

# ZIGBEE БАЗИРАНИТЕ СИСТЕМИ ЗА СЪБИРАНЕ НА ДАННИ

Иво ДОЧЕВ\* и Камен ВЪЛКОВ\*

\* Технически университет – София, София 1797, България, бул. “Кл. Охридски”  
No. 8, Бл. 1 E-mail: [idochev@tu-sofia.bg](mailto:idochev@tu-sofia.bg) , [valkov.k@gmail.com](mailto:valkov.k@gmail.com)

**Abstract.** The present paper proposes a wireless system for data acquisition, processing and distribution. The system includes main processing module and wireless sensor network. The processing module is based on BCM2835 system on a chip and the wireless network is realized through a wireless interface according the standard IEEE 802.15.4 (ZigBee).

**Keywords:** data, general purpose inputs and outputs, metering, wireless sensor network;

## УВОД

Бързото развитие на информационните и комуникационните технологии допринася за появата на разнообразни апаратни средства и услуги, свързани с тяхната работа. ZigBee базираните системи за събиране на данни най-често се изграждат с помощта на персонален компютър, централен модул и периферни модули. Връзката между централния модул и компютъра се осъществява посредством стандартен комуникационен интерфейс, а връзката между централния модул и периферните се реализира посредством радио канал.

В настоящия доклад са разгледани архитектурата и програмното осигуряване на една ZigBee базираните системи за събиране на данни изградена с помощта на многофункционална развойна платформа.

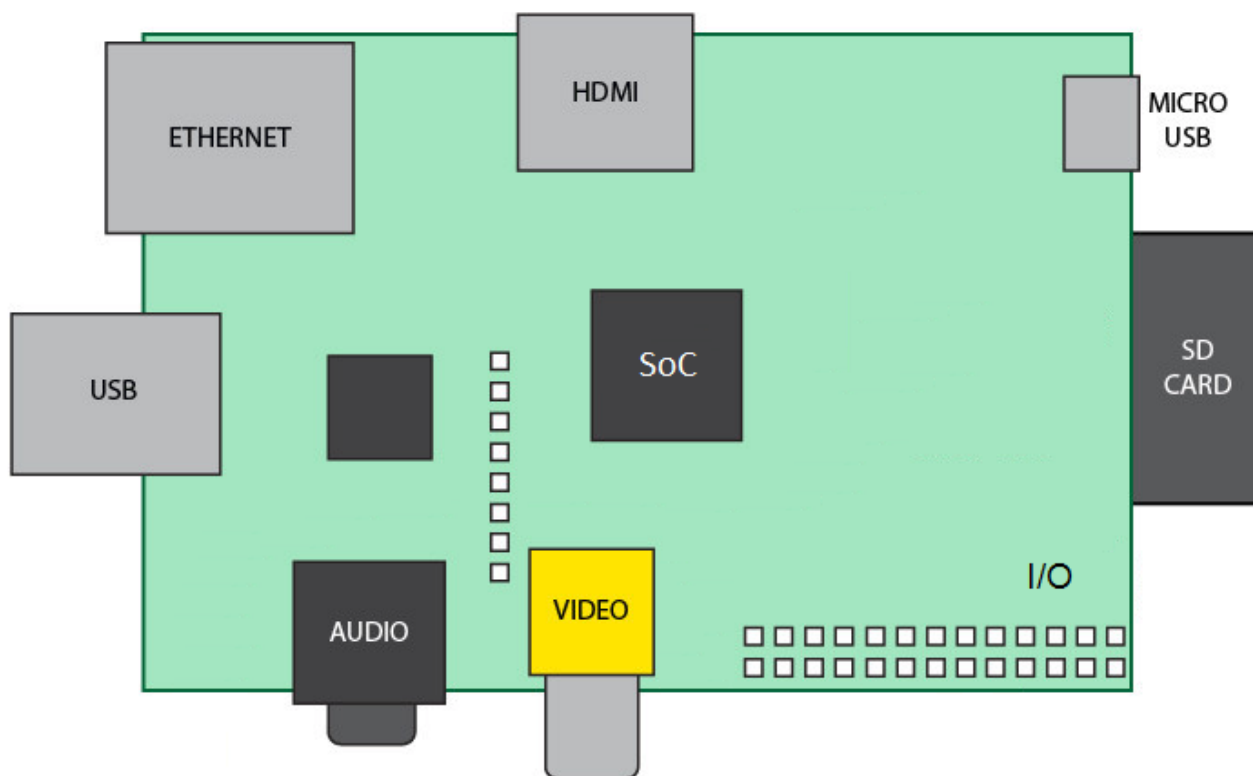
## АРХИТЕКТУРА НА ZIGBEE БАЗИРАНИТЕ СИСТЕМИ ЗА СЪБИРАНЕ НА ДАННИ

### Многофункционална развойна платформа за събиране и обработка на данни

На фигура 1 е показана архитектурата на многофункционална развойна платформа. Тя се характеризира с много висока степен на интеграция. Изградена е на базата на едночипова система (SoC) включваща в себе си всичките основни градивни компоненти на съвременните компютърни системи — централно процесорно устройство (CPU), оперативна памет (RAM), мрежов адаптер (Ethernet), четец за карти (SD, MMC), аудио адаптер (Audio), аудио изход (AO), видео адаптер (Video), видео изход с висока разделителна

способност (HDMI), универсален сериен интерфейс (USB) и цифрови входове и изходи с общо предназначение (I/O) [1].

В централното процесорно устройство се извършват математико-логически операции, които са в основата на управлението на участващите модули в платформата и съответната обработка на информацията. RAM паметта се използва за оперативна памет, в която се съхраняват временни променливи и резултати от обработката на данни. Мрежовият контролер дава възможност многофункционалната развойна платформа да се свърже към локална мрежа. Четецът на карти е предназначен да се постави подходяща карта с памет, където е инсталирана операционната система на платформата. С помощта на аудио и видео контролерите могат да бъдат обработвани съответните типове данни, като към изхода на видео контролера може да се свърже компютърен монитор. USB портовете могат да се използват за свързване на различни съвместими устройства: компютърна мишка, клавиатура, захранващ адаптер и др. Цифровите входове-изходи с общо предназначение могат да бъдат използвани за приемане на данни от външни устройства и последваща обработка, като и за изпращане на данни или изработване на управляващи сигнали към други устройства.



Фигура 1. Многофункционална развойна платформа.

## **ZigBee базирана система за събиране на данни, изградена с помощта на многофункционална развойна платформа**

На фигура 2 е показана архитектурата на ZigBee базирана система за събиране на данни изградена с помощта на многофункционална развойна платформа. Тя съдържа: ZigBee мрежа, многофункционална развойна платформа за събиране и обработка на данни и локална или глобална компютърна мрежа.

Стандартът ZigBee поддържа различни мрежови топологии: от точка до точка (point-to-point), от точка до много точки (point-to-multipoint), звездообразна (star), дървовидна (tree) и клетъчна (mesh). Последната има възможност динамично да променя маршрута между отделните устройства от мрежата, базирайки се на наличието на междинни маршрутизиращи устройства – възли. Разграничават се три вида мрежови ZigBee възли: координатор (coordinator) – задължителен е поне един за всяка ZigBee мрежа; той инициализира формирането на мрежата и изпълнява функция като неин координатор (управляващ възел); може да работи и като маршрутизатор след създаването на мрежата. ZigBee маршрутизатор (router) – асоциира се със ZigBee координатор или друг ZigBee маршрутизатор; участва в препредаването на информация между отделните възли в мрежата. Крайно устройство – опционално мрежово устройство, което не участва в маршрутизирането. Независимо от предназначението си устройствата в ZigBee мрежата обикновено разполагат с: синхронни и асинхронни комуникационни интерфейси, аналогово-цифрови преобразуватели, цифрови входове и изходи с общо предназначение. Посредством разнообразната си периферия ZigBee модулите намират различно приложение за контролиране на производствени процеси, периодично измерване параметрите на физичните и електрически величини и др. [3].

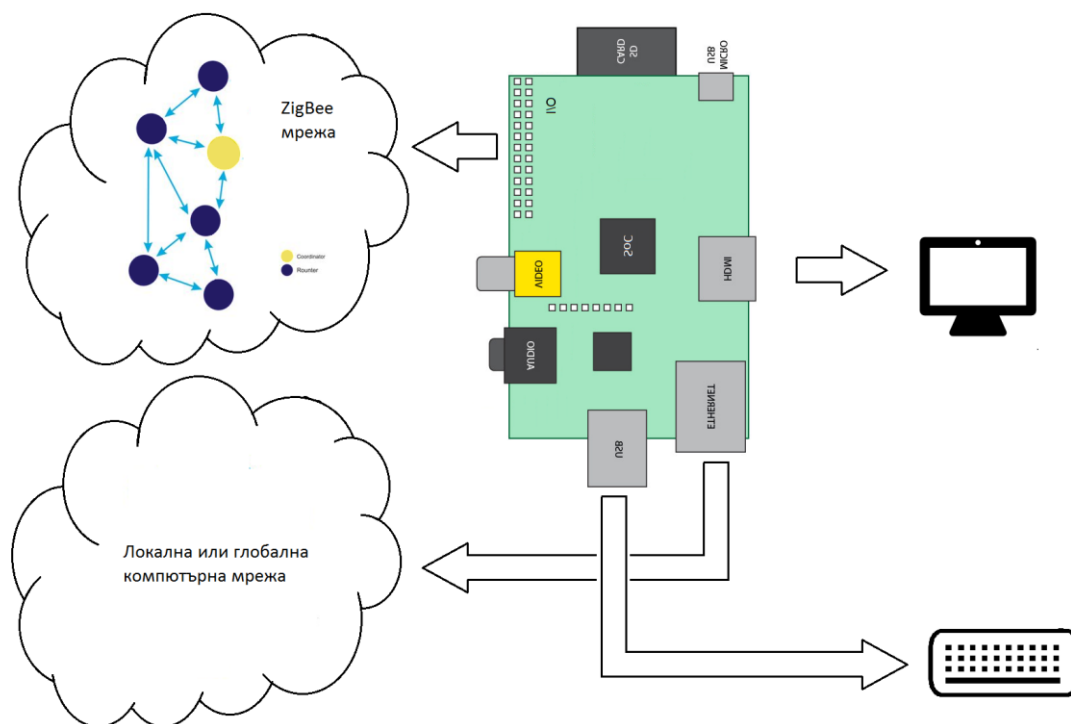
В разгледаната система модулите използват нелицензирания 2,4 GHz ISM обхват [2]. Топологията на мрежата е клетъчна, изградена на базата на ZigBee протокол, т.е. тя е съставена само от координатор и маршрутизаторни възли. Информацията между две устройства в мрежата, които нямат пряка свързаност може да се предаде по динамичен маршрут между прилежащите маршрутизатори [4], всеки възел има възможност да препредава информация, по този начин се гарантира предаването на данни до крайната точка. Предимството на този тип топологии е, че чрез тях се постига максимална надеждност при отказ в някой от възлите.

Координаторът създава ZigBee мрежата както и нейната маршрутна карта, администрира различните възли в мрежата, контролира мрежовите параметри и осигурява основна поддръжка. Той осъществява връзка, чрез многофункционална развойна платформа посредством асинхронен сериен интерфейс (UART). Координаторният модул предоставя достъп, чрез радио канал на развойната платформа до отделните маршрутизатори и измервателни

сензори в ZigBee мрежата. Чрез него постъпва измервателната информация от всички измервателни датчици свързани към възлите на ZigBee мрежата.

Маршрутизаторите осъществяват взаимната свързаност между устройствата в мрежата. Те отговарят за периодичното извличане на информация от свързаните измервателни сензори към тяхната периферия и запазването на събраната информация до момента на предаването и към координаторния модул [5].

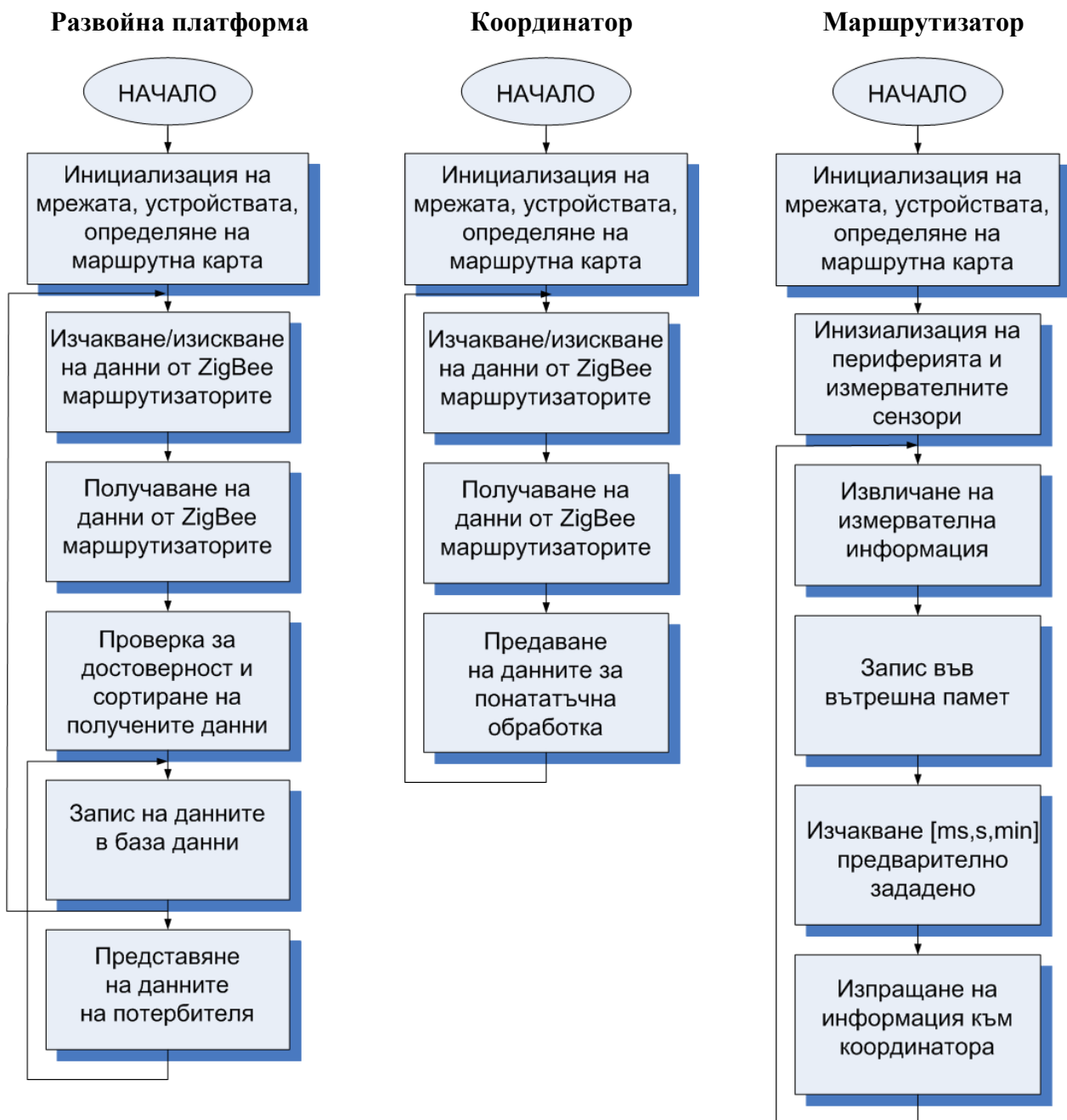
Многофункционална развойна платформа има задача да управлява както инициализацията на ZigBee мрежата така и потока от информация постъпил от нея. Чрез програмното си осигуряване развойната платформа прави проверка за достоверността на данните, сортира получените данни, записва ги в база данни и ги представя на потребителя в подходящ вид. По този начин се осигурява на потребителя достъп до хронологично записани данни със съответните взаимовръзки между тях, например изменението на температурата, влагата и осветеността в помещения [1, 2, 3] за определен период от време. Чрез подходящ графичен или уеб интерфейс развойна платформа предоставя записаните данни, чрез прилежащата периферия (монитор, проектор) или отдалечено посредством локална или глобална мрежа. Основната задача на графичния интерфейс е да предоставя възможност на потребителя за преглед, изготвяне на справки, построяване на статистически графики и таблици със записаните данни от системата.



Фигура 2. Многофункционална развойна платформа.

## АЛГОРИТЪМ НА РАБОТА НА ZIGBEE БАЗИРАНА СИСТЕМА ЗА СЪБИРАНЕ И ОБРАБОТКА НА ДАННИ

На фигура 3 е показан алгоритъмът на работа на ZigBee базирана система за събиране и обработка на данни. Той е съставен от алгоритми на работа на многофункционална развойна платформа, на координатор и маршрутизаторите в мрежата.



**Фигура 3.** Алгоритъм на работа на ZigBee базирана система за събиране и обработка на данни.

Основните операции на системата са свързани с измерване, преобразуване, предаване и съхранение на информация.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Предложената архитектура и алгоритъм на работа са разработени с подкрепата на НИС при ТУ-София, чрез участието в научноизследователски проект в помощ на докторанти “Изследване на електромагнитната съвместимост при ZigBee базираните системи за събиране на данни” (сесия 2014 г.) № 142пд0054-07.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад са предложени архитектура и алгоритъм на ZigBee базирана система за събиране на данни, изградена с помощта на многофункционална развойна платформа. Подобни системи намират широко приложение в различни сфери от съвременния свят, особено там, където се налага надеждност и същевременно гъвкава инфраструктура.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Raspberry Pi Foundation, (<http://www.raspberrypi.org/>)
- [2] RF Modules. Digi International Inc. (<http://www.digi.com/products/xbee/>)
- [3] Куцаров С. ZigBee безжични комуникационни мрежи, Сп. Инженеринг ревю - брой 6, 2005, Септември 2005
- [4] Димчев Г., Ненова З, Ненов Т. БЕЗЖИЧНА СЕНЗОРНА МРЕЖА ЗА МОНИТОРИНГ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ВЪЗДУШНА СРЕДА, INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 19 – 20 November 2010, GABROVO
- [5] XBee® DigiMesh® 2.4, Wireless connectivity using the DigiMesh protocol, ([http://ftp1.digi.com/support/documentation/90001110-88\\_C.pdf](http://ftp1.digi.com/support/documentation/90001110-88_C.pdf))