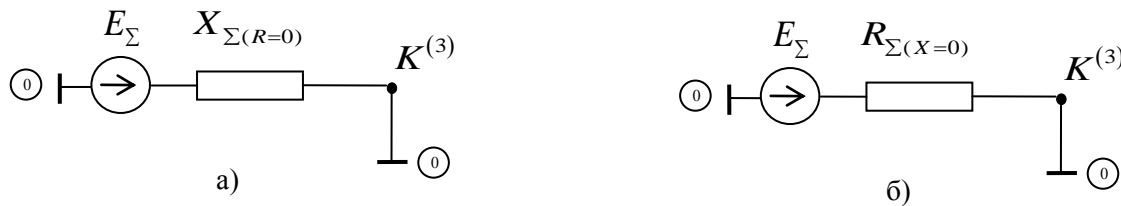


Упражнение № 5

ТЕМА: ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УДАРНИЯ ТОК В МЯСТОТО НА ТРИФАЗНО КЪСО СЪЕДИНЕНИЕ В МРЕЖИ ЗА ВИСОКО НАПРЕЖЕНИЕ

Въведение: Ще припомним, че в общия случай мрежите за високо напрежение са многостранно захранени и сложно затворени. Затова по отношение на преходните съставлящи на тока при к.с. не може да се състави обобщена е.з.с. като едноконтурна късосъединена верига (както това се прави в упражнение № 2). Обобщената едноконтурна схема е приложима само за периодичната съставка на тока. Точното изчисляване на аperiодичните преходни съставлящи изисква съставяне и решаване на линейна хомогенна система диференциални уравнения, описваща преходното състояние в независимите контури на подробната еквивалентна заместваща схема. Токовете в независимите контури затихват с различни времекопстанти. Следователно аperiодичния ток в мястото на к.с. ще е сума от токове, затихващи с различни времекопстанти.

В инженерната практика често се използва следната опростена методика – приема се, че аperiодични ток в мястото на к.с. затихва с една еквивалентна константа $T_{a,e}$, определена чрез съпротивленията на две обобщени (едноконтурни) схеми спрямо мястото на к.с, показани на фиг.5.1. Схемата от фиг.5.1а) е получена от е.з.с. на ЕЕС, съставена само с индуктивните съпротивления, а тази от фиг.5.1б) – само с активните съпротивления.

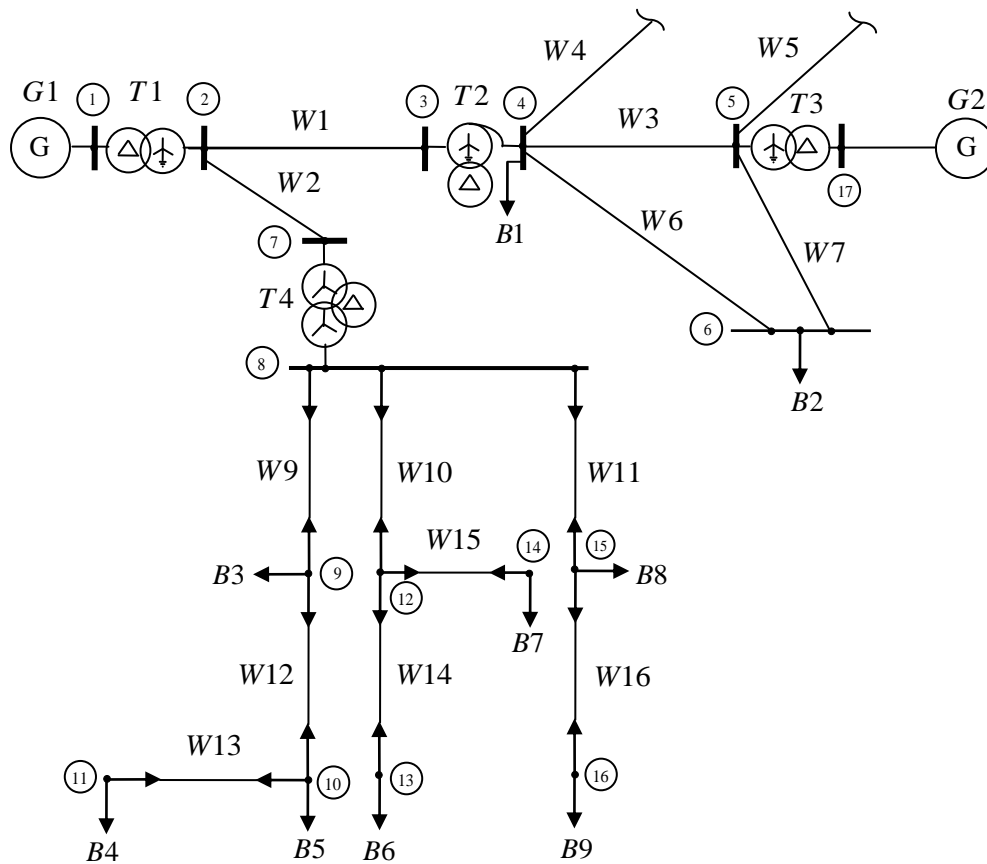


фиг.5.1.

Еквивалентната константа $T_{a,e}$, ударния коефициент k_y и ударния ток i_y , при изчислителното условие $\alpha - \varphi_K = \pm 90^\circ$ се изчисляват чрез известните изрази:

$$T_{a,e} = \frac{X_{\Sigma(R=0)}}{314 \cdot R_{\Sigma(X=0)}} \quad , \text{ s};$$
$$k_y = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_{a,e}}} \quad ;$$
$$i_y = \sqrt{2} \cdot I_K'' \cdot k_y \quad , \text{ kA}$$

Задача 1: На фиг.5.1 е показана принципната схема на част от ЕЕС (която е същата като в упражнения № 3 и № 4). Във възел 7 е възникнало метално трифазно к.с. Необходимо е да се изчисли ударния ток i_y в мястото на к.с. за изчислителното условие $\alpha - \varphi_K = \pm 90^\circ$. Параметрите на елементите на ЕЕС за студентските групи са дадени в табл.5.1 ÷ табл.5.5. (в края на текста на упражнението).



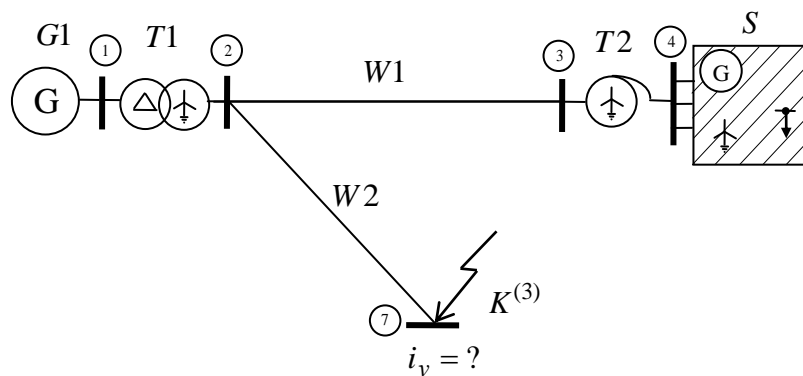
фиг.5.2. Принципна схема на ЕЕС

Методични указания.

Решението включва следните етапи:

□ 1. Съставяне на изчислителна принципна схема.

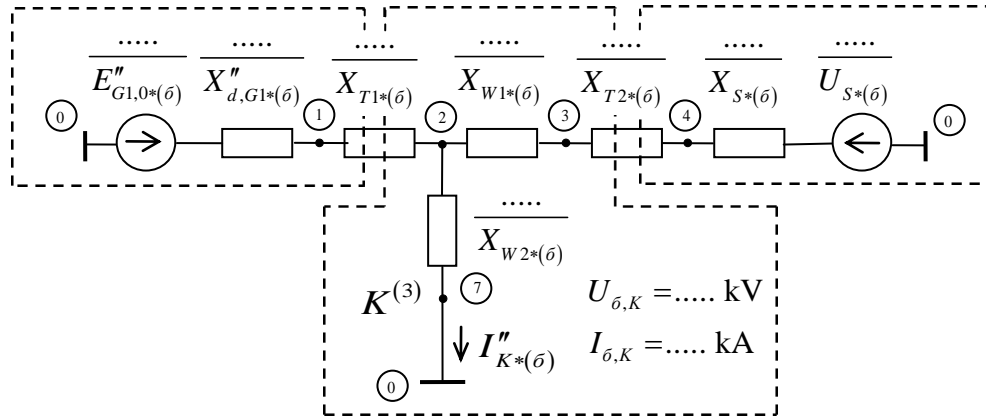
Отчитайки възможността електрически отдалечените (през две трансформации) генератори да се представят с обобщена система S и товарите да не се отразяват, то за изчислителната принципна схема за к.с. във възел 7 се получава схемата, показана на фиг.5.3.



Фиг.5.3 Изчислителна принципна схема

□ 2. Съставяне на е.з.с. за определяне на I_k'' (вж. упражнение № 3).

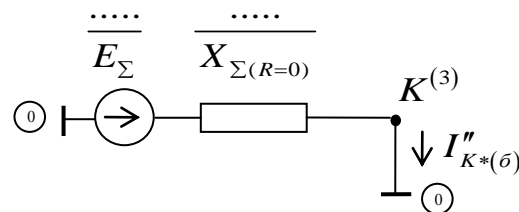
Е.з.с. е показана на фиг.5.4. Уместно е схемата да се състави в о.е. чрез приблизително приравняване със същите базисни условия, използвани в зад.2 на упражнение № 3. Тогава част от резултатите за схемата от фиг.3.5. могат да се използват и за фиг.5.4.



Фиг.5.4 Еквивалентна заместваща схема, отчитаща само индуктивните съпротивления на елементите

□ 3. Изчисляване на I_k''

Схемата от фиг.5.4. еквивалентно се преобразува спрямо мястото на к.с. до обобщената схема, показана на фиг.5.5.



Фиг.5.5 Обобщена еквивалентна заместваща схема спрямо мястото на к.с., отчитаща само индуктивните съпротивления на елементите

Тогава за търсения свръхпреходен ток в мястото на к.с. се получава:

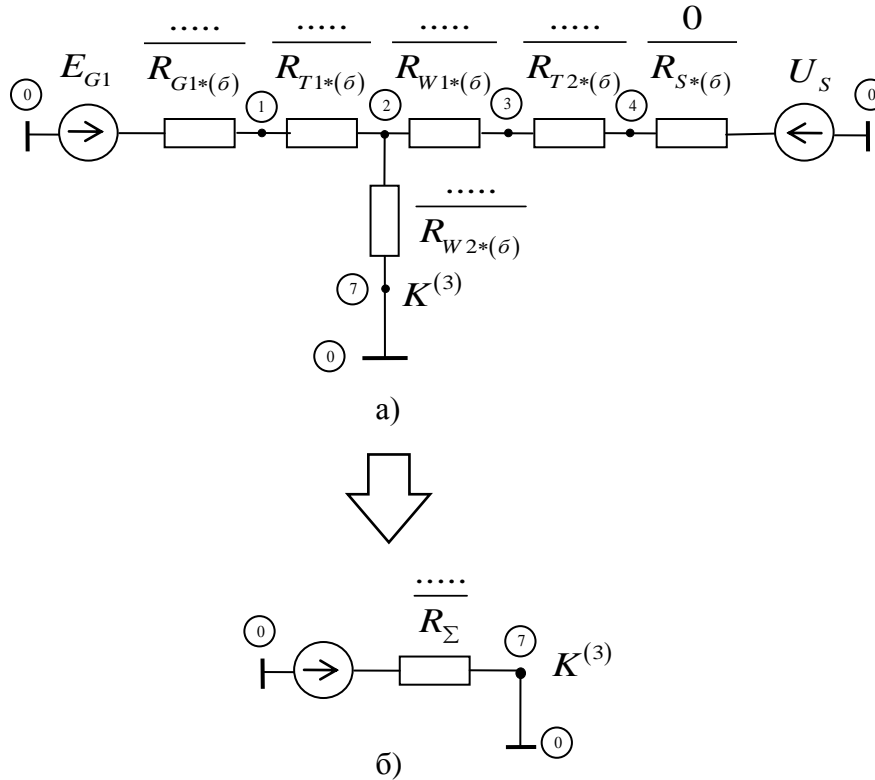
$$I_K'' = \frac{E_{\Sigma}}{X_{\Sigma(R=0)}} \cdot I_{\sigma,K}, \text{ kA}$$

□ 4. Определяне на ударния коефициент k_y

$$k_y = 1 + e^{\frac{-0.01}{T_{a,e}}}, \text{ където } T_{a,e} = \frac{X_{\Sigma(R=0)}}{314 \cdot R_{\Sigma(X=0)}}, \text{ s.}$$

$X_{\Sigma(R=0)}$ се взема от фиг.5.5. За определяне на $R_{\Sigma(X=0)}$ се съставя е.з.с. отчитаща само активните съпротивления на елементите. Схемата е показана на фиг.5.6а). В тази схема не е необходимо да се записват стойностите на електродвижещите напрежения, защото ще се преобразува само пасивната й част. Активното съпротивление на обобщената системата S може да се приеме равно на нула. За изчисляване на активните съпротивления на електропроводите и трансформаторите виж упражнение № 1. Активното съпротивление на генератора $G1$ се изчислява чрез изказа:

$$R_{G1*(\delta)} = R_{G1*(н)} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{ном,G1}}, \text{ о.е.}$$



Фиг.5.6. Еквивалентни заместващи схеми, отчитаща само активните съпротивления на елементите:
а) изходна; б) обобщена спрямо мястото на к.с.

□ 5. Изчисляване на търсения ударен ток

При изчислителното условие $\alpha - \varphi_K = \pm 90^\circ$, ударния ток се изчислява чрез израза:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot I_K'' \cdot k_y, \text{ kA}$$

Данни за ЕЕС:

табл.5.1 – параметри на G1 и G2

Вариант	$P_{ном}$	$U_{ном}$	$\cos \varphi_{ном}$	$x_{d*(н)}$	$x'_{d*(н)}$	$x''_{d*(н)}$	$x_{2*(н)}$	$R_{a*(н)}$	T_{d0}	T_d''
	MW	kV	–	о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	о.е.	s	s
1	63	6,3	0,8	1,6	0,27	0,2	0,24	0,003	5,4	0,12
2	100	10,5	0,8	1,72	0,24	0,183	0,23	0,0025	6,2	0,18
3	165	15,75	0,85	1,78	0,3	0,21	0,26	0,0028	7,1	0,13

Изходен режим на генераторите преди смущението – номинален.



табл.5.2 – параметри на T1 и T3

Вариант	$S_{ном}$	$U_{ном,В}$	$U_{ном,Н}$	u_k	ΔP_k	Свързване
	MVA	kV	kV	%	kW	
1	125	121	6,3	10,5	320	Y ₀ d-1
2	125	121	10,5	10,5	320	Y ₀ d-11
3	200	121	15,75	11,0	570	Y ₀ d-9

табл.5.3 – параметри на T2

Вариант	$S_{ном}$	$U_{ном,В}$	$U_{ном,С}$	$U_{ном,Н}$	$u_{k,BC}$	$u_{k,BH}$	$u_{k,CH}$	ΔP_k	Свързване
	MVA	kV	kV	kV	%	%	%	kW	
1	125	230	115	35	11	35	22	255	Y ₀ y ₀ d-0/5
2	125	230	115	35	11	31	19	290	Y ₀ y ₀ d-0/5
3	200	230	115	35	10,5	32	20	430	Y ₀ y ₀ d-0/5

табл.5.4 – параметри на T4

Вариант	$S_{ном}$	$U_{ном,В}$	$U_{ном,Н}$	u_k	ΔP_k	Свързване
	MVA	kV	kV	%	kW	
1	16	110	21	10,5	45	Y ₀ d-5
2	25	110	21	10,5	65	Y ₀ d-9
3	40	110	21	10,5	82	Y ₀ d-3

табл.5.5 – параметри на въздушните електропроводи

№	Фазови проводници								Мълниезащитно въже				
	L_w	марка	S	d_ϕ	R_ϕ	D_{cp}	h_{cp}	S_{cp}	марка	R_v	X_g	$D_{вcp}$	h_v
	km	–	mm ²	mm	Ω/km	m	m	m	–	Ω/km	Ω/km	m	m
W1	25	ACO	400	27,2	0,08	5,2	10,5	22	C50	3,3	0,8	4	15
W2	28	ACO	400	27,2	0,08	5,2	10,5	22	C50	3,3	0,8	4	15
W3	42	AC	240	21,5	0,13	5,2	10,5	22	C50	3,3	0,8	4	15



табл.5.6 – параметри на кабелните електропроводи

№	L_w	марка	$C_{раб}$
	km	–	$\mu\text{F}/\text{km}$
W9	2,2	АСБ-150	0,51
W10	4,1	АСБ-150	0,51
W11	1,8	АСБ-150	0,51
W12	1,2	АСБ-150	0,51
W13	3,8	АСБ-120	0,46
W14	5,2	АСБ-120	0,46
W15	7,1	АСБ-95	0,42
W16	8,4	АСБ-95	0,42

табл.5.7 – мощности на к.с. във възел 4

Вариант	$S_k^{(3)}$	$S_k^{(1)}$
	MVA	MVA
1	1500	1000
2	1700	1500
3	1800	1500