



RAM - 702  
Raforkukerfi Íslands

Liðavarnir í háspennukerfum  
6. kafli.

Orri Torfason

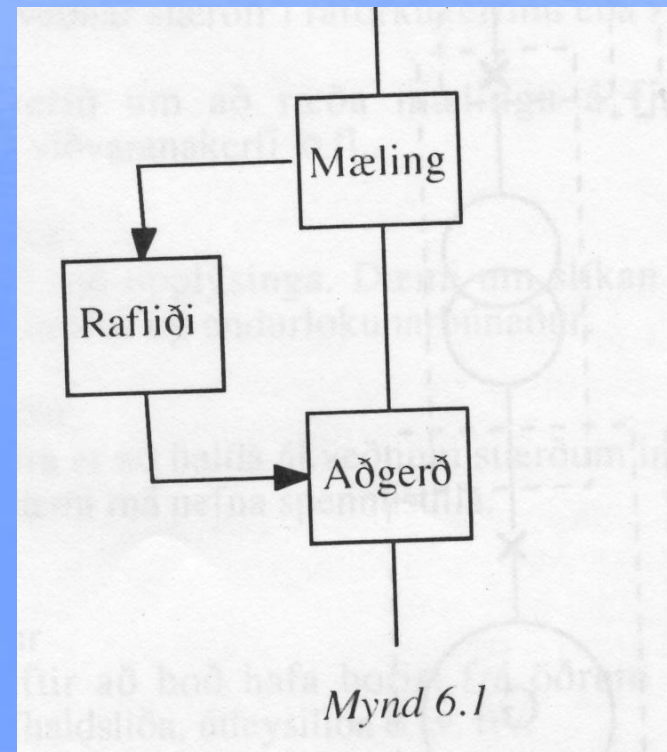
## 6. Liðavarnir í háspennukerfum

### 6.1 Hlutverk og uppbygging liðavarna.

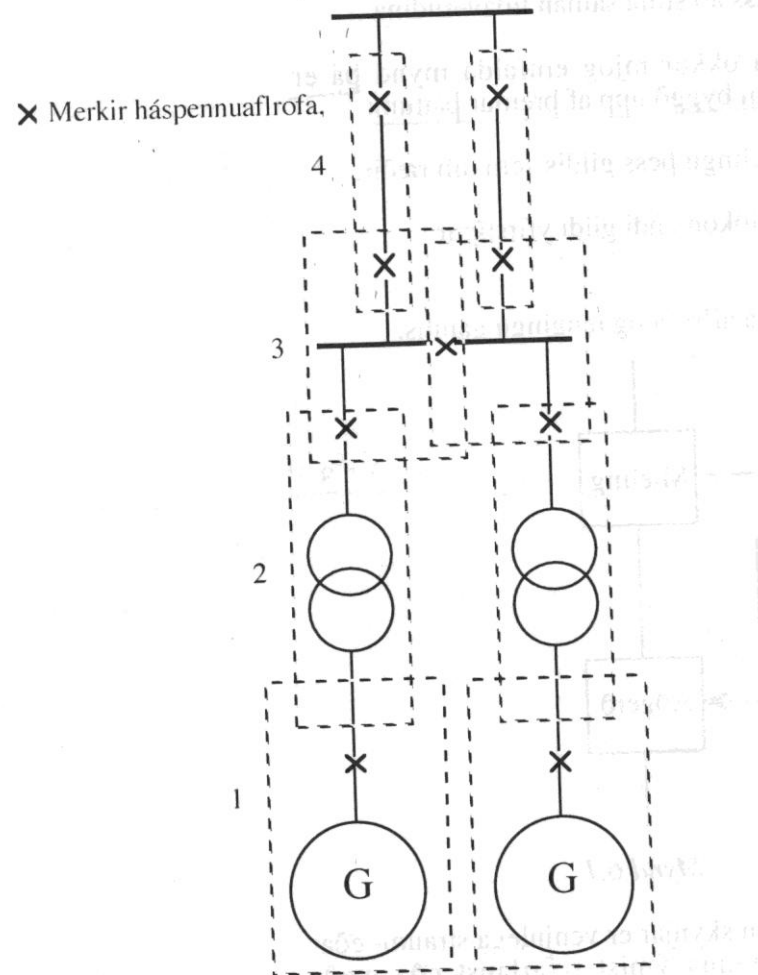
Hlutverk liðavarna í raforkukerfi er að takmarka áhrif truflana í kerfinu sem gætu valdið skemmdum og / eða rekstrarerfiðleikum í lengri eða skemmri tíma. Þessar truflarir geta orsakast af bilunum (skammhlaup, slit á línu eða jarðhlaups), aflsveiflum, vegna náttúruhamfara (óveðurs, ísingar, eldinga) eða vegna mannlegra mistaka.

Ef við reynum að gera okkur mjög einfalda mynd þá er liðavörn í grófum dráttum byggð upp af þremur þáttum:

- Skynjunarþætti eða mælingu þess gildis sem um ræðir.
- Rafliða sem vinnur ef viðkomandi gildi yfirstígur ákveðin mörk.
- Aðgerðarþætti, t.d. rofi á aflrofa og tengingu gaums.



Raforukkerfum er alltaf skipt í afmörkuð varnarsvæði eða einingar (blokkir) þar sem stærðir (straums, spennu) eru mældar og liðar sjá um að leysa út rofa og einangra þannig bilunina frá öðrum hlutum kerfisinssem síðan eru látnar skerast við aðrar einingar til að tryggja nægjanlegt öryggi. Með þessu móti er unnt að tryggja að flestar varnir séu einnig varavörn fyrir næsta svæði. Sjá skýringarmynd 6.2.



Mynd 6.2

## 6.2 Bilanir

Ógerlegt er að telja upp allar hugsanlegar bilanir sem fyrir geta komið í háspennukerfi, en hér á landi eru orsakir helstar þær að ísing og/eða selta hleðst á flutningslínur og búnað í tengivirkjum. Hér á eftir verður minnst á helstu flokka bilana.

## Skammhlaup

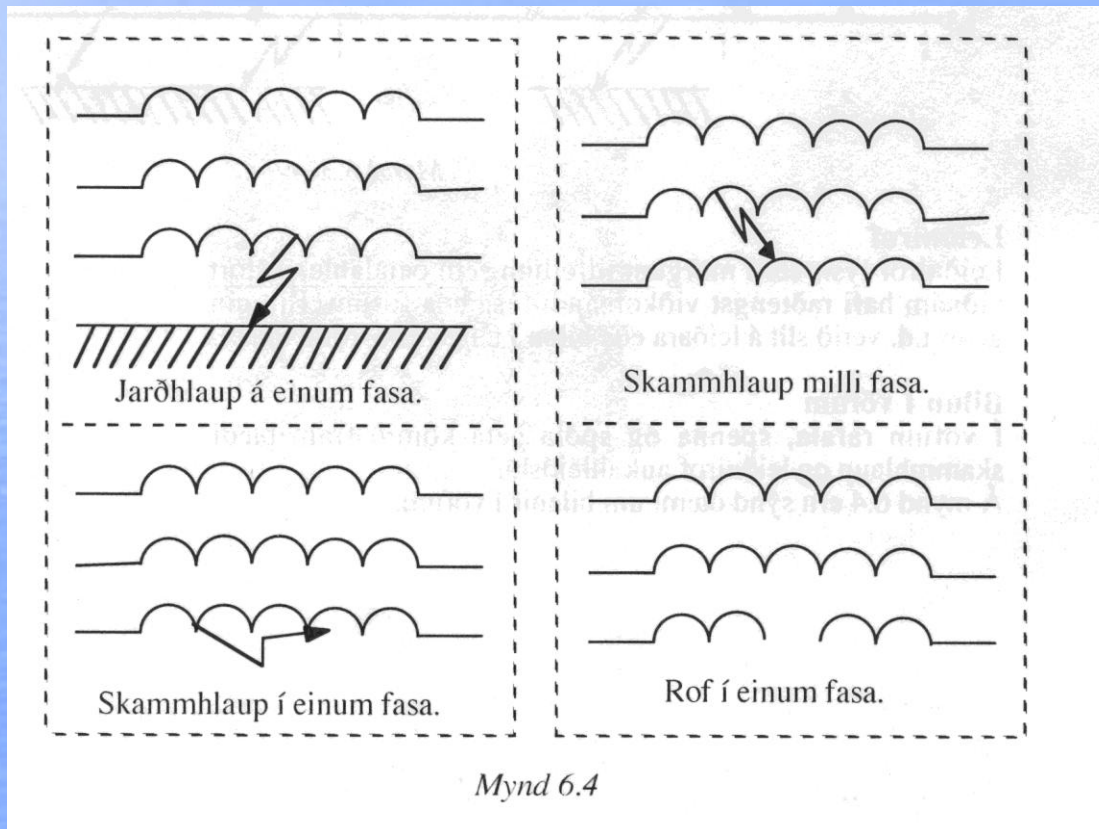
Skammhlaup nefnist það ástand þegar óeðlilega lítið viðnám verður í rafkerfi, annarsvegar á milli fasanna, eða hinsvegar á milli fasa og jarðskauts.

Ef kerfið er jarðtengt (0-kerfi) verður skammhlaupsstraumurinn  $\sqrt{3}$  sinnum minni en skammhlaupsstraumur milli fasa. Sé kerfið hinsvegar einangrað frá jörð (fljótandi) eða jarðtengt í gegnum spólu verður skammhlaupsstraumurinn sjaldnast yfir 100A. Skammhlaupsstraumur til jarðar getur spanað spennu í nærliggjandi línur og þannig valdið skemdum á símakerfi t.d. Á mynd 6.3 má sjá hvernig skammhlaup getur orðið á ýmsa mismunandi vegu í þriggja fasa loftlínu.

## Bilun í vöfum

Í vöfum rafala, spenna og spóla geta komið fram bæði skammhlaup og leiðnirof auk útleiðslu.

A mynd 6.4 eru sýnd dæmi um bilanir í vöfum.



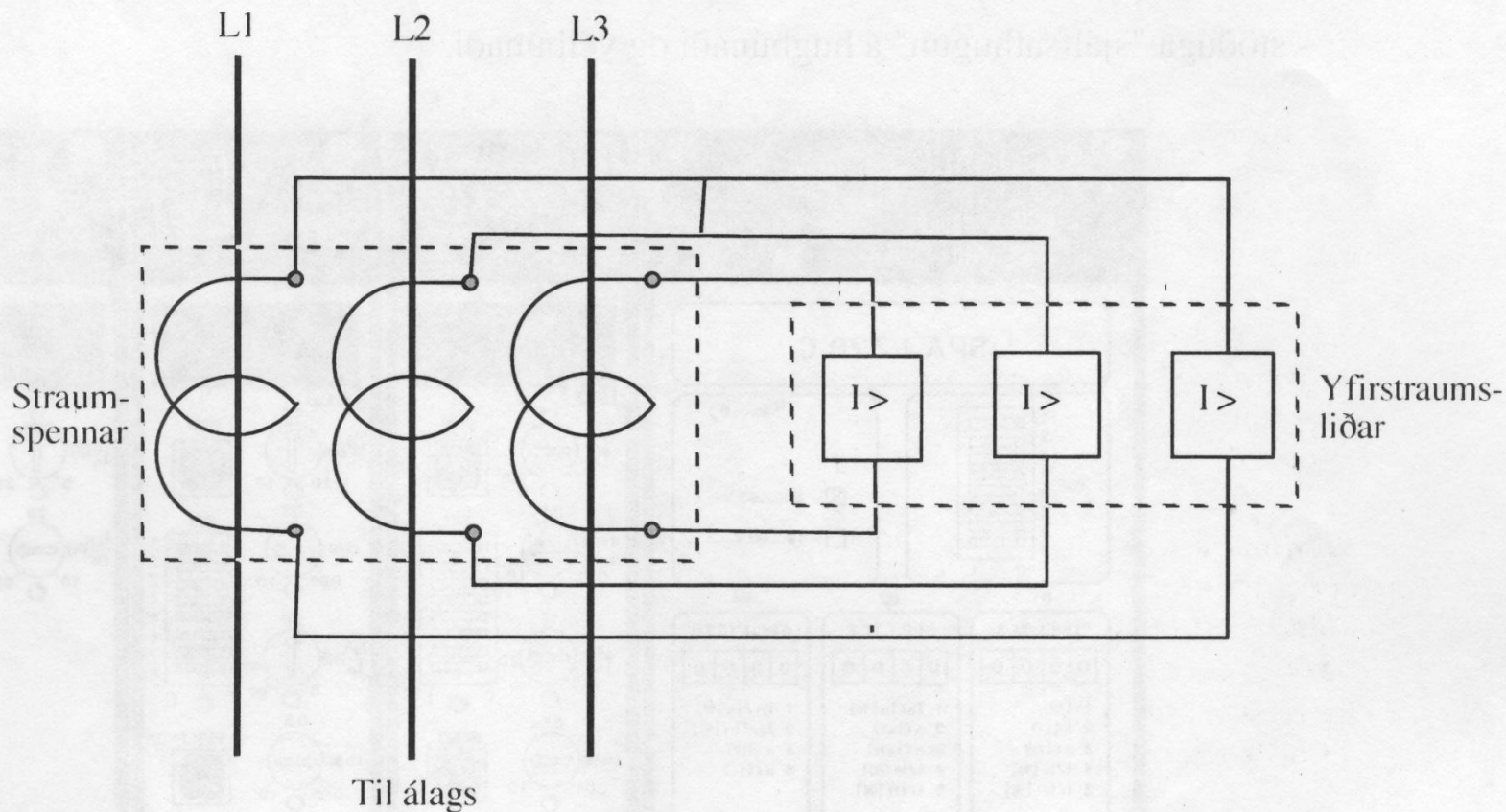
## 6.3 Varnarliðar

Varnarliðar í háspennuvirkjum héraendis eru af mörgum gerðum og aldur þeirra spannar allt tímabil rafvæðingar.

Liði er í raun stillanlegt mælitæki með sambyggðum rofa sem er hannað til þess að bregðast við ef einhver rafmagnsleg stærð fer yfir eða undir innstillt hámarks- eða lágmarksgildi.

## Yfirstraumslíðar

Hlutverk yfirstraumslíða getur verið að gefa aðvörun við ákveðið straumgildi og gefa boð um rof með aflrofa við hærra straumgildi. Skynjunarþáttur liðans eru straumspennar á einum, tveimur eða þremur fösum. Sjá mynd 6.5.



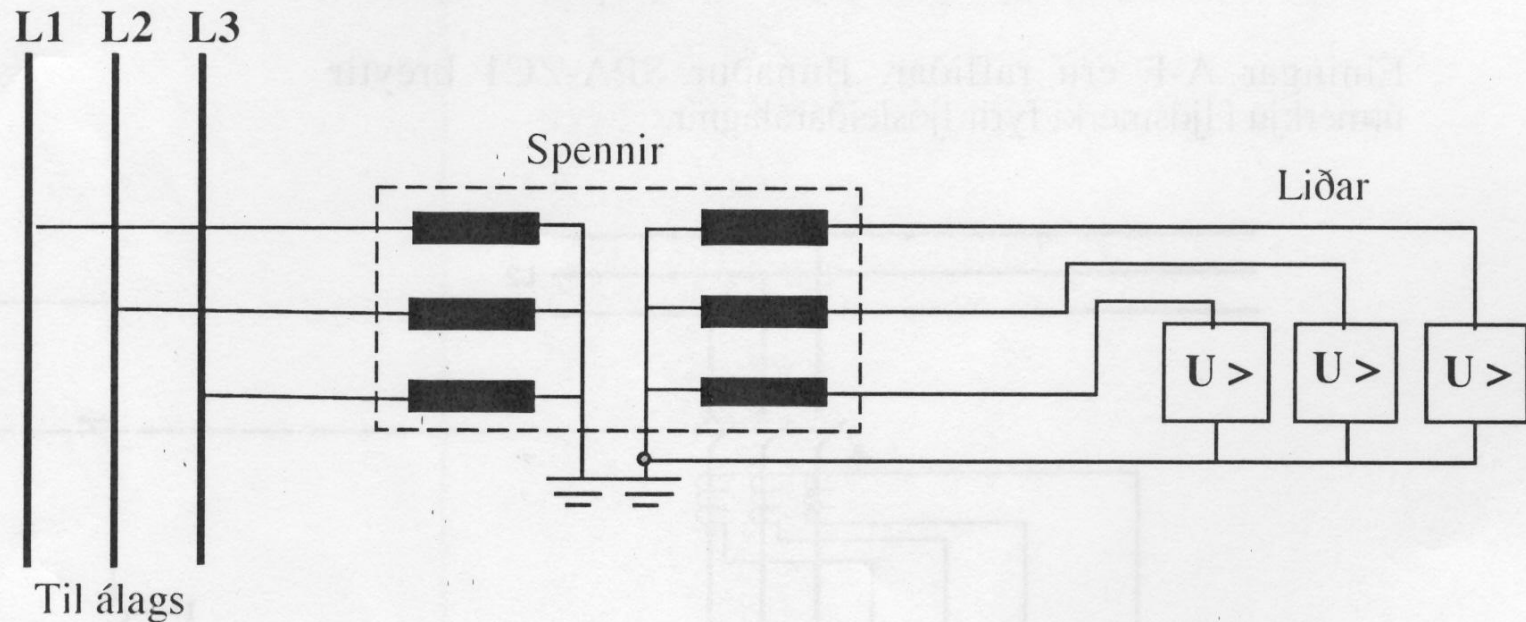


Yfirstraumar geta orsakast af yfirálagi, jarðhlaupi eða skammhlaupi. Stafi yfirstraumurinn af of miklu álagi er venjulega einhver töf á aðgerð (með tímaliða), þannig er komist hjá óþarfa aðvörun eða útleysingu ef um skammtíma yfirstraum er að ræða. Þegar um skammhlaup er að ræða er aðgerð hinsvegar tafarlaus.

Í löngum raflínum getur skammhlaupsstraumur í sumum tilfellum verið af svipaðri stærðargráðu og mesti álagsstraumur. Þetta getur gerst þegar skammhlaup á sér stað á raflínum í mikilli fjarlægð frá yfirstraumslíðanum. Í slíkum tilfellum er því yfirstraumslíði gagnslaus, en hinsvegar myndi svokallaður fjarlægjarliði skynja viðnámsminnkun á línunni og leysa út. Fjallað er um fjarlægðaliða fyrir raflínur hér síðar í kaflanum.

## Yfirspennuliðar

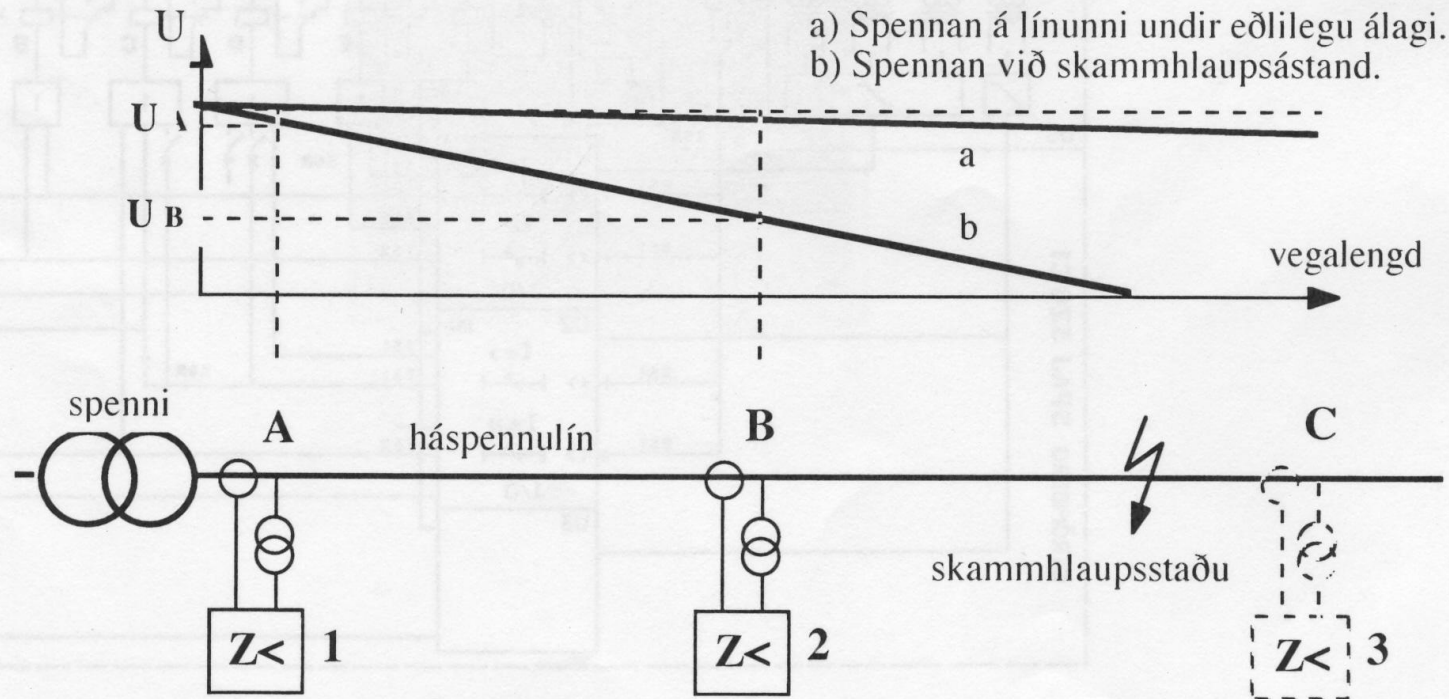
Til þess að fylgjast með spennuhæð og halda henni innan ákveðinna marka, eru notaðir yfirspennuliðar. Hér er átt við spennu sem getur orsakast af ýmsum ástæðum í raf-kerfinu.



Mynd 6.8

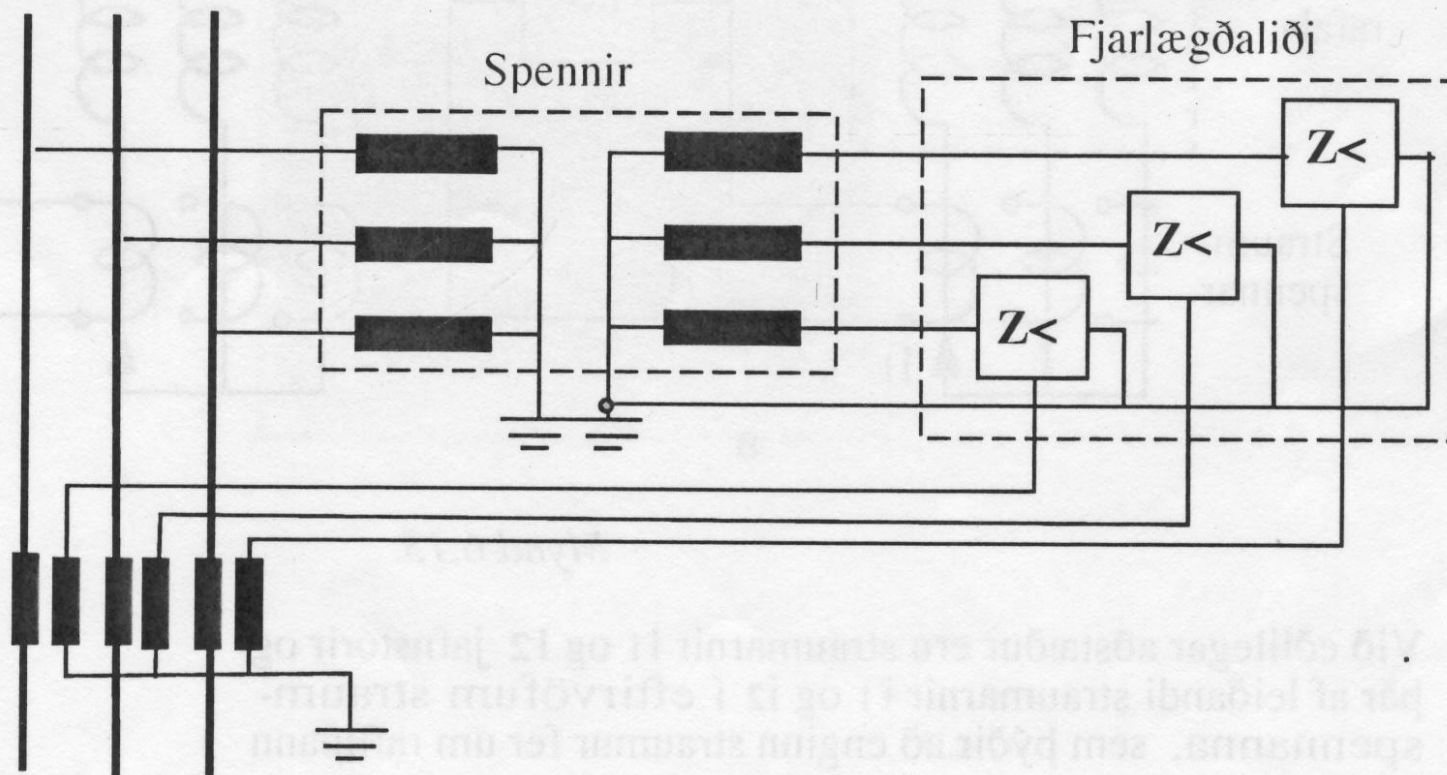
## Fjarlægðaliðar (differential relays)

Fjarlægðaliðar eru staðsettir í aflstöðvum og tengivirkjum háspennulína og eru mjög þýðingarmikill liður í varnarbúnaði háspennudreifikerfa. Þeir mæla í raun spennu og straum á mælingarstað og bera saman. Virkni þeirra er hinsvegar í hlutfalli við það sýndarviðnám sem er á mælingarstað ( $Z = U / I$ ) og bera saman við eðlilegt gildi.



Mynd 6.9

L1 L2 L3



Spennir

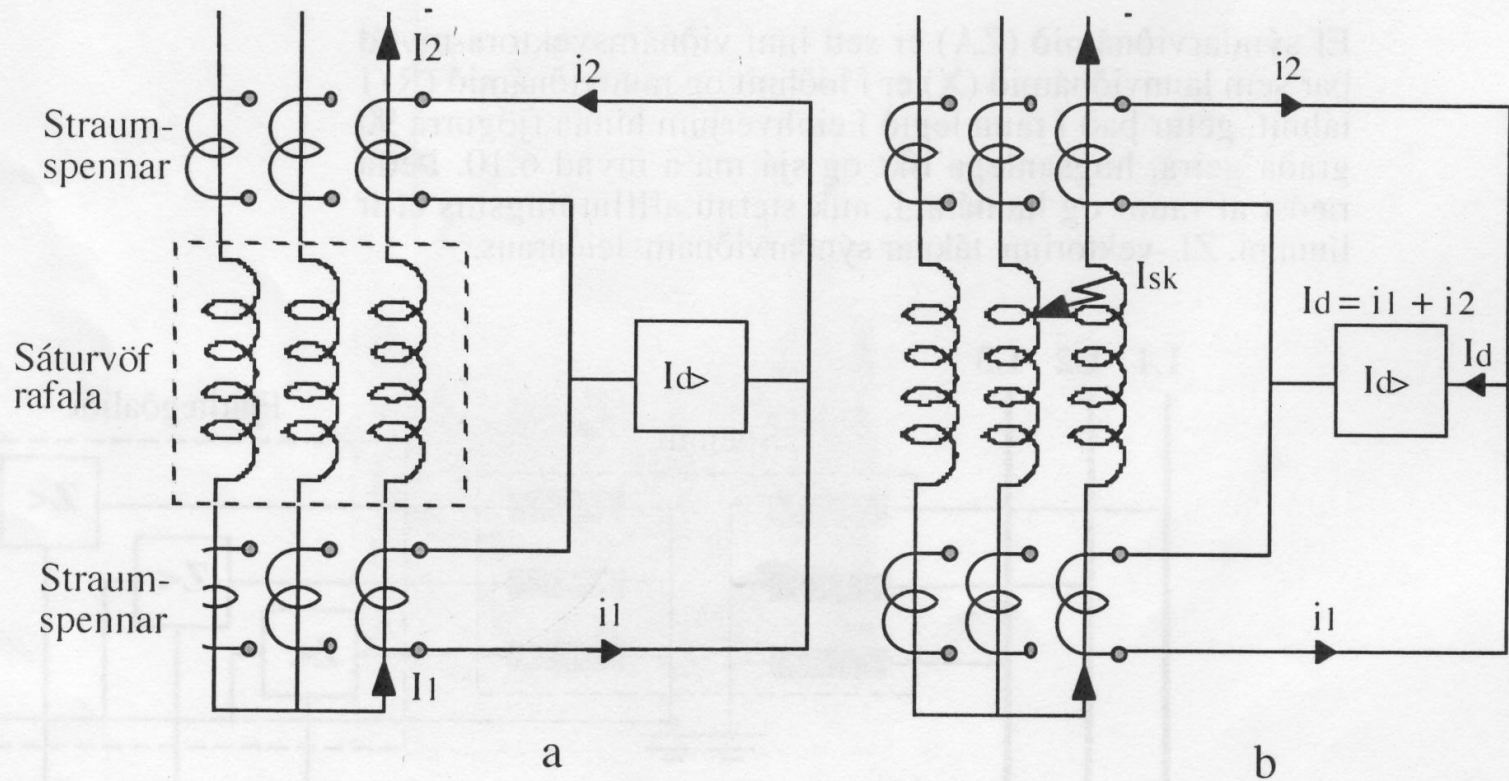
Fjarlægðaliði

Til álags

Mynd 6.12

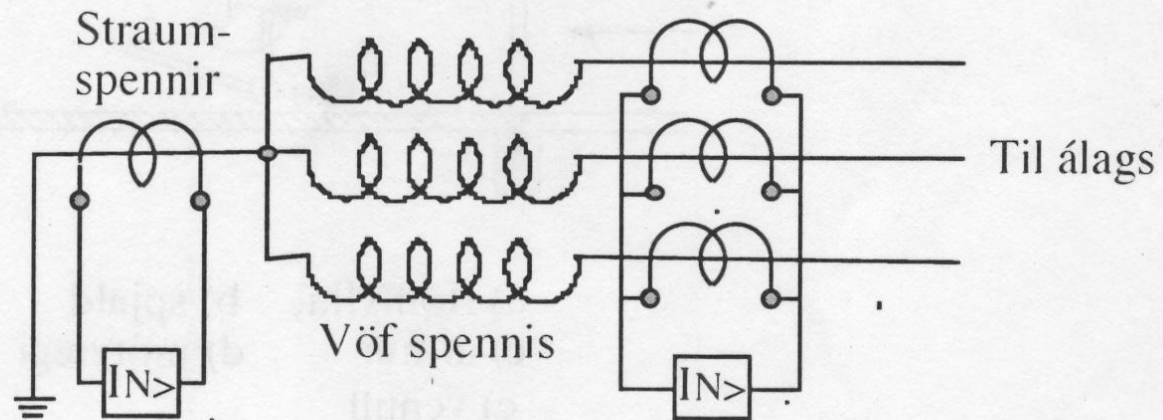
## Mismunastraumslíði

Mismunastraumslíðar eru notaðir til þess að verja ákveðna kerfishluta t.d. rafala og spenna. Þeir byggja á fyrsta lög-máli Kirchoffs þ.e. að summa þeirra strauma sem koma að og fara frá ákveðnum mælipunkti sé á hverjum tíma jafnt og núll. Mynd 6.13 sýnir tengingu yfirstraumslíða við rafala í virkjun.



## Summustraumslíði

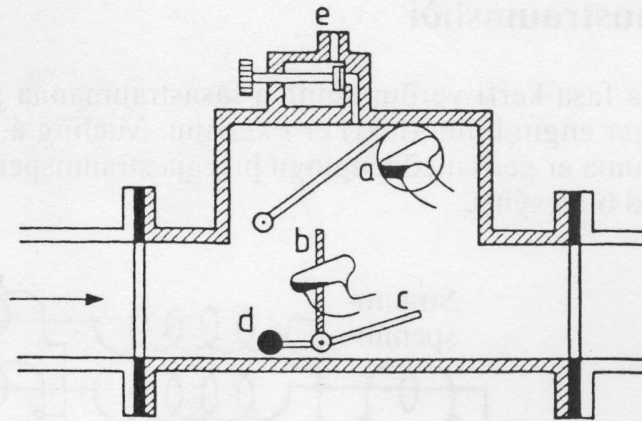
Í þriggja fasa kerfi verður summa fasastraumanna jafnt og núll þegar engin bilun (leki) er í kerfinu. Mæling á summu fasastrauma er gerð með tengingu þriggja straumspenna eins og mynd 6.14 sýnir.



Mynd 6.14

## Gasliði (Buchholz-liði)

Ef kæliolía spennis hitnar myndast gas sem stígur upp og fer þá um rörið sem tengir spennistank og fæðitank.

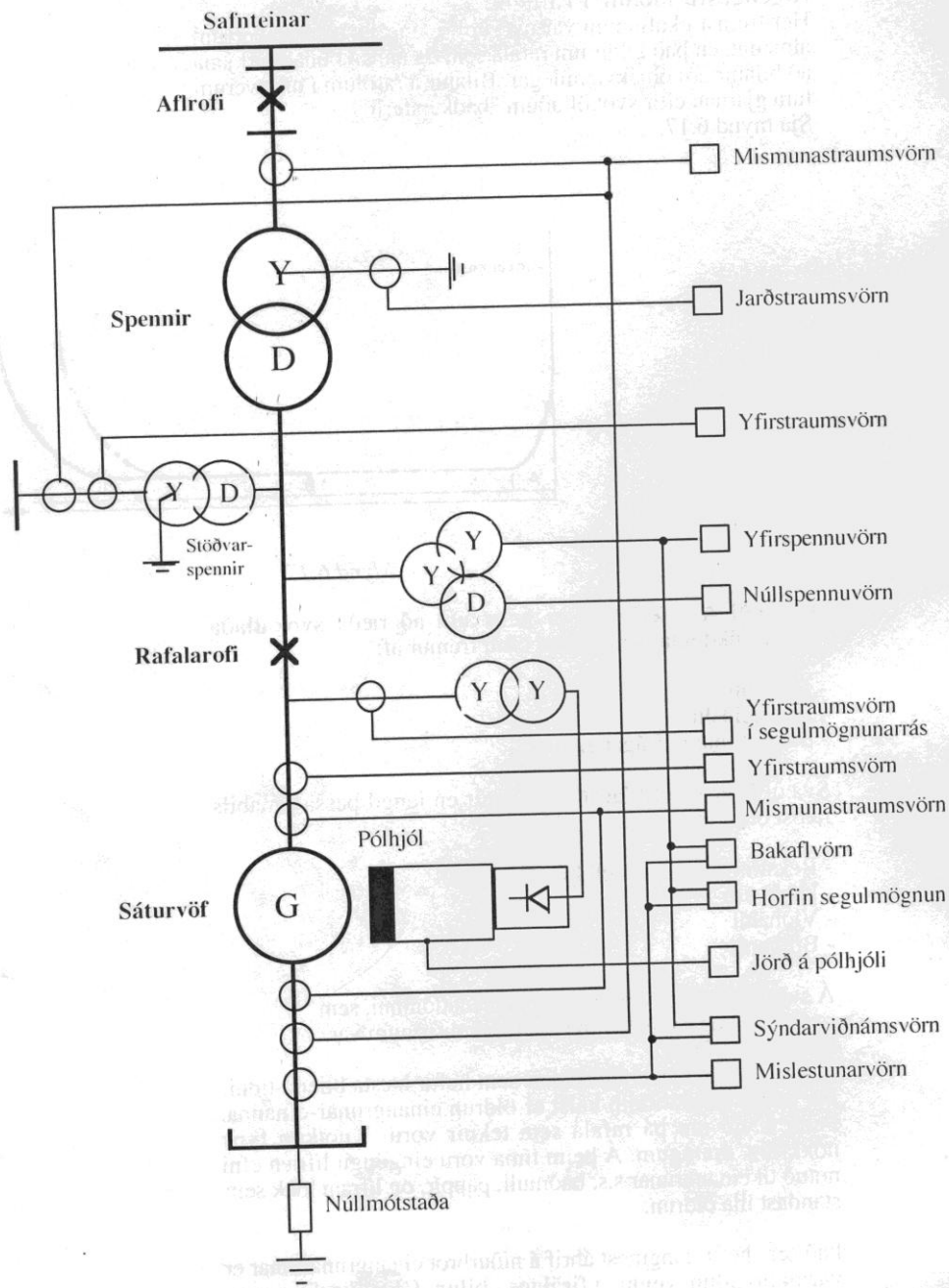


- a) flothylki,    b) spjald  
c) armur        d) mótvægi  
e) ventill

Mynd 6.16

Svonefndur gasliði (Buchholz-) er staðsettur á olúfæðirörinu milli spennistanks og brýstitanks. Sjá mynd 6.16. Gasliði stígur upp í gegnum fæðirörið og safnast efst í liðanum. Við það eykst þrýstingur á olúflötinn í liðanum og hann lækkar. Flothylki a í liðanum lækkar einnig og í ákveðinni stöðu tengir kvikasilfursrofinn sem er áfastur flothylkinu aðvörun.

# Blokkarvör í virkjun.



Mynd 6.18