



SISTEM ZA AUTOMATSKO ZALIVANJE USEVA I DALJINSKI NADZOR OVOG SISTEMA

AUTOMATIC SYSTEM FOR IRRIGATION AND REMOTE MONITORING

Igor Kojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – *Ovaj rad se bavi primenom automatskog zalivanja useva i daljinskim nadgledanjem sistema za navodnjavanje. Merenjem vlažnosti zemljišta pomoću senzora, kontroler poredi zadate i izmerene vrednosti, zatim nakon provere odlučuje o pokretanju i zaustavljanju pumpe za napajanje sistema vodom. Uvođenjem GSM/GPRS uređaja u ove sisteme moguće je poslati podatke od značaja na internet server gde bi se vršila obrada tih podataka i prikaz istih. U ovom radu prikazano je jedno od rešenja automatskog zalivanja.*

Ključne reči: *Sistemi za zalivanje, daljinski nadzor*

Abstract – *This paper deals with the use of automatic irrigation and remote monitoring of irrigation systems. By measuring the soil moisture using sensor, the controller compares the set and measured values, then after checking it decides when to start and stop the system water supply. With the introduction of GSM / GPRS devices in these systems, it is possible to send data of importance to the Internet server for processing and displaying these data. This paper presents one of the automatic irrigation solutions.*

Keywords: *Irrigation systems, remote monitoring*

1. UVOD

Tema ovog rada je automatsko zalivanje useva i daljinsko nadgledanje sistema za zalivanje. U cilju postizanja maksimalnih prinosa i kvaliteta, kroz brz i uniforman porast, i razviće gajenih useva pristupa se projektovanju sistema za navodnjavanje i njegovoj automatizaciji. U današnje vreme potreba za navodnjavanjem je neophodna za postizanje uspeha u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. Daljinsko nadgledanje sistema za navodnjavanje ima za cilj modernizaciju postojećih sistema primenom savremenih tehničkih rešenja.

Zalivanje kapaњem spada u grupu najsavremenijih metoda zalivanja. Voda se mrežom gusto razgranatih cevovoda, pod malim pritiskom, dovodi do svake biljke ili grupe biljaka vlažeći manji deo površine. Princip raspodele vode sastoji se u tome da se dovodni cevovod grana na određeni broj lateralnih cevovoda iz kojih se preko kapaljki voda doprema do biljaka.

Samohodni automatski širokozahvatni uređaji za zalivanje prema načinu kretanja mogu biti kružni i linearni. Ovi uređaji su namenjeni zalivanju velikih površina, 100 – 250 ha, bez obzira na useve koji se gaje. Oba uređaja karakteriše visoka automatizacija rada.

Svaka od ovih metoda zalivanja ima prednosti i mane, međutim upravljanim zalivanjem useva se može regulisati potrošnja vode kao i zaštita bilja od bolesti izazvanih prekomernim zalivanjem.

Da bi svaki od gore navedenih sistema bio funkcionalan, vodu je neophodno dopremiti pod pritiskom u cevovod zalivnog sistema. Dopremanje vode u cevovodni sistem se vrši pomoću unapred dimenzionisane pumpe. Potrebno je da pumpu pogoni elektromotor dimenzionisan u zavisnosti od snage pumpe. Za upravljanje elektromotorom, u ovom radu se koristi frekventni regulator. Kako bi sistem bio automatski, vlažnost zemljišta se meri sensorima za vlažnost čija se izmerena veličina šalje na programibilno logički kontroler koji na osnovu izmerenih vrednosti pokreće i zaustavlja pumpu. Nadgledanje datog sistema se putem internet aplikacije gde se prikazuju očitane vrednosti vlažnosti zemljišta kao i status rada pumpe. Da bi sistem bio funkcionalan pored izvora vode neophodan je i izvor električne energije.

2. SPECIFIKACIJA KOMPONENTI SISTEMA ZA AUTOMATSKO NAVODNJAVANJE I DALJINSKI NADZOR

U ovom poglavlju su prikazane komponente neophodne za izradu sistema za automatsko navodnjavanje i daljinski nadzor sistema. Sistem se sastoji od senzora za merenje vlage zemljišta, frekventnog regulatora, programibilno logičkog kontrolera i GSM (Global System for Mobile communication) /GPRS (General Packet Radio Service) uređaja SIM800L. Senzori se povezuju na analogne ulaze programibilno logičkog kontrolera. Digitalni izlaz programibilno logičkog kontrolera povezan je na relej čiji se normalno otvoren kontakt povezuje na kontrolni terminal frekventnog regulatora. GSM/GPRS uređaj je povezan na pinove programibilno logičkog kontrolera koji su rezervisani za serijsku komunikaciju.

2.1 Senzor za merenje vlage zemljišta

Senzori za merenje vlažnosti zemljišta mere količinu vode u zemljištu. Upotrebom ovih senzora određuje se da li je zemljište dovoljno snabdeveno vodom, tj da li je prezasićeno vodom ili je potrebno dodatno zalivanje. Izmerenu vrednost vlažnosti senzori predstavljaju na analognom izlazu, tako da za obradu podataka sa izlaza senzora je

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Gordana Ostojić.

neophodno koristiti kontroler. Senzori za vlažnosti zemljišta su najčešće realizovani kao rezistivni ili kapacitivni senzor. U ovom radu se koristi rezistivni senzor FC28 (Slika 1). Senzor se sastoji od dve sonde koje propuštaju struju kroz zemljište. Merenjem otpornosti između sonde dobija se ekvivalentna vlažnost zemljišta. Kada zemljište ima više vode, prolazi veća struja, a samim tim je otpornost manja. Kroz suvo zemljište prolazi manja struja, što znači da je otpornost veća, a samim tim izmerena vrednost nivoa vlage je manja [1].



Slika 1: Senzor vlažnosti zemljišta FC28

2.2 Frekventni regulator

Frekventni regulator je elektronski uređaj koji vrši upravljanje brzinom obrtaja i regulaciju asinhronih trofaznih motora. Brzina motora je proporcionalna frekvenciji izlaznog napona regulatora. Frekventni regulator pretvara mrežni napon u izlazni napon željene frekvencije koji utiče na brzinu elektromotora.

U ovom radu za pokretanje trofaznog elektromotora i podešavanje brzine se koristi frekventni regulator proizvođača Santerno. Uređaj je prikazan na slici 2.



Slika 2. Frekventni regulator Santerno Sinus M

2.3 Programibilno logički kontroler

Programibilni logički kontroler (PLC) postao je neizostavni uređaj u industrijskim sistemima.

Arduino Uno je univerzalni kontroler zasnovan na Atmel tehnologiji. Sastoji se od razvojne ploče sa ulaznim i izlaznim konektorima kao i USB (Universal Serial Bus) konekciju za napajanje i serijsku komunikaciju. Programiranje uređaja se izvodi pomoću besplatnog razvojnog okruženja u jeziku sličnom C programskom jeziku. Dostupni su hardveri koji se mogu povezati sa ovim kontrolerom. Na slici 3 je prikazan Arduino Uno kontroler [2].



Slika 3. Arduino Uno kontroler

2.4 GSM/GPRS uređaj

SIM 800L je multifunkcionalan uređaj koji se koristi za daljinsku razmenu podataka. Nema mogućnost za direktno upravljanje sistemom, ali je u potpunosti kompatibilan sa Arduino kontrolerima.

SIM800L poseduje GSM i GPRS modul za slanje i primanje podataka. Podržava GPRS transakcije, slanje i primanje SMS (Short Message Service) poruka [3].

2.5 Izvori napajanja

Izvori jednosmernog napona predstavljaju neophodni deo svakog elektronskog uređaja. Kvalitet jednosmernog napajanja je od suštinskog značaja za pouzdan rad uređaja. Zadatak izvora napajanja je da naizmenični napon iz mreže pretvori u jednosmerni, svodeći pri tome njegovu amplitudu na željeni nivo, kao i da takav jednosmerni napon učini dovoljno stabilnim u smislu imunosti na varijacije mrežnog napona i šumove. Pored toga, savremeni izvori napajanja omogućavaju i regulaciju izlaznog jednosmernog napona, odnosno podešavanje njegove amplitude, smanjenje osetljivosti na promenu temperature, kao i dodatno filtriranje. Kao osnovni blokovi izvora napajanja, mogu se razlikovati transformator, ispravljač, filter i stabilizator napona. Takođe, izvor napajanja mora da obezbedi električnu izolaciju između ulaza i izlaza, kao i zaštitu od preopterećenja.

3. MODBUS PROTOKOL

Modbus je serijski protokol višeg reda razvijen 1979. godine od strane kompanije Medicon.

Od tada postaje standard u industrijskim komunikacijama između uređaja i u SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) aplikacijama. Modbus je master-slave tipa. Dozvoljava na komunikacionoj liniji jedan master i do 246 slave uređaja. Za fizički prenos podataka koristi interfejs kao što su RS232, RS485, kao i Modbus / Ethernet protokol [4].

Razvijena su tri tipa Modbus protokola :

1. Modbus / RTU - poruka se sastoji od binarnih bajtova
2. Modbus ASCII – poruka se sastoji od ASCII karaktera
3. Modbus TCP / IP – poruka se ugrađuje u standardni TCP / IP okvir

Kako jedan uređaj može biti i prijemnik i predajnik, postoje tri načina fizičkog prenosa podataka :

1. Simplex - dozvoljava prenos podataka u jednom smeru gde je jedan uređaj predajnik, a drugi prijemnik
2. Half – duplex – predajnik i prijemnik mogu vršiti predaju i prijem podataka, ali ne istovremeno
3. Full – duplex – obezbeđuje istovremeni prenos podataka, jer za svaki smer prenosa podataka postoji posebna komunikaciona linija

4. SISTEM ZA AUTOMATSKO NAVODNJAVANJE I DALJINSKO NADGLEDANJE SISTEMA

U ovom poglavlju je prikazan način povezivanja komponenti, kao i algoritmi pojedinačnih delova sistema.

4.1 Povezivanje komponenti

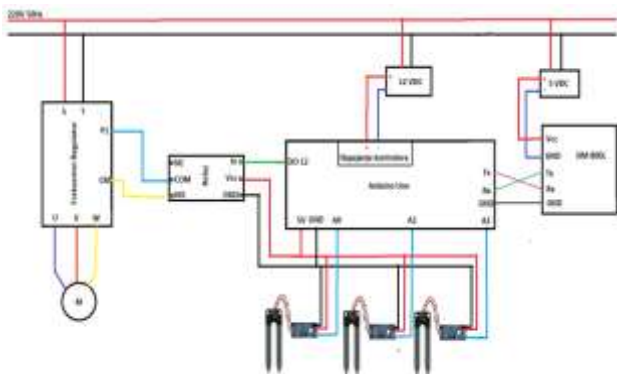
Sistem se sastoji od međusobno povezanih komponenti prikazanih na slici 4. Napon napajanja frekventnog regulatora je mrežni napon 220V 50Hz koji je povezan na S i T terminale. Na izlazne terminale frekventnog regulatora (U,V,W) povezan je trofazni elektromotor koji pokreće pumpu.

Kako je napon napajanja kontrolera 12 VDC, neophodno je mrežni napon pretvoriti u jednosmerni napon 12VDC pomoću jednosmernog izvora napajanja. Na analogne ulaze kontrolera (A0,A1,A2) dovedeni su signalni izlazi senzora, dok je napajanje senzora izvedeno sa kontrolera (5V, GND). Digitalni izlaz kontrolera (DO 12) povezan je na signalni kontakt releja. Normalno otvoren i zajednički kontakt releja su povezani na kontrolni terminal frekventnog regulatora (P1, CM).

Obzirom da GSM/GPRS uređaj SIM800L prilikom traženja mreže povlači struju od oko 700mA, što u zbiru sa ostalim komponentama povezanih na kontroler iznosi preko 1A, što može dovesti do oštećenja kontrolera, GSM/GPRS uređaj je povezan na poseban jednosmerni izvor napajanja 5 VDC.

Serijska komunikacija između kontrolera i SIM800L se ostvaruje unakrsnim povezivanjem prijemnih i predajnih pinova. Tako je predajni pin kontrolera(Tx) povezan na prijemni pin(Rx) GSM/GPRS uređaja, a prijemni pin kontrolera povezan na predajni pin GSM/GPRS uređaja.

Za serijsku komunikaciju je potrebna i referentna tačka, tako su masa kontrolera i masa GSM/GPRS uređaja međusobno spojene.



Slika 4. Povezivanje komponenti

Za upravljenje programibilno logičkog kontrolera frekventnim regulatorom nameću se dva rešenja:

- upravljenje preko serijske Modbus RTU komunikacije
- upravljanje preko upravljačkog terminala regulatora

4.2 Algoritam automatskog zalivanja

Očitavanje senzora i provera očitanih vrednosti svih senzora se vrši ciklično. Ukoliko je izmerena vlažnost zemljišta manja od zadate vrednosti vlažnosti na bilo kom od senzora, pokreće se frekventni regulator koji pogoni elektromotor pumpe, tako što kontroler postavlja digitalni izlaz na logičku jedinicu kojim se zatvara strujno kolo na kontrolnom terminalu frekventnog regulatora pomoću releja.

Dostizanjem zadate vrednosti vlažnosti zemljišta na bilo kom od senzora, zaustavlja se frekventni regulator, tako

što kontroler postavlja logičku nulu na digitalni izlaz, čime je završen jedan ciklus navodnjavanja.

4.3. Algoritam slanja podataka

Kako bi podaci sa senzora i statusa rada pumpe bili skladišteni na internet serveru, neophodno je da kontroler pošalje AT komande preko serijske komunikacije GSM/GPRS uređaju SIM800L. Slanje komandi se vrši nakon zadatog vremenskog intervala. Nakon isteka zadatog vremenskog intervala GSM/GPRS uređaj prikuplja trenutne podatke od senzora i statusa rada pumpe, vrši konekciju na mrežu i šalje podatke na internet server, gde se vrši obrada pristiglih podataka.

4.4 Algoritam web aplikacije

PHP (Hypertext Preprocessor) je specijalizovan skriptni jezik namenjen za izradu dinamičkih i interaktivnih web sadržaja na strani servera. PHP kod se pokreće između zahtevane stranice i web servera. PHP ne čuva podatke u sebi, pa je za to potrebna baza podataka. Baza podataka koja je u potpunosti kompatibilna sa PHP-om je MySQL(Structured Query Language). [5]

Internet aplikacija, koja je razvijena u ovom radu, se sastoji od klijentskog i serverskog dela. Serverski deo aplikacije služi za izvlačenje pristiglih podataka iz URL (Uniform Resource Locator) adrese pomoću PHP funkcije \$GET[] i čuvanje podataka u bazi podataka. Nakon prikupljanja pristiglih podataka, otvara se konekcija sa bazom podataka. Ukoliko je konekcija sa bazom podataka neuspešna, vrši se obrada greške. U slučaju uspešne konekcije sa bazom podataka, SQL komandama se unose podaci u bazu podataka.

Klijenski deo aplikacije služi za prikaz svih podataka iz baze. Otvaranjem konekcije sa bazom podataka, čitaju se svi podaci i prikazuju na UI-u (User Interface).

Obrada greške na serverskoj i klijentskoj strani ogleda se u prikazu obaveštenja korisniku na korisničkom interfejsu u vidu poruke da konekcija na bazu nije uspešna. U slučaju neuspešne konekcije na bazu podataka na klijentskoj strani, osvežavanjem internet stranice ponovo se vrši pokušaj konekcije na bazu podataka, dok se ponovni pokušaj konekcije na serverskoj strani vrši nakon slanja novih podataka sa GSM/GPRS uređaja.

5. ZAKLJUČAK

Kontrolisano zalivanje useva, kao i nadzor ovih sistema putem interneta, korišćenjem savremenih tehnologija, podstaklo je izradu ovog rada. Merenjem vlažnosti zemljišta pomoću senzora, kontroler poredi zadate i izmerene vrednosti, zatim nakon provere odlučuje o pokretanju i zaustavljanju pumpe za napajanje sistema vodom.

Nadzor i upravljanje savremenim sistemima za zalivanje se najčešće vrši pomoću SMS poruka. Uvođenjem GSM/GPRS uređaja u ove sisteme moguće je poslati podatke od značaja na internet server gde bi se vršila obrada tih podataka i prikaz istih.

U ovom radu prikazano je jedno od rešenja automatskog zalivanja. Prikazani sistem je u potpunosti funkcionalan i testiran.

Uočena mana sistema se ogleda u tome da, ukoliko je sistem postavljen na usevima blizu državnih granica, postoji mogućnost da prilikom inicijalizacije mreže sistem se poveže na mrežu stranog operatera što bi povećalo troškove daljinskog nadgledanja.

Proširenje sistema se ogleda u realizaciji merenja vlažnosti u više grana. Kako postoji mogućnost da na nekim delovima zemljišta dolazi do bržeg ili sporijeg upijanja vode, što uzrokuje i izloženost sunčevim zracima, dodavanjem elektromagnetih ventila na grane cevovodnog sistema čiju bi poziciju određivao kontroler, kao i više senzora na jednoj grani, navodnjavao bi se samo određeni deo zemljišta. Ovim bi se osigurala optimalna vlažnost na svim delovima zemljišta.

Korišćenjem industrijskih kontrolera povećao bi se nivo zaštite od spoljnih uticaja, kao i životni vek sistema.

Pored navedenog, proširenje klijentske aplikacije se ogleda u direktnom upravljanju sistemom, tj uključivanje i isključivanje pumpe preko klijentske aplikacije.

6. LITERATURA

- [1] FC28 Datasheet
- [2] Arduino Uno user manual
- [3] SIMCom, *SIM800_Hardware Design_V1.08*, Shangai, 2015.
- [4] Darko Marčetić, Marko Gecić, Boris Marčetić, *Programibilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici*, FTN, Novi Sad, 2014.
- [5] Hugh E. Williams, David Lane, *Web Database Applications with PHP and MySQL*, O'Railly, 2009.

Kratka biografija:



Igor Kojić rođen je u Novom Sadu 1991. god. Upisuje osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2010. godine, na smeru Mehatronika. Mater akademske studije upisuje na istom fakultetu 2015. godine, na smeru mehatronika, robotika i automatizacija. Master rad je odbranio 2018. godine.