



Rafbók



Rafmagnsfræði

3. kafli Rafleiðarar



Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni www.rafbok.is

Allir rafiðnaðarmenn og rafiðnaðarnemar geta fengið aðgang án endurgjalds að rafbókinni.

Höfundur er Einar H. Ágústsson

Umbrot: Ísleifur Árni Jakobsson

Heimilt er að afrita textann til fræðslu í skólum sem reknir eru fyrir opinbert fé án leyfis höfundar eða Rafmenntar, fræðsluseturs rafiðnaðarins. Hvers konar sala á textanum í heild eða að hluta til er óheimil nema að fengnu leyfi höfundar og Rafmenntar.

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til
Báru Laxdal Halldórsdóttur á netfangið bara@rafmennt.is

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Efnisyfirlit

3. Rafleiðarar og bygging straumrásar.....	4
1. flokkur, málmar.....	4
2. flokkur, vökvar og gös.	5
3. flokkur, hálfleiðarar.....	7
4. flokkur, einangrar.....	8
Straumur í leiðara af 1. flokki.	9
Bygging straumrásar.	9
Rofar.....	13
Vör.....	13
Mælar	15
AVO-mælir	18
Spurningar úr 3 kafla:.....	21

3. Rafleiðarar og bygging straumrásar.

1. flokkur, málmar.

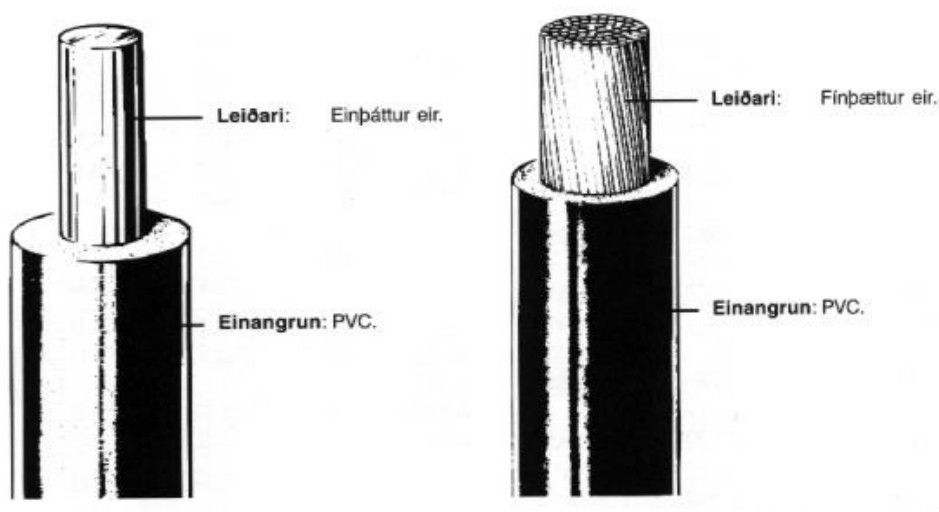
Efni hafa mismunandi fjölda óbundinna eða frjálsra rafeinda. Að efni hafi frjálsar rafeindir er forsenda þess að það geti leitt rafstraum. Út frá þessu eru efni flokkuð í fjóra flokka með tilliti til rafleiðni þeirra.

Málmar eru þau frumefni sem hafa tiltölulega flestar óbundnar rafeindir og þar að auki er gott rými milli frumeindanna sem frjálsar rafeindir geta ferðast í hindrunarlítið. Þessi efni eru því góðir rafleiðarar. Þegar rafstraumur fer eftir leiði af 1. flokki hreyfast eingöngu rafeindir.

Silfur er sá málmur sem best leiðir rafstraum og er það mikið notað í rafiðnaði, t.d. í bræðivörum og einnig er algengt að rafleiðnihlutar aflrofa séu silfurhúðaðir.

Eir er næstbesti leiðarinn, en sá sem er mest notaður í rafleiðara, vegna þess að hann er mun ódýrari en silfur. Eirinn hefur líka þá kosti að auðvelt er að framleiða úr honum þráð, hann er sveigjanlegur, hann tærist ekki og hann tekur vel tinlóðningu.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar



Mynd 3.1

Ál er fjórði besti leiðarinn, næst á eftir gulli sem er lítið notað í rafiðnaði. Kostir áls sem leiðara eru nýttir í framleiðslu loftlínu- og jarðstrengja. Léttleiki álsins gerir það sérstaklega vinsælt í loftlínunum, en þá er oft nauðsynlegt er að styrkja það með burðarvír úr stáli. Einn helsti kostur álsins er þó sá að það er mun ódýrara en eir.

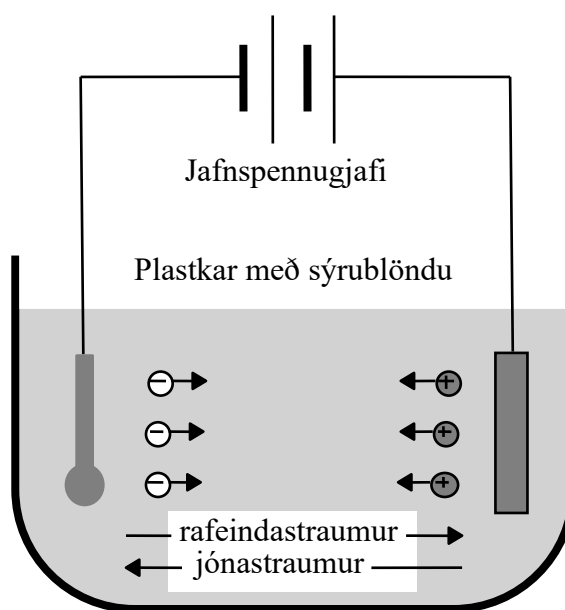
Allar málmblöndur eru verri leiðarar en hreinir málmar, og eru t.d. oft notaðir í hitöld (element), þar sem talsvert viðnám er æskilegt. Sjá töflu 4.1 yfir eðlisviðnám, á bls. 4.1.

2. flokkur, vökvar og gös.

Þegar rafstraumur fer eftir vökva eða gasi hreyfast rafeindir frá - skauti til + skauts, eins og í málmum. Hinsvegar á sér einnig stað svokallaður jónastraumur, jákvætt hlaðnar jónir streyma frá + skauti til - skauts og neikvætt hlaðnar jónir dragast að + skauti. Þetta þýðir að það á sér stað raunverulegur efnisflutningur þegar rafspenna er yfir þessi efni.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Menn hafa lengi notfært sér þennan leiðnieiginleika vökva til málm- og galvanhúðunar. Rafskaut úr mismunandi efnum eru sett í kar sem fyllt er með sýrublöndu, síðan er jafnspenna sett á skautin og efnisflutningur hefst milli skautanna.



Mynd 3.2

Á mynd 3.2 er sýnd aðferð sem notuð er m.a. til silfurhúðunar. Jónastraumur í vökvanum frá silfurklumpi tengdum + pól húðar smám saman skeiðina sem tengd er -pól spennugjafans.

Vökvar sem notaðir eru til þess að leiða rafstraum kallast raflausnir. Gott dæmi um raflausn er þynnt brennisteinssýra sem notuð er í blýrafgeymi.

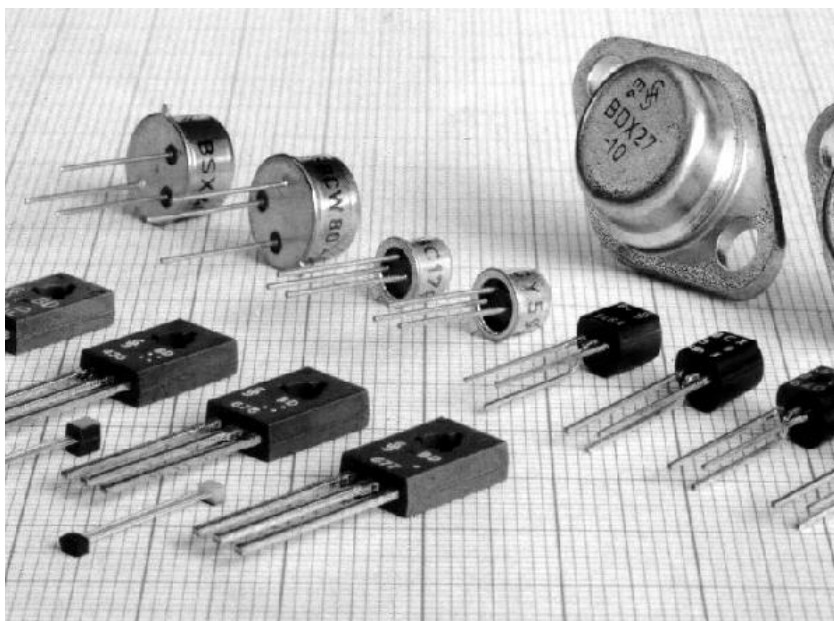
Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

3. flokkur, hálfleiðarar.

Hálfleiðarar eru föst efni sem hafa rafeindirnar tiltölulega fastbundnar kjörnunum, það er því lítið um frjálsar rafeindir í þessum efnum. Leiðni þessara efna er mjög háð hreinleika þess og hitastigi. Hitni efnið geta rafeindir losnað og það fer að leiða á líkan hátt og málmar.

Kísill eða svokallaðar kísilflögur er mest notað í hálfleiðarataekni við gerð transistora, díóða, triac o.fl. íhluta rafeindarása. Leiðni þessara efna er þá aukin með því að bæta í þau öðrum efnum sem eru ýmist þrígild eða fimmgild, þ.e. hafa þrjár eða fimm rafeindir á ystubraut.

Sagt er að þau hafi þá verið óhreinkuð.



Dæmigerðir transistorar

Mynd 3.3

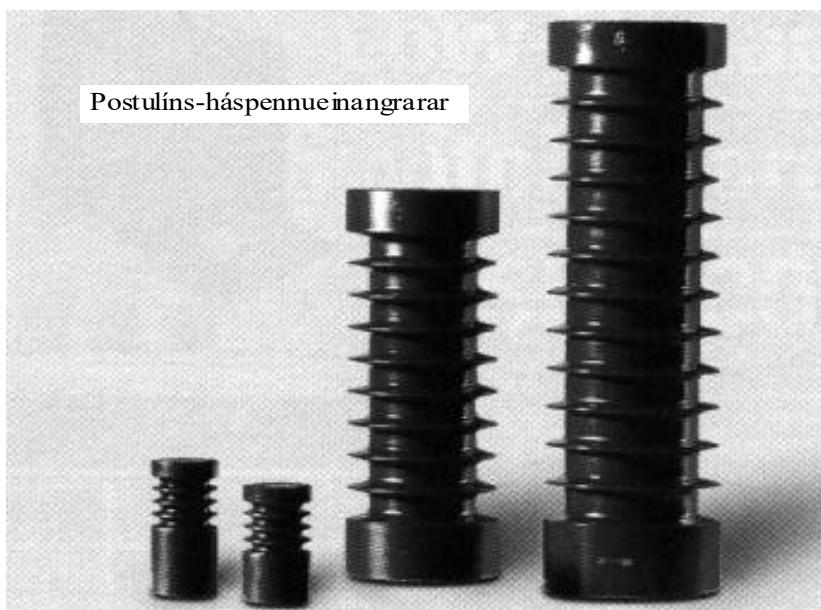
Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

4. flokkur, einangrar

Í svonefndum einangrunarefnum eru rafeindirnar fastbundnar kjörnunum og svo til engar frjálsar rafeindir fyrir hendi. Við venjulegar aðstæður leiða þessi efni ekki rafstraum, þó segja megi að öll efni leiði rafstraum ef spennan yfir það verður nógu há.

Dæmi um einangrara:

Þurrt loft,	gljásteyinn,
hreint vatn,	pappír,
gler,	bómull,
postulín,	ýmsar olíur,
plast,	lakk,
gúmmí,	ferniss o.fl.



Mynd 3.4

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

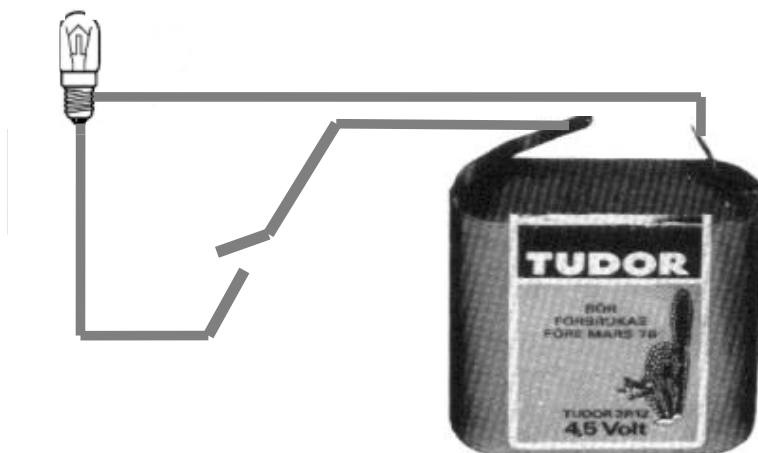
Straumur í leiðara af 1. flokki.

Málmar hafa eins og áður er sagt margar frjálssar rafeindir. Ef annar endi málmpráðar hefur fleiri rafeindir en hinn er sagt að spenna sé yfir þráðinn. Rafeindir streyma frá þeim enda sem er ríkari, til hins sem er fátækari af þeim. Ef stöðug endurnýjun rafeinda á sér stað við endann sem var ríkari af rafeindum verður stöðugur rafeindastraumur í leiðaranum. Spennugjafi er nauðsynlegur til þess að viðhalda spennu yfir leiðarann og þar með rafeindastraumnum.

Bygging straumrásar.

Einfaldasta gerð straumrásar er gerð úr spennugjafa, leiðara, einhverjum hlut sem kallast getur notandi og rofa. Á mynd 3.5 er sýnd slík straumrás þar sem spennugjafinn er rafhlaða og notandinn lítil glópera. Þessir hlutir eru raðtengdir þannig að straumrásin verður ein hringrás, en það er undirstöðuatriði í gerð straumrásar að straumurinn nái að hringrásar. Í þessu tilfelli hugsum við strauminn frá jákvæða skauti rafhlöðunnar eftir leiðaranum gegnum rofann og glóþráð perunnar til neikvæða skautsins, sem í þessu tilviki er ytra byrði hennar. Strauminn hugsum við síðan í gegnum rafhlöðuna til jákvæða skautsins og hringnum er lokað.

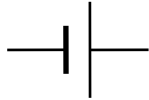

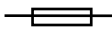

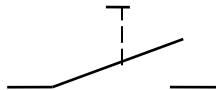
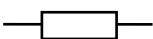
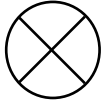


Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar



Mynd 3.5

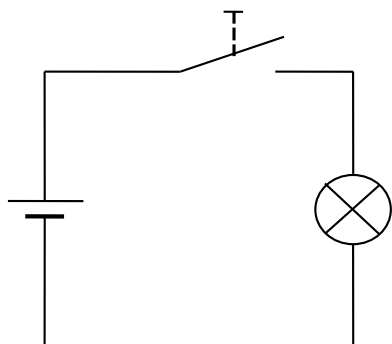
Þegar rofinn rýfur straumrásina myndast loftbil í honum sem hefur það mikið viðnám að engar rafeindir komast í gegnum það og allur rafeindastraumur stöðvast þá samtímis. Í rofðu ástandi liggur spennan yfir rofann því þar er þá stærsta viðnám rásarinnar. Þegar tengt er með rofanum verður viðnám hans nær ekkert, rafeindirnar taka að streyma aftur og spennan færir yfir á stærsta viðnám rásarinnar sem nú er glóþráðurinn í perunni. Sem sagt spennan skiptir sér alltaf í réttu hlutfalli við viðnám íhluta rásarinnar.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

	Jafnspennugjafi, rakspennugjafi (rafhláða, hlað (sella) í rafgeymi)
	Rafleiðari
	Bræðivar
	Sjálfvar
	Handvirkur rofi (einpóla)
	Viðnám, mótstaða (almennt tákn)
	Gaumljós, ljósgjafi
	Spennumælir
	Straummælir
Tafla 3.1	

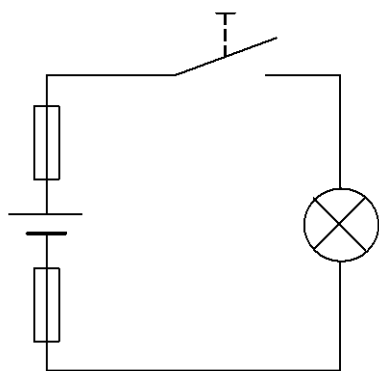
Tafla 3.1 sýnir nokkur stöðluð íhlutatákn sem notuð eru í rafteikningum, en til þess að einfalda teikningar straumrásar eru notuð stöðluð tákn og eru þau samkvæmt alþjóðlegum staðli (IEC) í þessari bók, en íslenskur rafmagnsstaðall var á sínum tíma unninn upp úr honum.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar



a

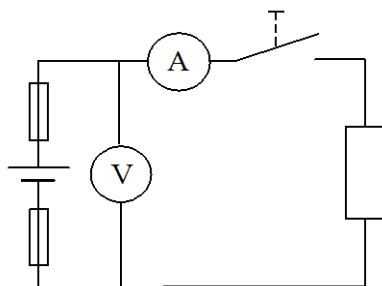
Mynd 3.6a sýnir straumrásina á mynd 3.5 teiknaða samkvæmt raftáknastaðli. Handvirki rofinn eru teiknaður opinn, þ.e. straumrásin er rofin og teikningin sýnir því rásina í straumlausu ástandi.



b

Á mynd 3.6b er bræðivörum bætt inn í myndina. Til þess að verja straumrásir og spennugjafa skemmdum af völdum yfirstraums er bræðivörunum komið fyrir sem næst spennugjafanum. Vörin vernda þá bæði leiðarana og aðra íhluti rásarinnar.

Mynd 3.6



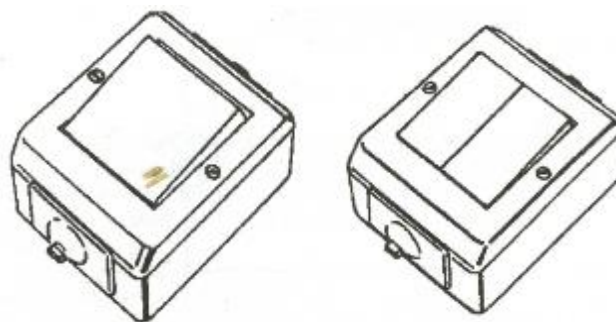
Mynd 3.7

Á mynd 3.7 er búið að teikna inn straum- og spennumæla. Straummælirinn er raðtengdur í rásina, enda nokkurskonar rafeindateljari. Spennumælirinn er hinsvegar hliðtengdur spennugjafanum og myndar þannig sjálfstæða hringrás straums. Spennumælirinn sýnir stöðugt spennu þá sem spennugjafinn gefur, óháð því hvort rofinn tengir eða ekki, svo fremi sem bræðivörin eru óbrunnin. Straummælirinn sýnir hinsvegar strauminn sem fer um rásina þegar rofinn tengir. Í stað tákns fyrir ljósgjafa er nú sett almennt tákn fyrir mótstöðu.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Rofar

Rofar þurfa að vera það stórir, að þeir þoli tiltekið yfirálag og hafi nægilega stórt bil á milli snertanna. Til dæmis hafa rofar fyrir ljósagreinar ekki undir 10 ampera straumþol þótt vinnustraumur sé í sumum tilvikum undir einu amperi. Rofar verða að rjúfa hratt, til þess að ljósbogamyndun milli snertanna verði í lámarki. Þetta á sérstaklega við um rofa í jafnstraumsrásum, en vegna mun meiri ljósbogamyndunar þar duga ekki aðrir rofar en þeir sem eru sérstaklega merktir DC.



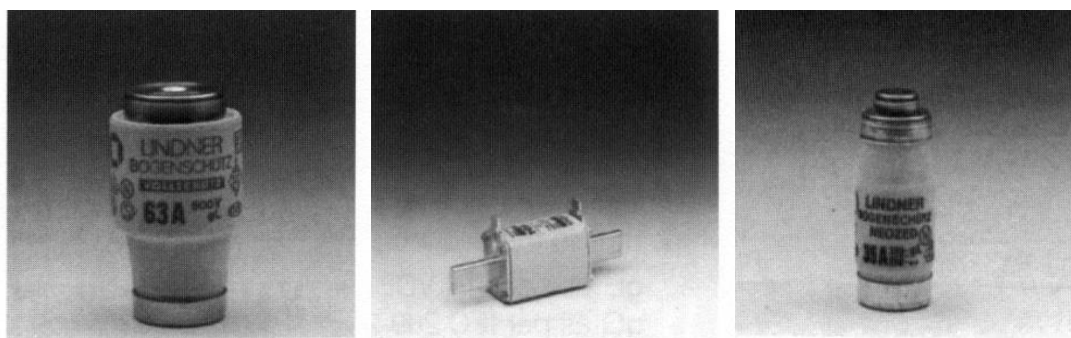
Mynd 3.8

Vör

Tvær gerðir vara eru notaðar til þess að verja straumrásir yfirálagi, bræðivör og sjálfvör. Í bræðivörum er grannur málmþráður eða málmþynna sem bráðnar ef straumur fer yfir ákveðið gildi og rýfur þannig straumrásina. Ef yfirstraumur er tiltölulega lítill getur það tekið varið alllangan tíma að rjúfa rásina. Verði hinsvegar skammhlaup í straumrás rýfur varið tafarlaust.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Rofeiginleikar bræðivara eru mismunandi og t.d. eru notuð svokölluð fljót vör í ljósagreinar, en treg vör í greinar fyrir rafmótora. Treg vör þola betur þann ræsistraum sem mótora taka þ.e. mikinn yfirstraum sem stendur í skamman tíma. Mynd 3.9 sýnir bræðivör af þremur mismunandi gerðum f.v. diased var, gipvar og neosed var.



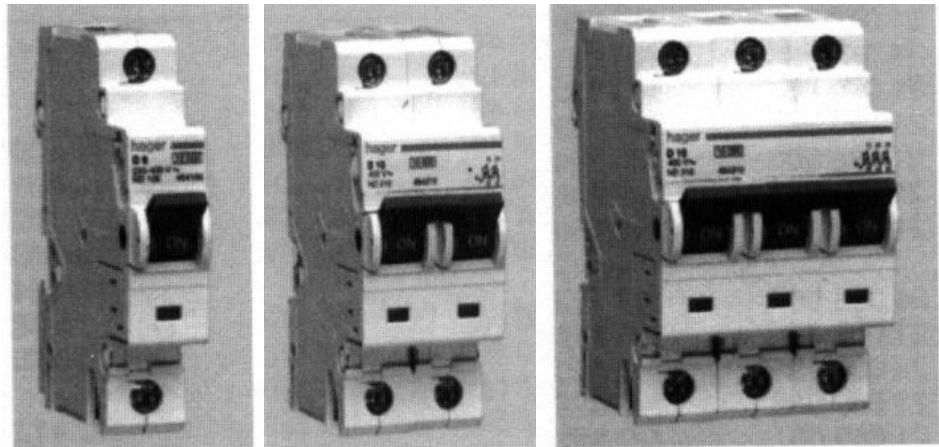
Mynd 3.9

Sjálfvör hafa innbyggðan þrennskonar búnað. Í fyrsta lagi spólu með járnkjarna sem segulmagnast við yfirstraum og leysir tafarlaust út. Þennan hluta varsins má kalla skammhlaupsvörn. Í öðru lagi er svokölluð tvímálmsfjöður sem straumurinn fer eftir, við það hitnar fjöðurin og sveigist til.

Ef um yfirstraum er að ræða, leysir hún út við tiltölulega lítinn yfirstraum, en vinnur á mun lengri tíma heldur en straumspólan. Þessi hluti varsins nefnist yfirálagsvörn.

Báðir þessir búnaðir vinna á aflrofa sem er endurskiptanlegur. Mynd 3.10 sýnir eins- tveggja- og þriggja póla sjálfvör.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar



Mynd 3.10

Sjálfvör má fá í fjórum gerðum með mismunandi skammhlaupsvörn:

Z-gerð sem eru mjög fljótvirk vör og eru notuð m.a. fyrir rafeindabúnað.

B-gerð eru fljótvirk og notuð til varnar vírum og köplum og t.d. fyrir venjulegar ljósagreinar.

C-gerð sem rýfur ekki fyrr en við fimmfaldan málstraum. eru notuð í mótorgreinar.

D-gerð sem rýfur ekki fyrr en við tífoldan málstraum og eru notuð fyrir stærri kraftlagnir eins og t.d. að spennum.

Allar þessar gerðir hafa samskonar tvímálmsvörn til yfirstraumsútleysingar á lengri tíma.

Mælar

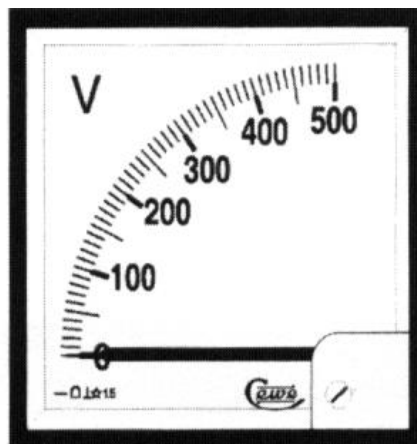
Mælar eru tæki sem gera kleift að fylgjast með ýmsum þáttum í rafkerfi, eins og spennu, straumi, afli, orku o.s.v.frv.

Til þess að mæla viðnám þarf mælirinn að hafa innbyggðan spennugjafa (rafhlöður). Hér eru aðeins teknir fyrir þeir mælar sem segja má að mæli þrjá grunnþætti rafrása, þ.e. spennu straum og viðnám.

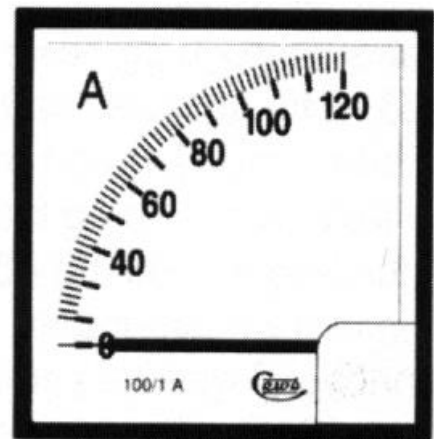
Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Spennumæli (voltmæli) má því líkja við þrýstimæli á vatnslögn. Þrýstinginn þarf að nema á milli tveggja staða í vatnslögninni, ef það er gert við inn- og úttak dælnnar sýnir mælirinn þann þrýstingsmun sem er á milli þessara staða, eða m.ö.o. þann þrýsting sem dælan gefur frá sér.

Á sama hátt eru tengileiðarar spennumælis oft tengdir sitt hvoru megin við spennugjafann og sýnir hann þá þann spennumun sem er á milli mælistaðanna, eða spennuna sem spennugjafinn gefur af sér. Þetta er kallað að hliðtengja spennumæli við spennugjafa.



Mynd 3.11



Mynd 3.12

Spennumælir er oft tengdur þannig að hann sýni spennu yfir eitthvert ákveðið tæki í straumrás, er þá hliðtengdur við tækið. Sýnir mælirinn þá spennunotkun tækisins eða eins og þetta er oft orðað, hann sýnir spennufallið yfir tækið.

Voltmælir hefur hátt viðnám í innri straumrás sinni og notar því mjög lítinn vinnustraum, aðeins nokkur milliamper (mA).

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Straummælir (ampermælir) vinnur á svipaðan hátt og streymismælir í vatnslögn. Hann mælir þann straum rafeinda sem um hann fer og aflesturinn er amper á sek., í samræmi við mælieiningu vatnsstreymis sem er í lítrum á sekúndu.

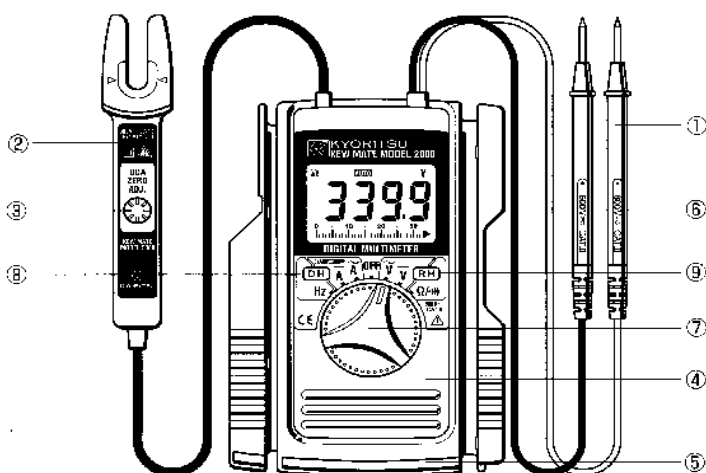
Ampermæli verður að raðtengja við álag í straumrás. Öfugt við voltmæli hefur straummælir mjög lítið vinám, því hann á að hleypa rafeindunum á sem auðveldastan hátt í gegn.

Ef straummælar eiga að mæla háan straum eins og mælirinn á mynd 3.12 eru notaðar tvær aðferðir til þess að takmarka strauminn sem fer um sjálfan mælinn. Við jafnstraumsmælingu er notuð affalsmótstaða sem er hliðtengd við mælinn og hleypir megninu af strauminum framhjá honum. Við riðstraumsmælingar eru notaðir svokallaðir straumspennar í sama tilgangi. Mælarnir sjálfir eru þá staðlaðir fyrir 1A eða 5A straum. Ampertöng er handmælir sem er í raun sambyggður straumspennir og mælir, er mjög hentug í notkun þar sem mæling fæst með því að ljúka tangarkjaftinum utanum straumleiðarann.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

AVO-mælir

Eins og nafnið bendir til getur mælirinn mælt straum (A), spennu (V) og viðnám (Ω). AVO-mælar eru mjög hentugir handmælar, nánast ómissandi við alla greiningu og athuganir á rafkerfum. Á mynd 3.13 er stafrænn fjölsviðsmælir með ampertöng fyrir báðar straumtegundir (AC/DC).

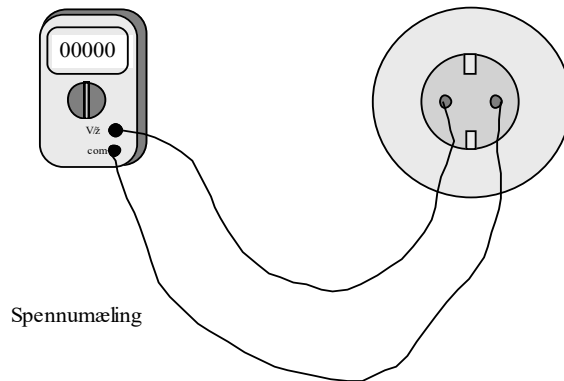


Mynd 3.13

Myndskýring: 1 Mælispinnar, 2 amper töng, 3 núllstillir, 4 stafrænn fjölsviðsmælir, 5 hulstur, 6 skjár, 7 valhnappur, 8 haldhnappur (aflestur), 9 haldhnappur (mælissvið).

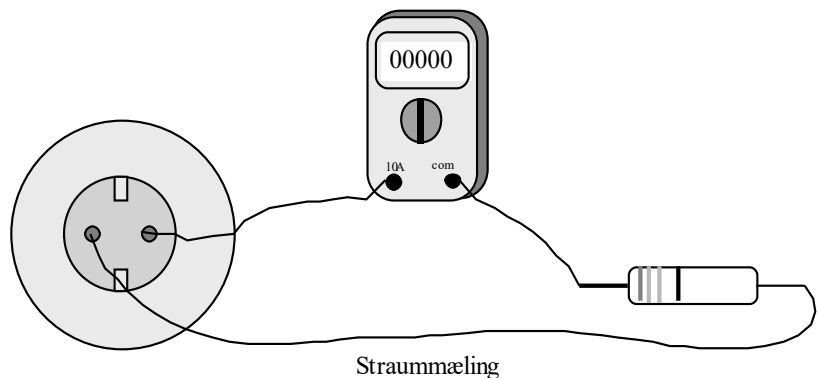
Spennumælingar eru líklega algengustu mælingarnar með AVO-mælum og eru þær mögulegar jafnt á riðspennu sem jafnspennu. Með einum valtakka er skipt á milli spennutegunda og öðrum er valið mælissvið eftir þeirri spennustærð sem við má búast. Á nýlegum stafrænum mælum er sjálfvirk val á mælissviði.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar



Mynd 3.14

Straummælingar má framkvæma jafnt á riðstraumi sem jafnstraumi, en straumstyrkur er takmarkaður. Ekki er óalgengt að miðað sé við hámarksstraumstyrk 10 A. Straummælingar eru e.t.v. síst hentugar með AVO, því rjúfa þarf straumrás og tengja mælinn inn í hana til þess ná mælingu.

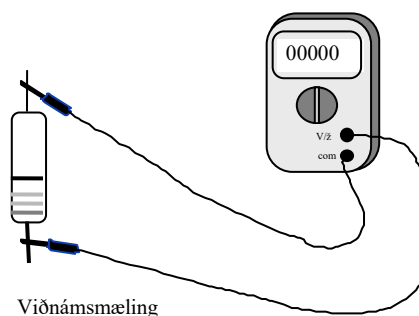


Mynd 3.15

Við viðnámsmælingar verður innbyggður jafnspennugjafi (rafhlöður) virkur og mæling því alltaf gerð á íhlutum rafrásar sem eru í spennulausu ástandi. Ekki skiptir máli hvort hluturinn á að hafa lágt eða hátt viðnám t.d. er viðnámsmæling notuð til þess að greina ónýtt bræðivör, eða ónýtar ljósaperur frá heilum.

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Brunnið bræðivar eða ljósapera hafa óendanlega stórt viðnám. Heilt bræðivar hefur mjög lágt viðnám $<1\Omega$, en heil glópera getur haft nokkur hundruð ohma viðnám.



Mynd 3.16

Rafmagnsfræði 3. kafli Rafleiðarar

Spurningar úr 3 kafla:**3.1**

Hvað einkennir leiðara af 1. flokki?

3.2

Hvaða efni leiðir best rafmagn?

3.3

Hversvegna er eir svo vinsælt efni í rafleiðurum?

3.4

Hverskonar leiðarar eru helst framleiddir úr áli?

3.5

Flokka má efni af 2. flokki leiðara í tvo flokka, þeir eru?

3.6

Hvernig fer rafstraumur um leiðara af 2. flokki?

3.7

Nefndu dæmi um hálfleiðaraefni sem notað er í framleiðslu rafeindabúnaðar (hálfleiðara).

3.8

Teldu upp fimm efni sem teljast einangrarar.

3.9

Hvernig á spennumælir að tengjast í straumrás?

3.10

Hvernig tengist straummælir í rás?