

مبانی مهندسی برق

دکتر پدram پیوندی

www.pedram-payvandy.com

1

موتورهای DC

$$\alpha = \frac{T}{J}$$

(α) شتاب زاویه‌ای جسم دوار (مانند آرمیچر) می‌باشد. لذا درمی‌یابیم که α با گشتاور اعمال شده T نسبت مستقیم داشته و با ممان اینرسی J (لنگر لختی) جسم دوار نسبت معکوس دارد (J ممان اینرسی می‌باشد).

www.pedram-payvandy.com

2

جدول ۱ - ۵

SI (Eq. 5-3b)

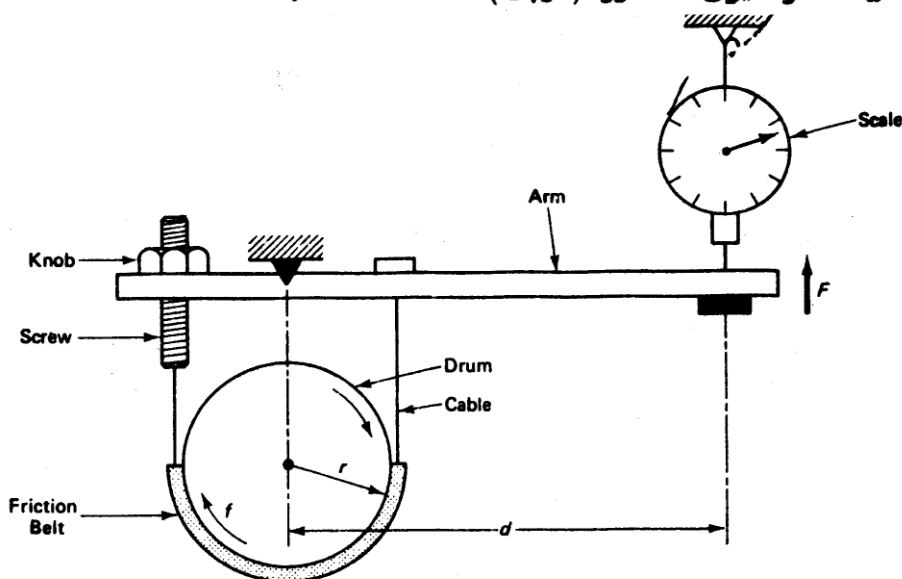
 P kilowatts ω rad/s T N-m

$$T = \frac{1000 P}{\omega}$$

Example 5-2 (SI) مثال ۲ - ۵ (سیستم SI) اگر گشتاور خروجی موتوری دربار کامل ۷۰ نیوتن - متر باشد توان اسمی موتور را در دو سرعت زیر بر حسب کیلووات حساب کنید .
 (الف) : ۲۱۰ رادیان بر ثانیه
 (ب) : ۷۰ رادیان بر ثانیه

5-1.2 Measurement of Torque

۲ - ۱ - ۵ اندازه‌گیری گشتاور (کوپل)



شکل ۱ - ۵ : سیستم ترنر برای اندازه‌گیری گشتاور

Example 5-4 (SI)

مثال ۴-۵ (سیستم SI)

سیستم ترمزی مطابق شکل (۱-۵) مفروض است و برای اندازه‌گیری توان خروجی موتور DC بکار میرود. در تحت بار تنظیم شده‌ای سرعت ۱۰۰ رادیان بر ثانیه می‌باشد و ترازو و نیروی ۵۰ نیوتن را نشان می‌دهد. توان خروجی موتور را بر حسب کیلووات حساب کنید مشروط بر آنکه فاصله d معادل ۲۰ سانتیمتر باشد.

۲-۵- نیروی ضد محرکه (BEMF)

5-2 BACK ELECTROMOTIVE FORCE (BACK EMF)

۳-۵ مدار معادل موتور **EQUIVALENT CIRCUIT OF A DC MOTOR**

با دانستن مفهوم نیروی ضد محرکه (BEMF) میتوان مدار معادل موتور DC را بدست آورد. شکل (۲-۵) یک موتور DC با تحریک جداگانه را نشان میدهد. اگر آنرا با مدار معادل ژنراتور مقایسه کنیم (شکل ۴-۴) مشاهده میشود که این دو مدار تقریباً "مشابهاند". فقط سه فرق عمده بین آنها وجود دارد.

الف: در ژنراتور V_t ولتاژ ترمینال بوده و به آن بار متصل میشود ولی در موتور V_t همان ولتاژ شبکه تغذیه موتور است. لذا جهت جریان در ژنراتور از طرف ژنراتور بطرف بار و در موتور از طرف شبکه بطرف موتور است.

ب: در ژنراتور به محور ماشین توان مکانیکی اعمال میشود ولی در موتورها توان مکانیکی بر روی محور موتور حاصل میگردد.

ج: در ژنراتور E_g بزرگتر از V_t بوده ولی در موتورها V_t بزرگتر از E_g است. البته در ژنراتور به E_g ولتاژ تولید شده و در موتور به E_g نیروی ضد محرکه

(BEMF) گفته میشود. باید گفت که:

۱- در ژنراتورها به I_L جریان بار میگویند.

۲- در موتورها به I_L جریان خط گفته میشود.

همچنین خاطر نشان میسازیم که R_a ، R_f ، I_a ، I_f ، در موتورها همان معنی را دارند که در ژنراتورها درباره آنها گفتیم یعنی:

۱- R_f : مقاومت مدار تحریک

۲- R_a : مقاومت آرمیچر

۳- I_f : جریان تحریک

۴- I_a : جریان آرمیچر

۱-۳-۵ رفتار موتور DC در تحت شرایط بار داری (موتور DC با تحریک جداگانه)

5-3.1 Behavior of the Motor under Load

فرض میکنیم به محور موتور نشان داده شده در شکل (۲-۵) هیچگونه باری متصل نباشد (حالت بی باری) ^(۱) و موتور در حالت پایدار و مانا ^(۲) تحت سرعت مشخصی بچرخد. در این حالت V_t قدری بیشتر از E_g است و جریان آرمیچر عبارت است از:

$$I_a = \frac{V_t - E_g}{R_a} \quad (5-4)$$

این جریان ناچیز گشتاور کمی را تولید میکند که بر اصطکاک داخلی موتور فائق میشود، البته فرض بر آن است که شار ثابت باشد. حال اگر به محور موتور بار اعمال شود (بار موتور از نوع مکانیکی است)، در این صورت سرعت موتور کاهش پیدا میکند. چون نیروی ضد محرکه (E_g) تابعی از سرعت است (رابطه (۱-۴))، E_g نیز کم میشود. با توجه به رابطه (۴-۵) در میابیم که با کاهش E_g ، جریان I_a زیاد میشود. با افزایش جریان آرمیچر گشتاور نیز افزوده میگردد. این پروسس آنقدر ادامه مییابد که موتور به سرعتی برسد تا در آن سرعت گشتاور موتور بتواند بار را ارضا کند. حال اگر یکبار بار را از روی موتور برداریم، در این صورت گشتاور نسبتاً "قوی موجود در ماشین، موتور را شتاب داده تا به سرعت اولیه (حالت بی باری) برسیم.

۲-۳-۵ منحنی گشتاور سرعت (منحنی TS) :

5-3.2 Torque-Speed Curve

$$T = K'I_a$$

$$K' = K\phi$$

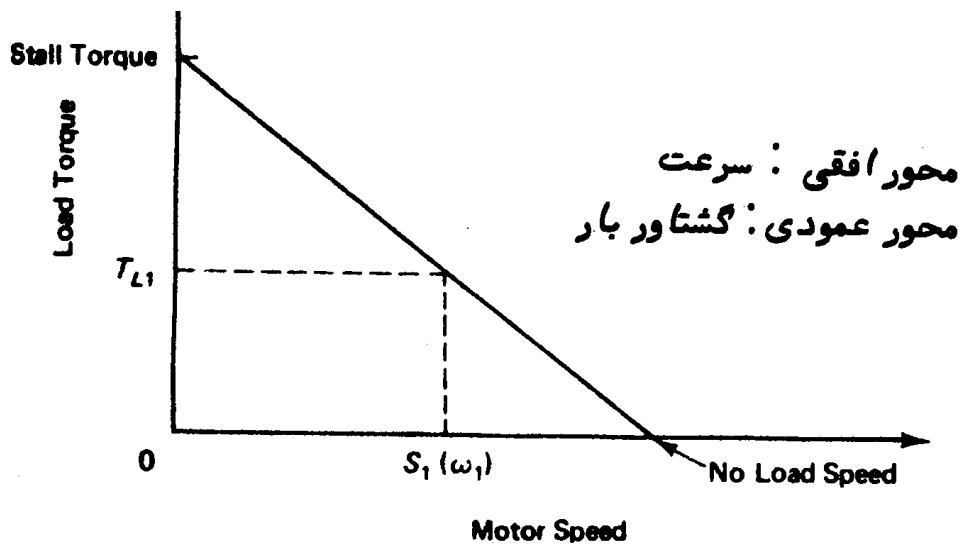
$$T_L = K'I_a$$

$$T_L = \frac{K'(V_t - E_g)}{R_a}$$

$$T_L = K_m V_t - K_B \omega$$

www.pedram-payvandy.com

11



شکل ۳-۵ : منحنی گشتاور - سرعت (TS) برای موتور DC

www.pedram-payvandy.com

12

5-4 SPEED REGULATION

۴-۵- تنظیم سرعت :

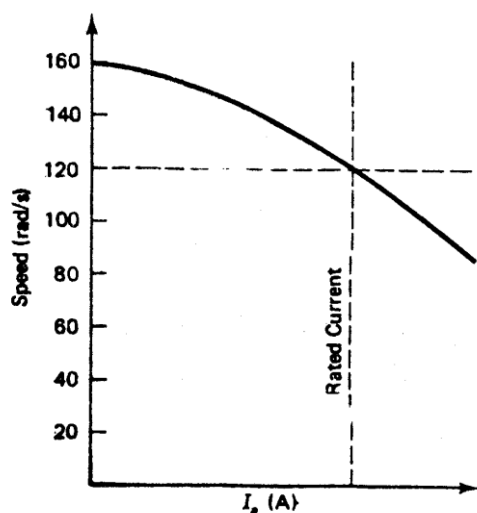
در فصل ۴ راجع به تنظیم ولتاژ ژنراتور DC صحبت کردیم . در موتورها باید راجع به تنظیم سرعت بحث کنیم . تنظیم سرعت به مفهوم آن است که سرعت محور موتور از حالت بی باری تا بار کامل چه میزان تغییر میکند . این تعریف برای انواع موتورها صادق بوده و لذا روابط زیر برای انواع موتورها DC بکار می روند .

در سیستم (SI) درصد تنظیم سرعت عبارتست از :

$$\% \text{ speed regulation} = \frac{\omega_{NL} - \omega_{FL}}{\omega_{FL}} \times 100 \quad (5-9b)$$

www.pedram-payvandy.com

13



Example 5-8 (SI)

مثال ۵-۸ (سیستم SI) :

منحنی مشخصه سرعت یک موتور DC مطابق شکل (b-۵) میباشد ، درصد تنظیم سرعت این موتور را بدست آورید .

۵-۵ راندمان موتور DC

5-5 MOTOR EFFICIENCY

در موتورها توان ورودی الکتریکی بوده و توان خروجی مکانیکی است. لذا تبدیل انرژی در آرمیچر از نوع الکتریکی به مکانیکی است (برخلاف ژنراتور). رابطه (۷-۴) را برای موتورهای اینچنین مینویسیم:

$$\text{efficiency} = \eta(\%) = \frac{P_o}{P_i} \times 100 \quad (5-10)$$

از آنجائیکه توان ورودی موتورهای الکتریکی است و سه‌لتر اندازه‌گیری میشود، لذا توان خروجی موتور را اینچنین مینویسیم (چرا؟)

$$P_o = P_i - \text{losses} \quad (5-11)$$

در نتیجه:

$$\text{efficiency} = \eta(\%) = \frac{P_i - \text{losses}}{P_i} \times 100 \quad (5-12)$$

www.pedram-payvandy.com

15

Example 5-10 (SI)

مثال ۱۰-۵ (سیستم SI):

یک موتور DC با مشخصات ذیل مفروض است، راندمان نوشته شده بر روی

پلاک موتور چیست.

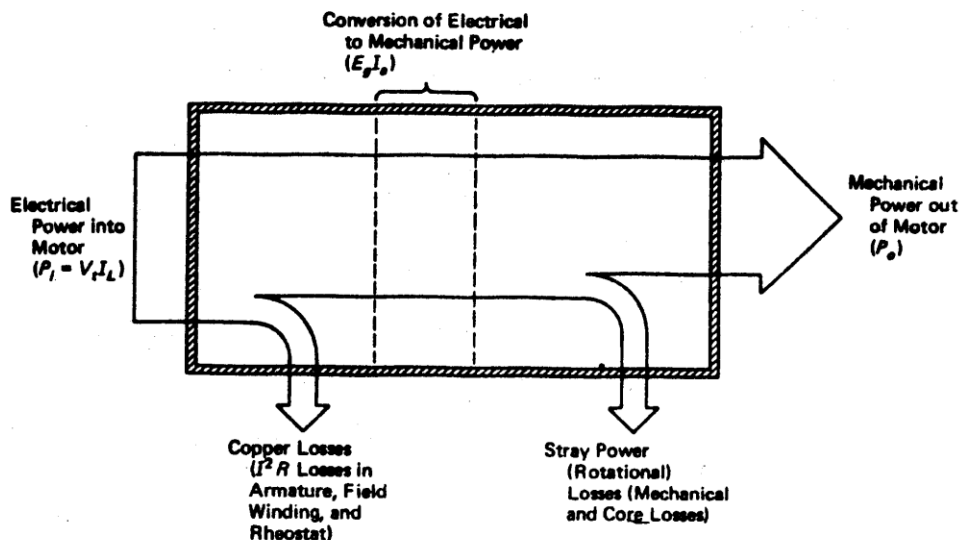
کیلو وات	۲	= توان اسمی
ولت	۲۲۰	= ولتاژ اسمی ترمینال
آمپر	۱۲	= جریان اسمی

www.pedram-payvandy.com

16

5-5.1 Power Flow Diagram

۱-۵-۵ دیاگرام (نمودار) بخش توان:



17

مثال ۱۱-۵:

Example 5-11

یک موتور DC مطابق شکل (۵-۲) مفروض است و در حالت بی‌باری آنرا مورد آزمایش قرار می‌دهیم تلفات مسی از مقاومت‌ها و حریماتها حاصل می‌گردد و ۲۱۰ وات است. ولتاژ ترمینال و جریان خط بترتیب ۱۲۰ ولت و ۲/۵ آمپر می‌باشد. اگر موتور تحت سرعت اسمی بچرخد، تلفات توان سرگردان را بدست آورید.