

Diskreetsed protsessid



Diskreetsed suurused -

mitu fikseeritud võimalikku väärtust

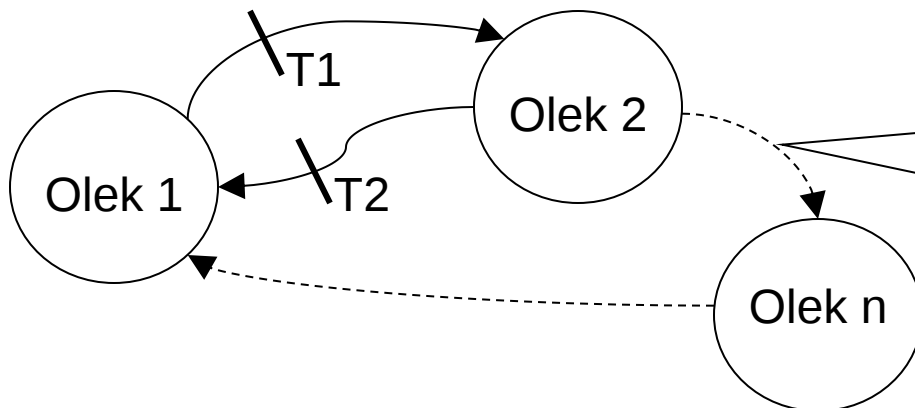
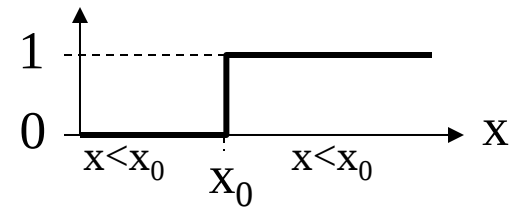
2 olekut:
(binaarne) "kinni" / "lahti" (uks)
 "seisab" / "liigub"
 "põleb" / "ei põle" (lamp)

3 olekut: "↑" / "stop" / "↓" (mootor)
 "stop" / "1/2 kiirust" / "täiskiirus"
 "<" / "normis" / ">" (parameeter)

Analoogsuurused -

∞ arv väärtust
mingis vahemikus
0 ... 100 %
-100 ... 100 %

Analoogsuuruse tõlgendus:



Üleminekud sõltuvad
tingimuste täitumisest või
lihtsalt ajast

Diskreetsed protsessid

Jada- (e. järjestikulise iseloomuga) disk.protsess - (sequential)
mitme operatsiooni (nn. sammu) õigesti järjestatud ja ajastatud toimimine,
mille tulemusel valmib teatud hulk toodangut.

Ajasõltuvusega jadaprotsess
(kestvus-programmjuhtimine)

- protsessi ajadiagrammid

Sündmusjuhitav jadaprotsess

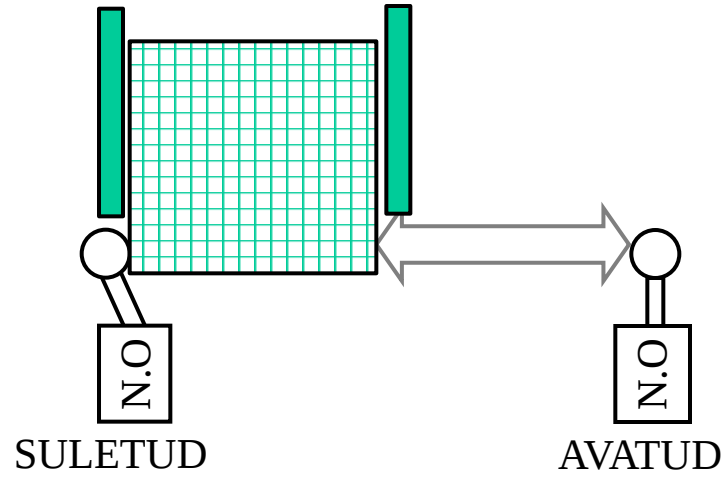
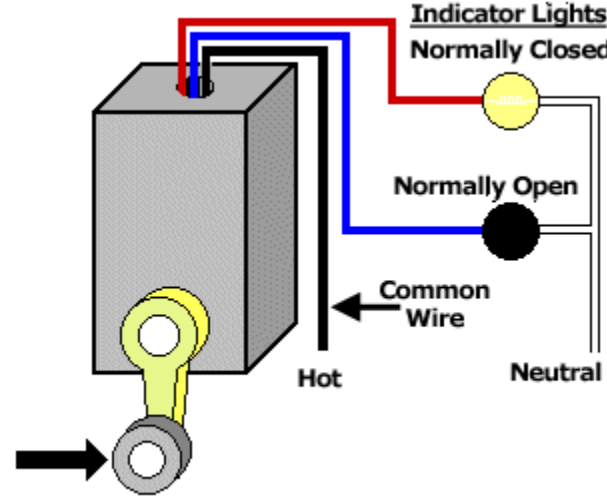
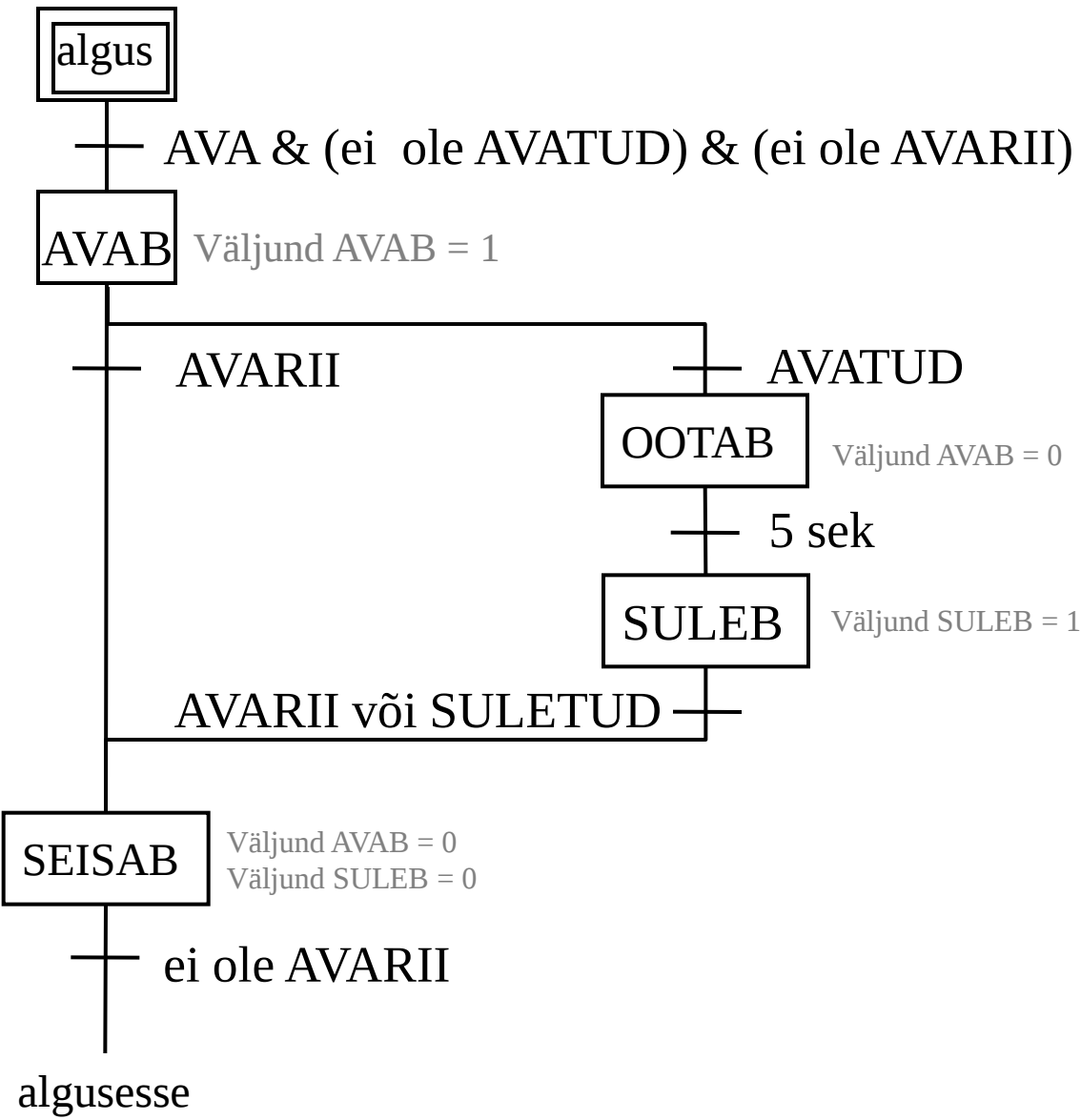
- plokkskeemid:
- jada-funktsionaalskeem (SFC)*
(üleminekujoontega)
 - *Function Block Diagram* (FBD)*
 - voodiagramm (*flowchart*)
(järjestusjoontega)

Sündmusjuhitav disk.protsess
(mittejärjestikulise iseloomuga)

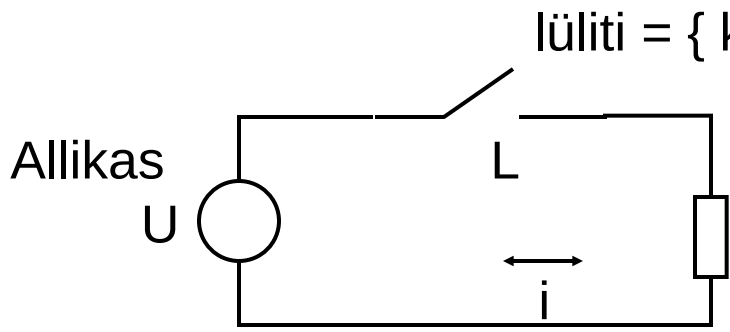
- olekudiagramm
- redeldiagramm (LD)*
- *Instruction List* (IL)* µprose orient.
- jm; *Structured Text* (ST)*
(*state chart* - tõeväärtus tabel)

Diskreetsed protsessid

SFC Näide: Automaatsulgemisega värav



Kommutatsioon elektriahelates => LaDder



lüliti = { kinni/lahti}

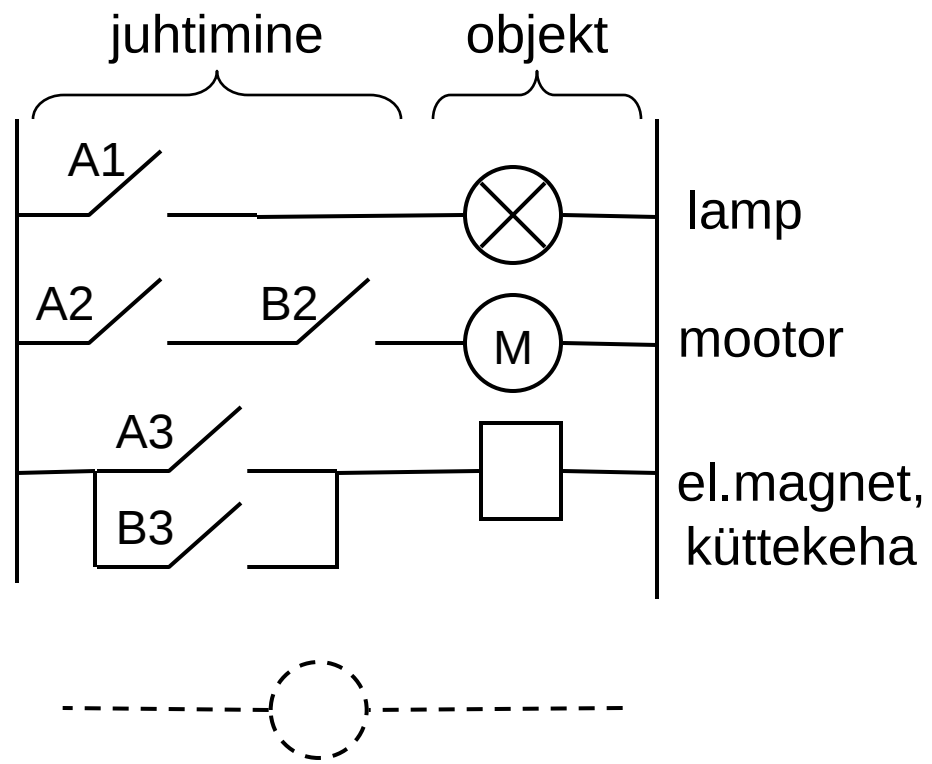
Koormus

$i = \begin{cases} 0, & \text{kui } L \text{ lahti} \\ U/R, & \text{kui } L \text{ kinni} \end{cases}$

$i = \{0; i_0\}$

— / — sulguv N.O.
— / — avanev N.C.

Kontaktloogika redeldiagrammina:



<u>Kontaktloogika</u>	kirjeldus
	A & B "JA"
	A v B "VÕI"
?	$(A + B) \& \bar{C}$

Diskreetsed protsessid => FB

Binaarne (Boole') algebra ja suurused

2 fikseeritud võimalikku väärtust {0; 1}

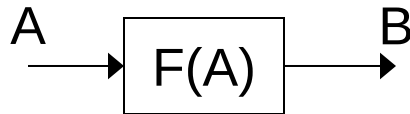
1	ON	“True”	“tõene”
0	OFF	“False”	“väär”

“sees” / “väljas”
“kinni” / “lahti”

Tehted operandidega (A, B, C,):

kahendloogika

ühe sisendiga:



a) samasus

$A \rightarrow B$	
0	0
1	1

b) inversioon (eitus), *NOT* “mitte...”

$$B = \bar{A}$$
$$\bar{\bar{A}} = A$$

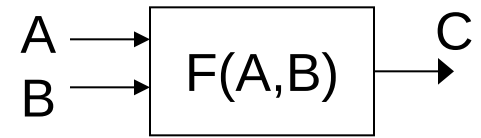
$A \rightarrow B$	
0	1
1	0



Diskreetsed protsessid => FB

Binaarne (Boole') algebra

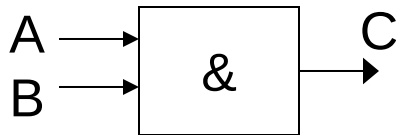
Kahe (või n) sisendiga tehted :



“JA” , *AND*, loog. korrutamine

$$C = A \& B$$

$$(C = A \cdot B)$$



A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$A \cdot 0 = 0 \quad A \cdot A = A$$

$$A \cdot 1 = A \quad A \cdot \bar{A} = 0$$

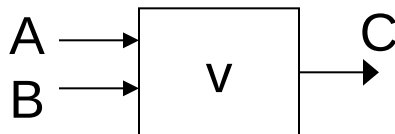
e.

A \ B	0	1
0	0	0
1	0	1

“VÕI” , *OR*, loog. liitmine

$$C = A \vee B$$

$$(C = A + B)$$

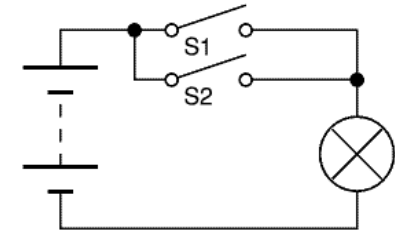


$$\geq 1$$

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$A + 0 = A \quad A + A = A$$

$$A + 1 = 1 \quad A + \bar{A} = 1$$



Kommutatiivsus:

$$A \cdot B = B \cdot A$$

$$A + B = B + A$$

Distributiivsus:

$$A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$$

Assotsiatiivsus:

$$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$$

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

DeMorgan-i teoreem:

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

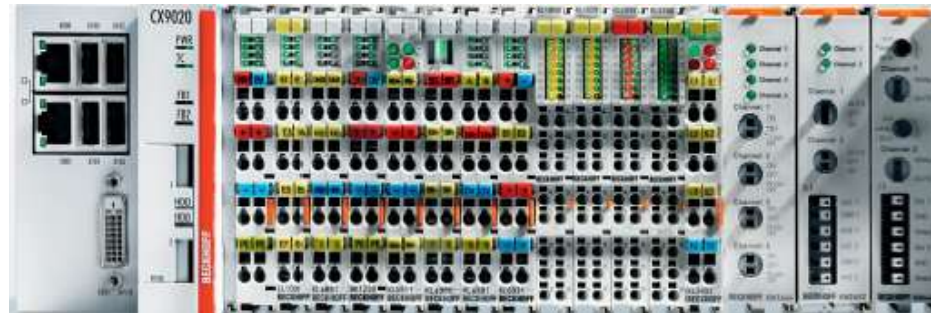
PROGRAMEERITAV KONTROLLER

Direct Digital Control (DDC)

modulaarsed



Embedded PC



PLC + Operator Panel (HMI)

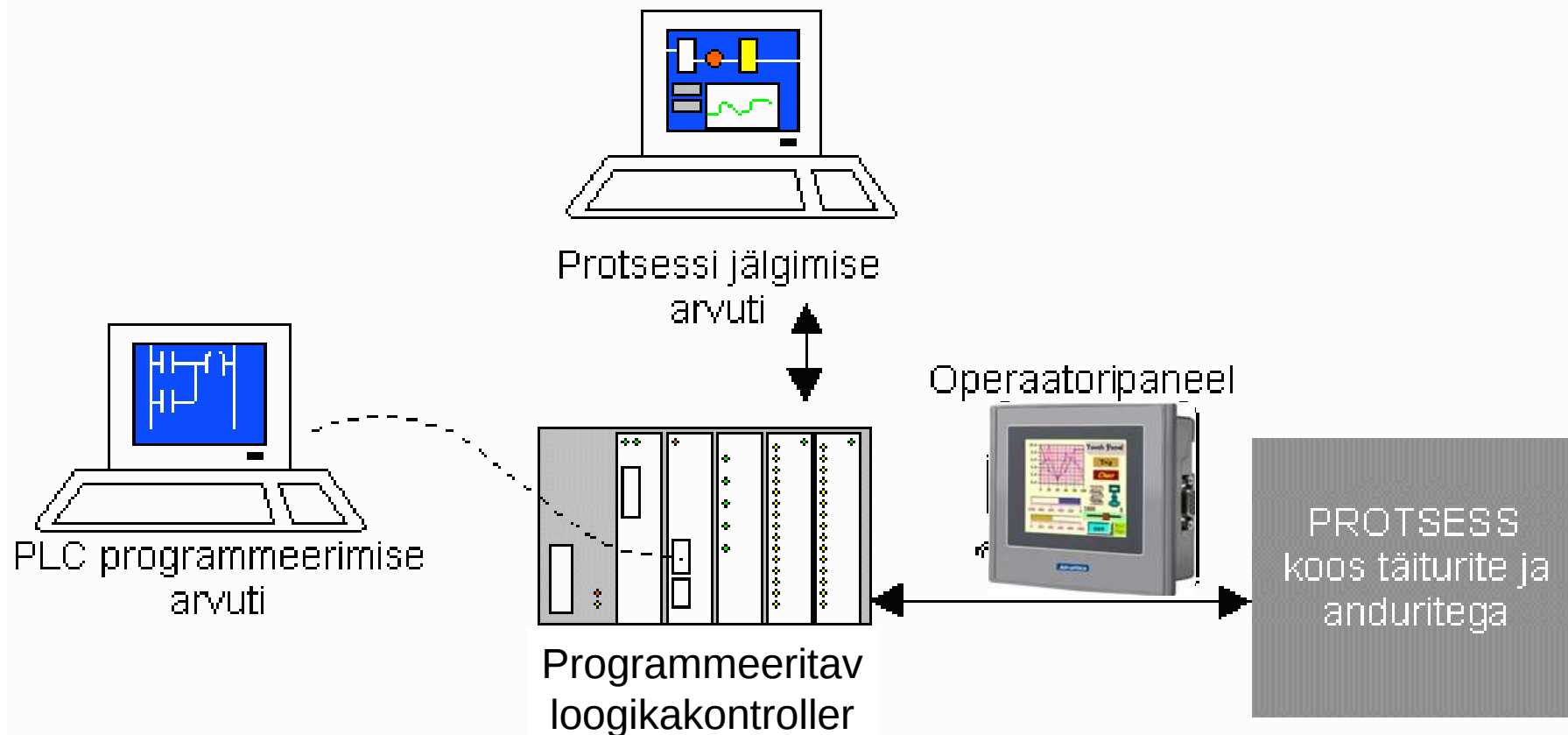
PLC Basics



Programmable Logic Controller (PLC)

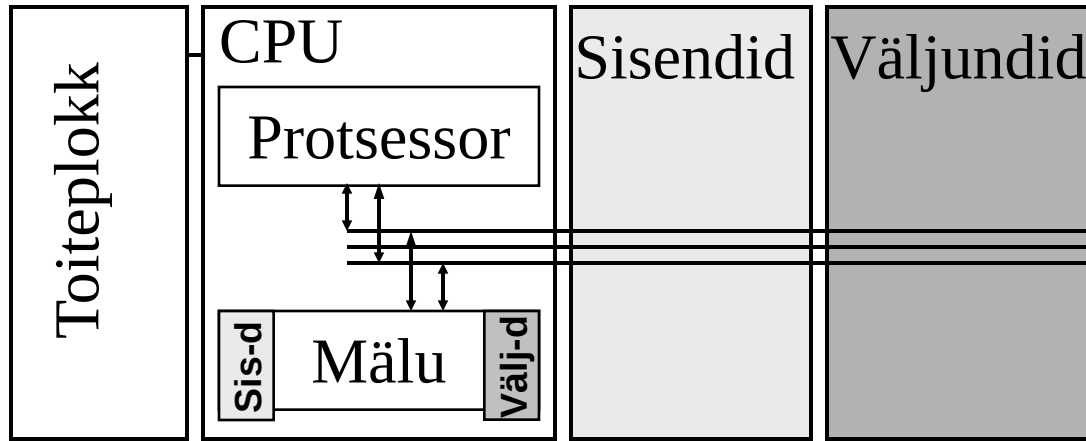
PAC <https://youtu.be/bYi7Emxv7-A>

Traditsiooniline PLC-ga süsteem



PLC-d on vastupidavad keskkonna tingimustele, modulaarsed, lihtsalt asendatavad ja laiendatavad, standardsete sisend/väljundliidestest ja signaalide nivoodega, lihtsalt arusaadavate programmeerimiskeeltega, kohapeal lihtsalt programmeeritavad ja ümberprogrammeeritavad, ...

Kontrolleri struktuur ja töö



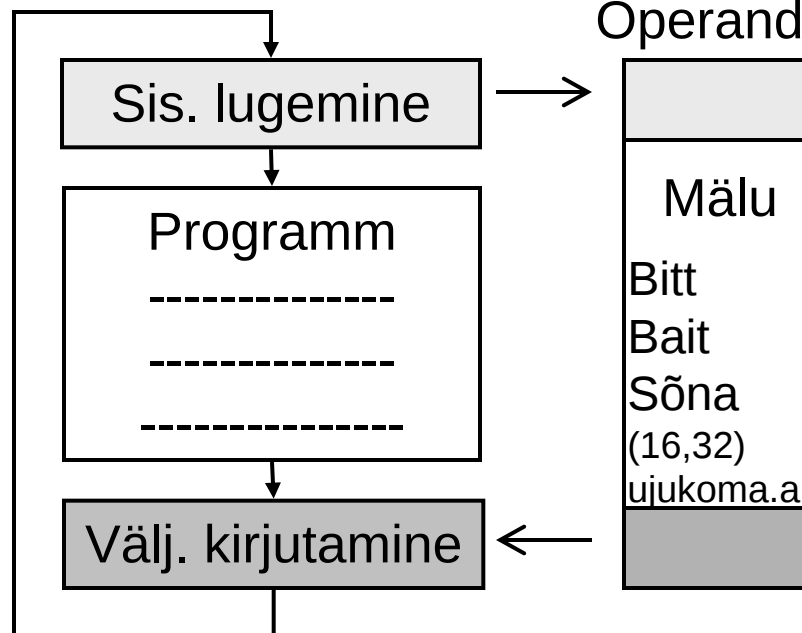
- universaalne,
- determineeritud,
- süst.funktsioonidega
- andmeside
- reaalaja kell ja kp.
- katkestused
- ...

Programmi täitmine:

Scanning

esitamise vormid:

Redeldiagramm (*Ladder Diagram*), FBD, SFC, käsulist (IL)



Operandid:

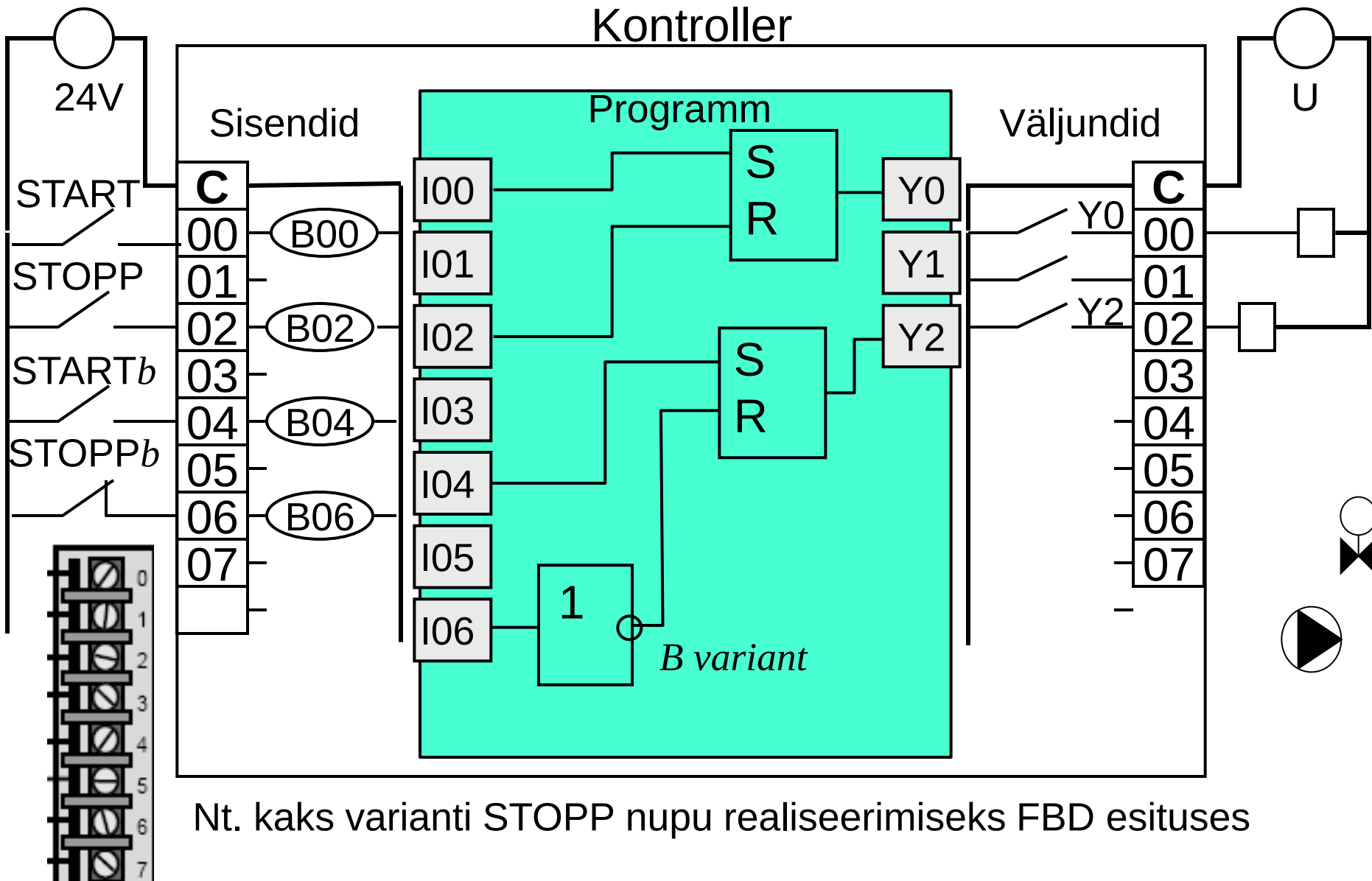
- info esitus; nagu muutujad (*Tag*)



+ süsteemsed muutujad

Diskr. sisendid / väljundid (DI / DO)

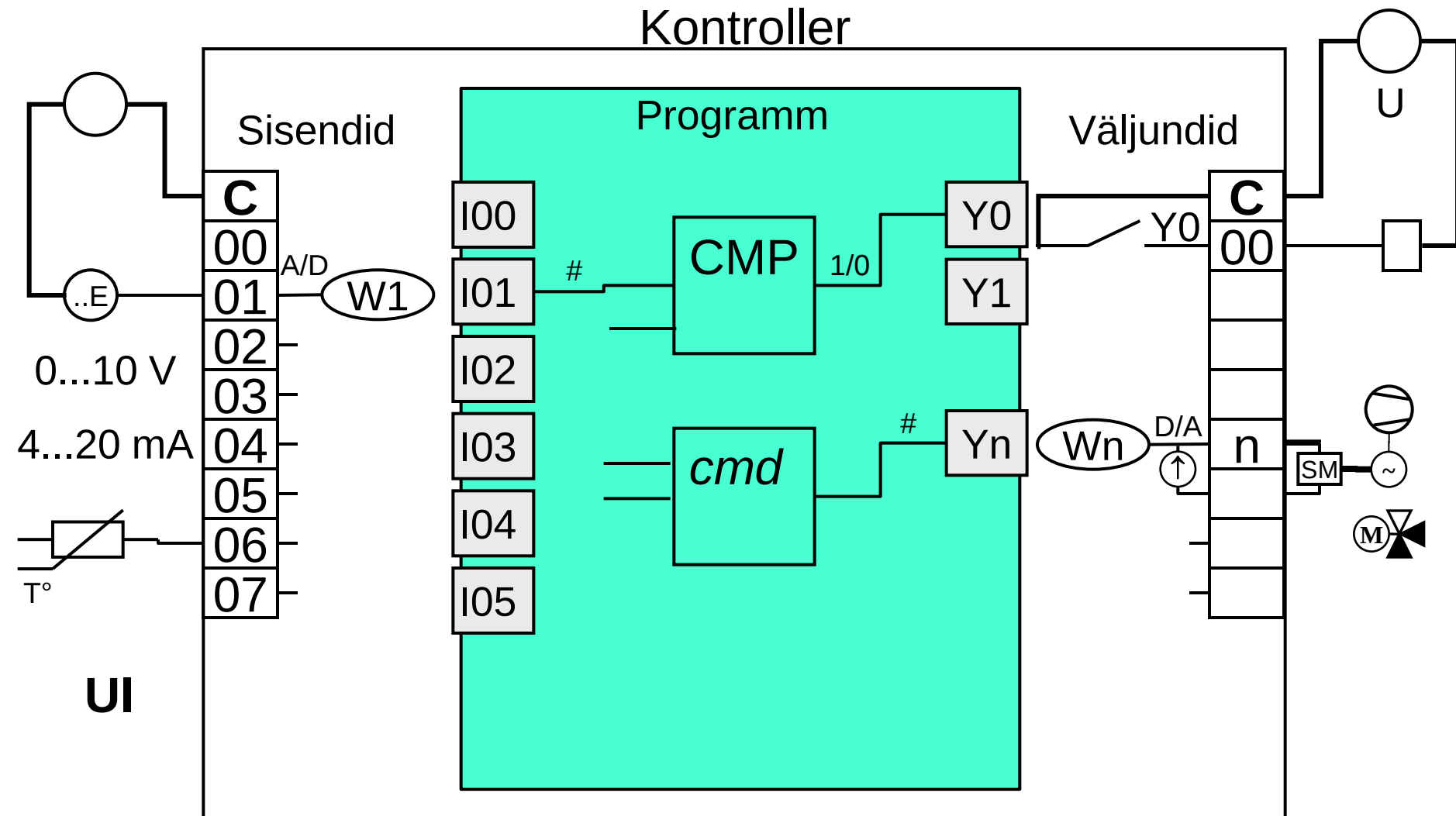
(Digital) Binary



Nt. kaks varianti STOPP nupu realiseerimiseks FBD esituses

Analoog sisendid / väljundid (AI / AO)

Universal Inputs/Outputs

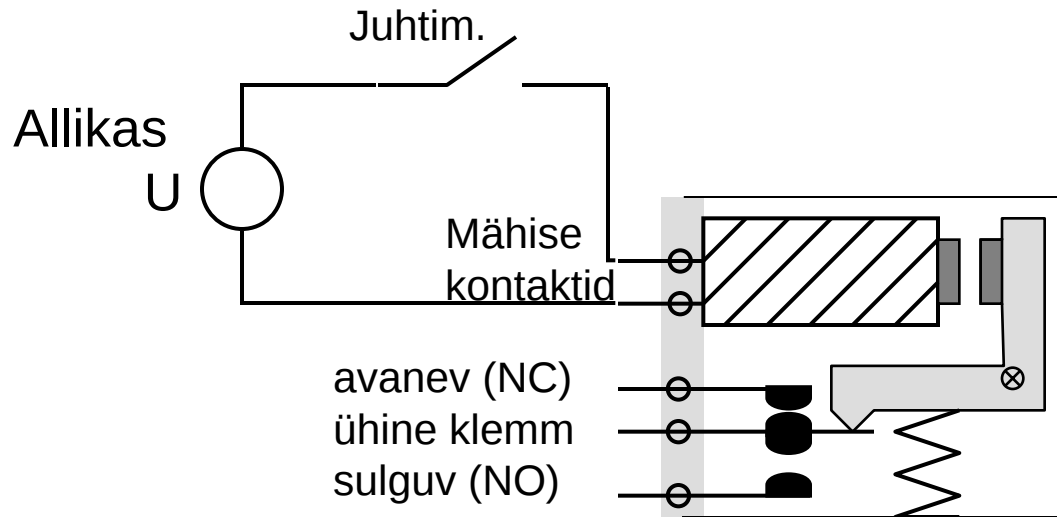


Wn - Word, Sõna

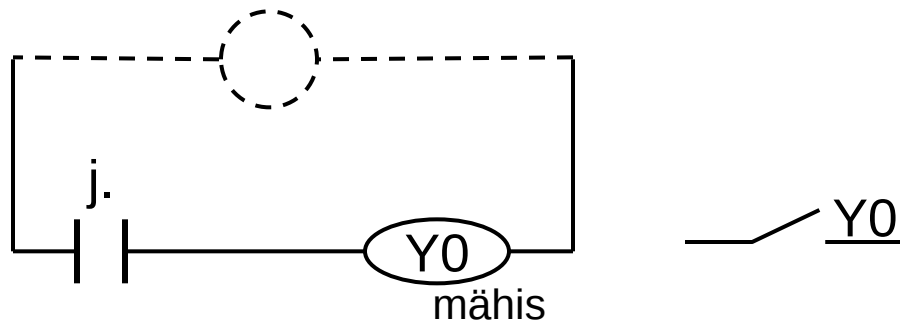
Kommutatsioon elektriahelates

DO & Elektromagnetrelee

<https://youtu.be/n7SuHDmuVUk>

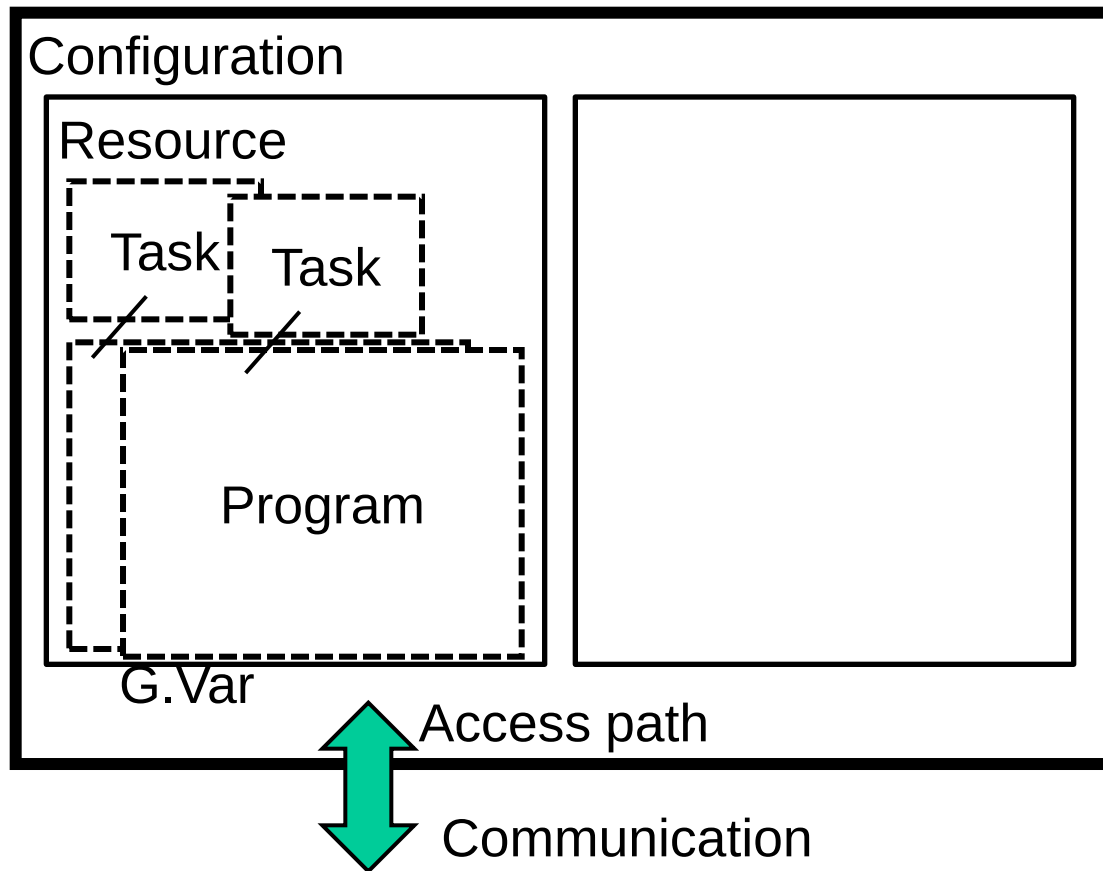


PLC-s:



[Veel, lihtsustatult PLC põhimõtetest](#)

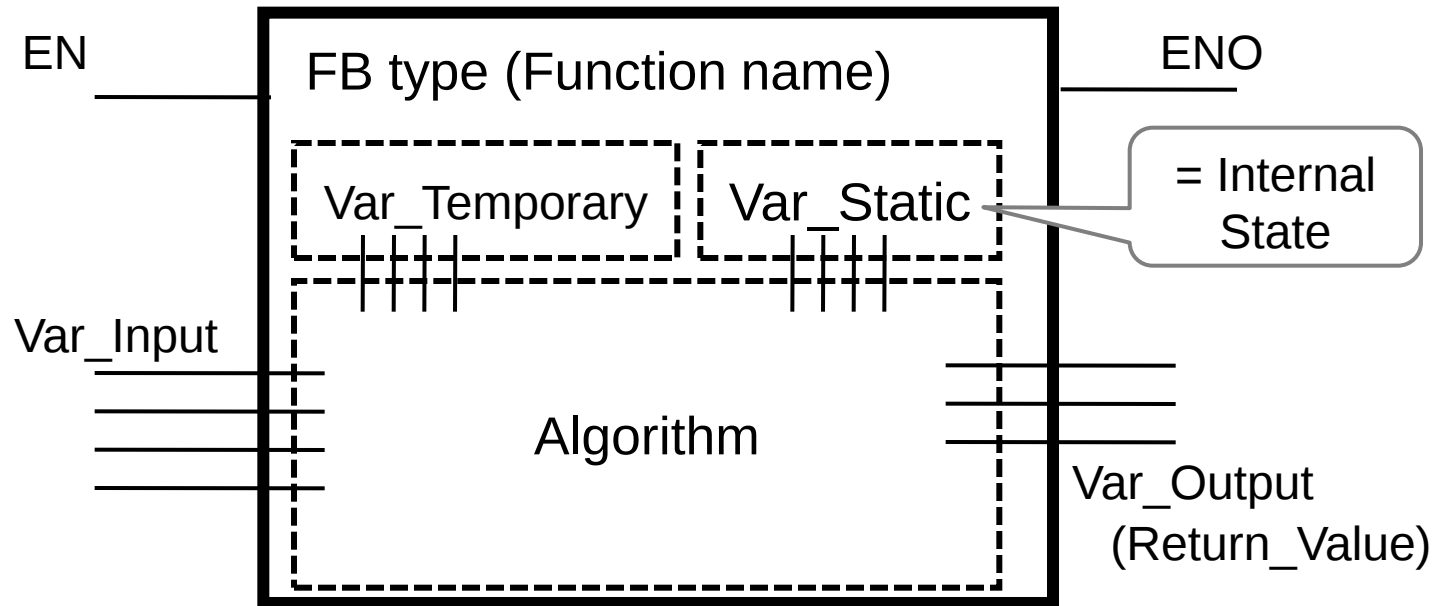
IEC 61131Tarkvara mudel



Kontrolleri programm on struktureeritud ühikuteks (Alamprogrammid, FB'd (*Function Bloks*), Ahelad(*Rung*)), milliseid saab käsitleda kui tervikuid: koostada, salvestada, kustutada, omistada nimesid ja kommentaare

Data types: Täisarv, REAL, String, Date, Time

FB programmi elemendid (*Program Organization Units*)



Muutujate (*Var.*) deklaratsioonid:

- 1) Globaalsed (*Global*) - programmides
- 2) Lokaalsed (*Local*) – funktsioonides, funktsiooniplokkides

Horisontaalsed, vertikaalsed, ühendusega/ühenduseta ristuvad muutujate jooned

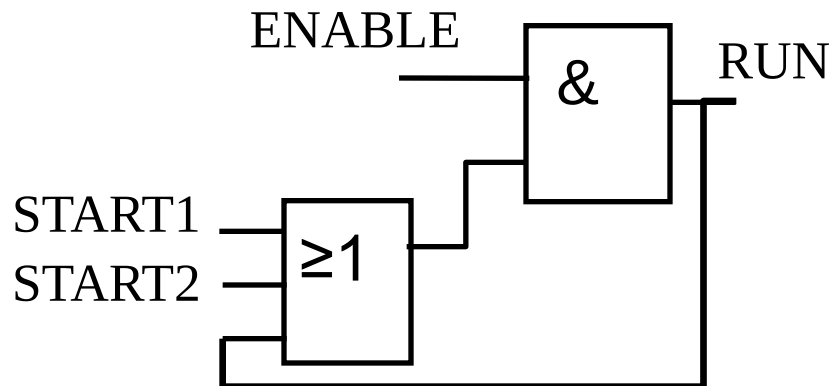
IEC 61131 FBD Programmi täitmise reeglid

1. Element käivitatakse, kui kõik tema sisendid on teada (arvutatud).
2. Element on lõpuni väljaarvutatud, kui kõik tema väljundid on arvutatud.
3. Kogu programm on väljaarvutatud, kui kõik tema väljundid on arvutatud.

Jumps: --->> RUN >>

>> RUN >>-----

Lubatud on ilmutatud tagasiside, kusjuures esimesel arvutamisel saab kasutada algväärtusi. Tagasisideks kasutatava elemendi väljundi väärtust kasutatakse seni, kuni selle elemendi arvutamine uuesti käivitatakse.



IEC 61131 FBD Standardelementide diapason

Arithmetic (+, -, *, /, exp, move),

Bitwise (AND, OR, NOT, XOR, ...),

Comparision (EQ,GT, GE, LT, LE, NE), + Tüübiteisendused,

Bistable (RS, Edge Detection,...),

Counter (Up, Dwn, Up-Dwn),

Timer (TPulse, TON delay, TOF),

Bit Shift , + Char String (FIND, DEL, ...)

Numeric (trigonomeetrilised,logaritmilised, abs, sqrt),

Selection (MIN, MAX, LIM, MUX, ...), + Communication

Time data (ADD, SUB, MUL, CONTACT, ...)

Programmeeritavate tööstuslike **kontrollerite** kaasaegsed võimed

Keerukad arvutused ujukoma arvudega

Integreeritud PID algoritmide kasutamine

Standardiseeritud andmeside avatud protokollidega

Tõrgete avastamine ja töövõime monitooring, katkestuste töötlus

Häigusloogika kasutamine oskus

Kõrgendatud töökindlusega mudeliseeriad

Materjalid PLC'de iseseisvaks õppimiseks

W. Bolton. Programmable logic controllers. 6th Ed. 2015 www.knovel.com

<http://www.plcopen.org> 61131 arendus (+OPC UA, XML, ...)

PLC programmeerimis-simulatsioonitarkvara Siemens LOGO! Soft Comfort V8 (DEMO) <http://siemens.com/logo> vt. LOGO Software → Demosoftware

+ Siemens LOGO kontrolleri e-kursused ([LOGO! Web Based Trainings](http://support.industry.siemens.com/cs/document/109757017/logo!-web-based-trainings?dti=0&lc=en-AE))

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109757017/logo!-web-based-trainings?dti=0&lc=en-AE>

CROUZET kompakt-kontrollerite allalaetav tarkvara

<https://www.crouzet.com/products/automation-controllers/software/crouzet-soft/>

CODESYS (BACnet, Modbus jt. SCADA/HMI, OPC UA, SNMP. ARMx/Cortex Mx, I Atom jt. Beckhoff, Eaton, Wago jt.

<https://www.codesys.com/industries/building-automation.html>

<https://store.codesys.com/en/codesys-control-for-raspberry-pi-sl.html>

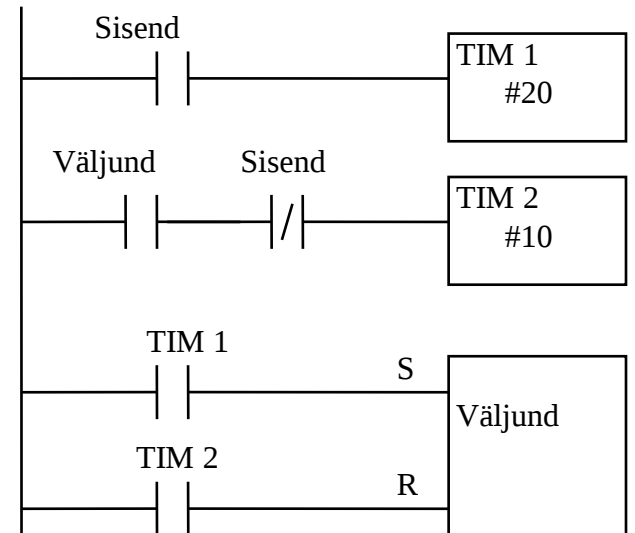
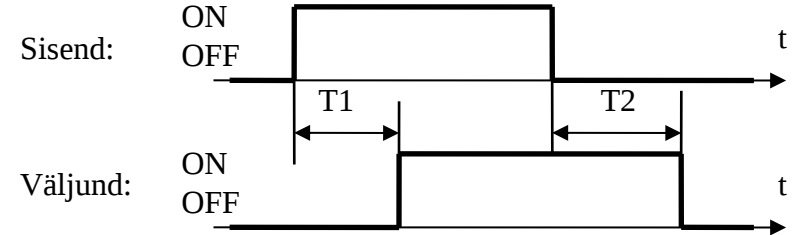
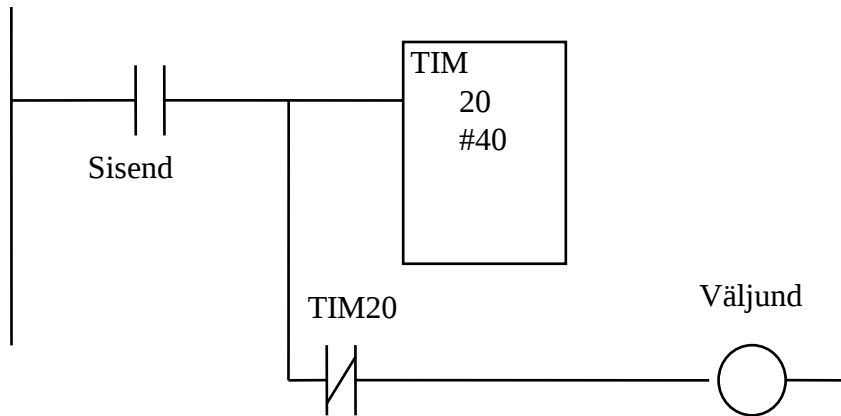
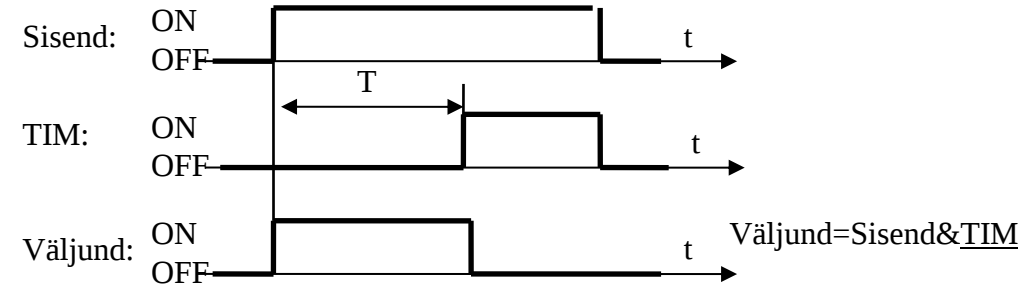


<https://sedona-alliance.org/aboutsedona.htm>

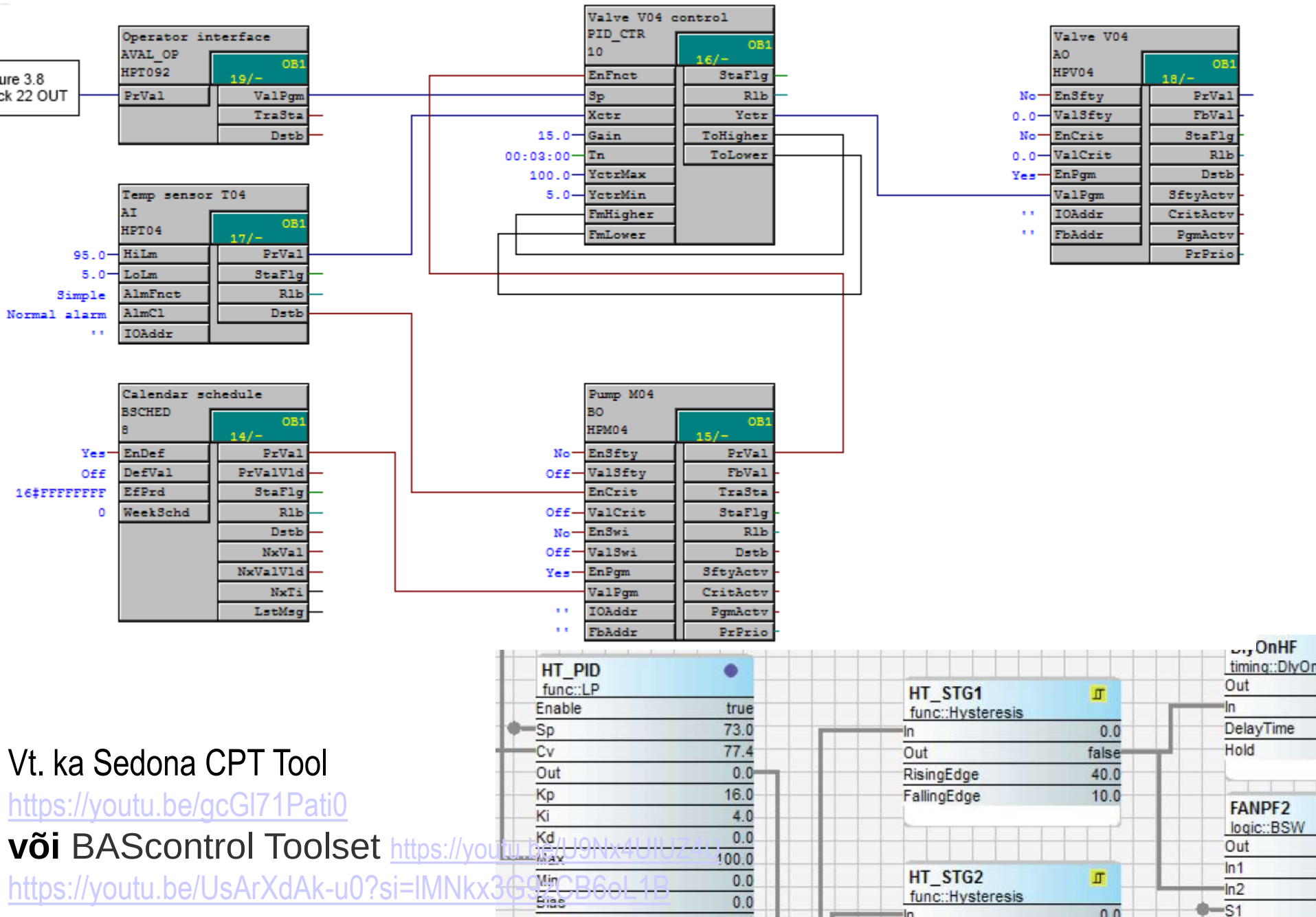
Eaton Moeller® series EASY Control relays easyE4 easySoft V8 tarkvara (DEMO)

LD, FBD, ST, EDP www.eaton.com/software

Redeldiagramm ja FBD (näited)



FB näide (CFC - Cont. Functional Chart)



Programmeeritav või rakendusspetsiifiline?

Rakendusele kinnistatud
programmiga kontroll:

Liidesega seadistatavad
režiimid/parameetrid

Vähem paindlik, kuid kiiremini
ülesseatav

Tootja poolt testitud algoritm

Seadistusmenüüde mahukus

Programmeeritav universaalne
kontroll:

Võimalus algoritmi vabalt
muuta/täiendada

Lisandub uuenduste
programmeerimise ja silumise aeg

Vajab rohkem teadmisi

Teistele kasutamiseks on vaja
dokumenteeri