

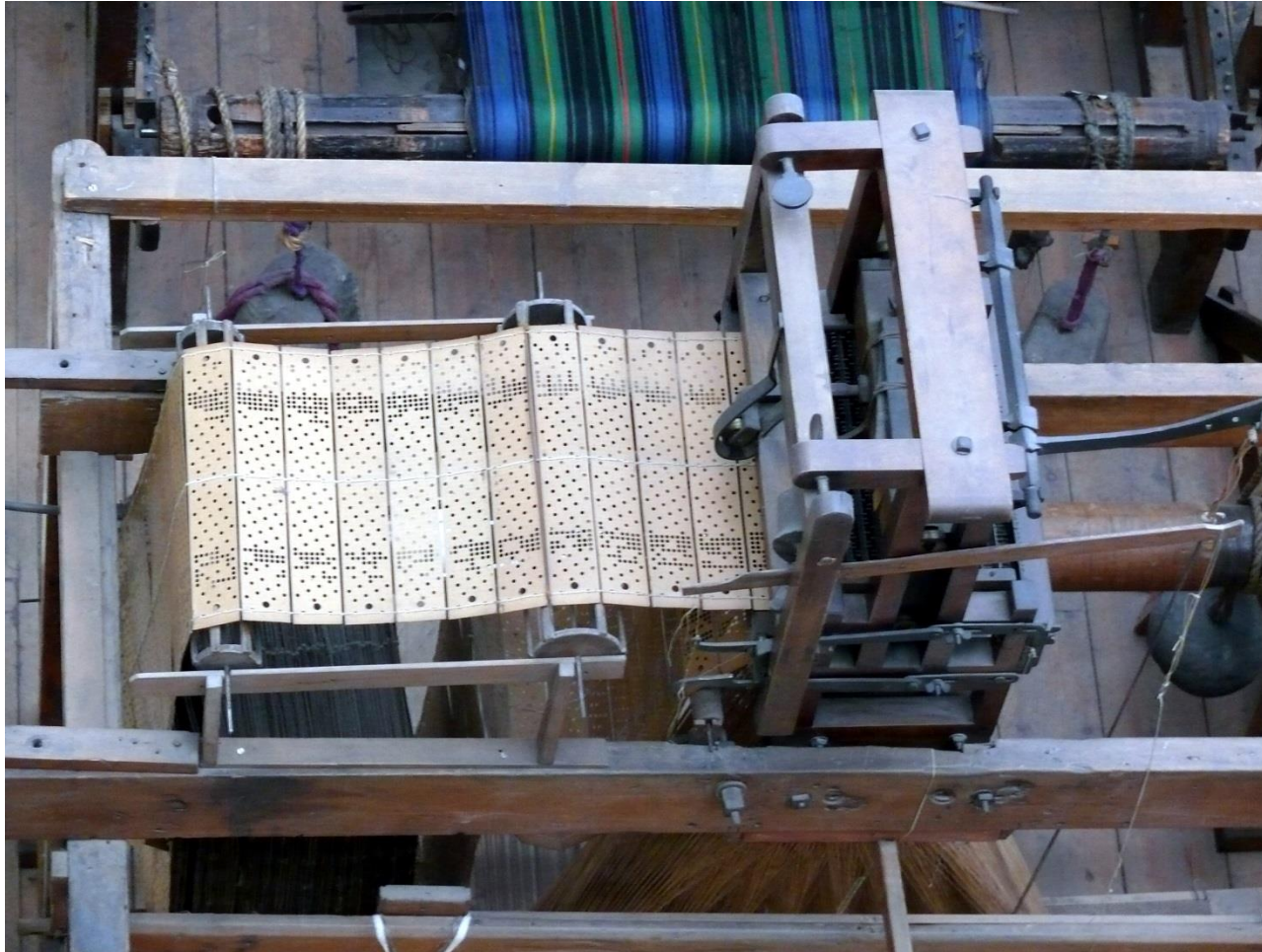
PLC-k – bevezetés

Programozható irányítóberendezések
és szenzorrendszerek

KOVÁCS Gábor

gkovacs@iit.bme.hu

A gyártásautomatizálás kezdetei



Jacquard-féle szövőszék(1801) – mechanikus irányítás

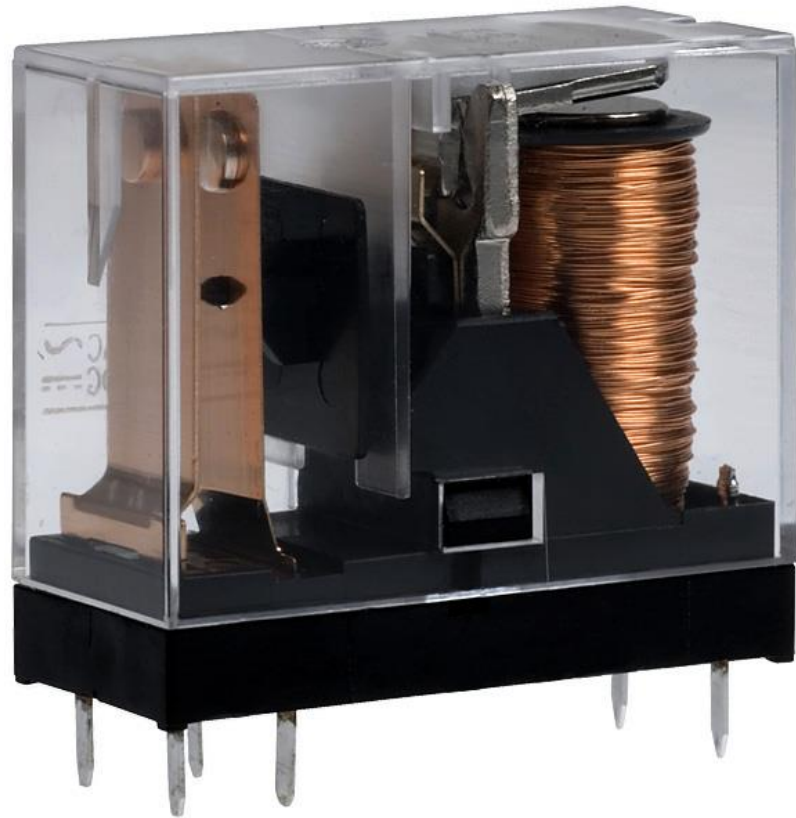
XIX. század vége

- Pneumatikus irányítás
 - Nagyméretű eszközök
 - Folyamatos levegőutánpótlás igénye
 - Gyakran meghibásodó mozgó alkatrészek



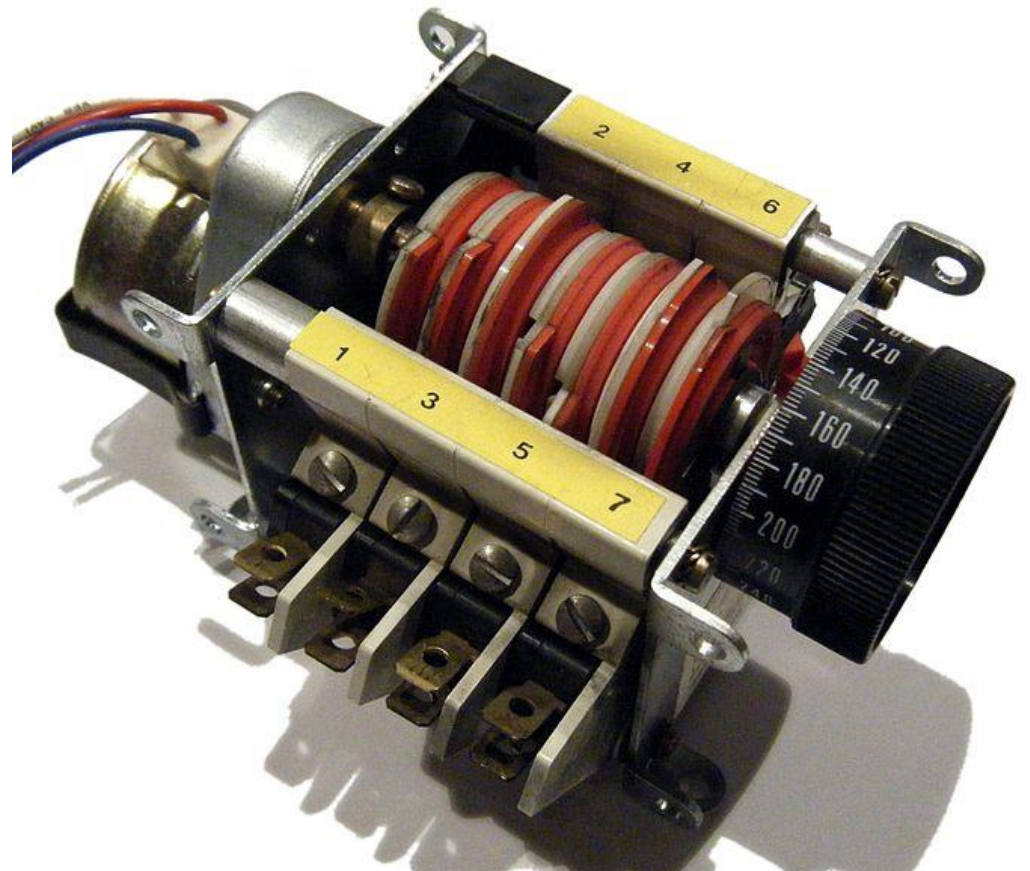
XX. század eleje

- Elektromechanikus irányítás
- Kulcs: relé



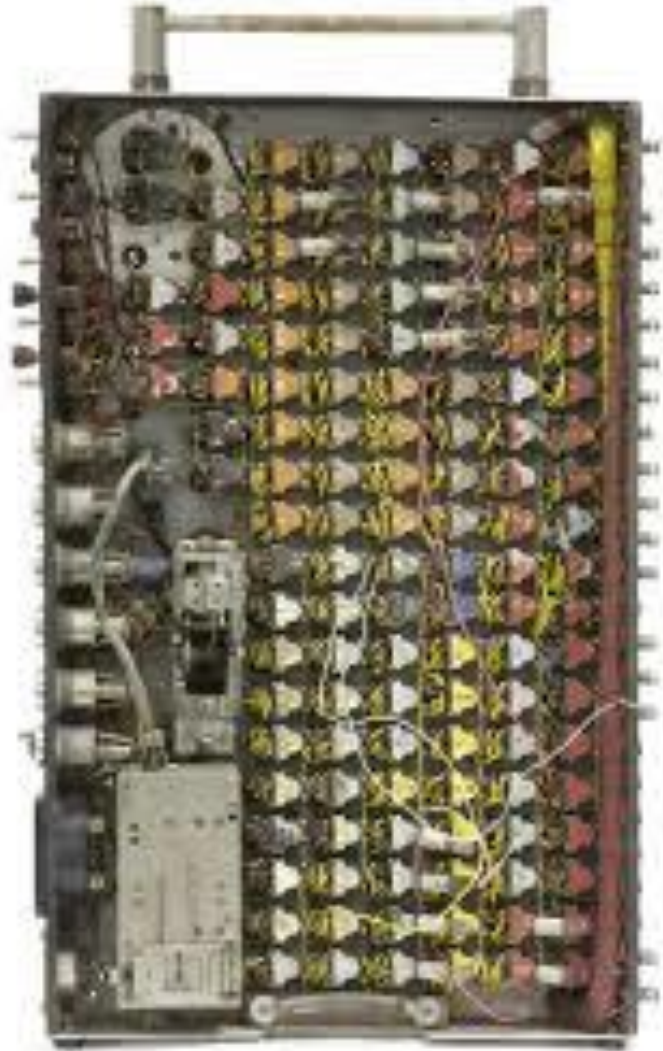
Relés vezérlések

- Relék: kontaktusok és tekercsek
- Bütykös időzítők és számlálók
- Dobvezérlők



Relés vezérlések

- Kisebb méret (de még így is nagy)
- Kisebb tápigény
- Kevéssé megbízható
- Huzalozott logika
- A komplex kapcsolás nehezen átlátható és javítható



A PLC születése

- 1968 – A General Motors pályázatot hirdet egy olyan irányítóeszközre, ami
 - egyszerű és rekonfigurálható
 - biztonságos és megbízható
 - jobb költség-haszon mutatókkal rendelkezik az elektromechanikus vezérlőeszközöknél
 - képes ipari környezetben is működni

Az elsőszülött: Modicon 084



A büszke édesapák



- Richard „Dick” Morley
 - Modicon
 - Részt vett (többek között) az ABS és a floppy lemez fejlesztésében

- Odo Josef Struger
 - Allen-Bradley
 - Az IEC 1131-3 (IEC 61131-3) szabvány vezető fejlesztője



Miért PLC?

- **P**rogrammable - **P**rogramozható
- **L**ogic - **L**ogikai
- **C**ontroller – Vezérlő

A PLC már nem csak logikai!

- Bájtok, szavak, lebegőpontos számábrázolás
- Időzítők és számlálók
- Aritmetikai műveletek
- Komplex számítások
- Irányítási algoritmusok (pl. PID)
- Soft computing módszerek (fuzzy irányítás)
- ...

Akkor mi is a PLC?

- A PLC egy ipari beágyazott számítógép.
- Ipari: robusztus és megbízható
- Beágyazott: önmagában rendelkezik minden szükséges perifériával
- Számítógép: mikroprocesszor-alapú

Hol használnak PLC-eket?

- Gyártás- és folyamatirányítás
- Vasúti rendszerek
- Forgalomirányító rendszerek
- Víz- és szennyvízkezelés
- Energiaelosztás
- ...

PLC típusok



NanoPLC-k

- Elnevezések:
 - NanoPLC
 - PicoPLC
 - Programozható relé
(*Programmable Relay Controller*)
 - Intelligens sorkapocs (*Smart Relay*)
- Legfeljebb 15 IO port
- Kompakt kivitel
- Akár külső eszköz nélkül is programozható
- Csak a legegyszerűbb vezérlési feladatokra



Mikro PLC-k

- Kompakt kivitel: CPU + IO-k
- Általában modulokkal bővíthető
- Valamilyen kommunikációs csatornával rendelkezik
- Akár 128 IO



Közepes PLC-k

- Moduláris kivitel
- Akár 512 IO, modulok széles választéka
- Rugalmas és sokoldalú megoldások



Nagyméretű PLC-k

- 512+ IO (akár 4096)
- Moduláris, rack-rendszerű kivitel
- Komplex ipari alkalmazásokhoz

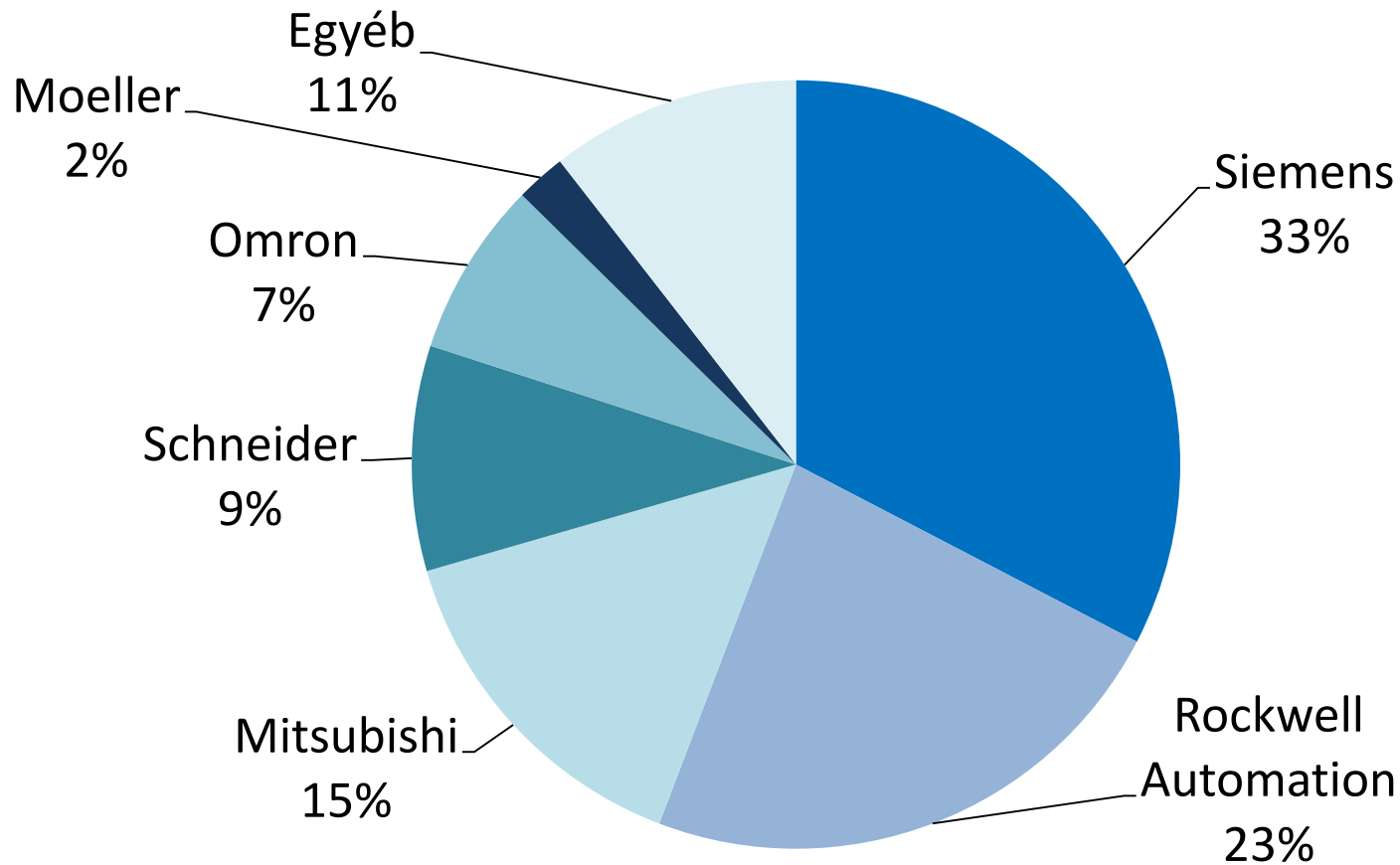


Különleges PLC-k

- Ex
 - Robbanásbiztos kivitel
 - Különleges hardvert igényel
- Fail-Safe (Safety)
 - Különleges, redundáns hardver
 - Különleges programozási módszerek



Vezető PLC-gyártók



SIEMENS

- Logo! nanoPLC
- Simatic S7
 - S7-1200
 - S7-300
 - S7-400



Rockwell Automation

- Az Allen-Bradley márka tulajdonosa
- MicroLogix
- CompactLogix
- ControlLogix





- Alpha nanoPLC
- FX series
- L series
- System Q



Schneider Electric

- A Modicon és Telemecanique márkák tulajdonosa
 - Zelio nanoPLC
 - Twido
 - Modicon sorozat
- 
- A photograph of a Modicon PLC rack. The rack is a vertical assembly of several modules. The top module is a CPU with a small LCD screen and a keypad. Below it are several I/O modules, including digital input/output and analog input/output modules. The rack is mounted on a DIN rail. The background is a plain, light-colored surface.



OMRON

Industrial Automation

- CP series
- CJ series
- CS series



- EasyRelay sorozat
- EasyControl sorozat
- XC sorozat

EATON

Powering Business Worldwide

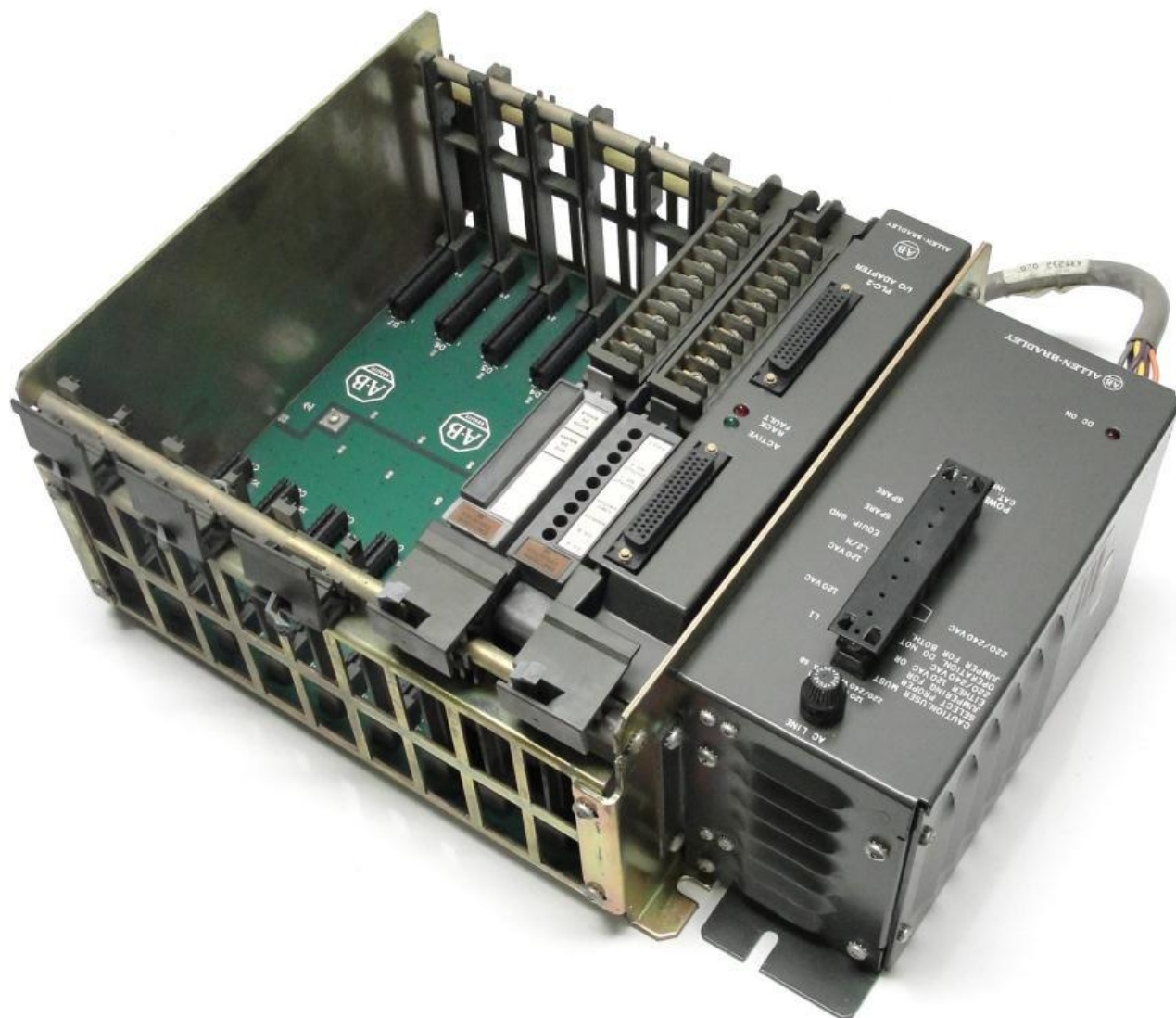
MOELLER



An Eaton Brand



Egy PLC anatómiája



Hátlap

(rack / chassis / backplane)

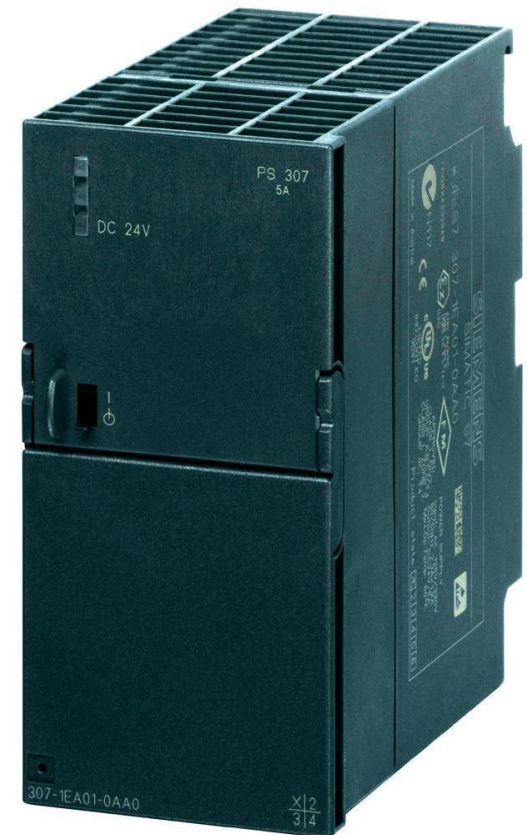
- Kisebb típusoknál hiányozhat
- A modulok közti táp- és jelátvitelért felel
- Nem szabványosított



Tápegység

(Power supply unit – PSU)

- Megbízható, stabil tápegység
- Bemenet: hálózatról
 - 110/220VAC
 - 24VDC
- Kimenet: a PLC működéséhez szükséges feszültség szintek
 - 24V
 - 5 V
 - 3.3 V
 - ...



CPU

- Processzor
- Operatív memória
- Háttértár
- Programozói interfész
 - Zárt
 - Nyitott (USB, Ethernet)
- Kommunikációs interfész
 - RS232/RS485
 - Ethernet
 - Modbus
 - ...



Kommunikációs modulok

- Ethernet
- RS232/485
- Ipari hálózatok
 - DeviceNet/ControlNet
 - Modbus
 - Profibus/Profinet
 - CAN
 - ...

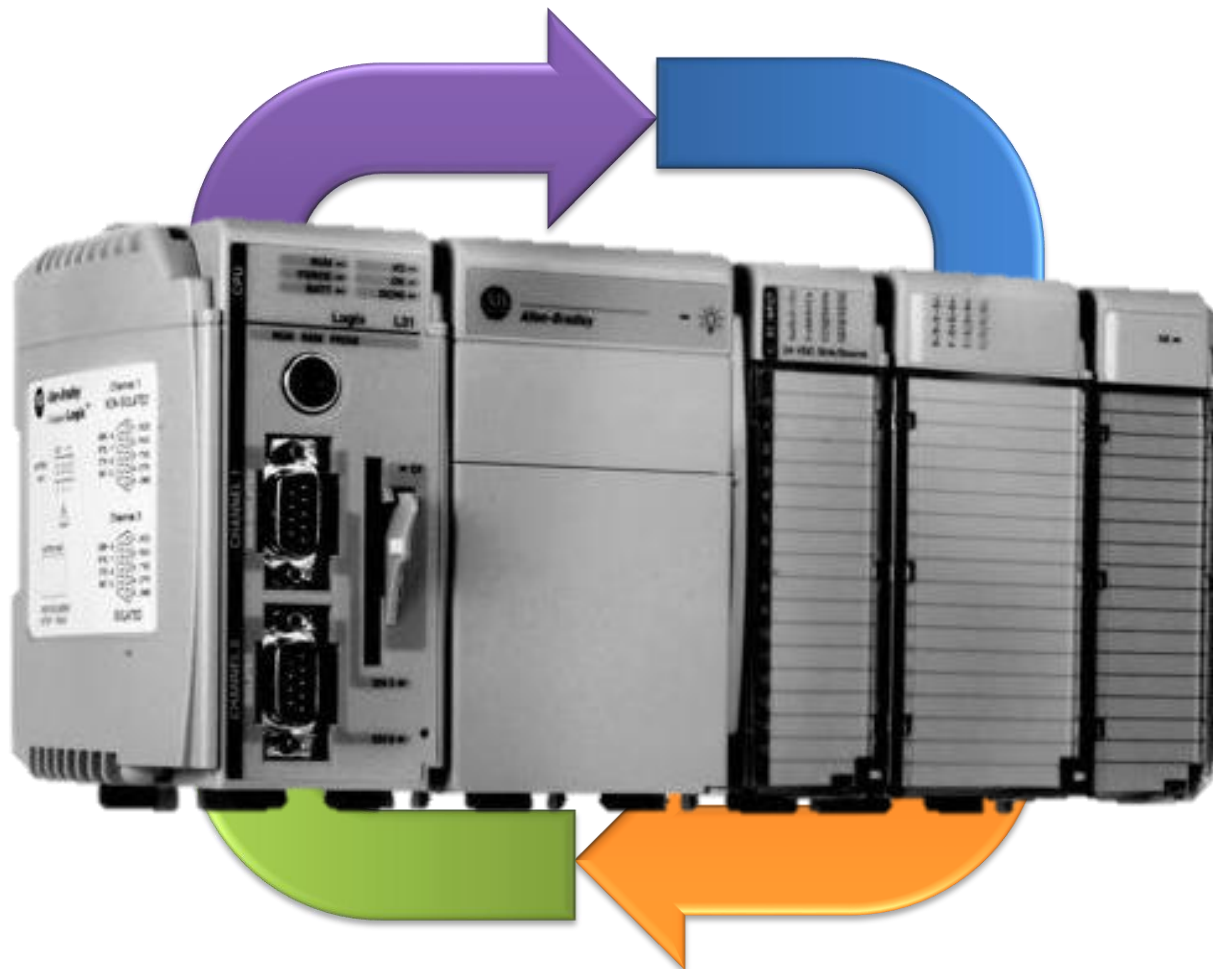


I/O modulok

- Digitális I/O
- Analóg I/O
- Különleges modulok
 - Számlálók
 - RTD-bemenetek
 - ...



A PLC-k működése



Hogyan működik egy „hagyományos” számítógép?

- Komplex operációs rendszer
- Multitasking
- Nem determinisztikus működés



PLC működés

- Mik a feladatok?
 - A technológia működésének nyomon követése a bemenetekre kötött érzékelőkön keresztül
 - Döntéshozatal
 - Beavatkozás a technológia működésébe a kimeneteken keresztül
- Mik a követelmények?
 - Megbízhatóság
 - Determinisztikus működés

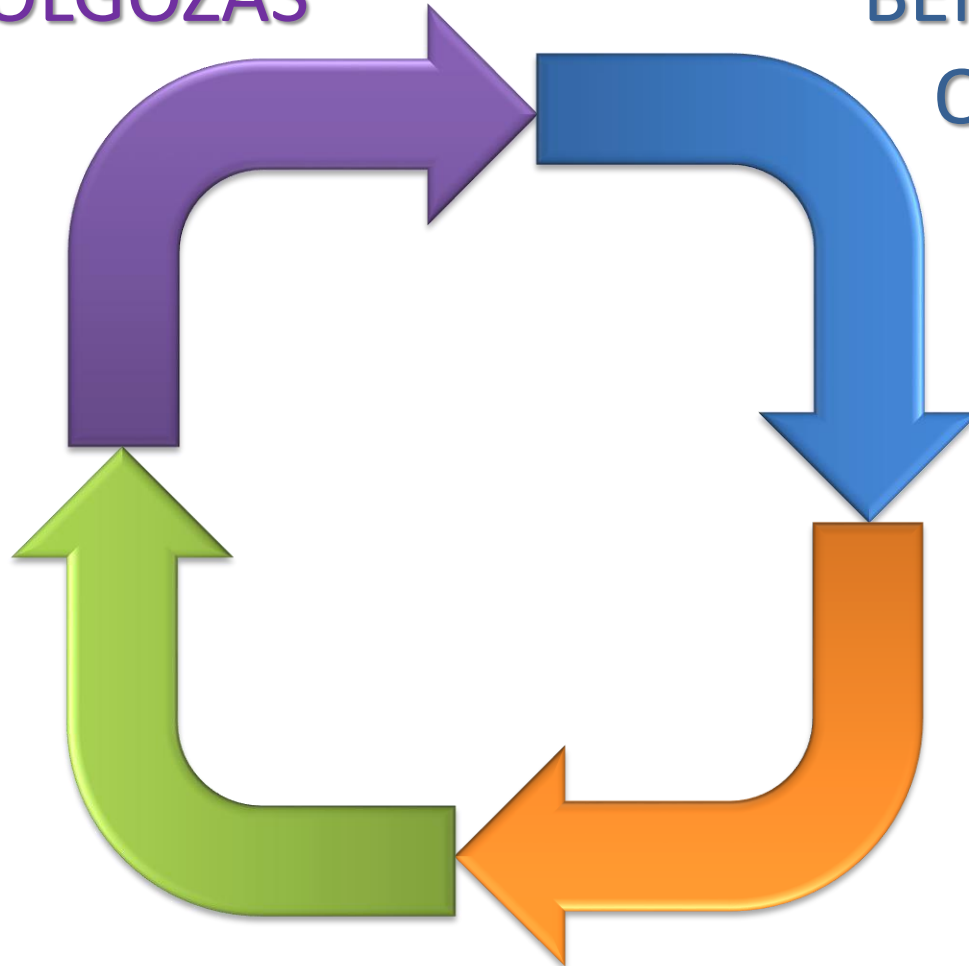
PLC ciklus

BELSŐ FELDOLGOZÁS

BEMENETEK
OLVASÁSA

KIMENETEK
ÍRÁSA

PROGRAM-
VÉGREHAJTÁS



PLC memória



The diagram consists of two rounded rectangular boxes side-by-side. The left box is purple and contains the text 'PROGRAM MEMÓRIA'. The right box is orange and contains the text 'ADAT MEMÓRIA'.

PROGRAM
MEMÓRIA

ADAT
MEMÓRIA

Adatmemória

RENDSZERMEMÓRIA

- Konfigurációs adatok
- Státuszinformáció
- Időzítők és számlálók
- Általános célú regiszterek
- Stack-ek

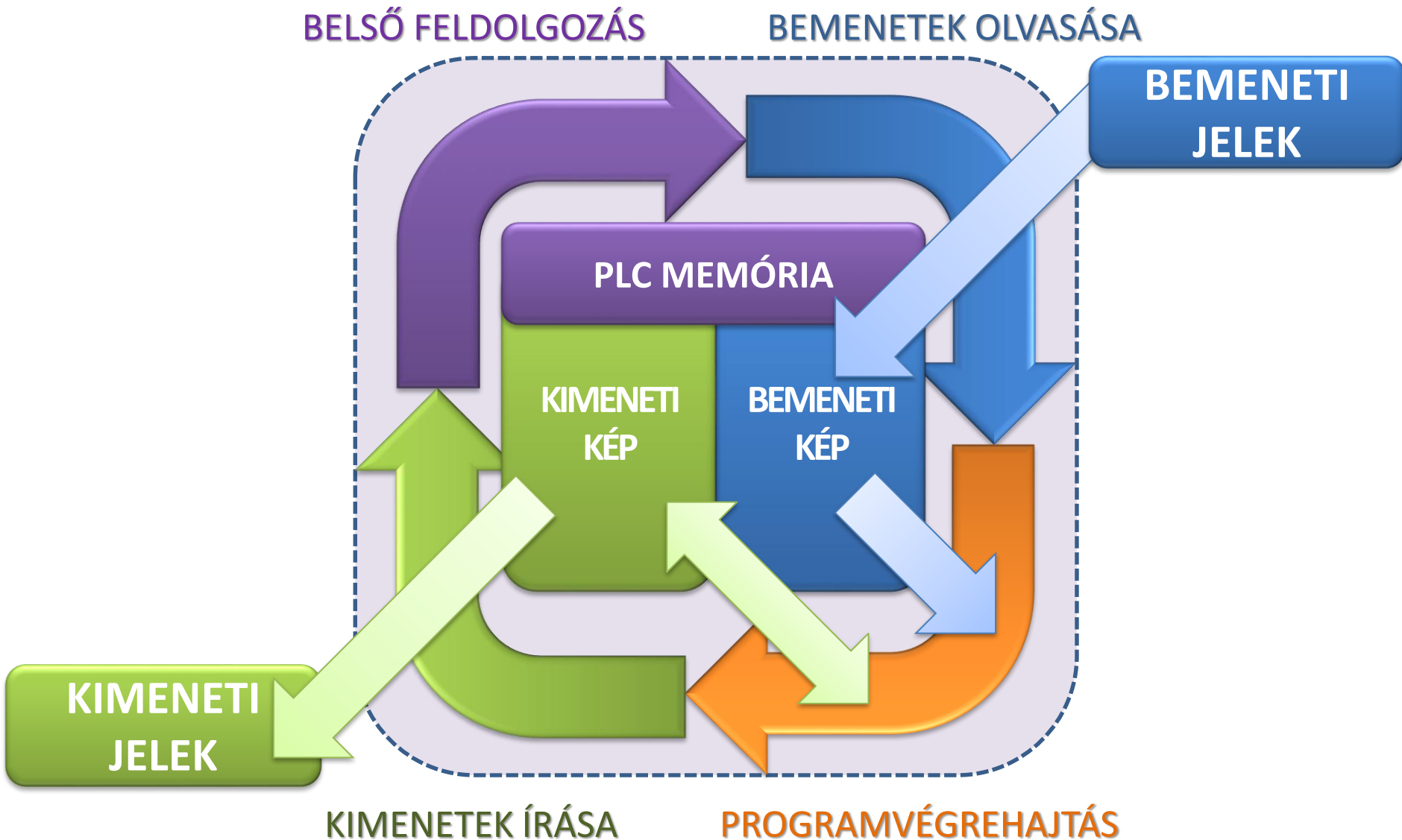
BEMENETI
KÉP

KIMENETI
KÉP

FELHASZNÁLÓI MEMÓRIA

**Egyszerű kompakt
PLC-k esetén gyakran
hiányzik**

Bemeneti és kimeneti kép



Bemenetek olvasása

(*input scan*)

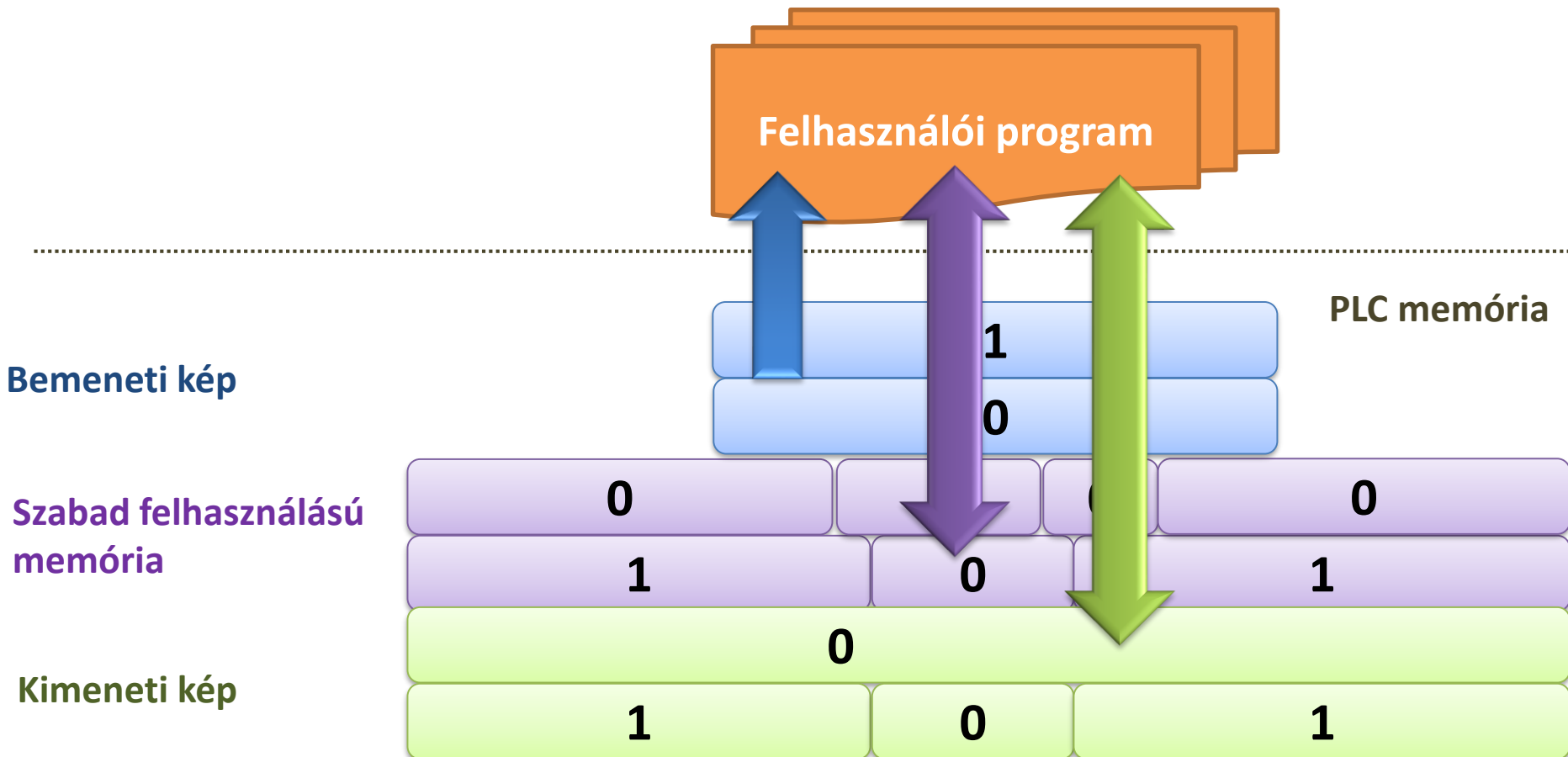


Bemeneti csatornák

PLC memória

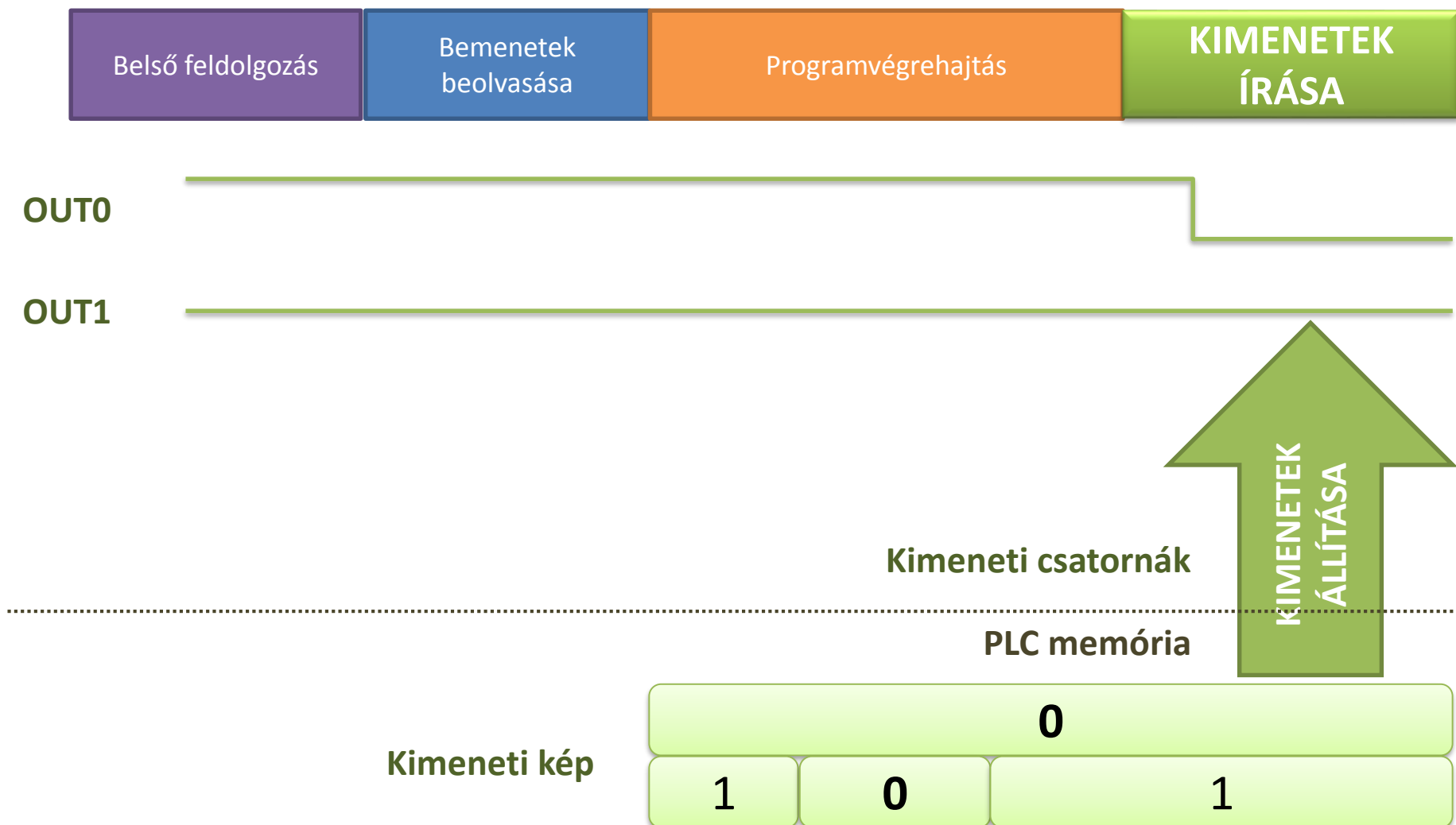
0	1
0	0

Programvégrehajtás (program scan)



Kimenetek írása

(output scan)



Belső feldolgozás

(internal processing)

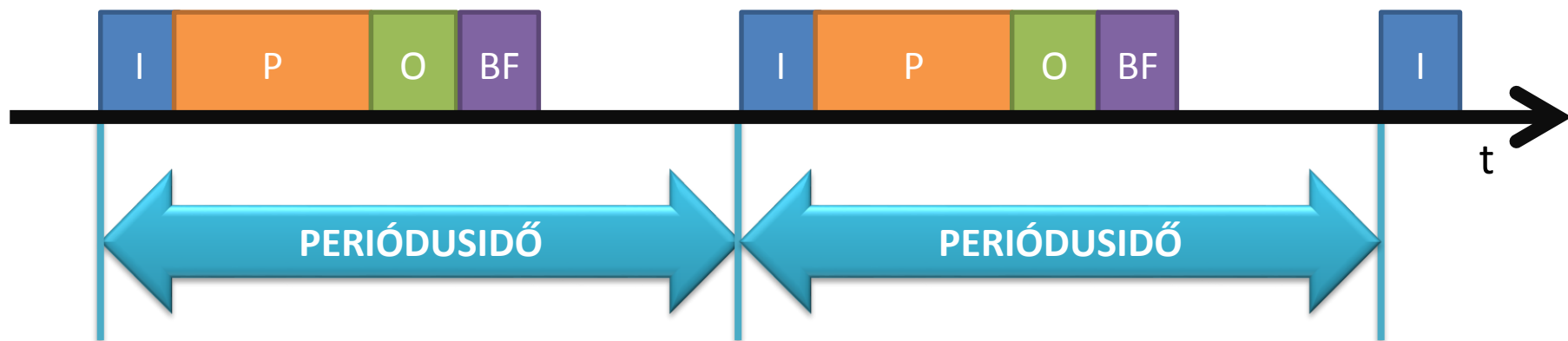
- Ciklusvezérlés
- Önteszt
- Kommunikáció
- Számlálók és időzítők kezelése

Ciklikus és periodikus végrehajtás

Ciklikus végrehajtás



Periodikus végrehajtás



Ciklusidő



Ciklusidő: egy PLC-ciklus teljes időszükséglete

A ciklusidő összetevői

- Bemenetek olvasásának / kimenetek írásának ideje függ
 - bemenetek / kimenetek száma
 - bemenetek / kimenetek típusa
- Programvégrehajtás ideje függ
 - PLC/CPU típus
 - utasítások száma és típusa
 - Számláló növelése: $0.05 - 1.2\mu s$
 - SQRT: $0.5 - 8.1\mu s$
 - Időzítőkezelés: $3 - 11\mu s$
- Belső feldolgozás ideje függ
 - PLC / CPU típus
 - Felhasznált komponensek (pl. kommunikációs modul)

Ciklusidő - példa

- Konfiguráció
 - S7-314 CPU (Siemens S7 sorozat)
 - 2 × SM321 32DC 24V digitális bemeneti modul
 - 2 × SM322 32DC 24V digitális kimeneti modul
- Felhasználói program
 - 1.5 ms utasítás-végrehajtási idő
- Nincs kommunikáció

Ciklusidő - példa

Bemenetek olvasása

- Általános overhead $147 \mu\text{s}$
- Bemeneti bájtok olvasása $+ 8 \times 13.6 \mu\text{s}$
 $= 0.26 \text{ ms}$

Programvégrehajtás

- Utasítások végrehajtási ideje 1.5 ms
- CPU faktor S7-314 esetén $\times 1.15$
 $= 1.8 \text{ ms}$

Kimenetek írása

- Általános overhead $147 \mu\text{s}$
- Kimeneti bájtok írása $+ 8 \times 13.6 \mu\text{s}$
 $= 0.26 \text{ ms}$

Belső feldolgozás

- OS ciklusvezérlés 1 ms
- Időzítőkezelés $+ 30 \times 8 \mu\text{s}$
 $= 1.24 \text{ ms}$

	0.26 ms
+	1.8 ms
+	0.26 ms
+	1.24 ms
=	3.56 ms

Ciklusidő meghatározása

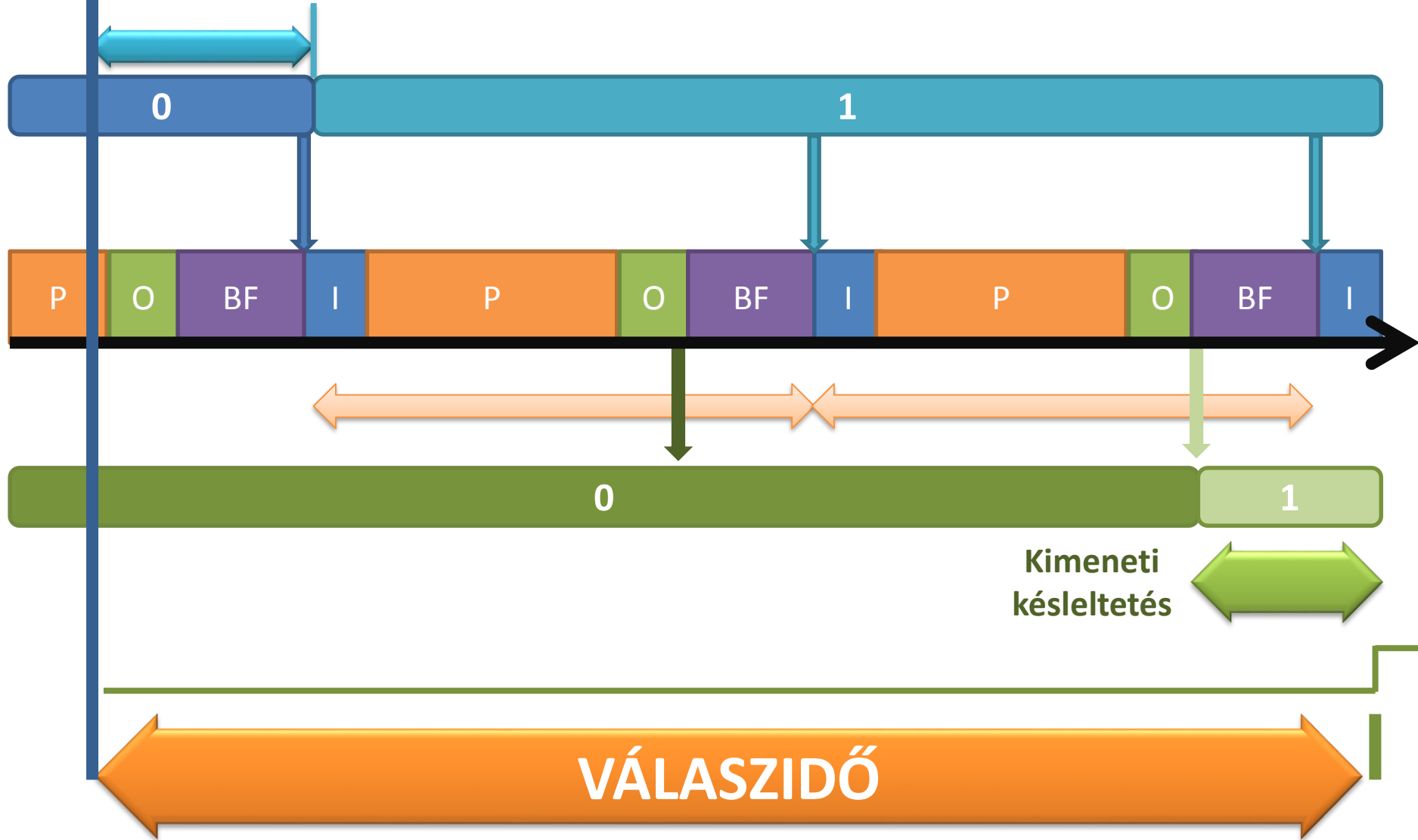
- Egyszerű PLC-k
 - Az utasítások és felhasználható IO-k száma korlátozott
 - Felső korlátot jelent a ciklusidőre
- Komplex PLC-k
 - A ciklusidőt a fejlesztőkörnyezet automatikusan számítja
 - Lehetőségek a belső feldolgozás időigényének hangolására

Válaszidő

- Az az idő, amennyi egy adott stimulusra való válasz kiadásához szükséges
- „Ha megváltozik egy bemenet, mennyi idő kell ahhoz, hogy a megfelelő kimenetet átállítsuk?”

Feladat: bemenet másolása a kimenetre

Bemeneti
késleltetés



Válaszidő

- Legrosszabb esetben (worst case):

$$\begin{array}{rcl} & \text{Bemeneti késleltetés} & \\ + & \approx 2 \times \text{Ciklusidő} & \\ + & \text{Kimeneti késleltetés} & \\ \hline = & \text{Válaszidő} & \end{array}$$

- Mivel a be- és kimeneti késleltetés általában jóval rövidebb a ciklusidőnél, ezért közelíthető a ciklusidő kétszeresével

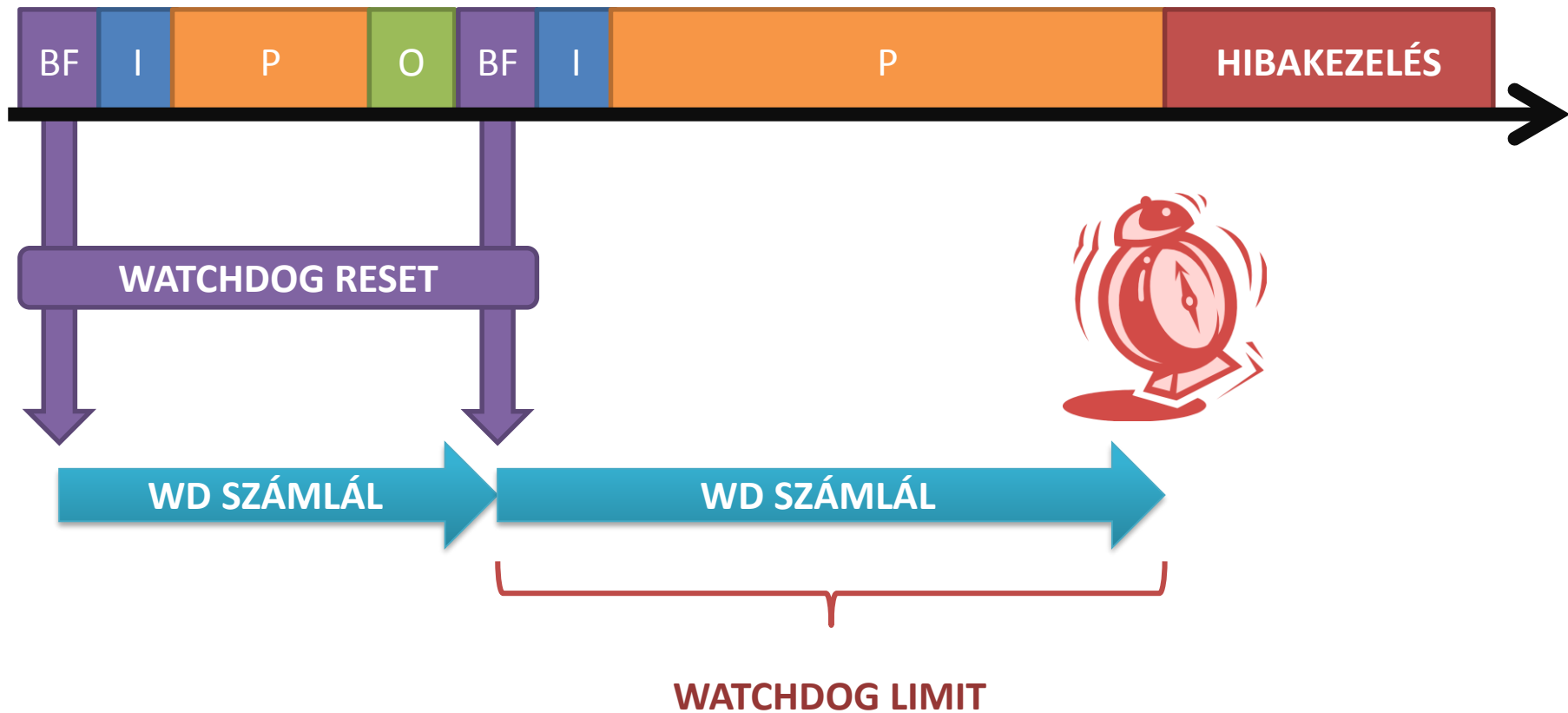
Determinisztikus működés

- A ciklusidő ismert (legalább felső korlát)
- A bemeneti és kimeneti késleltetések ismertek (legalább felső korlát)
- **Van egy felső korlátunk a válaszidőre!**

Valósídejűség

- Valósídejűnek (*real-time*) nevezzűk azokat a rendszereket, amik egy kűlsű hatásra vėges ės meghatározott időn belül válaszolnak.
- **A PLC-k valósídejű rendszerek**

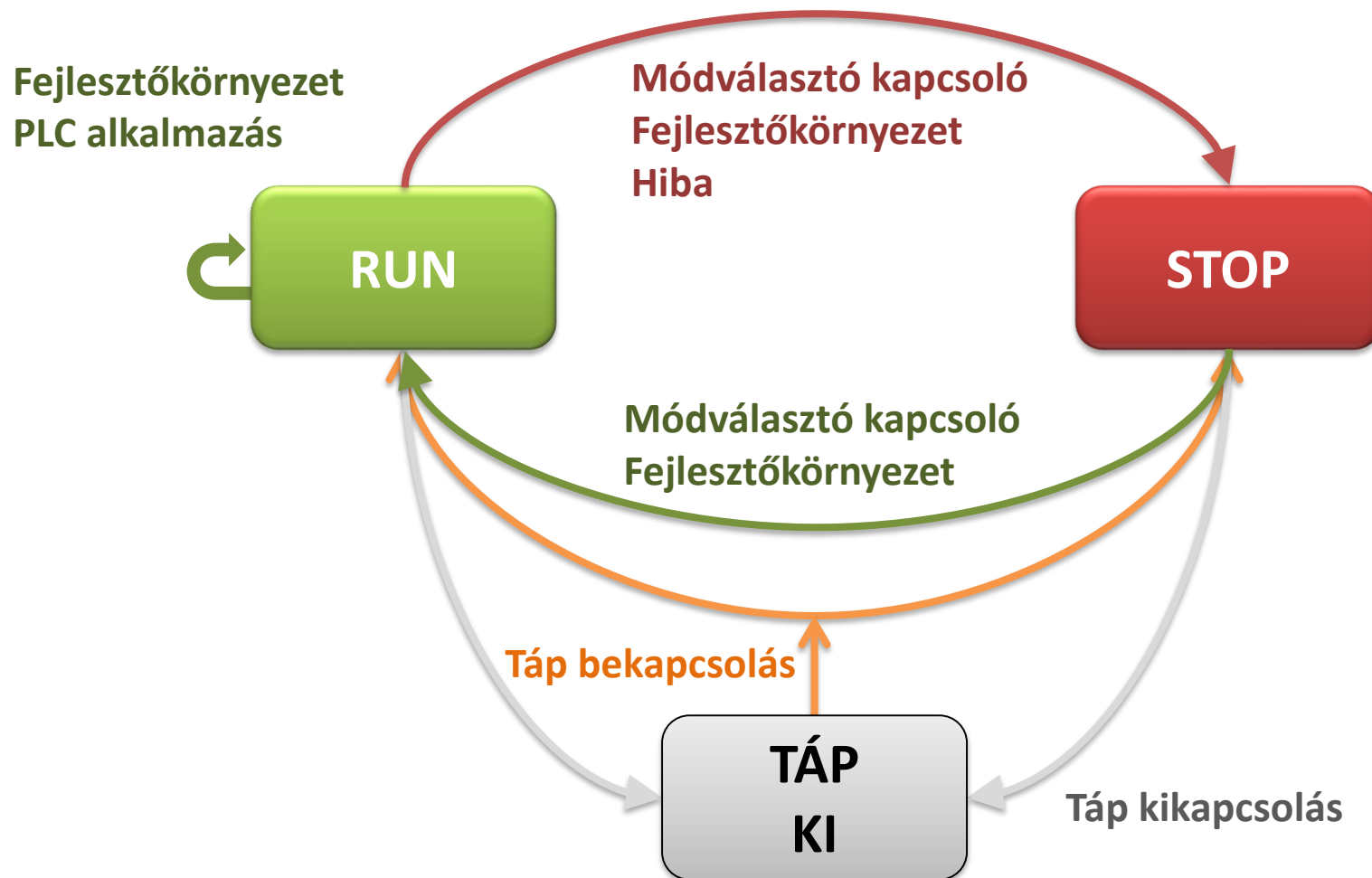
Watchdog



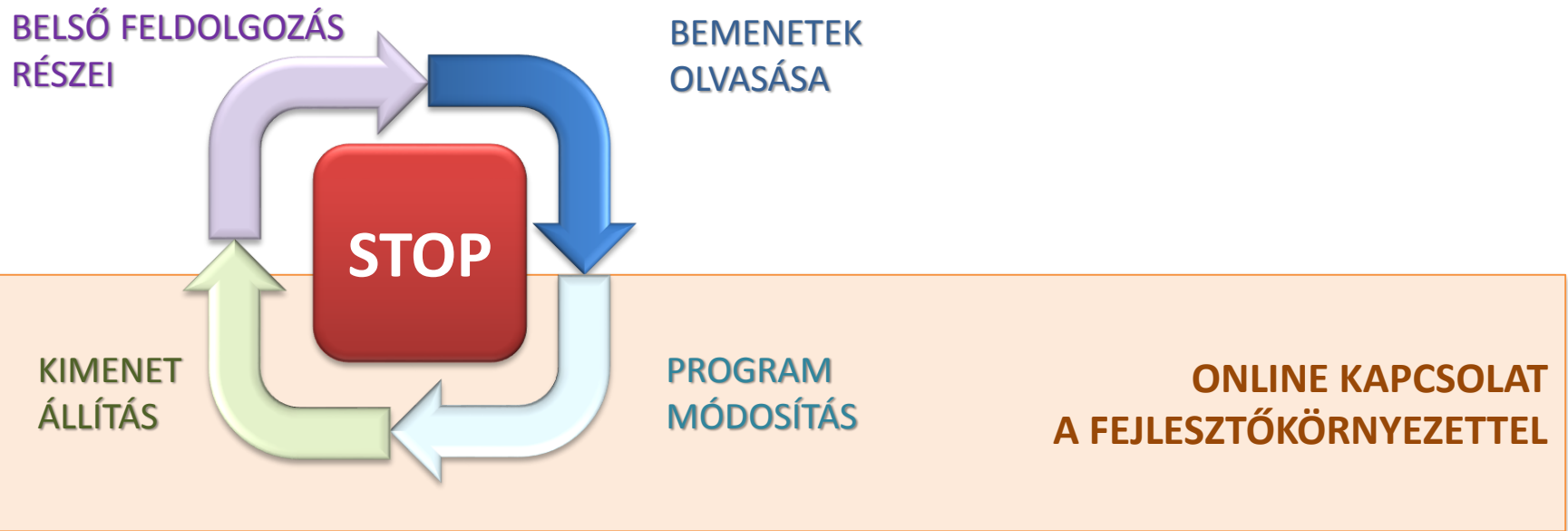
Hibakezelés lehet:

- Leállítás, kimenetek veszélytelen állapotba, hibajelzés
- Hibakezelő rutin indítása

PLC-k működési módjai



Run és Stop mód



Leállási folyamat táp kikapcsolása esetén

- A PLC menti
 - A kontextust (application context)
 - A rendszermemóriát (teljesen vagy részben)
 - A felhasználói memóriát (teljesen vagy részben)
- Backup eszközök
 - Telepes táplálású RAM
 - EEPROM / Flash memória

PLC indítás

- **Hidegindítás**

- Változók inicializálása kezdeti értékekre
- Program indítása az elejéről

- **Melegindítás**

- A PLC a leállítás előtti állapotába tér vissza
- Az alkalmazás adatai visszaállításra kerülnek
- A program az elejéről indul (a ciklus leállítás pontja utáni részei kimaradnak)

Indítási folyamat

