



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية الهندسة

أداء المعوض المتزامن الساكن مع متسعة التوازي لتحسين الفولتية

صباح عبدالكريم يوسف

رسالة ماجستير علوم في الهندسة الكهربائية

بإشراف / مدرس

د. سعد عناد محمد

الخلاصة

تعزير الفولتية في منظومة القدرة يعد أحد أكثر المجالات تحدياً في هندسة القدرة الكهربائية، حيث أن زيادة الطلب على القدرة الكهربائية يوماً بعد يوم يؤدي إلى الإنخفاض التدريجي لفولتية منظومات القدرة الكهربائية بسبب التحميل المفرط مما يؤدي إلى حدوث العديد من المشاكل التي تتعلق بملف الفولتية في منظومة القدرة الكهربائية.

أصبحت الحاجة ملحة إلى إستحداث وحدات توليدية وخطوط نقل قدرة جديدة لتعويض الزيادة الحاصلة بالأحمال. ان استحداث خطوط نقل قدرة كهربائية جديدة ليس بالأمر السهل لوجود العديد من العوامل التي تُعيق استحداث تلك الخطوط مما دفع الباحثين إلى دراسة إمكانية زيادة قابلية خطوط النقل القديمة على إستيعاب الزيادة الحاصلة بالحمل.

ان التطور السريع في مجال الكترونيات القدرة أدى إلى إستحداث معدات جديدة التي لها القابلية على السيطرة على كافة متغيرات منظومة القدرة، حيثُ أصبح بالإمكان تشغيل منظومات القدرة الكهربائية بالقرب من المحددات الحرارية (Thermal Limits) المصممة عندها تلك المنظومات ومن ثم زيادة قابلية منظومات نقل القدرة على إستيعاب الزيادة الحاصلة بالحمل. سميت تلك المنظومات بعد إدخال المعدات الجديدة فيها بمنظومات نقل التيار المتناوب المرنة ((FACTS(Flexible AC Transmission Systems)).

يعد المعوض المتزامن الساكن من أهم معدات (FACTS) والذي يستخدم مغير مصدر الفولتية (VSC) لتعزير فولتية العموميات في المنظومة والحفاظ عليها ضمن الحدود المقبولة من خلال حقن قدرة متفاعلة، ومن ثم الحفاظ على إستقرارية المنظومة أثناء حدوث إضطرابات مفاجئة، وعادةً يتم ربط المعوض المتزامن الساكن بالقرب من أضعف عمومي بالمنظومة.

تم في هذه الرسالة تمثيل نموذج محاكاة لمعوض متزامن ساكن (STATCOM) باستخدام برنامج MATLAB/Simulink وأستخدام النموذج لدراسة تعزير فولتية منظومة القدرة القياسية IEEE 9-bus أثناء حدوث إضطرابات مفاجئة بالحمل، كما دُعِم النموذج

بمتسعات توازي من أجل تقليل حجم المعوض المتزامن الساكن المستخدم، حيث كانت نسبة مشاركة المتسعة بالتعويض 44% بينما كانت نسبة مشاركة المعوض المتزامن الساكن بالتعويض 56%. أُستُخدمت تقنية (SPWM) لفتح نبائط الكترونياات القُدرة داخل مغير مصدر الفولتية الخاص بالمعوض المتزامن الساكن لتقليل التوافقيات المحقونة خلال مدة التعويض للقُدرة المتفاعلة في المنظومة.

من خلال نتائج العملية تبين ان المعوض المتزامن الساكن عزز الفولتية في منظومة القُدرة القياسية خلال فترة حدوث الإضطراب، حيث أصبحت الفولتية عبر العمومي رقم 5 0.9945 pu بعدما كانت 0.953 pu قبل إضافة المعوض المتزامن الساكن وعند نسبة تحميل 50%، في حين أصبحت الفولتية عبر العمومي رقم 5 0.9877 pu في حالة وجود المعوض المتزامن الساكن بعدما كانت 0.9202 pu في حالة عدم وجود المعوض المتزامن الساكن وعند بنسبة تحميل 100%، وذلك بسبب الخصائص التي يتمتع بها المعوض المتزامن الساكن من مرونة عالية بالتحكم وسرعة إستجابة وخصائص ديناميكية ممتازة في ظل ظروف تشغيلية مختلفة.

ABSTRACT

Improving the voltage stability of the power system is one of the most challenging areas in electrical power engineering, as the increasing demand for electrical power day by day led to the gradual reduction of the voltage of electrical power systems due to overloading, which led to the occurrence of many problems related to the voltage stability of the electrical power system.

The need to develop new generating units and power transmission lines to compensate for the increase in loads has become urgent. Creating of new power transmission lines is not easy because there are many factors that affect the creating process, which led to study the possibility of increasing the capability of old transmission lines to the increase in load.

The rapid development in the field of power electronics has led to develop new equipments that have the ability to control all variables of the power system, where it becomes possible to operate power systems near their thermal Limits, which led to increase the ability of power transmission systems to accommodate the increase in load. After installing the new devices, these systems were called flexible AC Transmission Systems (FACTS).

The static synchronous compensator (STATCOM) is one of the most important FACTS's devices, which uses a voltage source converter (VSC) to enhance the voltage in the power system and maintain it within acceptable limits by injecting reactive power, and keeping the system stable during sudden disturbances.

In this research, a static synchronous compensator (STATCOM) with all necessary control circuits has been modeled using MATLAB/Simulink program and the model used to enhance the voltage of a standard IEEE 9-bus power system during sudden load disturbances. The capacitors bank shares the reactive compensation with the STATCOM during the disturbance, 44% capacitors bank and 56% STATCOM, and decrease the STATCOM size. SPWM technology has been used inside the static synchronous compensator to reduce the harmonics injected into the system during the process of compensation. Fixed capacitors bank has been added to decrease the size of the STATCOM.

The results show that the STATCOM enhanced the system voltages during the interval of the disturbance (the voltage at bus 5 after increasing the load by 50% becomes 0.9945 pu after adding STATCOM where it was 0.953 pu before adding STATCOM). Adding STATCOM to bus 5 during the disturbance (increasing the load by 100%) increased the voltage at that bus from 0.9202 pu before adding STATCOM to 0.9877 pu. Fast response, control flexibility, and dynamic characteristics of the STATCOM made the system more stable under abnormal conditions.

Minister of Higher Education and Scientific Research

University of Mosul

College of Engineering



STATCOM Performance with Shunt Capacitor for Voltage Improvement

Sabah Abdulkareem Yousef

MSc. Thesis in Electrical Engineering

Supervised by \ Lecturer

Dr. Saad Enad Mohammed

December / 2020 A.D.

Rabi al-thani \ 1442 A.H.