



Time Allowed: 2 Hours

Total Marks: 50 Mark

Final Incomplete Exam, July 19th, 2017

فكر بثقة وأجب كمهندس وعزز إجابتك بالرسومات التوضيحية كلما أمكن ذلك

FIRST QUESTION (15 MARKS)

1-1) من خلال دراستك للمنهج: أذكر ثلاث طرق لإنتاج البخار من محطات توليد الطاقة الكهربائية موضعا مميزات وعيوب كل طريقة؟
[10 Marks]

2-1) إذا أتاحت لك فرصة للاستثمار في مجال الطاقة الكهربائية في مشروع 1.5 مليون قدان بمنطقة الواحات- بالصحراء الغربية- فماذا ستختار (نوع واحد فقط) من الأنواع المختلفة لتكنولوجيا إنتاج الطاقة الكهربائية موضعا نظرية العمل ومعللا أسباب اختيارك من وجهة النظر الهندسية
[5 Marks]

SECOND QUESTION (10 MARKS)

2-1) A Y-Y three phase system has positive sequence and supply voltage of 220 V. if the phase voltage of the load is $V_{AN} = 180 \angle -2.7^\circ$, line impedance of $1+j2 \Omega$, calculate power loss in the line and impedance of the load. [5 Marks]

2-2) A 50-kVA, 4400/220 V transformer has $R_1 = 3.45 \Omega$, $R_2 = 0.009 \Omega$, $X_1 = 5.2 \Omega$ and $X_2 = 0.015 \Omega$. Calculate for the transformer total Cu loss using equivalent resistances as referred to each side. [5 Marks]

THIRD QUESTION (12 MARKS)

3-1) Explain the armature reaction effect. Discuss its causes and the way how it can be counteracted. [5 Marks]

3-2) The magnetic circuit of Fig. 1 provides flux in the two air gaps. The coils ($N_1 = 700$, $N_2 = 200$) are connected in series and carry a current of 0.5 ampere. Neglect leakage flux, reluctance of the iron (i.e., infinite permeability), and fringing at the air gaps. Determine the flux and flux density in the air gaps.

[7 Marks]

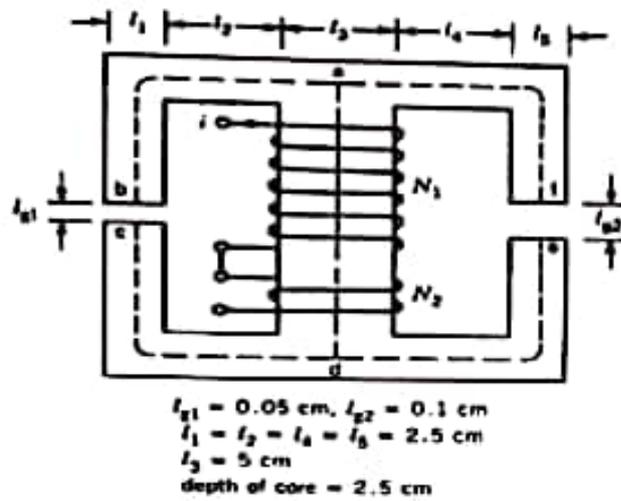


Fig. 1

FOURTH QUESTION (13 MARKS)

4-1) With the help of neat sketches, explain the different DC machine connections, working principle and discuss the merits and demerits of each type.

[6 Marks]

4-2) A 220 V, 7 hp series motor is mechanically coupled to a fan and draws 25 amps and runs at 300 rpm when connected to a 220 V supply with no external resistance connected to the armature circuit (i.e., $R_{ae} = 0$). The torque required by the fan is proportional to the square of the speed. $R_a = 0.6 \Omega$ and $R_{sr} = 0.4 \Omega$. Neglect armature reaction and rotational loss.

(a) Determine the power delivered to the fan and the torque developed by the machine.

(b) The speed is to be reduced to 220 rpm by inserting a resistance R_{ae} in the armature circuit. Determine the value of this resistance and the power delivered to the fan.

[7 Marks]

With Our Best Wishes

Dr. Abdelfattah Eladle

Dr. Sayed Abulanwar



Time Allowed: 2 Hours

Total Marks: 50 Mark

Final Exam Model Answer, May 24th 2017

Part (1)

فكر بثقة وأجب كمهندس وعزز إجابتك بالرسومات التوضيحية كلما أمكن ذلك

FIRST QUESTION (15 MARKS)

1-1) من خلال دراستك للمنهج: أذكر طريقتان مختلفتان لإنتاج البخار من محطات توليد الطاقة الكهربائية موضحة مميزات وعيوب كل طريقة؟

[10 Marks]

أ- من محطات التوليد البخارية التقليدية

في هذه المحطات يتم حرق الوقود التقليدي (فحم بأنواعه المختلفة - مازوت - غاز طبيعي - سولار) لتسخين المياه في غلايات Boiler لإنتاج بخار Steam ذي درجة حرارة وضغط عالي القيمة ويفقد البخار طاقته في إدارة التوربينات المتصلة بالمولدات الكهربائية وبذلك يتم تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

المميزات:

امكانية انشائها قرب المستهلك إذا توافرت المياه
تكاليف الصيانة والتوليد ليست مرتفعة (تكنولوجيا متوفرة).
تكون عادة ذات قدرات مختلفة من متوسطة إلى عالية.
امكانية تشغيلها لفترات طويلة دون توقف.
امكانية استخدامها لأغراض أخرى مثل تحلية المياه

العيوب:

التلوث البيئي والانبعاث الحراري الناتج عنها.
انخفاض كفاءتها.

تحتاج إلى كميات كبيرة من مياه التبريد، (ضرورة إنشائها بجوار مصادر مائية).

ب- من المحطات النووية

البخار المتولد في المحطات النووية يكون نتيجة إمرار الماء على قلب المفاعل الذري لتبريده وفي داخل المفاعل يستخدم وقود نووي (اليورانيوم المخصب) حيث تتم سلسلة من الانشطارات النووية ينشأ عنها حرارة شديدة تقوم بتبخير ماء التبريد وهذا البخار الناتج يكون ذو ضغط عال ودرجة مرتفعة جداو يستخدم في إدارة التوربين وتستمر باقي الدورة مثل المحطات البخارية.

المميزات:

• كمية الوقود النووي المطلوبة لتوليد كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية أقل بكثير من كمية الفحم أو البترول اللازمة لتوليد نفس الكمية.

- تنتج محطات الطاقة النووية كمية أقل من النفايات بالمقارنة مع المحطات الحرارية الأخرى، (لا تطلق غازات ضارة في الهواء قد تسبب الاحتباس الحراري والمطر الحمضي والضباب الدخاني).
- مصدر الوقود -اليورانيوم- متوفر بكثرة وبكثافة عالية وهو سهل الاستخراج والنقل. ومن الممكن أن تستمر المحطات النووية لإنتاج الطاقة في تزويدنا بالطاقة لفترة طويلة بعد قصور مصادر الفحم والبتروول عن تلبية احتياجاتنا.

العيوب:

- يؤدي استخدام الطاقة النووية إلى إنتاج النفايات ذات الفعالية الإشعاعية العالية؛ وبعض العناصر الموجودة في الوقود المستهلك وفي النفايات مثل عنصر البلوتونيوم هي ذات فعالية إشعاعية عالية وتبقى كذلك لمدة آلاف السنين. ولا يوجد حاليًا نظام آمن للتخلص من هذه النفايات.
- الخطط المقترحة للتخلص من النفايات عالية الإشعاعية وتخزينها لا تضمن حماية كافية للأفراد أو للمياه الجوفية من التلوث الإشعاعي.
- التكنولوجيا المستخدمة فيها تكنولوجيا متقدمة وغير متوفرة بما يؤدي لزيادة تكاليف الصيانة والتشغيل.

ت- من المراكز الشمسية

يتم ذلك عن طريق حقل شمسي يتكون من مئات أو آلاف المرايا العاكسة على شكل قطع اسطوانى مكافئ، تعمل على تركيز الإشعاع الشمسي الساقط عليها نحو خزان مركزي فوقى موضوع في أعلى برج يحتوي على مصهور ملح النترات. وحرارة هذه الأشعة المركزة تقوم بتسخين فائق للملح لأكثر من 900 درجة مئوية، مما يؤدي الى غليان الماء المحيط بخزان الملح وتحوله الى بخار ليقوم بالتالي بتدوير التوربينات البخارية أسفل البرج.

المميزات:

- لا تحتاج الكثير من أعمال الصيانة،
- سهولة تركيبها
- لا ينتج عن المرايا أى ضوضاء ولا تسبب أي انبعاثات أو أي أثر ضار على البيئة،
- العيوب:
- تحتاج إلى مساحات كبيرة جدا لإنتاج كميات مناسبة من الطاقة الكهربائية.
- تتأثر كمية الكهرباء المولدة منها بالظروف الجوية وشهور السنة.
- عدم إمكانية توليد الكهرباء منها ليلا.

1-2) إذا أتاحت لك فرصة للاستثمار في مجال الطاقة الكهربائية في مشروع 1.5 مليون فدان بمنطقة الواحات- بالصحراء الغربية. فماذا ستختار (نوع واحد فقط) من الأنواع المختلفة لتكنولوجيا إنتاج الطاقة الكهربائية موضحا نظرية العمل و ماعلا أسباب إختيارك من وجهة النظر الهندسية؟

[5 Marks]

يقوم الطالب بشرح النوع المناسب لهذه المنطقة من الصحراء الغربية بمعنى أن إجابة الطالب صحيحة ومقبولة في حالة إختياره مثلا لمحطات التوليد بالطاقة الشمسية أو الرياح من أنواع الطاقات المتجددة أو المحطات الغازية من أنواع المحطات التقليدية ويعتبر إجابة الطالب خاطئة تماما في حالة إختياره مثلا للمحطات البخارية أو الهيدروليكية.

SECOND QUESTION (10 MARKS)

2-1) A Y-Y three phase system has positive sequence and supply voltage of 200 V. if the phase voltage of the load is $V_{AN} = 185 \angle -2.7^\circ$, line impedance of $1+j2 \Omega$, calculate power loss in the line and impedance of the load. [5 Marks]

$$V_{ab} = 200 \angle 0^\circ$$

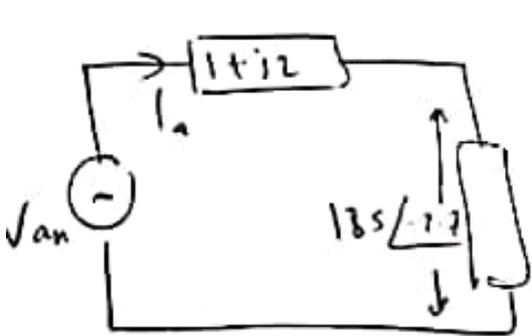
$$V_{bc} = 200 \angle -120^\circ$$

$$V_{ca} = 200 \angle -240^\circ$$

$$\text{load: } V_{an} = 185 \angle -2.7^\circ$$

$$V_{bn} = 185 \angle -122.7^\circ$$

$$V_{cn} = 185 \angle -242.7^\circ$$



$$V \cdot D = V_{an} |_{\text{supply}} - V_{an} |_{\text{load}}$$

$$V \cdot D = \frac{200}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ - 185 \angle -2.7^\circ$$

$$V \cdot D = 97.7 \angle -149.86^\circ \text{ volt}$$

$$I_a = \frac{97.7 \angle -149.86^\circ}{1+j2} = 43.8 \angle -213.29^\circ \text{ A}$$

$$P_{\text{loss}} = 3 I^2 R = 3 (43.8)^2 (1) = 5.76 \text{ kW}$$

$$Z_{\text{load}} = \frac{185 \angle -2.7^\circ}{43.8 \angle -213.29^\circ} = 4.22 \angle 210.6^\circ \Omega / \text{ph}$$

~~_____~~

2-2) A 50-kVA, 4400/220 V transformer has $R_1 = 3.45 \Omega$, $R_2 = 0.009 \Omega$, $X_1 = 5.2 \Omega$ and $X_2 = 0.015 \Omega$. Calculate for the transformer total Cu loss using equivalent resistances as referred to each side. [5 Marks]

Solution. Full-load

$$I_1 = 50.000 / 4.400 = 11.36 \text{ A (assuming 100\% efficiency)}$$

Full-load

$$I_2 = 50.000 / 2220 = 22.7 \text{ A; } K = 220 / 4.400 = 1.20$$

(i)

$$R_{01} = R_1 + \frac{R_2}{K^2} = 3.45 + \frac{0.009}{(1.20)^2} = 3.45 + 3.6 = 7.05 \Omega$$

(ii)

$$R_{02} = R_2 - K^2 R_1 = 0.009 - (1.20)^2 \times 3.45 = 0.009 - 0.0086 = 0.0176 \Omega$$

Also.

$$R_{02} = K^2 R_{01} = (1.20)^2 \times 7.05 = 0.0176 \Omega \text{ (check)}$$

$$\text{Cu loss} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = 11.36^2 \times 3.45 + 22.7^2 \times 0.009 = 910 \text{ W}$$

Also Cu loss

$$= I_1^2 R_{01} = 11.36^2 \times 7.05 = 910 \text{ W}$$

$$= I_2^2 R_{02} = 22.7^2 \times 0.0176 = 910 \text{ W}$$

Dr. Abdelhattah Eladle

Dr. Mohammed Saeed

Third Question

3.1

The hysteresis loops in Fig. 1 are obtained by slowly varying the current i of the coil (Fig. 1.12a) over a cycle. When i is varied through a cycle, during some interval of time, energy flows from the source to the coil-core assembly, and during some other interval of time, energy returns to the source. However, the energy flowing in is greater than the energy returned. Therefore, during a cycle of variation of i (hence H), there is a net energy flow from the source to the coil-core assembly. This energy loss goes to heat the core. The loss of power in the core due to the hysteresis effect is called hysteresis loss.

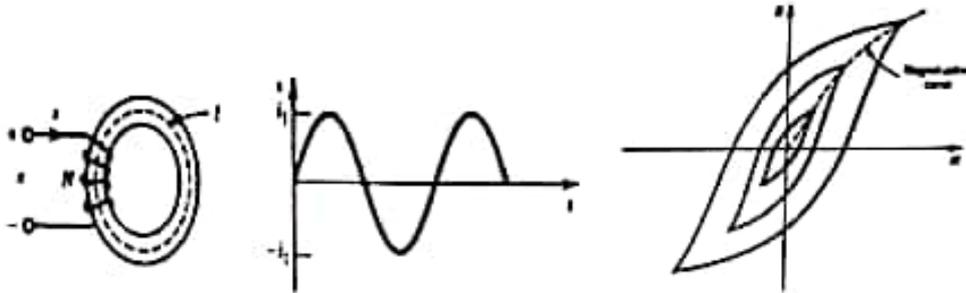


Fig. 1

The voltage e across the coil, according to Faraday's law, is

$$e = N \frac{d\Phi}{dt}$$

The energy transfer during an interval of time t_1 to t_2 is

$$\begin{aligned} W &= \int_{t_1}^{t_2} p \, dt \\ &= \int_{t_1}^{t_2} ei \, dt \\ W &= \int N \frac{d\Phi}{dt} \cdot i \, dt \\ &= \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} Ni \, d\Phi \end{aligned}$$

$$\Phi = BA \quad \text{and} \quad i = \frac{Hl}{N}$$

$$\begin{aligned} W &= \int_{B_1}^{B_2} N \cdot \frac{Hl}{N} A \, dB \\ &= lA \int_{B_1}^{B_2} H \, dB \\ &= (V_{\text{core}}) \int_{B_1}^{B_2} H \, dB \end{aligned}$$

Where, $V_{\text{core}} = Al$ represents the volume of the core. The energy transfer over one cycle of variation is

$$\begin{aligned}W_{\text{cycle}} &= V_{\text{core}} \oint H dB \\&= V_{\text{core}} \times \text{area of the } B-H \text{ loop} \\&= V_{\text{core}} \times W_h\end{aligned}$$

$$\text{Area of } B-H \text{ loop} = KB_{\text{max}}^n$$

$$P_h = K_h B_{\text{max}}^n f$$

3.2

(a)

$$\begin{aligned}E_a &= V_t - I_a(R_a + R_{sr} + R_{ae}) \\&= 220 - 25(0.6 + 0.4 + 0) \\&= 195 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= E_a I_a \\&= 195 \times 25 \\&= 4880 \text{ W} \\&= \frac{4880}{746} \text{ hp} = 6.54 \text{ hp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T &= \frac{E_a I_a}{\omega_m} \\&= \frac{4880}{300 \times 2\pi/60} \\&= 155.2 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

(b)

$$\begin{aligned}T &= K_{sr} I_a^2 \\155.2 &= K_{sr} 25^2 \\K_{sr} &= 0.248 \\T_{200 \text{ rpm}} &= \left(\frac{200}{300}\right)^2 \times 155.2 \\&= 68.98 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\frac{200}{60} \times 2\pi = \frac{200}{\sqrt{0.248} \sqrt{68.98}} - \frac{0.6 + 0.4 + R_{ac}}{0.248}$$

$$R_{ac} = 7 \Omega$$

$$P = T\omega_m = 68.98 \times \frac{200}{60} \times 2\pi = 1444 \text{ W} \rightarrow 1.94 \text{ hp}$$

Or

$$68.98 = 0.248 I_a^2$$

$$I_a = 16.68 \text{ amps}$$

$$E_a = K_{sr} I_a \omega_m$$

$$= 0.248 \times 16.68 \times \frac{200}{60} \times 2\pi$$

$$= 86.57 \text{ V}$$

$$E_a = V_t - I_a(R_a + R_{sr} + R_{ac})$$

$$86.57 = 220 - 16.68(0.6 + 0.4 + R_{ac})$$

$$R_{ac} = 7 \Omega$$

$$P = E_a I_a = 86.57 \times 16.68$$

$$= 1444 \text{ W} \rightarrow 1.94 \text{ hp} \quad \blacksquare$$

Fourth Question

4.1 Consider the turn aa'b'b shown in Fig. 2, whose two conductors aa' and bb' are placed under two adjacent poles. The force on a conductor (placed on the periphery of the armature) is

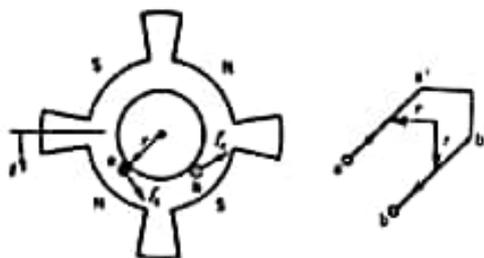


Fig. 2

$$f_c = B(\theta) l i_c = B(\theta) l \frac{I_a}{a}$$

$$T_c = f_c r$$

$$\bar{T}_c = \overline{B(\theta)} l \frac{I_a}{a} r$$

$$\bar{T}_c = \frac{\Phi p I_a}{2\pi a}$$

The total torque developed is

$$T = 2N\bar{T}_c$$

$$T = \frac{N\Phi p}{\pi a} I_a = K_a \Phi I_a$$

4.2

i. Armature voltage control

In this method of speed control the armature circuit resistance (R_a) remains unchanged, the field current I_f is kept constant (normally at its rated value), and the armature terminal voltage (V_t) is varied to change the speed. If armature reaction is neglected,

$$\omega_m = K_1 V_t - K_2 T$$

$$K_1 = 1/K_a \Phi$$

$$K_2 = R_a / (K_a \Phi)^2$$

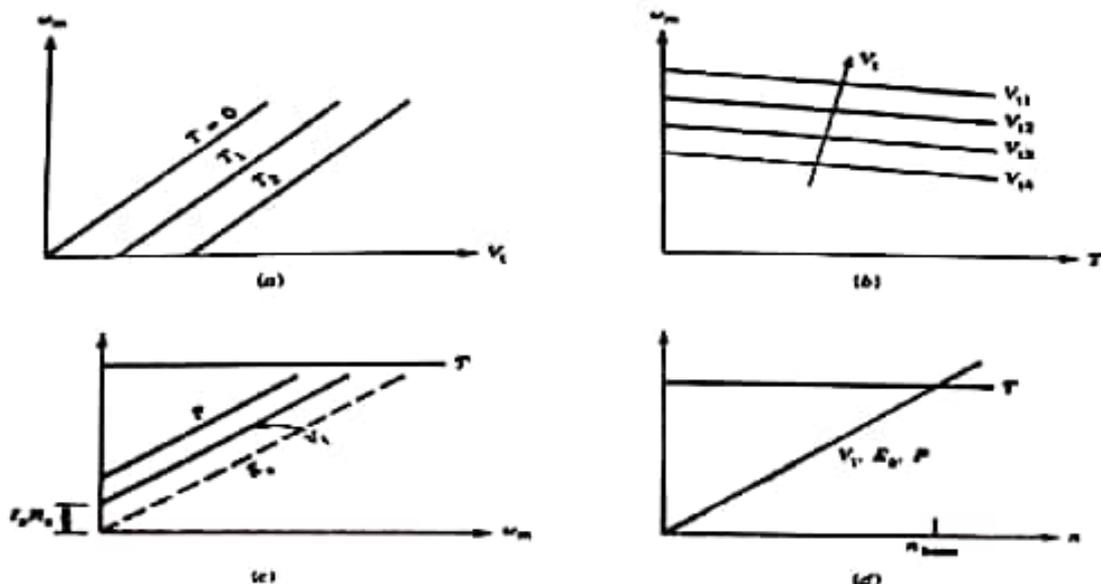


FIGURE 4.52 Armature voltage control of a dc motor. (a) Variable speed. (b) Adjustable speed. (c) Operation under constant torque. (d) Operation with $R_a = 0$.

II. Field Control

In this method the armature circuit resistance R_a and the terminal voltage V_t remain fixed and the speed is controlled by varying the current (I_f) of the field circuit. This is normally achieved by using a field circuit rheostat (R_{fc})

$$K_a \Phi = K_f I_f$$

$$\omega_m = \frac{V_t}{K_f I_f} - \frac{R_a}{(K_f I_f)^2} T$$

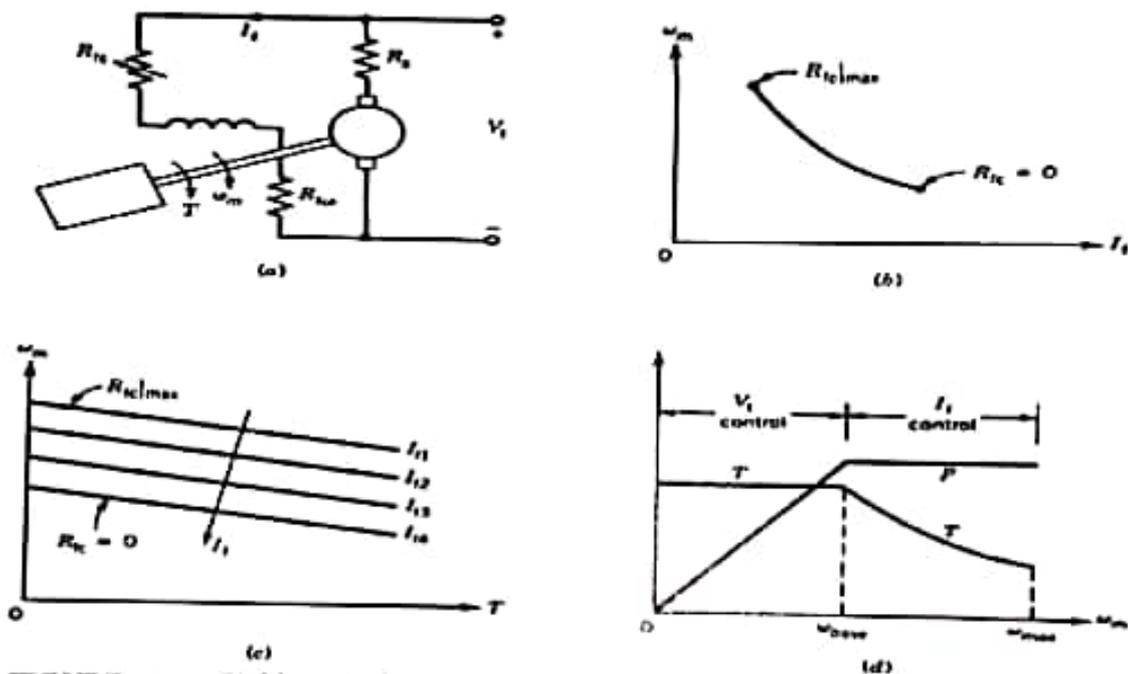


FIGURE 4.53 Field control.

iii. Armature Resistance Control

In this method, the armature terminal voltage V_t and the field current I_f (hence Φ) are kept constant at their rated values. The speed is controlled by changing resistance in the armature circuit. An armature circuit rheostat R_{ae} , is used for this purpose.

$$\omega_m = \frac{V_t}{K_a \Phi} - \frac{R_a + R_{ae}}{(K_a \Phi)^2} T$$

If V_t and Φ remain unchanged,

$$\omega_m = K_5 - K_6 T$$

where $K_5 = \frac{V_t}{K_a \Phi}$ represents no-load speed

$$K_6 = \frac{R_a + R_{ae}}{(K_a \Phi)^2}$$

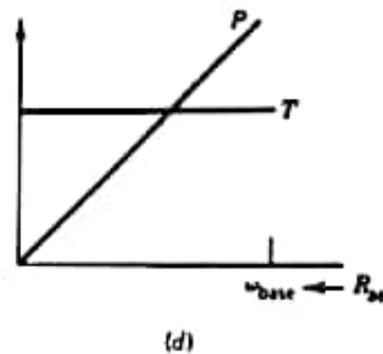
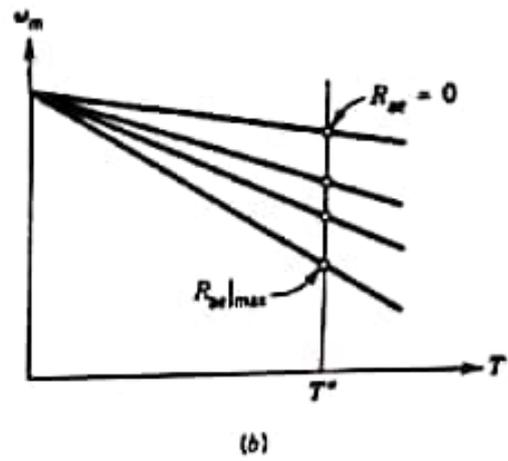
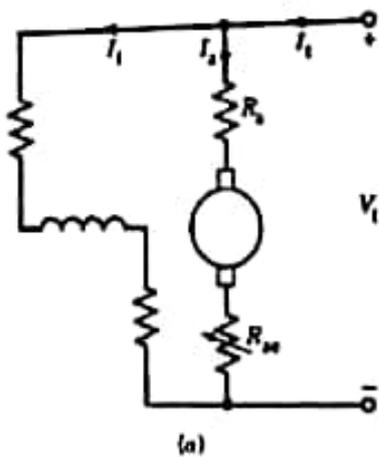
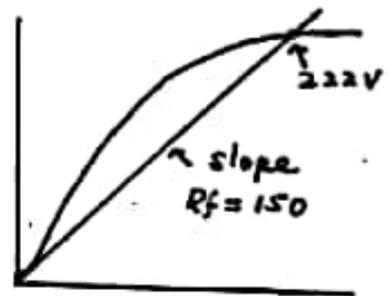


FIGURE 4.54 Armature resistance control.

4.3

(a) $E_a|_{max}$ will occur at $R_{fe} = 0$
 Draw field resistance line for
 $R_f = R_{fw} = 150 \Omega$
 $E_a(max) = 222 V$



(b)

$$E_a = V_t + I_a R_a = 200 + 100 \times 0.1 = 210 V$$

$$P_{dc} = E_a I_a = 210 \times 100 = 21000 W$$

$$\omega_m = \frac{1800}{60} \times 2\pi = 188.5 \text{ rad./sec.}$$

$$T = \frac{E_a I_a}{\omega_m} = \frac{21000}{188.5} = 111.41 \text{ N.m}$$

