Forgalomtechnika 1982. 2. sz.
IV. Tudományos Ülésszakának Kiadványa Győr, 1984 május 15-17.

14. dr. Gyárfás A.: Infraösszeköttetések alkalmazásának tapasztalatai a közlekedés automatizálásban
Városi Közlekedés XXX évf. 3. sz. 1990 június 153-156 old.

15. dr. Gyárfás A.: Infrasugaras járműazonosító rendszer
VIII. Országos Elektronikus

11. Borbély E.- dr. Gyárfás A.: Impulzusüzemű összeköttetések vizsgálata korlátozott adóteljesítmény esetén
Híradástechnika, XXXIII. évf. 1982. 9. sz.

12. dr. Gyárfás A.- Gyulai G.: Tömegközlekedési járművek elsőbbségének biztosítása infra bejelentkezéssel
KKVMF VII. TÜSZ. Kiadványa 1982. május

13. Borbély E. -Czégel S.- dr. Gyárfás A.: Infrasugaras buszbejelentkező rendszer kísérleti üzemének tapasztalatai
Közlekedési- és Távközlési Műszaki Főiskola Műszer- és Méréstechnikai Konferencia Anyaga Kaposvár, 1990 június 7-9 152-161 old.

16. dr. Gyárfás András- Németh Z.: Infrasugaras váltóállítási kísérleti üzemének tapasztalatai
Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola, IV. TÜSZ, Győr, 1984. május 15-17.

17. Borbély E. - Czégel S. - dr. Gyárfás A.: Infrasugaras buszbejelentkező rendszer kísérleti üzemének tapasztalatai
Közlekedési- és Távközlési Műszaki Főiskola IV. Tudományos Ülésszak Győr, 1984 május 15-17.

18. Elrendezés tömegközlekedési járművek elsőbbségének biztosítására bejelentkezéssel
KKVMF szabadalom 1983. XII. 28. No. 186423

19. Kapcsolási elrendezés nagy hatótávolságú, nagy megbízhatóságú infrasugárral működő fénysorompó és jelátviteli rendszer kialakítására
KKVMF szabadalom, 1985. IV. 3. No. C08 B 13/18

20. Kapcsolási elrendezés jelzőlámpás és/vagy egyéb csomópontok közötti nagyávolságú vezeték nélküli digitális adatátvitelre
Találmányi bejelentés 1987 dec.