

University of Mosul
College of Engineering



Enhancing Power Quality Using Fuzzy Logic Based Unified Power Flow Controller Supported by Photovoltaic System

Hasan Adnan Mohammed

Doctor of Philosophy

In

Electrical Engineering / Power Electronics

Supervised by

Assist. Prof. Dr. Ahmed Nasser Alsammak

2020 A.C.

1441 A.H.

ABSTRACT

By using power electronics switches a Flexible Alternating Current Transmission system (FACTS) offers a greater control of power flow, secure loading and damping oscillations. A Unified Power Flow Controller (UPFC) is one of FACTS controllers which controls both active and reactive power flow, provide reactive power (VAR) compensation as well as adjusting line impedance and phase angle.

To increase the system stability, the location of the UPFC as well as an optimum DC capacitor between the converters, has been selected to give an optimum power flow controller. This work exploits UPFC incorporated with a system. The UPFC constructed by two of three-level four-cascaded 48-pulse GTO based converters. The main purpose of using multilevel inverter is to reduce the harmonics and decrease the Total Harmonic Distortion (THD), so the most significant harmonics in this converter are the 47th and 49th. A Fuzzy Logic Controller (FLC) circuit aimed to generate the required pulses for both converters.

To demonstrate benefits of this work two operating cases have been tested and simulated using Matlab/Simulink package. The first case has been done by connecting an optimum value of DC capacitor value (C_{dc-opt}) between the converters, while the second case has been done by connecting a Photovoltaic inverter (PVI) system between the converters. The simulation results cleared the activity of the proposed method to control both active and reactive power flow, improving the system performance, eliminating harmonics the THD of line voltage is less than 3% and the power factor is unity (PF=1). In addition, the

used the photovoltaic inverter and exploiting the solar energy that is one of the most important of the renewable energy sources, in order to solve the limiting of the conventional energy sources as well as to support the storage energy element.

الخلاصة

يعتبر مسيطر سريان القدرة الموحد (UPFC) أحد عناصر الـ (FACTS) ذات الاستعمالات المتعددة، حيث يعمل على السيطرة لسريان كل من القدرة الفاعلة (P) والقدرة المفاعلة (Q) وكذلك التحكم بممانعة خط النقل وزاوية الخط. يتكون مسيطر سريان القدرة الموحد (UPFC) من مغيرين كامل السيطرة: المغير الأول عبارة عن مغير توالي يربط مع خط النقل من خلال محوّل ذات ربط توالي، يعمل هذا المغير عمل المعوض التوالي التزامني الساكن (SSSC) ويحقن فولتية على التوالي مع خط النقل. أما المغير الثاني يربط على التوازي مع خط النقل من خلال محوّل توازي ويعمل المغير عمل المعوض التزامني الساكن (STATCOM) حيث يعمل على حقن القدرة المفاعلة عند نقطة الاتصال بخط النقل بالإضافة الى ذلك فان مغير التوازي يقوم بتجهيز مغير التوالي بالقدرة الفاعلة المطلوبة عن طريق متسعة خط التيار المستمر (C_{dc}). ويتم اختيار موقع ربط الـ (UPFC) في المنظومة وكذلك قيمة متسعة التيار المستمر بين المغيرين بحيث يعطي أفضل سيطرة وبالشكل الذي يضمن زيادة استقرارية المنظومة، حيث تم السيطرة على القدرة الفاعلة بمقدار (80 MW) والمفاعلة بمقدار (80 MVAR).

يقدم هذا العمل دراسة شاملة وموسّعة عن منظومة مسيطر سريان القدرة الموحد (UPFC) ومدى الاستفادة منه في خط النقل، كل مغير من مغيري الـ (UPFC) عبارة عن مغير ذو (48) نبضة مكوّن من أربع مغيرات ثلاثي المستوى (Three Level) ومربوطة ربط تعاقبي (Cascaded) وذلك لغرض تقليل التوافقيات والحصول على موجة حقن شبه جيبيّة، حيث ان التوافقيات الاكثر تأثيراً في هذه الحالة هي ذات المرتبة الـ (47) و (49). وتم استعمال ثايرسترات نوع (GTO) وذلك بسبب التحمل العالي بالنسبة للفولتية والتيار نسبة الى بقية عناصر الكترونيات القدرة. تعتمد المنظومة على نظام المسيطر المنطقي المضبّب (FLC) للتحكم بتوليد نبضات القرح لكل من مغيري التوالي والتوازي.

تم اختبار المنظومة باستخدام برنامج (Matlab/Simulink)، حيث تم استخراج النتائج والاشكال المدعمة لحالتين، الاولى تتمثل بربط متسعة ذات القيمة المثالية ($C_{dc-opt} = 2.5 \text{ mF}$) بين المغيرين، بينما في الثانية تم ربط منظومة خلايا شمسية بدل المتسعة.

أثبتت نتائج التمثيل الحاسوبي فعالية المنظومة في السيطرة على سريان القدرتين الفاعلة والمفاعلة، إلغاء التوافقيات وتقليل عامل التشوه الكلي (THD) الى اقل من 3% ولجميع حالات السيطرة، تحسين عامل القدرة (PF=1) بالإضافة الى استغلال الطاقات المتجددة في المنظومة من خلال استعمال الخلايا الشمسية والتي تدعم منظومة التيار المستمر بالمغبر وبالتالي المساهمة بزيادة استقرارية المنظومة.



جامعة الموصل

كلية الهندسة

تعزيز جودة القدرة باستخدام المنطق المضرب على أساس المتحكم بسريان القدرة الموحد المدعوم بمنظومة شمسية

حسن عدنان محمد

أطروحة دكتوراه فلسفة

في

الهندسة الكهربائية \ الكترونيات القدرة

بإشراف

أ.م.د. أحمد نصر بهجت السماك

٢٠٢٠م

١٤٤١هـ