

UNIVERZITET SINGIDUNUM

DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE

MASTER STUDIJSKI PROGRAM

SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

Edis Pajaziti

ANDROID APLIKACIJA ZA PAMETNE KUĆE

- Master Rad -

Mentor:

Prof. dr Ranko Popović

Student:

Edis Pajaziti

410131/2012



Beograd, 2014

Abstract

Today in the world of technology home automation topic is becoming more popular and gains in importance. The concept of home automation systems combined with IT System and Telecommunications supports to perform a variety of automated activities in home. Smart Home automation system integrates electrical devices in a house with each other and operating unit. As a result of the research is proposed solutions for Smart Home system controlled by Arduino microcontroller and Android platform.

By studying the principles of technology and standards used in the implementation of smart homes, special attention was dedicated to the use of mobile applications for access and control of programmable microcontroller platform for the home automation. This paper also describes a programming environment used to develop applications and programming environments used for microcontroller components.

Used DIY (do it yourself) solution is mostly a combination of low-cost electronic components and microcircuits which connected via network with computer enables the implementation of your own ideas into action. So all this makes this area extremely attractive today.

Rezime

Danas u svetu tehnologije tema kućne automatizacije postaje sve popularnija i dobija sve veći značaj. Koncept sistema kućne automatizacije kombinacijom informatike i telekomunikacije pruža podršku za obavljanje različitih aktivnosti u kući na automatizovan način. Smart Home Automation sistem integriše upravljačku jedinicu i električne uređaje u kući jedan sa drugim. Kao rezultat istraživanja predloženo je rešenja za Smart Home sistem kontrolisan od strane Arduino mikrokontrolera i Android platforme.

Proučavajući principe, tehnologiju i standarde koji se koriste u implementaciji pametnih kuća posebna pažnja posvećena je korišćenju mobilnih aplikacija za pristup i kontrolu programbilnih mikrokontrolerskih platformi za upravljanje kućnom automatikom. Takođe je dat opis programskih okruženja korišćenih za razvoj aplikacije kao i okruženja za programiranje korišćenih mikrokontrolerskih komponenti.

Korišćeno DIY rešenje uglavnom predstavlja kombinaciju jeftinih elektronskih komponenti i mikrokontrolera koji umreženi sa računarom omogćuju sprovođenje vlastitih ideja u delo, što ovu oblast danas čini iznimno atraktivnom.

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Metodologija istraživačkog rada 3

2.1. Predmet istraživanja 3

2.2. Cilj istraživanja 3

2.3. Metode istraživanja 4

3. Pametne mreže (Smart Grid) 5

3.1. Kućna automatizacija (definicija, istorija) 5

3.2. Primena sistema kućne automatizacije 7

3.2.1. Kontrola osvetljenja 7

3.2.2. Daljinska kontrola 7

3.2.3. Pametna energija 7

3.2.4. Daljinska nega 8

3.2.5. Bezbednost i zaštita 8

3.3. Dosadašnja istraživanja u oblasti kućne autoamatizacije (HA) 8

3.4. Korist (Benefiti) HA 10

4. Pregled tehnologija i protokola u kućnoj automatizaciji 12

4.1. Žičane PLC tehnologije (Power line communication) 12

4.1.1. X 10 prtokol 13

4.1.2. Insteon 14

4.1.3. PLC-Bus 15

4.1.4. LonWorks 16

4.1.5. HomePlug 18
4.2. Bežične tehnologije 20
4.2.1. ZigBee 20
4.2.2. Z-Wave 23
4.2.3. Bluetooth 25
4.2.4. IP bazirana rešenja 27
4.3. Android aplikacije za kućnu automatizaciju 29
5. Android operativni sistem 30
5.1 Istorija Android OS 32
5.2. Kratka istorija verzija Android OS 32
5.2.1. Android 1.5. Cupcake 33
5.2.2. Android 1.6 Donut 34
5.2.3. Android 2.0 Eclair 34
5.2.4. Android 2.2 Froyo 35
5.2.5. Android 2.3 Gingerbread 36
5.2.6. Android 3.0 Honeycomb 38
5.2.7. Android 4.0 Ice Cream Sandwich 39
5.2.8. Android 4.1 - 4.3 Jellybean 40
5.2.9. Android 4.4 - KitKat 41
5.3. Programski jezik Java za razvoj Android aplikacija 42
5.4. Softversko okruženje Eclipse za razvoj Android aplikacije 42
6. DIY rešenja 44
7. Arduino 44
7.1. Istorija Arduina 46
7.2. Arduino Softver 47
7.3. Arduino Hardver 48
7.3.1. Modeli Arduino mikrokontrolerskih ploča 49

8. Realizovano rešenje 58

8.1. Komponente korišćene za maketu 59

8.2. Arduino Uno Rev3 ploča 60

8.3. Arduino Motor Shield 64

8.4. Bluetooth HC-05 serijski modul 65

8.4.1. Sigurnost i ograničavanje povezivanja 66

8.5. Stepper Motor (Koračni motor) 68

8.6. Realizacija Android aplikacije 70

8.7. Proračun troškova realizacije projekta 72

Zaključna razmatranja 73

Literatura 75

Lista slika

Slika 1. X-10 kompatibilni proizvodi 14

Slika 2. Hop prenos poruke i retransmisija u Insteon mreži 15

Slika 3. LonWorks peer to peer arhitektura mreže 17

Slika 4. Arhitektura HomePlug C&C protokola 20

Slika 5. Arhitektura ZigBee protokola 21

Slika 6. ZigBee topologija 22

Slika 7. Z-Wave arhitektura 24

Slika 8. Dve piconet mreže formiraju scatternet 26

Slika 9. Bluetooth arhitektura mreže pametne kuće 27

Slika 10. Arhitektura pametne kuće zasnovana na MIPv6 28

Slika 11. Logo Android OS 30

Slika 12. - Najkorišćeniji OS za mobilne uređaje u 2012. godini po istraživanjima Nielson. 31

Slika 13. - Home screen izgled Android Cupcake-a 33
Slika 14. - Home screen izgled Android Donut-a 34
Slika 15. -Home screen izgled Android Eclair-a 35
Slika 16. -Home screen izgled Android Froyo-a 36
Slika 17. -Home screen izgled Android Gingerbread-a 37
Slika 18. -Home screen izgled Android Honeycomb-a 38
Slika 19. -Home screen izgled Android Ice Cream Sandwich-a 39
Slika 20 - Home screen izgled Android Jellybean-a 40
Slika 21. -Home screen izgled Android KitKat-a 41
Slika 22 - Softversko okruženje Eclipse 43
Slika 23. - Arduino logo 45
Slika 24. -Arduino (IDE) Integrisano Razvojno Okruženje 47
Slika 25. - Kôd Arduino programa za upravljanje LED diodom 48
Slika 26 - Prikaz prednje strane makete 58
Slika 27 - Priakz zadnje strane makete 59
Slika 28 - Komponente korišćene prilikom izrade makete (1. Arduino Uno Rev3 Board; 2. Arduino Motor Shield; 3. Bluetooth HC-05 serijski modul; 4. Stepper motor) 60
Slika 29 - Detaljni prikaz Arduino Uno Rev3 ploče 61
Slika 30 - I deo kôd-a za pokretanje stepper motora makete automatizovane roletne 62
Slika 31 - II deo kôd-a za pokretanje stepper motora makete automatizovane roletne 63
Slika 32 - Detaljni prikaz Arduino Motor Shield 64
Slika 33 - Povezivanje Arduino Uno ploče sa Arduino Motor Shield-om 65
Slika 34 - Povezivanje HC 05 serijskog bluetooth modula na Arduino ploču 66
Slika 35 - AT komande za podešavanje HC-05 modula 67
Slika 36 - Princip rada koračnog motora 68
Slika 37 - Struktura i deo kôd-a projekta 70
Slika 38 - Uparivanje uređaja 70

Slika 39 -Izgled aplikacije, spajanje sa već uparenim bluetooth uređajem.....71
Slika 40 - Izgled aplikacije, ekran za upravljanje maketom roletne.....71

Lista tabela

Tabela 1. Standardni format Blueooth paketa.....26
Tabela 2. Arduino Uno karakteristike.....50
Tabela 3. Arduino Leonardo karakteristike.....51
Tabela 4. Arduino Due karakteristike.....52
Tabela 5. Arduino Mega2560 karakteristike.....53
Tabela 6. Arduino Ethernet karakteristike.....54
Tabela 7. Arduino Nano karakteristike.....55
Tabela 8. LilyPad Arduino karakteristike.....56
Tabela 9. Arduino Mega ADK karakteristike.....57
Tabela 10. - Karakteristike HC 05 bluetooth serijskog modula.....66

1. Uvod

Danas smo svedoci sve učestalijeg korišćenja tehnologije u svim sferama života. Koristeći se savremenim tehnološkim rešenjima pruža se mogućnost veće kontrole, sigrunost, daljinsko upravljanje uređajima, veći komfor i kvalitet života u kući. Tehnika upravljanja tehnologijom u domu sa ciljem poboljšanja kvaliteta života može se opisati kao kućna automatizacija.

Sistemi kućne automatizacije danas se sve učestalije koriste. Sa jedne strane, puržaju komfor posebno kada se koriste u privatnim kućama. Sa druge strane instalirani u komercijalnim zgradama pored komfora omogućavaju centralizovanu kontrolu grejanja, ventilacije. rashlađivanja, osvetljenja i dr. Zbog toga ovi sistemi doprinose u smanjivanju troškova i uštedi električne energije, što predstavlja jedan od glavnih problema današnjice.

Danas je u društvu znanje o kućnoj automatizaciji prilično ograničeno. Ljudi obično ovaj koncept shvataju kao "set skupocenih uređaja koji kuću čine pametnom," a većina smatra da kućna automatizacija nije esencijalna. Verovatno su i bili u pravu do pre nekoliko godina, međutim danas osveženo, kompletno objašnjenje šta nove tehnologije i sistemi kućne automatizacije nude može biti drugačije shvaćeno.

Sistemi kućne automatizacije su danas pristupačni i sve su više prisutni po domovima. Kućna automatizacija se u društvu obično shvata kao luksuz, kao sistem međusobno povezanih skupocenih uređaja. Međutim kućna automatizacija je odavno prestala biti luksuz i postala pametan alat za upravljanje. Početna rešenja kao što su isključivanje i uključivanje svetla kada ukućani nisu pristuni otvorila su put ka automatskim sistemima koji mogu kontrolisati većinu uređaja: prozore, rasvetu, roletne, grejanje, hlađenje, brave na vratima a kao najbitnije od svega može se vršiti daljinski nadzor kuće u potpunosti.

Zadnjih godina susrećemo se sa terminima poput kuća budućnosti, pametna zgrada ili pametna kuća (smart home). Sve veća učestalost ovih termina dovodi do pitanja šta je zapravo pametna kuća?

Termini pametna kuća, inteligenta kuća, kućne mreže koriste se zadnjih decenija da bi predstavile koncept umrežavanja uređaja i opreme u kući. Pozivajući se na *Smart Homes Association* najbolja definicija tehnologije pametne

kuće je: "*integracija tehnologije i servisa preko kućne mreže sa ciljem što boljeg kvaliteta života.*"[1]

Svedoci smo ekspanzivnog rasta tehnologija mobilne komunikacije. Jednostavnost korišcenja, kao i cene koje stalno padaju, čine mobilne uređaje dostupne svim strukturama stanovništva. Zadnjih godina ova tehnologija menja način života i poslovanja u svetu. Zahvaljujući brzom razvoju mobilne tehnologije, mobilni telefoni su evoluirali od bežičnih uređaja za glasovnu komunikaciju do prenosivih terminala za prenos podataka i umrežavanje.

Dom bi trebao biti opremljen prema vlastitim potrebama i udovoljavati zahtevima za sigurnost, udobnost i ekonomičnost. Većina komercijalnih rešenja ne može zadovoljiti u potpunosti potrebe korisnika. Zbog toga danas sve veći značaj u implementaciji kućne automatizacije imaju DIY *(eng. Do it yourself - Uradi sam)* rešenja u odnosu na komercijalna rešenja. DIY rešenje uglavnom predstavlja kombinaciju mikrokontrolera i jeftinih elektronskih komponenti koje umrežene sa računarom omogućuju sprovođenje vlastitih ideja u delo, zbog toga je izbor ove tehnologije u oblasti kućne automatizacije iznimno atraktivan.

Danas korisnici mogu doći do mikrokontrolerskih platformi poput Arduino-a ili Raspberry-ja po vrlo povoljnoj ceni a uz pomoć dodatnih elektronskih komponenti jednostavno i lako mogu realizovati sopstvene projekte uz pomoć kojih mogu preobraziti svoj dom u pametne kuće. Pomoću softverskih platformi za pametne telefone kao što su npr. Android i iOS realizuju se aplikacije a pomoću komunikacione veze (wireless, bluetooth, ethernet) vrši se prenos podataka u oba smera, ka hardverskim komponentama i obrnuto, od hardvera ka pametnim uređajima.

Cilj rada je uvid i pregled DIY rešenja kao i tehnologija zastupljenih u oblasti kućne automatizacije, opisana je Arduino platforma koja je korišćena u radu. Pre svega opisane su Open Source hardverske i softverske platforme, korišćene u radu prilikom realizacije Android aplikacije za upravljanje uređajima u pametnoj kući, kao i hardver korišćen za izradu makete prozora sa roletnom kontrolisanom pomoću Android telefona.

[1] Tiresias.org: http://www.tiresias.org/research/guidelines/smart_home.htm, citiranje Smart Homes Association, i.bierhoff@smart-homes.nl, P.O. Box 8825, 5605 LV Eindhoven, The Netherlands.

2. Metodologija istraživačkog rada

2.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživačkog rada je Android aplikacija, realizovana kao primer praktičnog rešenja u oblasti kućne automatizacije (Home Automation). U radu je dat pregled savremenih tehnologija i tehnoloških rešenja neophodnih za realizaciju sistema kućne automatizacije i Android aplikacija.

Dalje je u radu dat pregled najzastupljenijih tzv. DIY (Do it yourself) rešenja kućnoj automatizaciji, takođe, opisana je i izbrana Arduino platforma koja je korišćena u radu.

Takođe u radu su opisana programska okruženja korišćena za razvoj aplikacije i za programiranje korišćenih mikrokontrolerskih komponenti prilikom izrade makete. U završnom delu prikazana je Android aplikacija, realizovana kao primer praktičnog rešenja u kućnoj automatizaciji.

2.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je uvid i pregled DIY rešenja i tehnologija zastupljenih u oblasti kućne automatizacije.

Društveni cilj rada je približiti korisnicima oblast kućne automatizacije, ukazati na prednosti i mane koje ova tehnologija pruža.

Cilj rada je realizacija Andorid aplikacije za kućnu automatizaciju. Za ostvarivanje zadatog cilja neophodno je sagledavanje i upoznavanje sa komercijalnim i DIY rešenjima, tehnologijama i trenutnim stanjem u oblasti kućne autmatizacije.

2.3. Metode istraživanja

Istraživanje se temelji na saznanjima iz međunardone naučne i stručne literature mnogobrojnih eminentnih autora koji su u svojim publikacijama, naučnim radovima i stručnim knjigama dali rešenja za problematiku kojom se bavi i ovaj rad.

Prilikom istraživanja korišćeni su osnovni principi naučnog saznanja objektivnost, opštost, pouzdanost i sistematičnost. Za ostvarivanje postavljenog cilja ovog istraživanja korišćene su metode koje će svojom kombinacijom sačinjavati metodiku rada.

U radu je korišćeno više metoda kao što su: metoda analize i sinteze, metoda klasifikacije, metoda komparacije, induktivna i deduktivna metoda.

Na osnovu metoda komparacije i analize izabrana je informaciona tehnologija koja će biti korišćena u radu za realizaciju Android aplikacije za kućnu automatizaciju.

3. Pametne mreže (Smart Grid)

Sve se češće u medijima pojavljuje pojam „pametna mreža“ (smart grid). Pametne mreže predstavljaju pre svega električnu mrežu u koju se mogu inteligentno integrisati postpuci korisnika koji su na mrežu povezani. Pametna mreža se odnosi na buduću generaciju *Mreže električne energije* koja čini da se korišćenjem IT (informacionih tehnologija) i drugih visokih tehnologija izvršavaju različiti poslovi i zadaci na inteligentan način.

Pametna mreža je električna mreža koja koristi informaciono komunikacione tehnologije da bi prikupila informacije i na njima delovala, kao što su na primer informacije o ponašanju dobavljača i potrošača u modernoj automatizaciji da bi se poboljšali efikasnost, pouzdanost, troškovi i održivost proizvodnje i distribucije električne energije.[2]

Vrlo je izvesno da će pametne mreže biti deo svakodnevnice većine stanovnika koji danas živi u urbanim uslovima. Opšte znanje o tome postaće deo tehničke kulture, kao što su to danas telekomunikacije, Internet, televizija ili sl.

Budući da pametne mreže nisu tehnološki iskorak, već kvalitetno u(pre)klapanje već postojećih tehnologija to je verovatnost njihovog nastajanja izglednija. Šta su to pametne mreže? To je smisleni spoj dve dobro poznate tehnologije, informaciono komunikacione mreže i elektroenergetske mreže, u novu celinu.

3.1. Kućna automatizacija (definicija, istorija)

Termin kućna automatizacija opisuje kombinaciju automatizovanih sistema kako u privatnim tako i u komercijalnim građevinama.

Automatizovana mreža sadrži uređaje koji nadziru i kontrolišu tehnološke sisteme u građevini. Sistem kućne automatizacije cilja na poboljšanje kontrole, nadzora i administracije ovih sistema. Motivacija za razvoj može se ogledati u ekonomskoj koristi i unapređivanju kontrole. Jezgro oblasti kućne automatizacije je daljinska nega, kontrola osvetljenja, grejanja, ventilacije i rashlađivanja poznata

[2] Definicija Pametne mreže od strane U.S. Department of Energy. "Smart Grid / Department of Energy". http://energy.gov/oe/technology-development/smart-grid.

pod skraćenicom HVAC[3], međutim danas postoje i sve u jednom rešenja (poznatije kao all-in-one solutions) u koja su uključen nadzor i sigurnosni sistemi.

Uzimajući u obzir kućnu automatizaciju, sva pažnja se posvećuje povećanju komfora u odnosu na ekonomsku korist. Stoga sistemi kućne automatizacija često sadrže kontrole sistema kućne zabave (home entertaiment systems) i upravljanje konfiguracijom životnog prostora. Bitno je napomenuti da postoji razlika u dizajnu interfejsa čovek-računar u kućnoj automatizaciji i automatizaciji zgrade ili poslovnog prostora. U kućnoj automatizaciji idealni sistem mora biti razumljiv, lak za korišćenje i podešavanje za sve ljude dok u zgradama i poslovnim prostorima ovim sistemima upravlja posebno obučen profesionalac.

Kućna automatizacija je sastavni deo naučno fantastičnih tekstova već dugi niz godina, međutim postala praktično primenljiva od početka 20. veka, nakon rasprostranjenog uvođenja struje po kućama i brzog napredovanja informacionih tehnologija.[4] Prvi uređaji sa daljinskom kontrolom počeli su se pojavljivati kasnih 1800-ih. Na primer, Nikola Tesla je patentirao ideju za daljinsko upravljanje plovilima i vozilima 1898. godine.[5]

Pojava električnih kućnih aparata počela je između 1915. i 1920. godine, nagli pad sluga u domaćinstvima označavao je potrebu za jeftinom, mehaničkom zamenom. Napajanje domaćinstava strujom, bilo je još uvek u ranom razvoju - znači da je ovaj luksuz mogao priuštiti samo bogatiji sloj društva.

Poreklo ideja koje liče na moderne sisteme kućne automatizacije datiraju još '30-tih godina. prošlog veka tokom svetskih sajmova.6 Jim Sutherland inženjer koji radi za Westinghouse Electric, 1966. godine, razvio je sistem kućne automatizacije pod nazivom "ECHO IV"; ovo je bio privatni projekat i nikada nije komercijalizovan. Prve ovakve kuće izgradili su američki hobisti tokom 1960-ih, ali su bili ograničeni tehnologijom tog vremena. Pojam "Pametna kuća" utemeljen je od strane American Association of Housebuilders 1984. godine.[7]

---

[3] HVAC (heating, ventilation, and air conditioning); sistem grejanja, ventilacije i rashlađivanja, http://en.wikipedia.org/wiki/HVAC

[4] Gerhart, James (31. Mart, 1999.). "Home Automation and Wiring,". McGraw-Hill, str. 8

[5] Nikola Tesla, (8. Novembar, 1898.), U.S. Patent 613809: Method of and apparatus for controlling mechanism of moving vessels and vehicles

[6] Sajmovi koji su prikazivali električno automatizovane domove: Chicago (1934.), New York (1939., 1964.-1965.); Mann, William C., ed. (7. Juli, 2005.) "Smart technology for aging, disability and independence," str. 34-66

[7] Harper, Richard, ed. (14. Avgust, 2003.) "Inside the Smart Home" str. 1

Pronalaskom mikrokontrolera, troškovi proizvodnje elektronskih komponenti naglo su opali. Tokom 1990-ih kućna automatizacija postaje sve popularnija. Do kraja decenije, u svetu termin kućna automatizacija se obično koristi za opisivanje svih sistema u kojim kombinacija informatike i telekomunikacije pruža podršku za obavljanje različitih aktivnosti u kući.

Uprkos interesovanju za kućnu automatizaciju, do kraja 1990. godine nije bilo raširenо shvatanje kućne automatizacije, a ovakvi sistemi još uvek su smatrani domenom hobista ili bogatih ljudi.

3.2. Primena sistema kućne automatizacije

Sistemi kućne automatizacije imaju predispozicije za široku primenu, navedene su neke najčešće primere korišćenja sistema kućne automatizacije danas.

3.2.1. Kontrola osvetljenja

Osvetljenjem se može upravljati i kontrolisti sa bilo koje lokacije u kući, što smanjuje potrebu za novim žičanim konekcijama. Svetla se takođe mogu aktivirati kao odgovor na komandu zadatu daljinskim upravljačem. Dalje, mogu se automatski uključivati kada senzori prisustva i osvetljenosti detektuju boravak ljudi u slabo osvetljenoj prostoriji.

3.2.2. Daljinska kontrola

Infracrvena tehnologija se već koristi za bežičnu komunikaciju između daljinskog upravljača i uređaja, kao što su TV, HiFi oprema i sistemi grejanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC). Međutim, infrared zahteva liniju vidljivosti (LOS) i komunikaciju na kraćim rastojanjima. RF tehnologijom bi se prevazišla ovakva ograničenja.

3.2.3. Pametna energija

Roletne na prozorima, sistem grejanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC), centralno grejanje, itd. se mogu kontrolisati u zavisnosti od informacija sakupljenih od strane više tipova senzora koji nadgledaju parametre, kao što su: temperatura, vlažnost, svetlost i prisustvo. Uz to se može izbeći nepotrebna potrošnja energije.

Kompanije za distribuciju električne energije mogu takođe koristiti bežične kućne automatizovane mreže (WHAN) za upravljanje energetskim opterećenjem.

3.2.4. Daljinska nega

Pacijenti i nepokretni i stariji građani mogu imati koristi od medicinske nege kod kuće. Nosivi bežični senzori mogu periodično da prijavljuju nivoe mnogobrojnih telesnih parametara (npr. temperaturu, krvni pritisak i insulin) zbog preciznije dijagnoze. Tako na primer ako senzori ubrzavanja nagoveštavaju da je osoba pala, alarmi se mogu aktivirati automatski.

3.2.5. Bezbednost i zaštita

Napredni bezbedonosni sistemi mogu biti bazirani na više senzora (npr. detektori dima, senzori loma stakla i senzori pokreta) za detektovanje eventualno rizičnih situacija pa senzori kao odgovor pokreću odgovarajuće akcije. Na primer, detektori dima mogu aktivirati požarni alarm.

3.3. Dosadašnja istraživanja u oblasti kućne autoamatizacije (HA)

Na početku tehnologija pametnih kuća prvenstveno je bila usmerena na praktičnost i energetsku efikasnost, sada ova tehnologija sve više cilja na korišćenje od strane osoba sa invaliditetom i za negu salbijih odraslih osoba, pružajući im bezbednost, sigurnost i jednostavnost samoupravljanjem, te omogućavajući daljinski nadzor i zdravstvenu negu. Preko 34 miliona ljudi u SAD stariji od 65 godina, i gotovo 15% ljudi starijih od 5 god. ima neku vrstu invaliditeta, što pruža mogućnost korišćenja ove tehnologije da bi se olakšalo obavljanje njihovih svakodnevnih aktivnosti u životu.

Rane primene tehnologije pametne kuće uključuju uređaje kao što su LifeAlert, koji je uveden u 1990-tih, privezak koji se nosi oko vrata i omogućava korisniku da upozori centralu kada on ili ona doživi nezgodu ili im treba pomoć. Današnji uređaji potpomognuti senzorima koji mogu biti postavljeni na gotovo svakom objektu u kuću, čak i na podu, gde se detektuju pokreti i određuje pitanje mobilnosti.

Senzori su razvijeni za otkrivanje, evidenciju i analizu kretanja osoba. Na primer tempo koraka kojim se osoba popela stepenicama ili tokom premeštanja iz sobe u sobu, te ukoliko dođe do detekcije odstupanja od predviđenog šablona

ukoliko se primete usporeni i nestabilni koraci ili ako se osoba onesvesti, upozorava članove prorodice koja živi na drugom mestu. Ostali senzori mogu otkriti nepravilan ritam srca ili krvni pritisak.

Tehnologija pametne kuće takođe može pomoći u prevenciji od bolesti, na primer, uz pomoć neprimetnih memorijskih pomagala, kao što su podsetnik za uzimanje lekova, ili frižider koji može proceniti sadržaj namirnica i dati predloge za rashlađivanje, kao i popis namirnica koje treba kupiti. Vibrirajuća narukvice ili zvučni signali koji mogu podsetiti ljude kada jesti ili kada bi trebali otići u toalet, drugi uređaj za zglob prati brzinu pulsa i temperaturu kože. Senzori i bežični uređaji se koriste u domovima za praćenje vitalnih znakova osoba te da li su lekove uzeli na vreme, slanjem ovih podataka doktoru ili članovima porodice, predstavlja dodatnu korist za ljude koji su vezani za kuću, žive na udaljenim ruralnim područjima, ili su bez neposrednog pristupa zdravstvenoj nezi.

Do sada, najčešće dizajn kućne automatizacije bio je sadržan od korisničkih potreba i trenutnih tehnologija za implementaciju "ad hoc" rešenja. To je dovelo do sistema koji su previše zavisni od tehnologije, čak i u istraživačkom svetu. Tako na primer Abdul-Rahman Al-Ali i Mohammad Al-Rousan opisali su sistem kućne automatizacije koji je zasnovan na Internet-baziranom serveru.[8] Server predstavlja host za Java aplikaciju koja upravlja skupom digitalnih I/O linija spojenih sa nekim automatizovanim uređajima. Ali Ziya Alkar i Umit Buhur opisuju slično rešenje[9]. Međutim, njihov sistem komunicira sa uređajima vezom radio frekvencije (RF) i nestandardnim protokol za upravljanje. Ovo zahteva pomoćne čvorove koji podržavaju protokole RF veze, koji bi trebali biti razmešteni u kući i priključeni na uređaje. Rad Renato-a Caleira se fokusira na specifikaciji logičkog modela kuće i uređaja za implementaciju, "if/then" uslova za upravljanje uređajima.[10] Iako je mreža razvijena, nije predstavljala kompletno automatizovano rešenje.

U dosadašnjim radovima, naučnici su pokušavali rešiti probleme skalabilnost i ponuditi rešenja mogućeg daljinskog upravljanja putem Interneta. Radovi su uglavnom fokusirani na uređaje kućne automatizacije zasnovane na Web-baziranom pristupu.

---

[8] A.R. Al-Ali and M. Al-Rousan (2005), "*Java-Based Home Automation System*," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 50, no.2, str. 498–504.

[9] A.Z. Alkar and U. Buhur (2005), "*An Internet Based Wireless Home Automation System for Multifunctional Devices*," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 51, no. 4, str. 1169–1174

[10] R.J. Caleira (2004), "*A Web-Based Approach to the Specification and Programming of Home Automation Systems*," Proc. 12th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conf., IEEE Press, str. 693–696.

Često se susrećemo sa raznim ponudama kompletnih sistema za kućnu automatizaciju. Međutim rešenja koja se nude su uglavnom iz finansijskih razloga neprihvatljiva, jer zahtevaju kompletnu promenu većine uređaja u kući zbog kompatibilnosti sa sistemom koji se ugrađuje. Upravo iz razloga kompatibilnosti pojavljuju se različita rešenja kućne automatizacije koja su finansijski prihvatljiva, a njihova implementacija ne zahteva menjanje već postojećih uređaja. U ovome uveliko pomažu mobilni telefoni pre svega smartphone uređaji sa Android operativnim sistemom i Apple uređaji sa IOS operativnim sistemom

3.4. Korist (Benefiti) HA

- ***Sigurnost***
  - Napredna tehnologija u području sigurnosti kuće sa poboljšanim metodama otkrivanja različitih neobičnih aktivnosti i potencijalno opasnih situacija unutar i izvan kuće, pruža prikladan i siguran način da se zaštite domovi i članovi porodice od opasnosti.

- ***Zdravstvo***
  - *Troškovi:* Više je isplativo da starije osobe i osobe sa invaliditetom ostanu živeti kod kuće što je duže moguće, pomoću uređaja koji pružaju podršku i prate njihovo zdravstveno stanje, umesto da budu smeštene u zdravstvenim ustanovama. Jedno istraživanje (Chan, i dr.., 2008)[11] otkrilo je da 46% "zdravstvenih usluga koje se pružaju na licu mesta" mogu biti zamenjene tehnologijom koja može nadgledati zdravstveno stanje iz daljine. Istraživanje je takođe pokazalo da u SAD bolnica prosečno za brigu pacijenata troši 820 dolara po danu, prosečan starački dom na brigu troši 100 dolara po danu, a prosečan kućni poziv košta 74 dolara dok troškovi telemedicine iznose 30 dolara.

  - *Manji broj zdravstvenih radnika:* Drugo istraživanje (Kevin, i dr. 2003)[12] utvrdilo je da broj negovatelja i zdravstvenih radnika u padu. Odgovarajuće i razumno korišćenje pametnih kuća, kućne

[11] M. Chan, D. Esteve, C. Escriba, and E. Campo (2008), "*A review of smart homes—Present state and future challenges*." Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 91, str. 55-81 (Članak ovog časopisa, predstavlja pregled trenutnih i budućih tehnologija u kućnoj automatizaciji.

[12] C. Kevin, i dr. (2003), "*Caregiver and Clinician Shortages in an Aging Nation*," Mayo Clinic Proceedings, Vol. 78, str.1026-1040

automatizacije, i telecare[13] tehnologije može uspešno koristiti kao jedna od strategija za rešavanje ovog problema.

- *Starije osobe i osobe s invaliditetom:*

    - Pametna tehnologija, integrisana u kućnom okruženju, pruža mogućnost da starije osobe i osobe sa invaliditetom nastave živeti sigurno u svojim domovima duži vremenski period.

    - Takva tehnologija povećava korisnikovu sposobnost da samostalno živi duži vremenski period, pružajući mu na taj način osjećaj kompetencije da se stara o samom sebi i smanjivanju osećaja depresije.

- ***Jednostavnost korišćenja***
    - Napredak u tehnologiji, zajedno sa povećanjem znanja i iskustvom korišćenja računara i kompjuterizovanih uređaja koje je javno dostpuno svim uzrastima, omogućilo je da se tehnologija pametnih kuća mnogo lakše koristi i prilagodi dnevnim rutinama.

- ***Ušteda električne energije***
    - Pametne kuće takođe pružaju korist od uštede električne energije. Implementirani sistemi mogu odrediti da neki uređaji rade u periodu jeftinije tarife električne energije. Automatskim isključivanjem svetla kada osoba napušta sobu, grejanjem ili hlađenjem sobe na osnovu prisutnosti osobe u datom momentu, računi bivaju niži.

    - Postoje sistemi koji mogu pratiti kada i koliko koji uređaj u kući koristi električnu energiju i na taj način odrediti najefikasniji način korišćenja tih uređaja sa ciljem uštede električne energije.

- ***Daljinska kontrola i upravljanje uređajima u kući***
    - Kontrola i nadzor: U bilo koje vreme i sa bilo kojeg mesta u realnom vremenu povezani ste slikom sa vašom kućom.

    - Podešavanje životnog prostora:
        - Kontrola i upravljanje svetlima, roletnama, zavesama i termostatima.
        - Proveravanje da li su vrata zaključana, da li su pojedini uređaji ugašeni ili uključeni.
        - Upravljanje klimatizacijom i grejanjem.

[13] Telecare tehnologija pruža daljinsku brigu za starije i fizički manje sposobne osobe, pružajući im neophodnu negu kako bi im se omogućilo da nastave živeti u sopstvenim kućama, http://en.wikipedia.org/wiki/Telecare

- Detekcija potencijalno opasnih situacija: Ukoliko dođe do pretnje od poplave ili požara u kući, vlasnik biva obavešten u realnom vremenu.

- Zabava i multimedija: Mogućnost upravljanja svim multimedijalnim uređajima u kući.
  - Izbor muzike sačuvane u kontroleru, mogućnost puštanja muzike u bilo kojoj prostoriji.
  - Upravljanje svim televizorima u kući, na primer gašenje televizora u određenom vremenskom periodu kada deca moraju na spavanje ili kada trebaju napisati domaće zadatke.
  - Upravljanje kućnim bioskopom.

4. Pregled tehnologija i protokola u kućnoj automatizaciji

4.1. Žičane PLC tehnologije (Power line communication)

Power line komunikacija predstavlja tehnologiju koja podržava umrežavanje uređaja kućne automatizacije preko već postojeće kućne električne instalacije. Ova tehnologija omogućava korišćenje postojeće infrastrukture distribuiranih energetskih linija za prenos podataka i kontrolu signala, u ovom slučaju visoke frekvencije koje su kodirane sa podacima spojene su na eletrične linije, njihovo razdvajanje vrši modem koji se nalazi u krajnjem prijemniku pa se tako ostvaruje prenos i razmena informacija.

U pogledu brzine prenosa i frekvencije protoka, PLC tehnologija nema prednosti u odnosu na druge mrežne tehnologije. U stvari, preduslov masovnog usvajanja PLC tehnologije temelji se na činjenici da se elektrčine linije pružaju po celoj kući sa više priključaka instaliranih u svakoj sobi, što znači da su uređaji za kontrolu informacija i napajanje integrisani u celini kroz jedanu utičnicu. Nema dodatnog razvlačenja žica u unutrašnjosti što je ekonomičnije i praktičnije za stanovnike.

Međutim, neki autori takođe ukazuju na niz pitanja koja bi trebalo rešiti u PLC tehnologiji, koja uglavnom uključuju robusnu modulaciju i greške u tehnici kodiranja na fizičkom sloju, refleksija, šumovi i slabljenje signala zbog višestrukih puteva i razmnožavanja signala, kao i sve vrste otpora i buke iz različitih izvora značajno mogu ugroziti normalan rad u ciljanim električnim komponentama, pa čak može dovesti do haosa u celoj mreži. Osim toga, takođe treba uzeti u obzir

odgovarajuću shemu za pristup deljenom medijumu na MAC (Medium Access Control) sloju i probleme koji se bave pitanjima sigurnosti podataka u prenosu.[14]

4.1.1. X 10 prtokol

Jedan od prvih protokola primenjen u kućnoj autmatizaciji naziva se X-10. Nazvan zbog toga što je 70-tih godina prošlog veka kao projekat škotske kompanije Pico Electronics Ltd. bio označen rednim brojem 10, rađen za BSR (British Sound Reproduction) sa ciljem omogućavanja bežićne metode daljinskog upravljanja njihovim komponentama. U to vreme najisplativije tržište bile su SAD pa je prva prezentacija X-10 proizvoda održana 1978. godine u New Yorku.

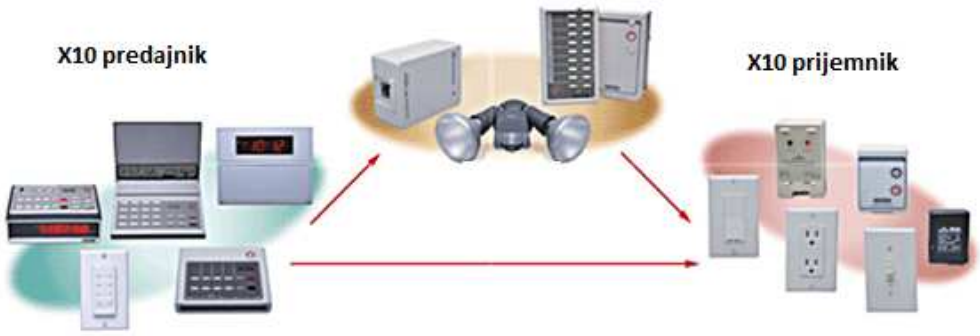
X10 je internacionalni industrijski standard za komunikaciju između električnih uređaja koji se koriste u kućnoj automatizaciji.

X-10 kompatibilni proizvodi bili su namenjeni za široke mase što daje naslutiti da ne zahtevaju veliku popratnu infrastrukturu. Medijum komunikacije je postojeća elektroenergetska mreža. Princip rada je jednostavan, dakle imamo odašiljače i prijemnike. Digitalni podaci se kodiraju na nosioca frekvencije 120 kHz koji se prenosi preko električne mreže frekvencije 50 ili 60 Hz. Jedan bit se prenosi pri svakom prolasku kroz nulu. Iz ovoga sledi da možemo adresirati maksimalno 256 uređaja koji mogu raditi nezavisno jedan od drugog, a i više njih u slučaju da nekima dodelimo iste adrese ako nam odgovara da se neke radnje izvode paralelno.

Prednosti ovog protokola su jeftina implementacija zbog korišćenja postojećih instalacija, jednostavnost same instalacije kao i tridesetogodišnja dominacija na tržištu. Takođe još neke od prednosti X-10 protokola nad drugim sličnim tehnologijama su:

- Niska cena za celokupnu implementaciju;
- Nema potrebe dodatnih ožičenja u unutrašnjosti;
- Laka instalacija i praktičnost upotrebe od strane ukućana;
- Interoperabilnost i kompatibilnost među komercijalnim proizvodima.

[14] Yousuf, M.S., El-Shafei, M. (Novembar, 2007.) "Power Line Communications: An Overview - Part I", 4th International Conference on Innovations in Information Technology, str.218 - 222



Slika 1. X-10 kompatibilni proizvodi

Problem predstavljaju kućni aparati sa elektromotorom koji unose smetnju (šum) u napon gradske mreže pa na prijemniku može doći do pogrešnih detekcija. Drugi problem su uređaji poput računara koji rade sa posebno prilagođenim naponima napajanja, podešenim prefiltrima koji imaju tendenciju isfiltrirati upravljački X-10 signal. Ovi problemi se rešavaju raznim filtrima za šum. Problemi vezani uz fazne pomake rešavaju se pomoću 'couplera'.

4.1.2. Insteon

Insteon (INSTEON) predstavlja rešenje koje je razvijeno za kućnu automatizaciju od strane SmartLabs-a i promovisano od strane Insteon Alliance (Udruženja).

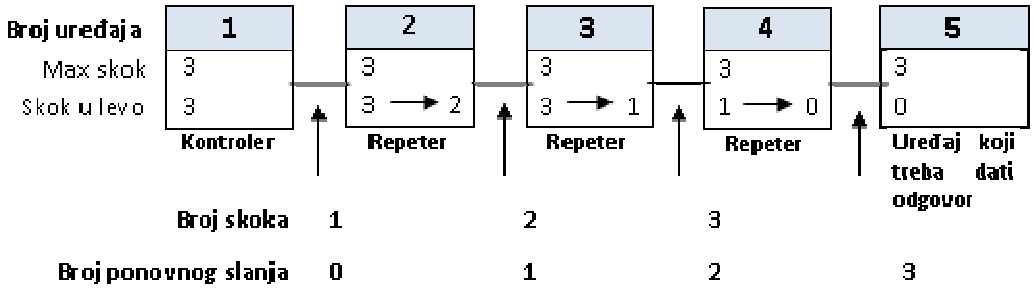
Jedna od posebnih karakteristika Insteon-a je činjenica da on definiše mrežnu topologiju koja se sastoji od RF-a i veza električnih vodova (power-line). Uređaji mogu biti samo RF ili power-line, ili mogu da podržavaju oba tipa komunikacije.

Insteon radiofrekventni signali koriste (FSK)[15] modulaciju na centralnoj učestalosti od 904 MHz, sa protokom neobrađenih podataka od 38,4 kb/s. Insteon uređaji su peer-ovi, što znači da svaki od njih može da igra ulogu pošiljaoca, primaoca, ili prenosioca.

Komunikacija između uređaja koji nisu u istom opsegu se postiže multihop pristupom koji se u mnogim aspektima razlikuje od tradicionalnih tehnika. Svi uređaji ponovo ispočetka prenose poruke koje primaju, ukoliko oni sami nisu destinacija poruke. Maksimalni broj hop-ova za svaku poruku je ograničen na četiri. Multihop prenos se vrši pomoću šeme za sinhronizaciju vremenskih

[15] Frequency-shift keying (FSK) predstavlja shemu frekvencijske modulacije u kojoj se digitalne informacije prenose putem diskretnih frekvencijskih promena na mreži nosiocu. http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-shift_keying

slotova, po kojoj su prenosi dozvoljeni u određenim vremenskim slotovima, i uređaji u okviru istog opsega ne prenose različite poruke u isto vreme. Ovi vremenski slotovi su definisani od strane jednog broja power-line nultih ukrštanja. RF uređaj koji nije priključen na električni vod može da prenosi poruke asinhrono, ali će te poruke biti sinhronizovano ponovo poslate od strane RF uređaja koji su priključeni na vod.



Slika 2. Hop prenos poruke i retransmisija u Insteon mreži

Za razliku od klasičnog mehanizma za izbegavanje kolizije, uređajima unutar istog opsega je dozvoljeno da simultano prenesu istu poruku. Ovaj pristup, koji se zove simulcast, počiva na veoma maloj verovatnoći da više simultanih signala budu otkazani na prijemniku.

4.1.3. PLC-Bus

Power Line Communication Bus (PLC-BUS) je uveo ATS doo. sa sedištem u Amsterdamu u Holandiji još 2002. godine sa ciljem da pruži jeftino rešenje visoke stabilnosti za komunikacijske linije napajanja u odnosu na druge savremene tehnologije dalekovoda. PLC-BUS tehnologija pokriva svaki aspekt u kućnoj automatizacija u rasponu od rasvete / kućnih uređaja / HVAC kontrole sve do interne-komunikacije između uređaja putem linije napajanja.

Slično X-10, PLC-BUS koristi alternativne strujne vodove za prenos upravljačkih signala do kućnih električnih uređaja. Takođe, PLC-BUS ima mogućnost za proveru ON/OFF statusa svetla i kućnih uređaja putem dvosmerne komunikacije u odnosu na X-10. Ono što je važnije je da je PLC-BUS ima prednost i odnosu na Pulse Position Modulation (PPM)[16] tehnologiju za kodiranje podataka na temelju lokacije moduliranih impulsa u utvrđenim vremenskim intervalima

[16] PPM predstavlja modulaciju položaja impulsa je oblik signala modulacije u kojem su $_2M$ delovi (bitovi) poruke kodirani i emituju jedan puls u jedanom od mogućih vremenskih intervala.

http://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-position_modulation

između impulsa koji omogućavaju prenos podataka brzinom od 200bps na frekvenciji od 50Hz na dalekovodu.

Naime, okvir kodiranih podataka odgovara svakoj polovini ciklusa naizmeničnog sinusoidnog talasa do ukrštavanja sa nulom, u kojem slučaju se okvir deli na četiri dela a lokacija pulsa u svakom delu označava dva bita. Kao rezultat toga, podatak dužine jednog bajta je kodiran u svaka dva ciklusa sinusoidnog talasa. Osim toga, PLC-BUS sarađuje i međuoperativno sa drugim tehnologijama dalekovoda, kao što su X-10, ili LonWorks pružajući prenos signala za koverziju podataka.

Adresa ciljanog uređaja se sastoji od ID Mreže i ID Destinacije. Mrežni ID se koristi da bi se jedinstveno identifikovala svaka kuća, dok se ID Destinacije sastoji od kôda sobe i kôda svake jedinice u kući. Izvorni ID uglavnom se koristi za razlikovanje vrste uređaja od strane odašiljača sa perspektive kontrole uređaja.

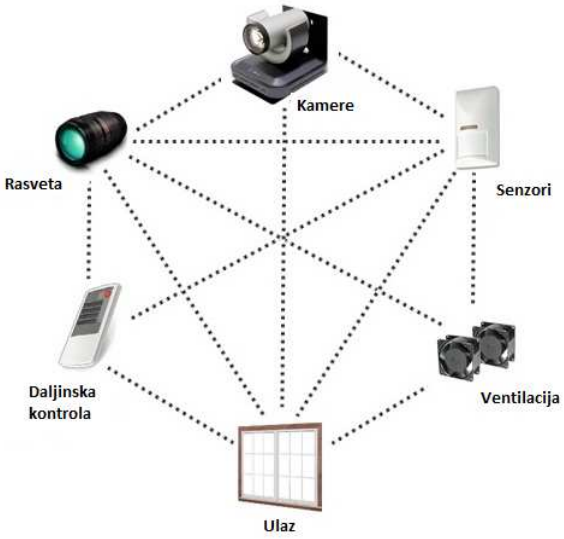
4.1.4. LonWorks

LonWorks predstavlja platformu Echelon kompanije. Jedna je od novijih platformi koja se prvenstveno koristi u inteligentnoj izgradnji (industriji) ali počinje igrati sve značajniju ulogu i u kućnoj automatizaciji. Jednu LonWorks platformu čini:

1. Neuron mikroprocesor
2. LonTalk komunikacijski protokol
3. LonWorks Network Services (LNS)

Komunikacija između uređaja povezanih LonWorks mrežom je moguća preko medijuma koji može biti upredena parica, gradska mreža, RF, IR (infra red), koaksijalni kabel ili optička vlakna. Osnova LONworks platforme je neuron mikroprocesor kojim upravlja program.

Arhitektura protokola zasniva se na "peer to peer" komunikaciji između uređaja što znači da dva uređaja komuniciraju između sebe direktno i sa jednakim ovlašćenjima. Za razliku od komunikacije preko servera koji u slučaju prenatrpanosti postaje usko grlo sistema ovde do sličnog problema nemože doći.



Slika 3. LonWorks peer to peer arhitektura mreže

Brzina komunikacija između pojedinih uređaja varira zavisno od medijuma i dostiže 1.25Mbps na upredenim paricama. LonWorks sistemi mogu koristiti različite kanale na istim ili različitim tipovima medijuma. Kanali su međusobno povezani pomoću LonWorks usmerivača. Neuron čipovi hardverski implementiraju slojeve 2-6 OSI[17] referentnog modela, što olakšava razvoj novih aplikacija za upravljačke mreže koje koriste LonWorks tehnologiju.

Programska implementacija protokola LonTalk je sadržana u ROM-u (engl. Read Only Memory) svakog neurona mikroprocesora, a parametri specifični za karakteristične aplikacije snimaju se u RAM (engl. Random Access Memory) rezervisan upravo za te parametre. LonWorks Network Services (LNS) je skup alata i programa za instalaciju, održavanje, nadgledanje i upravljanje interoperabilnim LonWorks upravljačkim mrežama.

Takvi alati omogućuju udaljeni nadzor i podešavanje paramaetara upravljačke mreže, kao i konfigurisanje uređaja spojenih na mrežu, spuštanje aplikacijskih programa i parametara na uređaje spojene u mrežu, prijavu grešaka i sl. LNS takođe omogućuje integraciju sistema upravljanja sa ostalim informacijskim sistemima. Danas LonWorks arhitektura podržava klijente većine operativnih sistema. Domen predstavlja skup čvorova jednog ili više kanala. Komunikacija čvorova moguća je unutar jednog domena. Domen je moguće podeliti na 127 podmreža od po 256 čvorova sa time da jedan čvor može biti u više

[17] OSI referentni model ili referentni model za otvoreno povezivanje sistema (eng. Open Systems Interconnection Basic Reference Model) je najkorišćeniji apstraktni opis arhitekture mreže. http://sh.wikipedia.org/wiki/OSI_model

podmreža samo ako je u svakoj definisan. Jednostavnim računom sledi da je moguće povezati 33485 uređaja.

4.1.5. HomePlug

HomePlug Powerline Alliance (udruženje), osnovano od strane vodećih tehnoloških kompanija u martu 2000. godine je neprofitno udruženje koje namerava pružiti platformu kako bi podstakli stvaranje standarda ili specifikacija za in-home powerline mrežne proizvode i usluge po prihvatljivoj ceni, na interoperabilan način.

Od juna 2001. godine, udruženje je zvanično objavilo niz standarda sa različitim PHY[18] modulacijske tehnike kao nasleđe: HomePlug 1.0 sa brzinom od 14Mbps za povezivanje kućnih uređaja putem električnih vodova, HomePlug AV teoretski sa brzinom od 200Mbps sa ulogom prenosa multimedijalnih podataka u stanovima, HomePlug BPL za pristup high-speed Internetu u stanovima i HomePlug C&C (Command and Control) koji pruža lowspeed rešenje (male brzine) sa iznimno niskim troškovima za kućnu automatizaciju. Naravno, rastojanja u unutrašnjoj transmisiji su 300 do 350 metara.

Generalno, sve specifikacije HomePlug-a uključuju robustan fizički sloj (PHY) i efikasan Medium Access Control (MAC) protokol kako bi se obezbedila pouzdana komunikacija putem linija dalekovoda sa medijumima.

Da bi se postigla uporedivo velika brzina prenosa podataka, bez razmatranja ukupnih troškova, HomePlug koristi ortogonalni frekvencijski multipleks za razdvajanje (OFDM[19]) koji deli tok podataka u skup bitova paralelnih stream-ova kako bi bili modulirani i grupisani na više podjednako raspoređenih podmreža. OFDM u svojoj implementaciji, usvoja ciklički prefiks i diferencijalne modulacijske tehnike da bi se izbegla potreba za izjednačenjem. Osim toga koristi se, ispravljanje grešaka u konekciji (FEC[20]) i preplitanje

[18] PHY eng. physical layer - Fizički sloj, prvi od sedam slojeva OSI modela računarskog umrežavanja. Banzal Shashi, (2007)" Data and Computer Network Communication". Firewall Media. str. 41.

http://books.google.rs/books?id=UD0h_GqgbHgC&printsec=frontcover&dq=network%2B+guide+to+networks&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

[19] OFDM eng.Orthogonal Frequency Division Multiplexing, ortogonalni frekvencijski multipleks za razdvajanje - je metoda kodiranja digitalnih podataka za višestruke nosioce frekvencija. http://en.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency-division_multiplexing

[20] FEC eng. Forward Error Correction - U telekomunikaciji, teoriji informacija i teoriji kodiranja, Forward Error Correction (FEC) ili kanalno kodiranje je tehnika koja se koristi za kontrolu greške u prenosu podataka preko nepouzdanih ili komunikacionih kanala sa šumovima

podataka kako bi se smanjili impulsi šumova koji potiču od drugih kućnih električnih uređaja.

U međuvremenu, MAC sloj HomePlug-a predstavlja vrstu (CSMA/CA[21]) protokola za višestruki pristup sa osluškivanjem nosioca i izbegavanjem sudara, ima funkciju kao shema za pristup kanalu medijuma, uključujući mehanizam osluškivanja nosioca da bi se otkrila dostupnost kanala za zadatke koji imaju prioritet, kao i backoff algoritam zasnovan na različitim nivoima prioriteta da bi se povećala upotreba mreže, čak i u teško opterećenim mrežama u interesu QoS[22]-a. Uz CSMA/CA, PHY može podržavati prenos podataka i prijem u "bursty" režimu rada, u tom slučaju svaki spojeni uređaj pokreće predajnik samo kad ima podatke za slanje. Predajnik je isključen i vraća se natrag na režim rada za prijem čim se završi dostava podataka.

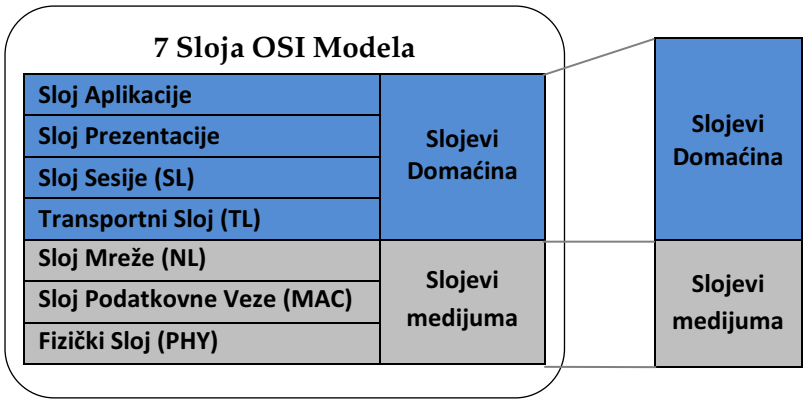
U katalogu HomePlug specifikacije, HomePlug C&C je razvijen i standardizovan zadnjih nekoliko godina. HomePlug standard zadovoljava osnovno razmatranje troškova i praktičnost u kućnom upravljanju umrežavanjem, u rasponu od nadzora kućnih uređaja i sigurnosti do automatskog očitavanja podataka i uštede električne energije, a zasnovano na mehanizmu zahtev-odgovor (Demand-Response) kao mogućeg proširenja tehnologije upravljanja pametnim mrežama (smart grid). Pored toga, predstavlja i vezu sa drugim radiofrekvencijskim (RF) mrežama poput ZigBee i Z-Wave, itd

Kao što je prikzano na slici 4 HomePlug C&C se temelji na 7 slojeva OSI referentnog modela:

http://en.wikipedia.org/wiki/Forward_error_correction

[21] CSMA/CA eng. Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, protkol za višestruki pristup sa osluškivanjem nosioca i izbegavanjem sudara predstavlja metodu višestrukog pristupa mreži korišćenjem osluškivača nosioca, gde čvorovi pokušavaju izbeći sudare prilikom prenosa podataka.
http://en.wikipedia.org/wiki/Carrier_sense_multiple_access_with_collision_avoidance

[22] QoS eng. Quality of service in computer network trafficking, kvalitet servisa saobraćaja u računarskim mrežama.
http://www.cisco.com/en/US/products/ps6558/products_ios_technology_home.html



Slika 4. Arhitektura HomePlug C&C protokola

Osim sličnosti u skladu sa HomePlug standardima, HomePlug C&C takođe nudi i druge funkcije specifične za kontrolu okolinu kuće. Pored toga, interoperabilnost između kućnih električnih uređaja konfigurirsanih sa HomePlug C&C protokolom, stek je definisan na sloj hosta preko zajedničkog opisnog jezika koji definiše usluge i delovanje uređaja.

4.2. Bežične tehnologije

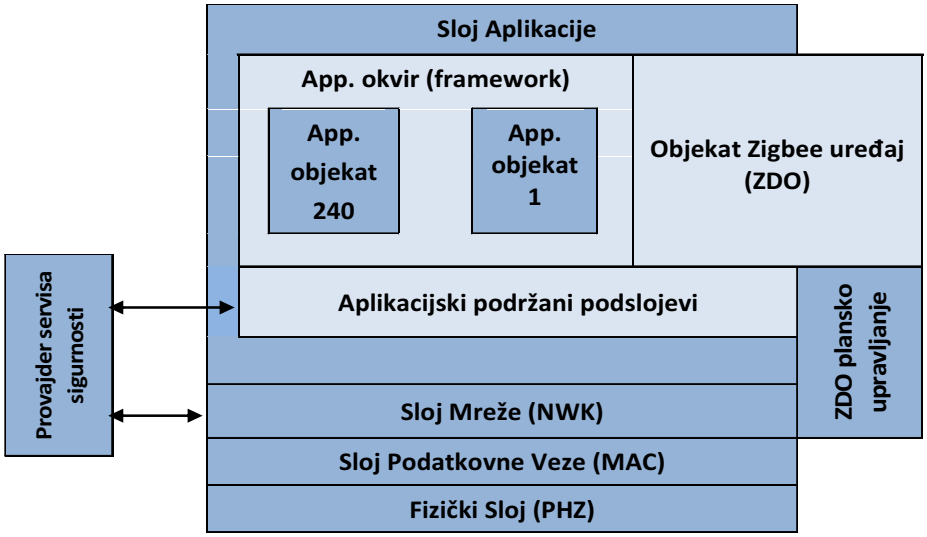
Zbog složenosti i cene ponovne instalacije i readaptacije prilikom umrežavanja uređaja na kratkoj udaljenosti u kući, bežična tehnologija nastoji da pruži prikladno rešenje prihvatljivo od strane stanovnika bez ponovne implementacije i razvlačenja elektroinstalacija.

Ove tehnologije, uključujući WLAN, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave itd., uglavnom rade u industrijsko naučno medicinskim frekvencijama (ISM Band), naročito na 2.4GHz frekvencijskom rasponu. U pogledu kontrole mreže u pametnoj kući, karakteristike ovih bežičnih tehnologija su niska brzina, mala potrošnja energije, visoka isplativost, fleksibilnost u umrežavanju i implementaciji, kao i pokrivenost signala unutar kuće.

4.2.1. ZigBee

ZigBee predstavlja tehnologiju bežičnog umrežavanja razvijenu od strane ZigBee Alliance (udruženja) za aplikacije sa malim brzinama prenosa podataka i malim dometima.

ZigBee tehnologija definiše skup standarda za bežične mreže malog napona, uz veliki broj uređaja gde je trajanje baterije produženo do pet godina. Zajedničko (i važno) pitanje koje se postavlja kada ljudi čuju o ZigBee je zašto je neophodan ZigBee. U svetu sa Wi-Fi i Bluetooth-om, da li nam je potreban ZigBee? U odnosu na Bluetooth i Wi-Fi, ZigBee je znatno jednostavniji protokol, Većina Wi-Fi mreže prenos vrše pri brzinama do 54 Mbps (isključujući IEEE 802.11n mreže), Bluetooth prenos se odvija na 3 Mbps, ZigBee koristi brzinu prenosa podataka od 20-250 Kbps. Većina korisnika izveštava o relativno kratakom veku trajanja baterija na Wi-Fi uređajima, dok Bluetooth tehnologija ima tipičan vek trajanja baterije od nekoliko dana, poređenja radi, uređaj zasnovan na ZigBee tehnologiji može raditi mesecima ili godinama, sa efikasnošću od pet godina rada pre sledeće zamene ili punjenja baterije.



Slika 5. Arhitektura ZigBee protokola

ZigBee skup protokola se sastoji od četiri osnovna nivoa: fizički sloj (PHY), sloj kontrole pristupa medijumu (MAC), sloj mreže (NWK) i sloj aplikacije (APL). ZigBee takođe obezbeđuje zaštitnu funkcionalnost kroz nivoe (prikazano na Slici 5). Dva niža nivoa ZigBee skupa protokola su definisana IEEE 802.15.4 standardom, dok je ostatak skupa definisan ZigBee specifikacijom. Inicijalna verzija IEEE 802.15.4, na kojoj je ZigBee baziran, radi u 868 MHz, 915 MHz i 2GHz opsezima, koji su dostupni u Evropi, Severnoj Americi i ostatku sveta. Brzine prenosa podataka su 20 kb/s, 40 kb/s i 250 kb/s. Binarna PSK (BPSK) je korišćena u prva dva opsega i ortogonalno-kvadraturna PSK (O-QPSK) je korišćena za 2.4GHz signale. Ovi mehanizmi komunikacije su kombinovani sa tehnikom direktnog sekvencijskog proširenja spektra (DSSS). Postoje dve metode za pristup kanalu u IEEE 802.15.4: omogućen opomenom i bez opomene. Prvi pretpostavlja

da postoji čvor koji se ponaša kao koordinator PAN (Personal Area Network) mreže, koji emituje opomene za mrežnu sinhronizaciju. Sa ovom šemom, vreme između opomena je podeljeno u tri perioda:

- Period sa sukobom zahteva za pristupom (CAP) u kojem se koristi tehnika osluškivanja višestrukog pristupa nosioca sa izbegavanjem kolizije (CSMA/CA)
- Period bez sukoba zahteva (CFP) u kojem čvor može da prenosi u alociranom garantovanom vremenskom slotu (GTS)
- Neaktivni period u kojem čvorovi mogu ostati u sleep režimu.

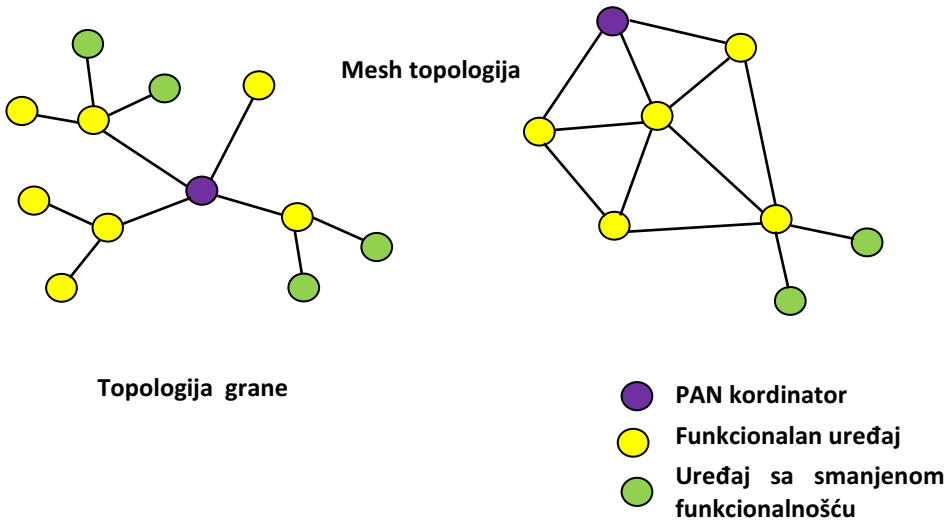
U režimu bez opomena, uređaj primenjuje ravnu CSMA/CA šemu. IEEE 802.15.4 dozvoljava korišćenje frejmova potvrde (ACK) za unicast prenose.

ZigBee definiše tri uloge uređaja:

- ZigBee koordinator, koji odgovara IEEE 802.15.4 PAN koordinatoru;
- ZigBee ruter;
- ZigBee krajnji uređaj;

ZigBee (NWK) sloj mreže konkretno podržava adresiranje i rutiranje za mesh topologiju i topologiju grane. Topologija grane, koja je adekvatna za sakupljanje podataka, je rutirana u ZigBee koordinatoru. Ova šema uključuje mehanizam dodeljivanja adresa, koji takođe olakšava multihop prenos podataka.

U mesh topologiji rute su kreirane na zahtev i održavane korišćenjem skupa mehanizama koji su bazirani na ad-hoc on-demand distance vector (AODV) protokolu rutiranja. Ovo rešenje je korišćeno za proizvoljni point-to-point saobraćaj.



Slika 6. ZigBee topologija

ZigBee PRO rešenje takođe nudi many-to-one rutiranje za komunikaciju između više uređaja i centralnog kontrolera ili sink čvora. Ovaj čvor može odgovoriti uređajima korišćenjem izvornog rutiranja. Jedino ZigBee koordinatori i ruteri učestvuju u operacijama rutiranja.

Razvoj ZigBee aplikacionih objekata (odnosno samih aplikacija) može iskoristiti aplikacione profile. Postoje dva relevantna ZigBee aplikaciona profila za bežičnu automatizaciju kućnih uređaja.

1. ZigBee kućni javni aplikacioni profil automatizacije, koji definiše opise uređaja, komande, atribute, i ostale standardne postupke za ZigBee aplikacije u rezidencijalnim ili blago komercijalnim okruženjima; glavna područja primjene koja su razmotrena su: osvetljenje, HVAC i bezbednost.

2. ZigBee profil pametne energije koji posvećuje pažnju odgovoru na zahtev za energijom i upravljanje opterećenja. S obzirom na kućno okruženje, ovaj profil se fokusira na komunikaciju između kućnih uređaja i energetskog servisnog portala (ESP), koji povezuje ZigBee bežične uređaje profilom pametne energije sa komunikacionom mrežom kompanije za distribuciju električne energije. ZigBee bežična automatizovana mreža pametne energije ima više bezbedonosne zahteve u odnosu na obične ZigBee bežične mreže. Tako, čvorišta poslednjeg ne mogu sarađivati sa prvima, osim ako ne podržavaju profil pametne energije.

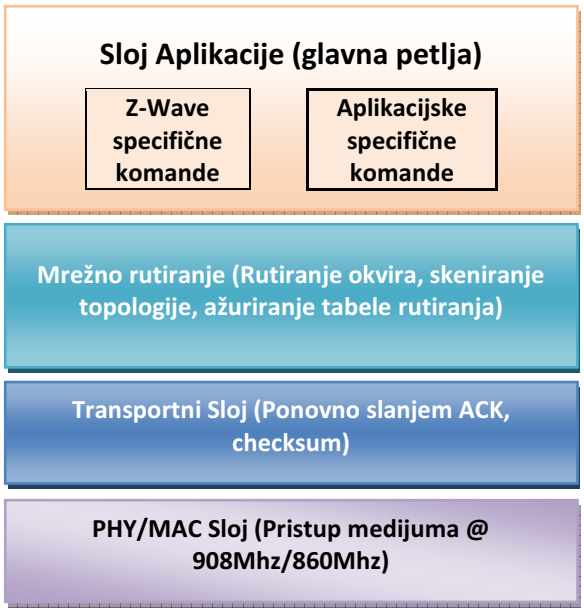
Buduća ZigBee RF4CE specifikacija će ponuditi jednostavno rešenje daljinske kontrole od uređaja do uređaja za korisnike elektronike, koje neće koristiti mogućnosti mesh umrežavanja sa svim karakteristikama.

4.2.2. Z-Wave

Z-Wave predstavlja arhitekturu bežičnog protokola koju je razvio ZenSys (a sada deo Sigma Design-a) promovisanu od strane Z-Wave Alliance (udruženja) za automatizaciju u stambenim i drugim komercijalnim okruženjima. Primarni cilj Z-Wave-a je da omogući pouzdan prenos kratkih poruka od kontrolne jedinice na jedan ili više čvorova u mreži. Z-Wave je organizovana kao arhitektura koja se sastoji od pet glavnih slojeva: PHY sloj, MAC sloj, Transportni sloj, sloj Rutiranja i sloj Aplikacije.

Z-Wave radio uglavnom radi na 900MHz ISM frekvencijskim opsezima (npr., 868 MHz u Evropi i 908 MHz u SAD). Z-wave vrši prenos podataka pri

brzini od 9,6 i 40kb/s preko (BFSK) modulacije. Z-Wave 400 serija uređaja sa jednim čipom podržava 2,4 GHz i nudi brzinu prenosa podataka do 200 kb/s. MAC sloj Z-Wave definiše mehanizam izbegavanja kolizije koji omogućava prenos okvira kada je kanal dostupan. Inače, pokušaj prenosa se odlaže za slučajni vremenski period. Nivo za prenos upravlja komunikacijom između dva uzastopna čvora. Ovaj sloj obezbeđuje opcioni mehanizam retransmisije baziran na ACK[23] okvirima.



Slika 7. Z-Wave arhitektura

Z-Wave definiše dva tipa uređaja: kontrolere i "robove" (slaves). Kontroleri šalju komande slave uređajima, koji odgovaraju kontrolerima, ili izvršavaju komande. Z-Wave sloj rutiranja obavlja rutiranje na osnovu pristupa rutiranja izvora. Kada kontroler prenosi paket, on u paket uključuje put koji treba slediti. Paket se može preneti preko četiri hop-a, što je dovoljno u stambenim uslovima i ograničava zaglavlje paketa koje rutira izvor. Kontroler održava tabelu koja predstavlja kompletnu topologiju mreže. Prenosivi kontroler (npr. daljinsko upravljanje) pokušava prvo da dosegne odredište putem direktnog prenosa. Ako ta opcija ne uspe, kontroler vrši procenu svoje lokacije i izračunava najbolji put do odredišta. Slave uređaji se mogu ponašati kao ruteri. *Slave*-ovi za rutiranje čuvaju statiku puteva (obično prema kontrolerima) i dozvoljeno im je da šalju poruke na druge čvorove, bez obzira da li se to od njih zahteva. *Slave*-ovi su pogodni za

[23] ACK eng Acknowledgment frames. Ack okviri definišu okvire podataka koji su uspešno primljeni na kraju veze (linka), http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc217011.aspx

nadgledanje senzora, u kojima je kašnjenje zbog polling[24]-a prihvatljivo, kao i za pogone koji obavljaju radnje kao odgovor na aktiviranje komandi. *Slave-ovi* za rutiranje se koriste za vremenski kritične aplikacije kao i aplikacije ne-izazvanog (non-solicited) prenosa kao što je aktiviranje alarma.

4.2.3. Bluetooth

Bluetooth je predstavljen od strane Bluetooth specijalne industrijske grupe (SIG), bluetooth pruža neuporedivo jeftino rešenje za bežičnu komunikaciju između prenosnih ili mobilnih uređaja.

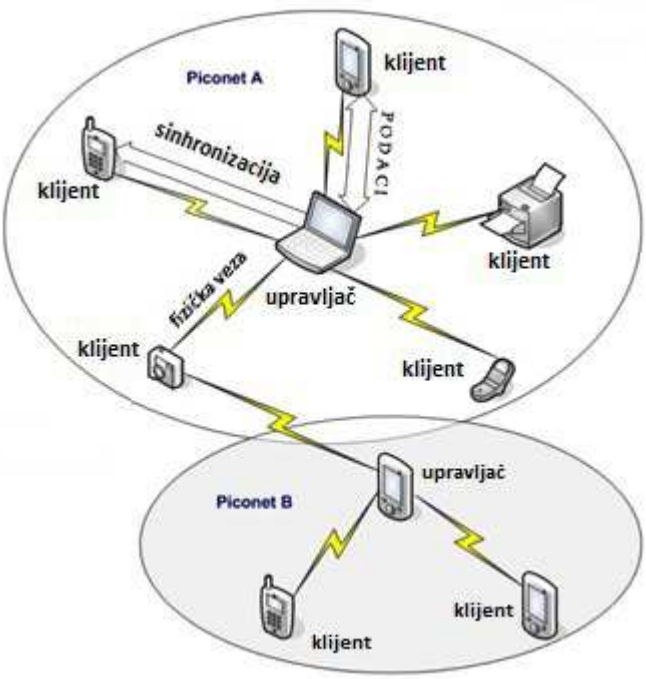
Bluetooth radi na 2.4GHz ISM (Industrial Scientific Medical) frekvenciji a uređaji opremljeni Bluetooth-om bi trebali biti u mogućnosti da razmenjuju podatke pri brzinama do 1Mbps na udaljenosti do 10 metara. Bluetooth podržava ispravljanje grešaka u konekciji (FEC) i automatsko ponovljanje-zahteva (ARQ[25]) kako bi se poboljšala pouzdanost smanjenjem grešaka u prenosu podataka. Uređaji automatski detektuju i lociraju druge uređaje, međutim za njihovo povezivanje potrebna je akcija korisnika. Uspostavljena mreža ima privremenu i slučajnu topologiju.

Dva ili više uređaja koji dele isti kanal, stvaraju mrežu, nazvanu piconet. U piconet mreži se na taj način međusobno može povezati do 8 uređaja. Glavna osobina Bluetooth mreža je odnos upravljač – klijent (master – slave)., sa jednim uređajem koji je "upravljač", dok su ostali povezani kao klijenti. Više pikomreža može formirati scatternet.

[24] Polling, or polled operation. U računarstvu se odnosi na aktivno prikupljanje uzoraka sa eksternih uređaja od strane klijent programa kao sinhrone aktivnosti.
http://en.wikipedia.org/wiki/Polling_(computer_science)

[25] ARQ eng.Automatic Repeat-reQuest, mehanizam kontrole grešaka za prenosa podataka.

http://en.wikipedia.org/wiki/ARQ



Slika 8. Dve piconet mreže formiraju scatternet

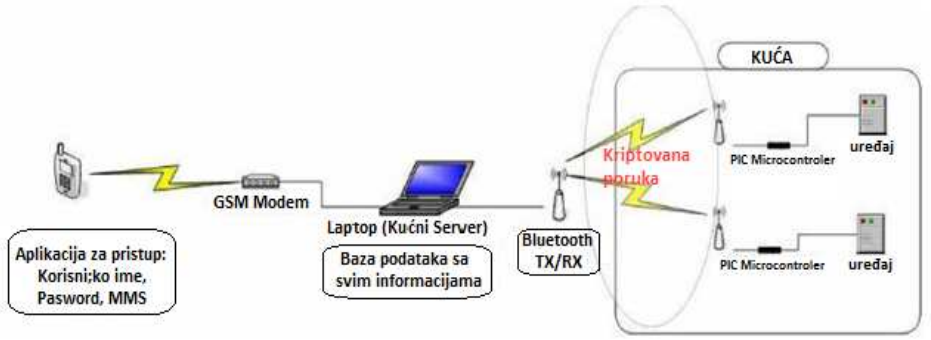
Da bi uređaji mogli komunicirati moraju raditi sinhono i upotrebljavati istu sekvencu preskoka (hop). Bluetooth uređaji u piconet mreži usklađuju svoj takt sa generatorom takta nadređenog uređaja. Sekvencu preskakanja takođe određuje nadređeni uređaj. U svakom vremenskom odseku moguća je razmena paketa između nadređenog i podređenog uređaja. Format paketa je određen standardom prema kojem se svaki paket sastoji: od pristupnog koda (72 bita), zaglavlja (54 bita) i korisničkog opterećenja (payload) koji se kreće od 0-2745 bita. Pristupni kod služi za identifikaciju i sinhronizaciju uređaja, a zaglavlje sadrži upravljačke informacije (tabela 1.). Dužina korisničkog dela je promenljiva.

Pristupni kod	Zaglavlje	Korisnički deo
72 bita	54 bita	0-2745 bita

Tabela 1. Standardni format Blueooth paketa

Bluetooth usvaja (TDMA[26]) tehniku višestrukog pristupa sa vremenskom podelom za razdvajanje komunikacije između glavnog uređaja i bilo kog podređenog uređaja u piconet mreži, a koji skeniranjem omogućuje da glavni uređaj komunicira sa drugim podređenim uređajima u peer-to-peer režimu.

S obzirom na osnovne karakteristike Bluetooth tehnologije, autori[27] predstavljaju End-to-End bežično rešenje za daljinsko upravljanje u pametnoj kući što je i prikazano na slici 9.



Slika 9. Bluetooth arhitektura mreže pametne kuće

Sistem se sastoji od mobilnog telefona sa Java podrškom, računara sa Java serverom, GSM modemom priključenim na server na eksternu mobilnu mrežu, Bluetooth pristupne tačke služe kao glavne (master) jedinice sa fabrički ugrađenim PIC mikrokontrolerom dok su podređene (slave) jedinice spojene na kućne uređaje.

4.2.4. IP bazirana rešenja

Pored skepticizma mnogih istraživača o podobnosti Internet arhitekture za senzorske mreže, danas su ovakvim mrežama na raspologanju implementirani IPv6 stack-ovi. IPv6 ima rešenja spremna za mrežnu autokonfiguraciju i odsustvo stateless osobine, i zadovoljava veliki adresni opseg potreban za takve mreže. Paralelno sa tim, Internet Engineering Task Force (IETF) je sprovodila standardizaciju mehanizama za proširenje Interneta za senzorske i pokretačke (actuator) mreže. Pored toga, korišćenje IP-a za ove uređaje se promoviše od

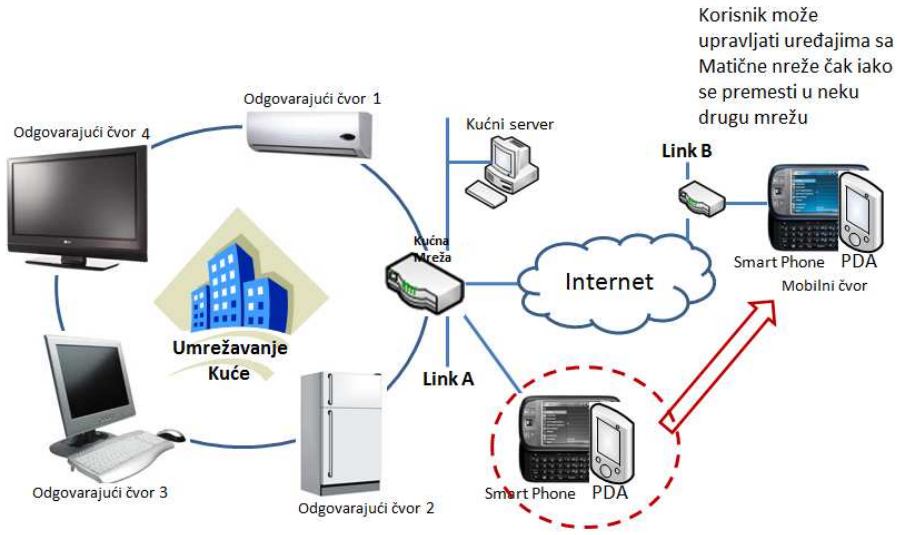
[26]TDMA eng.Time Division Multiple Access, vremensko deljenje sa višestrukim pristupom je metoda pristupa kanalu za srednje deljene mreže. To omogućuje da više korisnika deli isti frekvencijski kanal deljenjem signala u različitim vremenskim intervalima.

http://en.wikipedia.org/wiki/Time_division_multiple_access

[27] M. Al-Qutayri, H. Barada, S. Al-Mehairi, J. Nuaimi (April 2008) "A Framework for an End-to-End Secure Wireless Smart Home System", the 2nd Annual IEEE Systems Conference, str.1-7.

nedavno osnovanog (IPSO - eng. IP Smart Objects) IP udruženja za pametne objekte. IP senzorske mreže nastaju i mogu dramatično povećati kapilarnost na Internetu. U bliskoj budućnosti će u potpunosti biti dostupna standardizovana IP bazirana rešenja za bežične mreže kućne automatizacije.

Mobile IPv6 je verzija Mobile IP[28] standarda koji omogućava korisnicima mobilnih uređaja čije su IP adrese povezane sa jednom mrežom ostanu povezani sa tom mrežom, čak i kada se prebace na mrežu sa drugom IP adresom. Kada korisnik napušta mrežu sa kojom je njegov uređaj povezan (kućna mreža) i ulazi u domenu strane mreže, strana mreža koristi Mobile IP protokol da saopšti kućnoj mreži care-of[29] adresu na koju bi svi paketi za korisnikov uređaj trebali biti poslani. Svaki mobilni čvor je identifikovan pomoću svoje kućne adrese zanemarujući njegov trenutni položaj u kućnoj mreži. Iako daleko od svoje matične mreže, mobilni čvor je povezan sa njom preko care-of adrese koja identifikuje trenutnu lokaciju a sa svojom matičnom (home) adresom je povezan pomoću lokalne krajnje tačke (endpoint) tunela sa uređajima u kući. Mobile IP se najčešće može naći u bežičnim WAN okruženjima gde korisnici trebaju nositi svoje mobilne uređaje preko višestrukih LAN-ova sa različitim IP adresama.



Slika 10. Arhitektura pametne kuće zasnovana na MIPv6

[28] Mobile IP (or IP mobility) je standard definisan od strane Internet Engineering Task Force (IETF), predstavlja protokol za komunikaciju koji omogućava korisnicima mobilnih uređaja da se kreću iz jedne u drugu mrežu zadržavajući svoju stalnu IP adresu.
http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_IP

[29] Care-of adress, koristi se u internet rutiranju, care-of address je privremena IP addresa za mobilne uređaje. http://en.wikipedia.org/wiki/Care-of_address

U sistemu pametne kuće upotrebom Mobile IPv6 standardnih formata poruka vrši se komunikacija među čvorovima (kućni uređaji) i razmena informacija unutar kuće

Komunikacijski signali od korisnika prolaze postupke autentifikacije kao i kod standardne sheme MIPv6 primopredaje kako bi se osiguralo da se kontrola i upravljanje umreženim uređajima u kući vrši od strane stanara ili vlasnika kuće.

4.3. Android aplikacije za kućnu automatizaciju

Android aplikacija za kućnu automatizaciju, omogućava upravljanje svim uređajima iz kuće ili sa udaljene lokacije. Korisnik veoma jednostavno može uključiti klima uređaj na određenu temperaturu, podesiti osvetljenje, roletne, otvoriti zavesu, itd. preko interneta, sa bilo koje lokacije iz sveta. Preko lokalne WiFi mreže može uključiti TV, pustiti muziku, ili prilagoditi ambijent trenutnim potrebama.

Prednost ovakvog načina upravljanja je što se može veoma jednostavno prilagoditi na bilo koji uređaj sa Android operativnim sistemom. Sve što je potrebno je da na vaš telefon ili pc tablet instalirate željenu Android aplikaciju za kućnu automatizaciju. Nije potrebno kupovati skupe touch screen displeje. Veoma jednostavno kroz meni Android aplikacije korisnik može pokrenuti neki od ponuđenih scenarija, zadati zadatak određenom uređaju ili izvršiti proveru tj. nadzor.

5. Android operativni sistem



Slika 11. Logo Android OS

Android™ operativni sistem je trenutno jedan od najrasprostranjenijih operativnih sistema. Android OS razvijen je prvenstveno za mobilne uređaje osetljive na dodir kao što su mobilni telefoni, tablet računari, laptop računari, netbook računari, smartbook računari, čitači elektronskih knjiga, pa čak i ručni satovi. U početku razvijen od strane kalifornijske kompanije Android Incorporated koju je finansijski potpomogao a kasnije 2005. god. kupio Google.

Android je predstavljen 2007. godine, zajedno sa osnivanjem *Open Handset Alliance*[30], konzorcijum hardvera, softvera i telekomunikacionih kompanija posvećen unapređivanju otvorenih standarda za mobilne uređaje. Prvi telefon zasnovan na Android platformi prodat je u oktobru 2008. godine.

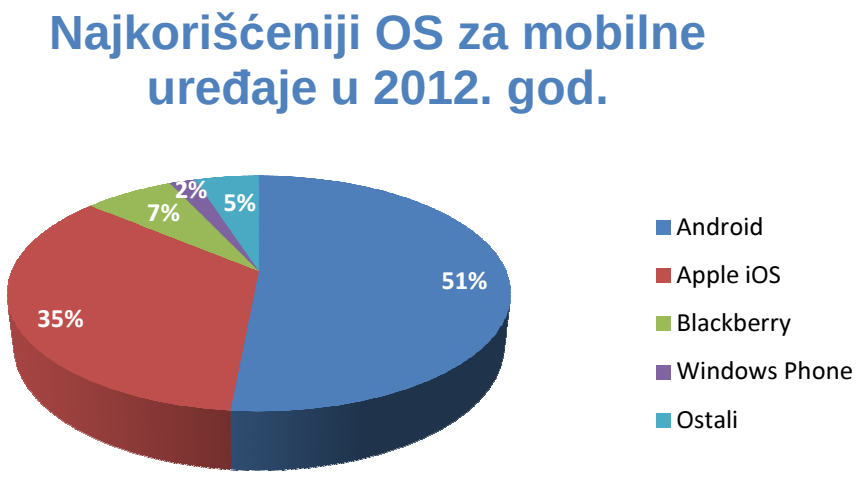
Po istraživanju kompanije *Nielsen*[31] objavljen je izveštaj o najpopularnijim i najviše korišćenim operatvnim sistemima za mobilne telefone. Android OS, je na prvom mestu, kako u Sjedinjenim Američkim Državama tako i u Evropi. Android

[30]def. Open Handset Alliance je udruženje sačinjeno od 84 tehnologija i mobilnih kompanija udruženih zajedno sa ciljem da ubrzaju inovacije mobilnih telefona i da ponude korisniku bogatiji, jeftiniji i bolji doživljaj korišćenja mobilnog telefona.

http://www.openhandsetalliance.com/oha_faq.html

[31] Nielsen kompanija koja sprovodi istraživanja tržišta, http://www.nielsen.com/us/en/about-us.html

OS u trećem kvartalu 2012. godine zauzima 52% tržišta, na drugom mestu je *Apple* iOS sa 35%, treći je *BlackBerry* OS sa 7%, na četvrtom mestu je *Microsoft*-ov *Windows Phone* OS sa udelom od 2% i ostali OS 5%.



Slika 12. - Najkorišćeniji OS za mobilne uređaje u 2012. godini po istražvanjima Nielson.

Android OS baziran je na popularnom Linuxu open-source operativnom sistemu i kao takav po mnogo čemu podseća na sam Linux. Android OS je prvenstveno dizajniran kao OS za mobilne uređaje (primarno preteče smartphone-a, odnosno PDA uređaje) sa ekranom osetljivim na dodir, ali se vrlo brzo i lako proširio i na tablete koji su koncepcijski jako slični smartphone-ima. Po prirodi i Android je open-source a kôd je objavljen pod Apache Licence[32] licencom, što dozvoljava proizođačima i provajderima usluga ali i individualnim korisnicima slobodno modifikovanje i distribuiranje softwarea.

Android ima veliku zajednicu programera koji pišu aplikacije ("apps") koje povećavaju funkcionalnost uređaja, napisanih pre svega u posebno prilagođenoj verziji programskog jezika Java. U oktobru 2012. godine bilo je dostupno preko 700.000 aplikacija za Android, a procenjuje se da je 25 milijardi aplikacija preuzeto sa *Google Play*-a, prethode vezije *Play Store*[33] što Android čini najpopularnijim mobilnim razvojnim okruženjem. Po anketi koju je sproveo *Developer Economics* u

[32] Apache Licenca je besplatan softver licenca napisana od strane Apache Software Foundation (ASF). http://source.android.com/source/licenses.html

[33] Play Store(ranije poznat kao AndroidMarket i Google Play) predstavlja digitalnu distribuciju aplikacija za Android platformu kao i online elektronsku i digitalnu prodavnicu koju je razvio i održava Google. http://en.wikipedia.org/wiki/Play_Store

aprilu i maju 2013. godine ustanovljeno je da je Android najpopularnija platforma za programere koju koristi 71% populacije mobilnih programera.

5.1 Istorija Android OS

Android. inc osnovan je u Palo Alto, California (Palo Altu, Kaliforniji) oktobra 2003. godine, a njegovi osnivači su: Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears i Chris White. Android OS je incijalno razvijen od strane istoimene firme pod finansijskim potkroviteljstvom Google-a koji je 2005. godine i kupio Android inc. 5. Novembra 2007. godine oformiran je Open Handset Alliance (OHA) i predstavljen Android. OHA je skup hardware-skih, software-skih kao i telekomunikacijskih kompanija posvećene unaprijeđivanju standarda otvorenih za javnost mobilnih uređaja koji je takođe kupio Google.

Ipak javnost je pogrešno protumačila vezu Google i Android-a. Android nije razvijen od strane Google, već od strane kompanija grupisanih pod imenom Open Handset Alliance, ali se ne zna tačno ko je šta radio u procesu izrade Android operativnog sistema.

Već 12. novembra iste godine predstavljen je i prvi Android Beta SDK[34] (*Software Development Kit*) namenjen u prvu ruku Java programerima za rad na razvoju svojih Android aplikacijama.

5.2. Kratka istorija verzija Android OS

23. septembra 2008. godine objavljena i prva oficijelna verzija Androida pod nazivom "Android 1.0" i predstavljena je uz mobilni telefon HTC Dream (G1) razvijen za potrebe operatera T-Mobile. Prvi Android telefon je prodan u oktobru 2008. godine.

9. februar 2009. godine je dan kad je izašao prvi update za T-Mobile G1 uređaj i poznat je kao Android 1.1 (kodno ime "*Petit Four*" – interno, međutim nikad oficijelno). Inače kodni nazivi Android verzija prate abecedni raspored pri

[34] Android Software Development Kit - predstavlja se različitih alate koji pomažu pri razvijanju mobilnih aplikacija za Android platformu. http://developer.android.com/tools/help/index.html

čemu ne postoji Android verzije koji počinju na slova "A" i "B" iako se spominju neke verzije prije oficijelne sa nazivima tih početnih slova.

5.2.1. Android 1.5. Cupcake

30. aprila 2009. godine predstavljen je Android 1.5 poznat pod kodnim imenom "Cupcake". Cupcake je bila prva značajnija verzija Androida od samog početka , zato što je značajno proširen opseg mogućnosti i funkcionalnosti uređaja na toj verziji. U prvom redu to je mogućnost snimanja i reprodukovanja videa, odnosno prva Camcoder Android aplikacija, te mogućnost uploadovanja na Gooogleove servise kao što su Youtube i Picasa, te mnoga unaprijeđenja na integraciji bežičnog prenosa – Bluetooth-a. S vizuelne strane značajno je istaći da je Cupcake predstavio UI (User Interface) koji i se i danas u modifikovanoj formi koristi na Android uređajima, a to su widgeti i folderi na homescreenu, razne animacije te puna tastatura preko cijelog displaya sa ugrađenim rečnikom.



Slika 13. - Home screen izgled Android Cupcake-a (slika preuzeta sa: http://www.androidtapp.com/t-mobile-releases-android-firmware-update-with-google-voice-search-for-g1/)

5.2.2. *Android 1.6 Donut*

15. septembra 2009. godine izašao je Android 1.6 poznat pod imenom "*Donut*" Donut je nastavio danas već prepoznatljiv stil davanja kodnih imena Android verzijama po raznim slatkišima, međutim Donut uvodi i mnoga unapređenja kao što su izgled aplikacije za slikanje, snimanje videa i galerije.

U verziji 1.6 uvedena je podrška za uređaje visoke rezolucije, pretragu govorom i generalno je poboljšano iskustvo pretrage. Na toj verziji se prvi put javlja i Google-ov "*turn-by-turn*" navigacioni softver kao i "*text-to-speech*" softver za čitanje tekstova sa engleskog jezika. Aplikacije razvijene u cilju korišćenja više dodirnih tačaka (*multitouch input*) su prvi put bile iskoristive na Android-u 1.6.



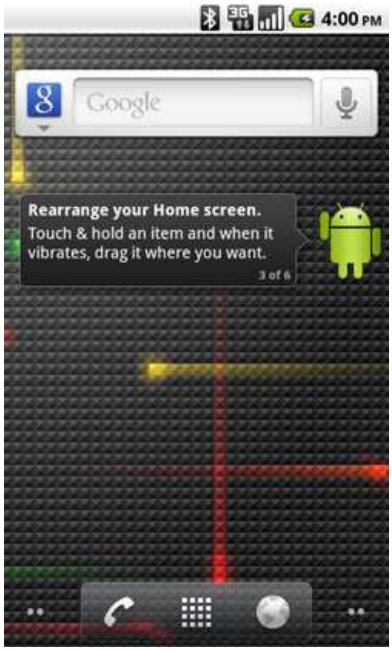
Slika 14. - Home screen izgled Android Donut-a (slika preuzeta sa: http://readwrite.com/2010/11/05/happy_birthday_android_a_history_in_screenshots_and_video#awesm=~ojfqPFt3tKqwY8)

5.2.3. *Android 2.0 Eclair*

26. oktobra 2009. godine predstavljen je Android 2.0 pod kodnim imenom: "*Eclair*". Eclair u svet Androida donosi mnoštvo prednosti koji su i oblikovali Android i zbog toga najviše nalikuje onome što se danas i koristi. Iako *Donut* i

Eclair danas zauzimaju približno 3% učešća na Android uređajima istorijski su jako značajni zbog noviteta koje su uveli. Eclair se najviše orijentisao prema korisničkom interfejsu i ugodnom radu sa Android uređajem a to se najpre primetilo na aplikacijama za kontakte i integraciji korisničkih naloga (u prvom redu Googleovog naloga) sa Android uređajem.

Ugrađena je podrška za Exchange protokol razmene mailova, kao i unapređenja vezana za kameru, odnosno za blic, digitalni zoom, balansiranje bele boje kao i makro fokus. U Eclairu je bila osetna i optimizacija celog sistema što je uticalo na brzinu izvršavanja mnogih aplikacija. Bitno je pomenuti da su se u pojavile neke dodatne funkcije kalendara i Google Maps-a, podrška za Bluetooth 2.1 kao i Live wallpapers ("žive pozadine").

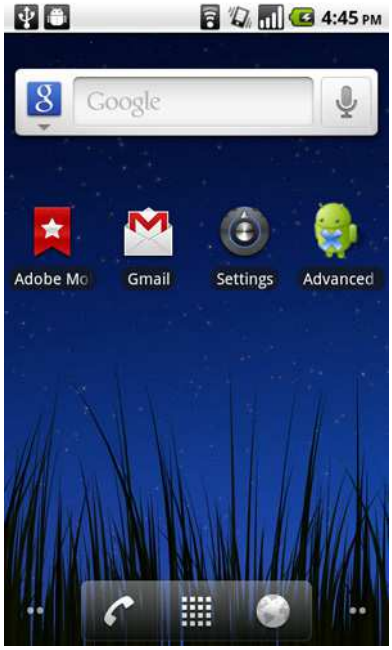


Slika 15. -Home screen izgled Android Eclair-a (slika preuzeta sa: http://www.talkandroid.com/guides/update/new-features-from-android-2-1-to-android-2-2-froyo/)

5.2.4. Android 2.2 Froyo

3. decembra 2009. godine i 12. januara 2010. godine predstavljene su nove verzije Android SDK 2.0.1 i 2.1 a samo 4 meseci kasnije 20. maja 2010. godine predstavljena je i nova verzija Android-a 2.2 pod imenom "*Froyo*".

S obzirom da se još uvek radi o Android-u verzije 2, Froyo dosta liči na svog mlađeg brata Eclaira. Sa Froyom su uvedeni i neki dodatni noviteti u Androide kao što su tethering (deoba internet veze preko Android uređaja) sa do 8 pristupnih tačaka (Access Points), multijezička podrška za virtuelnu tastaturu kao i brzo prebacivanje jezika, dodatna optimizacija rada sa Bluetooth uređajima, podrška za stone punjače kao i naravno brže radno okruženje i ugodnije iskustvo u radu sa Android uređajima.



Slika 16. -Home screen izgled Android Froyo-a (slika preuzeta sa: http://www.pcmag.com/slideshow_viewer/0,3253,l=251022&a=251022&po=1,00.asp)

5.2.5. Android 2.3 Gingerbread

6. decembra 2010. godine izlazi nova verzija Android-a 2.3 pod imenom "*Gingerbread*". Gingerbread je verovatno najpoznatiji i jeda od najrašireniji Android OS. Iako je Gingerbread još uvek pod verzijom Androida 2, mogu se uočiti neki elementi koji dosta odskaču iz tog koncepta. Bitno je takođe napomenuti da je Gingerbread poslednja verzija Android OS-a koja je striktno namenjena telefonima tj. pametnim telefonima (smartphone).

Okruženje vezano za Gingerbread je dosta pojednostavljeno u odnosu na prethodne verzije Andorida i poboljšano u smislu brzine pristupa aplikacijama te

funkcionalnosti. Gingerbread donosi i prirodniji način rada sa virtuelnom tastaturom kao i *copy/paste* funkcije. Što se tiče medije, u ovoj verziji je pružena i potpuna podrška za korišćenje obe kamere kojima telefon raspolaže (prednja i zadnja). Sa hardverske strane Gingerbread značajno umanjuje potrošnju baterije samog uređaja što ga čini energetski efikasnijim od svojih predhodnika. Rad OS-a sa memorijskim resursima je takođe unapređen, pa se aplikacije tipa "*memory killera*" za oslobađanje RAM memorije ne preporučuju u radu sa Gingerbreadom. Prvi put na Android-u se pojavljuje i podrška za NFC[35] iako je jako mali broj uređaja posedovao NFC u tom periodu. Bitno je napomenuti još i podršku za barometar, žiroskop, linearne akceleratore i rotaciju.



Slika 17. -Home screen izgled Android Gingerbread-a (slika preuzeta sa: http://smartphoneblogging.com/2011/03/review-android-2-3-3-gingerbread-for-nexus-one/)

[35] NFC - Near-Field Communication je skup standarda za pametne telefone i slične uređaj. Služi za uspostavljanje radio veze između uređaja međusobnim kontaktom samih uređaja ili dovodeći ih u neposrednoj blizini, radi obično na razdaljini ne većoj od svega nekoliko centimetara. http://www.nearfieldcommunication.org/about-nfc.html

5.2.6. Android 3.0 Honeycomb

22. februara 2011. godine predstavljena je nova verzija Android-a 3.0 "*Honeycomb*". Honeycomb je prvi a ujedno i posljednji Android OS predviđen isključivo za tablet uređaje. Android verzija 3.0 i 3.1 su unele dosta noviteta u način rada Androida ali i način na koji proizvođači ugrađuju hardver i softver doprineli su brzom razvoju tablet uređaja. U novoj verziji 3.0 ističe se optimizacija razvojnog okruženja za tablete, sistemski bar, akcijski bar, promjenljiv homescreen, lista zadnje korišćenih aplikacija, redizajn tastature za brži i precizniji unos, sinhronizacija medijskih datoteka putem USB-a, podrška za fizičke tastature koje se povezuju putem Bluetooth-a ili USB-a. Takođe je uveden i Bluetooth tethering sa više uređaja na mreži.

Honeycomb donosi i podršku za više-jezgarne procesore te podršku za visoke performanse 2D i 3D grafike. Android 3.1 donosi i dodatna poboljšanja već stabilnom i izuzetno korisnom OS-u za tablete od kojih se izdvajaju neke važnije: rad sa USB periferijama, proširena lista korišćenih aplikacija, widgeti ne-fiksne veličine, stabilnost WiFi veze kao i mogućnost rada WiFi veze u "sleep modu", direktni pristup aplikacija sistemskom sadržaju SD kartice, univerzalnost rada aplikacija sa ekranima različitih rezolucija.



Slika 18. -Home screen izgled Android Honeycomb-a (slika preuzeta sa: http://www.androidtapp.com/whats-new-in-android-3-0-honeycomb/)

5.2.7. Android 4.0 Ice Cream Sandwich

19. oktobra 2011. godine u javnost je predstavljena Android 4.0 verzija pod imenom "*Ice Cream Sandwich*". Ice Cream Sandwich je prvi univerzalni Android OS koji je objedinio tablete i smartphone pod jednim krovom. To je doprinelo još bržem razvoju aplikacija koje bi radile na različitim uređajima i različitim platformama potpuno jednako.

Većina poboljšanja na ovoj verziji vezana su za ujedinjavanje i optimizaciju uređaja kompatibilinih sa ovom verzijom Androida kao i neke grafičke modifikacije. Ističu se između ostalog i kontrola prometa podataka, akcije na lockscreenu, brzi odgovor na pozive, NFC deljenje datoteka, otključavanje pomoću Face Unlock aplikacija kao i podrška za WiFi Direct.



Slika 19. -Home screen izgled Android Ice Cream Sandwich-a (slika preuzeta sa: http://www.phonedog.com/2011/10/19/andy-rubin-htc-talk-ice-cream-sandwich-updates/)

5.2.8. Android 4.1 - 4.3 Jellybean

9. juli 2012. godine predstavljena je Android verzija 4.1 malo kasnije iste godine 29. oktobra pojavila se verzije 4.2 zatim je 24. juli sledeće 2013. godine predstavljena i Android verzija 4.3. Sve ove verzije dele zajedničko ime "Jellybean".

Ova verzija donosi unapređenja odziva na dodir kao i tranzicija, dodatne opcije u notifikacijskom baru, instant pregled uslikanih fotografija, USB audio, Google Wallet ali i podršku za više korisnike na tablet uređajima, Photo Sphere način slikanja (360º vertikalno i horizontalno), ugrađene gestikulacije za tipkanje (kao što je Swype), screensaver (poznat kao Daydream), widget-i na lockscreen-u itd.



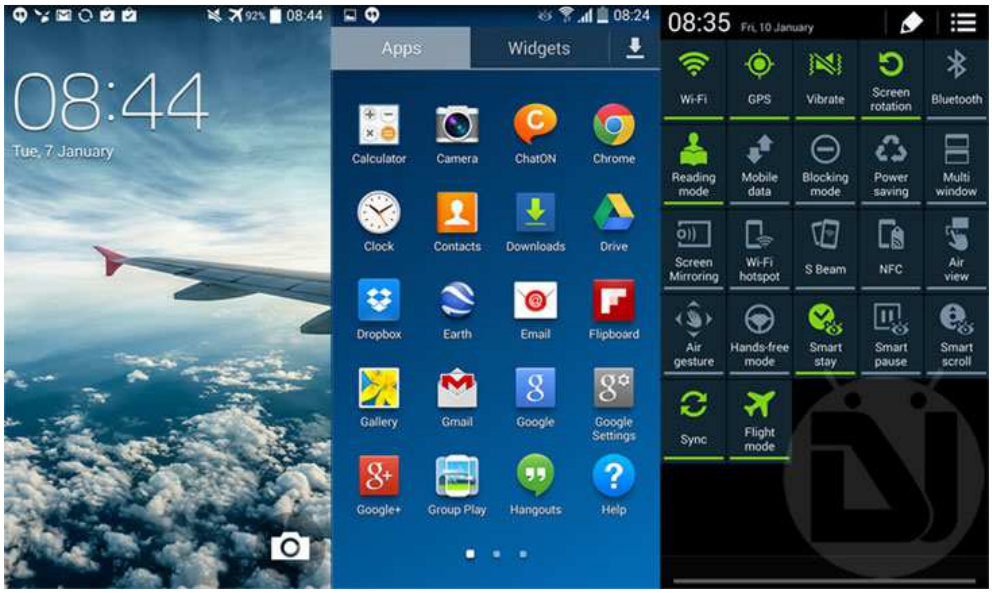
Slika 20 - Home screen izgled Android Jellybean-a (slika preuzeta sa: http://www.quepublishing.com/articles/article.aspx?p=2068143)

Pretpostavljalo se da će nova verzija Android-a biti 5.0 a njeno kodno ime "*Key Lime Pie*", međutim na sajtu Android-a je zvanično objavljeno da će nova verzija biti pod brojem 4.4 a da će njeno kodno ime biti "*KitKat*" još uvek se čeka na datum predstavljanja ove verzije u javnosti.

5.2.9. Android 4.4 - KitKat

Android 4.4 objavljen je 3. septembra 2013 pod imenom KitKat. Verzija koja je dugo očekivana od strane tehnoloških blogera označena je brojem 5.0 i nazvana "Key Lime Pie". KitKat debitovao na Google Nekus 5. 31. oktobra 2013, uz veliki broj poboljšanja ova verzija je optimizovana za rad na širem spektru uređaja, koji koriste starije verzije Android-a, i imaju 512 MB RAM-a, kao preporučeni minimum. pomenuta poboljšanja su poznati kao "Project Svelte" od strane Google-a. Minimalna količina RAM memorije na raspolaganju za Android je 340 MB , a svi uređaji sa manje od 512 MB RAM-a označeni su kao "low RAM" uređaji.

KitKat je drastično optimizovaniji gde je svaka bitnija komponenta prilagođena da koristi mnogo manje resursa. Sa novim APIem, Google želi da pomogne developerima da kreiraju brže i bolje optimizovane aplikacije po pitanju potrošnje memorije. Ovo uključuje novi API ActivityManager.isLowRamDevice() koji omogućuje da developeri prilagode njihove aplikacije raspoloživoj memoriji uređaja.



Slika 21. -Home screen izgled Android KitKat-a (slika preuzeta sa: http://cdn.droidviews.com/wp-content/uploads/2014/01/Android-4.4.2-KitKat-Galaxy-S4.jpg)

Proizvođači budućih generacija Android uređaja mogu da iskoriste mogućnost targetiranih preporuka i opcija kako bi Android 4.4 radio efikasno, čak i na uređajima slabih performansi. Dalvic JIT kod kešing optimizacija, kernel samepage merging (KSM), swap to zRAM i druge optimizacije pomažu kontroli memorije. Nova opcije za konfiguraciju pružaju proizvođačima da optimizuju

stanja procesa gde ostaju bez raspoložive memorije, da postave veličinu grafičkog keša itd.

Kako su pametni satovi i Google naočare postali sve popularniji, a biće još takvih uređaja, nije ni čudo da se Google okreće i ovim uređajima što se tiče podrške. Dakle, KitKat sada podržava još tri tipa senzora: geomagnetski senzor rotacije, detekcija koraka i brojač koraka. Što se očekuje da će olakšati budućim pametnim satovima da budu još upotrebljiviji i efikasniji po pitanju baterije.

5.3. Programski jezik Java za razvoj Android aplikacija

Pre nego što se prevedu u Android-ov format datoteka klasa, DEX, Android aplikacije se pišu u programskom jeziku Java.

Java-u su prvobitno, 1991. godine, koncipirali James Gosling, Patrick Naughton, Chris Warth, Ed Frank i Mike Sheridan, iz korporacije Sun Microsystems, Inc. Trebalo je 18 meseci rada da bi se došlo do prve radne verzije. Ovaj jezik je prvobitno dobio ime “Oak”, ali je ono 1995. godine promeçeno u “Java”. U periodu od prve realizacije Oaka s jeseni 1992. i zvaničnog najavljivanja Jave u proleće 1995, još mnogo osoba je doprinelo uobličavanju i razvijanju ovog jezika. Bill Joy, Arthur van Hoff, Jonathan Payne, Frank Yellin i Tim Lindholm bili su glavni saradnici na usavršavanju prvobitnog prototipa.

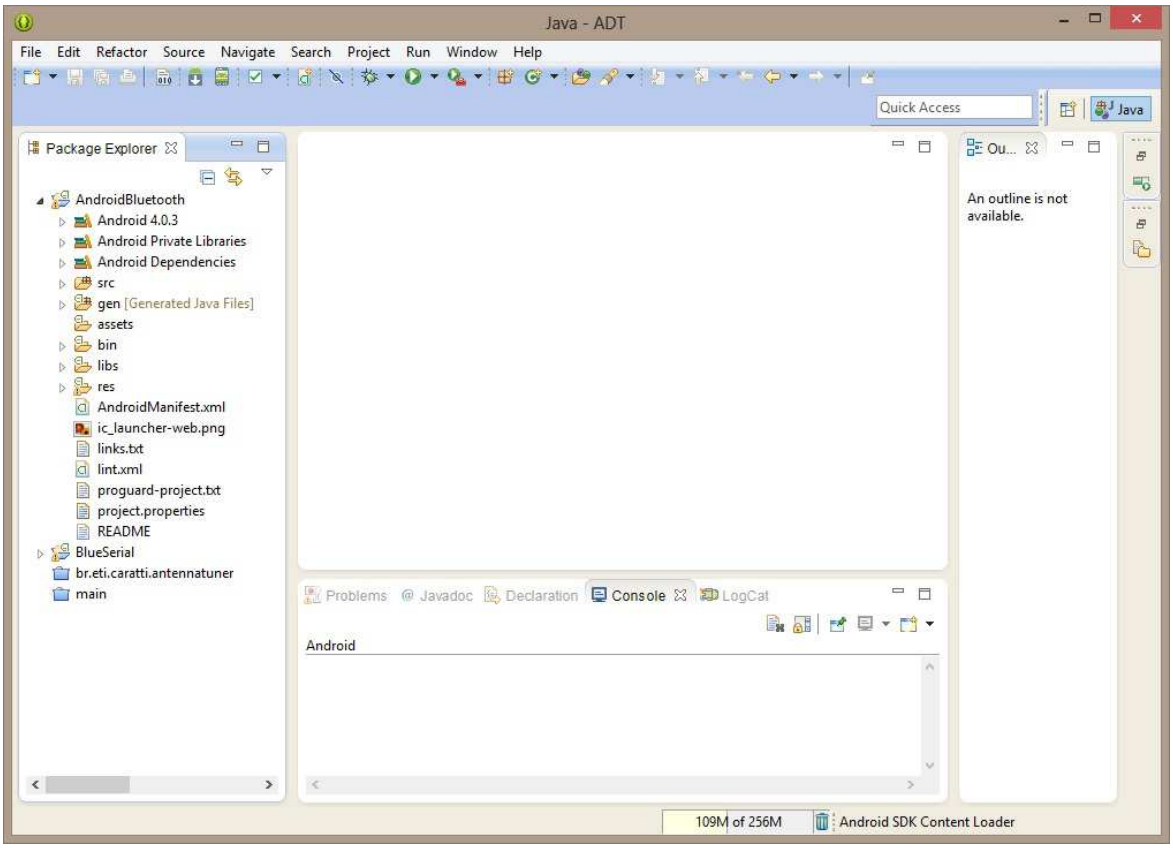
Java je danas jedan od najpoznatijih i najraširenijih, objektno orijentisan programski jezik na visokom nivoa. Osim što je jednostavan, robustan i siguran, Java je i nezavisan o platformi na kojoj se izvodi. Poznat je i slogan od strane Sun Microsystems-a za Javu koji glasi: "*write once, run anywhere*", što znači da kada se kompajlira program generiše se Java bytecodes što su u stvari instrukcije za Java-inu platformu - Java Virtual Machine (Java VM).

5.4. Softversko okruženje Eclipse za razvoj Android aplikacije

Na raspolaganju je veliki broj softverskih okruženja za razvoj Android aplikacija, neka od poznatija su NetBeans, IntelliJ IDEA, AIDE, Android Studio i mnogi drugi a među njima je najpoznatiji Eclipse.

Eclipse je integrisano razvojno okruženje (integrated development environment - IDE) otvorenog koda. Zamišljen je da se koristi kao razvojno okruženje Java programskog jezika i sastoji se od Java razvojnih alata (Java Development Tools – JDT). Može se proširiti instaliranjem dodatnih aplikacija (engl. plugins), a jedan od bitnih je ADT[36] plugin koji je neophodan za pisanje Android aplikacija. ADT je besplatan dodatak (plugin) koji se može preuzeti sa oficijelnog sajta Androida, omogućuje uređivanje, razvoj i otklanjanje grešaka integrisanih direktno u IDE.

Eclipse predstavlja otvoreno i proširivo razvojno okruženje. Eclipse platformu čini nekoliko podsistema, a podsistem koji je zadužen za direktnu interakciju sa korisnikom nazvan je Workbench. Workbench se sastoji od editora, paleta sa alatima i sl. Elementi se mogu organizovati po želji korisnika, dok je pojedinačna konfiguracija ovih elemenata nazvana perspective (perspektiva).



Slika 22 - Softversko okruženje Eclipse

[36] ADT (Android Development Tools) dodatak za Eclipse IDE dizajniran da pruži moćno i integrisano okruženje u kojem se razvijaju Android aplikacije. http://developer.android.com/tools/sdk/eclipse-adt.html

6. DIY rešenja

Do-it-yourself ili uradi sam kategorija kućne automatizacije je rešenje koje je danas više aktivno nego ikad pre. Kombinacija jeftine elektronike sa umreženim računarom čine ovaj izbor iznimno atraktivanim. Tu su i drugi razlozi koje čine DIY idealno rešenjem.

Nijedno od komercijalnih rešenja ne može odgovarati tačno potrebama korisnika. Upravo zbog toga za razliku od komercijalne ponude, DIY projekti ne predstavljaju tajanstvene crne kutije, osim toga vlasni projekta poseduje izvorni kod, ima znanje o izradi, ima proračune, metode izrade itd.

Vlasnik će osim izrade projekta, znati kako da otkloni kvarove na uređaju, popravi greške u kodu a vremenom i kako poboljšati sam uređaj.

Danas dve najpoznatije i najpopularnije platforme za razvoj elektornskih prototipova sa otvorenim kodom su:

- Arduino,
- Raspberry Pi.

Prilikom izrade Android aplikacije u radu je korišćena Arduino open source platforma za razvoj elektronskih prototipova, koja je detaljnije opisana u nastavku.

7. Arduino

Arduino je open-source elektronska prototip platforma koja se temelji na fleksibilnom hardveru i softveru koji je jednostavan za korišćenje. Arduino je započet kao projekat za studente Ivrea Instituta za dizajn u Italiji još 2005. godine. Arduino je namenjen za umetnike, dizajnere, hobiste kao i za bilo koga ko je zainteresovan za stvaranje interaktivnih objekata ili okruženja.

Arduino okruženje je dizajnirano tako da bude što jednostavnije za korišćenje od strane početnika koji nemaju softversko ili elektronsko iskustvo. Uz Arduino se može lako napraviti objekat koji može reagovati na komande, takođe

se može kontrolisati svetlo, zvuk i pokreti. Arduino se koristi za kreiranje neverovatnog niza stvarii, uključujući muzičke instrumente, robote, svetlosne sklupture, igrice, interaktivni nameštaj pa čak i interaktivna odeća te kao takav može imati veliku primenu u oblasti kućne automatizacije.



Slika 23. - Arduino logo
(slika preuzeta sa: http://blog.arduino.cc/2013/07/10/send-in-the-clones/)

Arduino se takođe koristi u mnoge edukativne programe širom sveta, naročito od strane umetinka i dizajnera koji žele da na lak način kreiraju prototipove ali kojima ne treba detaljno razumevanje tehničkih detalja koji su u pozadini njihove kreacije. S obzirom da je kreiran za upotrebu od strane ljudi sa slabijim tehničkim znanjem softver sadrži dosta primera kôda koji služu kao demonstracija u koje sve svrhe se može upotrebiti Arduino polča.

Iako je lak za upotrebu ipak Arduino privlači ljude koji imaju iskustva u radu sa mikrokontrolerima, pre svega zbog agilnih mogućnosti razvoja i sposobnosti za brzu realizaciju ideja.

Arduino je najpoznatiji po svom hardveru, međutim za programiranje hardvera neophodan je i softver. Zajdeno hardver i softver su nazvani "Arduino". Ova kombinacija omogućava kreiranje projekata koji mogu osećati i kontrolisati fizički svet. Softver je besplatan, open-source i cross-platform. Ploče su jefitne, međutim moguće je i da se kreira sopstvena ploča jer je i dizajn hardvera takođe open-source. Dodatno, postoji i aktivna Arduino zajednica za podršku koje je

dostupna širom sveta preko Arduino foruma i wiki-ja (poznat kao Arduino Playground).

7.1. Istorija Arduina

Projekat je započet na Ivrea institutu za interaktivni dizajn u Italiji (osnovan od strane Olivetti računarske kompanije i Italijanskog telekoma)[37], 2005. godine da bi se napravio uređaj za kontrolu studentski-izrađenih interaktivnih projekta koji su jeftiniji od drugih prototip sistema koji su bili na raspolaganju u to vreme.

Do maja 2011 , prodano je više od 300.000 Arduino jedinica. Osnivači Massimo Banzi i David Cuartielles projekat su nazvali po Arduin Ivrea[38] ,glavnom istorijskom karakteru tog grada. "Arduino" je italijansko muško ime, značenja "jak prijatelj". Engleska verzija imena bila bi "Hardwin"što u prevodu znači "Teška pobeda".

Arduino Projekat je grana open source platforme Wiring[39]. Wiring je kreirao kolumbijski umetnik i programer Hernando Barragán kao magistarsku tezu u interaktivnom dizajnu Instituta Ivrea pod nadzorom Massimo Banzi-ja i Casey Reas-a. Osim toga, Wiring je baziran na Processing[40] jeziku i na njegovom integrisanom razvojnom okruženju kreiran od strane Casey Reas-a i Ben Fry-aja.

[37] Interaction Design Institute Ivrea, takođe poznat kao Interaction Ivrea, IDII ili Ivrea) je institut za postdiplomske studije u oblasti interaktivnog dizajna nalzi se u gradu Ivrea, u Italiji. http://en.wikipedia.org/wiki/Interaction_Design_Institute_Ivrea

[38] Arduin (ital. Arduino) (955. - 1015. godine) bio je srednjovekovni vojni upravnik Ivrea (od 990. - 1015. godine), i kralj Italije (od 1002.-1014. godine).
http://en.wikipedia.org/wiki/Arduin_of_Ivrea

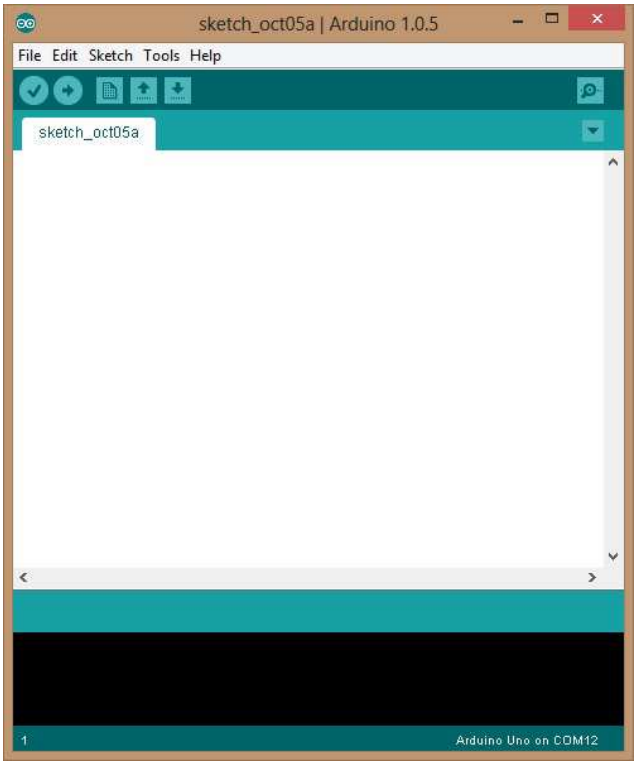
[39] Wiring je open source elektronska platforma prototipova, sastoji se od programskog jezika, integrisanog razvojnog okruženja (IDE), i ploče sa jednim ugrađenim mikrokontrolerom. http://en.wikipedia.org/wiki/Wiring_(development_platform)

[40] Processing je open source programski jezik i integrisano razvojno okruženje (IDE) kreiran je za elektronsku umetnost, umetnost novih medija, i zajednicu vizuelnih dizajna sa ciljem da se nauče osnove programiranja u vizuelnom kontekstu.
http://en.wikipedia.org/wiki/Processing_(programming_language)

7.2. Arduino Softver

Aplikacijski programi nazvni *sketches* se kreiraju uz pomoć Arduino Integrisanog Razvojnog Okruženja poznatije kao IDE. Razvojno okruženje omogućava pisanje i editovanje kôda, konvertovanje kôda u instrukcije koje Arduino hardver razume. Arduino IDE takođe prebacuje instrukcije na Arduino ploči, a ovaj proces nazvan je "*uploading*".

Arduino integrisano razvojno okruženje je aplikacija napisana u Java programskom jeziku. Kreirano je tako da uvede u programiranje učenike, studente i ostale početnike koji nisu upoznati sa načinom razvoja softvera. Sastoji se od editora kôda sa mogućnostima kao što su označavanje kôda, uparivanje zagrada, automatsko uvlačenje linija. Editor prevodi kôd a zatim ga i prebacuje u pluču jednom komandom pri čemu nije potrebno podašavanje parametre prevođenja kôda ili pokretanje programe iz komandne linije.



Slika 24. -Arduino (IDE) Integrisano Razvojno Okruženje

Arduino IDE dolazi sa C/C++ bibliotekom zvanom "*Wiring*" koja čini standardne ulazno-izlazne operacije vrlo jednostavnim. Arduino programi se pišu u C/C++ programskom jeziku. Međutim da bi napravili izvršni program korisnici moraju da definišu samo dve funkcije. Te funkcije su:

- setup() – funkcija koja se izvršava jednom na početku i služi za početna inicijalna podešavanja;
- loop() – funkcija koja se izvršava u petlji sve vreme dok se ploča ne isključi.

Na slici 23. dat je primer kôda programa kojim se pali i gasi LED dioda. Da bi ovaj kôd ispravno radio, negativna strana LED diode mora biti povezana na uzemljenje (u ovom slučaju negativni deo napajanja) a pozitivna strana LED diode na pin 13. Od strane standardnog C++ prevodioca ovaj primer ne bi bio prepoznat kao ispravan kôd, međutim kada se da komanda za prevođenje, ovom kôd se dodaje izvesno zaglavlje i jedna jednostavna main() funkcija čime on postaje ispravan.

```
#define LED_PIN 13

void setup () {
    pinMode (LED_PIN, OUTPUT);      // definiši pin 13 kao digitalni izlaz
}

void loop () {
    digitalWrite (LED_PIN, HIGH);   // uključi LED
    delay (1000);                   // sačekaj jedan sekund (1000 milisekundi)
    digitalWrite (LED_PIN, LOW);    // isključi LED
    delay (1000);                   // sačekaj jedan sekund
}
```

Slika 25. - Kôd Arduino programa za upravljanje LED diodom

7.3. Arduino Hardver

Arduino ploču čine 8-bitni Atmel AVR mikrokontroler sa pripadajućim komponentama koje što omogućava programiranje i povezivanje sa drugom elektronikom. Bitan aspekt Arduino projekta je standardizovan raspored konektora koji omogućava lako povezivanje sa dodatnim modulima, poznatijim kao "*shields*" štitovi. Ove dodatne module, štitove, poizvode razni proizvođači širom sveta.

Zvanične Arduino ploče uglavnom koriste megaAvr seriju čipova, konkretno ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280 i ATmega2560. Većina ploča poseduje 5V linearni naponski regulator i 16MHz kristalni oscilator (ili keramički rezonator u nekim verzijama). Arduino mikrokontroleri se

isporučuju sa programiranim bootloader[41]-om koji pojednostavljuje postupak prebacivanja prevedenog koda u fleš memoriju na čipu. Drugi mikrokontroleri obično zahtevaju zaseban programator.

Arduino mikrokontroleri takođe, mogu biti unapred programirani za podizanje sistema što olakšava učitavanje programa na integrisanom čipu flash memorije, u poređenju sa drugim uređajima koji obično trebaju eksterno programiranje. Na konceptualnom nivou, kada se koristi stek Arduino softvera, sve ploče se programiraju preko RS-232 serijskog priključak, ali način na koji se to sprovodi se razlikuje od verzije hardvera. Serijske Arduino ploče sadrže jednostavne inverterske sklopove za konvretovanje između RS-232-nivoa i TTL nivoa signala. Trenutne Arduino ploče se programiraju preko USB porta, a realizacija se odvija pomoću "USB-to-serial" adapter čipova kao što su FTDI[42] FT232. Neke varijante, kao što Arduino Mini i nezvanična verzija Boarduino, koristite odvojivi "USB-to-seral" adapter ploču ili kabel, Bluetooth ili druge metode za programiranje.

7.3.1. Modeli Arduino mikrokontrolerskih ploča

Arduino Uno

Procesor	***Model***	ATmega328P
	Takt	16 MHz
Dimenzije		2.7 × 2.1 in [68.6 × 53.3 mm]
Interfejs		USB (8U2(Rev1&2)/16U2(Rev3))
Napajanje (Volti)		5 V
Memorija	***Flash(kb)***	32

[41] Bootloader - je računarski program koji služi za učitavanje glavnog operativnog sistema ili runtime okruženja nakon testiranja osnovnih računarskih komponenti. http://en.wikipedia.org/wiki/Booting

[42] Future Technology Devices International, inče poznatija po skraćenicu FTDI, je škotska privatna kompanija za poluprovodničke uređaj, specijalizovana za Universal Serial Bus (USB) tehnologije. http://en.wikipedia.org/wiki/FTDI

	EEPROM(kb)	1
	SRAM (kb)	2
I/O	***Digital I/O***	14
	Analog I/O	6
Datum predstavljanja		September 24, 2010
Slika		
Napomene		Arduino Uno se povezuje na računar sa standardnim USB kablom i sadrži sve što je potrebno za programiranje i korišćenje ploče. Može se proširiti sa različitim štitovima: prilagođenim kći-pločama sa specifičnim karakteristikama. Arduino Uno je sličan sa Duemilanove, razlikuje se po USB-to-Serial čipu ATMega8U2, i redizajniranim oznakama kako bi se ulazi i izlazi mogli lakše identifikovali.
Cena		2,990.00 RSD[43]

Tabela 2. Arduino Uno karakteristike

Arduino Leonardo

Procesor	***Model***	Atmega32u4
	Takt	16 MHz
Dimenzije		2.7 × 2.1 in [68.6 × 53.3 mm]

[43] cena preuzeta sa http://www.saperel.com/Arduino

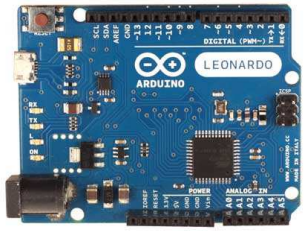
Interfejs		USB (32u4)
Napajanje (Volti)		5 V
Memorija	***Flash(kb)***	32
	EEPROM(kb)	1
	SRAM (kb)	2.5
I/O	***Digital I/O***	14
	Analog I/O	6
Datum predstavljanja		23. Juli 2012. godine
Slika		
Napomene		Arduino Leonardo se razlikuje od prethodnih ploča po tome što upotrebljeni čip ATmega32u4 ima ugrađenu USB komunikaciju, čime se eliminiše potreba za sekundarnim procesorom koji bi obavljao tu funkciju.
Cena		3,190.00 RSD[14]

Tabela 3. Arduino Leonardo karakteristike

Arduino Due

Procesor	***Model***	AT91SAM3X8E (ARM Cortex-M3)
	Takt	84 MHz
Dimenzije		4 × 2.1 in [101.6 × 53.3 mm]
Interfejs		USB (16U2 + native host)

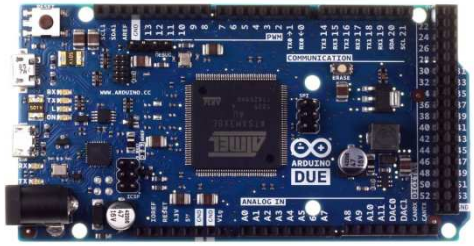
Napajanje (Volti)		3.3 V
Memorija	***Flash(kb)***	512
	EEPROM(kb)	0
	SRAM (kb)	96
I/O	***Digital I/O***	54
	Analog I/O	12
Datum predstavljanja		22. Oktobar 2012. godine
Slika		
Napomene		Arduino Due je prva mikrokontrolerska ploča iz Arduino serije sa ARM procesorom. Upotrebljeni procesor je Atmel SAM3X8E sa 32-bitnim ARM Cortex-M3 jezgrom na 84MHz. Novi procesor značajno povećava računarsku snagu koja je na raspolaganju Arduino korisnicima i donosi nove funkcije.
Cena		5,690.00 RSD[14]

Tabela 4. Arduino Due karakteristike

Arduino Mega2560

Procesor	***Model***	ATmega2560
	Takt	16 MHz
Dimenzije		4 × 2.1 in [101.6 × 53.3 mm]
Interfejs		USB (8U2 (Rev1&2)/16U2 (Rev3)
Napajanje (Volti)		5 V

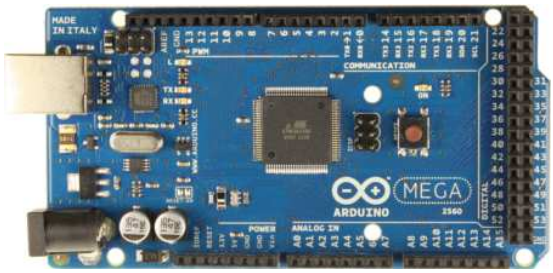
Memorija	***Flash(kb)***	256
	EEPROM(kb)	4
	SRAM (kb)	8
I/O	***Digital I/O***	54
	Analog I/O	16
Datum predstavljanja		24. Septembar 2010. godine
Slika		
Napomene		Pored svih karakteristika prethodnih ploča, Mega 2560 koristi ATmega8U2 mikrokontroler umesto FTDI čipa. MEGA je kompatibilan sa većinom štitova dizajniranim za Arduino Uno, Duemilanove ili Diecimila, osim par štitova koji zbog rasporeda pinova nisu kompatibilni.
Cena		5,590.00 RSD[14]

Tabela 5. Arduino Mega2560 karakteristike

Arduino Ethernet

Procesor	***Model***	ATmega328
	Takt	16 MHz
Dimenzije		2.7 × 2.1 in [68.6 × 53.3 mm]
Interfejs		Ethernet Serial interface (WIZnet)
Napajanje (Volti)		5 V

Memorija	***Flash(kb)***	32
	EEPROM(kb)	1
	SRAM (kb)	2
I/O	***Digital I/O***	14
	Analog I/O	6
Datum predstavljanja		13. Juli 2011. godine
Slika		
Napomene		Arduino Eternet je mikrokontrolerska ploča zasnovana na Arduino Uno, i ima ugradjen WizNet W5100 TCP/IP Eternet kontroler. Može se programirati preko serijskog ali ne i preko USB porta.
Cena		5,490.00 RSD[14]

Tabela 6. Arduino Ethernet karakteristike

Arduino Nano

Procesor	***Model***	ATmega328
	Takt	16 MHz
Dimenzije		1.70 × 0.73 in [43.18 × 18.54 mm]
Interfejs		USB (FTDI)
Napajanje (Volti)		5 V
Memorija	***Flash(kb)***	16/32
	EEPROM(kb)	0.5/1

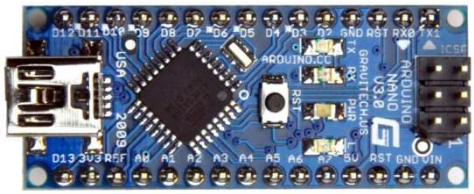
	SRAM (kb)	1/2
I/O	***Digital I/O***	14
	Analog I/O	8
Datum predstavljanja		15. Maj 2011. godine
Slika		
Napomene		Nano ima manje-više istu funkcionalnost kao Arduino Duemilanove, samo u drugačijem pakovanju. Nedostaje mu priključak za DC napajanje, ima mikro-B USB port umesto standardnog.
Cena		18.00 €[44]

Tabela 7. Arduino Nano karakteristike

LilyPad Arduino

Procesor	***Model***	ATmega168V / ATmega328V
	Takt	8 MHz
Dimenzije		2 in ⌀ [51 mm ⌀]
Interfejs		
Napajanje (Volti)		2.7-5 V
Memorija	***Flash(kb)***	16
	EEPROM(kb)	0.5

[44] cena preuzeta sa http://store.arduino.cc/ww/index.php

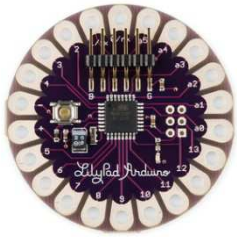
	SRAM (kb)	1
I/O	***Digital I/O***	14
	Analog I/O	6
Datum predstavljanja		17. Oktobar 2007. godine
Slika		
Napomene		Lilypad je najmanja mikrokontrolerska ploča namenjena za nošenje na odeći i e-tekstilu. Može biti ušiven u tkaninu i povezan sa montiranim izvorom napajanja, senzorima i aktuatorima pomoću provodne niti.
Cena		19.00 €[15]

Tabela 8. LilyPad Arduino karakteristike

Arduino Mega ADK

Procesor	***Model***	ATmega2560
	Takt	16 MHz
Dimenzije		4 × 2.1 in [101.6 × 53.3 mm]
Interfejs		8U2 MAX3421E USB Host
Napajanje (Volti)		5 V
Memorija	***Flash(kb)***	256
	EEPROM(kb)	4
	SRAM (kb)	8
I/O	***Digital I/O***	54

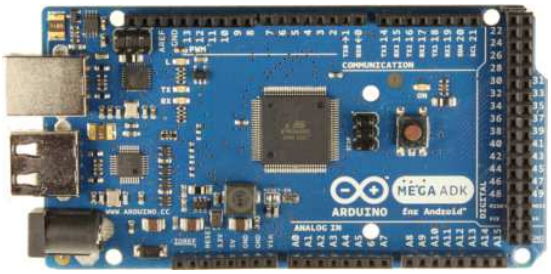
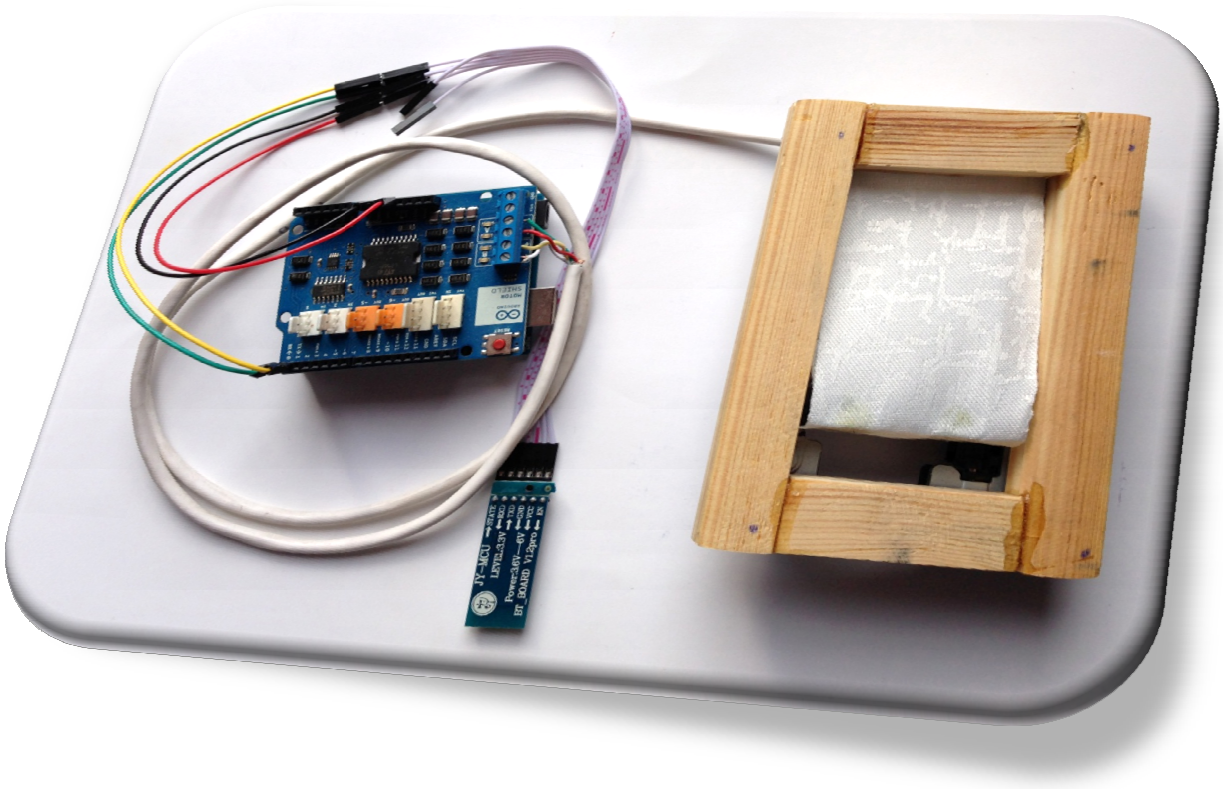
	Analog I/O	16
Datum predstavljanja		13. Juli 2011. godine
Slika		
Napomene		Mega ADK ima USB host interfejs za povezivanje sa telefonima koji imaju Android operativni sistem. Mega ADK je kompatibilan sa Androidovim ADK (Accessory Development Kit) primerima.
Cena		7,890.00 RSD[14]

Tabela 9. Arduino Mega ADK karakteristike

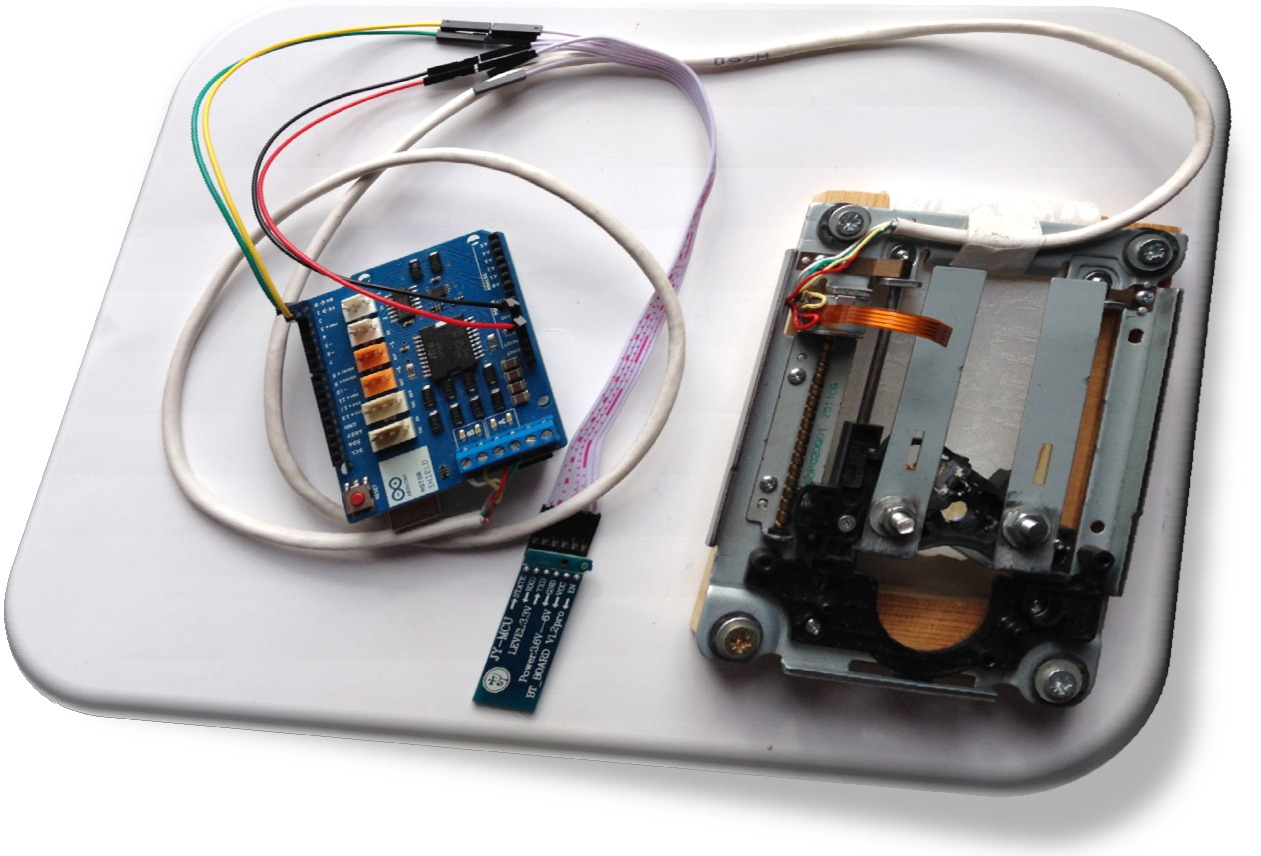
8. Realizovano rešenje

Kao primer primene android OS i arduino DIY rešenja izabrana je automatiozovana roletna kao jedno od mogućih rešenja u oblasti kućne automatizacije. Rešenje je prikazano na maketi prozora, roletnom se upravlja daljinski uz pomoć mobilnog telefona sa Android OS.

Razmena podataka i upravljanje roletnom obavlja se preko Bluetooth konekcije. U tekstu koji sledi dat je opis svih koraka u izradi Android aplikacije i makete. Takođe će biti dat pregled komponenti koje su korišćene njihove specifikacije kao i cena komponenti. Maketa je prikazana na sledećim slikama.



Slika 26 - Prikaz prednje strane makete



Slika 27 - Priakz zadnje strane makete

8.1. Komponente korišćene za maketu

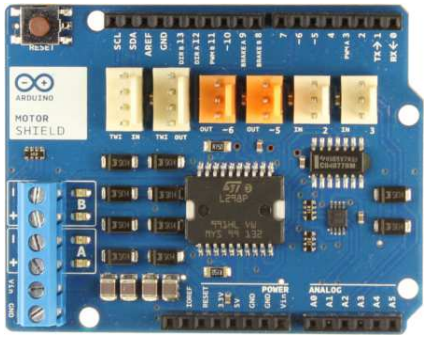
Za izradu makete prozora sa roletnom korišćene su sledeće komponente:

- Arduino Uno Rev3 Board
- Arduino Motor Shield
- Bluetooth HC-05 serijski modul
- Steper motor (u ovom slučaju korišćen je steper motor sa DVD/CD - ROM-a)

Komponente su prikazane na sledećoj slici:



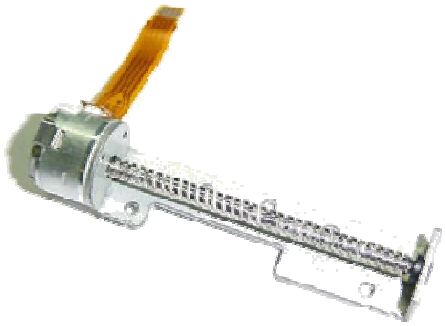
1



2



3



4

Slika 28 - Komponente korišćene prilikom izrade makete (1. Arduino Uno Rev3 Board; 2. Arduino Motor Shield; 3. Bluetooth HC-05 serijski modul; 4. Stepper motor)

8.2. Arduino Uno Rev3 ploča

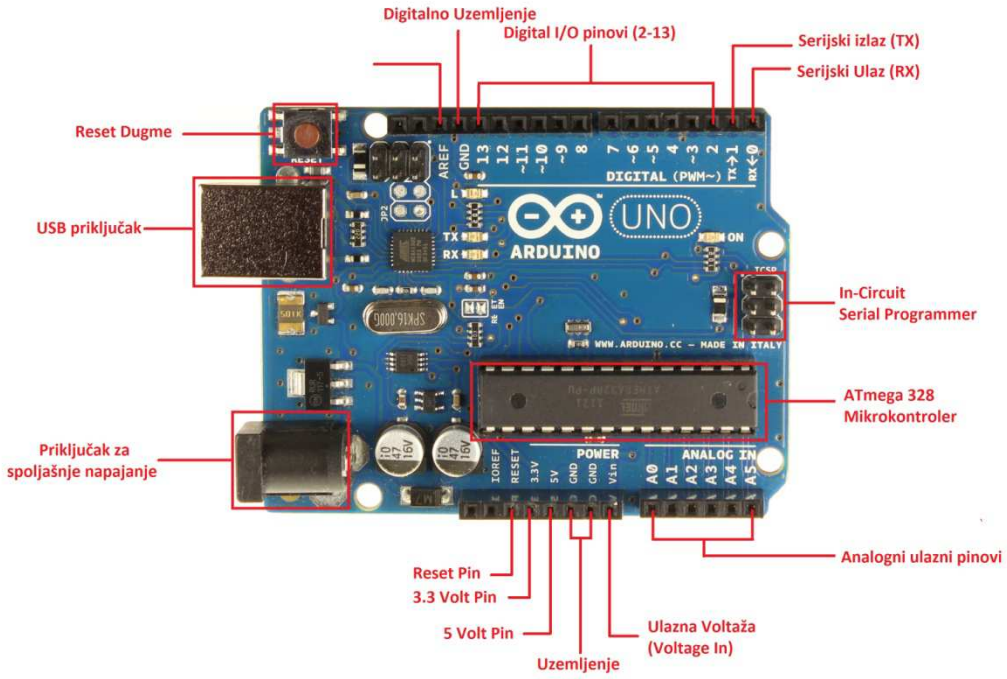
Arduino Uno je mikrokontroler ploča zasnovana na ATmega328 čipu. Ona ima 14 digitalnih ulazno/izlaznih pinova (od kojih 6 mogu da se koriste kao PWM[45] izlaza), 6 analognih ulaza, 16 MHz keramički rezonator, USB konekciju, priključak za napajanje, što je ICSP[46] heder i dugme za resetovanje. Ploča sadrži sve što je potrebno za podršku mikrokontrolera; jednostavno se povezuje sa računarom pomoću USB kabla, takođe postoji opcija pokretanja uz pomoć AC u-DC adapter ili baterije.

[45] Pulse-width modulation - (Modulacija širine impulsa) je tehnika modulacije koja kontroliše širinu impulsa, dužinu trajanja impulsa, zasnovano na informacija modulatora singala. http://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation

[46] In Circuit Serial Programming - metoda direktnog programiranja AVR čipova. http://en.wikipedia.org/wiki/In-circuit_serial_programming

Adapter se može povezati priključivanjem pomoću 2.1mm utikačem sa pozitivnim centrom u utičnicu za napajanje ploče. Žice od baterije mogu se priključiti na GND i Vin pinove na konektoru za napajanje .

Ploča može da radi na spoljnjem napajanju od 6 do 20 volti . Ako je isporučujno manje od 7V, 5V pin može da pruži manje od 5 volti i ploča može postati nestabilna. Ako se koristi više od 12V , regulator napona može se pregrejati i oštetiti ploču . Preporučeni opseg napona je 7 do 12 volti.



Slika 29 - Detaljni prikaz Arduino Uno Rev3 ploče

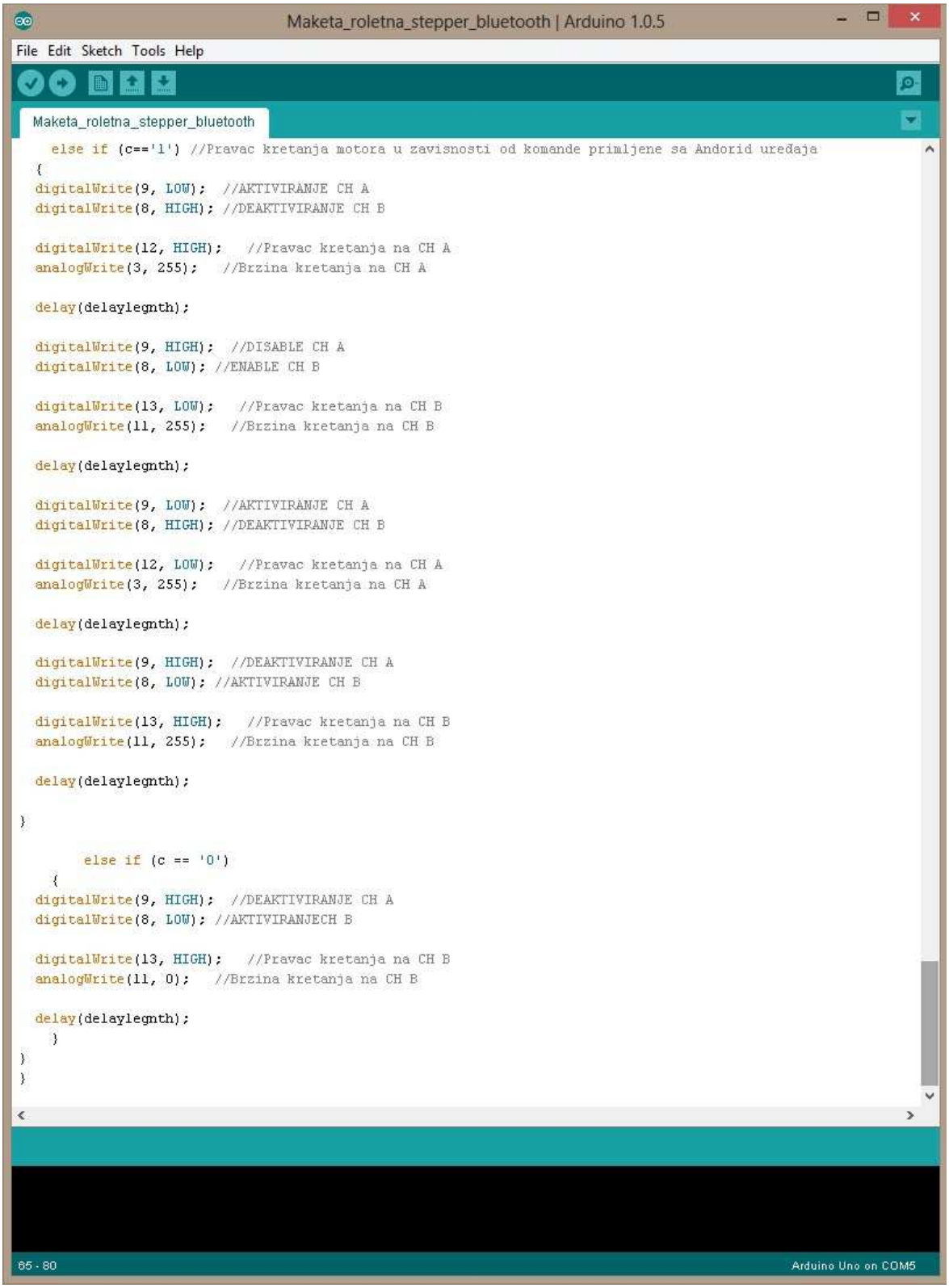
ATmega328 ima 32 KB (0.5 KB koristi za bootloader), takođe ima 2 KB SRAM i 1 KB EEPROM (koja može da se čita i piše sa bibliotekom EEPROM). Arduino Uno može da se programira sa Arduino softverom. ATmega328 na Arduino Uno dolazi sa unapred fabrički programiranim (preburned) bootloader-om koji omogućava upload novog kod-a, bez upotrebe spoljnog hardvera za programiranje.

Umesto potrebe za fizičkim pritiskom na dugme za resetovanje pre upload-ovanja kod-a , Arduino Uno je dizajniran na način koji omogućava da resetovan pomoću pokrenutog softvera na povezanom računaru

Na sledećim slikama je dat Arduino kod koji je korišćen u izradi makete automatizovane roletne.



Slika 30 - I deo kôd-a za pokretanje stepper motora makete automatizovane roletne

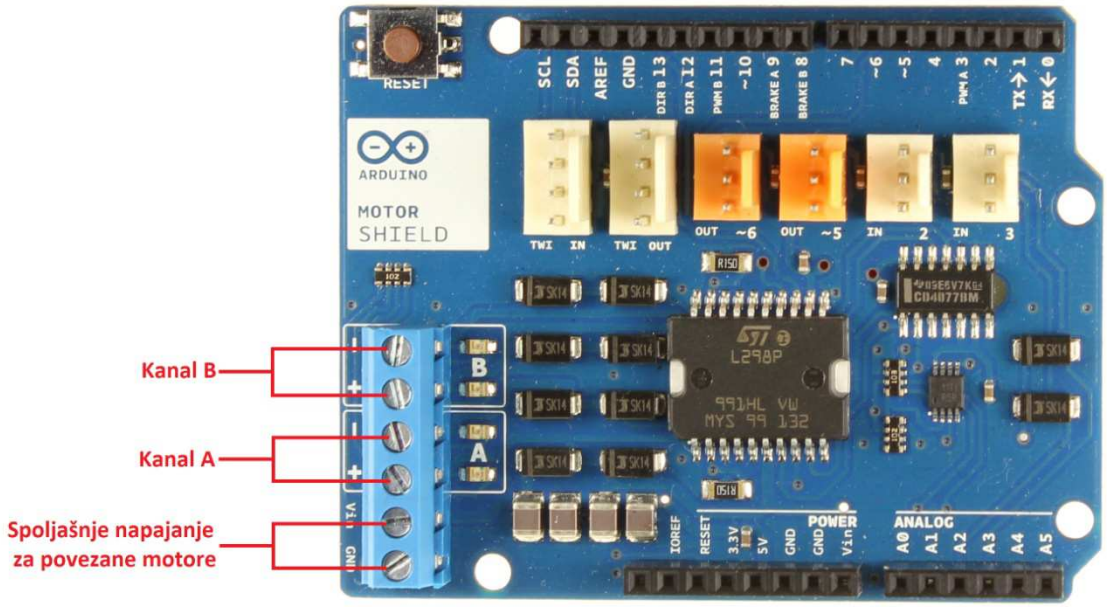


Slika 31 - II deo kôd-a za pokretanje stepper motora makete automatizovane roletne

8.3. Arduino Motor Shield

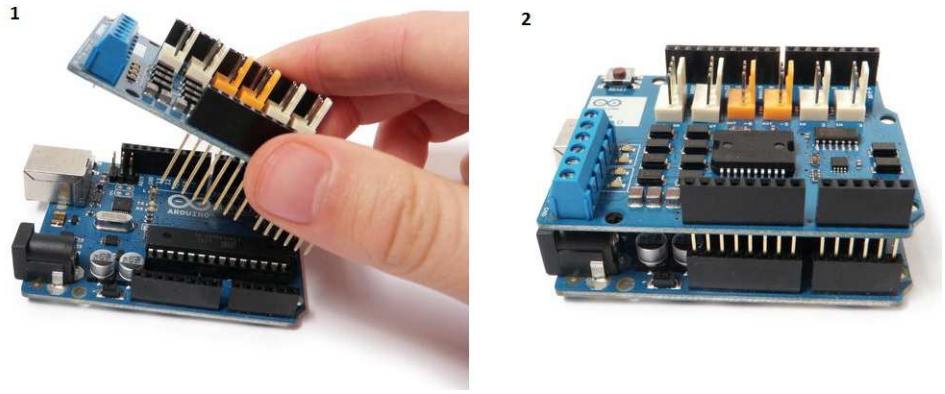
Arduino Motor Shield koristi L298 čip koji je full-bridge driver projektovan za pokretanje induktivnih opterećenja poput relea, solenoida, DC motora i stepper (koračnih) motora. Omogućava istovremeno pokretanje i kontrolu dva DC motora preko Arduino ploče. Kontrola podrazumeva upravljanje smerom i brzinom svakog od dva motora zasebno. Između ostalog omogućava i merenje potrošnje struje za svaki od motora.

Ovaj shield ima dva odvojena kanala, kanal A i kanal B. Svaki kanal koristi po četiri Arduino pina za biranje smera rotacije, kontrolu brzine, upravljanje kočenjem motora i merenje potrošjne struje. Kanale možete koristiti zasebno za pokretanje dva DC motora, ili ih možete kombinovati za pokretanje jednog bipolarnog stepper (koračnog) motora. Jedan kanal može da kontroliše struju do 2A, odnosno 4A ukupno za oba.



Slika 32 - Detaljni prikaz Arduino Motor Shield

Motor Shield koristi standardni 1.0 raspored pinova koji se sastoji od 4 dodatna pina: dva od njih su smeštena blizu AREF pina i koriste se za TWI komunikaciju, a druga dva se nalaze pored RESET pina. IOREF pin se koristi za prilagođenje prema ploči na koju je postavljen Shield, a poslednji pin nije povezan već je rezervisan za buduću primenu.



Slika 33 - Povezivanje Arduino Uno ploče sa Arduino Motor Shield-om

8.4. Bluetooth HC-05 serijski modul

Ova ploča koristi Bluetooth HC-05/06 slave modul za ostvarivanje bežične serijske komunikacije. Može se koristiti za komunikaciju između mikrokontrolera i mobilnog telefona, računara ili bilo kog drugog uređaja sa master Bluetooth modulom. Serijski ineterfejs ka mikrokontroleru čine TTL[47] kompatibilne Tx i Rx linije, a prodržane su brzine od 9600pbs do 115200bps.

Ploča se napaja sa 3.3-6 Volti, a na Tx i Rx pinove se mogu slobodno povezati i 5V signali.

Tehnička specifikacija HC 05 modula:

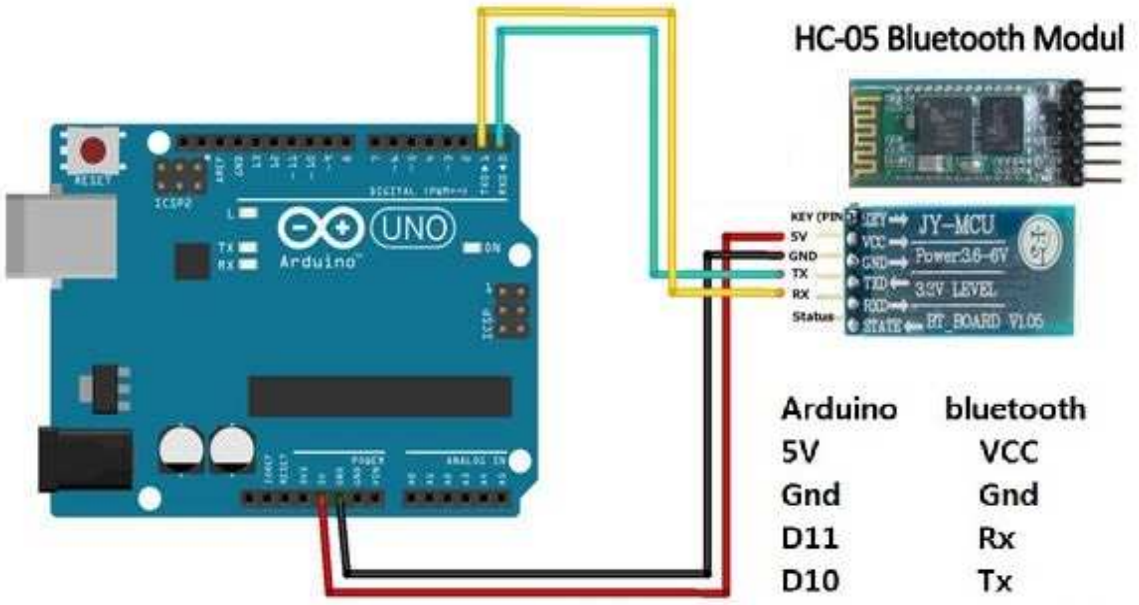
Bluetooth protokol	Bluetooth Specification v2.0+EDR
Frekvencija	2.4GHz ISM opseg
Modulacija	GFSK
Izlazna snaga	≤ 4dBm, Class 2
Osetljivost	≤-84dBm, 0.1% BER
Profil	Bluetooth serial

[47] Time to live (TTL) predstavlja mehanizam ograničenja skoka (hop) koji ograničava radni vek ili životni vek podataka u računaru ili mreži. http://en.wikipedia.org/wiki/Time_to_live

Napajanje	+3.3VDC 50mA
Dimenzije	15.2 x 35.7 x 5.6 mm

Tabela 10. - Karakteristike HC 05 bluetooth serijskog modula

Za uparivanje sa master Bluetooth uređajem koristiti ime uređaja LINVOR i PIN kod 1234. Ove parametre je moguće promeniti korišćenjem AT komandi.



Slika 34 - Povezivanje HC 05 serijskog bluetooth modula na Arduino ploču

8.4.1. Sigurnost i ograničavanje povezivanja

Bluetooth HC 05 serijski modul je po defaultu preprogramiran, ima specifično ime kao i kod za uparivanje sa drugim uređajem. Ovi detalji se mogu promeniti pomoću AT komandi te na taj način programirati modul po sopsvtenoj želji i potrebama.

Sigurnost se može postići na 2 načina promenom PIN kod-a za uparivanje koji sadrži 4 cifre i po defaultu je "1234" ili ograničavanjem konekcije samo na specifični uređaj pomoću MAC adrese uređaja sa kojim se modul uparuje.

Programiranje se vrši preko postojećeg Arduino IDE okruženja. Primer kod-a za programiranja bluetooth modula pomću AT komandi dat je na sledećoj slici.

```
25  pinMode(Reset, OUTPUT);
26  digitalWrite(Reset, LOW);//low
27  pinMode(LED_PIN1, OUTPUT);
28
29  setupBlueToothConnection();
30  }
31
32  void loop()
33  {
34
35  }
36
37
38 void setupBlueToothConnection()
39 {
40  enterATMode();
41  sendATCommand();
42   delay(100);
43  sendATCommand("PIO=7,1");
44  sendATCommand("PIO=6,1");
45  sendATCommand("PIO=5,1");
46  sendATCommand("PIO=4,1");
47  sendATCommand("PIO=3,1");
48  sendATCommand("PIO=2,1");
49   delay(500);
50  sendATCommand("UART=9600,0,0");
51  sendATCommand("ROLE=0");//0 slave,1 master
52  sendATCommand("NAME=HC-05");
53  sendATCommand("PSWD=1234");
54
55  //sendATCommand("PAIR=0013,01,091308");// uparivanje
56  //sendATCommand("BIND=0013,01,091308");
57  //sendATCommand("BIND=0012,10,240817");
58  //sendATCommand("BIND=0012,10,240817");
59
60  //sendATCommand("CMODE=0");//samo odredjen uredjaj
61  sendATCommand("CMODE=1");//bilo koji bluetooth
62
63
```

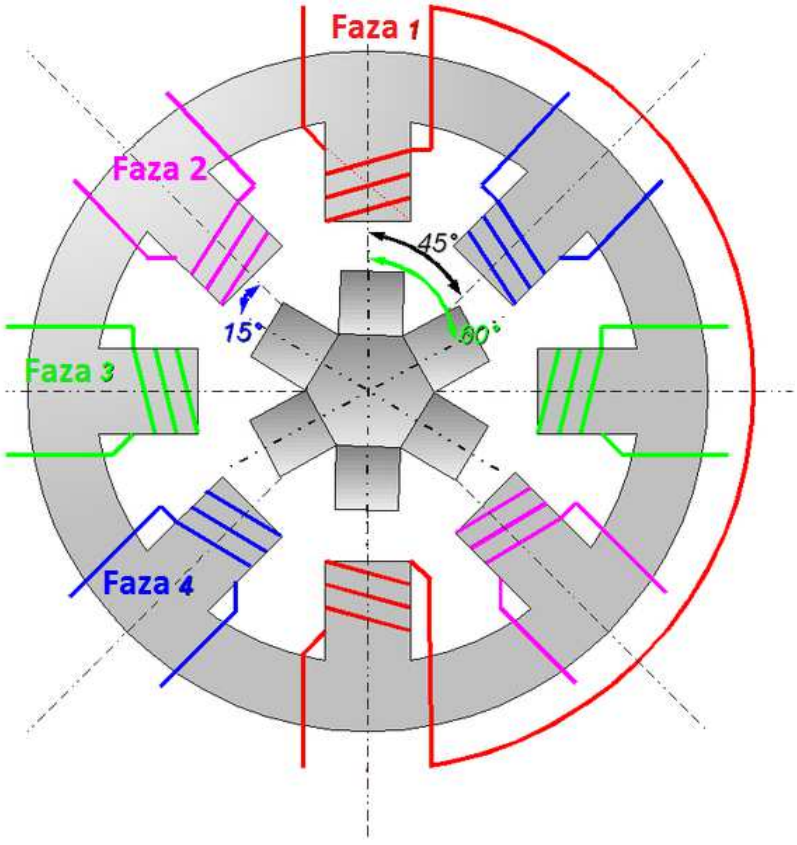
Slika 35 - AT komande za podešavanje HC-05 modula

8.5. Stepper Motor (Koračni motor)

Koračni motor je vrsta elektromotora bez četkica koji pretvara digitalne pulseve struje u fiksne inkremente ugaonog pomeranja nazvane koraci.

Ova vrsta motora obezbeđuje precizno pozicioniranje tereta, a kontrola motora se vrši direktno računarom, mikrokontrolerom, ili programibilnim logičkim kontrolerom. Zbog svoje konstrukcije bez četkica, koračni motori su pouzdani, izdržljivi, i ne zahtevaju nikakvo održavanje.

Osnovni rad je objašnjen na sledeći način: Polovi rotora su privučeni k polu statora (faza 1) kroz čiju zavojnicu prolazi struja. Na taj način struja protiče kroz zavojnicu pola statora (faza 4), i pol rotora je privučen tu. Zatim se aktivira faza 3, pa faza 2. Ciklus se dalje ponavlja od faze jedan, a ugao koraka je 15°.



Slika 36 - Princip rada koračnog motora (slika preuzeta sa: http://sr.wikipedia.org/wiki Датотека:Moteur_pas_à_pas_MRV.png)

Treba napomenuti da je ugao između polova statora 45° a između polova rotora 60°. Ovo je potrebno da se obezbedi zazor od 15° između polova rotora i statora za idući korak. Inače, rotor se ne bi pokretao pri idućem pulsu struje.

Koračni motori primenu nalaze tamo gde je precizno pozicioniranje od značaja. To su precizne mašine, roboti, medicinska i naučna oprema, štampači i crtači (ploteri), i stariji modeli računarskih diskova.

Koračni motori imaju stator sa namotajima i neuzbuđeni rotor. Stator ima paran broj jednako razmaknutih polova (zubaca, zuba), svaki sa zavojnicom. Nasuprotni parovi statorskih zavojnica su spojeni u seriju, dakle kad je jedan u stanju severnog pola, drugi je u stanju južnog pola. Stator može da ima 2, 3 ili 4 nezavisna kruga, ili faze, povezana sa sever-jug parovima polova. Rotor ima spoljašnje zupce, jednako udaljene po periferiji, sa malim zračnim rasporom između statorskih i rotorskih zubaca.

Broj zubaca rotora, statora, i broj faza na statoru određuju veličinu koraka. Ovo se zove ugao koraka ili koračni ugao, i za jednostavne motore se da izračunati sa:

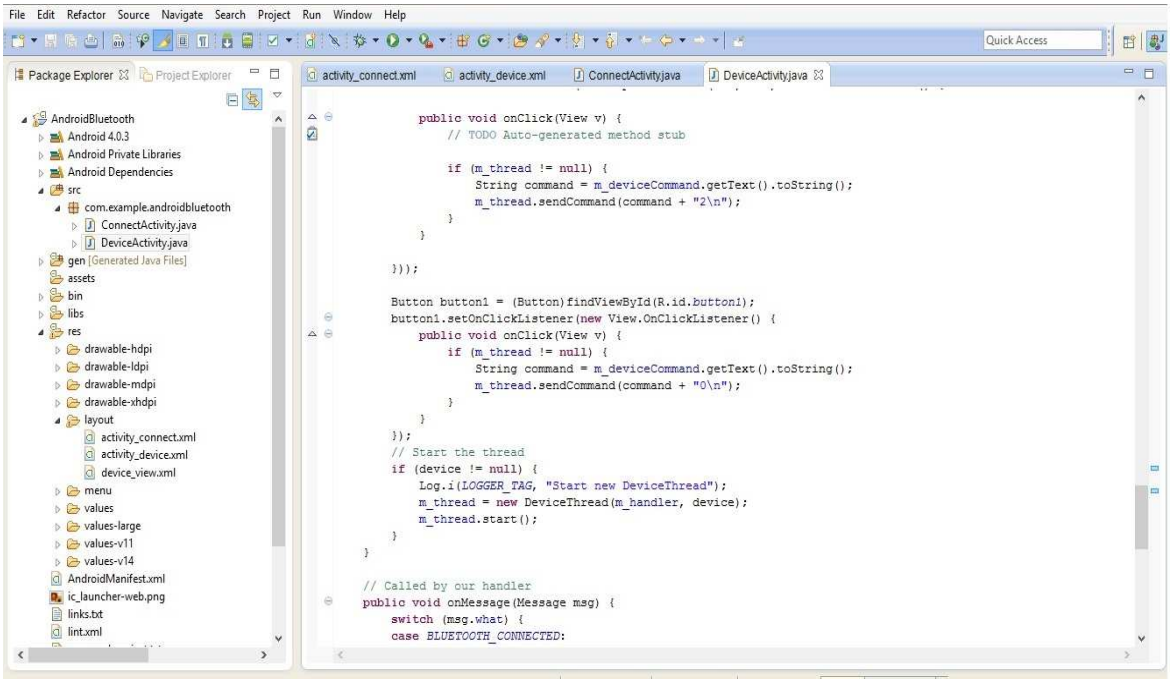
*Ugao koraka (koračni ugao) = 360° / (broj zuba rotora * broj faza statora)*

Na primer, koračni motor sa 16 zubaca rotora i 4 faze statora ima ugao koraka od 7.5°.

Koračni motori se mogu podeliti na dvo-, tro- i četverofazne, zavisno od broja faza. Druga podela je na motore sa promenljivom reluktansom, permanentnim magnetom, ili hibrid, zavisno od tipa rotora. Još jedna podela je na unipolarne i bipolarne koračne motore kakav je i korišćen u izradi makete.

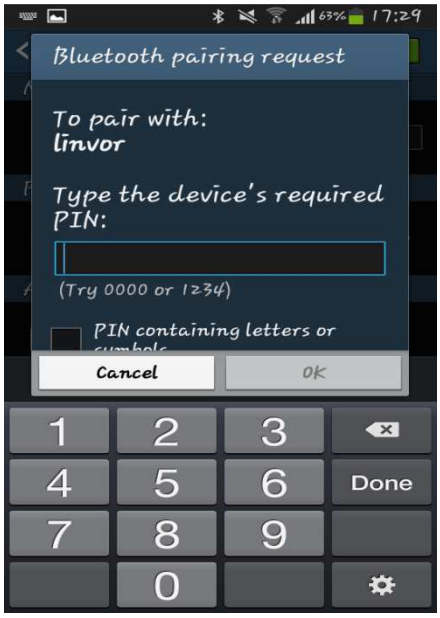
8.6. Realizacija Android aplikacije

Za realizaciju Android aplikacije korišćeno je programsko okruženje Eclipse u kombinaciji sa programskim jezikom Java.



Slika 37 - Struktura i deo kôd-a projekta

Nakon istalacije aplikacije neophodno je prvo izvršiti uparivanje uređaja. Uparivanje se može izvršiti na sledeći način *Settings*>*Connections*>*Bluetooth* zatim se izabere uređaja sa kojim se vrši uparivanje pri čemu se dobija sledeća slika:



Slika 38 - Uparivanje uređaja

Nakon uspešnog uparivanja koristeći pin kod uređaja i (*u ovom slučaju default pin za HC 05 serijski modul je "**1234**" a ime "**linvor**"*) pokretanja instalirane aplikacije neophodno je kliknuti na ime bluetooth uređaja iz ponuđene liste uređaja.



Slika 39 -Izgled aplikacije, spajanje sa već uparenim bluetooth uređajem

Ukoliko je povezivanje sa uređajem uspešno dobijamo sledeći ekran sa opcijama za upravljanje roletnom.



Slika 40 - Izgled aplikacije, ekran za upravljanje maketom roletne

8.7. Proračun troškova realizacije projekta

Proračun troškova pri izradi makete automatizovane roletne.[48]

R.br	Ime komponente	Količina	Cena (RSD)
1.	Arduino Uno Rev3 Board	1	2,990.00
2.	Arduino Motor Shield Rev3	1	3,290.00
3.	Bluetooth HC-05 Serijski modul	1	1,850.00
4.	Stepper motor (u ovom slučaju upotrebljen sa pokvarenog CD/DVD ROM-a)	1	0.00
5.	9V Baterija za eksterno napajanje	1	380.00
6.	Ostali troškovi (pri izradi makete)		700.00
	UKUPNO		**9,210.00**

Proračun troškova pri realizaciji automatizovane roletne[48]

R.br	Ime komponente	Količina	Cena (RSD)
1.	Arduino Uno Rev3 Board	1	2,990.00
2.	Arduino Motor Shield Rev3	1	3,290.00
3.	Bluetooth HC-05 Serijski modul	1	1,850.00
4.	Steper Motor 42X42mm	1	2,250.00
5.	12V Eksterno napajanje za Steper motor[49]	1	2,130.01
6.	Modifikaciju postojeće roletne		1,000.00
	UKUPNO		**13,510.01.00**

[48] Sve cene preuzete sa http://www.saperel.com/ (23.03.2014)

[49] Cena preuzeta sa https://www.adafruit.com/products/352 (23.03.2014)

Zaključna razmatranja

Sve veći tehnološki razvoj u svetu u velikoj meri utiče i na društvo. Tehnologija danas zahvata sve sfere društvenih života pa čak i domove. "Pametna kuća" predstavlja koncept savremenog domaćinstva i života u njemu. Koncept "pametna kuća" ima ulogu da se prilagođava trenutnoj situaciji, aktivnostima, navikama kao i životnom stilu svakog pojedinca u kući, a da se pritom ostvaruje i energetska ušteda. Implementaciju ove tehnologije koči jedan problem, a to je cena koja je veoma visoka za ponuđena komercijalna rešenja, zbog ovog razloga ne može svako da priušti život u "pametnoj kući".

Početkom '90-tih godina prošlog veka, kućna automatizacija je bila privilegija samo grupe korisnika sa najvišim prihodima, kojima je upotreba najnovijih tehnologija i tehnoloških dostignuća predstavljala stvar prestiža.

Ubrzan tehnološki razvoj ovih sistema omogućio je njihovu široku primenu. Oni su postajali ekonomski sve prihvatljiviji za širi krug pojedinaca koji drže do životnog stila, komfora bezbednosti i ekonomičnosti svog domaćinstva. Sve veća tržišna potražnja dovela je do masovne proizvodnje, pa kućna automatizacija u poslednje dve decenije postaje apsolutni hit.

Ideal kućne automatizacije podrazumeva da ljudi u svom domu treba da budu u stanju da kontrolišu sve svoje automatizovane sisteme i uređaje sa bilo kog mesta u kući ili sa neke udaljene lokacije a da ti sistemi i aparati imaju neku vezu jedan sa drugim. Vlasnici velikih kuća za probleme povezivanja električnim vodovima nalaze wireless kao novo rešenje za izgradnju i proširenje sistema kućne automatizacije. Sa wireless-om, nove primene sistema za autmatizaciju u maloprodajnim objektima i kancelarijskim okruženjima postale su stvarnost.

Kompanija Google zalazi u sve oblasti tehnologije pa i u oblasti Smart Home. Google je predstavio ideju da u budućnosti Android platforma postane osnovni standard u projektovanju sistema "pametnih kuća", i da ceo koncept postane dostupan i svima onima sa malom platežnom moći. U korist tome govori činjenica da je Google objavio protokole za Android@Home sredinom 2012. godine.

S obzirom da Google najvljuje ulazak u oblasti kućne automatizacije, očekuje se i interesovanje proizvođača uređaja koji koriste Android OS, što značajno povećava šansu Android-u da opstane na tržištu Home Automation sistema. Takođe, Google ima punu podršku softverskih inženjera, zahvaljujući open-source platformi. Android olakšava pisanje aplikacija iz razoga što Java pruža čitav set biblioteka i već gotovih primera. Naravno, moguće je koristiti Java-u i na Linux ugrađenim platformama, ali se tamo ne može pronaći tako bogat set korisničkih API-ja za mrežnu komunikaciju, UI, Bluetooth, OpenGL itd. Očekuje se da će Android sa svojim predispozicijama uskoro dominirati u svetu kućne automatizacije.

Arduino je kao i Android takođe open-source platforma, što znači da se stalno razvija i da ima dosta tehničke dokumentacije. Arduino je danas tema mnogih diskusija na forumima, pored literature koje je sve više postoji i veliki broj tutorijala koji u detalje objašnjavaju upotrebu ili predstavljaju gotove projekte koji su precizno u koracima objašnjeni. Korisnicima pored svih prednosti koje Arduino mikrokontroleri nude možda najbitniju prednost predstavlja povoljna cena. Međutim to ne znači da nije pozdan, naprotiv, iako je jeftin veoma je pouzdan i pruža dobre performanse. Pored mikrokontrolera za različite oblasti postoji i velika ponuda štitova kao nadogradnja osnovnog mikrokontrolera kao i senzora kojima Arduino ostvaruje komunikaciju sa spoljnim svetom i na taj način realizaciju ideja čini lakim za implementaciju.

U radu je dat pregled najvažnijih trenutnih rešenja i rešenja koja nastaju i koja su pogodna za realizaciju sistema kućne automatizacije. Takođe u radu je realizovana maketa automatizovane roletne kontrolisane od strane Android aplikacije.

Implementacijom ovakvih budućih sistema za automatizaciju pruža se prilika za razvoj socijalnog i ekonomičnog okruženja u kojem će ljudi moći da uživaju u višem životnom standardu i boljem kvalitetu života.

Literatura

[1] Royal National Institute for the Blind (RNIB) Digital Accessibility Team, (ažurirano: 20.11.2009) *Smart Home: What is a Smart Home*, Tiresias.org. United Kingdom: RNIB. Extensive information and numerous links to additional resources, research, and examples of homes with smart home technology around the world:

http://www.tiresias.org/research/guidelines/smart_home.htm. (23.02.2013);

[2] Antonio S. D., Glen C., (2012) *Smart Homes (Home Automation, Livable New York Resource Manual* http://www.aging.ny.gov/LivableNY/ResourceManual/TableOfContents.pdf (Section IV Design, IV.1.c *Smart Homes - Home Automation*) (01.03.2013);

[3] Christian Reinisch., (Februar 2007.) Master thesis: W*ireless Communication in Home and Building Automation*, Viennia univeristy of technlogy;

[4] Gurlin S. Lamba, (2010) *Smart Grid and its Development Prospects In the Asia-Pacific Region*, Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences Volume 2 No. 1, str. 63, CIS Journals: http://www.cisjournal.org/ (26.02.2013);

[5] U.S.Department of Energy, (18.06.2012) *Smart Grid / Department of Energy*,

http://energy.gov/oe/technology-development/smart-grid (28.02.2013);

[6] Slavko K., *Pametna mreža. Što je to i za koga je to?*, FER (Fakultet Elektrotehnike i računarstva), Zagreb,

http://hgk.biznet.hr/hgk/fileovi/22055.pdf (26.02.2013);

[7] Gerhart J. (31 Mart 1999.) *Home Automation and Wiring*, McGraw-Hill, New York;

[8] Harper Richard, (14 Avgust 2003.) *Inside the Smart Home*, Springer, New York;

[9] Tesla Nikola, (8 Novembar 1898.) U.S. Patent 613809: *Method of and apparatus for controlling mechanism of moving vessels and vehicles*, United States Patent and Trademark Office;

[10] Mann William C., (7 Juli 2005.) *Smart technology for aging, disability and independence : the state of the science*, John Wiley and Sons, New York;

[11] Santa J., Gómez-Skarmeta A. F. (Oktobar, 2010.) *An Integral and Networked Home Automation Solution for Indoor Ambient Intelligence*, PERVASIVE computing, IEEE, Vol.9, str.66-77, Univ. of Murcia, Spain, http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=5396313&contentType=Journals+%26+Magazines&queryText%3DHome+automation, (01.03.2013);

[12] M. Chan, D. Esteve, C. Escriba, and E. Campo (2008), *A review of smart homes—Present state and future challenges,* Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 91;

[13] Yousuf, M.S., El-Shafei, M. (2007), *Power Line Communications: An Overview - Part I*, 4th International Conference on Innovations in Information Technology, str. 218 - 222;

[14] X 10 standard, http://en.wikipedia.org/wiki/X10_%28industry_standard%29, (15.03.2013);

[15] How X 10 works, http://www.smarthomeusa.com/info/x10theory/x10theory/#theory, (17.03.2013);

[16] INSTEON, http://en.wikipedia.org/wiki/INSTEON, (18.03.2013);

[17] How INSTEON works, http://www.insteon.com/about-howitworks.html, (17.03.2013);

[18] Yanbin Pang, Xiangyu Wei, Youhua Wu (Juli, 1999), *The sensor network based on LonWorks technology*, the 38th Annual Conference Proceedings of the SICE, str. 897 - 900;

[19] LonWorks Overview, *A Plan for Product Enhancement*, http://www.rtaautomation.com/lonworks/, (18.03.2013);

[20] LonWorks Engineering Bulletin (1993), *The LONTALK Protocol*, http://www.hvacc.net/pdf/lonworks/Echelon%20-%20LonTalk%20Protocol.pdf, (18.03.2013);

[21] Ats ltd kompanija, http://www.plcbus.com/, (18.03.2013);

[22] Home Plug, *News Letters,* https://www.homeplug.org/news/newsletter/, (21.03.2013);

[23] Johnny Cache, Joshua Wright i Vincent Liu (2010) *Hacking Wireless Exposed*, ZigBee Implementation, McGraw-Hill; New York, poglavlje XI, str. 399-438;

[24] Matt Maupin, ZigBee: Wireless Control Made Simple, http://www.mobiusconsulting.com/papers/MattMaupin_FreescaleSemiconductor.pdf, (24.03.2013);

[25] Z-Wave: The New Standard in Wireless Remote Control, http://www.z-wave.com/modules/AboutZ-Wave/, (27.03.2013);

[26] Mikhail Galeev, Catching the Z-Wave, http://www.embedded.com/design/connectivity/4025721/Catching-the-Z-Wave, (29.03.2013);

[27] Chatschik, B. (Decembar, 2001.) *An overview of the Bluetooth wireless technology*, IEEE Communications Magazine, Vol. 39, Izdanje 12, str. 86-94;

[28] Matthias Kovatsch, Markus Weiss, Dominique Guinard (2010) *Embedding Internet Technology for Home Automation*, IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Institute for Pervasive Computing ETH, Zurich, http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5641208&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5641208 (02.04.2013);

[29] Ronnie D. Caytiles, Byungjoo Park (Januar, 2012.) *Mobile IP-Based Architecture for Smart Homes*, International Journal of Smart Home Vol. 6, No. 1, Department of Multimedia Engineering, Hannam University, Daejeon, Korea;

[30] Schildt Herber (2011) *Java The Complete Reference, 8th Edition*, , McGraw-Hill, New York;

[31] Mike Riley (2012) *Programming Your Home Automate with Arduino, Android, and Your Computer*, The Pragmatic Bookshelf, Dallas, Texas • Raleigh, North Carolina;

[32] Emily Gertz and Patrick Di Justo (2012) *Environmental Monitoring with Arduino*, O'Reilly, Sebastopol, CA;

[33] Andreas Göransson and David Cuartielles Ruiz (2013) *Professional Android™ Open Accessory Programming with Arduino™*, John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana;

[34] Michael Margolis (2011) *Arduino Cookbook*, O'Reilly, Sebastopol, CA;

[35] Arduino oficejlni web sajt, http://arduino.cc/ (19.07.2013);

[36] Rosslin John Robles, Tai-hoon Kim (2010) *Applications, Systems and Methods in Smart Home Tecnology: A Review*, International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 15, http://www.sersc.org/journals/IJAST/vol15/4.pdf (08.09.2013);

[37] Eleonora Milić, Nikola Mitrović, Milena Stanković Dejan Milenović, *Android-Arduino Smart Home*, INFOTEH-JAHORINA Vol. 12, March 2013., Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu http://www.tomsguide.com/us/Google-Play-Android-Apple-iOS,news-16235.html (11.09.2013);

[38] Mario Böhmer (2012) *Beginning Android ADK with Arduino,* Apress, New York;

[39] M. van der Werff, X. Gui, and W. Xu (2005) *A Mobile-based Home Automation System*, IEEE 2nd International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems, Guangzhou, China, http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=1656698&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1656698 (03.09.2013);

[40] *Android, the world's most popular mobile platform*, http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html (28.08.2013);

[41] *What is Arduino? Why Arduino? How do I use Arduino*, http://arduino.cc/en/Guide/Introduction (17.09.2013);

[42] Tero Karvinen and Kimmo Karvinen (2012) *Make a Mind-Controlled ArduinoRobot*, O'Reilly, Sebastopol, CA;

[43] *Android kroz istoriju*, http://balkanandroid.com/android-kroz-istoriju/ (15.08.2013);

[44] Milan Gocić, *Softversko okruženje: Eclipse*, Informatika II, http://www.gaf.ni.ac.rs/personal/mgocic/InformatikaII/materijal/JavaZadaci.pdf (22.09.2013);

[45] R. Balavishnu, P. Gowtham Raj, *Amarino-'Arduino Meets Android*, Kongu Engineering College-Perundurai, Amritha University – Coimbatore http://www.scribd.com/doc/79733539/Amarino-Android-Meets-Arduino-Full-Paper-Ieee-Format (19.09.2013);

[46] Near Field Communication skup standarda za pametne telefone, http://www.nearfieldcommunication.org/about-nfc.html (29.07.2013);

[47] James Floyd Kelly and Harold Timmis (2013) *Arduino Adventures: Escape from Gemini Station*, Apress, New York;

[48] Android KitkKat 4.4 http://en.wikipedia.org/wiki/Android_version_history#Android_4.4_KitKat_.28API_level_19.29 (15.02.2014);

[49] Šta je novo u Androidu 4.4 Kit Kat? http://srbodroid.com/vesti/novine/sta-je-novo-u-androidu-4-4-kit-kat/ (15.02.2014);

[50] Arduino Uno Rev3 ploča http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno (15.01.2014)

[51] Arduino Motor Shield http://www.saperel.com/Arduino%20Shields/Arduino%20Motor%20Shield%20Rev3 (01.02.2014)

[52] Steper (koračni) motor, http://sr.wikipedia.org/sr-el/ Корачни_мотор (22.01.2014)