

The Use of Intelligent Control Algorithms in Photovoltaic Maximum Power Point Tracking Devices

Abstract

The main objective of this thesis is to improve the performances of fuzzy logic control (FLC) technique used in photovoltaic (PV) power plants for maximum power point tracking (MPPT). Artificial neural network (ANN) and genetic algorithms (GA) were used to improve the performances of FLC technique. The new proposed FLC techniques for PV MPPT were simulated and compared with the conventional perturb and observe (P&O) technique using Matlab/Simulink package. The used comparison criteria were: the rise time (t_r), the tracking accuracy of the output power, and the energy yield.

The first proposal was to use GA to choose, for a FLC with five triangular symmetrical membership functions (MF), the optimal setting values of its MF. Also, GA was used to choose the optimal setting values of MFs for FLCs with five and seven asymmetrical MFs of triangular and generalized-bell shapes.

The second proposal was to use the ANN to estimate the MPP voltage (V_{mpp}) of a PV module under various weather conditions and to drive accordingly the FLC in order to track the PV modules' MPP.

The third proposal is a new hybrid MPPT algorithm for partial shading conditions of PV modules. This new algorithm is a mix of FLC algorithm and P&O algorithm. P&O starts the MPPT and, when operating point is close to the MPP, FLC algorithm takes over the control.

Finally, an experimental model for a stand-alone PV system with an "Arduino" MPPT controller was developed to verify the efficiency of different MPPT algorithms at various external request conditions for PV system.

Utilizarea algoritmilor de control inteligent în dispozitivele fotovoltaice de urmărirea a punctului de putere maximă

Rezumat

Obiectivul principal al acestei teze este îmbunătățirea performanțelor tehnicii de comandă cu logică fuzzy (CLF) folosită în centralele electrice fotovoltaice (FV) pentru urmărirea punctului de putere maximă (UPPM). Rețelele neurale artificiale (RNA) și algoritmi genetici (AG) se folosesc pentru îmbunătățirea performanțelor tehnicilor CLF. Noile tehnici CLF propuse pentru UPPM în centralele FV au fost simulate și comparate cu tehnica convențională "perturbă și observă" (P&O), folosind pachetul de programe Matlab/Simulink. Criteriile de comparare folosite au fost: timpul de acces (t_r), acuratețea urmării puterii furnizate și energia recoltată.

Prima propunere a fost utilizarea AG pentru alegerea valorilor caracteristice optime ale funcțiilor de apartenență (FA) pentru o CLF cu cinci FA triunghiulare simetrice. De asemenea, AG au fost folosiți pentru alegerea valorilor caracteristice optime ale funcțiilor de apartenență pentru CLF-uri cu cinci sau șapte FA asimetrice cu forme triunghiulare sau de clopot.

A doua propunere a fost folosirea RNA pentru estimarea tensiunii PPM (V_{MPP}) la un modul FV în condiții climatice variabile și pentru realizarea corespunzătoare a CLF pentru urmărirea PPM al modulelor FV.

Cea de a treia propunere este un nou algoritm hibrid de UPPM pentru condiții de umbră parțială a modulelor FV. Acest nou algoritm este o combinație între algoritmul CLF și algoritmul P&O. Algoritmul P&O declanșează UPPM și apoi, când punctul de funcționare ajunge în apropierea PPM, urmărirea este preluată de CLF.

În final, a fost realizat un model experimental de sistem FV autonom în care se folosește un controler "Arduino" pentru implementarea algoritmilor UPPM în vederea verificării eficienței lor în diverse condiții de solicitări externe ale sistemului FV.