

## У П Р А Ж Н Е Н И Е № 7

I. Тема: „Заместващи схеми на двунамотъчни трансформатори в симетрични координати за промишлена честота  $f=50$  Hz.“

II. Задача. Да се съставят заместващите схеми в симетрични координати за промишлена честота  $f=50$  Hz на двунамотъчни трансформатори както следва:

а.) Т-образните заместващи схеми на трансформатор със свързване на намотките  $Y_0/y_0-0$  и директно заземяване на ниската страна, а на високата - през  $\dot{Z}_{NB}$ , без използване на идеален трансформатор;

б.) Т-образните заместващи схеми на трансформатора от подточка а.), но с използване на идеален трансформатор;

в.) заместващи схеми на трансформатор със свързване на намотките  $D/y_0-5$  с директно заземена ниска страна. За правата и обратна последователности заместващите схеми да се представят в Г-образна форма.

Параметрите на заместващите схеми да се изчислят с каталожните данни от табл.7.1, като за случаите а.) и б.) се работи с  $K_{T,ном.}$ , а във в.) - с  $K_{T,откл.}$  в съответствие с конкретното регулировъчно отклонение.

Параметри на трансформаторите Т Таблица 7.1

Група	$S_N$	$U_{н,ном}$	$U_{в,ном}$	$n_{раб}$	$u_{вс} \%$	$\Delta P_{вс}$	$\Delta P_{гтх}$	$\Delta I_{\mu}$
№	MVA	kV	kV		%	kW	kW	%
1	6,3	22	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	+2	10,5	58	14,5	3,5
2	10	22	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	-2	10,5	82	18	3,1
3	16	22	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	+3	10,5	114	26	2,7
4	25	22	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	+4	10,5	158	38	2,3
5	40	22	$110 \pm 6 \times 1,25\%$	-3	10,5	225	57	1,9

### III. Методични указания

Решението преминава през следните етапи:

#### III.1. Формиране на индивидуалните задания.

Студентът формира индивидуалното си задание по указания вариант от ръководителя на упражнението. За целта се изхожда от данните за трансформаторите Т в табл.7.1.

III.2. Съставяне на заместващите схеми и изчисляване на параметрите им.

III.2.1. Подусловие а.)

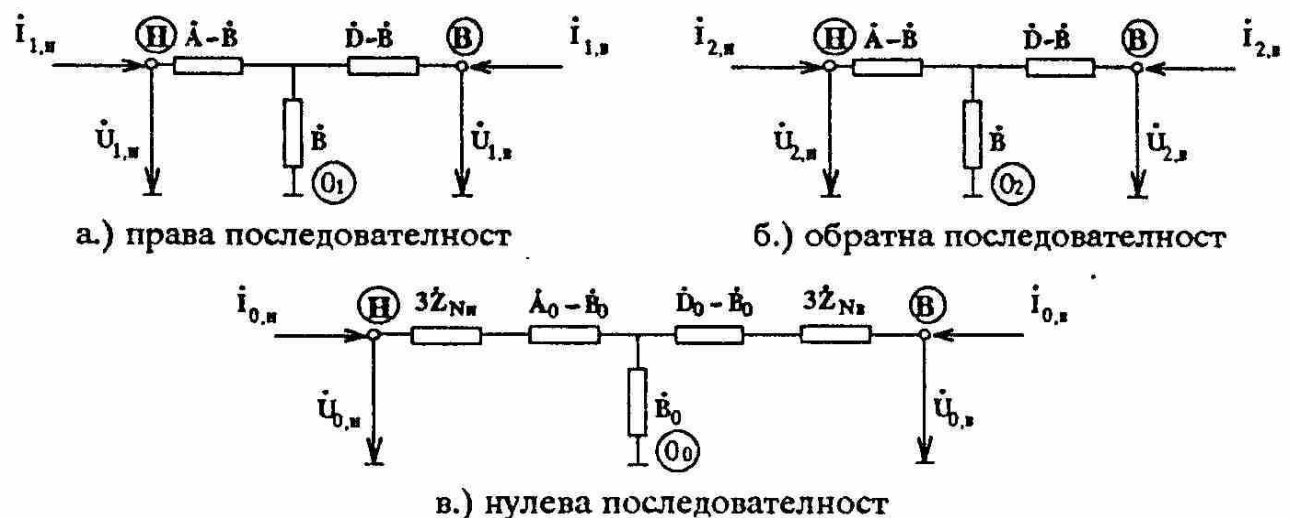
Тъй като трансформаторът е с нулева група на свързване, то матриците на съпротивленията са симетрични и е възможно построяване на съответстващите им Т-образни заместващи схеми без използване на идеален трансформатор. Конфигурациите на заместващите схеми на правата, обратната и нулевата последователности за трансформатора с разглежданото свързване на намотките  $Y_0/y_0-0$  са показани на фиг.7.1(а,б,в). Параметрите се изчисляват чрез изразите:

$$\dot{B} = \frac{1}{|\dot{K}_{T,НОМ}|} \cdot (\dot{Z}_\mu - 0,5 \cdot \dot{Z}_K); \quad \dot{A} = \dot{Z}_\mu; \quad \dot{D} = \frac{\dot{Z}_\mu}{|\dot{K}_{T,НОМ}|^2};$$

$$\dot{B}_0 = \frac{1}{|\dot{K}_{T,НОМ}|} \cdot (\dot{Z}_{\mu,0} - 0,5 \cdot \dot{Z}_{K,0}); \quad \dot{A}_0 = \dot{Z}_{\mu,0}; \quad \dot{D}_0 = \frac{\dot{Z}_{\mu,0}}{|\dot{K}_{T,НОМ}|^2};$$

$$\dot{K}_{T,НОМ} = \frac{U_{H,НОМ} \angle -m \cdot 30^\circ}{U_{B,НОМ}};$$

където  $\dot{Z}_\mu$ ,  $\dot{Z}_{\mu,0}$  са намагнитващите съпротивления изчислени за права и нулева последователност, а  $\dot{Z}_K$  и  $\dot{Z}_{K,0}$  - съпротивления на к.с. с напрежения с права и нулева последователност, изчислени към ниското напрежение (виж по-долу).

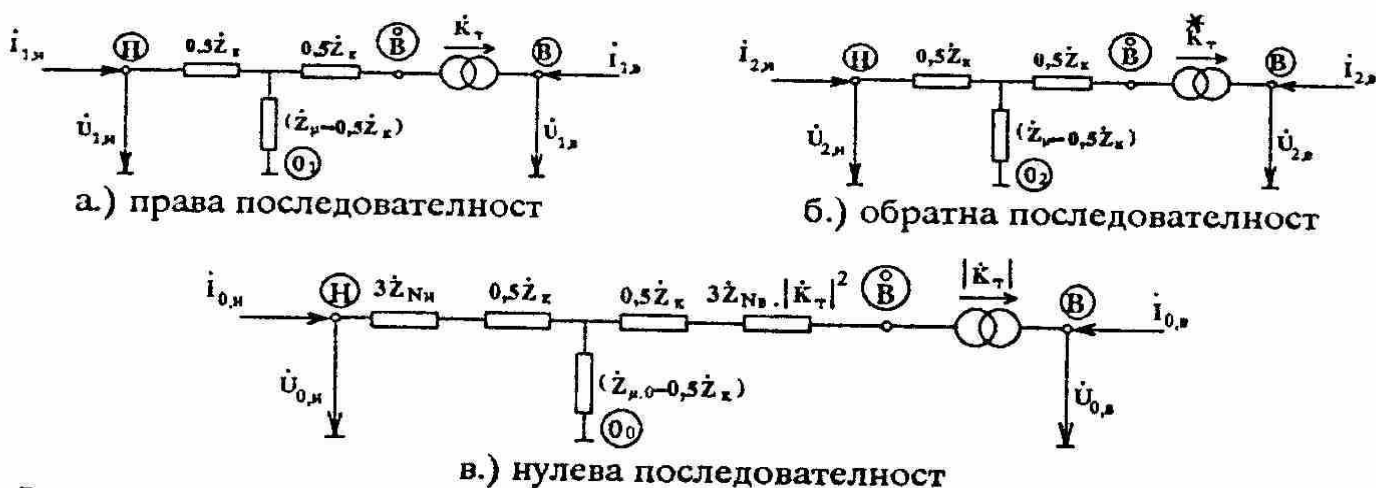


Фиг.7.1. Т-образни заместващи схеми на трансформатор със свързване на намотките  $Y_0/y_0-0$  без използване на идеален трансформатор

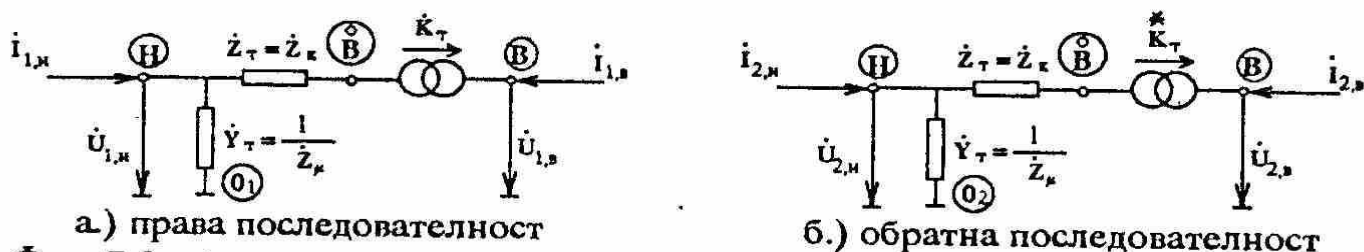
Трябва да се отбележи, че в конкретния случай на директно заземяване на ниската страна  $\dot{Z}_{NH} = 0$ , а така също при трибедреното трифазно изпълнение на трансформатора  $\dot{Z}_{K,0} \approx \dot{Z}_K$  и  $\dot{Z}_{\mu,0} \approx jX_{\mu,(H)} = j(0,3 \div 1)$  о.е.

III.2.2. Подусловие б.)

Т и Г-образните заместващи схеми с използването на идеалния трансформатор са показани на фиг.7.2 и фиг.7.3. Трябва да се знае, че Т-образните заместващи схеми за нулевата последователност (фиг.7.2в) не се преобразува в Г-образна по опростения начин (както тези при правата и обратната), а се преобразува в П-образна след изключване на междинния възел.



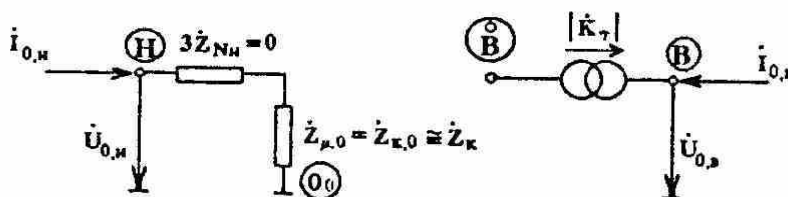
Фиг.7.2. Т-образни заместващи схеми на трансформатор със свързване на намотките  $Y_0/y_0-0$  с използване на идеален трансформатор



Фиг.7.3. Г-образни заместващи схеми на трансформатор с използване на идеален трансформатор

III.2.3. Подусловие в.)

Тъй като начина на свързване на намотките не влияе на структурата на заместващата схема на правата и обратната последователности, то те са от вида на фиг.7.3а и фиг.7.3б. В конкретният случай за нулевата последователност заместващата схема е показана на фиг.7.4.



Фиг.7.4. Г-образна заместваща схема на трансформатор със свързване на намотките  $D/y_0-5$  с директно заземена ниска страна с използване на идеален трансформатор

III.2.4. Изчисляване на  $\dot{Z}_\mu$ ,  $\dot{Z}_k$  и  $\dot{K}_T$ .

Използват се каталожните данни чрез следните съотношения:

$$|\dot{Z}_k| = \frac{u_k \%}{100} \cdot \frac{U_{H,НОМ}^2}{S_{НОМ}}, \Omega; \quad R_T = \Delta P_K \cdot \left( \frac{U_{H,НОМ}}{S_{НОМ}} \right)^2, \Omega; \quad X_T = \sqrt{|\dot{Z}_k|^2 - R_T^2}, \Omega;$$

$$G_T = \frac{\Delta P_{ПХ}}{U_{H,НОМ}^2}, S; \quad B_T = \frac{\Delta Q_{ПХ}}{U_{H,НОМ}^2} \approx \frac{I_\mu \%}{100} \cdot \frac{S_{НОМ}}{U_{H,НОМ}^2}, S;$$

$$\dot{Z}_k = R_T + jX_T, \Omega; \quad \dot{Y}_T = G_T - jB_T, S; \quad \dot{Z}_\mu = \frac{1}{\dot{Y}_T}, \Omega.$$

$$\dot{K}_T = \frac{U_{H,НОМ}}{U_{B,ОТКЛ}} \angle -m \cdot 30^\circ; \quad U_{B,ОТКЛ} = U_{B,НОМ} \cdot \left( 1 + \frac{s \cdot n_{раб}}{100} \right),$$

където

$S_H$  е трифазната пълна мощност;

$U_{H,НОМ}$  - номиналното линейно напрежение на ниската страна;

$U_{B,НОМ}$  - номиналното линейно напрежение на високата страна;

$\Delta P_{КС}$  - загуби на активна мощност от опита на късо съединение;

$u_k \%$  - напрежение от опита на к.с. в % спрямо номиналното;

$I_\mu \%$  - ток на празен ход при номинално напрежение в % от номиналния ток;

$m$  - група на свързване, определена в посока от ВН към НН, т.е.

$$m = m_{В-Н};$$

$s$  - стъпка на регулиране на напрежението в % спрямо номиналното;

$n_{раб}$  - работно отклонение.

## III.2.5. Представяне на резултатите.

Получените резултати за  $\dot{Z}$  и  $\dot{Y}$  да се представят съответно в  $\Omega$  и  $S$  и се нанесат с разделителна черта над буквените означения в съответните заместващи схеми в алгебричната форма на записване на комплексните числа, а за  $\dot{K}_T$  - в експоненциалната форма.