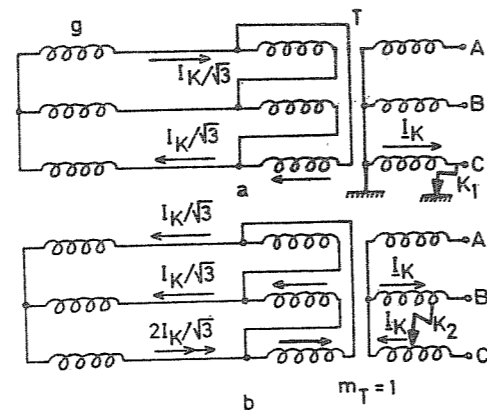


opterećenjem impedansa (G) leži u oblasti označenoj sa (a) na sl.4.19. U podpobudjenim režimima i u slučaju gubitka pobude impedansa (G) zalazi u oblast označenu sa (b), koja je ograničena subtranzijentnom i trajnom reaktansom (G). Granica definisana krugom (4.6) važi samo za režime sa malom podpobudom, jer pri većim podpobudama (G) postaje statički nestabilan i gubi sinhronizam.

Gubitak pobude dešava se na rotoru (G). Ipak, tu pojavu lakše je detektovati sa statorske strane na osnovu promene karaktera impedanse (G) pri nestanku pobude. Zato se za zaštitu (G) od gubitka pobude ili ulaska u asinhroni rad koriste distantni releji sa karakteristikama kao na sl.4.20. Neke firme koriste distantne releje sa reaktansnom (sl.4.18a), druge sa kružnom (sl.4.18b) a treće sa kvadratnom ili pravougaonom karakteristikom.

4.11 ZASTITA GENERATORA OD ASIMETRIČNOG OPTEREĆENJA

Veći sinhroni (G) vezani su na mrežu preko (BT) sprege zvezda trougao. Zato na generatorskoj strani teku samo direktna i inverzna komponenta struje, bez obzira na vrstu asimetrije u mreži koju (G) napaja. Kod (G) koji direktno napajaju mrežu ((G) manjih snaga), situacija je ista jer se tu isključivo radi o izolovanim mrežama u kojima nije moguć jednofazni kratak spoj (moguć je samo zemljospoj sa malim kapacitivnim strujama). Na sl.4.21 prikazano je prenošenje struja jedno i dvofaznog kratkog spoja u (VN) mreži na generatorsku stranu.

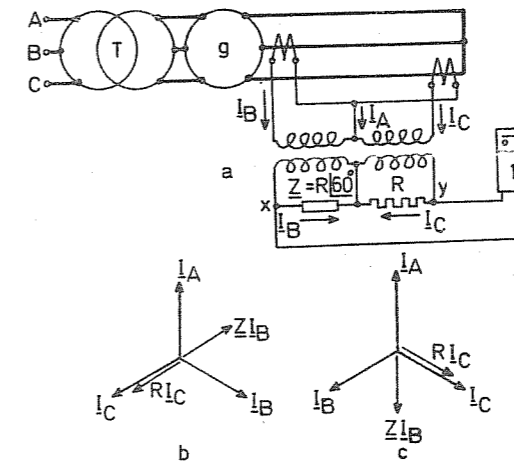


Inverzna komponenta struje statorskog namotaja indukuje u rotorskom namotaju 100Hz struju, koja generiše dodatne gubitke i zagreva rotor. Zato je asimetričan režim (G) opasan za rotor čak i kada su asimetrične struje statora manje od nominalne.

Sl.4.21 Prenosenje struje kvara u (VN) mreži na (G) stranu; a) pri jednofaznom i b) dvofaznom kvaru.

Za zaštitu od asimetričnog opterećenja (G) koristi se prekostrujni relaj sa inverznom karakteristikom. Relaj se na generator vezuje preko filtra za izdvajanje inverzne komponente struje statora (G) (sl.4.22a).

Analogni filter inverzne komponente struje (I_i) sastoji se od dva pomoćna



(ST), aktivne otpornosti (R) i induktivne impedanse (Z) sa argumentom

Sl.4.22 Zaštita (G) od asimetričnog opterećenja; a) veza filtra (I_i) i strujnog releja; b) vektorski dijagram za direktan redosled struje (G) i c) vektorski dijagram za inverzan redosled struja (G); 1-prekostrujni relaj sa inverznom karakteristikom; R-aktivna otpornost; Z-induktivna impedansa sa argumentom od 60° .

od 60° . Vektorski dijagrami struja filtra prikazani su na sl.4.22b i c. Pri simetričnom opterećenju (G) struje I_A , I_B i I_C su direktnog redosleda (radi jednostavnije analize pretpostavljeno je da su prenosni odnosi pomoćnih (ST) jednaki jedinici). Zamislimo da prekostrujni relaj (1) nije priključen između tačaka (x) i (y). Tada struja I_C protiče kroz otpor (R) na kome je pad napona $R I_C$, dok struja I_B protiče kroz impedansu (Z). Napon na njoj fazno prednjači struji za 60° jer je impedansa (Z) induktivna sa argumentom od 60° . Naponi na (R) i (Z) su u protiv fazi i jednaki po modulu, jer je $|Z|=R$, te je napon $U_{xy}=0$. Ako se u tačke (x i y) priključi relaj kroz njega neće proteći struja.

Ako struje (G) I_A , I_B i I_C promene fazni redosled kao na slici 4.22c, padovi napona $Z I_B$ i $R I_C$ nisu u protivfazi, već su fazno pomereni za 60° . Zato napon između tačaka (x i y) postoji, te je relaj (1) pobuden. Struja releja srazmerna je inverznoj komponenti struje (G).

DOZVOLJENO TRAJANJE ASIMETRIČNOG OPTEREĆENJA (G) zavisi od dozvoljenog toplotnog impulsa (A_{dozv}) rotora: $t_{dozv} = A_{dozv} / (I_i^2 - I_{idozv}^2)$, uz $I_i > I_{idozv}$ (4.7).

Normalan režim (G) nije idealno simetričan. Zato se (G) grade tako da trajno mogu podneti određenu inverznu struju. U zavisnosti od tipa (G) ta struja je

$I_{idozv} = (0,08 \div 0,1) I_n$. Pri poja-vi inverzne struje $I_i > I_{idozv}$ rotor (G), u

zavisnosti od tipa, mogu apsorbovati toplotni impuls $A_{dozv} = (5 \div 15) I_n^2 s$. Manje

vrednosti odgovaraju turbo a veće hidromašinama. U inverznom režimu (G) mogu izdržati (5÷15)s, bez oštećenja, inverznu struju jednaku nominalnoj $I_i = I_n$.

Za zaštitu (G) od asimetričnog opterećenja treba koristiti relej sa inverznom

k-kom: $t = \frac{K}{\left(\frac{I_i}{I_{idozv}}\right)^2 - 1} = \frac{A_{dozv}}{I_i^2 - I_{idozv}^2}$, odakle sledi: $K = (5 \div 15) \left(\frac{I_n}{I_{idozv}}\right)^2$. Znači, po-

dešeni parametri inverznog releja su: $I_{pod} = I_{idozv}$ i $K = A_{dozv} / I_{idozv}^2$.

DIGRESIJA-OBJAŠNJENJE RELACIJE (4.7). Ako kroz neki otpornik protiče nominalna struja (I_n) on dostiže trajno dozvoljenu temperaturu, ali i dalje ima termičku rezervu u pogledu kratkotrajnog opterećenja, te dozvoljeni toplotni impuls generiše snaga gubitaka veća od nominalne, odnosno:

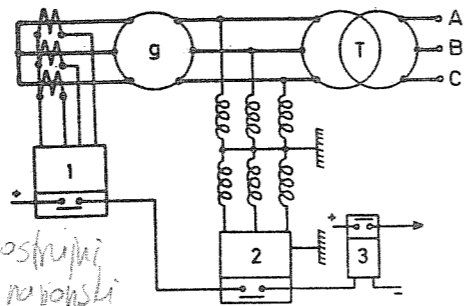
$P_{gub} = P_{trajno} + P_{dozv} = R(I_n + (I - I_n))^2 = RI_n^2 + R2I_n(I - I_n) + R(I - I_n)^2$, odakle je:

$P_{trajno} = RI_n^2$ i $P_{dozv} = R2I_n(I - I_n) + R(I - I_n)^2 = R(I^2 - I_n^2)$. Zato je $A_{dozv} = P_{dozv} t$.

4.12 ZAŠTITA SINHRONIH (G) OD KRATKIH SPOJEVA U MREŽI

Ovo je rezervna zaštita od otkaza zaštita ili prekidača na odlazećim vodovima iz elektrane. Klasična zaštita (G) od kratkih spojeva u mreži je prekostrujna zaštita sa definisanim vremenom reagovanja blokirana podnaponskim relejom. To je poslednja zaštita u lancu svih zaštita u (EES-u) jer se nalazi u zvezdištu generatora. Zbog selektivnosti ova zaštita mora biti sporija od svih zaštita u mreži. Vreme reagovanja ovakve prekostrujne zaštite je od (2 do 4)s što je čini izuzetno sporom. To je velika mana prekostrujne zaštite (G). Kada je elek-

trana sa (EES-om) povezana dugim vodom može se dogoditi, u minimalnim režimima, da struja kvara posle nekoliko sekundi postane manja od maksimalne radne struje, te prekostrujna zaštita postaje neosetljiva za udaljene kvarove. Zato se primenjuje



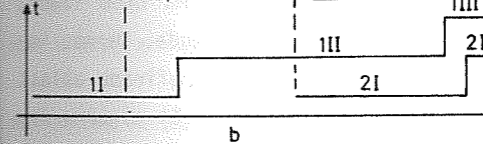
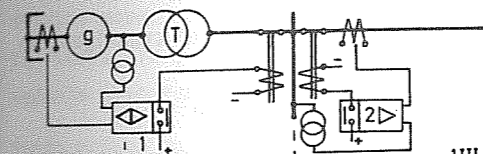
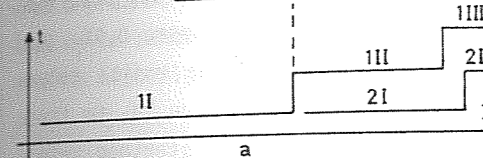
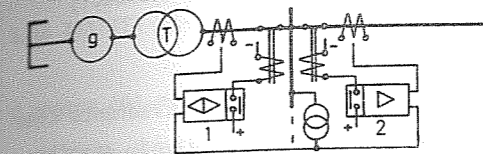
1- prekostrujni
2- podnaponski
3- vremenski

Sl.4.23 Podnaponski blokirana prekostrujna zaštita (G)

blokiraje podnaponskim relejom (sl.4.213. Za reagovanje zaštite potrebno je da napon (G) dovoljno opadne i da struja bude veća od podešene. Podešena struja

prekostrujnog releja može biti manja od nominalne struje (G). Razlika između slabih režima sa kvarom i jakih režima bez kvara je upravo u naponu (G). Pri kvaru iz slabog režima napon (G) je nizak, dok je u normalnom jakom režimu napon (G) oko nominalnog.

Zbog sporosti prekostrujne zaštite (G), za zaštitu (G) od kvarova u mreži primenjuju se distantne zaštite. Mogu se primeniti distantni releji instalisani na naponskom nivou mreže (sl.4.24a), ili na naponskom nivou (G) (sl.4.24b). U prvom slučaju, prvi stepen distantne zaštite (G) zaštite usmeren je od sabirnice ka (G) i pokriva sve kvarove do zvezdišta (G). Drugi i treći stepen distantnog releja usmereni su ka mreži i rezerva su distantnim zaštitama vodova. U drugom slučaju distantna zaštita (G) ima neusmeren prvi stepen, koji obuhvata sinhronu reaktansu (G) i 50% reaktanse (BT). Drugi i treći stepen distantne zaštite usmereni su ka mreži, s tim što drugi stepen obuhvata kvarove u (BT) i na vodu. Distantna zaštita (G) mnogo je skuplja od prekostrujne zaštite, ali je kvalitetna i brza zaštita od kvara u mreži a istovremeno i vrlo



Sl.4.24 Varijante distantnih zaštita za zaštitu (G) od spoljašnjih kratkih spojeva (rezerva su diferencijalnoj zaštiti (G))

Sl.4.24 Varijante distantnih zaštita za zaštitu (G) od spoljašnjih kratkih spojeva (rezerva su diferencijalnoj zaštiti (G))

kvalitetna rezerva diferencijalnoj zaštiti (G).

4.13 ZAŠTITA (G) OD KLIZANJA POLOVA ILI TRANZIJENTNE NESTABILNOSTI

Veliki (G) u udaljenim elctranama koje su sa EES-om povezane dugačkim vodovima, mogu pri kvarovima ili drugim krupnim poremećajima ispasti iz sinhronizma zbog tranzijentne nestabilnosti. Za takve (G) preporučuje se zaštita od klizanja polova ili gubitka tranzijentne stabilnosti. Za zaštitu se koriste distantni i usmereni relej aktivne snage vezani između (G) i (BT) (sl.4.25). Karakteristika distantnog releja data je na sl.4.26. Usmereni relej aktivne snage