

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
موسسه تخصصی زبان و آموزش زبان

جزوه درس

ماشین مخصوص

استاد هاشم نیا



POWEREN.IR

گردآورندگان:

محمد نصیری- مهدی جان نثار

تدریجاً به مقدار صفار ($m > 1$) به استناد حالتی متعادل m فاز وارو شود میدان دوری در فاصل

هوا به شکل ضواهد حرکت که از دانه آن ثابت است از سرعت ثابت و مستقیم است

POWEREN.IR
PowerEn.ir

$$\omega_s = \frac{120f}{P} \text{ rpm}$$

با این در حالتی های چند فاز حرکت میدان نسبت به سیم (هاری) به راحتی محقق می شود در عبور آن

میدان نسبت به سیم. لازم حرض شود است (ولتاژ آن کشیده در روتور ولتاژ سری است)

$$i_a(t) = I_m \sin \omega t$$

$$i_b(t) = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_c(t) = I_m \sin(\omega t - 240^\circ) = I_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$

$$mmf(a) = F_a(t, \theta) = F_m \sin \omega t \cos \theta$$

$$F_a(t, \theta) = F_m \sin \omega t \cos \theta = \frac{1}{2} F_m [\sin(\omega t + \theta) + \sin(\omega t - \theta)]$$

$$F_b(t, \theta) = F_m \sin(\omega t - 120^\circ) \cos(\theta - 120^\circ) = \frac{1}{2} F_m [\sin(\omega t + \theta + 120^\circ) + \sin(\omega t - \theta)]$$

$$F_c(t, \theta) = F_m \sin(\omega t + 120^\circ) \cos(\theta + 120^\circ) = \frac{1}{2} F_m [\sin(\omega t + \theta - 120^\circ) + \sin(\omega t - \theta)]$$

$$F_{total}(t, \theta) = F_a + F_b + F_c = \frac{3}{2} F_m \sin(\omega t - \theta)$$

$$F_a(t, \theta) = F_m \sin \omega t \cos \theta$$

$$F_b(t, \theta) = F_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \cos(\theta - \frac{2\pi}{3})$$

$$F_c(t, \theta) = F_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \cos(\theta - \frac{4\pi}{3})$$

$$F_a(t, \theta) = F_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{\Delta}) \cos(\theta - \frac{4\pi}{\Delta})$$

$$F_b(t, \theta) = F_m \sin(\omega t - \frac{1\pi}{\Delta}) \cos(\theta - \frac{1\pi}{\Delta})$$

$$F_{total} = \frac{\Delta}{r} F_m \sin(\omega t - \theta)$$



PowerEn.ir

اگر $m=2$ - اختلاف فاز مساوی را ابتدا 180° فرض میکنیم.

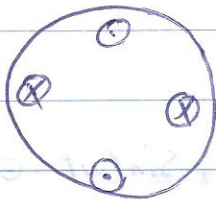
$$F_a(t, \theta) = F_m \sin \omega t \cos \theta$$

$$F_b(t, \theta) = F_m \underbrace{\sin(\omega t - 180)}_{-\sin \omega t} \underbrace{\cos(\theta - 180)}_{-\cos \theta}$$

$$F_{total} = 2F_m \sin \omega t \cos \theta \rightarrow \text{اصلاً میدان دوار نیست}$$

چون میدان دوار $(\omega t - \theta)$ دارد $(\omega t + \theta)$

در حالتی دو فاز در هم است اختلاف فاز نهایی در مکانی 90° ، 180° است.



$$F_a(t, \theta) = F_m \sin \omega t \cos \theta$$

$$F_b(t, \theta) = F_m \underbrace{\sin(\omega t - 90)}_{-\cos \omega t} \underbrace{\cos(\theta - 90)}_{\sin \theta}$$

$$F_{total} = F_m [\sin \omega t \cos \theta - \cos \omega t \sin \theta]$$

$$F_{total} = F_m \sin(\omega t - \theta)$$

برای ایجاد میدان دوار برای تک فاز آن را به دو فاز تبدیل کرد. و بعد از راه اندازی یکی از فازها را

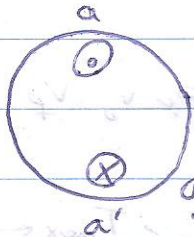
بسته داریم.

تکین آلفای تک فاز: تعداد اتاتور تک فاز و روتور قفس سنجالی

$$F_{net} = F_a(t, \theta) = F_m \sin \omega t \cos \theta \quad \because (\omega_r = 0) \quad s = 1$$



$$F_m [\underbrace{\sin(\omega t + \theta)}_{\text{میدان مثبت}} + \underbrace{\sin(\omega t - \theta)}_{\text{میدان منفی}}]$$

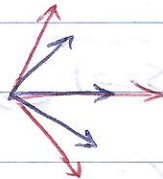


$m=1$ رات ثابت (میدان)

دانه میدان ثابت مثبت ← میدان دوار مثبت ← میدان ثابت منفی

$m > 1$ دامنه میدان ثابت ← میدان دوار رات و میدان ثابت مثبت

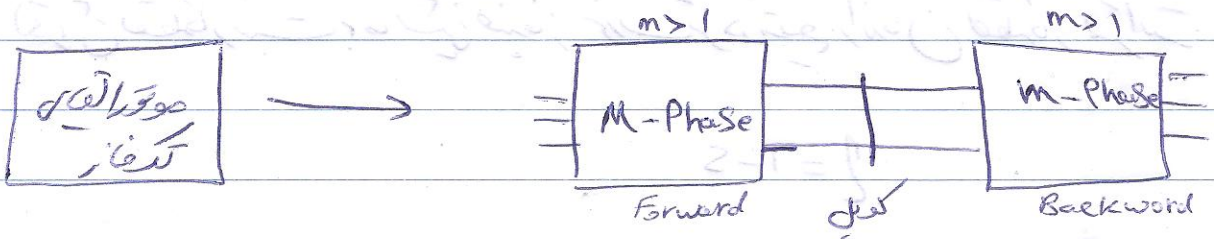
میدان مثبتی را می توان به صورت برهم نهی دو میدان دوار یکی مثبت و دیگری منفی در نظر گرفت



در تکین آلفای تک فاز به خودی خود $T_{s \text{ کل}} = 0$ است

بنابراین موتور آلفای تک فاز خود راه انداز نیست.

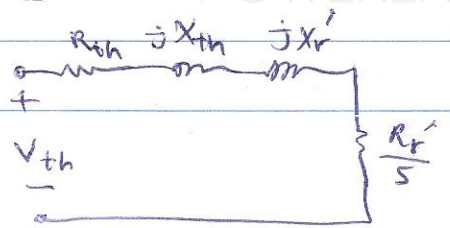
تضمین از یک حقه موتور آلفای تک فاز: (انتقار)



که سرعت ها هم برابر است و هم با هم جمع شوند

$$\text{در تک فاز} \Rightarrow T = \frac{P_{mech}}{\omega_{rot}} = \frac{P_{ag}}{\omega_s} = \frac{r}{\omega_s} \frac{R_r' I_r'^2}{s}$$

$$I_r' = \frac{V_{th}}{\sqrt{(X_{th} + X_r')^2 + (R_{th} + \frac{R_r'}{s})^2}}$$



$$S_f = S^+ = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s} \quad \text{و} \quad S_b \geq S^- = \frac{-\omega_s - \omega_r}{-\omega_s} = 1 + \frac{\omega_r}{\omega_s} = 1 + 1 - S^+ = 2 - S^+$$

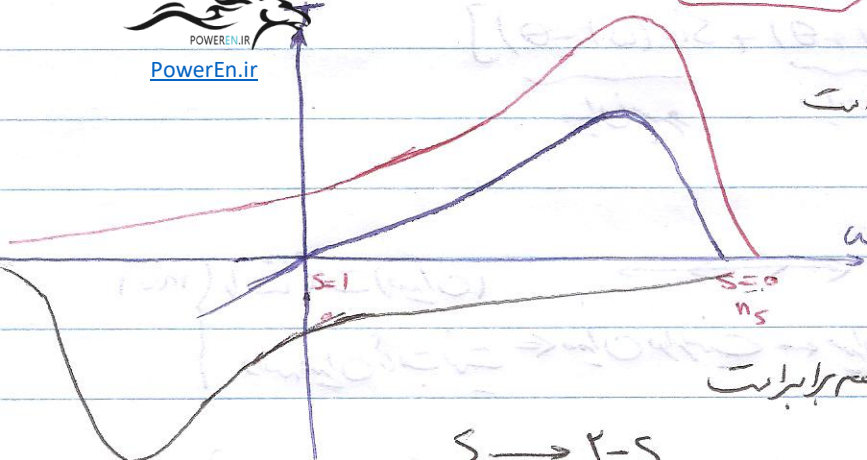
$$\Rightarrow S^- = 2 - S^+$$



PowerEn.ir

$$T \propto V_{th}^2$$

* شماره به جز اولی آن متناسب است



فزون تریم نه v_p و v_b با هم ω

برابری است T_{max} و T_{min} با هم برابری است

$$S \rightarrow 2 - S$$

$$T \rightarrow -T$$

نتیجه: ① در $S=1$ شماره همفرایت به شماره راه انداز نه وارد.

② در نهایت شدن $(S=0)$ شماره همفرایت از صفر

③ در سرعت کمتر از سرعت شدن شماره همفرایت.

④ مرکز همفرایت به ماسکین آبی ضعیفتر می‌شود، قابل تر است

⑤ لگوس نقطه کار نیست، ماسکین ضعیفتر بزرگتر در منبع رانندگی نقطه کار تر است.

$$\eta = 1 - S$$

تکفاز: در توان های زیر یک پیک اسب بخار معمولاً از موتورهای تکفاز استفاده می‌شود

← رانندگی کند، کاربرد خانگی

سه فاز: در توان های بالاتر از موتورهای صنعتی استفاده می شود و رانندگی بالاتر به کاربرد صنعتی

توان لحظه ای در تک فاز متغیر با زمان است پس توان لحظه ای در سه فاز ثابت چرا؟



$$V_a = V_m \sin \omega t$$

$$I_a = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$V_b = V_m \sin(\omega t - 120)$$

$$I_b = I_m \sin(\omega t - 120 + \varphi)$$

$$V_c = V_m \sin(\omega t + 120)$$

$$I_c = I_m \sin(\omega t + 120 + \varphi)$$

$$P(t) = V_a I_a + V_b I_b + V_c I_c = \frac{3}{2} V_m I_m \cos \varphi$$

در سه فاز توان متوسط ثابت است.

تک فاز: $V_a = V_m \sin \omega t$

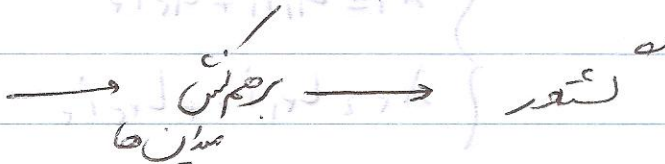
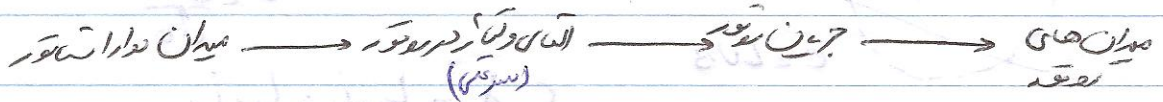
$$I_a = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$P(t) = V_a I_a = V_m I_m \sin \omega t \sin(\omega t + \varphi) = \frac{V_m I_m}{2} [\cos \varphi - \cos(2\omega t + \varphi)]$$

تفاوت مقدار توانی سه فاز با تک فاز است. جهت حصول مقدار متوسط خود

نوسان هر یک از فازها f_e و نوسانات $P(t)$ و نیز T_e

در سه فاز

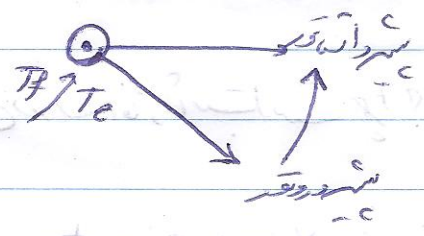
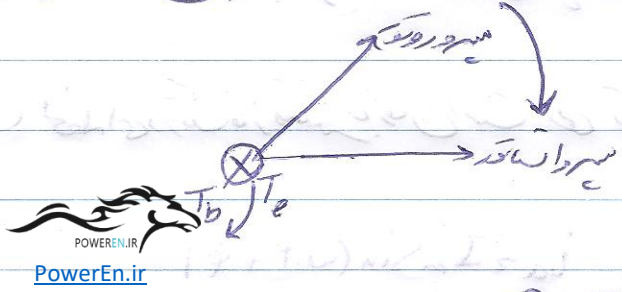


در تک فاز میان $N_m I_m \cos \omega t \cos \theta = \frac{1}{2} N_m I_m [\cos(\omega t + \theta) + \cos(\omega t - \theta)]$

متوسط است

توان تک فاز ورودی به موتور الکتریکی تک فاز را در نوسان است f_e و نیز T_e

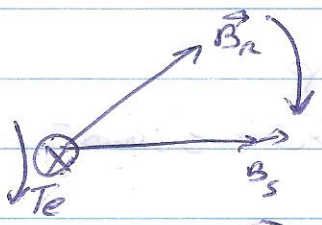
انرژی روتور و بین خودی هر کد



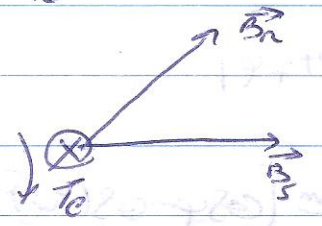
$$T = k \vec{B}_R \times \vec{B}_{net}$$

$$\vec{B}_{net} = \vec{B}_R + \vec{B}_S$$

$$T = k \vec{B}_R \times \vec{B}_S$$



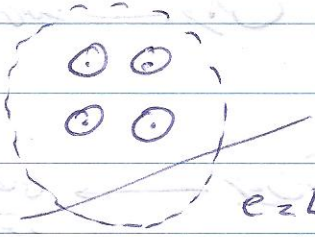
در حالت موجود میدان استاتور از میدان روتور جلوتر است



در حالت از رتور میدان روتور از میدان استاتور جلوتر است

انواع ولتاژ القایی: ۱- ولتاژ ترانسفورماتوری: ولتاژی که ناشی از شار عبوری در سیم پیچ القایی خود است

۲- ولتاژ سلفی: ولتاژی که ناشی از حرکت سیم در میدان است



رقتنس سیم به میدان

$$e_z = L \frac{di}{dt}$$

$$e_z \frac{d\lambda}{dt}$$

$$\begin{cases} \lambda_1 = L_{11} i_1 + L_{12} i_2 \\ \lambda_2 = L_{21} i_1 + L_{22} i_2 \end{cases}$$

$$e_1 = L_{11} \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} + i_1 \frac{dL_{11}}{dt} + i_2 \frac{dL_{12}}{dt}$$

ولتاژ ترانسفورماتوری

ولتاژ سلفی

ولتاژ القا شده در موثر القا تک فاز در سیم پیچ (مجموعه $S=1$):

مطمئن می‌شود که در صورتی که ولتاژ القا شده در سیم پیچ آن استوار و ثابت باشد، ولتاژ القا شده در سیم پیچ دیگر خواهد بود که اولاً آن استوار و ثابت است و ثانیاً آن در صورتی که سیم پیچ دیگر را در نظر بگیریم، ولتاژ القا شده در سیم پیچ آن استوار و ثابت خواهد بود.



PowerEn.ir

در صورتی که سیم پیچ دیگر را در نظر بگیریم، ولتاژ القا شده در سیم پیچ آن استوار و ثابت خواهد بود. چون سیم پیچ دیگر را در نظر بگیریم، ولتاژ القا شده در سیم پیچ آن استوار و ثابت خواهد بود.

در سیم پیچ دیگر، ولتاژ القا شده در سیم پیچ آن استوار و ثابت خواهد بود.

بررسی ولتاژ القا شده در سیم پیچ:

$$B_s = B_{max} \cos(\omega t - \theta_e)$$

حالت کلی: تحلیل فاکتور القا تک فاز:

نسبت به رصع استوار

میدان در سیم پیچ دیگر استوار است

زاویه سیم پیچ نسبت به رصع استوار = زاویه میدان نسبت به استوار

$$\begin{aligned} \theta &= \omega t - \theta_e \\ \theta &= \omega t + \theta_e \end{aligned}$$

$$\theta = \theta_1 + \omega_r t$$

میدان از سیم پیچ دیگر: $B_R = B_{max} \cos(\omega t - \omega_r t - \theta_1)$

$$\Phi = \int B_R ds = \int_0^{2\pi} B_{max} \cos(\omega - \omega_r)t + \theta_1 (lr) d\theta_1 =$$

$$= -B_{max} (lr) \sin(\omega - \omega_r)t - \theta_1 \Big|_0^{2\pi} = 2B_{max} (lr) \sin(\omega - \omega_r)t$$

از سیم پیچ دیگر القا شده است: $e = \frac{d\Phi}{dt} = 2B_{max} (lr) (\omega - \omega_r) \cos(\omega - \omega_r)t$

بروزی ولتاژ القا شده در سیم پیچ دیگر: $\int_{-\pi/2}^{\pi/2} = 2B_{max} lr \cos(\omega - \omega_r)t$

$$e = \frac{d\phi}{dt} = -r B_{max} \omega (\omega - \omega_r) \sin(\omega - \omega_r)t$$

دامنه ای هم برابر است ولی فازها با هم متفاوت است



میدان دینامیک میدان

بررسی ولتاژ القا شده در موتور القای تک فازه

$$B_s = B_{max} \cos \omega t \cos \theta$$

$$B_r = B_{max} \cos \omega t \cos(\theta_r + \omega_r t)$$

$$\phi_z = \int B_r \cdot ds = \int B_{max} \cos \omega t \cos(\omega_r t + \theta_r) (lr) d\theta$$

$$\phi = -B_{max} (lr) \cos \omega t \sin(\omega_r t + \theta_r) \Big|_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}$$

$$\phi = r B_{max} (lr) \cos \omega t \cos \omega_r t$$

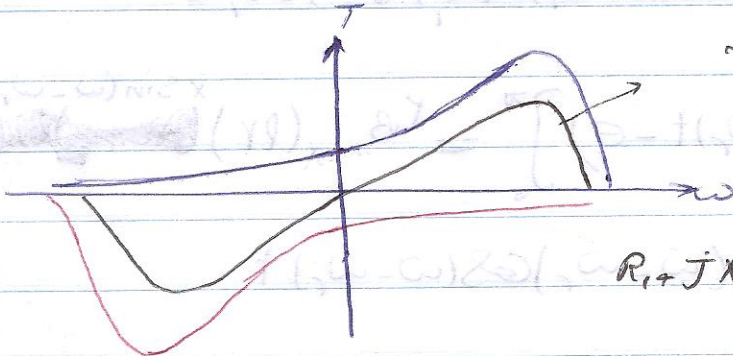
$$e = \frac{d\phi}{dt} = r B_{max} (lr) [\omega \sin \omega t \cos \omega_r t - \omega_r \cos \omega t \sin \omega_r t]$$

$$\Rightarrow \omega_r = 0 \Rightarrow e = -r B_{max} (lr) \omega \sin \omega t$$

$$\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\cos \theta} d\theta$$

* از دیدگاه فاز، هم برابر ولی از دیدگاه دامنه یکسان نیست

این ولتاژ از نوع ولتاژ تراستوری است چون ولتاژی که می بینید در این فاز یکسان



شعنه
تک فاز

$$T \propto V^2$$

با صرف نظر کردن از امپدانس نسبت استاتور $R_1 + jX_1$

$$V = E = jX_m I_m$$

معمده میدان ممناطیس برآیند $\leftarrow (دامنه میدان برآیند) T \propto$

معمده در ω شعنه درست است چون روتور ساکن است و میدان برآیند فوراً دارد و یک بار در این هم می بیند.

آیا روتور وقتی میچرخد میدان‌ها فوراً وجود می‌دارد یا نه؟ هم‌زمان؟ نه وقتی که روتور می‌چرخد

مثل هم می‌بینید که یکی سرعت $\omega_1 + \omega_2$ و دیگری سرعت ω_1 - برای هر چیزی که برای میدان



PowerEn.ir

فوراً وجود روتور اتفاق می‌افتد برای میدان یک دارد روتور اتفاق می‌افتد

ان این سرعت هم ω است که روتور می‌چرخد $\omega_1 + \omega_2$ یا هر دو در این صورت مولفه جریان روتور نامی از میدان

فوراً وجود روتور می‌دهد $\omega_1 + \omega_2$ خواهد داشت (س) از این علامت می‌توانیم متوجه شویم که فوراً وجود روتور

نام $\omega = 0$ دو تا می‌دهد دارد. روتور فقط می‌تواند از این نام روتور فقط می‌تواند از این نام

که شرطی را از این نام می‌تواند از این نام

مولفه جریان روتور نامی از میدان یک دارد است که $\omega_1 + \omega_2$ خواهد داشت

همواره در حالتی‌های القای سرعت میدان است که روتور با هم برابرند. مولفه سرعت روتور

برای آنکه برابر باشد با سرعت روتور میدان با هم برابرند $T = k B_r \times B_{net}$

$T = k B_r \times B_s$ برای آنکه در ثابت باشد سرعت روتور میدان با هم برابر است

* سرعت میدان‌ها در حالت نامبار با هم برابر است

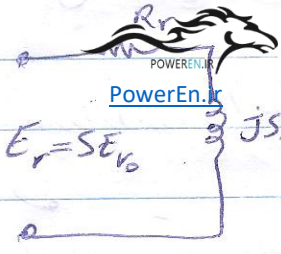
سرعت میدان فوراً وجود روتور برابر با سرعت میدان فوراً وجود روتور خواهد بود

سرعت میدان یک دارد روتور برابر با سرعت میدان یک دارد است که خواهد بود پس سرعت

است که مولفه جریان‌ها که روتور نامی عوض می‌دهد است نام میدان‌های که این جریان برآورده

چونکه برعکس عوض کرده است، اما هر آنکه دافعه میدانها عوض شده باشد.

سوال: دافعه میدانها و روتور (یکبار در فرورداد) چگونه تغییر میکنند؟



$$I_r = \frac{E_r}{j s X_{r0} + R_r} \Rightarrow I_r = \frac{E_{r0}}{j X_{r0} + \frac{R_r}{s}}$$

بر s را کوچکتر کنیم شود.

$\uparrow \frac{R_r}{s} \Leftarrow I_r \Leftarrow$ جریان روتور کاهش می یابد \Leftarrow میدان خود روتور روتور کاهش می یابد

طبق قانون اثر میدان روتور برعکس آهن را میدان است تا قدر است بنابراین این

مقاومت می کند. \Leftarrow پس میدان برآیند فرورداد افزایش می یابد.

میدان فرورداد است تا قدر است چون روتور میدان خود روتور را کاهش یافته و میدان

است تا قدر روتور با هم مقاومت هستند بنابراین میدان برآیند فرورداد افزایش یافته.

$$I_r = \frac{E_{r0}}{j X_{r0} + \frac{R_r}{1-s}}$$

بر s را کوچکتر کنیم از یک

$\downarrow \frac{R_r}{1-s} \Leftarrow I_r \Leftarrow$ مؤلفه جریان روتور ناشی از بورد افزایش می یابد

\Leftarrow میدان برآیند بورد کاهش یافته.

مقطره $\omega = 0$ است که در $(T - \omega)$ درست است. چون چرخشی نداریم و روتور میدان خود را در بورد

توجه: تنها در شرایطی می توان میدانها را با هم برابر فرض کرد که $\omega = 0$ باشد

اگر $\omega = 0$ ، آنگاه نیرو میدان فوروارد از میدان بک وارد بیشتر می شود. که این پدیده مناسب

و مفید است. (جلدیت ماشین) منجر به این می شود که مشخصه $(T-\omega)$ فوروارد بالاتر



PowerEn.ir

برود. بنابراین تفاوت فلش بیشتر می شود.

* دامنه میدان ها را فقط در $\omega = 0$ برابر گرفت.

* این که می بینیم دامنه میدان ها، دامنه میدان ها، یکسان است میدان های استاتور همواره دامنه

میدان فوروارد و بک وارد برابر است چون در استاتور همواره یک جریان داریم

$$I = I_m \cos \omega T$$

$$mmf = N_m I_m \cos \omega T \cos \theta = \frac{1}{2} N_m I_m [\cos(\omega T + \theta) + \cos(\omega T - \theta)]$$

کت هر سه رابطه می توان همواره میدان استاتور تبدیل می شود به دو تا میدان فوروارد و بک وارد

با دامنه های برابر. چون میدان ها، که می تواند دامنه اش برابر نباشد برآیند میدان های فوروارد

و بک وارد است. عکس العمل میدان رو تدر منجر به این می شود که میدان فوروارد برآیند بر میدان

بک وارد برآیند عمل کنند. و این پدیده حاصل می است به این دلیل که منجر به این می شود که استاتور

بیشتر از این جنبه است که از این مشخصه $(T-\omega)$ پسین پیروی کرده است.

اگر سرعت فان از صفر افزایش پیدا کرد این میدان غالب بودن میانی است که فوروارد است

(همون میدان مطلوب). اگر سرعت فان برسد به سرعت نول (S=0) به سمت میدان

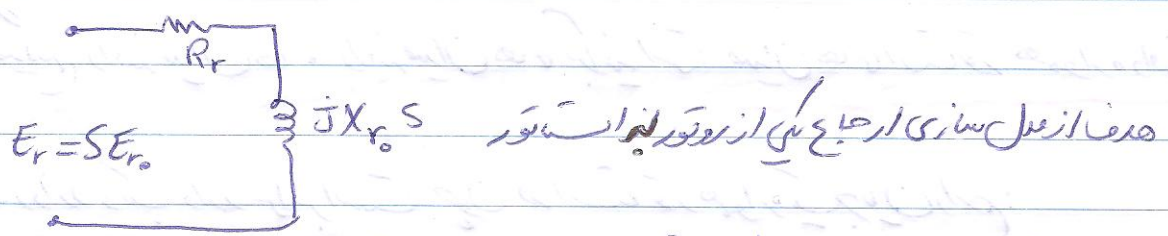
میدان فوردارد بر میدان یک دارد غلبه می کند (مقدار کمی کمتر می شود) میدان بسیار

سختند نه بدست آورده ایم سختند دقیق نیست



برای بدست آوردن سختند دقیق باید مدل سازی کنیم به صورت یک مدار معادل

یادآوری: از این آنگاه به فاز ω کت مفهومی *



به از استاتور به روتور. معمول است ارجاع می روتور به استاتور $\omega_r = (1-s)\omega_s$

به این دلیل به استاتور بدین است. علاوه بر هم به استاتور متصل است مدار ولتاژ روتور

$$X_r = L_r \omega_r = 2\pi L_r f_r = 2\pi L_r s f_e \quad f_r = s f_e$$

$$= s X_{r0}$$

و این نسبت مستقیم دارد با s . چون هر چه سرعت نسبی روتور میدان بیشتر شود ولتاژ کمی

روتور القا می شود که هر چه سرعت نسبی بیشتر باشد هم فرکانس بیشتر و هم ولتاژ بیشتر می شود

باید دو تا تبدیل انجام بدهیم. باید بر s تقسیم کنیم چرا؟

پس از دیدگاه مفهومی ما هدف مدل سازی از دیدگاه استاتور است. بنابراین اگر در روتور تغییر دهیم

به خوبی به استاتور متوجه این تغییر نشود این تبدیل صحیحتر است.

موتوری که با سرعت کم در با فرانس f_e است تبدیل می‌کنیم به موتور با این مشخصات:

موتور با این با فرانس f_r : ادعای کنیم که این کار را انجام دهیم یعنی هم فرانس و هم سرعت

موتور را تغییر دهیم در این صورت سرعت میدان موتور تغییر می‌کند نسبت به موتور اصلی. چرا؟

چون در حالت اول $f_r = f_e = 50$ ، $\omega_s = \frac{120 f_r}{P} = \frac{120 \times 50}{P}$ ، $\omega_s = \frac{120 f_e}{P}$ ، $\omega_s = \frac{120 \times 50}{P}$ ، $\omega_s = \frac{120 \times 50}{P}$

سرعت میدان موتور = سرعت میدان موتور + سرعت میدان موتور
 نسبت به موتور اصلی + نسبت به موتور اصلی

$$= (1-5)\omega_s + 5\omega_s = \omega_s$$

نکته: استاتور همیشه از موتور از میدان موتور است. بنابراین باید میدان موتور تغییر نکند

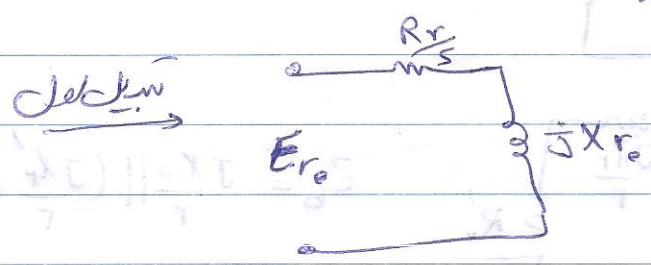
تأثیر سرعت میدان موتور تغییر می‌کند

در سری دوم: راننده میدان موتور هم نباید تغییر کند. باید فرانس همان به جای f_e باشد f_r بنابراین

راندن تقسیم بر S نبود. میدان موتور وابسته به جریان موتور است. بنابراین برای اینکه جریان

موتور دچار تغییر نشود مقاومت را تقسیم بر S می‌کنیم و ولتاژ را تقسیم بر S می‌کنیم. بنابراین جریان

تغییر نمی‌کند در نتیجه راننده میدان تغییر نمی‌کند



تبدیل نوع موتور که سکن است و تعداد دور N_r دارد باید مرجع داده شود است

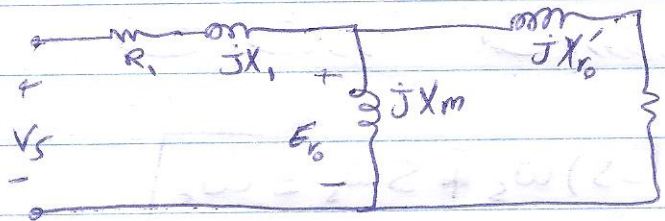


سکن یا دور

PowerEn.ir $I_r' = \frac{N_r}{N_s} I_r$

* در تبدیل نوع دامنه میدان رو به تغییر کردن، سرعت هم (میدان موتور) تغییر نکرد چون

فرکانس تغییر کرده و سرعت خوده رو تغییر کرده. بنابراین می توانیم موتور را به دنبال استوار



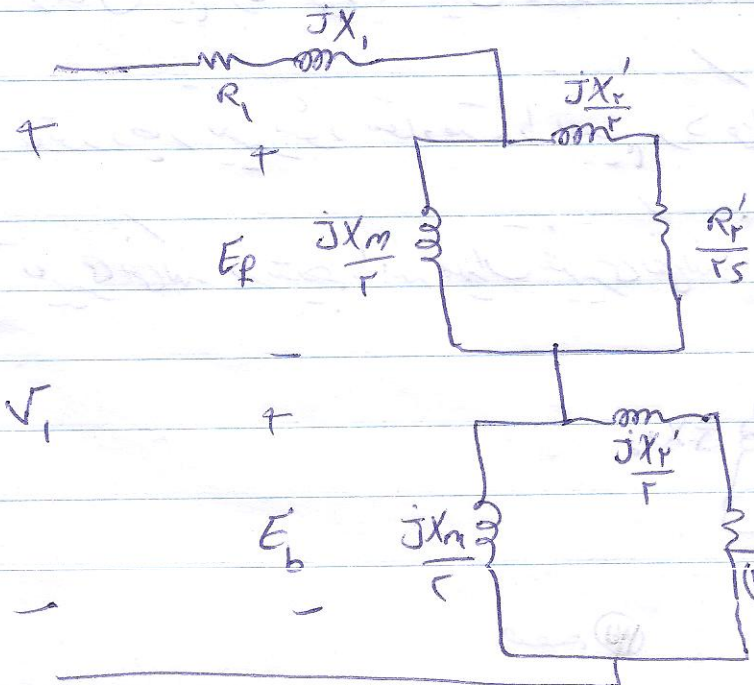
$R_r' = \left(\frac{N_s}{N_r}\right)^2 R_r$

$X_r' = \left(\frac{N_s}{N_r}\right)^2 X_r$

$E_r' = \left(\frac{N_s}{N_r}\right) E_s$

* مدار معادل موتور القایی تک فاز: در اینجا دو سرعت داریم یکی ω_s و دیگری ω_r و در نهایت

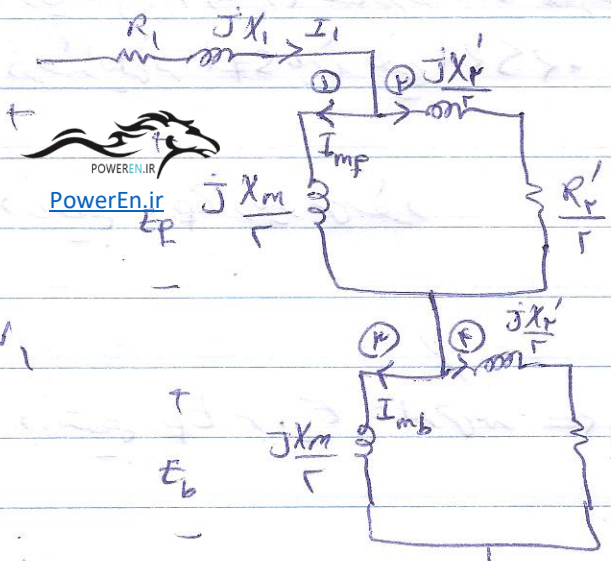
ω_s و ω_r و $\omega_r = s \omega_s$ و $\frac{R_r'}{s}$ و $\frac{R_r'}{1-s}$ باشد.



$Z_p = j \frac{X_m}{s} \parallel \left(\frac{jX_r'}{s} + \frac{R_r'}{s} \right)$

$Z_b = j \frac{X_m}{1-s} \parallel \left(\frac{jX_r'}{1-s} + \frac{R_r'}{(1-s)} \right)$

این مدار می‌تواند در کلمه گذرشی ها معتبر است.



$Z_p = Z_b$ برابر است

$\rightarrow E_p = E_b$

نکته: E_p و E_b هر رابطه‌ای با هم داشته

باشند دامنه میدان یک‌بار در دو طرف وارد

$$\frac{I_{mp}}{I_{mb}} = \frac{E_p}{E_b}$$

نیز همون رابطه را با هم دارند

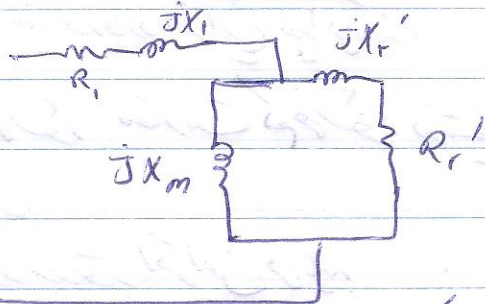
I_{mb} برآیند

چون ① بینر میدان فور وارد چون ③ بینر میدان یک‌بار در دو طرف

برآیند I_{mp} چون ② بینر میدان فور وارد و توی

چون ④ بینر میدان یک‌بار وارد و توی

چون ② بینر میدان فور وارد و توی



توی مدار کتب

مدار یک ترانسفورمر با نامی انتقال کوتاه

نکته: چون در صورت آلفای تک‌فاز در صورتیکه مقدار سگن باشد می‌تواند یک ترانسفورمر عمل

می‌کند اما یک ترانسفورمری که نامی این بود است در دو طرف آن از فرغ قفس سنجایی است

من نامی این انتقال کوتاه است.

دامنه میدان های است توی با ~~...~~ هم برابر است.

چون توی چنان بیشتر داریم.

نسبت E_p و E_b ها کورت نسبت چنان ها نسبت چنان ها کورت نسبت دامنه های میدان ها دارند

در $S=1$ برآیند میدان های فوروارد دیک دارد با هم برابر است چون کمیت $E_f = I_f \frac{E_b}{E_p}$ است
 بنابراین در مشخصه (T-S) گسترده در $S=1$ صفر خواهد بود.

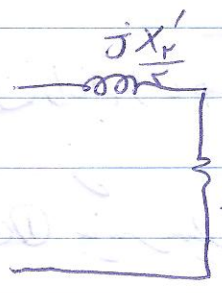
در شرایطی که $S \neq 1$ باشد یعنی $S < 1$ و $S > 1$ وقتی که S کم می شود $\frac{R_r'}{s}$ زیاد می شود



در نتیجه E_p زیاد می شود $E_p = Z_p I_1$

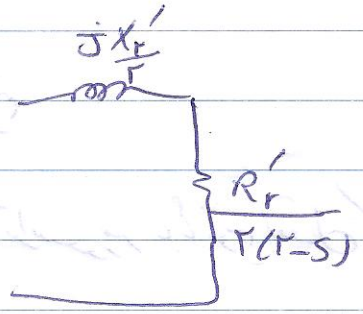
$E_b = Z_b I_1$

در نتیجه E_p بر E_b علیه می کند. میدان برآیند فوروارد بر میدان برآیند ولور علیه می کند
 تحت راکتشن های مثبت



وقتی s کوچک می شود مقاومت زیاد می شود و در نتیجه
 جریان کاهش می یابد که چون نشان دهنده میدان فوروارد $\frac{R_r'}{s}$

موقر است پس در نتیجه میدان فوروارد موقر کاهش می یابد



میدان برآیند فوروارد افزایش پیدا می کند

وقتی s کوچک می شود مقاومت کم می شود در نتیجه

میدان یکبار موقر لغزش می یابد

قطعا از رابطه $I_r = \frac{E_{ro}}{jX_{ro} + \frac{R_r'}{2(1-s)}}$ نیز اجابت کردیم $I_r = \frac{E_{ro}}{jX_{ro} + \frac{R_r'}{s}}$

مقدار الفای تک فازان آنگاه نیز باید دوفاز است که دوفاز متقارن مستداز نظر مقدار دور

هندس، مقاومت متناظر و الکترون لغزنده ای که می روند باعث می شود که فاز جریان

دو صی صفر شود این سیستم می شود سیستم متقارن و متقابل.

یادآوری: ماشین القایی هم فاز

سوال: از دیدگاه مفهومی چرا است در درازای موتور یک مقدار بزرگ (مکانیک) داریم؟



$$P_{mech} = \frac{P_{ag}}{\omega_r} \rightarrow \omega_s$$

مردیت: مخزنش تا بوی از سرعت
رونده نیست

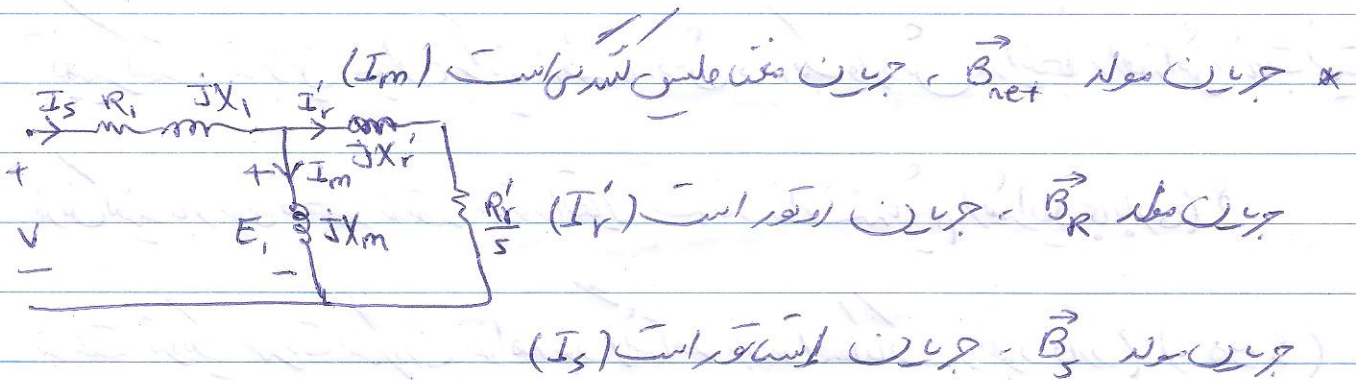
نویس طرح ماشین

$$T = k \vec{B}_R \times \vec{B}_s = k \vec{B}_R \times \vec{B}_{net}$$

$$\vec{B}_{net} = \vec{B}_R + \vec{B}_s$$

کستور جهت برهمکنش میدان استاتور با میدان روتور یا میدان روتور با میدان استاتور

در موتور القایی میدان \vec{B}_{net} تقریباً واحد ثابتی دارد.



* می توان تقریباً از افت ولتاژ $R_s + jX_s$ صرف نظر کرد در نتیجه \vec{B}_{net} و جریان

مقاومت کمتری ثابت بوده و دامنه میدان برانند \vec{B}_{net} نیز با تغییرات سرعت روتور ثابت می ماند.

سوال: آیا این تقریب در ترانسفورمر معمول است یا ماشین القایی؟

در ترانسفورمر معمول است چون X_1 در القایی نسبت به X_2 در ترانسفورمر

$$X_m \text{ در القایی کمتر از } X_1 \text{ در ترانسفورمر}$$

$$\text{راولانس} = \frac{1}{\text{راولانس}}$$

چون در ماشین القایی قسمتی از مسیر را مقاومتی از هوا میگذرد بنابراین روتور نسبت به استاتور کمی کمتر و رانانس کمتری

بین میدان برآیند، میدان استاتور، میدان روتور، در اتقایی سه فاز این میدانها که می توان

تقریباً ثابت سرعت میدان برآیند است. (نسبت به بارگیری)



سرعت میدان های برآیند، استاتور، روتور، سرعت سنکرون است در اتقایی سه فاز

تغییر می تواند دامنه میدان ها و زاویه بین میدان ها تغییر کند.

سوال: آیا در اتقایی تک فاز هم این مطلب درست است؟

در اتقایی تک فاز این کار را نمی توان کرد چون، صرف نظر از آن دو تار R_1 و JX_1 جمع

دو تار و تار ثابت است و نمی توان لغت E_p و E_s ثابت است چون می توانه

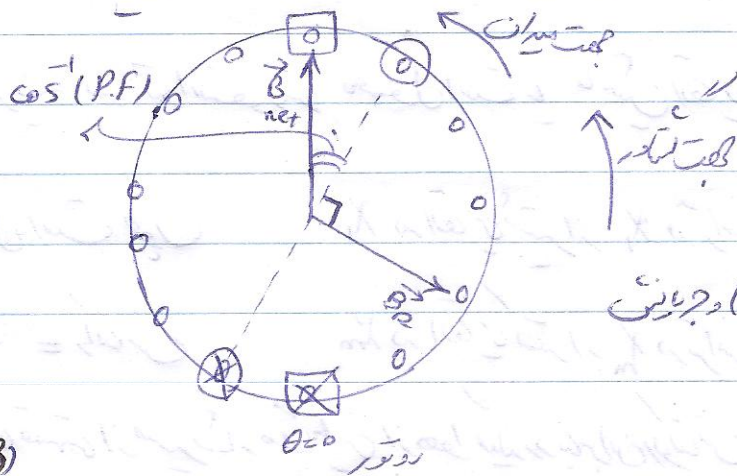
تغییر کند. بنابراین میدان برآیند هم محور وارد می شود و نه تک وارد می شود اینجاست زاویه آنس ثابت نیست

فرض کنید بارهای محور روتور، محور اتقایی سه فاز نداشته باشیم (سردرغی یا پاری)؟

سرعت نزدیک سرعت سنکرون خواهد بود (استاتور بار و اصطلاح وجود دارد) (S=50)

$$s = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s}$$

فرض کنید در یک لحظه از زمان توستیم یک عکس از میدان ها بگیریم.



از این بین میدان روتور (B_r) در جریان

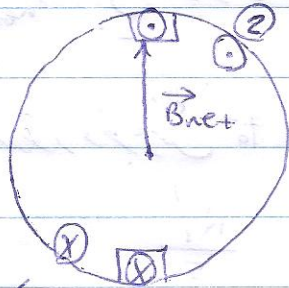
90 درجه است.

سؤال: در این کفله از زمان کدام یک از مدارهای متغیر ولتاژ بیشتری اتفاق می افتد؟

$$E = L \dot{I} B$$



لحاظ جهت ولتاژ القا شده



ولتاژ القا شده چون میدان در مسیر مثبت است.

B_{net} : دافعه این جهت بزرگ است.

* دافعه B_{net} ثابت است پس ولتاژ که القا می کند از نوع تراستور پیری نیست بلکه ولتاژ سه جزی است

و اگر ولتاژ و جریان با هم هم فاز باشند ولتاژ و جریان در یک کفله از زمان ماکزیم شود

اما مدار دو توری مدار اهمی سلفی است بنابراین در این کفله که ولتاژ ماکزیم است

جریان ماکزیم نیست چون روی ولتاژهای (2) ماکزیم است

$$B_{net} = B_{max} \cos(\omega t - \theta)$$

$$\Phi = k \int_{-\pi}^{\pi} B_{max} \cos(\omega t - \theta) d\theta = -k B_{max} \sin(\omega t - \theta) \Big|_{-\pi}^{\pi}$$

$$= 2k B_{max} \sin \omega t \rightarrow e = \frac{d\Phi}{dt} = 2B_{max} \omega \cos \omega t$$

در کفله $t=0$ در $\theta=0$ بیشترین B را داریم.

در مدارهای متغیر دیر هم جریان برقرار است اما ما از اهمی سلفی در میدان برانید همین است چرا؟

وقتی که میدان نوار را رسم می کردیم در میدان نوار در کفله که جریان فاز ماکزیم است

تعیین کننده میدان در این جهت ها است در جمله دیگر که چون فاز θ کمتر است

تعیین کننده میدان در این جهت ها است.



PowerEn.ir

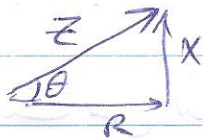
$$\delta = 90 + \theta$$

$$\cos \delta = \cos(90 + \theta) = -\sin \theta$$

↓
نقطه

زاویه بین \vec{B}_2 و \vec{B}_{net} بین 90° تا 180° است.

زاویه بین میدان روتور در جهت 90° است.



$$\cos \theta = \frac{R'}{S} = \frac{R'}{\sqrt{(R')^2 + (X')^2}}$$

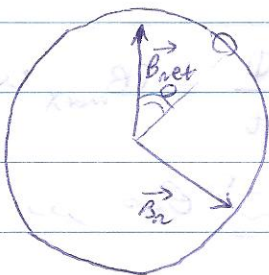
فرکانس f و سرعت v در جهت θ است. سرعت v در جهت θ است.

$$T = k |\vec{B}_R| |\vec{B}_{net}| \sin \delta$$

$$\delta = 90 + \theta \rightarrow \sin \delta = \sin(90 + \theta) = \cos \theta$$

نقطه قدرت روتور

حال فرض کنید که روی روتور بار گذاشتیم سرعت روتور از حالت بدون بار کمتر خواهد شد.



و نتایج آن (فشار کمتر در روتور) فکالی که روی آن بار میگذاریم

نتیجه از موقعی باری است.

از آنجا که سرعت نسبی بین هادی های روتور و میدان \vec{B}_{net} کمتر می شود دافعه و گسترش روتور

$$E = L B v$$

نتیجه خواهد شد

↓
سرعت نسبی میدان

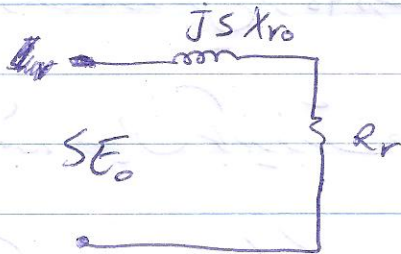


$$I_r = \frac{E_{r0}}{\frac{R_r}{s} + jX_{r0}}$$

وقتی که بار می‌گذاریم به حرکت دست کم می‌شود اما s زیاد می‌شود.

$$\uparrow s \Rightarrow \frac{R_r}{s} \downarrow \Rightarrow I_r \uparrow$$

نسبت به حالت قبل بیشتر می‌شود چون I_r بیشتر شده است.



وقتی که s زیاد می‌شود طبیعتاً سلفی بیشتر می‌شود.

* $\cos \theta$ هر چه به مقاومتی نزدیک

بیشتر می‌شود $\cos \theta$ افزایش می‌دهد

$$T = k \frac{B_a}{B_{net}} \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

چه به سلفی نزدیک‌تر می‌شود $\cos \theta$ کاهش می‌دهد

* باید

هر چه خاصیت سلفی بیشتر شود θ نیز زیاد می‌شود اما $\sin \theta$ کوچک خواهد شد.

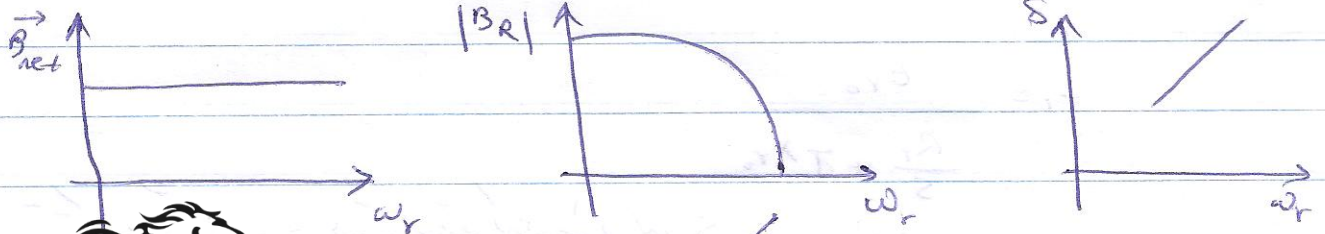
* دلیل این که استاتور یک مقدار یک‌سره می‌ماند هم همین است که دوتا عامل داریم

در استاتور که در جهت مخالف دیم عمل می‌کنند. هر چه بار نداریم کنیم در روتور از آنجا که

هم تقابل می‌دهند و در نتیجه میدان روتور B_r افزایش می‌دهد. استاتور را زیاد اما

در آنجا که روتور طبیعتاً سلفی بیشتر می‌شود میل دارد استاتور را کمتر کند.

نقطه است که نقطه بهینه است در اینجا استاتور کانتر هم است. در تمام به شکل زیر است.



PowerEn.ir

* هر چه سرعت کمتر \vec{B}_R بیشتر است

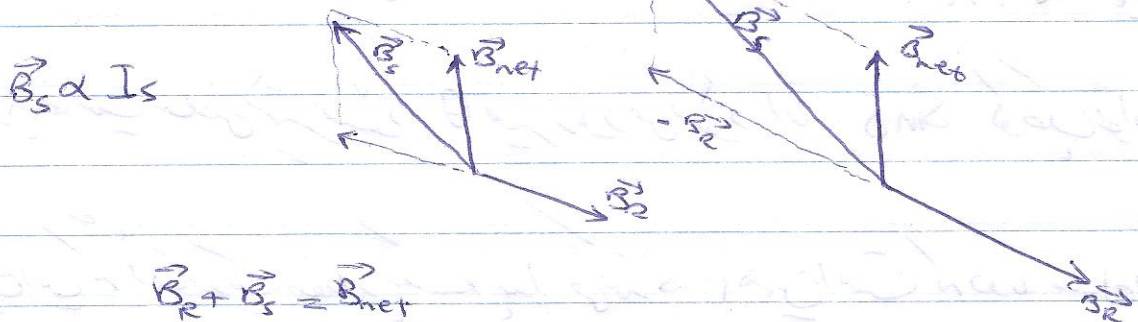
* تکفاز * وقتی که میدان مغناطیسی وجود دارد و مقدار کوچک شود میدان برآیند وجود دارد بزرگتر می شود. چون زاویه بین

میدان وجود داشته پس از ۹۰ درجه است. چون بین ۹۰ است پس میدان

مقدار کوچک شده میدان برآیند بزرگتر می شود اگر زاویه کوچکتر از ۹۰ باشد هر دو هم

کوچک شده برآیند شوند هم کوچک می شود.

* \vec{B}_s نیز با افزایش بار افزایش می یابد چون جریان استاتور نیز زیاد می شود



$$\vec{B}_R + \vec{B}_s = \vec{B}_{net}$$

$$\vec{B}_s = \vec{B}_{net} - \vec{B}_R$$

$$T = k |\vec{B}_R| |\vec{B}_s| \sin \delta_{sr}$$

* δ_{sr} : زاویه بین میدان استاتور و روتور

* δ_{sr} زیاد می شود در نتیجه $\sin \delta_{sr}$ کم می شود

نکته: \vec{B}_{net} را می‌توان نسبت به بارگیری ثابت است ← هر سه میدان \vec{B}_S ، \vec{B}_R و \vec{B}_{net} را می‌توان نسبت به

زمان ثابت است.



مهم: در فضای تک فاز \vec{B}_{net} (چه ورودی چه خروجی) نسبت به بارگیری ثابت نسبتند

در فضای چند فاز وقتی \vec{B}_{net} ثابت بود نسبت به بارگیری، \vec{B}_R و زاویه \vec{B}_R و \vec{B}_{net} تغییر می‌کنند

$$T = k |\vec{B}_{net}| |\vec{B}_R| \sin \delta \quad \delta = 90^\circ + \theta$$

میدان ۲:

$$T \propto |I_R| \cdot PF$$

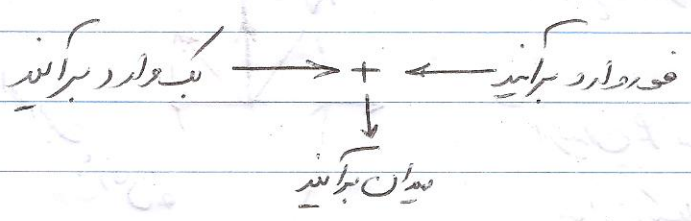
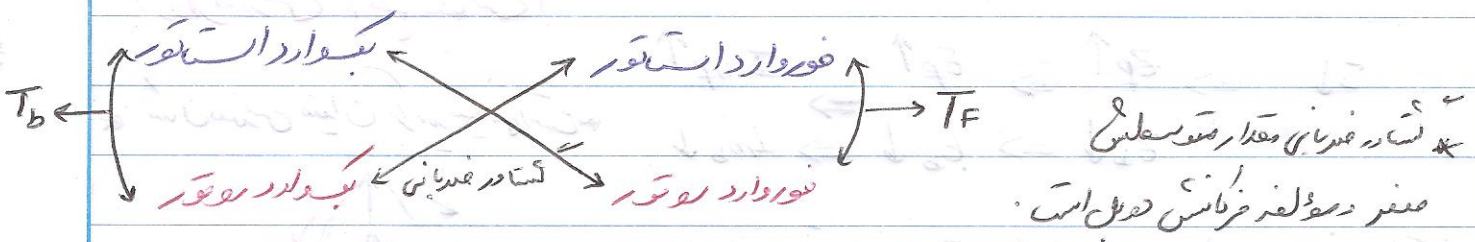
↓ ↓
تأخیر توان تأخیر توان



میدان های موجود در موتور الکتریکی تک فاز:

میدان های نگهدارنده

میدان های موتور



با تغییر بار دامنه میدان های فیلد و موتور یکی وارد استاتور نسبت به دیگری ثابت هستند چون

در استاتور (یک فاز پس تر نداریم) هر مقدار جریان که در آن جاری می‌شود (I_S) است

این I_S میدان فیلد را می‌سازد و یکبار در $\frac{N_s I_m}{2}$ است. $I_S = I_m \sin \omega t$

$$MMF = N_s I_m \sin \omega t \cos \theta = \frac{N_s I_m}{2} [\sin(\omega t + \theta) + \sin(\omega t - \theta)]$$

(۲۳) فیلد استاتور موتور استاتور

* راننده نسبت به بارگیری نسبت بلکه راننده نسبت به یکدیگر (فورد و یک دارد) ثابت است

① عرض کنید سرعت زیاد شود (بارگیری کم شود یا $s \downarrow$) در این صورت راننده میدان فورد در روتور کاهش



می یابد و از طرفی قدرت فورد در روتور کمتر می یابد بنابراین میدان فورد در روتور بیشتر

می یابد

② اگر مورد میدان یک دارد - راننده میدان یک دارد روتور کمتر می یابد و از طرفی قدرت

یک دارد روتور کاهش می یابد ← میدان یک دارد برآیند کاهش می یابد

③ هر چه سرعت زیادتر شود میدان فورد در روتور برآیند یک دارد برآیند غالب می شود

از نظر هندسی به چه معنایست؟

$$s \downarrow \Rightarrow z_p \uparrow \Rightarrow E_p \uparrow \Rightarrow I_{mp} \uparrow$$

$$z_b \downarrow \Rightarrow E_b \downarrow \Rightarrow I_{mb} \downarrow$$

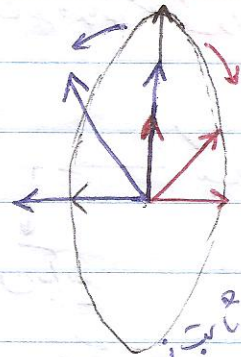
* مکان هندسی میدان برآیند بیضی است *

(چون سرعت منفرد میدان \neq بر میدان \neq غالب است)



بر میدان \neq ساعتگرد می چرخد

میدان یک دارد ساعتگرد می چرخد



* راننده نسبت به روتور ثابت است *

عین میدان → برابر نزدیکتر شود → $f > b$ راننده → هر چه s کوچکتر شود یکبار در زمانه باقی

* در نقطه راه اندازی چون راننده میدان ها با هم برابر است → برآیند یک حلقه می شود → میدان (وارناریم)

در حالت کلی $s < 1$ یک راننده است.

در $1 < s < \infty$ مکان هندسی یک بیضی است ← میدان دوار است اگر چه راننده این نسبت به روتور ثابت است

نقطه از فاشن ۲: هر چه $R_r \uparrow$ در راه اندازی I راه اندازی روغور و $\cos \phi \uparrow$ و میدان برانند است

بیشترین مقدار کشش در راه اندازی در $S=1$ است. $R_r \uparrow$ $I_{r \downarrow}$ $\cos \phi \uparrow$



یک نقطه است که بیشترین است (جسم) است
مقدار کشش

* استخراج مدار معادل موتور الکتریکی فاز نامعادل از مؤلفه های متقارن: (معم) \leftarrow امعالی

ابتدا روش تحلیل موتور الکتریکی فاز متقارن (ساخت متقارن) و نامعادل (تجزیه نامعادل)

را بررسی میکنیم. اگر بتوانیم چنین موتوری را تحلیل کنیم موتور الکتریکی فاز نیز قابل تحلیل است.

به طور کلی ما موتور الکتریکی فاز نامعادل است که یک فاز آنرا با جریان متغیر در نظر میگیریم.

به جای آنکه V_a و V_b را اعمال کنیم که متقارن ندارند (معملاً راننده ها شش برابر میباشند یا اختلاف فاز 120° و 90° در هم نباشد)

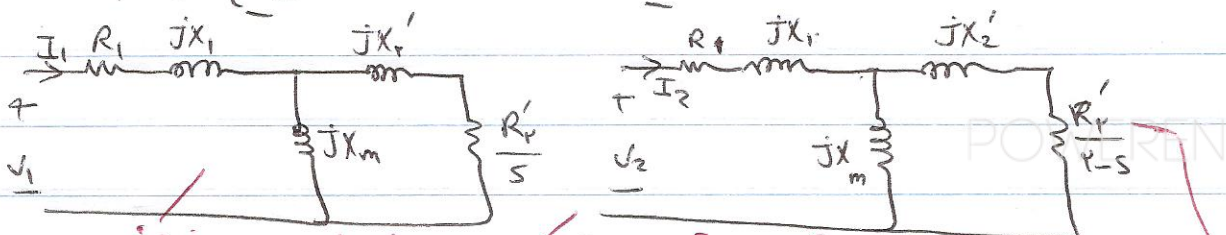
$$\begin{cases} V_a \\ V_b \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \text{دو Set ولتاژ} \\ \text{معادل اعمال می کنیم} \end{cases} \begin{cases} V_1 - jV_2 \\ V_2 + jV_1 \end{cases}$$

که با کسین الکتریکی متقارن بافوز معادل

$$\begin{cases} V_a = V_1 + V_2 \\ V_b = -jV_1 + jV_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{V_a + jV_b}{2} \\ V_2 = \frac{V_a - jV_b}{2} \end{cases}$$

که یک کسین الکتریکی متقارن بافوز معادل

وقتی V_1 و V_2 معادل نیستند \leftarrow هر دو اهم یا ولتاژ معادل بدست می آوریم (V_1 و V_2)



حیث میدان مغناطیسی خود را با هم عوض می کنند و مشابه این است که جایی که فاز را با هم عوض کنیم

$$V_a \rightarrow \begin{cases} V_1 \\ -jV_1 \end{cases} \rightarrow I_1$$

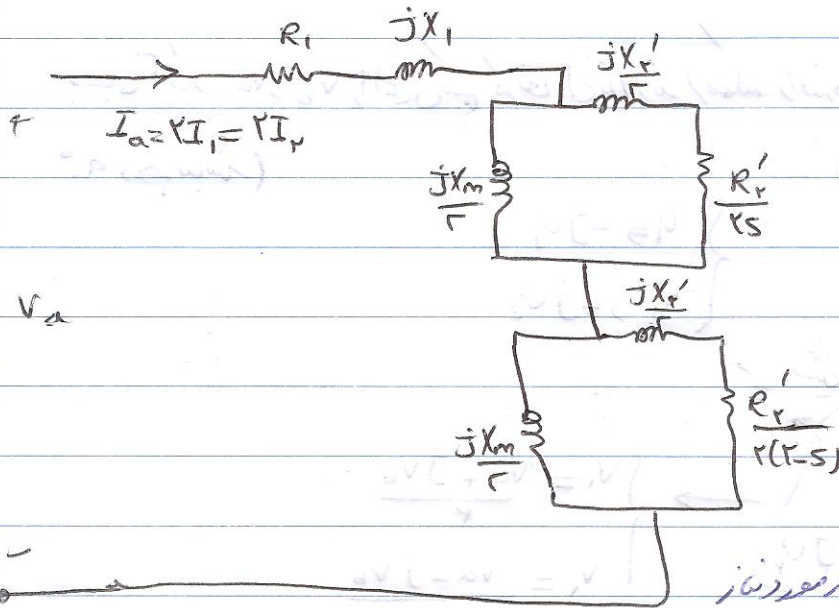
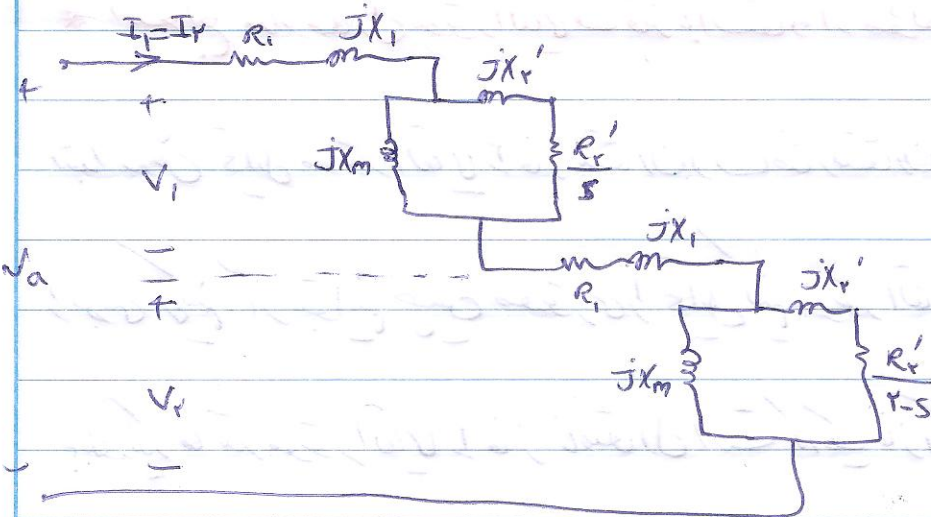
$$V_b \rightarrow \begin{cases} V_2 \\ jV_2 \end{cases} \rightarrow I_2$$

$$\begin{cases} I_a = I_1 + I_2 \\ I_b = -jI_1 + jI_2 \end{cases}$$

در تکفاز $I_b = 0$ است $\leftarrow I_1 = I_2 \rightleftarrows I_1 = 2I_2$

PowerEn.ir

طبق رابطه $V_a = V_1 + V_2$ و $I_1 = I_2$ می توان دو مدار را سری در نظر گرفت.



امپدانس ها را $\frac{1}{2}$ کردم چون

$I_a = 2I_1$ برابر V_a تغییر نکرد

و چون $I_a = 2I_1$ را بدست آوردیم

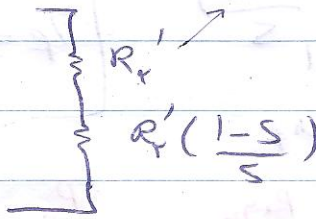
ارزش این است که I_a نه جریان فاز مورد نیاز

است و جریان است که در واقعیت وجود دارد

POWEREN.IR

دائرة معادل

استخراج روابط استاندارد توان الکتریکی و مکانیکی



توان مکانیکی
توان مصرف
برای بار

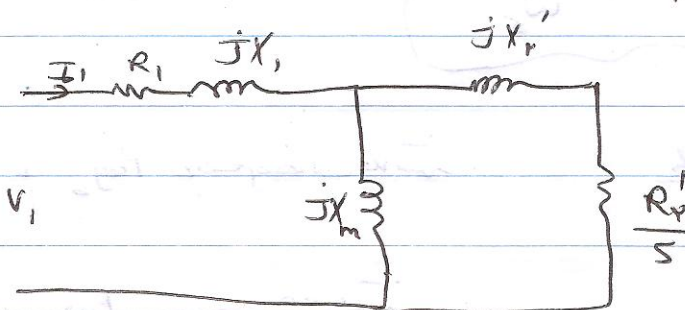
یک طرفه از ماشین همکاره

$$\frac{R_r'}{s} \equiv P_{ag}$$

$$P_{mech} = (1-s) P_{ag} \Rightarrow P_{mech} \equiv \frac{(1-s)}{s} R_r'$$

$$P_{carot} \equiv R_r'$$

$$T = \frac{P_{mech}}{\omega_{rot}} = \frac{P_{ag}}{\omega_s}$$

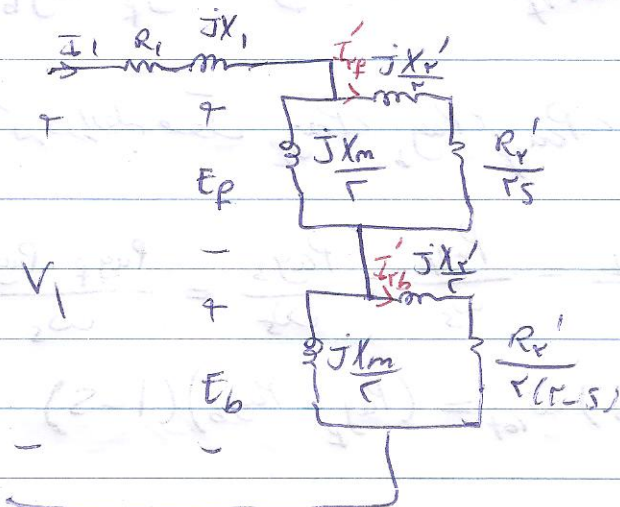


از دیدگاه بار: $Re(V_1 I_1^*) = R_1 I_1 + \frac{R_r'}{s} I_r'$

از دیدگاه منبع: $Re(V_1 I_1^*) = R_1 I_1 + R_r' I_r' + T \omega_r$

$$T \omega_r + R_r' I_r' = \frac{R_r'}{s} I_r'$$

$$T = \frac{\frac{R_r'}{s} I_r' (1-s)}{\omega_r} = \frac{\frac{R_r'}{s} I_r'}{\omega_s}$$



دستورده توان الکتریکی

$T_p \rightarrow P_{agf} = \frac{R_r'}{s} I_{rf}'$

$Z_f = R_f + jX_f \rightarrow P_{agf} = R_f I_f'$

$$T_f = \frac{P_{mech_f}}{\omega_{rot}} = \frac{P_{ag_f}}{\omega_s}$$

$$\frac{R_r'}{s} = \frac{R_r'}{r} + \frac{R_r'}{r} \frac{(1-s)}{s}$$

$$T_f = \frac{P_{agf}}{\omega_s}$$



$$T_b = \frac{P_{mechb}}{\omega_{rot}}$$

$$\frac{R_r'}{r(1-s)} = \frac{P_{curb}}{r} + \frac{R_r'}{r} \frac{(s-1)}{r-s}$$

$$P_{mechb} = (s-1) P_{agb}$$

$$T_b = \frac{(s-1) P_{agb}}{(1-s)\omega_s} \Rightarrow T_b = \frac{-P_{agb}}{\omega_s}$$

$$T_b = \frac{-P_{agb}}{\omega_s}$$

• P_{mechb} و P_{agb} هم علامت دارند

$$T = T_f + T_b$$

• P_{mechf} و P_{agf} هم علامت دارند

سوال امتحانی: نسبت لنده از جمله از رابطه $T = \frac{P_{ag}}{\omega_s}$ برای می نسبت در دو موتور آن تفاوت

استفاده کنیم به قرار دهیم $P_{ag} = P_{agf} - P_{agb}$ و ما می خواهیم توان مفید خروجی را بیابیم.

$$P_{mech} = P_{ag} - P_{curb} - P_{curf} \quad P_{ag} = P_{agf} + P_{agb}$$

که در رابطه فوق P_{curf} ، P_{curb} ، P_{ag} ، P_{agf} مثبت هستند.

$$T = T_f + T_b = \frac{P_{mechf}}{\omega_{rot}} + \frac{P_{mechb}}{\omega_{rot}} = \frac{P_{agf}}{\omega_s} - \frac{P_{agb}}{\omega_s} = \frac{P_{agf} - P_{agb}}{\omega_s}$$

$$P_{mech} = T \cdot \omega_{rot} = (T_f + T_b) \omega_{rot} = (P_{agf} - P_{agb})(1-s)$$

$$\frac{R_r'}{1-s} = \frac{R_r'}{r} + \frac{R_r'}{r} \left(\frac{1-s}{s} \right)$$

$$P_{curf} = s P_{agf}$$

$$\frac{R_r'}{1-s} = \frac{R_r'}{r} + \frac{R_r'}{r} \frac{(1-s)}{1-s}$$

$$P_{curb} = (1-s) P_{agb}$$

$$P_{mech} + P_{curf} + P_{curb} = (P_{agf} - P_{agb})(1-s) + s P_{agf} + (1-s) P_{agb}$$

$$P_{mech} + P_{curf} + P_{curb} = P_{agf}(1-s+s) + P_{agb}(-1+s+1-s)$$

$$\Rightarrow P_{mech} + P_{curf} + P_{curb} = \overbrace{P_{agf}}^{P_{ag}} + P_{agb}$$

سؤال ۱ یک موتور القای تک فاز ۲۰۰ کیلو وات، ۱۱۰ ولت، ۶۰ هرتز دارای مشخصات زیر است مطلوب است دافنه میدان

$$R_1 = 2,102 \Omega$$

برای مستقیم - دافنه میدان معکوس این موتور بگردن - $s = 2/105$

$$R_2 = 2,79 \Omega$$

$$R_2' = 4,12 \Omega$$

چون ذکر نکرده است که دافنه کدام میدان؟ پس میدان برانند

$$R_r' = 2,12 \Omega$$

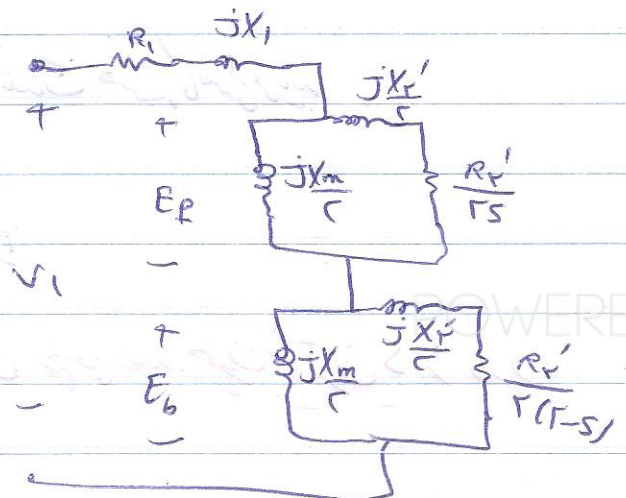
$$X_m = 66,8 \Omega$$

تکرر نسبت دافنه میدان بران مستقیم است در برانند میدان بران معکوس

استاندر برابر یک است

تکرر نسبت دافنه میدان بران مستقیم برانند به دافنه میدان بران معکوس برانند برابر است با:

$$\frac{I_{mp}}{I_{mb}} = \frac{E_f}{E_b}$$



$$\begin{cases} E_f = Z_f I_1 \\ E_b = Z_b I_2 \end{cases}$$

$$Z_f = \frac{jX_m}{r} \parallel \left(\frac{jX_r'}{r} + \frac{R_r'}{1-s} \right)$$

$$Z_b = \frac{jX_m}{r} \parallel \left(\frac{jX_r'}{r} + \frac{R_r'}{r(1-s)} \right) \quad (28)$$

الف) $s=1 \Rightarrow Z_p = Z_b \rightarrow E_p = E_b \Rightarrow I_{mp} = I_{mb}$

ب)



در $s=0.05$ ، Z_p ، Z_b را محاسبه کنیم نسبت به هم داریم

2) $\frac{I'_{rp}}{I'_{rb}} = ?$

$$I'_{rp} = I_{1r} \frac{j X_m}{\frac{R_r'}{s} + j \left(\frac{X_r'}{r} + \frac{X_m}{r} \right)}$$

$$I'_{rb} = I_{1r} \frac{j X_m}{\frac{R_r'}{r(1-s)} + j \left(\frac{X_m}{r} + \frac{X_r'}{r} \right)}$$

$$\Rightarrow \frac{I'_{rp}}{I'_{rb}} = \frac{\frac{R_r'}{r(1-s)} + j \left(\frac{X_m}{r} + \frac{X_r'}{r} \right)}{\frac{R_r'}{rs} + j \left(\frac{X_m}{r} + \frac{X_r'}{r} \right)}$$

داده میدان یکبار در موتور گیر از $I'_{rp} \leftarrow \frac{R_r'}{s} \uparrow \leftarrow 0 < s < 1$

داده میدان هر بار در موتور است

چرا تلفات موتور را ثابت می‌کنیم؟

چون با تقریب سرعت تلفات در اصطلاح لگاریتمی هم به دقتی از تقریب سرعت s همی

هم به دقتی s همی هم به دقتی هم به دقتی هم به دقتی هم به دقتی

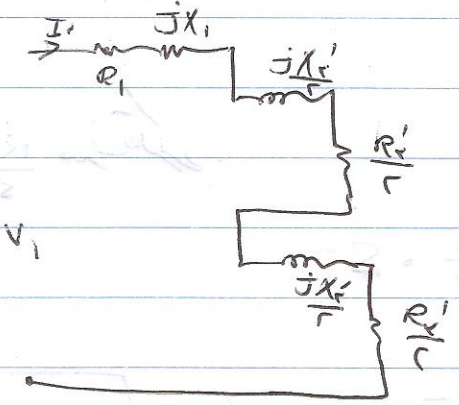
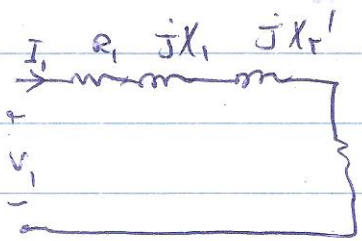
نه برای تلفات موتور را ثابت فرض می‌کنیم

به بیشترین تلفات موتور در ناحیه ترمزی نمی‌دهد چون بیشترین s را دارد

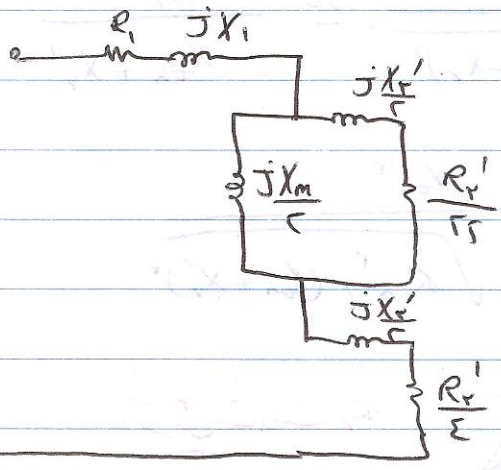
مدار معادل تقدیرش :

۱) بار ابعاد سكون (رودر مقل سكون) $(S=1)$:

مقدار انرژي نسبت X_m
 POWEREN.IR
 PowerEn.ir



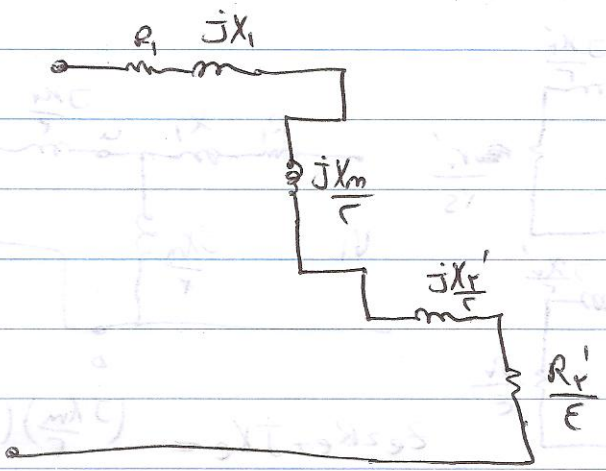
۲) بار ابعاد كار نامي (دكوفيك)



دكوفيك $\leftarrow \frac{R_r'}{s}$ زياد مي شود وكي سكون از $\frac{jX_m}{r}$ صرف نظر كرد.

تقريب نموي $\uparrow z_b \Rightarrow \frac{jX_m}{r}$ صرف نظر
 $\downarrow z_b \Rightarrow \frac{R_r'}{s(1-s)}$

۳) آزمايش بي بار $(S=0)$:



تعداد الكتيبي صفر است (فزون)

تعداد صفر در الكتيبي صفر رخ مي دهد (صفر است)

اين مطلب براي آنكه سركار درست است

(از اين اختلاف صرف نظر كنيد)

تحقیق اثر تغییر مقاومت موتور روی مشخصه (T-s) موتور الکتریکی تک فاز: استعاری



$$T = \frac{P}{\omega_s} \frac{R_r'}{s} \cdot I_r'^2$$

$$I_r'^2 = \frac{V_{th}^2}{(R_{th} + \frac{R_r'}{s})^2 + (X_{th} + X_r')^2}$$

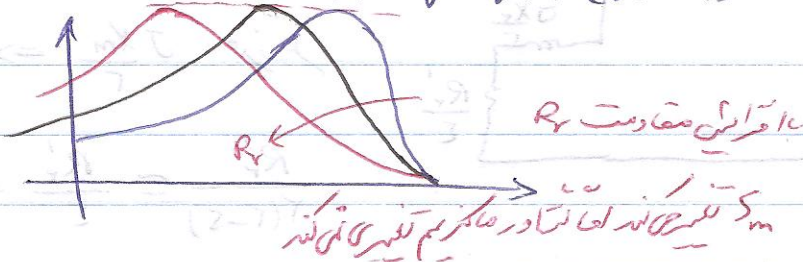
موتن از $R_{th} \rightarrow X_{th}, X_r'$ نسبت $\frac{R_r'}{s}$ صاف نظر کرد.

$$T = \frac{P}{\omega_s} \frac{V_{th}^2}{R_r'} \cdot s$$

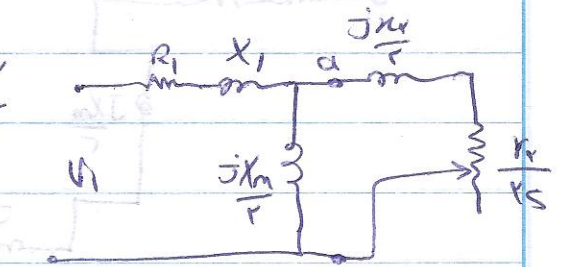
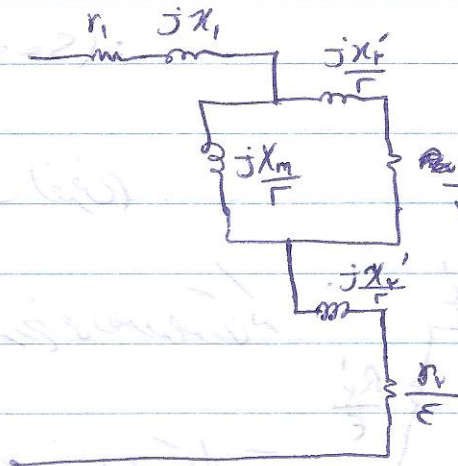
تقریباً $\frac{R_r'}{s_m} = \sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + X_r')^2}$

$$\Rightarrow s_m = \frac{R_r'}{\sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + X_r')^2}} \approx \frac{R_r'}{X_{th} + X_r'}$$

$$T_m = \frac{P}{\omega_s} \frac{V_{th}^2}{R_{th} + \sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + X_r')^2}}$$



تک فاز \Rightarrow



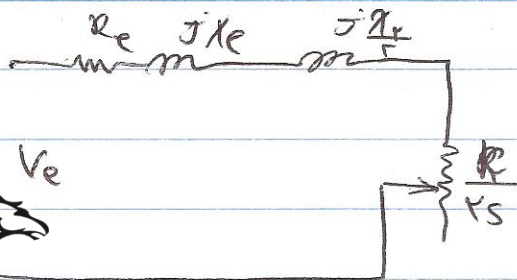
$$Z_{eq} = R_{eq} + jX_{eq} = \frac{(j\frac{X_m}{r})(R_1 + jX_1)}{R_1 + j(X_1 + \frac{X_m}{r})}$$

$$\begin{cases} R_1 = r_1 + \frac{r_r}{s} \\ X_1 = X_1 + \frac{X_r}{r} \end{cases}$$

$$V_e = \frac{(j\frac{X_m}{r}) V_1}{R_1 + j(X_1 + \frac{X_m}{r})} = \frac{1}{r} \frac{X_m V_1}{X_1 + \frac{X_m}{r}} \quad (31)$$



PowerEn.ir



مقدار توان تلفات

$$\frac{r_r}{r_s} = \sqrt{R_e^r + \left(X_e + \frac{X_r}{r}\right)^2}$$

با فرضین مقاومت

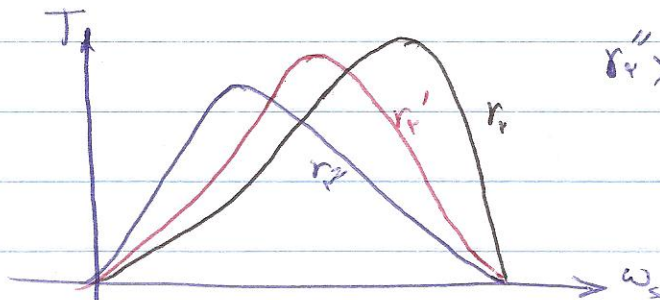
S_{MT} تغییر کند

$$\Rightarrow S_{MT} = \frac{r_r}{r \sqrt{R_e^r + \left(X_e + \frac{X_r}{r}\right)^2}}$$

با فرضین مقاومت

توان تلفات

$$T_{e.m} = \frac{V_e^r}{r \pi n_s} = \frac{1}{r \left(R_e + \sqrt{R_e^r + \left(X_e + \frac{X_r}{r}\right)^2} \right)}$$



$$r_r'' > r_r' > r_r$$

موتورهای القای تک فاز در سرعت صفر ($S=1$) تنها راه انداز ندارند برای اینکه بتوانیم موتور

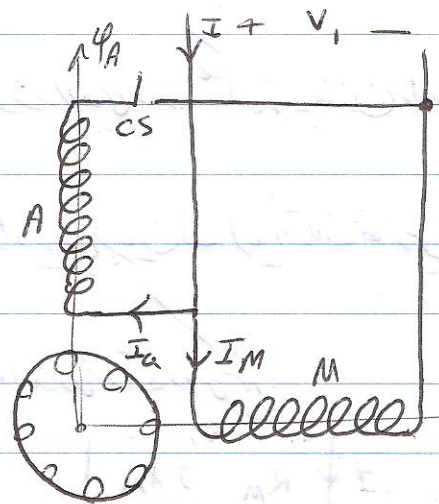


راه انداز ایجاد کنیم موتور را تبدیل می کنیم به موتور دو فاز متعادل و حتی با تقسیم نامبر پلوس

اختلاف فاز بین جریان های دو فاز کمتر از 90° خواهد بود.

۱- روش های فاز گسسته Split Phase :

۱-الف Resistor Split Phase



برای ایجاد اختلاف فاز بین جریان سیم پیچ اصلی و ملکی

مقاومت سیم پیچ ملکی بیشتر از سیم پیچ اصلی و

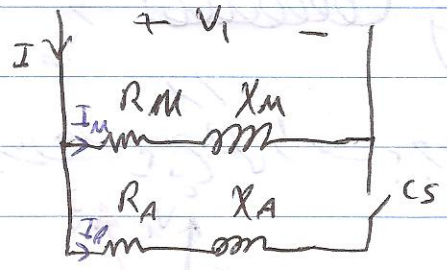
القائت سیم پیچ اصلی بیشتر از سیم پیچ ملکی

ملکی است. اختلاف فاز بین دو سیم پیچ و جریان فاز ملکی کمتر از اختلاف فاز دو سیم پیچ اصلی

است. $R_A > R_M$ → ضعیف تر → تلفات کم تر → زاویه کمتر → سطح مقطع کوچک تر است

$X_M > X_A$ → تعداد دور M بیشتر از A است

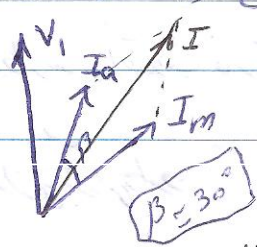
$$\frac{R_A}{X_A} > \frac{R_M}{X_M}$$



اختلاف فاز بین سیم پیچ ملکی و اصلی در این روش حدوداً 30° است که این اختلاف فاز هم ای در دسترس

$$\alpha_a = \text{tg}^{-1} \frac{X_a}{R_a}$$

$$\alpha_m = \text{tg}^{-1} \frac{X_m}{R_m}$$



$$\alpha_a < \alpha_m$$

این فاز نسبت به V_1

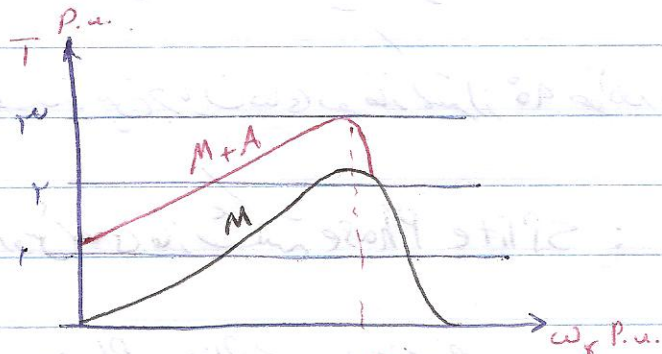
راه انداز می کند

CS (کلیه کمپوز از مرکز) که در سرعت موتور بین ۱۷۰، ۱۸۰ اسریت شلرون، سیستم سیم پیچ گلری AaXiliary

را از مدار خارج می کند.



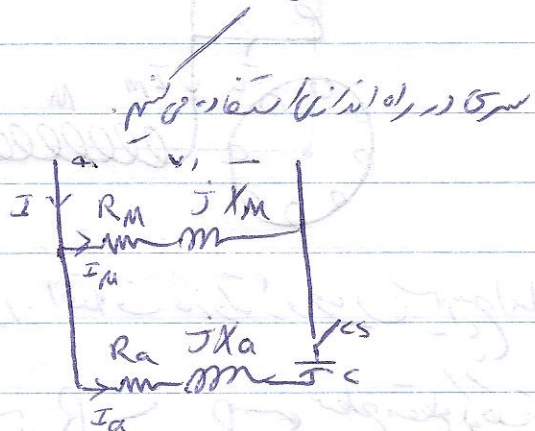
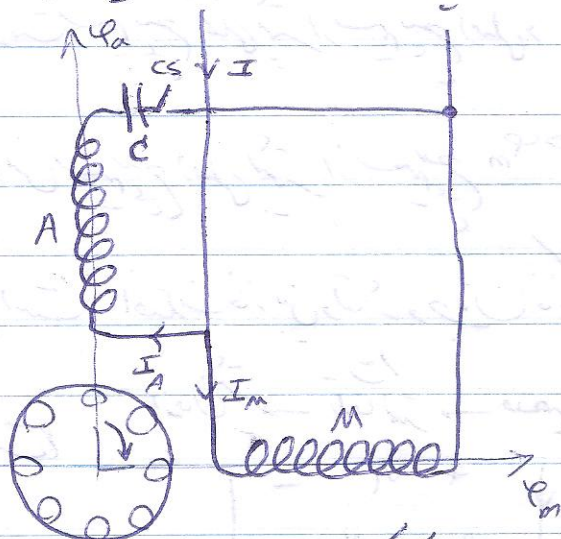
در موتور القایی دوقطبی (مقاوم و متقارن) جریان های فازها با هم اختلاف فاز ۹۰ درجه است ولی



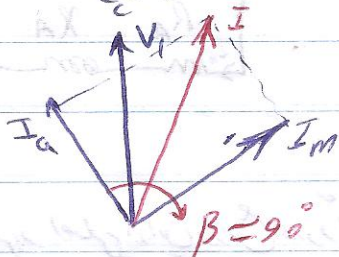
در تک فاز اختلاف فاز کمتر از ۹۰ است

۱- ب) موتور القایی فاز شکسته به خازن راه انداز:

برای این که زاویه بین جریان ها (یا اختلاف فاز بین جریان سیم پیچ اصلی و کمکی) را به ۹۰ درجه برسانیم از یک خازن



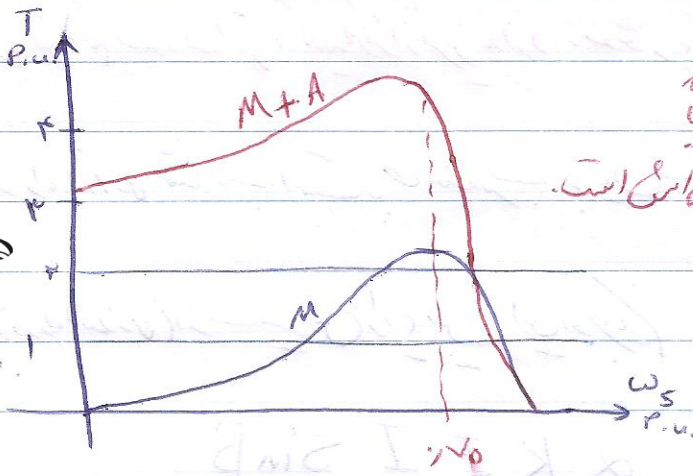
به انتصاب یک خازن مناسب بتوان داریم فاز جریان سیم پیچ کمکی را نسبت به جریان سیم پیچ اصلی



۹۰ درجه اختلاف

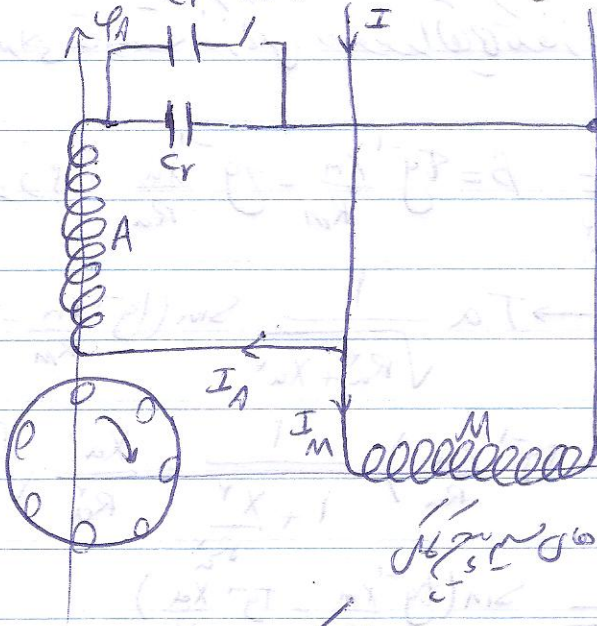
جریان سیم پیچ اصلی و کمکی ۹۰ درجه دارند اختلاف فاز ۹۰ درجه بین هادی میدان مغناطیسی دو امپدانس خود

ایجاد خواهند نمود. لذا در راه اندازی مورد نیاز دارد



تعداد راه اندازی تقریباً ۳.۵ برابر مقدار راه اندازی است.

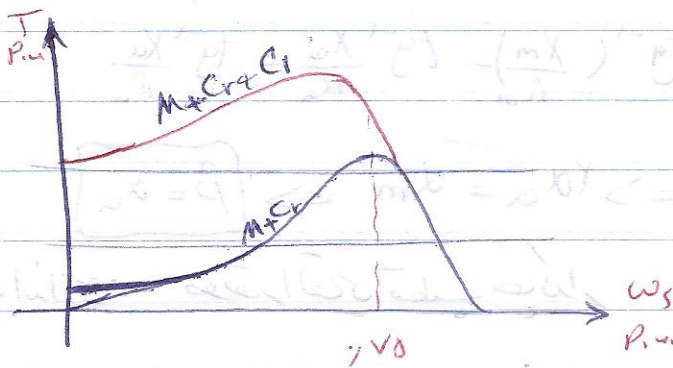
۱-ج) موتور آلفای فاز شکسته با خازن دائمی و خازن راه اندازی: C_1, C_2



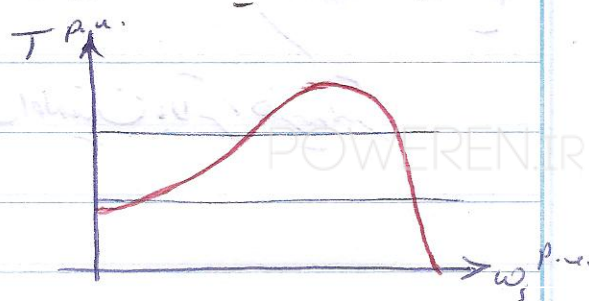
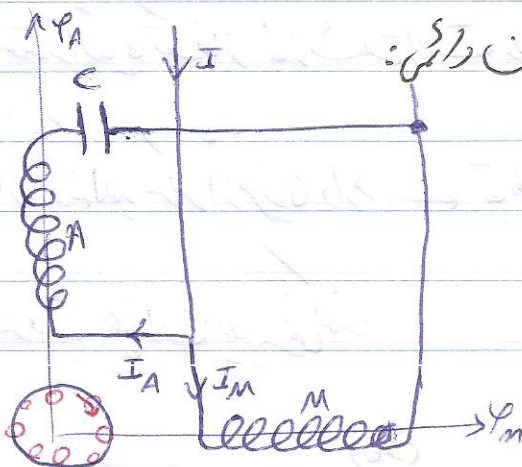
در راه اندازی $C_1 + C_r$ به بزرگ در حالت کار دائم C_r کوچک $C_1 \gg C_r$

در راه اندازی $C_1 + C_r$ اختلاف فاز جزین ها می شود

دو اصلی نزدیک به ۹۰ است و شباهت موتور آلفای دو فاز کاری است



۱-د) موتور آلفای فاز شکسته با خازن دائمی: C



از لحاظ عملکرد نرم تر، کم سرعده تر، گشتاور از تریز ندارد، موتور القای دو فاز تبدیل می شود

نقطه اشتداد در راه اندازی متناسب است با جملات جریب سینوس امپلی در راه اندازی در جریان



PowerEn.ir

سیم پیچ اصلی (در راه اندازی) در سینوس را در سیم این دو جریان

$$T_{start} \propto K I_m I_a \sin \beta$$

موتور القای دو فاز فاز گشتاور از نوع مقاومتی به خوبی کمتر از T_{start} طراحی مقاومت فاز گشتاور

صدا می شود!

$$I_a = \frac{V_1}{\sqrt{R_a^2 + X_a^2}} \quad \beta = \text{tg}^{-1} \frac{X_m}{R_m} - \text{tg}^{-1} \frac{X_a}{R_a}$$

$$T \propto K I_m I_a \sin \beta \rightarrow T \propto \frac{1}{\sqrt{R_a^2 + X_a^2}} \sin \left(\text{tg}^{-1} \frac{X_m}{R_m} - \text{tg}^{-1} \frac{X_a}{R_a} \right)$$

$$\Rightarrow \cos \left(\text{tg}^{-1} \frac{X_m}{R_m} - \text{tg}^{-1} \frac{X_a}{R_a} \right) = \frac{1}{1 + \frac{X_a^2}{R_a^2}} \cdot \frac{X_a}{R_a} \sqrt{R_a^2 + X_a^2} = \frac{R_a}{\sqrt{X_a^2 + R_a^2}}$$

$$= \frac{R_a}{\sqrt{X_a^2 + R_a^2}} \sin \left(\text{tg}^{-1} \frac{X_m}{R_m} - \text{tg}^{-1} \frac{X_a}{R_a} \right)$$

$$\Rightarrow \text{tg}^{-1} \left(\frac{X_m}{R_m} \right) - \text{tg}^{-1} \frac{X_a}{R_a} = \text{tg}^{-1} \frac{X_a}{R_a}$$

$$\Rightarrow \alpha_a = \alpha_m \Rightarrow \boxed{\beta = \alpha_a}$$

در راه اندازی، موتور القای قطب چگانه



POWEREN.IR

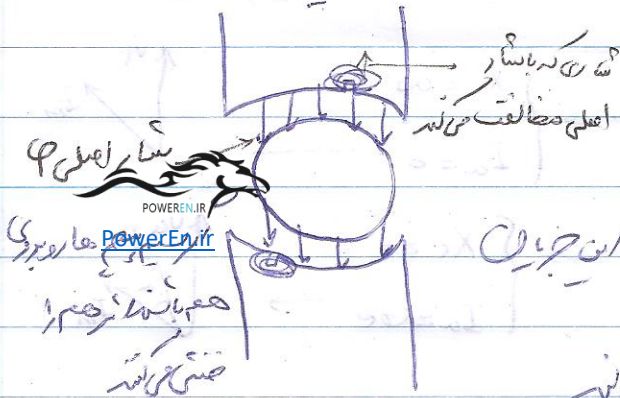
موتور صفت، موتور القای دو فاز فاز گشتاور است و در آن تو حلقه های اتصال توپه گشته داریم

در راه اندازی وجود دارد و گشتاور از تریز دارد، قابلیت اطمینان بالاتر، هزینه کمتر

تغییر در سرعت چنان تغییر می کند

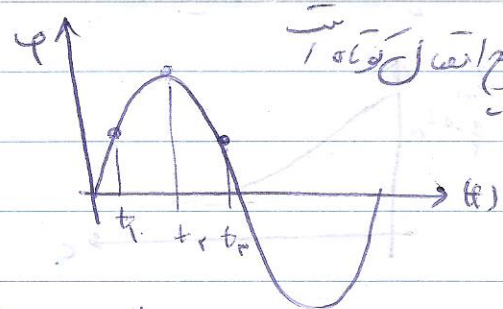
ایراد: گشت در راه اندازیه آن نمی بخند، بهترین گشت در راه اندازی موتور ها در سیم است

تحلیل: گشت متغیر با جریان القای و تبار گشت



در مسیر سیم به عبور جریان دارد پس جریان صاف می شود این جریان

طبق قانون تشریحی حاصل، وجود آوردن خود مخالفت می کند



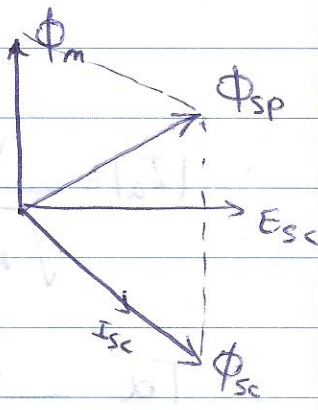
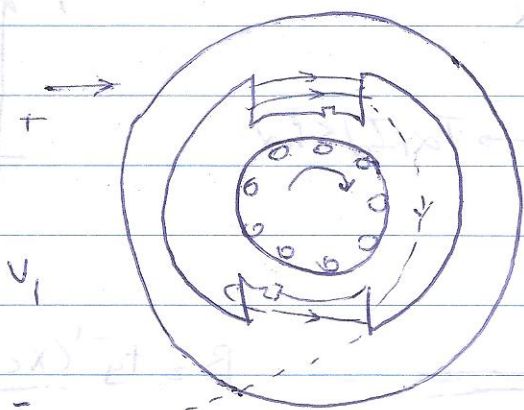
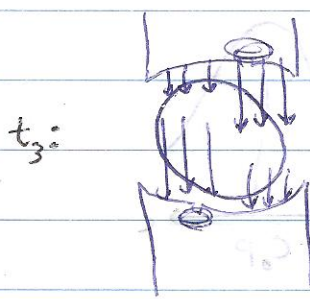
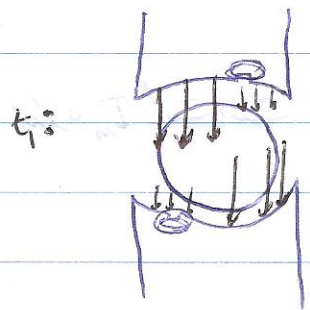
در لحظه t_1 : گشت دارد اقواس می یابد. جریان در هر سیم هیچ انتقالی نداشته است

به گونه ای که اول بر در با حاصل، وجود آوردن خود

فعالیت می کنند در نتیجه گشت اصلی را کم می کنند

در لحظه t_2 : حلقه اتصال کوتاه می آید است

در لحظه t_3 : هم در سیم انتقال می کنند

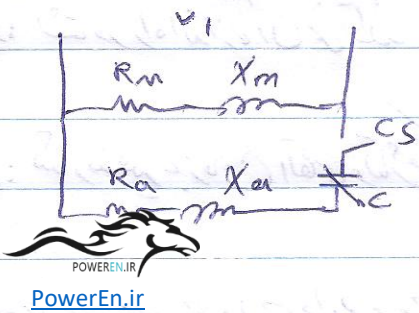


$$E_{sc} = -N \frac{d\phi_m}{dt}$$

I_{sc} و ϕ_{sc} با هم در دفع نیاز از این سیم صرف نظر کنیم

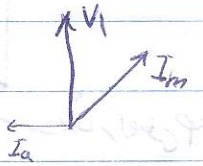
$$\phi_m + \phi_{sc} = \phi_{sp}$$

سویچ، (لای) Split Phase وین و لای

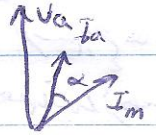


PowerEn.ir

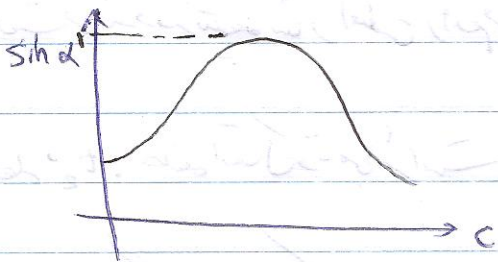
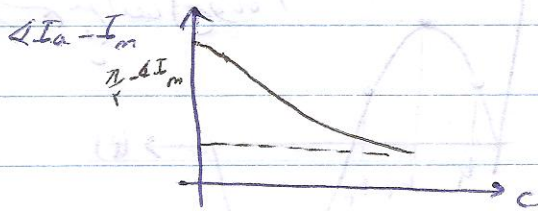
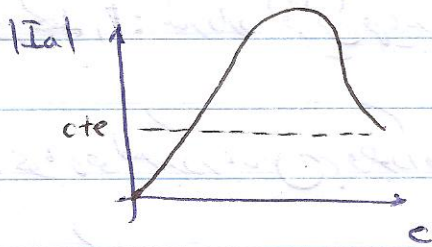
if $c=0 \rightarrow \begin{cases} X_c = \infty \\ I_a = 0 \end{cases}$



if $c=\infty \rightarrow \begin{cases} X_c = 0 \\ I_a = cte \end{cases}$



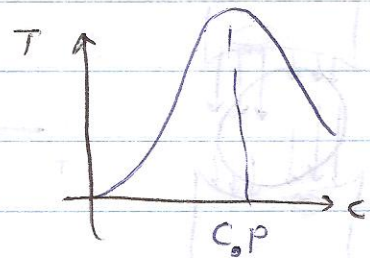
بسیار از I_m از I_a است چون $\frac{R_m \ll 1}{R_a}, \frac{X_m \gg 1}{X_a}$



سویچ، (لای) Split Phase وین و لای

$T \propto |I_m| |I_a| \sin \alpha$

$|I_m| \rightarrow cte \rightarrow T \propto |I_a| \sin \alpha$



$$|I_a| = \frac{V_1}{\sqrt{R_a^2 + (X_a - X_c)^2}}$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{(X_c - X_a)}{R_a} + \tan^{-1} \frac{X_m}{R_m}$$

$$T \propto \frac{V_1}{\sqrt{R_a^2 + (X_a - X_c)^2}} \sin \left(\tan^{-1} \frac{(X_c - X_a)}{R_a} + \tan^{-1} \frac{X_m}{R_m} \right)$$

PowerEn.ir

$$\Rightarrow \cos\left(\operatorname{tg}^{-1}\frac{X_c - X_a}{R_a} + \operatorname{tg}^{-1}\frac{X_m}{R_m}\right) = \frac{1}{1 + (X_c - X_a)^2 R_a} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_a^2 + (X_c - X_a)^2}}$$

$$= \sin\left(\operatorname{tg}^{-1}\frac{X_c - X_a}{R_a} + \operatorname{tg}^{-1}\frac{X_m}{R_m}\right) \cdot \frac{-r(X_c - X_a)}{R_a \sqrt{R_a^2 + (X_c - X_a)^2}}$$



$$\Rightarrow \operatorname{tg}\left(\operatorname{tan}^{-1}\frac{X_c - X_a}{R_a} + \operatorname{tan}^{-1}\frac{X_m}{R_m}\right) = \frac{R_a}{X_c - X_a}$$

$$\operatorname{tan}(A+B) = \frac{\operatorname{tan}A + \operatorname{tan}B}{1 - \operatorname{tan}A \operatorname{tan}B}$$

$$\frac{\frac{X_c - X_a}{R_a} + \frac{X_m}{R_m}}{1 - \left(\frac{X_m}{R_m}\right)\left(\frac{X_c - X_a}{R_a}\right)} = \frac{R_a}{X_c - X_a}$$

$$\Rightarrow \frac{(X_c - X_a)^2}{R_a} + \frac{X_m(X_c - X_a)}{R_m} = R_a - \frac{X_m}{R_m}(X_c - X_a)$$

$$\frac{r X_m}{R_m} = \frac{R}{X_c - X_a} - \frac{X_c - X_a}{R_a}$$

$$r \operatorname{tan} \alpha_m = \operatorname{cot} \alpha_a - \operatorname{tan} \alpha_a \Rightarrow \operatorname{tan} \alpha_a = x$$

$$x^2 + r \operatorname{tan} \alpha_m x - 1 = 0 \Rightarrow \operatorname{tan} \alpha_a = \sqrt{\frac{1 - \sin \alpha_m}{1 + \sin \alpha_m}}$$

موتور DC نسبی با تغذیه ac نیز کار می کند

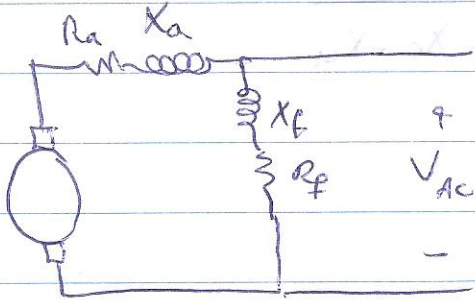
$$T = k \phi I_a$$

$$\phi \propto I_f = I_a$$



$$T = k_f I_a^2$$

موتور DC نسبت به تغذیه ac :



$$T = k \phi I_a$$

$$\phi \propto I_f$$

$$\Rightarrow T = K_c I_f I_a$$

$$\Rightarrow T(t) = K_c I_f(t) I_a(t)$$

$$I_f(t) = I_{fm} \sin \omega t$$

$$I_a(t) = I_{am} \sin(\omega t + \phi)$$

$$T(t) = K_c (I_{fm} \sin \omega t) (I_{am} \sin(\omega t + \phi))$$

$$T(t) = K_c \frac{I_{fm} I_{am}}{2} [\cos \phi - \cos(2\omega t + \phi)]$$

نتیجه در یک موتور DC و یک موتور AC صغیر با زمان دارد هر چه اختلاف فاز زمانی

بین جریان میدان و آرمیچر بیشتر شود نسبت متوسط کاهش می یابد

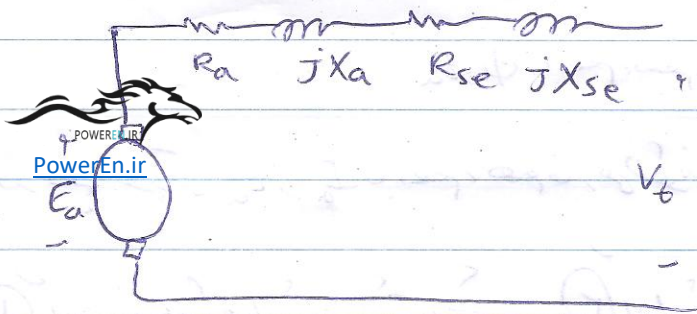
در موتور DC نسبت I_{fm} کوچک است چون که امپدانس سیم پیچ نسبت خیلی بزرگ است

در نتیجه دامنه I_{fm} کوچک خواهد بود اختلاف فاز زمانی بین جریان آرمیچر و میدان I_{am}

زیاد است پس استفاده از موتور DC نسبت به تغذیه ac مطلق نیست

* موتور DC سری مشکل اختلاف فاز بین جریان I_{am} و I_p وجود ندارد چون جریان

هم‌فاز است



$$T = k_c (I_{am} \sin \omega t)^2$$

$$T = \frac{1}{2} k_c I_{am}^2 (1 - \cos 2\omega t)$$

موتور DC سری نیز دارای کشش ارضی است.

* برای اینکه کشش کمتر کم شود باید جریان I_{am} افزایش یابد برای اینکار رانس X_a و X_{se}

را باید کم کنیم یا L_a و L_{se} را باید کم کرد $\rightarrow N_a$ و N_{se} را کم کرد

* مقدار سیم‌های موثره آرمیچر از بدنه (مقدار سیم‌های رانس) در این صورت رانس کم شود.

* هسته استاتور در معرض فرکانس مغناطیسی خواهد بود حالا در معرض فرکانس $2f$ و f خواهد بود

* به هسته استاتور در موتور صورت می‌گیرد برای اینکه تلفات هسته‌ای زیاد نشود

* L_f ذاتاً زیاد است اما L_{se} و L_a را کم می‌کنند

* در تغذیه DC تلفات هسته‌ای فقط در روتور است در استاتور تلفات نداریم

* در تغذیه ac تلفات هسته‌ای هم در روتور هم در استاتور وجود دارد

پس راندمان در DC بیشتر از راندمان در ac است.

$$\bar{V}_t = \bar{E}_a + (R_a + R_{se}) \bar{I}_a + j(X_a + X_{se}) \bar{I}_a$$

$$\bar{E}_a = k \bar{\phi} \omega \rightarrow \text{درجه صورت } E_a \text{ و } \phi \text{ هم فازند}$$

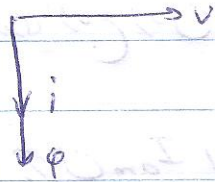
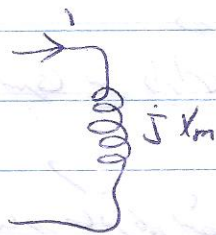


POWEREN.IR
PowerEn.ir

$$\phi \propto I_a$$

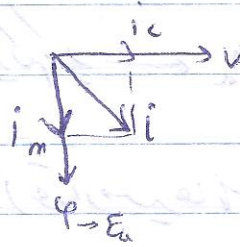
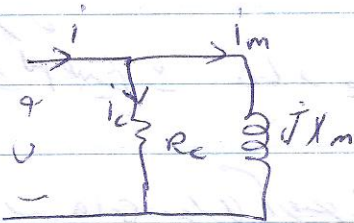
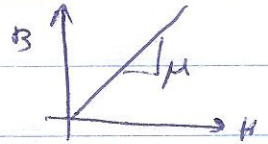
درجه صورت E_a و I_a هم فازند؟

① از خط بهاره و اشباع نداشته باشیم (۲) در اشباع بهاره اما هستیزین داشته باشیم



$$L_m = \frac{N^2}{R_m}$$

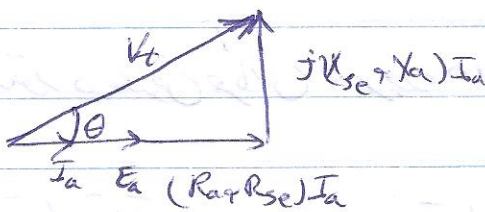
$$R = \frac{l}{\mu A}$$



حالت هم فاز هم هستیزین

داشته باشیم

I_a از E_a هم فاز است.



در اشباع بهاره داشته باشیم



POWEREN.IR

POWEREN.IR