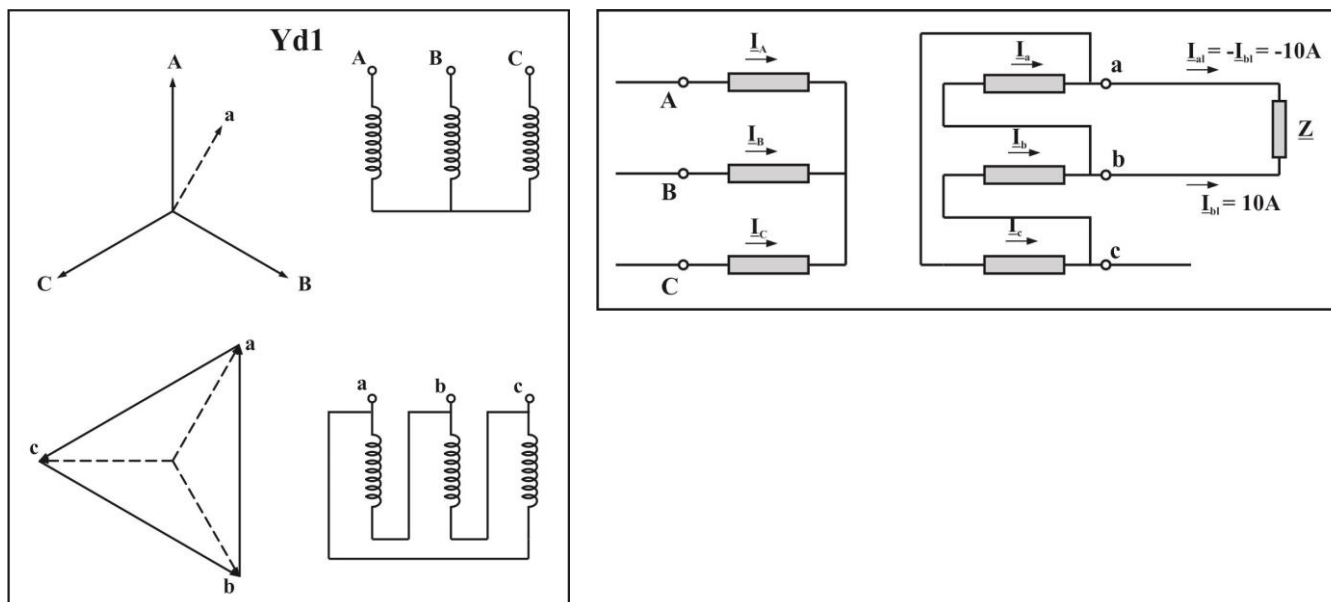


25. Трансформатор спреге Yd1 има линијске напоне примара сведене на секундарну страну $U_{AB} = 200 \text{ V}$, $U_{BC} = 250 \text{ V}$, $U_{CA} = 200 \text{ V}$. Између секундарних крајева a – b прикључен је потрошач који троши струју $I_{bL} = 10 \text{ A}$. Одредити фазне напоне и струје примара сведене на секундар.

Решење:



Уводе се следеће ознаке:

\underline{U}_{1d} , \underline{I}_{1d} - директна компонента напона и струје примара

\underline{U}_{1i} , \underline{I}_{1i} - извјерзна компонента напона и струје примара

\underline{U}_{10} , \underline{I}_{10} - нулта компонента напона и струје примара

\underline{U}_{2d} , \underline{I}_{2d} - директна компонента напона и струје секундара

\underline{U}_{2i} , \underline{I}_{2i} - извјерзна компонента напона и струје секундара

\underline{U}_{20} , \underline{I}_{20} - нулта компонента напона и струје секундара

У већини израза ће се подразумевати да су напони, струје и импедансе комплексне вредности, без подвлачења.

У овом задатку постоје две врсте несиметрије:

1. Несиметрични напони на примару
2. Несиметрично оптерећење на секундару

Треба поћи од једначина физичке очигледности на прикључцима секундара, које гласе:

$$I_{af} - I_{cf} = -I_{bL}$$

$$I_{bf} - I_{af} = I_{bL}$$

Дате једначине у домену симетричних компоненти гласе:

$$(1-a)I_{2d} + (1-a^2)I_{2i} = -I_{bL}$$

$$(a^2-1)I_{2d} + (a-1)I_{2i} = I_{bL}$$

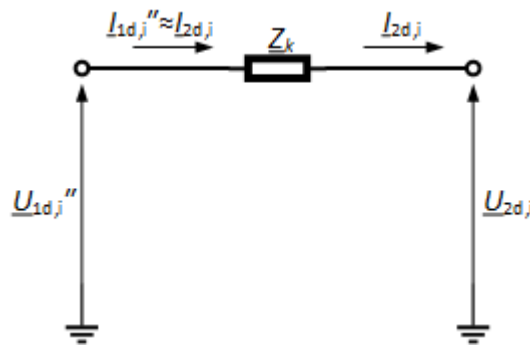
где је $a = e^{j2\pi/3}$. Сабирањем прве две једначине добија се:

$$(a^2-a) \cdot (I_{2d} - I_{2i}) = 0 \Rightarrow \boxed{I_{2d} = I_{2i}}$$

па се директна и инверзна компонента струје могу одредити као:

$$\boxed{I_{2d} = I_{2i} = -\frac{I_{bL}}{3}}$$

Датим једначинама физичке очигледности треба додати једначине напонске равнотеже за директан, инверзан и нулти редослед величина. Што се тиче величина директног и инверзног редоследа, трансформатор се према овим величинама понаша на исти начин. Према томе, еквивалентна кола трансформатора за величине директног и инверзног редоследа има исту форму и дато је на слици испод.



Дакле, једначине за директни и инверзни систем гласе:

$$U_{1d}'' - Z_k I_{2d} = U_{2d}$$

$$U_{1i}'' - Z_k I_{2i} = U_{2i}$$

Еквивалентно коло и једначине за директан и инверзан редослед **увек** имају овакву форму, с обзиром на то да су у питању симетрични системи. Што се тиче величина нултог редоследа, понашање трансформатора према овим величинама битно зависи од спреге и конструкције језгра. У наставку ће бити изложена анализа понашања датог трансформатора према величинама нултог редоследа.

На примару нема нултих струја јер нема нултог проводника па струје не могу да се затворе јер су истовремене у све три фазе:

$$I_{10} = \frac{1}{3}(I_A + I_B + I_C) = 0$$

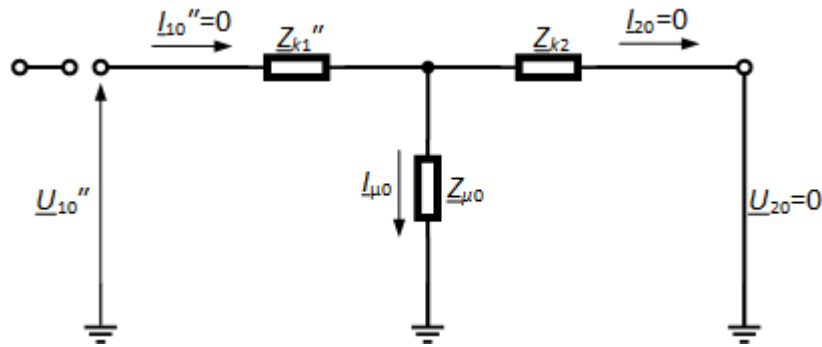
Са секундарне стране такође нема нултих струја јер не постоји побуда која би их могла изазвати:

- 1) не постоји нулти напон који би их могао створити
- 2) не постоје нулте струје на примарној страни које би могле да их индукују.

Тврђење 2) је претходно доказано. Што се тиче тврђења 1), лако се показује да је нулти напон у спреси троугао једнак нули (III Кирхофов закон):

$$U_{20} = \frac{1}{3}(U_{af} + U_{bf} + U_{cf}) = \frac{1}{3}(U_{ab} + U_{bc} + U_{ca}) = 0$$

Закључак: и на примару и на секундару постоје само струје директног и инверзног редоследа. Одговарајуће еквивалентно коло трансформатора за величине нултог редоследа дато је на слици испод. Приметити да се спрега троугао понаша као кратак спој за струје нултог редоследа, док се спрега неуземљена звезда понаша као прекид за нулте струје. Приметити такође да се нулте струје у намотају спреге троугао могу појавити једино ако се индукују са друге стране (биће показано у наредном задатку).



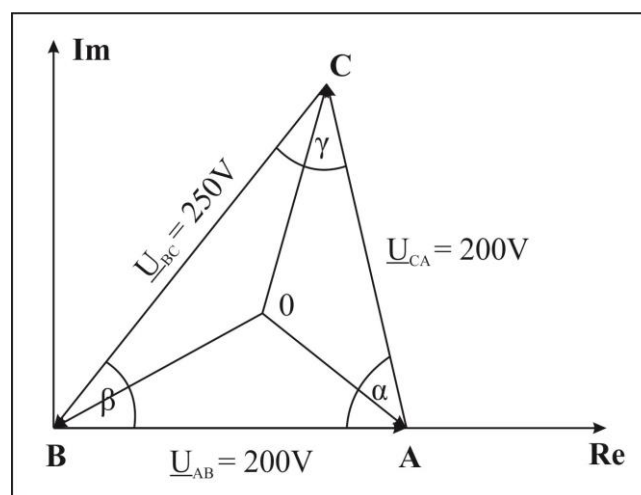
Коначно, могу се одредити фазне струје примара сведене на секундар као:

$$I_A'' = I_{1d}'' + I_{1i}'' + I_{10}'' = I_{2d} + I_{2i} + 0 = -\frac{2}{3}I_{bL} = \boxed{-6.67 \text{ A}}$$

$$I_B'' = a^2 I_{1d}'' + a I_{1i}'' + I_{10}'' = a^2 I_{2d} + a I_{2i} + 0 = \frac{1}{3}I_{bL} = \boxed{3.33 \text{ A}}$$

$$I_C'' = a I_{1d}'' + a^2 I_{1i}'' + I_{10}'' = a I_{2d} + a^2 I_{2i} + 0 = \frac{1}{3}I_{bL} = \boxed{3.33 \text{ A}}$$

Сада треба поставити комплексну раван и одредити комплексне вредности линијских, а затим и фазних напона примара. Векторски дијаграм фазних и линијских напона примара сведених на секундар у комплексној равни дат је на слици испод. Комплексна раван је усвојена тако да напон U_{AB} лежи на реалној оси.



Пошто је троугао једнакокраки, има се да је:¹

¹ Сви напони примара дати у наредним изразима су сведени на секундар, али то неће бити посебно назначавано.

$$\beta = \gamma = \arccos \frac{U_{BC}}{2U_{AB}} = \arccos \frac{250}{2 \cdot 200} = 51.32^\circ \Rightarrow \alpha = 180^\circ - 2 \cdot 51.32^\circ = 77.36^\circ$$

$$\underline{U}_{AB} = 200 \text{ V}$$

$$\underline{U}_{BC} = -250 \cdot \cos\beta - j250 \cdot \sin\beta = (-157 - j195) \text{ V}$$

$$\underline{U}_{BC} = -200 \cdot \cos\alpha + j250 \cdot \sin\alpha = (-43 + j195) \text{ V}$$

Посматрањем еквивалентног кола за величине нултог редоследа, може се утврдити да је и на примару нулти напон једнак нули, тј. да важи релација:

$$U_A + U_B + U_C = 0$$

Користећи ову релацију и везу између линијских и фазних напона:

$$U_{AB} = U_A - U_B; U_{BC} = U_B - U_C; U_{CA} = U_C - U_A$$

могу се извести изрази за фазне напоне примара:

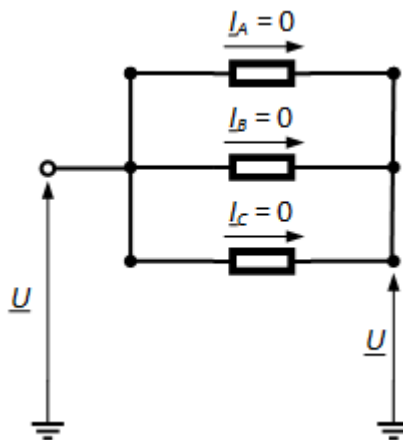
$$U_A = \frac{1}{3}(U_{AB} - U_{CA}) = \frac{1}{3}(200 + 43 - j195) = (81 - j65) \text{ V}$$

$$U_B = \frac{1}{3}(U_{BC} - U_{AB}) = \frac{1}{3}(-157 - j195 - 200) = (-119 - j65) \text{ V}$$

$$U_C = \frac{1}{3}(U_{CA} - U_{BC}) = \frac{1}{3}(-43 + j195 + 157 + j195) = (38 + j130) \text{ V}$$

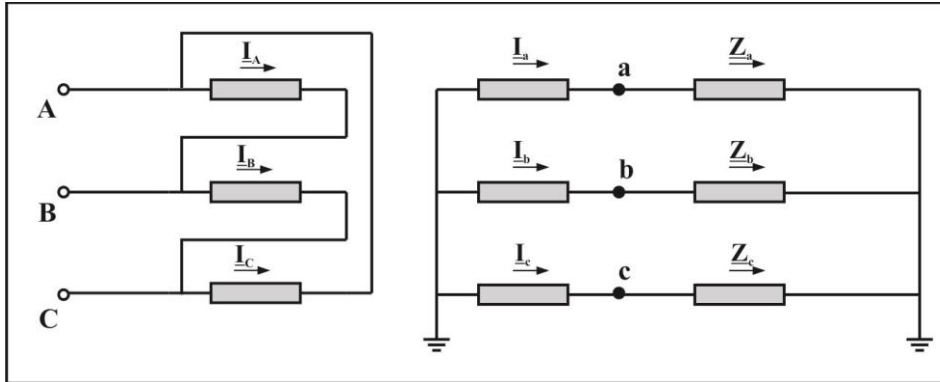
Додатно разматрање у вези са нултом компонентом напона

У случају посматране спреге (Yd), нулта компонента фазних напона примара не може постојати ни у ком случају, чак ни када би се на примар довео једнофазни напон, као на слици испод. У приказаном случају, напон напајања се састоји само од нулте компоненте **у односу на референтну земљу**. Међутим, с обзиром на то да су нулте компоненте струје у примару једнаке нули, звездиште ће бити на истом потенцијалу као и фазни прикључци, тако да ће нулта компонента напона **на фазним намотајима** бити једнака нули. Као што ће бити показано касније, нулта компонента фазног напона намотаја спрегнутог у неуземљену звезду може постојати у одређеним ситуацијама, али никако ако је на секундару спрега троугао.



26. Извести изразе за фазне струје трансформатора спреге Dyn11 за општи случај несиметричног трофазног оптерећења. Колики су струје и напони секундара у случају једнофазног кратког споја са земљом на секундарној страни?

Решење:



Директна и инверзна компонента фазне струје се преносе са секундара на примар без обзира на спрегу, те за њих важи:

$$I_{1d} = I_{2d}/n$$

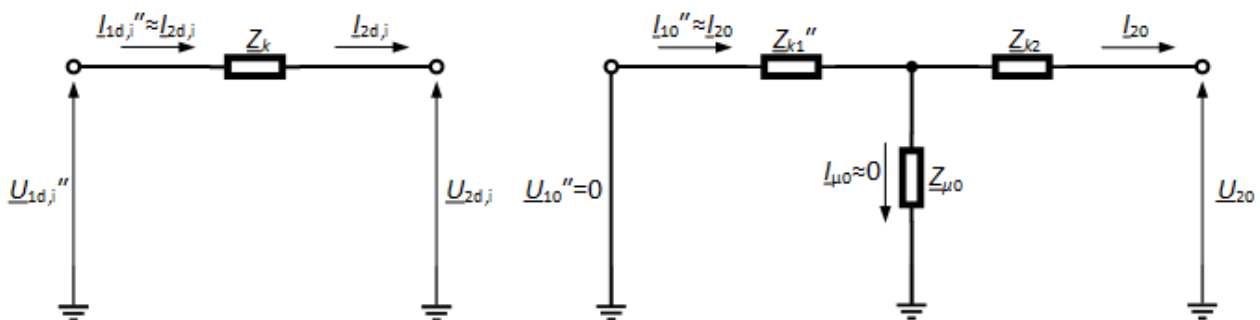
$$I_{1i} = I_{2i}/n$$

За нулте струје ова једнакост може, а и не мора да важи, што зависи од типа спреге. У овом случају, пошто је спрега на примарној страни троугао важи:

$$U_A + U_B + U_C = 0 \Rightarrow U_{10} = 0$$

$\equiv U_{AB} \quad \equiv U_{BC} \quad \equiv U_{CA}$

Одавде закључујемо да троугао представља кратак спој за нулте струје. Нулте струје се могу затварати у троуглу али се не појављују у линијским проводницима. Са секундарне стране постоје нулте компоненте напона услед несиметричног оптерећења. Заменска шема за нулти компонентни систем је приказана на слици десно.



Са дате шеме закључујемо да можемо слободно занемарити грану магнећења јер је примар краткоспојен у нултој шеми. Нулта компонента струје секундара се преноси на примар на исти начин као и директна и инверзна компонента, тј. важи:

$$I_{10} = I_{20}/n$$

Из претходног разматрања и дате шеме закључујемо да се нулте струје несметано преносе на примарну страну где се затварају унутар троугла и не иду даље у мрежу. Даље, закључујемо да је у случају ове спреге очувана једнакост мпс примара и секундара (укупне мпс, тј. све три компоненте).

Полазећи од једначина физичке очигледности на крајевима секундара, има се да је:

$$\begin{aligned}U_a &= Z_a I_a \\U_b &= Z_b I_b \\U_c &= Z_c I_c\end{aligned}$$

Важе следеће једначине у домену симетричних компоненти (погледати еквивалентне шеме):

$$\begin{aligned}U''_{1d} - Z_k I_{2d} &= U_{2d} \\U''_{1i} - Z_k I_{2i} &= U_{2i} \\0 - Z_k I_{20} &= U_{20}\end{aligned}$$

При чему је импеданса кратког споја Z_k сведена на секундар. Симетричне компонента напона и струје су по правилу везане за фазу “А”. С обзиром на то, сабирањем претходне три једначине добија се:

$$U''_A - Z_k (I_{2d} + I_{2i} + I_{20}) = U_{2d} + U_{2i} + U_{20} \Leftrightarrow U''_A - Z_k I_a = U_a$$

На основу једначине физичке очигледности на крајевима секундара за фазу “а” и претходне релације, има се да је:

$$I_a = \frac{U''_A}{Z_k + Z_a} = \frac{U_{AB} / n}{Z_k + Z_a}$$

Аналогно приказаном поступку за фазу “а” могу се одредити и струје у друге две фазе. Једначине у домену симетричних компоненти за фазу “б” гласе:

$$\begin{aligned}a^2 U''_{1d} - Z_k a^2 I_{2d} &= a^2 U_{2d} \\a U''_{1i} - Z_k a I_{2i} &= a U_{2i} \\0 - Z_k I_{20} &= U_{20}\end{aligned}$$

где је $a = \exp(j2\pi/3)$. Сабирањем ових једначина и уважавањем једначина физичке очигледности добија се:

$$U''_B - Z_k I_b = U_b = Z_b I_b \Rightarrow I_b = \frac{U''_B}{Z_k + Z_b} = \frac{U_{BC} / n}{Z_k + Z_b}$$

На сличан начин се добија да је:

$$I_c = \frac{U''_C}{Z_k + Z_c} = \frac{U_{CA} / n}{Z_k + Z_c}$$

Директна и инверзна компонента струје фаза секундара се преносе у фазе примара у складу са односом трансформације, без обзира на спрегу трансформатора. Нулта компонента се преноси уколико постоји могућност за постојање нулте компоненте струје на примару, тј. у случају да је спрега примара троугао или уземљена звезда. Дакле, у општем случају важи:

$$\begin{aligned}
 I_{1d} &= I_{2d}/n \\
 I_{1i} &= I_{2i}/n \\
 I_{10} &= \begin{cases} I_{20}/n, & \text{спрега примара D или YN} \\ 0, & \text{остале спреге} \end{cases}
 \end{aligned}$$

У анализираном случају, примар је спрегнут у троугао, тако да се све три компоненте струје преносе на исти начин са секундара на примар, па се може једноставно записати:

$$\begin{aligned}
 I_A &= I_a/n = \frac{U_{AB}}{Z'_k + n^2 Z_a} \\
 I_B &= I_b/n = \frac{U_{BC}}{Z'_k + n^2 Z_b} \\
 I_C &= I_c/n = \frac{U_{CA}}{Z'_k + n^2 Z_c}
 \end{aligned}$$

Линијске струје примара неће садржати нулту компоненту – она се затвара у троуглу и „не види“ се у линијским проводницима. Нулта компонента струје се може одредити као $I_{10} = (I_A + I_B + I_C)/3$.

Уколико се на крајевима секундара догоди једнополни кратак спој, тада је $Z_a = 0$ и $Z_b, Z_c \rightarrow \infty$, а једначине физичке очигледности гласе:

$$U_a = 0, \quad I_b = I_c = 0$$

па фазне струје секундара и примара имају вредности:

$$\begin{aligned}
 I_a &= \frac{U_{AB}/n}{Z_k}, \quad I_b = I_c = 0 \\
 I_A &= \frac{U_{AB}}{Z'_k}, \quad I_B = I_C = 0
 \end{aligned}$$

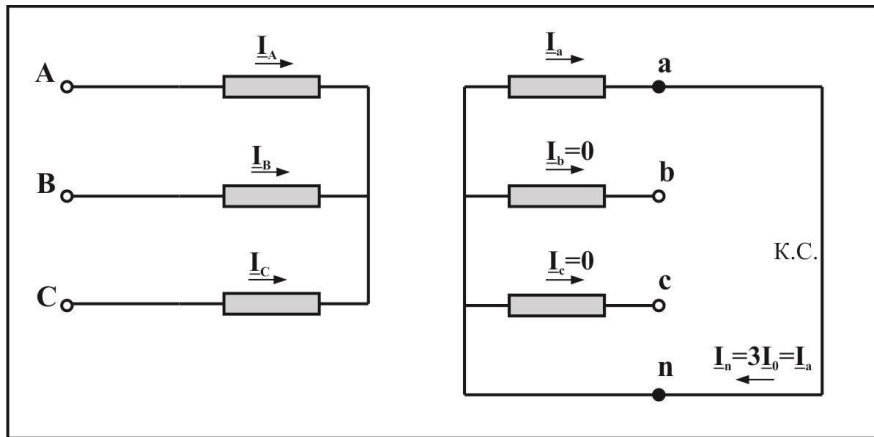
На основу једначина физичке очигледности и раније изведених напонских једначина могу се одредити напони фаза секундра при једнополном кратком споју:

$$\begin{aligned}
 U_a &= 0 \\
 U_b &= U_{BC}/n - Z_k I_b = U_{BC}/n \\
 U_c &= U_{CA}/n - Z_k I_c = U_{CA}/n
 \end{aligned}$$

Приметити да напони здравих фаза остају непромењени у односу на нормалан радни режим. Ову спрегу то чини погодном у овом смислу и зато се често употребљава код дистрибутивних трансформатора.

27. Израчунати струју секундара и напоне примара трансформатора спреге Y_{un} при једнофазном кратком споју са земљом на секундарној страни. Нацртати и одговарајући векторски дијаграм напона.

Решење:



На основу једначина физичке очигледности датим у претходном задатку, могу се одмах израчунати симетричне компоненте струја са секундарне стране у односу на струју фазе “а”:

$$\left. \begin{aligned} I_{2d} &= \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c) = \frac{I_a}{3} \\ I_{2i} &= \frac{1}{3}(I_a + a^2I_b + aI_c) = \frac{I_a}{3} \\ I_{20} &= \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c) = \frac{I_a}{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_a = 3I_{2d} = 3I_{2i} = 3I_{20}$$

Из овога се види да је максимална очекивана вредност нулте струје, која наступа при једнополном кратком споју, једнака трећини фазне струје квара. Због тога се терцијари за сузбијање трећег хармоника и несиметрија пројектују на трећину снаге примара, односно секундара.

На примару нема нултих струја јер су једновремене у све три фазе и због непостојања нултог проводника немају повратни пут па због тога не могу да се успоставе. Због тога је једнакост мпс примара и секундара нарушена, тј. у фазама примара постоје само директна и инверзна компонента струје, док је нулта компонента мпс неуравнотежена. Дакле, фазне струје примара се могу изразити као:

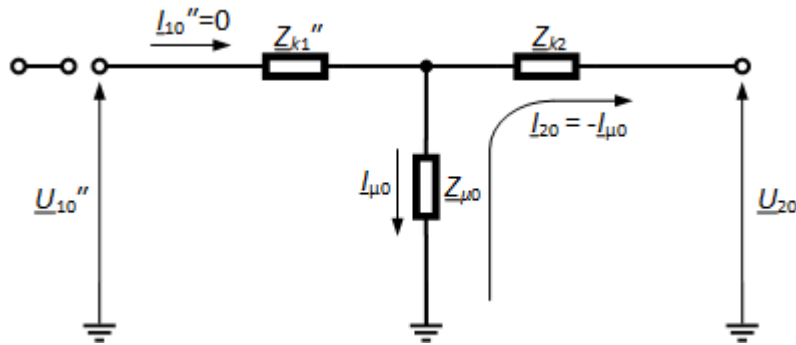
$$\begin{aligned} I_A &= I_{1d} + I_{1i} + I_{10} = I_{2d}/n + I_{2i}/n + 0 = \frac{2}{3n} I_a \\ I_B &= a^2 I_{1d} + a I_{1i} + I_{10} = a^2 I_{2d}/n + a I_{2i}/n + 0 = -\frac{1}{3n} I_a \\ I_C &= a I_{1d} + a^2 I_{1i} + I_{10} = a I_{2d}/n + a^2 I_{2i}/n + 0 = -\frac{1}{3n} I_a \end{aligned}$$

Напонске једначине за директну и инверзну компоненту увек имају исти облик:

$$U_{1d}'' - Z_k I_{2d} = U_{2d}$$

$$U_{1i}'' - Z_k I_{2i} = U_{2i}$$

У претходном систему недостаје једначина за нулти фазни редослед. За нулти систем код спреге $Y_{\mu 0}$ важи следећа заменска шема:



Сада се не сме занемарити грана магнећења јер примар представља прекид за нулте струје (неуземљена звезда) па се нулта компонента струје затвара кроз грану магнећења. Из дате шеме следи једначина за нулти систем:

$$U_{20} + Z_{k2} I_{20} = U_{10}'' = -Z_{\mu 0} I_{20} \Rightarrow -\underbrace{(Z_{\mu 0} + Z_{k2})}_{Z_0} I_{20} = U_{20}$$

На основу једначине физичке очигледности има се да је $U_a = 0$. Сабирањем левих и десних страна једначина за директни, инверзни и нулти компонентни систем добија се:

$$(U_{1d}'' + U_{1i}'') - (Z_k I_{2d} + Z_k I_{2i} + Z_0 I_{20}) = 0$$

Уважавањем раније установљене једнакости симетричних компоненти струје оптерећења, добија се:

$$(U_{1d}'' + U_{1i}'') - (2Z_k + Z_0) I_{20} = 0 \Rightarrow I_{20} = \frac{U_{1d}'' + U_{1i}''}{2Z_k + Z_0}$$

Треба приметити да је збир директне и инверзне компоненте напона примара заправо напон фазе “А” мреже (напон напајања трансформатора) у односу на земљу, тј. референтну тачку система. Нулта компонента напона примара је последица несиметричног оптерећења секундара. Уважавањем ове чињенице, добија се коначан израз за струју секундара при једнополном кратком споју:

$$I_{20} = \frac{U_{Am}''}{2Z_k + Z_0} = \frac{U_{Am}/n}{2Z_k + Z_0} \Rightarrow I_a = 3I_{20} = \frac{3U_{Am}/n}{2Z_k + Z_0}$$

где је U_{Am} напон фазе “А” мреже у односу на референтну земљу.

Нулта компонента напона примара једнака је:

$$U_{10} = (-Z_{\mu 0} I_{20}) \cdot n = \frac{-Z_{\mu 0} U_{Am}}{2Z_k + Z_0}$$

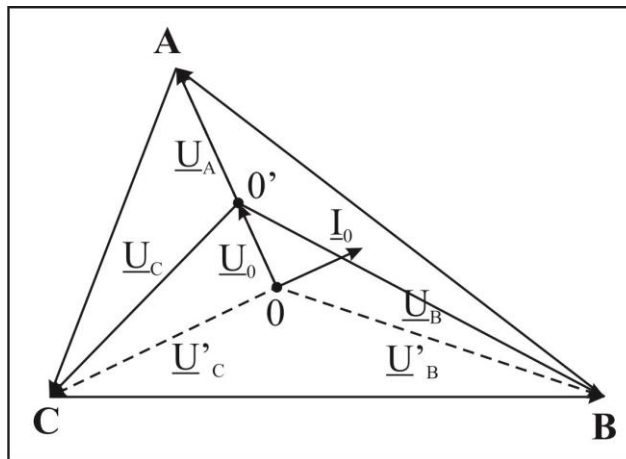
Напони U_{10} и U_{Am} су колинеарни али су супротног смера, тј. у противфази. Фазни напони примара једнаки су:

$$U_A = U_{1d} + U_{1i} + U_{10} = U_{Am} + U_{10} = U_{Am} - \frac{Z_{\mu 0} U_{Am}}{2Z_k + Z_0}$$

$$U_B = a^2 U_{1d} + a U_{1i} + U_{10} = U_{Bm} + U_{10} = U_{Bm} - \frac{Z_{\mu 0} U_{Am}}{2Z_k + Z_0}$$

$$U_C = a U_{1d} + a^2 U_{1i} + U_{10} = U_{Cm} + U_{10} = U_{Cm} - \frac{Z_{\mu 0} U_{Am}}{2Z_k + Z_0}$$

Векторски дијаграм напона примара је приказан на слици. Приметити да су потенцијали прикључака трансформатора А, В и С константни у односу на референтну земљу (тачка 0), док нулта компонента напона утиче на промену потенцијала изолованог звездишта (тачка 0'). Ово запажање је битно јер указује на то да приликом једнополног кратког споја на секундару, изоловано звездиште примара може доћи под опасан напон у односу на масу!



Додатак – струје примара:

Струје примара садрже само директну и инверзну компоненту, тако да су њихове вредности једнаке:

$$I_A = I_{1d} + I_{1i} = 2I_{20}/n = \frac{2U_{Am}/n^2}{2Z_k + Z_0} = \frac{2U_{Am}}{2Z'_k + Z'_0}$$

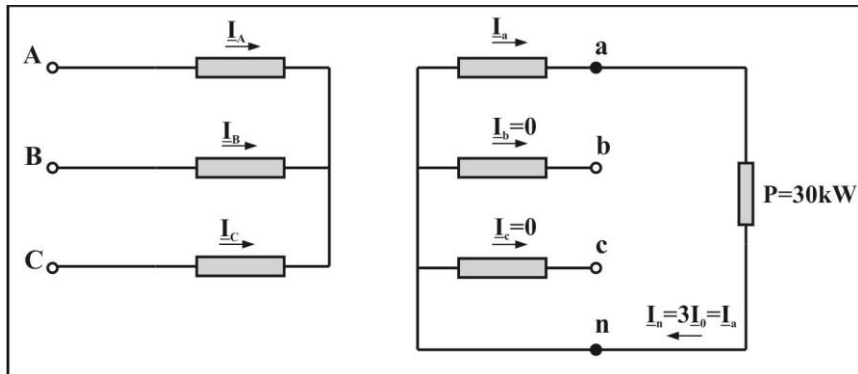
$$I_B = a^2 I_{1d} + a I_{1i} = -I_{20}/n = -\frac{U_{Am}/n^2}{2Z_k + Z_0} = -\frac{U_{Am}}{2Z'_k + Z'_0}$$

$$I_C = a I_{1d} + a^2 I_{1i} = -I_{20}/n = -\frac{U_{Am}/n^2}{2Z_k + Z_0} = -\frac{U_{Am}}{2Z'_k + Z'_0}$$

Дакле, за разлику од секундара, на примару ће струје постојати у све три фазе.

28. На трофазни трансформатор снаге $S_n = 100 \text{ kVA}$, напона $U_1/U_02 = 6000/400 \text{ V}$, спреге Y_{un} , прикључена је једнофазна електрична пећ снаге $P = 30 \text{ kW}$ ($\cos\varphi = 1$). Колике ће бити струје фаза примара?

Решење:



Ово је случај као у претходном задатку. При томе, у овом случају биће занемарена нулта компонента фазног напона секундара. Другим речима, сматраће се да су фазни напони секундара једнаки сведеним напонима напајања примара у односу на референтну земљу (тачку 0 на векторском дијаграму из претходног задатка), тј. сведеним вредностима директне и инверзне компоненте фазних напона примара. Стварни фазни напони секундара садрже и нулту компоненту, као што је показано у претходном задатку. У случају тростубног трансформатора, због мале вредности нулте импедансе магнетног ($Z_{\mu 0}$), овакво занемарење је оправдано.

Прво треба одредити струје секундара:

$$I_a = \frac{P}{U_{2f}} = \frac{30 \cdot 10^3}{400/\sqrt{3}} = 130 \text{ A}; \quad I_b = I_c = 0$$

Из израза изведених у претходном задатку следи:

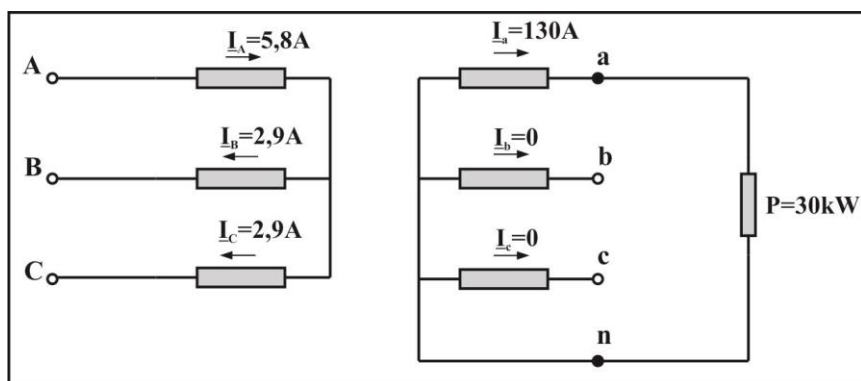
$$I_{20} = I_{2d} = I_{2i} = \frac{I_a}{3} = \frac{130}{3} = 43.3 \text{ A}$$

Као што је речено на примар се не преносе нулте струје већ само директна и инверзна компонента, тако да важи:

$$I_A = I_{1d} + I_{1i} = \frac{I_{2d} + I_{1i}}{n} = \frac{2}{3} \frac{I_a}{n} = 5.8 \text{ A}$$

$$I_B = a^2 I_{1d} + a I_{1i} = \frac{a^2 I_{2d} + a I_{2i}}{n} = (a^2 + a) \frac{I_a}{3n} = \frac{-I_a}{3n} = -2.9 \text{ A} = -\frac{I_A}{2}$$

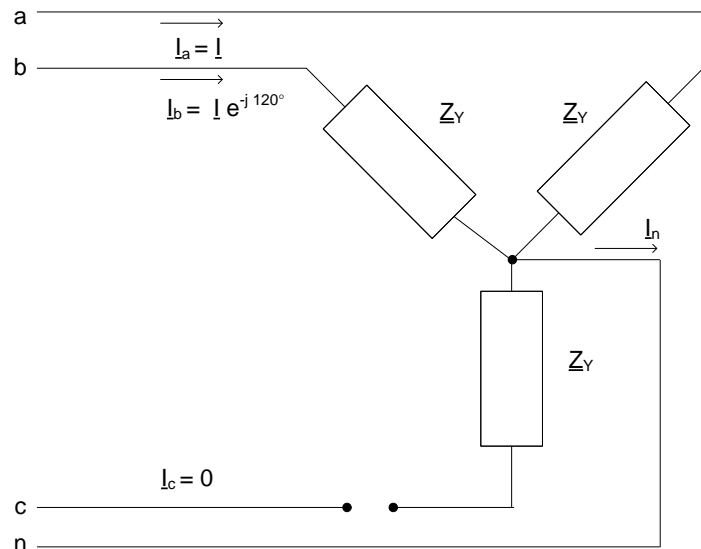
$$I_C = a I_{1d} + a^2 I_{1i} = \frac{a I_{2d} + a^2 I_{2i}}{n} = (a + a^2) \frac{I_a}{3n} = \frac{-I_a}{3n} = -2.9 \text{ A} = -\frac{I_A}{2}$$



Јануар 2017.

8. Израчунати струје кроз намотаје и линијске проводнике на страни примара и секундара трансформатора ($S_n = 200 \text{ kVA}$, $U_1/U_{02} = 10/0.4 \text{ kV}$, 50 Hz , спрега Дун5) у случају да дође до прекида фазе c током напајања симетричног трофазног пријемника импедансе $\underline{Z}_Y = (0.94 + j0.34) \Omega$. Импедансе пријемника су везане између фазног и нултог проводника. Напајање трансформатора на примару је уравнотеженим симетричним системом напона (напон фазе b касни за напонам фазе a за 120°).

Решење:



Струје кроз намотаје секундара:

$$\underline{I}_a = \frac{U_{02}/\sqrt{3}}{\underline{Z}_Y} = \frac{400/\sqrt{3}}{1.005 e^{-j19.93^\circ}} = 229.79 e^{j19.93^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_b = \underline{a}^2 \underline{I}_a = 229.79 e^{-j100.07^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_c = 0$$

Симетричне компоненте струја кроз намотаје секундара:

$$\underline{I}_{20} = \frac{1}{3}(\underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c) = \frac{1}{3} 229.79 e^{j19.93^\circ} (1 + \underline{a}^2) = 76.63 e^{-j40.07^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{2d} = \frac{1}{3}(\underline{I}_a + \underline{a} \underline{I}_b + \underline{a}^2 \underline{I}_c) = \frac{1}{3} 229.79 e^{j19.93^\circ} (1 + 1) = 153.3 e^{j19.93^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{2i} = \frac{1}{3}(\underline{I}_a + \underline{a}^2 \underline{I}_b + \underline{a} \underline{I}_c) = \frac{1}{3} 229.79 e^{j19.93^\circ} (1 + \underline{a}) = 76.63 e^{j79.93^\circ} \text{ A}$$

Струја у неутралном проводнику секундара:

$$\underline{I}_n = (\underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c) = 229.79 e^{j19.93^\circ} (1 + \underline{a}^2) = 3 \underline{I}_{20}$$

Однос трансформације је $n = 10/(0.4/\sqrt{3}) = 43.3$. Са примара на секундар се преносе све три компоненте, с обзиром на то да нулте струје могу да се затварају кроз намотаје спреге троугао. Симетричне компоненте струја кроз намотаје примара једнаке су:

$$\underline{I}_{10} = \frac{\underline{I}_{20}}{n} = 1.769 e^{-j40.07^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{1d} = \frac{\underline{I}_{2d}}{n} = 3.539 e^{j19.93^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{1i} = \frac{\underline{I}_{2i}}{n} = 1.769 e^{j79.93^\circ} \text{ A}$$

Сада се фазне струје примара могу одредити на основу симетричних компоненти као:

$$\underline{I}_A = (\underline{I}_{10} + \underline{I}_{1d} + \underline{I}_{1i}) = 5.309 e^{j19.93^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_B = (\underline{I}_{10} + \underline{a}^2 \underline{I}_{1d} + \underline{a} \underline{I}_{1i}) = 5.309 e^{-j100.07^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_C = (\underline{I}_{10} + \underline{a} \underline{I}_{1d} + \underline{a}^2 \underline{I}_{1i}) = 0$$

Струје кроз линијске проводнике на примарној страни:

$$\underline{I}_{A\text{lin}} = \underline{I}_A - \underline{I}_C = 5.309 e^{j19.93^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{B\text{lin}} = \underline{I}_B - \underline{I}_A = 9.195 \cdot e^{-j130.07^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_{C\text{lin}} = \underline{I}_C - \underline{I}_B = 5.309 \cdot e^{j79.93^\circ} \text{ A}$$

Битне напомене:

- Водити рачуна о спрези при рачунању линијских струја; напоменути како је боље рачунати линијске струје на основу фазних него на основу сим. компонената да не би дошло до грешке!
- Уколико је на примару спрега *неуземљена звезда*, треба водити рачуна о томе да напони секундара можда нису баш једнаки сведеним напонима мреже са примарне стране, због *нулте компоненте* напона, услед чега напони између крајева намотаја примара *нису једнаки* фазним напонима мреже!