

## SUSTAV ZA LUBRIFIKACIJU REDUKTORA STROJA S REKUPERACIJOM ULJA

### *MACHINE LUBRICATION SYSTEM WITH OIL RECOVERY*

Stephan Tadić<sup>1</sup>, Dario Matika<sup>2</sup>

<sup>1</sup>\_

<sup>2</sup>*Tehničko veleučilišta u Zagrebu, Vrbik 8, 10000 Zagreb*

#### SAŽETAK

Cilj ovog članka je upoznati čitatelja s izradom softverskog dijela sustava za lubrikaciju reduktora stroja s rekuperacijom ulja. Točnije za podmazivanje reduktora i pomičnih dijelova postrojenja za grubu obradu čelika. Za izradu softverskog rješenja korišten je TIA Portal programski paket. Sustav se sastoji od dva spremnika, glavnog i pomoćnog. Iz glavnog spremnika ulje se cjevovodima šalje do reduktora stroja, ulje se skuplja u pomoćnom spremniku te se proces ponavlja. Ako temperatura ulja padne ispod definirane vrijednosti, pale se grijači spremnika koji vraćaju temperaturu ulja unutar zadanih granica. Ako temperatura ulja previše naraste, izmjenjivač topline ga hladi sve dok se ne vrati unutar zadanih granica.

**Ključne riječi:** *valjaonica, podmazivanje, automatizacija, PLC, vizualizacija, simulacija*

#### ABSTRACT

The aim of this article is to better acquaint the reader with the creation of the software part for machine lubrication system with oil recovery. More precisely for the lubrication of gearboxes and moving parts of the steel roughing plant. Tia Portal software package was used to create the software solution. The system consists of two tanks, the main and the auxiliary tank. From the main tank, the oil is sent via a pipeline to the gearboxes of the machine, the oil is then collected in the auxiliary tank and the process is repeated. If the oil temperature falls below the defined value, the tank heaters which return the oil temperature within the set limits are switched on.

If the oil temperature rises too much, the heat exchanger cools it until it returns to the set limits.

**Keywords:** *rolling mill, lubrication, automation, PLC, visualization, simulation*

#### 1. UVOD

##### *1. INTRODUCTION*

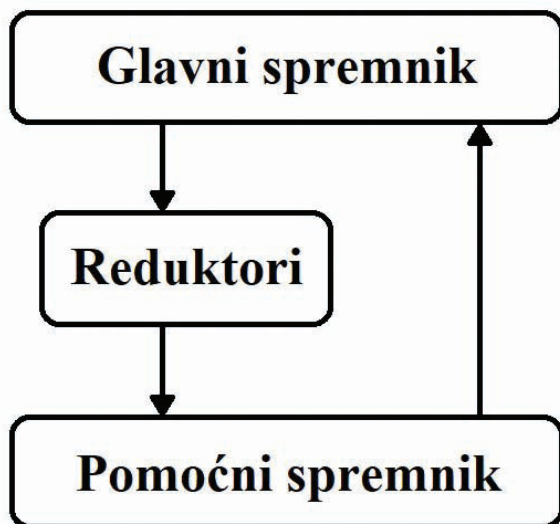
Mazivo je tvar, obično organska, koja se uvodi radi smanjenja trenja između površina u međusobnom kontaktu, što u konačnici smanjuje toplinu koja nastaje pri pomicanju površina. Također može imati funkciju prijenosa sila, transporta stranih čestica ili zagrijavanja ili hlađenja površina. Za podmazivanje površine može se koristiti mnogo različitih tvari. Ulje i masti su najčešći. Mast se sastoji od ulja i sredstva za zgušnjavanje kako bi se postigla njegova konzistencija, dok je ulje ono što zapravo podmazuje. Ulja mogu biti na sintetičkoj, biljnoj ili mineralnoj osnovi, kao i njihova kombinacija. Ulje koje se treba koristiti određuje se ovisno o potrebi. Sintetička ulja su korisna u ekstremnim uvjetima. [1]

#### 2. SUSTAV ZA LUBRIFIKACIJU REDUKTORA STROJA

##### *2. MACHINE LUBRICATION SYSTEM*

Glavni fokus ovog rada je podmazivanje reduktora u dijelu valjaonice za grubu obradu čelika. Sustav se sastoji od dva glavna dijela, a to su glavni spremnik i pomoćni rekuperacijski spremnik.

Glavni spremnik se sam po sebi nalazi na višem nivou od pomoćnog te se iz njega ulje pomoću pumpi kreće prema reduktorima, valjcima i ostalim pokretnim dijelovima ovog postrojenja. Ulje se zatim skuplja, filtrira i uz pomoć gravitacije kreće prema pomoćnom rekuperacijskom spremniku koji se nalazi na nižem nivou od glavnog spremnika. Zatim pomoćni spremnik uz pomoć pumpi vraća ulje u glavni spremnik radi ponovne upotrebe (slika 1). Ovaj sustav je zatvoreni proces u kojem cirkulira ulje iste čistoće prije i poslije prijelaza preko reduktora, razlog tomu je minimalno ili čak nikakvo trošenje reduktora. Nadopunjavanje kompletnog sustava s novim uljem je stoga svedeno na minimum te se to radi samo u rijetkim slučajevima kada dođe do njegovog curenja uzrokovanog npr. lošim spojevima između cijevi ili njihovim oštećenjem. [2]



Slika 1 Shema sustava za lubrikaciju [2]

Figure 1 Schematic of the lubrication system [2]

Korišten je Siemensov PLC s procesorskom jedinicom (CPU) 1511F-1 PN. On predstavlja Fail-safe procesor kod kojeg se dva CPU-a nalaze u istom kućištu. Jedan CPU djeluje kao primarni, a drugi kao sekundarni ili rezervni CPU. Sekundarni vrši izračune ulaznih podataka i kontinuirano se sinkronizira s primarnim. Međutim, sekundarni ne može slati izlaze na izlazne kanale.

U slučaju kvara na primarnom CPU-u kontrola se odmah prebacuje na sekundarni, s glatkim, tj. neprimjetnim prijelazom. Iako predstavlja Fail-safe procesor u ovom radu korišten je kao regularan CPU za standardnu primjenu.

Kao ulazni moduli, tj. kartice korišteni su Siemensovi DI 16x24VDC. Već prema samom nazivu može se zaključiti da svaka kartica ima 16 električki izoliranih digitalnih ulaza. Od tih 16 kanala, kanali 0 i 1 mogu biti konfigurirani kao brojači. Nazivni ulazni napon za ovu karticu je 24V DC. [3]

Za pisanje softverskog dijela korišten je Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) koji daje neograničen pristup cjelokupnom spektru digitaliziranih usluga automatizacije, od digitalnog planiranja do integriranog inženjeringa i transparentnog rada. TIA portal predstavlja kompletan programski paket u kojem se nalaze i STEP 7 koji se koristi za pisanje softvera i WinCC koji se koristi za izradu vizualizacije, tj. HMI sučelja. Na slici 2 prikazana je korištena hardverska konfiguracija. [2]



Slika 2 Prikaz hardverske konfiguracije u TIA portalu [2]

Figure 2 Hardware configuration in the TIA portal [2]

Glavni pokretači cijelog sustava predstavljaju pumpe koje pokreću električni motori. Na spremnike sustava postavljeno je sveukupno sedam pumpi od kojih razlikujemo dvije vrste. Detaljniji opis i njihov princip rada bit će opisan u sljedećem poglavlju, a u Tablici 1 prikazane su karakteristike motora koji ih pokreću.

**Tablica 1.** Nazivni podaci korištenih motora [2]**Table 1.** Nominal data of used motors [2]

	Motor 1	Motor 2
Snaga [KW]	15	22
Napon [V]	460	460
Struja [A]	28	44
Brzina [rpm]	1800	1800
Frekvencija [Hz]	60	60

## 2.1. GLAVNI SPREMNIK

### 2.1. MAIN TANK

Glavni spremnik predstavlja jedinicu zaduženu za podmazivanje dijelova valjaonice čelika, na njemu se nalaze četiri pumpe pokretane elektromotorima čije su karakteristike navedene u tablici 1 (Motor 1). Tri pumpe rade kontinuirano dok je jedna pumpa u stanju pripravnosti. Grijači koji se nalaze u spremniku predviđeni su za zagrijavanje ulja ako njegova temperatura padne ispod određene vrijednosti. Unutar glavnog spremnika nalazi se devet grijača pomoću kojih se temperatura ulja grije do željene razine. Iako se grijači ne susreću često unutar spremnika ulja, ovdje su neophodni zbog toga što se tvornica nalazi u dijelu svijeta gdje temperature zraka dostižu jako niske vrijednosti. Suprotno tome, izmjenjivač topline služi za hlađenje ulja ako njegova vrijednost temperature naraste iznad određene vrijednosti. Glavni spremnik ima tri načina rada, a to su: grijanje ulja u spremniku, grijanje ulja u dostavnim cijevima te normalni način rada.

Kod grijanja ulja u spremniku, kao i što sam naziv kaže, ulje se zagrijava i cirkulira unutar spremnika. Ovaj način rada je upaljen u slučaju da valjaonica nije u pogonu, pritom je potrebno da su zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- barem jedna pumpa radi
- grijači su upaljeni
- dostavni ventil je zatvoren
- povratni ventil je otvoren

Ulje se zagrijava do temperature 50/55 °C.

Grijanje ulja u dostavnim cijevima se koristi za zagrijavanje samog ulja nakon što se pumpe pokrenu.

Sustav provjerava temperaturu na izlazu s reduktora te ako je ona niža od zadane minimalne temperature, pale se grijači. Grijanje ulja u cijevima ne predstavlja fizičko zagrijavanje cijevi već se ulje zagrijava u spremniku, slično kao i u prethodno opisanom načinu rada, i zatim šalje preko dostavne linije prema pokretnim dijelovima valjaonice. Za pravilan rad trebaju biti zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- barem jedna pumpa radi
- grijači su upaljeni
- dostavni ventil je otvoren
- povratni ventil je zatvoren

U slučaju da su grijači isključeni, to znači da je upaljen normalan način rada. Kao i kod prethodno opisanog načina, dostavni ventil je otvoren, a povratni ventil je zatvoren. Ako temperatura ulja na izlazu s reduktora naraste iznad definirane vrijednosti, pali se izmjenjivač topline i ulje se hladi sve dok ponovno ne padne ispod definirane vrijednosti. [2]

## 2.2. POMOĆNI SPREMNIK

### 2.2. AUXILIARY TANK

Glavni zadatak pomoćnog spremnika je rekuperacija ulja, tj. skupljanje iskorištenog ulja i njegovo vraćanje u glavni spremnik. On je fizički manji od glavnog spremnika te se nalazi na nižoj razini. Takva izvedba omogućuje da se ulje uz pomoć gravitacije kreće prema pomoćnom spremniku bez potrebe za dodatnim pogonskim strojevima. Pogonski dio ovog dijela postrojenja su tri pumpe pokretane elektromotorima čije su karakteristike navedene u tablici 1. (Motor 2). Dvije pumpe rade kontinuirano dok je jedna pumpa u stanju pripravnosti.

Unutar spremnika se nalaze grijači koji dodatno zagrijavaju prikupljeno ulje ako njegova temperatura padne ispod definirane vrijednosti. Pomoćni spremnik nema usisne ventile ispred pumpi, one su pogonjene sa snažnijim elektromotorima zato što se ulje pumpa na više razine. Slično kao i u glavnom spremniku, postoje tri načina rada: grijanje ulja u spremniku, grijanje ulja u dostavnim cijevima te normalni način rada.

Kod prvog načina rada ulje se zagrijava u spremniku, međutim za razliku od glavnog spremnika, ovdje nema cirkuliranja ulja. Ulje se zagrijava do temperature 50/55°C, a pumpe mogu početi s radom nakon što se postigne željena temperatura. Tijekom ovog načina rada valjaonica nije u pogonu.

Grijanje ulja u dostavnim cijevima je uvelike povezan s glavnim spremnikom, naime moraju biti zadovoljeni isti uvjeti kao i kod glavnog spremnika. Znači dostavni ventil mora biti otvoren, povratni ventil mora biti zatvoren te mora raditi najmanje jedna pumpa. Isto kao i kod glavnog spremnika, grijanje ulja u cijevima ne predstavlja fizičko zagrijavanje cijevi već se ulje zagrijava pomoću grijača do određene temperature i zatim šalje pomoću pumpi nazad u glavni spremnik. Ako je temperatura ulja na izlazu iz reduktora niža od definirane vrijednosti onda se aktivira opisani način rada. Ulje se zagrijava do već spomenute temperature od 50/55°C, a valjaonica je u pogonu.

Ako su grijači u spremniku isključeni to znači da je pogon u normalnom načinu rada. Valjaonica je u pogonu, a ulje dolazi s reduktora i ostalih pokretnih dijelova do pomoćnog spremnika te se zatim pomoću pumpi šalje prema glavnom spremniku. Ako temperatura ulja koje cirkulira sustavom padne ispod definirane vrijednosti upalit će se grijači te spremnik prelazi u prethodno opisan način rada.

### 3. SOFTVERSKA REALIZACIJA

#### 3. SOFTWARE DESIGN

Softverska realizacija nije tako jednostavna te u nastavku slijedi opis svih dijelova programa potrebnih za njegovu realizaciju.

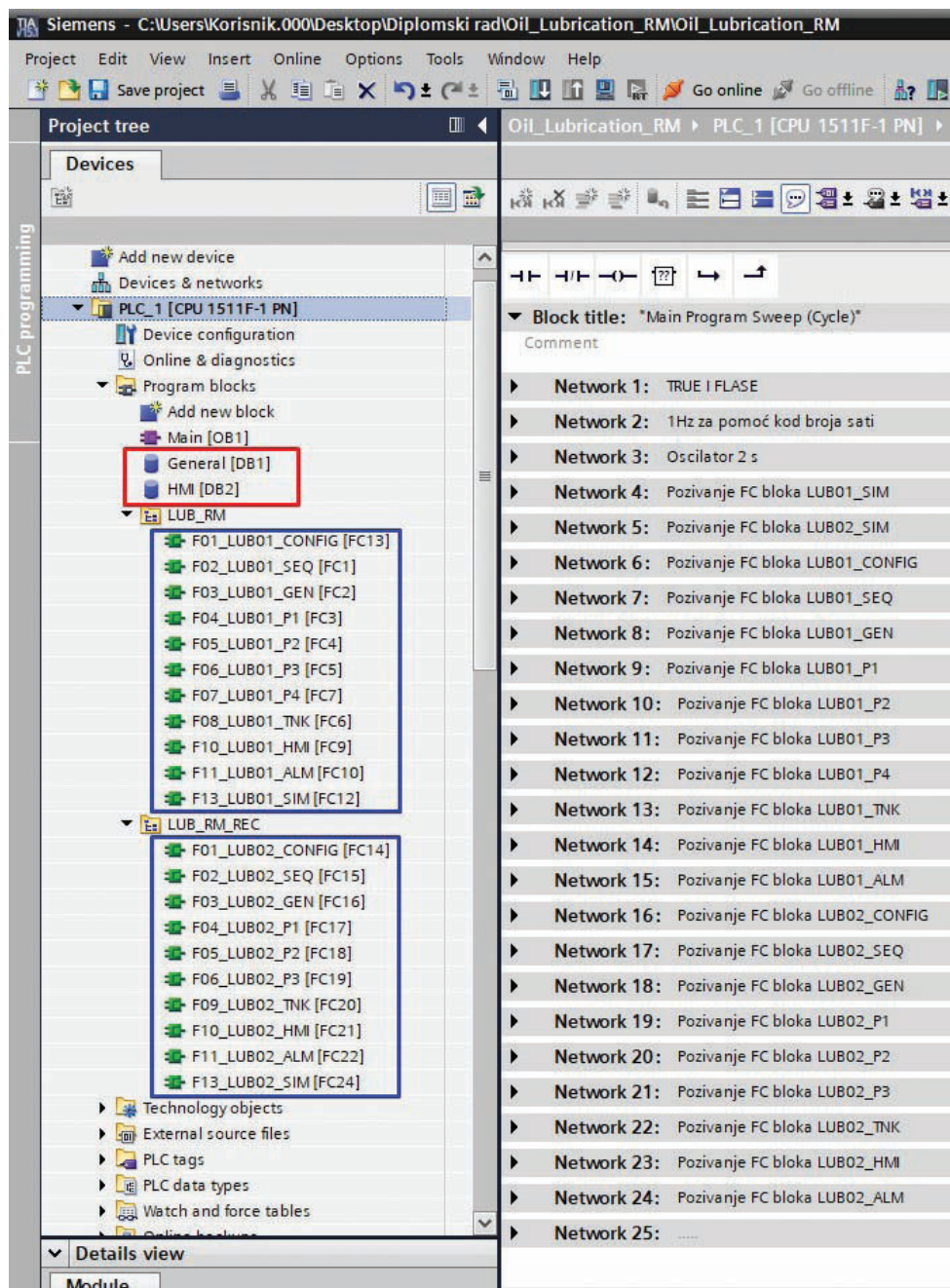
Softverska realizacija, tj. struktura programa treba biti napravljena prema dobivenoj dokumentaciji kako bi se osigurao optimalan rad programa. Program je podijeljen na dva dijela, prvi dio se odnosi na glavni spremnik dok se drugi dio odnosi na pomoćni spremnik. Na slici 3 prikazana je struktura programa te se vidi da unutar svake podjele postoje različiti programski blokovi, crvenom bojom označeni su *Data Block-ovi* dok su s plavom bojom označene funkcije (FC).

Prije nego se nastavi s daljnjim opisom ovog projekta trebalo bi objasniti pojam *interlockova*. Naime, interlockovi predstavljaju niz uvjeta koje je potrebno zadovoljiti prije nego li se pokrene određeni stroj ili dio postrojenja. Razlikuju se Start interlockovi i Run interlockovi. Start interlockovi predstavljaju uvjete bez kojih se stroj uopće ne može pokrenuti, no ako tijekom radnog ciklusa stroja jedan od ovih interlockova nestane, stroj će nastaviti raditi. Isto tako Run interlockovi predstavljaju uvjete bez kojih se stroj ne može pokrenuti, no za razliku od Start interlockova, ako jedan od njih tijekom radnog ciklusa stroja nestane, stroj će se zaustaviti.

Pritiskom tipke za pokretanje sekvence na *human machine interfaceu* (HMI) te ako su svi interlockovi zadovoljeni, setira se tag za pokretanje sekvence. On će i dalje biti glavni uvjet za pokretanje svih pumpi LUB01\_SEQ\_RUN. Također se resetiraju potencijalne greške pumpi LUB01\_SEQ\_PFAIL i pali se pomoćni tag za pokretanje sekvence LUB01\_SEQ\_UNIT\_STA (slika 4).

Sekvenca predstavlja postepeno paljenje pumpi na spremnicima kako bi se odbacila mogućnost da se sve pumpe pokrenu u isto vrijeme. Točnije u ovom slučaju pali se jedna pumpa, 10 sekundi nakon toga se pali druga pumpa i 20 sekundi nakon prve pumpe pali se i treća. Kao što je već rečeno, četvrta pumpa je u stanju pripravnosti i automatski se pali ako dođe do kvara jedne od tri pumpe u pogonu.

Uz prisustvo taga za pokretanje sekvence i pomoćnog taga za pokretanje sekvence te ako pumpa P1 nije u stanju pripravnosti, a pumpe P2 i P3 nisu pokrenute, pokrenut će se pumpa P1. Ako je pumpa P1 u stanju pripravnosti, ona se neće pokrenuti.



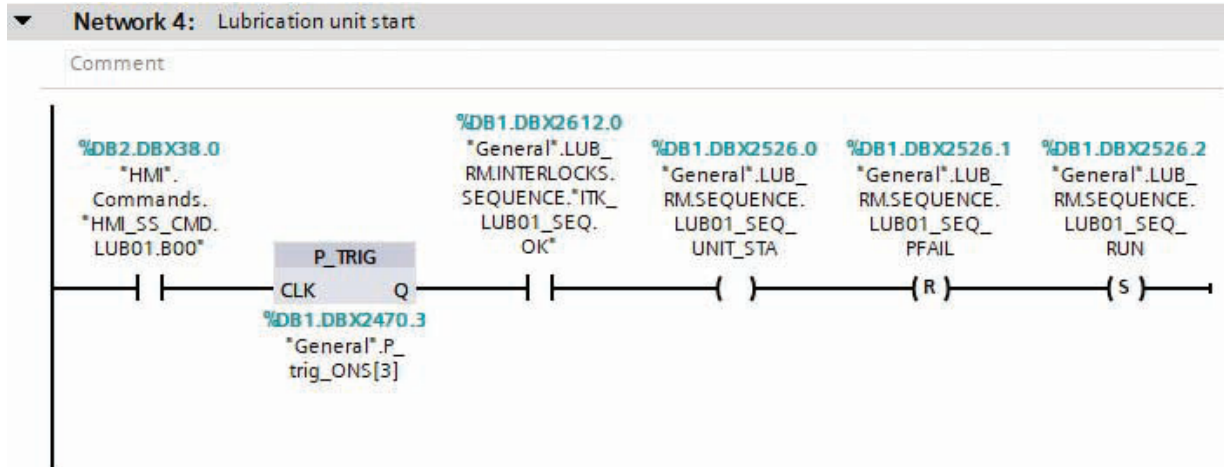
*Slika 3 Struktura programa [2]*

*Figure 3 Program structure [2]*

Kada se pumpa P1 pokrene, pumpa P2 nije u stanju pripravnosti, a pumpe P3 i P4 nisu pokrenute, 10 sekundi nakon toga pokreće se pumpa P2. U slučaju da su prisutni tagovi za pokretanje sekvence i pomoćni tag za pokretanje sekvence, a pumpa P1 je u stanju pripravnosti, prvo se pokreće pumpa P2. Pumpa P3 pokreće se 10 sekundi nakon što je pokrenuta pumpa P2, uvjeti koji trebaju biti zadovoljeni su ti da ona sama nije u stanju pripravnosti te da pumpa P4 nije pokrenuta. Pumpa P3 se također pokreće 10 sekundi nakon starta pumpe P1 te ako je pumpa P2 u stanju pripravnosti.

Slično kao i sve pumpe do sada, pumpa P4 se pokreće 10 sekundi nakon pokretanja pumpe P3 pod uvjetom da nije u stanju pripravnosti. Pumpa P4 će također biti pokrenuta ako je pumpa P3 u stanju pripravnosti, a pumpa P2 pokrenuta.

Zaustavljanje pumpi se vrši na dva načina. U prvom načinu sekvence se zaustavlja ako je aktiviran tag za stavljanje u pripravnost svih pumpi, pokrenuta pumpa P4 te uz nju nema nikakvog kvara ili da se pokrene pumpa P3, a uz nju je pumpa P4 u stanju pripravnosti i nema nikakvog kvara.



Slika 4 Pokretanje sekvence [2]

Figure 4 Starting of the sequence [2]

Drugi način uz koji se može zaustaviti sekvenca je pritiskom Stop tipke na HMI-u. Oba načina resetirat će LUB01\_SEQ\_RUN tag te će se zaustaviti sve pumpe koje su bile u pogonu. Ako je neka od pumpi u kvaru, aktivirat će se tag LUB01\_SEQ\_PFAIL (slika 5). Naime program na jednostavan način provjerava dobiva li PLC iz sustava povratnu informaciju o tome da li je neka pumpa u pogonu. Npr. u slučaju da je pumpa P1 dobila naredbu da se pokrene, a povratna informacija iz sustava kaže da ona nije u pogonu, to znači da je pumpa u kvaru i setira se tag LUB01\_SEQ\_PFAIL.

Postoje dva režima rada, ručni i automatski. Pritiskom tipke na HMI-u za ručni režim rada, isti će se aktivirati dok automatski način rada neće biti aktiviran. Pritiskom tipke na HMI-u za automatski režim rada, isti će se aktivirati dok će se ručni režim rada deaktivirati. Dok je sustav u ručnom režimu rada, korisnik može upravljati s dijelovima sustava direktno s upravljačkih ploča koje se nalaze pokraj glavnog i pomoćnog spremnika. Ako je sustav u automatskom režimu rada, grijači se pale ako temperatura ulja padne ispod neke razine, a u slučaju kvara jedne pumpe rezervna preuzima njene funkcije, ako razina ulja padne ispod kritične razine ugasi se sve pumpe itd.

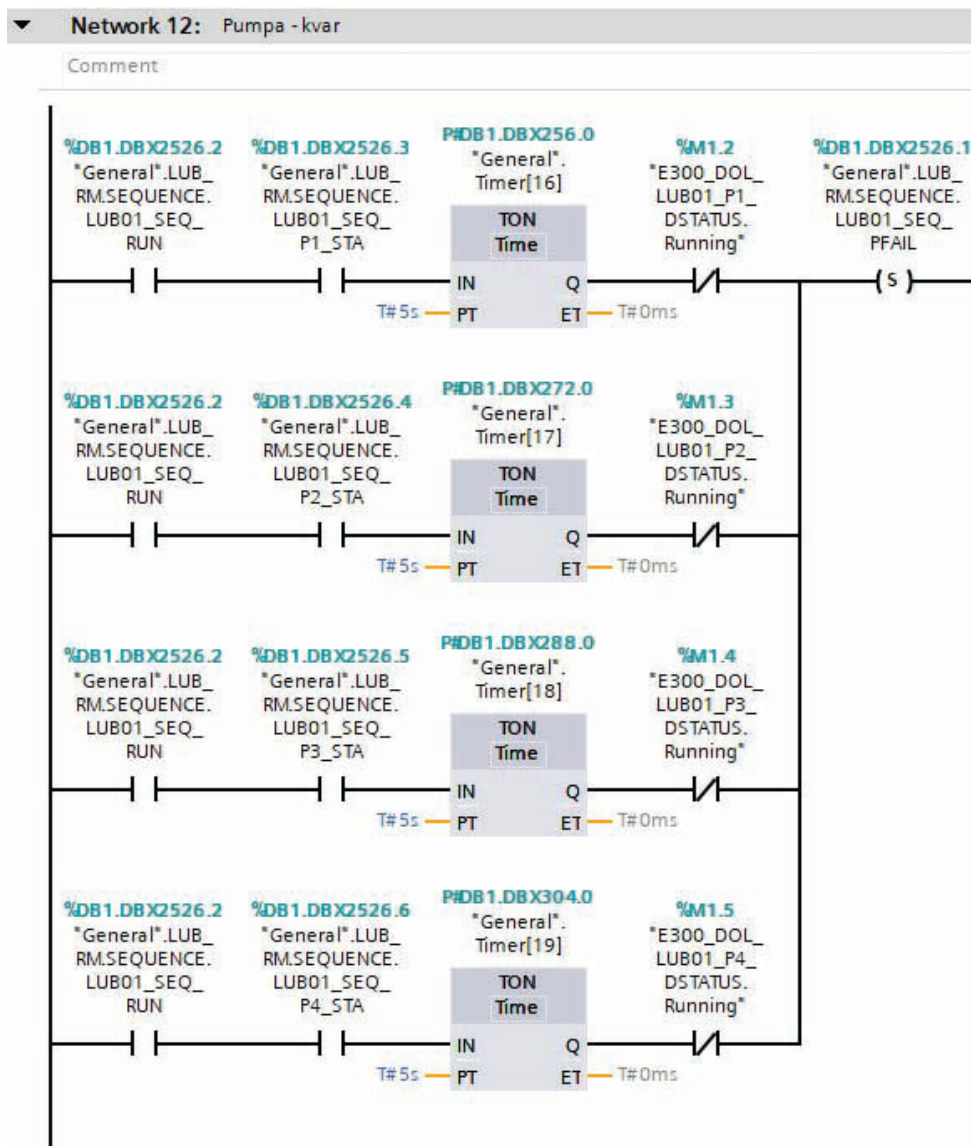
Kada su sve pumpe u pogonu i sustav normalno radi, senzor u dostavnoj liniji kontinuirano mjeri razinu tlaka. Ako ta razina tlaka padne ispod definirane vrijednosti od 72,5 psi, tj. 5 bara na vrijeme duže od pet sekundi, aktivirat će se tag za

provjeru samog tlaka. Ako je tri sekunde nakon njegove aktivacije taj tag i dalje prisutan, upalit će se alarm za nisku razinu tlaka. Taj alarm će ugasi sve pumpe zbog toga što se pretpostavlja da nešto nije u redu sa sustavom, ili su se pumpe pokvarile pa ne pumpaju dovoljnu količinu ulja ili je došlo do puknuća cijevi unutar dostavne linije.

Jedna od važnijih informacija kod svake pumpe je broj radnih sati. Brojanje radnih sati riješen je na način prikazan na slici 6. Ako je pumpa P1 u pogonu, zbrajaju se njene radne sekunde pomoću bloka ADD te se spremaju u tag LUB01\_P[1].WRK\_SEC. Taj ukupan zbroj sekundi se zatim dijeli s 3600 kako bi se dobilo vrijeme rada pumpe u satima. Kada se želi resetirati vrijeme rada pumpe, pritiskom odgovarajuće tipke na HMI-u prebacuje se vrijednost nula u tag LUB01\_P[1].WRK\_SEC. Proces se zatim ponavlja, ali samo ako je pumpa P1 u pogonu. Tagovi LUB01\_P[1].WRK\_SEC i LUB01\_P[1].WRK\_HR su tipa *Double Integer*.

Dio sustava glavnog spremnika sastoji se od 26 alarma. Svaki alarm se zasebno setira, a resetira se pritiskom na odgovarajuću tipku na HMI-u (slika 7).

Između spremnika i pripadajućih pumpi nalaze se usisni ventili. To su industrijski ventili koji se mogu ručno zatvarati. Ako se tijekom rada sustava jedan od njih slučajno zatvori, aktivirat će se alarm koji će automatski ugasi pripadajuću pumpu. Na slici 8 prikazana je aktivacija alarma za pumpe P1 i P2. [2]



Slika 5 Pumpa – kvar [2]

Figure 5 Pump – fail [2]

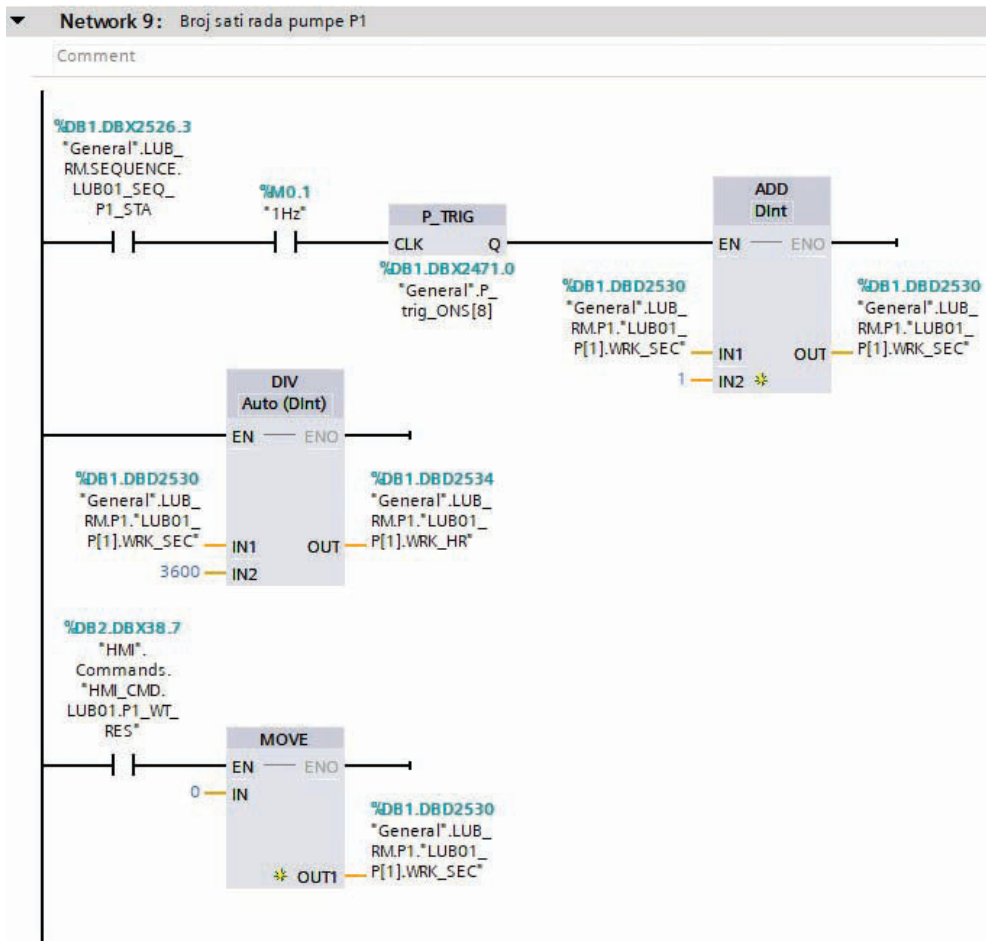
### 3.1. VIZUALIZACIJA

#### 3.1. VISUALIZATION

Kratice HMI (Human machine interface) ili sučelje čovjek-stroj se odnosi na nadzornu ploču koja korisniku omogućuje komunikaciju sa strojem, računalnim programom ili sustavom. Tehnički, izraz HMI se može primijeniti na bilo koji zaslon koji netko koristi za interakciju s uređajem, ali obično se koristi za opisivanje onih zaslona koji se koriste u industrijskim primjenama. HMI-i prikazuju podatke u stvarnom vremenu i omogućuju korisniku upravljanje strojevima pomoću grafičkog korisničkog sučelja.

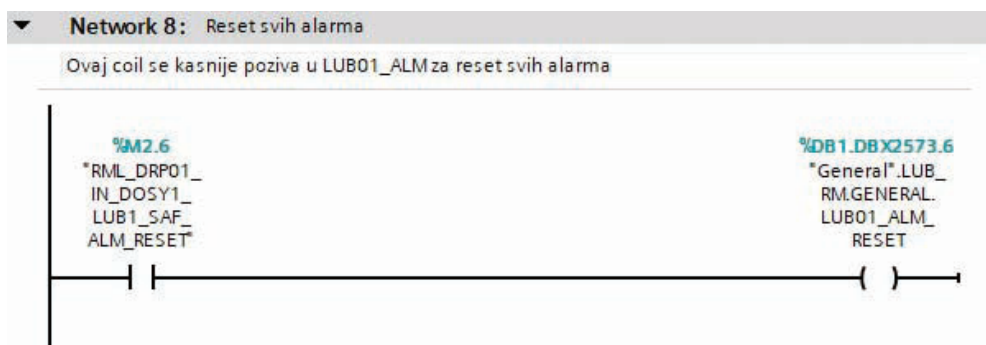
HMI i SCADA sustav se često miješaju zbog svojih sličnosti i činjenice da rade zajedno. U stvari, HMI je često dio SCADA sustava.

SCADA sustav se koristi za upravljanje velikim sustavima, poput cijelog postrojenja. Predstavlja kombinaciju mnogih drugih sustava, uključujući PLC-ove, senzore i *Remote terminal units* (RTU). SCADA sustav je ono što prikuplja i bilježi podatke te ujedno može i kontrolirati rad opreme. S druge strane, HMI je sučelje koje korisnik koristi za interakciju sa SCADA sustavom te ostalim sustavima i opremom. Oboje su bitni elementi većeg industrijskog sustava upravljanja. Dok SCADA prikuplja i pohranjuje podatke, HMI omogućuje korisnicima interakciju s opremom i upravljanje istom preko. Oboje su neophodni. Bez SCADA-e, HMI ne bi mogao pokazati nikakve informacije niti bi mogao upravljati opremom. Bez HMI sustava korisnici ne bi vidjeli podatke koje SCADA sustav prikuplja.



Slika 6 Broj sati rada pumpe P1 [2]

Figure 6 Pump P1 working hours [2]



Slika 7 Resetiranje svih alarma [2]

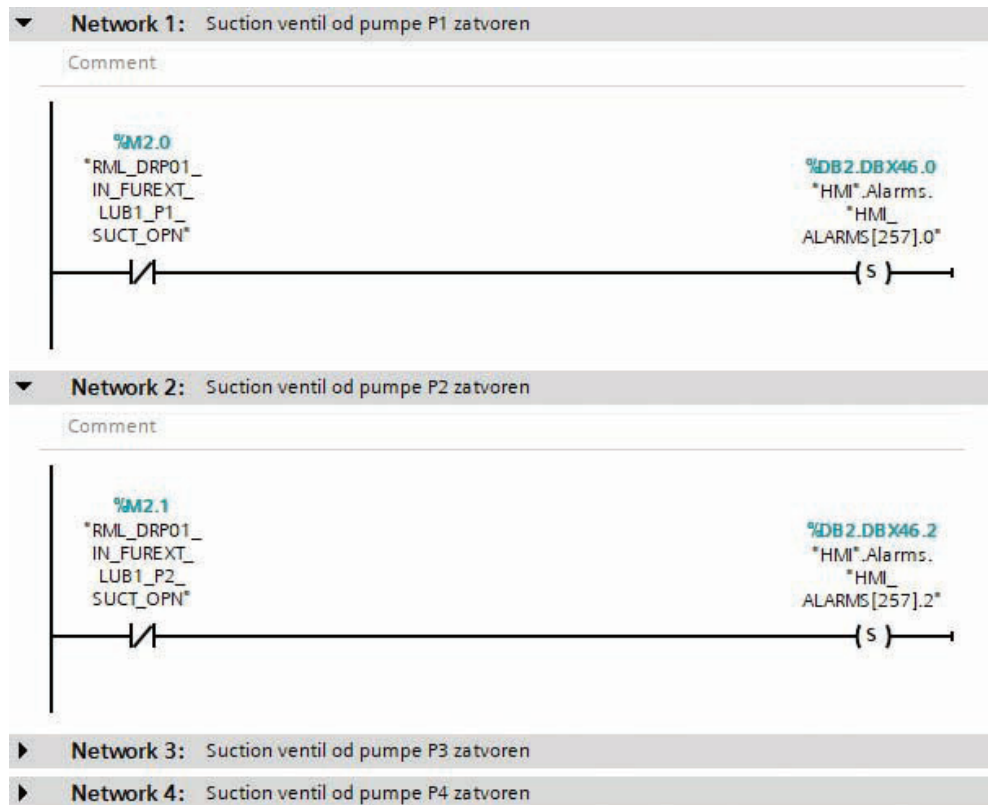
Figure 7 Reset of all alarms [2]

SCADA djeluje u pozadini, dok je HMI obično jedini element s kojim korisnici komuniciraju. Zbog toga ih korisnici često zamjenjuju.

Prvi i glavni ekran koji će korisnik vidjeti je prikazan na slici 9. Na njemu je prikazano pojednostavljeno postrojenje za lubrifikaciju sa svim najvažnijim elementima. Potrebno je naglasiti kako su svi ekrani na neki način modificirani kako bi se omogućila što jednostavnija simulacija. Kada bi se isti ekrani ugrađivali u postrojenje, korisnik ne bi imao mogućnost odabira načina rada direktno pokraj stroja već bi se sve to činilo iz kontrolne sobe.

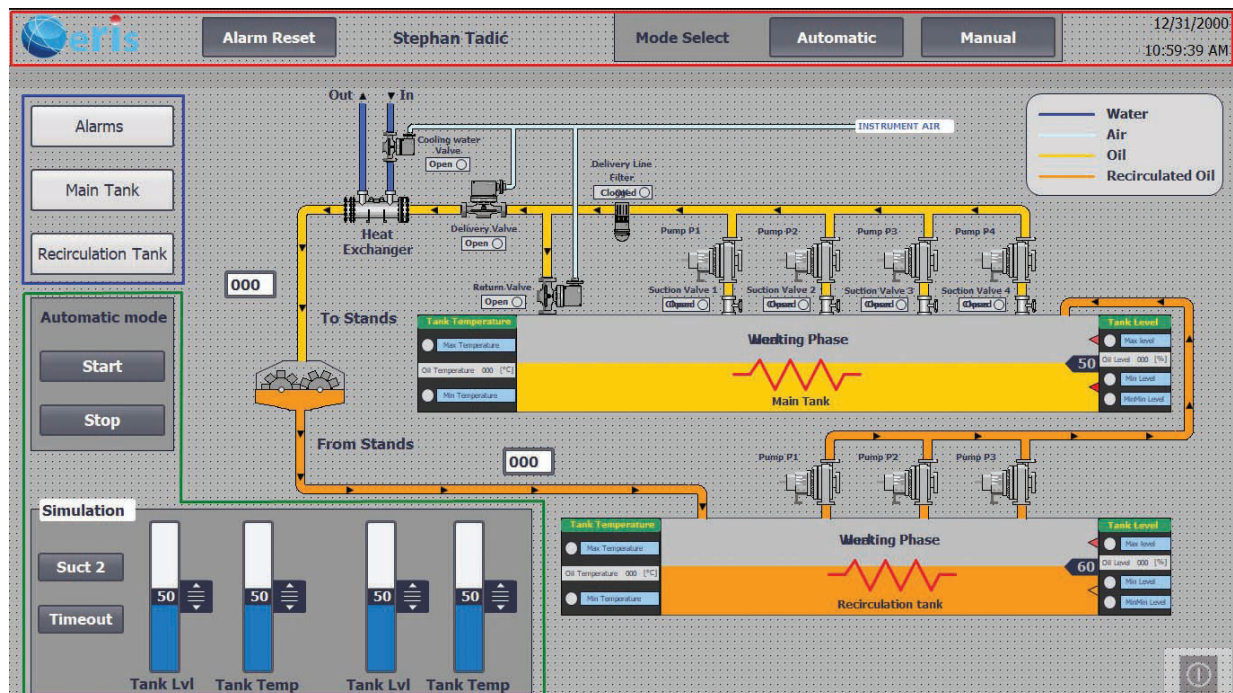
Klizači označeni zelenom bojom su napravljeni isključivo radi lakše simulacije te se u stvarnoj primjeni oni tu ne bi nalazili. Crvenom bojom označeno je zaglavlje koje je isto na svim ekranima. Pokraj tipke za reset alarma nalazi se i prozor pomoću kojeg se odabire jedan od dva režim rada. Ako je sustav u ručnom režimu rada, dio ekrana označen zelenom bojom neće biti vidljiv. Plavom bojom obilježene su tipke koje pristupaju alarmima te interlockovima i statusima glavnog i pomoćnog spremnika. Na ostatku ekrana vidi se grafički prikaz postrojenja te svi pripadajući elementi.





Slika 8 Alarm: Usisni ventil pumpi – zatvoren [2]

Figure 8 Alarm: Pump suction valve – closed [2]

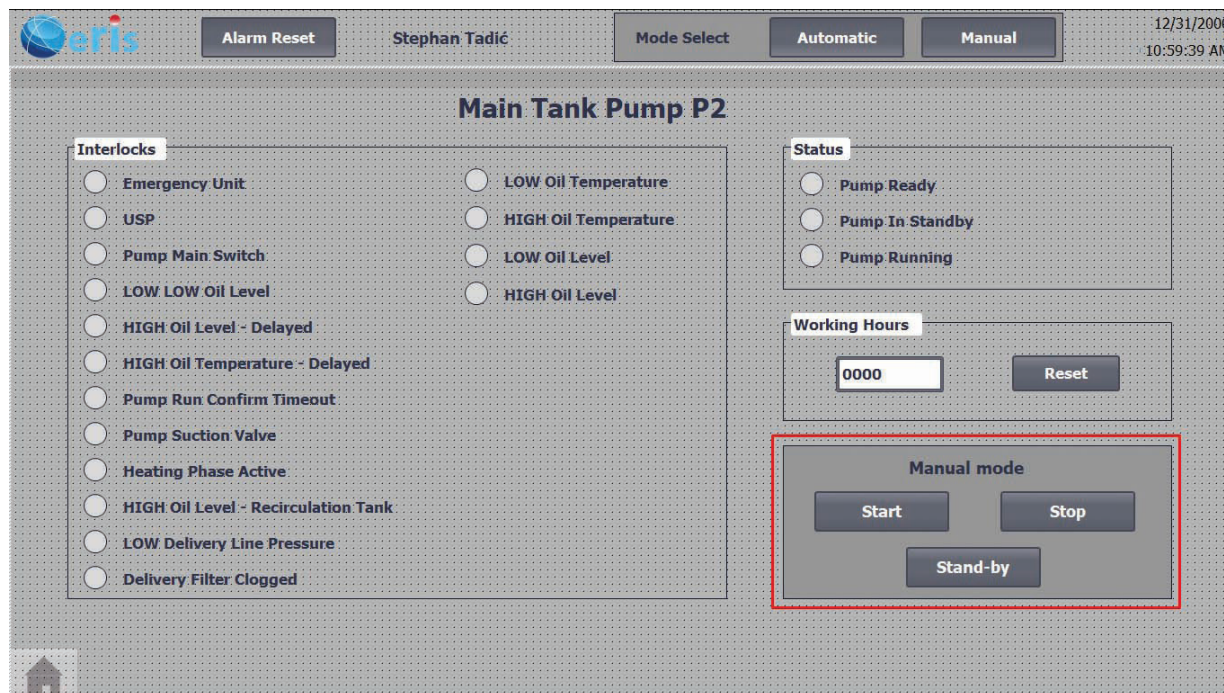


Slika 9 Prikaz glavnog ekrana [2]

Figure 9 Main screen display [2]

Na svakom od spremnika nalaze se oznake - pokazuju je li aktiviran neki od alarma vezanih uz temperaturu i razinu ulja. Uz alarme prikazani su i prozori u kojima se mogu očitati stvarne vrijednosti.

U gornjem desnom kutu vidljiva je legenda koja pokazuje sve fluide koji se gibaju unutar sustava. Ulje se giba od glavnog spremnika do reduktora postrojenja. Iako ulje nastavlja daljnju putanju, na slici 9 je prikazano drugačijom bojom radi boljeg razumijevanja procesa.



*Slika 10 Prikaz ekrana pumpe glavnog spremnika [2]*

*Figure 10 Main tank pump screen [2]*

Plavom bojom označena je rashladna voda izmjenjivača topline dok svijetlo plava boja prikazuje zrak koji otvara i zatvara ventile.

Pritiskom na bilo koju od četiri pumpe glavnog spremnika otvara se zasebni prozor. Na njemu su prikazani svi interlockovi te pumpe, statusi i broj radnih sati pumpe (slika 10). Naredbe za upravljanje pumpom označene su crvenom bojom te su vidljive samo ako je sustav u ručnom režimu rada. Ista stvar vrijedi i za pumpe koje se nalaze na pomoćnom spremniku. Pritiskom na jednu od tri pumpe otvara se pripadajući ekran. Ove pumpe imat će manji broj interlockova zato što nemaju usisne ventile, filtre i ostale dijelove čiji je princip rada većinom vezan za glavni spremnik. [2]

### 3.2. SIMULACIJA

#### 3.2. SIMULATION

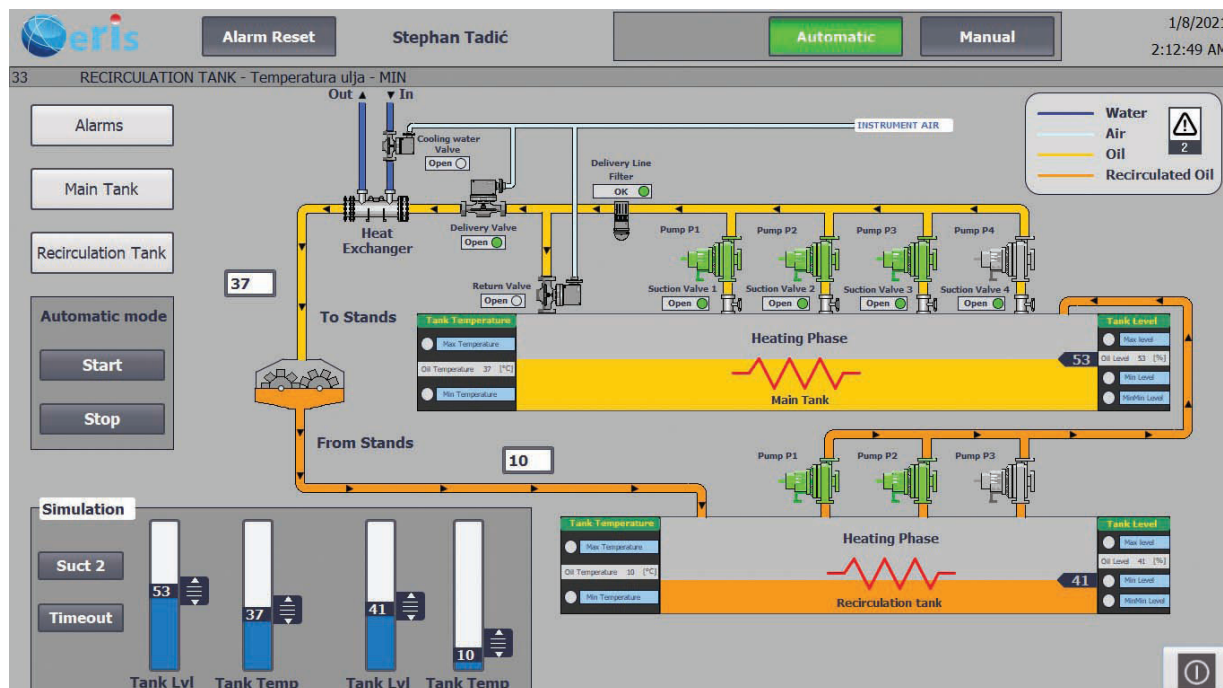
Simulacija je približna imitacija rada nekog procesa ili sustava koja predstavlja njegovo djelovanje tijekom vremena. Za kratku simulaciju bit će prikazana situacija kada temperatura ulja u povratnoj liniji padne ispod definirane vrijednosti. S padom temperature povratne linije ispod 21°C najprije će se aktivirati popratni alarmi spremnika za prenisku temperaturu.

Neko vrijeme nakon toga pale se grijači u spremnicima sve dok se temperatura ulja ponovno ne vrati unutar zadanih vrijednosti. Na slici 11 prikazan je glavni ekran tijekom opisane simulacije. [2]

## 4. ZAKLJUČAK

### 4. CONCLUSION

Automatizacija postrojenja te uvođenje robotizacije u već postojeće procese predstavlja budućnost moderne industrije. Sve veća automatizacija pruža nove načine za proizvođače da poboljšaju svoju učinkovitost i performanse rada uz pomoć analize podataka stroja. Ljudska ruka stoga postaje sve više nepotrebna zbog toga što strojevi mogu isti posao obavljati, brže preciznije i sigurnije. Međutim čovjek će uvijek biti taj koji će isto postrojenje napraviti te će uvijek biti potreban za nadziranje rada strojeva. Mozak svih postrojenja predstavljaju PLC-ovi, te je važno za buduće inženjere koji se vide u grani automatizacije da nastave pravilno raditi s njima. PLC-ovi danas održavaju istu osnovnu funkcionalnost i jednostavnost zbog koje su izvorno postali toliko popularni među proizvođačima.



Slika 11 Simulacija: Niska temperatura ulja [2]

Figure 11 Simulation: Low oil temperature [2]

Zahvaljujući kontinuiranom napretku u procesorskoj i memorijskoj tehnologiji, PLC-ovi se nastavljaju smanjivati, a istovremeno rastu u snazi i brzini. Taj rast omogućuje proizvođačima i investitorima da nastave sa poboljšavanjem svojih proizvodnih procesa te time ostanu konkurentni na tržištu. Primjer tome je izrada softverskog dijela sustava za lubrikaciju reduktora stroja s rekuperacijom ulja u postrojenja za grubu obradu čelika.

## 5. REFERENCE

### 5. REFERENCES

- [1.] Cash, W.: „What is lubrication“, <https://www.machinerylubrication.com/Read/28766/what-is-lubrication>, preuzeto: 28.04.2021
- [2.] Tadić S.; Sustav za lubrikaciju reduktora stroja s rekuperacijom ulja / diplomski rad. Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, 2021.
- [3.] „SIMATIC S7-1500 CPUs“ <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500/cpus.html>, preuzeto: 29.04.2021.

## AUTORI · AUTHORS



### • Stephan Tadić

Stephan Tadić mag. ing. el., nakon završenog obrazovanja u Srednjoj školi za elektrotehniku i računalstvo u Rijeci, 2014. godine upisuje Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, smjer

elektrotehnika. Nakon završetka sveučilišnog studija te stjecanja naziva prvostupnika upisuje diplomski studij elektrotehnike, smjer automatika, na istom fakultetu. 2021. godine stječe naziv magistar inženjer elektrotehnike. Diplomski rad izrađuje pod vodstvom prof. dr. sc. Dariom Matikom te u suradnji s poduzećem Eris d.o.o.

• **Dario Matika** - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 8, No. 4, 2020.

**Korespondencija · Correspondence**  
dmatika@tvz.hr