

# Industrijska primjena SIEMENS SINAMICS AOP30 panela u lokalno kontroliranim SCADA sustavima

---

**Božić, Domagoj**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*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:200:336559>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-19**

*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Stručni studij**

**INDUSTRIJSKA PRIMJENA SIEMENS SINAMICS  
AOP30 PANELA U LOKALNO KONTROLIRANIM  
SCADA SUSTAVIMA**

**Završni rad**

**Domagoj Božić**

**Osijek, 2024.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac Z1S: Obrazac za ocjenu završnog rada na stručnom prijediplomskom studiju****Ocjena završnog rada na stručnom prijediplomskom studiju**

<b>Ime i prezime pristupnika:</b>	Domagoj Božić
<b>Studij, smjer:</b>	Stručni prijediplomski studij Elektrotehnika, smjer
<b>Mat. br. pristupnika, god.</b>	A 4635, 27.07.2020.
<b>JMBAG:</b>	0165084263
<b>Mentor:</b>	dr. sc. Krešimir Miklošević
<b>Sumentor:</b>	
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	dr. sc. Željko Špoljarić
<b>Član Povjerenstva 1:</b>	dr. sc. Krešimir Miklošević
<b>Član Povjerenstva 2:</b>	Zorislav Kraus, dipl. ing. el.
<b>Naslov završnog rada:</b>	Industrijska primjena SIEMENS SINAMICS AOP30 panela u lokalno kontroliranim SCADA sustavima
<b>Znanstvena grana završnog rada:</b>	<b>Elektrostrojarstvo (zn. polje elektrotehnika)</b>
<b>Zadatak završnog rada:</b>	U radu je potrebno definirati standardne modele interakcije stroja i čovjeka. Klasificirati različite vrste HMI-a panela i sučelja prema dostupnoj literaturi. Koje sve oblike HMI panela i sučelje u industrijskoj praksi može poprimiti. Pojasniti koje se arhitekture HMI sustava najčešće koriste u lokalnim kontrolnim SCADA sustavima. Na laboratorijskom primjeru SINAMICS SIEMENS AOP30 panela detaljno analizirati tehničke specifikacije, hardverske i softverske značajke istoga kao i njegovu primjenu kao nadograđenu komponentu laboratorijskog SCADA nadzornog
<b>Datum ocjene pismenog dijela završnog rada od strane mentora:</b>	23.09.2024.
<b>Ocjena pismenog dijela završnog rada od strane mentora:</b>	Izvrstan (5)
<b>Datum obrane završnog rada:</b>	27.09.2024.
<b>Ocjena usmenog dijela završnog rada (obrane):</b>	Izvrstan (5)
<b>Ukupna ocjena završnog rada:</b>	Izvrstan (5)
<b>Datum potvrde mentora o predaji konačne verzije završnog rada čime je pristupnik završio stručni prijediplomski studij:</b>	27.09.2024.

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

Osijek, 27.09.2024.

**Ime i prezime Pristupnika:**

Domagoj Božić

**Studij:**Stručni prijediplomski studij Elektrotehnika, smjer  
Elektroenergetika**Mat. br. Pristupnika, godina  
upisa:**

A 4635, 27.07.2020.

**Turnitin podudaranje [%]:**

4

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Industrijska primjena SIEMENS SINAMICS AOP30 panela u lokalno kontroliranim SCADA sustavima**

izrađen pod vodstvom mentora dr. sc. Krešimir Miklošević

i sumentora

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 pristupnika:

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. STANDARDNI MODELI INTERAKCIJE STROJA I ČOVJEKA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. SCADA SUSTAVI.....</b>	<b>3</b>
3.1. Povijest i razvoj .....	3
3.2. Komponente SCADA sustava .....	4
3.2.1. Ključne komponente SCADA sustava: .....	4
3.3. Arhitektura SCADA sustava.....	8
3.3.1. Sklopovska arhitektura .....	8
3.3.2. Programska arhitektura .....	9
3.4. Funkcija SCADA sustava.....	9
3.5. Prednosti korištenja SCADA sustava za industrijsku kontrolu .....	10
<b>4. HMI .....</b>	<b>12</b>
4.1. Klasifikacija različitih vrsta HMI-a panela i sučelja .....	12
4.2. Oblici HMI panela i sučelja u industrijskoj praksi.....	15
4.3. Arhitekture HMI sustava u lokalnim kontrolnim SCADA .....	16
<b>5. SINAMICS SIEMENS AOP30 PANEL .....</b>	<b>18</b>
5.1. Opis značajki i mogućnosti panela AOP30.....	18
5.2. Podržana komunikacijska sučelja i protokoli .....	19
5.3. Integracija s Siemens SINAMICS pogonima .....	21
5.4. Mogućnosti lokalne kontrole koje pruža AOP30 .....	21
5.5. Primjeri industrija i procesa u kojima se koriste AOP30 paneli.....	24
<b>6. INTEGRACIJA SINAMICS AOP30 SA SCADA SUSTAVIMA.....</b>	<b>26</b>
6.1. Komunikacijski protokoli korišteni za integraciju: .....	26
6.2. Razmjena podataka između AOP30 panela i SCADA softvera.....	26
6.3. Opis Siemens SINAMICS sustava unutar industrijskog postrojenja .....	27
6.3.1. Siemens AOP30 panel .....	28
6.3.2. Siemens SINAMICS frekventni pretvarači.....	29
6.3.3. Komunikacijski sustav .....	29

6.3.4. Siemens PLC kontroleri .....	30
6.3.5. Vacon upravljački modul.....	30
6.3.6. Pogonski elektromotor .....	31
6.3.7. Sigurnosno ožičenje i uzemljenje .....	32
<b>6.4. SINAMICS G130 .....</b>	<b>33</b>
6.4.1. Ključne značajke G130 .....	34
6.4.2. Instalacija i puštanje u rad .....	35
6.4.3. Rad i održavanje.....	36
6.4.4. Sigurnost i zaštita.....	36
6.4.5. Ključne prednosti korištenja SINAMICS G130 .....	37
<b>6.5. SINAMICS G150 .....</b>	<b>37</b>
6.5.1. Ključne značajke G150 .....	38
6.5.2. Instalacija i puštanje u rad .....	39
6.5.3. Rad i održavanje.....	40
6.5.4. Sigurnost i zaštita.....	41
6.5.5. Ključne prednosti korištenja SINAMICS G150 .....	41
<b>7. ZAKLUČAK.....</b>	<b>42</b>
<b>8. LITERATURA .....</b>	<b>43</b>
<b>9. SAŽETAK.....</b>	<b>45</b>
<b>10. ABSTRACT .....</b>	<b>46</b>
<b>11. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>47</b>

## 1. UVOD

Rad se bavi primjenom Siemens SINAMICS AOP30 panela unutar SCADA sustava te prikazuje kako ovaj panel omogućuje napredno upravljanje i nadzor nad industrijskim procesima. U prvom poglavlju rada predstavljeni su osnovni modeli interakcije između čovjeka i stroja, gdje se naglašava važnost ergonomije i intuitivnosti u industrijskim sustavima. U drugom poglavlju su opisani SCADA sustavi, uključujući njihovu povijest, arhitekturu i ključne komponente koje omogućuju nadzor i upravljanje procesima. Treće poglavlje posvećeno je HMI panelima i sučeljima, s posebnim naglaskom na različite vrste HMI-a koji se koriste u industriji, uključujući standalone panele i one integrirane u SCADA sustave. U četvrtom poglavlju rad se fokusira na Siemens SINAMICS AOP30 panel, opisuje njegove karakteristike, komunikacijske protokole i mogućnosti lokalne kontrole. U petom poglavlju posebna pažnja posvećena je integraciji AOP30 panela sa SCADA sustavima, gdje se istražuju komunikacijski protokoli i razmjena podataka između panela i SCADA softvera. Rad također nudi detaljan opis instalacije Siemens SINAMICS sustava u industrijskom postrojenju, uključujući komunikacijske komponente, PLC kontrolere, pogonske jedinice i sigurnosno ožičenje. Zaključno, rad nudi pregled primjene Siemens SINAMICS AOP30 panela u različitim industrijama, ističući prednosti koje donosi u pogledu efikasnosti, fleksibilnosti i sigurnosti industrijskih procesa.

## 2. STANDARDNI MODELI INTERAKCIJE STROJA I ČOVJEKA

Standardni modeli interakcije između čovjeka i računala pružaju okvir za razumijevanje i projektiranje interakcija i sučelja između korisnika i računala. Neki od najčešće korištenih standardnih modela interakcije:

1. Model GULP (Gaining Understanding and Licensing Performance): Ovaj model naglašava razumijevanje potreba, mogućnosti korisnika i njihovo usklađivanje s ciljevima i ograničenjima stroja. Uključuje korake kao što su identificiranje korisničkih ciljeva, analiza aktivnosti, dizajniranje interakcija i procjena korisničkog iskustva
2. Model PET (proces, evaluacija, transformacija): Ovaj model naglašava važnost kontinuiranog ciklusa evaluacije i poboljšanja interakcija. Uključuje korake kao što su definiranje procesa interakcije, procjena korisničkog iskustva, identificiranje problema i transformacija korisničkog sučelja za poboljšanje korisničkog iskustva.
3. Model ISO 9241-210: Ovaj standardni model definira sedam principa za projektiranje interakcija između korisnika i sustava. Uključuje načela kao što su upotrebljivost, učinkovitost, zadovoljstvo, sigurnost, pristupačnost, razumljivost i ergonomija. Ovaj model ima za cilj osigurati da sučelje bude jednostavno za korisnike i pojednostavljuje njihove aktivnosti.
4. Modeli korisničkih scenarija: Korisnički scenariji opisuju tipične situacije i aktivnosti s kojima se korisnici susreću prilikom interakcije sa strojem. Ovi scenariji pomažu dizajnerima da razumiju potrebe korisnika i prilagode korisničko sučelje da bude intuitivno i upotrebljivo u takvim situacijama.
5. Model Fittova zakona: Fittov zakon opisuje odnos između udaljenosti do cilja i brzine i preciznost korisnikovih pokreta. Ovaj se model često koristi pri dizajniranju korisničkih sučelja kako bi se osigurala laka i precizna interakcija između korisnika i stroja. Navedeni modeli samo su neki od mnogih standardnih modela interakcije čovjeka i stroja. Važno je prilagoditi modele specifičnim potrebama, kontekstu i ciljevima dizajna kako bi se osiguralo optimalno korisničko iskustvo i učinkovita interakcija sa strojem.



## 3. SCADA SUSTAVI

### 3.1. Povijest i razvoj

Razvoj sustava za nadziranje i upravljanje procesima započeo je između 1890. i 1920. godine, primarno za potrebe telekomunikacijske industrije. Prvi nadzorni sustavi temeljili su se na sustavu prve automatske telefonske centrale, koju je 1892. instalirala firma Automatic Electric Company. Tijekom 1900-ih godina razvijeno je mnogo varijacija daljinskih nadzornih sustava, no svi su u početku služili isključivo za pregled podataka bez mogućnosti daljinskog upravljanja.

Prvi moderni SCADA sustav razvijen je 1921. godine, kada je John B. Harlow dizajnirao sustav koji automatski registrira promjene u daljinskim postajama i prijavljuje ih kontrolnom centru. Dvije godine kasnije, 1923. godine, John J. Bellamy i Rodney G. Richardson razvili su sustav daljinskog upravljanja koji je koristio tehniku "provjeri-prije-operacije" (eng. Check-before-operate), čime su poboljšali sigurnost i efikasnost u nadzoru procesa.

Harry E. Hersey je 1927. godine razvio prvi sustav koji je mogao nadzirati udaljene stanice i bilježiti sve promjene, uključujući vrijeme, lokaciju i prirodu promjene. Ti su sustavi u početku bili elektromehanički, no ubrzo su nadograđeni elektroničkim sensorima, poluvodičkim komponentama i analognim/digitalnim pretvaračima. Iako su se nadzorni sustavi stalno usavršavali, konfiguracija Remote Terminal Unit (RTU) ostala je gotovo nepromijenjena sve do 1980-ih godina, kada su pojedine kompanije počele razvijati RTU uređaje s mikroprocesorima, proširujući funkcionalnosti i mogućnosti nadzornih sustava.

U međuvremenu, paralelno s razvojem SCADA sustava, u drugoj polovici 19. stoljeća razvijala se proizvodnja električne energije i sustavi distribucije. Tijekom industrijske revolucije došlo je do zamjene ljudske radne snage strojevima, a s vremenom su se ti strojevi počeli automatizirati. Značajan doprinos ovom području dali su znanstvenici poput Michaela Faradaya (koji je 1821. izumio elektromotor), Jamesa Clarka Maxwella (koji je povezo elektricitet i magnetizam), te poznatih inženjera poput Nikole Tesle, Siemens i Westinghousea.

Automatizacija električnih sustava postala je neizbježna s razvojem proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije krajnjim korisnicima. Prvi oblici daljinskog upravljanja temeljili su se na mehaničkim radnjama koje su obavljali operateri nakon očitavanja mjernih podataka. Patenti iz tog razdoblja, između 1890. i 1930., odnose se na sustave daljinskog nadzora i upravljanja, koji su uglavnom razvijani za telekomunikacijske i druge komunikacijske industrije.

Evolucija SCADA sustava nastavila se 1980-ih godina, kada su kompanije za kontrolu procesa počele primjenjivati mikroprocesore u RTU uređajima. Time su sustavi dobili na fleksibilnosti i omogućili proširene funkcije poput složenijih logičkih operacija, preciznijeg upravljanja i proširenja komunikacijskih mogućnosti. Uvođenje mikroprocesora omogućilo je veću fleksibilnost nadzornih sustava, a RTU-ovi su tada postali temelj SCADA sustava u elektroenergetici i drugim industrijama.

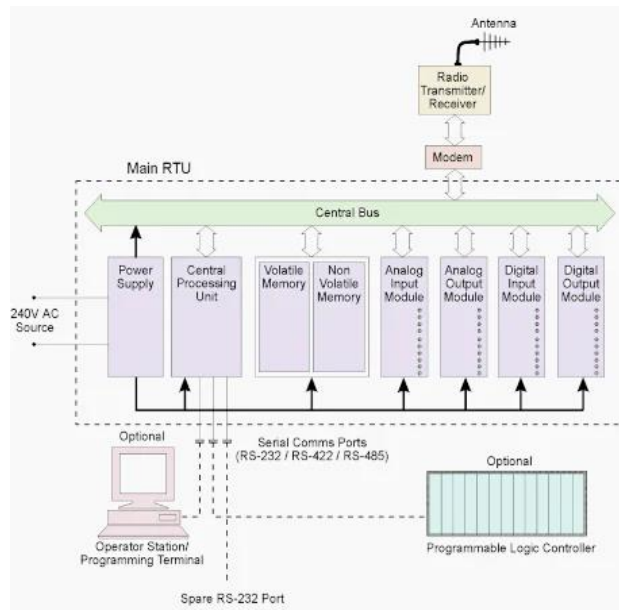
## **3.2. Komponente SCADA sustava**

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sustavi omogućuju nadzor, upravljanje i prikupljanje podataka iz udaljenih industrijskih procesa, koristeći različite komponente koje zajedno tvore složen i učinkovit sustav za automatizaciju. SCADA sustavi se koriste u mnogim industrijama kao što su proizvodnja, naftna industrija, farmaceutska proizvodnja, distribucija energije i vodoopskrba, te osiguravaju operatorima pristup podacima u stvarnom vremenu i mogućnost upravljanja procesima na daljinu.

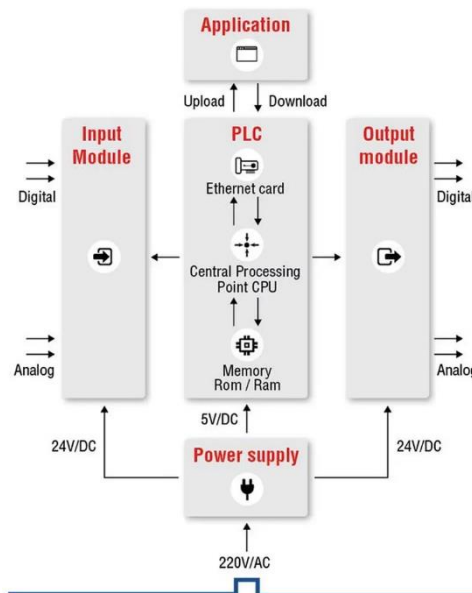
### **3.2.1. Ključne komponente SCADA sustava:**

#### **1. Udaljeni terminalni uređaji (RTU) i Programabilni logički kontroleri (PLC):**

RTU-ovi i PLC-ovi ključne su komponente SCADA sustava odgovorne za prikupljanje podataka iz terenskih uređaja, poput senzora i aktuatora, koji nadziru procese u industrijskim postrojenjima. RTU-ovi (Sl. 3.1) su posebno dizajnirani za rad u udaljenim i teškim uvjetima te omogućuju prijenos podataka u centralni sustav, dok su PLC-ovi namijenjeni upravljanju i kontroliranju specifičnih strojeva ili procesa (Sl. 3.2.). Ovi uređaji omogućuju automatizirano upravljanje na razini postrojenja te izvršavaju naredbe koje dobivaju iz SCADA sustava. Komunikacija između RTU-ova, PLC-ova i središnjeg sustava osigurava da operateri uvijek imaju pristup ažuriranim podacima, čime se omogućuje pravovremeni nadzor, analiza i donošenje odluka. RTU-ovi i PLC-ovi pružaju fleksibilnost i sposobnost prilagodbe različitim industrijskim zahtjevima.



Sl. 3.1. RTU hardverska struktura [1]

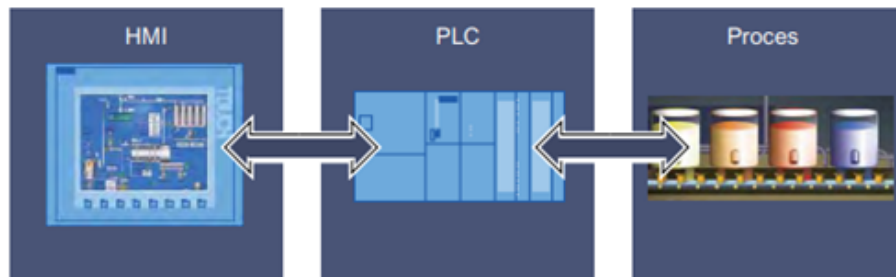


Sl. 3.2. PLC hardverska struktura [2]

## 2. Korisničko sučelje između čovjeka i stroja (HMI):

HMI je ključna komponenta SCADA sustava koja omogućuje operatorima interakciju s procesima unutar postrojenja. Putem HMI-a, operateri mogu pratiti i upravljati industrijskim procesima u stvarnom vremenu kroz vizualne prikaze podataka (Sl. 3.3.), kao što su grafikoni, dijagrami i kontrolni paneli. HMI pruža detaljan pregled rada sustava, omogućujući operaterima da jednostavno upravljaju radom postrojenja i brzo reagiraju na

eventualne probleme. Osim praćenja rada, HMI također prikazuje alarme koji upozoravaju na nepravilnosti, poput prekomjerne temperature, pritiska ili kvara opreme, čime operateri mogu brzo poduzeti potrebne mjere. Dobar dizajn HMI-a ključan je za smanjenje složenosti rada, omogućujući operaterima intuitivno i učinkovito upravljanje sustavima.



Sl. 3.3. HMI struktura [3]

### 3. SCADA softver:

SCADA softver je središnja komponenta koja objedinjuje sve funkcije SCADA sustava, uključujući prikupljanje, obradu i vizualizaciju podataka. Softver omogućuje upravljanje procesima u stvarnom vremenu, kao i generiranje izvještaja, vođenje evidencije povijesnih podataka te upravljanje alarmima. SCADA softver komunicira s RTU-ovima i PLC-ovima, prikupljajući podatke s terena i prikazujući ih operaterima na HMI-u. Softver ne samo da pruža informacije o trenutnom stanju sustava, već omogućuje upravljanje cijelim postrojenjem, uključujući kontrolu rada pojedinih uređaja ili sustava. Integracija s ostalim komponentama SCADA sustava osigurava nesmetanu razmjenu podataka, a softver također može biti prilagođen specifičnim potrebama industrije, poput energetike, proizvodnje ili transporta. [5]

### 4. Komunikacijska infrastruktura:

Komunikacijska infrastruktura povezuje sve komponente SCADA sustava, omogućujući razmjenu podataka između RTU-ova, PLC-ova, HMI-a i SCADA softvera. Ova infrastruktura koristi se žičanim ili bežičnim mrežama te podržava standardizirane protokole poput Modbus, DNP3 i OPC, koji osiguravaju sigurnu i pouzdanu komunikaciju. Ključna uloga komunikacijske infrastrukture je osigurati da podaci iz terenskih uređaja brzo i točno stignu do centralnog SCADA sustava, čime se omogućuje nadzor u stvarnom vremenu i pravovremena reakcija na eventualne probleme. U modernim SCADA

sustavima komunikacija može biti optimizirana za velike brzine prijenosa podataka, što je važno za složene i brze industrijske procese.

5. Pohrana podataka i historiograf:

SCADA sustavi kontinuirano prikupljaju podatke s terenskih uređaja, kao što su senzori i aktuatori, te ih pohranjuju u centraliziranu bazu podataka. Ova baza služi kao povijesna evidencija koja omogućuje analizu performansi, prepoznavanje trendova i identificiranje problema unutar postrojenja. Povijesni podaci su ključni za dugoročnu optimizaciju sustava, budući da omogućuju inženjerima da procijene učinak pojedinih dijelova sustava tijekom vremena. Analiza povijesnih podataka također pomaže u preventivnom održavanju, omogućujući da se kvarovi predvide i otklone prije nego što izazovu ozbiljnije probleme. Korištenjem ovih podataka moguće je prilagoditi rad sustava kako bi se povećala učinkovitost i smanjili troškovi.

6. Alarmi i izvještavanje:

Sustav alarma u SCADA sustavu omogućuje operaterima da brzo reagiraju na promjene ili kvarove u radu postrojenja. Kada se dogode abnormalni uvjeti ili kvarovi, alarmni sustav generira vizualna i zvučna upozorenja koja obavještavaju operatere o prirodi problema. Alarmi se mogu kategorizirati prema prioritetu, omogućujući operaterima da se fokusiraju na najkritičnije probleme. Uz trenutne obavijesti, SCADA sustav također omogućuje generiranje izvještaja o performansama sustava, što je ključno za preventivno održavanje i dugoročnu optimizaciju. Izvještaji pomažu u prepoznavanju trendova, analizi učestalosti alarma i identifikaciji mogućih točaka kvarova, čime se poboljšava učinkovitost i pouzdanost postrojenja.

7. Sigurnost i kontrola pristupa:

Sigurnost SCADA sustava ključna je za zaštitu kritične infrastrukture koju nadziru ovi sustavi. Primjenom mjera poput autentifikacije korisnika, kontrole pristupa i enkripcije podataka, SCADA sustavi osiguravaju zaštitu od neovlaštenog pristupa i potencijalnih kibernetičkih prijetnji. S obzirom na to da SCADA sustavi upravljaju ključnim industrijskim procesima, bilo koji oblik neovlaštene manipulacije može dovesti do ozbiljnih posljedica za sigurnost postrojenja i njegovih zaposlenika. Zbog toga su sigurnosni protokoli ugrađeni u svaki dio SCADA sustava, osiguravajući da samo ovlašteni korisnici mogu pristupiti sustavu i podacima.

## 8. SCADA poslužitelji i baza podataka:

SCADA poslužitelji služe kao središnje točke za pohranu i obradu podataka u stvarnom vremenu. Ovi poslužitelji upravljaju komunikacijom s terenskim uređajima i RTU-ovima te prikupljaju podatke koji se zatim pohranjuju u bazu podataka. Baza podataka omogućuje dugoročnu analizu povijesnih podataka, pružajući operaterima i inženjerima uvid u performanse sustava tijekom vremena. SCADA poslužitelji također osiguravaju da operateri mogu pristupiti podacima u svakom trenutku i upravljati sustavom iz kontrolne sobe, omogućujući im praćenje procesa i donošenje odluka temeljeno na stvarnim podacima.

### 3.3. Arhitektura SCADA sustava

SCADA sustav je osmišljen kako bi omogućio nadzor, prikupljanje podataka i upravljanje industrijskim procesima putem svojih ključnih komponenti i arhitektonskih slojeva. Njegova arhitektura može biti podijeljena na sklopovsku i programsku arhitekturu.:

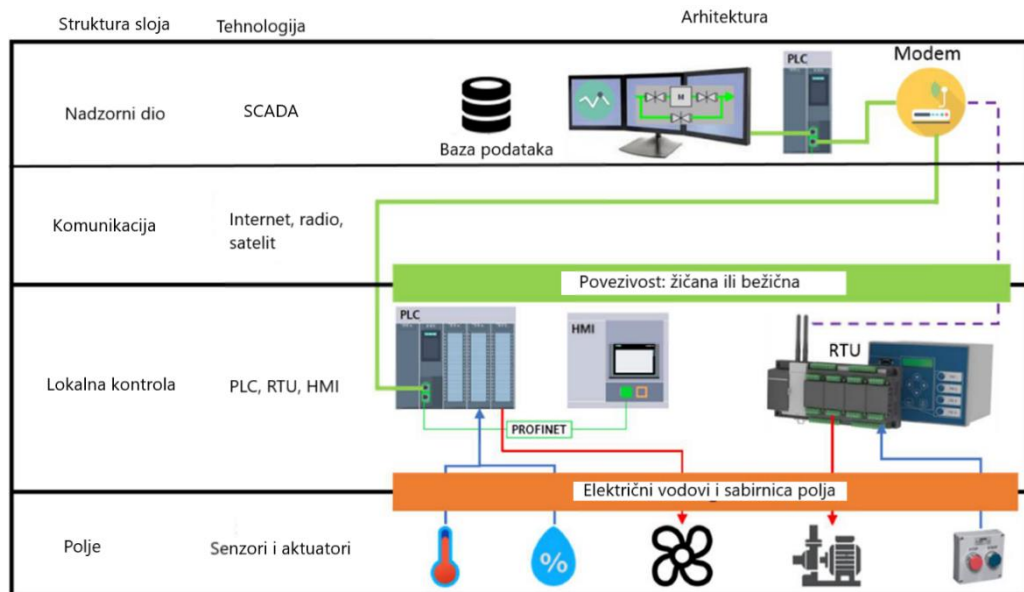
#### 3.3.1. Sklopovska arhitektura

Sklopovska arhitektura SCADA sustava sastoji se od dva glavna sloja: klijent sloja i server sloja.

- Klijent sloj omogućuje komunikaciju između čovjeka i stroja (HMI). Ovaj sloj služi operaterima kako bi pristupili podacima dobivenim iz SCADA sustava i upravljali postrojenjem u stvarnom vremenu. Vizualni prikazi i kontrole omogućuju operaterima praćenje i upravljanje procesima, kao što su aktivacija i zaustavljanje pumpi ili nadzor nad veličinama kao što su protok i tlak. HMI omogućuje i pristup različitim linijama ovlasti i osigurava da različiti korisnici mogu imati odgovarajuće razine pristupa.
- Server sloj odgovoran je za razmjenu informacija s uređajima na terenu, koristeći kontrolere poput PLC-ova. Ovaj sloj upravlja prikupljanjem podataka iz RTU-ova i PLC-ova te omogućuje centraliziranu obradu tih podataka. PLC-ovi u ovoj arhitekturi koriste mikroprocesore za izvršavanje logičkih operacija i mjerenja, što omogućuje upravljanje složenim procesima. Za pristup i upravljanje podacima s PLC-a, koriste se HMI sustavi, koji su specifično dizajnirani u programskim sučeljima ovisno o proizvođaču opreme.

Udaljeni terminalni uređaji (RTU-ovi) komuniciraju sa središnjim sustavom i koriste se u teškim vremenskim uvjetima ili u udaljenim područjima gdje fizički nadzor nije moguć. Današnji RTU-

ovi, u odnosu na starije verzije, imaju dodatne komunikacijske uređaje i mikroprocesorske kontrolere koji omogućuju dvosmjernu komunikaciju s centralnim sustavom.



Sl. 3.4. Prikaz sklopovske arhitekture [4]

### 3.3.2. Programska arhitektura

Programska arhitektura SCADA sustava temelji se na bazi podataka u stvarnom vremenu (RTDB), koja je smještena na poslužiteljima. Ovi poslužitelji prikupljaju, arhiviraju i analiziraju podatke dobivene iz industrijskih procesa, omogućujući automatsko prikupljanje i dostavljanje informacija bez potrebe za ručnim unosom. Programska arhitektura omogućuje upravljanje alarmima, evidentiranje i arhiviranje podataka o svim procesima i njihovim parametrima. Sve informacije digitaliziraju se u stvarnom vremenu, a povijesni podaci automatski se pohranjuju radi lakše analize i optimizacije rada sustava.

SCADA softver prikuplja podatke iz terenskih uređaja putem komunikacijskih protokola i osigurava dostupnost tih podataka u stvarnom vremenu. Softver također omogućuje pristup povijesnim podacima, što je ključno za dugoročne analize i procese optimizacije.

## 3.4. Funkcija SCADA sustava

Funkcionalnost SCADA sustava podijeljena je u dvije glavne skupine:

1. Funkcije nadzora:

- Prikupljanje podataka: SCADA sustavi kontinuirano prikupljaju podatke s terenskih uređaja i pohranjuju ih u bazu podataka.
  - Obrada podataka: Prikupljeni podaci obrađuju se u stvarnom vremenu kako bi operateri imali aktualne informacije o stanju sustava.
  - Obrada događaja: Kada sustav prepozna određene promjene, kao što su kvarovi ili abnormalni uvjeti, generiraju se događaji i alarmi koji upozoravaju operatere na potrebu za intervencijom.
2. Upravljanje udaljenim stanicama:
- Provjera stanja: SCADA sustavi omogućuju nadzor nad stanjem udaljenih stanica kako bi se osigurao pravilan rad i funkcioniranje sustava.
  - Sinkronizacija vremena: Vrijeme između udaljenih stanica i centralnog sustava mora biti sinkronizirano kako bi se osigurala točnost podataka i efikasno upravljanje.

SCADA sustavi nisu puni kontrolni sustavi, već se primarno fokusiraju na nadzor i prikupljanje podataka. Oni funkcioniraju kao softverski paketi koji upravljaju nadzorom i prikupljanjem informacija s terena, omogućujući operaterima da upravljaju složenim industrijskim procesima i analiziraju podatke za optimizaciju proizvodnih kapaciteta.

### **3.5. Prednosti korištenja SCADA sustava za industrijsku kontrolu**

SCADA sustavi pružaju brojne prednosti za industrijske kontrolne primjene. Oni pružaju napredne mogućnosti nadzora, upravljanja i prikupljanja podataka koje poboljšavaju operativnu učinkovitost, povećavaju produktivnost i osiguravaju siguran i pouzdan rad industrijskih procesa.

Ključne prednosti korištenja SCADA sustava:

1. Centralizirani nadzor omogućuje praćenje stvarno vrijeme podataka, analizu performansi i brzu reakciju na promjene.
2. Upravljanje daljinskim pristupom povećava fleksibilnost i omogućuje brzo intervenciju i upravljanje, čak i izvan postrojenja.
3. Brza dijagnostika i rješavanje problema smanjuju vrijeme zastoja i povećavaju raspoloživost sustava.
4. Automatizacija procesa optimizira rad, smanjuje rizik od ljudske pogreške i poboljšava sigurnost.
5. Prikupljanje i analiza podataka omogućuju otkrivanje trendova, identifikaciju uzoraka i kontinuirano poboljšanje performansi.
6. Poboljšana sigurnost sprječava neovlašten pristup, hakiranje i zlonamjerne aktivnosti.



Korištenje SCADA sustava poboljšava učinkovitost, produktivnost i sigurnost industrijskih procesa, što rezultira optimizacijom operacija i postizanjem boljih rezultata.

## 4. HMI

### 4.1. Klasifikacija različitih vrsta HMI-a panela i sučelja

HMI paneli i sučelja su ključni elementi u industrijskim sustavima koji omogućuju korisnicima da komuniciraju s procesima, strojevima i sustavima upravljanja. Postoji raznolikost HMI panela i sučelja koja se koriste u industrijskoj praksi, a njihova klasifikacija pruža pregled različitih oblika, karakteristika i funkcionalnosti.

1. Prema fizičkom sučelju:

1. Statički HMI: Statički HMI paneli imaju fiksiranu konfiguraciju fizičkih kontrola i prikazanih elemenata, pružajući konzistentnost i jednostavnost uporabe. Tipični primjeri su tipkovnice, gumbići i indikatori.
2. Dinamički HMI: Dinamički HMI paneli omogućuju napredniju interakciju s korisnikom putem dodirnih zaslona. Oni pružaju fleksibilnost u prilagođavanju rasporeda elemenata sučelja, veličine kontrola i prikaza detaljnih informacija.



Sl. 4.1. Siemens Simatic Series ktp700 [6]

HMI paneli mogu također uključivati dodatna fizička sučelja poput potenciometara i klizača, a odabir pravilnog HMI panela ovisi o složenosti sustava i potrebama interakcije s korisnikom.

2. Prema razini integracije:

1. Standalone HMI paneli - Touchscreen sučelje: Standalone HMI paneli su neovisni uređaji koji obavljaju funkciju korisničkog sučelja za određeni sustav ili stroj. Oni su samostalni

sustavi koji ne zahtijevaju vanjsku povezanost s drugim sustavima ili računalima. Ovi paneli obično imaju ugrađeni softver koji omogućuje prikaz, kontrolu i upravljanje različitim funkcionalnostima sustava ili stroja. Standalone HMI paneli su pogodni za manje složene sustave koji ne zahtijevaju dublju integraciju s drugim sustavima.

2. SCADA HMI paneli: SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) HMI paneli integrirani su s SCADA sustavom, koji je složeniji sustav za nadzor, upravljanje i prikupljanje podataka iz više različitih izvora. Ovi paneli omogućuju korisnicima pristup i nadzor različitih procesa, senzora, uređaja i sustava koji su povezani s SCADA sustavom. Oni pružaju detaljne prikaze podataka, alarme, trendove, izvješća i druge relevantne informacije za korisnike. SCADA HMI paneli često su povezani s centralnim SCADA serverom putem komunikacijskih protokola kako bi omogućili nadzor i upravljanje na više lokacija.
3. Paneli za integraciju sustava (System Integration Panels): Paneli za integraciju sustava su dizajnirani za kompleksne industrijske postrojenja i omogućuju nadzor i upravljanje različitim aspektima sustava. Oni nude napredne mogućnosti kao što su grafički prikazi, interaktivnost, dijagnostika i integracija s drugim sustavima.

Ove vrste HMI panela imaju različite razine integracije i koriste se prema potrebama aplikacije ili sustava. Važno je odabrati odgovarajući HMI panel koji će omogućiti željene funkcionalnosti i interakciju s korisnikom.

### 3. Prema načinu interakcije:

1. Tipkovnički HMI paneli: Tipkovnički HMI paneli koriste fizičku tipkovnicu za unos i interakciju s sustavom. Oni imaju tipke, gumbiće ili tastaturu koja omogućuje korisniku unos vrijednosti, naredbi i navigaciju. Tipkovnički paneli su jednostavni za korištenje i pogodni za brz unos podataka i naredbi.
2. Dodirni (Touchscreen) HMI paneli: Dodirni HMI paneli omogućuju korisnicima interakciju putem dodira na zaslonu. Korisnici mogu jednostavno dodirnuti ili povući prstom po zaslonu za odabir opcija, unos podataka i izvršavanje naredbi. Dodirni paneli pružaju intuitivno korisničko iskustvo, brz i jednostavan pristup funkcijama sustava te su popularni u industriji zbog praktičnosti i lakoće korištenja.
3. Grafički HMI paneli: Grafički HMI paneli prikazuju složene grafike, dijagrame i animacije kako bi korisniku pomogli u vizualizaciji sustava ili procesa. Kroz ikone, grafikone, slike ili animacije, ovi paneli prikazuju parametre, trendove, alarme i druge relevantne

informacije. Korisnici mogu interaktivno djelovati na prikazu, odabirati opcije i izvršavati radnje putem grafičkog sučelja.

4. Glasovni HMI paneli: Glasovni HMI paneli koriste tehnologiju prepoznavanja glasa za komunikaciju korisnika sa sustavom. Korisnici mogu izdavati naredbe i postavljati pitanja glasom, a sustav će ih interpretirati i izvršiti odgovarajuće radnje. Ovi paneli se koriste u situacijama gdje je potrebna interakcija bez upotrebe ruku, kao što su industrijska postrojenja ili okruženja s ograničenim pristupom drugim sučeljima.

Važno je odabrati HMI panel prema načinu interakcije koji najbolje odgovara potrebama korisnika i prirodi aplikacije. Svaki od ovih načina interakcije ima svoje prednosti i pogodan je za određene vrste aplikacija ili okruženja.

#### 4. Prema namjeni:

1. Procesni HMI paneli: Dizajnirani za upravljanje industrijskim procesima. Omogućuju praćenje i kontrolu parametara, alarme, trendove i arhiviranje podataka. Često se koriste u industriji, poput rafinerija i elektrana.
2. Automatizacijski HMI paneli: Koriste se za upravljanje automatiziranim sustavima i strojevima. Omogućuju kontrolu funkcionalnosti i performansi. Integrirani su s PLC sustavima i koriste se u proizvodnim linijama i robotici.
3. Medicinski HMI paneli: Dizajnirani za medicinske aplikacije. Pružaju pristup funkcionalnostima medicinskih uređaja, poput praćenja vitalnih znakova i upravljanja terapijama. Moraju zadovoljiti sigurnosne i regulativne zahtjeve medicinske industrije.
4. Transportni HMI paneli: Koriste se u transportnoj industriji. Omogućuju praćenje i upravljanje transportnim sustavima, uključujući navigaciju i sigurnost. Imaju posebne zahtjeve za otpornost i mogu imati GPS praćenje ili integraciju s drugim sustavima.

Važno je odabrati odgovarajući HMI panel koji najbolje odgovara specifičnoj primjeni i zahtjevima korisnika kako bi se postigla učinkovita kontrola i nadzor sustava.

#### 5. Prema veličini:

1. Veliki industrijski HMI paneli: Imaju velike dimenzije i visoku razlučivost zaslona. Koriste se za kompleksne aplikacije u industrijskim postrojenjima i nadzornim centrima.
2. Srednji industrijski HMI paneli: Srednje veličine s umjerenim veličinama zaslona. Prikladni za srednje velike aplikacije kao što su manje proizvodne linije.

3. Mali industrijski HMI paneli: Kompaktni paneli s manjim zaslonima, idealni za manje aplikacije s ograničenim prostorom.
4. Ugrađeni HMI paneli: Integrirani u opremu, strojeve ili uređaje. Omogućuju lokalnu kontrolu i nadzor na samoj opremi. Oni su obično manjih dimenzija i imaju prilagođeni dizajn kako bi se uklopili u određenu opremu.

Ovisno o primjeni i specifičnim zahtjevima, odabir odgovarajuće veličine HMI panela igra važnu ulogu u osiguravanju jasne vidljivosti, lakoće upravljanja i intuitivnosti korisničkog iskustva. Pravilan odabir veličine HMI panela treba uzeti u obzir ergonomiju, prostorne ograničenja i potrebe korisnika kako bi se postigla optimalna funkcionalnost i učinkovitost sustava.

## **4.2. Oblici HMI panela i sučelja u industrijskoj praksi**

U industrijskoj praksi postoji širok raspon oblika HMI panela i sučelja, koji se prilagođavaju specifičnim potrebama i zahtjevima različitih industrijskih procesa. Evo nekoliko primjera oblika HMI panela i sučelja koji se često koriste:

1. Fizički gumbi i tipke: Tradicionalni oblik HMI panela može uključivati fizičke gumbe i tipke za unos naredbi i upravljanje procesom. Ovi gumbi mogu biti u obliku prekidača, kliznih ili rotirajućih tipki, koji omogućuju korisniku izravno i brzo upravljanje funkcionalnostima sustava.
2. Touchscreen sučelje: HMI paneli često koriste touchscreen tehnologiju koja omogućuje korisniku interakciju s sustavom putem dodirivanja zaslona. Korisnik može odabrati i kontrolirati funkcije pomoću prstiju ili stylusa. Touchscreen sučelja omogućuju intuitivno upravljanje, prikazivanje detaljnih informacija i prilagođavanje korisničkog sučelja prema potrebama.
3. Grafičko korisničko sučelje (GUI): HMI paneli mogu koristiti grafičke elemente i ikone kako bi korisnicima pružili vizualno privlačno i intuitivno sučelje. GUI omogućuje prikazivanje podataka, upravljanje parametrima, pregled i kontrolu nadzornih postupaka pomoću grafičkih simbola i sličica koje korisnicima olakšavaju prepoznavanje i interakciju.
4. Virtualni HMI: U nekim slučajevima, HMI panel može biti virtualni, što znači da je sučelje prikazano na računalnom monitoru ili drugom digitalnom zaslonu. Virtualni HMI paneli često se koriste u situacijama gdje je potrebna fleksibilnost i prilagodljivost, kao što su simulacije, obuka ili daljinsko upravljanje.

5. Mobilni i tablet aplikacije: S napretkom mobilnih tehnologija, HMI paneli su postali dostupni i putem mobilnih uređaja poput pametnih telefona i tableta. Specijalizirane aplikacije omogućuju korisnicima nadzor i upravljanje sustavom putem svojih mobilnih uređaja, pružajući mobilnost i udobnost u industrijskom okruženju.

Ovi oblici HMI panela i sučelja pružaju različite načine interakcije između korisnika i industrijskog sustava. Odabir odgovarajućeg oblika ovisi o specifičnim potrebama, uvjetima okoline, ergonomiji, dostupnosti tehnologije i preferencijama korisnika. Važno je odabrati oblik HMI panela i sučelja koji najbolje odgovara industrijskom procesu kako bi se osigurala učinkovita i sigurna kontrola sustava.

### **4.3. Arhitekture HMI sustava u lokalnim kontrolnim SCADA**

U lokalnim kontrolnim SCADA sustavima, najčešće se koriste dvije arhitekture HMI sustava: centralizirana i distribuirana arhitektura

1. Centralizirana arhitektura: U centraliziranoj arhitekturi, HMI sustav se nalazi na jednom centralnom računalu ili serveru. To je jedno mjesto na kojem se prikupljaju, obrađuju i prikazuju podaci iz različitih dijelova sustava. Operateri koriste klijentski softver ili web preglednik za pristup HMI sustavu s udaljenih radnih stanica [7]. Centralizirana arhitektura omogućuje koncentrirano upravljanje, nadzor i kontrolu sustava iz jednog mjesta. Ona također olakšava jednostavno ažuriranje i održavanje sustava jer su promjene potrebne samo na centralnom računalu.

Prednosti centralizirane arhitekture uključuju:

- Jednostavno upravljanje i nadzor svih dijelova sustava s jedne lokacije.
- Konzistentno korisničko sučelje i funkcionalnosti za sve operatere.
- Centralizirano pohranjivanje i obrada podataka.
- Bolja kontrola pristupa i sigurnosti.

2. Distribuirana arhitektura: U distribuiranoj arhitekturi, HMI sustav je raspoređen na više računala ili uređaja koji su raspoređeni na terenu ili u blizini kontrolnih postrojenja. Svaki uređaj ima lokalno HMI sučelje koje omogućuje operaterima nadzor i kontrolu lokalnih procesa. Podaci se prikupljaju i obrađuju na lokalnoj razini, a važni podaci se mogu prenijeti na centralno mjesto za daljnju analizu i nadzor. Distribuirana arhitektura omogućuje brzi pristup lokalnim podacima, smanjuje opterećenje mreže i omogućuje lokalnu autonomiju i brzu reakciju na događaje.

Prednosti distribuirane arhitekture HMI sustava uključuju:

- Veća pouzdanost i otpornost na kvarove.
- Bolja skalabilnost i prilagodljivost.
- Brža komunikacija i odziv sustava.
- Smanjeni troškovi infrastrukture.

Obje arhitekture imaju svoje prednosti i primjene, a odabir ovisi o potrebama i zahtjevima specifičnog lokalnog kontrolnog SCADA sustava. Centralizirana arhitektura je pogodna za sustave s velikim brojem podataka i potrebom za centraliziranim upravljanjem. Distribuirana arhitektura je korisna u sustavima s više lokalnih procesa koji zahtijevaju brzi pristup i lokalnu kontrolu.

## 5. SINAMICS SIEMENS AOP30 PANEL

### 5.1. Opis značajki i mogućnosti panela AOP30

Panel AOP30 je korisnički panel koji se koristi u industrijskim postrojenjima za upravljanje i nadzor procesa. Ovdje su opisane značajke i mogućnosti panela AOP30:

- Zaslون osjetljiv na dodir Siemens SINAMICS AOP30 panel ima kompaktan i funkcionalan dizajn koji se sastoji od LCD zaslona, numeričke tipkovnice i niza funkcijskih tipki koje omogućuju jednostavno upravljanje industrijskim procesima. Sam zaslon, koji se nalazi na desnom dijelu panela, ima plavu zaštitnu foliju te je namijenjen prikazivanju ključnih podataka o stanju pogona, kao što su trenutna brzina, moment, naponi i struje. Zaslon također prikazuje dijagnostičke podatke, poput kodova grešaka i alarma, a osmišljen je kako bi operateri imali brz i jednostavan uvid u stanje sustava.
- Numerička tipkovnica smještena je na lijevoj strani panela i omogućuje unos različitih vrijednosti, kao što su postavljanje parametara ili unos setpoint vrijednosti. Ove tipke pomažu u brzom unosu potrebnih podataka i omogućuju preciznu kontrolu pogonskih sustava. Na panelu se također nalaze fizičke tipke za osnovne radnje kao što su pokretanje i zaustavljanje pogona. Tipka za pokretanje je zelena, dok je tipka za zaustavljanje crvena, što je standardna industrijska praksa kako bi operateri brzo mogli razlikovati radnje koje izvršavaju. Osim toga, tipka Jog služi za kontrolu korak-po-korak pokretanja pogona, što je posebno korisno za podešavanje ili testiranje strojeva.
- Desno od numeričke tipkovnice nalaze se funkcijske tipke F1 do F5, koje omogućuju navigaciju kroz izbornike i izvršavanje specifičnih funkcija. Ove tipke pružaju korisnicima brz pristup često korištenim opcijama, kao što su pregled parametara, status sustava ili brzi pristup dijagnostičkim alatima.
- Dodatno, na gornjem desnom dijelu panela nalaze se indikatorske LED diode koje prikazuju stanje pogona, poput RUN, FAULT i ALARM statusa. Dioda na Siemens SINAMICS AOP30 panelu služe kao indikatori statusa sustava. Njihova primarna funkcija je da operaterima omoguće brzu vizualnu identifikaciju radnog stanja sustava bez potrebe za detaljnim pregledom informacija na zaslonu. Dioda su posebno korisne u dinamičnim industrijskim okruženjima, gdje operateri moraju brzo reagirati na promjene ili probleme u radu sustava.



Primjerice, zelena dioda može označavati da je sustav u normalnom radu (RUN status), dok crvena dioda može signalizirati kvar (FAULT) ili upozorenje (ALARM). Ove diode su smještene tako da su lako vidljive i operateri ih mogu brzo uočiti, čak i s udaljenosti ili u uvjetima smanjenog osvjetljenja.

Indikatorske diode u industrijskim sustavima su ključne za smanjenje vremena reakcije na kritične događaje. Umjesto da operater mora proći kroz izbornike i provjeravati stanje sustava na zaslonu, boja i pozicija diode odmah pružaju potrebne informacije o tome da li sustav radi normalno ili zahtijeva pažnju.

Kombinacija zaslona i fizičkih tipki na AOP30 panelu pruža sveobuhvatno sučelje za upravljanje industrijskim procesima, omogućujući operaterima intuitivan i učinkovit nadzor te brzo reagiranje na eventualne promjene ili greške u sustavu. [8]



Sl. 5.1. SIEMENS SINAMICS AOP30 PANEL [9]

## 5.2. Podržana komunikacijska sučelja i protokoli

Siemens SINAMICS AOP30 panel dizajniran je da podržava različite komunikacijske sučelja i protokole, omogućavajući besprijekornu integraciju s drugim uređajima i sustavima automatizacije. Ta sučelja i protokoli olakšavaju razmjenu podataka, upravljačke naredbe i integraciju sustava. Neka od često podržanih komunikacijskih sučelja i protokola AOP30 panela uključuju:

1. Ethernet temeljeni protokoli: AOP30 panel često podržava Ethernet temeljene protokole poput PROFINET-a, Ethernet/IP-a ili Modbus TCP/IP-a. Ti protokoli omogućavaju brzi prijenos podataka i komunikaciju između AOP30 panela i drugih uređaja na mreži. Ethernet temeljena komunikacija široko se koristi u industrijskim automatizacijskim sustavima i omogućava pouzdanu i učinkovitu razmjenu podataka.
2. Serijska komunikacija: AOP30 panel može također imati serijske komunikacijske priključke poput RS485 ili RS232 za komunikaciju s drugim uređajima ili sustavima. Serijska komunikacija je uobičajeno sučelje koje se koristi u industrijskim okruženjima i pruža pouzdan način prijenosa podataka na većim udaljenostima.
3. USB priključci: Neki modeli AOP30 panela imaju USB priključke koji omogućavaju jednostavan prijenos podataka između panela i vanjskih uređaja poput USB flash pogona ili računala. To pruža praktičan način za ažuriranje firmvera, bilježenje podataka ili prijenos konfiguracijskih datoteka.
4. Funkcionalnost web poslužitelja: AOP30 panel može imati ugrađenu funkcionalnost web poslužitelja, što operatorima omogućuje pristup i upravljanje panelom udaljeno putem standardnog web preglednika. Ta značajka omogućava udaljeno praćenje i konfiguriranje parametara pogona, pružajući fleksibilnost i praktičnost za operatore sustava.
5. OPC povezivost: AOP30 panel može podržavati OPC (OLE za procesnu kontrolu) povezivost, koja je široko prihvaćeni standard za interoperabilnost između industrijskih automatizacijskih sustava. OPC omogućuje AOP30 panelu komunikaciju s SCADA sustavima, povijesnim sustavima ili drugim softverskim aplikacijama koje podržavaju OPC, omogućavajući besprijekornu razmjenu podataka i integraciju.
6. Integracija s Siemens SINAMICS pogonima: AOP30 panel je posebno dizajniran za sučeljavanje s Siemens SINAMICS pogonima, osiguravajući besprijekornu komunikaciju i integraciju između panela i pogonskog sustava. Ta integracija omogućava operatorima pristup i upravljanje parametrima pogona, praćenje performansi i dijagnosticiranje kvarova izravno putem AOP30 panela.

Podrškom različitim komunikacijskim sučeljima i protokolima, AOP30 panel omogućava fleksibilno i pouzdano povezivanje s drugim uređajima i sustavima unutar industrijskog automatizacijskog ekosustava. Omogućuje učinkovitu razmjenu podataka, udaljeno praćenje i besprijekornu integraciju s višim razinama kontrolnih sustava, poput lokalno upravljanih SCADA sustava.

U sljedećim odlomcima detaljnije ćemo istražiti postupak konfiguracije i postavljanja za integraciju AOP30 panela s lokalno upravljanim SCADA sustavima te istražiti prednosti i primjene korištenja AOP30 panela u takvim okruženjima.

### **5.3. Integracija s Siemens SINAMICS pogonima**

Integracija Siemens SINAMICS AOP30 panela s lokalno upravljanim SCADA sustavima omogućuje sveobuhvatno praćenje i upravljanje pogonskim sustavima. Ključni aspekti integracije uključuju uspostavljanje komunikacijskih protokola, dvosmjernu razmjenu podataka, konfiguraciju i postavljanje, vizualizaciju i upravljanje, upravljanje alarmima i događajima te bilježenje podataka i analizu performansi. Integracija omogućuje operatorima pristup podacima u stvarnom vremenu, vizualizaciju parametara pogona i izvršavanje upravljačkih radnji iz centraliziranog SCADA okruženja. AOP30 panel služi kao lokalno sučelje za učinkovit pogon pogona, dok SCADA sustav pruža centraliziranu platformu za cjelovitu vizualizaciju, upravljanje i analizu podataka. Integracija sa SCADA sustavima omogućuje optimizaciju performansi, prediktivno održavanje i poboljšanje procesa.

### **5.4. Mogućnosti lokalne kontrole koje pruža AOP30**

Siemens SINAMICS AOP30 panel pruža različite mogućnosti lokalne kontrole koje omogućuju operatorima izravnu interakciju i upravljanje povezanim pogonskim sustavima. Ove mogućnosti lokalne kontrole operatorima pružaju fleksibilnost i praktičnost za podešavanje parametara, nadzor performansi, dijagnosticiranje kvarova i osiguranje učinkovitog rada strojeva. Pogledajmo ključne aspekte mogućnosti lokalne kontrole koje pruža AOP30 panel:

1. Kontrola pokretanja/zaustavljanja: Mogućnost kontrole pokretanja/zaustavljanja omogućuje operatorima pokretanje i zaustavljanje povezanih pogonskih sustava. Pomoću posebnog gumba za pokretanje operatori mogu aktivirati pogonske sustave i staviti ih u rad. Suprotno tome, gumb za zaustavljanje zaustavlja strojeve kontrolirano. Kontrola pokretanja/zaustavljanja osigurava da operatori imaju izravnu kontrolu nad radom pogonskih sustava, omogućujući im prilagodbu proizvodnim zahtjevima, odgovor na sigurnosne probleme i koordinaciju aktivnosti strojeva.
2. Kontrola brzine: Kontrola brzine je važan aspekt lokalne kontrole koji omogućuje operatorima podešavanje rotacijske brzine pogonskih sustava. AOP30 panel pruža intuitivna sučelja za postavljanje željenih brzina, bilo da se radi o konstantnoj brzini

za rad u ravnotežnom stanju ili varijabilnim brzinama za prilagodbu promjenjivim zahtjevima procesa. Finim podešavanjem brzine operatori mogu optimizirati performanse strojeva, uskladiti ih s drugom opremom i postići preciznu kontrolu ključnih procesa.

3. Podešavanje parametara: AOP30 panel omogućuje operatorima podešavanje različitih parametara koji upravljaju ponašanjem pogonskih sustava. Ti parametri uključuju stope ubrzanja i usporavanja, ograničenja okretnog momenta, postavke napona i frekvencije te mnoge druge. Pomoću izmjene tih parametara operatori mogu fino podešavati pogonske sustave prema specifičnim operativnim zahtjevima, optimizirati energetske učinkovitost i osigurati glatki i pouzdani rad.
4. Nadzor i vizualizacija: AOP30 panel pruža operatorima mogućnost nadzora u stvarnom vremenu i vizualizacije, omogućujući im promatranje ključnih parametara performansi pogonskih sustava. Operatori mogu vidjeti važne informacije poput brzine motora, okretnog momenta, napona, struje i temperature putem zaslona panela. Ova mogućnost nadzora omogućuje operatorima procjenu zdravlja i performansi pogonskih sustava, otkrivanje anomalija ili odstupanja te donošenje informiranih odluka o prilagodbama ili održavanju.
5. Dijagnostika kvarova i upravljanje alarmima: AOP30 panel uključuje snažne funkcionalnosti dijagnostike kvarova i upravljanja alarmima. Neprestano prati pogonske sustave u potrazi za mogućim kvarovima ili nepravilnostima i upozorava operatore putem vizualnih i zvučnih alarma kada se takvi problemi pojave. Panel pruža detaljne dijagnostičke informacije, uključujući kodove kvarova, opisne poruke i preporučene postupke za rješavanje problema. Ova mogućnost omogućuje operatorima brzo prepoznavanje i rješavanje problema, smanjujući vrijeme zastoja i maksimizirajući pouzdanost pogonskih sustava.
6. Hitno zaustavljanje: AOP30 panel uključuje funkciju hitnog zaustavljanja koja operatorima omogućuje brzo zaustavljanje strojeva u hitnim situacijama. Gumb za hitno zaustavljanje istaknut je na panelu radi jednostavnog pristupa. Kada se pritisne, pokreću se sigurnosne mjere zaustavljanja pogonskih sustava i smanjenje potencijalnih rizika. Mogućnost hitnog zaustavljanja osigurava sigurnost osoblja, opreme i okoline brzim prekidom napajanja i zaustavljanjem svih operacija pogonskog sustava.
7. Lokalno spremanje parametara: AOP30 panel omogućuje operatorima lokalno spremanje i dohvaćanje određenih postavki parametara. Ova mogućnost posebno

je korisna kada su potrebne različite operativne konfiguracije za različite procese ili proizvode. Operatori mogu spremi i dohvatiti skupove parametara, čime se eliminira potreba za ručnim prilagodbama i osigurava dosljedna performansa za različite proizvodne scenarije.

Ove mogućnosti lokalne kontrole koje pruža Siemens SINAMICS AOP30 panel omogućuju operatorima aktivno upravljanje radom, performansama i sigurnošću povezanih pogonskih sustava. Pružanjem kontrole pokretanja/zaustavljanja, kontrole brzine, podešavanja parametara, nadzora i vizualizacije, dijagnostike kvarova i upravljanja alarmima, funkcionalnosti hitnog zaustavljanja te lokalnog spremanja parametara, AOP30 panel poboljšava operativnu fleksibilnost, učinkovitost i pouzdanost u industrijskim okruženjima.

Siemens SINAMICS AOP30 panel dizajniran je s korisničkim sučeljem koje je jednostavno za korištenje i intuitivno za rad kako bi olakšao upotrebu i povećao učinkovitost operatera. Ova značajka osigurava da operateri mogu brzo i učinkovito komunicirati s panelom, pristupiti relevantnim informacijama i obavljati potrebne zadatke bez zbunjenosti ili kompleksnosti. Upoznajmo ključne aspekte korisničkog sučelja i intuitivnog rada:

1. Korisničko sučelje (GUI) AOP30 panela - jednostavno za korištenje i pruža jasne prikaze informacija i kontrole.
2. Dodirni zaslon omogućuje - korisnicima intuitivnu interakciju s panelom, slično kao kod modernih pametnih telefona i tableta.
3. Kontekstualna pomoć i dokumentacija - pružaju korisnicima potrebne smjernice i objašnjenja za korištenje panela.
4. Intuitivna struktura izbornika - olakšava korisnicima pronalaženje željenih postavki i navigaciju kroz različite opcije.
5. Jasni i čitljivi zaslon - omogućuje korisnicima lako čitanje informacija čak i u različitim uvjetima osvjetljenja.
6. Prečaci i omiljene funkcije - omogućuju korisnicima brz pristup često korištenim opcijama, štedeći vrijeme i trud.
7. Višejezična podrška - omogućuje korisnicima interakciju s panelom na više jezika, smanjujući jezične barijere.
8. Odzivna izvedba panela - osigurava brzo i glatko funkcioniranje bez kašnjenja ili zastoja.
9. Opcije prilagodbe - omogućuju korisnicima prilagođavanje sučelja prema vlastitim potrebama i preferencijama.

Korisničko sučelje koje je jednostavno za korištenje i intuitivna operacija Siemens SINAMICS AOP30 panela daju prioritet udobnosti, učinkovitosti i učinkovitoj interakciji operatera. Kroz grafičko korisničko sučelje, mogućnost dodira na zaslonu, kontekstualnu pomoć, intuitivnu navigaciju, jasan prikaz, funkcije prečaca i favorita, višejezičnu podršku, odzivno izvođenje i mogućnosti prilagodbe, panel pojednostavljuje rad, potiče produktivnost operatera i pridonosi pozitivnom korisničkom iskustvu.

## **5.5. Primjeri industrija i procesa u kojima se koriste AOP30 paneli**

### 1. Automobilska industrija:

- Praćenje i upravljanje robotskim rukama, transportnim trakama i stanicama za kontrolu kvalitete.
- Vizualizacija podataka u stvarnom vremenu i podešavanje parametara.
- Dijagnostika kvarova i smanjenje zastoja.
- Poboljšanje ukupne produktivnosti.

### 2. Farmaceutska i biotehnološka industrija:

- Kontrola parametara proizvodnje lijekova i bioloških tvari.
- Vizualizacija procesnih varijabli i podrška upravljanju receptima.
- Bilježenje podataka radi usklađenosti s propisima.
- Optimizacija uvjeta za rast i proizvodnju.

### 3. Prehrambena i napitak industrija:

- Upravljanje fazama proizvodnje hrane i pića.
- Vizualizacija kritičnih procesnih varijabli i upravljanje receptima.
- Smanjenje otpada i poboljšanje učinkovitosti proizvodnje.

### 4. Pročišćavanje vode i otpadnih voda:

- Praćenje i podešavanje parametara pročišćavanja vode.
- Vizualizacija kvalitete vode i upravljanje alarmima.
- Učinkovita kontrola procesa i usklađenost s okolišnim propisima

### 5. Energetski sektor:

- Praćenje i upravljanje generatorima, turbinskim postrojenjima i pomoćnim sustavima.
- Vizualizacija parametara proizvodnje električne energije i podrška upravljanju alarmima.
- Lokalna kontrola i nadzor obnovljivih izvora energije.

Svestrana primjena AOP30 panela omogućava bolju kontrolu, veću učinkovitost i pouzdan rad u različitim industrijama i procesima. Upotreba AOP30 panela u lokalnim kontrolnim scenarijima pruža brojne prednosti, uključujući poboljšane mogućnosti kontrole i nadzora, korisnički prijateljsko sučelje, besprijekornu integraciju, vizualizaciju u stvarnom vremenu, naprednu dijagnostiku, povećanu produktivnost operatora, skalabilnost, fleksibilnost, poboljšanu sigurnost. Ove prednosti doprinose poboljšanoj učinkovitosti procesa, smanjenju vremena zastoja, optimizaciji održavanja i ukupnoj operativnoj izvrsnosti.

## **6. INTEGRACIJA SINAMICS AOP30 SA SCADA SUSTAVIMA**

### **6.1. Komunikacijski protokoli korišteni za integraciju:**

Integracija SINAMICS AOP30 panela sa SCADA sustavima oslanja se na komunikacijske protokole koji omogućavaju besprijekornu razmjenu podataka između ta dva sustava. Za tu svrhu koriste se nekoliko uobičajeno korištenih protokola.

Ključni komunikacijski protokoli za integraciju AOP30 panela s SCADA sustavima uključuju Modbus, OPC i Siemens-ove protokole poput Profibusa i Profineta. Modbus podržava serijsku i Ethernet komunikaciju te je jednostavan i pouzdan za integraciju industrijskih uređaja. OPC pruža standardizirano sučelje za razmjenu podataka. Profibus i Profinet omogućavaju brzu i učinkovitu razmjenu podataka te integraciju AOP30 panela s SCADA sustavima. Ovi protokoli pružaju fleksibilnost i kompatibilnost, olakšavajući razmjenu podataka i upravljanje u industrijskim aplikacijama. Ovi komunikacijski protokoli služe kao temelj za povezivanje AOP30 panela sa SCADA sustavima. Konkretno korišteni protokol ovisi o čimbenicima poput sposobnosti SCADA sustava, komunikacijske infrastrukture u industrijskom okruženju i kompatibilnosti s AOP30 panelom.

Važno je napomenuti da, osim ovih protokola, za integraciju AOP30 panela sa SCADA sustavima mogu se koristiti i drugi vlasnički ili industrijski specifični protokoli, ovisno o specifičnim zahtjevima industrijske primjene.

Uspješna integracija AOP30 panela sa SCADA sustavima temelji se na ispravnoj konfiguraciji odabranog komunikacijskog protokola, uspostavi pouzdane i sigurne veze te osiguranju besprijekorne razmjene podataka između ta dva sustava.

### **6.2. Razmjena podataka između AOP30 panela i SCADA softvera**

Integracija SINAMICS AOP30 panela sa SCADA softverom omogućava operatorima stvarno vrijeme uvid u industrijske procese i pruža im mogućnost aktivnog upravljanja tim procesima. Ključni aspekti razmjene podataka između AOP30 panela i SCADA softvera su sljedeći

AOP30 panel, kao izvor podataka, kontinuirano prikuplja relevantne informacije o procesima, kao što su brzina motora, temperature, tlakovi, protok i drugi parametri. Te podatke šalje SCADA



sustavu putem uspostavljenog komunikacijskog protokola, kao što su Modbus ili OPC. Ovi protokoli omogućavaju pouzdanu i efikasnu razmjenu podataka između panela i SCADA softvera.

SCADA softver, koji djeluje kao središnji nadzorni sustav, prima podatke iz AOP30 panela i prikazuje ih u korisničkom sučelju koje je prilagođeno operaterima. To omogućava operatorima da prate i analiziraju podatke u stvarnom vremenu te donose informirane odluke na temelju tih informacija. SCADA softver može generirati trendove, grafove i druge vizualne prikaze podataka kako bi operatorima pružio jasan uvid u stanje i performanse industrijskih procesa.

Razmjena podataka između AOP30 panela i SCADA softvera ne odnosi se samo na slanje informacija iz panela prema SCADA sustavu, već omogućava i dvosmjernu komunikaciju. To znači da SCADA sustav može slati upravljačke naredbe i konfiguracijske parametre panelu. Na primjer, operatori mogu prilagoditi postavke, promijeniti način rada ili pokrenuti određene akcije na AOP30 panelu putem SCADA softvera. Ova interaktivna razmjena podataka omogućava brze promjene i prilagodbe industrijskih procesa prema potrebama i zahtjevima.

Važno je istaknuti da razmjena podataka između AOP30 panela i SCADA softvera mora biti sigurna i pouzdana. Stoga se često koriste mehanizmi enkripcije i autentifikacije kako bi se osigurala povjerljivost i integritet podataka. Ovo sprječava neovlašten pristup i manipulaciju podacima te osigurava da samo ovlašteni korisnici imaju pristup i kontrolu nad tim podacima.

Integracija AOP30 panela sa SCADA softverom omogućava operatorima da imaju sveobuhvatan uvid u industrijske procese i donose informirane odluke na temelju stvarnih podataka. To rezultira poboljšanom operativnom učinkovitošću, povećanom produktivnošću i optimiziranim korištenjem resursa. Operatori mogu brzo prepoznati anomalije, reagirati na alarme i obavijesti te poduzeti potrebne akcije za održavanje i optimizaciju procesa.

### **6.3. Opis Siemens SINAMICS sustava unutar industrijskog postrojenja**

U industrijskim postrojenjima, integracija modernih sučelja i kontrolnih sustava ključna je za postizanje visoke razine učinkovitosti, sigurnosti i kontrole. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sustavi omogućuju nadzor i upravljanje procesima u stvarnom vremenu, pri čemu je HMI (Human Machine Interface) jedan od osnovnih elemenata koji osigurava interakciju između operatera i strojeva. Jedan od najznačajnijih HMI panela u Siemens SINAMICS sustavima je AOP30 panel. Ovaj rad analizira primjenu AOP30 panela unutar SCADA sustava u kombinaciji s frekventnim pretvaračima SINAMICS, s naglaskom na tehničke karakteristike i funkcionalnosti koje omogućuju učinkovit nadzor i kontrolu pogonskih jedinica. Ovaj sustav prikazuje instalaciju

Siemens SINAMICS frekventnih pretvarača unutar kontrolnog ormara, zajedno s odgovarajućim komunikacijskim i energetske komponentama. Sustav je osmišljen za precizno upravljanje elektromotorima i drugim industrijskim pogonskim elementima te se koristi u različitim industrijskim primjenama kako bi se omogućio nadzor i kontrola nad procesima. Integracijom frekventnih pretvarača, komunikacijskih kablova i PLC kontrolera, ovaj sustav omogućava centralizirano upravljanje i nadzor putem SCADA sustava.

### 6.3.1. Siemens AOP30 panel

Na slici (Sl. 6.1.) je jasno vidljiv Siemens AOP30 panel, koji je ključna komponenta za interakciju operatera sa sustavom. Ovaj panel omogućuje lokalni nadzor i podešavanje ključnih parametara pogonskih sustava, kao što su brzina motora, trenutni status sustava, alarmi i dijagnostički podaci. Panel ima zaslon osjetljiv na dodir i funkcijske tipke koje omogućuju brzo i jednostavno kretanje kroz različite izbornike. Na donjoj strani panela nalaze se tipke za pokretanje i zaustavljanje motora, kao i funkcijske tipke F1-F5, koje olakšavaju brzo podešavanje sustava.

AOP30 panel komunicira s frekventnim pretvaračima kako bi operateri mogli vršiti brze izmjene parametara i u slučaju potrebe brzo reagirati na promjene u radu sustava. Povezan s SCADA sustavom, ovaj panel omogućuje centralizirani nadzor i brzu intervenciju pri potencijalnim problemima.



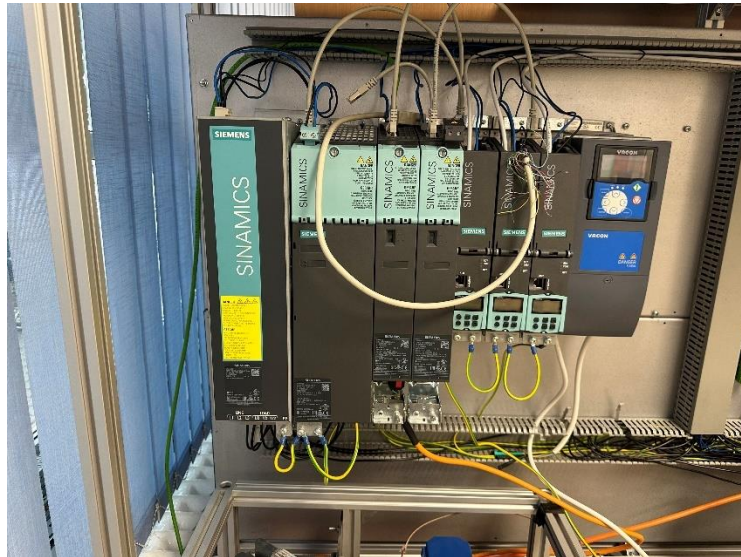
Sl. 6.1. Siemens SINAMICS moduli

### 6.3.2. Siemens SINAMICS frekventni pretvarači

Na slici (Sl. 6.2.) jasno su vidljivi Siemens SINAMICS moduli, koji služe kao frekventni pretvarači. Oni su ključni elementi odgovorni za pretvorbu električne energije te regulaciju brzine i momenta elektromotora u različitim industrijskim aplikacijama. Ovi pretvarači omogućuju kontrolu parametara motora kao što su napon, frekvencija i moment

Na slikama su vidljivi ulazni i izlazni priključci za trofazno napajanje, kao i komunikacijski priključci na vrhu pretvarača, koji omogućuju povezivanje sa sustavima nadzora, poput SCADA i PLC-a. Također su vidljive žice za uzemljenje (žuto-zelene), koje su ključne za sigurnost i pravilno funkcioniranje cijelog sustava.

Svi pretvarači su povezani putem komunikacijskih kablova (PROFINET ili Modbus), što omogućuje sinkronizaciju i nadzor nad cijelim pogonskim sustavom.



Sl. 6.2. Siemens SINAMICS moduli

### 6.3.3. Komunikacijski sustav

Komunikacija između različitih modula pretvarača i središnjeg kontrolnog sustava vrši se putem industrijskih protokola, poput PROFINET-a ili Modbus-a. Na slici (Sl. 6.3.) su vidljivi sivi i plavi kablovi koji povezuju pretvarače s PLC sustavima. Korištenje ovih protokola omogućuje brzu i sigurnu razmjenu podataka između pogonskih modula i glavnog upravljačkog sustava, poput SCADA ili PLC sustava. Takva mreža omogućuje kontinuirani nadzor nad motorima, kao i mogućnost podešavanja rada motora u stvarnom vremenu. Podaci koji se razmjenjuju putem ovih komunikacijskih sustava uključuju ključne informacije o stanju sustava, poput brzine motora,

opterećenja, temperature te mogućih grešaka ili alarma. Time se operaterima omogućava pravovremena reakcija na promjene u radu pogonskih sustava te izbjegavanje potencijalnih kvarova ili oštećenja..



Sl. 6.3. Komunikacijski i naponski priključci koji služe za spajanje na sustav upravljanja.

#### **6.3.4. Siemens PLC kontroleri**

Na slikama je vidljiv i Siemens PLC sustav koji kontrolira rad elektromotora i drugih pogonskih komponenti. PLC-ovi prikupljaju podatke sa senzora i šalju odgovarajuće naredbe aktuatorima, osiguravajući optimalan rad svih pogonskih komponenti. Integracija PLC-a s frekventnim pretvaračima omogućuje naprednu automatsku kontrolu, kao i mogućnost programiranja specifičnih radnih ciklusa, što dodatno povećava fleksibilnost i učinkovitost sustava.

#### **6.3.5. Vacon upravljački modul**

Na desnoj strani ormara vidljiv je Vacon upravljački modul, koji omogućuje upravljanje dodatnim pogonima ili specifičnim procesima u sustavu. Iako nije izravni dio Siemens SINAMICS sustava, Vacon modul može biti integriran s njim radi proširenja funkcionalnosti upravljanja. Modul sadrži vlastiti zaslon i tipke za lokalnu konfiguraciju i nadzor, što povećava fleksibilnost sustava.



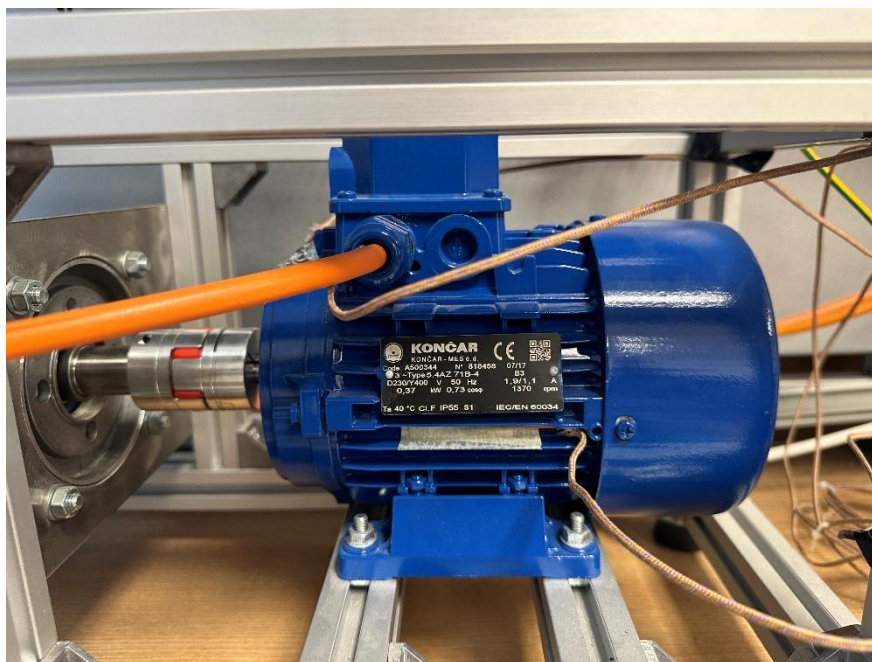


Sl. 6.4. Vacon frekvencijski pretvarači

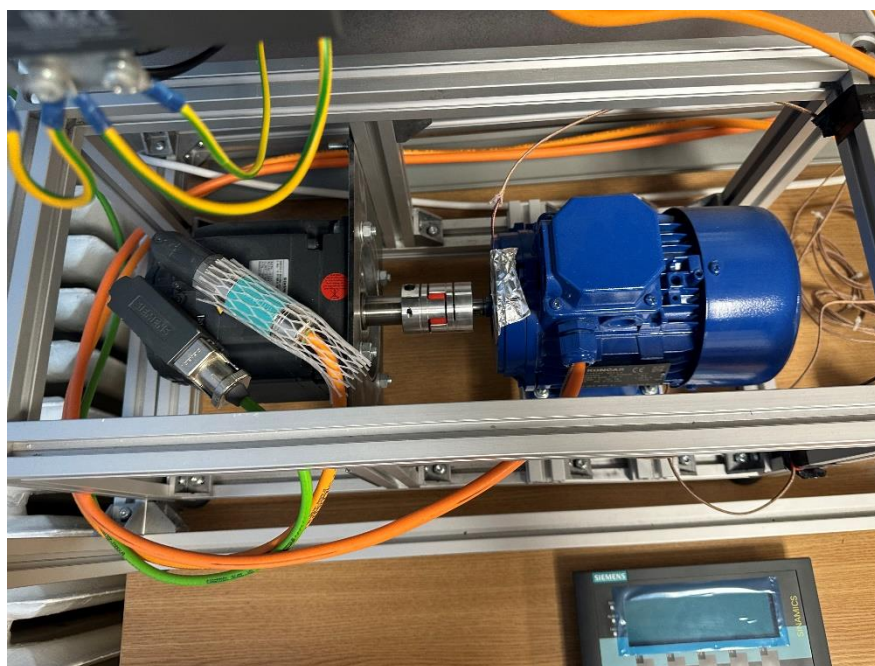
### 6.3.6. Pogonski elektromotor

Na dnu ormara jasno je vidljiv elektromotor (Sl. 6.5.), koji je povezan sa SINAMICS pretvaračima. Ovaj motor koristi energiju dobivenu putem pretvarača kako bi izvršavao mehaničke radnje unutar industrijskog postrojenja. Frekventni pretvarači omogućuju regulaciju brzine motora, smjera vrtnje i momenta, što je važno za precizno upravljanje i prilagodbu zahtjevima procesa.

Motor je postavljen unutar zaštitnog okvira (Sl. 6.6.) kako bi se smanjile vibracije i zaštitile ključne komponente od oštećenja. Ova instalacija je tipična za laboratorijske ili industrijske testne aplikacije, gdje se ispituje učinkovitost i performanse pogonskih sustava.



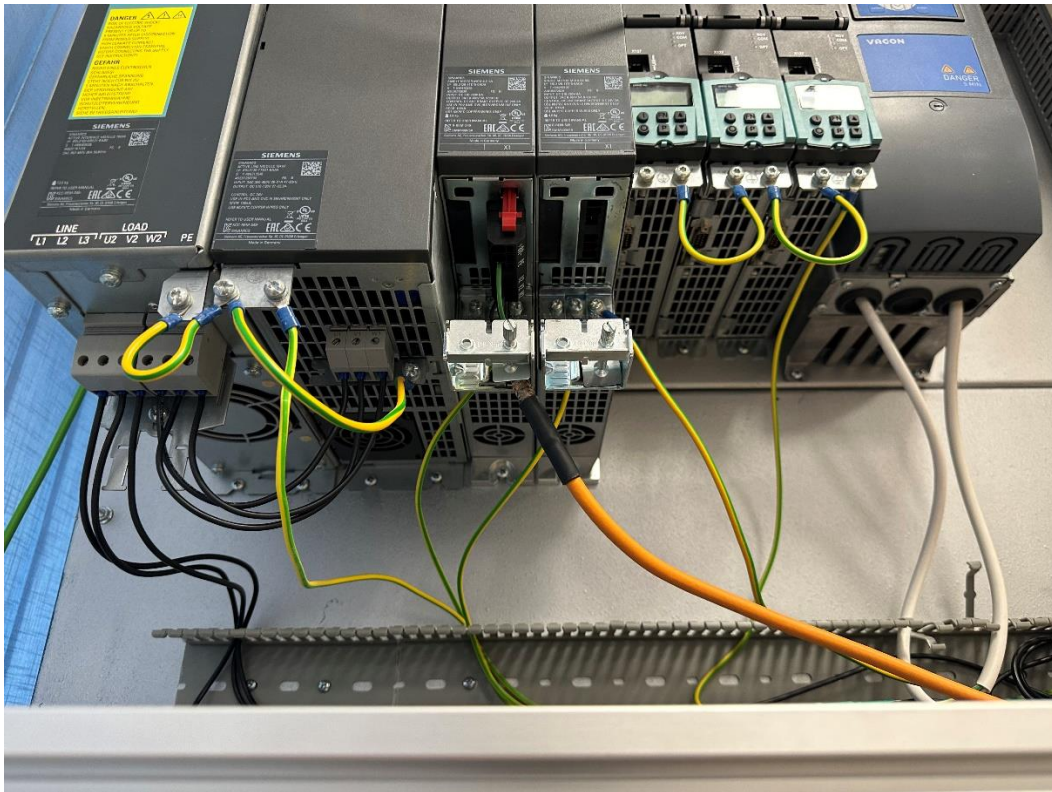
Sl. 6.5. Končar asinkroni trofazni motor



Sl. 6.6. Siemens simotics sinkroni motor sa permanentnim magnetima

### 6.3.7. Sigurnosno ožičenje i uzemljenje

Na slici (Sl. 6.7.) je vidljivo da su svi moduli i uređaji ispravno uzemljeni koristeći žuto-zelene uzemljivačke kablove, što osigurava siguran rad sustava i zaštitu od električnih smetnji. Pravilno uzemljenje je ključan dio svakog industrijskog sustava, jer osigurava sigurnost ljudi i opreme te sprečava oštećenja uslijed prenapona ili elektrostatike.



Sl. 6.7. Sigurnosno ožičenje i uzemljenje

## 6.4. SINAMICS G130

SINAMICS G130 je vrlo fleksibilna i učinkovita jedinica frekventnog pretvarača (inverter) dizajnirana posebno za upravljanje motorima promjenjivih brzina u industrijskim primjenama visoke snage. Uobičajeno se koristi u industrijama kao što su proizvodnja, energetika, rudarstvo i upravljanje vodama. G130 nudi kompaktan i modularan dizajn koji omogućuje jednostavnu integraciju u upravljačke ormariće, što ga čini idealnim za nove instalacije i za modernizaciju postojećih sustava.

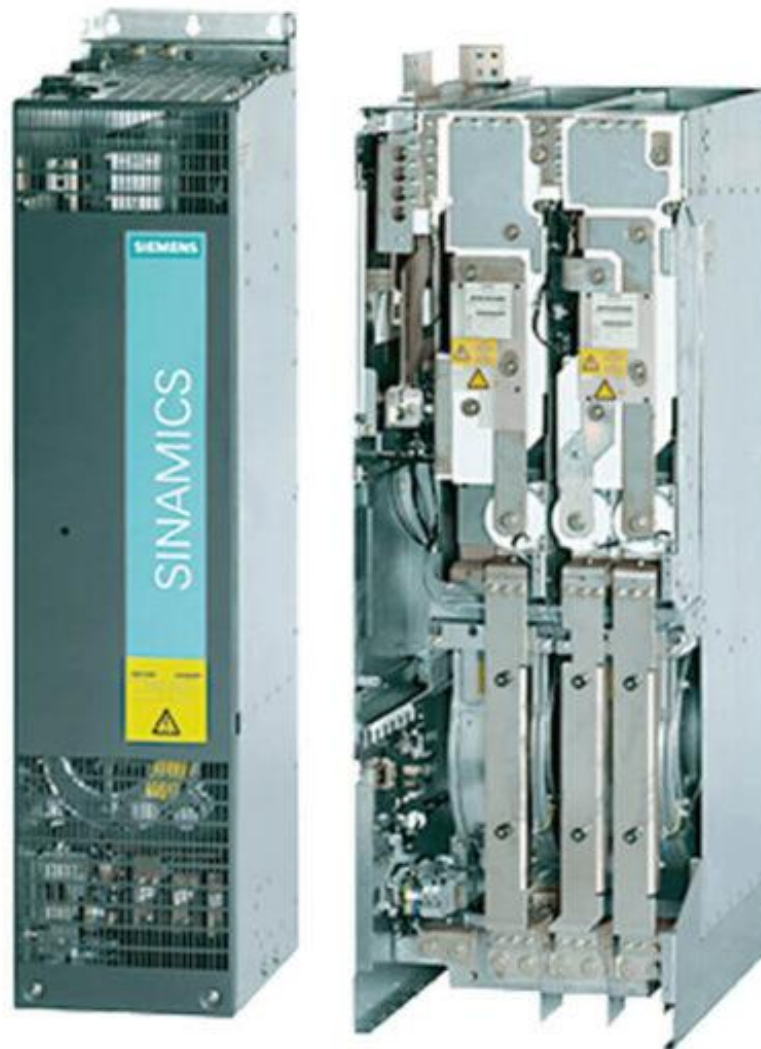
Primjene:

- Pumpe
- Ventilatori
- Kompresori
- Transportni sustavi
- Ekstruderi



- Mikseri

Modularna konstrukcija G130 omogućuje mu obradu složenih i zahtjevnih aplikacija, pružajući visoku pouzdanost i preciznu kontrolu brzine i zakretnog momenta motora.



Sl. 6.8. SINAMICS G130 [10]

#### **6.4.1. Ključne značajke G130**

##### **1. Modularni dizajn:**

G130 dolazi kao šasijska jedinica, omogućujući integraciju u specifične upravljačke ormariće prema potrebama korisnika. Ovaj modularni pristup znači da se pretvarač može prilagoditi točnim potrebama primjene i instalacijskom prostoru.

Modularni dizajn također olakšava održavanje, jer se pojedini dijelovi mogu zamijeniti bez potrebe za demontažom cijelog sustava.



## 2. Raspon snage:

G130 može raditi s nazivnim snagama od 75 kW do 5600 kW (100 HP do 7500 HP), što ga čini pogodnim za širok raspon industrijskih primjena. [11]

## 3. Korisničko sučelje (HMI):

Sustav koristi napredni operativni panel (AOP30), koji pruža grafički prikaz i omogućuje korisnicima interakciju sa sustavom putem intuitivnih izbornika i postavki.

Panel daje informacije kao što su status motora, radni uvjeti, poruke o greškama te omogućuje ručno podešavanje parametara i upravljanje.

## 4. Komunikacijski protokoli:

G130 podržava nekoliko komunikacijskih sučelja, uključujući PROFIBUS, PROFINET, MODBUS i USS protokol, čime se osigurava kompatibilnost s različitim upravljačkim sustavima.

Ova fleksibilnost omogućuje jednostavnu integraciju G130 u postojeće SCADA i upravljačke sustave za centralizirano nadgledanje i upravljanje.

### **6.4.2. Instalacija i puštanje u rad**

#### 1. Mehanička instalacija:

Šasija G130 mora biti pravilno montirana unutar upravljačkog ormarića uz odgovarajuće mjere hlađenja. Modularnost jedinice omogućuje jednostavno sastavljanje i instalaciju, uz jasne upute za povezivanje napajanja i signalnih vodova.

Prilikom instalacije treba uzeti u obzir prostor, ventilaciju i uvjete okoline kao što su temperatura i vlažnost.

#### 2. Električna instalacija:

Električna instalacija uključuje spajanje napajanja, upravljačkih signala i osiguranje pravilnog uzemljenja. G130 je kompatibilan sa standardnim industrijskim naponima i može se koristiti u aplikacijama niskog i srednjeg napona.

Uređaj je opremljen ulaznim osiguračima i zaštitnim uređajima za zaštitu od prenapona i električnih kvarova.

#### 3. Puštanje u rad:

Proces puštanja u rad uključuje postavljanje G130 putem Siemens STARTER softvera za puštanje u rad. Operateri mogu definirati parametre motora kao što su napon, struja, brzina i zakretni moment.

Nakon postavljanja parametara, sustav se može testirati u kontroliranim uvjetima kako bi se osigurao ispravan rad prije puštanja u pogon.

### **6.4.3. Rad i održavanje**

#### **1. Opcije upravljanja:**

G130 može se upravljati putem više ulaza, uključujući analogne i digitalne signale, kao i komunikacijske protokole poput PROFIBUS-a.

Operateri mogu birati između automatskog i ručnog načina rada, ovisno o zahtjevima aplikacije. U automatskom načinu rada, pogon može primiti zadane vrijednosti iz centralnog upravljačkog sustava, dok ručni način rada omogućuje izravno upravljanje putem AOP30 panela.

#### **2. Nadgledanje i dijagnostika:**

Kontinuirano nadgledanje varijabli sustava, kao što su brzina motora, zakretni moment i temperatura, dostupno je na AOP30 panelu. Ovo omogućuje operaterima praćenje performansi i osiguravanje da sustav radi unutar unaprijed definiranih granica.

G130 ima napredne dijagnostičke mogućnosti, uključujući zapisivanje grešaka, otkrivanje kvarova i automatske alarme za abnormalne radne uvjete. Dijagnostičke poruke pružaju detaljne informacije o greškama, pomažući tehničarima da brzo identificiraju i otklone probleme.

#### **3. Održavanje:**

Rutinsko održavanje uključuje pregled spojeva napajanja i upravljanja, provjeru fizičkih oštećenja i osiguranje da je pogon čist od prašine i krhotina kako bi se održala ispravna ventilacija.

Ažuriranja firmvera i podešavanje parametara mogu se obaviti putem AOP30 ili povezanih SCADA sustava. Zapisnici o održavanju također se mogu pohraniti za buduću upotrebu.

### **6.4.4. Sigurnost i zaštita**

#### **1. Sigurnosne značajke:**

G130 uključuje nekoliko sigurnosnih značajki, poput funkcije "Sigurno isključenje zakretnog momenta" (STO) i integriranih funkcija hitnog zaustavljanja. Ovi sigurnosni mehanizmi dizajnirani su za trenutno isključenje motora u slučaju nužde, osiguravajući zaštitu osoblja i opreme.

Postoje konfigurabilni sigurnosni međupriključci koji sprječavaju pokretanje pogona u nesigurnim uvjetima.

## 2. Zaštita:

Industrijska sigurnost je ključna u modernim automatizacijskim sustavima. G130 podržava sigurne komunikacijske protokole, koji sprječavaju neovlašteni pristup postavkama pogona. Također se može omogućiti zaštita lozinkom kako bi se ograničio pristup određenim funkcijama upravljanja.

### **6.4.5. Ključne prednosti korištenja SINAMICS G130**

1. **Fleksibilnost:** Modularni dizajn G130 omogućuje jednostavnu integraciju u različite upravljačke ormariće, a sposobnost prilagodbe širokom rasponu industrijskih aplikacija čini ga svestranim rješenjem za razne industrije.
2. **Pouzdanost:** S naprednim dijagnostičkim sustavom, nadzorom u stvarnom vremenu i robusnom konstrukcijom, G130 osigurava kontinuiran rad čak i u teškim industrijskim uvjetima.
3. **Jednostavnost korištenja:** AOP30 panel, u kombinaciji s Siemensovim softverskim alatima, čini G130 jednostavnim za konfiguriranje, upravljanje i održavanje. Intuitivno grafičko sučelje omogućuje jednostavne prilagodbe parametara i praćenje sustava u stvarnom vremenu.

### **6.5. SINAMICS G150**

SINAMICS G150 je kompaktan, zatvoren pogonski sustav dizajniran za kontrolu brzine i zakretnog momenta srednjih i velikih motora u industrijskim primjenama. Kao i G130, dio je SINAMICS serije, no dolazi kao unaprijed sastavljena i testirana jedinica, što ga čini idealnim za primjene gdje je prostor ograničen, a važna je jednostavnost instalacije. G150 se često koristi u industrijama poput nafte i plina, kemijske industrije, cementa, čelika i rudarstva.

Primjene:

- Transportni sustavi

- Ventilatori i pumpe
- Kompresori
- Mlinovi
- Puhala



Sl. 6.9. SINAMICS G150 [12]

### 6.5.1. Ključne značajke G150

#### 1. Zatvoreni kabinet dizajn:

Za razliku od G130, koji je šasijska jedinica, G150 je potpuno zatvoren pogonski sustav. Isporučuje se unaprijed sastavljen, što znači da se može instalirati izravno na terenu uz minimalno postavljanje.

Kabinet uključuje sve potrebne komponente poput osigurača, filtara i prekidača, čime postaje gotov proizvod za primjene kontrole motora.

#### 2. Raspon snage:

G150 može raditi u rasponu snage od 75 kW do 2700 kW (100 HP do 3620 HP), što ga čini pogodnim za srednje i visokosnažne industrijske primjene. [13]

Podržava širok raspon napona od 380 V do 690 V, osiguravajući kompatibilnost s različitim industrijskim napajanjima.

### 3. Korisničko sučelje (HMI):

Kao i G130, G150 također koristi napredni operativni panel (AOP30), koji omogućuje operaterima upravljanje brzinom motora u stvarnom vremenu, dijagnostiku i upravljanje kvarovima.

AOP30 omogućuje korisnicima postavljanje parametara, vizualizaciju podataka o procesu u stvarnom vremenu i izvršavanje kontrolnih radnji s jednog sučelja.

### 4. Opcije hlađenja:

G150 nudi mogućnost zračnog ili tekućinskog hlađenja, ovisno o radnom okruženju. Zračno hlađenje koristi se za standardne aplikacije, dok je tekućinsko hlađenje učinkovitije u aplikacijama visoke snage ili u okruženjima s visokim temperaturama.

Ova fleksibilnost osigurava da se G150 može koristiti u okruženjima s ograničenim prostorom ili u procesima osjetljivim na temperaturu.

## **6.5.2. Instalacija i puštanje u rad**

### 1. Mehanička instalacija:

Budući da G150 dolazi kao zatvorena jedinica, mehanička instalacija je jednostavnija u usporedbi s G130. Pogon se može postaviti izravno na pod u industrijskom okruženju, bez potrebe za dodatnim upravljačkim ormarom.

Njegov kompaktan dizajn omogućuje postavljanje u uske prostore, a svi potrebni elementi poput filtara, osigurača i prekidača već su ugrađeni.

### 2. Električna instalacija:

G150 zahtijeva pravilno električno povezivanje za napajanje i upravljačke signale. Dostavljaju se detaljne upute za spajanje naponskih kabela i signalnog ožičenja, uključujući upute za uzemljenje.

Sustav je opremljen ugrađenim zaštitnim mjerama, poput zaštite od preopterećenja i kratkog spoja, kako bi se osigurala sigurna operacija tijekom instalacije i puštanja u rad.

### 3. Puštanje u rad:

Puštanje u rad G150 obavlja se putem Siemens STARTER alata za puštanje u rad, gdje se definiraju parametri motora, poput brzine, napona, struje i zakretnog momenta.

AOP30 sučelje omogućuje operaterima konfiguraciju postavki i praćenje performansi sustava tijekom faze puštanja u rad.

## **6.5.3. Rad i održavanje**

### 1. Opcije upravljanja:

G150 nudi fleksibilne opcije upravljanja putem digitalnih i analognih signala, kao i komunikacijskih protokola poput PROFIBUS-a i PROFINET-a, čime se osigurava jednostavna integracija u postojeće industrijske upravljačke sustave.

Pogonom se može upravljati u automatskom ili ručnom načinu rada, pružajući operaterima fleksibilnost u prilagođavanju operativnih postavki prema zahtjevima procesa.

### 2. Nadgledanje i dijagnostika:

Operateri mogu pratiti ključne performanse poput brzine, zakretnog momenta, napona i struje izravno putem AOP30 zaslona. Ovo pruža uvid u radni status motora i pogonskog sustava u stvarnom vremenu.

Napredne dijagnostičke značajke pomažu operaterima u rješavanju problema, otkrivanju kvarova i primanju upozorenja u stvarnom vremenu o abnormalnim uvjetima. Dostupni su zapisi dijagnostike i povijest kvarova za analizu prošlih incidenata i sprječavanje budućih problema.

### 3. Održavanje:

Održavanje G150 uključuje rutinske preglede pogona i okolne opreme. Na primjer, zračne filtre treba povremeno provjeravati i zamijeniti kako bi se održalo optimalno hlađenje.

Ažuriranja firmvera i provjere sustava mogu se obaviti putem AOP30 ili putem daljinskog pristupa koristeći povezane SCADA sustave.

#### **6.5.4. Sigurnost i zaštita**

##### 1. Sigurnosne značajke:

G150 dolazi s funkcijama sigurnosti poput "Sigurno isključenje zakretnog momenta" (STO), koje odmah zaustavlja motor u slučaju nužde, osiguravajući sigurnost osoblja i opreme.

Sustav također uključuje krugove za hitno zaustavljanje koji se mogu integrirati u industrijski sigurnosni sustav.

##### 2. Zaštita:

Kako bi se sustav zaštitio od neovlaštenog pristupa, G150 podržava zaštitu lozinkom i sigurne komunikacijske protokole. Ovo osigurava da samo ovlašteno osoblje može mijenjati postavke ili upravljati pogonom.

#### **6.5.5. Ključne prednosti korištenja SINAMICS G150**

- Unaprijed sastavljeno rješenje: Zatvoreni dizajn G150 pojednostavljuje instalaciju i puštanje u rad, smanjujući vrijeme i trud potreban za postavljanje sustava u usporedbi s modularnim sustavima poput G130.
- Dizajn koji štedi prostor: Kompaktan dizajn kabineta osigurava da se G150 može instalirati u okruženjima gdje je prostor ograničen, bez potrebe za dodatnim ormarima.
- Pouzdanost: G150 je dizajniran za rad u teškim industrijskim uvjetima, s naprednim dijagnostičkim i sigurnosnim značajkama koje osiguravaju kontinuiran, pouzdan rad čak i u zahtjevnim uvjetima.
- Jednostavnost korištenja: AOP30 panel pojednostavljuje konfiguraciju i upravljanje, omogućujući operaterima da lako upravljaju sustavom uz minimalnu obuku. Nadgledanje i dijagnostika u stvarnom vremenu pomažu u ranom prepoznavanju problema, smanjujući vrijeme zastoja.

## 7. ZAKLUČAK

U radu smo analizirali ulogu Siemens SINAMICS AOP30 panela u lokalno kontroliranim SCADA sustavima te prikazali način na koji ovaj panel omogućuje preciznu kontrolu i nadzor nad industrijskim pogonima. Zahvaljujući naprednim mogućnostima poput integracije s frekventnim pretvaračima, lokalne kontrole brzine i parametara, te mogućnosti dijagnostike kvarova, AOP30 panel znatno poboljšava operativnu učinkovitost i sigurnost u radu. Njegova fleksibilnost, mogućnost podešavanja parametara i vizualizacija ključnih podataka u stvarnom vremenu omogućavaju pravovremenu reakciju i sprječavanje zastoja u radu. Kroz integraciju sa SCADA sustavima, ovaj panel omogućava centraliziranu kontrolu i optimizaciju cijelog postrojenja, čime se osigurava bolja iskorištenost resursa, smanjenje vremena zastoja i poboljšana energetska učinkovitost. Ovi sustavi postaju ključan alat u suvremenoj industriji, omogućujući veći stupanj automatizacije, smanjenje rizika od ljudske pogreške i povećanje ukupne produktivnosti. Sveukupno, Siemens SINAMICS AOP30 panel i njegova integracija sa SCADA sustavima predstavljaju ključan korak prema modernizaciji industrijskih postrojenja, pružajući napredne funkcionalnosti koje poboljšavaju učinkovitost i sigurnost industrijskih procesa.



## 8. LITERATURA

- [1] Control Automation, What is a Remote Terminal Unit (RTU)?, dostupno na: <https://control.com/technical-articles/what-is-a-remote-terminal-unit-rtu/> [18.09.2024.]
- [2] Unitronics, What is the definition of "PLC"?, dostupno na: <https://www.unitronicsplc.com/what-is-plc-programmable-logic-controller/> [18.09.2024.]
- [3] Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5, (2009.g.), dostupno na: [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) [17.09.2024.]
- [4] MDPI Open Access Journals, dostupno na: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/4950/html> [18.09.2024.]
- [5] Stuart A. Boyer, SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition, 3rd edition, ISA, 2004.
- [6] Siemens SIMATIC Series KTP700 Basic HMI Panel - 7 in, TFT Display, 800 x 480pixels, dostupno na: <https://hr.rsdelivers.com/product/siemens/6av2123-2gb03-0ax0/siemens-simatic-series-ktp700-basic-hmi-panel-7-in/8643961> [23.09.2024.]
- [7] D.Bailey, E.Wright, Practical SCADA for industry, Newnes, Great Britain, 2003.
- [8] SINAMICS G130 Cabinet Modules AOP30 operator panel, dostupno na: [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/61873600/54083800843\\_en-US.pdf](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/61873600/54083800843_en-US.pdf) [23.09.2024.]
- [9] SINAMICS S120 Cabinet Modules AOP30 operator panel (option K08), dostupno na: [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/35213561/s120cm\\_aop30-1008-en.pdf](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/35213561/s120cm_aop30-1008-en.pdf) [23.09.2024.]
- [10] Thien Tan, SINAMICS G130, dostupno na: <https://thientanetc.com/en/product/bien-tan-siemens-sinamics-g130/> [23.09.2024.]
- [11] SINAMICS G130 Built-in converter units 75 kW to 800 k, dostupno na: <https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/35126225/g130-operating-instructions-en.pdf> [20.09.2024.]
- [12] Thien Tan, SINAMICS G150, dostupno na: <https://thientanetc.com/en/product/bien-tan-siemens-sinamics-g150/> [23.09.2024.]

[13] SINAMICS G150 Converter cabinet units 75 kW to 1500 kW, dostupno na:  
<https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/45606159/g150-operating-instructions-en.pdf> [20.09.2024.]

## **9. SAŽETAK**

### **INDUSTRIJSKA PRIMJENA SIEMENS SINAMICS AOP30 PANELA U LOKALNO KONTROLIRANIM SCADA SUSTAVIMA**

Rad opisuje SCADA sustave, HMI panele i sučelja, te njihove podjele. Prikazan je način rada i industrijska primjena SIEMENS SINAMICS AOP30 panela u lokalno kontroliranim SCADA sustavima, te ostale primjene u sklopu SINAMICS G130 i SINAMICS G150 pogonskim sustavima.

Ključne riječi: SCADA, HMI, SIEMENS, SINAMICS, AOP30, PANEL, G130, G150

## **10. ABSTRACT**

### **INDUSTRIAL APPLICATION OF THE SIEMENS SINAMICS AOP30 PANEL IN LOCALLY CONTROLLED SCADA SYSTEMS**

This paper describes SCADA systems, HMI panels, and interfaces, along with their classifications. It presents the operational methods and industrial applications of the SIEMENS SINAMICS AOP30 panel in locally controlled SCADA systems, as well as other applications within SINAMICS G130 and SINAMICS G150 drive systems.

Keywords: SCADA, HMI, SIEMENS, SINAMICS, AOP30, PANEL, G130, G150

## 11. ŽIVOTOPIS

Domagoj Božić rođen je 13.08.2001. u Slavonskom Brodu. Završio je Osnovnu školu Bogoslav Šulek 2016. godine. Upisuje smjer elektrotehničar u Tehničkoj školi Slavonski Brod koju završava 2020. godine. Nakon srednje škole upisuje preddiplomski stručni studij na Fakultetu elektrotehnike, računalstva i informacijskih tehnologija Osijek. Za vrijeme studija odrađuje 200 sati praktičnog rada u tvrtki Elvi d.o.o.. Preddiplomski stručni studij na smjeru elektroenergetika završava 2024. godine.

---

Potpis autora