

ZAŠTITA OD SMETNJI U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU

Doc. dr. sc. Ante Marušić, Zagreb

UDK 621.313.322
PRETHODNO PRIOPĆENJE

Dan je kratki pregled zaštitnih zadaća s obzirom na naponske prilike i stabilnost elektroenergetskog sustava. S aspekta zaštite analiziran je pogon generatora u poduzbudnom režimu, gubitak uzbude, njihanje snage, statička i dinamička stabilnost, automatsko ponovo uključivanje visokonaponskih vodova, jedнопolno isključenje voda i regulacija napona transformatora.

Ključne riječi: zaštita sinkronog generatora, asinkroni pogon, njihanje snage, automatsko ponovo uključivanje, kompenzacijski rad.

1. UVOD

Odabrati relejnu zaštitu za bilo koji element elektroenergetškoga sustava znači donijeti odluku o njenom opsegu s obzirom na očekivane poremećaje u pogonu sustava. Prema tome, osnovni je zadatak pri izboru zaštite u elektroenergetskom sustavu utvrditi očekivane kvarove i smetnje za svaki šticeći objekt. Kvar je poremećaj u pogonu, pri kojem nastaju značajna odstupanja od normalnih električnih prilika, koja su uzrokovana probojem ili preskokom izolacije. Prilikom poremećaja u mreži mogu se pojaviti takvi pogonski uvjeti koji sami po sebi ne predstavljaju kvar, ali dovode do nedozvoljeno visokih termičkih, električnih ili mehaničkih naprezanja na pojedinim elementima elektroenergetškoga sustava. Prema tome, smetnje su nedozvoljena odstupanja od normalnih električnih prilika u pogonu, koja nisu uzrokovana probojem izolacije. Uzroci smetnji su: prilike u elektroenergetskom sustavu (npr. povećanje napona, nesimetrično opterećenje, njihanje snage), prilike u generatoru (npr. prekid uzbude) i prilike u pogonskom sustavu (npr. prekid dovoda pare u turbinu). U ovom radu, detaljnije će biti obrađeni aspekti zaštite s obzirom na naponske prilike i stabilnost elektroenergetškoga sustava.

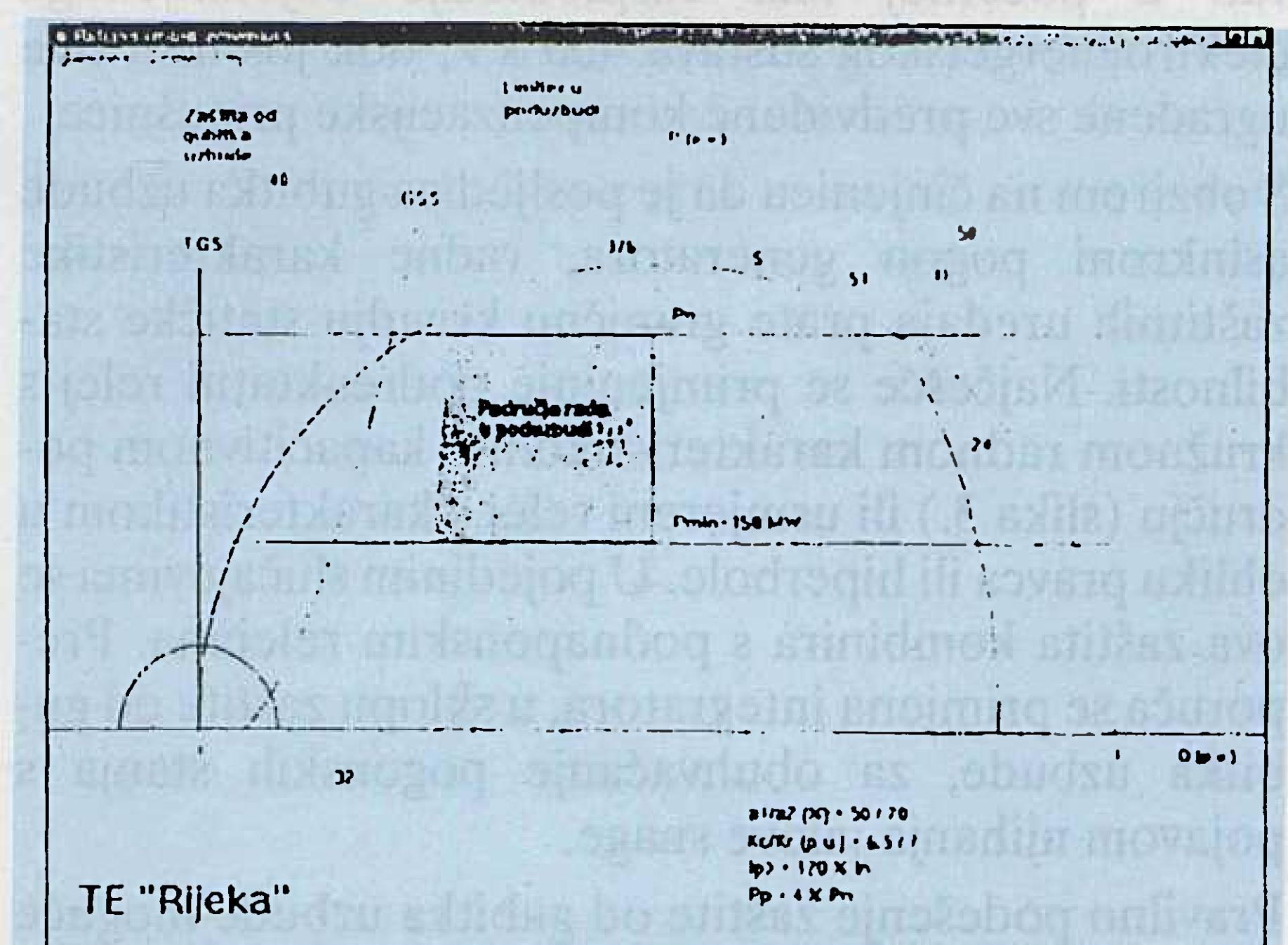
2. ZAŠTITA SINKRONIH GENERATORA OD ASINKRONOG POGONA

Problem regulacije napona i jalovih snaga u prijenosnoj mreži može se, više manje uspješno, riješiti na nekoliko načina. Jedno od rješenja je korištenje pojedinih (većih) hidrogeneratora u kompenzacijskom radu. Rješenje ne zahtijeva veća financijska ulaganja, međutim, potrebno je istaknuti da postoje i određeni problemi pri takvom pogonu agregata.

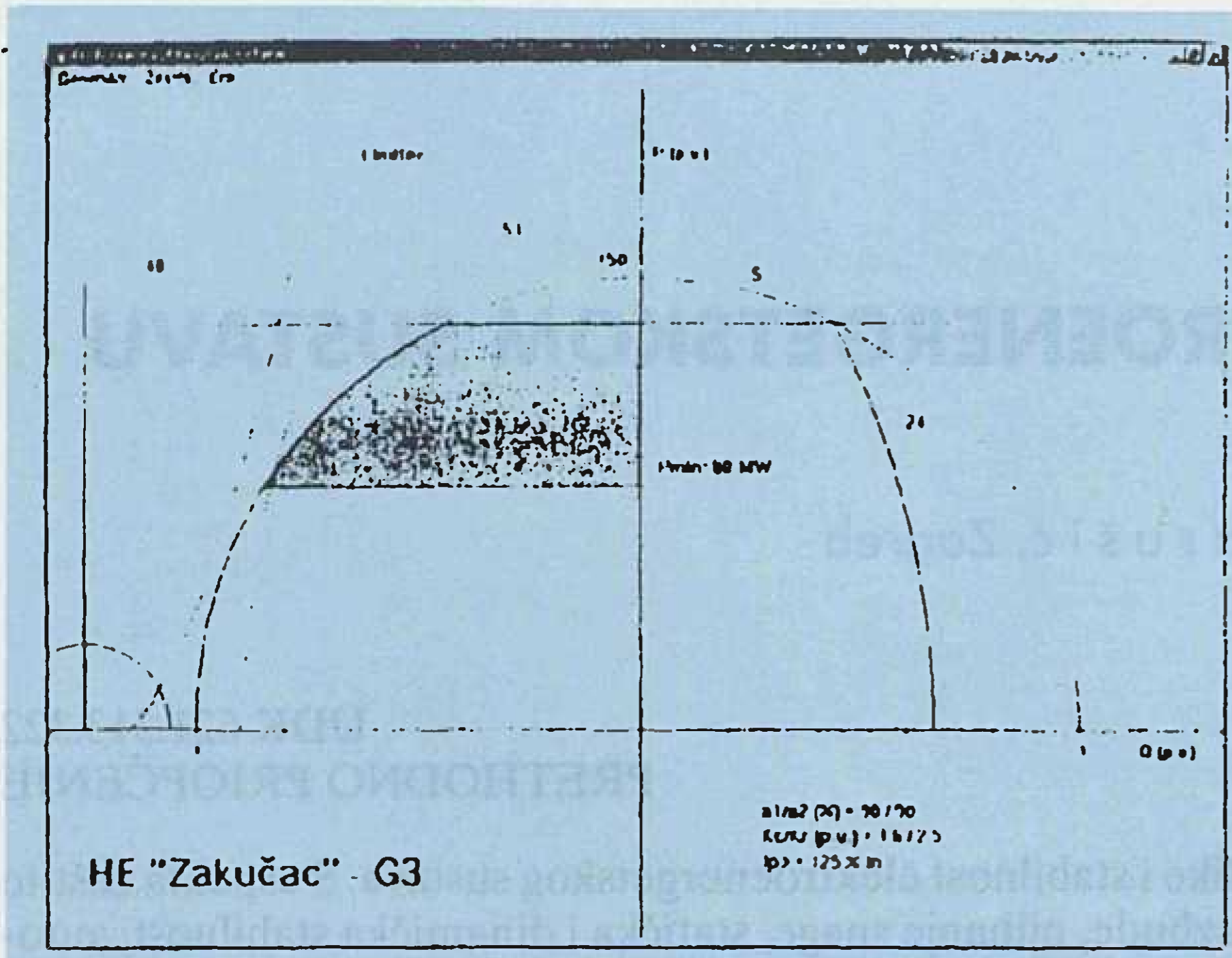
Trajni pogon sinkronog generatora u poduzbuđenom stanju, tj. kompenzacijski rad agregata, određen je

granicom statičke stabilnosti, minimalnom i maksimalnom djelatnom snagom, te mjerama za smanjenje dodatnog zagrijavanja u čeonom prostoru stroja. U praksi se područje rada u poduzbudi ograničava poduzbudnim limiterom koji se nalazi u sustavu za automatsku regulaciju napona generatora (slike 1 i 2). Dodatno zagrijavanje, koje je izraženije u turbogeneratorima, ubrzava starenje stroja. Zbog toga se limiterom prostorno ograničava područje rada u poduzbudi, a izbjegava se dugotrajni pogon turbogeneratora u kompenzacijskom radu, s većim vrijednostima jalovih snaga.

Prijelaz u asinkroni pogon sinkronog generatora može nastati pri poremećajima u uzbudnom sustavu agregata, tj. pri prekidu uzbude, te vanjskim poremećajima kao što su velike promjene opterećenja i veliki padovi napona radi kratkih spojeva u mreži. Pri prijelazu u asinkroni pogon sinkroni generator počinje uzimati iz mreže značajnu jalovu snagu, što je obično praćeno



Slika 1. Karakteristike limitera uzbude i zaštite od asinkronog pogona za generator u TE "Rijeka"



Slika 2. Karakteristike limitera uzbude i zaštite od asinkronog pogona za blok 3 u HE "Zakućac"

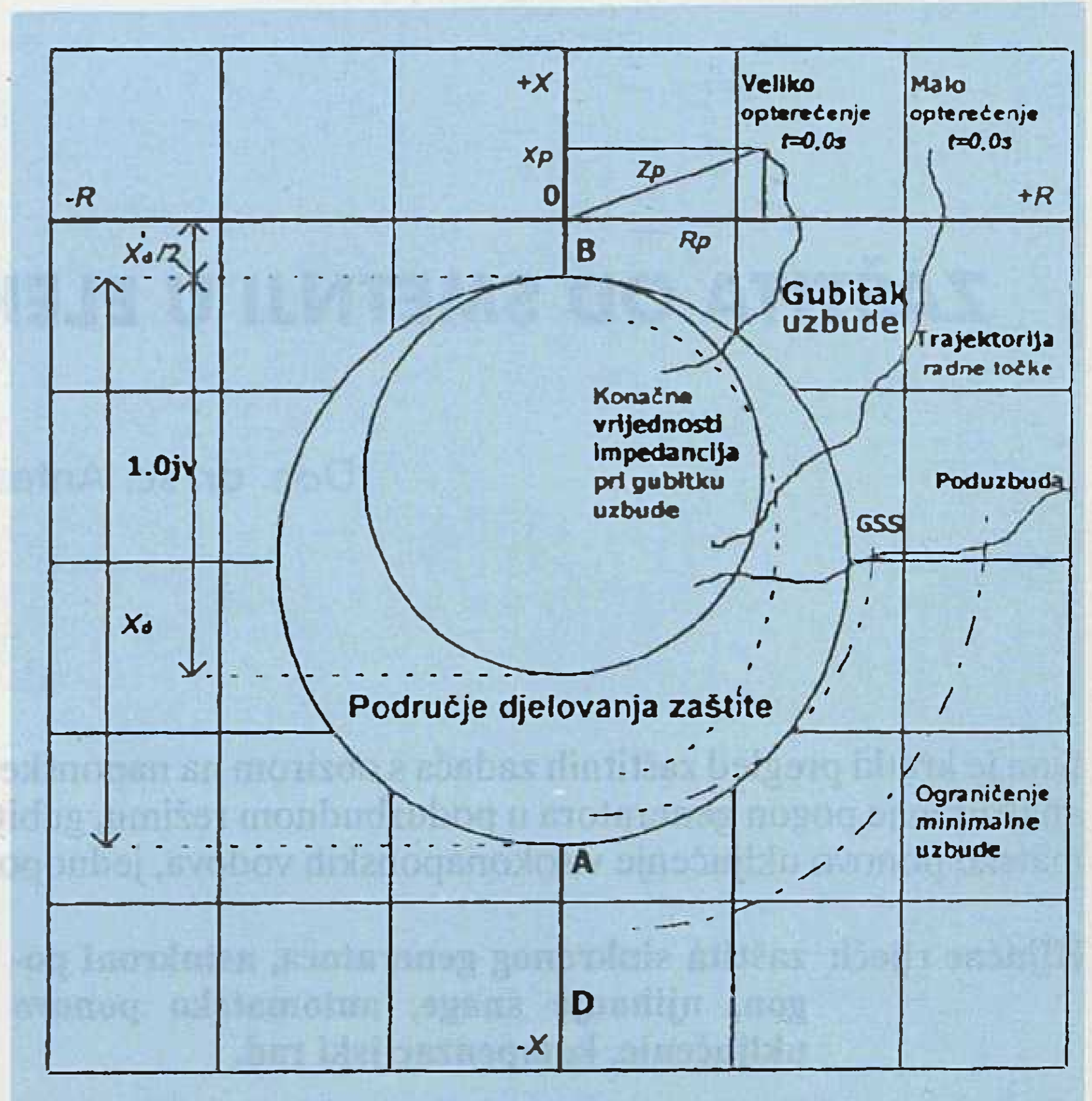
snizanjem napona na stezaljkama generatora. Predanu djelatnu snagu pri tome treba znatno smanjiti da ne nastupi preopterećenje agregata i djelovanje odgovarajuće nadstrujne zaštite. U pravilu se ne dozvoljava asinkroni pogon hidrogeneratora, jer jalova komponenta struje koju generator uzima iz mreže prelazi vrijednost njegove nazivne struje.

Asinkroni pogon turbogenerators nazivnih snaga manjih od 500 MW se, uz određena ograničenja, dozvoljava u pojedinim zemljama. Elementi koji ograničavaju dužinu rada i snagu u asinkronom pogonu su: povećanje struje statora, gubici vrtložnih struja u rotoru, povećanje gubitaka u čeonom prostoru statora, te nedostatak jalove snage u elektroenergetskom sustavu. Zbog svih navedenih problema, većina vodećih svjetskih proizvođača generatora preporučuje ugradnju zaštitnih uređaja (slika 1, ANSI/IEEE broj zaštite 40), koji će s minimalnim vremenskim usporjenjem odvojiti generator od mreže pri nestanku njegove uzbude.

U Velikoj Britaniji se dulji asinkroni rad turbogenerators, uz malo djelatno opterećenje, uspješno primjenjivao u početnoj fazi eksploatacije objedinjenoga elektroenergetskog sustava 400 kV, dok još nisu bile ugrađene sve predviđene kompenzacijske prigušnice.

S obzirom na činjenicu da je posljedica gubitka uzbude asinkroni pogon generatora, radne karakteristike zaštitnih uređaja prate graničnu krivulju statičke stabilnosti. Najčešće se primjenjuje podreaktani relej s kružnom radnom karakteristikom u kapacitivnom području (slika 3.) ili usmjereni relej s karakteristikom u obliku pravca ili hiperbole. U pojedinim slučajevima se ova zaštita kombinira s podnaponskim relejima. Preporuča se primjena integratora, u sklopu zaštite od gubitka uzbude, za obuhvaćanje pogonskih stanja s pojavom njihanja jalove snage.

Pravilno podešenje zaštite od gubitka uzbude moguće je obaviti uz pretpostavku da su dobro poznate karakteristike generatora i pripadnog uzbudnog sustava. Pri tome je potrebno uskladiti radnu karakteristiku zaštite

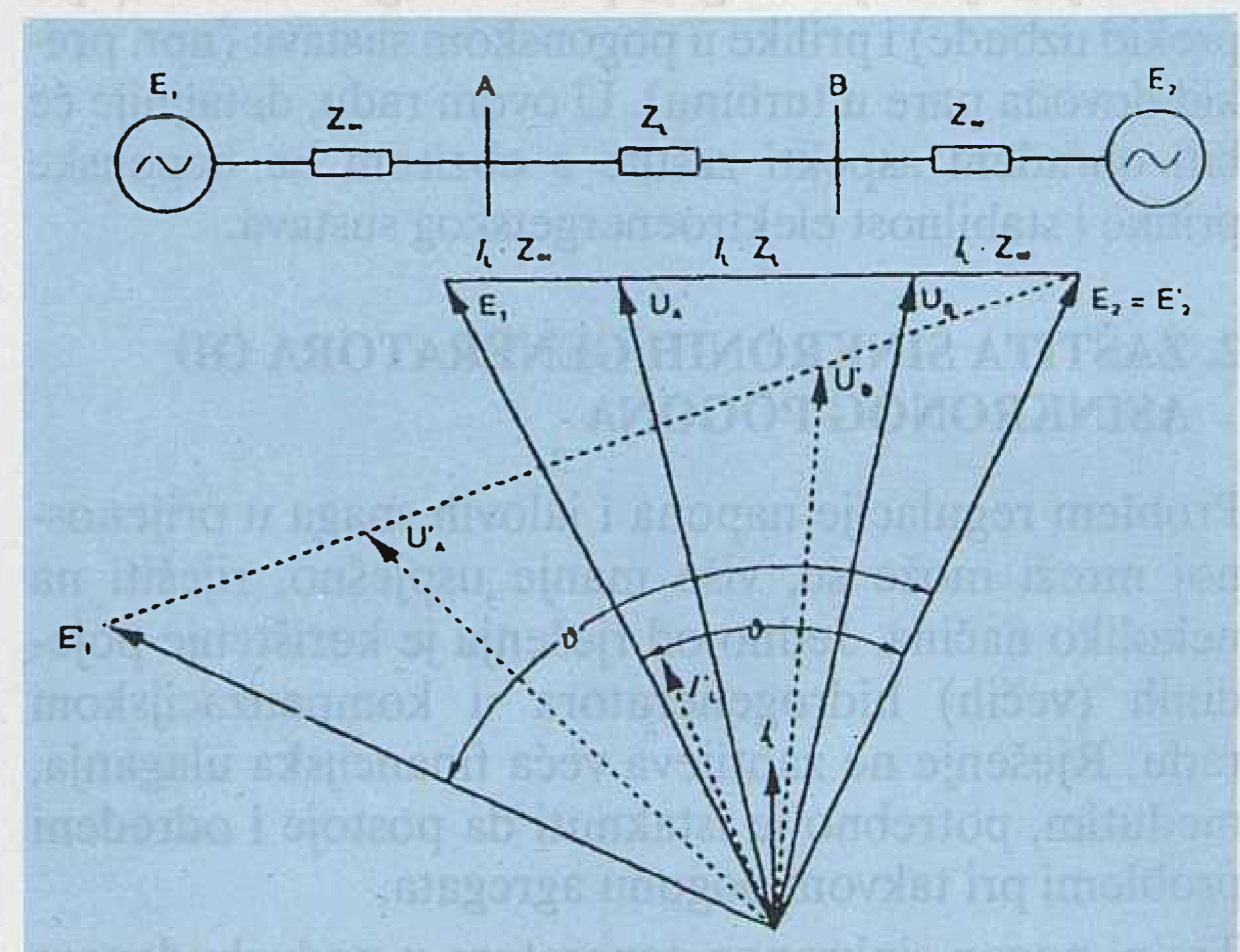


Slika 3. Zaštita od gubitka uzbude

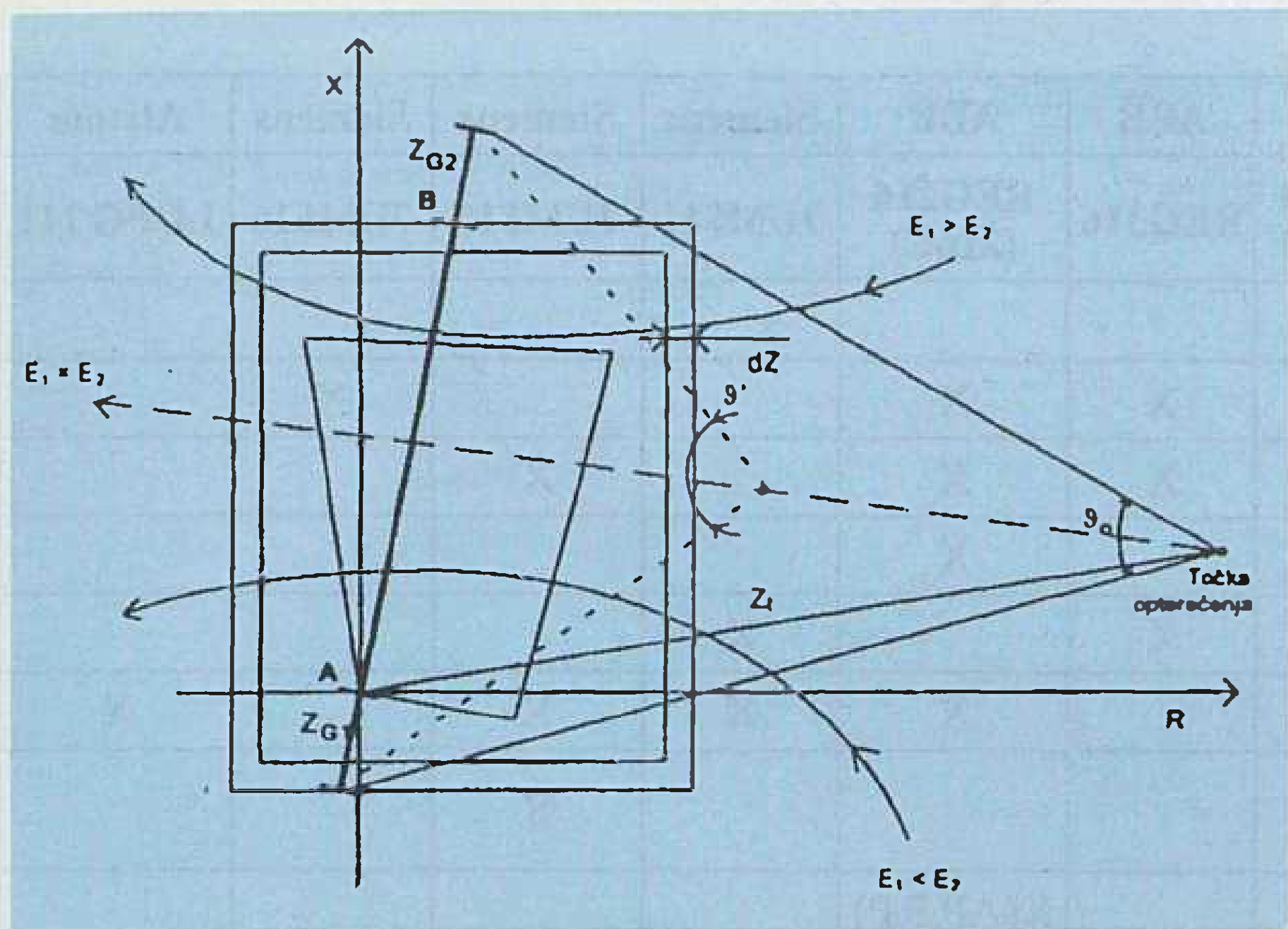
s karakteristikom poduzbudnog limitera u regulatoru uzbude. Predlaže se snimanje stanja, analiza vladanja agregata u poduzbudnom režimu rada, te korekcije podešenja zaštite limitera, s ciljem postizanja optimalnog pogona pri rješavanju problema naponskih prilika.

3. NJIHANJE SNAGE U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU

Njihanje snage, kao posljedica velikih udarnih opterećenja i rasterećenja, utječe na rad distantnih zaštita prijenosnih vodova. Za procjenu ponašanja zaštita treba utvrditi kada će relej djelovati i koja je to snaga koja može biti prenesena vodom, a da ne uzrokuje djelovanje releja. Problem statičke stabilnosti se najčešće rješava postavljanjem pojednostavljenog sustava s dva izvora (slika 4). Istražuju se pojave njihanja snage, da



Slika 4. Naponski dijagram pri njihanju snage



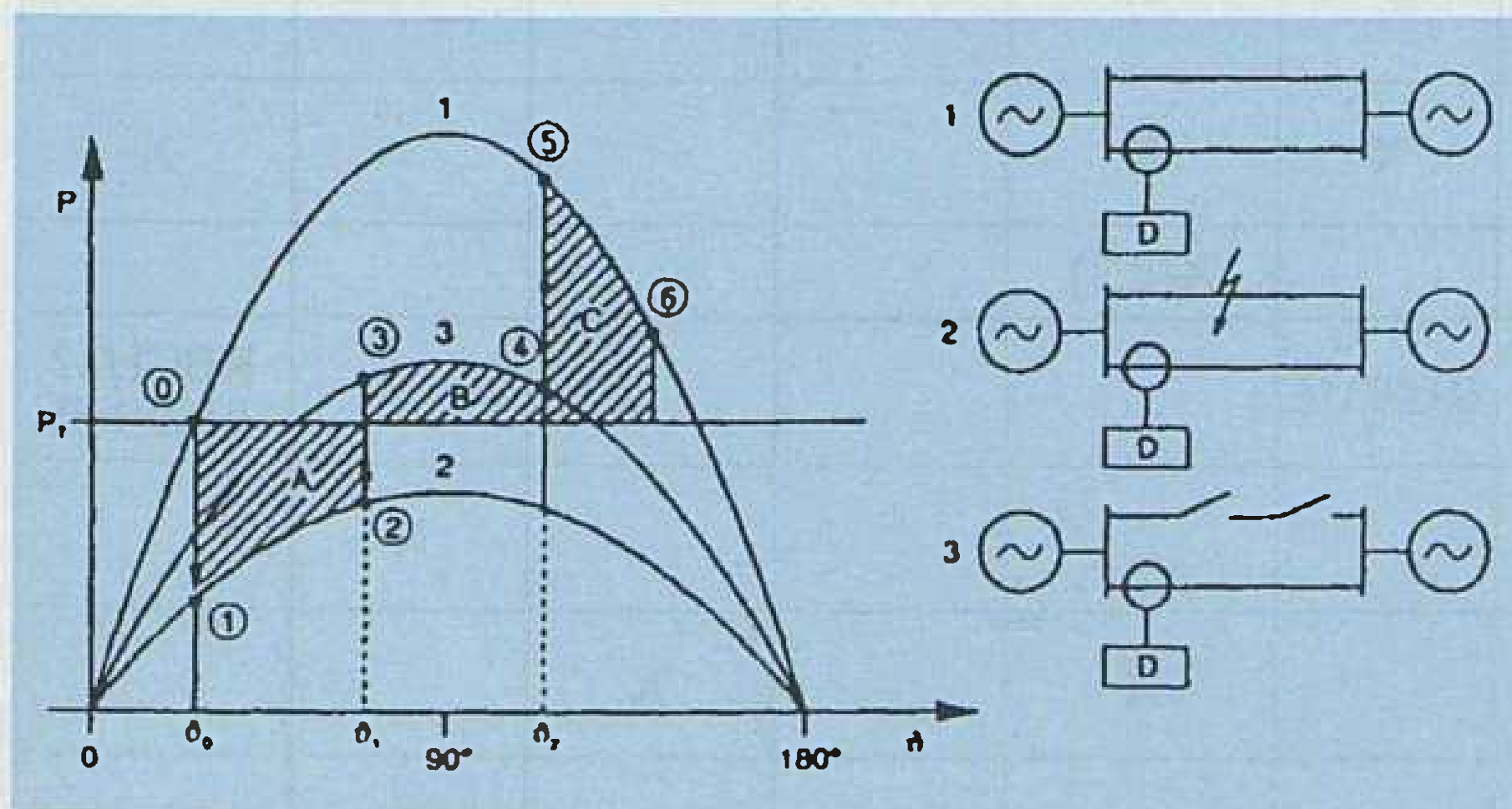
Slika 5. Proces njihanja snage u prijenosnoj mreži

bi se rezultati mogli koristiti pri izboru karakteristika distantnih releja. Ukoliko se njihanje u mreži pojavljuje, tada se u distantnom releju aktivira protunjihajna blokada za sprječavanje nepovoljnog utjecaja njihanja (slika 5). Pretpostavlja se da su EMS izvora različite po iznosu i kutu. Razlika napona po kutu se prati poznatim kutem ϑ . Opći izraz za impedaciju koju distantni relej mjeri u čvorištu A je:

$$Z_{mj} = \{ (Z_{G1} + Z_L + Z_{G2}) * n * [(n - \cos \vartheta) - j \sin \vartheta] / [(n - \cos \vartheta)^2 - j \sin^2 \vartheta] \} - Z_{G1} \quad (1)$$

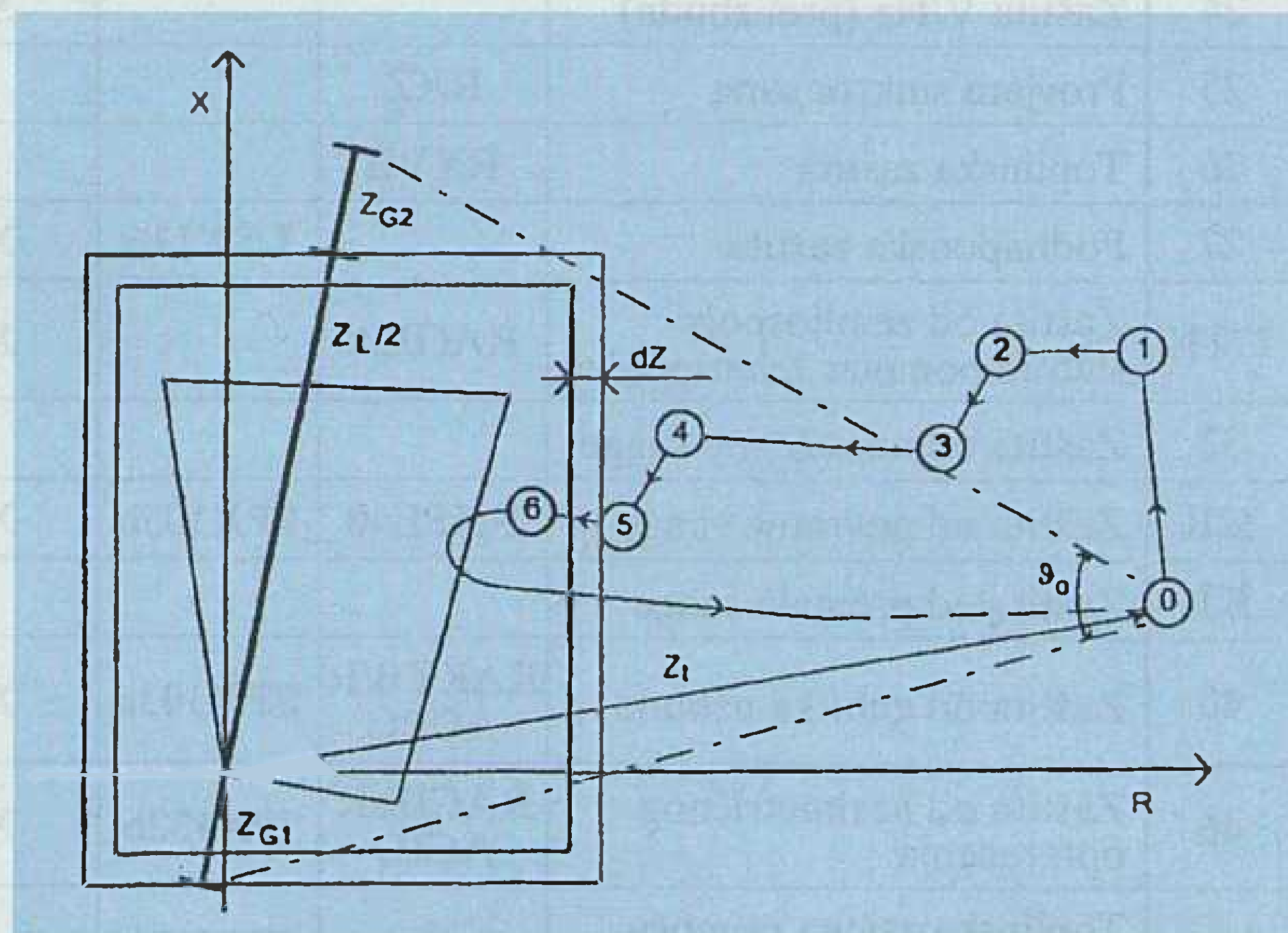
gdje je: Z_{G1} i Z_{G2} impedancija izvora, Z_L impedancija voda, n omjer napona E_1 / E_2 . Grafički prikaz dan je na slici 5. Prikazane su moguće trajektorije radne točke u impedantnoj ravni, te radne karakteristike distantnog releja. Uočava se da radna točka, pri njihanju snage između dva dijela elektroenergetskog sustava, prolazi kroz područje djelovanja distantnog releja (slika 5). Neželjeno djelovanje releja na prekidač onemogućava se pravilnim podešenjem protunjihajne blokade.

Dinamičke promjene kuta iznad 90° mogu izazvati nestabilnost elektroenergetskog sustava. Dinamička stabilnost sustava određuje se na temelju kriterija jednakih površina (slika 6). Na slici 6 je kvalitativno prikazan proces određivanja dinamičke stabilnosti u sustavu s dva izvora i dva paralelna voda, pri kratkom spoju na jednom od vodova. Ovaj proces njihanja



Slika 6. Dinamička stabilnost sustava

snaga prikazan je u impedantnoj ravni na slici 7. Tijekom normalnog pogona distantni relej mjeri impedanciju Z_i . Nakon nastanka, te potom isključenja kvara (slika 6.3) generatori će se vratiti u stabilnu početnu točku ako su površine (B+C) veće od površine (A) kojom je određeno ubrzanje agregata.



Slika 7. Trajektorija radne točke pri njihanju snage

Tijekom opisanog procesa trajektorija radne točke prolazi kroz područje djelovanja distantnog releja (D). Neželjeno djelovanje na prekidač blokira se protunjihajnom blokadom. Mjerenjem dZ/dt i usporedbom s postavljenim vrijednostima, distantni relej može razlikovati kratki spoj na vodu i njihanje snage. Najjednostavniji način je mjerenje vremena koje je potrebno da vektor impedancije prođe kroz područje koje je određeno s dvije impedantne karakteristike (slika 7). Tipična podešenja su $dZ = 10$ do 20% i $dt = 20$ do 40 ms. S posebnim mjernim tehnikama se mogu utvrditi njihanja snaga s frekvencijama do približno 7 Hz, što zahtijeva vrlo kratki interval $dt = 5$ ms.

Prema tome, pravilno podešenje protunjihajne blokade u distantnom releju moguće je izvesti na temelju rezultata analize statičke i dinamičke stabilnosti elektroenergetskog sustava. Na taj način se može izbjeći raspad dijela elektroenergetskog sustava, odnosno ispad iz koraka pojedinih agregata pri velikim poremećajima u mreži.

Pregled dobavljivih i ugrađenih zaštitnih sustava sinkronih generatora u elektranama Hrvatske elektroprivrede prikazan je u tablici 1. Podebljano su otisnute osnovne i rezervne zaštitne funkcije koje mogu djelovati pri nenormalnim naponskim prilikama i poremećaju stabilnosti elektroenergetskog sustava. Na temelju rezultata analize dinamike elektroenergetskog sustava, može se za svaki agregat izabrati i postaviti optimalno podešenje zaštite. Agregati u elektranama i visokonaponska mreža rade kao jedan interaktivan sustav, te je stoga nužno uskladiti podešenja zaštite generatora sa zaštitama u prijenosnoj elektroenergetskoj mreži.

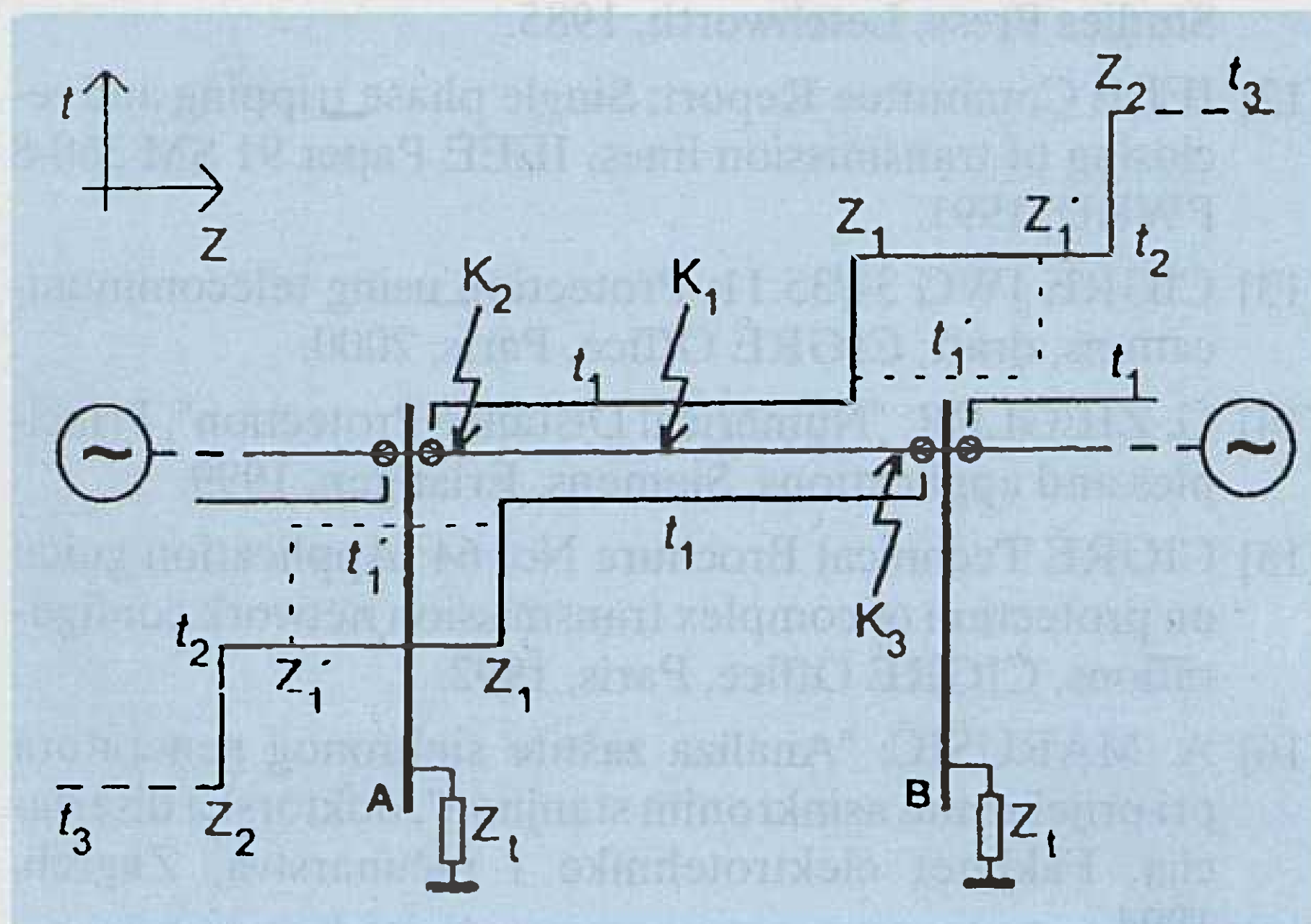
Tablica 1. Pregled zaštitnih sustava sinkronih generatora

	Proizvošač	ABB	BBC	BE	ABB	ABB	Siemens	Siemens	Siemens	Alstom
	Tip releja	COMBI-FLEX	GSX 5 GSX 10	M-0420 M-0430	REG316	REG216 (216C)	7UM511	7UM515	7UM516	LGPG 111
ANSI	Zaštitna funkcija									
21	Podimpedantna zaštita	RAKZB		X	X	X			X	
24	Zaštita V/Hz (preuzbuda)			X	X	X		X		
25	Provjera sinkronizma	RXZ				X				
26	Toplinska zaštita	RXVE			X		X			
27	Podnaponska zaštita		USX116	X		X	X	X		X
27TN	Zaštita od zemljospoja statora pomoću 3. harmonika	RAGEA		X				X		
32	Zaštita od nepoželjne snage					X(AP,RP)				
32R	Zaštita od povratne snage	RXPE40	PPX105b	X	X		X			X
32L	Zaštita od premale snage						X			X
40	Zaštita od gubitka uzbude	RAKZB/R AGPC	ZPX103a	X	X	X	X			X
46	Zaštita od nesimetričnog opterećenja	RACIB/R ACID	IPX132b	X	X	X			X	X
49	Toplinska zaštita pomoću modela		TTX101			R, S				
50	Brza nadstrujna zaštita			X	X	X				
51	Nadstrujna zaštita	RXIG	ISX147		X	X	X			
51N	Nadstrujna zaštita od zemljospoja statora pomoću nulte struje	RXIG/RX TFA RXEG		X		X				X
51V	Nadstrujna zaštita s naponskim utjecajem	RXIG/RX EG	IUX159	X		X				X
59	Nadnaponska zaštita	RXEG	USX115	X	X	X	X	X		X
59F	Nadnaponska V/Hz zaštita									
59N	Nadnap. zaštita od zemnog spoja statora		UBX117	X	X	X		X		X
60	Naponska vaga					X				X
64	Zaštita od zemljospoja					X				
64F	Zaštita od zemljospoja rotora	RAGRA /RXNB4	IWX161a							
64S	100%-tni zemljospoj statora					X		X		
64R	100%-tni zemljospoj rotora				X	X		X		
67N	Osjetljiva usmjerena zaštita od zemljospoja									X
78	Zašt. od gubitka sinkronizma					X				
81O	Nadfrekvencijska zaštita			X		X	X	X		X
81U	Podfrekvencijska zaštita	RXFE	FCX103	X	X	X	X	X		X
87	Diferencijalna zaštita									
87G	Diferencijalna zaštita generat.	RADHA	DIX111		X	X				X
87T	Diferencijalna zaštita trafoa		DIX109			X(2,3)				
87U	Diferencijalna zaštita bloka	RADSB	DIX110		RET316					KBCH12 0130,140
-	Zaštita od gubitka s inkronizma	RXZK/ RXPE							X	
-	Zaštita od kratkog spoja među zavojima	RXEG/ RXIG22	UBX114			X		X		
27/50	Zaštita od uključ. mirujućeg generatora	RAGUA		X						

4. AUTOMATSKO PONOVO UKLJUČIVANJE VISOKONAPONSKIH VODOVA

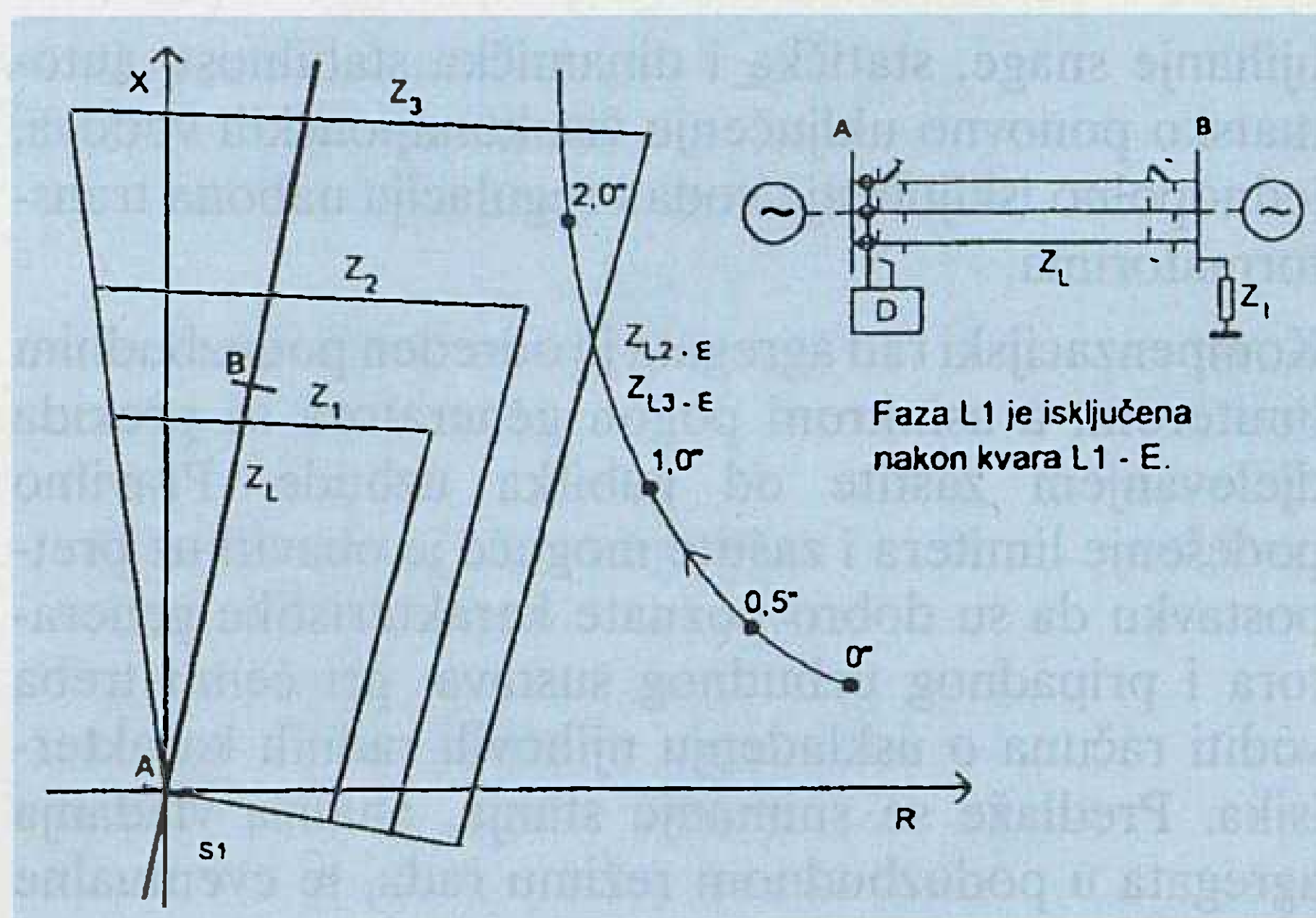
Distantna zaštita prijenosnih vodova je najčešće opremljena uređajem za automatsko ponovno uključenje (APU) voda. Automatsko ponovno uključenje se ne koristi na visokonaponskim vodovima koji radialno povezuju elektrane s elektroenergetskim sustavom, radi sprječavanja neželjenih dinamičkih pojava (npr. torzionih oscilacija) na agregatima.

Zbog pogrješaka koje unose strujni i naponski transformatori, kao i zbog nedovoljno točnog poznavanja impedancije štice vodova, podešenje prvog stupnja djelovanja distantnog releja se obično bira tako da obuhvati 80 - 90% duljine voda. To znači da će kvarovi ne samo 60 - 80% voda (K_1) biti istodobno isključeni na oba kraja voda **AB** (slika 8). Neistodobno isključenje voda pri kvarovima (K_2) i (K_3) na njegovim krajevima produžuje vrijeme trajanja kratkog spoja, te može izazvati nestabilnost elektroenergetskog sustava. Potrebno je istaknuti da vrijeme djelovanja releja t_1 iznosi približno 20 do 35 ms, dok vrijeme drugog stupnja (t_2), zbog potrebne selektivnosti, iznosi 400 do 500 ms. Primjena APU s povećanim dosegom prvog stupnja distantnih releja (slika 8) je jedno od mogućih rješenja ovog problema. Na taj način se može postići djelovanje distantne zaštite duž cijelog voda s vremenom kraćim od 50 ms.



Slika 8. APU s povećanim dosegom prvog stupnja distantnih releja (Z_1)

Zbog održanja stabilnosti elektroenergetskog sustava, na prijenosnoj razini se koristi APU s jednopolnim i trolinjskim isključenjem, odnosno uključanjem. Pri pojavi jednopolnog kratkog spoja, koji predstavlja oko 80% kvarova na vodovima, isključuje se samo faza [1] pogođena kvarom (slika 9). Preko preostale dvije zdrave faze teče snaga prema trošilima, te sustav ostaje u sinkronizmu. Međutim, tijekom jednopolnog isključenja voda nastaje promjena impedancije tereta koji mjeri distantni relej (D). Pod određenim uvjetima i karakteristikama sustava može trajektorija impedancije tereta ući u područje djelovanja distantnog releja (slika 9). Ovaj problem je izraženiji na dugim prijenosnim vodovima.



Slika 9. Promjena impedancije u zdravim fazama tijekom jednopolnog isključenja voda

Pravilnim izborom radnih karakteristika distantnih releja, te primjenom raznih ograničenja u smjeru djelatne komponente impedancije može se izbjeći neželjeno djelovanje releja. Analiza dinamike sustava pri nastanku jednopolnog kratkog spoja i primjeni jednopolnog APU uređaja može znatno poboljšati sigurnost i pouzdanost distantne zaštite visokonaponskih vodova.

5. ZAŠTITA MREŽNIH I BLOK TRANSFORMATORA

Regulacija napona i jalova snaga u elektroenergetskom sustavu može se djelomično izvesti promjenom prijenosnog omjera na blok transformatorima i spojnim mrežnim transformatorima. Iako su danas u Hrvatskoj elektroprivredi vrlo skromne mogućnosti regulacije napona transformatorima, o njihovoj zaštiti treba voditi računa. Temeljna zaštita mrežnih i blok transformatora je diferencijalna zaštita transformatora (87T) i (u elektranama) diferencijalna zaštita bloka (87U), te ograničena zemljospojna zaštita (87N). Pri izboru transformatora treba voditi računa o promjenljivoj prijenosnoj omjeru, te radi toga, pojavi diferencijalne struje i u normalnom pogonu. Na temelju rezultata proračuna slijedi podešenje diferencijalne zaštite koje osigurava selektivno djelovanje zaštite pri kvaru na štice transformatoru i neosjetljivost na vanjske poremećaje, uklapanje transformatora u praznom hodu, uklapanje paralelnog transformatora i regulaciju transformatora. Rezervne zaštite (npr. 50, 51, 51N, 49, 46 i 51G) su manje osjetljive na regulaciju i vanjske poremećaje.

6. ZAKLJUČAK

U ovom članku je dan kratki pregled zaštitnih zadaća s obzirom na naponske prilike i stabilnost elektroenergetskog sustava. S aspekta zaštite, analiziran je pogon generatora u poduzbudnom režimu, gubitak uzbude,

njihanje snage, statička i dinamička stabilnost, automatsko ponovno uključenje visokonaponskih vodova, jednopolno isključenje voda i regulacija napona transformatorima.

Kompenzacijski rad agregata je određen poduzbudnim limiterom, a asinkroni pogon generatora se prekida djelovanjem zaštite od gubitka uzbuđene. Pravilno podešenje limitera i zaštite moguće je obaviti uz pretpostavku da su dobro poznate karakteristike generatora i pripadnog uzbuđnog sustava, pri čemu treba voditi računa o usklađenju njihovih radnih karakteristika. Predlaže se snimanje stanja, analiza vladanja agregata u poduzbudnom režimu rada, te eventualne korekcije podešenja, s ciljem postizanja optimalnog pogona pri rješavanju problema naponskih prilika.

Njihanje snage u elektroenergetskom sustavu utječe na rad distantnih zaštita visokonaponskih vodova. Pravilno podešenje protunjihajne blokade u distantnom releju moguće je izvesti na temelju rezultata analize statičke i dinamičke stabilnosti elektroenergetskog sustava. Na taj način se može izbjeći raspad elektroenergetskog sustava, odnosno ispad iz koraka pojedinih agregata pri velikim poremećajima u mreži.

Prijenosna mreža, tj. mreža vrlo složene konfiguracije, uspješno se štiti distantnim relejima. Brzo eliminiranje prolaznih kvarova se ostvaruje primjenom uređaja za automatsko ponovno uključenje. Neistodobno isključenje voda pri kvarovima na njegovim krajevima produljuje vrijeme trajanja kratkog spoja, te se može izazvati nestabilnost elektroenergetskog sustava. Primjena APU s povećanim dosegom prvog stupnja distantnih releja je jedno od mogućih rješenja ovog problema. Pri jednopolnom isključenju dugog voda može neželjeno djelovati distantni relej. Problem se može riješiti primjenom ograničenja radne karakteristike distantnog releja u smjeru djelatnog otpora, na temelju analize dinamike elektroenergetskog sustava pri jednopolnom kratkom spoju.

Potrebno je pažljivim izborom radnih karakteristika i podešenja diferencijalnih releja osigurati neosjetljivost zaštite na vanjske poremećaje i selektivno djelovanje pri kvaru na transformatoru, bez obzira na položaj regulacijske sklopke blok ili mrežnog transformatora.

Prije poduzimanja bilo kakvih konkretnih mjera za rješenje problema regulacije napona i tokova jalovih snaga potrebno je snimiti sadašnje stanje relevantne opreme u elektranama i prijenosnim postrojenjima, te obaviti detaljnu studijsku analizu dinamike elektroenergetskog sustava s aspekta regulacije i zaštite pojedinih elemenata sustava.

LITERATURA

- [1] M. LOVRIĆ, R. GOIĆ: "Problemi i mogući načini rješavanja naponskih prilika u prijenosnoj mreži Dalmacije", *Energija*, Zagreb, Vol. 49, Br. 3, lipanj 2000., 171-176

- [2] M. MAJSTROVIĆ, D. BAJŠ, G. MAJSTROVIĆ: "Kompenzacija reaktivne snage u prijenosnoj mreži na području Dalmacije", *Energija*, Zagreb, Vol. 49, Br. 3, lipanj 2000., 177-182
- [3] E. CLARKE: "Impedences seen by relays during power swings with and without faults", *AIEE Trans.* Vol. 64, 1945., pp 373-384
- [4] P. MATHEWS, B. NELLIST: "Transients in distance protection", *IEE Conf. Publ. No. 110*, 1963., 407-418
- [5] E. J. KAZOVSKI i dr.: "Abnormalni režimi rada velikih sinkronih strojeva", Akademija znanosti SSSR, Lenjingrad, 1969 (*na ruskom*)
- [6] S. B. JOVANOVSKI, M. S. HAMMAM: "Contribution to the theory of asynchronous performance of synchronous machines with salient poles", Part II, *IEEE Trans. PAS-90*, No. 2, 1971., 418-426
- [7] W. F. MACKENZIE et al.: "IEEE, Power System Relaying Committee: Loss-of-Field Relay Operation During Systems Disturbances", *IEEE Trans. PAS-94*, No. 5, 1975., 1464-1472
- [8] ABB: Type ZPX 103a minimum reaktacne relay, ABB Relays, Västerås, CH-ES 82-86. 10E, 1986.
- [9] F. BOŽUTA i dr.: "Aspekti zaštite elektroenergetskog sistema", *Svjetost*, Sarajevo, 1988.
- [10] CIGRÉ WG 34.01: Harmonisation of protection policies for power stations and generators and of protection policies for HV networks., CIGRÉ Office, Paris, 1983, 44 pp.
- [11] V. COOK: "Analysis of distance protection", *Research Studies Press*, Letchworth, 1985.
- [12] IEEE Committee Report: Single phase tripping and reclosing of transmission lines, *IEEE Paper 91 SM 360-8 PWRD*, 1991.
- [13] CIGRÉ JWG 34/35.11: Protection using telecommunications, draft, CIGRÉ Office, Paris, 2000.
- [14] G. ZIEGLER: "Numerical Distance Protection", *Principles and applications*, Siemens, Erlangen, 1999.
- [15] CIGRÉ Technical Brochure No. 64: Application guide on protection of complex transmission network configurations, CIGRÉ Office, Paris, 1992.
- [16] A. MARUŠIĆ: "Analiza zaštite sinkronog generatora pri prijelaznim asinkronim stanjima", doktorska disertacija, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 1994.
- [17] Ž. ZLATAR i dr.: "Relejna zaštita bloka 3 od 120 MW i transformatora 31,5 MVA u TE-TO Zagreb", Knjiga 1B, Elektrotehnički fakultet u Zagrebu, 1993.
- [18] A. G. PHADKE, S. J. THORP: "Computer Relaying for Power Systems", *Research Studies Ltd.*, London, 1995.

DISTURBANCE PROTECTION IN ELECTRIC POWER SYSTEM

In the work a short description is given on protection tasks regarding voltage situation and electric power system stability. From the aspect of the protection analysed are: generator operation in underexcitation state, excitation loss, power swinging, static and dynamic stability, automatic reclosing of high voltage lines, one phase line switching off and transformer voltage regulation.

STÖRUNGSSCHUTZ IM ELEKTROENERGETISCHEN SYSTEM

Im Artikel ist ein kurzer Überblick der Schutzaufgaben im Bezug auf Spannungsverhältnisse und Stabilität im Elektroenergetischen System gegeben. Aus der Sicht des Schutzes ist der Generatorbetrieb im untererregten Zustand, der Erregungsverlust, die Leistungsschwingungen, das einpolige Ausschalten und die Spannungsregelung des Umspanners erörtert

Naslov pisca:

Doc. dr. sc. Ante Marušić, dipl. ing.
Fakultet elektrotehnike
i računarstva
Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2001-06-28.