الكلية: الهندسة **اسم الطالب: رياض غانم عمر مهدي**

القسم:الكهرباء **اسم المشرف: أ.م.د. ربيع هاشم ثجيل**

التخصص: قدرة ومكائن **الشهادة: دكتوراه**

عنوان الرسالة او الاطروحة:

السيطرة التنبؤية على مبدّل رباعي الأرجل ثلاثي الطور

ملخص الرسالة او الاطروحة:

يعتبر المبدّل رباعي الارجل ذو مصدر الفولتية نموذجاً مطوراً للمبدّل ثلاثي الأرجل التقليدي. لقد تم استحداث هذا النوع من المبدّلات بسبب الحاجة لمبدّل يمكنه التعامل مع ومعالجة الاحمال غير المتماثلة والغير خطّية والتي تظهر في العديد من التطبيقات الصناعية.تم في هذه الاطروحة دراسة التحليل الرياضي ومبدأ عمل المبدل رباعي الأرجل. تم أستخدام تقنية SVPWMلتشغيل المبدّل عن طريق التمثيل الرياضي بأستخدام برنامج Matlab/Simulink هذا التمثيل اعتمد بشكل أساسي على نموذج الاشارة الموسع للمبدّل.تم الاخذ بنظر الاعتبار أسوء ظروف التحميل للمبدّل (حمل غير متماثل وحمل غير خطّي) وذلك للحصول على نتائج التمثيل الرياضي للمبدّل. نتائج الفحص لهذا المبدّل أثبتت فعاليته في انتاج فولتية أخراج ذات محتوى واطيء من معامل تشوه التوافقيات لفولتية الأخراج THD.

تم في هذه الأطروحة أستخدام دائرة PRDCLالتقليدية وتوظيفها للعمل مع تقنيةالسيطرة SVPWM والتي يعمل بها المبدّل لتقليل المفاقيد في مفاتيح المبدّل. إن مبدأ عمل الدائرة المقترحة يتلخص في توفير فترات قصيرة تكون فيها الفولتية عبر المبدّل مساوية للصفر (ZVC)بالتزامن مع الفترات التي يكون فيها متجه الفولتية هو المتجه الصفري (غير الفعّال)، نتيجة لذلك تتزامن عملية انتقال مفاتيح المبدّل من حالة الفتح الى الغلق وبالعكس مع فولتية مساوية للصفر عبر المبدّل مما يقلل من المفاقيد بشكل ملحوظ. توفر هذه التقنية ميزة أضافية في أن معامل تشوه التوافقيات الكلي THDلفولتية الاخراج، لايتأثر بعمل الدائرة نتيجةً لتزامن عملها مع الفترات التي يكون فيها متجه الفولتية هو المتجه الصفري غير الفعّال. كذلك تم أستخدام احمال متماثلة وغير متماثلة لتأكيد نتائج التمثيل الرياضي. بالأضافة لما تقدم فقد تم اجراء مقارنة بين عمل المبدّل مع وبدون دائرة PRDCL مع بقاء تقنية السيطرة على المبدّل SVPWM، حيث أكدت النتائج فعالية التقنية المقترحة في تقليل المفاقيد.

أخيراً، تم في هذه الأطروحة أستخدام تقنية السيطرة التنبؤية على تيار المبدّل رباعي الأرجل FCS-MPC والتي تعتمد على استخراج القيمة الأمثل لمعادلة cost function مع استخدام محددات لتيارات المبدّل رباعي الأرجل كأسلوب وتوجه جديد للسيطرة على تيارات الأخراج لهذا المبدّل، حيث تقوم الخوارزمية المصممة لهذه التقنية بأنتخاب حالات التشغيل الأمثل للمبدّل والتي توفر اقل فرق بين قيم التيارات المرجعية ومثيلاتها من التيارات التنبؤية، ومن ثم تسليط ايعازات السيطرة المتعلقة بحالات التشغيل اعلاه على مفاتيح المبدّل. تم اجراء مقارنة بين تقنية السيطرة التنبؤية المقترحة وبين تقنية SVPWM ولنفس ظروف التحميل، حيث أظهرت النتائج تفوق التقنية الجديدة من خلال تقليل معامل تشوه التوافقيات الكلي THDلفولتية الاخراج.كذلك تم الأخذ بنظر الأعتبار ظروف تحميل مختلفة لتأكيد وثوقية وفعالية التقنية الجديدة، حيث كانت نتائج التمثيل الرياضي وفي كل ظروف التحميل بما فيها التغيير المفاجيء للحمل تشير الى ان تيار الحمل يتبع وبشكل دقيق التيار المرجعي العائد له وبدون اي انحراف.

College: Engineering **Name of student: Riyadh Ghanim Omar**

Dept.: Electrical Eng. **Name of Supervisor: Assist. Prof. D. Rabee' Hashim Thejel**

Certificate: Ph.D. **Specialization: Power and Machine**

Title of Thesis:

Predictive Control of Four-leg Three-phase Inverter

Four-leg voltage source inverter represents an appropriate development for the traditional three-leg inverter. This type of inverters is presented by the need to deal with the unbalanced and non-linear loads, where these loads appear in many industrial fields. Theoretical analysis and operation principles for the inverter are presented first. A Matlab/Simulink model is presented using Space Vector Pulse Width Modulation SVPWM technique, this structure is based on the large signal model of the inverter. The simulation results for the worst load conditions scenario (unbalanced linear and non-linear) are obtained. Observation of the continuity of the fundamental inverter output voltages vector in stationary coordinates is detected for better inverter performance. The testing of the proposed inverter model proves its effectiveness to produce output voltages under various load conditions with lower total harmonic distortion THD.

In this work, a traditional Parallel Resonant DC Link (PRDCL) circuit is employed to produce soft switching for the SVPWM four-leg Voltage Source Inverter (VSI). The presented circuit provides a short period of zero voltage across the inverter during the zero-vector occurrence. The transition between the zero and the active vectors is accomplished at Zero Voltage Condition (ZVC), the circuit action reduces the switching loss significantly. Moreover, the inverter output voltage THD is not affected by the circuit operation. This is due to the simultaneous occurrence of the zero voltage periods and the zero-vector (non-active) periods. To confirm the simulation results, balanced and unbalanced loads are considered. In addition, the SVPWM with symmetrically aligned technique is used to compare the hard and the soft switching inverters, the results prove the validity of the presented technique with observed reduction in switching loss. Finally, a Matlab/Simulink model for the Finite Control Set Model Predictive current Control FCS-MPC based on cost function optimization, with current limit constraints for four-leg VSI is presented in the thesis, as a new control algorithm. The algorithm selects the switching states that produce minimum error between the reference currents and the predicted currents via optimization process, and apply the corresponding switching control signals to the inverter switches. Comparison is made between the SVPWM and the FCS-MPC control strategies for the same load conditions, the results show the superiority of the new control strategy with observed reduction in inverter output voltage THD. Different load conditions are considered to demonstrate the robustness and effectiveness of the presented model of the predictive control algorithm. The simulation results in all load conditions even with sudden change in load, show that the load current track and match its reference without deviations or overshoots.