۸۸

فصل پنجم: ماشین dc

۸۷ اطلاعات مورد نیاز برای این فصل و درجه سختی آن چگونه است؟

محاسبات : چهار عمل اصلی لازم است

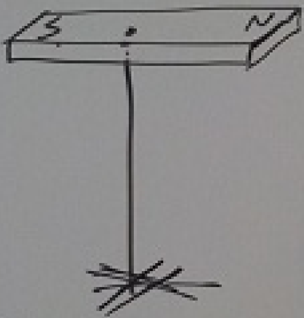
فرمول : تقریباً ۲ یا ۳ فرمول دارد

پیش نیاز : فصل دوم: مدارهای مغناطیسی

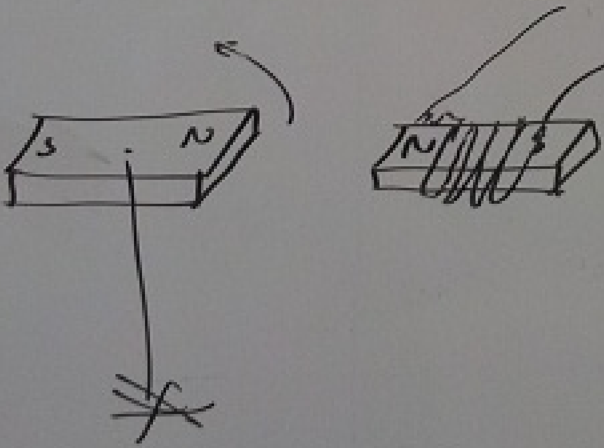
مفهومی : (ابتدای درس) ← اوّلش کمی مفهومش سخت است (بدون فرمول)

۲۸ فرض کنید دو آهنربا دارید. چگونه می‌توانید یک حرکت دورانی درست کنید؟

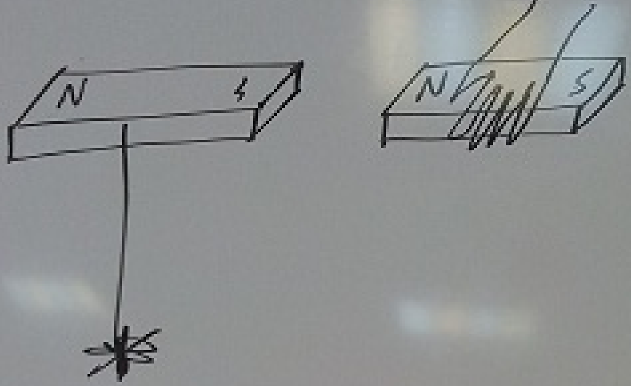
یک آهنربا را روی یک پایه می‌گذاریم طوری که روی پایه بتواند در صفحه افقی بچرخد.



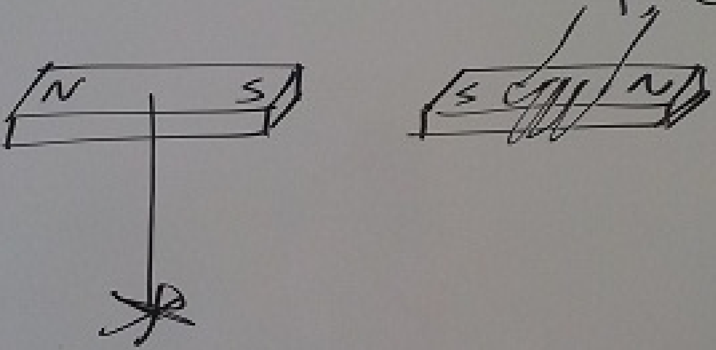
آهنربای دیگر را از طرف N به N نزدیک می‌کنیم:



آهن‌ربا می‌چرخد تا وقتی که S به N برسد:

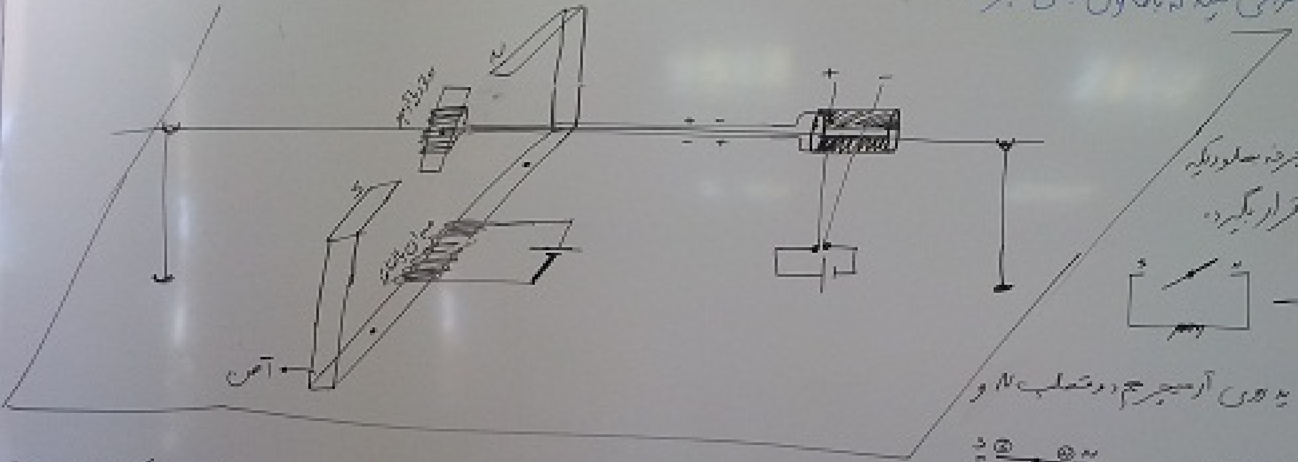


در این لحظه با چرخش دست جای N و S را عوض می‌کنیم:



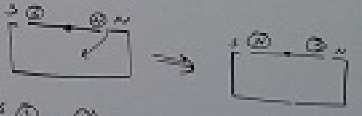
۱۸۰° چرخش ادامه می‌یابد...

۱۹) یک موتور ساده طراحی کنید که با قانون جذب بچرخد؟



اگر میدان ولتاژ بدهیم چه اتفاقی می‌افتد؟ سیم می‌چرخد طوری که آهن روبروی N و S قرار بگیرد.

برای ادامه چرخش باید جای آرمیچر و قطب N و S درست کنیم



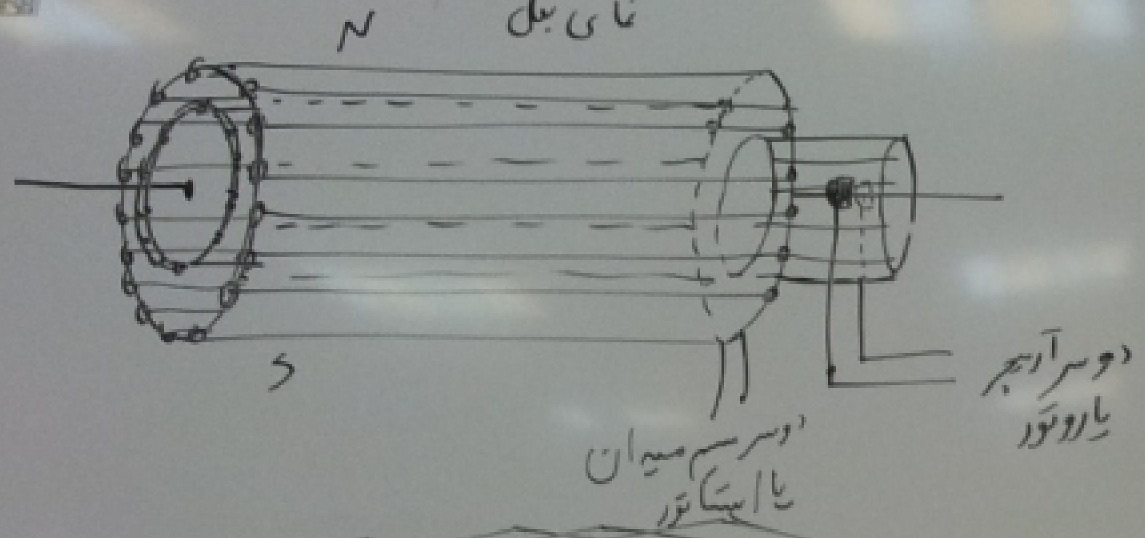
⟸ دوباره باید جای قطبها عوض شود

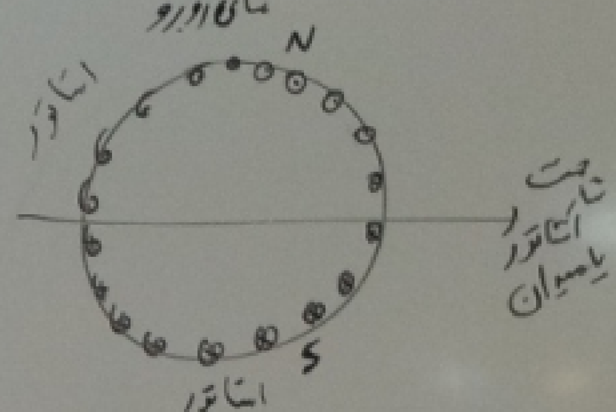
⟸ می‌چرخد

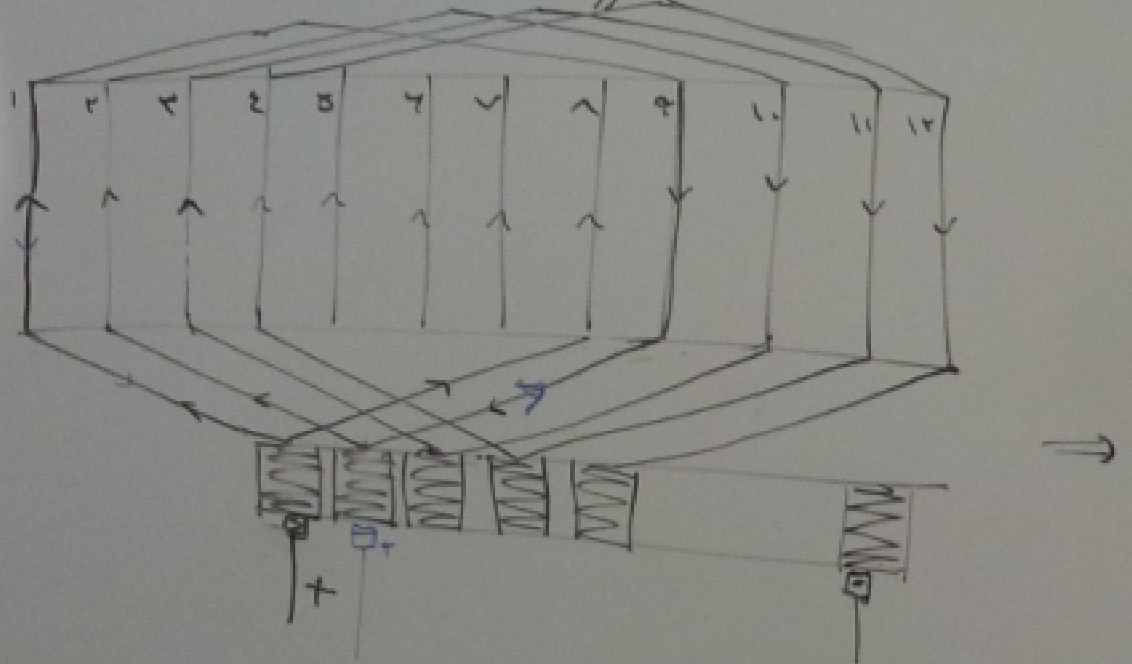
⟸ با گذاشتن استوانه‌ای که دو قسمت آهنی دارد و دو قسمت عایق این کار انجام می‌شود

ماشین dc, ac : ۱۳۹۱/۹/۱۵

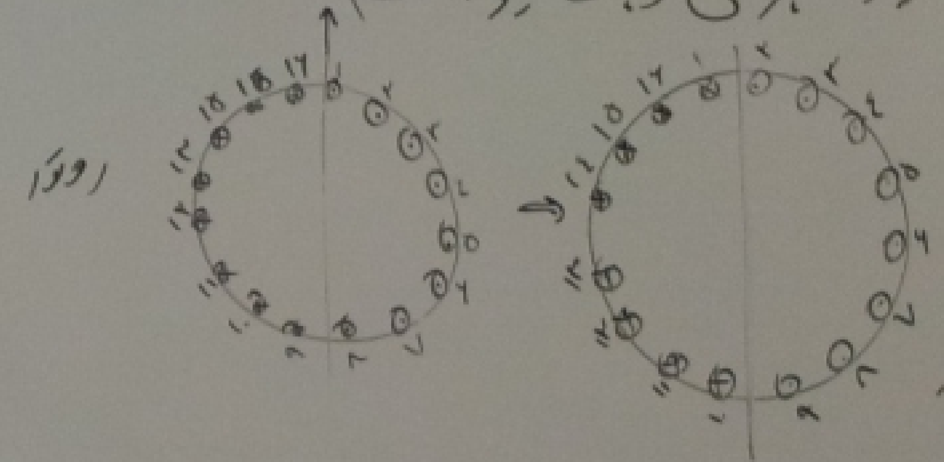
(۹) یک موتور dc طراحی کنید.

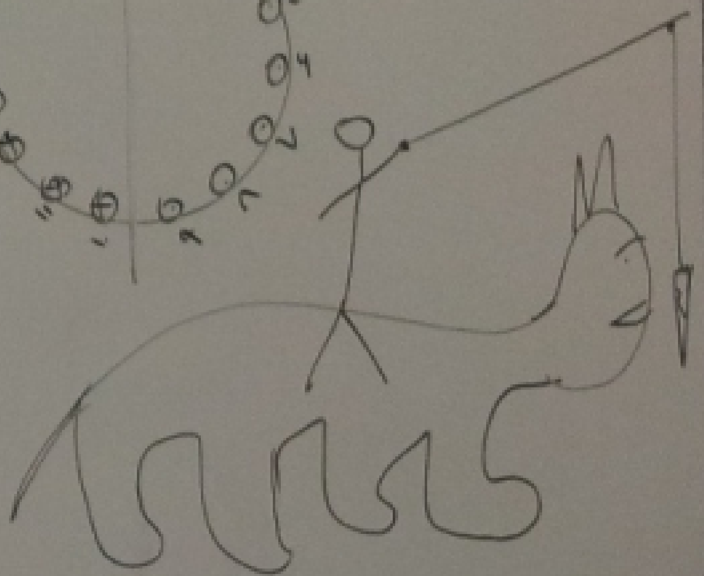






به جای سیم پیچی میدان می توان
از آهن‌ربا استفاده کرد (در آرمیچر های کوچک اینگونه است).





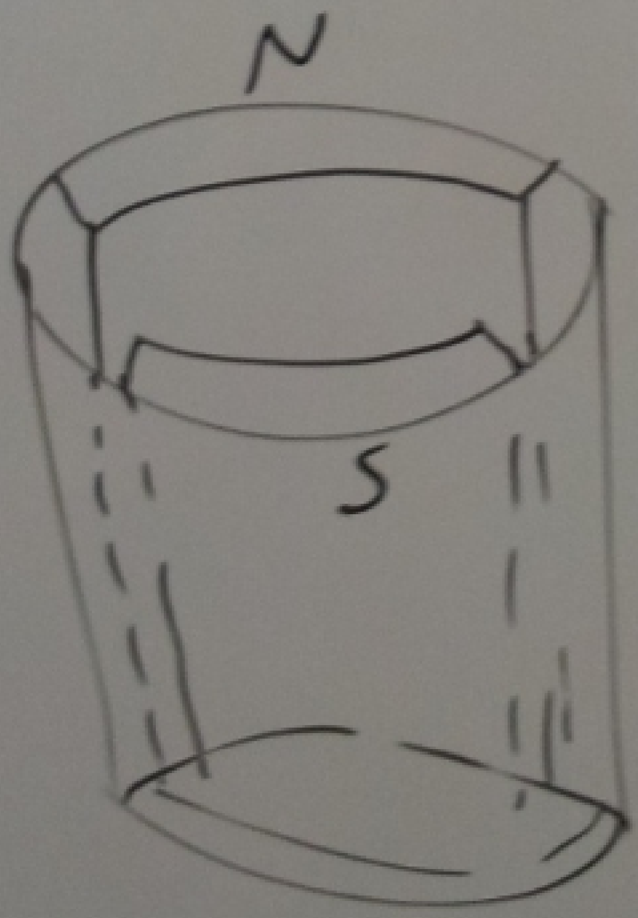
(۹۱) موتور dc چند سر ورودی دارد؟

۴ سر:
- ۲ میدان ⟸ اگر آهنربا باشد این ۲ سر نیست
- ۲ آرمیچر

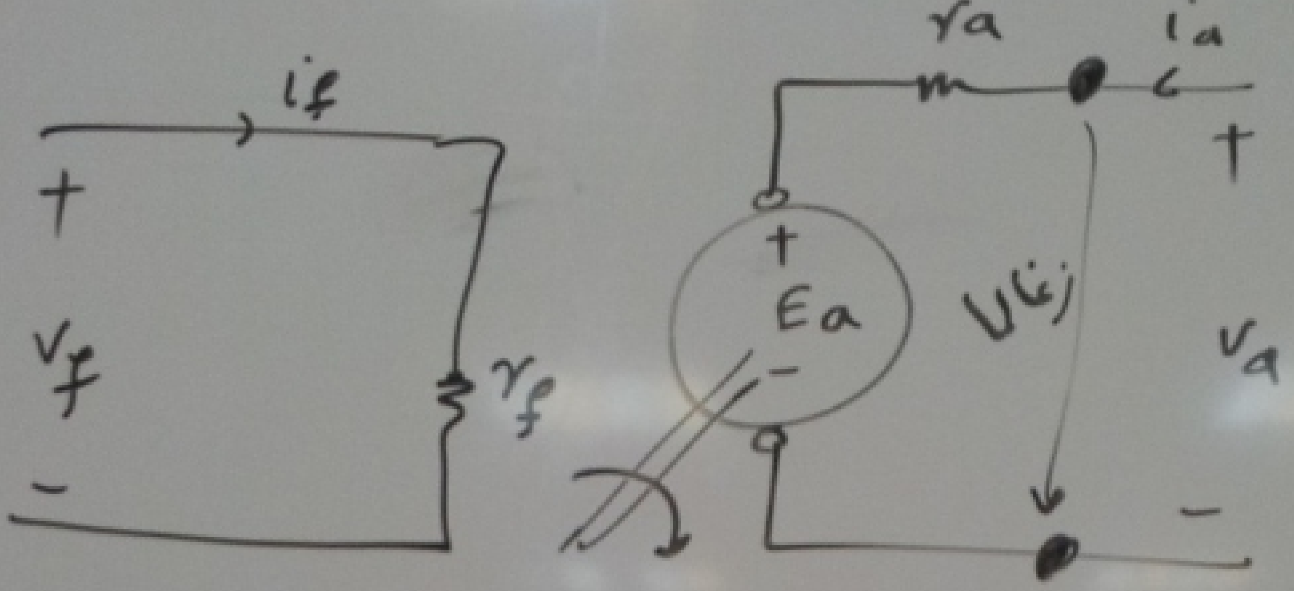
مثلاً موتور dc ضبط فقط ۲ سر دارد.

---

(۹۲) طرز قرار گرفتن آهنربا در موتورهای dc کوچک چگونه است؟



۹۳ مدل موتور dc را بکشید؟



⇓

میدان استاتور

v_f } ولتاژ ورودی میدان

r_f } مقاومت سیم بندی میدان

i_f } جریان میدان

r_a } مقاومت سیم بندی آرمیچر

i_a } جریان آرمیچر

E_a: } ولتاژ القا شده از شار میدان بر سیم بندی آرمیچر

(۹۴) رابطه ولتاژ E_a و پارامترهای موتور را بدست آورید؟

$$E_a \propto \omega$$ → سرعت موتور

$$E_a \propto \phi_f$$ → شار میدان

$$E_a = k\,\omega\,\phi_f$$

---

(۹۵) توان خروجی موتور و توان ورودی چگونه بدست می آید؟

$$P_{in} = V_a I_a$$

$$P_{out} = E_a I_a$$

(۹۶) فرمول گشتاور موتور dc را بدست آورید؟

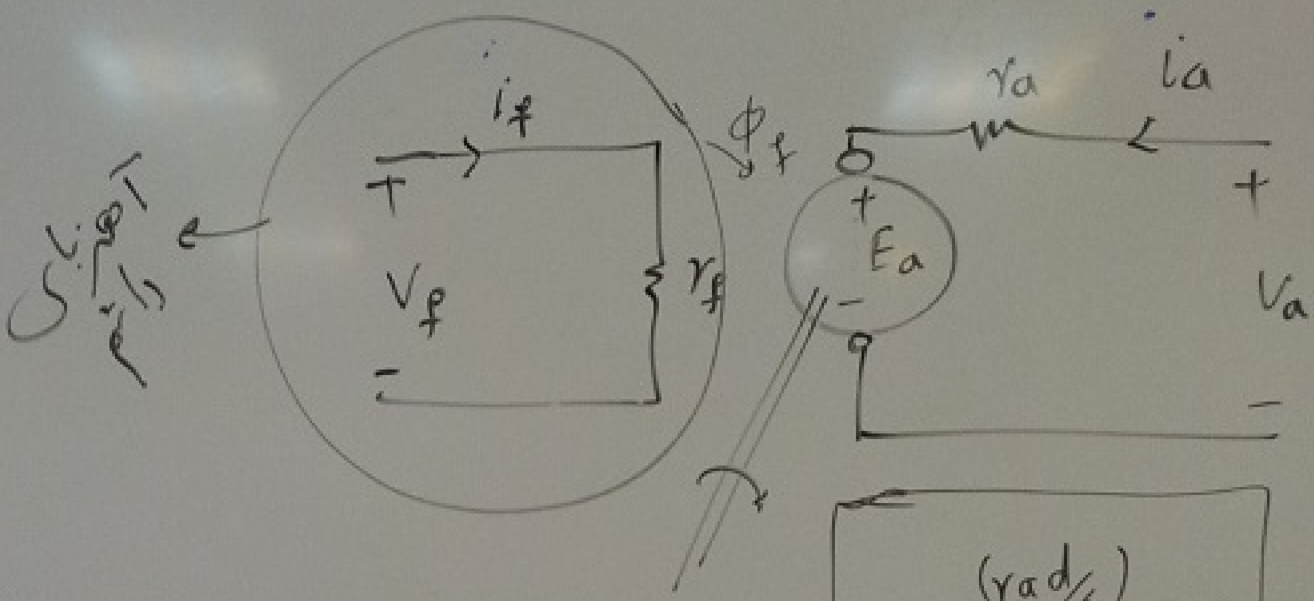
$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{P_{out}}{\omega} = \frac{E_a i_a}{\omega}$$

$$= \frac{K \omega \phi_f i_a}{\omega} \Rightarrow$$

$$T = \frac{P_{out}}{\omega} = \frac{E_a i_a}{\omega} = K \phi_f i_a$$

۱۳۹۱/۱۰/۶ ماشین: ac و dc :

٩٧ دوره‌ای بر فرمول‌های ماشین dc بکنید؟



$$\begin{cases} E_a = k\phi_f\,\omega \\ P_{out} = E_a i_a \\ P_{in} = V_a i_a \\ T_{out} = \dfrac{E_a i_a}{\omega} = k\phi_f i_a \end{cases}$$

(T_{out}: گشتاور)

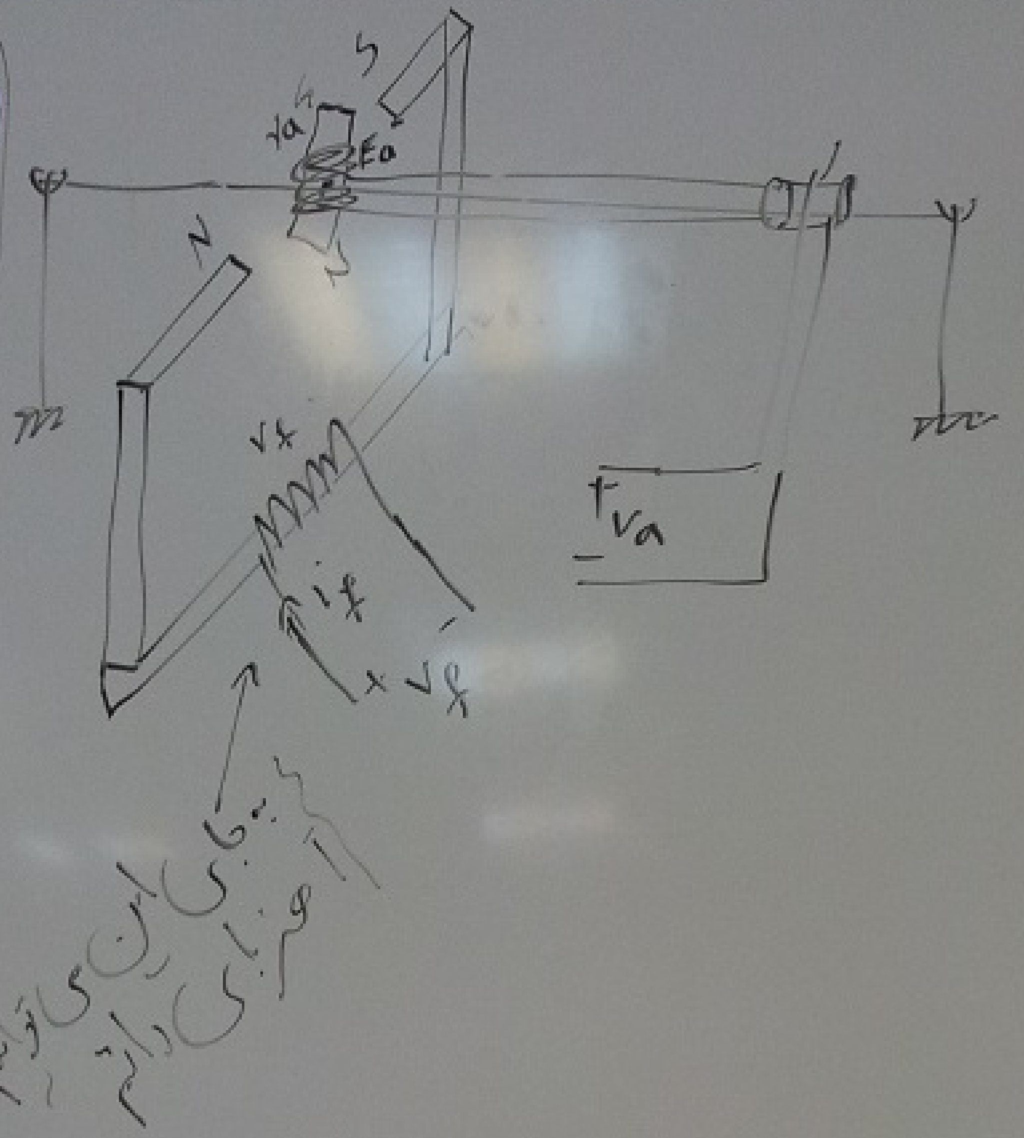
$\omega^{(rad/s)}$

$n^{(rpm)}$

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\phi_{f1}}{\phi_{f2}} \times \frac{i_{a1}}{i_{a2}} \quad \text{و} \quad \frac{E_1}{E_2} = \frac{\phi_{f1}}{\phi_{f2}} \times \frac{n_1}{n_2}$$



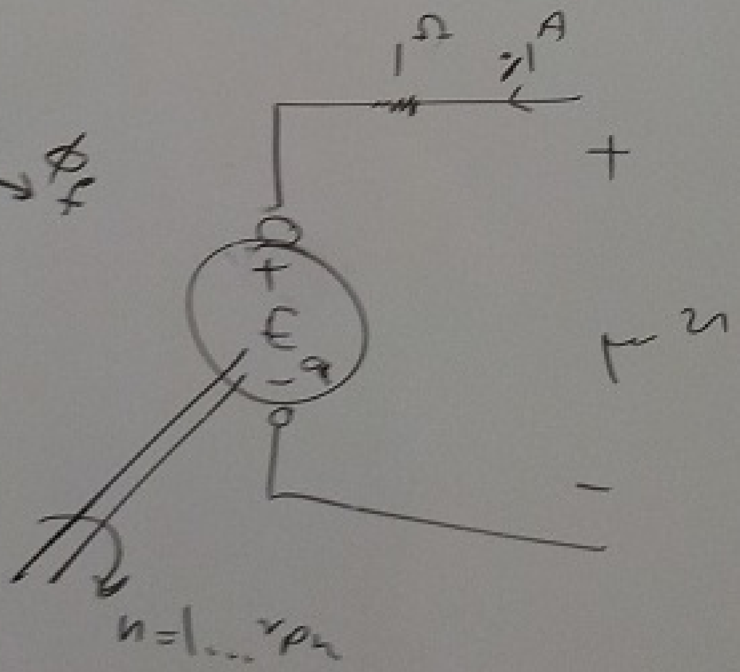
در سیستم‌های خطی $\phi_f \propto i_f$

در سیستم خطی $\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{T_1}{T_2} = \dfrac{i_{f1}}{i_{f2}} \times \dfrac{i_{a1}}{i_{a2}} \\ \dfrac{E_1}{E_2} = \dfrac{i_{f1}}{i_{f2}} \times \dfrac{n_1}{n_2} \end{cases}$

(۹۸) فرض کنید موتوری داریم که به ولتاژ ۳^{v} وصل است و $r_a = 1^{\Omega}$. تحریک موتور آهنربا است. موتور با سرعت ۱۰۰۰ ^{rpm} می چرخد و جریان ورودی ۱۰^{A} است. باری روی موتور می گذاریم. سرعت نصف می شود. جریان موتور چقدر می شود؟ نسبت گشتاور در دو حالت چند است؟

تحریک آهنربا است $\Rightarrow$ ϕ_f ثابت

آهنربا داریم $\rightarrow$ ϕ_f



$E_a = 3 - 1 \times 0.1 = 2.9^{V}$ در حالت اول

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{\phi_{f1}}{\phi_{f2}} \times \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \quad (E_{a1} \to 2.9,\ n_2 \to \tfrac{1}{2} n_1)$$

$$\frac{2.9}{E_{a2}} = 2 \Rightarrow E_{a2} = 1.45^{V}$$

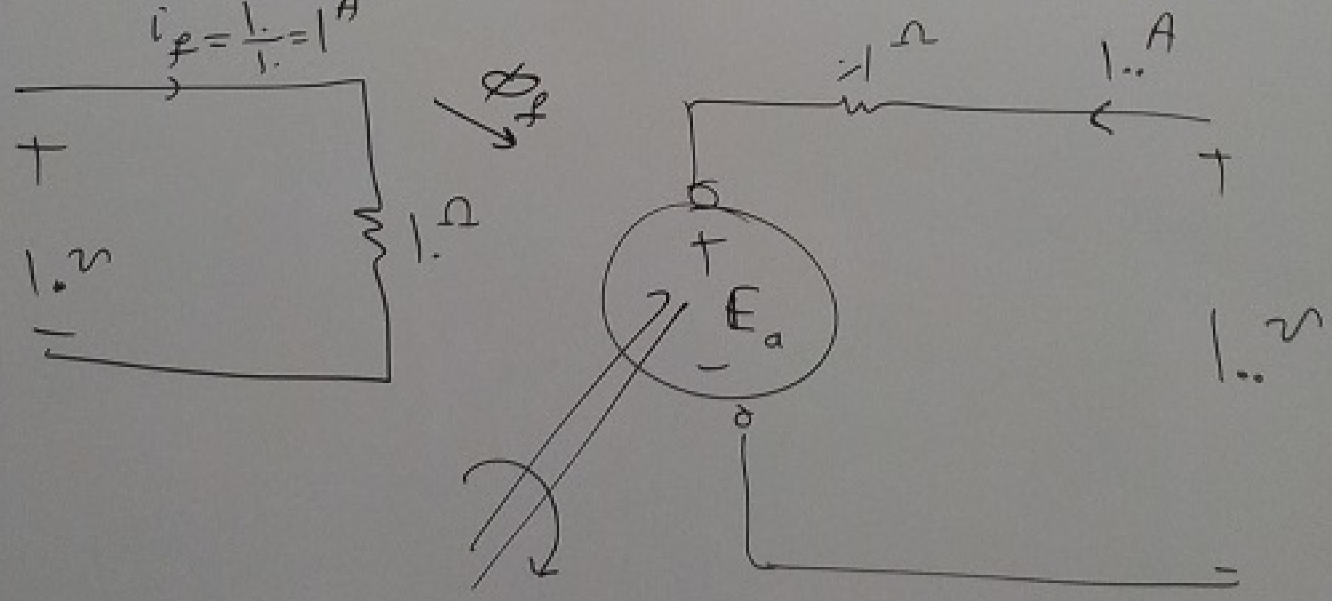
$$i_{a2} = \frac{3 - 1.45}{1} = 1.55^{A}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\phi_{f1}}{\phi_{f2}} \times \frac{i_{a1}}{i_{a2}} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{0.1}{1.55} \Rightarrow$$

$$T_2 = 15.5\, T_1$$

(۹۹) فرض کنید موتوری داریم به ۱۰۰ ولت وصل است و $r_a = ۰/۱$ اهم است. سیم‌بندی میدان (تحریک) به ۱۰۰ ولت وصل است و $r_f = ۱۰$ اهم. موتور باری را می‌چرخاند به طوری که جریان ورودی ۱۰۰ آمپر است.

حال ولتاژ تحریک را ۱۱۰ می‌کنیم. جریان موتور چقدر می‌شود اگر سرعت تغییر نکند؟ (سیستم خطی) سنبت گشتاورها؟



$$i_{f_1} = 1^{A} \quad , \quad E_{a_1} = 100^{V} - 100^{A} \times 0.1 = 90^{V}$$

$$i_{f_2} = \frac{11}{10^{\Omega}} = 1.1^{A}$$

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{i_{f_1}}{i_{f_2}} \times \frac{n_1}{n_2} \Longrightarrow$$

($E_{a_1} \to 100$, $i_{f_1} \to 1$, $i_{f_2} \to 1.1$)

$$\frac{90}{E_{a_2}} = \frac{1}{1.1} \Longrightarrow E_{a_2} = 99^{V}$$

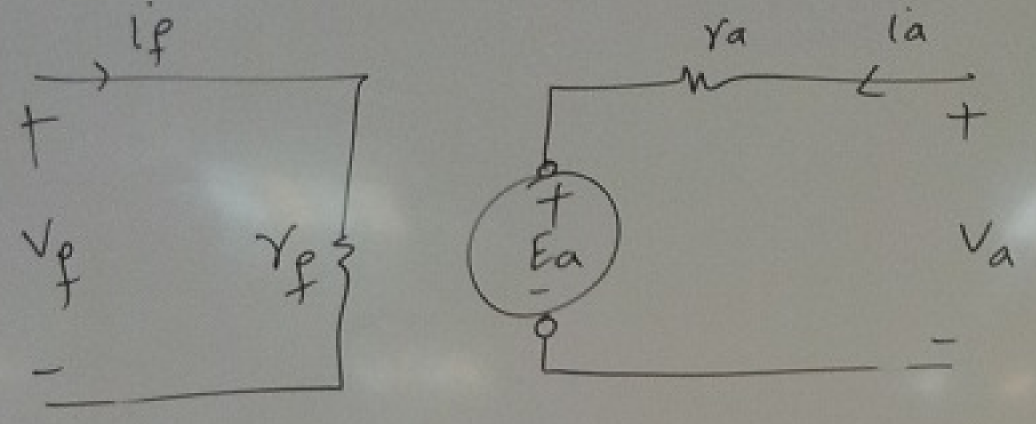
$$i_{a_2} = \frac{100 - 99}{0.1} = \frac{1}{0.1} \Longrightarrow i_{a_2} = 10^{A}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{i_{f_1}}{i_{f_2}} \times \frac{i_{a_1}}{i_{a_2}} \Longrightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{10}{11} \times \frac{100}{10} \Longrightarrow$$

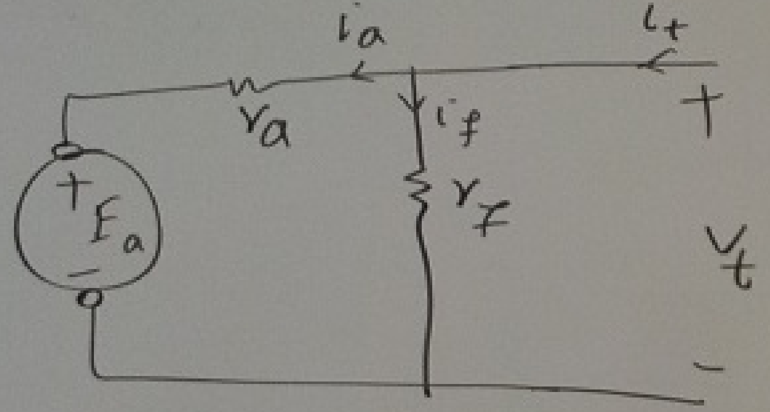
$$T_2 = 0.11\, T_1$$

(۱۰) انواع بستن ماشین dc را بگوئید؟

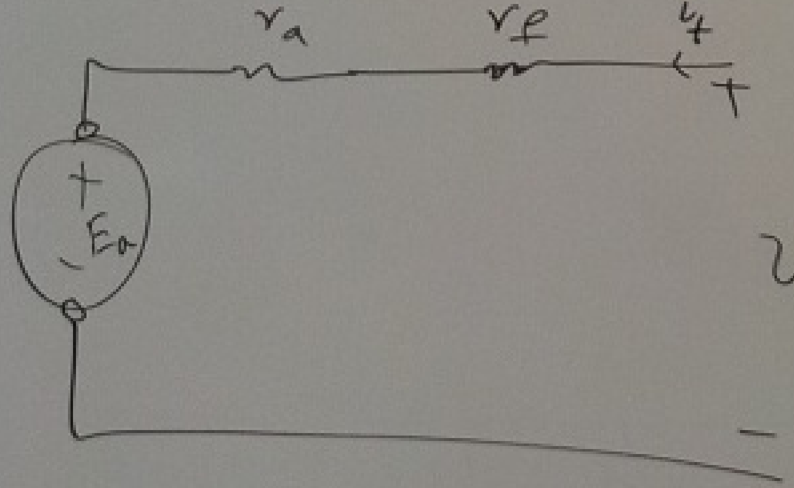
تحریک مستقل



شنت یا موازی



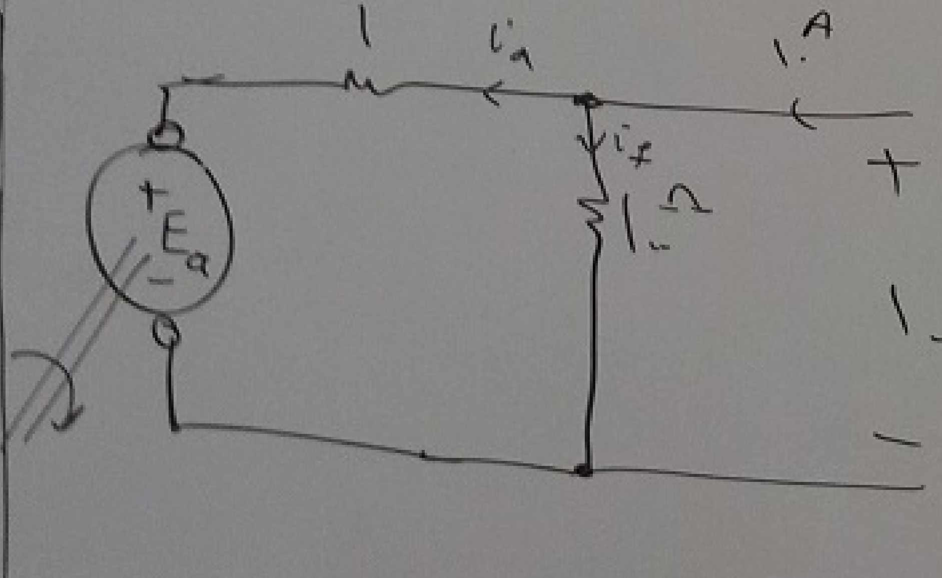
سری

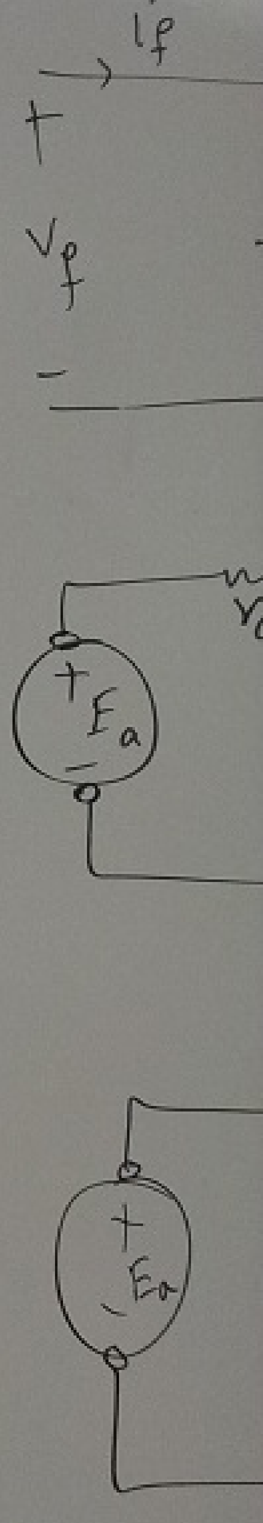


(۱.۱) مشکل تحریک مستقل چیست؟

دو منبع dc می خواهد ولی شنت و سری یک منبع می خواهند.

(۱.۲) موتور شنت داریم که به ۱۰۰V وصل است و $r_a = 1\Omega$ و $r_f = 100\Omega$. اگر جریان ورودی موتور ۱۰A باشد E_a چند است؟ فرض کنید دور موتور ۲۰٪ کاهش یابد. جریان موتور چند می شود؟





$$i_{f_1} = \frac{۱۰۰^{v}}{۱۰۰^{\Omega}} = ۱^{A}$$

$$i_{a_1} = ۱۰ - ۱ = ۹^{A}$$

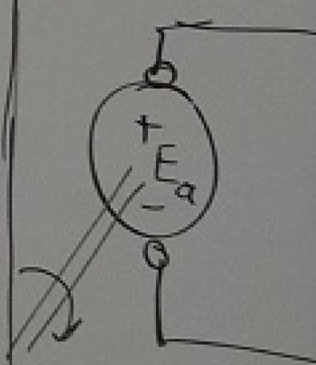
$$E_{a_1} = ۱۰۰ - ۹ \times ۱ = ۹۱^{v}$$

$$\frac{E_{a_1} \rightarrow ۹۱}{E_{a_۲}} = \frac{i_{f_1}}{i_{f_۲}} \times \frac{n_1}{n_۲} \Longrightarrow \quad n_۲ \rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰} n_1$$

$$E_{a_۲} = ۹۱ \times \frac{۸۰}{۱۰۰} \Longrightarrow E_{a_۲} = ۷۲/۸$$

$$i_{a_۲} = \frac{۱۰۰ - ۷۲/۸}{۱} = ۲۷/۲^{A}$$

$$i_{t_۲} = ۲۷/۲ + ۱ \Longrightarrow i_{t_۲} = ۲۸/۲^{A}$$



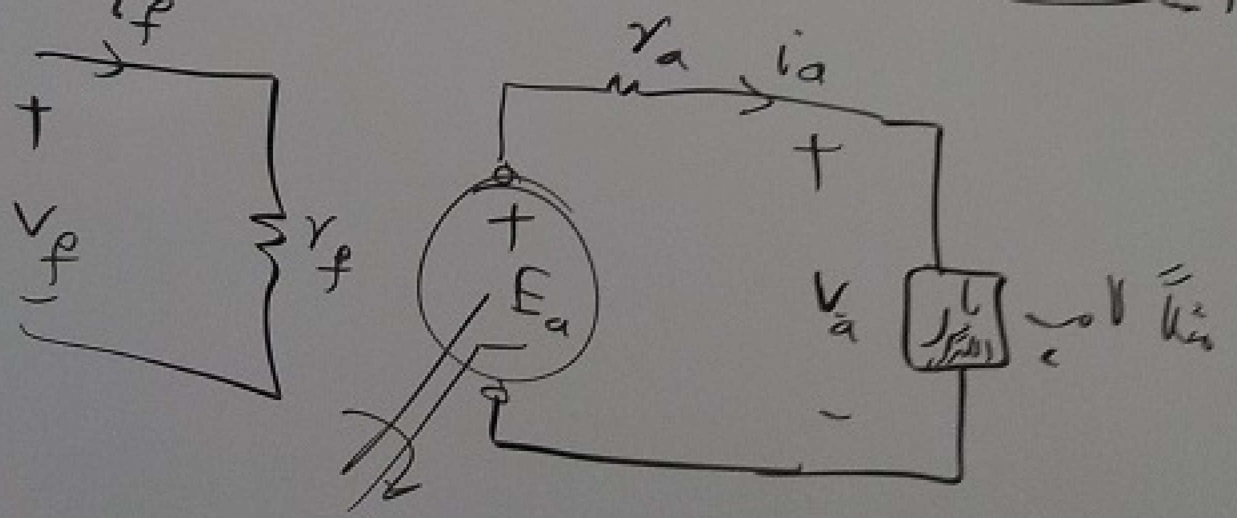
۱.۳ ژنراتور dc چیست؟

ولتاژ می‌دهیم چرخش می‌گیریم ⇐ موتور

چرخش می‌دهیم. ولتاژ می‌گیریم ⇐ ژنراتور

۱.۴ فرمول‌های ژنراتور چگونه است؟

همان فرمول‌های موتور است با یک تفاوت در اینکه جهت i_a برعکس است:



(۱۰۵) بار موتور و ژنراتور چگونه است؟

بار موتور ⇐ مکانیکی مثلاً { فن

بار ژنراتور ⇐ { الکتریکی مثلاً لامپ

(۱۰۶) ژنراتوری داریم تحریک مستقل که میدان به ۱۰^{v} وصل است و $r_f = ۱۰^{\Omega}$. ژنراتور را با سرعت ۱۰۰۰^{rpm} می‌چرخانیم به طوریکه بار ۱۰^{Ω} را با ۲۰۰^{w} تغذیه می‌کند. اگر ژنراتور را با ٪۱۰ سرعت بیشتر بچرخانیم، توان بار چند است؟ ($r_a = ۱^{\Omega}$)

$\Rightarrow v_t = ۴۴٫۷۲$

$\frac{۴۴٫۷۲}{۱۰} = ۴٫۴۷۲$

$P = ۲۴۲^{w}$

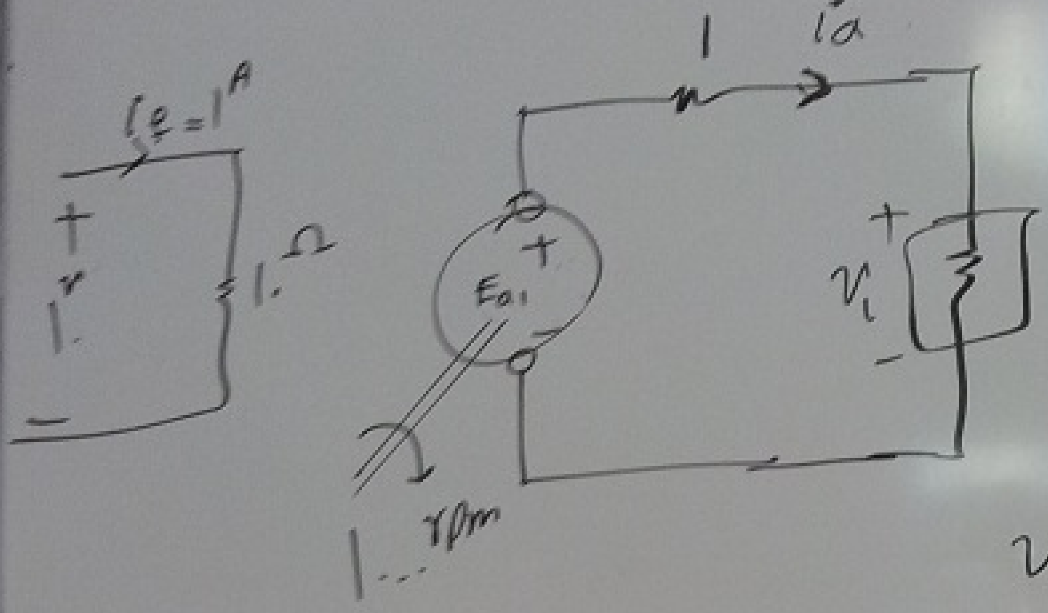
موتور

ژنراتور

برعکس

i_f

v_f



$۲۰۰\,W = P$

$۱۰\,\Omega = R_L$

$P = \frac{V_L^{۲}}{R_L} \Rightarrow$

$V_L^{۲} = ۲۰۰۰ \Rightarrow V_L = ۴۴,۷۲$

$i_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{۴۴,۷۲}{۱۰} = ۴,۴۷۲$

$E_{a_1} = ۴۴,۷۲ + ۴,۴۷۲ \Rightarrow$

$E_{a_1} = ۴۹,۱۹۲$

$\frac{E_{a_1}}{E_{a_۲}} = \frac{i_{f_1}}{i_{f_۲}} \times \frac{n_1}{n_۲} \Rightarrow$

$\frac{n_1}{n_۲} \rightarrow ۱,۱$

$E_{a_۲} = ۴۹,۱۹۲ \times ۱,۱ \Rightarrow E_{a_۲} = ۵۴,۱۱$

$i_{a_۲} = \frac{۵۴,۱۱}{۱+۱۰} \Rightarrow i_{a_۲} = ۴,۹۲ \Rightarrow P_L = R_L i_{a_۲}^{۲} \Rightarrow P = ۲۴۲\,W$

ماشین ac و dc : ۱۳۹۱/۱۰/۱۳

(۹۷) یک موتور dc سری داریم که در آن

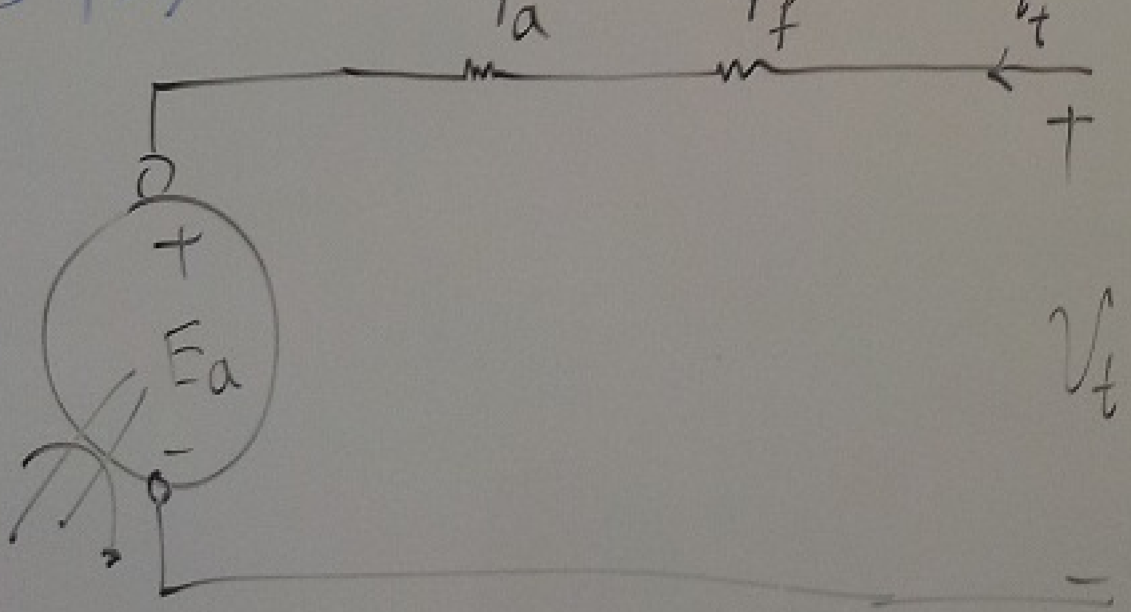
$r_a = ۰/۱^{\Omega}$ و $r_f = ۰/۲^{\Omega}$. این موتور به ولتاژ

۱۰۰^{V} وصل است و ۱۰^{A} جریان می کشد.

باری بر روی موتور قرار دادیم که جریان را

دو برابر کرده سرعت چه تغییری می کند؟

(سیستم خطی)



(۸)

بار اول $\begin{cases} V_t = 100^{V} \\ i_t = 10^{A} \end{cases} \Rightarrow E_{a_1} = 100 - (0.1 + 0.2) \times 10^{A} = 97^{V}$

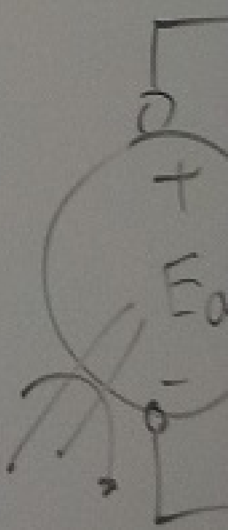
دوم $\begin{cases} V_t = 100^{V} \\ i_t = 20^{A} \end{cases} \Rightarrow E_{a_2} = 100 - (0.1 + 0.2) \times 20^{A} = 94^{V}$

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{i_{f_1}}{i_{f_2}} \times \frac{n_1}{n_2}$$ سیستم خطی

$$\frac{97}{94} = \frac{10}{20} \times \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow$$

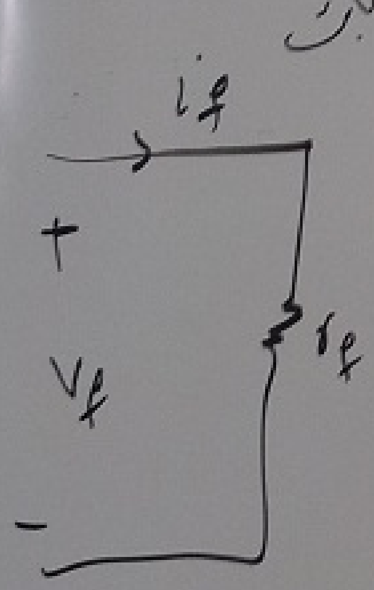
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{2 \times 97}{94} \Rightarrow n_2 = \frac{94}{2 \times 97} n_1$$

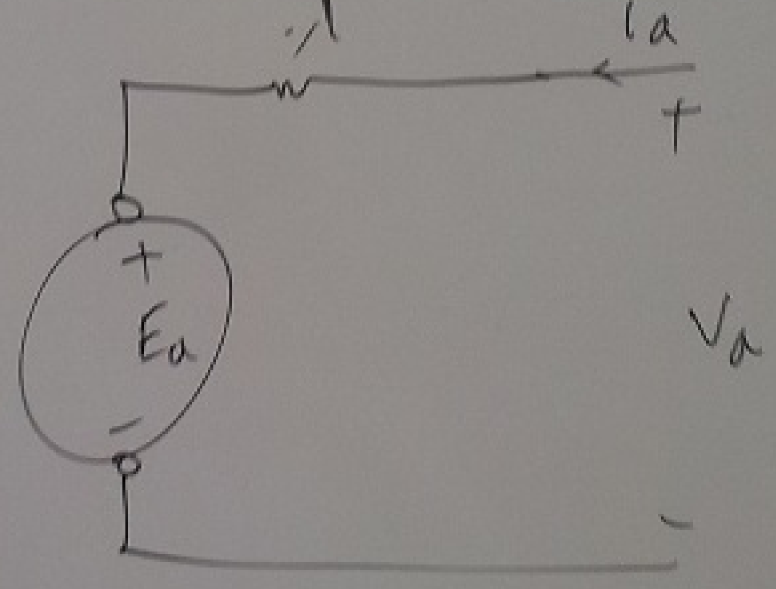
$$n_2 \approx 0.5 n_1$$



(۹۸) یک موتور تحریک مستقل داریم که آرمیچر آن 10^A جریان می‌کشد و $r_a = ۰/۱$ و به ولتاژ 220^V وصل است. بدون تغییر توان ولتاژ را 20^V کم می‌کنیم. جریان چقدر می‌شود؟

(سیستم خطی است)





اول $\begin{cases} V_t = 100^V \\ I_t = 10^A \end{cases}$

دوم $\begin{cases} V_t = \ldots \\ i_t = \ldots \end{cases}$

$\frac{E_{a1}}{E_{a2}}$

$\frac{97}{94}$

حالت اول: $\begin{cases} i_{a_1} = 10^{A} \\ V_{a_1} = 220 \end{cases} \Rightarrow E_{a_1} = 220 - 10 \times 0/1 = 219^{V}$ (1)

حالت دوم: $\begin{cases} V_{a_2} = 180^{V} \Rightarrow E_{a_2} = 180 - 0/1 \times i_{a_2} \quad (1) \\ \dfrac{P_1}{P_2} = 1 \Rightarrow \end{cases}$

$$\frac{E_{a_1} \times i_{a_1}}{E_{a_2} \times i_{a_2}} = 1 \Rightarrow \frac{219 \times 10}{E_{a_2} \times i_{a_2}} = 1 \quad (2)$$

$$\begin{cases} E_{a_2} = 180 - 0/1\, i_{a_2} \\ \downarrow \\ E_{a_2} \times i_{a_2} = 2190 \end{cases} \Rightarrow$$

$$(180 - 0/1\, i_{a_2})\, i_{a_2} = 2190 \Rightarrow$$

البته (ق

این

از $i_{a2}^2 - ۱۸۰\, i_{a2} + ۲۱۹۰ = ۰$

$i_{a2}^2 - ۱۸۰۰\, i_{a2} + ۲۱۹۰۰ = ۰$

$$\begin{cases} i_a = ۱۷۸۷٫۷۵ \quad \times \\ i_a = ۱۲٫۲۵ \end{cases}$$

جریان جدید $۱۲٫۲۵^A$ یعنی ۲۲٪ بیشتر شده است. این مشکل زا است.

چون در مقاومت هرچه ولتاژ کمتر شود جریان کمتر می شود (مثل نور لامپ)

ولی در موتور هرچه ولتاژ کمتر شود، جریان بیشتر می شود و باعث سوختن موتور می شود

حالت اول

حالت دوم

$\frac{E_{a1}}{E_{a..}}$

(۱۸

البته دقت شود که در صورتی که توان ثابت باشد
این اتفاق می افتد.