|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| UNIZNAK | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА | FTNZNAK |

**Пројектовање GUI за клавијатуру реализовану помоћу MCU**

дипломска теза (бечелор)

кандидат

Лазар Минчић, EE20/2017

ментор

проф. др Иван Мезеи

мај 2024

|  |  |
| --- | --- |
|  | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ● **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**  21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6 |
| **КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА** |

Редни број, **РБР**:

Идентификациони број, **ИБР**:

Тип документације, **ТД**:

Тип записа, **ТЗ**: Врста рада, **ВР**: Аутор, **АУ**:

Ментор, **МН**: Наслов рада, **НР**:

Монографска публикација

Текстуални штампани материјал Дипломски рад

**Лазар Минчић**

**Проф. др Иван Мезеи**

**Пројектовање GUI за клавијатуру реализовану помоћу MCU**

Језик публикације, **ЈП**: Српски / ћирилица

Језик извода, **ЈИ**: Српски

Земља публиковања, **ЗП**: Србија

Уже географско подручје, **УГП**: Војводина

Година, **ГО**: **2024**

Издавач, **ИЗ**: Ауторски репринт

|  |  |
| --- | --- |
| Место и адреса, **МА**: | Факултет техничких наука (ФТН), Д. Обрадовића 6, 21000 Нови Сад |
| Физички опис рада, **ФО**:  (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога) | **?/?/?/?/?/?/?** |
| Научна област, **НО**: | Електротехника и рачунарство |

Научна дисциплина, **НД**:

Ембедед системи и алгоритми

|  |  |
| --- | --- |
| Предметна одредница/Кључне речи, **ПО**: | **Микроконтролер, Графички интерфејс, Серијска комуникација, QT** |
| **УДК** |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Чува се , **ЧУ**: | Библиотека ФТН, Д. Обрадовића 6, 21000 Нови Сад |
| Важна напомена, **ВН**: |  |
| Извод, **ИЗ**: | **У овом раду описана је једна имплементација клавијатуре са лименкама уместо дирки. Користи се микроконтролер ESP32 који комуницира са рачунаром преко серијског порта. Графички интерфејс писан је у QT окружењу. Детаљно је описан начин рада крајањег уређаја, као и начин на који хардвер и софтвер комуницирају.** |
| Датум прихватања теме, **ДП**: |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Датум одбране, **ДО**: |  |  |  |
| Чланови комисије, **КО**: | Председник: | **др име презиме, звање** |  |
|  | Члан: | **др име презиме, звање** | Потпис ментора |
|  | Члан, ментор: | **Проф. др Иван Мезеи** |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | UNIVERSITY OF NOVI SAD ● **FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES**  21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6 |
| **KEY WORDS DOCUMENTATION** |

Accession number, **ANO**: Identification number, **INO**: Document type, **DT**:

Type of record, **TR**: Contents code, **CC**: Author, **AU**: Mentor, **MN**:

Title, **TI**:

Monographic publication

Textual printed material

Bachelor thesis

**Lazar Minčić**

**Prof. dr Ivan Mezei**

**Designing a GUI for a Keyboard Implemented With an MCU**

Language of text, **LT**: Language of abstract, **LA**: Country of publication, **CP**: Locality of publication, **LP**: Publication year, **PY**:

Publisher, **PB**:

Serbian

Serbian

Serbia Vojvodina

**2024**

Author’s reprint

|  |  |
| --- | --- |
| Publication place, **PP**: | Faculty of Technical Sciences, D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad |
| Physical description, **PD**:  (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes) | **?/?/?/?/?/?/?** |
| Scientific field, **SF**: | Electrical and computer engineering |

Scientific discipline, **SD**:

Embedded systems

|  |  |
| --- | --- |
| Subject/Key words, **S**/**KW**: | **Microcontroller, Graphical user interface, Serial communication, QT** |
| **UC** |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Holding data, **HD**: | Library of Faculty of Technical Sciences, D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad |
| Note, **N**: |  |
| Abstract, **AB**: | **This paper describes an implementation of a keyboard using cans instead of keys. An ESP32 microcontroller is used, which communicates with a computer via serial port. The graphical user interface is written in QT. The functionality of the end device is described in detail, as well as the way the hardware and software communicate.** |
| Accepted by the Scientific Board on, **ASB**: |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Defended on, **DE**: |  |  |  |
| Defended Board, **DB**: | President: | **dr ime prezime, zvanje na engleskom** |  |
|  | Member: | **dr ime prezime, zvanje na engleskom** | Menthor's sign |
|  | Member, Mentor: | **Ivan Mezei, Ph.D** |  |

**Изјава о академској честитости**

Студент: **Лазар Минчић**

Број индекса: **EE20-2017**

Студент **основних академских студија**

Аутор рада под називом: **Пројектовање GUI за клавијатуру реализовану помоћу MCU**

Потписивањем изјављујем:

* да је рад искључиво резултат мог сопственог истраживачког рада;
* да сам рад и мишљења других аутора које сам користио у овом раду назначио или цитирао и наведени у списку литературе/референци који су саставни део овог рада;
* да сам добио све дозволе за коришћење ауторског дела који се у потпуности/целости уносе у предати рад и да сам то јасно навео;
* да сам свестан да је плагијат коришћење туђих радова у било ком облику (као цитата, парафраза, слика, табела, дијаграма, дизајна, планова, фотографија, филма, музике, формула, веб сајтова, компјутерских програма и сл.) без навођења аутора или представљање туђих ауторских дела као мојих, кажњиво по закону (Закон о ауторском и сродним правима, Службени гласник Републике Србије, бр. 104/2009, 99/2011, 119/2012), као и других закона и одговарајућих аката Универзитета у Новом Саду;
* да сам свестан да плагијат укључује и представљање, употребу и дистрибуирање рада предавача или других студената као сопствених;
* да сам свестан последица које код доказаног плагијата могу проузроковати на предати рад и мој статус;
* да је електронска верзија рада идентична штампаном примерку и пристајем на његово објављивање под условима прописаним актима Универзитета.

Нови Сад, 27.9.2021. Потпис студента

**САДРЖАЈ**

[1. Uvod 1](#_Toc169107319)

[2. Teorijske osnove 3](#_Toc169107320)

[3. Opis problema i koncept rešenja 5](#_Toc169107321)

[Dodatak A Lista skraćenica 6](#_Toc169107322)

[Dodatak B Listing koda (verovatno neće trebati) 7](#_Toc169107323)

[Literatura 8](#_Toc169107324)

**СПИСАК СЛИКА**

[Slika 2.1 Funkcionalni blok dijagram ESP32 SoC 4](#_Toc169107359)

[Slika 2.2 Pinout dijagram razvojne ploče ESP32 DEVKIT V1 4](#_Toc169107360)

**СПИСАК ТАБЕЛА**

**No table of figures entries found.**

**ЗАХВАЛНИЦА**

Захваљујем се ментору професору др Ивану Мезеиу, као и породици и пријатељима на пруженој подршци приликом израде овога Рада.

# 1. УВОД

Прва генерација микрокотролера на тржишту се појављује седамдесетих година прошлог века, интегрисајући ЦПУ (енг. *централ процессинг унит*, централна процесорска јединица), меморијски чип и периферије заједно на једном чипу. Међутим, како је број транзистора који је могуће сместити на исту површину чипа растао, тако су се ови уређаји развијали. С тога данашњи микроконтролери имају значајно бржу ЦПУ јединицу, више опција повезивања (укључујући и бежичне опције као што су Блуетоотх и Wи-Фи), а истовремено мању потрошњу у односу на своје претходнике.

У овоме раду биће описани хардверски и софтверски концепти који се могу искористити при изради клавијатуре са лименкама уместо дирки. Постоји доста начина за реализацију овакве машине, на пример, коришћењем Распберрy Пи рачунара са одговарајућим пропратним хардвером, ХАТ-ом (енг. *хардwаре аттацхед он топ*, хардвер причвршћен од горе) у комбинацији са Распбиан оперативним системом и QТ платформом за Линуx оперативне системе. Међутим, у овоме раду описује се реализација поменуте машине корићшењем једног од многих систем на чипу микроконтролера из фамилије „ЕСП32“, повезаног на лични рачунар (енг. *персонал цомпутер*) преко серијског УСБ (енг. *универсал сериал бус*) порта. У том случају, софтверски део могуће је пројектовати на QТ платформи за Wиндоwс оперативне системе, са обзиром на то да је Wиндоwс најпопуларнији оперативни систем за личне рачунаре.

Једна од мана изабраног решења је повећана комплексност програма приликом комуникације МЦУ и ПЦ, као и немогућност бежичне комуникације, о чему ће више бити речи у поглављу \_\_.

Микроконтролери (енг. *мицроцонтроллер унит*, МЦУ) су самоодрживи системи на чипу, погодни за ембедед имплементације. Као „рачунари у малом“, масовно се производе и користе у разним секторима индустрије, те је потражња за њима веома висока. Компоненте на чипу од којих су МЦУ састављени такође су релативно слабе рачунарске снаге и перформанси, што даље доприноси њиховој ниској цени. У време писања овог текста, микроконтролер марке Силицон Лабс могуће је купити за невероватних 0,89 €, што је отприлике 100 динара [1]. Захваљујући својој ниској цени и изобиљу, МЦУ постају приступачни масама и тиме дају могућност за иновације у различитим областима употребе. Ова чињеница за последицу има и то да свако ко чита овај текст веома лако може да рекреира уређај за који је писан ГУИ, што је детаљно наведено у поглављу \_\_.

Мотиви за склапање овакве машине као и за даљи развој њене пропратне софверске апликације су бројни, с обзиром на то да се апликација може написати на разне начине, у зависности од потреба крајањег корисника. Уређај може бити коришћен како као играчка, тако у едукационе и практичне сврхе, нпр. при компоновању или у образовним установама које се баве музиком, као пример примене микроконтролера, серијске комуникације, писања у QТ програмском окружењу...

У наставку ће бити објашњени детаљи прво хардверске, а потом и софтверске архитектуре овога пројекта, неке од потенцијалних примена овога уређаја, као и предлози за даљи развој софтверске апликације.

НАВЕДИ ПОГЛАВЉА НА КРАЈУ

# 2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

2.1. QT programsko okruženje

Qt je višeplatformski aplikacioni intefejs korišćen za razvoj GUI i aplikacija koje mogu biti pokrenute na raznim softverskim i hardverskim platformama kao što su Linux, Windows, macOS, Android, embeded sistemi, i drugi [][]. Qt sam po sebi nije programski jezik, već programsko okruženje napisano u jeziku C++. MOC (*meta-object compiler*) prepocesor proširuje C++ jezik sa funkcijama jedinstvenim qt-ju, kao što su npr. signali i slotovi. Qt dolazi sa svojim integrisanim okruženjem za razvoj (eng. Integrated Development Environment, IDE) pod imenom Qt Creator. Ovaj IDE sadrži alate korisne pri razvijanju aplikacije i uklanjanju grešaka. Qt Creator je dostupan u četiri izdanja, Community, Indie Mobile, Professional i Enterprise. Za potrebe ovog rada korišćeno je prvo, Community izdanje, s obzirom na to da je ono jedino sa licencama otvorenog koda, dok je za ostala izdanja neophodna kupovina odgovarajuće licence pre korišćenja.

2.2. Mikrokontroler ESP32

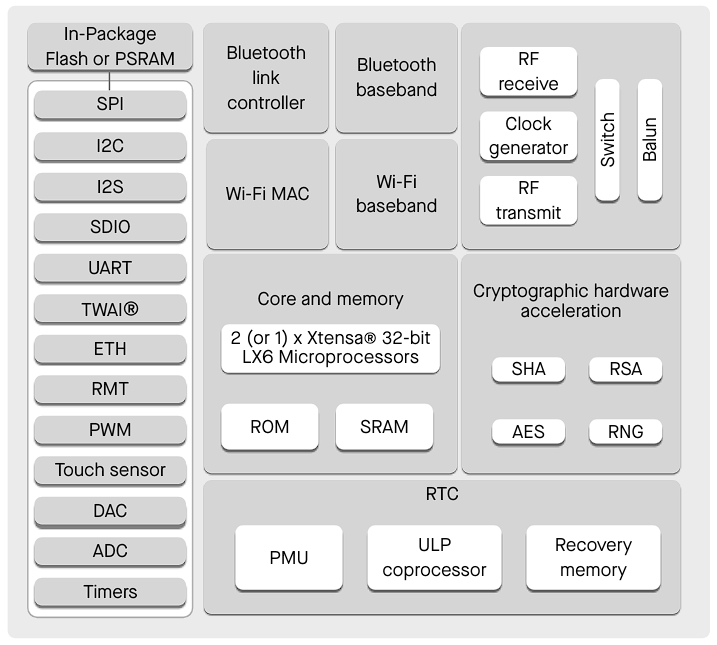
Ključna komponenta korišćena u izradi rešenja je mikrokontroler kineskog proizvođača Espressif Systems, imena ESP32. Neka od poboljšanja ovog MCU u odnosu na svoje prethodnike su:

* robustan dizajn, sa operativnom temperaturom od -40°C to +125°C
* veoma niska potrošnja energije,
* visoki nivo integracije, i
* hibridni Wi-Fi & Bluetooth mikročip[].

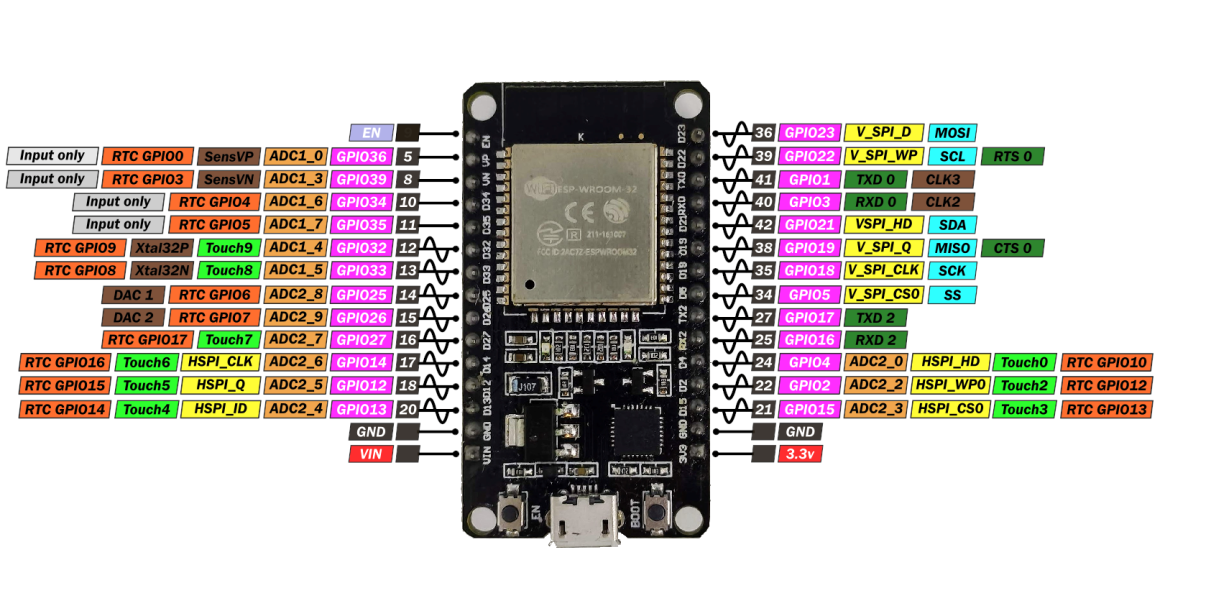
Za potrebe projekta korišćena je jedna od ESP32 razvojnih ploča, konkretno ESP32 DEVKIT V1 dobavljača DoIT, zbog lakšeg povezivanja sa računarom i ostalim korišćenim komponentama (potenciometar, led diode). Osobine od interesa ovog MCU su:

* Xtensa® dvojezgarni 32-bitni LX6 mikroprocesor
* 448 KB ROM, 520 KB SRAM memorije
* 34 programabilnih GPIO (*general-purpose input/output*)
* 12-bitni SAR ADC (*successive-approximation-register*) (*analog-to-digital converter*)
* dva 8-bitna DAC (*digital to analogue converter*)
* 10 senzora na dodir
* tri UART interfejsa (*universal asynchronous receiver-transmitter*)
* LED PWM do 16 kanala (*light-emitting diode*)( *Pulse Width Modulation*)[].

Konkretan modul u upotrebi je ESP-WROOM-32, u čijoj se osnovi nalazi ESP32-D0WDQ6 mikročip. Funcionalni blok dijagram ESP32 serije SoC može se videti na slici [], dok je pinaut razvojne ploče u upotrebi (ESP32 DEVKIT V1) prikazan na slici [].



Slika 2.1 Funkcionalni blok dijagram ESP32 SoC



Slika 2.2 Pinout dijagram razvojne ploče ESP32 DEVKIT V1

# 3. Opis problema i koncept rešenja

1. Lista skraćenica (ažuriraj na kraju)

|  |  |
| --- | --- |
| MCU | Microcontroller unit |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| …. | …. |

1. Listing koda (verovatno neće trebati)

# Literatura