

3.2 Madalpingekaitsme ehitus ja tüübid

Sulavkaitsmeid vaadeldakse tavaliselt kolmes rühmas:

- 1) madalpingekaitsmed
- 2) kõrgepingekaitsmed
- 3) väikekaitsmed

Vaatleme tööstus- ja kodutarbijatele mõeldud madalpingelisi sulavkaitsmeid.

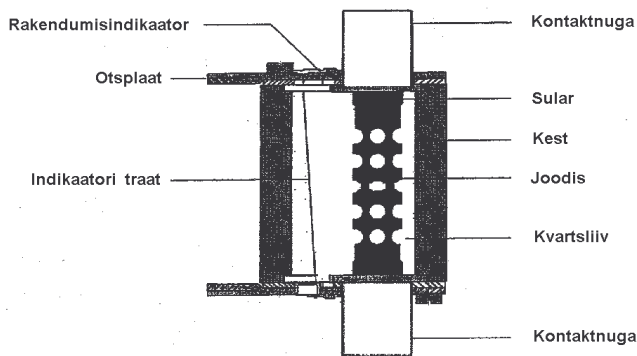
3.2.1 Torukaitse

Läbipõlemisel tekkivate pritsmete, metalliauru ja elektrihaare kahjuliku toime vältimiseks paikneb sular kinnises torus vm. tugevas isoleerkestas, mis võib olla täidetud kaare arengut tõkestava ainega (näiteks kvartsliiduga). Käsitsemise hõlbustamiseks võib kaitse asetseda pidemes, mille abil ta kinnitatakse kaitsmepesasse või -alusele. Kaitsmel võivad olla rakendumisindikaatorid või signaalkontaktid.

Euroopas enamkasutatavad torukaitsmed on tähisega **NH** (saksa k. *Niederspannungs Hochleitungs* – madalpingelised, suure lahutusvõimega). Need on mõeldud kasutamiseks põhiliselt seal, kus on kvalifitseeritud personal – tööstuses ja jaotusvõrkudes.

Kest

Kest on hea isolator ning peab tagama sisule niiskuskindluse. Ta on valmistatud suhteliselt hea soojusjuhtivusega materjalist, et hajutada sularis eralduv soojus ümbruskonda. Kest on tugeva ehitusega ning peab taluma tekkida võivat termilist lööki (termošokki). Enamasti on kest 2...15 mm seinapaksusega ristkülikulise ristlõikega ja ümmarguse siseavaga, harvemini silindriline kuni 100 mm välisläbimõõduga keraamiline toru (vt. joonis 3.2.1), mille otstes on neetide või kruvidega kinnitatud kontaktnoad, mis sageli on üleminekutakistuse vähendamiseks hõbetatud.



Joon. 3.2.1 Torukaitse

Täide

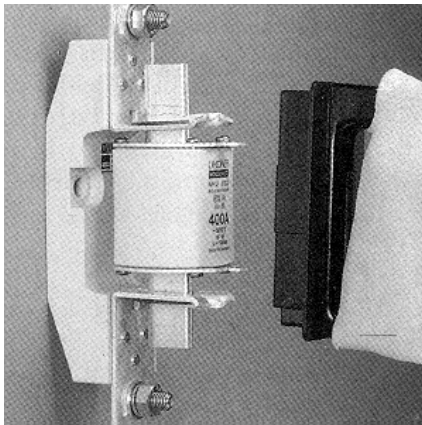
Kõrge lahutusvõimega torukaitse on täidetud keemiliselt ülipuhta kvartsliiduga. Liivatera läbimõõt on umbes 0,3 mm. Täiteaine juhib osa sularil eralduvat energiat kestale. Seetõttu on oluline, et toru oleks korralikult täidetud. Hästitäidetud toru on vajalik ka kaare kiireks kustutamiseks. Liiv jagab kaare osadeks ning takistab nende osade taasühinemist. Kaitsme tihedaks täitmiseks kasutatakse vibratsiooni. Vajadusel lisatakse vibratsiooniga tekitatud tühemikku kvartsliidu juurde. Toru on suletud otsplaadiga.

Sular ja rakendumisindikaator

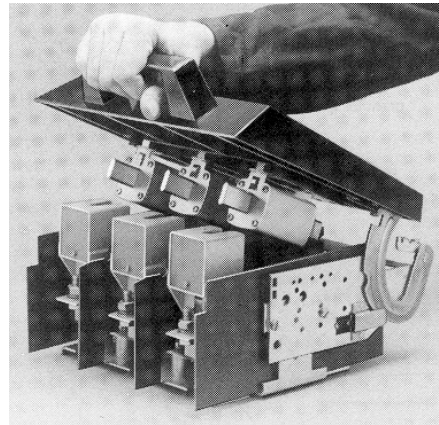
Sular on enamasti vaskribast. Sulari nimivool küündib tavaliselt 1250 amprini kuni 500 V vahelduvpingel ja kuni 440 V alalispingel. Kaitsmel võib olla ka rakendumisindikaator. See on peenest traadist ning ühendatud sulariga rööbiti. Normaaltalitusel läbib seda tühine osa kogu kaitset läbivast voolust. Kui aga sular põleb läbi, siis jääb kogu vool rakendumisindikaatorile ning see põleb kohe läbi. Seejärel heidetakse vedru jõul välja märgis ning on näha, et kaitse on rakendunud.

Paigaldus

Sulavkaitsme paigaldamiseks alusele kasutatakse erilist kaitsmepaigaldit (vt. joonis 3.2.2). See on valmistatud plastist ning selle ülesandeks on elektriku kaitsmine juhul kui paigaldamine toimub lühisele. Rohkesti kasutatakse samal otstarbel sulavkaitse-lüliti (vt. joonis 3.2.3), kus lüliti käepidemes on pesad iga faasi kaitsmele. Kaitsme kontaktnoad on asetatud lüliti kontaktnugadega, mis katkestavad voolu kõigis faasides, kui kaitse eemaldada. Sulavkaitse-lülitid on ühe- kuni neljapooluselised. Nad on tavaliselt paigaldatavad paigaldusliistule. Tellimisel saab neile mitmesuguseid lisaseadmeid nagu tabalukk või elektrooniline monitooringplokk.



Joon. 3.2.2 Torukaitsese ja kaitsmepaigaldit



Joon. 3.2.3 Sulavkaitse-lüliti

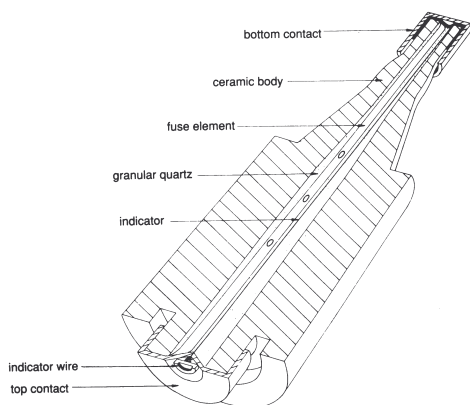
3.2.2 Padrunkaitse

Käsitsemise hõlbustamiseks võib kaitse asetseada pidemes, mille abil ta kinnitatakse kaitsmepesasse. Eriti mugavad on keerepidemega kaitsmed.

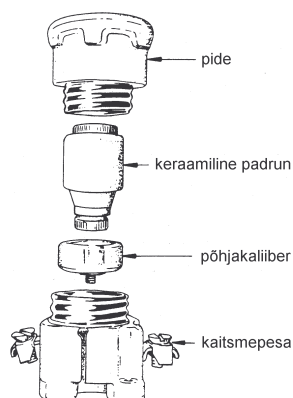
Padrunkaitse (korkkaitse, keerekaitse) on väga vana. Tuntakse ka *Diazed* nime all ning tüüpiliseks on sellest tulenevalt enamasti **D**. Niisuguse kaitsme sulavosa nimetatakse eesti keeles (kaitsme)korgiks, ka padruniks. Selle ohutuks paigaldamiseks keermetatud kaitsmepesasse (sellest ka kasutatav kaitsme nimi) on pide. Joonisel 3.2.4 on kujutatud tüüpilise kaitsmekorgi lõige, joonisel 3.2.5 kogu komplekt.

Eeldusel, et tarbitav võimsus kasvab, kasutatakse mõnikord suuremale voolule mõeldud komplekti, mis vales (suuremale voolule arvestatud kaitsmekorgi) kasutamise vältimiseks on põhjakaliibriga.

Padrunis on vasest või hõbetatud vasest kaitsmetraat, mida ümbritseb peenike kvartslüüv ja suhteliselt paks portselankest. Portselan on kvartslüüvast parem soojusjuht. Padruni põhjaks on silindriline nikeldatud messingist kontakt, mille läbimõõt sõltub nimivoolust. See peab tagama hea kontakti. Padrun on enamasti varustatud rakendumisindikaatoriga, mis paistab läbi pideme klaaspõhja. Indikaatori ehitus on analoogne torukaitsme omaga.



Joon. 3.2.4 Kaitsmepadrun



Joon. 3.2.5 Padrunkaitsme komplekt

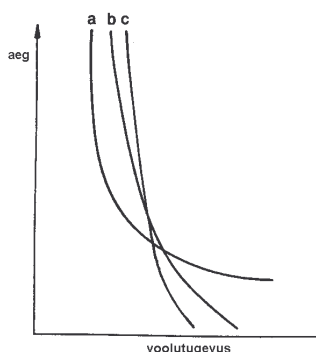
3.2.3 Sulavkaitse pooljuhtseadmetele

1953. aastal loodi pooljuhtdiodid. Pooljuhid on liigvoolu suhtes ülitundlikud. Nad vajavad kaitset, mis rakenduks väiksema liigvooluga ja ülikiiresti. Kaitsme rakendumistingimuste olulisim näitav on soojusimpulss ehk Joule'i integraal

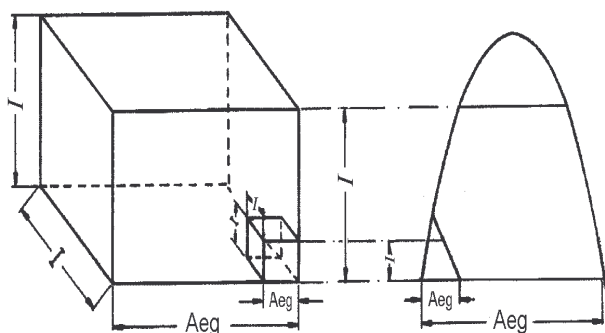
$$\int i^2 dt,$$

mis tegelikult on pooljuhi reaalne taluvuspiir. See on suurus, mis dikteerib kaitseseadme nimiaandmed.

Tavalised lühisekaitseadmed pooljuhtide kaitseks ei sobi. Joonisel 3.2.6 on diodi või türistori taluvuspiiriga (b) võrdlevalt kujutatud kaitselüliti (a) ja sulavkaitsme (c) rakendumis-tunnusjooned. Nende lõikumine näitab nende sobimatust.



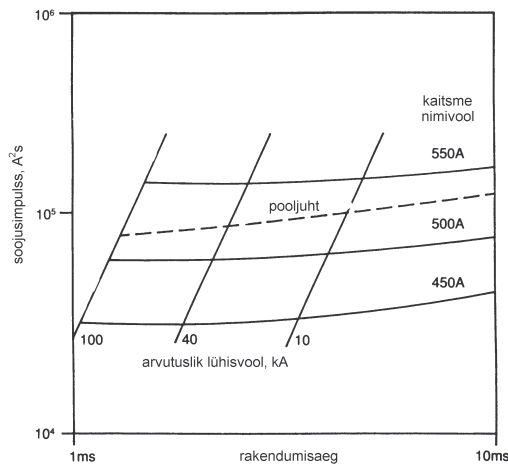
Joon. 3.2.6 Pooljuhtide kaitse



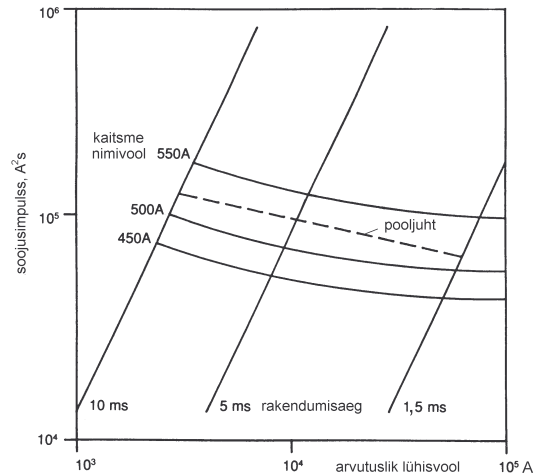
Joon. 3.2.7 Soojusimpulss kaitsmeta ja kaitsega

Pooljuht enamasti ei talu temperatuuri üle 125° C ning ta tuleb 50 Hz sageduse puhul välja lülitada 10 millisekundiga. Piirväärtusi iseloomustab soojusimpulss I^2t ehk Joule'i integraal. Probleemist annab ettekujutuse joonis 3.2.7, mis näitlikustab soojusimpulsi, kui lühisvoolu ei piirata (suur vool ja suur risttahukas) ja selle, mis tegelikult esineb, kui rakendub sulavkaitsme (väike vool ja väike risttahukas). Esitatavate nõuete illustreerimiseks on joonistel 3.2.8 ja 3.2.9 esitatud arvutusliku voolutugevuse, rakendumisaja ning I^2t omavahelised seosed.

Väliselt eristuvad pooljuhtidele mõeldud torukaitsmed oma oluliselt lühema toru poolest. Kontaktid on varustatud poldiavadega.



Joon. 3.2.8 Pooljuhtide kaitse nõuded



Joon. 3.2.9 Pooljuhtide kaitse nõuded

3.2.4 Milliseid kaitsmeid toodetakse

- gG Üldotstarbeline sulavkaitse, põhiliselt juhtide kaitseks
- gM Mootoriahela kaitseks
- aM Lühisekaitseks mootoriahelas
- aR Pooljuhtide kaitseks

g-tüüpi sulavkaitse lahutab vooluahela iga lahtusvõimest väiksema voolu korral, mis sulari läbi põletab. Seda nimetatakse ka täielikuks kaitsmeks (*full range fuse*), sest rakendub nii liigkoormusest kui lühisest. Kasutatakse iseseisva kaitsena.

gG-tüüpi sulavkaitsme lahutusaeg

Nimivool	Lahutusaeg	Peab taluma	Peab lahutama
$I_n < 4 \text{ A}$	1 tund	$1,5 I_n$	$2,1 I_n$
$4 < I_n < 16$	1 tund	$1,5 I_n$	$1,9 I_n$
$16 < I_n < 63$	1 tund	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$
$63 < I_n < 160$	2 tundi	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$
$160 < I_n < 400$	3 tundi	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4 tundi	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$

Selektiivsuse saavutamiseks peab gG-tüüpi sulavkaitse kui $I_n > 16 \text{ A}$ olema temale järgnevast sulavkaitsmest 1,6 korda suurema nimivooluga (IEC 60269-2-1 nõue).

a-tüüpi sulavkaitse on mõeldud ainult lühisvoolu lahutamiseks. Seda nimetatakse ka osaliseks kaitseks (*partial range fuse*). a-tüüpi kaitse võimaldab enda taga kasutada väiksema lahtusvõimega kaitselüliti, kontaktorit või muud kaitseseadist.

Torukaitsme **tööiga** on kuni 30 aastat.

Kaitsme rakendumise korral asendatakse ka selle tarviti läbipõlemata kaitsmed uutega.

Padrunkaitsmetel on lahtusvõime tähised:

- H suure lahtusvõime (*high breaking capacity*) puhul
- L väikese lahtusvõime (*low breaking capacity*) puhul

Väikekaitsmetel on lahtuskiiruse näitajad:

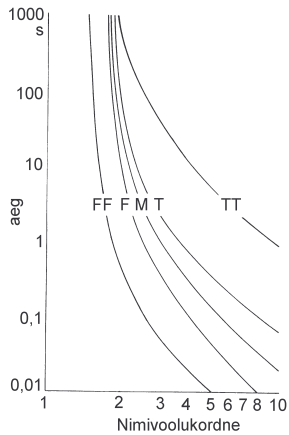
- FF ülikiire rakendumisega, lahutavad kümnekordse nimivoolu 0,001 sekundiga
- F kiire rakendumisega, lahutavad kümnekordse nimivoolu 0,001...0,01 sekundiga

M keskmise viivitusega

T viivitusega või liigpingekaitsega, lahutavad kümnekordse nimivoolu 0,01...0,1 sekundiga

TT väga suure viivitusega, lahutavad kümnekordse nimivoolu 0,1...1 sekundiga.

Kõik need peavad kahekordse nimivoolu välja lülitama 10 sekundiga ja olema võimelised taluma 1,7 nimivoolu üks tund. Nende rakendumistunnusjoonte võrdlus on esitatud joonisel 3.2.10



Joon. 3.2.10 Väikekaitsmete rakendumistunnusjoonte võrdlus