جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الطاقة الكهربائية

المعرجات متعددة السويات في الأنظمة الكهروضوئية المتصلة مع الشبكة
Multi-Level Inverter In Grid Connected Photo-Voltaic Systems

إعداد المهندس رامي إبراهيم عبد الكريم

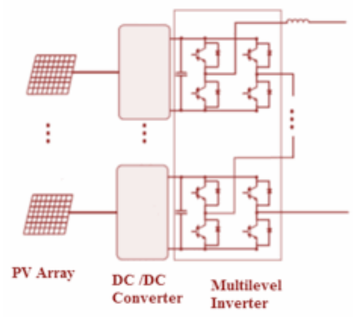
الأستاذ الدكتور المهندس عباس صندوق الأستاذ المساعد الدكتور المهندس رائد الشرع

الملخص

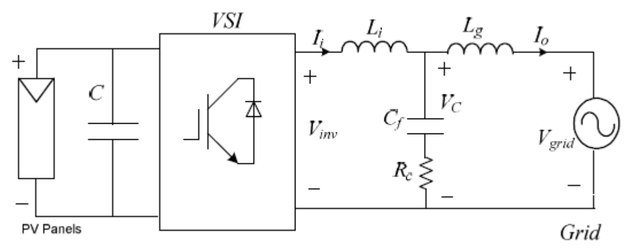
تبحث هذه الدراسة في أداء معرج خماسي السويات جسري تعاقبي مع مقطع دفع جذب Push-Pull converter ومقطع رفع DC-DC وهو Boost converter. إذ يكون خرج مقطع الرفع هذا ثابتاً وهو 48 V مهما تغير الإشعاع الشمسي، وذلك بتعديل عامل الدور Duty cycle تلقائياً وفق خرج الألواح الكهروضوئية، كما صمم مرشح LCL لوصل المعرج المقترح مع الشبكة باستخدام برنامج Matlab/Simulink. وفي النهاية صُمم نموذج مخبري عملي لمعرج جسري خماسي السويات باستطاعة 1KVA، ودُرست النتائج العملية كافة وحُللت وقورنت بنتائج الدراسة النظرية والنمذجة.

القسم النظري

بدأت الدراسة النظرية بدراسة مرجعية للمعرجات الجسرية، بعدها تم البحث في أنواع المعرجات المتعددة السويات، ومن ثم تم التوسع في مكونات المعرجات الجسرية:

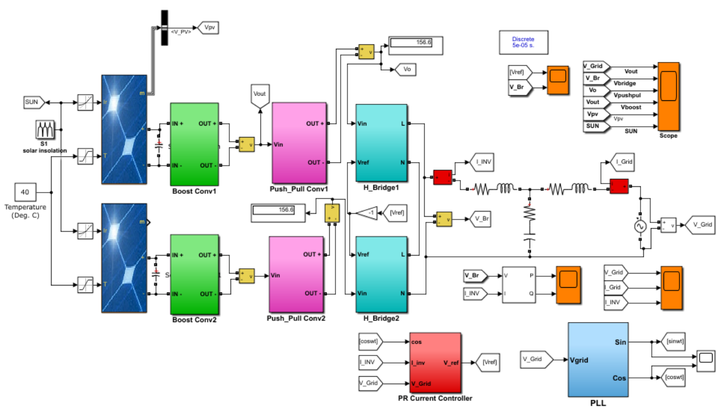


كما تم إفراد فصل خاص للتعرف على تقنيات التعديل المستخدمة للقواطع الالكترونية في المعرجات المتعددة السويات.
وفي النهاية تم شرح الأساس النظري لتقنيات ربط المعرجات الجسرية مع الشبكة، وتتم التعمق في الطريقة المقترحة للربط وهي LCL.



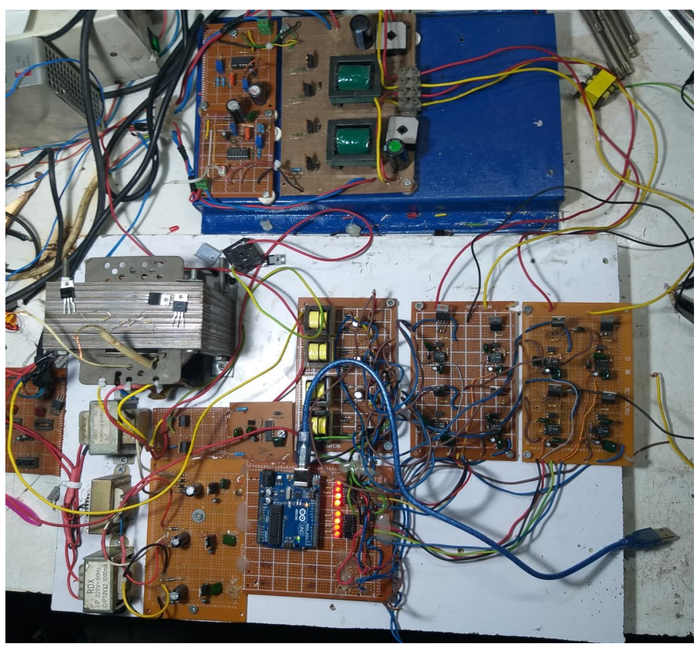
النمذجة والمحاكاة

تمت نمذجة كافة أجزاء معرج جسري متعاقب متصل مع نظام كهروضوئي وهي: المعرج – المبدل Push-Pull – مبدل رافع Boost – الألواح الكهروضوئية.
كما تضمن هذا القسم دراسة شاملة للتوافقيات لكل من النظام المقترح والمعرج التقليدي والثلاثي والسباعي، وتم أجراء مقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها من خلال بيئة Simulink/Matlab
وتم أيضاً إجراء نمذجة لربط النظام المقترح مع الشبكة، وتم توثيق النتائج كافة التي تم الحصول عليها.

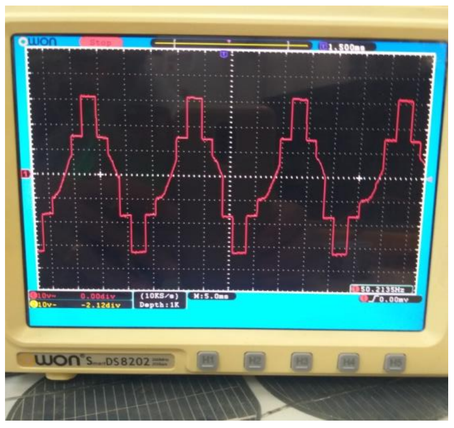


القسم العملي

تضمن هذا القسم تصميم وتنفيذ نموذج عملي لمعرج جسري خماسي السويات، إضافة إلى تنفيذ مبدل Push-Pull يؤمن رفع التوتر الناتج من الألواح الكهروضوئية إلى سويات مناسبة لعمل المعرج الجسري.
وتم عرض كافة المشاكل التي تمت مصادفتها، كما تم عرض طرق التغلب عليها ضمن متن الرسالة



النتائج والمناقشة



1. عند استخدام المعرجات متعددة السويات انخفض معدل التوافقيات انخفاضاً ملحوظاً مقارنة بالمعرج التقليدي، وهذا الانخفاض له ميزات وآثار جيدة على الأحمال الكهربائية التي تتغذى من هذه المصادر. أما عند زيادة عدد السويات من ثلاث إلى خمس فقد انخفض معدل التوافقيات أكثر وأكثر، إذ وصل إلى 25% أي بمقدار النصف عن سابقه، وأيضاً عند زيادة عدد السويات إلى سبع انخفضت التوافقيات إلى 16%.
2. عند تشغيل الجسر ووصله على الألواح الكهروضوئية، تراوح خرج الألواح من 18 V حتى 37 V، ومع ذلك كان خرج المعرج ثابتاً يساوي إلى 205 V تقريباً، وذلك عند توتر مقطع 155 V ، بعد ذلك عوير المقطع للحصول على توتر ثابت يساوي إلى 219 V تقريباً مهما تغير الإشعاع الشمسي، كما يظهر الشكل أن التردد قريب جدا من 50 Hz.

المراجع

[1] N. Thitichaiworakorn and N. Chayopitak, "Efficiency Improvement of Three-Phase Cascaded H-Bridge Multilevel Inverters for Photovoltaic Systems," International Journal of Photoenergy, vol. 2016, p. 10, 2016.

[2] E. Najafi and A. H. M. Yatim, "Design and Implementation of a New Multilevel Inverter Topology," IEEE, vol. 59, p. 7, 2012.

[3] M. M. P. Raj and S. S. M. Sundaram, "Cascaded H-Bridge Five-Level Inverter for Grid-Connected Photovoltaic System Using Proportional–Integral Controller," Measurement and Control, vol. 49(1) 33–41, p. 9, 2016.

[4] M. I. R. S.Prashanth, "Space Vector Modulation Algorithm for Multi Level Inverter," International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 4, no. 6, p. 9, 2013.

[5] K. C. V. and S. Thangavel, "Control techniques for multilevel voltage source inverters," in Power Engineering Conference, 2007. IPEC 2007. International, 2008.

[6] G. G. Pozzebon, R. Q. Machado, S. Buso and G. Spiazzi, "A Grid-Connected Multilevel Converter for Interfacing PV Arrays and Energy Storage Devices," in Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Austria, 2013.

[7] S. N. P. Vinayaka B.C, "Modeling and Design of Five Level Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter with DC/DC Boost Converter," Vinayaka B.C Int. Journal of Engineering Research and Applications, vol. 4, no. 6, p. 6, 2014.

[8] M. A.-s. A. A. M. A. Khairy Sayed, "Hysteresis Current Controlled Single phase Grid Connected PV Inverter System with LCL Filter," in MEPCON'12, Eygypt, 2012.