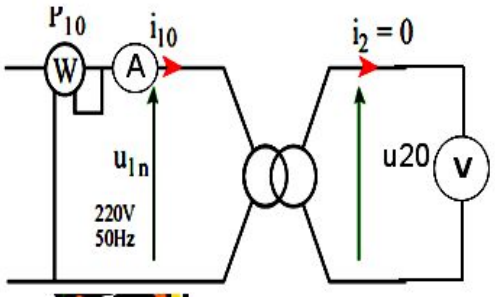
4- مختلف التجارب للمحول :

1.4 - في الفراغ : الثانوي في حالة دارة مفتوحة إذن : $U_{20} \succ U_{2N}$



نسبة التحويل على فراغ :

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

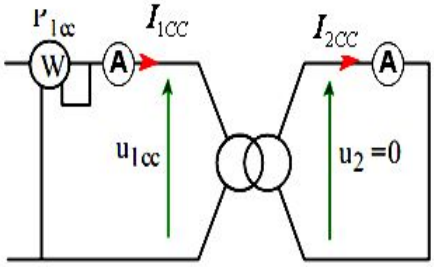
معامل الاستطاعة في الفراغ:

$$Cos\,\varphi_{10} = \frac{P_{10}}{S_{10}}$$

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

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

2.4 - في حالة قصر : الثانوي في حالة دارة قصيرة



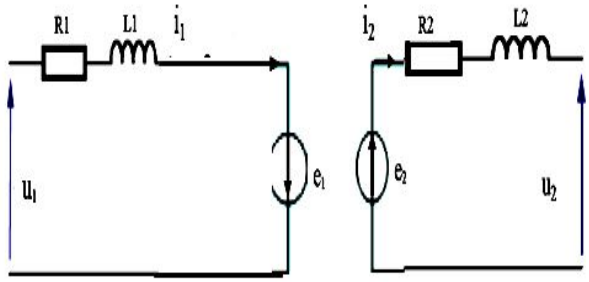
$$m = \frac{I_{1CC}}{I_{2CC}} = \frac{N_2}{N_1}$$

الاستطاعات : $P_{1CC} = P_{f_{er}} + P_J$

بما أن $P_{fer} \approx 0 \Leftarrow U_{1CC} \prec\prec\prec$ 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. 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:

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

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

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

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

من جهة أخرى: $\Delta U_2 = R_S . I_2 . Cos\varphi_2 + X_S . I_2 . Sin\varphi_2$

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

7- الحصيلة الطاقوية :

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

$$Q_1 = U_1 . I_1 . Sin\varphi_1, Q_2 = U_2 . I_2 . Sin\varphi_2$$

يكون المردود أعظمي اذا كان : $P_J = P_{f_{er}}$

ونقول عن المحول أنه مثالي اذا كان :

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

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

تمرين :

أجريت على محول أحادي الطور الاختبارات التالية:

- في الفراغ: $U_1 = U_{1N} = 380V$, $50HZ$, $U_{20} = 26V$, $I_{10} = 0.2A$, $P_{10} = 15W$
- 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 $Cos\varphi_2 = 0,8$ تحت توتر أولي $U_1=380V$

أ- أحسب الإستطاعة الفعالة بالثانوي إذا علمت أن الهبوط في التوتر يقدر بـ $16.1V$

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

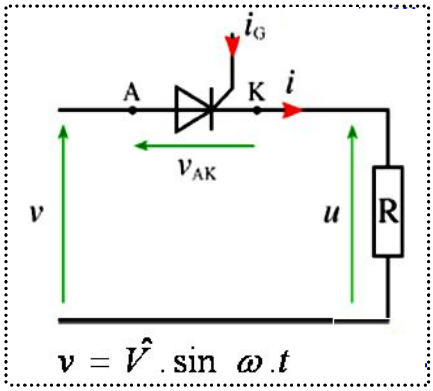
ب – التقويم المتحكم فيه أحادي الطور: *Redressement Commandé Monophasé*

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

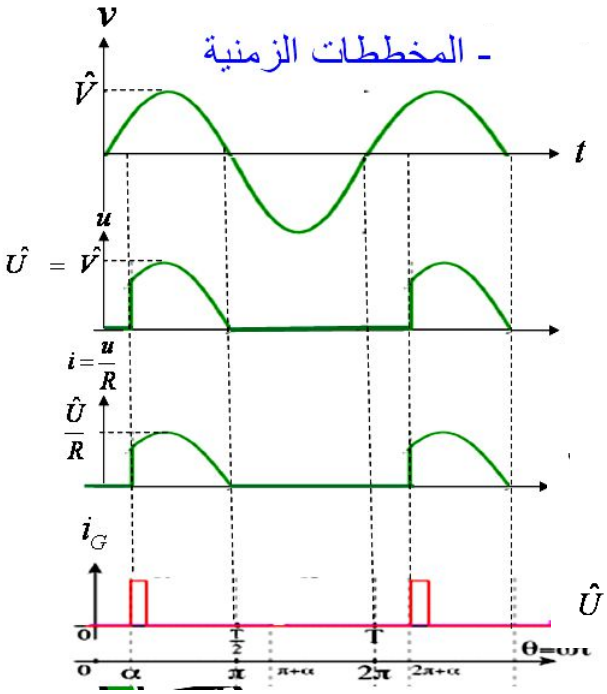
* عند المرور من حالة المنع الى حالة التمرير نسمي بـ: الإقلاع **L'amorçage**
* وعند المرور من حالة التمرير الى حالة المنع نسمي بـ: الوقف **Blocage**

شرط إقلاع المقداح : ($V_{AK} > 0$) واعطاء نبضة تحكم موجبة في الزناد المقداح يمرر
تطبيقيا: عندما يكون المقداح مستقطب عكسيا ($V_{AK} < 0$), المقداح موقف
عندما : $i_g=0$ لا يمكن ايقاف إقلاع المقداح

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



- المخططات الزمنية



α : زاوية تأخر القدح

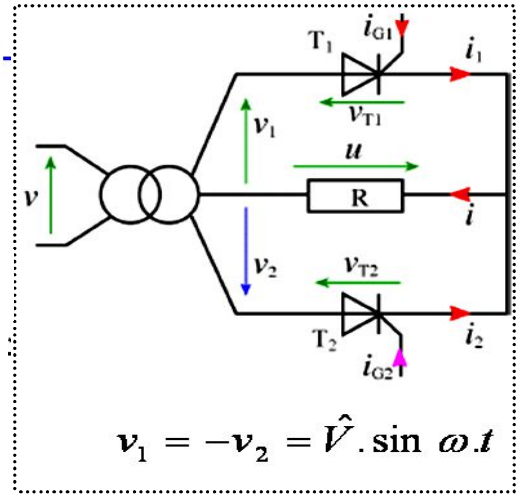
$t_\alpha = \frac{\alpha}{\omega}$: زمن تأخر القدح

$0 \le \alpha \le \pi$ ، حيث :

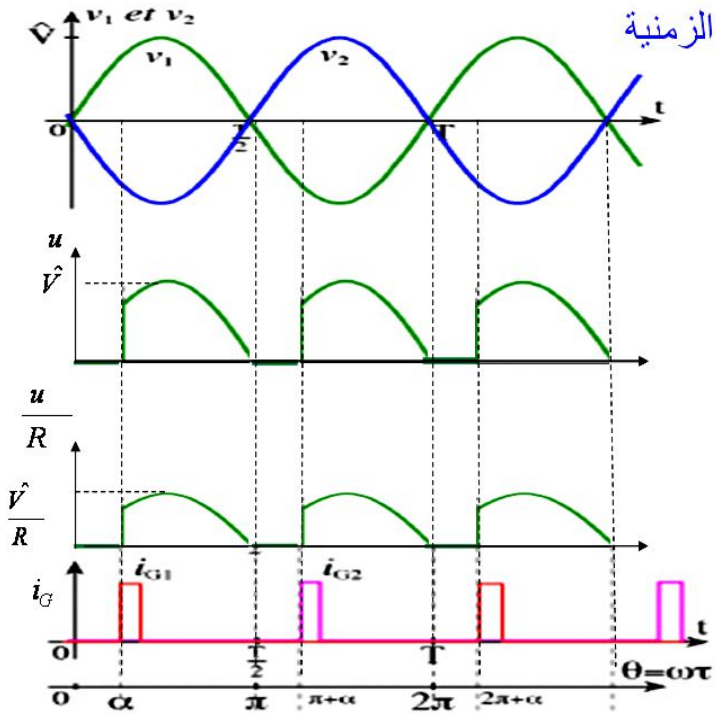
القيم المتوسطة : $\bar{U} = \hat{U}.\frac{1+\cos\alpha}{2.\pi}$, $\bar{I} = \frac{\bar{U}}{R}$ حيث : $\hat{U} = \hat{V}$

2- التقويم المتحكم فيه ثنائي النوبة:

2-1 تركيب بمحول ذو النقطة الوسطية :



- المخططات الزمنية



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

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

■ المقـــداح : $\bar{I}_T = \frac{\bar{I}}{2}$: القيمة المتوسطة لتيار المباشر المار في المقداح

$\hat{V}_{AKI} = 2\hat{V}$: التوتر العكسي الأعظمي بين طرفي كل مقـداح

مثال : محول بنقطة وسيطية $220V/2\times24V$ يغذي مقوم مراقب ثنائي النوبة

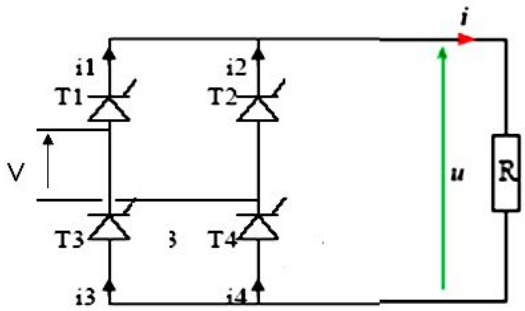
س1 : أحسب التوتر العكسي الأعظمي بين طرفي كل مقداح

إذاكان القوم يصب تيارقيمته المتوسطة 1.08A في حمولة مقاومية R=10Ω

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

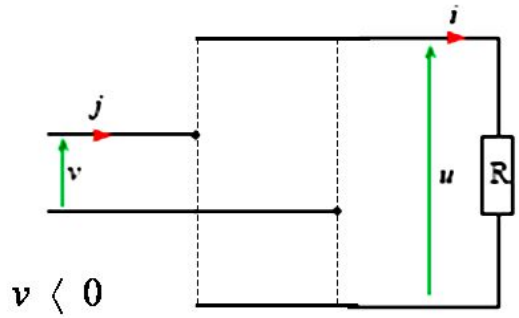
نشاط : الشكل المقابل يمثل دارة التحكم في توتر حمولة نعتبرها مقاومية

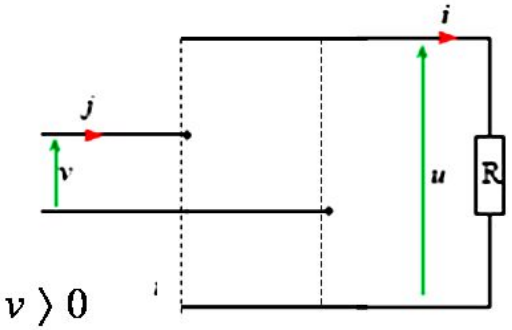
حيث : $v = 220\sqrt{2}.\sin\ \omega.t$ R = 10 Ω



س1- ماهو نوع و إسم المقوم المستعمل :

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



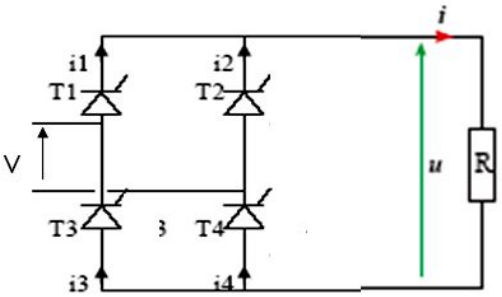


س3: ماهي طبيعة كل من التوترات و التيارات التاليـة :

i , j , u , v

نشاط : الشكل المقابل يمثل دارة التحكم في توتر حمولة نعتبرها مقاومية

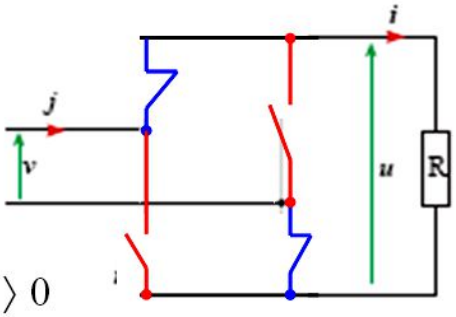
حيث : $v = 220\sqrt{2}.\sin\ \omega.t$ R = 10 Ω



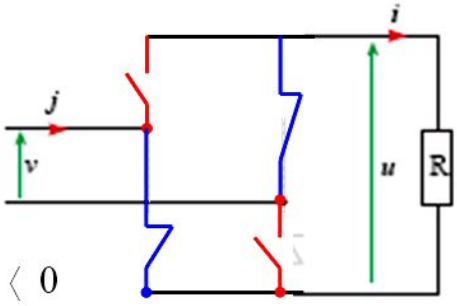
س1- ماهو نوع و إسم المقوم المستعمل :

ج1- مقوم مراقب ثنائي النوبة بجسر غرايتس

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



$v \rangle 0$



$v \langle 0$

س3: ماهي طبيعة كل من التوترات و التيارات التاليـة : v ، u ، j ، i

v ، j : متناوبة

u ، i : مقومة

أحسب - القيمة المتوسطة لتيار المار في الحمول من أجل زاوية تأخر قدرها 90 درجة

- القيمة المتوسطة لتيار المار في كل مقداح

6:ج

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

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

المحور07: وظيفة الاستطاعة
الموضوع 01: المحرك اللاتزامني ثلاثي الاطوار

مبدأ التشغيل :

عند تغذية وشيعات الساكن بالتيار المتناوب ثلاثي الاطوار تنتج مجالا مغناطيسيا دوارا يدور بالسرعة : $n_S = \frac{f}{p}$

* n_S : سرعة الدوران التزامنية **(tr/s)** , * **f** :التردد : **(hz)** , * **p** :عدد أزواج أقطاب المحرك **p(/)**

إذا كان التواتر $f = 50Hz$ **، 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

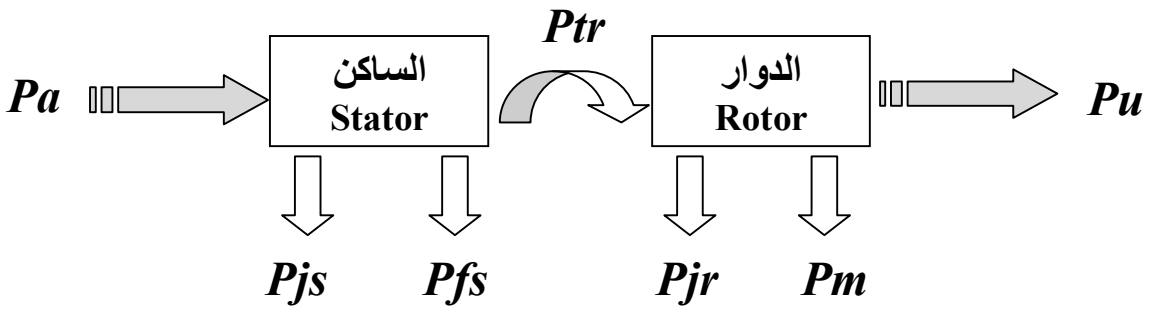
- نستنتج سرعة الزاوية للمجال الدوار : $\Omega = 2\pi . n_S = \frac{2\pi . f}{p}$
- يدور الجزء الدوار n بسرعة لكنه اقل من سرعة المجال الدوار n_S: $n_S \succ n$ و $\Omega_S \succ \Omega$

الانزلاق Glissement: $g = \frac{n_g}{n_S} = \frac{n_S - n}{n_S}$

g : بدون وحدة

نستنتج من العلاقة: $n = n_S.(1-g)$

الاستطاعات و المردود :



أ- الحصيلة الطاقوية في الساكن:

- الاستطاعة الممتصة : $P_a = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi$
- **الضياع بمفعول جول في الساكن :**

$P_{js} = \frac{3}{2}$ R.I² (مهما يكن نوع الإقران) .

P_{js} = 3.r.I² (حالة إقران نجمي) .

P_{js} = r.I² (حالة إقران مثلثي) .

r : (مقاومة لف الساكن)

R: (المقاومة المقاسة بين مربطين)

- 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 :

- الضياعات بمفعول جول في الدوار : $P_{jr} = g \cdot P_{tr}$
- الاستطاعةالمفيدة : $P_u = P_{tr} - (P_{jr} + P_m)$

جـ) الحصيلة الطاقوية الإجمالية : $P_a = P_u + P_{js} + P_{jr} + P_{fs} + P_m$

د) مردود المحرك :

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

العـــزم :

العزم الكهرومغناطيسي: $T = \frac{Ptr}{\Omega_S}$ العزم المفيد: $T_U = \frac{P_U}{\Omega}$ وحدتها (نيوتن× متر)N.m

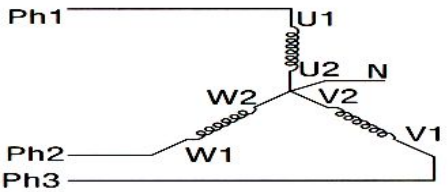
ملاحظة: الضياعات الثابتة Pc=Pfs+Pm وتحدد بالإختبار في الفراغ

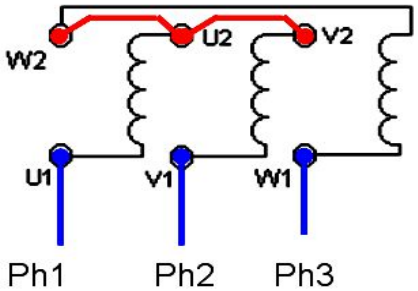
يمتص المحرك في الفراغ تيارا شدته I_0 واستطاعة P_0 :

$P_0=Pc+Pjs$ $P_0=Pfs+Pm+Pjs$ $Pc=P_0-Pjs$

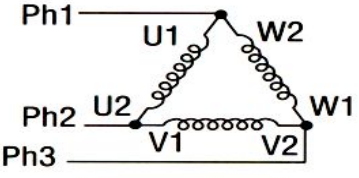
اقران المحرك اللاتزامني :

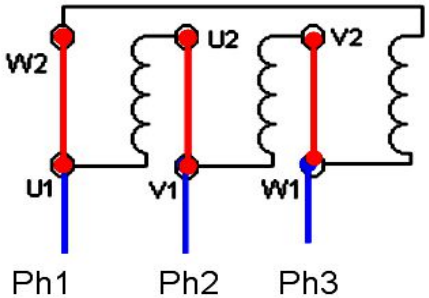
الإقران النجمـــي :





إقران المثلثـــي -





تعطي اللوحة الإشارية لمحرك لامتزامن دائما توترين للتشغيل :

مـــثـــال : 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 .

مـــثـــال1 : 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 .

مـــثـــال2 : محرك 220 / 380 V على شبكة 220V / 380V (380V = التوتر بين طوري الشبكة)

مثـــــال1 : أكمل الجدول التالي:

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

لوحة المواصفات لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور

cos φ

تواتر التيارات الدوارة

الإستطاعة المفيدةPu

السرعة الإسمية (الدوار)n

المردود

عدد الأطوار

الشدة الممتصة على خط الإقران المثلثي

الشدة الممتصة على خط الإقران النجمي

التوتر الأعظمي بين قطب التلفيف و الحيادي

التوتر الأعظمي بين طرفي التلفيف

تمارين حول المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور

تمرين 01: **BAC 2009**

- المحرك M2 له الخصائص التالية: لامتزامن ثلاثي الطور 50 Hz - 220V/ 380 V
  5A 1440 t/mn $\cos \varphi = 0.85$

علما أن الضياعات الثابتة متساوية $p_f = p_{mec} = 60$ W و المقاومة المقاسة بين طورين للساكن 2.5Ω

س9: في الشبكة 50Hz , 3 x 380V ، كيف يتم إقران هذا المحرك ؟

س10: أرسم تصميم دارة 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
1450tr/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

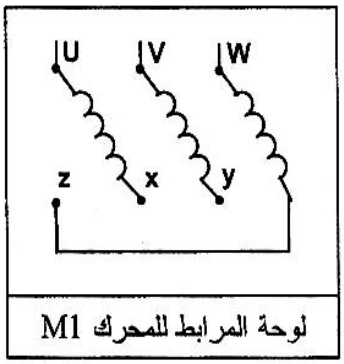
$R.I^2$

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

تمرين 03: **BAC 2012 - S01**

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

Cosφ=0,6 , Pu=1200W
p=1 عدد أزواج الأقطاب , η=75%
g=1,5% الانزلاق



لوحة المرابط للمحرك M1

الاستطاعة: شبكة التغذية : 220v/380v , 50HZ

11. أنقل رسم لوحة المرابط للمحرك M1 على ورقة إجابتك وبيّن نوع الإقران، علل.

12. احسب التيار المستهلك و سرعة دوران المحرك M1.

تمرين 04: **BAC 2012 - S02**

- **دارة الاستطاعة للمحرك M4:**

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

P2 = PB = 980 W P1=PA = 3260W

س10: احسب مختلف الإستطاعات لهذا المحرك (الممتصة، الارتكاسية والظاهرية).

س11: استنتج معامل الاستطاعة Cosφ.

حل تمارين المحرك:

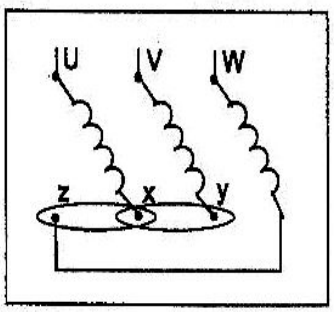
تمرين 01:

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

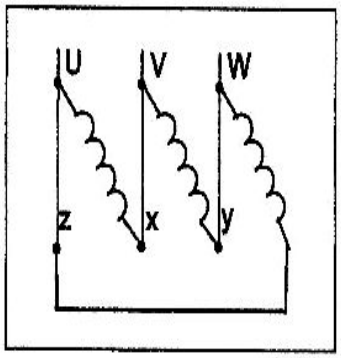
1.75	0.5	حساب الانزلاق وعدد الأقطاب. لدينا $n = 1440$ rpm و أن $f = 50$Hz إذن $ns = 1500$ rpm	ج11
	0.5	$g = (ns - n) / ns$	
	0.25	$= (1500 - 1440) / 1500 = 60/1500 = 0.04$	
		$g = 4\ \%$	
		عدد أقطاب المحرك: $ns = 60\ f/p$	
	0.5	منه $p = 60f/ns = 3000/1500 = 2$	
		عدد أقطاب المحرك هو : $2p = 2x2 = 4$ pôles	
0.75		حساب الاستطاعة الممتصة.	ج12
	0.5	$P_a = \sqrt{3}\ U\ I \cos\varphi$	
	0.25	$Pa = \sqrt{3} \times 380 \times 5 \times 0.85 = 2797.26$ W	
		$Pa = 2{,}797$ kW	
1.25		حساب الضياعات بفعل جول	ج13
	0.5	$P_{js} = (3/2)\ r\ I^2 = 1{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot (5)^2 = 93.75$	
		$P_{js} = 93.75$ W	
	0.5	$P_{jr} = (P_a - p_f - p_{js})g = (2797.26 - 60 - 93.75)4\% = 105.74$	
		$P_{jr} = 105.74$W	
	0.25	$P_j = p_{js} + p_{jr} = 93.75 + 105.74 = 199.49$W	
		أحسب الاستطاعة المفيدة و العزم المفيد.	ج14
1.5	0.5	$Pu = Pa - (pj + pf + pmec)$	
	0.25	$= 2797.26 - (199.49 + 60 + 60) = 2477.77$W	
	0.5	$Cu = 60.Pu/2\pi\ n$	
	0.25	$= 60 \cdot 2797{,}26 / (6{,}28 \cdot 1440) = 16.44$ Nm	

تمرين 02:

تمرين 03:

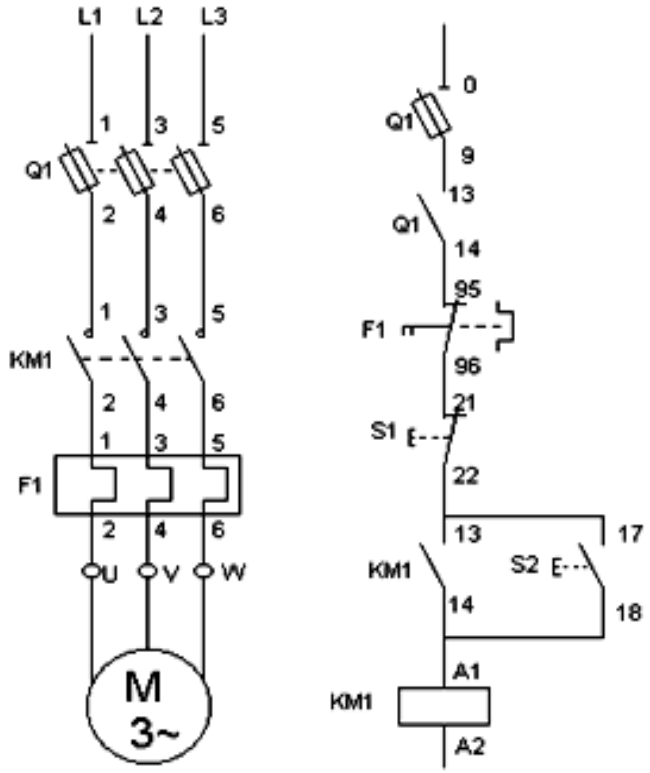
ج11	نوع الإقران نجمي . 	2×0.5	1
ج12	المحرك M_1 $I = \frac{1600}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,6}$ $P = \frac{Pu}{\eta} = \frac{1200}{0,75} = 1600W$ $I = \frac{P}{\sqrt{3}U.\cos\varphi}$ $I = 4A$	0.5	
	$n = \frac{3000}{p} = \frac{3000}{1} = \frac{3000tr}{mn}$ $n' = (1-g)n = (1-0,015)3000$ $n' = 2955tr/mn$	0.5 0.5	1.5

تمرين 04:

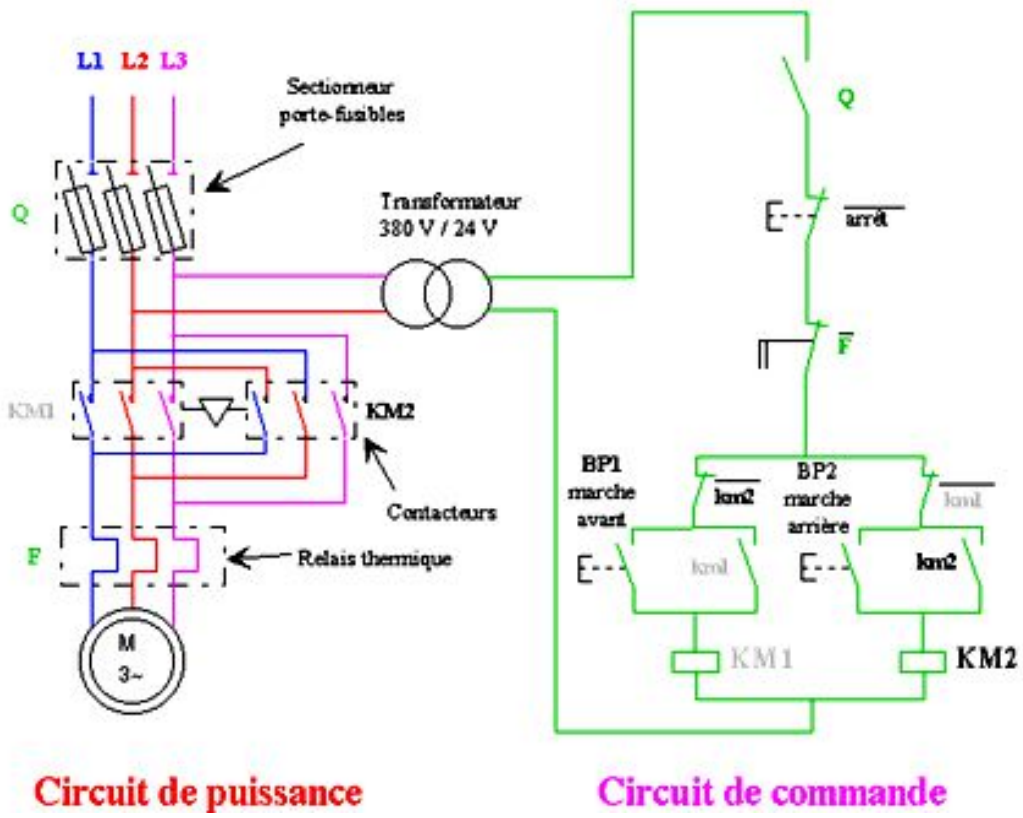
ج9	نوع الإقران متلثي Δ. 	0.50 0.50	1
	التوتر الذي يتحمله كل ملف هو : **380V**		
ج10	حساب الاستطاعة الفعالة الممتصة من طرف المحرك. $Pa = P1+P2 = 3260+980 = 4240W$	0.75	
	حساب الاستطاعة المفاعلة (الردية ، الإرتكاسية) (Q) للمحرك $Q = (P1-P2)\sqrt{3} = (3260-980)\sqrt{3} = 3949VAR$	0.75	2
	حساب الاستطاعة الظاهرية (S) للمحرك . $S = \sqrt{Pa^2+Q^2} = 5794\ VA$	0.5	
ج11	معامل الاستطاعة (Cos(φ)) للمحرك . $Cos(\varphi) = Pa/S = 4240/5794 = 0.73$	0.5	0.5

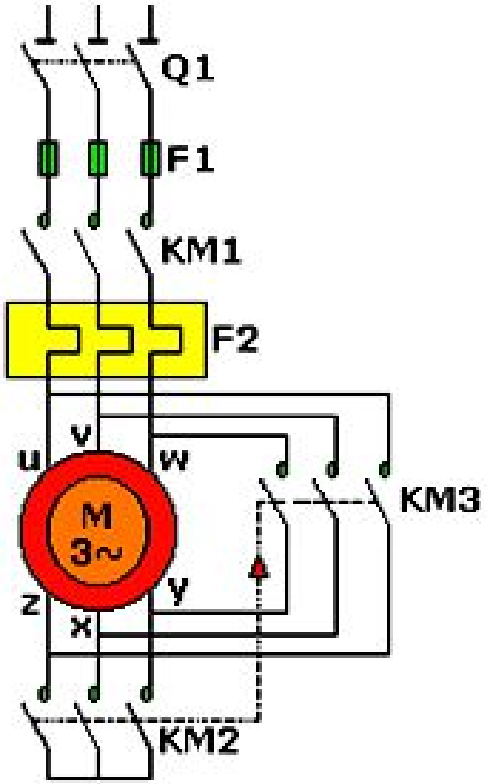
إقلاع المحركات:

إقلاع مباشر اتجاه واحد للدوران :



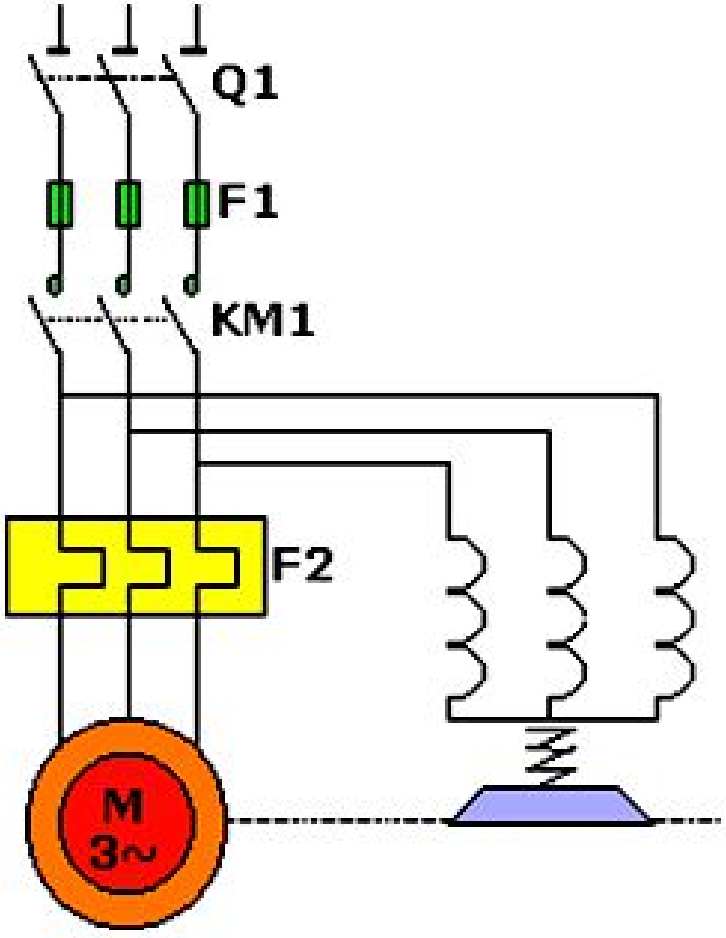
إقلاع مباشر اتجاهان للدوران :



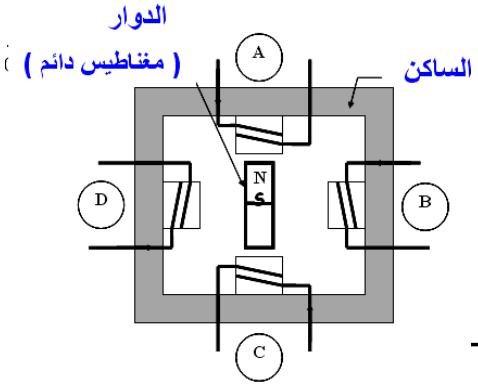


Démarrage en 3 temps
1 : fermeture de KM1 et KM2
2 : ouverture de KM2
3 : fermeture de KM3

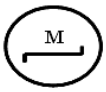
الكبح الكهرومغناطيسي



المحرك خطوة – خطوة :



المحرك ذو مغناطيس دائم :

الرمز : 

الخصائـــــص :

التبديـــل :

- **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 **k1** حيث

$k_1 = 1$: تبديل أجادي القطبية	
$k_1 = 2$: تبديل ثنائي القطبية	

نمط التشغيل :

متناظر أو خطوة كامـــــلة : نغذي نفس عدد الأطوار في كل خطوة خلال دورة

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

ملاحظـــة : التبديل في المحرك خ/خ يعرف بمعامل **k2** حيث

k2= 1 : خطوة كاملة	
k2= 2 : نصف خطوة	

3-5 عدد الأقطاب المغناطيسة لدوار :

يرمز لعدد أزواج أقطاب الدوار بـــ: **p**

4-5 عدد الأطـــــــــــــــوار :

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

و يرمز لعدد الأطوار بـــ: **m**

6-5 عدد الخطـــــــوات في الدورة :

نرمز له بـــ :. $N_{p/t}$

$$N_{p/t} = k_1.k_2.m.p$$

5-6الخطوة الزاويـــة :

يرمز لها ب : α_p

$$\alpha_p = \frac{2\pi}{N_{p/t}} \ (rad) \qquad \alpha_p = \frac{360}{N_{p/t}} \ (^0)$$

السرعـــــــــة:

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)

$N_{p/t}T \longrightarrow 1tour$

$1s \longrightarrow$

$$n = \frac{1}{T.N_{p/t}} = \frac{f}{N_{p/t}}$$

f : بالهرتز

المزدوجة المحركـــــــة :

نرمز له بـــــ : T_U

$P_U : W$

$T_U : N.m$

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

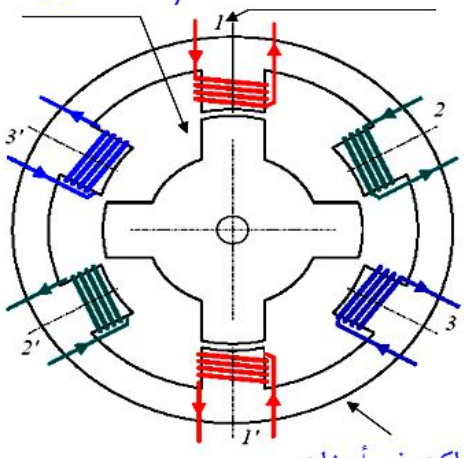
المحرك خ/خ ذو مقاومة مغناطيسية متغيرة:

ـ مبدأ التشغيل و المميزات :

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

دوار ذو أسنان (مادة حديدية مغناطيسية)

طور الساكن



ساكن ذو أسنان

ـ عدد أطوار الساكن : **3**

ـ عدد أسنان الـــــدوار: **4**

ـ عدد الوضعيلت في الدورة : **12**

ـالخطوة الزاويـــــة

$$Np/t = \frac{360}{12} = 30^{\circ}$$

ملاحظة : أسنان الدوار يجب أن تختلف عن عدد أسنان الساكن

الحالة العامـــــــة :

عدد الخطوات(الوضعيات) في الدورة

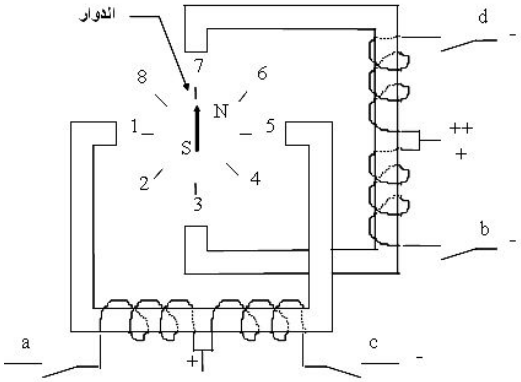
$$Np/t = m.d$$

d : عدد أسنان الدوار

نشاطـــــــــات :

- نشـــــاط 1 :

يعطي التصميم المبدئي لمحرك خ/خ



■عين :

-نوع المحرك :.

-عدد أطوار الساكن

- عدد أقطاب الدوار :

2- نغذي علي التتابع كل نصف ملف

- أكمل الجدول التالي :

تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	اتجاه عكس عقارب الساعة
❶	1	0	0	0		
❷						
❸						
❹						

حـــــدد :

- نوع التبديل :

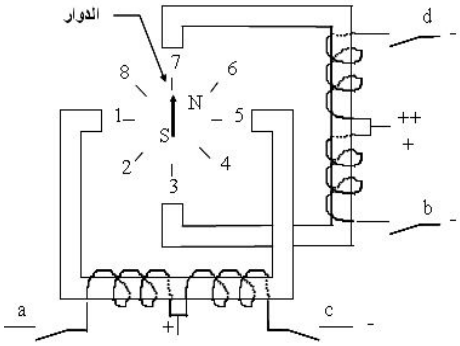
- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

3- نغذي علي التتابع كل نصفي ملف

- أكمل الجدول التالي :



تعاقب التحكم	a	b	c	d	وضعية الدوار	اتجاه عكس عقارب الساعة
❶	1	1	0	0		
❷						
❸						
❹						

حـــــدد :

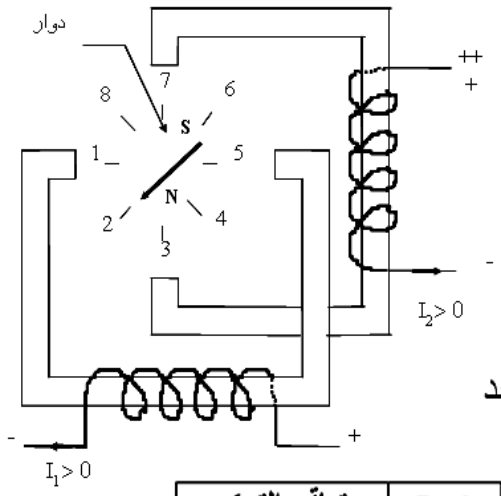
- نوع التبديل :

- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

نشـــــــــــاط 2 :



1- يعطي التصميم المبدئي لمحرك خ/خ

■عين :

-نوع المحرك :

-عدد أطوار الساكن :

-عدد أقطاب الدوار :

1.النمـــــــــــط الأول : تغذية ملف واحد

إتجاه عكس عقارب الساعة	وضعية الدوار	$I_2<0$	$I_2>0$	$I_1<0$	$I_1>0$	تعاقب التحكم
		0	0	0	1	❶
		0	1	0	0	❷
		0	0	1	0	❸
		1	0	0	0	❹

حـــــدد :

- نوع التبديل :

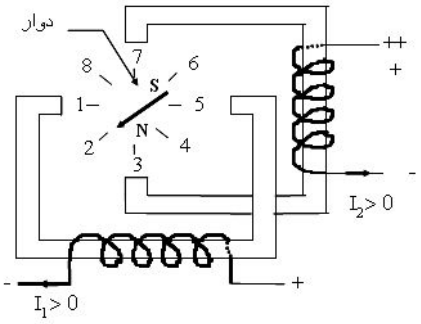
- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

-النمط الثانـــــــــــي : تغذية ملفين

■أكمل الجدول التالي :



إتجاه عكس عقارب الساعة	وضعية الدوار	$I_2<0$	$I_2>0$	$I_1<0$	$I_1>0$	تعاقب التحكم
	2	0	1	0	1	❶
		0	1	1	0	❷
		1	0	1	0	❸
		1	0	0	1	❹

حـــــدد :

- نوع التبديل :

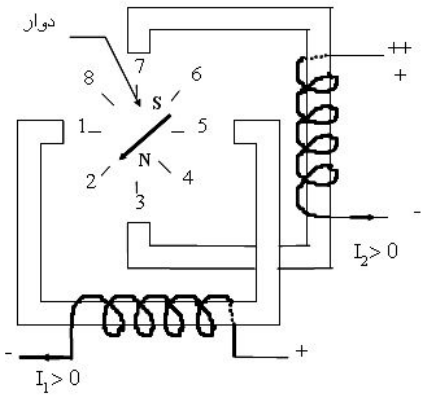
- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

- الخطوة الزاوية :

3- نريد الحصول علي خطوة زاوية .45°

▪أكمل الجدول التالي



تعاقب التحكم	$I_1>0$	$I_1<0$	$I_2>0$	$I_2<0$	وضعية الدوار	اتجاه عقارب الساعة
❶	1	0	0	0	1	
❷	1	0	1	0		
❸	0	0	1	0		
❹	0	1	1	0		
❺	0	1	0	0		
❻	0	1	0	1		
❼	0	0	0	1		
❽	1	0	0	1		
❾	1	0	0	0		

حـــــدد :

- نوع التبديل :
- نمط التشغيل :

إستنتج : - عدد الخطوات في الدورة :

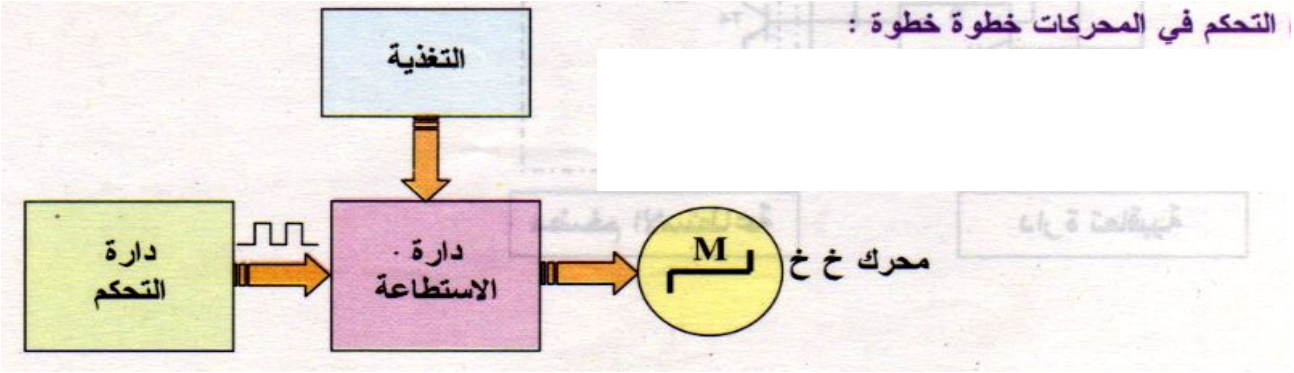
- الخطوة الزاوية :

مقارنـــــة

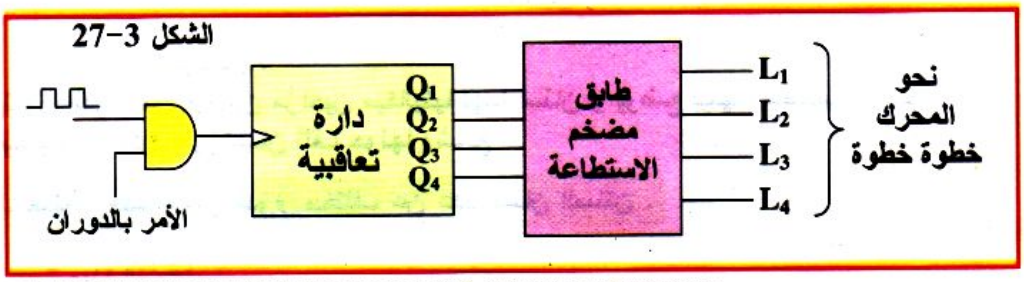
يمتاز المحرك خ/خ ذو مغناطيس دائم بمزدوجة أكبر من المحرك خ/خ بمقاومة مغناطيسية متغيرة بينما يمتاز الثاني بخطوة زاوية صغيرة (دقيق)

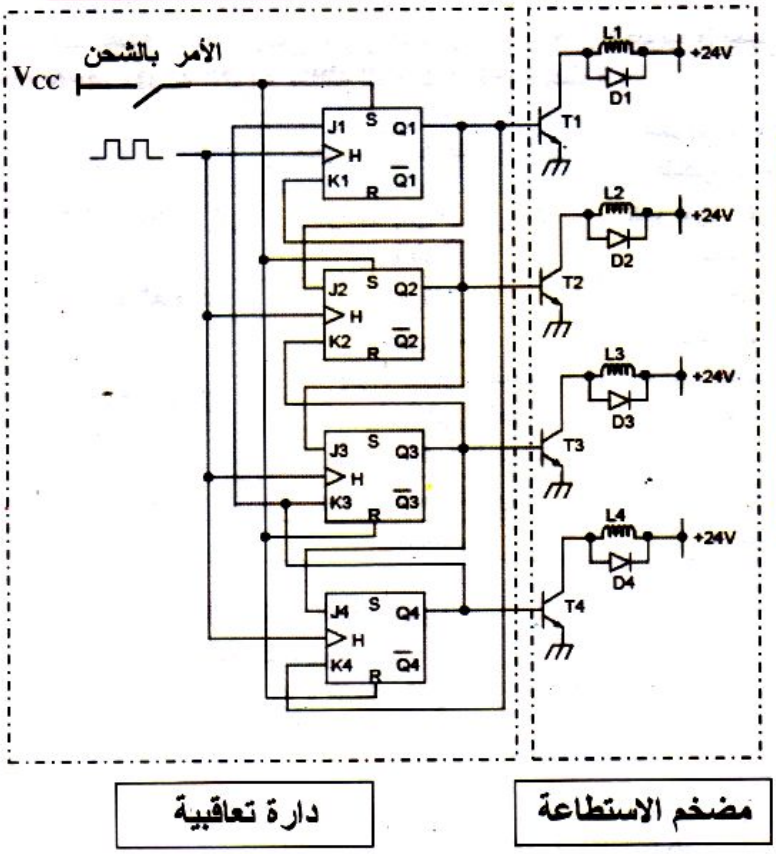
لذا يستعمل الأول في الأنظمة الألية الصناعية بينما الثاني في الأنظمة الدقيقة (الطابعات ،الإنسان الألي .....)

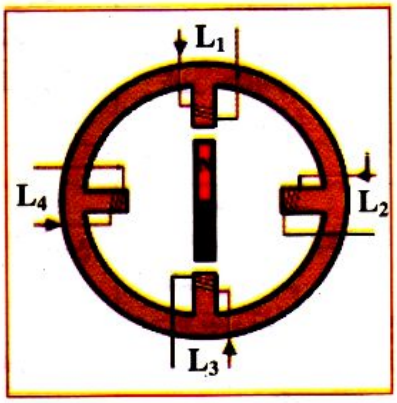
للجمع بين الإيجابيات تم صنع محرك خ/خ هجين دواره مغناطيس دائم ذو أسنان.



مثال-1- : التحكم في محرك خطوة خطوة باستعمال دارة تعاقبية :







المطلوب :

1- إستخرج معادلات المداخل للقلابات ؟

2- إملأ جدول تحريض الأطوار للحصول على دورة كاملة ؟

(مع العلم أنه يتم شحـــن الدارة التعاقبية في الحالة الابتدائية بمعلومة ثنائية كما هو موضح في الشكل

3- من الجدول السابق ، استنتج نوع الدارة التعاقبية ؟

4- حدّد : -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 ؟

الخطوة	مخارج الدارة التعقبية				الأطوار المحرضة				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												
2												
3												
4												

المطلوب :

1- إستخرج معادلات المداخل للقلابات ؟

2- إملأ جدول تحريض الأطوار للحصول على دورة كاملة ؟

(مع العلم أنه يتم شحـــن الدارة التعاقبية في الحالة الابتدائية بمعلومة ثنائية كما هو موضح في الشكل

3- من الجدول السابق ، استنتج نوع الدارة التعاقبية ؟

4- حدّد : -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 ؟

الـــحـــل :

1- معادلات المداخل للقلابات (تحليل الدارة التعاقبية) :

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

2- جدول تحريض الأطوار :

الخطوة	مخارج الدارة التعقبية				الأطوار المحرضة				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 .

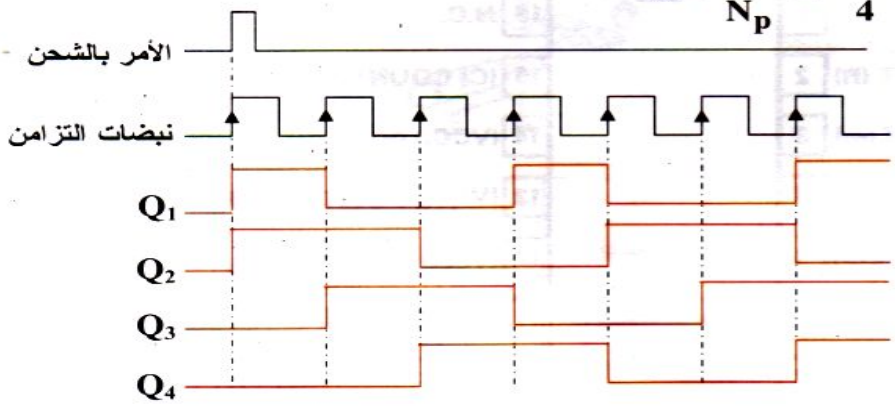
4- عدد الأطوار : $m=4$ ، عدد الأقطاب : $2\ (P=1)$

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

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

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

5- المخط الزمني الموافق لمخارج الدارة التعاقبية :



المحور:وظيفة التغذية **الموضوع03:** التيار المتناوب ثلاثي الطور

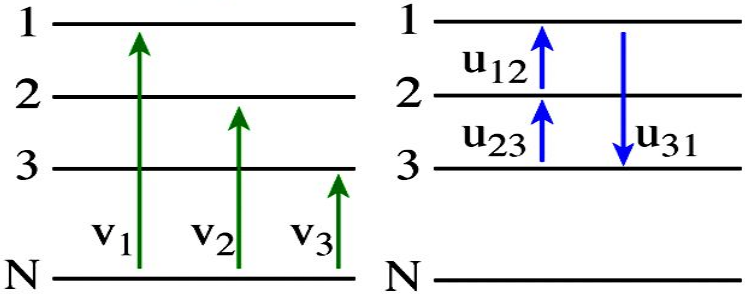
تـــــقديـــــم

إيجابيات النظام ثلاثي الطور مقارنة مع النظام أحادي الطور:
- للآلات 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

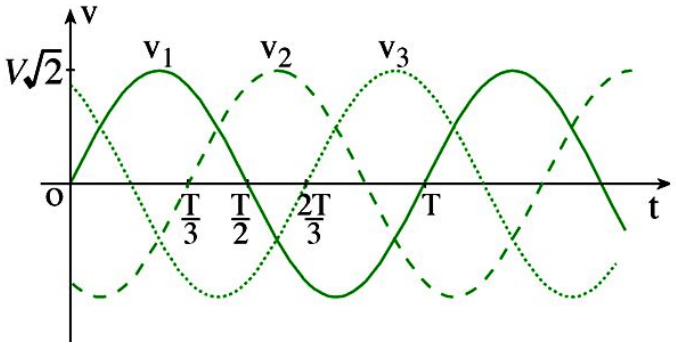
تتم عملية توزيع الطاقة من خلال أربعة أقطاب :
- ثلاثة أقطاب للأطوار معرفة بـ : 1،2،3 أو A, B, C أو R, S, T .
- قطب حيادي N .

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 .

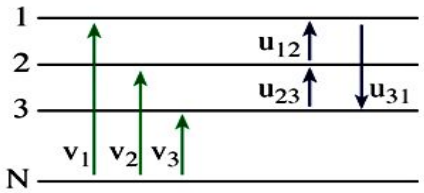
التوترات البسيطة



النظام ثلاثي الطور المتوازن

يكون النظام متوازن إذا كانت التوترات الثلاثة :
- لها نفس الطويلة .
- لها نفس التردد .
- تكون مزاحة عن بعضها البعض بزاوية مقدارها 120° .

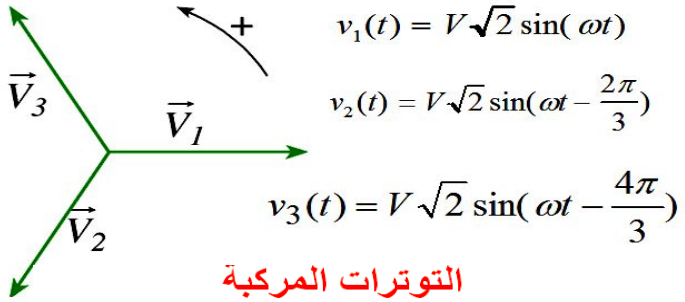
للتوترات المركبة نفس تردد التوترات البسيطة .



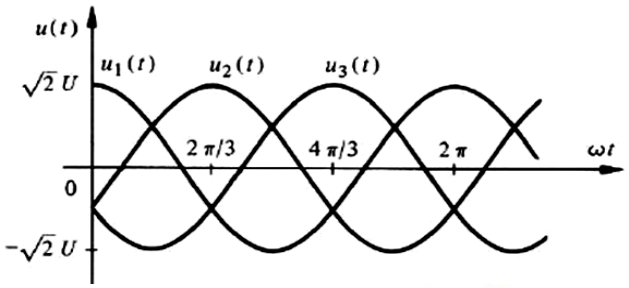
$$u_{12} = v_1 - v_2 \qquad \vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$
$$u_{23} = v_2 - v_3 \qquad \vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$$
$$u_{31} = v_3 - v_1 \qquad \vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$$

إذا كانت الشبكة متوازنة :

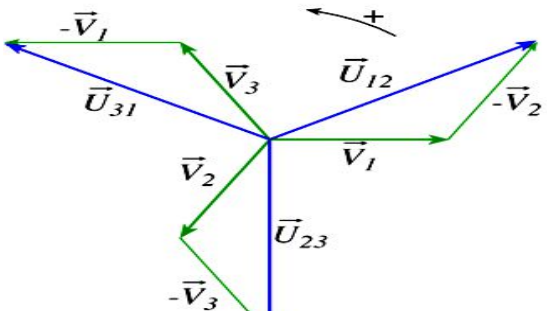
تمثيل فرينل



التوترات المركبة

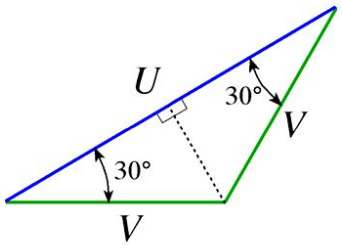


تمثيل فرينل



العبارات اللحظية للتوترات المركبة

العلاقة بين التوتر المركب و التوتر البسيط



$$U = 2V\cos 30$$

$$U = 2V\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U = V\sqrt{3}$$

5- الأخذات ثلاثية الطور المتوازنة :

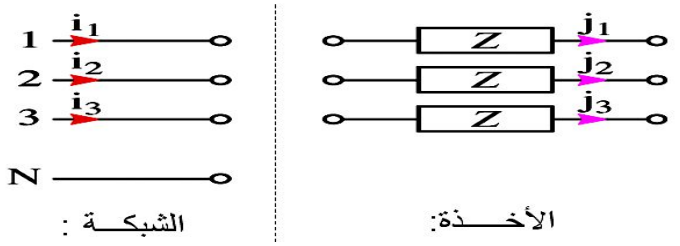
5-1 تعاريف :

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

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

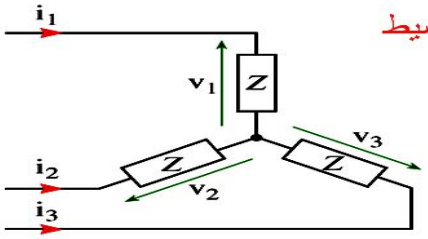
- تيـــارات الطـــور : هي التيارات التي تجتاز عناصر الأخذة ويرمز لها بـــ : j
- تيارات الخط : هي التيارات التي تجتاز نواقل أطوار الشبكة و يرمز لها ال بـــ : i

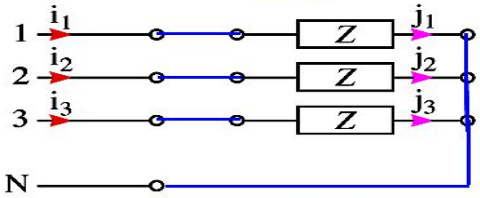
التمثيـــــل :



5-2 الإقران النجمـــــــــــي :

- التـــــركيب : كل ثنائي قطب يشتغل بتوتر بسيط



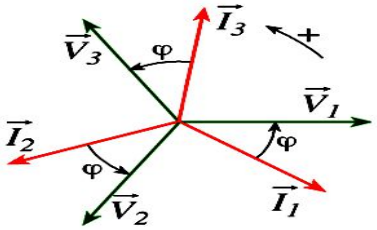


- العلاقة بين التيارات :

من الربط السابق يمكن أن نكتب $i_1 = j_1$; $i_2 = j_2$; $i_3 = j_3$

بمأن الأخذة متوازنة يصبح لدينا $I_1 = I_2 = I_3 = J_1 = J_2 = J_3 = I = J = \frac{V}{Z}$

- تمثيل فرينل لتيارات :



حيث : $\varphi\ (\vec{I},\ \vec{V})$

5-2 الإقران المثلثـــــــــــي :

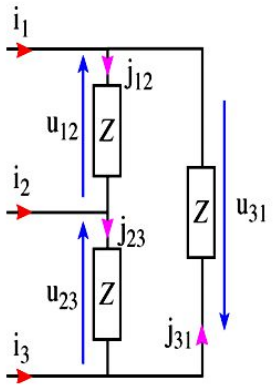
الأخذة متوازنـــة : $J_{12} = J_{23} = J_{31} = J = \frac{U}{Z}$ و $I_1 = I_2 = I_3 = I$

- العلاقة بين التيارات : إنطلاقا من التركيب نكتب

$$i_1 = j_{12} - j_{31} \Rightarrow \vec{I}_1 = \vec{J}_{12} - \vec{J}_{31}$$

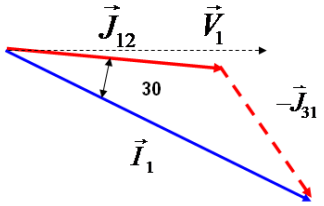
$$i_2 = j_{23} - j_{12} \Rightarrow \vec{I}_2 = \vec{J}_{23} - \vec{J}_{12}$$

$$i_3 = j_{31} - j_{23} \Rightarrow \vec{I}_3 = \vec{J}_{31} - \vec{J}_{23}$$



- العلاقة بين I و J : من المخطط التالي نستنتج

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



6- الإستطاعة فى ثلاثي الطور :

6-1 تذكير : نظرية بوشرو

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

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

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

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

6-2 حساب مختلف الإستطاعات :

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

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

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

$S = \sqrt{3}UI$

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

الإقران المثلثي : $P = 3.P_1 = 3UJ\cos\varphi$ و $J = \frac{I}{\sqrt{3}}$

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

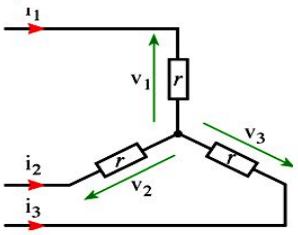
بنفس الطريقة نجـد: $Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi$

$S = \sqrt{3}UI$

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

3-6 الضياعات بمفعول جول : نعتبر الجزء المقاومي للأخذة

- الإقران النجمي :

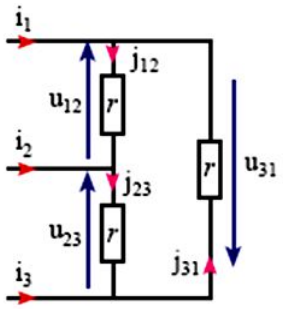


الضياع في عنصر من الأخذة : $P_{J1} = rJ^2$

المقاومة المقاسة بين طوريي الأخذة: $R = 2r$

الضياع في الأخـــــــــــذة: $P = 3.P_{J1} = 3rI^2 = \frac{3}{2}RI^2$

- الإقران المثلثي :



الضياع في عنصر من الأخذة : $P_{J1} = rJ^2$

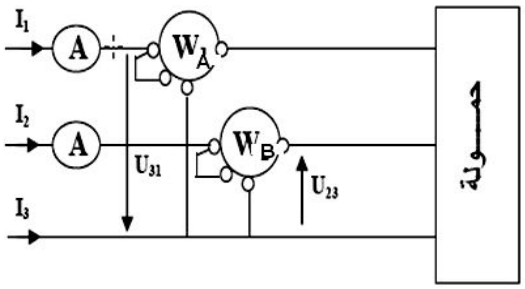
المقاومـة المقاسة بين طوريي الأخذة : $R = \frac{2r.r}{2r+r} = \frac{2}{3}r$

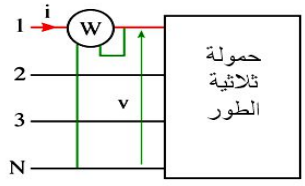
الضيـاع بمفعول جول في الأخـــذة : $P = 3.P_{J1} = 3rJ^2 = rI^2 = \frac{3}{2}RI^2$

4-6 قياس الإستطاعة :

- طريقة الواطمترين :

- إستعمال واط متر واحد :





الواطمتر مربوط بحيث يقيس

$P' = VI\cos\varphi$

و لدينا $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$

العلاقة بين القيمة المقاسة و الإستطاعة الممتصة

$P = 3P'$

ملاحظات : - الطريقة تتطلب وجود حيادي

- القياس لا يتطلب معرفة نوع الإقران

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

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

- الإستطاعة الفعليـة : $P = P_A + P_B$

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

- الإستطاعة الظاهرية و عامل الإستطاعة :

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

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