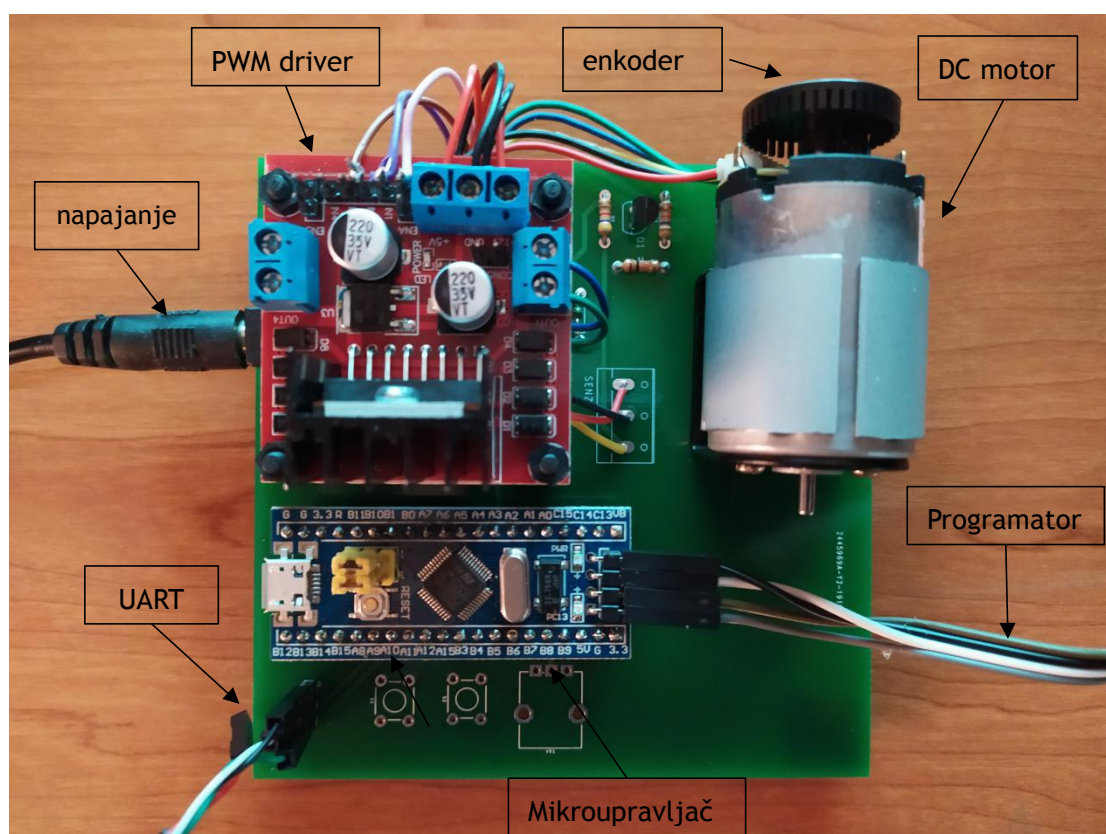


Projektni zadatak: Upravljanje brzinom vrtnje DC motora

1. Opis makete

U okviru projektnog zadatka potrebno je projektirati i implementirati regulator brzine DC motora. Maketa je prikazana na slici 1 i sastoji se od:

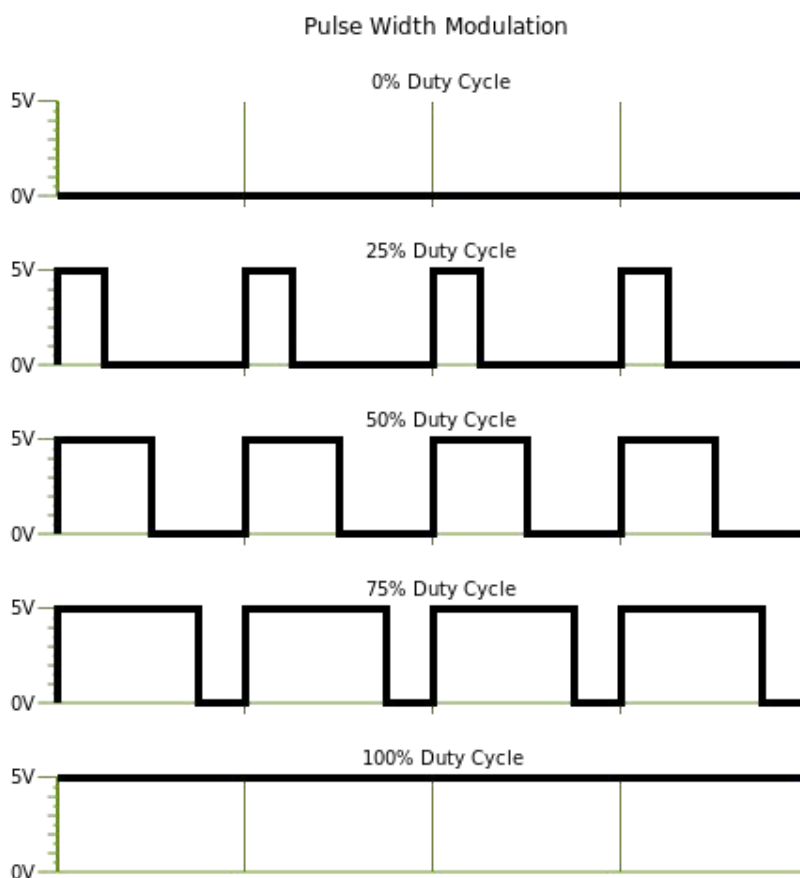
1. Mikroupravljač STM32F103C8T6
2. DC motor driver H-Bridge L298N
3. DC motor s ugrađenim enkoderom (Mitsumi M28N-1)
4. Dodatna elektronika: potencijometar, tipkala, tranzistori i otpornici.
5. Programator STLink V2
6. UART kabel
7. Napajanje 24V DC



Slika 1. Maketa za upravljanje brzinom vrtnje DC motora pomoću mikroupravljača.

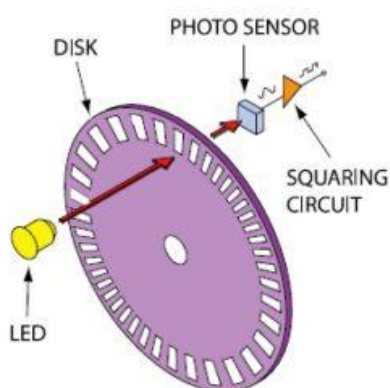
Srce sustava je 32 bitni mikroupravljač STM32F103C8T6 (popularno se naziva BluePill) na koji je spojen optički enkoder DC motora i motor driver L298N. Na taj način moguće je mjeriti trenutnu brzinu vrtnje motora pomoću optičkog enkodera te po potrebi mijenjati brzinu vrtnje slanjem odgovarajućeg upravljačkog signala motor driveru.

Konkretno, PWM (engl. *Pulse Width Modulation*) signal se koristi kao upravljački signal. PWM signal je pravokutni signal određene frekvencije. Duty cycle PWM signala predstavlja omjer trajanja visoke i niske logičke razine signala unutar jednog perioda. Promjenom duty cyclea PWM signala (od 0% do 100%) moguće je mijenjati brzinu vrtnje motora. Na slici je primjer PWM signala s različitim duty cycleom.

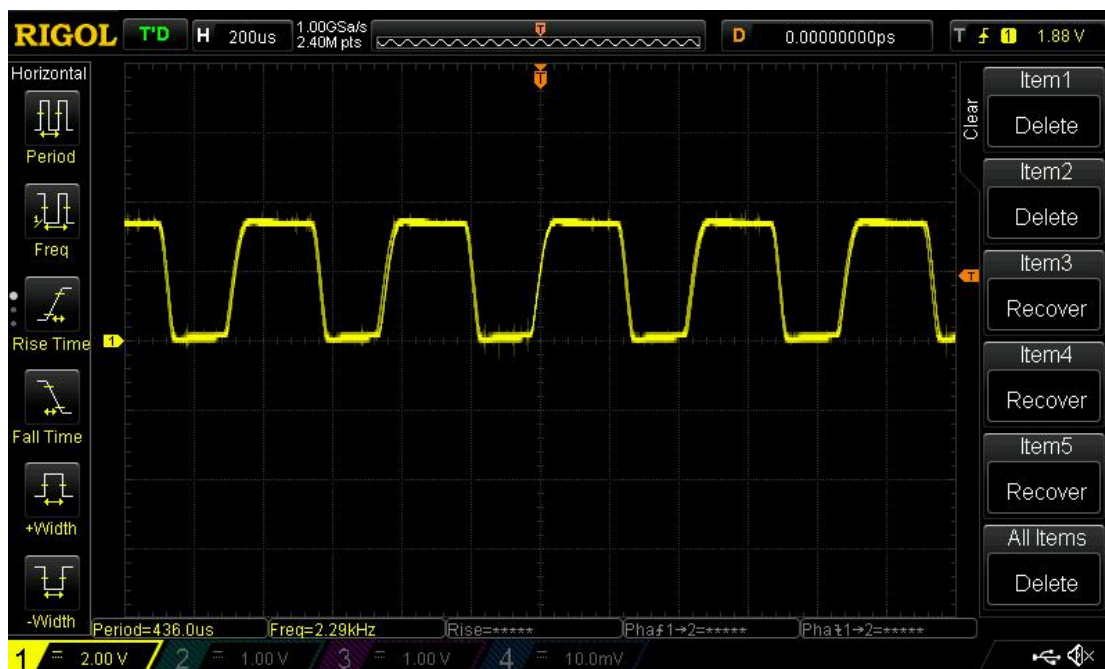


Slika 2. PWM signal.

Brzina vrtnje DC motora mjeri se pomoću optičkog enkodera. Princip rada optičkog enkodera ilustriran je slikom 3. Disk s rupama tako je montiran na motor da se rotira zajedno s osovinom motora. Na slici 4. je prikazan tipičan izgled signala kojeg generira ovakav enkoder kada se motor vrti određenom brzinom. S porastom brzine vrtnje raste i frekvencija ovog signala. Na temelju broja rupa na disku enkodera moguće je izračunati broj okretaja u određenoj jedinici vremena.



Slika 3. Princip rada optičkog enkodera.



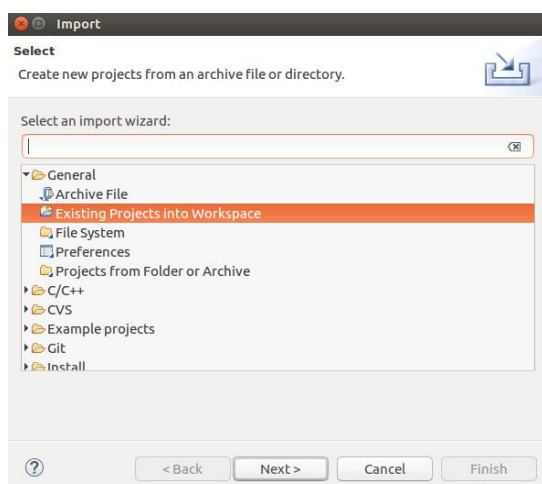
Slika 4. Signal kojeg generira optički enkoder prilikom rotacije motora.

Komunikacija s računalom se odvija putem UART sučelja. Na taj nači moguće je slati vrijednosti pojedinih signala računalu te slati naredbe mikroupravljaču. Za komunikaciju se koristi SerialPlot aplikacija.

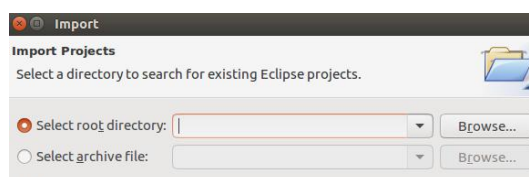
Osnovna programska podrška nalazi se na loomen stranici predmeta u obliku projekta napisanog u okviru Atollic TrueStudio IDE-a i služi za demonstraciju rada makete. Program prima naredbe preko serijskog porta za povećanje (znak 'u') odnosno smanjenje (znak 'd') duty-cyclea PWM signala u određenim koracima. Na taj način se mijenja brzina vrtnje motora. Program šalje podatke o brzini vrtnje DC motora na serijski port koje je moguće prikazati u vremenu na zaslonu računala pomoću aplikacije SerialPlot.

2. Pokretanje demonstracijskog programa

1. Pokrenite [Atollic TrueSTUDIO](#). Ova aplikacija služi za pisanje programa za mikroupravljač STM32F103 i programiranje mikroupravljača.
2. Downloadajte projekt UP_DCmotorControl.zip sa loomen stranice kolegija. Raspakirajte ga u odgovarajući direktorij ove aplikacije (npr. C:\Users\Atollic\TrueSTUDIO\STM32_workspace_9.0)
3. Unutar Atollic TrueSTUDIO pokrenite [File-->Import](#) te odaberite [General --> Existing Projects into Workspace](#) (slika 5). Pomoću tipke Browse odaberite UP_DCmotorControl projekt te pritisnite tipku [Finish](#) (slika 6).



Slika 5.



Slika 6.

4. Spojite programator na USB port računala. Spojite UART kabel na port računala (po potrebi koristite produžni USB kabel). Utaknite napajanje u utičnicu na stolu.
5. Programiranje i debugiranje mikroupravljača radi se pomoću naredbe [Run --> Debug](#). Nakon što se program prevede, poveže i prebaci u mikroupravljač pojaviti će se Debug prozor u kojem je moguće debugiranje programa (zaustavljanje, provjera vrijednosti

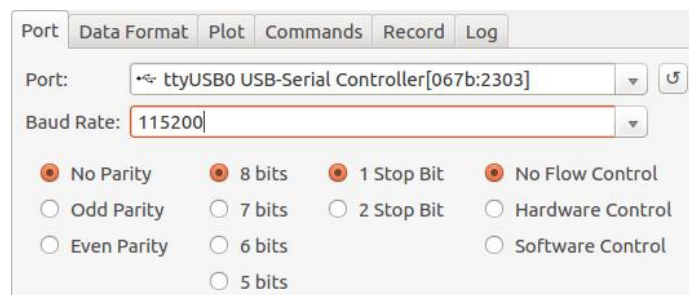
varijabli i sl.). Stisnite tipku **Terminate** (crveni kvadratić) kako bi se zaustavilo debugiranje i neometano izvodio program u mikroupravljaču (slika 7).



Slika 7.

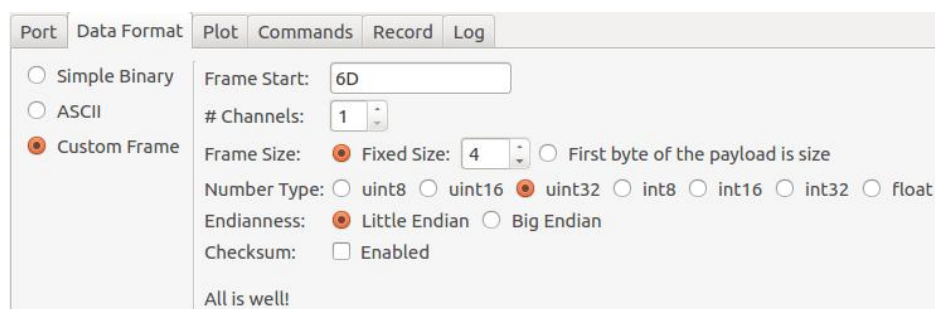
6. Pokrenite aplikaciju SerialPlot

- a) U tabu Port odaberite **USB-Serial Controller** i definirajte brzinu prijenosa (Baud rate) **115200** kao što prikazuje slika 8.



Slika 8.

- b) U tabu Data Format odaberite **Custom Frame** te ga definirajte kako je prikazano slikom 9.



Slika 9.

- c) U tabu **Commands** definirajte dvije ASCII naredbe kao što prikazuje slika 10. Prva naredba služi za povećanje duty-cyclea PWM signala (time se povećava brzina vrtnje DC motora) dok druga naredba služi za smanjivanje duty-cyclea PWM signala (time se smanjuje brzina vrtnje DC motora).



Slika 10.

- d) Naredbom **Open** otvorite serijski port. Na ekranu će se početi prikazivati signal koji pokazuje promjenu brzine vrtnje DC motora. Naredbom 'u' povećajte brzinu vrtnje DC motora. Naredbom 'd' smanjite brzinu vrtnje DC motora.

3. Opis projektnog zadatka

Projektni zadatak radi se u paru. U okviru projektnog zadatka potrebno je projektirati regulator brzine vrtnje DC motora i implementirati ga u mikroupravljač. Implementirani regulator treba osigurati održavanje brzine na referentnoj vrijednosti te kompenzirati smetnje (promjena tereta i sl.). Izvršiti odgovarajuću evaluaciju rada regulatora (npr. prikaz odziva brzine vrtnje na skokovitu promjenu referentne veličine, mjerenje brzine porasta, nadvišenja, pogreška u stacionarnom stanju i sl.). Izraditi prezentaciju rješenja (npr. PowerPoint, pdf, latex). Prezentacija smije trajati maksimalno 10 minuta.

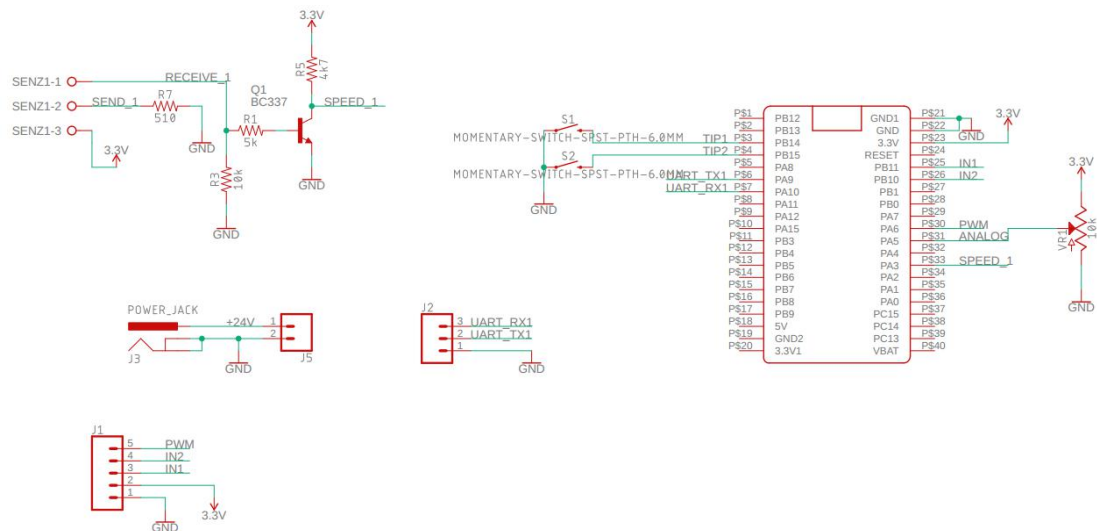
Smjernice:

- 1) Najprije se upoznajte sa strukturom projekta. Razumijete li na koji način funkcionira program? Odaberite pravilno vrijeme uzorkovanja.
- 2) Razumijete li kako mikroupravljač razmjenjuje podatke s računalom tj. u kojem formatu?
- 3) Upoznajte se s karakteristikama upravljačkog signala (PWM signal). Upoznajte se s karakteristikama signala kojeg daje enkoder. Razmislite kako ćete dobiti brzinu vrtnje motora (npr. broj okretaja u minuti - rpm)? Hoćete li mjeriti broj impulsa u određenom vremenskom intervalu (koje generira enkoder) ili vremenski razmak između dva impulsa? Što je prikladnije pri nižim brzinama vrtnje odnosno pri većim brzinama vrtnje motora?
- 4) Razmislite trebate li filtrirati mjerne podatke koje dobivate sa senzora?
- 5) Po potrebi proširite slanje podataka na računalo kako biste po potrebi prikazali različite veličine (ili dijelove izračuna).

6) Model procesa u ovom slučaju nije dostupan. Moguće je pokušati teorijskom analizom doći do modela procesa ili identifikacijom procesa.

7) Empirijski postupci podešavanja parametara se mogu primijeniti ako nije poznat model procesa.

4. Shema makete



5. Podaci o DC motoru

MITSUMI

DC Mini-Motors M28N-1 Series

DC Mini-Motors

Applications

1. Printer
2. Power assistance

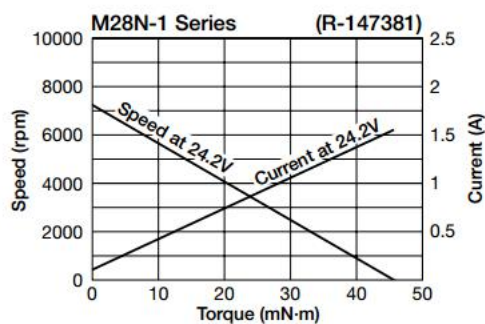
SPECIFICATIONS

| Items | SPEC-NO | R-147381 |
|------------------------|---------|----------|
| Rated Voltage (V) | | 24.2 |
| Voltage Range (V) | | 3.0~30.0 |
| Rated Load (mN·m) | | 9.8 |
| No Load Speed (rpm) | | 7200 |
| No Load Current (mA) | | 70 |
| Starting Torque (mN·m) | | 51 |
| Rotation | | CW/CCW |

*Encoders available as options.



CHARACTERISTICS



6. Potreban softver za programiranje i komunikaciju s PC

Atollic TrueStudio:

<https://atollic.com/truestudio/>

SerialPlot:

Linux: https://serialplot.ozderya.net/downloads/serialplot-v0.11.0-x86_64.Applmage

Windows: <https://serialplot.ozderya.net/downloads/serialplot-0.11.0-win32.exe>