
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Programiranje u realnom vremenu (MS1PRV)
Nastavnik: Prof. dr Dragan Milićev
Asistent: Doc. dr Bojan Furlan
Školska godina: 2015/2016.

Projekat za domaći rad

- Projektni zadatak –

Važne napomene: Pre čitanja ovog teksta, **obavezno** pročitati opšta pravila predmeta i pravila vezana za izradu domaćih zadataka! Pročitati potom ovaj tekst **u celini i pažljivo**, pre započinjanja realizacije ili traženja pomoći. Ukoliko u zadatku nešto nije dovoljno precizno definisano ili su postavljeni kontradiktorni zahtevi, student treba da uvede razumne pretpostavke, da ih temeljno obrazloži i da nastavi da izgrađuje preostali deo svog rešenja na temeljima uvedenih pretpostavki. Zahtevi su namerno nedovoljno detaljni, jer se od studenata očekuje kreativnost i profesionalni pristup u rešavanju praktičnih problema!

Zadaci

Projekat koji izrađuje svaki student sastoji se iz zadataka opisanih u nastavku. Student može da bira koliko i koje od ovih zadataka će izraditi. Da bi položio ispit, student mora da sakupi najmanje 10 poena izradom i odbranom svog projekta.

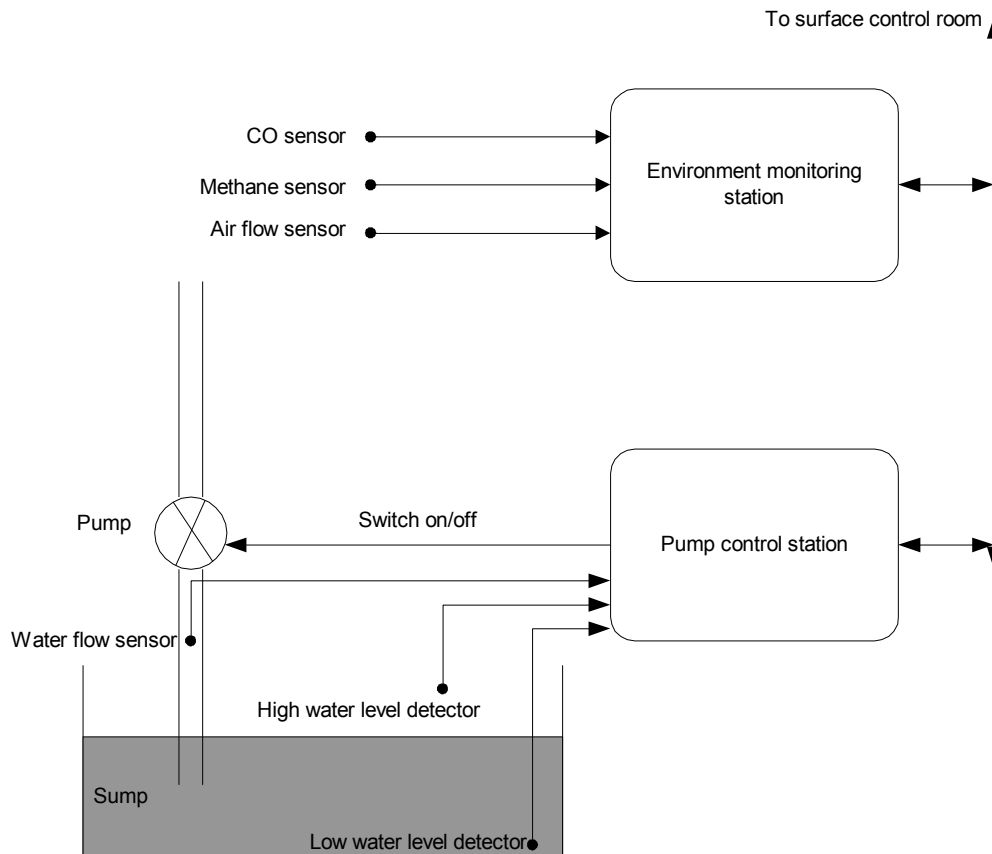
Štampane materijale pripremiti prema uputstvima data u zadacima, a sve zajedno na sledeći način:

1. Na naslovnoj strani jasno napisati naziv predmeta, prezime i ime studenta, broj indeksa i adresu e-pošte.
2. Svaki zadatak početi jasno istaknutim naslovom sa oznakom tog zadatka.
3. Sve zajedno čvrsto povezati u jednu celinu, tako da se listovi ne mogu rasipati (najbolje spiralom).

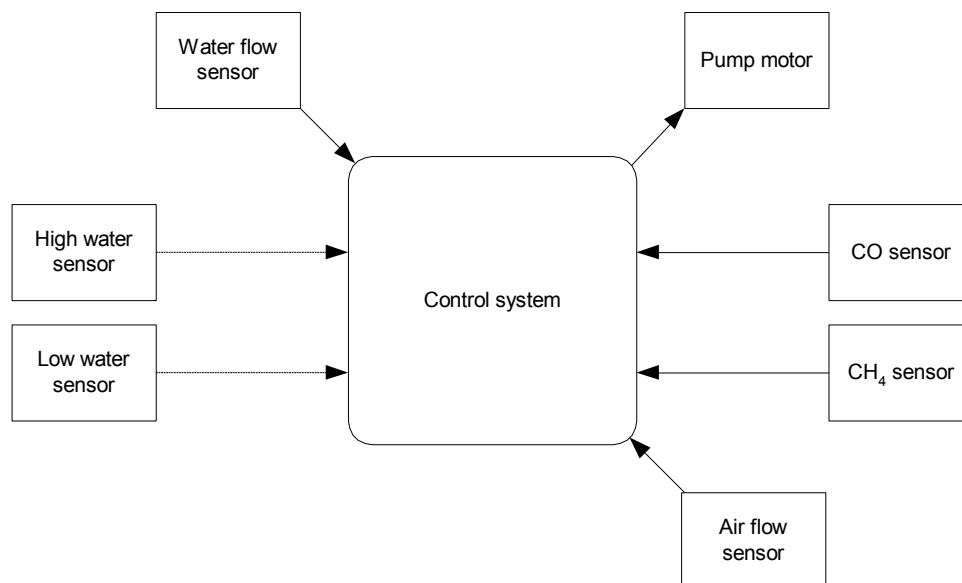
Sistem za nadzor rudnika

Opis Sistema

Sistem se koristi da bi na površinu ispumpavao podzemnu vodu koja se prilikom iskopavanja u rudniku sakuplja u cisterni. Osnovni sigurnosni zahtev je da zbog opasnosti od eksplozije pumpa ne sme da radi kada je nivo metana u rudniku iznad kritične granice. Šematski prikaz ovog sistema dat je na sledećoj slici:



Relacije između upravljačkog sistema i spoljnih uređaja prikazane su na sledećoj slici. Samo senzori za visok i nizak nivo vode generišu prekide. Svi ostali uređaji moraju da budu kontrolisani prozivanjem (engl. *polling*).



Funkcionalni zahtevi

- Kontroler pumpe treba da nadzire nivo vode u rezervoaru. Kada voda dostigne visok nivo, ili kada to operator zahteva, pumpu treba uključiti sve dok nivo vode ne dostigne donju granicu. U tom trenutku, ili kada operator to zahteva, pumpu treba isključiti. Stvarni tok vode kroz pumpu može se detektovati odgovarajućim senzorom, kako bi se proverilo stvarno stanje pumpe. Pumpa sme da radi samo ukoliko je nivo metana ispod kritične granice.
- Sistem nadzire i okolinu kako bi detektovao nivo prisustva metana i ugljen-monoksida u vazduhu, kao i to da li postoji dovoljan protok vazduha kroz ventilacioni sistem rudnika. Ukoliko nivo nekog od gasova ili protok vazduha dostigne kritičnu vrednost, potrebno je uključiti alarm.
- Operator na površini rudnika nadgleda sistem preko konzole. Operator se obaveštava o svim kritičnim događajima u sistemu. Pored toga, svi događaji i akcije u sistemu beleže se u arhivu, kako bi mogli da budu pregledani na zahtev.
- Pri očitavanju različitih senzora (koji prate nivo metana i ugljen-monoksida u vazduhu, kao i to da li postoji dovoljan protok vazduha kroz ventilacioni sistem rudnika) podaci o grešci se mogu očitati iz statusnog registra datog uređaja. U slučaju detekcije 2 uzastopne greške očitavanja potrebno je uključiti alarm.
- Takođe, potrebno je alarmom signalizirati kvar usled pokretanja ili zaustavljanja pumpe koji se detektuje unutar procesa koji kontroliše protok vode kroz pumpu na način opisan u daljem tekstu.

Vremenski zahtevi

- Svi uređaji koji očitavaju neku fizičku veličinu iz okruženja pomoću senzora (npr. A/D konvertor) funkcionišu po principu da procesor prvo mora da zada, tj. upiše određenu vrednosti u upravljački (kontrolni) registar uređaja, a nakon toga, vrši se potrebno očitavanje, tj. uzimanje odbirka sa analognog senzora i početak njegove

konverzije u digitalni oblik, što zahteva određeno vreme. Kada se završi konverzija i pripremi podatak za očitavanje u svom registru za podatke, uređaj postavlja odgovarajući indikator u svom statusnom registru. Taj podatak za očitavanje može biti spreman tek posle određenog vremena, a o spremnosti tog podatka procesor (tj. aplikacija) može biti obavestena puštanjem da protekne odgovarajuće vreme za koje će ova vrednost sigurno biti raspoloživa, odnosno za koje će konverzija biti završena. U slučaju da konverzija nije uspeła ili je došlo do bilo kakve greške, podaci o grešci se mogu očitati iz statusnog registra uređaja.

- Implementirati sve procese koji vrše preriđična očitavanja senzora tako da ne pate od kumulativnog plivanja (engl. *cumulative drift*), a samo očitavanje realizovati tehnikom pomeranja periode (engl. *period displacement*).

Pretpostavke

- Periode očitavanja svih senzora su iste i iznose 150 ms. U slučaju praćenja nivoa prisustva metana, kao i protoka vode kroz pumpu, zahtevi mogu biti nešto strožiji, zbog inercije pumpe i potrebe da se osigura da ona bude isključena u slučaju kritičnog nivoa metana, kao što će biti opisano u nastavku.
- Senzori će sigurno završiti svoje očitavanje i konverziju za 50 ms od trenutka zadavanja konverzije.
- Proces koji kontroliše protok vode kroz pumpu takođe je periodičan i ima dve uloge. Prvo, kada je pumpa uključena, on proverava da li zaista ima protoka vode. Drugo, kada je pumpa isključena, on proverava da li je protok zaustavljen, kao potvrdu da je pumpa zaista isključena. Zbog inertnosti fizičkog sistema (pokretanja i zaustavljanja pumpe i protoka), procesu koji kontroliše protok vode kroz pumpu daje se N uzastopnih perioda očitavanja da bi utvrdio stvarno stanje pumpe. Preciznije, ako u nekoj aktivaciji prvi put pronade da je aktiviran signal za uključenje/isključenje pumpe, ne radi ništa u toj i u još nekoliko narednih aktivacija (ukupno njih N), kako bi obezbedio protok vremena $t_d = 900$ ms a onda u $N+1$ -oj aktivaciji, ukoliko pronade da i dalje ima protoka u slučaju gašenja pumpe ili da protok ne postoji u slučaju da je pumpa aktivna, signalizira otkaz uključivanjem alarma. Pri detekcije kvara potrebno je uključiti alarm u roku od dodatnih $t_c = 300$ ms nakon tog roka t_d .
- Pretpostavlja se da su procesi za nadzor nivoa vode pokretani događajem (engl. *event-driven*), tj. sporadični i da sistem treba da na njih reaguje u roku od 200 ms. Fizika sistema ukazuje da će proći bar 5 sekundi između dva ovakva događaja.
- Vreme koje se sme dozvoliti od trenutka kada nivo metana postane kritičan do signala za gašenje pumpe je 400 ms (uzeti u obzir mogućnost jednog pogrešnog očitavanja senzora).

Zadatak 1 – RT UML model (10 poena)

Pomoću alata Rational Rose Real Time (Rational Rose Technical Developer) modelovati dati sistem.

Proizvodi

Za usmenu odbranu potrebno je uraditi i pripremiti u elektronskoj formi sledeće:

1. Detaljan RT UML model sa proizvoljnim programskim jezikom na nivou detalja. Može se koristiti proizvoljna RT platforma (operativni sistem ili izvršno okruženje). Potrebno je doneti kompletan projekat.
2. Detaljno dokumentovati dati model. Naglasiti sve specifičnosti.
3. Demonstrirati realizovani sistem prikazom i simulacijom odgovarajućeg test-modela. Test-model treba da demonstrira sve realizovane funkcionalnosti i njihove osnovne i specijalne slučajeve pomoću odgovarajućih pobuda (*probes*).

U štampanoj formi na prvi deo ispita treba doneti kompletan model i dokumentaciju.

Zadatak 2 – Implementacija (10 poena)

Potrebno je u potpunosti implementirati gore navedeni softverski sistem.

Sistem treba da bude u potpunosti realizovan prema zahtevima i preporukama datim na predavanjima i vežbama. Sve parametre sistema (npr. kritične vrednosti veličina koje se mere) treba definisati kao simboličke konstante i lokalizovati ih u programu. Slično, sve interakcije sa ulazno/izlaznim uređajima treba lokalizovati u posebne procedure koje će simulirati rad sa stvarnim hardverskim uređajima realnog sistema.

Izgled korisničkog interfejsa i nivo njegove informativnosti i intuitivnosti treba da odredi student. U svakom slučaju, korisnički interfejs mora da bude interaktivan, tako da obezbedi:

- ručno upravljanje aktuatorima.
- interaktivnu simulaciju **sa mogućnošću zadavanja vremenskih karakteristika i vanrednih situacija** (npr. zadavanja brzine promene nivoa vode u rezervoaru, otkaza pumpe, itd.)

Svakoog aktora u sistemu mapirati u određenu RT nit/proces za koji su postavljeni parametri na osnovu proračuna iz zadatka 3. Takođe, implementirati ili iskoristiti mehanizam podržan od strane okruženja koji rešava problem inverzije prioriteta (*priority inversion*).

Proizvodi

Za usmenu odbranu potrebno je uraditi i pripremiti u elektronskoj formi sledeće:

1. Implementirati softverski sistem na proizvoljnom programskom jeziku. Može se koristiti proizvoljna RT platforma (operativni sistem ili izvršno okruženje). Takođe, može se koristiti bilo koje programsko razvojno okruženje. Potrebno je doneti kompletan izvorni kod.
2. Detaljno dokumentovati dati softverski sistem. Naglasiti upotrebljene projektne uzorke.
3. Demonstrirati realizovani sistem prikazom i simulacijom odgovarajućeg test-okruženja. Test-okruženje treba da bude interaktivno, što znači da se u toku rada programa ručno mogu zadavati ulazni parametri i pobude sa njihovim vremenskim karakteristikama. Način zadavanja ulaza i prikazivanja izlaza izabrati po želji.

U štampanoj formi na prvi deo ispita treba doneti kompletnu dokumentaciju, a u elektronskoj formi(CD/DVD) izvorni kod.

Zadatak 3 – Proračun rasporedivosti (10 poena)

Napomena: Ovaj zadatak može se raditi samo ako je prethodno urađen Zadatak 2.

Potrebno je izvršiti procenu vremena izvršavanja u najgorem slučaju za procese u sistemu realizovanom u Zadatku 2 na osnovu testa rasporedivosti za FPS zasnovanog na vremenu odziva (engl. *response time*). Takođe, na osnovu uvedenih pretpostavki potrebno je odrediti period T i vremenski rok D za svaki proces, kao i konstantu N – koja predstavlja broj aktivacija procesa koji kontroliše protok vode kroz pumpu.

Vreme izvršavanja u najgorem slučaju svakog od identifikovanih procesa treba što preciznije izmeriti na realizovanoj platformi. Takođe, obratiti pažnju i uvrstiti u proračun vreme blokiranja.

Proizvodi

Za usmenu odbranu treba pripremiti u štampanoj formi i na prvi deo ispita doneti kratak izveštaj o načinu izvođenja analize i njenim rezultatima (najviše na tri strane).