الملخص

يعالج هذا المشروع التحدي الجوهري المتمثل في الحفاظ على استقرار شبكة الطاقة الكهربائية في ظل الضغوط الناتجة عن دمج مصادر الطاقة المتجددة المتقطعة ومتطلبات الأحمال الديناميكية المتغيرة. الهدف الأساسي للمشروع هو تصميم ومحاكاة وتنفيذ عاكس أحادي الطور متصل بالشبكة (Single-phase Grid-tied Inverter) قادر على التحكم في القدرة الفعالة وغير الفعالة للتخفيف من مشاكل ارتفاع الجهد (Overvoltage). يتميز النظام توبولوجيا القنطرة الكاملة (Full-bridge) التي يتم التحكم فيها بواسطة متحكم دقيق من نوع STM32، باستخدام تقنية تعديل عرض النبضة الجيبي (SPWM) واستراتيجية تحكم في التيار مغلقة الحلقة (Closed-loop current control).

تم إجراء دراسة حالة واقعية باستخدام برنامج CYME لتحديد نقاط ارتفاع الجهد الحرجة في الشبكة، مما أكد ضرورة استخدام وظائف العاكس الذكي مثل التحكم في الجهد عن طريق القدرة غير الفعالة .Q(V) تم التحقق من منطق التحكم من خلال عمليات المحاكاة باستخدام برنامج LTspice، والتي أكدت تشغيل النظام عند معامل قدرة موحد (Unity P.F.) مع انخفاض في التشوه التوافقي. من الناحية العملية، تم تجميع نموذج أولي للأجهزة يتضمن دوائر استشعار وقيادة بوابة معزولة جلفانياً. وقد أثبتت النتائج التجريبية قدرة المتحكم الدقيق على توليد إشارات تحكم دقيقة ومتزامنة مع الشبكة، مما يرسخ الأساس لبناء عاكس ذكي قوي قادر على تعزيز مرونة الشبكة الكهربائية.

الكلمات المفتاحية: العاكس المتصل بالشبكة، استقرار شبكة الطاقة، التحكم في الطاقة الفعالة وغير الفعالة، التخفيف من الجهد الزائد، وحدة التحكم الدقيقة STM32، محاكاة CYME، محاكاة LTspice.