

ERKMENNTASKÓLINN Á AKUREYRI

STÝRITÆKNI

STÝ 102
STR 302

KENNSLUBÓK

Hautönn 2012

ÆVAR RAGNARSSON

Efnisyfirlit

1.KYNNING Á STÝRITÆKNI.....	5
1.1MERKJAFORM.....	6
1.2MERKJABREYTI.....	6
1.3SKYNJARI.....	6
1.4FLUTNINGSMIDLAR.....	6
1.5VERKFÆRI.....	6
2.SAMANBURÐUR Á STÝRIKERFUM.....	8
3.RÖKRÁSIR.....	9
4.TJAKKAR.....	10
4.1EINVIRKIR TJAKKAR.....	10
4.2TVÍVIRKIR TJAKKAR.....	10
4.3HEMLAR Á TJÖKKUM.....	10
5.AFLLOKAR.....	11
5.13/2 AFLLOKAR.....	11
5.25/2 AFLLOKAR.....	11
6.STÝRING Á EINVIRKUM TJAKK MEÐ 3/2 EINSTÖÐULOKA.....	12
7.STÝRING Á EINVIRKUM TJAKK MEÐ 3/2 EINSTÖÐULOKA NORMALT OPNUM - EKKI LOKI.....	13
8.TVÍSTÖÐULOKI - MINNI.....	13
9.RAÐTENGING Á TVEIMUR NORMALT LOKUÐUM 3/2 EINSTÖÐULOKUM - OG TENGING.....	14
10.OG TENGING MEÐ SAFNLOKA.....	14
11.SAMSÍÐATENGING Á TVEIMUR NORMALT LOKUÐUM 3/2 EINSTÖÐULOKUM - EÐA TENGING.....	15
12.EÐA-TENGING MEÐ SAFNLOKA.....	15
13.LOFTGORMUR.....	16
14.TENGING MEÐ VIÐSNÚNU EÐA MERKI.....	17
15.TENGING MEÐ VIÐSNÚNU OG MERKI.....	19
16.STJÓRNUN Á TVÍVIRKUM TJAKK MEÐ HANDSTÝRÐUM 5/2 TVÍSTÖÐULOKA.....	20
17.HRAÐASTÝRING MEÐ STILLANLEGUM ÞRENGSLUM SEM SETT ERU Á AFLOFTUN Á STROKK.....	21
18.STÝRING Á TVÍVIRKUM TJAKK MEÐ HANDSTÝRÐUM EINVIRKUM AFLLOKA.....	21
19.FJARSTÝRING Á TJAKK.....	22
20.HÁLFVIRKUR VINNUHRINGUR.....	23
21.SJÁLFVIRKUR VINNUHRINGUR.....	24
22.SJÁLFVIRKUR VINNUHRINGUR MEÐ NEYÐARSTOPPI.....	25
23.ÞRÝSTIFALLSADFERÐIN.....	26
24.MINNI.....	27
25.MINNISEINING MEÐ FORGANG Á ANNARI HLÍÐ.....	28
26.BREYTING Á TÍMA MERKJA.....	29
27.PÚLSMERKI.....	30
28.LYFTIBÚNAÐUR Á RÚLLUFÆRIBANDI.....	32
29.FESTING Á MÁLMSTYKKI OG FRÆSING.....	35

1. Kynning á stýritækni

Stýritækni er í sama flokki og stillitækni og tölvutækni. Þessar greinar eru notaðar til að létta mönnum störf við verk sem þeir annað hvort vilja ekki eða geta ekki unnið.

Undir þessa skilgreiningu falla verk sem unnin eru í miklum hávaða eða einhæf verk sem krefjast bæði hraða og nákvæmni (t.d. samsetningarvinna í verksmiðju) og verk sem krefjast hæfileika sem mannlíkaminn hefur ekki yfir að ráða (t.d. hemlun bifreiða þar sem þarf að beita nægjanlegu afli til að stöðva bílinn, án þess þó að hjólin renni á undirlaginu).

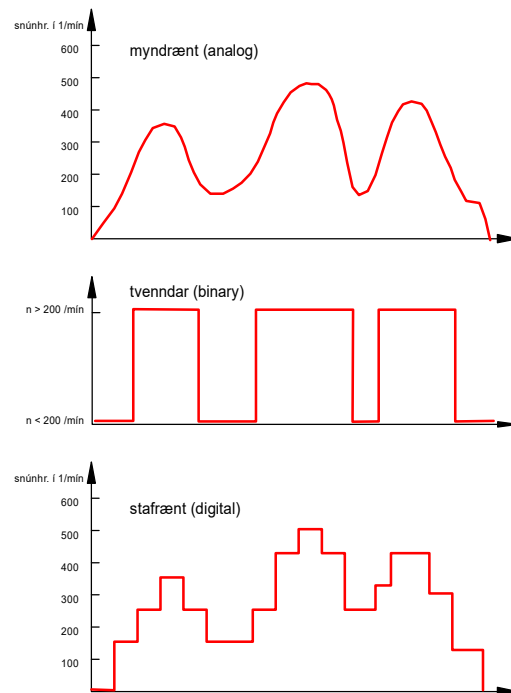
Stýring er atburður í kerfi þar sem eitt eða fleiri **innmerki** setja af stað atburðarás. Frá kerfinu kemur **útmerki** samkvæmt vinnureglum kerfisins.

Kerfið vinnur aldrei öfugt þ. e. sá staður sem sendir útmerki sendir aldrei innmerki og sá sem tekur við innmerki sendir aldrei útmerki.

Stýrikerfi geta unnið vélrænt, (ventlar í vélum) með lofti, (lokur og hurðir) með vökva (vökvalyftur, sjálfskipting í bílum) og með rafmagni (rafseglar og rofar). Einnig er hægt að láta stýrikerfi vinna með samvinnu tveggja eða fleiri þessara þátta (rafsegulloki opnar fyrir loft).

1.1 Merkjaform

Innmerki sem kerfið fær breytist samkvæmt virkni kerfisins og verður að útmerki. Þessar merkisendingar geta verið á þremur mismunandi formum; myndrænt (analog), tvenndar (binary) og stafrænt (digital). Dæmi um **myndrænt** form er vísir á hitamæli eða hraðamæli í bíl. Dæmi um **tvenndar** form er viðvörðunarljós sem annað hvort er hveikt eða slökkt. Dæmi um **stafrænt** form er teljari með tölustöfum.



1.2 Merkjabreytir

Áður en hægt er að birta analog merki á digital formi þarf að breyta því með svokölluðum merkjabreyti. Til þess er notaður **Analog/Digital-merkjabreyti**. Á sama hátt þarf að nota **Analog/Binary-merkjabreyti** til að breyta merkjum af analog gerð svo að þau kveiki viðvörðunarljós.

1.3 Skynjari

Skynjari mælir eðlisfræðilegar stærðir eins og sendir boð um það til annara hluta stýrikerfisins. Algengustu mælistærðir eru: hiti, þrýstingur, snúningshraði og straumhraði.

1.4 Flutningsmiðlar

Til að flytja boðmerki og afl innan stýrikerfis eru þessir flutningsmiðlar notaðir: Loft, vökvi, rafmagn og vélrænn búaður. Á töflu 1 er yfirlit yfir þessa flutningsmiðla, kosti þeirra og galla.

1.5 Verkfæri

Verkfæri í stýrirtækni eru þau áhöld og tæki sem framkvæma verk það sem stýrikerfið stjórnar. Dæmi um verkfæri eru ventlar, kerti og bensíninsprautukerfi í bílvélum og lokur á færriböndum í frystihúsum.

2. Samanburður á stýrikerfum


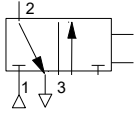
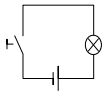
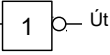
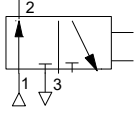
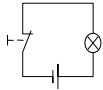

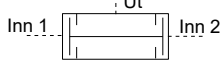
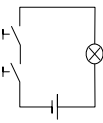

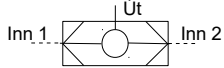
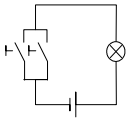

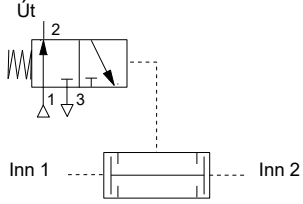
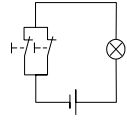
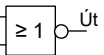
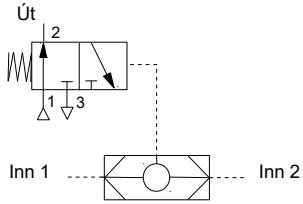
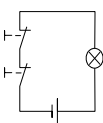
Flutningsmiðlar				
	Loft	Vökvi	Rafmagn	Vélrænt
Kerfis-búnaður	Loftkerfi (pneumatik)	Vökvakerfi (hydraulik)	Rafmagn Rafeinda	Tannhjól Kambásar
Dæmi um notkun	Lokur sem taka fisk af ákveðinni stærð af færiband	Stjórnkerfi í vinnuvélum, bílum, flugvélum og skipum	Segullíða-stýringar í ýmsum tækjum	Rennibekkir, fræsivélar, iðnaðarvélar Kambás og ventlar í vélum
Kostir	Létt, auðveld orkugeymsla, leki tiltölulega hættulaus, engin umhverfisáhrif	Auðvelt að flytja mikinn kraft með einföldum búnaði, engin umhverfisáhrif	Einfaldar lagnir og greining, þarf lítið pláss fyrir tengingar, ekkert slit í rafeindabúnaði	Sterkur og traustur búnaður sem þarf lítið eftirlit
Gallar	Hávaði við afloftun, hraðastilling vandasöm	Plássfrekt, leki veldur óþrifnaði, takmarkaður hraði	Plássfrekur búnaður fyrir kraftmikil tæki, segulsvið hefur áhrif á umhverfi	Plássfrekt og þungt, þarf stöðuga smurningu

Tafla 1: Flutningsmiðlar

3. Rökrásir

Þau kerfi sem sett eru upp í stýritækni vinna samkvæmt ákveðinni rökréttri atburðarás. Til að tákna þessa rökréttu atburðarás hefur verið búið til sérstakt táknmál, **rökrásir**.

Tafla 2 Rökrásatákn

Röktákn Rökrásaformúla	Sannleikstafla	Táknmynd fyrir loftloka	Táknmynd fyrir rafrás																				
<p>Samsvörun</p> <p>Inn  Út</p> <p>Inn = Út</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Röð</th> <th>Inn</th> <th>Út</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Röð	Inn	Út	0	0	0	1	1	1	<p>3/2 loki, normalt lokaður</p> 	<p>Einföld rafrás</p> 											
Röð	Inn	Út																					
0	0	0																					
1	1	1																					
<p>Merki snúid við</p> <p>Inn  Út</p> <p>Inn = $\overline{Út}$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Röð</th> <th>Inn</th> <th>Út</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Röð	Inn	Út	0	0	1	1	1	0	<p>3/2 loki, normalt opin</p> 	<p>Einföld rafrás</p> 											
Röð	Inn	Út																					
0	0	1																					
1	1	0																					
<p>AND (og)</p> <p>Inn 1  Út</p> <p>Inn 2</p> <p>Út = $I1 \wedge I2$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Röð</th> <th>I1</th> <th>I2</th> <th>Út</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Röð	I1	I2	Út	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	3	1	1	1	<p>Tvíþrýstiloki</p> 	<p>Raðtengd rafrás</p> 
Röð	I1	I2	Út																				
0	0	0	0																				
1	0	1	0																				
2	1	0	0																				
3	1	1	1																				
<p>NOR (ekki eða)</p> <p>Inn 1  Út</p> <p>Inn 2</p> <p>Út = $I1 \vee I2$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Röð</th> <th>I1</th> <th>I2</th> <th>Út</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Röð	I1	I2	Út	0	0	0	0	1	0	1	1	2	1	0	1	3	1	1	1	<p>Skiptiloki</p> 	<p>Samsíðatengd rafrás</p> 
Röð	I1	I2	Út																				
0	0	0	0																				
1	0	1	1																				
2	1	0	1																				
3	1	1	1																				
<p>NAND (ekki og)</p> <p>Inn 1  Út</p> <p>Inn 2</p> <p>Út = $\overline{I1 \wedge I2}$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Röð</th> <th>I1</th> <th>I2</th> <th>Út</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Röð	I1	I2	Út	0	0	0	1	1	0	1	1	2	1	0	1	3	1	1	0	<p>Út</p> 	<p>Samsíðatengd rafrás</p> 
Röð	I1	I2	Út																				
0	0	0	1																				
1	0	1	1																				
2	1	0	1																				
3	1	1	0																				
<p>NOR (ekki eða)</p> <p>Inn 1  Út</p> <p>Inn 2</p> <p>Út = $\overline{I1 \vee I2}$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Röð</th> <th>I1</th> <th>I2</th> <th>Út</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Röð	I1	I2	Út	0	0	0	1	1	0	1	0	2	1	0	0	3	1	1	0	<p>Út</p> 	<p>Raðtengd rafrás</p> 
Röð	I1	I2	Út																				
0	0	0	1																				
1	0	1	0																				
2	1	0	0																				
3	1	1	0																				

4. Tjakkar

Strokkar í loftkerfi eru sívalir hólkar og inni í þeim eru **stimplar** sem geta runnið fram og aftur. Lok er á báðum endum strokkanna. Við stimpilinn er fest **stimpilstöng** sem gengur gegnum gat á öðru lokinu á strokknum. Strokkar með stimplum eru kallaðir einu nafni **tjakkar**.

Tjakkar framkvæma vinnuna sem krafist er af kerfinu. Þegar stimpilstöngin er úti er tjakkurinn sagður vera í **plússtöðu** en þegar stöngin er inni er hann í **mínusstöðu**.

Þegar tjakkar hreyfast úr mínusstöðu fara þeir í **plúsátt** og þá er **plúsrými** strokksins að fyllast af lofti. Á sama hátt hreyfast tjakkar í **mínusátt** þegar þeir fara frá plússtöðu.

Tjakkar eru til í ýmsum gerðum. Helstu gerðirnar eru **einvirkir** og **tvívirkir** tjakkar.

4.1 Einvirkir tjakkar

Að tjakknum liggur aðeins ein loftlögn sem hleypir loftinu inn í hann og aftur til baka. Þegar nægjanlegum loftþrýstingi, til að yfirvinna kraft gormsins, er hleypt inn í strokkinn ýtist stimpilstöngin út. Gormur þrýstir stimplinum til baka þegar loftinu er hleypt úr strokknum.

4.2 Tvívirkir tjakkar

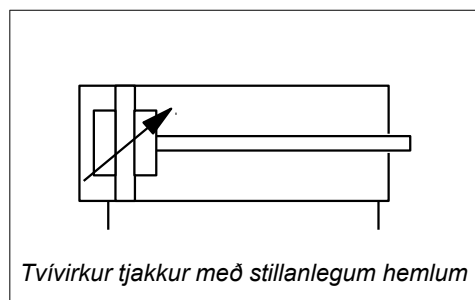
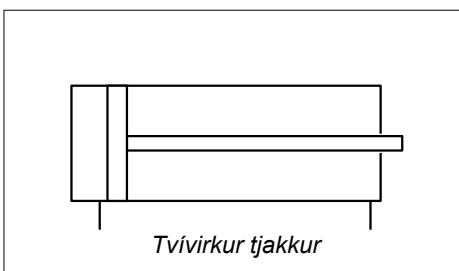
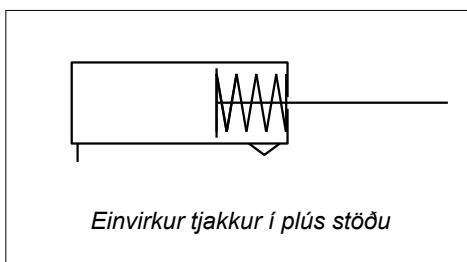
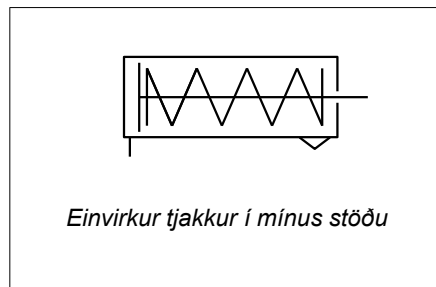
Inn í þessari gerð af strokkum liggja tvær loftlagnir. Önnur þrýstir stimplinum út en hin þrýstir honum inn. Sú lögn sem ekki leiðir þrýstloft til strokksins afloftar hann hinu megin tjakksins.

4.3 Hemlar á tjökkum

Til að stimpillinn skelli ekki með of miklu afli á botn strokksins er settur á hann endaslagshemill. Hann virkar þannig að loft lokast inni í litlu rými milli stimpilsins og botnsins og sígur hægt út um lítið gat. Hemlar geta verið í báðar áttir á tjökkum og eru það í rauninni oftast.

Endaslagshemill er á skýringarmynd táknaður með ferhyrindum kassa í þá átt hemlunin á að virka.

Hemlar eru oftast stillanlegir. Þá er hægt að stilla hve lengi hemlunin varir. Stillanlegur endaslagshemill er táknaður með ör í gegnum táknið fyrir endaslagshemilinn.



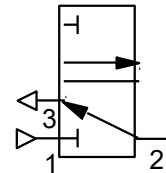
5. Afllokar

Afllokar eru notaðir til að stýra lofti inná tjakka og aflofta þá. Afllokarnir geta verið handstýrðir, rafstýrðir eða virkjaðir af öðrum hlutum loftkerfisins. Loki kallast **virkjaður** þegar ýtt hefur verið á hann og **óvirkjaður** þegar ekki er ýtt á hann.

Afllokar eru til í ýmsum gerðum. Einfaldasta gerðin **3/2 loki** vegna þess að á honum eru **þrjú** op og hann getur verið í **tveimur** stöðum. Önnur gerð er **5/2 loki**. 3/2 loki er notaður til að stjórna einvirkum tjakki en 5/2 loki stjórnar tvívirkum.

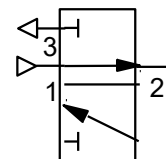
5.1 3/2 afllokar

Á efri myndinni er óvirkjaður 3/2 aflloki. Hann er í **lokaðri stöðu** þ. e. hann hleypir ekki þrýstilofti í gegnum sig eins og staða hans er á myndinni. Loftlögn leiðir loft inn í op afflokans (1) sem er lokað. Afloftun frá tjakki kemur inn í op 2 og fer eftir loftgangi lokans út um op 3.



Óvirkjaður 3/2 loki,
lokað fyrirloft í 1

Á neðri myndinni er 3/2 lokinn **virkjaður** en það þýðir að ýtt hefur verið á hann. Hann er hér í **opinni** stöðu. Þrýstiloftið fer inn um op 1 á lokanum og þaðan gegnum loftgöng inn í honum og út um op 2. Nú er lokað fyrir afloftunina við op 3.



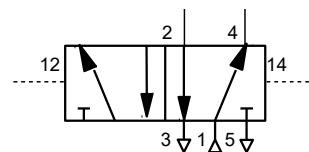
Virkjaður 3/2 loki,
loft fer inn um 1 og út um 2

Takið eftir því hvernig ramminn á myndinni færir til milli loftopanna. Þetta er tákmynd fyrir sleðann sem færir til, inni í afllokanum, milli loftstútanna.

3/2 lokar eru annað hvort **já** eða **nei** lokar. Já lokar **opna** fyrir loft þegar þeir eru virkjaðir en nei lokar **loka** þegar þeir eru virkjaðir.

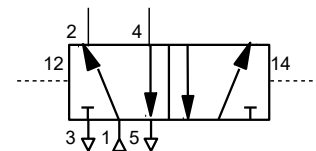
5.2 5/2 afllokar

Þessir lokar eru með 5 op og geta staðið í tveimur stöðum. Þeir eru tvívirkir sem þýðir að það þarf að virkja þá báðumegin, enginn gormur ýtir þeim til baka eins og einvirku lokunum.

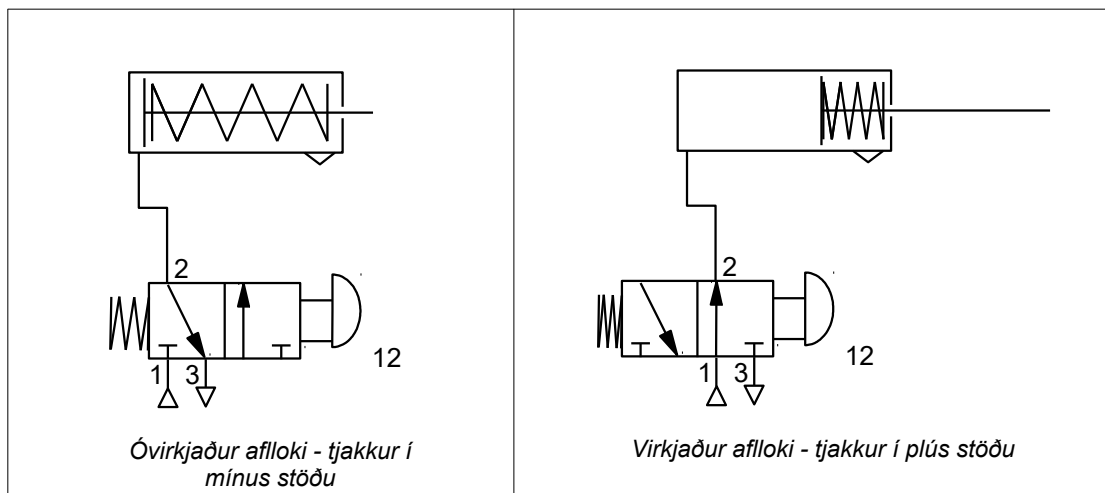


5/2 loki - loft fer frá 1 til 4
og afloftun frá 2 til 3

Um leið og 5/2 lokinn hleypir lofti inn á lögn sem tengd er við op 4 á mynd 6 þá afloftar hann lögn sem tengd er við op 2.



5/2 loki - loft fer frá 1 til 2
og afloftun frá 4 til 5



6. Stýring á einvirkum tjakk með 3/2 einstöðuloka

Þegar afllokin er óvirkur þá er tjakkurinn í mínusstöðu. Plúsrýmið er afloftað gegnum op 3 á afllokanum.

Þegar ýtt er á lokann fer loft frá stofnlofn gegnum inntak 1 og út um op 2. Tjakkurinn og stimpilstöngin hreyfast þá í plúsátt. Þegar lokanum er sleppt ýtir gormur honum til baka.

*Loki eins og á myndunum hér fyrir ofan er nefndur **einstöðu loki** því hann leitast við að vera alltaf í **sömu stöðu**.*

*Svona tenging er kölluð **JÁ** tenging innan rökrásatækninnar, á ensku **YES**. Það þýðir að þegar ýtt er á lokann þá gefur hann frá sér merki. Hann er líka kallaður **normalt lokaður** og er þá átt við það að í venjulegri stöðu lokar hann fyrir loftið.*

Ein gerð af svona loka er með snúningshnapp og virkar þannig að ef hnappnum er snúið eftir að ýtt herfur verið á hann, þá helst hnappurinn inn. Þessi gerð er sýnd með haki í teikningu.



Þegar ýtt er á hnappinn þá gengur lás niður í hakið og festir hnappinn í þeirri stöðu þegar honum er snúið.

Talan 12 við hnappinn, merkir að þegar ýtt er á hann þá tengjast og 1 og 2 á afllokanum.

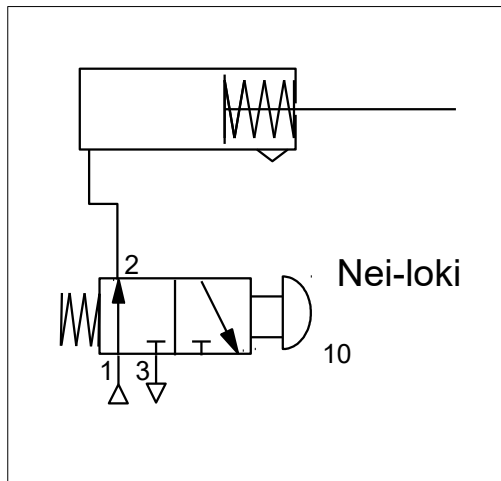
Afllokin A er með innbyggðum hjálparloka (servoloka) sem léttir undir ásláttinn á hnappinn. Sá hluti af hnappnum sem táknar hjálparlokann er svona:

Tákn fyrir tengingu við stofnlofn eða loftkút er svona:

Afloftun með möguleika á tengingu er svona:

Afloftun án möguleika á tengingu er svona:

7. Stýring á einvirkum tjakk með 3/2 einstöðuloka normalt opnum - EKKI loki



Þegar lokinn er óvirkjaður þá hleypir hann lofti í gegnum sig frá opi 1 til 2 og vegna þrýstings í plúsrými strokksins helst stimpillinn í plússtöðu.

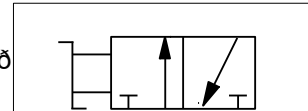
Þegar lokinn er virkjaður þá afloftast tjakkurinn og stimpillinn fer til baka í mínus stöðu.

Þannig loki er kallaður EKKI loki í rökrásafraeðinni, á ensku NOT, vegna þess að hann lokar fyrir merkið þegar ýtt er á hann.

Hann er líka **normalt opinn** en þá er átt við það að loft fer í gegnum hann þegar hann er ekki virkjaður.

Merkingin 10 við þrýstihnappinn segir að þegar lokinn er virkjaður þá lokast inntaksop 1.

Snúningshnappur er þannig að honum er einungis snúið til að virkja hann. Ekki er hægt að virkja hann með því að þrýsta á hann.

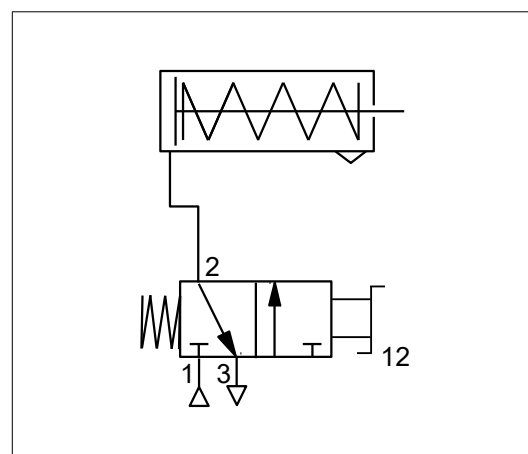


8. Tvístöðuloki - minni

Lokinn á myndinni er ekki með gormi og getur þess vegna verið í hvorri stöðunni sem er án þess að vera haldið og er því nefndur **tvístöðuloki**.

Þessi gerð af loka er líka kölluð **MINNI** eða **minniseining** í rökrásum því hann man stöðuna sem notandinn hefur sett hann í.

Lokinn er notaður t. d. við ræsingu og stöðvun á loftkerfum. Loftkerfið er þá í gangi meðan lokinn hleypir lofti í gegnum sig.



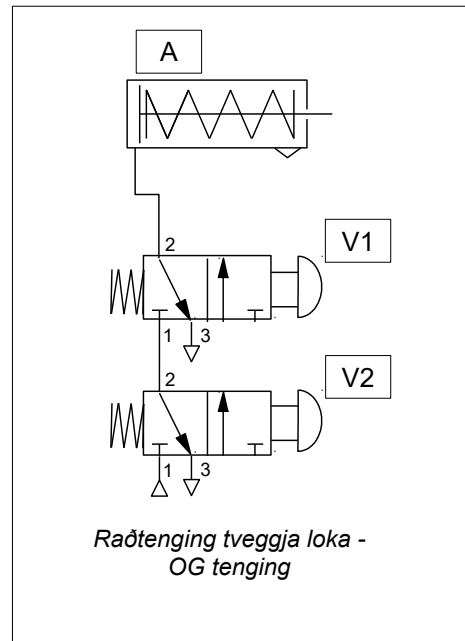
9. Raðtenging á tveimur normalt lokuðum 3/2 einstöðulokum - OG tenging

Þegar ýtt er á báða lokana V1 og V2 þá fer tjakkurinn (A) í plús. Ef ýtt er aðeins á annan lokann gerist ekkert.

Þannig tenging er nefnd OG eining (e. AND) þar sem skilyrðið er að tjakkurinn eigi að fara út **aðeins** ef bæði er ýtt á A **OG** B.

Athugið að merkið sem lokarnir gefa frá sér, útmerkið, er óháð stýrimerkinu, þ. e. loftmerkið sem lokarnir gefa frá sér verður ekki sterkara þó ýtt sé fastar á hnappana. Þetta er öfugt við ýmsa aðra loka þar sem útmerki er háð stærð innmerkis.

Fjarlægðin milli V1 og V2 má ekki vera of mikil því þá er hættu á töfum á merkinu til A.



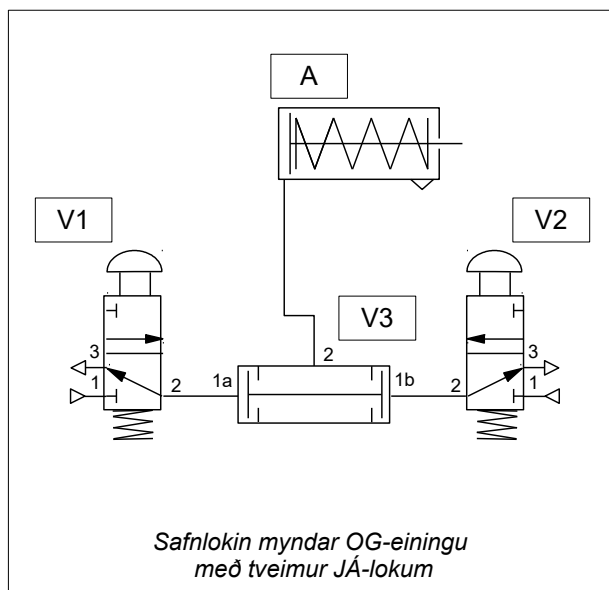
Þessi tenging er notuð þar sem tvö skilyrði verða að vera uppfyllt áður en aðgerð er framkvæmd. Þetta má þó ekki nota við vélar eða verkfæri þar sem vegna öryggis þarf að ýta á takka með báðum höndum, því hægt er að festa annan takkann niðri og nota hinn eingöngu.

10. OG tenging með safnloka

Ef ýtt er aðeins á V1 þá lokast fyrir inntak 1a á OG safnloknum V3 og afloftun frá tjaknum A verður út um 1b. Ef ýtt er aðeins á V2 þá lokast fyrir 1b og afloftun verður frá A út um 1a á V3.

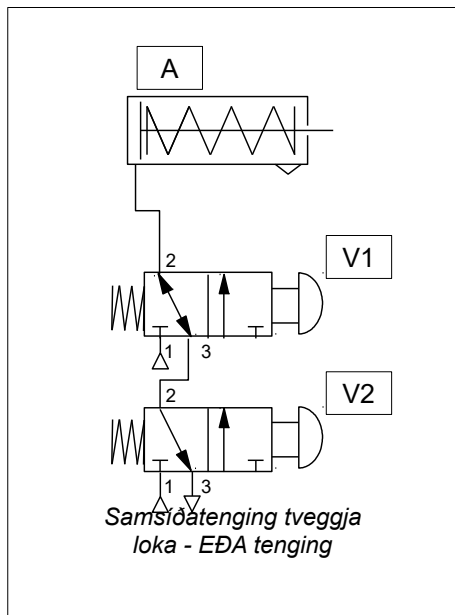
Þegar ýtt er á bæði V1 og V2 þá stöðvast keilan í OG lokanum í miðju hans og loft streymir inn um 1a og 1b og út um 2 til A og tjakkurinn fer í plús.

Ef þrýstingur loftsins inn um 1a og 1b er ekki sá sami þá fær útgangsup 2 loft frá því inntaki sem er með **lægri** þrýsting.



11. Samsíðatenging á tveimur normalt lokuðum 3/2

einstöðulokum - EÐA tenging



Ef V1 eða V2 (eða báðir í einu) eru virkjaðir færst útmerki og A fer í plús. Þannig kerfi er kallað EÐA eining (e. OR) vegna þess að nægjanlegt er að virkja annað hvort V1 eða V2 til að útmerki fáiast.

Athugið að örvar í lokanum V1 vísa í báðar áttir vegna þess að þar þarf loft að geta streymt í báðar áttir. Þessi loki er af sömu gerð og V2 lokinn.

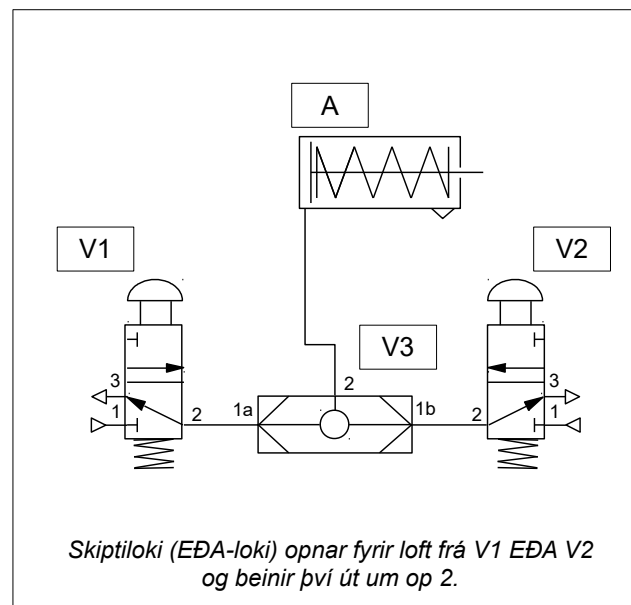
Fjarlægðin milli V1 og V2 má ekki vera of mikil því þá er hætt á töfum á merkinu til A.

12. EÐA-tenging með safnloka

EÐA (V3) lokinn í þessari æfingu er ekki tengdur beint við kerfislögn. Þrýstingur útmerkisins fer því eftir þrýstingi stýrimerkisins.

Tjakkurinn A fer í plús ef V1 EÐA V2 (eða báðir lokarnir) eru virkjaðir.

Langar lagnir í loftkerfi valda miklu tapi og ónákvæmni í stýringum. Með notkun á svona EÐA loka er hægt að stytta leiðslur og tengingar frá því sem er með EÐA tengingunni í kafla 9 hér fyrir ofan.



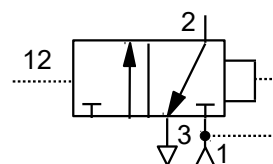
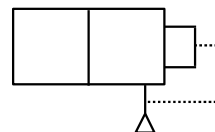
13. Loftgormur

Ákveðin tegund af lokum er þannig gerð að loftmerki hvílir stöðugt á annari hlið hans. Þetta stöðuga loft er kallað **loftgormur** og heldur honum í ákveðinni stöðu meðan ekkert merki er á gagnstæðri hlið hans og yfirvinnur kraft loftgormsins.

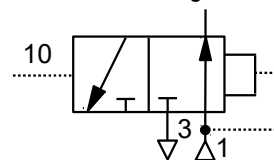
Loftgormur er táknaður með ferhyrning sem tengdur er með strikálínu (stýriloftlögn) við rás loftkerfisins.

Flatarmál það sem loftið í loftgorminum virkar á og táknað er með ferhyrningnum er um það bil helmingi minna en það flatarmál sem gagnstætt stýriloft (12) virkar á og því verður kraftur loftgormsins minni en kraftur stýriloftsins (12) á hinni hliðinni. Þegar stýrilofti er hleypt á lokann á skiptir hann um stöðu þegar þrýstingur stýriloftsins er orðinn meiri en helmingur þrýstings loftgormsins.

Lokar með loftgormi eru oft notaðir sem milliliðir til að snúa við merki, eins og t. d. á þessari mynd þar sem EKKI-loki sem kemur frá vinstri (10).

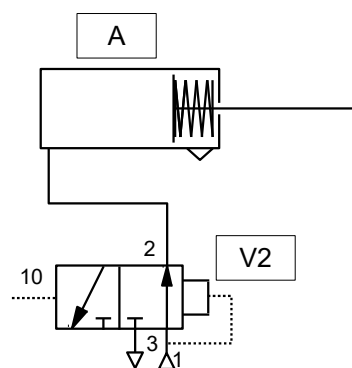


JÁ-loki með loftgormi

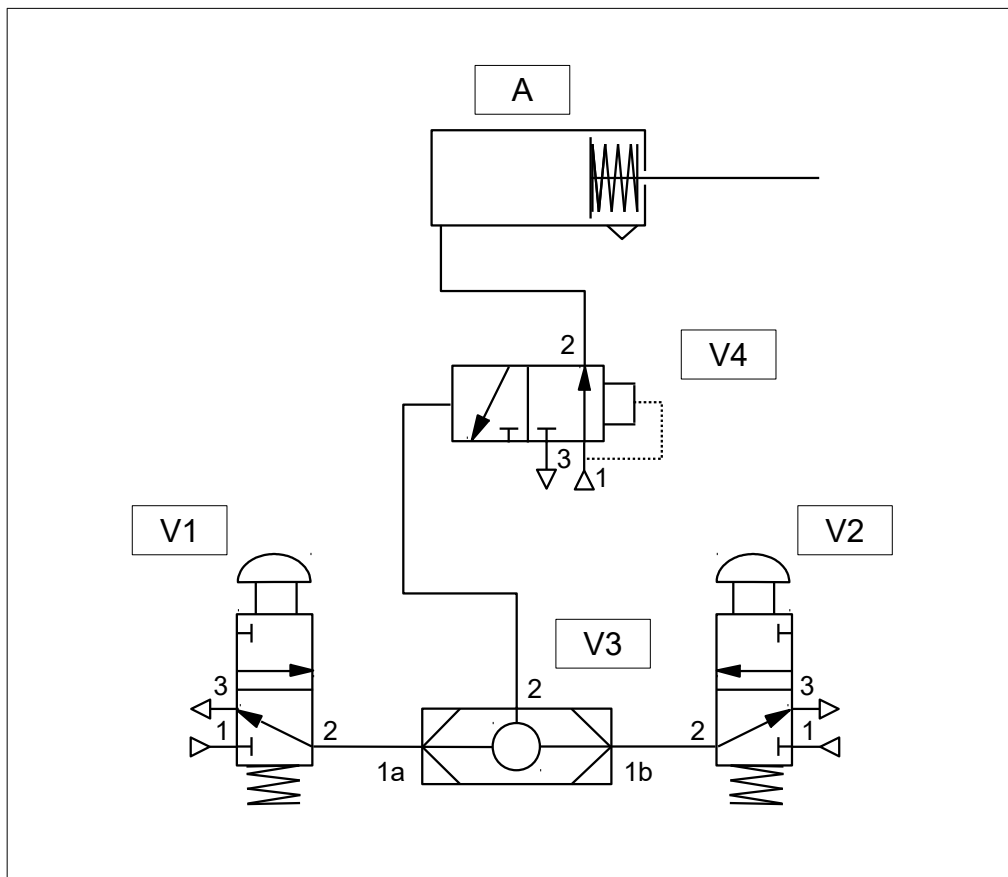


EKKI-loki með loftgormi

Hér er EKKI-loki notaður til að stjórna tjakk. Taktu eftir því að stimpillinn er úti (í plússtöðu) og fer til baka í mínusstöðu þegar V2 skiptir um stöðu.



14. Tenging með viðsnúnu EDA merki



Tveir handstýrðir 3/2 lokar eiga að stjórna EV strokk. Stimpilstöngin á að vera í plús stöðu, aðeins ef báðir lokanir eru óvirkjaðir.

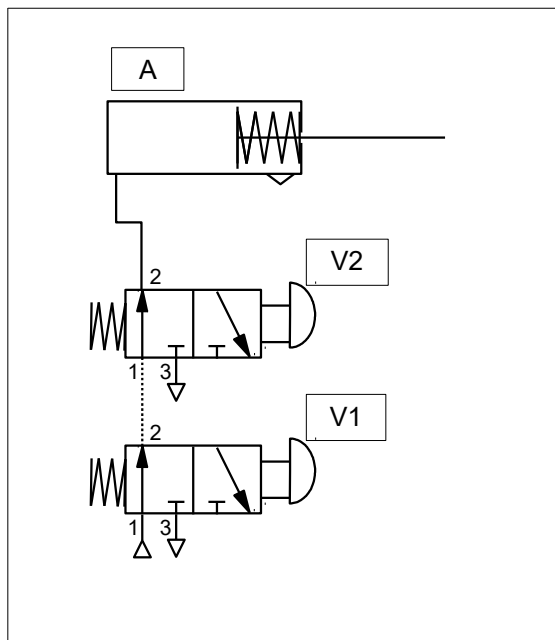
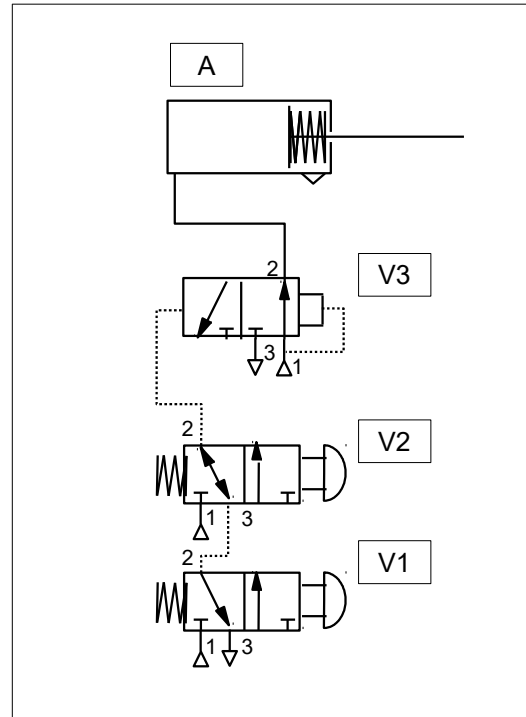
Með öðrum orðum: Stimpillinn á að fara í plús ef V1 eða V2 eru ekki virkjaðir. Þessi tenging er kölluð EKKI EÐA eining (e. NOR stytting úr NOT OR). Hægt er að setja upp þessa einingu samkvæmt tengimyndinni hér að ofan.

Samkvæmt flestum stöðlum á að tákna stýri loft með strikalinu en afloft með heilli línu. Heil lína er þó oft notuð til að tákna stýri loft.

Hægt er að setja upp EKKI EÐA einingu á fleiri vegu eins og á þessari mynd. Á myndinni er NEI loki með loftgormi notaður til að snúa við merki frá tveimur JÁ lokum þannig að þeir mynda saman EKKI EÐA einingu.

Tjakkurinn á að vera í plússtöðu ef ýtt er á hvorugan takkann en fara til baka í mínusstöðu um leið og ýtt er á anna hvorn takkann.

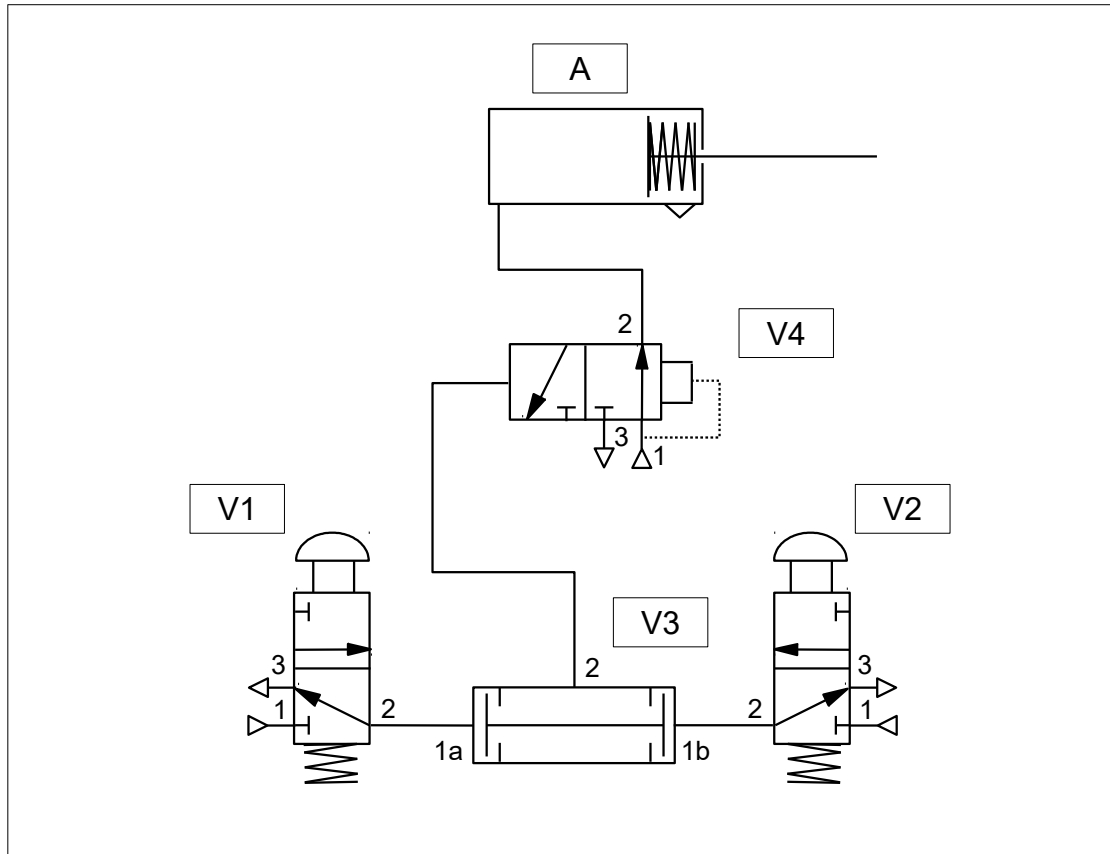
Athugið að örvarnar í V2 á myndinni tákna streymi loftsins gegnum lokann. Lokinn V2 er af sömu gerð og aðrir handstýrðir 3/2 NEI lokar sem við höfum séð fram að þessu.



Einnig er hægt að tengja eins og á þessari mynd, en þar er EKKI lokanum með loftgorminum sleppt og tveir handstýrðir EKKI lokar settir í staðinn fyrir JÁ lokana. Þessar tvær gerðir af EKKI EÐA tengingum sem sýndar eru á þessari síðu eru jafn gildar þ.e. önnur er ekkert betri en hin.

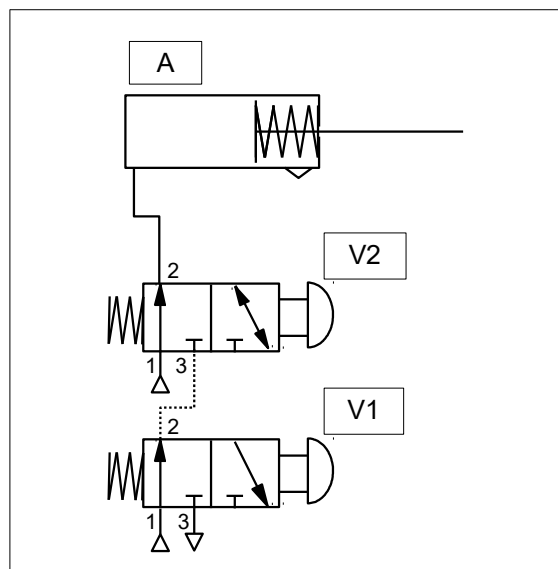
15. Tenging með viðsnúnu OG merki

Skilyrðið fyrir því að tjakkurinn fari í plús er að **A og B** séu **ekki** virkjaðir. Þannig tenging er kölluð **EKKI OG** eining (e. **NAND** stytting úr **NOT AND**).



Hér eru tveir JÁ-lokar tengdir saman í OG-einingu og síðan er þessi OG-eining tengd við EKKI-loka sem snýr við merkinu. Virkja þarf bæði V1 og V2 til að loka fyrir merki til A, þannig að tjakkurinn fari í mínus stöðu.

Hér er önnur útgáfa af EKKI OG tengingu. Eins og á mynd þá tákna örvarnar streymi loftsins gegnum lokann, þetta er venjulegur 3/2 NEI loki eins og þeir sem við höfum séð fram að þessu.



16. Stjórnun á tvívirkum tjakk með handstýrðum 5/2 tvístöðuloka

Til að stjórna plús og mínushreyfingum á tvívirkum (TV) tjakk þarf að nota 5/2 aflloka. Ekki er hægt að nota 3/2 loka eins og við EV tjakk. Úttaksopin eru merkt með tölunum 2 og 4. Annað rými strokksins fær loft frá öðru úttaksopi afllokans en hitt rýmið fær loft frá hinu úttaksopinu.

Afllokinn er kallaður tvístöðuloki vegna þess að hann getur staðið í tveimur stöðum.

Þegar loftið sleppur út um afloftunarop sem merkt eru tölunum 3 og 5 þá myndast talsverður hávaði. Á stöðum þar sem mörg loftknúin tæki eru í gangi er þessi hávaði mikill og þrúgandi. Þennan hávaða er hægt að minnka með því að tengja **hljóðdeyfi** við opin.

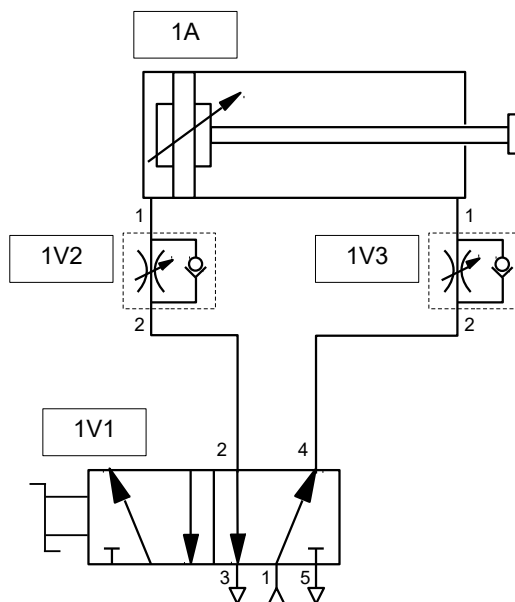
Hljóðdeyfirinn er neðst á teikningunni.

Merkið sem táknar **þrengsli** er á teikningunni næst fyrir ofan hljóðdeyfirinn. Þrengslin eru til þess að hægja á ferð tjakksins. Þau eru oftast á afloftun frá strokk til að mynda loftpúða sem minnkar hraða tjakksins. Örin í gegnum merkið er tákn um að þrengslin séu stillanleg

Oft eru þrengsli og hljóðdeyfir byggð saman í eitt stykki.

Í iðnaðinum eru gerðar kröfur um sem minnstan hávaða. Þar á að nota hljóðdeyfi alls staðar sem því verður við komið.

Gallinn við það að hafa þrengslin á þessum stað er sá að löng leið er frá tjaknum að þeim og þess vegna byrjar stimpillinn á því að stökkva af stað þegar ýtt er á takkann og hægir ekki á sér fyrir en loftið hefur þjappast saman fyrir framan þrengslin. (Sjá lausn á þessu í næstu grein.)

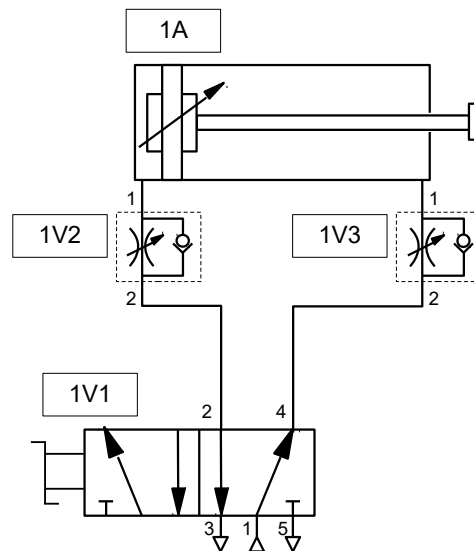


17. Hraðastýring með stillanlegum þrengslum sem sett eru á afloftun á strokk

Hér hafa þrengslin verið færð frá afloftuninni eins og þau voru á myndinni í grein 14 og sett á milli afllokans og tjakksins. Með þessari staðsetningu á þrengslunum verður hreyfing stimpilsins jafnari og stökkið í byrjun verður minna (sjá kafla 14).

Athugið að þrengslin verka á afloftun tjakksins þannig að þau sem eru tengd við mínusrými stjórna plúshreyfingu en þau sem tengd eru við plúsrýmið takmarka mínushreyfingu stimpilsins. Einstefnulokarnir opnar fyrir loft framhjá þrengslunum og að strokknum.

Afllokinn sem stýrir tjakknum er jafnframt handstýrður stjórnloki og er ekki með sjálfvirkri bakfærslu þ.e. hann helst í þeirri stöðu sem hann er í þegar honum er sleppt.

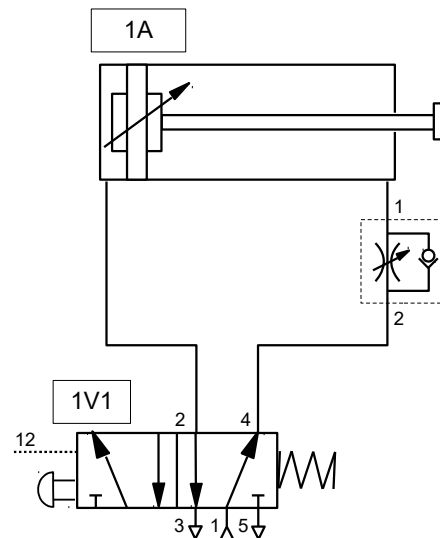


18. Stýring á tvívirðum tjakk með handstýrðum einvirkum aflloka

Hér er einvirkur (EV) 5/2 aflloki notaður til að stjórna TV tjakks sem útbúinn er með stillanlegum endaslagshemlu.

Stillanleg þrengsli sem eru á mínushlið tjakksins hindra hraða stimpilsins í plúsátt, en endaslagshemillinn kemur í veg fyrir að stimpillinn skelli of hratt í botn strokksins ef þrengslin eru opnuð að fullu.

Einstefnuloki við hlið þrengslanna (sambyggður) hleypir loftinu óhindrað fram hjá þeim inn í mínusrými strokksins og fer þá stimpillinn alltaf á fullri ferð í mínusátt.



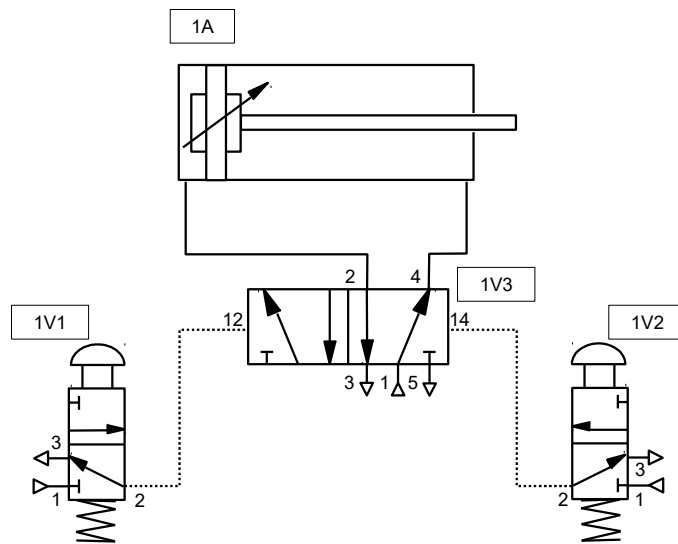
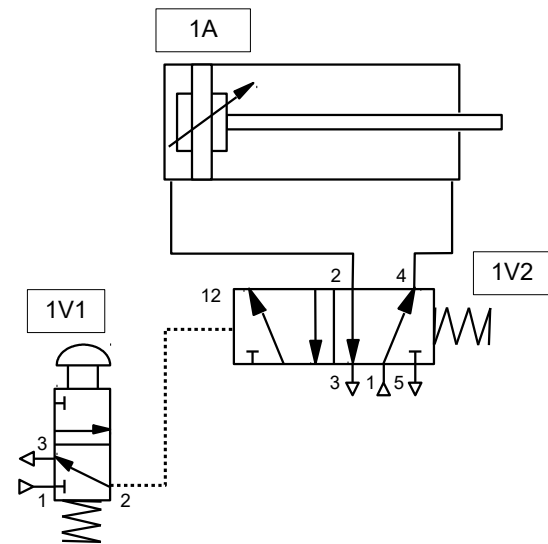
Hægt er að stjórna afllokanum 1V1 bæði með hnappnum og stýrilögninni sem merkt er með tölunni 12 á myndinni. Til eru rofar sem eru einnig með rafbúnaði sem stjórnar þeim.

Það er stöðugt algengara að stýrimerki fyrir loftkerfi séu send með rafbúnaði vegna þess hve raflagnir eru einfaldar og fyrirferðalítar miðað við loftlagnir.

Þegar takkanum er sleppt eða stýrilögnin afloftuð, ýtir gormurinn lokanum til baka og mínusrými strokksins fær loft gegnum op 4 á afllokanum og framhjálaup einstefnulokans. Við þetta fer tjakkurinn óhindrað til baka í mínusstöðu.

19. Fjarstýring á tjakk

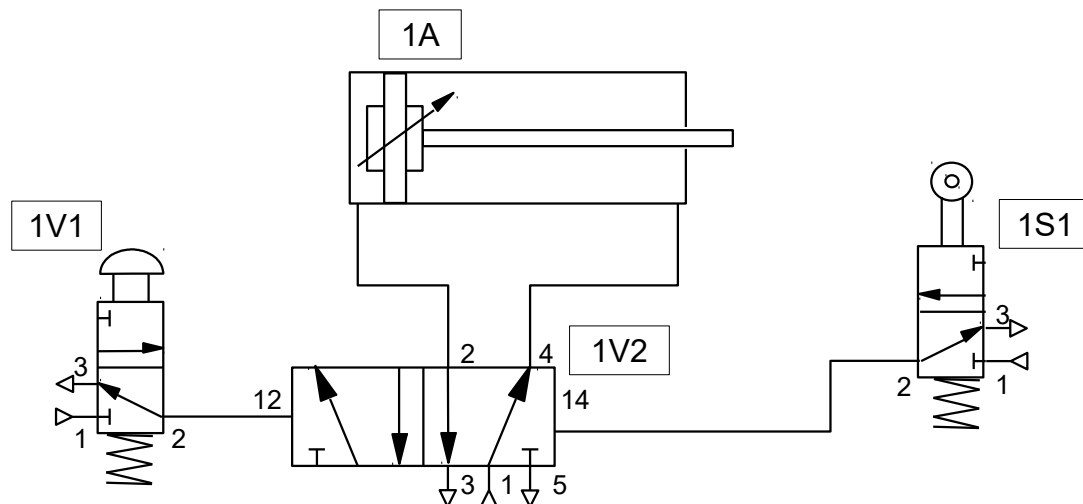
Hér er *aflokanum* (1V2) stjórnað með handstýrðum 3/2 stjórnloka (1V1). Þessi aðferð er notuð þar sem stjórneiningin þarf að vera fjarri vinnueiningu kerfisins, t.d. í hljóðeinangruðum stjórnklefa.



Hér er tjakknúm stjórnað með tveimur tveimur stjórnlokum. Taktu eftir því að aflokin 1V3 er ekki með sjálfvirkri bakfærslu (gormi) eins og á efri myndinni.

20. Hálfsvífurk vinnuhringur

Með vinnuhring er átt við kerfi sem gengur eitt eða fleiri gangstig eftir að boði um ræsingu lýkur. Vinnuhringir geta verið mismunandi sjálfvirkir og þeir flóknustu eru tölvustýrðir þar sem vinnslan breytist þegar forsendur og aðstæður breytast.

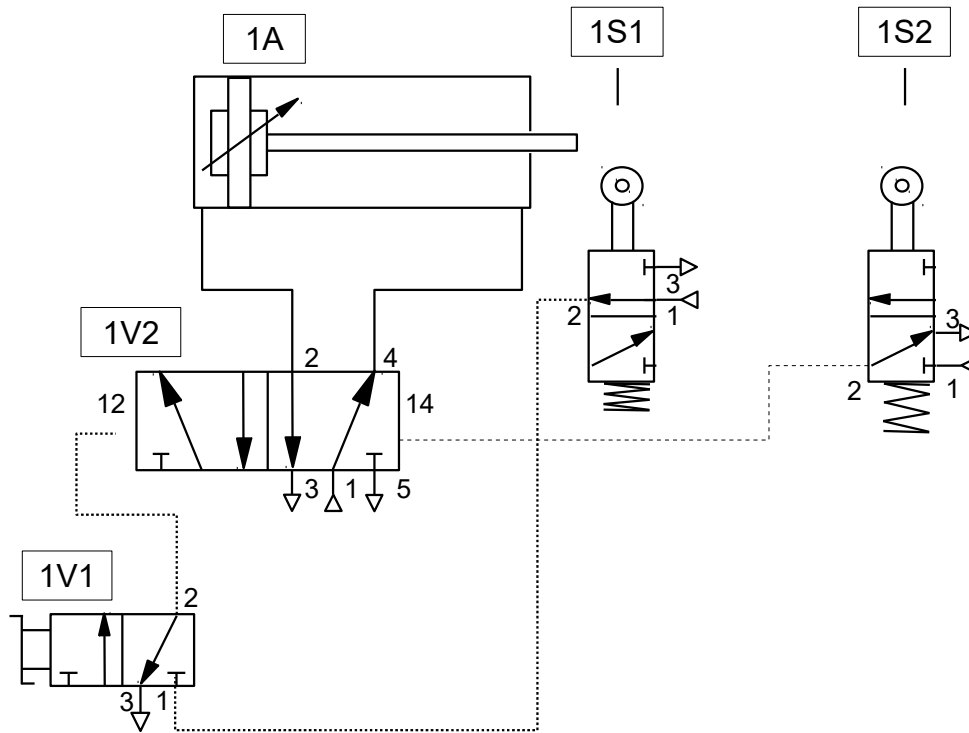


Á mynd er einfaldasta gerð af vinnuhring. Kerfið er sett í gang með því að þrýsta á 1V1 rofann og sleppa. Tjakkurinn fer þá í plús og ýtir á hjólrofann 1S1. Hann gefur þá merki til afllokans 1V2 sem skiptir sér og sendir tjakkinn aftur í mínus stöðu.

Ef margir tjakkar eru í kerfinu eru þeir merktir með 1A1, 1A2, 1A3, o. s. frv. Þar sem aðeins einn tjakkur er á mynd er aðeins notað 1A. Lokar sem gefa merki, stjórnlokar, eru merktir með S (Signal) á teikningum. Talan 2 í 1S2 er tákn um að lokinn gefi merki um að stimpilstöngin sé í plússtöðu og 1S1 væri þá merki um að stimpillinn sé í mínusstöðu.

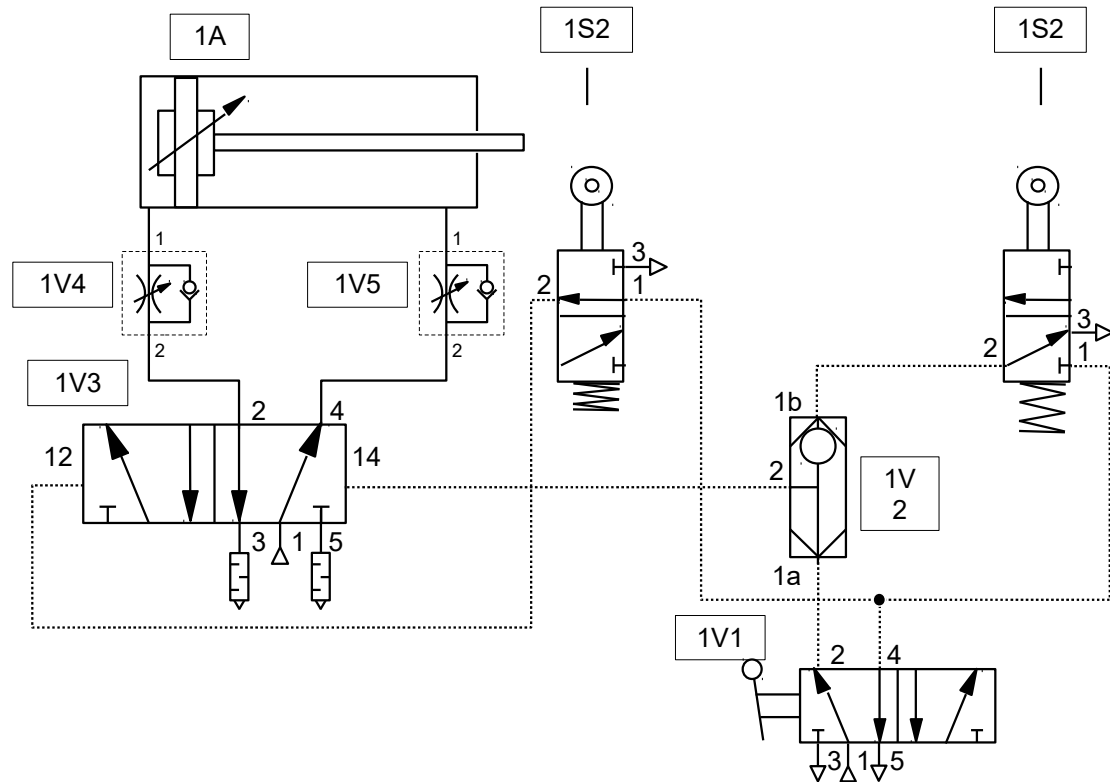
Talan 1 sem er fremst í öllum merkingum á myndinni táknar gúppu 1. Seinna lærum við um merkingu á fleiri en einni grúppu á sömu teikningu.

21. Sjálfvirkur vinnuhringur



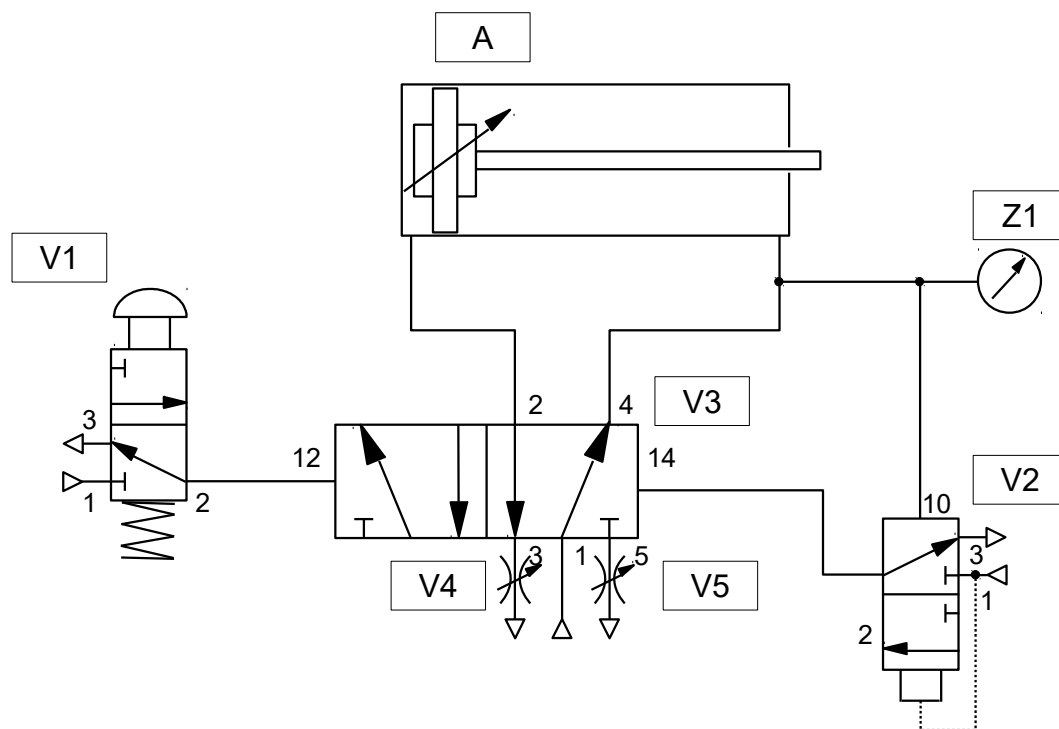
Í byrjunarstöðu þrýstir tjakkurinn á 1S2 lokann og er þá stýrihólf hans tengt eins og sýnt er á tengimyndinni. Þegar start-stopp lokinn (1V1) er settur í start stöðu, þá gefur hann merki inn á op 12 á aflokanum 1V2 sem skiptir um stöðu og hreyfist þá tjakkurinn sjálfvirk fram og aftur, þangað til start-stopp lokinn er settur aftur í stopp stöðu. Þá lýkur tjakkurinn vinnuhringnum og stöðvast í mínusstöðu.

22. Sjálfvirkur vinnuhringur með neyðarstoppi



Þegar togað er í startrofann 1V1 fer tjakkurinn af stað og gengur fram og til baka. Þegar ýtt er á startrofann og tjakkurinn er á leiðinni út þá töðvast tjakkurinn umsvifalaust, snýr við og stöðvast í mínusstöðu. Ef ýtt er á startrofann þegar tjakkurinn er á leið til baka þá heldur hann áfram ferð sinni í mínusátt og stöðvast í mínusstöðu.

23. Þrýstifallsaðferðin



Í vissum tilfellum er ekki hægt að koma fyrir vélrænum boðgjafa (rofa) við enda stimpilstangar vegna plássleysis eða vegna hita t. d. í ofni. Ein af þeim leiðum sem fundnar hafa verið til að leysa þetta vandamál er að nýta þrýstilækkun í mínusrými strokksins þegar stimpillinn er komin í endastöðu, til að gefa boðmerki. Til þess að þrýstingurinn verði ekki of lágur á meðan tjakkurinn er á leiðinni verður að setja hindrun á afloftunina V5. Ef stimpillinn stöðvast áður en hann hefur náð endastöðu þá afloftast rýmið út um V5 og stimpillinn fer til baka í upphafsstöðu.

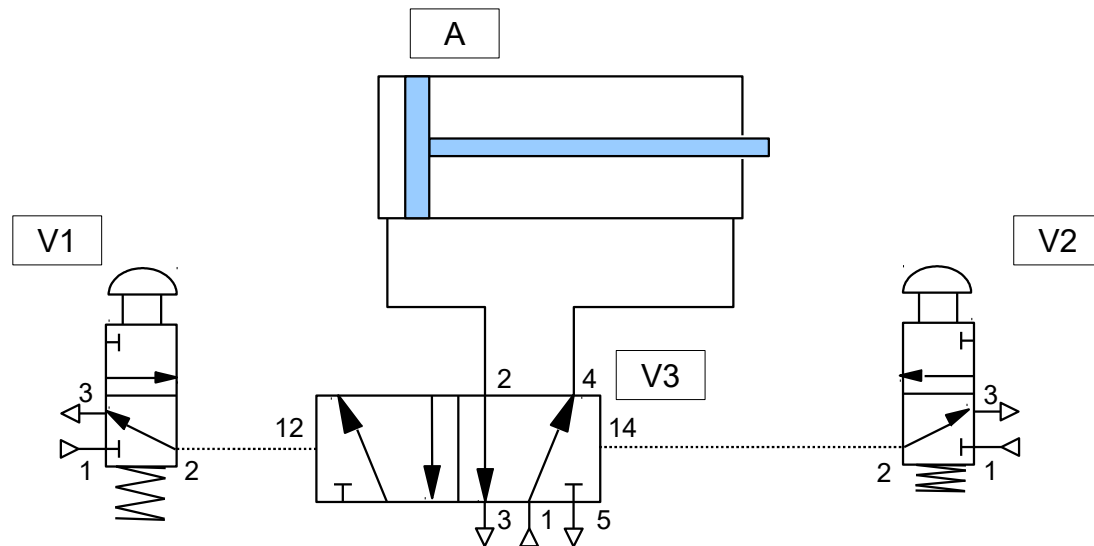
Þessa aðferð er líka hægt að nota ef óskað er eftir því að stimpillinn fari til baka þegar vissum krafti er náð frekar en að hann hafi náð vissri stöðu.

Úr því að stimpillinn á að snúa við þegar EKKI er þrýstingur í mínusrýminu þá verður að nota EKKI loka eins og á myndinni.

Takið eftir að EKKI lokinn (V2) gefur ekki merki í byrjunarstöðu. Ástæðan fyrir því er áhvílandi merki á stýrihlíð hans (port 10).

Í byrjunarstöðu sýnir þrýstimælirinn (Z1) að fullur þrýstingur er í mínusrýminu. Þegar gefinn er stuttur pulsi með ræsihnappnum (V1) fer tjakkurinn í plúsátt og mótþrýstingur myndast í mínusrýminu sem ræðst af kraftinum á stimpilinn og þrengslunum (V5). Þegar stimpillinn hefur náð endastöðu þá fellur þrýstingurinn eins og kemur fram á mælinum og loftgormurinn á EKKI lokanum (V2) skiptir honum. Aflokinn fær nú merki gegnum inngang 14 um að skipta um stöðu og stimpillinn fer til baka í mínusstöðu og stöðvast þar.

24. Minni



Minni er loki eða samstæða sem heldur stöðu sinni eftir að merki er gefið.

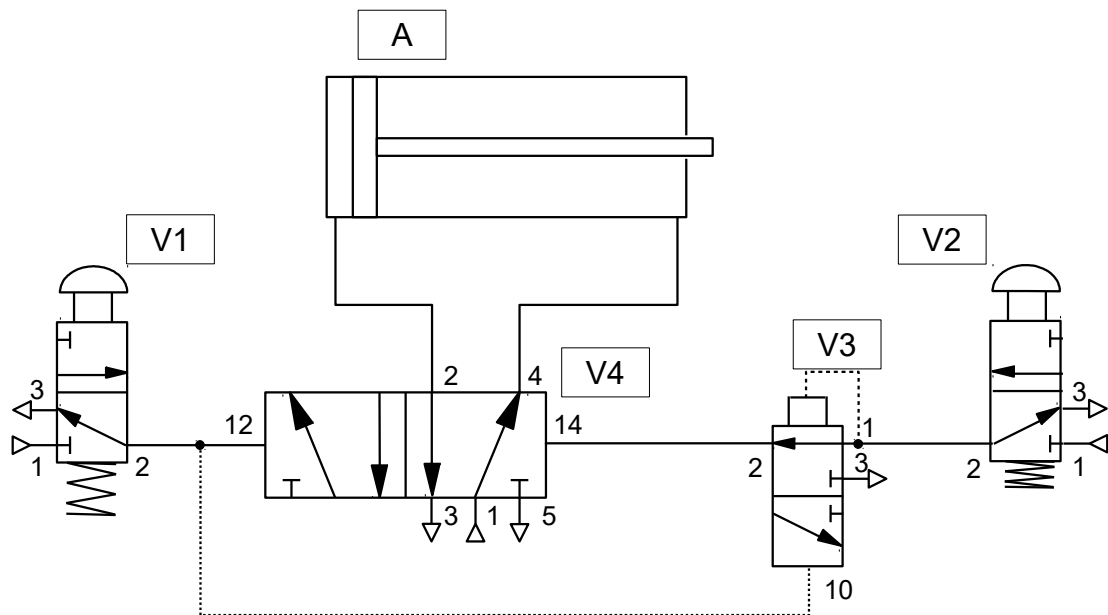
Aflökinn V3 á myndinni getur staðið í tveimur stöðum án utanaðkomandi stýrimerkja. Hann er með öðrum orðum tvístöðuloki.

Þegar slegið er á V1 skiptir aflökinn um stöðu og heldur þeirri stöðu þar til hann fær boð um annað. Þess vegna er þessi tenging kölluð minni.

Ef reynt er að ýta er samtímis á V1 og V2 þá fer aflökinn eftir því merki sem kemur fyrir. Skilyrðið fyrir því að aflökinn skipti um stöðu er að merki komi aðeins á aðra hlið hans og hin sé afloftuð. Þessi uppsetning er kölluð MINNI því aflökinn man síðustu skipun og heldur stöðunni þar til ný fyrirmæli koma. Enska orðið fyrir minni er MEMORY (MEM).

Á myndinni er tjakkurinn teiknaður með einföldu tákni og án hemlunar.

25. Minniseining með forgang á annari hlið



Við vissar aðstæður þarf að setja upp kerfi sem er þannig að einn stjórnandi ræður og getur tekið fram fyrir hendurnar á öðrum sem vilja stjórna líka. Á mynd er dæmi um slíkt kerfi en þar hefur sá sem ýtir á V1 forgang fram yfir þann sem ýtir á V2.

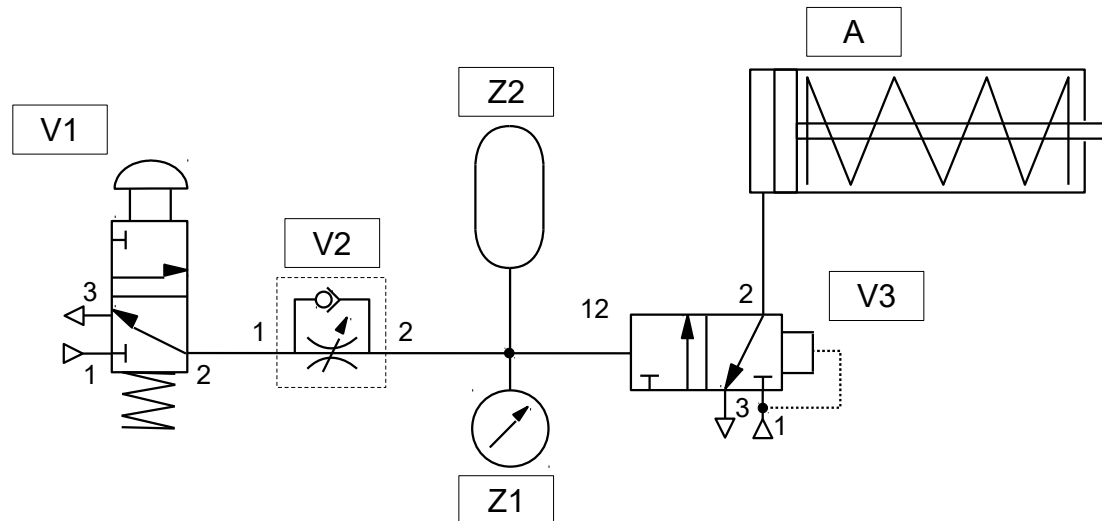
Til þess að tjakkurinn fari í mínus þarf að virkja V2 OG EKKI V1.

V1 hefur forgang fram yfir V2 þannig að meðan V1 er virkjað þá lokar lokar V3 fyrir hugsanlegt merki frá V2 og gerir hann þar með óvirkan.

26. Breyting á tíma merkja

Seinkunn á rásmerki

Í sumum tilfellum er óskað eftir því að einhver vinnsla hefjist ekki fyrr en eftir að tími er liðinn frá því merki er gefið. Til að fá fram þannig virkni þarf að setja töf á stýrilögnina, TAFE-einingu. Í loftkerfum er TAFE-eining búin til úr þrengslum og loftkút.



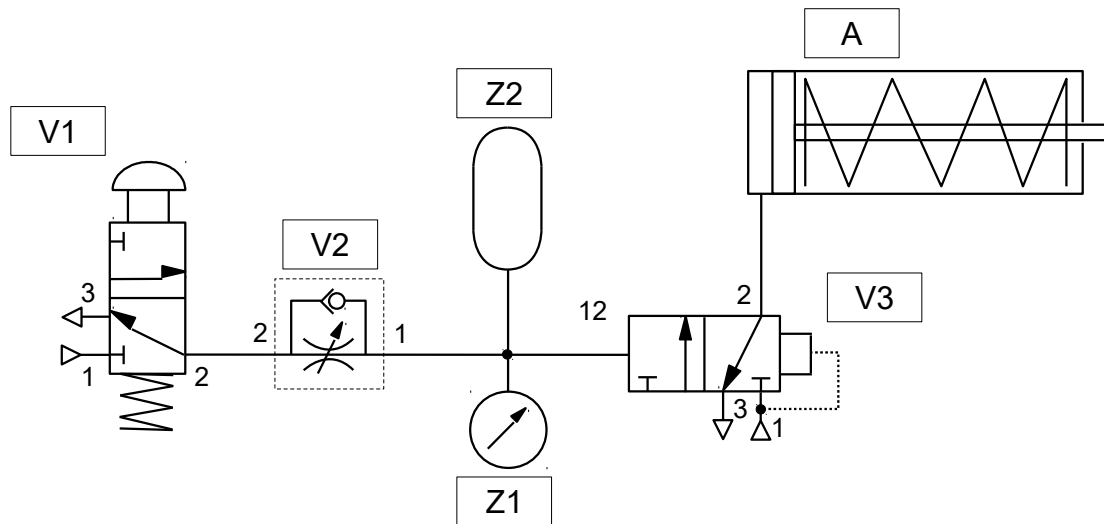
Á myndinni er kerfi sem kallast seinkunn á rásmerki. Þegar ýtt er á ræsiloðann V1 líður smá stund þar til tjakkurinn fer í plússtöðu.

Á myndinni er loftkútur (Z2) með fast rúmtak (30 cm^3). Þegar stjórnlokin V1 er virkjaður streymir loft gegnum þrengslin V2 til kútsins Z2 og stjórnhliðar (12) JÁ-lokans V3 með hraða sem stjórnað er með stillingu þrengslanna og rúmtaki loftkútsins. Þegar þrýstingurinn inn um port 12 er helmingur af kerfisþrýstingi þá skiptir Y-lokin sér og gefur merki til strokksins.

Þegar V1 er sleppt þá afloftast stýrilögnin og kúturinn, því sem næst hindrunarlaust, gegnum einstefnulokann í V2. Engin töf verður því á bakslagi tjakksins.

Seinkunn á rofi

Þessu kerfi er hægt að snúa við þannig að í bið komi frá því að rofanum er sleppt þar til tjakkurinn fer til baka. Til að gera þetta þarf aðeins að núa við lokanum V2 eins og sýnt er á næstu mynd.

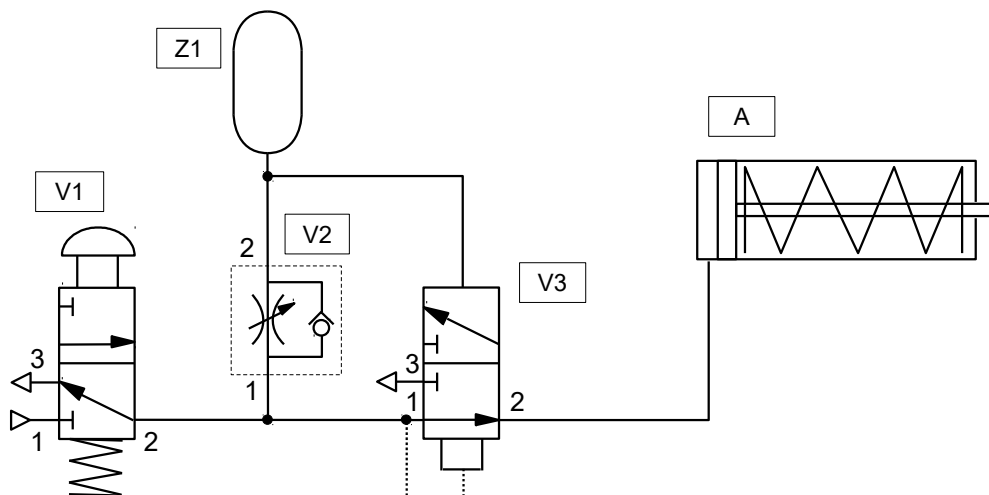


Á þessari mynd eru sömu lokar og á myndinni á síðunni á undan en einstefnulokanum með þrengslunum (V2) hefur verið snúið við þannig að loftið streymir fritt til kútsins og ports 12 á lokanum V3.

Þegar þrýst er á lokann V1 fær V3-lokinn merki því sem næst samstundis og gefur aflloft til tjakksins sem fer í plús. Þegar V1 er sleppt aflloftast kúturinn Z2 og stýrilögnin 12 gegnum þrengsli V2. Þegar þrýstingurinn hefur fallið niður í $0,5 \cdot$ kerfisþrýstingur nær loftgormurinn yfirhöndinni og V3-lokinn fer aftur í byrjunarstöðu og tjakkurinn í mínus.

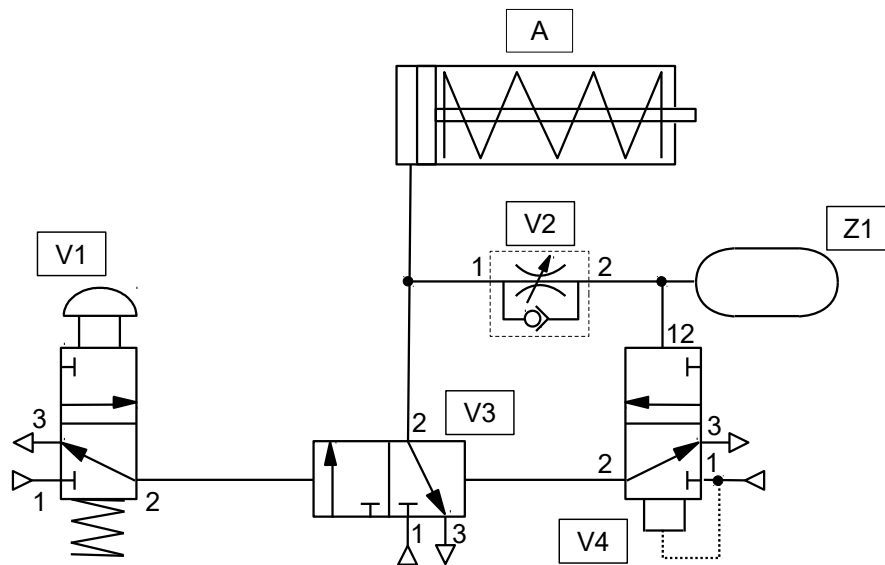
27. Púlsmerki

Púls er stutt merki sem gefið er annað hvort með startrofa eða sjálfvirktt innan kerfisins.



Hér er tíminn sem stimpillinn er út óháður því hve lengi startakkanum V1 er haldið inni því þegar kúturinn Z1 er orðinn fullur, þá skiptir V3 um stöðu og hleypir loftinu út úr tjakknum og stimpillinn fer til baka.

Á næstu mynd sjáum við aðra útgáfu af púlskerfi.

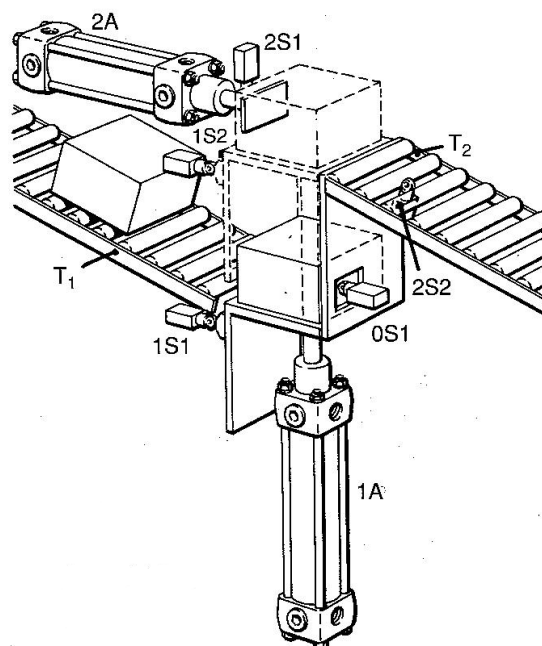


Hér virkar V3 lokinn eins og minni, sem áður hefur verið nefnt, því þegar ýtt hefur verið á V1 þá man V3 stöðuna og heldur áfram að senda loft á tjakkinn A þar til hann fær boð um annað. Þegar nægjanlegur þrýstingur er kominn á kútin Z1 og þá um leið á stýriportið (12) á V4, þá skiptir V4 um stöðu og skiptir V3 lokanum í upphaflega stöðu. Við það afloftast tjakkurinn og fer til baka í mínusstöðu.

Niðurstaða: Tjakkurinn helst úti nokkuð lengur heldur en púlsinn sem gefinn er með startlokanum.

28. LYFTIBÚNAÐUR Á RÚLLUFÆRIBANDI

Kassar koma eftir færibandinu T_1 og á tjakkur 1A að lyfta þeim upp að öðru færibandi T_2 . Þegar 1A er búinn að lyfta á annan tjakkur (2A) að taka við og ýta kassanum yfir á T_2 . Því næst á tjakkurinn 1A að fara til baka til að sækja nýjan kassa. Þegar 1A er kominn í mínusstöðu á 2A að fara líka í upphafsstöðu. Þegar nýr kassi kemur á lyftiborð 1A og 2A er kominn í mínusstöðu, á 1A að lyfta kassanum. Ef varan í kassanum er brothætt þarf að vera hægt að hægja á ferð tjakkanna.



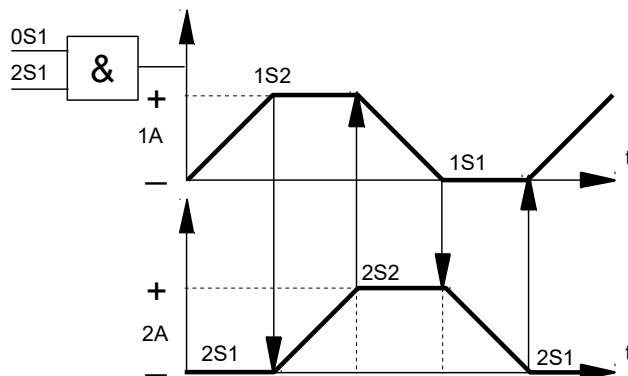
Til að þessar hreyfingar gangi eins og til er ætlast þarf að setja upp ýmsa skynjara (stýriloka).

- 0S1 sem kassinn ýtir á þegar hann er kominn á enda færibandsins T_1 .
- 1S1 og 1S2 sem eru við neðri og efri stöðu tjakksins 1A
- 2S1 og 2S2 sem eru við aftari stöðu tjakksins 2A og á færibandinu T_2 .

Hreyfimunstur tjakkanna er hægt að skrifa í þrepum þar sem til greind eru skilyrði fyrir hreyfingum þeirra:

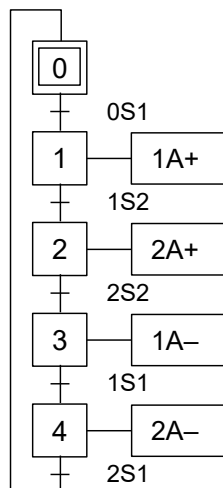
- 1A+ Þegar tjakkur 2A er í aftari stöðu ($2S1 = 1$) OG kassi er á lyftiborðinu ($0S1 = 1$) þá koma boð um það að 1A eigi að lyfta kassanum upp á efra færibandið.
- 2A+ Þegar 1A er kominn í efri stöðu kemur merki ($1S2 = 1$) til 2A um það að ýta kassanum af borðinu. 2A ýtir kassanum af borðinu yfir á færibandið T_2 .
- 1A- Þegar kassinn fer inn á T_2 þá snertir hann stýrilokann á færibandinu ($2S2 = 1$) sem gefur merki til 1A um það að hann megi láta lyftiborðið síga niður að enda neðra færibandsins.
- 2A- Þegar 1A er kominn í neðstu stöðu snertir hann stýrilokann sem þar er ($1S1 = 1$). Efri tjakkurinn fær þá boð um það að hann skuli fara til baka.

Starfsrit



Með starfsriti er hægt að sýna stöðu og gang tjakkanna og jafnvel hvaða stýrilokar eru að senda boð í það og það skiptið. Línurnar sem sýna hreyfingu tjakkanna er venjulega sýndar með 45° halla en ef óskað er eftir því að þær sýni mismunandi hraða, þá má hafa mismunandi halla á þeim.

Finktionsdiagram



Næsta stig í þessu verkefni er að skipta ferlinu upp í verkþætti. Á myndinni hér til hliðar sést hvað gerist í hverjum verkþætti og hvaða skilyrði þarf að uppfylla áður en verkþátturinn getur hafist. Skoðu myndina vel og berðu hana saman við starfsritið hér á undan.

Þrepaskipting

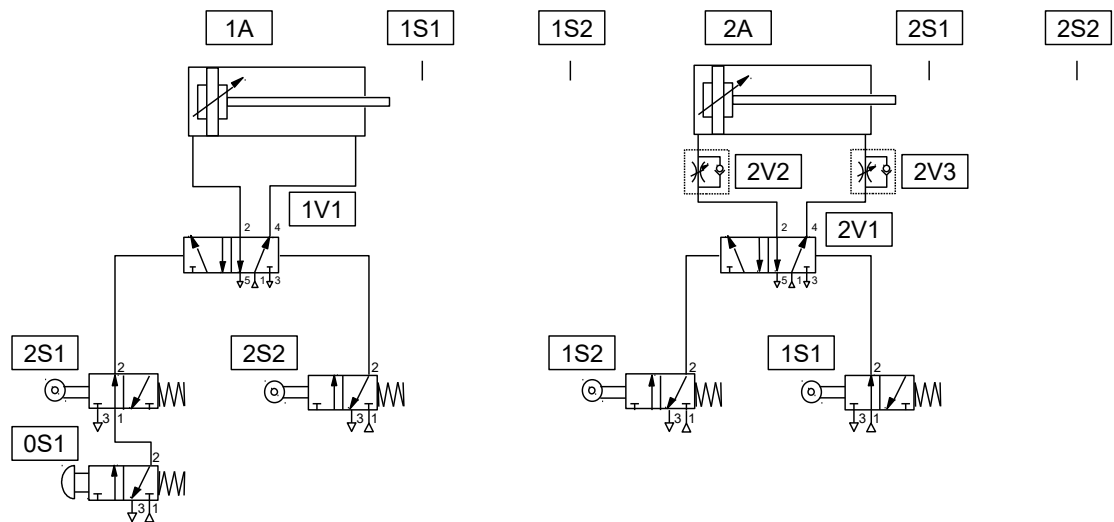
Hérna sérðu þrepin, þau eru fjögur og síðan eitt startþrep sem er merkt 0 í tvöföldum ramma.

Aðgerðir

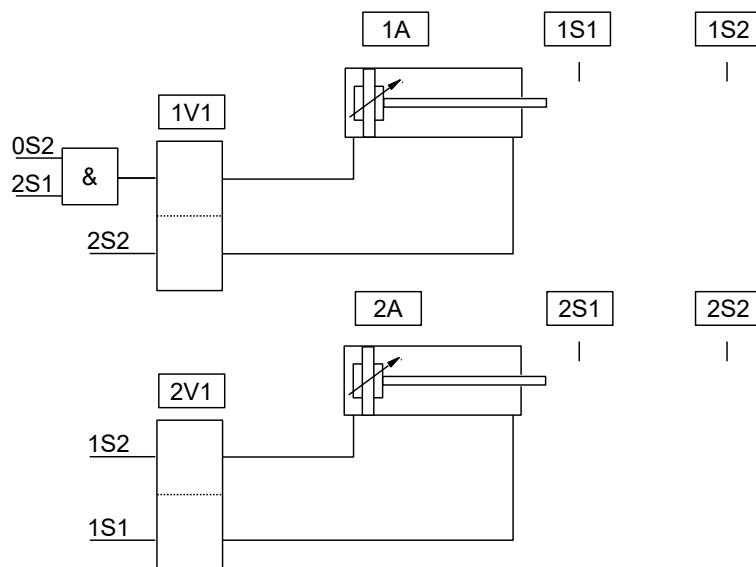
Til hægri við hvert þrep er sýnt hvað gerist í hverju þrepi.

Skilyrði

Milli þrepanna er lárétt strik sem táknar skilin milli þeirra. Við hliðina á þessum strikum er skráð hvaða skilyrði þarf að uppfylla til þess að aðgerðin í þrepinu fari af stað.



Hér er búið að teikna upp línumynd af kerfinu. Takið eftir því að S lokarnir sem í rauninni eru staðsettir við stimpilstangirnar, eru sýndir á teikningunni neðan við afllokana sem senda aflloft inn á tjakkana. Þetta er gert til að gera teikninguna einfaldari aflestrar, því ef þessir lokar eru teiknaðir á sínum raunverulega stað þá væru lagninar frá þeim að afllokunum lengri og myndu krossast á nokkrum stöðum.



Hér er ennþá einfaldari mynd af þessu verkefni. Notuð eru einföld röktákn til að sýna samhengi hlutanna og skilyrði fyrir hreyfingu tjakkanna.

29. FESTING Á MÁLMSTYKKI OG FRÆSING

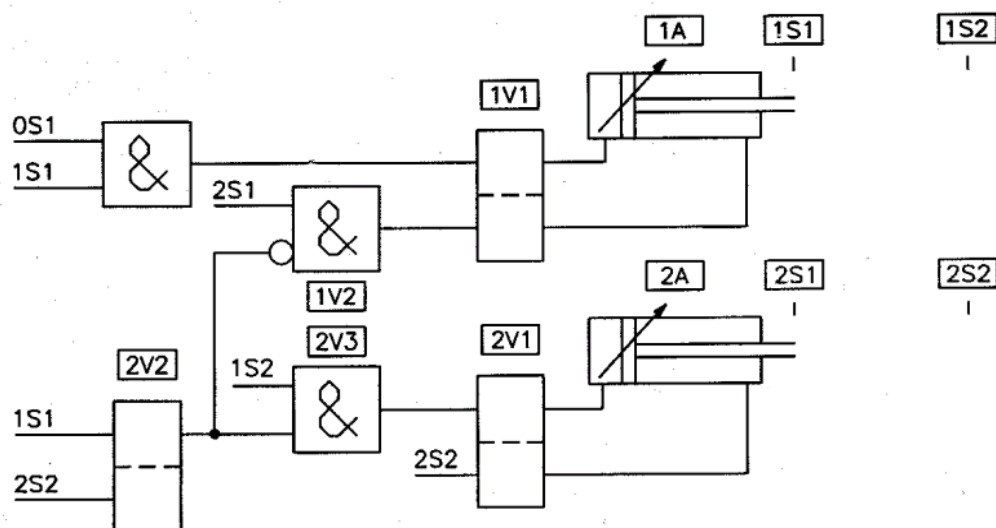
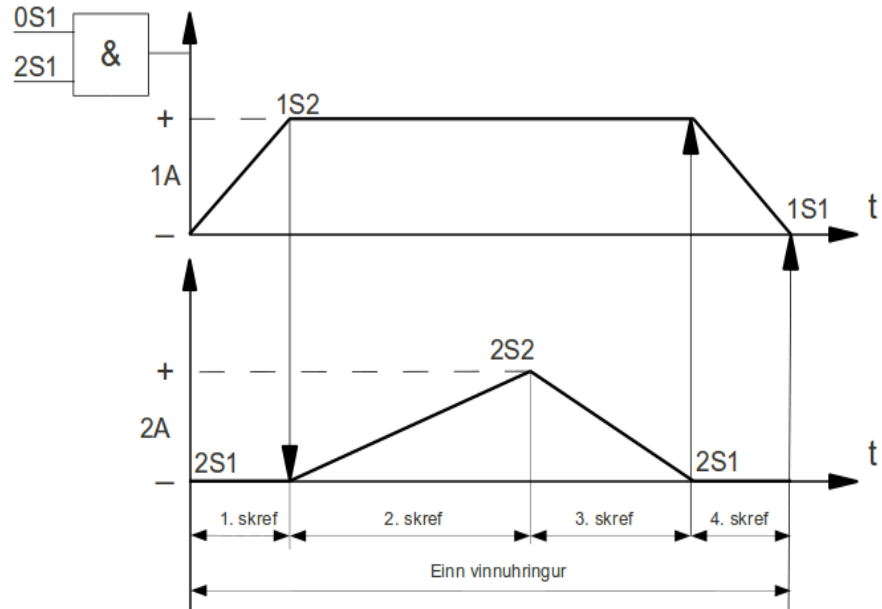
Málmstykki er sett í skrúfstykki og þegar ýtt er á rofa spennir tjakkur 1A það fast. Því næst á tjakkur 2A að færa málmstykkið að fræsara, sem á að fræsa spor í það. Þegar fræsingu er lokið þarf að færa stykkið hægt til baka aftur í upprunalega stöðu. Þegar þangað er komið á 1A að losa takið á stykkinu sem þá er hægt að taka burtu og þar með er vinnuhringnum lokið.

Eftirfarandi hreyfimyntur á að vera á vinnuganginum: 1A+, 2A+, 2A-, 1A-

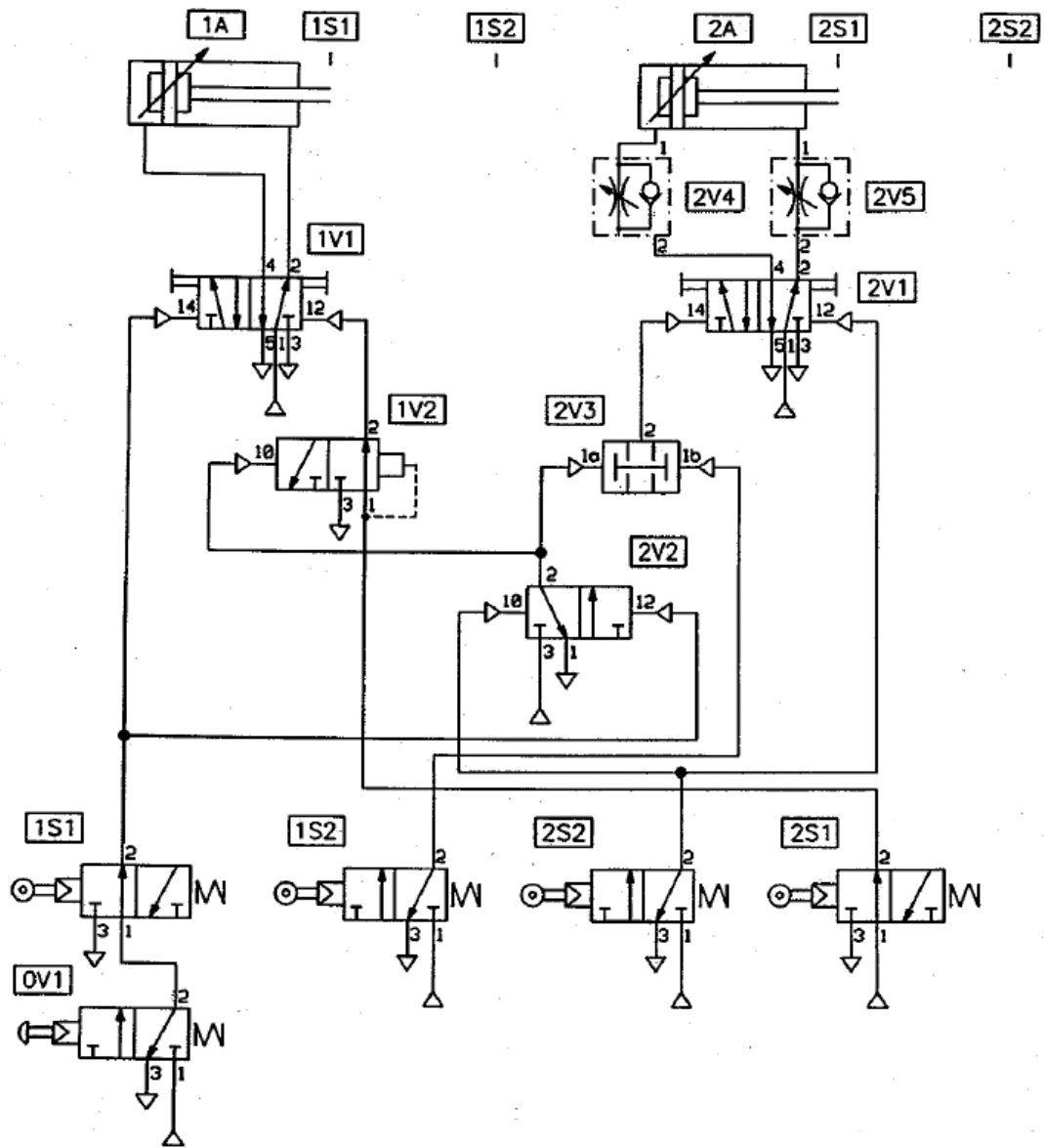
og samkvæmt því verður starfsrit tjakkanna eins og á myndinni hér til hliðar.

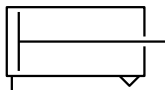
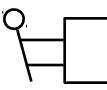

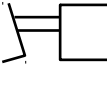
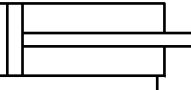

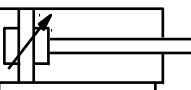

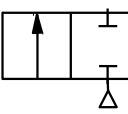

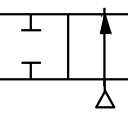
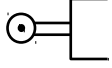
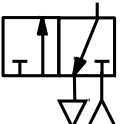

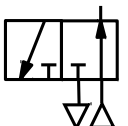
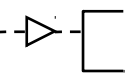
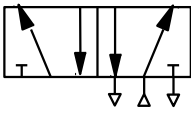
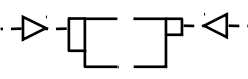
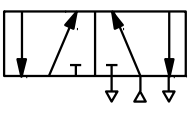
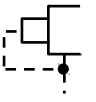
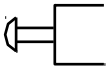

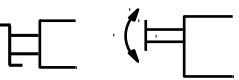

Þannig vinnuhringur veldur því að áhvílandi merki er á aflökunum ef ekki eru gerðar sérstakar ráðstafanir til að koma í veg fyrir það. Í rökmyndinni hér fyrir neðan er komið í veg fyrir áhvílandi merki með minni.


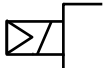

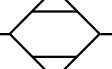




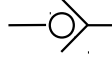

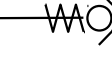


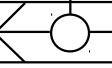

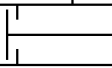

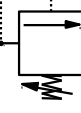

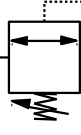



Þegar gerð er tengimynd samkvæmt rökmyndinni þá er minniseiningin gerð úr 5/2 tvístöðuloka af sömu gerð og aflökarnir. Í byrjunarstöðu eru báðir tjakkarnir í mínusstöðu og þess vegna eru vélstýrðu púlslokarnir 1S1 og 2S1 teiknaðir virkjaðir.

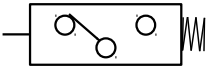



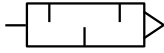








Hér er sama kerfi og hér að framan teiknað upp samkvæmt nýjasta staðli um merkingar á teikningum af loft og vökvakerfum.



Tákn	Skýring	Tákn	Skýring
	Einvirkur tjakkur (einföld mynd) Bakfærsla vegna ytri krafts		Handstýring með stöng eða handfangi
	Einvirkur tjakkur Bakfærsla vegna gormkrafts		Fótrofi
	Tvívirkur tjakkur		Vélræn stýring, hnappur
	Tvívirkur tjakkur með stillanlegum endaslagshemlum		Festihök, pall
	2/2 loki, 2 op, 2 stillingar Normalt lokaður		Gormstýring
	2/2 loki, 2 op, 2 stillingar Normalt opinn		Vélræn stýring, hjól
	3/2 loki, 3 op, 2 stillingar Lokuð núllstaða		Vélræn stýring með veltiarmi
	3/2 loki, 3 op, 2 stillingar Normalt opinn		Stjórnað með loft- merki, „pilot“ stýring
	5/2 loki, 5 op, 2 stillingar		Mismunabrystingur
	5/2 loki, 5 op, 2 stillingar		Innri tengin á stýrimerki, loftgormur
	Handstýring með þrýstihnapp		Hjálparstýring, pilot loki
	Snúningsrofi		Rafstýrður loki

Tákn	Skýring	Tákn	Skýring
	Handstýring, ekki nánar skilgreind		Sameinaðir hjálparloki og rafstýring
	Þrenging, föst		Ísogspurrkari
	Þrenging, stillanleg		Smurtæki
	Stillanleg þrenging með framhjálaupi í aðra átt		Sjálfvirk vatnaftöppun
	Einstefnuloki Lokaður þegar þrýstingur á inngangi er meiri en þrýstingur á útgangi		Sía með sjálfvirkri vatnsaftöppun
	Einstefnuloki, gormlestaður Lokaður þegar þrýstingur á inngangi er meiri en útgangsþrýstingur og gormþrýstingur til samans	 	Hitamælir Þrýstimælir
	T-loki, EDA eining 2 inngangar og einn útgangur		Sambyggt sía, þrýstistillir og smurtæki
	T-loki, OG eining 2 inngangar og einn útgangur		Snúningsátt
	Öryggisloki stillanlegur og opnar þegar innstilltum þrýstingi er náð		Þrýstilögn stíf eða sveigjanleg
	Þrýstistillir Þrýstingur á útgangi helst jafn þó þrýstingur á inngangi hækki eða lækki		Lögn fyrir stýrimerki
	Krani		Snúanlegt tengi
Tákn	Skýring	Tákn	Skýring

	Þrýstiliði, pressostat		Slöngutengi með tengingum í báðum endum
	Loftkútur með einni tengingu		Lagnir sem tengjast
	Hljóðdeyfir		Lagnir sem skerast en tengjast ekki
	Tenging við aðallögn		Afloftun með möguleika á tengingu
	Gormur		Ör í gegnum merki táknað möguleika á stillingu
	Tenging við lokaða lögn, hraðtengi		

Heimildir

Peter Gerigk o.fl. Kraftfahrzeugtechnik
Vestermann, 1991, Bls.115

Lennart Kördel: Laborationer i pneumatik,
Liber Utbildning, Malmö 1996