

ПОДОБРЕНО ПРИЕМАНЕ ЧРЕЗ ВИСОКОСКОРОСТНО ОТЧИТАНЕ ПРИ ISM КОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ С ООК МОДУЛАЦИЯ

IMPROVED RECEIVE USING HIGH SPEED SAMPLING IN ISM COMMUNICATION SYSTEMS WITH OOK MODULATION

Климент Ангелов

Технически университет - София

Abstract

In this study an eventual possibility for expanding the RF coverage range of ISM remote control and RFID system has been observed. MatLab simulations have been made to prove the suggested idea for high speed sampling of the received low frequency signal. The results can be used in systems using ISM RF communication in order to improve their performance.

Keywords: ISM Band Communications, RFID, Remote Control.

ВЪВЕДЕНИЕ

В плана за разпределение на радиочестотния спектър [1] са дефинирани множество обхвати за неспецифична употреба, които са предназначени за промишлени, научни и медицински приложения (ISM). На тези честоти работят множество системи за дистанционен контрол (Remote Control), радиочестотна идентификация (RFID) и др. Наличието на много потребители при липса на стриктна регулация на емисиите в тези обхвати води до появата на сериозни интерференции при приемането на сигналите. В забележка №67 от националния план за разпределение се казва: „...радиослужбите, за които са разпределени тези радиочестотни ленти, трябва да приемат вредните смущения, които биха могли да бъдат предизвиквани от ISM приложенията“. От тази гледна точка е целесъобразно да се търсят начини за намаляване на негативите от влошеното отношението сигнал/смущение и за подобряване на приемането, както и за разширяване на обхвата на действие на тези системи.

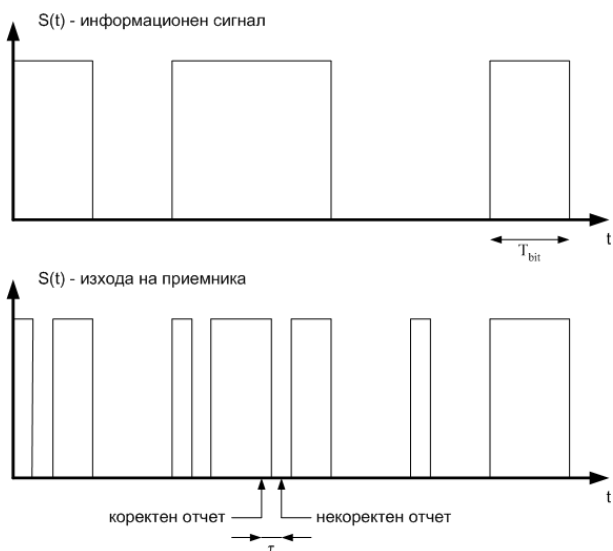
Често при тези неспецифични приложения се предават къси съобщения, използват се ниски скорости на информационния поток и се прилага най-

опростената амплитудна манипулация – On-Off Keying (OOK). Въпреки това, обикновено предавателите са едностъпални генератори с ПАВ резонатори, а приемниците са супергенеративни, като и двата модула се имплементират като хибридни интегрални схеми. Основна цел при техния дизайн е да се постигнат миниатюрни размери, малка консумация и ниска себестойност. Посочените акценти не спомагат за подобряване на надеждността на приемане и е необходимо да се търси решение при следващата обработката на вече приетите сигнали от процесора на приемното устройство.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Грешките при приемане в системите от ISM обхвата с OOK модулация представляват поява на сбъркани логически нива на цифровия изход на приемника следствие на бързия фадинг на радиосигнала, породен от сумарното влияние на шума и излъчването на друг(и) предавател(и). На изхода на приемника тези неправилни състояния могат да са с продължителност по-малка от тази на един бит на полезната информация, както е показано на фиг. 1. В този случай е от голямо значение моментът, в който

процесорът на приемното устройство ще отчете състоянието на изхода на приемника, както пример е даден на същата фигура.



Фиг. 1. Грешки при отчитане при ООК

Връзката между състоянието на изхода на приемника за два отчета в рамките на продължителността на един бит, които са разминати във времето в рамките на интервал τ ($\tau < T_{bit}$), може да се даде с автокорелационната функция [2]:

$$B(\tau) = \overline{S(t) \cdot S(t + \tau)}. \quad (1)$$

Практически по-удобно е да се работи с коефициента на автокорелация:

$$R(\tau) = \frac{[\overline{S(t) - \overline{S(t)}}][\overline{S(t + \tau) - \overline{S(t)}}]}{S^2(t) - [\overline{S(t)}]^2}, \quad (2)$$

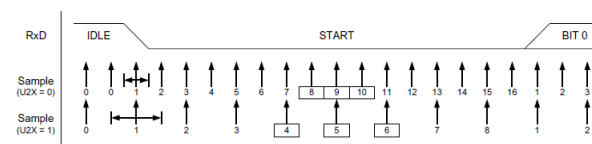
който се явява относителна стойност на автокорелационната функция. При $\tau \rightarrow 0$ стойността на $R(\tau) \rightarrow 1$, което означава, че отчетът в момента $(t + \tau)$ е силно свързан с този в момента t . Ако в рамките на времетраенето на един бит се направят n на брой равномерно разпределени отчети, то интервалът от време τ между тях намалява. Зависимостта между отделните състояния в рамките на един бит става по-изразена и в такъв случай за състоянието на целия бит в даден момент t може да се съди с по-голяма

достоверност по осреднената стойност на всичките n предшестващи отчета:

$$S_{bit}(t) = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} S(t - k \cdot \tau). \quad (3)$$

Описаният алгоритъм може да се реализира чрез микроконтролер, който прави постоянни отчети през даден интервал τ и, изчислявайки по (3), определя текущото информационно състояние $S_{bit}(t)$ на изхода на приемника на даден ISM комуникационен модул с ООК модулация. Практически той работи като извършва нискочестотна филтрация на сигнала.

Също така, подобно решение би подобрило синхронизацията чрез по-коректно засичане на стартов бит, дори спрямо това при асинхронен режим на USART модулите на съвременните микроконтролери [3]. Най-често, при липсата на предаване на данни (режим IDLE), линията е в състояние на логическа единица. При засичане на спадащ фронт, в контролера се изчакват заложен брой интервали от време, след които се правят три отчета в средата на продължителността на бита и се взема решение за състоянието му на принципа на мнозинството (фиг. 2).



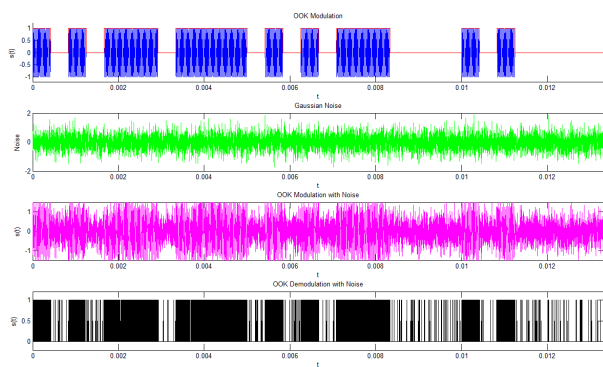
Фиг. 2. Синхронизация при USART модулите на съвременните микроконтролери

Подобно решение отново се явява като нискочестотно филтриране, но не обхваща състоянието в рамките на времето на целия бит, което може да се променя динамично вследствие на бързия фединг на радиосигнала, породен от сумарното влияние на шума и излъчването на друг(и) предавател(и).

Разглеждания в настоящата статия алгоритъм има по-сложен характер и изисква повече изчислителен ресурс. Въпреки това, от съвременна гледна точка микроконтролерите могат да работят с достатъчно висока тактова честота и са

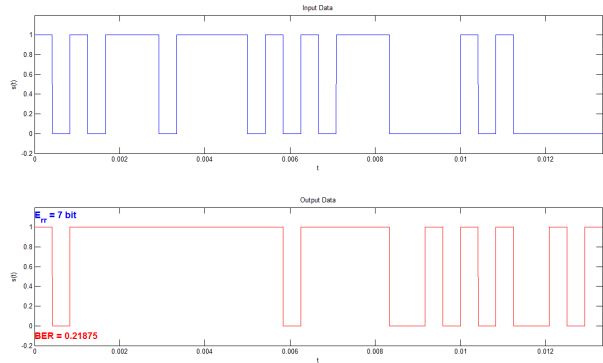
достатъчно производителни, за да могат да поемат подобен тип натоварване.

За проверка на възможностите за подобряване на приемането при комуникационни устройства от ISM обхватите чрез непрекъснато отчитане и осредняване са направени симулации с помощта на MatLab. На фиг. 3 са показани входният информационен поток (2400bit/s), смуцаващият сигнал, сумарният сигнал на входа на приемника и състоянието на цифровия му изход. Броят на отчетите за един бит са два, а относителното ниво на шума е 50%, като за по-голяма нагледност общият брой на предадените битове е 32.



Фиг. 3. Симулация на приемането при 50% ниво на шума и 2 отчета/бит

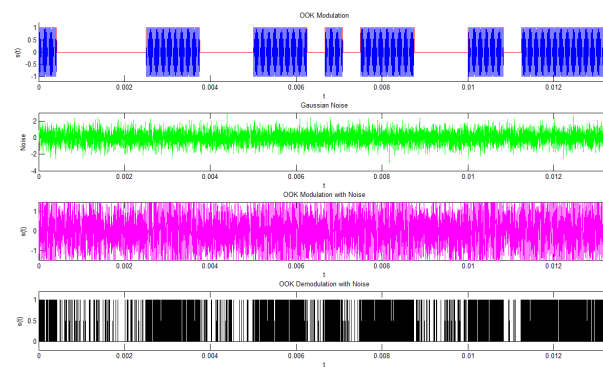
На фиг. 4 са показани началният и крайният информационен поток, като в този случай са сгрешени седем бита.



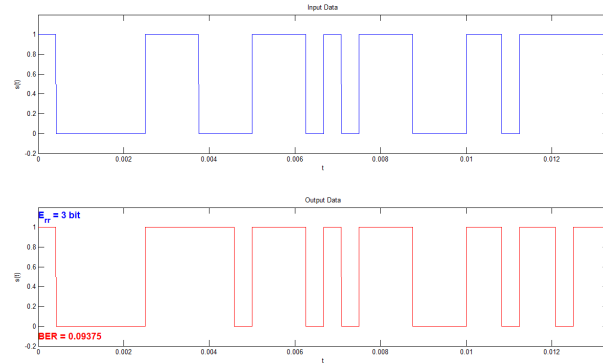
Фиг. 4. Входен и изходен информационен поток при 50% ниво на шума и 2 отчета/бит

При направена симулация с четири отчета за един бит и относително ниво на шума 75% са констатирани три сгрешени бита. Резултатите от тази симулация са показани на фиг. 5 и фиг. 6. Забелязва се, че при по-високо ниво на смушенията, чрез

увеличаване на броя на отчетите за един бит, залегнали в идеята на алгоритъма, се постигат по-малко на брой сгрешени битове.

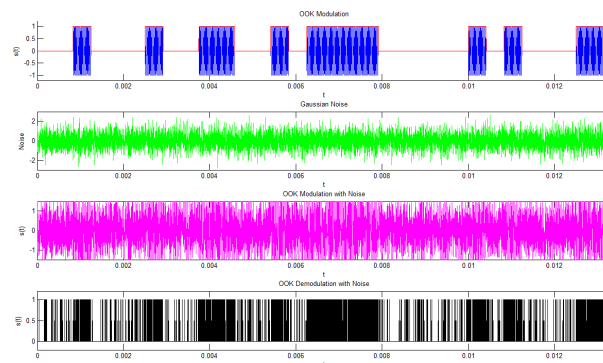


Фиг. 5. Симулация на приемането при 75% ниво на шума и 4 отчета/бит



Фиг. 6. Входен и изходен информационен поток при 75% ниво на шума и 4 отчета/бит

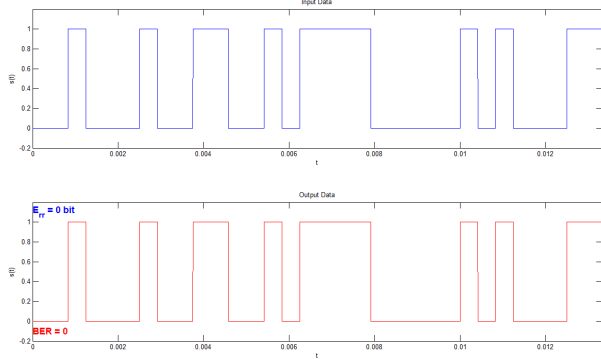
При относително ниво на шума 75% и шестнадесет отчета за бит не се наблюдават сгрешени битове. Резултатите от тази симулация са показани на фиг. 7 и фиг. 8.



Фиг. 7. Симулация на приемането при 75% ниво на шума и 16 отчета/бит

За количествена оценка на постигнатото подобрене е направена симулация на предаване на достатъчно голямо

количество битове (от порядъка на $5 \cdot 10^5$), при което да е възможно да се отчете коефициентът на двоична грешка BER. В таблица №1 са дадени стойностите за броя сгрешени битове (при еднакъв брой предадени: 512000) за различни относителни нива на смущенията, както и брой на отчетите за един бит.

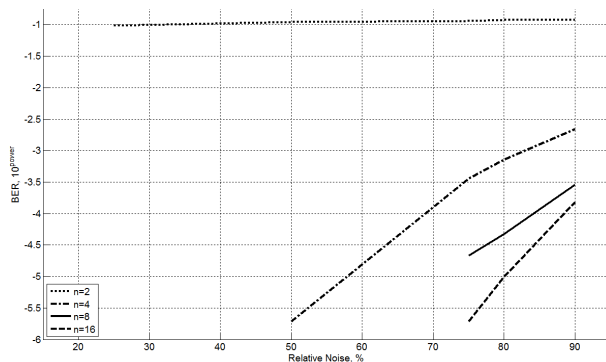


Фиг. 8. Входен и изходен информационен поток при 75% ниво на шума и 16 отчета/бит

Таблица № 1. Брой сгрешени битове при различно относително ниво на смущенията и брой отчети за бит

Брой сгрешени битове (512 000 предадени)					
n	Относително ниво на смущенията				
	25%	50%	75%	80%	90%
2	49195	56324	59073	60836	61046
4	0	1	184	366	1115
8	0	0	11	24	146
16	0	0	1	5	78

По отразените в таблица №1 данни е определено изменението на коефициента на двоична грешка при посочените стойности на относителното ниво на смущенията и броя на отчетите за един бит. На фиг. 9 е показано графичното изображение на тези зависимости.



Фиг. 9. Коефициент на двоична грешка при различни относителни нива на смущенията и брой отчети/бит

При симулацията е избрано броят на отчетите за бит да бъде степен на 2 с цел оптимизиране на изчислителната работа при необходимите за симулацията бързи преобразувания на Фурие. За реалната работа на четящ изхода на приемник микроконтролер също би бил оптимален подобен избор на този параметър.

Забелязва се лошо възстановяване на потока от данни в случая с два отчета за бит в широки граници на изменение на относителното ниво на шума. С увеличаване на броя на отчетите за бит коефициентът на двоична грешка намалява значително. Като оптимум за този параметър може да се избере стойността осем, тъй като при по-голямо относително ниво на шума промяната в коефициента на двоична грешка, спрямо този за шестнадесет отчета за бит, е относително слаба, а необходимата изчислителна мощ на контролера – наполовина по-малка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направените симулационни изследвания може да се заключи следното:

- оптимално възстановяване на потока от данни се постига при осем отчета за бит;
- целесъобразно е да се потвърдят получените резултати чрез имплементирането на система, реализираща описания алгоритъм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Национален план за разпределение на радиочестотния спектър на радиочестоти и радиочестотни ленти за граждански нужди, за нуждите на националната сигурност и отбраната, както и за съвместно ползване между тях, (Обн., ДВ, бр. 60 от 2004 г.; доп., бр. 69 от 2004 г.; изм. и доп., бр. 31 от 2005 г.; изм. и доп., бр. 16 от 2006 г.).
- [2] Христов, Х., Е. Алтимирски, Радиотехническа електродинамика и разпространение на електромагнитните вълни, Издателство „Техника“, София, 1990.
- [3] Rev. 2545S-AVR-07/10, www.atmel.com.

Авторът, д-р маг. инж. Климент Н. Ангелов е главен асистент в катедра РКВТ при ФТК, ТУ-София. За контакти: kna@tu-sofia.bg