



Ohjelmoitavat logiikat ja niiden soveltaminen kappaletavara-automaatiossa I

Ohjelmoitavan logiikan rakenne, toiminta ja ohjelmointi, IEC 61131-3 standardi



Ohjauksen filosofiaa

Perusfilosofia:

Järjestelmässä on kahden tyyppisiä muuttujia:

- riippumattomia (independent, exogenous, input, Eingang)
- riippuvia (dependent, endogenous, output, Ausgang)

Ohjauksjärjestelmän syöteinä ovat mm. anturitiedot, tulosteinä mm. toimilaitteohjaukset

Input/output –suunta siis riippuu tarkasteltavasta järjestelmästä tai sen osasta



Ohjauksen filosofiaa 2

Lähdöt ja tulot voivat olla

- digitaalisia (yleisin 0 / 24 Vdc) NO, NC
- analogisia jänniteviestejä (yleisin 0 – 10 Vdc)
- analogisia virtaviestejä (4..20mA, 0..20mA)
- lämpötilamittauksia, pulssilaskureita...

Muuttujat voivat olla

- Boolean, byte, word, dword, float, integer, date...



Automaation toteutusvaihtoehtoja

- Releet, yksikkösäätimet
- Ohjelmoitavat logiikat
- Automaatiojärjestelmät
- PC-pohjaiset järjestelmät



Ohjelmoitavat logiikat - taustaa

- PLC Programmable Logic Controller

- Historia

- 1880 mekaniikka
- 1920 releet sähkömekaaniset ohjaukset
- 1950 transistorit
- 1960 ensimmäiset prosessitietokoneet
- 1970 IC-piirit ohjelmoitavat logiikat
- 1980 mikroprosessorit
- 1990 61131, soft-plc, kenttäväylät
- 2000 61499? Hajautus? Avoimet järjestelmät?

4.10.2007

Mika Strömman TKK

5



Ohjelmoitavat logiikat - luokittelua

Pienlogiikka

korvaa pienet relejärjestelmät
yksinkertainen koneiden ohjaus
pääosin binääriliitännöitä (esim. DI/O < 100)
ei laajennettavissa lisäkortein
~ 100 €

Keskikokoinen logiikka

Pienprosessien automaatio, esim. meijerit, vedenpuhdistamot..
saatavilla erilaisia mittaus-, ohjaus-, kommunikaatio- ja laskentakortteja
verkkoratkaisut mahdollistavat myös suuret sovellukset
binääri- ja analogialiitännöitä (esim. DI/O < 1000, AI/O < 60)
~ 1000 €

4.10.2007

Mika Strömman TKK

6



Ohjelmoitavat logiikat – luokittelua 2

Suurlogiikka

monimutkaiset ja suuret sovellukset, esim. kattilalaitos
binääri- ja analogialiitännöitä, (esim DI/O < 10000, AI/O < 500)
~ 10000 €
erot automaatiojärjestelmiin ovat supistuneet



PLC vs. DCS (distributed control system)

Hajautetut automaatiojärjestelmät

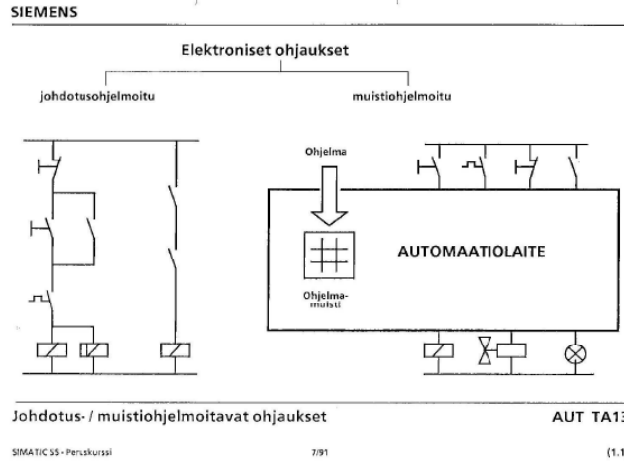
- Integroitu kokonaisjärjestelmä
- jatkuvat säädöt
- logiikkaohjaukset
- sekvenssiohjaukset
- monipuoliset laskenta
- prosessidatan keruu tietokantaan
- skaalattavissa pienehköistä sovelluksista hyvin suuriin
- Sovellukset tyypillisesti prosessiteollisuudessa, metsä, kemia..
- Integroitu suunnittelu- ja toteutusympäristö

Ohjelmoitavat logiikat

- Perustoimintona logiikkaohjaukset
- voidaan toteuttaa sekvenssiohjauksia
- lisäkorteilla nopeita säätöjä
- skaalattavissa hyvin pienistä varsin suuriin
- Ylätasolla PC-valvomo-ohjelmistot ja prosessidatan keruu tietokantoihin: yhdistelmän toiminnallisuus lähestyy automaatiojärjestelmiä
- Sovellukset tyypillisesti kappale-tavarateollisuudessa, koneohjauksissa



Automaatio-ohjain vs. johdotus

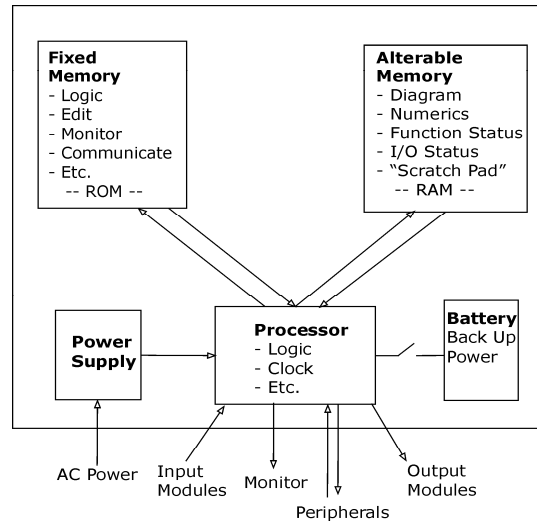


4.10.2007

Mika Strömman TKK

9

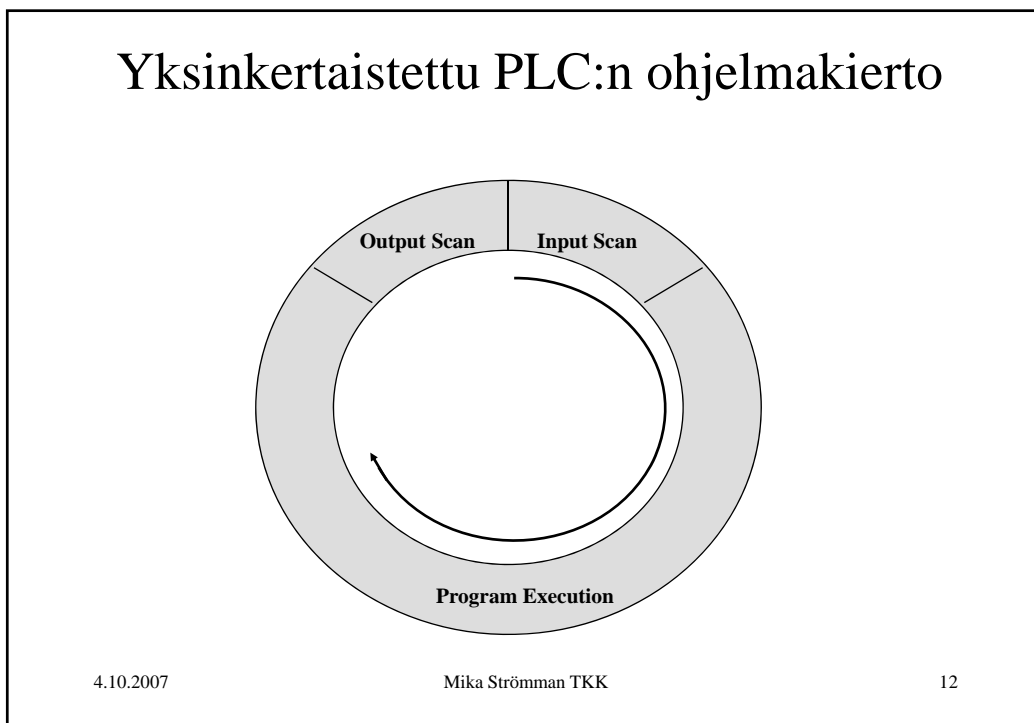
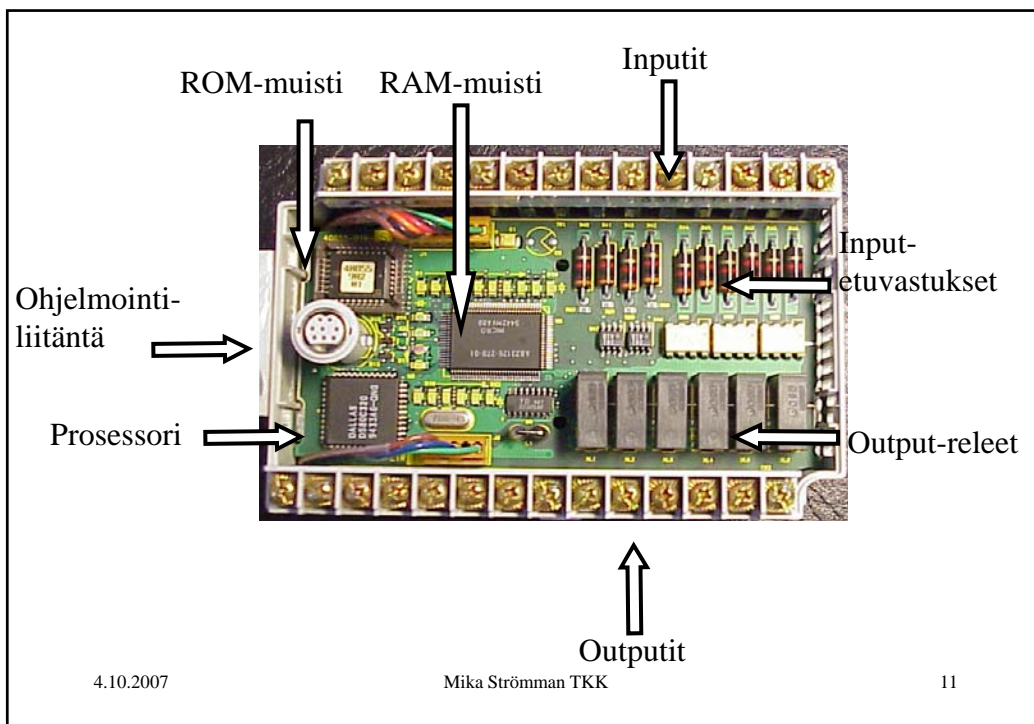
Ohjelmoitavan logiikan rakenne



4.10.2007

Mika Strömman TKK

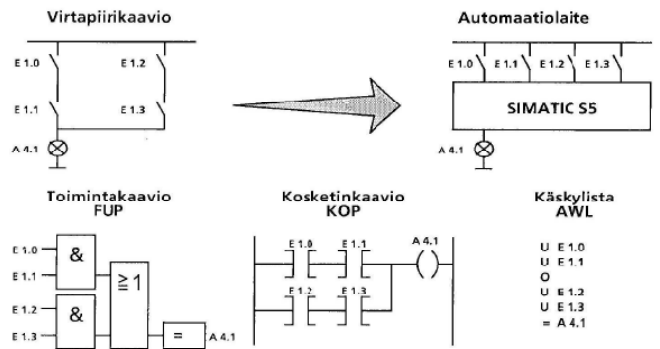
10





Ohjelmointikieliä

SIEMENS



STEP 5 -ohjelmointikielen esitystavat

AUT TA13

SIMATIC S5 -Peruskirje

7/91

(1.6)

(Function block diagram)

(Ladder diagram)

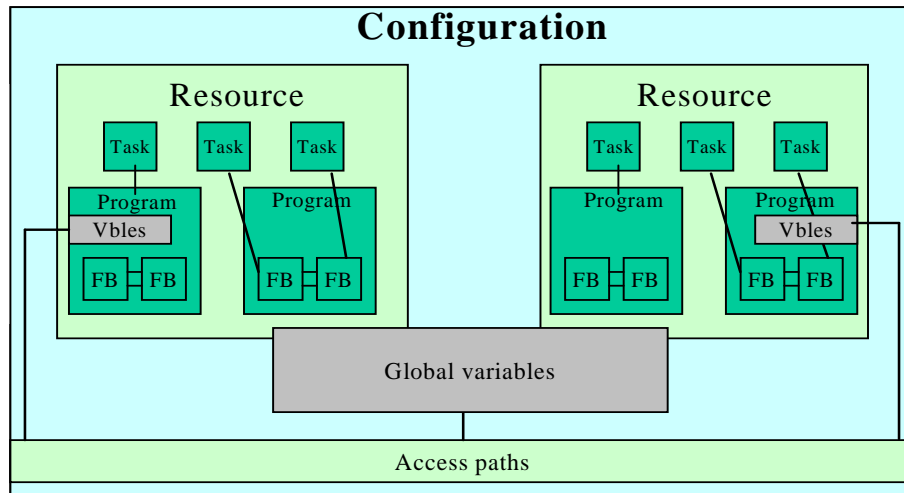
(Instruction list)



IEC 61131-3

- Standardiksi 1993
- Selkeytti PLC-ohjelmointia
- Poiminta "hyvistä" käytössä olleista kielistä
- 4 + 1 = 5 kieltä
- Laajalti käytössä, tosin kaikki isot yritykset eivät noudata standardia, ainakaan täysin

IEC 61131-3 Common elements



4.10.2007

Mika Strömman TKK

15

IEC 61131-3 logiikkaohjelmointikielet

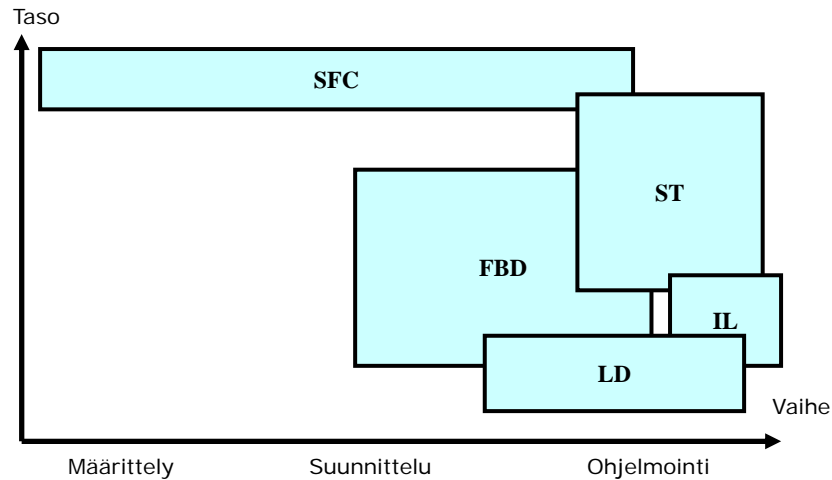
Ohjelmaesimerkkejä ei tule
opetusmonisteisiin,
webbi- tai muuhun
levitykseen!

4.10.2007

Mika Strömman TKK

16

IEC 61131-3 kielten tasot ja käyttökohteet



4.10.2007

Mika Strömman TKK

17

Mitä IEC 61131-3 ei ole?

Ei ota juurikaan kantaa implementointiin vaan on pelkkä esitystapastandardi

Sovellusohjelmat eivät käänny suoraan toiselle kielelle

Sovellusohjelmat eivät ole siirrettäviä (portability):

tiedostoformaattia ei ole määritelty, I/O-osoitusta ei ole määritelty...

tekstikieliä on mahdollista copy&pasteta

PLCOpen XML-kuvaus 2006

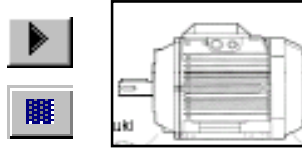
Tuki hajautukselle heikko

4.10.2007

Mika Strömman TKK

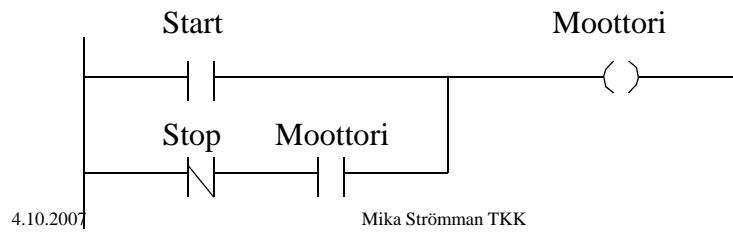
18

Ohjelmointipähkinä (1)



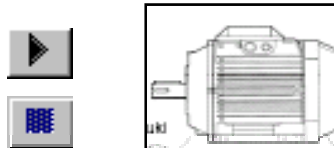
VM1: Start-nappulaa painettaessa moottori käynnistyy ja pysyy käynnissä kunnes stop-nappulaa painetaan.

VM2: Stop-nappulaa painettaessa moottori pysähtyy



19

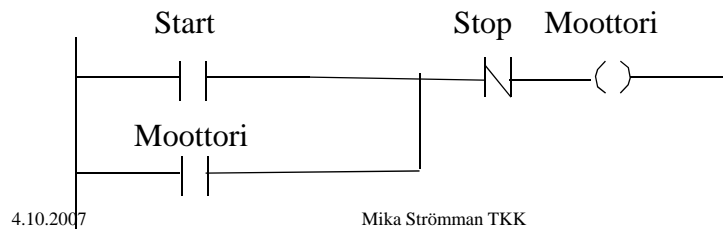
Ohjelmointipähkinä (2)



VM1: Start-nappulaa painettaessa moottori käynnistyy ja pysyy käynnissä kunnes stop-nappulaa painetaan.

VM2: Stop-nappulaa painettaessa moottori pysähtyy

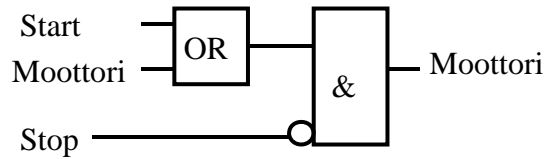
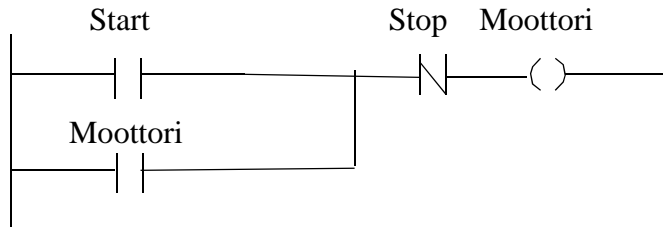
VM3: Stop-nappulaa painettaessa moottori pysähtyy AINA eikä käynnisty, jos stop-nappula on pohjassa



20

Ohjelmointipähkinä (3)

Käännä tikapuukaavio toimilohkokaavioksi ja käskylistäksi



4.10.2007

Mika Strömman TKK

LD Start
OR Moottori
ANDN Stop
ST Moottori

21

Ohjelmointipähkinät kuvaavat sähkökaavion ja tikapuulogiikan välisen analogian rikkoutumista logiikan suoritusjärjestyksen vuoksi; tikapuulogiikan samassa askeleessa oleva "moottori"-muuttujan arvo on peräisin edelliseltä ohjelmakierrolta.

4.10.2007

Mika Strömman TKK

22

Tyyliohjeita by Mika

- Ohjaa outputia ainoastaan yhdestä paikasta.
- Kiinnitä huomiota operaatioiden suoritusjärjestykseen
- Älä kopioi samaa instanssia vaan luo uusi.
- Mieti anturin toteutusta: NO vai NC. Poikkeustilanteen käyttäytyminen?
- Varaudu siihen, että muuttuja saattaa vaatia suodatusta tai skaalausta.
- Älä yritä ratkaista kaikkea kerralla, ota yksinkertaisia askeleita.
- Vältä hyppykäskyjä
- Nimeä hyvin, kirjota kommentteja.
- Väliaikaisilla virityksillä on taipumus jäädä pysyviksi.

4.10.2007

Mika Strömman TKK

23

Ohjelmoitavat logiikat ja niiden soveltaminen kappaletavara-automaatiossa II. Automaatio-ohjelmointi. IEC 61499 standardi. PC-pohjaiset valvomot.

Mika Strömman, TKK.

4.10.2007

Mika Strömman TKK

24

IEC 61499

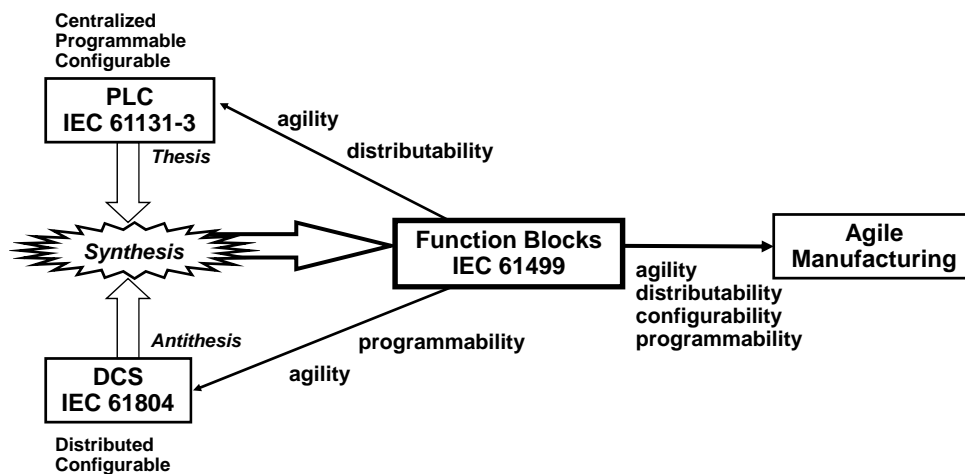
- Function Blocks for Industrial Process Measurement and Control Systems
- Standardi hyväksytty, mutta käytössä lähinnä vasta tutkimussovelluksissa
- Ensimmäinen kaupallinen sovelluskehitin vuonna 2006, tosin ominaisuuksiltaan hieman puutteellinen

4.10.2007

Mika Strömman TKK

25

Distributed Automation: An Architectural Dialectic



4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 26
Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

Issues in the Architectural Dialectic

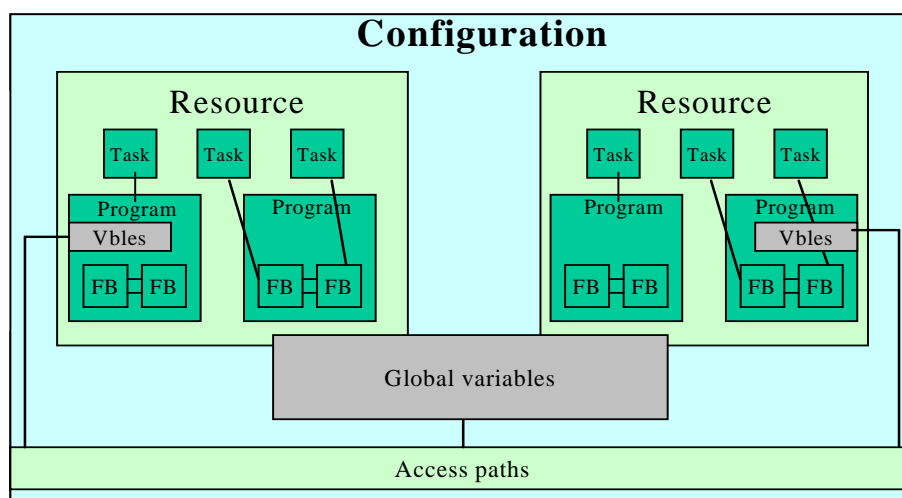
- Execution scheduling
- Communication/execution interaction
- Response time requirements
- Alternative algorithm selection
- State machine design
- Software encapsulation and reuse
- Agility (\equiv Dynamic Reconfiguration)

4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 27
Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

IEC 61131-3 Common elements

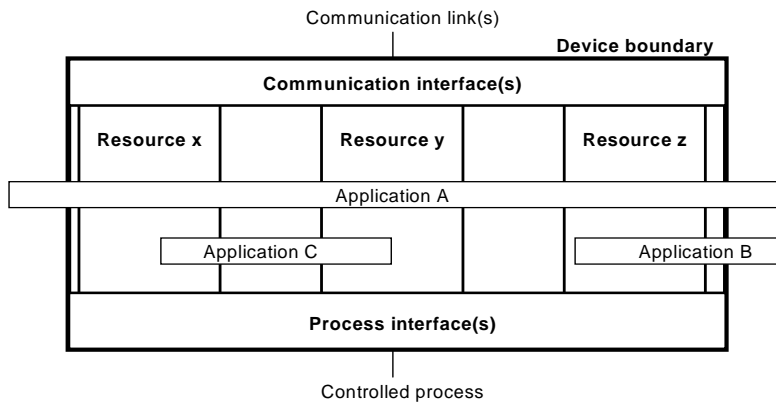


4.10.2007

Mika Strömman TKK

28

61499 järjestelmä



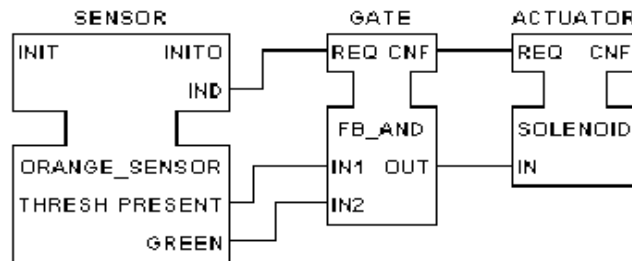
- System
- Device
- Resource
- Application
- Function
- Block

4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 29
 Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

61499 sovellus

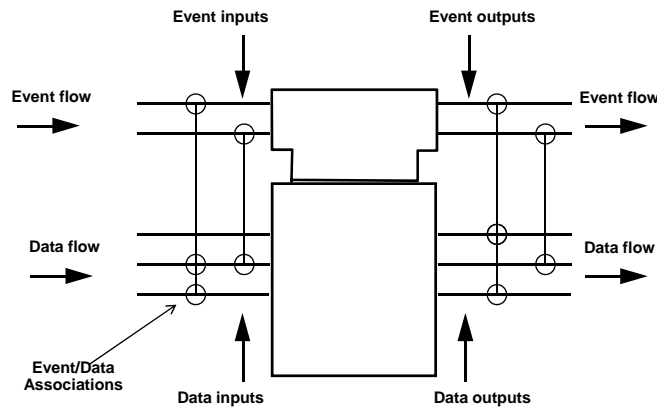


4.10.2007

Mika Strömman TKK

30

61499 Toimilohko, rajapinnat

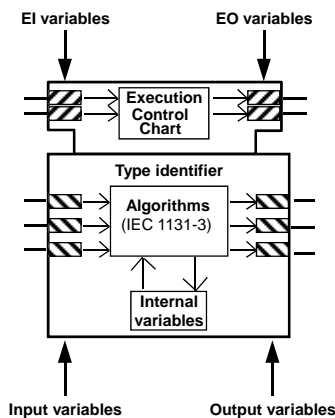


4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 31
 Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

61499 Toimilohko, sisäinen rakenne

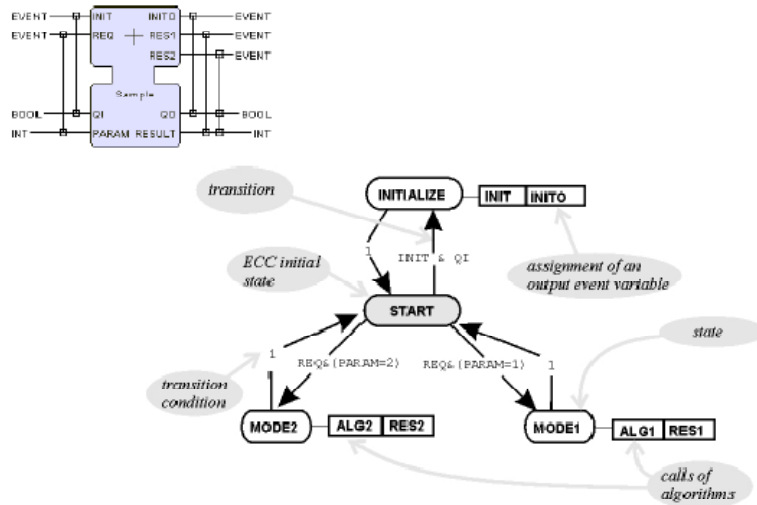


4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 32
 Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

Execution Control Chart

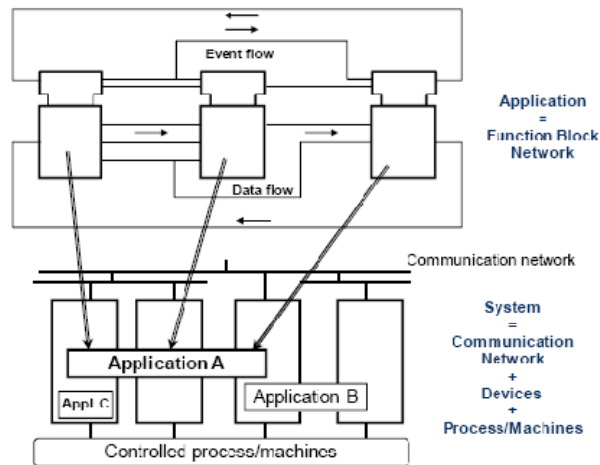


IEC 61499 Function Blocks for Embedded and Distributed Control Systems Design, Chapter 7, V. Vyatkin, © 2007

Slide 4

61499 Hajautus

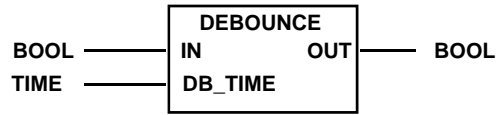
Two Stages of Design



IEC 61499 Function Blocks for Embedded and Distributed Control Systems Design, Chapter 9, V. Vyatkin, © 2007

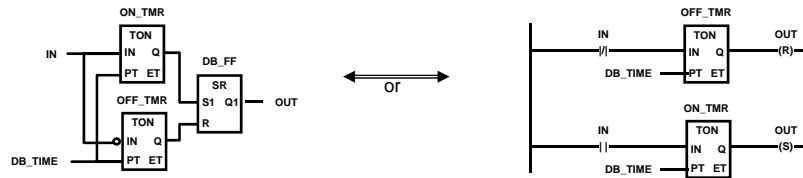
Slide 3
IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

Uudelleenkäyttö 61131-3



External Interface Specification

Control Algorithm Specification



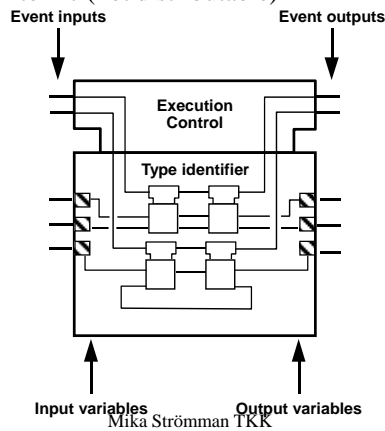
4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 35
Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

Uudelleenkäyttö 61499, komposiittilohko

- Functional composition
- Reusable
- Atomic (not distributable)

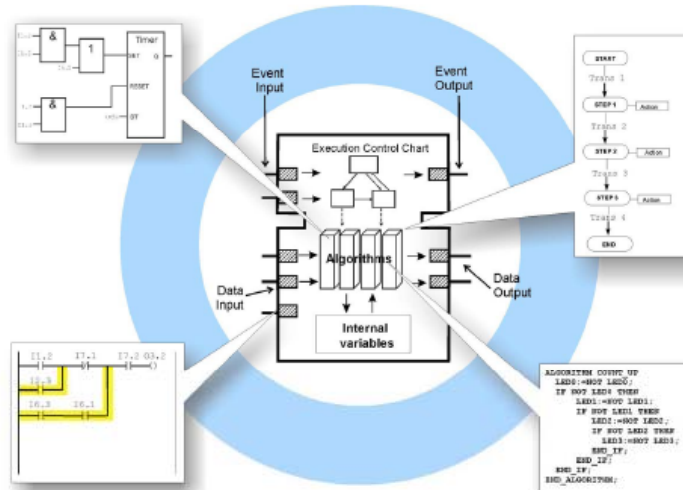


4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 36
Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>

Encapsulation of legacy code



IEC 61499 Function Blocks for Embedded and Distributed Control Systems Design, Chapter 7, V. Vyatkin, © 2007

Slide 3

Basic Concepts of IEC 61499

- Distributed applications
- Event and data interfaces
- Software encapsulation and reuse
- Event-driven state machines
- Service interfaces
- Software portability

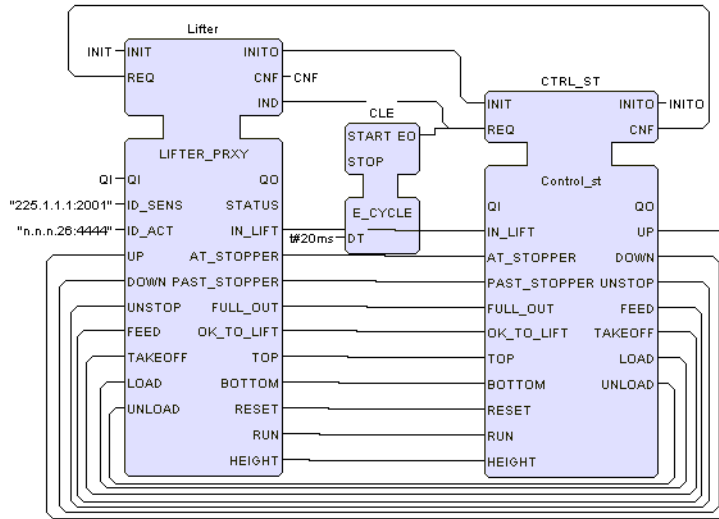
4.10.2007

Mika Strömman TKK

Christensen: 38
 Basic Concepts of IEC 61499
<http://www.holobloc.com/>



"Old style"



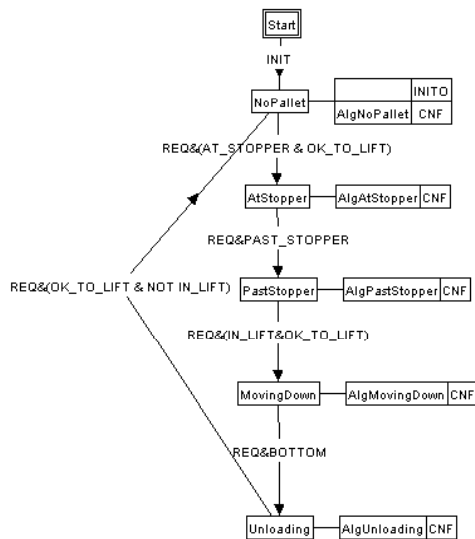
```

FEED := TRUE;
TIMEOFF := TRUE;
IF AT_STOPPER = TRUE
AND TOP = TRUE
AND LIFT_FULL = FALSE
AND OK_TO_LIFT = TRUE THEN
  UNSTOP := TRUE;
  UNLOAD := FALSE;
  LOAD := TRUE;
END_IF;
IF PAST_STOPPER = TRUE THEN
  UNSTOP := FALSE;
  LIFT_FULL := TRUE;
END_IF;
IF IN_LIFT = TRUE THEN
  LOAD := FALSE;
END_IF;
IF FULL_OUT = TRUE THEN
  LIFT_FULL := FALSE;
END_IF;
IF OK_TO_LIFT = TRUE
AND TOP = TRUE
AND LIFT_FULL = TRUE THEN
  UP := FALSE;
  DOWN := TRUE;
END_IF;
IF BOTTOM = TRUE
AND LIFT_FULL = TRUE THEN
  DOWN := FALSE;
  UNLOAD := TRUE;
ELSE UNLOAD := FALSE;
END_IF;
IF LIFT_FULL = FALSE
AND OK_TO_LIFT = TRUE THEN
  DOWN := FALSE;
  UP := TRUE;
ELSE UP := FALSE;
END_IF;

```

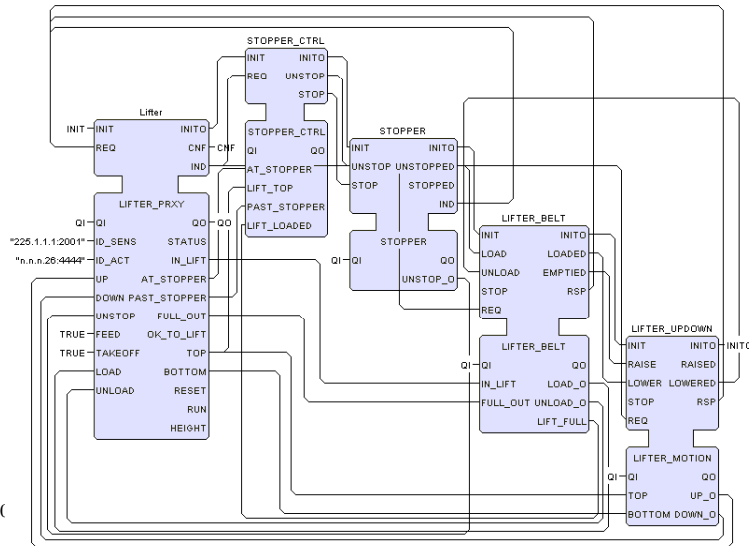


"Sequencer"

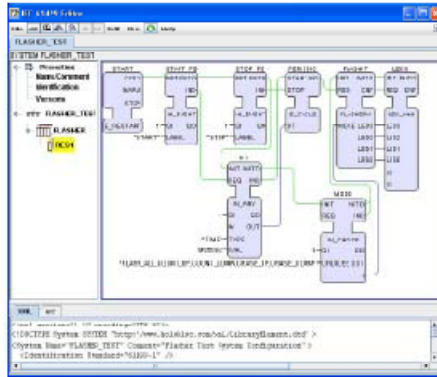




"Mechatrical Approach"



Function Block Development Kit (FBDK)



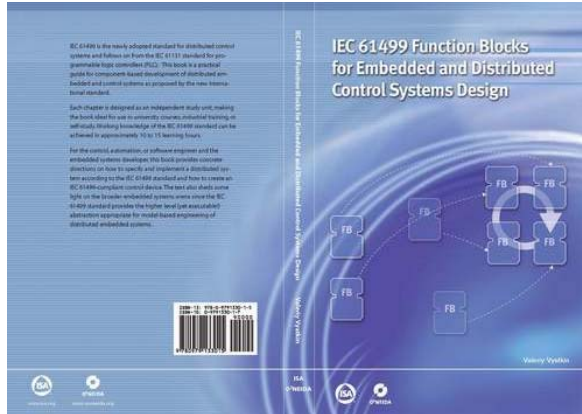
Most popular research tool

Developed by: Rockwell Automation/ Holobloc Inc., USA

Free downloadable from www.holobloc.com

*Dr. James Christensen –
FBDK Creator and leader
of IEC 61499
Standardisation Working
Group*

IEC 61499 for Embedded and Distributed Control Systems Design



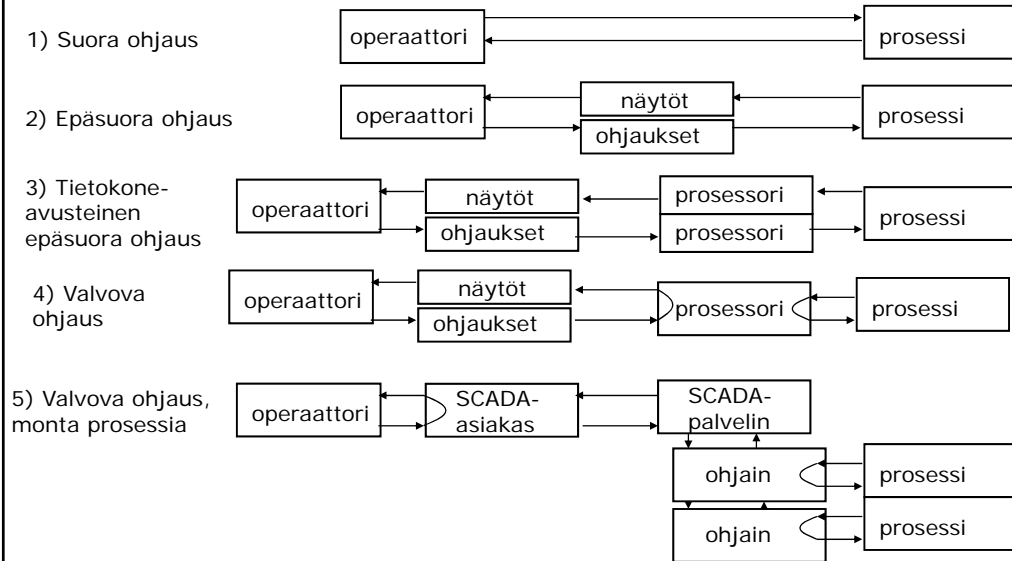
Prof. Valeriy Vyatkin
Aucklandin yliopisto,
Uusi-Seelanti

4.10.2007

Mika Strömman TKK

43

PC-valvomot, filosofiaa



4.10.2007

Mika Strömman TKK

44

PC-valvomot

- Syntynyt PLC:n synnyttämästä tarpeesta: PLC:ssä ei (yleensä) ole operatiivista käyttöliittymää.
- Useimmilla PLC-toimittajilla on myös HMI- tai SCADA-tuote
- Markkinoilla on kolmannen osapuolen laajoja SCADA-järjestelmiä
- <http://www.gefanuc.com/> (iFIX, Cimplicity)
- <http://wonderware.com/> (InTouch)

4.10.2007

Mika Strömman TKK

45

PC-Valvomot



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Automaatio- ja systeemiteknikan osasto
Automaation tietotekniikan laboratorio

- SCADA = Supervisory Control and Data Acquisition
- HMI = Human Machine Interface

PLC + PC-valvomo + tietokantaserveri → toiminnallisuus lähestyy automaatiojärjestelmää

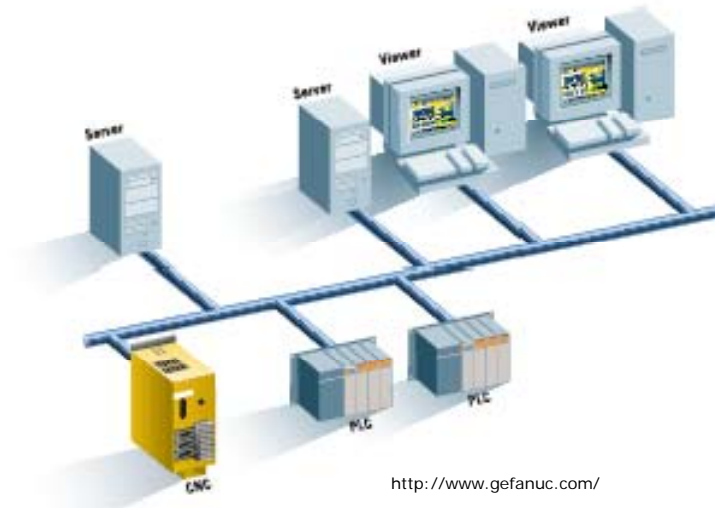
- PC-valvomo-ohjelmistojen toiminnallisuuksia:
 - yhteys logiikkaan
 - tietokannan hallinta ja päivitys
 - graafinen käyttöliittymä
 - hälytysten käsittely
 - ylemmän tason ohjaustoiminnot
 - trendit
 - raportit
 - eräajojen hallinta (batch process control)
 - tilastollinen laadunseuranta ja ohjaus (SPC, Statistical ProcessControl)

AS-116.100 Ohjelmoitavat logiikat I

KK/23.9.2004

40

Fyysinen arkkitehtuuri

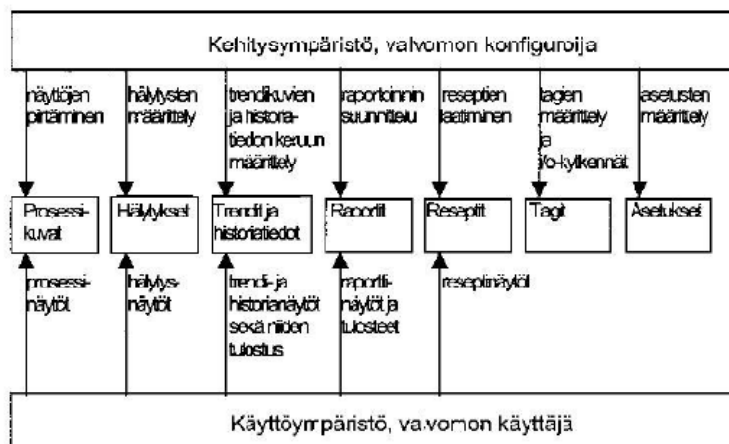


4.10.2007

Mika Strömman TKK

47

Kehitysympäristö & käyttöympäristö



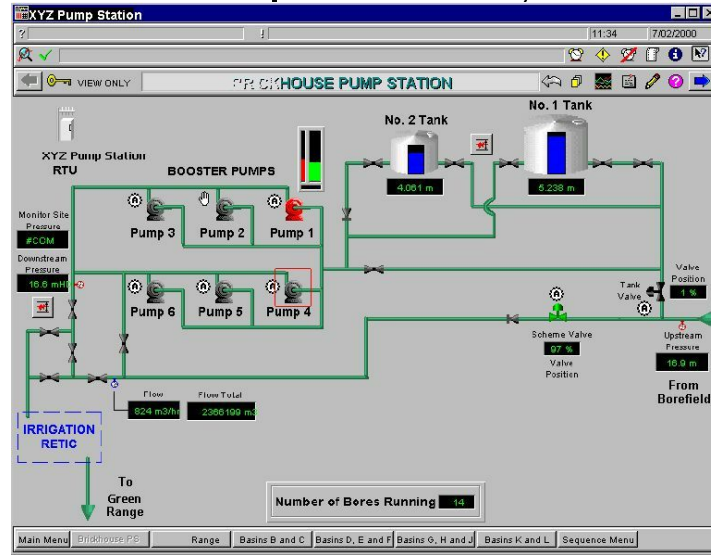
Valvomon toiminnot nähtynä valvomon konfiguroijan ja käyttäjän kannalta

4.10.2007

Mika Strömman TKK

48

Esimerkki prosessinäytöstä



4.10.2007

Mika Strömman TKK

<http://members.iinet.net.au/~ianw/primer.html>

49

Esimerkki trendinäytöstä



4.10.2007

Mika Strömman TKK

<http://members.iinet.net.au/~ianw/primer.html>

50