

Projekt:

Višekriterijsko upravljanje vjetroagregatom

**Provođenje prve faze ispitivanja u Laboratoriju za obnovljive
izvore energije na FER-u**

Vlaho Petrović

Vedran Bobanac

Mate Jelavić

Nedjeljko Perić

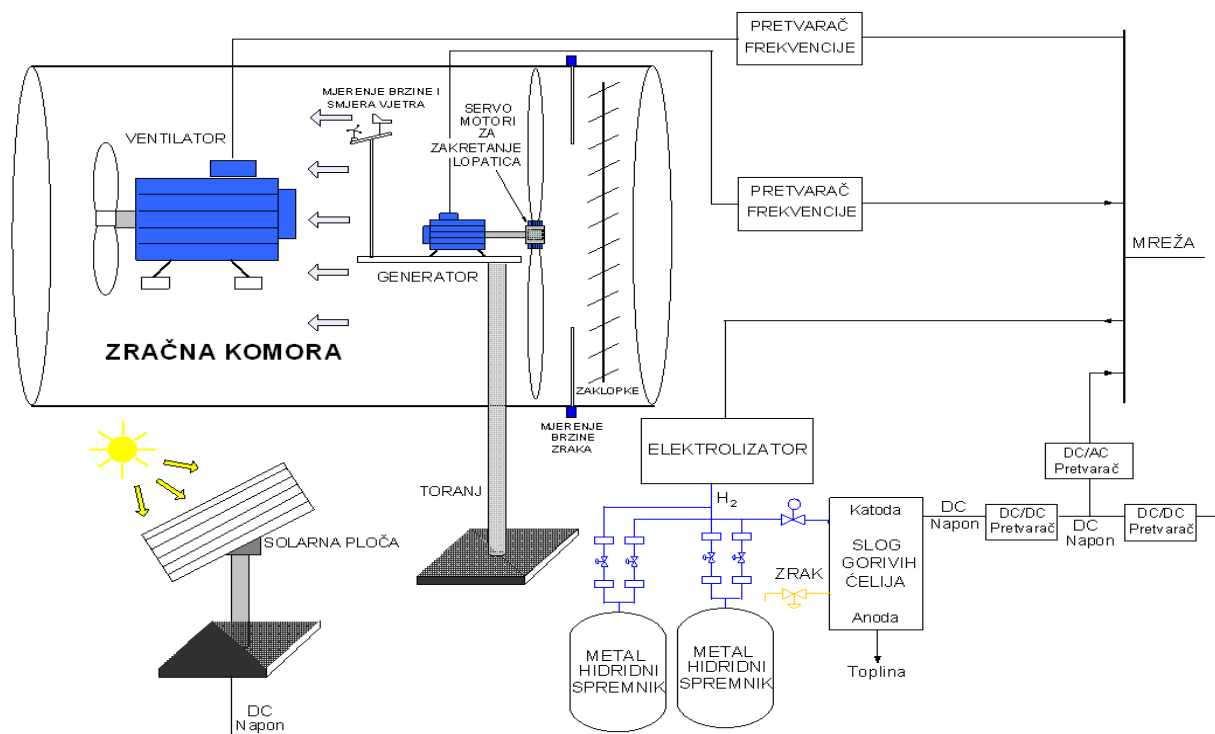
Zagreb, listopad 2009.

1. Uvod

U ovom izvještaju opisane su glavne komponente i prva faza ispitivanja sustava upravljanja laboratorijskim vjetroagregatom u Laboratoriju za obnovljive izvore energije na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu.

2. Opis laboratorijskog postrojenja

U Laboratoriju za obnovljive izvore energije na FER-u istraživanja će se fokusirati na tri glavna područja: korištenje energije vjeta, energija Sunca te pohranjivanje energije u gorivnim člancima (vodikova tehnologija). Na slici 1. prikazana je načelna struktura laboratorija.



Slika 1. Načelna struktura laboratorijskog postrojenja

U nastavku će biti opisan dio laboratorija namijenjenog za proučavanje energije vjeta. Riječ je o laboratorijskom vjetroagregatu smještenom u zračnom tunelu, kao što je prikazano slikom 2. Laboratorijski vjetroagregat ima nazivnu snagu 300W te nazivnu brzinu vrtnje 240 o/min. Važno je istaknuti da je vjetroagregat projektiran kao umanjena verzija vjetroagregata iz megavatne klase, tj. zadržana su sva bitna svojstva. Elektromehanički moment generatora moguće je mijenjati preko frekvencijskog pretvarača. Također, svaka lopatica ima istosmjerni servo motor pomoću kojeg je moguće lopaticu zakretati oko njezine uzdužne osi. Upravljanje vjetroagregatom pomoću elektromehaničkog momenta generatora i zakretanja lopatica, predstavlja standardno rješenje kod modernih vjetroagregata iz megavatne klase. Vjetar koji pokreće vjetroagregat moguće je generirati pomoću ventilatora smještenog na jednom kraju

zračnog tunela. Preko frekvencijskog pretvarača, moguće je mijenjati brzinu vrtnje ventilatora, a samim tim i brzinu vjetra u tunelu.



Slika 2. Laboratorijski vjetroatragat u zračnom tunelu

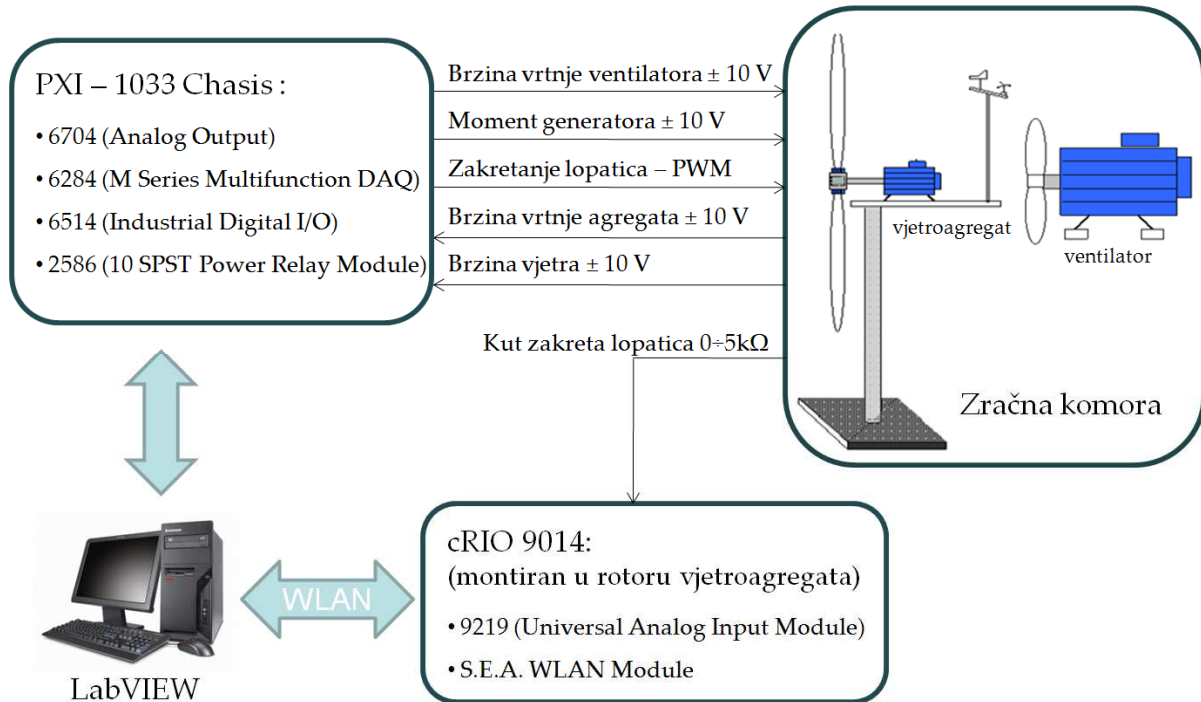
3. Opis sustava upravljanja laboratorijskim vjetroatragatom

Upravljanje laboratorijskim postrojenjem obavlja se programskim alatom LabVIEW (engl. *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) instaliranim na osobnom računalu. Na računalu se obavlja obrada mjernih signala te izvođenje regulacijskih algoritama dok se prikupljanje i generiranje električnih signala obavlja u namjenskom ulazno/izlaznom sklopovlju koje također proizvodi National Instruments. Načelna struktura upravljanja vjetroatragatom prikazana je slikom 3.

Oprema za generiranje i prikupljanje signala može se podijeliti na dva dijela. Prvi dio obuhvaća NI PXI-1033 kućište koje služi za komunikaciju između osobnog računala i izlazno/ulaznih modula. Unutar PXI-1033 kućišta, korišteni su sljedeći moduli:

- Modul analognog izlaza PXI-6704 – koristi se za zadavanje brzine vrtnje ventilatora i elektromehaničkog momenta generatora vjetroatragata odgovarajućim frekvencijskim pretvaračima.
- Multifunkcionalni modul za prikupljanje podataka serije M PXI-6284 – koristi se za analogne ulaze (očitanje brzine vrtnje generatora, položaja rotora, brzine vjetra...), ali i za generiranje triju nezavisnih PWM (engl. *Pulse Width Modulation*) signala za zakretanje lopatica.

- Industrijski ulazno/izlazni digitalni modul PXI-6514 – koristi se za prikupljanje digitalnih signala koji prikazuju trenutno stanje sustava (ventilator spreman, ventilator radi...).
- Relejni modul PXI-2586 – koristi se za generiranje digitalnih signala za pokretanje ventilatora i generatora vjetroagregata.



Slika 3. Načelna struktura upravljanja vjetroagregatom

Drugi dio opreme koristi se za mjerenje kuta zakreta lopatica. Naime, pošto se lopatice nalaze na rotirajućem dijelu vjetroagregata, mjerenje njihovog kuta zakreta i prienos te informacije na osobno računalo predstavlja problem. Stoga se u tu svrhu koristi cRIO 9014 (engl. *Compact Reconfigurable Input/Output*) uređaj od National Instrumentsa, koji je montiran u rotoru vjetroagregata. Riječ je o uređaju namijenjenom za rad u stvarnom vremenu opremljenom FPGA (engl. *Field-Programmable Gate Array*) sklopovljem, što omogućava brz rad s ulaznim i izlaznim signalima. Kut zakreta lopatice određuje se očitavanjem otpora potencijometra ugrađenog u korijen lopatice – zakretanjem lopatice, mijenja se otpor na potencijometru. U tu svrhu je cRIO uređaj opremljen dvama univerzalnim modulima analognih ulaza 9219 koji služe za očitavanje otpora spomenutih potencijometara. Također se koristi i S.E.A. WLAN modul koji služi za bežično povezivanje cRIO uređaja s osobnim računalom korištenjem WLAN protokola.

Kao što je oprema podijeljena u dvije cjeline, tako možemo i upravljački program rastaviti u dvije cjeline. Prva se odnosi na cRIO, koji se nalazi u rotoru vjetroagregata. Naime, unutar cRIO uređaja izvršava se program neovisno o programu na osobnom računalu. Taj program u beskonačnoj petlji očitava vrijednosti otpora koji odgovaraju vrijednosti kuta zakreta lopatica i lokalno pohranjuje ih u odgovarajuće varijable.

Druga cjelina se odnosi na upravljački program koji se izvršava na osobnom računalu. Unutar tog programa je realizirano prikupljanje i generiranje signala na modulima unutar

PXI-1033 kućišta te bežična komunikacija s cRIO 9014 uređajem s ciljem očitavanja trenutnog kuta zakreta lopatica (odnosno odgovarajućeg otpora). Drugim riječima, svi algoritmi za upravljanje vjetroagregatom trebaju biti realizirani unutar ovog programa. Također, unutar tog programa realizirano je i grafičko sučelje čovjek-stroj koje prikazuje glavne mjerene veličine procesa te omogućava korisniku interakciju s procesom, npr. uključivanje i isključivanje postrojenja ili ručno postavljanje određenih vrijednosti.

4. Ispitivanje postrojenja

Unutar prve faze ispitivanja u Laboratoriju za obnovljive izvore energije, implementirani su upravljački programi za komunikaciju osobnog računala s postrojenjem te su ispitani sljedeći podsustavi postrojenja:

- Ispravnost sigurnosnog tipkala za isključivanje postrojenja u slučaju nedozvoljenog stanja;
- Pokretanje ventilatora i zadavanje željene brzine vrtnje;
- Pokretanje generatora vjetroagregata te zadavanje željenog elektromehaničkog momenta;
- Rad generatora vjetroagregata u motorskom i generatorskom režimu;
- Komunikacija s cRIO uređajem u rotoru vjetroagregata;
- Zakretanje lopatica vjetroagregata;
- Ispravnost digitalnih signala za dojavljivanje stanja u kojem se nalazi postrojenje.
- Vladanje sustava upravljanog u zatvorenom krugu uz osnovnu regulacijsku strukturu.

Navedena ispitivanja fokusirala su se na utvrđivanje ispravnosti i sigurnosti postrojenja te identifikaciju njegovih parametara. Snimljeni parametri postrojenja koristi će se za izradu detaljnog modela postrojenja u simulacijskom alatu koji će poslužiti za projektiranje naprednih algoritama upravljanja. Ispitivanje naprednih algoritama upravljanja vjetroagregatom u laboratoriju planirano je za naredne faze projekta. Pritom te će se postojeći upravljački program proširivati što mu njegova modularna izvedba dozvoljava.

5. Zaključak

U ovom izvještaju dan je kratki pregled sustava upravljanja laboratorijskim vjetroagregatom u Laboratoriju za obnovljive izvore energije na Fakultetu elektrotehnike i računarstva. Također je opisana i prva faza ispitivanja u Laboratoriju, koja obuhvaća ispitivanje podsustava postrojenja te implementaciju i ispitivanje osnovnog upravljačkog programa. Provedena prva faza ispitivanja služi kao temelj za naredne faze jer se ispitivanje pojedinih upravljačkih algoritama u narednim fazama može postići proširivanjem programa implementiranih u ovoj fazi. Detaljan opis laboratorijskog postrojenja, kao i prikaz rezultata ispitivanja objavit će se u članku pod nazivom "*Wind turbine control research in the Laboratory for renewable energy sources*" prijavljenom za konferenciju European Wind Energy Conference EWEC 2010.