

الباب الأول دوائر التيار المتردد

تعريف التيار المتردد :

هو تيار متغير القيمة والاتجاه مع مرور الزمن و يتم تمثيله بموجة جيبية
القيمة اللحظية للجهد أو التيار :

هي قيمة الجهد أو التيار في زمن معين t

$$V(t) \dots\dots\dots I(t)$$

القيمة العظمى للجهد أو التيار :

هي اكبر قيمة لحظية للجهد أو التيار

$$V_m \dots\dots\dots I_m$$

القيمة الفعالة :

هي القيمة التي تنتج نفس القيمة الحرارية في مقاومة كالتى ينتجها التيار المستمر .

$$(I, I_{rms}) \dots\dots\dots (V, V_{rms})$$

العلاقة بين القيمة الفعالة و القيمة العظمى للجهد و التيار :

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \dots\dots\dots, I_m = I\sqrt{2}$$

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots V_m = V\sqrt{2}$$

القيمة اللحظية للجهد و التيار :

$$V(t) = V_m \sin(\omega t + \phi)$$

$$V(t) = V\sqrt{2} \sin(\omega t + \phi)$$

حيث أن :

$$\omega = 2\pi f \text{ التردد الزاوي}$$

ϕ هي زاوية الوجه بين الجهد و التيار

العدد المركب

يمكن تمثيل الجهد أو التيار أو المعاوقة في صورة العدد المركب الذي يتكون من جزأين
أحدهما حقيقي و الآخر تخيلي

$$Z = R + jX_L \Omega$$

R حقيقي

X_L تخيلي

تحويل العدد المركب إلى الصورة القضيبة لتبسيط فى حل المسائل :

تتكون الصورة القضيبة من مقدار و زاوية $Z = Z \angle \phi \Omega$

حيث أن :

$$Z = \sqrt{(R^2 + X_L^2)} \Omega \text{ المقدار}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R} \text{ الزاوية}$$

دوائر التيار المتردد أحادي الوجه :
بالنسبة للدوائر الكهربائية تعتبر المقاومة جزء حقيقي تجعل الجهد و التيار في اتفاق زاوية الوجه (زاوية صفر)
المقاومة حمل مادي.

و الملف جزء تخيلي موجب زاوية 90 درجة يجعل الجهد متقدم عن التيار الملف حمل حثي .
و المكثف جزء تخيلي سالب يجعل التيار متقدم عن الجهد بزاوية 90 درجة المكثف حمل سعوي .
أنواع القدرة الكهربائية للتيار المتردد أحادي الوجه :

1- القدرة الفعالة :

هي القدرة التي يستهلكها الحمل فعليا و التي تتحول إلى حرارة و وحدتها الوات

$$P = VICos\phi Watt$$

في حالة الحمل المادي (المقاومة) تكون القدرة الفعالة في هذه الحالة

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R} Watt$$

** ملحوظة : الحمل الحثي و السعوي في حال توصيلهم بدون حمل مادي لا يستهلكون قدرة فعالة

2- القدرة الظاهرية

هي حاصل ضرب القيمة الفعالة للتيار المار في الحمل في القيمة الفعالة للجهد بين طرفي الحمل

$$S = VI = I^2 Z = \frac{V^2}{Z} VA \text{ و وحدتها الفولت أمبير}$$

العلاقة بين القدرة الفعالة و الظاهرية :

$$S = VI \quad .. \quad P = VICos\phi Watt$$

بالتعويض بقيمة القدرة الظاهرية في القدرة الفعالة

$$P = SCos\phi Watt$$

$$Cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{R}{Z} \quad \text{معامل القدرة}$$

3- القدرة غير الفعالة

$$Q = VISin\phi VAR$$

مثال 1 دائرة توالي تحتوي علي مقاومة و ملف موصلة بمنبع جهد و قيمة الجهد تعطي بالعلاقة

و قيمة المقاومة و معامل الحث الذاتي علي الترتيب $R = 7\Omega \dots\dots L = 8mH \quad V(t) = 100\sqrt{2}Sin(377t)$

أحسب المعاوقة المكافئة ثم أحسب التيار المار في الدائرة و الجهد علي كل عنصر ثم أحسب التردد

الحل :

$$Z = Z\angle\phi$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$X_L = 2\pi FL = \omega L = 377 \times 8 \times 10^{-3} = 3\Omega$$

$$Z = R + jX_L = 7 + j3 = 7.6\angle 23.2^\circ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100\angle 0}{7.6\angle 23.2^\circ} = 13.2\angle -23.2^\circ A$$

$$V_R = IR = 7 \times 13.2\angle -23.2^\circ = 92.4\angle -23.2^\circ V$$

$$V_L = IX_L = 13.2\angle -23.2^\circ \times 3\angle 90^\circ = 39.6\angle 66.8^\circ V$$

$$F = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{377}{2\pi} = 60HZ$$

يتم تحويل العدد المركب إلى الصورة القضيبة كما سبق شرحه

في حالة القسمة تطرح الزوايا

في حالة الضرب تجمع الزوايا

مثال 2 دائرة توالي تيار متردد عبارة عن مقاومة 3.5 اوم و ملف 0.1 هنري أوجد الآتي
التيار المار في الدائرة – معامل القدرة – وذلك إذا وصلت الدائرة بمصدر 220 فولت و تردده 50 هرتز .
ثم أوجد القدرات الثلاثة

$$R = 3.5 \Omega \quad L = 0.1 H \quad V = 220 V \quad F = 50 HZ \quad I \dots \cos \phi \dots P \dots Q \dots S$$

الحل

$$X_L = 2\pi FL = 2\pi \times 50 \times 0.1 = 31.4 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3.5^2 + 31.4^2} = 31.6 \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{31.6} = 5.65 A$$

$$PF = \cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{3.5}{31.6} = 0.11$$

$$P = VI \cos \phi = I^2 R = 5.65^2 \times 3.5 = 111.7 W$$

$$Q = VI \sin \phi = I^2 X_L = 5.65^2 \times 31.4 = 1002.4 VAR$$

$$\phi = \cos^{-1} pf$$

$$S = VI = I^2 Z = 5.65^2 \times 31.6 = 1008.75 VA$$

مثال 3 : وصلت دائرة توالي تتكون من مقاومة و ملف بمصدر 220 فولت . 50 د/ث فإذا كان التيار المار في الدائرة 8 أمبير و فرق الجهد على المقاومة 100 فولت احسب معامل الحث الذاتي للملف و معامل القدرة .
 $V = 220 V \dots F = 50 HZ \dots I = 8 A \dots V_R = 100 V \dots L ?? \dots \cos \phi ??$

الحل ...

$$X_L = 2\pi FL$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi F}$$

$$X_L = \frac{V_L}{I}$$

$$V = \sqrt{V_R^2 + X_L^2} \quad \text{---} \quad V_L = \sqrt{V^2 - V_R^2} \quad \text{---} \quad V_L = \sqrt{220^2 - 100^2} = 196 V$$

$$X_L = \frac{V_L}{I} = \frac{196}{8} = 24.5 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi F} = \frac{24.5}{2\pi \times 50} = 0.078 H$$

$$R = \frac{V_R}{I} = \frac{100}{8} = 12.5 \Omega$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{220}{8} = 27.5 \Omega$$

$$\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{12.5}{27.5} = 0.45$$

تمرين : دائرة توالي تحتوي علي مقاومة 6 اوم و ملف معامل حثه الذاتي 0.038 مللي هنري و مكثف سعته 800 ميكروفاراد و صلت بمنبع 220 فولت و تردده 50 هرتز أحسب الآتي :

المعاوقة الكلية للدائرة التيار المار بالدائرة الجهد علي كل عنصر في الدائرة زاوية الوجه و معامل القدرة .

تذكر أن :

$$X_L = 2\pi FL\Omega \dots\dots\dots X_C = \frac{1}{2\pi FC} \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \Omega, \dots\dots\dots, Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \Omega, \dots\dots\dots, Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \Omega$$

$$\dots\dots\dots R \dots L \dots\dots\dots R \dots C \dots\dots\dots R \dots L \dots C$$

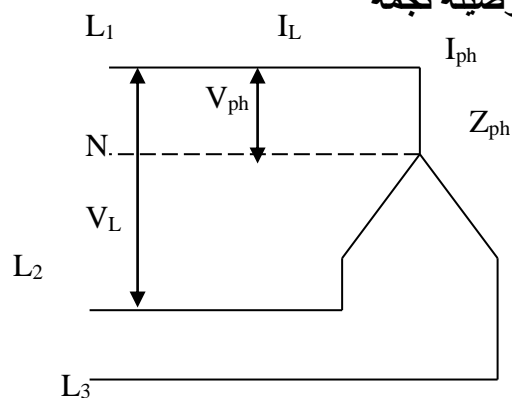
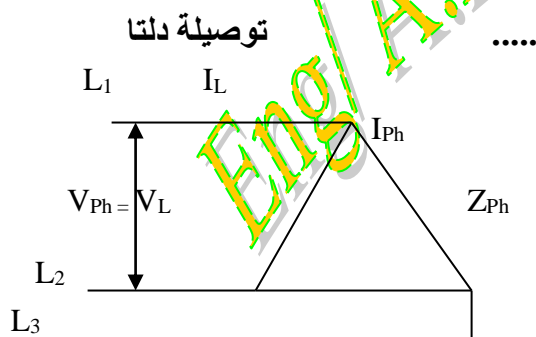
التيار المتردد ثلاثي الأوجه

هو نظام ذو ثلاثة جهود مرتبطة مع بعضها ومن بين أسباب تفضيل هذا النظام كونه يسبب مفايد نحاسية اقل من التي تسببها خطوط النقل في النظام أحادي الوجه لنفس القدرة المنقولة .

اتزان النظام ثلاثي الأوجه :

يكون النظام متزنا عندما تتساوي فيه القيم الفعالة للجهود و التيارات الثلاثة و يكون بين كل وجه و الآخر زاوية 120 درجة

يوجد نوعان من هذا النظام من حيث التوصيل
توصيلة نجمة



$$V_L = V_{ph} (V)$$

$$I_L = \sqrt{3} I_{ph} A$$

$$I_{ph} = \frac{I_L}{\sqrt{3}} A$$

$$I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} A$$

$$I_L = I_{ph}$$

$$V_L = \sqrt{3} V_{ph} V$$

$$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} V$$

$$I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}} A$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$P = 3V_{Ph} I_{Ph} \cos \varphi \text{ watt}$$

$$Q = 3V_{Ph} I_{Ph} \sin \varphi \text{ VAR} \quad \text{القدرة و معامل القدرة في التيار المتردد ثلاثي الأوجه}$$

$$S = 3V_{Ph} I_{Ph} \text{ VA}$$

مثال 1: حمل متزن ثلاثي الأوجه يتكون كل وجه من مقاومة مادية قيمتها 60 اوم علي التوالي مع مكثف ممانعة السعوية 80 اوم موصل نجمة علي منبع للتيار المتردد ثلاثي الأوجه جهده الخطي 380 فولت و تردده 50 ذ/ث احسب الآتي :

تيار الخط معامل القدرة القدرة الفعالة القدرة الظاهرية

$$R = 60 \Omega \quad \dots \quad X_C = 80 \Omega \quad \dots \quad V_L = 380 \text{ V} \quad \dots \quad F = 50 \text{ HZ}$$

$$I_L \text{ ???} \quad \cos \varphi \text{ ???} \quad P \text{ ???} \quad S \text{ ???}$$

الحل ...

$$Z_{Ph} = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100 \Omega$$

$$V_{Ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ V}$$

$$I_{Ph} = \frac{V_{Ph}}{Z_{Ph}} = \frac{220}{100} = 2.2 \text{ A}$$

$$I_L = I_{Ph} = 2.2 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{60}{100} = 0.6$$

$$P = 3V_{Ph} I_{Ph} \cos \varphi = 3 \times 220 \times 2.2 \times 0.6 = 871.2 \text{ W}$$

$$S = 3V_{Ph} I_{Ph} = 3 \times 220 \times 2.2 = 1452 \text{ VA}$$

مثال 2: وصل حمل متزن ثلاثي الأوجه علي هيئة دلتا يحتوي كل وجه علي مقاومة مادية 30 اوم و ممانعة حثية 40 اوم فإذا كان جهد الخط 500 فولت و تردده 50 هرتز أوجد الآتي :

تيار الوجه - تيار الخط - القدرة الفعالة .

$$R = 30 \Omega \quad \dots \quad X_L = 40 \Omega \quad \dots \quad V_L = 500 \text{ V} \quad \dots \quad F = 50 \text{ HZ}$$

$$I_L \quad \dots \quad I_{Ph} \quad \dots \quad P \text{ ???}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \Omega$$

$$I_{Ph} = \frac{V_{Ph}}{Z_{Ph}} = \frac{500}{50} = 10 \text{ A}$$

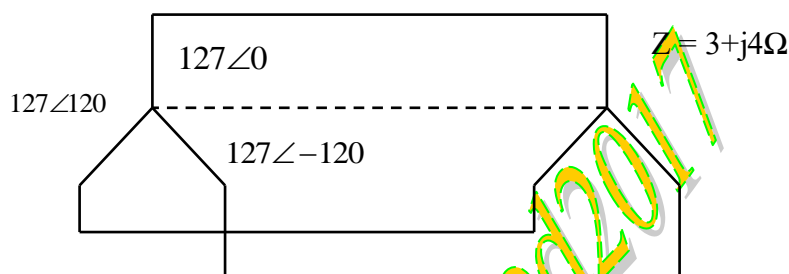
$$I_L = \sqrt{3} I_{Ph} = \sqrt{3} \times 10 = 17.32 \text{ A}$$

$$P = 3V_{Ph} I_{Ph} \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = 0.6$$

$$P = 3 \times 500 \times 10 = 9000 \text{ W}$$

مثال 3 : في الشكل الموضح يغذي مولد حمل ثلاثي الأوجه موصل نجمه احسب جهد الخط و تيار الخط و بين أن تيار خط التعادل معدوم .



$$V_L = \sqrt{3}V_{ph} = \sqrt{3} \times 127 = 220V$$

$$Z = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{4}{3} = 53.1^\circ$$

$$Z = 5\angle 53.1^\circ \Omega$$

$$I_L = I_{ph} = \frac{V_{ph}}{Z_{ph}}$$

$$I_a = \frac{V_a}{Z} = \frac{127\angle 0}{5\angle 53.1} = 25.4\angle -53.1^\circ A$$

$$I_b = \frac{V_b}{Z} = \frac{127\angle -120}{5\angle 53.1} = 25.4\angle -173.1^\circ A$$

$$I_c = \frac{V_c}{Z} = \frac{127\angle 120}{5\angle 53.1} = 25.4\angle 66.9^\circ A$$

للتحويل من الصورة القضيبة إلى صورة العدد المركب

$$r(\cos\varphi + j\sin\varphi)$$

$$I_a = 25.4(\cos(-53.1) + j\sin(-53.1)) = 15.25 - j20.31$$

$$I_b = 25.4(\cos(-173.1) + j\sin(-173.1)) = -25.22 - j3.05$$

$$I_c = 25.4(\cos(66.9) + j\sin(66.9)) = 9.97 + j23.36$$

$$I_N = I_A + I_B + I_C$$

$$I_N = (15.25 - j20.31) + (-25.22 - j3.05) + (9.97 + j23.36) = 0$$

الباب الثاني المحولات الكهربائية

تعريف المحول الكهربى :

هو عبارة عن جهاز ينقل القدرة الكهربائية من دائرة كهربية إلى أخرى بنفس التردد و ذلك عن طريق الحث المتبادل بين ملفين مع ثبات قيمة التردد .

تركيب المحول الكهربى :

يتكون المحول من : قلب حديدي – ملفات – وعاء خارجي

1- القلب الحديدي :

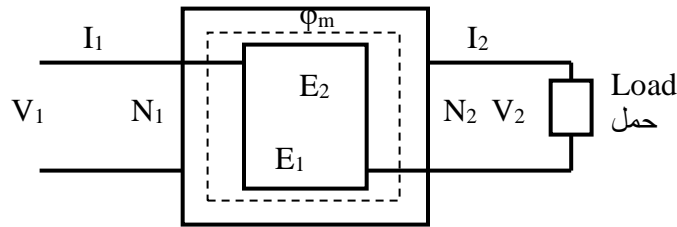
يصنع من شرائح من الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها لتقليل التيارات الدوامية .

2- الملفات :

تصنع من سلك نحاس معزول بالورنيش و يكون الملفين معزولين عن بعضهما و عن القلب الحديدي

3- وعاء خارجي :

يوضع المحول داخل الوعاء و يعزل المحول عن الوعاء بعزل البور سلين و يملأ الوعاء بالزيت



نظرية عمل المحول الكهربى :

عند توصيل الملف الابتدائي للمحول بمنبع تيار متردد ينشأ فيض مغناطيسي في القلب الحديدي معظم هذا الفيض يعبر القلب الحديدي و يقطع ملفات الملف الثانوي مولدا بها قوة دافعة مغناطيسية مستنتجة .

اختيار المحول الكهربى :

يوصف المحول بالبيانات الآتية : جهد الملف الابتدائي و الثانوي – تردد التيار المستخدم – الحمل بوحدة ف .

أنواع المحولات : يتم تقسيم المحولات طبقا للاتي :

أولا : من حيث الاستخدام

محولات القدرة : وهي تستخدم مع مولدات الجهد المتردد لرفع الجهد عند نقل الطاقة الكهربائية

محولات توزيع : تستخدم في محطات التوزيع لخفض الجهد العالي لتوزيعه على الأحمال

محولات القياس : و تستخدم مع أجهزة قياس الجهد و التيار العالي

ثانيا من حيث التركيب :

محولات ذو ملفين معزولين كهربيا

محولات ذات ملف واحد (المحول الذاتي)

ثالثا : من حيث طريقة لف الملفين :

محول قلب مركزي : الملفات تحيط بالقلب

محول هيكلي : القلب يحيط بالملفات

رابعا: من حيث التغذية :

محولات أحادية الوجه محولات ثلاثية الأوجه

خامسا : من حيث الوظيفة :

محولات رفع محولات خفض

معادلة ق.د.ك للمحول الكهربى :

حيث أن :

$$E_T = 4.44 f \phi_m V$$

$$E_1 = E_T N_1 = 4.44 f \phi_m N_1 V$$

$$E_1 = E_T N_1 = 4.44 f \phi_m N_2 V$$

$$B = \frac{\phi_m}{A} \text{ wb / m}^2 = Te$$

$$K = \frac{V_1}{V_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

جهد الملف الابتدائي V_1

جهد الملف الثانوي V_2

تيار الملف الابتدائي I_1

تيار الملف الثانوي I_2

عدد لفات الملف الابتدائي N_1

عدد لفات الملف الثانوي N_2

القوة الدافعة الكهربائية للملف الثانوي E_1

القوة الدافعة الكهربائية للملف الثانوي E_2

التردد F

نسبة تحويل المحول K

B كثافة الفيض المغناطيسي

أقصى قيمة للفيض المغناطيسي و بر Φ_m

المحول المثالى :

هو افتراض نظري فقط لفهم المحول الحقيقي و نفرض في المحول المثالى الآتى

لا يوجد فقد فى الطاقة لا يوجد تسريب فى الفيض المغناطيسي

الملفات ليس لها معاوقه تعيق مرور

التيار ... قدرة الدخل تساوي قدرة

الخرج

$$S_1 = S_2$$

$$V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$

$$K = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

مثال 1 : محول أحادي الوجه عدد لفات الابتدائي 400 لفة و عدد لفات الثانوي 1000 لفة و مساحة مقطع القلب الحديدي 60سم² فإذا وصلت ملفات الملف الابتدائي بمنبع ضغطه 800 فولت و تردده 50 ذ/ث أحسب : كثافة التدفق المغناطيسي - ق.د.ك للملف الثانوي

$$N_1 = 400 \text{ Turn} \text{ ----- } N_2 = 1000 \text{ Turn} \text{ ----- } A = 60 \text{ cm}^2 \text{ ----- } V_1 = E_1 = 800 \text{ V}$$

$$F = 50 \text{ Hz} \text{ ----- } B?? \quad \Phi_m??$$

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

$$E_1 = 4.44 F \phi_m N_1$$

$$\phi_m = \frac{E_1}{4.44 F N_1} = \frac{800}{4.44 \times 50 \times 400} = 0.009 \text{ wb}$$

$$B = \frac{0.009}{60 \times 10^{-4}} = 1.5 \text{ web / m}^2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ , } E_2 = \frac{E_1 \times N_2}{N_1} = \frac{800 \times 1000}{400} = 2000 \text{ volt}$$

مثال 2 : محول أحادي الوجه 40 ك.ف.أ 240 / 3300 فولت 50 ذ / ث عدد لفات الابتدائي 660 لفه
أحسب الآتي : عدد لفات الثانوي – أقصى قيمة للفيض المغناطيسي – تيار كل من الابتدائي و الثانوي

$$S = 40 \text{ KVA} \text{ ---- } K = 3300/240 \text{ V} \text{ ----- } F = 50 \text{ Hz} \text{ ----- } N_2 ??? \phi_m \text{ ???} I_1 \text{ ???} I_2 ??$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$N_2 = \frac{E_2 \times N_1}{E_1} = \frac{240 \times 660}{3300} = 48 \text{ Turn}$$

$$E_1 = 4.44 F \phi_m N_1$$

$$\phi_m = \frac{E_1}{4.44 F N_1} = \frac{3300}{4.44 \times 50 \times 660} = 0.0225 \text{ wb}$$

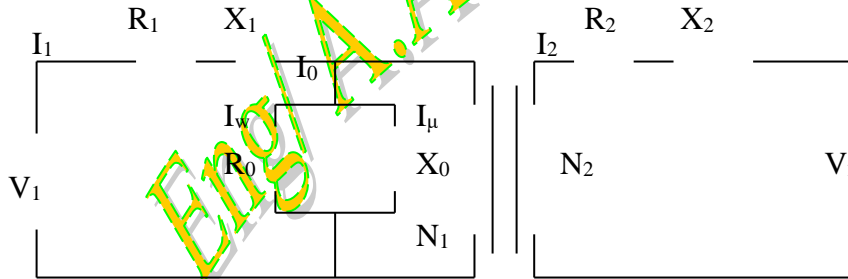
$$S_2 = V_2 \times I_2$$

$$I_2 = \frac{S_2}{V_2} = \frac{40 \times 10^3}{240} = 166 \text{ A}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$I_1 = \frac{E_2 \times I_2}{E_1} = \frac{240 \times 166}{3300} = 12 \text{ A}$$

المحول الفعلي (الحقيقي)



$$I_0 = \sqrt{I_w^2 + I_\mu^2} \text{ A}$$

$$I_w = I_0 \cos \phi_0 \text{ A}$$

$$I_\mu = I_0 \sin \phi_0 \text{ A}$$

$$I_\mu = \sqrt{I_0^2 - I_w^2} \text{ A}$$

..... \$R_1\$ مقاومة الملف الابتدائي

..... \$R_2\$ مقاومة الملف الثانوي

..... \$X_1\$ ممانعة الملف الابتدائي

..... \$X_2\$ ممانعة الملف الثانوي

..... \$R_0\$ مقاومة القلب الحديدي

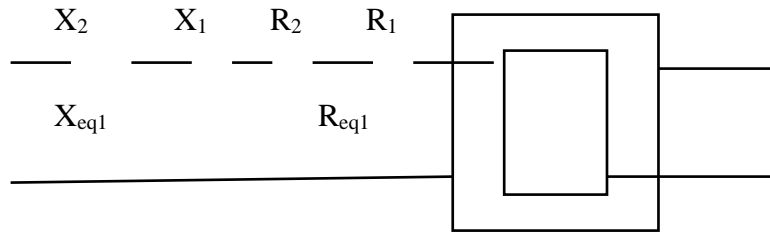
..... \$X_0\$ ممانعة القلب الحديدي

..... \$I_0\$ تيار اللاحمل

..... \$I_\mu\$ تيار المغنطة (المسئول عن الفيض المغناطيسي)

..... \$I_w\$ التيار المسئول عن المفايد الحديدية

دوائر النسب في المحولات :
تستخدم دوائر النسب لتبسيط الحسابات عند حل مسائل المحولات
نسب دائرة الملف الابتدائي إلى الابتدائي



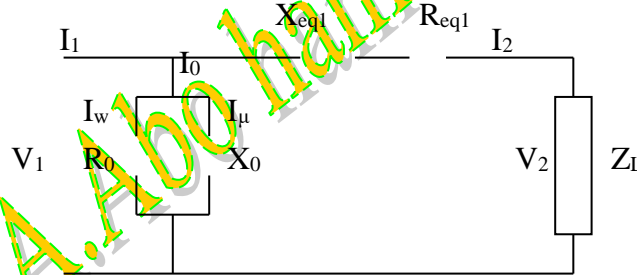
$$R_{eq1} = R_1 + R_2^-$$

$$X_{eq1} = X_1 + X_2^-$$

$$Z_{eq1} = \sqrt{R_{eq1}^2 + X_{eq1}^2}$$

$$R_2^- = R_2 \times K^2$$

$$X_2^- = X_2 \times K^2$$



الدائرة المكافئة للمحول منسوبة للملف الابتدائي

التجارب التي تجرى على المحولات :

أولاً : اختبار اللاحمل (الدائرة المفتوحة)

في هذه التجربة يوصل المحول كما بالشكل بحيث تترك أطراف الملف الثانوي مفتوحة أو يتم قصرها عن طريق جهاز فولتميتر .

يتم توصيل ثلاثة أجهزة على الملف الابتدائي :

جهاز فولتميتر لقياس فرق جهد الابتدائي (جهد المنبع)

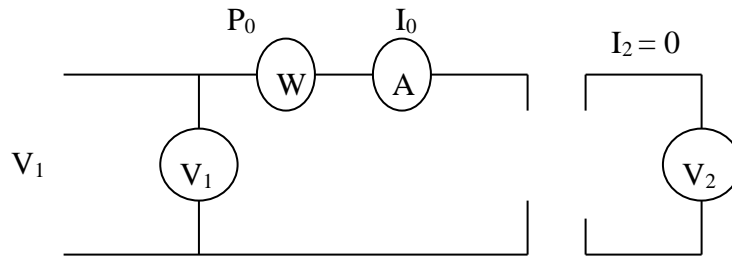
جهاز اميتر لقياس تيار اللاحمل

جهاز واتميتر لقياس القدرة في حاله اللاحمل (المفايد الحديدية)

الهدف من التجربة : إيجاد المفايد الحديدية مع إهمال النحاسية ،،، إيجاد ممانعتي التمثغظ

P0 مفايد حديدية

R0... X0ممانعتي التمثغظ



تجربة اللاحمل

$$P_0 = V_1 I_0 \cos \phi \text{ watt}$$

$$R_0 = \frac{V_1}{I_w}$$

$$X_0 = \frac{V_1}{I_\mu}$$

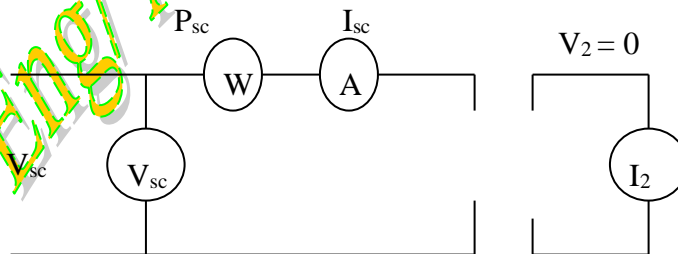
$$I_w = I_0 \cos \phi_0$$

$$I_\mu = \sqrt{I_0^2 - I_w^2}$$

ثانيا : اختبار القصر :

يتم توصيل التجربة كما بالشكل بحيث يتم قصر أطراف الملف الثانوي عن ريق جهاز اميتر يوصل ثلاثة أجهزة على أطراف الملف الابتدائي :
فولتميتر لقياس جهد القصر واتميتر لتعيين المفاقيد النحاسية اميتر لقياس تيار القصر
الهدف من التجربة : تعيين المفاقيد النحاسية مع إهمال الحديدية
إيجاد المقاومة المكافئة و الممانعة المكافئة و المعاوقة المكافئة منسوبة للملف الابتدائي

المفاقيد النحاسية P_{sc}
 R_{eq1} X_{eq1} Z_{eq1} (المقاومة – الممانعة – المعاوقة) المكافئة



تجربة القصر

$$P_{sc} = I_{sc}^2 R_{eq1} \dots \dots \dots R_{eq1} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2}$$

$$Z_{eq1} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}}$$

$$X_{eq1} = \sqrt{Z_{eq1}^2 - R_{eq1}^2}$$

المفايد و الكفاءة في المحولات :

كما ذكرنا سابقا يوجد نوعان من المفايد في المحولات :
الفقد في الحديد و هو ثابت لا يتأثر بتغير الحمل ، الفقد في النحاس و هو يتغير بتغير الحمل و كلاهما يؤثر علي كفاءة المحول .

$$\eta = \frac{XP_2}{XP_2 + P_0 + (P_{cu} \times X^2)} \times 100 \text{ قانون الكفاءة في المحولات}$$

X معامل الحمل ... الحمل الكامل تساوي 1 نصف الحمل تساوي 0.5 ... ربع الحمل تساوي 0.25
P_{cu} = P_{sc} المفايد النحاسية
P_i = P₀ المفايد الحديدية

$$P_2 = S_2 \cos \phi_2$$

مثال 1 : محول أحادي الوجه تيار الالحمل له 4 أمبير عند معامل قدرة 0.25 عندما يتصل بمنبع جهده 250 فولت و تردده 50 ذ/ث و عدد لفات الابتدائي 200 لفة أوجد الآتي :
قيمة الفيض المغناطيسي - المفايد الحديدية - مركبتي تيار الالحمل
الحل :

$$I_0 = 4A \dots \dots \cos \phi_0 = 0.25 \dots \dots V_1 = E_1 = 250V \dots \dots F = 50HZ \dots \dots N_1 = 200Turn$$

$$\phi_m \text{ ???} \dots \dots P_i \text{ ???} \dots \dots I_w \text{ ???} \dots \dots I_\mu \text{ ???}$$

$$E_1 = 4.44 F \phi_m N_1 \dots \dots N_1 = \frac{E_1}{4.44 F N_1} = \frac{250}{4.44 \times 50 \times 200} = 5.63wb$$

$$P_0 = V_1 I_0 \cos \phi_0 = 250 \times 4 \times 0.25 = 250watt$$

$$I_w = I_0 \cos \phi_0 = 4 \times 0.25 = 1A$$

$$I_\mu = \sqrt{I_0^2 - I_w^2} = \sqrt{4^2 - 1^2} = 3.87A$$

مثال 2 : محول أحادي الوجه 500 ك. ف. أ و نسبة تحويل الجهد 2300/230 فولت اجري عليه اختبار الالحمل و القصر ثم أعط النتائج الآتية :

$$\text{اختبار الالحمل} \quad P_0 = 2250W \quad I_0 = 94 A \quad V_0 = 230 V$$

$$\text{اختبار القصر} \quad P_{sc} = 9.2 W \quad I_{sc} = 228 A \quad V_{sc} = 100 V$$

احسب ثوابت الدائرة المكافئة منسوبة للملف الابتدائي (الجهد المنخفض)
الحل : أولا تجربة القصر

$$R_{e1} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{9.2 \times 10^3}{228^2} = 0.17\Omega$$

$$Z_{e1} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \frac{100}{228} = 0.43\Omega$$

$$X_{e1} = \sqrt{Z_{e1}^2 - R_{e1}^2} = \sqrt{0.43^2 - 0.17^2} = 0.39\Omega$$

$$\cos \phi_0 = \frac{P_0}{V_0 I_0} = \frac{2250}{230 \times 94} = 0.1$$

ثانيا : تجربة الالحمل

$$I_w = I_0 \cos \phi_0 = 94 \times 0.1 = 9.4A \dots \dots I_\mu = \sqrt{I_0^2 - I_w^2} = \sqrt{94^2 - 9.4^2} = 93.5A$$

$$R_0 = \frac{V_1}{I_w} = \frac{230}{9.4} = 24\Omega \dots \dots X_0 = \frac{V_1}{I_\mu} = \frac{230}{93.5} = 2.4\Omega$$

مثال 3: محول أحادي الوجه 11 ك.ف.أ ، 220 / 440 فولت يعمل عند اللاحمل و يسحب تيار قدرة 1.5 أمبير عند جهد 220 فولت و معامل قدرة 0.2 تأخر فإذا كانت المقاومة المكافئة ناحية الابتدائي 0.8 أوم أوجد كفاءة المحول عند الحمل الكامل و معامل قدرة 0.8 تأخر .

$$S_2 = 11KVA \dots K = \frac{220}{440} V \dots I_0 = 1.5A \dots \cos \phi_0 = 0.2 \dots R_{e1} = 0.8\Omega \dots \eta \dots X = 1 \dots \cos \phi_2 = 0.8$$

$$P_0 = P_i = V_1 I_0 \cos \phi_0 = 220 \times 1.5 \times 0.2 = 66W$$

$$I_1 = \frac{S_1}{V_1} = \frac{11 \times 10^3}{220} = 50A$$

$$P_{cu} = I_1^2 \times R_{e1} = 50^2 \times 0.8 = 2000W$$

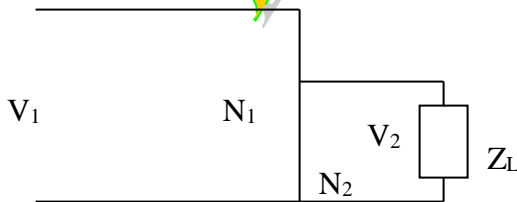
$$\eta_{x=1} = \frac{XP_2}{XP_2 + P_i + (P_{cu} \times X^2)} \times 100$$

$$\eta_{x=1} = \frac{11 \times 10^3}{11 \times 10^3 + 66 + (2000)} \times 100 = 84\%$$

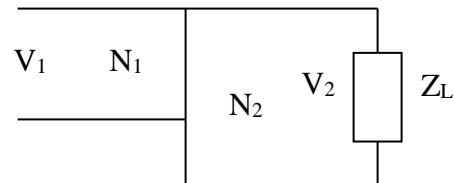
المحول الذاتي : (النفسي)

هو مفيد في بعض الاستخدامات نظرا لبساطه تركيبية و انخفاض ثمنه و يستخدم في الجهود التي يلزم تغييرها في حدود ضيقة .

نظرية عملة : يعتمد علي نفس نظرية عمل المحول ذو الملفين و لكن يستخدم فيه ملف واحد فقط يمثل احد الملفين الابتدائي أو الثانوي و يمثل جزء من الملف ذاته الملف الآخر و يكون محول خافض أو رافع



محول ذاتي خافض



محول ذاتي رافع

استعمال المحول الذاتي :

- تصحيح هبوط الجهد عند نهايات كابلات التوزيع - بدء حركة المحركات الاستنتاجية
- تثبيت الجهد للثلاجات

مميزات المحول الذاتي :

يعطي جهد متغير - صغر الحجم - يسبب وفر في النحاس المستخدم

عيوب المحول الذاتي :

- العزل الكهربائي بين المنبع و الحمل غير متوفر
- لا يفضل استخدامه بنسب تحويل كبيرة
- إمكانية حدوث قصر بين ملفاته

الطرق المختلفة لتبريد المحولات :

1- التبريد الطبيعي :

يستعمل في المحولات ذات القدرة الصغيرة و المتوسطة

2- التبريد بدفع الهواء :

باستخدام ضواغط هوائية أو مراوح و هي نادرة الاستعمال و تستعمل حتي قدرة 50 ك. ف. أ

3- التبريد بالزيت :

و فيها يتم غمس المحول في الزيت وتمر فيه دورة الزيت الطبيعية حيث يسخن الزيت المجاور للمفات و القلب ليمر إلي اعلي بالمبرد حتي السطح العلوي للوعاء و للجوانب عن طريق تيارات الحمل الطبيعية و يحل محل الزيت الساخن زيت بارد و هكذا تتم دورة التبريد .

تمرين للحل :

محول أحادي الوجه 48 ك. وات 300/600 فولت يعمل عند الاحمل ويأخذ تيار قدرة 3 أمبير عند معامل قدرة 0.4 تاخر و جهد 600 فولت فإذا كانت كفاءة الحمل الكامل 90% عند معامل قدرة 0.8 تأخر .
احسب : قيمة المقاومة المكافئة ناحية الثانوي

الباب الثالث

المحركات الحثية أحادية الوجه

تتركب المحركات الحثية أحادية الوجه من ملفات على العضو الثابت فقط و يكون العضو الدوار من النوع ذو القفص السنجابي فقط .

من أهم عيوب هذه المحركات : ليس لها عزم لبدء الحركة فإذا بدأت حركتها بأي وسيلة مساعدة فسوف تستمر في الدوران في نفس اتجاه الدوران الذي بدأت فيه .

نظرية عمل المحركات أحادية الوجه :

عند تغذية ملفات العضو الثابت بتيار متردد يتولد مجال مغناطيسي في الثغرة الهوائية يمكن تحليل هذا المجال المغناطيسي إلي مجالين دوارين أحدهما يدور في الاتجاه الأمامي و الآخر في الاتجاه الخلفي فيولدان عزم الدوران للمحرك .

$$S_b = 2 - S_f$$

$$S_f = \frac{N_s - N}{N_s}$$

معامل الانزلاق

N_s سرعة التزامن

N سرعة المحرك

S_b معامل الانزلاق الخلفي

$S = S_f$ معامل الانزلاق الأمامي

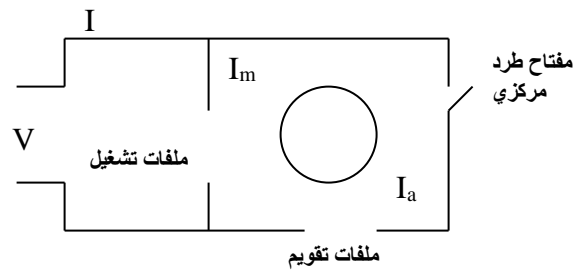
أنواع المحركات أحادية الوجه

أولا : المحرك الاستنتاجي ذو الوجه المشطور :

يحتوي هذا المحرك علي ملفين في العضو الثابت الأول هو الملف الرئيسي (التشغيل) و الثاني هو الملف المساعد (التقويم - بدء الحركة) تكون الزاوية بين محوري الملفين 90 درجة كهربيا و تكون الملفات المساعدة ذات مساحة مقطع صغيرة

نظرية العمل :

عند توصيل المحرك بمنبع تيار متردد يمر تيار في ملفي التشغيل و التقويم و بالتالي ينشأ مجال مغناطيسي محصلة المجالين يعملان علي عزم دوران المحرك و عند وصول المحرك إلي 75% من سرعته يتم فصل ملفات التقويم من الدائرة عن طريق مفتاح الطرد المركزي و يظل المحرك بالعمل بملفات التشغيل فقط .



المحرك ذو الوجه المشطور

خصائص المحرك : له عزم بدء متوسط القيمة و تيار منخفض أثناء بدء الحركة

الاستخدام : المراوح و الشفافات و مضخات الطرد المركزي و الأجهزة المنزلية و المكتبية

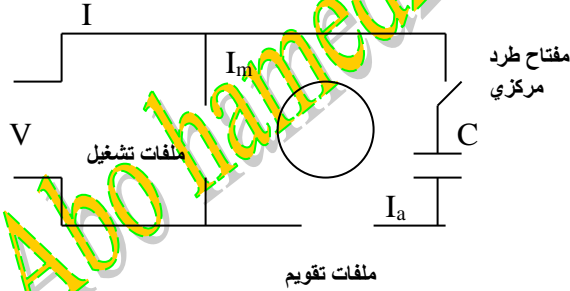
ثانيا : المحركات ذات المكثفات :

يستخدم المكثف في تحسين خواص و أداء المحرك الحثي أثناء بدء الحركة أو التشغيل اعتمادا علي قيمة السعة و نوع المكثف و طريقة توصيلة .

من أنواع المحركات ذات المكثف :

1- المحرك الاستنتاجي ذو مكثف البدء

يحتوي المحرك علي ملفات رئيسية و ملفات مساعدة في العضو الثابت و الفرق الزمني بين زاوية تيار الملفين نحصل عليه بواسطة مكثف موصل علي التوالي مع الملفات المساعدة ، عند وصول المحرك إلي السرعة المناسبة يتم فصل الملفات المساعدة و المكثف عن طريق مفتاح الطرد المركزي .

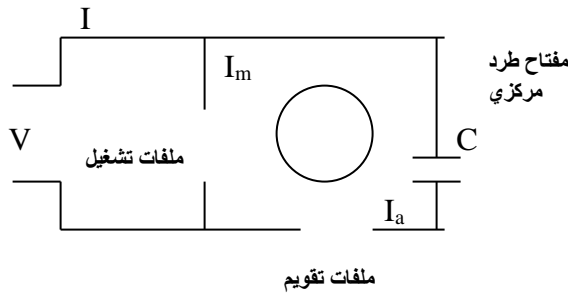


خصائص المحرك : عزم المحرك كبير عند بدء الحركة

استخدامات المحرك : الضواغط – المضخات – التلاجات – أجهزة التبريد والتكييف – و في الأحمال التي تتطلب عزم كبير عند بدء الحركة .

2- المحرك ذو المكثف الدائم

في هذا النوع تظل الملفات المساعدة تعمل مع الملفات الرئيسية أثناء التشغيل المستمر للمحرك و بالتالي يتم الاستغناء عن مفتاح الطرد المركزي .



المحرك ذو المكثف الدائم

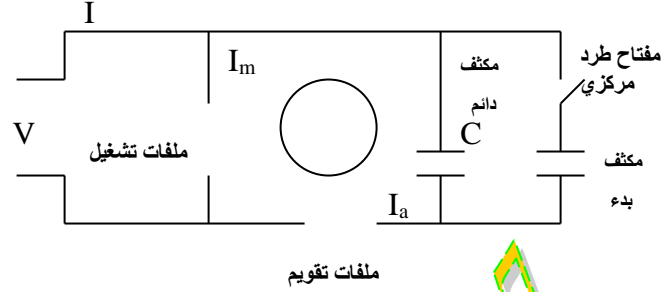
تصمم الملفات المساعدة و المكثف علي أساس التشغيل المستمر مما يؤدي إلي تحسين الكفاءة

خصائص المحرك : تحسين معامل القدرة الذي يؤدي إلي توفير في استهلاك الطاقة

استخدامات المحرك : يستخدم في التطبيقات التي تحتاج إلي هدوء في الصوت أثناء تشغيلها مثل أجهزة التكييف و التبريد

3- المحرك ذو المكثفين :

في هذا النوع يستخدم مكثفين احدهما أثناء البدء فقط و الآخر يستمر عملة حتي أثناء التشغيل المستمر للمحرك و يتم اختيار المكثفات بحيث يمكن الحصول إلي أفضل خواص للمحرك أثناء فترتي البدء و التشغيل معا



المحرك ذو المكثفين

هذا النوع الأكثر تكلفة من المحركات السابقة **يستخدم :** في التطبيقات التي تتطلب خواص جيدة عند البدء (عزم بدء كبير) وكذلك هدوء الصوت و توفير الطاقة عند التشغيل

ثالثا : المحرك الاستنتاجي ذو القطب المظلل :

يتكون العضو الثابت لهذا المحرك من أقطاب بارزة ملفوف عليها ملفات العضو الثابت ، و كل قطب مقسوم الي جزأين بواسطة مجري صغيرة موضوع بداخلها حفة مقصورة من النحاس .

نظرية العمل :

عند توصيل المحرك بمنبع كهربائي يتولد مجال في ملفات العضو الثابت و كذلك القطب المظلل محصلة المجالين يعملان علي عزم دوران المحرك .

مميزات المحرك :

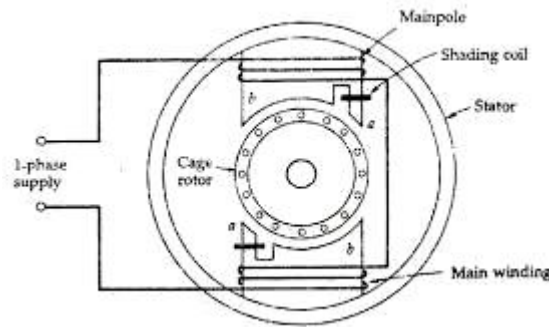
** بساطة التركيب

** رخص الثمن

الاستخدامات :

** مضخات المياه المستخدمة في المكيفات الصحراوية وغسالات الملابس

** المراوح الصغيرة



محرك ذو قطب مضلل

مثال 1: محرك حثي أحادي الوجه 220 فولت 50 ذ / ث من النوع مشطور الوجه له الثوابت الآتية عند بدء الحركة :

معاوقة الملف الرئيسي $Z_m = 1.2 + j 25 \Omega$

معاوقة الملفات المساعدة $Z_a = 12 + j 5 \Omega$

أحسب عند بدء الحركة التيار في كل من الملف الرئيسي و المساعد التيار الكلي للمحرك معامل القدرة الفرق الزمني بين تيار الملف الرئيسي و المساعد و القدرة المستهلكة في الدائرة .

$$Z_m = \sqrt{1.2^2 + 25^2} = 25.03 \Omega$$

$$\varphi_m = \tan^{-1} \frac{25}{1.2} = 87.252^\circ$$

$$Z_m = 25.03 \angle 87.252^\circ \Omega$$

$$Z_a = \sqrt{12^2 + 5^2} = 13 \Omega$$

$$\varphi_a = \tan^{-1} \frac{5}{12} = 22.62^\circ$$

$$Z_a = 13 \angle 22.62^\circ \Omega$$

$$I_m = \frac{V}{Z_m} = \frac{220 \angle 0^\circ}{25.03 \angle 87.252^\circ} = 8.8 \angle -87.252^\circ A$$

$$I_a = \frac{V}{Z_a} = \frac{220 \angle 0^\circ}{13 \angle 22.62^\circ} = 16.9 \angle -22.62^\circ A$$

$$I_1 = I_m + I_a = (8.8 \angle -87.252^\circ) + (16.9 \angle -22.62^\circ)$$

$$I_m = 8.8 (\cos(-87.252^\circ) + j \sin(-87.252^\circ)) = 0.42 - j8.8 A$$

$$I_a = 16.9 (\cos(-22.62^\circ) + j \sin(-22.62^\circ)) = 15.62 - j6.5 A$$

$$I_1 = (0.42 - j8.8) + (15.62 - j6.5) = 16.04 - j15.3 A$$

$$I_1 = \sqrt{16.04^2 + 15.3^2} = 22 A$$

$$\varphi_1 = \tan^{-1} \frac{15.3}{16.04} = 42.11^\circ \dots \dots \dots I_1 = 22 \angle -42.11^\circ A$$

$$\cos \phi = \cos(-42.11^\circ) = 0.742$$

$$\phi = \phi_m - \phi_a = 87.252^\circ - 22.62^\circ = 64.6^\circ$$

$$P = VI \cos \phi = 220 \times 22 \times 0.742 = 3591.28 W$$

مثال 2: محرك حثي أحادي الوجه من النوع ذو مكثف البدء جهده 220 فولت و تردده 50 ذ/ث فاذا كانت ثوابت الملف الرئيسي و المساعد عند البدء :

$$Z_m = 4.2 + j 3.8 \Omega \quad Z_a = 8.8 + j 3.2 \Omega$$

احسب قيمة مكثف البدء اللازم للحصول علي زاوية مقدارها 90 درجة كهربية بين تيارى الملفات الرئيسية و المساعدة عند بدء الحركة .

$$X_C = \frac{1}{2\pi f c} \dots\dots\dots C = \frac{1}{2\pi f X_C}$$

$$\frac{X_C - X_a}{R_a} = \tan \phi_a$$

$$\phi_a = 90 - \phi_m$$

$$\phi_m = \tan^{-1} \frac{3.8}{4.2} = 42.14^\circ$$

$$\phi_a = 90 - 42.14 = 47.86^\circ$$

$$\tan \phi_a = \tan(47.86) = 1.1$$

$$\frac{X_C - 3.2}{8.8} = 1.1$$

$$X_C = (8.8 \times 1.1) + 3.2 = 12.93 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 12.93} = 205 \mu F$$



المكثفات :

هو جهاز يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية و يستخدم مع المحركات ليعطيه عزم الدوران و يحسن من خواصه و يحسن معامل القدرة .

مكثف التقويم : مصمم لتشغيل الوقتي فقط و لها سعة عالية و معظمها يحتوي على مقاومة تسريب تلحم بطرفي المكثف

مكثف الدوران : و هو موجود بصفة دائمة في الدائرة الكهربائية و تكون سعته اقل بكثير من مكثف التقويم توصيل المكثفات توالي و توازي

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 \quad \text{توازي}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \text{توالي}$$

اختبار المكثف :

يتم اختبار المكثف الموصل بالدائرة كما يلي :

فصل المكثف من الدائرة ثم توصل أطراف المكثف بجهاز اوميتر لحظيا

1 - إذا كان المكثف سليم فان مؤشر الجهاز ينحرف مسجلا قيمة منخفضة علي التدرج ثم يعود ببطء إلى وضعة الأول .

2 - إذا كان المكثف قصر فان المؤشر ينحرف بيبقي في موضعه

3- إذا كان المكثف به قطع (فتح) في توصيلاته الداخلية فان مؤشر الجهاز لا ينحرف

فحص سعة المكثف بعد الاختبارات السابقة بتوصيلة بدائرة كهربية بها فولتميتر و اميتر كما بالشكل

و يتم الأتي :

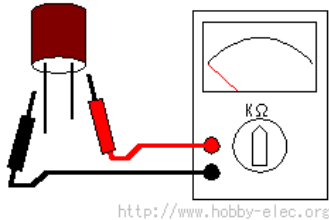
1- تفرغ شحنة المكثف بتلميس طرفية بمقاومة 1 اوم أو أكثر

2- تؤخذ القراءة التي تسجلها الأجهزة بأسرع ما يمكن و تفصل الدائرة

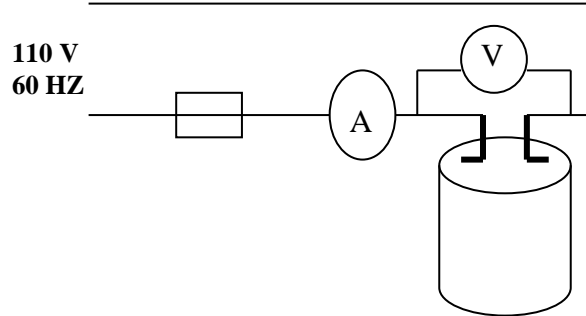
3- تحسب سعة المكثف من المعادلة

$$X_C = \frac{V}{I} \dots\dots\dots C = \frac{I}{2\pi FV} V$$

4- تقارن السعة التي تم تسجيلها مع السعة الموجودة علي جسم المكثف ويجب ألا يتعدى الاختلاف 10% من السعة المطبوعة علي جسم المكثف



دائرة اختبار المكثف



دائرة اختبار سعة المكثف

الباب الرابع المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

مميزات المحرك الحثي ثلاثي الأوجه :

المثانة – بساطة التركيب – انخفاض الثمن – قلة الصيانة مقارنة بالمحركات الاخرى و كذلك الكفاءة العالية
العيوب : ليس من السهل التحكم في سرعته – تيار البدء له عالي – معامل قدرته منخفض

تركيب المحرك الحثي ثلاثي الأوجه

يتكون المحرك من عضوين أساسيين (العضو الثابت – العضو الدوار)

أولا العضو الثابت :

يتكون من شرائح من الحديد المغناطيسي بسمك حسب حجم المحرك معزولة عن بعضه لتقليل التيارات الدوامية و تكون جسما اسطوانيا محفور في محيطه الداخلي مجاري لوضع ملفات العضو الثابت ويكون بين كل وجه و الآخر 120 درجة كهربيا . يتم توصيل الملفات (دلتا أو نجمة)

ثانيا العضو الدوار :

1- عضو دوار ملفوف (ذو حلقات الانزلاق)

يتكون من شرائح من الصلب السليكوني المعزولة عن بعضها لتقليل التيارات الدوامية و مركبة على عمود دوران محفور في محيطها الخارجي مجاري لوضع ملفات العضو الدوار و تكون أقطاب العضو الدوار مساوية لأقطاب العضو الثابت و يتم توصيل الملفات عن طريق حلقات انزلاق و فرش كربونية يتميز هذا النوع بتغيير خواص تشغيله بتوصيلة بدائرة خارجية

2- العضو الدوار ذو القفص السنجابي :

مشابه تماما للعضو الدوار ذي حلقات الانزلاق و لكن بدلا من وضع ملفات في المجارى يتم وضع قضبان من النحاس أو الألومنيوم و هذه القضبان مقصورة أطرافها مع بعض من الجهتين بحلقتين من نفس مادة صنع القضبان لا يمكن ربط المحرك بدائرة خارجية و بالتالي لا يمكن تغيير خواص تشغيله .



الانزلاق :

معامل الانزلاق معامل هام جدا عند دراسة المحركات الحثية :

N_s سرعة التزامن

N سرعة المحرك (سرعة الدوران)

S الانزلاق لا يزيد عن 1 و لا يقل عن صفر

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

$$n = n_s (1 - S) \text{ rpm}$$

تردد الجهد و التيار في العضو الدوار :

يعمل المحرك الحثي طبقا لنظرية الحث الكهرومغناطيسي و بالتالي العضو الثابت يمثل الابتدائي بينما الدوار يمثل الثانوي و لكن لا يشبه المحول من حيث التردد

$$F_r = S F_s$$

تردد التيار في العضو الدوار F_r

تردد التيار في العضو الثابت (المنبع) F_s

عدد أزواج الأقطاب P

$$S = \frac{F_r}{F_s} \dots \dots \dots n_s = \frac{60 F_s}{P} \text{ rpm}$$

مثال 1 : محرك حثي ثلاثي الأوجه أربعة أقطاب ملفتة موصلة نجمة يغذي من منبع جهده 240 فولت و تردده 50 ذ/ث فإذا كانت قيمة الانزلاق عند الحمل الكامل 5% أوجد ما يلي :
السرعة التزامنية للمحرك – سرعة العضو الدوار – تردد التيار عند الحمل الكامل في العضو الدوار

$$P = 2, \dots, F = 50\text{HZ}, \dots, V = 240\text{V} \dots S = 5\% = 0.05$$

$$n_s = \frac{60 f_s}{P} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500\text{rpm}$$

$$n = n_s (1 - S) = 1500(1 - 0.05) = 1425\text{rpm}$$

$$f_r = S f_s = 0.05 \times 50 = 2.5\text{HZ}$$

مثال 2 : محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو أربعة أقطاب يعمل على منبع تردده 60 ذات و سرعته عند الحمل الكامل 1740 لفة/ دقيقة احسب : سرعة التزامن – معامل الانزلاق

$$f_s = 60\text{HZ}$$

$$n = 1740\text{rpm}$$

$$n_s ??$$

$$S ??$$

$$P = 2$$

$$n_s = \frac{60 f_s}{P} = \frac{60 \times 60}{2} = 1800\text{rpm}$$

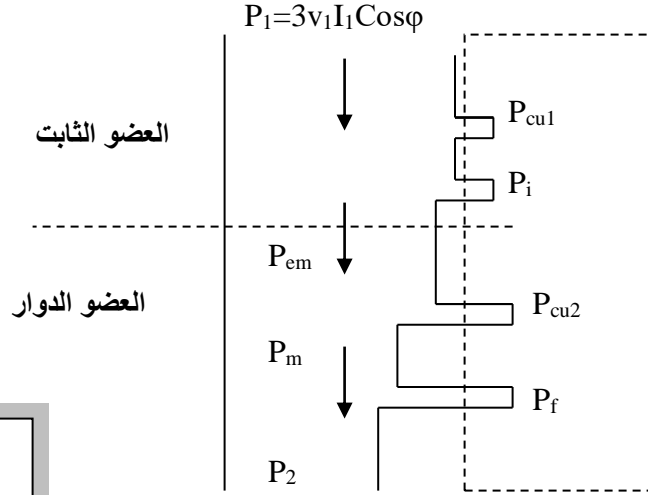
$$S = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1800 - 1740}{1800} = 0.0333$$

تمرين للحل :

محرك حثي 6 أقطاب يعمل على منبع تردده 50 ذ/ث القوة الدافعة الكهربائية في العضو الدوار ترددها 2.5 هرتز احسب : معامل الانزلاق – سرعة العضو الدوار

محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو قطبين ملفتة موصلة علي شكل نجمة يتغذى من مصدر جهد 220 فولت و تردده 50 ذ/ث فإذا كانت قيمة الانزلاق عند الحمل الكامل 0.05 أوجد قيمة :
السرعة التزامنية للمحرك
السرعة عند الحمل الكامل
تردد التيار في العضو الدوار

مخطط القدرة للمحرك الحثي ثلاثي الأوجه :



مخطط القدرة في المحرك
الحثي ثلاثي الأوجه

قدرة الداخلة للعضو الثابت $P_1 = P_i = 3V_1 I_1 \cos \phi$ watt

مفاقيد نحاسية للعضو الثابت $P_{cu} = 3I_1^2 R_1$

R_1 مقاومة ملفات العضو الثابت

P_i مفاقيد حديدية (ناتجة عن التيارات الدوامية و التخلف المغناطيسي)

$(P_i + P_{cu})$... مفاقيد العضو الثابت

قدرة دخل العضو الدوار $P_{em} = P_1 - (P_i + P_{cu})$

$$P_{em} = \frac{P_{cu2}}{S} = \frac{P_m}{1-s}$$

مفاقيد نحاسية في العضو الدوار $P_{cu2} = 3 I_2^2 R_2$

القدرة الميكانيكية $P_m = P_{em} - P_{cu2}$

القدرة الخارجة $P_{out} = P_2 = P_m - P_f$

مفاقيد الاحتكاك P_f

الكفاءة في المحرك الاستنتاجي

$$\zeta = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

العزم في المحركات :

$$T_m = \frac{P_m}{2\pi N / 60} N.m \quad \text{العزم الكلي (الميكانيكي)}$$

$$T_{us} = \frac{P_2}{2\pi N / 60} N.m \quad \text{العزم المستفاد}$$

$$T_m - T_{us} \quad \text{الفقد في العزم}$$

للتحويل من وات إلي حصان بالقسمة علي 746

للتحويل من حصان إلي وات بالضرب في 746

مثال 1: محرك حثي ثلاثي الأوجه ستة أقطاب يعمل علي منبع جهده 440 فولت و تردده 50 ذ/ث فإذا كان دخل العضو الدوار 80 ك. وات و تردد تيار العضو الدوار 1.67 هرتز أوجد قيمة :
الانزلاق – سرعة العضو الدوار – القدرة المفقودة في العضو الدوار – القدرة الميكانيكية – مقاومة ملفات العضو الدوار لكل وجه إذا كان التيار المار في ملفات العضو الدوار 65 أمبير

$$P = 3 \quad V_L = 440 \text{ V} \quad P_{em} = 80 \text{ kw} \quad f_s = 50 \text{ HZ} \quad f_r = 1.67 \text{ HZ}$$

$$S \quad n \quad P_{cu2} \quad P_m \quad R_2 \quad I_2 = 65 \text{ A}$$

$$S = \frac{fr}{fs} = \frac{1.67}{50} = 0.0334$$

$$n = ns(1 - S)$$

$$ns = \frac{60 f_s}{P} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ rpm}$$

$$n = 1000(1 - 0.0334) = 966.6 \text{ rpm}$$

$$P_{em} = \frac{P_{cu2}}{S} = \frac{P_m}{1 - S}$$

$$P_{cu2} = P_{em} \times S = 80 \times 0.0334 = 2.67 \text{ KW}$$

$$P_{cu2} = 3I_2^2 R_2$$

$$R_2 = \frac{P_{cu2}}{3I_2^2} = \frac{2.67 \times 10^3}{3 \times 65^2} = 0.21 \Omega$$

$$P_m = P_{em} \times (1 - S)$$

$$P_m = 80(1 - 0.0334) = 77.33 \text{ KW}$$

مثال 2: محرك حثي ثلاثي الأوجه ثمانية أقطاب يتغذى من منبع تردده 50 ذات و يدور بسرعة 732 لفة / دقيقة فإذا كانت القدرة الداخلة للمحرك 40 ك. وات و مفايد العضو الثابت 1 ك. وات و المفايد الميكانيكية بسبب الاحتكاك 2 ك. وات احسب معامل الانزلاق – القدرة الميكانيكية الخارجة بالحصان – المفايد النحاسية للعضو الدوار – كفاءة المحرك – العزم الميكانيكي و المستفاد .

$$2P = 4 \quad F_s = 50 \text{ HZ} \quad n = 732 \text{ rpm} \quad P_1 = 40 \text{ KW} \quad (P_i + P_m) = 1 \text{ KW} \quad P_f = 2 \text{ KW}$$

$$S \quad P_2 \quad P_{cu2} \quad \zeta \quad T_m \quad T_{us}$$

$$n_s = \frac{60 f_s}{P} = \frac{60 \times 50}{4} = 750 \text{rpm}$$

$$S = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{750 - 732}{750} = 0.024$$

$$P_{em} = P_1 - (P_{cu} + P_i) = 40 - 1 = 39 \text{KW}$$

$$P_m = P_{em} (1 - S) = 39(1 - 0.024) = 38.064 \text{KW}$$

$$P_2 = P_m - P_f = 38.064 - 2 = 36.064 \text{KW}$$

$$P_2 = \frac{36.064 \times 10^3}{746} = 38.343 \text{HP}$$

$$P_{cu} = S P_{em} = 0.024 \times 39 = 0.936 \text{KW}$$

$$\zeta = \frac{P_2}{P_1} \times 100 = \frac{36.064}{40} \times 100 = 90.16\%$$

$$T_m = \frac{P_m}{2\pi N / 60} = \frac{38.064 \times 10^3}{2\pi \times (732 / 60)} = 496.56 \text{N.m}$$

$$T_{us} = \frac{P_2}{2\pi N / 60} = \frac{36.064 \times 10^3}{2\pi \times (732 / 60)} = 470.47 \text{N.m}$$

منحنى العزم و الانزلاق و العزم و السرعة في المحرك الحثي ثلاثي الأوجه :

ينقسم المنحنى الى منطقتين

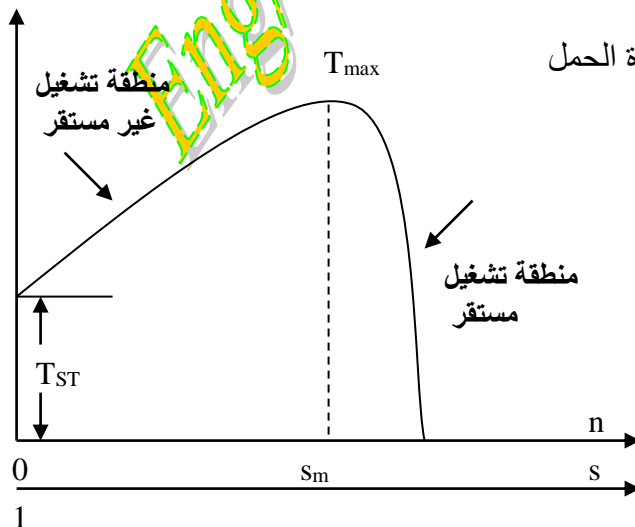
الاولى :

منطقة التشغيل غير المستقر و فيها لا يستطيع المحرك ادارة أي حمل و اذا حدث و حمل المحرك في هذه المنطقة فانه سوف يتباطئ حتي يتوقف عن الدوران

الثانية :

هي منطقة التشغيل المستقر و فيها يستطيع المحرك ادارة الحمل المقنن له .

يجب ان يبدأ تحميل المحرك بحمل خفيف ثم تضاف باقى الاحمال



طرق التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه :

يتم التحكم في سرعة المحرك بأحدي ثلاث طرق :

1- تغيير الانزلاق 2- تغيير عدد الأقطاب 3- تغيير عدد الأقطاب

تغيير عدد الأقطاب :

في هذه الطريقة يتم تغيير عدد الأقطاب للعضو الثابت و ذلك بإعادة توصيلها بطريقة مختلفة لنحصل علي نصف عدد الأقطاب أو ضعفها و هذه الطريقة لا تصلح إلا مع المحرك الحثي ذو القفص السنجابي فقط و لا تصلح مع المحرك الحثي ذو حلقات الانزلاق لأنه يجب تغيير توصيل ملفات العضو الدوار هي الأخرى .

بدء حركة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه :

من المعروف أن المحركات الحثية عند البدء تسحب تيار عالي قد يؤدي إلي المشكلات الآتية :

1- رفع درجة حرارة الملفات للمحرك مما يؤدي إلي انهيار العزل مع التكرار

2- التأثير علي الكابلات و القواطع و أجهزة الحماية

3- هبوط جهد الأجهزة المشتركة مع المحرك في نفس الخط

و بالتالي لابد من تقليل تيار البدء و ذلك باستخدام احدي الطرق

1- توصيل مقاومات علي التوالي مع ملفات العضو الثابت :

هذه المقاومات تعمل علي تقليل تيار البدء ثم يتم إخراجها من الدائرة تدريجيا و لكن من عيوبها زيادة المفاقيد النحاسية مما يجعلها غير مناسبة للاستخدام مع المحركات الكبيرة

2- باستخدام محول ذاتي :

يتم توصيل محول ذاتي ثلاثي الأوجه مع ملفات العضو الثابت بحيث يخفض الجهد في لحظة البدء يتناسب مع تيار البدء المسموح به و بعد البدء يتم إخراج المحول من الدائرة و تسليط الجهد الكامل و هذه الطريقة مثالية بحث لا يوجد فيها فقد في القدرة .

3- تغيير طريقة توصيل ملفات العضو الثابت من نجمة إلى دلتا:

في هذه الطريقة عند البدء توصيل ملفات العضو الثابت علي شكل نجمة حيث ينخفض تيار البدء و بعد انتهاء فترة البدء يتم إعادة توصيل الملفات علي شكل دلتا.

4- باستخدام أجهزة الكترونية :

هذه الاجهزة تعتمد علي مبدأ التحكم الدقيق في الجهد مع مراقبة التيار في نفس الوقت و بالتالي تجعل التيار ثابت طيلة فترة البدء مع عزم مستقر و هي أفضل الطرق لأنها توفر للمحرك تسارع ناعم بدون قفزات فجائية أو تذبذب كالطرق التقليدية

5- إضافة مقاومات علي التوالي مع ملفات العضو الدوار للمحرك ذو حلقات الانزلاق :

وفي هذه الطريقة توصيل مقاومات علي التوالي مع ملفات العضو الدوار فيقل تيار البدء بعد انتهاء فترة البدء تخرج هذه المقاومات تدريجيا لتجنب زيادة المفاقيد في دائرة العضو الدوار هذه الطريقة تزيد من عزم بدء المحرك .

الباب الخامس الأعطال الكهربائية

الأعطال في المحركات :

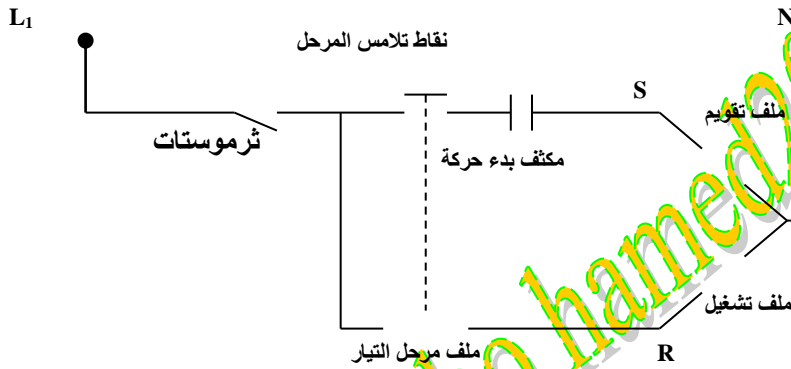
- 1- وجود فتح في الملفات 2 - وجود قصر بالملفات 3- وجود قصر بين ملفات التقويم و التشغيل
- 4- اختبار مفتاح الطرد المركزي 5- اختبار العضو الدوار بمحركات القفص السنجابي
- 6- اختبار المكثف
- * وجود قصر بالمكثف * وجود فتح بالمكثف * وجود ارضي بالمكثف * سعة المكثف غير كافية

الباب السادس

الدوائر الكهربائية لأجهزة التبريد و التكييف

أولا : مرحل التيار

التركيب : يتكون من ملف حول قلب حديدي يعمل كمغناطيس مؤقت نقاط تلامسه عادة مفتوحة يتصل ملف هذا المرحل علي التوالي مع ملف تشغيل المحرك بينما تتصل نقاط تلامسه بالتوالي مع ملف بدء الحركة .



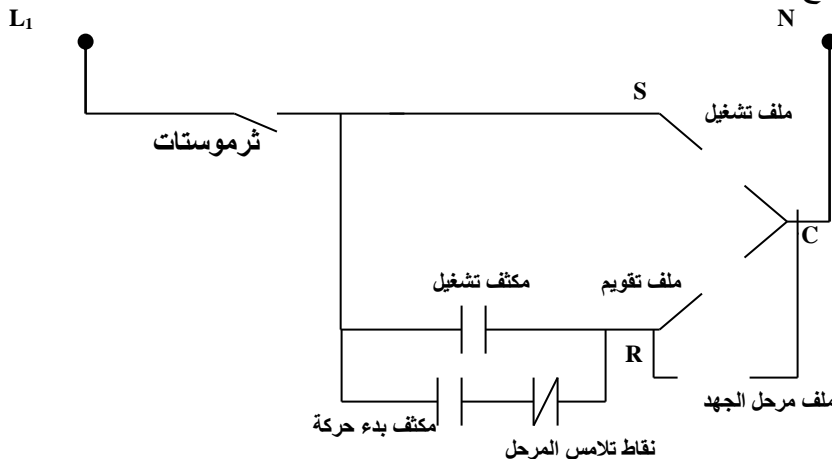
نظرية العمل :

عند غلق نقاط تلامس الثرموستات يصل التيار إلي ملفات التشغيل فيتم غلط المرحل و يغلق نقاط تلامسه فيصل التيار إلي ملف بدء الحركة (التقويم) فيدور المحرك و عند وصول المحرك إلي 75% من السرعة المقررة يقل التيار المار في المرحل وتقل مغناطيسيته فتفتح نقاط تلامسه ويخرج ملف بدء الحركة من الدائرة .

ثانيا : مرحل الجهد

في هذا المرحل يتم توصيل ملفه علي التوازي مع ملف بدء الحركة بينما نقاط تلامسه التي تكون في العادة مغلقة علي التوالي مع مكثف بدء الحركة

نظرية العمل : عندما تصل سرعه المحرك الي 75% من سرعه الحمل الكامل يصل جهد المرحل الي القيمة التي تمكنه من فتح نقاط تلامسه فيخرج مكثف بدء الحركة من دائرة المحرك .



الملامسات (الكونتاكتورات)

هي عبارة عن مفاتيح تشغيل و إيقاف لدائرة القدرة ، و تستخدم الملامسات بشكل كبير مع المحركات في مجال تكييف الهواء لفصل ووصل التيار في دائرة القدرة

السخانات :

بعض اجهزة التكييف الشباك و المنفصلة و التي تعمل علي اداء وظيفتي التبريد و التدفئة تستخدم سخان يركب بالقرب من ملفات المبخر و امام تدفق الهواء الخارج من الجهاز يتم فصل السخان عند درجة حرارة معينة و يعمل مرة اخري عند تناقص درجة الحرارة و يستخدم الثرموستات في فصل و توصيل السخان .

فحص السخان :

يُقاس طرفية بالاووميتر فان سجل قراءة يكون سليم و ان لم يسجل يكون به قطع و يستبدل

اذابة الصقيع بالسخان الكهربى :

تستخدم طاقة حرارية من سخان كهربى لاذابة الصقيع بايقاف الضاغط لمنع مرور مائع التبريد للمبخر و تشغيل سخان كهربى بالمبخر لتسخينة واذابة الصقيع ثم فصله واعداد تشغيل الضاغط لعملية التبريد الاساسية .

منظم درجات الحرارة (الثرموستات)

الثرموستات هي وحدة التحكم الرئيسية التي تعمل علي حماية الضاغط في الثلاجات يعمل الثرموستات علي المحافظة علي ثبات درجة الحرارة الداخلية للثلاجة عند درجات الحرارة المطلوبة يقوم الثرموستات علي التحكم في غلق و فتح الدائرة الكهربائية المتصلة بالضاغط تبعا لدرجة حرارة الفريزر

فحص الثرموستات

يفك جميع أسلاك الثرموستات

يتم و ضعه علي وضع تبريد و يقاس بجهاز الاوميتر طرف الدخول مع طرف التبريد (الخروج) فأنة يقيس مقاومة صغيرة

نضع الحساس داخل كوب به ماء مثلج فأنة يفصل نرفعه من الكوب فأنة يوصل بعد فترة قصيرة عند وضعه في ماء مثلج فأنة يوصل و عند وضعه في ماء دافئ فأنة يفصل هكذا يكون سليم غير ذلك يكون تالف و يستبدل

Good Luck