

Hreint loft



Rafmagsfræði loftræsikerfa

Sigurður Sigurðsson

Febrúar 2003

Rafmagnsfræði loftræsikerfa

Höfundur: Sigurður Sigurðsson
Útgefandi: IDAN fræðslusetur ehf
© IDAN fræðslusetur, Skúlatúni 2, 105 Reykjavík
Fyrsta útgáfa 2003

**Afritun, dreifing og notkun bókarinnar
er óheimil á skriflegs leyfis útgefanda.**

Efnisyfirlit

1.	Spenna, straumur, viðnám	7
	Jafnspenna, riðspenna	7
	Afl (P).....	8
	Ohms lögmál Ω	9
	Raðtengdar rásir, hliðtengdar-rásir	10
2.	Einingar rafmagnsfræðinnar	13
3.	Afl	15
4.	Slys af völdum rafmagns	17
	Hvar gerast óhöppin?	17
	Orsakir óhappa.	17
	Áhrif rafstraums á líkamann.	17
	Viðnám og leið straumsins	18
5.	Mælitæki	19
6.	Orkunotkun, orkukostnaður, orkusparnaður	21
	Wött á klukkustund	21
	Orkukostnaður, orkusparnaður	21
7.	Merking raftækja	23
	Tvöföld einangrun.	23
	Tvöföld einangrun.	24
	Spennumerking veitukerfa	24
	Lekastraumsliði, lekaliði	24
	Leyfilegur straumflutningur leiðara.....	25
8.	Rafmótorar	27
	Skammhlaupsmótor	27
	Ræsibúnaður	27
	Sérhæfðir loftræstimótorar	30
9.	Rafbúnaður loftræsikerfa. Stjórnúnaður	31
	Hitanemar	31
	Mótorlokar.....	33
	Spjaldlokumótorar. Stiglausir (Hliðrænir, Analog).....	33
	Spjaldlokumótorar. Af/á (Stafrænir, Digital)	33
	Rakanemar	33
	Frostvarnir	33
10.	Reglugerðir og ábyrgð rafverktaka	35
	Heimildir.....	38

1. Spenna, straumur,viðnám

Jafnspenna, riðspenna

Rafstraumur er rafhleðsla á hreyfingu. Ef rafeindirnar hreyfast í eina ákveðna átt er um rakstraum eða jafnstraum að ræða, en riðstraum ef þær hreyfast fram og til baka.

Jafnspenna er táknuð með stöfunum DC (direct current). Pólar leiðara jafnspennu eru merktir með táknum + og - .

Riðspenna er táknuð með bókstöfunum AC (alternating current) tákni riðspennu er \sim .

Rafstraumurinn mælist í amperum (A).

Ef við höfum tvær óhlaðnar plötur og nokkrar rafeindir eru fluttar frá annarri plötunni og yfir á hina, myndast rafsvið á milli þeirra. Krafturinn á milli platnanna er spenna. Ef leiðari væri settur á milli platnanna, myndi spennumismunurinn jafnast út, vegna þess að gagnstæðar hleðslur dragast hvor að annarri.

Rafstraumur er flutningur á elektrónum, prótónurnar eru fast bundnar í kjarnanum og geta því ekki flutt straum. Negatíft skaut hrindir frá sér rafeindum, en pósitíft dregur þær að sér.

Straumurinn rennur því frá mínusskauti til plússkauts.

Spennumismunur (U) mælist í voltum (V).

Sú staðreynd, að vír hitnar þegar hann leiðir rafstraum sannar að vinna er framkvæmd, vírinn veitir rafstraumnum viðnám. Viðnám segir til um þá hindrun, sem á sér stað gagnvart rafstraum. Viðnám R mælist í ohmum (Ω).

Leiðni og viðnám eru gagnstæð hugtök. Leiðni (G) segir til um hve auðveldlega efnið flytur rafstraum. $G = 1/R$. Leiðni mælist í mho, sem er ohm skrifað afturábak, eða siemens.

Spenna er rafhreyfingakraftur (electromotive force, emf) (E) sem getur myndast á marga vegu:

- Ef glerstöng er nudduð með silkiklút, fjarlægir hann rafeindir frá glerstönginni og hún verður pósitíft hlaðin.
- Þegar tvö mismunandi efni eru sett í rafvökva myndast spennunur milli þeirra.
- Spenna myndast við seguláhrif. Þegar leiðir er hreyfður í segulviði, myndast spennunur milli endanna og þetta er það sem á sér stað í venjulegum rafal.
- Spenna getur myndast við hitaáhrif (thermoelectric). Ef tvö mismunandi efni eru tengd saman og samskeytin hituð, myndast spennunur milli endanna.
- Ákveðin efni mynda spennu þegar ljós skín á þau (photoelectric).
- Vissar gerðir kristalla og keramikefna mynda spennu, þegar þau verða fyrir þrýstingi. (piezoelectric).

Afl (P)

Afl (P) er vinnuhraði. Vinna er framkvæmd þegar kraftur orsakar hreyfingu. Mekanískur kraftur (vélaafli) er notaður til þess að lyfta eða hreyfa massa. Ef gormfjöður er sett þannig á milli tveggja hluta að hún þrýsti á þá án þess að hreyfa þá, framkvæmir hún ekki vinnu. Á sama hátt er spenna rafkraftur sem framkvæmir vinnu þegar hún orsakar hreyfingu elektrónanna, annars ekki. Vinnan sem spennan framkvæmir fer eftir því hve margar elektrónur flytjast milli tveggja punkta ásamt styrkleika þess krafts sem flytur þær.

W = vinna (joule)

U = spenna (V)

Q = fjöldi elektróna (C)

$W = U * Q$

Ef spenna sem er 1 volt flytur hleðslu sem er 1 coulomb milli tveggja punkta, er vinnan 1 joule.

Ohms lögmál Ω

Spennan er krafturinn, sem knýr elektrónurnar.

I = Straumur (A).

Straumurinn er elektrónur á hreyfingu.

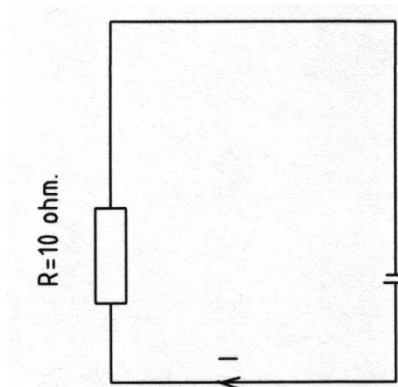
R = Viðnám (ohm Ω).

Viðnámið er hindrunin á hreyfingu elektrónanna.

U = Spennufall (V).

Því hærra sem spennan er, þeim mun sterkari verður straumurinn. Því hærra sem viðnámið er þeim mun veikari verður straumurinn: $I = U/R \Rightarrow U = I * R \Rightarrow R = U/I$ Í straumrásinni sem myndin sýnir er hægt að auka strauminn gegnum viðnámið með því að auka kraftinn, sem knýr rafeindina. Því hærra sem spennan er, þeim mun meiri verður straumurinn.

$I = U/R$, $U = 0$ til 50 V



U	I	R
(V)	(A)	(Ω)
0	0	10
10	1	10
20	2	10
30	3	10
40	4	10
50	5	10

Ohms lögmál segir til um samhengi á milli spennu, straums og viðnáms.

	Tákn	Eining
Spenna	U	Volt, V
Straumur	I	Amper, A
Viðnám	R	Ohm, Ω

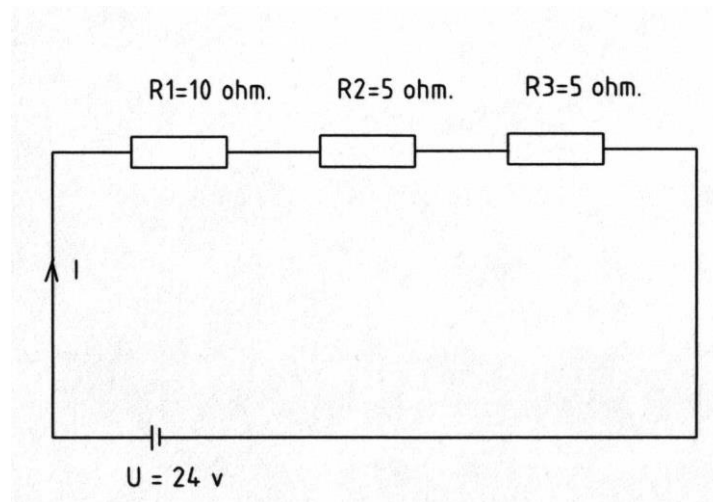
¹ Tákníð „ \Rightarrow “ merkir „af því leiðir að.“

Raðtengdar rásir, hliðtengdar-rásir.

Í dæminu hér á undan er eitt viðnám í rásinni og rafstraumurinn ákvarðast af stærð þess og spennunni sem spennugjafinn er stilltur á. Þegar fleiri en eitt viðnám eru í rás og straumurinn hefur einungis eina leið er talað um raðtengda rás. Heildarviðnám rásarinnar er þá reiknað út með formúlunni:

$$R_h = R_1 + R_2 + R_3 \text{ o.s.frv.}$$

sbr. myndina hér að neðan.

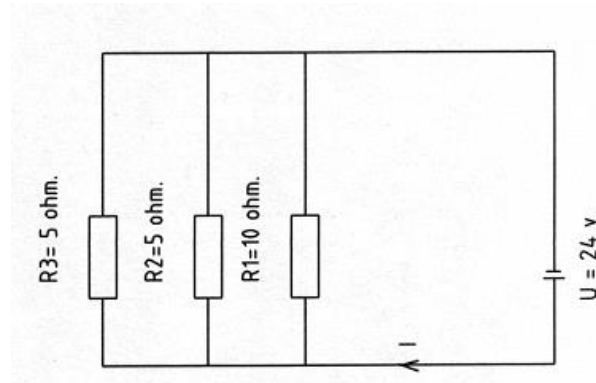


$$R_h = 10 + 5 + 5 = 20 \Omega$$

Straumurinn sem flæðir í rásinni er þá;

$$I = U/R_h = 24/20 = 1,2 \text{ A}$$

Hins vegar er talað um hliðtengda rás þegar rafstraumur hefur um fleiri en eina leið að velja eins og eftirfarandi mynd sýnir:



Heildarviðnám er þá reiknað út frá formúlunni:

$$1/R_h = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Þá er:

$$1/R_h = 1/10 + 1/5 + 1/5 \Rightarrow 1/R_h = 0,5 \Rightarrow R_h = 1/0,5 \Rightarrow R_h = 2 \Omega.$$

Heildarviðnám í hliðtengdri rás er alltaf minna en minnsta viðnámið í rásinni.

Straumurinn sem flæðir í rásinni er þá:

$$I = U/R_h = 24/2 = 12 \text{ A}$$

Dæmi.

Tilteknir hitanemar hafa 500 ohm viðnám og óskað er eftir að tekið sé meðaltal af fjórum slíkum nemum. Hvernig bera menn sig að við tengingu? Það er að segja; hvernig er hægt að tengja fjögur stykki af 500 ohm viðnánum saman þannig að heildarviðnám verði 500 ohm ?

Rafspenna er mæld í voltum (V). Einingin volt er kennd við ítalskan eðlisfræðing, Alessandro Volta (1745 – 1827). Voltasúla eða fyrsta rafhlaðan var einnig kennd við hann.

Viðnám, sú hindrun sem rafstraumur verður fyrir í leiðara, er mæld í ohmum (Ω). Einingin ohm er kennd við þýskan eðlisfræðing, Georg Símon Ohm (1787 – 1854).

Eitt amper (A) er eitt coulomb á sekúndu. Eitt coulomb jafngildir einni amper-sekúndu. Einingin amper er kennd við André M. Ampere (1775 – 1836) franskann eðlisfræðing. Hann gerði fyrstur manna greinarmun á straumi og spennu.

2. Einingar rafmagnsfræðinnar

Rafstraumur er mældur í amperum og mælieiningin er 1 A. Oft er einingin 1 amper óhentug vegna þess að verið er að vinna með miklu stærri eða miklu minni einingar. Þess vegna eru forskeyti sett fyrir framan eininguna eins og sýnt er í töflunni hér fyrir neðan.

1 míkroámpær	1 μ A	10^{-6} A
1 milliamper	1 mA	10^{-3} A
1 amper	1 A	10^0 A
1 kílóampær	1 kA	10^3 A
1 megaampær	1MA	10^6 A

Spenna er mæld í voltum og mælieiningin er 1 V. Á sama hátt og af sömu ástæðu eru til forskeyti fyrir spennu:

1 míkrovolt	1 μ V	10^{-6} V
1 millivolt	1 mV	10^{-3} V
1 volt	1 V	10^0 V
1 kílóvolt	1 kV	10^3 V
1 megavolt	1MV	10^6 V

Viðnám er mælt í ohm algeng forskeyti fyrir viðnám eru eftirfarandi:

1 ohm	1 Ω	$10^0 \Omega$
1 kílóohm	1 k Ω	$10^3 \Omega$
1 megaohm	1M Ω	$10^6 \Omega$

Í næsta kafla komum við að afl útreikningum, einingin á afl er vött og táknið fyrir afl er 1W. Þar sem þetta er tiltölulega lítil eining eru eftirfarandi forskeyti algeng.

1 kílóvatt	1 kW	10^3 W
1 megawatt	1MW	10^6 W

3. Afl

Þegar raftæki eru tengd spennu er algengast að ætlunin sé að breyta raforku í ljósorku, varmaorku eða vélræna orku. Afl er táknað með bókstafnum W , og notaðar eru eftirfarandi formúlur við útreikninga á afli.

Jafnstraumur:

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = P/U$$

Dæmi : 24 V spjaldlokumótor er merktur:

24 V Ac.

Power consumption operating 7,0 W.

Power consumption at end stop 0,6 W.

Straumtaka þessa mótors er þá:

$$I = 7/24 = 0,29 \text{ A í keyrslu en}$$

$$I = 0,6/24 = 0,025 \text{ A eða } 25 \text{ mA þegar hann er stopp.}$$

Einfasa riðstraumur:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

$\cos \varphi$ er fasvik.

Ef fasvik ($\cos \varphi$) er ekki gefið upp á raftækinu er notast við $\cos \varphi = 1$

Dæmi: Hárblásari er 230 V og 1800 W.

$$\text{Straumtaka hárbólásarans er } I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1800}{230 \cdot 1} = 7,8 \text{ A.}$$

Þriggja fasa riðstraumur:

$$P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi} \quad \sqrt{3} = 1,73.$$

Dæmi: Rafmótor er merktur 400 V, 7,5 KW og $\cos \varphi$ 0,9

Straumtaka hans er þá.

$$I = \frac{7500}{400 \cdot 1,73 \cdot 0,9} = \frac{7500}{623} = 12 \text{ A}$$

Dæmi.

Á spennubreyti sem er 24 V dc kemur fram að hann er 250 W
Hve mikinn straum má draga frá honum?

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = P/U;$$
$$I = 250/24 = 10,4 \text{ A}$$

Dæmi.

Við straummælingu á rafmagnshitara sem er tengdur í einfasa 230 V tengil kemur í ljós að hann dregur 16 A. Hver er afl hitarans?

$$P = U \cdot I \Rightarrow P = 230 \cdot 16$$
$$P = 3.680 \text{ W}$$

Dæmi.

Straumur í þriggja fasa, 400 V rakatæki er sagður vera 32 A. Hver er afl rakatækisins?

$$P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi$$

$$P = 400 \cdot 32 \cdot 1,7 \cdot 1 = 21.760 \text{ W eða } 21,8 \text{ kW}$$

Dæmi.

Reiknið straum í þriggja fasa 400 V rafmótor sem er 1,5 kW. $\cos \varphi$ er 0,79.

4. Slys af völdum rafmagns

Hvar gerast óhöppin? Hverjir verða fyrir rafmagnsslysum?

Slys vegna rafmagns eru sem betur fer ekki algengustu slysin, en verði slys af völdum rafmagns eru þau oft mjög alvarleg. Flest slysin eiga sér stað á heimilunum eða vinnustaðnum. Óhöppin á heimilunum eru oftast tengd lágspennu en óhöppin á vinnustað tengjast ýmist lág- eða háspennu. Vinnuslys eru algengust hjá körlum á aldrinum 20 til 40 ára. Aðallega eru það fagmenn við vinnu sína sem eiga að þekkja þær hættur sem fylgja rafmagninu. Á heimilunum eru það oftast ungir strákar sem verða fyrir óhöppunum og svo unglingar og fullorðnir sem eru í einhvers konar tómstundaiðkun. Einnig eru mörg dæmi um stráka á aldrinum 10 til 15 ára sem eru í leyfisleysi inni á bannsvæðum og geta þá orðið fyrir mjög alvarlegum slysum.

Orsakir óhappa.

Háspennuslys á vinnustað henda oftast fagmenn í starfi. Athuganir á orsökum óhappa sýna að það er ekki fyrst og fremst tæknilegur galli sem veldur slysum, heldur mannleg mistök. Þreyta, skortur á athygli, fúsk, misskilningur og skortur á upplýsingum eru höfuðástæður fyrir mörgum slæmum slysum.

Áhrif rafstraums á líkamann.

Straumur getur skaðað á ýmsa vegu. Straumur getur myndað ljósboga án þess að fara í gegnum líkamann. Ljósboginn getur kveikt í fötum og skaðað á sjón. Fari straumurinn í gegnum líkamann getur myndast mikill varmi sem veldur innvortis bruna. Hann skaðar þá frumur í líkamanum og þá hugsanlega frumur hjartavöðvans ef leið straumsins liggur í gegnum hjartað. Kröftugt straumhögg veldur losti í öllum líkamanum án tillits straumleiðarinnar í gegnum hann. Ýmis líffæri geta þá skaðast á örstuttri stund sem veldur langvarandi og ófyrirsjáanlegum afleiðingum.

Flest óhöpp verða af völdum riðstraums vegna þess að hann er algengari en jafnstraumur. Margir halda að jafnstraumur sé ekki eins hættulegur, en það er rangt. Það er fyrst og fremst rafstraumsmagnið sem streymir um líkamann sem ræður því hve mikill skaðinn verður. Talið er að rafstraumsmagnið 50 – 100 mA á sekúndu sé nægjanlegt til þess að stöðva hjartað ef það liggur í straumrásinni. Þá skiptir ekki máli hvort um riðstraum eða jafnstraum er að ræða. Áhrif jafnstraums og riðstraums á vöðva líkamans eru þó ólík. Við jafnstraumslóst verður bara einn vöðvakippur þegar straumurinn tengist og annar þegar straumurinn rofnar. Riðstraumurinn veldur hins vegar vöðvakrampa sem varir meðan straumurinn er órofinn. Það

veldur því að manneskjan getur ekki losað sig frá rafleiðaranum. Gegn eigin vilja kreppir hún fastar um straumleiðarann sem veldur enn meiri skaða. Einkum er tíðnisviðið 15 – 150 Hz slæmt að þessu leyti. Þegar tíðnin eykst dregur úr krampaáhrifunum. Hátíðnistraumur, 0,5 - 1 MHz er hættulaus fyrir hjartað, jafnvel við háa spennu. Straumhögg geta hins vegar valdið bruna.

Margt hefur verið sagt um það hvað manneskjan þolir mikinn rafstraum. Þetta er nokkuð mismunandi og fer eftir líkamlegu ástandi.

Almennt má líta svo á að straumstyrkurinn 10 mA sé lífshættulegur ef hann varir í minnst eina mínútu og straumstyrkurinn 50 mA ef hann varir lengur en 0,5 sekúndur.

Viðnám og leið straumsins í gegnum líkamann.

Manneskja sem er orðin hluti af straumrás hefur heildarviðnám sem myndast af mótstöðu húðarinnar á snertistað að viðbættri innri mótstöðu líkamans. Þar við bætist mótstaða í skófatnaði, hönskum og fötum á hinum ýmsu snertistöðum .

Innra líkamsviðnámið er almennt reiknað um 500 – 1000 ohm. Mótstaða húðarinnar er mjög breytileg eftir ástandi hennar á snertistaðnum. Í kröftugum vinnuhnefa getur viðnám húðarinnar verið allt að 2 Mohm. Í þunnri og rakri húð getur viðnámið farið niður í 200 – 300 ohm. Há spenna hefur þau áhrif á húðina að viðnám hennar minnkar.

Það er útbreidd skoðun að straumurinn fylgi helst blóðæðunum. Ekki er hægt að neita því að þannig er því stundum háttáð, en engin sönnun er á þessari tilgátu. Sérhvert straumhögg veldur krampa í öllum vöðvum og þá einnig í vöðvum blóðæðanna. Ósennilegt er hins vegar að blóðlaus æð sé góður leiðari. Ýmsar tilraunir sýna að straumurinn fer í gegnum líkamann á svipaðan hátt og í gegnum rafvökva. Straumurinn fer viðnámsminnstu leiðina milli snertiflata. Straumurinn getur líka farið yfir bogin liðamót. Þegar straumurinn framkallar krampa í vöðvunum hreyfir sterkari vöðvinn liðinn. Úlnliður, olnbogi og axlarliður kreppast en ökkla-, hné- og lærliður réttast. Þeir liðir sem kreppast geta orðið fyrir slæmum áverka.

Alltaf skal kalla á lækni ef rafmagnsslys verður, jafnvel þótt sýnilegur skaði virðist lítill.

5. Mælitæki. Stutt lýsing á algengum mælum

Mælitæki til nota við rafmagnsvinnu eru margskonar. Í þessum kafla verður stutt kynning á algengnum mælum og mælitækjum.

AVO-mælir er heiti á mæli sem nauðsynlegt er að kunna skil á. Þessi mælir er sambyggður mælir fyrir straum, spennu og viðnám. Enda er nafn hans dregið af A fyrir amper, V fyrir volt og O fyrir ohm.

Ampertöng er eins og heiti hans gefur til kynna straummælir. Þessi mælir er þeim kostum búinn að hægt er að mæla straum í leiðara án þess að tengja mælinn við leiðarann. Segulsvið umhverfis leiðarann er mælt og út frá því er straumurinn lesinn.

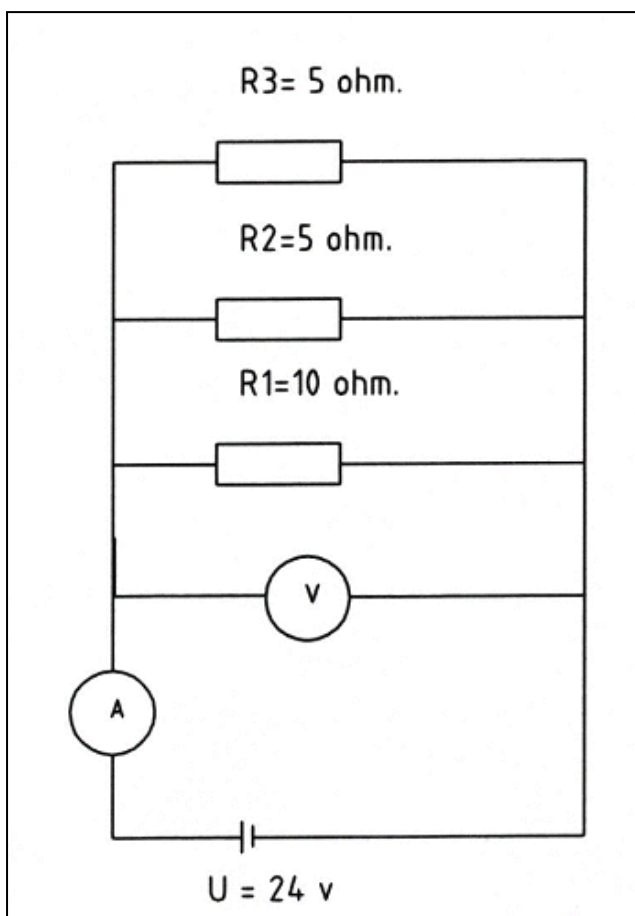
Fyrir nokkru kom á markaðinn einkar þægilegt mælitæki, þar sem búið er að bæta ampertöng í AVO mæli. Mælirinn er fyrirferðalítill og léttur.

Megger eða einangrunarmælir er notaður til að kanna einangrun raftækja. Mælirinn sendir háa spennu inn á raftækið sem verið er að kanna og aflestur segir til um hvort tækið leið út rafspennu.

Til eru mælar sem líta út eins og pennar og heita á ensku „Volt stick“ og „Magnet stick“. Eins og nafnið gefur til kynna er voltpenninn notaður til að kanna hvort spenna er til stað á þeim stað sem mælt er á. Magnetpenninn er þægilegur til að kanna hvor segulspóla á t.d. segulloka sé dregin. Pennarnir eru lagðir upp að því sem mæla á.

Margskonar annar búnaður er til sem auðveldar mönnum vinnu við rafmagn og þurfa allir þeir sem vinna við rafmagn að fá tilsögn og afla sér reynslu í notkun þeirra.

Mikilvægt er að vita nákvæmlega hvernig tengja á mælitæki. Röng tenging getur skemmt mælitækið og búnaðinn sem mæla á ásamt því að valda alvarlegum slysum á fólki.



Tengimynd straum- og
spennumælis í einfaldri
viðnámsrás.

6. Orkunotkun, orkukostnaður, orkusparnaður

Regla Joules

Orka er margfeldi af afli og tímaeiningu. Sú orka sem raftæki notar (og gefur frá sér) mælist við *margfeldi straums, spennu og tíma*, þ.e. þess tíma sem tækið er í gangi. Þetta er að jafnaði ritað sem formúla þar sem U tákna spennuna í voltum, I strauminn í amperum og t tímann í sekúndum. Þessi formúla er kölluð *regla Joules*:

$$W = U * I * t$$

Wött á klukkustund

Eining raforku er wött á klukkustund eða Wh. Þó er algengara að talað sé um Kwh.

Dæmi:

Rafmagnspilofn 230 V tekur 10 A. Hve mikla orku notar hann á einni klst?

$$W = 230 * 10 * 1 = 2.300 \text{ Wh} \text{ eða } = 2,3 \text{ Kwh.}$$

Orkukostnaður, orkusparnaður

Orka er táknuð með W . Afl er táknað með P .

Rafmagn er selt til notenda í einingunni Kwh. Í dag (jan 2003) kostar hver Kwh 6,17 kr án viðrisaukaskatts og 7,68 kr með virðisaukaskatti. Þetta er verð á almennum taxta Orkuveitu Reykjavíkur, en til eru margir taxtar á raforku, svo sem taxti fyrir útilýsingu, rafmagnskyndingu og fleira. Almenn notkun á við minna en 200.000 Kwh á ári.

Nú liggur í augum uppi að einungis þarf að margfalda heildarnotun með verði á 1 Kwh samkvæmt taxta til að reikna út kostnaðinn við orkukaup.

Dæmi:

Hvað kostar að hafa rafmagnspilofninn sem nefndur var hér á undan í gangi í eina klst?

$$\text{Kostnaður} = 2,3 \text{ Kwh} * 7,68 \text{ kr/Kwh} = 17,66 \text{ kr.}$$

Dæmi:

Í loftræstikerfi er eftirtalinn búnaður:

Innblásari 11 Kw, útblásari 7,5 Kw og hringrásardæla 0,75 Kw.

Rétt er að reikna með að eigandi þessa kerfis sé notandi sem notar meira en 200.000 Kwh á ári og er þar af leiðandi á lægri taxta en almennum taxta. Við gefum okkur að meðalverð fyrir hverja Kwh sé 4 kr m. vsk.

$$\text{Heildaraflið er} = 11 \text{ Kw} + 7,5 \text{ Kw} + 0,75 \text{ Kw} = 19,25 \text{ Kw.}$$

Ef loftræstikerfið er í gangi allan sólarhringinn er orkunotkunin $19,25 * 24 \text{ klst} = 462 \text{ Kwh}$ á sólarhring. Kostnaðurinn á sólarhring er $462 * 4 = 1.848 \text{ kr}$.

Á ári er kostnaðurinn þá $365 * 1.848 \text{ kr.} = 674.520 \text{ kr}$.

Dæmi.

Við komumst að því hér á undan að 32 A/400 V rakatæki er 21,8 Kw.

Hve mikið kostar rekstur þess á ári ef við gefum okkur að tækið gangi á fullum afköstum í 5 klst á dag og eigandinn greiði 4 kr fyrir hverja Kwh.

Dæmin hér á undan sýna okkur hve miklir hagsmunir eru í húfi og hve miklir möguleikar eru til orkusparnaðar. Við skulum hafa í huga að nú erum við einungis að fjalla um raforkunotkun. Eftir er að reikna annan rekstarkostnað, svo sem kostnað við upphitun og viðhald.

Oft á tíðum er hægt að slökkva á kerfum eða minnka loftmagn þegar minna álag er á byggingum. Við það að minnka loftmagn um 10 % getur raforkunotkun minnkað um allt að 20 – 30 %. Í dæminu hér á undan sparast t.d. u.þ.b. 230.000 kr á ári í rafmagnskostnað ef hægt væri að slökkva á kerfinu í 8 klst á sólarhring. Sem betur fer hafa menn verið að vakna til meðvitundar um rekstarkostnað og hönnuðir hanna kerfi sín í æ ríkara mæli með orkusparnað að leiðarljósi. Eitt af því sem algengt er að sjá í nýrri loftræstikerfum eru hraðastillar á mótorum og afköst loftræstikerfanna eru stillt eftir þörf hverju sinni.

Einnig er rétt að hafa í huga að hönnun á stökkakerfi hefur verulega mikið að segja um það afl sem þarf til að koma lofti til skila í loftræstikerfum. Það er mikilvægt að fagmenn séu meðvitaðir um allar óþarfa beygjur. Of þröngir og illa hannaðir stokkar kosta aukið þrýstifall og þar af leiðandi meiri raforku.
















Þá er rétt að nefna að við reimdrifna blásara þarf að gæta að eftirfarandi þáttum:

1. Veljið rétta gerð af reim, miðað við aflþörf blásarans (ekki stærð mótors)
2. Notið eins fáar reimar og kostur er.
3. Notið ekki minni skífur en 180 mm
4. Vandíð ásetningu á reimskífum og stillið af með réttsskeið.
5. Strekkið reimar rétt.
6. Endurstrekið nýjar reimar eftir sólahring.

7. Merking raftækja

Varnarflokkun raffanga

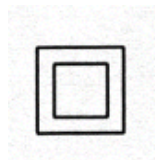
Merkingar raftækja og rafmagnsbúnaðar eru heill frumskógur af táknum og númerum sem erfitt getur verið að átta sig á án þess að kynna sér. Í þessum kafla er tekið saman það helsta sem almennur iðnaðarmaður á að kunna skil á. Rafmagnsbúnaður er merktur með tákni sem gefur til kynna hve vel hann er varinn fyrir ryki og vatni, svonefnd IP merki. Í töflunni hér að neðan eru nánari útskýringar á þessari merkingu.

FLOKKUN VARNA GEGN SNERTINGU, RYKI OG VATNI					
Dæmi um merkingu raffanga með varnarflokki IP: Kennibókstafir varnarflokks _____ IP 3 4 Fyrri tölustafurinn _____ Seinni tölustafurinn _____					
Fyrri tölustafurinn fyrir aftan bókstafina IP táknar vörn gegn því, að spennuhafa eða hreyfanlegir hlutir innan umlykju raffangsins verði snertir. Ennfremur táknar hann vörn gegn innkomu aðskotahluta og ryks í raffangið. Seinni tölustafurinn táknar vörn gegn innrennsli vökva. T.d. táknar IP 67, að raffangið sé rykþétt og vatnsþétt. Sé bókstafurinn X í stað fyrri tölustafsins, er aðeins tilgreind vatnsvörn, en sé bókstafurinn X í stað seinni tölustafsins, er aðeins tilgreind vörn gegn föstum hlutum og ryki.					
0		Án varnar	0	Án varnar	
1		Vörn gegn föstum hlutum yfir 50 mm Ø, t.d. gegn óviljandi snertingu með hendi.	1		Dropavörn Vörn gegn lóðrétt fallandi dropum. Þéttivatn eða leki má ekki valda skaða.
2		Vörn gegn föstum hlutum yfir 12,5 mm Ø, t.d. gegn óviljandi snertingu með fingrum.	2		Vörn gegn dropum við allt að 15° halla.
3		Vörn gegn föstum hlutum yfir 2,5 mm Ø, t.d. vir eða verkfæri.	3		Regnvörn Vörn gegn ýrun (regni) með innfall allt að 60° frá lóðréttu. Regn má ekki valda skaða.
4		Vörn gegn föstum hlutum yfir 1 mm Ø, t.d. grönnum vir eða snáverkfæri.	4		Skvettvörn Vörn gegn ýrun og skvettum, úr öllum áttum.
5		Rykvörn Vörn gegn ryki. Ryksöfnun inni í búnaði má ekki geta valdið truflun.	5		Sprautvörn Vörn gegn vatni sem sprautað er úr hvaða átt sem er.
6		Rykþétt Algjör vörn gegn ryki.	6		Vörn gegn vatngusum og sjávargangi (m.a. á skipum).
			7		Vatnsþétt Vörn þótt hlutum sé dýft í vatn.
			8		Þrýstivatnsþétt Vörn þótt hlutum sé sökk á tiltekið dýpi í lengri tíma.

Venjulegur skammhlaupsmotor hefur IP merkingu 55.

Tvöföld einangrun.

Á raftækjum er oft að finna tákn þar sem kassi er inn í öðrum stærri. Þetta merkir að raftækið sé með tvöfaldri einangrun. Tæki með þessari merkingu þarf ekki að jarðtengja.



Spennumerking veitukerfa

Á öllum rafmagnstöflum eiga að vera merkingar sem segja til um spennu og gerð veitunnar. Í öllum nýjum húsum er rafkerfi merkt 3N ~ 400/230V. Þetta merkir að um er að ræða þriggja fasa kerfi með 400 V spennu milli fasa en spennan milli fasa og núlls er 230 V.

Þar sem einungis er 1 fasi og núll ætti að vera merki í rafmagnstöflu 1N ~ 230V

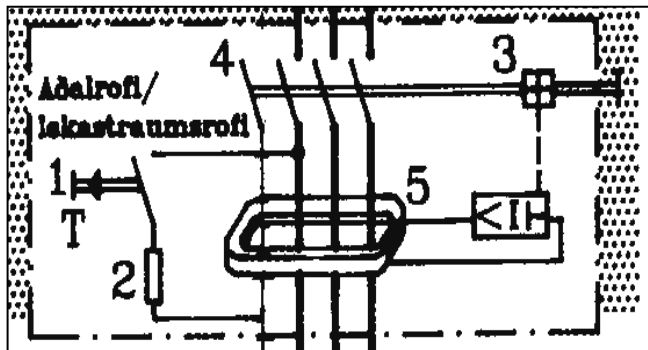
Hér er um einfasa kerfi með núll-leiðara að ræða. Spennan er 230 V.

Ef unnið er í gömlum húsum er rétt að hafa í huga að mögulegt er að kerfið sé 3 ~ 230 V. En þá er spenna milli fasa 230 V. Þetta er þó sjaldgæft en nauðsynlegt er að huga að þessu ef nota á þriggja fasa tæki eða þegar endurnýja á búnað í eldri byggingum.

Lekastraumsliði, lekaliði

Lekaliðar hafa straumspenni með hringkjarna og eru allir fasar teknir í gegnum kjarnann auk N - leiðarans ef hann er fyrir hendi. Við eðlilegan rekstur rafkerfis sem er í lagi, verður summa straumanna sem fara um straumspenninn 0 amper, því segja má að á hverju augnabliki fer jafn mikill straumur til álagsins og kemur frá því. Segulsviðin sem myndast umhverfis leiðarann verða jafn stór og eyða hvort öðru. Engin spenna spanast því í eftirvafi straumspennisins. Ef einangrunarbilun á sér stað kemur ekki allur straumurinn til baka í gegnum straumspenninn, heldur fer út í ytra byrði tækisins og til jarðar. Það er því orðinn munur á straumi í leiðurunum um straumspenninn, sem orsakar spanspennu í eftirvafi hans og rofinn leysir út á 30 ms.

Áhrif straums á mannlíkamann fer eftir styrkleika straumsins og hve lengi hann varir. Talið er að allt að 80 mA straumur sé óskaðlegur mönnum ef hann varir ekki lengur en 10-30 msek. Lekaliðar koma í veg fyrir hættulega snertispennu og lífshættulegt straumhögg milli rafkerfis og jarðarskaups.



Lekaliði

Skýringar:

1. Prófunarhnappur (T)
2. Prófunarviðnám
3. Rofahnappur og lásbúnaður hans
4. Afslnertur
5. Straumspennir

Leyfilegur straumflutningur leiðara

Þegar raftæki eru tengd er mikilvægt að hugað sé að straumtöku viðkomandi tækis og sverleika leiðarana að tækinu. Í töflunni á næstu síðu er að finna upplýsingar um leyfilegt álag á leiðara.

Leyfilegt stöðugt álag á einangraðar taugar og strengi og stærð yfirstraumsvarbúnaðar við umhverfishitastig allt að 25°C.

Þversnið mm ²	1. flokkur Ein eða fleiri einleiðistaugar í pípi (t.d. plasteinangraðar ídráttartaugar)				2. flokkur Fölleiðaleiðslur, t.d. plaststrengir, blýstrengir og lausataugar.				3. flokkur Einleiðisleiðslur, lagðar utan á þannig að bilið milli þeirra sé að minnsta kosti jafnt þverm áli leiðslanna. Einnig eiðleiðis tengileiðslur innan rofa- og deilivirkja (-skápa, -klefa) í straumteinarenum.			
	Leiðari		Varbúnaður		Leiðari		Varbúnaður		Leiðari		Varbúnaður	
	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A
0,75	-	-	-	-	13	-	10	-	16	-	16	-
1,0	12	-	10	-	16	-	16	-	20	-	20	-
1,5	16	-	16	-	20	-	20	-	25	-	25	-
2,5	21	16	20	16	27	21	25	20	34	27	35	25
4,0	27	21	25	20	36	29	35	25	45	35	50	35
6,0	35	27	35	25	47	37	50	35	57	45	63	50
10,0	48	38	50	35	65	51	63	50	78	61	80	63
16,0	65	51	63	50	87	68	80	63	104	82	100	80
25,0	88	69	80	63	115	90	100	80	137	107	125	100
35	110	86	100	80	143	112	125	100	168	132	160	125
50	140	110	125	100	178	140	160	125	210	165	200	160
70	175	-	160	-	220	173	224	160	260	205	250	200
95	210	-	200	-	265	210	250	224	310	245	300	250
120	250	-	250	-	310	245	300	250	365	285	355	300
150	-	-	-	-	355	280	355	300	415	330	425	355
185	-	-	-	-	405	320	355	355	475	375	425	425
240	-	-	-	-	480	380	425	355	560	440	500	425
300	-	-	-	-	555	435	500	425	645	510	600	500
400	-	-	-	-	-	-	-	-	770	605	710	600
500	-	-	-	-	-	-	-	-	880	690	850	710

**Sé umhverfishiti yfir 25°C minnkar leyfilegt álag samkvæmt eftirfarandi töflu:
(VDE 0100)**

Umhverfishitastig °C		25°-30°	30°-35°	35°-40°	40°-45°	45°-50°	50°-55°
Gúmmi- einangrun	Minnkun álags	92%	85%	75%	65%	53%	38%
PVC einangrun		94%	88%	82%	75%	67%	58%

8. Rafmótorar

Skammhlaupsmótor

Skammhlaupsmótor er heiti á algengustu rafmótorum nú til dags. Hann dregur nafn sitt af útfærslu á ankeri (rótor) sínum. Hús mótorsins er kallað stator og í skammhlaupsmótor eru vindingarnir í statornum.

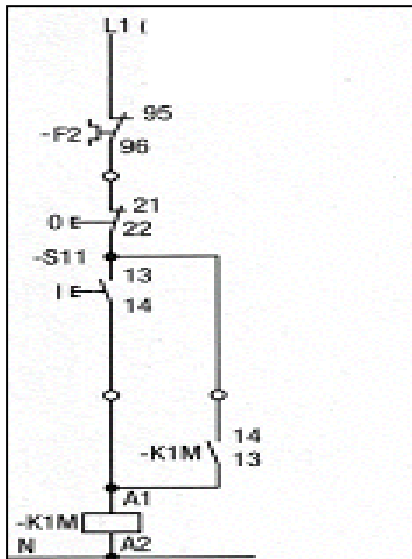
Skammhlaupsmótorar eru til í mörgum stærðum og útfærslum. Algengast er að notaðir séu eina hraða mótorar, tveggja eða fjögurra póla. Fjöldi póla segir til um snúningshraða mótorsins. Þannig er fjögurra póla mótor með 1.500 snúninga hraða á mínútu og tveggja póla með 3.000 snúninga hraða á mínútu. Aðrar gerðir skammhlaupsmótora eru sambyggðir tveggja hraða mótorar með aðskildum vöfum eða tveggja hraða mótorar í svo kallaðri „*Dalander*“- útfærslu. Stýring og ræsing þessara mótora er mjög fjölbreytt, t.d.bein ræsing, stjörnu-þríhyrnings ræsing, ræsing með hraðabreyti eða mjúkræsi. Bein ræsing á skammhlaupsmótor er ekki leyfð fyrir stærri mótor en 5,5 Kw og stjörnu-þríhyrningsræsing fyrir hámark 11 Kw mótor. Ástæða fyrir þessum takmörkum er sú að hætta er á spennufalli í rafveitu og þar af leiðandi truflun á dreifikerfi rafveitunnar.

Ræsibúnaður

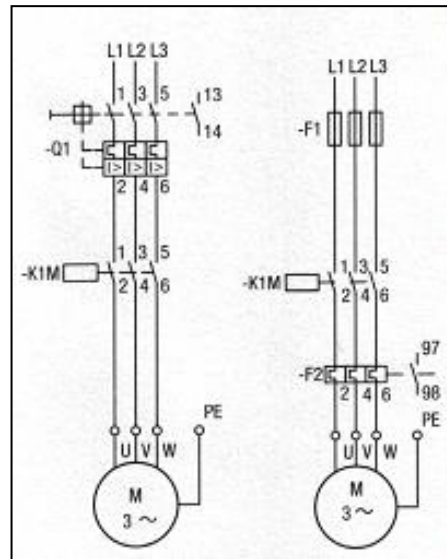
Rafmótor sem ræstur er beint og undir fullu álagi getur tekið allt að áttíöldum gangstraum sínum í ræsing.

Mjúkræsar eru þannig uppbyggðir að tíðnin er keyrð hægt upp og snúningshraðinn þannig aukinn smám saman. Þar með eykst straumtakan hægt þar til fullum snúning er náð. Á sama hátt vinna hraðabreytar, þ.e tíðnin er keyrð upp og þar með er dregið úr startstraum. Þegar tengja á rafmótor er nauðsynlegt að gera ráðstafanir til að koma í veg fyrir að hann geti dregið of mikinn straum. Algengast er að notaðir séu mótorrofar eða yfirálagsvarnir. Ef hraðabreytir eða mjúkræsir er hinsvegar tengdur mótornum eru sett stilligildi (parametar) sem hæfa viðkomandi mótor.

Stýrirás. Bein ræsing.



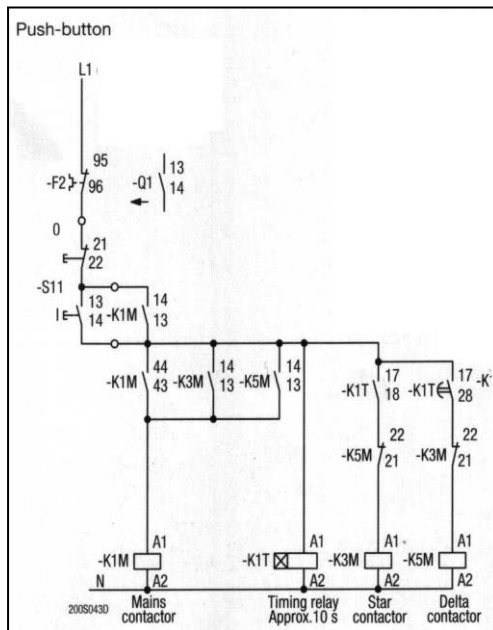
Rafmótor varinn með mótorsjálfrofa.



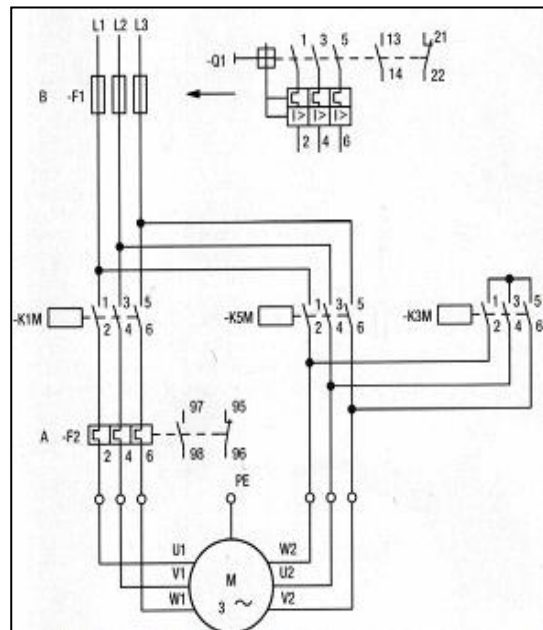
Rafmótor varinn með yfirálgagsvörn.

Stjörnu-þríhyrnings ræsing

Stýrirás.

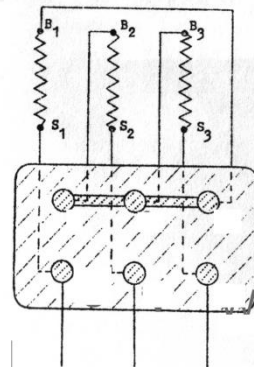


Kraftrás.

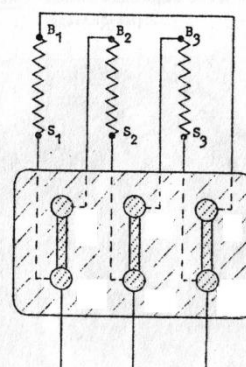


SEVER	
SUBOTICA-YUGOSLAVIA	
3~Mot	1 ZK 90 L-4
IP 55	
50 Hz	1,5 kW
D 220 - 240 V	6,6 - 7,0 A
Y 380 - 420 V	3,8 - 4,0 A
Cos φ 0,79	1405 r/min.
60 Hz	1,75 kW
D 250 - 280 V	6,6 - 7,0 A
Y 440 - 480 V	3,8 - 4,0 A
Cos φ 0,79	1685 r/min.

Hér að ofan eru upplýsingar sem koma fram á mótorskilti. Þessi mótur er hannaður fyrir 50 og 60 rið. D er gangspenna mótorsins í þríhyrningstengingu en Y fyrir stjörnutengingu.



Tengimynd af mótur.
Stjörnutenging Y



Tengimynd af mótur.
Þríhyrningstenging D

Sérhæfðir loftræstimótorar

Sérhæfðir mótorar sem notaðir eru við loftræstikerfi eru á margan hátt frábrugðnir hefðbundnum mótorum. Mótorar frá Fischbach, Ziehl, Kanalflakt o fl eru nokkuð algengir hér á landi. Tengingar þeirra eru mjög fjölbreyttar og nauðsynlegt að afla upplýsinga og tengimynda um hverja tegund áður en raftengja á þessa mótora. Minni mótorar af þessum tegundum eru oft einfasa mótorar með gangþétti. Sameiginlegt þessum mótorum er þó að hægt er að stilla snúningshraða þeirra með hraðabreytum sem eru spennustillar.

Hefðbundnir hraðabreytar byggja á því að tíðni rafbylgju er breytt, og snúningshraði mótorsins er í beinu hlutfalli við útgangstíðnina. Spennustillar virka með breytingu á spennu. Hraði mótorsins ákvarðast af þeirri spennu sem spennirinn gefur út. Ef tengja á hraðabreyti við þess konar mótör verða tengimyndir og upplýsingar að vera til taks þar sem útfærslur á tengingum eru mismunandi.

Eitt er sameiginlegt öllum þessum mótorum: Vindingum þeirra er komið fyrir svo kallaðri hitasnertu. Hitasnertan er hitaháður rofi sem gefur merki um að hiti í vindingum mótorsins sé of mikill. Það er algerlega nauðsynlegt að tengja hitasnertuna við stýringu blásarans vegna þess að ekki er hægt að verja mótör af þessari gerð með mótörrofa eða yfirálagsvörn. Ástæða þess að ekki er hægt að nota mótörrofa eða yfirálagsvörn er sú að straumtaka mótorsins eykst ekki jafnvel þó mótörnum sé haldið föstum.

Eins og áður var sagt eru þessir mótorar mjög frábrugðnir hefðbundnum mótorum. Það er til dæmis ekki hlaupið að því að skipta um legur í Fischbach mótör. Við leguskripti getur loftbil í mótörnum (bilið milli stators og rótors) breyst sem verður til þess að hann dregur of mikinn straum og hitnar þar af leiðandi of mikið. Mótörinn getur virst vera í lagi fyrst eftir leguskriptin og gengið í nokkra daga, en eyðileggst síðan af völdum hita.

Athugið til fróðleiks:

Ef tengja á rafsuðuvél þarf að leita heimildar hjá rafveitu ef vélin er stærri en 2 kVA og bannað er að nota stærri rafsuðuvél en 2 kVA ef um 1 fasa tæki er að ræða.

9. Rafbúnaður loftræstikerfa. Stjórn búnaður

Hitanemar

Hitaskynjarar sem notaðir eru til stýringa í hita- og loftræstikerfum eru af mörgum gerðum.

Heiti eins og Pt 1000, Pt 100, NTC, PTC, Balco 500, T1 og svo mætti lengi telja eru nöfn sem öll eru vel þekkt í loftræsti- og hitakerfum. Allir þessir hitanemar byggja á því að viðnám þeirra breytist með hitastigi. Stjórnstöð eða stjórn tölva sem þeir eru tengdir sendir spennu út á þá og vegna viðnámsbreytingar í þeim breytist straumurinn í rásinni sbr. $I = U/R$

Önnur gerð hitanema sem mikið er notuð byggja á straumbreytingu eftir hitastigi. Þeir nefnast 4-20 mA nemar.

Þegar skipta þarf um hitanema er mikilvægt að hugað sé að gerð nemans og einnig því að svið hans sé rétt. Þannig getur hitanemi sem kallaður er 4-20 mA verið á sviðinu 0°C til -50°C eða t.d -50°C til +50°C.

Taflan á næstu síðu sýnir viðnám Pt100 hitanema við mismundi hitastig.

RTD Temperature Vs. Resistance Table

For European Curve, Alpha = .00385

1° Celsius Increments

°C	Ohm	Diff.	°C	Ohm	Diff.	°C	Ohm	Diff.	°C	Ohm	Diff.	°C	Ohm	Diff.	°C	Ohm	Diff.
-200	18.49		-140	43.87	0.42	-80	68.33	0.41	-20	92.16	0.39	± 0	100.00	0.39	+ 60	123.24	0.38
199	18.93	0.44	139	44.26	0.41	79	68.73	0.40	19	92.55	0.39	+ 1	100.39	0.39	61	123.62	0.38
198	19.36	0.43	138	44.70	0.42	78	69.13	0.40	18	92.95	0.40	2	100.78	0.39	62	124.01	0.39
197	19.79	0.43	137	45.11	0.41	77	69.53	0.40	17	93.34	0.39	3	101.17	0.39	63	124.39	0.38
196	20.22	0.43	136	45.52	0.41	76	69.93	0.40	16	93.73	0.39	4	101.56	0.39	64	124.77	0.38
195	20.65	0.43	135	45.94	0.42	75	70.33	0.40	15	94.12	0.39	5	101.95	0.39	65	125.16	0.39
194	21.08	0.43	134	46.35	0.41	74	70.73	0.40	14	94.52	0.40	6	102.34	0.39	66	125.54	0.38
193	21.51	0.43	133	46.76	0.41	73	71.13	0.40	13	94.91	0.39	7	102.73	0.39	67	125.92	0.38
192	21.94	0.43	132	47.18	0.42	72	71.53	0.40	12	95.30	0.39	8	103.12	0.39	68	126.31	0.39
191	22.37	0.43	131	47.59	0.41	71	71.93	0.40	11	95.69	0.39	9	103.51	0.39	69	126.69	0.38
190	22.80	0.43	130	48.00	0.41	70	72.33	0.40	10	96.09	0.40	10	103.90	0.39	70	127.07	0.38
189	23.23	0.43	129	48.41	0.41	69	72.73	0.40	9	96.48	0.39	11	104.29	0.39	71	127.45	0.38
188	23.66	0.43	128	48.82	0.41	68	73.13	0.40	8	96.87	0.39	12	104.68	0.39	72	127.84	0.39
187	24.09	0.43	127	49.23	0.41	67	73.53	0.40	7	97.26	0.39	13	105.07	0.39	73	128.22	0.38
186	24.52	0.43	126	49.64	0.41	66	73.93	0.40	6	97.65	0.39	14	105.46	0.39	74	128.60	0.38
185	24.94	0.42	125	50.06	0.42	65	74.33	0.40	5	98.04	0.39	15	105.85	0.39	75	128.98	0.38
184	25.37	0.43	124	50.47	0.41	64	74.73	0.40	4	98.44	0.40	16	106.24	0.39	76	129.37	0.39
183	25.80	0.43	123	50.88	0.41	63	75.13	0.40	3	98.83	0.39	17	106.63	0.39	77	129.75	0.38
182	26.23	0.43	122	51.29	0.41	62	75.53	0.40	2	99.22	0.39	18	107.02	0.39	78	130.13	0.38
181	26.65	0.42	121	51.70	0.41	61	75.93	0.40	1	99.61	0.39	19	107.40	0.38	79	130.51	0.38
180	27.08	0.43	120	52.11	0.41	60	76.33	0.40				20	107.79	0.39	80	130.89	0.38
179	27.50	0.42	119	52.52	0.41	59	76.73	0.40				21	108.18	0.39	81	131.27	0.38
178	27.93	0.43	118	52.92	0.40	58	77.13	0.40				22	108.57	0.39	82	131.66	0.39
177	28.35	0.42	117	53.33	0.41	57	77.52	0.39				23	108.96	0.39	83	132.04	0.38
176	28.78	0.43	116	53.74	0.41	56	77.92	0.40				24	109.35	0.39	84	132.42	0.38
175	29.20	0.42	115	54.15	0.41	55	78.32	0.40				25	109.73	0.38	85	132.80	0.38
174	29.63	0.43	114	54.56	0.41	54	78.72	0.40				26	110.12	0.39	86	133.18	0.38
173	30.05	0.42	113	54.97	0.41	53	79.11	0.39				27	110.51	0.39	87	133.56	0.38
172	30.47	0.42	112	55.38	0.41	52	79.51	0.40				28	110.90	0.39	88	133.94	0.38
171	30.90	0.43	111	55.78	0.40	51	79.91	0.40				29	111.28	0.38	89	134.32	0.38
170	31.32	0.42	110	56.19	0.41	50	80.31	0.40				30	111.67	0.39	90	134.70	0.38
169	31.74	0.42	109	56.60	0.41	49	80.70	0.39				31	112.06	0.39	91	135.08	0.38
168	32.16	0.42	108	57.00	0.40	48	81.10	0.40				32	112.45	0.39	92	135.46	0.38
167	32.59	0.43	107	57.41	0.41	47	81.50	0.40				33	112.83	0.38	93	135.84	0.38
166	33.01	0.42	106	57.82	0.41	46	81.89	0.39				34	113.22	0.39	94	136.22	0.38
165	33.43	0.42	105	58.22	0.40	45	82.29	0.40				35	113.61	0.39	95	136.60	0.38
164	33.85	0.42	104	58.63	0.41	44	82.69	0.40				36	113.99	0.38	96	136.98	0.38
163	34.27	0.42	103	59.04	0.41	43	83.08	0.39				37	114.38	0.39	97	137.36	0.38
162	34.69	0.42	102	59.44	0.40	42	83.48	0.40				38	114.77	0.39	98	137.74	0.38
161	35.11	0.42	101	59.85	0.41	41	83.88	0.40				39	115.15	0.38	99	138.12	0.38
160	35.53	0.42	100	60.25	0.40	40	84.27	0.39				40	115.54	0.39	100	138.50	0.38
159	35.95	0.42	99	60.66	0.41	39	84.67	0.40				41	115.93	0.39	101	138.88	0.38
158	36.37	0.42	98	61.06	0.40	38	85.06	0.39				42	116.31	0.38	102	139.26	0.38
157	36.79	0.42	97	61.47	0.41	37	85.46	0.40				43	116.70	0.39	103	139.64	0.38
156	37.21	0.42	96	61.87	0.40	36	85.85	0.39				44	117.08	0.38	104	140.02	0.38
155	37.63	0.42	95	62.28	0.41	35	86.25	0.40				45	117.47	0.39	105	140.39	0.37
154	38.04	0.41	94	62.68	0.40	34	86.64	0.39				46	117.85	0.38	106	140.77	0.38
153	38.46	0.42	93	63.09	0.41	33	87.04	0.40				47	118.24	0.39	107	141.15	0.38
152	38.88	0.42	92	63.49	0.40	32	87.43	0.39				48	118.62	0.38	108	141.53	0.38
151	39.30	0.42	91	63.90	0.41	31	87.83	0.40				49	119.01	0.39	109	141.91	0.38
150	39.71	0.41	90	64.30	0.40	30	88.22	0.39				50	119.40	0.39	110	142.29	0.38
149	40.13	0.42	89	64.70	0.40	29	88.62	0.40				51	119.78	0.38	111	142.66	0.37
148	40.55	0.42	88	65.11	0.41	28	89.01	0.39				52	120.16	0.38	112	143.04	0.38
147	40.96	0.41	87	65.51	0.40	27	89.40	0.39				53	120.55	0.39	113	143.42	0.38
146	41.38	0.42	86	65.91	0.40	26	89.80	0.40				54	120.93	0.38	114	143.80	0.38
145	41.79	0.41	85	66.31	0.40	25	90.19	0.39				55	121.32	0.39	115	144.17	0.37
144	42.21	0.42	84	66.72	0.41	24	90.59	0.40				56	121.70	0.38	116	144.55	0.38
143	42.63	0.42	83	67.12	0.40	23	90.98	0.39				57	122.09	0.39	117	144.93	0.38
142	43.04	0.41	82	67.52	0.40	22	91.37	0.39				58	122.47	0.38	118	145.31	0.38
141	43.45	0.41	81	67.92	0.40	21	91.77	0.40				59	122.86	0.39	119	145.68	0.37

Note: At 100°C resistance is 138.50 ohms.

(DIN 43 760)

Mótorlokar

Mótorlokar sem notaðir eru í loftræsti- og hitakerfum eru af ýmsum gerðum. Oft á tíðum eru menn ekki bundnir af því að nota samskonar loka og fyrir er heldur verður að huga að stýrimerkinu sem lokinn keyrir eftir. Langalgengast er að stýrimerkið sé 0 til 10 Vdc eða 4 til 20 mA.

Til skamms tíma var á markaðnum búnaður sem keyrði á 0 til 20 V Phascut.

Þessi búnaður er ekki lengur fáanlegur og ef endurnýja þarf loka eða spjaldmótor af þessari gerð verður að gera ráðstafanir til að breyta stýrimerkinu (merkjabreytir) eða skipta um stjórnþúnað.

Spjaldlokumótorar. Stiglausir (Hliðrænir, Analog)

Sjá texta mótorloka.

Spjaldlokumótorar. Af/á (Stafrænir, Digital)

Einungis þarf að huga að því hver vinnuspenna tækisins er ef endurnýja þarf af/á spjaldlokumótor.

Rakanemar

Það sama á við um rakanema eins og annan stjórnþúnað að huga verður að gerð hans ef endurnýja þarf hann. Stýrimerki á rakanemum eru algengust 4 til 20 mA en einnig þekkjast merki eins og 0 til 10 V, og 0 til 1V svo eitthvað sé nefnt.

Frostvarnir

Frostvarnir í loftræstikerfum eru yfirleitt annað hvort í loft eða vatn. Sé um af/á merki að ræða er hægt að nota hvaða gerð sem er svo framanlega sem svið hennar sé ásættanlegt.

10. Reglugerðir og ábyrgð rafverktaka

Í reglugerð um raforkuvirki, grein 1.8 *Löggilding rafverktaka*, er þeim kröfum lýst sem gerðar eru til rafverktaka. Rafverktaki ber ábyrgð á að tilkynna breytingar og framkvæmdir á veitum. Þannig á að tilkynna til skoðunarstofu allar breytingar og viðbætur sem gerðar eru á neysluveitum.

Í tæknilegum tengiskilmálum rafveitna grein 3.1.1 segir: „*Eigandi neysluveitu er ábyrgur fyrir nýlögnum, stækkunum, breytingum og viðhaldi veitunnar frá tengistað heimtaugar. Undanskilið er viðhald mælitækja rafveitunnar.*“

Ennfremur segir í grein 3.2.1:

„*Um störf rafverktaka gilda auk þessara reglna, reglugerð hlutaeigandi rafveitu og önnur þau fyrirmæli, sem rafveitan þarf eftir atvikum að setja þeim. Ennfremur gilda reglugerðir um raforkuvirki, reglugerðir um brunavarnir og brunamál, byggingarreglugerð, skipulagsgerð og aðrar reglugerðir og skilmálar sem í gildi eru, allt eftir því, sem við á.*“

Rafverktaka sem tekur að sé verkefni, hvort sem er nýlög eða breyting á eldri lögnum, ber að skila skýrslu til rafveitu, sbr. meðfylgjandi eyðublað.

Samtök Atvinnurekenda í Raf- og tölvuiðnaði (SART) veitir upplýsingar um hverjir hafa löggildingu til rafverktakastarfa.

SKÝRSLA TIL RAFVEITU UM NEYSLUVEITU frá rafverktaka

Veitustaður / gata, nr.		Rafverktaka fyrirtæki	
Póstnúmer / sveitarfélag	Hæð / hæðkúti	Rafverktaki	
Eigandi / notandi		Heimilisfang	
Kennitala eiganda / notanda	Heimasími	Vinnusími	Kennitala rafverktaka
			Heimasími
			Vinnusími
Tilkynnt er			
<input type="checkbox"/> Nýlögn <input type="checkbox"/> Breyting <input type="checkbox"/> viðbót <input type="checkbox"/> Annað			
Notkun húsnæðis			
<input type="checkbox"/> Íbúð <input type="checkbox"/> Sumarhús <input type="checkbox"/> Þjónusta / iðnaður Starfsemi hver:			
Nánari skýring á því sem tilkynnt er:			

Upplýsingar um neysluveitu

Veitukerfi	<input type="checkbox"/> 3N-400/230V	<input type="checkbox"/> 3-230V	<input type="checkbox"/> 2N-460/230V	<input type="checkbox"/> Annað: _____
Varnarstöðfun	<input type="checkbox"/> Núllun	<input type="checkbox"/> Varnarjarðtenging um sérskaut	<input type="checkbox"/> Lekastraumsvörn	<input type="checkbox"/> Önnur _____
Jarðskaut / sp. jöfnun	<input type="checkbox"/> Vatnspjpukerfi	<input type="checkbox"/> Sökkuskaut	<input type="checkbox"/> Annað _____	
Númer mælis rafveitu	_____	Staður mælis	_____	
Hringrásarviðnám rafveitukerfis	_____ Ω	Skammhlaupsstraumur rafveitukerfis	_____ A	
Skýringar: _____				

Mælingar og prófanir

Einangrun neysluveitu	_____ MΩ	Hringrásarviðnámsmæling jarðskauts/sp.jöfnunar	_____ Ω
Skammhlaupsstraumur neysluveitu	_____ A	Hringrásarviðnámsmæling neysluveitu	_____ Ω
Mælid spenna	Fasi - N	V	Fasi - Fasi
			V
Sjálfvirk útleysing varnarbúnaðar (t.d. lekastraumsrofi)	<input type="checkbox"/> í lagi	Spennuhækkun við útleysingu	<input type="checkbox"/> í lagi
		Útleysitími lekastraumsrofa	<input type="checkbox"/> í lagi
Skýringar: _____			

Ég undirritaður löggiltur rafverktaki lýsi því yfir að verkið hafi verið unnið í samræmi við Reglugerð um raforkuvirkni.

_____	_____
Dagsetning	Löggiltur rafverktaki
Skýrsla móttekin _____	Veitunúmer _____

Svör við spurningum.

Dæmi bls. 9

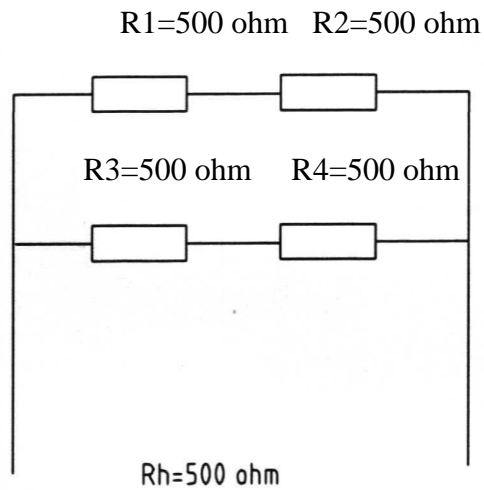
500 ohm hitanemar .

$$\frac{1}{R_h} = \frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3+R_4}$$

$$\frac{1}{R_h} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000}$$

$$\frac{1}{R_h} = \frac{2}{1000} = \frac{1}{500}$$

$$\frac{1}{R_h} = \frac{1}{500} \quad R_h = 500 \text{ ohm.}$$



Svar við dæmi bls.14

$$P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = P / U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi = 1500/400 \cdot 1,7 \cdot 0,79$$

$$I = 1500/537 = 2,8A$$

Svar við dæmi bls. 20

$$21,8 \cdot 5 \cdot 365 = 39785 \text{ Kwh á ári} \cdot 4 \text{ kr/kwh} = 159.140 \text{ kr. á ári.}$$

Heimildir

1. Reglugerð um raforkuvirki. Rafmagnseftirlit Ríkisins.
2. Tæknilegir tengiskilmálar. Samorka.
3. Rafmagnsfræði. Iðnskólaútgáfan 1980
4. ELMASKINER. Egon Nived. Kompendieutgivningen 1980.
5. Reykjafell hf: Dagbók 2002. Einnig Klökner Moeller Wiring Manual.
6. The Temperature Handbook. Vol 28, Omega Engineering Inc.