جلسه پنجم آز مایشگاه ماشین ۱:

موتورهای DC

https://vc6.semnan.ac.ir/p21tfb9wc2rl/

انواع موتورهای DC

۱-موتور تحریک مستقل

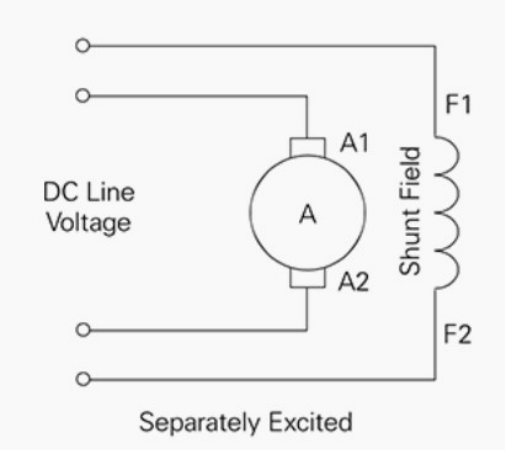
الف) تحریک نوع شنت (موازی)

۲-موتور تحریک خودی ← ب) تحریک نوع سری

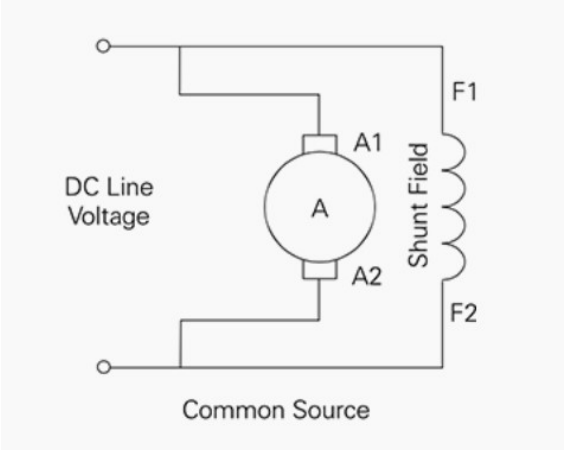
ج) تحریک کمپوند

آزمایش شماره ۴:

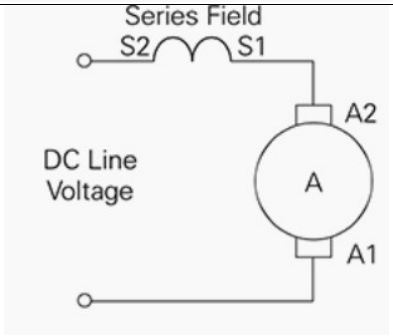
بررسی مشخصات انواع موتور های DC



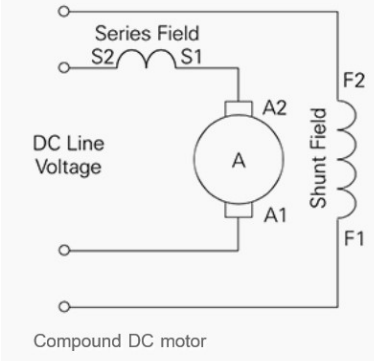
Separately Excited



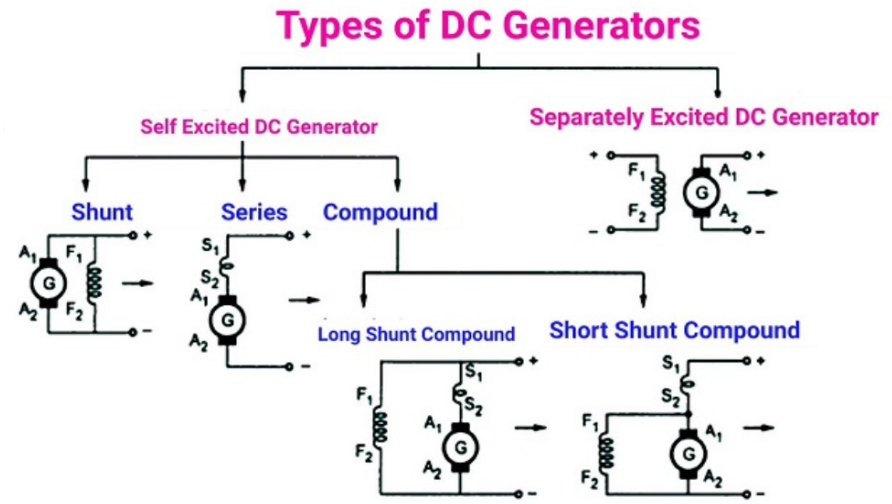
Common Source



Series Motor



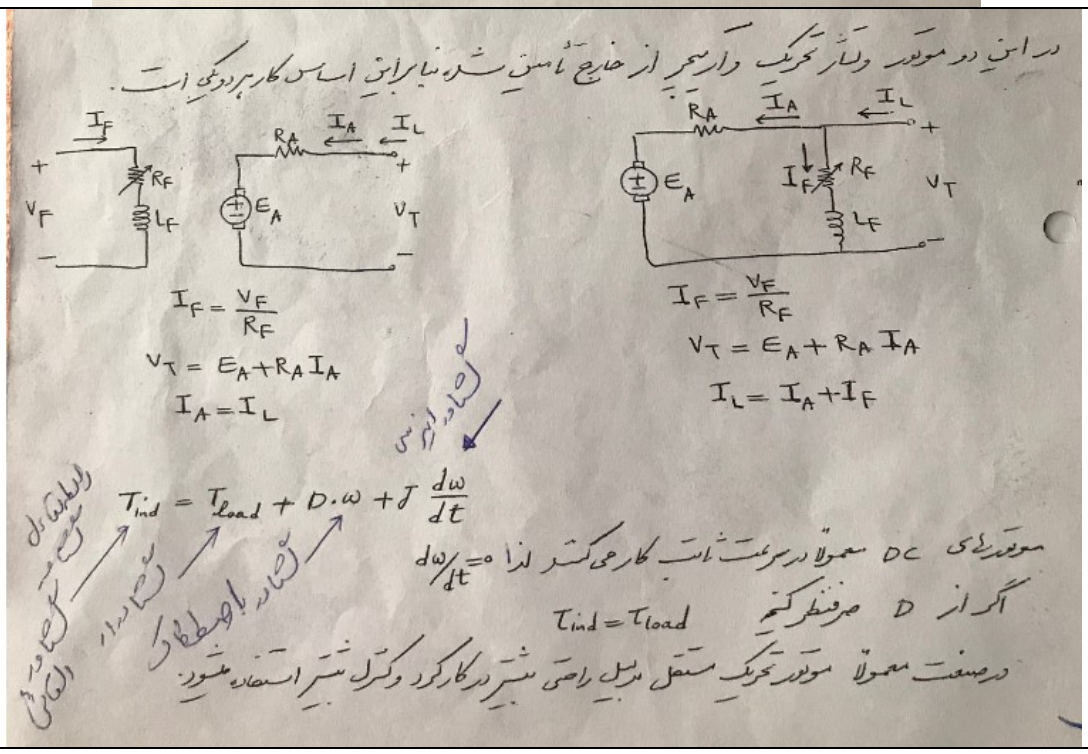
Compound DC motor

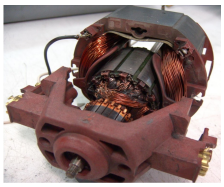


موتور DC نوع تحریک مستقل

تنظیم سرعت در موتورها ی DC

$$SR = \frac{\omega_{nl} - \omega_{fl}}{\omega_{fl}} \times 100\% = \frac{n_{nl} - n_{fl}}{n_{fl}} \times 100\% \qquad \omega = \frac{2\pi}{60} n$$





$$\begin{cases} V_T = E_A + R_A I_A \\ E_A = K\phi\omega \end{cases} \rightarrow V_T = K\phi\omega + R_A I_A \quad T_{ind} = K\phi I_A \rightarrow V_T = K\phi\omega + R_A \frac{T_{ind}}{K\phi}$$

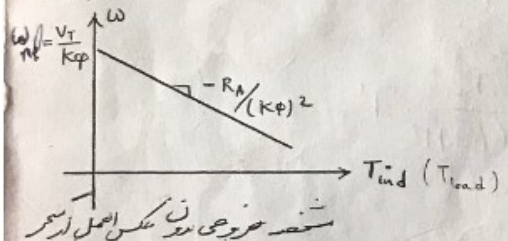
مشخصه خروجی موتور یا مشخصه گشتاور-سرعت است:

$$\rightarrow \omega = \frac{V_T}{K\phi} - R_A \frac{T_{ind}}{(K\phi)^2}$$

با کاهش سرعت گشتاور افزایش می‌یابد.

با کاهش T_{load} سرعت افزایش می‌یابد.

در شرایط پایدار: $T_{ind} = T_{load}$



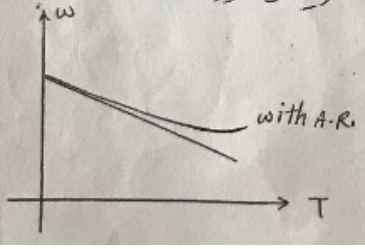
مشخصه خروجی بدون عکس العمل آرمیچر

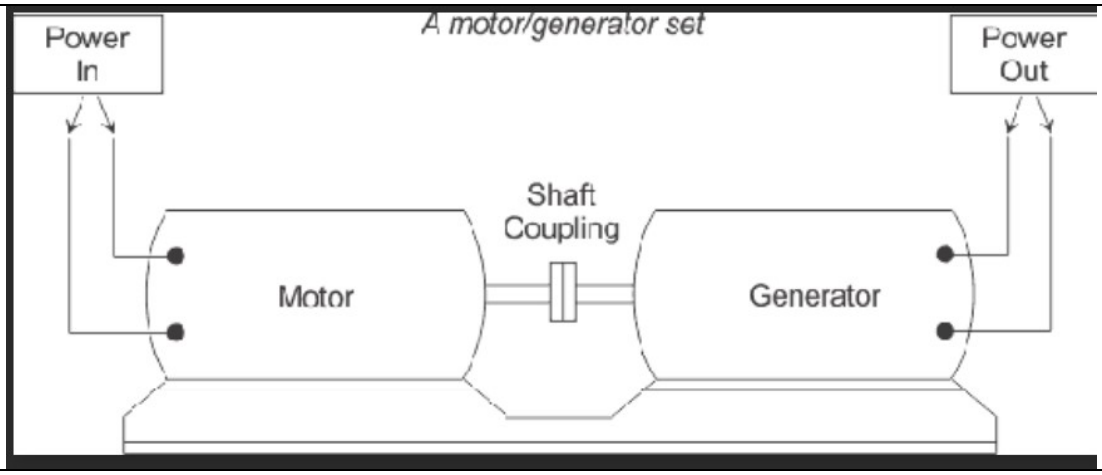
R_A مقدار کوچکی است. بگونه‌ای که در عمل تأثیر $R_A \frac{T_{load}}{(K\phi)^2}$ خیلی بیشتر از $\frac{V_T}{K\phi}$ است.

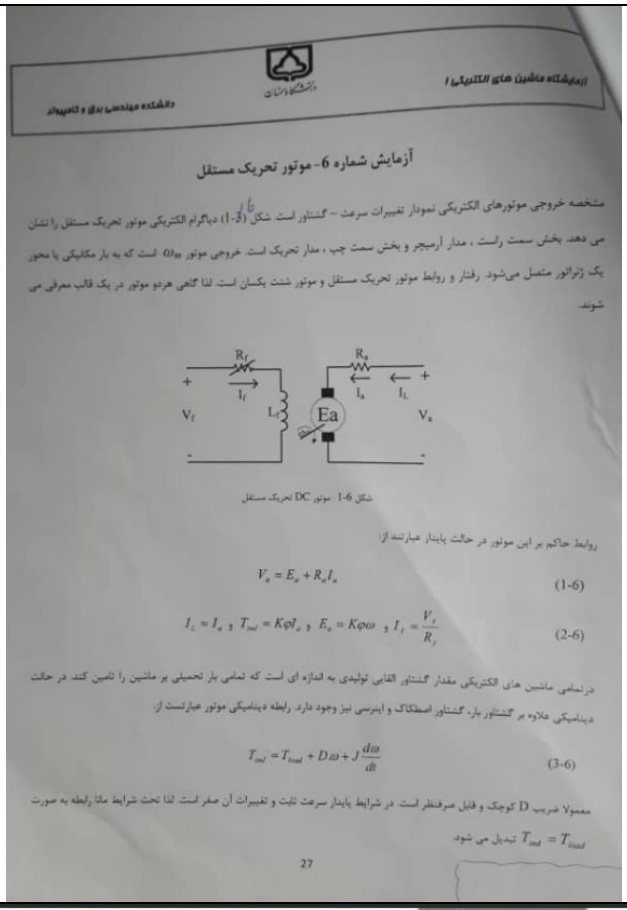
لذا سرعت با کاهش ϕ زیاد می‌شود.

نتیجه:

اگر موتور دارای سیم‌پیچ جبران کننده نباشد با افزایش بار (T_{load}) جریان آرمیچر (I_A) زیاد می‌شود و افزایش عکس العمل آرمیچر شار را کم می‌کند. با کاهش شار سرعت زیاد می‌شود. لذا منحنی خروجی به صورت زیر در می‌آید:







آزمایشگاه ماشین های الکتریکی ۱

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

آزمایش شماره 6- موتور تحریک مستقل

مشخصه خروجی موتورهای الکتریکی نمودار تغییرات سرعت – گشتاور است. شکل (3-1) دیاگرام الکتریکی موتور تحریک مستقل را نشان می دهد. بخش سمت راست ، مدار آرمیچر و بخش سمت چپ ، مدار تحریک است. خروجی موتور ω_m است که به بار مکانیکی یا محور یک ژنراتور متصل می‌شود. رفتار و روابط موتور تحریک مستقل و موتور شنت یکسان است لذا گاهی هردو موتور در یک قالب معرفی می شوند.

شکل 6-1 موتور DC تحریک مستقل

روابط حاکم بر این موتور در حالت پایدار عبارتند از:

$$V_a = E_a + R_a I_a \qquad (1\text{-}6)$$

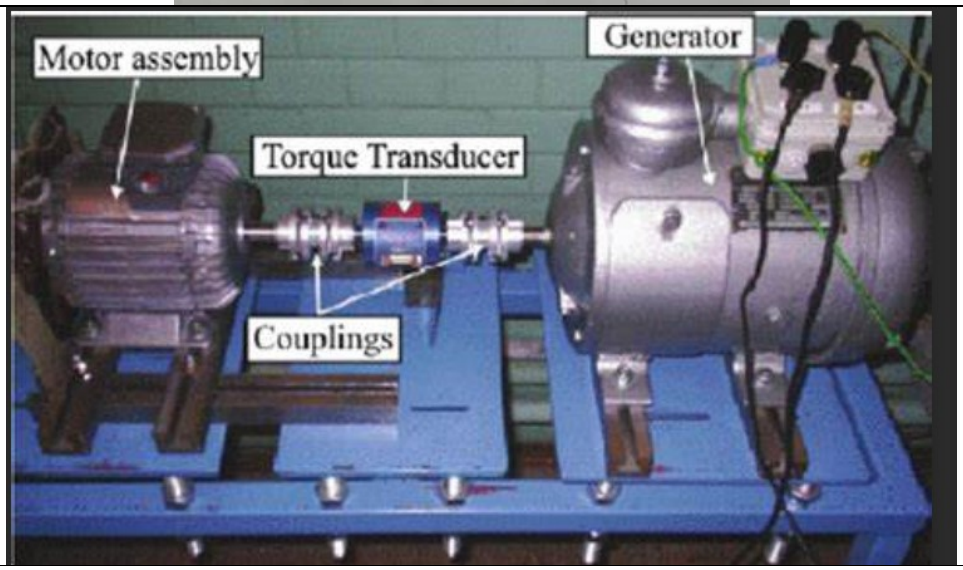
$$I_L = I_a \;,\; T_{ind} = K\varphi I_a \;,\; E_a = K\varphi\omega \;,\; I_f = \frac{V_f}{R_f} \qquad (2\text{-}6)$$

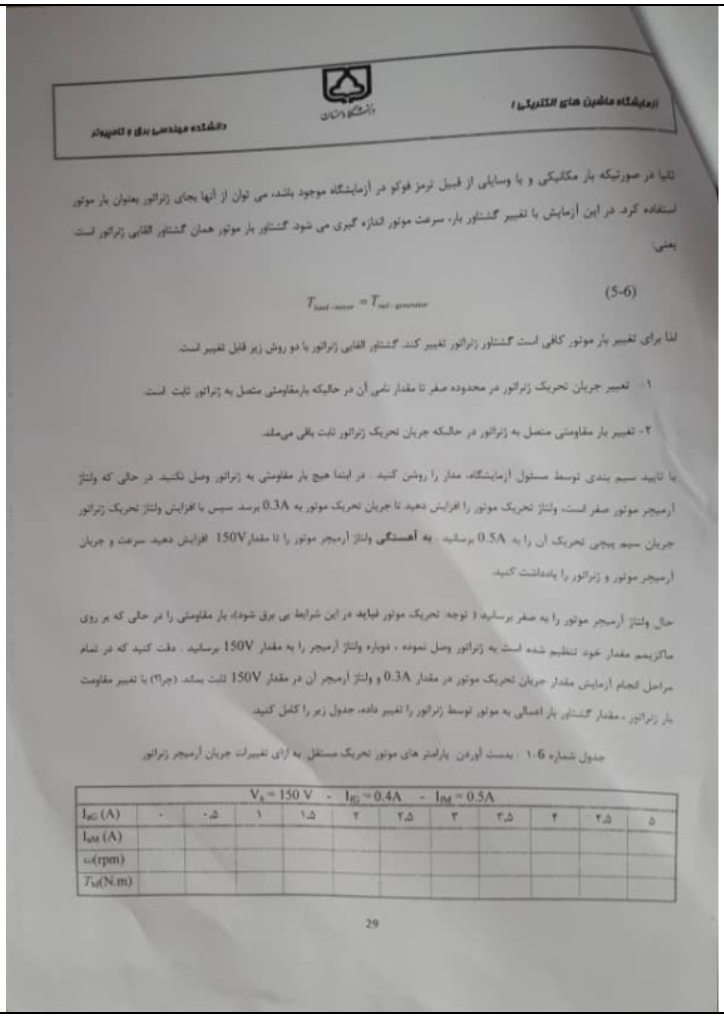
درتمامی ماشین های الکتریکی مقدار گشتاور القایی تولیدی به اندازه ای است که تمامی بار تحمیلی بر ماشین را تامین کند. در حالت دینامیکی علاوه بر گشتاور بار، گشتاور اصطکاک و اینرسی نیز وجود دارد. رابطه دینامیکی موتور عبارتست از:

$$T_{ind} = T_{load} + D\omega + J\frac{d\omega}{dt} \qquad (3\text{-}6)$$

معمولا ضریب D کوچک و قابل صرفنظر است. در شرایط پایدار سرعت ثابت و تغییرات آن صفر است. لذا تحت شرایط ماندا رابطه به صورت $T_{ind} = T_{load}$ تبدیل می شود.

27





آزمایشگاه ماشین های الکتریکی ۱

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

ثانیا در صورتیکه بار مکانیکی و یا وسایلی از قبیل ترمز فوکو در آزمایشگاه موجود باشد، می توان از آنها بجای ژنراتور بعنوان بار موتور استفاده کرد. در این آزمایش با تغییر گشتاور بار، سرعت موتور اندازه گیری می شود. گشتاور بار موتور همان گشتاور القایی ژنراتور است. یعنی:

$$T_{load\ motor} = T_{ind.\ generator} \qquad (5\text{-}6)$$

لذا برای تغییر بار موتور کافی است گشتاور ژنراتور تغییر کند. گشتاور القایی ژنراتور با دو روش زیر قابل تغییر است.

۱- تغییر جریان تحریک ژنراتور در محدوده صفر تا مقدار نامی آن در حالیکه بارمقاومتی متصل به ژنراتور ثابت است.

۲- تغییر بار مقاومتی متصل به ژنراتور در حالیکه جریان تحریک ژنراتور ثابت باقی می‌ماند.

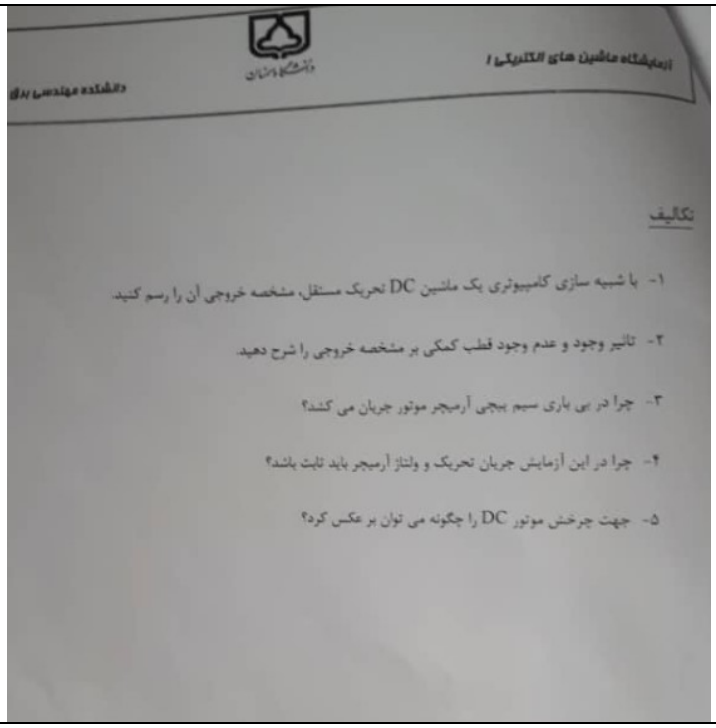
با تایید سیم بندی توسط مسئول آزمایشگاه، مدار را روشن کنید . در ابتدا هیچ بار مقاومتی به ژنراتور وصل نکنید. در حالی که ولتاژ آرمیچر موتور صفر است، ولتاژ تحریک موتور را افزایش دهید تا جریان تحریک موتور به 0.3A برسد. سپس با افزایش ولتاژ تحریک ژنراتور جریان سیم پیچی تحریک آن را به 0.5A برسانید . **به آهستگی** ولتاژ آرمیچر موتور را تا مقدار150V افزایش دهید. سرعت و جریان آرمیچر موتور و ژنراتور را یادداشت کنید.

حال ولتاژ آرمیچر موتور را به صفر برسانید (توجه: تحریک موتور **نباید** در این شرایط بی برق شود)، بار مقاومتی را در حالی که بر روی ماکزیمم مقدار خود تنظیم شده است به ژنراتور وصل نموده ، دوباره ولتاژ آرمیچر را به مقدار 150V برسانید . دقت کنید که در تمام مراحل انجام آزمایش مقدار جریان تحریک موتور در مقدار 0.3A و ولتاژ آرمیچر آن در مقدار 150V ثابت بماند. (چرا؟) با تغییر مقاومت بار ژنراتور ، مقدار گشتاور بار اعمالی به موتور توسط ژنراتور را تغییر داده، جدول زیر را کامل کنید.

جدول شماره 1-6 : بدست آوردن پارامتر های موتور تحریک مستقل به ازای تغییرات جریان آرمیچر ژنراتور

V_a = 150 V - I_{f1} = 0.4A - I_{f2} = 0.5A											
I_{a1} (A)	۰	۰.۵	۱	۱.۵	۲	۲.۵	۳	۳.۵	۴	۴.۵	۵
I_{a2} (A)											
ω(rpm)											
T_{ind}(N.m)											

29



آزمایشگاه ماشین های الکتریکی ۱

دانشکده مهندسی برق

تکالیف

۱- با شبیه سازی کامپیوتری یک ماشین DC تحریک مستقل، مشخصه خروجی آن را رسم کنید.

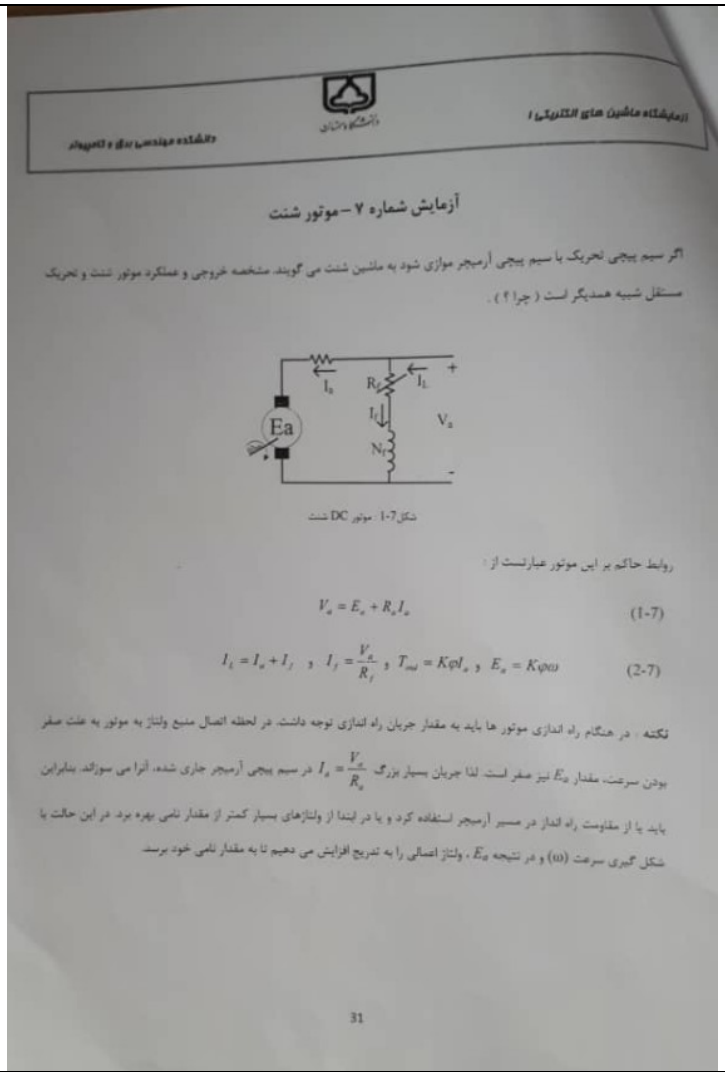
۲- تاثیر وجود و عدم وجود قطب کمکی بر مشخصه خروجی را شرح دهید.

۳- چرا در پی باری سیم پیچی آرمیچر موتور جریان می کشد؟

۴- چرا در این آزمایش جریان تحریک و ولتاژ آرمیچر باید ثابت باشد؟

۵- جهت چرخش موتور DC را چگونه می توان بر عکس کرد؟

موتور DC شنت



آزمایشگاه ماشین های الکتریکی ۱

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

آزمایش شماره ۷ – موتور شنت

اگر سیم پیچی تحریک با سیم پیچی آرمیچر موازی شود به ماشین شنت می گویند. مشخصه خروجی و عملکرد موتور شنت و تحریک مستقل شبیه همدیگر است (چرا ؟).

شکل 7-1 موتور DC شنت

روابط حاکم بر این موتور عبارتست از :

$$V_t = E_a + R_a I_a \qquad (1\text{-}7)$$

$$I_L = I_a + I_f \quad , \quad I_f = \frac{V_t}{R_f} \quad , \quad T_{ind} = K\phi I_a \quad , \quad E_a = K\phi\omega \qquad (2\text{-}7)$$

نکته : در هنگام راه اندازی موتور ها باید به مقدار جریان راه اندازی توجه داشت. در لحظه اتصال منبع ولتاژ به موتور به علت صفر بودن سرعت، مقدار E_a نیز صفر است. لذا جریان بسیار بزرگ $I_a = \frac{V_t}{R_a}$ در سیم پیچی آرمیچر جاری شده، آنرا می سوزاند. بنابراین باید یا از مقاومت راه انداز در مسیر آرمیچر استفاده کرد و یا در ابتدا از ولتاژهای بسیار کمتر از مقدار نامی بهره برد. در این حالت با شکل گیری سرعت (ω) و در نتیجه E_a ، ولتاژ اعمالی را به تدریج افزایش می دهیم تا به مقدار نامی خود برسد.

31

آزمایشگاه ماشین های الکتریکی ۱

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

شرح آزمایش

۱- آزمایش بی باری

اتصالات موتور شنت و منبع تغذیه را ببندید. در هریک از سیم پیچی های آرمیچر و تحریک شنت یک آمپرمتر سری و با ترمینال های موتور یک ولتمتر موازی کنید. هیچ بار و یا رئوستایی را به موتور وصل نکنید. ولتاژ منبع ورودی را از صفر و مطابق جدول زیر افزایش دادهد. جدول را کامل کنید.

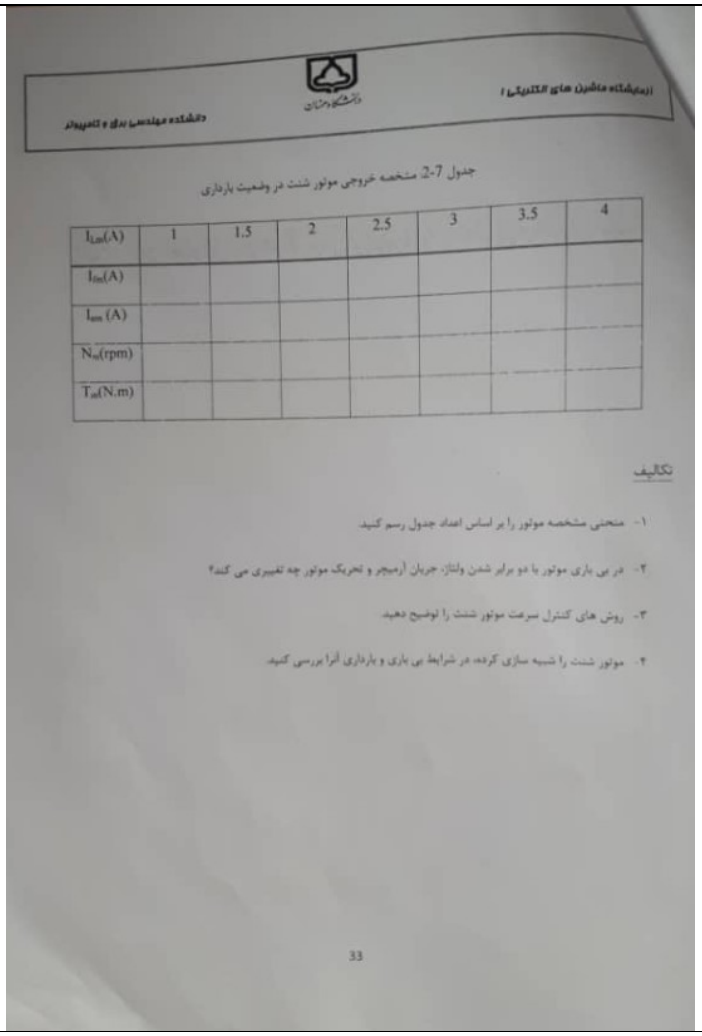
جدول 7-1 مشخصه خروجی موتور شنت در وضعیت بی باری

V_a(V)	0	30	60	90	120	150	180	210
I_f(A)								
I_a(A)								
I(A)								
T_{sh}(N.m)								

۲- آزمایش بارداری

یک رئوستا با مقاومت متغیر متصل به ترمینال آن را سیم بندی کنید. این رئوستا (که با موتور کویل مکانیکی دارد) و مقاومت های متغیر، مجموعه بار موتور را شکل می دهد. ولتاژ اعمالی به ترمینال موتور را در 180V تنظیم و آنرا در طول آزمایش ثابت نگاه دارید. با تغییر مقاومت متغیر متصل به رئوستا گشتاور بار موتور را تغییر دادهد. جدول زیر را کامل کنید.

32



آزمایشگاه ماشین های الکتریکی ۱

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

جدول 2-7 مشخصه خروجی موتور شنت در وضعیت بارداری

I_{sh}(A)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
I_{in}(A)							
I_{am} (A)							
N_m(rpm)							
T_{sh}(N.m)							

تکالیف

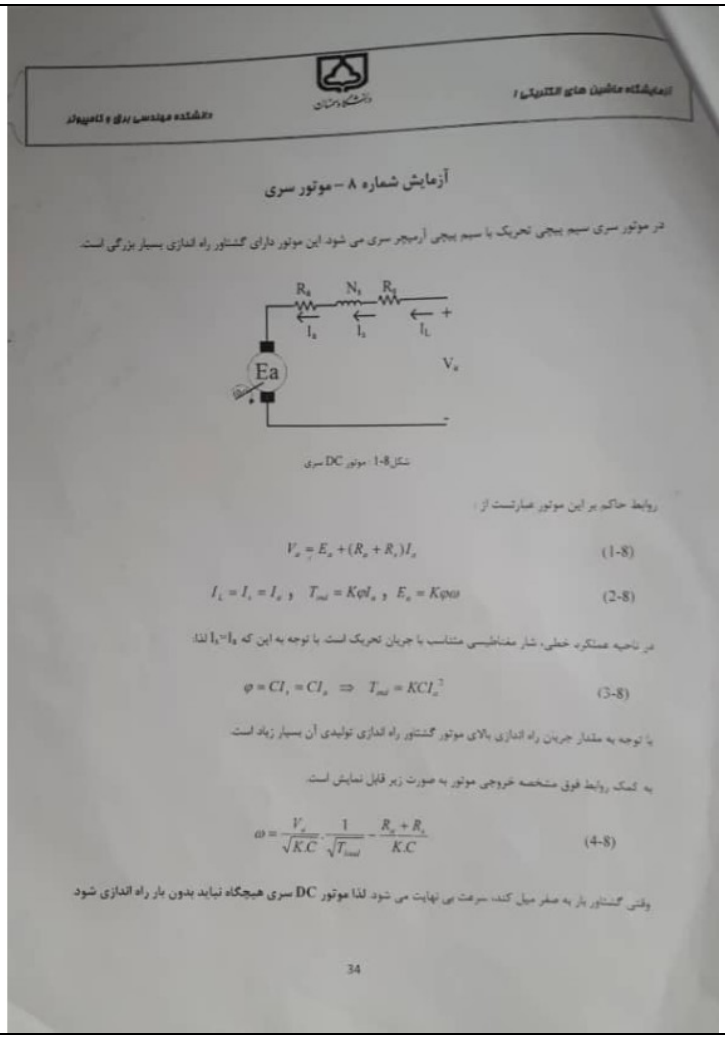
۱- منحنی مشخصه موتور را بر اساس اعداد جدول رسم کنید.

۲- در پی باری موتور با دو برابر شدن ولتاژ جریان آرمیچر و تحریک موتور چه تغییری می کند؟

۳- روش های کنترل سرعت موتور شنت را توضیح دهید.

۴- موتور شنت را شبیه سازی کرده در شرایط بی باری و بارداری آنرا بررسی کنید.

33



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر — دانشگاه ... — آزمایشگاه ماشین های الکتریکی ۱

آزمایش شماره ۸ – موتور سری

در موتور سری سیم پیچی تحریک با سیم پیچی آرمیچر سری می شود این موتور دارای گشتاور راه اندازی بسیار بزرگی است.

شکل 8-1 موتور DC سری

روابط حاکم بر این موتور عبارتست از :

$$V_a = E_a + (R_a + R_s)I_a \qquad (1\text{-}8)$$

$$I_L = I_s = I_a \;,\quad T_{ind} = K\varphi I_a \;,\quad E_a = K\varphi\omega \qquad (2\text{-}8)$$

در ناحیه عملکرد خطی، شار مغناطیسی متناسب با جریان تحریک است با توجه به این که $I_s=I_a$ لذا

$$\varphi = CI_s = CI_a \;\Rightarrow\; T_{ind} = KCI_a^2 \qquad (3\text{-}8)$$

با توجه به مقدار جریان راه اندازی بالای موتور گشتاور راه اندازی تولیدی آن بسیار زیاد است.

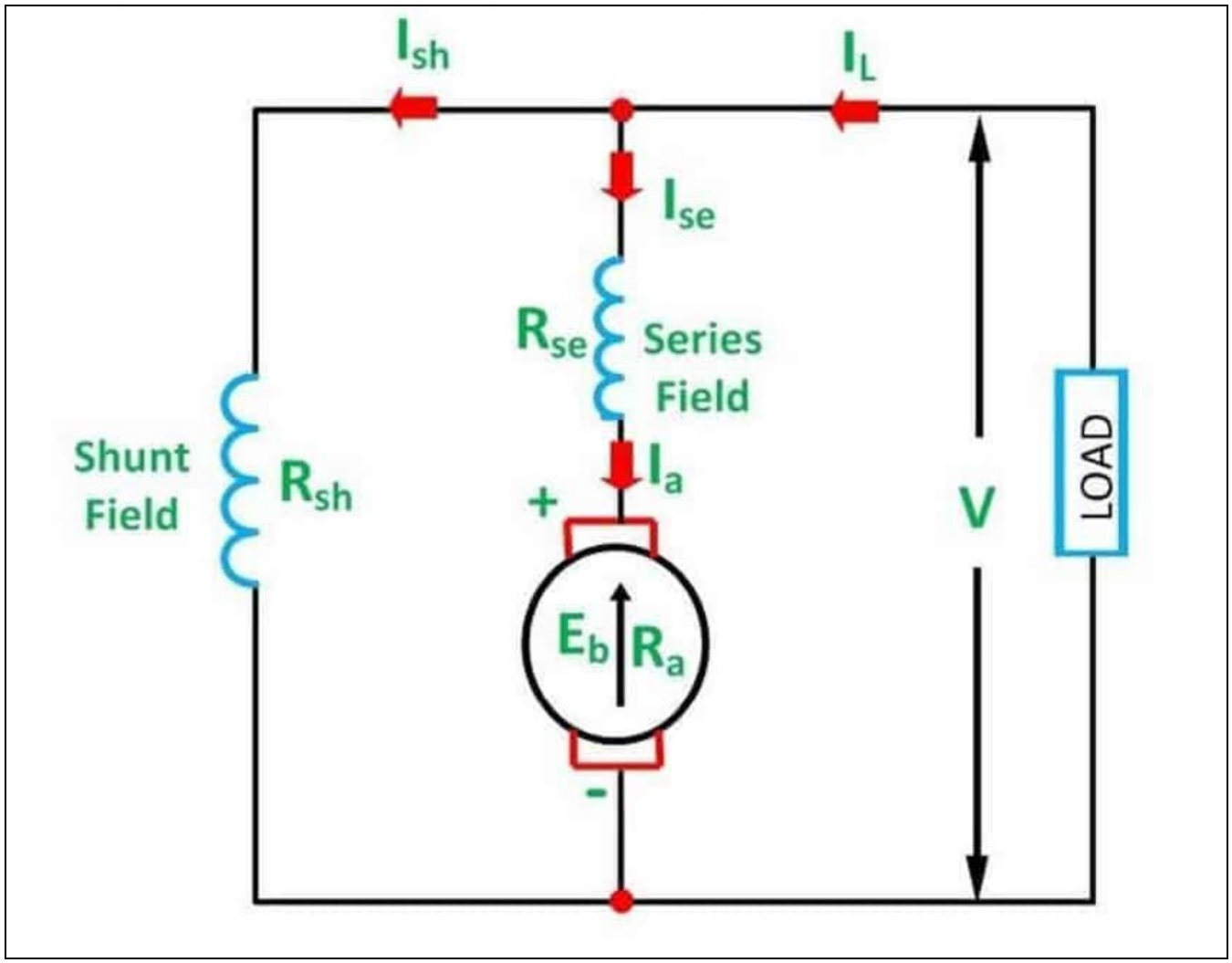
به کمک روابط فوق مشخصه خروجی موتور به صورت زیر قابل نمایش است.

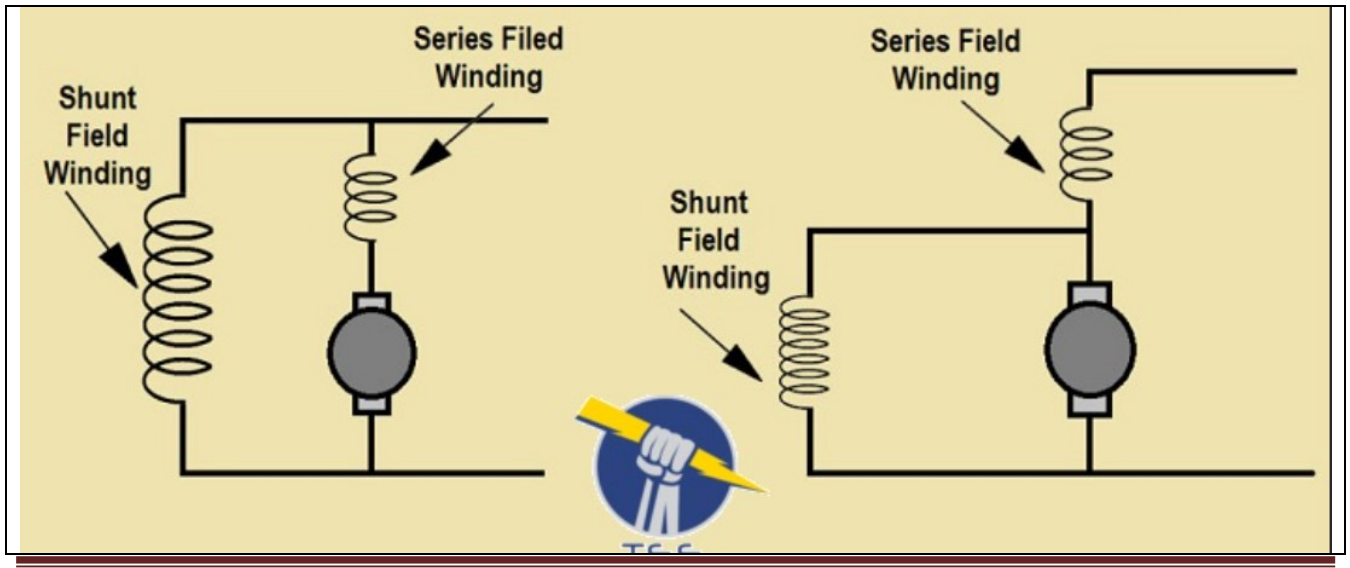
$$\omega = \frac{V_a}{\sqrt{K.C}}\cdot\frac{1}{\sqrt{T_{ind}}} - \frac{R_a + R_s}{K.C} \qquad (4\text{-}8)$$

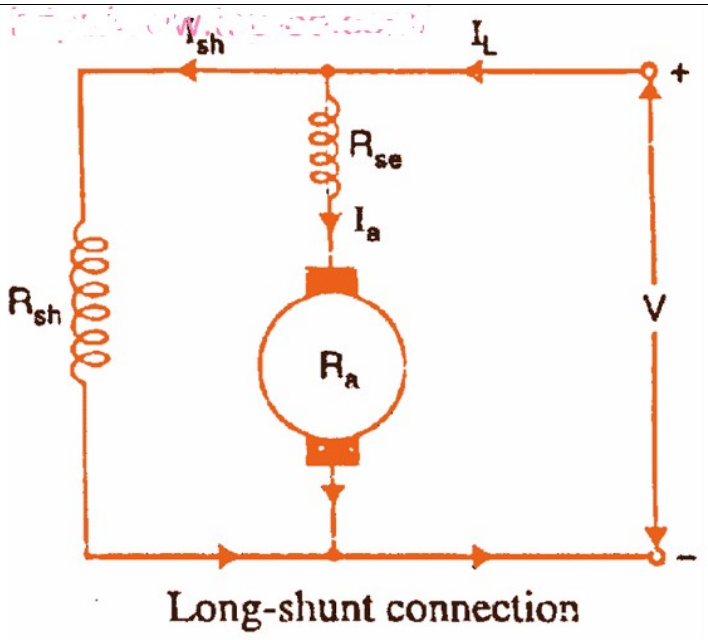
وقتی گشتاور بار به صفر میل کند، سرعت بی نهایت می شود. **لذا موتور DC سری هیچگاه نباید بدون بار راه اندازی شود**

34

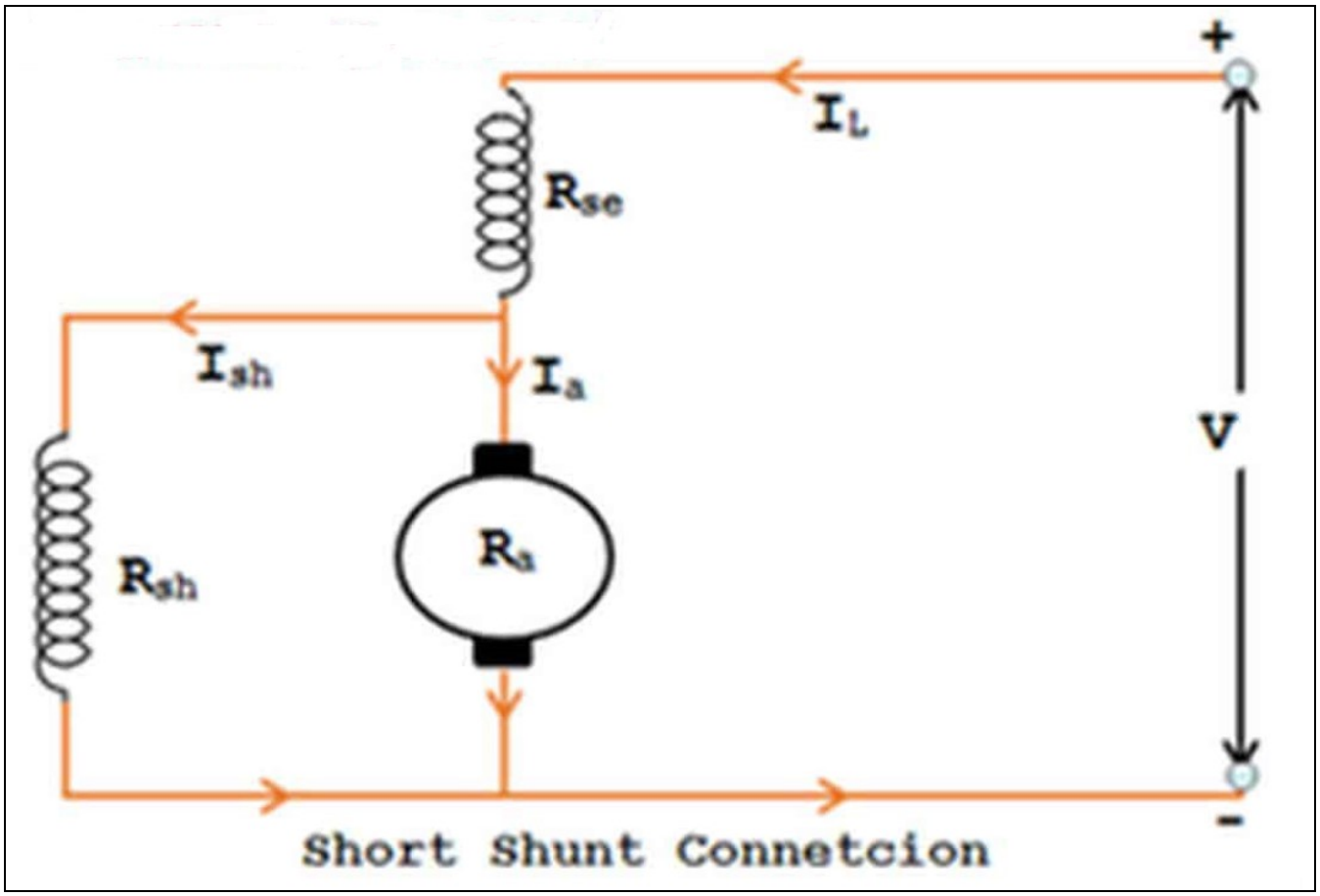
موتور DC کمپوند

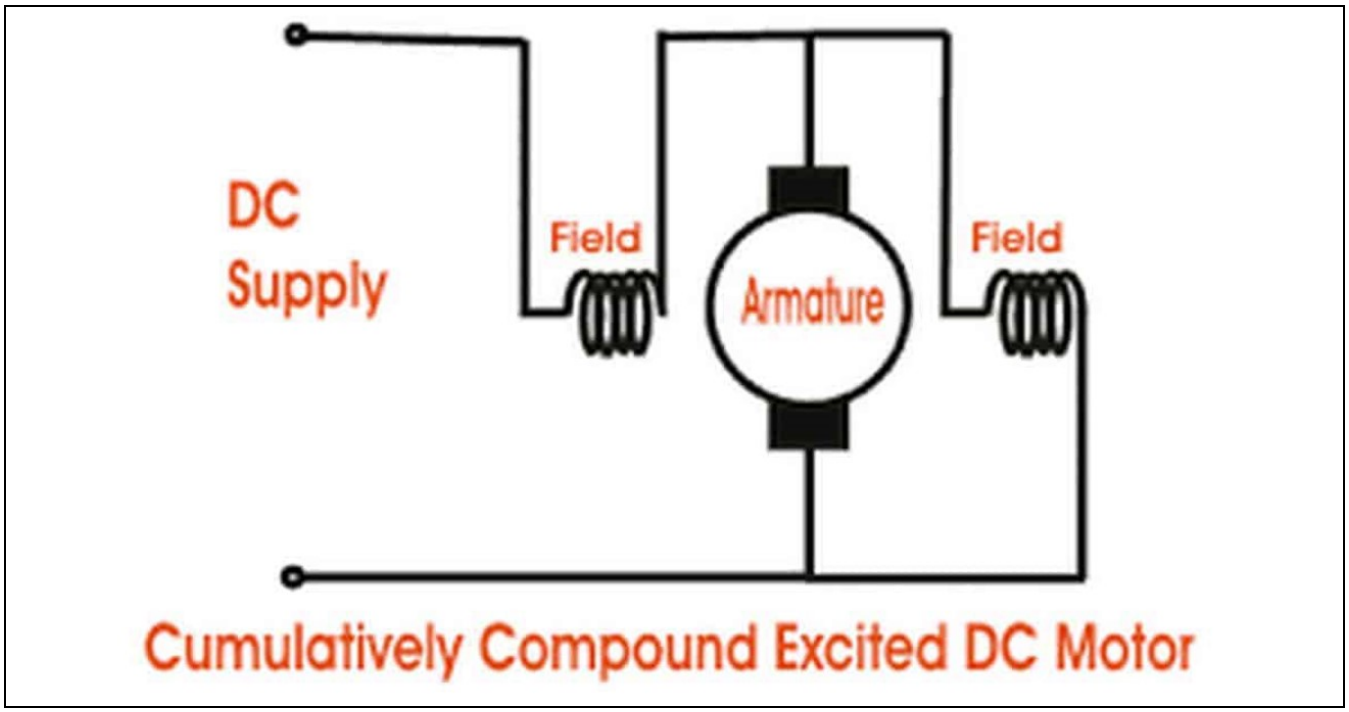

I_{sh}
I_L
I_{se}
R_{se}
Series
Field
Shunt
Field
R_{sh}
I_a
+
V
LOAD
E_b
R_a
-

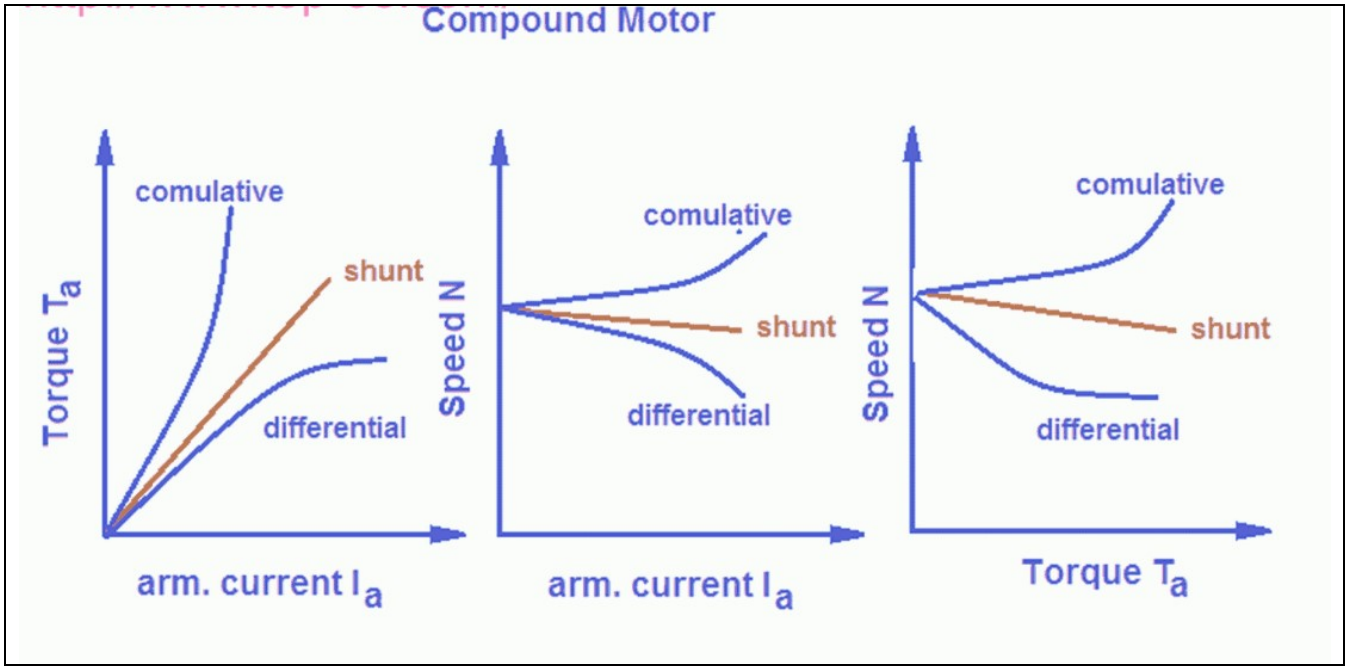

Series Filed
Winding
Shunt
Field
Winding
Series Field
Winding
Shunt
Field
Winding

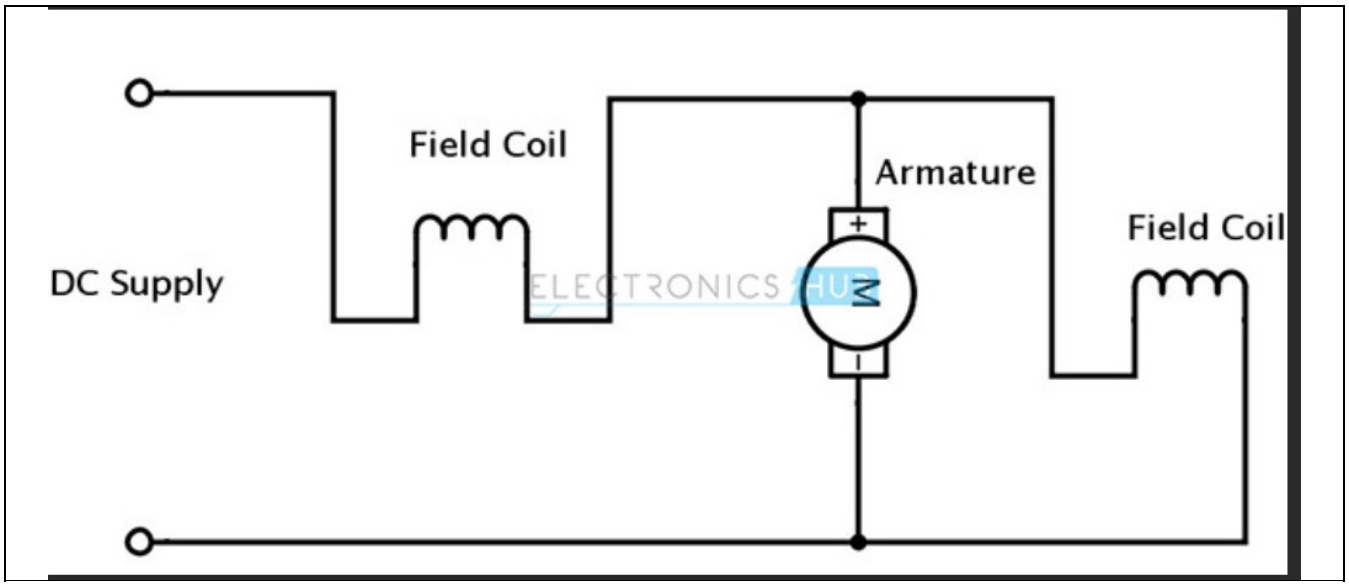


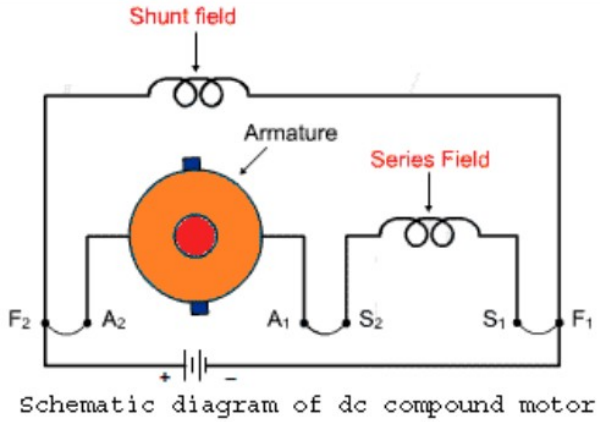
Long-shunt connection

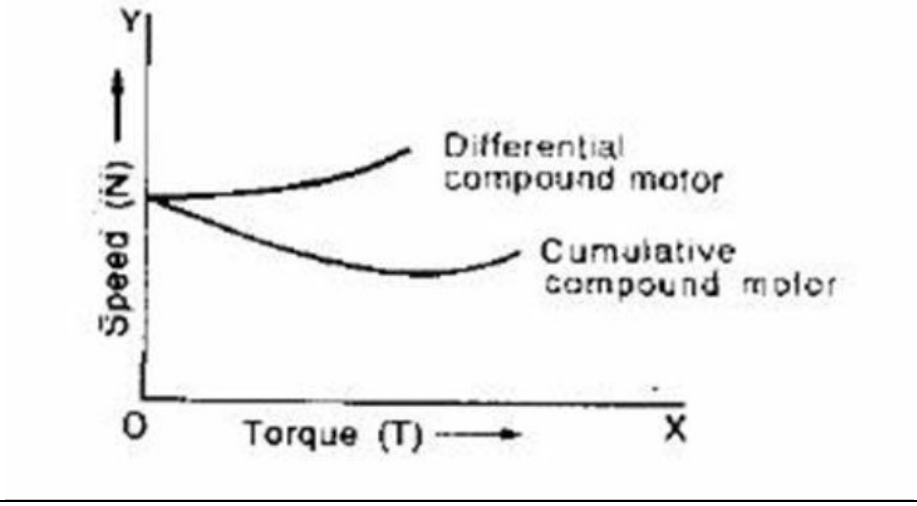

+
I_L
R_{se}
I_{sh}
I_a
V
R_{sh}
R_a
-
Short Shunt Connetcion


DC
Supply
Field
Armature
Field
Cumulatively Compound Excited DC Motor


Compound Motor
comulative
shunt
differential
Torque T_a
arm. current I_a
comulative
shunt
differential
Speed N
arm. current I_a
comulative
shunt
differential
Speed N
Torque T_a


Field Coil
Armature
Field Coil
DC Supply
+
M
-


Shunt field
Armature
Series Field
F2
A2
A1
S2
S1
F1
Schematic diagram of dc compound motor


Y
Speed (N)
Differential compound motor
Cumulative compound motor
O
Torque (T)
X