

Dinamika i regulacija EES-a

Jesenski rok 8.9.2014.

1. U dijelu EES-a s nazivnom frekvencijom $f_n = 50 \text{ Hz}$ rade dva agregata sa sljedećim podacima

$$\begin{aligned} S_{n1} &= 400 \text{ MVA} & \sigma_1 &= 0,02 \\ S_{n2} &= 200 \text{ MVA} & \sigma_2 &= 0,04 \end{aligned}$$

Nakon promjene opterećenja u sustavu ($\Delta P = 100 \text{ MW}$, $\Delta Q = 20 \text{ Mvar}$), treba izračunati:

- a) regulacijsku energiju sustava uz $S_B = 1000 \text{ MVA}$
- b) promjenu frekvencije sustava (izraženu u p.u. i Hz)
- c) raspodjelu promjene snage na aggregate

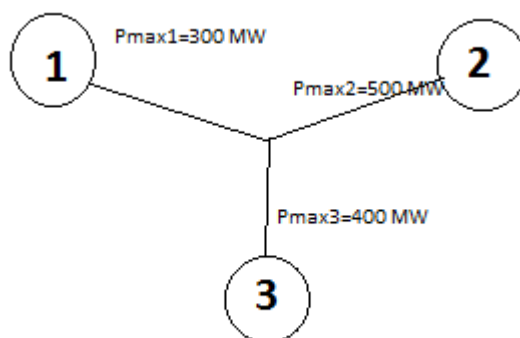
2. Dva asinkrona motora opterećena nazivnim snagama $P_{n1} = 6 \text{ kW}$, $\cos \varphi_1 = 0,82$, $\eta_1 = 82\%$ i $P_{n2} = 10 \text{ kW}$, $\cos \varphi_2 = 0,88$, $\eta_2 = 85\%$, paralelno su priključeni na zajedničke sabirnice u mreži 400V. Potrebno je izračunato ukupnu struju koja teče iz mreže prema sabirnicama na koje su motori priključeni te $\cos \varphi$ na predmetnim sabirnicama. Koliku kondenzatorsku bateriju treba paralelno priključiti na motorske sabirnice da bi na njima $\cos \varphi$ iznosio 0,95?

3. Tri sustava rade paralelno. Snage proizvodnje i potrošnje u sustavima su:

Proizvodnja		Potrošnja	
Snaga [MW]	Reg. Energija [MW/Hz]	Snaga [MW]	Reg. Energija [MW/Hz]
$P_{g1} = 400$	$K_{g1} = 350$	$P_{p1} = 300$	$K_{p1} = 50$
$P_{g2} = 450$	$K_{g1} = 300$	$P_{p2} = 900$	$K_{p2} = 100$
$P_{g3} = 850$	$K_{g1} = 150$	$P_{p3} = 500$	$K_{p3} = 50$

Što će se dogoditi ako se istodobno smanji potrošnja u sustavima 2 i 3 smanji potrošnja za navedene iznose? Sekundarna regulacija nije raspoloživa u sustavu 1. Pretpostavite da je sustave moguće regulirati u rasponu $\pm 2,5 \text{ Hz}$ oko nazivne frekvencije. Odstupanja u ravnoteži proizvodnje i generacije od 10 MW su dozvoljena. Prijenosne moći spojnih vodova P_{\max} su prikazane na slici. Izračunati konačno stanje u svim vodovima te sva međustanja koja sustavi prolaze prije tog novog konačnog stacionarnog stanja.

$$\begin{aligned} \Delta P_{p2} &= -200 \text{ MW} \\ \Delta P_{p3} &= -300 \text{ MW} \\ f_0 &= f_B = 50 \text{ Hz} \end{aligned}$$



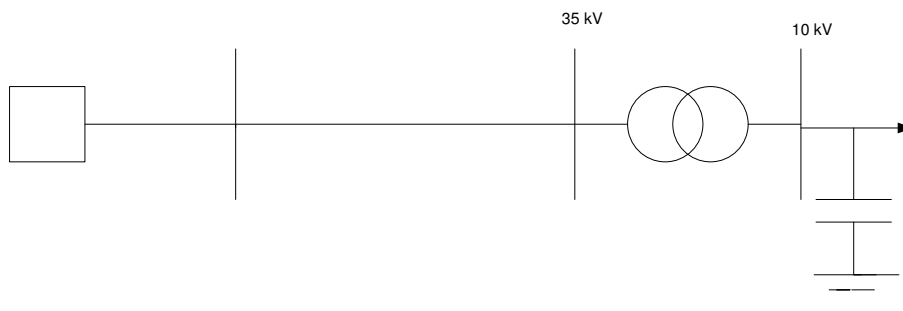
4. Industrijski potrošač sa prosječno 240 sati mjesečno, ima srednjemjesečnu izmjerenu potrošnju električne energije od 450 MWh i 425 Mvarh. Izračunati snagu kondenzatorske baterije (pretpostaviti da je snaga kond. baterije zaokružena na 50 kvar) koja će srednji mjesečni faktor snage svesti na 0,95. Ako su specifična ulaganja u kondenzatorsku bateriju 500 kn/kVAr, a jedinična cijena prekomjerno utrošene jalove energije 0,16 kn/kvarh, izračunati vrijeme povrata investicije.

5. U TS 35/10 kV sa zadanim podacima, treba na 10 kV sabirnicama ugraditi kondenzatorsku bateriju koja će pri maksimalnom opterećenju $P_{max} = 8 \text{ MW}$ popraviti faktor snage sa $\cos \varphi_1 = 0,825 \text{ (ind.)}$ na $\cos \varphi_2 = 0,95 \text{ (ind.)}$. Odrediti odgovarajuću nazivnu snagu i kapacitet kondenzatorske baterije, ako je ona spojena u zvijezdu. Također, u slučaju uključene kondenzatorske baterije, treba odrediti:

- napon na početku i kraju DV 35 kV
- struju u DV 35 kV
- gubitke snage u DV 35 kV (prije i poslije priključenja KB)

Pretpostaviti linijski napon od 9,6 kV na 10 kV sabirnicama. Impedancije su računate na 10 kV naponskom nivou).

$$\begin{aligned} R_{DV} &= 0,250 \, \Omega & R_t &= 0,200 \, \Omega \\ X_{DV} &= 0,150 \, \Omega & X_t &= 1,390 \, \Omega \end{aligned}$$



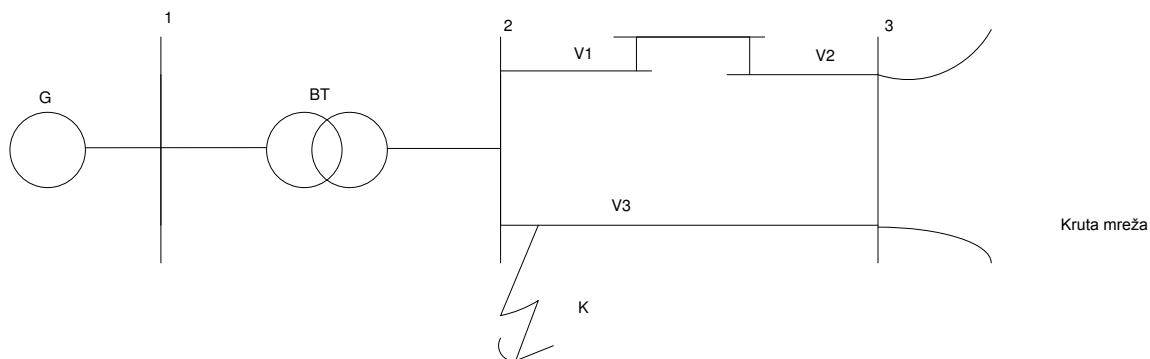
6. Naći maksimalne prijenosne snage za s obzirom na granice prijelazne stabilnosti, za pogonsko stanje prema slici, u sljedećim slučajevima:

- Normalno stanje (prije kvara);
- Trofazni kratki spoj na početku jednog od dva paralelna voda;
- Dvofazni kratki spoj u istoj točki kao i b);
- Jednofazni kratki spoj u istoj točki kao i b);
- Dvofazni kratki spoj sa zemljom u istoj točki kao i b);
- Stanje poslije isključenja voda u kvaru.

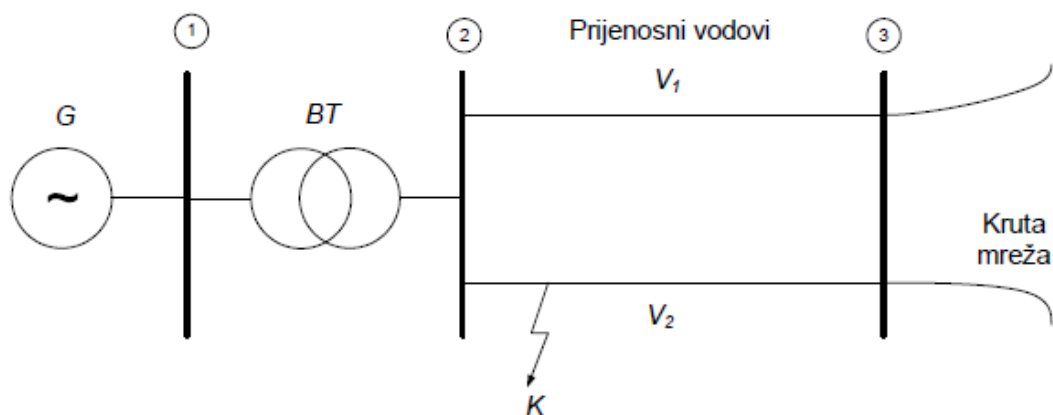
U rekapitulaciji proračuna vrednovati slučajeve a-f, po kriteriju maksimalne prijenosne snage.

Jednopolna shema i osnovni parametri sustava zadani su slikom.

$E' = 1,1 \text{ p.u.}$	$X_{dT} = X_{iT} = 0,11 \text{ p.u.}$	$X_{dV1} = X_{dV2} = X_{dV3} = 0,0125 \text{ p.u.}$
$X'_d = 0,34 \text{ p.u.}$	$X_{0T} = 0,083 \text{ p.u.}$	$X_{iV1} = X_{iV2} = X_{iV3} = 0,0125 \text{ p.u.}$
$X_d = X_i = X'_d \text{ p.u.}$	$U_\infty = 1 \text{ p.u.}$	$X_{0V1} = X_{0V2} = X_{0V3} = 0,037 \text{ p.u.}$



7. Trofaznog kratkog spoja s nultom impedancijom luka na vodu V2, neposredno iza sabirnica višeg napona generatorskog blok transformatora. Objasniti što su veličine koje se traže u zadatku, skicirati ih i označiti na grafu. Ukratko objasniti što se dešava u promatranom vremenu. U normalnom stanju, prije kvara, generator daje u krutu mrežu snagu $P_\infty = 0,9 \text{ p.u.}$, pri naponu $U_\infty = 1,0 \text{ p.u.}$ i faktoru snage $\cos \varphi = 1,00 \text{ p.u.}$ Bazne vrijednosti za proračun relativnih jedinica su $S_B = S_{ng}$ i $U_B = U_\infty$. Dio mreže zadan je slikom.



$X'_d = 0,3 \text{ p.u.}$	$X_T = 0,122 \text{ p.u.}$	$X_{V1} = 0,015 \text{ p.u.}$	$U_\infty = 1 \text{ p.u.}$
$mD^2 = 7200 \text{ tm}^2$	$S_{nT} = 150 \text{ MVA}$	$X_{V2} = 0,015 \text{ p.u.}$	$P_\infty = 1 \text{ p.u.}$
$n_n = 125 \text{ okr/min}$	$S_{nG} = 150 \text{ MVA}$	$\cos \varphi_\infty = 1 \text{ p.u.}$	