

Експериментален модел на DVB-T телевизионен приемник базиран на Raspberry Pi

Станимир Садинов, Йордан Кънев, Искрен Кандов

Experimental model of DVB-T receiver based on Raspberry Pi: This paper shows model of DVB-T receiver intended to test capabilities for watching and recording of live TV based on Raspberry Pi. The Raspberry Pi (RPI) is a single-board computer. The design is based on a Broadcom BCM2835 system on a chip (SoC), which includes an ARM1176JZF-S 700 MHz processor, VideoCore IV GPU, and 512 megabytes of RAM. Operating system is based on Debian Linux adopted for RPI called Raspbian. For DVB-T receiver is used "RTL2832U+R820T DVB-T SDR+DAB+FM USB 2.0 DIGITAL TV" Tuner connected to USB port of RPI.

The RTL2832U is a high-performance DVB-T COFDM demodulator that supports a USB 2.0 interface. The RTL2832U complies with NorDig Unified 1.0.3, D-Book 5.0, and EN300 744 (ETSI Specification). It supports 2K or 8K mode with 6, 7, and 8MHz bandwidth. Modulation parameters, e.g., code rate, and guard interval, are automatically detected.

For Personal Video Recorder (PVR) implementation are used two software packets: Tvheadend and Video Disk Recorder.

Tvheadend is a TV streaming server for Linux supporting DVB-S, DVB-S2, DVB-C, DVB-T, ATSC, IPTV, and Analog video (V4L) as input sources and can be used as a PVR backend of XBMC.

The Video Disk Recorder (VDR) is a free, non-commercial project to create a digital video recorder. It is possible to receive, record and playback digital TV broadcasts compatible with the DVB standard.

Key words: DVB-T, IPTV, Raspberry Pi, Tvheadend, VDR, terrestrial TV.

ВЪВЕДЕНИЕ

Raspberry Pi представлява малък, но мощен компютър предназначен за експериментални цели и притежава основните компоненти на съвременните компютри. Използва мощен ARM процесор [3] и дава възможност за работа с няколко дистрибуции на операционната система с отворен код Линукс. Може да работи като обикновен компютър и да предостави графична среда за сърфиране в Интернет, писане на електронни писма и документи. Но също така може да се използва за много други цели посредством връзка с HDMI интерфейс и висока резолюция (1080p), както и хардуерно декодиране на MPEG-2 и VC-1. Тези характеристики, както и компактните размери правят Raspberry Pi подходящ за много мултимедийни приложения, сред които сървър за предаване на ТВ сигнал по IP мрежа и set-top-box.

Целта на този доклад е да покаже възможностите за приемане на телевизионен сигнал от DVB-T източник, използвайки преминаването към цифрова ефирна телевизия през есента на 2013 г. в България, предаването на сигнала по IP базирани мрежи и възпроизвеждане на различни мобилни и портативни устройства без вграден цифров ефирен приемник.

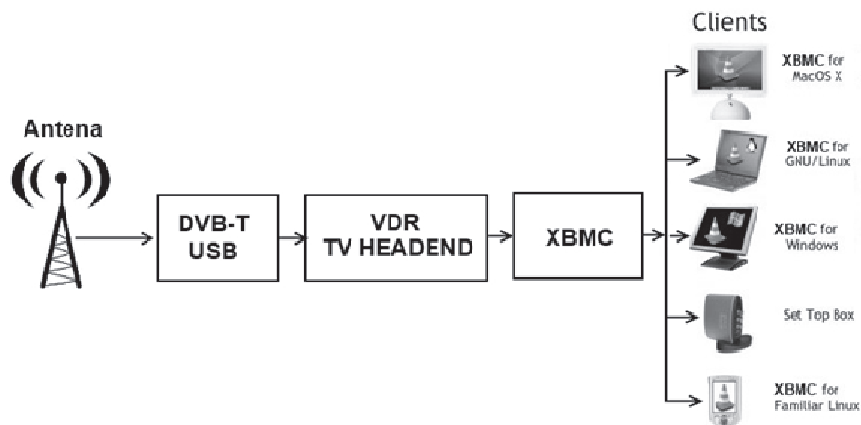
ОПТИНА ПОСТАНОВКА

Сървърът за предаване на ТВ сигнал на живо представлява компютър Raspberry Pi с добавен DVB-T2 тюнер на USB интерфейс (фиг. 3).

Компютъра представлява Raspberry Pi Model B с процесор Broadcom BCM2835 (ARM11 family) с тактова честота 700 MHz, графичен процесор Broadcom VideoCore IV Multimedia Co-Processor на 250 MHz, оперативна памет 512MB SDRAM, видео изходи: HDMI (rev 1.3 & 1.4), Composite RCA (PAL and NTSC); аудио изходи: 3.5 mm jack, HDMI; два порта USB 2.0; слот за карти: SD, MMC, SDIO; мрежов интерфейс 10/100 Ethernet RJ45; GPIO и UART. [3].

Целта на сървъра е да конвертира полученият сигнал от DVB-T тюнера в IPTV поток. Телевизионният сигнал се приема от ефирен тюнер и се прехвърля към сървъра. Има две възможности за софтуер върху сървъра на приемника. Това са

VDR и Tvheadend [5, 6]. И двата софтуера дават възможност за поточно предаване на видеосигнала, както и за запис на ТВ програми. За гледане на ТВ програмите се клиентски софтуер наречен XBMC [7]. Той може да възпроизвежда различни видове мултимедийно съдържание, като аудио, видео, снимки и т.н. Може да се инсталира на различни платформи като персонален компютър, таблет, смартфон и др. Блокова схема на реализираният експериментален модел е показана на фиг. 1.

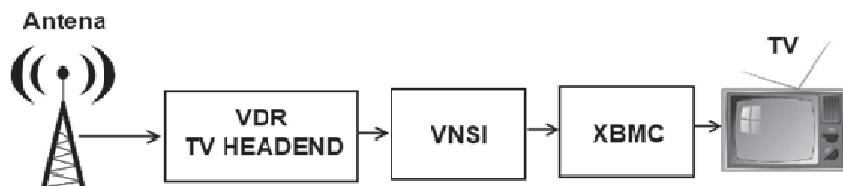


Фиг. 1 – Блокова диаграма на модела

Потребителите може да управляват софтуера на сървъра през уеб интерфейс, като може да избират ТВ програмите предназначени за XBMC медия центъра или да записват дадено предаване за по-късно гледане. Адресите за достъп до интерфейса за управление са:

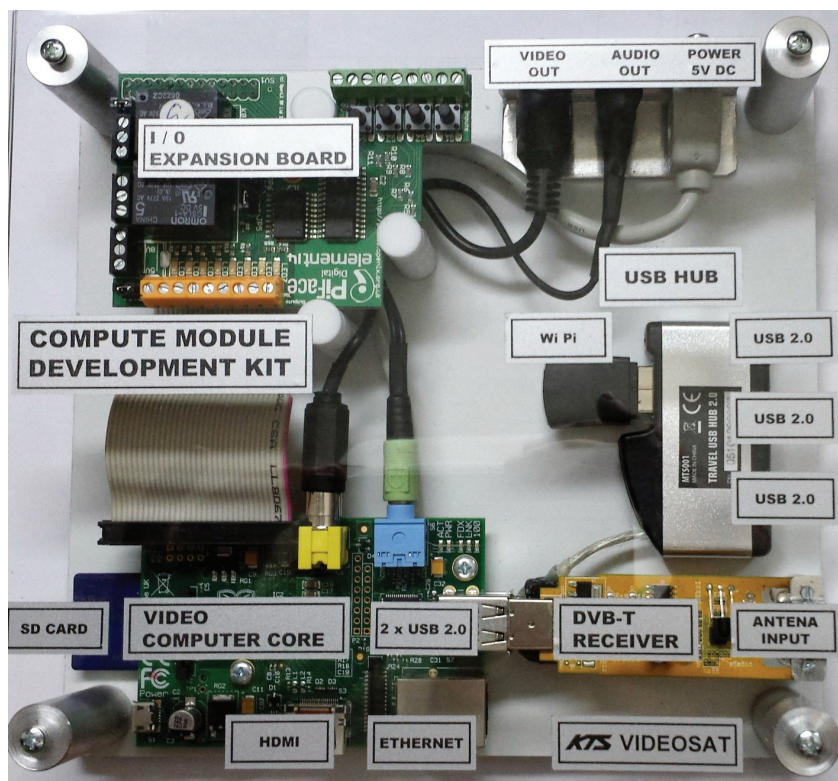
VDR URL: http://<RPi_IP_Address>:8008
 TvHeadend URL: http://<RPi_IP_Address>:9981

Тунера се настройва на определената честота за съответният мултиплекс, от който ще се получават телевизионните програми. Сигнала постъпва от DVB-T тунера в софтуера за обработка. Всеки телевизионен канал е идентифициран по идентификационният му номер (SID) и се предава в локалната мрежа в отделен стрийм.



Фиг. 2 – Блокова диаграма на връзката с XBMC

Свързването на сървъра с клиентския софтуер е осъществява с помощта на добавки към XBMC. В зависимост от избора на софтуер за приемника се използва съответната добавка: Tvheadend HTSP Client или VDR VNSI Client. Блокова схема на свързването е показана на фиг. 2.



Фиг. 3 – Външен вид на експерименталният модел

Може да се гледа или записва само един ТВ канал в даден момент, тъй като тюнера е настроен на мултиплекса, където се намира този канал. Пълен списък на програмите и съответстващите им мултиплекси е показан на фиг.5.

РЕЗУЛТАТИ

При направеното сканиране на ефира в района на гр. Габрово се установи наличието на три блока от програми на различни честоти(фиг.4).

```
Dumping lists (12 services)
SD on AIR:151600000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5112:5113:9
BTU:498000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5152:5153:2
MOVA_TV:498000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5162:5163:3
TV7:498000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5172:5173:4
New7:498000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5182:5183:5
Ring:498000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5192:5193:6
BTU Lady:498000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5202:5203:7
Dima Family:498000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5232:5233:8
BNT1:770000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5512:5513:1
BNT2:770000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5522:5523:10
BNT1_ID:770000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5542:5543:12
BNT_ID:770000000:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_8_MHZ:FEF_AUTO:FEF_AUTO:QAM_AUTO:TRANSMISSION_MODE_AUTO:GUARD_INTERVAL_AUTO:HIERARCHY_NONE:5552:5553:19
Done.
root@raspberrypi:/home/pi#
```

Фиг. 4 – Резултат от сканирането на ефирни ТВ програми

Технически характеристики на излъчвания ефирен сигнал в района на гр. Габрово според направеното изследване е:

Стандарт – DVB-T
 Честотен обхват – UHF
 Модулация – COFDM 64QAM
 Поляризация – вертикална
 Видео кодиране - MPEG-4
 Аудио кодиране SD – MPEG-1 Layer II
 Аудио кодиране HD – HE-AAC
 Ширина на канала - 8 MHz
 Режим на работа – 8к
 Защитен интервал (Guard interval) – 1/4
 Степен на конволюционен код (FEC)–2/3

Програма	Аудио PID	Видео PID	Честота (kHz)	Кодировка Модулация
БНТ 1	5513	5512	770000	8k / 64 QAM
БНТ 2	5523	5522	770000	8k / 64 QAM
БНТ1 HD	5543(aac)	5542	770000	8k / 64 QAM
bTV	5153	5152	698000	8k / 64 QAM
Нова телевизия	5163	5162	698000	8k / 64 QAM
TV 7	5173	5172	698000	8k / 64 QAM
News 7	5183	5182	698000	8k / 64 QAM
Ring BG +1	5333	5332	698000	8k / 64 QAM
bTV Lady +1	5313	5312	698000	8k / 64 QAM
Diema Family +1	5323	5322	698000	8k / 64 QAM
Bulgaria On Air	5113	5112	514000	8k / 64 QAM

Фиг. 5 – ТВ програми по мултиплекс

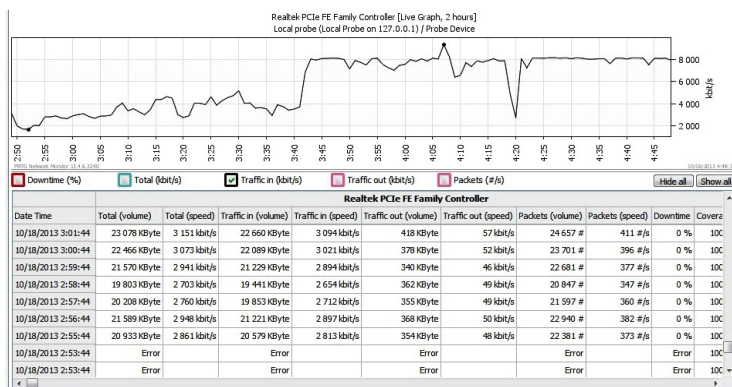
Подредба на каналите според мултиплекса и идентификационният им номер (SID):

Nurts Digital MUX 1:
 sid-09 Bulgaria On Air

Nurts Digital MUX 2:
 sid-02 bTV
 sid-03 NOVA Tv
 sid-04 Tv 7
 sid-05 NEWS7
 sid-06 Ring BG+1
 sid-07 bTV Lady+1
 sid-08 Diema Family+1

First Digital MUX 3:
 sid-01 БНТ 1
 sid-10 БНТ 2
 sid-12 БНТ 1 HD

На честота 514 MHz има налична една тв програма, а на честота 698 MHz има налични седем телевизионни програми от оператора „НУРТС Диджитъл“ ЕАД (NURTS Digital). На честота 770 MHz от оператора “First Digital” има три телевизионни програми, от които една с висока резолюция (HDTV). Резултатите от сканирането са представени на фиг.5.



Фиг. 6 – Мрежов трафик за канал BNT1 SD и HD

Генерираният мрежов трафик от сървъра за канали с нормална резолюция е в диапазона от 1,5 до 3,8 Mbps, а трафика за каналите с висока резолюция (HD) е в рамките на 7-8 Mbps. На фиг. 6 е показана статистика на трафика за канал BNT 1 с нормална резолюция (SDTV) и с висока резолюция (HDTV). Извършени са замервания на мрежовия трафик за всички останали канали, но резултатите са подобни на тези за канал BNT1. Средният трафик за SD канали е 3 Mbps, а за HD канали е 8 Mbps.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За предаване на всички ефирни телевизионни програми, които се излъчват към момента на експеримента е необходим само един брой ефирен DVB-T tuner, но за да може да се ползват и двата софтуера за сървър едновременно е необходим втори tuner за всяка програма да има отделен tuner. Ако има повече потребители на експерименталния модел е възможно всеки приемник да бъде монтиран на отделен компютър Raspberry Pi. Така ще се получи и по-добра производителност на системата.

За увеличаване броя на потребителите на системата и за предаване на по-голям брой програми с висока резолюция (HDTV) може да бъде използван компютър с по-добри параметри и по-добра производителност. Комуникационната мрежа може да се подобри със скорост 1000 Mbps (1 Gbps).

Експерименталният модел е създаден за експериментални цели. Той поддържа само един клиент за гледане или запис на даден ТВ канал.

Raspberry Pi малък компютър с ограничени възможности. Той поддържа максимум два канала за гледане на живо и един канал за запис. Ако е необходимо гледане или запис на повече канали едновременно трябва да се използва по-мощен компютър.

Модела може да се разшири с добавяне на кабелни и сателитни ТВ програми.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящата статия е изготвена с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев“ носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката.

Проект: № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии“

ЛИТЕРАТУРА

- [1] O'Driscoll, G., Next Generation IPTV Services and Technologies, John Wiley&Sons Inc., 2008
- [2] ETSI TS 102 034 v1.4.1 "Transport of MPEG-2 TS Based DVB Services over IP Based Networks", 2009
- [3] Kanev J., "Example of live TV streaming server based on Raspberry Pi", UNITECH 2013, Gabrovo Bulgaria, 2013
- [4] <http://www.raspberrypi.org> Sept 2014
- [5] <https://tvheadend.org> Sept 2014
- [6] <http://www.tvdr.de> Sept 2014
- [7] <http://xbmc.org> Sept 2014

За контакти:

доц. д-р инж. Станимир Михайлов Садинов, Катедра "Комуникационна техника и технологии", Технически университет - Габрово, тел.: 066/827-388, e-mail: murry@tugab.bg

маг. инж. Иордан Христов Кънев, редовен докторант в катедра "Комуникационна техника и технологии", Технически университет – Габрово, тел.: 0888-142-987, e-mail: danchokanev@gmail.com

маг. инж. Искрен Огнянов Кандов, редовен докторант в катедра "Електроника", Технически университет - Габрово, тел.: 0883-443-279, e-mail: iskren.kandov@gmail.com

Докладът е рецензиран.