

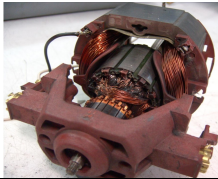
## فصل سوم

### بررسی انواع ماشینهای DC

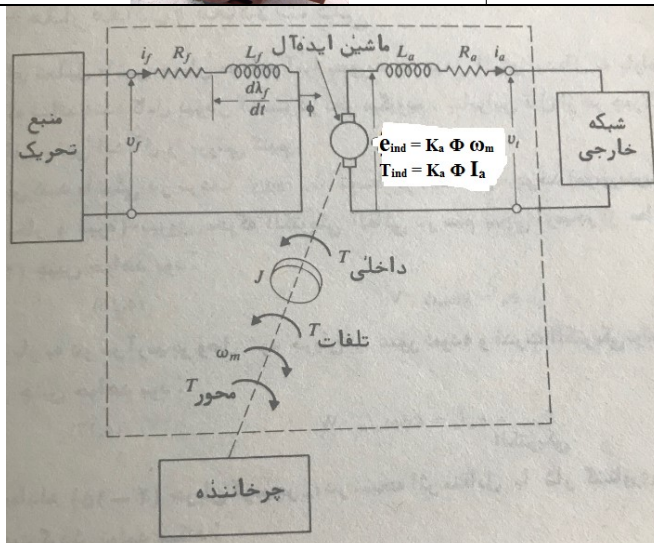
#### جلسه پنجم

در این جلسه می پردازیم به تقسیم بندی ماشینهای DC و بررسی مشخصات هر کدام

نمایش یک ماشین DC واقعی



- ۱- تقسیم بندی ماشینهای الکتریکی به مولدها و موتورها ← انواع مولدها و موتورهای DC
- ۲- بررسی مشخصات الکتریکی و مکانیکی انواع مولدها و موتورهای DC



منبع تحریک:

یک منبع DC می باشد که تامین کننده جریان مغناطیس کننده سیم پیچ آرمیچر است. و در نهایت شار مغناطیسی  $\Phi$  طبق رابطه زیر بدست می آید.

$$F_{mmf} = N_f I_f = \Phi \times R_m$$

تلفات الکتریکی در ماشین DC:

تلفات در مدار آرمیچر:

$$P_{\text{آرمیچر}} = R_a I_a^2 \quad \text{Watt}$$

تلفات در مدار تحریک:

$$P_{\text{تحریک}} = R_f I_f^2$$

شکل مقابل مدار معادل الکتریکی یک ماشین DC را نشان می دهد.

**چرخاننده:** همان **محرک مکانیکی** است که به عنوان سیستم ورودی وقتی ماشین در نقش **مولد** است و به عنوان سیستم خروجی وقتی ماشین در نقش **مотор** عمل می کند شناخته می شود. به طور کلی در یک ماشین DC روابط الکتریکی و مکانیکی به شرح زیر است: در داخل آرمیچر:

$$e_{\text{ind}} = K_a \Phi \omega_m$$

$$T_{\text{ind}} = K_a \Phi I_a$$

$$P_{\text{ind}} = e_{\text{ind}} I_a = T_{\text{ind}} \omega_m$$

$$P_{\text{in}} = P_{\text{چرخاننده}} = T_{\text{محور}} \times \omega_m \quad \text{Watt}$$

$$P_{\text{in}} = P_{\text{ind}} + P_{\text{تلفات}}$$

از این توان مکانیکی ورودی دو نوع تلفات مکانیکی داریم که از توان ورودی کم شده و بقیه به آرمیچر می رسد و تبدیل به توان الکتریکی می گردد. دو گشتاور اصطکاک و گشتاور اینرسی داریم:

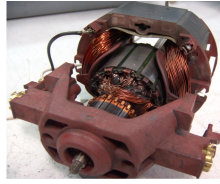
$$T_{\text{اصطکاک}} = K_{\text{اصطکاک}} \omega_m \quad \text{and} \quad T_{\text{اینرسی}} = J(d\omega_m/dt)$$

$$P_{\text{تلفات}} = T_{\text{اصطکاک}} \times \omega_m + T_{\text{اینرسی}} \times \omega_m \quad \text{Watt}$$

$$P_{\text{تلفات مکانیکی}} = P_{\text{اصطکاک}} + P_{\text{اینرسی}} \quad \text{Watt}$$

$$P_{\text{ind}} = P_{\text{in}} - P_{\text{تلفات}}$$

**شبکه خارجی:** درحالتی که ماشین مولد باشد همان بار الکتریکی است. و در صورتیکه ماشین موتور باشد منبع ولتاژ DC است که به عنوان سیستم ورودی نامیده می شود و توان الکتریکی به ماشین میدهد.



## درس: ماشین الکتریکی ۱

مدرس: دکتر یوسف علی نژاد برمی

**سوال: معیار تقسیم بندی ماشینهای DC چیست:**

معیار تقسیم بندی نحوه تامین منبع الکتریکی DC مورد نیاز برای تامین جریان تحریک ( $I_f$ ) در مدار استاتور می باشد. براین اساس انواع مولدها و موتورهای DC عبارتند از:

**الف) مولدهای DC:**

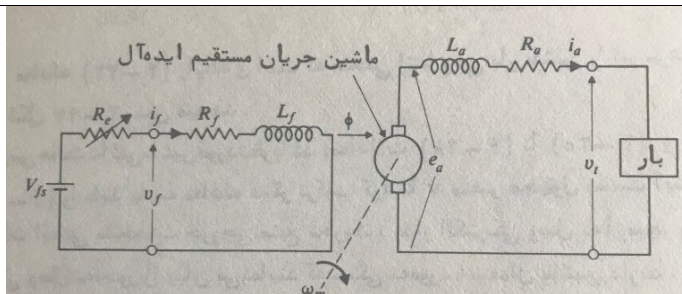
- ۱- مولد تحریک مستقل
- ۲- مولد شنت (موازی)
- ۳- مولد سری (متوالی)
- ۴- مولدهای کمپوند (ترکیب سری و شنت)

**ب) موتورهای DC:**

- ۱- موتور تحریک مستقل
- ۲- موتور شنت (موازی)
- ۳- موتور سری (متوالی)
- ۴- موتورهای کمپوند (ترکیب سری و شنت)

از اینجا به بعد می پردازیم به ساختار مداری و مشخصات الکتریکی و مکانیکی هر کدام از انواع این ماشینهای DC.

### الف-۱) مولد DC تحریک مستقل:



شکل ۱: اتصال مولد با تحریک مستقل

در حلقه مدار آرمیچر داریم:  $e_{ind} + R_a I_a + V_t = 0$

$$V_t = e_{ind} - R_a I_a = K_a \Phi \omega_m - R_a I_a$$

توانی که توسط بار مصرفی از مولد دریافت می کند:

$$P_{Load} = P_{out} = V_t \times I_a$$

$$P_{in} = P_{Load} + (\text{Total Power Loss})$$

$$\text{Total Power Loss} = (P_{اصطکاک} + P_{اینرسی}) + R_a I_a^2$$

شکل مقابل مدار معادل الکتریکی این ماشین را نشان می

دهد. ملاحظه می گردد که جریان تحریک از یک منبع DC مستقل تامین می گردد.

$$V_f = R_f I_f$$

۱- محور مکانیکی آرمیچر با سرعت  $\omega_m$  رادیان بر ثانیه

$$\omega_m = \left( \frac{Nm}{60} \times 2\pi \right) \text{ می چرخد:}$$

روابط نیروی محرکه الکتریکی و گشتاور القایی عبارتند از:

$$e_{ind} = K_a \Phi \omega_m$$

$$T_{ind} = K_a \Phi I_a$$

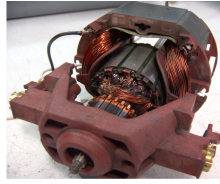
$$P_{ind} = e_{ind} I_a = T_{ind} \omega_m$$

توان مکانیکی ورودی عبارتست از:

$$P_{in} = P_{چرخاننده} = T_{محور} \times \omega_m \text{ Watt}$$

$$P_{ind} = P_{in} - (P_{تلفات مکانیکی} + P_{اصطکاک} + P_{اینرسی}) = T_{ind} \omega_m$$

وقتی ماشین به سرعت نامی رسید تلفات اینرسی صفر میگردد.



راندمان در ماشین DC تحریک مستقل

$$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_t \times I_a}{T_{محور} \times \omega_m + R_f I_f^2} \times 100\%$$

مشخصات الکتریکی مولد DC تحریک مستقل

در مولدهای الکتریکی دو مشخصه مهم الکتریکی عبارتند از:

**الف) مشخصه بی باری:**

در این مشخصه تغییرات ولتاژ خروجی (که در ترمینالهای خروجی ماشین اندازه گیری می شود) نسبت به تغییرات جریان تحریک ( $I_f$ ) و قتیکه سرعت چرخش محور مکانیکی ثابت است و بار مصرفی صفر است ( $I_a=0$ ) بدست آمده و رسم می گردند.

$$V_t = f(I_f)$$

**ب) مشخصه بارداری:**

در این مشخصه تغییرات ولتاژ خروجی (که در ترمینالهای خروجی ماشین اندازه گیری می شود) نسبت به تغییرات جریان بار ( $I_a$ ) و قتیکه سرعت چرخش محور مکانیکی ثابت است ( $\omega_m=Cte$ ) و جریان تحریک نیز ثابت است ( $I_f=Cte$ ) بدست آمده و رسم می گردد.

$$V_t = f(I_a)$$

حال می پردازیم به اولین مشخصه مولد DC تحریک مستقل:

**الف) مشخصه بی باری:**

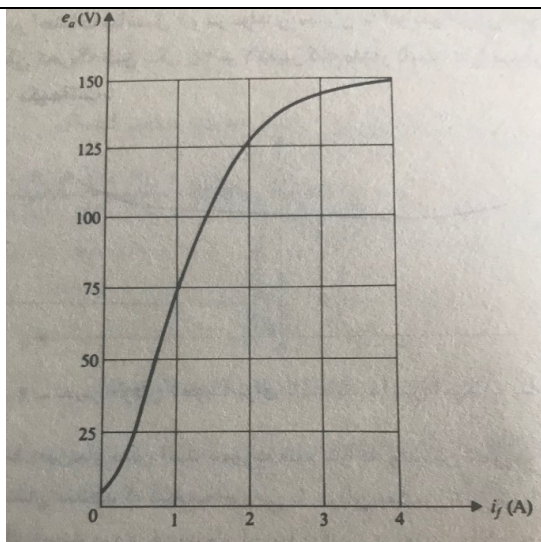
در این مشخصه هیچگونه بار مصرفی به مولد متصل نمی گردد به عبارت دیگر  $I_a = 0$  است و مولد با یک سرعت ثابتی می چرخد و جریان تحریک  $I_f$  را از صفر افزایش می دهیم و برای هر مقدار از جریان تحریک ولتاژ ترمینالهای خروجی را اندازه گیری می نماییم و در دو ستون یک جدول این دو مقدار را یادداشت می کنیم. سپس با استفاده از این جدول منحنی مقابل را رسم می کنیم.

$$e_{ind} = K_a \Phi \omega_m \text{ and } V_t = e_{ind} - R_a I_a \rightarrow I_a = 0 \rightarrow V_t = e_{ind}$$

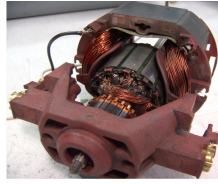
$$e_{ind} \rightarrow \text{متناسب} \rightarrow B$$

$$I_f \rightarrow H$$

پس انتظار می رود که منحنی شبیه منحنی مغناطیس شوندگی داشته باشیم. به دو منحنی زیر توجه فرمایید.

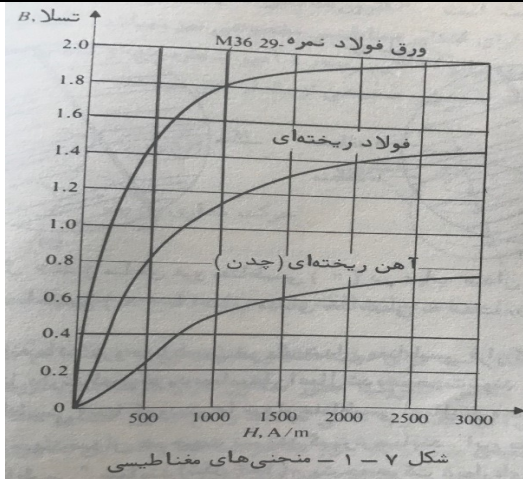


شکل ۲: مشخصه بی باری مولد DC تحریک مستقل

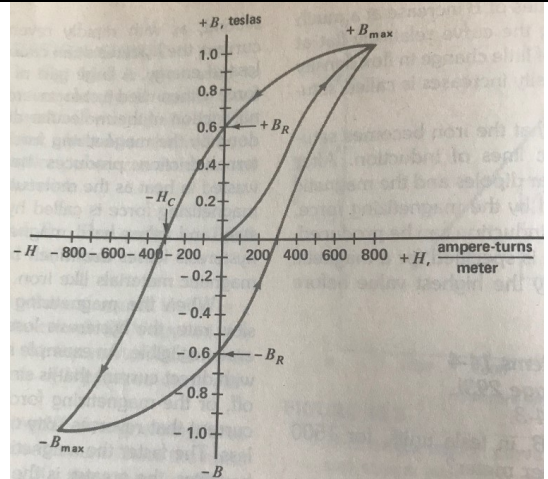


## درس: ماشین الکتریکی ۱

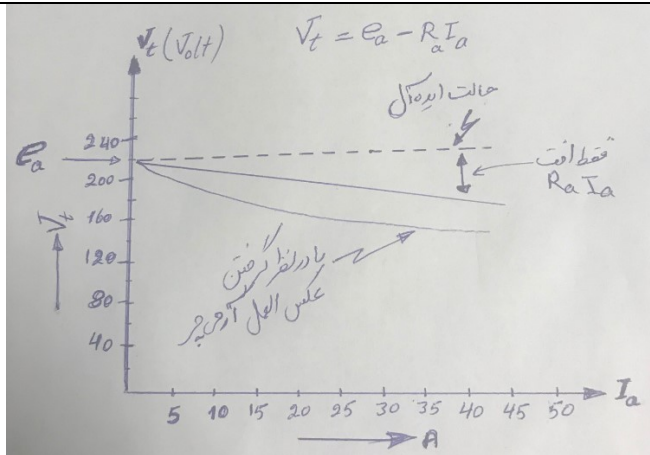
مدرس: دکتر یوسف علی نژاد برمی



شکل ۳: مشخصه های مغناطیسی مواد مختلف تشکیل دهنده هسته استاتور و آرمیچر



شکل ۴: مشخصه B-H Loop مواد مختلف تشکیل دهنده هسته استاتور و آرمیچر



شکل ۵: مشخصه بارداری یک مولد DC نوع تحریک مستقل

### ب) مشخصه بارداری: در این مشخصه

اولا آرمیچر با سرعت نامی ( $\omega_m$  OR  $n_m$ ) چرخانده می شود و سیم پیچ آرمیچر با جریان نامی ( $I_{fn}$ ) تغذیه می گردد.

بار قرار گرفته بر روی مولد کم کم اضافه می گردد. مثلا:

$I_a = 0 \rightarrow 20\% \rightarrow 30\% \rightarrow 40\% \rightarrow 50\% \rightarrow 60\% \rightarrow 70\% \rightarrow 80\% \rightarrow 100\% I_{an}$

جریان نامی آرمیچر حد اکثر جریان مجاز با توجه به توان نامی و ولتاژ نامی آرمیچر می باشد.

مشخصات نامی مولد DC درج شده بر روی پلاک ماشین

$$P_n = 10 \text{ Kw}, V_n = 220 \text{ V}, n_m = 3000 \text{ RPM}, I_{fn} = 5 \text{ A}$$

اگر مشخصات نامی یک مولد مانند جدول فوق باشد:

$$I_{an} = \frac{P_n}{V_n}$$

$$I_{an} = \frac{10000}{220}$$

$$I_{an} = 45.5 \text{ A}$$

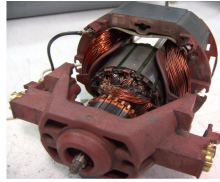
پس جریان خروجی بین ۰ تا ۴۵/۵ آمپر به تدریج اضافه می گردد. و به ازای هر مقدار از این جریان بار ولتاژ دو سر ترمینالهای خروجی مولد را یادداشت می کنیم و هر زوج جریان و ولتاژ را در دو ستون یک جدول قرار داده و سپس تبدیل به یک منحنی می کنیم.

**تمرین ۱:** یک مولد جریان مستقیم از نوع تحریک مستقل دارای مشخصات نامی مطابق جدول زیر می باشید.

$$P_n = 4.5 \text{ Kw}, V_n = 125 \text{ V}, n_n = 1150 \text{ r/min},$$

مقاومت مدار آرمیچر ۰/۳۷ اهم است وقتی ماشین در سرعت نامی می چرخد منحنی اشباع بی باری مطابق شکل ۲ است. اگر مقاومت متغیر مدار تحریک طوری تنظیم گردد که جریان ۲ آمپر از مدار تحریک بگذرد و ماشین در سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه بچرخد اختلاف پتانسیل دو سر ماشین و قتیکه جریان بار مقدار نامی است چقدر است؟ (از اثر واکنش آرمیچر و مقاومت تماس جاروبکها صرف نظر کنید).





## درس: ماشین الکتریکی ۱

مدرس: دکتر یوسف علی نژاد برمی

**حل:** با توجه به اینکه می دانیم  $e_{ind} = K_a \Phi \omega_m$  و چون ماشین هم در سرعت کم کار می کند. پس نیروی محرکه القایی در هر مقدار  $\Phi$  با  $I_f$  متناسب است. حالا از منحنی بی باری اشباع در سرعت نامی برای  $I_f = 2 \text{ A}$  مقدار  $e_{ind} = 126 \text{ V}$  بدست می آید. چون دور ماشین ۱۰۰۰ دور در دقیقه است پس:

$$e_{ind} = (1000/1150) \times 126 = 109 \text{ V}$$

$$I_{L(\text{Nominal})} = (4500/125) = 36 \text{ A}$$

$$V_t = e_{ind} - R_a \times I_a = 109 - 0.37 \times 36 = 96 \text{ V}$$

### تمرین ۲:

یک ماشین DC چهار قطبی مفروض است و داریم:

شعاع متوسط =  $12/5$  سانتیمتر - طول موثر آرمیچر =  $25$  سانتیمتر و قطبها  $75^\circ$  در صد محیط آرمیچر را می پوشاند. سیم پیچی آرمیچر  $33$  کلاف دارد و هر کلاف  $7$  حلقه دارد (کلافهای  $7$  دوری). کلافها در  $33^\circ$  شیار جای گرفته اند. چگالی شار متوسط زیر هر قطب  $0.75$  تسلا است. مطلوب است:

۱- اگر سیم پیچی آرمیچر از نوع حلقوی باشد

الف) ضریب  $K_a$  را حساب کنید.

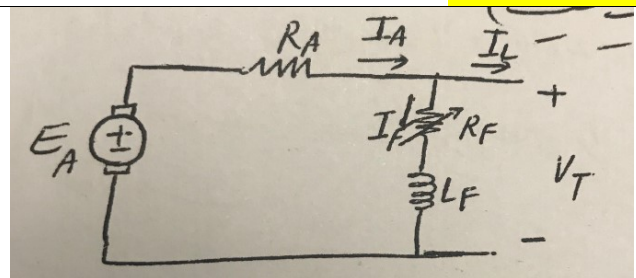
ب) اگر آرمیچر با سرعت  $1000$  دور در دقیقه بچرخد ولتاژ القاء شده در آرمیچر چقدر است.

ج) اگر جریان آرمیچر  $400$  آمپر باشد جریان کلافها و گشتاور الکترومغناطیسی حاصله را حساب کنید.

د) توان حاصله توسط آرمیچر را بیابید.

۲- اگر سیم پیچی آرمیچر از نوع موجی باشد فرضهای الف تا د فوق را با شرط اینکه جریان اسمی کلافها همانند قسمت قبل باشد را تکرار کنید.

### الف-۲) مولد DC تحریک شنت:



در این ژنراتور جریان تحریک (میدان) توسط اتصال مستقیم سیم پیچی میدان به ترمینالهای ماشین تامین می گردد. در واقع سیم پیچی تحریک با آرمیچر موازی می گردد و احتیاجی به منبع جداگانه برای تحریک نیست.

روابط الکتریکی در این مولد مانند زیر است:

سوال اساسی اینست که وقتی ژنراتور تحریکش را خودش تامین می کند پس وقتی برای اولین بار روشن می شود چگونه شار میدان اولیه را جهت راه اندازی بدست می آورد؟

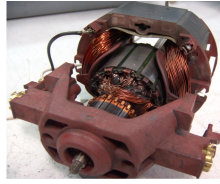
$$I_A = I_F + I_L$$

$$V_T = E_A - R_A I_A$$

$$E_A = K_a \Phi \omega_m = K' \Phi n$$

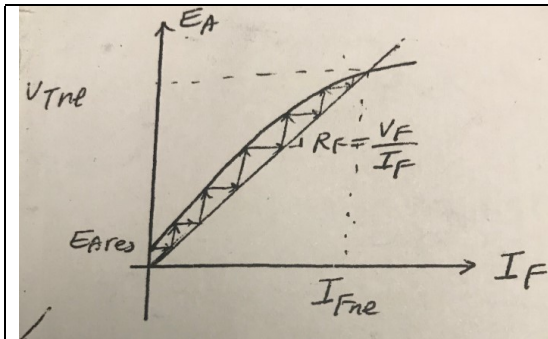
$$V_F = V_T = R_F I_F$$

$$I_F = \frac{V_T}{R_F + R_{adj}}$$



مدرس: دکتر یوسف علی نژاد برمی

## درس: ماشین الکتریکی ۱



در قطبهای ژنراتور مقداری شار پسماند ( $\Phi_{res}$ ) وجود دارد. وقتی ژنراتور شروع به چرخیدن می کند یک ولتاژ داخلی  $E_A$  در آن به وجود می آید.  
 $E_A = k_a \Phi_{res} \omega_m$   
 این ولتاژ باعث ایجاد جریان  $I_F$  در سیم پیچ تحریک می شود.  
 $I_F = (V_T / R_F)$   
 مطابق شکل  $I_F$  شار  $\Phi$  را افزایش می دهد.  
 $\Phi \uparrow \rightarrow E_A \uparrow \rightarrow I_F \uparrow \rightarrow \Phi \uparrow \rightarrow \dots\dots\dots$

این افزایش شار و جریان تحریک آنقدر ادامه می یابد تا اینکه منحنی  $V_F = R_F I_F$  و منحنی مغناطیس شوندگی (بی باری) همدیگر را قطع کنند.

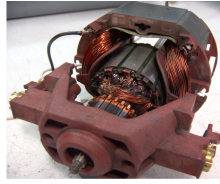
اگر اشباع وجود نداشت دو منحنی موازی هم بودند و تا ابد همدیگر را تقویت می کردند. (پس اشباع مغناطیسی در سطح قطبها ولتاژ خروجی را محدود می کند)

نکته: در حالت بی باری می توان از افت ولتاژ  $R_A I_{Fn}$  به علت کوچکی صرف نظر نمود و لذا  $V_T = E_A$  خواهد بود.

### دلایل عدم تحریک ژنراتور با وجود سرعت اعمالی $\omega$

دلایل عدم تحریک ژنراتور با وجود سرعت اعمالی  $\omega$   
 ۱- عدم وجود شار پس ماند در قطب های ژنراتور  $\Phi_{res} = 0 \leftarrow E_{Ares} = 0$   
 ۲- جهت چرخش در خلاف جهت است که باید باشد. یعنی ژنراتور در جهت عکس چرخانده شده باشد. در این حالت جریان تحریک در خلاف جهت شار پس ماند است و شار تولیدی توسط آن شار پس ماند را تضعیف می کند و ولتاژ اعمالی تولید نمی کند.

۳- مقدار تقطبی برای معادلات مدار، بیشتر از معادلات بحرانی باشد.  
 معادله ای که تقریباً مناسب برنا صحت است باشد معادلات بحرانی است.  
 با تغییرات جزئی حول آن ژنراتور از حالت تحریک به عدم تحریک می رسد.  
 اگر  $R_F = R_{FC} - E$  باشد ژنراتور تحریک می شود. اگر  $R_F = R_{FC} + E$  باشد ژنراتور تحریک نخواهد شد.  
 اگر در معادلات شخصی سرعت بیشتر از سرعت بحرانی کنیم ژنراتور تحریک می شود.  
 سرعت بحرانی سرعتی است که با تغییرات جزئی حول آن ژنراتور از عدم تحریک به تحریک و یا برعکس بدون مشورت  
 \* جهت ولتاژ منحنی مغناطیس شودگی تعیین کننده است از سرعت مثبت تغییر می کند معادلات بحرانی هم با سرعت تغییر می کند  
 بطور کلی هر قدر که سرعت مثبت کمتر باشد معادلات بحرانی هم کمتر خواهد بود.



درس: ماشین الکتریکی ۱

مدرس: دکتر یوسف علی نژاد برمی

مشخص خروجی ترانزاور DC است

در حالت بی بار  $I_L = 0$  و  $I_A = I_F$  است.

$$V_T = E_A - R_A I_A = E_A - R_A I_F \approx E_A$$

با افزایش بار  $I_L$  زیاد شده و  $I_A = I_F + I_L$  تر بالا می رود. با زیاد شدن  $I_A$ ، افت ولتاژ روی مقاومت از مجرای  
 ملامی رود و باعث کاهش  $V_T$  می شود. با کاهش  $V_T$ ، از جریان محرک تر کاسته شده و این امر موجب  
 کاهش ایستن شار و  $E_A$  می شود. کاهش  $E_A$  موجب کاهش بیشتر ولتاژ ترسناک  $V_T = E_A - R_A I_A$  می شود.

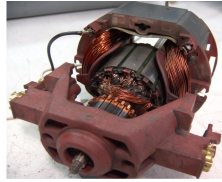
کنترل ولتاژ ترانزاور DC است

- ۱- تغییر دادن سرعت ترانزاور
- ۲- تغییر دادن مقاومت میدان ترانزاور و بدین ترتیب تغییر جریان محرک (در روش اصلی)

موردار کلی ترانزاور DC است

در شکل مقابل سعی می‌توانیم نمودار ترانزاور DC است را  
 همراه مشخص میدان نشان می‌دهد.





درس: ماشین الکتریکی ۱

مدرس: دکتر یوسف علی نژاد برمی

در حالت بی‌باری  $V_T = E_A$  و در زمان بارگیری که در نقاط مماسی  $OCC$  نقطه مقاومت میدان قرار دارد کار می‌کند.

تفاوت بین ولتاژ تولید شده داخلی و ولتاژ ترسینال همان افت ولتاژ ماشین  $E_A - V_T = R_A I_A$  (۲)

لذا جهت پیدا کردن ولتاژ ترسینال به ازای بار داده شده کافی است که افت  $R_A I_A$  محاسبه شود و آنرا بر روی  $E_A$  و  $V_T (= R_A I_A)$  قرار دهیم. بر روی منحنی هر دو نقطه مناسب برای افت  $R_A I_A$  وجود دارد. در صورت وجود هر دو نقطه، نقطه‌ای که بر ولتاژ بدون بار نزدیک‌تر است نقطه کار ماشین است.

به این ترتیب  $R_A I_A$  روی محور  $V_T$  می‌کشد و از آن نقطه به نسبت  $R_A$  رسم می‌کنیم. این خط  $OCC$  در دو نقطه قطع می‌کند. نقطه نزدیک‌تر به  $O$  کار نقطه مورد نظر است.

نقطه  $ab$  مماسی قسمت کار این منحنی است. روی این قسمت اگر مقاومت بار کاهش یابد جریان بار افزایش می‌یابد.

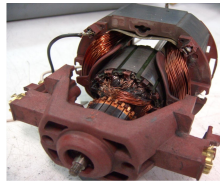
نقطه  $b$  ( $I_{Fb}$ ) نقطه گسستگی است نامیده می‌شود. بعد از این نقطه (که در آن جریان بار مجاز حد اکثر است) هرگونه افزایش در بار با کاهش بیشتر مقاومت بار، کاهش جریان بار را به دنبال خواهد داشت (مانند  $OA$ ) و این علت کاهش سریع در ولتاژ ترسینال است.

در نقطه  $a$  سولدر جریان بسیار زیادی (حد برابر جریان عاری) می‌دهد. اگر مقاومت بار در این نقطه کاهش شود ما قادر به کشیدن جریان باری بیش از  $OB$  گردیم. جریان بطور لحظه‌ای افزایش خواهد یافت. اما به علت افزایش افت  $R_A I_A$  و عکس‌العمل حاصل ملاحظه می‌کنیم در مقابل این جریان سنگین، ولتاژ ترسینال  $V$  بطور سریعی کاهش می‌یابد. (ولتاژ ترسینال سریعتر از مقاومت بار کم می‌شود)

اگر افت ولتاژ ناشی از عکس‌العمل از  $I_{Fb}$  کمتر باشد در نقطه  $a$  کار می‌کنیم.

$I_{eq} = I_F^* - I_F = -\frac{f_{AA}}{N_F}$





اگر ماشین دارای سیم پیچی جریان کشنده باشد آنگاه ولتاژ  $E_A$  کت اثر معکوس العمل آرمچر با افزایش بار کاهش می یابد.

$$f_{net} = N_F I_F - f_{AR} \rightarrow I_F^* = I_F - \frac{f_{AR}}{N_F}$$

$I_F^*$  جریان محرک معادل  
 $I_F$  : جریان بر واقع

مسئله: مقدار سیم پیچی که در موتور DC محرک متصل به دارای سیم پیچی جریان کشنده عبارتست از  $172 \text{ kW}$  و  $1800 \text{ rpm}$  و  $430 \text{ V}$  و  $4000$

الف. اگر مقاومت مغناطیسی  $R_{adj}$  را روی  $63 \Omega$  تنظیم کنیم و محرک اولیه با سرعت  $1600 \text{ rpm}$  حرکت کند ولتاژ بی بار  $E_A$  و  $I_A$  را بیابیم.

ب. اگر بار  $R_L = 1 \Omega$  در ترانسال قرار دهیم و ولتاژ خروجی معین می شود؟  
 ج. در تنظیمی جدید انجام گردد ولتاژ ترانسال - مقدار یافت شده نسبت الف برگردد؟  
 د. برای برگرداندن ولتاژ ترانسال - مقدار ماشین در بی باری - چه جریان محرک نیاز است؟

حل: الف:  $E_A = 430 \text{ V}$

$E_A$	$n$
430	1800
$x$	1600

$x = E_A = V_T = 382 \text{ V}$  ← (no load)

ب:  $I_L = I_A = \frac{E_A}{R_A + R_L} = \frac{382}{0.05 + 1} = 364 \text{ A} \rightarrow V_T = E_A - R_A I_A = 382 - 364 \times 0.05 = 364 \text{ V}$

ج: برای افزایش ولتاژ ترانسال باید  $E_A$  را افزایش داد. برای اینکار  $R_{adj}$  را تغییر می دهیم (که می توانیم):

د:  $V_T = 382 \text{ V} \rightarrow E_A = V_T + R_A I_A \rightarrow E_A = 382 + 364 \times 0.05 = 401 \text{ V}$

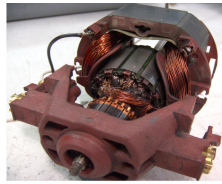
$E_A = 401 \text{ V}$  در سرعت  $1600 \text{ rpm}$  است. ولتاژ در سرعت  $1800 \text{ rpm}$  برابر خواهد بود با  $451 \text{ V}$ :  $E_A = 401 \times \frac{1800}{1600} = 451 \text{ V}$

برگشت معنی معادله شو بگویی  $I_F = 6.15 \text{ A}$  است ←

$R_F + R_{adj} = \frac{V_F}{I_F} = \frac{430}{6.15} = 69.9 \rightarrow R_{adj} = 49.9 \Omega$

مسئله: در ترانسال در حال عمل اگر سیم پیچی جریان کشنده داشته باشیم در بار کامل و جریان  $400 \text{ A}$  معکوس العمل آرمچر  $f_{AR} = 500 \text{ At}$  باشد و مقاومت مغناطیسی  $63 \Omega$  تنظیم کرد و سرعت هم  $1600$  دور باشد ولتاژ بی باری را بیابیم. اگر ترانسال  $R_L$  وصل کنیم  $I_A = 364 \text{ A}$  می شود. در این حال ولتاژ خروجی را بیابیم.

$I_A$	$f_{AR}$	$I_F^* = I_F - \frac{f_{AR}}{N_F} = 5.2 - \frac{455}{1000} = 4.75 \text{ A}$	$E_A = 410 \text{ V}$
400	500		410V
364	$x = 455 \text{ At}$	$(E)$	
	$n$	$E_A$	
	1800	410	
	1600	$x = 364 \text{ V}$	$\rightarrow V_T = 364 - 0.05 \times 364 = 346$



مشخصات ژنراتور:  $172 \text{ kW}$ ,  $430 \text{ V}$ ,  $400 \text{ A}$ ,  $1800 \text{ rpm}$

این ماشین توسط محرک اولیه  $1800 \text{ rpm}$  در حرکت درآمده است.

ولتاژ ترمینال ژنراتور در بار  $400 \text{ A}$  است.

اگر مقاومت سری  $R_s$  را در نظر بگیریم، ولتاژ در بار کامل  $400 \text{ A}$  است.

اگر مقاومت سری  $R_s$  را در نظر بگیریم، ولتاژ در بار کامل  $400 \text{ A}$  است.

بیشتر وزنی محرک مکانیکی، عکس العمل از محرک در بار کامل  $500 \text{ At}$  باشد ولتاژ در بار کامل صاف است.

از طرف دیگر:

$$R_F + R_{adj} = 75 \Omega$$

$$V_{ne} = E_A = 445 \text{ V}$$

$$V_T = E_A - R_A I_A = 416 \text{ V}$$

$$I_F = 5.55 \text{ A}$$

$$R_A I_A = 20 \text{ V}$$

$$I_A = 400 \text{ A}$$

$$I_L = 400 \text{ A}$$

$$V_R = \frac{V_{ne} - V_{pe}}{V_{pe}} \times 100\% = \frac{455 - 416}{416} \times 100\% = 9.4\%$$

$$I_A \approx 400 \text{ A}$$

$$R_A I_A = 20 \text{ V}$$

$$\frac{I_{AR}}{N_F} = \frac{500}{1000} = 0.5$$

$$V_T = 385 \text{ V}$$

$$I_F = 5.55 - 0.5 = 5.05 \text{ A}$$

$$V_R = \frac{V_{ne} - V_{pe}}{V_{pe}} \times 100\% = \frac{455 - 385}{385} \times 100\% = 18.2\%$$

نمودار  $I_F = I_A - I_{AR}$  را مشاهده کنید.

ژنراتور  $D <$  سری

در این ژنراتور سیم می میدان بصورت سری با سیم می از سیم رسانه مشور.

اگر  $R_s$  و  $R_A$  را در نظر بگیریم، ولتاژ در بار کامل  $400 \text{ A}$  است.

کف ژنراتور است برابر باشد با  $N_s I_s = N_F I_F$

با توجه به اینکه  $I_s = I_A \gg I_F$  لذا  $I_s \approx I_A$  زیرا  $N_s \ll N_F$

یعنی میدان سری در این ژنراتور دارای دورهای بسیار کم می باشد و چون جریان عبوری از آن بسیار زیاد است برای کاهش مقاومت سطح مقطع سیمهای آن را کلفت در نظر می گیرند.

$$V_T = E_A - (R_A + R_s) I_A$$

$$I_s = I_A = I_L$$

$$E_A = k \phi \omega$$

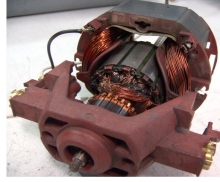
اگر ژنراتور با  $\phi_{res}$  و سرعت  $\omega$  چرخانده شود داریم:

$$E_{Ares} = k \phi_{res} \omega$$

در ژنراتور سری در حالت بی باری  $I_s = I_L = 0$  لذا جریان محرک وجود ندارد و ولتاژ ترمینال همان ولتاژ شارسین مانده خواهد بود.

$$V_T = E_{Ares}$$

برای سیمکشی ژنراتور - دو سیم از  $R_s$  به  $R_A$  وصل می کنند.



سوال: مشخصات الکتریکی مولد DC تحریک شنت (موازی) را به طور کامل تشریح نمایید.

الف) مشخصه بی باری:

$$V_t = f(I_f)$$

ب) مشخصه بار داری:

$$V_t = f(I_a)$$



