



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésautomatikai Tanszék

Az FB016 forgalomirányító berendezés

dr. Katkó László
egyetemi adjunktus, BME

Varga István
tudományos munkatárs, MTA-SzTAKI

2000. március 29.

TARTALOMJEGYZÉK

1	AZ FB 016 FORGALOMIRÁNYÍTÓ BERENDEZÉS ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE	3
2	A BERENDEZÉS RENDSZERTECHNIKAI LEÍRÁSA	4
2.1	EGYEDI CSOMÓPONTRA KIÉPÍTETT BERENDEZÉS VEZÉRLÉSE	4
2.1.1	<i>A jelzőlámpák időzítésének működtetése</i>	<i>4</i>
2.1.1.1	Fix ciklusidejű programok	4
2.1.1.2	Betétprogramok alkalmazása	8
2.1.1.3	Kézi vezérlés	11
2.1.1.4	Bejelentkezéssel üzem mód	12
2.1.2	<i>A programválasztási módok</i>	<i>14</i>
2.1.2.1	Kézi kapcsolás	14
2.1.2.2	Kapcsolóórás programválasztás	14
2.1.2.3	Forgalomtól függő programválasztás	15
2.1.3	<i>A jelzőlámpák helyes működésének ellenőrzése</i>	<i>17</i>
2.2	A FORGALOMIRÁNYÍTÓ BERENDEZÉS MŰKÖDÉSE ÖSSZEANGOLT RENDSZERBEN	21
2.2.1	Vezérlési állapot meghatározása	21
2.2.2	Szinkronizálás megvalósíthatósága	22
2.2.3	Állapot távadás	24
2.2.4	Ikergépes alkalmazás	25

1 Az FB 016 forgalomirányító berendezés általános ismertetése

A berendezést a közúti járművezetők számára fontos vizuális utasító-, és tájékoztató eszközök (Pl. jelzőlámpák, sebességekijelzők) vezérlésére fejlesztette ki a Villamos Automatikai Intézet (VILATI) 1980-ban. A vezérlési feladat végrehajtása magában foglalja az üzemmódok szerinti vezérlési típus önálló ellátását, valamint a különböző teljesítmény elemek (Pl. jelzőlámpák, változtatható jelzőtáblák) kapcsolását is.

A berendezés modulrendszerben épül fel, teljes egészében elektronikus elemekből (TTL áramkörökből). A modulrendszerű felépítés azt jelenti, hogy az előre gyártott nyomtatott áramkörök (NYÁK) egy kész keretbe kerülnek beépítésre a szükséges konfigurációnak megfelelő elemekből. A berendezés sokrétű feladatok megoldására képes típuscsaláddal rendelkezik, amelynek 36 tagja van.

A berendezés kiépítése nagyban függ az ellátandó forgalomtechnikai feladattól, ami azt jelenti hogy a berendezésbe mindig csak annyi kártyát kell dugaszolni amennyire az adott feladat ellátásához szükség van; ez minimálisan 14, maximális kiépítés esetén 72 egységet jelent. A berendezés költsége arányos a berendezésbe beépített egységek számával. A berendezésbe a beépített kártyákon kívül még lehetőség van 8 tartalék NYÁK beépítésére is amelyek speciális feladatokat láthatnak el (pl. közút-vasút összehangolás, stb).

2 A berendezés rendszertехnikai leírása

A berendezés gazdaságosan alkalmazható egyszerű egyedi-, és bonyolult összehangolt csomópontok rendszereinek vezérlésére is, természetesen ez mind a modulok megfelelő kiépítésével lehetséges elérni. A következő fejezetben a legegyszerűbb felépítésből indulunk ki és haladunk a bővítés lehetőségei felé.

2.1 Egyedi csomópontokra kiépített berendezés vezérlése

A berendezés működésének ismertetését három fontos részre bonthatnánk, amelyek a következők:

- Jelzőlámpák időzítése
- Programválasztási módok
- Védelmi rendszer

2.1.1 A jelzőlámpák időzítésének működtetése

A jelzőlámpák kapcsolásának időzítését a berendezésben többféleképpen tehetjük meg:

- Fix ciklus idejű programmal,
- Betétprogramokkal,
- Kézi vezérléssel, és
- Bejelentkezéssel üzem móddal.

2.1.1.1 Fix ciklusidejű programok

A fix ciklusidejű program esetén a berendezés működését az 1. ábrán követhetjük nyomon. Ezen az ábrán, mivel most a működéssel foglalkozunk a védelmi rendszereket nem ábrázoltuk, ezekkel a rendszerekkel majd később foglalkozunk.

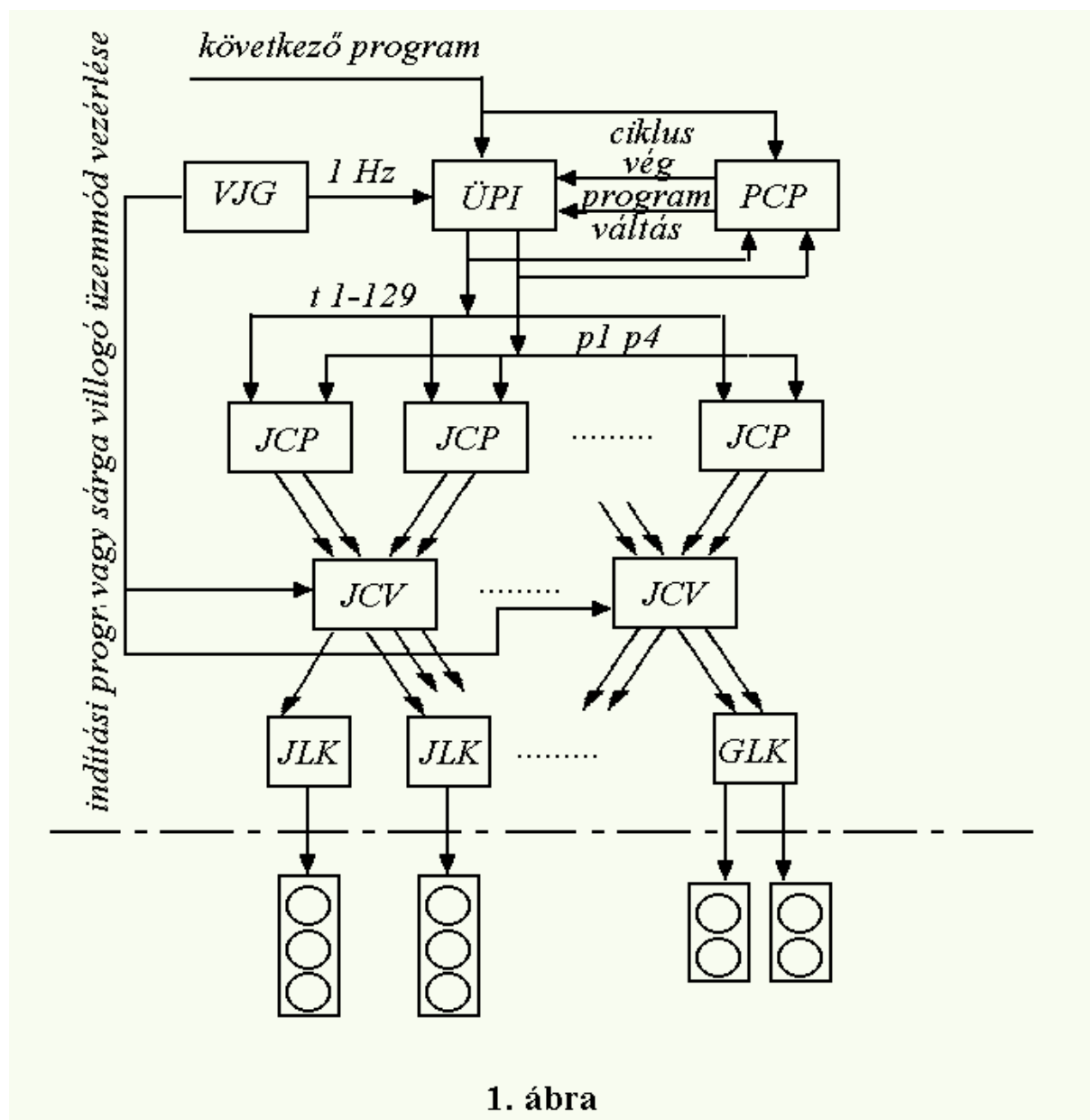
Az ábrán található egységek alkotják a rendszer logikai modulját (LM). Első lépésben ismerkedjünk meg ezekkel az elemekkel:

VJG (vezérlő jelek generátora)

Az egység sokféle feladatot old meg:

- A hálózati 50 Hz-es frekvencia leosztásával a VJG állítja elő berendezés működéséhez szükséges 1 Hz-es frekvenciát a berendezés többi egysége számára.

- Bekapcsolás esetén, vagy sárga villogó üzemmódról történő átkapcsoláskor vezérli az indítási programot. Az indítási program a következő:
 - a.) 5 másodperc sárga villogó, ekkor a gyalogosoknak sötét a jelző,
 - b.) 5 másodperc folyamatos sárga minden irányban, a gyalogosok jelzője piros,
 - c.) Általános piros a PCP (Programválasztási pont és ciklus vége programozó egysége) egységben programozható ideig.
- Hiba esetén (vagy esetleges kézkapcsolásnál) vezérli a sárga villogó üzemmódot.



- Egy beépített áramkör segítségével figyeli a tápfeszültséget és ha az egy megengedett értéktartományon kívül esik lekapcsolja a berendezést, a hibás működés elkerülése érdekében

ÜPI (ütem generátor és program illesztő)

- Számlálja VJG-től kapott 1 Hz-es impulzusokat, és előállítja a $t=1..129$ secundum időadatokat ($2^7+1=129$, tehát a ciklus idő maximuma a binárisban történő számlálás eredményeképpen ennyi) a berendezés többi egysége számára
- A számlálás mindig a PCP egységben megadott, programonként külön-külön beállítható ciklusvég időig tart, ekkor az ÜPI nulláról újra kezdi a számlálást
- A berendezés 4 különböző program szerint üzemelhet ezért szükség van az éppen futó program számának az eltárolására, ezt a feladatot is az ÜPI látja el

PCP (programválasztási pont és ciklus vége programozó egysége)

- Bekapcsolási általános piros hosszának a programozása (forrasztással, vagy jumperek behelyezésével).
- A programok ciklus idejének a beállítása.
- Programváltási pontok programozása, - külön megadható az összes, azaz mind a 12 lehetséges programváltási pont (1-2,1-3,1-4,2-1.....4-1,4-2,4-3), - és ezen kívül megadható még a $t=0$ időpontban egy általános programváltási időpont is.

JCP (jelzőcsoportok programozása egysége)

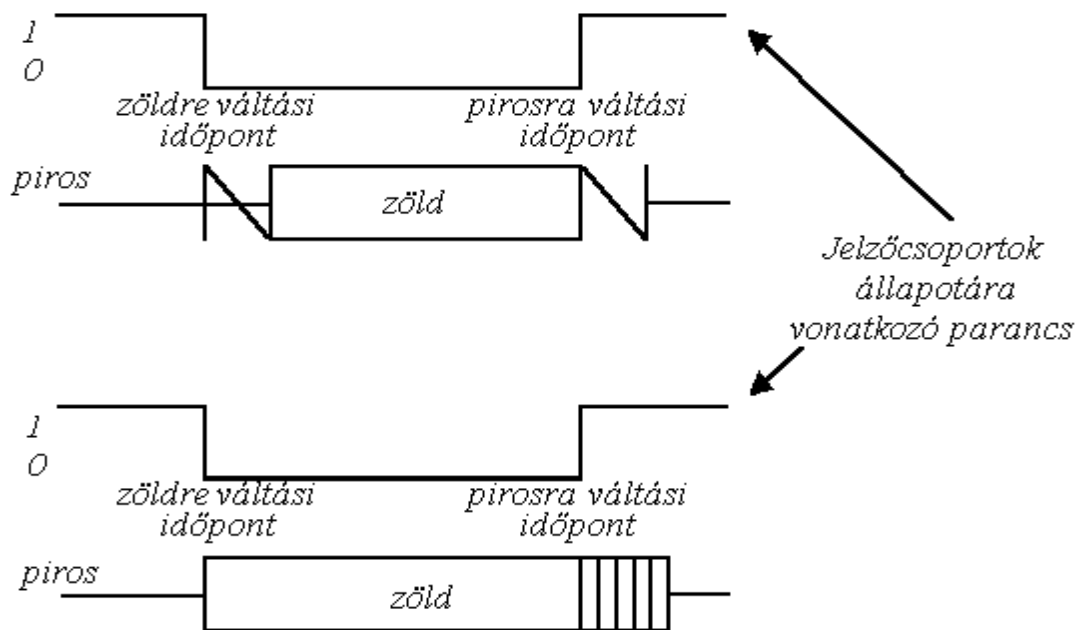
- A jelzőlámpák jelzéseképp váltási időpontjainak a programozása itt történik. Egy JCP egységben két jelzőcsoport négy program szerinti programozása végezhető el. Itt még nem teszünk különbséget jármű és gyalogos jelzőcsoport között, mivel csak a zöldre váltási pontokat és a pirosra váltási pontokat programozzuk ezen a kártyán. Ez jármű esetén a piros-sárga, és sárga jelzéseképek kapcsolási időpontjait jelenti, gyalogosnál a zöld kezdetét és a villogás kezdetét.

JCV (jelzőcsoportok vezérlő egysége)

- A JCV egység jeleiből előállítja a lámpakapcsoló egységek vezérlő jeleit (a piros-sárga időt, amely 2 secundum, a sárga időt, amely 3 secundum valamint a villogó zöld időt, amely 5 secundum, a berendezés hardveresen állítja elő, lásd 2. ábra)

Az egység két változatban készül:

1. Két jármű és két gyalogos jelzőcsoport vezérlésére
2. Három jármű és egy gyalogos jelzőcsoport vezérlésére



2. ábra

A gyalogos jelzőcsoport vezérlő jeleit alkalmazzák a villamos jelzők vezérléséhez is úgy, hogy a villogó zöldet egy rövidre záró vezeték beforrasztásával kiiktatják.

JLK (jármű lámpa kapcsoló egysége) és GLK (gyalogos lámpa kapcsoló egysége)

- A JCV által előállított jelek alapján kapcsolják a jelzőlámpákat, egy JLK egység egy jármű jelzőcsoportot, egy GLK pedig két gyalogos jelzőcsoportot tud vezérelni.

A JLK és GLK már az erősáramú modul (EM) részeit alkotják. A beépített kapcsolóeszközök típusa szerint a lámpákat kapcsolhatja:

- Solid State Relay, (csak a nevében „jelfogó”, a valóságban elektronikus áramkör)
- Félvezetős (tirisztor, triak), és
- „0” pontos félvezetős (a be- és kikapcsoló jeleket a váltófeszültség 0 Volt értékien aktivizáló) elem. Ez nagymértékben csökkenti az izzókiégéseket, és növeli az izzók üzemidejét.

Fix ciklusidejű programok esetében a berendezés egységei a beépített fázis időtervnek megfelelő program szerint működnek. A VJG egység előállítja az 1 Hz-es ütemeket és vezérli a JCV és ÜPI egységeket ezekkel az órajelekkel. Az ÜPI előállítja a ciklusidőt, amelyet a PCP figyel és a ciklus végén, vagy program váltás esetén beavatkozik az ÜPI működésébe. Az ÜPI egységtől érkező másodperc adatok alapján a JCP áramkörök a jumperekkel beállított program szerint működtetik a JCV egységeket (ekkor csak a pirosra váltást és a zöldre váltást adják meg). A JCV áramkörei a szükséges átmeneti időértékeket hozzárendelik a már meglévő váltási pontokhoz, ezek alapján a JLK és a GLK elemei vezérlik ki a jelző lámpákra a megfelelő jelzéseképeket.

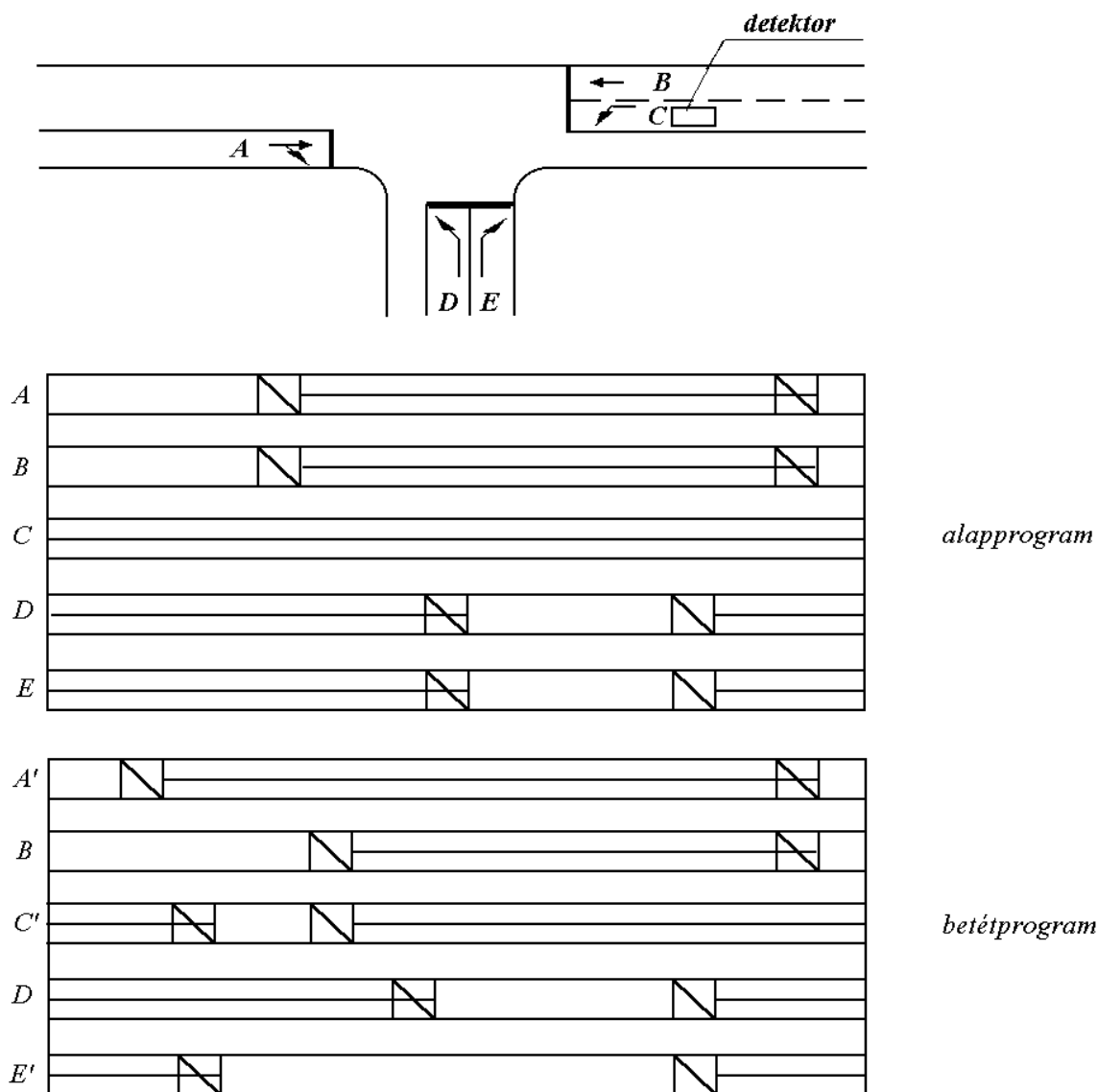
2.1.1.2 Betétprogramok alkalmazása

Ahhoz hogy a berendezés ilyen speciális üzemmódú működését megérthessük, tisztáznunk kell mi a betétprogram, ehhez a 3.ábrát használjuk fel. Betétprogramról akkor beszélünk ha a berendezés az alapprogramon kívül az adott forgalmi helyzettől függően annak egy módosított verzióját is futtathatja.

Az ábrán látható kereszteződésben a „C” balra kanyarodó irány kis forgalmú, tehát ha minden ciklusban ennek az iránynak is adnánk zöldet, akkor a kereszteződés forgalmi átbocsátó képességét csökkentenénk, ezért csak akkor kap szabad jelzést, ha ténylegesen igény jelentkezik. Tehát a berendezésben tárolunk egy olyan programot, amelyben a „C” iránynak az egész ciklus során pirosat adunk, illetve készítünk egy módosított programot, amelyben a „C” irány is kap zöldet. A berendezés akkor futtatja ezt a másik programot, ha a „C” irányban elhelyezett detektor foglaltságot jelez, természetesen a detektort úgy kell bekötni, hogy annak hibája esetén minden ciklusban megkapja a „C” irány is a szabad jelzést, mert ennek elmaradása esetén a „C” irány a berendezés hibája miatt sohasem kaphatna szabad jelzést, és ezzel növekedne a balesetveszély a tilosba hajtások miatt (INDIREKT vezérlési mód).

A berendezés működése megegyezik a fix ciklus idejűben elmondottakkal azzal a különbséggel, hogy a betétprogram esetén módosuló jelzésű jelzéscsoportokat kétszer kell programoznunk, egyszer az alapprogram szerint egyszer pedig a módosított betétprogramnak megfelelően. Az ismertetett példában ez az „A”, „E” jelzéscsoportok változását jelenti, hiszen „C” zöldjét az „A” terhére adjuk meg, viszont „C”-vel párhuzamosan haladhat az „E” irány, így az több zöldidőben részesülhet. Ilyen esetekben a betétprogram számára külön JCP egységet használunk, így a betétprogram mind a négy program esetén más és más lehet.

Azt hogy éppen melyik szerint fog a berendezés működni az határozza meg, hogy a BPK egység melyik JCV-t kapcsolja át a bejelentkezések függvényében a JCP kártyákhoz (a betétprogramot tartalmazó-, vagy az alapprogramot tartalmazó JCP-t).

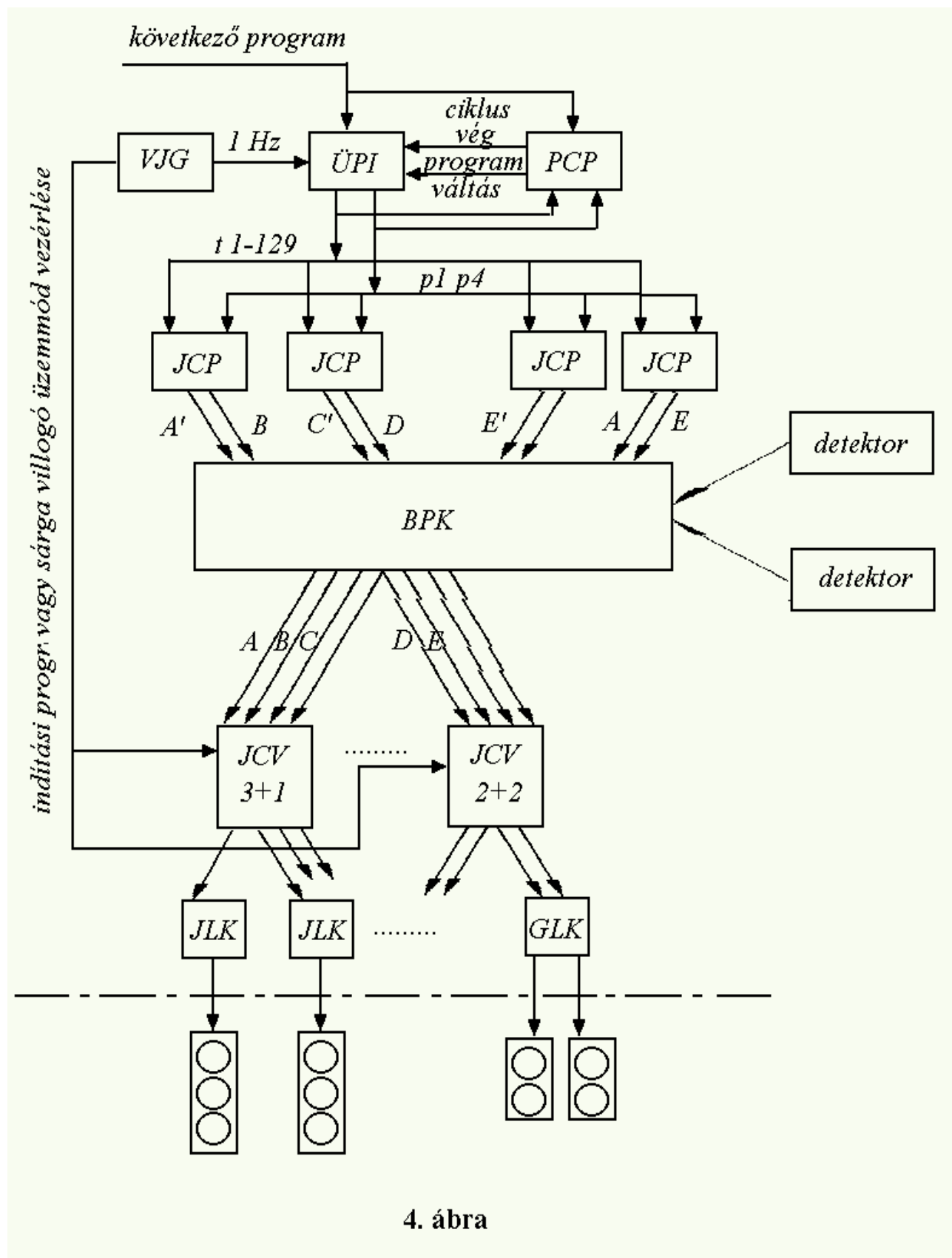


3. ábra

A 4. ábrán a berendezés módosított blokkvázlatát láthatjuk, itt található a BPK (betét program kapcsoló) egység.

Annak a jelzőcsoportnak a programozása, amelyik csak a bejelentkezés esetén kap zöld jelzést csak egyszer történik (a példánkban ez a „C” jelzőcsoport). Ha nincs bejelentkezés, akkor a BPK egység tiltja a zöld jelzésre vonatkozó parancs továbbjutását a JCP egységtől a JCV egység felé.

A BPK két más-más feltételű bejelentkezési betétprogramozását teszi lehetővé. Öt jelzőcsoport kétféleképpen történő programozására és öt jelzőcsoport zöld jelzésének bejelentkezéstől függő megengedésére és tiltására van lehetőség.



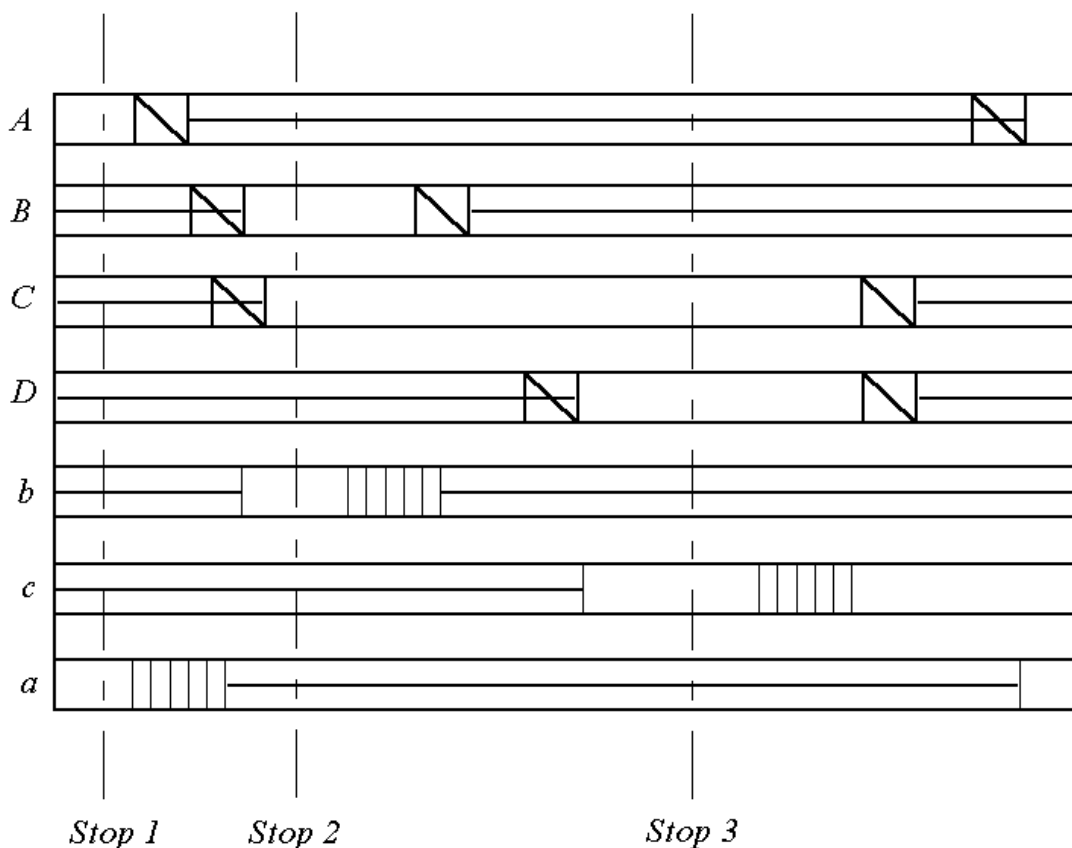
4. ábra

2.1.1.3 Kézi vezérlés

Rendkívüli forgalmi helyzetek során szükség lehet arra, hogy a jelzőlámpákat személy működtesse. Azonban az ilyen vezérlés során is szem előtt kell tartani a biztonságot, ezért ilyenkor is szükség van az üritési idők betartására. Ezt az biztosítja, hogy a berendezésben az átmenetek (piros-sárga, sárga, villogó zöld) automatikusan futnak.

Az 5. ábra mutatja, hogy kézi vezérléskor a berendezés a legrövidebb ciklusidejű programot futatja. Az SPP (stop pontok programozása) egység a programozott stop időpontokban leállítja az ÜPI egységben az órajelet, tehát a berendezésben fázisnyújtás következik be. A kézi vezérlést végző személy egy nyomógomb benyomásával léptetheti tovább az órajelet, tehát tetszőleges hosszúságú fázisokat határozhat meg, úgy, hogy a berendezés a forgalomtechnikai terveknek megfelelően működik.

Ezt a fajta kézi „VEZÉRLÉST” kézi „LÉPTETÉSNEK” nevezzük, mert nem tetszőleges a fázisok sorrendje, (mint a külön fázisnyomógombos esetben), hanem fix, kötött, csak az ábrán látható sorrend szerint követhetik egymást a forgalmi áramlatok, függetlenül attól, hogy egy irányból jelentkezik-e igény, vagy sem. Kézi léptetés esetén a berendezésben maximálisan négy stop pontot tudunk programozni, és a pontokat célszerű úgy meghatározni, hogy a fázis végét jelentő első váltási időpont előtt 1 másodperccel legyenek. Maga az üzemmód szorosan kapcsolódik a bejelentkezési módhoz, csak ott nem ember, hanem járműérzékelő (detektor) léptet tovább.

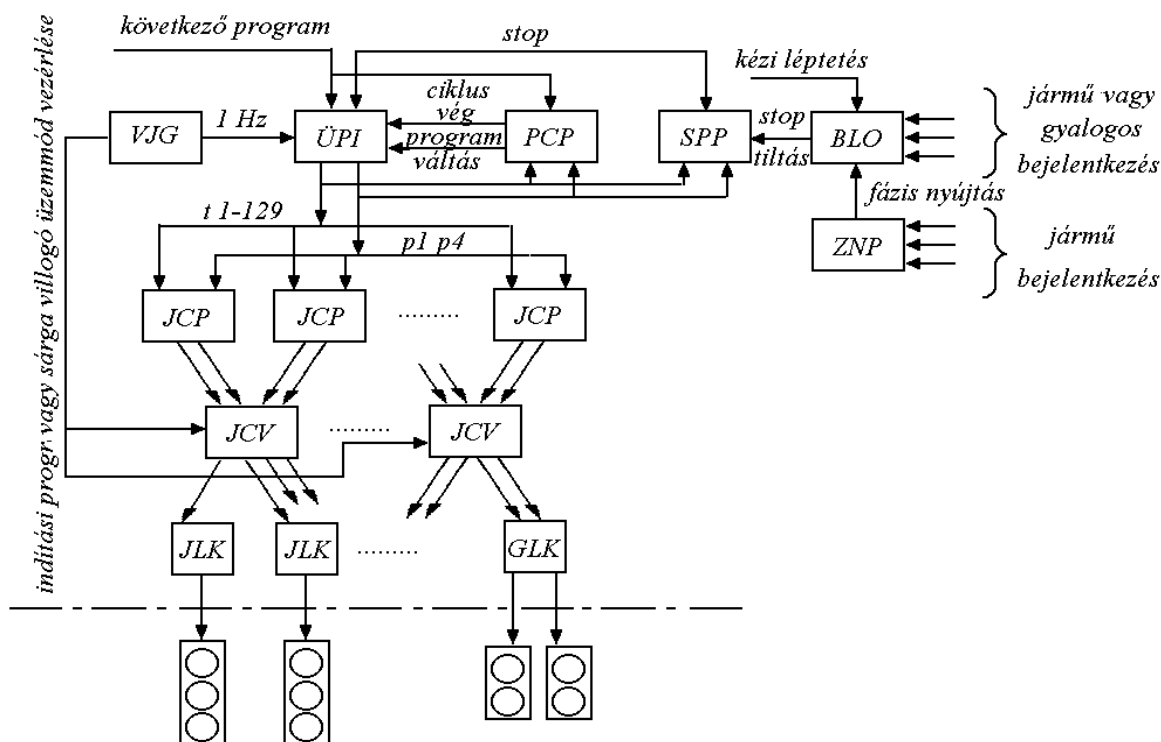


5. ábra

2.1.1.4 Bejelentkezési üzemmód

A forgalomirányító berendezés néhány újabb kártya beépítésével (6.ábra) alkalmassá tehető a forgalomtól függő vezérlésre, ekkor a berendezés a négy program közül bármelyikkel üzemelhet.

Ebben az esetben a SPP egységet úgy programozhatjuk, hogy mind a négy programhoz négy-négy stop időpontot állíthatunk be. A berendezés, az előző pontban leírtakhoz hasonlóan futtatja a programot és a stop pontban leáll, de a különbség az, hogy ebben az esetben nem a kézi kapcsolóval léptetjük tovább a programot hanem egy új egység a BLO (bejelentkezési logika) teszi ezt meg. A BLO egység akkor lépteti a következő fázisra a programot, ha a stop parancsot tiltó jel érkezik. Ennek hatására a program tovább fut a következő stop pontig. A jelet jármű detektor, villamos lengővezeték, vagy gyalogos nyomógomb generálhatja.



6. ábra

SPP = stop pontok programozása
BLO = bejelentkezési logika
BLK = bejelentkezési lámpa kapcsoló
ZNP = zöld idő nyújtás programozása

A BLO egység vezérel egy másik egységet is, a BLK (bejelentkezési lámpa kapcsoló) áramkört, amely a gyalogosok nyomógombjainak visszajelző lámpáit kapcsolja.

A BLO egység a kapott jelek kiértékelését végzi és eldönti azt, hogy az éppen futó fázistól eltérő igény van-e, vagy nincs, és ennek megfelelően fázist kell-e nyújtani, vagy sem (vagyis a stop pontban megállítja-e a programot vagy nem).

A fázisnyújtást a ZNP (zöld nyújtás programozása) kártya vezérli oly módon, hogy ha a stop időponthoz érkezik a berendezés, de a futó fázisra folyamatos igény van, vagyis a két bejelentkezés között nem telik el nagyobb idő, mint (a detektoronként előre külön-külön beállítható) 2-5 s, addig fázisnyújtás történik.

A fázisnyújtás maximális értéke mind a négy fázisra külön-külön programozható, a zöld idő maximális értéke 60 s lehet.

A forgalomtól függő vezérlésre célszerű egy minimális fázishosszakat tartalmazó programot használni, és a stop pontokat úgy meghatározni, hogy a fázis végét jelentő első váltási időpont előtt 1 másodperccel legyenek. Így a berendezés a bejelentkezésre minimális zöld időt ad, de ha folyamatos az igény, akkor a berendezés fázisnyújtást hajt végre egészen az igény megszűnésig, illetve folyamatos járműforgalom érzékelése esetében a programozott leghosszabb fázisnyújtási időig. Ekkor a berendezés az igények szerint másik fázisra kapcsol át.

2.1.2 A programválasztási módok

A berendezés kiépítéséből következik az, hogy négy különböző programot képes használni. Azért, hogy a berendezés elláthassa a feladatát fontos a megfelelő programot futtatni a megfelelő közlekedési helyzetben. Tehát a forgalmi igényekhez legjobban igazodó program választása elsődleges szerepet játszik a közlekedés lebonyolításában.

A berendezés a programok választását három különböző módon teheti meg, nevezetesen:

- Kézi kapcsolással,
- Kapcsolóórás programválasztással, és
- Forgalomtól függő programválasztással.

2.1.2.1 Kézi kapcsolás

A kézi kapcsolású programválasztási mód a legegyszerűbb, és legkönnyebben megoldható módszer. Ekkor egy kezelő személy szemrevételezéssel állapítja meg a különböző irányok forgalomnagyságát és szubjektív döntésként választja ki a programot. Látható, hogy ennek a módszernek két nagy hibája van, az egyik az hogy egy kezelő személyt kell a helyszínen biztosítani, a másik pedig az, hogy ez a kezelő személy a saját szubjektivitását beleviszi a döntéseibe ezért nem szükségszerű, hogy a legjobb programot választja ki.

A kézi kapcsolás fizikailag úgy realizálódik, hogy a kezelő személy a berendezés kezelő felületén beállítja a kézi kapcsolás üzemmódját, majd a programválasztóval a megfelelő sorszámú programra kapcsol.

2.1.2.2 Kapcsolóórás programválasztás

Ebben az esetben előfeltétel az, hogy a forgalomnak az idő függvényében történő változása közel állandó legyen és hetenkénti ciklussal jól lehessen követni.

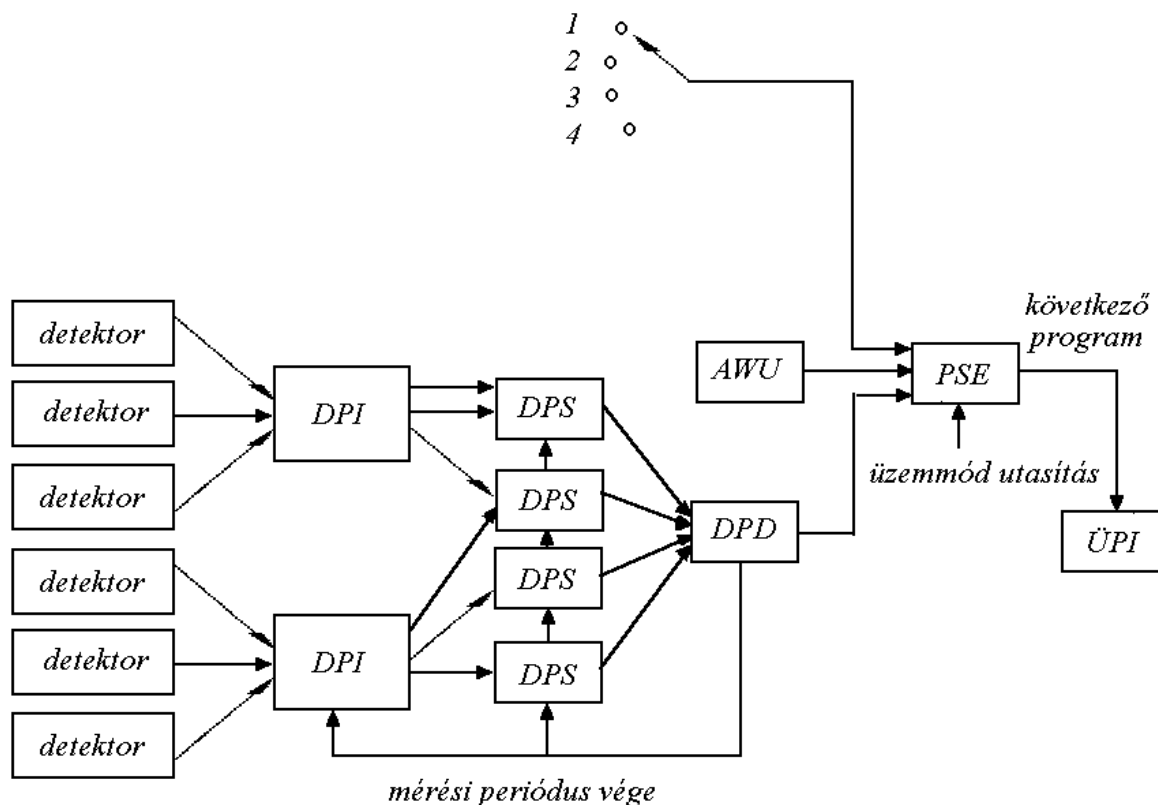
A berendezést egy újabb egységgel kell kiegészíteni, amelyet már az FB gépcsalád megjelenése előtt fejlesztettek ki, ezért angol rövidítéssel ez az AWU (Automatic Week Unit = heti kapcsolóóra). Az AWU egységben program átkapcsolási pontok programozhatóak be nappal 4-20 óráig minden félórában, éjszaka pedig minden egész órában lehetséges a programátkapcsolás. A heti óra programozás naponta más-más lehet, itt a ciklus hossza az egy hét.

Hétköznap öt program választása lehetséges, ez azzal magyarázható hogy a berendezés négy alapprogramja mellett a sárga-villogó üzemmódot is programozhatjuk, vasárnap azonban csak három program közül választhatunk.

A berendezés működés során az AWU egységből a kiválasztott program száma a PSE (program szelektor egység)-en keresztül jut az ÜPI áramköreihez (7. ábra)

2.1.2.3 Forgalomtól függő programválasztás

A forgalomtól függő programválasztást tartjuk ma a legjobbnak, azért mert ez a programválasztási mód kiküszöböli az előbbi kettő hiányosságait. (A kézi programválasztásnál a kezelő személyről kell gondoskodni, míg az AWU a heti előzetestől eltérő, de a géppel kiszolgálható, vagy különleges forgalmi helyzetekre nem nyújt megoldást).



7. ábra

A programválasztó áramkörök blokkdiagramját a 7. ábrán figyelhetjük meg. A detektorokból érkező foglaltsági jelek a DPI (detektoros programválasztó illesztő) egységbe kerülnek, és azon keresztül jutnak a DPS (detektoros program választó számláló) áramkörökbe. A számlálás eredményét a mérési periódus végén a DPD (detektoros program választó és dekódoló) egység értékeli ki. Egy DPI egységhez három detektor csatlakoztatható. A DPI egység két fontos feladatot lát el, elsősorban figyeli a mérőhelyekről érkező jeleket, és ha folyamatos foglaltságot (megállás a detektor felett, forgalmi dugó) érzékel, akkor helyettesítő jeleket szimulál.

A helyettesítő jelek szimulálásának gyakorisága detektoronként programozható az egységekben. Külön-külön beállítható, hogy hány másodperc után kezdődjék meg a jelek szimulálása (maximum 15 másodperc folyamatos foglaltság után), és beállítható az is hogy hány másodpercenként szimuláljon egy-egy bejelentkezést. A szimulációt berendezésben 2, 4, 8, 16 másodpercre lehet beállítani. Erre a szimulációra azért van szükség, mert torlódás esetén egy-egy jármű a detektoron hosszabb ideig is állhat, így az nem érzékel újabb járművet, ezzel hamis forgalmi képet alakít ki a berendezésben.

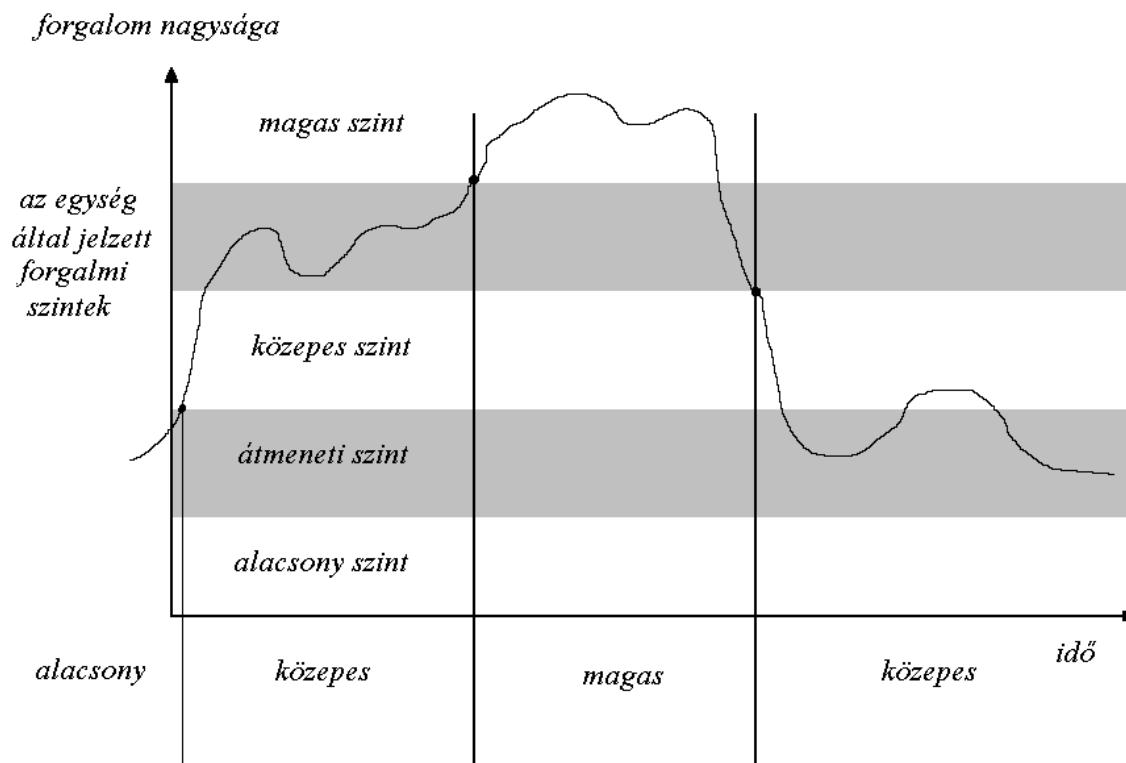
(A számláló szerint a megfelelő forgalmi sávban igen csekély forgalom van.) Ennek a hibának a kiküszöbölésére a DPI egység figyeli a foglaltságokat és magától újabb bejelentkező járműveket generál, hogy a szituáció közeledjen a valós forgalmi helyzet állapotához.

A DPI egység másik igen fontos feladata, hogy a detektorok esetleges hibás működését felfedje, és hiba észlelése esetén a berendezés automatikusan a kézi kapcsolón beállított programra lépjen át.

A DPI egységből érkező impulzusokat a DPS számláló egységek számlálják, a berendezésben maximálisan négy darab DPS berendezés használható, Egy egység egy vagy két darab detektor impulzusait számlálhatja. Ha két detektor jeleit számlálja, akkor a jelek először egy osztó áramkörbe kerülnek és ott, az egységben beállított osztó értékkel (1, 2, 4, 8, 16) csökkent a számláló. A leosztott impulzusokat 0..32 tartományban számlálja az egység, ha 32-nél több lenne az érték, akkor is 32-öt jelez. Így a számláló egység teljes számlálási tartománya 0..512 járműig terjed. ($16 \cdot 32 = 512$) A mérési periódus végén a DPS egység kiértékeli a számlálás eredményét.

Azonban a kiértékelés előtt szót kell ejtenünk ennek a problémáiról. Ismeretes az, hogy a programválasztás előtt megfelelő mennyiségű mintát kell vennünk a forgalom nagyságából, hogy azt biztonsággal ki tudjuk értékelni. A megfelelő mennyiségű minta vételéhez szükséges idő viszont meghaladhatja a 15-60 percet, ami a rendszerünk lassúságához vezetne. A rendszer így a saját tehetetlensége miatt nem tudná követni a gyors forgalmi változásokat. Ezt a problémát oldja meg a tendencia figyelő áramkör. Az áramkör lényege az, hogy a berendezés a forgalmi szintek között nem egy éles határt jelöl ki, hanem ad egy átmeneti tartományt (hiszterézist). Így az egység valamely forgalmi szint után másik forgalmi szintet csak akkor jelez, ha a következő mérési periódus végén a számlált érték az eredeti forgalmi szint átmeneti sávokkal megnövelt tartományán kívül esik. (Egy ilyen tendencia figyelő áramkör működési mechanizmusát figyelhetjük meg a 8. ábrán)

Az egységgel négy forgalomnagyság szint különböztethető meg, az egységbe ezeket a szinteket és a határait tetszőlegesen programozhatjuk be.



8. ábra

A DPD egység két feladatot lát el:

- Az egység méri a mérési periódus időtartamát, melyet 15 lépcsőben állíthatunk be, a lépési távolság 0,5 vagy 1 perc lehet, így a mérési időtartam vagy 0..7,5 vagy 0..15 perc lehet.
- Az egység másik feladata a mérési periódus végén a DPS egységektől kapott információk alapján a megfelelő program kiválasztása, és a következő mérési periódus végéig a programszám tárolása.

A program kiválasztása két lépcsőben következik be:

- Az első lépésben az egység tiltja azokat a programokat, amelyeknek az átbocsátó képessége nem teszi lehetővé az adott jármű szám zavartalan átbocsátását.
- A második lépcsőben pedig a maradék programok közül kiválasztja a legmegfelelőbbet.

A programválasztás helyességének érdekében a forgalomnagysági szintek határait úgy kell kijelölni, hogy azok megfeleljenek az adott program átbocsátó képességének. Csak így döntheti el a rendszer, hogy melyik program az, amelyik az adott forgalmi szinthez legjobban igazodik. Betétprogramok alkalmazása esetén azonban előttünk áll az a probléma, hogy az átbocsátó képesség változik az adott betétprogramtól is, vagyis az igény adott fázisban kielégítésre került vagy sem, ezért az ilyen esetekben az alapprogram átbocsátó képességét csökkenteni kell, amely csökkentés mértéke lehet 1/2, 1/1.5, vagy 1/1.25.

2.1.3 A jelzőlámpák helyes működésének ellenőrzése

A forgalomirányító berendezéseknél alapkövetelmény az, hogy a berendezés esetleges meghibásodása, vagy hibás működése esetén sem kerülhet ki a fényjelzőkre hibás jelzési kép, valamint a berendezésnek figyelnie kell azt, hogy az esetleges jelző meghibásodások miatt ne alakulhasson ki veszélyes helyzet. (Ilyen balesetveszélyes helyzet az, amikor az izzókiégés miatt két egymást keresztező sávban nem tisztázottak az elsőbbségi kérdések. Berendezéshibára pedig példa az, ha két egymást keresztező sáv jelzőire a berendezés hibás működése miatt egyidőben zöldet vezérelne, vagy pl. kábelzárlat miatt a jelzőkön zöld jelenne meg.)

Azért, hogy ilyen veszélyhelyzetek ne alakulhassanak ki, szükséges volt beépíteni megfelelő biztonsági figyelő áramköröket. A védelmi rendszer működését a 9. ábra mutatja be. A feladatok egyike az, hogy ellenőrizzék, hogy a piros izzón folyik-e áram abban az esetben, ha annak világítania kell, (vagy kiégett az izzó, szakadt a hozzá vezető kábel). Ha nem következik be az ekvivalencia kapcsolat (az izzónak égnie kell, és ég is), akkor a berendezés hibajelzést generál. Az felügyeletet a PIE (piros izzó ellenőrző egység)-ek végzik.

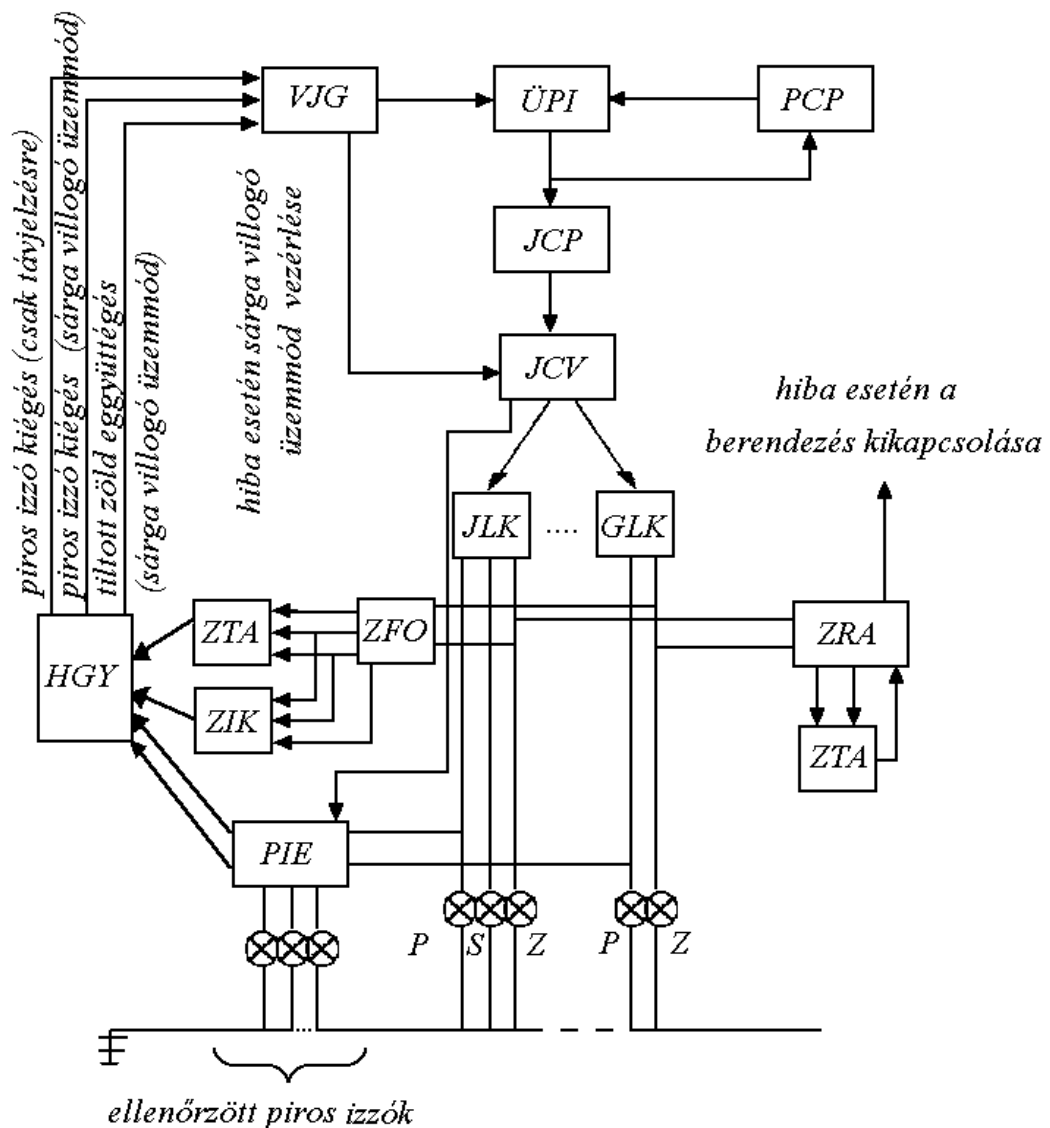
Az egység tehát a piros izzókon átfolyó áram meglétét ellenőrzi, és hibát jelez akkor is ha a kapcsoló fokozat „féloldalasan” hibásodik meg. A berendezés a VJG-től kapja azt az információt, hogy melyik piros izzót kell ellenőriznie. Egy berendezésben hat PIE kártya alkalmazható, egy PIE egység összesen hat izzó ellenőrzését végezheti el, így egy berendezésen belül 36 db piros izzó ellenőrizhető. Az izzó kiégési hiba két féle lehet, ha olyan izzó ég ki, amely meg van ismételve a kereszteződésben és az ismétlődő jelző átveheti a kiégett izzó szerepét akkor a HGY (hibagyűjtő egység) csak hibajelzést generál, amely a forgalom irányító központba küldhető tovább. Azonban ha olyan irányban ég ki piros izzó ahol az nincs megismételve, vagy az ismétlődő nem látható kellőképpen, akkor a berendezés sárga villogó üzembe megy át.

A hibák másik veszélyes formája a zöld jelzőkkel kapcsolatos, az áramkörök a tiltott zöld együttégeket figyelik. Erre a feladatra több egység is alkalmas és a védelem is két szintű.

- Első szintű védelem:

A berendezésben ZFO (zöld figyelő optronok) a zöldre kapcsolt feszültségeket figyelik, és a kapcsoló áramkör féloldalas meghibásodását is érzékelik. A ZFO áramköröket úgy alakították ki, hogy egy kártya négy feszültséget tud figyelni. A berendezésben négy ZFO kártyát helyezhetünk el, így a berendezés mind a 16 jelzőcsoport zöldjének figyelésére alkalmas. Ezt a kártyát használják még fel más feszültség ellenőrzésre is, például gyalogos nyomógombok visszajelző izzóinak figyelésére.

A ZFO egységből a jelzések a ZTA (zöld tiltott kombinációk programozásának alapkártyája) egységbe kerülnek. A ZTA egységben 12 jelzőcsoport zöldkizárása programozható, mint láthatjuk ez egy teljesen kihasznált berendezésnél kevés, ezért alkalmazzák a ZTB bővítő kártyát, amelynek feladata hasonló a ZTA egységhez csak így a két egység már mind a 16 jelzőcsoport tiltott kombinációit ellenőrizni tudja.



9. ábra

Az ellenőrző áramkörök azt figyelik, hogy nincs-e tiltott zöld együttlégés, ha ilyet tapasztalnak, akkor a HGY egységbe hibajelket küldenek, és ez a jel eljutva a VJG-be sárga villogó üzemmódra kapcsolja át a berendezést.

A berendezés nem csak a közvetlen zöld kizárások figyelését végezheti el, hanem egy opciós kártya segítségével ellenőrizni tudja, hogy a tiltott zöldek kapcsolása között megfelelő idő telt-e el, vagyis megvolt-e az úgynevezett „közbenső idő”.

Ez az egység a ZIK (zöld időprogramozott tiltott kombinációk kizárása).

Ebben az egységben programozhatók a figyelt közbenső idők, 1-15 másodperc között. Egy ZIK egység segítségével négyezer két-két jelzőcsoport kölcsönös tiltása valósítható meg mindkét közbenső idő figyelembe vételével. Egy berendezésben tíz darab ZIK egység használható.

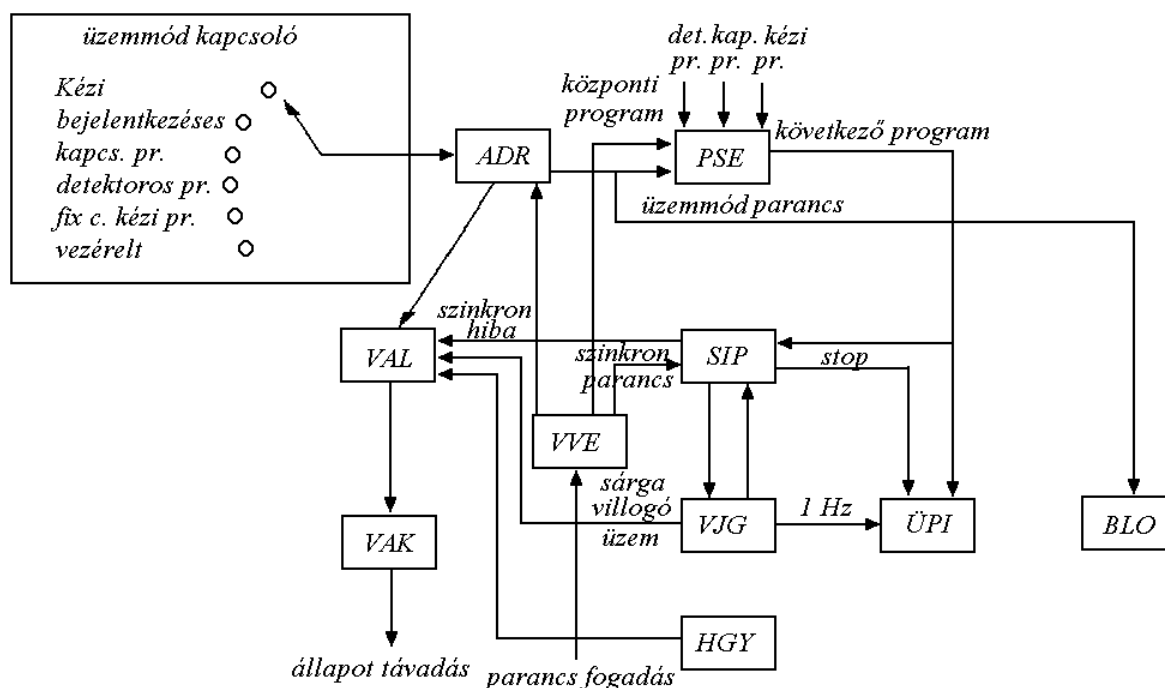
- Második szintű védelem:

Tekintettel arra, hogy az is előfordulhat, hogy az előbb ismertetett ellenőrző áramkörök (ZFO, ZTA, ZTB, ZIK, HGY, ÜPI) valamelyike hibásodik meg, ezért ennek az esetnek a veszélyes hatását megszüntetve egy újabb ellenőrző egységet építettek a berendezésbe. A ZRA (zöld figyelés ellenállás csatolással) alapkártya, melynek az a feladata, hogyha különleges meghibásodás következne be, akkor a jelzőlámpákat lekapcsolja a hálózatról, (sötétre vezérlés) így egyáltalán nem kerülhet ki hibás jelzések a csomópontba. Mivel a ZRA egység csak 6 jelzőcsoportot tud ellenőrizni, ezért kiegészül egy ZRB bővítő kártyával. A tiltások programozása ebben az esetben is a ZTA és a ZTB egységekkel történik. A ZRA és ZRB egységet is úgy alakították ki hogy a kapcsoló áramkörök féloldalas meghibásodását is érzékelni tudják.

A ZFO és a ZRA ellenőrző ágak tehát ugyanazon kimenő fázisvezetékekre kapcsolódnak, viszont a ZRA ellenőrzés hatása késleltetve van. Amennyiben az előzetesen hardver úton beállított (100 - 300 ms) időn belül a ZFO védelem nem kapcsol át sárga-villogóra, bekövetkezik a sötétre vezérlés.

2.2 A forgalomirányító berendezés működése összehangolt rendszerben

A berendezés tervezésekor már alapvető igény volt, hogy a gép összehangolt rendszerekben is működhessen. Csoportvezérlős rendszerben a berendezés mind a két alapfunkciót betöltheti, azaz lehet vezérlő, vagy vezérelt berendezés (csoportvezérlő, vagy helyi; angol megnevezéssel: master - local controller). A 10. ábrán az összehangoláshoz szükséges áramkörök blokkvázlatát láthatjuk egyszerűsített formában.



10. ábra

2.2.1 Vezérlési állapot meghatározása

A vezérlési állapot meghatározására az egyedi csomópontokban működő berendezéseknél is szükség van, de összehangolt működésnél ez a funkció jobban megfigyelhető és megérthető. Az állapot meghatározó egység az ADR (állapot dekóder) kártya. Ez fogadja az üzemmód kapcsolóról, illetve a vezérelt üzemmód esetén a vezérlő géptől érkező üzemmód parancsokat. Kapcsolóval beállítható üzemmódok a következők:

1. Kézi vezérléses üzemmód
2. Bejelentkezéses üzemmód
3. Fix ciklusidejű üzemmód - kézi programválasztással
4. Fix ciklusidejű üzemmód - detektoros programválasztással
5. Fix ciklusidejű üzemmód - kapcsolóórás programválasztással
6. Vezérelt üzemmód

Ezen a hat üzemmódon kívül van még egy hetedik a sárga-villogó üzemmód, melyet a VJG egység vezérel a már tárgyalt módon.

A vezérlőgép a saját kódját binárisan kódolt formában küldi a helyi gép felé, és ha annak kapcsolója „vezérelt” állásban van, akkor az ADR egysége a binárisan kódolt információt dekódolja a többi egység felé.

A dekódolás programozható, úgy hogy a vezérlőgép által adott üzemmódhoz az általuk megkívánt üzemmódot rendelik hozzá. Ezek az üzemmódok lehetnek az 1.-5. valamint ezen kívül a fix ciklusidejű üzemmód központi programmal, vagy a sárga-villogó üzemmód. A dekódolás programozhatóságára azért van igen nagy szükség, mert a vezérlő és a vezérelt gépnek is más-más lehet a kapcsolata, például másképpen kell viselkednie a berendezésnek ha a két gép ikergépként van összekapcsolva, illetve más felhasználás esetén. Ikergépes esetben a vezérlő gép hibája esetén a vezérelt gépet is sárga-villogó üzemmódba kell kapcsolni, míg más esetben csak a vezérlő gépről való leválást jelenti a vezérelt gép számára és ezek után a vezérelt gép mint önálló csomóponti vezérlőberendezés fog tovább üzemelni.

Az ADR egység figyel még a VVE (vonali vevő) egységtől érkező adáshiba és a SIP (szinkron idők programozása) egységtől érkező szinkronhiba jelzést, és hiba esetén a berendezést helyi üzemre kapcsolja át, illetve más programozás esetén sárga-villogó üzemmódot is kapcsolhat.

A vezérlési állapot meghatározásához tartozik még a PSE (program szelektor egység), amely a program számot határozza meg. Ezt a feladatot úgy látja el, hogy a négy programinformáció közül az üzemmód parancsnak megfelelő továbbítja az ÜPI egység számára.

A központi program információ is binárisan kódolt formában érkezik és ennek a dekódolását is a PSE végzi, a dekódolás itt is programozható az ADR egységhez hasonlóan.

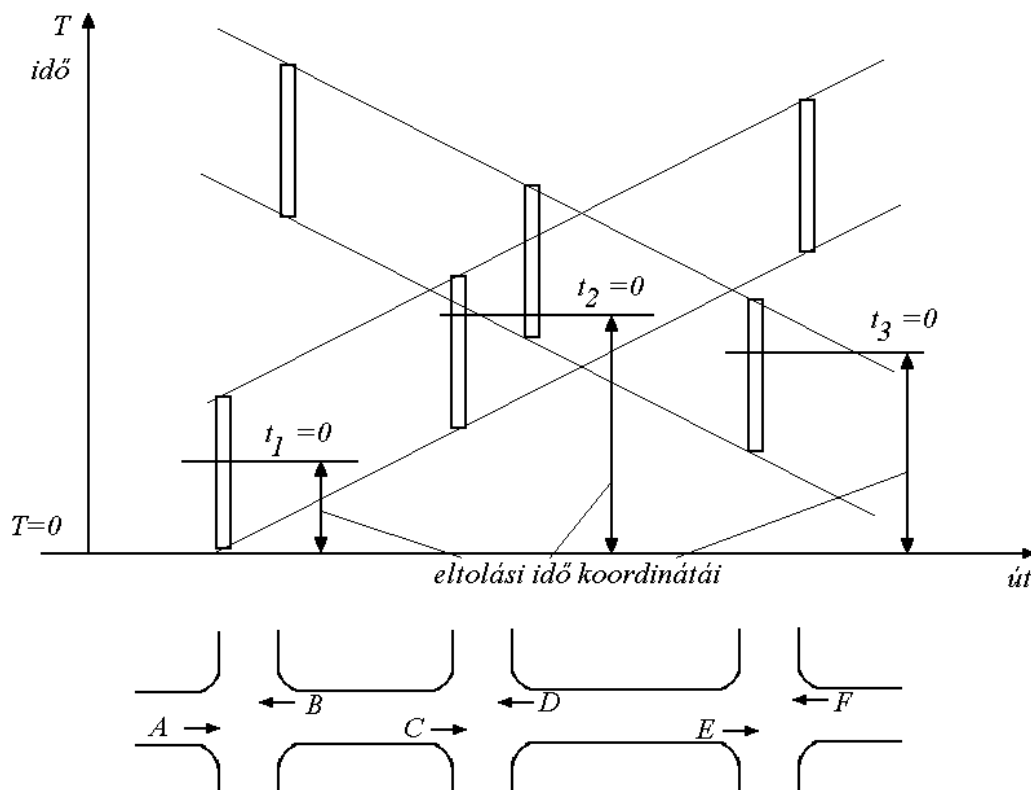
2.2.2 Szinkronizálás megvalósíthatósága

Ha összehangolt berendezésekről beszélünk, akkor mindenképpen szólni kell a szinkronizáció kérdéséről, hiszen ahhoz, hogy a berendezések együtt futhassanak, ahhoz együtt kell futniuk az időzítő áramköröknek.

A szinkronizálás megvalósítása során a vezérlő berendezés a $T=0$ időpontban egy szinkron jelet küld a vezérelt gépeknek. Ez a jel a VVE egységen keresztül az SIP egységbe jut ahol nulláz egy számláló áramkört. A számláló áramkör az ÜPI-től kapott 1 Hz-es impulzusokkal van meghajtva, és a „T” rendszeridő számlálására szolgál. Ezen számlálók minden - a rendszeren belüli - gépben azonos időt kell, hogy jelezzenek. Az egyes berendezések helyi időalapja azonban el lehet tolvá a „T” rendszeridőhöz képest az egyszerűbb programozhatóság kedvéért (erre mutat példát a 11. ábra). Az eltolási idő értékeit külön-külön programozhatjuk a SIP egységben.

A szinkronizálás tehát két lépcsőben zajlik le:

1. A vezérlőgép szinkronjele szinkronba hozza a „T” rendszeridő számlálóját, és vár addig, amíg az ezt követő programhoz tartozó eltolási értékig elszámol.
2. Ha elszámolt a következő programhoz tartozó eltolási értékig, akkor történik a saját „t” időszámlálójának a szinkronizálása.



11. ábra

Ha a berendezés valamilyen okból kiesik a szinkronból, akkor a ciklus végén a $t=0$ időpontban várja a következő szinkronizálási parancsot. Látható hogy ez a megoldás így még nem tökéletes, hiszen ha a berendezés 1 másodperccel marad le a szinkronról, akkor a $T_{\text{ciklus}}-1$ másodpercet kell várnia, ami azt jelenti, hogy 1,5-2 percig ugyanaz a jelzésekép maradhatna kinn a berendezésen. Ez pedig zavarokat okozna a közlekedésben.

A zavarjelenség elkerülésének az egyik módja az, hogy olyan forgalomtechnikai terveket készítünk, amelyekben az egyes programokhoz tartozó eltolási időértékek azonosak, de ennek a kivitelezése nehézkes, bár ezt hivatott megkönnyíteni a PCP egység 12 lehetséges programváltási időpont programozhatósága. A megoldás problémáit fokozza még az is, hogy szinkronizálási hiba nem csak programváltásnál következhet be, hanem egyéb más esetekben is (például a hálózati 50 Hz ingadozásai miatt).

A szinkronizálásból való kiesés miatti hosszú várakozás megakadályozására a SIP egység kiegészítő áramkörökkel van ellátva.

A SIP egységnek kettő szinkronizáló áramköre van:

1. Az egyik áramkör segítségével korlátozható a várakozás időtartama. Ennek a várakozási időkorlátnak az értékét egészen 0-75 másodpercig 5 másodperces lépcsőkben állíthatjuk be, és ha ez a várakozási idő hosszabb lenne a beállított időnél akkor a szinkronizálás több lépcsőben valósul meg.

2. A másik áramkör akkor lép működésbe, ha a szinkronizálási parancs kis eltéréssel érkezik a berendezésbe, ez az érték 0-30 másodpercig állítható be 2 másodperces lépcsőkben, ekkor a berendezésnek majdnem ciklus idejű várakozásra lenne szüksége a szinkronizáláshoz. Ezt kerüli el a berendezés úgy hogy a nem állítja le a „t” időszámlálót hanem az értékét mintegy 5%-kal növeli meg a szükséges ideig, és így korrigálja az eltérést.

A SIP egység tartalmaz még egy szinkronhiba figyelő áramkört, amely jelzi, és hiba esetén tiltja az ŰPI egység „t” időszámlálójának megállítását.

2.2.3 Állapot távadás

Az állapot távadás feladatai:

- Elsősorban lehetőséget biztosítani, hogy a forgalomirányító központtal való összekapcsolódás esetén csomóponti berendezésektől a megfelelő információ eljuthasson a központhoz.
- Biztosítani azt, hogy a forgalomirányító berendezés csoportvezérlőként működve összehangolja a többi csomóponti berendezéseket saját működésével.

Az állapot távadása a VAL (vonali adó logika) és a VAK (vonali adó kapcsolók) egységekkel valósítható meg. A különböző egységektől a berendezés üzemállapotára vonatkozóan kapott információkat a VAL egység kódolja, és az általa kódolt információkat kapcsolják a vonalra a VAK egységek.

A VAL egység által kódolt információk a következők:

- Az üzemmód (binárisan kódolva 3 bitre)

000	-	ellenőrzési hiba miatt sárga-villogó üzemmód
001	-	sárga-villogó üzemmód kapcsolva
010	-	kézi vezérléses üzemmód kapcsolva
011	-	bejelentkezéssel üzemmód kapcsolva
100	-	fix ciklusidejű üzemmód kézi kapcsolású programválasztással
101	-	fix ciklusidejű üzemmód kapcsolóórás programválasztással
110	-	fix ciklusidejű üzemmód detektoros programválasztással
111	-	vezérelt üzemmód
- A program száma (binárisan kódolva 2 bit)

00	-	1. program
01	-	2. program
10	-	3. program
11	-	4. Program
- Szinkron impulzus (1 biten kódolva)
- Hibák jelzése (1 biten kódolva, tartalma az egyes berendezésekben állítható be)
- Sárga villogó üzemmódot kiváltó hibák jelzése (1 biten kódolva)

- Léptető impulzus (1 biten kódolva, csak ikergépes esetben használjuk)

2.2.4 Ikergépes alkalmazás

A berendezés alkalmazható olyan esetekben is amikor a 16 független jelzőcsoport kevés, ekkor két berendezést mint ikergépet kell összekapcsolnunk. Ez abban az esetben következik be, amikor egy csomópont annyira bonyolult, hogy egy berendezés által nyújtható szolgáltatás már kevésnek bizonyul, ekkor a két összekapcsolt gép már ezt a megnövekedett igényt is képes kielégíteni.

Ilyen esetekben a berendezések mint csoportvezérlő és helyi vezérlő viselkednek, azonban vannak különleges követelmények is ilyen esetben, amelyek a következők:

- Lehetőséget kell biztosítani a berendezés kézi vezérlésére, ehhez azonban a kézi léptetést jelét is át kell vinni mind a két berendezésre.
- Biztosítani kell, hogy bármelyik berendezés meghibásodása esetén, mindkét berendezés sárga-villogó üzemmódba kerüljön át. (Tehát a vezérelt gép hibája esetén a vezérlő gépnek is sárga-villogó üzemmódba kell átkapcsolnia, azaz úgy kell viselkedni, mintha egy vezérelt berendezés lenne.)
- Szinkronizációs hiba vagy adáshiba esetén azonnal mind a két gépnek sárga-villogó üzemmódba kell átkapcsolniuk.