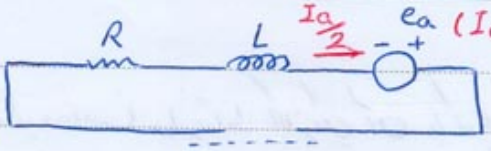
www.iran-academy.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 9

پایان کموتاسیون



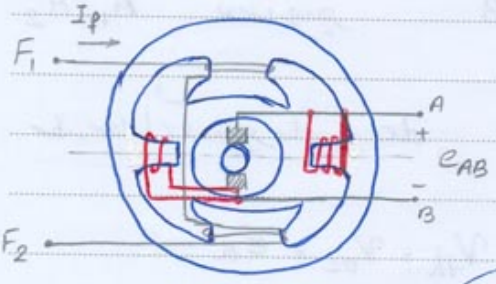
اگر I_a زیاد باشد ولتاژ القایی e_a هم زیاد خواهد بود و اگر جریان I_a کم باشد e_a هم کم می‌شود.

جاروبک‌ها را روی ریل قرار می‌دهند تا مکان آن‌ها ثابت باشد و باکوئیت روی ریل برای جریان‌های مختلف محل جاافتادن آن‌ها از تیغه مناسب شود.

اما در عمل چون e_a عامل تغییر I_a است باید e_a را تابعی از I_a بنویسیم.

$e_a \uparrow \leftarrow I_a \uparrow$ ولتاژ القایی e_a $e_a(I_a)$

وظیفه این کویل‌ها این است که ولتاژ القایی نشکند که جرقه‌ی کموتاسیون ایجاد نشود.



در هر کویل $e_i(t)$

$e_i(t)$ های پلاریته یکسان هستند $i = 1 \dots N$

در هر ماشین dc ولتاژ القایی آرمیچر از نظر تئوری از رابطه $e_{AB} = \sum_{i=1}^{N} |e_i(t)|$ (N تعداد کویل‌ها سری)

ولی چون اعوجاج و تغییرات آن خیلی کم است عملاً به صورت ولتاژ dc به دست می‌آید.

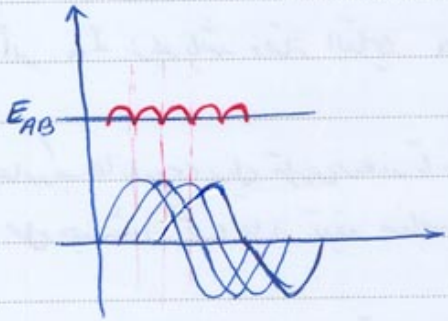
ولتاژ القایی آرمیچر $E_a = E_{AB} = \frac{2}{T}\int_{0}^{\frac{T}{2}} e_{AB}\, dt$

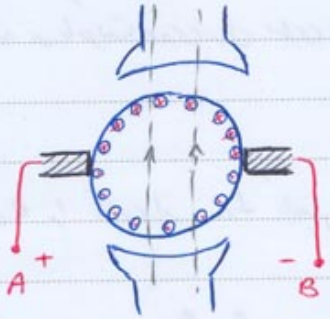
ولتاژ القایی به تعداد کویل‌های سری شده، سرعت چرخش محور، میدان تحریک، ابعاد ضفایی رتور (مستقیم) (مستقیم) بستگی دارد.

P4PCO

www.iran-ieee.com

مکان واقعی جاروبک زیر قطب‌هاست و ارتباط الکتریکی آن با کویل‌های منطقه خنثی یا نزدیک منطقه خنثی است.



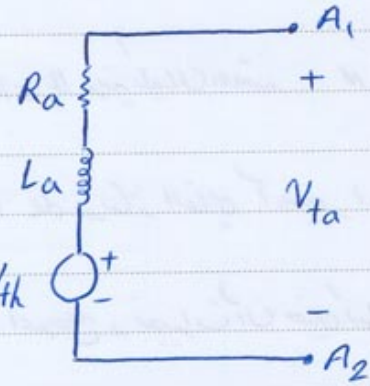


نمایش شماتیک

مدار معادل ماشین dc

A_1, A_2 دوسر آرمیچر AB دوسر تحریک F_1, F_2

مدار معادل آرمیچر ماشین dc



$V_{th} = V_{oc} = E_a$

$(I_f, n, \dots)$

چون جریان dc است از خود القای سلف می‌توان صرف نظر کرد و تاثیر چندانی ندارد.

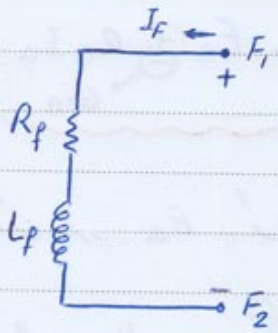
با اعمال یک احم متر به دوسر آرمیچر مقاومتی که اندازه‌گیری می‌شود R_a: مقاومت مدار آرمیچر

www.iran-ieee.com

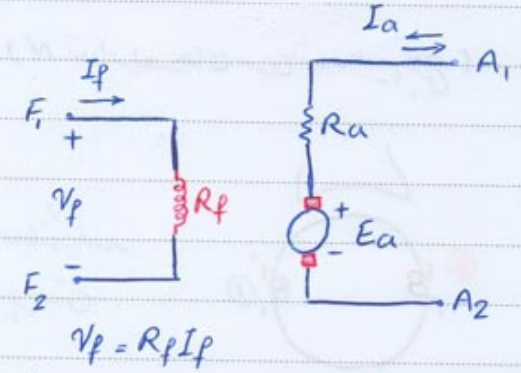
1. مقاومت کویل ها
2. مقاومت جاروبک ها
3. مقاومت تیغه های کلکتور
4. مقاومت سیم های رابط درون آرمیچر
5. مقاومت قطب های اصلی
6. مقاومت فضای بین جاروبک و تیغه (ناصفی)
7. مقاومت سیم پیچ های جبران کننده
8. مقاومت مدار آرمیچر

به کل مدار بالا مقاومت آرمیچر گفته می شود.

مدار معادل تحریک



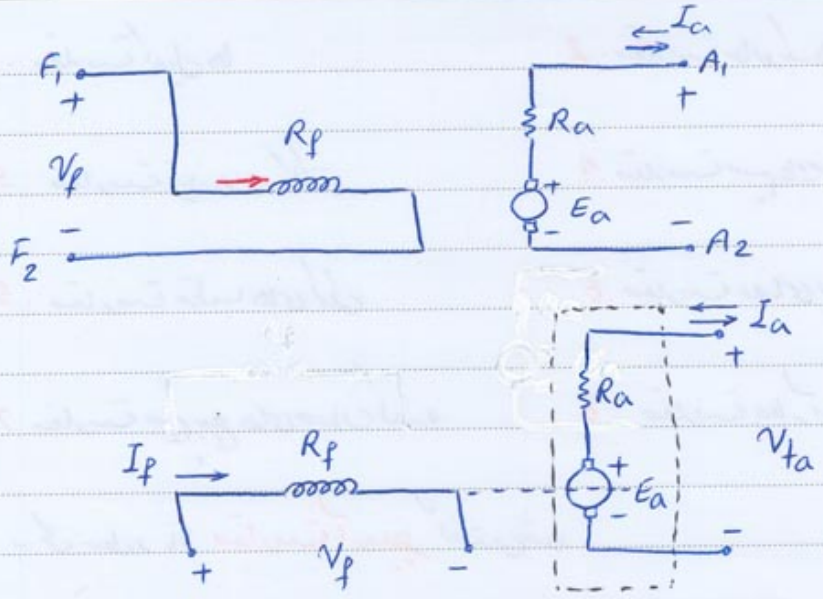
وقتی دو سر مدار باز قرار دهیم و $I_f=0$ کنیم و به دو سر آرمیچر باطری وصل کنیم چون جریان متغیر با زمان داریم پس ولتاژ در تیغه صدای مغناطیسی متغیر با زمان نداریم پس ولتاژ در آرمیچر القا نمی شود.



سلف هادر حالت پایدار جریان dc اتصال کوتاه است. با قراردادن دو جاروبک نشان می دهیم مدار معادل ماشین dc است. سیم پیچ تحریک را هم به صورت سلف نمایش می دهیم ولی سلف نیست.

PqPCO

www.
iran-ieee
.com



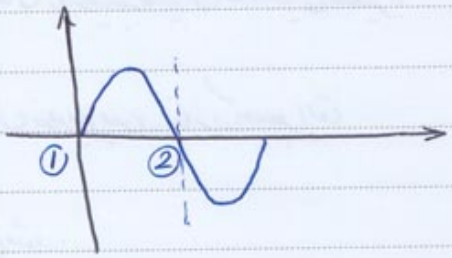
1. $V_f = R_f I_f$

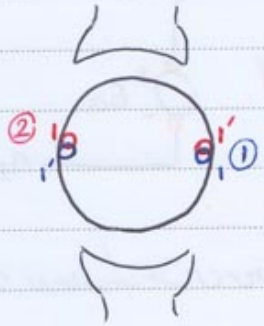
2. $V_{ta} = E_a \pm R_a I_a$ (Mot: موتور، Gen: ژنراتور)

جریان در ژنراتور به بار بستگی دارد. E_a به کویل های سری شده و میدان عنا طبیعی بستگی دارد.

$$E_a = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} e_{AB}\,dt = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} \sum_{i=1}^{N} e_i\,dt = \frac{2}{T}\sum_{i=1}^{N}\int_0^{T/2} e_i\,dt$$

(N تعداد دورهای سری شده سیم پیچ)





بعبارتی دور چرخش.

$$\int_0^{T/2} e_i\,dt = \int_0^{T/2} \frac{d\varphi}{dt}\,dt = \int_{\varphi(0)}^{\varphi(T/2)} d\varphi =$$

$\varphi(T/2) - \varphi(0)$

$\varphi(T/2)$ ، $\varphi(0)$ ترتیب کلید میزند.

PAPCO
www.iran-ieee.com

$$\int_0^{T/2} e_i\,dt = 2\Phi \qquad \Phi = \int_A \vec{B}\cdot d\vec{s}$$

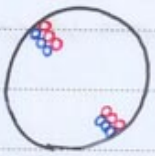
A : سطح فاصله هوایی از یک محور خنثی تا محور خنثی مجاور (سطح قطب)

Φ : فلوی قطب‌ها

$$E_a = \frac{2}{T}\sum_{i=1}^{N} 2\Phi$$

$$E_a = \frac{2}{T}(N)2\Phi$$

N ← تعداد دورهای سری



* تعداد هادی‌های آرمیچر C_a (در ماشین صفحه است)

$$N = \frac{C_a}{2a}$$

تعداد دورهای سری

a ← تعداد راه‌های موازی (حداقل 2)

$$E_a = \frac{2}{T}\frac{C_a}{2a}2\Phi$$

T : زمان یک سیکل ولتاژ القایی (پریود ولتاژ)

$$T = \frac{\text{زمان یک دور چرخش}}{P/2}$$

P/2 ← تعداد قطب‌ها

$$T = \frac{2}{P}\times \text{زمان یک دور چرخش}$$

واحد سرعت : $\omega_m = rad/s$

n : دور بر دقیقه (rpm) دور بر ثانیه (rps) : $\frac{n}{60}$

سرعت ماشین n

1 s	$\frac{n}{60}$
$\frac{60}{n} = T$	1

P4PCO

www.
iran-ieee
.com

$$E_a = \frac{2}{\frac{2}{P} \times \frac{60}{n}} \times \frac{Ca}{2a} \times 2\Phi = \frac{PCa}{a} \Phi \frac{n}{60}$$

$$E_a = \frac{PCa}{2\pi a} \Phi \omega_m \qquad 3.\ E_a = k_a \Phi \omega_m \qquad \left(k_a = \frac{PCa}{2\pi a}\right)$$

ضریب سیم بندی آرمیچر

به طور هم زمان به فلوی قطب ها و سرعت و
هم چنین رابطه $V_{ta} = E_a \pm R_a I_a$ بستگی دارد. هم زمان باید در حل مسئله صدق کند.

$$\Phi_1 , \omega_{m_1} \longrightarrow E_{a_1}$$

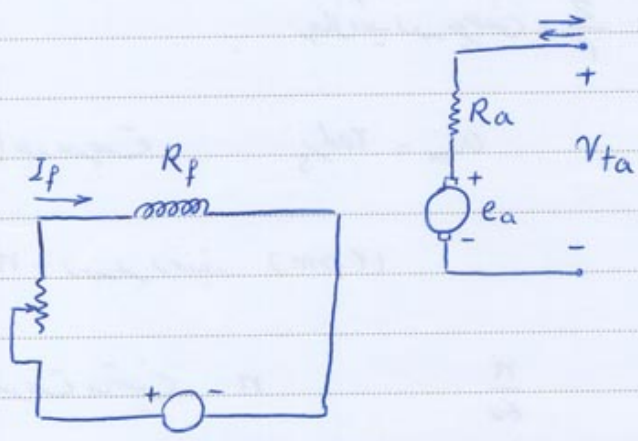
$$\Phi_2 , \omega_{m_2} \longrightarrow E_{a_2}$$

$$\Rightarrow * \frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{\Phi_1 \omega_{m_1}}{\Phi_2 \omega_{m_2}} * = \frac{\Phi_1 n_1}{\Phi_2 n_2}$$

اگر بتوانیم تحت شرایطی Φ را ثابت نگه داریم آنگاه:

$$* \left\{ \frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{\omega_{m_1}}{\omega_{m_2}} = \frac{n_1}{n_2} \right\} *$$

انواع ماشین dc



مدار تحریک "اصلاً" مستقل از مدار آرمیچر است.

ویژگی جریان تحریک این است که کم است.

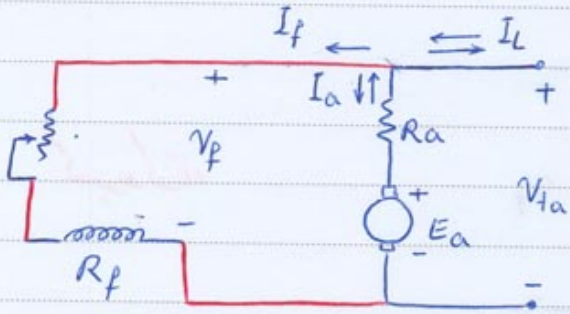
PAPCO

www.iran-ieee.com

* ماشین dc تحریک مستقل (جدا گانه) { ژنراتور }

جریان تحریک کم

سیم پیچ تحریک: تعداد دور زیاد - سیم نازک - مقاومت زیاد



در این حالت مدار تحریک و مدار آرمیچر

با هم موازند.

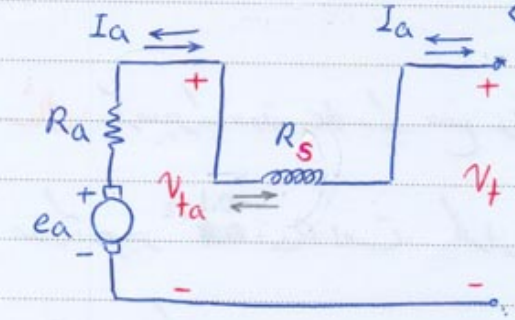
* ماشین dc شنت (ژنراتور - موتور)

$V_f = V_{ta}$

$I_L = I_a \pm I_f$ (+ : Mot, − : Gen)

I_L : جریان خط

* ویژگی های سیم پیچ تحریک مشابه ماشین تحریک مستقل



* ماشین dc سری (موتور)

$V_{ta} = E_a \pm R_a I_a$

$V_t = E \pm (R_a + R_s) I_a$

* سیم پیچ تحریک: تعداد دور کم - سیم ضخیم

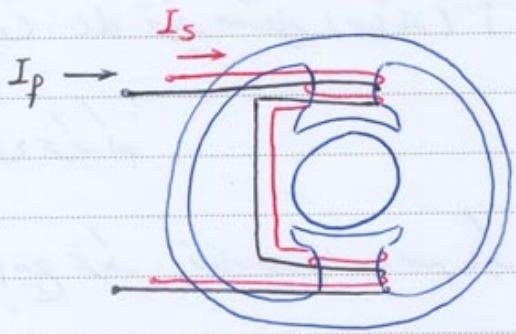
مقاومت کم

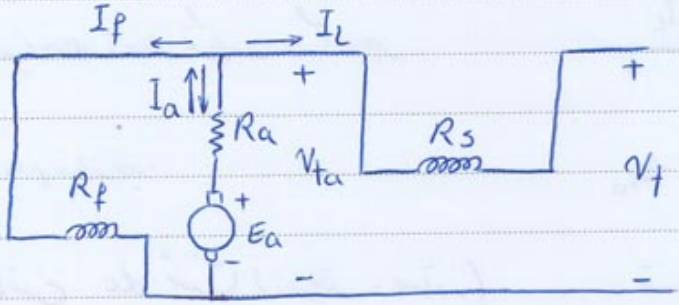
جریان تحریک زیاد -

PqPCO

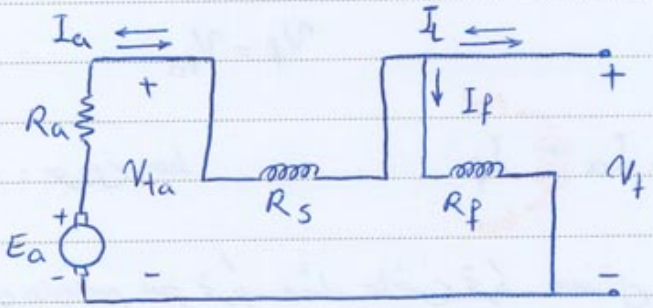
www.
iran-ieee
.com

ماشین de کمپوند



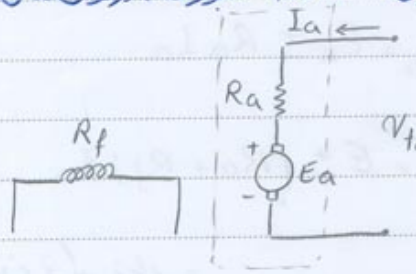


کمپوند کوتاه



کمپوند بلند

مثال: آرمیچر یک موتور de به یک منبع ولتاژ 230^V ماشین de کمپوند de متصل است. مقاومت مدار آرمیچر $R_a = 0.1\ \Omega$ است. اگر از مدار آرمیچ جریان $100\ A$ عبور کند، در توان‌های مختلف ماشین بحث کنید.



$P_{ina} = V_{ta} I_a =$

$230 \times 100 = 23\ KW$

PAPCO

www.
iran-ieee
.com

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 17

تلفات اهمی آرمیچر $P_{cu\,a} = R_a I_a^2 = 0.1 \times (100)^2 = 1\ kW$

22 kW به توان مکانیکی تبدیل می‌گردد.

$E_a = V_{ta} - R_a I_a = 230 - 0.1 \times 100 = 220\ V$

$P_{Ea} = E_a I_a = 220 \times 100 = 22\ kW$ در موتور منبع توان مصرف می‌کند.

توان از فرم الکتریکی به فرم مکانیکی تبدیل می‌شود.

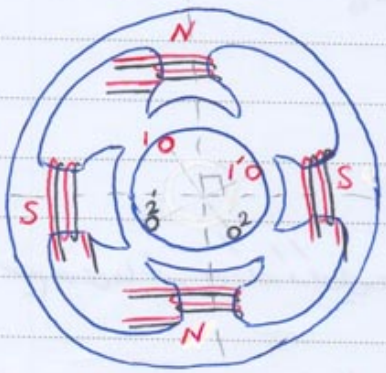
P_m = توان الکترومکانیکی (الکترومغناطیسی)

توان داخلی: عبارتست از توان خالصی که از فرم الکتریکی به مکانیکی یا بالعکس تبدیل می‌شود.

$P_m = E_a I_a = T \omega_m$ (گشتاور)

$T = \frac{E_a I_a}{\omega_m} = \frac{k_a \varphi \omega_m I_a}{\omega_m}$ $\quad T = k_a \varphi I_a$ خروجی گشتاور

ماشین چهار قطبی



زاویه بین دو قطب مجاور = $180^\circ e$

در ماشین های دو قطبی 180° واقعی است ولی در

ماشین های چهار قطبی 90° واقعی است.

PAPCO

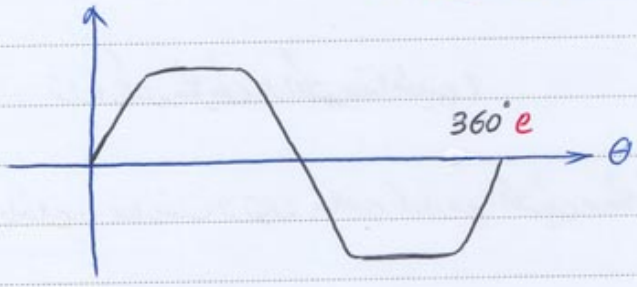
www.iran-ieee.com

اگر روتا سیم پیچی داشته باشد (هم قرمز و هم سیاه) ماشین کمپوند است.

$$\theta_e = \frac{P}{2}\theta_m \qquad 1^\circ e = \frac{2}{P} 1^\circ m$$

$1^\circ e$ ↓ الکتریکی — $1^\circ m$ ↓ مکانیکی

در ماشین P قطبی باید نحوه قرارگرفتن کویل ها هم جابه جا شود یعنی به جای 180° الکتریکی باید 180° مکانیکی هم باشد که در $\frac{4}{P}$ قطبی 90° درجه واقعی می شود.



* گام کویل $y_c \simeq 180^\circ$

$$y_c = \frac{\text{تعداد شیارها} \pm \epsilon}{P}$$

(برای این که گام کویل باید عدد صحیح باشد همیشه $\pm\epsilon$ می گذاریم.)

* گام جاروبک $y_B = 180^\circ e$

$$y_B = \frac{\text{تعداد تیغه های کلکتور}}{P}$$

* عرض جاروبک $= m \longrightarrow$ در جدترکیب

نحوه سیم بندی ماشین می گوید که کویل ها با هم سری باشند یا موازی.

گام کلکتور $y_s = m \longrightarrow 0^\circ e$ — حلقوی (روی هم) Lap

www.iran-ieee.com

از لحاظ سیم بندی حلقوی و موجی مشابه هم است.

$a = P_m$ ← تعداد راه‌های موازی

به سیم بندی حلقوی، موازی نیز می گویند زیرا راه‌های موازی به سرعت زیاد می شود.

موجی (wave)

$$y_s \simeq 360^\circ e$$

$$y_s = \frac{\text{تعداد تیغه‌های کلکتور} \pm m}{P/2}$$ ← درجه تریب

$$a = 2m$$

با افزایش تعداد قطب ها تعداد راه های موازی تغییر نمی کند

به این سیم بندی، سیم بندی سری نیز گفته می شود.

سیم بندی‌های پیچیده

ترکیب سیم بندی موجی و حلقوی (پاکوره باغدای)

مدار معادل

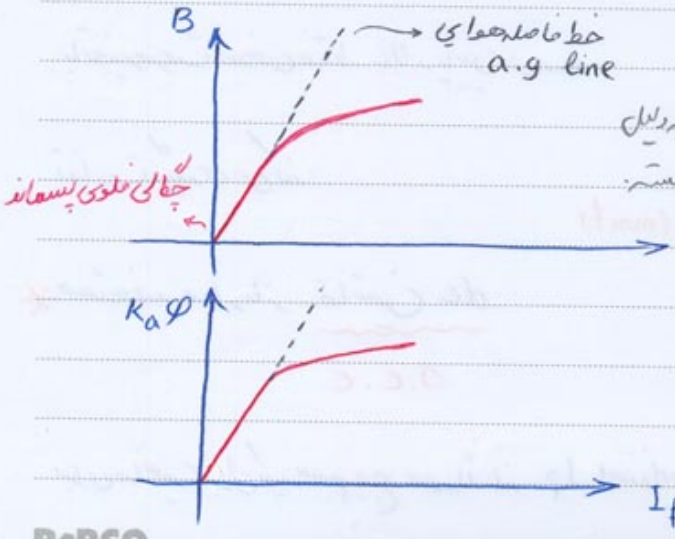
$V_{ta} = E_a \pm R_a I_a$ در نژادتر نیز وجود دارد (در مقابل دستگاه چرخاننده (توربین) مقاومت (گشتاور الکترومغناطیسی) می کند که دیده می شود (گشتاور مقاوم وجود دارد) می خواهد حرکت را کند کند.

$V_f = R_f I_f$

$E_a = k_a \Phi \omega_m$

$T = k_a \Phi I_a$

رفتار مغناطیسی ماشین dc



چون جریان سینوسی نیست لوپ پدیده اشباع به دلیل آهنی بودن هسته.

هیسترزیس معنایی ندارد.

منظور dc مغناطیسی ظاهر می شود.

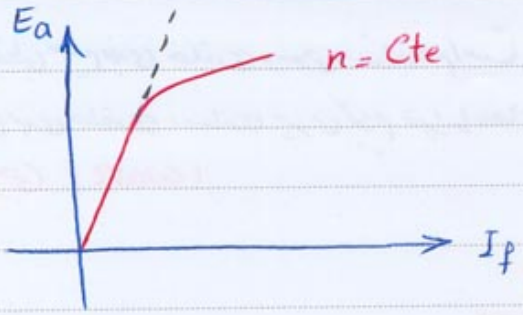
PqPCO

www.iran-ieee.com

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 20

با توجه به رابطه $E_a = k_a \Phi \omega_m$ با ثابت نگه داشتن ω_m می توان E_a را

اندازه گرفت.



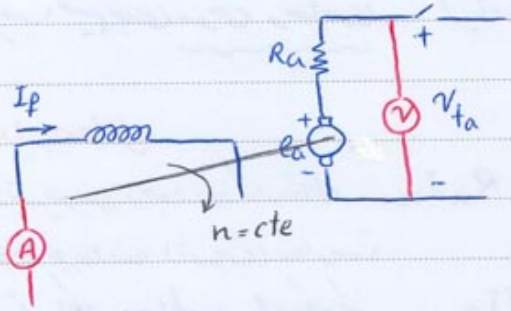
آرمیچر را با یک سرعت ثابت

توسط دراید می چرخانیم

چیزی که ما می توانیم بدست آوریم این است. ↑

آزمایش صدا باز

منظور آرمیچر با سرعت ثابت چرخانده می شود، صدا آرمیچر باز است یک ولت متر روی آن

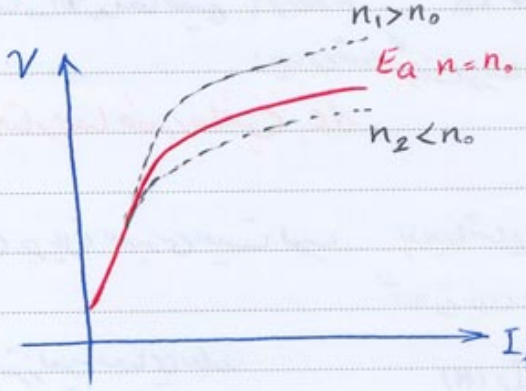


قرار می دهیم. ولتاژ E_a با ولت متر و قتی اندازه

گیریم که محور آرمیچر با سرعت ثابت

سرعت ثابت $n =$ اندازه گرفته می شود و صدا آرمیچر باز باشد.

I_f	o	α	β	γ	...
$E_a = V_{oc}$	ولتاژ پس ماند	..	..	..	...



با تغییر سرعت منحنی فقط بالا یا پایین می رود

تفاوت دیگری نمی کند.

* مشخصه صدا باز ماشین dc

O.C.C

$I_f \rightarrow N_f I_f \rightarrow mmf$

↓

تعداد دور

برای ماشین با یک سیم پیچ معمولاً از I_f استفاده می شود.

www.iran-ieee.com

ولی برای ماشین با بیش از یک سیم پیچ (اگرچند سیم پیچ داشت) از mmf استفاده می‌کنیم.

$$\oint \vec{H}.d\vec{l} = mmf$$

$$mmf = N_f I_f \pm N_s I_s$$

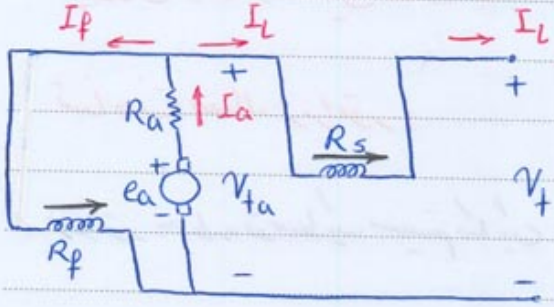
$$\frac{B_g}{\mu_0} g = N_f I_f \pm N_s I_s$$

کمپوند اضافی

کمپوند اضافی

* اگر جمع شوند کمپوند اضافی و اگر کم شوند

کمپوند نقصانی وقتی دو سیم پیچ داشته باشیم بسته به اینکه جریان ناشی از دو سیم پیچ یکدیگر را تقویت یا تضعیف کنند



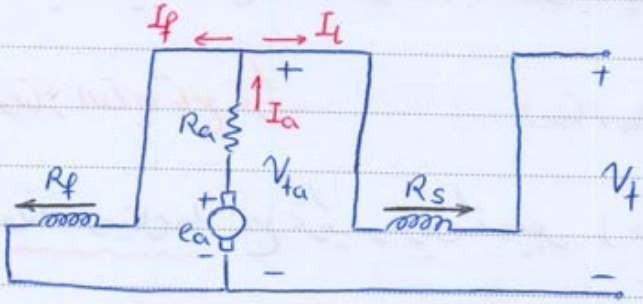
ژنراتور کمپوند کوتاه اضافی

چون سیم پیچ عمود بر جاروبک‌ها است پس

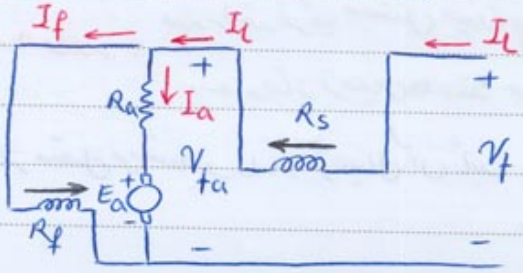
جهت emf جهت جریان را هم نشان

می‌دهد چون emf ها هم جهت اند پس جریان‌ها با هم جمع

می‌شوند پس از نوع کمپوند اضافی است.



ژنراتور کمپوند کوتاه نقصانی



موتور نقصانی

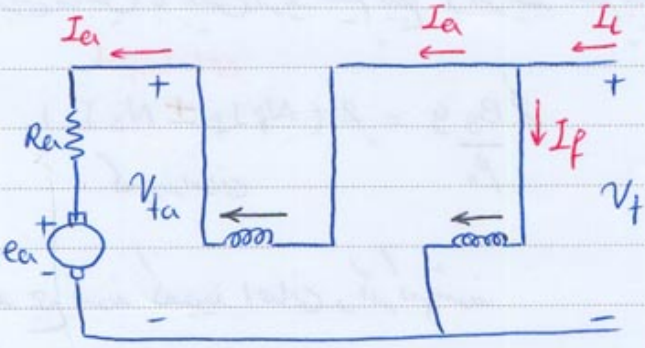
کمپوند کوتاه

www.iran-ieee.com

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 22

اضافی

موتور کمپوند بلند



اگر ماشین شنت باشد $V_p = R_p I_p$

$V_{fa} = V_p$

بررسی رفتار ماشین‌های DC

شناخت مساله ژنراتور:

ژنراتور همواره توسط یک سیستم مکانیکی مجزا چرخانده می‌شود. سرعت محور تحت تأثیر ویژگی‌های این چرخاننده بوده و می‌توان با تنظیم آن سرعت محور را تنظیم کرد.

بنابراین در این مسائل می‌توان سرعت را به عنوان یک پارامتر مستقل ثابت فرض کرد.

ولتاژ القایی تابع تحریک (ولتاژ V_{fa} نیز تابع تحریک می‌شود)

* ولتاژ ترمینال‌ها تابع تحریک و جریان آرمیچر (جریان آرمیچر به بار بستگی دارد)

شناخت مساله موتور:

در اثر اعمال تحریک مستقل چون I_f مستقل از مدار آرمیچر است (ثابت است)

← ولتاژ ترمینال‌ها فقط به جریان آرمیچر وابسته خواهد بود

به عنوان یک منبع ولتاژ مستقل می‌شود و ولتاژ ترمینال آن ثابت و معلوم است.

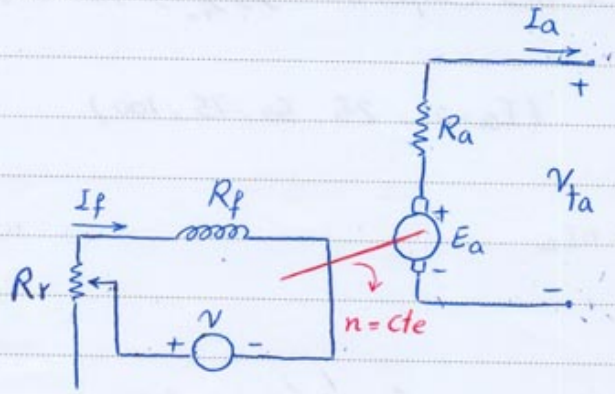
PAPCO

www.iran-ieee.com

گشتاور موتور و سرعت محور و جریانی که از آن می گذرد را لازم است بدانیم.
آرمیچر

* بررسی رفتار ژنراتورهای DC

* ژنراتور تحریک مستقل



$$I_f = \frac{V_f}{R_f + R_r}$$

$$E_a = f\{I_f\} \longrightarrow o.c.c$$

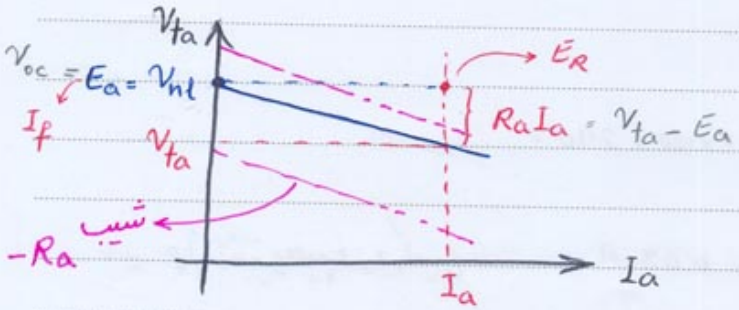
$$V_{ta} = E_a f(I_f) - R_a I_a$$

برای حل معادله باید یکی را ثابت نگه داریم و دیگری را

(I_a , I_f تابعی از دو متغیر مستقل)

متغیر و ثابت نگه داشتن I_f ساده تر است پس I_f را ثابت نگه می داریم و V_{ta} را محاسبه می کنیم.

$$V_{ta} = E_a - R_a I_a$$



میزان اختلاف تابع تحریک I_f

است. شیب خطوط $-R_a$

است.

* مشخصه خروجی ژنراتور تحریک مستقل *

www.
iran-ieee
.com

مثال: شکل ۱ مغنی مغناطیسی یک ژنراتور dc تحریک مستقل می‌باشد. ژنراتور با سرعت 1200 rpm می چرخد و جریان تحریک آن به گونه‌ای تنظیم شده است که در بی باری ولتاژ آن 230 V است.

مقاومت مدار آرمیچر برابر 0.1 اهم است مطلوب است تعیین چند نقطه از مشخصه‌ی خروجی ژنراتور؟

$(I_a = 0 , 25, 50, 75, 100)$ $(I_f = 1.32\ A)$

الف)

$$V_{ta} = E_a - R_a I_a = 230 - (0.1) I_a$$

$I_a = 25$, $V_{ta} = 227.5\ V$

$I_a = 50$, $V_{ta} = 225\ V$ براثر افزایش بار ولتاژ آن کم می‌شود

$I_a = 75$, $V_{ta} = 222.5\ V$

$I_a = 100$, $V_{ta} = 220\ V$

ب) میزان افزایش I_f را به گونه‌ای تعیین کنید که در $I_a = 100\ A$, $V_{ta} = 230\ V$ باقی بماند.

ضمن کنید سرعت محور کماکان 1200 rpm ثابت می‌ماند

$I_a = 100$, $V_{ta} = 230\ V$

$$E_a = V_{ta} + R_a I_a = 230 + 0.1 \times 100 = 240\ V$$

باید I_f را تغییر دهیم (زیاد کنیم) $\Delta I_f = 0.08\ A$ $I_f = 1.4\ A$ از روی نمودار

ج) اگر در $I_a = 100\ A$ به دلیل دیزی‌های چرخاننده سرعت محور به مقدار کمی کاهش یابد و به 1150 rpm

PAPCO

www.
iran-ieee
.com

تقلیل یابد در این صورت میزان افزایش لازم جریان تحریک را تعیین نمایید.

$I_a = 100\ A$ ، $V_{ta} = 230\ V$

$E_a = V_{ta} + R_a I_a = 230 + 0.1 \times 100 = 240\ V$

$n = 1150\ rpm$ $\qquad I_f = \alpha$

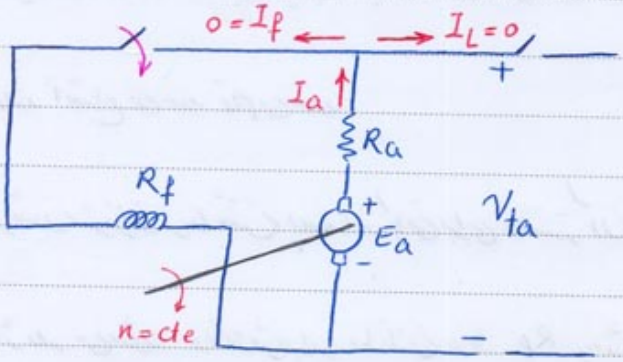
$I_f = \alpha$ ، $n = 1150$ ، $E_a = 240$ در این دو حالت ϕ ثابت است

$I_f = \alpha$ ، $n = 1200$ ، $E_a = ?$ پس E_a تغییر می کند.

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{240}{E_{a_2}} = \frac{1150}{1200} \longrightarrow E_{a_2} = 250$$

$$\longrightarrow I_f = 1.5\ A \longrightarrow \Delta I_f = 0.18\ A$$

ژنراتور شنت



بی باری ژنراتور شنت

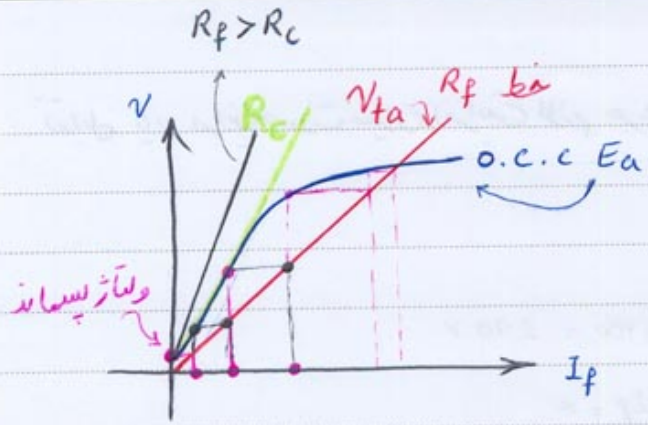
یعنی ژنراتور را باز کنیم

و به هیچ جا وصل نباشد آزادانه

پس خود ولتاژ ترمینال های آن را در این حالت بررسی کنیم و در حالت بعد به آن بار وصل کرده و تکرار کنیم.

www.iran-ieee.com

* بی باری ژنراتور شنت



اگر $I_f = 0$ باشد $V_f = 0$ و در نتیجه

$$V_{ta} = V_f = R_f I_f$$

$V_{ta} = 0$ خواهد شد وقتی صفر باز است (ولتاژ پسماند)

$$V_{ta} = \frac{R_f}{R_f + R_a} E_a = E_a$$ (I_f با V_{ta} رابطه خطی دارد)

به این پدیده که به طور متوالی مقدار خود را پیدا می کند

روی نمودار فیدبک مثبت گفته می شود. در سیستم خطی فیدبک مثبت باعث ناپایداری سیستم می شود.

ولی در سیستم غیر خطی روند افزایش فیدبک مثبت محدود می شود و می تواند به طور نا محدود اما صدید ایجاد کند

و یک جا وقتی وارد اشباع می شود تمام می شود

شرط ولتاژ دار شدن ژنراتور داشتن پسماند کافی برای هسته آن است. به این ترتیب ژنراتور به طور

خود به خود ولتاژ دار می شود. ولتاژش برابر نقطه تلاقی خط R_f و مشخصه o.c.c است.

* اگر $R_f > R_c$ ولتاژ تلاقی حدودا با ولتاژ پسماند برابری شود که خیلی کم است.

www.iran-ieee.com

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 27

[3 * مقاومت مدار تحریک باید کمتر از R_c باشد $(R_f < R_c)$

* شرایط ولتاژدار شدن ژنراتور شنت: اگر $R_f > R_c$ ژنراتور شنت ولتاژدار نمی‌شود.

زیرا نقطه تلاقی خطوط نقطه پسماند می‌شود و ژنراتور ولتاژش صفر و پسماند باقی می‌ماند

1. وجود پسماند کافی

2. جریان تحریک پسماند را تقویت کند. (انتقال صحیح جریان) (در این صورت فیدبک مثبت از بین می‌رود)

3. $R_f < R_c$ با بسته شدن کلید ① جریان تحریک برعکس می‌شود و پسماند را کاهش می‌دهد و فیدبک + دیگر رخ نمی‌دهد.

در هر سرعتی یک مقاومت بحرانی داریم (R_c) (مقاومت بحرانی به سرعت وابسته است) بنابراین سرعت‌های متفاوت a.c.c های متفاوت داریم.

توجه: R_c تابع سرعت ژنراتور است. زیرا با کم شدن سرعت a.c.c پایین می‌آید.

* ژنراتور شنت با سرعت 1200 rpm می‌چرخد. $R_a = 0.1\,\Omega$ ، $R_f = 170\,\Omega$

$I_a = 1.35\ A$

$I_f = 1.35\ A$

ولتاژ بی‌باری $V_{nl} = V_{ta} = E_a = 232\ V$

اثر جریان آرمیچر: کلید دوم سمت راست بسته شده $I_a, I_f \neq 0$ پس ژنراتور جریان می‌دهد.

اگر با اثر بار، جریان آرمیچر مثال قبل، 100 A شود، ولتاژ ترمینال ژنراتور چقدر خواهد شد؟

غلط ✗ $V_{ta} = E_a - R_a I_a = 232 - 0.1 \times 100 = 222\ V$ ✗

$I_f = \frac{V_{ta}}{R_f} = \frac{232}{170} < 1.35$

PAPCO

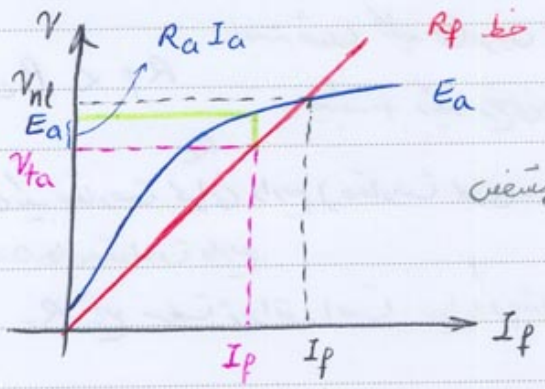
www.iran-ieee.com

سوال اصلی : V_{nl} معلوم

I_a معلوم $\longrightarrow$ $V_{ta} = ?$

* فرض V_{nl} معلوم بوده ژنراتور شنت با V_{ta} معلوم کار می‌کند. $\leftarrow$ I_f را تعیین می‌کند.

حال o.c.c را رسم می‌کنیم



فقط برازای یک I_a مشخص به خود (چون فاصله مشخص شده برابر $R_a I_a$ است)
می‌تواند V_{ta} مشخص شده روی

شکل ولتاژ ترمینال ژنراتور باشد.

I_a معلوم $\longrightarrow$ $R_a I_a$ معلوم

پس باید در روی o.c.c و خط R_f محلی را پیدا کرد که فاصله بین o.c.c و خط R_f برابر

با $R_a I_a$ باشد.

در صورت مثال: (از روی بعد از صفحه) $\leftarrow$ $E_a = 210^V$ (از روی سفید) $V_{ta} = 200$

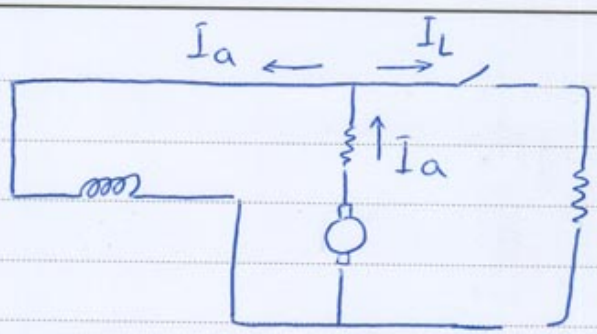
$$I_f = \frac{200}{170} = 1.15^A \qquad I_L = I_a - I_f = 100 - 1.15 = 98.85^A$$

در ژنراتور شنت جریان تحریک تابع جریان آرمیچر است به تبع E_a تابع I_a است.

PdPCO

www.
iran-ieee
.com

Subject:
Year. Month. Date. ( )

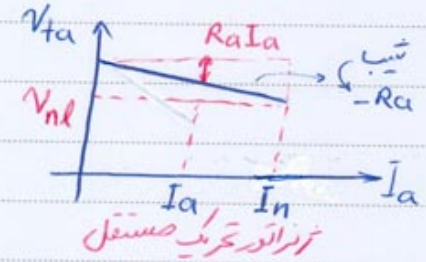


ادامه 30)

ژنراتور تابع بار است ← پس I_a را بار تعیین می‌کند. جریان تحریک جریان مجزایی است و جریان آرمیچر نیست اما در سری جریان تحریک همان جریان آرمیچر است.

29) ① بزرگترین R_aI_a (نقطه منفصر به فرد) را روی نمودار پیدا کنیم ← حداکثر جریان عبوری از ژنراتور شنت را به ما می‌دهد. اگر جریان بخواهد از این مقدار بیشتر شود ژنراتور بار خود را از دست خواهد داد

در واقع در حالت ناپایدار قرار می‌گیرد ② اگر ژنراتور را اتصال کوتاه کنیم $V_{ta}=0 \leftarrow I_f=0$ جریان

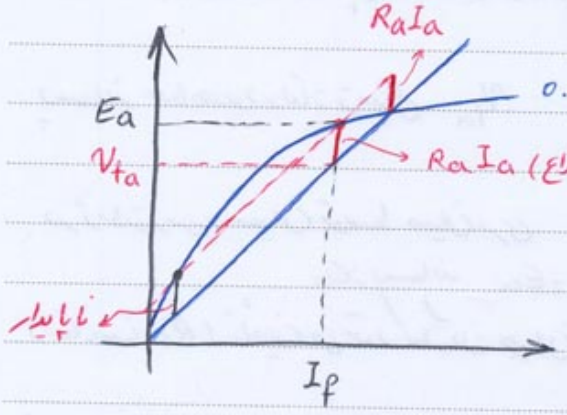


اتصال کوتاه تنها ناشی از ولتاژ پسماند خواهد بود که بسیار کم است.

میزان جریان آرمیچر (جریان نامی) تعیین می‌کند که ژنراتور تحریک مستقل تا کی کار می‌کند. اگر مشخصه خروجی ژنراتور ($V_{ta}-I_a$) رسم شود در ماشین تحریک مستقل V_{ta} بر I_a یک خط راست با شیب $-R_a$ است. اگر ماشین یک ماشین تحریک مستقل خروجی خط راست است با شیب $-R_a$.

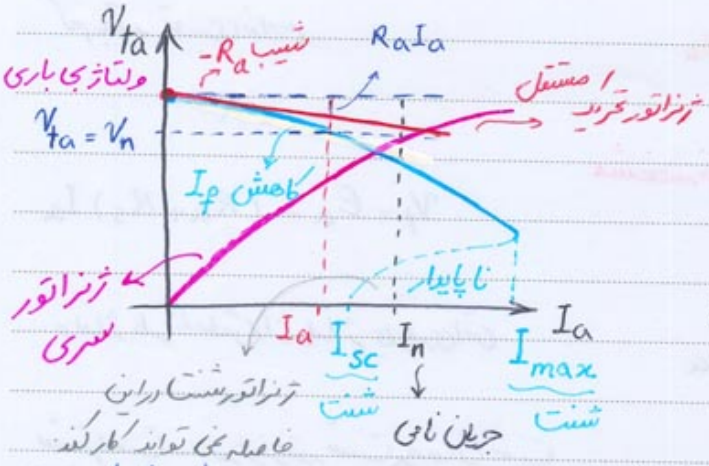
www.
iran-ieee
.com

$$V_{ta} = E_a(I_f, I_a) - R_a I_a$$



① عدالتر جریان عبوری از ژنراتور

② آمپر ژنراتور شنت را اتصال کوتاه



کنیم چه خواهد شد:

* ولتاژ بی باری را مقاومت Rf تعیین می کند

محل تلاقی o.c.c و خط Rf ← در این صورت افت بیشتری داریم.

هر چه $E_a \downarrow \leftarrow I_a \uparrow$

فاصله بین o.c.c و Rf برابر با RaIa شود. در ژنراتور تحریک شنت Isc آن کوچک است.

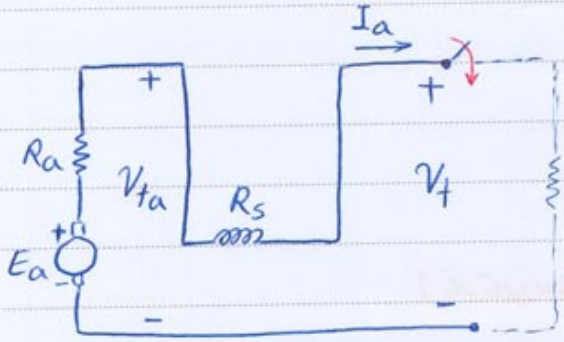
به حفاظت اتصال کوتاه نیازی ندارد. ولتاژ بار کاهش شنت به ولتاژ بی باری آن نسبت به ژنراتور تحریک مستقل بیشتر است. نسبت به ژنراتور تحریک مستقل Ea ثابت است در ژنراتور شنت با افزایش Ea ولتاژ ترمینال ها افت پیدا می کند * اگر بخواهیم یک ژنراتور تحریک مستقل و ژنراتور شنت را مقایسه کنیم افت ولتاژ V_{ta} در شنت بیشتر خواهد بود. زیرا علاوه بر RaIa خود Ea هم افت می کند (ایراد شنت) تفاضل V_{FL} ، V_{NL} در شنت بیشتر است. اگر در شنت لوستر ترمینال اتصال کوتاه شود $I_a = 0$ و Ea پسماند می شود و خیلی کم است پس انتظار داریم Isc آن کم شود.

$$V_{ta} = E_a(I_f, I_a) - R_a I_a$$

PAPCO
www.iran-ieee.com

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 30

ژنراتور سری

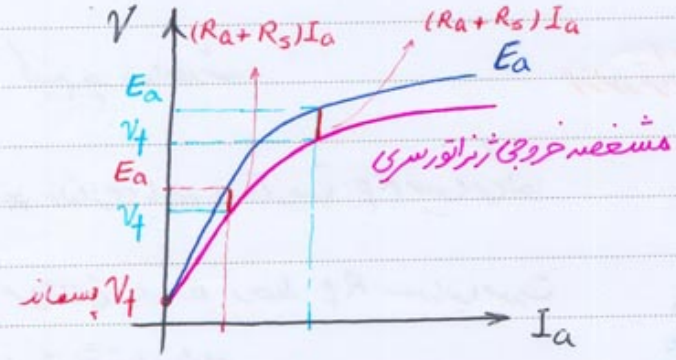


در حالت بی باری ولتاژ ناچیزی به اندازه ولتاژ پسماند خواهد بود ولتاژ ترمینال V_{ta}.

در ژنراتور سری میدان توسط میدان سری

$$V_t = E_a - (R_a + R_s) I_a \xrightarrow{I_a = 0} V_t = E_a$$ ولتاژ پسماند

(مقاومت R_s) تأمین می شود کمی از آن جریان I_a می گذرد. بعد از بسته شدن کلید اگر جریان پسماند کم باشد تغییری نداریم.



$$V_t = E_a - (R_a + R_s) I_a$$

ولتاژ بار کاملش از ولتاژ بی باری اش بیشتر است. در ژنراتور شنت میدان شنت جریان

تعیین کننده E_a بود ولی در این جا هرچه I_a افزایش یابد به تبع آن E_a و در نتیجه V_{ta} هم افزایش خواهد یافت. در ژنراتور بار تعیین کننده است نه خود ژنراتور تحریک یعنی ژنراتور تابع بار است.

یعنی جریان تحریک جریان آرمیچر نیست ولی در ژنراتور سری جریان تحریک تابع جریان آرمیچر است.

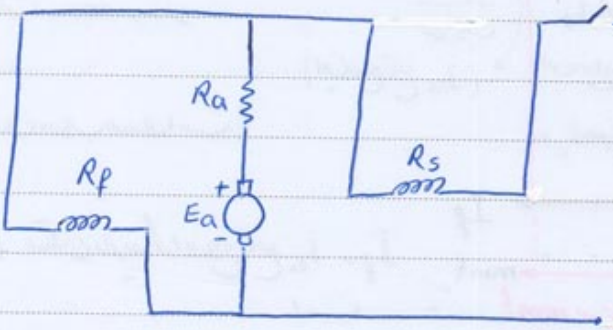
ژنراتور کمپوند (اضافی) ← می توان شنت سری را طوری کرد تا خاصیت افت ولتاژ

PdPCO

www.
iran-ieee
.com

ولتاژ شنت را با افزایش ولتاژ سری خنثی کرد که ژنراتور کمپوند را می‌دهد. چون می‌خواهیم ژنراتور سری ولتاژ را زیاد کند پس به صورت اضافی باید وصل شود (ولتاژ را تا جایی که افت ولتاژ شنت را جبران کند زیاد کند) می‌خواهیم افت ولتاژ ژنراتور شنت را جبران کنیم.

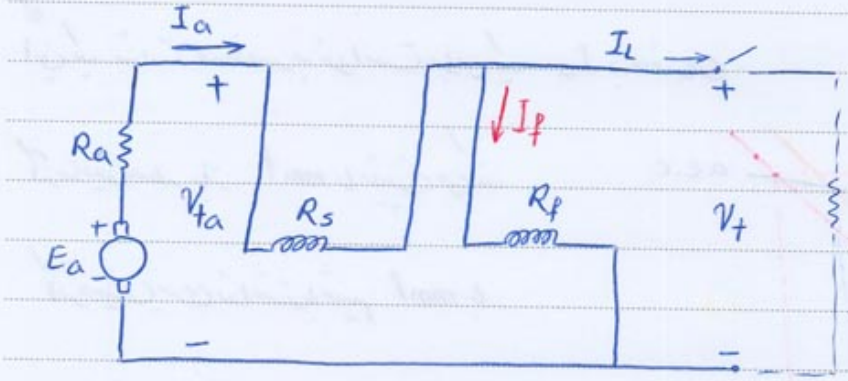
بی باری ژنراتور کمپوند



اگر ژنراتور کمپوند بی بار باشد مطابق شکل ولتاژ ترمینال حتی شنت است چون از میدان سری جریان یا خیلی کم می‌گذرد یا نمی‌گذرد ← جان شنت می‌شود

مشابه ژنراتور شنت ← محل تلاقی o.c.c با خط بار R_f (ولتاژ ترمینال)

اثر جریان بار



در ژنراتور کمپوند بی باری آن محل تلاقی o.c.c و R_f، ولتاژ بی باری را مشخص می‌کند اگر جریان آرمیچر را داشته باشیم می‌توان E_a را محاسبه کرد چون میدان اضافی تاثیر دارد و E_a را متغیر می‌کند (I_f هم تغییر می‌کند) بنابراین E_a هم کاملاً متغیر است.

$$V_t = E_a - (R_a + R_s) I_a$$

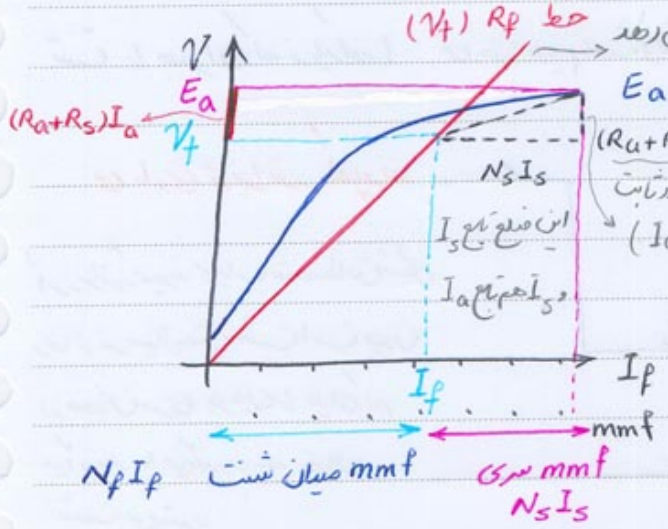
* I_a معلوم ← $V_t = ?$

www.iran-ieee.com

* روش مساله حل شده:

I_a معلوم $\longrightarrow$ $N_S I_S$ معلوم

♡ ژنراتور کمپوند اضافی در جریان I_a کار می‌کند، V_t مشخص دارد. چه اطلاعاتی پیدا می‌شود؟



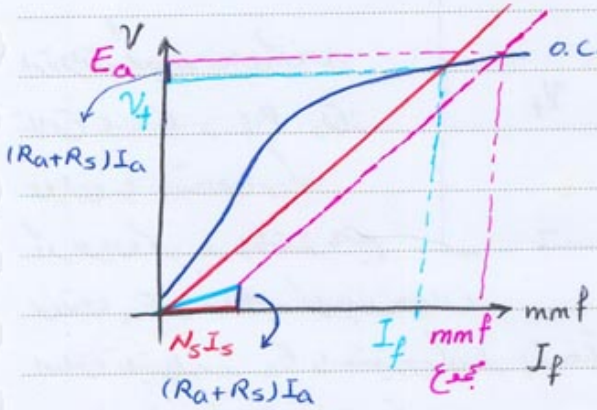
(به ازای یک I_a مشخص روی نمودار کمپوند وجود یک جای مشخص دارد که این مثلث مخصوص به خود پیدا می‌شود ← آن همان جواب مساله است)

* مثلثی داریم که اضلاع تابع I_f، I_a است.

(E_a از مجموع mmf حاصل تعیین است)

کل mmf = mmf شنت + mmf سری = $N_f I_f + N_S I_S$

این یک مثلث مخصوص به خود است برای یک I_a به خصوص.



آزمایش اتصال باز mmf را تعیین می‌کند.

اگر میدان سری نداشته باشیم با mmf

I_f کاملاً متناسب است.

حاصله $(R_S+R_a)I_a : V_t, E_a$

I_a معلوم $\longrightarrow$ { $(R_a+R_S)I_a$ معلوم ; $N_S I_S$ معلوم

PqPCO

www.
iran-ieee
.com

Subject:

Year. Month. Date. ( )

32) مثلثی کنید راس روی o.c.c و یک راس روی خط R_f و اضلاعش متناسب با I_a است.

می‌توان o.c.c را برحسب I_f مدرج کرد. برحسب mmf هم می‌توان مدرج کرد. mmf متناظر با I_f.

V_t معلوم است (در مورد سوال قبل) از V_t معلوم I_f بدست می‌آید. آیا می‌توان مثل شنت E_a را بدست آورد. I_f نه معلوم باشد mmf میدان سری هم هست. هنوز نمی‌توان E_a را بدست آورد. I_f معلوم باشد I_s و mmf میدان شنت هم معلوم می‌شود.

30) آرمیچر را به میدان سری وصل می‌کنیم. در حالت بی باری دقتی جریان آرمیچر = 0 جریان تحریک = 0 ← ولتاژ پسماند داریم. در حالت بی باری V_t با ولتاژ پسماند برابر است.

ماشین توان را از منبع می‌گیرد. o.c.c این ژنراتور با شنت و تحریک مستقل تفاوت زیر را دارد:

از نظر خواص مغناطیسی فرق ندارد. در ژنراتور تحریک مستقل و شنت میدان توسط سیم پیچ شنت تامین می‌شود

اما در این جا توسط میدان سری. جریان میدان سری I_a است

جریان تحریک همان جریان آرمیچر است. اگر بار ما آن قدر کوچک باشد که جریان صفر نباشد E_a را به

ما می‌دهد. این جریان را ولتاژ پسماند ایجاد کرده. اگر بتوان از ترمینال‌های یک ژنراتور سری جریان برگشتی

ولتاژ ترمینال‌هایش زیاد می‌شود ← دوباره جریان زیاد می‌شود ← E_a ↑ ← V_t ↑ ← رگولاسیون ولتاژش منفی

PqPCO

www.
iran-ieee
.com

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر ولتاژ پسماند کم باشد و نتواند جریان قابل ملاحظه ایجاد کند که چیزی است اما اگر صدا خیلی کم باشد که جریان بتواند از مقاومت کوچک بگذرد مثلاً جریان (صدای) شود E_a ضعیف می‌شود ← V_t با صدا کران

V_t کم می‌کنیم $(R_s+R_a)I_a$ بدست می‌آید

اگر بتوان از ترمینال‌های ژنراتور سری جریان گرفت ← ولتاژ ترمینال‌ها زیاد می‌شود. V_t همان o.c.c است

فقط یک مقداری از آن کم می‌شود (که این مشخصه خودی ژنراتور سری است)

شنت و ترکیبی مستقل هر جا که بار می‌گیریم ولتاژ ترمینال‌ها کم می‌شود اما در سری برعکس در ژنراتور سری هر جا که

$V_{nL} < V_{FL}$

بار می‌گیریم ولتاژ ترمینال‌ها زیاد می‌شود. رگولاسیون ولتاژ منفی است. ولتاژ بار کامل < ولتاژ بی‌باری

منفی بودن رگولاسیون ولتاژ مخصوصاً اگر بزرگ باشد نامطلوب است ← باعث سوختن وسایل.

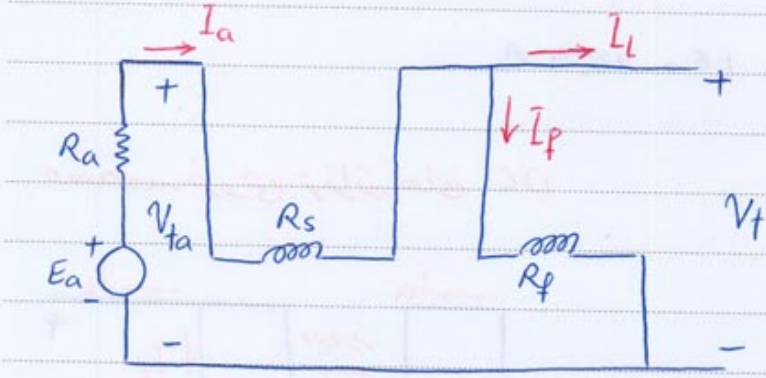
* در حالت بی‌باری ولتاژ خیلی کم، چون جریانی از R_s نمی‌گذرد ← صیان تحریکی ندارد پس تنها ولتاژ پسماند است اگر جریان بیشتر شد که جریان صیان هم هست. پس E_a قابل تعیین و V_t هم قابل تعیین حال با زیادتر شدن جریان آرمیچر E_a باز هم زیاد می‌شود چه I_a زیاد، E_a هم زیاد پس V_t هم زیاد می‌شود. اما ژنراتور شنت صیان به جریان آرمیچر بستگی ندارد.

اگر کلید باز جریان تحریک همان I_a اگر کلید بسته شود بار تعیین کننده اصلی است. ژنراتور تابع بار است.

P4PCO

www.iran-ieee.com

ژنراتور کمپوند افتابی



مثال: ماشین dc مثال قبل به صورت یک ژنراتور کمپوند بلند درآمده ژنراتور توسط توربین با سرعت ثابت 1200 rpm چرخانده می‌شود.

$R_a = 0.1\,\Omega$ $R_s = 0.1\,\Omega$ $N_f = 2000$ $N_s = 10$

اگر مدار تحریک شنت به گونه‌ای تنظیم شده باشد که در بی باری ولتاژ ژنراتور 232 V باشد، یعنی $R_f = 170$ ولتاژ ترمینال ژنراتور چقدر خواهد بود $I_a = 50^A$ ، $I_a = 100\ A$

$I_a = 50 \longrightarrow N_s I_s = 10 \times 50 = 500\ At$

اگر ولتاژ بی باری عود دلیری (مثلاً 250) بود باید خودتان خط R_f را رسم می‌کردیم

$(R_a + R_s)\, I_a = (0.1 + 0.1)\, 50 = 10$

از روی نمودار $\longrightarrow$ $E_a = 262\ V$ $V_t = E_a - (R_a + R_s) I_a = 262 - 10 = 252$

ولتاژ کمی زیاد می‌شود قبل ژنراتور سری افزایش ولتاژ زیاد بود.

از روی نمودار $\longrightarrow$ $I_f = 1.55$ $\xrightarrow{\text{و یا}}$ $I_f = \frac{252}{170}$

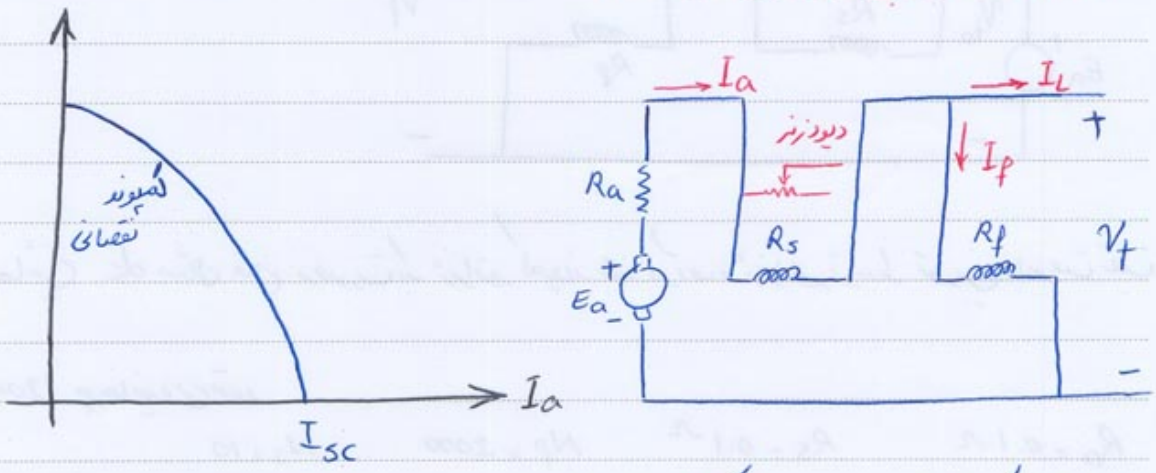
$I_L = I_a - I_f = 50 - 1.55 = 48.45\ A$

PAPCO
www.iran-ieee.com

$I_a = 100\ A \longrightarrow N_s I_s = 1000$ $\quad E_a = 278 \longrightarrow V_t = 258^V$

$I_f = 1.6$ $\quad I_L = 100 - 1.6 = 98.4\ A$

مشخصه خروجی ژنراتورهای DC



نسبت به اینکه ژنراتور چقدر با حصر گذشته فاصله دارد :

اگر فاصله زیاد باشد ← ژنراتور افتاضی دو

اگر نزدیک باشد ← ژنراتور کمپوند تخت باشد.

کارخانه سازنده برای اینکه هزینه افتاضی را بپذیرد تا هی ژنراتور را با تعداد دورهای سیم پیچ متغیر می سازد.

این تغییر تنها در زمان ساخت امکان پذیر است.

اثر ضیان سری $N_s I_s$

در حالت عادی کل جریان آرمیچر از سیم پیچ سری می گذرد می توانیم با موازی کردن یک مقاومت با سیم پیچ

P4PCO

www.
iran-ieee
.com

سری (که مثل منبع جریان است) جریان عبوری از R_S را کاهش داد.

← $N_S I_S$ که اثر میدان سری است کاهش می‌یابد.

قابلیت عبور جریان زیاد داشته باشد. (اندازه‌اش کم) مقاومت R_S باید قابل ملاحظه باشد.

ادامه مثال قبل ←

می خواهیم ژنراتور کمپوند مثال بزنیم تحت تبدیل کرد که در $I_a = 50^A$ ولتاژ آن با ولتاژ بی باری برابر کرد. (232^V) مقاومت دیورتر لازم را طراحی کنید.

$R_f = 170 \qquad V_{nl} = 232^V \longrightarrow I_f = 1.32^A$

if $I_a = 50^A \qquad V_t = 232$ می خواهیم

$E_a = V_t + (R_a + \underbrace{R_S \| R_D}_{\simeq R_S}) I_a = 232 + 10 = 242$ * R_S کوچک موازی با R_D کم شود

کوچکتر می شود تقریباً E_a صعود یکی به ولتاژ کمتر می شود.

O.C.C: $E_a = 242 \xrightarrow[\text{سرعت } 1200 \text{ rpm}]{\text{از روی نمودار}} mmf = 2900 \ AT$

$\underbrace{mmf}_{\text{معلوم}} = \underbrace{N_f}_{\text{معلوم}} \underbrace{I_f}_{\text{معلوم}} + \underbrace{N_S}_{\text{معلوم}} I_S \longrightarrow I_f = \frac{V_t}{R_f} = \frac{232}{170} = 1.32$

$2900 = 2000 \times 1.32 + 10 \times I_S \longrightarrow I_S = 26 \xrightarrow{I_a = 50} I_D = 24$

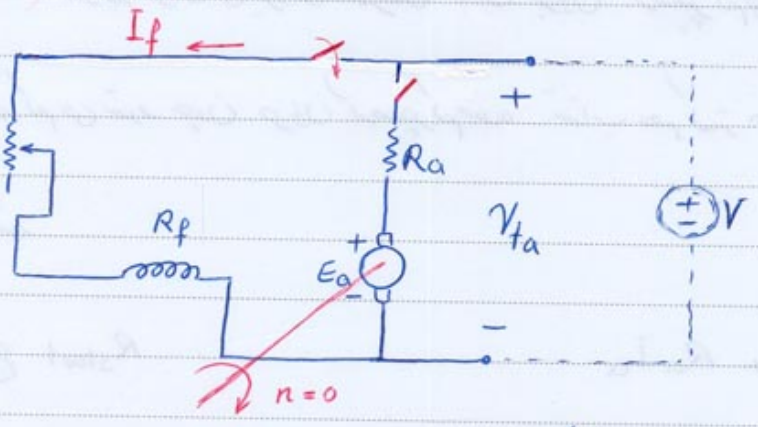
www.iran-ieee.com

$$R_D I_D = R_S I_S \longrightarrow R_D = \frac{I_S}{I_D} R_S = \frac{26}{24} \times 0.1 \simeq 0.1\,\Omega$$

تمرین: ماشین کمپوند فوق را به یک ژنراتور افتاده رو تبدیل کنید که در بی باری ولتاژ آن 240 V و در $I_a = 50\,A$ ولتاژ آن به 250 V افزایش یابد.

www.iran-ieee.com

* موتور شنت



ولتاژ منبع

$V_t = V = V_f$ => (مقاومت تونن خیلی ناچیز)

صنایع ولتاژ را منبع ایده آل در نظر می گیریم.

$I_f = \frac{V_f}{R_f} = \frac{V}{R_f}$

جریان تحریک شنت فقط به منبع ولتاژ وابسته است و به مدار آرمیچر بستگی ندارد.

اما در ژنراتور شنت کاملاً به مدار آرمیچر بستگی دارد.

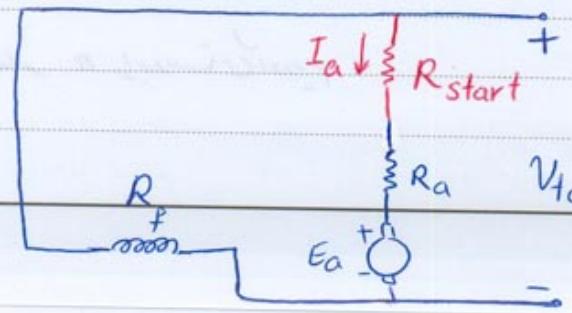
آرمیچر هیچ بستگی ندارد. بین جریان تحریک شنت و جریان آرمیچر هیچ وابستگی وجود ندارد.

پس این موتور تحریک مستقل است با این تفاوت که منبع اضافی نمی خواهد (در حالت کاربرد ندارد)

می خواهیم به بررسی رفتار موتور شنت بپردازیم. 4 ترمینال دارد چون هم باید مدار آرمیچر و هم مدار تحریک آن برق رسانی شود. ابتدا سرعت صفر است لذا مدار تحریک را می بندیم و بعد مدار آرمیچر را. (جریان If در مدار تحریک برقرار می شود) (و سرعت همین طور کلید دارد)

روی هر موتور یک block است که مشخصات و مقدار نامی موتور روی آن حک شده. مثلاً 15 kw و 230 V.

بنابراین * ← یک مقاومت برای راه اندازی موتور به مدار آرمیچر اضافه می کنیم.



PqPCO

www.
iran-ieee
.com

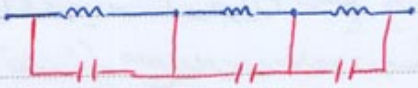
ادامه تمرین*) هـ) هرقدر سرعت می‌گیرد و همزمان با آن جریان ① آرمیچر کم می‌شود چون E_a زیاد شده و ② فلاکس کم می‌شود چون جریان آرمیچر کم شده. شتاب هم کمتر خواهد شد و افزایش سرعت کندتر می‌شود.

درصدت خروج R_{start}

$$V_{ta} = E_a + R_a I_a$$

$$230 = 87.5 + 0.1 \times I_a \longrightarrow I_a = 1425\ A$$

معمولاً در ماشین های کوچک مقاومت راه‌انداز را صفر می‌سازند.



کلید را باز و بسته می‌کنند.

و) $R'_{start} = ?$

$$V_{ta} = E_a + (R_a + R'_{start}) I_a$$

$$230 = 87.5 + (0.1 + R'_{start}) \times 200 \qquad R'_{start} = 0.61\ \Omega$$

ز) $I_a = 200\ A,\ R_{start} = 0$

$$V_{ta} = E_a + R_a I_a \qquad 230 = E_a + 0.1 \times 200$$

$$E_a = 210 \longrightarrow n = 1200\ rpm$$

در اینجا E_a عدد دلخواه است و لزومی ندارد مجدداً تناسب نوشته و مقدار n را به دست آوریم.

PdPCO

www.
iran-ieee
.com

ج) $n = 1300\ rpm$, $I_a = ؟$, $T = ؟$

$I_f = 1.15$ $\quad n = 1300$ $\quad E_a = ؟$

o.c.c $I_f = 1.15$ $\quad n = 1200$ $\quad E_a = 210\ V$

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{E_{a_1}}{210} = \frac{1300}{1200} \longrightarrow E_{a_1} = 227.5\ V$$

$$V_{ta} = E_a + R_a I_a \qquad 230 = 227.5 + 0.1 \times I_a \longrightarrow I_a = 25\ A$$

$$T = \frac{E_a I_a}{\omega_m} = \frac{227.5 \times 25}{\frac{1300}{60} \times 2\pi} \qquad T = \frac{\cancel{41.66}}{50.9}\ N.m$$

د)

$n = 1350 \longrightarrow \frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{E_{a_1}}{210} = \frac{1350}{1200}$ $\quad E_{a_1} = 236.5$

ه) وقتی به سرعت ثابت می‌رسیم ماشین رگه (در حالت بی‌باری)

$I_a = 0$ شتاب ندارد. پس I_a نداریم. موتور بی‌بار هیچ توانی از منبع دلتا نمی‌گیرد.

* در حالت بی‌باری $I_a \simeq 0$ *

$V_{ta} = E_a = 230\ V$

اگر جریان تحریک را کم کنیم E_a ثابت است ولی سرعت زیاد می‌شود.

کم

سرعت ماشین‌های DC را به راحتی می‌توان با تغییر جریان تحریک تغییر داد.

$I_f = 1.15 \longrightarrow E_a = 230\ V \longrightarrow n = ؟$

o.c.c $I_f = 1.15 \longrightarrow E_a = 210\ V \longrightarrow n = 1200\ rpm$

P4PCO

www.
iran-ieee
.com

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 90

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{230}{210} = \frac{n_1}{1200} \longrightarrow n_1 = 1314 \text{ rpm}$$

ل)

$I_f = 1.5\ A$ $E_a = 230\ V$ بی باری

o.c.c $\longrightarrow$ $I_f = 1.5$, $n = 1200$, $E_a = 248\ V$

$I_f = 1.5$, $n = ?$, $E_a = 230\ V$

*15) اگر موتور dc را روشن کنیم که محورش آزاد باشد سرعت می گیرد. آن قدر سرعتش زیاد می شود که جریان آرمیچر آن به صفر می رسد زیرا سرعت می خواهد ثابت شود شتاب باید صفر باشد لشتاور صفر در نتیجه $I_a = 0$ می شود. *

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{248}{230} = \frac{1200}{n_2} \longrightarrow n_2 = 1113$$

ل) به محوره را نشعه

م) بی باری $I_f = 0$, $E_a = 230\ V$

o.c.c $\longrightarrow$ $I_f = 0$, $n = 1200$, $E_a = 10\ V$

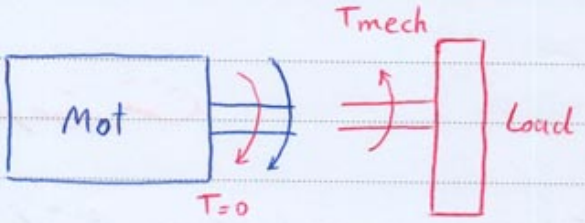
, $n = ?$, $E_a = 230\ V$

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{10}{230} = \frac{1200}{n_2} \longrightarrow n_2 = 27600 \text{ rpm}$$

P4PCO

www.iran-ieee.com

Subject:
Year. Month. Date. ( ) 41



الف) بار 100 N.m لشتاور ایجاد می‌کند.

سرعت کم می‌شود.

بار مکانیکی می‌خواهد بچرخد ← لشتاور مخالف ایجاد می‌کند. تا با لشتاور قبلی مخالفت کند تا ثابت بشود.

ج) $I_f = 1.15\,A$ ، $n = 1300$ ، $E_a = 227.5$ $n = 1300$ rpm

(از ض ۲)

صوتور سرعتش کم شده ← E_a پیدا می‌کند.

$V_{ta} = E_a + R_a I_a$

$230 = 227.5 + 0.1 \times I_a$ $I_a = 25\,A$

$T = \frac{E_a I_a}{\omega_m} = 41.66$ در جهت چرخش $\sum T = 100 - 41.66 = 58.34$ N.m خلاف جهت چرخش

پس سرعت باز هم کمتر خواهد شد.

$\sum T = 0$ در نقطه تعادل

یا به عبارت دیگر

$T_{elec} = T_{mech}$

در جهت چرخش — صوتور — خلاف جهت چرخش — بار

ب) جریان زیاد ← نیروی زیاد به محور وارد می‌کند ← این جریان از منبع E_a عبور می‌کند یعنی آرمیچر انتقال گرما شده (صدا، آرمیچر) ← فیوزش می‌پرد ← صوتور روشن نمی‌شود.

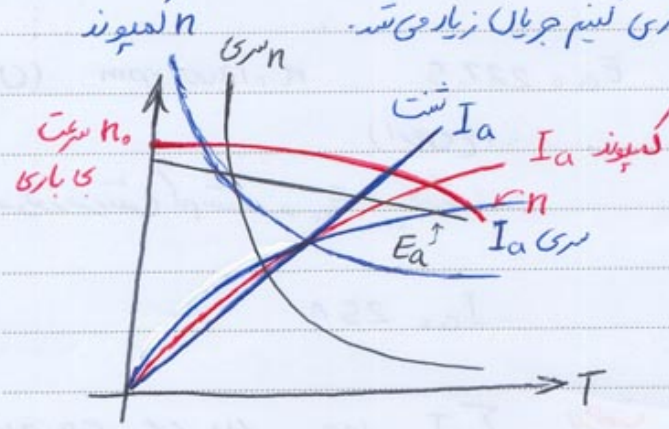
I_a = جریان راه‌اندازی ← باید کم شود ← استفاده از یک مقاومت خارجی در مدار آرمیچر (متغیر یا ثابت)

PAPCO

www.iran-ieee.com

رفتار موتور شنت

(ماشین) شنت در حالت بی باری سرعت را جریان تحریک تعیین می کند. در حالت بار گشتاور تولیدی با گشتاور بار مکانیکی برابر است. این گشتاور توسط بار مکانیکی تعیین می شود. در حالت بی باری جریان آرمیچر صفر است. هر چقدر بارگذاری کنیم جریان زیاد می شود.



افت ولتاژ E_a مقدار ناچیزی است چون R_a ناچیز است. سرعت موتور شنت تقریباً ثابت است. کاربرد موتور شنت هم جاهایی است که سرعت تقریباً ثابت نیاز است.

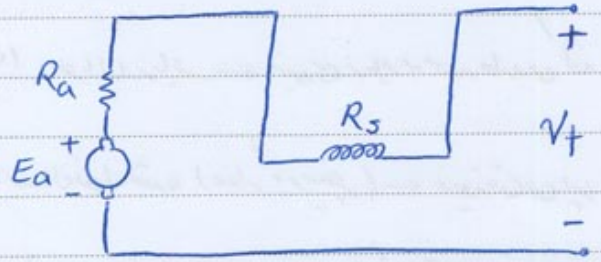
$$T = k_a \Phi I_a$$

$$E_a = k_a \Phi \omega_m$$

مثال: ماشین dc ، 15 kW ، 230V ، موتور سری ، $R_s = 0.1\,\Omega$ ، $R_a = 0.1\,\Omega$

$n = 1200$ rpm $N_s = 20$ دور

موتور سری به منبع 230V وصل شده است.



www.iran-ieee.com

الف) جریان راه اندازی به 200 A محدود شده است. گشتاور موتور را محاسبه کنید.

$$T = \frac{E_a I_a}{\omega_m} = k_a \Phi I_a \qquad I_a = 200\,A \longrightarrow mmf = N_s I_s = 4000\ A.t$$

$mmf = 4000\ A.t$, $n = 1200\ rpm$, $E_a = 276\ V$

$$E_a = k_a \Phi \omega_m \longrightarrow k_a \Phi = \frac{E_a}{\omega_m} \qquad k_a \Phi = \frac{276}{\frac{1200}{60} \times 2\pi} = 2.2$$

$$\longrightarrow T = k_a \Phi I_a = 2.2 \times 200 = 440\ N.m$$

$T_{start} = 336$ گشتاور موتور

ب) پس از راه اندازی در حالی که جریان آرمیچر به 100 A رسیده است. موتور به حالت پایدار می رسد. سرعت، گشتاور و توان خروجی در موتور سری را محاسبه کنید.

$$E_a = V_t - (R_a + R_s) I_a = 230 - (0.1 + 0.1) \times 100 = 210\ V$$

(مقاومت راه انداز را از مدار خارج کرده ایم) مزیت موتور سری این است که جریان آرمیچر تغییر کند جریان میدان هم تغییر می کند

$$mmf = N_s I_s = 20 \times 100 = 2000\ A.t$$

a.c.c $\begin{cases} mmf = 2000 , & n = 1200 , & E_a = 189\ V \\ mmf = 2000 , & n = ? , & E_a = 210\ V \end{cases}$

www.iran-ieee.com

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{189}{210} = \frac{1200}{n_2} \longrightarrow n_2 = 1333 \text{ rpm}$$

$$P_m = E_a I_a = 210 \times 100 = 21 \text{ kW} \qquad T = \frac{E_a I_a}{\omega_m} = \frac{210 \times 100}{\frac{1333}{60} \times 2\pi} = 150 \text{ N.m}$$

ج) براثر اضافه بار گشتاوری، جریان موتور به 200 A افزایش یافته است.

در این حالت سرعت و گشتاور و توان خروجی را محاسبه نمایید.

$$E_a = V_t - (R_a + R_s) I_a = 230 - 0.2 \times 200 = 190 \text{ V}$$

$$mmf = N_s I_s = 20 \times 200 = 4000 \text{ At}$$

$$\begin{cases} mmf = 4000 \text{ At} \quad \text{o.c.c} \quad , \quad n = 1200 \quad , \quad E_a = 276 \\ mmf = 4000 \quad , \quad n = ? \quad , \quad E_a = 190 \end{cases}$$

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{276}{190} = \frac{1200}{n_2} \longrightarrow n_2 = 826 \text{ rpm}$$

$$P_m = E_a I_a = 190 \times 200 = 38000 \text{ W}$$

$$T = \frac{E_a I_a}{\omega_m} = \frac{190 \times 200}{\frac{826}{60} \times 2\pi} = 439 \text{ N.m}$$

www.iran-ieee.com

د) اگر جریان آرمیچر به 25A تقلیل یابد چه رخ می‌دهد؟

$E_a = 230 - 0.2 \times 25 = 225$ $\quad mmf = 25 \times 20 = 500$ A.t

$mmf = 500$ A.t , $n = 1200$, $E_a = 50$ V

$mmf = 500$, $n = ?$, $E_a = 225$

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow \frac{50}{225} = \frac{1200}{n_2} \longrightarrow n_2 = 5400 \text{ rpm}$$

* موتور کمپوند یک موتور شنت است که از خصوصیات جبران سری استفاده کردیم (افزایش بار - کاهش سرعت) یا یک موتور سری که از خصوصیات جبران شنت استفاده کردن ایم (با کاهش بار سرعت نمی‌برد)

* موتور کمپوند افزایی $R_a = 0.1\,\Omega$ $\quad R_s = 0.1\,\Omega$ $\quad N_s = 20$ دور

$N_p = 2000$ $\quad I_f = 1.1$ A $\quad V = 230$ V

الف) اگر $I_a = 100$ A باشد، سرعت و گشتاور موتور را تعیین کنید.

$E_a = V_t - (R_a + R_s) I_a = 230 - 0.2 \times 100 = 210$ V

$mmf = N_p I_f + N_s I_s = 2000 \times 1.1 + 20 \times 100 = 4200$ A.t

www.iran-ieee.com

O.C.C

$mmf = 4200$, $n = 1200$, $E_a = 278\ V$

$mmf = 4200$, $n = ?$, $E_a = 210$

$\longrightarrow n = 906 \quad rpm$

$P_m = E_a I_a = 210 \times 100 = 21\ kw$

$T = \dfrac{E_a I_a}{\omega_m} = \dfrac{21000}{\frac{906}{60} \times 2\pi} = 221 \quad N.m$

ب) مقاومت رئوستای لازم را به گونه‌ای طراحی کنید که $I_a = 100\ A$ سرعت به $1000\ rpm$ برسد.

$E_a = V_t - (R_a + \underbrace{R_S \| R_D}_{\simeq R_S}) I_a = 230 - (0.1 + 0.1) \times 100 = 210\ V$

$mmf = N_f I_f + N_S I_S$ $\qquad n = 1000\ rpm$

$mmf = \alpha$, $n = 1000$, $E_a = 210\ V$

$mmf = \alpha$, $n = 1200$, $E_a = ?$

$\dfrac{E_{a1}}{E_{a2}} = \dfrac{n_1}{n_2} \longrightarrow \dfrac{210}{E_{a2}} = \dfrac{1000}{1200} \longrightarrow E_a = 252\ V$

$\longrightarrow mmf = 3100 = N_f I_f + N_S I_S \longrightarrow I_S = 45\ A$

www.iran-ieee.com

$\Rightarrow \quad I_D = 55\,A$

$R_S I_S = R_D I_D \longrightarrow R_D = R_S \frac{I_S}{I_D} = 0.081\ \Omega$

www.iran-academy.ir

www.iran-ieee.com