

## Релејне заштите које се координирају са погонским дијаграмом, функцијама система регулације побуде и зашитама електроенергетског система

Данило Буха<sup>1</sup>, Бошко Буха, Душан Јачић<sup>1</sup>, Саша Глигоров<sup>1</sup>, Марко Божилов<sup>1</sup>, Саво Маринковић<sup>1</sup>, Срђан Милосављевић<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Универзитет у Београду, Електротехнички институт Никола Тесла, Косте Главинића 8а, 11000 Београд, Србија

[buhadaniilo@ieent.org](mailto:buhadaniilo@ieent.org)

**Кратак садржај:** У овом раду смо дали прорачун заштитних функција које су урађене на највећем производном блоку у земљи на блоку Б1 ТЕНТ-а Б. Први прорачун се односи на координацију лимитера максималне струје статора у систему регулације побуде са зашитама од преоптерећења статора, прекострујном заштитом са инверзном карактеристиком и дозвољеним преоптерећењем статора генератора Б1. У другом прорачуну подешања подимпедантне заштите генератора дате су методе и критеријуми по којим је урађен тако да се не наруши поузданост електроенергетског система а да се притом генератор не угрози термички или са аспекта стабилности. Коришћени критеријуми обезбеђују да ова заштита буде истовремено резервна заштита за случај отказа заштита преносног система па се стога координира са зашитама преносног система. Прорачун свих заштита блока Б1 којих има 32 је урађен и налази се у пројекту „Координација релејне заштите блокова Б1 и Б2 са системом побуде и електроенергетског система –ТЕНТ Б“

**Кључне речи:** подимедантна заштита, прекострујна заштита са инверзном карактеристиком, лимитер максималне струје статора.

### 1. Увод

На основу урађених студија може се закључити следеће:

- Подешења су углавном рађена без претходно урађеног пројекта који треба да све параметре потребне да се заштитне функције подесе. У већини случајева то су били извештаји о испитивању подешених вредности.
- Примећено је да се о координацији заштитних функција са погонским дијаграмом, функцијама система регулације побуде и заштитама електроенергетског система врло мало водило рачуна. Овај проблем координације је врло озбиљно почео да се решава кроз увођење стандарда када је дошло до распада електроенергетског система у Северној Америци 2003 године када је дошло до испада 50 000MW, односно 250 генераторских јединица.
- Отежан или такорећи немогућ приступ подацима који су потребни за подешење заштитних функција као например лимитер максималне струје ротора, максималне струје статора, лимитера минималне побуде, лимитера  $U/f$ , итд..(углавном код испоручилаца –произвођача иностране опреме)
- Примећено је да су горе наведене функције често и погрешно подешене.

После урађених студија о анализи стања заштита на објектима хидроелектрана и термоелектрана као логичана насатавак потребно је урадити и „Пројекат подешења заштитних функција свих елемената у ЕПС-у“. За сада је урађен пројекат подешења заштитних функција у ТЕНТ Б. На блоку Б1 је извршено и преподешавање параметара заштитних функција где је прорачун показао да је то потребно урадити. На ХЕ „Ђердап 1“ је такође урађен прорачун из кога се види да је потребно урадити преподешење одређених параметара.

## **2. Координација лимитера максималне струје статора у систему регулације побуде, са заштитом од преоптерећења статора, прекострујном заштитом са инверзном карактеристиком и дозвољеним преоптерећењима статора**

На слици 1. су дате криве постојећих подешења заштита од преоптерећења и прекострујних заштита са инверзном карактеристиком и криве предложених подешења да би се остварила координација са лимитером максималне струје статора и дозвољеним преоптерећењем статора

„а“ – лимитер максималне струје статора из пројекта „Систем побуде синхроног генератора 727,5MVA блока Б1 у ТЕНТ“ ;

„b“ – предложено подешеење заштите од преоптерећења статора:

$$t = \tau \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{KI_n}\right)^2 - \left(\frac{I_{pr}}{KI_n}\right)^2}{\left(\frac{I}{KI_n}\right)^2 - 1} = \tau \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{I_n}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I}{I_n}\right)^2 - K^2} = 261 \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{I_n}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I}{I_n}\right)^2 - 1,1025}$$

Ознаке из претходне релације:

$\tau = 261$  s – термичка временска константа,

$K = 1,05$  – коефицијент трајно дозвољеног преоптерећења,

$I_{pr} = I_n$  – струја претходног оптерећења.

„c“ – постојеће подешеење заштите од преоптерећења статора:

$$\ln t = 370 \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{I_n}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I}{I_n}\right)^2 - 1,1025}$$

„d“ – дозвољено време трајања преоптерећења статора (представљене тачкама);

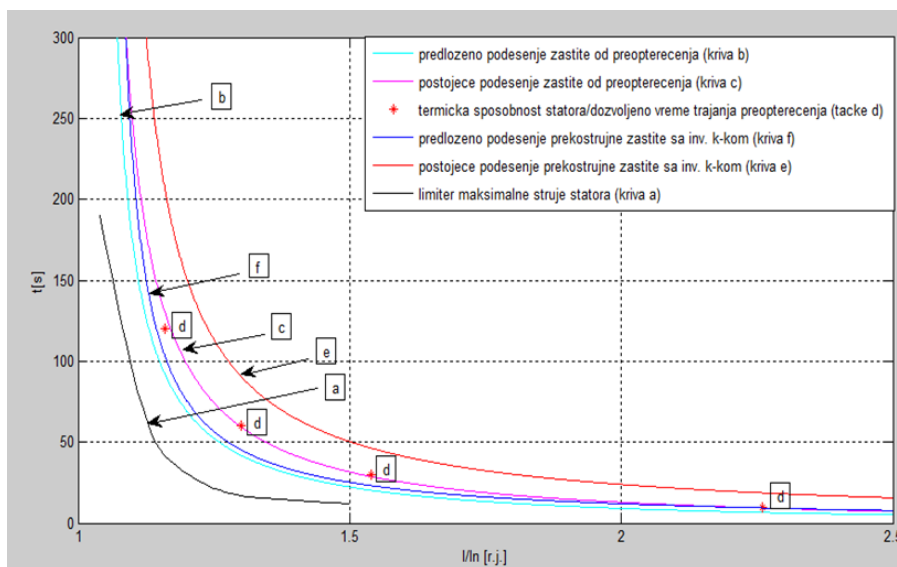
$\ I_n$	1,16	1,3	1,54	2,26
t (s)	120	60	30	10

„e“ – постојеће подешеење прекострујне заштите са инверзном карактеристиком (very inverse):

$$t = \frac{13,5}{\frac{I}{I_p} - 1} \cdot TI_p = \frac{13,5}{\frac{I}{1,05I_n} - 1} \cdot 1,6 = \frac{22,68}{\frac{I}{I_n} - 1,05}$$

„f“ – предлог подешеења прекострујне заштите са инверзном карактеристиком (very inverse):

$$t = \frac{13,5}{\frac{I}{I_p} - 1} \cdot TI_p = \frac{13,5}{\frac{I}{1,05I_n} - 1} \cdot 0,8 = \frac{11,34}{\frac{I}{I_n} - 1,05}$$



Слика 1. Лимитер максималне струје статора у аутоматском регулатору напона у систему побуде, заштита од преоптерећења статора, прекострујна заштита са инверзном карактеристиком, дозвољено преоптерећење статора генератора

Са слике се закључује следеће:

Постојеће подешавање заштите од преоптерећења статора (крива „c“) скоро подудара са термичким могућностима статора (крива „d“). Потребно је направити маргину која обезбеђује предложено решење заштите од преоптерећења статора (крива „b“).

Да се постојеће подешавање прекострујне заштите са инверзном карактеристиком криве „e“, налази изнад криве дозвољеног трајања преоптерећења статора (крива „d“) што је недозвољено и погрешно. Тако, на пример, при преоптерећењу статора  $I = 1,54 I_{nG}$  дозвољено време оваквог рада је  $t = 30$  s, а прекострујна заштита са инверзном карактеристиком искључује генератор после  $t = 46,3$  s.

Предложено подешавање прекострујне заштите крива „f“ је координисано са кривом дозвољеног преоптерећења статора (тачке „d“) јер се налази после криве лимитера максималне струје статора (крива „a“) и заштите од преоптерећења статора (крива „b“), а испод криве термичке способности статора генератора.

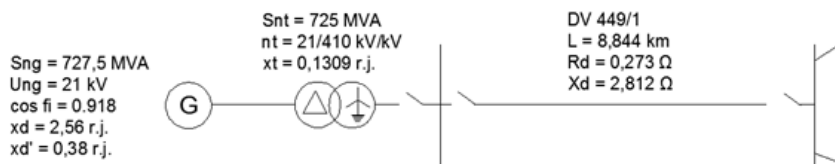
Предложена решења обезбеђују кординацију заштита, лимитера максималне струје статора и термичке могућности статора.

### 3. Прорачун подешавања подимпедантне заштите на блоку Б1

Намена ове заштите је да обезбеди резервну заштиту за кварове у систему који нису изоловани деловањем заштита преносног система.

Код оваквих кварова је важно да се заштити генератор али је исто толико важно да се не наруши поузданост електроенергетског система. Наиме, уколико је подимпедантна заштита генератора подешена тако да реагује и у ситуацијама када генератор није угрожен термички или са аспекта стабилности, онда непотребно искључење генератора може да изазове прераспделу његове снаге на друге генераторе у мрежи, а то даље може да доведе до каскадног искључења истих.

На слици 2. дата је једнополна шема блока Б1 са парметрима елемената у табели 1. потребних за прорачун подимпедантне заштите .



Слика 2.: Једнополна шема блока Б1 у ТЕ „Никола Тесла“

Табела 1: Параметри потребни за прорачун подешавања подимпедантне заштите

Назив параметра	Параметри сведени на генераторски напон 21 kV	Параметри као улазна величина заштитног уређаја
Базна импеданса $Z_B(z_B)$	$z_B = 1 \text{ r.j.}$ $Z_B = \frac{U_n^2}{S_{nG}} = \frac{21^2}{727.5} = 0,606 \Omega$	$Z_B = Z_B \cdot \frac{n_{ST}}{n_{NT}} = 11,546 \Omega''$
Транзијентна реактанса $X'_d(x'_d)$	$x'_d = 0.38 \text{ r.j.}$ $X'_d = x'_d \cdot Z_B = 0,23 \Omega$	$X'_d = X'_d \cdot \frac{n_{ST}}{n_{NT}} = 4,388 \Omega''$

Назив параметра	Параметри сведени на генераторски напон 21 kV	Параметри као улазна величина заштитног уређаја
Директна реактанса $X_d (x_d)$	$x_d = 2,56$ г.ј. $X_d = x_d \cdot Z_B = 1,552 \Omega$	$X_d = X_d \cdot \frac{n_{ST}}{n_{NT}} = 29,56 \Omega''$
Реактанса трансформатора $X_T (x_T)$	$x_T = 0,131$ г.ј. $X_T = x_T \cdot Z_B = 0,0796 \Omega$	$X_T = X_T \cdot \frac{n_{ST}}{n_{NT}} = 1,516 \Omega''$
Импеданса ДВ 449/1 $Z_V (z_V)$	$z_V = (0,0012 + j 0,0121)$ г.ј. $Z_V = (0,0007 + j 0,0073) \Omega$	$X_V = X_V \cdot \frac{n_{ST}}{n_{NT}} = 0,1397 \Omega''$
$n_{ST} = 20000/5$ А/А = 4000 – однос трансформације струјних трансформатора; $n_{NT} = 21000/100$ V/V = 210 – однос трансформације напонских трансформатора;		

Зона 2:

Ова зона се подешава на мању вредност од три критеријума.

Критеријум 1

Према овом критеријуму у прорачуну подешавања би се уважио утицај међунапајања за кварове на далеководу 449/1. Међутим, како је блок Б1 једини извор са тог краја далековода 449/1 (Слика 2.), међунапајање не постоји и самим тим не утиче на импедантни досег за кварове на том далеководу.

У прорачуну се узима да досег износи 120% импедансе далековода 449/1 (маргина износи 20%) како би се осигурало да заштита реагује и за кварове при крају далековода. Маргина од 20% је нарочито потребна јер функција подимпедантне заштите у заштитном уређају Siemens 7UM исправно мери импедансу квара за трофазне и двофазне кварове у преносном систему али због спреге блок трансформатора (YNd5) мери већу од стварне импедансе квара при једнофазним кваровима у преносном систему.

Импедантни досег зоне 2 треба да износи:

$$z_2 = x_T + 1,2 \cdot x_V = 0,1313 + 1,2 \cdot 0,0122 = 0,14594 \text{ p.j.}$$

$$Z_2 = z_2 \cdot Z_B = 0,14594 \cdot 11,55 \Omega'' = 1,69 \Omega''$$

### Критеријум 2

Како би се задовољио овај критеријум, досег дистантне заштите не сме бити већи од 50% до 66,7% импедансе номиналног оптерећења (чему одговара 200% до 150% називне струје статора) при номиналном фактору снаге. У супротном може доћи до непотребног реаговања дистантне заштите при већим оптерећењима или стабилном њихању снаге.

Импеданса номиналног оптерећења је:

$$Z_{nom.opt} = Z_B = 11,546 \Omega''$$

С обзиром да за примењени заштитни уређај карактеристика подимпедантне заштите представља квадрат са центром у координатном почетку R-X дијаграма, подешавање досега зоне 2 према овом критеријуму 2 треба да износи:

$$Z_2 = 0,5 \cdot Z_{nom.opt} \cdot \cos \varphi_n = 0,5 \cdot 11,546 \cdot 0,918 = 5,30 \Omega''$$

### Критеријум 3

Критеријум 3 одређује досег друге зоне подимпедантне заштите као 80% до 90% импедансе погонског дијаграма генератора при углу импедансе далековода 449/1.

Према критеријуму 3 досег друге зоне подимпедантне заштите износи:

$$Z_2 = 0,8 \cdot Z_{P.D.pri 85^\circ} \cdot \sin(85^\circ) = 12,125 \Omega''$$

Досег зоне 2 треба одабрати према најмањем досегу из претходна три критеријума па се усваја вредност:  $Z_2 = 1,69 \Omega''$ .

Време одлагања деловања се подешава на вредност већу од времена одлагања деловања треће зоне дистантних заштита далековода у преносној мрежи. Обично се подешава на 1 s.

Зона 1:

Ова зона се подешава на мању вредност од два критеријума:

Критеријум 1

Досег зоне 1 се подешава на 120% од импедансе блок трансформатора, која у овом случају износи  $X_T = 1,516 \Omega''$  (Табела 1.). Дакле:

$$Z_1 = 1,2 \cdot X_T = 1,2 \cdot 1,516 \Omega'' = 1,82 \Omega''$$

Критеријум 2

Досег зоне 1 се подешава на 80% зоне 1 дистантне заштите далековода, увећане за импедансу блок трансформатора. Реактанса генератора је  $X_V = 0,14 \Omega$  (Табела 1.). Подешење (досег) зоне 1 према датом критеријуму је:

$$Z_1 = X_T + 0,8 \cdot (0,8X_V) = (1,516 + 0,64 \cdot 0,14) \Omega = 1,61 \Omega$$

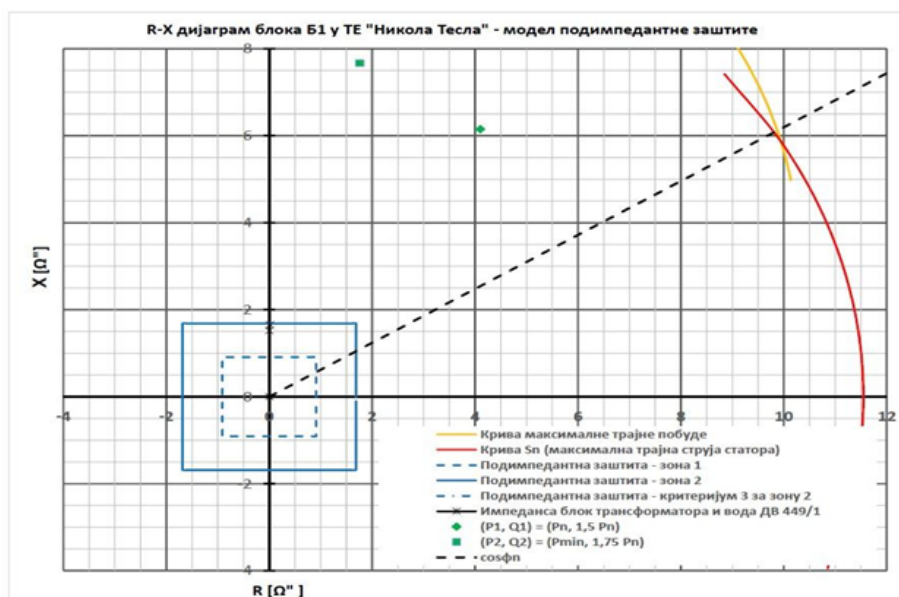
Уобичајено се усваја критеријум који даје мању вредност импедансе, тј.  $Z_1 = 1,61 \Omega$ . Међутим, нема смисла подешавати зону 1 подимпедантне заштите на вредност тако блиску импеданси одабраној за зону 2,  $Z_2 = 1,69 \Omega$ . Због тога се препоручује да импедантни досег зоне 1 буде подешен на 70% реактансе блок трансформатора, односно:

$$Z_1 = 0,7 \cdot X_T = 0,7 \cdot 1,516 \Omega = 1,06 \Omega$$

Време одлагања деловања се подешава на вредност већу од времена одлагања деловања примарних заштита (диференцијална заштита генератора, диференцијална заштита трансформатора, диференцијална заштита блока, диференцијална заштита сабирница). Време одлагања деловања може да износи 0,3 s.

Временско подешавање друге зоне подимпедантне заштите може да износи 1 s. На тај начин се обезбеђује довољно времена да дистантне заштите далековода искључе квар у преносној мрежи, а да подимпедантна заштита генератора не искључи блок непотребно. На Слици 3. су графички приказана усвојена подешавања првог степена ( $Z_1$ ) и другог степена ( $Z_2$ ) подимпедантне заштите.





Слика 3.: Графички приказ погонског дијаграма генератора (ПДГ), првог степена подимпедантне заштите ( $Z_1$ ), другог степена подимпедантне заштите ( $Z_2$ ) и тачака екстремног оптерећења

### 3.1. Провера дистантне заштите код екстремних оптерећења

Потребно је проверити подешавања подимпедантне (дистантне) заштите генератора како би се утврдило да заштита неће реаговати током екстремних поремећаја у мрежи уколико генератор није термички угрожен. Тако би се утврдило да у таквим случајевима не долази до непотребних искључења (на пример рад машине у режиму форсирања побуде). После распада система 2003. године у САД се раде провере за следећа екстремна оптерећења:

1. Генератор ради са називном активном снагом ( $P=P_n$ ) и са реактивном снагом у износу 150% номиналне активне снаге;
2. Генератор ради са 40% номиналне активне снаге и реактивном снагом у износу 175% номиналне активне снаге.

Оба случаја су дефинисана за 85% номиналног напона мреже на високонапонским изводима блок трансформатора.

Прорачун оптеретивости у две радне тачке

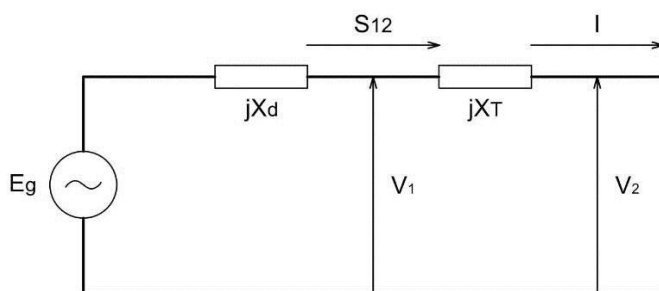
$$(1) P_1 = P_n = S_{nG} \cos \varphi_{nG} = 667,85 \text{ MW} \text{ и } Q_1 = 1,5 \cdot P_n = 1001,78 \text{ Mvar}$$

(2)  $P_2 = 0,4 \cdot P_n = 0,4 \cdot 667,85 \text{ MW} = 267,14 \text{ MW}$  и  $Q_2 = 1,75 \cdot P_n = 1168,74 \text{ Mvar}$

Претпоставка је да напон на високонапонским изводима блок трансформатора износи:

$$V_2 = 0,85 \cdot U_N \text{ мреже}$$

На Слици 4 приказана је еквивалентна шема за прорачун екстремних оптерећења.



Слика 4. Еквивалентна шема за прорачун екстремних оптерећења

Важи:

$$\begin{aligned} \underline{s}_{12} &= \underline{v}_1 \cdot \underline{i}_1^* = \underline{v}_1 \cdot \left( \frac{\underline{v}_1 - \underline{v}_2}{\underline{Z}} \right)^* = \underline{v}_1 \cdot \left( \frac{\underline{v}_1^* - \underline{v}_2^*}{\underline{Z}^*} \right) \\ &= \frac{v_1^2}{z} \angle \varphi - \frac{v_1 v_2}{z} \angle (\varphi + \theta_{12}) \end{aligned}$$

Ако се за фазни став  $\theta_2$  напона  $\underline{v}_2$  усвоји да је једнак нули, онда је  $\theta_{12} = \theta_1$  и  $\varphi = 90^\circ$ . Сада је:

$$\underline{s}_{12} = \frac{v_1^2}{z} \angle 90^\circ - \frac{v_1 v_2}{z} \angle (90^\circ + \theta_{12})$$

Добијене вредности импеданси екстремних оптерећења су:

$$Z_{(1)} = 7,18 \angle 54,44^\circ \Omega \text{ и } Z_{(2)} = 7,47 \angle 77,14^\circ \Omega$$

На слици 3. уцртане су тачка 1 ( $Z_{(1)} = 7,18 \angle 54,44^\circ \Omega$ ) и тачка 2 ( $Z_{(2)} = 7,47 \angle 77,14^\circ \Omega$ ) где се види да код подешавања подимпедантне заштите према досезима  $Z_1 = 1,06 \Omega$  и  $Z_2 = 1,69 \Omega$  неће доћи до неселективног искључења генератора. Међутим, да је подешавање другог степена

подимпедантне заштите извршено по критеријуму 3, досег зоне 2 би био  $Z_2=12,125 \Omega$ ". Види се са Сл. 3. да би дошло до нежељеног искључења генератора.

Друга зона подимпедантне заштите се може подесити и на основу прорачуна оптерећивости. За импедантни досег се може усвојити вредност која је за маргину од 20% до 25% мања од најмање импедансе екстремног оптерећења. У том случају би досег другог степена износио  $Z_2=0,75 \cdot 7,18 \Omega \cdot \sin 54,44^\circ \cong 4,38 \Omega$ ". Због већег досега препоручљиво је повећати и време одлагања деловања друге зоне на 1,5 s.

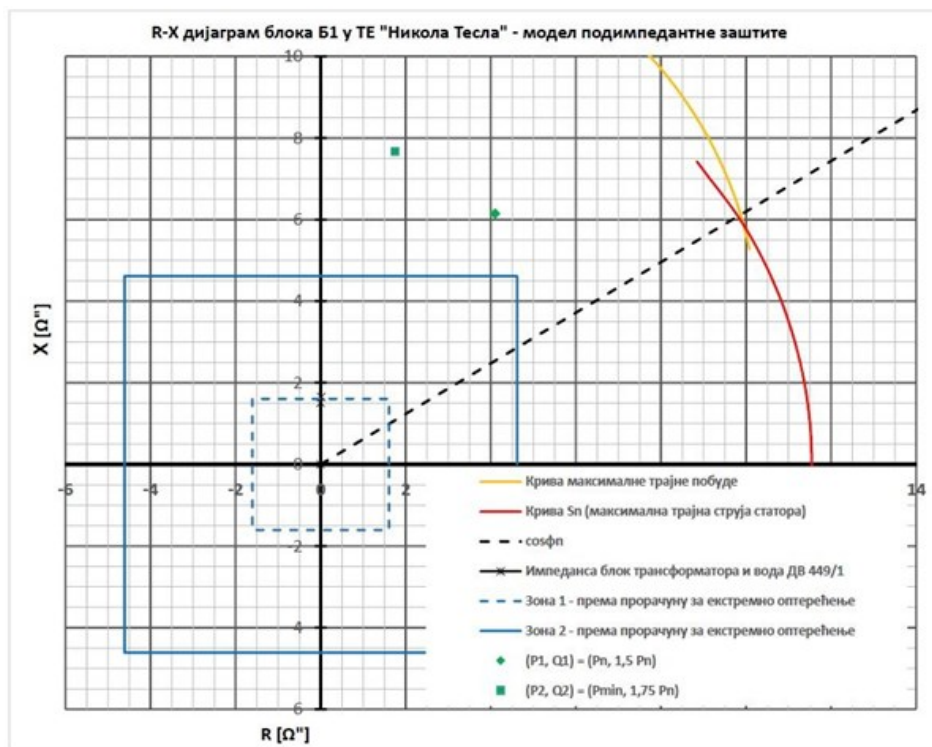
У случају оваквог подешавања зоне 2, за досег зоне 1 се може усвојити критеријум 2 из стандардног прорачуна према коме досег зоне 1 треба да износи  $1,61 \Omega$ ".

На слици 4. су приказане прва и друга зона дистантне заштите подешене према прорачуну за екстремна оптерећења и обликом карактеристике који је могуће подесити на постојећем заштитном уређају Siemens 7UM.

Осим поменуте две зоне (Z1 и Z2), постоји могућност подешавања и зоне Z1B која би била активна само када је искључен прекидач 400 kV. У том случају не мора се водити рачуна о међусобној селективности подимпедантне заштите и заштите у преносној мрежи па се зона Z1B може подесити на досег од  $4,38 \Omega$ " и време реаговања које износи 0,3 s.

С обзиром да зона Z2 може реаговати и при кваровима у преносном систему пожељно је подесити да ова зона делује само на искључење 400 kV прекидача. Зоне Z1 и Z1B треба да делују на искључења свих прекидача и искључења побуде и турбине.

На основу наведених прорачуна могу се препоручити две варијанте подешавања. Прва у којој су подешавања зоне 1 и зоне 2 израчуната без провере на екстремна оптерећења. У другој варијанти досег зоне 2 се подешава према прорачуну за екстремна оптерећења а досег зоне 1 тако да захвата 80% дужине далековода 449/1. У Табели 2. дат је преглед тренутних и предложених подешавања подимпедантне заштите у заштитном уређају Siemens 7UM.



Слика 4. Графички приказ погонског дијаграма генератора (ПДГ), првог степена заштите (Z1) и другог степена заштите (Z2) подешених према прорачуну за екстремна оптерећења, тачака екстремног оптерећења (Z1 и Z2)

Табела 2: Постојећа и предлог подешења подимпедантне заштите

Адреса параметра	Назив параметра	Постојеће подешење	Предлог подешења (Б1 и Б2)	
			Предлог бр. 1 (F101, F201)	Предлог бр. 2 (F101, F201)
3306	Impedance Zone Z1	1.06Ω"	1.06Ω"	1.61Ω"
3307	Impedance Zone Z1 Time Delay	0.20sec	0.30sec	0.30sec
3308	Impedance Zone Z1B	1.82Ω"	1.69Ω"	4.38Ω"

Адреса параметра	Назив параметра	Постојеће подешење	Предлог подешења (Б1 и Б2)	
			Предлог бр. 1 (F101, F201)	Предлог бр. 2 (F101, F201)
3309	Impedance Zone Z1B Time Delay	0.20sec	0.30sec	0.30sec
3310	Impedance Zone Z2	1.82Ω"	1.69Ω"	4.38Ω"
3311	Impedance Zone Z2 Time Delay	0.50sec	1.00sec	1.50sec

#### 4. Закључак

Постојеће решење које се односи на координацију лимитера максималне струје статора са зашитама од преоптерећења статора, прекострујном заштитом са инверзном карактеристиком и дозвољеним преоптерећењем статора је погрешно урађено. Постојеће подешење прекострујне заштите са инверзном карактеристиком се налази испод криве краткотрајних термичких могућности статора што је недозвољено. Такође заштита од преоптерећења статора нема маргину према кривој дозвољених преоптерећења статора (краткотрајним техничким могућностима статора). Предложено решење обезбеђује координацију заштита, лимитера максималне струје статора и краткотрајних термичких могућности статора.

Што се тиче прорачуна подимпедантне заштите препоручене се две варијанте преподешења. Прва у којој су подешења зоне 1 и зоне 2 су израчунате без провере на екстремним оптерећењима.

У другој варијанти досег зоне 2 се подешава према прорачуну за екстремна преоптерећења а досег зоне 1 тако да покрива 80% дужине 400кV далековода 449/1.

У раду је дата преглед трнутног и предложених подешавања подимпедантне заштите у уређају релејне заштите.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] IEEE Guide for AC Generator Protection," in *IEEE Std C37.102-2006 (Revision of IEEE Std C37.102-1995)*, vol., no., pp.1-177, 2006  
doi: 10.1109/IEEEESTD.2006.320495
- [2] IEEE Guide for AC Motor Protection," in *IEEE Std C37.96-2012 (Revision of IEEE Std C37.96-2000)*, vol., no., pp.1-160, Feb. 20 2013  
doi: 10.1109/IEEEESTD.2013.6468048
- [3] IEEE Guide for Protecting Power Transformers," in *IEEE Std C37.91-2008 (Revision of IEEE Std C37.91-2000)*, vol., no., pp.1-139, May 30 2008  
doi: 10.1109/IEEEESTD.2008.4534870
- [4] *International Guide on the Protection of Synchronous Generators*, CIGRE, October 2011. <http://www.e-cigre.org/Order/select.asp?ID=15714>
- [5] „Power Plant and Transmission System Protection Coordination“, North American Electric Reliability Corporation - NERC System Protection and Control Subcommittee
- [6] „Network Protection and Automation Guide“, Alstom Grid
- [7] „Анализа стања заштите на објекту „ТЕ Колубара, ХЕ Ђердап 2, ХЕ Ђердап 2 , ТЕ Костолац А, ТЕ Костолац Б и смернице за њихову реконструкцију ИНТ, Београд 2011,2012“.
- [8] Правила о раду преносног система (ЕМС 2015)
- [9] „Анализа стања заштите на објекту ТЕНТ Б и смернице за њихову реконструкцију“ ИНТ, Београд 2014
- [10] Инструкција multifunctional generator protection 7UM62( Siemens)
- [11] Изештаји о испитивању електричних заштита термоблокова (испитне листе ИНТ више од 100 листа)
- [12] Инструкција 7UT633 (Siemens).

**Abstract.** The relay protection settings performed in the largest thermal powerplant (TE “Nikola Tesla B”) are referred and explained in this paper. The first calculation step is related to the coordination of the maximum stator current limiter settings, the overcurrent protection with inverse characteristics settings and the permitted overload of the generator stator B1.

In the second calculation step the settings of impedance generator protection are determined, and the methods and criteria according to which the calculations are done are described. Criteria used to provide the protection to fulfil the backup protection role in the event of malfunction of the main protection of the transmission system. are

clarified. The calculation of all protection functions (32 functions) of generator B1 were performed in the project "Coordination of relay protection blocks B1 and B2 with the system of excitation and power system protections -TENT B"

**Keywords:** Impedance protection, overcurrent protection with inverse characteristic, the stator maximum current limiter.

## **Relay protection coordination with generator capability curve, excitation system limiters and power system relay protections settings**

Danilo Buha, Boško Buha, Dušan Jačić, Saša Gligorov, Marko Božilov,  
Savo Marinković, Srđan Milosavljević

Rad primljen u uredništvo: 04.11.2016. godine.

Rad prihvaćen: 08.12.2016. godine.

