

13

Iðntölvustýringar

Í þessum kafla muntu kynna iðntölvustýringum, til hvers má nota þær og hvernig þær eru uppbyggðar.

Við höfum nú þegar farið yfir það hvernig hægt er að hleypa straumi á mótör frá veitunetinu og rjúfa hann með rafmerkjum frá start- og stopprofum. Ef við vildum breyta því hvernig stýringin virkaði yrðum við að breyta tengingum, nokkuð sem er bæði tímafrekt og dýrt í því vinnumhverfi sem tíðkast í dag. Önnur leið til að stýra mótorsamstæðu er að nota iðntölvur. Í þeim er það forrit sem sér um tengingar og stýringar. Ef við viljum breyta tengingunum og stýringunni, forritum við tækið upp á nýtt.

Fyrstu iðntölvurnar komu á markaðinn í kringum 1970. Þetta voru einföld tæki sem byggðust á þremur rökrænum tengiaðgerðum:

- OG-aðgerð (AND), raðtenging á snertum.
- EÐA-aðgerð (OR), hliðtenging á snertum.
- EKKI-aðgerð (NOT), breytir merkinu í andstæðu: START verður STOPP og STOPP verður START.

Á íslensku kallast tækin *iðntölvur* en *Programmable Logic Controllers*, PLC, á ensku.

Hvernig nota má iðntölvur (PLC)

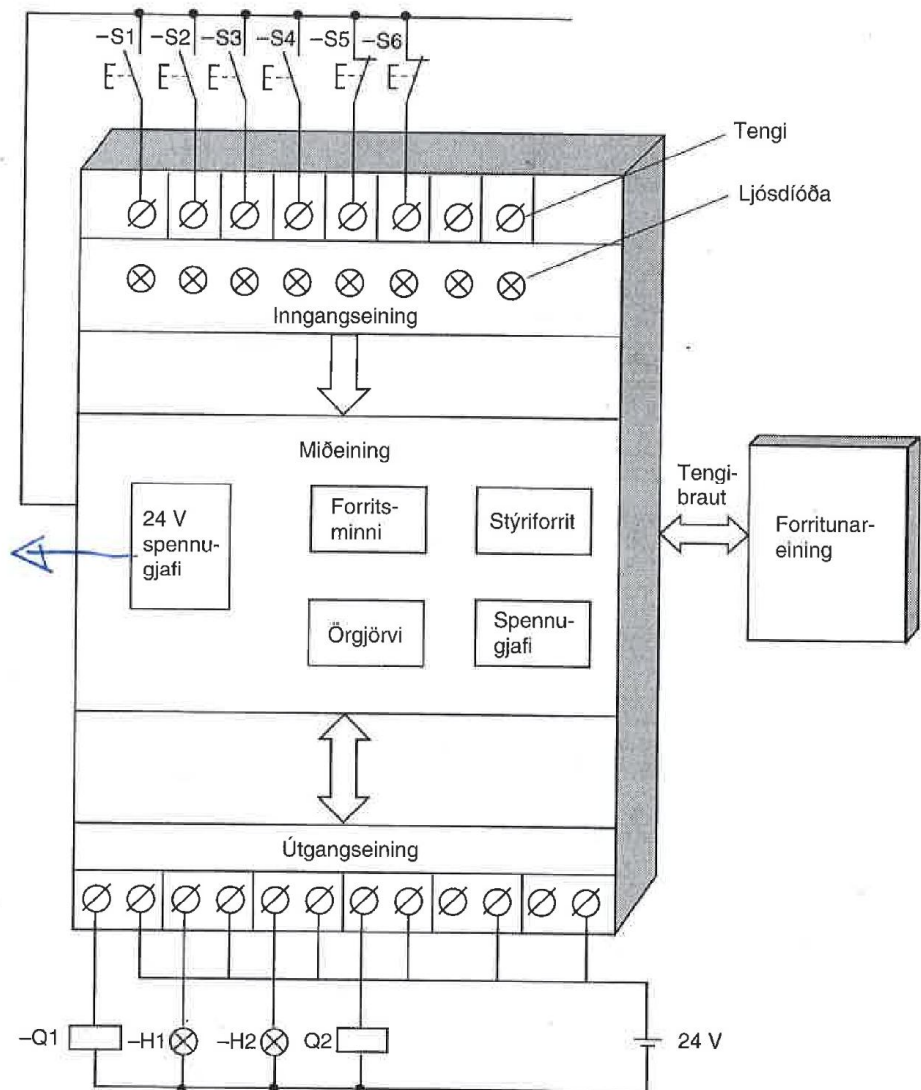
Með vaxandi sjálfvirkni í iðnaði er hægt að nota iðntölvur til að stýra mjög margbreytilegum vélasamstæðum. Það geta verið flóknar vélar, vökva- og loftþrýstikerfi eða rafknúnar samstæður. Einnig má nota iðntölvur til að stýra flutningskerfum, t.d. lyftu, færibaldi eða annars konar flutningskerfum. Með aukinni þróun á sjálfvirkni í byggingariðnaði eru iðntölvur nú notaðar til að stýra upphitunar- og loftræsikerfum. Iðntölvur eru notaðar til að stýra umferðarljósunum. Eins og þessi dæmi gefa til kynna er hægt að nota iðntölvur til að stýra og hafa eftirlit með allt frá upphitun á híbýlum fólks til stórra framleiðslueininga í iðnaði.

Iðntölvur hafa þróast frá því að vera einföld tæki byggð á rökrænni tengistýringu í það að geta sinnt margs konar öðrum aðgerðum, t.d. þeim sem byggjast á tímamælingu, talningu hvers konar og ýmiss konar reglun. Iðntölvur leysa því að miklu leyti af hólmi hin hefðbundnu sjálfvirku tæki

sem byggja á hjálparliðum, tímaliðum og teljurum. Iðntölvur af nýjustu gerð, sem eru á stærð við lítið ferðaútlarpstæki, geta t.d. verið með 100 hjálparliða (stýriliða), 50 tímaliða, 20 teljara ásamt margs konar annarri virkni sem tengja má saman í kerfi.

Uppbygging iðntölvu

Í grundvallaratriðum má líta á iðntölvu sem háþróað tengibox með inngangseiningu, útgangseiningu og miðeiningu. Að inngangseiningunni koma merki frá rofum og öðrum merkjagjöfum sem við viljum hafa með til að stýra vélasamstæðunni. Merkipennuna til rofa eða annarra spennugjafa er hægt að taka frá tengiúttaki á iðntölvunni. Við útgangseininguna tengjum við þær einingar sem við viljum stýra eða gefa merki til. Það geta verið ljós, segulrofar, segullokak o.s.frv.



Mynd 13.1
Grunnuppbygging
iðntölvu

Til að forrita iðntölvu svo hún geti framkvæmt ýmsar tengingar notum við tölvu (PC) með forritunarforriti. Mynd 13.2 sýnir grunnteikningu af iðntölvu.

Einstaka einingar

Við lítum nú nánar á einstaka einingar sem iðntölvan er sett saman úr. Við byrjum á inngangseiningunni.

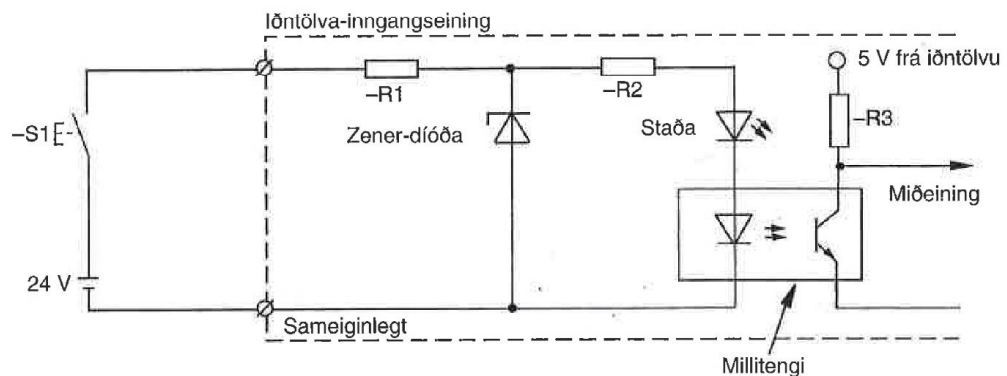
Inngangseining

Við tengjum rofa og aðra merkjaskynjara við inngangseininguna. Rafboðs-spennan er venjulega 24 V jafnspenna. Tækið er með innbyggðan 24 V jafnspennugjafa sem getur venjulega gefið straum allt að 200 mA.

Fyrir hvern inngang eru ljósdíóður sem sýna hvort merki er til staðar eða ekki. Ef merki er til staðar höfum við rökrænt 1-merki, ef ekki er merki til staðar höfum við rökrænt 0-merki. Rafboð á bilinu 14 V til 24 V gefur rökrænt 1-merki en rafboð frá 0 V til 7 V gefur rökrænt 0-merki. Rafboð með spennugildin 7 V til 14 V eru ekki leyfð og eru þessi spennugildi því hvorki rökrænt 0 né rökrænt 1.

Frá tenginu á inngangseiningunni fer merkið til miðeiningarinnar um milli-tengi sem myndar galvanísk skil milli tengjanna á inngangseiningunni og rafeindabúnaðarins í iðntölvunni. Galvanísku skilin fáum við með því að merkið er sent sem ljósgeisli milli ljósdíóðu og ljóssmára (fototransistor). Það myndast tengibraut (*interface*) milli „ytri heims“ og iðntölvunnar sem kemur í veg fyrir að yfirspenna komist í miðeininguna. Mynd 13.2 sýnir teikningu af galvanískum skilum fyrir innganginn.

Mynd 13.2
Grunnteikning
af inngangi með
galvanískum
skilum



Útgangseining

Við útgangseininguna tengjum við þær einingar sem á að stýra, t.d. ljós; segulrofa, segulloka o.s.frv. Útgangseiningin getur verið gerð úr transistorum, annars konar hálfleiðurum eða segulliðum. Í þessu námi skoðum við iðntölvu með segulliðaútgangi. Þegar við notum segulliða í útganginn fáum við galvanísk skil milli miðeiningarinnar og tengisins við útganginn með því að segulliðaspólan tengist við rafeindabúnaðinn í iðntölvunni, en segulliðasnerturnar tengjast hins vegar við ytra rafkerfið og einingarnar sem á að stýra.

Þegar við notum segullíðaútgang verðum við að vita hversu mikinn straum segullíðasnertunar þola. Stærð snertanna er venjulega miðuð við 2 A, 230 V. Ókosturinn við segullíðaútgang er sá að hann er efniseining sem slitnar með tímanum og tengigetan hefur einnig ákveðin hraðatakmark.

Miðeiningin

Í iðntölvunni vinnur örgjörvi úr innkomnum upplýsingum. Til þess að það geti gengið þarf örgjörvinn að fá merki frá inngangseiningunni og fyrirmæli um hvaða leið merkin eigi að fara og hvaða merki eigi að fara út í útgangseininguna. Fyrirmælin til miðeiningarinnar koma frá forriti sem búið er að hlaða inn í tækið. Sá sem notar vélina býr til forritið sem er kallað stýriforrit.

Forritunarútbúnaður

Til að forrita stýriforritið og geyma það í forritsminninu er notuð iðntölva með sérstakt forrit til að forrita stýriforrit í iðntölvu.

Minni í iðntölvum

Margs konar minni eru notuð í iðntölvum. Hér er stutt yfirlit.

RAM-minni (*Random Access Memory*)

Við getum bæði sett inn og tekið út gögn úr þessu minni þegar tækið er í notkun. Til að minnið starfi þarf það að fá stöðugan straum, en ef straumurinn rofnar tapast gögnin úr minninu. Venja er að kalla þetta minni lesa/ritaminni. Til að koma í veg fyrir að gögn tapist við straumrof er iðntölvan tengd rafhlöðu. Iðntölvan er útbúin með vararafhlöðu (*battery back up*).

ROM-minni (*Read Only Memory*)

Þessi tegund minnis er með rituðum gögnum eða forriti sem ekki er hægt að breyta. Við getum aðeins náð í gögn í þetta minni til skoðunar. ROM er svokallað stöðuminni sem merkir að gögnin hverfa ekki þó straumurinn sé rofinn.

PROM-minni (*Programmable Read Only Memory*)

Þessi tegund minnis er í raun ROM-minni sem hægt er að forrita með sérstökum útbúnaði.

EPROM-minni (*Eraseable PROM; erase = eyða*)

Þetta er í raun PROM-minni sem hægt er að endurforrita. Það er gert með því að eyða fyrst úr minninu með útfjólubláu ljósi og forrita það að nýju.

EEPROM-minni (*Electrically Eraseable Prom*)

Þetta minni er svipað og EPROM-minni, en munurinn er sá að eytt er úr því með rafmagni í stað útfjólublás ljóss.

Minnisstærð

Með stærð minnis er átt við hversu mörg bæti það getur geymt; 1 bæti er 8 bitar. Venjulega er stærðin gefin upp í kílóbætum. Við segjum að minni af stærðargráðunni 1024 bæti sé 1 k minni, því við miðum stærðina við heilt 1000.

Sambyggðar og samsettar iðntölvur

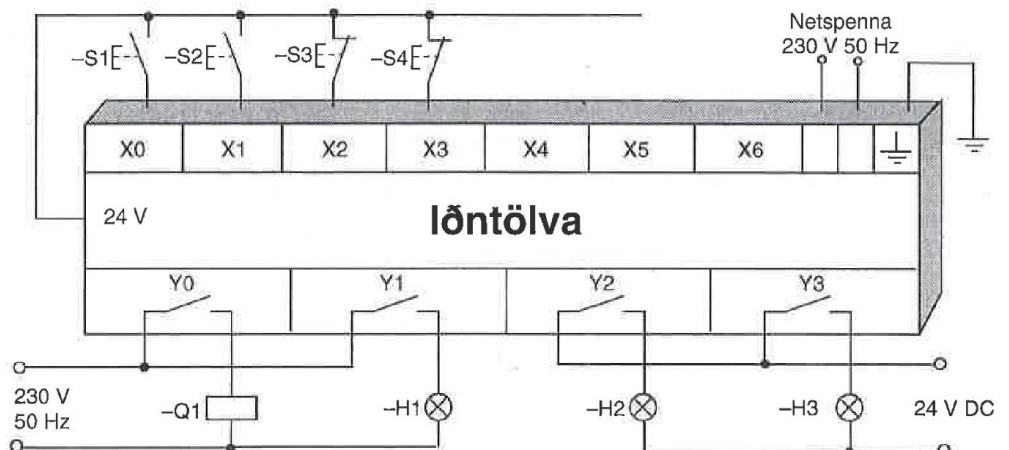
Venjan er að skipta iðntölvum í eftirfarandi tvo flokka eftir uppbyggingu þeirra:

- Sambyggð iðntölva
- Samsett iðntölva (einingar)

Sambyggð iðntölva eru þannig uppbyggð að allar nauðsynlegar einingar, s.s. inngangs- og útgangseining, spennugjafi, miðeining o.fl., eru sambyggðar inn í einn og sama kassann. Samsett iðntölva er byggð úr sjálfstæðum einingum sem notandi setur sjálfur saman miðað við eigin þarfir. Einingarnar geta verið kort sem stungið er í kortagrind (rack) eða byggingareiningar sem stungið er í Din-skinnu. Kosturinn við að nota sambyggða iðntölvu er að ekki þarf að velta fyrir sér tengingum einstakra eininga auk þess sem sambyggð tæki eru venjulega minni um sig. Kosturinn við samsettu iðntölvurnar er hins vegar sá að hægt er að setja saman tæki sem hentar best viðeigandi verkefni, og t.d. má tengja saman inn- og útganga eftir þörfum. Til einföldunar getum við sagt að sambyggðar iðntölvur henti best litlum vélasamstæðum en samsettar iðntölvur frekar umfangsmiklum verksmiðjusatæðum.

Uppsetning á iðntölvu

Mynd 13.3 sýnir dæmi um það hvernig iðntölva er tengd. Fjórir rofar eru tengdir við inngangseininguna. Við útgangseininguna er tengd tvenns konar spenna, 230 V riðspenna og 24 V jafnspenna. Þetta er hægt þar sem iðntölvan hefur segullíða við útganginn. Úttak Y0 stýrir segulrofa en úttak Y1 stýrir ljósi. Bæði úttökín eru tengd við 230 V riðspennu. Úttak Y2 stýrir ljósi –H2 en úttak Y3 stýrir ljósi –H3. Bæði þessi úttök eru tengd við 24 V jafnspennu.



Mynd 13.3 Dæmi um tengingu iðntölvu

Iðntölvann er einnig tengd við netspennu, 230 V 50 Hz riðspennu. Við sjáum líka að tækið er jarðtengt.

Við skulum skoða tengingar tækisins betur og byrjum á netspennunni.

Netspenna

Til að iðntölvann gangi þarf að tengja hana netspennu. Til eru iðntölvur bæði fyrir 230 V riðspennu og 24 V jafnspennu. Í báðum tilfellum er mikilvægt að tækin séu jarðtengd.

Tenging merkjaskynjara við inngangseininguna

Venjulega er iðntölvann með 24 V spennuúttak sem ætlað er að gefa inngangseiningunni spennu. Mynd 13.3 sýnir fjóra rofa sem eru tengdir við inngangseininguna, spennan kemur frá 24 V-úttaki.

Tenging við útgangseininguna

Útgangseiningar með segulliðaútgangi samanstanda af rafsegulmögnum segulliða með einni opinni snertu. Opna snertan er raðtengd við ytri spennugjafa og eininguna sem ætlunin er að stýra. Þetta hefur þann kost að við höfum frjálst val um stýrispennuna. Mynd 13.3 sýnir að útgangarnir eru tengdir við tvær ólíkar stýrispennur. Við útgangana Y0 og Y1 er tengd 230 V riðspenna sem stýrispenna en 24 V jafnspenna sem stýrispenna við útgangana Y2 og Y3.

Inn- og útgangslisti

Til að lýsa því hvaða inngangi hver merkjaskynjari er tengdur og við hvaða tæki hver útgangur er tengdur, getum við ýmist teiknað mynd sem sýnir tengingarnar eða útbúið lista sem lýsir tengingunum. Slíkur listi er kallaður inn- og útgangslisti. Mynd 13.4 sýnir inn- og útgangslista fyrir tengingarnar á mynd 13.3. Fyrir tækið á mynd 13.3 er X notað sem tákn fyrir innganginn og Y fyrir útganginn.

Inn- og útgangslisti

Tákn	Merki	Skýring
-S1	I -X0	Inngangur fyrir rofa -S1 (opin snerta)
-S2	I -X1	Inngangur fyrir rofa -S2 (opin snerta)
-S3	I -X2	Inngangur fyrir rofa -S3 (lokuð snerta)
-S4	I -X3	Inngangur fyrir rofa -S4 (lokuð snerta)
-Q1	Q -Y0	Útgangur fyrir segulrofa -Q1, 230 V AC
-H1	Q -Y1	Útgangur fyrir gaumljós -H1, 230 V AC
-H1	Q -Y2	Útgangur fyrir gaumljós -H2, 24 V DC

Mynd 13.4 Dæmi um inn- og útgangslista

Merkingar á tengingum við inn- og útgang

Einstakir framleiðendur iðntölva hafa mismunandi merkingar á inn- og útgangi. Taflan á mynd 13.5 sýnir dæmi um merkingar frá fjórum framleiðendum.

Merkingar á inn- og útgangi

Framleiðandi	Inngangur	Útgangur
Mitsubishi	X	Y
Siemens	E	A
Klöckner-Moeller	I	Q
Telemecanique	%I	%Q

Mynd 13.5
Dæmi um merkingar á inn- og útgangi

VERKEFNI

13.1

Útskýrðu í stuttu máli hvað iðntölva er og til hvers hún er notuð.

Framleiðandi: _____

Tegund: _____

13.2

Dragðu upp teikningu sem sýnir grunnbyggingu iðntölvu og útskýrðu í stuttu máli hvernig hún virkar.

Fjöldi innganga: _____

Fjöldi útganga: _____

13.3

Dragðu upp teikningu sem sýnir hvernig tengja á iðntölvu við merkjaskynjara og tæki sem iðntölva stjórnar.

Vistfang á inngöngum: _____

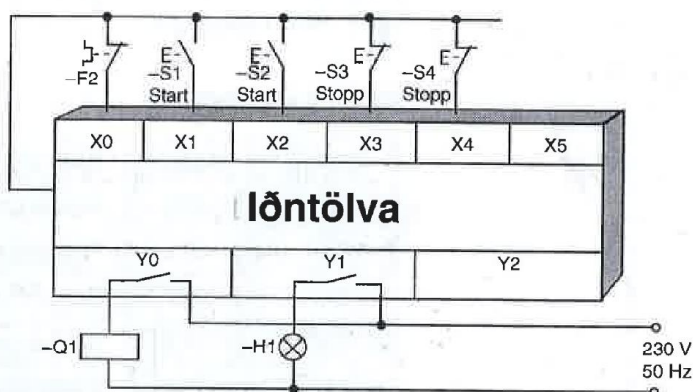
Vistfang á útgöngum: _____

13.4

Skóðuðu gaumgæfilega iðntölvuna sem þú kemur til með að nota í þessu námi og skráðu eftirfarandi atriði:

13.5

Mynd 13.6 sýnir teikningu af iðntölvu sem tengd er við rofa og segulrofa. Búðu til inn- og útgangslista fyrir tengingarnar.



Mynd 13.6

Tákn	Merki	Útskýring

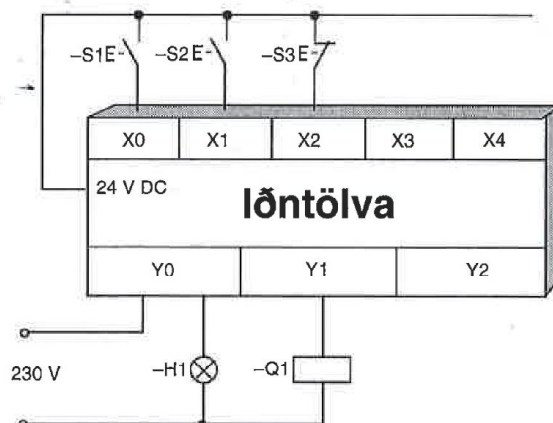
Mynd 13.7
Inn- og útgangslisti

14 Að forrita iðntölvur

Í þessum kafla verður fjallað um hvernig á að tengja og forrita iðntölvu svo að framkvæma megi rökrænar tengingar.

Iðntölvuforritun

Mynd 14.1 sýnir teikningu af iðntölvu. Þrjú rofar eru tengdir við inngangana á tækinu; tveir rofar með opnum snertum og einn rofi með lokaðri snertu. Við útganga tækisins er tengt eitt merkiljós og einn segulrofi.



Mynd 14.1

Hin ólíku merki sem eiga að tengjast í iðntölvunni köllum við breytur (operand). Það geta verið merki frá inngöngunum, útgöngunum eða merki sem verða til inni í tækinu. Sérhver breyta hefur ákveðið vistfang. Vistföngin eru merkt með bókstaf og hlaupandi númeri. Merkið frá inngangstengi númer 1 á mynd 14.1 hefur vistfangið X0.

Framleiðendur iðntölva nota oft mismunandi merkingar fyrir vistföng og aðgerðarlykla á tækjum sínum. Aðgerðarlyklar eru venjulega enskar skammstafanir fyrir þær skipanir sem hægt er að nota; við köllum þær aðgerðarlykla. Mynd 14.2 sýnir dæmi um nokkra aðgerðarlykla.

Dæmi um aðgerðarlykla fyrir rökrænar aðgerðir

Skipun	Aðgerðarlykill	Notkunarsvið/merking
Load	LD	Lestu inn / náðu í breytu (operator)
Load not	LDI	Lestu inn / náðu í breytu og víxlaðu merkinu
And	AND	Raðtengja breytu
And not	ANI	Raðtengja breytu og víxla merkinu
Or	OR	Hliðtengja breytu
Or not	ORI	Hliðtengja breytu og víxla merkinu
And block	ANB	Raðtenging tveggja bálka
Or block	ORB	Hliðtenging tveggja bálka
Out	OUT	Flytja niðurstöður í útgang eða að merki
Set	SET	Setja útgang eða merki á rökrænan 1
Reset	RST	Setja útgang eða merki á rökrænt 0
End	END	Forriti lýkur

Mynd 14.2 Dæmi um aðgerðarlykla fyrir rökrænar aðgerðir

Dæmi um hvernig skipanir eru notaðar

Aðgerð sem óskað er eftir:

Þegar rofarnir –S1 og –S2 á mynd 14.1 eru slegnir inn samtímis á viðvörunarljósið H1 að lýsa.

Rofi –S1 er tengdur við inngang X0 og –S2 við inngang X1. Þegar ýtt er á rofana fá inngangarnir spennu sem gefa rökrænt 1-merki. Til að iðntölvun geti framkvæmt verk verður að búa til forrit sem segir eftirfarandi: Þegar inngangarnir X0 og X1 eru á rökrænum 1 á að setja útgang Y0 á rökrænan 1.

Forrit:

```
LD X0
OG X1
OUT Y0
```

Forritunarstaðall

Árið 1992 var settur nýr staðall fyrir iðntölvuforritun. Hann var unninn af International Electrotechnical Committee – IEC – og kallast IEC 61131–3. Tilfnið var að hinir ýmsu iðntölvuframléiðendur höfðu áður sínar eigin forritunaraðferðir sem aðeins var hægt að nota við þeirra eigin tæki. Þess vegna var oft erfitt fyrir fyrirtæki að skipta við aðra framléiðendur. Ef tæki var keypt frá öðrum framléiðenda gat þurft að búa til nýtt stýriforrit og læra nýtt forritunarmál. Með nýja staðlinum var tekið á þessu vandamáli sem hefur stuðlað að því að nú eru fimm „opinber“ forritunarmál fyrir iðntölvur. Sjálf forritunarmálin eru í sjálfu sér engin bylting. Uppistaðan í þeim eru skipanir og tákni sem ýmsir framléiðendur höfðu áður notað. Fyrir staðalinn hefur verið þróaður Windows-hugbúnaður sem styður þessi fimm forritunarmál.

Forritunarmálin fimm

Forritunarmálin eða forritunaraðferðirnar hafa öll verið aðgengileg fyrir eina eða fleiri iðntölvur og standa í grundvallaratriðum ekki fyrir neitt nýtt en eru nú orðin hluti af staðlinum. Málin hafa eftirfarandi nöfn og skammstafanir:

- IL – *Instruction List*, skipanaskrá
- LD – *Ladder Diagram*, Ladder-teikning
- FBD – *Function Block Diagram*, rökrásateikning
- SFC – *Sequential Function Chart*, runubundið aðgerðakort
- ST – *Structured Text*, formgerður texti

Við skulum nú skoða fyrir hvað forritunarmálin fimm standa:

Skipanaskrá – IL

Skipanaskrá (IL) var fyrsta forritunarmálið sem búið var til fyrir iðntölvur. Það byggist á samstæðum textalínum skrifuðum eftir ákveðnu kerfi. Hver lína felur í sér forritsvistfang, aðgerðarlykil og breytu. Iðntölvun framkvæmir skipanirnar í þeirri röð sem þær eru skrifaðar.

Dæmi um forrit:

Iðntölvun á mynd 14.1 á að framkvæma þessa tengingu. Þegar inngangur X0 og inngangur X1 eru rökrænn 1 (24 V) á peran sem tengd er við útgang Y0 að lýsa.

Skipanaskrá (fyrir iðntölvuna):

Forritslína	Aðgerðarlykill	Breyta
1	LD	X0
2	AND	X1
3	OUT	Y0
4	END	

Skýring við forritið

Forritslína 1: Les inn merkið frá breytu X0 og geymir það í tækinu.

Forritslína 2: Les inn merkið frá breytu X1 og raðtengir það.

Forritslína 3: Flytur niðurstöður í útgang Y0.

Forritslína 4: Forriti lýkur.

LD – Ladder-teikning

Eftir því sem best er vitað voru iðntölvur fyrst teknar í notkun í Bandaríkjunum. Fyrstu tækin voru einföld og áttu að leysa af hólmi venjubundna segullíðastýringu. Upphaflega áttu starfsmenn sem unnu við segullíðastýringu einnig að vinna við iðntölvurnar. Því var eðlilegt að forritun á iðntölvum byggðist á sömu teiknitækninni og segullíðastýringin. Aðferð Bandaríkjamanna við að teikna segullíðateikningu er kölluð *Ladder diagram* (Ladder-teikning) og einkennist af því að hún er teiknuð/skrifuð á venjulega ritvél. Straumtilfærslan er teiknuð með tveim lóðréttum línum og milli þessara

lína eru teiknaðar láréttar straumrásir – frá vinstri til hægri. Ef straumrásirnar eru fleiri eru þær teiknaðar hver undir annarri eins og þrep í stiga.

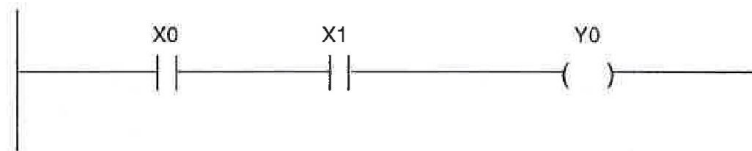
Forritunarmálið LD – Ladder-teikning – byggist á þremur táknum:

- | | - táknar opna snertu í forritinu.
- |/| - táknar lokaða snertu í forritinu.
- () - táknar útgang í forritinu. Útgangurinn er virkjaður þegar hann fær merki.

Auðvelt er að teikna Ladder-teikningu og er hún notuð sem grunnur fyrir skipanaskrá (IL). LD er grafískt forritunarmál sem hægt er að sýna beint á tölvuskjá.

Dæmi um forrit

Iðntölvan á mynd 14.1 á að framkvæma þessa tengingu: Þegar inngangur X0 og inngangur X1 eru rökrænn 1 (24 V), á þera sem tengd er við útgang Y0 að lýsa.



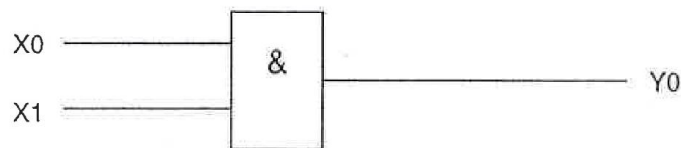
Mynd 14.3
Ladder-teikning

FBD – Rökrásateikning

Þetta forritunarmál byggist á notkun rökrænna rökrása. Það er grafískt mál sem hægt er að sýna beint á tölvuskjá. Einnig er hægt að nota það sem grunn fyrir IL-forritun (skipanaskrá).

Dæmi um forrit

Iðntölvan á mynd 14.1 á að framkvæma þessa tengingu: Þegar inngangur X0 og inngangur X1 eru rökrænn 1 (24 V), á þera sem tengd er við útgang Y0 að lýsa.



Mynd 14.4 FBD –
Rökrásateikning

SFC – Runubundið aðgerðakort

Runubundið aðgerðakort er einnig kallað aðgerðaskýringarmynd. Þessi forritunaraðferð hentar vel til að forrita aðgerðir sem unnar eru í ákveðinni röð. Fjallað verður meira um runubundna forritun síðar í bókinni.

ST – Formgerður texti

Þetta er tiltölulega nýtt og háþróað forritunarmál til að forrita flóknar stýringar og reglanir. Ekki verður fjallað um það í þessari bók.

14.1
Hvað er stýriforrit?

14.2
Hvað er breyta (operand)?

14.3
Hvað er aðgerðarlykill?

14.4
Hvað er IEC 61131-3?

14.5
Hvað merkja eftirtaldar skammstafanir: IL, LD, FBD og SFC?

14.6
Hvað ertu að segja iðntölvunni með eftirtöldum skipunum: LOAD, AND og OR?

14.7
Hvað ertu að segja iðntölvunni með eftirtöldum skipunum: SET og RESET?

Undirbúningur að forritunaræfingum

Á markaðinum eru margar gerðir af iðntölvum frá ýmsum framleiðendum. Iðntölvur, framleiddar fyrir 1993, eru ekki í samræmi við staðalinn IEC 61131. Þessar tölvur geta bæði haft mismunandi skipanalykla og merkingar á þolendum. Þær geta líka haft mismunandi aðferðir við forritun og notað mismunandi leiðir til að flytja forritið frá forritunareiningunni til iðntölvunnar. Áður en lengra er haldið í náminu ættir þú að lesa notendahandbókina sem fylgir iðntölvunni sem þú munt nota. Handbókina færðu hjá kennaranum.

Aðgerðarlyklar

Skrifaðu niður þá aðgerðarlykla sem gilda fyrir iðntölvuna sem þú munt nota:

Skipun	Aðgerðarlykill	Notkunarvið/merking
Load		Lestu inn / náðu í breytu (operator)
Load not		Lestu inn / náðu í breytu og víxlaðu merkinu
And		Raðtengdu breytu
And not		Raðtengdu breytu og víxlaðu merkinu
Or		Hliðtengdu breytu
Or not		Hliðtengdu breytu og víxlaðu merkinu
And block		Raðtengdu tvo bálka
Or block		Hliðtengdu tvo bálka
Out		Flyttu niðurstöður í útgang eða að merki
Set		Settu útgang eða merki á rökrænan 1
Reset		Settu útgang eða merki á rökrænt 0
End		Forriti lokað

Mynd 14.5
Aðgerðarlyklar

Að tengja iðntölvur

Tenging við veitunetið

Skoðaðu vel handbókina sem fylgir iðntölvunni og gerðu teikningu sem sýnir hvernig tengja á tækið við veitunetið. Teiknaðu á sér blað.

Tenging á inn- og útgöngum

Skoðaðu vel handbókina sem fylgir iðntölvunni og gerðu teikningu sem sýnir hvernig tengja á inn- og útganga.

- Tengdu samkvæmt mynd 14.1
- Tengdu rofabox með þrem rofum við inngangstengin
- Þú tekur 24 V stýrispennu í rofann frá iðntölvunni
- Við útganginn tengir þú 230 V merkiljós

Að tæma forritunarminnið

Þegar þú notar iðntölvu í fyrsta skipti átt þú af öryggisástæðum alltaf að byrja á því að tæma alveg forritsminnið. Skoðaðu vel handbókina sem fylgir iðntölvunni og skrifaðu niður hvernig það er gert. Skráðu á sér blað aðferðina við að tæma forritsminnið.

Run/stopp-aðgerð

Iðntölvun hefur venjulega tvenns konar rekstrarástand: RUN og STOPP. Í RUN-rekstri vinnur iðntölvun samkvæmt stýriforritinu og í þessu rekstrarástandi er venjulega ekki hægt að forrita tækið. Í STOPP-ástandi er hægt að forrita tækið og í því ástandi framkvæmir það ekki stýringar. Skoðaðu vel handbókina sem fylgir iðntölvunni og skrifaðu niður á sér blað hvernig tækið er stillt á RUN/STOPP-rekstur.

Forritunaræfingar

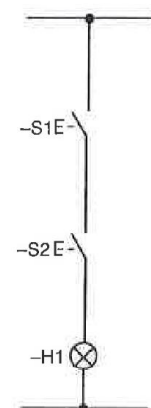
Athugið: Dragðu upp teikningar og skrifaðu minnispunkta á sér blað.

1. Raðtenging á tveimur snertum – OG-aðgerð (AND-aðgerð)

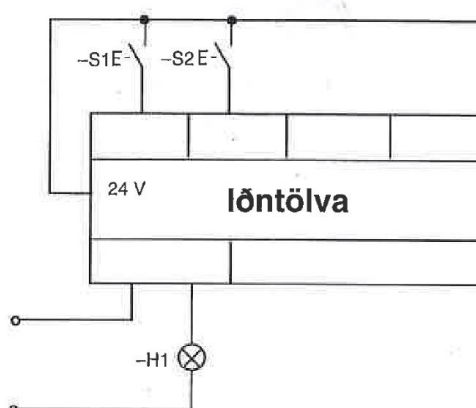
Tengiaðgerð

Þegar tveir rofar með opnum snertum eru slegnir inn samtímis á að kvikna ljós.

Segullíðatenging:



Tenging við iðntölvu:



Mynd 14.6

a) Búðu til inn- og útgangslista

Tákn	Breyta	Skýring
-S1		
-S2		
-H1		

b) Dragðu upp Ladder-teikningu.

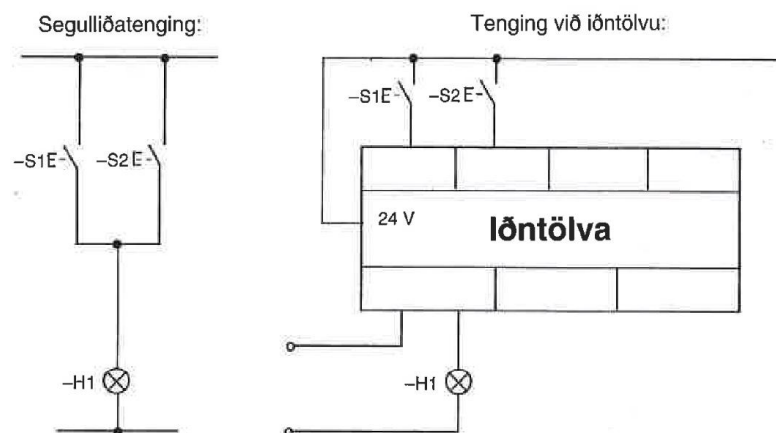
c) Skrifðu skipanaskrá (IL).

d) Forritaðu tækið og prófaðu hvort það virkar rétt.

2. Hliðtenging tveggja snerta – Eða-aðgerð (*Or-aðgerð*).

Tengiaðgerð

Tveir rofar með opnum snertum eru hliðtengdir. Þegar annar rofinn, sama hvor er, er sleginn inn á að kvikna ljós.



Mynd 14.7

a) Búðu til inn- og útgangslista

Tákn	Breyta	Skýring
-S1		
-S2		
-H1		

b) Dragðu upp Ladder-teikningu

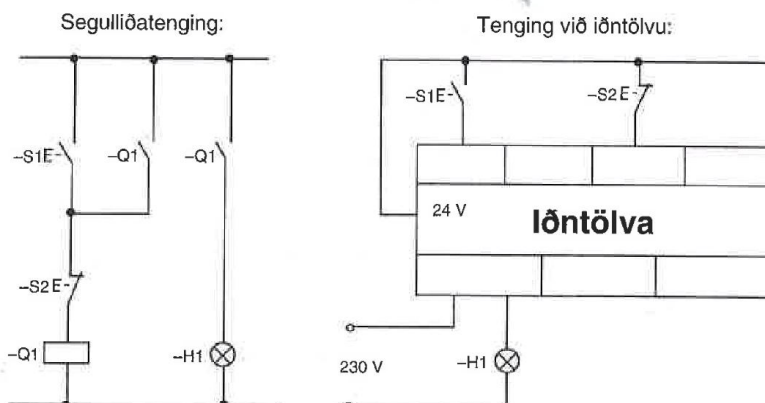
c) Skrifðu skipanaskrá (IL).

d) Forritaðu tækið og prófaðu hvort það virkar rétt.

3. Sjálfhelda

Tengiaðgerð

Þegar þrýst er á þrýstirofann S1 (opin snerta) á að kvikna á merkilampa og lampinn á að halda áfram að loga þó að S1 sé ekki lengur inni. Þegar þrýst er á rofann S2 á að slökkna á lampanum.



Mynd 14.8

a) Búðu til inn- og útgangslista

Tákn	Breyta	Skýring
-S1		
-S2		
-H1		

b) Dragðu upp Ladder-teikningu.

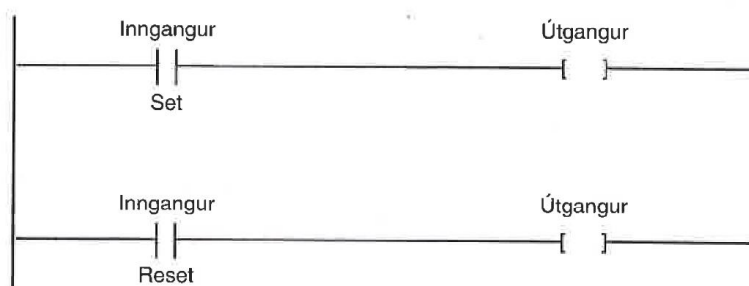
c) Skrifaðu skipanaskrá (IL).

d) Forritaðu tækið og prófaðu hvort það virkar rétt.

4. Set-reset-skipunin

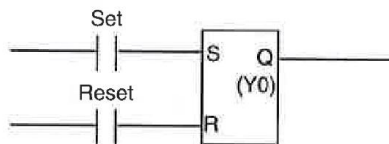
Með þessari skipun er hægt að kveikja og slökkva á útgöngum og innri útgöngum. Skipunin SET setur útgang eða innri útgang á rökrænt 1 en RESET-skipun stillir til baka – þ.e. setur útganginn eða innri útganginn á rökrænt 0.

Dæmi um forritun á SET-Reset-skipuninni.



Mynd 14.9
Ladder-teikning

Mynd 14.10 FBD-rókrásateikning



Ríkjandi skipun

Ríkjandi/víkjandi samband er á milli SET og RESET skipananna sem segir til um hvor skipunin ræður (sé ríkjandi) ef báðar eru gefnar samtímis. Af öryggisástæðum er ríkjandi/víkjandi sambandið mikilvægt við rekstur mótors. Venjulega gefur startrofinn SET-merki en stopprofinn RESET-merki. Til að tryggja það að mótörinn stoppi verður RESET að vera ríkjandi í forritinu. Forritunarröðin ræður því hvort er ríkjandi. Sú skipun sem er forrituð síðast er látin vera ríkjandi.

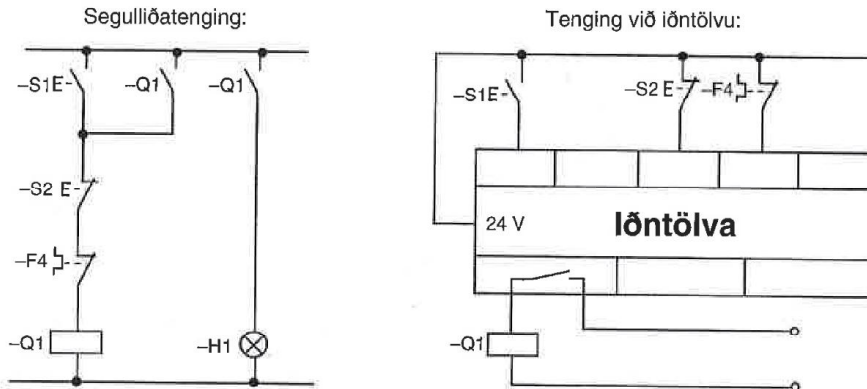
Með SET-RESET-skipuninni er auðvelt að búa til sjálfheldu. Forritaðu sjálfhelduna í 3. verkefni með SET-RESET-skipuninni.

5. Stýring á skammhlaupsmótor

Tengiaðgerð

Iðntölva stýrir skammhlaupsmótor í gegnum segulrofa. Mótorinn er ræstur og stoppaður úr fjarlægð frá rofaboxi. Þegar þrýst er á startrofann (opna snertu) á mótörinn að fara í gang. Þegar þrýst er á stopprofann (lokaða snertu) á mótörinn að stoppa. Mótorinn er með yfirálagsvörn, -F4. Ef vörnin slær út á mótörinn að stoppa.

Mynd 14.11



a) Búðu til inn- og útgangslista.

Tákn	Breyta	Skýring
-S1		Inngangur fyrir rofa -S1 (opin snerta)
-S2		Inngangur fyrir rofa -S2 (lokuð snerta)
-F4		Yfirálagsvörn (lokuð snerta)
-Q1		Segulrofi -Q1 fyrir mótor M1

b) Dragðu upp Ladder-teikningu.

c) Búðu til skipanaskrá (IL).

d) Forritaðu tækið og prófaðu hvort það virki rétt.

6. Iðntölva stýrir mótorsamstæðu

Vatnsdæla er knúin af mótorsamstæðu með 400 V skammhlaupsmótor. Tengja á mótorinn við veitunetið um segulrofa. Iðntölva stýrir segulrofanum. Tveir startrofar og tveir stopprofar eru tengdir við inngangana á iðntölvunni til að geta fjarstýrt mótornum frá tveimur stöðum. Sem vörn fyrir mótorinn eru notuð vör og yfirálagsvörn. Í tækjaskáp hjá mótornum á að koma fyrir segulrofa, vörum, yfirálagsvörn og raðtengjum.

- a) Dragðu upp teikningu sem sýnir hvernig þú ætlar að tengja iðntölvuna.
- b) Dragðu upp Ladder-teikningu.
- c) Skrifðu skipanaskrá (IL).
- d) Forritaðu iðntölvuna.
- e) Rekstrarprófaðu samstæðuna.

15 Iðntölva framkvæmir aðgerðir miðað við tíma og talningu

Þessi kafli fjallar um það hvernig við tengjum og forritum iðntölvu til að geta framkvæmt aðgerðir út frá tímamælingu og talningu.

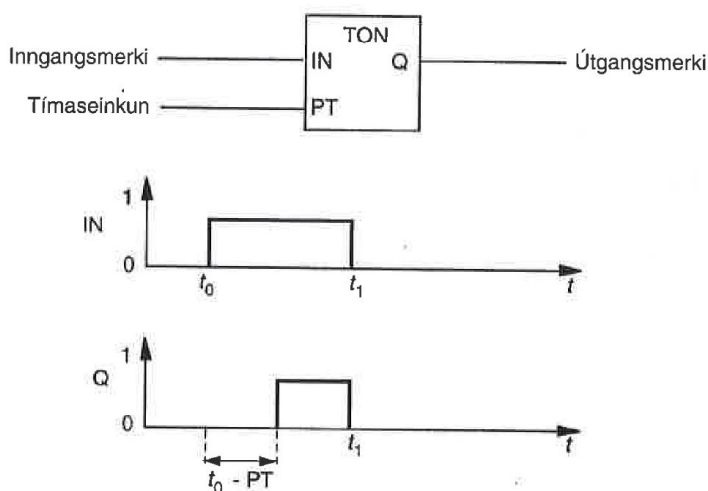
Aðgerð miðuð við tíma

Í sjálfvirkum vélasamstæðum er oft nauðsynlegt að seinka boðmerkjum. Þetta á t.d. við um boðmerki í umferðarljósum og boð um að seinka að ræsa og stoppa mótór og hitald í vélasamstæðum. Iðntölvur hafa tvær gerðir af tímaseinkurum, tímaliðum (*timer* á ensku). Önnur gerðin sem forrita má til að seinka innslætti er kölluð *Timer On-delay*, TON. Hin gerðin, *Timer Off-delay*, TOF, er notuð til að seinka útslætti.

Seinkun á innslætti

Mynd 15.1 sýnir forritunartáknið fyrir tímaliða sem seinkar innslætti: On-delay (TON).

- IN – inngangsmérki
- PT – innstilltur tími (óskgildi)
- Q – útgangur



Mynd 15.1

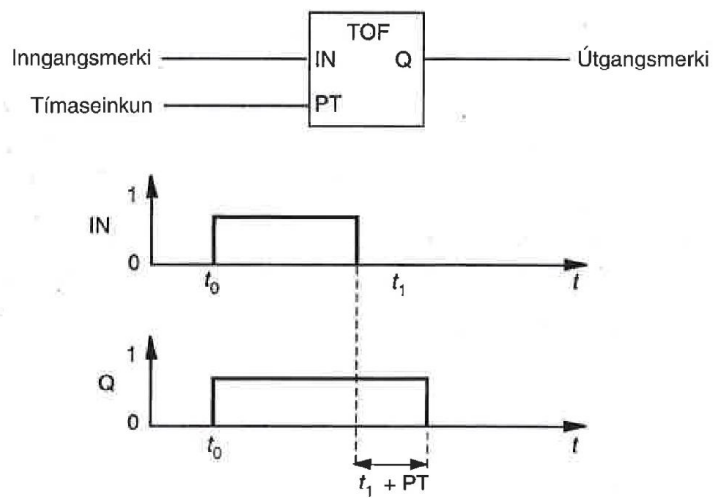
Virkniaðferð

T0 er sá tímapunktur þegar inngangsmerkið er sett á rökrænan 1 og setur í gang seinkunina. Þegar tími seinkunar, PT, er liðinn er útgangurinn Q settur á rökrænan 1.

Seinkun á útslætti

Mynd 15.2 sýnir forritunartáknið fyrir tímaliða sem seinkar útslætti: Off-delay (TOF)

- IN – inngangsmerki
- PT – innstilltur tími (óskgildi)
- Q – útgangur



Mynd 15.2

T0 er sá tímapunktur sem setur inngangsmerkið á rökrænan 1 og útganginn Q á rökrænan 1. T1 er sá tímapunktur sem setur inngangsmerkið á rökrænt 0 og setur í gang seinkun á útslætti á útgangsmerkinu. Útgangurinn Q er settur á rökrænt 0 þegar tími seinkunar er liðinn.

Vistfang tímaliða

Iðntölvur geta haft fleiri en einn tímaliða til að stýra seinkun. Hver tímaliði hefur ákveðið vistfang. Taktu handbókina sem fylgir iðntölvunni þinni og skráðu vistföng tímaliðanna. Skráðu einnig mismunandi tímaseinkun sem tímaliðarnir hafa.

Vistfang	Tímaseinkun

Að forrita tímaaðgerðir

Taktu fram handbók iðntölvunnar og útskýrðu í stuttu máli hvernig forrita á tímaaðgerðir.

Athugaðu að skrifa á sér blað.

ÆFING 15.1

TÍMAAÐGERÐIR

Við einn af inngöngunum á iðntölvunni á að tengja rofahnapp með opna snertu, –S1. Við einn af útgöngunum á að tengja merkilampa, –H1. 10 sek. eftir að þrýst er á S1 á að kvikna ljós.

- Tengdu tækið.
- Forritaðu.
- Prófaðu hvort tækið virkar rétt.
- Breyttu forritinu þannig að gaumljósíð lýsi í 10 sekúndur eftir að þú hættir að þrýsta á –S1. Nýtt forrit:

ÆFING 15.2

Gangbrautarljós eru forrituð á eftirfarandi hátt: 10 sekúndum eftir að gangandi vegfarandi þrýstir á hnapp til að komast yfir götuna á að kvikna rautt ljós fyrir báðar akstursstefnur og grænt ljós fyrir gangandi fólk til að komast yfir götuna. 10 sekúndum síðar á græna ljósið fyrir gangbrautina að blikka í aðrar 10 sekúndur. Þá á að lýsa rautt ljós fyrir gangbrautina og grænt fyrir báðar akstursstefnur.

Gangbrautarljósunum er stjórnað af iðntölvu.

Þú áttar þig eflaust á því að valin tímalengd er ekki rétt.

- Búðu til teikningu af stýringu gangbrautarljósanna.
- Settu upp tengingar fyrir stýringuna og notaðu ljósdíóður fyrir gangbrautarljós.
- Forritaðu iðntölvuna.
- Prófaðu ljósakerfið.

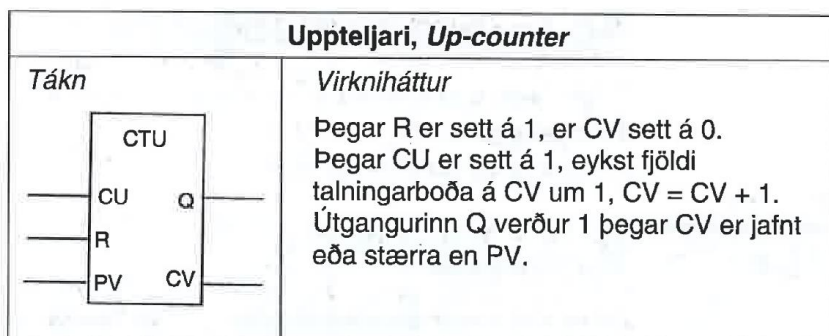
Talningarrásir

Sjálfvirk tæki þurfa oft að hafa sjálfvirka talningu. Þetta á t.d. við um bílastæðahús þar sem fjöldi lausra stæða er breytilegur frá einum tíma til annars. Þegar engin stæði eru laus þarf að loka fyrir innkeyrsluna. Iðntölvur hafa margar talningarrásir sem hægt er að forrita til að framkvæma talningu. Þrjár gerðir teljara eru notaðar: Uppteljari (*up-counter*), niðurteljari (*down-counter*) og upp/niðurteljari (*up-down-counter*)

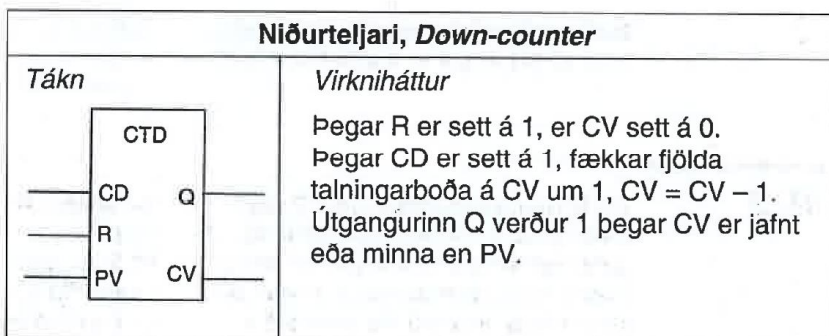
Hægt er að forrita hvern teljara með forvalinn (preset) fjölda talningarboða. Mynd 15.3 sýnir forritunartákn fyrir mismunandi aðgerðir og hvernig hver teljari virkar.

- CU: Inngangur fyrir upptalningarboð
- CD: Inngangur fyrir niðurtalningarboð
- R: Inngangur fyrir endurstillingu, reset-inngangur
- PV: Inngangur fyrir forstillingu (preset) á talningarboðum (óskgildi)
- LD: Inngangur sem setur teljarann á PV
- Q: Útgangur
- CV: Raungildi
- QD: Útgangur fyrir niðurtalningu
- QU: Útgangur fyrir upptalningu

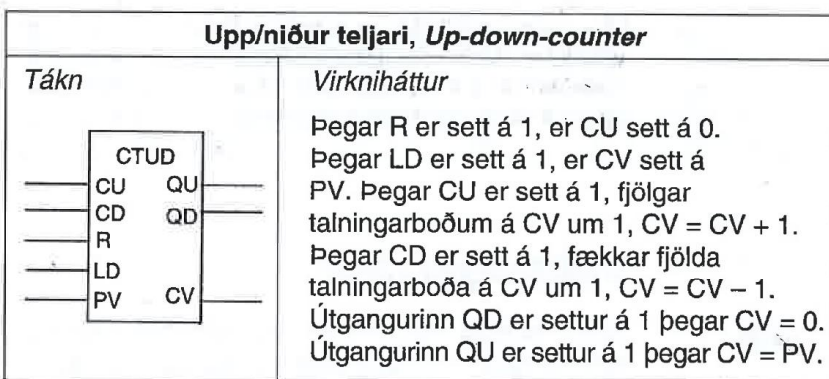
Mynd 15.3a



Mynd 15.3b



Mynd 15.3c



Vistföng teljara

Í iðntölvunni eru margir teljarar sem hægt er að nota til að telja boðmerki. Hver teljari hefur þess vegna ákveðið vistfang. Opnaðu handbók tölvunnar og skráðu niður vistföng teljaranna. Skráðu einnig hvers konar teljara er um að ræða.

Vistfang teljara	Tegund teljara

Forritun á talningaraðgerðum

Taktu fram handbókina og útskýrðu í stuttu máli hvernig iðntölvun er forrituð til að framkvæma talningu.

Athugaðu að skrifa á sér blað.

ÆFING 15.3

TALNING MEÐ IÐNTÖLVU

Við einn af inngöngunum á iðntölvunni á að tengja þrýstirofa með opna snertu, -S1. Við einn af útgöngunum á að tengja merkilampa, -H1. Þegar búið er að þrýsta fimm sinnum á rofann -S1, á gaumljósið að lýsa.

- a) Tengdu tækið.
- b) Forritaðu.
- c) Prófaðu tækið.

ÆFING 15.3

Á afmörkuðu bílastæði eru 10 stæði. Innkeyrsla er á einum stað en útkeyrsla á öðrum. Við innkeyrsluna eru tvö ljós, annað grænt sem lýsir þegar til er laust stæði og hitt rautt sem lýsir þegar öll stæðin eru upptekin. Við innkeyrsluna er rofi sem sendir merki í hvert sinn sem bíll ekur inn á svæðið. Við útkeyrsluna er rofi sem sendir merki þegar bíll ekur út. Iðntölva á að stjórna ljósunum.

- a) Dragðu upp teikningu sem sýnir reglunina á ljósunum.
- b) Settu upp kerfið og notaðu ljósdíóður sem innkeyrsluljós.
- c) Forritaðu iðntölvuna.
- d) Prófaðu kerfið. Ath.: Skrifaðu skýrslu á sér blað.

16

Raðarstýring

Í þessum kafla verður fjallað um raðarstýringu og hvernig við notum raðbundna aðgerðarmynd sem grundvöll að tæknilýsingu á raðarstýringum. Þú munt einnig tengja og prófa tæki með raðarstýringu.

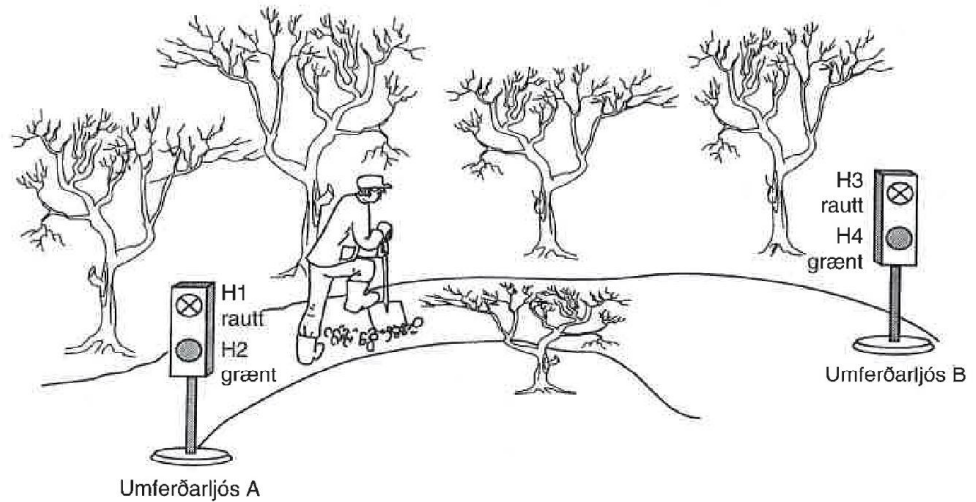
Venja er að skipta stýringum í tvo flokka – samsetta stýringu og raðarstýringu. Við notum hugtakið samsett stýring um stýringu þar sem mismunandi samspil boðmerkja leiðir til þess að ákveðin aðgerð er framkvæmd. Ræsing og stöðvun mótors með start- og stopprofa er dæmi um samsetta stýringu. Hugtakið raðarstýring er notað um stýringu þar sem nokkrar aðgerðir eru gerðar í ákveðinni röð. Dæmi um raðarstýringu er stýring umferðarljósa.

Til að auðvelda skilning og bilanaleit á mismunandi tækjum með raðarstýringu hafa verið samín viðmið fyrir tæknilýsingu á raðarstýringu. Fyrsta viðmiðið, IEC 848, kom fram 1986. Það byggist á grafískri framsetningu á því hvernig stýringin vinnur með því að nota raðbundna aðgerðarmynd. IEC 848 myndar grunninn að Sequential Function Chart (raðbundið aðgerðarkort), SFC, sem er hluti af IEC 61131-3. Í grófum dráttum byggist viðmiðið á því að röðinni er skipt í þrep með reglum um yfirferð milli þrepanna. Til að aðgerðaröðin geti gengið frá einu þrepi til annars, verður hvert nýtt þrep að fá staðfestingarboð (kvittun) frá þrepinu á undan um að aðgerðinni þar sé lokið og öllum skilyrðum sé fullnægt til að halda aðgerðum áfram á nýju þrepi. Þegar margar aðgerðir eru framkvæmdar hver á eftir annarri myndast keðja aðgerða sem við köllum raðarkeðju.

Umferðarljós fyrir vegavinnusvæði

Sem dæmi lítum við á það hvernig við semjum tæknilýsingu fyrir umferðarljós á vegavinnusvæði. Umferðarljósín eru tvö, eitt við hvorn enda vinnusvæðisins, og hafa bæði rautt og grænt ljós.

Mynd 16.1 sýnir afstöðumynd af umferðarljósakerfinu.



Mynd 16.1
Afstöðumynd af umferðarljósakerfi

Aðgerðatafla

Mynd 16.2 sýnir aðgerðatöflu fyrir ljósin. Taflan sýnir að röðin er gerð úr 4 þrepum. Á fyrsta þrepi er rautt ljós fyrir báðar akstursstefnur, á öðru þrepi er rautt ljós fyrir aðra akstursstefnu en grænt ljós fyrir hina, á þriðja þrepi er rautt ljós fyrir báðar akstursstefnur og á fjórða þrepi er rautt ljós fyrir aðra akstursstefnu en grænt fyrir hina. Við rekstrarprófun á kerfinu er tíminn hafður mjög stuttur til einföldunar.

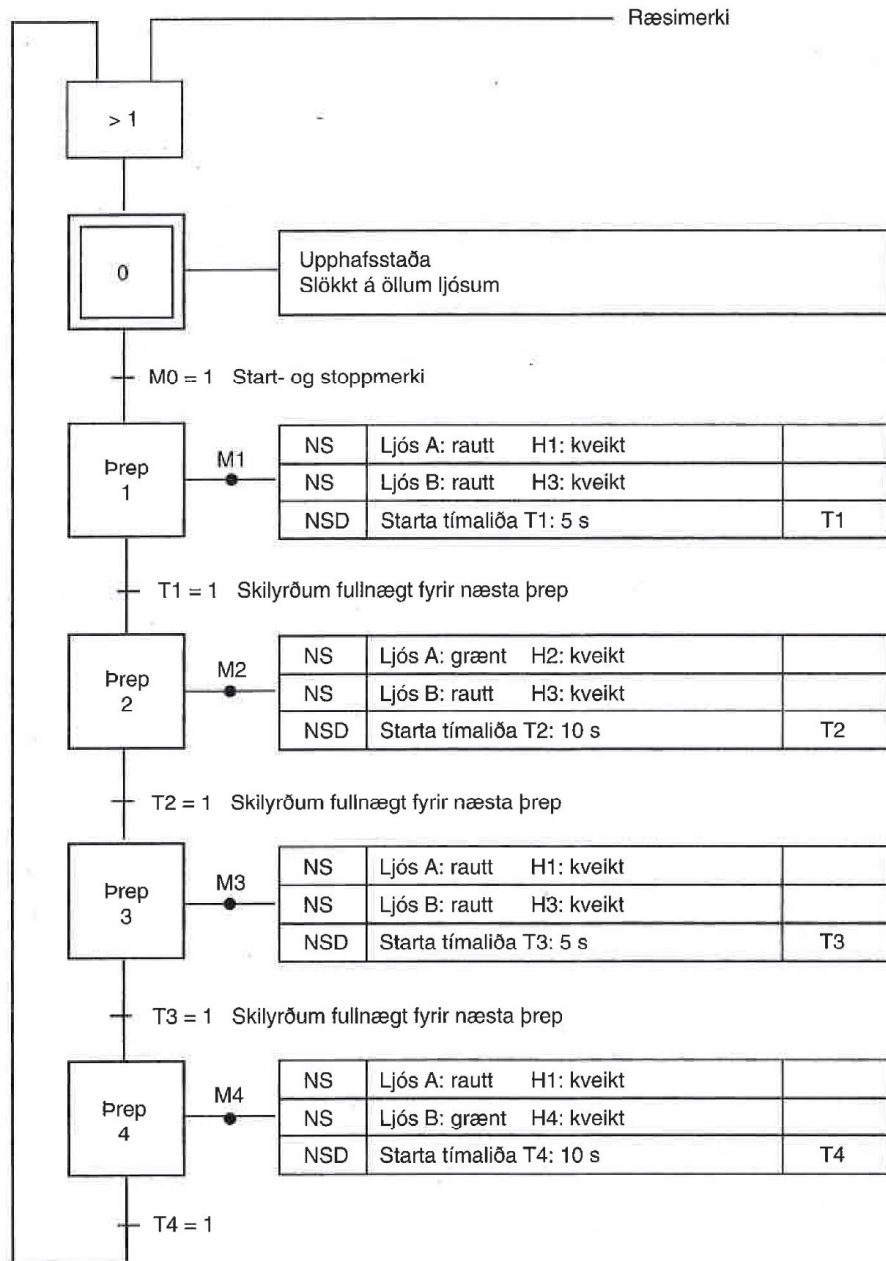
	Umferðarljós A		Umferðarljós B		Tími í sek.
	H1 rautt	H2 grænt	H3 rautt	H4 grænt	
Prep 1	⊗	●	⊗	●	
Prep 2	●	⊗	⊗	●	
Prep 3	⊗	●	⊗	●	
Prep 4	⊗	●	●	⊗	
Prep 1	Eins og þrep 1				

Mynd 16.2
Aðgerðatafla fyrir umferðarljósakerfi

- ⊗ : Merkir að kveikt er á ljósinu
● : Merkir að slökkt er á ljósinu

Skýringarmynd af aðgerðaröð

Mynd 16.3 sýnir skýringarmynd af aðgerðaröð í umferðarljósasamstæðu. Skýringarmyndin sýnir að röðinni er skipt upp í þrep. Þrepin eru teiknuð í sömu röð og aðgerðirnar eru framkvæmdar. Milli þrepanna er dregin lóðrétt lína sem sýnir leiðina sem boðmerkið fer.



Mynd 16.3
Skýringarmynd
af aðgerðaröð

Útskýring á mynd 16.3

Efst í raðarkeðjunni er táknið fyrir upphafsstöðu kerfisins. Táknið er tvöfaldur ferningur og kallað byrjunarþrep eða lausagangþrep, á ensku *initial step*. Í þessari röð er slökkt á öllum ljósum í upphafsstöðu.

Á eftir byrjunarþrepi koma 4 þrep. Þrep 1–4 eru teiknuð sem ferningur með númeri sem merkir röðina í keðjunni. Hvert þrep hefur skipanir sem setja í gang ákveðnar aðgerðir. Skipanirnar eru skráðar í reiti hægra megin við þrepamerkin. Skipanatáknið er í þremur hlutum: a, b, c.

Mynd 16.4
Skipanatákn

a	b	c
---	---	---

- Svæði a inniheldur bókstafi sem segja til um hvernig eigi að framkvæma skipunina.
- Svæði b inniheldur texta sem segir til um hvað leiðir af skipuninni.
- Svæði c inniheldur númerið á tilvísuninni fyrir aðgerðina sem skipunin setur í gang.

Listi yfir framkvæmd skipana á svæði a.

Bókstafslykill	Ensk þýðing	Íslensk þýðing
NS	Not stored	Ekki vistað
S	Stored (SET)	Vistað
D	Not stored but delayed	Ekki vistað en tímaseinkað
L	Not stored but timelimited	Ekki vistað en tímatakmarkað
SD	Stored and delayed	Vistað og seinkað
DS	Delayed and stored	Seinkað og vistað
SL	Stored and time limited	Vistað og tímatakmarkað
C	Conditional action	Skilyrt aðgerð
SC	Stored and conditional action	Vistað og skilyrt aðgerð
CS	Conditional and stored action	Skilyrt aðgerð og vistað
R	Overriding Reset	Æðri skipun Reset

Mynd 16.5
Tegund skipana

Skipanir í þrepi 1

NS	Ljós A: H1, rautt lýsir
NS	Ljós B: H3, rautt lýsir
NSD	Tími 1: T1 = 5 s

Mynd 16.6
Skipanir í þrepi 1

Í þrepi 1 eru gefnar 3 skipanir. Tvær *ekki vistað*-skipanir sem senda boð um að rautt skuli loga á ljósum A og B, og ein *ekki vistað* og *seinkað*-skipun sem sendir boð um að setja í gang tímaseinkun upp á 5 sekúndur. *Vistað*-skipun er aðeins hægt að framkvæma með hreinni skipun síðar í röðinni, *ekki vistað*-skipun virkar bara þegar þrepið er virkt. Venjulega eru notaðir hjálparliðar til að framkvæma skipanirnar í raðarkeðjunni. Algengt er að nota einn segulliða fyrir hvert þrep. Í þessari keðju eru notaðir hjálparliðar með vistföngin M1, M2, M3 og M4. Notuð eru sömu númer á vistföngum hjálparliðanna og á þrepunum sem þeir tilheyra.

Hjálparliðar

Allar iðntölvur hafa ákveðinn fjölda hjálparliða. Venjulega greinum við á milli fastminnis- (*retentive*) og lausminnis- (*not retentive*) hjálparliða. Fastminnis-hjálparliði heldur eða man sína stillingu þótt spennan fari af tækinu. Hvað forritun varðar þá eru hjálparliðar meðhöndlaðir eins og útgangar, við getum bara notað þá sem útganga einu sinni en lesið frá þeim eins oft og við viljum. Í fræðilegri umfjöllun um iðntölvur eru hjálparliðar nefndir ýmsum

nöfnum. Sumir nota orðin minni eða minnishólf, aðrir kalla hjálparliðana merki eða flagg. Við höfum valið að nota táknið M (merki) um hjálparliða.

Frá einu þrepi til annars

Færsla milli þrepa getur ekki orðið nema að uppfylltum ákveðnum skilyrðum. Almennt má segja að eftirfarandi tvö skilyrði þurfi að uppfylla til að færsla milli þrepa geti átt sér stað:

- Þrepið sem flutningur fer frá verður að vera í gangi. Hjálparliðinn sem tengist þrepinu þarf að vera virkur.
- Uppfylla þarf yfirfærsluskilyrði milli þrepa.

Yfirfærsluskilyrðin milli þrepa eru táknuð með stuttu þverstriki milli Ladder-táknanna. Það getur þurft að uppfylla eitt eða fleiri skilyrði áður en skipti milli þrepa geta farið fram. Yfirfærsluskilyrðin milli þreps 1 og þreps 2 á mynd 16.3 eru þau að tíminn á tímaliðanum sé liðinn og að gefið sé boðmerkið rökrænn 1: $T1 = 1$. Þegar öllum skilyrðum fyrir framhaldsfærslu er fullnægt eiga þrepaskiptin sér stað. Þegar nýja þrepið er komið í gang er undanfaraprepið stillt til baka, eða með öðrum orðum slökkt á skilyrðingunni. Á þennan hátt er bara eitt þrep í gangi í einu.

Ágrip af reglunum fyrir raðarstýringu

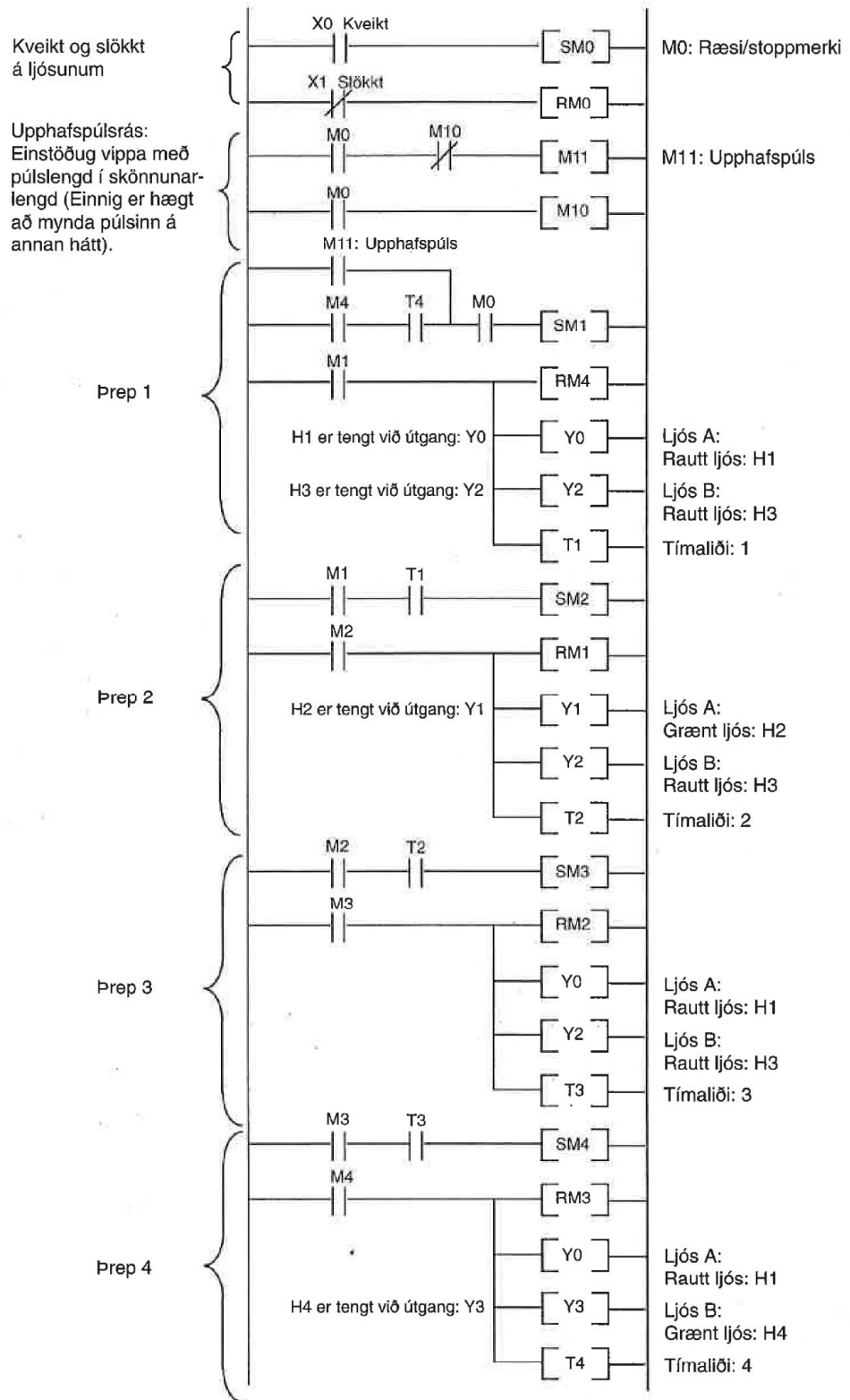
- Röðin skiptist í þrep.
- Hvert þrep er táknað með ferningi með hlaupandi númerum.
- Þegar hvert þrep er í gangi eru framkvæmdar ein eða fleiri aðgerðir.
- Skipanirnar eru skráðar í reiti hægra megin við Ladder-táknið.
- Færsla milli þrepa gerist að uppfylltum ákveðnum skilyrðum
- Til að færsla á næsta þrep geti orðið þarf þrepið sem færslan fer frá að vera í gangi og ákveðin skilyrði þarf einnig að uppfylla.
- Þegar nýtt þrep fer í gang á þrepið á undan að slökkva sjálfkrafa á sér.

Ladder-teikning

Mynd 16.7 sýnir Ladder-teikningu af raðarkeðju sem er með set- og reset-aðgerðum.

Startrofi (opin snerta) er tengdur við inngang: X0

Stopprofi (lokuð snerta) er tengdur við inngang: X1



Mynd 16.7
Dæmi um
Ladder-teikningu

Útskýring á Ladder-teikningu á mynd 16.7

Kerfið gangsett og stoppað

Við notum þrýstirofa til að ræsa og stoppa kerfið. Rofi S0 er startrofi (opin snerta) og rofi S1 er stopprofi (lokuð snerta).

Start- og stoppmerki:

Þegar ýtt er á startrofann –S0 stillist (set) merki M0. Þegar ýtt er á stopprofann –S1 endurstillist (reset) merki M0.

Þrep 1:

Þegar merki M0 og T4 eru «1», er merki sett á M1 og T1 en merki M4 endurstillist.

Þrep 2:

Þegar merki M1 og T1 eru «1», er merki sett á M2 og T2 en merki M1 endurstillist.

Þrep 3:

Þegar merki M2 og T2 eru «1», er merki sett á M3 og T3 en merki M2 endurstillist.

Þrep 4:

Þegar merki M3 og T3 eru «1», er merki sett á M4 og T4 en M3 endurstillist.

Útgangar:

Þegar merki M1 eða M3 eða M4 eru «1», verður útgangur Y0 = «1» og rautt ljós lýsir á umferðarljósi –H1.

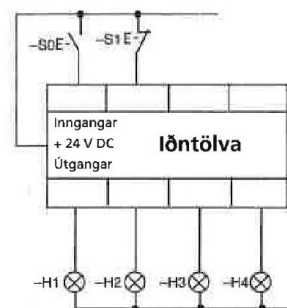
Þegar merki M2 er «1», verður útgangur Y1 = «1» og grænt ljós lýsir á –H2 o.s.frv.

ÆFING 16.1

UMFERÐARLJÓSAKERFI FYRIR VEGAVINNUSVÆÐI

Tenging og prófun á umferðarljósum fyrir vegavinnusvæði

- 1 Settu upp tilraunakerfi
Mynd 16.8 sýnir hvernig rofar og ljós eru tengd við iðntölvuna.
- 2 Útbúðu inn- og útgangslista yfir tengingar við iðntölvuna



Mynd 16.8

Inn- og útgangslisti

Tákn	Breyta	Skýringar
-S0		
-S1		
-H1		
-H2		
-H3		
-H4		

- 3 Búðu til forrit fyrir iðntölvu sem stýrir umferðarljósunum.
- 4 Prófaðu kerfið.

ÆFING 16.2

UMFERÐARLJÓSAKERFI FYRIR VEGGÖNG

Viðfangsefni

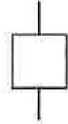
Rafverktaki hefur fengið nýtt verk. Flytja á umferðarljósakerfið fyrir vegavinnusvæðið að veggöngum með einni akrein þar sem ljósin eiga að stjórna umferðinni. Viðskiptavinurinn hefur sett þau skilyrði að umferðarljósin virki þannig að ekki sé möguleiki á að bílar mætist í göngunum. Þeir bílar sem aka inn í göngin öðrum megin verða allir að vera komnir út úr göngunum hinum megin áður en ljósið þar skiptir í grænt

– og öfugt. Einnig hefur kaupandinn sett þau skilyrði fyrir kaupunum að samin sé nákvæm tæknilysing sem skuli fylgja kerfinu. Þér er ætlað að leysa verkefnið af hendi. Fyrst kemur þú með tillögu að lausn verkefnisins, síðan útbýrðu skýringarmynd af aðgerðaröðinni. Þegar þessu er lokið býrðu til forrit, forritar tækið, tengir ljósasamstæðuna og prófar kerfið.

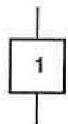
Teiknitákn fyrir skýringarmynd af aðgerðaröð

Tákn og lyklar

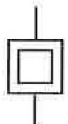
Almennt tákn fyrir þrep.



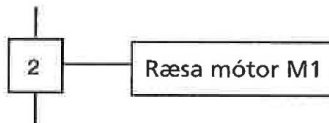
Hlaupandi númer á þrepi.



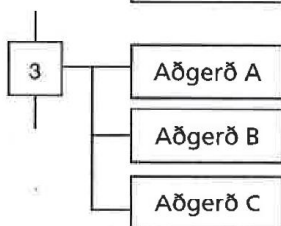
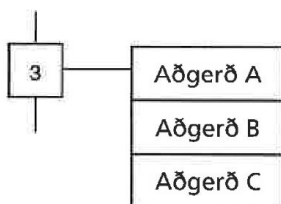
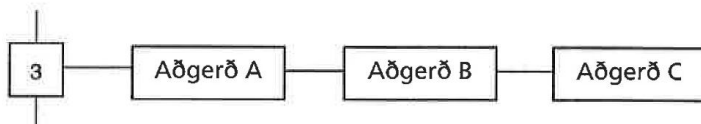
Upphafsprep.



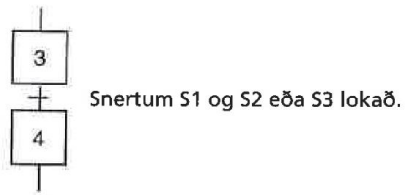
Aðgerð sem þrepið setur í gang. Mótor M1 ræsir þegar þrep 2 er inni.



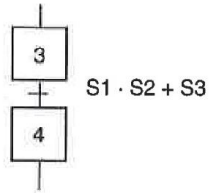
Teikniaðferð sem sýnir nokkrar aðgerðir tengdar sama þrepi. Teikniaðferðirnar sýna að þrepið gangsetur aðgerðirnar A, B og C samtímis.



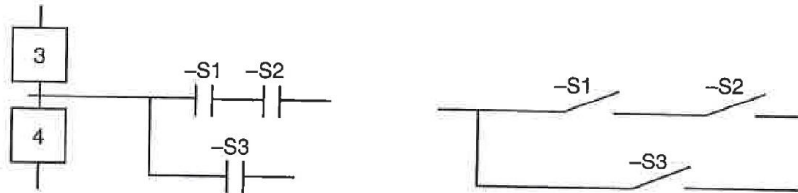
Ýmsar ólíkar leiðir sem lýsa yfirfærsluskilyrðum
 Skilyrðum lýst með texta.



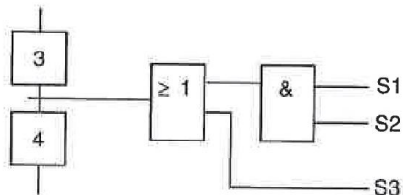
Skilyrðum lýst með algebrutáknum (Boole-algebra).



Skilyrðum lýst með Ladder-táknum eða snertutáknum.



Skilyrðum lýst með rökrásartáknum.



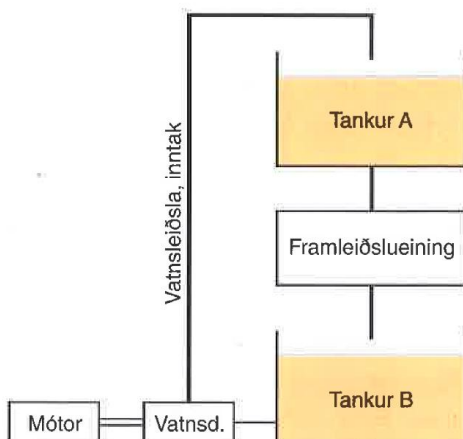
19

Stöðug reglun

Í þessum kafla verður fjallað um ákveðið viðfangsefni. Um er að ræða að setja upp sjálfvirka reglun á vatnshæð í vatnstanki. Það sem við þurfum að gera er að stýra innstreymi vatnsins í samræmi við vatnsnotkun, þ.e. útstreymi. Þetta gerum við með því að regla snúningshraða dællunnar sem dælir vatninu í tankinn.

Viðfangsefni

Hugsum okkur að þú starfir hjá rafverktaka og hafir fengið það viðfangsefni að setja upp sjálfvirka vatnshæðarreglun í dælukerfi fyrir vatnsfyrirtæki. Mynd 19.1 sýnir uppdrátt af kerfinu sem um ræðir.



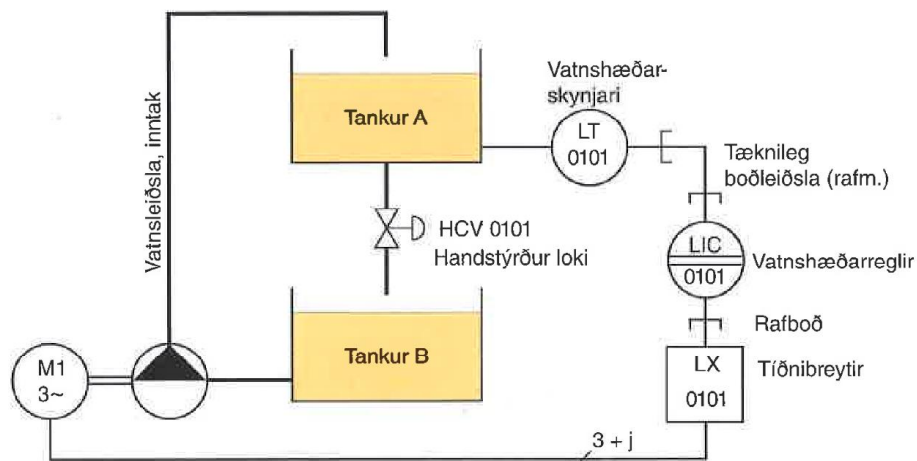
Mynd 19.1
Uppdráttur af
dælukerfinu með
vatnshæðarreglun

Dælukerfið hefur tvo tanka, A og B. Vatninu er dælt úr tanki B í tank A. Í tanki A á vatnshæðin alltaf að vera sú sama. Vatn rennur úr tanki A, mismikið eftir þörfum, til notkunar í verksmiðju fyrirtækisins. Þar af leiðandi lækkar vatnsyfirborðið mishratt eftir því hvort vatnsnotkunin er mikil eða lítil. Setja á upp sjálfvirka vatnshæðarreglun til að halda ákveðinni vatnshæð eins stöðugri og kostur er. Reglunin á að byggjast á því að hafa stjórn á innstreymi vatnsins í tank A þannig að jafnmikið vatn streymi inn og út. Vatnið frá vélasal verksmiðjunnar kemur til baka inn í tank B.

Þú færð í hendurnar líkan af dælukerfinu sem þú getur skoðað vel áður en þú byrjar á sjálfu viðfangsefninu. En munurinn á dælukerfinu í verksmiðjunni og líkaninu er þó sá að í líkaninu rennur vatnið frá tanki A beint í tank B í gegnum handstýrðan loka.

Tæknilegt flæðirit fyrir líkanið

Tæknilegt flæðirit er teikning sem sýnir hvernig efnið (vatnið) flæðir um sjálfvirkt stýrandi ferilsamstæðu, hvaða tækniútbúnaður tekur þátt í regluninni og hvernig boðmerkin fara milli ákveðinna stýrieininga. Mynd 19.2 sýnir tæknilegt flæðirit fyrir líkanið sem notað er í kennslunni.



Mynd 19.2
Tæknilegt flæðirit
fyrir líkanið

ISO 3511-1

Árið 1979 var samþykktur alþjóðlegur staðall fyrir tæknileg flæðirit. Staðallinn ber heitið ISO 3511-1 (ISO: *International Organization for Standardization*).

Staðallinn ISO 3511-1 sýnir stöðluð stýritæknitákn sem eru notuð í tæknilegum flæðiritum og hvernig skilgreina á stýritæknilegan útbúnað í ólíkum tækjum með bókstafslykli og hlaupandi númerum. Bókstafslykillinn gefur til kynna hlutverk reglunarútbúnaðarins en hlaupandi númerin segja til um fyrir hvers konar tæki útbúnaðurinn er og hvaða reglunarrás hann tilheyrir. Fullkominn lykill með 4 tölustöfum getur t.d. litið svona út: LT 1001. LT stendur fyrir *level transmitter*, á íslensku *vatnshæðarskynjari*. Fyrstu tveir tölustafirirnir segja til um í hvers konar tæki útbúnaðurinn er en þeir tveir síðari um hvaða reglunarrás þeir tilheyra. Lykillinn 1001 merkir að útbúnaðurinn tilheyrir tæki nr. 10 og í reglunarrás nr. 01. *Reglunarrás* er einnig kölluð *reglunarslaufa*.

Til að skilgreina fleiri einingar reglunarútbúnaðar af sömu gerð í ákveðinni vélasamstæðu eru settar inn viðbótartölur á eftir talnalyklinum. Ef tvær einingar reglunarútbúnaðar eru t.d. af sömu gerð í vélasamstæðu verður lykillinn fyrir útbúnaðinn LT 1001.1 og LT 1001.2.

Dæmi um hvernig lykjar eru notaðir til að merkja reglunarútbúnað:

Tákn	Merking
LIC 1201	Vatnshæðarreglir með merkjaskynjara (enska: <i>level indicator controller</i>). Tæki 12, lykkja 01
LCV 1001	Vatnshæðarstýriloki (enska: <i>level control valve</i>) Tæki 10, lykkja 01
HCV 1001.1	Handvirkur loki (enska: <i>hand control valve</i>) Tæki 10, lykkja 01, loki 1
HCV 1001.2	Handvirkur loki (enska: <i>hand control valve</i>) Tæki 10, lykkja 01, loki 2

Grunnhugtök stýri- og reglunartækni

Útdráttur úr ISO 3511-1











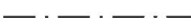
















Fyrsti bókstafur		Seinni bókstafur
Aðgerðarbreyta	Viðbótarhlutverk	Ýmislegt
A		Viðvörðunarringing
B		Merkjaskynjari (0–1)
C		Reglir
D	Péttleiki	Péttleiki
E	Allar rafstærðir	Mælihitald
F	Fjöldi (á tímaeiningu)	Hlutfall
G	Umfang, staða	
H	Handstýring	Hámark
I		Merkjaskynjari
J		Skimir
K	Tími, forritun	
L	Vatnshæð	Lágmark
M	Raki	
N	Valfrjálst	Valfrjálst
O	Valfrjálst	
P	Prýstingur, lofttæmi	Prufupunktur
Q	Efnagreining (eiginleiki)	Heild/summa
R	Geislavirkni	Ritari
S	Hraði, tíðni	Snerta
T	Hitastig	Skynjari
U	Breytilegt	Ýmsar aðgerðir
V	Seigja	Loki
W	Pungi, kraftur	
X	Óskilgreint	Óskilgreint
Y	Valfrjálst	Reiknieining, hjálparaðgerð
Z		Öryggishlutverk

A, B, C, I, Z: Sem fyrsti bókstafur, frátekið til seinni nota.

N, O, Y: Valfrjálst, margnota innan ákveðins tækis (þarf að skilgreina)

X: Valfrjálst, í einstaka tilfellum (þarf að skilgreina)

Táknmyndir fyrir reglunarútbúnað

Tákn	Tákn
Fyrir flæðirit:	Fyrir loftleysi:
 Aflfæðing	 Loki lokar
 Stýrifæðing	 Loki opnar
 Tæki boðleiðsla almennt	 Loki heldur stöðu
 Tæki boðleiðsla fyrir loft	
 Tæki boðleiðsla fyrir rafmagn	
 Tæki boðleiðsla grønn leiðsla	
 Tæki boðleiðsla vökvadrifið	
 Afmörkun	Fyrir teiknirás:
 Tæki sett á mælistað	 Almennt íhlutarmerki með tengingar eða raðtengi eftir þörfum
 Tæki sett við miðlægt stýriborð	 Almennt íhlutarmerki með tengingar eða raðtengi eftir þörfum
 Tæki sett á stýriborð á stjórnstað	 Almennt íhlutarmerki með tengingar eða raðtengi eftir þörfum
 Almennt tákn fyrir opinn loka	 Umbreytir, stilliloki, magnari
 Almennt tákn fyrir lokaðan loka	
 Handvirkur loki	
 Loki með óskilgreinda stillitækni	
 Loki með membranmótor	
 Segulloki	
 Loki með strokkrekstur	
 Mótorloki	
 Sjálfvirkur stilliloki	
	Alþjóðlegur staðall ISO 3511-1

Skammstafanir og lykjar fyrir hjálpareiningar (ISO)

Tákn	Hlutverk
$c = a + b$ ($a - b$)	Summa (mismunur) tveggja boðmerkja
$c = ab$ ($\frac{a}{b}$)	Margföldun (deiling) tveggja boðmerkja
Bias	Núllpunktshliðrun
Ratio 1 : 3	Hlutfallið inngangur / útgangur = 1 : 3
$\sqrt{\quad}$	Kvaðratrót
$f(x)$	Aðgerðarbreytir
1 : 1	Hlutfall
> (<)	Stærri en (minni en)
Rev.	Snýr við boðmerkinu
A/D (D/A)	Breytir hliðrænu merki í stafrænt (eða öfugt)
H (HH)	Hátt (mjög hátt)
L (LL)	Lágt (mjög lágt)
P/I (I/P)	Breytir þrýstingsmerki í rafmerki (eða öfugt)
U/I (I/U)	Breytir spennu í straum (eða öfugt)
R/P (R/I)	Breytir viðnámi í þrýsting (frá viðnámi til straums)

Flutningur boðmerkja

Í reglunartækninni eru notuð stöðluð raf-, loftþrýsti- og vökvaþrýstiboðmerki. Rafrænu boðmerkin eru annaðhvort hliðræn eða stafræn eða samspil beggja. Hliðræn straummerki eru af stærðargráðunni 4–20 mA. Spennumerki eru af stærðargráðunni 1–5 V. Fyrir loftþrýstiboðmerki er notaður loftþrýstingur af stærðargráðunni 20–100 kPa, sem tilsvavar 0,2–1 bari. *Vatnshæðarlíkanið af samstæðunni notar 4–20 mA straummerki milli merkjabreytis og reglis og milli reglis og tíðnibreytis.*

Ferlið í líkaninu

Ferlið er þannig að vatni er dælt frá tanki B um ferlileiðslu í tank A og þar er vatnshæðinni haldið stöðugri við ákveðið mark. Skammhlaupsmótor knýr vatnsdæluna. Vatnsmagnið sem fer um ferlileiðsluna ræðst af snúningshraða dællunnar sem aftur ræðst af snúningshraða mótorsins. Snúningshraði

mótorsins stjórnast af tíðnibreyti sem breytir fastri veitutiðni, 50 Hz, í mismunandi tíðni eftir þörfum. Frá tanki A fer vatnið um *handvirkan loka* HCV 0101 til baka í tank B. Ef vatnshæðin er of mikil verður að draga úr vatnsinnsteymi með því að hægja á vatnsdælunni. Ef vatnshæðin er of lítil verður aftur á móti að auka vatnsinnstreymið í tankinn með því að herða á vatnsdælunni.

Tækjauppstilling á líkaninu

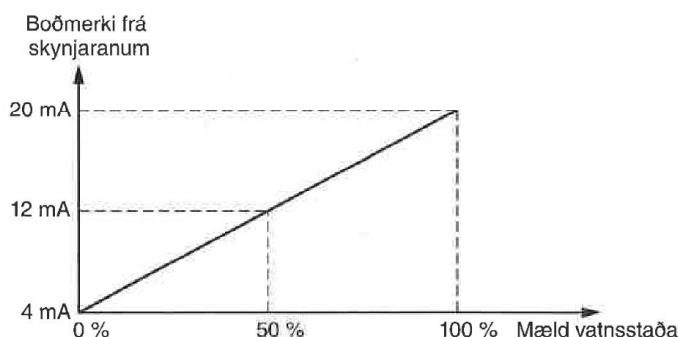
Með *tækjauppstillingu* er átt við að sett er upp í samstæðunni nauðsynlegur reglunarútbúnaður fyrir sjálfvirka reglun. Vatnshæðin í tankinum er mæld og sérstakur skynjari breytir upplýsingunum í rafboð sem hann sendir til reglisins. Boðmerkið um vatnshæðina í tankinum er kallað *raungildi*. Við stillum reglinn á þá vatnshæð sem við viljum hafa í tankinum og köllum það *óskgildi*. Reglirinn ber saman raungildi og óskgildi. Í samræmi við niðurstöður samanburðarins sendir reglirinn boðmerki á bilinu 4–20 mA straum til tíðnibreytisins sem stýrir hraða mótorsins sem knýr síðan dæluna. Boðmerkið segir til um á hvaða hraða mótörinn þarf að snúast til að vatnshæðin í tankinum sé í samræmi við óskgildið.

Til að sjálfvirk reglun á vatnsstöðunni geti farið fram þarf stöðugt að fylgjast með vatnshæðinni. Skynjarinn mælir vatnshæðina og breytir upplýsingunum í rafboð á bilinu 4–20 mA. Á líkaninu er skynjarinn merktur með LT 0101 og honum komið fyrir við botn tanks A.

Mæla þarf lengdina á milli hæstu og lægstu vatnsstöðu og er hún kölluð *mælisvið*. Lægstu vatnsstöðu köllum við 0%-vatnshæð og hæstu vatnsstöðu 100%-vatnshæð. Hægt er að stilla vatnshæðina inn á stillanlegan skynjara.

Minnsta vatnshæð sem skynjarinn er stilltur á er merkt með „zero“ (núll), en mesta vatnshæð er merkt með span (svið). Við 0%-vatnshæð eru rafboðin frá skynjaranum 4 mA og við 100%-vatnshæð eru þau 20 mA. Við 50%-vatnshæð eru rafboðin 12 mA. Mynd 19.3 sýnir hlutfallið milli mældrar vatnshæðar í tankinum og rafboðanna frá skynjaranum.

Mynd 19.3 Hlutfallið milli mældrar vatnshæðar og rafboða frá skynjaranum



Hlutverk reglisins

Reglirinn LIC 0101 hefur það hlutverk að hafa áhrif á vatnsrennslið þannig að vatnshæðin sé sú sem við óskum eftir. Reglirinn tekur á móti boðmerkjum um raungildið frá skynjaranum og ber þau saman við óskgildið. Á grundvelli samanburðarins sendir reglirinn boðmerki til tíðnbreytisins sem stýrir hraða mótorsins sem knýr dæluna.

Mæliumfang samstæðunnar

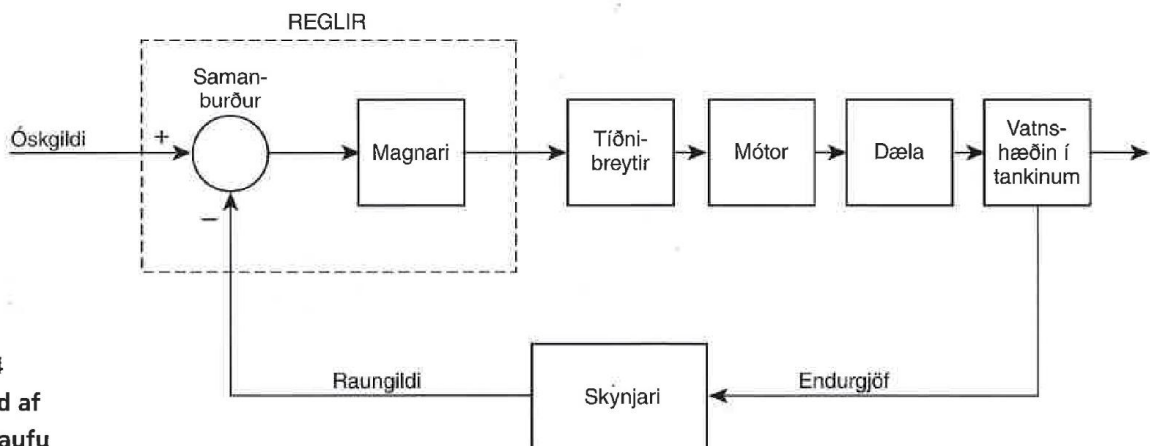
Mæliumfang vatnshæðarreglunarinnar þarf að byggjast á *hentugasta stýri-hlutfallinu*, þ.e. þegar óskuð vatnshæð er 50% við venjulega notkun og hraði dælnnar um leið 50% af fullum ganghraða. Með því að stilla mæliumfang samstæðunnar við 50% með tilliti til vatnshæðar og vatnsnotkunar, höfum við sama svigrúm til að auka og draga úr vatnsrennsli í tankinn og þar með bestu möguleika til að halda vatnshæðinni í tankinum stöðugri þrátt fyrir mjög breytilega vatnsnotkun.

Reglirinn ber saman óskgildismerkið og raungildismerkið. Ef bæði gildin eru jöfn gefur reglirinn frá sér 12 mA boðmerki. Reglirinn sendir rafboð til tíðnbreytisins um að mótörinn sem knýr dæluna eigi að ganga á hálfum hraða, þ.e. 50% af fullum snúningshraða. Ef munur er á óskgildi og raungildi sendir reglirinn merki til tíðnbreytisins um að breyta hraða mótorsins og dælnnar.

Reglunarslaufan

Reglunin á vatnshæðinni er stöðug af því að reglirinn ber stöðugt saman raungildi og óskgildi. Ef gildin eru jafnstór verður enginn munur á boðmerkjunum svo reglirinn sendir frá sér 12 mA boð. Ef boðmerkin eru misstór breytir reglirinn útsendu boðmerki í samræmi við það. Boðmerkið er sent til tíðnbreytisins til að breyta snúningshraða mótorsins svo dælan geti leiðrétt vatnshæðina. Reglunarkerfið byggist á endurgjöf þannig að reglirinn fær stöðugt endursendar upplýsingar um vatnshæðina frá skynjaranum.

Reglunarkerfið myndar það sem við köllum lokaða reglunarslaufu. Hún nær utan um það sem regla á, sem er vatnshæðin í tankinum, merkibreytirinn, reglirinn, tíðnbreytirinn, mótörinn og dælan. Mynd 19.4 sýnir blokkmynd af reglunarslaufunni.



Mynd 19.4
Blokkmynd af
reglunarslaufu

VERKEFNI

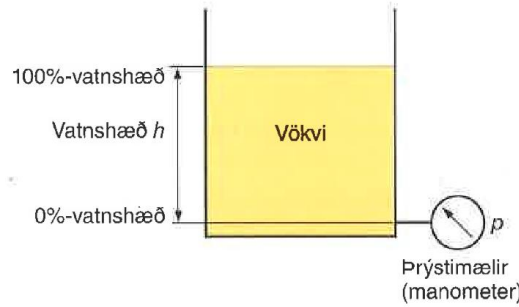
- 19.1**
Út á hvað gengur viðfangsefnið „Sjálfvirk reglun á vatnshæð“?
- 19.2**
Hvað veldur því að vatnshæðin í tankinum er breytileg?
- 19.3**
Hvað er gert til að halda vatnshæðinni stöðugri?
- 19.4**
Hvaða munur er á líkaninu sem notað er í kennslunni og samstæðu fyrirtækisins?
- 19.5**
Hverju lýsir tæknilegt flæðirit?
- 19.6**
Fyrir hvað stendur skammstöfunin „ISO“?
- 19.7**
Reglunarbúnaðurinn á tæknilegu flæðiriti er merktur með bókstafslykli og hlaupandi númeri. Hvað merkir lykillinn LIC 1001?
- 19.8**
Hvernig er hægt að merkja sömu gerð reglara í vélasamstæðu?
- 19.9**
Hvaða stöðluðu rafboð eru notuð sem boðmerki milli eininga reglunarbúnaðarins?
- 19.10**
Hvað merkir lykillinn HVC 1001.2 á tæknilegu flæðiriti?
- 19.11**
Hvernig er ferlið á líkaninu sem sýnt er á mynd 19.2?
- 19.12**
Hvað er handvirkur reglunarloki?
- 19.13**
Um hvað snýst tækjauppstilling?
- 19.14**
Hvernig er vatnsmagninu sem rennur í tankinn stjórnað?
- 19.15**
Hvað er skynjari?
- 19.16**
Hvað er „raungildi“?
- 19.17**
Hvað er „óskgildi“?
- 19.18**
Hvað er átt við þegar talað er um mælisvið fyrir merkibreytinn?
- 19.19**
Hvað merkir hugtakið span?
- 19.20**
Hvaða rafboð sendir skynjarinn við 0%-vatnshæð og við 100%-vatnshæð?
- 19.21**
Teiknaðu línurit sem sýnir hlutfallið milli mældrar vatnshæðar og rafboðs frá skynjaranum?
- 19.22**
Hvað er hagkvæmasta reglunarhlutfallið?
- 19.23**
Teiknaðu blokkmynd af reglunarlausu samstæðunnar?

Vatnshæðarmæling byggð á vökvaprýstingi

Hægt er að mæla vatnshæðina í tankinum á ýmsan hátt. Á vatnshæðarlíkaninu er það gert með því að mæla vatnsþrýstinginn á botni tanksins. Þrýstingurinn á botninum í opnum tanki ákvarðast af vökvadýptinni og eðlismassa vökvans. Ef eðlismassinn er þekktur er hægt að nota vökvaprýstinginn á botninum til að ákvarða dýpt vökvans (vökvahæðina). Eðlismassi fasts efnis eða vökva er jafn massa efnis deilt með rúmmáli þess:

$$\text{Eðlismassi} = \text{massi/rúmmál}$$

Eðlismassinn er mældur í kg/dm^3 (eða g/cm^3). Eðlismassi vatns er $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ sem þýðir að 1 cm^3 vegur 1 gramm , 1 dm^3 1 kg og 1 m^3 1 tonn . Mynd 19.5 sýnir hvernig vatnshæðin er mæld með þrýstimæli – manometer. Kvarði þrýstimælisins sýnir vatnshæðina í millimetrum eða metrum.



$$h = \frac{p}{\rho \cdot g} = p = h \cdot \rho \cdot g$$

p er vökvaprýstingur (Pa)

h er vökvahæð (m)

ρ er eðlismassi (kg/m^3)

g er hröðun fallandi hluta við yfirborð jarðar (m/s^2)

Þrýstingur á vatnssúlu í m há

$$P = 1 \cdot 1000 \cdot 9,8 = 9800 \text{ Pa} / 100.000 = 0,098 \text{ Bar}$$

Mynd 19.5
Mæling á vatnshæð með þrýstimæli

Þrýstingur

Þrýstingur er skilgreindur sem kraftur á flatarmálseiningu. Formúlutáknið fyrir þrýsting er p , fyrir kraft F og flatarmál A . Formúlan fyrir þrýsting er:

$$p = \frac{F}{A}$$

Einingin fyrir kraft er 1 newton (1 N), sem er kraftur á 1 m^2 . Einingin fyrir þrýsting er $1 \text{ N}/\text{m}^2$. Þessi eining er kölluð 1 pascal (1 Pa). 1 Pa er mjög lítill þrýstingur en 1 loftþyngd er 100.000 Pa . Þess vegna eru oftast notaðar einingarnar kílópascal (kPa) eða megapascal (MPa). Af hagkvæmnisástæðum er notuð eining $1 \text{ bar} = 100.000 \text{ N}/\text{m}^2 = 100.000 \text{ Pa}$. Mynd 19.6 sýnir töflu yfir samhengi milli ýmissa þrýstieininga.

Pa (= N/m^2)	bar	kp/cm ² (= at)	Torr (mmHg)	Lbf/in ² (psi)
1	$10 \cdot 10^{-6}$	$10,1972 \cdot 10^{-6}$	$7,50062 \cdot 10^{-3}$	$0,145038 \cdot 10^{-3}$
$100 \cdot 10^3$	1	1,01972	750,062	14,5038
$98,0665 \cdot 10^3$	0,980665	1	735,559	14,2233
$9,80665 \cdot 10^6$	98,0665	100	$73,5559 \cdot 10^3$	$1,42233 \cdot 10^3$
133,332	$1,33322 \cdot 10^{-3}$	$1,335951 \cdot 10^{-3}$	1	$19,3368 \cdot 10^3$
$101,325 \cdot 10^3$	1,01325	1,03323	760	14,6959
$6,89476 \cdot 10^3$	$68,9476 \cdot 10^{-3}$	$70,3070 \cdot 10^{-3}$	51,7149	1

1 pascal = $1 \text{ N}/\text{m}^2$ 1, Torr = 1 mmHg ved $0 \text{ }^\circ\text{C}$, 1 mm vatnssúla = $9,81 \text{ N}/\text{mm}^2$, $1 \text{ lbf}/\text{in}^2$ er einnig kallað 1 psi

Mynd 19.6 Samhengi milli ýmissa þrýstieininga.

Þrýstingur af ólíkum toga

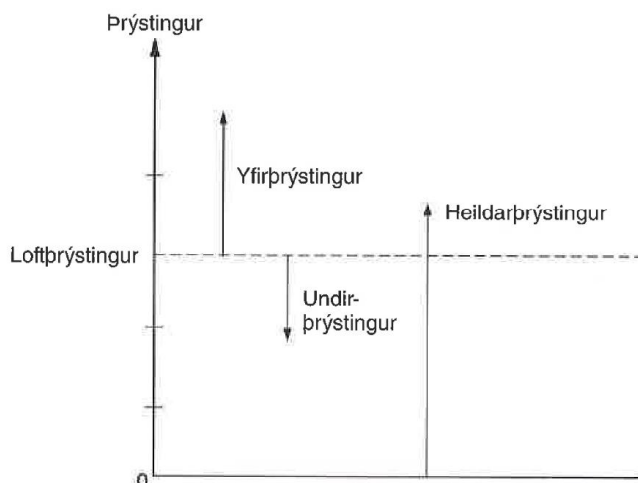
Yfirþrýstingur: Þrýstingur meiri en 1 loftþyngd. Loftþrýstingurinn er viðmiðunarþrýstingur.

Undirþrýstingur: Þrýstingur minni en 1 loftþyngd. Undirþrýstingur er einnig kallaður tómarúm (vakuum).

Mismunarþrýstingur: Mismunurinn á tvenns konar þrýstingi.

Heildarþrýstingur: Heildarþrýstingur mældur frá engum þrýstingi, 0 Pa.

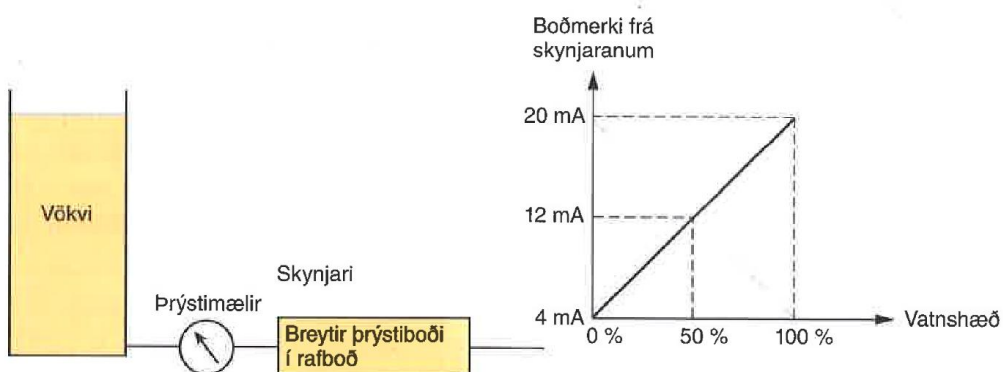
Mynd 19.7
Sambandið milli
yfirþrýstings,
undirþrýstings og
heildarþrýstings



Vatnshæðarskynjari

Vatnshæðarskynjarinn sem notaður er á líkaninu samanstendur af vélrænum hluta sem mælir vatnsþrýstinginn á botni tanksins og rafeindahluta sem breytir vatnsþrýstiboðum frá botni tanksins í rafboð á bilinu 4–20 mA. Boðmerkið frá skynjaranum er í réttu hlutfalli við vatnsþrýstinginn á botni tanksins og er mælikvarði á vatnshæðina í tankinum. Mynd 19.18 sýnir skynjara sem er tengdur við vatnstank og línurit sem sýnir hlutfallið milli vatnshæðarinnar og útsends boðmerkis frá skynjaranum.

Mynd 19.8 Skynjari
tengdur við tank
og hlutfallið milli
vatnshæðar og boð-
merkisins frá honum

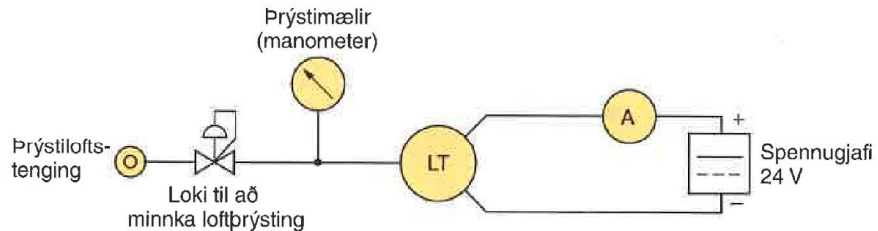


Að stilla skynjarann

Áður en skynjarinn er tekinn í notkun verður að stilla inn hæsta og lágsta mæligildi. Lágsta gildi er stillt inn með „zero“-stillingu og hæsta gildið með „span“-stillingu. Mynd 19.8 sýnir tengiteikningu fyrir borðstillingu á

vatnsþrýstiskynjara. Það er kallað borðstilling þegar skynjarinn er stilltur á verkstæðinu en ekki eftir uppsetningu við samstæðuna. Til að líkja eftir vatnsþrýstingnum á botni tanksins er notaður loftþrýstingur. Rafeindahluti skynjarans er tengdur við 24 V jafnspennu. Einnig eru til skynjarar með fasta, óbreytanlega stillingu á ákveðið þrýstingsbil.

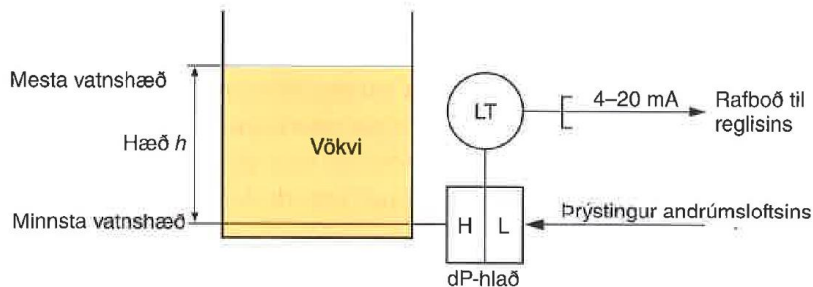
Mynd 19.9
Tengiteikning
fyrir borðstillingu
vatnshæðarskynjara



Mismunaprýstimælir

Svokallaður *mismunaprýstiskynjari*, *dP-hlað*, er mikið notaður sem skynjari. Hann hefur tvær þrýstitengingar, eina fyrir lítinn þrýsting og aðra fyrir mikinn þrýsting. Hann mælir mismuninn á litlum og miklum þrýstingi. Ef þrýstingur andrúmsloftsins er tengdur við lítinn þrýsting (opið út í andrúmsloftið) og þrýstingur á botni tanksins við mikinn þrýsting, mælir dP-hlaðið hversu miklu meiri þrýstingurinn á botni tanksins er. Yfirþrýstingurinn er þá mælikvarði á þrýstinginn á botni tanksins, þ.e. hæð vatnsins. Mynd 19.10 sýnir grunnteikningu af vatnshæðarmælingu með mismunaprýstimæli.

Mynd 19.10 Vatnshæðarmæling með mismunaprýstimæli

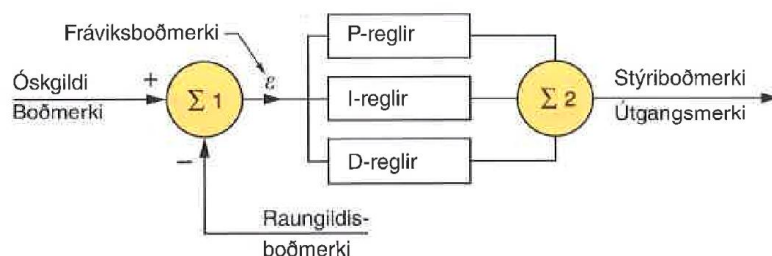


Þegar notað er dP-hlað til að mæla vatnshæðina í tankinum, er það tengt við botn vatnstanksins, minnstu vatnshæð. Mæliinngangurinn fyrir mikinn þrýsting er tengdur við tankinn en inngangurinn fyrir lítinn þrýsting við andrúmsloftið. Skynjarinn mælir þá yfirþrýstinginn og gefur frá sér boðmerki á bilinu 4–20 mA, breytilegt eftir vatnshæðinni.

Reglirinn

Í reglinum fer fram samanburður á óskgildi og raungildi. Reglirinn sendir svo boð til tíðnibreytisins um það á hvaða hraða dælan þarf að ganga til að halda vatnshæðinni eins og stillingin segir til um. Á líkaninu notum við PID-regli. Bókstafirnir standa fyrir hlutfalls-, tegur- og afleiðslustillingu. Réttara væri að segja að fráviksboðmerkin milli óskgildis og raungildis séu meðhöndluð af þremur gerðum regla í PID-reglinum. Við tölum um P-regli, I-regli og D-regli. Boðin frá þessum þrem reglum eru dregin

saman og mynda eitt útgangsmarki frá reglinum á bilinu 4–20 mA sem fer til tíðnbreytisins. Venjulega er stillingin og kvarðinn fyrir óskgildi á reglinum miðað við hundraðshluta af mælibilinu, þ.e. heildarvatnshæðinni. Á reglinum er hægt að stilla hvernig áhrif P-, I- og D-reglarnir hafa á útgangsboðmerkið frá reglinum. Mynd 19.11 sýnir blokkmynd af PID-regli.



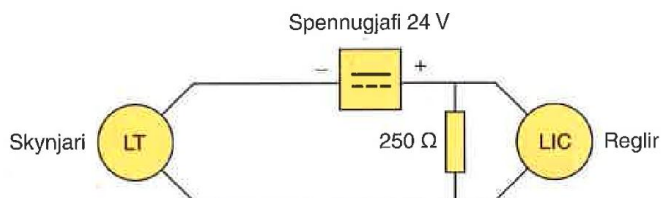
Mynd 19.11
Blokkmýnd af PID-regli

Skýring á mynd 19.11

Í samlagningarpunktinum $\Sigma 1$ eru dregin saman óskgildi og raungildi. Ef gildin eru misstór fáum við fráviksboð, ε (epsilon). Fráviksboðin eru send til P-, I- og D-reglanna. Reglarnir meðhöndla boðin í samræmi við það hvernig þeir hafa verið stilltir til að hafa áhrif á reglunina, hversu stórt frávik er og hversu hratt frávik er breytist. Boðin frá P-, I- og D-reglunum eru dregin saman í samlagningarpunktinum $\Sigma 2$. Útgangurinn frá $\Sigma 2$ sendir stýriboð til tíðnbreytisins sem stjórnar hraða mótorsins og dælnnar. Stillingin á reglunum þremur er kölluð reglismálstærð (*regulatorparameter*). Við munum seinna líta á það hvernig P-, I- og D-reglarnir hafa áhrif á stýringu reglisins.

Inngangurinn fyrir raungildið á reglinum er spennustýrður og þess vegna verður að breyta straummarkinu 4–20 mA í spennumerki 1–5 V. Það er gert með 250 Ω viðnámi sem er tengt milli tengjanna fyrir raungildisboðin á reglinum. Viðnámið breytir 4–20 mA merki í 1–5 V merki.

Áður hefur verið nefnt að skynjarinn verður að tengja við 24 V jafnspennu. Skynjarinn fær spennu frá sérstökum 24 V spennugjafa sem er tengdur milli skynjarans og reglisins. Mynd 19.12 sýnir samtengingu skynjara, jafnspennugjafa og reglis.



Mynd 19.12
Samtenging skynjara, jafnspennugjafa og reglis

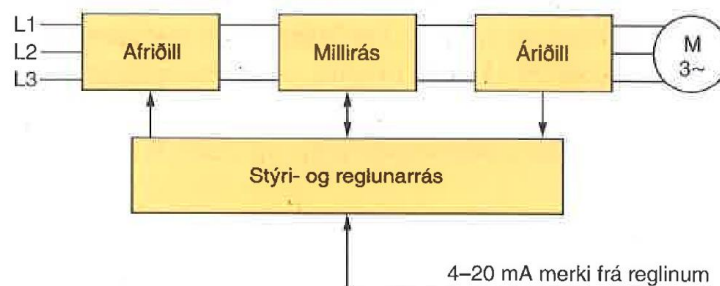
VERKEFNI

- 19.25**
Á hverju byggist reglun með endurgjöf?
- 19.26**
Hvað ræður vatnsþrýstingnum á botni opins vatnstanks?
- 19.27**
Hver er skilgreiningin á þrýstingi?
- 19.28**
Hversu mörg Pa er 1 bar?
- 19.29**
Hvað er yfirþrýstingur og mismunaþrýstingur?
- 19.30**
Hversu mikill þrýstingur er á botni opins vatnstanks þegar vatnshæðin er 1 metri?
- 19.31**
Dragðu upp tengiteikningu fyrir borðstillingu á vatnshæðarskynjara.
- 19.32**
Hvað er dP-hlað?
- 19.33**
Hvernig er uppsetningin á dP-hlaði sem á að mæla vatnshæð í opnum tanki?
- 19.34**
Hvaða boðmerki eru borin saman í reglinum?
- 19.35**
Hvað merkir skammstöfunin PID í sambandi við regli?
- 10.36**
Dragðu upp blokkmynd af PID-regli.
- 19.37**
Dragðu upp teikningu sem sýnir sam tengingu merkjabreytis, jafnspennugjafa og reglis?

Tíðnibreytir

Tíðnibreytar eru notaðir til að breyta venjulegri veitutíðni 50 Hz og veituspennu 230 eða 400 V í mismunandi stærðir. Með því að breyta tíðni riðstraumsins til dælumótorsins er hægt að breyta hraða mótorsins og vatnsmagninu sem dælt er í tank A.

Í grunnatriðum samanstendur tíðnibreytir af afriðli, millirás, áriðli og stýri- og reglunarrás. Mynd 19.13 sýnir blokkmynd af tíðnibreyti.



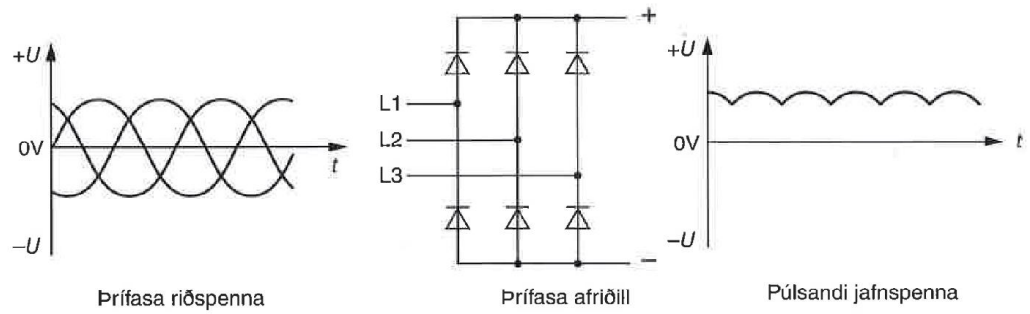
Mynd 19.13
Blokkmynd
af tíðnibreyti

Við skulum líta á einingarnar sem mynda tíðnibreytinn.

Afriðill

Afriðillinn er tengdur við ein-, tví- eða þrífasa veituspennu. Afriðillinn breytir veituspennunni í púlsandi jafnspennu sem fer í millirásina. Afriðlunin gerist með díóðum og týristorum. Mynd 19.14 sýnir teikningu af þrífasa afriðli með díóðum.

Mynd 19.14
Teikning af
þrífasa afriðli



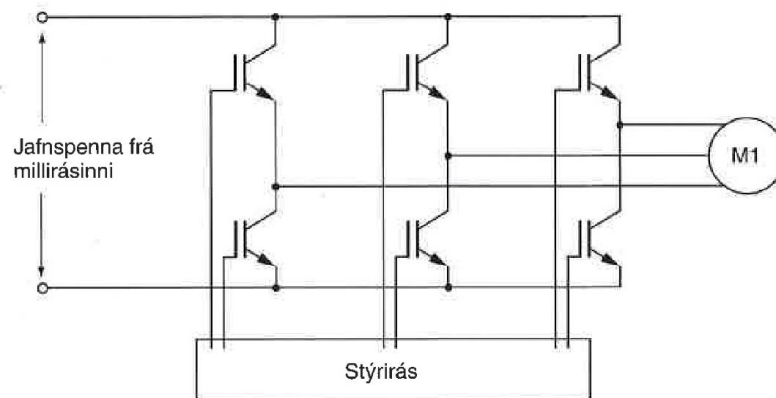
Millirásin

Púlsandi jafnspenna frá afriðlinum fer í millirásina þar sem hann jafnast út og nær jafnvægi. Þá fer jafnspennan frá millirásinni til áriðilsins.

Áriðillinn

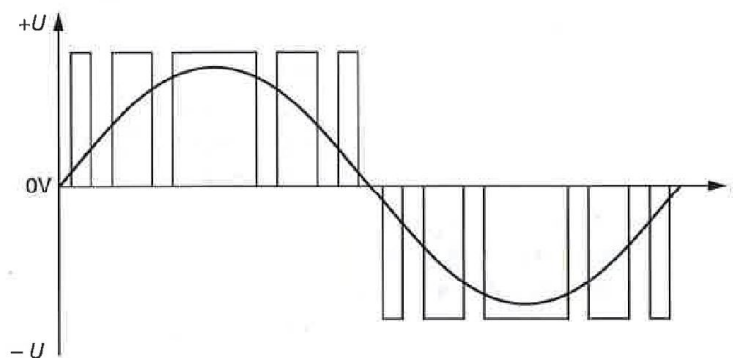
Jafnspennan fer frá millirásinni til áriðilsins þar sem hann breytist í púlsandi riðspennu. Þessi breyting gerist fyrir tilverknað sex stýrðra hálfleiðara sem eru paraðir í þrjár greinar. Áður voru notaðir týristorar sem hálfleiðarar en nú er notaður „*Insulated Gate Bipolar Transistor*“, IGBT. Mynd 19.15 sýnir grunnteikningu af áriðli með IGBT.

Mynd 19.15
Grunnteikning af
áriðli með IGBT



Transistorarnir (smáarnir) sex skipta jafnspennunni upp í ferningspúlva með mismunandi púlsbreidd (mismunandi tímalengd). Með því að breyta tengi-rytmanum á stýrðu hálfleiðurunum myndast nánast sínuslaga riðspenna. Mynd 19.15 sýnir hvernig jafnspennupúlsar með mismunandi púlsbreidd mynda nánast sínuslaga riðspenna. Aðferðin við að breyta púlsbreiddinni er kölluð *púlsbreiddarbreyting (Puls Width Modulation)*, PWM.

Mynd 19.16 Nánast
sínuslaga riðspenna
mynduð af jafn-
spennupúlsum
með mismunandi
púlsbreidd

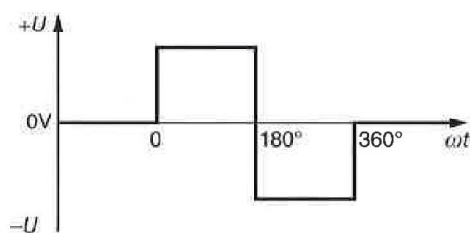


Stýrirásin

Stýrirásin fær boð frá reglinum um það á hvaða snúningshraða mótorinn á að ganga. Stýrirásin sendir merki til millirásarinnar og áriðilsins um hraða dælumótorsins um leið og hún fær endurgjöf um þá spennu og tíðni sem mótorinn fær.

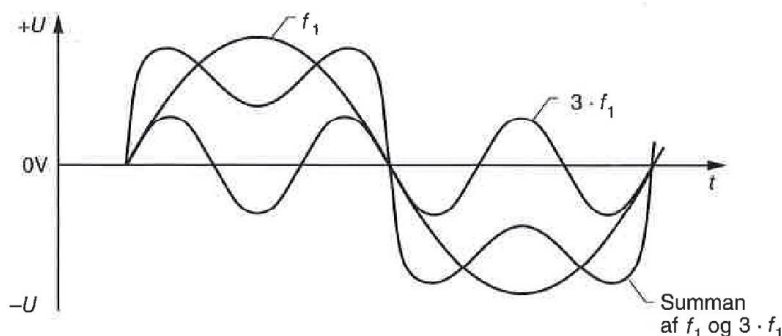
Kassalaga spennupúlsar

Ferningslaga spennupúlsarnir eru byggðir upp af breytilegri sínuslaga spennu. Mynd 19.17 sýnir tímabil hentugrar kassaspennu.



Mynd 19.17
Hentug kassaspenna

Hentug kassaspenna samanstendur af heildarsínusspennu með sömu tíðni og kassaspennan, svokallaðri *grunntíðni* eða *fyrstu samræmingu*, f_1 , og nokkrum sínusspennum með tíðnitoppum miðað við grunntíðnina. Síðarnefndu sínusspennurnar eru kallaðar yfirtíðni og eru táknaðar með $3 \cdot f_1$, $5 \cdot f_1$, $7 \cdot f_1$ o.s.frv. Sveifluviðd yfirtíðnispennunnar er minni en sveifluviðd f_1 og minnkar með fjölda yfirtíðnitoppa. Mynd 19.18 sýnir grafiska summu af f_1 og $3 \cdot f_1$. Sveifluviðdin $3 \cdot f_1$ er helmingurinn af sveifluviðd f_1 .



Mynd 19.18
Grafísk summa
af f_1 og $3 \cdot f_1$

Mynd 19.18 sýnir að summan af sínusspennunum f_1 og $3 \cdot f_1$ nálgast það að mynda kassaspennu. Til að mynda hentuga kassaspennu verðum við að hafa 30–50 yfirtíðnispennutoppa eða fleiri.

Áriðill með IGBT getur haft tíðni upp á 30 kHz til að mynda kassapúls. Ef mótorinn fær 50 Hz riðstraum sem er byggður upp af kassapúlsum getur straumurinn verið 150 kHz. Ef við gefum okkur að hver púls sé með 50 yfirtíðnitoppa er tíðnin í mótorkaplinum hærri en 7,5 MHz. Það hefur reyndar komið í ljós að algengt er að tíðnin sé yfir 100 MHz. Hátíðnistraumurinn í kaplinum milli tíðnibreytisins og mótorsins myndar hátíðnirafsegulsvið í kringum kapalinn. Kapallinn virkar eins og útsendiloftnet fyrir rafsegulsviðið og leiðir til þess að það geislar frá kaplinum og getur orsakað rafsegultruflun. Til að koma í veg fyrir rafsegulútgeislun frá kaplinum getum við notað kapal með hlífðarvaf (skermun) sem er jarðtengt á báðum endum. Þetta þarf að hafa í huga við val á kapli milli tíðnibreytis og mótors.

Dælumótor og dæla

Vatnsdælan á vatnhæðarlíkaninu er miðflóttadæla. Skammhlaupsmótor knýr dæluna. Mynd 19.19 sýnir málstærð dælu og dælumótors.

Merkiskilti dælu:

H maks. 5 m	Q min. 0,6 m ³ /h
H min. 3,6 m	Q maks. 2,4 m ³ /h

Merkiskilti mótors:

220–240 V/380–415 V	1,7–1 A
I.cl Fn 2900 r/min	
0,2 HP 0,15 kW	cos φ 0,5

Mynd 19.19 Merkiskilti dælu og dælumótors

VERKEFNI

19.38

Hvað er tíðnibreytir?

19.39

Dragðu upp blokkmynd af tíðnibreyti.

19.40

Hvaða hlutverki gegnir afriðillinn í tíðnibreytinum?

19.41

Hvaða hlutverki gegnir áriðillinn í tíðnibreytinum?

19.42

Dragðu upp teikningu sem sýnir hvernig jafnstraumspúlsar breytast í sínuslaga riðstraumi.

19.43

Fyrir hvað stendur skammstöfunin PWM?

19.44

Dragðu upp teikningu sem sýnir hvernig kassaspenna er byggð upp af sínusspennu.

19.45

Fyrir hvað stendur skammstöfunin IGBT?

19.46

Hvers vegna myndast rafsegultruflanir frá kaplinum milli tíðnibreytis og mótors?

19.47

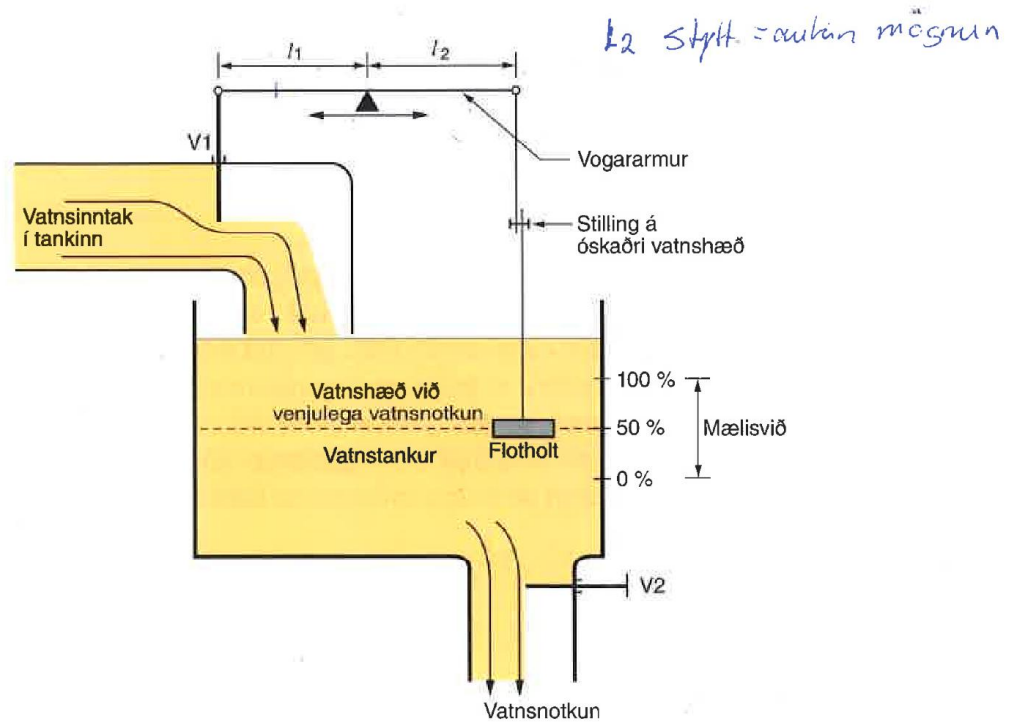
Hvernig er hægt að draga úr rafsegultruflununum frá mótorkaplinum?

Gangsetning samstæðunnar

Þegar búið er að setja samstæðuna upp þarf að gangsetja hana og stilla til að reglunin verði sem best. Til að gera þetta er mikilvægt að skilja hvernig reglarnir í PID-reglinum hafa áhrif á reglunina. Við skulum líta á hvernig P-, I- og D-reglarnir mynda í sameiningu reglunarboðin og hvernig þau hafa áhrif á reglunina. Við byrjum á P-reglinum.

P-reglirinn (hlutfallsreglir)

Einkennandi fyrir P-reglinn er að útgangsmarkið frá honum er í réttu hlutfalli við inngangsmarkið. Til að skilja hvernig hann virkar skulum við líta á einfalda vatnshæðarreglun með flotholti. Mynd 19.20 sýnir teikningu af regluninni.



Mynd 19.20
Vatnshæðarreglun
með flotholti

Tilgangurinn með regluninni á mynd 19.20 er að halda vatnshæðinni stöðugri þrátt fyrir breytilega vatnsnotkun. Vatnsrennslið inn í tankinn er stjórnað með loka V1. Vatnsnotkuninni, þ.e. rennslinu úr tankinum, er stjórnað með loka V2. Við venjulega vatnsnotkun er heppilegt að hafa reglunarhlutfallið 50%, hæðina 50% af mælisviðinu og lokana opna til hálf, þ.e. 50%. Á þann hátt er auðvelt að auka eða minnka opnunina á loka V1 eftir því hvernig vatnsnotkunin breytist.

Markmiðið er að reglunin sístilli vatnsrennslið inn í tankinn þannig að á hverjum tíma miðist það við vatnsrennslið út úr tankinum. Þetta er gert með því að hafa fast samband með vogararmi milli loka V1 og flotholtsins. Reglunin fer fram á eftirfarandi hátt: Aukin vatnsnotkun veldur lækkandi vatnshæð. Flotholtið fylgir vatnshæðinni og sígur niður, og vegna sambandsins við loka V1 opnast hann meira. Ef vatnsnotkunin minnkar hækkar vatnshæðin, flotholtið fylgir með og hækkar og minnkar opnunina á loka V1. Við getum breytt óskaðri vatnshæð að vild með því að færa til festinguna á tenginu við flotholtið.

Við skulum athuga hvernig vatnshæðin verður við aukna vatnsnotkun. Við aukna vatnsnotkun lækkar vatnshæðin og loka V1 opnast meira. Eftir stutta stund kemst á jafnvægi milli út- og innrennslis og minni vatnshæð verður stöðug. Vatnshæðin hækkar ekki aftur í óskaða vatnshæð.

Reglunin getur því miðast við allar mögulegar stöður loka V1, þ.e. milli 0% (alveg lokaður) og 100% (alveg opinn). Milli þessara gilda getur reglunin haldið vatnshæðinni stöðugri en ræður ekki við að halda vatnshæðinni við ákveðið óskgildi ef notkunin vikir mikið frá því sem venjulegt er. Ef vatnsnotkun er mjög fjarri venjulegri notkun, fáum við fast frávík sem reglirinn ræður ekki við. Við tölum um að reglunin sé *álagsháð* eða *háð notkuninni*. Þetta fasta frávík er kallað *afgangsfrávík*.

Hægt er að draga úr afgangsráðvikinu með því að flytja vogarásinn á vogararminum frá flotholtinu. Með því móti þarf flotholtið ekki að hreyfast eins mikið til að loka og opna alveg fyrir loka V1, sem þýðir að reglirinn magnar upp tilfærsluna.

Mögnun

Hlutfallið milli inn- og útgangsmarkis er kallað mögnun. Hækkun og lækkun flotholtsins er inngangsmarki og hreyfiaflið að lokanum, V1, er útgangsmarki. Sambandið milli þessara tveggja hreyfipunkta og mögnunarinnar ákvarðast af því hvar vogarásinn er staðsettur undir vogararminum. Ef við látum l_1 standa fyrir lengdina frá vogarásnum að festingunni á loka V1 og l_2 fyrir lengdina frá vogarásnum að festingunni við tengið frá flotholtinu, er hægt að reikna mögnunina samkvæmt eftirfarandi formúlu:

$$F_p = \frac{l_1}{l_2} \quad (F_p \text{ stendur fyrir hlutfallslega mögnun})$$

Dæmi

Dæmi um útreikning á mögnuninni

a) Hvað er mögnunin mikil þegar $l_1 = l_2$?

$$F_p = \frac{l_1}{l_2} = 1$$

Þegar $l_1 = l_2$, eru teljari og nefnari í formúlunni $F_p = \frac{l_1}{l_2}$ jafnstórir, sem þýðir að $F_p = 1$.

b) Hvað er mögnunin mikil þegar lengd vogararmsins er 120 cm og $l_1 = 80$ cm og $l_2 = 40$ cm?

$$F_p = \frac{l_1}{l_2} = \frac{80 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} = 2$$

Ef við flytjum vogarásinn þannig að $l_1 = 2 \cdot l_2$, tvöfaldað mögnunin.

Með því að flytja vogarásinn í átt til flotholtsins eykst mögnunin og fast frávik minnkar. Þetta lítur vel út, en ef mögnunin verður of mikil fer vatnshæðin að verða óstöðug (það myndast eigin titringur eða sveiflur).

Ágrip

Lítill mögnun leiðir til mikils reglunarfrávíks en mikil til lítils reglunarfrávíks. Það eru takmörk fyrir því hversu mikil mögnunin getur orðið áður en eigin titringur byrjar í kerfinu. Þegar kerfið titrar stöðugt sveiflast flotholtið stöðugt upp og niður þannig að vatnshæðin verður ekki eins stöðug og til var ætlast.

Hlutfallsband

Vélræna P-reglunin virkar þannig að hreyfingin að lokanum V1 er í réttu hlutfalli við frávik. Hlutfallsbandið gefur upp þá breytingu á vatnshæð sem þarf til að lokinn breytist frá fullri opnun til algjörar lokunar. Hlutfallsbandið er 100% ef vatnshæðin þarf að breytast 100% til að

staða lokans breytist 100%. Hlutfallsbandið er 50% ef vatnshæðin þarf að breytast 50% til að staða lokans breytist 100%. Ef staða lokans breytist um 100% þegar vatnshæðin breytist um 25% er hlutfallsbandið 25%.

Mögnunin (F_p) og hlutfallsbandið (P_B) eru í raun sami hluturinn í öfugu hlutfalli hvort við annað. Mögnun upp á 1 gefur hlutfallsband upp á 100%. Hlutfallsband upp á 50% gefur tvöfalda mögnun.

$$P_B = \frac{1}{F_p} \cdot 100\%$$

Dæmi

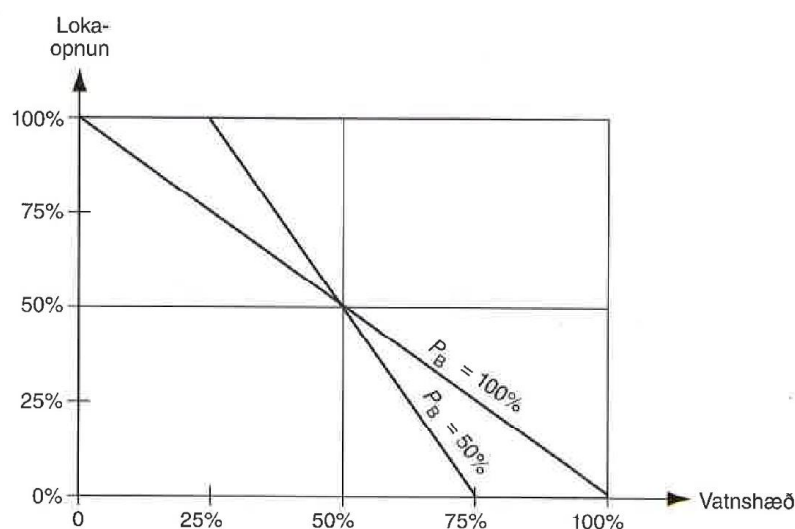
Dæmi um útreikning á hlutfallsbandi.

$$P_B = \frac{1}{F_p} \cdot 100\%$$

Ef mögnunin er t.d. tvöföld samsvarar það hlutfallsbandi upp á 50%.

$$P_B = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%$$

Mynd 19.21 sýnir hlutfallið milli opunar loka V1 og hlutfallsbandsins.

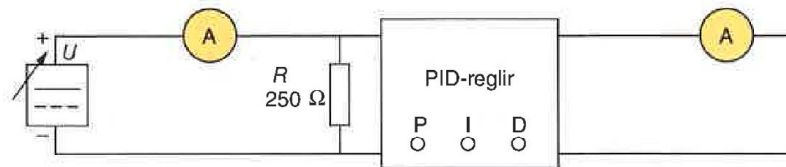


Mynd 19.21
Hlutfallið milli
stöðu lokans og
hlutfallsbands

PID-reglir

Til að skilja hvernig PID-reglir hefur áhrif á reglunina, göngum við út frá vatnshæðarstýringu með flotholti og því sem kallað er *stökkgreining*. Hún byggist á því að breyta raungildisboðmerkinu við reglisinnanginn með snöggri stökkbreytingu í merkinu og athuga hvernig reglirinn bregst við stökkinni með því að breyta útgangsmarkinu. Stökkgreining er framkvæmd með því að tengja reglinn á verkstæði eins og sýnt er á mynd 19.21. Venjulegur PID-reglir á að fá 1–5 V spennuboð við innganginn. Þess vegna er 4–20 mA straumuboði breytt í spennuboð með því að setja 250 Ω viðnám á innganginn á reglinum.

Mynd 19.22
PID-rafeindareglir
tengdur fyrir
stökkgreiningu



P-reglirinn

Til að kanna hvernig P-reglirinn í PID-reglinum bregst við snöggri breytingu (stökki) í inngangsmerkni er slökkt á I- og D-reglunum. Merki upp á 12 mA er sent á innganginn fyrir raungildið. Óskgildi er stillt á 50%. Hlutfallsbandið H_b er stillt á 100%. Við gefum okkur að vatnshæðin minnki á tímupunktinum T_0 . Við líkjum eftir þessu með því að minnka raungildið með snöggu merki upp á 1 mA, frá 12 til 11 mA.

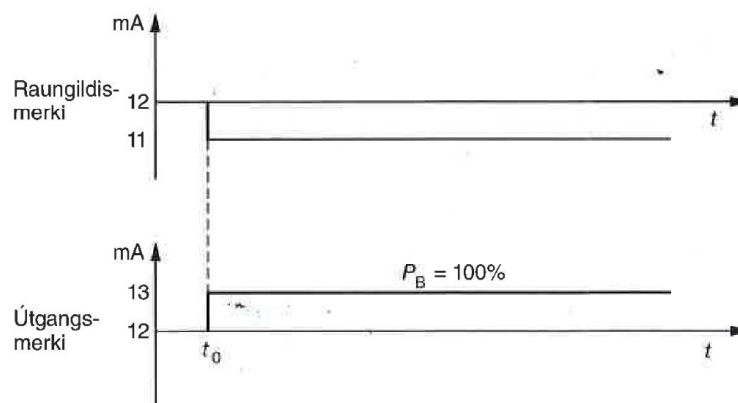
Reglirinn bregst við stökkinu með því að breyta útgangsmarkni. Hvort útgangsmarkið eykst eða minnkar er háð því hvort reglirinn sendir út boð í beinu eða öfugu hlutfalli við inngangsmarkið.

Reglar með útgangsmarki í beinu eða öfugu hlutfalli við inngangsmarki

Sumir reglar eru þannig gerðir að styrkur útgangsmarkis eykst með styrk inngangsmarkis. Reglar með útgangsmarki sem breytist í réttu hlutfalli við breytingar inngangsmarkisins eru kallaðir *beinvirkir* (*direct acting*).

Reglar sem senda frá sér styrkjandi útgangsmarki samfara veikjandi inngangsmarki eru kallaðir *gagnvirkir* (*reverse acting*). Flestir reglar eru gagnvirkir.

Mynd 19.23 sýnir stökkskýringarmynd fyrir gagnvirkan P-regli.

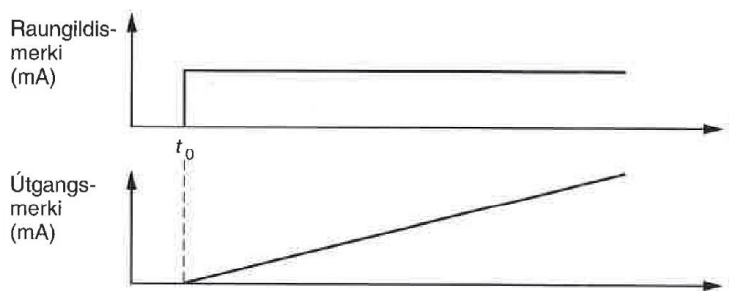


Mynd 19.23
Stöðurit fyrir
gagnvirkan P-regli

I-reglir

I-reglir bregst við fráviki milli raungildis og óskgildis með stöðugt styrkjandi eða veikjandi útgangsmarki. Ef um er að ræða regli sem er á reglunarslaflu breytist útgangsmarkið þar til frávikið er horfið. Mynd 19.24 sýnir hvernig beinvirkur I-reglir bregst við þegar inngangsmarkið tekur stökk (stökkadgerð).

Mynd 19.24
Stöðurit fyrir
beinvirkan I-regli



I-reglirinn

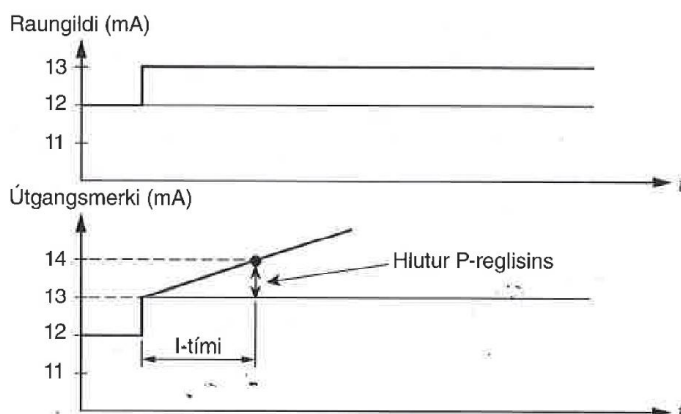
P- og I-reglarnir hafa báðir sína kosti og ókosti. P-reglirinn bregst strax við frávik. Ef vatnshæðin í tankinum breytist, breytist staða lokans strax. Ókosturinn við P-reglinn er stöðufrávik eða afgangsfraðvik. I-reglirinn hefur þann kost að maður losnar við jafnvægisgalla eins og afgangsfraðvik. Í PI-regli sameinast kostir P- og I-reglanna.

Tegurtími (I-tími)

Við PI- og PID-reglun er tegurtíminn sá tími sem líður þar til hlutur T-reglisins (tegurvirkni) í útgangsmarkinu er jafnstór hlut P-reglisins (hlutfallsvirkni) þegar inngangsmarknið kemur sem stökk.

Mynd 19.25 sýnir hvernig beinvirkur PI-reglir bregst við þegar inngangsmarknið breytist með stökki (stöckaðgerð).

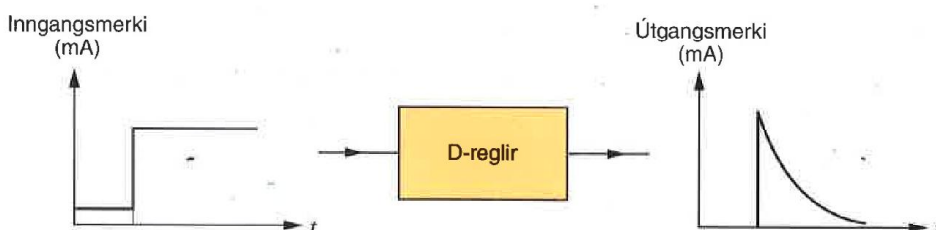
Mynd 19.25
Skýringarmynd af
stöcksvörum hjá
beinvirkum PI-regli



D-reglirinn

Afleiðslumagnarinn er útbúinn þannig að hann gefur aðeins frá sér útgangsmarkni þegar inngangsmarknið breytist. Því hraðar sem inngangsmarknið breytist þeim mun sterkara verður útgangsmarknið. Á meðan styrkur inngangsmarkisins er óbreyttur er útgangsmarknið frá D-magnaranum núll. Með öðrum orðum, D-magnarinn sendir ekki frá sér neitt markni. Mynd 19.26 sýnir A-magnara bregðast við stöckbreytingu á inngangsmarkinu.

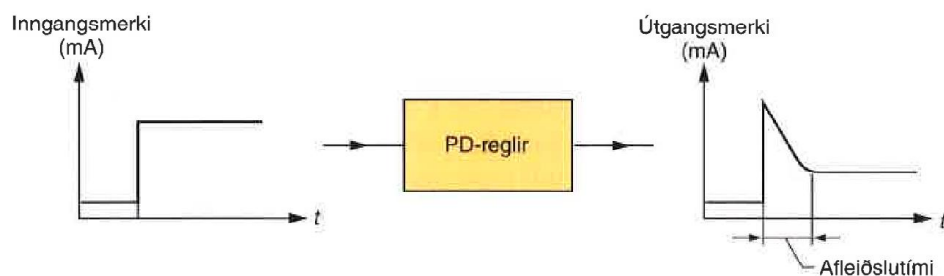
Mynd 19.26
Viðbrögð D-magnara
við stöckbreytingu
á inngangsmarkni



Þegar fráviksmerkið stækkar hefur D-magnarinn áhrif á útgangsmarkið í sömu átt og merkið frá P-reglinum. Viðbótarstýriboð sem D-magnarinn sendir frá sér hefur þau áhrif að hratt dregur úr frávikinu áður en það verður of stórt. D-virknin er því oft fljót að gera að engu frávik sem vara stutta stund.

Mynd 19.26 sýnir að D-reglirinn grípur inn í af fullum styrk þegar frávik koma fram. Afleiðslutíminn er sá tími sem D-virknin varir áður en P-virknin tekur við. Sjá mynd 19.27.

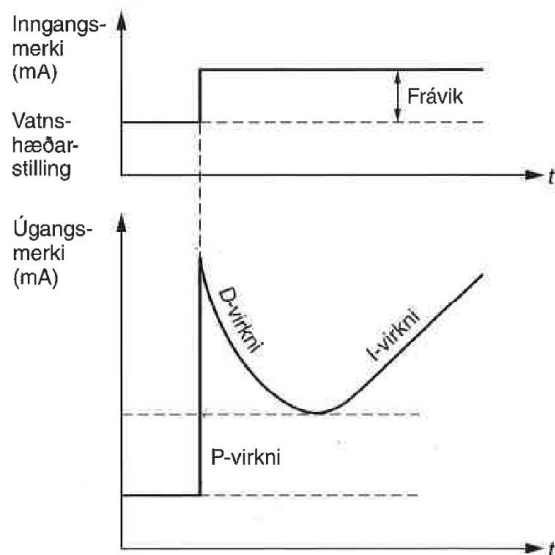
Mynd 19.27
Afleiðslutíminn



Viðbrögð PID-reglisins við stökki á útgangsmarki

Útgangsmarkið frá PID-reglinum er summan af merkjunum frá P-, I- og D-reglunum. Við það að breyta stöðugt hlutfallsmögnuninni F_p , tegurtímanum T_i og afleiðslutímanum T_d getum við haft breytileg þau áhrif sem P-virknin, I-virknin og D-virknin hafa á útgangsmarkið og um leið á reglunina. Mynd 19.28 sýnir í grundvallaratriðum hvernig PID-reglirinn bregst við stökki á inngangsmarkinu.

Mynd 19.28



SP
Þessi er sýning

Ágrip

Mjótt hlutfallsband hefur mikla mögnun í för með sér. Reglunin gerist fljótt en getur leitt til óstöðugleika og titrings.

Breitt hlutfallsband hefur litla mögnun í för með sér. Reglunin gerist hægt og afgangsrávik er mikið.

Langur tegurtími hefur litla tegurvirkni í för með sér og þ.a.l. tekur langan tíma að leiðrétta frávik.

Stuttur tegurtími hefur mikla tegurvirkni í för með sér. Það tekur stuttan tíma að leiðrétta fráviknið en getur leitt til óstöðugleika og titrings.

Stuttur diffurtími hefur litla diffurvirkni í för með sér og þ.a.l. lítil áhrif á fráviknið.

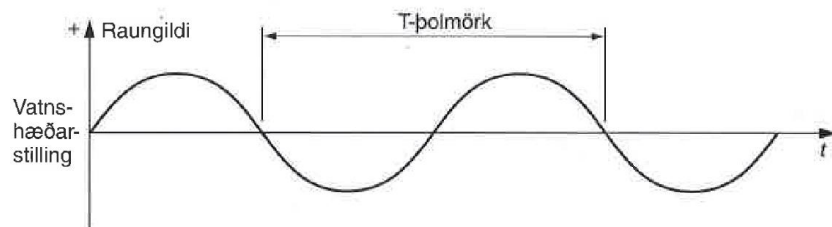
Langur diffurtími hefur snögg og kröftug áhrif á fráviknið. Of langur tími hefur í för með sér óstöðugleika og titring.

Að stilla PID-reglinn

Að stilla reglinn með sem bestum árangri er undir því komið hvað á að regla og hversu hröð og stöðug við viljum að reglunin sé. Þess vegna er erfitt að búa til almennar reglur um stillinguna en Bandaríkjamennirnir Ziegler og Nichols hafa fundið upp aðferð til að stilla reglinn sem byggist á ákveðinni reynslu. Aðferðin er kölluð *Ziegler-Nichols-aðferðin*. Eftirfarandi leið er farin til að stilla reglinn:

Við byrjum á því að stilla PID-reglinn eins og um hreinan P-regli væri að ræða. Það er gert með því að stilla tegurtímann á hæstu stillingu og afleiðslutímann á þá lægstu. P-reglirinn er stilltur á breitt hlutfallsband og litla mögnun.

Þá minnkum við smám saman hlutfallsbandið á meðan við breytum örlítið vatnshæðarstillingunni þar til við erum á mörkum þess að fá stöðugan titring. Mynd 19.28 sýnir hvernig raungildið (vatnshæðin) sveiflast aðeins upp og niður.



Mynd 19.29
Stöðugur titringur

hvað eru reynslu stýringar í ID-stýringu PLC
fáinvaða Blökkamynd PID reglis

Þegar hæðin er á mörkum sítitrings skráum við P-stillinguna. P-stillingin við mörk sítitrings er kölluð P-þolmörk. Magnarastillingin er kölluð F-þolmörk. Mældu og skráðu tímabil sítitringsins. Tímabil sítitrings er kallað T-þolmörk. Stilltu inn málstærðir reglisins sem taflan á mynd 19.30 sýnir.

Mynd 19.30
Málstærð reglis

Reglir	Hlutfallsband	Tegurtími	Afleiðslutími
PID-reglir	1,7 · P-þolmörk	0,5 · T-þolmörk	0,12 · T-þolmörk
	Mögnun		
	0,5 · F-þolmörk		

Almennt er Ziegler-Nichols-aðferðin notuð fyrst til að grófstilla PID-reglana. Ef reglunin er ekki viðunandi má reyna að finnstilla með PID-málstærðunum.

*á þella að
vega 0,5 · P = F*

VERKEFNI

- | | |
|---|--|
| <p>19.48
Hvað er P-reglir?</p> <p>19.49
Mynd 19.19 sýnir vélræna vatnshæðar-reglun með flotholti. Hvernig vinnur reglunin þegar vatnsnotkunin eykst?</p> <p>19.50
Hvað er átt við með orðunum fast frávik eða afgangsfraðvik?</p> <p>19.51
Hvaða ókost hefur P-reglunin?</p> <p>19.52
Hvað er mögnun í sambandi við P-reglun?</p> <p>19.53
Hvað ákvarðar mögnunina á regluninni á mynd 19.19?</p> <p>19.54
Hver er mögnunin á regluninni á mynd 19.19 þegar hlutfallið $1/12 = 70/50$?</p> <p>19.55
Aukin mögnun hefur minna afgangsfraðvik í för með sér, en hvað getur mikil mögnun leitt af sér?</p> <p>19.56
Hvað er hlutfallsband?</p> | <p>19.57
Hvað er bandhlutfallið stórt þegar mögnunin er 2,5-föld?</p> <p>19.58
Hvað er stökkgreining?</p> <p>19.59
Dragðu upp teikningu sem sýnir hvernig þú tengir PID-regli á verkstæðinu fyrir stökkgreiningu.</p> <p>19.60
Hvernig virkar reglir með viðsnúði útgangsmarki?</p> <p>19.61
Hvernig bregst I-reglir við frávik milli raungildis og óskgildis?</p> <p>19.62
Hvernig er I-tíminn fyrir PI-regli ákveðinn?</p> <p>19.63
Hvenær hefur A-reglirinn í PID-regli áhrif á útgangsmarki reglisins?</p> <p>19.64
Dragðu upp teikningu sem sýnir hvernig PID-reglir bregst við stökki í inngangsmarkinu.</p> <p>19.65
Útskýrðu hvernig stilla á PID-regli með Ziegler-Nichols-aðferðinni.</p> |
|---|--|