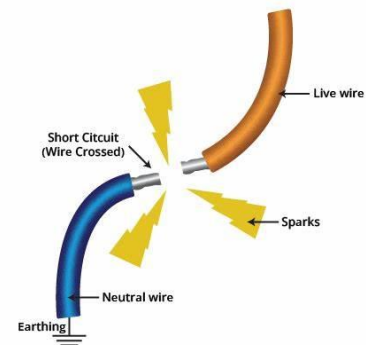


Skammhlaup

Skammhlaup getur verið þannig að tveir fasaleiðara rekast saman (U_N) eða fasaleiðari rekst í núllleiðara eða PE leiðara (U_0).

Til þess að reikna skammhlaupsstrauma þurfum við að vita samviðnámið í rásinni (Z_{heild}), hægt er að reikna það eða mæla það með hringrásarviðnámsmæli.

Afhverju þarf að hugsa um skammhlaupstærðir?



Skammhlaup getur skemmt strengi og varbúnað. Varbúnaður er alltaf með ástimplað gildi í kA sem segir til um skammhlaupsþol búnaðar, við getum ekki notað búnað þar sem skammhlaupsstraumur er stærri en það sem búnaður þolir.

Hvernig skemmir skammhlaup strengi ?

Í öllum strengjum er viðnám. Þetta viðnám ræður því hversu hár skammhlaupsstraumur verður þegar vírendar eru settir saman. Því hærra viðnám, því lægri skammhlaupsstraumur, samkvæmt Ohms lögmálinu. Lágir skammhlaupsstraumar geta valdið því að varbúnaður nái ekki að leysa út skammhlaupið og háir skammhlaupsstraumar geta skemmt búnað séu þeir ekki hannaðir fyrir hann.

$$t = \left(\frac{k \times A}{I} \right)^2$$

t = tíminn, í sekúndum
A = þverskurðarflatamál mm²
I = Virkt gildi skammhlaupsstraums (RMS)
k = Stuðull í töflu 2 gr. 431.5.4.2 í ÍST:200

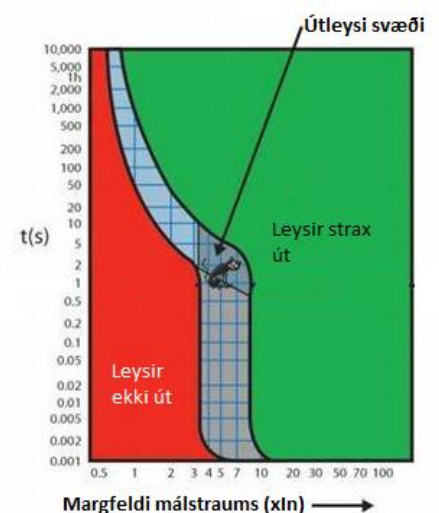
Í staðlinum er gefið upp formúla hvað strengur má vera lengi straumhafa miða við ákveðin gildi, hér er reglan því hærri straumur því styttri tími.

Formúlan hér til hliðar segir okkur hve langur tími er þangað til strengur fer upp að hitaþolmörkum sínum. (XLPE og PVC)

Tíminn (t) sem kemur úr þessari formúlu þarf svo bera saman við útleysikúrfur varbúnaðar og sjá hvort að hann leysi út tímanlega.

Ef tíminn er ekki innan marka, þ.e. það tekur varið lengri tíma að leysa út heldur en útkoman úr tímaformúlunni, þá þarf að endurskoða kapal stærðir.

Hvernig les ég úr þessari kúrfu ?



Til að lesa úr kúrfum fyrir MCB (sjálfvör) þarf fyrst að finna margfeldið af þeim straum sem við erum að skoða. Kúrfan hér til hliðar er fyrir var af C gerð, þar sem það leysir út öugglega við tífoldan (x10) málstraum varsins. Dæmi : C10A leysir örugglega út við 100A straum. $10 \times 10 = 100A$



Reiknað hringrásarviðnám í kapli

Til þess að finna út skammhlaupsstrauma (I_{sc}) þá þarf að finna hringrásarviðnám rásar, eða samviðnám frá spennistöð og inn í tæki.

Raunviðnám í streng við 20°, kapall kaldur og við 160°, kapall heitur

$$R_{L20^\circ c} = \frac{\rho \times L}{A}$$

$$R_{L160^\circ c} = \frac{1,56 \times \rho \times L}{A}$$

Launviðnám í streng á bara við ef leiðari er **95mm²** eða stærri

$$X_L = \lambda \times L$$

Samviðnám í streng, bæði við 20° og 160°

$$Z_{L20^\circ c} = \sqrt{R_{L20^\circ c}^2 + X_L^2} \quad Z_{L160^\circ c} = \sqrt{R_{L160^\circ c}^2 + X_L^2}$$

ρ = Eðlisviðnám leiðara

L = Lengd leiðara

A = Þverskurðarflatamál mm²

Þegar við tökum viðnámið í heitum kapli bætum við við 56% sem er hitastuðull í ÍST

λ = Launviðnám kapals (ef óþekkt þá 0,08mΩ/m)

Til að reikna skammhlaupsstærðir þurfum við að hafa viðnám í vör frá spennni og að skammhlaupsstað.

Oft er gefið viðnám í spennni við skammhlaup, eða skammhlaupsspenna hans gefin upp og stundum er gefið samviðnám spennis, eða $Z_{spennir}$

Til að finna skammhlaupsstærð út í enda þurfum við að vita annaðhvort skammhlaupsstærðir í ákveðnum stöðum í kerfinu eða reikna það út. Ef mynd hér til hliðar er skoðuð sjáum við hvernig uppbygging kerfis er. Það þarf að byrja að reikna viðnám í spennni, svo þarf að reikna frá spennni að afhendingarstað, götukassa í þessu dæmi, þaðan inn í aðaltöflu og að lokum í greininni sem er verið að skoða. Þegar allar þessar stærðir eru þekktar er hægt að reikna út skammhlaup á þeim stöðum í kerfinu sem óskað er eftir.

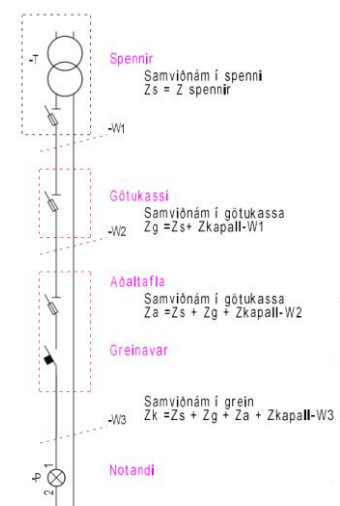
Lámarks skammhlaupsstraumur í enda grein

$$Z_{max} = Z_{spennir} + Z_{g160^\circ} + Z_{a160^\circ} + Z_{k160^\circ}$$

Hámarks skammhlaupsstraumur í enda grein

$$Z_{min} = Z_{spennir} + Z_{g20^\circ} + Z_{a20^\circ} + Z_{k20^\circ}$$

Hérna erum við að reyna að staðsetja skammhlaupsstrauma og hvar þeir geta orðið í kerfinu.





Skammhlaupsstraumar

Skammhlaup er rafmagnsatvik sem á sér stað þegar rafstraumur sleppur óhindrað í gegnum leið sem hefur mun minna viðnám en venjulegt rafrásakerfi. Þetta veldur því að straumur eykst verulega á mjög stuttum tíma, sem getur skemmt búnað, leitt til hita- og bogamyndunar og jafnvel valdið bruna.

Skammhlaupsstraumar eru reiknaðir til að tryggja öryggi rafkerfa og velja réttan varbúnað, svo sem aflrofa og öryggi. Það er nauðsynlegt að greina bæði **hámarks- og lámarks skammhlaup**:

- **Hámarks skammhlaup** ákvarðar hversu mikið álag varbúnaður þarf að þola án þess að skemmast.
- **Lámarks skammhlaup** er reiknað til að tryggja að varbúnaður leysi örugglega út jafnvel í veikustu punktum rafkerfisins.

Skammhlaupsstraumur ræðst af spennu kerfisins, heildarhringrásarviðnámi og hvort skammhlaupið sé þriggja fasa, einfasa eða tveggja fasa. Útreikningar eru nauðsynlegir við hönnun rafdreifikerfa til að tryggja öryggi, lágmarka áhættu á skemmdum og uppfylla kröfur staðla um skammhlaupsvarnir.

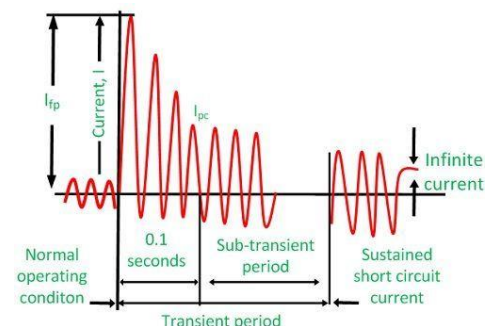
Hámarks skammhlaup (Maximum Short-Circuit Current):

Hámarks skammhlaupsstraumur (oft táknaður I_{sc-max}) á sér stað við bestu mögulegu leiðni í kerfinu, þ.e. þegar viðnámið í hringrásinni er í lágmarki. Þetta er mikilvægasta skammhlaupið þegar kemur að því að velja búnað sem þolir mikinn straum án þess að skemmast.

U_N = Spenna í kerfinu L-L
 U_0 = Spenna í kerfinu L-N
 $C_{min} = 0.95$
 $C_{max} = 1.05$
 Z_{max} = Hámarks viðnám í kerfi
 Z_{min} = Lámarks viðnám í kerfi

Lámarks skammhlaup (Minimum Short-Circuit Current):

Lámarks skammhlaupsstraumur (oft táknaður I_{sc-min}) á sér stað þegar viðnámið í kerfinu er í hámarki, þ.e. í lengsta og "veikasta" punkti hringrásarinnar. Þetta gerist þegar lögnin er löng, með lítið þversnið eða ef fleiri tengingar auka heildarviðnám.



Process of Change in a Short-Circuit Current

Circuit Globe

Af hverju eru báðir skammhlaupsstraumar mikilvægir?

- **Hámarks skammhlaup:** Tryggir að kerfið þoli mesta álagið án þess að skemmast.
 Z_{min} er notað eða þar sem viðnámið er minnst.
- **Lámarks skammhlaup:** Tryggir að varbúnaður rýfur strauminn jafnvel í veikustu punktum kerfisins, þar sem straumurinn er minni.
 Z_{max} er notað eða þar sem viðnámið er mest.



1. Þriggja fasa skammhlaup → $\sqrt{3}$ notað í formúlunni

Þegar skammhlaupið er á milli **þriggja fasa (L1, L2 og L3)**, þ.e. fullkomið þriggja fasa skammhlaup, er formúlan:

$$I_{sc3} = \frac{c \times U_N}{\sqrt{3} \times Z}$$

- U_N er línuspennan (t.d. 400V í þriggja fasa kerfi).
- Z er heildarhringrásarviðnám við skammhlaup (Ω).
- $\sqrt{3}$ kemur inn vegna vektorlegra spennu- og straumreikninga í þriggja fasa kerfum.
- c er fasti sem er fyrir hvar spennufallið er, hvort það er hámarksskammhlaup sem við erum að leita eftir eða lágmark.

Dæmi: Ef við höfum 400V kerfi og viðnámið $Z_{\max}=0,5\Omega$

$$I_{sc} = \frac{c_{\min} \times U_N}{\sqrt{3} \times Z_{\max}} = I_{sc-\min} = \frac{0,95 \times 400}{\sqrt{3} \times 0,5} = 439A$$

2. Einfasa skammhlaup → 2 notað í formúlunni

Ef skammhlaupið á sér stað milli **einhvers eins fasa og núlls (eða jarðar)**. Þá er formúlan:

$$I_{sc2} = \frac{c \times U_0}{2 \times Z}$$

Þar sem:

- U_0 er fasaspenna
- Z er hringrásarviðnámið.
- **2 kemur í stað $\sqrt{3}$** því að straumflæðið er aðeins milli tveggja víra í stað þriggja.
- c er fasti sem er fyrir hvar spennufallið er, hvort það er hámarksskammhlaup sem við erum að leita eftir eða lágmark.

Dæmi: Ef við höfum 230V og $Z_{\max} = 0,78\Omega$ og

$$I_{sc} = \frac{c_{\min} \times U_0}{2 \times Z_{\max}} = I_{sc-\min} = \frac{0,95 \times 230}{2 \times 0,78} = 140A$$

Hvenær notar maður hvaða formúlu?

Skammhlaupsgerð	Formúla	Notað fyrir
Þriggja fasa skammhlaup (L1, L2, L3)	$I_{sc3} = \frac{c \times U_N}{\sqrt{3} \times Z}$	Algengasta skammhlaupið í iðnaðar- og dreifikerfum
Einfasa skammhlaup (L - N eða L - PE)	$I_{sc2} = \frac{c \times U_0}{2 \times Z}$	Þegar skammhlaupið á sér stað í venjulegu heimilisrafkerfi
Tveggja fasa skammhlaup (L1 - L2)	$I_{sc2} = \frac{c \times U_N}{2 \times Z}$	T.d. í 230V/400V kerfum þar sem tveir fasa vírar snertast

U_N = Spenna í kerfinu L-L
 U_0 = Spenna í kerfinu L-N
 $c_{\min} = 0.95$ - lámarks
 $c_{\max} = 1.05$
 $Z_{\max}$ = Hámarks viðnám í kerfi
 $Z_{\min}$ = Lámarks viðnám í kerfi