

PROBLEM DIMENZIONIRANJA PRI UPORABI VAROVALK ZA ZAŠČITO POLPREVODNIKOV

Brane LEBAR

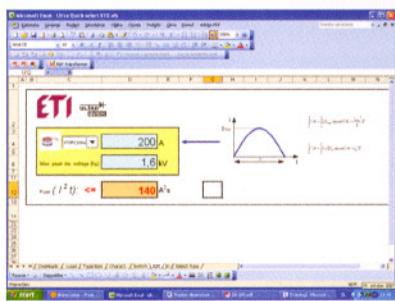
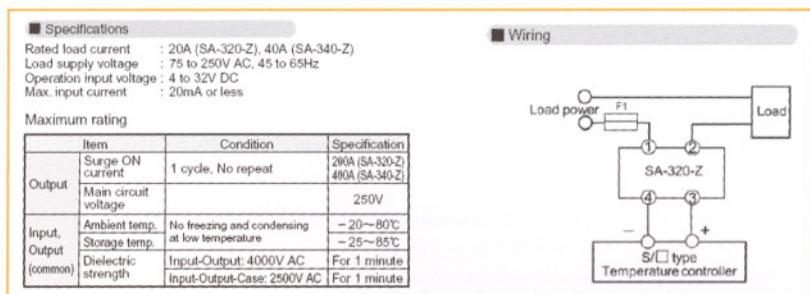
Dimenzioniranje varovalk za zaščito polprevodnikov je v splošnem malo poznana zadeva. Obstaja nekaj priročnikov proizvajalcev varovalk (Bussmann, Ferraz, ETI, Siemens ...), kjer je ta zadeva teoretično-računsko obdelana. To je pomembno za samo razumevanje, v praksi pa ne pride velikokrat v poštev, ker sodoben čas zahteva računalniške programe, ki to naredijo hitro in zanesljivo.



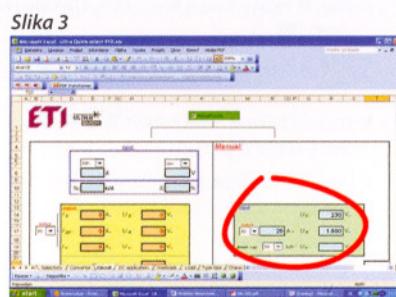
Slika 1

Glede programov, ki te izračune izvedejo avtomatsko, pa je situacija bolj problematična, ker sta trenutno na razpolago samo dva programa. Prvi je Ferraz-ov SAFPE.exe, ki pa je na voljo samo večjim projektantov oz. kupcem. Za uporabo je potrebna registracija. Drugi je ETI-jev Ultra quick select.xls, ki si ga lahko naložite z ETI-jeve internet strani in ni zaščiten. Narejen je v excelu.

Za ta članek sem se odločil iz razloga, ko mi je pred časom kupec omenil, da uporablajo naše varovalke za zaščito polprevodnikov, da pa zaščita včasih deluje, včasih pa ne. To mi nekako ni dalo miru, tako da sem podatke, seveda realne, ki sem jih dobil od kupca, takoj vnesel v naš program Ultra Quick select.xls in kaj hitro ugotovil, da so bili tako blizu pravega dimenzioniranja, kot je dubajski šejk blizu kredita.



Slika 2



Opis realnega primera iz prakse

Z opisom naslednjega enostavnega primera bi rad pokazal, da se dimenzioniranja ne moremo lotiti »na prst«, saj nam takšen način lahko povzroči več škode kot koristi.

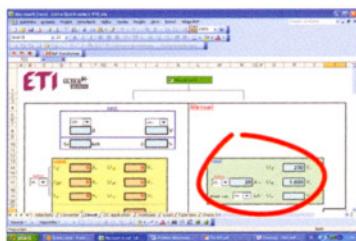
Vzemimo primer najbolj enostavne zaščite polprevodniškega releja, s katerim vklapljam električni grelec preko ustrezne temperaturne regulacije. V našem primeru je to polprevodniški rele firme Shinko tip: SA-320-Z (slika 1) z naslednjimi tehničnimi podatki:

Prvo, kar moramo določiti, je tako imenovani »Operating joule integral«, ki je osnova za nadaljnje dimenzioniranje. Direktno ga nimamo podatne, ga pa lahko izračunamo iz podatka »Surge ON current«. V našem primeru je to 200 A. To je maks. tok enega polvala sinusne oblike v trajanju 10 ms, ki ga polprevodnik še prenese (največkrat se podaja kot ITSM). Če podatek vstavimo v program za izračun, dobimo maks. vrednost integrala, ki ga lahko ima varovalka (fuse integral). V našem primeru je zgornja meja 140 A²s (slika 2). Zavedati se moramo, da so tu v igri zelo kratki časi pod 100 ms, kjer še ne nastopi prehod topote od kristala na okolico.

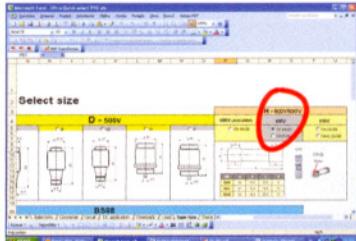
Naslednji podatek, ki ga moramo vnesti, je maks. nazivni tok in napetost. Iz tehničnih podatkov je razvidno, da je tok In=20 A in napetost Un=250 V. Mi bomo vzeli realno vrednost napetosti, ki je v našem omrežju 230 V (slika 3).

Ker so v zadnjem času zelo popularne varovalke cilindrične oblike, se odločimo za obliko cilindrične varovalke CH14 x 51, ki se lahko enostavno montira v VLC ločilnik (slika 5).

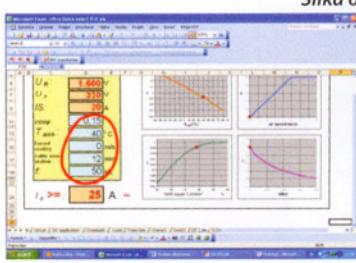
Vnesemo še ostale parametre, ki vplivajo na izbor nazivnega toka varovalke (cos φ, Tamb, hlajenje, presek kabla in frekvenco). Vsi parametri se



Slika 4

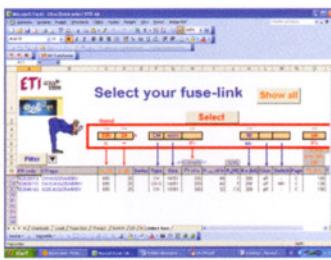


Slika 5



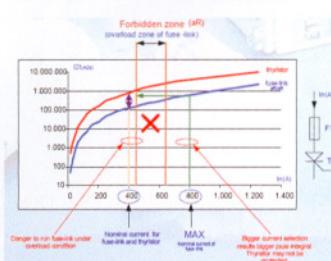
Slika 6

Slika 7



Slika 8

Slika 9



nekako dajo enostavno ovrednotiti, razen $\cos \varphi$ -ja. Pri določitvi $\cos \varphi$ -ja lahko hitro naredimo napako in vzamemo $\cos \varphi$ med delovanjem, kar pa je napačno razmišljanje. $\cos \varphi$ je treba določiti v fazi kratkega stika. Ker je to zelo problematično, se odločimo za najneugodnejšo vrednost $\cos \varphi=0,15$. Vedeti moramo, da $\cos \varphi$ in nazivna napetost vplivata na Joulov integral (slika 6).

Sedaj moramo samo še pritisniti čaroben gumb SELECT in program nam ponudi ETI varovalke, ki ustreza našim zahtevam (slika 7).

Vidimo, da so nam na voljo sedaj trije tipi. Odločimo se za najcenejšega CH14 x 51. Če bi imeli na voljo tudi višje nazivne tokove varovalk, kot je v tem primeru, potem se je s stališča dimenzioniranja boljše odločiti za višji nazivni tok, ker nam to zagotavlja daljšo življensko dobo varovalke. Zavedati se moramo, da vsak vklop delno degradira talilni element, kar po določenem številu ponovitev vodi v odpoved varovalke. Spodnja meja pa je lahko problematična pri aR varovalkah, pri katerih je prepovedano delovanje v območju preobremenitve.

Preveriti moramo samo še, v kakšno podnožje bomo montirali varovalko. Odločimo se za VLC 14, ki se enostavno montira na DIN letv. Preverit moramo maks. dovoljeno izgubno moč. Iz kataloga za VLC 14 vidimo, da je ta 5 W. V našem primeru je izgubna moč varovalke pri nazivnem toku 7 W. Ker pa je 25 A varovalka obremenjena samo z maks. 20 A, iz stolpca Pd (Is) lahko razberemo, da

je izgubna moč pri tem toku 4,2 W, kar ustreza zahtevam za montažo v VLC (slika 9). Če bi npr. izbrali 20 A varovalko, le-te ne bi smeli montirati v VLC14, ker je izgubna moč pri nazivnem toku 6 W.

Kaj pa, če bi izbrali CH10 varovalko, kot jo je izbral naš kupec? Preračun, ki se ga lahko lotite sami in ga v tem članku ne bom prikazal, kaže, da bi bil Joulov integral varovalke previsok (višji od polprevodniškega releja). Zadeva tudi ne bi prenesla pogoja za montažo v VLC10 ali PCF 10 podnožje, kar se tiče dovoljene izgubne moči.

Zaključek

Iz tega enostavnega primera vidimo naslednje:

- da dimenzioniranje »na prst« ni primerno
- da program za dimenzioniranje zelo olajša delo, skrajša postopek dimenzioniranja
- da so izračunane vrednosti lahko zelo na meji sprejemljivega in da včasih ni veliko rezerve
- da lahko v fazi dimenzioniranja poljubno spremojmo vplivne vhodne veličine in s tem opazujemo vpliv na izhodne
- da moramo upoštevati tudi pogoje vgradnje

Če bi v našem primeru zmanjšali presek kabla za 3 mm², praktično ne bi imeli več nobene cilindrične varovalke na voljo, ki bo ustrezala pogoju. Poljubno lahko spremojmo tudi druge vplivne veličine in simulacija nam pokaže, da smo zelo na meji. Dvig temperature ambienta za 20 °C bi imel tolikšen vpliv, da prav tako ne bi imeli nobene cilindrične varovalke na voljo.

V zgornjem primeru nisem predstavil celotnega poteka dimenzioniranja, kot se v praksi izvaja. Nekatere faze sem namerno izpustil zaradi razumljivosti. Predstaviti sem hotel to, da v nekaterih primerih za izbor nimamo veliko manevrskega prostora in je treba vse vplivne veličine in vhodne podatke natančno določiti. Hotel sem tudi pokazati lagodnost in preglednost pri dimenzioniraju s programom Ultra quick select.xls.

Če bi ta izračun hoteli narediti »peš«, potem bi ob vsaki spremembi vhodne veličine in drugih parametrov morali ponoviti celoten postopek. Ker pa smo ljudje, kar se tega tiče, leni, bi se verjetno odločili za varianto dimenzioniranja »na prst«, kar se na žalost pogosto dogaja. Praksa pa je pokazala, da je takšen način nezanesljiv in tudi zgrešen, ker se vzame kot osnovni kriterij največkrat nazivni tok. V večini primerov zaščita tudi ne deluje tako, kot bi morala, torej ne ščiti polprevodnika pred uničenjem. Vedeti moramo, da je varovalka za zaščito polprevodnikov »živa stvar«, občutljiva na cel kup vplivnih parametrov, ki jih moramo zajeti pri izračunu. ■