بسمه تعالی

نام: پایان ترم ماشین‌های الکتریکی ۱ تاریخ :۱۳۹۴/۳/۲۶

شماره دانشجویی: مدت : ۱۰۰ دقیقه

۱- کموتاتور چیست راجع به ساختمان و طرز کار آن در سه خط توضیح دهید. (۲ نمره)

۲- اثبات کنید موتور یونیورسال هم می‌تواند با جریان مستقیم کار کند و هم با جریان متناوب. (۱/۵ نمره)

۳- در موتور DC تغییر دادن شار استاتور چه تاثیری بر سرعت روتور دارد؟ چرا؟ (۱/۵ نمره)

۴- یک ژنراتور DC مختلط اضافی(شنت بلند) با مشخصات زیر مفروض است:

جریان نامی ۸۲ آمپر، مقاومت آرمیچر ۰/۱ اهم، مقاومت سیم پیچ شنت ۱۶۳ اهم، تعداد دور سیم پیچ شنت ۱۹۵ دور، مقاومت سیم پیچ سری ناچیز، تعداد دور سیم پیچ سری ۴ دور.

منحنی E_a برحسب i_f در سرعت ۱۲۰۰ دور بر دقیقه :

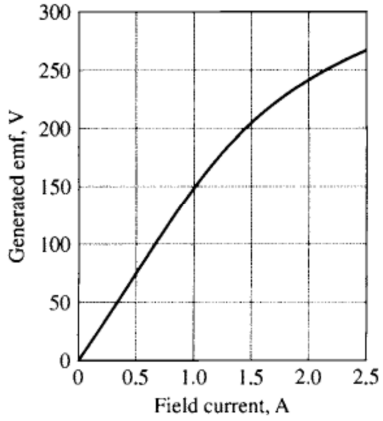
E_a(V)	6	40	80	120	160	190	215	235	250	260	265	270
i_f (A)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	اشباع

الف) – با صرفه نظر از عکس العمل آرمیچر ولتاژ خروجی ژنراتور (V_T) در جریان نامی و سرعت ۱۲۰۰ rpm چقدر است؟ (۳ نمره)

ب) – اگر سیم پیچ سری اتصال کوتاه شده و از مدار خارج شود مجددا قسمت قبل را تکرار نمایید. (۱/۵ نمره)

ج) – اگر ژنراتور به صورت کامپوند نقصانی درآید مجددا قسمت الف را تکرار نمایید. (۱/۵ نمره)

۵- منحنی مغناطیس شوندگی یک ماشین DC تحریک مستقل ۲۵ کیلووات ۲۵۰ ولت در سرعت ۱۲۰۰ rpm در روبرو آمده است. چنانچه مقاومت آرمیچر این ماشین ۰/۱۴ Ω باشد و بخواهیم آن را به صورت ژنراتور به کار ببریم،



الف)- اگر در سرعت ۱۲۰۰ rpm جریان آرمیچر به مقدار نامی برسد، در این صورت ولتاژ آرمیچر و ولتاژ ترمینال ژنراتور به ازاء جریان تحریک‌های ۱ A ، ۲ A و ۲/۵ A چقدر می‌گردد؟ (۳ نمره)

ب)- قسمت قبل را برای سرعت ۹۰۰ rpm تکرار نمایید. (۳ نمره)

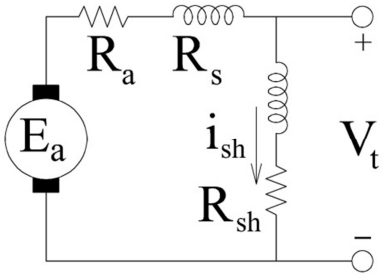
۶- یک موتور شنت ۲۵ KW ۲۳۰ V دارای مقاومت آرمیچر ۰/۱۱ Ω و مقاومت میدان ۱۱۷ Ω می‌باشد. این موتور در جریان آرمیچر ۶,۳۵ A و ولتاژ نامی با سرعت ۲۱۵۰ rpm کار میکند. چنانچه جریان بار کامل در ولتاژ نامی ۱۱۵A باشد و به علت عکس العمل آرمیچر در بار کامل شار میدان ۶ درصد افت نموده باشد، سرعت و گشتاور موتور را در بار کامل بیابید.(۳ نمره)

موفق باشید

پاسخ سوال ۴ :

الف)-

جریان ترمینال در بار کامل ۸۲ آمپر است.



KCL: $I_a=I_s=I_{sh}+I_t$, $I_t = 82A$

$I_a = 82+I_{sh}$ A

برای ژنراتور کمپوند اضافی Mmf کل میدان به این صورت می‌باشد:

$NI_{کل} = N_{sh} . i_{sh} + N_s . I_s$

که در آن N_s تعداد دورهای سری و N_{sh} تعداد دورهای شنت است.

برای اینکه بتوان از روی منحنی ولتاژ آرمیچر معادل این mmf را محاسبه کرد باید جریان تحریک معادل (i_f) را محاسبه کنیم:

$$i_f = i_{sh} + \frac{N_S}{N_{Sh}} I_S \quad \Rightarrow \quad I_f = I_{sh} + (4 / 195) . (82+I_{sh}) \Rightarrow I_f = (1.0205)I_{sh}+1.682,\ I_{sh} = V_t / 163$$

$\Rightarrow I_{sh}=0.9799(I_f-1.682)$

KVL $\Rightarrow V_t = E_a – R_aI_a$

$\Rightarrow V_t = E_a – R_a (82+I_{sh})$

$\Rightarrow V_t = E_a – 8.2 –0.1I_{sh}$

$\Rightarrow 163.1\ I_{sh} = E_a – 8.2$

$\Rightarrow E_a = 159.82i_f – 260.62$ معادله خط بار

با عدد گذاری در معادله فوق ($i_f = 1.8$, $i_f = 2$) و مقایسه با منحنی داریم:

$265 < E_a$

بنابراین هسته استاتور باید در ناحیه اشباع قرار داشته باشد و داریم $E_a=270$

$\Rightarrow I_f = 3.32$ A

$\Rightarrow I_{sh} = 1.60$ A

$\Rightarrow \underline{V_t = 261.64\ V}$

ب) – در این حالت جریان سیم پیچ سری صفر شده و $I_f=I_{sh}$ می‌شود: $E_a =163.1\ I_f + 8.2$

با قرار دادن مقادیر جریان تحریک از جدول در معادله خط خواهیم داشت:

E_a خط	8.2	41	73	106	139	171	204	236	270	302	334	-
E_a منحنی	6	40	80	120	160	190	215	235	250	260	265	270
i_f (A)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	اشباع

دیده می‌شود که در فاصله $215 < Ea < 235$ از منحنی، خط و منحنی یکدیگر را قطع می‌کنند و داریم:

$$215 < E_a < 235 \Rightarrow \text{خطی سازی} \Rightarrow \frac{\Delta Ea}{\Delta i_f} = (235 – 215) / (1.4 – 1.2) = 100$$

$$(235 – E_a) = (1.4 – i_f) \times 100 \Rightarrow \text{خط بار} \Rightarrow \frac{235 - (163.1i_f + 8.2)}{1.4 – i_f} = 100 \Rightarrow i_f = 1.37A \Rightarrow V_t = 223.3V$$

ج)- در حالت نقصانی داریم $i_f = i_{sh} - \frac{N_S}{N_{Sh}} I_S$ که باعث تغییر معادلات به صورت زیر می‌گردد:

$I_f = I_{sh} - (4 / 195) . (82+I_{sh}) \Rightarrow I_f = (0.9795)I_{sh}-1.682$

KVL $\Rightarrow 163.1\ I_{sh} = E_a – 8.2 \Rightarrow E_a = 166.5I_f +288.2$

این معادله در هیچ جا منحنی را قطع نمی‌کند یعنی ماشین نمی‌تواند در حالت نقصانی با جریان نامی کار کند.

پاسخ سوال ۵:

با نوشتن KVL در سمت آرمیچر مدار معادل ژنراتور تحریک مستقل داریم

$V_t = E_a - R_a I_a$

با توجه به توان و ولتاژ نامی، جریان نامی برابر با ۱۰۰ آمپر است در نتیجه : $V_t = E_a - 14$ و کافی است E_a را از نمودار برای جریان‌های مختلف یافته و مقدار آن را در رابطه فوق بگذاریم تا V_t بدست آید. در سرعت ۱۲۰۰ دور بر دقیقه داریم:

I_f (A)	E_a (V)	V_t (V)
1	150	136
2	240	226
2.5	270	256

برای سرعت ۹۰۰ دور بر دقیقه ولتاژهای E_a بدست آمده در قسمت قبل در نسبت ۹۰۰ به ۱۲۰۰ ضرب می‌شوند:

I_f (A)	E_a (V)	V_t (V)
1	112.5	98.5
2	180	166
2.5	202.5	188.5

پاسخ سوال ۶:

در موتور شنت : $I_a = I_t - I_f$ و $E_a = V_t - R_a I_a$ و $V_t = I_f R_f$ بنابراین:

در حالت اول وقتی موتور بی‌بار باشد داریم : $E_{a1} = 230\ V,\ I_a = 0$

در حالت دوم (بار کامل) نیز $I_a = 115 - \frac{230}{117} = 113.03$ و داریم $E_{a2} = 230 - 113.03 \times 0.11 = 217.6\ V$

که در این حالت مقدار شار نیز ۶ درصد از حالت قبل کمتر است یعنی اگر شار در حالت اول ϕ_1 و در بارکامل ϕ_2 باشد :

$\phi_2 = 0.94\phi_1$ و با توجه به رابطه $E_a = K_a \phi \omega_r$ نسبت E_a ها در دو حالت به صورت زیر می‌گردد:

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{K_a \phi_1 \omega_{r1}}{K_a \phi_2 \omega_{r2}} = \frac{\phi_1 n_1}{\phi_2 n_2} \Rightarrow \frac{230}{217.6} = \frac{2150}{0.94 n_2} \Rightarrow n_2 \approx 2164\ rpm$$

$$T = \frac{E_a I_a}{\omega_r}, \qquad \omega_{r2} = 2164 \times \frac{\pi}{30} = 226.6\ {}^{rad}/_{s}$$

$\Rightarrow T = (217.6 \times 113.03)/226.6 \cong 108.5\ N.m$