

RTR801 PROGRAMMĻADĀMAIS RADIO. IEPAZĪŠANĀS AR ADALM-PLUTO SDR

Artūrs Āboltiņš, aboltins@rtu.lv

2021. gada 11. februārī

1. Sagatavošanās darbam

1.1. Grāmata par RTL SDR ar piemēriem

- Grāmata var tikt lejuplādēta no www.desktopsdr.com
- Kopija atrodas ORTUSā
- ORTUSā atrodas saite [ua](#) (1.5GB) datni ar piemēriem bibliotēku un pašu grāmatu
- Uz datora ir vēlams atpakaļ arī arhīvu ar piemēriem un bibliotēkām no grāmatas

1.2. Aparatūra

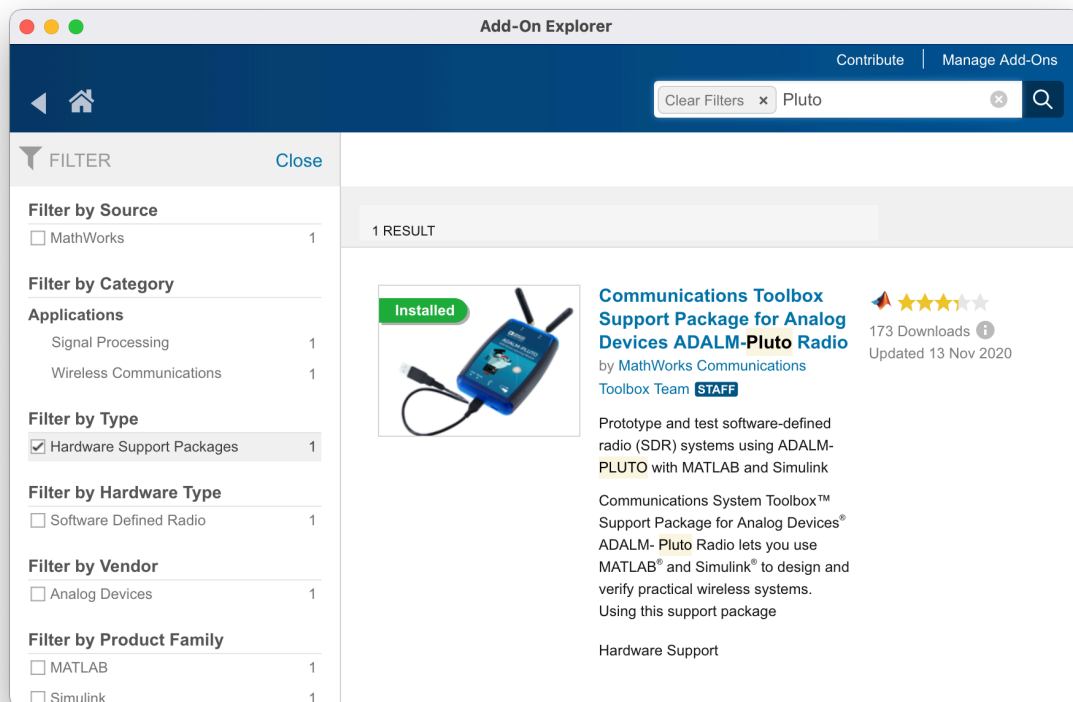
- Iekārtu Adalm-Pluto (skat 1. att.) izsniedz pasniedzējs
- Karantīnas laikā iekārtu var iznomāt pie pasniedzēja
- Lūdzu pievienojiet Adalm-PLUTO iekārtu datora USB2 vai USB3 portam.

1.3. Atbalsta programmatūra

- Lai strādātu ir jāinstalē *MATLAB support package* no <https://se.mathworks.com/hardware-support/adalm-pluto-radio.html>.
- To var uzinstalēt ieejot MATLAB izvēlē **Add-Ons->Get Hardware Support Packages**.



1. att. Adalm-PLUTO ārējais izskats



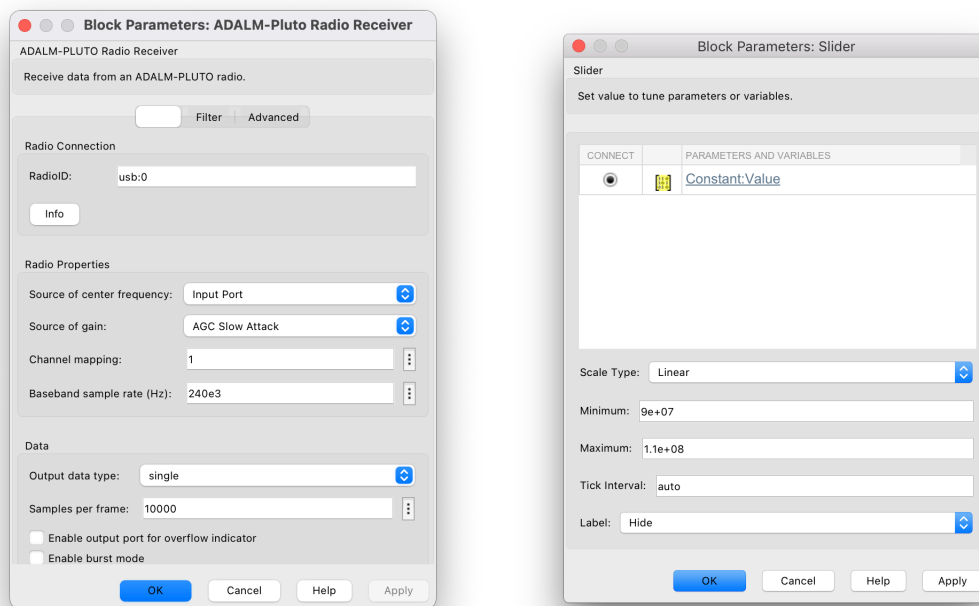
2. att. Atbalsts programmatūras instalācijas logs

- Atveras logs kā parādīts 2. att. Uzmanību! Lai uzinstalētu un nokonfigurētu atbalsta programmatūru, Adalm-PLUTO iekārtai ir jābūt pieslēgtai datoram.
- Lai arī Adalm-PLUTO satur AD9363, to var nokonfigurēt kā AD9364. Tas dod iespēju strādāt plašākā frekvenču diapazonā. To var izdarīt ar sekojošu komandu MATLAB komandu logā:

```
configurePlutoRadio('AD9364','usb:0')
```

1.4. Īss Simulink apraksts

MATLAB Simulink dod iespēju veikt vizuāli labi nodrošinātu un dinamisku dažādu sistēmu darbības modelēšanu. Tiek izmantoti funkcionāli sistēmas bloku modeļi – signālu avoti, summatori, reizinātāji, dažādi funkcionālie pārveidotāji, filtri, mēriekārtas. Šo bloku parametri viegli uzdodami un kontrolējami. Iespējams analizēt gan analogas, gan diskreāta laika sistēmas. Lietotāja kontrolē ir sistēmas darba sākuma un beigu laiks, diskretizācijas frekvence. Jāpatur prātā, ka *fixed step* režīmā modelēšana notiek, veicot sistēmas signālu parametru aprēķinus fiksētos laika momentos, atstarpi starp kuriem nosaka lietotāja uzdots solis. Tāpēc sistēmas pareiza lietošana prasa saprātīgu diskretizācijas soļa un modelēšana ilguma izvēli. Šī iemesla dēļ laboratorijas darbam iepriekš jāgatavojas un labi jāorientējas tajos procesos, kuri tiks modelēti.

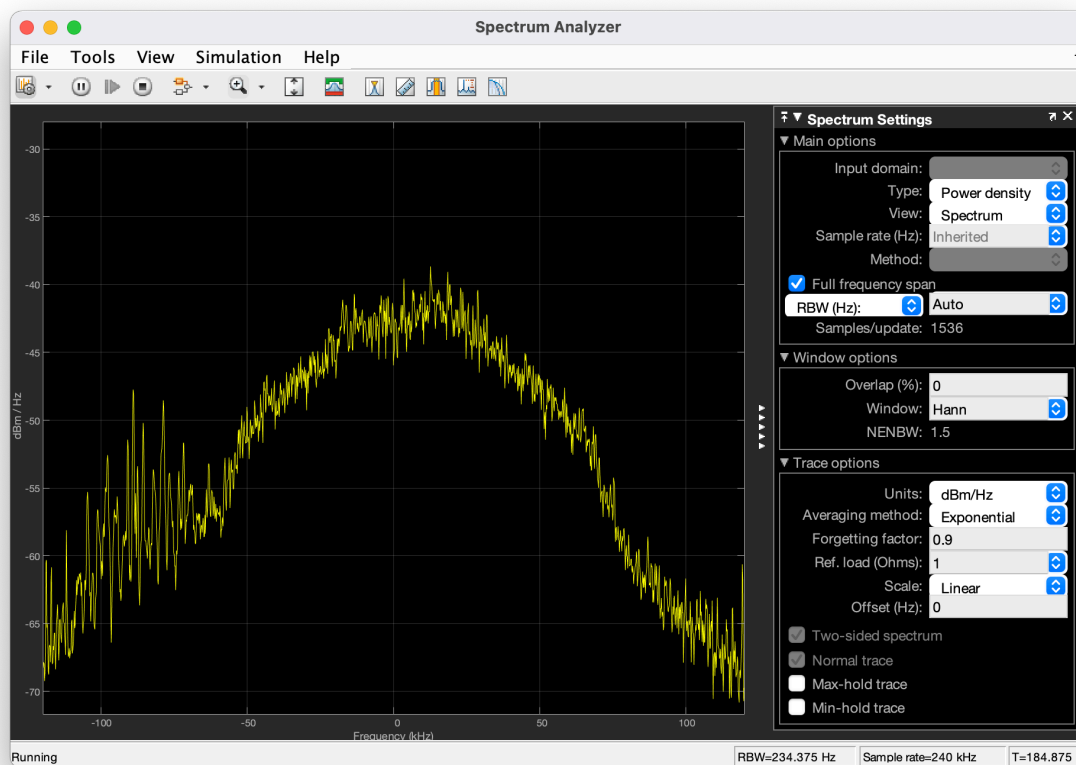


3. att. bloku parametri

2. Darbs laboratorijā

2.1. Spektra analizators

1. Izveidosim vienkāršu spektra analizatoru FM diapazonam.
2. Palaižat MATLAB programmatūru.
3. Atveriet Simulink logu un ieejot MATLAB cilnī **SIMULATION** nospiediet pogu **New->Simulink model**. No piedāvātā kataloga izvēlamies **Blank model**.
4. Cilnī **MODELING**, izvēlnē **Model settings->Model settings** atveriet modelēšanas parametrus. Sadaļā **Solver** nomainiet **Type** uz **Fixed step** un **Solver** uz **discrete (no continuous states)**. Simulācijas ilgumu (Stop time) iestādiet **inf**. *Visos šajā kursā veiktajos laboratorijas darbos ir vēlams izvēlēties minētos simulācijas parametrus.*
5. Modelis tiek veidots no blokiem, kas atrodas Bloku Bibliotēkā (LB) ko izsauc ar pogu **Library browser** (Ctrl+L). Vajadzīgos blokus visērtāk ir atrast ievadot meklēšanas logā tā nosaukumu. Vispopulārākie bloki atrodas sadaļā **Commonly used blocks**.
6. No LB ievietot bloku **Adalm-Pluto Radio Receiver**.
7. Iestādīt bloka parametrus (skat 3. att.). Frekvenci mēs padosim no ārēja bloka, tāpēc **Source of center frequency = Input port**.
8. Ievietojam bloku **Constant** un savienojam to ar **fc** ieeju Adalm-Pluto blokā caur **floor** bloku, jo Pluto bloks pieņem frekvenci tikai kā veselus skaitļus.

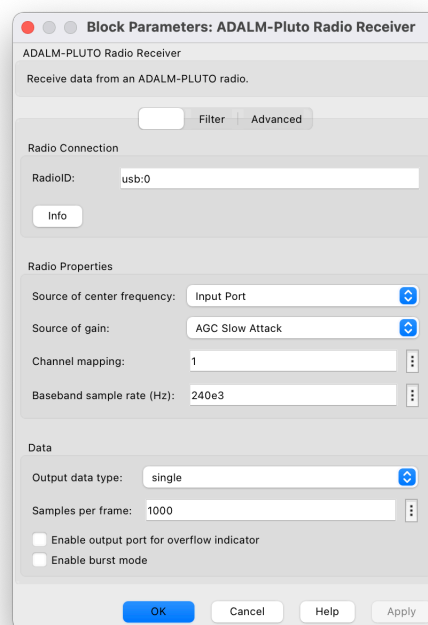
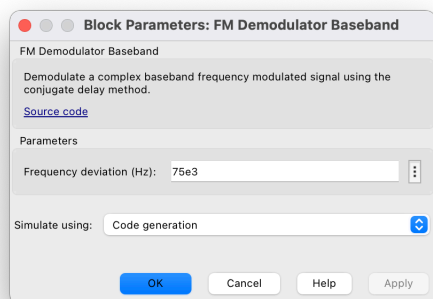


4. att. Spektra analizatora konfigurācija

9. Ievietojam bloku **Spectrum analyzer** un savienojam to Adalm-Pluto bloka izeju **Data**. Lūdzu ņemt vērā ka Simulink bibliotēkā ir vairāki pēc izskata līdzīgi spektra analizatori, kas strādā atšķirīgi. Ir jāņem spektra analizators no **DSP System Toolbox**. Ar divkāršo klikšķi atveram bloku un tā parametros ieliekam ķeksi pie **Two-sided spectrum**. Visi spektra analizatora parametri ir redzami 4. att.
10. Frekvences noskaņošanai pievienojam bloku **Slider** un piesaistām to **Constant** blokam (skat 3. att.).
11. Saglabājam modeli.
12. Pārbaudiet vai uztvērējs ir pieslēgts datoram un palaižam simulāciju nospiežot pogu "Run" (kas izskatās kā play mūzikas atskaņotājos). Statusa joslā uz brīdi parādīsies informācija par simulāciju. Laika ritējumam jāsakrīt ar reālo laiku.
13. Pārbīdīet slaidieri uz kādu no FM staciju frekvencēm un pavērojiet kā izskatās spektrs.
14. Pamainiet Adalm-Pluto bloka parametrus un pavērojiet kā tas ietekmē iegūto spektru.

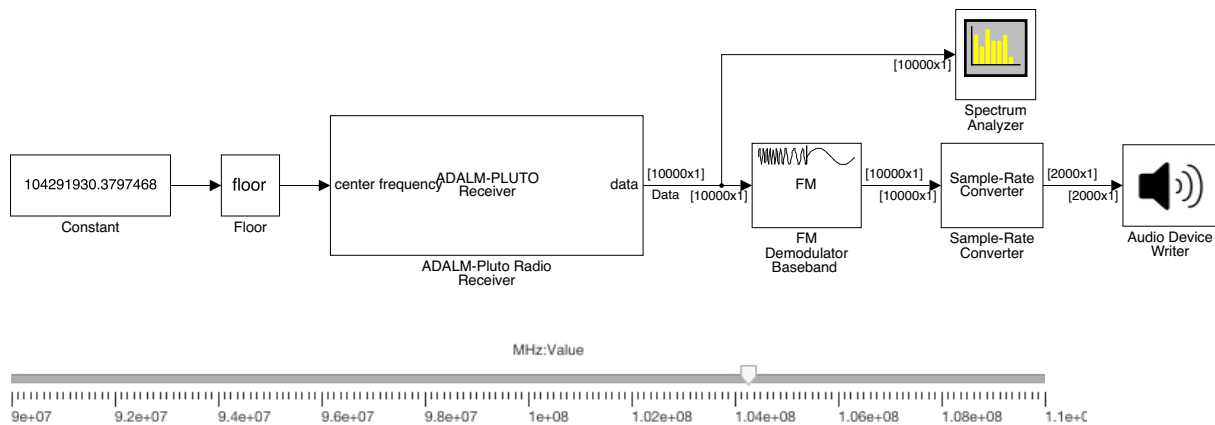
2.2. FM uztvērējs

1. Tagad pamēģināsim pievienot frekvences modulācijas detektoru ar skaņas izvadu lai varētu klausīties radio caur datoru.



5. att. bloku parametri

2. Ievietojiet **FM Demodulator Baseband** bloku un pievienojiet to Adalm-Pluto **Data** izejai, paralēli spektra analizatoram. Bloka parametri doti 5. att.
3. Frekvences demodulatora izejā ir skaņas signāls taču to nevar padot uz skaņas karti jo ir pārāk augsta diskretizācijas frekvence. Lai to pazeminātu ievietojam **Sample-Rate Converter** bloku. Ieejas diskretizācijas frekvencei ir jābūt veselu reižu augstākai par izejas diskretizācijas frekvenci, kas atbilst skaņas kartes frekvencei. Viens no variantiem būtu izejas diskretizācijas frekvence 48kHz bet ieejas – $5 \cdot 48 = 240\text{kHz}$. Bloka parametri doti 5. att.
4. Adalm-Pluto diskretizācijas frekvencei ir jāsakrīt ar diskretizācijas frekvences konvertora ieejas frekvenci. Arī **Samples per frame** ir jāizvēlas tādu lai izdalot ar diskretizācijas frekvenču attiecību (5) iznāktu vesels skaitlis. Var paņemt 5000, tad uz skaņas karti nonāks $5000:5=1000$ nolašu bloki. Ir vēlams ņemt salīdzinoši lielu skaitli (5000-20000).
5. Ievietojiet **Audio device writer** bloku un savienojiet to ar diskretizācijas konvertora izeju. Pārbaudiet vai ir iestādīta pareiza skaņas kartes diskretizācijas frekvence. Jāiegūst shēma līdzīga 6. att.
6. Saglabājiēt modeli un palaidiet to. No skaļruņa ir jānāk šņākoņai no noskaņojoties uz staciju var klausīties radio.
7. Pamainiet Adalm-Pluto bloka parametrus un pavērojiet kā tas ietekmē uztvērēja darbību.
8. Lūdsu ņemiet vērā ka kvalitatīvai FM radiostaciju uztveršanai vēl būtu nepieciešams zemo frekvenču filtrs (pre-emphasis filter), jo raidītāja pusē tiek izmantots augsto frekvenču filtrs.



6. att. Simulink modelis

Šāda filtru kombinācija ļauj daļēji nofiltrēt troksni (sistēma līdzīga kā analogajā Dolby audio sistēmā) ¹

9. Ja ir atlicis laiks var izmēģināt gatavo FM apraides demodulatoru **FM Broadcast demodulator baseband** no Simulink bibliotēkas. Tas ir spējīgs dekodēt stereo skaņu un RDS signālu, bet līdz ar to patērē krietni vairāk datora resursus. Šī bloka izejā ir audio signāls, lūdz ar to diskretizācijas frekvences konvertors nav nepieciešams.

3. Atskaites noformēšana

Atskaites titullapā norādiet mācību priekšmetu: Programmvadāmais radio, laboratorijas Nr. un nosaukumu, autora vārdu un uzvārdu, studenta apliecības Nr., grupu. Atskaitei jāsaturs sekojošas daļas:

- mājas darbs;
- izveidotā blokshēma;
- bloku parametri;
- novērotās oscilogrammas un spektri;
- secinājumi;

Lai nokopētu blokshēmu uz atskaiti jālieto izvēlnes punkts **Edit->Copy current view to clipboard** un tad ir jāveic Paste teksta redaktorā, kurā veido atskaiti. Ja teksta redaktors atbalsta PDF formāta attēlu ievietošanu var lietot Simulink opciju **Print to file**, kas ir pieejama izvēlnē **File->Print->Print**.

Lai nokopētu oscilogrammas ir jālieto izvēlne **Print->Copy to Clipboard**, kas ir pieejama oscilogrammu logam.

¹Patnēji ir arī tas, ka Eiropā tiek izmantoti savādāki filtri nekā, ASV, kas izraisa problēmas ar radioaparātu saderību.