



جامعة الموصل
كلية الهندسة

تحسين استقراريّة الحالة العابرة لمنظومة القدرة متعددة المكائن
باستخدام نُظْم خزن الطاقة الحديثة

رسالة تقدم بها

عبدالرزاق أحمد محمود النعيمي

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة الكهربائية / قدرة ومكائن / قدرة

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

أحمد نصر بهجت السماك

الخلاصة

إنّ دراسة الاستقرارية العابرة من الدراسات بالغة الأهمية لتحديد السلوكية الديناميكية لمنظومة القدرة الكهربائية، وتهدف التحليلات الرياضية والدراسات التصحيحية للاستقرارية العابرة إلى معرفة إمكانية بقاء استقرارية المنظومة عند حدوث اضطرابات رئيسية مثل أعطال خطوط نقل القدرة والتغيرات المفاجئة للأحمال الكهربائية والفقدان الفجائي لوحدات التوليد. ونتيجة لضخامة نظم القدرة وتوسع الشبكات المختلفة المرتبطة بها قد أدى إلى وجوب التوسع في دراسات الاستقرارية العابرة للحصول على النتائج الكفيلة بإعطاء القرار الصحيح في كيفية استجابة المنظومة للاضطرابات المحتمل حدوثها.

وفي هذه الرسالة درست إمكانيات نظم خزن الطاقة في تحسين استقرارية الحالة العابرة لنظام القدرة. إذ استخدمت نظم خزن الطاقة المتمثلة بمعوض القدرة المتفاعلة الساكن (Static VAR Compensator) وكذلك المولد الشمسي (Solar Photovoltaic Generator)، فهي تقوم بالحفاظ على استقرارية النظام بالتحكم في كمية القدرة المحقونة أو الممتصة من نظام القدرة. إذ مثلت منظومة قدرة متعددة المكائن (IEEE 9-bus) مكونة من ثلاث مكائن، وتسع عموميات، وثلاث محولات وثلاث أحمال، ونفذت هذه المنظومة باستخدام برنامج (MATLAB / Power System Analysis Toolbox (PSAT). في البداية تم محاكاة النظام عند حدوث عطل ثلاثي الطور ثم عند حدوث تغير فجائي في الحمل نتيجة لخروج احد خطوط النقل من الخدمة وبدون استخدام نظم خزن الطاقة. وقد اثبتت نتائج التحليل أنّ بعد إزالة العطل عن منظومة القدرة فان المنظومة سوف تبقى في وضع مضطرب وغير مستقر؛ نتيجة لعدم وجود معوض يحافظ على استقرارية المنظومة.

ولغرض إيجاد الموقع المناسب لنظم خزن الطاقة حددت العموميات الضعيفة والعموميات الأكثر تأثيراً على المنظومة، إذ اثبتت النتائج أنّ العمومي الثامنة (bus#8) هي العمومي المؤثرة بشكل كبير على استقرارية النظام لأنها عمومي ضعيفة (ثاني أضعف عمومي في النظام) وقريبة من العمومي الخامسة (bus#5) الضعيفة أيضاً، لذلك اعتمدت العمومي الثامنة (bus#8) لإضافة نظم خزن الطاقة. تمت مقارنة اداء معوض القدرة المتفاعلة الساكن (SVC) والمولد الشمسي (Solar PV Generator) وحالات تشغيل مختلفة، إذ اثبتت النتائج أنّ المولد الشمسي هو الأكثر فعالية في تحسين الاستقرارية العابرة للنظام إذ يمتاز بكمية القدرة التي يجهزها وسرعة الأداء وانعدام التوافقيات.

Abstract

Transient stability study one of very important studies to determining the dynamic behavior of the electrical power system. Mathematical analysis and corrective studies of transient stability aim to know the possibility of survival the stability of the system when major disturbances occur such as power transmission faults, sudden changes in electrical loads and sudden loss of power generation units. As a result of largeness of the power systems and the expansion of the various networks associated with it, has been lead to necessary and expand the studies of transient stability in order to obtain the results to give the correct decision as how the system responds to disturbances are likely occurs.

In this thesis, the ability of energy storage systems to improve the transient state stability of power system has been studied. The energy storage systems represented by the SVC and the Solar PV Generator are used to maintain the stability of the system by controlling the amount of power injected or absorbed by the power system. Where a multi-machine power system was represented (IEEE 9-bus) consisting of three machines, nine buses, three transformers and three loads. This system was implemented using the MATLAB / Power System Analysis Toolbox (PSAT). Initially, the system was simulated when a three phase fault occurred and then a sudden change in load due to a transmission line out of use and with no energy storage systems. The results of the analysis proved that after clearing the fault from the power system, the system will remain in a disturbed state and unstable, due to the absence of a compensator that maintains the stability of the system.

For the purpose of finding the appropriate location for energy storage systems, the weak and the more effective buses on the system were identified, where the results proved that the bus number eighth

(bus#8) is the bus that greatly affects the stability of the system because it is weak bus (second weakest bus in the system) and near the number five (bus#5) which is also weak, so bus number eighth (bus#8) was depended in adding energy storage systems. The performance of the SVC and the Solar PV Generator for different operating conditions were compared. The results showed that the photoelectric generator (Solar PV Generator) is the more effective in improving transient stability, it's characterized by the amount of power it produces, the speed of performance and the lack of harmonics.

**University of Mosul
College of Engineering**



**Transient Stability Improvement of Multi-machine
Power System Using Modern Energy Storage
Systems**

A Thesis Submitted
By

Abdulrazaq Ahmed M. Al-Nuaimy

Master Thesis In
Electrical Engineering / Power and Machines / Power

Supervised By
Assistant Professor
Dr. Ahmed Nasser B. Alsammak

2018 A.D

1439 A.H