جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الطاقة الكهربائية

التّحكم في الزّمن الحقيقي للمعرجات المربوطة إلى الشّبكة العامّة

Real Time Control for Grid Tied Inverters

إعداد المهندس محـــمد باسل الميدانـــي
الدكتور المشرف زياد السقا

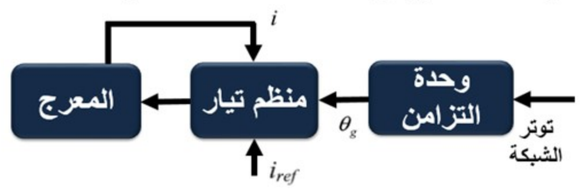
الملخص

قمنا في هذا البحث بالاعتماد على عدد من الدراسات المرجعية والنظرية المتعلقة بتقنيات التزامن للمعرجات وطرق ربطها إلى الشبكة العامة، وتعمقنا في أنظمة معرجات التوتر المقادة بالتيار حيث تمَّ اختيار نوع تقنية التزامن المناسبة بعد إجراء عملية المحاكاة لعدة تقنيات واختبارها عند مختلف حالات التشغيل، كما تضمن البحث تصميم نموذج المحاكاة لنظام معرج التوتر المربوط إلى الشبكة العامة باستخدام بيئة المحاكاة MATLAB/Simulink، وأثبت النموذج قدرته على المحافظة على التزامن مع الشبكة وحقن استطاعة حقيقية وردية رغم تغير تردد وتوتر الشبكة ووجود التوافقيات، شمل البحث أيضاً عرض مبدأ المعرجات التزامنية كطريقة مطورة لقيادة معرج التوتر التقليدي وتصميم نموذج المحاكاة الخاص به واختبار أداء المعرج عند حقن استطاعة حقيقية وردية في الشبكة عند مختلف الحالات.
تم تطبيق المعرج المربوط إلى الشبكة العامة عملياً باستخدام طريقة التحكم في الزمن الحقيقي بنمط مضيف-هدف وتنفيذ دارتي الاستطاعة والقيادة، ومن ثم ضبط قيمة الاستطاعة الحقيقية والردية المحقونة في الشبكة وتسجيل النتائج عند مختلف حالات التشغيل.

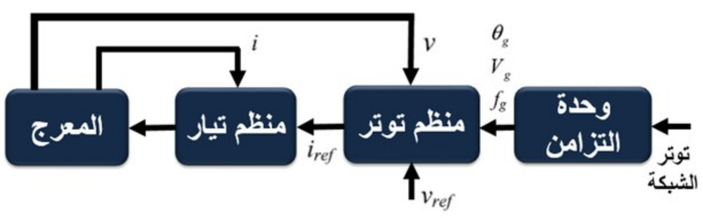
القسم النظري

تضمن هذا القسم التعرض لبعض الدراسات النظرية المتعلقة بأنواع المعرجات وأنظمة القيادة الخاصة بها، بالإضافة إلى أهم تطبيقاتها بشكل عام حيث تم التركيز على معرجات التوتر المربوطة إلى الشبكة العامة وأنظمة قيادتها وأبرز أنواع المتحكمات المستخدمة فيها مع أهم محاسن ومساوئ هذا المتحكمات.

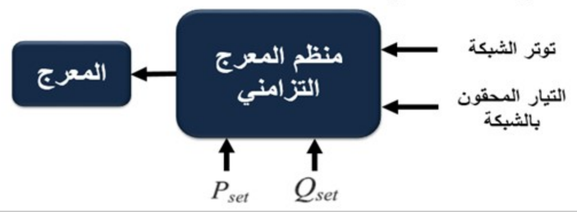
معرجات التوتر المقادة بالتيار



معرجات التوتر المقادة بالتوتر والتيار



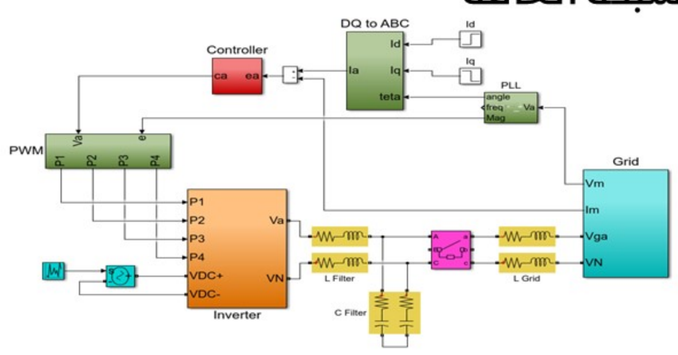
المعرجات التزامنية



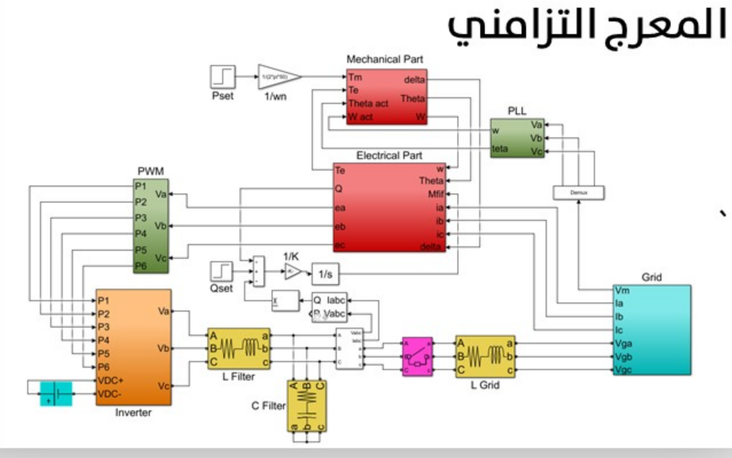
النمذجة والمحاكاة

شمل البحث تصميم نموذج المحاكاة لنظامين مستقلين وذلك بعد وضع النموذج الرياضي لكل منهما، واختبر النموذجين من حيث التزامن مع الشبكة وحقن الاستطاعة عند انخفاض التوتر و التردد وتضمن الشبكة للتوافقيات

معرج التوتر المقاد بالتيار والمربوط إلى الشبكة العامة

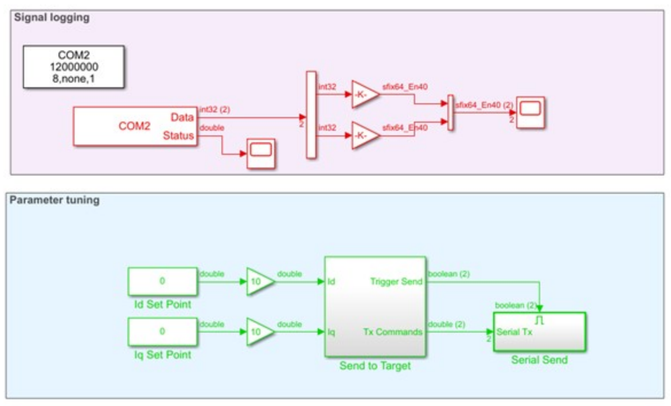


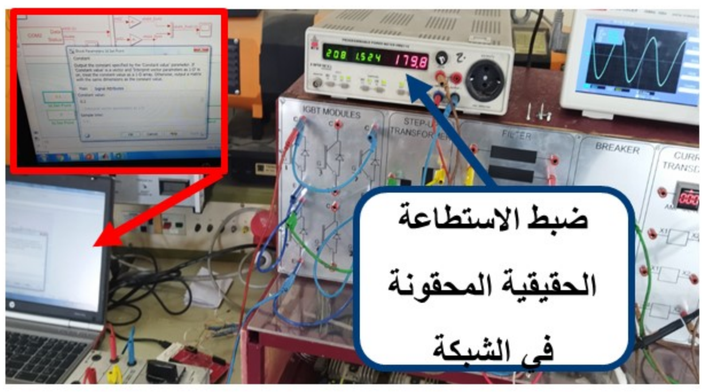
المعرج التزامني



التطبيق العملي

تتوج البحث بتنفيذ المعرج المربوط إلى الشبكة العامة عملياً باستخدام التحكم في الزمن الحقيقي بنمط مضيف-هدف وذلك بعد تنفيذ دارتي الاستطاعة والقيادة وصولاً لتجهيزة مخبرية خاصة بالمعرجات المربوطة إلى الشبكة العامة، وتم ضبط قيمة الاستطاعة الحقيقية والردية المحقونة في الشبكة





النتائج والمناقشة

تعمل أنظمة المعرجات المربوطة إلى الشبكة العامة على توليد إشارة توتر مماثلة ومطابقة لإشارة توتر الشبكة وتستمر في ملاحقة هذه الإشارة مهما تغيرت قيمة التوتر والتردد وبالتالي يمكن إغلاق قاطع التزامن مباشرة في أي لحظة زمنية بخلاف المولدات التزامنية التقليدية التي ننتظر فيها لحظة التزامن

يمكن استخدام معالج الإشارة الرقمي DSP في أنظمة التحكم والمحاكاة في الزمن الحقيقي كونه يستطيع تحصيل الإشارات ومعالجة البيانات ومن ثم إرسال الأوامر ضمن أزمنة صغيرة تصل إلى بضع من ميكرو ثانية فقط على عكس المعالجات التقليدية

قمنا بضبط قيمة الاستطاعة الردية المحقونة أو المستجرة من الشبكة من خلال التحكم بزاوية إزاحة التيار المراد حقنه في الشبكة

تم حقن استطاعة حقيقية في الشبكة من خلال خلق زاوية إزاحة بين موجة التوتر المولدة وموجة توتر الشبكة

المراجع

[1] Bogdan M. Wilamowski and J. david Irwin, “Power Electronics and Motor Drives”, Taylor and Francis Group, LLC, 2011.
[2] Phi-Long Nguyen, Qing-Chang Zhong, Zhenyu Ma, and Wanxing Sheng, “Self-Synchronized Synchronverters: Inverters without a Dedicated Synchronization Unit”, IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 29, NO. 2, February 2014.
[3] Tomas Hornik and Qing-Chang Zhong, “Control Of Power Inverters in Renewable Energy And Smart Grid Integration”, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication and IEEE Press, First edition 2013.
[4] Daniel Zammit, Cyril Spiteri Staines, Maurice Apap and John Licari, “Design of PR Current Control with Selective Harmonic Compensators Using Matlab”, Journal of Electrical Systems and Information Technology - January 2017.
[5] Vlado B. POROBIC, Evgenije M. ADZIC and Milan R. RAPAIC, “HIL Evaluation of Control Unit in Grid-Tied Converters”, THERMAL SCIENCE, Vol. 20, Year 2016.
[6] Ziad Al - Sakka “Active Filters in Electrical Grid”, PHD Thesis at University of Damascus, Faculty of Mechanical and 2008.
And many others .....