PROJEKAT IZ PREDMETA  
OPTOELEKTRONSKI I LASERSKI SISTEMI

NAZIV PROJEKTA:

LIGHTRANGER 4 Click

TEKST ZADATKA:

Potrebno je projektovati sistem koji će omogućiti mjerenje udaljenosti pomoću razvojnog okruzenja *mikromedia Plus for STM32* i klik pločice *Light Ranger 4 Click* kompanije *MikroElektronika*.

MENTOR PROJEKTA:

Bajić dr Jovan

Batinić Branislav

PROJEKAT IZRADILI:

Vladimir Marćiš, E1 83/2021

Milomir Spajić, E1 87/2021

DATUM ODBRANE PROJEKTA:

28. 02. 2022.

SADRŽAJ

[Uvod 3](#_Toc97474435)

[Glavne komponente korišćene u realizaciji projekta i njihove karakteristike 3](#_Toc97474436)

[mikromedia Plus for STM32 3](#_Toc97474437)

[Light Ranger 4 Click 5](#_Toc97474438)

[Blok šema sistema 8](#_Toc97474439)

[Algoritam rada sistema 9](#_Toc97474440)

[Biblioteka (drajver) za senzor VL53L1X (klik pločicu) 10](#_Toc97474441)

[Biblioteka (drajver) za TFT displej 11](#_Toc97474442)

[Glavni dio koda (eng. *main*) 12](#_Toc97474443)

[Aplikacija – korisničko uputstvo 15](#_Toc97474444)

[Zaključak 17](#_Toc97474445)

[Literatura 18](#_Toc97474446)

# Uvod

U okviru projekta za predmet *Laserski i optoelektronski sistemi*, realizovali smo sistem koji omogućava mjerenje udaljenosti objekata. Napravili smo aplikaciju i uvezli biblioteku za senzor udaljenosti, te nakon toga izvršili testiranje i napisali dokumentaciju za projekat.

Aplikacija je realizovana na razvojnom okruženju *mikromedia Plus for STM32* i u njoj je moguće birati mod mjerenja (kraće, srednje i duže distance). Na osnovu izabranog moda i parametara mjerenja (vrijeme potrebno za izvršenje mjerenja i vrijeme izmedju dva uzastopna mjerenja), pritiskom na opciju START na TFT displeju osjetljivom na dodir započinje mjerenje.

# Glavne komponente korišćene u realizaciji projekta i njihove karakteristike

Glavne komponente koje se koriste u ovom projektu su razvojno okruženje kompanije *MikroElektronika* pod nazivom *mikromedia Plus for STM32* kao i klik pločica *Light Ranger 4 Click* iste kompanije.

## mikromedia Plus for STM32

Na slici 1. prikazano je razvojno okruženje *mikromedia Plus for STM32*.

Slika 1. mikromedia Plus for STM32 razvojno okruženje

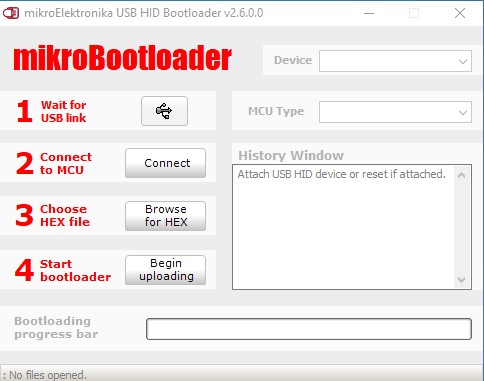
Razvojno okruženje *mirkomedia Plus for STM32* je kompaktno dizajnirana razvojna ploča koja ima 4.3” TFT displej osjetljiv na dodir kao i mnoštvo periferija a sve to pokreće *STM32F746ZG* mikrokontroler iz ARM® Cortex™-M7 serije proizvođača *ST Microelectronics*.

Kao što je već navedeno, ovo razvojno okruženje ima mnoštvo periferija povezanih na 144-pinski mikrokontroler. Neke od tih periferija su sledeće:

* 4.3” TFT displej 480x272 osjetljiv na dodir,
* akcelerometar,
* slot za mikro SD karticu,
* bazer,
* IR prijemnik,
* RGB svetleće diode,
* PIN fotodioda,
* temperaturni senzor,
* 2.4GHz RF primopredajnik,
* Ethernet primopredajnik,
* 8Mbit fleš (eng. *flash*) memorija,
* RTC baterija,
* Li-Po baterijski punjač.

Osim ovih periferija, na ploči se nalazi i MINI-B USB konektor, 1.27mm terminal za napajanje, 2x5 JTAG konektor i prekidač za uključivanje i isključivanje.

Za ovo razvojno okruženje takođe postoji i ekspanziona ploča koja ima četiri mikroBUS konektora za povezivanje klik pločica.

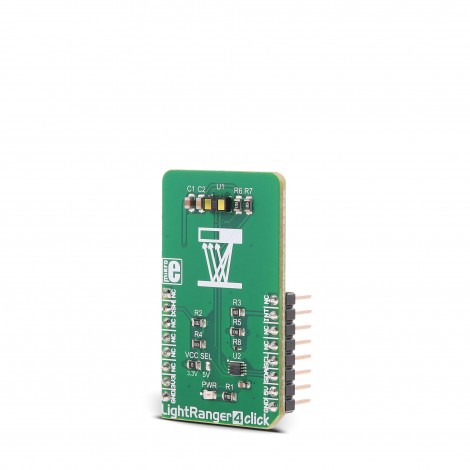
Programiranje mikrokontrolera na ovoj pločici je veoma jednostavno i može se izvršiti pomoću programatora *mikroElektronika USB HID Bootloader v2.6.0.0* kompanije *MikroElektronika*. Izgled programa koji se koristi za spuštanje koda (odnosno .hex fajla) na mikrokontroler, prikazano je na slici 2.

Slika 2. mikroElektronika USB HID Bootloader v2.6.0.0

Korišćenje ovog programa je veoma jednostavno i vrši se u tri koraka. Prvo je potrebno resetovati samu ploču (pritiskom na *reset* taster koji se nalazi na ploči). Nakon toga, ikonica koja označava USB kabl označena kao broj 1. u programu postaje crvena. Dok je ikonica crvena, potrebno je kliknuti na taster *Connect*. Nakon toga, moguće je odabrati *.hex* fajl pritiskom na taster *Browse for HEX.* Na kraju je potrebno kliknuti na *Begin uploading* i na taj način započinje programiranje mikrokontrolera. Kada se programiranje završi, ploča se sama resetuje čime je postupak programiranja mikrokontrolera završen.

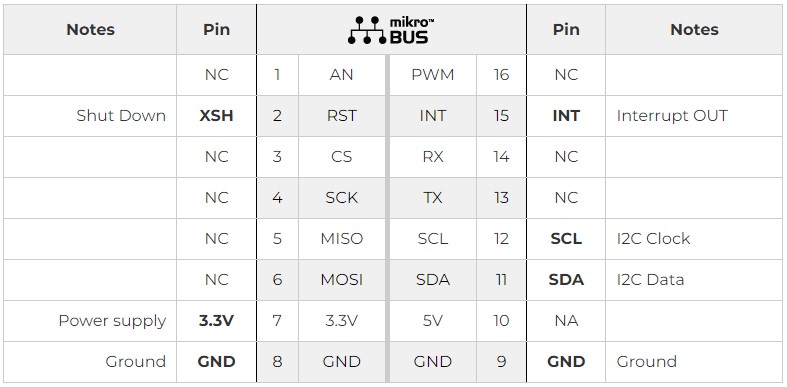
Kod za potrebe ovog projekta je pisan u IDE (eng. *integrated development environment*) okruženju *STM32 Cube IDE* dok su biblioteke za periferije kao i podešavanja mikrokontrolera odrađena u programu *STM32 Cube MX*.

## Light Ranger 4 Click

Na slici 3. prikazana je klik pločica *Light Ranger 4* Click kompanije *MikroElektronika*.

Slika 3. Light Ranger 4 Click

Ova klik pločica se koristi za precizno mjerenje udaljenosti i princip rada se zasniva na ToF (eng. *Time of Flight*) principu mjerenja. Senzor *VL53L1X* kompanije *ST Microelectronics* je zapravo potpuni modul za mjerenje u samo jednom čipu. Kako u sebi sadrži mikrokontroler, veoma je jednostavno raditi sa njim. Ovaj modul ima samo priključke za I2C komunikaciju kao i XSH i INT priključke. Posjeduje ugrađen laser Klase 1 koji emituje laserski snop IR zračenja (940 nm) koji nije opasan po ljudski vid, fizičke infracrvene filtre kao i optiku za postizanje najboljeg opsega mjerenja u različitim uslovima ambijentalnog osvjetljenja. Može da mjeri udaljenosti do 4000mm frekvencijom do 50Hz.

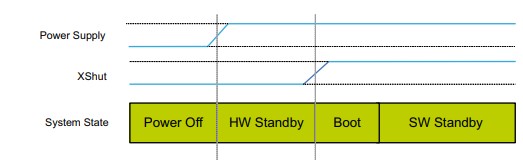
Priključci ove klik pločice (eng. *pinout*) prikazani su na slici 4.

Slika 4. Pinout klik pločice Light Ranger 4

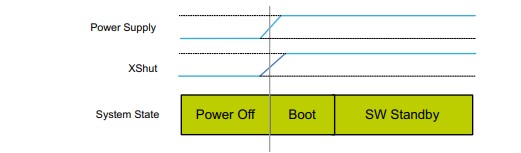
Ova pločica ima sledeće priključke:

* Dva priključka za masu (GND),
* Priključak za napajanje od 3.3V,
* Priključke za I2C komunikaciju (SCL i SDA),
* XSH priključak i
* INT priključak.

Na pločici postoji i džamper kojim biramo da li ce naponski nivo logičke jedinice biti 3.3V ili 5V. U ovom slučaju, izabrali smo da to bude 3.3V. Implementirana je i indikacija odnosno LED koja služi za indikaciju da je napajanje ispravno.

Što se tiče priključka koji je označen sa XSH, to je skraćenica od *XSHUTDOWN* i koristi se za kontrolu moda senzora. Senzor moze biti u hardverskom i softverskom modu pripravnosti (eng. *standby*). Ovaj priključak može biti povezan sa mikrokontrolerom na razvojnoj pločici i tada taj kontroler kontroliše mod senzora. Druga opcija je da se preko pulap (eng. *pull up*) otpornika ovaj priključak veže na napon napajanja i tada nije moguće da senzor bude u hardverskom modu pripravnsti već odmah nakon uključenja napajanja ulazi u softverski mod pripravnosti. Na slici 5. je prikazana sekvenca pri uključivanju senzora.

Slika 5. Uticaj priključka XSHUT na uključivanje senzora

S obzirom da za našu realizaciju projekta nije bilo potrebno da koristimo hardverski mod pripravnosti, priključak XSHUT smo spojili na napon napajanja. Na taj način, dobili smo sekvencu uključivanja senzora koja je prikazana na slici 6.

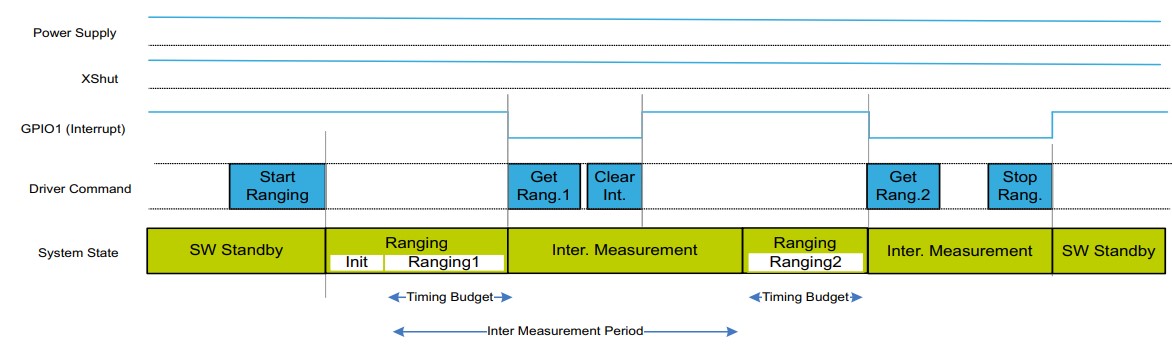
Slika 6. Sekvenca prilikom uključivanja senzora u našoj realizaciji projekta

INT priključak služi da obavjesti mikrokontroler na razvojnoj pločici da su se desile određene bitne promjene. Ovaj priključak nismo koristili tokom realizacije projekta.

Kada govorimo o distanci koju je potrebno mjeriti, senzor *VL53L1X* ima tri moda rada:

* mod za mjerenje kratkih distanci (do 1300mm),
* mod za mjerenje srednjih distanci (od 1300mm do 3000mm) i
* mod za mjerenje dužih distanci (od 3000mm do 4000mm).

Naravno, sa svakim modom je moguće mjeriti bilo koji opseg od 0mm do 4000mm, međutim izborom pravog moda dobijamo preciznije i tačnije rezultate mjerenja te se zbog toga preporučuje korišćenje modova.

Dva veoma važna parametra kod senzora su i vrijeme mjerenja (eng. *timing budget*) kao i vrijeme koje protekne između dva uzastopna mjerenja (eng. inter measurement period). Na slici 7. je ilustrovano šta tačno ova dva parametra znače.

Slika 7. Vremenski parametri senzora

Komunikacija klik pločice sa razvojnim okruženjem se odvija preko I2C komunikacije. Maksimalna brzina I2C komunikacije ove klik pločice je 400kbit/s. Adresa uređaja je 0x52 ali se ona može mijenjati. Sa senzorom se komunicira tako što se prvo šalje registar u koji se upisuje ili iz kojeg se čita podatak. Ukoliko se podatak upisuje, nakon što se pošalje adresa registra, šalje se i vrijednost odnosno podatak koji se upisuje.

# Blok šema sistema

Na slici 8. je prikazana blok šema sistema.



Slika 8. Blok šema sistema

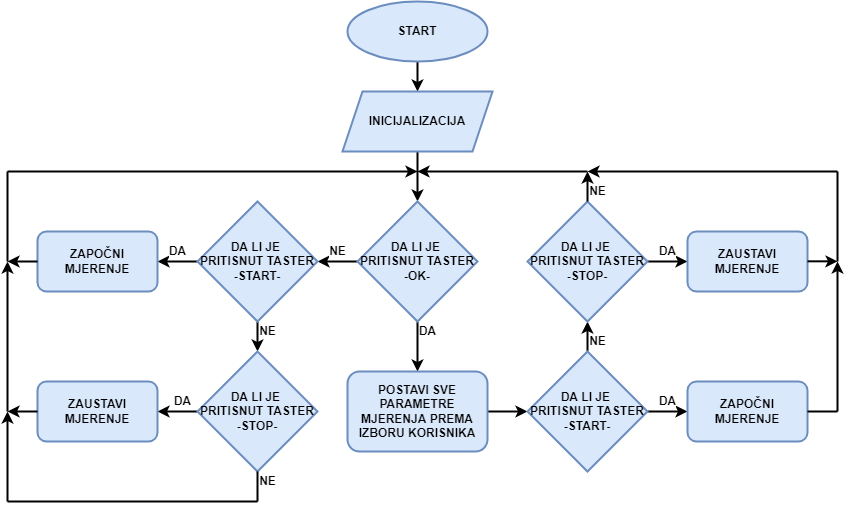
Sistem se sastoji od mikrokontrolera *STM32F746ZG* koji je centralni dio i upravlja ostatkom sistema, TFT displeja osjetljivog na dodir i senzora rastojanja VL53L1X. Takođe, postoje i dijelovi koji su neophodni za ispravno funkcionisanje mikrokontrolera i ostatka sistema poput napajanja, reset kola, priključaka za programiranje, butloudera (eng. *bootloader*) itd.

Mikrokontroler komunicira sa TFT displejom putem I2C komunikacije kanala 1, dok sa senzorom rastojanja komunicira preko drugog kanala I2C komunikacije. Takođe, za ispravan rad odnosno komunikaciju sa TFT displejom koriste se i digitalni ulazno izlazni priključci mikrokontrolera.

Na TFT displeju se prikazuje aplikacija kojom korisnik upravlja tako što unosi određene parametre za mjerenje, a pritiskom na START započinje se mjerenje i mogu se očitati rezultati mjerenja.

Senzor rastojanja dobija informacije sa mikrokontrolera koje služe za njegovu inicijalizaciju kao i podešavanje parametara i nakon toga vrši mjeernje. Rezultate mjeernja preko I2C komunikacije šalje mikrokontroleru koji to dalje preko drugog kanala I2C šalje na displej gdje korisnik može očitati te rezultate.

# Algoritam rada sistema

Na slici 9. je prikazan dijagram toka za algoritam rada sistema.

Slika 9. Dijagram toga za algoritam rada sistema

Na početku izvršavanja koda, potrebno je izvršiti inicijalizaciju svih periferija mikrokontrolera kao i samog senzora odnosno klik pločice.

Nakon inicijalizacije, čeka se na akciju od strane korisnika. Ukoliko korisnik klikne na taster OK, svi podešeni parametri mjerenja se povlače sa TFT displeja i šalju na senzor. Nakon toga čeka se na pritisak na taster START ili STOP. Ukoliko se pritisne taster START počinje mjerenje i rezultati mjerenja se ispisuju na TFT displeju. Pritiskom na taster STOP mjerenje se zaustavlja.

Važno je napomenuti i da postoje opcije za podešavanje parametara mjerenja koje se mogu odabrati a postavljaju se pritiskom na taster OK. Ovaj dio će detaljnije biti opisan u poglavlju *Aplikacija – korisničko uputstvo*.

# Biblioteka (drajver) za senzor VL53L1X (klik pločicu)

# Biblioteka (drajver) za TFT displej

# Glavni dio koda (eng. *main*)

U glavnom dijelu koda odnosno *main.c* prvo se izvršava inicijalizacija svih periferija mikrokontrolera kao i same klik pločice odnosno senzora udaljenosti. Ovaj dio koda nije potrebno detaljnije objašnjavati, te će akcenat biti na dijelu koda koji se izvršava u beskonačnoj petlji.

Glavni dio koda koji se izvršava u beskonačnoj petlji, prikazan je u sledećem dijelu teksta:

X\_koordinata=STMPE610\_GetX\_TOUCH();

Y\_koordinata=STMPE610\_GetY\_TOUCH();

STMPE610\_read\_xyz();

GUI\_TOUCH\_Exec();

keyPressed=GUI\_GetKey();

GUI\_Delay(1);

GUI\_SetColor(GUI\_BLACK);

GUI\_SetFont(&GUI\_Font20B\_ASCII);

U ovom dijelu koda vrši se očitavanje sa displeja odnosno rezistivne folije da li je i koji dio displeja pritisnut. Takođe, postavljaju se boja i font slova koji će biti ispisani na displeju.

if(OK\_Button()) {

start = false;

VL53L1\_StopMeasurement(Dev);

distanceMode = DistanceMode();

switch(distanceMode) {

case SHORT\_DISTANCE\_MODE:

VL53L1\_SetDistanceMode(Dev, VL53L1\_DISTANCEMODE\_SHORT);

timingBudget = ((TB\_HIGH-TB\_SHORT\_LOW)\*

((float)GetTimingBudget\_Percentage()/100))+TB\_SHORT\_LOW;

break;

case MEDIUM\_DISTANCE\_MODE:

VL53L1\_SetDistanceMode(Dev, VL53L1\_DISTANCEMODE\_MEDIUM);

timingBudget = ((TB\_HIGH-TB\_MEDIUM\_LOW)\*

((float)GetTimingBudget\_Percentage()/100))+TB\_MEDIUM\_LOW;

break;

case LONG\_DISTANCE\_MODE:

VL53L1\_SetDistanceMode(Dev, VL53L1\_DISTANCEMODE\_LONG);

timingBudget = ((TB\_HIGH-TB\_LONG\_LOW)\* (sledeća linija

((float)GetTimingBudget\_Percentage()/100))+TB\_LONG\_LOW;

break;

}

interMeasurementPeriod = ( (IMP\_HIGH - timingBudget+4) \*

((float)GetInterMeasPeriod\_Percentage()/100))+timingBudget+4;

timingBudget = timingBudget\*1000;

VL53L1\_SetDistanceMode(Dev, distanceMode);

VL53L1\_SetMeasurementTimingBudgetMicroSeconds(Dev, timingBudget);

VL53L1\_SetInterMeasurementPeriodMilliSeconds(Dev,interMeasurementPeriod);

}

U ovom dijelu koda se pritiskom na taster OK povlače sve vrijednosti odnosno parametri koji su podešeni od strane korisnika (mod mjerenja, vrijeme mjerenja i vrijeme između dva mjerenja). Nakon toga, ovi parametri se prosleđuju senzoru preko I2C komunikacije.

if(START\_Button())

start = true;

if(STOP\_Button())

start = false;

U ovom dijelu samo provjeravamo da li je pritisnut neki od taster START ili STOP i na osnovu toga se dodjeljuje vrijednost globalnoj promjenljivoj *start* koja može imati vrijednosti *true* ili *false*. Na osnovu ove promjenljive se dalje određuje da li mjerenje počinje ili se zaustavlja.

if(start) {

VL53L1\_StartMeasurement(Dev );

VL53L1\_WaitMeasurementDataReady(Dev );

VL53L1\_GetRangingMeasurementData(Dev, &RangingData);

WriteDistance(RangingData.RangeMilliMeter);

}

else {

VL53L1\_StopMeasurement(Dev);

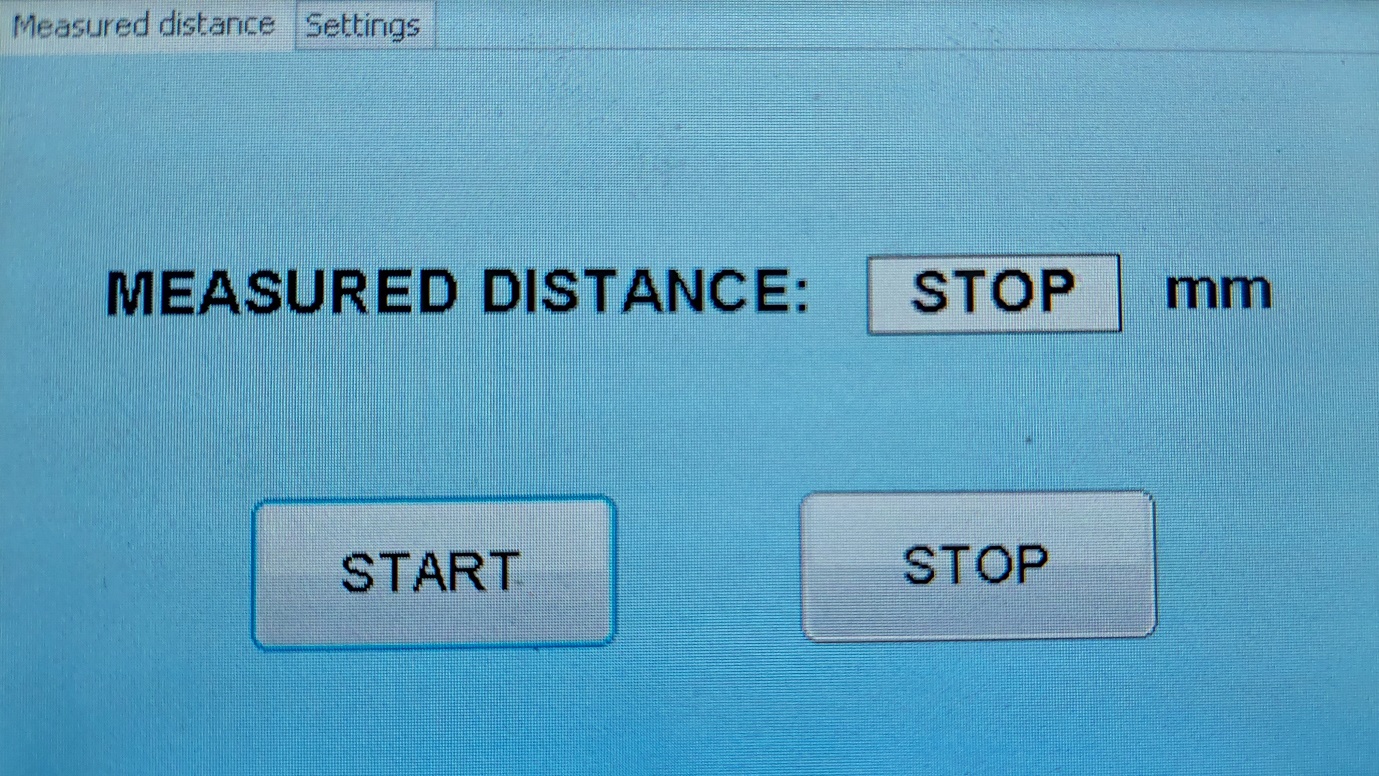
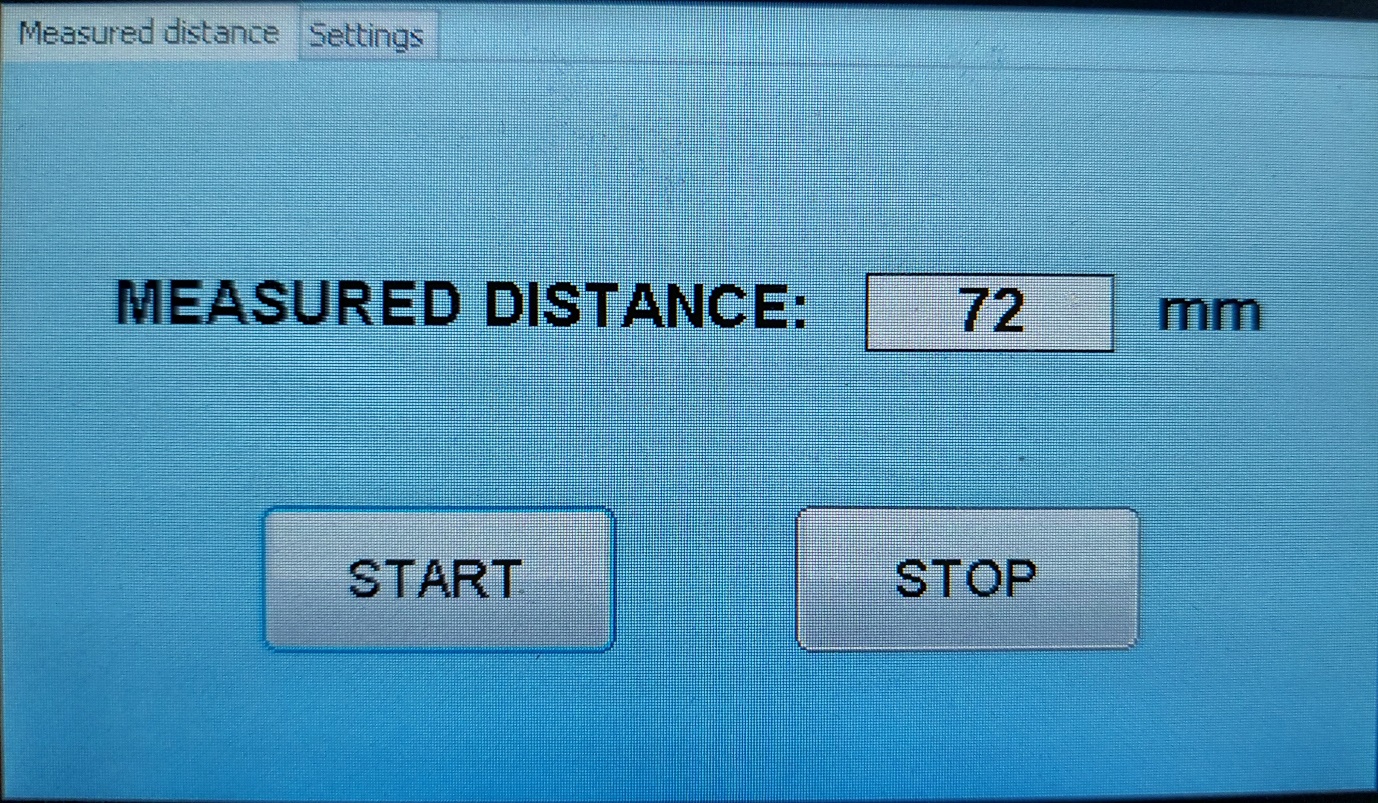
WriteDistance(-1);

}

Ukoliko promjenljiva *start* ima vrijednost *true* započinje se mjerenje koje se vrši u svakoj iteraciji i ispisuje na TFT sve dok se ne pritisne taster STOP odnosno dok promjenljiva *start* ne dobije vrijednost *false*.

# Aplikacija – korisničko uputstvo

U ovom poglavlju biće opisan način na koji se koristi aplikacija odnosno realizovani projekat.

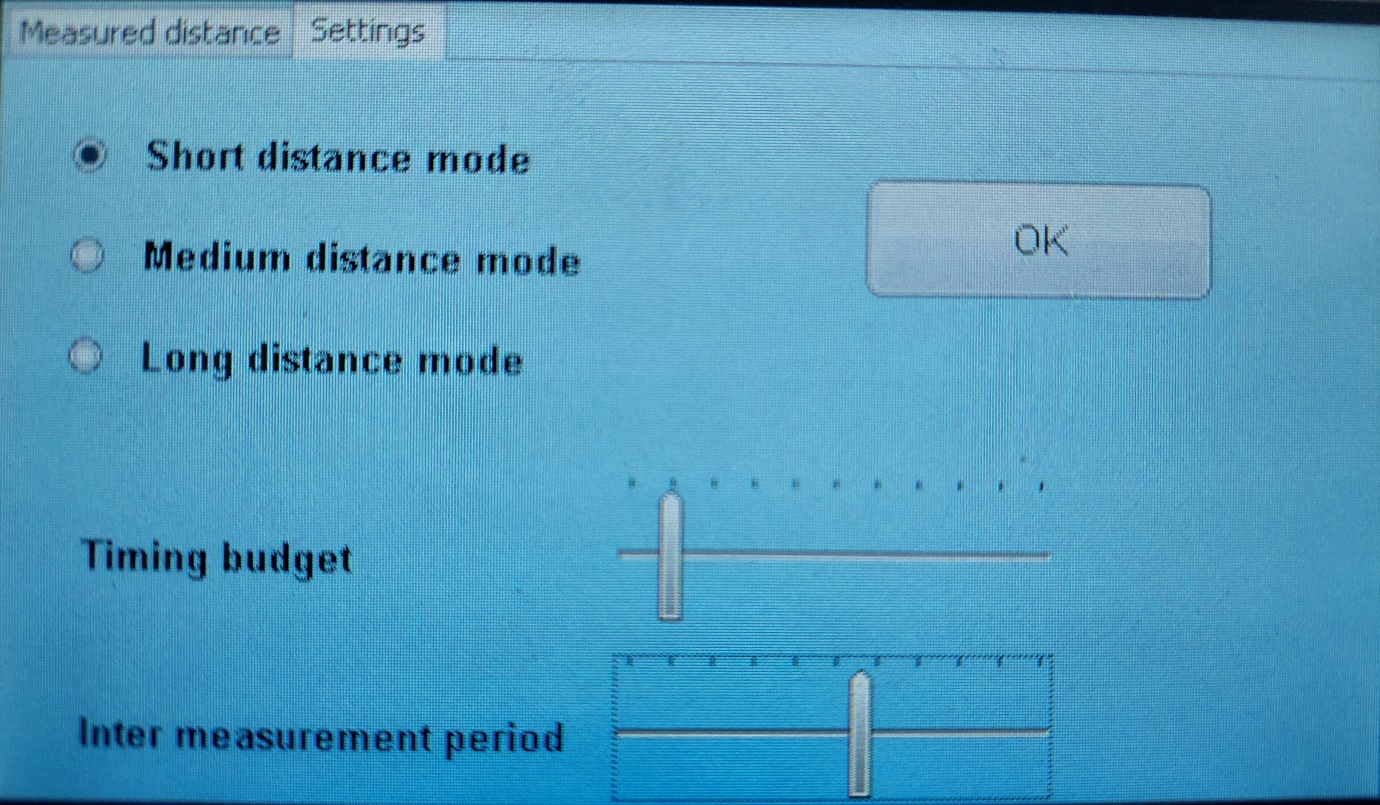
Na slici xx. i xx. prikazan je osnovni prozor aplikacije, odnosno prozor u kojem se prikazuju rezultati mjerenja.

Slika 10. Aplikacija - zaustavljeno mjerenje

Slika 11. Aplikacija - mjerenje u toku

Na slici xx. je prikazana aplikacija prije nego što je mjerenje započeto odnosno prije pritiska tastera START. Takođe, pritiskom na taster STOP, prozor ima isti izgled.

Na slici xx. je takođe prikazana aplikacija ali ovoga puta nakon što je mjerenje uključeno. Možemo vidjeti da je ispisana trenutna udaljenost od objekta koja se mjeri.

Na slici xx. je prikazan drugi prozor aplikacije u kojem se podešavaju parametri mjerenja.

Slika 12. Aplikacija - podešavanja parametara mjerenja

Kao što se može vidjeti na slici, u gornjem lijevom uglu biramo mod mjerenja. Na donjoj polovini prozora nalaze se slajderi (eng. *slider*) kojim se bira vrijednost za vrijeme mjerenja i vrijeme između dva uzastopna mjerenja. Nakon što podesimo sve parametre, potrebno je pritisnuti taster OK kako bi se vrijednosti parametara prosledile senzoru.

Prelazak iz jednog prozora aplikacije u drugi vrši se izborom prozora (odnosno kartice) u gornjem lijevom uglu TFT displeja.

# Zaključak

Prilikom izrade projekta urađeno je sve što je bilo propisano propisano projektnim zadatkom. Omogućeno je mjerenje udaljenosti određenih objekata na rastojanjima do 4m. Parametre mjerenja moguće je podešavati iz aplikacije koja je realizovana na razvojnom okruženju a grafički interfejs je realizovan na TFT displeju osjetljivom na dodir.

Na kraju je detaljno testirana aplikacija odnosno sve što je bilo zadato projektnim zadatkom. Izvršena su testiranja sva tri moda mjerenja kao i vremenskih parametara mjerenja. Rezultati testiranja se slažu sa zahtjevima projektnog zadatka.

Zaključak je da je projekat uspješno realizovan i da je implementirano i testirano sve što je bilo potrebno.

# Literatura

[ 1 ] https://www.optolab.ftn.uns.ac.rs/images/NASTAVA/OLS/files/ppt/0-stm32.pdf, mart 2022.

[ 2 ] https://www.mikroe.com/mikromedia-4-stm32f7, mart 2022.

[ 3 ] https://download.mikroe.com/documents/smart-displays/mikromedia/4/stm32f7/mikromedia-4-stm32f7-manual-v100.pdf, mart 2022.

[ 4 ] https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l1x.pdf, mart 2022.

[ 5 ] https://www.st.com/resource/en/user\_manual/um2356-vl53l1x-api-user-manual-stmicroelectronics.pdf, mart 2022.

[ 6 ] <https://forum.digikey.com/t/adding-the-vl53l1x-driver-to-an-stm32cube-project/13276>, mart 2022.