

# Ispitivanje i održavanje senzora u mobitelu

---

**Marković, Matija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:148750>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL STROJARSTVA**

**STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE**



**MATIJA MARKOVIĆ**

**ISPITIVANJE I ODRŽAVANJE SENZORA U  
MOBITELU**

**ZAVRŠNI RAD**

Karlovac, 2019.

**Karlovac University of Applied Sciences  
Mechanical Engineering Department**

**Professional study of Mechanical Engineering**



**MATIJA MARKOVIĆ**

**Testing and maintenance of the cellular  
telephone sensors**

**FINAL PAPER**

Karlovac, 2019.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J. Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: MEHATRONIKA

Usmjerenje - Odjel: Strojarski Odjel

Karlovac, 13.12.2018.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Matija Marković

Matični broj: 0112609027

Naslov: ISPITIVANJE I ODRŽAVANJE SENZORA U MOBITELU

Opis zadatka: Za potrebe Završnog rada nabrojati tipične senzore koji se nalaze u današnjim mobitelima te opisati njihovu svrhu i način rada. Napraviti analizu senzorskih elemenata i način njihovog ispitivanja funkcionalnosti i dokazivanja oštećenja ili neispravnosti rada. Nakon danog opisa rada predložiti moguće načine demontaže istih i zamjene u slučaju neispravnog rada ili oštećenja. Koristiti stručnu literaturu, tehničke propise, dokumentaciju proizvođača opreme. Kao podlogu za rad koristiti skice, sheme i druge dokumente sličnih projektnih zadataka. Redovito održavati konzultacije s mentorom te rad uskladiti s Pravilnikom o pisanju Završnih i Diplomskih radova Veleučilišta u Karlovcu.

Zadatak zadan:  
13.12.2018.

Rok predaje rada:  
09.05.2019.

Predviđeni datum obrane:  
23.05.2019.

Mentor  
dr.sc. Vladimir Tudić, prof. v.š.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
mr.sc. Vedran Vyroubal, viši predavač

Karlovac, prosinac 2018.

Izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno koristeći navedenu literaturu i znanje koje sam stekao tijekom studija uz vodstvo mentora dr.sc Vladimira Tudića dip.ing. kojem se ovim putem zahvaljujem.

Također zahvaljujem se svojoj obitelji i djevojci Petri na podršci, razumijevanju i strpljenju tijekom studija.

Matija Marković

## SAŽETAK

Ovim završnim radom opisana je građa mobitela sa naglaskom na senzore koji se upotrebljavaju u istim.

U općem dijelu ukratko su opisani opći senzori. Opisano je njihovo djelovanje i princip rada, karakteristike senzora te dijelovi od kojeg je sklopljen mobitel, odnosno građa mobitela.

U eksperimentalnom dijelu izvršen je popravak mobilnog uređaja uronjenog u vodu, predodžbe i oštećenja te popravak mobilnog uređaja sa oštećenim ekranom, odnosno staklom.

Nakon toga slijedi zaključak ovog završnog rada.

Ključne riječi: građa mobitela, senzori, popravak mobitela

## **SUMMARY**

This final paper describes cell phone construction with an emphasis on the sensors used in them.

In general section are described general sensors. Their operation and the principle of operation, the general characteristics of the sensors, as well as the parts from which the cell phone is assembled.

In the experimental part is described repair of mobile device immersed in water, imaging and damage, and repair of mobile device with damaged screen or glass.

At the end is the conclusion of this final paper.

**Key words:** cell phone construction, sensors, mobile phone repair

## POPIS SLIKA

Slika 1. Predodžba građe mobitela.....	3
Slika 2. Predodžba zaslona osjetljivog na dodir .....	5
Slika 3. Predodžba polimernih, metalnih (aluminijaska) i staklenih kućišta .....	6
Slika 4. Predodžba kućište kao antena .....	7
Slika 5. Predodžba matične ploče (Strana ekrana) .....	8
Slika 6. Predodžba matične ploče (Strana baterije).....	9
Slika 7. Predodžba blok dijagrama iPhone 6s .....	11
Slika 8. Predodžba Litij-ion baterija .....	13
Slika 9. Predodžba Litij-polimer baterija .....	14
Slika 10. Predodžba flat konektora punjenja .....	15
Slika 11. Predodžba flat s tipkama .....	16
Slika 12. Predodžba flat s prednjom kamerom .....	16
Slika 13. Predodžba zvučnika, prednje kamere, vibro motorića .....	17
Slika 14. Predodžba senzora blizine .....	19
Slika 15. Predodžba senzora za svjetlo .....	20
Slika 16. Predodžba kombinacije akcelerometra i žiroskopa.....	21
Slika 17. Predodžba barometara .....	23
Slika 18. Predodžba magnetometra .....	24
Slika 19. Predodžba trilateracije .....	26
Slika 20. Predodžba pozicije senzora otkucaja srca.....	27
Slika 21. Predodžba arhitekture iza čipa za skeniranje otisaka prstiju. ....	28
Slika 22. Predodžba senzora otisaka prsta .....	29
Slika 23. Predodžba dijelova Iphone 5c uređaja. Izvorno autor.....	31
Slika 24. Predodžba oksidacija na matičnoj ploči Iphone 5s uzrokovano vodom. Izvorno autor. ....	32
Slika 25. Predodžba čišćenja oksidacije. Izvorno autor.....	32
Slika 26. Predodžba razbijenog ekrana. Izvorno autor. ....	34
Slika 27. Predodžba otvorenog uređaja. Izvorno autor.....	35
Slika 28. Predodžba rastavljenog ekrana od ostatka uređaja. Izvorno autor.....	36
Slika 29. Predodžba rastavljenog ekrana. Izvorno autor. ....	37
Slika 30. Predodžba odvajanja stakla od LCD-a. Izvorno autor.....	38



Slika 31. Predodžba odvojenog LCD ekrana od stakla. Izvorno autor.....	39
Slika 32. Predodžba LCD ekrana s novim staklom u kalupu. Izvorno autor. ....	40
Slika 33. Predodžba stroja za laminiranje stakla. Izvorno autor. ....	40
Slika 34. Predodžba parametara stroja. Izvorno autor .....	41
Slika 35. Predodžba LCD ekrana nakon laminiranja. Izvorno autor. ....	41

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Tehnički podaci akcelerometra i žiroskopa tvrtke Bosch BMI055 .....	22
Tablica 2. Tehnički podaci barometra tvrtke Bosch modela senzora BMP280 .....	24

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORETSKI DIO</b> .....	2
2.1 GRAĐA MOBITELA .....	2
2.1.1 Zaslون osjetljiv na dodir.....	3
2.1.2 Kućište mobitela.....	5
2.1.3 Matična ploča .....	7
2.1.4 Baterija .....	12
2.1.5 Ostale Ključne komponente .....	15
2.2. SENZORI .....	18
2.2.1. Senzor blizine.....	18
2.2.2 Senzor za svjetlo .....	19
2.2.3 Akcelerometar i Žiroskop.....	20
2.2.4 Barometar .....	23
2.2.5. Magnetometar .....	24
2.2.6. Global Positioning System (GPS) .....	26
2.2.7. Senzor otkucaja srca.....	27
2.2.8. Senzor otisaka prstiju .....	27
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	30
3.1. Primjer popravka mobitela uronjenog u vodu .....	30
3.1.1. Koraci za postupak popravka mobitela uronjenog u vodu .....	30
3.2 Primjer popravka mobitela s polupanim staklom .....	33
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	43
<b>5. LITERATURA</b> .....	44

## 1. UVOD

Niti jedan uređaj nije doživio tako široku i brzu primjenu i uporabu kao mobilni telefon. Adaptacija mobilnih telefona kod mladih ljudi globalni je fenomen posljednjih nekoliko godina. Danas je taj uređaj integralni dio svakodnevnog života posebice populacije mladih, te se promiseće u glavni oblik elektronske komunikacije. Stoga možemo reći kako je mobilni telefon načinio pomak od tehnološkog k društvenom alatu. Mobitel je simbol sam po sebi, predmet žudnje i znak vremena. [5]

U današnjici gotovo svaki čovjek koji hoda ovim svijetom posjeduje mobilni telefon tako je tome istom čovjeku potreban *support*<sup>1</sup> za njih. Ponekad je i poslovni uspjeh ovisan o ispravnosti mobitela pa je popravak potreban što ranije (zapravo odmah). S mobitelom u servis odlaze važni podaci, kontakti, mail-ovi, bankovni računi koji su previše važni da bi se olako prepustili bilo kome. Sigurnost i povjerenje treba biti na prvom mjestu a odmah zatim pitanje dijelova koji će se koristiti za popravak i jamstvo za popravljeno. Kada je automobil u pitanju, stvar s ovlaštenim i neovlaštenim servisom te originalnim i zamjenskim dijelovima vrlo je jasna. Po istom principu funkcionira i logika servisiranja mobitela. Pouzdanost prije svega, pa zatim opremljenost, stručnost, učinkovitost, te na samom kraju zadovoljstvo korisnika.

Mobitel je ljudima donio puno poboljšanja u današnjem životu bez kojih neki ljudi ne bi u današnjem svijetu mogli zamisliti život. Također sadrže razne senzore koji nam olakšavaju korištenje, pomažu u poslovnom smislu ili nas štite od krađe osobnih podataka i sl. Senzor blizine, svjetlosti, otiska prstiju samo su neki od senzora koje današnji mobiteli koriste.

---

<sup>1</sup> Eng. *Support* – podrška – servis koji je uvijek dostupan korisniku. Obično to bude garancija pri kupnji mobilnih telefona od godinu ili dvije ovisno o proizvođaču mobitela.

## 2. TEORETSKI DIO

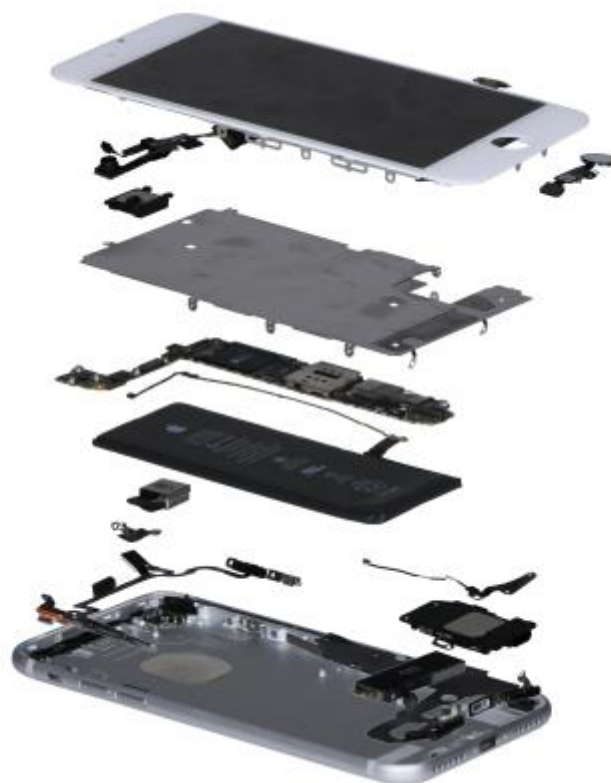
U teoretskom dijelu ovog završnog rada bit će detaljno opisan mobitel, tj. građa mobitela, funkcija mobitela, mogućnosti koje pruža mobitel, njegovo zastupanje u društvenim mrežama te opis najzastupljenijih senzora prisutnim u mobilnim uređajima.

### 2.1 GRAĐA MOBITELA

Mobilno tržište se razvija iz dana u dan te u ponudi možemo naći široku ponudu različitih mobilnih telefona. Jedan od najbitnijih faktora potražnje određenih mobilnih telefona je dizajn i materijal od kojih se mobilni telefoni izrađuju. U današnje vrijeme dominiraju materijali: aluminij, staklo, polikarbonati. Bilo je raznih pokušaja izrade mobilnih telefona iz drva i titanovih legura, ali ljudima to nije bilo previše praktično. Za mobilne telefone kod kupaca su bitni faktori dopadljivog izgleda i kvalitete površine ali i otpornost na različite utjecaje s kojima mobilni telefon dolazi u doticaj prilikom svakodnevnog korištenja. Zbog toga u današnjoj ponudi imamo većinom mobitele izrađene od aluminijskog kućišta u kombinaciji sa staklenim površinama. Vanjski izgled mobitela je uvelike bitan za kupce, no većina kupaca uz ocharavajući dizajn želi i najbolje elektroničke komponente unutar istog. U nastavku ćemo navesti dijelove koji se nalaze u unutrašnjosti mobitela.

Najvažniji dijelovi mobilnog telefona:

1. Zaslona osjetljiv na dodir
2. Kućište
3. Matična ploča
4. Baterija
5. Ostale ključne komponente



Slika 1. Predodžba građe mobitela.

Izvor:

[https://www.itmagazine.ch/imgserver/artikel/Illustrationen/2016/mid/iPhone\\_7\\_160922\\_130953.jpg](https://www.itmagazine.ch/imgserver/artikel/Illustrationen/2016/mid/iPhone_7_160922_130953.jpg)

### 2.1.1 Zaslون osjetljiv na dodir

Zaslون osjetljiv na dodir (*eng. Touchscreen*) je oblik senzora koji se rabi kao ulazni uređaj koji omogućuje unos prstom ili drugim predmetom na zaslonu. To omogućuje korisniku izravnu komunikaciju s grafičkim elementima na ekranu. Počeo se koristiti s pojavom Iphone-a 2010. god.

Tehnologije na kojima se temelje ekrani osjetljivi na dodir:

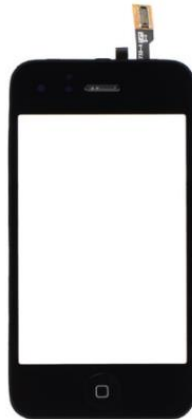
1. Električni otpor - zasloni koncipirani na ovoj tehnologiji sastoje se od nekoliko slojeva. Pritom su najvažnija dva tanka metalna, električno provodljiva i otporna „layera“<sup>2</sup> međusobno odvojena tankim prostorom. U

---

<sup>2</sup> *eng. layer – sloj*

trenutku dodira dolazi do promjena u strujnom krugu što se registrira kao dodir te se potom ta informacija šalje kontroleru na procesiranje.

2. Površinski zvučni valovi (*eng. Surface Acoustic Wave - SAW*) - koristi ultrazvučne valove koji prolaze preko „touchscreen“ panela. Kada je panel dotaknut dio valova se apsorbira. Promjena u ultrazvučnim valovima registrira poziciju dodira što u konačnici odašilje informacije kontroleru na procesiranje
3. Kapacitativni - kod ovog tehnološkog principa kapacitativni panel je prekriven slojem indij-kositar oksida koji osigurava kontinuirani električni naboj ugrađenih senzora što nam rezultira pohranom električnog naboja. Isti reagiraju samo na dodir ljudskog tijela, dakle prsta. Naime, da bi mogli adekvatno prepoznati i registrirati dodir potreban im je kontakt s električnim nabojem. Kada se dodirne kapacitativna ploča, mala količina naboja privlači se do točke kontakta, koja postaje funkcionalni kondenzator. Mjeri se promjena elektrostatičkog polja kako bi se pronašlo mjesto dodira. Zanimljivo je da kapacitativni zaslone podržavaju „Multitouch“. Jedni od primjera za „touchscreen“ zaslone ove vrste su Apple iPhone, Samsung, HTC i dr.
4. Tehnologija projiciranog kapaciteta - tip kapacitativne tehnologije koji uključuje odnos između XY zraka senzorskih sklopova, a koji se nalaze unutar dva glavna sloja i trećeg objekta. Treći objekt je uglavnom korisnik, odnosno njegov prst. U trenutku dodira, dodir se mjeri i prolazi do kontrolera koji je spojen na sustav za pokretanje. Sustav izračunava u kojem su odnosu dodir i ugrađene aplikacije. Važno je spomenuti da ova tehnologija ne radi razliku u odazivu između dodira ljudskog tijela i olovčice . [6]



*Slika 2. Predodžba zaslona osjetljivog na dodir*

Izvor: <https://i.ebayimg.com/images/g/6vwAAOSwCpRbKFvB/s-l300.jpg>

Za izradu zaslona mobilnih telefona, staklo je danas optimalan materijal. Današnje staklene membrane su općenito 0,2 – 0,3 mm debljine, dodaju im se akrilne smole da s lakoćom brišemo prljavštinu. Nedostatak toga je krhkost stakla pa tako podliježe lomovima dok za zaštitu od sitnih ogrebotina se obično koriste rješenja američkog proizvođača Corning Gorilla ili Dragontrail japanske tvrtke Asahi Glass.

### **2.1.2 Kućište mobitela**

Kućište je vrlo bitan dio mobilnog telefona jer su u njemu smještene sve glavne komponente koje su bitne za funkcioniranje mobilnog telefona (procesor, matična ploča, baterija i mnogi drugi dijelovi). Direktno je izloženo različitim vanjskim utjecajima i opterećenjima (niske i povišene temperature, različiti mehanizmi trošenja, udarci prilikom pada). Vrlo je bitno istaknuti da kućište ima veliki utjecaj u hlađenju komponenata koje se zagrijevaju u radu. Danas kada su modeli mobilnih telefona po specifikacijama i operativnim sustavima gotovo isti, dizajn postaje važan aspekt uređaja. Izbori materijala za većinu proizvođača svode se na: polimerne materijale, metal i staklo.

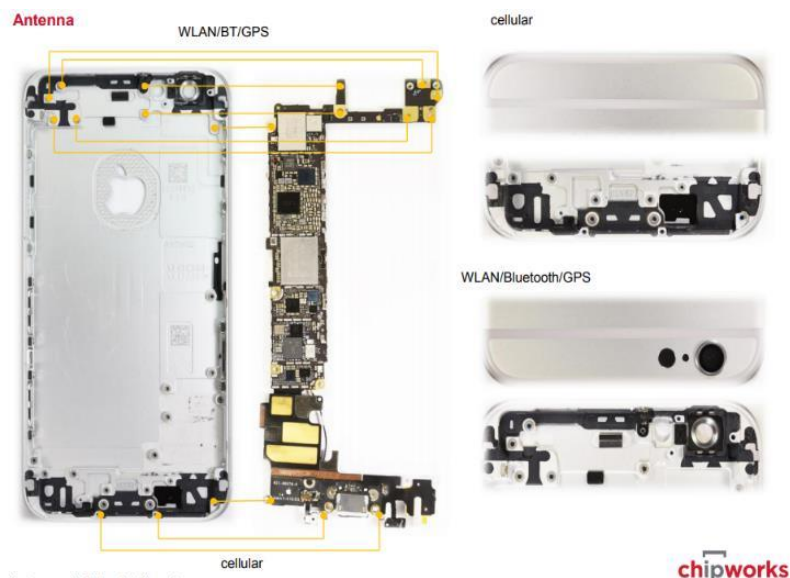


Slika 3. Predodžba polimernih, metalnih (aluminijska) i staklenih kućišta

Izvor: <http://mob.hr/blog/wp-content/uploads/noviupload/s5-vs-one-vs-z2-2.jpg>

- Polimerna kućišta - Polimerni materijali su često zastupljeni u mobilnoj tehnologiji za izradu kućišta. Plastična kućišta su pogodna za držati u ruci (topla su), otporna na padove i dobro se nose s ogrebotinama te su pogodna za izmjenjive baterije. Nema problema s prijemom signala i jeftina su. Loša strana su im slabije odvođenje topline i ovisno o završnoj obradi ostavljaju dojam jeftine izvedbe.
- Metalna kućišta – Metalna izvedba kućišta je u pravilu aluminij. Aluminij je hladan u ruci i lako mu se vide oštećenja. Skuplji je od plastike ali uočeno je da on uređaju daje onu “premium” notu. Odličan je vodič topline, čvrst je i u praksi će uređaj s aluminijskim kućištem duže držati viši takt od onih sa staklenim ili plastičnim kućištima. Danas se aluminijska kućišta sve više počinju koristiti kao antene.





Slika 4. Predodžba kućište kao antena

Izvor:

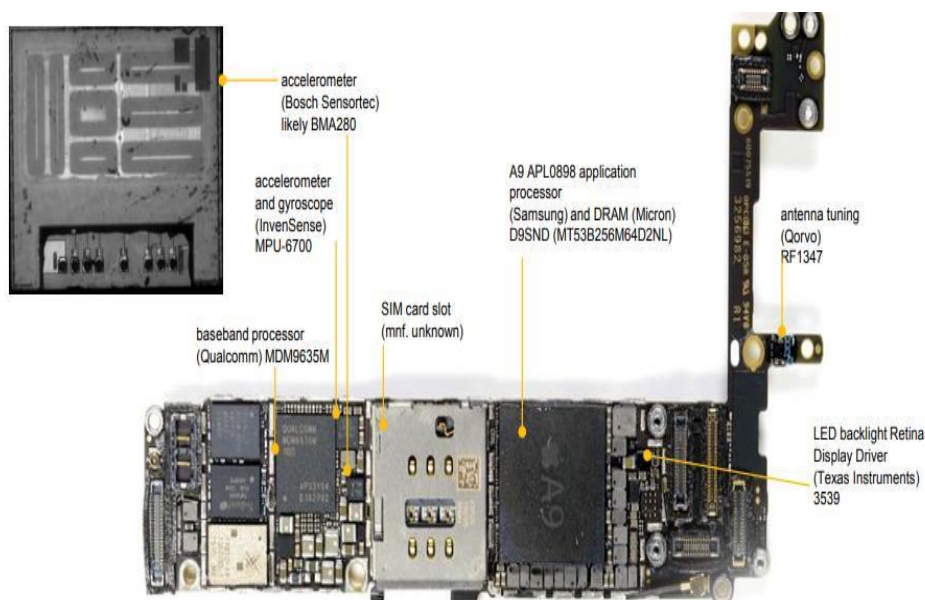
[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)

- Staklena kućišta – Staklena kućišta zauzimaju oko 30% mobilnih uređaja. Kod staklenih kućišta je najveći problem krhkost, odnosno lako se razbije dok se kod toga aluminij i plastika puno bolje drže. Zato se povrhu toga na staklo lijepi dodatne zaštitne folije ili zaštitna stakla. Prednost stakla je što daje bombastičan izgled, pa ga zato proizvođači dosta upotrebljavaju, dok neke od negativnosti su što loše odvodi toplinu i nije baš jeftino. [7]

### 2.1.3 Matična ploča

Matična ploča je jedan od najbitnijih dijelova mobilnog telefona. Srce mobilnog telefona, drži zajedno sve ključne komponente mobitela. Jednostavnim rječnikom matična ploča je mozak / srce mobitela bez kojeg uređaj ne može funkcionirati na isti način kao što ljudsko tijelo ne funkcionira bez mozga / srca. Ako srce / mozak zablokira, vaše se tijelo prestaje kretati, a mi se smatramo mrtvim. Na isti način, ako je matična ploča oštećena, mobilni telefoni

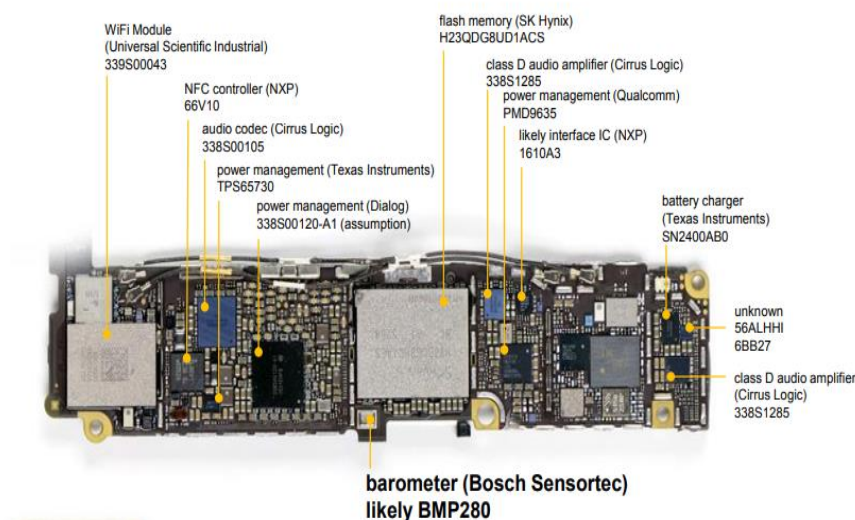
prestaju raditi. Popravak i zamjena matične ploče su skupi, a u većini slučajeva neisplativi. Najčešća oštećenja matične ploče događaju se kod nekontroliranog postupanja s mobitelom. Pad mobitela s velike visine o pod ili padom u vodu ili pak punjenje baterije s neadekvatnim odnosno nepropisanim punjačem. Sve troje uzrokuje oštećenja kao što su pucanje matične ploče, stvaranje ne provodljivog sloja nastajanjem korozije ili pak pregrijavanje. Konstantno pregrijavanje je veliki problem kod mobitela, ono može smanjiti brzinu rada procesora, kao i sami kapacitet baterije.



Slika 5. Predodžba matične ploče (Strana ekrana)

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)



Slika 6. Predodžba matične ploče (Strana baterije)

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)

Prikazane slike 5. i slika 6. iznad predočavaju matičnu ploču jednog mobilnog telefona (primjer: iPhone 6s) bez zaštite za čipove. Zaštite za čipove su obično izrađene od aluminijskog materijala jer aluminij dobro apsorbira temperaturu, dobro je čvrstoće te ujedno služi za zaštitu čipova od mogućih oštećenja prilikom pada. Najbitnija stvar na matičnoj ploči je procesor.

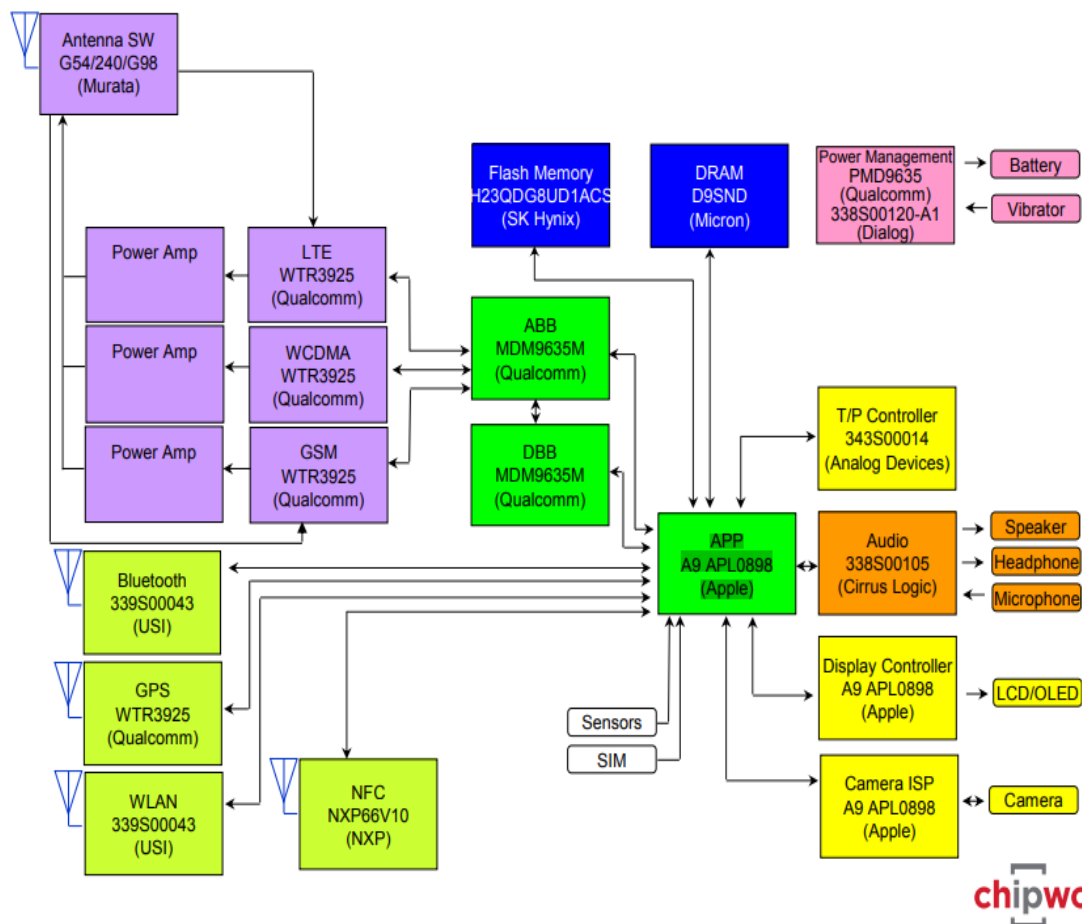
Procesor izvodi i analizira zadatke koje su mu zadane preko ulaznih jedinica (ekran na dodir, tipkovnica i sl.). Zadatak mu je dohvaćanje podataka iz memorije nad kojima izvršava aritmetičke ili logičke operacije. Aritmetičke operacije predstavljaju zbrajanje i množenje bitova, dok su logičke operacije I, ILI i NE. Dakle sve što se odvija na mobilnom telefonu, odvija se preko procesora. Procesor sam za sebe svakako ne čini uređaj. Za kompletan i ispravan rad uređaja, uz samu CPU potreban je još velik broj drugih čipova, kao što su memorija za pohranu podataka, audio čipovi za kodiranje/dekodiranje glazbe, grafički koprocesor koji je zadužen za iscrtavanje grafika i još doslovno stotinjak sličnih komponenti.

SOC / SYSTEM-ON-A-CHIP upravo integrira sve gore navedene čipove u jednu konzistentnu cjelinu – odnosno, jedan jedini čip. Osim glavnog procesora, SoC objedinjuje i GPU (grafički koprocesor), memoriju, USB kontroler, čipove za upravljanje potrošnjom baterije, radio čipove (2G, 3G, LTE, WiFi, Bluetooth, FM...) i mnoge druge.

Bitne karakteristike procesora:

1. Brzina rada ili radni takt - maksimalan broj operacija koje procesor može izvršiti u jednoj sekundi i trenutno se iskazuje u gigahertzima (GHz).
2. Dužina procesorske riječi - broj bitova koji se istovremeno prenosi i obrađuje u procesoru. Postoje 32 ili 64 bitni procesori.
3. Broj jezgri procesora – broj fizičkih jezgri koje procesor može koristiti tijekom funkcioniranja. Većina današnjih procesora ima dvije ili više jezgri.
4. Priručna memorija procesora (*eng. Cache*) - mala memorija koja služi za pohranu podataka koji se često koriste. Iznosi od 1 MB pa na više. Priručna memorija ubrzava rad procesora.

## Block Diagram



Slika 7. Predodžba blok dijagrama iPhone 6s

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)

### 2.1.4 Baterija

Baterija je elektrokemijski uređaj u kojem je pohranjena kemijska energija, koja se dalje pretvara u električnu energiju kako bi pokrenuli naš mobilni uređaj. Baterije spadaju u primarne izvore energije jer pretvaraju kemijsku energiju u električnu. Svaka baterija se sastoji od ćelija koje su međusobno povezane paralelno, serijski ili kombinirano. Paralelna veza predstavlja vezu istoimenih elektroda i daje isti napon kao jedna ćelija, ali jaču struju zbog smanjene unutrašnje otpornosti izvora. Serijska veza predstavlja vezu gdje se katoda jedne povezuje na anodu druge ćelije što na kraju daje istu struju kao jedna ćelija, ali veći napon. Najveći broj baterija koje se koriste u praksi ima serijsku vezu.

U današnje vrijeme najviše se koriste dvije vrste baterija za mobilne telefone:

1. Litij-ionska baterija (Li-Ion) - pripada skupini baterija koje se pune. U ovoj vrsti baterija litijevi ioni se kreću od negativne elektrode ka pozitivnoj tijekom korištenja. Suprotan se proces zbiva tijekom punjenja baterije. Stalne sastavnice litij-ionske ćelije su elektroliti koji dopuštaju kretanje iona te dvije elektrode. Budući da je osnovna tvar vrlo lagani metal litij, sama baterija vrlo je lagana. [9]

Prednost ovakve vrste baterije:

- Gotovo dvostruko veća gustoća energije nego kod obične NiMH baterije.
- Tri put veći nazivni napon od napona koji je u baterijama na bazi nikla (3,6 V prema 1,2V).
- Nema potrebe za periodičnim pražnjenjem, a može se puniti u bilo kojem vremenu.
- Dug životni vijek koji može biti od 500 do 1000 ciklusa punjenja.
- Također je velikog kapaciteta.

Nedostaci ove vrste baterije:

- Osjetljiva na prepunjavanje kao i na pretjerano pražnjenje. Taj je problem riješen elektroničkim putem, pa tako svaka komercijalna litij-ionska baterija ima elektroniku koja rješava taj problem umjesto korisnika.
- Nije pogodna za pražnjenje jakom strujom. Usprkos tome, vrlo je prikladna za mobilne telefone.
- Može stariti i kad se ne upotrebljava i to znatno više nego kod NiMH baterija.
- U određenim okolnostima može se pretjerano zagrijati, zbog čega može eksplodirati uz izazivanje požara.



*Slika 8. Predodžba Litij-ion baterija*

Izvor:

<https://www.ictbusiness.info/app/resize.php?src=http://www.ictbusiness.info/media/ilustracije/lion-baterije.jpg&w=670&q=80>

2. Litij-polimer baterija (Li-Poly) - pripada u skupinu baterija koja se pune na bazi litija. Spada u drugu generaciju takve vrste baterija. Tehnološki predstavlja generaciju baterija koje su naslijedile litij-ionsku bateriju. Osobine su joj uglavnom iste kao kod prethodnice. Tehnološki pomak je elektrolit. Čini ga polimer koji se može oblikovati u razne oblike, što sve prethodne generacije baterija nisu imale mogućnost.

Budući da ove baterije mogu biti vrlo tanke, primjenjivost se odmah pokazala kod mobilnih telefonskih uređaja. Litij-polimer baterija ima dva nedostatka, osjetljivije su na niske temperature, a životni vijek im je kraći, otprilike koliko i kod baterija koje su dvije generacija unazad, nikal-metalhidridnih baterija. [10]



*Slika 9. Predodžba Litij-polimer baterija*

Izvor:

[https://www.ausbatteries.com/media/catalog/product/cache/1/image/500x500/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/p/iphone4s\\_battery.jpg](https://www.ausbatteries.com/media/catalog/product/cache/1/image/500x500/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/p/iphone4s_battery.jpg)

Povišena temperatura ima veliki utjecaj na obje vrste baterija. Baterijama najugodnija temperatura je 0 °C. I u tim uvjetima će baterija (ako je ne koristimo) gubiti oko 6% svog kapaciteta godišnje. No, povećanjem temperature će se i ovaj postotak povećati. Tako će na 25°C baterija gubiti 20% kapaciteta godišnje, a pri 40°C čak 35% svog kapaciteta. Baterije su konstruirane na način da im životni vijek traje od 3 do 5 godina. Naravno da će na kraju svog vijeka trajanja one imati puno manji kapacitet nego kada su bile nove, ali bi svejedno trebale i dalje uspješno napajati uređaj.



### 2.1.5 Ostale ključne komponente

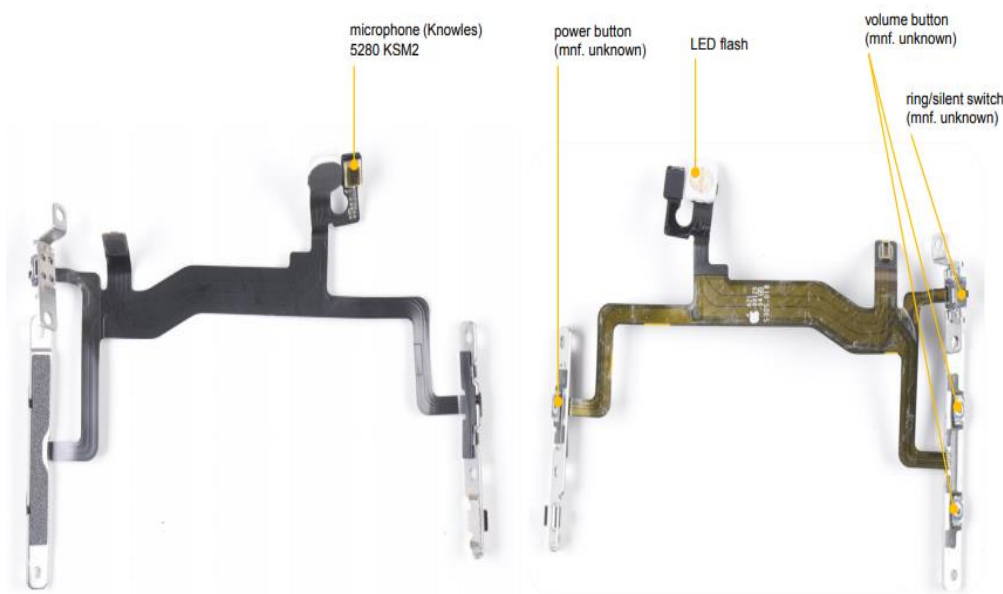
Kod ostalih ključnih komponentama se podrazumijevaju flat kablovi na kojima je smještena u kompjutorskom žargonu rečeno periferija. Tu smo klasificirali portove kao što je konektor punjenja, port za slušalice, tipke, led svijetlo, prednja i stražnja kamera, vibro motorčić, zvučnici, te nekoliko senzora, kao što su senzor blizine, senzor za svijetlo.



*Slika 10. Predodžba flat konektora punjenja*

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)



Slika 11. Predodžba flat s tipkama

Izvor:

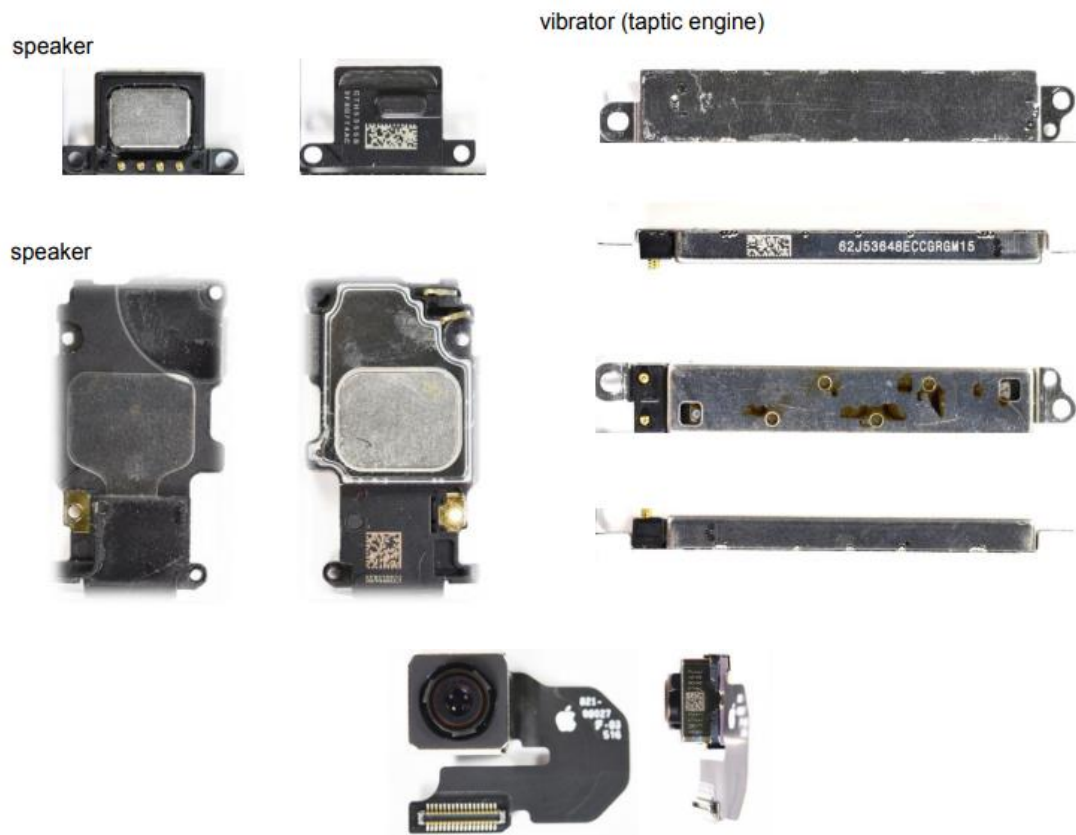
[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)



Slika 12. Predodžba flat s prednjom kamerom

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)



*Slika 13. Predodžba zvučnika, prednje kamere, vibro motorića*

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)

## 2.2. SENZORI

Današnji mobiteli prava su inženjerska čuda. Zahvaljujući razvoju tehnologije, u njima se nalazi puno senzora, koji prate sve - od koraka koje korisnik napravi pa sve do temperature i vlage okoliša.

### 2.2.1. Senzor blizine

Senzor blizine *eng. Proximity sensor* je senzor koji otkriva prisutnost u blizini objekata bez fizičkog kontakta. U mobilnim telefonima se koristi IR (*eng. Infrared*) senzor blizine, a nalazi se u svim pametnim telefonima i ima višestruku namjenu. Senzor funkcionira na način da emitira infracrvenu svjetlost koja se odbija od objekta i vraća u fotodiodu. Ako se u blizini ne nalazi nikakav objekt, infracrvena svjetlost se ne može odbiti i fotodioda ne dobija nikakav signal. Ipak, infracrvena zraka razlikuje boju površine od koje se odbija, pa tako dioda ne dobiva signal kada se isti odbija od crne površine. Sukladno tome je ukomponiran još jedan senzor za svjetlo (*eng. ambient light sensor*) koji u kombinaciji sa IR senzorom i fotodiodom radi savršeno jer tako fotodioda uspješno detektira i crne objekte. Glavna primjena ovog senzora je da se onemogući dodir ekrana prilikom poziva, odnosno da ga ugasi. Kreativni primjer aplikacije gdje se ovaj senzor primjenjuje prilikom vježbanja npr. sklekova tako što se stavi telefon ispod glave i kad se napravi sklek približi se senzoru i on to registrira te poveća broj za jedan.

Postupak izmjene tog senzora nije jednostavan jer se nalazi na nezgodnom mjestu na vrhu ekrana, pa je u većini slučajeva potrebno prvo skinuti ekran, a pošto je ekran jedan od najskupljih dijelova uređaja samu izmjenu čini skupljim zbog rizika oštećenja ekrana. Postavljenje novog proximity senzora na uređaj se mora vršiti u izoliranom prostoru kako ne bi došlo do utjecaja prašine na njegovu ispravnost rada.



proximity sensor (mnf. unknown)  
2.78 mm x 2.38 mm x 1.28 mm



Slika 14. Predodžba senzora blizine

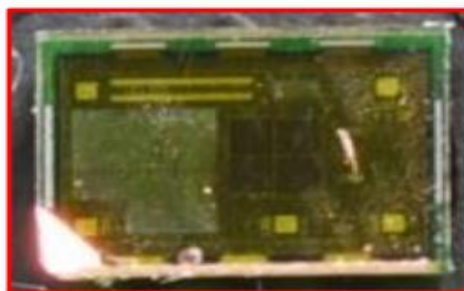
Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Tearardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Tearardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)

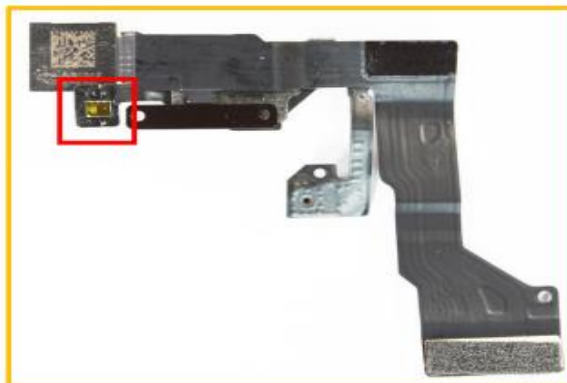
Kao što je vidljivo na slici prilikom oštećenja jednog od senzora, potrebno je zamijeniti cijeli flat kabel s komponentama prisutnim na njemu.

### 2.2.2 Senzor za svjetlo

Senzor za svjetlo (*eng. ambient light sensor*) je senzor koji uzima mjerenja svjetla u prostoru u kojem se nalazite i u skladu s tim prilagođava svjetlinu zaslona ako je uključena opcija automatskog reguliranja svjetline. Potreba odnosno prednost automatskog reguliranja svjetline je štednja baterije. Pošto se senzor za svjetlo nalazi u neposrednoj blizini senzora blizine, tj. na istom flatu ili pločici postupak same izmjene je isti kao i kod senzora blizine.



light sensor (mnf. unknown)  
1.85 mm x 1.30 mm x 0.50 mm



*Slika 15. Predodžba senzora za svjetlo*

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)

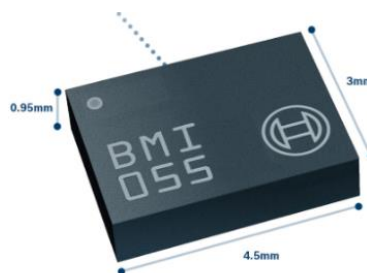
### 2.2.3 Akcelerometar i žiroskop

Akcelerometar kao senzor (uz pripadajuće algoritme za analizu) je glavni razlog kako današnji pametni telefoni mogu točno pratiti koliko koraka je napravio korisnik i kojim tempom. Akcelerometri omogućuju softveru da zna i u kojem pravcu je okrenut mobitel, što će se pokazati ključnim uz nadolazeći svijet proširene stvarnosti. Baš kako ime senzora i sugerira, akcelerometar mjeri akceleraciju, promjenu brzine u jedinici vremena. Akcelerometar kao takav je napravljen od niza drugih senzora, koji uključuju i kristalne strukture mikroskopske

veličine koje reagiraju na sile. Promjenom napona u kristalima, moguće je interpretirati koliko se brzo kreće telefon i u kojem točno smjeru.

Upravo žiroskop pomaže akcelerometru da uređaj zna kamo je okrenut. U praktičnom radu, vlasnici smartphona mogu snimati panoramske snimke u 360 stupnjeva upravo zahvaljujući kombinaciji ovih senzora. Žiroskop je ključan i kod igara kod kojih se upravlja zakretanjem smartphona u jednu ili drugu stranu.

Za razliku od onih mehaničkih žiroskopa koji izgledaju prilično otkačeno i povećih su dimenzija, moderni MEMS žiroskopi (*eng. Micro-Electro-Mechanical Systems*) su minijaturni i itekako funkcionalni. Danas ih uzimamo zdravo za gotovo, no popularnost su počeli uživati ni manje ni više već s pojavom iPhonea 4 2010. godine.



Slika 16. Predodžba kombinacije akcelerometra i žiroskopa

Izvor: <https://ae->

[bst.resource.bosch.com/media/\\_tech/bilder/products/motion/inertial/bmi055/material\\_11/02sensordetails\\_11/pro\\_BMI055\\_m.jpg](https://ae-bst.resource.bosch.com/media/_tech/bilder/products/motion/inertial/bmi055/material_11/02sensordetails_11/pro_BMI055_m.jpg)

Kao primjer kombinacije akcelerometra i žiroskopa (slika) smo naveli senzor tvrtke Bosh BMI055 koji se koristi u mobilnom telefonu Iphone 6s. BMI055 je ultra-mali, 6-osni inercijski senzor, koji se sastoji od: digitalnog, troosnog 12bit senzora ubrzanja i digitalnog, troosnog 16-bitnog,  $\pm 2000^\circ / s$  žiroskopa. BMI055 omogućuje vrlo nisko mjerenje kutnih brzina i ubrzanja u 3 okomite osi i tako osjeća nagib, gibanje, udarce i vibracije u mobilnim telefonima. Sa svojom izuzetno malom površinom od samo 3 x 4,5 mm<sup>2</sup>, BMI055 je jedinstven u klasi inercijskih mjernih jedinica male brzine. BMI055 integrira mnoštvo značajki koje olakšavaju njegovu uporabu, posebno u području aplikacija za detekciju pokreta, kao što su mjerenje orijentacije uređaja, igre, kontrola preglednika izbornika.

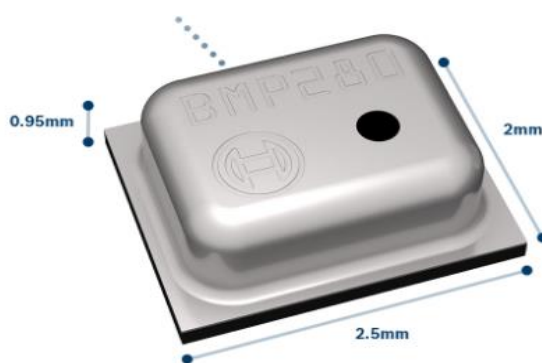
Tablica 1. Tehnički podaci akcelerometra i žiroskopa tvrtke Bosch BMI055

Parametar	Tehnički podaci
Digitalna razlučivost	Akcelerometar (A): 12-bitni Žiroskop (G): 16-bitni
Razlučivost (u rasponu $\pm 2g$ )	(A): 0,98 mg (G): 0,1 ° / s Širina pojasa postavljena na 50 Hz
Rasponi mjerenja (programabilni)	(A): $\pm 2 g, \pm 4 g, \pm 8 g, \pm 16 g$ (G): $\pm 125 ^\circ / s, \pm 250 ^\circ / s, \pm 500 ^\circ / s, \pm 1000 ^\circ / s, \pm 2000 ^\circ / s$
Osjetljivost (kalibrirano)	(A): $\pm 2 g$ 1024 LSB / g $\pm 4 g$ 512 LSB / g $\pm 8 g$ 256 LSB / g $\pm 16 g$ 128 LSB / g (G): $\pm 125 ^\circ / s$ 262,4 LSB / ° / s $\pm 250 ^\circ / s$ : 131,2 LSB / ° / s $\pm 500 ^\circ / s$ : 65,6 LSB / ° / s $\pm 1000 ^\circ / s$ : 32,8 LSB / ° / s $\pm 2000 ^\circ / s$ : 16,4 LSB / ° / s
Zero-g offset (tip., Tijekom životnog vremena)	(A): $\pm 70 mg$ , (G): $\pm 1 ^\circ / s$
Gustoća buke (tip.)	(A): 150 $\mu g$ / ( Hz (G): 0.014 ° / s / $\sqrt{Hz}$
Širina pojasa (programabilna)	1000Hz... 8 Hz
Digitalni ulazi / izlazi	SPI, I <sup>2</sup> C, 4x digitalni prekidi
Napon napajanja (VDD)	2,4... 3,6 V
Napon napajanja I / O (VDDIO)	1,2... 3,6 V
Raspon temperature	-40... + 85 ° C
Potrošnja struje - puni rad - način rada male snage	5,15 mA <10 $\mu A$
FIFO podatkovni međuspremnik	(A) 32 uzorka dubine / (G) 100 uzoraka (svaka osa)
LGA paket	3 x 4,5 x 0,95 mm <sup>3</sup>
Otpornost na udarce	10.000 gx 200 $\mu s$



### 2.2.4 Barometar

Barometri su senzori koji služe kako bi izračunali tlak zraka i odredili npr. visinu na kojoj se nalazi uređaj. Ovakav senzor prikazan Slikom 17. apsolutnog barometrijskog tlaka je posebno dizajniran za mobilne aplikacije. Modul osjetnika smješten je u iznimno kompaktnom pakiranju. Njegove male dimenzije i niska potrošnja energije omogućuju implementaciju u uređaje na baterije, kao što su mobilni telefoni, GPS moduli ili satovi. Ovakvi senzori imaju visoku točnost i linearnost, kao i dugotrajnu stabilnost i visoku otpornost na elektromagnetsku podnošljivost. Brojne mogućnosti upravljanja uređajem nude najveću fleksibilnost za optimizaciju uređaja u pogledu potrošnje energije, rezolucije i performansi filtra. Barometar je pasivni senzor za razliku od GPS-a koji je aktivan senzor i ne iscrpljuje bateriju. Omogućava da ste uvijek informirani o nadmorskim visinama i vremenskim uvjetima bez potrebe korištenja bilo kojeg podatkovnog prometa. Na drugoj strani, koristi se za pomoć u ispravljanju mjerenja visine GPS-a. Drugim riječima, barometar je dopunski izvor podataka za GPS senzor jer se mjerenje nadmorske visine vrši na dva načina: kroz GPS i mjerenjem atmosferskog tlaka koji je izravno povezan s uzvisinom, a zatim se izračunava visina na temelju vrijednosti tlaka zraka.



Slika 17. Predodžba barometara

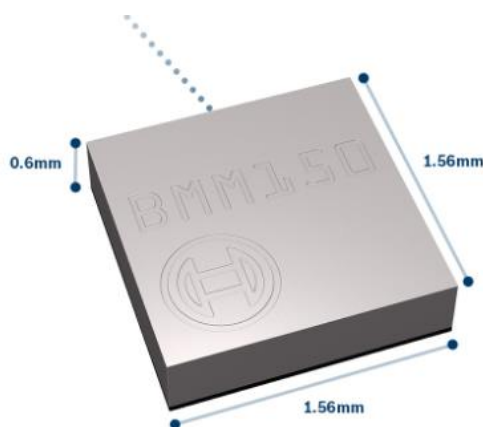
Izvor: <https://ae->

[bst.resource.bosch.com/media/\\_tech/bilder/products/environmental/barometric/bmp280/pro\\_BMP280\\_m.jpg](https://ae-bst.resource.bosch.com/media/_tech/bilder/products/environmental/barometric/bmp280/pro_BMP280_m.jpg)

Tablica 2. Tehnički podaci barometra tvrtke Bosch modela senzora BMP280

Parametar	Tehnički podaci
Radni raspon (potpuna točnost)	Tlak: 300 ... 1100 hPa Temperatura: -40... 85 ° C
Apsolutna točnost (Temp. @ 0 ... + 65 ° C)	± 1 hPa
Relativna točnost p = 700... 900hPa (temp. +25 ... + 40 ° C)	± 0,12 hPa (tipično) ekvivalentno ± 1 m
Prosječna potrošnja struje (frekvencija osvježavanja podataka od 1 Hz)	2.74 µA, tipično (režim ultra-male snage)
Prosječna potrošnja struje u stanju mirovanja	0,1 µA
Prosječno vrijeme mjerenja	5,5 msec (unaprijed postavljena ultra mala snaga)
Napon napajanja VDDIO	1,2 ... 3,6 V
Napon napajanja VDD	1,71 ... 3,6 V

### 2.2.5. Magnetometar



Slika 18. Predodžba magnetometra

Izvor: <https://ae->

[bst.resource.bosch.com/media/\\_tech/bilder/products/motion/geomagnetic/bmm150/material\\_5/02sensordetails\\_5/pro\\_BMM150\\_m.jpg](https://ae-bst.resource.bosch.com/media/_tech/bilder/products/motion/geomagnetic/bmm150/material_5/02sensordetails_5/pro_BMM150_m.jpg)

Još jedan dodatak u pametnim telefonima koji služi razumijevanju gdje se točno uređaj nalazi u prostoru je magnetometar. Ime mu govori dovoljno - mjeri magnetska polja i praktički uvijek zna gdje se nalazi sjever. Upotrebljava se npr. kada god korisnik otvori kartografsku aplikaciju poput Google Mapsa, aplikacijama kompasa te aplikacijama kao što su virtualna stvarnost ili igre. Ono što je zanimljivo kod njega jest da ne radi samostalno za tu primarnu namjenu - u navigacijskim aplikacijama. Radi u tandemu s akcelerometrom i žiroskopom. Rješenje određuje apsolutnu prostornu orijentaciju kao i smjer gibanja s visokom točnošću i dinamikom.

Tablica 3: Tehnički podaci magnetometra tvrtke Bosch senzora BMM150.

Parametar	Tehnički podaci
Paket	CSWLP- (12-pinska) 1,56x1,56x0,6 mm <sup>3</sup> dijagonalna lopta 0,4 mm
Raspon temperature	-40 ° C... + 85 ° C
Digitalna sučelja	I <sup>2</sup> C i SPI (2 prekida za prekid)
rezolucija	0.3μT
Napon napajanja	VDD: 1.62V do 3.6V VDDIO: 1.2V do 3.6V
Zero-B offset	± 50μT
Nelinearnost	<1% FS
Magnetski raspon tip.	± 1300μT (x, y-osa) ± 2500μT (z-os)
Prosječna potrošnja struje	170 μA (predpodešavanje male snage) 500 μA (normalan način rada)

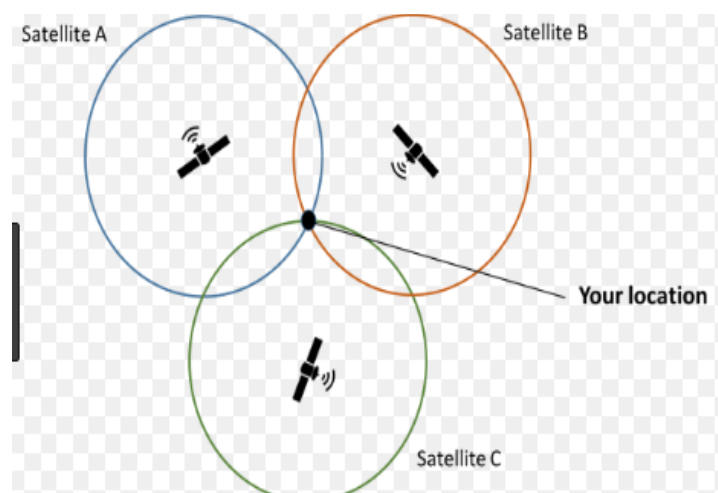
## 2.2.6. Global Positioning System (GPS)

Globalni sustav za pozicioniranje istinski je jedna od najbitnijih tehnologija koju je razvilo čovječanstvo, a koju se uzima zdravo za gotovo praktički svaki dan. GPS jedinice u pametnim telefonima ne koriste podatkovni promet i ne ovise o signalu mreže, zahvaljujući tome se uvijek može vidjeti gdje se nalazimo na karti - osim ako smo u tunelu. GPS prijemnik u mobitelima se oslanja na radiovalove. On komunicira sa satelitima koji kruže oko Zemlje. U orbiti trenutno ima 31 GPS satelita - 28 su u aktivnoj upotrebi, a 3 služe kao rezerva u slučaju kvara drugog satelita.

Kako bi odredili vašu lokaciju, GPS prijemnik mora odrediti:

- Položaji najmanje tri satelita iznad vas
- Gdje se nalazite u odnosu na te satelite

Prijemnik zatim koristi trilateraciju kako bi odredio vašu točnu lokaciju. U osnovi, crta sferu oko svakog od tri satelita koje može locirati. Ove tri sfere sijeku se u dvije točke - jedna je u prostoru, a jedna je na zemlji. Točka na kojoj se sijeku tri sfere je vaša lokacija.



Slika 19. Predodžba trilateracije

Izvor: <https://e-radionica.com/wp/hrvatski/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/Trilateration-640x375.png>

Nedostatak GPS-a je taj da prijemnik mora imati jasnu liniju pogleda na satelit da bi radio, tako da gusta pokrivenost stabala i zgrade mogu spriječiti dobivanje naše točne lokacije.

### 2.2.7. Senzor otkucaja srca

Senzor otkucaja srca (*eng. Heart rate sensor*) je senzor koji mjeri otkucaje srca u otkucajima po minuti pomoću optičkog LED (*eng. engl. Light Emitting Diode*) izvora svjetla i senzora LED svjetla. Svjetlo sja kroz vašu kožu, a senzor mjeri količinu svjetla koja se odbija. Refleksija svjetlosti će varirati kako krvni impulsi pod vašom kožom prolaze pored svjetla. Varijacije refleksija svjetlosti tumače se kao otkucaji srca. Slika 6. prikazuje gdje je pozicioniran senzor otkucaja srca.



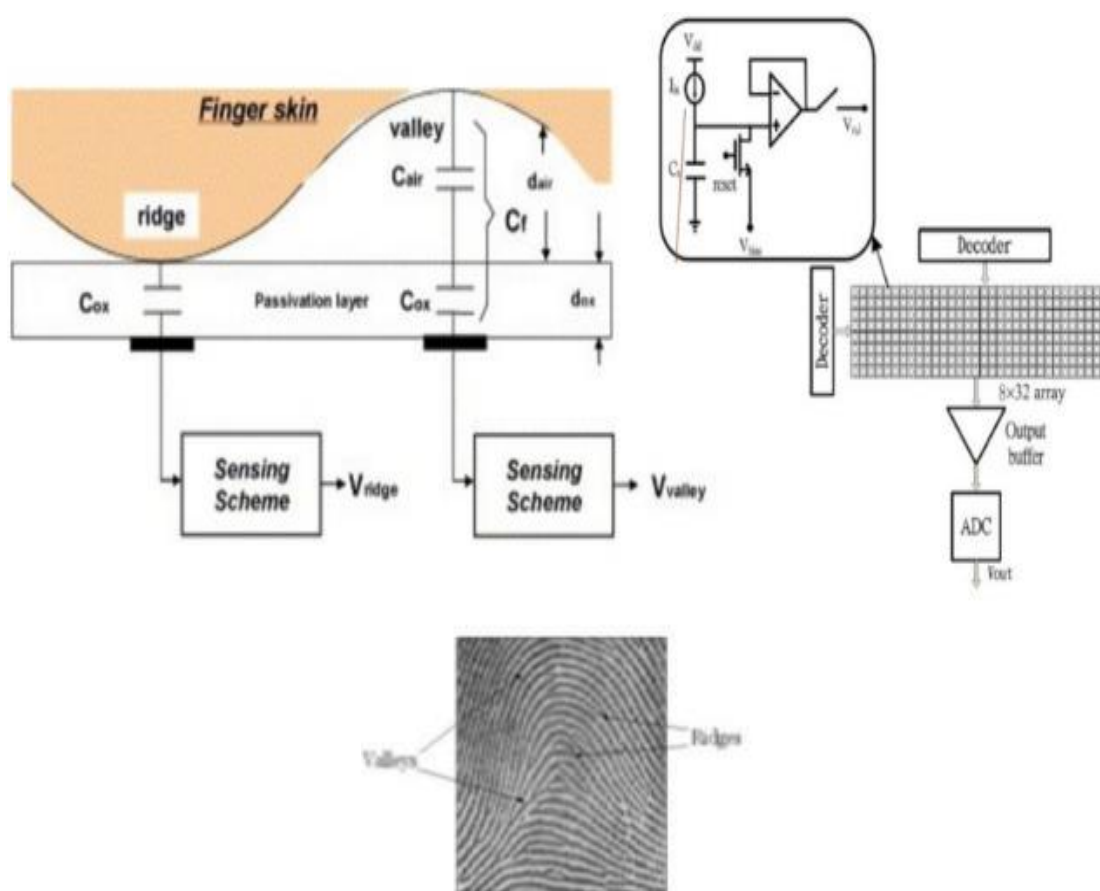
Slika 20. Predodžba pozicije senzora otkucaja srca

Izvor: <https://www.samsung.com/us/heartratesensor/>

### 2.2.8. Senzor otisaka prstiju

Otisak prsta je unikatna šara na prstima koja se sastoji od dolina i grebena. U mobilnoj tehnologiji se većinom koriste kapacitativni senzori otisaka prsta koji rade po principu mjerenja varijacije kapaciteta koje su upravo posljedica tih dolina i grebena odnosno „šare“ na prstima. Najčešći tip skenera otisaka prstiju koji se danas koristi jest kapacitativni skener. Uočena je ta vrsta skenera u raznim vodećim modelima, uključujući Galaxy S8, HTC U11, LG G6 i druge.

Umjesto stvaranja tradicionalne slike otiska prsta, kapacitivni skeneri za otiske prstiju koriste nizove kondenzatorskih krugova za prikupljanje podataka o otisku prsta. Kako kondenzatori mogu pohraniti električni naboj, spajanje na vodljive ploče na površini skenera omogućuje im da se koriste za praćenje detalja otiska prsta. Punjenje pohranjeno u kondenzatoru bit će neznatno izmijenjeno kada se greben prsta postavi preko vodljivih ploča, dok će zračni razmak ostaviti punjenje kod kondenzatora relativno nepromijenjeno. Krug integratora operacijskog pojačala koristi se za praćenje tih promjena, koji se zatim mogu snimiti pomoću analogno-digitalnog pretvarača.



Slika 21. Predodžba arhitekture iza čipa za skeniranje otisaka prstiju.

Izvor:

[http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Teardown\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Teardown_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)

Jednom snimljeni ovi digitalni podaci mogu se spremiti za kasniju usporedbu. Ovakav dizajn je mnogo teže prevariti nego sistem optičkog skenera. Rezultati se ne mogu replicirati sa slikom i nevjerovatno su teški za zavaravanje jer će različiti materijali zabilježiti neznatno različite promjene u naboju kod kondenzatora. Jedinu pravi sigurnosni rizici dolaze iz hardverskog ili softverskog hakiranja. Stvaranjem dovoljno velikog niza kondenzatora, obično stotina, ako ne i tisuća, u jednom skeneru omogućuje vrlo detaljnu sliku grebena i dolina otiska koji se stvaraju iz ništa više od električnih signala. Više kondenzatora stvara skener veće razlučivosti, što povećava razinu sigurnosti.



*Slika 22. Predodžba senzora otisaka prsta*

Izvor: <https://www.androidauthority.com/how-fingerprint-scanners-work-670934/>

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

Mobilni telefon može se pokvariti zbog desetaka različitih razloga, no većina kvarova otpada na padove koji rezultiraju razbijenim ekranom, uranjanje uređaja u neku tekućinu (primjerice, vodi usred WC školjke) ili, pak nepažljivim umetanjem različitih kartica i konektora.

S razvojem sve tanjih i moćnijih telefona sve više se komplicirao njihov interni dizajn te način sklapanja komponenti, što komplicira i popravke. Dobar primjer za to je integracija baterije u kućište ili u novije vrijeme vodootpornost telefona. Kako se dolazi do integrirane baterije potrebno je otvoriti uređaj što nije posve jednostavan postupak a nakon toga se više ili manje pozabaviti s različitim kabelima i konektorima koji priječe put zamjeni baterije. Vodootporni uređaji moraju biti zabrtvljeni a to najčešće nisu gumene brtve koje u kombinaciji s vijcima omogućuju lako rasklapanje telefona već posebno ljepilo.

#### 3.1. Primjer popravka mobitela uronjenog u vodu

Prilikom zaprimanja uređaja na popravak potrebno je prikupiti što više informacija od vlasnika uređaja o nastajanju kvara kako bi sami sebi olakšali postupak popravka. Kada prikupimo sve informacije počinjemo s detaljnom detekcijom kvara. Nakon detekcije kvara kontaktiramo vlasnika i obavještavamo ga o problemu kojeg imamo i o iznosu cijene popravka. Ukoliko se vlasnik složi sa cijenom popravka krećemo sa poslom.

##### 3.1.1. Koraci za postupak popravka mobitela uronjenog u vodu

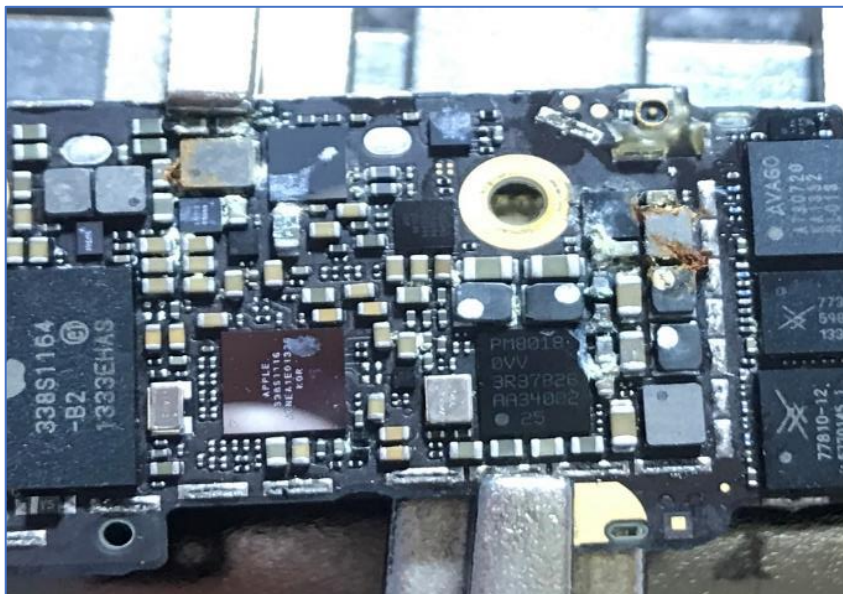
- Isključivanje telefona
- Vađenje baterije
- Rastavljanje unutrašnjosti mobitela





*Slika 23. Predodžba dijelova Iphone 5c uređaja. Izvorno autor.*

- Skidanje štitnika s dijelova matične ploče ukoliko postoje - skidanje štitnika je zahtjevan posao kod kojeg je potrebno koristiti temperaturu za odlemljivanje a to je oko 320 C°. Tako velika temperatura uvelike je opasna za ljudsku ruku pa je potrebno nositi anti-toplinske rukavice.
- Mikroskopska detekcija korozije na vodovima – problem mobitela koji je bio u kontaktu s vodom je stvaranje korozije na vodovima a ta korozija odnosno oksidacija prekida tijek struje i onemogućuje normalan rad elektronike.



*Slika 24. Predodžba oksidacija na matičnoj ploči Iphone 5s uzrokovano vodom. Izvorno autor.*

- Čišćenje nastale oksidacije uronjenog mobitela - čišćenje se vrši sredstvom pod nazivom WD40 Contact cleaner koje se nakon nanošenja na dijelove zahvaćene oksidacijom ostavlja u mirovanju od 5 minuta. Nakon toga ponovo se nanese sloj WD40 Contact cleaner i pažljivo se čisti mekanim kistom na dijelovima zahvaćenim korozijom.



*Slika 25. Predodžba čišćenja oksidacije. Izvorno autor.*

- Testiranje mobitela prije sklapanja
- Sklapanje mobitela i čišćenje
- Uručivanje mobitela vlasniku - vlasnik je prilikom preuzimanja mobitela dužan provjeriti ispravnost istog i izraziti zadovoljstvo ili nezadovoljstvo popravljajem.
- Naplata - vrši se ovisno o vremenskom periodu potrebnom za popravak mobilnog uređaja, troškova dijelova, te znanja potrebnog za popravak.

### 3.2 Primjer popravka mobitela s popucanim staklom

Najveći problem svih vlasnika telefona i tableta jest pad uređaja na pod, uz razbijanje ekrana. Mnogo rjeđe na uređaj može i pasti nekakav tvrdi predmet te prouzročiti jednaki problem. Postoje dva primjera takvog kvara – da je razbijeno samo zaštitno staklo na površini ekrana ili da je oštećen i sam ekran na kojem je ukomponiran dodirni zaslon.

U prvom slučaju popravak je skuplji ali jednostavniji. Treba rasklopiti mobitel, premjestiti i izvaditi ispravne dijelove koji su smješteni na ekranu te ih ugraditi na novi ekran. Kod vodootpornih mobitela dolazi do problema prilikom rasklapanja kućišta jer moramo skinuti vodonepropusno ljepilo koje sprječava ulazak vode. Bez obzira na postavljanje novog ne može se garantirati daljnja vodootpornost uređaja. Drugi problem nastaje ako se ne stavlja originalan dio jer je kvaliteta zamjenskog dijela upitna.

Ako je puklo samo staklo a ekran je ostao čitav moguće je zamijeniti sve kao u prvom opisanom slučaju no na raspolaganju nam je i opcija zamjene isključivo stakla.

Zamjena samo stakla na novijim mobilnim uređajima je jako zahtjevna. Opcija zamjene samo stakla omogućava vlasniku da zadržava sve postojeće originalne dijelove na mobitelu. Zadržati originalne dijelove je uvelike bitno jer npr. Apple ne proizvodi zamjenske dijelove, dok su zamjenski (kineski) dijelovi puno lošije kvalitete.



*Slika 26. Predodžba razbijenog ekrana. Izvorno autor.*

Pokazat ćemo jedan od najzastupljenijih popravaka mobilnih uređaja po principu izmjene samo stakla, dok se isti postupak odnosi i na izmjenu kompletnog prednjeg panela. Popravak će se prikazati na mobitelu prikazanom na slici 26.

Vodič odnosno postupak izmjene stakla na mobitelu Iphone 6

- Prvo što trebamo učiniti jest testirati sve funkcije zaslona. Ukoliko sve ispravno radi s razbijenim zaslonom kreće se u popravak istog.
- Zatim na donjoj strani mobitela odvijačem odstraniti dva vijka, te pažljivo otvoriti mobitel od donje strane prema gore.



*Slika 27. Predodžba otvorenog uređaja. Izvorno autor*

- Odstraniti zaštitu za flat konektore te odspojiti bateriju, a zatim istim postupkom odspojiti flat kablove LCD ekrana.



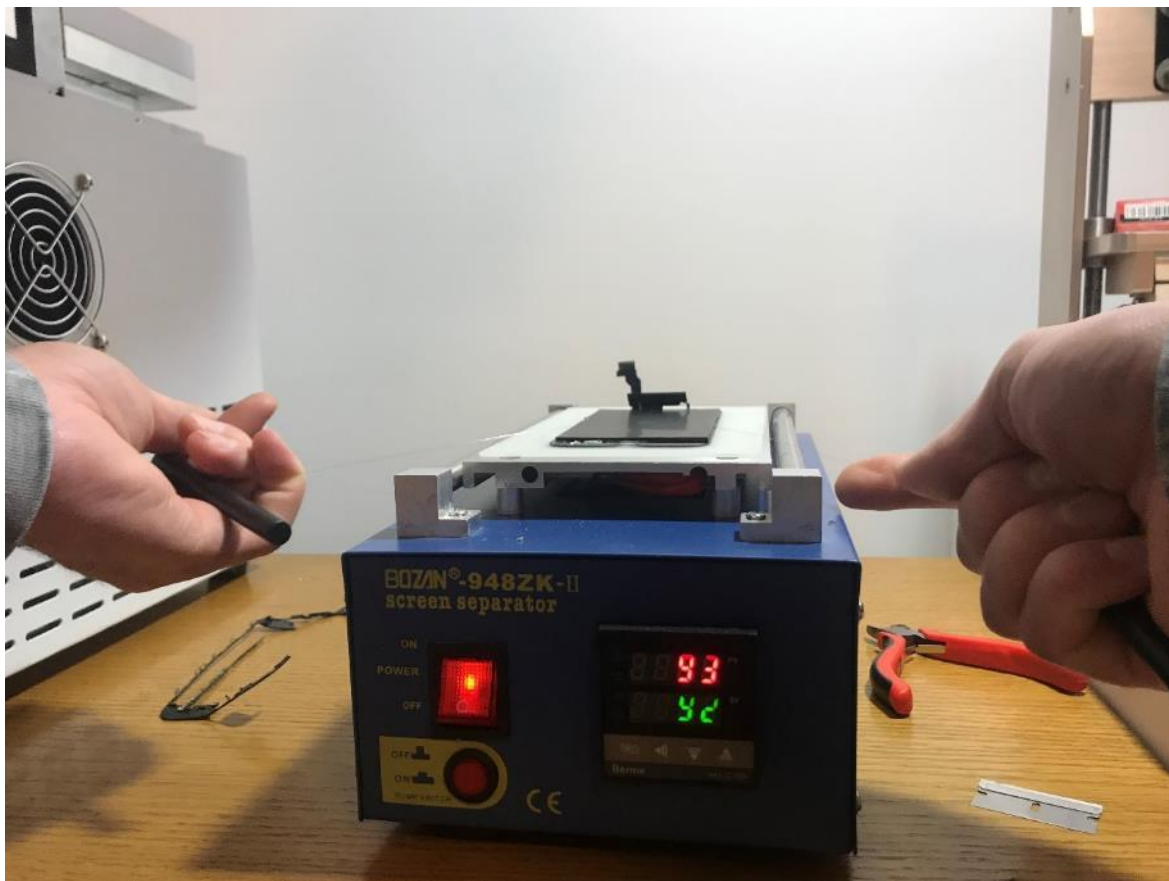
Slika 28. Predodžba rastavljenog ekrana od ostatka uređaja. Izvorno autor.

- Nakon što smo rastavili mobitel na dva dijela rastavljanjem ekrana sa ostatkom mobitela, potrebno je sve dijelove smještene na ekranu maknuti iz njega.

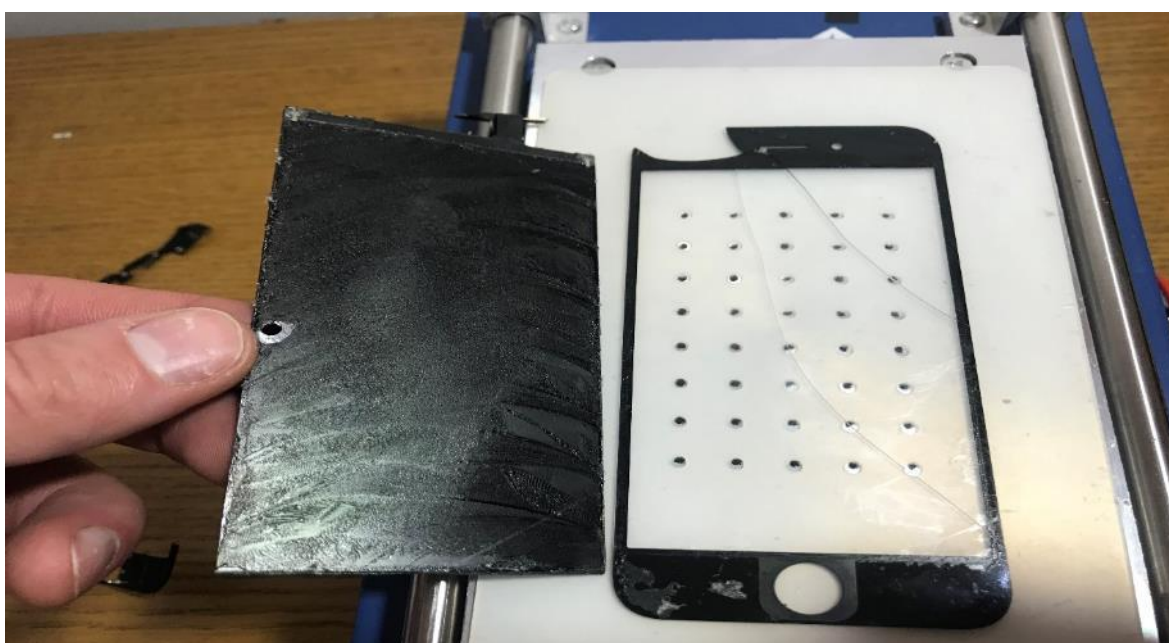


*Slika 29. Predodžba rastavljenog ekrana. Izvorno autor.*

- Uzmemo ekran u ruke i potrebno je maknuti plastičan okvir s metalnim prihvatom sa ekrana. Taj postupak se odvija na način da se okvir zagrijava na 200 °C te se onda pažljivo makne kako se ne bi oštetio ekran
- Sljedeći postupak je onaj najteži. Odvajanje stakla od LCD ekrana. Prvo je potrebno zagrijati ekran na 92°C, nakon 90s kad se ekran zagrije laganim vodoravnim posmakom odvajamo LCD ekran od stakla što se odvija s tinol žicom debljine 0.3mm.



*Slika 30. Predodžba odvajanja stakla od LCD-a. Izvorno autor.*





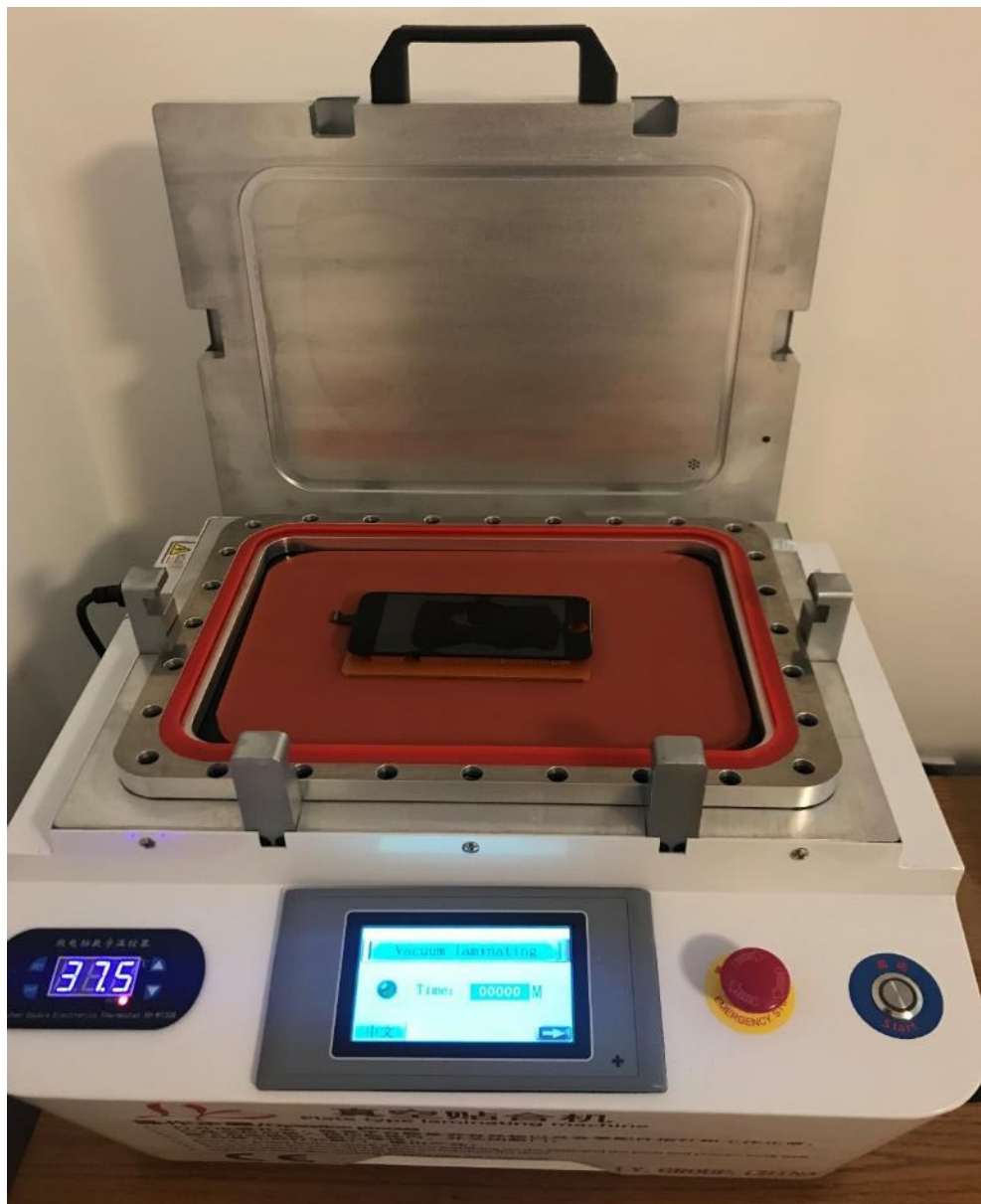
*Slika 31. Predodžba odvojenog LCD ekrana od stakla. Izvorno autor*

- Nakon uspješnog odvajanja LCD ekrana od stakla slijedi čišćenje istog od ostataka ljepila po nazivu OCA ljepilo. OCA ljepilo (eng. Optical Clear Adhesive) je optički prozirno ljepilo, napravljeno od čiste gume anorganskog podrijetla. OCA poboljšava svjetlinu i kontrast zaslona osjetljivih na dodir, omogućuje jasniji i živopisniji doživljaj korisnika telefona. Štoviše, OCA ima mnoge karakteristike, kao što je visoka viskoznost, više od 99% propusnosti svjetla (transparentnost) i otpornost na UV zračenja. Danas proizvođači isključivo koriste OCA ljepilo. Čišćenje ljepila se vrši s mikrofiber krpicom te sredstvom za čišćenje OCA ljepila. Završetak čišćenja odnosno poliranja LCD ekrana se vrši alkoholom. Nadalje postavljamo očišćeni LCD ekran u kalup kako bi mogli precizno pozicionirati novo staklo. Koristimo staklo sa okvirom i OCA ljepilom.



Slika 32. Predodžba LCD ekrana s novim staklom u kalupu. Izvorno autor.

- Sljedeći korak je postavljanje podloške na LCD ekran te sve zajedno stavljamo u stroj za laminiranje.



Slika 33. Predodžba stroja za laminiranje stakla. Izvorno autor.

- Proces laminiranja traje 10min i 33s. Prednosti automatskog laminiranja: nema mogućnosti ljudske pogreške, nema mogućnosti pristupa prašini, velika preciznost.



Slika 34. Predodžba parametara stroja. Izvorno autor



Slika 35. Predodžba LCD ekrana nakon laminiranja. Izvorno autor.

- Ovako izrađen LCD ekran je potrebno testirati prije postavljanja ostalih dijelova na ekran. Nakon testiranja, postavljamo sve dijelove koje smo skinuli s LCD-a na novo izrađeni LCD ekran. Postupak sklapanja uređaja u jednu cjelinu ide u reverznom smjeru od rasklapanja.

## 4. ZAKLJUČAK

Mobitel je jedan od neizostavnih uređaja u ljudskom životu. U Današnje doba mobitelom se koriste gotovo svi, od djece pa sve do starijih i nemoćnih. Mobitel donosi drugačiji pogled na svijet. Osnovni razlog pojave mobitela bio je razgovor, no danas uz prisutnost Internetu uvijek imamo mogućnost pristupu najnovijim vijestima, pristupu raznim aplikacijama, društvenim mrežama, igrama, navigaciji i sl. Mobitel se danas koristi i u poslovnom smislu, omogućuje nam kroz aplikacije plaćanje računa, kupovinu, slanje e-maila itd. Upravo sve ovo gore navedeno nam omogućuje elektronika od koje se sastoji mobitel. Upotrebom senzora mobilni uređaji su postali pravo tehnološko čudo. Smart senzori su aktualna tema u svijetu i predstavljaju tehnološku budućnost svijeta iako postoje izazovi vezani za ove koncepte kao što su sigurnost, privatnost, upravljanje i analiza podataka.

U ovom Završnom radu opisani su svi poznati senzori ugrađeni u mobilne uređaje i načini popravka istih sukladno danom zadatku. Treba imati u vidu da rad na ispitivanju senzora te njihovom servisiranju i zamjeni zahtijeva veliko znanje, vještinu i iskustvo u radu s malim i preciznim elektroničkim elementima i uređajima. Stoga se smatra da takav zahtijevan posao mogu obavljati samo stručne i kompetentne osobe kao što su inženjeri mehatroničke struke, koji su familijarni i upoznati s svim dijelovima uređaja te načinom rada svih sustava u mobitelu.

## 5. LITERATURA

- [1] Smart sensor for industrial applications – Kezysztof Iniewski
- [2] Age of context : Mobile, sensors, data, and the future of privacy – Robert Scoble, Shel Israel
- [3] Expermental evalution of mobile phone sensors – Zhizhong Ma, Yuansong Qian, Brian Lee, Enda Fallon
- [4] Materijali iz predmeta Senzori VUKA
- [5] Socio - ekonomski aspekti korištenja mobitela među mladima - Renata Relja, Tina Božić
- [6] <https://en.wikipedia.org/wiki/Touchscreen> [29.1.2019.]
- [7] <https://www.racunalo.com/smartfoni-i-njihova-tijela-izradena-od-plastike-metal-a-i-stakla-prednosti-i-nedostaci/> [29.1.2019]
- [8] <https://mob.hr/smartphone-procesori-1-dio-opcenito/> [27.1.2019.]
- [9] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Litij-ionska\\_baterija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Litij-ionska_baterija) [1.2.2019]
- [10] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Litij-polimer\\_baterija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Litij-polimer_baterija) [1.2.2019]
- [11] <https://techzillo.com/li-ion-vs-li-po/> [3.2.2019.]
- [12] <https://www.bosch-sensortec.com/> [2.2.2019.]
- [13] [http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple\\_iPhone\\_6s\\_A1688\\_Smartphone\\_Chipworks\\_Tear-down\\_Report\\_BPT-1509-801\\_with\\_Commentary.pdf](http://www.chipworks.com/sites/default/files/Apple_iPhone_6s_A1688_Smartphone_Chipworks_Tear-down_Report_BPT-1509-801_with_Commentary.pdf)