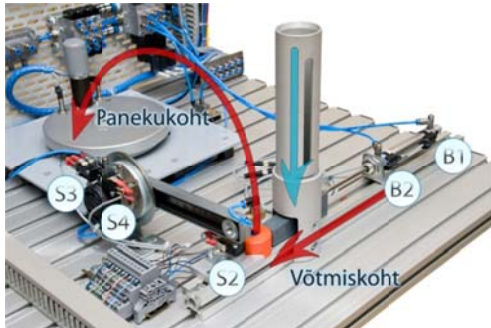


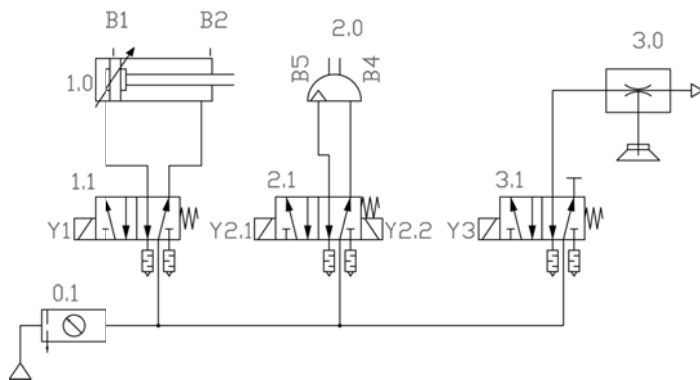
Ülesanne 2: Kahe pneumosilindriga rakenduse juhtimine

Rakenduse näites (joonis 2.1) lükkab kahepoolse toimega silinder toorikud üks-haaval välja ning pöördsilinder liigutab toorikuid iminapa abil tõstvat hooba. Pärast tooriku üles tõstmist pannakse see teisele poole maha. Programm töötab ainult ühe tsükli, kuna teisel pool pole toorikute eest äravõtmist.



Joonis 2.1 Rakenduse paigutus

■ Pneumoskeem



Joonis 2.2. Pneumoskeem

Rakenduse pneumaatikaosa (joonis 2.2) koosneb kahepoolse toimega lineaarsilindrist (1.0), kahepoolse toimega pöördsilindrist (2.0), vaakumgeneraatorist (3.0), iminapast, kahest 5/2 ühe solenoidiga jaotist (1.1 ja 3.1), ühest 5/2 kahe solenoidiga jaotist (2.1) ning õhuallikast (0.1).

Kahe solenoidiga jaoti (2.1) asemel võiks kasutada ka ühe solenoidiga monostabiilset jaotit. Siis tuleb rakendusse teha mõned muudatused.

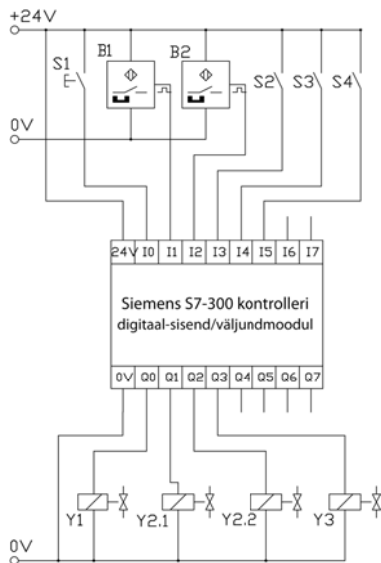


Joonis 1.3. Kahepoolse toimega lineaarne pneumosilinder



Joonis 1.4. Kahepoolse toimega pöördsilinder (2.0)

Elektriskeem



Joonis 0.5. Elektriskeem

Süsteemi elektriosa (joonis 0.5) koosneb ühest nupplülitist (S1), kahest herkonandurist (B1, B2), kolmest lõpulülitist (S2, S3, S4), neljast solenoidist (Y1, Y2.1, Y2.2, Y3) ja ühest Siemens S7-300 kontrolleri (digitaal-sisend/väljundmooduliga).

PLC Programm

Näiteprogrammi on üritatud hoida nii lihtsana, kui võimalik. Ta kasutab vaid ilma taimerite ja mäluta lihtloogikat (kui väljundregistrid välja arvata).

Selle näidisaranduse (PLC programmi) kirjeldamiseks on kasutatud rahvusvahelist standardit IEC 60848 "GRAFCET sammuliste funktsioonidiagrammide kirjelduskeel" (joonis 2.6).

GRAFCETi põhireeglid [22, 23]:

- PLC programmijada muudetakse sammudeks ja siireteks.
- Sammud ja siirded peavad alati vahelduma.
- Esimene ehk algamm muutub aktiivseks niipea, kui kontrolleri käivitub.
- Samm muutub aktiivseks niipea kui eelnev samm on olnud aktiivne ja siirdetingimus on täidetud.
- Korraga saab aktiivne olla vaid üks samm (välja arvatud paralleelne hargnemine).
- Sammuga saab siduda mistahes hulga tegevusi (alates nullist lõpetades lõpmatussega).
- Sammud võivad olla tegevusteta.

Tegevused jaotuvad

- pidevateks tegevusteks ja
- salvestatud tegevusteks

Muutujat, operandi või väljundit saab kasutada kas ainult pidevate tegevustega või ainult salvestatud tegevustega, kuid mitte mõlemaga korraga.

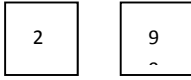

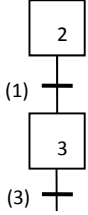
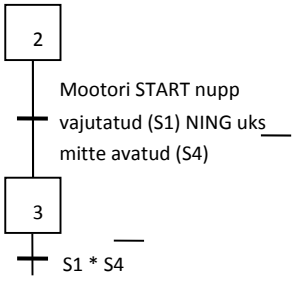
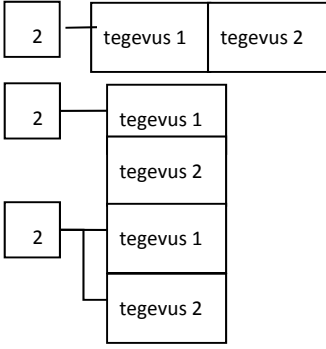
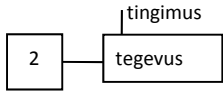
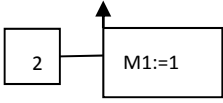
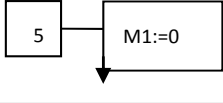
Programmijada saab lahti hargneda ja uuesti kokku ühendada

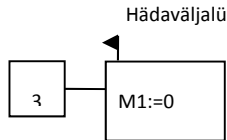
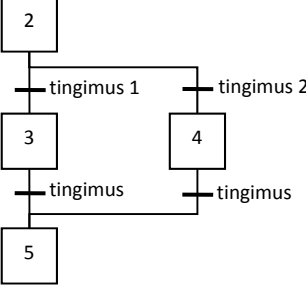
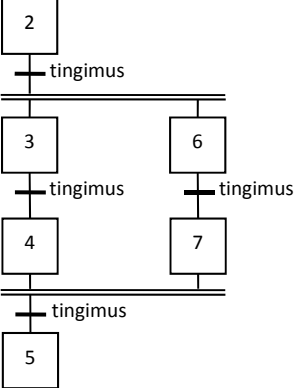
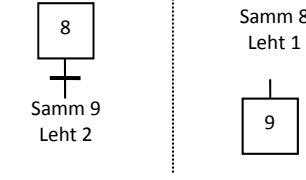
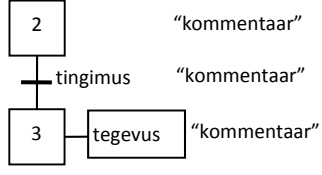
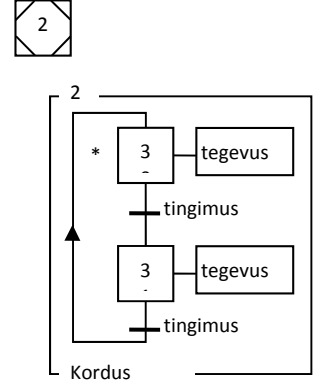
- valikuline hargnemine või
- paralleelhargnemine.



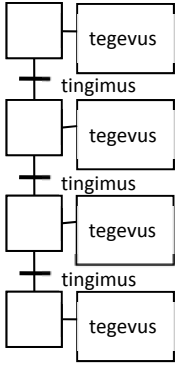
Seega GRAFCET on PLC programmi kirjelduskeel, mida ei tohiks segi ajada sarnase PLC programmeerimiskeele SFCga.

Tabelis 2.1 on esitatud GRAFCETi sümbolid ja nende kirjeldused.

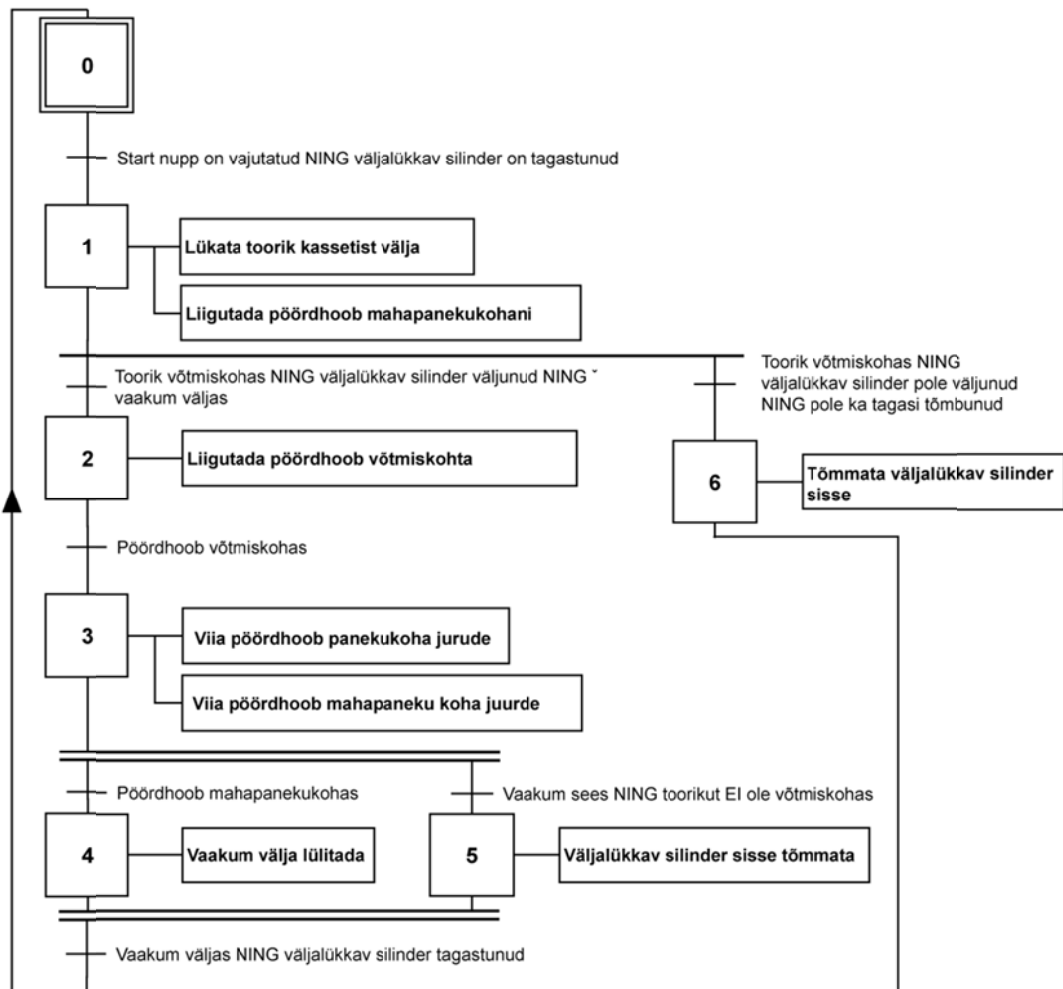
Tabel 2.1. GRAFCET sümbolid

Sümboli nimi	Sümbol	Kirjeldus (täendus)
Samm		Igat sammu kujutatakse kastiga (ruut). Sammu tähistatakse kasti sisse kirjutatud arvu ja/või tähega.
Sammu muutuja	X2 X99	Boolea muutuja näitab sammu aktiivsust või mitteaktiivsust. Tähe "X" järel olev number või märgis näitab sammu mille juurde muutuja kuulub.
Algsamm		Iga programmijada algsamm muutub aktiivseks tööelulitatud PLC-ga. Algsammu tähistatakse topeltraami kastiga.
Siire		Siire on ühendus kahe sammu vahel. Siiret kujutatakse joonega, mis on risti kahte sammu ühendava joonega. Siirdest vasakul võib olla sulgude sees siirde tähis. Selle tähis või number võib erineda sammu omast.
Siirde tingimus		Iga siire omab siirdest paremal paiknevat tingimust. Siirde tingimus on loogiline väide, mille tulemuseks on 1 (tõene) või 0 (väär). Kui siirde tingimusi on rohkem kui üks, siis kasutatakse nende sidumiseks NING (tähistatakse tärniga) ja/või VÕI operatsioone (tähistatakse plussmärgiga). Eitust tähistatakse siirde tingimuse kohale tõmmatud ülakriipsuga. Signaalifrondi muutuse märkimiseks kasutatakse nooli (↑ signaal muutub 0st 1ks, ↓ signaal muutub 1st 0ks).
Tegevus (pidev tegevus)		Ristkülikuga tähistatakse tegevust. Kasti sisse kirjutatakse vastav tegevus (käsk). Ühel sammul olevat mitut tegevust kujutatakse erinevate ristkülikutega. Siin kujutatud tegevust kutsutakse ka pidevaks tegevuseks. St, et selle tegevuse sees omistatakse muutujale (signaal) väärtus 1 nii kauaks kuni sellega seotud samm on aktiivne. Muutuja saab väärtuseks 0, kui samm ei ole enam aktiivne.
Tingimusega pidev tegevus		Sellela kirjeldatud tegevus on aktiivne (täidetakse) kuni sellega seotud samm on aktiivne ja tegevusega seotud tingimus on täidetud. Kui tingimus ei ole täidetud, siis on antud tegevus mitteaktiivne.
Sammu aktiveerumisel täidetav salvestav tegevus.		Sammu aktiveerumise hetkel omistatakse tegevuses kirjeldatud sisu väärtus muutujale. Muutujal omistatud väärtus püsib niikaua mälus kuni see kirjutatakse üle mingis teises salvestavas tegevuses.
Sammu deaktiveerumisel täidetav salvestav tegevus		Sammu deaktiveerumise hetkel omistatakse tegevuses kirjeldatud väärtus muutujale. Muutujal omistatud väärtus püsib niikaua mälus kuni see kirjutatakse üle mingis teises salvestavas tegevuses.

<p>Salvestav tegevus toimub tingimusliku sündmuse ilmnemisel</p>		<p>Kui samm on aktiivne ja selle tegevusega seotud tingimuse avaldises esineb tõusva fronti vormis sündmus või sündmuse siis omistatakse muutujale määratud sisuga väärtus. Muutujale omistatud väärtus püsib mälus niikaua kuni see kirjutatakse üle mingis teise salvestava tegevuse tulemusena.</p>
<p>Valikuline hargnemine</p>		<p>Valikulisel hargnemisel järgneb ühele sammule kaks või rohkem siiret. Esimesena täidetud tingimusega haru muutub aktiivseks ja täitma hakatakse seal olevaid samme. Korraga saab olla aktiivne ainult üks haru. Seega iga haru siirde tingimus peab olema ainulaadne (ei tohi olla ühesuguseid). Valikulist hargnemist võib jätta lahku või ühendada kokku teises kohas.</p>
<p>Paralleelseks hargnemine</p>		<p>Paralleelseks hargnemisel järgneb ühele siirdele kaks või rohkem üheaegset sammu. Paralleelseks hargnemise eeltingimuse täitumisel aktiveeritakse kõik harud. Kõigi harude esimesed sammud aktiveeritakse üheaegselt, kuid iga haru olevaid samme täietakse üksteisest sõltumatult. Kõik paralleelharud tuleb omavahel uuesti kokku ühendada. Kui paralleelse hargnemise järel olev tingimus on täidetud ja iga paralleelharu viimane samm on teostatud, siis aktiveeritakse järgmine, paralleelharusse mittekuuluv samm.</p>
<p>Hüpe</p>		<p>Hüppeid kasutatakse GRAFCET voodiagrammi katkestamiseks, kui see on liiga keeruline või jaguneb mitme lehe peale. Hüppe kohas (lähte- ja sihtpunktis) tuleb märkida sihtpunkti samm (kust või kuhu hüpatakse) ja lehe number. Hüppeid tuleks kasutada ainult siis kui jooni ei saa enam kasutada.</p>
<p>Kommentaari</p>		<p>Kommentaari kirjutatakse jutumärkide vahele ja paigutatakse sammust, tegevusest, tingimusest jne paremale poole.</p>
<p>Piiritlev samm (Lisasamm)</p>		<p>GARFCETis hõlmab piiritlev samm piirava raamiga arendaja poolt alamstruktuuriks määratud samme (alamalgoritm). Piiritleva sammu number kirjutatakse GRAFCETi alamstruktuuri tähistava raami ülemisse vasakupoolsesse ossa ja raami alääärde kirjutatakse piiritleva sammu nimi. GRAFCETi piiritleva sammuga esitatud alamstruktuuris tähistatakse esimesena aktiveeruvat sammu tärniga. GRAFCETi alamstruktuuri täidetakse ainult nii kaua kuni piiritlev samm (st lisasamm) on aktiivne.</p>

Algust piiritlev samm (lisasamm)		Sama mis on tavaline piiritlev samm. Erinevus seisneb selles, et GRAFCETi alamstruktuur on seotud GRAFCET põhistruktuuri (põhiprogrammi) esimese sammuga.
Makrosamm	 	Makrosammu kasutatakse GRAFCETis alamstruktuuri piiritlemiseks ja tähistamiseks. Makrosammu tähistatakse GRAFCETis tähega M ja sellele järgneva arvuga. GRAFCETi alamstruktuuri esimest sammu tähistatakse samamoodi kui makrosammu, kuid täht M asendatakse tähega E. Alamstruktuuris viimane samm omab ka makrosammuga sama nime, kuid tähistamisel kasutatakse tähte S. Makrosammu ei saa nii kaua deaktiveerida kuni GRAFCET alamstruktuur pole veel täidetud, st et makrostruktuuri viimane samm tähega S ei ole veel aktiveeritud.

Joonisel 2.6 on esitatud näidiskrakenduse juhtimisalgoritm GRAFCET sümbolitega.



Joonis 2.6. GRAFCET diagramm kahe pneumosilindriga rakenduse kirjeldamiseks

Näidiskrakenduses toimuvaid reaalseid (sisulise väärtusega) liikumisi esindavad juhtimisprogrammis muutujad, mille sümbolkujul tähised on esitatud tabelis 2.2.

Tabel 2.2. PLC programmi muutujad

Sümbol	Address	Andmetüüp	Kommentaar
S1	I 0.0	BOOL	Nupp - Start
B1	I 0.1	BOOL	Väljalükkav silinder tagastunud
B2	I 0.2	BOOL	Väljalükkav silinder väljunud
S2	I 0.3	BOOL	Toorik väljas
S3	I 0.4	BOOL	Pöördhoob tooriku võtmise kohas
S4	I 0.5	BOOL	Pöördhoob tooriku panekukohas
Y1	Q 0.1	BOOL	Lükka toorik kassetist välja
Y2_1	Q 0.2	BOOL	Vii pöördhoob tooriku võtmise kohta
Y2_2	Q 0.3	BOOL	Vii pöördhoob tooriku panekukohta
Y3	Q 0.4	BOOL	Vaakum tööle

PLC programmid on kirjutatud STL, LAD ja FBD keeles. Allpool on esitatud erinevates keeltes kirjutatud programmi väljatrükk koos kommentaaridega.