

Današnji prenapučeni gradovi pokušavaju riješiti prometne izazove i smještaj milijuna vozila i različitih prometa. Broj automobila u gradovima eksponencijalno raste kao i stanovništvo. Izgradnja prometne infrastrukture nužan je imperativ s kojim se susreću prometni inženjeri kao i poboljšanje sigurnosti tijekom prometnih gužvi. Parkiranje vozila unutar podzemnih i nadzemnih spremišta, garaža omogućava manju gužvu na prometnicama.

Sigurno odvijanje prometa s priključkom na glavnu cestu na izlazu i ulazu u podzemnu garažu zahtijeva pažljivo planiranje, jasnu svjetlosnu signalizaciju i razvijenu svjesnost svih sudionika u prometu. Sigurnosni uvjeti i nužni elementi koji doprinose povećanju sigurnosti osiguravaju svakodnevno brže odvijanje prometa uz rješavanje prometnih zastoja tijekom dnevnih prometnih gužvi na kolnicima diljem velikih gradova. Prometna signalizacija smještena je neposredno kod priključka na glavnu cestu na ulazu/izlazu iz podzemne garaže. Ona sadržava više elemenata koji uključuju prometne znakove, semafore, strelice i oznake na cesti koje vozačima jasno pokazuju smjer kretanja, prometna ograničenja i pravila koja vrijede na tom području.

Uključenje u promet na početku uzrokuje stres kod neiskusnih vozača. Vozači koji izlaze iz podzemne garaže moraju zadržati koncentraciju i biti svjesni prometa na glavnoj cesti i pažljivo procijeniti prometnu situaciju prije uključivanja. Trebali bi koristiti putokaze i pratiti prometnu signalizaciju kako bi se sigurno priključili u promet na glavnoj cesti. Prometni inženjeri osmišljavaju redosljed kretanja vozila na priključku s glavnom prometnicom na ulazu/izlazu iz garaže kako bi se izbjegli sudari i zastoji. Uključivanje horizontalne signalizacije i označavanje na kolniku (strelice) vozačima pokazuju kako se pravilno pozicionirati na izlazu iz garaže.

Prometna signalizacija uz znakove i oznake upozorava vozače na ograničenja brzine prema situaciji na glavnom kolniku. Obavezno je obratiti pažnju na pješake koji se kreću oko ulaza/izlaza iz garaže. Pješački prijelazi, pješačke signalizacije i jasne oznake za pješake pomažu u osiguranju njihove sigurnosti. Adekvatno osvjetljenje na ulazu/izlazu iz garaže osigurava bolju vidljivost i povećava sigurnost svih sudionika u prometu, posebno noću ili u lošim vremenskim uvjetima.

Sve ove mjere zajedno osiguravaju sigurno odvijanje prometa na ulazu/izlazu iz podzemne garaže, minimizirajući rizik od nesreća i osiguravajući glatki protok vozila i pješaka. Redovito održavanje signalizacije i praćenje prometnih uvjeta ključno je za kontinuiranu sigurnost. Svjetlosna signalizacija na izlazu iz podzemne garaže s dva semafora omogućuje siguran i učinkovit protok vozila i pješaka. Semafori usklađeno izmjenjuju cikluse i omogućuju učinkovito sigurno upravljanje prometom.

Prvi semafor upravlja prometom na glavnoj cesti ili kolniku na koji vozila izlaze iz podzemne garaže. Kada je uključeno crveno svjetlo, vozila na kolniku su zaustavljena, a vozila koja izlaze iz garaže mogu se priključiti na glavnu prometnicu. Žuto svjetlo signalizira vozačima na kolniku da se pripreme za zaustavljanje jer će uskoro biti crveno svjetlo. Zeleno svjetlo na semaforu označava vozačima na kolniku da mogu nastaviti kretanje.

Drugi semafor upravlja vozilima koja izlaze iz podzemne garaže i spajaju se na glavnu prometnicu na kolniku. Kada je uključeno crveno svjetlo, vozila koja izlaze iz garaže moraju stati i pričekati. Žuto svjetlo na semaforu signalizira vozačima koji izlaze iz garaže da se pripreme za polazak, dok vozači na kolniku još uvijek mogu nastaviti kretanje. Zeleno svjetlo na semaforu označava vozačima koji izlaze iz garaže da mogu krenuti i spojiti se na glavnu prometnicu na kolniku, dok vozila na kolniku stoje (crveno svjetlo).

Automatizirani sustav svjetlosne signalizacije omogućava odvojeno upravljanje protokom vozila iz garaže i prometom na glavnoj cesti ili kolniku, što može poboljšati sigurnost i fluidnost prometa. Vozači moraju pažljivo pra-

titi svjetlosnu signalizaciju i pridržavati se uputa kako bi osigurali siguran izlazak iz podzemne garaže i integraciju u promet. Učinkoviti automatizirani sustavi omogućuju veću propusnost prometa uz uštedu električne energije. Dobrobit je višestruka: smanjenje onečišćenja, ušteda energije, ubrzanje i povećanje sigurnosti sudionika u prometu. Rješavanje problemskih izazova u različitim prometnim situacijama olakšavaju automatizirani sustavi koji pomoću senzora upravljaju svjetlosnom signalizacijom na gradskim prometnicama.

Svjetlosna signalizacija – garaža

Slika 1. Garage_S

Vertikalna svjetlosna signalizacija izrađena je od osnovnih elemenata, građevnih blokova i senzora Fischertechnika. Odabir građevnih blokova i električnih elemenata osigurava funkcionalnost i autonomni rad. Izradom algoritama za upravljanje semaforima razvijamo logičko razmišljanje i primjenjujemo na programiranje. Model dva semafora radi automatizirano.

Izrada modela

Model dva semafora povezan je vodičima s ulaznim i izlaznim električnim elementima i s međusklopom (sučeljem). **Prije pokretanja automatiziranog modela provjeravamo rad električnih elemenata i dodirnih senzora (izrada programske rješenja za pokretanje šest LED lampica i dva tipkala).**

Izradu funkcionalne konstrukcije modela osigurava popis elemenata Fischertechnika. Precizne upute i radni postupci olakšavaju sastavljanje automatiziranog modela.

Slika 2. FT_elementi1

Faze izrade konstrukcije modela:

- izrada konstrukcije križanja dvije jednosmjerne prometnice
- postavljanje nosivih stupova vertikalne svjetlosne signalizacije
- postavljanje svjetlosne signalizacije (LED lampica)
- postavljanje upravljačkih elemenata (dva tipkala, fototranzistor)
- povezivanje električnih elemenata vodičima, međusklopom i izvorom napajanja
- izrada algoritama i računalnog programa s potprogramima za upravljanje.

Napomena: Duljinu vodiča sa spojnica određuje udaljenost električnih elemenata od priključaka međusklopa i izvora napajanja (baterija, U = 9 V).

Izrada konstrukcije

Izradit ćemo automatizirani model dva semafora podzemne garaže s LED lampicama: (S_1; O1–O3), (S_2; O4–O6), tipkalima (I1, I2) i fototranzistorom (I3).

Upravljanje modelom s pomoću dodirnih senzora (tipkala I1, I2) i fototranzistora (I3) osigurava automatiziranu kontrolu upravljanja rasvjetnim elementima oba semafora.

Inženjerski izazovi: građivnim elementima izraditi funkcionalnu konstrukciju dva kolnika, svjetlosnu signalizaciju (dva semafora) koji sigurno upravljaju i reguliraju promet na dvjema prometnicama koje se križaju, električne elemente povezati vodičima, međusklopom (sučeljem), izvorom napajanja i računalom.

Slika 3. konstrukcijaA

Slika 4. konstrukcijaB

Slika 5. konstrukcijaC

Izradite kolnik s pomoću malih crvenih spojnica postavljenih u treći stupac cijelom dužinom lijeve, desne i na suprotnu stranu radne podloge. Središte prometnice koje se priključuje na glavnu cestu označavaju male spojnice žute boje koje su smještene na podlozi i prikazuju ulaz i izlaz (rampu) iz podzemne garaže.

Slika 6. konstrukcijaD

Slika 7. konstrukcijaE

Slika 8. konstrukcijaF

U sredinu postavite na prvu malu spojnici žute boje spojni element s četiri utora i okrenite ga okomito na kraću

stranicu. Izradite i pozicionirajte pored kolnika dva nosiva stupa za svjetlosnu signalizaciju. Nosiva konstrukcija stupa na kojem je smještena svjetlosna signalizacija (LED lampice) semafora izrađena je od tri velika crna građevna bloka koji su smješteni jedan iznad drugog i povezani u niz. Ovime je osigurana stabilnost i funkcionalnost konstrukcije stupova na koju spajamo svjetlosnu signalizaciju s električnim elementima (LED lampicama). Pozicionirajte na desnu stranu spojni element s četiri utora i umetnite okomito kraću stranicu na prvu malu spojnicu crvene boje.

Napomena: Položaj nosivih stupova svjetlosne signalizacije modela semafora određena je rasporedom građevnih elemenata koji su smješteni na podlogu.

Slika 9. konstrukcijaG

Slika 10. konstrukcijaH

Slika 11. konstrukcijaI

Slika 12. konstrukcijaJ

Tri postolja za LED lampice smještena su na gornji dio konstrukcije nosivog stupa na izlazu iz podzemne garaže. LED lampice umetnite u postolje za lampicu i zatvorite sa zaštitnim kapicama (zelena, žuta, crvena). Vertikalna svjetlosna signalizacija omogućava veću vidljivost svim sudionicima u prometu (pješačima, putnicima, vozačima). LED lampice umetnite u kućišta postolja za lampicu i na njih ugrađene blokove u bojama (zelena, žuta i crvena). Ulaznu rampu pozicionirajte unutar podzemne garaže i osigurajte dovoljno svjetlosti radi ispravnog rada fototranzistora koji je smješten nasuprot LED lampice (O7).

Napomena: Jedan izvod LED lampice spojen je serijski između svih ostalih LED lampica i s uzemljenjem (+) na međusklop. Izmjereni prekidači – tipkala (I1 i I2) spojeni su na srednji (1) i prednji utor (3), dok je utor (2) slobodan. Fototranzistor spojite na digitalni ulaz (I3).

Slika 13. konstrukcijaK

Slika 14. konstrukcijaL

Slika 15. konstrukcijaM

Umetnite dva tipkala u spojni element s četiri utora. Pozicionirajte ih tako da omogućite dovoljno mjesta za slobodan pristup utovima za spojnice vodiča. Tipkala umetnite u utore radi lakšeg spajanja spojnica vodiča s izlazima međusklopa.

Između lijevog ruba kolnika (ulaz u podzemnu garažu) i postolja pozicionirajte dva dvostrana spojna elementa i umetnite ih u drugi stupac. Položaj električnih elemenata na postolju osigurava njihovo optimalno povezivanje s vodičima i međusklopom. Na lijevu stranu postolja umetnite na vrh velikog crnog građivnog elementa izvor napajanja (baterija napona U = 9 V). Jednostavna zamjena baterije i spajanje izvora napajanja s međusklopom omogućava pouzdan rad automatiziranog modela.

Napomena: Pozicija međusklopa na podlozi određena je priključcima koji omogućavaju povezivanje i komunikaciju između međusklopa, računala, LED lampica i senzora (tipkala, fototranzistor).

Slika 16. konstrukcijaN

Slika 17. konstrukcijaO

Slika 18. konstrukcijaP

Povezivanje međusklopa s električnim elementima modela i raspored boja spojnica vodiča osigurava ispravan rad, urednost i preglednost spajanja vodiča i pravilnu dužinu vodiča između LED lampica na automatiziranom modelu.

Napomena: Pri povezivanju međusklopa s električnim elementima modela pazite na odabir boja spojnica vodiča, urednost spajanja vodiča i dužinu vodiča LED lampica, tipkala. Električne elemente povezujemo prije spajanja izvora napajanja.

Napomena: Vodilice za vodiče umetnite u utore nosivog stupa na vrh konstrukcije nosivog stupa. Vodiči smješteni unutar vodilica olakšavaju preglednost pri spajanju LED lampica i osiguravaju urednost vodljivih elemenata.

Slika 19. TXT

Spajanja FT električnih elemenata s TXT sučeljem:

- LED lampice (O1–O3, O4–O6) spojite na izlaze (crvena) i uzemljenje (+, zelena)
- tipkala spojite na digitalne ulaze (I1 i I2)
- fototranzistor spojite na digitalni ulaz (I3)
- spojite izvor napajanja (baterija U = 9 V) s TXT međusklopom.

Napomena: postupak povezivanja svih električnih elemenata radimo prije spajanja izvora napajanja (baterije).

Postupak spajanja vodiča definiran je uz preciznu izmjere duljine ravnalom. Izmjerene duljine vodiča izrezane su klijestima za skidanje izolacije. Izolacija na krajevima vodiča maknuta je i vodljivi je dio umetnut u spojnice. Vijak na spojnici stegnut je malim ravnim odvijačem.

Napomena: LED lampice spojite zajedničkim vodičem na uzemljenje sučelja tako da najbližu LED lampicu (O7) spojite direktno na uzemljenje i serijski s ostalim LED lampicama (O1–O6). Postupak spajanja LED lampica na zajedničko uzemljenje omogućuje manji broj vodiča na konstrukciji i sučelju.

Semafor na lijevoj strani podloge pored kolnika postavljen je u smjeru vozila glavne prometnice i prolazi pored ulaza i izlaza (rampe) podzemne garaže sporedne prometnice. Semafori za vozila rade usklađeno u dva ciklusa (uključivanje i isključivanje LED lampica). Svjetlosna signalizacija izrađena je od šest lampica koje povezujemo vodičima sa spojnica na međusklop.

Slika 21. Garage_S1

Rad električnih elemenata provjerava se prije izrade algoritma i programa alatom *Test* u sučelju programa RoboPro:

- povezivanje TXT međusklopa s računalom, ulaznim i izlaznim elementima
- provjera komunikacije TXT međusklopa s računalom (USB, Bluetooth, Wi-Fi) s izvorom napajanja (baterijom U = 9 V)

- provjera ispravnosti elemenata: LED lampica, tipkala i fototranzistora.
- Modelom semafora upravljaju tipkala (I1, I2) i fototranzistor (I3) koji upravljaju izmjenom trajanja perioda svjetlosne signalizacije semafora (LED lampice O1–O6).

Napomena: Provjera čvrstoće spojeva vodiča nužna je prije pokretanja alata za test programa. Uredno postavljanje vodiča u vodilice osigurava bolju preglednost pri provjeri i veću uštedu pri izradi duljina vodiča između modela i sučelja.

Izrada algoritama i programske rješenja – Semafor za vozila

Svjetla se uključuju i isključuju ovim redom: crveno, crveno i žuto zajedno, zeleno, žuto, crveno itd. (bez treptanja). Prije isključivanja crvenog svjetla uključuje se istovremeno i žuto, te crveno i žuto svjetlo svijetle zajedno jednu sekundu. Svjetla moraju biti usklađena, kako bi prolazak kroz križanje bio potpuno siguran. Kada je na semaforu 1 crveno, na semaforu 2 može biti zeleno ili žuto. Na oba semafora nikada ne može biti uključeno svjetlo iste boje, kao što ne može biti na jednom žuto, a na drugom zeleno. Vremenski period uključivanja žutog svjetla je jedna sekunda. **Napomena:** Semafori moraju raditi usklađeno; Semafor1: crveno, crveno i žuto, zeleno, žuto, crveno itd., Semafor2: zeleno, žuto, crveno, crveno i žuto, zeleno itd.

Slika 22. FT_P_Garage

Zadatak 1: Izradi program za uključivanje i isključivanje žaruljica tako da se sve žaruljice istovremeno uključe i svijetle 1 sekundu. Potom se istovremeno isključe sve žaruljice. Aktiviranjem tipkala počinje rad prometne signalizacije oba semafora.

Svjetla oba semafora moraju biti usklađena, kako bi prolazak kroz križanje bio siguran za vozila. Kada je na semaforu1 (S1) crveno, na semaforu2 (S2) može biti zeleno ili žuto. Na oba semafora nikada ne može biti uključeno

svjetlo iste boje, kao što ne može biti na jednom žuto, a na drugom zeleno.

Aktiviranjem (pritiskom) tipkala započinje rad automatske regulacije prometa (ciklus_1). Na semaforu1 (S1) crveno svjetlo ukupno 4 sekunde. Prije nego se isključi crveno svjetlo uključuje se žuto, tako da crveno i žuto svjetlo svijetle zajedno 1 sekundu. Zeleno svjetlo 7 sekundi. Semafor2 (S2) mora raditi usklađeno sa semaforom1 (S1). Na semaforu2 (S2) zeleno svjetlo 4 sekunde. Isključivanjem zelenog svjetla uključuje se žuto na 1 sekundu. Nakon isključivanja žutog uključuje se crveno i svjetlo 8 sekundi.

Istovremeno, ako fotosenzor ne detektira svjetlost u periodu dok je na semaforu2 (S2) zeleno svjetlo, znači da je na križanju kolona vozila koja uzrokuje zastoj na izlazu iz rampe (garaže). Kada fotosenzor detektira zastoj, semafori počinju raditi u drugačijem ritmu automatske regulacije prometa (ciklus_2). Na semaforu1 (S1) crveno svjetlo ukupno 11 sekundi, a zeleno 2 sekunde. Rad semafora2 (S2) nužno je uskladiti sa semaforom1 (S1).

Nakon isteka ciklusa_2 i završetka gužve na križanju, semafori nastavljaju rad u ciklusu_1. Nužno je osigurati neprekidan i usklađen rad oba semafora u oba ciklusa. Fototranzistor neprekidno provjerava količinu svjetlosti.

Glavni program neprekidno upravlja, provjerava i usklađuje rad oba semafora. Izrađen je od pet potprograma koji se kontinuirano izvršavaju u zadanim vremenskim intervalima.

Potprogrami upravljaju radom LED lampica oba semafora za vozače u različitim vremenskim intervalima. Period je definiran pomoću šest potprograma: *ciklus_1*, *ciklus_2*, *t_1*, *t_2*, *t_3*, *t_10*.

Potprogrami *t_1*, *t_2*, *t_3*, *t_10* upravljaju vremenskim varijablama mjereći precizno vrijeme u milisekundama (1s = 1000 ms) i kontinuirano provjeravaju stanje na fototranzistoru.

Potprogram *provjera* uključuje sve izlaze sučelja i LED lampice (O1–O7) svijetle jednu sekundu, te se nakon jedne sekunde isključe.

Potprogram *ciklus_1* uključuje i isključuje izlaze sučelja prema zadanoj periodu dok ne nastane gužva u podzemnoj garaži.

Potprogram *ciklus_2* uključuje i isključuje izlaze sučelja prema zadanoj prijednevnom ciklusu dok ne prestane gužva u podzemnoj garaži.

Izazov_1: Izradi program za uključivanje i isključivanje žaruljica tako da se sve žaruljice istovremeno uključe i svijetle 1 sekundu. Potom se istovremeno isključe sve žaruljice. Aktiviranjem tipkala počinje rad prometne signalizacije oba semafora. Aktiviranjem (pritiskom) tipkala_1 započinje rad automatske regulacije prometa (ciklus_1). Na semaforu1 (S1) crveno svjetlo ukupno 5 sekundi. Zeleno svjetlo 9 sekundi. Semafor2 (S2) mora raditi usklađeno sa semaforom1 (S1). Na semaforu2 (S2) zeleno svjetlo 5 sekundi. Isključivanjem zelenog svjetla uključuje se žuto na 1 sekundu. Nakon isključivanja žutog uključuje se crveno i svjetlo 10 sekundi. Istovremeno, ako fotosenzor ne detektira svjetlost u periodu dok je na semaforu2 (S2) zeleno svjetlo, znači da je na križanju kolona vozila koja uzrokuje zastoj na izlazu iz rampe (garaže). Kada fotosenzor detektira zastoj, semafori počinju raditi u drugačijem ritmu automatske regulacije prometa (ciklus_2). Na semaforu1 (S1) crveno svjetlo ukupno 10 sekundi, a zeleno 3 sekunde. Rad semafora2 (S2) nužno je uskladiti sa semaforom1 (S1). Nakon isteka ciklusa_2 i završetka gužve na križanju, semafori nastavljaju rad u ciklusu_1. Nužno je osigurati neprekidan i usklađen rad oba semafora u oba ciklusa. Fototranzistor neprekidno provjerava količinu svjetlosti. Aktiviranjem (pritiskom) tipkala_2 zaustavite rad programa.

