ملخص أطروحة الدكتوراه بعنوان

تقييم أداء حماية خط النقل بوجود نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة

اسم الطالب

هاني أحمد إبراهيم

المشرف

أ.د مصطفى الحزوري

المشرف المشارك

أ.د حسان سويدان

القسم والاختصاص

قسم هندسة الطاقة الكهربائية

اختصاص : نظم القدرة الكهربائية

الملخـــــص

يعتبر نظام القدرة الكهربائي من الأنظمة الضخمة والمعقدة لاحتوائه على عدد كبير من محطات التوليد والتحويل وخطوط النقل والتوزيع وأجهزة الحماية والتحكم، يخضع هذا النظام إلى تغييرات مفاجئة في مستويات الحمل، ومع هذه التغييرات أصبح من المهم جداً تحسين استقرار نظام القدرة الكهربائي، التطور الحديث في نظام القدرة الكهربائي ينصب على تركيب أجهزة نقل التيار المتناوب المرنة في أماكن مثالية مختلفة، حيث تساهم هذه الأجهزة في تحسين تدفق القدرة الكهربائية إلى جانب تحسين الاستقرار، يعد ربط هذه الأجهزة مع منظومة نقل الطاقة الكهربائية من الموضوعات المعاصرة والتي ما تزال محط اهتمام الباحثين، يأتي هذا البحث ليضيء على أحد المواضيع العلمية لربط أحد أهم أجهزة نقل التيار المتناوب المرنة وهو جهاز التحكم الموحد بجريان الاستطاعة وتأثيره على نظام الحماية لخطوط نقل الطاقة الكهربائية.

يستخدم نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة في نظام القدرة الكهربائي الحديث بكثرة بغرض زيادة سعة النقل في منظومة نقل الطاقة الكهربائية وتحقيق مرونة أكبر في التحكم بنقل الطاقة الكهربائية في خطوط النقل، وتخفيض تكلفة التوليد وزيادة أمان واستقرار نظام القدرة الكهربائية، ولكن إضافتها إلى خطوط النقل الكهربائية أدى إلى بعض التحديات المرتبطة بعمل حاكمة الحماية المسافية كجزء من نظام حماية خطوط نقل الطاقة الكهربائية، والتي تعد حاكمة الحماية الأساسية لخطوط النقل الكهربائية، تتغيّر قيم بعض محددات خط النقل (التوتر، التيار، الممانعة، زاوية الطور) عند إضافة نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة، ممّا يؤدي إلى خطأ في قيمة الممانعة المقاسة من قبل حاكمة الحماية المسافية، يتعلق هذا الخطأ ببعض العوامل منها نمط عمل وموقع نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة، ونوع وموقع العطل الحاصل، هذا الخطأ يمكن أن يسبب عمل حاكمة الحماية المسافية وفق فوق أو تحت الوصول، مما ترتب على ذلك تحدي تصحيح استجابة الحاكمة المسافية التقليدية بوجود نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة، و استوجب إجراء بحث جديد لضبط حاكمة الحماية المسافية مع وجود نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة وتحسين استجابة عمل حاكمة الحماية المسافية التقليدية في خطوط نقل الطاقة الكهربائية التي تتضمن نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة.

تناولت الأطروحة تحليل تأثير إضافة نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة على حاكمة الحماية المسافية باستخدام التحليل الرياضي والنمذجة والمحاكاة، وتقييم أداء واستجابة حاكمة الحماية المسافية قبل/ بعد إضافة نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة مع تغيّر موقع ونوع العطل الحاصل على خط النقل، وتحسين وتسريع استجابة حاكمة الحماية المسافية وفق الطريقة المقترحة Pilot Scheme في خط النقل المزود بنظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة، لحل مشكلة فوق/تحت الوصول الناتجة عن نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة، ومقارنة استجابتها عند عملها وفق الطريقة الأساسية (التقليدية) Basic Scheme .

تم التعرف على طرق استجابة حاكمة الحماية المسافية وفق Pilot Scheme، كما تم محاكاة الشبكة الكهربائية المدروسة وحاكمة الحماية المسافية ونظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة وتم دراسة حالات حدوث أعطال مختلفة على خط النقل في مواقع مختلفة في بيئة المحاكاة MATLAB/Simulink، كما تم إنجاز برنامج Editor-M-File في بيئة برنامج الـ MATLAB مرتبط بحاكمة الحماية المسافية لإظهار استجابة الحاكمة حسب نوع وموقع العطل ورسم خصائص الحاكمة.

وقد وجد من خلال نتائج النمذجة والمحاكاة أن وجود نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة فرض تغيرات واضحة على استجابة حاكمة الحماية المسافية لنوع العطل الحاصل، كما أظهرت النتائج تحسن استجابة حاكمة الحماية المسافية عند عمل الحاكمة وفق ميزة الطريقة المقترحة Pilot Scheme والتغلب على مشكلة فوق/تحت الوصول الناتجة عن وجود نظام التحكم الموحد بجريان الاستطاعة، أثبتت النتائج جدوى وفاعلية الحل المقترح في هذا البحث.

PhD dissertation summary

Performance Evaluation of Transmission Line Protection in the Presence of Unified Power Flow Controller (UPFC)

Student Name

Hani Ahmad Ibrahim

Co-Supervisor

Prof. Hassan Sowidan

Supervisor

Prof. Mustafa Alhazure

Department

Department of Electrical Power Engineering

Summary

The electrical power system is considered a large and complex system because it contains a large number of generation and transformation stations, transmission and distribution lines, and protection and control devices, this system is subject to sudden changes in load levels, with these changes, it has become very important to improve the stability of the electrical power system, the modern development in the electrical power system focuses on installing Flexible AC transmission devices in various ideal locations, these devices contribute to improving the flow of electrical power in addition to improving stability, Connecting these devices to the electrical power transmission system is a contemporary topic that is still a focus of interest for researchers, this research comes to light on a scientific topic related to the connection between one of the most important Flexible AC transmission devices, the Unified Power Flow Control system, and its impact on the protection system for electric power transmission lines.

The UPFC system is widely used in modern electric power systems to increase transmission capacity in the electric power transmission system and achieve greater flexibility in controlling the transmission of electric power on transmission lines, reducing the cost of generation and increasing the safety and stability of the electrical power system, but adding it to the electrical transmission lines led to some challenges related to the operation of the distance relay as part of the electrical power transmission lines protection system, which is the basic protection relay for electrical transmission line, the values of some transmission line parameters (tension, current, impedance, phase angle) change when adding the UPFC system, Which leads to an error in the impedance value measured by the distance relay, this error is related to some factors, including the type and location of the UPFC system addition, and the type and location of the fault that occurred, this error can cause operation of the distance relay according to over or under reach, this resulted in the challenge of correcting the response of the traditional distance relay in the presence of the UPFC system, and required conducting new research to adjust the distance relay with the presence of the UPFC system and improve the response of the traditional distance relay in electric power transmission lines that include the UPFC system.

The thesis dealt with analyzing the impact of adding a UPFC system on the distance relay using mathematical analysis, modeling and simulation, and evaluating the performance and response of the distance relay before/after adding the UPFC system with changes in the location and type of fault on the transmission line, improving and accelerating the response of the distance relay according to the proposed Pilot Scheme method in the transmission line equipped with the UPFC system, to solve the over/under reach problem resulting from the UPFC system, and comparing its response when operating according to the Basic Scheme method.

The response methods of the distance relay were identified according to the Pilot Scheme, the studied electrical network, the distance relay, and the UPFC system were simulated, and various fault occurrences on the transmission line at different locations were studied in the MATLAB/Simulink environment, Editor-M-File program was created in the MATLAB environment linked to the distance relay to show the relay's response according to the type and location of the fault and to draw the relays characteristics.

The results of modeling and simulation showed that the presence of the UPFC system imposed clear changes on the response of the distance relay to the type of fault occurring, the results also showed an improvement in the response of the distance relay when the relay operates according to the proposed method Pilot Scheme, and overcoming the over/under reach problem resulting from the presence of the UPFC system, the results proved the feasibility and effectiveness of the solution proposed in this research.