



**BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI KAR
KÖZLEKEDÉSAUTOMATIKAI TANSZÉK**

Programozható logikai vezérlők

Segédlet az Irányítástechnika I. c. tárgyhoz

Összeállította:
Szabó Géza
egyetemi tanársegéd
BME Közlekedésautomatikai Tanszék

Budapest, 1995. október

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. A VEZÉRLŐBERENDEZÉSEK FELÉPÍTÉSE ÉS FELOSZTÁSA	4
2.1 JELFOGÓS VEZÉRLÉSEK	5
2.2 FÉLVEZETŐ ELEMekre ÉPÜLŐ VEZÉRLÉSEK	6
2.3 SZÁMÍTÓGÉPES ALAPÚ VEZÉRLÉSEK, PLC-K	6
3. ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	6
4. A PLC FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEI	7
4.1 A KÖZPONTI FELDOLGOZÓ EGYSÉG (CENTRAL PROCESSING UNIT, CPU)	7
4.2 A TÁPEGYSÉG	8
4.3 BEMENETI ÉS KIMENETI EGYSÉGEK	8
4.3.1 DIGITÁLIS BEMENETI EGYSÉGEK	8
4.3.2 DIGITÁLIS KIMENETI EGYSÉGEK	8
4.3.3 ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEK	8
4.3.4 ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEK	8
4.4 KOMMUNIKÁCIÓS EGYSÉGEK	9
4.5 INTELLIGENS EGYSÉGEK	9
4.5.1 POZÍCIÓDEKÓDER MODUL	9
4.5.2 ZÁRTHURKÚ SZABÁLYOZÓK	9
5. A FELHASZNÁLÓI PROGRAM VÉGREHAJTÁSA	10
6. PROGRAMOZÁS	11
7. REDUNDÁNS RENDSZEREK	13
7.1 HIBABIZTOS PROGRAMOZHATÓ VEZÉRLŐK	13
7.2 HIBATŰRŐ PROGRAMOZHATÓ VEZÉRLŐK	15
8. AJÁNLOTT IRODALOM	15

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1.ÁBRA IRÁNYÍTÁSI FOLYAMAT BLOKKVÁZLATA	4
2.ÁBRA A PLC EGYSÉGEINEK KAPCSOLATA	7
3.ÁBRA POZÍCIÓDEKÓDER MŰKÖDÉSI DIAGRAMJA	9
4.ÁBRA ZÁRTHURKÚ SZABÁLYOZÓ BLOKKDIAGRAMMJA	10
5.ÁBRA A PROGRAMVÉGREHAJTÁS FOLYAMATA	10
6.ÁBRA ÁRAMUTAS PROGRAMOZÁSI MÓD	12
7.ÁBRA GRAFIKUS, LOGIKAI ÁRAMKÖRÖS PROGRAMOZÁSI MÓD	12
8.ÁBRA UTASÍTÁSLISTÁS PROGRAMOZÁSI MÓD	13
9.ÁBRA BIZTONSÁGI BEMENETI KONFIGURÁCIÓ	14
10.ÁBRA BIZTONSÁGI KIMENETI KONFIGURÁCIÓ	15

1. Bevezetés

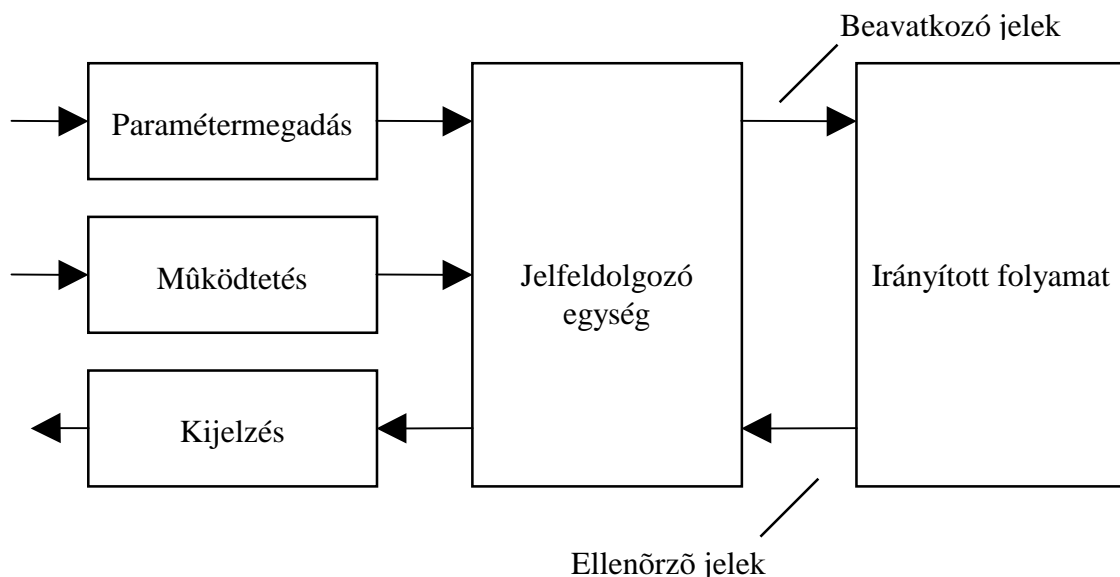
A programozható logikai vezérlő (Programmable Logical Controller, PLC) az ipari szabályozások, illetve vezérlések megvalósítására elterjedten alkalmazott ipari kivitelű mikroszámítógép. Fontos jellemzője, hogy bemeneti és kimeneti egységeinek feszültség szintje illeszkedik az iparban használatos szintekhez. Ezért ezek a be- és kimenetek csak ritkán 5 V-os szintűek (ami a PC-s technikában megszokott), míg az esetek nagy többségében a digitális be- és kimenetek 24, 60, vagy 220 V-osak, az analóg be- és kimenetek feszültségtartománya +/- 24 V.

Az ipari kivitel másik jellemzője a környezeti ártalmakkal (por, légszennyezettség) és a mechanikai hatásokkal (ütések, rázkódás) szembeni ellenállóképesség.

A PLC-k többnyire moduláris felépítésűek. Ez lehetővé teszi a különböző felhasználói igényekhez való optimális illesztést.

2. A vezérlőberendezések felépítése és felosztása

Egy irányított folyamat blokkvázlata az 1. ábrán látható.



1. ábra Irányítási folyamat blokkvázlata

A paramétermegadás a rendszer megkívánt működéséhez szükséges adatok (alapjelek, technológiai jellemzők) megadását jelentik.

A működtetés a berendezés működtetése céljából szükséges be- és kikapcsolás, vészleállítás stb. jeleit jelenti. 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, ill. 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 szolgáltatnak, vagy

analóg értékeket, melyeket sokszor a digitális feldolgozhatóság érdekében digitalizálunk.

Az irányítójelek (beavatkozójelek) kiadása a beavatkozószerveken keresztül történik. Ezek általában jelfogók, mágneskapcsolók, mágnesszelepek stb.

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). Ekkor, ha az áramkör nem cserélhető, akkor rögzített, ha cserélhető, akkor cserével változtatható a berendezés programja. Más tárolóáramkörök alkalmazása esetén (pl. RAM, EEPROM) a tárolt program újraírható. Esetenként a tárban egymástól függetlenül több programot is elhelyeznek, amelyek közül a kívántat külső jelre vagy időtől függően aktivizálják.

A vezérlések felépítéséhez használt elemeket és a vezérlések struktúráját tekintve az alábbi felosztást tehetjük:

- jelfogós (relés) vezérlések
- félvezető logikai elemekre épülő vezérlések
- számítógépes vezérlések
- programozható logikai vezérlők.

2.1 Jelfogós vezérlések

A kétállapotú jeleket feldolgozó vezérléstechnikában korábban szinte kizárólagosan a jelfogós kapcsolásokat használták.

A jelfogók a jelek fogadására, elosztására, tárolására, feldolgozására, jelek kiadására, galvanikus szétválasztásra képesek. Mindezek mellett a jelfogós vezérlések alkalmazása számos hátránnyal is jár. Egyrészt minden változtatás nehézkesen végezhető el rajtuk, másrészt nehezen integrálhatóak elektronikus rendszerekbe. A jelfogós vezérléseket áramutas rajzokkal, pl. ún. létradiagrammal lehet ábrázolni, amely szimbólumai segítségével a működés szemléletesen követhető. Ezen személeteség az egyik oka annak, hogy ezt az ábrázolási módot a programozható logikai vezérlőknél is használják.

2.2 Félvezetõ elemekre épülõ vezérlések

A nagyobb megbízhatóságra és kedvezõbb megvalósíthatóságra való törekvés vezetett az érintkezõmentes elemek alkalmazásához. Ezek a félvezetõ alapú dióda, a tranzisztor és az integrált áramkör.

Az ilyen vezérlések elõnye a viszonylag nagyfokú integráltság és ebbõl következõen a kis teljesítmény- és helyigény.

2.3 Számítógépes alapú vezérlések, PLC-k

A személyi számítógépek megjelenésekor került elõtérbe a számítógépek folyamatirányításra történõ felhasználásának gondolata. Mivel a számítógépek rendelkeznek kétállapotú jelek fogadására, ill. kiadására alkalmas egységekkel, digitális vezérlések megvalósítására ideálisak. Ugyanakkor a jel fogadó- és kiadóegységek szintjei nem illeszkednek az ipari szintekhez, és az ipari hatásokkal szemben sem ellenállóak. A kezdeti idõszakban a számítógépek ára is igen magas volt, így nem lehet csodálkozni azon, hogy megjelentek a speciálisan folyamatirányításra kifejlesztett mikroszámítógépek, a PLC-k, és nagyrészt ki is szorították a számítógépeket. Manapság az egészen bonyolult, nagy adathalmazmal operáló, nagy sebességigényû folyamatvezérléseknél használnak speciális folyamatirányító számítógépeket.

3. Alkalmazási területek

A PLC-ket kedvezõ jellemzõik az alábbi területeken teszik alkalmassá irányítási funkciók elvégzésére:

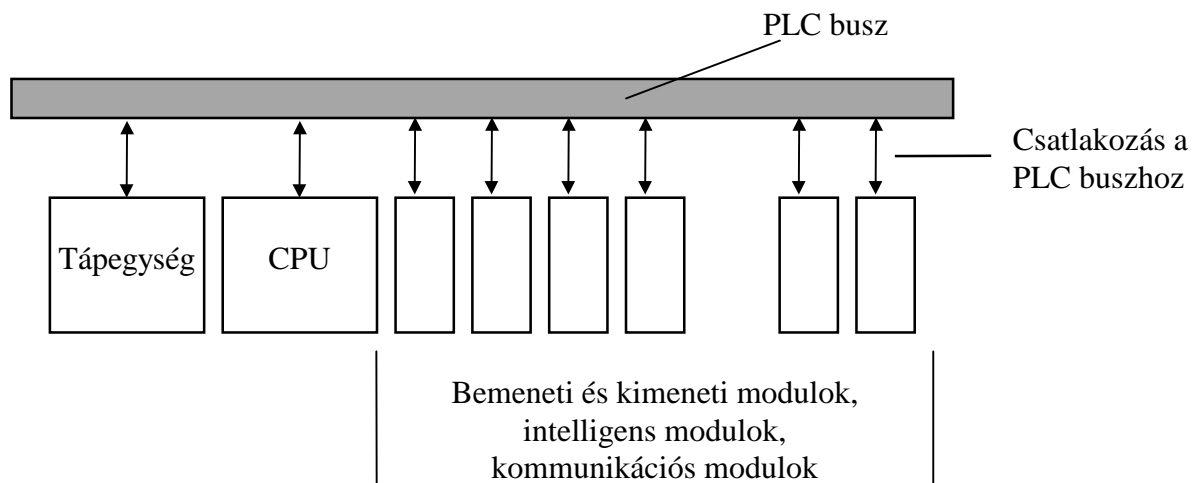
- Kis irányítási feladatok.
A kompakt kivitelû, mini PLC-k alacsony áruk miatt már 5-10 relét igénylõ hagyományos megoldások kivitelezésénél is gazdaságosan válthatják ki a relés vezérlést.
- Bonyolult, összetett feladatok.
A nagy teljesítményû, bonyolult számítások elvégzésére képes PLC-k jelentik a megoldást az olyan vezérléseknél, ahol a relés technika alkalmazása már nem, vagy csak nehezen vezet eredményre. Ezek a nagyteljesítményû PLC-k már közel állnak a folyamatirányító számítógépekhez.
- Gyakran módosuló feladatok.
Mivel a PLC a memóriájában tárolt program végrehajtásával oldja meg a feladatot, a feladat módosulása esetén legtöbbször elég a programot módosítani, ami gyors és olcsóbb, mint egy huzalozott vezérlõáramkör átalakítása.
- Területileg elosztott feladatok.
A nagyobb, moduláris PLC-k esetében lehetőség van arra, hogy az I/O (input/output) modulokat a vezérlési helyek közelében helyezzük el, és ezek a modulok a központi egységgel egy kábelon keresztül kommunikáljanak. Így a rendszer kábelezési költségei jelentõsen csökkenthetõk ahhoz képest, mintha minden egyes I/O jelet egyenként kellene a központi egységhez vezetni.

4. A PLC funkcionális egységei

A következő részben sorra vesszük az általános felhasználási célú PLC-k funkcionális elemeit. Moduláris kialakítás esetén ezek a funkcionális egységek általában külön modulokban helyezkednek el, míg kompakt kivitelnél akár az egész PLC egy közös egységben található.

Egy PLC rendszerben az alábbi egységeket találhatjuk meg:

- Központi feldolgozó egység (CPU)
- Tápegység
- Bemeneti és kimeneti egységek (I/O)
- Intelligens egységek
- Kommunikációs egységek



2.ábra A PLC egységeinek kapcsolata

4.1 A központi feldolgozó egység (Central Processing Unit, CPU)

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 van tárolva. 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.

4.2 A 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 feszültségkimaradás esetén a RAM tartalma megőrizhető legyen.

4.3 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.

4.3.1 Digitális bemeneti egységek

A digitális bemeneti egységek feladata olyan jelek értelmezése, illetve illesztése a PLC belső szintjéhez, melyek csak két lehetséges állapotot vehetnek fel.

Az iparban használatos feszültségekhez igazodva megtalálhatóak a választékban egyen- ill. váltakozófeszültséget érzékelő egységek is. A bemeneti egységek feszültségtartománya is széles skálán mozog, a 24 V-os névleges feszültségűtől a 220 V-os névleges feszültségűig.

4.3.2 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 kicsi, kisebb, mint 10 Hz, és a reakcióideje is nagy.

Elektronikus 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 relative drága elemekkel lehet kapcsolni.

4.3.3 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.

4.3.4 Analóg kimeneti egységek

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

4.4 Kommunikációs egységek

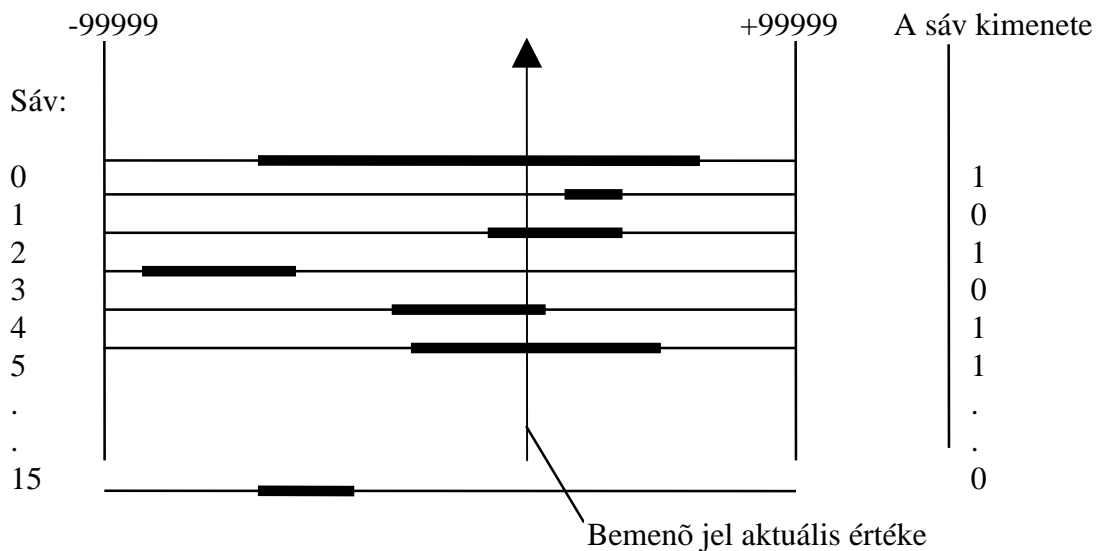
Ezen egységek segítségével valósítható meg a kapcsolattartás más esz–közökkel, pl. folyamatirányító számítógéppel vagy printerrel. Szabványos soros vagy párhuzamos interfészt biztosítanak, vagy hálózati kommunikációt tesznek lehetővé.

4.5 Intelligens egységek

Ezen egységek valamilyen nagy sebességű előfeldolgozást végeznek a bemenő jeleken, nagymértékben tehermentesítve a központi feldolgozó egységet. Ilyen előfeldolgozás lehet pl. számlálás, pozíciófigyelés, hőmérsékletszabályozás stb. A legkülönbözőbb ipari célokra készülnek intelligens egységek, a következőekben ezek közül mutatunk be kettőt.

4.5.1 Pozíciódekóder modul

A modul általában bináris vagy BCD (Binárisan kódolt decimális) kódú bemenettel rendelkezik. Figyeli az így nyert bemeneti jelet, hogy megállapítsa, egy adott tartományon belül van-e. Egy modul egy bemenőjelére a modul típusától függően több megfigyelési tartomány (sáv) is megadható. A működést 16 megfigyelési tartomány esetére a 3. ábra szemlélteti. A modul felhasználható pl. forgácsológépek munkaasztalának vezérléséhez, mint a munkaasztal aktuális pozícióértékének előfeldolgozó egysége.

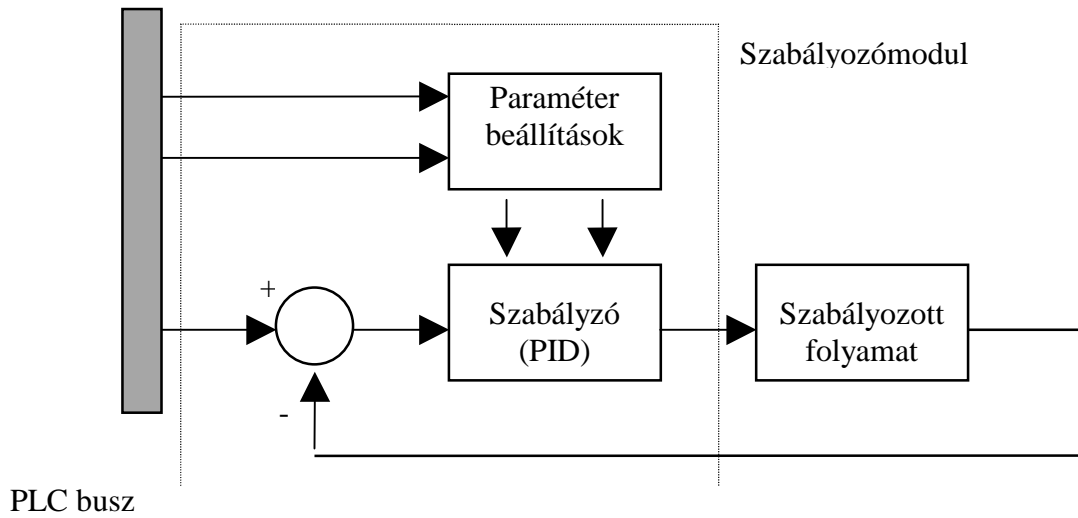


3.ábra Pozíciódekóder működési diagramja

4.5.2 Zárthurkú szabályozók

A zárthurkú szabályozók bemenőjeleik alapján önmaguk képesek beavatkozni egy folyamatba. A központi egység (CPU) feladata ilyenkor csak az alapjel és a működési paraméterek beállítására terjed ki, és a folyamat szabályozása nem terheli. A zárthurkú szabályozók minden esetben saját belső mikroprocesszorral rendelkeznek,

amely felügyeli a szabályozást. A szabályozó működésének blokkvázlata a 4. ábrán látható. A zárthurkú szabályozó pl. ipari hőkemencék hőmérsékletének szabályozásához használható fel.

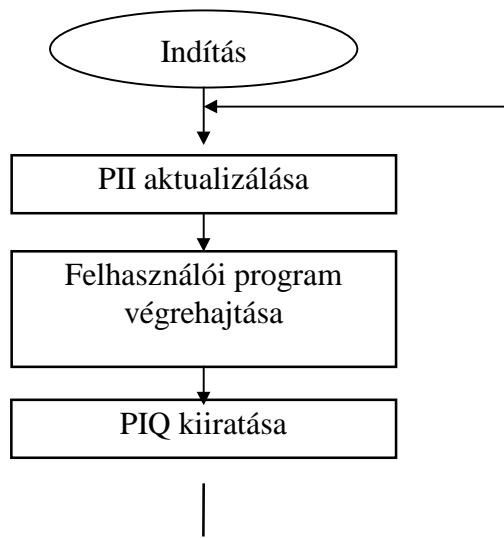


4.ábra Zárthurkú szabályozó blokkdiagrammja

5. 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.



5.ábra A programvégrehajtás folyamata

A logikai vezérlő bekapcsolása után azonnal egy olyan ciklusba kerül, amelyből csak kikapcsoláskor fog kilépni. A ciklus a következő 3 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 házárdok.

Ha időzítési 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.

6. Programozás

A PLC-k általában többféle programnyelven programozhatók. Mindegyiknél megtalálható az ún. utasításlistás programozási mód, ahol a feladatmegoldás lépéseit a PLC által értelmezhető "mondatokban" írjuk le. Ilyen módon használhatjuk ki legteljesebben a CPU által felkínált lehetőségeket.

Az utasításlistás programozási mód mellett (melyet általában a gyakorlottabb programozók kedvelnek), szinte mindig megtalálható valamilyen grafikus programszerkesztési mód is. Az első lehetőség, hogy logikai elemeket (ÉS, VAGY kapukat, késleltetőket, számlálókat stb.) kapcsolhatunk össze, mintegy áramköri rajzzal definiálva a programot. Az így keletkezett rajzot egy fordítóprogram fordítja le a PLC gépi kódjára. Ez a programozási mód a digitális technikában járatosak számára kedvező.

A második, -grafikus- lehetőséggel élve áramutas rajzokat készítünk, reléérintkezők és jelfogótekercecsek alkalmazásával. Így egy már korábban jelfogós technikával megoldott feladat elvégzését programozhatjuk be könnyen és gyorsan anélkül, hogy a "régi" jelfogós kapcsolási rajzot át kellene kódolni. Itt szintén fordítóprogram végzi el az átkódolást.

Nézzünk példát mindhárom metódusra! A programozandó logikai függvény legyen az alábbi:

$$Q2.0 = (I2.3 + I2.4) * (I3.3 + (I3.4 * I3.5))$$

ahol Q x.y egy kimeneti változót jelent (byte.bit jelöléssel) és
 ahol I x.y egy bemeneti változót jelent (byte.bit jelöléssel).

A következő ábrákon bemutatott programok STEP 5 programnyelvben íródtak.

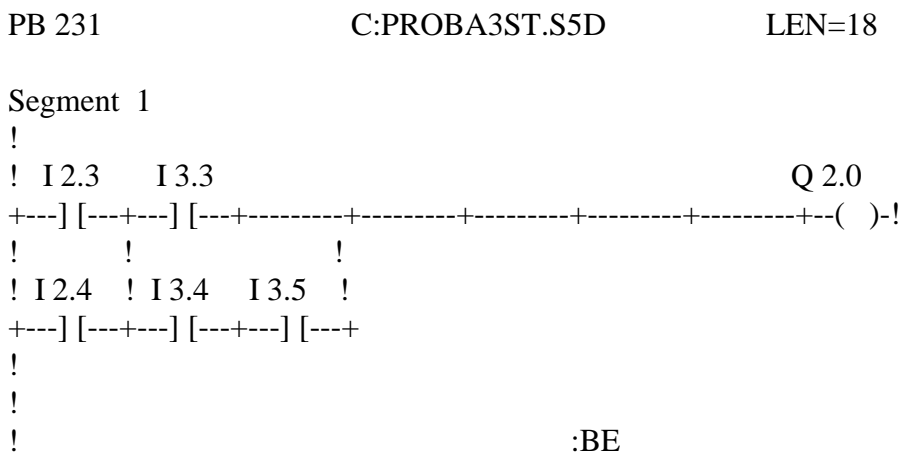
A példákban PB231 a 231. programblokkot jelenti a programon belül. (Hasonlóan a Pascal programnyelv "Procedure" eleméhez.)

C:PROBA3ST.S5D a programfájl neve, amelyik PB231-et tartalmazza.

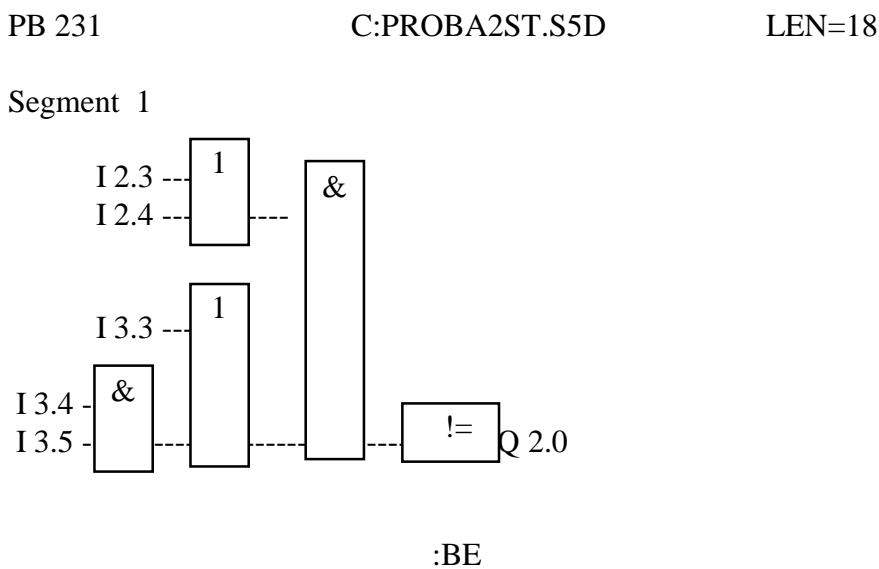
A LEN=18 adja meg a blokk hosszát (LEN: lenght).

A Segment 1 felirat azt mutatja, hogy a programblokk első szegmensében vagyunk (a blokkokon belül további különválasztást tesz lehetővé a szegmensek használata).

BE jelentése: a blokk vége (block end).



6.ábra Áramutas programozási mód



7.ábra Grafikus, logikai áramkörös programozási mód

PB 231 C:PROBA1ST.S5D LEN=18

Segment 1

```

:A(
:O I 2.3                      01
:O I 2.4                      01
:)                              01
:A(
:O I 3.3                      01
:O                              01
:A I 3.4                      01
:A I 3.5                      01
:)                              01
:= Q 2.0
:BE

```

8.ábra Utasításlistás programozási mód

7. Redundáns rendszerek

Ipari környezetben gyakran találkozunk olyan folyamattal, melynek vezérlése során nagy biztonságra, vagy magas rendelkezésre állásra kell törekednünk. Biztonsági vezérlést igényel pl. egy vegyipari folyamat kontrollálása, vagy akár egy vasútállomás biztosítóberendezésének vezérlése. Magas rendelkezésre állás ott szükséges, ahol a leállítás nagy költségekkel jár, vagy a leállítás utáni újraindítás lassú. A PLC gyártó cégek is felismerték ezt az igényt, és mindkét problémára megoldást kínálnak a felhasználóknak.

7.1 Hibabiztos programozható vezérlők

Hibabiztos rendszereknél a hiba fellépése után az operációs rendszer a hibában érintett egységeket, vagy az egész rendszert úgy vezérli, hogy a hibás működést, illetve az abból adódó veszélyeztetést meggátolja. A hiba felismerésének alapvető követelménye, hogy a külvilággal való kapcsolattartásért felelős jelek redundánsak legyenek.

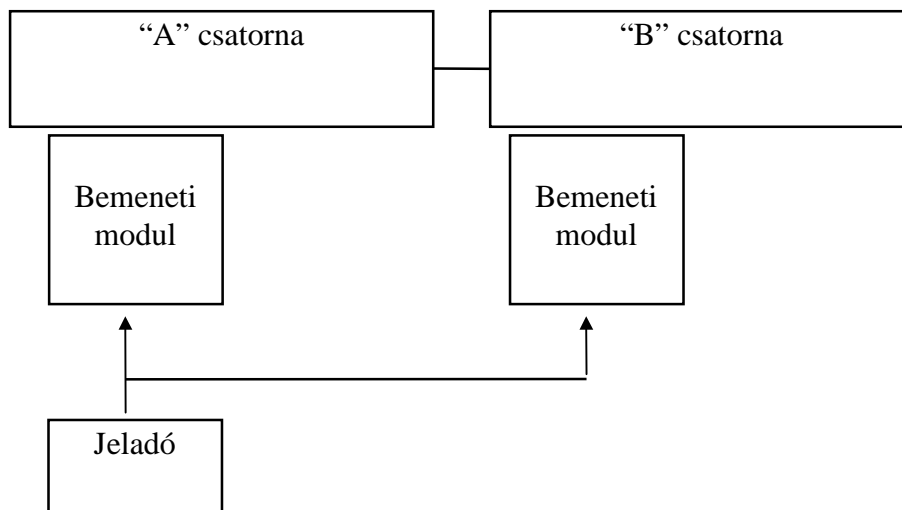
A programozható vezérlő belső hibáinak felismerése (pl. CPU hiba) valamilyen ellenőrzőegységgel lehetséges.

Az ellenőrzés megoldható a berendezés megkettőzésével is (2-ből 2 rendszer). Természetesen a kiegészítő ellenőrzési funkciókat az operációs rendszernek el kell végeznie, és biztosítani kell a két berendezés közötti információáramlást is. Ilyen elrendezésnél a két gép kicseréli egymás között a beolvasott értékeket, és (a redundanciát kihasználva) mindkettő ellenőrzi. A redundancia ez esetben azt jelenti, hogy az információ mindkét géphez eljut, így ha a hiba az átviteli úton, vagy az egyik gép beolvasóegységében történik, akkor detektálható (9.ábra).

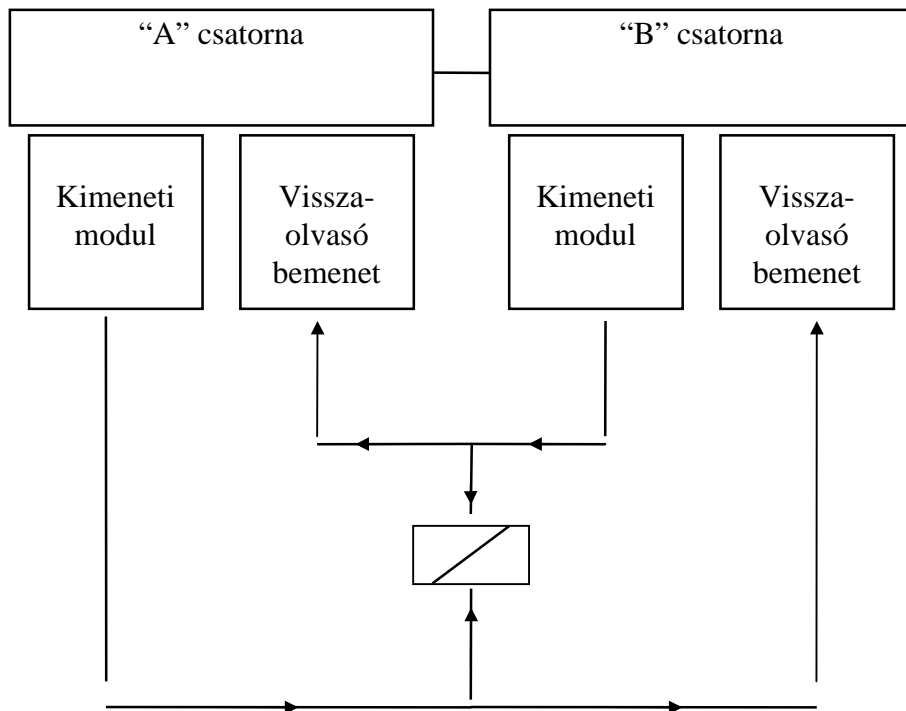
Miután a két gép kicserélte a bemeneti adatokat, majd ellenőrizte azokat (ekkor már biztos, hogy ugyanazokkal a bemeneti értékekkel fognak dolgozni), következhet a tényleges feldolgozás, amit a felhasználói program végez. Általában mindkét gépen ugyanaz a program fut, így a számolt eredményeknek is azonosaknak kell lenniük. (Létezik olyan megoldás is, ahol a két gépen különböző programok valósítanak meg azonos funkciót, így a programozásból eredő hibák nagyobb valószínűséggel deríthetők fel.)

A kiszámolt kimeneti értékeket a két gép ismét kicseréli, egyezőségre megvizsgálja, és csak akkor vezérli a kimenetet, ha nem tapasztal eltérést. A kimenetek értékét ráadásul keresztbe vissza is olvassák, így a kimeneti modulok hibája is felfedhető (10.ábra).

Hiba felléptekor több reakció közül választhatunk. Az operációs rendszer képes a vezérlők leállítására (ezt egyébként bizonyos hibáknál mindenképpen megteszi, pl. CPU hiba), vagy a felhasználóra bízta a reagálást azzal a kiegészítéssel, hogy a hibában érintett egységeket leállítja.



9.ábra Biztonsági bemeneti konfiguráció



10.ábra Biztonsági kimeneti konfiguráció

7.2 Hibatűrő programozható vezérlők

Annak érdekében, hogy a vezérlőrendszer egy hiba fellépése után is működőképes maradjon, szintén redundáns konfigurációt használnak. A legelterjedtebb megoldásnál a hibabiztos programozható logikai vezérlőkhöz hasonlóan megkettőzik az alapgépet. Itt azonban az egyik gép végzi a tényleges vezérléseket, a második melegtartálékként és ellenőrzési funkciókra szolgál.

8. Ajánlott irodalom

1. Kiss D.
Programozható logikai vezérlők (BME Automatizálási Tanszék, 1981)
2. Demmel L.- Molnár T.- Török B.- Vágvölgyi G.
Programozható logikájú vezérlések (BME Mérnöktovábbképző Intézet, 1989)
3. S5-90U, S5-95U, S5-100U and S5-95F Programmable Controllers
(Catalog, Siemens AG. 1994)
4. S5-115U, S5-115H and S5-115F Programmable Controllers
(Catalog, Siemens AG. 1994)
5. S5-115F Programmable Controller Users Guide
(Siemens AG. 1995)
6. Patay T.
Irányítástechnika (GAMF Kecskemét, 1985)