

PODEŠENJE RELEJNE ZAŠTITE ENERGETSKIH TRANSFORMATORA UNUTAR TRANSFORMATORSKE STANICE 220/110/35/6 kV

ADJUSTMENT OF RELAY PROTECTION OF POWER TRANSFORMERS WITHIN 220/110/35/6 kV TRANSFORMER STATION

Vojislav Mrkaljević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisano podešenje relejne zaštite energetskih transformatora unutar transformatorske stanice TS 220/110/35/6 kV. Opisane su TEHNIČKE PREPORUKE, TEHNIČKO UPUSTVO, kao i sam primer podešenja relejne zaštite.

Ključne reči: Transformatorska stanica TS 220/110/35/6kV, Tehničke preporuke, Tehničko upustvo

Abstract – According to the title, the paper describes the setting of relay protection of power transformers within the transformer station TS 220/110/35/6 kV. TECHNICAL RECOMMENDATIONS, TECHNICAL INSTRUCTION, as well as an example of setting of relay protection are described.

Keywords: Transformer station TS 220/110/35 / 6kV, Technical recommendations, Technical manual

1. UVOD

Tema rada jeste podešavanje relejne zaštite transformatorske stanice TS 220/110/35/6 kV. Rad se sastoji iz dva dela, teorijskog i praktičnog. Unutar praktičnog dela dat je primer podešenja relejne zaštite TS 220/110/35/6 kV.

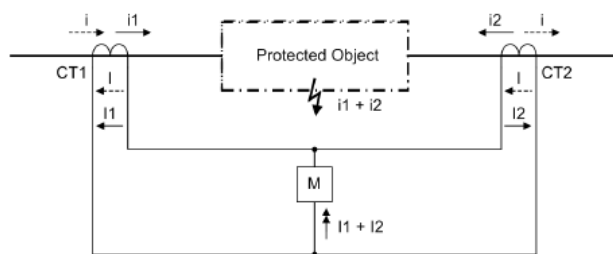
Kvarovi u elektroenergetskom sistemu su relativno česta pojava. Rizik od kvarova je veliki zbog same prirode elektroenergetskog sistema i vanjskih uslova. Gotovo su svi kvarovi razorne moći čime predstavljaju veliku opasnost po čovjeka i opremu. Nastankom kvara potrošači nerijetko ostaju bez napajanja što za njih predstavlja materijalne gubitke.

Zbog karaktera kvarova i njihove učestalosti zaštita elektroenergetskog sistema je imperativ kako u prijenosu tako i u distribuciji. Zadatak zaštite jeste sprečavanje nastanka kvarova i što brže uklanjanje kada do kvara dođe. Razvojem tehnologije pojavile su se mnoge vrste zaštite.

2. ZAŠTITA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Kao osnovna zaštita svakog energetskih transformatora odabrana je diferencijalna zaštita. Diferencijalna zaštita štiti transformator od kvarova unutar štice zone.

Štićena zona podrazumijeva prostor između strujnih transformatora na svakoj strani energetskog transformatora, na koje se zaštita priključuje. U normalnom pogonu transformatora, kao i u slučaju kvarova izvan štice zone, diferencijalna zaštita mora ostati neosjetljiva. Na slici 1 prikazan je primer diferencijalne zaštite dvo-namotajnog transformatora:

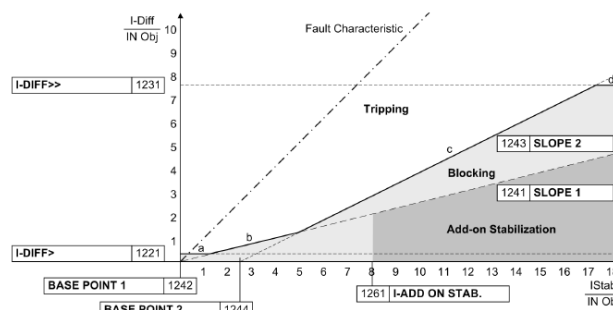


Slika 1. Primjer diferencijalne zaštite dvo-namotajnog transformatora

2.2. DIFERENCIJALNA ZAŠTITA

Usled snažnih kratkih spojeva izvan zone štice zone praktično se može desiti da različiti strujni transformatori na suprotnim stranama energetskog transformatora imaju različite prekostrujne faktore i različite amplitudne i ugaone greške, pa može doći do pojave diferencijalne struje i neželjene odrade zaštite. To je dakle sprečeno odabirom zaštite sa stabilizovanom proradnom karakteristikom.

Stabilizovana proradna karakteristika diferencijalne zaštite transformatora prikazana je na slici 2.



Slika 2. Stabilizovana proradna karakteristika diferencijalne zaštite transformatora

Diferencijalna struja određena je jednačinom [1]:

$$I_{DIFF} = |\vec{I}_1 + \vec{I}_2| \tag{1}$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Jerkan, docent.

Stabilizaciona struja određena je jednačinom [1]:

$$I_{STAB} = |\vec{I}_1| + |\vec{I}_2| \quad (2)$$

U normalnom pogonu i u slučaju vanjskog kvara struja I_1 ulazi u štice objekta, a struja I_2 izlazi iz štice objekta, a iste su po veličini. Tada važi da je $\vec{I}_1 = \vec{I}_2$, i $|\vec{I}_1| = |\vec{I}_2|$.

Iz toga sledi da je [1]:

$$I_{DIFF} = 0, I_{STAB} = 2|\vec{I}_1| \quad (3)$$

odnosno nema prorade diferencijalne zaštite.

U slučaju unutrašnjeg kvara, koji se napaja sa obje strane, obje struje teku prema transformatoru. Ako npr. pretpostavimo da je $|\vec{I}_1| = |\vec{I}_2|$, tada je [1]:

$$I_{DIFF} = I_{STAB} = 2|\vec{I}_1| \quad (4)$$

U ovom slučaju dolazi do sigurne odrade diferencijalne zaštite, kada su diferencijalna i stabilizaciona struja jednake.

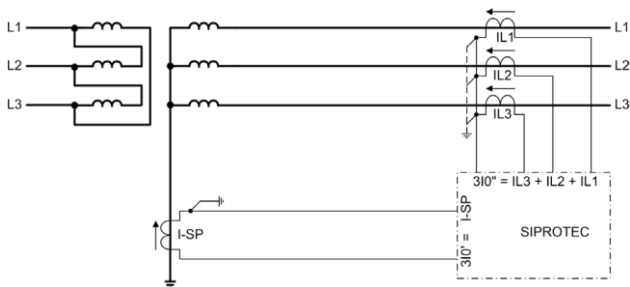
U slučaju da je kvar napojen samo sa jedne strane (npr. sa primarne), tada pretpostavimo da je $|\vec{I}_2| = 0$ i tada je [1]:

$$I_{DIFF} = I_{STAB} = |\vec{I}_1| \quad (5)$$

I u ovom slučaju dolazi do sigurne odrade diferencijalne zaštite, kada su diferencijalna i stabilizaciona struja jednake.

2.3. OGRANIČENA ZEMLJOSPOJNA ZAŠTITA TRANSFORMATORA

Na slijedećoj slici prikazan je način priključka ograničene zemljospojne zaštite.



Slika 3. Priključak ograničene zemljospojne zaštite transformatora

Ova zaštita se aktivira takođe u uređaju kao dopunska funkcija diferencijalnoj zaštiti transformatora, i ima ulogu osjetljive zaštite u slučaju zemljospoja unutar zone štice preko velike impedanse, koju diferencijalna zaštita može da ne osjeti.

U slučaju kvara sa zemljom izvan štice zone, razlika (diferencija) struja u faznim vodičima ($3I_0$) i struje kroz zvjezdište transformatora je jednaka 0 A. Naravno, isto

kao i kod diferencijalne zaštite u slučaju snažnih kvarova izvan štice zone uslijed različitih karakteristika strujnih transformatora u faznim vodičima i strujnog transformatora u zvjezdištu, može se pojaviti diferencijalna struja, dovoljna za odradu zaštite. Iz tog razloga, ograničena zemljospojna zaštita takođe ima stabiliziranu proradnu karakteristiku.

U slučaju kvara unutar štice zone pojavljuje se razlika između struja u faznim vodičima ($3I_0$) i struje u zvjezdištu transformatora i ograničena zemljospojna zaštita odraduje trenutno.

2.4. ZAŠTITA OD PREOPTEREĆENJA

Iako je, kako je već rečeno, osnovna zaštita transformatora diferencijalna zaštita, u zaštitnim uređajima se aktiviraju i zaštita od preopterećenja (prekostrujna zaštita) i kratkospojna zaštita.

Zaštita od preopterećenja ima ulogu da zaštiti transformator od situacija kada nema kvara, nego je transformator preopterećen, a takođe predstavlja i krajnju rezervnu zaštitu u slučaju zatajenja ostalih.

S obzirom da se energetska transformator element koji se može preopteretiti neko vrijeme, za zaštitu od preopterećenja odabrana je normalno inverzna karakteristika (strujno-ovisna karakteristika), kod koje se vrijeme do odrade mijenja u zavisnosti od struje opterećenja prema slijedećoj zakonitosti [3]:

$$t = \frac{0,14}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^{0,02} - 1} T_p(s) \quad (6)$$

gdje je:

- t – vrijeme do odrade zaštite;
- I – struja opterećenja;
- I_p – podešena vrijednost struje;
- T_p – podešena vremenska konstanta.

Podešena vrijednost I_p odabrana je za svaki transformator u skladu sa njegovom nominalnom strujom, ili u skladu sa nominalnom strujom strujnog transformatora na koji se priključuje. Vremenska konstanta T_p odabrana je tako da se zadovolji uslov selektivnosti zaštite.

2.5. PRIMER DELOVANJA RELEJNE ZAŠTITE U SLUČAJU KVARA

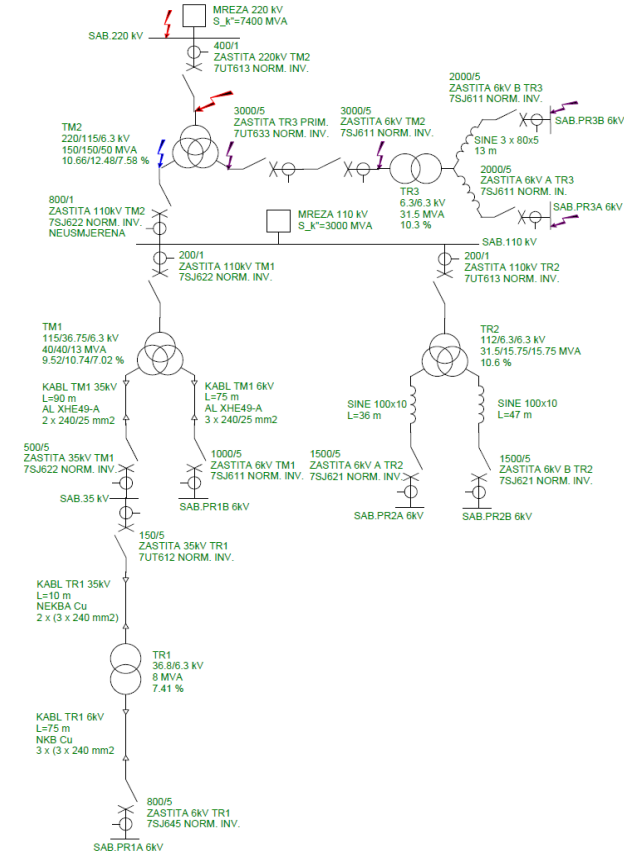
Na slici 4. prikazana je jednopolna šema trafostanice 220/110/35/6 kV kao i specifične tačke kvarova (dvoljni i troljni) [2].

U slučaju kvara na 6 kV strani transformatora TM2 djelovaće sigurno diferencijalna zaštita, isključiti sve tri strane TM2 i na taj način odvojiti mjesto kvara od ostatka sistema za veoma kratko vrijeme.

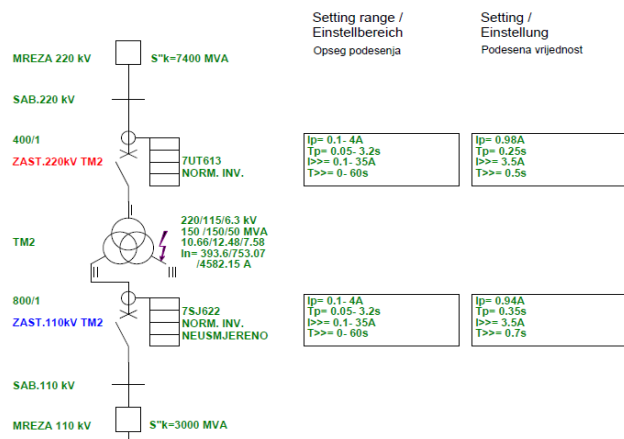
Ipak, u slučaju nereagovanja diferencijalne zaštite vidljivo je sa slike 5. i slike 6. da će struja kvara na 220 kV strani biti dosta mala (reda 250 A) i nedovoljna za djelovanje kratkospojne zaštite, pa čak i zaštite od preopterećenja. Na 110 kV strani je situacija nešto bolja, struja je reda 2200 A i za očekivati je djelovanje zaštite od preopterećenja. U svakom slučaju, ovaj kvar je dosta

nepovoljan u slučaju neregovanja diferencijalne zaštite, pa treba svakako izvesti djelovanje kratkospojne zaštite 110 kV strane na prekidač 220 kV.

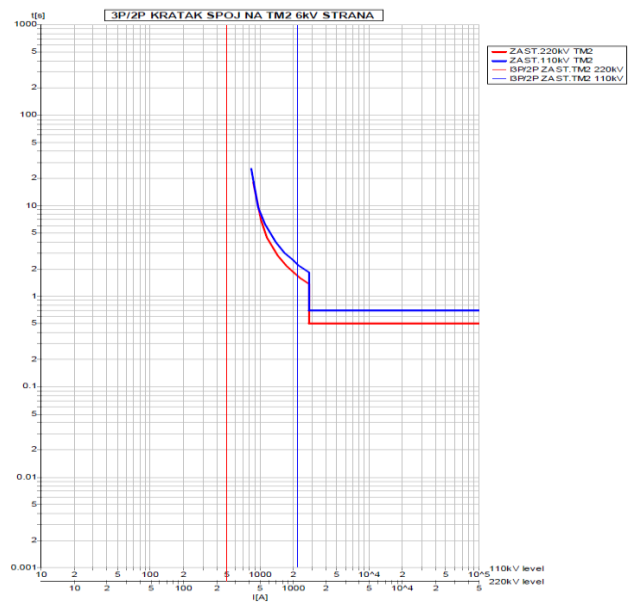
Ipak, praktično nema razloga da dođe do neregovanja diferencijalne zaštite u slučaju ovakvog kvara.



Slika 4. jednopolna šema trafostanice 220/110/35/6 kV



Slika 5. simulacija kvara na 6 kV strani transformatora TM2



Slika 6. odziv relejne zaštite

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisane su zaštite dalekovoda, kao i zaštite energetskih transformatora. Akcenat je bio na zaštitama energetskih transformatora, kao ključnih elemenata unutar transformatorske stanice.

Prikazane su simulacije kratkih spojeva u najkritičnijim tačkama energetskog postrojenja TS 220/110/35/6 kV i njihov odziv, selektivnost i funkcionalnost.

Najvažnija (osnovna) zaštita energetskih transformatora jeste diferencijalna zaštita.

4. LITERATURA

[1] Tehničko uputstvo za podešavanje zaštita energetskih transformatora, elektroistok tu-za-03/2.

[2] Studija podešenja relejne zaštite, Cet Energy.

[3] Tehnička preporuka broj 4 - Opšti deo (TP 4 Opšti deo) – Primena zaštite i lokalne automatike u distributivnim mrežama 10 kV, 20 kV, 35 kV i 110 kV.

Kratka biografija:



Vojislav Mrkaljević rođen je u Hrgama, opština Zavidovići 18.04.1994. godine. Master rad je odbranio 2019 godine na Fakultetu tehničkih nauka, Elektrotehnika i računarstvo - Energetska elektronika i električne mašine.