

Dyanko K. Hubenov, Nikolay Zh. Kulev, Rosen A. Bogdanov,

ADALM-PLUTO BUILD SDR SYSTEM FREQUENCY BAND SWITCH TESTS

Dyanko K. Hubenov, Nikolay Zh. Kulev, Rosen A. Bogdanov

*Communication Networks and Systems Department,
"Vasil Levski" National Military University, 1 "Karel Shkorpil" str., Shumen, Bulgaria*

e-mail: d_hubenov@abv.bg, nz_kulev@abv.bg, rab61@abv.bg

Abstract: *ABSTRACT: In this paper are given the results of testing the reconfiguration abilities of Adalm-Pluto build SDR system.*

Keywords: *SDR, E-UTRA, LTE, Analog Devices*

ТЕСТВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ЗАЕМАНЕ НА РАЗЛИЧНИ ЧЕСТОТНИ ЛЕНТИ НА SDR СИСТЕМА БАЗИРАНА НА ADALM-PLUTO

Дянко К. Хубенов, Николай Ж. Кулев, Росен А. Богданов

*Катедра „Комуникационни мрежи и системи, Факултет „Артилерия, ПВО и КИС“,
Национален военен университет „Васил Левски“, гр. Шумен, ул. „Карел Шкорпил“ 1*

Въведение

Тестването на възможността за заемане на различна честотна лента на SDR система, базирана на ADALM-PLUTO, е реализирано чрез един от специфицираните E-UTRA тест модели E-TM (E-UTRA Test Models). E-UTRA е усъвършенствания въздушен интерфейс за мобилни мрежи в 3GPP LTE (3rd Generation Partnership Project стандарт Long Term Evolution).

В E-UTRA тест моделите се използват следните основни параметри:

- Тестовите модели са дефинирани за порт с една антена ($p = 0$), 1 кодова дума ($q = 0$), 1 слой; повторно кодиране не се използва;
- Продължителността е 10 подкадри (10 ms);
- Нормален циклически префикс CP (Cyclic Prefix);
- Виртуални ресурсни блокове от тип за локализация, без вътрешен подкадр за скачане в PDSCH (Physical Downlink Shared CHannel);
- Не се използват специфични UE (User Equipment) еталонни сигнали;
- Настройките на захранването на физическите канали се определят от физическия канал EPRE (Energy Per Resource Element) по отношение на EPRE на RS (Reference

Symbol). Относителната точност на физическия канал EPRE, както е посочена в EPRE на RS, трябва да има толеранс от $\pm 0,5$ dB.

1. Параметри на тестовия модел

За реализиране на тестовете е избран тестовият модел E-TM3.1, който се използва за проверка на динамиката на предаваната мощност и качеството на предавания сигнал. Той е един от най-натоварващите тестове, защото при него се използва 64 QAM. Параметрите на физическия канал при E-TM3.1 са показани в табл. 1.

Таблица 1. Параметрите на физическия канал при E-TM3.1

Параметри	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Еталонни сигнали RS, Сигнали за синхронизация						
RS усиление, $P_B = E_B/E_A$	1	1	1	1	1	1
Сигнал за синхронизация EPRE/ E_{RS} [dB]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Reserved EPRE/ E_{RS} [dB]	-inf	-inf	-inf	-inf	-inf	-inf
PBCH (Physical Broadcast Channel)						
PBCH EPRE/ E_{RS} [dB]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Reserved EPRE/ E_{RS} [dB]	-inf	-inf	-inf	-inf	-inf	-inf
PCFICH (PCFICH Physical control format indicator channel)						
# of symbols used for control channels	2	1	1	1	1	1
PCFICH EPRE/ E_{RS} [dB]	3.222	0	0	0	0	0
PHICH (Physical hybrid-ARQ indicator channel)						
# of PHICH groups	1	1	1	2	2	3
# of PHICH per group	2	2	2	2	2	2
PHICH BPSK symbol power/ E_{RS} [dB]	-	-	-	-	-	-
	3.010	3.010	3.010	3.010	3.010	3.010
PHICH group EPRE/ E_{RS} [dB]	0	0	0	0	0	0
PDCCH (Physical downlink control channel)						
# of available REGs	23	23	43	90	140	187
# of PDCCH	2	2	2	5	7	10
# of CCEs per PDCCH	1	1	2	2	2	2
# of REGs per CCE	9	9	9	9	9	9
# of REGs allocated to PDCCH	18	18	36	90	126	180
# of <NIL> REGs added for padding	5	5	7	0	14	7
PDCCH REG EPRE/ E_{RS} [dB]	0.792	2.290	1.880	1.065	1.488	1.195
<NIL> REG EPRE/ E_{RS} [dB]	-inf	-inf	-inf	-inf	-inf	-inf
PDSCH (Physical downlink shared channel)						
# of QPSK PDSCH PRBs which are boosted	6	15	25	50	75	100
PRB $P_A = E_A/E_{RS}$ [dB]	0	0	0	0	0	0
# of QPSK PDSCH PRBs which are de-boosted	0	0	0	0	0	0
PRB $P_A = E_A/E_{RS}$ [dB]	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Сигналите на физическия канал при E-TM3.1 са генерирани в среда MATLAB чрез lteTestModelTool (Листинг 1).

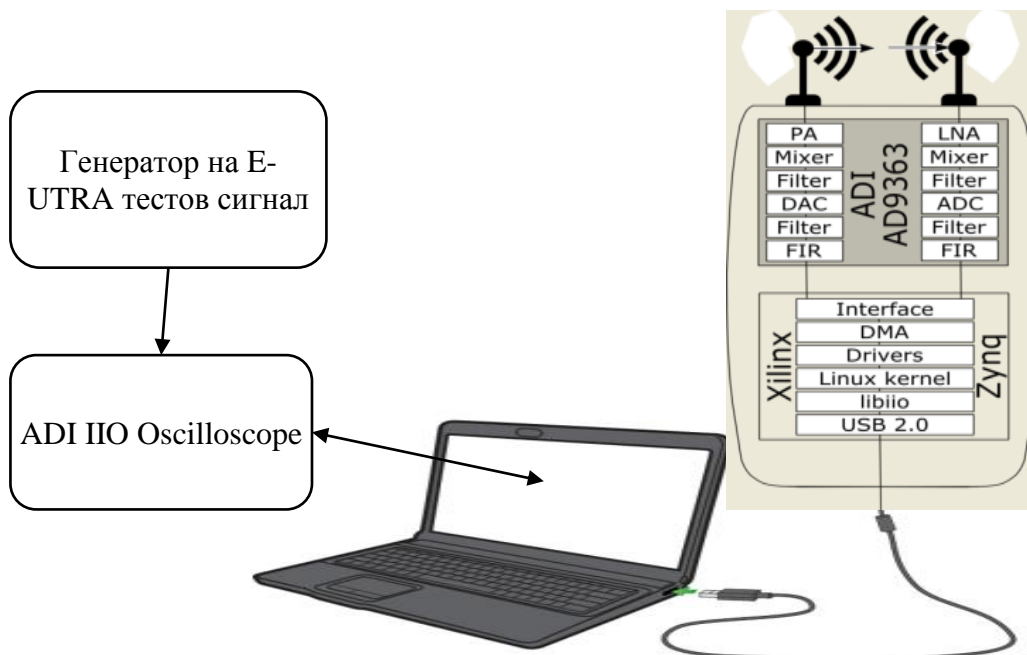
Листинг 1. Генериране на тестовия модел в низходящата връзка

```
//Генерира сигнал във временната област txWaveform и двумерен масив  
от ресурсни елементи txGrid за тест модел TS 36.141 E-TM 3.1  
с 10MHz честотна лента.
```

```
tmn = '3.1';  
bw = '10MHz';  
tmCfg = lteTestModel(tm, bw);  
[txWaveform, txGrid, tm] = lteTestModelTool(tmCfg);
```

2. Резултати от тестването на SDR системата

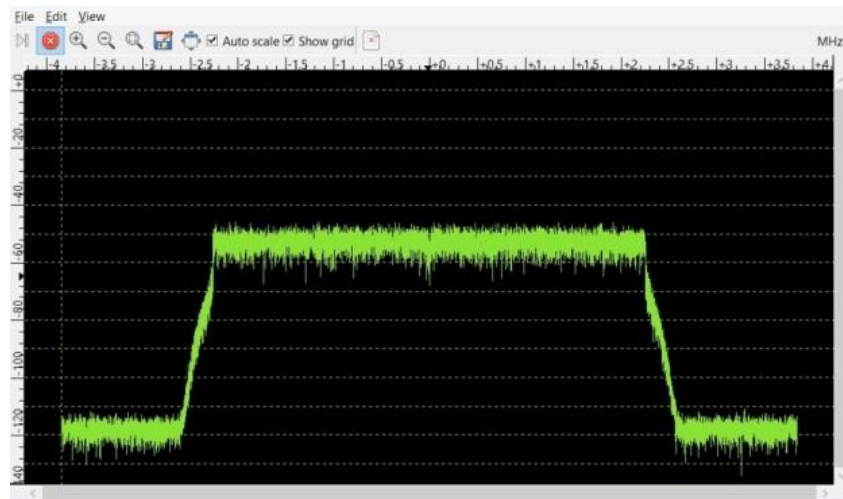
Реализирани са над 100 теста с тест модел TS 36.141 E-TM 3.1 съответно при честотни ленти 5, 10 и 20 MHz. Блоквата схема на опитната тестова постановка е показана на фиг. 1.



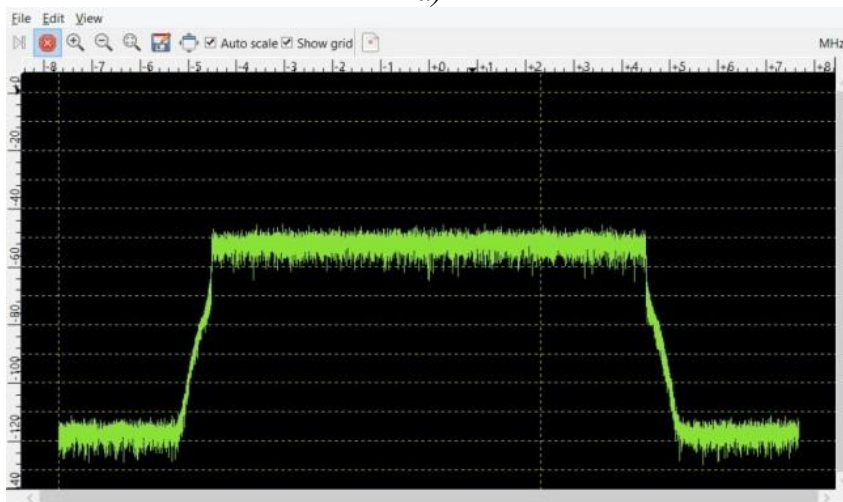
Фигура 1. Блокова схема на опитната тестова постановка

При всеки от тестовете са изследвани честотната лента, I и Q каналите, и констелацията на приетия сигнал. Резултатите са представени на фигури 2, 3 и 4.

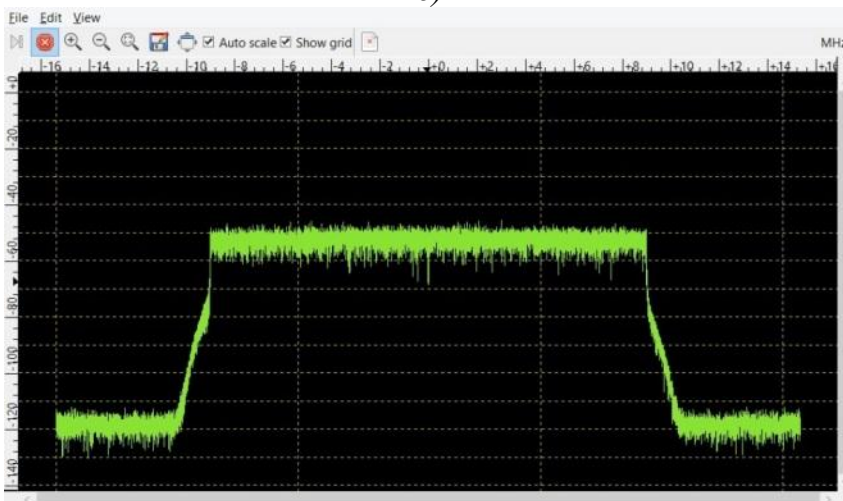
Анализът на резултатите от направените тестове потвърждава възможността на когнитивната радиосистема, базирана на ADALM-PLUTO, за бърза пренастройка (по-малко от секунда) от една честотна лента на друга, както и устойчивост в честотната лента и формата на приетите сигнали в устройството.



a)

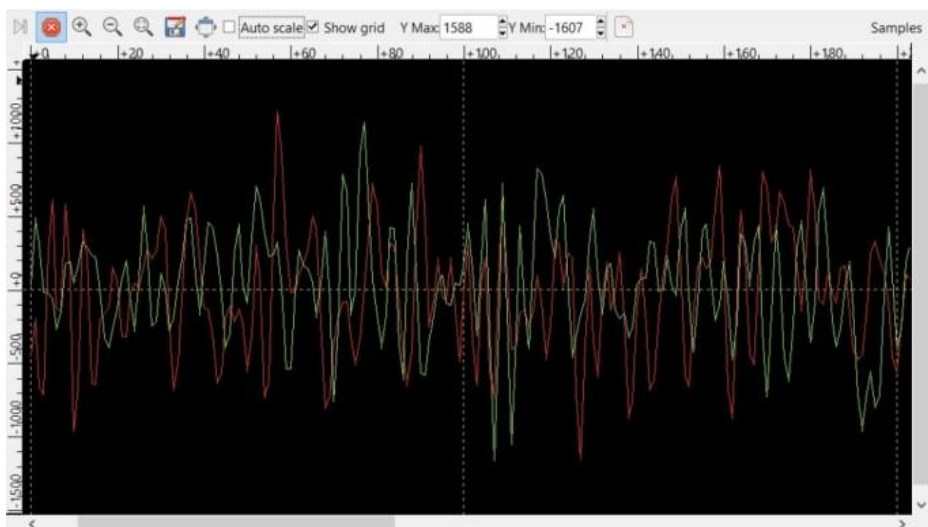


б)

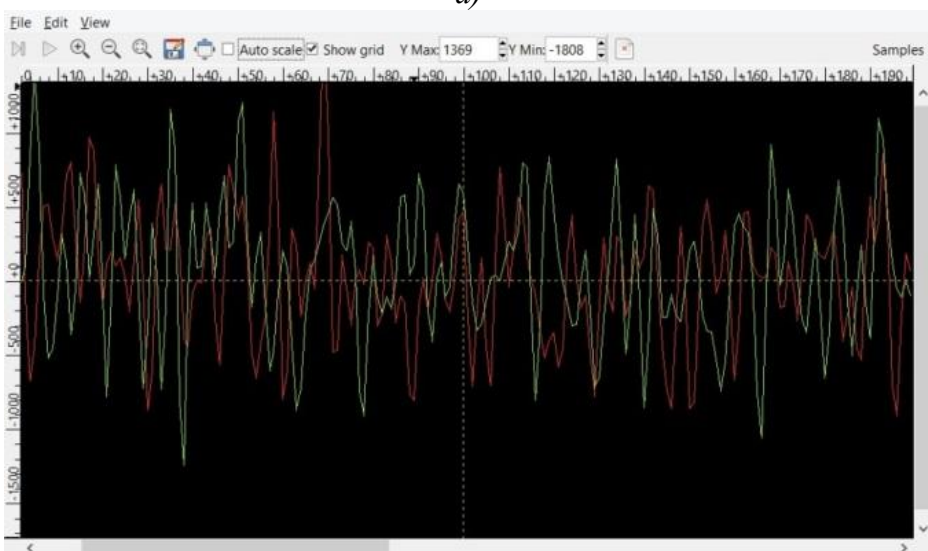


в)

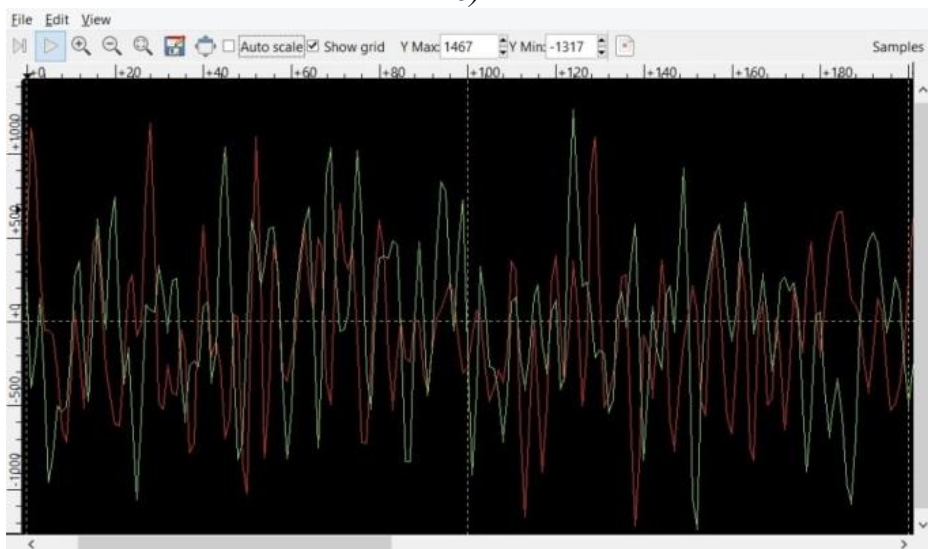
Фигура 2. Честотна лента на приетия сигнал при тест модел E-TM 3.1
а) 5 MHz б) 10 MHz в) 20 MHz



a)

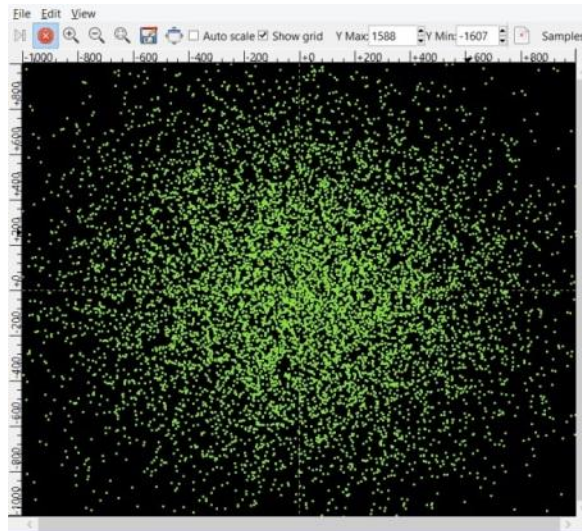


б)

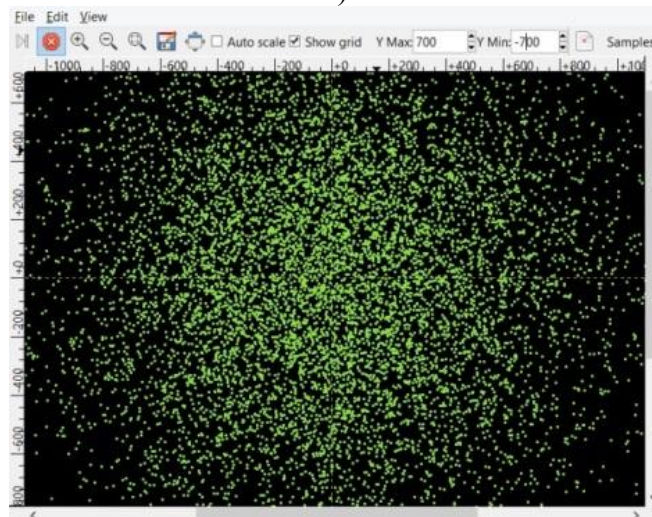


в)

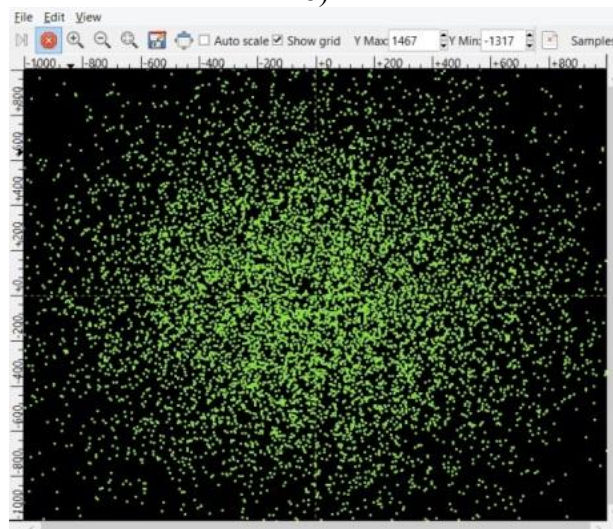
Фигура 3. *I* и *Q* канали на приетия сигнал при тест модел E-TM 3.1
a) 5 MHz. б) 10 MHz. в) 20 MHz.



a)



б)



в)

Фигура 4. Констелация на приетия сигнал при тест модел E-TM 3.1
а) 5 MHz, б) 10 MHz, в) 20 MHz

References

1. Analog Devices, ADALM-PLUTO: SDR Active Learning Module, 2017, Available at <http://www.analog.com/media/en/news-marketing-collateral/product-highlight/ADALM-PLUTO-Product-Highlight.pdf> .
2. Analog Devices, RF Agile Transceiver AD9363, 2016, Available at <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad9363.pdf>
3. ETSI, *LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) conformance testing (3GPP TS 36.141 version 12.5.0 Release 12)*, Document Number ETSI TS 136 141 V12.5.0 (2014-10), 2014, Available at https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136100_136199/136141/12.05.00_60/ts_136141v120500p.pdf
4. ETSI, *LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (3GPP TS 36.211 version 14.2.0 Release 14)*, Document Number ETSI TS 136 211 V14.2.0 (2017-04), 2017, Available at https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136200_136299/136211/14.02.00_60/ts_136211v140200p.pdf.