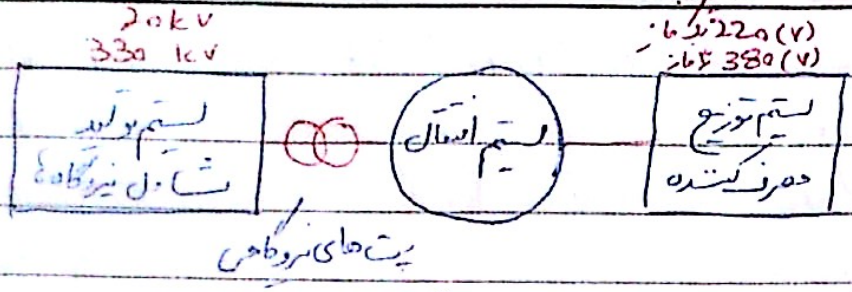
Date: Subject:

ترانسفورماتورهای قدرت :



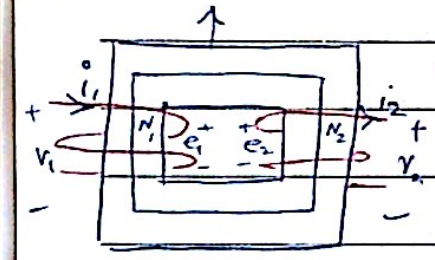

ترانسفورماتورهای قدرت تجهیزاتی برای تبدیل سطح ولتاژ در سیستم قدرت می باشد

علت افزایش ولتاژ در شبکه های برق جلوگیری از افت ولتاژ و کاهش تلفات است

ترانسفورماتورها به صورت ۳ فاز و تک فاز می باشد

اجزای تشکیل دهنده ی ترانس :

۱) ترانس قدرت ماتورهای تک فاز : ۱. نوع لستونی ۲. نوع زرهی من هسته از فرومغناطیس




$e_1 = N_1 \, d\Phi/dt$

$e_2 = N_2 \, d\Phi/dt$

نسبت تبدیل ترانس $\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$

ترانس قدرت ماتورها از 2 عدد سیم پیچ و یک هسته فرومغناطیس تشکیل شده است

وظیفه ی ترانس تبدیل سطح ولتاژ بدون تغییر فرکانس و توان است.

2) ترانس تک فاز ایده آل :

۴ شرط زیر همزمان بایستی در ترانس ایده آل برقرار باشد :

Mehr

Date: Subject:

۱) سیم پیچ ها فاقد مقاومت اهمی می باشد

۲) کل فلو (فوران شار) مغناطیسی از هسته عبور می کند

$\Phi = \Phi_c + \Phi_l$

۳) تلفات هسته وجود ندارد ۴) $\mu_r$ هسته (ضریب تراوایی مغناطیسی نسبی)

۵) پرمیابلیته نسبی بالایی دارد

$R_m = \frac{L}{\mu_0 \mu_r A}$ ← m طول متوسط مسیر شار

A ← سطح مقطع عمود بر شار $m^2$

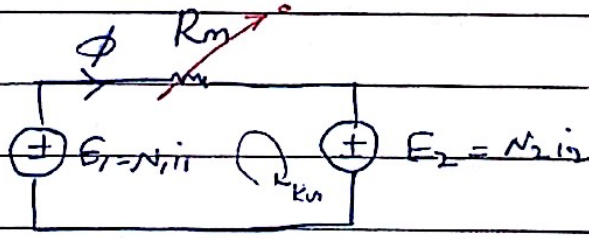
$\mu = \mu_0 \mu_r$

## روابط ولتاژ و جریان در ترانسفورماتور ایده ال

$v_1 = e_1$, $v_2 = e_2$ $\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = a$

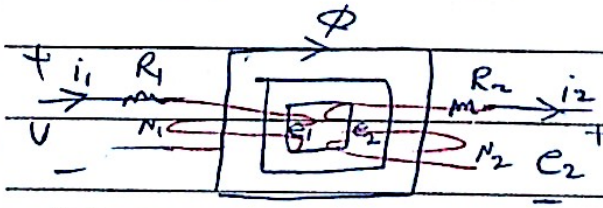
$N_1 i_1 = N_2 i_2 \Rightarrow \frac{i_1}{i_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a}$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{i_2}{i_1}$




## مدار معادل واقعی ترانسفورماتور

الف) فرض کنید شرط اول ایده ال برقرار نباشد یعنی سیم پیچ ها دارای مقاومت اهمی باشند




۱) حالت بی باری

Mehr

Date: Subject:

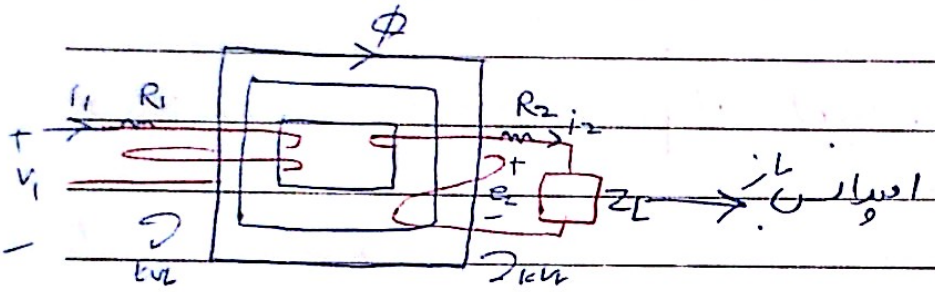
$\frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{a} \Rightarrow i_1 = \frac{1}{a} i_2 \angle 0^\circ \Rightarrow i_1 \simeq 0$ یک مقدار خیلی ناچیز

جریان بی باری یا $i_0 = i_\phi$ و یا

یا تحریک.

نکته: وقتی مقاومت به سیم پیچ اضافه می شود روابط ولتاژ و جریان برای بالاترین سیم پیچ ایده آل است.

2) حالت بارداری:




$V_1 = R_1 i_1 + e_1$ $\quad V_1 > e_1$

$V_2 = e_2 - R_2 i_2$ $\quad V_1 < e_2$

$V_2 = Z_L i_2$

محاسبه ی ولتاژ القایی دو سر سیم پیچ بر حسب ماکزیمم فلوی مغناطیسی:

$e_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$ , $\phi = \phi_m \sin \omega t$

$\Rightarrow e_1 = \underbrace{N_1 \phi_m \omega}_{e_{m1}} \cos \omega t$ $\quad e_{m1} = N_1 \phi_m \omega = 2\pi f N_1 \phi_m$

$e_1 = \frac{e_{m1}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f N_1 \phi_m}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow e_1 = 4.44 N_1 f \phi_m$ $\quad e_2 = 4.44 N_2 f \phi_m$

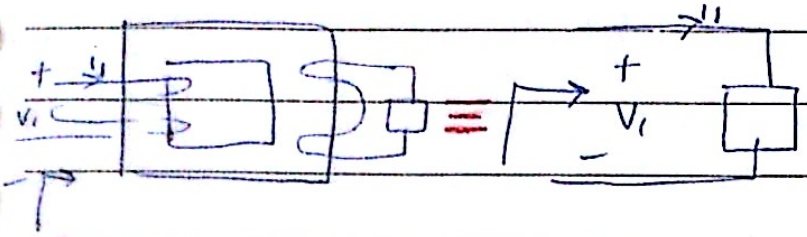
مقدار موثر ولتاژ

$\phi_m \rightarrow$ دامنه

Mehr

Date: Subject:

استفاده از ایده‌آل بودن ترانس ایده‌آل:

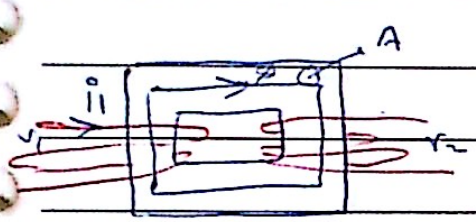



$Z_L = Z_1 = a^2 Z_L$

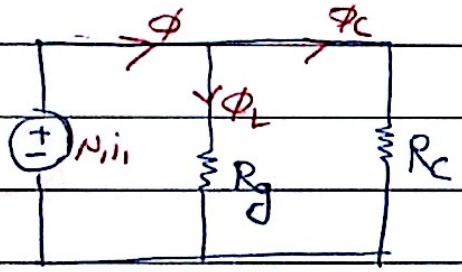
$$Z_1 = \frac{V_1}{i_1} = \frac{aV_2}{\frac{1}{a} i_2} = a^2 \frac{V_2}{i_2} = a^2 Z_L \Rightarrow Z_1 = a^2 Z_L$$

$$Z_L = \frac{V_2}{i_2}$$

ب) فرض می‌کنیم فقط شرط دوم ایده‌آل بودن نقض می‌شود یعنی تمام شار از هسته عبور می‌کند



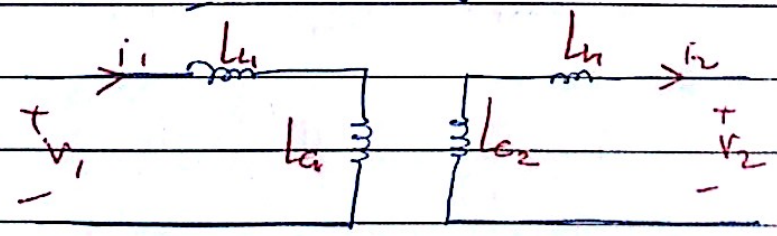

$\Phi = \Phi_C + \Phi_L$




$$R_g = \frac{l_{g \to m}}{\mu_0 A_{g \to m^2}} \quad (\Omega)$$

$$R_c = \frac{L}{\mu_0 \mu_r A}$$

$L_{C_1} = \frac{N_1^2}{R_c}$ اندوکتانس $L_{L_1} = \frac{N_1^2}{R_g}$ $L_{C_2} = \frac{N_2^2}{R_c}$ $L_{L_2} = \frac{N_2^2}{R_{g_2}}$



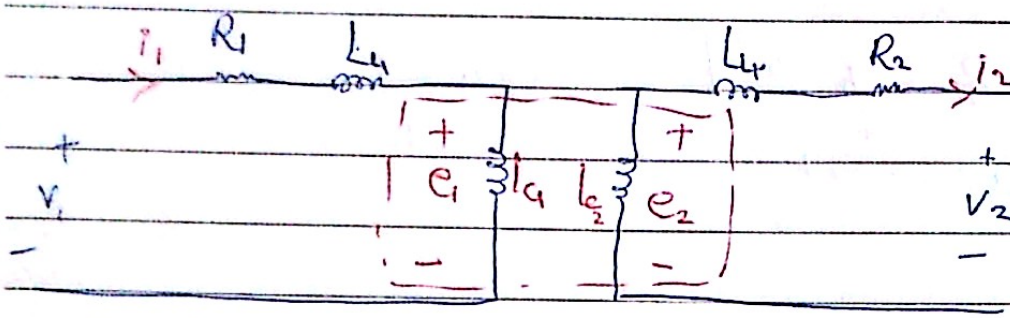

مدار در حالت الکتریکی

ترانس در حالت ب

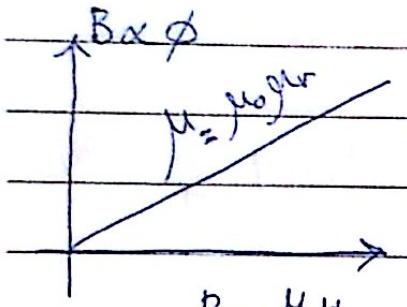
Mehr

Date: Subject:

ج) فرض می شود که شرایط اول و دوم ایده آل بودن برقرار نیست یعنی لیم سیم دارای مقاومت اهمی بوده و کل فلوی مغناطیسی از هسته عبور نمی کند




مدار معادل برای ایده آل در حالت (ج)

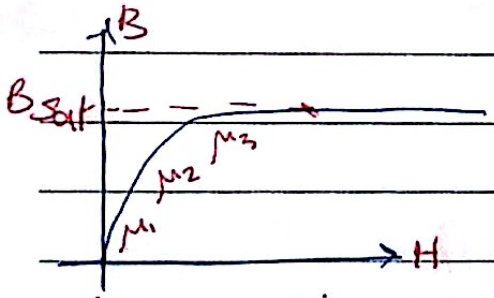



$B = \mu H$ $\quad \mu = \mu_0 \mu_r$

ملحقات هسته:

نسبت تقریم $\rightarrow E = HL = Ni$ (N ثابت، i ثابت)

$\frac{AT}{m}$ واحد



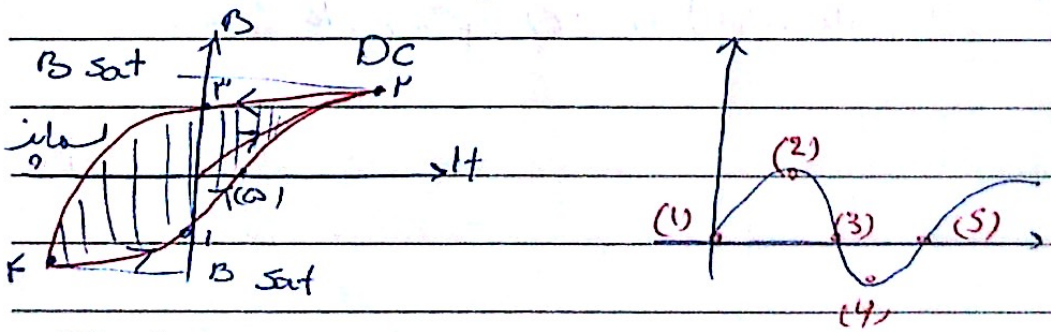

منحنی B-H برای هسته غیرخطی

منحنی تک مقداره

$B = f(H) = \sqrt{H}$

B تابعی از H

منحنی H-B هسته در حالت واقعی (منحنی چند مقداره)




Mehr

Date: Subject:

تلفات $P_h$ B-H مساحت محصور در منحنی

حساسیت

$P_h \propto f$

$P_h \propto$ جنس هسته $k_h$

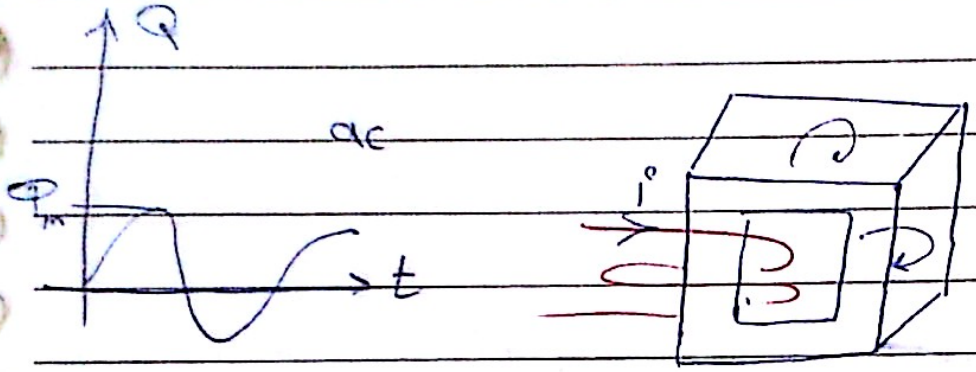
$P_h \propto \Phi_m$ ماکزیمم

$P_h = k_h \Phi_m^n f$ $\quad 1 \leq n \leq 2$

$n \simeq 1/6$

ثابت هیسترزیس

تلفات فوکو:




$R = \rho \frac{L}{A}$ $(\Omega)$

$P_f \propto \Phi_m$

تلفات فوکو $P_f = k_f Q_m^2 f^2$

$P_f \propto f$

تلفات فوکو

تلفات هسته $P_{core} = P_f + P_h$

برای کاهش تلفات فوکو هسته ی ترانس یکپارچه ساخته نمی شود بلکه ورقه های نازک

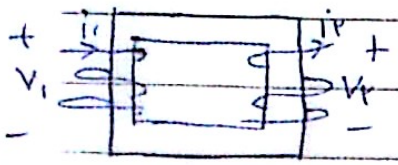
هسته به کمک چسب به هم پرس شده (عوایق آن را بیابید) و به صورت طبقاتی

روی هم قرار می گیرد.

Mehr

Date: Subject: جلسه آخر

توان در ترانس ایده ال :



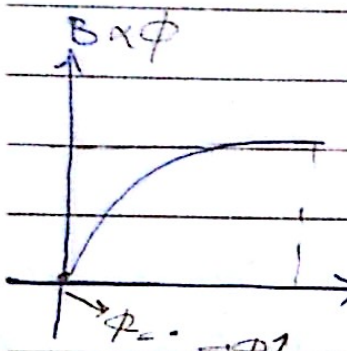
$S_1 = V_1 i_1 = aV_2 \frac{1}{a} i_2 = V_2 i_2$

$S_2 = V_2 i_2$

$\frac{V_1}{V_2} = a \qquad \frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{a}$

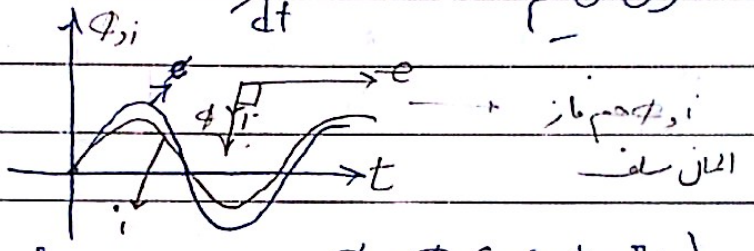
د) فرض می کنیم $\mu_r = +\infty$ (یعنی شرط چهارم ایده ال بودن نقض می شود)

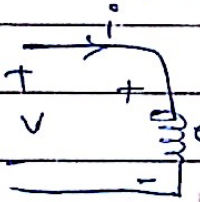
① اگر منحنی B-H تک مقداره باشد



فرض می کنیم $e \to \sin$

$e = N \frac{d\phi}{dt}$



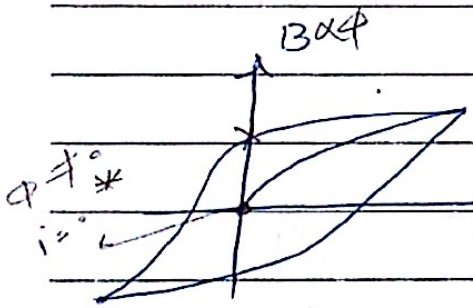


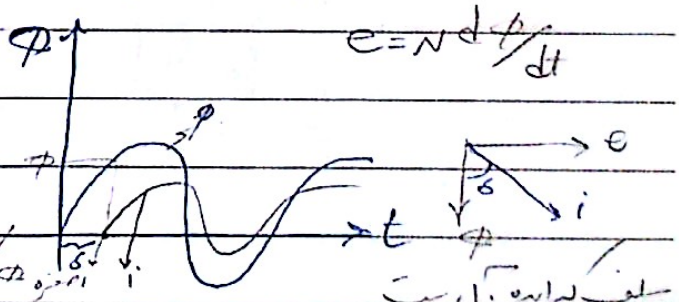
$\phi = \phi_m \cos(\omega t - \pi/2)$

$v = V_m \cos(\omega t + \epsilon) \to V_m \angle 0 = V$

مدل الکتریکی هسته در حالت $\phi_i$

② اگر منحنی B-H چند مقداره باشد و در نظر گرفتن تلفات



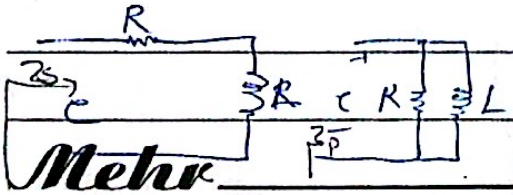


* اندوزه $\phi$ یک مقدار مثبت دارد

سلف که ایده آل ست

چون المانی که سلف که مقاومت دارد. (سلفی که موازی شده با مقاومت)

بررسی این که سری شده با مقاومت یا سری :



Mehr

Date: Subject:

$Z_L = R + jLw$

$Z = \frac{V}{I} \Rightarrow \angle Z = \angle V - \angle I$

$\angle Z = \tan^{-1} \frac{Lw}{R}$

$Z_p = R \| jLw = \frac{jRLw}{R+jLw} \Rightarrow \angle Z_p = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \frac{Lw}{R}$ ✓

راه دوم

از راه تلفات ⟹ $P_{Loss} = R_c |i_o|^2$

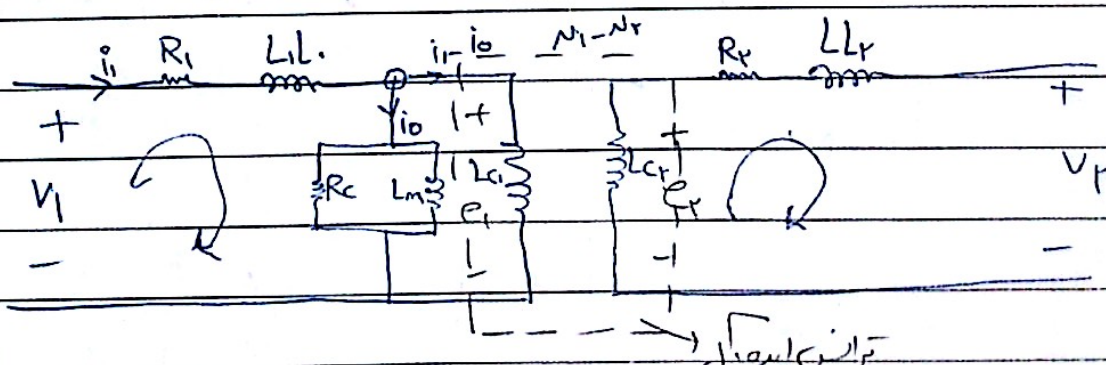
حالت کلی هسته

چون زودی عودار حیث سواره سمانند داریم
پس سمانند هم برگی کره سه ولتاژ پس
رابطه دوم جواب می دهد.

$P_{\text{سمانند}}$ حالت سواری $= \frac{e^2}{R_c}$ ✓

ج) در نظر

مدار معادل ترانسفورماتور یک فاز واقعی؟



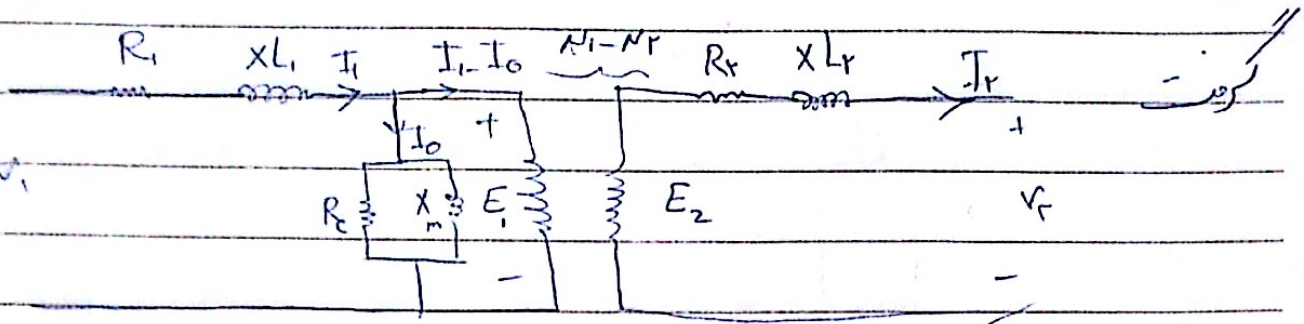

مدار معادل ترانس واقعی در حوزه زمان

$$\begin{cases} \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} \\ \frac{i_1 - i_o}{i_2} = \frac{N_2}{N_1} \end{cases}$$

Mehr

Date: Subject:

چون ولتاژ ورودی سینوسی است بنابراین می‌توان از مدارهای معادل فازوری

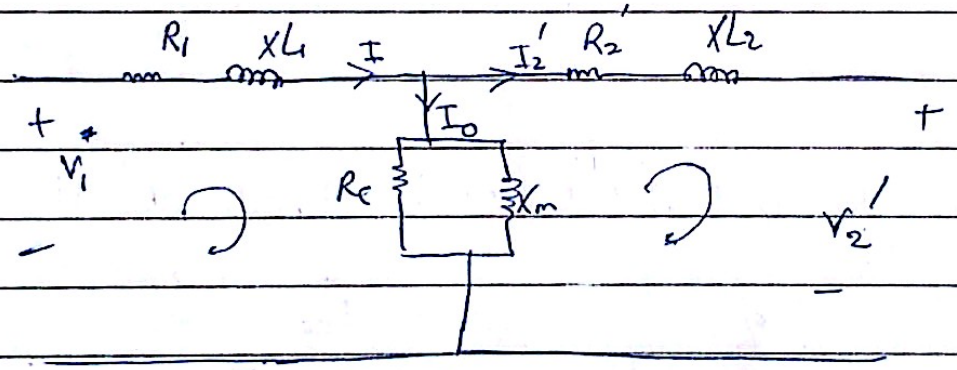



گرفت

(باید حفظ کنم) مدار معادل واقعی ترانس

$$\begin{cases} X_{L_1} = L_{L_1}\omega \\ X_m = L_m\omega \\ X_{L_2} = L_{L_2}\omega \end{cases} \qquad \begin{cases} \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \\ \frac{I - I_0}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \end{cases}$$

## انتقال پارامترهای ترانس به سمت اولیه:



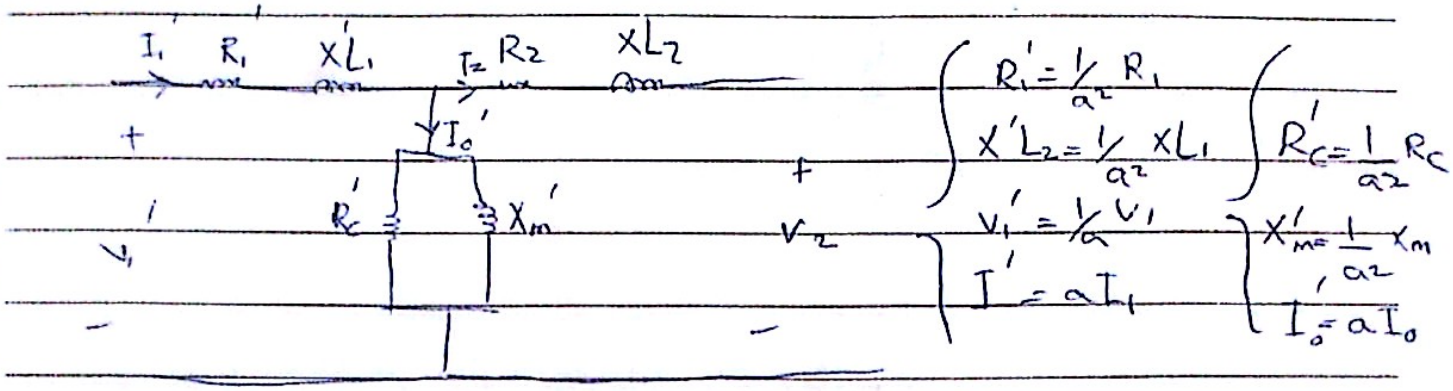

مدار معادل ترانس واقعی انتقال یافته به سمت اولیه

$$\begin{cases} R_2' = a^2 R_2 \\ X_{L_2}' = a^2 X_{L_2} \\ V_2' = aV_2 \\ I_2' = \frac{1}{a} I_2 \end{cases} \qquad \begin{matrix} Z_1 = a_2 Z_2 \\ V_1 = aV_2 \end{matrix}$$

Mehr

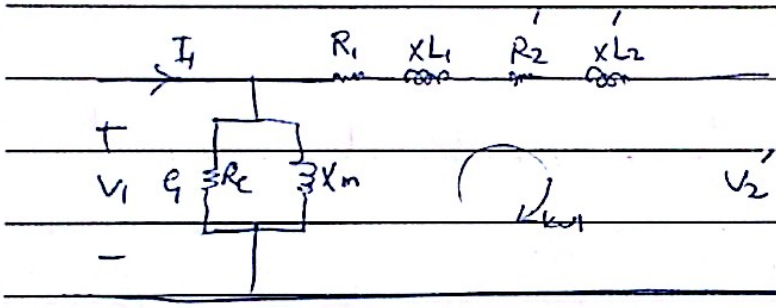
Date: Subject:

✕ انتقال پارامترهای ترانس به سمت ثانویه:

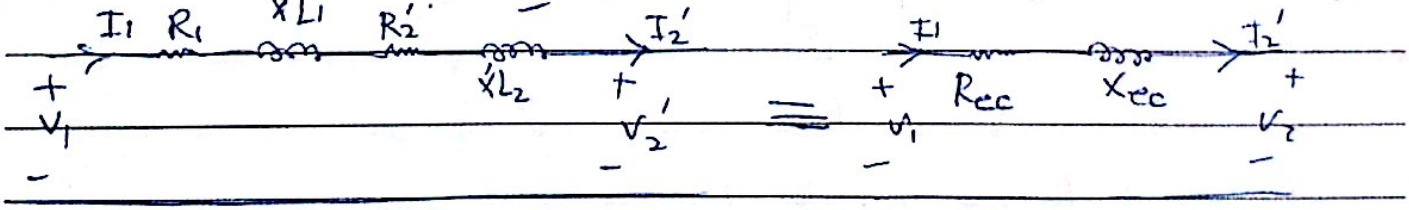



مدارهای معادل های تقریبی ترانس:

الف: از امپدانس ولتاژ سیم پیچ اولیه صرف نظر می شود.




ب: از شاخه موازی (هسته) صرف نظر شود یعنی $I_o = 0$.



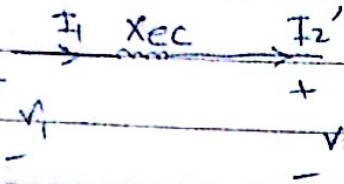

$R_{ec} = R_1 + R_2'$

$X_{ec} = X_{L1} + X_{L2}'$

ج) از مقاومت بی باری و مقاومت اهمی سیم پیچ ها صرف نظر می شود.

Mehr

Date: Subject:




مثال) یک ترانس تک فاز با مشخصات زیر معروض است

$R_1 = 0.1\ \Omega$ $\quad X_{L_1} = 0.3\ \Omega$ $\quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{400\ (V)}{2000\ (V)}$

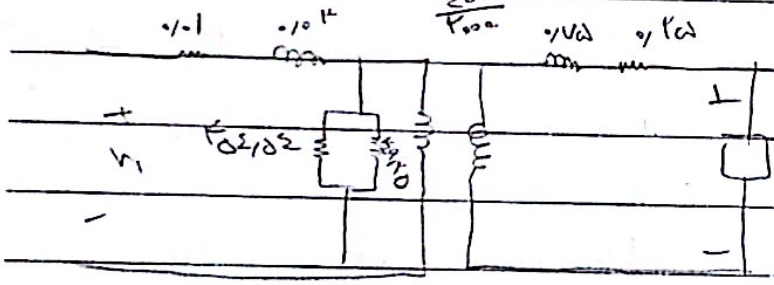
$R_2 = 0.12\ \Omega$ $\quad X_{L_2} = 0.28\ \Omega$

$R_c = 4800\ \Omega$ $\quad X_m = 1490\ \Omega$

بار 90 KVA با ضریب توان 0.8 پس فاز تغذیه می کند

مطلوب است محاسبه ولتاژ و جریان سمت اولیه به کمک مدار معادل دقیق (کامل) و

تقریبی




$S = VI^*$

$S_2 = |V_2||I_2|$

$|I_2| = \frac{|S_2|}{|V_2|} = \frac{90\ kVA}{2\ kV} = 45\ (A)$

$I_2 \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}(0.8) = -36.8$

$\Rightarrow I_2 = 45\angle -36.8$ پس فاز

یا از راه $I^* = \frac{S}{V} \Rightarrow I = \frac{S^*}{V^*} = \frac{90\ kVA\angle 36.8}{2\ kV}$

$I_2 = 45\angle -36.8$

Mehr

Date: Subject:

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{a} \Rightarrow i_1 = \frac{1}{a} i_2 \rightarrow I' = \frac{1}{a} I_2 = \frac{1}{\frac{1}{5}} \times 45 \angle -36.8^\circ = 225 \angle -36.8^\circ$$

نسبت سیمال برای ترانس های ایده آل (V) $V_2' = a V_2 = \frac{1}{a} \times 2000 = 400$

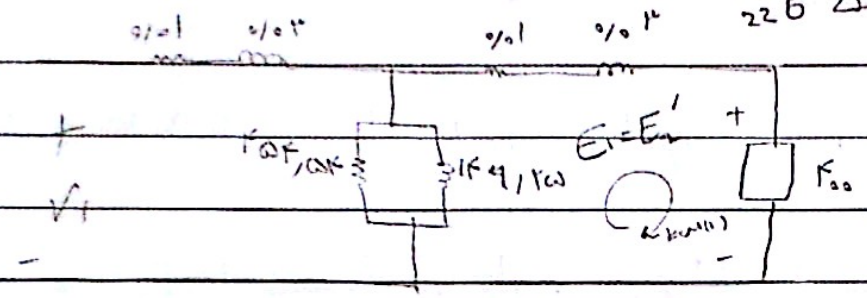
دقت داده پس می شد که 1400 بدون کار است

مقاومت اسقال یافته تا سیم پیچ مقاومت $R_2' = a^2 R_2 = \frac{1}{25} \times 0.25 = 0.01$

اولیه

$X_m' = X_m a^2 = \frac{1}{25} \times 0.75 = 0.03$

$225 \angle -36.8^\circ$




$KVL(1) \Rightarrow E_1 = (0.01 + j\,0.03) \times 225 \angle -36.8^\circ + 400$

امپدانس ماشین

جریان ماشین

$= 7.11 \angle 34.7^\circ + 400$

ولتاژ ماشین

$= 5.84 + 4.05j + 400$

$= 405.84 + 4.05j$

مدول و آرگومان را پیدا می کنیم دوباره جمع می کنیم

$405.8 \angle 0.57^\circ$

$x = |r| \cos\theta = 7.11 \cos 34.7$

$y = |r| \sin\theta = 7.11 \sin 34.7$

$Z = 4 \angle 45 \,//\, j14 = \frac{j14 \times 4\angle 45}{4 + j14 + 4\angle 45} = \frac{}{}$

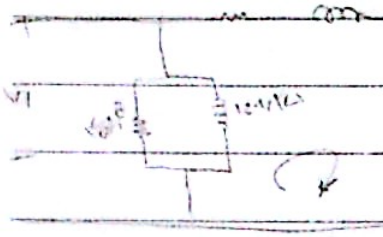
Mehr

$I_0 = \frac{E_1}{Z} = \frac{405.8 \angle 0.57^\circ}{} = 2.84 \angle -71.1^\circ$

Date: Subject:

الف) از لحاظ سرعت و کنترل سیم پیچ اولیه هیچ تفاوتی نمی‌کند

$\dot{I}_2 = 225 \angle -36.8^\circ$




$R_{eq} = R_1 + R_2' = 0.01 + 0.01 = 0.02$

$X_{eq} = X_1 + X_2' = 0.03 + 0.03 = 0.06$

$KVL: \quad V_1 = (0.01 + j0.06) \times 225 \angle -36.8^\circ + 400$

$= 13.22 \angle 80.54^\circ + 400 = 11.68 + j13.14 + 400$

$411.68 + j13.1$

$= 411.75 \angle 1.14^\circ$

$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}_2' = 1.84 \angle -71.25^\circ + 225 \angle -36.8^\circ =$

$0.913 - j1.689 + 180.14 - j134.31$

$= 181.053 - j136.27^\circ$

$\dot{I}_1 = 227.34 \angle -37.2^\circ$

ب) از جریان بی‌باری چشم پوشی کنیم ($i_0 = 0$)

$KVL: \quad V_1 = (0.02 - j0.06) \times 225 \angle -36.8^\circ + 400$

$= 411.75 \angle 1.14^\circ$

$\dot{I} = \dot{I}_2' = 225 \angle -36.8^\circ$

راندمان:

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} \times 100$

تلفات ثابت: تلفات هسته

$P_{loss} = P_{cu} + P_c \rightarrow$ تلفات هسته $= P_{Cu1} + P_{Cu2} + P_c$

تلفات اهمی (سیم پیچ‌ها)

$P_{Cu1} = R_1 |I_1|^2 = \quad P_{Cu2} = R_2 |I_2|^2 = R_2' |I_2'|^2$

Mehr

Date: Subject:

$P_{out} = |V_2||I_2|\cos\phi = |V_2'||I_2'|\cos\theta$

$P_{Cu} = R_{eq}|I_2'|^2$

$\eta = \frac{|V_2||I_2|\cos\theta}{|V_2||I_2|\cos\theta + R_1|I_1|^2 + R_2'|I_2'|^2 + P_C} \times 100$

با فرض $I_1 = I_2'$ و $I_0 = 0$

$\eta = \frac{|V_2'||I_2'|\cos\theta}{|V_2'||I_2'|\cos\theta + R_{eq}|I_2'| + P_C} \times 100$

اگر $\cos\theta$ هم ثابت فرض شود داریم:

$\frac{d\eta}{d|I_2'|} = 0 \Rightarrow \frac{|V_2'|\cos\theta(|V_2'||I_2'|\cos\theta + R_{eq}|I_2'|^2 + P_C) - |V_2'||I_2'|\cos\theta(|V_2'|\cos\theta + 2R_{eq}|I_2'|)}{(V_2'|I_2'|\cos\theta + R_{eq}|I_2'|^2 + P_C)^2}$

$|I_2'||V_2'|^2\cos^2\phi + R_{eq}|V_2'||I_2'|^2\cos\theta + P_C|V_2'|\cos\theta - |V_2'|^2|I_2'|\cos\theta - 2R_{eq}|V_2'|^2|I_2'|\cos\theta = 0$

$R_{eq}|V_2'||I_2'|^2\cos\theta = P_C|V_2'|\cos\theta \Rightarrow P_C = R_{eq}|I_2'|^2$

$\Downarrow$

شرط ماکزیمم شدن $\eta$.

جریان که منجر به حداکثر شدن راندمان می‌شود: $|I_2'|^{max} = \sqrt{\frac{P_C}{R_{eq}}}$

باری که حداکثر راندمان را ایجاد می‌کند: $S^{max} = |V_2'|\sqrt{\frac{P_C}{R_{eq}}}$

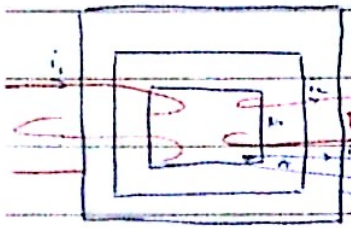
$\eta^{max} = \frac{|S^{max}|\cos\phi}{|S^{max}|\cos\phi + 2P_C} \times 100$

Mehr

$P_C + P_{Cu} \overset{P_C = P_{Cu}}{\Longrightarrow} 2P_C$

Date: Subject:

## ترانس های سه سیم پیچه



$$e_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$e_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$e_3 = N_3 \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \frac{e_1}{e_3} = \frac{N_1}{N_3}$$

حالت ایده آل: $e_1 = V_1$

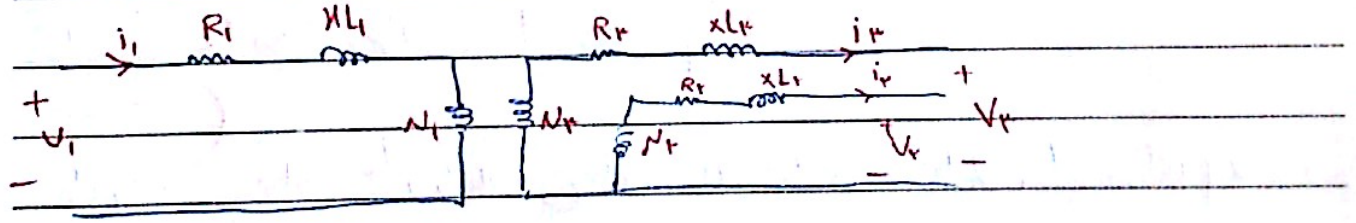
$$e_2 = V_2 \Longrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a_{12}$$

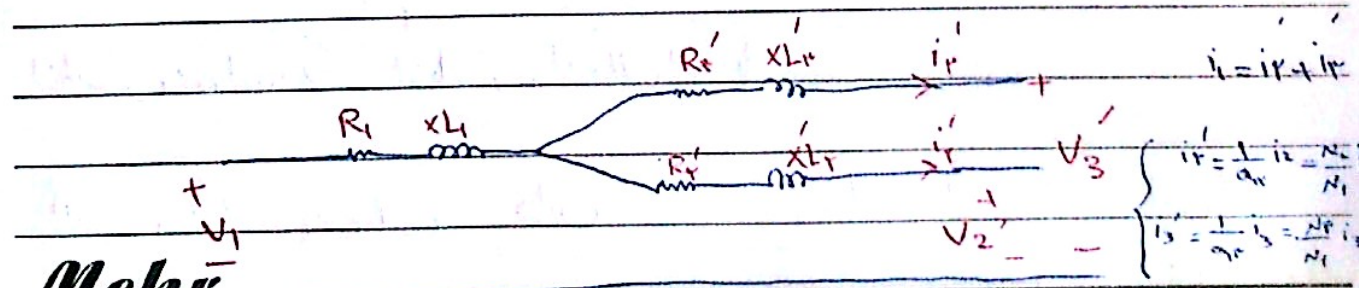
$$e_3 = V_3 \Longrightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{N_1}{N_3} = a_{13}$$

$$\frac{i_1}{i_2} \neq \frac{N_2}{N_1}$$

$$-N_1 i_1 + N_2 i_2 + N_3 i_3 = 0 \Longrightarrow N_1 i_1 = N_2 i_2 + N_3 i_3$$

$$i_1 = \frac{1}{a_{12}} i_2 + \frac{1}{a_{13}} i_3$$





$$i_1 = i_2' + i_3'$$

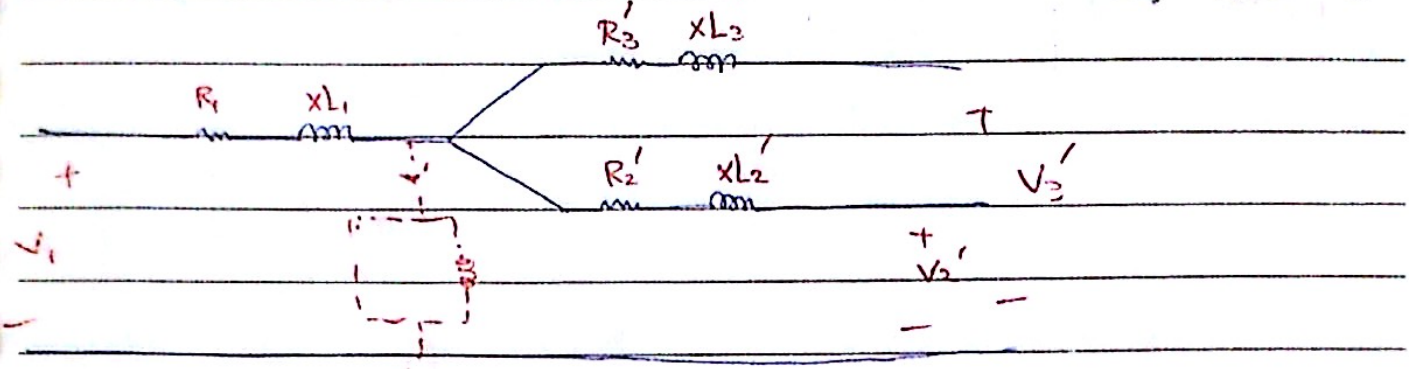
$$\begin{cases} i_2' = \frac{1}{a_{12}} i_2 = \frac{N_2}{N_1} i_2 \\ i_3' = \frac{1}{a_{13}} i_3 = \frac{N_3}{N_1} i_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_2' = a_{12} V_2 \\ V_3' = a_{13} V_3 \end{cases}$$

Mehr

Date: Subject:

کاربرد این ترانس ها در طرح ها برای تأمین دو یا چند بار با توان های مختلف است.




$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{P_{out2} + P_{out3}}{P_{out2} + P_{out3} + P_c + P_{cu1} + P_{cu2} + P_{cu3}} \times 100$$

$$P_{out2} = |S_2| \cos\theta_2$$

$$P_{out3} = |S_3| \cos\theta_3$$

$$\eta = \frac{|V_2'||I_2'| \cos\theta_2 + |V_3'||I_3'| \cos\theta_3}{|V_2'||I_2'| \cos\theta_2 + |V_3'||I_3'| \cos\theta_3 + P_c + R_1'|I_2' + I_3'|^2 + R_2|I_2'|^2 + R_3|I_3'|^2} \times 100$$

تعیین پارامترهای ترانسفورماتور سه سیم پیچه:

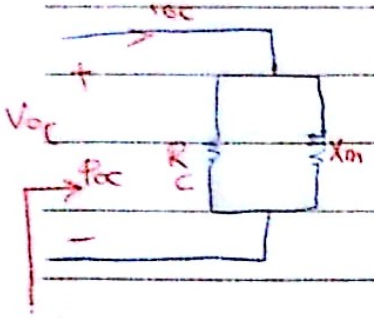
برای بدست آوردن مقاومت ها و راکتانس های سری و موازی مدار معادل نیاز به انجام یک آزمایش سه باری و دو آزمایش اتصال کوتاه است.

الف) آزمایش سه باری: در این حالت تانویه و ثالثیه باز و ولتاژ نامی اولیه

Mehr

Date: Subject:

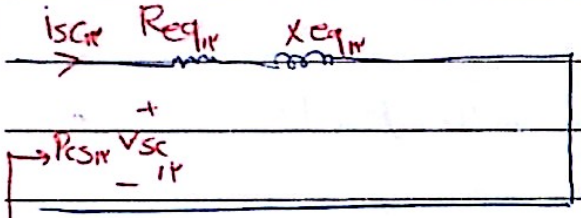
اتصال می‌شود. همچنین از امپدانس ولتاژ سیم پیچ اولیه به علت کم بودن جریان سی باری (بی‌باری) صرف نظر می‌شود




در شکل آزمایش سی باری در ترانسفورماتورهای معمولی است.

در این حالت نیز آزمایش از سمت ... سیم پیچ با ... کم‌ترین ولتاژ انجام می‌گردد

ب) آزمایش اتصال کوتاه اول: در این حالت سیم پیچ ثانویه اتصال کوتاه و ثانویه باز می‌باشد.

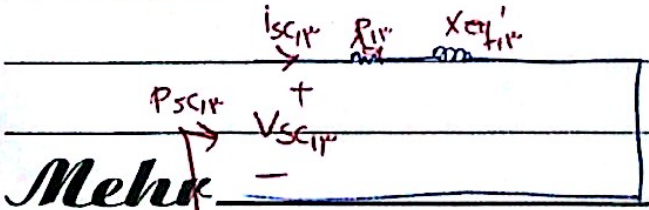



$$\begin{cases} Req_{t12} = R_1 + R_2' \\ Xeq_{t12} = XL_1 + XL_2 \end{cases}$$

$$Req_{t12} = \frac{Psc_1}{Isc_1^2} \qquad Zeq_{t12} = \frac{Vsc_1}{Isc_1} \qquad Xeq_{t12} = \sqrt{Z^2_{eq_{t12}} + (-Req_{t12})^2}$$

من سیم پیچ فشار قوی اولیه و ثانویه انجام می‌شود یعنی در جریان نامی سیم پیچ مورد آزمایش. (یعنی هرجا آمپر باشد از آن‌جا آزمایش شروع می‌شود) (کمترین جریان نامی)

ج) آزمایش اتصال کوتاه دوم:




Mehr

Date: Subject:

$$R_{eq_{t12}} = \frac{P_{sc12}}{I^2_{sc12}} \qquad X_{eq_{t12}} = \sqrt{Z^2_{12} - R^2_{eq_{t12}}}$$

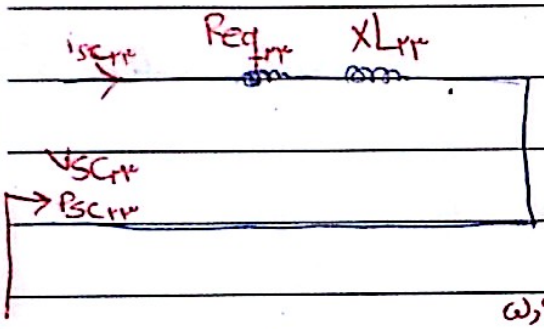
$$Z_{eq_{t12}} = \frac{V_{sc12}}{I_{sc12}}$$

$$\begin{cases} R_{eq_{t12}} = R_1 + R_2' \\ X_{eq_{t12}} = X_{L1} + X_{L2} \end{cases} \quad (3,4)$$

سیم پیچ ثانویه باز و ثالثیه اتصال کوتاه شده و اندازه‌گیری از سمت ثانویه صورت می‌گیرد.

سیم پیچ اولیه و ثالثیه انجام می‌شود.

(ج) اندازه‌گیری اتصال کوتاه سوم: سیم اولیه باز و ثالثیه اتصال کوتاه.




مانند حالات قبل عمل می‌شود

$$\begin{cases} R_{eq_{t23}} = R_2 + R_3'' \\ X_{eq_{t23}} = X_{L2} + X_{L3}' \end{cases} \quad (3,6)$$

از دو معادله و دو مجهول بدست آمده در سه اندازه‌گیری اتصال کوتاه می‌توان مجهولات را محاسبه کرد

$$R_3' = a_{13}^2 R_3 \Rightarrow R_3 = \frac{R_3'}{a_{13}^2} \xrightarrow{a_{13} = \frac{N_1}{N_3}}$$

$$R_2' = a_{12}^2 R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{R_2'}{a_{12}^2}$$

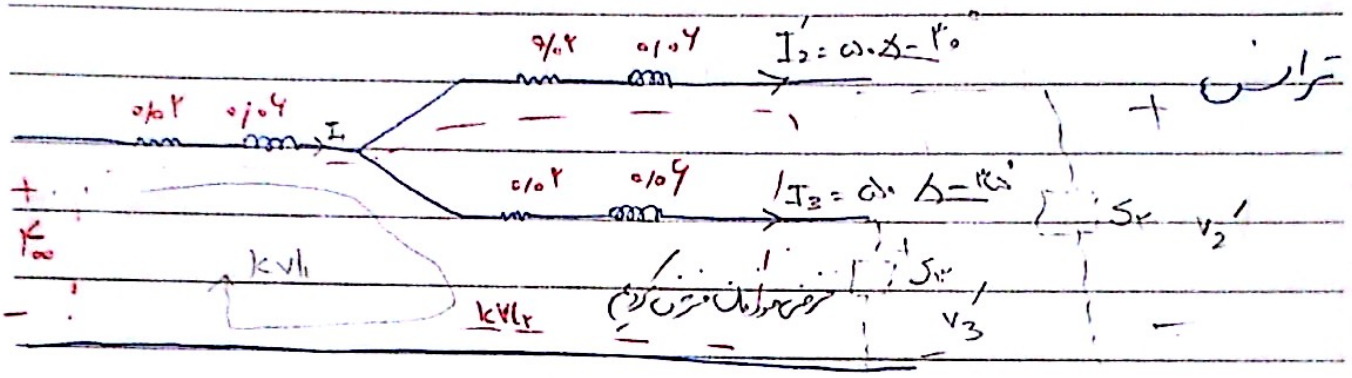
$$R_3 = \frac{R_3''}{(a_{23})^2} \qquad a_{23} = \frac{N_2}{N_3}$$

Mehr

Date: Subject:

مثال) مدار معادل یک ترانس سه سیم که در شکل زیر آورده است، اگر مقدار $I_2' = 50\angle -30^\circ$ و $I_3' = 50\angle -45^\circ$ آزمایش مطلوب است: الف) ولتاژهای ثانویه واقعی

ب) توان ظاهری و ضریب توان در ترمینال های اولیه و ثانویه و واقعی (بعد از)




الف)

$$I_1 = I_2' + I_3' = 50\angle -30^\circ + 50\angle -45^\circ = 99.9\angle -37.5^\circ$$

$$kVL_1: \quad V_3' = 400 - (0.02 + 0.06j) \times 99.9\angle -37.5^\circ \quad (0.02 + 0.06j) \times 50\angle -45^\circ =$$

$$kVL_2: \quad V_2' = 400 - (0.02 + j0.06) \times 99.9\angle -37.5^\circ - (0.01 + 0.06j) \times 50\angle -30^\circ =$$

$$V_3' = 392.058\angle -0.57^\circ$$

$$V_2' = 392.754\angle -0.187^\circ$$

ب)

$$|S_1| = |V_1||I_1| = 400 \times 100 = 40\ kVA$$

$$|S_2| = |V_2'||I_2'| = 392.754 \times 50 = 19.637\ kVA$$

$$|S_3| = |V_3'||I_3'| = 392.058 \times 50 = 19.603\ kVA$$

$$\theta_1 = \theta_{V_1} - \theta_{I_1} = 0 + 37.5 = 37.5^\circ \Rightarrow \cos\theta_1 = 0.7934$$ ضریب توان سمت اول

Mehr

Date: Subject:

$\Phi_2 = \Phi_{V_2}' - \Phi_{I_2}' = -۱۸۸V^{\circ} + ۳۰^{\circ} = ۲۰۹/۱۲^{\circ} \Rightarrow$ مزدوج مختلط $\Phi_2 = ۰/۱۸۷۲^{\circ}$

$\Phi_3 = \Phi_{V_3}' - \Phi_{I_3}' = -۱۵۷V + ۳۵^{\circ} = ۱۲۰/۶۴^{\circ} \Rightarrow$ مزدوج مختلط $\Phi_3 = ۰/۱۸۲۶۸^{\circ}$

قدرت: $S = |V||I|^*$ (+ به - تحویل دهنده انرژی)

$S_1 = |V_1||I_1|^* = ۶۰۰ \times ۱۰۰ \angle ۳۲/۱۳^{\circ} = ۶۰ \angle ۳۲/۱۳^{\circ}$ kVA

$S_2 = |V_2||I_2|^* = ۳۹۲/۸۶ \angle ۰/۱۸۷^{\circ} \times ۵۰ \angle ۳۰^{\circ} = ۱۹/۶۷ \angle ۲۹/۱۳^{\circ}$ kVA

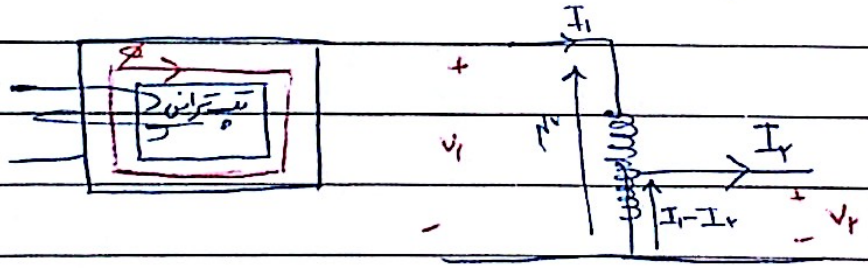
$S_3 = |V_3||I_3|^* = ۳۹۲/۶۸ \angle -۰/۲۶^{\circ} \times ۵۰ \angle ۲۶^{\circ} = ۱۹/۶۷ \angle ۲۶/۴۰^{\circ}$

ج) $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times ۱۰۰ = \frac{P_{out_2} + P_{out_3}}{P_{in} = P_{out_1}} \times ۱۰۰ = \frac{|S_2| \cos\phi_2 + |S_3| \cos\phi_3}{|S_1| \cos\phi_1} \times ۱۰۰$

$= \frac{۱۹/۶۷ \times ۰/۱۸۷ + ۱۹/۶۷ \times ۰/۱۸۲۶}{۶۰ \times ۰/۸۴۱۴} \times ۱۰۰ =$

$۹۸/۶۴\%$

۴) ترانس:




$e_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt}$ $\quad \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}$

$e_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt}$ $\quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a_{N_1}$ دهانه ایده‌آل

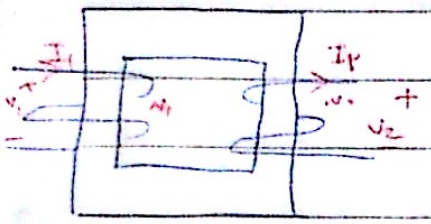
$(N_1 - N_2) I_1 + N_2 (I_1 - I_2) = 0 \Rightarrow N_1 I_1 - N_2 I_1 + N_2 I_1 - N_2 I_2 = 0$

Mehr

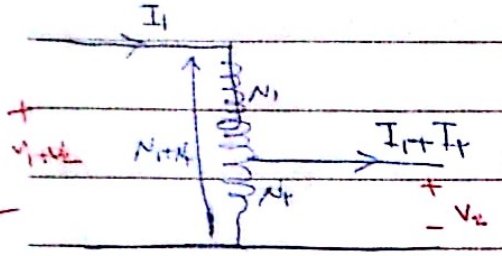
$\Rightarrow N_1 I_1 = N_2 I_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a_{N_1}}$

Date: Subject:

ساخت اتوترانس با ترانس معمولی:



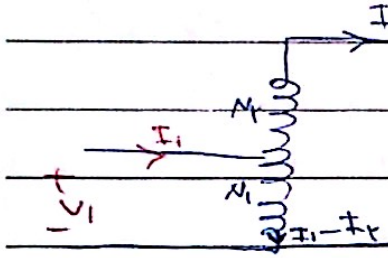

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = a$$




$$S_{AT} = V_2(I_1+I_2) = V_2 I_1 + V_2 I_2$$

اتوترانس کاهنده

$$= \frac{1}{a} V_2 I_2 \left(1+\frac{1}{a}\right) = \left(1+\frac{1}{a}\right) S$$




$$S_{AT} = (V_1+V_2) I_2 = V_1 I_2 + V_2 I_2$$

اتوترانس افزاینده

$$= a V_2 I_2 + V_2 I_2 = V_2 I_2 (a+1) = (a+1) S$$

if $a>1 \Rightarrow S_{AT} = (a+1) S$ یعنی ترانس معمولی کاهنده باشد $S_{AT} > S$ اتوترانس افزاینده

if $a<1 \Rightarrow S_{AT} < S$ اتوترانس کاهنده یعنی ترانس معمولی افزاینده باشد

مزایای اتوترانس هایی که از ترانس معمولی ساخته می شود:

۱) افزایش توان ۲) باتوجه به این که تلفات تقریباً ثابت است.

راندمان افزایش پیدا می کند ۳) راکتانس نشتی یک اتوترانس کمتر از یک ترانس معمولی است.

Mehr

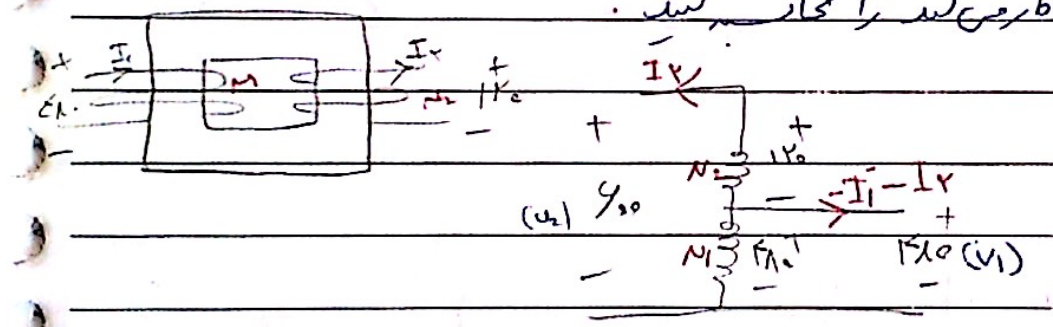
Date: Subject:

مهم ترین ضریب: می‌توان بدون خروجی یا ولتاژ متغیر در اختیار گذاشت.

مثال: یک ترانس ۱۲۰ به ۴۸۰ (V) و ۵۰ kVA به صورت یک اتوترانس فرومغناطیس استاندارد می‌شود که از ضربه یک منبع ۶۰۰ (V) یا ۴۸۰ (V) را تغذیه می‌کند. ترانس که ترانس ناخالص اتوترانس

به صورت ۲ سیم بی باری کامل با ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز ست می‌شود. الف) راندمان ۹۶/۵٪ است. شکل اتوترانس را رسم می‌کند. ب) مقدار kVA

اتوترانس را بدست آورید. ج) راندمان اتوترانس را زمانی که با بار کامل در ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز کار می‌کند را محاسبه کنید.




$$|S_{AT}| = V_1(-I_1 - I_2) = -V_1 I_1 - V_1 I_2 = -V_2 I_2 - aV_2 I_2 = |-(1+a)S|$$

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{480}{120} = 4$$

$$= |-aS| = |-a(2a)| = |-2a^2| = 2(4)^2 = 2(16) = 32 \text{ kVA}$$

از سر مشت خارج می‌شود — از سر مشت وارد می‌شود

جهت جریان می‌شود — جهت جریان می‌شود

سمت بالا

سمت پایین

Mehr

Date: Subject:

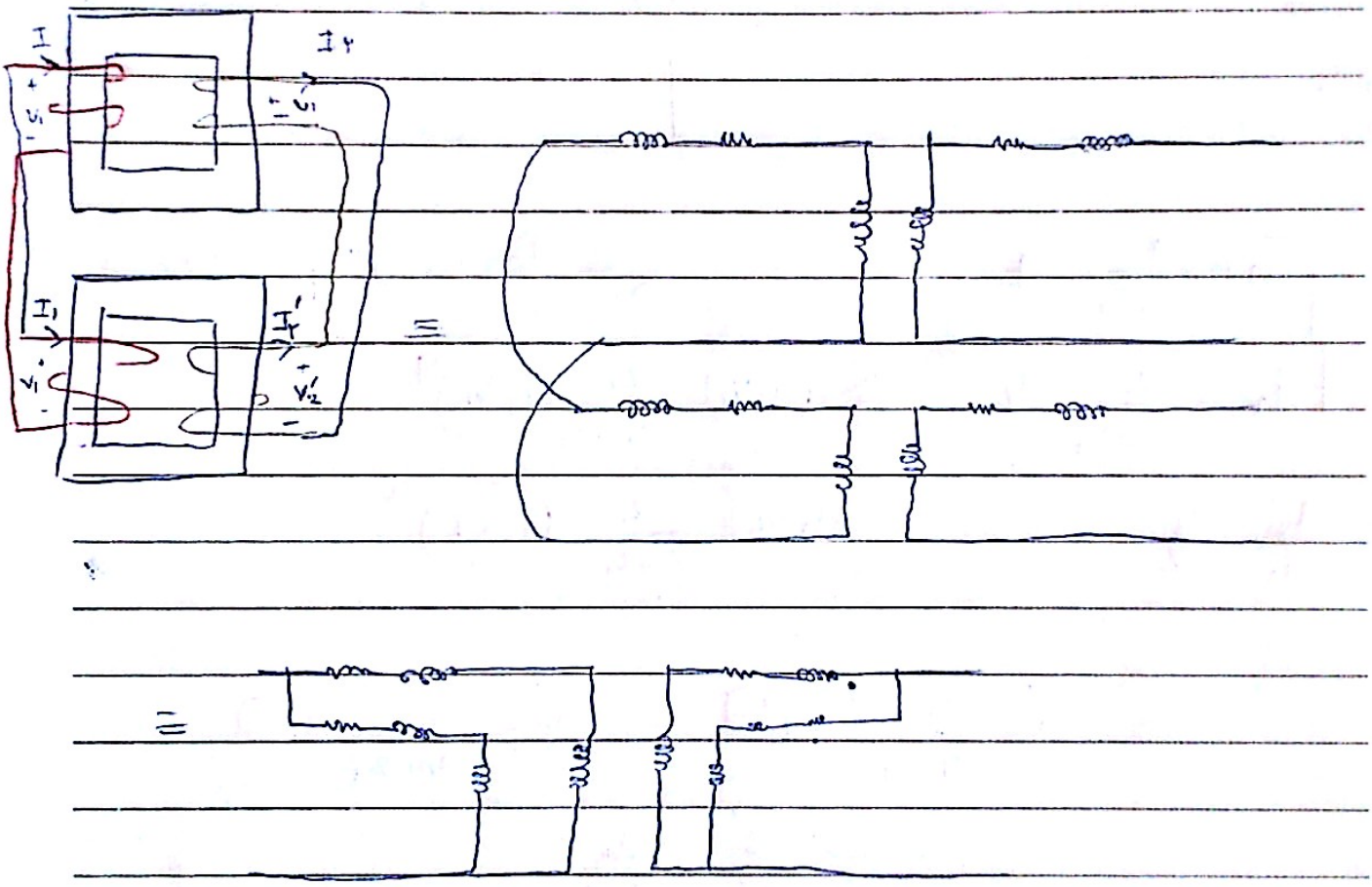
ج) $\eta^{AT} = \frac{P_{out}^{AT}}{P_{out}+P_{loss}^{AT}} = \frac{|S_{AT}|\cos\varphi}{|S'_{AT}|\cos\varphi+P_{loss}} \times 100 = \frac{۲۵۰ \times ۰/۸}{۲۵۰ \times ۰/۸ + ۱/۲۵} \times 100 = \frac{۲۰۰}{۲۰۱/۲۵} \times 100$

($|S'|\cos\varphi$)

$\eta_{\text{راندمان ترانس}} = \frac{P_{out}}{P_{out}+P_{loss}} \Rightarrow P_{loss} = \frac{P_{out}}{\eta} - P_{out} = (\frac{1}{\eta}-1)P_{out} = (\frac{1}{۰/۹۹۵}-1) \times ۵۰ \times ۰/۸$

$= ۱/۲۵ \text{ (kw)} \times$

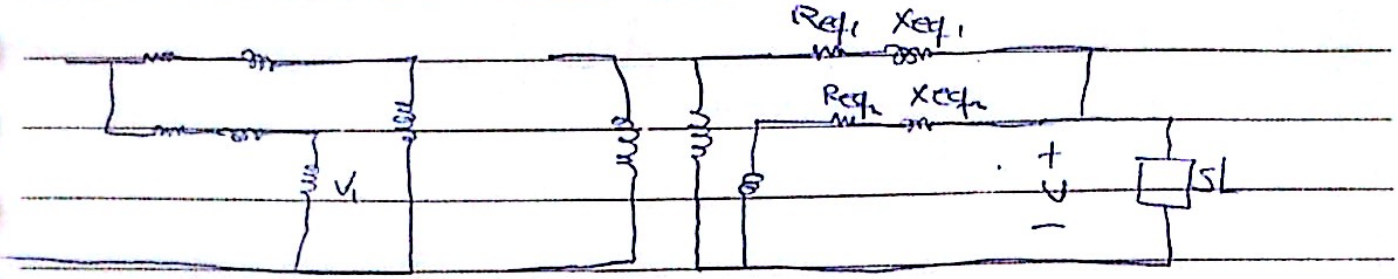
موازی کردن ترانس قدرت‌های تک فاز:

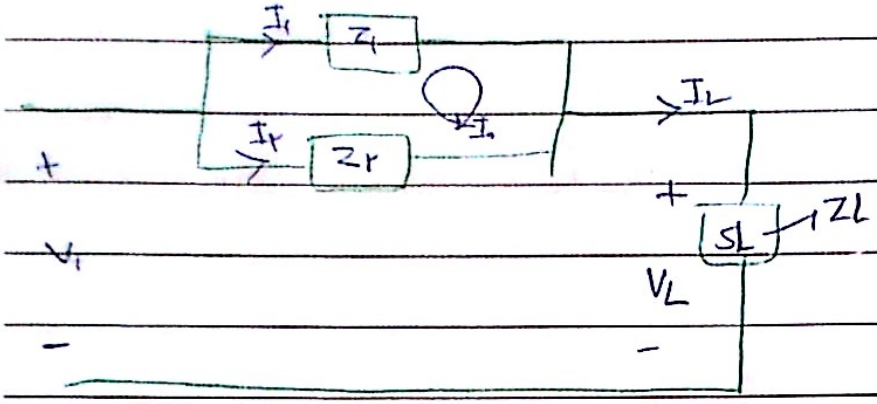



* یکی از مهم‌ترین شرط‌های موازی کردن ۲ ترانس قدرت تک فاز برابر بودن نسبت تبدیل آن‌هاست.

Mehr

Date: Subject:




$$a_1 = \frac{V_1}{V_2}$$

$$a_2 = \frac{V_1'}{V_2'}$$

مزدوج کامل ایده آل ⟸ $I_0 = 0$

$$I_1 = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} I_L$$

$$I_2 = \frac{Z_1}{Z_1+Z_2} I_L$$

$\times V_L$

$$\Rightarrow \underbrace{I_1 V_L}_{S_1'} = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \underbrace{I_L V_L}_{S_L}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\underbrace{I_2 V_L}_{S_2'} = \frac{Z_1}{Z_1+Z_2} \underbrace{I_L V_L}_{S_L}$$

$$S_1' = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} S_L \quad (2) \qquad S_2' = \frac{Z_1}{Z_1+Z_2} S_L \quad (3)$$

$$\Rightarrow \frac{S_1'}{S_2'} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

(1) $S_1' + S_2' = S_L \Rightarrow \left(1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right) S_1' = S_L \Rightarrow S_1' = \frac{S_L}{1+\frac{Z_1}{Z_2}}$

Mehr

Date: Subject:

$$1,2,3 \Rightarrow \frac{S_1'}{S_L} = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \times 100 \Rightarrow \%S_1' = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \times 100$$

$$\%S_1' = \frac{Z_1}{Z_1+Z_2} \times 100$$

$$\begin{cases} S_1 = V_1 I_1 \\ S_2 = V_2 I_2 \end{cases}$$

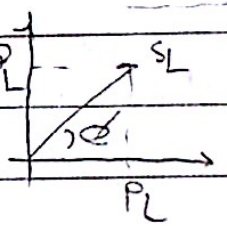
مثال امتحانی

دو ترانس تک فاز با تعداد دور متفاوت دارای امپدانس های $Z_a = 0.5 + j3$ و $Z_b = 0.6 + j10$ نسبت به یکدیگر هستند اگر اطراف سمت فشار قوی آنها را مداری نیم چگونه بار را با ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز سنجر تغذیه کنند.

$$S_A = \frac{2B}{2A+2B} \times S_L = \frac{0.6 + j10}{1.1 + j13} \times 125 \angle 36.8^\circ = \frac{10 \angle 86.4^\circ}{13.04 \angle 85.14^\circ} \times 125 \angle 36.8^\circ = 96.01 \angle 37.12^\circ$$

$$S_B = \frac{2A}{2A+2B} \times S_L^*$$

$$S_L = P_L + jQ_L$$




$$\cos\varphi = \frac{P_L}{S_L}$$

$$P_L = S_L \cos\varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_L = \frac{P_L}{\cos\varphi} = \frac{100}{0.8} = 125 \text{ kVA}$$

$$S_L = 125 \angle 36.8^\circ \ \alpha$$

$$\star: \frac{0.5 + j3}{1.1 + j13} \times 125 \angle 36.8^\circ = \frac{3.04 \angle 80.54^\circ}{13.04 \angle 85.14^\circ} \times 125 \angle 36.8^\circ$$

$$= 29.14 \angle 37.12^\circ$$

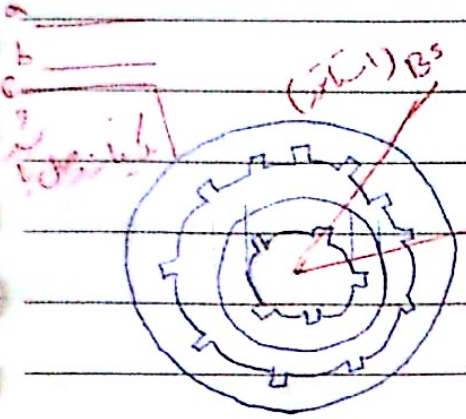
Mehr

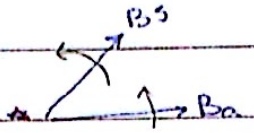
Date: Subject:

فصل دوم : موتور القایی (اندوکسیونی یا آسنکرون) سه فاز

هر وسیله که کار یا تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی را انجام می دهد موتور می نامند

بیش از ۷۵٪ موتورهای الکتریکی از نوع القایی هستند




تئوری میدانهای دوار :

$$B_a(\alpha,t) = b(\alpha)\cos\omega t$$

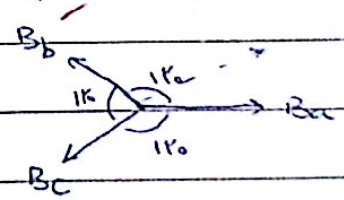
$$b(\alpha) = B_m C_1 \alpha$$

$$B_m(\alpha,t) = B_m C_1 \alpha \cos\omega t \rightarrow \frac{B_m}{P} C_1(\omega t+\alpha) + \frac{B_m}{P} C_1(\omega t-\alpha)$$

معادله سیستم — معادله برگشتی (پس گردت دارم)

در صورتی که از بیش از یک فاز استفاده کنیم موتور کار می کند ضمن رابطه ی بالا

حال دوست داریم به سه فاز برسیم :




$$B_a(\alpha,t) = b_a(\alpha)\cos\omega t$$

$$B_b(\alpha,t) = b_b(\alpha)\cos(\omega t-۱۲۰)$$

$$B_c(\alpha,t) = b_c(\alpha)\cos(\omega t+۱۲۰)$$

$$b_a(\alpha) = B_m C_1 \alpha$$

$$b_b(\alpha) = B_m C_1(\alpha-۱۲۰)$$

$$b_c(\alpha) = B_m C_1(\alpha+۱۲۰)$$

$$B_t(\alpha,t) = B_a(\alpha,t) + B_b(\alpha,t) + B_c(\alpha,t)$$

Mehr

Subject
Date

$$B_m \cos\alpha \cos\omega t + B_m \cos(\alpha-120)\cos(\omega t-120) + B_m \cos(\alpha+120)\cos(\omega t+120)$$

$$= \frac{B_m}{2}\cos(\omega t+\alpha) + \frac{B_m}{2}\cos(\omega t-\alpha) + \frac{B_m}{2}\cos(\alpha+\omega t-240) +$$

$$\frac{B_m}{2}\cos(\omega t-\alpha) + \frac{B_m}{2}\cos(\alpha+\omega+240) + \frac{B_m}{2}\cos(\alpha-\omega t) =$$

$\omega = 2\pi f$ $\qquad \frac{3}{2} B_m \cos(\omega t-\alpha)$ $\qquad$ میدان دوار با سرعت $\omega$

طبق رابطه فوق در حالت کلی میدان دوار با سرعتی متناسب با فرکانس تغذیه به وجود خواهد آمد.

همواره تعداد قطب های استاتور و روتور باهم برابرند در غیر اینصورت اصلا عزم ماشین معنی ندارد.

۱) $\omega$ همیشه مضرب زوجی از اعداد است

$$\omega = \frac{4\pi f}{P} \quad (Hz)$$

$\omega$: سرعت حرکت میدان دوار (rad/s)

$f$: فرکانس تغذیه

$P$: تعداد قطب های موتور

۲) $N_S = \frac{120 f}{P}$ $\quad (r_{pm})$ $\quad$ (دور بر دقیقه)

۳) $n_S = \frac{120 f}{60 P}$ $\quad (r_{ps})$ $\quad$ (دور بر ثانیه)

هیچ گاه نمی رسند $\quad \omega_S$ (استاتور) $\quad \omega_r$ (روتور)

Subject
Date

لغزش $S = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s} \times 100$ درصد $\Rightarrow \omega_r = (1-S)\omega_s$ $(rad/s)$

$N_r = (1-S)N_s$ $(rpm)$ $\Rightarrow$ $0 \leq$ لغزش $\leq 1$

در لحظه استارت $t=0$ ، $\omega_r = 0$ ولغزش ۱ می باشد.

در بارهای بزرگ S زیاد می شود (چون $\omega_r$ کم می شود)

$$\%S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

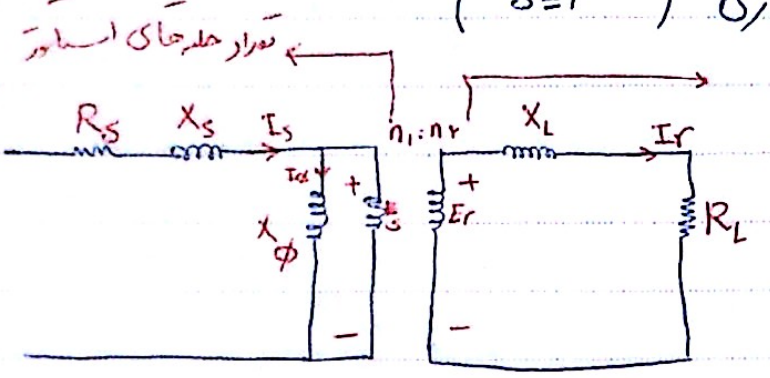
معمولاً در صنعت از موتورهای القایی قفس سنجابی استفاده می شود. مزیت این موتورها استحکام بالای آنهاست و عیب آن ها عدم امکان اضافه نمودن مقاومت های خارجی جهت کم کردن جریان راه اندازی است. در این نوع موتورها به جای سیم پیچ از قفس (میله) آلومینیومی استفاده می شود.

* همیشه اتصال سیم پیچ های روتور را به صورت ستاره فرض می کنیم

PqPCO

Subject
Date

مدار معادل : در حالت راه اندازی ( $s=1$ )




$$\omega_r = \frac{4\pi f_r}{P} \qquad f_r \neq f_s$$

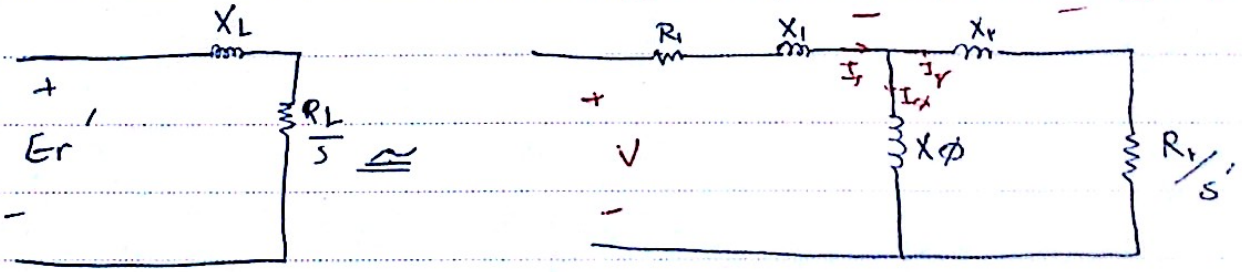
$$\omega_s = \frac{4\pi f_s}{P} \qquad f_r < f_s$$

$X_r$ راکتانس نشتی روتور، $X_r = 2\pi f_r L_r$ ، $L_r$ اندوکتانس نشتی روتور

$$s = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s} = -\frac{\omega_r}{\omega_s} + 1 \Rightarrow \frac{\omega_r}{\omega_s} = 1 - s \Rightarrow \frac{\omega_r}{\omega_s} = f_r / f_s$$

$$\frac{f_r}{f_s} = 1 - s \Rightarrow f_r = (1-s) f_s$$

مدار معادل یک فاز موتور القایی سه فاز متعادل :




$$\begin{cases} X_1 = X_S \\ R_1 = R_S \\ X'_r = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 X_L \\ R_1 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_L \end{cases}$$

P&PCO

Subject

Date $0 < s < 1$

$f_r = s f_s \Rightarrow E_r = s E_r'$ $\qquad E_r' = \frac{n_r}{n_1} E_s$

$$-s E_r' + s X_L + R_L I_r = 0$$

$$-E_r + X_L + \frac{R_L}{s} I_L = 0$$

چون $X_L = 2\pi f_r L_r \Rightarrow X_r = s X_r'$

$$\omega_s = \frac{4\pi f_s}{P}$$

PAPCO