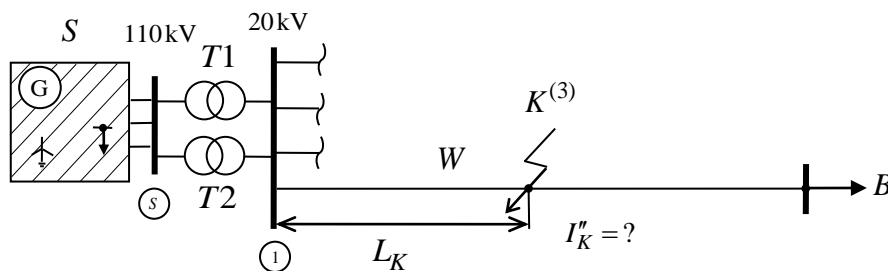


Упражнение № 6

ТЕМА: ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЕФЕКТИВНАТА СТОЙНОСТ НА СВРЪХПРЕХОДНИЯ ТОК ПРИ ТРИФАЗНО КЪСО СЪЕДИНЕНИЕ ЧРЕЗ МЕТОДА НА МАКСИМАЛНО ПРОПУСКАТЕЛНИТЕ МОЩНОСТИ

Задача 1: На фиг.6.1 е показана принципната схема на част от разпределителна мрежа, захранвана от понижаваща двутрансформаторна подстанция 110/20 kV. Върху електропровод W на отстояние L_K от подстанцията е възникнало метално трифазно късо съединение. Като се приложи метода на максимално пропускателните мощности на елементите на ЕЕС, да се изчисли ефективната стойност на свръхпреходния ток в мястото на късото съединение (I''_k) в kA.

Вариантите на параметрите на елементите на схемата са дадени в табл.6.1 до табл.6.3. (в края на упражнението).



Фиг.6.1. Принципна изчислителна схема към задача 1

Методични указания.

Решението включва следните етапи:

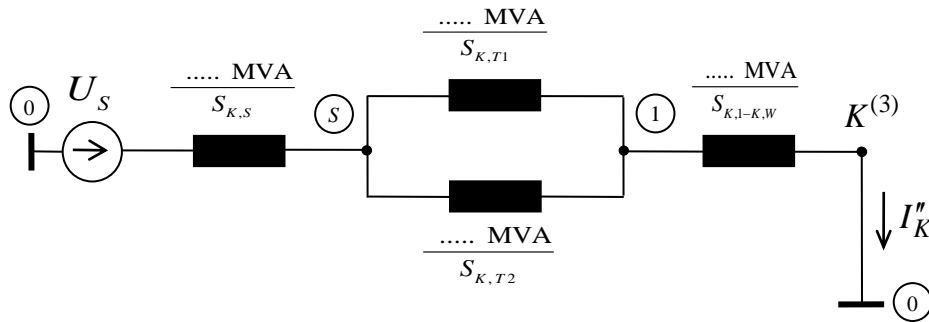
- 1. Студентът съставя индивидуалните условия на задачата:
- варианта за параметрите на елементите се задава от ръководителя на упражнението;
 - отстоянието L_K , определящо мястото на късото съединение се изчислява чрез израза:

$$L_K = \frac{K_K \cdot K_N}{100} \cdot L_W, \text{ km, където } K_N \text{ е номера на студента в списъка на групата, а}$$
$$K_K = \begin{cases} 10, & \text{ако } K_N \leq 10 \\ 1, & \text{ако } K_N > 10 \end{cases}$$

- 2. Съставя се изчислителна схема от максимално пропускателните мощности на елементите на ЕЕС

Изчислителната схема по конфигурацията съответства на принципната схема. На всеки елемент от принципната схема се съпоставя условния графичен знак за максимално пропускателна мощност (за разлика от условния знак за Z). По този начин се получава галванически свързана схема, т.е. не се налага привеждане към едно от нивата на напрежението, което е предимство на метода. Друго предимство е, че не е необходимо да се изчисляват е.д.н. на източниците. Е.д.н. само се отразяват в схемата и се приема, че са еднакви за всички

източници, което позволява да се обединят в един възел. Понеже късото съединение е метално, възелът с късото съединение се съединява с нулевата шина. За разглежданата задача изчислителната схема е показана на фиг.6.2.



Фиг.6.2.

□ 3. Изчисляване на максимално пропускателните мощности в изчислителната схема

Максимално пропускателните мощности на елементите на ЕЕС се

изчисляват както следва:

– за генератор: $S_{K,G} = \frac{S_{ном,G}}{X_{d^*(H)}''}$, MVA;

– за обобщена система: $S_{K,S} = S_K^{(3)}$, MVA ;

– за двунамотъчни трансформатори: $S_{K,T} = \frac{100 \cdot S_{ном,T}}{u_k \%}$, MVA ;

– за тринмотъчни трансформатори:

$$S_{K,H,T} = \frac{100 \cdot S_{ном,T}}{u_{k,H} \%}, \text{ MVA}; S_{K,C,T} = \frac{100 \cdot S_{ном,T}}{u_{k,C} \%}, \text{ MVA}; S_{K,B,T} = \frac{100 \cdot S_{ном,T}}{u_{k,B} \%}, \text{ MVA},$$

$$u_{k,H} \% = 0,5(u_{k,B-H} \% + u_{k,C-H} \% - u_{k,C-G} \%);$$

$$u_{k,C} \% = 0,5(u_{k,B-C} \% + u_{k,C-H} \% - u_{k,B-H} \%);$$

$$u_{k,B} \% = 0,5(u_{k,B-C} \% + u_{k,B-H} \% - u_{k,C-H} \%).$$

където:

– за електропровод: $S_{K,W} = \frac{U_{ср,ном}^2}{|Z_W|}$, MVA ;

– за реактор, когато $U_{ном,LR} = U_{ном,мрежа}$, $S_{K,LR} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{ном,LR} \cdot U_{ср,ном}}{X_{LR} \%}$, MVA ,

където $U_{ср,ном}$ е средното номинално напрежение на мрежата, в която се монтира реактора. Ако

$$U_{ном,LK} > U_{ном,мрежа}, \text{ то } S_{K,LR} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{ном,LR} \cdot U_{ср,ном}^2}{X_{LR} \% \cdot U_{ном,LR}}, \text{ MVA};$$

- за комплексен товар: $S_{K,B} = S_B$, MVA;
- за ветроагрегати, директно свързани към мрежата $S_{K,BA} = \frac{S_{ном,BA}}{|\dot{Z}_{BA^{*(n)}}''|}$, MVA;
- за ветрогенератори, свързани към мрежата чрез инвертори и за PV- системи:

$$S_{K,И} = \sqrt{3} \cdot U_{ср.ном} \cdot I_{доп.инвертор}$$
, MVA .

За конкретната задача се използват следните изрази:

$$S_{K,S} = S_K''$$
, MVA (от табл.6.3);

$$S_{K,T1} = S_{K,T2} = \frac{100 \cdot S_{ном,T1}}{u_k \%}$$
, MVA, ($S_{ном,T1}$ и u_k % от табл.6.1);

$$S_{K,1-K,W} = \frac{U_{ср.ном}^2}{|\dot{Z}_{1-K,W}'|}$$
, MVA, където $U_{ср.ном} = 21kV$; $\dot{Z}_{1-K,W}' = (R_1 + jX_1) \cdot L_K$, Ω , R_1 и X_1 от табл.6.2.

Резултатите се нанасят над съответните буквени означения на фиг.6.2.

- 4. Еквивалентно се преобразува изчислителната схема до схема с един елемент, включен между възела с късото съединение и възела, в който са обединени е.д.н. на източниците

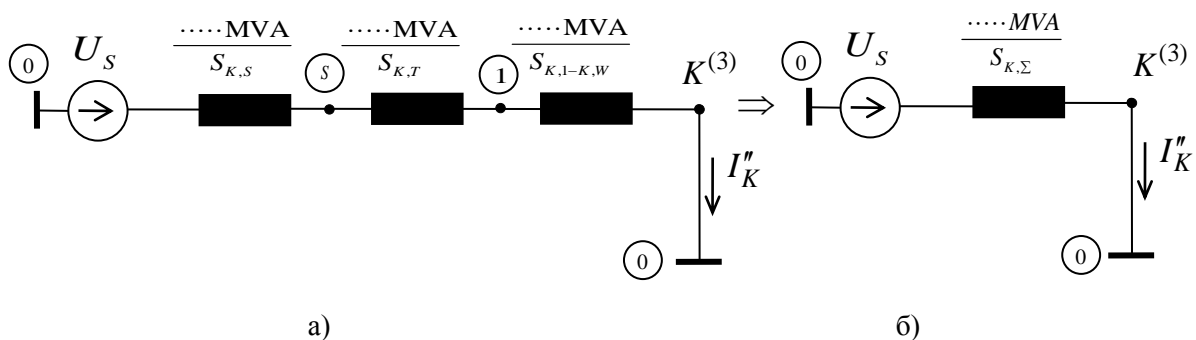
Максимално пропускателната мощност на еквивалентно преобразуваната схема се отбелязва с $S_{k\Sigma}$. **За еквивалентните преобразувания (трансфигурации) се използват формулите, валидни за линейни вериги, съставени само от проводимости.**

В конкретната задача, преобразуването се извършва на два етапа, както това е показано на фиг.6.3. Първо – паралелно включените максимално пропускателни мощности на трансформаторите между възли S и 1 се обединяват в една мощност:

$$S_{K,T} = S_{K,T1} + S_{K,T2}$$
, MVA (фиг.6.3а).

След това трите последователни мощности $S_{K,S}, S_{K,T}, S_{K,1-K,W}$ се обединяват в една мощност (фиг.6.3б):

$$S_{K,\Sigma} = \frac{1}{\frac{1}{S_{K,S}} + \frac{1}{S_{K,T}} + \frac{1}{S_{K,1-K,W}}}$$
, MVA



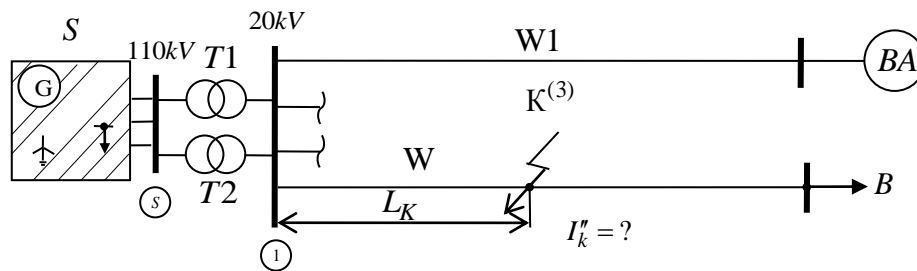
Фиг.6.3.

- 5. Изчислява се търсения свръх преходен ток в мястото на късото съединение чрез изрази:

$$I_k'' = \frac{S_{K\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp.ном.,K}}, \text{ кА, където } U_{cp.ном.,K} \text{ е средното номинално напрежение на мрежата, в която}$$

е възникнало късото съединение. В задачата $U_{cp.ном.,K} = 21\text{kV}$.

Задача 2: Да се реши задача 1 при условие, че в извод след електропровод W1 е включен директно ветроагрегат с $P_{ном} = 3\text{MW}$; $\cos \phi_{ном} = 0.96$; $R_{B4^{*(H)}} = 0.11\text{о.е.}$; $X_{B4^{*(H)}}'' = 0.16\text{о.е.}$ и параметрите на електропровода са $Z_{W1} = 5.4 + j4.62\Omega$ (вж. фиг.6.4).



Фиг.6.4. Принципна изчислителна схема към задача 2

Данни за ЕЕС:

табл.6.1 – трансформатори T1 и T2

Вариант	$S_{ном}, \text{MVA}$	$U_{B,ном}, \text{kV}$	$U_{H,ном}, \text{kV}$	$u_k\%$	$\Delta P_k, \text{kW}$
1	16	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	22	10,5	114
2	25	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	22	10,5	158
3	40	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	22	11	225

Табл.6.2 – електропровод W

Вариант	$R_1, \Omega/\text{km}$	$X_1, \Omega/\text{km}$	L_w, km
1	0,63	0,39	8
2	0,45	0,385	12
3	0,33	0,38	18

Табл.6.3 система S

Вариант	S_K'', MVA
1	800
2	1050
3	1200