

# Industrijska primjena HMI-a u lokalnim kontrolnim SCADA sustavima

---

**Damjanović, Marijan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:360264>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK****Obrazac Z1P - Obrazac za ocjenu završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju****Osijek, 29.06.2023.****Odboru za završne i diplomske ispite****Prijedlog ocjene završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju**

|   |   |
|---|---|
| <b>Ime i prezime Pristupnika:</b>   | Marijan Damjanović  |
| <b>Studij, smjer:</b>   | Preddiplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska tehnologija   |
| <b>Mat. br. Pristupnika, godina upisa:</b>  | 4808, 28.07.2020.   |
| <b>OIB Pristupnika:</b>   | 66808512042   |
| <b>Mentor:</b>  | doc. dr. sc. Goran Rozing   |
| <b>Sumentor:</b>  | dr. sc. Krešimir Miklošević   |
| <b>Sumentor iz tvrtke:</b>  |   |
| <b>Naslov završnog rada:</b>  | Industrijska primjena HMI-a u lokalnim kontrolnim SCADA sustavima   |
| <b>Znanstvena grana rada:</b>   | <b>Elektrostrojarstvo (zn. polje elektrotehnika)</b>  |
| <b>Zadatak završnog rad:</b>  | U radu je potrebno definirati standardne modele interakcije stroja i čovjeka. Klasificirati različite vrste HMI-a prema dostupnoj literaturi. Koje sve oblike HMI sučelje u industrijskoj praksi može poprimiti. Pojasniti koje se arhitekture HMI sustava najčešće koriste u lokalnim kontrolnim SCADA sustavima. Na laboratorijskom primjeru SIMATIC SIEMENS HMI MTP700 sučelja detaljno analizirati tehničke specifikacije, hardverske i softverske značajke istoga kao i njegovu primjenu kao nadograđenu komponentu laboratorijskog SCADA sustava. |
| <b>Prijedlog ocjene završnog rada:</b>  | Izvrstan (5)  |
| <b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b> | Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda<br>Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda<br>Jasnoća pismenog izražavanja: 3 bod/boda<br>Razina samostalnosti: 3 razina   |
| <b>Datum prijedloga ocjene od strane mentora:</b>   | 29.06.2023.   |
| <b>Datum potvrde ocjene od strane Odbora:</b>   | 12.07.2023.   |
| <b>Potvrda mentora o predaji konačne verzije rada:</b>  | <i>Mentor elektronički potpisao predaju konačne verzije.</i>  |
|   | Datum:  |

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 12.07.2023.

|   |   |
|---|---|
| <b>Ime i prezime studenta:</b>          | Marijan Damjanović  |
| <b>Studij:</b>                          | Preddiplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska tehnologija |
| <b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b> | 4808, 28.07.2020.   |
| <b>Turnitin podudaranje [%]:</b>        | 5   |

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Industrijska primjena HMI-a u lokalnim kontrolnim SCADA sustavima**

izrađen pod vodstvom mentora doc. dr. sc. Goran Rozing

i sumentora dr. sc. Krešimir Miklošević

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Sveučilišni studij**

**Industrijska primjena HMI-a u lokalnim kontrolnim  
SCADA sustavima  
Završni rad**

**Marijan Damjanović**

**Osijek, 2023.**

# SADRŽAJ

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>1. UVOD</b> .....   | <b>1</b>                     |
| 1.1. Zadatak završnog rada .....   | 2                            |
| <b>2. Sučelje čovjek – stroj HMI</b> .....   | <b>3</b>                     |
| 2.1. Vrste interakcije čovjek-stroj .....  | 4                            |
| 2.2. Klasifikacija HMI .....   | 5                            |
| 2.3. Arhitektura HMI.....  | 6                            |
| 2.4. Dizajn HMI.....   | 8                            |
| 2.5. Upravljanje i signalizacija.....  | 9                            |
| 2.6. Uporaba HMI .....   | 10                           |
| 2.7. HMI – SCADA .....   | 12                           |
| 2.8. Razvoj HMI .....  | 14                           |
| <b>3. Standardni modeli interakcije čovjek – stroj</b> .....                         | <b>16</b>                    |
| 3.1. WIMP.....   | 16                           |
| 3.2. MVC Controller .....  | Error! Bookmark not defined. |
| <b>4. Sučelje čovjek-stroj u lokalnim kontrolnim sustavima</b> .....                 | <b>23</b>                    |
| <b>5. SIEMENS SIMATIC MTP700 UNIFIED COMFORT PANEL 7" – 6AV2128-3GB06-0AX0</b> ..... | <b>25</b>                    |
| 5.1. Arhitektura.....  | 26                           |
| 5.2. Laboratorijski lokalni kontrolni sustav .....                                   | 29                           |
| <b>6. Zaključak</b> .....  | <b>34</b>                    |
| <b>LITERATURA</b> .....  | <b>35</b>                    |
| <b>SAŽETAK</b> .....   | <b>38</b>                    |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>39</b>                    |
| <b>ŽIVOTOPIS</b> .....   | <b>40</b>                    |

## 1. UVOD

Današnja industrija ne bi bila moguća bez automatizacije i automatiziranih sustava. Javlja se potreba za kontrolom nad cijelim postrojenjima i automatiziranim procesima bez izravnog djelovanja ljudi, kako bi se minimizirala potreba za fizičkim djelovanjem osoba.

Jedan od ključnih elemenata u ovim sustavima je sučelje čovjek-stroj (eng. Human-Machine Interface, HMI), koje omogućuje vizualizaciju, interakciju i komunikaciju između korisnika i industrijskog sustava. Može biti u obliku grafičkog prikaza, indikatora, upravljačkih elemenata i u obliku zaslona osjetljivog na dodir. U lokalnim kontrolnim SCADA sustavima, HMI je ključan pri prikupljanju podataka, nadzoru i upravljanju različitim procesima. Oni prikupljaju podatke iz senzora i uređaja, prenose ih do centralnog sustava te omogućavaju ljudima da vide trenutno stanje procesa te poduzimaju odgovarajuće akcije ukoliko je to potrebno. Inženjeri tada mogu pratiti stvarno vrijeme procesa, prikazivati podatke u obliku grafova, dijagrama ili tablica, postavljati alarme itd. Danas, SCADA sustavi i HMI koriste se u svim industrijskim postrojenjima, tvornicama, u prijenosu i distribuciji električne energije, vodovodu, robotici itd.

HMI se dijeli na funkcionalne modele, nadzorne modele i modele sučelja.

Postoje 3 vrste arhitekture HMI-a. To su adaptivno, nadzorno te distribuirano čovjek-stroj sučelje.

Dobro dizajnirano HMI sučelje ključno je za uspješnu primjenu lokalnih kontrolnih SCADA sustava. Intuitivnost, jednostavnost korištenja i brz odziv ključni su faktori za osobe koje žele uspješno upravljati industrijskim procesima. HMI se treba prilagoditi potrebama i mogućnostima korisnika, s jasnim i transparentnim prikazima podataka te jednostavnim upravljačkim elementima.

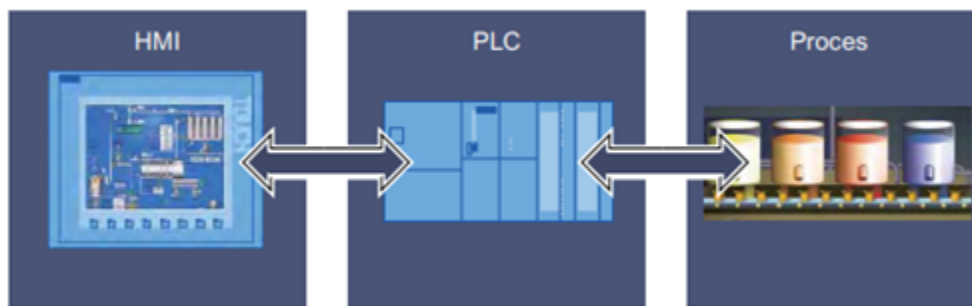
U laboratorijskom primjeru lokalnog sustava, opisivati ćemo Siemens SIMATIC MTP700 HMI uređaj i sam lokalni sustav laboratorija.

## **1.1. Zadatak završnog rada**

Zadatak ovog rada je definirati standardne modele interakcije stroja i čovjeka. Klasificirati različite vrste HMI-a, te koje sve oblike HMI sučelje u industrijskoj praksi može poprimiti. Pojasniti arhitekture HMI sustava koje se najčešće koriste u lokalnim kontrolnim SCADA sustavima. Laboratorijski primjer SIMATIC SIEMENS HMI MTP700 sučelje detaljno analizirati tehničke specifikacije, hardverske i softverske značajke istoga. Isto tako opisati laboratorijski SCADA nadzorni sustav.

## 2. Sučelje čovjek – stroj HMI

Sučelje čovjek – stroj (eng. *Human-machine interface, HMI*) je korisničko sučelje sastavljeno od hardvera i softvera, koji povezuju korisnika sa strojem, sustavom ili uređajem, preko kojeg korisnik nadzire proces, dok je postupak rada kontroliran preko PLC-a (eng. *Programmable Logic Controller, PLC*)(Slika 2.1)[1]. Može se integrirati na osobno računalo ili na dodirni zaslon sa nekim operativnim sustavom (na primjer Windows).



Sl. 2.1. Princip rada HMI-a [2]

Hardver sučelja čovjek-stroj sastoji se od mnogo integriranih krugova, poznatijih pod nazivom kontroleri čovjek-stroj sučelja. Pružaju različite upravljačke sposobnosti, od upravljanja tipkovnicom do upravljanja LED svjetla i miješanja boja. Također, sučelje čovjek-stroj zahtijeva softver koji će korisnicima omogućiti upravljanje strojevima i dati uvid u trenutni tijek procesa putem GUI-a (eng. *Graphical User Interface, GUI*) na monitoru.

Specifikacije performansi uključuju vrstu procesora, memoriju s izravnim pristupom (RAM), kapacitet tvrdog diska i druge opcije pogona. Ulazno/izlazna sučelja omogućuju povezivanje s uređajima kao što su miševi, tipkovnice i modemi. Uobičajena ulazno/izlazna sučelja uključuju Ethernet, RS-232, RS-232 i univerzalnu serijsku sabirnicu.

Iako se termin HMI najčešće koristi u industrijskim procesima, on se tehnički može primjeniti za bilo koji zaslon koji korisniku omogućuje interakciju s uređajem.

Kako će izgled ekrana HMI-a izgledati, ovisi o samoj konfiguraciji uređaja. Ako na primjer HMI ima funkcijske tipke, te tipke će biti prikazane i na samom ekranu uređaja. Svojstva poput fonta, boje i rezolucije ekrana određene su karakteristikama HMI uređaja, koji omogućuje mijenjanje po



želji navedenih svojstava. Moguće je izdvojiti pojedini dio teksta drugim fontom i drugom bojom, kako bi bilo uočljivo.

Čim korisnik pritisne funkcijsku tipku, pokreću se funkcije. Tipkama je moguće dodijeliti lokalne ili globalne funkcije.

Lokalne funkcije uvijek pokreću različite radnje, ovisno o trenutnom prikazu na ekranu HMI uređaja, dok globalne pokreću uvijek istu radnju, bez obzira o trenutnom prikazu na ekranu.

HMI je dosta sličan grafičkom korisničkom sučelju (eng. *Graphical User Interface, GUI*). Uglavnom se GUI koristi unutar HMI upravo zbog mogućnosti vizualizacije [3].

Također, pored GUI-a postoji i WUI (eng. *Web User Interface, WUI*). WUI omogućuje korisniku interakciju sa softverom na udaljenoj lokaciji, pomoću internetskog preglednika. Uglavnom je programiran da radi samo za prijenos hiperteksta (HTTP).

GUI i WUI su postali neophodne komponente u modernim industrijskim postrojenjima, kao na primjer u čovjek-robot komunikaciji, upravljačkim pločama zrakoplova i letjelica, u SCADA sustavima itd.

U industrijalizaciji, HMI se najčešće koristi za [4]:

- Vizualni prikaz podataka
- Direktne naredbe
- Praćenje vremena proizvodnje i oznaka
- Protokol stanja postrojenja
- Praćenje ulaza i izlaza stroja (eng. *Input and output machine*)
- Dijalog s operaterom

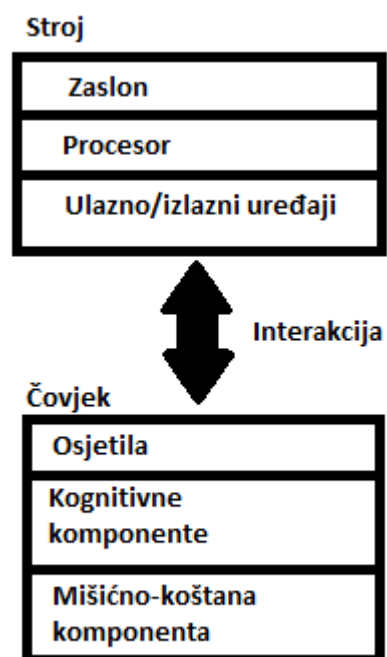
## **2.1. Vrste interakcije čovjek-stroj**

Ovisno o načinu interakcije u sustavu, razlikujemo različite vrste čovjek-stroj interakcije. Ljudska strana ima 3 komponente: [5]

- Osjetilnu komponentu
- Kognitivnu komponentu
- Mišićno-koštanu komponentu

Strana stroja sastoji se od:

- Zaslona
- Procesora (eng. *Central Processing Unit, CPU*)
- Ulazno/izlaznih komponenata



Sl. 2.2. Komponente uključene u čovjek-stroj interakciju

## 2.2. Klasifikacija HMI

U automatiziranim kontrolnim sustavima postoje 3 modela čovjek-stroj interakcije [5 532-536 str.]:

- Modeli sučelja (eng. *Interface models*)
- Funkcionalni modeli (eng. *Functional models*)

- Nadzorni modeli (eng. *Supervisory models*)

Model sučelja ima istovremeno 3 aktivna procesa: ponašanje gumba brzine, indikator gumba brzine i prikaz prozora brzine.

Funkcionalni model se odnosi na aktivnu funkciju stroja koji proizvodi različito ponašanje. Primjer funkcionalnog modela sa različitim ponašanjem je automatski mjenjač automobila.

Nadzorni model ponekad se naziva i kontrolni model. Današnji sustavi uglavnom omogućuju korisniku da promijeni razinu uključenosti ljudi i strojeva. Na primjer, može odlučiti hoće li stroj biti u potpunosti automatiziran ili će uključiti manualni način u kojem će čovjek upravljati procesom. Primjer potpuno automatiziranog procesa jest tempomat automobila ili robot na traci.

### **2.3. Arhitektura HMI**

Postoje 3 vrste arhitekture čovjek-stroj sustava, a to su:

- Adaptivno čovjek-stroj sučelje [5]

HMI pokušava korisniku dati uvid u percepciju cijelog sustava, na primjer vrijeme, radno opterećenje i uređaji u sustavu. HMI čini sustav jednostavnijim i fleksibilnijim. Ima mogućnost prilagodbe te može promijeniti svoje ponašanje, kako bi se pronašlo optimalno rješenje u datom trenutku te kako bi se resursi što bolje iskoristili. U svakoj industriji, razlikuju se sustav za generiranje toka informacija i operater, kome je taj tok predstavljen. Imaju iste ciljeve, a to je kontrola procesa i popravak mogućih kvarova. Za razvoj adaptivnog sučelja potrebno je imati prikaz stanja modela (predstavljanje prilagodljivih značajki sustava), prikaz kognitivnih komponenti sustava, osigurati razmak između unosa naredbi, te rad u stvarnom vremenu.

Glavna dva pokretača adaptacije korišteni za prilagodbu sustava su korisnik i proces. Kada proces uđe u poremećeno stanje, sve više krivih informacija se pojavljuje unutar procesa. Zbog tog, sučelje preuzima ulogu filtera koji analizira sve tokove informacija, te tako korisniku predlaže rješenja problema. Sučelje mora zaključiti reagira li korisnik ispravno, te kako mu može pomoći ako krivo reagira. Nakon zaključka, ističe problem i predlaže rješenja.

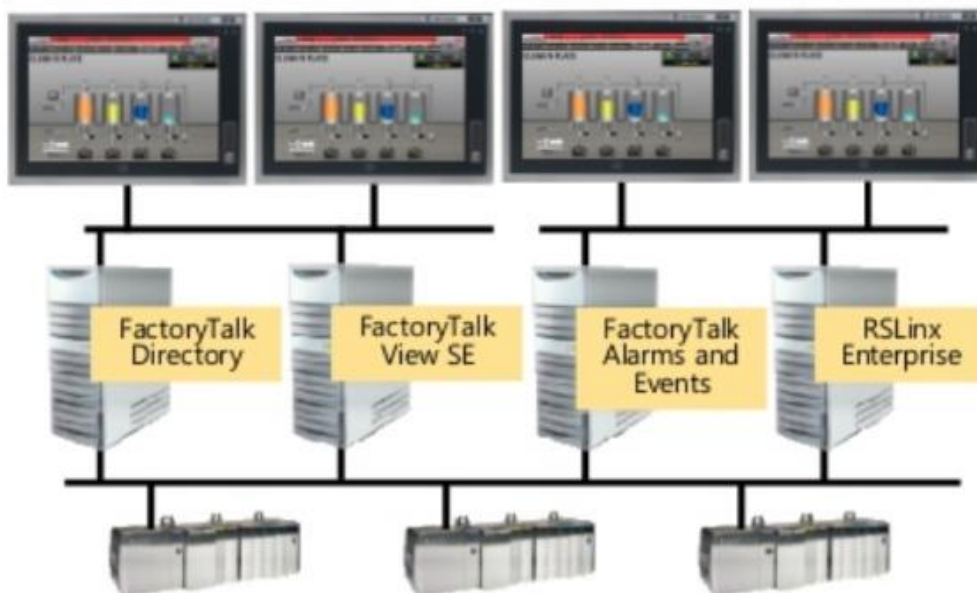
Glavni zadatci adaptivnog čovjek-stroj sučelja su: istaknuti relevantne podatke, optimizirati korištenje prostora i resursa, odabrati najbolji prikaz informacija poredano po važnosti, dostupnim medijima i resursima, prikaz informacija u stvarnom vremenu.

- Nadzorno čovjek-stroj sučelje

Ovaj tip sučelja koristi se u sustavima gdje je velika udaljenost između stroja i kontrolne sobe. Upravo iz tog razloga, SCADA sustavi i razni PLC-ovi omogućuju upravljanje strojevima na daljinu, na primjer: pumpama, ventilatorima i sl. Kako bi pružilo vjerodostojnu informaciju u stvarnom vremenu, sučelje je povezano na Ethernet. Unatoč fizičkom odsustvu, jedna osoba može kontrolirati cijelo postrojenje preko jednog uređaja. Većina alarma se automatski aktivira ako uoče nepravilnost u radu. Prilikom zastoja, softver šalje povratne informacije osobi odgovornoj za postrojenje. Velika prednost nadzornog sučelja je jednostavnost i otvorenost sustava.

- Distribuirano čovjek-stroj sučelje

Ovo sučelje je temeljeno na komponentama. Distribuirano sučelje može pristupiti i upravljati svakom komponentom sustava, bila ona unutar procesa, udaljena ili lokalna. Većinom se koristi više poslužitelja kako bi se pružila veća fleksibilnost sustavu. Za SCADA sustave, distribuirano sučelje je idealno zbog same arhitekture sučelja i mogućnosti upravljanja na daljinu.



Sl. 2.3. Primjer distribuiranog čovjek-stroj sučelja [6]

## 2.4. Dizajn HMI

Iako je funkcionalnost samog sučelja bitna, odnosno kako će ono raditi, jednako bitan je i dizajn istoga. Unaprijed se znaju ciljevi dizajna sučelja, za koju svrhu će se koristiti, te se na osnovu toga određuju principi dizajna i testira taj dizajn. Pri dizajniranju čovjek-stroj sučelja mora se pridržavati određenih načela, a to su:

- Načelo dizajna
- Proces dizajna
- Procjena dizajna.

Kod načela dizajna vrlo bitna stavka je struktura samog sučelja. Treba biti smisleno i temeljiti se na jasnim modelima koji su prepoznatljivi korisnicima. Dizajn sučelja trebao bi biti jednostavan, bez dvosmislenosti i izveden na način da su zadatci laki za rješavanje, na primjer da je korisnikov govorni jezik unutar tog sučelja. Još jedno vrlo bitno načelo je načelo vidljivosti. Sve potrebne opcije za zadatak trebaju biti vidljive, bez nepotrebnih sadržaja kako ne bi zbunile samog korisnika. Sučelje bi trebalo imati mogućnost povratne informacije, kako bi dodatno pojasnilo korisniku zadatak koji obavlja, te kako bi obavijestilo korisnika o promjeni stanja i o pogrešci unutar procesa. Svako sučelje mora imati određeni stupanj tolerancije i fleksibilnosti. Treba sprječavati pogreške prilikom unosa. Mora imati sposobnost pamćenja, tj. načelo ponovne uporabe, kako bi smanjilo potrebe korisnika za pamćenjem raznih operacija.

Pri procesu dizajna, svako čovjek-stroj sučelje trebalo biti usmjereno na čovjeka i težiti integriranoj automatizaciji. Objasnjene su same funkcionalnosti sučelja obzirom na sredstva, ciljeve, zadatke i toleranciju pogreške. Proces dizajna je aktivnost rješavanja problema s kojima se korisnici susreću te zadataka i ciljeva samog sučelja. Dizajn započinje detaljnom analizom zadatka. Tu se ispituju korisnici i postojeći proces te se pronalaze načini za pojednostavljenje i poboljšanje istog procesa. Nakon uspostavljanja zahtjeva, trebalo bi napraviti dizajn koji će sve te zahtjeve ispuniti. Iduća faza je implementacija i testiranje sučelja. Nakon testiranja slijedi završna faza u kojoj sami korisnici vide napredak i poboljšanja samog sučelja.

Važan aspekt je sama procjena korisničkog sučelja. Kod standardnih procjena vrlo bitna je visoka razina pamćenja, dok u interaktivnim postavkama, korisnicima je bitno da imaju nekoliko potrebnih dokumenata i omogućen pristup informacijama. U procjenu dizajna ulazi i vrijeme potrebno za postizanje ciljeva, stopa pogrešaka i način korištenja sučelja [5].

## 2.5. Upravljanje i signalizacija

Prilikom upravljanja i signalizacije u industrijama, najčešće korišteni elementi su:

- Tipke
- Tipke za zaključavanje
- Sklopke u slučaju nužde
- LED diode
- 7-segmentni pokazivač i sl.

Najčešće korištene komponente u industriji kod jednostavnih procesa su tipke. Koriste se za razno razne funkcije, a najjednostavniji primjer uporabe je uključivanje i isključivanje električnog kruga. Upravo je njihova jednostavnost jedan od boljih izbora prilikom izrade sučelja za upravljanje procesa.

U usporedbi kako mi kontroliramo svoj klimatizacijski sustav u kući, na taj princip radi HMI unutar nekakvog industrijskog postrojenja. Može se koristiti na primjer za provjeru i kontrolu temperature industrijskog spremnika vode te da vidi radi li trenutno određena pumpa u sustavu.

Svrha HMI je pružiti uvid u trenutno stanje procesa i napredak istog. Osnovni primjeri HMI sadrže ugrađene zaslone na strojevima, monitorima ili tabletima, ali u pricipu svi imaju isti zadatak.



Sl. 2.4. Primjer jednostavnog zaslona Siemens HMI KTP400 Basic [7]

Na slici 2.4. je prikazan Siemensov zaslon na dodir, model HMI KTP400 Basic. Pored zaslona osjetljivog na dodir, također ima 4 tipke. Ovisno o veličini zaslona, svaki model ima drugačije značajke. Ovaj model podržava standardne funkcije kao što su alarm, upravljanje zadatcima, prikaz krivulje trenda i mijenjanje jezika.

## 2.6. Uporaba HMI

Sučelje čovjek – stroj koristi veliki raspon raznih tvrtki, gotovo sve industrije, za interakciju sa strojevima te optimizaciju procesa.

Neke od industrija koje koriste HMI su:

- Prehrambeno-tehnološka industrija
- Elektroenergetska industrija
- Naftna industrija
- Hidroenergetska industrija
- Tvornice
- Medicina
- Robotika

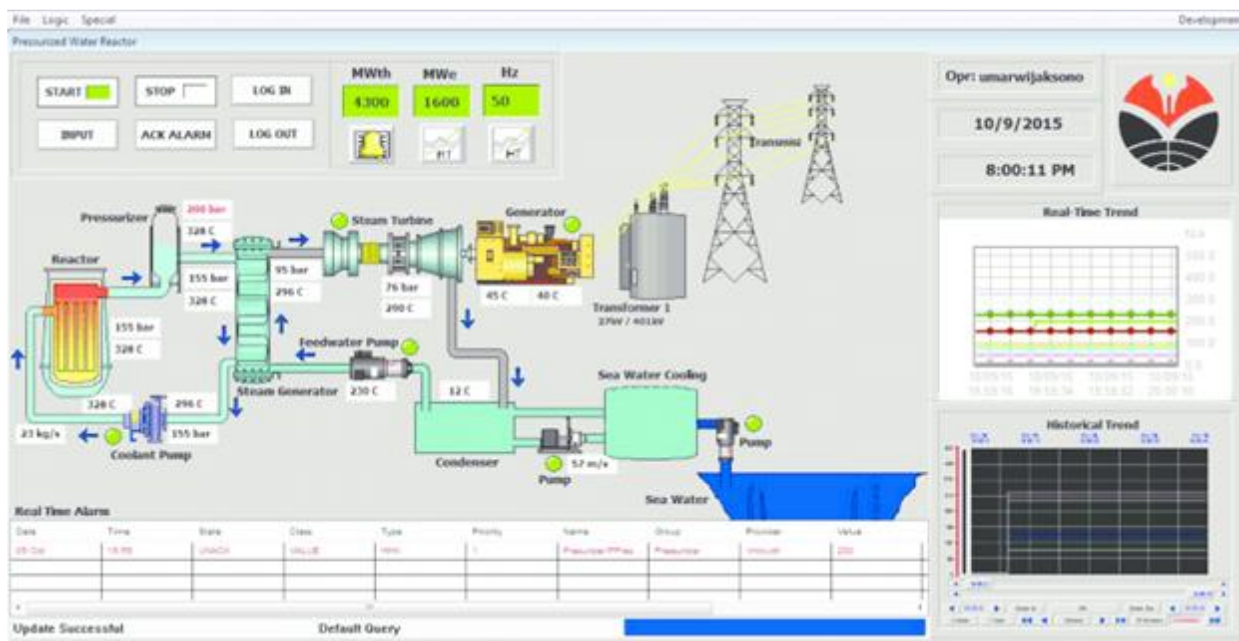
Integratori sustava, inženjeri, posebice inženjeri sustava upravljanja su osobe koje komuniciraju sa HMI. Oni prate proces, dijagnosticiraju problem i traže trenutnu vizualizaciju podataka.

HMI komunicira sa programabilnim logičkim kontrolerima (eng. *Programmable Logic Controllers, PLC*) i sa ulazno/izlaznim senzorima da bi dobili informacije kako bi ih mogli prikazati korisniku.

Mogu se koristiti za praćenje jedne jednostavne funkcije, na primjer radi li određena pumpa za vodu ili ne, a mogu se koristiti i za vrlo komplicirane operacije, kao što je povećanje brzine proizvodnje, ovisno o njihovoj implementaciji.

Glavna primjena HMI je optimizacija industrijskog procesa digitalizacijom i centralizacijom podataka. HMI prikazuju važne informacije prikazane pomoću grafikona, dijagrama ili nadzornih ploča. Oni se također mogu povezivati sa SCADA i ERP (eng. *Enterprise Resource Planning*) sustavima.

Pomoću PLC-a, inženjeri su omogućili da komunicira i daje informacije u stvarnom vremenu, šaljući podatke na HMI zaslon. Time se uveliko ubrzao proces i smanjila mogućnost ljudske pogreške ili nedostatak prenesenih informacija.



Sl. 2.5. HMI korišten za praćenje procesa nuklearne elektrane [8]

Na ekranu HMI uređaja, mogu biti prikazani jednostavni, a i vrlo složeni procesi, ovisno o grani industrije i primjeni.

Na slici 2.5., prikazan je HMI uređaj zajedno sa SCADA-om koji se koristi za praćenje procesa unutar nuklearne elektrane. HMI služi sa prikaz relevantnih varijabli u jednostavnom obliku za razumjeti.

Sučelje čovjek-stroj može se ugraditi u računala robotskih sustava, u vidu zaslona računala, gumba za okretanje i sl. U slučaju naprednog programiranja robota, koristi se interakcija sa trodimenzionalnim računalnim modelima. Tu se uglavnom koristi upravljač (eng. *joystick*). Tijekom bilo koje operacije robota, operater može komunicirati sa robotom. Razlikujemo offline i online programiranje robota. Kod offline programiranja je unaprijed isprogramirano sve što robot treba odraditi, a za preuzimanje novog sučelja potrebno je osobno računalo operatera. Tu se njegova operacija izvodi svaki put isto, u nepromjenjivim uvjetima. Kod online programiranja operater vodi robota, odnosno aktivno upravlja njime tijekom operacije koju robot izvodi, preko odgovarajuće opreme i sučelja. Iz razloga što se ta operacija izvodi u nekontroliranim i nepredvidim uvjetima, potreban je stalan ljudski kontakt.[5]



Neki od najpoznatijih proizvođača HMI su:

- Siemens
- Schneider Electric
- Rockwell Automation
- Mitsubitshi

## **2.7. HMI – SCADA**

HMI i SCADA su vrlo usko povezani i često su zajedno u istom kontekstu unutar industrijskog upravljačkog sustava. Razlika između HMI i SCADA je u tome što je HMI usmjeren na vizualni prijenos informacija kako bi olakšao nadzor kontrolnog sustava i ne prikuplja podatke niti se povezuje sa bazom podataka, dok SCADA sustavi imaju mogućnost prikupljanja podataka i mogućnost upravljanja nad sustavom.

HMI može funkcionirati kao poseban dio ili kao nadogradnja na SCADA sustav, dok je SCADA sustav napravljen od softverskih i hardverskih elemenata koji prate, prikupljaju i obrađuju podatke u stvarnom vremenu, koji imaju izravnu interakciju sa uređajima kao što su ventili, pumpe, senzori, motori putem sučelja čovjek – stroj [9].

Da bi se mogao izraditi SCADA sustav, potrebno je imati pouzdano sklopovlje i programsku podršku. Potrebno je minimizirati vrijeme popravka nakon kvara, a to se uvelike olakšava ako sustav ima dobar alat za otkrivanje pogrešaka. Da bi performanse sustava bile u najboljem stanju, mora postojati mogućnost za brzu promjenu dijelova, za nadogradnju i testiranje. Mora biti definirano vrijeme odziva koje mora djelovati u načinu rada sustava. Nadogradnja sustava je određena mogućnošću dodavanja novih funkcija ili opreme u sustav, a primjeri nadogradnje su:

- Broj procesora i njihova moć
- Kapacitet memorije
- Raspoloživi fizički prostor
- Kapacitet izvora napajanja
- Sklopovska i programska ograničenja i sl.

Danas većina uređaja ima mogućnost mrežne komunikacije, stoga je također vrlo bitna sigurnost za pristup informacijama koje su dostupne korisnicima.



Sl. 2.6. Primjer SCADA HMI sustava [10]

Na slici 2.6. prikazan je model ETAP SCADA HMI sučelja. ETAP nudi korisnička sučelja za inženjere koja pomažu korisniku kod vizualizacije pri radu. Ovisno o cilju sustava, ETAP korisniku omogućuje konfiguraciju sustava. Ima prikaz jednostavnog dijagrama sa obavijestima, te također ima mogućnost predviđanja događaja i simulacija.

Za primjer SCADA HMI sustava, može se uzeti postrojenje za pročišćavanje vode, gdje su spremnici i crpne pumpe raspoređeni po cijelom postrojenju, kamere mogu provjeriti otvaraju li se i zatvaraju ventili na pumpama, je li u spremnicima dovoljna količina vode ili pak je li netko upao u spremnik, a sve to javljaju na glavni monitor.

## 2.8. Razvoj HMI

Sve češće se viđaju razvijeni oblici HMI-a. Naprednija sučelja čovjek – stroj uključuju zaslone osjetljive na dodir, mobilne uređaje u kombinaciji sa tradicionalnim modelima. Teže ka bržoj, sigurnijoj i učinkovitijoj interakciji. Ove kombinacije stvaraju mnogo više mogućnosti prilikom interakcije i analize opreme i sustava.

Skreću pozornost na samo najnužnije indikatore na sučelju, stoga oni moraju biti jednostavni, lako razumljivi i bez nepotrebnih grafikona.

Zaslone osjetljivi na dodir te mobilni uređaji su čist primjer tehnološkog napretka HMI-a. Umjesto prekidača i gumba, zaslone osjetljivi na dodir omogućili su operaterima da dodiranjem pristupe kontrolama. Zaslone osjetljivi na dodir posebno su važni kod mobilnog sučelja čovjek–stroj, koje je postavljeno ili preko aplikacije ili preko web-baziranog HMI-a/SCADA-e.

Prednost mobilnog HMI-a je u tome što nudi daljinski nadzor u stvarnom vremenu.

Omogućuje veću fleksibilnost operaterima, zato što ne moraju fizički biti prisutni kako bi kontrolirali proces. Primjerice, operater može promijeniti temperaturu spremnika vode, a da ne mora biti fizički prisutan. Imaju nadzor nad sustavom iako su udaljeni od sustava kilometrima.



Sl. 2.7. Primjer nove generacije HMI zaslona, za tračnička vozila [11]

Slika 2.7. prikazuje najnovije sučelje čovjek – stroj od proizvođača Končar. Točnije, govori se o modelu Kontrac HMI 102A. Sa dvostrukim dodirnim zaslonom, modernim dizajnom, potpunom mogućnosti prilagodbe sučelja i grafičkog prikaza omogućuje korisniku jednostavan pristup cijelom sustavu. Ovaj model se koristi u različitim industrijskim sustavima, a posebno ima veliku ulogu u tračničkim vozilima.

### 3. Standardni modeli interakcije čovjek – stroj

#### 3.1. WIMP

U sučelju čovjek-stroj, WIMP je kratica za "prozore, ikone, izbornike, pokazivač" [12] koja označava stil interakcije korištenjem ovih elemenata korisničkog sučelja. Ponekad se koriste i druga proširenja, kao što je zamjena "miša" i "miševa" za izbornike ili "padajućeg izbornika" i "pokazivanja" umjesto pokazivača.

Iako se kratica više ne koristi, često se uspoređuje s izrazom grafičko korisničko sučelje (eng. *Graphical user interface, GUI*). Svako sučelje koje koristi grafiku može se nazvati GUI, a WIMP sustavi proizlaze iz takvih sustava. Može se reći da svi WIMP sustavi koriste grafiku kao ključni element (elemente ikone i pokazivača), te su stoga GUI.

Nekad se GUI ne temelje na prozorima, ikonama, izbornicima i pokazivačima. Na primjer, većina mobilnih telefona predstavlja radnje kao ikone i izbornike, ali često se ne oslanjaju na standardni pokazivač ili prozore.

WIMP interakcija razvijena je u Xerox PARC (1973.) i popularizirana Appleovim predstavljanjem Macintosha 1984., koji je dodao koncepte "trake izbornika" i proširenog upravljanja prozorima [13].

WIMP sučelje sastoji se od [14]:

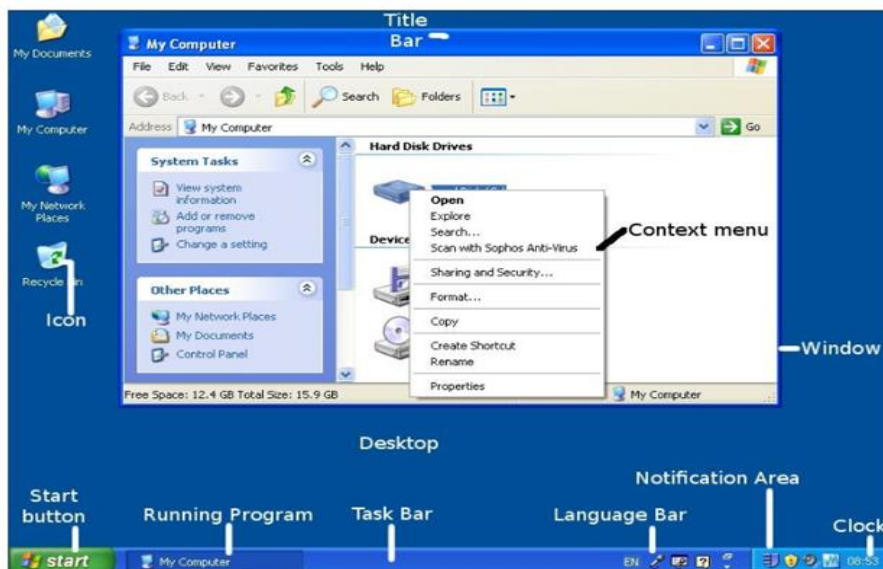
- Prozora koji pokreće samostalan program, odvojen od drugih programa koji se izvode istovremeno u drugim prozorima. Ovi pojedinačni prozori omogućuju korisnicima nesmetano kretanje između različitih prozora.
- Softvera za upravljanje prozorima koji je dizajniran tako da je jasno koji je prozor trenutno aktivan.
- Dizajna samog softvera gdje jednostavnost pomaže korisniku da zadrži fokus kada radi na više od jednog prozora.
- Ikona koje djeluju kao prečac do radnje koju računalo izvodi (npr. izvršavanje programa).
- Tekstualnih oznaka koje se mogu koristiti uz ikone za pomoć pri identifikaciji za male skupove ikona.
- Izbornik je temeljen na tekstu ili ikonama koji odabire i izvršava programe ili zadatke.

- Pokazivača koji je simbol na zaslonu i koji predstavlja kretanje fizičkog uređaja kojim korisnik upravlja za odabir ikona, podatkovnih elemenata itd.

Ovaj stil sustava poboljšava interakciju između čovjeka i računala (eng. *Human-computer interaction, HCI*) oponašanjem interakcija u stvarnom svijetu i pružanjem veće jednostavnosti korištenja za korisnike. Budući da se programi koje sadrži WIMP sučelje oslanjaju na iste osnovne metode unosa, interakcije u cijelom sustavu su standardizirane.

Neki istraživači smatraju da WIMP nije prikladan za više aplikacija, posebno onih koje zahtijevaju precizan ljudski unos ili unos više od tri dimenzije [15]. Primjer ograničenja ovog sučelja su crtanje i pisanje. Pokazivač je ograničen unutar dvije dimenzije, te stoga nema pritiska koji se primjenjuje prilikom korištenja programa za fizičko pisanje. Grafički tableti osjetljivi na pritisak su primjer koji se koristi za prevladavanje ograničenja unutar dvije dimenzije [16].

Drugi problem s korisničkim sučeljima u stilu WIMP-a je da mnoge implementacije dovode korisnike s invaliditetom u nepovoljniji položaj. Na primjer, slabovidne osobe mogu imati poteškoća pri korištenju aplikacije kada tekstualna sučelja nisu dostupna.



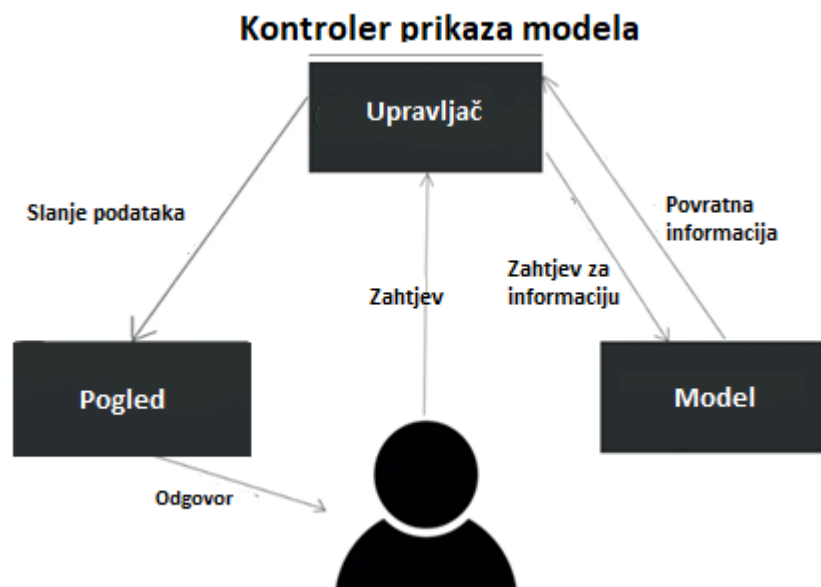
Sl. 3.1. Klasičan primjer WIMP sučelja [17]

Provodila su se istraživanja kako da se prijeđe preko WIMP sučelja, kao na primjer korištenjem interakcije temeljene na stvarnosti, čime se tvori trodimenzionalno sučelje uz dodatak vizualne dubine [18].

Najbliži primjeri korisničkih sučelja koja se temelje na stilu interakcije WIMP su Microsoft Windows za PC i MacO za Apple.

Na slici 3.1. prikazan je klasičan primjer WIMP sučelja. Jasno su prikazane ikone, izbornici, pokazivač i prozori.

### 3.2. Kontroler prikaza modela



Sl. 3.2. Struktura MVC kontrolera [19]

Kontroler prikaza modela (eng. *Model view controller, MVC*) je vrlo popularan softver, ali jako težak za razumijeti.

U početku, Trygve Reenskaug stvorio je MVC dok je radio u Xerox Palo Alto Research Center (PARC) u 1970-im [20]. Njegovo sučelje, na početku se sastojalo od četiri dijela: modela (eng. *Data*), sučelja za pregled i izmjenu podataka (eng. *View*), stvari (eng. *Thing*) i uređivača (eng. *Editor*). Kasnije su napravili MVC kakav danas jest.

MVC sastoji se od 3 osnovna dijela:

- Podatci (eng. *Model*)
- Sučelje za pregled i izmjenu podataka (eng. *View*)
- Operacije koje se izvode na podacima (eng. *Controller*)

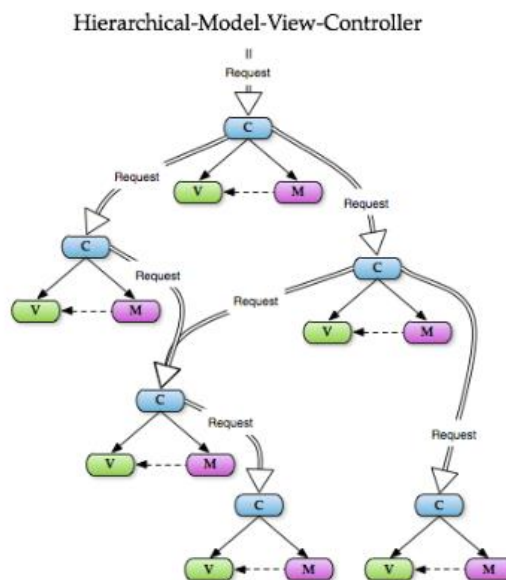
Model isključivo samo predstavlja podatke. Ne ovisi o korisničkom sučelju. Prikazuje podatke o modelu i šalje korisničke radnje upravljaču, npr. klikove gumba.

Prikaz (eng. *View*) dohvaća podatke iz modela za prikaz te prosljeđuje zahtjeve između modela i korisnika. Daje prikaz u obliku grafikona, tablica ili dijagrama.

Kontroler pruža podatke o modelu i predstavlja radnje korisnika kao što su klikanje gumba ili pomicanje miša. On ovisi o prikazu i modelu. U svakom trenutku, svaki kontroler ima pridružen prikaz (eng. *View*) i model. Ako korisnik unese promjenu u modelu, kontroler će signalizirati modelu promjenu. Po aplikaciji, može postojati samo jedan kontroler po prozoru [21].

MVC uzorak se kasnije razvio [22], stvarajući različite oblike kao što su:

- hijerarhijski model-prikaz-kontroler (eng. *hierarchical model-view-controller, HMVC*)

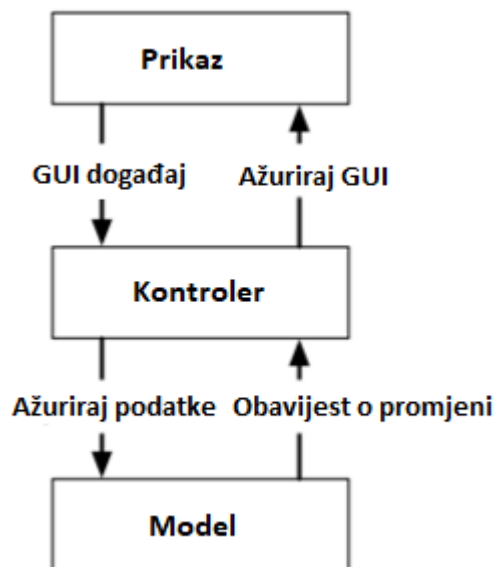


Sl. 3.3. Prikaz sheme - hijerarhijski model-prikaza-kontroler [23]



Na slici 3.3. je prikazan hijerarhijski model-prikaz-kontroler. On omogućuje otvaranje novih podzastjeva, koje preglednik pokreće nakon saznanja potrebnog sadržaja. To se može zamisliti kao stablo MVC zahtjeva. HMVC održava radnje kontrolera čineći ih višekratnim. Svaka radnja kontrolera je odgovorna za točno jednu stvar.

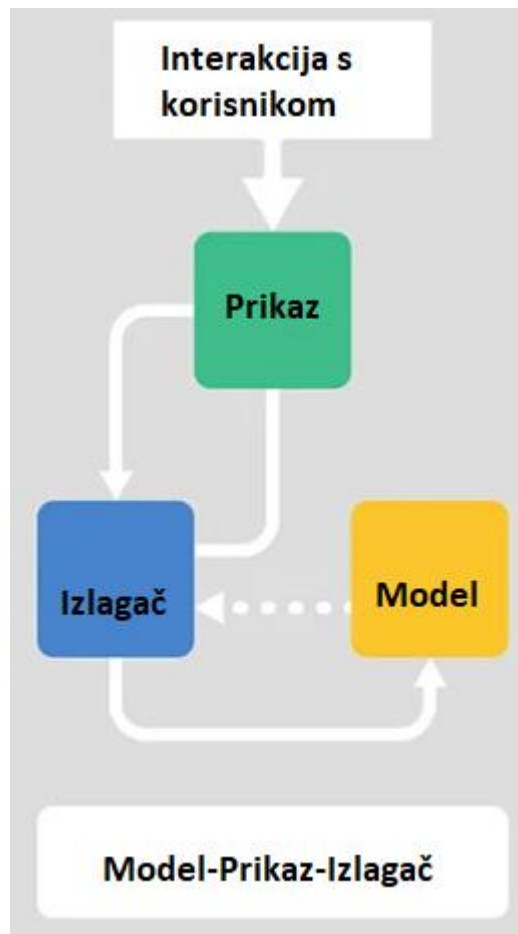
- model- prikaz -adapter (eng. *model-view-adapter*, *MVA*)



Sl. 3.4. Prikaz MVA [24]

Model i prikaz (eng. *View*) nemaju izravnu komunikaciju, kao što se može vidjeti na slici 3.4. Prikaz prima nekakav događaj, te šalje odgovarajuću metodu kontroleru. Kontroler prosljeđuje modelu, a model obavještava korisnike o promjeni i istovremeno obavještava kontroler. Tako kontroler sa novim informacijama ažurira prikaz. Kontroler ima izravnu komunikaciju i sa modelom i sa prikazom.

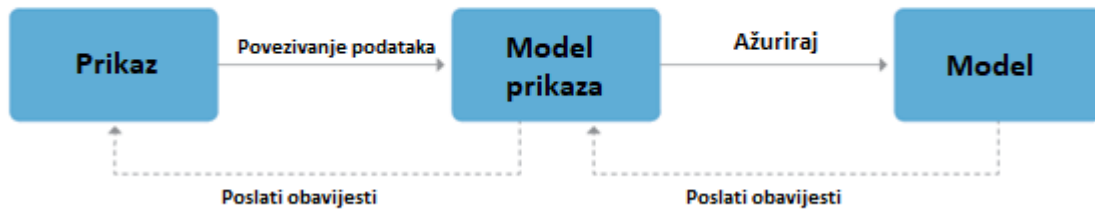
- model-prikaz-prezenter (eng. *model-view-presenter*, *MVP*)



Sl. 3.5. Prikaz MVP [25]

U MVP izlagač preuzima ulogu posrednika između modela i prikaza, što je vidljivo na slici 3.5. U ovom modelu je lakše izraditi testove. Prilikom radnje sučelja, prikaz će svaki put pozvati se na izlagača. Izlagač djeluje kao posrednik između prikaza i modela. Preuzima podatke iz modela i vraća ih prikazu.

## Model-Prikaz-Prikaz Modela



Sl. 3.6. Prikaz MVVM [26]

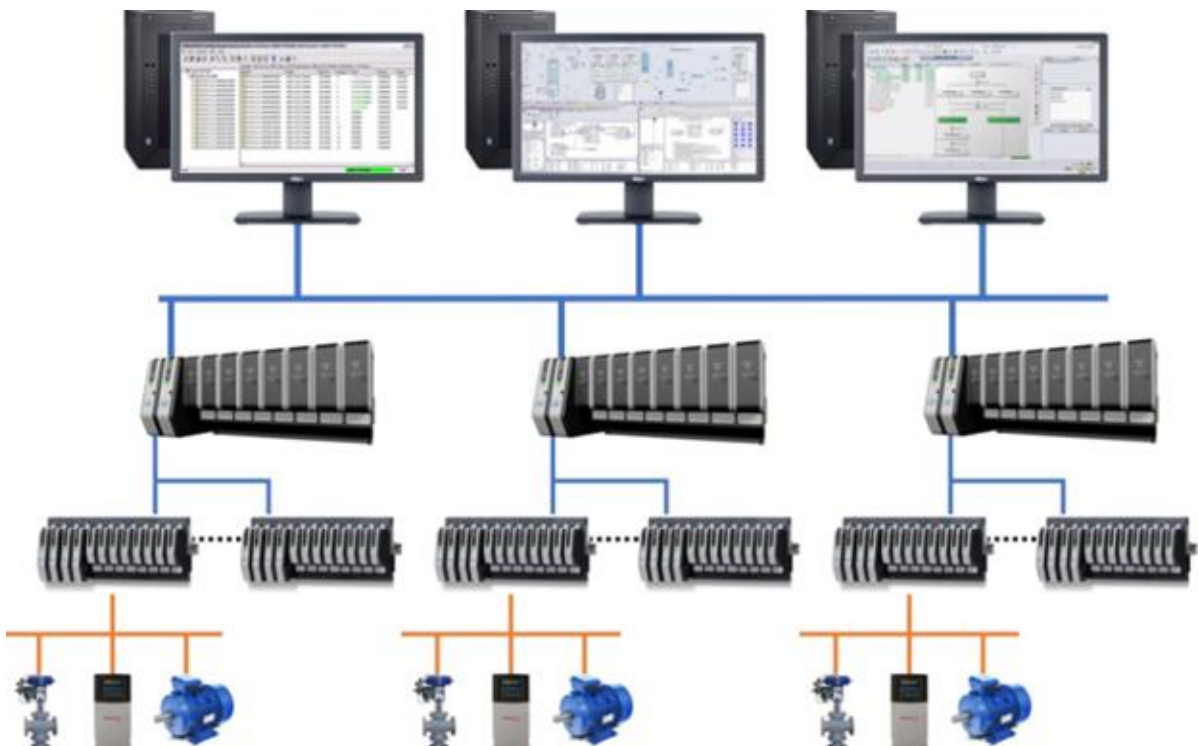
- model-prikaz-prikaz modela (eng. *model-view-viewmodel*, *MVVM*)

Na slici 3.6. prikazana je shema MVVM-a. Prikaz prima korisnički unos, te ih šalje View-modelu. View-model povezan je i sa prikazom i sa modelom. Njegova zadaća je da povezuje elemente korisničkog sučelja sa prikazom s kontrolama u View-modelu.

## 4. Sučelje čovjek-stroj u lokalnim kontrolnim sustavima

Sučelje čovjek-stroj se dijeli na:

- Sučelje čovjek-stroj u distribuiranim kontrolnim sustavima (slika 4.1.)
- Sučelje čovjek-stroj u lokalnim kontrolnim sustavima (slika 4.2.) [5]



Sl. 4.1. Primjer sučelja čovjek-stroj u distribuiranim kontrolnim sustavima [27]



Sl. 4.2. Primjer sučelja čovjek-stroj u lokalnim kontrolnim sustavima [28]

Većina industrija za automatizaciju nudi rješenja koja se temelje na računalu za lokalne upravljačke sustave. Osnovna zadaća je napraviti osigurač stroja koji se temelji na računalu koji spaja više tehnologija kao što su sučelje čovjek-stroj, logičke funkcije, prikupljanje informacija, web pristup i senzori. Oni su zajedno sa ulazom/izlazom (eng. *input/output, I/O*) kombinirani na računalu sa zajedničkim razvojnim okruženjem. Cijeli softver je testiran i već sadrži sve programe za daljnje proširenje.

Tipični distribuirani sustavi upravljanja su internetski sustavi, gdje se koristi široka dostupnost informacija, te mogućnost softvera da pregledava web, kako bi se omogućio distribuirani GUI softver i daljinska podrška. Interaktivne aplikacije se sve više razvijaju čime omogućuju korisniku jednostavnu nadogradnju sustava na udaljenim lokacijama korištenjem interneta.

**5. SIEMENS SIMATIC MTP700 UNIFIED COMFORT PANEL 7" – 6AV2128-3GB06-0AX0**



*SI. 5.1. SIEMENS SIMATIC MTP700 UNIFIED COMFORT PANEL 7" – 6AV2128-3GB06-0AX0 [29]*

## 5.1. Arhitektura

Siemens SIMATIC MTP700, prikazan na slici 5.1., dolazi u raznim veličinama, od 7 do 22 inča. Ekran od 7 inča ima dužinu od 152.4 mm, a širinu 91.4 mm. Sadrži preko 16 milijuna boja. Ima rezoluciju 800\*480 pixela.

Napaja se istosmjernom električnom energijom od 24 V.

Posjeduje i tipkovnicu na dodir koja se nalazi na ekranu. Ovaj model ne posjeduje zvučnik, ali ima zujalicu koja se aktivira prilikom nekog kvara ili upozorenja. Radi u stvarnom vremenu te ima prikaz vremena na zaslonu. Prosječno podržava back-up do 6 tjedana. Na stražnjoj strani se nalaze 4 USB priključka, prostor za dvije SD kartice, priključak za internet, standardni RS-232 priključak, te priključak za napajanje, kao što se može vidjeti na slici 5.2. Ovaj model se koristi za unutrašnje prostorije. Neometano radi na temperaturama od 0°C do 50°C, dok za vrijeme transporta, temperature idu čak od -20°C do 60°C. Sadrži čak 32 jezika na kojima se može raditi. Kućište mu je napravljeno od aluminija, te ukupno teži 1,4 kg [30].

Aplikacije koje ovo sučelje podržava su:

- Pisač
- Kalkulator
- Web pretraživač
- Čitač PDF datoteka
- Media player
- Task planer



*Sl. 5.2. Stražnja strana Siemens Simatic MTP700 unified comfort panela*

Prijenos podataka između HMI i računala za konfiguraciju odvija se u nekoliko koraka. Prvi korak je povezivanje HMI uređaja sa konfiguracijskim računalom preko X1 ili X2 sučelja. Na upravljačkoj ploči HMI odabere se „Mreža i internet“ te provjeri je li aktiviran ulaz za prijenos podataka. Zatim se odabire „Servis i puštanje u rad“ te nakon toga odabiremo „Prijenos“. Ako opcija „Omogući prijenos“ nije aktivirana, potrebno ju je aktivirati. Zatim se otvara konfiguracijski softver i mjesto gdje podatci trebaju biti unešeni. Naredbom „Preuzimanje na uređaj“ prenose se podatci. Ako je veza uspješno uspostavljena, otvara se okvir „Učitaj pregled“.



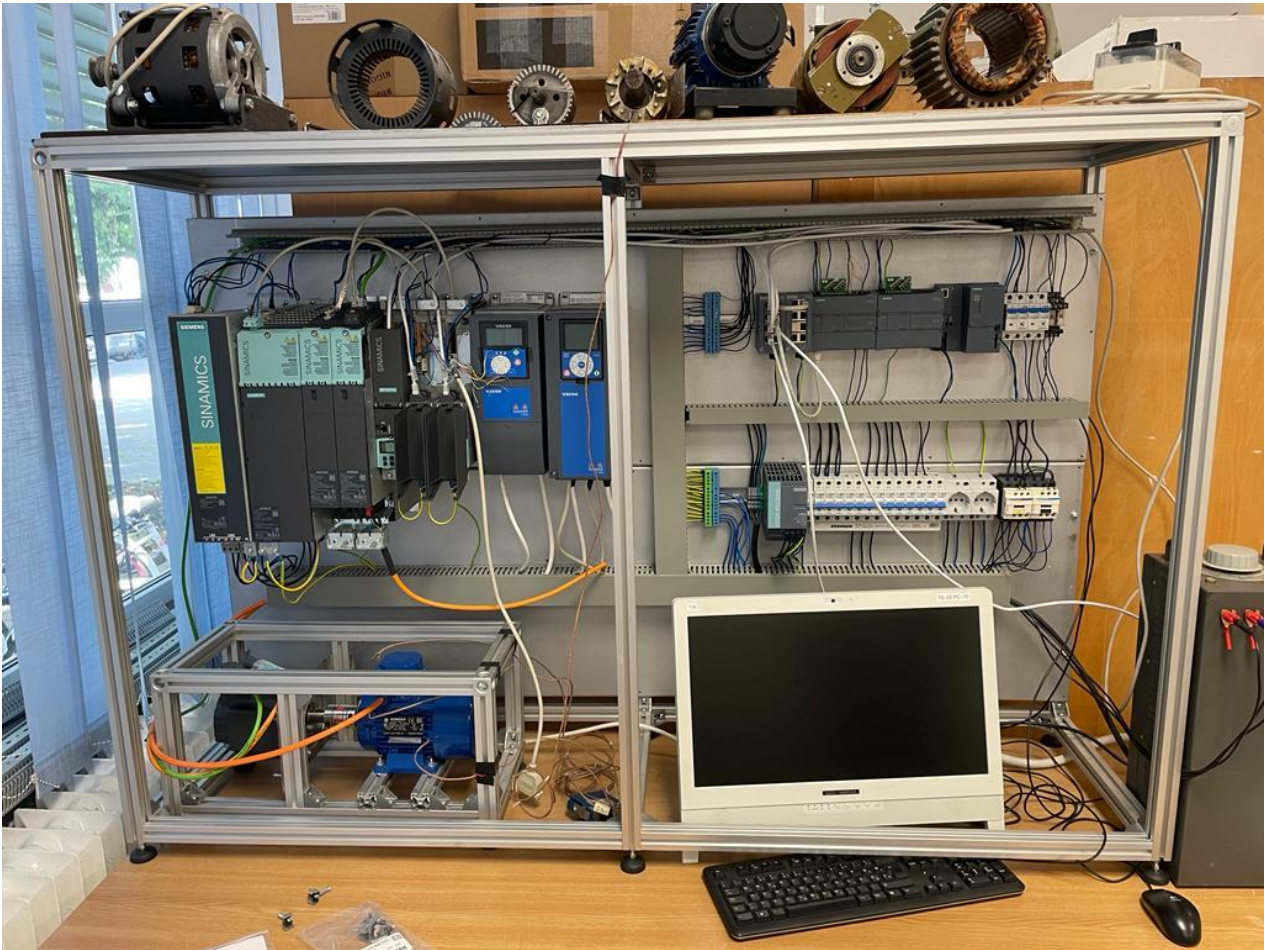


Sl. 5.3. Primjer projekta napravljenog u Wincc programu [31]

Siemens Simatic MTP700 radi na Wincc programu. Wincc je napravljen za Microsoft Windows sučelja. Služi za konfiguraciju svih Simatic HMI uređaja. Dostupan je u više verzija koje se razlikuju po performansama a i samoj cijeni. Omogućuje vizualizaciju u svakom trenutku tako što se unutar programa mogu praviti sve potrebne simulacije. Jako je ozbiljan program sa jako puno mogućnosti.

Na slici 5.3. je primjer projekta napravljenog unutar Wincc programa. Na primjeru je prikazano postrojenje za vodu. Primjer je napravljen na Simatic WinCC V7.5 SP1 modelu. Radi u stvarnom vremenu te pruža uvid u trenutno stanje procesa.

## 5.2. Laboratorijski lokalni kontrolni sustav



Sl. 5.4. Laboratorijski lokalni kontrolni sustav

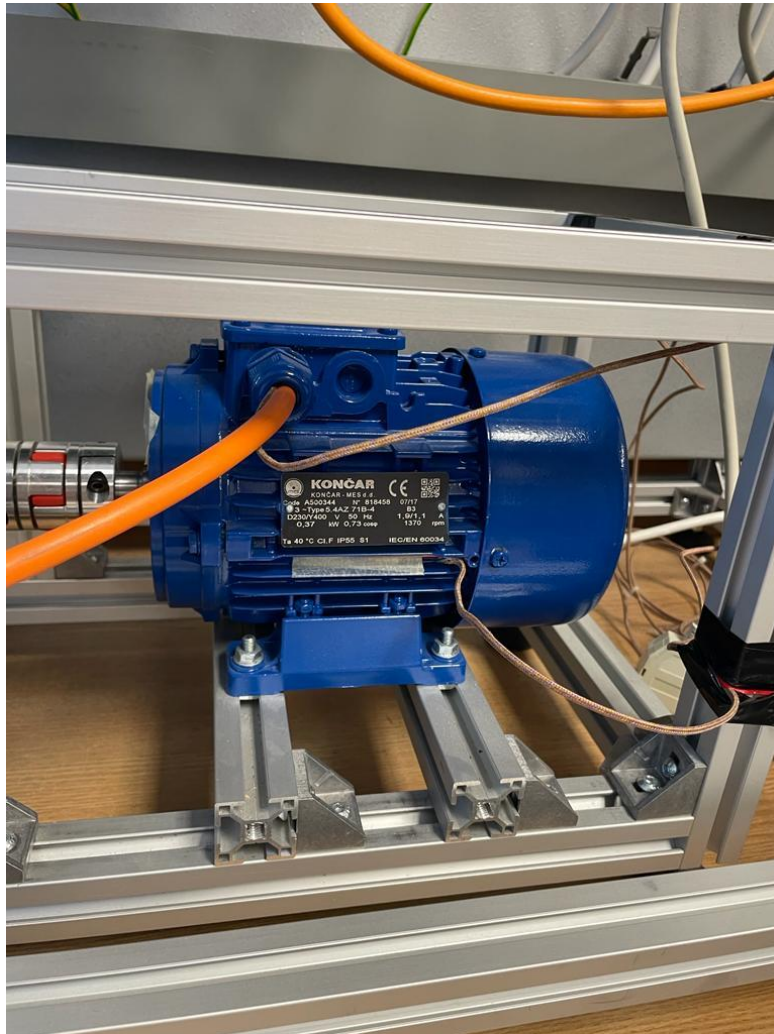
Laboratorijski lokalni kontrolni sustav sastoji se od frekvencijskih pretvarača, izmjenjivača, ispravljača, asinkronog trofaznog motora te sinkronog motora sa permanentnim magnetima, kao što se može vidjeti na slici 5.4.



*Sl. 5.5. Siemens SINAMICS*

Siemens SINAMICS (slika 5.5.) je frekvencijski pretvarač koji služi za upravljanje sinkronih i indukcijskih motora. Radi na uštedi energije te omogućuje bolju kontrolu nad procesom. Motori dobiju točnu snagu koja je potrebna u određenom trenutku. Pomoću njih, nema skoka momenta te cijeli mehanički sustav je zaštićen od preopterećenja. Ispravljač je dio frekvencijskog pretvarača koji pretvara izmjeničnu struju u istosmjernu.





*Sl. 5.6. Končar asinkroni trofazni motor*

Podatci asinkronog motora:

- nazivni napon 400 V
- nazivna struja 1,9 A
- nazivna snaga 0,37 kw
- nazivna brzina 1370 o/min
- faktor snage 0,73
- radi na frekvenciji od 50 Hz



*Sl. 5.7. Siemens simotics sinkroni motor sa permanentnim magnetima*

Sinkroni motor pobuđen trajnim magnetima koji ima visok stupanj učinkovitosti prikazan je na slici 5.7. Jednostavan je za sastavljanje i održavanje. Težak je 7 kg, a maksimalna brzina vrtnje mu je 7200 o/min.



*Sl. 5.8. Vacon frekvenjski pretvarači*

Vacon frekvenjski pretvarači (slika 5.8.) također imaju ulogu pri uštedi energije, optimizaciji procesa i poboljšanja produktivnosti samog procesa. Jednostavni dizajn omogućuje lako upravljanje samim pretvaračem. Isto tako jednostavni su za ugradnju u sustav.

## **6. Zaključak**

Naša svakodnevnica bila bi nezamisliva bez računala. Veliku primjenu u industriji, posebice u automatiziranim postrojenjima, pronašlo je sučelje čovjek-stroj. Uvelike unaprjeđuje i daje uvid u trenutno stanje procesa. Uvid u trenutno stanje procesa daje nam preko zaslona, koji može biti osjetljiv na dodir ili se njime može upravljati preko tipkovnice i miša. Najveća prednost kod nekih sustava je ta što korisnik tog sučelja ne mora biti fizički prisutan kako bi ispravio pogrešku unutar sustava ili promijenio parametre sustava. U kombinaciji SCADA HMI mogu se prikupljati i analizirati podatci sustava, te se istovremeno može upravljati njime. Da bi sučelje bilo u najboljem izdanju, mora biti lako dostupno za promjenu dijelova i nadogradnje sustava.

Siemens Simatic MTP700 omogućuje potpuno novi vizualizacijski sustav i digitalizaciju cijelog sustava. Sa širokim spektrom mogućnosti koje nudi, izgledno je da će postati sastavna komponenta svakog novog kontrolnog sustava.

## LITERATURA

- [1] ]<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/550/1/012008/pdf> pristup ostvaren (15.06.2023)
- [2] Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5, (2009.g.),  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/542/40263542/att\\_829827/v1/GS\\_STEP7Bas105enUS.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/542/40263542/att_829827/v1/GS_STEP7Bas105enUS.pdf) pristup ostvaren (17.05.2023.)
- [3] <https://www.mdpi.com/1999-5903/15/5/162> pristup ostvaren 20.06.2023.
- [4] <https://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi> pristup ostvaren 17.05.2023.
- [5] Zhang, Peng (2010). „Advanced Industrial Control Technology“, Elsevier Inc., 2010
- [6] <https://www.oreilly.com/library/view/industrial-cybersecurity/9781788395151/2c7a7ce3-535c-4728-866e-355df7484faf.xhtml> pristup ostvaren 30.05.2023
- [7] Siemens HMI KTP 400 Basic,  
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/35365778/delivery-release-simatic-hmi-ktp400-basic-and-simatic-hmi-ktp600-basic?dti=0&lc=en-HU> pristup ostvaren 17.05.2023
- [8] Proces nuklearne elektrane, sa [https://www.researchgate.net/figure/Human-Machine-Interface-Virtual-SCADA-System-for-PWR-Nuclear-Power-Plant\\_fig2\\_301725707](https://www.researchgate.net/figure/Human-Machine-Interface-Virtual-SCADA-System-for-PWR-Nuclear-Power-Plant_fig2_301725707) pristup ostvaren 17.05.2023.
- [9] <https://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-scada> pristup ostvaren 17.05.2023
- [10] ETAP SCADA HMI sučelje, <https://etap.com/product/human-machine-interface> pristup ostvaren 17.05.2023.
- [11] Nova generacija HMI zaslona, <https://www.koncar-institut.hr/hr/solutions/kontrac-hmi-102a-sucelje-vozac-stroj/> pristup ostvaren 17.05.2023.
- [12] Markoff, John (Veljača 16, 2009). "The Cellphone, Navigating Our Lives". The New York Times. New York. Retrieved December 14, 2011
- [13] Andries van Dam: Post-WIMP User Interfaces. In: Communications of the ACM, 40(2) (February 1997), pp. 63–67. Citeseer



- [14] HCI (2014-11-10). "Type of interfaces (WIMP and GUI)". HCIGroup6.
- [15] Past, Present and Future of User Interface Software Tools. Brad Myers, Scott E. Hudson, Randy Pausch, Y Pausch. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2000.
- [16] <https://www.webopedia.com/definitions/digitizing-tablet/> pristup ostvaren 15.05.2023.
- [17] WIMP sučelje, [https://www.researchgate.net/figure/2-Example-of-a-typical-WIMP-interface\\_fig2\\_290180604](https://www.researchgate.net/figure/2-Example-of-a-typical-WIMP-interface_fig2_290180604) pristup ostvaren 19.05.2023
- [18] Jacob, Robert J.K.; Girouard, Audrey; Hirshfield, Leanne M.; Horn, Michael S.; Shaer, Orit; Solovey, Erin Treacy; Zigelbaum, Jamie (2008-01-01). Reality-based Interaction: A Framework for post-WIMP Interfaces. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. str. 201–210. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1357054.1357089> pristup ostvaren 15.05.2023.
- [19] MVC Controller, [https://medium.com/@joespinelli\\_6190/mvc-model-view-controller-ef878e2fd6f5](https://medium.com/@joespinelli_6190/mvc-model-view-controller-ef878e2fd6f5) pristup ostvaren 16.05.2023.
- [20] Notes and Historical documents from Trygve Reenskaug, inventor of MVC.
- [21] Burbeck, Steve (1992) Applications Programming in Smalltalk-80:How to use Model–View–Controller (MVC)
- [22] Martin Fowler, The evolution of MVC and other UI architectures.
- [23] HMVC, <https://www.madetech.com/blog/hierarchical-model-view-controller-pattern/> pristup ostvaren 16.05.2023
- [24] MVA, <https://stefanoborini.com/book-modelviewcontroller/02-mvc-variations/05-variations-on-the-triad/01-model-view-adapter.html> pristup ostvaren 16.05.2023.
- [25] MVP, <https://medium.com/cr8resume/make-you-hand-dirty-with-mvp-model-view-presenter-eab5b5c16e42> pristup ostvaren 16.05.2023.
- [26] MVVM, <https://www.techtarget.com/whatis/definition/Model-View-ViewModel> pristup ostvaren 16.05.2023.
- [27] Sučelje čovjek-stroj u distribuiranim kontrolnim sustavima, <https://plcynergy.com/what-is-a-dcs/> pristup ostvaren 30.05.2023.

- [28] Sučelje čovjek-stroj u lokalnim kontrolnim sustavima, <http://www.kgnnglobal.com/product/local-control-panel-with-hmi/> pristup ostvaren 30.05.2023.
- [29] SIEMENS SIMATIC MTP700, <https://www.oem24.pl/en/product/siemens-simatic-mtp700-unified-comfort-panel-7-6av2128-3gb06-0ax1/> pristup ostvaren 17.05.2023.
- [30] MTP700 datasheet, <https://docs.rs-online.com/382c/A700000006866088.pdf> pristup ostvaren 19.05.2023
- [31] Wincc, <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109783749/demo-projects-for-simatic-wincc-v7-5-sp1?dti=0&lc=en-CN> pristup ostvaren 20.06.2023.

## **SAŽETAK**

### **Industrijska primjena HMI-a u lokalnim kontrolnim SCADA sustavima**

Završni rad obrađuje standardne modele čovjek-stroj sučelja, klasificira modele i arhitekturu sučelja. Opisuje rad samog sučelja, razvoj i primjenu HMI te interakciju SCADA sustava sa HMI. U radu se opisuju dva standardna oblika čovjek-stroj sučelja. Prikazan je Siemens Simatic MTP700 kao laboratorijski primjer, te njegova primjena unutar laboratorija fakulteta.

Ključne riječi: HMI, SCADA, industrijska automatizacija, kontrolni sustav, sučelje

## **ABSTRACT**

### **Industrial application of HMI in local control SCADA systems**

The final paper deals with standard models of human-machine interfaces, classifies models and interface architecture. It describes the operation of the interface itself, the development and application of the HMI, and the interaction of the SCADA system with the HMI. The paper describes two standard forms of man-machine interface. Siemens Simatic MTP700 is shown as a laboratory example, and its application within the faculty laboratory is described as well.

Keywords: HMI, SCADA, industrial automation, control system, interface

## **ŽIVOTOPIS**

Marijan Damjanović rođen je u Orašju, 10. rujna 2001. godine. Osnovnu školu fra Ilije Starčevića završio je u Tolisi (BiH) u razdoblju od 2007. do 2016. godine. U Orašju 2016. godine upisuje opću gimnaziju u Srednjoškolskom centru fra Martina Nedića, koju završava 2020. godine. Nakon toga upisuje Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, preddiplomski studij, smjer elektrotehnika. Nakon prve godine studija, upisuje smjer elektroenergetika.

---

Potpis autora