التحكم الإلكتروني في الآلات

التحكم في المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الجدارة: اختيار الطريقة المناسبة للتحكم في المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه وتحديد الدائرة المناسبة لذلك.

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب بإذن الله من:

- معرفة كيفية التحكم في المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه بتغيير التردد
- معرفة كل من طريقة التحكم المنفصل والتحكم الذاتي.
- معرفة كيفية استخدام العواكس في تنفيذ عملية التحكم في المحرك التزامني.

الوقت المتوقع: 8 ساعات

متطلبات الجدارة: اجتياز مقرر إلكترونيات القدرة

اجتياز مقرر آلات التيار المتردد والمحولات

الوحدة السادسة : التحكم في المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه

في الوحدة السابقة بدأنا في طرق التحكم في محركات التيار المتردد حيث تناولنا كيفية التحكم في المحركات الحثية والطرق المختلفة للسيطرة على أدائها، واستكمالا لطرق التحكم في محركات التيار المتردد سنتناول في هذه الوحدة كيفية التحكم في المحرك التزامني للعمل كمحرك متغير السرعة.

تتمتع المحركات التزامنية بعدد من المميزات مقارنة بمحركات التيار المستمر والمحركات الحثية، من أهم مميزات المحرك التزامني عدم وجود الموحد (Commutator) المستخدم في محركات التيار المستمر مما أدى إلى صغر حجم المحرك التزامني وخفة وزنة مقارنة بمثيله من محركات التيار المستمر وقد ساعد ذلك أيضاً على عدم وجود قيود على سرعة القصوى أو جهده أو قدرته أو أماكن استخدامه سواء أكانت أماكن قابلة للانفجار أم أماكن نظيفة كما ساعد عدم وجود الموحد أيضاً على عدم الحاجة إلى الصيانة الدورية.

وتمتاز المحركات التزامنية (ذات العضو الملفوف أو ذات المغناطيس الدائم) بكفاءتها العالية بالمقارنة بنظيرتها في المحركات الحثية إضافة إلى أن معامل قدرتها أيضاً أعلى من المحركات الحثية.

التحكم في المحرك التزامني بتغيير التردد

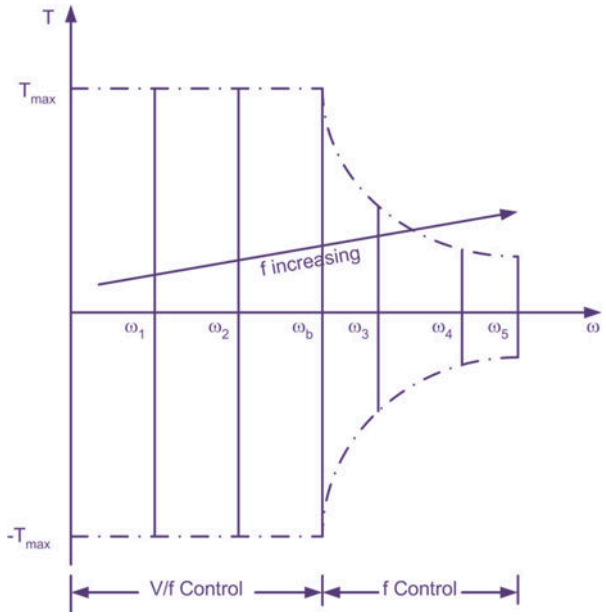
يدور المحرك التزامني بسرعة ثابتة مساوية لسرعة التزامن (سرعة المجال المغناطيسي الدوار الناتج من تغذية المحرك من مصدر ثلاثي الأوجه) التي تتحدد بناء على تردد المصدر وعدد أقطاب المحرك طبقاً للمعادلة (6-1)

$$\omega = \omega_s = \frac{4\pi f}{P} \qquad (6\text{-}1)$$

حيث:

ω	سرعة المحرك (rad./sec)
ω_s	سرعة التزامن (rad./sec)
f	تردد المصدر
P	عدد الأقطاب

وعند تغذية المحرك التزامني من مصدر متغير التردد فإنه يعمل كمحرك متغير السرعة، لذلك فإن التحكم في سرعة المحرك التزامني تتم بتغيير التردد، وحتى نتجنب ضعف المجال المغناطيسي الناتج عن زيادة التردد أو التشبع في المجال الناتج من تقليل التردد فإن تغيير التردد يصاحبه أيضاً تغيير في الجهد بحيث تكون النسبة بين الجهد والتردد دائماً ثابتة للحصول على مجال مغناطيسي ثابت، ولذلك فإن استراتيجية التحكم هي أن يعمل المحرك بمجال مغناطيسي ثابت (constant V/f) حتى السرعة المقننة (ω_b)، ثم يتم التحكم في التردد فقط إذا أريد الحصول على سرعات أكبر من السرعة المقننة (ω_b)، ويوضح الشكل (1-6) العلاقة بين السرعة والعزم للمحرك التزامني عند ترددات مختلفة، ويمكن تقسيم تلك العلاقة إلى جزأين رئيسين. في الجزء الأول من السرعة صفر إلى السرعة المقننة (ω_b) حيث يتم التحكم بتغيير كل من الجهد والتردد (constant V/f) والجزء الثاني عندما تكون السرعة أكبر من السرعة المقننة ويتم فيه التحكم بتغيير التردد فقط لذا يقل المجال المغناطيسي وبالتالي العزم.



الشكل (1-6)

العلاقة بين العزم والسرعة للمحرك التزامني عند قيم مختلفة التردد

وتنقسم طرق التحكم في المحركات التزامنية عن طريق التردد إلى نوعين هما التحكم المنفصل والتحكم الذاتي

التحكم المنفصل

في التحكم المنفصل (دائرة مفتوحة) يتم التحكم في التردد فيها بمذبذب خارجي (Independent Oscillator) وبالتالي يتم التحكم في السرعة بدقة من خلال التحكم ذي الدائرة المفتوحة، فعند زيادة التردد تدريجياً تزداد سرعة دوران المجال المغناطيسى الناتج من العضو الثابت من ω_s إلى ω_{s1} وينتج عن ذلك زيادة زاوية القدرة ومن ثم تبدأ سرعة المحرك في الزيادة حتى تصل إلى سرعة التزامن الجديدة. وعند تقليل التردد تدريجياً تقل سرعة دوران المجال المغناطيسى الناتج من العضو الثابت من ω_s إلى ω_{s2} نتيجة لذلك تقل زاوية القدرة ومن ثم تقل سرعة المحرك حتى تصل إلى سرعة التزامن الجديدة.

من المناقشة السابقة يمكن أن نلاحظ أن التغير في التردد يجب أن يكون تدريجياً حتى نسمح لسرعة المحرك بتتبع التغير في سرعة التزامن. أما في حالة التغيير المفاجئ في التردد والذي يتبعه تغيير مفاجئ أيضاً في سرعة التزامن فإن سرعة المحرك لا تتمكن من تتبع هذا التغير المفاجئ الذي يحدث في سرعة التزامن.

وفي حالة التغير البطيء في الحمل فهذا النوع من التحكم يتمكن من المحافظة على سرعته ثابتة ومساوية لسرعة التزامن، كما يستطيع هذا النوع من التحكم أن يحافظ على سرعة المحرك ثابتة إذا كان التغير في الحمل سريعاً وصغير القيمة، أما في حالة التغير السريع عالي القيمة فإن المحرك يفقد حالة الاتزان لذلك لا يصلح هذا النوع من التحكم في ظروف التشغيل التي تتطلب تغيرات مفاجئة في السرعة أو التي تحتوي أحمالاً تتغير بصورة مفاجئة وبقيم عالية، وفي هذه الحالة نلجأ إلى التحكم الذاتي

التحكم الذاتي

تعاني أنظمة التدوير الكهربائي التي تحتوي على محركات تزامنية ذات التحكم المنفصل من بعض العيوب مثل تعرضها لعزوم نبضية أثناء تغير التردد وفي بعض الاحيان يفقد المحرك حالة الاتزان، ويمكن التخلص من هذه العيوب بالتحكم الذاتي في المحرك. ويستخدم المحرك التزامني في هذه الحالة في العديد من التطبيقات الصناعية ذات القدرات العالية التي تصل إلى عشرات الميجاوات والتطبيقات التي تحتاج إلى سرعات عالية مثل الضواغط والمراوح والطائرات كما تستخدم في السرعات المنخفضة في مصانع الأسمنت والمناجم.

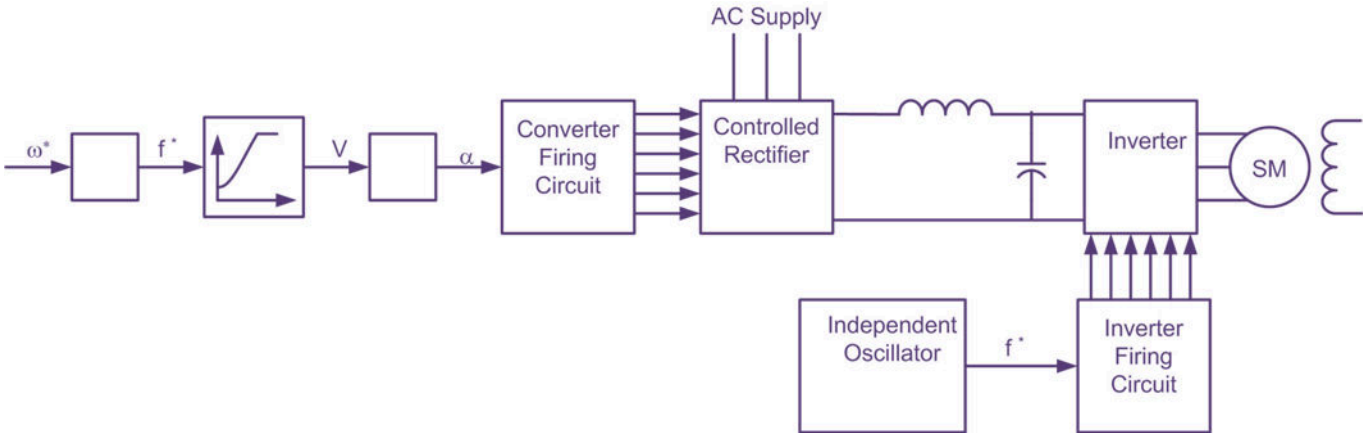
وفي حالة التحكم الذاتي يتم التحكم على شكل دائرة مغلقة ولانحتاج إلى مذبذب خارجي لتحديد التردد المطلوب، فعندما تتغير سرعة المحرك فإن تردد المصدر يتغير أيضاً بما يضمن دوران المجال

المغناطيسي الناتج من تغذية ملفات العضو الثابت من المصدر بنفس سرعة العضو الدوار، وهذا يؤكد أن المجال المغناطيسى الناتج من العضو الثابت والمجال المغناطيسى الناتج من العضو الدوار يكونان دائماً متزامنين عند كل نقاط التشغيل المختلفة، ويترتب على ذلك أن لايعاني المحرك من العزوم النبضية أو الاهتزازات أو عدم الاتزان الناتج من التغير المفاجئ في عزم الحمل أو التردد عندما يتم التحكم فيه بمذبذب منفصل. ولضمان دقة تتبع التردد للسرعة يستخدم حساس لتحديد وضع العضو الدوار بدقة وبناء على ذلك يتم توليد نبضات إشعال عناصر إلكترونيات القدرة المستخدمة في بناء العاكس المستخدم في تغذية المحرك، وعلى ذلك يكون التردد متناسباً مع سرعة المحرك الفعلية.

التحكم في المحركات التزامنية باستخدام العواكس

تستخدم العواكس لتنفيذ عمليات التحكم في المحركات التزامنية التي سبق شرحها في هذه الوحدة. الشكل (2-6) يوضح الرسم التخطيطي لكيفية استخدام عاكس ذي مصدر جهد لتنفيذ عملية التحكم المنفصل (التحكم ذي الدائرة المفتوحة) في المحرك التزامني. وتتكون الدائرة من المحرك المراد التحكم فيه والموحد المحكوم والعاكس ذي مصدر الجهد ثلاثي الأوجه ووحدة إشعال للموحد وأخرى للعاكس بالإضافة إلى المذبذب.

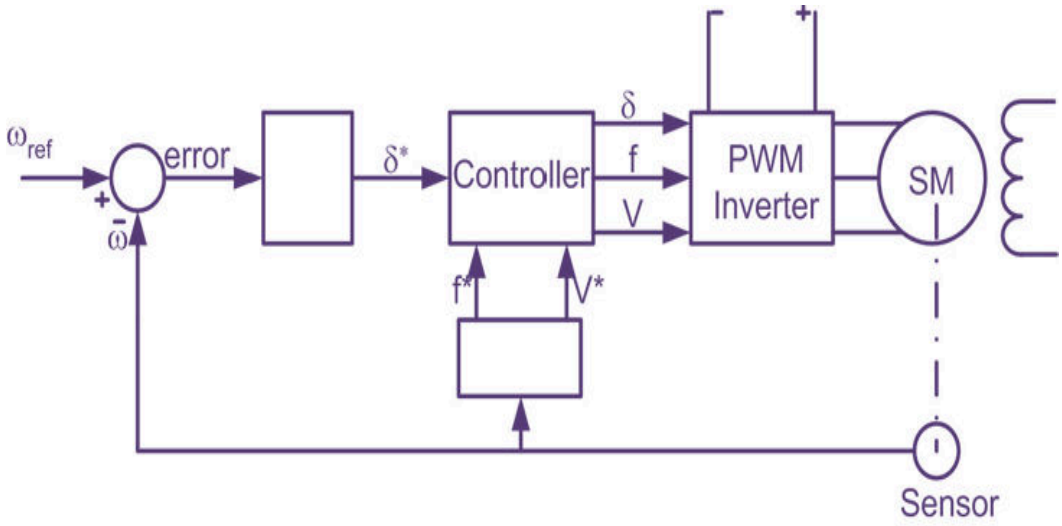
بناء على السرعة المطلوبه يتولد التردد من المذبذب، ثم يتحدد الجهد المطلوب بما يضمن ثبات المجال المغناطيسي إذا كانت السرعة أقل من السرعة المقننة أو أن يساوي الجهد المقنن إذا كانت السرعة أكبر من السرعة المقننة وبتحديد التردد يتم توليد النبضات اللازمة للعاكس عن طريق وحدة إشعال العاكس، وبتحديد الجهد يتم تحديد زاوية الإشعال ومن ثم النبضات اللازمة للموحد المحكوم من وحدة إشعاله.



الشكل (2-6)

التحكم المنفصل (ذو الدائرة المفتوحة) للمحرك التزامني

الشكل (3-6) يوضح الرسم التخطيطي لدائرة للتحكم الذاتي في المحرك وتتكون من المحرك المراد التحكم فيه والحاكم والعاكس ذي النبضة المتغيرة العرض وحساس وضع العضو الدائر وكما يتضح من الرسم إذا تغيرت السرعة المطلوبة (ω_{ref}) فإن الخطأ في السرعة (الفرق بين السرعة المطلوبة والسرعة المقاسة بمساعدة الحساس) يزداد مما يؤدي إلى زيادة زاوية القدرة وبالتالي يزيد العزم المتولد ومن ثم تزداد سرعة المحرك، وتعتمد قيمة الخطأ في السرعة على نوع الحاكم المستخدم ويمكن ملاحظة أن السرعة تتغير بناء على تغير زاوية القدرة وليس بناء على تغير التردد كما في حالة التحكم المنفصل.



الشكل (3-6)

التحكم الذاتي (ذو الدائرة المغلقة) للمحرك التزامني

أسئلة

السؤال الأول:

أ. ما مميزات المحرك التزامني مقارنة بالمحرك الحثي ؟

ب. ما مميزات المحرك التزامني مقارنة بمحرك التيار المستمر ؟

ت. ارسم العلاقة بين العزم والسرعة للمحرك التزامني عند التحكم في السرعة من صفر إلى ضعف السرعة المقننة.

السؤال الثاني:

أ. اشرح موضحاً بالرسم طريقة التحكم المنفصل في المحرك التزامني

ب. اشرح موضحاً بالرسم طريقة التحكم الذاتي في المحرك التزامني