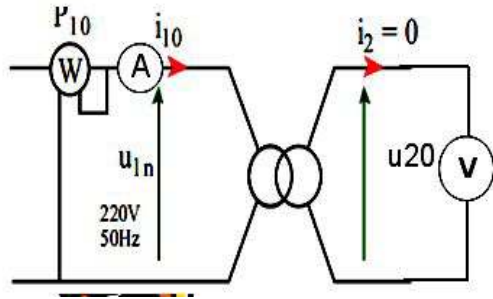


4- مختلف التجارب للمحول : **1.4. في الفراغ** : الثانوي في حالة دارة مفتوحة إذن : $U_{20} > U_{2N}$



$$m_0 = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

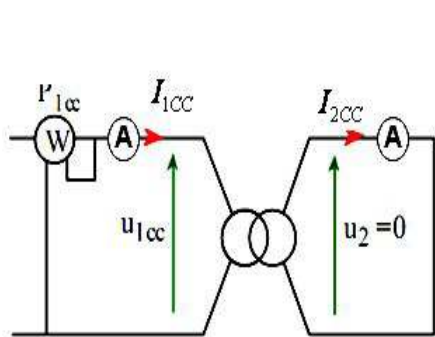
نسبة التحويل على فراغ :

$$\cos \varphi_{10} = \frac{P_{10}}{S_{10}}$$

معامل الاستطاعة في الفراغ :

الاستطاعات : $P_{10} = P_2 + P_{fer} + P_J$ لدينا : $P_2 = 0 \Rightarrow P_{10} = P_{fer} + P_J$

من جهة أخرى: $P_J = R_1 I_{10}^2 + R_2 I_2^2 = R_1 I_{10}^2 (I_2 = 0)$ بما أن $I_{10} \ll I_{1N}$ $\Leftarrow P_{10} \cong P_{fer}$



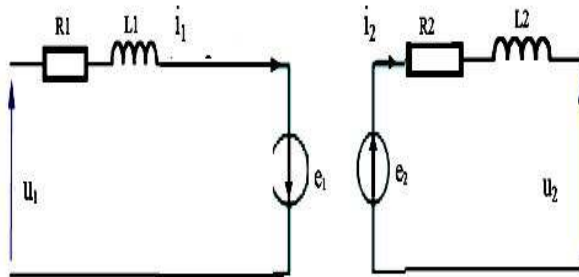
$$m = \frac{I_{1cc}}{I_{2cc}} = \frac{N_2}{N_1}$$

2.4 - في حالة قصر : الثانوي في حالة دارة قصيرة

الاستطاعات : $P_{1cc} = P_{fer} + P_J$

بما أن $U_{1cc} \ll U$ $\Leftarrow P_{fer} \approx 0$ إذن : $P_{1cc} \cong P_J$

5- تقريب كاب KAPP :



التصميم المكافئ للمحول في تقريب كاب :

1.5 - الإرجاع إلى الثانوي :

- المفاعلة الكلية المرجعة إلى الثانوي : $X_S = X_2 + X_1 m_0^2 = L_2 \omega + L_1 \omega m_0^2$

- المقاومة الكلية المرجعة إلى الثانوي : $R_S = R_2 + R_1 m_0^2$

- الممانعة الكلية المرجعة إلى الثانوي : $Z_S = \sqrt{X_S^2 + R_S^2}$

2.5 - الإرجاع إلى الابتدائي : - المفاعلة الكلية المرجعة إلى الابتدائي : $X_P = X_1 + \frac{X_2}{m_0^2} = L_1 \omega + \frac{L_2 \omega}{m_0^2}$

- المقاومة الكلية المرجعة إلى الابتدائي : $R_P = R_1 + \frac{R_2}{m_0^2}$

- الممانعة الكلية المرجعة إلى الابتدائي : $Z_P = \sqrt{X_P^2 + R_P^2}$

3.5- حساب عناصر التصميم المكافئ : تحسب انطلاقا من التجربة في حالة قصر وذلك بقياس $P_{1CC}, I_{2CC}, I_{1CC}, U_{1CC}$

$$1.3.5. \text{العناصر المرجعة إلى الابتدائي : } R_P = \frac{P_{1CC}}{I_{1CC}^2}, Z_P = \frac{U_{1CC}}{I_{1CC}}, X_P = \sqrt{Z_P^2 - R_P^2}$$

2.3.5. العناصر المرجعة إلى الثانوي : انطلاقا من العناصر المرجعة إلى الابتدائي يمكن حساب العناصر المرجعة إلى الثانوي :

$$R_S = R_2 + R_1 m_0^2 = m_0^2 \left(\frac{R_2}{m_0^2} + R_1 \right) = m_0^2 R_P = \frac{P_{1CC}}{I_{2CC}^2} \Rightarrow \boxed{P_{1CC} = R_S \cdot I_{2CC}^2}$$

$$Z_S = m_0^2 Z_P = m_0 \frac{U_{1CC}}{I_{2CC}}, X_S = \sqrt{Z_S^2 - R_S^2}$$

6 - تشغيل المحول في حالة حمولة : يسمى الفرق بين U_2 و U_{20} بالهبوط في التوتر ويعطى كما يلي :

$$\frac{\Delta U_2}{U_{20}} = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} (100\%) \quad \text{و الهبوط النسبي بالعلاقة : } \boxed{\Delta U_2 = U_{20} - U_2}$$

من جهة أخرى : $\Delta U_2 = R_S \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 + X_S \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_2$

$$\boxed{\Delta U_2 = Z_S \cdot I_{2N}} \quad \text{و} \quad \boxed{\Delta U_2 = m_0 \cdot U_1 - U_2}$$

7- الحصيلة الطاقوية :

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1, P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2, \eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_J + P_{fer}}$$

$$Q_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1, Q_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_2$$

يكون **المردود أعظمي** اذا كان : $P_J = P_{fer}$

ونقول عن المحول أنه **مثالي** اذا كان :

$$P_J = P_{fer} = 0 \Rightarrow P_1 = P_2 \Rightarrow \eta = 100\%$$

$$S_1 = S_2 \Rightarrow U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = m$$

تمرين :

أجريت على محول أحادي الطور الاختبارات التالية:

▪ في الفراغ: $U_1 = U_{IN} = 380V$, $50HZ$, $U_{20} = 26V$, $I_{10} = 0.2A$, $P_{10} = 15W$

▪ في القصر: $U_{1CC} = 20V$, $I_{2CC} = I_{2N} = 25A$

قياس مقاومتي الملفين الأولى ($R_1=0.1\Omega$) والثانوي ($R_2=0.02\Omega$) عند درجة حرارة التشغيل الاسمي.

1- احسب:

أ- عدد لفات الأولى علما أن عدد لفات الثانوي $N_2 = 100$

ب- معامل الاستطاعة في الفراغ.

2- أوجد قيم عناصر الدارة المكافئة المرجعة إلى الثانوي.

3- يصيب المحول تيارا شدته $25A$ في حمولة حثية عامل إستطاعتها $\cos\phi_2 = 0,8$ تحت توتر

أولي $U_1=380V$

أ- أحسب الإستطاعة الفعالة بالثانوي إذا علمت أن الهبوط في التوتر يقدر بـ $1.16V$

ب- أحسب مردود المحول (عمليا نأخذ: $P_{1CC} = P_j$ و $P_{10} = P_F$)

ب - التقويم المتحكم فيه أحادي الطور: Redressement Commandé Monophasé

المقدح (thyristore): يتميز المقدح بحالتين : حالة التمرير **Passant** و حالة المنع **Bloqué**

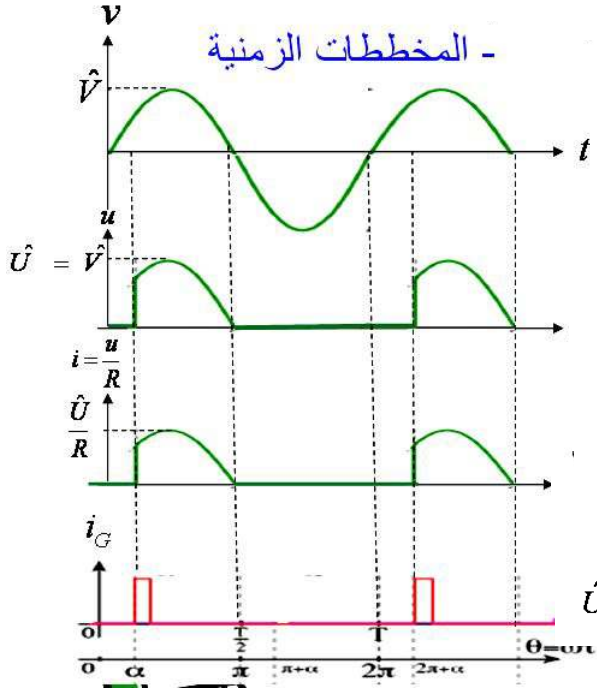
* عند المرور من حالة المنع الى حالة التمرير نسمي به: **الإقلاع L'amorçage**

* وعند المرور من حالة التمرير الى حالة المنع نسمي به: **الوقف Blocage**

شروط إقلاع المقدح: ($V_{AK} > 0$) واعطاء نبضة تحكم موجبة في الزناد المقدح يمرر

تطبيقيا: عندما يكون المقدح مستقطب عكسيا ($V_{AK} < 0$), المقدح موقوف

عندما: $i_G = 0$ لا يمكن إيقاف إقلاع المقدح

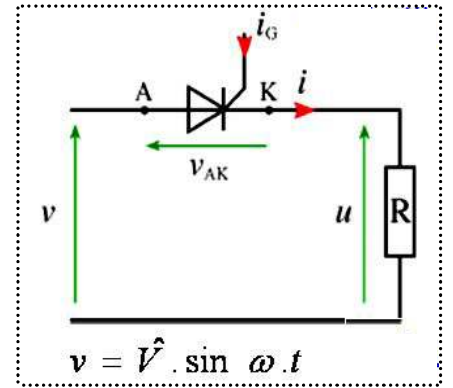


1- التقويم المتحكم فيه أحادي النوبة: نحقق التركيب التالي :

زاوية تأخر القدح : α

زمن تأخر القدح : $t_\alpha = \frac{\alpha}{\omega}$

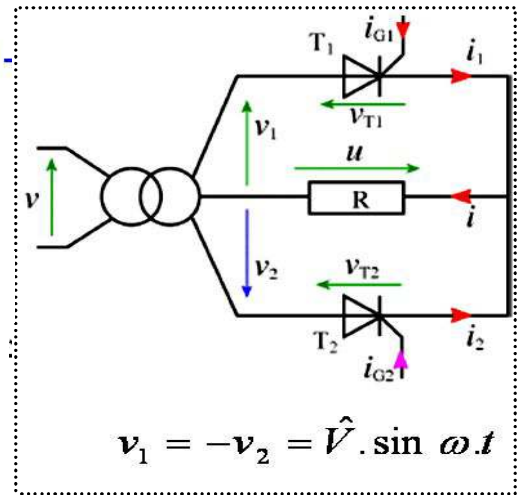
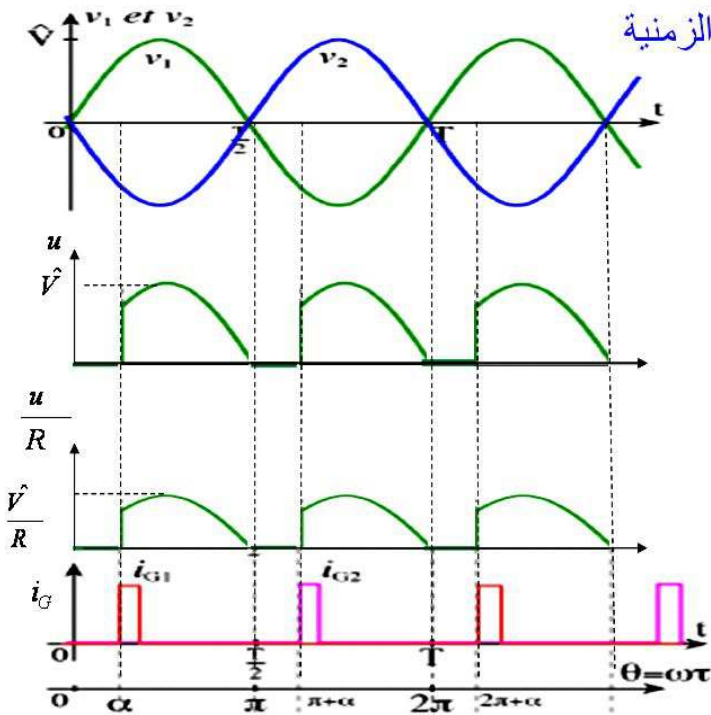
حيث : $0 \leq \alpha \leq \pi$



القيم المتوسطة : $\bar{I} = \frac{\bar{U}}{R}$, $\bar{U} = \hat{U} \cdot \frac{1 + \cos \alpha}{2\pi}$ حيث $\hat{U} = \hat{V}$

2- التقويم المتحكم فيه ثنائي النوبة:

1-2 تركيب بمحول ذو النقطة الوسطية :



$v_1 = -v_2 = \hat{V} \cdot \sin \omega t$

حيث : $\hat{U} = \hat{V}_1 = \hat{V}_2 = \hat{V}$

القيم المتوسطة : $\bar{I} = \frac{\bar{U}}{R}$, $\bar{U} = \hat{U} \cdot \frac{1 + \cos \alpha}{\pi}$

■ المقداح: $\bar{I}_T = \frac{\bar{I}}{2}$: القيمة المتوسطة لتيار المباشر المار في المقداح
 $\hat{V}_{AKI} = 2\hat{V}$: التوتر العكسي الأعظمي بين طرفي كل مقداح

مثال: محول بنقطة وسيطية $220V / 2 \times 24V$ يغذي مقوم مرافق ثنائي النوبة

س1: أحسب التوتر العكسي الأعظمي بين طرفي كل مقداح

إذا كان القوم يصب تيار قيمته المتوسطة $1.08A$ في حمولة مقاومة $R=10\Omega$

س2: أحسب زاوية تأخر القدح ، إستنتج زاوية التمرير لكل مقداح -

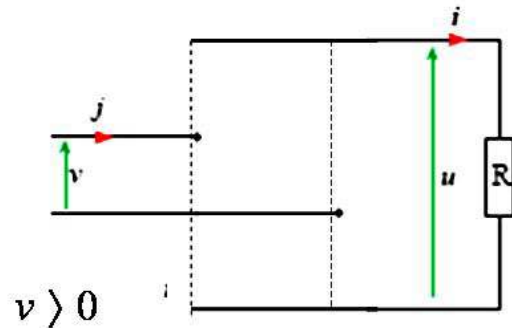
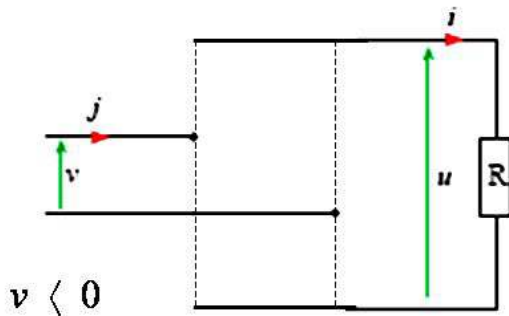
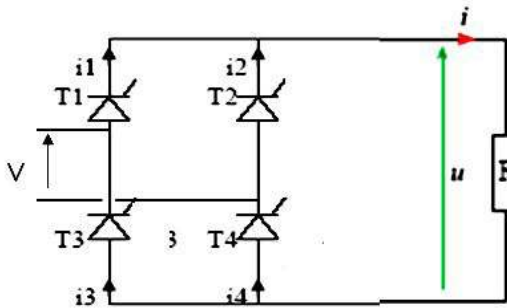
نشاط: الشكل المقابل يمثل دائرة التحكم في توتر حمولة نعتبرها مقاومة

$$R = 10 \Omega$$

$$v = 220 \sqrt{2} \cdot \sin \omega t$$

س1- ماهو نوع و إسم المقوم المستعمل :

س2- أكمل التصميم المكافئ للجسر في كل نوبة و بعد إرسال نبضات التحكم للمقادح المعنية :



س3: ماهي طبيعة كل من التوترات و التيارات التالية :

$$i, j, u, v$$

نشاط : الشكل المقابل يمثل دائرة التحكم في توتر حمولة نعتبرها مقاومة

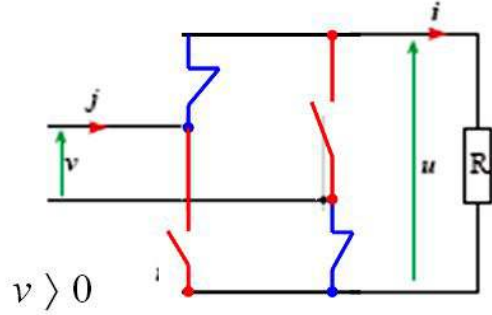
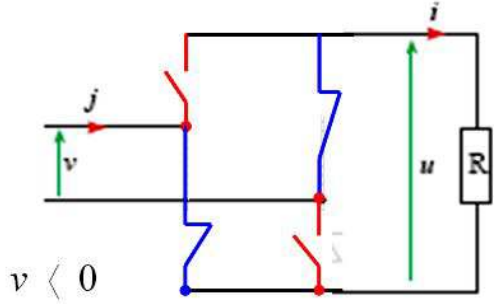
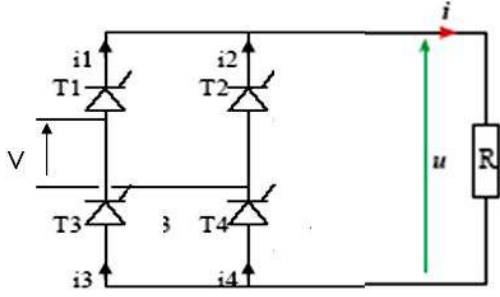
$$R = 10 \Omega$$

$$v = 220 \sqrt{2} \cdot \sin \omega.t$$

س1- ماهو نوع و اسم المقوم المستعمل :

ج1- مقوم مراقب ثنائي النوبة بجسر غرايتس

س2- أكمل التصميم المكافئ للجسر في كل نوبة و بعد إرسال نبضات التحكم للمقادير المعنوية :



س3: ماهي طبيعة كل من التوترات و التيارات التالية : i, j, u, v

متناوبة : v, j

مقومة : u, i

أحسب - القيمة المتوسطة لتيار المار في الحمل من أجل زاوية تأخر قرح قدرها 90 درجة ؛

- القيمة المتوسطة لتيار المار في كل مقداح

$$\bar{I} = \hat{U} \frac{1 + \cos \alpha}{\pi R} = 220 \cdot \sqrt{2} \frac{1 + 0}{\pi \cdot 10} = 9.9V \quad \text{6:}$$

$$\bar{I}_T = \frac{I}{2} = \frac{7}{2} = 4.95V$$

المحور 07: وظيفة الاستطاعة
الموضوع 01: المحرك اللاتزامني ثلاثي الاطوار

مبدأ التشغيل :

$$n_s = \frac{f}{p}$$

عند تغذية وشيعات الساكن بالتيار المتناوب ثلاثي الاطوار تنتج مجالا مغناطيسيا دوارا يدور بالسرعة :

n_s * : سرعة الدوران التزامنية (tr/s) ، f * : التردد : (hz) ، p * : عدد أزواج أقطاب المحرك $p()$ إذا كان التواتر $f = 50\text{Hz}$ ، السرعات المتزامنة الممكنة هي :

p	n (tr/s)	n (tr/min)
1	50	3000
2	25	1500
3	16.67	1000
4	12.5	750
5	10	600
6	8.33	50

n_s : سرعة التزامن (المجال الدوار)
 n : سرعة الدوار

$$\Omega = 2\pi . n_s = \frac{2\pi . f}{p}$$

■ نستنتج سرعة الزاوية للمجال الدوار :

■ يدور الجزء الدوار n بسرعة لكنه اقل من سرعة المجال الدوار n_s : $n_s > n$ و $\Omega_s > \Omega$

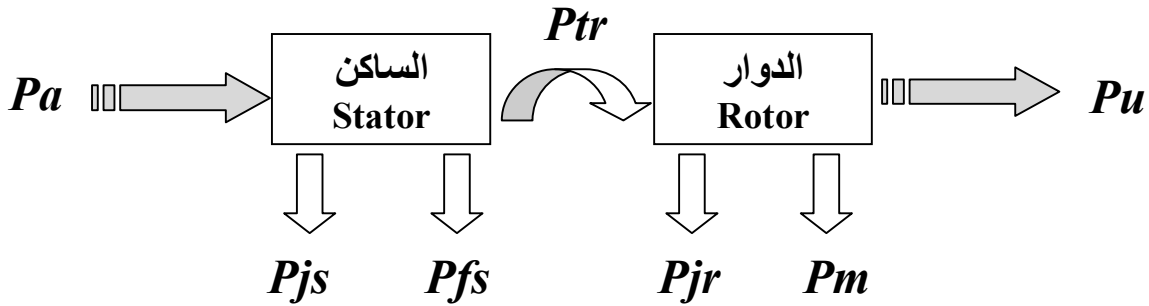
$$n = n_s . (1 - g)$$

g : بدون وحدة
نستنتج من العلاقة :

$$g = \frac{n_g}{n_s} = \frac{n_s - n}{n_s}$$

الانزلاق Glissement :

الاستطاعات و المردود :



أ- الحصيلة الطاقوية في الساكن:

$$P_a = \sqrt{3} . U . I . \cos \varphi$$

■ الاستطاعة الممتصة :

■ الضياع بمفعول جول في الساكن :

- $P_{js} = \frac{3}{2} R . I^2$ (مهما يكن نوع الإقران) .
- $P_{js} = 3 . r . I^2$ (حالة إقران نجمي) .
- $P_{js} = r . I^2$ (حالة إقران مثلثي) .
- : r (مقاومة لف الساكن)
- : R (المقاومة المقاسة بين مرتبين)

- الضياعات في حديد الساكن P_{fs} : تكون عمليا مستقلة عن الحمولة (ثابتة) .
- الاستطاعة المنقولة إلى الدوار :

$$P_{tr} = P_a - (P_{js} + P_{fs})$$

ب) الحصيلة الطاقوية في الدوار :

$$P_{jr} = g \cdot P_{tr}$$

$$P_u = P_{tr} - (P_{jr} + P_m)$$

$$P_a = P_u + P_{js} + P_{jr} + P_{fs} + P_m$$

ج) الحصيلة الطاقوية الإجمالية :

د) مردود المحرك :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_a - (P_{js} + P_{jr} + P_{fs} + P_m)}{P_a}$$

العزم :

$$T_U = \frac{P_U}{\Omega} \quad \text{العزم المفيد:} \quad \text{وحدها (نيوتن × متر) N.m}$$

$$T = \frac{Ptr}{\Omega_S} \quad \text{العزم الكهرومغناطيسي:}$$

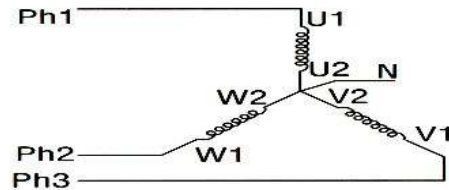
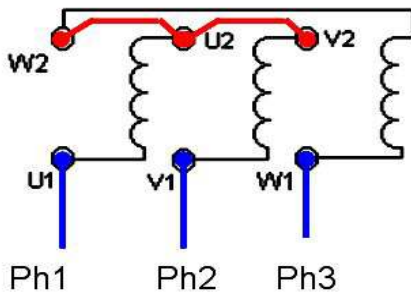
ملاحظة: الضياعات الثابتة $P_c = P_{fs} + P_m$ وتحدد بالإختبار في الفراغ

يمتص المحرك في الفراغ تيارا شدته I_0 واستطاعة P_0 :

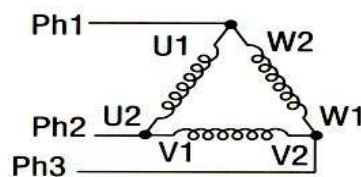
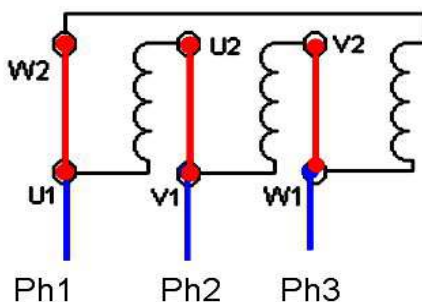
$$P_0 = P_c + P_{js} \quad P_0 = P_{fs} + P_m + P_{js} \quad P_c = P_0 - P_{js}$$

إقران المحرك اللاتزامني :

الإقران النجمي :



إقران المثثي -



تعطي اللوحة الإشارية لمحرك لامتزامن دائما توترين للتشغيل :

مثال : 220 / 380 V أو 380 / 660 V

تمثل القيمة الصغرى التوتر الاسمي للف واحد (طور واحد) و منه يتم ربط المحرك كالتالي :

• إقران مثلثي : عندما يوافق التوتر بين طورين لشبكة التغذية التوتر الأصغر للتشغيل .

مثال 1 : محرك 380 / 660 V على شبكة 220V / 380V (380V = التوتر بين طوري الشبكة)

• إقران نجمي : عندما يوافق التوتر بين طورين لشبكة التغذية التوتر الأكبر للتشغيل .

مثال 2 : محرك 220 / 380 V على شبكة 220V / 380V (380V = التوتر بين طوري الشبكة)

مثال 1 : أكمل الجدول التالي:

اللوحة الإشارية الشبكة	127/220 V	220/380 V	380/660 V
127/220V			
220/380 V			

لوحة المواصفات لمحرك لاتزامن ثلاثي الطور



COS φ

تواتر التيارات الدوارة

الإستطاعة المفيدة Pu

السرعة الإسمية (الدوار) n

المردود

عدد الأطوار

الشدة الممتصة على خط الإقران المثلثي

الشدة الممتصة على خط الإقران النجمي

التوتر الأعظمي بين قطب التلغيف و الحيادي

التوتر الأعظمي بين طرفي التلغيف

تمارين حول المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور

تمرين 01: **BAC 2009**

المحرك M2 له الخصائص التالية: لامتزامن ثلاثي الطور 220V/ 380 V - 50 Hz
 $\cos \varphi = 0.85$ 1440 t/mn 5 A
 علما أن الضياعات الثابتة متساوية $p_f = p_{mec} = 60 \text{ W}$ و المقاومة المقاسة بين طورين
 للساكن 2.5Ω

- س9: في الشبكة 50Hz , 3 x 380V ، كيف يتم إقران هذا المحرك ؟
 س10: أرسم تصميم دائرة الاستطاعة لهذا المحرك علما أن إقلاعه يكون مباشرا.
 عند التشغيل الاسمي لهذا المحرك:
 س11: أحسب الانزلاق وعدد الأقطاب.
 س12: أحسب الاستطاعة الممتصة.
 س13: أحسب الضياعات بفعل جول.
 س14: أحسب الاستطاعة المفيدة و العزم المفيد.

تمرين 02:

تحمل اللوحة الإشهارية لمحرك لا متزامن ثلاثي الطور مايلي : 220V/380V
 1450 tr/mn , 50HZ ، عدد أقطاب المحرك =4
 يغذي بشبكة ثلاثية الطور 50HZ . 127V/220V
 - ماهو الإقران المناسب للمحرك مع التعليل
 أحسب : - سرعة التزامن (سرعة الحقل الدوار) .
 - الإنزلاق

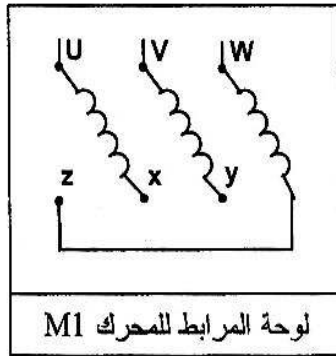
- إشرح ماذا يحدث عند :
 - تغذية طورين فقط للمحرك
 - عند عكس طوري تغذية المحرك
 - عند عكس الأطوار الثلاثة.
 - عند فتح دائرة الدوار و تغذية المحرك

$$R.I^2$$

تمرين 03: **BAC 2012 - S01**

$\cos \varphi = 0.6$, $P_u = 1200 \text{ W}$
 $\eta = 75\%$, عدد أزواج الأقطاب $p=1$
 الانزلاق $g=1.5\%$

M1 محرك لا تزامني ثلاثي الطور
 220V/380V, 50Hz



لوحة المراتب للمحرك M1

الاستطاعة: شبكة التغذية : 220v/380v , 50HZ
 11. أنقل رسم لوحة المراتب للمحرك M1 على ورقة إجابتك وبين نوع الإقران، علل.

12. احسب التيار المستهلك و سرعة دوران المحرك M1.

تمرين 04: **BAC 2012 - S02**

• دائرة الاستطاعة للمحرك M4:

- تم قياس الاستطاعة للمحرك M4 باستعمال طريقة الواط مترين فأعطت النتائج التالية :

$$P_2 = P_B = 980 \text{ W} \quad P_1 = P_A = 3260 \text{ W}$$

- س10: احسب مختلف الإستطاعات لهذا المحرك (الممتصة، الارتكاسية والظاهرية).
 س11: استنتج معامل الاستطاعة $\cos \varphi$.

حل تمارين المحرك:

تمرين 01:

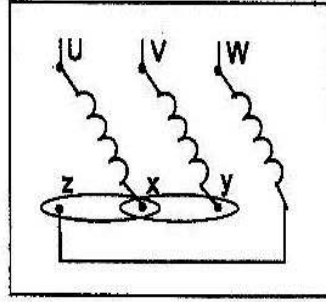
ج09: اقران نجمي لأن توتر طوري الشبكة يساوي التوتر الأكبر للمحرك - كل لف يتحمل 220V

1.75	0.5	حساب الانزلاق وعدد الأقطاب. لدينا $n = 1440 \text{ rpm}$ و $f = 50 \text{ Hz}$ إذن $n_s = 1500 \text{ rpm}$	ج11
	0.5	$g = (n_s - n) / n_s$ $= (1500 - 1440) / 1500 = 60/1500 = 0.04$	
	0.25	$g = 4 \%$	
	0.5	عدد أقطاب المحرك: $n_s = 60 f / p$ منه $p = 60f/n_s = 3000/1500 = 2$ عدد أقطاب المحرك هو : $2p = 2 \times 2 = 4 \text{ pôles}$	
0.75		حساب الاستطاعة الممتصة.	ج12
	0.5	$P_a = \sqrt{3} U I \cos \phi$	
	0.25	$P_a = \sqrt{3} \times 380 \times 5 \times 0.85 = 2797.26 \text{ W}$ $P_a = 2,797 \text{ kW}$	
1.25		حساب الضياعات بفعل جول	ج13
	0.5	$P_{js} = (3/2) r I^2 = 1,5 \cdot 2,5 \cdot (5)^2 = 93.75$ $P_{js} = 93.75 \text{ W}$	
	0.5	$P_{jr} = (P_a - p_r - p_{js})g = (2797.26 - 60 - 93.75)4\% = 105.74$ $P_{jr} = 105.74 \text{ W}$	
	0.25	$P_j = p_{js} + p_{jr} = 93.75 + 105.74 = 199.49 \text{ W}$	
1.5		أحسب الاستطاعة المفيدة و العزم المفيد.	ج14
	0.5	$P_u = P_a - (p_j + p_f + p_{mec})$	
	0.25	$= 2797.26 - (199.49 + 60 + 60) = 2477.77 \text{ W}$	
	0.5	$C_u = 60 \cdot P_u / 2\pi n$	
	0.25	$= 60 \cdot 2797,26 / (6,28 \cdot 1440) = 16.44 \text{ Nm}$	

تمرين 02:

ج11

نوع الإقتران نجمي .



1

2×0.5

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cdot \cos \varphi} \quad P = \frac{Pu}{\eta} = \frac{1200}{0,75} = 1600W \quad I = \frac{M_1}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,6}$$

$$I = 4A$$

ج12

1.5

0.5

$$n = \frac{3000}{p} = \frac{3000}{1} = \frac{3000tr}{mn} \quad n' = (1-g)n = (1-0,015)3000$$

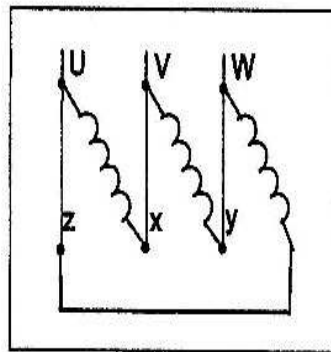
$$n' = 2955tr / mn$$

0.5

ج9

نوع الإقتران مثلثي Δ.

12



التوتر الذي يتحملة كل ملف هو : 380V

0.50

1

0.50

0.75

ج10

حساب الاستطاعة الفعالة الممتصة من طرف المحرك .

$$Pa = P1 + P2 = 3260 + 980 = 4240W$$

حساب الاستطاعة المفاعلة (الردية ، الإرتكاسية) (Q) للمحرك

$$Q = (P1 - P2)\sqrt{3} = (3260 - 980)\sqrt{3} = 3949VAR$$

0.5

حساب الاستطاعة الظاهرية (S) للمحرك .

$$S = \sqrt{Pa^2 + Q^2} = 5794 VA$$

ج11

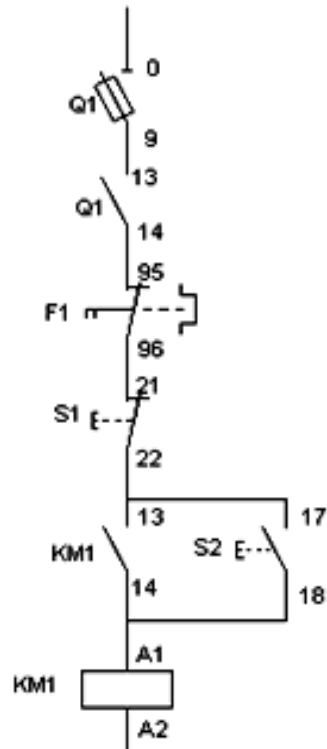
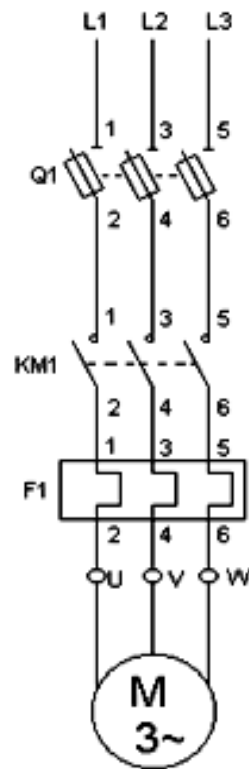
معامل الاستطاعة (Cos(φ)) للمحرك .

$$\text{Cos}(\varphi) = Pa/S = 4240/5794 = 0.73$$

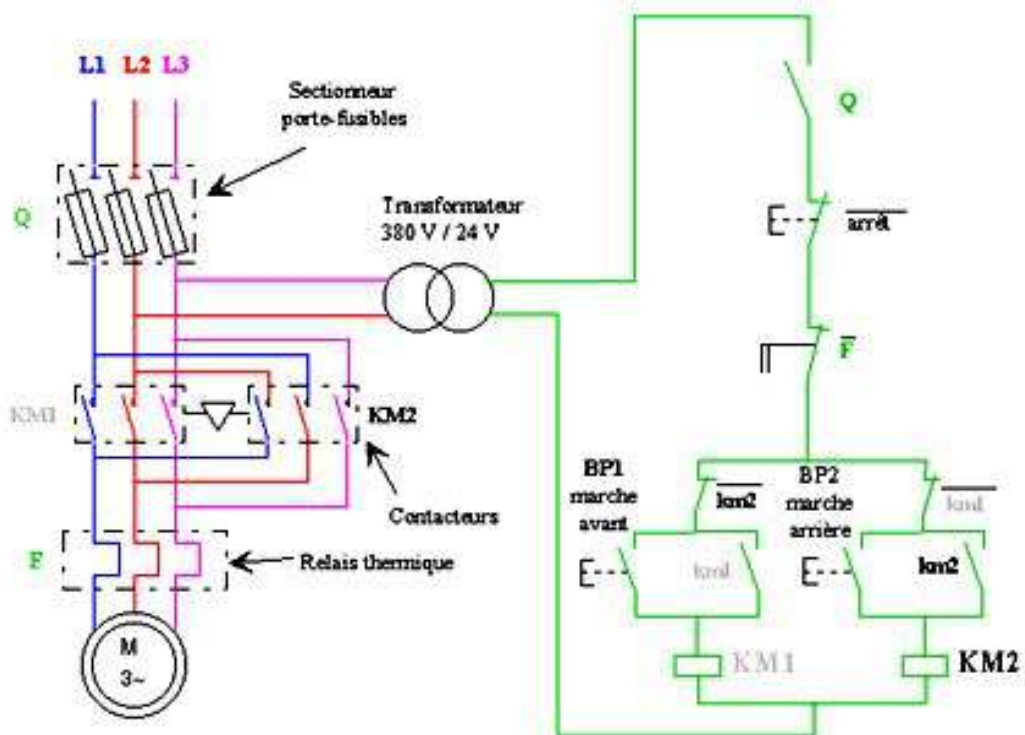
0.5

0.5

إقلاع المحركات:
إقلاع مباشر اتجاه واحد للدوران :



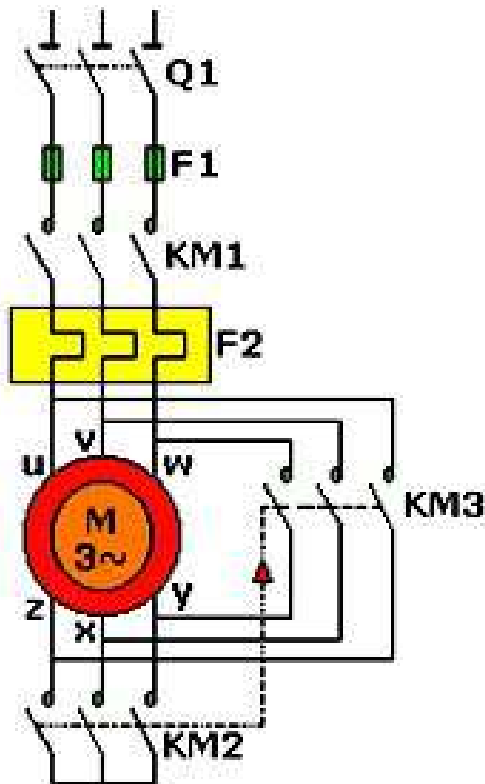
إقلاع مباشر اتجاهان للدوران :



Circuit de puissance

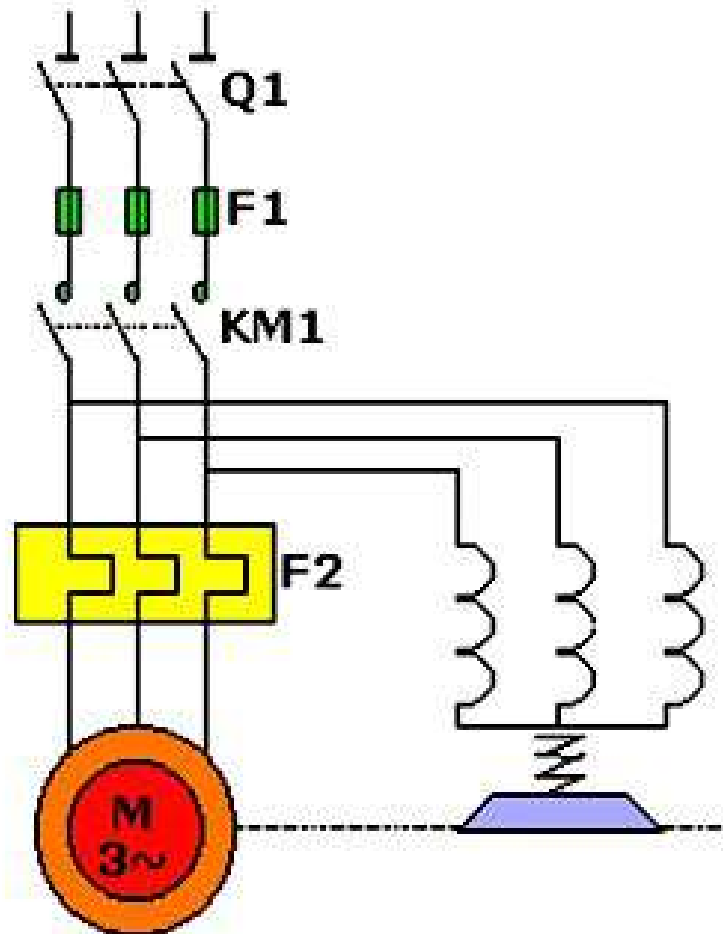
Circuit de commande

اقلاع نجمى - مثلثى

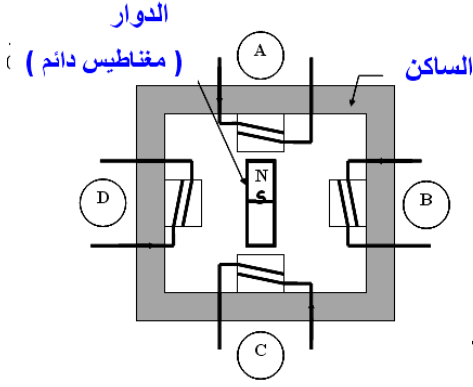


Démarrage en 3 temps
1 : fermeture de KM1 et KM2
2 : ouverture de KM2
3 : fermeture de KM3

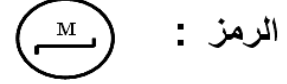
الكبح الكهرومغناطيسى



المحرك خطوة - خطوة :



المحرك ذو مغناطيس دائم :



الخصائص :

التبديل :

- التبديل أحادي القطبية : يغذي المحرك دون عكس التيار في اللفائف
- التبديل ثنائي القطبية : يستلزم عكس التيار في اللفائف .

ملاحظة : التبديل في المحرك خ/خ يعرف بمعامل k_1 حيث

تبديل أحادي القطبية : $k_1 = 1$

تبديل ثنائي القطبية : $k_1 = 2$

نمط التشغيل :

متناظر أو خطوة كاملة : يغذي نفس عدد الأطوار في كل خطوة خلال دورة

غير متناظر أو نصف خطوة : بين خطوتين متتاليتين لا نستعمل نفس عدد الأطوار المغذاة.

ملاحظة : التبديل في المحرك خ/خ يعرف بمعامل k_2 حيث

خطوة كاملة : $k_2 = 1$

نصف خطوة : $k_2 = 2$

3-5 عدد الأقطاب المغناطيسية لدوار :

يرمز لعدد أزواج أقطاب الدوار بـ: p

4-5 عدد الأطوار :

الطور هو لف أو نصف لف (في حالة ملف بنقطة وسيطية)

و يرمز لعدد الأطوار بـ: m

6-5 عدد الخطوات في الدورة :

نرمز له بـ : $N_{p/t}$

$$N_{p/t} = k_1 \cdot k_2 \cdot m \cdot p$$

5-6 الخطوة الزاوية :

يرمز لها بـ : α_p

$$\alpha_p = \frac{360}{N_{p/t}} \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\alpha_p = \frac{2\pi}{N_{p/t}} \text{ (rad)}$$

السرعة:

نرمز لها ب n : عدد الدورات في الثانية

سرعة الدوران تتعلق : بتواتر نبضات التحكم

ليكن T و f علي الترتيب دور و تواتر إشارة الساعة (التوقيتية)

$$N_{plt}T \longrightarrow 1 \text{ tour}$$

$$1s \longrightarrow$$

$$n = \frac{1}{T \cdot N_{plt}} = \frac{f}{N_{plt}}$$

f : بالهرتز

المزدوجة المحركية:

نرمز له بـ : T_U

$$P_U : W$$

$$T_U : N.m$$

$$T_U = \frac{P_U}{2\pi \cdot n}$$

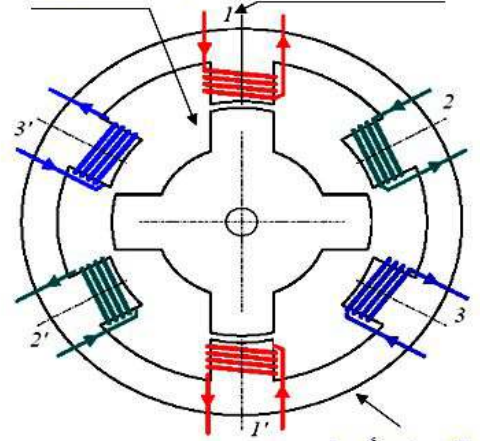
المحرك خ/خ ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة:

- مبدأ التشغيل و المميزات :

عند تغذية أطوار الساكن فإن الدوار يدور بحيث تصبح المقاومة المغناطيسية أصغر ما يمكن (ثغرة بين أسنان الساكن و أسنان الدوار أصغر ما يمكن)

دوار ذو أسنان

طور الساكن (مادة حديدية مغناطيسية)



ساكن ذو أسنان

الحالة العامة:

عدد الخطوات (الوضعيات) في الدورة

$$N_{p/t} = m \cdot d$$

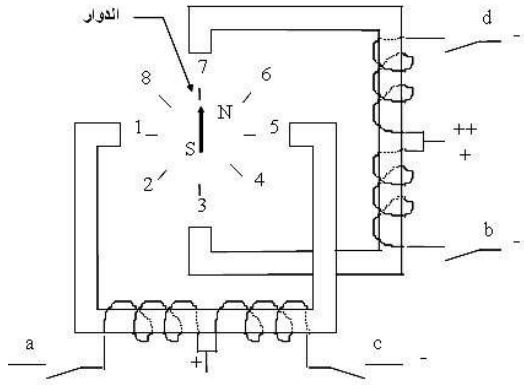
d : عدد أسنان الدوار

- عدد أطوار الساكن : 3
 - عدد أسنان الدوار : 4
 - عدد الوضعيات في الدورة : 12
 - الخطوة الزاوية
- $$N_{p/t} = \frac{360}{12} = 30^\circ$$

ملاحظة : أسنان الدوار يجب أن تختلف عن عدد أسنان الساكن

نشاطات :

نشاط 1 :



يعطي التصميم المبدئي لمحرك خ/خ

■ عين :

نوع المحرك .:

- عدد أطوار الساكن

- عدد أقطاب الدوار :

2- تغذي علي التتابع كل نصف ملف

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	عقارب الساعة عكس
①	1	0	0	0		
②						
③						
④						

حدد :

- نوع التبديل :

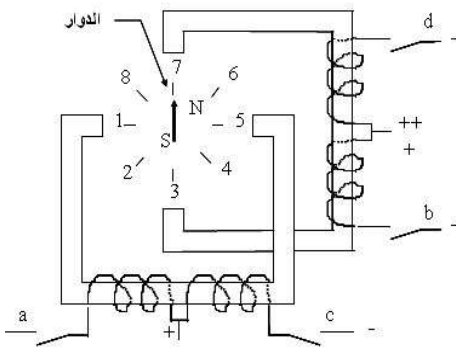
- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

3- تغذي علي التتابع كل نصف ملف

- أكمل الجدول التالي :



تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	عقارب الساعة عكس
①	1	1	0	0		
②						
③						
④						

حدد :

- نوع التبديل :

- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

نشاط 2 :

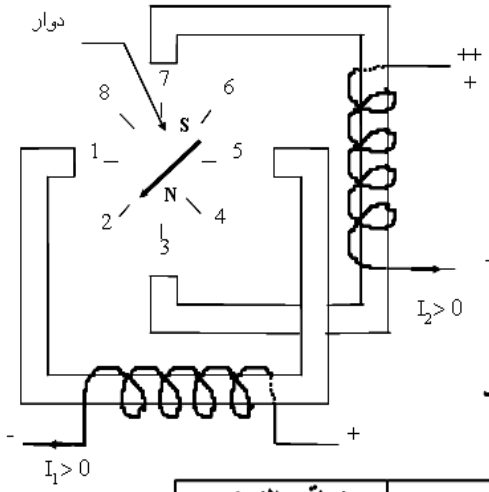
1- يعطي التصميم المبني لمحرك خ/خ

عين :

- نوع المحرك :

- عدد أطوار الساكن :

- عدد أقطاب الدوار :



1. النمط الأول : تغذية ملف واحد

تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	اتجاه عكس عقارب الساعة
1	1	0	0	0	:	
2	0	0	1	0	.	
3	0	1	0	0	.	
4	0	0	0	1	.	

حدد :

- نوع التبديل :

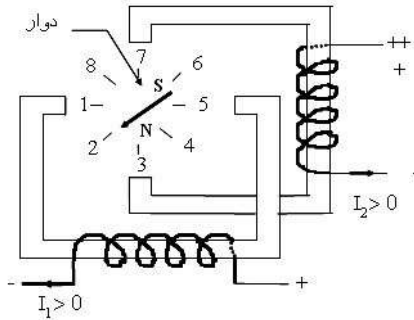
- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

- النمط الثاني : تغذية ملفين

■ أكمل الجدول التالي :



تعاقب التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار	اتجاه عكس عقارب الساعة
1	1	0	1	0	2	
2	0	1	1	0	.	
3	0	1	0	1	.	
4	1	0	0	1	.	

حدد :

- نوع التبديل :

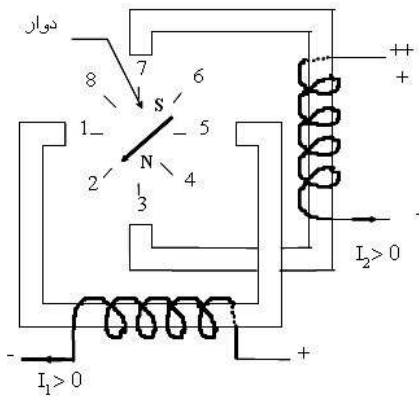
- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

3- نريد الحصول علي خطوة زاوية 45° .

■ أكمل الجدول التالي



تعاقد التحكم	$I_1 > 0$	$I_1 < 0$	$I_2 > 0$	$I_2 < 0$	وضعية الدوار
1	1	0	0	0	1
2	1	0	1	0	
3	0	0	1	0	
4	0	1	1	0	
5	0	1	0	0	
6	0	1	0	1	
7	0	0	0	1	
8	1	0	0	1	
9	1	0	0	0	

اتجاه عقارب الساعة

حدد :

- نوع التبدیل :

- نمط التشغيل :

- إستنتاج : - عدد الخطوات في الدورة :

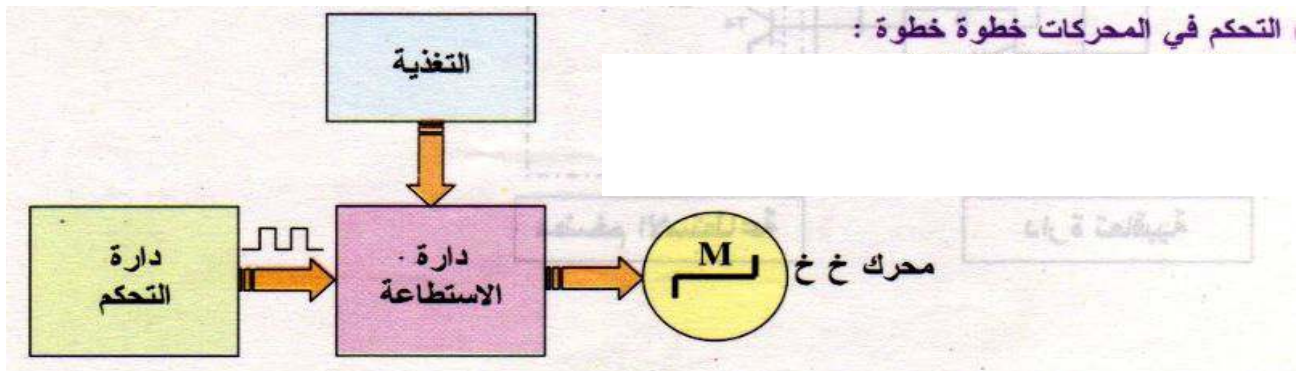
- الخطوة الزاوية :

مقارنة

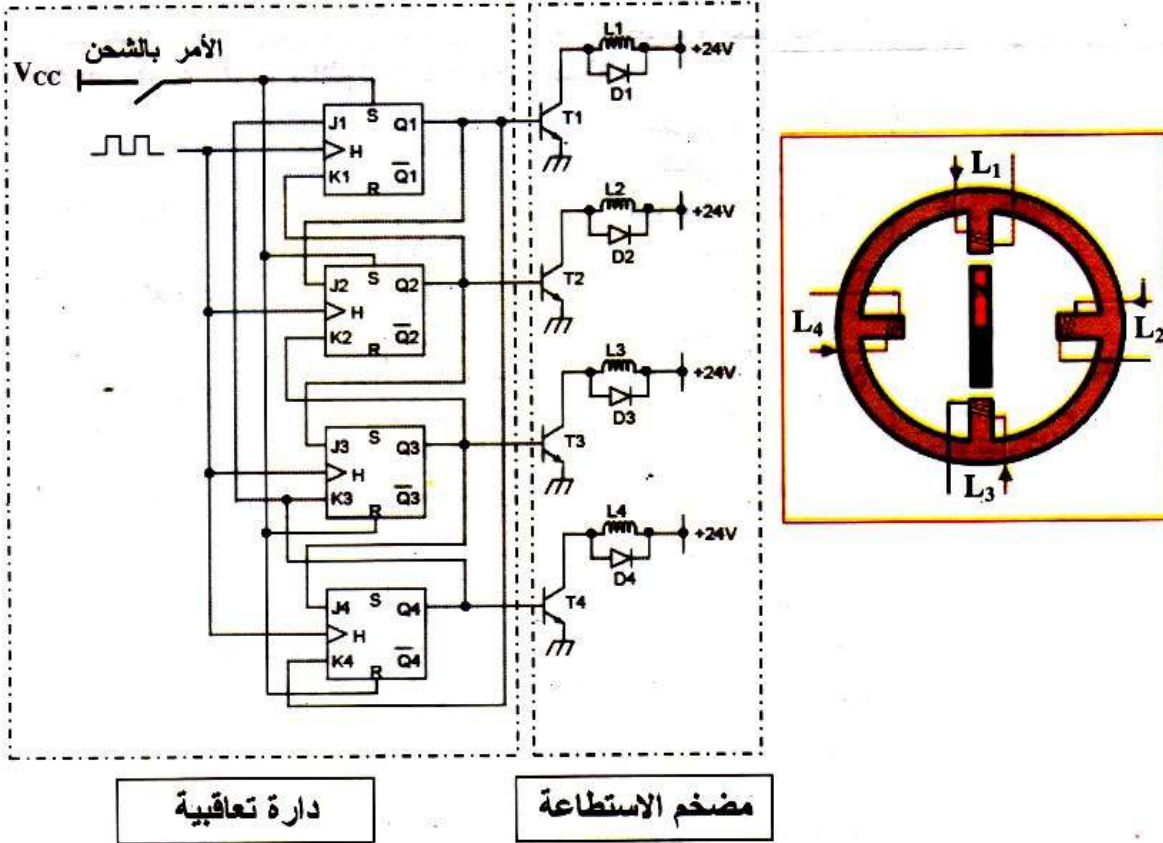
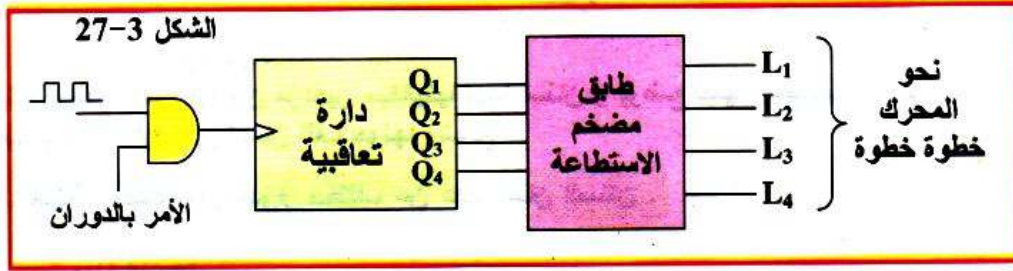
يمتاز المحرك خ/خ ذو مغناطيس دائم بمزدوجة أكبر من المحرك خ/خ بمقاومة مغناطيسية متغيرة بينما يمتاز الثاني بخطوة زاوية صغيرة (دقيق)

لذا يستعمل الأول في الأنظمة الآلية الصناعية بينما الثاني في الأنظمة الدقيقة (الطابعات، الإنسان الآلي.....)

للمجمع بين الإيجابيات تم صنع محرك خ/خ هجين دواره مغناطيس دائم ذو أسنان.



مثال-1- : التحكم في محرك خطوة خطوة باستخدام دائرة تعاقبية :



المطلوب :

- 1- استخراج معادلات المداخل للقلابات ؟
- 2- إملأ جدول تحريض الأطوار للحصول على دورة كاملة ؟
(مع العلم أنه يتم شحن الدارة التعاقبية في الحالة الابتدائية بمعلومة ثنائية كما هو موضح في الشكل)
- 3- من الجدول السابق ، استنتج نوع الدارة التعاقبية ؟
- 4- حدد : - عدد الأطوار ؟ - عدد الأقطاب ؟ - نوع التغذية ؟ - نوع التبديل ؟
- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة ؟
- الخطوة الزاوية α ؟
- 5- أرسم المخطط الزمني ، الموافقة ، لمخارج الدارة التعاقبية ؟

الخطوة	مخارج الدارة التعاقبية				الأطوار المحرصة				حالات المقائل			
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1												
2												
3												
4												

المطلوب :

- 1- استخراج معادلات المداخل للقلبات ؟
- 2- إملأ جدول تحريض الأطوار للحصول على دورة كاملة ؟
(مع العلم أنه يتم شحن الدارة التعاقبية في الحالة الابتدائية بمعطومة ثنائية كما هو موضح في الشكل)
- 3- من الجدول السابق ، استنتج نوع الدارة التعاقبية ؟
- 4- حدد : - عدد الأطوار ؟ - عدد الأقطاب ؟ - نوع التغذية ؟ - نوع التبديل ؟
- عدد وضعيات المحرك خلال دورة كاملة ؟
- الخطوة الزاوية α ؟
- 5- أرسم المخطط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية ؟

الحل :

1- معادلات المداخل للقلبات (تحليل الدارة التعاقبية) :

$$\begin{cases} J_1 = Q_4 \\ K_1 = Q_2 \end{cases} \quad \begin{cases} J_2 = Q_1 \\ K_2 = Q_3 \end{cases} \quad \begin{cases} J_3 = Q_2 \\ K_3 = Q_4 \end{cases} \quad \begin{cases} J_4 = Q_3 \\ K_4 = Q_1 \end{cases}$$

2- جدول تحريض الأطوار :

الخطوة	مخارج الدارة التعاقبية				الأطوار المحرصة				حالات المقاحل			
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	1	1	0	0	1	1	0	0	مشبع	مشبع	محصور	محصور
2	0	1	1	0	0	1	1	0	محصور	مشبع	مشبع	محصور
3	0	0	1	1	0	0	1	1	محصور	محصور	مشبع	مشبع
4	1	0	0	1	1	0	0	1	مشبع	محصور	محصور	مشبع

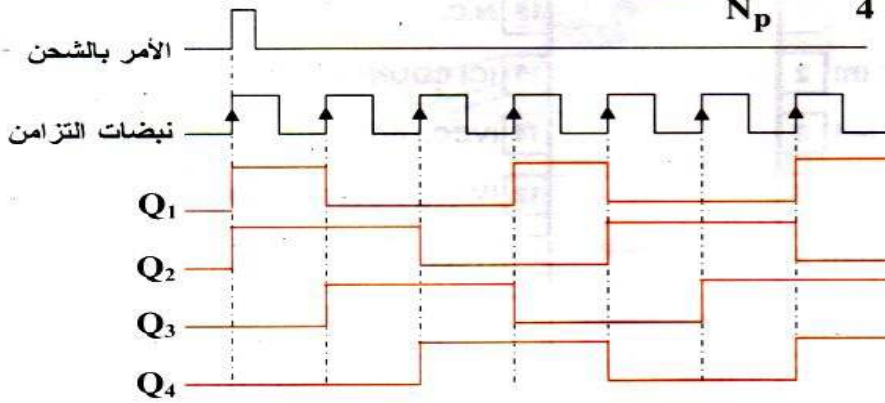
3- نوع الدارة التعاقبية : نستنتج من الدارة أن الدارة عبارة عن سجل حلقي إزاحة يمين .

4- عدد الأطوار : $m=4$ ، عدد الأقطاب : $(P=1) 2$

نوع التغذية : أحادي القطب (أحادي الاتجاه) $(K_1=1)$ ، نوع التبديل : متناظر $(K_2=1)$

عدد الوضعيات : $N_p = m \cdot P \cdot K_1 \cdot K_2 = 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 4 \text{ pas/tour}$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N_p} = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$$



5- المخطط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية :

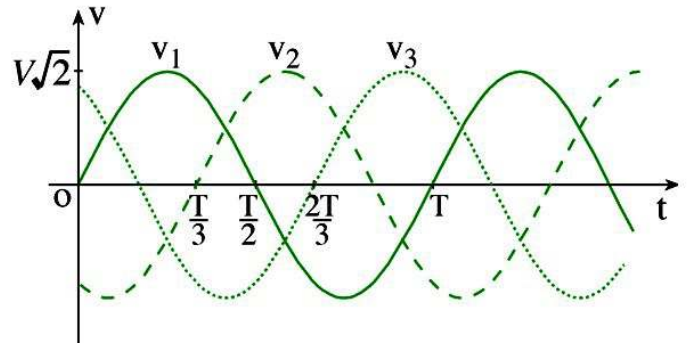
تقديم

إيجابيات النظام ثلاثي الطور مقارنة مع النظام أحادي الطور:
 - لآلات ثلاثية الطور إستطاعات تفوق نظيرتها أحادية الطور
 بـ 50% ، و منه يكون ثمنها أقل بكثير .
 - هذا النظام يقلل من الضياعات عند نقل الطاقة الكهربائية .

التوزيع

تتم عملية توزيع الطاقة من خلال أربعة أقطاب :
 - ثلاثة أقطاب للأطوار معرفة بـ : 1, 2, 3 أو A, B, C
 . R, S, T أو
 - قطب حيادي N .

التوترات البسيطة

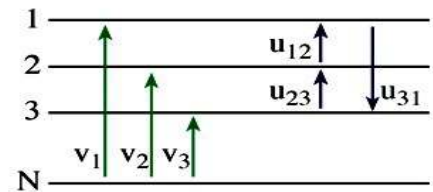


النظام ثلاثي الطور المتوازن

يكون النظام متوازن إذا كانت التوترات الثلاثة :

- لها نفس الطويلة .
- لها نفس التردد .
- تكون مزاحة عن بعضها البعض بزواوية مقدارها 120° .

للتوترات المركبة نفس تردد التوترات البسيطة .



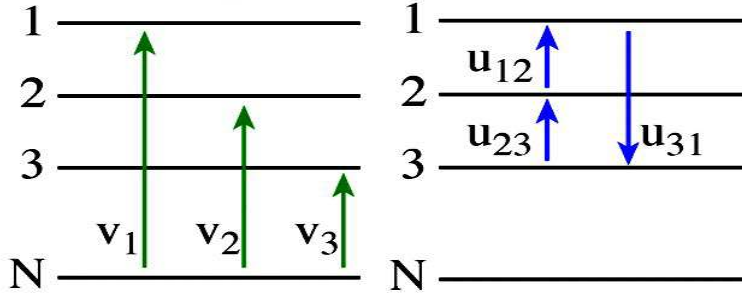
$$\begin{aligned} u_{12} &= v_1 - v_2 & \vec{U}_{12} &= \vec{V}_1 - \vec{V}_2 \\ u_{23} &= v_2 - v_3 & \vec{U}_{23} &= \vec{V}_2 - \vec{V}_3 \\ u_{31} &= v_3 - v_1 & \vec{U}_{31} &= \vec{V}_3 - \vec{V}_1 \end{aligned}$$

إذا كانت الشبكة متوازنة :

هذا يؤدي إلى ظهور نوعين من التوترات .

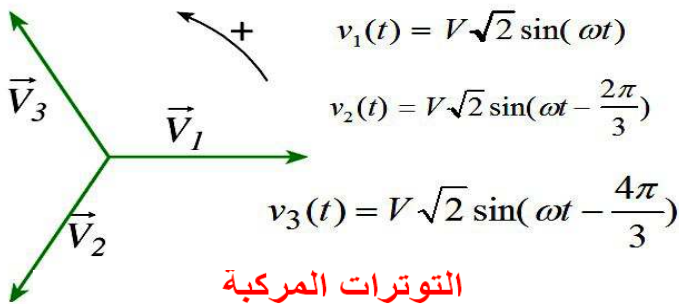
- توتر بين طورين و هو التوتر المركب و يرمز له بـ : U .

- توتر بين الطور و الحيادي و هو التوتر البسيط و رمزه V .

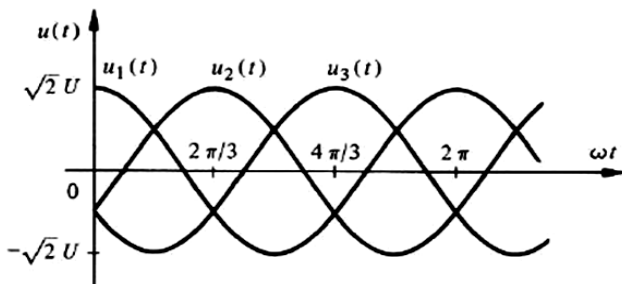


- يكون فرق الطور بين كل توتر و آخر بـ 120° ($\frac{2\pi}{3}$) .
 - لهم نفس القيمة الفعالة .

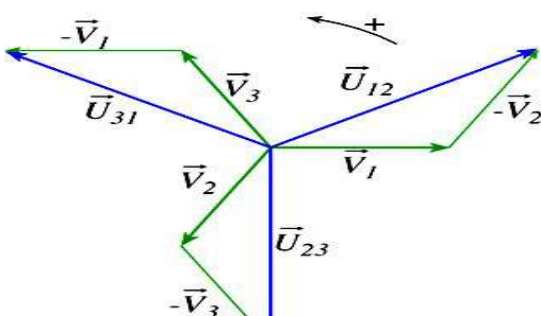
تمثيل فرينل



التوترات المركبة

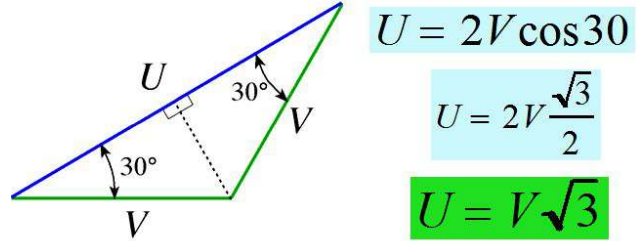


تمثيل فرينل



العبارات اللحظية للتوترات المركبة

العلاقة بين التوتر المركب و التوتر البسيط



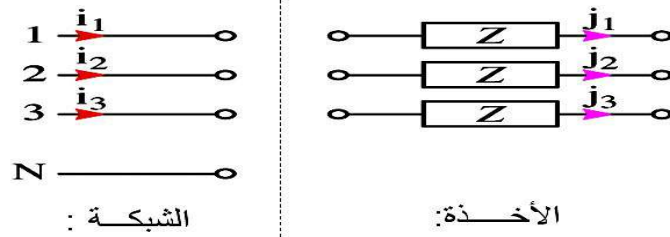
5- الأخذات ثلاثية الطور المتوازنة :

1-5 تعاريف :

- الأخذة ثلاثية الطور : هي أخذة مكونة من ثلاثة ثنائيات قطب متوازنة : الثنائيات الثلاثة متماثلة

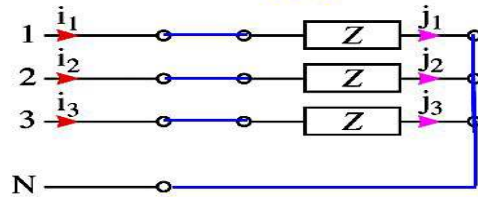
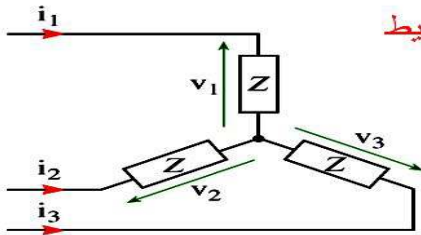
(نفس الممانعة $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z$ ، نفس التطاور : $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$)

- تيارات الطور : هي التيارات التي تجتاز عناصر الأخذة ويرمز لها بـ : \vec{j}
 - تيارات الخط : هي التيارات التي تجتاز نواقل أطوار الشبكة و يرمز لها ال بـ : \vec{i}
 التمثيل :



2-5 الإقران النجمي :

التركيب : كل ثنائي قطب يشغل بتوتر بسيط



1- العلاقة بين التيارات :

من الربط السابق يمكن أن نكتب

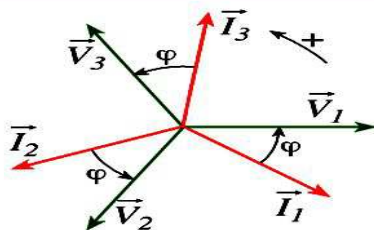
بمأن الأخذة متوازنة يصبح لدينا

- تمثيل فريبل لتيارات :

حيث : $\varphi(\vec{I}, \vec{V})$

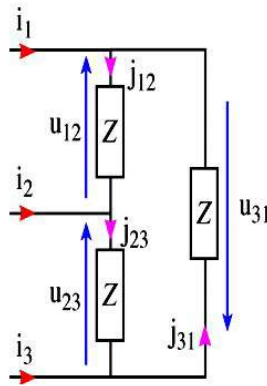
$$\vec{i}_1 = \vec{j}_1 ; \vec{i}_2 = \vec{j}_2 ; \vec{i}_3 = \vec{j}_3$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = J_1 = J_2 = J_3 = I = J = \frac{V}{Z}$$



2-5 الإقران المثلثي :

الأخذة متوازنة : $J_{12} = J_{23} = J_{31} = J = \frac{U}{Z}$ و $I_1 = I_2 = I_3 = I$



- العلاقة بين التيارات : إنطلاقا من التركيب نكتب

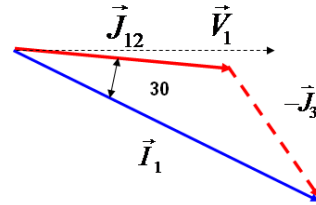
$$\vec{i}_1 = \vec{j}_{12} - \vec{j}_{31} \Rightarrow \vec{I}_1 = \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31}$$

$$\vec{i}_2 = \vec{j}_{23} - \vec{j}_{12} \Rightarrow \vec{I}_2 = \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12}$$

$$\vec{i}_3 = \vec{j}_{31} - \vec{j}_{23} \Rightarrow \vec{I}_3 = \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}$$

- العلاقة بين J او I : من المخطط التالي نستنتج

$$J = \frac{I}{\sqrt{3}}$$



6- الإستطاعة في ثلاثي الطور :

1-6 تذكير : نظرية بوشرو

الإستطاعة الفعلية و الردية الممتصة من طرف مجموعة ثنائيات قطب تساوي علي الترتيب مجموع الإستطاعات الفعلية و الردية الممتصة من طرف كل عنصر من المجموعة

حسب النظرية: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ و $P = P_1 + P_2 + P_3$

من أجل أخذة متوازنة $Q_1 = Q_2 = Q_3$ و $P_1 = P_2 = P_3$

و أخيرا $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ ، $Q = 3Q_1$ ، $P = 3P_1$

2-6 حساب مختلف الإستطاعات :

- الإقران النجمي : $P = 3 \cdot P_1 = 3VI \cos \varphi$ و $V = \frac{U}{\sqrt{3}}$

بالتعويض ينتج: $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$

بنفس الطريقة نجد: $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$

$$S = \sqrt{3}UI$$

عامل الإستطاعة : $\cos \varphi = \frac{P}{S}$

$$J = \frac{I}{\sqrt{3}} \quad \text{و} \quad P = 3.P_1 = 3UI \cos \varphi : \text{الإقران المثلي}$$

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi : \text{بالتعويض ينتج}$$

$$Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi : \text{بنفس الطريقة نجد}$$

$$S = \sqrt{3}UI$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} : \text{عامل الإستطاعة}$$

3-6 الضياعات بمفعول جول : نعتبر الجزء المقاومي للأخذة

- الإقران النجمي :

$$P_{J1} = rJ^2$$

$$R = 2r$$

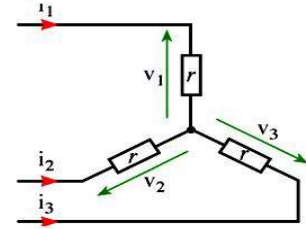
$$P = 3.P_{J1} = 3rI^2$$

$$= \frac{3}{2}RI^2$$

الضياع في عنصر من الأخذة :

المقاومة المقاسة بين طورين الأخذة:

الضياع في الأخذة:



- الإقران المثلي :

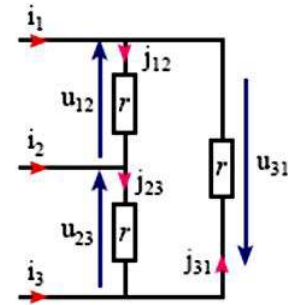
$$P_{J1} = rJ^2$$

$$R = \frac{2r}{3} = \frac{2r}{2r+r} : \text{المقاومة المقاسة بين طورين الأخذة}$$

$$P = 3.P_{J1} = 3rJ^2 = rI^2 : \text{الضياع بمفعول جول في الأخذة}$$

$$= \frac{3}{2}RI^2$$

الضياع في عنصر من الأخذة :

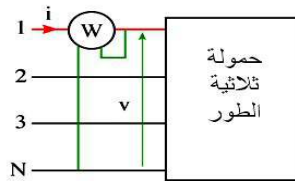


4-6 قياس الإستطاعة :

- إستعمال واط متر واحد :

الواط متر مربوط بحيث يقيس
 $P' = VI \cos \varphi$
 ولدينا
 $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$
 العلاقة بين القيمة المقاسة و الإستطاعة الممتصة

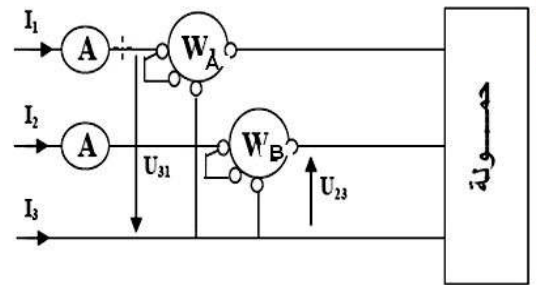
$$P = 3P'$$



ملاحظات : - الطريقة تتطلب وجود حيادي

- القياس لا يتطلب معرفة نوع الإقران

- طريقة الواط مترين :



$$P_A = UI \cos(\vec{I}_1, \vec{U}_{31}) = UI \cos \alpha_1$$

الواط متر A يقيس :

$$P_B = UI \cos(\vec{I}_2, \vec{U}_{23}) = UI \cos \alpha_2$$

الواط متر B يقيس :

- الإستطاعة الظاهرية وعامل الإستطاعة :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = P_A + P_B$$

- الإستطاعة الفعلية :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$Q = \sqrt{3}(P_A - P_B)$$

- الإستطاعة الرديئة :