

PROBLEMI PRI PRVOM PUŠTANJU U PARALELAN RAD TRANSFORMATORA 35 / 20 kV SNAGA 4 000 kVA

N. Lukić, ZDP Elektrokrajina, RS BiH
R. Radusinović, ZDP Elektrokrajina, RS BiH

KRATAK SADRŽAJ

U radu ćemo obraditi način na koji smo riješili problem koji se javio kod prvog puštanja u paralelan rad dva transformatora snage 4 000 kVA prenosnog odnosa 35 / 20 kV. U ovoj trafostanici 35 / 20 kV radila su dva transformatora dugi niz godina. Trafostanica je napojena jednim 35 kV dalekovodom, a transformatori 35 / 20 kV su napajali svoje 20 kV sabirnice potpuno odvojene jedne od drugi. Transformatori nikada nisu radili paralelno, nije ni postjalo spojno polje između 20 kV sabirnica. Transformatori su različiti tipova, različiti proizvođača i različiti godina proizvodnje. Nakon poslijeratne obnove i potpune zamjene 20 kV opreme novom i ugradnjom spojnog polja na 20 kV strani, dobili smo zadatak da postojeće transformatore pustimo u paralelan rad. I pored toga što smo ustanovili da naponi na sekundarima po tablicama nisu baš u potpunosti isti, uzimajući u obzir veliku starost transformatora i osjetljivost preklopki odlučili smo da se transformatori u praznom hodu puste u probni paralelan rad sa zatečenim položajem preklopki (3). Prilikom puštanja struje su bile veće od uobičajenih – dostigle su polovinu nazivne struje. Transformatori su isključeni sa mreže i ponovo uključeni u prazan hod, a zatim opterećeni bez paralelnog rada, pogonsko stanje je bilo normalno.

Na prvi pogled svi uslovi za paralelan rad bili su ispunjeni.

1. Odnosi transformacije su isti 35 / 20 kV (položaj preklopki je u 3.)
2. Nazivni naponi su isti
3. Grupe spoja iste Dy 5
4. Razlika napona kratkog spoja zadovoljavajuća (5,6 % i 5,9 %)
5. Nazivne snage su iste 4 000 kVA

Kako smo znali da uslov iz tačke 1. nije u potpunosti zadovoljen, izvršena je potpuna analiza stanja sa potrebnim proračunima (što je napisano detaljno u radu). Donijeli smo zaključak da se preklopke spoje u različite položaje (pol. 5. i pol. 3.) kako bi uslov iz tačke 1. bio u potpunosti zadovoljen. Nakon odrađivanja ovih poslova transformatori su pušteni u prazan hod, a zatim u paralelan rad izmjerivši pri tom struje i napone . Kako su izmjerene veličine bile normalne transformatori su opterećani punim teretom i danas rade normalno u paralelnom radu.

ANALIZA STANJA

Uzimajući u obzir da su nazivni naponi oba transformatora isti 35 kV i 20 kV i udaljenost transformatora od izvora napajanja, preklopke za beznaponsku regulaciju broja zavoja bile su spojene u srednji položaj (u ovom slučaju položaj 3.). sl. 1. Transformatori su prije pokušaja puštanja u paralelan rad radili odvojeno napajajući svoje potrošače na 20 kV strani bez ikakvih problema i time je eliminisana sumnja da je bilo koji transformator u kvaru i mi smo svoju pažnju usmjerili prema pet uslova za paralelan rad dva transformatora. Izvršen je vizuelan pregled transformatora i izmjerili smo otpore namotaja transformatora kako bi se još jednom uvjerali u ispravnost istih i da li kontakti preklopki dobro naliježu jedan na drugi u svim položajima oba transformatora. Rezultati pregleda i mjerenja su bili dobri i odgovarali su fabričkim vrijednostima koji su bili navedeni u atestima koje smo mi imali. Detaljnijim pregledom natpisnih pločica transformatora ustanovili smo da uslov za paralelan rad iz tačke 1. nije u potpunosti ispunjen. Nakon analize dogovoreno je da se uslov biti zadovoljen prebacivanjem preklopki u različite položaje. Transformator br 1. spojen je u položaj 5. , a transformator br 2. spojen je u položaj 3. Ponovo su prekontrolisani otpori namotaja u ovim položajima, i ispravnost nalijeganja kontakata preklopke. Transformatori su poslije ovih radova pušteni u prazan hod u odvojen rad i nakon provjera napona na primaru i sekundaru pušteni su u paralelan rad naravno u prazan hod i kako ovaj put nije bilo struje izjednačenja u praznom hodu transformatori su opterećeni i rade normalno već duže vrijeme.

Analizirajući ovo stanje možemo zaključiti da je došlo do malog nesporazuma na relaciji između proizvođača transformatora i naručioca. Bez namjere da utvrdimo ko je pogriješio pogledaćemo šta piše u standardima za ovu oblast.

Prema standardima bivše Jugoslavije standarni nazivni naponi za promatranu oblast su :

3, 6, 10, 20, 35, 60, 110, 220, 380 kV

Po ovim vrijednostima vodovi u distributivnoj oblasti su i dobili naziv, a transformatorima je dodavan samo još drugi napon (obično sekundara) tako da imamo transformatore i trafostanice:

10/0,4 , 20/0,4 , 35/0,4 , 20/10, 35/10, 35/20 kV.

Nazivni napon namotaja je utvrđeni napon koji se priključuje ili nastaje u praznom hodu između linijski stezaljki višefaznog transformatora, kod namotaja sa izvodima nazivne veličine se odnose na glavni izvod. Za transformatore je karakterističan i nazivni odnos transformacije.

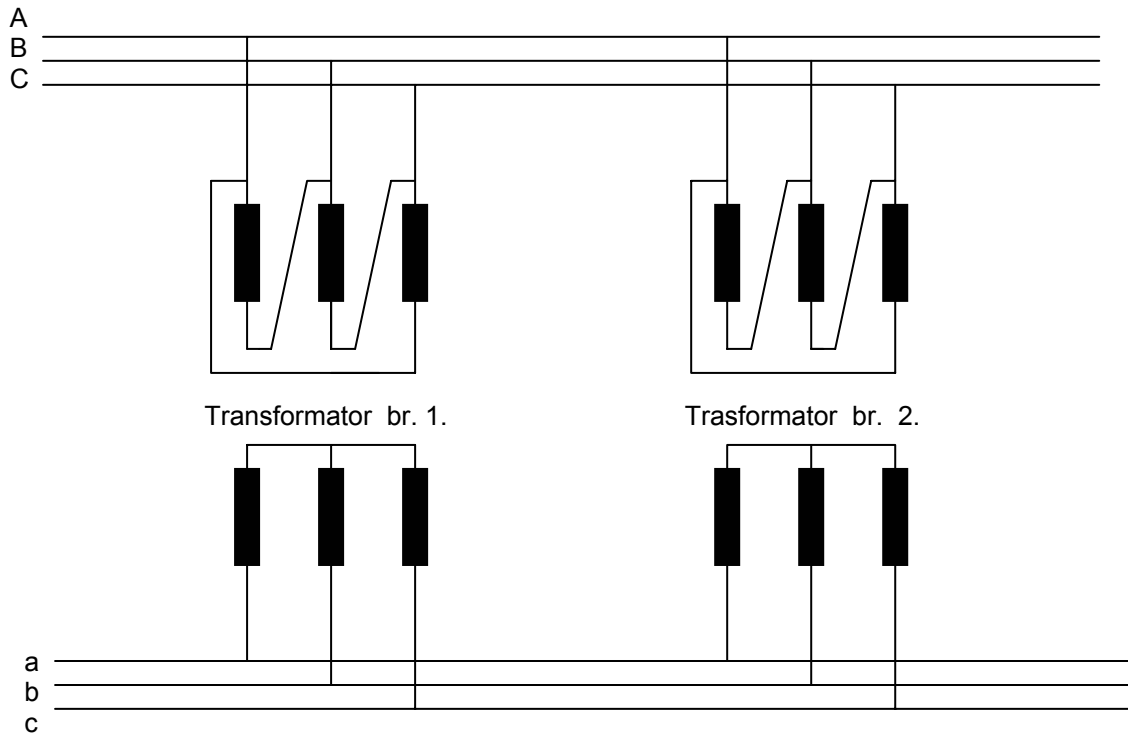
Uvidom u tablice transformatora na našoj mreži i kataloga proizvođača transformatora sa područja bivše Jugoslavije ustanovili smo da svi transformatori su proizvedeni tako da standardne nazivne napone imaju samo na primarnoj strani (u našem slučaju strani višeg napona), dok na sekundarnoj strani (u našem slučaju strana nižeg napona) naponi su veći za 5%, tako da imamo napone na sekundarima 21, 10,5 , 6,3 i 0,4 kV koji nisu standardni naponi. Ovo je sigurno urađeno da bi distributeri imali na samom početku mreže veći napon kako bi potrošači koji su udaljeni od trafostanice imali standardni napon. O ovoj namjeri nismo mogli pronaći trag u standardima niti u literaturi kojom raspolažemo. Mislimo da se isti efekat može postići promjenom broja zavija na primarnoj strani što je regulisano standardima o izvodima namotaja transformatora.

Da ne bi došlo do buduće narudžbe i proizvodnje ne tipičnog transformatora za distributivnu mrežu pronašli smo u propositima JUS N.H1.011 obrazac sa podacima za izbor transformatora koji predviđa koje podatke treba dostaviti proizvođaču o postojećem transformatoru sa kojim naručeni transformator treba da radi u paralelnom radu i to su:

- a) nazivna snaga
- b) nazivni odnos transformacije
- c) odnos transformacije za druge izvode koji ne predstavljaju glavni izvod
- d) gubici pri opterećenju za nazivni napon i nazivnu struju na glavnom izvodu
- e) napon kratkog spoja pri nazivnoj struji (na glavnom izvodu)
- f) impendansa kratkog spoja, barem krajnjih izvoda
- g) šema spoja ili simbol sprege ili oboje.

Predlažemo i proizvođačima transformatora da zatraže ove podatke sami ukoliko ih ne dobiju od naručilaca, pogotovo ako je transformator ne tipičan.

PARALELAN RAD TRANSFORMATORA



TABLICE TRANSFORMATORA (IZRAČUNATI ODNOS TRANSFORMACIJE)

POLOŽAJI PREKLOPKI U PRVOM POKUŠAJU

1.	36 750	(1,837)	1.	36 750	(1,750)
2.	35 875	(1,793)	2.	35 875	(1,708)
3.	35 000 / 20 000	(1,750)	3.	35 000 / 2 1000	(1,666)
4.	34 125	(1,706)	4.	34 125	(1,625)
5.	33 250	(1,662)	5.	33 250	(1,583)

POLOŽAJI PREKLOPKI U DRUGOM POKUŠAJU

1.	36 750	(1,837)	1.	36 750	(1,750)
2.	35 875	(1,793)	2.	35 875	(1,708)
3.	35 000 / 20 000	(1,750)	3.	35 000 / 2 1000	(1,666)
4.	34 125	(1,706)	4.	34 125	(1,625)
5.	33 250	(1,662)	5.	33 250	(1,583)

SI. 1. Paralelan rad transformatora sa položajima preklopki

ANALIZA PARALELNOG RADA

Kako odnosi transformacije u prvom spajanju nisu bili isti, i ako su preklopke bile postavljene u istom položaju (35/20 i 35/21 kV), transformator sa većim sekundarnim naponom protjerao je – i prije nego je priključeno opterećenje na sekundarnu stranu – struju izjednačenja kroz oba transformatora (sl.2). Ako je razlika faznih napona ΔU , a impedanca jedne faze Z , struju izjednačenja možemo odrediti iz izraza

$$I_a = \Delta U / 2Z$$

Postavimo još da je $Z = u_k \times U_n / 100 I_n$

gdje je

U_n – fazni napon

u_k – napon kratkog spoja u %

I_n – nazivna struja transformatora

$$I_a / I_n = \Delta U \times 100 / U_n \times 2 u_k$$

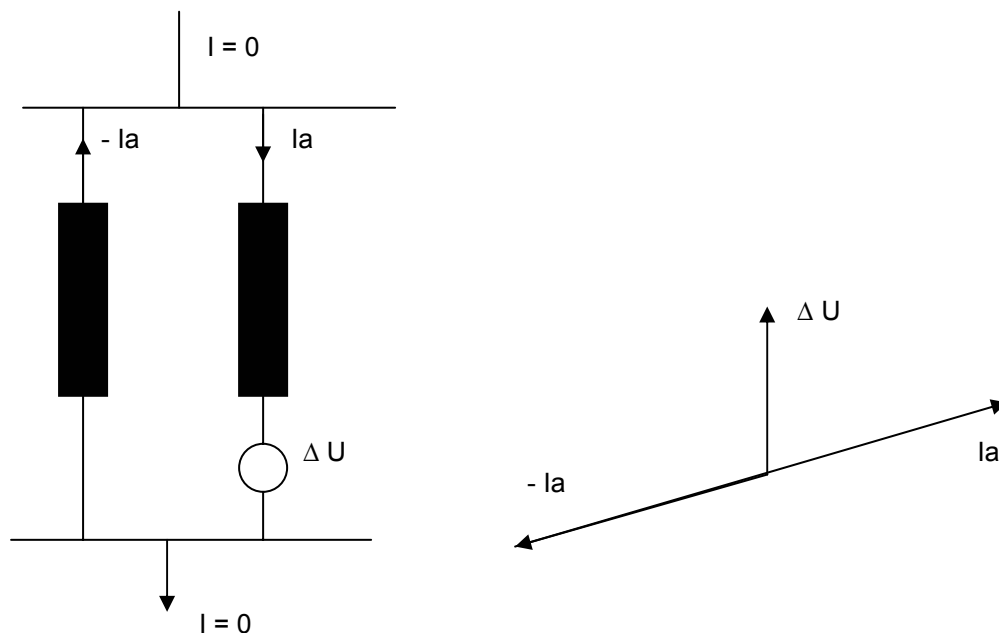
Ako još postavimo da je

$$100 \times \Delta U / U_n = v \text{ relativna razlika u \% napona na sekundarnoj strani}$$

Dobivamo za odnos struje izjednačenja i nazivne struje transformatora

$$I_a / I_n = v / 2 \times u_k = 5 / 2 \times 5,9 = 0,42$$

$$I_a = I_n \times 0,42 = 110 \times 0,42 = 46,2 \text{ A}$$



Sl. 2. Struje u neopterećenim paralelno spojenim transformatorima s različitim odn. transformacije

ZAKLJUČAK

Na osnovu prezentovanog možemo zaključiti da je sretna okolnost što smo mogli postići isti odnos transformacije promjenom položaja preklopki i što transformatore nismo opteretili u paralelnom radu kada se javila struja izjednačenja u praznom hodu. Tada smo imali slučaj da je neopterećeni transformator bio upola opterećen.

Da smo opteretili transformatore na sekundarnoj strani došlo bi do povećanja opterećenja jednog, a smanjenja opterećenja drugog transformatora i došlo bi brzo do punog opterećenja jednog od njih.

Koliko bi bilo moguće ukupno opterećenje, a da ne dođe do preopterećenja jednog od transformatora zavisilo bi i o faktoru snage opterećenja. U svakom slučaju mogućnost opterećivanja paralelno spojenih transformatora znatno je manja od zbroja njihovih nazivnih snaga, i ta mogućnost ja manja, što je veća razlika odnosa transformacije i što je manji napon kratkog spoja. Radi toga nije dobro da se paralelno spajaju transformatori različitih odnosa transformacije.

BIBLIOGRAFIJA

1. Pop-Kocić Ž. " Zbirka elektrotehnički propisa" 1982 "Službeni list"
2. Požar H. " Visokonaponska rasklopna postrojenja" "Tehnička knjiga"
3. Nikolić N. " Elektrotehnika" "Naučna knjiga"
4. Spahić G. " Zbirka Jugoslovenski standarda – Energetski transformatori" "A. Spiridonović"
5. Kaiser D. " Elektrotehnički priručnik" "Tehnička knjiga"