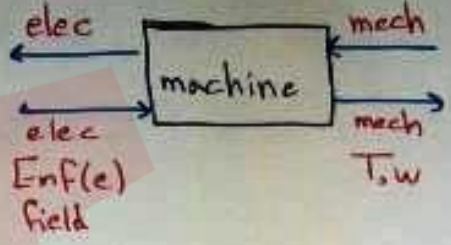
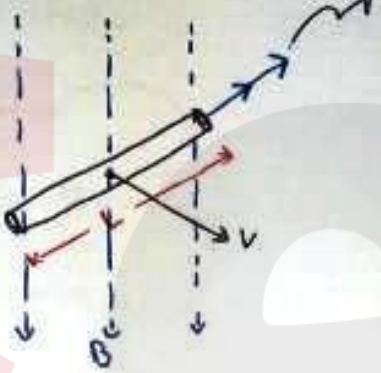


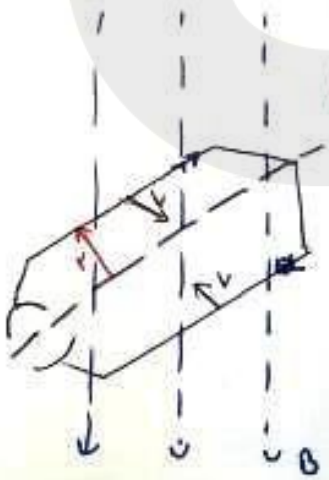
Generator

motor



$e = BLv$

$B = \frac{\Phi}{A}$



يوجد رسمات يجب الاطلاع عليها في الوسيلة

$e_t = 2BLv$

$f_t = 2BLi$

$\Rightarrow T = f_t r = 2BLi(r)$

DC - motor s

$f = BLi$

$E_a = K_a w \Phi$

$T = K_a \Phi I_a$

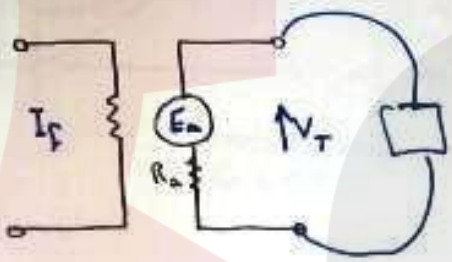
$P = E_a I_a = Tw$

DC generator :-

E_a , I_a

تعتبر مصدر تحفيز ليحفز الجهاز وينتج

⟹ Seperetaly excited :- أي أن مصدر التحفيز خارجي



يجب حفظ الرسمات ..... seprel , self excit لأنها مطلوبة في الامتحان

⟹ Self excited :- (shaunt)

$r_{sh} = r_f + r_{ext}$

$I_f = I_{sh}$

$I_T + I_{sh} = I_a$

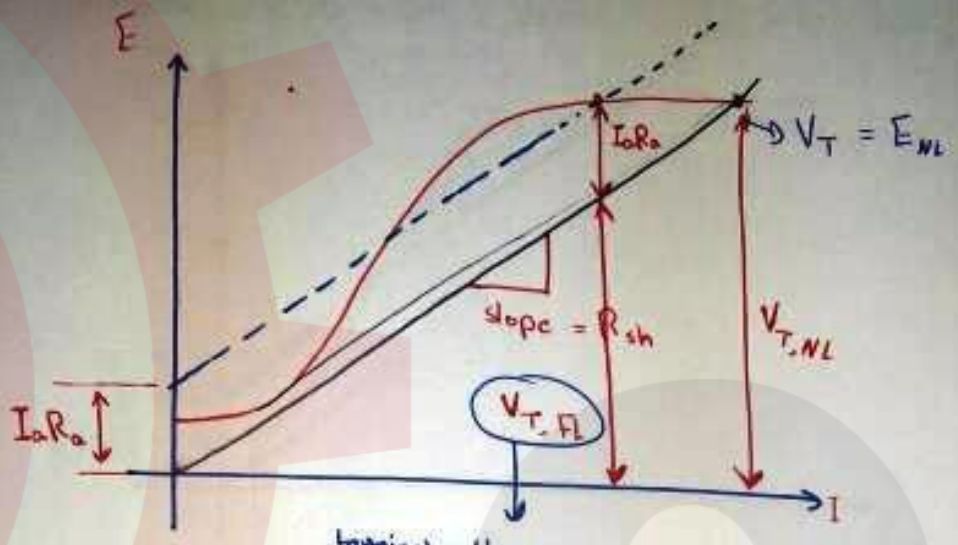
* عند وضع السلك الأحمر تصبح الدارة آمنة (وتلغي المقاومات r_{ext} و r_f) لأن التيار سيسري في السلك فقط.

⟹

* for gen :- $E_a = V_T + I_a R_a$

* for mot :- $V_T = E_a + I_a R_a$

** دائماً الحل في أسئلة الـ self excited يكون Graphical :



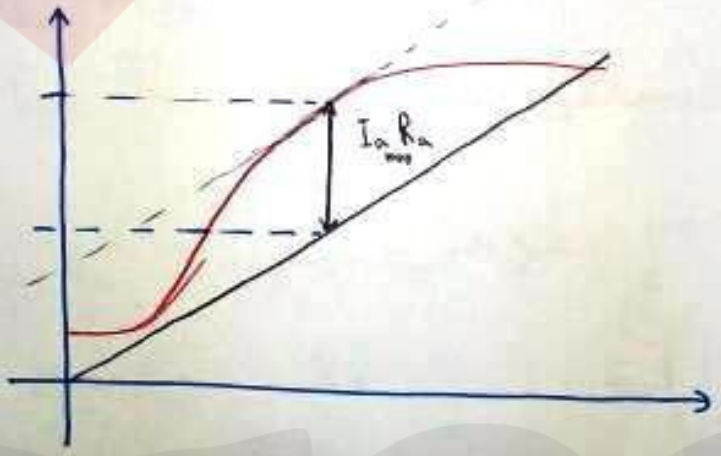
$E_{FL} < E_{NL}$

① نرسم slope .

② نرسم موازي يقطع I_aR_a .

③ النقطة الثانية اللي تقطع الـ curve تكون E_{Full} .

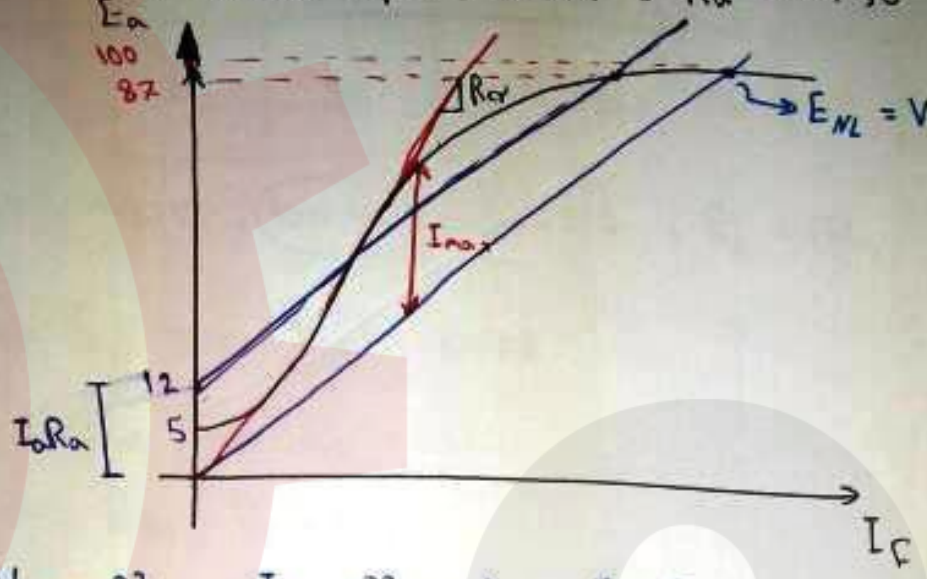
** I_aR_a :- هي المسافة بين الخط الأسود و الـ curve الأحمر.



$I_{a_{max}}$:- maximum armature current

Example 8-

12kW , 100 V , 1000 rpm ; shunt ; $R_a = 0.1\ \Omega$; $R_f = 80\ \Omega$



$\Rightarrow V_{T.FL}$?? ; $I_{a_{max}}$ = ?? ; R_{cr} ; I_{sc} = ??

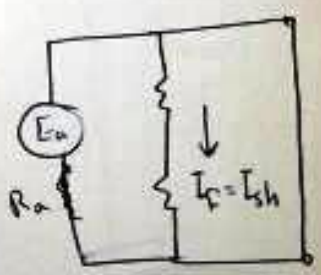
$\Rightarrow P = E_aI_a \rightarrow I_a = \frac{P}{E_a} = \frac{12000}{100} = 120\ A$

$\Rightarrow I_aR_a = 120 * 0.1 = 12\ V$

$\Rightarrow I_{a_{max}} R_a = \frac{20}{0.1} = 200\ A$

$\Rightarrow$ for calculating I_{sc} 8- نرجع الى رسمة الدائرة

التيار الذي سيمر R_f و R_{ext} سيكون صفر $I_f = 0$



$\Rightarrow E_a = I_aR_a$

$E_{R_s} = I_{sc}R_a$

$\Rightarrow E_{R_s} = I_{sc}R_a$

$I_{sc} = \frac{E_R}{R_a}$ ← at residual

هون عندي سؤال ونح شوي.

هو نفس سؤال الوسمة ولكن تعطى القيم بجدول

Example 8-

I_f	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2
E_a	10	40	80	120	150	170	200	220	245	263

linear region

$I_f = 1.64$ A

10 KW ; 250 V ; 1000 rpm ; $R_a = 0.2$; $R_f = 133$

250

By inter Polation

$\Rightarrow E_R \equiv$ no field current

$R_{ext} \Rightarrow E_{NL} = 250$

$\Rightarrow R_{sh} = R_f + R_{ext}$

$\Rightarrow R_{sh} = \frac{250}{1.64} = 152.5\ \Omega$

إذا طلب شيء معين ولكن عند سرعة مختلفة $\Rightarrow$ أو E_a عند E_{NL}

عن سرعة السؤال (1000) $\Leftarrow$ مثلاً كأن يطلب

$\Leftarrow$ 800 rpm فإننا نستخدم نسبة وتناسب.

$$\frac{250}{E_{a_2}} = \frac{1000}{800}$$

$\Rightarrow E_{a_2} =$ ✓

$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{K_{a_1} \Phi_1 \omega_1}{K_{a_2} \Phi_2 \omega_2}$$

أنا بس فاهم إني

Example : separately excited مثال

24 kW ; 240 V ; 1000 rpm ; $R_a = 0.12\ \Omega$; $N_f = 600\ \frac{\text{turn}}{\text{Pole}}$

$I_f = 1.8A$; $V_{T_{NL}} = 240$; $V_{T_{FL}} = 225\ V$; (?? E_{FL}) (?? T)

$\Rightarrow E_a = V_T + I_a R_a$

$\Rightarrow V_T = E_a - I_a R_a$

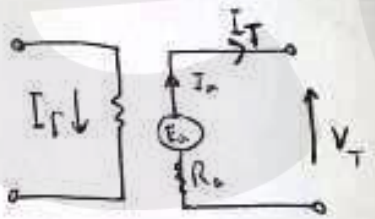
$\rightarrow I_a = \frac{P}{E_a}$ ⇝ $I_a = \frac{P}{V_{T_{NL}}}$

$= \frac{24000}{240} = 100A$

في حالة الـ separately excited لا يوجد E_a إذا نستخدم V_T ونعوض

* Generated voltage :- E

* Terminal voltage :- V_T



$\Rightarrow P = E_a I_a = TW$

F.L

$E_{a_{FL}} = 225 + 100(0.12) = 237V$

* إذا طلب $E_{a_{NL}}$ يجب أن $E_{a_{NL}}$ لأنس أنه بدون الـ armature current في التيار صفر .

$E_{a_{NL}} = V_{T_{NL}} + I_a R_a$

$= 240 + 0$

$= 240$

$V_{T_{NL}} = E_{a,NL}$ إذا ⟸

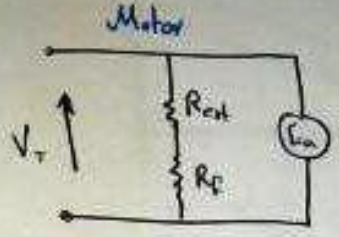
معلومة جداً

لحساب الـ Torque أستخدم $E_{a_{FL}}$ لأنه في حالة الـ NL لا يوجد Torque أصلاً

معلومة جداً

أقسم بالله العظيم أنه لا يوجد No load في حالة الـ Torque

Now for motors:- أنواع الـ generator نفسها موجودة بالنسبة للـ motors ولكن بالعكس :-



Eqns for motors:-

$$V_T = E_a + I_a R_a \quad \text{---} (1)$$

$$E_a = V_T - I_a R_a \quad \text{---} (2)$$

$$E_a = K_a \phi \omega \quad \text{---} (3)$$

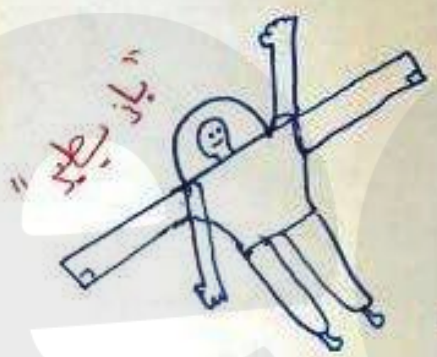
$$T = K_a \phi I_a \quad \text{---} (4)$$

For (4) $\rightarrow$ $I_a = \dfrac{T}{K_a \phi}$

sub (4) into (1)

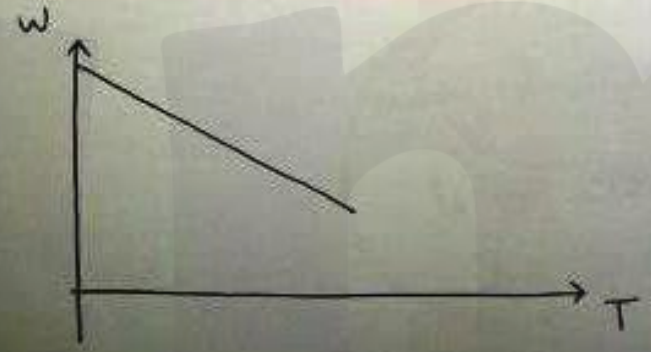
$$\rightsquigarrow E_a = V_T - \left(\frac{T}{K_a \phi}\right) R_a$$

$$= K_a \phi \omega$$



$$\rightarrow \frac{V_T}{K_a \phi} - \left(\frac{T}{K_a \phi}\right)\frac{R_a}{K_a \phi} = \frac{K_a \phi \omega}{K_a \phi}$$

$$\Longrightarrow \omega = \frac{V_T}{K_a \phi} - \left(\frac{R_a}{K_a^2 \phi^2}\right) T \quad \rightsquigarrow Y = b - mX$$



Control of speed :-

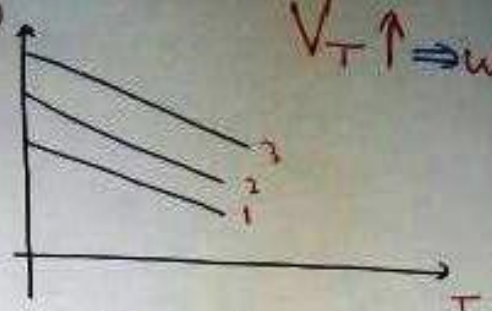
① Changing V_T (طردية)

② Changing I_f (عكسية)

∝ $\uparrow I_f$
$\Rightarrow \downarrow b$
$\downarrow m$
$\downarrow w$

③ Changing R_a (عكسية)

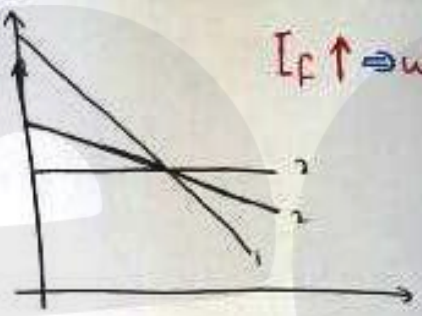
① $V_T \uparrow \Rightarrow w \uparrow$



$V_{T_1} < V_{T_2} < V_{T_3}$

$w_1 < w_2 < w_3$

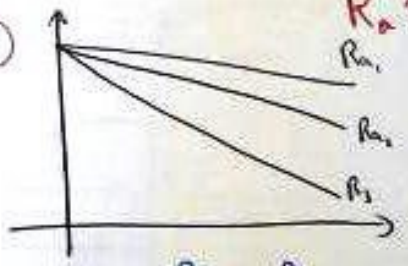
② $I_f \uparrow \Rightarrow w \downarrow$



$I_{f_1} < I_{f_2} < I_{f_3}$

$w_3 < w_2 < w_1$

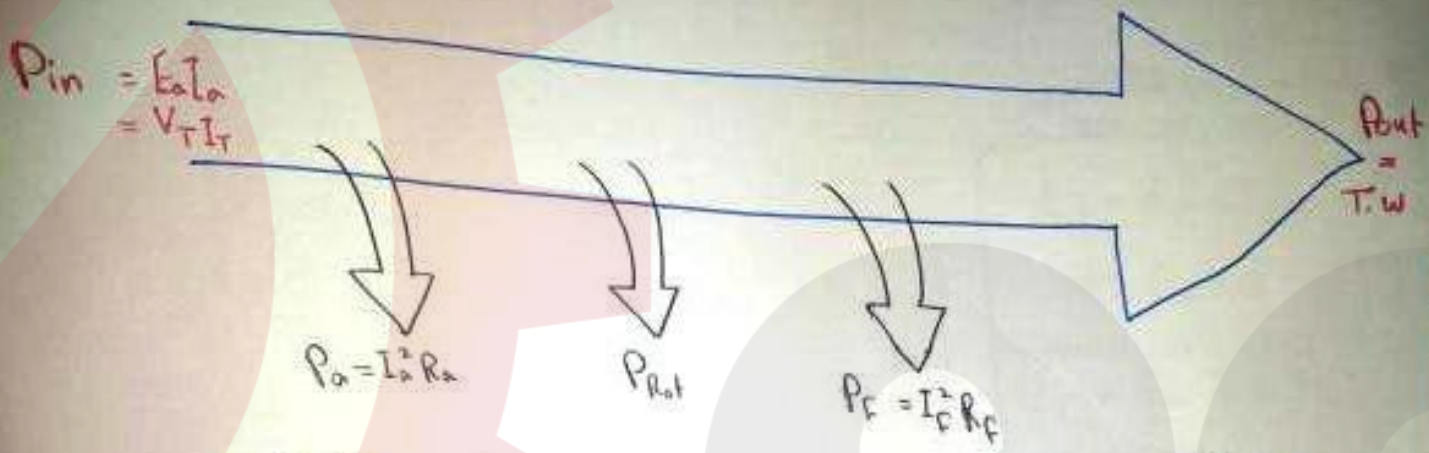
③ $R_a \uparrow \Rightarrow w \downarrow$



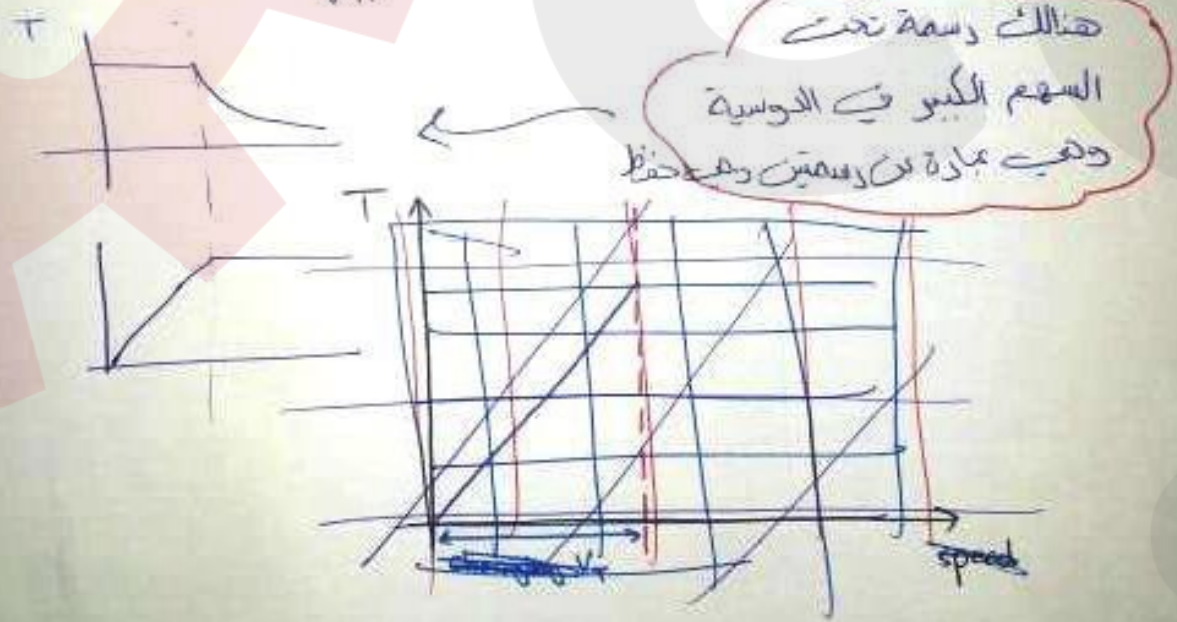
$Ra_3 > Ra_2 > Ra_1$

كشان نطفي الـ motor
يجب أن نغلق التيار I_a
ثم التيار I_f ⇐ طبعاً هبك
أحسن ولا

~~Note~~ Power flow & efficiency :-



$$\Rightarrow \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

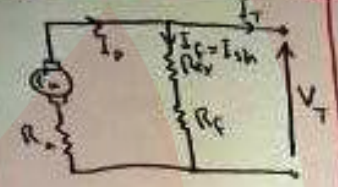


Example : مثال التوضيح

هل المولد (motor or generator) ؟ لانه ماحدد لك

240 V ; 1200 rpm , $E_a = 230$; $I_a = 40$ A

generator :-



$I_{sh} = I_c$

$I_a = I_c + I_T$

$\Rightarrow E_a = V_T + I_a R_a$

$R_{sh} = R_f + R_{ext}$

$\Downarrow$

$E_a > V_T$

motor :-

$I_T = I_c + I_a$

$V_T = E_a + I_a R_a$

$\Downarrow$

$V_T > E_a$

* نستخدم هذا الحل لتحديد gen or mot

gen

$E_a = V_T + I_a R_a$

$\Rightarrow E_a > V_T$

mot

$V_T = E_a + I_a R_a$

$V_T > E_a$

* إذا كان $E_a > V_T$ ← gen

* إذا كان $V_T > E_a$ ← mot

Solu :

$\Rightarrow V_T = E_a + I_a R_a$

$240 = 230 + 40(R_a) \Rightarrow R_a = 0.25\,\Omega$

* يجب أن لا ننسى التحويل :

$1200\,rpm * \frac{2\pi}{60} = \checkmark\ \frac{rad}{s}$

$\Rightarrow P_a = E_a I_a =$

$P_a = I_a^2 R_a = 400\ W$

$\Rightarrow \boxed{T = \frac{P}{\omega}}$

$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{K_a \Phi_1 \omega_1}{K_a \Phi_2 \omega_2}$

$\Rightarrow V_T = E_{a_2} + I_a R_a$

$E_{a_2} = 240\ V$

$\Rightarrow \frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{n_1}{n_2}$

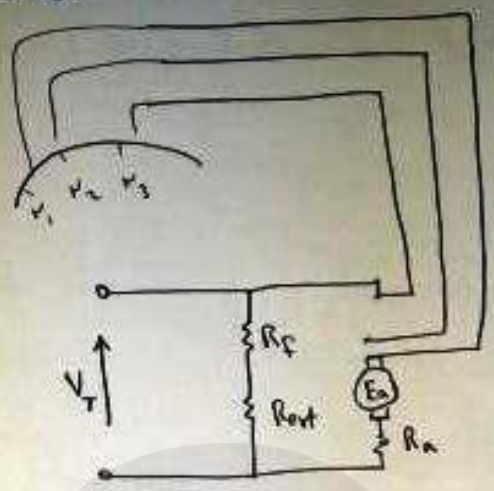
$\rightarrow n = \checkmark$

موضوع سهل جداً

Starting motor :-

$r_1 = R_1 - R_2$

$r_2 = R_2 - R_3$



$\Longrightarrow$ ratio $= \frac{I_{a\,max}}{I_{a\,min}}$; V_T ; n ; R_a] هذه أربعة قيم مهمة جداً (إما بعطيني ياها أو أنا بحسبها) :-

Solving procedure :-

(1) $R_1 = \frac{V_T}{I_{a\,max}}$

(2) $I_{a\,min} = I_{rated}$

(3) $R_2 = \frac{R_1}{ratio}$

$R_3 = \frac{R_2}{ratio}$

$\frac{R_1}{R_a} = \left(\frac{I_{a\,max}}{I_{a\,min}}\right)^n$ ← R_1

$R_1, R_2, R_3 > R_a$ ←

نستمر في حساب الـ R حتى نصل إلى قيمة R تكون أقل من R_a .....

* مثلاً كانت R_4 أقل من R_a ⟸ لا نأخذ R_4 .

$R_4 < R_a \Rightarrow R_4$ تُلغى

في الدرسية

Example:-

$V_T = 250$; $R_a = 0.2$; ratio = 1.8 ; $I_{rated} = 100$ A

$n_{rated} = 2300$ rpm.

$$\Rightarrow E_{rated} = V_T - I_{rated} R_a$$

$$= 250 - 100(0.2)$$

$$= 230 \text{ V}$$

$$E_{rated} \propto n_{rated}$$

230 ∝ 2300

مهم جداً

$\Rightarrow$ وجدنا أن النسبة هي 10
وهي نسبة مهمة جداً في الحل.

$\Rightarrow R_1 = V_T / I_{a\,max} = 250/180 = 1.388 \rightarrow E_1 = V_T - I_{rated} R_1 = \checkmark$

$R_2 = R_1 / Ratio = 0.771 \rightarrow R_2 > R_a \checkmark \rightarrow E_2 = V_T - I_{rated} R_2 = \checkmark$

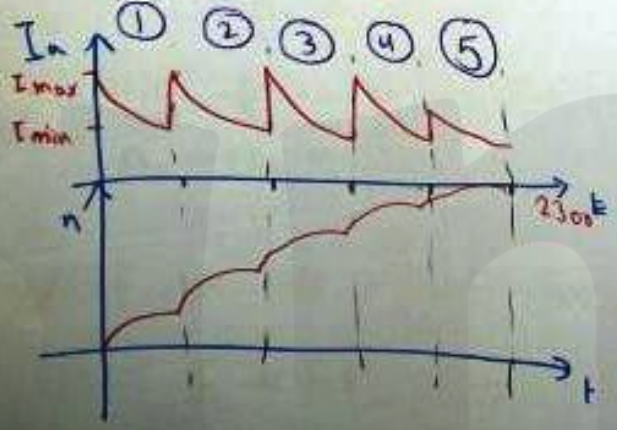
$R_3 = R_2 / Ratio = 0.429 \rightarrow R_3 > R_a \checkmark$

$R_4 = R_3 / Ratio = 0.238 \rightarrow R_4 > R_a \checkmark$

$R_5 = R_4 / Ratio = 0.132 \rightarrow R_5 > R_a \times \rightarrow E_5 \neq E_{rated}$

$R_a = 0.2$

$\Rightarrow$ For graphs:-



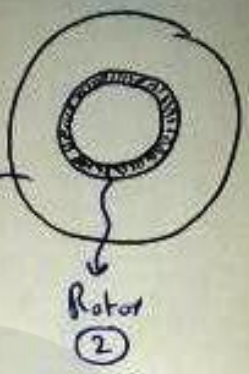
مهم

الرسمة مقسمة إلى خمسة أجزاء وذلك يعتمد على عدد الـ R التي طلعت معي

Chapter 5 :- Induction machines :-

⇒ For stator always (1) Primary side.

⇒ For Rotor always (2) secondry side



(^_^) أول صفحة ونص من هذا الـ Chapter ✱✱
ما عمرو جاب عليهم ⇐ يعني ← ماني داعي ندرسهم

$$\Rightarrow E = 4.44\, f\, N\, \Phi_p\, (K_w) \rightarrow \boxed{K_w = K_p K_s K_d}$$

✱ Synchronous speed :-

$$n_s = \frac{120 f_1}{P_1}$$

يجب الانتباه بقوة كبيرة جداً إلى المصطلحات

✱ Slip :-

$$S = \frac{n_s - n_m}{n_s}$$

✱ Slip speed :- (Relative speed)

$$n_s - n_m = S n_s$$

✱ If he ask about frequency of Rotor (f_2) :-

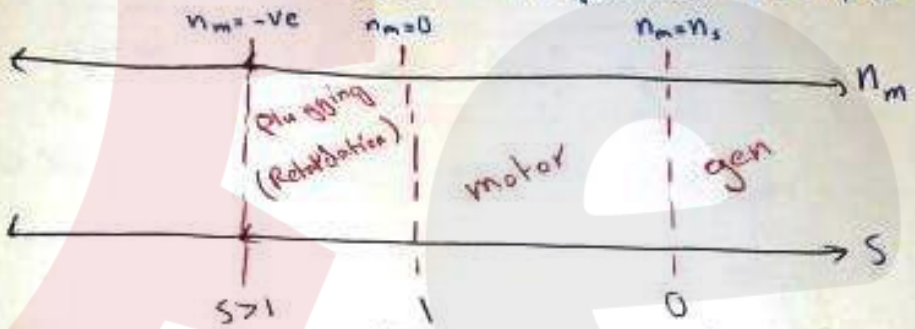
$$f_2 = S f_1$$

(Rotors winding Types) حفظ الـ مهم جداً ✱✱

لانه ممكن يجيب عليها سؤال :

1. Squirrel cage Rotor.
2. Wound Rotor.

✱✱ مهم جداً (modes of operations) :



⇐ ممكن يجيب عليها (X أو ✓) أو اسئلة فراغ

Example :-

3Ø . 460 V ; 100 hp ; 4p ; $S = 0.05$, $f_1 = 60\ Hz$

$$\Rightarrow n_s = \frac{120 f_1}{P_1} = \frac{120 * 60}{4} = 1800$$

$$n_m \Rightarrow S = \frac{n_s - n_m}{n_s} = 0.05$$

$$\boxed{n_m = 1710\ rpm}$$

$$\boxed{\text{speed of (Air gab field)} = n_s}$$

$$\Rightarrow \text{Slip speed} = n_s - n_m = 1800 - 1710 = 90\ rpm$$

* الفرع (e) من هذا سؤال حفظ :-

* speed of $\left(\begin{matrix}\text{Rotor}\\ \text{field}\end{matrix}\right) // \left(\begin{matrix}\text{Rotor}\\ \text{structure}\end{matrix}\right)$ = Slip speed = 90

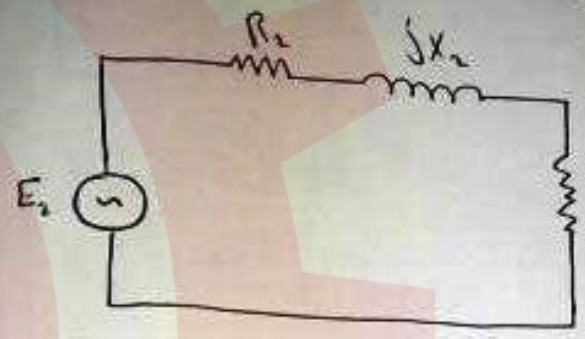
* speed of $\left(\begin{matrix}\text{Rotor}\\ \text{field}\end{matrix}\right) / \left(\begin{matrix}\text{Stator}\\ \text{structure}\end{matrix}\right) = n_s$

* speed of $\left(\begin{matrix}\text{Rotor}\\ \text{field}\end{matrix}\right) / \left(\begin{matrix}\text{Stator}\\ \text{Rotating}\end{matrix}\right) = 0$

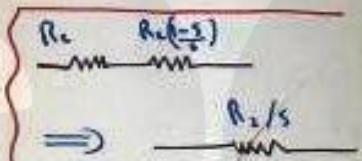
$$\Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{4.44 f_2 N_2 K}{4.44 f_1 N_1 K}$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{0.5}$$

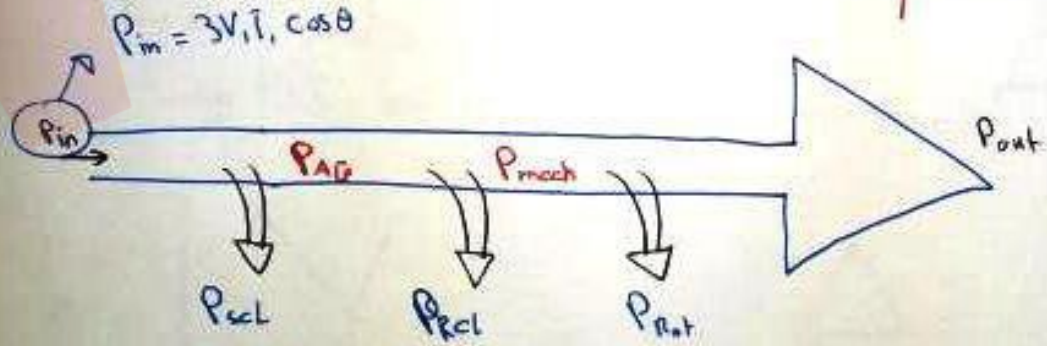
** الآن يمكن التغيير من Stator / Rotor ال
خلال دارة transformer.



equivalent circuit model (خط)



كانت مقاومة واحدة
ونحن فصلناهم
في (equivalent circuit model)



$$P_{in} - P_{SCL} = P_{AG}$$

$$P_{AG} - P_{RCL} = P_{mech}$$

$$P_{mech} - P_{Rot} = P_{out}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$\Longrightarrow$

$P_{RCL} = 3I_2^2 R_2$

$P_{in} = 3V_1 I_1 \cos\theta$

$P_{scl} = 3I_1^2 R_1$

$P_{AG} = 3I_2^2 \left(\frac{R_2}{s}\right)$

$P_{mech} = 3I_2^2 R_2 \left(\frac{1-s}{s}\right)$

$n_m = (1-s) n_s$

$\omega_m = (1-s)\omega_s$

$T = \frac{P_m}{\omega_m} = \frac{P_{AG}}{\omega_s}$

$\Longrightarrow$ @ starting $\Longrightarrow T = \frac{P_{AG}}{\omega_s}$

~~**Tests :-**~~

$\Longrightarrow$ DC test $\Longrightarrow$ R_1 ؟! $\Longrightarrow R_{DC} = \square\ \Omega$

الخطوة الأولى من الحل يجب إيجاد قيمة R_1 حسب نوع التوصيل Δ or Y

$R_1 = \frac{R_{DC}}{2}$

$R_1 = \frac{3R_{DC}}{2}$

① NL Test $\Rightarrow P_{NL}$, V_{NL} , I_{NL} , f_{NL}

$$P_{NL} = 3I_{NL}^2 R_1 + P_{Rot}$$
$$= 3I_{NL}^2 R_{NL}$$

$$Z_{NL} = \frac{V_{NL}/\sqrt{3}}{I_{NL}}$$

$$R_{NL} = \frac{P_{NL}}{3I_{NL}^2}$$

$$X = \sqrt{Z_{NL}^2 - R_{NL}^2}$$

$$\boxed{X_{NL} = X_1 + X_m}$$ ✱ $\Rightarrow$ من ال Test الي بعدو

② Blocked Rotor test & $\Rightarrow P_{BR}$; V_{BR} ; I_{BR} ; f_{BR}

$$P_{BR} = 3I_{BR}^2 R_{BR} = 3I_{BR}^2 (R_1 + R_2)$$

$$Z_{BR} = \frac{V_{BR}/\sqrt{3}}{I_{BR}} = \sqrt{R_{BR}^2 + X_{BR}^2} \Rightarrow X_{BR} = \leftarrow$$

$$X_{BR}\left(\frac{f_{NL}}{f_{BR}}\right) = \boxed{X_1 + X_2} \leftarrow$$

مثلاً طلعت مذ قيمة

$X_1 + X_2 = 5$

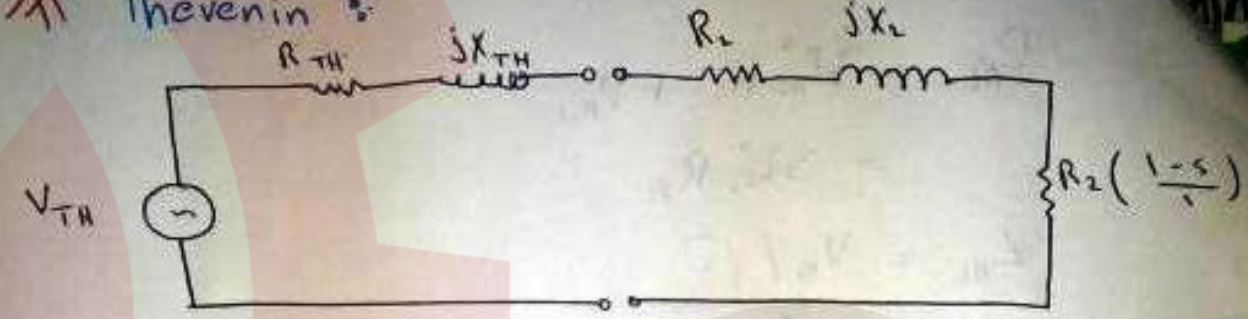
$X_1 = X_2$ نعتبر $\Leftarrow$

$\boxed{X_1 = 2.5} \Leftarrow$

$\boxed{X_2 = 2.5} \Leftarrow$

** P(5.6)

* Thevenin :



X_1

X_m

$V_1 = IR$

R_1

بكون من المعطيات بعد أن نقسم المعطيات على $\sqrt{3}$

$$V_{TH} = V_{oc} = \frac{V_1 * jX_m}{R_1 + j(X_1 + X_m)}$$

$$K_{TH} = \frac{X_m}{X_1 + X_m}$$

$$R_{TH} = K_{TH}^2 R_1$$

$$V_{TH} = K_{TH} V_1$$

$$\Rightarrow \left(\frac{R_2}{s} + jX_2\right) // jX_m \Rightarrow \left[\frac{(R_2 + jX_2)jX_m}{(\quad) + jX_m}\right] + R_1 + jX_1$$

$$\Longrightarrow I_1 = \frac{V_1}{R_{eq}}$$

*** ما تبقى بدرس من الوسبة ***