

<b>BEVEZETÉS</b>	<b>5</b>
<b>1. VEZÉRLÉS AZ IPARBAN</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Vezérlés fejlődése:</b>	<b>6</b>
1.1.1. Elektromechanikus vezérlések	6
1.1.2. Huzalozott logikájú elektronikus vezérlések	6
1.1.3. Számítógépes vezérlések, programozható logikai vezérlők	8
<b>1.2. Vezérlők felépítése és felosztása</b>	<b>8</b>
<b>2. PLC A KEZDETEKTŐL NAPJAINKIG</b>	<b>9</b>
<b>2.1. PLC történelem</b>	<b>9</b>
<b>2.2. A PLC-k fejlődésének áttekintése:</b>	<b>10</b>
<b>2.3. PLC az iparban</b>	<b>10</b>
<b>2.4. PLC felépítése:</b>	<b>11</b>
<b>2.5. A PLC-k funkcionális felépítése</b>	<b>12</b>
2.5.1. A központi feldolgozó egység (Central Processing Unit)	13
2.5.2. Tápegység	13
2.5.3. Bemeneti és kimeneti egységek	13
2.5.4. Digitális bemeneti egységek	13
2.5.5. Digitális kimeneti egységek	13
2.5.6. Analóg bemeneti egységek	14
2.5.7. Analóg kimeneti egységek	14
2.5.8. Kommunikációs egységek	14
2.5.9. Intelligens egységek	14
2.5.10. Memória	15
<b>3. PROGRAMOZHATÓ VEZÉRLŐK PROGRAMOZÁSA</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Alapszoftver</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Felhasználói programok</b>	<b>16</b>
3.2.1. A felhasználói program végrehajtása	16
<b>3.3. PLC programnyelvek</b>	<b>17</b>
<b>4. LG IPARI FELHASZNÁLÁSÚ TERMÉKEK</b>	<b>18</b>

<b>4.1. LG LS programozható vezérlő berendezések</b>	<b>18</b>
4.1.1. MASTER-K sorozat	19
4.1.2. GLOFA GM sorozat	19
4.1.2.1. LG GLOFA GM7U termékről általában	20
4.1.2.2. GM7U általános jellemzők	20
4.1.2.3. GM7U műszaki jellemzők	21
4.1.2.4. Hasznos beépített függvények	21
4.1.2.5. Bővítő modulok:	22
<b>4.2. LG Inverter (frekvenciaváltó)</b>	<b>22</b>
4.2.1. Fordulatszám szabályozás	24
4.2.2. A frekvenciaváltó működése	24
4.2.3. LG Startvert frekvenciaváltók	25
4.2.3.1. Startver - iC5 0,4kW - 2,2 kW 1 fázis, 230 V 50 Hz, 0-400Hz	25
4.2.3.2. Startver - iG5 0,4kW - 4 kW 1/3 fázis, 230/400V 50 Hz, 0-400Hz	26
4.2.3.4. Startver - iS5 0,75kW - 75 kW 3 fázis, 400V 50 Hz, 0-400Hz	26
4.2.3.5. Startver - iH 0,75kW - 22 kW 3 fázis, 400V 50 Hz, 0-400Hz	27
<b>5. PLC-K KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZERE</b>	<b>27</b>
<b>5.1. Soros adatátvitel</b>	<b>27</b>
5.1.1. Átviteli sebesség	28
5.1.2. Adatátvitel iránya	28
5.1.3. Kódolási eljárások	28
5.1.3.1. RS 232C kódolás	29
5.1.3.2. Nullára komplementáló differenciális kódolás	29
5.1.3.3. Manchester-kódolás	29
5.1.3.4. Differenciált Manchester-kódolás	29
<b>5.2. RS típusú kommunikációs szabványok</b>	<b>30</b>
5.2.1. RS 232C szabvány szerinti adatátvitel	30
5.2.2. RS-422/485 szabvány szerinti adatátvitel	31
<b>5.3. Hálózati kommunikáció</b>	<b>32</b>
5.3.1. Ethernet hálózat	33
<b>5.4. Gyártóspecifikus buszrendszerek</b>	<b>34</b>
5.4.1. Profibusz	34
5.4.2. Foundation Fieldbus	36
5.4.3. CANbus	37
5.4.4. Modbus	38
<b>6. RS 485 KOMMUNIKÁCIÓ GM7U PLC-VEL</b>	<b>39</b>
<b>6.1. Rendszerbeállítás</b>	<b>39</b>
6.1.2. A PLC beállítása	39
6.1.2. Az LG GM7U PLC megismerése	39
<b>6.2. Frekvenciaváltó kiválasztása</b>	<b>41</b>
6.2.1. A frekvenciaváltó megismerése	42
6.2.2. Az SV-iC5 üzembe helyezése	44
6.2.2.1. Modbus bővítőkártya installálása	45
6.2.2.2. Előzetes beállítási teendők	47

<b>6.3.Rendszerösszeállítás</b>	<b>48</b>
6.3.1. GM7U és PC kapcsolata	49
6.3.2. GM7U tápellátás	49
6.3.3. SV-iC5 tápellátás	49
6.3.4. GM7U és iC5 kapcsolata	50
<b>6.4. GM7U programozása</b>	<b>50</b>
6.4.1. GMwin program készítés	50
6.4.2. GMwin kommunikációs beállítások	51
6.4.3. GMwin Modbus funkcióblokkok	53
6.4.3.1. MOD0304 funkcióblokk	54
6.4.3.2. MOD0506 funkcióblokk	55
6.4.4. Modbus címzési szabályok	55
<b>7. MODBUS PÉLDAPROGRAM</b>	<b>57</b>
<b>7.1 Időzített számláló készítése</b>	<b>58</b>
<b>7.2. Időzített utasítások</b>	<b>60</b>
<b>7.3. Írásengedélyezés</b>	<b>61</b>
<b>7.4. Felfutási idő beállítása</b>	<b>62</b>
<b>7.5. Lelfutási idő beállítása</b>	<b>63</b>
<b>7.6. Kimeneti frekvencia beállítása</b>	<b>64</b>
<b>7.7. Motor indítása</b>	<b>64</b>
<b>7.8. Motor leállítása</b>	<b>65</b>
<b>7.9 Paraméter állapot lekérdezése</b>	<b>66</b>
<b>7.10. Modbus kommunikációs hibaüzenetek</b>	<b>68</b>
<b>8. ÜZEMZAVAR ELHÁRÍTÁS</b>	<b>69</b>
<b>8.1. Általános beállítások</b>	<b>69</b>
<b>8.2. GM7U beállítások</b>	<b>69</b>
<b>8.3. SV-iC5 beállítások</b>	<b>69</b>
<b>8.4. Bekötési hibák</b>	<b>70</b>
<b>8.5. Paraméter beállítási hibák</b>	<b>71</b>

<b>ÖSSZEGZÉS</b>	<b>73</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b>	<b>74</b>
<b>MELLÉKLET</b>	<b>74</b>

*A következő oldalakon látható dokumentumok szerzői jog védelme alatt állnak, mindenféle másolásuk, terjesztésük jogi következményeket von maga után!*

## Bevezetés

A 20. század közepétől, a nagymértékű ipari fejlődés és az egyre szélesedő piac óhatatlanul a vezérlés reformálásához vezetett. A forradalmi újítást a *programozható logikai vezérlő (továbbiakban PLC)* megjelenése jelentette, mely az 1970-es évektől kezdődő elterjedése óta töretlen népszerűségnek örvend, és ma csaknem kizárólagos alkalmazást nyert az ipari folyamatok vezérlésében. Nem csoda, hogy napjainkban a *folyamatirányítás* és a *PLC* fogalmak szinte összefonódtak, ami a *PLC* készülékek nagyfokú feladatorientáltságának, megbízhatóságának tudható be. Az informatika óriásléptékű fejlődése a *PLC*-kre is nagy hatást gyakorolt. Megjelentek a gyártóspecifikus buszrendszerek, melyek következtében a *PLC*-k kommunikációja átlépte az addigi korlátokat. A gyártók a *PLC*-jüket a készülékkel szoros integráltságban lévő saját hálózattal látták el. Ilyen a Modbus protokoll is, amit eredetileg a Modicon *PLC*-k kommunikációjának biztosításához fejlesztettek ki, egyszerűsége és megbízhatósága miatt viszont számos *PLC*-gyártó, többek között az LG cég is gyakran alkalmazza. A gyártásautomatizálásban szinte egyeduralkodónak számító *PLC*-k rohamos fejlődéséből adódóan, a kommunikációjukkal foglalkozó téma fontossága vitathatatlan.

A diplomatervben az RS-485 ipari szabvány kommunikációs lehetőségeit részletesen ismertetem a Tech-con cég által rendelkezésemre bocsátott LG GLOFA *PLC*-k legújabb tagja, a GM7U és az LG SV-iC5 *inverter* segítségével. A kommunikáció a GM7U-ba, valamint az SV-iC5 Modbus bővítőkártájába beépített RS-485 interfészen keresztül, Modbus protokollon történik.

Az iparban számos technológiai folyamatot, (pl.: *anyagszállítás, adagolás, mozgatás*) aszinkronmotorral valósítanak meg. Az ilyen motorok fordulatszámának kívánt értékre állítására a legkézenfekvőbb megoldás a tápláló feszültség frekvenciájának a változtatása. Ez a dolgozat ennek egy lehetséges, korszerű kommunikációs megvalósítási módját részletezi. A bemutatásra kerülő *Modbus példaprogram* egy olyan összetett program, mely tartalmazza az LG GLOFA GM7U *PLC*-vel vezérelt SV-iC5 *frekvenciaváltó*, Modbus protokollal megvalósított kommunikációja esetén felmerülő összes szükséges beállítást, ezzel biztosítva egy lehetséges alternatívát, valamint az egyes „programelemek” adaptálását más, hasonló jellegű, hasonló célú programok készítésekor.

# 1. Vezérlés az iparban

## 1.1. Vezérlés fejlődése:

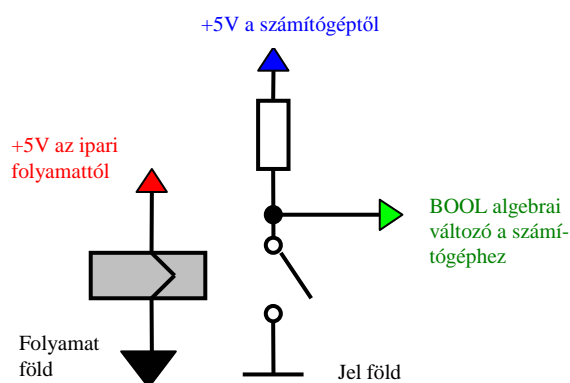
A vezérlés az irányítás egyik fajtája, egy műszaki folyamatba való beavatkozás, annak elindítása, módosítása, vagy megszüntetése céljából. Mivel a vezérléssel irányított folyamat nem tartalmaz negatív visszacsatolást, a beavatkozás eredménye nem hat vissza a rendelkezést kiadó szervre. Az ilyen diszkrét folyamatok többnyire kétértékű változókat tartalmaznak, melyek BOOL algebrai függvényekkel megvalósíthatóak, ebből kifolyólag a vezérlés lehet kézi, illetve önműködő.

Vezérlések felépítéséhez használt elemek, illetve az általuk megvalósítható vezérlési struktúrákat tekintve három csoportot különböztethetünk meg:

- elektromechanikus (relés) vezérlések
- huzalozott logikájú elektronikus vezérlések
- számítógépes vezérlések, programozható logikai vezérlők

### 1.1.1. Elektromechanikus vezérlések

A kétállapotú jeleket feldolgozó vezérléstechnikában korábban szinte kizárólagosan a jelfogós kapcsolásokat használták. A jelfogók a jelek fogadására, elosztására, feldolgozására, jelek kiadására, galvanikus szétválasztására képesek. A jelfogós vezérlések alkalmazása azonban számos hátránnyal jár, mivel minden változtatás nehezen végezhető el rajtuk, másrészt nehezen integrálhatók elektronikus rendszerekbe. Bár a relés vezérlések napjainkra teljesen kiszorultak, csak korábbi telepítésűek vannak üzemben, a relés szemlélet a programozható vezérlőkben a létradiagramos programozási nyelvben tovább él



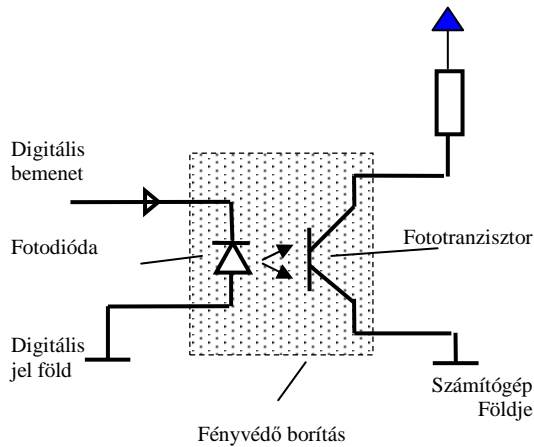
[3].

*1. ábra Jelfogós bemenet számítógépes kapcsolattal*

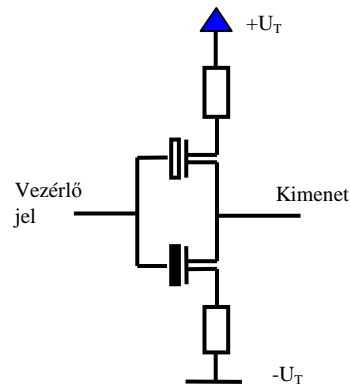
### 1.1.2. Huzalozott logikájú

## elektronikus vezérlések

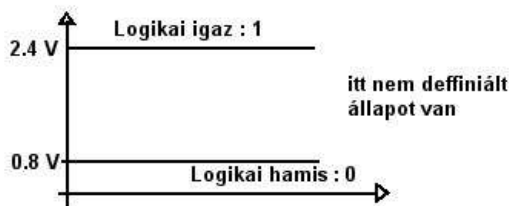
A kedvezőbb megvalósításra és nagyobb megbízhatóságra, élettartamra való törekvés vezetett az érintkező mentes elemek alkalmazásához. A huzalozott logikájú elektronikus vezérléseknek két változata létezett: a diszkrét alkatrészekből felépített dióda- tranzistor logika (*DTL, diode-transistor logic*), később pedig a tranzisztor- tranzisztor logika (*TTL, transistor-transistor logic*), illetve a komplementes fém-oxid félvezető elemekre épülő (*CMOS, complementary metal-oxid semiconductor*) integrált áramkörökből felépített rendszerek. Az ilyen áramkörökkel üzemelő rendszereknek számos előnyük van a relés vezérlésekhez képest: mozgó alkatrészeket nem tartalmaznak, igen nagy a működési sebesség, élettartamuk nagyságrendekkel jobb, kis helyigényűek. Számos hátrányuk, mint például a fix huzalozás, zavarérzékenység, kommunikációs lehetőség hiánya miatt napjainkra teljesen kiszorultak, esetleg csak részfunkciók ellátására alkalmazzák [3].



2. ábra digitális bemenet fotodióda segítségével



3. ábra digitális CMOS bemenet

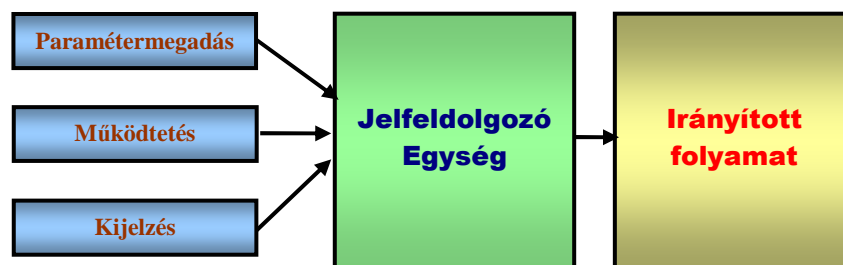


4. ábra digitális bemenet TTL logikai szint értékek

### 1.1.3. Számítógépes vezérlések, programozható logikai vezérlők

A személyi számítógépek megjelenésekor került előtérbe a számítógépek folyamatirányításra történő felhasználásának gondolata. Mivel a számítógépek rendelkeznek kétállapotú jelek fogadására, illetve kiadására alkalmas egységekkel, digitális vezérlések megvalósítására ideálisak. Ugyanakkor a fogadó- és adóegységek jel szintjei nem illeszkednek az ipari szintekhez, és az ipari hatásokkal szemben sem ellenállóak. Kezdeti időszakban a számítógépek ára is igen magas volt, így nem lehetett csodálkozni azon, hogy megjelentek kifejezetten a folyamatirányításra optimalizált mikroszámítógépek, a PLC-k, és nagyrészt ki is szorították az alkalmazási területről a számítógépeket. A PLC használata számos előnnyel jár: a ki- és bemeneti feszültségszintek illeszkednek az iparban használatos eszközök szintjeihez. Ezért a be- és kimenetek csak ritkán 5 V-os szintűek (*ami a PC-s technikában megszokott*), míg az esetek nagy többségében a analóg be- és kimenetek 24, 60, vagy 220 V-osak, az digitális be-és kimenetek feszültségtartománya +/- 24V. Az ipari kivitel másik jellemzője a környezeti ártalmakkal (*por, légszennyezettség*) és a mechanikai hatásokkal (*ütések, rázkódás*) szembeni ellenálló képesség [3].

### 1.2. Vezérlők felépítése és felosztása



5. ábra irányítási folyamat blokkvázlata

A paraméter megadás a rendszer kívánt működéséhez szükséges adatok (alapjelek, technológiai jellemzők) megadását jelentik. A működtetés alatt a berendezés üzemeltetése céljából szükséges be- és kikapcsolás, vészleállítás jelei értendők. A működtető jel általában emberi beavatkozás eredménye, de származhat az irányító vagy az irányított berendezéstől is. A kijelzés a működés fázisainak és egyéb jellemzőinek visszajelzése a kezelő, illetve felügyelő személyzet részére. Általában a kijelzések jelentős segítséget nyújtanak az esetleges hibák helyeinek felismerésében is. Az ellenőrző jeleket a technológiai folyamatban elhelyezett érzékelők szolgáltatják. Az itt használt érzékelők vagy kétállapotú jeleket, vagy analóg értékeket bocsátanak ki, melyeket sokszor a digitális



feldolgozhatóság érdekében digitalizálunk. Az irányítójelek (*beavatkozó jelek*) kiadása a beavatkozó szerveken keresztül történik. Ezek általában jelfogók, mágneskapcsolók, mágnesszelepek. A jelfeldolgozó egység, amely a vizsgálatunk szempontjából a legfontosabb, alapvetően kétféleképpen működhet: sorrendi (*szekvenciális*) és kombinációs hálózatként. Felépítését tekintve a feldolgozóegység huzalozott programú, vagy tárolt programú lehet. A huzalozott programú vezérléseknél az egyes elemek (*jelfogók vagy félvezető logikai elemek*) összekapcsolása huzalozással oly módon történik, hogy ez határozza meg az egység működését, a bemenetek és a kimenetek közötti logikai kapcsolatot. Ezek az összeköttetések legtöbbször nem, vagy csak igen nehezen módosíthatók, vagyis a huzalozott logikai kapcsolat megváltoztatása komoly nehézséget jelent. Vannak olyan berendezések, ahol a huzalozott logikai kapcsolat változtatását dugaszolással teszik lehetővé. A tárolt programú vezérlőberendezéseknél a be- és kimenő jelek közötti kapcsolatot (*ezek logikai függvényeit*) egy tárolt program (*felhasználói program*) határozza meg. A tároló áramkör lehet pl.: csak olvasható memória (*ROM*). Ez esetben, ha az áramkör nem cserélhető, akkor a berendezésprogramja rögzített, ha cserélhető, a memória cseréjével változtatható. Más tároló áramkörök alkalmazása esetén (pl. *RAM, EEPROM*) a tárolt program újraírható. Esetenként a tárban egymástól függetlenül több programot is elhelyeznek, amelyek közül a kívánt programot külső jelre vagy időtől függően aktivizálják.

## **2. PLC a kezdetektől napjainkig**

### **2.1. PLC történelem**

A programozható vezérlők az 1970-es évektől kezdve teret hódítottak világszerte olyannyira, hogy az ipari folyamatok vezérlésében szinte egyeduralmukodóvá váltak, köszönhetően az általuk megvalósítható folyamatirányítás rugalmasságának, megbízhatóságának.

Programozható vezérlők elnevezései országonként változhatnak, legelterjedtebb az Amerikai Egyesült Államokból eredő *PLC – PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER* (*programozható logikai vezérlő*).

1968-ban a GM (*General Motors*) cég pályázatot hirdetett egy olyan programozható vezérlő berendezés fejlesztésére, amely az addigra már ismerté vált relés, félvezetős, valamint számítógépes vezérlés előnyeit integrálja.

A berendezéssel szemben támasztott követelmények:

- ◆ egyszerű, moduláris felépítés, kis méret;
- ◆ mozgó alkatrészt ne tartalmazzon (*a hosszabb élettartam elérése érdekében*);
- ◆ galvanikus leválasztást biztosító be-, illetve kimeneti fokozatok (*24Vdc-től 240Vac-ig*);
- ◆ könnyű programozhatóság és újraprogramozás (*a sokoldalú felhasználás biztosítása érdekében*);
- ◆ maximum 0,1 sec válaszütem (*valós idejű működés*);
- ◆ nagy megbízhatóság, minimális karbantartás;
- ◆ versenyképes ár [1].

## 2.2. A PLC-k fejlődésének áttekintése:

<b>ÉV</b>	<b>A FEJLŐDÉS JELLEMZŐI</b>
1968	A PLC-konceptió kidolgozása a GM felhívására.
1969	Az első Modicon PLC megjelenése. /huzalozott CPU, 1kbyte memória, 128 I/O/
1971	A PLC első alkalmazása az autóiparban.
1973	Az első intelligens (smart) PLC megjelenése: aritmetikai funkció nyomtatóvezérlés, mátrixműveletek, képernyőkijelzés.
1974	Az első multiprocesszoros PLC gyártása: időzítő- és számlálófunkció, 12kbyte memória és 1024 I/O.
1975	Az első PID algoritmussal ellátott PLC kibocsátása.
1976	A távoli modulkezelés (remote control) kidolgozása, és a hierarchikus konfiguráció bevezetése az integrált gyártórendszerben.
1977	Mikroprocesszor bázisú PLC bevezetése.
1980	Intelligens kommunikációs modulok megjelenése, nagy sebességű, nagy pontosságú pozicionáló interfész kifejlesztése.
1981	Data Highway kommunikáció alkalmazása, 16 bites mikroprocesszor bázisú PLC színes monitorral.
1983	Költségkímélő „mini” PLC-k megjelenése.
1985	PLC hálózatok kifejlesztése.

## 2.3. PLC az iparban

A PLC-ket kedvező jellemzőik az alábbi területeken teszik alkalmassá irányítási funkciók elvégzésére:

- Egyszerű irányítási feladatok. A kompakt kivitelű, mini PLC-k alacsony árak miatt már 5-10 relét igénylő hagyományos megoldások kivitelezésénél is gazdaságosan válthatják ki a jelfogós vezérlést.
- Bonyolult, összetett feladatok. A nagy teljesítményű, bonyolult számítások elvégzésére képes PLC-k jelentik a megoldást az olyan vezérléseknél, ahol a relés technika alkalmazása már nem, vagy csak nehezen vezet eredményre. Ezek a nagyteljesítményű PLC-k már közel állnak a folyamatirányító számítógépekhez.
- Gyakran módosuló feladatok. Mivel a PLC a memóriájában tárolt program végrehajtásával oldja meg a feladatot, megváltozott feladatok esetén legtöbbször elég a programot módosítani, ami gyors és olcsóbb megoldás, mint egy huzalozott vezérlőáramkör átalakítása.
- Területileg elosztott feladatok. A nagyobb, moduláris PLC-k esetében lehetőség van arra, hogy az I/O (*input/output*) modulokat a vezérlési helyek közelébe telepítsük, és ezek a modulok a központi egységgel egy kábelen keresztül kommunikáljanak. Így a rendszer kábelezési költségei jelentősen csökkenthetők minden egyes I/O jel központi egységhez egyenként történő vezetéséhez képest.

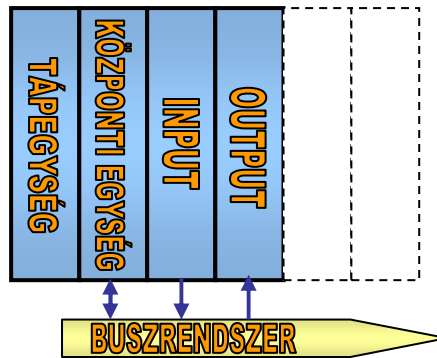
## **2.4. PLC felépítése:**

A mai PLC-ket, kivitelük alapján két csoportba sorolhatjuk:

- kompakt
- moduláris

A *kompakt* PLC elnevezéséből adódóan hardverstruktúrája nem módosítható, egy egységben tartalmazzák az összes szerkezeti elemet, vagyis a tápegységet, a CPU-t, az összes ki- és bemenetet. Kizárólag megfelelő védettséggű ipari tokozásban készül, kis helyigényű, olcsó. Tipikus felhasználási területe a sorozatgyártásban készülő berendezések, alkatrészek, illetve a PLC nyújtotta lehetőségeken belüli, jellemzői által lefedhető egyedi vezérlések. Ezeket sokszor különféle feszültségekre előre skálázott formában lehet kapni.

A *moduláris* felépítésű programozható logikai vezérlők jellemzője, hogy a hardverstruktúrájuk – *hasonlóan a személyi számítógépek alaplapjához* – módosítható, illetve bővíthető, a *modulokkal*, melyek a vezérlés valamely speciális funkcióját önmagában ellátó áramköri kártyák. Ezeknek köszönhetően a PLC-ket saját igényeinknek megfelelően építhetjük ki, és így olyan feladatokat is elláthatnak, amelyeket kompakt vezérlőkkel nehéz lenne megvalósítani. Ezeket a rendszereket könnyebb skálázni, bővíteni.

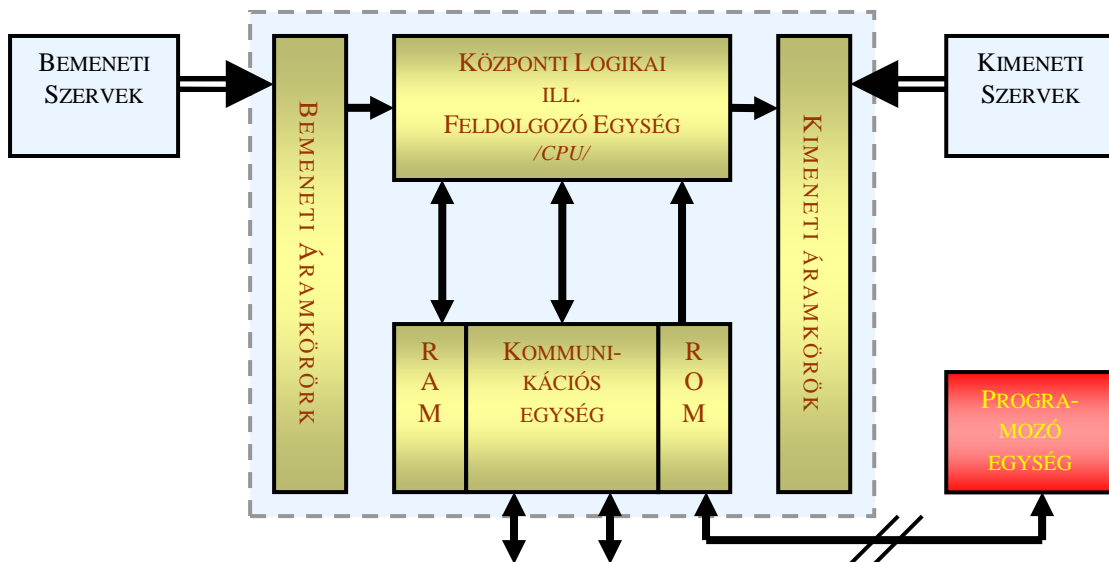


6. ábra moduláris PLC egységi felépítése

Moduláris felépítésű PLC részegységei, bővítő moduljai:

- tápegység modul (*opcionális*): ⇒ 100V – 240V AC feszültségből 24V DC stabil, szűrt tápfeszültséget biztosít az áramköri kártyáknak
- I/O modulok: analóg, digitális jelek fogadása, illetve vezérlőjelek kibocsátása
- Kommunikációs, hálózati modulok: lehetővé teszik a programozható logikai vezérlő, más berendezésekkel (*pl.: PC, inverter*) való információ cseréjét.

## 2.5. A PLC-k funkcionális felépítése



7. ábra A PLC funkcionális felépítése

Egy PLC rendszerben az alábbi egységeket találhatjuk meg:

- Központi feldolgozó egység (CPU)

- Tápegység
- Bemeneti és kimeneti egységek (I/O)
- Intelligens egységek
- Kommunikációs egységek
- Memória (RAM, ROM)

### **2.5.1. A központi feldolgozó egység (Central Processing Unit)**

A központi feldolgozó egység a PLC "agya". Futtatja a felhasználói programot és vezérli a további egységeket. A felhasználói program vagy RAM-ban, vagy EPROM-ban tárolódik. A program fejlesztése személyi számítógépen történik, és a kész programot (*már a CPU processzorának gépi kódjában*) viszik át a későbbi tárolóeszközbe. Egyes PLC-k speciális, előlapi programozási lehetőséggel is rendelkeznek. A központi vezérlőegység címezi a kimeneti és a bemeneti egységeket, parancsokat ad a rendszerben lévő intelligens feldolgozóegységeknek.

### **2.5.2. Tápegység**

A tápegység feladata, hogy a rendszert megfelelő feszültséggel ellássa, a hálózati feszültséget a PLC számára átalakítsa és stabilizálja. A legtöbb esetben külön telepeket is tartalmaz, hogy feszültség kimaradás esetén a RAM tartalma megőrizhető legyen.

### **2.5.3. Bemeneti és kimeneti egységek**

A PLC-k egyes be- és kimeneti pontjai szinte minden esetben galvanikusan le vannak választva a belső buszról, illetve a CPU egységtől. A digitális egységek ki-, bemenetein a feszültség általában 24V. Vannak olyan egységek is, amelyek képesek váltakozó áramot is fogadni vagy leadni.

### **2.5.4. Digitális bemeneti egységek**

A digitális bemeneti egységek feladata olyan jelek értelmezése, valamint illesztése a PLC belső szintjéhez, melyek csak két lehetséges állapotot vehetnek fel. Az iparban használatos feszültségekhez igazodva megtalálhatóak a választékban egyen- illetve váltakozófeszültséget érzékelő egységek is. A bemeneti egységek feszültségtartománya, 24V-os névleges feszültségű leggyakrabban.

### **2.5.5. Digitális kimeneti egységek**

A digitális kimeneti egységek feladata a PLC belső jeleinek átalakítása a környezet számára.

Alapvetően kétféle változat található:

- Relés kimenetű: itt a CPU egy relét vezérel, amelynek az érintkezője van kivezetve.
  - Előnye, hogy segítségével olcsón lehet nagy áramokat kapcsolni, és az áramkörökbe bárhova beilleszthető *(ha az egyik pontja nincs pl.: földelve)*.
  - Hátránya, hogy a megvalósítható kapcsolási frekvencia alacsony, kisebb, mint 10 Hz, és a reakcióideje is nagy.
- Tranzisztoros kimenetű: itt valamilyen vezérelt félvezető elem kapcsolja a kimeneti feszültséget.
  - Előnye, hogy viszonylag gyors kapcsolásra képes *(100 Hz körül)* és rövid a reakcióideje.
  - Hátránya, hogy csak megadott helyre illeszthető, pl. az egyik pontot földelni kell, illetve nagy áramokat csak relatívan drága elemekkel lehet kapcsolni.

### **2.5.6. Analóg bemeneti egységek**

Az analóg bemeneti egységek A/D átalakítók segítségével konvertálják digitális kóddá a bemenetre kapcsolt analóg jelet. Az ipari jeltartományokhoz illeszkedve a bemeneti feszültség, vagy áramtartomány több lépcsőben változtatható.

### **2.5.7. Analóg kimeneti egységek**

A PLC futása során számolt digitális értékeket alakítja át D/A konverter segítségével analóg jellé.

### **2.5.8. Kommunikációs egységek**

Ezen egységek segítségével valósítható meg a kapcsolattartás más eszközökkel, pl.: folyamatirányító számítógéppel vagy printerrel. Szabványos soros, párhuzamos interfészt biztosítanak, valamint hálózati kommunikációt tesznek lehetővé.

### **2.5.9. Intelligens egységek**

Ezen egységek valamilyen nagy sebességű elő-feldolgozást végeznek a bemenő jeleken, nagymértékben tehermentesítve ezáltal a központi feldolgozó egységet. Ilyen elő-feldolgozás lehet pl.: számlálás, pozíciófigyelés, hőmérsékletszabályozás stb. A legkülönbözőbb ipari célokra készülnek intelligens egységek.

### 2.5.10. Memória

A **RAM** közvetlenül elérhető tárolóegység (Random Access Memory), mely a végrehajtás alatt álló programok utasításait, adatait tartalmazza. Olyan tár, amelynél az adatok egy előre megadott címen találhatók, és erről a címről utólag kiolvashatók. Az ilyen RAM típusú tárolók a tápfeszültség kikapcsolása esetén elvesztik információ tartalmukat.

Dinamikus RAM: frissítést igénylő RAM-okat hívjuk dinamikus RAM-oknak

Statikus RAM: frissítést nem igénylő RAM-okat hívjuk statikus RAM-oknak.

CMOS RAM: A tápfeszültség üzemi értékének töredéke mellett is megtartják tartalmukat az ilyen típusú RAM-ok. Jellemzőjük az alacsony fogyasztás, ezért akkumulátorról is üzemeltethetők.

A **ROM**, vagyis az írható memória tartalma a gép kikapcsolása után nem vesz el. Az adatok hosszú távú tárolására szolgál. A programok nagyobb többségének tárolását végzi.

A ROM típusai:

- ROM: Gyártás során programozott memória.
- PROM: A felhasználó által programozott memória.
- EPROM: Többször programozható, ultraibolya fényel törölhető.
- EEPROM: Többször programozható, elektronikus úton törölhető.

## 3. Programozható vezérlők programozása

A PLC hardvere ugyan univerzális, de konkrét irányítási feladatra csak a felhasználói programmal együtt válik alkalmassá. Belátható tehát, hogy a vezérlők alkalmazhatóságának egyik legfontosabb kérdése a felhasználói program készítése.

A programozási nyelven azt a szintaktikát, azaz formai szabványgyűjteményt értjük, amely segítségével a program elkészíthető.

PLC-ben futó programok és feladataik:

A korszerű PLC szoftverek funkciójuk alapján két csoportra oszthatók:

- Alapszoftver
- Felhasználói program

Az alapszoftver az állandó (*rezidens*), a felhasználói program pedig a változó részt képviseli [1].

### 3.1. Alapszoftver

A PLC alapszoftverét – *hasonlóan valamennyi mikroszámítógépes berendezéshez* – az operációs rendszer biztosítja. Igen erősen gyártó-, illetve típusfüggő, így egyedi. Ennek

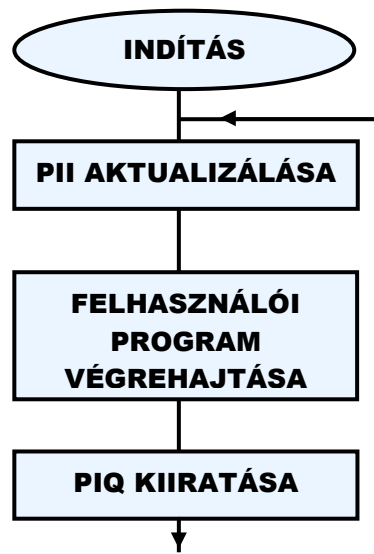
ellenére tartalmazznak közös funkciókat, amelyek szinte valamennyi korszerű típusnál felfedezhetőek.

### 3.2. Felhasználói programok

Az alapszoftver a PLC-ben futó programok állandó része, és minden azonos típusú programozható vezérlőben egyforma. Ezzel szemben a felhasználói programok a változó részét jelentik, és segítségével válik alkalmassá a PLC az adott vezérlési feladatra. Ezek a programok speciális, vezérléstechnikai, illetve irányítástechnikai orientáltságú programnyelven íródnak.

#### 3.2.1. A felhasználói program végrehajtása

A PLC-k a felhasználói programot ciklikusan, újra és újra előlről futtatva hajtják végre. Ennek oka a felhasználás jellege: a vezérlési feladatokat a gép bekapcsolásától kezdve egészen a kikapcsolásáig el kell látni. Az egyes ciklusokban a felhasználói program előtt és után az operációs rendszer bizonyos részei hajtódnak végre. A következő ábra mutatja a programvégrehajtás folyamatát.



8. ábra Programvégrehajtás folyamata

A logikai vezérlőbekapcsolása után azonnal egy olyan ciklusba kerül, amelyből csak kikapcsoláskor fog kilépni. A ciklus a következő három tevékenységből áll:

1. A bemenetek értékeinek beolvasása és tárolása a memória egy előre rögzített, a rendszer által kezelt területén. Ez a művelet azzal az előnnyel jár, hogy a felhasználói program futása közben hiába változnak meg a környezet jelei, ezt a program nem érzékeli, így nem léphetnek fel házárdjelenségek. A memória azon területének a neve, ahol a beolvasott értékeket a rendszer tárolja, “bemeneti folyamattükör”, angolul Process Input Image (PII).



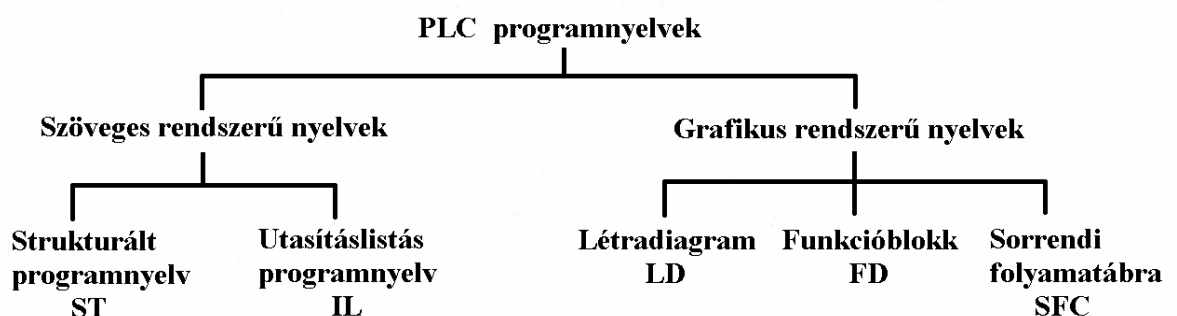
2. A felhasználói program végrehajtása. A processzor a végrehajtandó utasításokat egymás után olvassa ki a memóriából. A felhasználói program a bemenetek értékét a PII-ből veszi, és a számolt eredményeket nem közvetlenül írja ki a kimeneti egységekre, hanem szintén a memória egy területére teszi le. Ennek a területnek a neve “kimeneti folyamattükör”, angolul Process Output Image (PIQ).
3. A PIQ-ban tárolt értékek kiírása a kimeneti egységekre. Így minden kimenet egyszerre vált értéket, és elkerülhetők a házardok. Ha időzíteni, vagy egyéb okokból szükség van egy bemenet adott pillanatbeli értékének használatára, vagy egy kimenet azonnali beállítására, ez megtehető a PII és a PIQ megkerülésével. Ezekre az esetekre speciális utasításokat használhatunk [3].

### 3.3. PLC programnyelvek

A fejlődése során számos programozási nyelvet fejlesztettek ki, és ezen nyelvek széles körben való alkalmazása az egyes gyártók eszközei közötti kompatibilitást lehetetlenné teszi. Ebből adódóan egyre nagyobb igény mutatkozik egy egységes nemzetközi szabványokban rögzített programozási nyelv kifejlesztésére. Ez a törekvés vezetett az IEC 1131-3 nemzetközi szabvány létrejöttéhez, ami nem egy új kompatibilis programnyelvet jelent, hanem a már meglévő, hasonló struktúrájú nyelveket igyekszik egyesíteni.

A PLC programozási nyelvek közös jellemzője, hogy vezérléstechnikai (*újabbban irányítástechnikai*) orientáltságúak. Az IEC 1131 szabvány a programnyelveket két osztályba sorolja: szöveges rendszerű, illetve grafikus szimbólumokat alkalmazó programnyelvek. A szöveges rendszerűnek két megvalósítási formája létezik:

- **ST** (*Structured Text*), ami a magas szintű programnyelvekkel (*Pascal, C*) támogatott strukturált felhasználói programnyelv. Ezen módszer célja, hogy a magas szintű nyelvet ismerők az általuk már megszokott módon képesek legyenek PLC program készítésére. Bár a népszerűsége egyre növekvő tendenciát mutat, nem tartozik az elterjedtebbek közé.



9. ábra Programvégrehajtás folyamata

- **IL** (*Instruction List*), vagyis az utasításlistás felhasználói programnyelv, amely a mikroprocesszorok programozásánál már bevált *assembly*-ből fejlődött ki, és a bitszervezésű PLC-knél erősen kötődött a hardverstruktúrához.

Az IEC 1131-3 szabványban a grafikus rendszerű nyelvek három alcsoportot tartalmaznak:

- **LD** (*Ladder Diagram*), vagyis létradiagramos programnyelv. Alapvető nyelv, mely az információtechnológiában járatos embereknek nyújt könnyű áttekinthetőséget. Az áramútervből alakult ki, így tulajdonképpen a létradiagramok az áramútervek szoftveres megfelelői. Csak logikai egyenletek leírására szolgálnak, nem tartalmaznak speciális, csak az érintkezős hálózatokra jellemző összevonásokat, és elemei csak az adott PLC funkcionális szoftverelemei lehetnek.
- **FD** (*Function Block*), azaz funkcióblokk-diagram. A huzalozott logikában az *SSI*, *MSI* áramköröknél használt szimbólumokból kialakított, erősen hardverorientált nyelv. Egy funkcióblokknál baloldalon a bemenetek, jobboldalon a kimenetek találhatóak.
- **SFC** (*Sequential Flow Chart*), vagyis a sorrendi folyamatábrás programozási nyelv a *Grafcet* francia nemzetközi szabvány továbbfejlesztése, a nagyobb szoftverorientáltság előtérbe helyezésével.

## 4. LG ipari felhasználású termékek

Az LG Electronics, Inc. Vállalatot (*Koreai tőzsde: 6657.KS*) 1958-ban alapították. Nemében ez volt az első cég a koreai szórakoztató elektronikai piacon. A vállalat jelenleg globálisan is meghatározó szerepű az elektronika, információtechnológia és a kommunikáció területén, 76 külföldi leányvállalatban és marketingközpontjában több mint 64 000 alkalmazottat foglalkoztat világszerte. Tevékenysége 4 fő területre, kereskedelem és szolgáltatás, vegyi- és energiaipar, pénzügyi finanszírozás és elektronikai cikkek fejlesztésére, gyártására összpontosul. Az elektronikai cikkek - mind az ipari, mind a szórakoztató - a cég termelésének 26,2%-át teszik ki, ezen belül 2005-ben az LG a koreai PLC piacon 46%-os részesedést ért el [4].

### 4.1. LG LS programozható vezérlő berendezések

A két altípusba, a MASTER-K- és GLOFA sorozatba tartozó LG PLC-k felhasználói igényeket tekintve meglehetősen széles skálát fognak át, és rugalmasságuknak, nagyfokú megbízhatóságuknak, valamint versenyképes árúknak köszönhetően széles körben elterjedtek.

A MASTER-K sorozatba tartozó készülékek a rendkívül gazdaságos, kis vezérlési feladatok ellátására alkalmas PLC-k sorát bővítik, míg a GLOFA-GM termékcsalád a IEC 61131-3 nemzetközi szabványnak megfelelő multi-funkcionális rendszerekhez alkalmazható. GM sorozat tagjai között található moduláris felépítésű PLC-eket, valamint olyan vezérlő berendezéseket is, melyek I/O egységei több 10000 be- és kimenetet számolnak [2].

#### 4.1.1. MASTER-K sorozat

Kis berendezések vezérlésére alkalmas, rendkívül gazdaságos.

Főbb jellemzők:

- Rugalmas, kompakt és bizonyított megbízhatóságú
- I/O pont: 10 ~ 1024
- Analóg I/O-k, beépített RS-232C/485
- Nagysebességű számláló

#### 4.1.2. GLOFA GM sorozat

A GM sorozat tagjait az IEC 61131-3 nemzetközi szabvány specifikációi alapján tervezték, így lehetőség nyílik IL, LD, SFC programnyelvek használatára, ezáltal biztosítva a könnyű programozást.

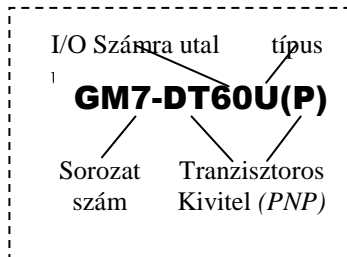
Tulajdonságok:

- Nyitott hálózati lehetőségek nemzetközi kommunikációs protokoll alapján (*RS-232C (modem) interfész, RS-422/485 (ModBus) interfész*)
- Nagy gyorsaságú adatfeldolgozás, köszönhetően a folyamat-orientált processzornak
- Számos speciális modul, ami a PLC alkalmazási körét tágítja (*DeviceNet, FieldBus, ProfiBus-DP, EtherNet*)
- Analóg I/O, RTD, TC, HSC, Pozicionálás stb.
- Relés, vagy tranzisztoros be-, kimenet (*bizonyos típusok esetén*)
- Windows alapú IL, LD, SFC nyelveket támogató programozó szoftver (*GMWIN*)

A GLOFA-GM sorozat elemei: GMR, GM1(B), GM2(B), GM3, GM4(B;C), GM6, GM7, GM7U

#### 4.1.2.1. LG GLOFA GM7U termékről általában

Nagyfokú kompaktságából, gyors processzálásából ( $0,1-0,9 \mu s$ ) adódóan, ami a sorozatban a GM7U-nál a legnagyobb, a GM7U egy nagyon sokoldalú termék. A program memória



mérete szintén a sorozat ezen elemének a legnagyobb ( $132Kb$ ), az adatmemória is a legtöbb megoldandó feladat számára kielégítő mennyiségű ( $44Kb$ ). Könnyen belátható tehát, hogy ez a típus széles körben alkalmazható. I/O pontok számát ( $20-120$ ), illetve kapcsolását (*relés - DR, vagy tranzisztoros - DT*) tekintve többféle verzió létezik. Az egyes karakterek jelentését az elnevezésben az alábbi példa szemlélteti.

#### 4.1.2.2. GM7U általános jellemzők

		Leírás		
Környezeti hőmérséklet		0~55°C (32~131 °C)		
Tárolási hőmérséklet		-25~70°C (-13~158 °C)		
Relatív páratartalom		5~95%RH (Nem kondenzáló)		
Tárolási relatív páratartalom		5~95%RH (Nem kondenzáló)		
Rezgések elleni védelem	Alkalmi rezgések			10 alkalommal minden irányban (X,Y és Z)
	Frekvencia	Gyorsulás	Hullámhossz	
	$10 \leq f < 57 \text{ Hz}$	-	0.075mm	
	$57 \leq f \leq 150 \text{ Hz}$	9.8 m/s <sup>2</sup> (1G)	-	
	Folyamatos rezgés			
	Frekvencia	Gyorsulás	Hullámhossz	
$10 \leq f < 57 \text{ Hz}$	-	0.035 mm		
	$57 \leq f < 150 \text{ Hz}$	4.9 m/s <sup>2</sup> (0.5G)	-	
Ütésállóság	<ul style="list-style-type: none"> <li>• csúcs: 147 m/s<sup>2</sup> (15G)</li> <li>• Időtartam: 11ms</li> <li>• Félcsúcs, 3 alkalommal mind a 3 irányban</li> </ul>			
Impulzus zaj	Négyzetes hullám zaj	≈1500 Vp-p		
	Elektrosztatikus kisülés	≈ 4 kV		
	Elektromágneses tér		27-500 MHz, 10 V/m	
	Gyors tranziens zaj	Tápegység 2 kV	Digitális I/O (több mint 24 V)	Digitális I/O (> 24V) Analog I/O, Komm. I/O 0.25 kV)
Működési környezet	Korróziós hatású gázoktól és átlagosnál nagyobb mértékű szálló portól mentes			
Tengerszint feletti magasság	Max. 2000m			
Szennyezettség mértéke	Kisebb vagy egyenlő mint			
Hűtés mód	Légűtés			

10. ábra GM7U általános jellemzők

### 4.1.2.3. GM7U műszaki jellemzők

		GM4-CPUA/B	GM4-CPUC	GM6	GM7	GM7U
Irányításmód		A tárolt program ciklikus futtatása, megszakítás feladat futtatása				
I/O frissítési mód		A program frissítése vizsgálatonként				
Programnyelv		IL (Instruction list) / LD (Ladder diagram) / SFC (Sequential function chart) Utasításlista Létradiagram Sorrendi függvény				
Utasítások száma	Operátor	IL:20; LD:30				
	Standard függvény	194	194+F valós szám	194		
Speciális funkcióblokk		Speciális funkcióblokkok a speciális modulok számára				
Végrehajtási idő	Operátor	0.2 µs/lépés	0.12 µs/lépés	0.5 µs/lépés	0.1 µs/lépés	
	Standard függvény/függvényblokk	0.2 µs/lépés	0.12 µs/lépés	0.5 µs/lépés	0.1 µs/lépés	
Program kapacitás		128Kbyte	1Mbyte	68Kbyte	132Kbyte	
I/O pontok	32 pontos modulál	1,024	1,792	384	10-80	20-120
	64 pontos modulál	2,048	3,584	-	-	-
	Hálózattal	4,096/8,192	32,768	-	-	-
Közvetlen változó terület		2-16Kbyte	8-117Kbyte	2-88Kbyte	10Kbyte	
Szimbolikus változó terület		52K/50Kbyte	428Kbyte	32Kbyte	30Kbyte	
Timer		Időhatárok: 0.001-4294967 295 mp (1,193 óra)				
Számláló		Számlálási korlátok: -32,768-32,767				
Vezérlésmód		RUN, STOP, PAUSE, DEBUG				
Adat visszaállítás hálózati áram hiba esetén		A visszaállítás (retain) értéket az adat deklarációjánál kell beállítani				
Program típus	Ellenőrzés	180			100	
		Idő	8	32	8	
	Feladat	Külső	8			
		Belső	16			8
		HSC	-			
		Hiba	-	ERR_SYS	-	
inicializálás	_INIT, H_INIT			_INIT		
On-ellenőrzés		Futtatás, Késleltetés, Memória hiba, I/O hiba, Akkumulátor hiba, Táp hiba				
Újraindítási mód		Hideg, Meleg, Forró újraindulás			Hideg, Meleg újraindulás	

11. ábra GM sorozat 5 tagjának műszaki jellemzői

Feldolgozási idő 0,5 µs

- Program kapacitás 132000 lépés
- Beépített RS 232C kommunikációs port a PC és a GM7U közötti kapcsolathoz
- Beépített RS 485 kommunikációs port GM7U és kompatibilis ipari termékek között  
(pl.: inverter, kijelző)

### 4.1.2.4. Hasznos beépített függvények

- Gyors számláló: 32-bites működés
  - Működési tartomány: -2,147,483,648...2,147,483,647
  - Függvényei: ring counter (*gyűrű számláló*), latch counter, comparison /összehasonlító fajtái equal (egyenlő), zone (zóna), task (feladat)/, RPM (*fordulatszám*láló)
- Pozicionáló függvény: (*DRT/DT típus*)
- Vezérlő tengely: 2 tengely (*100 kHz*)
- Működési forma: egyszeri/ismétléses
- Működésmód: end (*vég*), keep (*tartó*), continous (*folyamatos*)
- Egyéb függvények: visszatérés az origóba, JOG vezérlés, PWM kimenet
- PID függvények

- Relé/PRC automatikus hangolás, SV ramp, delta MV, PWM kimenet, pozíció/sebesség algoritmus, Előre/visszafelé

#### 4.1.2.5. Bővítő modulok:

- Rendelkezésre álló rendszer maximum 3 bővítő egység a standard változatnál és maximum 2 a gazdaságos változatnál
- Digitális I/O: maximum 3 egység
- Analóg I/O: maximum 3 egység
- A/D, D/A átalakító: maximum 3 egység
- Analóg időzítő: maximum 3 egység
- Kommunikációs I/F: 1 egység
  - RS-232C 1 modul
  - RS-422/485 modul beleértve a Modbus protokollt
  - Fieldbus I/F modul (Fnet master)
  - Fieldbus I/F modul (Rnet master)
  - DeviceNet modul (slave)
  - Profibus-DP modul (slave)
  - Cnet I/F modul
  - Rnet I/F modul
  - Pnet I/F modul

## 4.2. LG Inverter (frekvenciaváltó)

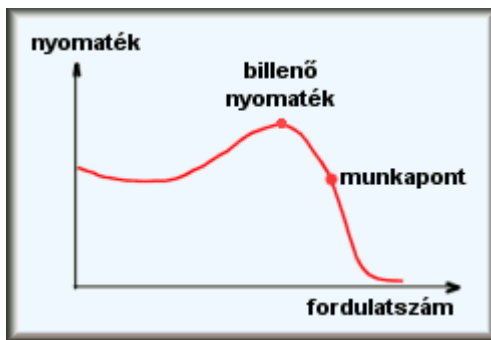
A villamos motorok fordulatszám változtatásának igénye nem új keletű dolog, gondoljunk csak a széles körben elterjedt egyenáramú hajtásokra, melyek már hosszú ideje szerves részét képezik a különféle ipari technológiáknak.

Az iparban legelterjedtebb, nagy darabszámban telepített villamos forgógép a háromfázisú rövidrezárt forgórészű kiefeszültségű aszinkron motor. Ezek a motorok a legkülönbözőbb technológiai folyamatokban a kukoricadarálótól a ventillátorokon keresztül a szállítópályáig, ma még legtöbbször direkt a háromfázisú hálózati 50 Hz-es hálózatról működnek. Egy nem túl régi európai felmérés szerint a beépített bővítő modulok nintegy 10 %-a rendelkezik fordulatszám változtatás lehetőségével, az előrejelzések szerint azonban ez az arány a nem túl távoli jövőben teljesen megfordul.

Előnyök, melyek ezt a gyors átállást elősegíthetik:

- A technológiai igény a fokozatmentes fordulatszám változtatásra egyszerűen kielégíthető.
- Energia megtakarítás, hiszen józanésszel is belátható, hogy a ventilátor, szivattyú, stb. által továbbított közeg útjába tett fojtásnál ésszerűbb és takarékosabb a fokozatmentes fordulatszám-változtatással végzett mennyiségváltoztatás.
- A direkt indítással szemben tulajdonképpen itt frekvenciafelfutás valósul meg, tehát a hálózatot nem terheli indítási áramlökések. Az energia megtakarításon felül ez a hálózati elemek méretezésénél is megtakarításokat eredményez.

Ahhoz, hogy a fordulatszám szabályozás folyamatát, fizikai hátterét megértsük, elengedhetetlen az indukciós motorok működésének megismerése.



12. ábra motor  $M/n$  görbe

Az ilyen típusú motorok fizikai tulajdonságai hasonlóak a transzformátor működéséhez. Ha a motort a váltakozó áramú hálózatra csatlakoztatjuk, akkor az állórészben létrejön egy a hálózati frekvenciának megfelelő fordulatszámmal forgó mágneses mező. A forgó mező hatására, a forgórész tekercsben indukálódott feszültség következtében kialakuló áram és a mágneses mező

kölcsönhatására, a forgórész forogni kezd. A forgórész mindig lassabban forog, mint a forgó mező, vagyis aszinkron fordulatszám, mert különben nem lenne a nyomatékot létrehozó erővonalmetszés.

A fordulatszám-különbséget nevezzük *slip*-nek, amely a terhelés függvényében változik. Ha nő a terhelés, akkor a slip növekszik, a munkapont egyre inkább a motor billenőnyomatékának közelébe kerül. Túlterhelésnél a motor kibillenhet a stabil üzemállapotából. A 12. ábrán a fix frekvencián üzemelő motor nyomaték-fordulatszám görbéje látható.

A legtöbb motor a névleges nyomatékának 150 %- val rövid ideig (60 sec- ig) túlterhelhető, azonban ezzel nem érdemes visszaélni, főleg ha a motor nem rendelkezik korrekt hővédelemmel. A motor szempontjából szintén kritikus a kis fordulatszámon, névleges terheléssel történő üzemeltetés, mivel ekkor már a motor tengelyére szerelt saját hűtés nem elegendő. Általános szabályként elmondható, hogy a névleges fordulatszám feléig leszabályozható a motor fordulatszáma, utána csak teljesítménycsökkentéssel üzemelhet.

Minden esetben érdemes kihasználni a frekvenciaváltókba beépített motorvédelmi funkciót (*frekvenciafüggő  $I_{2t}$* ), de a legkorrektebb megoldás a motor tekercsfejeibe épített PTC termisztor, melynek ellenállás-változását a frekvenciaváltó kiértékeli. A maximális fordulatszámot a motor mechanikai határ fordulatszáma korlátozza be, melyet általában a gyártók a kétszeres névleges fordulatszámban adnak meg. A névleges frekvencia feletti tartományban azonban a motor fluxusa a fordulatszámmal fordított arányban csökken és ennek megfelelően a motor terhelhetősége is [5].

#### 4.2.1. Fordulatszám szabályozás

A leggyakoribb megvalósításoknál tulajdonképpen **csak vezérlésről** beszélhetünk, mivel általános esetekben nincs fordulatszám-visszacsatolás, tehát az alapjelből származtatott vezérlőjel közvetlenül az áramszabályozó alapjelét képezi. Ezen alapjel és a tényleges mért áramérték különbségét dolgozza fel az áramszabályozó, és ennek alapján képezi le a gyújtási képet. Ebben az esetben a fordulatszám erősen függ a terhelés mértékétől.

A nyomatéki görbe a vízszintes tengely mentén, mind a két irányba eltolható a tápláló frekvencia változtatásával. Ezáltal nyílik lehetőség a fordulatszám szabályozásra. Mivel a motor teljesítménye arányos a nyomaték és fordulatszám szorzatával, nem hagyhatjuk figyelmen kívül a fordulatszám módosításával bekövetkező teljesítményváltozást, mind a felvett, mind a leadott értékekre.

A legkézenfekvőbb megoldás egy aszinkron motor fordulatszámának változtatására a tápláló feszültség frekvenciájának a változtatása. Nem szabad azonban elfelednünk, hogy amennyivel csökkentjük a frekvenciát, kénytelenek vagyunk a motorra jutó feszültséget is ugyanannyival csökkenteni, különben a motor fluxusa túl magas lenne, és a motor *telítődne*. A névleges frekvencia alatti tartományban tehát a feszültséget is csökkentenünk kell.

Ha pedig a frekvenciát a hálózati fölé növeljük, akkor magasabb feszültségre lenne szükség, mint a névleges, hogy a fluxus ebben a tartományban is állandó maradjon. Erre általában nincs lehetőség, a motorra jutó feszültséget a névleges értéken tartjuk, így viszont a növekvő frekvenciával csökken a motor fluxusa, ebből kifolyólag a nyomatéka is.

#### 4.2.2. A frekvenciaváltó működése

A táp lehet egy-, vagy háromfázisú kisebb teljesítményeknél, azonban nagyobb teljesítményeknél kizárólag háromfázisúval valósítható meg. A betáplált áram a diódás hídon (*Graetz híd*) keresztül folyva lesz egyenirányú, és a közbensőköri puffer kondenzátorokat táplálja. A kondenzátorok egyrészt simítják a feszültség hullámosságát



(félszinusz; különösen az 1 fázisú betáplálásnál van ennek jelentősége), másrészt kisebb hálózati ingadozásoknál tartják a feszültség szintet is.

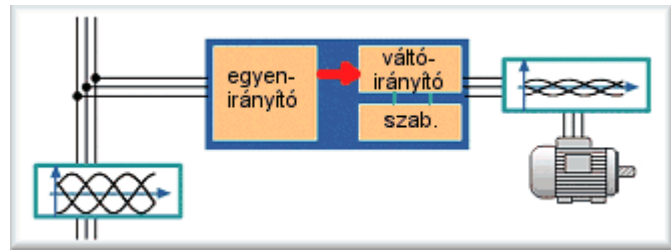
A szabályozatlan közbensőköri egyenfeszültség miatt a tápfeszültség csúcsértéke határozza meg az értékét. A

közbensőköri egyenfeszültség impulzusszélesség-moduláció

segítségével ismét váltakozó feszültséggé alakul. A kívánt

hullámforma a kimeneti tranzisztorok

(IGBT) meghatározott frekvenciával (*kapcsolási frekvencia*) történő ki-, bekapcsolásával hozható létre.



13. ábra frekvenciaváltó működése

### 4.2.3. LG Startvert frekvenciaváltók

Az LG cég meglehetősen széles palettát kínál a Startvert inverter családdal, amibe 6 alaptípus tartozik, az egész kompakt kivitelűtől az akár 280 kW teljesítmény kezelésére képes 3 fázisú frekvenciaváltóig.

A Tech-con cég által is forgalmazott 4 alaptípus iC5; iG5; iS5 és iH közös jellemzői: [2]

- Állítható frekvenciatartomány 0-400Hz.
- Frekvenciapontosság: digitális parancsnál: 0,01%; Analóg parancs esetén: 0,5%.
- Túlterhelhetőség: A névleges bemeneti áram 150% egy percre.
- Analóg bemeneti jelszint: 0-10VDC, 0-20mA.
- Felfutási/lefutási időállítás 0-6000 sec.

#### 4.2.3.1. Startvert - iC5 0,4kW - 2,2 kW 1 fázis, 230 V 50 Hz, 0-400Hz

- Névleges tápfeszültség: 230V; 50 Hz.
- Vezérlési mód: Impulzus szélesség modulált szinusz hullám.
- V/F vezérlés, érzékelőmentes (sensorless) vektorvezérlés.
- Beépített: PID vezérlés, DC fékezés, frekvenciakorlát, szlip kompenzáció.
- Beállítható multi-step frekvenciák.
- Beépített potenciométeres frekvenciaállítási lehetőség.
- Védelmi funkciók: túlfeszültség védelem, feszültségcsökkenési védelem, túláram védelem, motor túlterhelés védelem, be/kimeneti fázis kimaradás védelem, túlterhelés védelem, kommunikációfigyelés, hardver belső hiba védelem.

- Környezeti feltételek: maximum 90% páratartalom, lecsapódás (*mentesen*), rezgésállóság

#### **4.2.3.2. Startver - iG5 0,4kW - 4 kW 1/3 fázis, 230/400V 50 Hz, 0-400Hz**

- Névleges tápfeszültség: 230V/ 50 Hz 1 fázis; 380-460VAC/ 50Hz 3 fázis.
- Vezérlési mód: Impulzus szélesség modulált szinusz hullám.
- V/F vezérlés, tér vektorvezérlés.
- Beépített: PID vezérlés, DC fékezés, frekvenciakorlát, szlip kompenzáció, RS-485, ModBus-RTU, kivehető billentyűzet.
- 8 beállítható frekvencialépés, 3 multifunkciós bemenet, 1 multifunkciós kimenet.
- NPN és PNP jelek fogadására is alkalmas hardver.
- Analóg kimeneti jel 0-12 V.
- Paraméterek másolása a billentyűzetről!
- 1-10kHz vivő frekvencia.
- Védelmi funkciók: túlfeszültség védelem, feszültségcsökkenési védelem, túláram védelem, motor túlterhelés védelem, be/kimeneti fázis kimaradás védelem, túlterhelés védelem, kommunikációfigyelés, hardver belső hiba védelem.
- Környezeti feltételek: maximum 90% páratartalom, lecsapódás (*mentesen*), rezgésállóság.

#### **4.2.3.4. Startver - iS5 0,75kW - 75 kW 3 fázis, 400V 50 Hz, 0-400Hz**

- Névleges tápfeszültség: 380-460VAC/ 50Hz 3 fázis.
- Vezérlési mód: Impulzus szélesség modulált szinusz hullám IGBT-vel.
- sensorless vektorvezérlés.
- Beépített: PID vezérlés, DC fékezés, frekvenciakorlát, kivehető billentyűzet.
- 8 beállítható frekvencialépés, 3 multifunkciós bemenet, 2 multifunkciós kimenet.
- Analóg kimeneti jel 0-12 V.
- 1-15kHz vivő frekvencia.
- Védelmi funkciók: túlfeszültség védelem, feszültségcsökkenési védelem, túláram védelem, motor túlterhelés védelem, be/kimeneti fázis kimaradás védelem, túlterhelés védelem.
- Környezeti feltételek: maximum 90% páratartalom, lecsapódás (*mentesen*), rezgésállóság.

#### 4.2.3.5. Startver - iH 0,75kW - 22 kW 3 fázis, 400V 50 Hz, 0-400Hz

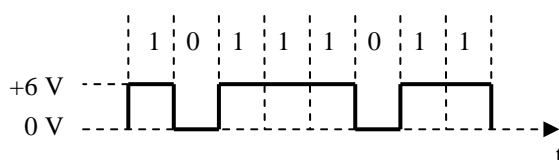
- Névleges tápfeszültség: 380-460VAC/ 50Hz 3 fázis.
- Vezérlési mód: Impulzus szélesség modulált szinusz hullám IGBT-vel és 32 bit DSP-vel.
- Tér vektorvezérlés.
- Beépített: PI vezérlés, frekvenciakorlát, kivehető billentyűzet.
- 8 beállítható frekvencialépés, 6 multifunkciós bemenet, 4 multifunkciós kimenet.
- Analóg kimeneti jel 0-12 V.
- 2, 8 kHz vivő frekvencia.
- Védelmi funkciók: túlfeszültség védelem, feszültségcsökkenési védelem, túláram védelem, motor túlterhelés védelem, be/kimeneti fázis kimaradás védelem, túlterhelés védelem, kommunikációfigyelés, hardver belső hiba védelem, Inverter/motor túlmelegedés védelem, CPU hiba védelem.
- Környezeti feltételek: maximum 90% páratartalom, lecsapódás (*mentesen*), rezgésállóság

## 5. PLC-k kommunikációs rendszere

A programozható vezérlők számos információforrással állnak kapcsolatban. Ezek közül a párhuzamos formátumú PLC és technológiai folyamat, illetve a soros formátumú PLC és PLC, PLC és személyi számítógép, PLC és kezelő, valamint a PLC és periféria közötti kommunikáció a legelterjedtebb. Párhuzamosan kezelt jelek a kétállapotú, analóg, valamint a frekvencia (*impulzus*) be-, kimenetek.

### 5.1. Soros adatátvitel

Soros adatátvitel esetén az adatok bitenként, a kiegészítő, ellenőrző jelekkel együtt, időben egymás után rendszerint egy vezetéken (*érpáron*) kerülnek továbbításra. Az információt a feszültség, vagy az áram szintje, illetve jelátmenete képviseli (*0V; 6V*), amely minimum



14. ábra Soros adatátviteli formátum

egy bitideig tart. Soros adatátvitel a kommunikációban részt vevő adók és vevők számától függően alapvetően két pont között (*pont-pont kommunikáció*),

illetve több pont között történhet. Pont-pont közötti kommunikáció (*adó, vevő*) esetén két egység van összeköttetésben, az adatátvitel folyhat egy, vagy mindkét irányban. A több pont közötti kommunikáció napjainkban szinte kizárólag hálózati jellegű.

A soros adatátvitel kidolgozásához és programozásához az átviteli sebesség, a fizikai jellemzők, a kódolási eljárások, a szinkronizálás módja és az átvitel szabályrendszerének (*protokoll*) ismerete szükséges.

A soros adatátvitel vezetékes, vagy vezeték nélküli átviteli közegen keresztül lehetséges. Előbbi lehet elektromos- (*csavart érpár; koaxiális kábel*), illetve fénykábel (*optikai kábel*).

### 5.1.1. Átviteli sebesség

Az átviteli sebességet az időegységenként átvitt bitek számával adják meg, mértékegysége a bit/s vagy bps. Gyakran találkozhatunk bruttó, valamint nettó adatátviteli sebesség fogalmával. Az előbbi a hasznos adatokon túl az adminisztrációs adatokat is figyelembe veszi, míg az utóbbi csak a hasznos adatok átvitelére vonatkozik, és értéke a kódolástól függően az előzőtől 10-30 %-kal kisebb.

Jellemző adatátviteli sebességek és alkalmazások:

- 1 Kbit/s pl.: PC perifériák (*nyomtató*)
- 10...100 Kbit/s pl.: irányítástechnikai hálózatok (*PROFIBUS*)
- 1...10 Mbit/s pl.: alapsávú LAN (*PC-hálózatok*)
- 100 Mbit/s...1 Gbit/s pl.: széles sávú LAN (*képátvitel*)

### 5.1.2. Adatátvitel iránya

AZ adatátvitel további fontos jellemzője az egy időben történő átvitel iránya. Eszerint három fajtát különböztethetünk meg.

- Szimplex: az adatáramlás egyirányú
- Fél duplex: az adattovábbítás mindkét irányban lehetséges, de nem egyszerre
- Duplex (*full duplex*): egy időben mindkét irányban lehet adatokat továbbítani

### 5.1.3. Kódolási eljárások

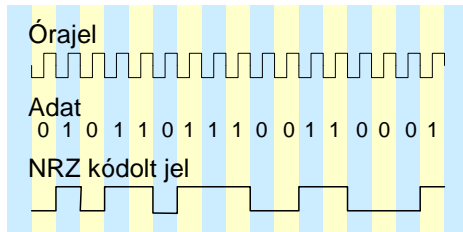
A kommunikációs csatornán keresztül továbbított bináris rendszerű adatok megfeleltetésére számos, kódolási forma létezik.

A leggyakoribb kódolási eljárások:

- RS 232C kódolás
- Nullára komplementáló differenciális kódolás

- Manchester-kódolás
- Differenciális Manchester-kódolás

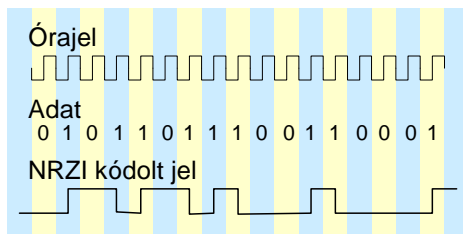
### 5.1.3.1. RS 232C kódolás



15. ábra RS 232C kódolás (NRZ)

Lassú adatátvitel jellemzi, közönséges távközlési csatornaként szolgál. Az RS 232C kódolásnál (NRZ – *Non Return to Zero*) az „1” bitértéknek az egy bitperiódusig tartó negatív feszültségszint, míg a „0” bitértéknek a pozitív feszültségszint felel meg.

### 5.1.3.2. Nullára komplementáló differenciális kódolás

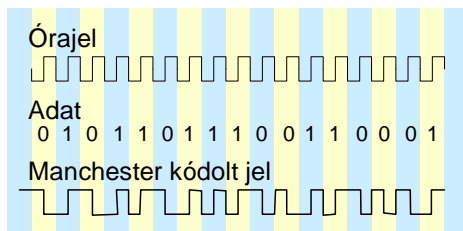


16. ábra NRZI kódolás

Az NRZI (*Non Return to Zero Inverted*) sok, nagy bonyolultságú vonalvezérlő eljárás. A NRZI kódolásban a bitperiódusban egy pozitív, vagy negatív feszültség polaritásváltása megfelel a „0” bitértéknek. Ha nincs polaritásváltás, akkor az „1” bitértéket jelent.

### 5.1.3.3. Manchester-kódolás

Elektromos szempontból sok lokális hálózati megvalósításban kívánatos, hogy pozitívból



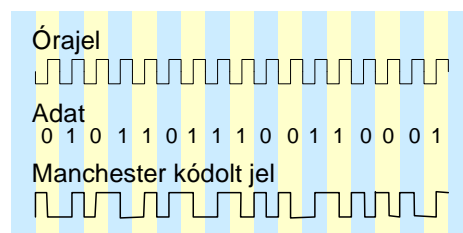
17. ábra Manchester-kódolás

negatívba való átmenet és a negatívból pozitívba való polaritásváltás előre látható szabályossággal kövesse egymást. Lokális hálózatokban elterjedt. „1” bitre felfutó él, „0” bitre lefutó él. A jel spektruma  $1/2T$  és  $1/T$ .

### 5.1.3.4. Differenciált Manchester-kódolás

A Manchester-kódolás egyik formája, jó néhány lokális hálózat, használja ezt a változatot.

Ennél is, mint a hagyományosnál minden bitperiódusban polaritásváltás történik. Azonban



18. ábra Diff. Manchester-kódolás

a változás jellege függ az előző bit értékétől. A bitérték „1”-be billen, ha nem változik a polaritás az előző bitperiódus végén, de változik a bitperiódus közepén, és „0” bitértéket azonosít, ha a bitperiódusnak mind az elején, mind a közepén

polaritásváltás történik.

## 5.2. RS típusú kommunikációs szabványok

Az EIA által a gépi kommunikációra kidolgozott RS szabványok egy része a pont-pont közötti, másik része a hálózati kommunikáció hardverfeltételeit definiálja. Pont-pont közötti kommunikáció rendszerint PC-PLC, PLC és PLC, PLC és MMI, illetve PLC és periféria közötti adatforgalom lebonyolítására használatos. Erre a célra a leginkább az RS-232, esetleg az RS-422/485, valamint a CETRONICS (*párhuzamos*) interfészt alkalmazzák.

### 5.2.1. RS 232C szabvány szerinti adatátvitel

A pont-pont közötti kommunikációhoz rendszerint az 1969-ben az EIA által kidolgozott és valószínűleg a legszélesebb körben használt RS-232C szabványt használják. A szabvány a kommunikációban részt vevő két eszköz közötti csatlakozás (*Data Terminal Equipment, DTE és Data Communication Equipment, DCE*) mechanikai, elektromos és funkcionális jellemzőit definiálja, ezért gyakran hardverprotokollnak is nevezik.

Az RS 232C tipikus feszültségértékei:

JEL TÍPUSA	LOGIKAI ÁLLAPOT	FESZÜLTSGTARTOMÁNY	NÉVLEGES ÉRTÉK
ADATJEL	0 (SZÜNET)	+3 V...+15 V	+7 V
	1 (JEL)	-15 V...-3 V	-7 V
VEZÉRLŐJEL	0 (KI)	-15 V...-3 V	-7 V
	1 (BE)	+3 V...+15 V	+7V

RS 232C szabvány szerinti kommunikáció főbb műszaki jellemzői:

- Átviteli sebesség: 75, 300, 600, 1200, 4800, 9600, 19000 bit/s
- A maximális átviteli távolság feszültségkimenet esetén kb.15 m, áramkiment esetén néhány 100 m, az átviteli sebességtől függően.

Az RS-232C szabványú csatoló két végberendezés bitsoros összekötését valósítja meg és megfelelő kialakításban szimplex, fél duplex vagy duplex átvitelre egyaránt alkalmas.

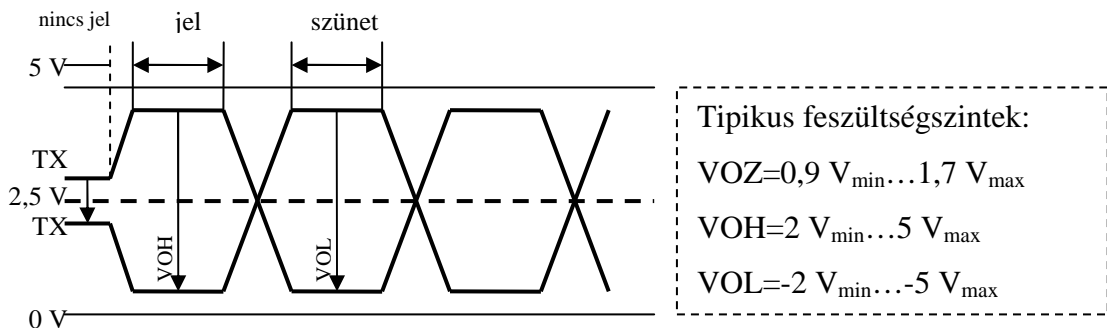
A csatlakozás a szabvány szerint 25 pólusú csatlakozót igényel, de valamennyi vezetékfunkciót csak ritkán hasznosítják. Van 3-9 vezetékes megoldás, amihez 9 pólusú csatlakozó szükséges.

Az RS 232C szerinti soros kommunikáció rendszerint a CPU soros UART egységén valósul meg úgy, hogy ennek TTL szintű jeleit úgynevezett EIA meghajtókkal és szintáttevőkkel alakítják RS 232C szintre és vissza.

Ennél az átvitelnél az információ továbbítása az adatvezetékeken, soros formában, úgynevezett kézfogásos (hand-shaking) módon a vezérlőbitek által irányítva történik.

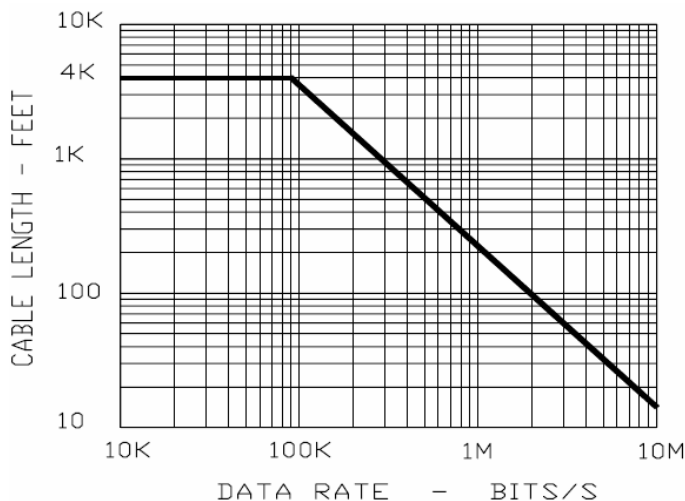
### 5.2.2. RS-422/485 szabvány szerinti adatátvitel

Az RS-232C típusú adatátvitel az átviteli sebesség és a távolság szempontjából előnytelen és csak alacsony sebesség és kis átviteli távolság esetén használatos. Ezen javít az RS-422, illetve RS-485 szabvány szerinti adatátvitel. E két szabvány az átviteli paraméterek javulását nagyrészt a szimmetrikus jelátvitel révén éri el.



19. ábra RS 422/485 átvitel jelalakjai; tipikus feszültségszintek

Az RS-422/485 szabvány szerinti átvitel kettőnél több pont eszköz közötti kommunikációt is lehetővé tesz.

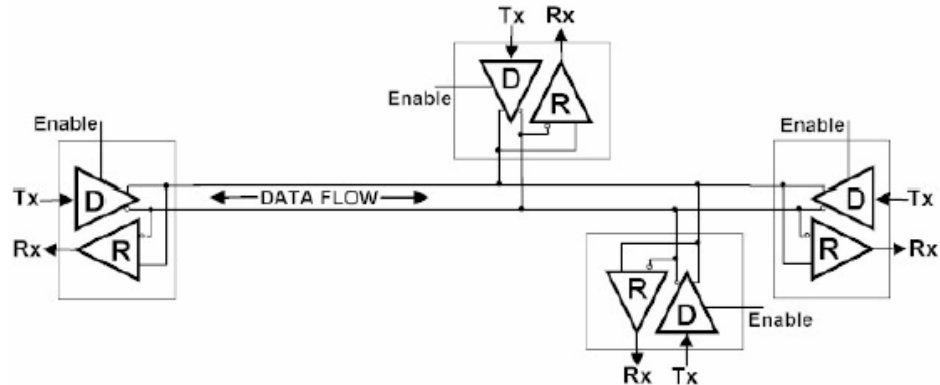


20. ábra RS 422 átvitel sávszélessége a kábel hosszának függvényében, a hullámimpedancia =  $100\Omega$ ; (FEET – láb kb. 33 cm)

Ha ipari környezetben, kis információ csomagokat szeretnénk gyorsan, nagytávolságra szállítani, akkor az RS-485 szabványú interfész az optimális választás, ami kétvezetékes busz specifikációját határozza meg több eszköz közötti, úgynevezett party-line, vagy multidrop hálózati kommunikációhoz. A lényegi különbség a 422 és 485 között az, hogy

míg a 422-es kommunikáció egy adó és több vevő között lehetséges, addig a 485-ös esetben az adó oldalon is több kapcsolat kivitelezhető.

Az RS-485 szerinti kéteres, sodrott érpárú vezetéken többnyire master-slave típusú buszhozzáférés lehetséges.



21. ábra RS 485 Half-duplex multi-point kommunikáció

JELLEMZŐK	EIA SZABVÁNY		
	RS 232C	RS 422	RS 485
ADATÁTVITEL IRÁNYA	FULL DUPLEX	FULL DUPLEX	HALF DUPLEX
ÁTVITELI SEBESSÉG (MAX.)	115 KBIT/S	10 MBIT/S	10 MBIT/S
TÁVOLSÁG (MAX.)	50 M	1200 M	1200 M
KOMMUNIKÁCIÓ	1 ADÓ - 1 VEVŐ	1 ADÓ – TÖBB VEVŐ	TÖBB ADÓ – TÖBB VEVŐ
KAPCSOLAT		1+10	32
HULLÁMIMPEDANCIA [ $Z_h$ ]		100 $\Omega$	54 $\Omega$
CSATLAKOZÓ	25/9 PÓLUSÚ	4 PÓLUSÚ	2 PÓLUSÚ

22. ábra RS 232C 422, valamint 485 interfész főbb jellemzői

Az RS 485 szabvány szimmetrikus jelátvitelt biztosít sodrott érpárral. A vonalon az információt feszültségimpulzusok hordozzák, ezért az átviteli sebesség növelésével növekszik a feszültségugrások felharmonikus tartalma.

A nagyfrekvenciás technikában minden kábelt hullámimpedanciával ( $Z_h$ ) kell lezárni, a vonalon terjedő jel visszaverődésének megakadályozására.

### 5.3. Hálózati kommunikáció

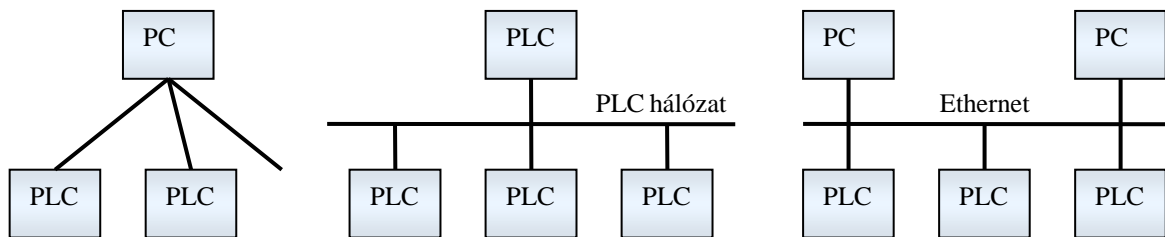
A már jól bevált, számos tipikus alkalmazási területtel rendelkező pont-pont közötti kommunikáció mellett, napjainkban a több pont közötti kommunikáció igénye is egyre növekszik.



Több PLC közötti kommunikáció módszerei a következők:

- Több soros vonal révén kialakított pont-pont kapcsolat. Ez a megoldás csak korlátozott kommunikációra alkalmas, ezért a mai PLC-ken gyakran egynél több RS 232C interfész található
- PLC-hálózat. A legelterjedtebb, kommunikációs módszer a több PLC-t felölelő információs kapcsolat kialakításához
- Ethernet-hálózat. A különösen nagy távolságú, illetve adatmennyiségeket igénylő kommunikáció esetén alkalmazandó.
- Adatgyűjtő számítógép. Adatgyűjtő számítógép és PLC-k közötti kapcsolatot valósít meg, ma már elavult.

Pont-pont összeköttetés  
Több soros vonal (RS 232C)



23. ábra hálózati kommunikáció

Az irányítástechnika kommunikációs hálózatainak előnyei:

- Jelentősen kisebb kábelköltségek
- Kisebb:
  - méretű kapcsolószekrények
  - mennyiségű járulékos, hagyományos technika (pl. sorozatkapcsok)
  - telepítési és ráfordítási költségek (bérköltségek)
  - szervizköltségek
- Nagyobb üzembiztonság és teljesítmény
- Rugalmas módosítási lehetőség

### 5.3.1. Ethernet hálózat

A 70-es években a Xerox kezdte el a különböző irodai berendezések közötti adatkapcsolatok fejlesztését. A soros vonali kommunikáción gyorsan túllépve a kisméretű hálózatok felé indultak. Így született a LAN (Local Area Network) betűszó.

1985-ben az IEEE elfogadta az Ethernet-et, és ezt az ANSI/IEEE 802.3 szabványban rögzítette. A műszaki tartalom viszont több ponton módosult, így az IEEE 802.3 szerinti

hálózat és az Ethernet hálózat különböző dolgot kellene, hogy jelentsen. Mivel az Ethernet név addigra már széles körben használttá vált, mind a mai napig Ethernet-nek hívjuk az IEEE 802.3 későbbi kibővítéseinek megfelelő, mai használatban levő, hálózatunkat.

Az Ethernet a legjobban elterjedt irodai hálózat, amelyet ma már az irányítástechnikai rendszerekben is használnak a hierarchia legmagasabb fokán a nagy adatmennyiségek, mint például PLC-programok, recepttűrák átvitelére, illetve távdiagnosztikai feladatok megoldására. Amíg korábban a csatolást külön számítógéppel oldották meg, ma már a PLC-be csatlakoztatható ethernet- interfészt forgalmazznak.

Az ethernet-specifikációban az adatkapcsolási és fizikai rétegekódoló/dekódoló (*Manchester-kódolást használ, 17. ábra*) funkcióit vezérlőkártyán integrálják, amit a hálózati eszközbe (*PC, PLC*) építenek.

A fejlődés során 3 kábeltípuson jelentek meg Ethernet megvalósítások:

- Koax
- Üvegszál
- Sodrott érpár

**Koaxiális kábelt** alkalmaztak az Ethernet-nél kezdettől fogva. Nagyfrekvenciás jelátvitelre kiválóan alkalmazható, hiszen a koax nagy sávszélességet, kis csillapítást és magas elektromágneses védelemet biztosít, valamint csatlakoztatása is jó minőségben, árnyékoltan, robosztusan megoldható.

Az **üvegszál** szintén a kezdetektől használatban van, az utóbbi időszakban viszont erőteljes térhódítását figyelhetünk meg. Ennek oka - az óriási sávszélesség mellett - az elektromágneses zavarokkal szembeni érzéketlensége, a rádiófrekvenciás kisugárzás megszűnése (*lehallgatás nehezebb*), és az opto szereléstechnikai eszközök árcsökkenése.

**Sodrott érpáras kábelek** használata ma a legelterjedtebb, ezeket a kapcsolatokat 10BaseT és 100BaseT jelöléssel azonosítjuk. („T” - twisted pair.) Az Ethernet kapcsolat megvalósításához 2 db sodrott érpárra van szükség, külön az adás- és vételi iránynak

## **5.4. Gyártóspecifikus buszrendszerek**

### **5.4.1. Profibusz**

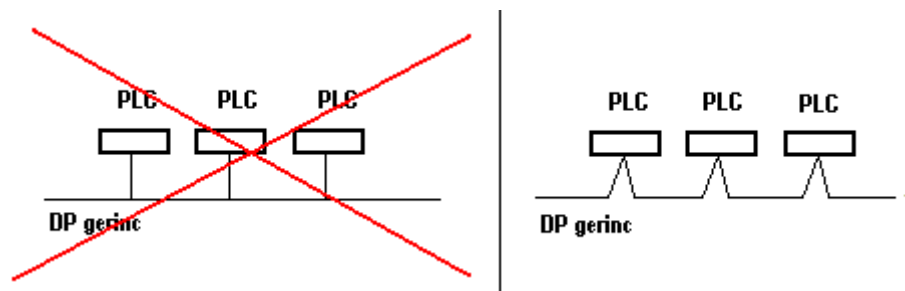
Az automatizálás világában széles körben ismert a PROcess Field BUS, röviden PROFIBUS, az első szabványosított terepi buszok egyike, amely 1987-ben német ipari szabványként indult, és 1996-ban vált nemzetközi szabvánnyá. A PROFIBUS a forrás/cél típusú hálózatok csoportjába tartozik, és hibrid (*token passing, master-slave, multimaster*) típusú buszhozzáférési eljárást használ.

Kevesebben tudják, hogy a Profibus tulajdonképpen egy háromtagú család:

- **Profibus PA** (*Process Automation*) mely a Foundation Fieldbus-szal azonos fizikai szinten, és terepi eszközök felfűzésére szolgál.
- **Profibus DP** (*Distributed Peripheria*) mely a PLC-k és I/O modulok, komplex terepi eszközök közötti kommunikációra szolgál. Ez a legelterjedtebb.
- **Profibus FMS** mely a PLC-k feletti rendszerbusz feladatra van optimalizálva.

Bár fejlesztés alatt áll a DP működtetése Ethernet-en is, napjaink felhasználásaira az RS-485-ös soros vonalon való DP használat a jellemző. Az RS-485 soros vonal 2 eres, sodrott, árnyékolt érpáron működik. Az érpár általában 9 tűs DIN (*Mint a soros vonali egér a PC-n*) csatlakozókra van kötve. A busz elején és végén 3-3 ellenállásból álló lezárás foglal helyet. A DIN csatlakozón kívül gyakori az IP 65-ös M12 csatlakozó, illetve egyes PLC-ken a 3 vezetőkes sorkapocs is.

A PROFIBUS-hálózat busztopológiájú, maximálisan négy szegmensből állhat, amelyeket jelismétlők kapcsolnak egymáshoz. A szegmensek maximális hossza függ az átviteli sebességtől. Egy-egy szegmensbe legfeljebb 32 eszköz (*PLC, I/O, PC, hajtás, stb.*) tartozhat, beleértve a repeatereket is. A négy szegmensből álló PROFIBUS-hálózat így 127 készüléket tartalmazhat. A PROFIBUS-hálózatra legfeljebb 32 master kapcsolható. A DP csatlakozóba lehetőleg be kell kötni a bejövő és továbbmenő kábelt is, mert ha leágazásokat csinálunk, és azt kötjük be, nagyobb busz sebességnél átviteli zavarok lehetnek:



24. ábra DP bekötése

A busz nyomvonalával lehetőleg kerüljük el az erős zavarforrásokat. Az RS-485 sebességét a buszvezeték (szegmens) hosszának megfelelően kell konfigurálni: Napjainkban - *a folyamatos árcsökkenés eredményeképpen* - egyre elterjedtebb az optikai adatátvitel. Nagy előnye a nagy átviteli sebesség és a nagy zavarvédelem. Számos cég kínál RS-485-opto átalakítókat, melyek segítségével többnyire csillag, ritkábban gyűrű

topológiákat lehet kialakítani. Léteznek olyan átalakítók is, melyek redundáns (*duplikált*) optokábel csatlakozást kínálnak. Az optokábelek alapvetően két fő kategóriába esnek:

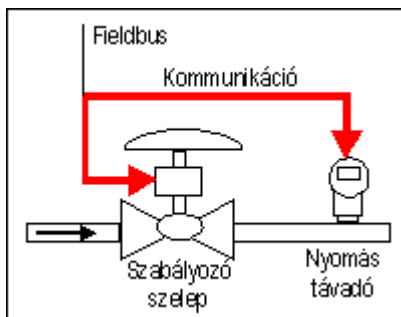
- Multimódusú (max. 3 Km átvitel)
- Monomódusú (*max. 20 Km átvitel*)

#### 5.4.2. Foundation Fieldbus

A szenzorbuszok sikere adta az ötletet egy olyan busz létrehozásához, melyre távadókat és szabályzó szelepeket lehet felfűzni. A nagy gyártók, nem álltak neki külön-külön buszok fejlesztésének, hanem a legnagyobb felhasználókat bevonva létrehozták a Terepi Busz Alapítványt, angolul Fieldbus Foundation-t. E szervezet feladata, hogy koordinálja a folyamatirányítás terepi buszának fejlesztését. Alapvető szempont volt egy olyan egységes rendszer definiálása, amelyben problémamentesen összekapcsolhatók a különböző gyártók termékei. Az alapítványhoz hamarosan a legtöbb jelentős gyártó csatlakozott. Az alapítvány 1996-ban kezdte meg tényleges működését.

A Foundation Fieldbus esetén minden eszköz magában hordozza a vele kapcsolatos adatfeldolgozási műveletekhez szükséges processzorteljesítményt és memóriát, így a rendszer bővítése egyszerűen az új eszköz csatlakoztatásából áll. A központi egységek feladata csak az emberi kezelőfelület biztosítása és a magas szintű folyamatirányítás koordinálása. Kevesebb feladat kevesebb helyet igényel, így eltűnik a központi műszerterem. A Foundation Fieldbus intelligens egységekre épül, ahol a vezérlési, szabályozási algoritmusok elosztottan közvetlenül az I/O eszközökön folynak és a központi egységek feladata az oszttottan folyó feldolgozás irányítása és szervezése. A Foundation Fieldbus a második generációs DCS rendszerek kialakítását támogatja.

A legnagyobb újdonsága a FFB-nak, hogy a buszra kötött eszközök egymással is képesek kommunikálni (*peer to peer*).



25. ábra *Peer to peer kapcsolat szabályozószelep és nyomástávadó között Foundation Fieldbus hálózaton*

A szelep pozícionáló rendelkezik PID szabályozó algoritmussal, és rendszeres időközönként képes a nyomás értékének a lekérdezésére a távadótól. Tehát a szabályozáshoz első közelítésben nem kell PLC, DCS, illetve másféle irányító rendszer.

FFB-os eszközök áramfelvételük modulálásával kommunikálnak. A rendszerben lévő eszközöket külön áramgenerátoros tápegység látja el. Az eszközök 15...20 mA<sub>pp</sub>

modulációt alkalmaznak. Eszerint, a lezáró RC kört figyelembe véve, a buszon  $0.75 \dots 1 V_{pp}$  nagyságú jelek keletkeznek.

### 5.4.3. CANbus

A Bosch által kifejlesztett kommunikáció a CAN (Controller Area Network) egy soros adatbusz, mely - bár járművekben való alkalmazásra tervezték - egyre terjed az automatizálásban is. A CANbus-ra fűzött eszközök száma már meghaladja a világban az 500.000-et.

A CAN felhasználás célszerűen az eszközbuszok terén valósítható meg, mivel a buszon egy üzenet maximum hossza 8 byte lehet. 8 byte-ba a mérési adatokhoz leírásához szükséges lebegőpontos szám is belefér, tehát az ilyen célú felhasználás is megoldható. A CAN alkalmazásai között találhatunk a processz elemzős alkalmazásoktól a villamos szelephajtások terepi buszáig sok érdekességet. Ezek tipikus beágyazott eszközbusz megoldások. A CAN kommunikáción alapul pl.: az Allen-Bradley cég által kidolgozott DeviceNet is.

A CANbus előnyei:

#### **Kedvező költségű**

- kétvezetékes soros busz, 120 Ohm lezárással
- maximális sebesség: 1Mbit/s (40 m-s buszhossznál)
- áttehető más közegekre is (opto, rádió)

#### **Megbízható**

- kifinomult hibaérzékelés és - kezelés, CSMA/CD hozzáférési rend
- az üzenetek egyedi azonosítója tartalmazza a prioritást is, a hibás üzeneteket érzékeli és újra küldi
- rendszerszintű adatkonzisztencia (minden eszköz értesül a hibáról)
- a hibás egységek automatikusan kivonják magukat a kommunikációból
- EMI elleni nagy védettség

#### **Flexibilis**

- multi-master működés is megengedett
- az eszközök könnyen le- és rácsatlakoztathatók (hot-swap)
- az eszközök száma nincs korlátozva a protokoll által
- broadcast lehetséges

#### **Szabványosított**

ISO-IS 11898, ISO-IS 11519-2, [5]

#### 5.4.4. Modbus

A ModBus protokollt eredetileg a Modicon PLC-k kommunikációjának biztosításához fejlesztették ki. Egyszerűsége és megbízhatósága miatt számos PLC-gyártó, sőt műszergyártó alkalmazza.

A Modbus protokoll a master-slave elv alapján működik. A kapcsolat kezdeményezésének a joga a master-t illeti meg. A master egy kérdés-, vagy egy parancscsomagot küld a slave számára. A címzettet egy címbájt tartalma jelöli ki. Ez azt jelenti, hogy elméletileg 256 berendezés (0...255) azonosítására van lehetőség egy Modbus hálózaton. A gyakorlatban maximum 32 kapcsolat lehetséges a Modbus által is használt RS 485-ös kommunikációs interfész korlátai miatt. A „0” címnek kitüntetett szerepe van. Amennyiben a master valamennyi slave számára üzenetet akar küldeni (*ügynevezett körözvényüzenet, pl.: a dátum és az idő szinkronizálása érdekében*), akkor ezen speciális cím megadásával elegendő egyetlen csomagot a vonalra helyezni. Azt mindegyik slave értelmezi, és végrehajtja a csomag parancsát. A master által kiadott csomag következő logikai része egy 1 bájt terjedelmű parancskód, azaz elméletileg 256 különböző parancskód értelmezésére nyílik lehetőség.

Minden egyes objektumcsoportban egy-egy konkrét bemenetre, illetve kimenetre egy-egy 16 bites számmal hivatkozhatunk az első elemre a „0”, a második elemre az „1” stb. számokkal.

Az írást kezdeményező csomag ASCII, vagy RTU formában kerülhet a soros vonalra.

- Az ASCII protokoll azt jelenti, hogy a csomag minden egyes bájtja két hexadecimális ASCII kódra konvertálódik, és ez kerül a vonalra.
- Az RTU (*Remote Terminal Unit*) protokoll kódfüggetlen átvitelt jelent. A csomag bájtjai minden konverzió nélkül kiadásra kerülnek a soros vonalon. Sem csomag kezdő, sem csomagtermináló karakter nincs.

A Modbus protokoll nem kizárólag a MODICON PLC-k esetén alkalmazható. Számos más PLC-gyártó - beleértve az LG-t is – leképezte ezt a kommunikációs protokollt, könnyű, megbízható használata miatt. Tipikusan az intelligens eszközök többségével (pl.: frekvenciaváltók, gázemelő, hozamszámító művek stb.) a Modbus protokoll alapján lehet kommunikálni.

## 6. RS 485 kommunikáció GM7U PLC-vel

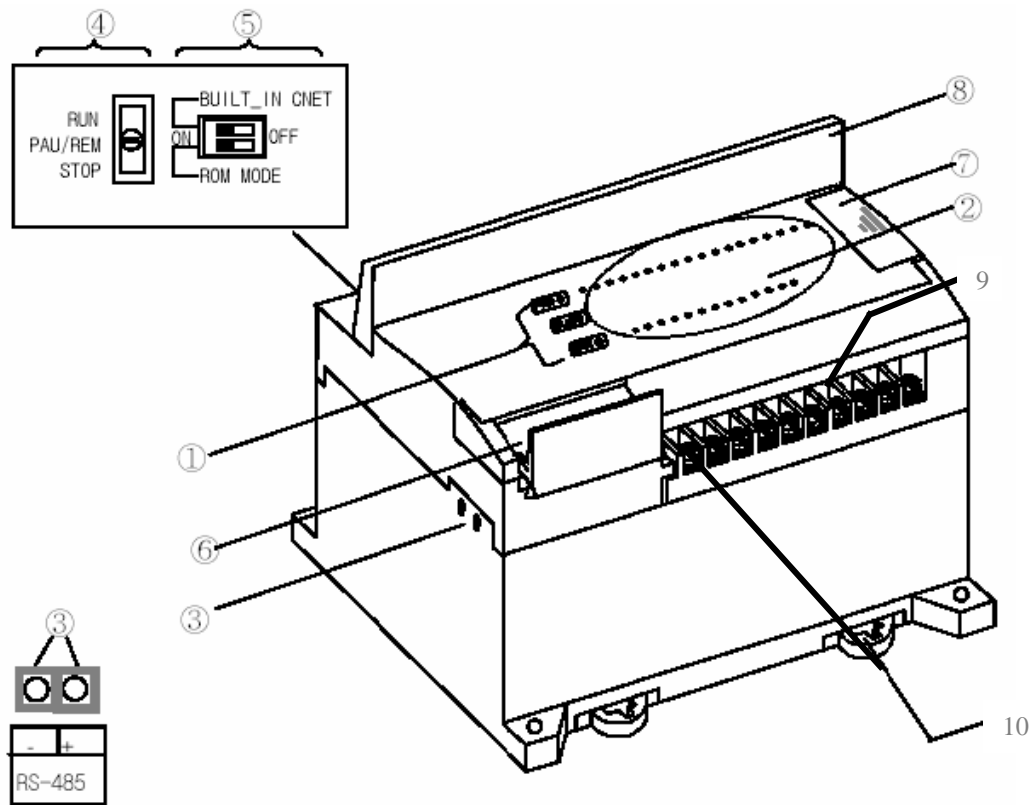
### 6.1. Rendszerbeállítás

#### 6.1.2. A PLC beállítása

Az adott feladathoz, mely az RS 485 kommunikáció bemutatása GM7U PLC-vel szükség van egy olyan eszközre is a PLC-n kívül, ami ennek a kommunikációnak a megvalósítását lehetővé teszi, azaz rendelkezik RS 485-ös interfésszel. Ilyen eszköz lehet akár egy frekvenciaváltó is. A választás egy LG SV-iC5 típusú inverterre esett, amely önmagában nem rendelkezik a RS 485 szabványnak megfelelő csatlakozási lehetőséggel, így elkerülhetetlen célunk elérése érdekében Modbus kártya használata, mely az iC5-ös frekvenciaváltó egyik opcionális bővítő modulja.

#### 6.1.2. Az LG GM7U PLC megismerése



A PLC egy LG GM7-DT60U(P), ami a GLOFA GM család egyik legújabb kompakt tagja. Ez egy 36 bemenettel és 24 kimenettel rendelkező típus. Ebből látszik, hogy ez a PLC jól alkalmazható széles körben, akár bonyolult feladatok számára is, és a már meglévő feladat, pl.: az RS 485-ös kommunikáció tovább fejlesztése esetén minden bizonnyal nem lesz szükség a vezérlő cseréjére, köszönhetően a viszonylag nagy I/O számnak. A be-, illetve kimeneti kapcsolat tisztán tranzistoros jellegű (*DT (P) – PNP átmenet*). Nagy előnye a relés kivittel szemben, hogy megvalósíthatóak vele olyan feladatok, amelyeknél szükség van impulzus üzemű (azaz gyors kapcsolás) állapotra, mivel a relés kapcsoláshoz képest a tranzistoros kapcsolás jóval gyorsabb, és nem tartalmaz mechanikus, korlátozott élettartamú alkatrészt. Mivel ezek nem teljesítménytranzisztorok, sajnos a nagy teljesítményű, 220V jelek kibocsátására nem alkalmasak.



26. ábra GM7U PLC részei

No.	NÉV	LEÍRÁS	
1	CPU ÁLLAPOTJELZŐ LED-EK	PWR LED	RENDSZER TÁPELLÁTÁS JELZÉSE
		RUN LED	KÖZPONTI EGYSÉG ÜZEMI ÁLLAPOTÁNAK JELZÉSE
		ERR LED	HIBAJELZÉS
2	I/O LED	I/O ÜZEMI ÁLLAPOT JELZÉSE	
3	BEÉPÍTETT RS 485 CSATLAKOZÓ	CSATLAKOZÓ BEÉPÍTETT RS 485-ÖS KOMMUNIKÁCIÓHOZ	
4	ÁLLAPOTVÁLTÓ KAPCSOLÓ	RUN STOP	PROGRAMFUTÁSI ÜZEM PROGRAMFUTÁS LEÁLLÍTÁSA
		PAU/REM	- PAUSE IDEIGLENES PROGRAM MEGSZAKÍTÁS - TÁVVEZÉRLÉS LEHETŐSÉGE
5	CNET ÉS ROM MODE KAPCSOLÓ	-BEÉPÍTETT <b>CNET*</b> INTERFÉSZ HASZNÁLATA; FLASH MEMÓRIA ÍRÁSA	



No.	NÉV	LEÍRÁS
6	RS-232C CSATLAKOZÓ	CSATLAKOZÓ PC-S KAPCSOLATHOZ (PLC PROGRAMOZÁS)
7	BŐVÍTŐ CSATLAKOZÓ	BŐVÍTŐ EGYSÉGEK CSATLAKOZTATÁSA. (AD-DA ÁTALAKÍTÓ, I/O BŐVÍTŐ, ANALÓG IDŐZÍTŐ)
8	INPUT OLDAL	BEMENETI SORKAPOCS CSATLAKOZÓK
9	OUTPUT OLDAL	KIMENETI SORKAPOCS CSATLAKOZÓK
10	TÁP	DC 24V TÁPFORRÁS
*		<p>EZ A KOMMUNIKÁCIÓS BEÁLLÍTÁS LEHETŐVÉ TESZI RS-232C ÉS RS 485 PROTOKOLL (MODBUS, CNET, FELHASZNÁLÓ ÁLTAL DEFINIÁLT, PROTOKOLL NÉLKÜLI) HASZNÁLATÁT. A ROM MODE KAPCSOLÓJÁNAK „ON” ÁLLÁSBA BILLENTÉSÉVEL LEHETŐSÉG NYÍLIK A BEÉPÍTETT FLASHMEMÓRIA ÍRÁSÁRA</p>
		<p>A GM7U OPERÁCIÓS RENDSZERÉNEK LETÖLTÉSÉHEZ SZÜKSÉGES BEÁLLÍTÁSOK</p>

## 6.2. Frekvenciaváltó kiválasztása

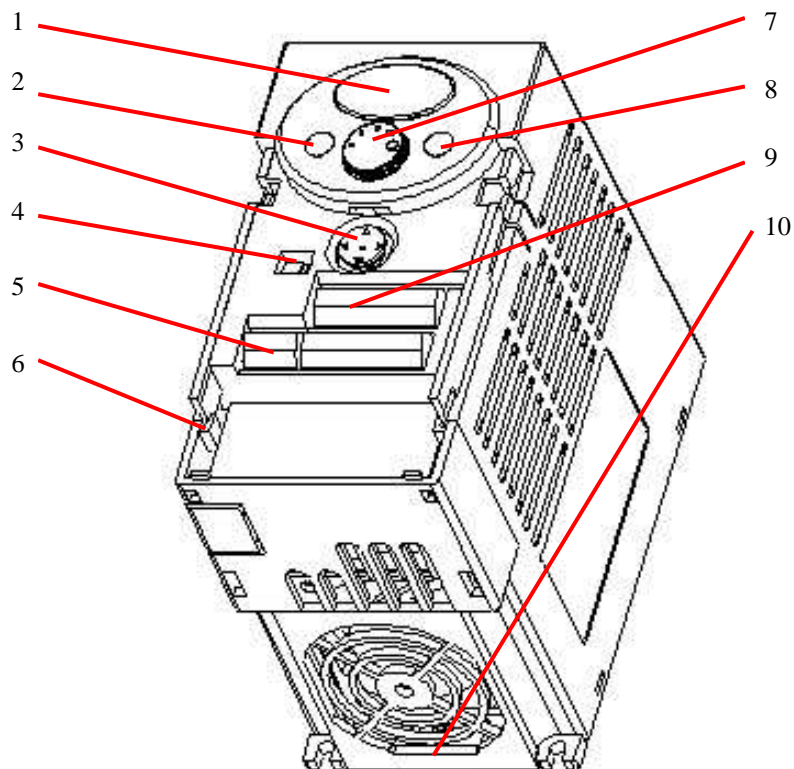
A frekvenciaváltók működési elve a **4.2. fejezetben** már bemutatásra került. Ez alapján tudjuk, hogy az invertert 3 fázisú aszinkron motorok fordulatszám szabályozására használjuk. Ahhoz, hogy ez üzemi körülmények között, problémamentesen, esetleges komplikációk fellépése nélkül történjen, ismernünk kell a vezérlendő berendezés jó néhány jellemző paraméterét. A legfontosabb a teljesítmény illesztés, motor és frekvenciaváltó között, pontosabban az, hogy a motortól „elvárt” teljesítményt az inverter tudja kezelni, valamint az áram szintek illesztése. Mivel jelen esetben csak egy elképzelt feladatról beszélhetünk, ahol a szabályozás kommunikációra vonatkozó része kerül részletezésre, az

egyik legkisebb, legegyszerűbb tag került kiválasztásra. Ez az LG LS termékcsalád SV008iC5-1 típusú tagja, ami mind az adott feladat bemutatására, mind ipari környezetben való használatra tökéletesen megfelel. Ez a típus 0,75 kW motor teljesítményt tud kezelni, 200~230V-os, 50~60Hz hálózati tápról működik. A Frekvencia vezérlésére az alábbi lehetőségeket biztosítja:

- Analóg: 0~10V, 4~20mA
- Digitális: programozó által
- Potenciométer
- Kommunikációs: Modbus protokoll

Mivel ez a frekvenciaváltó nem rendelkezik, bépített RS 485-ös interfésszel, csak az utóbbi lehetőség jöhet szóba, méghozzá egy direkt ehhez a típushoz kapható opcionális Modbus-kártya segítségével, mely lehetővé teszi az RS 485-ös kommunikációs kapcsolatot a PLC-vel.

### 6.2.1. A frekvenciaváltó megismerése



27. ábra SV- iC5 részei

A frekvenciaváltó bizonyos csatlakozóinak eléréséhez az elülső- és alsó takarólemezt el kell távolítani. A **27. ábrán** látható készüléknél az elülső takarólemez már eltávolításra került.

Az iC5-ös típus jellemző részeit, paramétereit az alábbi táblázat tartalmazza:

No.	NÉV	LEÍRÁS			
<b>1</b>	ÁLLAPOT LED, KIJELEZŐ	A FREKVENCIA VÁLTÓ ÁLLAPOTÁNAK JELZÉSE, HIBAJELZÉS			
<b>2</b>	FUTTATÁS NYOMÓGOMB	PROGRAM INDÍTÁSA			
<b>3</b>	4 ÍRÁNYÚ NYOMÓGOMB	PARAMÉTER MEGADÁSA			
<b>4</b>	NPN/PNP KAPCSOLÓ	NPN/PNP TÍPUSÚ JELEK FOGADÁSÁT TESZI LEHETŐVÉ			
<b>5</b>	MULTI-FUNKCIÓS RELÉ KIMENET	30A 30B 30C „A” KIMENETI KONTAKTUS „B” KIMENETI KONTAKTUS „A;B” JELFÖLD			
<b>6</b>	KOMMUNIKÁCIÓS SLOT	OPCIONÁLIS MODBUS RTU KÁRTYA CSATLAKOZÓ			
<b>7</b>	KEYPAD POTENCIÓMÉTER	FUTÁSI FREKVENCIA MANUÁLIS SZABÁLYOZÓ			
<b>8</b>	STOP NYOMÓGOMB	PROGRAM LEÁLLÍTÁS			
<b>9</b>	ANALÓG BEMENETI, KIMENETI TERMINÁL	P1	MULTI-FUNKCIÓS BEMENETI TERMINÁL	KEZDETI BEÁLLÍTÁSOK	FX: ELŐRE
		P2			RX: HÁTRA
		P3			BX: VÉSZ-STOP
		P4			JOG: LASSÚ ÜZEMMÓD
		P5			RST: HIBA
		P24	24V TÁP P1~P5-NEK		
		VR	12V TÁP A POTMÉTERNEK		
		V1	0~10V ANALÓG BEMENET		
		I	0~20mA ANALÓG BEMENET		
		CM	P1~P5, AM, P24 KÖZÖS JELFÖLD		
		AM	0~10V ANALÓG KIMENET		

No.	NÉV	LEÍRÁS	
9	ANALÓG BEMENETI, KIMENETI TERMINÁL	CM	AM JELFÖLDJE
		MO	NYITOTT KOLLEKTOR KIMENET
		EXTG	MO T/M FÖLD
10	INVERTER FÖLD	KÉSZÜLÉK FÖLD	

### 6.2.2. Az SV-iC5 üzembe helyezése

Ipari Az SV-iC5 család tagjai 4 különböző paraméter-csoporttal rendelkeznek melyeket az előlapon található 4 irányú nyomógomb **(3)** segítségével hívhatunk elő, továbbá lehetőségünk nyílik az adott csoporton belüli funkció, azaz funkciókód kiválasztására, illetve annak paraméter megadására.

A 4 főcsoport:

MEGNEVEZÉS	LEÍRÁS
MOTOR HAJÁTÁS PARAMÉTEREK	ALAP PARAMÉTEREK, FREKVENCIA PARANCSONK, GYORSÍTÁSI / LASSÍTÁSI IDŐ BEÁLLÍTÁSA, STB.
FUNKCIÓ CSOPORT 1	ÜZEMI PARAMÉTEREK, MAX. FREKVENCIA, NYOMATÉK BOOST, KIMENETI FREKVENCIA, FESZÜLTÉS STB.
FUNKCIÓ CSOPORT 2	FELHASZNÁLÓI PARAMÉTEREK, FREKVENCIA UGRÁS, FREKVENCIA KORLÁT, PID ÜZEMMÓD STB.
BEMENET / KIMENET CSOPORT	MULTIFUNKCIÓS CSATLAKOZÓ ÉS MŰKÖDÉSI PARAMÉTEREK BEÁLLÍTÁSA

Az előlapon található NPN/PNP kapcsolót billentsük PNP állásba, mivel a GM7-DT60U(P) PNP típusú kimeneti jeleket bocsát ki.

A **6.2. fejezetben** felsorolásra kerültek az SV-iC5 típusú készülék lehetséges frekvencia vezérlési módjai. Nézzük most meg ezeket bővebben kifejtve:

- **Analóg** - az analóg bemeneti csatlakozókra (*VI, I*) kötött analóg jelekkel a 0~10V feszültség, illetve 4~20mA áram tartományban
- **Digitális** - az előre programozott értékek alapján a program indítása következtében a frekvenciaváltó automatikusan végrehajtja a paraméterek kívánt értékre állását
- **Potenciométer** - az előlapon található potenciométer, illetve a program futtatását befolyásoló *RUN, STOP* nyomógomb segítségével manuálisan is elvégezhetjük a beállításokat
- **Kommunikációs** - Modbus protokollon keresztül, GM7U PLC-vel történő kommunikációval

A feladat bemutatására csak a kommunikációs mód nyújt lehetőséget.

Ahhoz, hogy a frekvenciaváltó az információkat a Modbus kártyán keresztül fogadja, az egyes funkciókódok értékeit a következőképpen kell megváltoztatni:

A drive group-on belül (*kijelzőn a 0.0 látszik*):

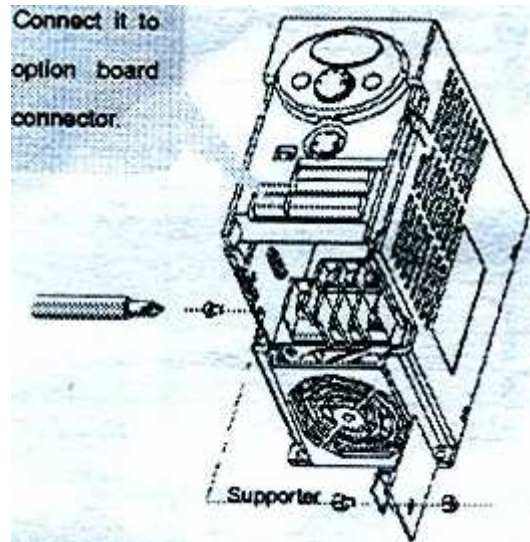
- a **drv** funkciókód (*vezérlő mód*) „3-as” értékre, illetve
- a **frq** funkciókód (*frekvencia beállítási mód*) „8-as” értékre állításával

engedélyezhetjük a Modbus protokollon keresztül történő kommunikációt. Ezen paraméterek futtatás közben történő változtatására nincs lehetőség. A készülék bekapcsolása után célszerű elvégezni a beállításokat, amiket a frekvenciaváltó a memóriájában tárol, így kikapcsolás után nem áll vissza az alapértelmezett értékre.

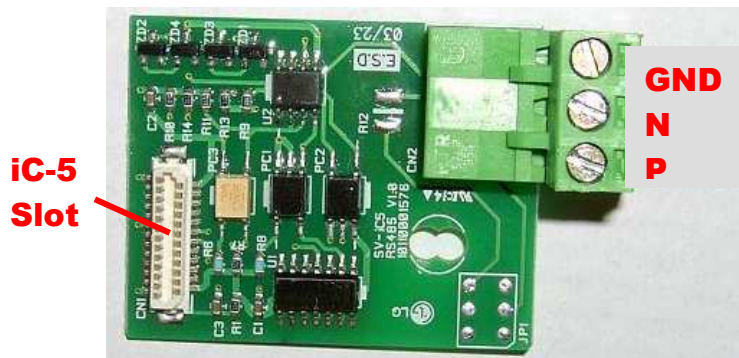
Már tudjuk, hogy az iC5 nem rendelkezik Modbus interfésszel, ezért szükség van egy, ezt a lehetőséget biztosító kártya installálására. A továbbiakban ezzel részletesebben foglalkozunk.

### 6.2.2.1. Modbus bővítő kártya installálása

A Modbus bővítő kártyát a **28. ábrán** látható módon illeszthetjük az SV-iC5 típusú frekvenciaváltóhoz.



28. ábra iC5 Modbus RTU bővítőkártya telepítése



29. ábra iC5 Modbus RTU bővítőkártya

Modbus kártya csatlakozási pontjai:

<b>MEGNEVEZÉS</b>		<b>LEÍRÁS</b>
SLOT CSATLAKOZÓ		AZ IC5-ÖN KALAKÍTOTT SLOTBA CSATLAKOZTATHATÓ
KOMMUNIKÁCIÓS CSATLAKOZÓK	GND (G)	485 JELFÖLD
	N	485 JEL HIDEGPONT (-)
	P	485 JEL MELEGPONT (+)

A Modbus kártya földelés nélküli használata, relatív alacsony átviteli sebesség, távolság esetén nem következik be adatvesztés, illetve kommunikációs zavar, ezért a GND kapcsolásra nem szükséges csatlakoztatunk jelföldet. (Nagy átviteli sebesség, távolság használatával <pl.: 57600> felléphetnek adatátviteli zavarok. Ilyen pl.: az azonos fázisú zavarjel, melynek megjelenése legtöbbször a jelillesztési szabályok be nem tartásából következik.)

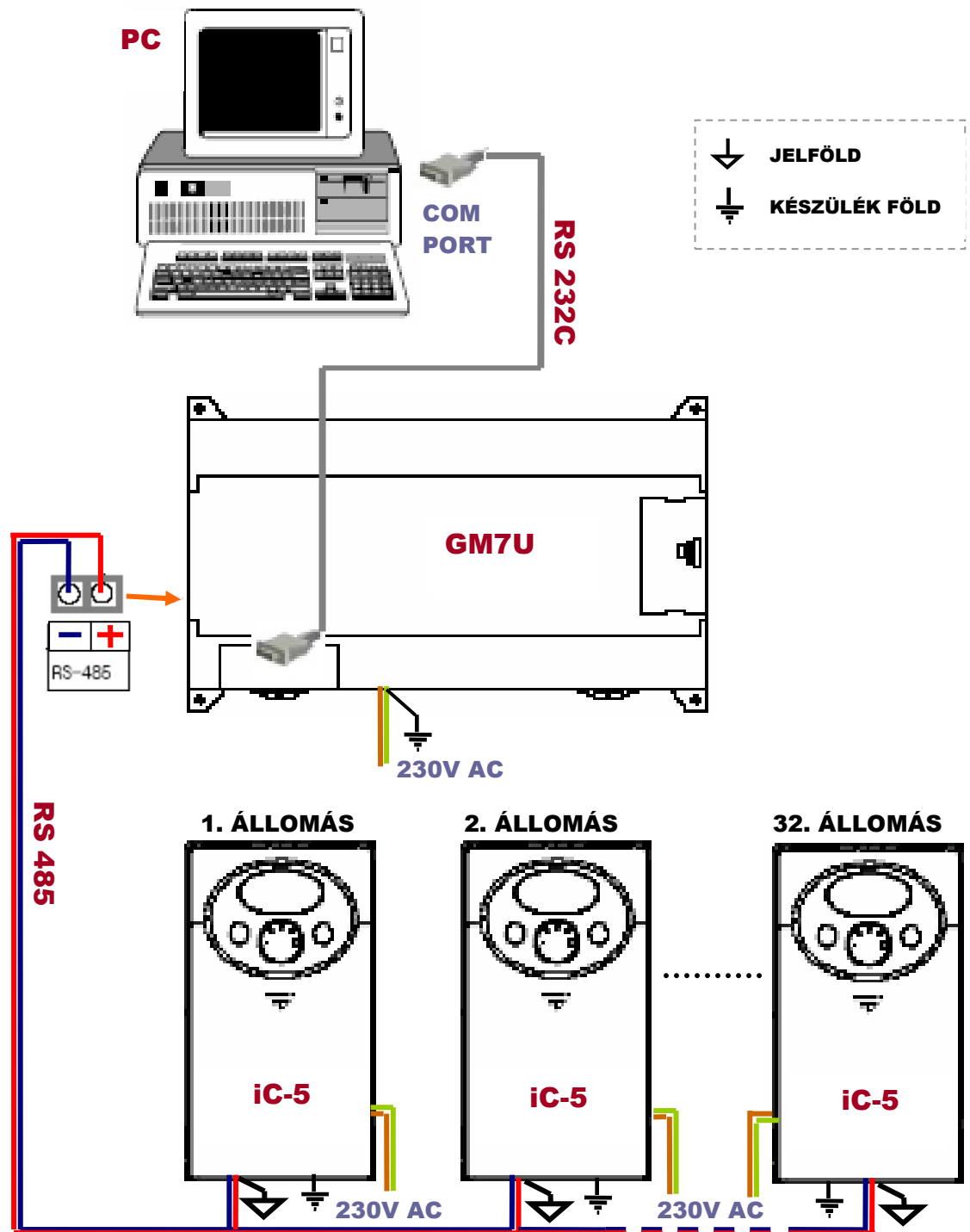
Kis távolságok esetén (pár méter) a PLC és a bővítőkártya között  $\Phi 0.5\text{mm}$  csavart érpáru vezeték használata elegendő.

### 6.2.2.2. Előzetes beállítási teendők

A Modbus kártya engedélyezését követően az iC5 típusú frekvenciaváltó PLC-vel való problémamentes kapcsolata érdekében az alábbi teendőket kell elvégeznünk:

- A bemenet/kimenet csoporton belül az I60-as funkciókód értékének változtatásával lehetőség nyílik a frekvenciaváltó (*slave állomás*) számának meghatározására. A beállítások elvégzése elengedhetetlen, különösen, ha több készüléket kívánunk használni. Az alapértelmezett érték az „1”, vagyis az egyes állomás. Ha a hálózatba „fűzött” berendezések mindegyike ezt az értéket használja, akkor a címzés a PLC-vel nem sikerülhet, a frekvenciaváltók „megkülönböztethetlensége” miatt.
- A bemenet/kimenet csoporton belül az I61-es funkciókód a lehetséges átviteli sebességek értékeit foglalja magában („0”=1200bps; „4”=19200bps). Fontos, hogy az itt beállított érték egyezzen a GMwin szoftverben megadottal, a kommunikációs kapcsolat létrejötte érdekében.

### 6.3.Rendszerösszeállítás

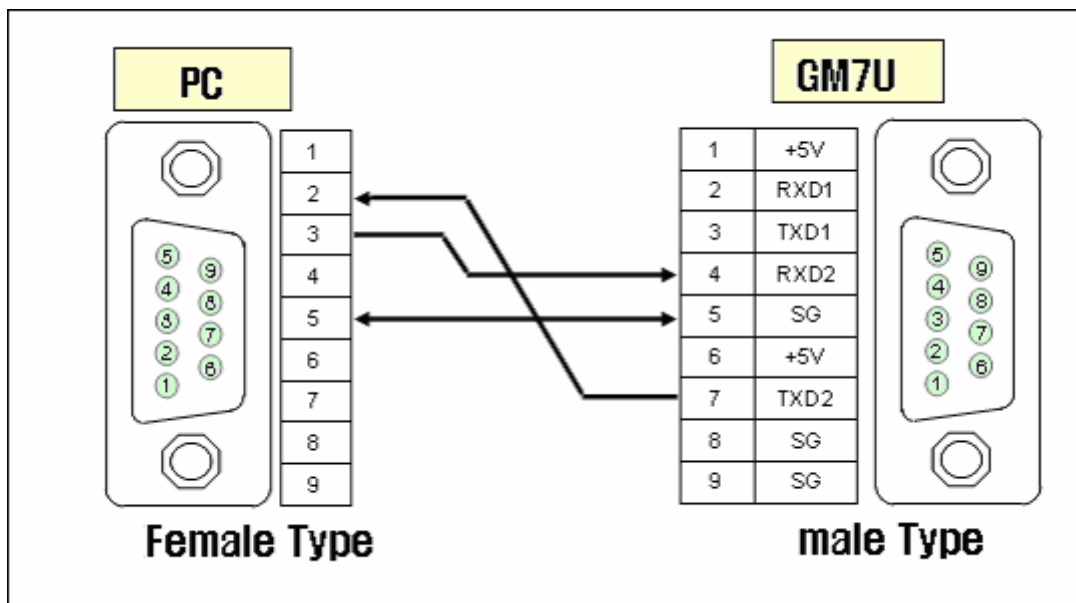


30. ábra rendszerösszeállítás



### 6.3.1. GM7U és PC kapcsolata

A GMwin szoftverrel készített program a PLC memóriájába csak fizikai összeköttetéssel kerülhet. A személyi számítógép és a GM7U PLC egy ún. feltöltőkábelen keresztül kommunikál (*K1C-050A*) az RS 232C protokollnak megfelelően. A PC bármely COM PORT-ját (*ha többel is rendelkezik*) választhatjuk a kapcsolat kialakítására. A 9 tűs csatlakozónak csak 3 pólusát használjuk, így otthoni körülmények között is könnyen elkészíthető, illetve javítható az alábbi kapcsolási rajz alapján.



31. ábra feltöltőkábel pólus kiosztása

### 6.3.2. GM7U tápellátás

A GM7U PLC hálózati tápforrásról üzemel. A „0”-át és a „fázist” az „AC100-240V” feliratú sorkapcsokra, a „földet” az „FG” feliratú sorkapocsra kell csatlakoztatni. A készülékföldnek életvédelmi szerepe van. A GM7U műanyag szigetelő tokozásban kerül forgalomba, veszélyes feszültségek érintése a fedél lehajtásával elkerülhető, ezért a föld bekötése nem szükségszerű. Földeléskor, több készülék használata esetén kerülni kell az eltérő pontokban történő földelést, mert az egyes földpontok között potenciál különbség jöhet létre.

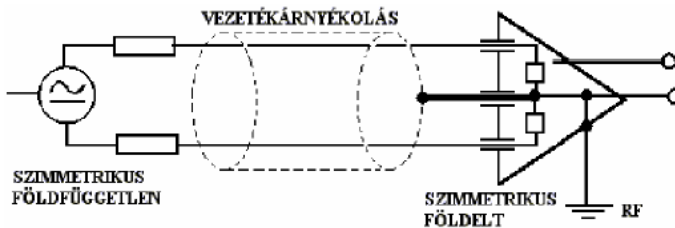
### 6.3.3. SV-iC5 tápellátás

Az iC5 frekvenciaváltó esetében a tápforrást „L1” és „L2” csatlakozó kapcsokra kötjük, melyek az alsó takarólemez eltávolításával válnak elérhetővé. A bekötés után, a

takarólemez visszahelyezhető, ezzel meggátolva a veszélyes feszültség alatt lévő pontok érintését. A készülékföld bekötésére szolgáló csatlakozók a hűtőventillátor alatt helyezkednek el. (30. ábra, 10-es pont)

### 6.3.4. GM7U és iC5 kapcsolata

A GM7U PLC és az iC5 típusú frekvenciaváltó között a Modbus-RTU bővítőkártya



32. ábra jelillesztés

installálása után az RS 485 szabványnak megfelelő sodort érpárt használunk. A vezeték a GM7U készülék oldalán a „+”, valamint „-” jelzésű pontokra csatlakoztatható.

Ezen csatlakozási pontokkal, a Modbus kártya is rendelkezik (29. ábra). Jelföld pont csak a bővítőkártyán található. Ennek oka a jelforrások és jelvévők illesztésében keresendő. A PLC szimmetrikus földfüggetlen jelforrásnak, míg a Modbus kártya szimmetrikus földelt jelvévőnek tekinthető. A 32. ábra szerinti bekötéssel az esetlegesen fellépő kommunikációs zavarok kompenzálhatóak. Alacsony átviteli sebesség és relatív lassú „frissítési idő” alkalmazásával a jelföld bekötése nem szükségszerű.

## 6.4. GM7U programozása

Az LG GLOFA termékcsalád tagjait a direkt erre a célra fejlesztett GMwin elnevezésű szoftverrel programozhatjuk. A GM7U a legújabb tag, ezért programozását csak a 4.10. verziójú, valamint az ennél magasabb verziószerű szoftverek támogatják. Az IEC 1131-3 szabvány SFC (sorrendi folyamatábrás), LD (létradiagramos), valamint IL (utasításlistás) programnyelvei használatára egyaránt lehetőséget nyújt a szoftver. A szimulációnak, monitorozásnak köszönhetően a már meglévő program helyes működését kipróbálhatjuk a különböző elemek csatlakoztatása nélkül is, ezáltal megelőzhető az egyes készülékek, alkatrészek meghibásodása.

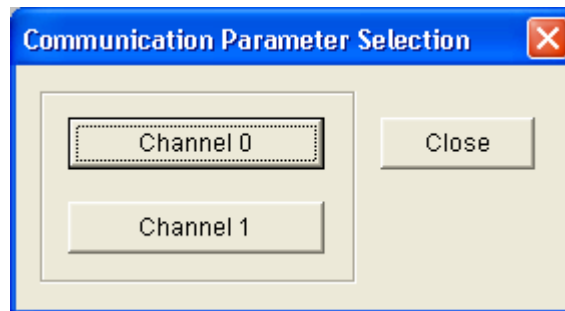
### 6.4.1. GMwin program készítés

A szoftver elindítása után a „Project” fülre kattintva kezdetünk új programot, illetve nyithatjuk meg a már meglévőt. A project nevének és elérési útjának meghatározása után

válasszuk ki a PLC típusok közül a GM7U-t. Az ezt követő ablakban megadhatjuk a program nevét. Ez több program írása esetén célszerű elvégezni. Ezt követően a programnyelvet választhatjuk ki. Az alapértelmezett „LD” nyelvet válasszuk. A befejezés gombra kattintva kezdhetjük a programozást.

## 6.4.2. GMwin kommunikációs beállítások

A meglévő program futtatása előtt a kommunikációs paraméterek megfelelő beállítása elengedhetetlen. A baloldalon látható projectablak „Parameter” fülre kattintása után a kommunikációs paraméterek kiválasztásával megjelenik a „**Communication parameter selection**” ablak. A „Channel 0” gombra kattintva többek között a PC és PLC közötti kommunikációs



33. ábra kommunikációs paraméter választás

paramétereket beállítására nyílik lehetőség.

- A „Station No.:" az állomás száma. Ezt állítsuk „0” értékre, ez lesz a GM7U. Ügyeljünk arra, hogy ez az érték és a mellékállomás (*inverter*) száma eltérő legyen.
- „Baud rate:” Fontos, hogy az átviteli sebesség értékek minden esetben egyezzenek. Válasszuk ki a frekvenciaváltónál már korábban meghatározott sávszélességet.
- A „Data bit:” értékek közül a 7 és a 8 használatos, ezt hagyjuk nyolcason (*ASCII jel – 7; RTU jel 8*).
- Az „RS232C Null MODEM or RS422/485” kommunikációs csatorna a GM7U beépített kommunikációs interfésze, és a Cnet I/F modul számára.

A többi paramétert hagyjuk az alapértelmezett beállításon.

**Communication Channel 0**

Communication method

Station No.: 0

Baud rate: 19200 Data bit: 8

Parity bit: None Stop bit: 1

Communication channel

RS232C Null Modem or RS422/485

RS232C Modem (Dedicated Line) Initial command: ATZ

RS232C Dial-up Modem

Protocol and mode

Timeout in master mode: 500 ms

Dedicated

Master  Read Status of Slave PLC List...

Slave

LG Inverter

Modbus

Master Transmission mode: RTU(Hex)

Slave

**Communication Channel 1**

Communication method

Station No.: 0

Baud rate: 19200 Data bit: 8

Parity bit: None Stop bit: 1

Communication channel

Initial command: ATZ

RS485

Protocol and mode

Timeout in master mode: 500 ms

Dedicated

Master  Read Status of Slave PLC List...

Slave

LG Inverter

Modbus

Master Transmission mode: RTU(Hex)

Slave

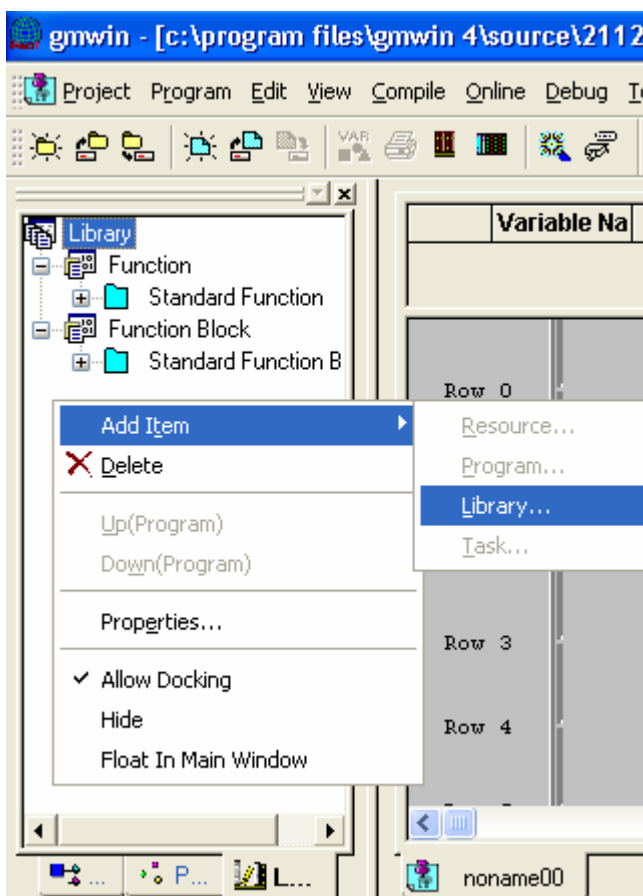
34. ábra a „0-s” és „1-s” kommunikációs csatorna beállításai

Az „1-es” kommunikációs csatorna a GM7U beépített RS-485-ös interfész kommunikációs paramétereit tartalmazza. Az állomás számot és az átviteli sebességet állítsuk be a frekvenciaváltónak megfelelően.

- A Modbus kommunikáció esetén a PLC a „Master” a csatlakoztatott frekvenciaváltó pedig a „Slave” szerepét tölti be, ennek megfelelően válasszuk a „Master” opciót.
- A „Transmission mode” az adatátvitel módját jelenti. ASCII protokoll a csomag bájtoit két hexadecimális kódra konvertálja. Az RTU protokoll kódfüggetlen jelátvitelt jelent. Válasszuk az „RTU” opciót, mivel az iC5 frekvenciaváltó Modbus bővítőkártyája is RTU szabványt használ.

### 6.4.3. GMwin Modbus funkcióblokkok

Az újonnan kezdett project csak az alap funkcióblokkokkal rendelkezik. A project „Library” fülére kattintva egy jobb klikk után az „Add items” ⇨ „Library” opció



segítségével négy további funkcióblokk-csomagot tölthetünk be. A Modbus protokoll szerinti kommunikációhoz szükséges funkcióblokkokat a „COMM.8FB” elnevezésű könyvtár-fájl tartalmazza.

35. ábra kommunikációs funkcióblokkok betöltése

Mielőtt belevágunk a project elkészítésébe, győződjünk meg arról, hogy a GM7U PLC által támogatott, használni kívánt funkcióblokkot a Modbus-RTU kártya is tudja kezelni. Míg a PLC az alábbi nyolc funkciókódot támogatja: 01; 02; 03; 04; 05; 06; 15; 16, addig a Modbus-RTU bővítőkártya a használati utasítás szerint ebből csak a 03-as; 04-es; 06-os; és 10-es funkciókódokat tudja kezelni.

FUNKCIÓ KÓD	MEGNEVEZÉS
0x03	Tartó regiszter olvasása
0x04	Bemenő regiszter olvasása
0x06	Regiszter írása
0x10	Multi regiszter írás

36. ábra SV- iC5 Modbus-RTU kártya által támogatott funkciókódok

A GMwin programban funkcióblokkonként két funkciókód kezelésére van lehetőség. A feladatban az értékek írására (0x06), és olvasására (0x03) kerül sor ezért a MOD0304, illetve a MOD0506 elnevezésű funkcióblokkokat használjuk.

#### 6.4.3.1. MOD0304 funkcióblokk

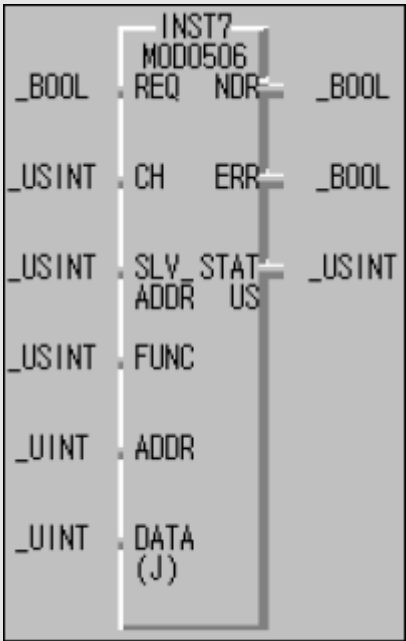
A GM7U PLC dokumentációjában részletes leírást találhatunk az egyes funkcióblokkokról. Nézzünk meg ezek közül kettőt, ami a programban is felhasználásra kerül.

MOD0304 FUNKCIÓBLOKK	LEÍRÁS
<p>The diagram shows the MOD0304 function block with the following connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Inputs:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>INST6: _BOOL</li> <li>REQ: _USINT</li> <li>SLV_STAT: _USINT</li> <li>SLV_ADDR: _UINT</li> <li>NUM: _UINT</li> <li>RD_DATA: WORD_ARRAY</li> </ul> </li> <li><b>Outputs:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NDR: _BOOL</li> <li>ERR: _BOOL</li> <li>US: _USINT</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>INPUT</b></p> <p><b>REQ:</b> Funkcióblokk végrehajtása „1-es” érték esetén (<i>növekvő él</i>)</p> <p><b>CH :</b> Kommunikációs csatorna beállítása (0 ~ 1)</p> <p><b>SLV_STNO:</b> A slave (<i>mellék</i>) állomás száma</p> <p><b>FUNC:</b> Funkciókód megadása (03; 04 támogatás)</p> <p><b>SLV_ADDR:</b> Az olvasni kívánt állomás címe</p> <p><b>NUM:</b> A mellékállomástól érkező, olvasandó adat mérete</p>
	<p><b>Output</b></p> <p><b>RD_DATA:</b> Változó neve az olvasás alatt lévő adat mentésére. (<i>A tömbök száma nagyobb, vagy egyenlő legyen az adat méretéhez képest</i>).</p> <p><b>NDR:</b> Ha a művelet hiba nélkül zárul, a kimenet „1” lesz, amit a következő funkcióblokk hívásig tart.</p> <p><b>ERR:</b> Valamilyen hiba felléptével, a kimenet „1” lesz, amit a következő funkcióblokk hívásig tart.</p> <p><b>STATUS:</b> Hiba bekövetkeztével a kimenet egy hibüzeneti kód.</p>

A funkcióblokk működése:

Ez a funkcióblokk mind a „03”-as (*tartó regiszter*), mind a „04”-es (*bemenő regiszter*) funkciókódot végre tudja hajtani, ami a Modbus protokollon a word típusú adatok olvasását teszi lehetővé.

**6.4.3.2. MOD0506 funkcióblokk**

<b>MOD0506 FUNKCIÓBLOKK</b>	<b>LEÍRÁS</b>	
 <p>The diagram shows a function block with the following connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Inputs:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>INST7 (top)</li> <li>MOD0506 (top)</li> <li>REQ (left, _BOOL)</li> <li>CH (left, _USINT)</li> <li>SLV_ADDR (left, _USINT)</li> <li>FUNC (left, _USINT)</li> <li>ADDR (left, _UINT)</li> <li>DATA (J) (left, _UINT)</li> </ul> </li> <li><b>Outputs:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NDR (right, _BOOL)</li> <li>ERR (right, _BOOL)</li> <li>STAT (right, _USINT)</li> <li>US (right, _USINT)</li> </ul> </li> </ul>	<b>INPUT</b>	<p><b>REQ:</b> Funkcióblokk végrehajtása „1-es” érték esetén (<i>növekvő él</i>)</p> <p><b>CH :</b> Kommunikációs csatorna beállítása (<i>0 ~ 1</i>)</p> <p><b>SLV_ADDR:</b> Az olvasni kívánt állomás száma</p> <p><b>FUNC:</b> Funkciókód megadása (05; 06 támogatás)</p> <p><b>ADDR:</b> A mellékállomás olvasás alatt lévő kezdeti címe</p>
		<b>Output</b>

A funkcióblokk működése:

Ez a funkcióblokk mind a „05”-ös, mind a „06”-os (*regiszterírás*) funkciókódot végre tudja hajtani. A Modbus protokollon a „05”-ös 1 bit adatot ír a kimeneti tekercsre. Ha a NUMH értéke 255, (*vagy HFF*) a bit „1” lesz. Ha NUMH értéke 0, (*vagy 16#0000*) a bit „0” lesz. A „06”-os 1 word típusú változót ír a kimeneti tartó regiszterbe.

**6.4.4. Modbus címzési szabályok**

Az iC5 Modbus RTU bővítőkártya 16, illetve 10 bites címeket rendel a funkciókódokhoz. A GMwin programmal lehetőség van a címek hexadecimális, illetve decimális megadására. A GM7U PLC a címzést „0”-val kezdi, ami a Modicon „típusú” termékek esetén „1”-nek felel meg, vagyis ha a Modbus cím „n”, akkor ezen a címen jegyzett funkciókód eléréséhez

a GM7U PLC-vel „*n-1*”-et kell megcímezni. Ez alapján pl.: a DRV group D01 funkciókóddal meghatározott gyorsítási időintervallumot (*piros keret*) vagy a **16#8100** hexadecimális kóddal, vagy a **33024** decimális számmal érhetjük el.

Address		Code	Description	Factory default	Max	Min
16 Bit	10 Bit					
8100	33024	D00	Cmd. freq	0	maxFreq	0
8101	33025	D01	ACC	50	60000	0
8102	33026	D02	DEC	100	60000	0
8103	33027	D03	DRV	1	3	0
8104	33028	D04	FRQ	0	8	0
8105	33029	D05	ST 1	1000	maxFreq	0
8106	33030	D06	ST 2	2000	maxFreq	0
8107	33031	D07	ST 3	3000	maxFreq	0
8108	33032	D08	CUR	0	1	0
8109	33033	D09	RPM	0	1800	0
810A	33034	D10	DCL	0	65535	0
810B	33035	D11	USR	0	1	0
810C	33036	D12	FLT	0	1	0
810D	33037	D13	DRC	0	1	0

37. ábra iC5 Modbus-RTU kártya DRV group címei

A 37. ábrán látható táblázatban szereplő funkciókódok írása és olvasása is engedélyezett. A pillanatnyi állapotot a MOD0304 funkcióblokkal kérdezhetjük le, a MOD0506-tal pedig írhatjuk a funkciókód értékét az adott korlátok között. A két funkcióblokk lényeges különbségeket mutat a címmegadásban. A MOD0304-nél a SLV\_ADDR a címet jelöli, viszont a MOD0506-nál ugyanez az elnevezés az állomás számát takarja.

MODBUS CÍM (MEGADÁSI MÓD)		BEMENET (A CÍM MEGADÁSA)	
HEX	DEC	MOD0304	MOD0506
16#8100	33024	SLV_ADDR	ADDR

Az UINT pozitív egész számot jelent, ebből kifolyólag a címek bináris számkóddal is megadhatóak a 2#xxxx formában. Mivel a bővítőkártya leírásában a funkciókódok címei hexadecimális, valamint decimális számmal szerepelnek, a bináris címzés csak felesleges átszámítást jelentene.



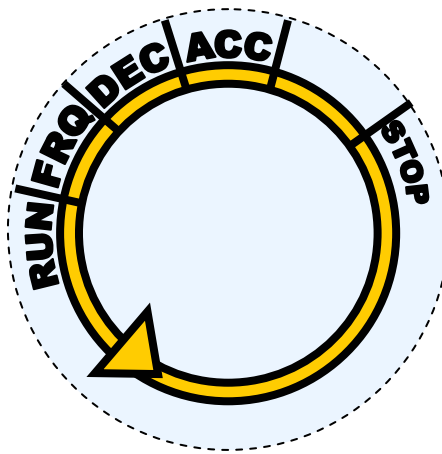
## 7. Modbus példaprogram

Az alábbi, bemutatásra kerülő példaprogram egy olyan összetett program, mely tartalmazza a GM7U PLC-vel vezérelt SV-iC5 frekvenciaváltó, Modbus protokollal megvalósított kommunikációja esetén felmerülő szükséges beállítási megoldást, ezzel biztosítva egy lehetséges alternatívát, valamint az egyes „programelemek” adaptálását más, hasonló jellegű programok készítésekor.

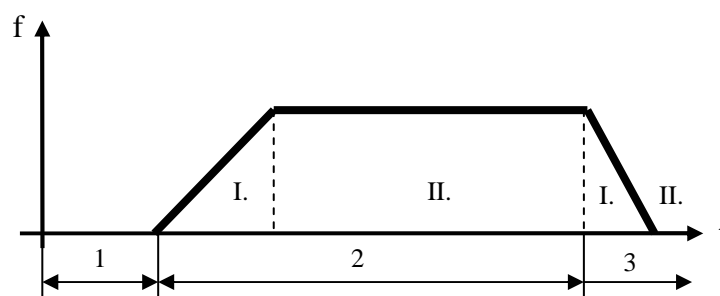
A program segítségével a frekvenciavezérlés teljesen automatikus. A program a következő vezérlési feladatok ellátását teszi lehetővé (*sorrendben*):

1. Írásengedélyezés (*a program futása alatt mindvégig, állandó időközönként*)
2. Felfutási idő (ACC TIME) beállítása
3. Lefutási idő (DEC TIME) beállítása
4. Kimeneti frekvencia (Cmd. FRQ) beállítása
5. Motorindítás (RUN)
6. Motor leállítás (STOP)

A motor leállítás után újra küldi az adatokat, így egy ciklikus vezérlést kapunk.



38. ábra Frekvenciavezérlési körfolyamat



1. ACC, DEC idő,  
MAX FRQ  
beállítás
2. I. ACC  
II. RUN
3. I. DEC  
II. STOP

39. ábra Frekvenciavezérlés az idő függvényében

## 7.1 Időzített számláló készítése

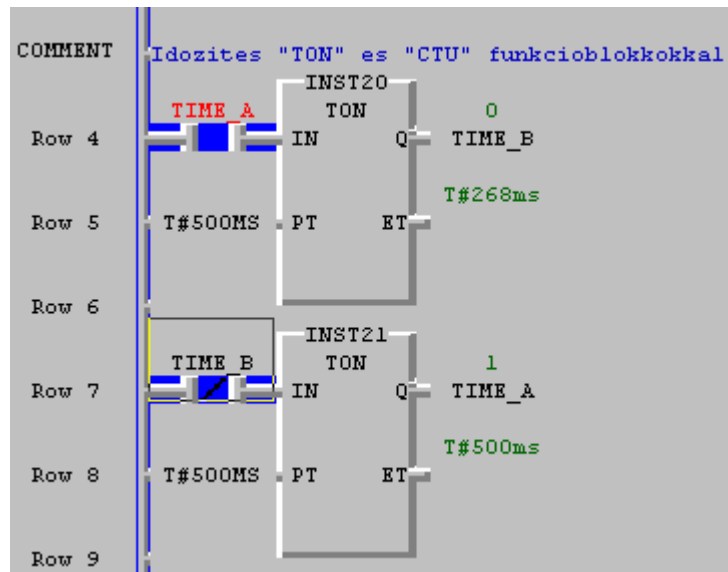
A pontos időzítés (pl.: az adott frekvencián való üzemelés mikor kezdődjön, meddig tartson) elengedhetetlen a precíz vezérlés elérése érdekében. Ennek egy egyszerű, lehetséges megvalósítási módja két „TON” típusú funkcióblokk és egy „CTU” típusú számláló segítségével történhet.

FUNKCIÓBLOKK	LEÍRÁS	
	<b>INPUT</b>	<b>IN:</b> BEMENETI VÁLTOZÓ
		<b>PT:</b> IDŐÉRTÉK BEÁLLÍTÁSA
	<b>OUTPUT</b>	<b>Q:</b> IDŐZÍTŐ KIMENET
		<b>ET:</b> ELTELT IDŐ
	<b>INPUT</b>	<b>CU:</b> SZÁMLÁLÓ BEMENETI IMPULZUS
		<b>R:</b> TÖRLÉS IMPULZUS
		<b>PV:</b> KEZDETI ÉRTÉK
	<b>OUTPUT</b>	<b>Q:</b> SZÁMLÁLÓ KIMENET
		<b>CV:</b> AKTUÁLIS ÉRTÉK

A létradiagram ikonok közül az {FB}-re kattintva válasszuk ki a „TON” típusú időzítőt. Kössük be egy alaphelyzetben nyitott kontaktussal. A bemeneti kétértékű változó (*IN*) legyen „TIME\_A”, ezt automatikusan mentjük a memóriába. A kimeneti változó (*Q*) legyen „TIME\_B”, ami szintén egy automatikus memóriacímen szerepeljen. Az időérték 500ms, amit a „PT” bemenet elé kétszer kattintva a „T#500MS” formában adhatunk meg. Az időintervallum megválasztása tetszőleges, azonban figyelembe kell venni, hogy ez az érték befolyásolja a vezérlési folyamat lezajlásának sebességét, mint ahogy azt később látni fogjuk. Ismételten tegyünk le egy „TON” időzítőt. Ez esetben a bemenethez alaphelyzetben zárt kontaktust használjunk. A változók közül válasszuk ki a korábban már megadott „TIME\_B”-t, kimenetnek pedig a „TIME\_A” elnevezésűt. A „PT” értéke változatlanul legyen „T#500MS”.

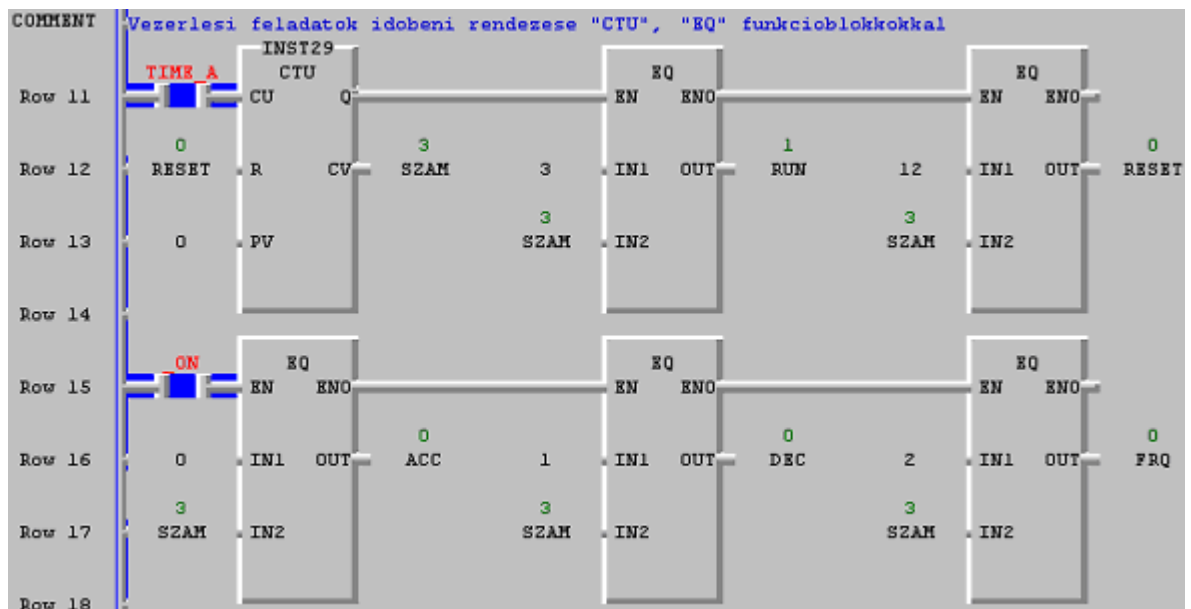
A „TON” funkcióblokk „aktiválásakor” a megadott időérték elteltével a „Q” kimenet, „1” lesz mindaddig, amíg az „IN” értéke „1”. A program indításakor a „TIME\_B” bemenetű időzítő aktív (*INST21*). „PT” elteltével „TIME\_A” értéke 1-be billen ezzel elindítva a másik (*INST20*) időzítőt. Amint ennél az időzítőnél (*INST20*) is eltelik az 500ms

„TIME\_B” értéke 1 lesz, ami az INST21 időzítőt leállítja, így a „TIME\_A” 0-ra vált, megáll a INST20 időzítő is, ezáltal „TIME\_B” ismét 0 értéket vesz fel.



40. ábra „TON” időzítő futás közben

Az eredmény tehát egy 500ms-os időállandóval pulzáló változó, „TIME\_A”, amivel az INST29 jelű számláló felfelé léptetése valósítható meg 1 sec-os időközzel. A számlálás a „PV” kezdeti értékről indulva történik, pillanatértékét a számláló „CV” kimenetéből olvashatjuk ki. A „RESET” változó 1 értékbe billentésével a számlálás újra indul.



41. ábra Vezérlés időzítés „CTU” és „EQ” funkcioblokkokkal

FUNKCIÓBLOKK		LEÍRÁS	
	INPUT	<b>EN:</b>	1 ESETÉN VÉGREHAJTJA A FUNKCIÓT
		<b>IN1:</b>	AZ ÖSSZEHASONLÍTANDÓ ÉRTÉK
		<b>IN2:</b>	AZ ÖSSZEHASONLÍTÓ ÉRTÉK
	OUTPUT	<b>ENO:</b>	HIBA NÉLKÜL ÉRTÉKE 1 LESZ
<b>OUT:</b>		AZ ÖSSZEHASONLÍTÁS EREDMÉNYE	
	INPUT	<b>EN:</b>	1 ESETÉN VÉGREHAJTJA A FUNKCIÓT
		<b>IN:</b>	MÁSOLÁSRA VÁRÓ ÉRTÉK
	OUTPUT	<b>ENO:</b>	HIBA NÉLKÜL ÉRTÉKE 1 LESZ
		<b>OUT:</b>	MÁSOLT ÉRTÉK

## 7.2. Időzített utasítások

A számláló pillanatnyi lépésszámát és az „EQ” jelű, értékek egyenlőségét vizsgáló funkcióblokkokat különböző utasítások időzítésére, illetve kiadására használhatjuk fel. Az „ACC”, „DEC”, „FRQ”, „RUN” és „RESET” változók „1-be billenése ettől az értéktől függ (SZAM), ami a **41. ábrából** kiolvasható.

SZAM	Pillanatnyi érték (vezérlő változók)					Eltelt idő [s]
	ACC	DEC	FRQ	RUN	RESET	
0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	2
3	0	0	0	1	0	3
4	0	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	5
6	0	0	0	0	0	6
7	0	0	0	0	0	7
8	0	0	0	0	0	8
9	0	0	0	0	0	9
10	0	0	0	0	0	10
11	0	0	0	0	0	11
12	0	0	0	0	1	12

Ez alapján a ciklusidő a az alábbi képlettel számítható. Ez függ az időzítőkben megadott időintervallumoktól (500ms), illetve attól, hogy mely „SZAM” értékhez (12) rendeltük a „RESET” 1 állapotát.  $(500ms + 500ms) \cdot 12 = 12sec$

Könnyen belátható, hogy ezen két paraméter változtatásával tetszőleges ciklusidő állítható be.

### 7.3. Írásengedélyezés

Ahhoz, hogy az iC5 paramétereit írni tudjuk, nem elég a 6.2.2. fejezetben leírtak elvégzése, szükség van a paraméterek írásengedélyezésére, amit a MOD0506-os

*MODBUS-RTU user manual*

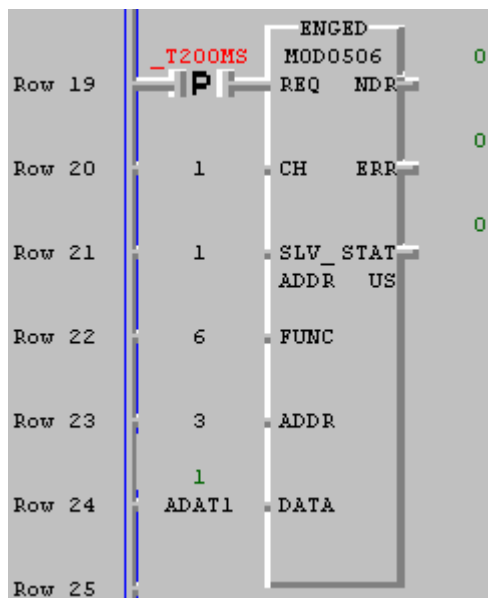
◆ Common area

Address	Parameter	Scale	Unit	R/W	Description
0x0004	Parameter Read/Write enable			R/W	0: Parameter Lock 1: Parameter Read/Write Enable

42. ábra Modbus-RTU manual, paraméterengedélyezés

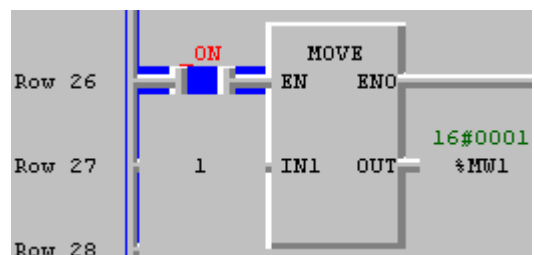
funkcióblokkal tehetünk.

A Modbus-RTU kártya leírása szerint a 16#0004 cím kezeli ezt a funkciót. Töltsük be az {FB}-re kattintva a MOD0506 funkcióblokkot. Kössük be egy felfutó élre kapcsoló érzékelővel. Mivel az engedélyezést határozott időközönként frissíteni akarjuk, egy időértéket adjunk meg, jelen esetben 200ms-ot „\_T200MS” formában. Az írásengedélyezést követően a frekvenciaváltó 4 másodperc után letiltja a hozzáférést, ilyenkor a kijelzőn a „00L” kommunikációs hibüzenet jelenik meg. Fontos tehát, hogy az



43.a ábra

43.b ábra

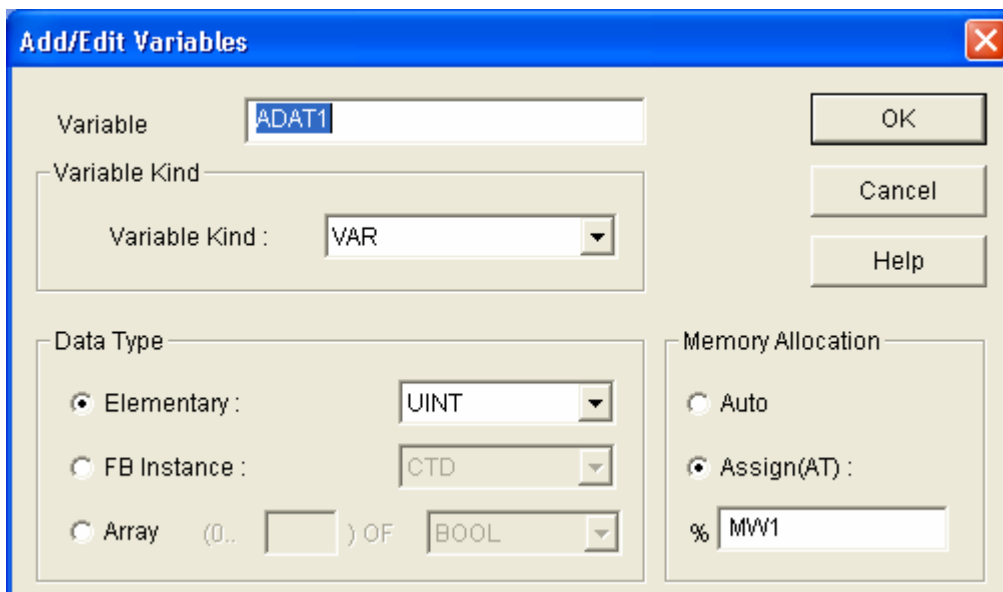


43.a ábra Írásengedélyezés „MOD0506” funkcióblokkal  
43.b ábra Érték másolása „MOVE” funkcióblokkal

írásengedélyezés frissítése relatív rövid impulzusokkal történjen, ezzel biztosítva az egyéb paraméterek beállításának hibamentes lehetőségét. Töltsük ki a MOD0506-t a 43.a ábra szerint ügyelve a 6.4.4. fejezetben megismert címzési szabályokra. Az eredmény egy

200ms-onként történő írásengedélyezés az 1-es számú frekvenciaváltón, ami a tartó regiszterébe ír word típusú adatot. A paraméterek olvasás/írás engedélyét az 1 bittel valósíthatjuk meg (**42. ábra**). Míg GM7 programozásánál ezt a bit értéket közvetlen a MOD0506 funkcióblokkba írhattuk (*NUML*), addig a GM7U esetén egy ismert memóriahelyre mentjük. A program ezt előhívva tudja megállapítani az elvégzendő funkciót, jelen esetben a paraméterek engedélyezését, vagy zárolását.

Ezek alapján kattintsunk a DATA bemenetre, adjuk meg az „ADAT1” UINT típusú változót, és mentjük egy általunk ismert, pl.: %MW1 memóriarekeszbe.



**44. ábra** UINT típusú ADAT1 változó létrehozása

A kívánt bit értéket a „MOVE” funkcióblokk segítségével „rámásoljuk” az %MW1 memóriarekeszre, amit a **43.b ábra** szerint egy alaphelyzetben nyitott \_ON kontaktussal lássuk el.

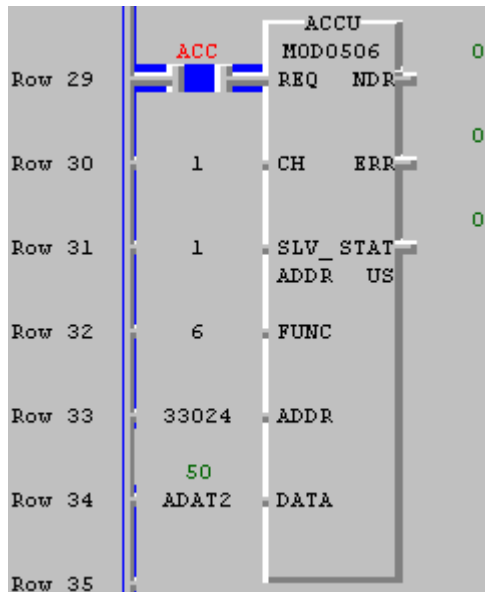
Az összes többi paraméter érték másolása is a „MOVE” funkcióblokkal, azonos szisztémával történik, ezért a továbbiakban nem kerül részletezésre.

## 7.4. Felfutási idő beállítása

A felfutási idő (*ACC time*) az az időintervallum, ami alatt a frekvencia az előzetes értékről az azt követő általunk definiált értékre lineáris növekedéssel jut. Helyes megválasztása fontos szerepet tölt be az aszinkronmotor élettartamának meghosszabbításában.

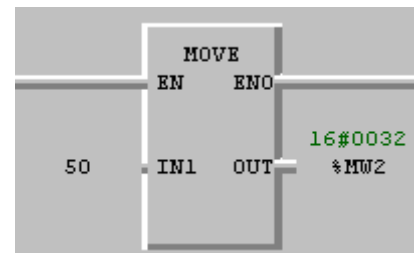
Mivel írni akarjuk ezt az értéket, szintén a MOD0506-os funkcióblokkot hívjuk be. A kontaktus alaphelyzetben nyitott, amit az „ACC” változó vezérel. Ez a változó „SZAM” =0 feltétel teljesülésével 1-be billen, vagyis a ciklus eljén kerül sor az ACC time beállítására.

A címet megadhatjuk hexadecimális, illetve decimális formában. Ez az érték a 33024 (33024+1)



45.a ábra

45.b ábra

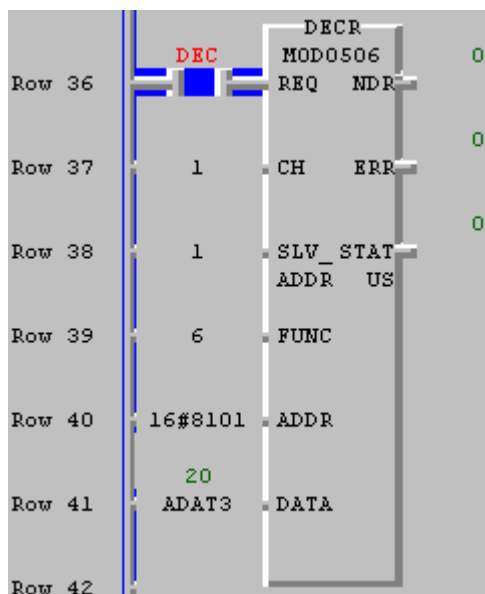


45.a ábra ACC time írása „MOD0506” funkcióblokkal  
45.b ábra Érték másolása „MOVE” funkcióblokkal

## 7.5. Lefutási idő beállítása

A lefutási idő (DEC time) az az időintervallum, ami alatt a frekvencia az előzetes értékről az azt követő általunk definiált értékre lineáris csökkenéssel jut.

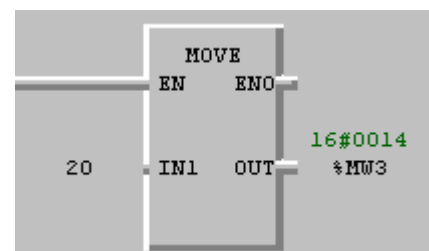
Tegyünk le egy MOD0506-os funkcióblokkot. A kontaktus alaphelyzetben nyitott, amit a „DEC” változó vezérel. Ez a változó „SZAM” =1 feltétel teljesülésével 1-be billen, vagyis a ciklus 2. lépésében kerül sor a DEC time beállítására.



46.a ábra

46.a ábra DEC time írása „MOD0506” funkcióblokkal  
46.b ábra Érték másolása „MOVE” funkcióblokkal

46.b ábra



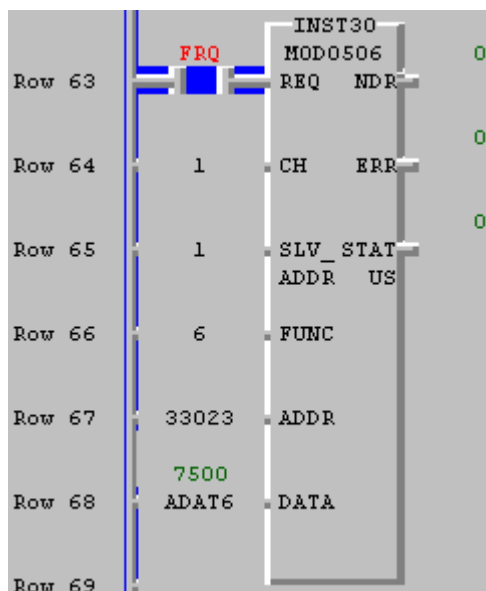
Az alternatív címzési lehetőségek szemléltetése végett a cím hexadecimális 16#8101 formában került megadásra, de természetesen a 33025 decimális szám is használható.

Mind az ACC, mind a DEC time kívánt érték kalkulálásakor 10-szeres szorzóval kell számolnunk. Pl.: 2 sec-os lefutási idő beállítása érdekében 20-at kell másolni a „MOVE” segítségével a megfelelő memóriahelyre.

## 7.6. Kimeneti frekvencia beállítása

A kimeneti frekvenciával (*Cmd. FRQ*) történik a motor fordulatszám szabályozása.

A kontaktus alaphelyzetben nyitott, amit a „FRQ” változó vezérel. Ez a változó SZAM =2 feltétel teljesülésével 1-be billen, vagyis a ciklus 3. lépésében kerül sor a *Cmd. FRQ* beállítására.

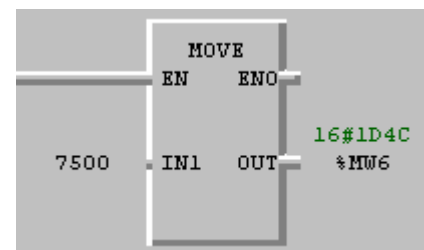


47.a ábra

47.a ábra *Cmd. FRQ* írása „MOD0506” funkcióblokkal

47.b ábra Érték másolása „MOVE” funkcióblokkal

47.b ábra



Frekvencia paraméterek írásakor az értékek 100-szoros szorzóval szerepelnek, vagyis a 7500-as érték 75 Hz-nek felel meg. Ez az érték nem mehet az F21 funkciókódú maximum frekvenciaérték fölé, ami 60Hz alapértelmezett gyári állapotban. Látható, hogy a 75Hz elérése csak úgy lehetséges, hogy az F21 funkciókódú paramétert minimum 75Hz-nek megfelelő értékre állítjuk.

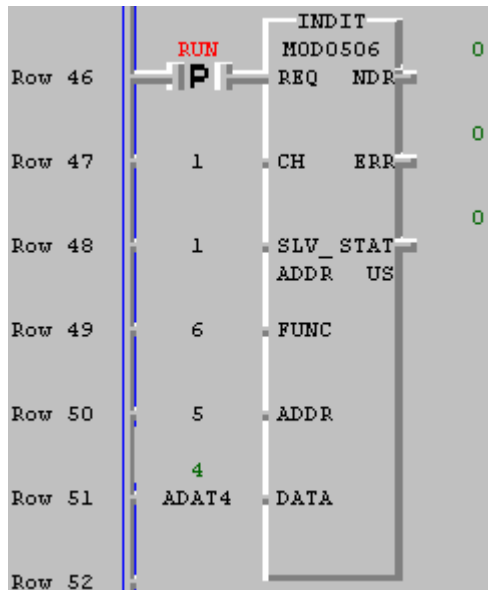
## 7.7. Motor indítása

A motor indítása az adott frekvenciára (75Hz) az előre meghatározott felfutási idő alatt történő gyorsítással kezdődik, és mindaddig fut az így elért értéken, míg egy megszakító

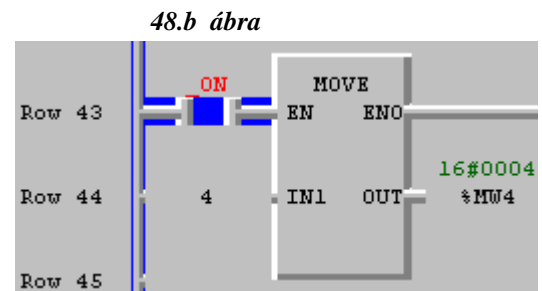


parancs (Stop, EMERGENCY Stop, ellentétes irányú futás) nem bírálja azt felül.

Kössük be egy felfutó élre kapcsoló érzékelővel, amit a „RUN” változó vezérel. Ez a változó SZAM =3 feltétel teljesülésével 1-be billen, vagyis a ciklus 4. lépésében kerül sor a motor futtatására. 16#0006 címen kétféle üzem kérése lehetséges: előre-, illetve hátramenet. A Modbus-RTU bővítőkártya leírásával ellentétben az előremenetet a **bit 2**, a hátramenetet a **bit 4**, míg a Stop funkciót a **bit 1** jelenti. A programban hátramenet funkció szerepel.



48.a ábra



48.b ábra

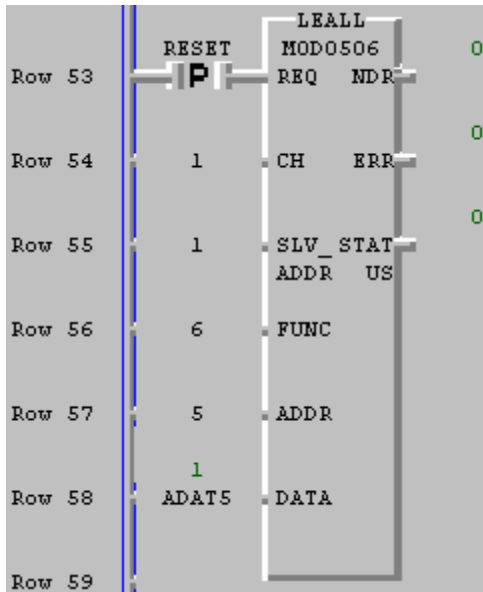
48.a ábra Hátramenet írása „MOD0506” funkcióblokkal

48.b ábra Érték másolása „MOVE” funkcióblokkal

## 7.8. Motor leállítása

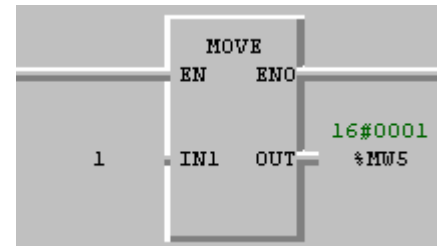
A motor leállítása a futási frekvenciáról (75Hz) az előre meghatározott lefutási idő alatt történő lassítással kezdődik. Ha a tartó regiszterbe bármely futási parancsíródik a lassítás közben, a motor attól a pillanati értéktől újra felgyorsít az adott frekvenciára, kivéve, ha ellentétes irányú futásra adunk parancsot.

Kössük be a MOD0506 funkcióblokkot egy felfutó élre kapcsoló érzékelővel, amit a „RESET” változó vezérel. Ez a változó SZAM =12 feltétel teljesülésével 1-be billen, vagyis a ciklus utolsó lépésében kerül sor a motor leállítására. Szintén a RESET kétértékű változót használjuk a „CTU” számláló nullázására, így a értékének 1-re állásával a RESET változó a motor lassításán és leállításán kívül az egész ciklus újraindításáért is felelős.



49.a ábra

49.b ábra

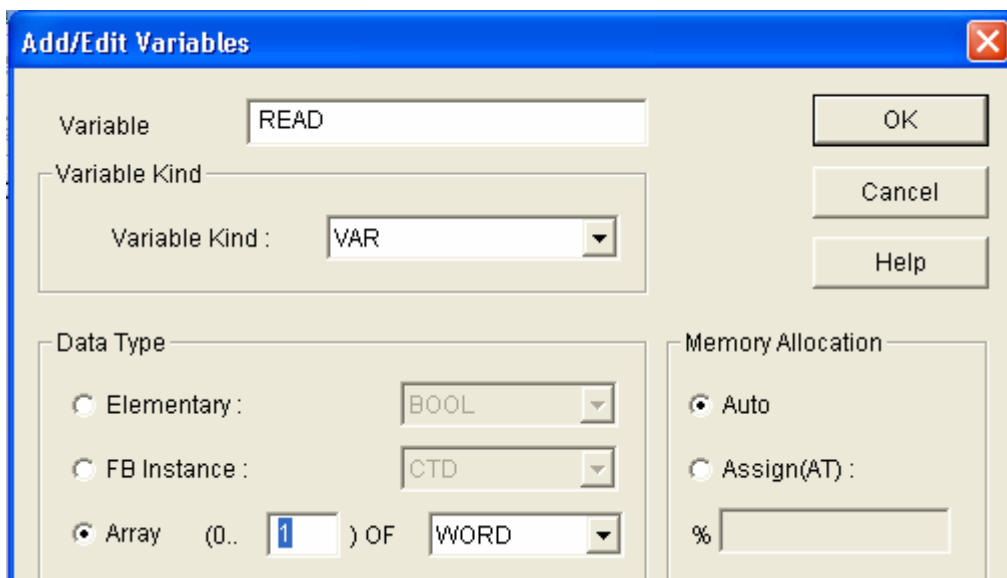


49.a ábra Motor leállítás írása „MOD0506” funkcióblokkal  
 49.b ábra Érték másolása „MOVE” funkcióblokkal

## 7.9 Paraméter állapot lekérdezése

A MOD0304 funkcióblokk lehetővé teszi a paraméterek olvasását, ezáltal szereve információt a frekvenciaváltó állapotáról.

Az alábbi példában az inverteren korábban beállított I61 funkciókódú sáv szélességet kérdezzük le. Töltsük be az **{FB}**-re kattintva a MOD03504 funkcióblokkot. A 4-es

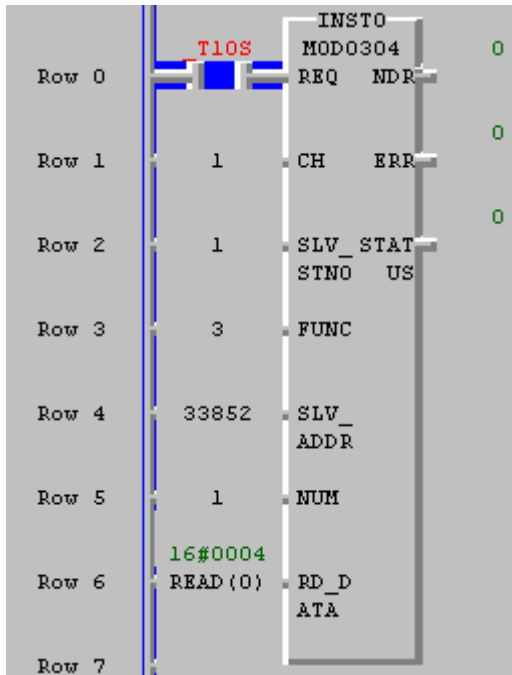


50. ábra  
 Word tömb létrehozása

funkciókóddal kérdezzük le a paraméterek állapotát. Kössük be egy felfutó élre kapcsoló érzékelővel. Mivel lekérdezést határozott időközönként frissíteni akarjuk, egy időértéket adjunk meg, legyen 10sec-ot „\_T10S” formában. (Jelen esetben erre nincs szükség, mivel a

sávszélesség értéke üzem közben nem változtatható, tehát a leállásig állandó marad, viszont ez egy egyszerű mód a bekötésre, amivel a vonal állandó foglaltságát is elkerülhetjük.

**A paraméterek értékek írás/olvasás engedélyezése lekérdezésnél is szükséges.**



51. ábra Paraméter olvasása „MOD0304”-kal

Az RD\_DATA egy word tömb típusú kimenet. Hozzunk egy ilyen változót létre az előtte lévő mezőre kétszer kattintva. A tömb (*Array*) méretének mindig nagyobbnak kell lennie a mellékállomástól érkező adat (*NUM*; 50. ábra) értékénél.

A 16#0004 hexadecimális kód 4-et jelent, ami a 19200 bps adatátviteli sebességnek felel meg, ez az érték lett előzetesen beállítva.

## 7.10. Modbus kommunikációs hibaüzenetek

<b>Kód</b>	<b>Hiba típusa</b>	<b>Jelentése</b>
<b>01</b>	Érvénytelen funkció	Hibás funkciókód megadása a funkció blokkban.
<b>02</b>	Érvénytelen cím	Nem létező olvasás/írás cím terület határolása.
<b>03</b>	Érvénytelen adat érték	Nem engedélyezett írási/olvasási adatérték.
<b>04</b>	Slave egység hiba	Hiba állapotban lévő slave állomás.
<b>05</b>	Nyugtázás	A slave állomástól küldött válaszkód a master részére. A time-out hiba elkerülése érdekében, Ha a kért parancs feldolgozása túl hosszú ideig tart. Ilyenkor a master nem küld újabb kérést.
<b>06</b>	Slave egység foglalt	A kért parancs túl sok ideig történő feldolgozása esetén. A master újra küldi a kérést mindaddig, amíg az nem teljesül.
<b>07</b>	Időn túl	A kommunikációs paramétereknél meghatározott master módban történő kommunikációs idő ( <i>500ms alapértelmezett</i> ) túllépése esetén.
<b>08</b>	Számhiba	Az adat értéke átlépi az aktuális limitet. ( <i>pl.: az adat méret nagyobb, mint a tömb méret</i> ).
<b>09</b>	Paraméterhiba	Kommunikációs paraméterek hibája. ( <i>baud rate, hex/ASCII, master/slave</i> ).
<b>10</b>	Állomás hiba	A slave állomás száma és a kommunikációs paramétereknél megadott állomás száma megegyezik.
<b>20</b>	Íráshiba	A paraméterek írása zárolva van, nem engedélyezett terület írása.
<b>LED</b>	<b>Hiba típusa (kijlezőn)</b>	<b>Jelentése</b>
<b>00L</b>	Kommunikációs hiba	00L jelenik meg a frekvenciaváltó kijelzőjén bármely kommunikációs hiba esetén.

## 8. Üzemzavar elhárítás

A korábbi fejezetekből már megismerhettük, hogy a Modbus protokollon GM7U és iC5 inverter kapcsolatával megvalósított frekvencia vezérlés folyamatát számos olyan tényező, paraméter befolyásolhatja, amelyek helytelen beállítása következtében kommunikációs hibák léphetnek fel. Mivel az ilyen jellegű hibák által valamely formában generált hibaiüzenetek a probléma elhárítására vonatkozó teendőket nem tartalmazzák, ezért a 8. fejezetben a zavarjelenségek elhárítása újbóli szemléltetésére kerül sor.

### 8.1. Általános beállítások

- Csak egy pontban földeljünk. *(Ne használjunk un. daisy chain típusú földelést)*
- Ügyeljünk az RS 485-ös kommunikációs kábel helyes polaritására.
- Ügyeljünk az RS 232C kommunikációs kábel helyes pólus kiosztására.

### 8.2. GM7U beállítások


- Ügyeljünk az állapotváltó kapcsoló megfelelő állásba billentésére. Ha egy a PLC-n lévő programot RUN módban futtatunk, az azt követő programfeltöltés csak akkor kivitelezhető, ha a kapcsolókat a REMOTE állást megelőzően STOP-ba helyeztük.

### 8.3. SV-iC5 beállítások

- Az előlapon található NPN/PNP kapcsolót billentsük PNP állásba.
- A drive group-on belül *(kijelzőn a 0.0 látszik)* a **drv** funkciókód *(vezérlő mód)* értékét állítsuk 3-asra.
- A drive group-on belül *(kijelzőn a 0.0 látszik)* a **frq** funkciókód *(frekvencia beállítási mód)* értékét állítsuk 8-asra.
- A bemenet/kimenet csoporton belül az I60-as funkciókód értékének változtatásával lehetőség nyílik a frekvenciaváltó *(slave állomás)* számának meghatározására ezt írjuk a MOD funkcióblokkokba.

- I61-es funkciókód a lehetséges átviteli sebességek értékeit foglalja magában („0”=1200bps; „4”=19200bps). Fontos, hogy az itt beállított érték egyezzen a GMwin szoftverben megadottal.

## 8.4. Bekötési hibák

Hibajelenség	bekötési	Hiba lehetőség(ek)/elhárítása
<p>A felhasználói program PLC-re való töltésének kísérletekor a GMwin program felületén az alábbi párbeszédablak jelenik meg:</p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A GM7U PLC nincs tápforrásra kötve / <b>6.1.2. fejezet 39. oldal</b></li> <li>- RS 232C feltöltőkábel helytelen pólus kiosztása / <b>31. ábra</b></li> <li>- A GM7U PLC nem PAU/REM állapotban van / állítsuk a kapcsolót STOP-ba, majd onnan a PAU/REM helyzetbe / <b>6.3.2. fejezet</b></li> </ul>
<p>GMwin program MOD funkcióblokkjai STATUS kimenetén <b>7-es</b>, illetve ezzel együtt járó esetleges <b>6-os</b> hibakód, iC5 frekvenciaváltó kijelzőjén <b>00L</b> kód jelenik meg.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- RS 485 összekötési hiba / rossz pólus bekötés, kicsúszott csatlakozás <b>6.2.2.1. fejezet; 6.3.4. fejezet</b></li> <li>- Hibás/sérült Modbus kártya (<i>feltételezett</i>)</li> </ul>

## 8.5. Paraméter beállítási hibák

Az ilyen típusú hibák szűrhetőek a legnehezebben, mivel az egyes hibaüzenetek számos hibaforrást rejthetnek.

Hibajelenség	paraméter	Hiba lehetőség(ek)/elhárítása
GMwin program MOD funkcióblokkjai STATUS kimenetén <b>10-es</b> hibakód, iC5 frekvenciaváltó kijelzőjén <b>00L</b> hibakód jelenik meg.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A kommunikációs paramétereknél beállított Station No.: megegyezik a frekvenciaváltó (<i>slave station</i>) számával / egy a frekvenciaváltón beállított állomásszámtól különbözőt kell választani <b>6.4.2. fejezet</b></li> </ul>
GMwin program MOD funkcióblokkjai STATUS kimenetén <b>7-es</b> , illetve ezzel együtt járó esetleges <b>6-os</b> hibakód, iC5 frekvenciaváltó kijelzőjén <b>00L</b> hibakód jelenik meg.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunikációs idő túllépése / ellenőrizzük a kommunikációs paramétereknél a <i>Timeout in master mode</i>-ot, ha kell, növeljük az értékét (<i>500ms alapértelmezett</i>).</li> <li>- Hibás Baud rate érték / a sávszélesség értéke egyezzen a frekvenciaváltón beállított értékkel. <b>6.4.2. fejezet</b></li> <li>- Hibás Data bit érték / 7=ASCII; 8=RTU <b>6.4.2. fejezet</b></li> <li>- Nem megfelelő kommunikációs csatorna használata (<i>channel 0</i>) / A MOD funkcióblokkokba a CH bemenete 1 legyen. Ez jelenti az egyes csatornát <b>6.4.2. fejezet; 6.4.3.1. fejezet; 6.4.3.2. fejezet</b></li> <li>- Hibás mellékállomás cím / a MOD funkcióblokkba írt állomás száma egyezzen az inverter számával <b>6.4.3.1. fejezet; 6.4.3.2. fejezet</b></li> </ul>

<b>Hibajelenség</b>	<b>paraméter</b>	<b>Hiba lehetőség(ek)/elhárítása</b>
<p>GMwin program MOD funkcióblokkjai STATUS kimenetén <b>9-es</b> hibakód, iC5 frekvenciaváltó kijelzőjén <b>00L</b> hibakód jelenik meg.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rossz Station No.: / egy a frekvenciaváltón beállított állomásszámtól különbözőt kell választani <b>.6.4.2. fejezet</b></li> <li>- Hibás Data bit érték / 7=ASCII; 8=<b>RTU 6.4.2. fejezet</b></li> <li>- Helytelen <i>protocol and mode beállítás</i> / csak protocol : Modbus, ill. mode: master beállítással működhet. <b>6.4.2. fejezet</b>; 51. oldal <b>35. ábra</b></li> </ul>	
<p>GMwin program MOD funkcióblokkjai STATUS kimenetén <b>2-es,</b> hibakód, iC5 frekvenciaváltó kijelzőjén <b>00L</b> hibakód jelenik meg.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hibás Funkciókód cím, érvénytelen cím megadása / létező cím megadása. <b>6.4.4. fejezet</b>; Modbus-RTU bővítőkártya használati útmutatóban szereplő címek ellenőrzése.</li> </ul>	



## Összegzés

A dolgozat a PLC témakörben felmerülő alapvető kérdésekkel – vezérlés fejlődése, PLC-k kifejlesztésének indokoltsága, PLC-k felépítése, stb. – foglalkozik. Továbbá az RS-485 ipari kommunikációt, valamint a Modbus protokollt az LG GM7U PLC és az LG SV-iC5 inverter kapcsolatának példáján keresztül részletesen taglalja, így az olvasó mind emellett, hogy az ipari kommunikáció, valamint a gyártóspecifikus buszrendszer beállításait, alkalmazási lehetőségét megismerheti, az ipari folyamatokban széles körben alkalmazott aszinkron motorok frekvenciavezérlésének korszerű fajtájába is betekintést nyerhet. A Modbus példaprogram egy ciklikus vezérlést igényelő folyamatot dolgoz fel, amely olyan megoldásokat tartalmaz, ami hasznos segítséget nyújthat a GM7U PLC programozása során, különösen a Modbus funkcióblokkok használata esetén.

A PLC 1969-es megjelenése óta folyamatos, intenzív fejlődés alatt áll, ezzel is biztosítva az állandóan változó vezérlési igények megfelelő kielégítést. Ebből kifolyólag a kommunikációjukkal foglalkozó téma - a PLC-k korszerűbb berendezésekkel történő helyettesítéséig - minden bizonnyal aktuális marad.

## Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Ajtonyi István – Dr. Gyuricza István — Programozható irányítóberendezések, hálózatok és rendszerek
- [2] Cenzúrázva
- [3] Dr. Szabó Géza — Programozható logikai vezérlők /*BME Közlekedésautomatika Tanszéki jegyzet*/
- [4] <http://www.lgis.com>
- [5] <http://www.pid.hu>

## Melléklet

- Cd-rom:
  - Modbus példaprogram
  - GMwin 4.13. fejlesztő szoftver