وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية الهندسة

تحري تأثير مغير التفريعة الحملي للمحولة على إستقرارية فولتية منظومة القدرة متضمناً تحسين أدائها

سنان مؤيد علي القاضلي

رسالة ماجستير علوم في

الهندسة الكهربائية / الهندسة الكهربائية

بإشراف

الأستاذ مساعد الدكتور

أحمد نصر بهجت السماك

1444 هـ **2022 م**

الملخص

قبل التوسع الكبير في شبكات القدرة الكهربائية الذي نراه اليوم، وقبل أن تتشعب الشبكات الكهربائية بهذا الشكل المعقد، كانت طريقة معايرة فولتية الشبكات المعزولة عن بعضها البعض أو الشبكات الصغيرة عن طريق المولد نفسه. وذلك عن طريق التحكم بفولتية الاثارة على ملفات الجزء الدوار للمولد، أما بعد توسع الشبكات واتصال بعضها البعض، وتعدد مصادر التوليد في الشبكة، أصبح من الصعب السيطرة على الفولتية عن طريق المولد. لذلك تم ابتكار عدة طرائق للسيطرة على فولتية منظومات القدرة الكهربائية. إحدى هذه الطرائق هي محولات القدرة بمغير التفريعة الحملي (OLTC) والتي استخدمت كإحدى وسائل استعادة قيمة الفولتية في حال الهبوط أو الزيادة الطفيفة ودون فصل الحمل. وممكن ان تستخدم هذه المحولات لتعويض الفقد في خطوط النقل أو عند زيادة الاحمال. الأن تعدّ محولات القدرة التي تحتوي على مغير لنسبة التحويل اثناء الحمل (OLTC) من المكونات المهمة لمنظومة نقل القدرة. إذ يعمل هذا النوع على تعديل الفولتية الخارجة من ثانوي المحولة لتبقى متناسبة مع مقننات الشبكة والحفاظ على المنظومة في حالة الإستقرارية وكذلك زيادة موثوقية الشبكة والتقليل من تكاليف التشغيل. من المعلوم انه عند حدوث تغيير في فولتية الخط فان المحول (OLTC) سوف يستجيب لهذا التغيير سواء كان زيادة أو نقصان، وبالتالي سوف يغير عدد لفات أحد ملفي المحول لتصحيح الفولتية. إذ أن وظيفة الـ (OLTC) الأساسية هي تحسين أداء المنظومة بشكل عام وزيادة منطقة الإستقرارية. الا ان هذا التصحيح سوف يسبب تغير في القدرة الفاعلة والمتفاعلة نتيجة تغيير ممانعة المحول ومن الممكن ان يوثر على إستقرارية فولتية الشبكة ويؤدي الى انهيار فولتية الشبكة إذا ما حدث رد الفعل العكسي للمحول.

رد فعل المحول العكسي يحدث في حالة زيادة نسبة التحويل للمحول، ولكن هذه الزيادة تؤدي الى هبوط مستوى فولتية الإخراج على عكس المطلوب. لهذا السبب يجب أن يكون عمل محول (OLTC) مسيطر عليه بدقة فضلا عن أن عملية إضافة الملفات يجب ان تكون مدروسة لتلافي النتائج غير المرغوب بها والمترتبة على إضافة هذه الملفات. فضلاً عن اختيار مواصفات المحول بما يتناسب مع المنظومة وخصائص الحمل.

في هذا العمل، تم إيجاد حدود قيم نسبة تحويل محول القدرة بمغير التفريعة الحملي بدلالة ممانعة الحمل وممانعة خط النقل والتي تحدد منطقة الإستقرارية لفولتية المنظومة. وتم بيان التأثير الإيجابي لمحول القدرة بمغير التفريعة الحملي نظرياً ومن خلال المحاكاة أيضا، إذ ازادت قيم كل من القدرة الفاعلة وفولتية اخراج المحول عند نقطة انهيار النظام بعد ادخال تأثير محول القدرة بمغير التفريعة الحملي الى المنظومة الشعاعية البسيطة الممثلة من P= 61.85MWو.V_L= 0.585p.u. الى P= 67.9 MW و V_L= 0.66p.u.. وتم اختبار اربعة طرائق لتحسين أداء محول القدرة بمغير التفريعة الحملي ضمن الشبكة على منظومتين مختلفتين. المنظومة الأولى شعاعية، والمنظومة الثانية تمثيل لشبكة نينوى132/400 kV. إذ تم تمثيل المنظومتين ببرنامج MATLAB Simulink واستخدام نتائج المحاكاة لإثبات منهج العمل المقترح.

Ministry of Higher Education

University of Mosul

College of Engineering

Investigation the Effects of On load Tap Changer (OLTC) Transformer on the Power System Voltage Stability Including Performance Improvement

Sinan Moayad Ali Alkadhely

M.Sc. Thesis

In

Electrical Engineering / Electrical Engineering

Supervised by

Assistant Professor

Dr. Ahmed Nasser B. Alsammak

1444 A.H **2022 A.D**

Abstract:

Before the huge enlargement in power systems nowadays, and before its complex radiation. The only way to control and regulate the systems voltages in the separated power systems was done by controlling the generators voltages. That controlling proses was being by changing the excitation of the generator rotor. However, after the power systems expansion and there connections with each other and the multiple voltage sources in each grid. It becomes impossible to control the voltage level through the generator itself. Therefore, many ways to control the voltage had created. One of them was the on load tap changing transformer OLTC. The OLTC used to restore the value of voltage when a drop or an increase in system voltage occur and without disconnecting the load. The OLTC can compensate the drop of voltage witch may occur because of the high loads or transmission line losses. Nowadays, the OLTC considers an important part of the power system grids, because it helps the system to stay stable and to keep the system quality, besides keeping the system working costs at minimum. When the system voltage changed, the OLTC will responds to that changing by increasing or decreasing the number of turns of one of the transformer coils. However, this change in the turn ratio will cause changes in the active and the reactive power. That will affect in a way or another on the power systems voltage stability and may leads to collapse because of the transformer reverse action.

The reverse action occurs when the transformer turn ratio increased, but this increase leads to a voltage drop, contrary to what is required. Therefore, the proses of the OLTC controlling and the extra

winding adding should be studied carefully in order to prevent the unwanted results of the regulation proses.

In this work, the value of the transformer turn ratio will be found with respect to load impedance and transmission line impedance to specify the voltage stability area boundaries. As well as, the positive effect of OLTC was found theoretically and by MATLAB Simulink. The values of the active power and the load voltage at the collapse point have increased after inserting the effect on load tap changer on the radial power system from P= 61.85 MW and V_L= 0.585p.u. to P= 67.9 MW and V_L= 0.66p.u.. Four different ways to prove the OLTC performances in power system were tested for two power systems. The first system was a simple radial power system, and the second was Nenawa power system 400/132 kV. The two systems where simulated in MATLAB Simulink too to prove the suggested curriculum.