



Opiskelijan Kirja

Osa 10

Digitaalisesti ohjattavassa
tuotannossa toimiminen

2021



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Tekijät

Laimonas Bačkys

Povilas Čepulkovskis

Gintautas Dervinis

Laurent Daguet

Olivier Fortin

Olivier Fortier

Federica Gallicchio

Mika Heikkilä

Bastien Hervé du Penhoat

Sirkka-Helena Ilveskoski

Genė Jakubauskienė

Ritva Klaavu

Marc Manguin

Bilel Miled

Ari Mäkinen

Dmitrij Novikov

Mindaugas Petravičius

Raimundas Petravičius

Pirjo Pietikäinen

Marjan Ranogajec

Ari Rannisto

Christian Raelison

Jolanta Sakalauskiene

Živilė Šatienė

Edita Šidlauskaitė

Jarmo Tikka

Kęstutis Viselga

Gražina Žardalevičienė

Johdanto

Talouden ja väestökehityksen ennakkoinnin mukaan monissa eurooppalaisissa muoviteollisuuden yrityksissä erikoisosaajien ja tarvittavien taitojen hankkiminen on haaste, alan osaajista on vakava pula Euroopan muovialalla.

Tähän haasteeseen yhtenä vastauksena valmistettiin koulutusmateriaali UPSKILL-projektin (Actions Upward: The Skills for the Digital Future of Plastics Factory, Erasmus +) tuloksena. Tavoitteena oli parantaa eurooppalaisten ammatillisten koulutusjärjestelmien kykyä vastata muovialan työmarkkinoiden erityistarpeisiin ja tarjota muovituotannon työntekijöille innovatiivinen opetussuunnitelma. Erityisesti painotuksina on digitaitoja, robotiikkaa ja muita älykkäitä valmistustekniikoita sekä vihreitä taitoja ja yrittäjyysosaamista.

Tämä koulutusmateriaali on laadittu yhteistyössä kansainvälisen verkoston kanssa oppilaitoksista, liike-elämästä ja Euroopan muovialan järjestöstä EuPC.

UPSKILL-projektikumppanien yhteisesti tuottamaa materiaalia voivat vapaasti käyttää ja materiaali on suunniteltu ammatilliseen koulutukseen kaiken ikäisille. Materiaali sopii käytettäväksi oppilaitoksissa sekä oppisopimusopiskelussa, alan teollisuusyritysten koulutuksessa, ammattia vaihtaville tai opiskeluun ilman aikaisempaa kokemusta teollisuudesta ja alalla tarvittavasta tiedosta.

Kehitettyssä koulutusmateriaalissa on kolme osaa: malli VET Curriculum, Opiskelijan kirja ja Opettajan kirja.

Ammattikoulutuksen malli täyttää EQF:n ja ECVET:n vaatimukset, koska sisältö suuntautuu oppimistuloksiin ja on jaettu oppimiskokonaisuuksiin. Opetussuunnitelmassa on tietoa tutkintoon sisältyvistä moduuleista ja opinnoista, arvioinnista ja opintojen suorittamisen järjestelyistä. Siinä esitetään tutkin-
torakenne, moduulikohtaiset taitovaatimukset tai tavoitteet, ammatillisten aineiden arviointitavoitteet ja arviointikriteerit sekä ammattitaidon osoittamistapa ammatillisissa tutkinnon moduuleissa.

Sekä opiskelijan että opettajan materiaalit perustuvat muovituotannon työntekijän todellisiin osaamis-
vaatimuksiin: ammatillinen osaaminen, joka sisältää muovin käsittelyä, muovin työstökoneiden tekniikkaa, ohjelmointia, modernia integroitua valmistusta, digitaalisia järjestelmiä ja nykytekniikkaa. Teknisen osaamisen lisäksi aineistossa on digitaalisten taitojen, vihreiden taitojen, sosiaalisen ja henkilökohtaisen osaamisen kehittämistä.

Opiskelijan kirja sisältää teoriaa, harjoituksia ja esimerkkiratkaisuja seuraaviin moduuleihin: Perustaidot muovituotteiden valmistuksessa; Ammatilliset taidot ruiskuvalusta / puhallusmuovauksesta / putkien, profiilien, levyjen ja kalvojen suulakepuristuksesta / lämpömuovauksesta / komposiittimuovin valmistuksesta / kumituotteiden valmistuksesta; Ohjelmointia ja digitekniikkaa; Robotiikkaa; Vihreän osaamisen (kiertotalous); LEAN-valmistus; Yrittäjämäisyys (ihmissuhdetaidot, työmotivaatio, viestintä, ryhmätyö, sopeutumiskyky, suunnittelu, ongelmanratkaisu jne.); Työterveys ja -turvallisuus.

Opettajan kirjan (mukana osaamistesti) tavoitteena on ohjata osaamisen kerryttäminen ketjutettuna oppimisprosessina. Materiaaleissa on samat moduulit, mutta opettajan kirjassa on vastauksia harjoituksiin.

Kaikki koulutusmateriaali on englannin, suomen, ranskan ja liettuan kielillä, ja niiden sähköiset versiot ovat vapaasti käytettävissä UPSKILL-projektin verkkosivuilla: <https://www.upskill-project.eu> ja kaikkien osallistuneiden ammatillisen koulutuksen järjestäjien opetus- / oppimislustoilla (APRC, Polyvia Formation, TREDU, VPM).

Sisältö

Kappale 1: Tavoitteet	5
Kappale 2: Aiheeseen tutustuminen	6
Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen	8
Kappale 4: Käytännön tehtäviä	14
Kappale 5: Menetelmiä	25
Kappale 6: Muistilista	28
Kappale 7: Harjoituksia	29

Kappale 1: Tavoitteet

Teoriatieto, tekniset taidot ja sosiaaliset taidot tämän projektiohjelman WP2 mukaan.

TAIDOT	TIEDOT
TEKNINEN TAITO	
<ol style="list-style-type: none"> Ohjausyksikön näyttösivujen selaaminen oikean parametrin löytämiseksi Laitteiden toiminnan tarkkailu ja prosessiparametrien lukeminen päätteeltä Prosessiparametrien muuttaminen ohjausyksikössä Robotin tai muun oheislaitteen säätämiseen osallistuminen, laitteen käynnistäminen ja pysäyttäminen prosessin mukaisesti 	<ol style="list-style-type: none"> Digitaalisesti ohjelmoidun järjestelmän periaatteet Automaatiojärjestelmän toimintaperiaatteet, laitteet ja tuotantokäyttö Automatisoidun tuotantojärjestelmän toimintaperiaatteet, laitteet, kaaviot Automaatiojärjestelmien elementit Anturityypit, rakenteet, toimintaperiaatteet ja tekniset ominaisuudet
TYÖYHTEISÖOSAAMINEN	
<ol style="list-style-type: none"> Oman työn suunnittelu mukaan lukien seurausten ennakointi ja parannusehdotusten tekeminen Työhön liittyvien digitaalisten asiakirjojen täyttäminen Tiedon kerääminen ja jakaminen vastaamaan työpaikan vaatimuksia 	
VUOROVAIKUTUSTAIIDOT	
<ol style="list-style-type: none"> Raportointi laiteympäristön ohjausyksikössä näkyviin tulleista vioista 	

Kappale 2: Aiheeseen tutustuminen

Tutkinnon osan aiheeseen liittyen tutustu ja vastaa kysymyksiin

MENETELMÄ

1. Muodostan oletuksen
 2. Muodostan säännön
 3. Hyväksytän sen opettajalla
 4. Esitän tulokset ja tulkitseen niitä
 5. Hyväksyn/hylkään oletuksen
 6. Vastaan kysymykseen
-

Automaatiojärjestelmä

Ohjelmoitava logiikka (PLC)

Automaatiojärjestelmä ohjaa prosessia siten, että se voi suorittaa annetun tehtävän itsenäisesti. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että ihmistä ei tarvita. Automaatiojärjestelmän annetaan tehdä itsenäisiä päätöksiä tiettyihin kynnyksiin, ja sitten päätös toiminnasta välitetään prosessin valvojalle. Automaatiojärjestelmät on rakennettu ohjelmoitavan logiikan ympärille.

Mitä ovat automaattisten ohjausjärjestelmien tehtävät yleensä?

Kysymys 1

Miten PLC järjestelmä toimii?

Logiikkayksikön ympärille rakennetun ohjausjärjestelmän lohkokaavio sisältää seuraavat toiminnalliset osakokonaisuudet.

Mittaustiedot -> Anturit -> PLC -> Toimilaitteet -> Asetusarvo

Kysymys 2

Millaisista komponenteista ja järjestelmistä automaatioyksikkö rakentuu?

- a. Alimmalla tasolla, kentälaitetasolla, on yksittäisiä toimilaitteita, kuten I / O-ohjausyksiköt, lähettimet, anturit ja mittarit sekä prosessitoimilaitteet. Toimilaitteisiin kuuluvat esimerkiksi sylinterit ja moottorit.
- b. Seuraavalla tasolla on logiikkayksiköitä, jotka ohjaavat ohjausyksiköitä, ohjaimia ja toimilaitteita.
- c. Valvomotietokoneet, erilliset ohjauspaneelit ja hälytystulostimet, ja ylimmällä tasolla voivat myös muodostaa yhteyden lähiverkkoon ja mahdollisesti Internetiin.

Kysymys 3

Mikä on anturi, sensori? Täydennä lauseet:

1. Anturit ovat mittalaitteen
2. Anturi tunnistaa mittaustiedon
3. Anturin mittaustietona voi välittyä
4. Anturit lähettävät mittaustiedon
5. Keskusyksikkö (PLC) säätää

Kysymys 4

Mitä toimintoja PLC tuottaa?

Ohjelmoitava logiikka PLC on pieni tietokone, jota käytetään reaaliaikaisten automaatioprosessien, kuten CNC-koneen tai tehtaan kokoonpanolinjan ohjaamiseen.

Hae lisää tietoa teollisista PLC-sovelluksista.

Kysymys 5

Mikä on toimilaite?

Toimilaitteiden tehtävänä on ylläpitää ja ohjata prosessia keskusyksikön toimittamien tietojen perusteella

Toimilaitteet voivat olla laitteen ulkoisia tai sisäisiä.

Ulkoisiin toimilaitteisiin kuuluvat esimerkiksi venttiilit, joilla hallitaan sylinterin tasaista liikettä.

Sisäinen toimilaite voi olla taajuusmuuntaja, joka muuttaa sähkömoottorin pyörimisnopeutta tarpeen mukaan.

Kappale 3: Dokumentteihin tutustuminen

Kun olet tutustunut tämän kappaleen sisältöön, vastaa kappaleen kysymyksiin, tutustu myös muuhun aihetta käsittelevään materiaaliin (internet, artikkelit, kirjat...) tiedon lisäämiseksi.

1. Automaatiojärjestelmän osat

Olivatpa sovellukset yksinkertaisia tai monimutkaisia, robotiikan ja automaation tehokas integrointi tarjoaa lukuisia etuja. Esimerkiksi ruiskuvalun yhteydessä voidaan luetella:

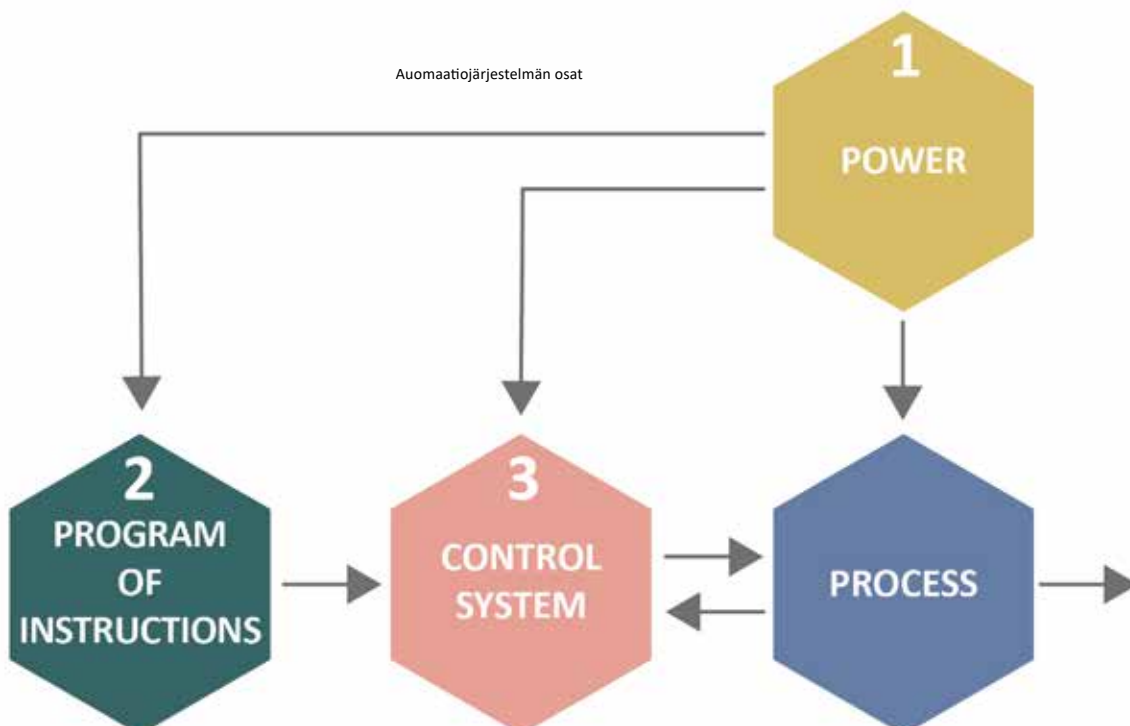
- parempi ja tasainen kappaleiden laatu
- alemmat muovaus-, työ- ja osakustannukset
- vähemmän tuotteiden välisiä vaihteluita ja jätettä
- keskeytyksien väheneminen koneella lisää kappalemääriä, optimoidut, tasaiset syklit kasvattavat tuottavuutta

Muovien työstöön, kuten ruiskuvaluun integroitu automaatio ja robotiikka ovat usein yksinkertainen ratkaisu monimutkaiseen ongelmaan. Oikein suunniteltuna ja toteutettuna, ne voivat tarjota kustannustehokkaita ja luotettavia ratkaisuja.

Automaatio on tekniikkaa, jolla toiminta tapahtuu ilman ihmisen ohjaavaa tai suorittavaa osuutta.

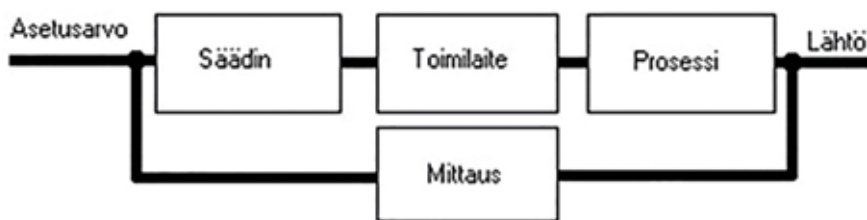
Automaatiojärjestelmän perusyksiköt ovat:

1. Teho - prosessin suorittamiseen ja automatisoidun järjestelmän käyttämiseksi
2. Toimintaohjelma- prosessin suorittamiseksi
3. Ohjausjärjestelmä - ohjeiden käyttämiseksi.



Ohjausjärjestelmien kaksi päätyyppiä:

1. Suljetun piirin (takaisinkytkentä) ohjausjärjestelmä - järjestelmä, jossa lähtömuuttujaa verrataan tuloparametriin, ja mitä tahansa näiden kahden välistä eroa käytetään lähtöjen sovittamiseksi tuloon



Koneissa ja asennuksissa muuttujat, kuten paine, lämpötila, virtaus tai täyttötaso, on usein asetettu määrättyihin arvoihin. Näiden asetuserojen ei pitäisi muuttua edes häiriöiden ilmaantuessa. Nämä toiminnot huomioidaan suljetun piirin ohjausjärjestelmissä

2. Avoimen piirin ohjausjärjestelmä - toimii ilman takaisinkytkentäsilmuukkaa:

- yksinkertainen, edullinen
- vaara, ettei toimilaitteelle saada haluttua toimintoa



Avoimen ja suljetun piirin ohjausjärjestelmät suorittavat tehtäviä asetuksissa ja koneilla. Avoimen ja suljetun piirin ohjausjärjestelmät eroavat toisistaan toimintatyyppien suhteen.

Avoimen piirin ohjausjärjestelmässä:

- tulomuuttuja linkitetään tietyn spesifikaation mukaisesti tuottamaan lähtösignaalin
- ohjaus tapahtuu esimerkiksi kytkimen kautta, kuten lämmitysjärjestelmän kytkeminen päälle, tämä aiheuttaa ohjausprosessin sulkeutumisen ja lämmitysjärjestelmän lämmön tuottamisen. Lämmitysjärjestelmässä vakio- lämpötilaa ei valvota, esim. jos lämpötila on liian korkea, lämmitysjärjestelmä on kytkettävä pois päältä toisella ohjausprosessilla.

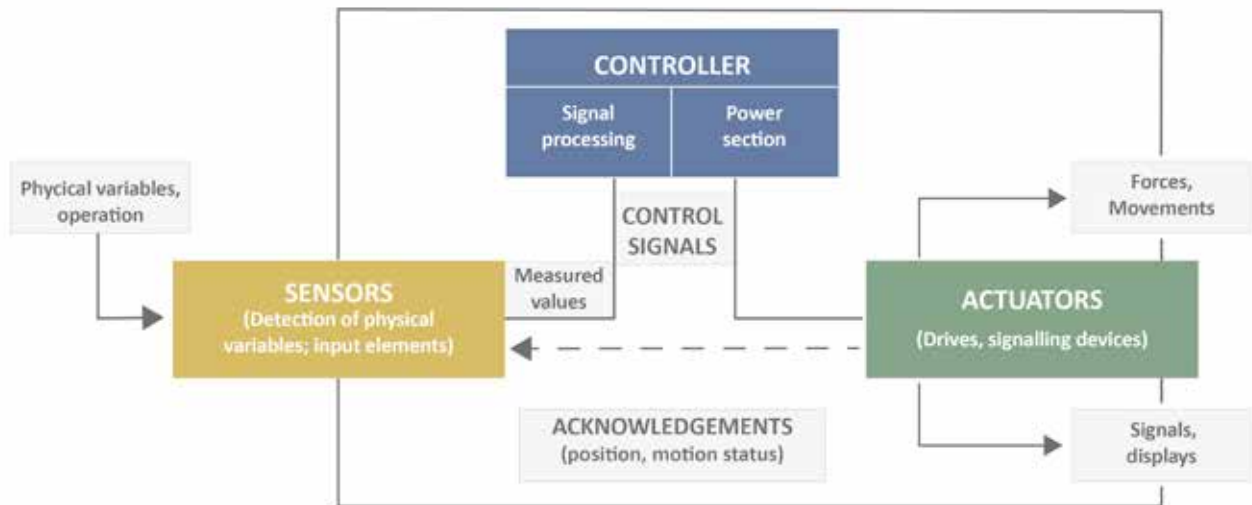
2. Anturityypit

Päivittäisessä elämässä on erityyppisiä antureita eri sovelluksissa, kuten infrapuna-anturi (IR) television kaukosäätimessä, passiivinen infrapuna-anturi ostoskeskusten automaattiseen ovenavausjärjestelmässä tai LDR-anturi ulkona valaistus- tai katuvalaistusjärjestelmässä. Koska anturit ovat merkittävässä asemassa teollisuusautomaation sovelluksissa, on tärkeää tietää niistä perusteita.

Mikä on anturi?

Laitetta, joka havaitsee sähköisiä, fyysisiä tai muita ominaisuuksia ja muuttaa mitattavan suureen helpommin käsiteltävään, usein sähköiseen tai optiseen muotoon.

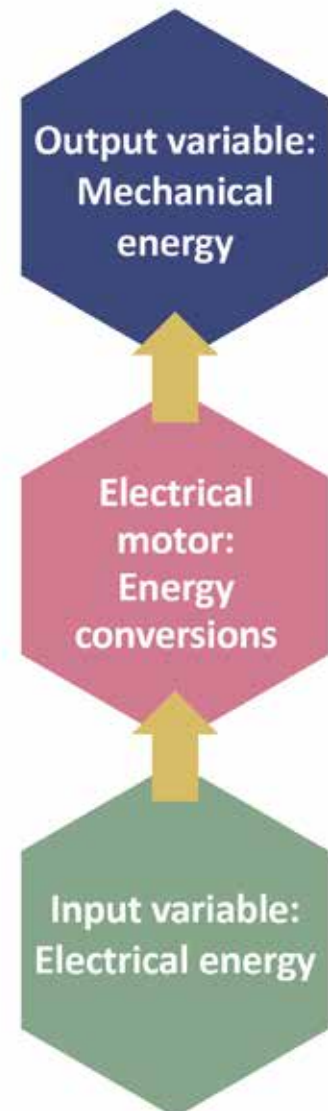
3. Automaatiojärjestelmän toimilaitteiden hallinta



Sähkömoottorit



Kuljetinjärjestelmän 3-vaihemoottori



Automaatiojärjestelmissä käytetään paljon hydraulisia ja pneumaattisia laitteita, esimerkkinä sähköpneumaattinen tuotantojärjestelmä.

Sähköpneumaattinen tuotantojärjestelmä

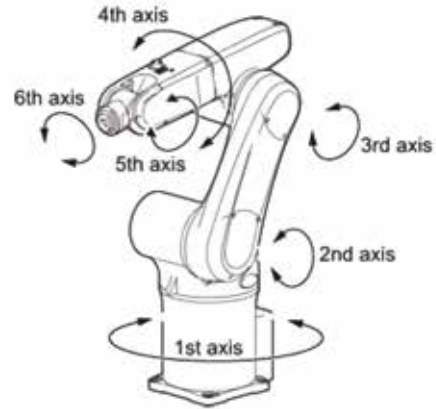
Robotti ja robotin ohjausesimerkkejä

Robotti

3.1 Robotin toiminta-alue

Robotti on mekaaninen yksikkö, joka rakentuu aksleista ja servomooottoreista. Kohtaa, johon nivelvarsi kiinnittyy, kutsutaan niveleksi tai akseliksi.

J1, J2 and J3 ovat pääakselit. Kääntöakselit J4, J5 ja J6 liikuttavat toimilaitteita, kuten työkaluja tai tarraimia. (Fanuc LTD, B - 81464EN - 2/01)



Lähde: <https://cdn2.hubspot.net/hub/13401/file-2312931612-jpg/images/industrial-robot-axes-illustration.jpg>

3.2 Robotin koordinaatisto

Robottien koordinaatistoja ovat:

- nivelkoordinaatisto, JOINT
- maailmakoordinaatisto, JOGFRAME
- työkalukoordinaatisto, TOOL
- käyttäjäkoordinaatisto, USER

Nivelkoordinaatistossa robottia ohjataan robotin fyysisten akselien suuntaisesti.

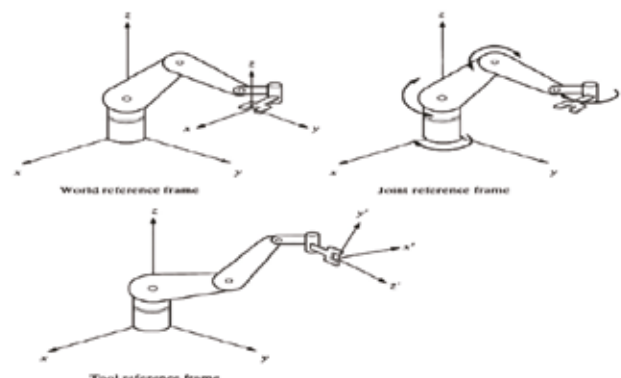
Maailmakoordinaatisto on robotin työskentely-ympäristöön, esimerkiksi rakennukseen, kuljettimeen tai robotin oheislaitteisiin sidottu robotin ulkopuolinen koordinaatisto (Lähde: Robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys Ry ISBN 951-9438-58-0).

Työkalukoordinaatisto on suorakulmainen koordinaatisto, joka sidotaan työkalumäärittelyksellä kiinni haluttuun kohtaan robotin työkalua lähtien työkalulaippaan sidotusta koordinaatistosta

(Lähde: Robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys Ry ISBN 951-9438-58-0).

Tämä mahdollistaa työkalun tai tarraimen tarkemman ja helpomman ohjaamisen.

Käyttäjäkoordinaatisto on käyttäjän robottiin luoma koordinaatisto.



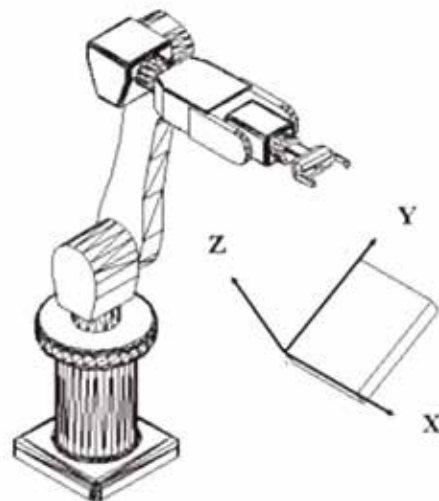
Lähde: Robottien koordinaattijärjestelmät, Tommi Mikkonen, opinnäytetyö YAMK 2012

3.2.1 Nivelkoordinaattijärjestelmä

Nivelkoordinaattijärjestelmä (JOINT) siirtää robotin yksittäisiä akseleita. Robottiakseleilla on merkintä J1-J6. Robotin sijainti ja asento määritellään kulmaliikkeillä suhteessa nivelen pohjan koordinaatistoon.

3.2.2 Maailma-, JOG –koordinaattijärjestelmä

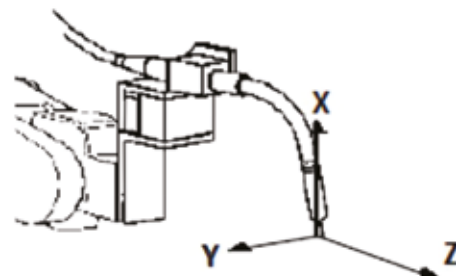
JOG FRAME voidaan asettaa mihin tahansa paikkaan ja mihin tahansa suuntaan. Kädessä pidettävä koordinoitu järjestelmä on suunniteltu helpottamaan manuaalista ajamista radalla.



Lähde: The Jog coordinate system, Tommi Mikkonen, opinnäytetyö YAMK 2012

3.2.3 Työkalukoordinaatisto

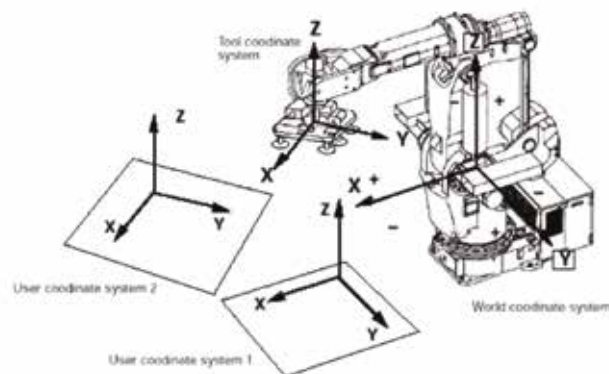
Työkalun koordinaattijärjestelmä on suorakulmainen (suorakulmainen) koordinaattijärjestelmä, jonka alkupiste on Tool Center Pointissa (TCP). Työkalupiste tulee sijoittaa työkaluun, jossa työ suoritetaan. Esimerkiksi kaarihitsauksessa TKP on langan kärki. Tommi Mikkonen, opinnäytetyö YAMK 2012.



Työkalukoordinaattijärjestelmä. Lähde: Fanuc LTD, B--81464EN--2/01

3.2.4 Käyttäjakoordinaatisto

Käyttäjakoordinaatistojärjestelmä voidaan asettaa mihin tahansa paikkaan ja mihin tahansa suuntaan. Käyttäjakoordinaatistojärjestelmät mahdollistavat sijaintirekisterien tallennuksen suhteessa koordinaattijärjestelmien paikkaan. Jos koordinaattijärjestelmän sijaintia ja suuntaa muutetaan asetuksen jälkeen, kaikki ohjelmaan tallennetut sijainnit muuttuvat. Robotille voidaan asettaa enintään viisi käyttäjakoordinaattia, joista vain yksi kerrallaan voi olla aktiivinen.



Käyttäjakoordinaattijärjestelmä. Lähde: Fanuc LTD, B--81464EN--2/01

3.2.5 Robotin tarraimet ja työkalut

Robotteja ei käytetä ilman työkaluja tai tarraimia ja niiden tarve määräytyy robotin käyttötarkoituksen mukaan. Yleisimpiä työkaluja ovat tarttujat, maaliruiskut ja hitsauspistoolit, joiden rakenne ja ominaisuudet määräytyvät käyttötarkoituksen mukaan. Maaliruiskut ja hitsauspistoolit erottuvat sikäli tarttujista, että niitä ei tarvitse aina suunnitella ja rakentaa käyttötarkoituksen mukaisesti.

Tarraimet ovat yleensä aina työkappalekohtaisia, ja ne on suunniteltava ja valmistettava yksilöllisesti. Siksi ne ovat myös yleensä kalliita eikä niitä voida käyttää muihin kappaleisiin. Tyypillisesti tarraimet toimivat paineilmalla tai alipaineella. Paineilmakäyttöisiä tarraimia on eri sovelluksissa ja niiden rakentamiseen käytetään lähes pelkästään vakioituja komponentteja. Vain kappaleeseen osuvat osat rakennetaan usein kappalekohtaisesti. Alipainetarraimia käytetään tyypillisesti levymäisten kappaleiden siirtämiseen ja ne ovat hyvin yleisiä muoviteollisuudessa, koska ne eivät jätä muovikappaleisiin jälkiä.

Kappale 4: Käytännön tehtäviä

(käytössä olevan laitteiston mukaan)

Paikallisesti esimerkiksi tuotanto-olosuhteissa työskentely

Käytännön harjoitus 1

Materiaali: laiteympäristö, henkilösuojaimet, mittalaitteet

Tavoite: kognitiivisten taitojen kehittäminen tuotantoympäristössä, laitteiden ja yksittäisten komponenttien toimintojen selvittäminen

Tehtävä 1

Miksi on tärkeää tunnistaa laiteympäristö ja ymmärtää laitteiden ja komponenttien toimintaperiaate?

Aiheet

1. työympäristöön tutustuminen.
2. käytettäviin laitteisiin ja niiden ominaisuuksiin tutustuminen.
3. laitteen pääosien ja toimintaperiaatteiden kuvaus.

Täytä

Työskentely-ympäristö (kuten ruiskuvalu tai ekstruusiolaite):

Laitteen pääosat:

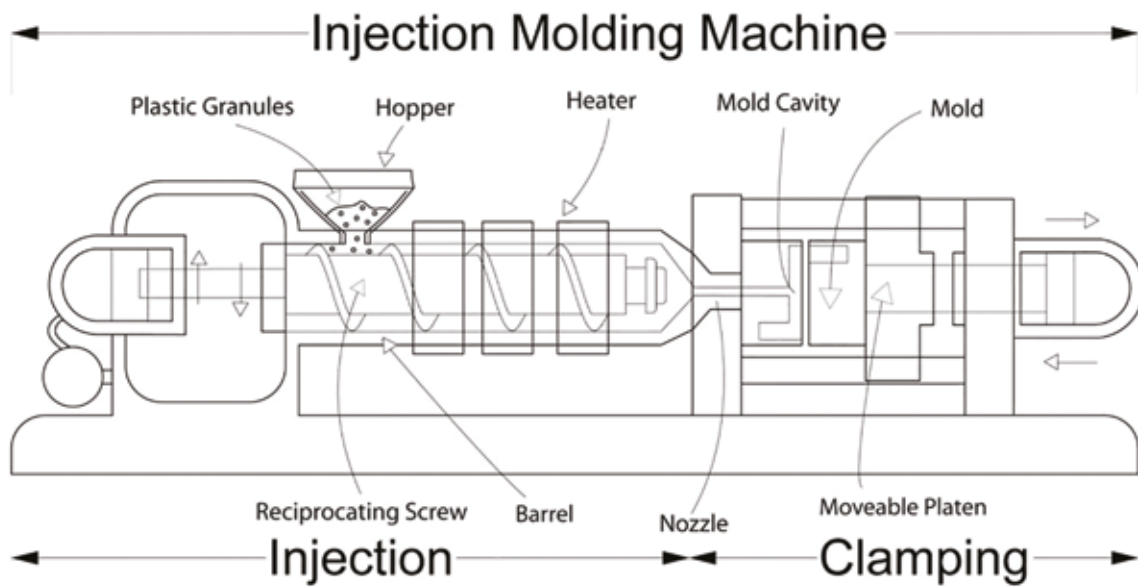
Muista turvallinen työskentely

TURVAMERKIT

Sähkö, maadoituksen tärkeys

Kosketussuojaustapoja:

- liikkuvien osien eristäminen
- kotelointi tai aitaus/verho
- esteet
- etäisyys



Lähde: <http://www.professional-plastic-mold-manufacturer.com/knowledge-advice-plastic-injection-molding/an-introduction-on-plastic-injection-moding>

Käytännön harjoitus 2: Logiikkaohjelman käyttö tai tutustuminen

Materiaali: työpaikan logiikkaympäristö, anturien toiminta, manuaalit

Tavoite: logiikkakaavioiden lukeminen, ymmärrys laiteympäristössä työskentelystä

Tehtävä 2

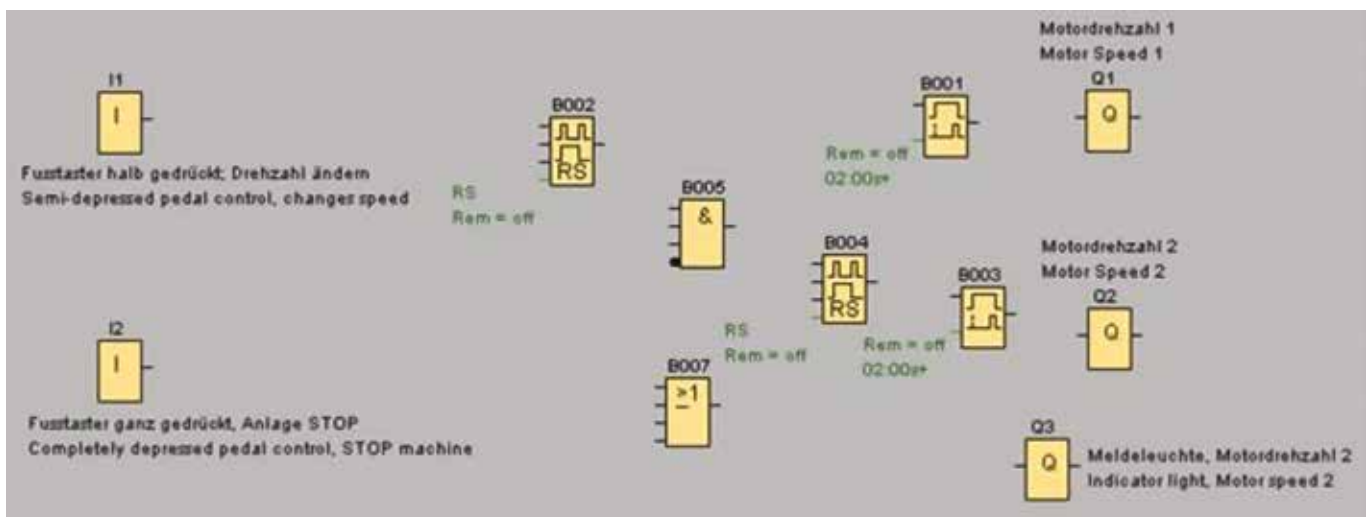
Miksi on tärkeää tunnistaa laiteympäristö ja ymmärtää laitteiden ja komponenttien toimintaperiaate? Kuvaile mahdollisimman kattavasti tuotantolaitteen toimintaa, syy -seuraussuhteet jne.

Laadi useista logiikkamerkeistä oma kooste, piirrä merkkejä ja nimeä ne.

Kiikkukytkin

The pedal control of the machine has two contacts which are connected to PLC in the following way:

Pedal control semi-depressed at (input 1) I1 and pedal control completely depressed at I2 For normal operation, motor speed 1 is sufficient and can be started by pressing I1. Motor speed 1 is controlled via output Q1 after a delay time of 2 seconds. If a faster speed is required for operation, motor speed 2 can be selected by again pressing I1. Motor speed 2 is controlled via output Q2 also after a delay time of 2 seconds. If I1 is prssed again, the speed is again reduced. In other words, each time I1 is pressed the speed changed to either speed 1 or speed 2, in each case after a delay time of 2 seconds. An indicator light at Q3 lights up if the machine is operating at the higher speed. In order to stop the machine, the pedal control must be depressed completely. The machine is then switched off via I2.



Käytännön harjoitus 3: Robotit

Materiaali: ohjelmoitava robotti, manuaali

Tavoite: ymmärrys robotin kanssa työskentelyyn

Tehtävä 3

Aiheet

1. työympäristöön tutustuminen.
2. käytettäviin laitteisiin ja niiden ominaisuuksiin tutustuminen.
3. laitteen pääosien ja toimintaperiaatteiden kuvaus, oma toimintaohje

Lue aineisto ja seuraa sen jälkeen ammattilaisen työskentelyä robotilla kyseisen robotin käyttäjän ohjetta seuraten. Kun saat luvan käyttää robottia, laadi oma kirjallinen ohje, mitä ja miten osaat käyttää robotia.

Teollinen robotti, joka ominaisuuksiltaan sopii ruiskuvalukoneelle

Robotit ovat mukana melkein kaikkialla teollisuudessa, ja niitä käyttävät sekä suuret että pienet teollisuuslaitokset. Esimerkiksi pienellä tehtaalla voi olla yksi robotti ruiskuvalukoneella, kun taas autotehtaalla voi olla satoja robotteja, todennäköisesti jopa tuhansia. Roboteista on tullut tärkeä osa teollista toimintaa.

Robotteja nähdään yhä enemmän muovituotteiden valmistuksessa esimerkiksi ruiskuvalukoneilla. Toimintoina voivat olla esimerkiksi metalliosan asettaminen muottiin ennen tuotteen valamista ja valmiin tuotteen poistaminen muotista.

Tyypillinen ruiskuvalettu tuote, jossa robottia voidaan hyödyntää, on virtapistoke. Virtapistokkeen ruiskuvalussa robotti sijoittaa metallikoskettimet muottiin, poistaa muotista valmiin tuotteen ja pakkaa sen heti naarmuuntumisen estämiseksi.

Ruiskuvalukoneen käyttäjän tulee hallita jonkin verran robottien käyttöä. Hänen ei tarvitse olla asiantuntija, mutta hänen on osattava reagoida yleisimpiin häiriöihin. Käyttäjän on myös pystyttävä suorittamaan robotille yksinkertaiset toimintakorjaukset.

Tyypillisiä vikatilanteita voivat olla:

- ruiskuvaluun liittyvät häiriöt, jotka keskeyttävät työnkierron (sykli), työntekijän on korjattava ongelma ja käynnistettävä prosessi ja robotti uudelleen
- robotin syöttölaitteen syötössä on toimintahäiriö, joka pysäyttää robotin ja myös ruiskutusjakson, työntekijän on osattava poistaa vika ja käynnistää prosessi sekä robotti uudelleen.



Teollinen robotti ruiskuvalukoneella

Työturvallisuus

Kaikkia turvallisuustoimenpiteitä on noudatettava.

Työturvallisuus on erittäin tärkeää aina teollisen robotin kanssa toimittaessa.

Robotit ovat nopeita ja toimivat isollakin toimintasäteellä, joten niitä ei saa lähestyä niiden työskennellessä. On tärkeää tuntee vaarat ja riskit työympäristössä, jossa on robotiikkaa. Tärkein turvalaite on robotin ympärillä oleva turva-alue, jonka sisään ei saa mennä robotin käydessä. Jos joku tulee turva-alueelle, robotin on pysähdyttävä välittömästi. Robotin lisäksi turvallisuudessa tulee huomioida robottiympäristö sekä robotin käytössä olevat työkalut ja tarraimet.

Kun asiantuntija ohjelmoi robotin, hän asettaa toiminnot ja robotin liikkumisnopeuden aluksi hitaiksi. Hän voi joutua myös olemaan robotin vieressä ohjelmoinnin aikana. Ohjelmatestauksen aikana ollaan kuitenkin suoja-alueen ulkopuolella.

Tyypillisesti robotti ja sen ympäristö on suojattu kiinteällä turva-aidalla, mutta suoja voidaan saavuttaa myös muilla keinoilla, kuten valoverhoilla, skannereilla tai kiinteillä rakenteilla. Robotti tai mikään muu siihen kytketty laite ei saa missään olosuhteissa ylittää suojausta-soja. On tärkeää ymmärtää robotin ympärillä olevien suojaimien toiminta, jotta robotin työskentelyä ei katkea kun esimerkiksi kävellään valoverhoon vahingossa.



Lähde: <https://lh3.googleusercontent.com>

Robotin ohjelmoinnin aikana ei saa pitää käsineitä kädessä, koska käyttäjä voi vahingossa painaa väärää painiketta tai käsine voi juuttua robottiosaan, mikä voi johtaa loukkaantumiseen.

Perehdytys ennen robotin käyttöönottoa käsittelee ainakin:

- hätäpysäytyspainikkeiden sijainti
- robotin liikkumisnopeudet
- ympäristön järjestys ja siisteys
- ohjauspaneelit
- kuolleen miehen kytkin
- turva-aitojen ja muiden suojarusteiden käyttö
- yleinen työturvallisuus robottiympäristössä



Käsirobotin ohjain



Kuolleen miehen kytkimet.

Lähde: <https://www.gorillaspares.com/wp-content/uploads/FANUC-A05B-2490-iPendant-teach-pendant-bumper-protector-BACK-hires.png>

Robotit

Valtaosa roboteista on teollisuuden käyttöön tarkoitettuja teollisuusrobotteja mutta erilaiset palvelurobotit yleistyvät vauhdilla. Palvelurobotteja ovat esimerkiksi automaattiset ruohonleikkurit, sairaalarobotit ja opasrobotit. Tässä yhteydessä pysymme teollisuuden käyttöön tarkoitetuissa teollisuusroboteissa.



Palvelurobotin prototyyppi



Robotti ruiskuvalukoneessa

Lähteet: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/05/HONDA_ASIMO.jpg/200px-HONDA_ASIMO.jpg

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcRh_s1fbbRuvWmrEbhrRfThc4PheEbSeMK6G97OMVd2SuMzK-oh

Teollisuusrobottien tarkoituksena on yleensä siirtää epämukavat työt pois ihmiseltä tai parantaa työn tuottavuutta parantaen yrityksen kilpailukykyä. Epämukavia töitä ovat esimerkiksi likaiset työt, toistuvat työt ja meluisat työt. Myös vaaralliset työt voidaan siirtää usein roboteille.



Teollisuusrobotteja autotehtaassa. Lähde: <https://suomenkuvalehti.fi/wp-content/uploads/2015/02/teollisuusrobotti.jpg>

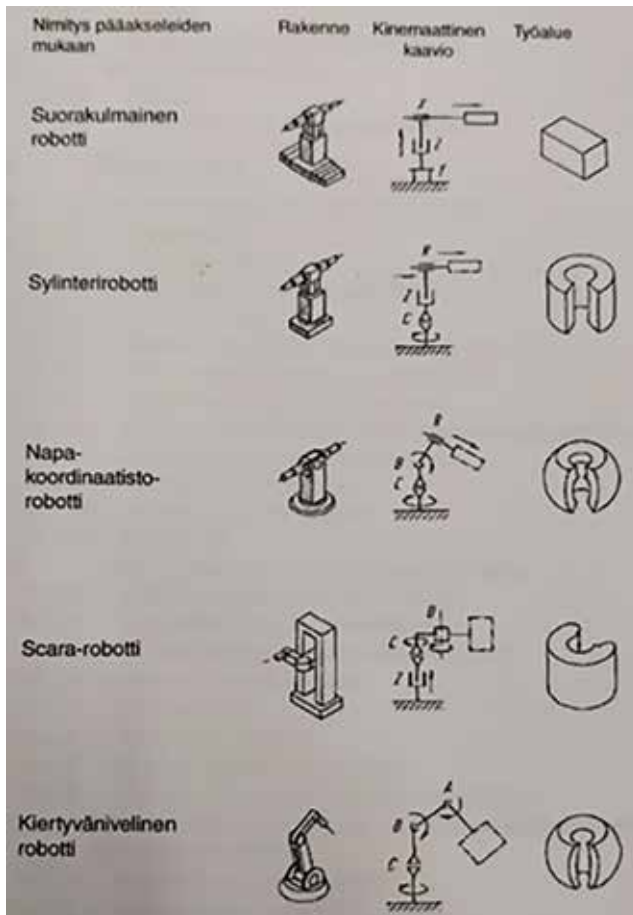
Kuitenkin usein ajatellaan, että robotit vievät ihmisten työt. Tosiasiassa tilanne on juuri päinvastainen, sillä ilman robotteja yrityksillämme ei ole kilpailukykyä eikä siten toimintaedellytyksiäkään. Näin ollen robotit tuovat meille töitä.

Toisaalta robotit eivät toimi ilman ihmistä. Ihmiset suunnittelevat ja rakentavat robottien toimintaympäristöt, muuttavat ja korjaavat niitä sekä myös ohjelmoivat robotit. Robotit vaativat myös huoltoa, mutta sen tarve ei ole kovinkaan suuri. Suurempi tarve on robotin toiminnan keskeytymisestä johtuvat korjaustoimenpiteet, joita varten työpaikoilla tarvitaan robottiympäristön käytön hallitsevia työntekijöitä.

Robottien toimintaympäristöjen kehittäminen ei lopu koskaan, sillä aina tulee olemaan uusia kohteita, joissa robottia voidaan hyödyntää.

Robotit tulevat yleistymään kaikkialla ympärillämme ja tästä syystä on syytä ymmärtää robottien toimintaa. Tämän materiaalin tarkoitus on antaa ymmärrystä robotin toiminnasta sekä sovellusmahdollisuuksista.

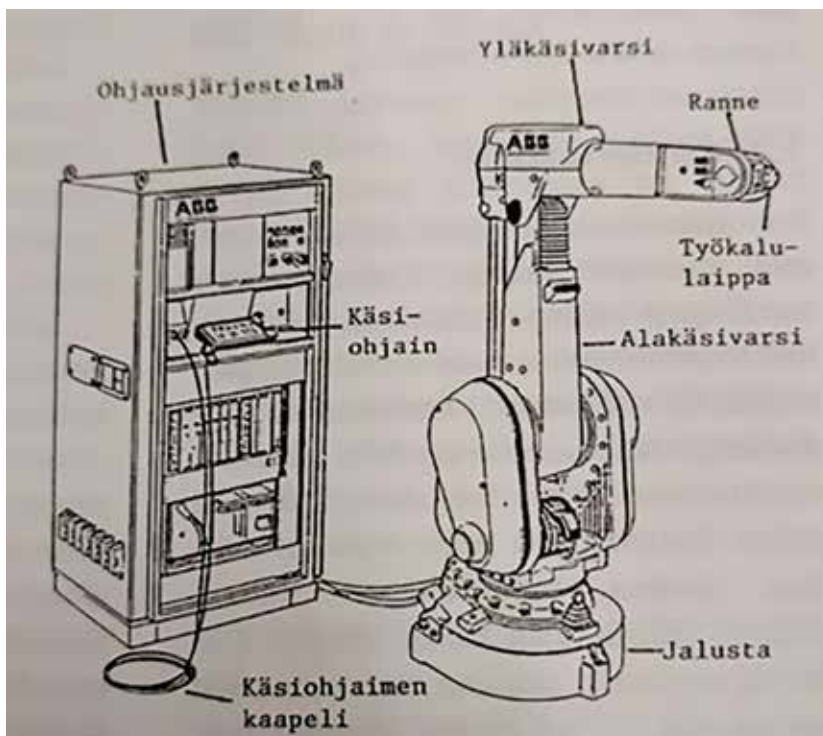
3.1 Robottityypit



Kuva: Yleisimpien robottityyppien rakenne-esimerkkejä.

Lähde: Robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys Ry ISBN 951-9438-58-0

3.2 Teollisuusrobotin tyypilliset komponentit



Kuva: Teollisuusrobotti ja tavallisimmat komponentit.

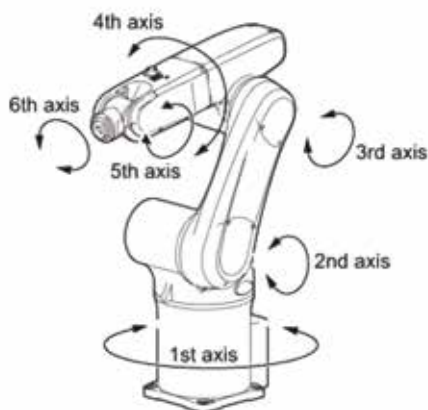
Lähde: Robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys Ry ISBN 951-9438-58-0

3.3 Robotin akselit

Robotti on mekaaninen yksikkö, joka rakentuu akseleista ja servomoottoreista. Kohtaa, johon nivelvarsi kiinnittyy, kutsutaan niveleksi tai akseliksi.

J1, J2 and J3 ovat pääakselit. Kääntöakselit J4, J5 ja J6 liikuttavat toimilaitteita, kuten työkaluja tai tarraimia. (Fanuc LTD, B - 81464EN - 2/01)

Kuva: Robotin pääakselit ja varret



Lähde: <https://cdn2.hubspot.net/hub/13401/file-2312931612-jpg/images/industrial-robot-axes-illustration.jpg>

Kuva: Robotin pääakselit ja varret



Lähde: <https://roboturku.wordpress.com/fm-jarjestelman-fanuc/2-robotin-liikuttaminen-kasijolla/>

3.4 Robotin koordinaatisto

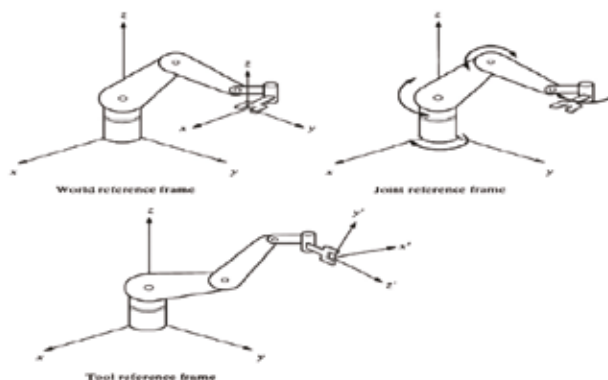
Robottien koordinaatistoja ovat:

- nivelkoordinaatisto, JOINT
- maailmakoordinaatisto, JOGFRAME
- työkalukoordinaatisto, TOOL
- käyttäjäkoordinaatisto, USER
- Nivelkoordinaatistossa robottia ohjataan robotin fyysisten akselien suuntaisesti.

Maailmakoordinaatisto on robotin työskentely-ympäristöön, esimerkiksi rakennukseen, kuljettimeen tai robotin oheislaitteisiin sidottu robotin ulkopuolinen koordinaatisto (Lähde: Robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys Ry ISBN 951-9438-58-0).

Työkalukoordinaatisto on suorakulmainen koordinaatisto, joka sidotaan työkalumäärityksellä kiinni haluttuun kohtaan robotin työkalua lähtien työkalulaippaan sidotusta koordinaatistosta (Lähde: Robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys Ry ISBN 951-9438-58-0). Tämä mahdollistaa työkalun tai tarraimen tarkemman ja helpomman ohjaamisen.

Käyttäjäkoordinaatisto on robotin käyttäjän luoma koordinaatisto.



3.4.1 Nivelkoordinaattijärjestelmä

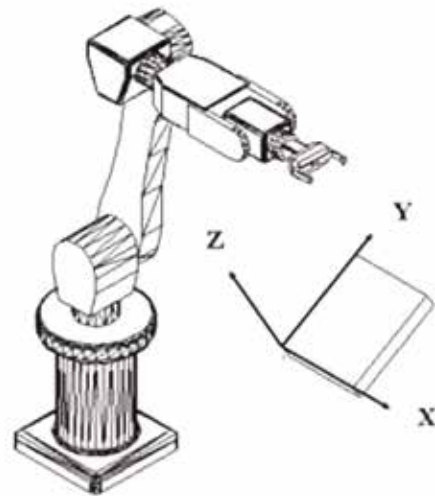
Nivelkoordinaattijärjestelmä (JOINT) siirtää robotin yksittäisiä akseleita. Robottiakseleilla on merkintä J1-J6. Robotin sijainti ja asento määritellään kulmaliikkeillä suhteessa nivelen pohjan koordinaatistoon.



Lähde: <https://roboturku.wordpress.com/fm-jarjestelman-fanuc/2-robotin-liikuttaminen-kasiajolla/>

3.4.2 Maailma-, JOG –koordinaattijärjestelmä

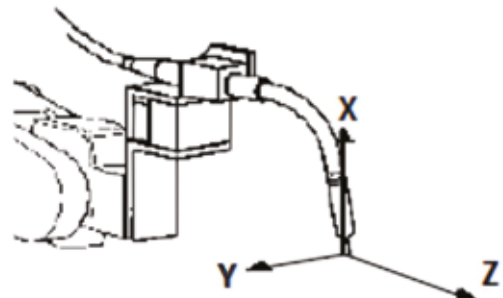
JOG FRAME voidaan asettaa mihin tahansa paikkaan ja mihin tahansa suuntaan. Kädessä pidettävä koordinoitu järjestelmä on suunniteltu helpottamaan manuaalista ajamista radalla.



Lähde: The Jog coordinate system, Tommi Mikkonen, opinnäytetyö YAMK 2012

3.4.3 Työkalukoordinaatisto

Työkalun koordinaattijärjestelmä on suorakulmainen (suorakulmainen) koordinaattijärjestelmä, jonka alkupiste on Tool Center Pointissa (TCP). Työkalupiste tulee sijoittaa työkaluun, jossa työ suoritetaan. Esimerkiksi kaarihitsauksessa TKP on langan kärki. Tommi Mikkonen, opinnäytetyö YAMK 2012.

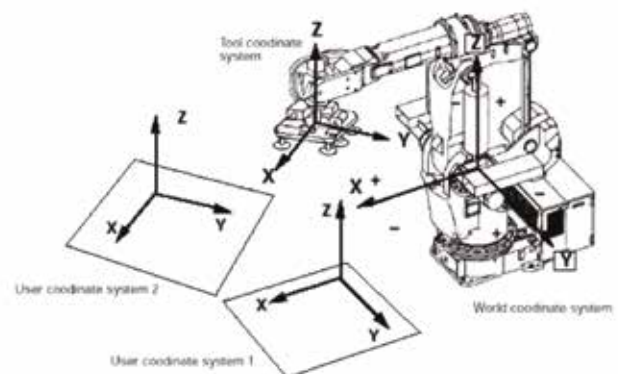


Työkalukoordinaattijärjestelmä.

Lähde: Fanuc LTD, B--81464EN--2/01

3.4.4 Käyttäjäkoordinaatisto

Käyttäjäkoordinaatistojärjestelmä voidaan asettaa mihin tahansa paikkaan ja mihin tahansa suuntaan. Käyttäjäkoordinaatistojärjestelmät mahdollistavat sijaintirekisterien tallennuksen suhteessa koordinaattijärjestelmien paikkaan. Jos koordinaattijärjestelmän sijaintia ja suuntaa muutetaan asetuksen jälkeen, kaikki ohjelmaan tallennetut sijainnit muuttuvat. Robotille voidaan asettaa enintään viisi käyttäjäkoordinaattia, joista vain yksi kerrallaan voi olla aktiivinen.



Käyttäjäkoordinaattijärjestelmä.

Lähde: Fanuc LTD, B--81464EN--2/01

3.5 Robotin tarraimet ja työkalut

Robotteja ei käytetä ilman työkaluja tai tarraimia ja niiden tarve määräytyy robotin käyttötarkoituksen mukaan. Yleisimpiä työkaluja ovat tarttujat, maaliruiskut ja hitsauspistoolit, joiden rakenne ja ominaisuudet määräytyvät käyttötarkoituksen mukaan. Maaliruiskut ja hitsauspistoolit erottuvat sikäli tarttujista, että niitä ei tarvitse aina suunnitella ja rakentaa käyttötarkoituksen mukaisesti.

Tarraimet ovat yleensä aina työkappalekohtaisia, ja ne on suunniteltava ja valmistettava yksilöllisesti. Siksi ne ovat myös yleensä kalliita eikä niitä voida käyttää muihin kappaleisiin. Tyypillisesti tarraimet toimivat paineilmalla tai alipaineella. Paineilmakäyttöisiä tarraimia on eri sovelluksissa ja niiden rakentamiseen käytetään lähes pelkästään vakioituja komponentteja. Vain kappaleeseen osuvat osat rakennetaan usein kappalekohtaisesti. Alipainetarraimia käytetään tyypillisesti levymäisten kappaleiden siirtämiseen ja ne ovat hyvin yleisiä muoviteollisuudessa, koska ne eivät jätä muovikappaleisiin jälkiä.



Alipaineella toimiva tarrain. Lähde: T. Mikkonen, TAO 2012

Prosessin kuvaus yllä olevassa kokoonpanossa:

- kerrosmuotti sulkeutuu
- ruiskutusvaihe
- jälkipaine- ja jäähdytysvaiheet
- muotti avautuu
- robotti vie alipainetarraimen kerrosmuotin ensimmäiseen avautuvaan saumaan (jakotaso)
- robotti poimii ulostyönnön yhteydessä alipainetarraimella vessapöntön kannet
- robotti poistuu muotin välistä ja kääntää tarttujan
- robotti vie toisen alipainetarraimen kerrosmuotin toiseen avautuneeseen saumaan
- robotti poimii ulostyönnön yhteydessä alipainetarraimella vessapöntön kehyksen
- robotti vetää tarraimen pois muotin välistä ja muotti aloittaa uuden kierroksen
- samaan aikaan robotti laskee kuljettimelle vessapöntön kehykset ja asettaa niiden päälle vessapöntön kannet
- tämän jälkeen robotti siirtyä odottamaan muotin avautumista
- kuljetin vie vessapöntön osia eteenpäin seuraavaan vaiheeseen



Robotin tarrain

Lähde: https://www.robots.com/images/general/EOAT_Robot_Gripper.jpg



Alipainetarraimia ruiskuvalukoneen robotilla

Lähde: <https://media.glassdoor.com/l/ae/bd/d9/76/injection-molding-robot.jpg>

3.6 Robottien ohjelmointi

Tässä yhteydessä käsitellään kolme tyypillistä tapaa ohjelmoida robotti. Nämä menetelmät ovat Johdattamalla ohjelmointi, Opettamalla ohjelmointi ja Etäohjelmointi (Robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys Ry ISBN 951-9438-58-0).

Johdattamalla ohjelmointi

Johdattamalla ohjelmoinnissa robotin nivelet ”vapautetaan” ihmisen liikuteltavaksi. Tämän jälkeen robottia ja työkalua (tarrain) liikutetaan lihasvoimin haluttua liikerataa pitkin. Liikeradat yhdistetään ohjelmaksi ja se tallennetaan robotin muistiin, josta se voidaan toistaa. Tämä menetelmä on ollut pitkään käytössä. Sen haittapuolena ovat olleet epätarkkuus sekä ohjelman muuttaminen. Ohjelman muuttamisessa koko ohjelma on pitänyt tehdä uudelleen. Näistä syistä Johdattamalla ohjelmointi ei ole ollut kovin laajassa käytössä teollisuudessa.

Se on kuitenkin tulossa uudelleen voimaohjattujen robottien yhteydessä. Siinä missä vanhassa menetelmässä robotin moottoreista katkaistiin virrat ja robotin niveleitä liikuteltiin käsivoimin, uudessa metodissa moottoreissa pidettäisiin virta päällä ja liikuttamisessa käytettäisiin voimasensoreita hyväksi. Tämän avulla menetelmästä saataisiin turvallisempi ja tarkempi verrattuna vanhaan (Tampereen Yliopisto, Jesse Salmi, Putkentaivutussolun robotin asetusajojen lyhentäminen ohjelmallisesti).

Opettamalla ohjelmointi

Opettamalla ohjelmoinnissa robottia ohjataan piste pisteeltä käsiohjaimen avulla. Nämä pisteet tallennetaan muistiin, josta niitä voidaan hyödyntää robotin ohjelmoinnissa. Opettamalla ohjelmoinnissa hyödynnetään robotin eri koordinaatistoja, jotta esimerkiksi työkalua (tarrain) saadaan liikutettua juuri halutussa suunnassa. Tämä vaatii ohjelmoitsijalta osaamista ja kokemusta robotin ohjelmoinnista kyseisellä menetelmällä. Tämä menetelmä on laajasti käytössä teollisuudessa. Opettamalla ohjelmointi ei mahdollista robotin käyttämistä samaan aikaan muuhun tarkoitukseen, joten se vie aikaa tuotannolta.

Fanuc- robotin käsiohjain



Etäohjelmointi

Etäohjelmointi kutsutaan myös nimellä Mallipohjainen ohjelmointi. Etäohjelmoinnissa robotista toimintaympäristöineen mallinnetaan CAD- ohjelmalla kolmiulotteinen tietokone-malli, jonka tulee sisältää robottia ja työkalua myöten kaikki olennainen, kuten työkalut ja työkalun kiinnittimet.

Esimerkki: Robottia käytetään muovikappaleen koneistamiseen, jossa muovilevyyn koneistetaan tietty määrä uria ja reikiä eri syvyisiksi. Robotin lisäksi mallinnetaan CAD- ohjelmalla koneistettu työkalu (joskus mallinnetaan myös aihio, josta koneistus aloitetaan), sen paikka tarkasti robottiin nähden sekä tarvittavat työkalut ja niiden vaihtoasemat. Mallinnuksen jälkeen robotin ohjelmointi tapahtuu omalla ohjelmalla (useita eri sovellutuksia), jossa robotille kerrotaan mikä työkalu otetaan seuraavaksi käyttöön ja mikä alue työkalusta sillä koneistetaan sekä millaisilla työstöarvoilla. Tyypillisesti kaikki tämä tapahtuu hiirellä osoittamalla ja näppäimistön kautta lukuarvoja syöttämällä.

Edellä mainitussa esimerkissä robotille tulee valtava määrä erilaisia liikkeitä, joita sen pitää toteuttaa. Tästä johtuen tietokoneella tapahtuva ohjelmointi on ainoa vaihtoehto, kun koneistus suoritetaan robotin avulla.

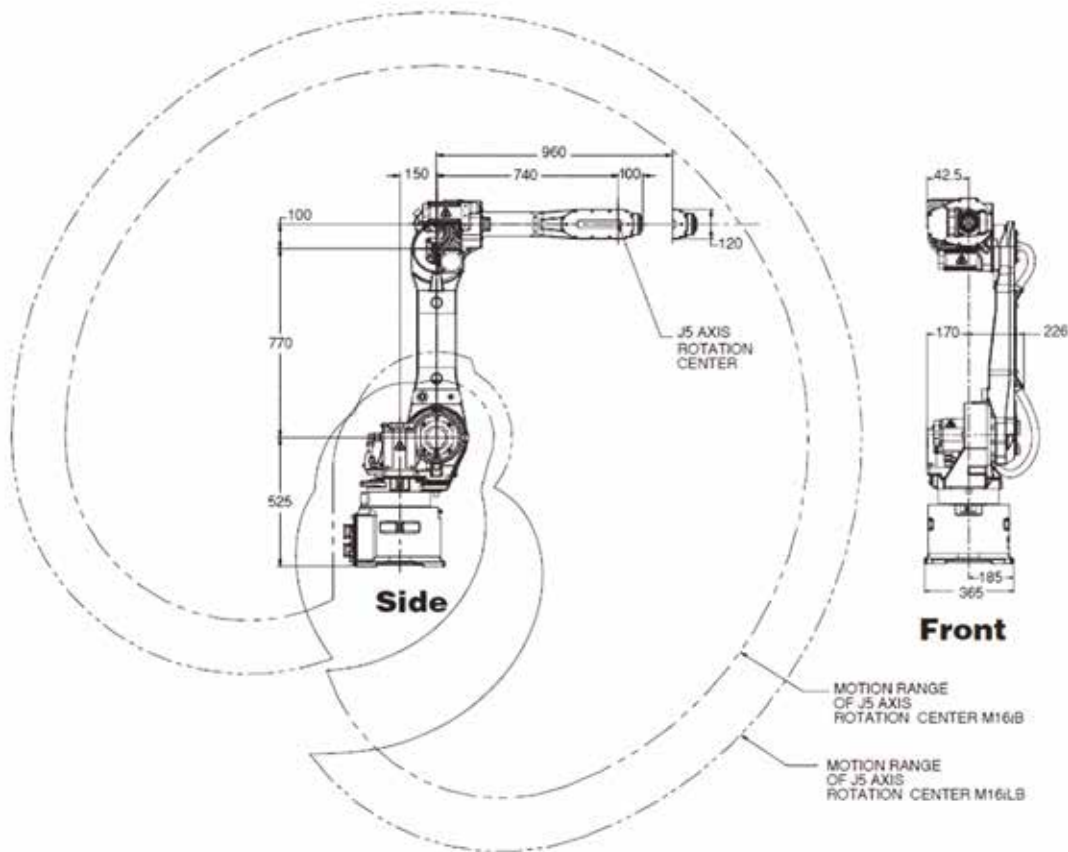
Etäohjelmoinnille tyypillistä on ohjelmoinnin nopeus ja muutoksien helppo hallittavuus. Hyviä ominaisuuksia ovat myös ohjelmien testaus etukäteen sekä ohjelmointi robotin ollessa tuotannossa. Myös monimutkaisten muotojen ohjelmointi on mahdollista.

Huonoja puolia ovat suuret aloituskustannukset ja ympäristön tarkka mallintaminen (työläs). Robottia ei tosin tarvitse mallintaa kuin kerran, mutta ympäristön muut muutokset ovat mallinnettava. Tätä työtä kuitenkin keventää nykyaikainen tuotanto, jossa lähes kaikki mallinnetaan kolmiulotteiseksi jossain tuotannon vaiheessa. Nämä mallit on vain saatava robottiympäristön käyttöön.

Kappale 5: Menetelmiä

Yhdistä paikallisiin valmistusmenetelmiin liittyen hyvät käytänteet

Menetelmien, laitteiden, toimintakuvausten ja automaatiojärjestelmien periaatteita oman toimintaympäristön vaatimusten mukaan



Robots movement areas, T.Mikkonen, TAO 2012

Automatisoitu valmistus perustuu ohjausjärjestelmien käyttöön. Tuotanto toimii ilman käyttäjän jatkuvaa toimintaa esimerkiksi kokoonpanolinjalla tai valmistuksessa, koska järjestelmä pystyy käsittelemään sekä mekaanista työtä että valmistustehtävien aikataulutusta. Täysin automatisoitujen valmistusjärjestelmien kehitys on peräisin 1900-luvun jälkipuoliskolta ja niitä on käytössä maailmanlaajuisesti kaikenkokoisessa tuotannossa.

1. Robotin ohjelmointiin liittyen

Tarvitaan teoreettista koulutusta robottien käyttöönotosta ja ohjelmoinnista. On tärkeää olla tietoinen siitä, että väärin käytettynä robotti voi olla vaarallinen käyttäjille ja muille ihmisille ympäristössä. Varmista, että robotin ohjelmasta on käyttäjän ohjeet ja että olet saanut perehdytyksen robotin käyttöön.

2. Robotin käynnistämiseen liittyen

Robotti on käynnistettävä myös ennen ohjelmointia. Ennen toiminnan aloittamista on huomattava, että robotin turvallisella alueella ei ole mitään vaaran aiheuttajia. Ulkopuolisia henkilöitä ei ole robotin lähellä, sitten robotti voidaan käynnistää.

2.1 Pääkytkin ON-asentoon



Pääkytkin.

Lähde: T. Mikkonen, TAO 2012

2.2 Hätkatkaisinten toiminnan varmistus

Varmista, että kaikki toimivat, vapauta alas jääneet painikkeet.



Lähde: T. Mikkonen, TAO 2012

2.3 Ohjelmointiyksikön jännitteelliseksi



ON/OFF -kytkin ohjauspaneelissa.

Lähde: T. Mikkonen, TAO 2012

2.4 Ohjauspaneeli lukittu, käyttö avaimen takana



Lähde: T. Mikkonen, TAO 2012

Esimerkkinä kolme eri tapaa käyttövalintaan:

Yksi

- automaattinen, auto mode
- robotin tuotantoasento, production mode
- robotin nopeus vapaa, myös täysi nopeus
- rajoitin, turvakäyttöasento
- tuotantoasento, sekä paikallis- että etäkäyttömahdollisuus

Kaksi

- T1 (testiasento)
- ohjelman käyttö vain käsiohjaimella
- robotin liikenopeus vain 10 % maksiminopeudesta (250 mm/s)
- turvaporttitoiminta pois käytöstä

Kolme:

- T2 (testiasento 2)
- ohjelmointi vain käsitoiminnolla
- robotin käyttö täydellä nopeudella sallittu
- turvaporttitoiminta pois käytöstä

Käännä avain asentoon T1.

Robotti on kytkettävä toimiakseen myös paineilmaverkkoon tarttuvien toimintaa varten.

Tarkista kytkentä.

Robotti on valmis käyttöön!



The control panel buttons of the Fanuc robot

Lähde: T. Mikkonen, TAO 2012

Kappale 6: Muistilista

Ankkuroi edellisissä kohdissa hankittu tieto

Mitkä ovat automaatiojärjestelmän kolme peruselementtiä?

Mikä on ero prosessimuuttujan ja prosessin muutoksen välillä?

Miksi käyttäjän päätöksentekoa tarvitaan ohjelmoidussa työkierrossa?

Kertaa yleisimpien antureiden toimintaperiaate.

Osa joitain esineentunnistimia ja miten ne reagoivat esineisiin.

Lähdemateriaalina voi käyttää esimerkiksi Festo-oppimisympäristöä.

Antureista, lähestymistunnistimet

Tunnistuskymien tyypit:

- Diffuusio-anturi (taustan vaimennuksella tai ilman)
- Lähivaloanturi
- Heijastava anturi

Diffuusioanturin sovellusesimerkki, havainnoidaan työstökappaleen sijaintia liukuhihnalla.

Kappale 7: Harjoituksia

(voidaan myös käyttää arvioinnissa)

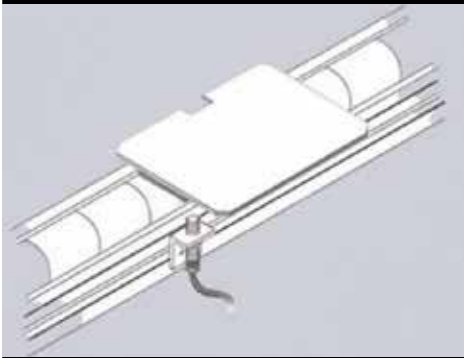
Tavoitteena on kehittää taitoja ja ammatillista osaamista

Vastaa kysymyksiin ja tee tehtävät

Tavoitteena on vahvistaa osaamista ja ammattimaista otetta.

Tehtävä 1

INDUCTIVE SENSOR EXERCISE



Which of these materials does the sensor detect?

Mark the correct answer:

<input type="checkbox"/>	Copper
<input type="checkbox"/>	Porcelain
<input type="checkbox"/>	Steel
<input type="checkbox"/>	Graphite
<input type="checkbox"/>	Rubber

Tehtävä 2

CYLINDER SWITCH REAR LIMIT POSITION



Selection conditions:

- Scanning of the rear limit position of the clamping cylinder
- Signal transmission to the electronic control system
- System subject to vibration

Which cylinder switch is the most suitable?

<input type="checkbox"/>	Pneumatic limit switch
<input type="checkbox"/>	Reed switch
<input type="checkbox"/>	Transistor switch

Tehtävä 3

CYLINDER SWITCH FRONT LIMIT POSITION



Selection conditions:

- Scanning of the front limit position of the clamping cylinder
- Signal transmission to the electronic control system
- System subject to vibration
- Detection of whether a workpiece is inserted, and which one (continuous signal for clamping range 0-55mm).

Which cylinder switch is the most suitable?

	Position sensor
	Reed switch
	Transistor switch

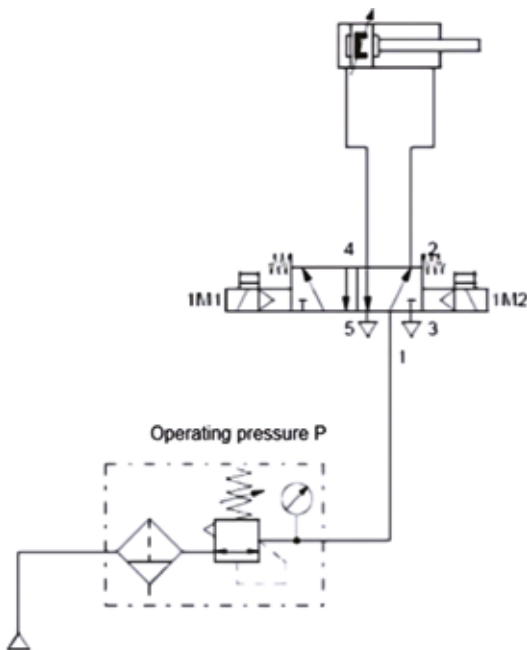
Tehtävä 4

PRESSURE SENSORS

Selection conditions:

- Guaranteeing and monitoring of the clamping force during the entire clamping procedure
- Monitoring of the retaining force in the rear limit position
- Differential pressure measurement for checking the valve position

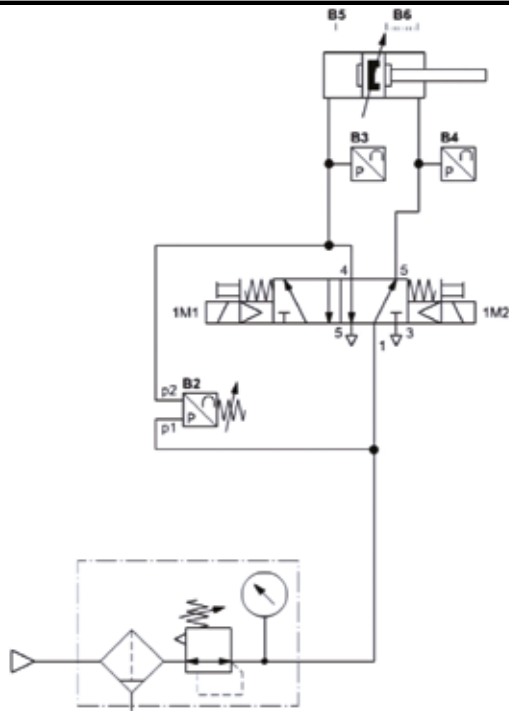
Which pressure sensors are required (3)?



	Relative pressure sensor for the rear chamber of the clamping cylinder for measuring clamping force in the front limit position
	Relative pressure sensor for the front chamber of the clamping cylinder for measuring retaining force in the rear limit position
	Differential pressure sensor upstream and downstream of the valve for checking the valve position
	Differential pressure sensor between front and rear chamber of the clamping cylinder for measuring the clamping force
	Relative pressure sensor upstream of the valve for checking the valve position

Tehtävä 5

FITTING POSITION OF FLOW SENSOR



Selection conditions:

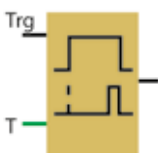
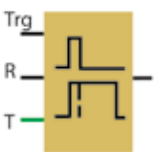
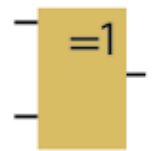
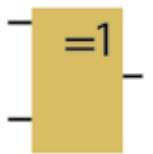
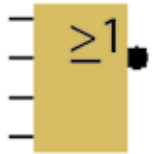
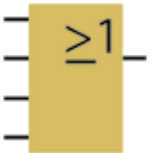
- Target: Guaranteeing high cycle times
- Detection of problems in the compressed air supply in good time

Which pressure sensors are required (3)?

	Installation directly behind the maintenance unit
	Installation in the exhaust air hose of the clamping cylinder (front chamber)
	Installation behind the valve in the supply air hose of the clamping cylinder
	Installation directly in front of the valve
	Installation in front of the maintenance unit

Tehtävä 6

Mitä seuraavat merkinnät tarkoittavat:





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

