

## 24. PROSESSIAUTOMAATIO

### 24.1. Yleistä

Prosessiautomaation avulla parannetaan tuotannon tehokkuutta ja tuotteen laatua ja siten edistetään tehtaan kilpailukykyä. Muita tavallisia perusteita ovat yksitoikkoisten ja vaarallisten työtehtävien hoitaminen automaattisesti.

Prosessiautomaation laajasta kokonaisuudesta tässä keskitytään automaatiojärjestelmiin. Automaatiojärjestelmillä tarkoitetaan tässä ohjausjärjestelmiä ohjelmoitavista logiikoista koko tehtaan kattaviin automaatiojärjestelmiin. Automaatiojärjestelmien avulla nimensä mukaan automatisoidaan jokin tuotantoprosessi tai osa siitä. Automaatiojärjestelmillä on nykyään myös muita tehtäviä, kuten raportointi ja historiatiedon keruu.

Automaatiojärjestelmä kerää prosessista mittaustietoa. Mittaustiedot esitetään operaattorille valvomopäätteillä. Mitatun datan perusteella järjestelmä laskee tarvittavat ohjaukset ja ohjaa erilaisia toimilaitteita. Käyttäjä voi tyypillisesti puuttua ohjauksiin operointipäätteeltään tarpeen mukaan.

Automaatiojärjestelmän avulla koneen tai prosessin hoitajan saatavilla on käsiteltyä tietoa prosessin tilasta. Järjestelmä tekee kerätyn tiedon perusteella ohjaustoimenpiteitä automaattisesti tai operaattorille esitetään tietoa mahdollisimman paljon ja selkeästi, jotta hän pystyisi tekemään oikeita päätöksiä ja puuttumaan tarvittavin toimenpitein järjestelmän toimintaan.

### 24.2. Hajautetut automaatiojärjestelmät

Prosessiautomaatiojärjestelmät ovat tyypillisesti hajautettuja ohjausjärjestelmiä (DCS = Distributed Control Systems). DCS-järjestelmään kuuluu tyypillisesti prosessiasemia, valvomoasemia, järjestelmäväylä, ohjelmointilaitteita ja tiedonhallinta/raportointiasema. Tiedonhallinta-asema tarvitaan tavallisesti vain keskikokoisissa tai suurissa sovelluksissa. Prosessiohjauksen reaaliaikainen tietokanta hajautetaan viemällä prosessiasemat lähelle prosessia. Hajautetun automaatiojärjestelmän prosessiasemat kykenevät hoitamaan mittaustiedon käsittelyn, ohjauksen laskennan ja ohjauksen tekemisen paikan päällä. Tällöin ei tarvitse lähettää mittaustietoja jollekin keskustietokoneelle laskentaa varten ja sitten palauttaa ohjausarvoja. Tästä seuraa, että järjestelmä voidaan rakentaa prosessilayoutin mukaan.

Kenttäväylän avulla voidaan säästää kaapelointikustannuksissa. Hajautetut I/O-yksiköt vietään lähelle prosessia, jolloin kaapelointi mitta- ja toimilaitteilta I/O-yksiköille on mahdollisimman lyhyt. Kommunikointi hajautetun I/O-yksikön ja prosessiaseman keskusyksikön välillä tapahtuu keskitetysti kenttäväylän kautta.

Nykyisin järjestelmissä painottuu helppokäyttöisyys, avoimuus ja liityntä perinteisiin tehtaan PC-verkkoihin ja tietohallintajärjestelmiin.

#### 24.2.1. Integroidut järjestelmät

##### Vaakasuuntainen integraatio

Nykyaikainen hajautettu automaatiojärjestelmä, kuten ABB:n Advant OCS, pystyy hoitamaan logiikkaohjaus-, säätö-, sekvenssi-, asemointi-, moottorien sähkökäyttö ja eräohjaustehtäviä. Kaikki nämä hoidetaan samalla laitteistolla ja ohjelmistolla. Tästä vaakasuuntaisesta integroinnista seuraa etuja:

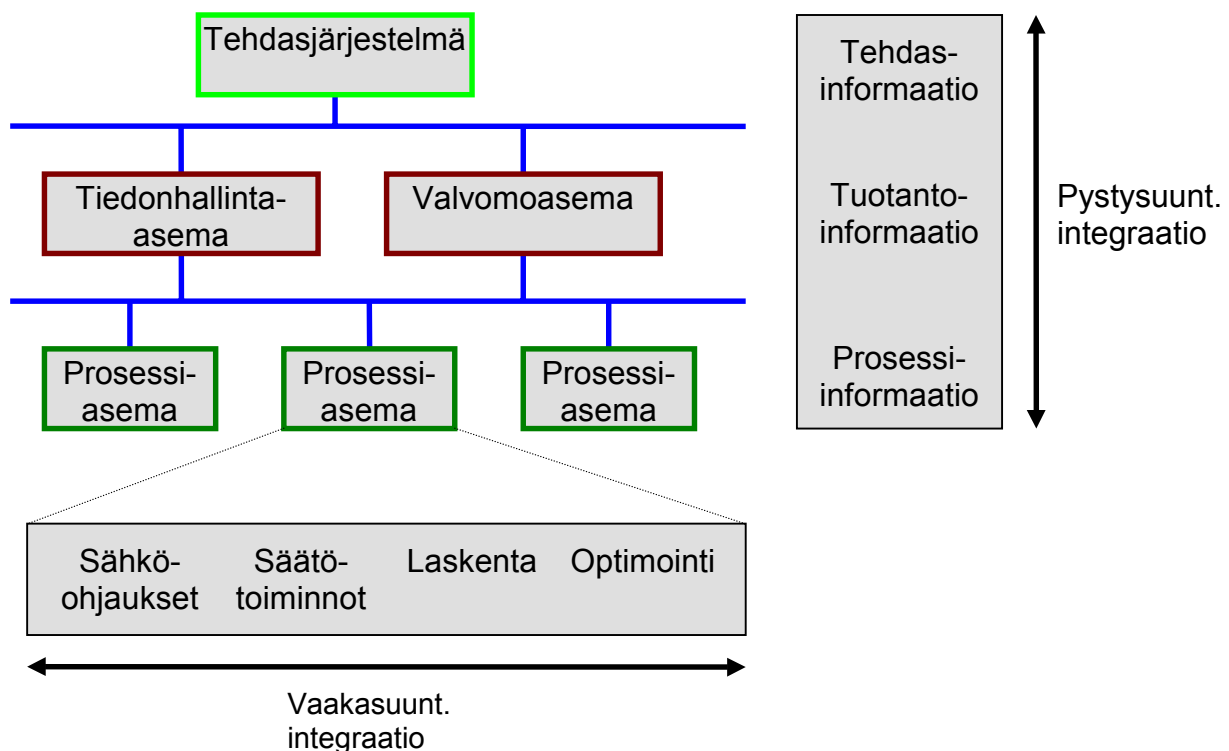
- toimilaitteet ja anturit kytketään tehtaan laajuisesti yhdenmukaisesti I/O-liityntöihin
- ohjelmointi ja ohjelmien ylläpito helpottuu, kun kaikki prosessiosat on ohjelmoitu samalla ohjelmointikielellä

- käyttöhenkilökunta pystyy valvomaan ja ohjaamaan koko tehdasta samalta työpisteeltä yhdenmukaisella käyttöliittymällä

### Pystysuuntainen integraatio

Automaatiojärjestelmien pystysuuntainen integraatio tarkoittaa, että sama järjestelmä pystyy hoitamaan prosessin ohjaus-, tuotannon ohjaus- ja tehdasjärjestelmien välistä tiedonsiirtoa. Saavutetaan seuraavia etuja:

- Tuotannon johto pystyy tarkistamaan tuotannon tilatiedot omilta pääteiltään reaaliaikaisesti.
- Käyttöhenkilökunta pystyy suunnittelemaan ja optimoimaan tuotannon ajoa esim. tilauskirjaan tai raaka-ainevaraston tietoihin perustuen. Tällöin he hakevat omille päätteilleen tarvittavat tiedot ylemmän tason järjestelmistä, tyypillisesti ikkunointitekniikkaan perustuen.



KUVA 24.2a. Automaatiojärjestelmän pysty- ja vaakasuuntainen integrointi.

### 24.2.2. Avoin automaatiojärjestelmä

#### Avoimuus

Hajautetuilta automaatiojärjestelmiltä vaaditaan nykyään avoimuutta. Avoimuus tarkoittaa, että järjestelmät ovat liitettävissä toisiin automaatiojärjestelmiin, kunnonvalvonta- ja laadunohjausjärjestelmiin, tehtaan tietoverkkoihin jne. Avoin järjestelmä pystyy kommunikoimaan muiden järjestelmien kanssa hyvin määriteltyjen rajapintojen yli. Tällaiset rajapinnat ovat yleisesti hyväksytyjä tai de facto teollisuusstandardeja. ABB:n Advant OCS automaatiojärjestelmä on kehityksen kärjessä tällä alueella. Advant OCS toteuttaa avoimelta automaatiojärjestelmästä vaadittavat standardit: UNIX, OSF/Motif, X Window System, MS Windows, Windows NT, DDE, SQL, OPC.

### 24.2.3. Luotettavuus

Hajautetun automaatiojärjestelmän eräs perusvaatimus on, että se on mahdollisimman luotettava. Järjestelmät ovat toiminnassa keskeytyksettä vuodesta toiseen. Järjestelmän käytettävyyttä voidaan nostaa eri tavoilla, joista osa on toteutettu järjestelmän laitteistossa tai perusohjelmistossa ja osa toteutetaan osana sovellusohjelmaa:

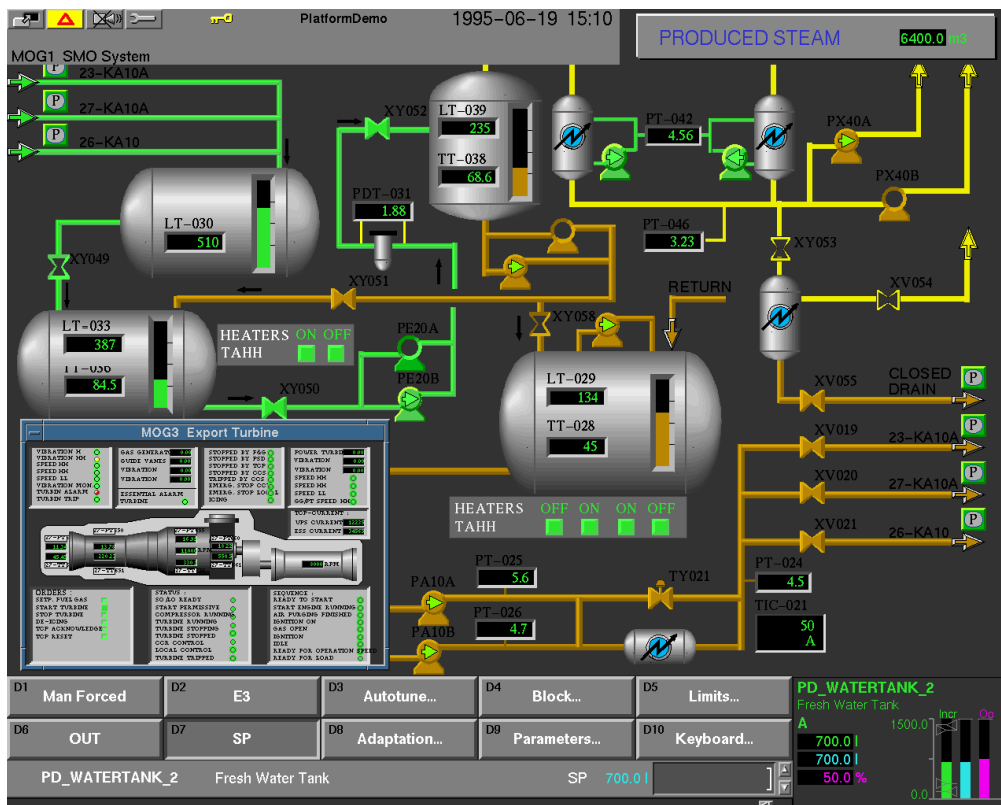
- kahdentamalla järjestelmän eri osat, esim. prosessorit, väylät,
- järjestelmän itsediagnostiikkaohjelmistoilla,
- järjestelmän tilanäyttöillä ja hälytyskäsittelyllä,
- piirikorttien on-line vaihdettavuudella ja
- prosessin jaolla prosessiasemien ohjattavaksi prosessin luonnollisten rajojen mukaan siten, että jonkin laitteisto-osan vikaantuminen vaikuttaa mahdollisimman vähän muun tehtaan toimintaan.

Järjestelmän luotettavuuden arvioinnissa käytetään tilastollisia menetelmiä.

### 24.2.4. Käyttäjystävällisyys

Järjestelmien käyttäjystävällisyys koostuu mm. grafiikan tasosta, hälytysten ja tapahtumien esitystavasta ja operaattorille esitettävien dialogien selkeydestä. Käyttäjädilogien operointi tapahtuu tyypillisesti näppäimistön, rullapallon ja / tai hiiren avulla.

Käyttäjystävällisyyteen vaikuttaa myös järjestelmän ylläpidon helppous. Tähän taas vaikuttaa esim. on-line ohjelmointimuutosten tekemä mahdollisuus, piirikorttien vaihtomahdollisuus on-line ja järjestelmän itsediagnostiikan taso ja esitystapa.



KUVA 24.2b. Valvomonäyttöesimerkki, korkean resoluution grafiikkaa.

Käyttäjälle on tärkeää, että hän saa yhdellä silmäyksellä riittävästi informaatiota päätöksen tekoa varten. Lisäksi operointidialogien tulisi olla mahdollisimman yksinkertaisia. Kuvaruudun resoluutio on Advant Station 500 OS valvomoasemissa 1280 x 1024. Absoluuttista maksimimäärää kuhunkin prosessikuvaan kiinnitettävälle dynaamisille pisteille ei ole. Tyypillinen määrä dynaamisia pisteitä prosessikuvaa kohden on n. 50-120. Operointidialogit ja kohdekuvat eri prosessiohjauskohteille, kuten mittaus, moottoriipiiri, säätöpiiri, venttiiliipiiri jne., ovat yhdenmukaiset.

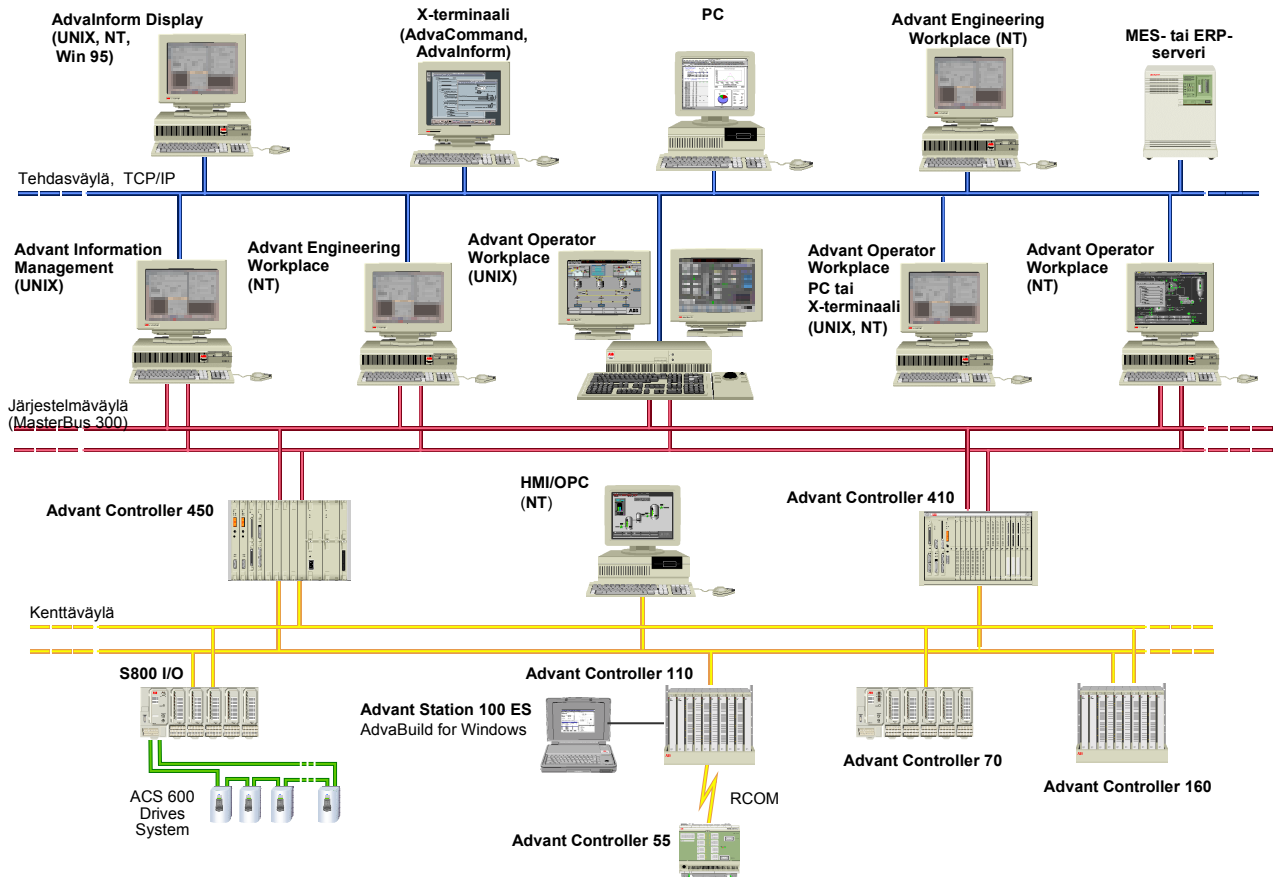


KUVA 24.2c. Esimerkki kohdekuvesta, jonka järjestelmä luo automaattisesti (PIDCONA).

Kuvassa 24.2c on erään prosessiasemassa olevan adaptiivisen pid-säätöpiirin (PIDCONA) kohdekuva Advant Station 500 OS valvomoaseman näyttöruudulta. Kyseinen pid-säätäjä on valittu operointia varten, jolloin käyttäjälle tulee operointidialogi kuvan alaosaan. Näitä dialogeja käyttäjä operoi hiiren, rullapallon tai operaattorin näppäimistön avulla.

Aina ei käyttäjä saa tarvitsemaansa informaatiota yhdestä prosessikuvasta. Tällöin hän voi ikkunointitekniikka hyväksikäyttäen avata jonkin muun prosessikuvan, trendikuvan tai kohdekuvan ikkunana samalle näyttöruudulle. Advant Station 500 OS-valvomoasemissa käyttäjä voi avata peruskuvan lisäksi 5 muuta kuvaa ikkunana samanaikaisesti. Kaikkien näiden kuvien dynamiikka päivittyy reaaliaikaisesti. Myös muita kokonaan toisessa järjestelmässä olevia sovelluksia voidaan tarvittaessa avata X-ikkunoinnin avulla kuvaruudulle. Kuvassa 24.2b on kuvaruudun alareunaan peruskuvan päälle on avattu pieni apukuva, jossa esitetään turbiinin tilatietoja.

## 24.2.5. Advant OCS automaatiojärjestelmä



Kuva 24.2d. Advant OCS järjestelmäkaavio.

### Järjestelmäväylä

Advant OCS järjestelmä rakentuu järjestelmäväylän MasterBus 300 ympärille. MasterBus perustuu IEEE 802.3 standardiin. Kommunikointinopeus on 10 Mbit/s. MasterBus 300E (extended) tukee kommunikointia radio- tai sateliittilinkkien kautta maantieteellisesti hajautetuissa sovelluksissa. MasterBus 300 voidaan tarvittaessa kahdentaa. MasterBus 300 on fyysisesti koaksiaali- tai optinen kaapeli.

### Prosessiasemat

Advant Controller 400 -sarjan prosessiasemat (AC450 ja AC410) ovat suorituskykyisiä prosessiasemia, joissa on kattava valikoima toimilohkoja sovellusohjelmointia varten, mm. logiikka- ja sekvenssiohjaukset, säätöpiirit (ml. itsevirittyvä adaptiivinen säätäjä), punnitus, asemointi, venttiili- ja moottoriohjaukset. Ohjelmointi tapahtuu AMPL -toimilohkokielellä. Kenttäväylän avulla voidaan I/O tarvittaessa viedä lähelle prosessia.

Advant Controller 160 (AC160) on erityisesti turvallisuudeltaan vaativiin sovelluksiin tarkoitettu prosessiasema. Se soveltuu logiikkaohjauksista säätötehtäviin.

Advant Controller 110 (AC110) on keskisuuriin sovelluksiin tarkoitettu prosessiasema. Se soveltuu logiikkaohjauksista säätötehtäviin.

Advant Controller 70 (AC70) on pieni prosessiasema, joka soveltuu toimimaan yksin tai muiden Advant Controller prosessiasemien kanssa.

Advant Controller 55 (AC55) on pieni asema prosessien ohjaukseen ja valvontaan. Se soveltuu hyvin hajautettujen sovellusten ohjaukseen. Kommunikointiin muun järjestelmän kanssa käytetään RCOM protokollaa.

Prosessiasemien I/O-liityntä toteutetaan usein kenttäväylän avulla. Advant OCS:n kenttäväylä on tyypiltään Advant Fieldbus 100. Sen kommunikointinopeus on 1,5 Mbit/s.

### **Valvomoasemat**

Advant Station 500-sarjan valvomoasemat (AS500OS) perustuvat työasemiin, joissa käytetään RISC-proessoreita. Reaaliaikainen MasterBus 300-kommunikointi tapahtuu ABB:n liityntäkortin välityksellä. Työasemissa on käytössä UNIX-käyttöjärjestelmä, X Window ikkunointi, OSF/Motif-käyttöliityntä ja SQL relaatiotietokannan käsittelykieli. Järjestelmän perusohjelmisto koostuu valituista AdvaCommand-, Advainform- ja Advabuild-ohjelmistopaketeista. Työasemina käytetään Hewlett Packardin työasemia.

AdvaSoft for Windows on PC -ympäristössä toimiva valvomo-ohjelmisto. Sitä käytetään tyypillisesti AC110 ja AC70 prosessiasemien kanssa.

### **Tiedonhallinta-asemat**

Advant Station 500-sarjan tiedonhallinta-asemia (AS500IMS) voidaan käyttää useisiin tarkoituksiin. Ne voivat toimia järjestelmäresursseina, esim. historiatietojen talletusta varten, suorittaa laskentaa, välittää reaaliaikaisesti tietoja prosessiasemista ulkopuolisiin tietojärjestelmiin ja päinvastoin, jne. AS500IMS perustuu samaan teknologiaan kuin AS500 OS.

### **Konfigurointityökalut**

Koko projektin kaikissa vaiheissa voidaan suunnittelu tehdä ja dokumentoida käyttämällä Advant Engineering Workplace suunnittelutyöasemaa. Se on suunnittelutyökalu, joka sisältää Advabuild-ohjelmointityökalut ja valmiudet koko prosessin dokumenttien hallintaan myös projektointivaiheen jälkeen.

Ohjelmointityökalu tukee älykkäitä objekteja, joiden avulla projektin hallinta on helpompaa. Peruseriaatteisiin kuuluu, että tieto syötetään vain kerran. Projektin ohjelmointi voidaan aloittaa heti tarvitsematta tietää lopullista I/O-jakoa prosessiasemilla tai prosessiasemien välillä. Tämä jako voidaan tehdä viime vaiheessa ennen ohjelmien latausta prosessiasemiin.

Advabuild for Windows on täysin MS Windows yhteensopiva Advant Controllerien ohjelmointiohjelmisto. Ohjelmointi tapahtuu hiiren avulla osoita ja klikkaa-menetelmällä ja interaktiivisten apuikkunoiden avulla. Advabuild for Windows pyörii tavallisissa PC:issä. Siinä on työkalut off-line ja on-line ohjelmointiin. Samalla työkalulla voidaan konfiguroida ja dokumentoida sovellusohjelmisto, ottaa käyttöön ja testata Advant Controllereita. Advabuild for Windows ohjelmistoa pyöritetään usein Advant Station 100 ES ohjelmointityökalussa, joka on teollisuusympäristöön soveltuva PC, jossa on liityntäkortti AC400-sarjan prosessiasemiin liittymistä varten.

### **Eräohjausasema**

MasterBatch 200/1 on tarkoitettu useiden samanaikaisten eräprosessien ohjaukseen tarkoitettu eräohjausasema. Toimintovalikoima käsittää mm. reseptien ja materiaalien käsittelyn, tuotannon suunnittelun, erien reitityksen ja raportoinnin.

### **Yhteensopivuus**

Edellisen sukupolven MasterPiece 200/1 prosessiasemat ja MasterView 800/1 prosessiasemat ovat yhteensopivia Advant prosessiasemien ja valvomoasemien kanssa. Niitä voidaan käyttää samassa järjestelmäväylässä.

## Taajuusmuuttajien integrointi

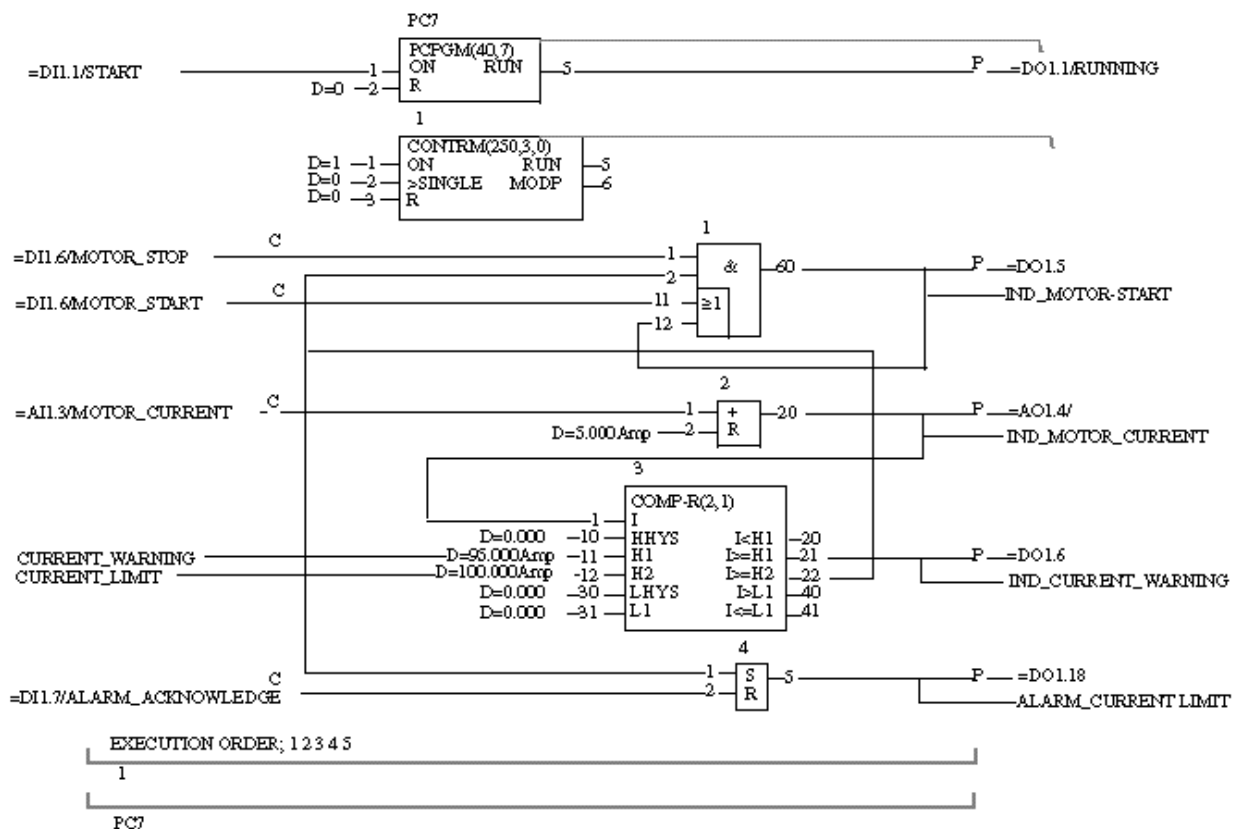
Advant OCS-järjestelmään voidaan liittää taajuusmuuttajakäyttöjä erillisinä tai järjestelmäkäyttöinä. Liittäminen tapahtuu AF100-kenttäväylän avulla. Käyttöjen kanssa kommunikointi tapahtuu samalla ohjelmointikielillä ja valvomoliitännä on yhdenmukainen muiden järjestelmän perustoimintojen kanssa.

## OPC

PC-valvomoita on käytetty paljon pienehköissä järjestelmäsovelluksissa, joissa prosessinohjauksen hoitaa tyypillisesti ohjelmoitava logiikka. Tarve kommunikoida muihin sovelluksiin on ajanut kohti kommunikointistandardia. Tällaiseksi on noussut OPC (OLE for Process Control). Advant OCS:ssä on OPC-serveri, jonka avulla kolmannen osapuolen järjestelmä voi käyttää järjestelmässä olevaa prosessitietoa.

## 24.2.6. Ohjelmointikieli AMPL

AMPL-ohjelmointikieli on yhteinen kaikille Advant Controllereille. Samalla ohjelmointilaitteella voidaan ohjelmoida kaikkia eri Advant Controller -prosessiasemia. AMPL on graafinen toimilohko-ohjelmointikieli, jossa kukin toimilohko suorittaa jonkin loogisen kokonaisuuden. Tällainen toiminto voi olla esim. looginen TAI-portti, rekisteri, moottoriipiirelementti tai PID-säätäjä. Toimilohkon tulot ja lähdöt kytketään muihin toimilohkoihin, vakioihin tai esim. Prosessi-I/O:n tietokantaelementteihin. Ohjelmointi on itsedokumentoituvaa. Toimilohkot sisältävät myös suoritusta ohjaavia rakenne-elementtejä, joilla ohjelmien ja aliohjelmien suoritukselle voidaan antaa eri kiertoaikoja. Sallitut kiertoajat riippuvat prosessiaseman tyypistä. AC400-sarjan ohjelmien kiertoajat ovat valittavissa väliltä 10...2000 ms, tai väliltä 5...32000 ms.



KUVA 24.2e. Esimerkki AMPL- toimilohko-ohjelmointikielillä tehdystä ohjelmasta.

Tarvittaessa voidaan ohjelmointia tehostaa tekemällä omia tyyppiipiirejä, jotka ovat testattuja ratkaisuja eri tarpeisiin. Tyyppiipiiri sisältää tyypillisesti joukon AMPL:n toimilohkoja, jotka toteuttavat jonkin toiminnon (esim. moottoriipiiri, johon on lisätty käynnistyslogiikkaa). Lisäksi tyyppiipiirejä käytetään myös muokkaamaan tietokantaa (eli I/O- ja käyttäjäliityntäkommunikointia). Tyyppiipiirit nopeuttavat ohjelmointia ja lisäävät sen luotettavuutta. Piirien tiedot voidaan syöttää sähköisessä muodossa järjestelmään ja järjestelmä automaattisesti tekee niitä vastaavat ohjelmat hyödyntäen valittuja tyyppiipiirejä.