

آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ۱

آزمایش شماره ۱-۴

گزارش کار

راه‌اندازی و تنظیم سرعت موتورهای DC (سنت)

استاد دریاباد

نگارش:

اشکان نیوشا

۱۶ آذر ۱۳۸۷

به نام خدا

تئوری آزمایش

در این آزمایش هدف ما بررسی راه‌اندازی و تغییر سرعت موتور جریان مستقیم خودتحریک شنت است.

برای یک موتور DC داریم $V_t - E_a = R_a I_a$. هنگامی که موتور راه‌اندازی می‌شود، E_a

صفر است؛ بنابراین در رابطه‌ی $I_{a\max} = \frac{V_t - E_a}{R_a} \Big|_{E_a=0} = \frac{V_t}{R_a}$ جریان گذرنده از آرمیچر (و همچنین

جریان پایانه) در ولتاژ پایانه‌ی معین، بیشینه خواهد بود. این جریان راه‌اندازی بزرگ مشکلات زیر را به وجود می‌آورد:

- ایجاد جرقه زیان‌آور در کموتاتور
 - آسیب به سیم‌پیچ‌های آرمیچر و خرابی عایق آن‌ها بر اثر گرمای بیش از حد
 - گشتاور راه‌اندازی و شتاب بالا، که می‌تواند به بخش‌های مکانیکی موتور آسیب برساند
- بنابراین این جریان باید تا حد امکان کاهش یابد. برای این کار می‌توان با افزودن یک مقاومت خارجی سری به آرمیچر در هنگام راه‌اندازی و در نتیجه افزایش مقاومت معادل آرمیچر، جریان آرمیچر در نتیجه پایانه را هنگام راه‌اندازی کم کرد.

برای یک ماشین DC داریم $E_a = K_a j \omega_m$ بنابراین $\omega_m = \frac{E_a}{K_a j}$. از رابطه‌ی $j_f = L_f I_f$

با کاهش مقاومت تحریک و در نتیجه افزایش جریان آن، شار زیاد می‌شود؛ پس سرعت کم می‌گردد. کم شدن سرعت سبب می‌شود که ماشین زودتر به سرعت نهایی خود برسد و جریان تندتر کم شود؛ پس گرمای کمتری در سیم‌پیچ‌ها و عایق آنها ایجاد می‌شود. پس باید جریان تحریک هنگام راه‌اندازی بیشینه باشد.

در بالا، اگر به جای کاهش ولتاژ دو سر سیم‌پیچ آرمیچر، ولتاژ پایانه‌ی موتور را کم می‌کردیم، درست است که ولتاژ دو سر سیم‌پیچ آرمیچر هم کم می‌شد؛ ولی در موتورهای جریان مستقیم شنت و کمپوند، جریان تحریک و در نتیجه سرعت هم کم و زمان لازم تا رسیدن به سرعت نهایی زیاد می‌شد و ممکن بود گرمای ایجاد شده در اثر جریان راه‌اندازی باز هم به موتور آسیب بزند. افزودن در بالا، جریان تحریک در راه‌اندازی سود دیگری نیز دارد و آن افزودن گشتاور راه‌اندازی است؛ که برای راه‌اندازی موتور زیر با مهم است. زیرا برای گشتاور داریم $T_e = K_a j I_a$

و هنگام راه‌اندازی می‌توان نوشت $T_e = K_a L_f I_f I_a$ ؛ چون I_a را ناچاریم بکاهیم، برای افزایش گشتاور راه‌اندازی تنها می‌توانیم I_f را بیفزاییم.

مقاومت راه‌انداز باید پس از راه افتادن موتور از مدار خارج شود؛ در غیر این صورت سبب کاهش سرعت موتور و افزایش تلفات (در مقاومت راه‌انداز) می‌شود. برای این منظور از راه‌اندازهای سه سر و چهار سر استفاده می‌شود؛ که یک (دو) سر آنها به منبع DC، یک سر به سیم‌پیچ تحریک شنت و سر دیگر به آرمیچر وصل می‌شود. این راه‌اندازها در راه‌اندازی هم جریان آرمیچر را می‌کاهند، هم جریان تحریک را می‌افزایند، و هم به عنوان رله‌ی اضافه‌بار عمل می‌کنند و هم هنگام خاموش کردن موتور به تدریج انرژی میدان تحریک را خالی می‌کنند، تا در راه‌اندازی دوباره خطر اضافه ولتاژ در سیم‌پیچ میدان و جرقه رفع شود. هنگام خاموشی دسته‌ی راه‌انداز در OFF قرار دارد و پس از راه افتادن موتور دسته را در چند گام به ON می‌رانیم. با این کار، مقاومت خارجی سری شده آرمیچر کم شده و مقاومت تحریک زیاد می‌شود. کاستی راه‌انداز سه سر این است که در کنترل دور گسترده با تغییر تحریک، ممکن است موتور را خاموش کند؛ که این مشکل در گونه‌ی چهار سر رفع شده است.

(در بالا برای جریان راه‌اندازی تنها جریان آرمیچر را در نظر گرفتیم؛ در حالی که در موتورهای شنت و کمپوند جریان تحریک هم به این مقدار افزوده می‌شود و گرچه در راه‌اندازی عمداً جریان تحریک را می‌افزاییم، ولی، چون جریان تحریک در برابر جریان آرمیچر بسیار کوچک است، می‌توانیم از آن چشم‌پوشی کنیم.)

روش آزمایش

می‌خواهیم اثر تغییر ولتاژ پایانه و جریان تحریک را در یک موتور شنت بررسی کنیم. باید توجه کنیم که در ماشین شنت تغییر ولتاژ سبب تغییر جریان تحریک هم می‌شود؛ پس از بررسی درست رابطه‌ی $N-V$ با هر بار تغییر ولتاژ، با تغییر رئوستای میدان، جریان تحریک را ثابت نگه می‌داریم. برای ساختن منبع جریان مستقیم متغییر می‌توانیم از یک اتوترانسفورمر به همراه پل یکسوساز استفاده کنیم. برای سنجش‌ها نیز نیاز به یک ولت‌سنج برای پایانه‌ها، یک آمپرسنج برای تحریک و یک دورسنج نیاز داریم. پس از راه‌اندازی موتور شنت، یکبار در ولتاژ نامی و دو بار در دیگر ولتاژها، با تغییر جریان تحریک سرعت موتور را هر گام می‌نویسیم. در بخش دوم، یکبار در تحریک نامی و دو بار نیز در جریان‌های تحریک دیگر، در چند گام با تغییر ولتاژ (و ثابت نگه داشتن جریان تحریک)، سرعت موتور را می‌نویسیم.

در تغییرات، باید بکوشیم سرعت از ۲۰٪ سرعت نامی بیشتر نشود. هنگام خاموش کردن موتور، نخست اتصال آرمیچر و سپس اتصال میدان را قطع می‌کنیم؛ چرا که در غیر این صورت با کاهش شار تا مقدار پسماند، بر اساس رابطه‌ی $w_m = \frac{E_a}{K_{\phi} j}$ سرعت بسیار بالا می‌رود.

داده‌ها و نمودار آزمایش

ویژگی‌های نامی ژنراتور مستقیم آزمایش						
V (V)	P (kW)	R _a (Ω)	R _s (Ω)	R _{sh} (Ω)	N (rpm)	I _{st} * (A)
۱۱۵	۱/۲۵	۱/۹	۰/۴	۱۲۰	۳۰۰۰	۶۵۸

* محاسبه شده است.

ولتاژ پایانه ۱۱۵ ولت												
N (rpm)												
I _f (A)												

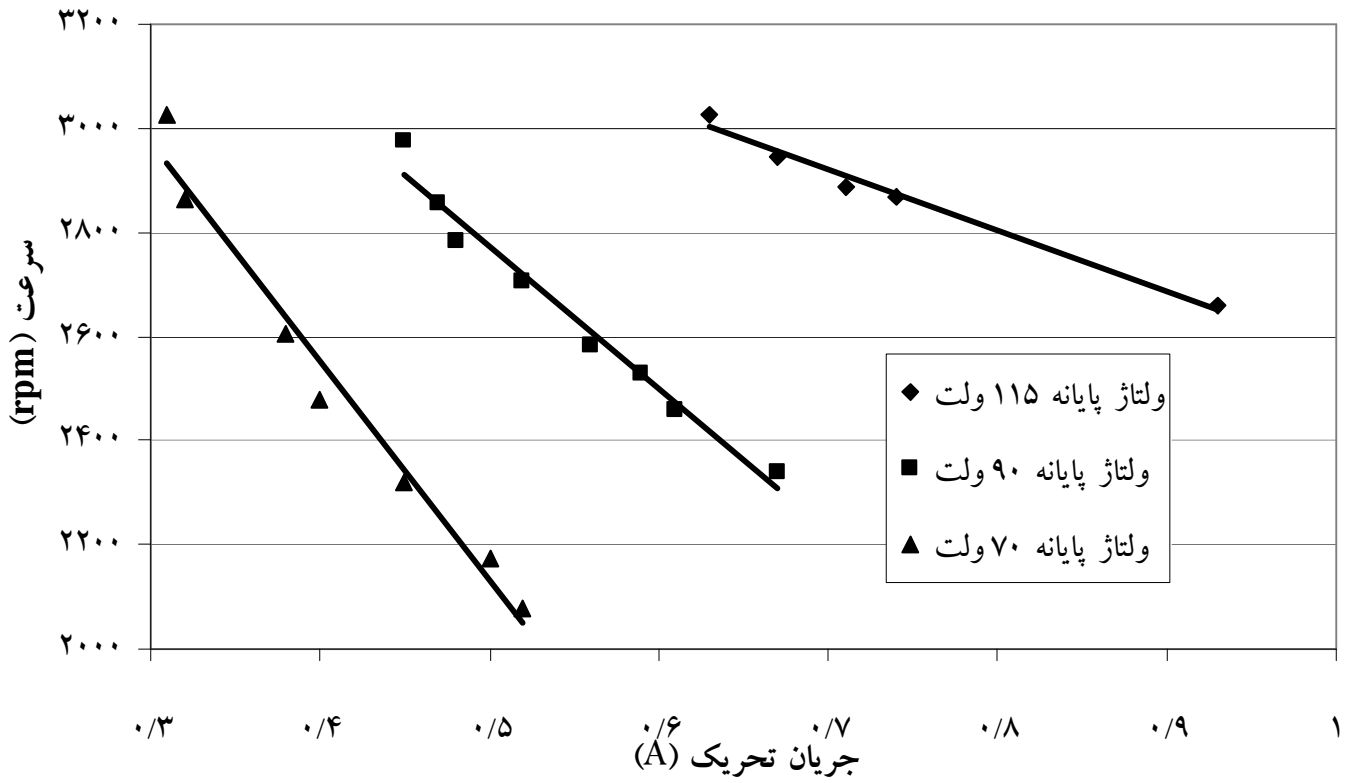
ولتاژ پایانه ۱۱۵ ولت												
N (rpm)												
I _f (A)												

ولتاژ پایانه ۱۱۵ ولت												
N (rpm)												
I _f (A)												

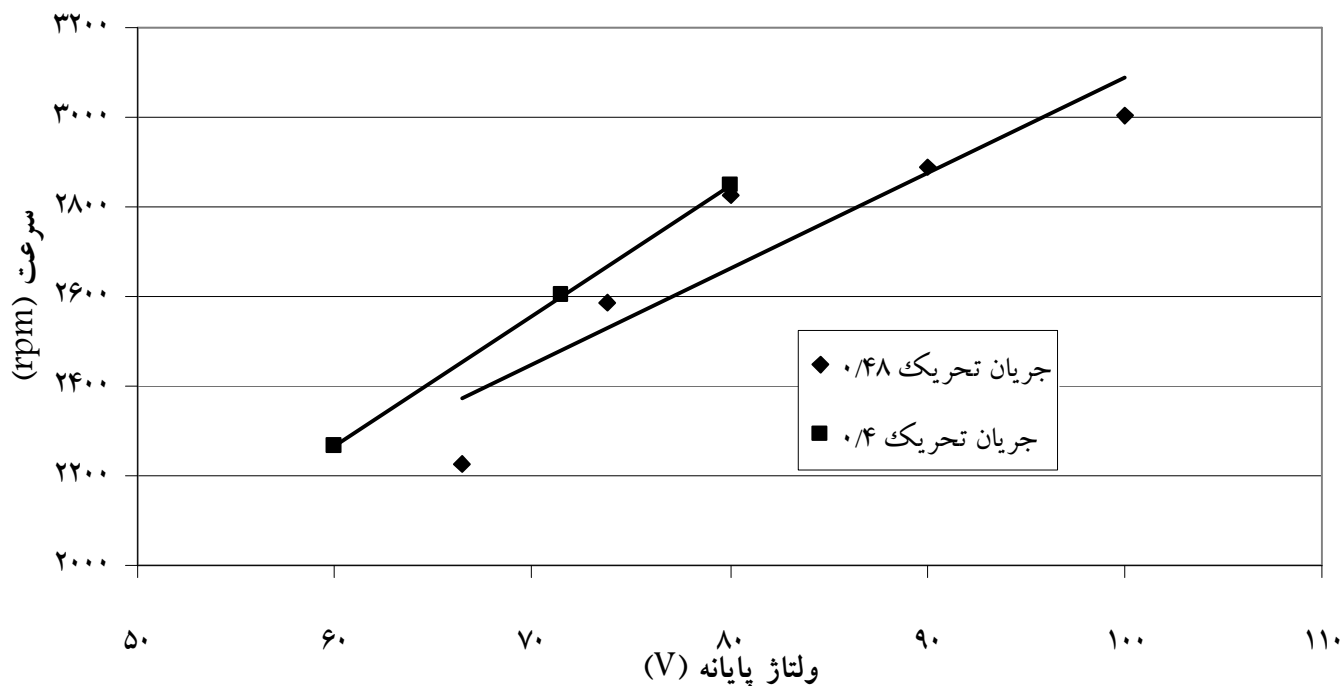
جریان تحریک آمپر												
N (rpm)												
V _t (V)												

جریان تحریک آمپر												
N (rpm)												
V _t (V)												

جریان تحریک آمپر									
N (rpm)									
V _t (V)									



نمودار ۱: تغییرات سرعت موتور DC شنت با تغییر جریان تحریک میدان در سه ولتاژ پایانه‌ی گوناگون



نمودار ۲: تغییرات سرعت موتور DC شنت با تغییر ولتاژ در جریان‌های تحریک گوناگون

نتیجه‌ها و تحلیل آزمایش

گرچه با کاهش میدان، سرعت افزایش می‌یابد، اما، موتور از لحاظ مکانیکی تا سرعت معینی می‌تواند بچرخد. از سوی دیگر، کاهش میدان سبب کاهش گشتاور می‌شود و گشتاور بسیار پایین کاربرد چندانی ندارد.

پایان

اشکان نیوشا

<http://AshkanN.tripod.com>