تصميم مثبت شبكة الطاقة المُستند على نظام القياس واسع المدى

الطالب: صالح محمد عمر بامســـق

إشراف
أ. د. يوسف عبدالعزيز التركي
أ. د. ر. سريراما كومار

المستخلص

مع أزدياد إتساع شبكات الطاقة الكهربائية و إستمرار الربط الكهربي بينها لهدف نقل الطاقة عبر خطوط النقل و التي عادةً ما تكون محدودية القدرة, ذلك يجعل خطر الذبذبات ذات التردد المنخفض أكبر على أداء و موثوقية أنظمة الشبكة الكهربائية. فأي أضطراب بسيط في الشبكة يمكن أن يؤثر على ثبات النظام أو يؤدي الى عدم إستقراره. لهذا السبب إنّ وجود المُثبتات ضروري لإخماد الذبذبات منخفضة التردد مما يُحسن الأداء الديناميكي للنظام الكهربائي. في العادة يتم استخدام مُثبت شبكة الطاقة كمُضبط مُساعد من خلال تأثيره على النظام المُحفز للمُولد. ولكن هذه المُثبتات تعتمد على القياسات المحلية المتاحة في موقع المُثبت والتي عادةً ما تكون فعالة على نمط الذبذبات الناتجه بين المولدات في نفس المنطقة أو القريبة نسبياً, أما فعاليتها في نمط الذبذبات المتداخلة بين منطقتين تكون ضعيفة. حديثاً مع توافر إمكانية الحصول على القياسات البعيدة من خلال نظام القياس واسع المدى, أتاح للباحثين إمكانية تصميم مُثبتات شبكة الطاقة تعتمد على نظام القياس واسع المدى. هذا البحث يعرض مُقترح تصميم مُثبت شبكة الطاقة الكهربائية بالأعتماد على نظام القياس واسع المدى. للحصول على أفضل أداء للمُثبت المُقترح, يتم تطبيق طريقة التحليل الخطي في تفاصيل تصميم المُثبت لتحديد أمثل موقع للمُثبت, ويتم اختيار مجموعة الإشارات المُدخلة بالاعتماد على المُولدات ذات المشاركة المؤُثرة في النطاق. لتقدير مدى قدرة و كفاءة المُثبت المقترح, يتم دراسة نطام طاقة مكينة واحدة و متعدد المكائن و يجري اختبار المُثبت عن طريق تحليل معامل التحول الخطي و مضائلة الشكل الكهروميكانيكي, إضافةً الى المحاكاة الزمنية غير الخطية لإشارات الشبكة.

WIDE-AREA DAMPING CONTROL OF LOW-FREQUENCY OSCILLATIONS IN INTERCONNECTED POWER SYSTEMS

By
Saleh Mohammad Omar Bamasak

Supervised By
Prof. Yusuf A. Al-Turki
Prof. Sreerama Kumar R

ABSTRACT

Today's highly interconnected power networks are expected to have greater system stability than the networks of the past, yet their very interconnectedness can in certain circumstances give rise to destabilizing low-frequency oscillations (LFOs) that the power networks are not, in themselves, equipped to dampen. Thus, in order for a large electrical power system to operate securely and reliably over time, it must make use of damping controllers, which stabilize the system's electro-mechanical LFOs and thereby enhance the system's dynamic response. Since the 1960s, an important technique used for damping LFOs has been the use of Power System Stabilizer (PSS). However, the Conventional Power System Stabilizer (CPSS) utilizes only local measurements as inputs. As these inputs are not global, CPSSs are not effective at suppressing low-frequency inter-area oscillations (LFIO) occurring between non-adjacent facilities within a network. The recent developments in Phasor Measurement Units (PMUs) and Wide-Area Measurement Systems (WAMSs) has improved the situation, in part by encouraging researchers to design Wide-Area Damping Controllers (WADC) that employ remote measurements.

In the damping of LFOs in interconnected systems, appropriate parameter-tuning of PSSs with WAMS input signals can extend and effectively improve the controller capabilities. As the LFOs are caused by a lack of damping of the electro-mechanical mode of the interconnected system, the desired additional damping can be provided by supplementary excitation control. It is expected that real-time monitoring and control using WAMS measurements could help enhance system stability and security, particularly by enhancing LFO damping control. Alternatively, WADC could be used with Flexible AC Transmission Systems (FACTS) controllers, which are installed at critical locations in power networks and thus can provide significantly better performance as compared to CPSS.

This thesis proposes the implementation of a Weighted Wide Area Damping Controller (WWADC), in which weighted factors are introduced for each remote feedback signal. The WWADC for both conventional PSS and FACTS-based stabilizers are proposed. System modal analysis are performed for determining the optimal combination of the input signals to the proposed WWADCs and also for finding the optimal location of the proposed controllers in electrical power networks. Based on the linearized model, differential evolution (DE) algorithm is applied to search for optimal controller parameters and optimal weighted factors.