

المستخلص

تحقق طرق السيطرة على اتجاه المجال حركة ذو مواصفات تعامدية بين المجال والعزم، وتؤدي الى سيطرة مستقلة بين المجال والعزم كما هو الحال في محركات التيار المستمر ذو تغذية المجال المنعزل، ولكنها تظهر حساسية اتجاه تغير معلمات الماكينة الحثية. في هذا البحث، تم اختيار سيطرة توجيه المجال الغير مباشر (IFOC) كأحد الطرق الفعالة في إلغاء التأثير المتبادل (Coupling effect). إذ أظهرت النتائج مدى تحسن أداء المنظومة باستخدام هذه التقنية. مع ذلك، فإن قابلية هذه التقنية في تحقيق التعامد بين المتغيرات يعتمد على حساب تردد الزلق (Slip Frequency). ولكن، تردد الزلق يعتمد على الثابت الزمني (Time Constant) للمحرك الحثي، والذي يتغير باستمرار حسب ظروف الاشتغال، وبالتالي فإن التأثير المتبادل قد يظهر ثانية.

لغرض التعويض الناتج عن تغير المعلمات، تم مبدئياً استخدام المسيطر التناسبي التكاملي (PI Controller) في الدارة الخارجية لتوليد إيعازات على هيئة تيارات تغذي إلى مسيطرات التيار للدارة الداخلية للمسوق وتتناسب مع العزم المطلوب. حيث أثبتت النتائج بأن هذا المسيطر التناسبي التكاملي لا يستطيع تعويض التغير الناتج في معلمات المنظومة، وبالتالي فإن أي تغير في الثابت الزمني للجزء الدوار (Rotor) سوف يقود الى انحدار في أداء المنظومة.

وتقنية تعتمد على سيطرة الذكاء (Intelligent Control Technology)، فإن السيطرة المنطقية الضبابية (Fuzzy Logic Control) تم استبدالها بالمسيطر التكاملي التناسبي. حيث تبين أن التصميم الصحيح للمسيطر الضبابي التقليدي (Conventional Fuzzy Controller) يمكن أن يفوق أداء المسيطر التقليدي المتمثل بالمسيطر التناسبي التفاضلي التكاملي. مع ذلك فإن أداء المنظومة قد يدهور عندما يتغير الثابت الزمني للجزء الدوار (Rotor) إلى حد كبير.

في هذه الأطروحة تم تطبيق تقنية السيطرة الضبابية المدربة على متابعة نموذج أساسي (Fuzzy Model Reference Learning Control) إلى الماكينة الحثية ذو المجال الموجه الغير مباشر. حيث أن خرج الماكينة يتبع نموذج رياضي موصوف سابقاً (على أنه يمثل حركة الماكينة المثالية) وذلك لتحقيق أداء السرعة المطلوب. إذ أن الخوارزمية المتضمنة في هذا المسيطر (FMRLC) لها القابلية على توليف (Synthesize) المسيطر الضبابي المباشر ولها القابلية على إعادة تنعيمه لحظياً (On-line Tuning) عند تعرض المسوق لأي اضطراب أو تغير في معلماته.

تم تصميم قاعدة المنطقيات الخاصة بالمسيطر (FMRLC) للماكينة وتبين من النتائج الممثلة بالحاسبة أن السيطرة الضبابية المدربة على ملاحقة نموذج أساسي تملك قابلية على تحسين أداء المنظومة ذو الدارة المغلقة. حيث أظهرت النتائج بأن هذا المسيطر يجعل المسوق أكثر متانة (Robust) ضد تغير معلمات مسوق القدرة.

يعد مسيطر التيار ذو عرض الهسترة أحد مسيطرات مسوقات القدرة ذو التقنية البسيطة، حيث يستخدم لغرض السيطرة على قيمة وطور إشارة التيار لمسوقات القدرة. مع ذلك فإن هذا المسيطر ذو عرض الهسترة الثابت يعاني من تغير تردد الغلق (Switching Frequency) على طول الفترة الرئيسية للموجة (Fundamental Period)، لذا تم اقتراح مسيطر تيار ذو عرض هسترة متغيرة (Variable Hysteresis-Band Controller) كأحد الحلول للحصول على تيار تموري مثالي (Optimal Ripple Current).

Abstract

Field orientation control (FOC) methods of an induction machine achieve decoupled torque and flux dynamics leading to independent control of torque and flux as for separately excited DC motor, but they are sensitive to motor parameter variations. The present work selected the indirect field orientation control (IFOC) as an effective method for eliminating the coupling effect. The results showed how well the drive performance has been improved by this control strategy. However, to which extent the control strategy can perform the decoupling relies on the accuracy of the slip frequency calculation, which depends on the rotor time constant that varies continuously according to the operational conditions and, then, the coupling effect may again arise.

To compensate such parameter variations in the drive, a proportional integral derivative PI controller is firstly candidated in the outer speed loop of IFOC drive to generate a command current, directly proportional to the required torque. However, the results showed that this fixed parameter controller is not an intelligent controller and changes in rotor time constant will degrade the speed performance.

As an intelligent control technology, fuzzy logic control (FLC) is replaced by PI controller and It has been shown that a properly designed conventional fuzzy controller outperforms (PI) controllers. However, the performance may still be unsatisfactory when rotor time constant varies too much.

A fuzzy model reference learning control (FMRLC) technique is applied in an IFOC IM drive, such that the machine can follow a reference model (an ideal field oriented machine) to achieve desired speed performance. This learning control algorithm can intelligently

synthesize a direct fuzzy controller for the plant, and later tune it on-line if there are disturbances or/and plant variations

An FMRLC scheme has been designed for an IFO induction machine drive system and the results of computer simulation showed that a better performance of the IFO drive system is attained with this controller, as compared to PI and fuzzy logic controllers, in terms of overshoot, steady-state error, load disturbance rejection and variable speed tracking. The results showed that the FMRLC makes the speed control of the IFO drive robust against motor parameter variations.

Hysteresis current controller is one of the simplest techniques used to control the magnitude and phase of AC currents of high performance drive systems. However, conventional fixed band hysteresis controller has a variable switching frequency throughout the fundamental period. An adaptive hysteresis-band current controller (HBCC) comes as a solution to reach an optimal ripple current.