

Hrvatska zaklada za znanost  
Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb  
Zavod za visoki napon i energetiku

# FLEXIBASE

## Ispitani zaštitni algoritmi u pretvaračima

izv. prof. dr. sc. Hrvoje Pandžić  
Mateo Beus, mag. ing.  
Ivan Grcić, mag.ing.



Europska unija  
Zajedno do fondova EU



11-2020

# Sadržaj

1 Pregled zaštitnih funkcija u pretvaračima	1
---	---

# 1. Pregled zaštitnih funkcija u pretvaračima

U svrhu izvedbe koordiniranog djelovanja zaštite u mikromrežama s velikim udjelom pretvarača od iznimne je važnosti analizirati zaštitne funkcije koje su integrirane u samim pretvaračima te koje su mogućnosti daljinskog podešavanja tih funkcija u kontekstu koordiniranog djelovanja zaštite mikromreže. U tom smislu ovaj izvještaj na primjeru pretvarača **SMA-10000TL-20** koji će se koristiti za integraciju fotonaponske elektrane na laboratorijsku mikromrežu u SGLab-u na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu.

SMA 10000TL-20 je trofazni izmjenjivač bez transformatora, nazivne snage 10 kW i maksimalne učinkovitosti 97,6 %. Izmjenjivač ima 2 MPPT ulaza na koje se spajaju stringovi fotonaponskih modula. Osim navedenog, izmjenjivač je opremljen nadstrujnom zaštitom stringova, sustavom za praćenje rada mreže, uređajem za automatsku sinkronizaciju na napon mreže, sustavom za praćenje valnog oblika napona mreže, sklopnikom za isključenje s mreže i uključanje na mrežu (isključenje s mreže u slučaju nedozvoljenog pogona i uključanje na mrežu nakon ispunjenja uvjeta paralelnog rada). Nadalje, u kontekstu komunikacijskih mogućnosti preevarač ima integriran Modbus TCP server koji omogućava daljinski pristup mjerenjima pogonskih veličina pretvarača kao i mogućnost promjene podešenja integriranih zaštitnih funkcija u pretvaraču. Dakle, korištenjem Modbus komunikacijskog protokola izvest će se integracija ovog tipa pretvarača u sustav koordiniranog djelovanja zaštita mikromreže.

U Tablici 1.1 prikazane su tehničke karakteristike pretvarača SMA- 10000TL-20.

Table 1.1: Tehničke karakteristike izmjenjivača SMA 10000TL-20 [1]

<b>Maksimalna ulazna (DC) snaga</b>	13500 Wp
<b>Maksimalni ulazni (DC) napon</b>	1000 V
<b>Radno područje ulaznog (DC) napona</b>	370-800 V
<b>Maksimalna izlazna (AC) snaga</b>	10000 W
<b>Maksimalna ulazna struja po MPPT</b>	25/15 A
<b>Broj MPPT jedinica</b>	25/15 A
<b>Nazivni izlazni napon (AC)</b>	230/400 V
<b>Radno područje naponske zaštite</b>	160-280 V
<b>Nazivna izlazna struja</b>	14,5 A
<b>Maksimalna izlazna struja u uvjetima kvara</b>	25 A
<b>Nazivna frekvencija mreže</b>	50 Hz
<b>Radno područje frekvencijske zaštite</b>	45,5-54,5 Hz
<b>AC izlaz</b>	trofazan

U kontekstu koordiniranog djelovanja zaštite mikromreže moguće je daljinsko prepodešavanje sljedećih zaštitnih funkcija pretvarača:

- nadnaponska zaštita (ANSI 59);
- podnaponska zaštita (ANSI 27);
- nadfrekventna zaštita (ANSI 81H);
- podfrekventna zaštita (ANSI 81L);
- ograničenje izlazne snage.

Prilikom podešenja naponskih i frekventnih zaštita moguće je definirati granice prilikom kojih dolazi do aktivacije navedenih zaštitnih funkcija kao i samo vrijeme djelovanja tih zaštita. Dakle, detekcijom nedozvoljenog pogona pretvarača aktivira se sklopnik u pretvaraču koji odvaja pretvarač s mreže. Nadalje, ograničavanje izlazne snage pretvarača moguće je smanjiti i doprinos struji kvara što je bitno prilikom podešavanja stupnjeva djelovanja nadstrujnih zaštita u mikromreži.

Karakteristike naponske zaštite mogu se podijeliti u dvije kategorije. Prvu kategoriju čini karakteristika konačnog vremena (engl. definite-time characteristic), dok u drugu kategoriju pripada inverzna karakteristika (engl. inverse-time characteristic). Kod karakteristike konačnog vremena naponske zaštite vremensko zatezanje zaštite se postavlja neovisno o odstupanju napona, dok je kod inverzne karakteristike vremensko zatezanje funkcija odstupanja napona. Vremensko zatezanje kod inverzne karakteristike kao funkcija napona može se izračunati koristeći jednadžbu 1.1 za nadnaponsku zaštitu (59), te jednadžbu 1.2 za podnaponsku zaštitu (27).

$$t = \frac{k}{\frac{U}{U_1} - 1} [s] \quad (1.1)$$

$$t = \frac{k}{1 - \frac{U}{U_1}} [s] \quad (1.2)$$

gdje je  $k$  inverzna vremenska konstanta,  $U_1$  je granica podešenja nadnaponske ili podnaponske zaštite dok je  $U$  trenutno mjerena napona.

Na Slici 1.1 prikazana je karakteristika inverzne naponske zaštite.

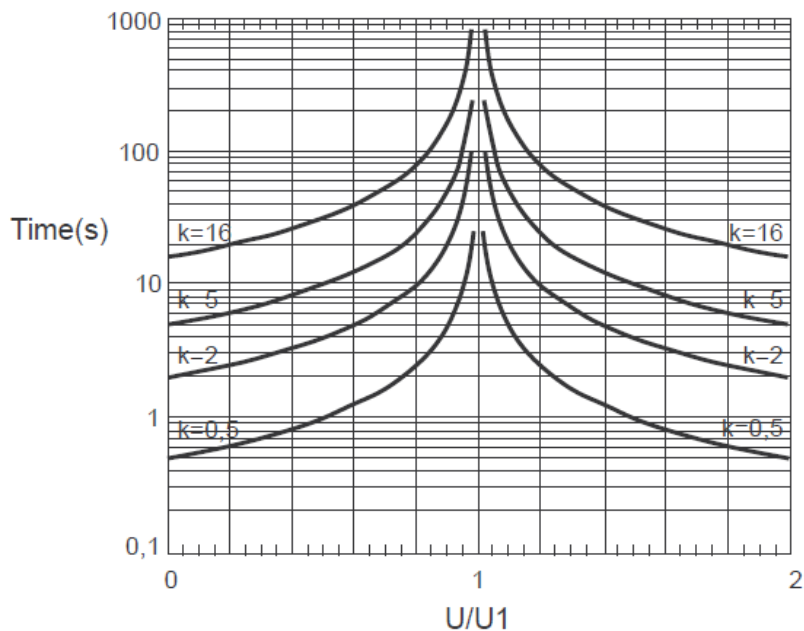


Figure 1.1: Karakteristika podešenja inverzne naponske zaštite [2]

# Literatura

- [1] PV Inverter, "SUNNY TRIPOWER 10000TL/12000TL/15000TL/17000TL - Installation Manual", SMA Solar Technology AG.
- [2] ABB, "Time over/undervoltage relay and protection assemblies", 2004.

*Mišljenja, nalazi i zaključci ili preporuke navedene u ovom materijalu isključiva su odgovornost autora i ne odražavaju nužno stajališta Hrvatske zaklade za znanost, Ministarstva znanosti i obrazovanja i Europske komisije.*