



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ



## СЕМИНАРСКИ РАД

Тема: GSM комуникација

Врсте студија: Мастер академске студије

Студијски програм: Електроника и микросистеми

Предмет: RF микроелектроника

Студенти:

Бојан Петровић, бр.инд: 1545

Михајло Тимић, бр.инд: 1557

Лука Станојевић, бр.инд: 1584

Ментор:

Ванр.проф.

др Данијел М. Данковић, дипл.инж.

Ниш, фебруар 2023. године

## Садржај

Садржај.....	2
1. Увод .....	3
2. Основне карактеристике GSM комуникација и сигнала који учествују у комуникацији .....	4
2.1 Опште о GSM комуникацијама .....	4
2.2 Архитектура и основни елементи мреже GSM комуникација .....	5
3. Модул SIM800L .....	7
3.1. Основни опис SIM800L модула.....	7
4. АТ команде .....	9
5. Команде за слање HTTP <i>request</i> -а.....	11
6. Могућности SIM800L модула при коришћењу GSM комуникације.....	12
6.1 Вежба 1 – Трагач за кућним љубимцима који ће радити годинама .....	12
6.2 Вежба 2 -Систем за праћење возила заснован на Cloud-у.....	14
6.3 Вежба 3 – Безбедносни систем заснован на RCWL-0516 микроталасном Доплеровом радарском сензору и SIM800L GSM модулу.....	15
7. Закључак .....	17
Литература: .....	18

## 1. Увод

GSM мреже су постале стандард у мобилној комуникацији а данас се користе у већини мобилних уређаја. Међутим, са развојем нових технологија, као што су 3G и 4G, GSM мреже поступно се замењују новим стандардима. За разлику од старијих аналогних мрежа које су користиле непрекидни сигнал GSM мреже користе дигитално кодирање сигнала како би се побољшао квалитет звука и повећала пропусност података.

У овом раду дате су основне карактеристике сигнала које учествују у комуникацији као и опис SIM800L модула, једног од најпопуларнијих GSM/GPRS модула који се користи за бежичну комуникацију путем мобилне мреже. Овај модул долази у малом облику фактора, што га чини врло флексибилним и погодним за уградњу у различите пројекте а међу којима су издвојени: трагач за кућним љубимцима, систем за праћење возила заснован на Cloud-у и даљинско прикупљање података коришћењем бесплатног GSM/GPRS.

## 2. Основне карактеристике GSM комуникација и сигнала који учествују у комуникацији

### 2.1 Опште о GSM комуникацијама

GSM (Global System for Mobile communications) представља стандард дефинисан за примену телекомуникација мобилних уређаја, односно мобилних телефона, таблет уређаја, преносивих лаптоп рачунара и других уређаја. GSM комуникације и сама њена инфраструктура одликују се као један од најпоузданијих видова бежичне комуникације на великим раздаљинама. Разлог томе представља то што се GSM комуникације користе широм целог света за мобилну телефонију и постоје дужи низ година. Наиме GSM стандард је развијен од стране ETSI-ја (European Telecommunications Standard Institute). GSM систем развијан је током 80-их година прошлог века, док је GSM стандард уведен 1990. године као први стандард мобилних система друге генерације. Данас, GSM стандард је најуспешнији бежични стандард који је у употреби у преко 170 земаља широм света (слика 1). Први GSM системи у комерцијалној употреби су од 1992. године. GSM је технологија која омогућава пренос говора и података, а чија је основна предност могућност комуникације у међународном саобраћају (Roaming) на основу договора између GSM оператора широм света. GSM се заснива на комбинацији FDMA/TDMA (Frequency Division Multiple Access / Time Division Multiple Access) техника вишеструког приступа и фреквенцијском дуплексирању FDD – Frequency Division Duplex, што значи да су одвојено дефинисани фреквенцијски опсези који се користе за повратну и директну везу.



Слика 1. Распрострањеност GSM система

Табела 1: Основне карактеристике GSM комуникације и сигнала који учествују у истој

Пропусни опсег базне станице	935 – 960 MHz
Пропусни опсег мобилне станице	890 – 915 MHz
Размак између предајног и пријемног канала	45 MHz
Пропусни опсег канала	200 kHz
Број дуплекс канала	125
Максимална снага мобилне јединице	20 W
Корисници по каналу	8
Модулација	GMSK
Битска брзина носиоца	270.8 kbps
Говорни кодер	RPE-LTP

Битска брзина кодирања говора	13 kbps
Обим оквира	4.6 ms
Кодирање ради провере од грешке	$\frac{1}{2}$ од конволуционе брзине

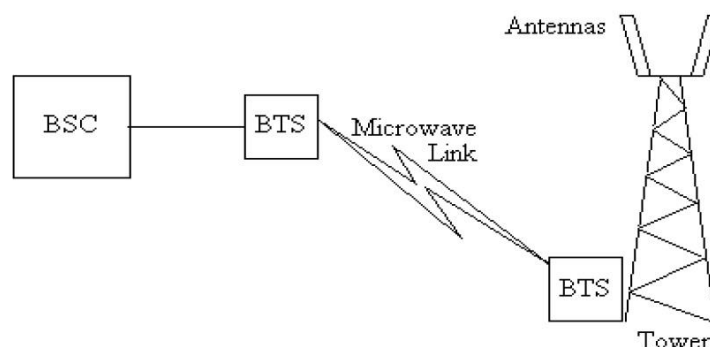
Првобитно су GSM комуникације дизајниране у опсегу од 900 MHz, али убрзо су прилагођене за рад у опсегу од 1800 MHz. Увођење GSM система на подручје Северне Америке значило је даље развијање и адаптацију на 800 MHz и 1900 MHz.

## 2.2 Архитектура и основни елементи мреже GSM комуникација [1]

Сама концепција GSM мреже базирана је на класичној архитектури ћелијске радио-мреже. Основна јединица овакве мреже представља ћелија. Самим тим, у циљу покривања одређене жељене територије, сервисне зоне основних ћелија се удружују и на тај начин формирају јединствени систем. У општем смислу свака ћелија има своју базну станицу (BTS – Base Transceiver Station) која емитује сервис користећи додељену групу радио-канала. Радио-канал који су додељени једној једној ћелији разликују се од радио-канала који су додељени другим ћелијама. Основна функција базних станица је да обезбеди предају и пријем радио-сигнала у оквиру припадајуће ћелије. Ћелија која опслужује базну станицу може бити омнидирекциона или секторска. У погледу базних станица важан сегмент представљају локације (Site). Тачније, једна или више базних станица које се постављају у непосредној близини, и на тај начин користе исту просторију или део објекта, које су постављене у исте монтажне кутије, ормане или контејнере, или које користе исти антенски стуб, у просторно територијалном погледу оне формирају локацију (Site). На основу локације, начина монтирања и система самих базних станица разликујемо outdoor, indoor, тзв. паук и покретне базне станице. Outdoor базна станица, представља место које се налази у спољашњој средини и ту разликујемо станице које се налазе на земљи (rowland) и станице које се налазе на крову (rooftop). Indoor базна станица, представља место које се налази у затвореном простору и ту разликујемо станице контејнерског типа, зидани објекат или просторију у објекту. Такозвана паук базна станица представља станицу које се одликује брзим и једноставним монтирањем и демонтирањем са посебном опремом. У погледу капацитета саобраћаја базна станица може имати један или више примопредајника.

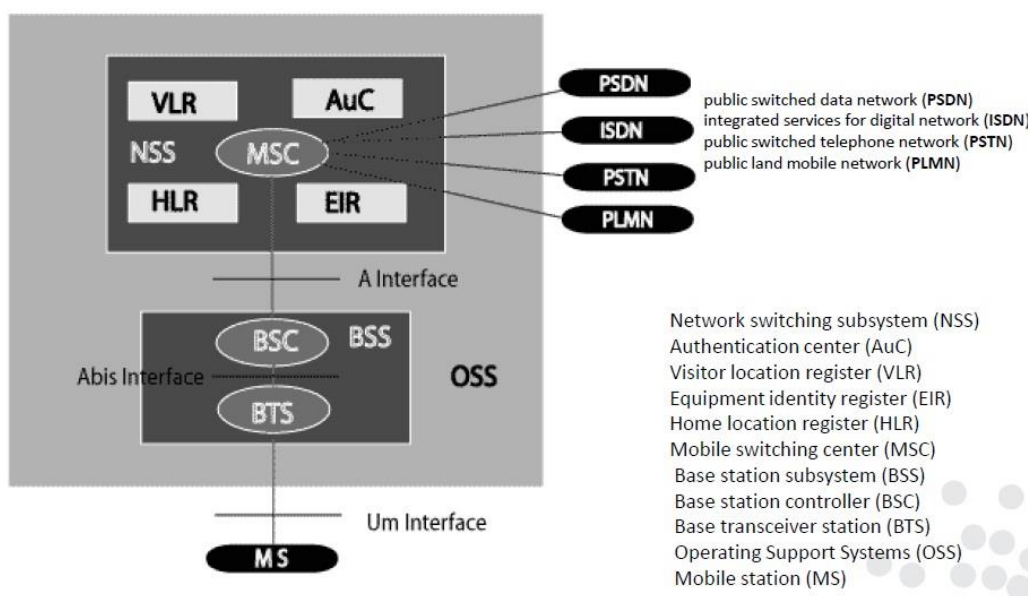
Систем базне станице (BSS – Base Station System) (слика 2) јесте систем који обједињује комплетну мобилну приступну радио мрежу и састоји се из три основна елемента:

- Базна станица (BTS – Base Transceiver Station),
- Контролер базне станице (BSC – Base Station Controller),
- Систем преноса који повезује BTS и њен BSC и од BSC-а постоји даља веза кроз нови систем преноса ка језгру мреже



Слика 2. Систем базне станице (BSS)

Контролер базних станица јесте елемент мреже који се налази између управљачко-комутационог система (SS – Switching System) и базних станица. Прва основна функција контролера базних станица јесте спровођење функције прелаза мобилне станице (MS – Mobile Station) из једне у другу ћелију, тзв „handover“. У току остваривања везе мобилни корисник може изаћи из зоне ћелије која га опслужује и ући у зону неке од суседних ћелија где контролер базних станица има улогу да неприметно изврши промену активне базне станице. Контролери базних станица се повезују на управљачко-комутациони систем, односно током успостављања везе, мобилна станица прати рад суседних базних станица које припадају истој GSM мрежи (слика 3) и непрекидно шаље извештаје о измереном квалитету сигнала активне и суседних базних станица ка контролеру базних станица. Значајна функција контролера базних станица у оквиру GSM мреже јесте да спроводи динамичку контролу снаге мобилних станица, а опционо и базних станица и на овај начин врши се смањење снаге зрачења појединих станица смањивајући интерференцију према осталим GSM корисницима. У оквиру ETSI (European Telecommunications Standard Institute) стандарда топологија контролера базних станица (BSC) није дефинисана да ли је централизована или децентрализована, што оставља могућност сваком GSM произвођачу да сам имплементира и димензионише свој контролер базних станица.



Слика 3. Шема GSM мреже

### 3. Модул SIM800L

#### 3.1. Основни опис SIM800L модула

Модул SIM800L намењен је за успостављање и примање позива, порука, као и повезивања на интернет путем GSM мреже [2]. Сам модул даје доста могућности, јер пројекте који су повезани на интернет можемо поставити било где јер не зависи од кућног интернета или WiFi мреже. Као што је и било речи, сам модул користи GSM технологију преко које се повезује на интернет, шаље поруке или упућује позиве. У GSM мрежи постоји неколико делова који заједно омогућују комуникацију, а то су мобилна станица, подсистем базне станице и мрежни подсистем. Мобилна станица састоји се од самог GSM уређаја и SIM (Subscriber Identity Module) картице. SIM картица омогућава независно коришћење у односу на уређај, тј. власник SIM картице може користити GSM услуге на било којем уређају користећи своју SIM картицу. Свака SIM картица поседује IMSI број према којем се корисник идентификује у систему. Мобилна станица се повезује на најближу базну станицу која представља примопредајни уређај, и са њом размењује податке. Подсистем базне станице састоји се од примопредајне базне станице и управљачког дела базне станице, и тако садржи примопредајне уређаје који се повезују са мобилним станицама. Мрежни подсистем садржи мобилни сервисни комутацијски центар који ради налик обичном комутацијском чворишту. Он врши пријављивање корисника, проверава аутентичност, усмерава позива и остало. Сам систем се састоји од неколико целина које обављају све потребне функције и даље се вежу на фиксну телефонску мрежу. Модул представља мобилну станицу која садржи SIM картицу и која се брине о повезивању на базну станицу, а за само управљање мођулом користе се AT команде.



Слика 4. Модул SIM800L

Модул SIM800L (слика 4) користи само два пина јер комуницира преко серијске комуникације. За комуникацију са овим GSM модулом морамо користити SoftwareSerial библиотеку и пинове које сами дефинишемо [2]. Сам модул може повући највише до 2 А струје када се спаја на интернет, те је потребно користити напајање које може дати толико струје. Што се напајања тиче, потребно је осигурати да напон не прелази вредност од 4,4 V и да није испод 3,7 V. (За напајање може да се користи LI-по батерија чији напон износи 3,7 V, а максимални напон потпуно напуњене батерије 4,2 V што је испод максималног напона модула, као и step-down конвертер који се подеси на 4,2 V). Основне карактеристике модула су приказане у табели 2.

Табела 2: Основне карактеристике модула

Радни напон	3,4 – 4,4 V
Stand-by потрошња струје	18 mA
Burst потрошња струје приликом повезивања на мрежу	2 A
Потрошња струје у Sleep режиму	<1 mA
UART комуникација	Користе се AT команде
Подразумевана UART брзина	9600 baud

У погледу карактеристика модула постављају се битни услови за касније пројектовање система. Једна од занимљивих карактеристика је UART комуникација користећи AT команде. AT команде представљају донекле стандард међу GSM модулима и модулима мобилне комуникације и углавном се разликују од произвођача до произвођача. Међутим, углавном су сличне па је замена самог модула релативно једноставна без измена у самом програму и коду у контролеру. SIM800L модул поседује и Sleep режим који може бити веома користан јер у њему протиче мала електрична струја, која је испод 1 mA. Уколико је модул у домету, да би се повезао на мрежу неопходно му је неколико секунди, а можда и неколико минута велике потрошње електричне струје (од 150 mA до 2 A). Након повезивања, када модул не врши неку бежичну комуникацију он троши око 18 mA у Stand-by режиму. Овај режим је битан зато што је модул у приправности за пријем и слање текстуалних порука и позива, и повезивање на интернет. Уколико би се сам модул у потпуности искључио, па затим поново укључио дошло би до велике потрошње електричне енергије, а све то због тога што сваки циклус укључивања модула захтева пуно енергије за повезивање модула на мрежу. Како би избегли то, сам модул може се поставити у Sleep режим где није у приправности за пријем и слање, али је и даље повезан на мрежу.



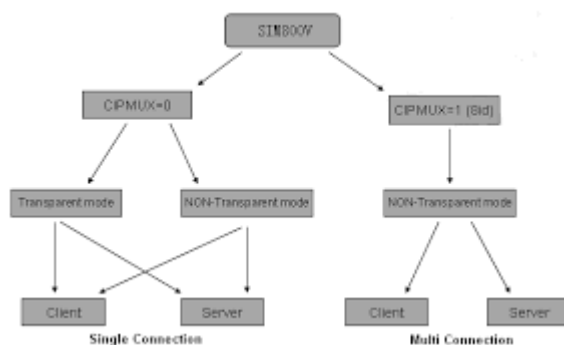
## 4. AT команде

GSM извршава одређене инструкције тако што прихвата команде које му шаље микроконтролер или рачунар. Свака од тих инструкција почиње са AT (Attention) [3], па се скуп ових инструкција назива сет AT команди. Постоје четири врсте AT команди:

- Тест команде, синтаксе AT+<x>=?, при којима GSM враћа листу параметара (типичне за изабрани модул и мрежу) који се могу подешавати као ињихове вредности;
- Команде за читање, синтаксе AT+<x>?, при којима GSM враћа тренутно постављене вредности параметара;
- Команде за упис, синтаксе AT+<x>=<...>, којима се подешавају вредности изабраних параметара;
- Команде за извршавање, синтаксе AT+<x>, при којима GSM извршава инструкције задате изабраном командом.

GSM модеми и мобилни телефони подржавају AT скуп команди специфичних за GSM технологију, који укључују команде које су у вези са SMS-ом (нпр. AT+CMGS – Слање SMS-а, AT+CMGR – Читање SMS-а итд.).

Постоје два начина повезивања за TCP/IP апликацију серије СИМ800: појединачна веза и вишеструка веза. Када је у режиму једне везе, серија СИМ800 може да ради и у транспарентном и у нетранспарентном режиму; и под ова два начина преноса, СИМ800 серија може бити конфигурисана или као TCP/UDP клијент или TCP сервер. Када је у режиму вишеструке везе, серија СИМ800 може да ради само у нетранспарентном режиму. У овом режиму, СИМ800 серија може да ради као апсолутни TCP/UDP клијент, који може успоставити укупно 6 веза. У овом режиму, такође се може конфигурисати као један TCP сервер, што омогућава повезивање 5 TCP/UDP клијената; а ТЦП сервер такође може да делује као клијент, успостављајући 5 веза са једним удаљеним сервером. Структура TCP /IP апликације је дата на слици 5.



Слика 5. Структура повезивања SIM800

Командом AT+CPMUX=<n>, бира се да ли ће веза бити појединачна (n=0) или вишеструка (n=1), у случају када одаберем појединачну везу командом AT+CPMODE=<n> бирамо да ли ће комуникација бити транспарентна (n=1) или нетранспарентна (n=0).

Комуникација између GSM SIM800 модула и скупа команди AT се врши преко UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter - Универзални асинхрони пријемник-предајник) интерфејса. UART интерфејс се састоји од две линије, односно линије за пренос (Tx) и пријем (Rx). AT команде се шаљу са микроконтролера или другог електронског уређаја до SIM800 модула преко Tx линије, а одговор се прима преко Rx линије.

Када се SIM800 модул укључи, он се иницијализује и спреман је да прими АТ команде. АТ команди претходи префикс "АТ", а модул одговара са "ОК" или кодом грешке у зависности од успеха или неуспеха команде.

На пример, да би се проверило да ли је модул укључен, шаље се АТ команда "АТ", а модул одговара са "ОК". За проверу јачине сигнала шаље се команда "АТ+CSK", а модул одговара квалитетом сигнала у dBm.

Скуп АТ команди пружа широк спектар команди за контролу и конфигурисање SIM800 модула, укључујући команде за упућивање позива, слање SMS порука, успостављање GPRS везе за пренос података и још много тога. Синтакса за команде и њихови одговори су дефинисани у табlici података SIM800 модула.

Све у свему, комуникација између SIM800 модула и скупа АТ команди преко UART интерфејса је једноставна и може се лако имплементирати у различите електронске пројекте. Примери синтакси за команде приказани су на сликама 6 и 7. [3]

10.13 Write message to memory +CMGW	
Command syntax	Description
Command syntax in text mode: AT+CMGW=<oa/da>,<tooa/toda>,<stat><CR><text><ctrl-Z/ESC> Command syntax in PDU mode: AT+CMGW=<length>,<stat><CR><PDU><Ctrl-Z/ESC> In text mode: AT+CMGW="091137880"<CR>"This is the text"<Ctrl-Z> if PDU mode: AT+CMGW=52,<CR><PDU><Ctrl-Z>	This execution command stores message (SMS-DELIVER or SMS-SUBMIT) to memory storage <mem2>. Memory location <index> of the stored message is returned. <CR> separates the parameter part from the text part of the edited SMS in text mode. <ctrl-Z> indicates that the SMS shall be sent, while <ESC> indicates aborting of the edited SMS. +CMGW: <index> OK or CMS ERROR: <error>
Test command AT+CMGW=?	OK

Слика 6. Команда за писање поруке

6.10 Hang up call +CHUP	
Command syntax	Description
AT+CHUP	This execution command causes the TA to hang up the current GSM call of the ME. OK or CME ERROR: <error>
Test command AT+CHUP=?	OK

Слика 7. Команда за јављање на позив

## 5. Команде за слање HTTP *request-a* [3]

Команде:

AT+HTTPCLIENT=<opt>,<content-type>,<"url">,[<"host">],[<"path">],<transport\_type>[,<"data">] [,<"http\_req\_header">][,<"http\_req\_header">][...]

Одговор:

+HTTPCLIENT:<size>,<data>

OK

Параметри:

- **<opt>**: метода HTTP захтева
  - 1: HEAD
  - 2: GET
  - 3: POST
  - 4: PUT
  - 5: DELETE
- **<content-type>**: тип података HTTP захтева
  - 0: application/x-www-form-urlencoded
  - 1: application/json
  - 2: multipart/form-data
  - 3: text/xml
- **<"url">**: HTTP URL. Параметар може заменити параметре <host> и <path> ако су неважећи.
- **<"host">**: Име домена или IP адреса
- **<"path">**: HTTP путања
- **<transport\_type>**: HTTP тип транспорта/саобраћаја. Подразумевано: 1.
  - 1: HTTP\_TRANSPORT\_OVER\_TCP
  - 2: HTTP\_TRANSPORT\_OVER\_SSL
- **<"data">**: Ако је <opt> POST захтев, овај параметар садржи податке који се шаљу на ХТТП сервер. Ако не, овај параметар не постоји, што значи да нема потребе за уносом зареза да би се означио овај параметар.
- **<http\_req\_header>**: Може се послати више од једног заглавља захтева на сервер.

Пример HEAD захтева:

AT+HTTPCLIENT=1,0,"http://httpbin.org/get","httpbin.org","/get",1

## 6. Могућности SIM800L модула при коришћењу GSM комуникације

SIM800L модул, као што је већ речено, је GSM/GPRS модул који омогућава разне могућности коришћења за GSM комуникацију. У овом раду осмишљене су три вежбе где је могуће применити овај спој савремене технологије.

### 6.1 Вежба 1 – Трагач за кућним љубимцима који ће радити годинама [5]

Услед све већег броја губитака кућних љубимаца осмишљена је идеја како уз помоћ савремених средстава комуникације и микропроцесора помоћи власницима да лоцирају своје љубимце.

Мноштво оваквих трагача је већ доступно на тржишту, али шта је толико специјално везано за њих?

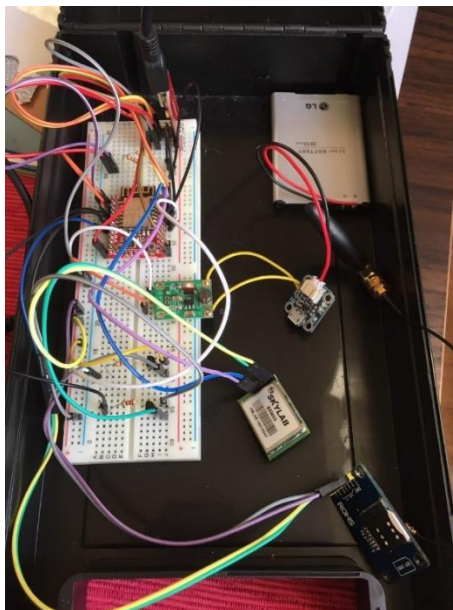
- GPS који обезбеђује одличну прецизност локације (3.0m CEP без SA),
- WiFi,
- GSM повезаност за контролу и слање текстуалних порука када WiFi није доступан,
- Одличан животни век батерије! +2 године, нпр. са интервалом од 3 сата радиће апроксимативно 2 године,
- Водоотпорна торбица 2х,
- Јефтинија је цена од комерцијалних трагача љубимаца и нуди бољу функционалност.

Главни циљ пројекта јесте да обезбеди што већу функционалност у малом уређају са одличним животним веком батерије.

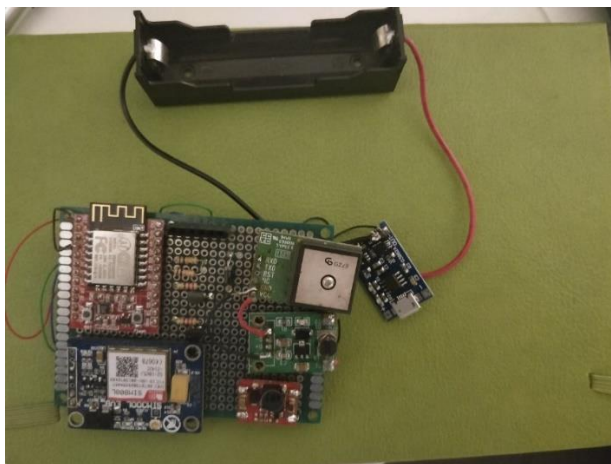
Процењена величина не би требало бити већа од 6х8cm, док дебљина зависи од броја батерија које се повезују.



Слика 8. Изглед након лемљења



*Слика 9. Повезивање одговарајућих компоненти*



*Слика 10. Подешавање API*

Корак 1: Залемити одговарајуће компоненте (слика 8),

Корак 2: Повезати одговарајуће пине GPS и GSM модула на ESP (слика 9),

Корак 3: Уредити скицу уносом детаља о мрежи, број телефона, API, име хоста, порт,

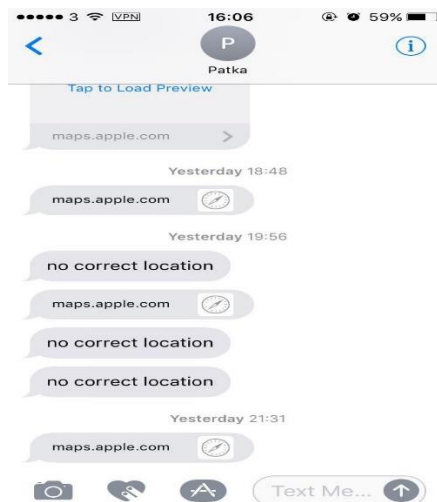
Корак 4: Подесити API на нпр. Raspberry Pi или VPS (слика 10),

Корак 5: Стварање базе података,

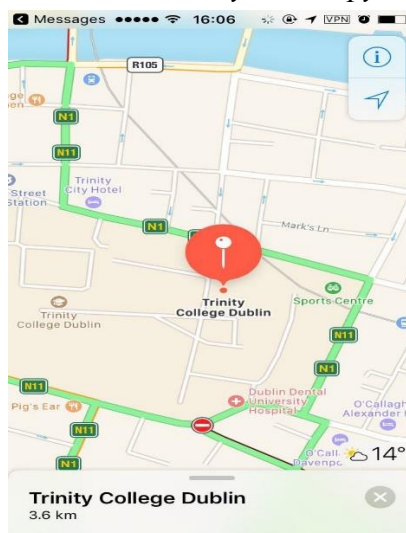
Корак 6: Покретање програма,

Корак 7: Повезати ESP USB каблом и отворити serial monitor.

Потребно је добити текстуалну поруку са садржајем директног линка google/apple maps као на слици 11.



Слика 11. Текстуална порука



Слика 12. Google maps

## 6.2 Вежба 2 -Систем за праћење возила заснован на Cloud-y

Предложени систем има два главна дела. Први се односи на компоненту која је прикачена за возило који се састоји из Arduino uno плочице, NEO 6M GPS модула и GPRS SIM800L модула који ће слати координате и информације на други део који представља сервер на даљину. [4]

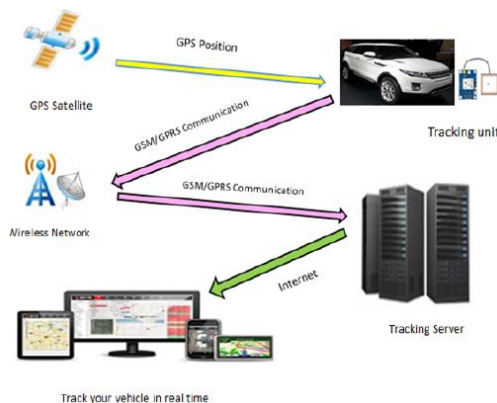
### А. Прикачени уређај

Електронска компонента система за праћење је приказана на слици 13. Имајући у виду да GPS антена започиње слање информација о позицији возила, прикупљених од стране барем четири сателита на микроконтролер како би анализирао информације, Arduino ће преузети координате и лажирати информације ради безбедности координата како би спречио да неовлашћена лица повуку координате возила. Такође ID возила биће лажиран ради повећања сигурности возила и спречити неовлашћено лице да прати одређеног возача или возило. Након тога, предаће се координате ID путем GSM-а и GPRS-а на сервер на даљину.

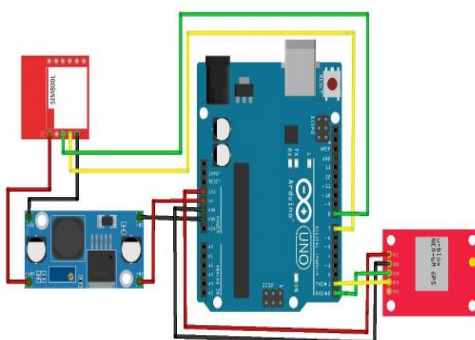
Моча хост веб сервис су коришћени за складиштење информација на Cloud ради добијања добре флексибилности и приступачности. Веб апликација и веб сајт повлачи информације складиштене у бази података. Веб сајт ће повући информације из базе података и конвертовати у XML пре него што ће информација бити приказана на Google мапи како би обезбедио праћење у реалном времену. Google API је искоришћен да активира Google мапе на веб страници. Администратор може приступити, пратити, надгледати и управљати већим



бројем возила истовремено. Предложени систем прикачен на електричну компоненту система за праћење у возилу служи да одреди локацију возила и преда податке на даљински сервер преко GSM/GPRS. Излаз из сервера биће приказан на веб апликацији. Слика 14 приказује партикуларну конекцију електронских компоненти.



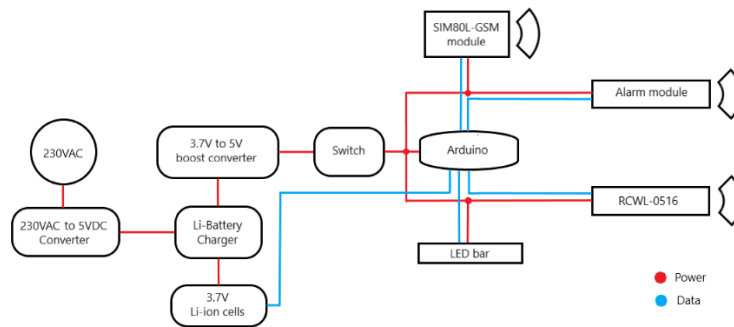
Слика 13. Систем за праћење



Слика 14. Повезивање компоненти

### 6.3 Вежба 3 – Безбедносни систем заснован на RCWL-0516 микроталасном Доплеровом радарском сензору и SIM800L GSM модулу [5]

Ових дана свако са разумевањем основних концепта електронике може да направи своје безбедносне системе уз помоћ микроконтролера као што је Arduino развојна плоча. Уколико нпр. постоји потреба за заштитом малопродајних радњи у којима долази до честих покушаја крађи, ово је идеалан систем који може послужити као превентива. На слици 15 је приказан блок дијаграм.



Слика 15. Блок дијаграм

У случају било каквог покушаја нарушавања безбедности док је систем наоружан, власник ће примити позив и аларм ће се искључити. Систем је погодно користити у малом окружењу због ограниченог домета сигнала RCWL-0516.



Слика 16. Безбедносни систем

Карактеристике система приказаног на слици 16:

- Уређај се може активирати, односно деактивирати једино уз помоћ кључа,
- Када се систем покрене уз помоћ кључа, проћи ће неколико минута пре него што се активира дајући власнику неколико минута да затвори радњу,
- Систем има могућност да у току секвенце активирања провери расположиви биланс кредита на SIM картици помоћу USSD кода. Ако је стање у критичном опсегу, власник ће бити обавештен SMS-ом,
- Након што је секвенца активирања завршена, ако се систем активира, он чека неки унапред одређени период да се систем деактивира помоћу кључа у случају да је власник тај који је активирао систем пошто није пожељно активирати аларм када се радња отвара свако јутро,
- У случају провале, уколико се систем није деактивирао након изнад поменутог времена, аларм ће се искључити и власник ће примити позив од система,
- Систем се примарно напаја из градске мреже. У случају нестанка струје, систем ће се аутоматски пребацити на сопствени извор напајања који чине батерије 2x18650 Li-Ion,
- У случају детекције ниског нивоа батерије, власник ће бити обавештен SMS-ом.



## 7. Закључак

GSM мреже су биле и остале најраспрострањенији дигитални комуникациони систем који се користи. Њихова улога постала је значајна са појавом могућности да корисник може аутоматски да прима позиве или позива, шаље и прима податке уколико се налази ван мреже свог оператера. Комбинација овог типа комуникација са познатим SIM800L модулом отворила је и нове могућности коришћења бежичног вида комуникација, а који је због своје приступачности на тржишту, економичности и перформансама олакшао живот корисницима што се може видети на примеру описаних пројеката у петом поглављу. Уз малу модификацију могу се пројектовати и системи који немају намену да се користе у сврху безбедности, већ и као системи са мултифункционалном наменом.

## Литература:

- [1] Мр Небојша М. Лукић, дипл. инж. ел. ПМП, “Принципи мобилних комуникација”, ПП презентација, ИНГ комора - Телеком Србија. Доступно на: [http://www.ingkomora.org.rs/materijalpo/download/2016/20160304\\_6753\\_Mobilne\\_komunikacije\\_Telekom\\_Srbija\\_v2.pdf](http://www.ingkomora.org.rs/materijalpo/download/2016/20160304_6753_Mobilne_komunikacije_Telekom_Srbija_v2.pdf)
- [2] A company of SIM Tech, “SIM800L\_Hardware\_Design\_V1.00, 2013-08-20, p. 11. Доступно на: [www.sim.com/wm](http://www.sim.com/wm)
- [3] Teltonika, “AT commands Manual”, 2007-08-08, p. 8, p. 23. Доступно на: [https://www.lextronic.fr/lextronic\\_doc/Teltonika%20AT%20commands%20EN%2008.pdf](https://www.lextronic.fr/lextronic_doc/Teltonika%20AT%20commands%20EN%2008.pdf)
- [4] Mohammed Aal-nouman, Ali Mustafa, Osama Awad, “Cloud-Based Vehicle Tracking System”, Iraqi Journal of Information & Communications Technology, February 2020. Доступно на: <https://www.researchgate.net/publication/339802328>
- [5] HACKADAY.IO, “Pet tracker that will work for years”, “Security System based on RCWL-0516 Microwave Doppler Radar Sensor and SIM800L GSM module”. Доступно на: <https://hackaday.io/project/16464-pet-tracker-that-will-work-for-years> и <https://hackaday.io/project/163806-security-system>