



КУРСОВА РАБОТА

по „Моделиране в електроенергийните системи“

Тема: Съставяне на еквивалентни заместващи схеми на електроенергийната система.

Цел: Придобиване на практически умения за конфигуриране на еквивалентни заместващи схеми на електроенергийната система (ЕЕС) и изчисляване на параметрите ѝ в именувани и относителни единици чрез точно и приблизително привеждане към едно от нивата на напрежение.



I. Задание

I.1. Задачи

1. Да се състави еквивалентна заместваща схема за правата последователност, за началния момент на смущение на част (определена с индивидуалното задание) от ЕЕС, показана в Приложение 1 към основно ниво на напрежението (определено с индивидуалното задание) чрез:

- точно привеждане в именувани единици;
- приблизително привеждане в именувани единици;
- точно привеждане в относителни единици;
- приблизително привеждане в относителни единици.

2. Да се изчислят относителните грешки в % на параметрите на еквивалентните заместващи схеми, съставени чрез приблизително привеждане спрямо тези, съставени чрез точно привеждане.

I.2. Формиране на индивидуалното задание

1. *Конфигуриране на принципната схема на ЕЕС.* От базовата принципна схема на ЕЕС от Приложение 1 се премахват електропроводите, указани в съответния ред от таблица П.2.1. в приложение П.2 отговарящ на поредния номер на студента в списъка на студентската група.

2. *Съставяне на таблици с изходната (каталожната) информация за елементите на ЕЕС.* За генератор G1, трансформатор T1, товарите и системата S се използват данните от таблици П.2.2. до П.2.5. в приложение П.2. и в съответствие с данните от табл. П.2.1. За трансформаторите T2 и T3 се използват данните от заданията на съответните семинарни упражнения, проведени по-рано. За електропроводите се приема, че на съответното ниво на напрежението са с еднакви относителни параметри за 1km, равни на тези, получени от заданията на съответните семинарни упражнения.

3. *Нанасяне върху принципната схема на ЕЕС на основните изходни (каталожни) данни за елементите.* До условния графичен знак на елемента се попълват данните, посочени в базовата принципна схема от Приложение П.1.

4. *Очертаване на нивата на напреженията върху принципната схема и нанасяне на номиналните им и средните им номинални напрежения.* Дадено ниво на напрежението включва галванически свързани елементи, включително и намотките на трансформаторите. Номиналното напрежение на нивото се определя от гамата за номиналните напрежения на електропроводите. Средното номинално напрежение е с 5% по-високо от номиналното. Върху схемата се отбелязва основното ниво на напрежение, към което ще се привежда схемата, като то се взема отново от табл. П.2.1.



II. Оформяне, защита и оценяване

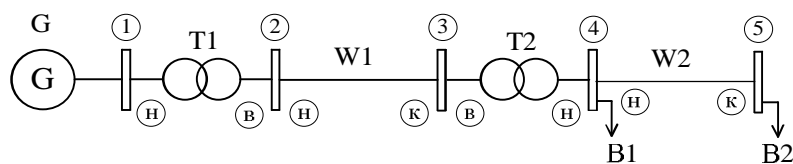
Курсовата работа се оформя в ръкопис с номерирани страници, съдържащи: член лист; съдържание; изчислителни формули и резултати; еквивалентни схеми с нанесени резултати със съответна дименсия над буквените означения с разделителна черта между тях.

Защита се провежда в последния планиран час по учебната дисциплина.

Курсовата работа се оценява с до 45 точки.

III. Теоретични сведения

Математичното описание на ЕЕС като единен обект на изследване се съставя чрез математичното описание на съставните ѝ елементи. Обединяването на тези описания в общо описание на ЕЕС се извършва в съответствие с начина на свързване на съответните елементи, който начин се показва в принципната схема на ЕЕС. В този смисъл принципната схема се явява изходна база за съставяне на математичното описание на ЕЕС. На фиг. III.1. е показана принципната схема на примерна проста ЕЕС, чрез която ще илюстрираме подходите за съставяне на описанието на ЕЕС.



Фиг. III.1. Принципна схема на примерна ЕЕС

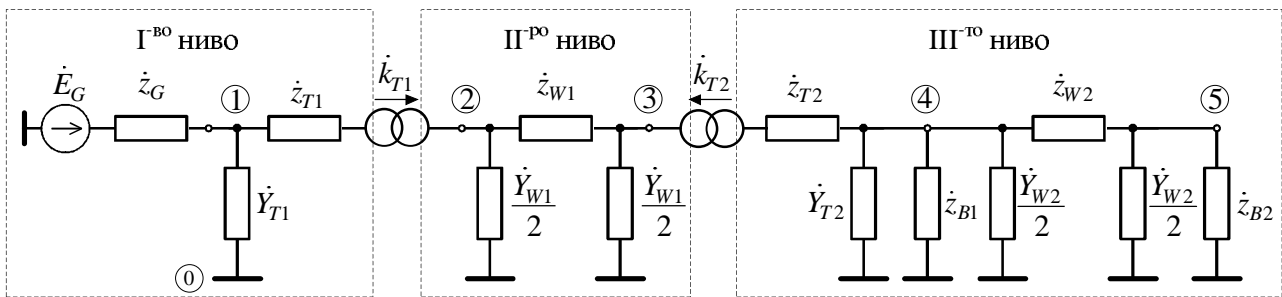
Както беше изяснено в лекционния курс математичните описания на силовите елементи за установени и квазиустановени режими са представими чрез системи уравнения или заместващи схеми. Предпочитаната форма на системите уравнения е възловата структура. При нея чрез матрицата на възловете проводимости се дава връзката между напреженията и токовете на изводите на силовите елементи, чрез които той се свързва с останалите елементи в ЕЕС.

В зависимост от използваната форма на математичното описание на съставните елементи се разграничават два подхода за съставяне на математично описание на ЕЕС – чрез възловете уравнения и чрез заместващи схеми.

При съставянето на математичното описание на ЕЕС чрез заместващи схеми се използват симетричните координати $1,2,0$. Изходни бази са принципната схема на анализираната ЕЕС и заместващите схеми на съответните ѝ елементи. При анализиране на несиметрични режими на ЕЕС се съставят три заместващи схеми, а именно – на правата, обратната и нулевата последователности. За симетрични режими с право редуване на фазите е достатъчно съставянето само на схемата на правата последователност. В последващото изложение ще се разглежда само тази схема, при това индексът 1 на параметрите ще се изпуска. За изясняване на подходите се разглежда примерната ЕЕС от фиг. III.1.

Заместващата схема на ЕЕС на правата последователност се построява като заместващите схеми на правата последователност на съответните ѝ елементи се свържат по начина, по който тези елементи са вързани в принципната схема на ЕЕС.

За примерната ЕЕС от фиг. III.1 ще се получи заместваща схема показана на фиг. III.2.



Фиг. III.2. Заместваща схема на правата последователност на ЕЕС от фиг. III.1.

В заместващата схема са налице всичките нива на напрежението на изследваната ЕЕС. В заместващата схема нивата се отделят чрез идеалните трансформатори в заместващите схеми на силовите трансформатори. На фиг. III.2 са налице три нива на напрежението. Елементите от съответните нива са оградени с пунктирани линии.

За да се улесни анализа на режима в заместващата схема, тя се привежда към едно от нивата на напрежението. В резултат се премахват идеалните трансформатори (магнитните връзки). Такава една схема само с галванични връзки е прието да се нарича **еквивалентна** заместваща схема.

Съставянето на еквивалентни заместващи схеми на ЕЕС може да се извърши по различни алгоритми в зависимост от точността на привеждането към едно от нивата на напрежението и използваните мерни единици. По-долу се разглеждат често използваните алгоритми при ръчните методи на анализ.

III.1. Съставяне на еквивалентна заместваща схема на ЕЕС в именувани единици чрез точно привеждане.

Редът е следният:

1. Съставя се заместваща схема на ЕЕС.

Свързват се заместващите схеми на съставните елементи на ЕЕС по начина на свързването им в принципната схема (вж. фиг. III.2.). Схемите на елементите могат да се опростят в съответствие с условията на изследването.

2. Избира се основното ниво на напрежението, към което ще се състави еквивалентната схема.

В общия случай няма ограничения в този избор. Препоръчително е обаче това да бъде нивото, чиито режимни параметри са обект на анализа. Нека за примерната ЕЕС да приемем, че III^{то} ниво ще е основно.

3. Изчисляват се точните коефициенти на трансформация на привежданите нива спрямо основното ниво.

Коефициентите на трансформация на привежданите нива се изчисляват, като произведение на коефициентите на трансформация на трансформаторите, през които се преминава тръгвайки от основното ниво и достигайки до привежданото ниво, изчислени в същата посока.

За примерната ЕЕС (вж. фиг. III.2) нивата I^{Bo} и II^{po} са привеждани. Първото ниво се достига от основното ниво през трансформатори T2 и T1. Върху заместващата схема е показано, че коефициентът на трансформация на T1 - \dot{k}_{T1} е изчислен в обратна посока, а на T2 - \dot{k}_{T2} в същата посока. Тогава за коефициента на трансформация на първото ниво се получава:

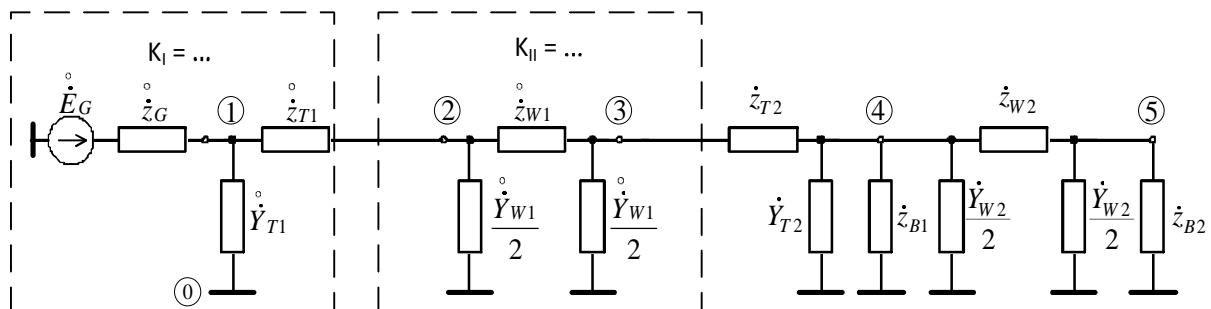
$$(III.1) \quad \dot{k}_I = \dot{k}_{T2} \cdot \frac{1}{\dot{k}_{T1}};$$

Второто привеждано ниво се достига само през T2, следователно:

$$(III.2) \quad \dot{k}_{II} = \dot{k}_{T2}$$

4. Съставя се еквивалентна схема и се изчисляват параметрите ѝ.

По конфигурация еквивалентната схема съответства на заместващата схема с тази разлика, че се премахват идеалните трансформатори. Означенията и стойностите на параметрите на елементите от основното ниво се запазват. Променят се означенията и стойностите на параметрите на привежданите нива. Над буквеното означение на параметрите от привежданите нива се поставя “°”, което показва, че те са приведени. **Задължително приведените нива в еквивалентната схема се очертават и се записват стойностите на коефициентите на трансформация, с които са приведени към основното ниво.** Стойностите се произчисляват по правилата за привеждане с коефициента на трансформация на съответното привеждано ниво. На фиг. III.3 е показана еквивалентната заместваща схема на примерната ЕЕС.



Фиг. III.3. Еквивалентна заместваща схема на ЕЕС от фиг. III.2 приведена към III-то ниво.

Параметрите на първото ниво се произчисляват с $k_I = |\dot{k}_I|$, чрез съотношенията:

$$(III.3) \quad \begin{cases} \dot{E}_G = k_I \cdot \dot{E}_G; & \dot{Z}_G = k_I^2 \cdot \dot{Z}_G; \\ \dot{Z}_{T1} = k_I^2 \cdot \dot{Z}_{T1}; & \dot{Y} = \frac{\dot{Y}_T}{k_I^2}; \end{cases}$$



Параметрите на второто ниво се преизчисляват с $k_{II} = |\dot{k}_{II}|$, т.е:

$$(III.4) \quad \dot{Z}_{W1} = k_{II}^2 \cdot \dot{Z}_{W1}; \quad \dot{Y}_{W1} = \frac{\dot{Y}_{W1}}{k_{II}^2};$$

Съставената по този начин еквивалентна заместваща схема е схема на линейна електрическа верига. Режимът в тази схема се изчислява, чрез методите за анализ на линейни вериги изучавани в теоретичната електротехника. За отбелязване е, че действителни са само стойностите на режимните параметри от основното ниво. За получаване на действителните стойности на параметрите от останалите нива е необходимо да се извърши обратно привеждане. Например напрежението във възел 1, който е от I^{BO} ниво, ще се приведе към действителната си стойност чрез израза:

$$(III.5) \quad \dot{U}_1 = \frac{\dot{U}_1}{k_I},$$

а токът на генератора, който е от същото ниво, чрез:

$$(III.6) \quad \dot{I}_G = \dot{I}_1 \cdot k_I.$$

Когато е необходимо да се отчете и дефазирането на режимните параметри внасяно от трансформаторите (това е задължително при несиметрични режими¹), обратното привеждане се извършва с комплексните коефициенти на трансформация на нивата. Тогава за привеждането на горните два режимни параметъра ще са валидни изразите:

$$(III.7) \quad \dot{U}_1 = \frac{\dot{U}_1}{\hat{k}_I}; \quad \dot{I}_G = \dot{I}_1 \cdot \hat{k}_I.$$

III.2. Съставяне на еквивалентна заместваща схема на ЕЕС в именуванни единици чрез приблизително привеждане.

Редът за съставянето на схемата е аналогичен на реда описан в параграф III.1. Разликите са само в точка 1 и точка 3. В точка 1 при изчисляване на параметрите на заместващата схема вместо с номиналните напрежения на елементите се работи със средното номинално напрежение на нивото, към което са включени. В точка 3 коефициентите на трансформация на привежданите нива се изчисляват като отношение на средното номинално напрежение на основното ниво към средното номинално напрежение на съответното привеждано ниво. За горе разглежданата примерна ЕЕС ще имаме:

$$(III.8) \quad k_I = \frac{U_{CP.HOM,основно}}{U_{CP.HOM,I^{BO}}}; \quad k_{II} = \frac{U_{CP.HOM,основно}}{U_{CP.HOM,II^{BO}}}.$$

¹ Този проблем се изучава в курса по „Къси съединения в ЕЕС.”



Ясно е, че при този начин на съставяне на еквивалентна схема няма да се отчете дефазирането внасяно от трансформаторите. Замяната на $U_{НОМ}$ с $U_{СР.НОМ}$ при изчисляването на параметрите на заместващата схема също внася грешка. Затова този алгоритъм се прилага за ориентировъчни изчисления при ръчни анализи.

III.3. Съставяне на еквивалентна заместваща схема на ЕЕС в относителни единици чрез точно привеждане.

1. Съставя се заместваща схема на ЕЕС. Избира се основно ниво към което ще се състави еквивалентната схема и се изчисляват точните коефициенти на трансформация на привежданите нива.

Тази точка съответства на изпълнението на точки 1, 2 и 3 от параграф III.1.

2. Избира се базисна мощност $S_{\bar{b}}$.

Базисната мощност $S_{\bar{b}}$ е една и съща за всички нива на напрежението. В общия случай изборът на $S_{\bar{b}}$ е произволен. От гледна точка на изчислителни удобства е уместно $S_{\bar{b}}$ да бъде близка или равна на номиналната мощност на най-мощния елемент или на често повтарящи се номинални мощности на елементите в ЕЕС и кратна на 10.

3. Определят се $U_{\bar{b}}, I_{\bar{b}}, Z_{\bar{b}}$ за нивата на напрежението.

Базисното линейно напрежение на основното ниво е равно на номиналното напрежение, т.е. $U_{\bar{b},\text{основно}} = U_{НОМ,\text{основно}}$.

Базисните линейни напрежения на привежданите нива се изчисляват чрез разделяне на $U_{\bar{b},\text{основно}}$ с коефициента на трансформация на привежданото ниво. За примерната ЕЕС от параграф III.1. имаме:

$$(III.9) \quad \begin{cases} U_{\bar{b},I} = \frac{U_{\bar{b},\text{основно}}}{K_I} = \frac{U_{НОМ,III}}{K_I}; \\ U_{\bar{b},II} = \frac{U_{НОМ,III}}{K_{II}}. \end{cases}$$

За базисните фазни напрежения е валидна известната връзка:

$$(III.10) \quad U_{\phi,\bar{b},i} = \frac{U_{\bar{b},i}}{\sqrt{3}}.$$

С така определените базисни напрежения и избраната $S_{\bar{b}}$ се изчисляват $I_{\bar{b}}$ и $Z_{\bar{b}}$ на всички нива чрез известните изрази:

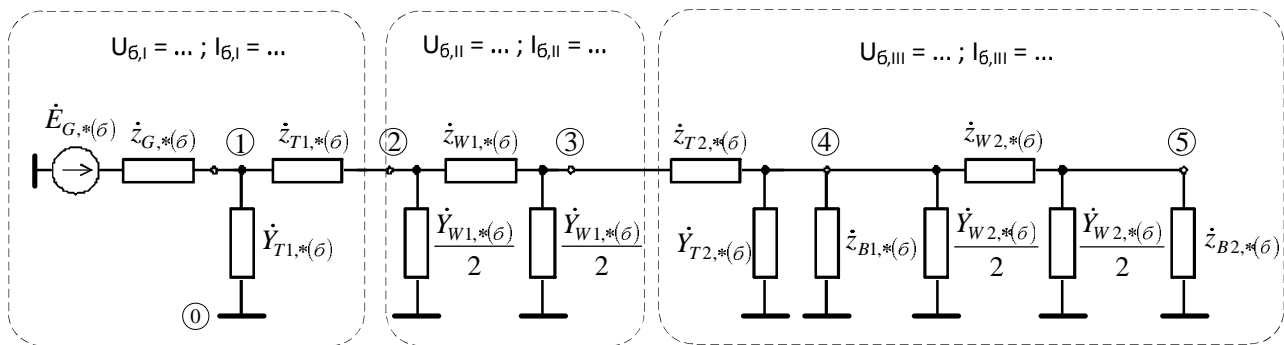
$$(III.11) \quad I_{\bar{b},i} = \frac{S_{\bar{b}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{b},i}}; \quad Z_{\bar{b},i} = \frac{U_{\bar{b},i}^2}{S_{\bar{b}}},$$

където индексът i изчерпва индексите на нивото на напрежението. За примерната ЕЕС $i=I, II, III$.

4. Съставя се еквивалентна заместваща схема и се изчисляват параметрите ѝ.

По конфигурация еквивалентната заместваща схема съответства на заместващата схема с тази разлика, че са премахнати идеалните трансформатори. Означенията и стойностите на всички параметри се променят. Към буквените означения на параметрите се добавя индекс „*(б)“, което показва, че те са изчислени в относителни единици с база (б). **Задължително всички нива на напрежението в еквивалентната схема се очертават и се записват стойностите на базисните им величини (U_b, I_b).** Стойностите им се изчисляват като стойностите от заместващата схема се разделят на едноименната им базисна величина за съответното ниво на напрежение. **Важно е** да се припомни, че привежданата величина и едноименната ѝ базисна трябва да са с еднакви дименсии.

На фиг. III.4 е показана еквивалентната схема на ЕЕС от фиг. III.1 приведена в о.е. към III^{то} ниво при базисна мощност S_b .



Фиг. III.4. Еквивалентна заместваща схема на ЕЕС от фиг. III.1. съставена в относителни единици чрез точно привеждане към III^{то} ниво при базисна мощност S_b .

Както и при именуваните единици, и тук, за да е използвана еквивалентната заместваща схема, трябва да се отбележат кое е основното ниво и начинът на привеждане, а така също и базисните величини.

За примерната ЕЕС приведените стойности в относителни единици на параметрите ще се изчисляват чрез изразите:

– за I^{во} ниво

$$(III.12) \quad \begin{cases} \dot{E}_{G,*(\delta)} = \frac{\dot{E}_G}{U_{\phi,\delta,I}}; & \dot{Z}_{G,*(\delta)} = \frac{\dot{Z}_G}{Z_{\delta,I}}; \\ \dot{Z}_{T1,*(\delta)} = \frac{\dot{Z}_{T1}}{Z_{\delta,I}}; & \dot{Y}_{T1,*(\delta)} = \frac{\dot{Y}_{T1}}{Y_{\delta,I}} = \dot{Y}_{T1} \cdot Z_{\delta,I}. \end{cases}$$

– за II^{во} ниво

$$(III.13) \quad \dot{Z}_{W1,*(\delta)} = \frac{\dot{Z}_{W1}}{Z_{\delta,II}}; \quad \dot{Y}_{W1,*(\delta)} = \dot{Y}_{W1} \cdot Z_{\delta,II}.$$



– за III^{то} ниво

$$(III.14) \quad \begin{cases} \dot{Z}_{T2,*(\bar{\sigma})} = \frac{\dot{Z}_{T2}}{Z_{\bar{\sigma},III}}; & \dot{Y}_{T2,*(\bar{\sigma})} = \dot{Y}_{T2} \cdot Z_{\bar{\sigma},III}; \\ \dot{Z}_{W2,*(\bar{\sigma})} = \frac{\dot{Z}_{W2}}{Z_{\bar{\sigma},II}}; & \dot{Y}_{W2,*(\bar{\sigma})} = \dot{Y}_{W2} \cdot Z_{\bar{\sigma},III}; \\ \dot{Z}_{B1,*(\bar{\sigma})} = \frac{\dot{Z}_{B1}}{Z_{\bar{\sigma},III}}; & \dot{Z}_{B2,*(\bar{\sigma})} = \dot{Z}_{B2} \cdot Z_{\bar{\sigma},III}. \end{cases}$$

В еквивалентната заместваща схема в относителни единици (вж. фиг. III.4) стойностите на всички режимни параметри са недействителни. Действителните им стойности се получават чрез умножението им с едноименната им базисна величина за съответното ниво на напрежението.

Например за напрежението и тока на генератора G, които са от I^{BO} ниво, ще са валидни изразите

$$(III.15) \quad \dot{U}_1 = \dot{U}_{1,*(\bar{\sigma})} \cdot U_{\bar{\sigma},I}; \quad \dot{I}_G = \dot{I}_{G,*(\bar{\sigma})} \cdot I_{\bar{\sigma},I}.$$

Когато трябва да се отчете дефазиранието на режимните параметри внасяно от трансформаторите, е необходимо да се коригират фазите на изчислителите режимни параметри от съответното ниво с фазата на спрегнатия коефициент на трансформация на нивото. За величините изчислени чрез (III.15) ще се получи:

$$(III.16) \quad \dot{U}_1 = \dot{U}_{1,*(\bar{\sigma})} \cdot \dot{\alpha}_1 \cdot U_{\bar{\sigma},I}; \quad \dot{I}_G = \dot{I}_{G,*(\bar{\sigma})} \cdot \dot{\alpha}_1 \cdot I_{\bar{\sigma},I}, \quad \text{където: } \dot{\alpha}_1 = 1^{\lfloor \arg(\hat{k}_1) \rfloor}.$$

III.4. Съставяне на еквивалентна заместваща схема на ЕЕС в относителни единици чрез приблизително привеждане.

Като се отчете, че при приблизителното привеждане (вж. параграф III.2), параметрите на елементите и коефициентите на трансформация на привежданите нива се изчисляват с $U_{CP,НОМ}$ на нивата, и ако за базисни напрежения се избераат същите напрежения, то алгоритъма за съставяне на схемата се опростява съществено и се свежда до следните две стъпки.

1. Определят се базисните величини.

Изборът на базисна мощност $S_{\bar{\sigma}}$ се извършва по описания по-горе начин в параграф III.3.

Базисните линейни напрежения на нивата се приемат равни на средните им номинални напрежения, т.е.

$$(III.17) \quad U_{\bar{\sigma},i} = U_{CP,НОМ,i}$$



Базисните фазни токове се изчисляват:

$$(III.18) \quad I_{\bar{o},i} = \frac{S_{\bar{o}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{o},i}}$$

2. Съставя се еквивалентната заместваща схема и се изчисляват параметрите ѝ.

Конфигурацията на еквивалентната заместваща схема и буквените означения се съставят по начина описан в точка 4 от параграф III.3.

Стойностите на параметрите на елементите се изчисляват чрез каталожните им данни, чрез изразите:

– за генератор

$$(III.19) \quad \begin{aligned} \dot{E}_{G,*(\bar{o})} &= \dot{E}_{G,*(n)}; \\ X_{G,*(\bar{o})} &= X_{G,*(n)} \cdot \frac{S_{\bar{o}}}{S_{G,HOM}}. \end{aligned}$$

– за двунамотъчен трансформатор

$$(III.20) \quad \left\{ \begin{aligned} Z_{T,*(\bar{o})} &= \frac{u_k \%}{100} \cdot \frac{S_{\bar{o}}}{S_{T,HOM}}; \\ R_{T,*(\bar{o})} &= \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{S_{\bar{o}}}{S_{T,HOM}^2} = \Delta P_{\kappa,*(n)} \cdot \frac{S_{\bar{o}}}{S_{T,HOM}}; \\ X_{T,*(\bar{o})} &= \sqrt{Z_{T,*(\bar{o})}^2 - R_{T,*(\bar{o})}^2}; \\ \dot{Z}_{T,*(\bar{o})} &= R_{T,*(\bar{o})} + j \cdot X_{T,*(\bar{o})}; \\ G_{T,*(\bar{o})} &= \frac{\Delta P_{\text{ix}}}{S_{\bar{o}}}; \quad B_{T,*(\bar{o})} = \frac{I_{\text{ix}} \%}{100}; \\ \dot{Y}_{T,*(\bar{o})} &= G_{T,*(\bar{o})} - j \cdot B_{T,*(\bar{o})} \end{aligned} \right.$$



– за тринамотъчен трансформатор

$$(III.21) \left\{ \begin{array}{l} G_{T,*(\bar{\sigma})} = \frac{\Delta P_{\text{шх}}}{S_{\bar{\sigma}}}; \quad B_{T,*(\bar{\sigma})} = \frac{I_{\text{шх}} \%}{100}; \\ \dot{Y}_{T,*(\bar{\sigma})} = G_{T,*(\bar{\sigma})} - j \cdot B_{T,*(\bar{\sigma})} \\ R_{B-C,*(\bar{\sigma})} = \Delta P_{K,B-C} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_{T,HOM}^2}; \\ R_{B-H,*(\bar{\sigma})} = \Delta P_{K,B-H} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_{T,HOM}^2}; \\ R_{C-H,*(\bar{\sigma})} = \Delta P_{K,C-H} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_{T,HOM}^2}; \\ \left| \dot{Z}_{B-C,*(\bar{\sigma})} \right| = \frac{u_{K,B-C}}{100} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_{T,HOM}}; \\ \left| \dot{Z}_{B-H,*(\bar{\sigma})} \right| = \frac{u_{K,B-H}}{100} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_{T,HOM}}; \\ \left| \dot{Z}_{C-H,*(\bar{\sigma})} \right| = \frac{u_{K,C-H}}{100} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_{T,HOM}}; \\ X_{B-C,*(\bar{\sigma})} = \sqrt{\left| \dot{Z}_{B-C,*(\bar{\sigma})} \right|^2 - R_{B-C,*(\bar{\sigma})}^2}; \\ X_{B-H,*(\bar{\sigma})} = \sqrt{\left| \dot{Z}_{B-H,*(\bar{\sigma})} \right|^2 - R_{B-H,*(\bar{\sigma})}^2}; \\ X_{C-H,*(\bar{\sigma})} = \sqrt{\left| \dot{Z}_{C-H,*(\bar{\sigma})} \right|^2 - R_{C-H,*(\bar{\sigma})}^2}; \\ \dot{Z}_{B-C,*(\bar{\sigma})} = R_{B-C,*(\bar{\sigma})} + jX_{B-C,*(\bar{\sigma})}; \\ \dot{Z}_{B-H,*(\bar{\sigma})} = R_{B-H,*(\bar{\sigma})} + jX_{B-H,*(\bar{\sigma})}; \\ \dot{Z}_{C-H,*(\bar{\sigma})} = R_{C-H,*(\bar{\sigma})} + jX_{C-H,*(\bar{\sigma})}; \\ \dot{Z}_{B,*(\bar{\sigma})} = 0,5 \cdot \left(\dot{Z}_{B-C,*(\bar{\sigma})} + \dot{Z}_{B-H,*(\bar{\sigma})} - \dot{Z}_{C-H,*(\bar{\sigma})} \right); \\ \dot{Z}_{C,*(\bar{\sigma})} = 0,5 \cdot \left(\dot{Z}_{B-C,*(\bar{\sigma})} + \dot{Z}_{C-H,*(\bar{\sigma})} - \dot{Z}_{B-H,*(\bar{\sigma})} \right); \\ \dot{Z}_{H,*(\bar{\sigma})} = 0,5 \cdot \left(\dot{Z}_{B-H,*(\bar{\sigma})} + \dot{Z}_{C-H,*(\bar{\sigma})} - \dot{Z}_{B-C,*(\bar{\sigma})} \right); \end{array} \right.$$



– за електропровод

$$(III.22) \quad \begin{cases} \dot{Z}_{W,*(\bar{\sigma})} = \dot{Z}_W \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{U_{CP.HOM}^2}; \\ \dot{Y}_{W,*(\bar{\sigma})} = \dot{Y}_W \cdot \frac{U_{CP.HOM}^2}{S_{\bar{\sigma}}}. \end{cases}$$

– за товар

$$(III.23) \quad \begin{aligned} \dot{Z}_{B,*(\bar{\sigma})} &= \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_B \cos^2 \varphi_B}; \quad \varphi_B = \arctg \frac{Q_B}{P_B}; \\ S_B &= \sqrt{P_B^2 + Q_B^2} \end{aligned}$$

– за обобщена система

$$(III.24) \quad U_{S,*(\bar{\sigma})} \approx 1; \quad X_{S,*(\bar{\sigma})} = \frac{S_{\bar{\sigma}}}{S_k^{(3)}},$$

където $S_k^{(3)}$ - мощността на трифазното късо съединение на системата.

– за реактор

$$(III.25) \quad X_{LR,*(\bar{\sigma})} = \frac{X_{LR} \%}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{HOM}} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{U_{CP.HOM}}.$$

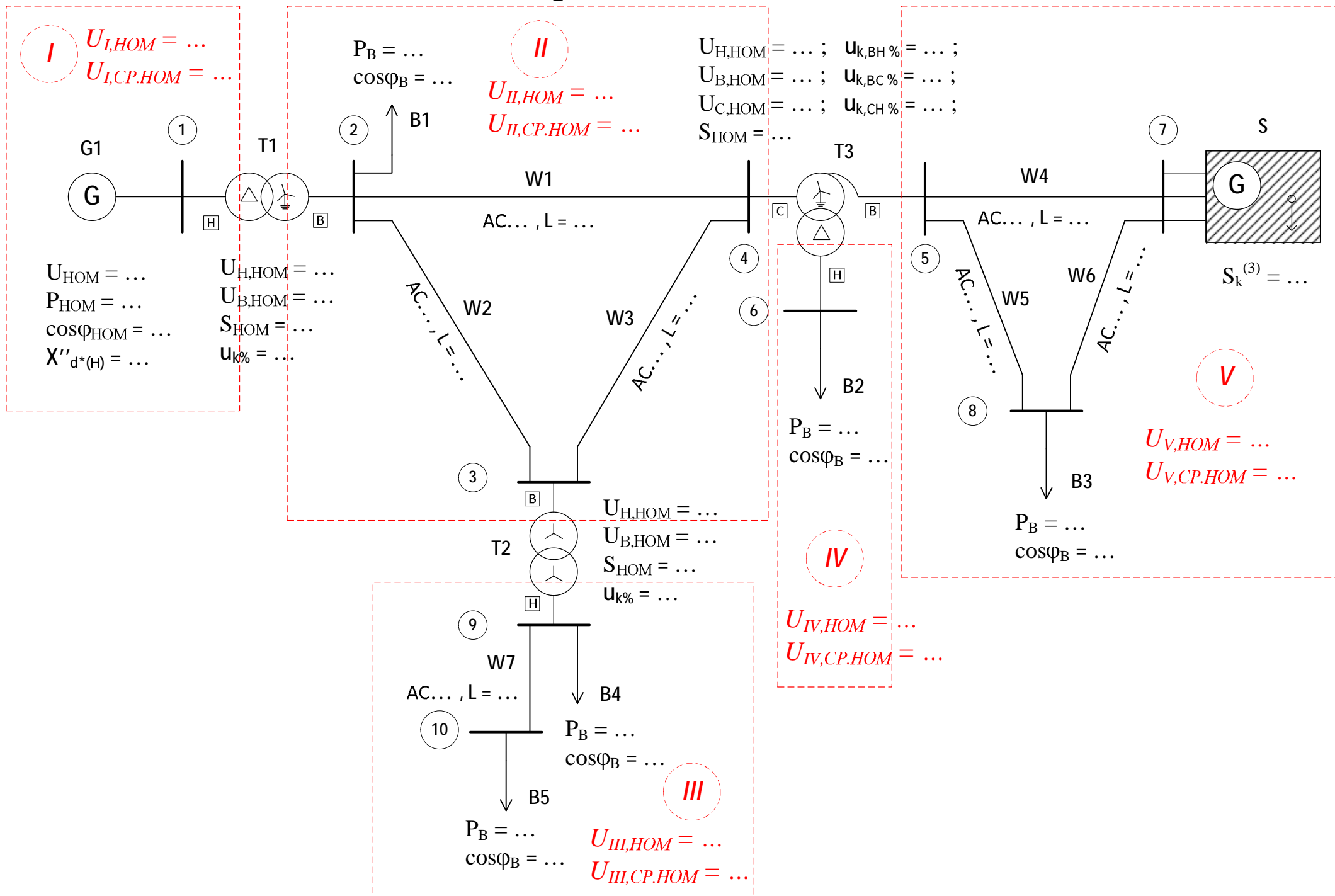
Когато реактор с по-високо номинално напрежение е поставен в уредба за по-ниско номинално напрежение, трябва да се използва следния израз:

$$(III.25) \quad X_{LR,*(\bar{\sigma})} = \frac{X_{LR} \% \cdot U_{HOM}}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{HOM}} \cdot \frac{S_{\bar{\sigma}}}{U_{CP.HOM}^2}.$$

След изчисляване на режима в еквивалентната заместваща схема, се получават режимни параметри в относителни единици. Привеждането им в именувани единици се получава чрез умножаването им с едноименната им базисна величина за съответното ниво.

Съставил:.....
/проф. К. Герасимов/

Приложение 1



Приложение 2

Табл. П.2.1. Формиране на индивидуалното задание												
№ от списъка на групата	Изключени W	Дължини на W, km							№ от реда на таблицата			Основно ниво на напрежението
		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	G1 и T1	Bi	S	
1	W1, W4	42	65	74	79	137	58	11	2	2	3	I
2	W1, W4	37	36	49	150	80	161	16	1	3	3	IV
3	W2, W4	36	73	56	182	81	136	8	1	3	1	I
4	W3, W4	75	75	31	87	163	77	14	2	5	4	V
5	W3, W4	68	42	73	56	126	82	14	2	1	1	IV
6	W3, W4	68	73	39	128	70	180	18	1	3	1	IV
7	W2, W5	28	31	55	117	92	150	9	3	4	1	III
8	W1, W5	38	30	43	152	196	78	10	2	1	2	V
9	W1, W5	32	29	63	176	139	70	4	3	3	1	II
10	W2, W5	44	61	28	138	95	141	3	3	2	4	V
11	W2, W5	44	60	29	78	65	73	5	1	2	4	IV
12	W2, W5	46	53	35	78	153	142	14	3	3	3	V
13	W2, W4	28	38	46	168	136	87	5	2	3	2	I
14	W1, W4	48	57	43	130	157	55	9	3	3	4	IV
15	W2, W4	37	40	72	143	149	107	13	1	4	4	II
16	W3, W5	39	32	46	136	198	137	5	3	3	1	IV
17	W1, W5	47	62	42	154	71	191	12	2	5	4	II
18	W3, W4	45	57	74	175	155	81	3	2	5	2	III
19	W3, W4	70	52	53	109	71	195	6	3	4	1	V
20	W2, W5	59	60	37	130	109	190	11	3	3	1	I
21	W2, W4	51	43	49	109	128	175	4	1	5	3	V
22	W2, W5	50	30	41	154	166	153	10	3	5	2	II
23	W2, W5	51	52	67	173	63	119	17	2	4	3	II
24	W1, W5	31	64	57	146	51	179	3	1	2	4	III
25	W3, W5	52	31	36	154	87	117	12	2	5	2	III
26	W1, W5	42	43	40	99	151	193	6	3	1	4	II
27	W2, W4	73	67	31	81	95	57	15	3	5	3	IV
28	W2, W5	57	35	58	183	165	193	16	2	5	3	IV
29	W2, W4	63	62	58	142	128	193	11	3	4	4	III
30	W2, W5	66	63	35	107	64	188	16	1	3	2	IV
31	W2, W5	38	28	72	163	83	198	5	3	4	3	II
32	W1, W5	42	34	37	153	80	95	7	1	1	4	II
33	W2, W4	72	60	40	53	79	128	18	1	4	3	II
34	W2, W5	49	54	48	101	105	174	9	3	1	3	V
35	W2, W4	49	44	59	79	171	51	9	3	4	1	IV

Приложение 2

Табл. П.2.2. Данни за товарите

№	B1		B2		B3		B4		B5	
	P	cosφ	P	cosφ	P	cosφ	P	cosφ	P	cosφ
	MW	–	MW	–	MW	–	MW	–	MW	–
1	50	0,85	30	0,92	70	0,85	3	0,9	3	0,9
2	35	0,85	18	0,8	80	0,9	2	0,9	4	0,9
3	28	0,9	15	0,85	100	0,85	1,5	0,9	4,5	0,9
4	40	0,85	20	0,8	85	0,85	2,4	0,9	4	0,9
5	20	0,9	10	0,8	90	0,9	1,8	0,9	5	0,9

Табл. П.2.3 Данни за генератор G1

№	P _{НОМ}	U _{НОМ}	cosφ _{НОМ}	x' _{d*(H)}	x'' _{d*(H)}	x _{2*(H)}	R _{a*(H)}	T _{d0}	T'' _d
	MW	kV	–	o.e.	o.e.	o.e.	o.e.	s	s
1	63	6,3	0,8	1,6	0,27	0,24	0,003	5,4	0,12
2	100	10,5	0,8	1,72	0,24	0,23	0,0025	6,2	0,18
3	165	15,75	0,85	1,78	0,3	0,26	0,0028	7,1	0,13

Табл. П.2.4. Данни за трансформатор T1

№	S _{НОМ}	U _{НОМВ}	U _{НОМН}	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	570	Y ₀ d-9

Табл. П.2.5. Данни за системата

№	S _k ⁽³⁾
	MVA
1	1500
2	2100
3	1800
4	2500