

Univerzitet u Sarajevu
Elektrotehnički fakultet
Ugradbeni sistemi (RI) 2024/25.

Tehnička dokumentacija projekta iz predmeta Ugradbeni sistemi
"Restoran"

Studenti:
Ilma Karahodža
Amina Memić
Nedim Omanović
Hana Piralić

Juni, 2025.

Sadržaj

1	Uvod	1
2	Korišteni hardver	1
3	Implementacija	1
3.1	Sistem za naručivanje	1
3.2	Zujalica	3
4	Zaključak	3

1 Uvod

U sklopu projekta iz predmeta Ugradbeni sistemi, realizovana je aplikacija koja simulira proces naručivanja hrane i upravljanja narudžbama u restoranskom okruženju. Projekat obuhvata razvoj dva mikrokontrolerska podsistema koji komuniciraju putem bežične mreže koristeći MQTT protokol. Prvi sistem omogućava korisniku – gostu restorana – da putem rotacionog enkodera i TFT ekrana pretražuje meni, dodaje stavke u narudžbu i na kraju potvrđuje svoj izbor. Drugi sistem, poznat kao „zujalica“, zadužen je za obradu pristigle narudžbe, prikaz odbrojanja vremena do pripreme jela te za obavještanje korisnika zvučnim i svjetlosnim signalom kada je narudžba spremna za preuzimanje.

Kroz ovaj projekat cilj je bio praktično primijeniti znanja iz oblasti mikrokontrolerskih sistema, digitalne logike, bežične komunikacije i dizajna korisničkog interfejsa. Pored osnovnih funkcionalnosti, sistem je projektovan tako da bude modularan i lako proširiv, omogućavajući buduće nadogradnje kao što su podrška za dodatne narudžbe, napredniji korisnički interfejs ili povezivanje sa bazom podataka.

2 Korišteni hardver

Sistem za naručivanje:

- Mikrokontroler Raspberry Pi pico
- ILI9341 TFT-LCD display
- Rotacioni enkoder KY-040

Zujalica:

- Mikrokontroler Raspberry Pi pico
- 4-cifreni 7-segmentni display
- Buzzer
- LED diode
- Taster

3 Implementacija

Kompletan projekat realizovan je u Micropython-u. U nastavku je objašnjenje implementacije korak po korak za dva sistema odvojeno.

3.1 Sistem za naručivanje

Za realizaciju prvog sistema krenut ćemo od definisanja svih potrebnih pinova. Za korištenje TFT ekrana neophodno je definisati CLK, MOSI, MISO, CS, RST, DC kako bi se uspješno realizovalo povezivanje SPI komunikacije sa TFT ekranom. Zatim je inicijalizirana SPI komunikacija i ekran rezolucije 320x240 piksela. Kada je u pitanju rotacioni enkoder, neophodno je definisati CLK, DT signale te SW za push dugme.

U nastavku koda definisat ćemo rad sa ekranom i korisnički interfejs. U tu svrhu koristit ćemo pomoćne funkcije:

- `show_welcome()` - Prikazuje početni ekran i poruku dobrodošlice
- `show_menu()` - Prikazuje listu jela sa cijenama i opciju za završetak narudžbe
- `show_confirmation()` - Nakon odabira stavke menija, prikazuje DA/NE potvrdu za dodavanje u narudžbu
- `show_order_confirm()` - Ukoliko se odabere završetak narudžbe, prikazuje interfejs DA/NE potvrde za završetak narudžbe
- `show_final()` - Prikazuje sve naručene stavke i ukupnu cijenu
- `show_empty_confirm()` - Ukoliko se odabere završetak narudžbe bez dodavanja stavki, prikazuje upozorenje za praznu narudžbu

Glavni upravljački mehanizam programa jeste `while True`: petlja u kojoj se odvija reakcija na korisničke akcije (rotacija i klik enkodera) te prikaz odgovarajućeg ekrana za dato stanje enkodera.

Praćenje rotacije enkodera odvija se praćenjem glavnog impulsnog signala - `clk`, koji pada ili raste kada korisnik rotira enkoder. Kada se detektuje rising edge promjena stanja, detektuje se ustvari rotacija. Smjer rotacije nam govori `dt` signal. Ukoliko je `dt.value()` različit od `clk`, korisnik je rotirao enkoder udesno, u suprotnom rotacija je ulijevo. Klik na enkoder otkriva se pomoću `sw` signala.

Naša implementacija se bazira na konceptu "state machine". Odnosno, ispravna interakcija sa korisnikom ovisi o varijabli `screen`. Svaka vrijednost ove varijable označava jedno stanje interfejsa, a logika enkodera mijenja to stanje. Sva moguća stanja `screen` varijable su sljedeća:

- **0** - Početni ekran
- **1** - Meni
- **2** - Potvrda za dodavanje jedne stavke
- **3** - Finalna potvrda narudžbe
- **4** - Upozorenje za praznu narudžbu
- **5** - Potvrda kompletne narudžbe

Ono što preostaje u našoj implementaciji je veza sa drugim mikrokontrolerom, odnosno sa zujalicom, kako bismo poslali ukupno vrijeme izrade narudžbe. U svrhu ostvarivanja date interakcije koristili smo Wi-Fi konekciju i MQTT protokol za razmjenu poruka. Ovaj mikrokontroler igra ulogu pošiljaoca poruke. Nakon što gost potvrdi narudžbu, šalje se MQTT poruka drugom sistemu u obliku `narudzba/[jelo]`. Drugi mikrokontroler je primalac poruke. Pretplaćen je na temu `narudzba/#` i prilikom prijema poruke pokreće vlastitu logiku rada (koja je objašnjena u nastavku dokumenta).

U ovom dijelu projekta uspješno je prikazan način kako korisnik može intuitivno koristiti rotacioni enkoder da se kreće kroz meni, dodaje jela i na kraju potvrđuje narudžbu.

3.2 Zujalica

Osnova za rad drugog dijela naše aplikacije je signal koji se šalje sa prvog mikrokontrolera, stoga ćemo odmah na početku koda definisati Wi-Fi i MQTT konekciju. Pomoćna funkcija `connect_wifi()` se poziva sve dok se ne ostvari neophodna veza. Nakon toga uređaj se pretplaćuje na definisanu MQTT temu.

Time je ostvarena komunikacija između dvaju mikrokontrolera i omogućeno je primanje poruka na zujalici. Kada stigne poruka, tačnije narudžba, prvo se prebroje stavke unutar narudžbe pa se na osnovu broja stavki računa ukupno vrijeme za odbrojanje.

Dobijeno vrijeme se formatira kao MMSS, da bi se ispravno prikazalo na 4-cifrenom 7-segmentnom displayu. Kompletna logika odbrojanja i prikaza na displayu ostvarena je pomoćnim funkcijama `countdown()` i `display_number()` koje brzo rotiraju kroz cifre i osvježavaju segmente. Da bi se ostvario što stabilniji prikaz, da ljudsko oko ne primijeti prekide, pokreće se osvježavanje prikaza svakih 3ms po cifri, tj. ukupno 12ms po prolazu kroz sve 4 cifre. Funkcija `countdown()` predstavlja centralni dio sistema za odbrojanje vremena na mikrokontroleru. Zasniva se na petlji koja u svakoj iteraciji računa se koliko je ostalo minuta i sekundi i taj se broj formatira u četverocifreni tekstualni prikaz. Taj prikaz se zatim kontinuirano prikazuje na displeju tokom jedne sekunde koristeći tzv. "multiplexing", pri čemu se svaka cifra brzo pali i gasi kako bi sve djelovale kao da su stalno uključene. Ovo se postiže ponovljenim pozivima funkcije za prikaz cifara, a unutar petlje koja traje tačno jednu sekundu.

Kada odbrojanje dostigne nulu, pokreće se zvučna i svjetlosna signalizacija gostu da može preuzeti svoju narudžbu. Alarm se odvija u fazama:

- Parne LED-ice mikrokontrolera ON, a neparne OFF + buzzer ON
- Neparne LED-ice ON, a parne OFF + buzzer OFF

Svaka faza traje 500ms i ciklično se smjenjuju. Buzzer je postavljen na 2000Hz i 50% duty cycle.

Alarm ostaje aktivan sve dok gost ne pritisne taster. Taster je povezan kao ulaz s PULL_DOWN otpornikom. Prekidi se detektuju na rising ivici.

U glavnoj petlji programa se kontinuirano provjeravaju dolazne MQTT poruke, te se pokreće odbrojanje izračunatog vremena. Funkcija `countdown()` upravlja logikom pokretanja i zaustavljanja alarma.

4 Zaključak

Implementirani sistem predstavlja uspješan primjer kako se pomoću mikrokontrolera može realizovati funkcionalan i korisniku pristupačan interaktivni sistem u realnom vremenu. Kroz povezivanje dva mikrokontrolera putem MQTT protokola, omogućena je efikasna razmjena podataka. Upotrebom jednostavnih komponenti kao što su rotacioni enkoder, TFT displej, LED diode, buzzer i 7-segmentni prikazivač, demonstrirana je mogućnost izgradnje kompleksne funkcionalnosti uz minimalna hardverska sredstva.

Sistem omogućava intuitivno naručivanje i jasan prikaz preostalog vremena do preuzimanja narudžbe, a ujedno i povećava angažovanost korisnika kroz interakciju s uređajem. Posebno je značajna modularnost sistema, jer se bez većih izmjena može proširiti dodatnim funkcijama – poput prikaza više narudžbi, korištenja mobilne aplikacije za praćenje statusa, ili integracije s restoranom u stvarnom okruženju.