

## **Tehničko rešenje: UD-100 - univezalni detektor bežične komunikacije**

**Rukovodilac projekta : dr Miloš Živanov**

**Odgovorno lice: dr Miloš Slankamenac**

**Autori : Slankamenac Miloš, Rajs Vladimir, Milosavljević Vladimir, Bajić Jovan, Živanov Miloš**

**Godina:** 2012.

**Primena:** 2012.

### **KRATAK OPIS**

Problem prepisivanja na ispitima korišćenjem bežičnih komunikacija (najčešće upotreboom mobilnih telefona) sa "bubicom" naglo je porastao, usled pada cene tih sistema, lakoj upotrebi, nemogućnošću otkrivanja golinom okom i velikoj rasprostranjenosti na tržištu. Za ometanje rada mobilnih telefona koriste se ometači. Njihova mana je visoka cena, ometanje uskog opsega frekvencija i administrativni problemi ometanja javnih frekvencija. Zato je napravljen prenosni detektor MD-150, male mase i dimenzija, koji detektuje signale koje emituju uređaji u širokom opsegu frekvencija. Univerzalni detektor bežične komunikacije UD-100 predstavlja unapređenu verziju detektora MD-150 i omogućava pre svega detekciju nove generacije mobilnih telefona. Koristi se vizuelni prikaz detekcije kako bi se na najjednostavniji način korisniku dala informacija o lokaciji izvora visokofrekventnog elektromagnetskog polja (u ovom slučaju mobilnog telefona). Vizuelni prikaz je dat preko niza svetlećih dioda (tri zelene, tri žute i tri crvene). Diode zasvetle kad uređaj detektuje izvor visokofrekventnog zračenja, a postoji mogućnost i lociranja tog izvora.

### **Tehničke mogućnosti detektora UD-100**

- Detektuje aktivnosti mobilnog telefona (850/900/1800/1900MHz/UMTS) kao i drugih vidova bežične komunikacije (radio komunikacija, Wi-Fi, Bluetooth).
- Poseduje 9 nivoa detekcije digitalne bežične komunikacije
- Detektuje širok frekventni opseg od 10 MHz do 3500 MHz
- Podesiva je osjetljivost u širokom opsegu (podesiv je domet detekcije 1-60m)
- Poseduje mogućnost otkrivanja lokacije gde je aktivna nedozvoljena komunikacija
- Uredaj je prenosan i jednostavan za korišćenje (kada je detektor bliži izvoru signala svetli veći broj lampica)
- Napaja se da dve AAA baterije i poseduje indikaciju stanja baterije

## **Tehničke karakteristike**

**Mreno područje:** frekventni opseg od 10 MHz do 3500 MHz

**Konstrukcioni materijali:** plastično kućište

**Dimenzije:** širina: 13 mm , visina: 98 mm, dužina: 56 mm

**Težina:** 100 g

**Napajanje:** baterijsko napajanje 3 V DC (dve AAA baterije), indikacija stanja baterije

**Potrošnja:** 250 mW

**Radna temperatura:** 0-85 °C

## **Realizatori:**

Katedra za elektroniku FTN - Novi Sad

## **Korisnici:**

Zbog svoje jednostavnosti, lakog rukovanja i pouzdanosti UD-100 ima širok opseg primene na fakultetima, srednjim i osnovnim školama i zatvorima za otkrivanje nedozvoljenih bežičnih komunikacija. Uređaj koristi preko 30 fakulteta u Republici Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini, kao i destak zatvora u Republici Srbiji i Bosni i Hercegovini.

## **STANJE U SVETU**

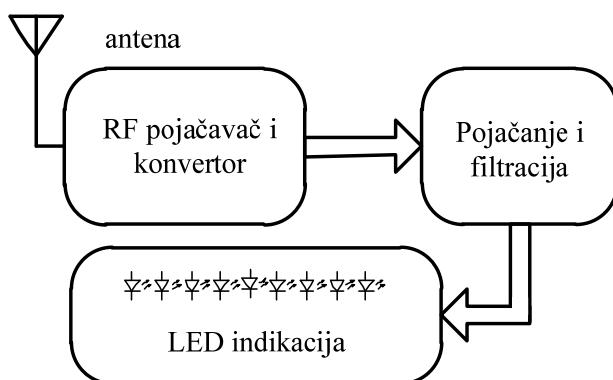
Trenutno na tržištu postoje detektori sa nešto boljim i znatno lošijim karakteristikama (mali domet detekcije i slaba signalizacija) od UD-100, ali njihova je cena mnogo veća. UD-100 je idealan za područje na kojem se koristi. U svetu se za ove namene koriste i omotači mobilnih telefona, ali detektori imaju sledeće prednosti:

- Korišćenje omotača nije legalno jer je zabranjeno ometanje javnih frekvencija i potrebne su posebne dozvole za korišćenje od nadležnih institucija
- Omotači velike snage štetno deluju na ljudski organizam zbog velike snage zračenja
- Omotači nisu pouzdani za mnoge vidove nedozvoljeni bežičnih komunikacija (ometaju uzak pojas frekvencija)
- Omotači su velikih dimenzija i njihov prenos nije jednostavan za razliku od detektora ove vrste
- Omotači su višestruko skuplji

## IDEJNO REŠENJE

Struktura celog uređaja se može podeliti u četiri celine, kao što je prikazano na slici 1:

1. Ulazni RF pojačavač i konvertor
2. Blok za filtriranje i pojačanje signala
3. Izlazna signalizacija
4. Napajanje uređaja



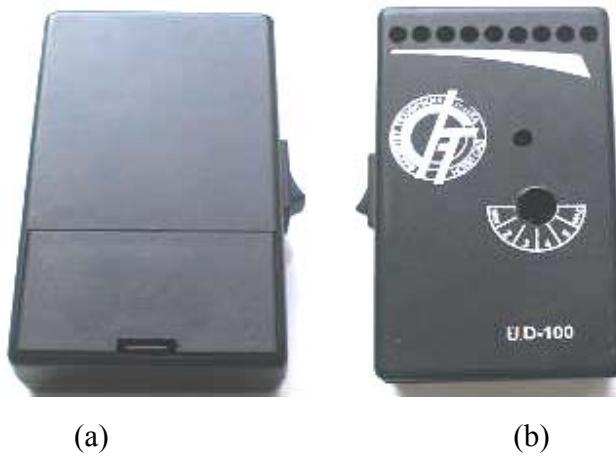
Slika 1. Struktura uređaja

Ulazni blok se sastoji od prijemne antene i dela baziranog na specijalizovanom čipu koji se koristi u mobilnim uređajima za merenje jačine prijemnog signala kao i za kontrolu izlazne snage u RF pojačalima snage. U ovom delu pojačava se VF signal pomoću kaskadno vezanih pojačavača koji vrše linearnu aproksimaciju logaritamske funkcije. Na izlazu iz ovog stepena se dobija DC napon proporcionalan snazi ulaznog RF signala izraženoj u dBm. Pošto su detektovana zračenja vrlo slaba posebna pažnja se morala obratiti na filtriranje i pojačanje signala dobijenih sa ulaznog dela. To vrši druga sekcija. Tako prilagođen signal se dalje vodi na deo za prikaz rezultata merenja. Kako nisu neophodni tačni numerički podaci i radi što lakšeg i bržeg očitavanja korišćen je popularan čip LM3914 koji pobuđuje red LED dioda (izlazna signalizacija).

## KONSTRUKCIJA I IZGLED UREĐAJA

### KUĆIŠTE

Kućište uređaja čini plastična kutija dimenzija su 13 mm x 98 mm x 56 mm, koja je prikazana na slici 2. Na prednjoj strani kutije izbušene su rupe za diode (koje čine *led-bar*) prečnika 4.8 mm, a razmak između dve susedne diode je 4 mm. Na sredini prednje strane nalazi se i rupa prečnika 4.8 mm za crvenu led diodu koja obaveštava korisnika kada je uređaj uključen. Rupa za potenciometar je prečnika 10 mm i nalazi se na prednjem panelu. Na prednjem panelu se takođe nalaze grb fakulteta tehničkih nauka i skala za podešavanje osetljivosti. Na poleđini kutije postoji posebno mesto za stavljanje baterije. Ovaj deo kutije služi da se baterija može jednostavno zameniti, a da se pri tome ne dolazi u kontakt sa ostalom elektronikom. Sa leve bočne strane isečena je rupa oblika pravougaonika čije su dimanzije 19 mm x 12 mm. Na to mesto stavljen je ON/OFF prekidač.



Slika 2. Izgled: (a) zadnje i (b) prednje strane kutije

- Sam izgled i osnovni delovi uređaja prikazani su na slici 3. Osnovni delovi uređaja i njihova namena su:
- PREKIDAČ - služi za uključivanje i isključivanje detektora
- CRVENA LAMPICA - indikacija da je uređaj uključen
- POTENCIOMETAR - služi za podešavanje osetljivosti detekcije
- 9 INDIKATORSKIH LAMPICA - nivoi detekcije. Kada je detektor bliži izvoru signala svetli veći broj lampica)

- ŽUTA LAMPICA-služi kao indikacija kada je baterija puna.

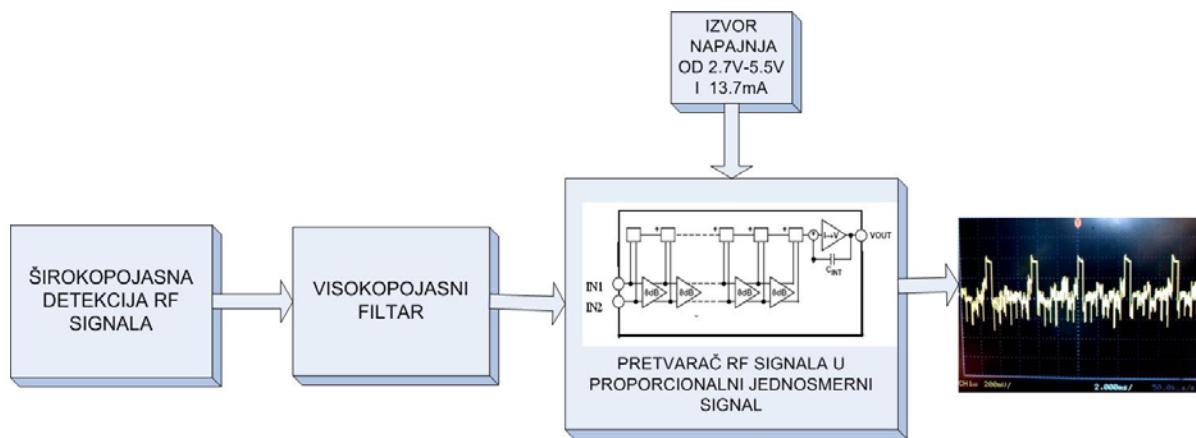


Slika 3. Izgled detektora UD-100

## ELEKTRONSKI SKLOP

### 1. Ulazni RF pojačavač i konvertor

U ulaznom bloku se detektuju visokofrekventna zračenja, zatim pojačavaju i pretvaraju u proporcionalni jednosmerni signal. Ovaj blok je precizan pretvarac RF signala sa diferencijalnim ulazom, u proporcionalan DC signal. Vrednost DC signala se dobija u decibelima. Stepen registrovanja signala ferekvencije od 0.1 GHz do 2.5GHz, a i koristan u oblasti od 10 MHz do 3.5 GHz. Nominalni dinamički ulaz je u opsegu od -65 dBm do 0 dBm i osetljivost može biti uvećana za 6 dB ili više, ali samo za uskopojasni opseg. Za ispravan rad zahteva se jedan izvor napajanja u opsegu od 2.7 V do 5.5 V. Sa napajanjem od 3 V i strujom od 13.7 mA na temperaturi od 25°C potrošnja je samo 41 mW. Na osnovu toga dalja karakteristika potrošnje je predvidljiva. U *sleep modu* na ulazu je visok napon i on inicira malu stuju od 20  $\mu$ A sa pragom veličine od polovine napona napajanja. Stuktura se sastoji od 8 pojačavačkih celija koje imaju nominalno pojačanje od 8 dB i - 3 dB u širini opsega od 3.5 GHz. Ovo stvara ukupan srednji skup pojačanja od 64 dB. Svaki izlaz pojačavačkih celija je upotrebljen da detektuje RF signal i konverte u bazni pojas.



Slika 4. Struktura ulaznog bloka

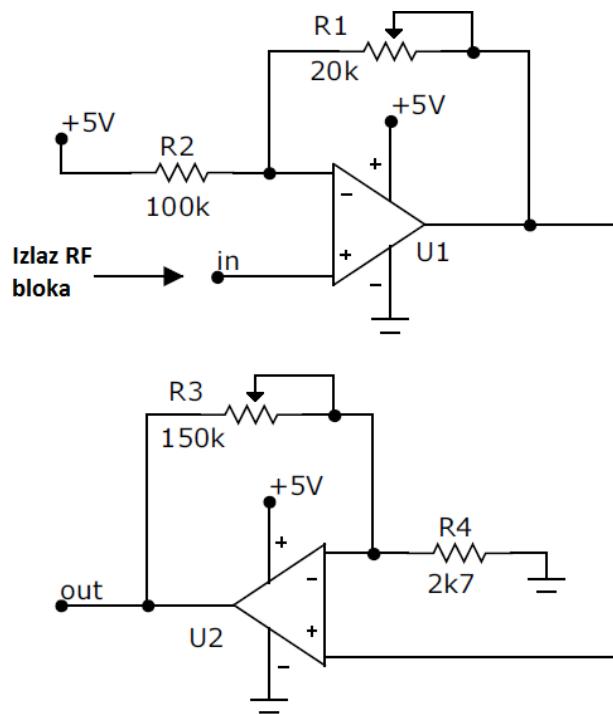
Skaliranje je određeno posebnom povratnom spregom za postavljanje nagiba od aproksimativno 18 mV/dB. Izlazna karakteristika jednosmernog napona počinje od 0.45 V za ulaz od 73 dBm i kreće se do 1.75 V za ulaz od 0 dBm. Signal može doći do logaritamskog pojačavača na mnogo načina. U svakom slučaju signal ne sme imati jednosmernu komponentu. Za hvatanje signala postavljena je žičana antena dužine 8.33 cm što predstavlja dužinu koja odgovara  $\frac{1}{4}$  talasne dužine signala frekvencije od 900MHz. Otpornik od  $53.6 \Omega$  u kombinaciji sa unutrašnjom impedansom pojačavača daje ukupnu ulaznu impedansu od pribлизно  $50 \Omega$ . Poželjno je da se taj otpornik od  $53.6 \Omega$  stavi između drugog (INHI) i trećeg (INLO) pina da bi se smanjila mogućnost dovođenja jednosmerne komponente. Na niskim frekvencijama ovo možda neće biti dovoljno, pa se zahteva stavljanje jednog para kondenzatora od 1 nF. Ovaj par kondenzatora predstavlja visoko pojasi filter od 9.4 MHz. Cela struktura ulaznog bloka može se videti na slici 4.

## 2. Blok za filtriranje i pojačanje signala

Blok za filtriranje i pojačanje signala sastoji se od:

1. Kola za eliminaciju ofseta
2. Pojačavača amplitude signala
3. Kola za prilagođavanje oblika signala

Na slici 5 prikazano je kolo za eliminaciju DC ofseta i dodatno pojačanje signala

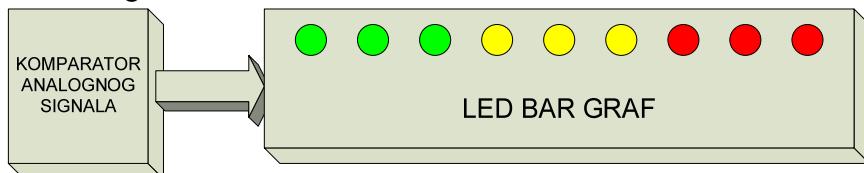


Slika 5. Kolo za eliminaciju ofseta i dodatno pojačanje signala

Na izlazu RF bloka postoji konstanti DC ofset od 0.5V i neohodno je da bude eliminisan pre pojačanja signala. Operacioni pojačavač U1 je zadužen za eleminaciju DC ofseta. Kao pojačavač amplitude dobijenog signala izabran je neinvertujući pojačavač realizovan sa idealnim operacionim pojačavačem (U2). Za izlaznu signalizaciju neophodno je da signal bude jenosmeran pa je dodato kolo za prilagođavanje oblika željenog signala. Kolo za prilagođavanje oblika je detektor envelope.

### 3. Izlazna signalizacija

Blok za izlaznu signalizaciju čine komparator analognog signala i devet LED-dioda postavljeni kao led-bar graf.



Slika 6. Struktura izlazne signalizacije

Kao komparator analognog signala iskorišćeno je monolitno integrisano strujno kolo LM3914 koje razlikuje analogne naponske nivoe. Kolo je predviđeno da upravlja led-barom koji se sastoji od 9 led-dioda. Za regulaciju struje led-bar-grafa koristi se isključivo otpornik, što daje

mogućnost jednostavnog korišćenja ovog kola. Čip sadrži sopstveni podešljiv i precizan desetokoračni naponski delitelj. LM3914 je isključivo namenjen kao kontrolni vizuelni alarm, a može se i lako dodavati na druge sisteme. Kolo može “pogoniti” ledovke u raznim bojama ili *low-current* led-diode. LM3914 je veoma lako primeniti kao analogni merač.

#### 4. Napajanje uređaja

Na slici 7 data je blok sema napajanja uređaja. Celokupan uređaj se napaja sa 2 AAA (1.5V) baterije. Za stabilizaciju napajanja korišćen je DC-DC step up konvertor MAX856. MAX856 predstavlja minijaturni stabilizator (podizač) napon koji se koristi za sisteme sa baterijskim napajanjem. MAX856 radi sa malim ulaznim napon (do 0.8V), a na izlazu da je stabilan napon od 3.3V ili 5V (u ovom slučaju 5V). Takođe, ovaj DC-DC pretvrač sadrži i komparator za detekciju nivo baterije. Ukoliko napon na ulaznom pinu (LBI) ovog konvertora padne ispod 1.25V izlazni pin (LBO) menja stanje sa visokog na nizak nivo, što ujedno predstavlja indikaciju da je baterija ispražnjena. U konkretnom slučaju, primenom razdelnika napona je podešeno da kada napon na bateriji dostigne 2.3V pali se LED lampica koja ukazuje da je baterija ispražnjena.



Slika 7. Blok sema napajanja uređaja

#### Prateća dokumentacija:

1. Uputstvo za korišćenje
2. Hardverska tehnička dokumentacija

**UD-100 - univezalni detektor bežične komunikacije je razvijen od strane firme Novilog d.o.o. i Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada u okviru projekta: III43008 „Razvoj metoda i sistema za praćenje kvaliteta vode vazduha i zemljišta“**

Štampano – Decembar 2012.

## RECENZIJA

Tehničkog rešenja

### UD-100 - univezalni detektor bežične komunikacije

**Autori:** Slankamenac Miloš, Rajs Vladimir, Milosavljević Vladimir, Bajić Jovan, Živanov Miloš

#### OPŠTI PODACI:

Detektor UD-100 je prenosni uređaj, male mase i dimenzija, koji detektuje signale emitovane od mobilnih telefona i drugih uređaja za komunikaciju u širokom opsegu frekvencija. Poseduje mogućnost lociranja tog izvora visokofrekventnog zračenja, pomoću svetlosne signalizacije.

#### TEHNIČKE KARAKTERISTIKE:

**Mreno područje:** frekventni opseg od 10 MHz do 3500 MHz

**Konstrukcioni materijali:** plastično kućište

**Dimenzijs:** širina: 13 mm, visina: 98 mm, dužina: 56 mm

**Težina:** 100 g

**Napajanje:** baterijsko napajanje 3 V DC (dve AAA baterije), indikacija stanja baterije

**Potrošnja:** 250 mW

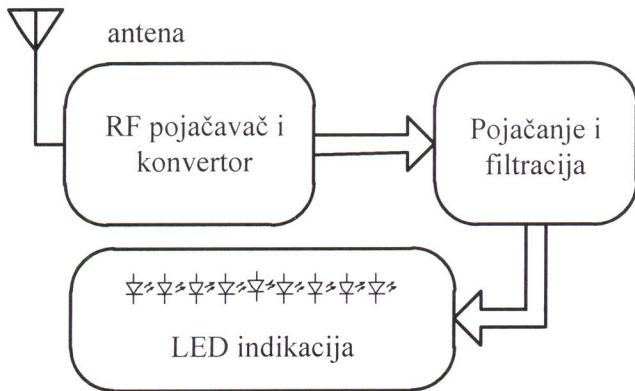
**Radna temperatura:** 0-85 °C

#### TEHNIČKE MOGUĆNOSTI:

- Detektuje aktivnosti mobilnog telefona (850/900/1800/1900MHz/UMTS) kao i drugih vidova bežične komunikacije (radio komunikacija, Wi-Fi, Bluetooth).
- Poseduje 9 nivoa detekcije digitalne bežične komunikacije
- Detektuje širok frekventni opseg od 10 MHz do 3500 MHz
- Podesiva je osetljivost u širokom opsegu (podesiv je domet detekcije 1-60m)
- Poseduje mogućnost otkrivanja lokacije gde je aktivna nedozvoljena komunikacija
- Uređaj je prenosan i jednostavan za korišćenje (kada je detektor bliži izvoru signala svetli veći broj LED)
- Napaja se da dve AAA baterije i poseduje indikaciju stanja baterije

#### KONSTRUKCIJA:

Struktura detektora UD-100 se može podeliti u četiri celine (ulazni RF blok, blok za filtriranje i pojačanje signala, izlazna signalizacija i napajanje), kao što je prikazano na sledećoj slici.



Razvoj detektora UD-100 je rađen u okviru Republičkog projekta pod brojem III43008.

Svi elektronski sklopovi i mehanički delovi su originalno projektovani i urađeni od strane navedenih autora.

Uredaj koristi preko 30 fakulteta u Republici Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini, kao i destak zatvora u Republici Srbiji i Bosni i Hercegovini.

### **MIŠLJENJE RECENZENTA O TEHNIČKOM REŠENJU**

Projektovani detektor aktivnosti mobilnih telefona i drugih izvora visokofrekventnog elektromagnetskog polja UD-100 pouzdano obavlja zahtevane operacije. Ovaj uređaj se odlikuje originalnošću i u potpunosti je projektovan i izrađen od strane navedenih autora. U ovoj realizaciji su korišćena najsavremenija elektronska rešenja. Uredaj se nalazi u upotrebi i u zemlji i u inostranstvu na više fakulteta (u Republici Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini), kao i u destak zatvora u Republici Srbiji i Bosni i Hercegovini. Priložena je detaljna dokumentacija iz koje vide svi detalji konstrukcije uređaja.

Na osnovu prethodno izloženog preporučujem Naučno-nastavnom veću Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje: "**UD-100 - univerzalni detektor bežične komunikacije**" prihvati kao:

**Tehničko rešenje - Bitno poboljšan postojeći proizvod ili tehnologija (M84).**

U Novom Sadu 17.01.2013.

Recenzent

Dr Božidar Vujičić, redovni profesor  
Prirodno-matematički fakultet,  
Univerzitet u Novom Sadu

RECENZIJA TEHNIČKOG REŠENJA

**UD-100 - univezalni detektor bežične komunikacije**

*Autori: Slankamenac Miloš, Rajs Vladimir, Milosavljević Vladimir, Bajić Jovan, Živanov Miloš*

**Opšti podaci:**

Detektor UD-100 je prenosni uređaj, male mase i dimenzija, koji detektuje signale emitovane od mobilnih telefona i drugih uređaja za komunikaciju u širokom opsegu frekvencija. Poseduje mogućnost lociranja tog izvora visokofrekventnog zračenja, pomoću svetlosne signalizacije.

**Tehničke karakteristike:**

**Mreno područje:** frekventni opseg od 10 MHz do 3500 MHz

**Konstrukcioni materijali:** plastično kućište

**Dimenzije:** širina: 13 mm , visina: 98 mm, dužina: 56 mm

**Težina:** 100 g

**Napajanje:** baterijsko napajanje 3 V DC (dve AAA baterije), indikacija stanja baterije

**Potrošnja:** 250 mW

**Radna temperatura:** 0-85 °C

**Tehničke mogućnosti:**

- Detektuje aktivnosti mobilnog telefona (850/900/1800/1900MHz/UMTS) kao i drugih vidova bežične komunikacije (radio komunikacija, Wi-Fi, Bluetooth).
- Poseduje 9 nivoa detekcije digitalne bežične komunikacije
- Detektuje širok frekventni opseg od 10 MHz do 3500 MHz
- Podesiva je osetljivost u širokom opsegu (podesiv je domet detekcije 1-60m)
- Poseduje mogućnost otkrivanja lokacije gde je aktivna nedozvoljena komunikacija
- Uredaj je prenosan i jednostavan za korišćenje (kada je detektor bliži izvoru signala svetli veći broj lampica)
- Napaja se da dve AAA baterije i poseduje indikaciju stanja baterije

## **Konstrukcija**

Struktura detektora UD-100 se može podeliti u četiri celine (ulazni RF blok, blok za filtriranje i pojačanje signala, izlazna signalizacija i napajanje), kao što je prikazano na sledećoj slici.

Razvoj detektora UD-100 je rađen u okviru Republičkog projekta pod brojem III43008.

Svi elektronski skloovi i mehanički delovi su originalno projektovani i urađeni od strane navedenih autora.

Uredaj koristi preko 30 fakulteta u Republici Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini, kao i destak zatvora u Republici Srbiji i Bosni i Hercegovini.

## **MIŠLJENJE RECENZENTA**

Tehničko rešenje laboratorijski prototip "UD-100 - univezalni detektor bežične komunikacije" je razvijeno i testirano na katedri za elektroniku Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Ovo tehničko rešenje proisteklo je iz rada na republičkom projektu integralnih i interdisciplinarnih istraživanja pod šifrom III43008.

Tehničko rešenje "UD-100 - univezalni detektor bežične komunikacije" predstavlja originalno rešenje autora u kome su primenjena savremena elektronska rešenja.

Uredaj se nalazi u upotrebi na više fakulteta u zemlji i u inostranstvu na preko 30 fakulteta (u Republici Srbiji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini), kao i u nekoliko zatvora u Republici Srbiji i Bosni i Hercegovini.

Na osnovu prethodno izloženog preporučujem Naučno-nastavnom veću Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje – "UD-100 - univezalni detektor bežične komunikacije" prihvati kao:

**Tehničko rešenje - Bitno poboljšan postojeći proizvod ili tehnologija (M84).**

Niš, 15.01.2013. godine

Recenzent

  
dr Zoran Perić,  
redovni profesor



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2013-01-30

## ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 4. редовној седници одржаној дана 30.01.2013. године, донело је следећу одлуку:

*-непотребно изостављено-*

**Тачка 15.1.26.: Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње /  
верификација нових техничких решења**

Одлука

На основу позитивног извештаја рецензената верификује се  
**техничко решење (M84) под називом:**

**УД-100 – УНИВЕРЗАЛНИ ДЕТЕКТОР БЕЖИЧНЕ КОМУНИКАЦИЈЕ**

Аутори техничког решења: др Милош Сланкаменац, Владимир Рајс, Владимир Милосављевић, Јован Бајић, проф. др Милош Живанов.

*-непотребно изостављено-*

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверана:  
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки