

KÆLI3VC05

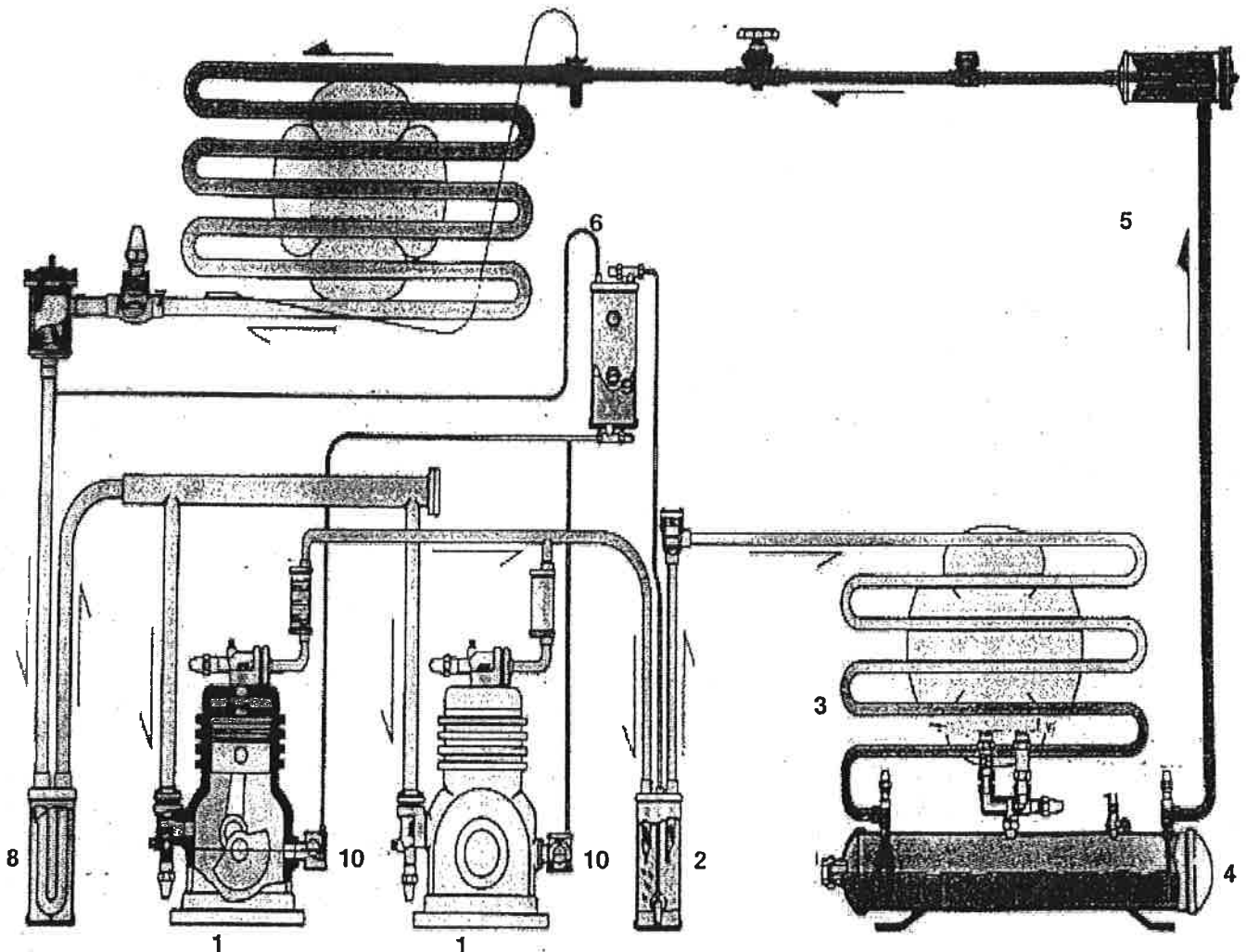
**Ítarefni:
Ýmsar útfærslur kæli og frystikerfa.**

VMA: Elías Þorsteinsson.



Lýsing á myndinni hér að neðan.

Frá kælipjöppunni (1) fer eimurinn í gegnum olíuskilju (2) að eimsvalanum (3), þar sem eimurinn þéttist og fer í vökvageyminn (4) (safnhylki). Frá vökvageyminum fer vökvinn síðan í gegnum rakaeyði (5) að þensluloka (6) sem skammtar vökva inn í eiminn (7). Í eiminum verður varmanám frá umhverfinu og vökvinn eimast upp og kemur í eimformi að soghlið þjöppu (1) í gegnum sogskilju (8). Þjöppurnar eru tvær með olíujöfnun. Frá olíuskilju (2) fer olían upp í olíufankút (9) og síðan eru skömmtunarhæðarlokar á hvorri vél sem skammta olíu inn á þjöppurnar.

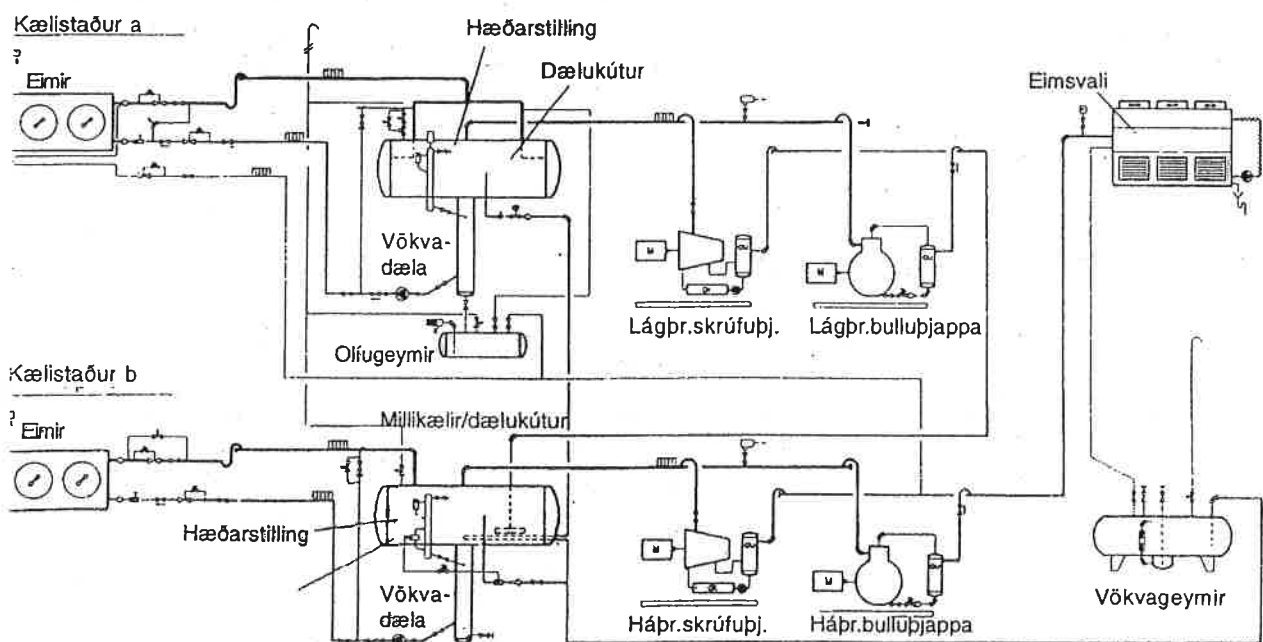


4.2 Iðnaðarkerfi

Iðnaðarkerfi geta verið með ýmsu móti, bæði hvað gerð og frágang snertir. Samheitið iðnaðarkerfi er yfirleitt voteimskerfi og/ eða kerfi með kæliafköst yfir 70Kw. Við flokkun kælibúnaður er tekið mið af ýmsu. Hér skal dregið á sumt af því algengasta.

1. Flokkað er eftir kælimiðli; NH_3 -kælkerfi (ammoníak), R-22-kælkerfi og þar fram eftir götunum.
2. Flokkað er eftir vélbúnaði og notkun; kælibúnaður, frystibúnaður, frystibúnaður fyrir skautasvell, óbein uppgufun, þækilkerfi til ísframleiðslu o.s.frv.
3. Flokkað er eftir stærð; með NH_3 (ammoníak), einungis í iðnaði.
4. Flokkað er eftir þrepum við þjöppun eða eimingu; eitt þrep, tvö þrep o.s.frv.
5. Flokkað er eftir því hvernig stýringu kælimiðilsins er háttáð; háþrýstiflotlokakerfi, lágþrýstiflotlokakerfi o.s.frv.
6. Flokkað er eftir því hvernig kælimiðillinn berst gegnum eiminn; dæluhringrás, sjálfvirk hringrás, púlsdælukerfi o.s.frv.
7. Flokkað er eftir því hvernig eftirliti er háttáð; frekari flokkun kemur einnig til greina, t.d. eftir einstökum hlutum. Hér má nefna skrúfþjöppur, bullþjöppur o.s.frv.

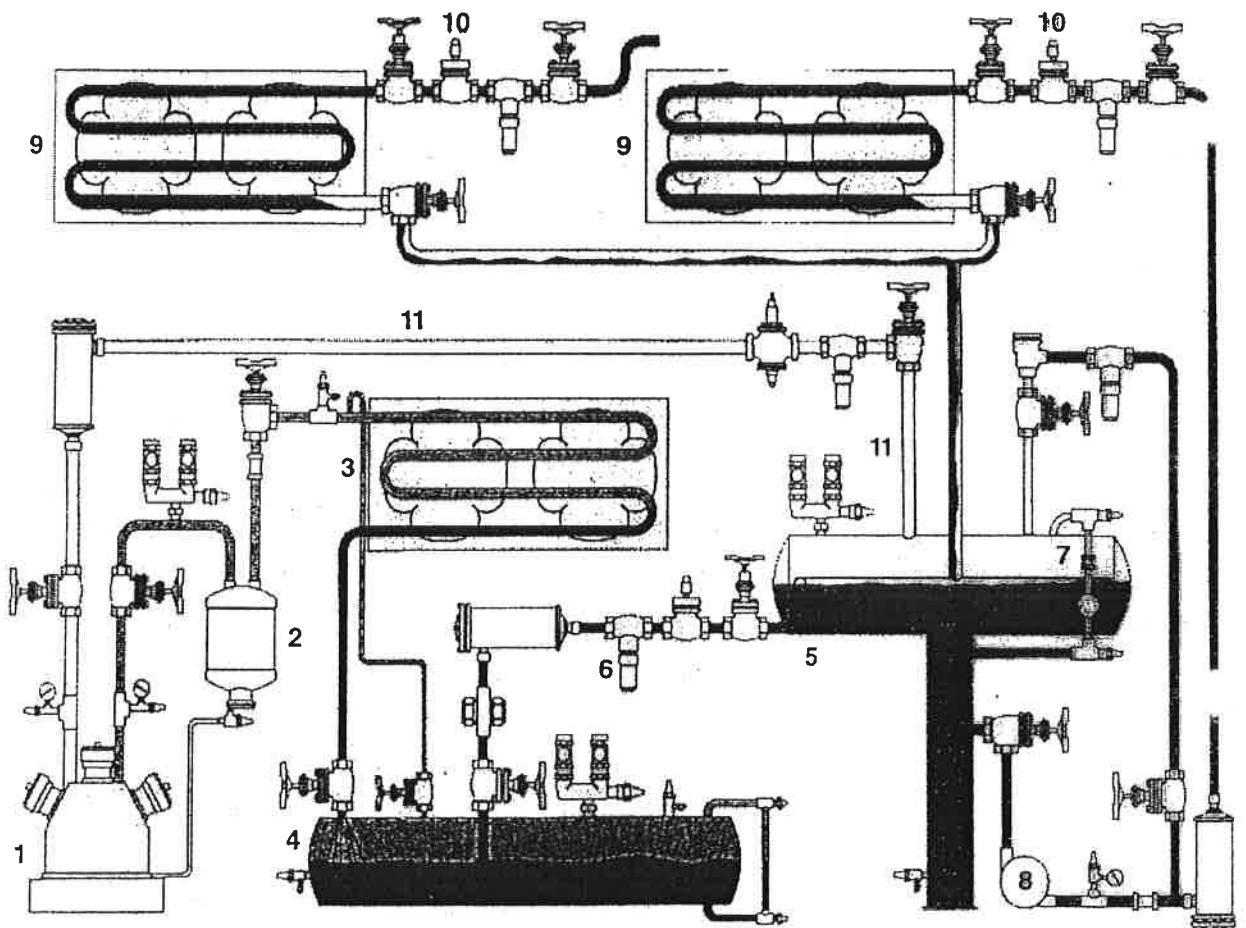
Hér á eftir verður dregið á nokkur atriði í sambandi við það hvernig kælikerfi með mismunandi þrep eru uppbyggð.



Stóri iðnaðarfrystikerfi í tveimur þrepum með opnum millikæli. Millikælirinn er einnig nýttur sem dælukútur fyrir kæla.

4.1.2 Votemskerfi

Í votemskerfum á sér stað svokölluð óbein uppsuða og er kælimiðlunum þá dælt ýmist vélrænt eða með náttúrulegri hringrás í gegnum eiminn og er eimirinn ekki tengdur þjöppunni öðruvísi en í gegnum einhverri milligeymi (s.s. dælukút eða fallkút). Í votemskerfum sér þjappan um að halda fyrirfram ákveðnum sogþrýstingi á milligeyminum en vökvanum úr milligeyminum er síðan dælt í gegnum eiminn. Milligeymirinn fær síðan vökvaæðingu frá eimsvalahlið þjöppunnar í gegnum stjórmloka (pensuloka). Þessi kerfisgerð er algeng í stærri kælikerfum, s.s. í frystitögurum, frystihúsum.

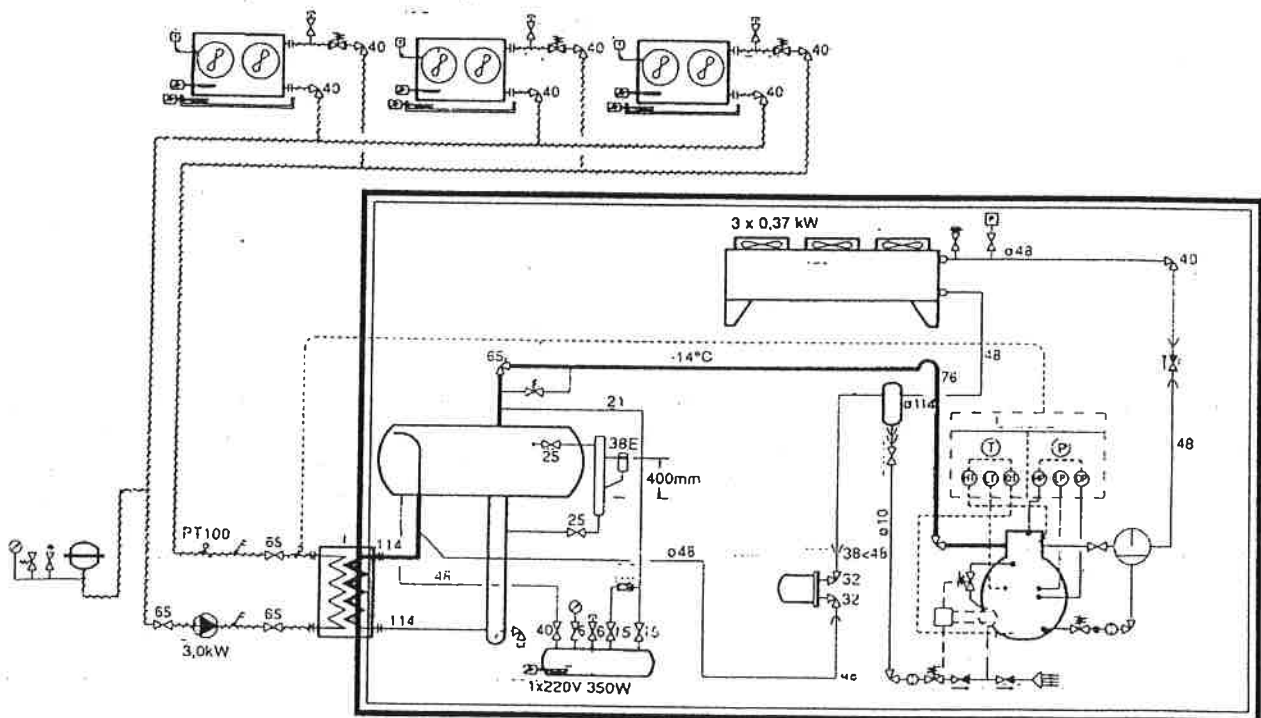


Myndin hér að neðan sýnir höfuðdrættina í dælukefinu. Frá þjöppunni (1) fer eimurinn í gegnum olíuskilju (2) að eimsvala (3) þar sem eimurinn þéttist og fer í vökvageyminn (4). Frá vökvageymi er vökvanum síðan skammtað inn á dælukút (5) í gegnum segulloka (6) sem stýrt er af flotloka (7) sem viðheldur hæðinni í dælukútnum. Frá dælukút (5) er vökvanum dælt með kælimiðilsdælu (8) inn á eima (9) í gegnum handstilliloka (10). Frá eimnum rennur síðan blanda af vökva og eim að dælukút. Soghlíð (11) þjöppunnar er síðan tengd efst í dælukútinu.

4.1.3 Kuldabakerfi

Í kuldabakerfum eru engin tengsl þjöppu og notanda nema í gegnum varmaskipti. Í þessum kerfum er þjappan notuð til þess að kæla niður einhvern annan kælimiðil, yfirleitt einhverja blöndu sem ekki er skaðleg umhverfinu og er ódýr í framleiðslu, t.d. sjór, kalsíumklóríð, eða vatn, allt eftir því í hvaða tilgangi nota á kerfið. Þessi kerfisgerð hefur orðið æ algengari á seinni árum og kemur hún þá í stað voteimskerfanna og er það fyrst og fremst vegna þess að í þessum kerfum komast menn af með mun minni kælimiðilsnotkun en í hefðbundnum voteimskerfum.

Í kuldabakerfum er notað hefðbundið kæliefni, t.d. NH_3 sem kælir niður einhverja blöndu, t.d. NaCl , og er blöndunni síðan hringrásað í gegnum safngeymi til notanda. Sjá þækilkerfi í kafla 7.4 Kuldabera-kælimiðlar.

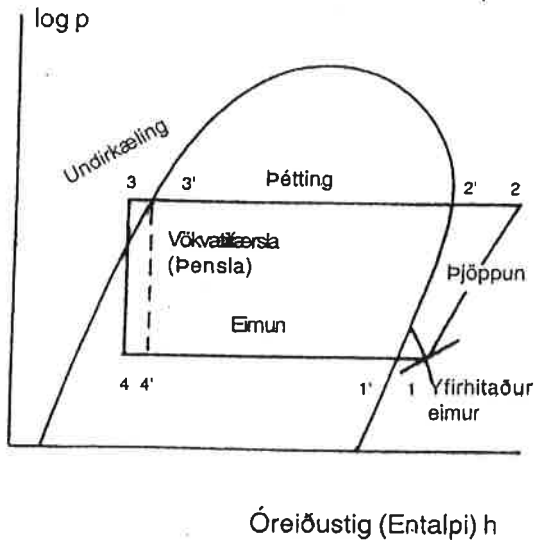


Innan tvöfölda kassans er kælimiðilshlið en utan hans er kuldaberahlið. Varmanámið á sér stað í gegnum varmaskipti sem liggur á mörkum kerfanna.

4.1.4 Ísvélar

Algengasta gerð ísvéla hér á landi eru svokallaðar þurrísvélar en þær vélar frysta vatn/sjó á plötu og er ísinn síðan bræddur af plötunni með heitgasi eða vatni. Á seinni árum hafa verið að koma fram á sjónarsviðið svokallaðar blautísvélar, en þær skila frá sér krapa og er engin afbræðsla sem á sér stað í þeim.

4.2.1 Eins þreps kælikerfi

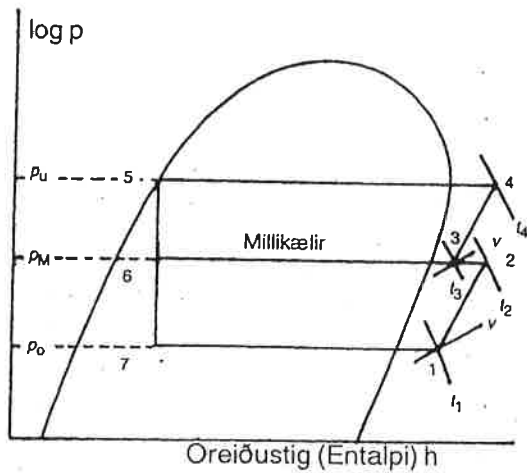


Eins þreps kælikerfi, eins og lýst var í kaflanum um þjöppur, er byggt upp eins og myndirnar á næstu síðu sýna.

Í h log p línuritinu er skráð inn æskilegt núllferli. Vinnuferli greinist frá æskilegu núllferli. Oft ber svo við að háþrýstivökvinn er undirkældur og yfirhitun á sér stað í soghlið. Sjaldan verður þjöppun eftir að föstu óreiðustigi er náð. Auk þess kólnar háþrýstieimurinn við þjöppunina vegna þess að frá honum berst hiti út í andrúmsloftið.

Þrýstifallið í eimsvalanum og eiminum gerir það að verkum að þétting og eimun verður ekki alltaf við tiltekinn hita. Enn fremur fellur þrýstingur ævinlega í soghlið milli eimis og þjöppu sem veldur því að þjappan vinnur við minni sogþrýsting en sem svarar eimunarhitnum í eiminum.

Vinnuferli eins þreps ferlis birtist í h log p línuritinu eins og hér er sýnt.



4.2.2 Tveggja þrepa kælikerfi

Sé mikill munur á hita í eimsvala og eimi hentar eins þreps kælikerfi illa. Þetta stafar sumpart af hagkvæmnisástæðum og sumpart á þetta sér tæknilegar orsakir. Kæliafköst þjöppu er í réttu hlutfalli við nýtni og rúmtak. Kælingin er sem sé háð þrýstingshlutfallinu í kerfinu.

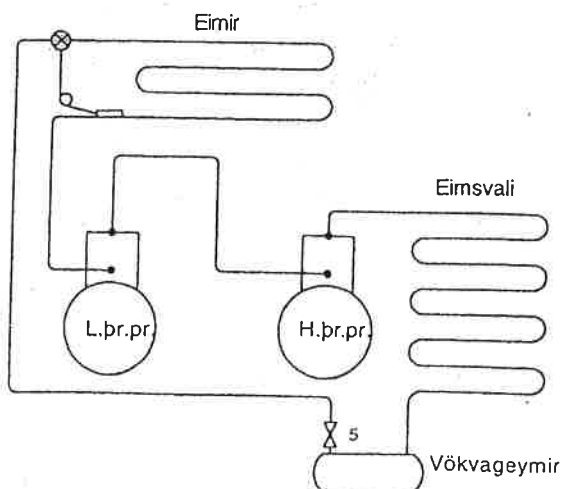
Mismunurinn milli þrýstings í eimsvala og eimi kallast þrýstingshlutfall eins og áður segir.

Kæliafköst þjöppunnar eru að því skapi lægri sem þrýstingshlutfallið er hærra.

Á hinn bóginn er orkunotkun stór liður í rekstrarkostnaði. Sé þrýstingshlutfallið hátt fer ekki hjá því að auka þarf aflið til samræmis, allt eftir því hversu mikil afköst kæliþjöppunnar eiga að vera.

Kostir tveggja þrepa kerfis út frá sjónarmiði hagkvæmni eru því:

- lægri kostnaður vegna þjöppu
- minni orkueyðsla
- minni rekstrarkostnaður



Tveggja þrepa kerfi án millikælís

Miklu skiptir að átta sig á því að kælimiðilsvökvi í tveggja þrepa kerfi fer tvívegis gegnum þrýstiliða, í fyrra sinnið strax þegar eimsvalanum sleppir og fellur þá þrýstingurinn niður í milliprýsting og svo aftur eftir að hafa streymt gegnum millikælinn niður í eimunarþrýsting.

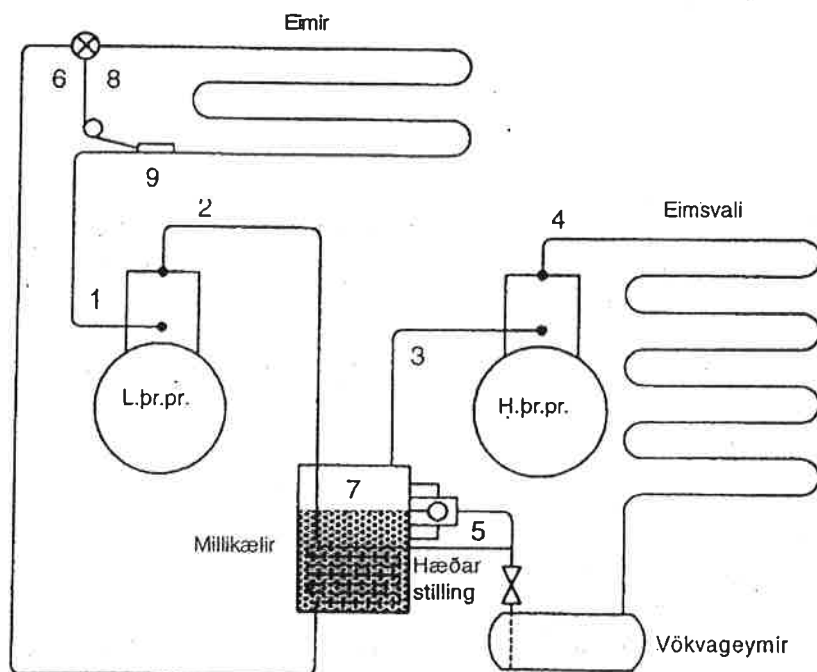
Samantekt: Lágþrýstipjappan vinnur við eimsvalahita sem svarar til millihitans.

Háþrýstipjappan vinnur við eimunarhita sem svarar til millihita.

Í tveggja þrepa kerfi verður til þrenns konar mismunandi þrýstingur:

- Hár þrýstingur sem svarar til eimsvalaþrýstings háþrýstipjöppunnar.
- Milliprýstingur sem svarar til þess þrýstings sem ríkir í millikælinum.
- Lágur þrýstingur sem svarar til eimunarþrýstings lágþrýstipjöppunnar.

4.2.4 Tveggja þrepa kerfi með spíral í millikæli



Annars konar tveggja þrepa búnaður, sem notað er í ammoníakkerfum, er hefur spíral í millikæli. Það er þó ekki algengt í stórum einingum þar eð millikælirinn hefur marga kosti. Millikælir með spíral er aðeins notaður í þeim tilvikum þegar þess er krafist að kælimiðilsvökvinn, sem berst til eimisins, sé undirkældur, t.d. ef eimirinn er hafður óvenjulega langt frá millikælinum svo að hætta er á að þrýstingur falli í vökvaleiðslunni á leiðinni til þrýstiliðans og loftbólur nái að myndast fyrir vikið.

Eins og sést á myndinn eimast vökvinn frá eimsvalanum ekki allur í millikælinum heldur er hann að mestu leyti látinn fara gegnum spíralinn sem situr í vökvabaði í millikælinum og eimast beint og streymir rakleiðis í lágþrýstihlið. Við það að fara gegnum spíralinn kólnar háþrýstivökvinn. Kælingin, sem krafist er til undirkælingar, verður við það að hluti af háþrýstivökvannum eimast beint á leið inn í millikælinn. Sá vökvi á einnig að kæla eim frá háþrýstipjöppunni úr þeim hita sem hann hefur í þrýstirörinu niður í millihita. Háþrýstivökvinn, sem streymir gegnum spíralinn, kólnar ekki alveg niður í millihita. Venjulega er stærð spíralsins miðuð við að kæla

Tveggja þrepa kerfi er hins vegar öllu flóknara að allri gerð. Í því eru t.d. fleiri hlutir. Þar af leiðir að stofnkostnaður þess er hærri en kostnaður við rekstur þess aftur á móti lægri. Með tillitil til heildarkostnaðar stendur tveggja þrepa kerfið þó eins þreps kerfi framfar þegar eimunarhiti er lágur (-35 til -45°C).

Í ammoníakkerfum eru tvö þrep augljóslega besti kosturinn til frýstingar, ekki síst þar eð hitinn í þrýstihlið skiptir miklu. Hann yrði alltof hár í eins þreps kerfi með jafnhátt þrýstingshlutfall.

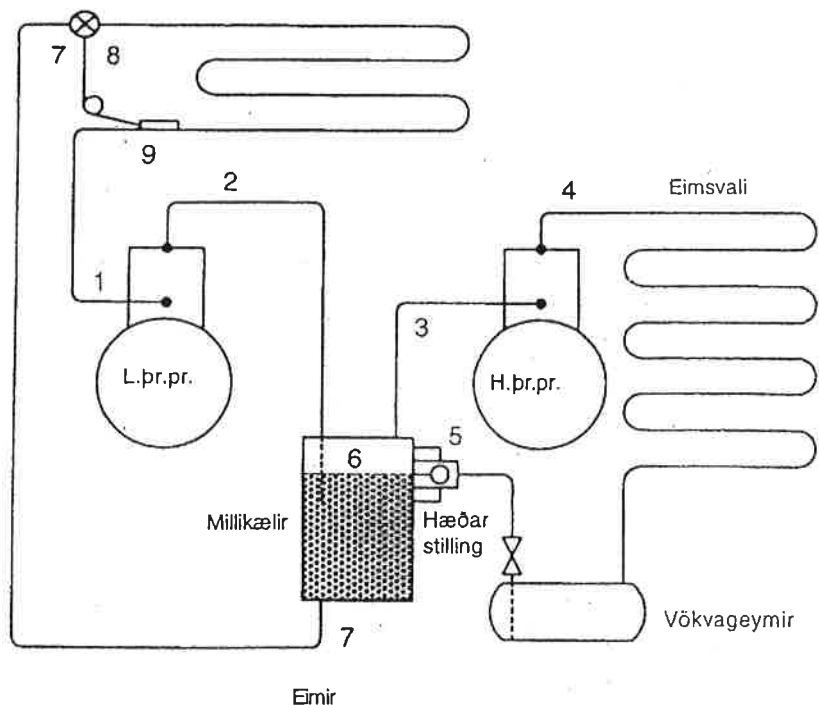
Í tveggja þrepa kerfi geta verið ein eða fleiri hliðtengdar tveggja þrepa þjöppur eða sá háttur á hafður að hafa eina eða margar þjöppur í háþrýstihlið og aðrar í lágþrýstihlið. Í síðara tilvikinu kallast þjöppurnar stundum „booster-þjöppur“. Á myndunum hér á eftir um hin mismunandi tveggja þrepa kerfi er ævinlega talað um lágþrýstipjöppur og háþrýstipjöppur. Hins vegar eiga þær jafnt við þó að notuð sé ein tveggja þrepa þjappa.

4.2.3 Tveggja þrepa kerfi með millikæli.

Á myndinni hér til hliðar sést „hreinræktað“ tveggja þrepa kerfi, þ.e. með svokölluðum millikæli.

Háþrýstipjappan sagnar til sín eim frá millikælinum og þjappar hann. Heitur eimurinn fer áfram til eimsvalans þar sem hann þéttist og verður að vökva. Frá eimsvalanum fer vökvinn gegnum háþrýstihliðann. Við það lækkar þrýstingurinn og hitinn sömuleiðis niður í „milliprýsting“ (þrýsting og hita sem ríkir í millikælinum).

Lágþrýstipjappan sagnar til sín eim frá eiminum og þjappar hann. Eimurinn frá þrýstiröri lágþrýstipjöppunnar berst til millikælisins eftir röri sem liggur í vökvanum niðri í millikælinum. Þar eiga sér stað varmaskipti og eimurinn nær millihita og milliprýstingi. Þarna verður til obbin af þeim eim sem háþrýstipjappan sagnar til sín. Eitthvað berst að sjálfsgöðu einnig til hennar af þeim eim sem myndast þegar þegar þrýstingur fellur í vökvanum á leiðinni frá eimsvalanum jafnskjótt og hann hefur streymt gegnum háþrýstihliðann.



háþrýstivökvað þar til hann er aðeins um 5°C heitari en millihitinn mælist. Oftast er einungis ein tveggja þrepa þjappa notuð í kerfi af þessu tagi en ekki aðskildar há- og lágþrýstipjöppur. Kerfið á myndinni er byggt upp sem tvær aðskildar há- og lágþrýstipjöppur.

4.2.5 Kælikerfi með nýti

Það er einkenni skrúfu-
hönnunar að sog- og
þrýstihlið eru aðskildar
með lokuðu þjöppunar-
rými. Þetta gerir það að
verkum að hægt er að
koma fyrir milliprýstings-
opi í hús skrúfujöpp-
unnar, á þeim stað þar
sem þrýstingurinn í
þjöppunarferlinum er mitt
á milli sog- og þrýstihliðar.
Með því að tengja
nýtisopið við nýti, er hægt
að flytja milliprýstingsgas
til skrúfujöppunnar og
þannig undirkæla gengjur
sniglanna.

Kælimiðilsáhrif nýtis koma
í ljós sem undirkæling

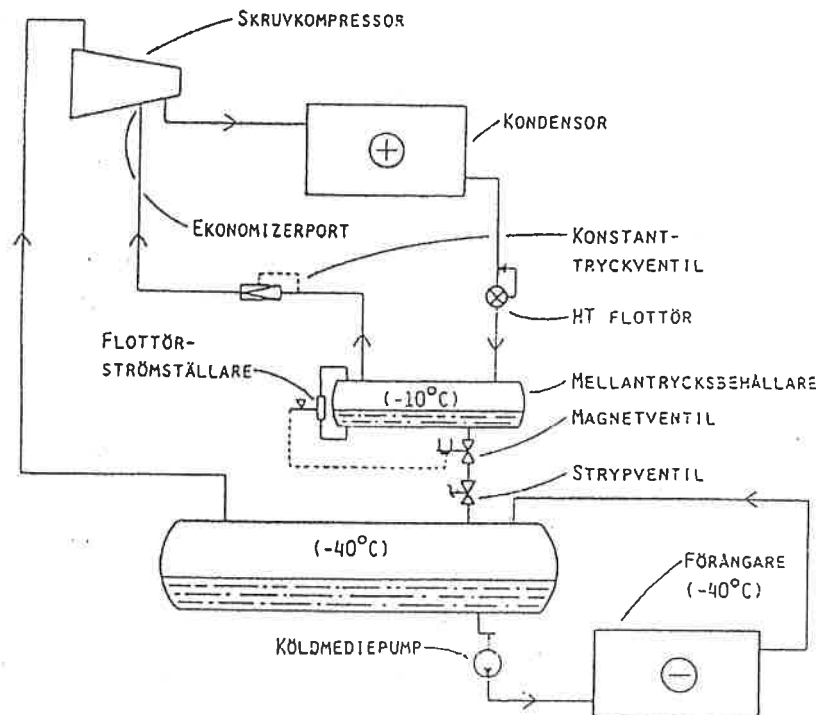
vökva frá eimsvala til eimis. Milliprýstingurinn, og þar með
mettunarhitastig uppsuðu nýtis, er ákvarðað með staðsetningu og
stærð nýtisops og með staðsetningu og stærð lagnar frá nýti til
skrúfujöppu (t.d. með því að setja mótþrýstiloka á lögnina),
ásamt hönnunarþrýsting kerfisins.

Þegar nýtir hefur verið tengdur við kælikerfi er farinn eins konar
millivegur milli eins og tveggja þrepa kerfis. Slíkt er hægt að gera
þegar skrúfujöppur eru notaðar, með hliðsjón af sérstöðu þeirra
hvað byggingu áhrærir.

Orkunotkun þjöppunnar eykst eins og um eins þreps búnað væri
að ræða. Þessi aukning verður þó ekki eins mikil og aukningin í
heildarkæliafköstunum. Reksturinn verður jafnframt hagkvæmari
við það að tengjst nýti.

Margar skrúfujöppur hafa sem staðalbúnað aukaop fyrir
kælimiðilseim. Þetta op er á þeim stað á þjöppuhúsinu þar sem
gengjurnar hafa lokið að draga til sín eim úr soghlið. Kæli-
miðilseimurinn getur verið frá eimi þar sem þrýstingur er nokkru
meiri en álagsþrýstingurinn. Sú eimun getur til dæmis átt sér stað í
nýti.

Innsog verður rétt eftir að lokast hefur fyrir gengjurnar. Það hefur í
för með sé að þrýstingur er eilítið hærri en hann er í soghlið, þeim





megin sem þrýstingur er lágur. Þessu næst verður þjöppun eimsins með venjulegum hætti.

Þegar nýtir er notaður er hluti af vökvanum nýttur til þess að kæla þann vökva sem leiddur er í eiminn. Sú kæling hefur raunar afar lítil áhrif á það hversu mikið innsogið verður í soghlið þjöppunnar. Kælimiðilinn, sem leiddur er áfram til eimisins, hefur í sér fólgin litinn varma. Afleiðingin er sú að afköst eimisins aukast án þess að lagt sé meira á þjöppuna sem nokkru nemur. Í nokkrum kerfum eykst nýtni þjöppunnar þegar nýtir er notaður.

Ávinningurinn er sá að kæliafköst kælimiðilsins í eiminum aukast (þ.e hæfni kælimiðilsins til að taka í sig varma) við það að undirkæling getur orðið meiri án þess að það komi fram í lakari afköstum þjöppunnar. Sé þrýstingur hærri en fjórir næst bestur árangur með nýti. Vaxi þrýstingurinn eykst að sama skapi nýtni þjöppunnar þegar nýtir er notaður og sé álag ekki fullt fellur þrýstingur í nýtnihlutanum til jafns við þrýstinginn í soghlið. Við 70–80% heildarálags hefur það fallið svo mjög að það hefur engin áhrif á afköst lengur.

Mikilvægt atriði er að við afkastastýringu getur þrýstingur verið lágur við nýtinu. Fyrir vikið minnkar þrýstingmunurinn og nýtin verður ekki sem skyldi. Yfirleitt er ekki hægt að mæla með því að notaður sé nýtir ef álagið verður minna en sem nemur 80% til 70% af heildaráfköstum. Þegar svo háttar til getur verið nauðsynlegt að koma fyrir segulloka á vökvaleiðslunni í nýtinu. Ekki er hægt að mæla með því að notaður sé nýtir ef miklar breytingar verða á álagi frá cinum tíma til annars og oft þarf að afhríma.

4.2.6 Gerðir nýta

Margar gerðir eru til af nýtum:

1. Opinn millikælir. *Þessi gerð eykur mjög afköst kerfisins. Vökvaþrýstingurinn lækkar niður í þann þrýsting sem er í nýtinu. Við það kólnar líka vökvinn. Nýtirinn gegnir hér sams konar hlutverki og opinn millikælir í tveggja þrepa kerfi.*
2. Lokaður millikælir. *Í slíkum tilvikum helst hinn hái þrýstingur sem er á vökvanum. Vökvinn er leiddur inn í spíralinn sem liggur neðst í íláti, fullu af vökva. Þar kólnar hann. Enda þótt aföstin aukist verða þau ekki jafnmikil og þegar opinn millikælir er notaður.*
3. Fjölröra millikælir. *Afköstin aukast svipað og best gerist þegar lokaður millikælir er notaður. Kosturinn við þessa gerð er sá að enginn vandamál verða með bakrennslisolúna. Þegar þjöppur eru hliðtengdar og þessi gerð er valin fer best á því að hver þjappa fyrir sig hafi sinn nýti.*

4.2.7 Há- og lágrýstistýring

Hér verður því lýst hvernig kælikerfi vinnur í höfuðdráttum, allt eftir því hvers konar eimun um er að ræða. Fyllingargráðan í lágrýstihlið kerfisins ræður miklu um hvernig það er byggt upp. Því sem er umfram er oft safnað í geymi. Hvar honum er komið fyrir veltur á eimunaraðferðinni.

Í eiminum er fyllingin mest við lítið álag sökum þess að suðan er lítil. Við mikið álag er fyllingin í eiminum minni þar eð kælivökvinn sýður ört þegar svo hagar til.

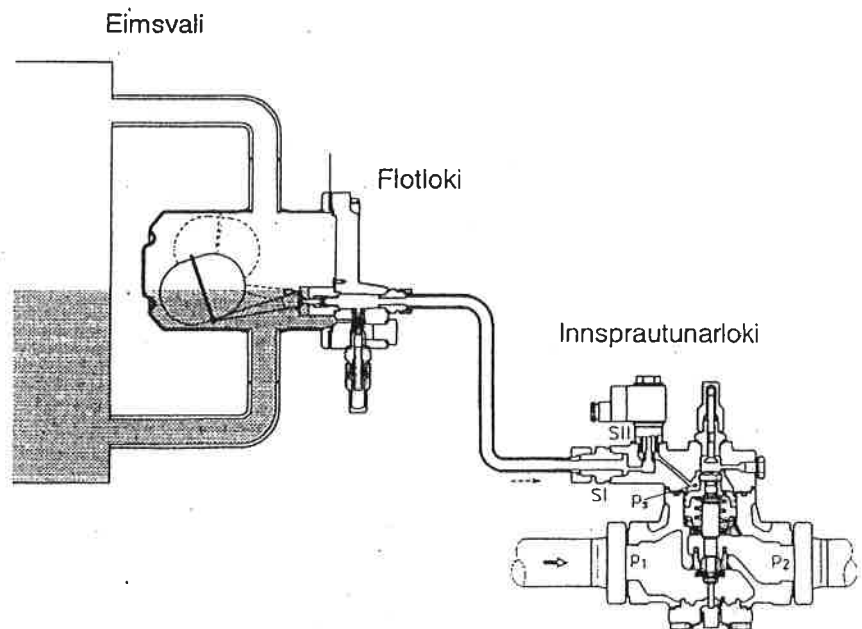
4.2.8 Iðnaðarkælikerfi með háprýstiflotloka

Höfuðeinkenni háprýstiflotlokans er að jafnskjótt og til staðar er kælivökvi sem getur lyft flotholtinu í hylkinu opnast lokinn og hleypir í gegnum sig öllum þeim háprýstivökva sem til hans berst frá eimsvalanum ellegar geyminum. Þegar vökvinn er á þrotum fellur flotkúlan og lokar fyrir. Með þessum hætti er komið í veg fyrir að allur háprýstieimur streymi gegnum flotlokann.

Með hliðsjón af því sem segir hér að ofan getur verið mismunandi hversu mikill vökvi streymir að en slíkt gengur ekki í háprýstihlið kælikerfisins. Geymir þeim megin hefur því ekkert annað hlutverk en að halda í horfinu með kælivökva. Háprýstiflotlokar eru notaðir í sambandi við plötufrystingu, pækilfrystingu eða í ammoníakkerfi með t.d. dælu, púlsbúnaði eða sjálfrennsli.

Plötufrystir með beina eimun, sem ætlað er að tengjast háprýstiflotloka, er ævinlega búinn vökvaskilju. Sé álag lítið er allur vökvinn í sjálfum eiminum. Við mikið álag finnst aftur á móti nokkur hluti af kælivökvanum í vökvaskiljunni. Myndin hér til hliðar sýnir tenginu í ammoníakkerfi með háprýstiflotloka og plötufrysti með beina uppgufun.

Í kerfi með háprýstiflotloka verður að stýra því hversu mikið berst inn af kælivökva þar eð ella rynni hann linnulaust frá eimsvalanum inn í eiminn. Flotlokinn hefur með öðrum orðum enga stjórn á því hversu mikið fer inn í eiminn.





Þess vegna má ekki undir neinum kringumstæðum bæta of miklu á ammoníakkerfi með háþrýstiflotloka. Kælivökvinn, sem umfram er, getur náð að komast í soghlið þjöppunnar og inn í hana. Fyllt skal nægilega á til þess að unnt sé að láta kerfið ganga við lítið álag en aldrei meira en svo að vökvaskiljan anní því að safna því sem umfram kann að verða við mesta álag. Vökvaskilja plötufrystis er nægilega stór til þess að bregðast við breytingum í þessu efni þegar kælikerfið er í gangi. Vökvaskiljan hefur á hinn bóginn ekkert rúm til þess að taka við því sem umfram er háþrýstimegin þegar notaður er loftkældur eimsvali sökum þess að hiti kælioftsins er mismunandi. Því er háþrýstiflotloki úr plötufrysti notaður, einkum ef eimsvalinn er vökvakældur.

Þess er enginn kostur að tengja samhliða marga eima kælimiðilsmegin þegar háþrýstiflotloki er notaður til stýringar því að örðugt er um vik að skammta og hafa stjórn á því hversu mikill kælivökvi streymir til samtengdra eima. Ef þeir eru hins vegar tengdir saman með svokölluðu tengiröri er hægt að hafa þennan háttinn á.

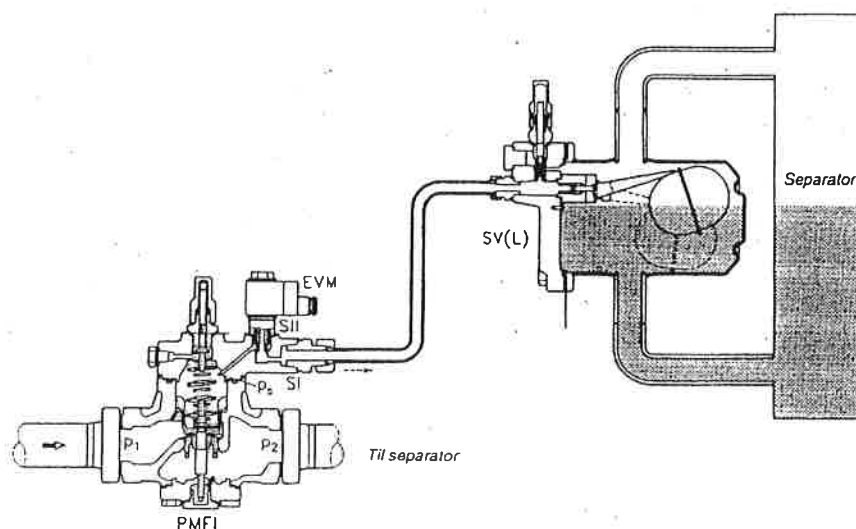
Þegar háþrýstiflotlokar eru notaðir, t.d. í sambandi við dælu, púlsbúnað eða sjálfrennsli, er það vökvaskiljan lágþrýstimegin sem tekur við ef vökvarennslíð er of mikið en lætur vökva frá sér ef hann er of lítill í eiminum og stundum jafnvel líka þegar ekki er nóg í eimsvalanum. Í slíkum kerfum geta margir eimar verið tengdir samhliða ef vökvaskiljur ólíkra eima ná saman þannig að líta má á þær sem eina heild út frá kælitæknilegu sjónarmiði.

4.2.9 Iðnaðarkælikerfi með lágþrýstiflotlokastýringu

Lágþrýstiflotloki gegnir því hlutverki að tryggja að borð kælivökvans í eiminum eða vökvaskilju, sem við hann er tengd, sé alltaf hið sama. Í lágþrýstihlið er sem sé ekki hægt að bregðast við breytingum á kælivökvamagninu í eiminum né heldur í

eimsvalanum ef svo ber undir. Til þess þarf geymi háþrýstimegin.

Í ammoníakkerfum eru lágþrýstiflotlokar eins og háþrýstiflotlokar notaðir hvort heldur sem er í kerfum með dælu, púlsbúnaði eða sjálfrennsli.



4.3 Púlsdælukerfi

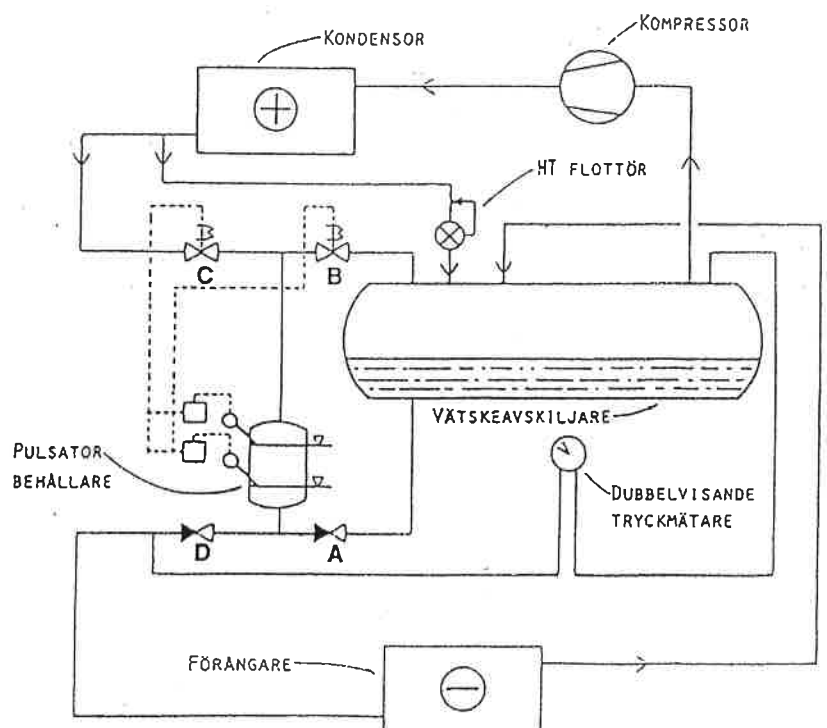
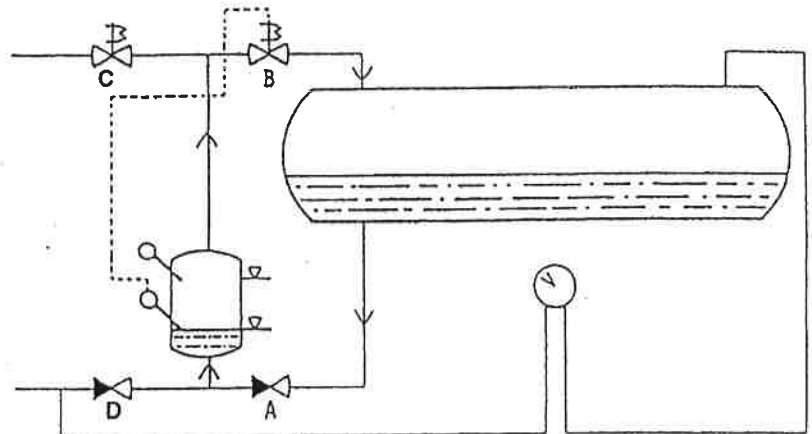
Afbrigði af dælukerfinu er púlskerfið svokallaða. Það hefur reynst vel en byrjað var með það í ammoníakkerfum síðla á sjöunda áratugnum. Púlskerfið er nokkru dýrara en dælukerfi en það hefur hins vegar ýmsa augljósa kosti. Hér má nefna rekstraröryggi, minna viðhald, minna slit og enn fremur skiptir vökvahæðin í því minna máli. Í ammoníakkerfi geta verið tveir eða fleiri púlsgeymar. Dæmi eru um allt að sex púlsgeyma tengda við sömu vökvaskilju.

Þegar kerfinu er lýst hér á eftir er vísað til tveggja mynda sem sýna hluta af því og loks myndar með því öllu.

Kælivökvanum frá vökvaskiljunni er hleypt niður gegnum lokann A en þaðan liggur leið hans inn í púlsgeyminn. Samtímis heldur hæðarloki, sem mælir lægsta borð vökvans, segullokanum B opnum svo að gas, sem til staðar er í púlsgeyminum, þrýstist inn í gasfylltan hluta vökvaskiljunnar. Með þessum hætti getur lágþrýstivökvinn streymt inn í geyminn.

Þegar púlsgeymirinn er orðinn fullur af vökva heldur hæðarloki, sem mælir hæsta borð vökvans, segullokanum C opnum. Þá getur háþrýstivökvi frá geyminum dælt öllum vökva í geyminum til eimisins. Lokinn D er opinn þegar dælt er og lokaður þegar hleypt er á geyminn vegna þrýstingsmunar sem myndast í leiðslunni eftir að dælingu er lokið.

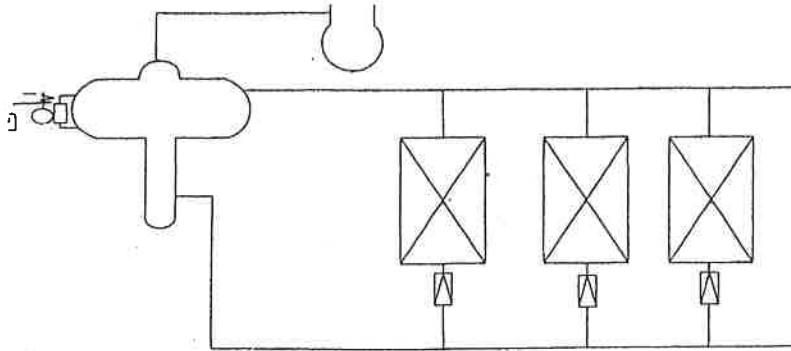
Með sama hætti og kerfi með kælimiðilsdælum er hægt að hliðtengja fjölmarga eima í púlskerfi.





4.4 Sjálfrennsli

Sjálfrensliskerfi er tengt með sama hætti og dælukerfi en hins vegar er enginn dælubúnaður til staðar til þess að koma kælimiðlinum gegnum eiminn heldur helst rennslið við vegna mismunandi eðlismassa í fallhlið og þeirri hlið þar sem kælimiðillinn stígur upp.



Höfuðdrættirnir í sjálfrensliskerfi eru sýndir á myndinni hér til hliðar.

Í fallhlið er hreinn vökvi með mikla eðlisþyngd en í hinni hliðinni, fyrir aftan eiminn, er blanda af vökva og eim sem vitaskuld hefur minni eðlisþyngd en ríkir í fallhliðinni. Þessi munur á

eðlisþyngd veldur því að kælimiðillinn streymir gegnum eiminn. Rétt er að gæta að því að eimirinn verður að standa neðar en vökva-skiljan til þess að kerfið verki.

4.5 Þjöppulaus kerfi

Af kerfum, sem enga þjöppu hafa, hafa tvö kælimiðil og eitt er rafrænt. Hér skal í mjög stuttu máli vikið að þessum þrem kerfum.

4.5.1 Ísogskerfi

Elsta kerfið var af þeirri gerð sem kallast ísogskerfi og byggist það á því lögmáli að ammoníak dregur í sig vatn. Þegar bulluþjöppur sáu dagsins ljós og afköst þeirra bötnuðu tók að halla undan fæti fyrir ísogskerfum. Nú eru þau einungis notuð í olíuhreinsistöðvum og annars staðar þar sem afgangsvarmi og ódýr orka er á boðstólum. Þess utan eru ísogskerfi í kæliskápum á stöðum þar sem hávaða skal haldið í skefjum og enn fremur þar sem ekkert rafmagn er til staðar.

Nú á dögum eru notuð tvenns konar mismunandi ísogskerfi sem hafa

1. ammoníak/vatn
2. vatn/litíumbrómíð

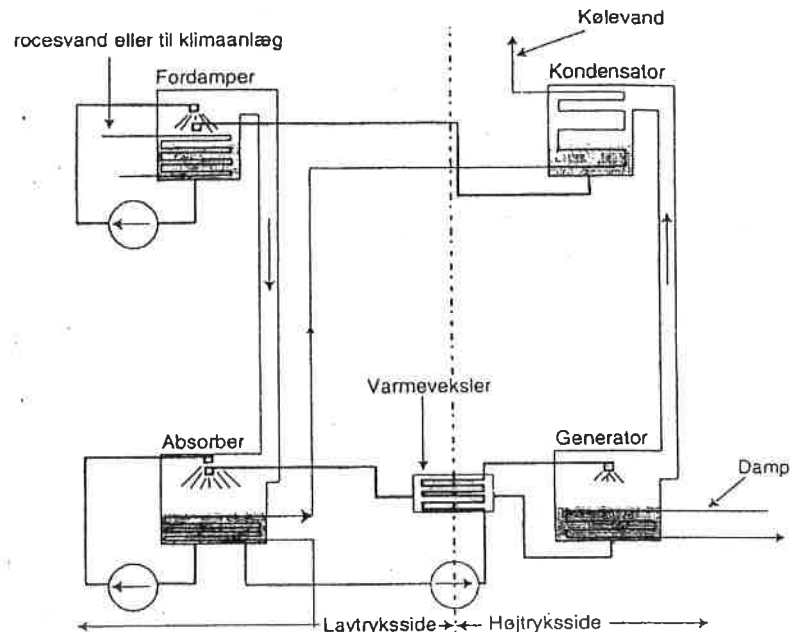
Í fyrrnefnda kerfinu er ammoníakið kælimiðillinn en vatnið gegnir því hlutverki þegar notað er vatn/litíumbrómíð. Litíumbrómíð er salt. Vatn/litíumbrómíðkerfi eru langmest notuð. Þau eru algeng í

loftkælingum og þar sem þarf að kæla vatn niður í u.þ.b. 8°C sem telst lægsti hiti sem hægt er að ná með slíkum kælimiðli.

Kerfið hefur geyma og rör sem tengjast saman. Reglan er sú að vatn dregur í sig ammoníak og salt vatn.

Í einföldu ísogskerfi eru tveir geymar og er vatn í öðrum þeirra (ísog) og í hinum ammoníak (eimir). Geymanir tveir eru tengdir með röri þannig að ammoníakeimur getur hindrunarlaust streymt yfir í vatnsgeyminn.

Yfirborðsprýstingur ammoníaksins fellur og eimurinn leitar í vatnsgeyminn. Hitinn í ammoníaksgeyminum lækkar. Ammoníakið dregst yfir með jafnmiklu afli og þjappa væri til staðar. Þessu heldur áfram uns vatnið getur ekki tekið við meira af ammoníakinu. Eftir það er nauðsynlegt að hita blönduna (í sjóðaranum) til þess að knýja ammoníakið yfir í hitt hylkið sem haldið er köldu (eimsvala).



Þessi aðferð var notuð á meðan kælitækni hafði enn ekki slitið barnskónum en hún gekk skrykkjótt og ekki nægilega vel. Þannig voru spiralar kældir í heilan sólarhring. Síðan voru þeir teknir frá og allt undirbúið á ný. Sé lítumbrómíð notað í ísogskerfinu og vatn í eiminum verður eimur mjög hæg og lítil sem enginn kuldi myndast. Með því að dæla pæklinum einn hring er hægt að auka verulega vatnsrennslið. Til þess að ná hita upp á 10°C verður ekki hjá því komist að lækka mjög þrýstinginn í kerfinu.

Teikningin á síðunni hér á undan sýnir grundvallarbyggingu ísogskerfis sem vinnur án afláts. Dæla dælir blöndu yfir í sjóðarann sem eimur ellegar einhver önnur orkuuppspretta hitar upp. Í sjóðaranum sýður kælimiðillinn úr ísogsmiðlinum sem fer til baka í ísogarann. Frá eimsvalanum er kælimiðillinn leiddur yfir í eiminn. Í honum dælir dæla kælimiðlinum til þess að kæling rörspiralans verði sem mest. Ísogarinn tryggir að kælimiðilseimur berst án afláts til hans.

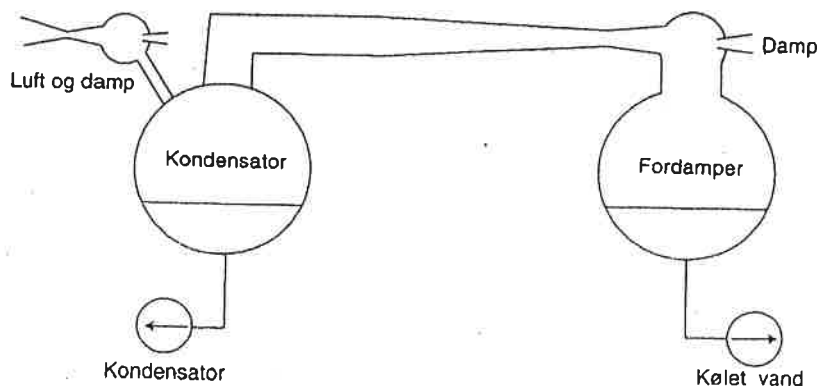
Í kerfum af þessari gerð nú til dags eru eimurinn og ísogarinn sambyggðir og eimsvalinn og sjóðarinn sömuleiðis. Í einni sérstakri gerð eru allir fjórir hlutarnir samankomnir í einu lokuðu íláti en haldið þar aðskildum með skilrúmum. Ferlið er þó hið sama og allir höfuðhlutarnir vinna sem áður segir.



4.5.2 Kerfi með ýri

Kerfi með ýri er byggt á því að úði frá einnum getur myndað svo öflugan undirþrýsting að suðumark vatnsins fer niður í 8°C – 10°C . Vatnið þéttist í eimsvala þar sem eimurinn þéttist en það á sinn þátt í því að undirþrýstingur myndast.

Eimúðinn myndar undirþrýsting í eiminum. Þegar nota þarf einungis lítinn eim er gripið til þessa kerfis, fyrst og fremst í loftkælíbúnað á stöðum þar sem ódýrt brennsluefni fæst eða umframeimur er til staðar. Þar sem hvort tveggja, eimurinn og kælimiðillinn, er vatn er hægt að blanda þeim saman í eimsvalanum. Búnaðurinn á honum dregur til sín loft sem komist hefur inn.



Kerfið er að hasla sér völl í garðyrkju þar sem það er notað til kælingar á blaðmiklu grænmeti, til dæmis salati. Þegar salatið er sett í hól og þrýstingurinn þar lækkaður gufar vatn alls staðar jafnt upp af blöðunum svo að þau kólna. Vitaskuld þýðir það nokkurn vatnsmissi fyrir salatið en þó yfirleitt ekki meiri en svo að engu skiptir (u.þ.b. 4%).

4.5.3 Rafkæling

Árið 1834 gerði franskur eðlisfræðingurinn Jean Peltier þá uppgötvun að rafstraumur, sem hleypur milli tveggja mismunandi málma þar sem þeir snertast, leysir úr læðingi eða dregur til sín varma, allt eftir því í hvora átt straumurinn fer. En það er ekki fyrr en nú að Peltier-áhrifin eru orðin hagnýt söluvara. Það var fyrst eftir að hálfleiðarar lækkuðu í verði eins og raun hefur á orðið að fýsilegt þótti að hagnýta þessa tækni. Bandaríski flotinn hefur kostað miklu til að breyta og bæta þessa aðferð í kjarnorkuknúnum kafbátum. Tæknin er nú notuð til kælingar á tölvum, í kælitöskur, litla kæliskápa og lítil loftkælitæki með afl innan við 1 kW.