

RAZVOJ GRAFIČKOG WEB INTERFEJSA ZA KONTROLU I PRAĆENJE PLC WEB SERVERA

Slobodan Aleksandrov¹, Jelena Erić Obućina¹, Radica Aleksandrov²

Rezime: Multidisciplinarnost u savremenim tehničkim sistemima zahteva sticanje znanja i veština iz više različitih naučnih disciplina i njihovu integraciju u jedinstven sistem. Sticanje savremenih znanja i veština iz oblasti automatike, robotike i informacionih tehnologija predstavlja preduslov za razvoj i implementaciju digitalnih tehnologija. U radu je dat prikaz modela didaktičkog sistema koji integriše savremena znanja i veštine iz oblasti: Web programiranja, računarskih mreža, senzora, aktuatora i programiranja PLC-a. Realizovani upravljački sistem omogućava daljinsko upravljanje i nadzor asinhronog motora u realnom vremenu pomoću bilo kog internet pretraživača. Mogućnost pristupa može se realizovati preko računara ili pametnih uređaja kroz WAN mrežu. Posebna pažnja posvećena je definisanju bezbednosnih mera u cilju zaštite sistema od nedozvoljenog pristupa.

Ključne reči: Didaktički sistem, PLC, HMI, programiranje, Web interfejs, Web server

DEVELOPMENT OF A GRAPHICAL WEB INTERFACE FOR CONTROLLING AND MONITORING THE PLC WEB SERVER

Abstract: Multidisciplinarity in modern technical systems requires the acquisition of knowledge and skills from several different scientific disciplines and their integration into a single system. Acquiring modern knowledge and skills in the field of automation, robotics and information technologies is a prerequisite for the development and implementation of digital technologies. The paper presents a model of a didactic system that integrates modern knowledge and skills in the areas of: Web programming, computer networks, sensors, actuators and PLC programming. The implemented control system enables remote control and monitoring of the asynchronous motor in real time using any Internet browser. The possibility of access can be realized through computers or smart devices through the WAN network. Special attention is paid to the definition of security measures in order to protect the system from unauthorized access.

Key words: Didactic system, PLC, HMI, programming, Web interface, Web server

1. UVOD

Savremeni trendovi u automatizaciji zasnivaju se na sveobuhvatnom umrežavanju upravljačkih računara, pametnih senzora i aktuatora. Modeli upravljanja koji su zasnovani na principima Industrije 4.0 imaju izuzetno značajnu ulogu u unapređivanju proizvodnih procesa, bezbednosti sistema upravljanja, održavanju, smanjenju troškova i povećanju konkurentnosti na tržištu. Za razvoj savremenih upravljačkih sistema neophodni su industrijski računari najnovije generacije i odgovarajući softver za njihovo programiranje, upravljanje i razvoj intuitivnog korisničkog interfejsa.

U ovom radu dat je prikaz razvoja didaktičkog upravljačkog sistema za kontrolu i nadzor frekventno regulisanog asinhronog motora. Za upravljanje se koristi Siemens LOGO! mini PLC (Programmable Logic Controller) sa integrisanim mrežnim modulom i Web serverom. Razvijena je HMI (Human-Machine Interface) korisnička aplikacija za grafičko upravljanje sistemom kroz LAN (Local Area Network). Prikazani didaktički sistem je realizovan industrijskim komponentama, tako da omogućava studentima sticanje praktičnih znanja i veština za dalju implementaciju u industriji i drugim oblastima primene. Ovaj sistem je razvijen u laboratoriji Akademije strukovnih studija Odsek Trstenik za realizaciju laboratorijskih vežbi iz predmeta: Programabilni kontroleri, Industrijska informatika, Mehatronički sistemi i Računarske mreže, na osnovnim i master studijama Informacione tehnologije i Proizvodno-privredno mašinstvo.

¹ Akademija strukovnih studija Šumadija – Odsek Trstenik

² Tehnička škola Trstenik, Trstenik

2. PREGLED ISTRAŽIVANJA

Primena novih komunikacionih tehnologija, računarskih upravljačkih sistema i softverskih tehnologija, teme su mnogih istraživanja. U radu autora A. Dumitrascu dat je prikaz distribuiranog sistema upravljanja navodnjavanja biljaka u uslovima staklene bašte. Sistem je zasnovan na Siemens Simatic PLC-u, HMI-u i bežičnim senzorima. Umrežavanje se zasniva na primeni standarda Profinet, MPI, AS-I bežične komunikacije. Za programiranje uređaja korišćeni su softverski paketi WinCC flexible RT i LOGO! Soft Comfort, dok je razvoj Web interfejsa zaznovan na programskom jeziku C, HTML, JavaScript i PHP [1]. Autori S. Da'na i drugi, u svom radu [2] dali su prikaz implementacije TCP/IP protokola i GSM tehnologije za daljinsko praćenje i kontrolu procesa preko PLC-a. U radu autora Cihan Sahin dr. dat je prikaz implementacije daljinskog upravljanja i nadzora web baziranog distribuiranog OPC (Open Platform Communications) sistema. Predložena arhitektura omogućava da različite arhitekture upravljanja procesima međusobno komuniciraju. Osnovne funkcije predloženog sistema implementirane su pomoću softverskog paketa Delphi [3]. Primena PID upravljanja, nadzor umreženog upravljačkog sistema u realnom vremenu baziran na softveru SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) i PLC-u, prikazana je u radu autora Dilşad Engin i dr. [4]. Sistem je namenjen za upravljanje AC motora, temperature i nivoa tečnosti u postrojenju za punjenje boca. Autor Mohamed Saban i dr. u svom istraživanju [5] su predstavili sistem za upravljanje u poljoprivredi koji je baziran na tehnologijama Interneta stvari (IoT) i Long Range (LoRa). U ovom sistemu, LoRa povezivost je integrisana sa postojećim programabilnim logičkim kontrolerima, koji se obično koriste u industriji i poljoprivredi za kontrolu višestrukih procesa, uređaja i mašina primenom Simatic IOT2040. Sistem takođe uključuje aplikaciju za praćenje hostovana na serveru u oblaku, koja obrađuje podatke prikupljene iz okruženja farme i omogućava daljinsku vizuelizaciju i kontrolu svih povezanih uređaja.

3. HARDVERSKA ARHITEKTURA DIDAKTIČKOG SISTEMA

Primena PLC-a je veoma značajna za realizaciju upravljanja u različitim granama industrije, poslovnim objektima, zgradama i kućama. Implementacijom mrežnih modula u PLC sisteme omogućava se daljinski pristup objektima upravljanja bez obzira na lokaciju korisnika i vrste uređaja za upravljanje na daljinu (računari, laptopovi, tablet računari ili pametni telefoni). Za školovanje inženjera iz oblasti elektrotehnike, mašinstva, mehatronike i informacionih tehnologija, neophodno je definisati predmete u kojima se izučava hardverska struktura PLC-a i HMI-a, senzora, aktuatora i računarskih mreža. Za implementaciju upravljačkih uređaja neophodno je definisati neophodna znanja i veštine iz programiranja PLC-a, HMI-a i Web programiranja. Od posebnog značaja je da se u toku školovanja za realizaciju laboratorijskih vežbi koristi savremena industrijska oprema i softverski paketi, kako bi studenti stekli neophodna aplikativna znanja i veštine za rad u privredi.

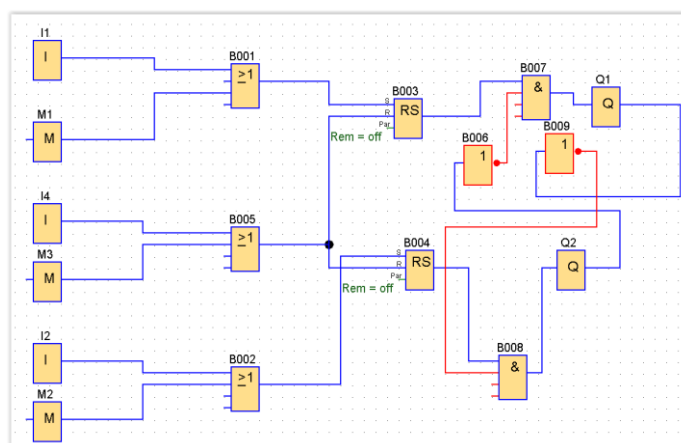
U ovom radu dat je prikaz upravljačkog didaktičkog sistema za upravljanje radom asinhronog motora pomoću Siemens LOGO! mini PLC-a sa integrisanim mrežnim modulom i Web serverom. Prikazani didaktički sistem je realizovan industrijskim komponentama, tako da omogućava studentima sticanje praktičnih znanja i veština za dalju primenu u industriji i drugim oblastima primene. Upravljački sistem sastoji se od napajanja 24 VDC, Siemens LOGO PLC-a i Siemens komunikacionog GSM/GPRS modula CMR 2020. PLC upravlja asinhronim motorom snage 0.18 kW preko frekventnog regulatora Danfoss VLT 2800 (slika 1). Na ulaze PLC-a povezani su tasteri i prekidači, dok su na izlaze PLC-a povezani upravljački ulazi frekventnog regulatora i ulazi komunikacionog modula. Pomoću tastera i prekidača vrši se startovanje i zaustavljanje motora, promena smera obrtanja motora i izbor režima rada (ručni/automatski). PLC i komunikacioni GSM/GPRS modul imaju podršku za Ethernet mrežu i preko UTP kabla povezani su na lokalni ruter (Wireless AP/Client Router TL-WR843ND 300Mbps). Za svaki modul neophodno je definisati mrežne parametre: jedinstvenu IP adresu, mrežnu masku, adresu gateway-a i DNS-a. Na ovaj način upravljački sistem je povezan na Internet mrežu, tako da postoji mogućnost daljinskog pristupa

korišćenjem internet servisa. Razvijena je korisnička aplikacija za grafičko upravljanje sistemom kroz LAN.



Slika 1 – Didaktički sistem za upravljanje asihronim motorom

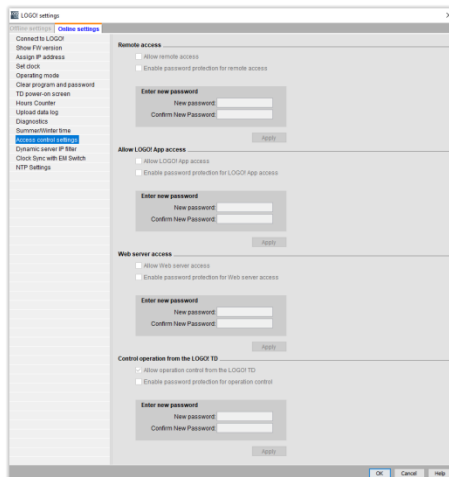
Programiranje Logo PLC-a može se vršiti korišćenjem grafičkog jezika lestvičasth dijagrama (Ladder Diagram) ili grafičkog jezika funkcijskih blok dijagrama (Function Block Diagram (FBD)). Prvi korak u programiranju predstavlja definisanje tabele ulaza/izlaza. U tabeli se definišu sve ulazne i izlazne varijable, tajmeri, brojači i neophodne memorijske varijable. Na slici 2 dat je deo programa koji je realizovan pomoću FBD. Startovanje motora u “levo” vrši se preko tastera sa adresom I1, startovanje motora u “desno” vrši se preko tastera sa adresom I2, dok se zaustavljanje motora vrši preko taster sa adresom I4. Za izbor mora rada definisan je prekidač povezan na ulazu I3. Izlazi Q1 i Q2 povezani su na ulaze frekventnog regulatora i oni vrše upravljanje radom motora i promenu smera obrtanja.



Slika 2 – Upravljački program PLC-a realizovan pomoću funkcijskih blok dijagrama

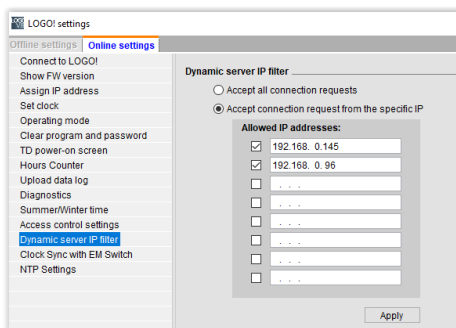
Sa ovako definisanim ulazima/izlazima omogućava se lokalno upravljanje radom motora. Za razvoj grafičke aplikacije za lokalno i daljinsko upravljanje neophodno je definisati memorijske varijable M1, M2 i M3, koje omogućavaju srartovanje, promenu smera i zaustavljanje motora preko grafičkog interfejsa.

Jedan od najznačajnijih zahteva u razvoju Web aplikacija za daljinski pristup je definisanje neophodnih bezbednosnih mera koje štite sistem od nedozvoljenog pristupa. Prvi korak predstavlja definisanje parametara PLC-a za daljinski pristup (slika3). Neophodno je dozvoliti daljinski pristup, definisati odgovarajuću šifru, dozvoliti mogućnost daljinskog pristupa preko LOGO aplikacije i odgovarajuću šifru. Pored toga neophodno je dozvoliti pristup Web Serveru PLC-a i odgovarajuću šifru i dozvoliti mogućnost pristupa preko lokalnog operacionog panela.



Slika 3 – Postavljanje parametara za daljinski pristup PLC-u

Da bi se obezbedio bezbedan daljinski pristup neophodno je definisati IP i MAC adrese mrežnih računara i uređaja preko kojih je dozvoljen pristup Web serveru PLC-a (slika 4).



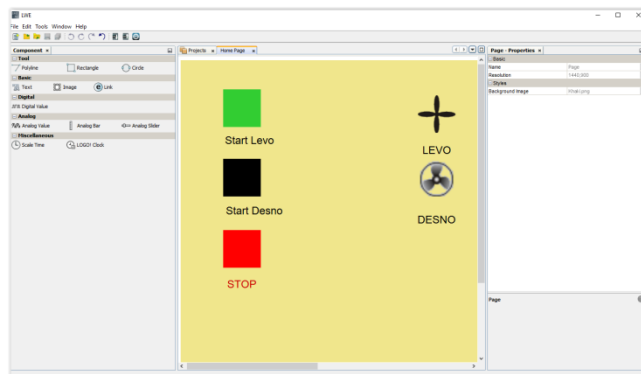
Slika 4 – Definisanje IP adresa sa kojih je dozvoljen daljinski pristup

4. RAZVOJ WEB INTERFEJSA ZA DALJINSKI PRISTUP

Za razvoj grafičkog Web interfejsa korišćeno je besplatno razvojno okruženje *Siemens LOGO! Web editor*. Ovaj editor se koristi zajedno sa softverom za programiranje PLC-a - *LOGO! Soft*. Web editor omogućava kreiranje kompletnog projekta u kome se mogu kreirati neophodne web stranice i odgovarajući linkovi. Nakon definisanja svih komponenti i grafičkih simbola, vrši se postavljanje projekta na Web servera. LOGO! Web Editor omogućava integraciju različitih komponente i varijabli. Projekat definiše web stranice i navigator. Svaka web stranica sadrži unapred definisane komponente, kao što su tekst, slike, digitalne i analogne varijable i dr. Prvi korak u razvoju projekta je definisanje početne stranice, preko koje se pristupa u web pretraživaču. Navigator predstavlja plutajuću stranicu na web lokaciji i namenjena je da pomogne korisnicima da prelaze između različitihe web stranica ili za odjavu korisnika. LOGO! Web editor sadrži nekoliko unapred definisanih komponenti za veb stranicu:

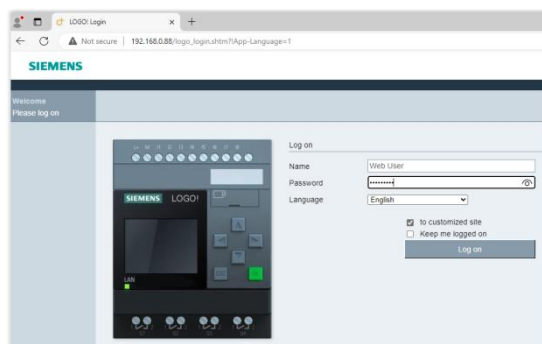
- Varijabla - element podataka za čitanje/upisivanje u PLC, kao što su: I – za digitalni ulaz, Q – za digitalni izlaz, AI – za analogni ulaz, AQ – analogni izlaz, M – memorijska varijabla i dr.
- Global Tag - globalna oznaka je pseudonim promenljive i može se povezati sa nekim komponentama.
- Tag Table - predstavlja tabelu za definisanje globalnih varijabli
- Private Tag - privatna oznaka se koristi za direktno povezivanje promenljive za komponentu

Na slici 5 dat je prikaz razvojnog web okruženja *Siemens LOGO! Web editor*. Sa leve strane kreirani su grafički elementi – tasteri za upravljanje radom motora, a sa desne strane su grafički simboli izlaza. Za svaki element moraju se definisati osobine: tip promenjive – digitalna vrednost, položaj i veličina na radnom panelu, ime varijable, tip bloka – M, broj bloka M1, definisanje efekata animacije kod aktiviranja/deaktiviranja grafičkih elemenata.



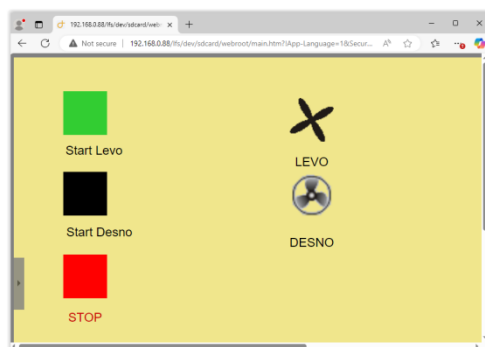
Slika 5 – Razvojno web okruženje Siemens LOGO! Web editor

Nakon kreiranja Web projekta vrši se testiranje konekcije sa LOGO PLC-om. Ako je veza uspešno uspostavljena, projekat se prenosi na Web sever PLC-a. Na slici 6 prikazan je pristup PLC-u preko web pretraživača unosom definisane IP adrese PLC-a (192.168.0.88)



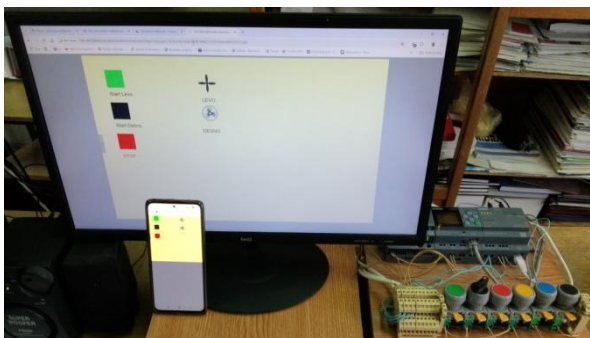
Slika 6 – Korisnički interfejs za daljinski pristup PLC-u

Web korisnik unosi korisničku i pristupa aplikaciji za daljinsko upravljanje i nadzor (slika 7).



Slika 7 – Web interfejs za daljinsko upravljanje i praćenje parametara sistema

Daljinski pristup didaktičkom upravljačkom sistemu može se vršiti sa različitih uređaja: laptop računar, tablet računar, pametni telefon i personalni računar. Na slici 8 dat je prikaz daljinskog pristupa pomoću personalnog računara i pametnog telefona.



Slika 8 – Web pristup PLC-u preko PC-a i pametnog telefona

Web interfejs i način upravljanja je potpuno isti bez obzira na vrstu uređaja kojim se vrši daljinsko upravljanje i geografskog mesta korisnika. Razvijeni didaktički upravljački sistem omogućava studentima primenu stečenih teoriskih znanja iz različitih predmeta i sticanje praktičnih veština za primenu u savremenim industrijskim sistemima.

5. ZAKLJUČAK

Primena novih tehnologija u svim oblastima primene predstavlja izazov za sve inženjere i studente. Sticanje savremenih znanja i veština iz oblasti automatike, robotike i informacionih tehnologija predstavlja preduslov za razvoj i implementaciju digitalnih tehnologija. U radu je dat prikaz modela didaktičkog sistema koji omogućava primenu multidisciplinarnih znanja iz oblasti: Web programiranja, računarskih mreža, senzora, aktuatora i programiranja PLC-a. Realizovani upravljački sistem omogućava daljinsko upravljanje i nadzor u realnom vremenu, bez obzira na geografski položaj operatera i sistema upravljanja. Mogućnost pristupa preko pametnih uređaja kroz WAN mrežu omogućava znatno veći opseg primene. Posebnu pažnju treba posvetiti zaštiti sistema od nedozvoljenog pristupa. Didaktički sistem se može proširiti dodavanjem pametnih senzora i Web kamera za vizuelno praćenje rada sistema u realnom vremenu.

6. LITERATURA

- [1] Dumitrascu, A.: *A distributed control system for greenhouse environment applications*, *Ecology and Environmental Protection*, June 2012, DOI: 10.5593/sgem2012/s20.v5002.
- [2] Da'na, S., Sagahyroon, A., Elrayes, A., Al-Ali, A.R., Al-Aydi, R.: *Development of a monitoring and control platform for PLC-based applications*, Published in *Comput. Stand. Interfaces*, March 2008, DOI:10.1016/j.csi.2007.08.008, Corpus ID: 42294215.
- [3] Sahin, C., Bolat, A.: *Development of remote control and monitoring of web-based distributed OPC system*, *Computer Standards & Interfaces* Volume 31, Issue 5, September 2009, Pages 984-993, DOI: 10.1016/j.csi.2008.09.027
- [4] Engin, D., Pinar, S., Engin, M., Candan, M.: *PLC and SCADA Based Real-Time Monitoring and Control of Networked Processes*, *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, Vol. 8 Issue 6, June – 2021, ISSN: 2458-9403.
- [5] Saban M. i dr: *A Smart Agricultural System Based on PLC and a Cloud Computing Web Application Using LoRa and LoRaWan*, *Sensors* 2023, 23, 2725. <https://doi.org/10.3390/s23052725>.
- [6] LOGO!Soft Comfort Online Help, Operating Instructions, Siemens, 2017.

[7] LOGO! Web Editor Online Help, Operating Instructions, Siemens, 2019.