الآلات الكهربائية الصغيرة

المحرك العام والمحرك التنافري

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الوحدة الخامسة : المحرك العام و المحرك التنافري

الجدارة: معرفة تركيب وخواص واستخدام كل من محرك التوالي العام والمحرك التنافري.

الأهداف: عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على معرفة:

تركيب وخواص محرك التوالي العام واستخداماته.

تركيب وكيفية عمل وخواص المحرك التنافري واستخداماته.

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ ساعات

متطلبات الجدارة: اجتياز جميع المقررات السابقة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٥- ١ محرك التوالي العام

محرك التوالي العام أو المحرك العام هو محرك يعمل على كل من مصدري التيار المستمر والتيار المتردد، من هنا جاءت التسمية بالمحرك العام، إذا قمنا بعكس قطبية كل من تياري المنتج والمجال في محركات التيار المستمر في نفس اللحظة سيستمر المحرك في الدوران في نفس الاتجاه، لأن اتجاه العزم المتولد لم يتغير. بما أن ملفات المنتج وملفات المجال موصلان على التوالي، في محركات التيار المستمر ذي تغذية التوالي، فإن تياري المنتج والمجال يكونان منطبقين، الزاوية بينهما صفر، وينعكس كل منهما في نفس اللحظة عندما يوصل المحرك مع مصدر للتيار المتردد، وبالتالي سيتولد عزم نابض بضعف تردد المصدر ولكن في اتجاه واحد، وذي قيمة متوسطة تعمل على دوران المحرك.

٥- ١- ١ تركيب المحرك العام:

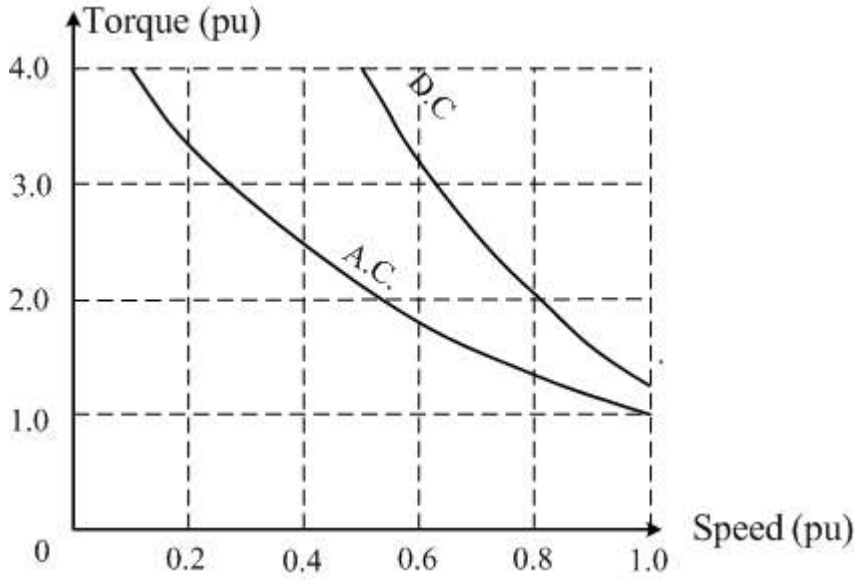
تركيب محرك التوالي العام هو نفس تركيب آلات التيار المستمر ذات تغذية التوالي، عند تصميم محرك التوالي ليعمل على مصدر للتيار المتردد، لابد من بذل الجهود لتحسين أداء المحرك ورفع كفاءته، فالإطار الخارجي والأقطاب البارزة للثابت يصنعان من شرائح الحديد، للتقليل من المفاقيد الحديدية التي تكون مصاحبة للتيار المتردد ومتناسبة مع تردد المصدر، كما يتم لف ملفات المجال بعدد أقل من اللفات للتقليل من المجال المغناطيسي وبالتالي التقليل من المفاقيد الحديدية، لتعويض النقص في عدد لفات ملف المجال نزيد من عدد الموصلات في ملفات المنتج.

عندما يعمل المحرك بالتيار المتردد تتولد جهود تحويل في ملفات المنتج، مما يتسبب في حدوث شرارة كهربائية بين الفرش الكربونية والمبدل، الشرارة الكهربائية تعمل على تآكل المبدل والتقليل من عمر الفرش الكربونية، للحد من هذا التأثير السلبي على أداء المحرك، تستخدم فرش كربونية ذات مقاومة مادية كبيرة لكبح الشرارة الكهربائية. كما يمكن تحسين عملية التبديل بإضافة أقطاب بينية (Interpoles) وزيادة عدد قطع المبدل، لتقليل فرق الجهد بين القطع المتجاورة، مما يقلل من الشرارة الكهربائية (راجع مقرر آلات التيار المستمر والمحولات).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٥- ١- ٢ خواص واستخدامات المحرك العام:

محرك التوالي العام يمكنه أن يعمل بسرعات عالية قد تصل إلى 15000 لفة في الدقيقة، وينتج عزماً كبيراً، فهو ذو قدرة عالية مقارنة بحجمه، فيستخدم في التطبيقات التي تتطلب خفة في وزن المحرك المستخدم مع قدرات عالية، مثل الأجهزة المنزلية كالمكانس الكهربائية والخلاطات، وأيضا يستخدم في المثقاب الكهربائي وآلات الحياكة الكهربائية. شكل(٥- ١) يوضح خواص المحرك العام، يتضح من الشكل، أن خواص المحرك تختلف بعض الشيء عند تشغيله بالتيار المتردد، عن خواصه عند التشغيل بالتيار المستمر، وذلك لسببين:



شكل ٥- ١ خواص محرك التوالي العام

- معاوقة ملفات المنتج وملفات المجال تمتص جزءاً من جهد المصدر، وبالتالي تكون السرعة أقل عند استخدام الجهد المتردد عنها في حالة استخدام نفس الجهد المستمر.
- قد تصل الدائرة المغناطيسية إلى حالة التشبع المغناطيسي عند القيم العظمى للتيار المتردد، مما يقلل من قيمة المجال المغناطيسي وبالتالي العزم المتولد.

يمكن تحليل خواص المحرك العام باستخدام معادلات محرك التوالي للتيار المستمر مع إدخال التعديلات المناسبة كما يتضح من المثال التالي:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مثال ٥- ١: محرك عام 120 فولت، 60 هيرتز، ذو زوج واحد من الأقطاب، يدور بسرعة 8000 لفة في الدقيقة ويسحب تياراً مقداره 17.58 أمبير بمعامل قدره 0.912 متأخر. ثوابت ملفات المنتج والمجال كالآتي:

مقاومة ملف المنتج: $R_a = 1.36 \quad \Omega$

المعاوقة الحثية لملف المنتج: $X_a = 1.6 \quad \Omega$

مقاومة ملف المجال: $R_s = 0.65 \quad \Omega$

المعاوقة الحثية لملف المجال: $X_s = 1.2 \quad \Omega$

احسب: الجهد المتولد و قدرة الخرج و العزم المتولد و كفاءة المحرك، إذا كانت المفاقيد الحديدية والميكانيكية 80 وات .

الحل: من معادلة جهد المحرك، الجهد المتولد:

$$E_a = V_1 - I_a.Z_a - I_s.Z_s$$

$$E_a = V_1 - I_a (R_a + R_s + jX_a + jX_s)$$

$$= 120 - 17.58\angle -24.58(1.36 + 0.65 + j1.6 + j1.2)$$

$$= 120 - 17.58\angle -24.58 \times (2.01 + j2.8)$$

$$= 120 - 17.58\angle -24.58 \times (3.446\angle 54.327)$$

$$= 120 - 60.68\angle 30.11 \quad \text{Volt}$$

$$E_a = 74.05\angle -24.2 \quad \text{Volt}$$

يلاحظ أن زاوية الوجه للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة لها نفس قيمة زاوية الوجه للتيار.

القدرة المتولدة:

The developed power is:

$$P_d = E_a.I_a$$

$$= 74.05 \times 17.58 = 1302 \quad \text{Watt}$$

قدرة الخرج:

The output power is:

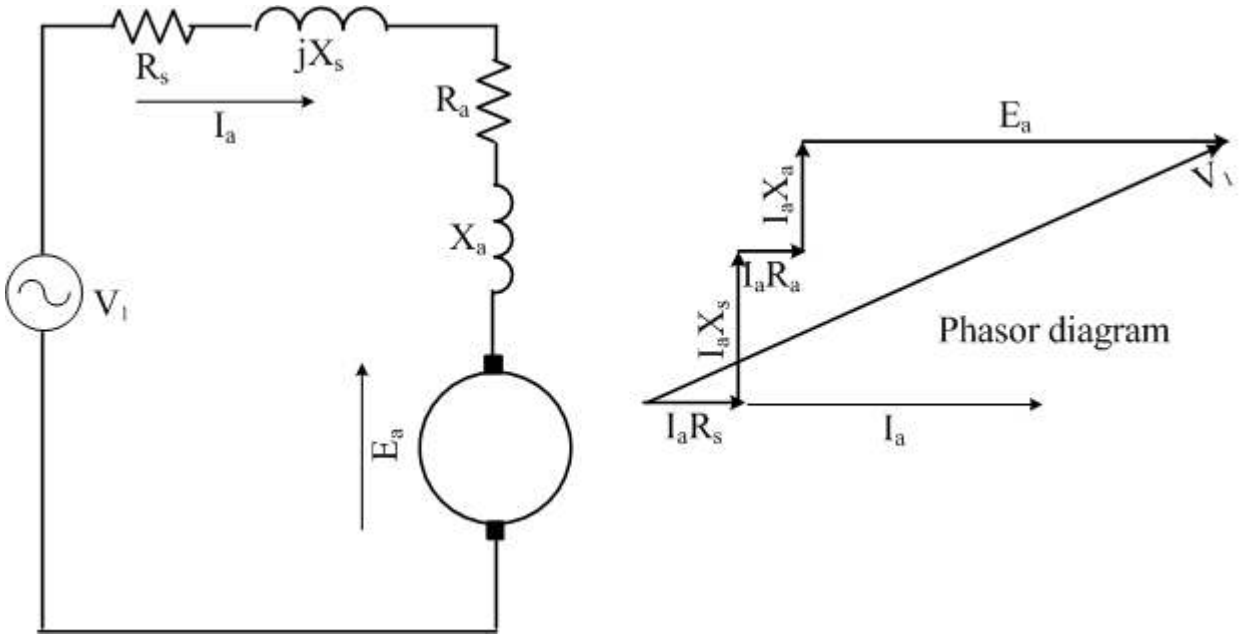
$$P_o = \text{the developed power} - \text{losses}$$

$$P_o = 1302 - 80 = 1222 \quad \text{Watt}$$

سرعة المحرك:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

The motor speed $\omega_m = \frac{2\pi N_m}{60} = \frac{2\pi \times 8000}{60} = 837.76$	rad/sec.
عزم الخرج:	
The output torque of the motor is :	
$T_o = \frac{P_o}{\omega_m} = \frac{1222}{837.76} = 1.46$	N.m.
قدرة الدخل:	
The power input is :	
$P_{in} = V_1 I_a .\cos(\phi) = 120 \times 17.58 \times 0.912 = 1923.96$	Watt
كفاءة المحرك:	
The efficiency is :	
$\eta = \frac{P_o}{P_{in}} = \frac{1222}{193.96} = 0.635$ $= 63.5\%$	



شكل ٥- ٢ مثال ٥- ١

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

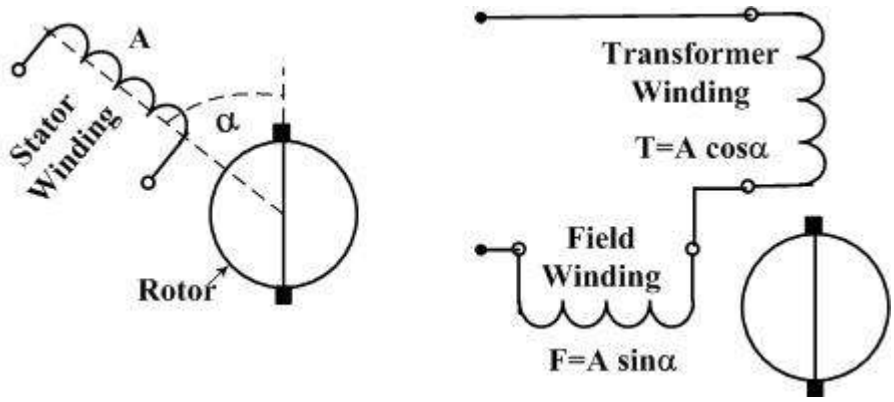
٥- ٢ المحرك التنافري

٥- ٢- ١ تركيب المحرك:

يتكون المحرك التنافري من عضو ثابت يشبه في تركيبه العضو الثابت للمحرك الحثي أحادي الوجه ملفوف عليه الملفات الرئيسية فقط، ومن عضو دوار يشبه تماما العضو الدوار لآلات التيار المستمر عليه ملفات المنتج موصلة لعضو التبديل (التوحيد)، تقصر الفرش الكربونية لهذا المحرك ويصنع محورها مع محور ملفات العضو الثابت زاوية تتوقف على قيمتها خصائص المحرك وسرعته.

٥- ٢- ٢ نظرية عمل المحرك التنافري:

يمكن تحليل وظيفة المجال المغناطيسي A ، الناشئ عن ملف العضو الثابت، بتقسيمه واستبداله نظرياً بملفين متعامدين، الشكل(٥- ٣)، الأول ينطبق محوره مع محور ملف الدوار، ويسمى بملف التحويل (Transformer winding) $T=A\cos\alpha$ ، والآخر يتعامد محوره مع محور ملف الدوار، ويسمى بملف المجال (Field winding) $F=A\sin\alpha$ ، يتوقف تأثير كل منهما على مقدار الزاوية α .يعمل ملف التحويل (T)، على توليد تيار بملفات المنتج بالتأثير الحثي، كما يحدث في المحولات (حيث تكون ملفات المنتج مقصورة على نفسها)، فيتولد مجال مغناطيسي مضاد لمجال ملف التحويل، فيتكون محصلة لهذين المجالين في اتجاه محور ملف التحويل (محور الفرش). أما ملف المجال (F) فيعطي مجالاً مغناطيسياً متعامداً مع محور الفرش، فيتولد عزم دوران نتيجة للمجالين المتعامدين. شكل(٥- ٣) يبين تركيب المحرك التنافري ويبين أيضا كيفية تقسيم ملف العضو الثابت إلى ملفين متعامدين.



شكل ٥- ٣ المحرك التنافري

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أما تسميته بالمحرك التنافري فذلك لأنه يمكن تفسير العزم المتولد على أنه عزم تنافر، بين قطب مغناطيسي شمالي (مثلا)، تكون في لحظة معينة نتيجة للتيار المتردد، على العضو الثابت، مع قطب مشابه له تكون بالحث على سطح الدوار، فتولد عزم الدوران نتيجة لتنافر الأقطاب المتشابهة.

٥- ٢- ٣ خواص المحرك التنافري:

يشبه هذا المحرك في خصائصه محرك التوالي العام، مع الفارق بأن ملف المنتج في حالة محرك التوالي العام يمر فيه التيار بالتوصيل المباشر من المصدر الكهربائي، أما في المحرك التنافري فملف المنتج (الدوار) يستمد التيار من ملفات العضو الثابت بالتأثير.

يمتاز المحرك التنافري عن محرك التوالي العام بإمكانية التحكم في سرعته بتغيير الزاوية α بين صفر وتسعين درجة. عندما تكون الزاوية α صفراً يتلاشى ملف المجال ويتلاشى عزم الدوران، ويصبح المحرك في هذه الحالة مشابها لمحول ملفه الثانوي مقصور فتمر أكبر قيمة لتيار العضو الثابت، ويسمى موقع الفرش في هذه الحالة بموقع المعاوقة الصغيرة. أما عندما تكون الزاوية α تسعين درجة فيتلاشى ملف التحويل ويتلاشى معه تيار ملفات المنتج ويتلاشى أيضا عزم الدوران، ويصبح المحرك في هذه الحالة مشابها لمحول ملفه الثانوي مفتوح فتمر أصغر قيمة لتيار العضو الثابت، ويسمى موقع الفرش في هذه الحالة بموقع المعاوقة الكبيرة.

عند بدء حركة المحرك التنافري يجب أن تكون الفرش في موقع المعاوقة الكبيرة حيث يكون تيار البدء في هذه الحالة أقل ما يمكن، ثم تتم إزاحتها من هذا الموقع، فيدور المحرك في اتجاه معاكس لاتجاه إزاحة الفرش من موقع المعاوقة الكبيرة.

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

اختبار ذاتي

اختر الإجابة أو الإجابات الصحيحة :

س١ : المحرك العام هو المحرك الذي .... .

أ. يمكن استخدامه في جميع الأغراض.

ب. يمكن أن يعمل على كل من التيار المستمر والمتردد.

ج. يعمل على التيار المتردد فقط.

د. يعمل على التيار المستمر فقط.

س٢ : عندما يوصل محرك التوالي للتيار المستمر بمصدر للتيار المتردد ، فإنه .....

أ. يعمل بكفاءة منخفضة.

ب. يعمل بمعامل قدرة منخفض.

ج. تحدث شرارة بين الموحد والفرش.

د. جميع ما سبق.

س٣: عندما يعمل المحرك العام على مصدر للتيار المستمر

أ. يعمل بكفاءة عالية.

ب. يولد عزماً أكبر.

ج. يدور بسرعة أعلى.

د. جميع ما سبق.

ه. عكس ما سبق.

س٤ : من أهم خواص المحرك العام

أ. أداؤه الجيد عند التشغيل بالتيار المتردد.

ب. أداؤه الجيد عند التشغيل بالتيار المستمر.

ج. سرعته المنخفضة عند جميع الأحمال.

د. سرعته العالية عند جميع الأحمال.

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

ه. قدرته العالية مقارنة بحجمه.

س٥: المحرك التنافري مزود ب.....

أ. موحد للتيار.

ب. حلقات انزلاق.

ج. ملف لبدء الحركة.

د. أقطاب متنافرة.

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

أسئلة وتمارين متنوعة :

س٥- ١: ما هو المحرك العام؟ لم سمي بهذا الاسم ؟ تحدث عن تركيبه، وخواصه.

س٥- ٢: ما هو المحرك التنافري؟

س٥- ٣: كيف يمكن عكس اتجاه دوران المحرك العام؟

س٥- ٤: كيف يمكن عكس اتجاه دوران المحرك التنافري؟

س٥- ٥: ماذا يمكن أن يكون السبب إذا لم يبدأ المحرك التنافري الدوران عند توصيله مع مصدر التغذية؟

تمرين ٥- ١: محرك عام 240 فولت، 60 هيرتز، ذو زوج واحد من الأقطاب، يدور بسرعة 12000 لفة في الدقيقة ويسحب تياراً مقداره 6.5 أمبير ومعامل قدره 0.94متأخر ثوابت ملفات المنتج والمجال كالآتي:

معاوقة ملف المنتج: $Z_a = 6.15 + j\ 9.4\ \Omega$

معاوقة ملف المجال : $Z_s = 4.55 + j\ 3.2\ \Omega$

احسب: الجهد المتولد و قدرة الخرج و العزم المتولد و كفاءة المحرك، إذا كانت المفاقيد الحديدية والميكانيكية 65 وات .

تمرين ٥- ٢: محرك توالٍ عام 220 فولت، 60 هيرتز، ذو زوجين من الأقطاب، يدور بسرعة6000 لفة في الدقيقة ويسحب تياراً مقداره 7 أمبير، وثوابت ملفات المنتج والمجال (التوالي) كالآتي:

معاوقة ملف المنتج: $Z_a = 5.5 + j\ 7.4\ \Omega$

معاوقة ملف التوالي: $Z_s = 3.5 + j\ 3.2\ \Omega$

احسب: معامل القدرة و الجهد المتولد و قدرة الخرج و العزم المتولد و كفاءة المحرك، إذا كانت المفاقيد الحديدية والميكانيكية 70 وات.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر