



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت

مبانی برق ۲

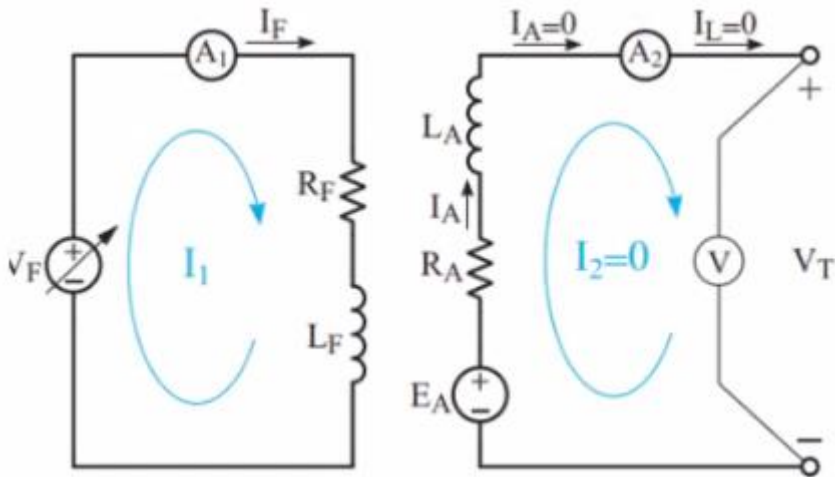
جلسه ۹



ژنراتور جریان مستقیم - تحریک مستقل

• منحنی مشخصه بی باری رفت و برگشت

$$E_A = \sqrt{T} \leftarrow \omega = cte, I_L = 0$$



$I_F [A]$	0	0/02	0/08	0/14	0/2	0/26	0/28
$E_A [V]$	16/4	34	99	148	181	203	210

$I_F [A]$	0/28	0/26	0/2	0/14	0/08	0/02	0
$E_A [V]$	210	206	187	159	115	45	17

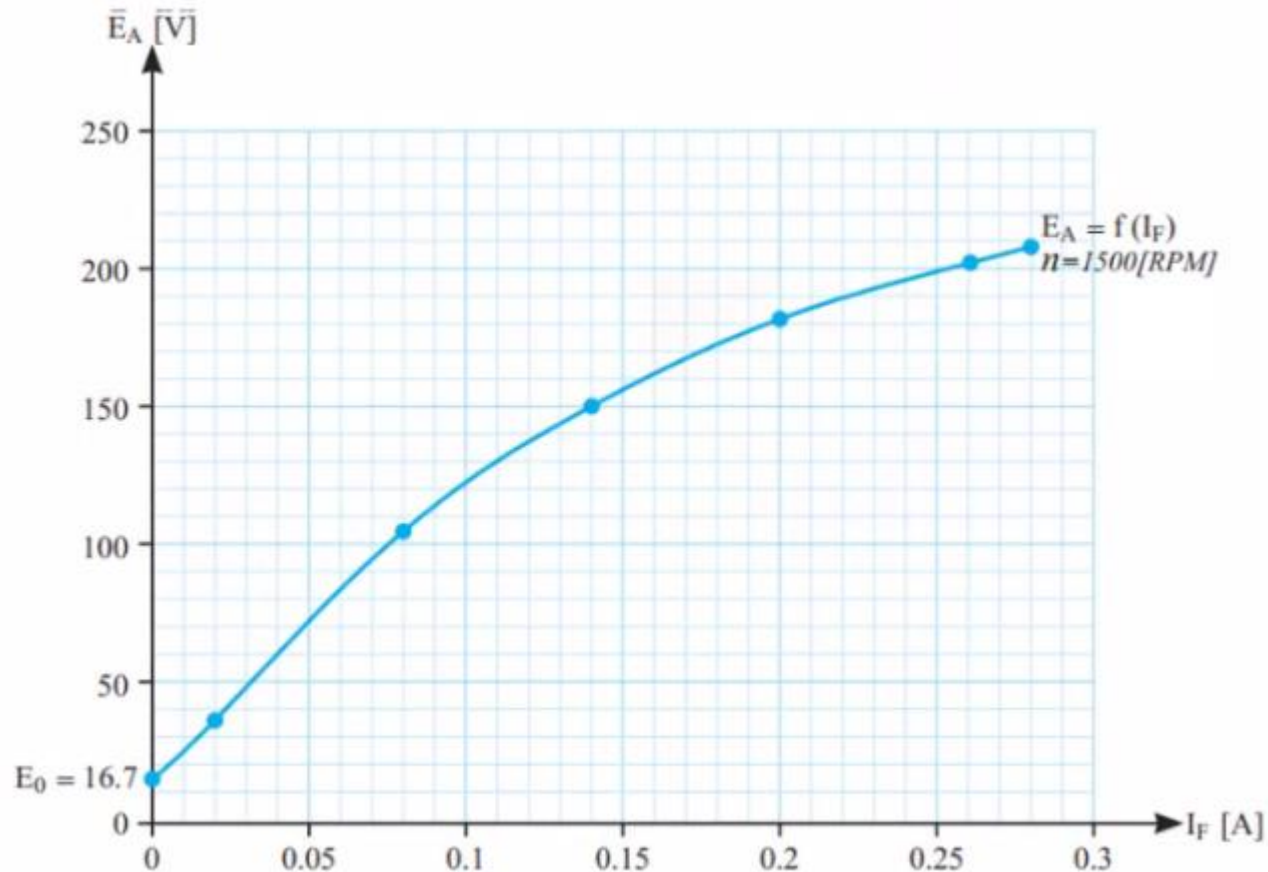


وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت

ژنراتور جریان مستقیم - تحریک مستقل



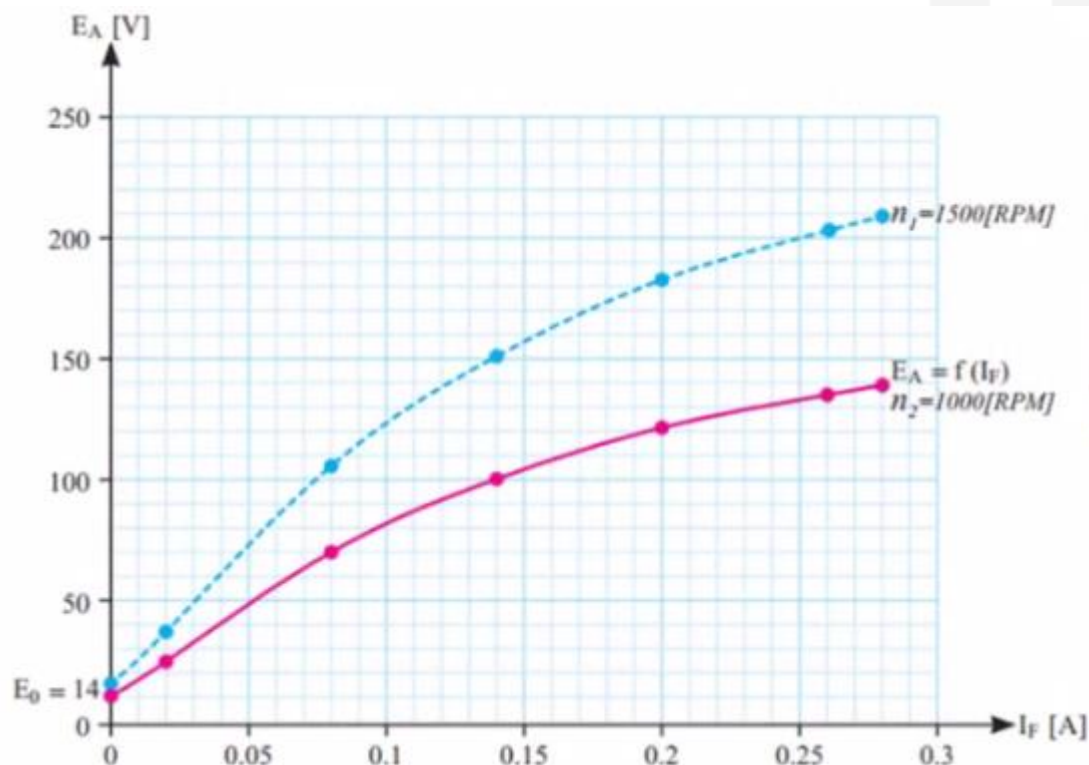
• منحنی مشخصه بی باری





ژنراتور جریان مستقیم - تحریک مستقل

- نیروی محرکه القایی متناسب با سرعت محور ژنراتور است.



$$E_A = K \phi \omega$$

$$\times \frac{1000}{1500}$$

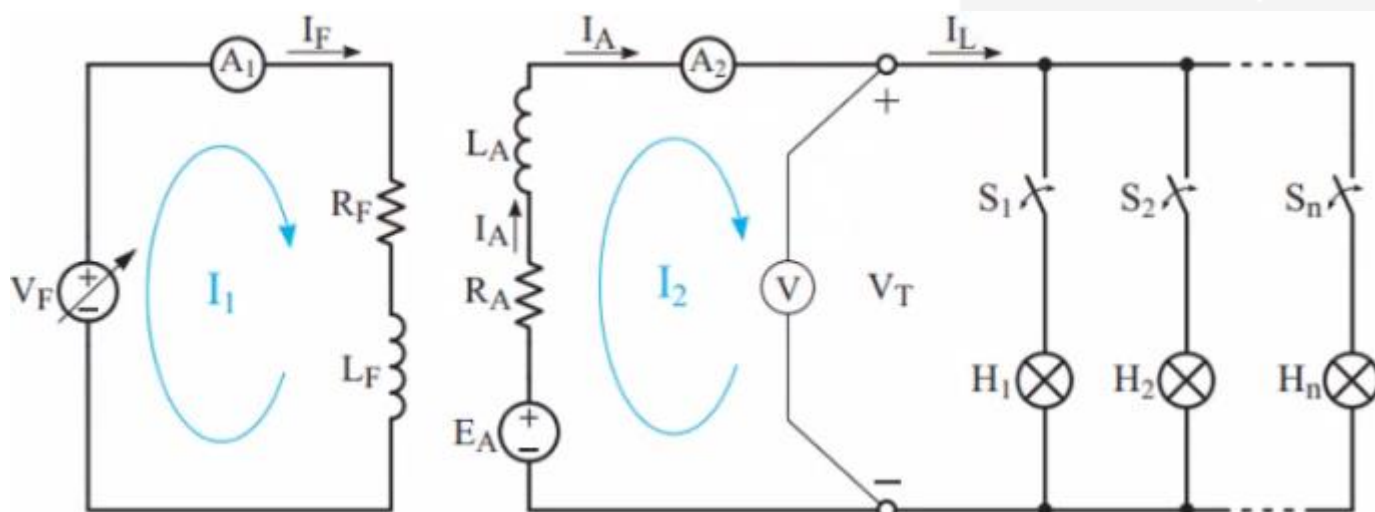
$$\frac{E_{A1}}{E_{A2}} = \frac{n_1}{n_2}$$



ژنراتور جریان مستقیم - تحریک مستقل



• منحنی مشخصه بار داری



I_L [A]	0	0.8	2.4	3.8	5.5
V_T [V]	200	198	195	192	187

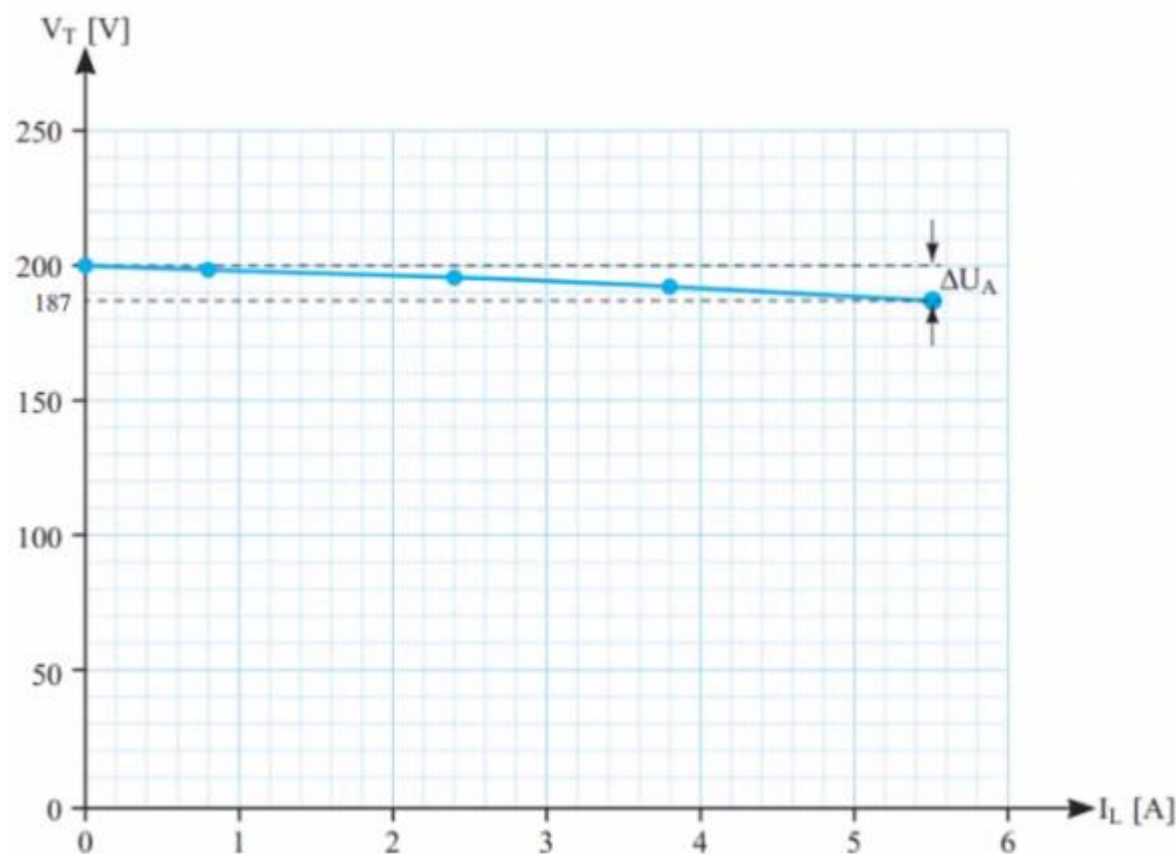


وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت

ژنراتور جریان مستقیم - تحریک مستقل



• منحنی مشخصه بارداری





ژنراتور جریان مستقیم – تحریک مستقل



- افت ولتاژ ترمینال ژنراتور با افزایش جریان بار را **افت ولتاژ آرمیچر** می گویند.
- مقاومت اهمی سیم پیچ های آرمیچر
- اثرات عکس العمل آرمیچر و کموتاسیون

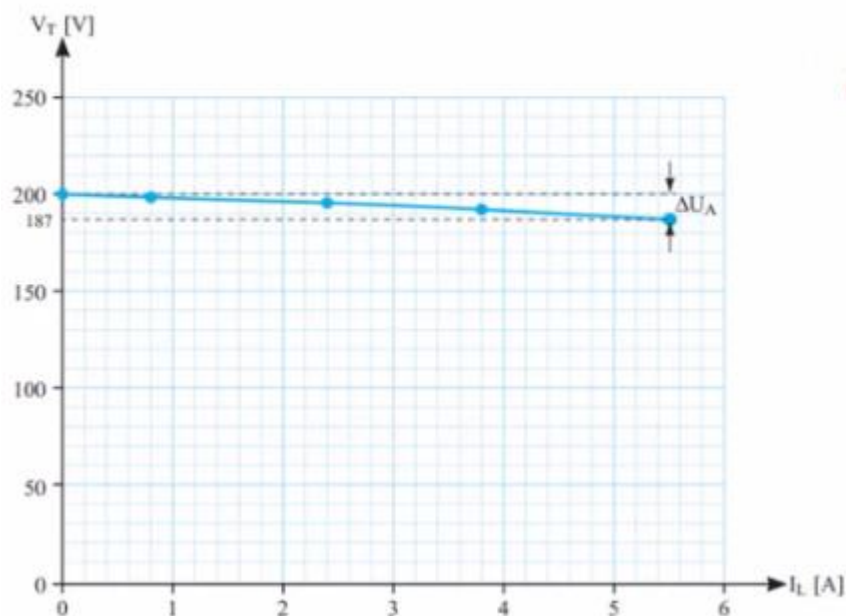
$$\Delta U_A = R_A I_A + \mathcal{E}$$

$$\Delta U_A = E_A - V_T$$



ژنراتور جریان مستقیم- تحریک مستقل

- منحنی مشخصه بار داری یک ژنراتور بصورت شکل زیر است. در جریان ۵.۵ آمپر افت ولتاژ ناشی از عکس العمل آرمیچر و کموتاسیون و درصد تنظیم را بدست آورده بد.



$$\Delta U_A = 200 - 187 = 13 \text{ V} = R_A I_A + E$$

$$R_A = 1.25 \Omega$$

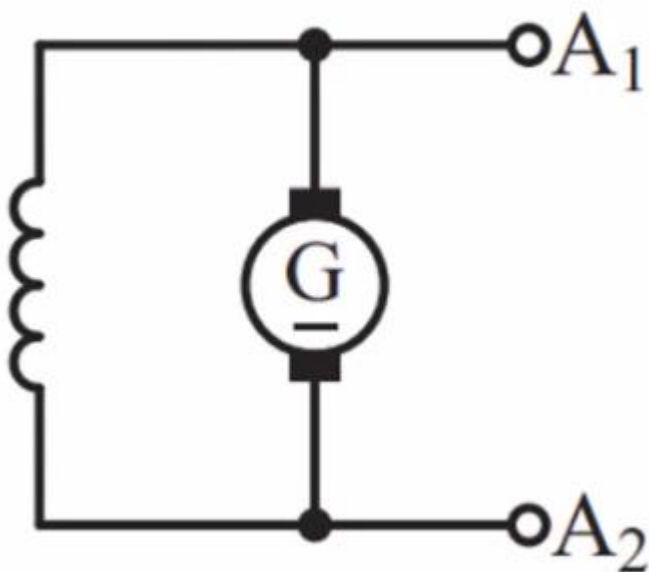
$$13 = 1.25 \times 5.5 + E \Rightarrow E = 9.125 \text{ V}$$

$$\%VR = \frac{200 - 187}{200} \times 100 = 6.5 \%$$



ژنراتور جریان مستقیم- شنت

- سیم پیچ های تحریک با سیم پیچ های آرمیچر موازی می شوند.
- جریان تحریک ناشی از ولتاژ القایی آرمیچر است.



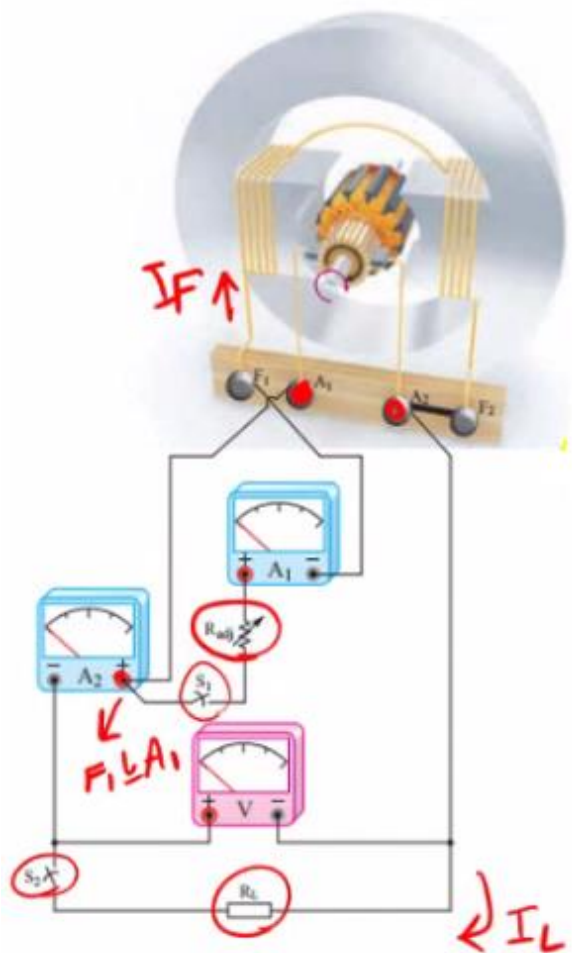


وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت

ژنراتور جریان مستقیم – شنت



- طرح واره
- راه اندازی
- بهره برداری



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت



ژنراتور جریان مستقیم – شنت



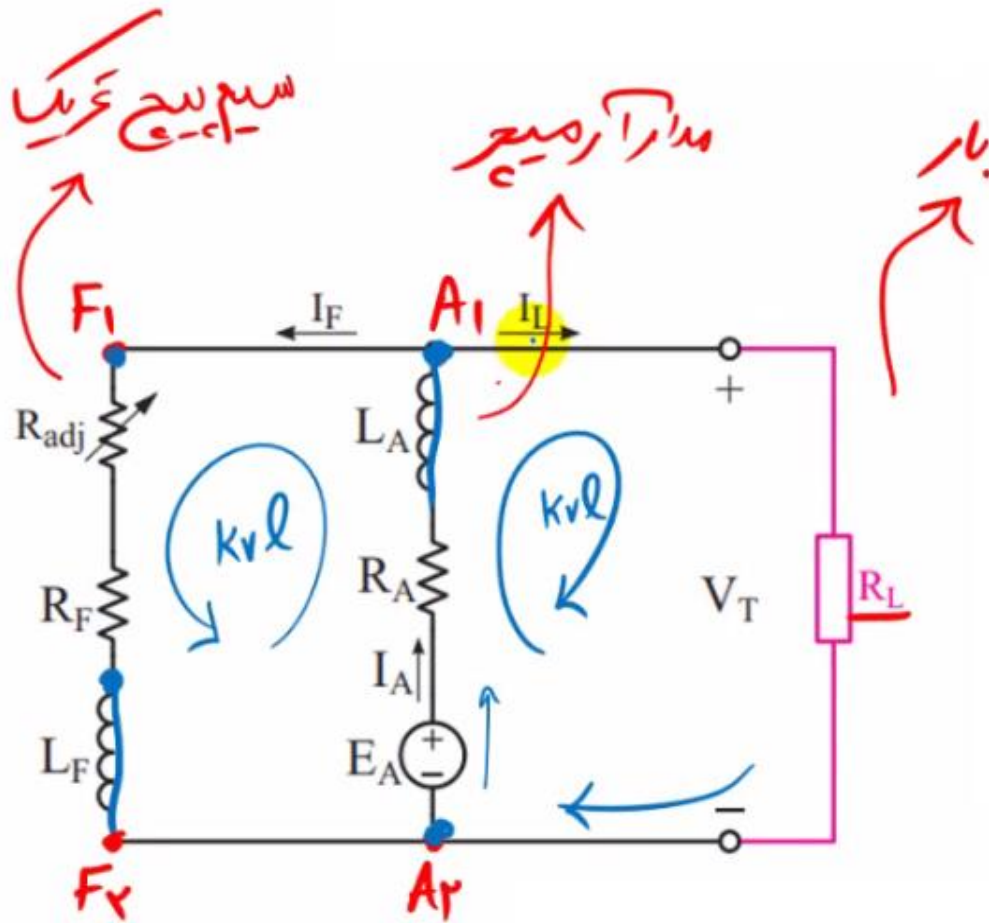
- شرایط عدم راه اندازی
 - ❖ عدم وجود پسماند مغناطیسی در سیم پیچ تحریک
 - ❖ صحیح نبودن جهت جریان سیم پیچ تحریک
 - ❖ صحیح نبودن جهت گردش روتور ژنراتور
 - ❖ زیاد بودن مقاومت تنظیم کننده
 - ❖ کم بودن سرعت موتور



ژنراتور جریان مستقیم - شنت



• مدار معادل الکتریکی



$$\begin{cases} \text{kel: } I_A = I_F + I_L \\ \text{kvl: } -E_A + R_A I_A + (R_F + R_{adj}) I_F = 0 \\ \text{kvl: } -E_A + R_A I_A + (V_T) \frac{1}{R_L} I_L = 0 \\ V_T = R_L I_L \end{cases}$$

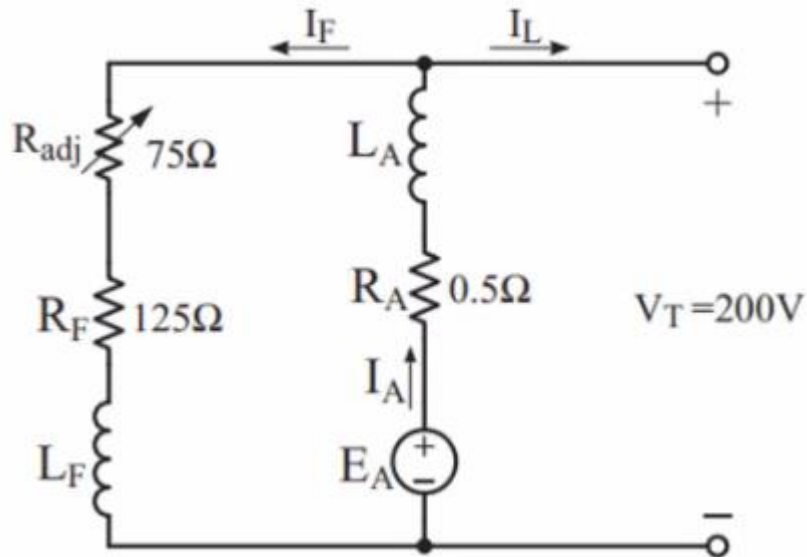
$$P_{cu} = (R_F + R_{adj}) I_F^2 + R_A I_A^2$$



مثال



- در ژنراتور شنت ۵ کیلو وات، ۲۰۰ ولت با مدار معادل الکتریکی شکل زیر، جریان آرمیچر و نیروی محرکه القایی آرمیچر را محاسبه کنید.



$$P_{out} = V_T I_L \Rightarrow I_L = \frac{5000}{200} = 25A$$

$$I_f = \frac{V_T}{R_F + R_{adj}} = \frac{200}{200} = 1A$$

$$I_A = I_L + I_F = 1 + 25 = 26A$$

$$E_A = R_A I_A + V_T = 0.5 \times 26 + 200 = 213$$



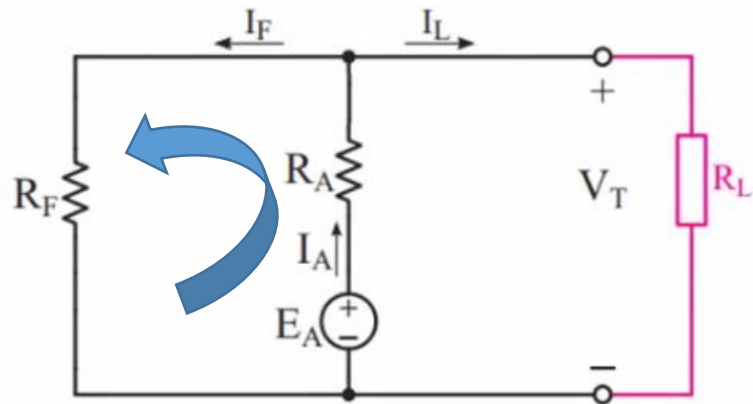
مثال



• در یک ژنراتور شنت کمیت های زیر مفروض است. ولتاژ ترمینال و تلفات مسی آرمیچر و تحریک را بدست آورید.

$$E_A = 140 \text{ [V]}, R_A = 1 \text{ [\Omega]}, R_F = 30 \text{ [\Omega]}$$

$$I_L = 16 \text{ [A]}, R_{adj} = 0 \text{ [\Omega]}$$



$$\begin{cases} I_A = I_F + 16 \\ -E_A + R_A I_A + R_F I_F = 0 \Rightarrow I_A + 30 I_F = 140 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 31 I_F = 140 - 16 = 124 \Rightarrow I_F = \frac{124}{31} = 4A$$

$$\Rightarrow I_A = 4 + 16 = 20A$$

$$\Rightarrow V_T = R_F I_F = 30 \times 4 = 120V$$

$$P_{cua} = R_A I_A^2 = 1 \times 20^2 = 400W$$

$$P_{cuf} = R_F I_F^2 = 30 \times 4^2 = 480W$$

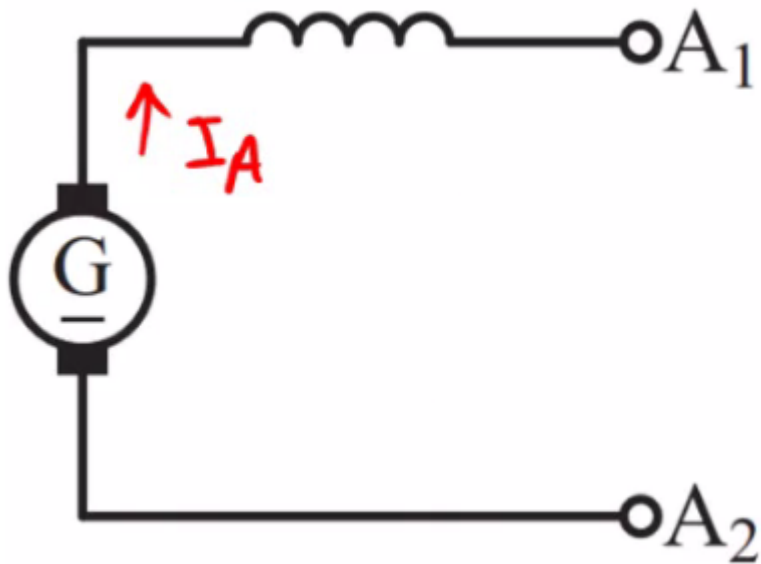
$$P_{cu} = 400 + 480 = 880W$$



ژنراتور جریان مستقیم- سری

• سیم پیچ های تحریک با سیم پیچ های آرمیچر سری می شوند.

• تعداد دور سیم پیچ تحریک، کم و برای جریان بالا انتخاب می شود. $I_A = I_F$



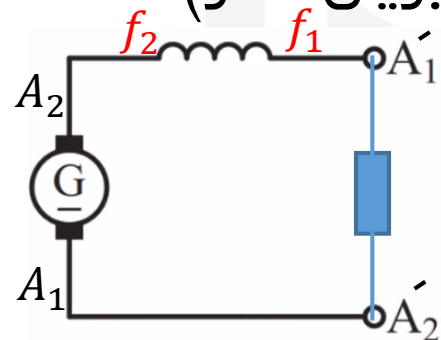
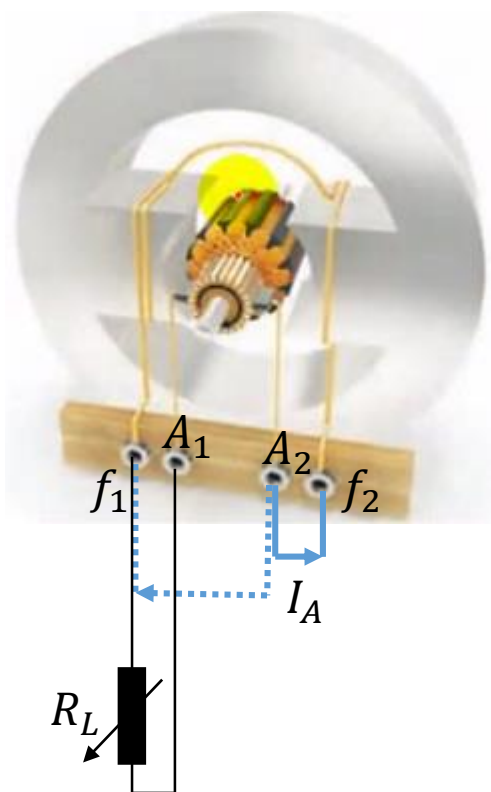


ژنراتور جریان مستقیم - سری

• نحوه راه اندازی

• راه اندازی زیر بار انجام می شود (در بی باری جریان صفر)

• شرایط عدم راه اندازی



۱ - پسماند مغناطیسی در قطبها وجود ندارد.

۲ - جهت جریان سیم پیچی تحریک صحیح نیست.

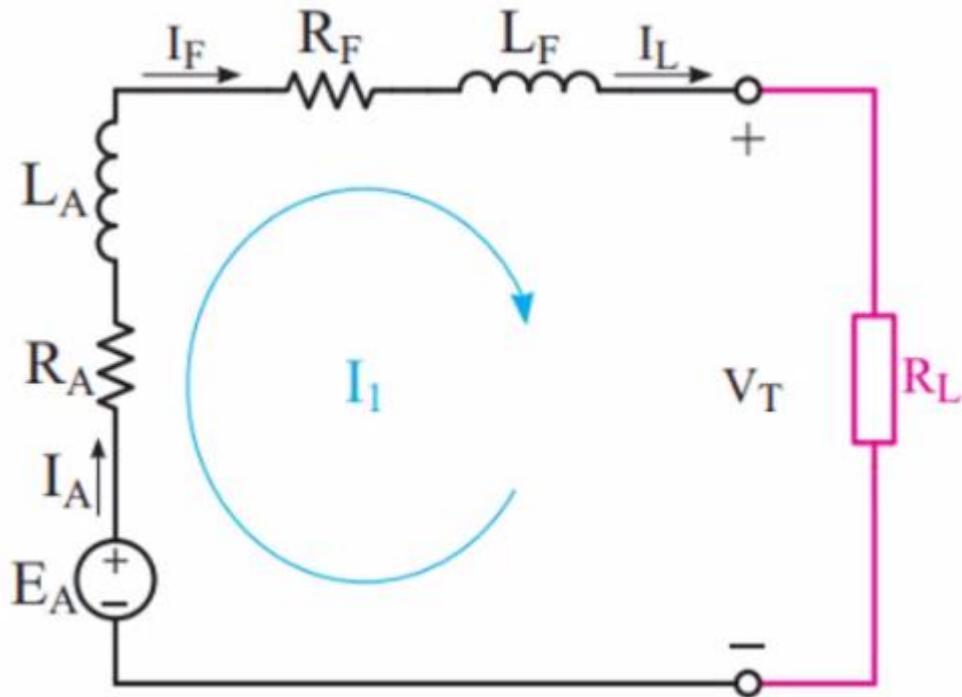
۳ - جهت گردش رتور صحیح نیست.

۴ - سرعت گردش رتور کمتر از سرعت نامی است.



ژنراتور جریان مستقیم - سری

• مدار معادل الکتریکی



$$\begin{cases} I_1 = I_A = I_F = I_L \\ -E_A + R_A I_A + R_F I_F + V_T = 0 \\ V_T = R_L I_L \end{cases}$$

$$P_{out} = V_T I_L = V_T^2 / R_L$$

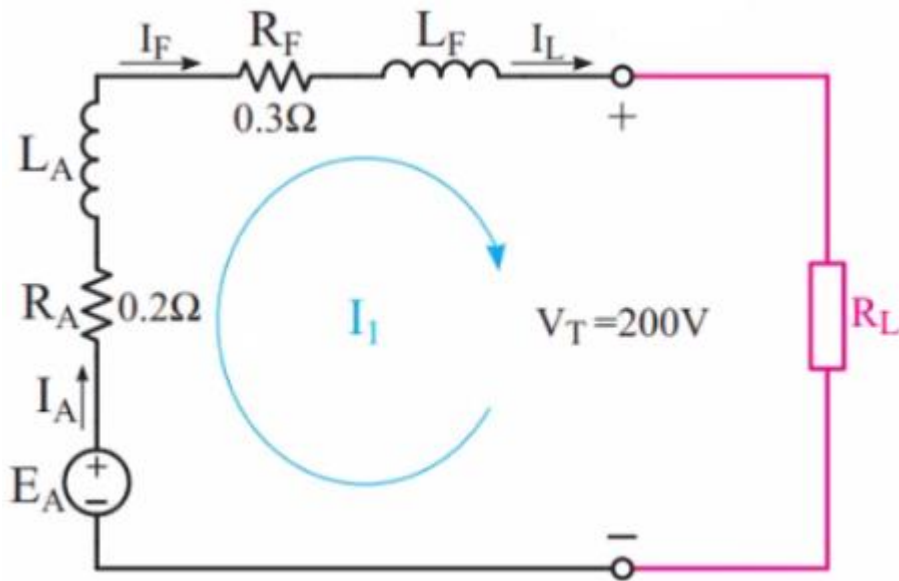
$$P_{cu} = (R_F + R_A) I_A^2$$



مثال



- ژنراتور جریان مستقیم تحریک سری ۱ کیلووات، ۲۰۰ وات با مدار معادل الکتریکی شکل زیر مفروض است. جریان بار و نیروی محرکه القایی آرمیچر را بیابید.



$$P_{out} = V_T I_L \Rightarrow I_L = \frac{1000}{200} = 5A$$

$$E_A = (R_A + R_F) I_A + V_T \\ = 0.5 \times 5 + 200 = 202.5V$$

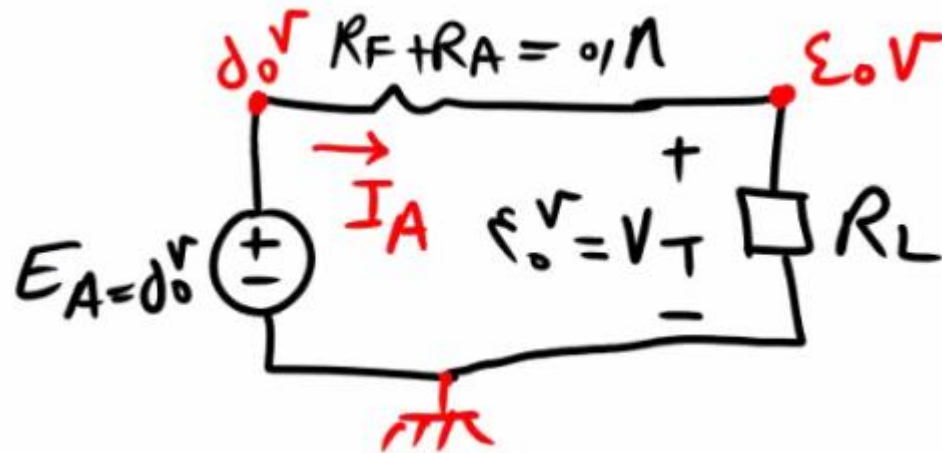
$$P_{cu} = 0.5 \times 5^2 = 1.25W$$



مثال



• ژنراتور جریان مستقیم تحریک سری با نیروی محرکه القایی ۵۰ ولت و ولتاژ ترمینال ۴۰ ولت مفروض است. مجموع مقاومت مدار تحریک و آرمیچر ۰/۸ اهم است. توان خروجی، و بازده را محاسبه کنید. تلفات ثابت برابر ۷۵ وات است.



$$I_A = \frac{50 - 40}{0.8} = 12.5 \text{ A}$$

$$P_{out} = V_T I_A = 40 \times 12.5 = 500 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \Delta P} = \frac{500}{500 + P_{cu} + P_{cu}^{متغیّر}}$$

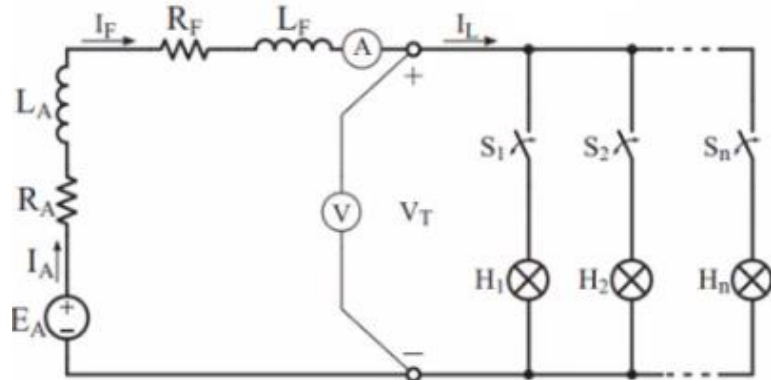
$$= \frac{500}{500 + 75 + 0.8 \times 12.5^2} = 71.43\%$$



ژنراتور جریان مستقیم- سری

- منحنی مشخصه بی باری ژنراتور سری و شنت دقیقاً مانند تحریک مستقل است چرا؟

- منحنی مشخصه بارگذاری با اتصال بارهای مختلف به پایانه ژنراتور سری بدست می آید.



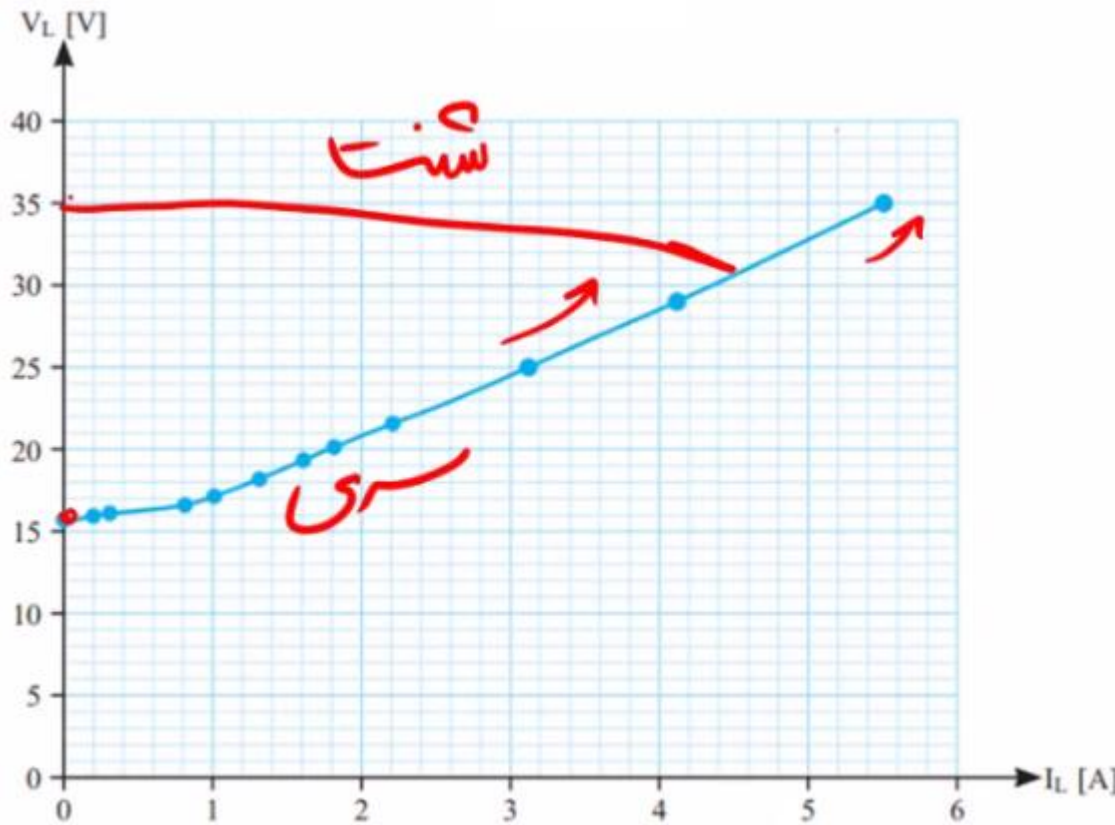
$I_L [A]$	0	0.2	0.3	0.8	1	1/3	1/6	1/8	2/2	3/1	4/1	5/2
$V_T [V]$	15.6	15.6	16	16.5	17.2	18.2	19.3	20.3	21.4	25	29	35



ژنراتور جریان مستقیم - سری



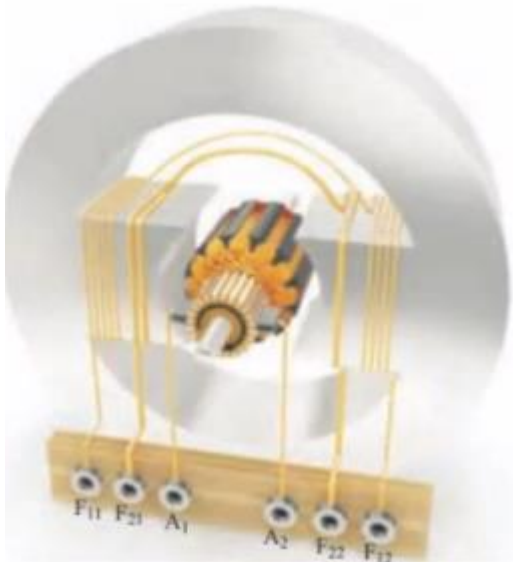
• منحنی مشخصه بار داری





ژنراتور جریان مستقیم-کمپوند

- شامل دو سیم پیچ تحریک **شنت** و **سری** است.
- تعداد دورهای سیم پیچ شنت زیاد و قطر سیم آنها کم است.
- تعداد دورهای سیم پیچ سری کم و قطر سیم آنها زیاد است.

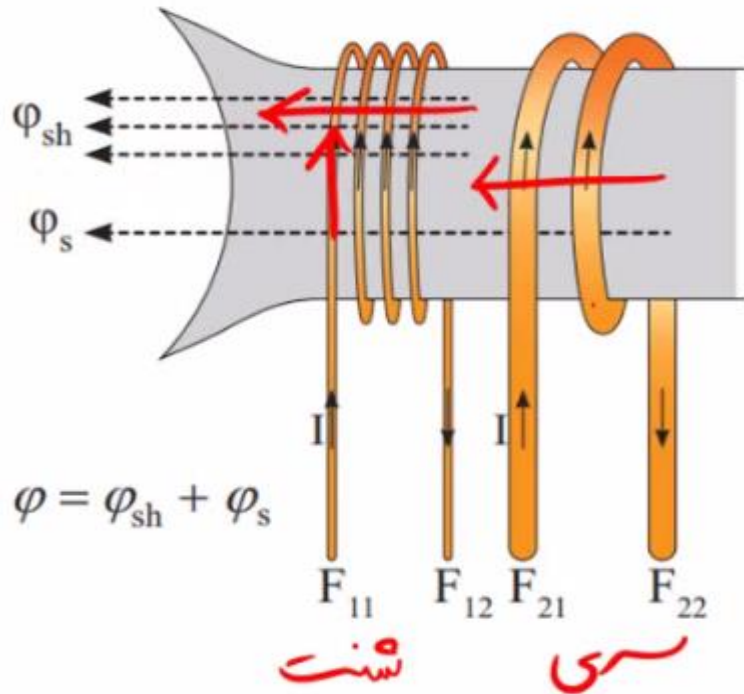




ژنراتور جریان مستقیم-کمپوند اضافی



- اگر اتصال سیم پیچ های تحریک بصورتی باشد که شار آنها هم جهت باشند، کمپوند اضافی تشکیل می شود.

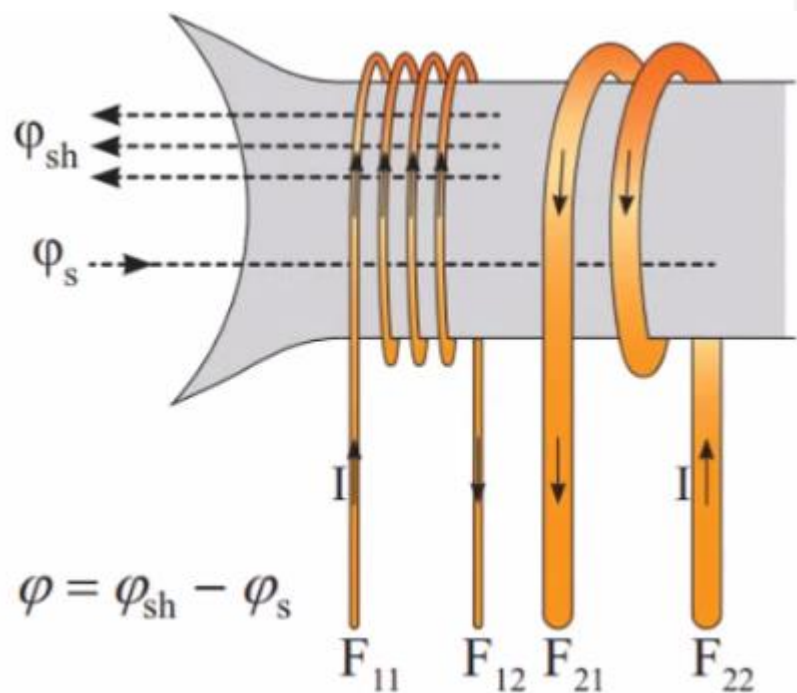




ژنراتور جریان مستقیم- کمپوند نقصانی



- اگر اتصال سیم پیچ های تحریک بصورتی باشد که شار آنها هم جهت نباشند، کمپوند نقصانی تشکیل می شود.

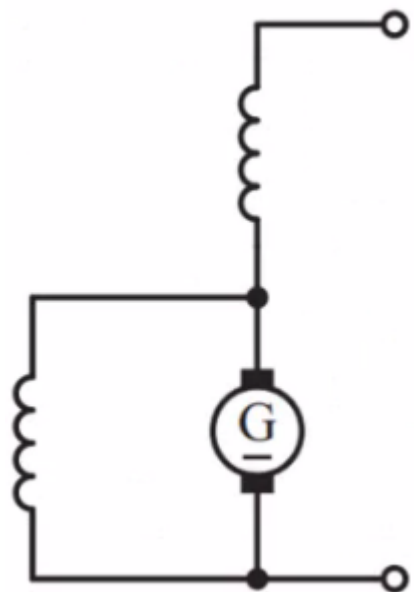


$$\begin{cases} E_A = k \varphi \omega \\ \varphi = \varphi_{sh} \pm \varphi_s \end{cases}$$

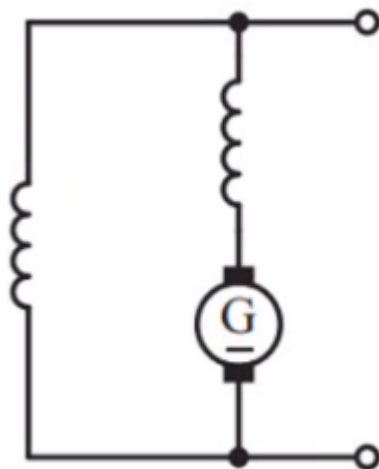


ژنراتور جریان مستقیم – شنت بلند و کوتاه

- اگرسیم پیچ شنت با آرمیچر موازی و سپس با هم سری با سیم پیچ سری شوند، شنت کوتاه ایجاد می شود. اگر سیم پیچ سری با آرمیچر سری و سپس با هم موازی باسیم پیچ شنت شوند، شنت بلند ایجاد می شود.



شنت کوتاه

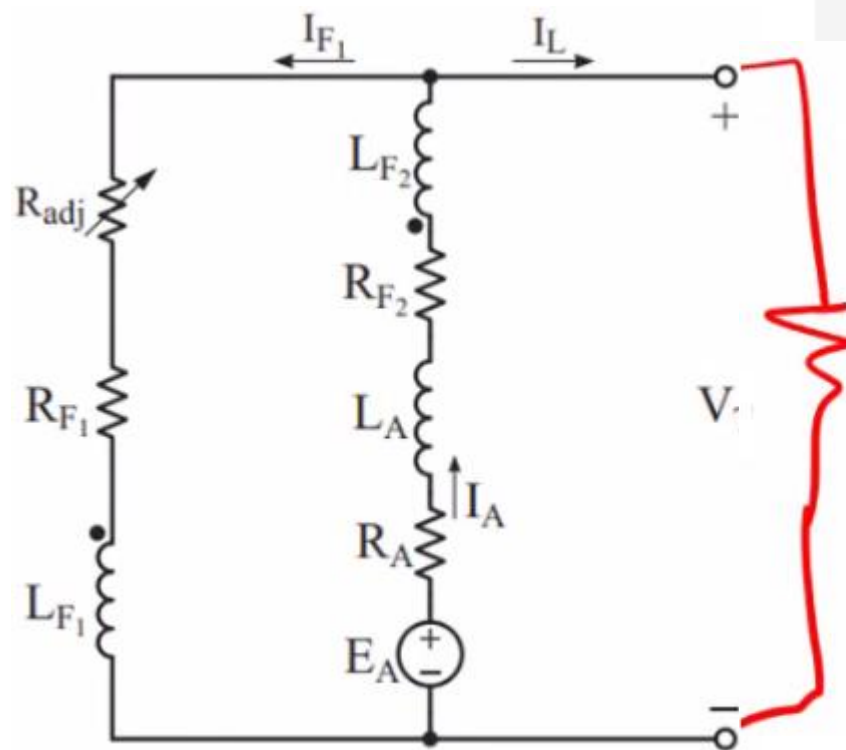


شنت بلند



ژنراتور جریان مستقیم - کمپوند

- مدار معادل الکتریکی شنت بلند
- اضافی و یا نقصانی بودن نوع کمپوند توسط نقطه گذاری سلف ها مشخص می شود.



$$I_{F1} + I_L = I_A$$

$$-E_A + (R_A + R_{F1}) I_A + (R_{F1} + R_{adj}) I_{F1} = 0$$

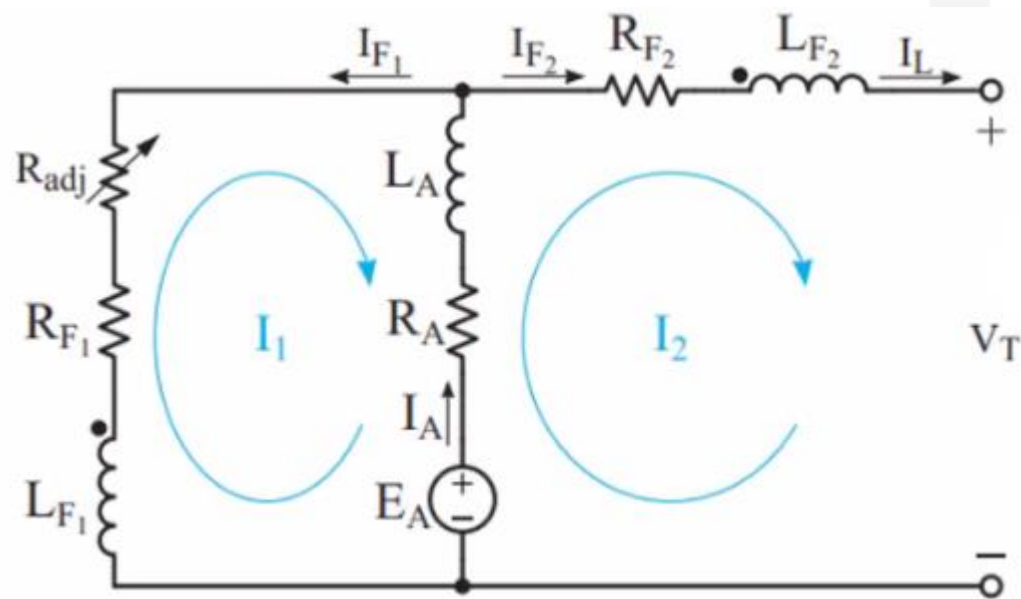
$$-E_A + (R_A + R_{F1}) I_A + V_T = 0$$

$$V_T = I_L R_L$$



ژنراتور جریان مستقیم - کمپوند

- مدار معادل الکتریکی شنت کوتاه
- اضافی و یا نقصانی بودن نوع کمپوند توسط نقطه گذاری سلف ها مشخص می شود.



$$I_A = I_{F1} + I_{F2} \quad (1)$$

$$(R_{F1} + R_{adj}) (-I_{F1}) + R_A (-I_A) + E_A = 0$$

$$(R_{F1} + R_{adj}) I_{F1} + R_A I_A = E_A \quad (2)$$

$$-E_A + R_A I_A + R_{F2} I_{F2} + V_T = 0 \quad (3)$$



مثال

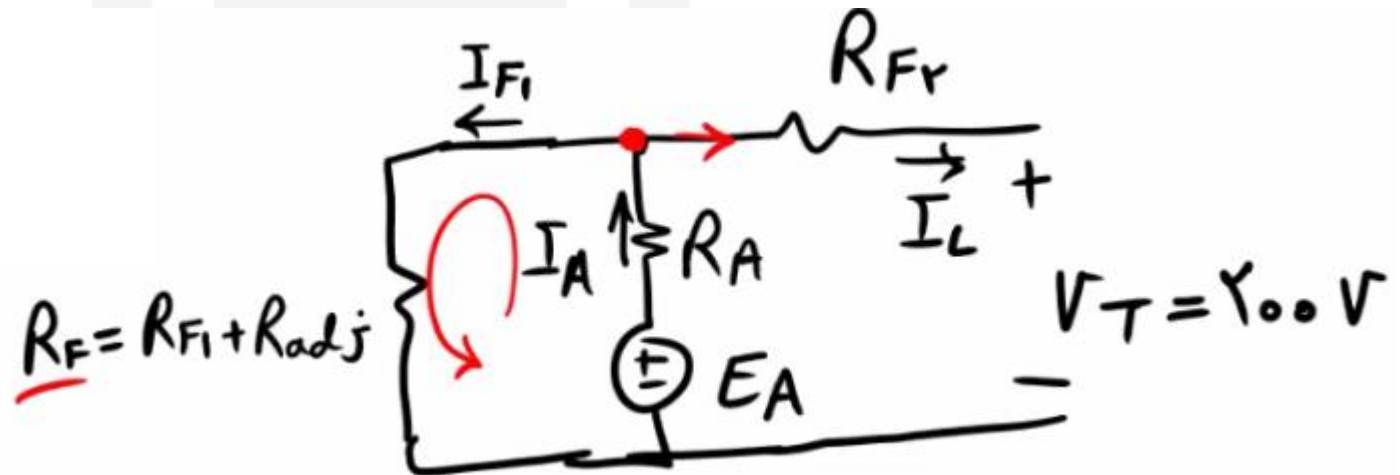


- یک ژنراتور کمپوند اضافی شنت کوتاه ۲۰۰ ولت، ۱۶۰۰ وات با پارامترهای زیر مفروض است. جریان آرمیچر و نیروی محرکه القایی را محاسبه کنید.

$$R_{F_1} + R_{adj} = 108 \Omega$$

$$R_A = 1 \Omega$$

$$R_{F_2} = 2 \Omega$$



$$P_{out} = V_T I_L \Rightarrow I_L = \frac{1600}{200} = 8 A$$



$$I_A = I_{F1} + I \quad (1) \leftarrow$$

$$E_A = R_A I_A + R_F I_{F1} = I_A + 10 \Omega I_{F1} \quad (2) \leftarrow$$

$$E_A = R_A I_A + R_{F2} I_{F2} + V_T = I_A + 14 + 200 \quad (3)$$

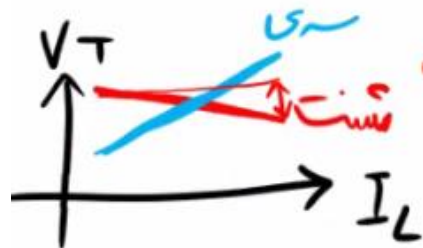
$$\cancel{I_A + 10 \Omega I_{F1}} = \cancel{I_A + 214} \Rightarrow \begin{aligned} I_{F1} &= \frac{214}{10 \Omega} = 21.4 \text{ A} \\ I_A &= 10 \text{ A} \end{aligned}$$

$$E_A = 10 + 10 \Omega \times 2 = 22 \text{ V}$$



ژنراتور جریان مستقیم - کمپوند

• انواع ژنراتور کمپوند:



❖ **زیر کمپوند**: نیرو محرکه القایی ناشی از سیم پیچ سری کمتر از افت ولتاژ آرمیچر در حالت شنت است.

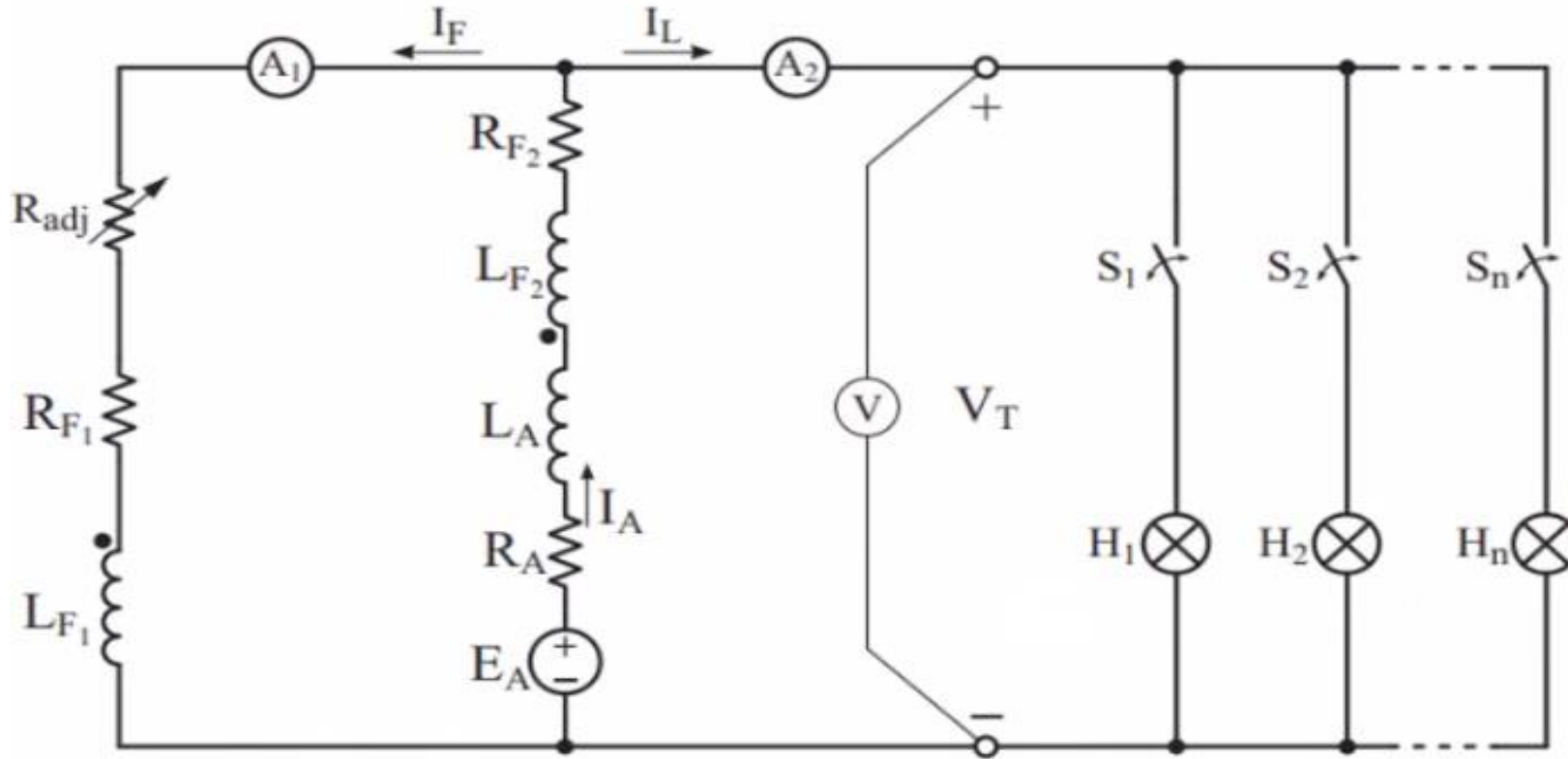
❖ **مسطح**: نیرو محرکه القایی ناشی از سیم پیچ سری برابر افت ولتاژ آرمیچر در حالت شنت است.

❖ **فوق کمپوند**: نیرو محرکه القایی ناشی از سیم پیچ سری بیشتر از افت ولتاژ آرمیچر در حالت شنت است.



ژنراتور جریان مستقیم - کمپوند

• منحنی مشخصه بارداری ژنراتور کمپوند اضافی

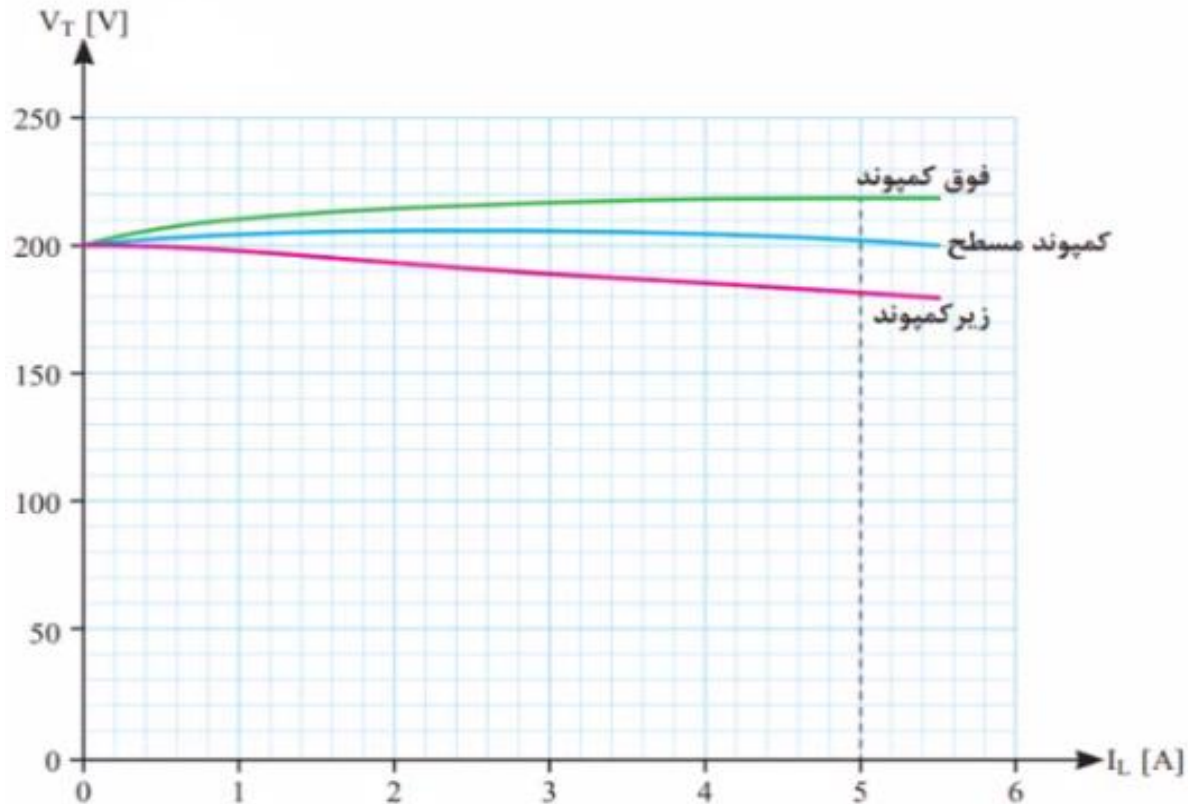




ژنراتور جریان مستقیم - کمپوند



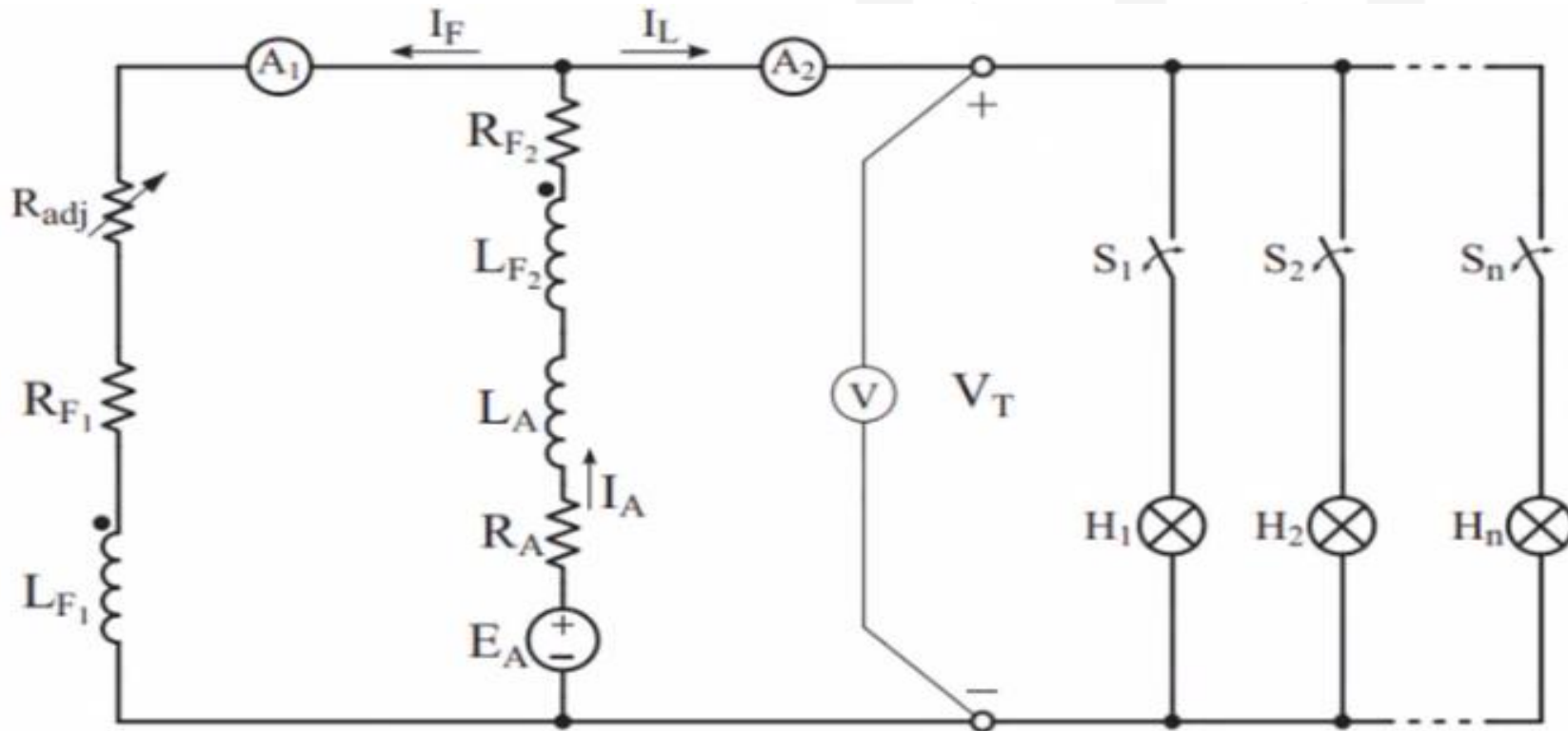
- منحنی مشخصه بارداری ژنراتور کمپوند اضافی





ژنراتور جریان مستقیم - کمپوند

• منحنی مشخصه بارگذاری ژنراتور کمپوند نقصانی



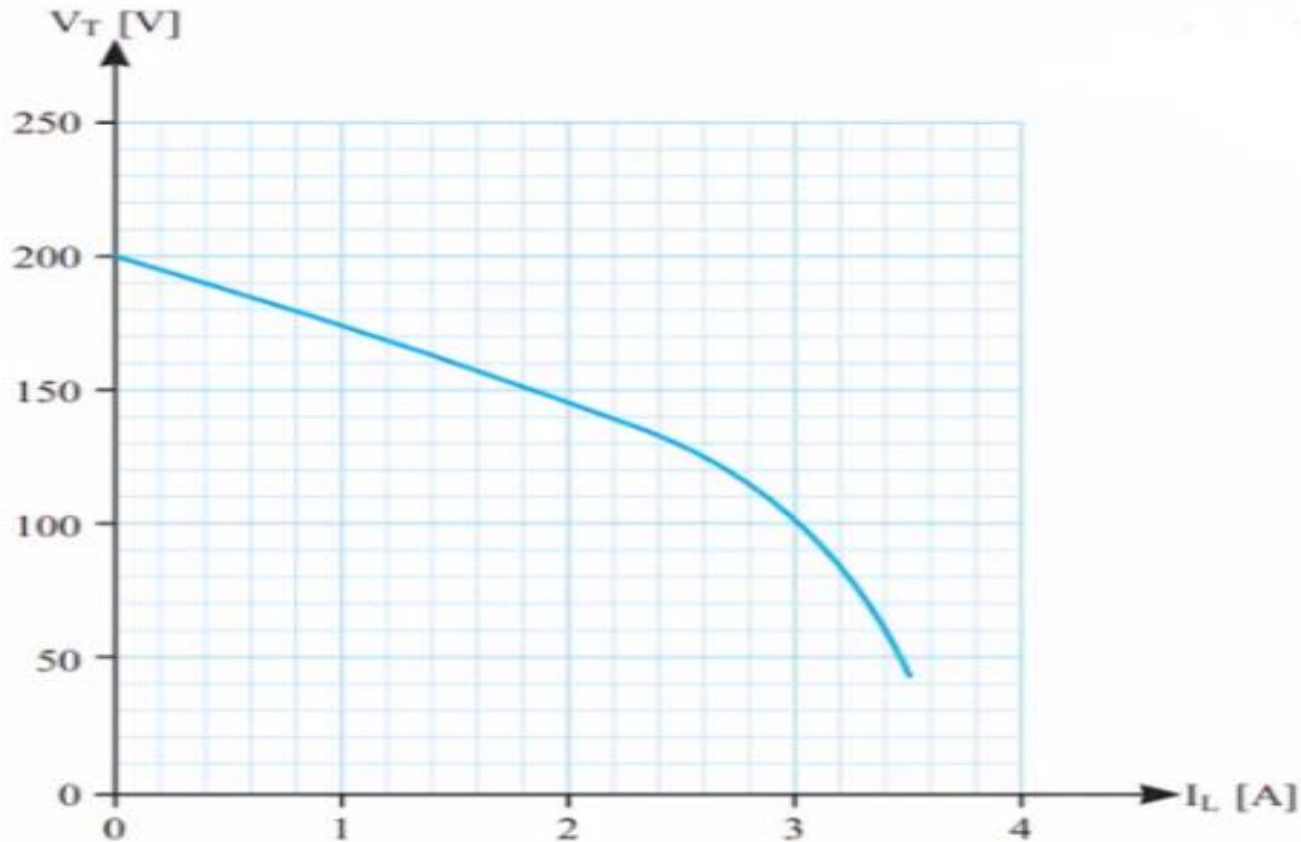


وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت

ژنراتور جریان مستقیم - کمپوند



- منحنی مشخصه بارگذاری ژنراتور کمپوند نقصانی





تنظیم ولتاژ ژنراتورها جریان مستقیم

- تنظیم با تغییر سرعت روتور
- تنظیم با تغییر جریان تحریک

