

## СИНТЕЗ И СИМУЛАЦИЯ НА ПРЕКОДЕР ОТ HDB3 В ДВОИЧЕН NRZ КОД

### SYNTHESIS AND SIMULATION OF PRECODER FROM HDB3 TO BINARY NRZ CODE

Боян Карапенов\*

Горан Горанов\*\*

Технически университет - Габрово

Статията е постъпила на 20.09.2013 г.; приета за отпечатване на 04.10.2013 г.

#### Abstract

This paper presents the fundamental features of the linear and quasi-ternary codes. A block and structural-functional diagram of precoder from quasi-ternary HDB3 to binary NRZ code are presented and described in detail. A circuit (model) of precoder with TTL integrated circuits (ICs) has been synthesized. The obtained simulation results are shown using Electronics Workbench Pro software.

**Keywords:** цифров сигнал; първични кодове; HDB3, NRZ код; прекодер; синтез; симулация.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Квазитроичните кодове, като AMI и HDB3, представят двоичния сигнал с три логически нива – положителна, отрицателна логическа единица и нула. Те се класифицират към групата на линейните кодове, които се избират така, че параметрите на резултантния сигнал и честотния му спектър да съответстват на възможностите на съответната физическа преносна среда, каквато в случая представлява кабелната линия.

При линейното кодиране се постига:

- ограничаване на постояннотоковата съставяща, при което се намаляват енергийните загуби;
- ограничаване на броя на последователните двоични нули с цел улесняване на побитовата синхронизация;
- намаляване на броя на символите в линейния сигнал с цел намаляване широчината на честотната лента на канала за връзка;
- увеличаване на амплитудата на високочестотните съставни на сигнала за компенсиране на изкривяванията, внесени от комуникационната линия;
- откриване на прости грешки, възникнали при предаването.

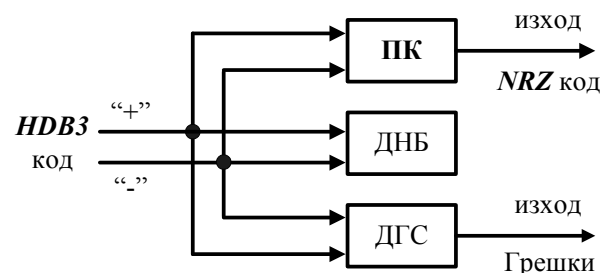
#### ИЗЛОЖЕНИЕ

Функциите на прекодер от квазитроичен HDB3 в двоичен NRZ код са не само да преобразува, но и да открива наличието на грешки в цифровия поток, което се постига благодарение на въведен „излишък“ и на правилата за образуването му.

Блоквата схема на прекодер от квазитроичен HDB3 в двоичен NRZ код е показана на фиг. 1. Тя съдържа три блока: прекодер (ПК), детектор на нарушена биполярност (ДНБ) и детектор на грешни символи (ДГС).

Чрез детектора на нарушена биполярност в цифровия поток се откриват последователни символи с еднаква полярност. Нарушеното правило за редуване на полярността на импулсите е критерий за наличие на грешка или за наличие на „излишък“ съгласно правилата за кодиране в код HDB3. Прекодерът използва информацията от детектора на нарушена биполярност за изключване на комбинацията 000V или 000V от цифровия поток. Детекторът на грешни символи открива възникнали грешки в цифровия поток, като анализира нарушаването на следните правила при образуването на HDB3 кода:

- цифровият поток не може да съдържа повече от три последователни нулеви символа;
- два съседни импулса не могат да имат еднаква полярност;
- два импулса с еднаква полярност не могат да са разделени само с един нулев символ.



Фиг. 1. Блоквата схема на прекодер от квазитроичен HDB3 в двоичен NRZ код

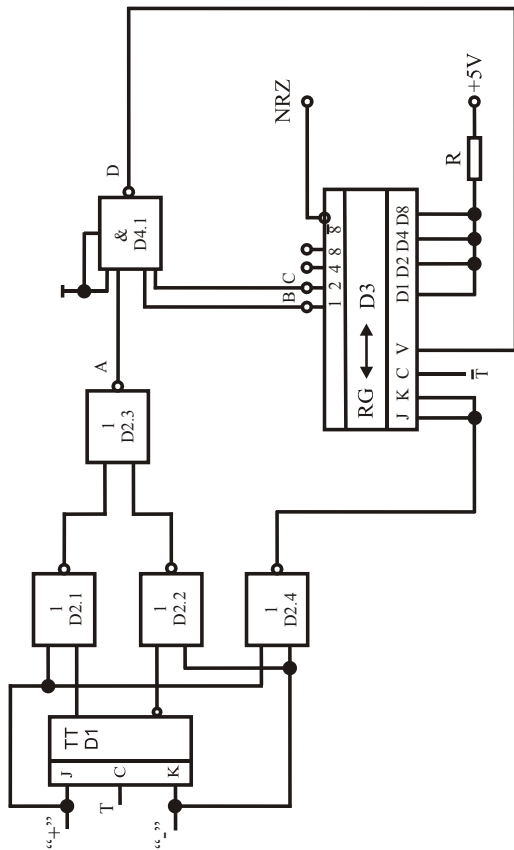
В зависимост от скоростта на предаване прекодерът може да се реализира с обикновени или бързи логически схеми. При скорости до 8 Mbit/s могат да се използват TTL интегрални схеми. На фиг. 2 [1] е показана структурно-функционалната схема на прекодер от

\* Тел.: +35966/827-415; e-mail: bkarapenev@tugab.bg

\*\* Тел.: +35966/827-531; e-mail: g\_goranov@tugab.bg

HDB3 в NRZ код, предназначен за скорости на предаване до 8 Mbit/s (с елементна база TTL интегрални схеми). Детекторът на нарушена биполярност е реализиран чрез JK тригера D1 и трите двувходови схеми ИЛИ-НЕ D2.1 ÷ D2.3, а прекодерът - чрез преместващия регистър D3, четири-входовата схема И-НЕ D4.1 и двувходовата схема ИЛИ-НЕ D2.4.

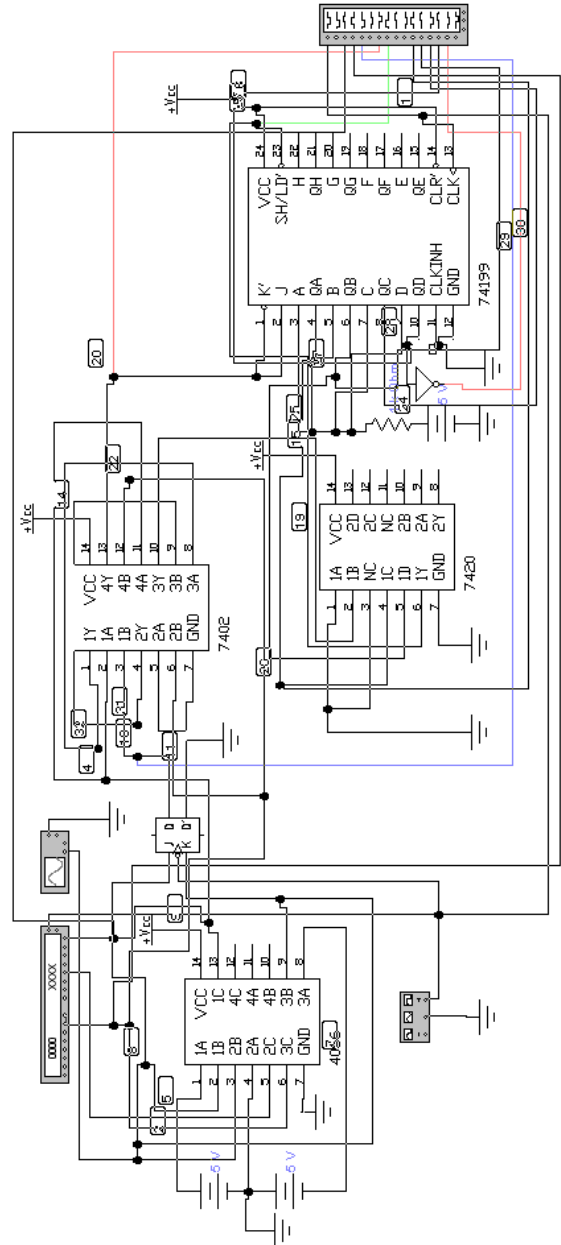
Тактовата поредица „Т“ се използва за управление на работата на JK тригера и преместващия регистър D8. Инвертираната тактова поредица на „Т“ управлява работата на преместващия регистър D3.



Фиг. 2. Структурно-функционална схема на прекодер от квазитроичен HDB3 в двоичен NRZ код

Посредством логическата схема ИЛИ-НЕ D2.4 се извършва сумиране на „положителната“ и „отрицателната“ поредица на HDB3 кода, при което се получава инвертиран двоичен сигнал с излишък. Този инвертиран сигнал се подава на J и K входовете на преместващия регистър D3, който работи с инвертираните състояния на входните сигнали. Поради това на паралелните входове на регистъра D1÷D8 са подадени „единици“. В неинвертирания сигнал четирите единици представляват четири нули, с които се замества откритият излишък в двоичния сигнал с излишък. Преместващият регистър D3 запомня четири символа от предаваната информация. Ако се окаже, че полярността на четвъртия символ повтаря тази на преди това предадения, тогава в изхода на детектора на нарушена биполярност се появява положителен импулс. Ако в цифровия сигнал няма грешка, достатъчен критерий за това, че запомнените в регистъра четири символа с въведен „излишък“ при формирането на код HDB3, е двата предишни символа да са нулеви. Тези символи се появяват в изходи 1 и 2 на D3 и тъй като регистърът работи с инвертирани символи, следва двете нули да се разглеждат като наличие на висок потенциал. Ако споменатият

критерий е изпълнен, тогава съвпадането на високите потенциали във възлите А, В и С (фиг. 2) води до детектиране на излишък в логическата схема D4.1. Ниският потенциал на сигнала във възел D предизвиква изтриване на състоянията в изходите на регистъра и записване на тяхно място на четири последователни единици от паралелните входове на регистъра. В неинвертирания сигнал това са четири последователни нули.



Фиг. 3. Синтезирана принципна схема на прекодер от квазитроичен HDB3 в двоичен NRZ код

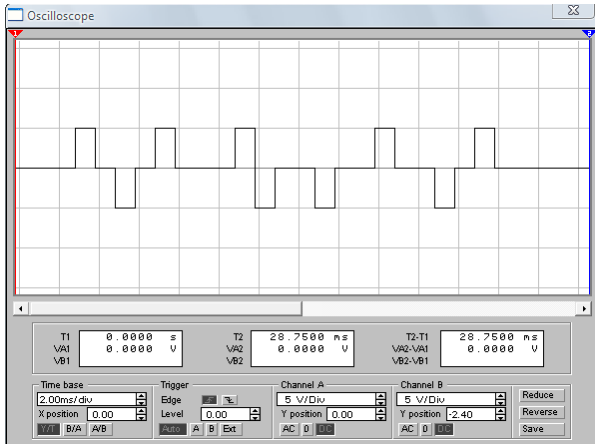
Прекодираният NRZ сигнал се получава в последния инвертиран изход на регистъра Q8. Всеки символ на прекодирания сигнал изостава от входния с четири такта, което отговаря на интервала за детектиране на „излишък“.

Въз основа на структурна схема на прекодера от HDB3 в NRZ код, представена на фиг. 2, на фиг. 3 е показаната неговата синтезирана принципна схема.

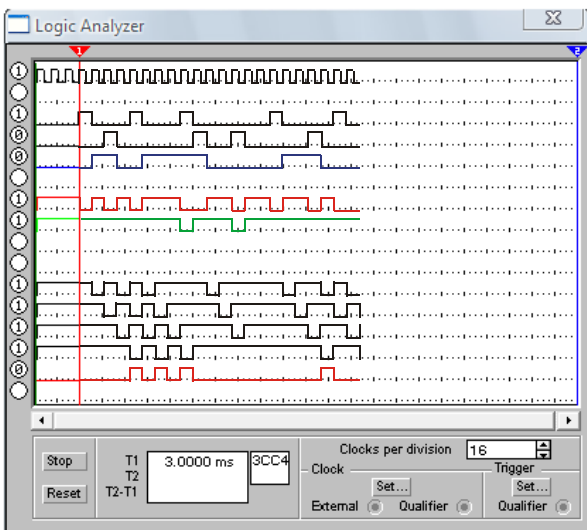
Реализирането на входния двуполярен HDB3 код е извършено с аналогови ключове ИС4066, които превключват подаването на сигналите от двата постоянно-

токови източника (5 V). Четирите двувходови логически елемента И-НЕ са изпълнени с ИС7402, четириходовия И-НЕ – ИС7420, а 8-битовия преместващ регистър – с ИС74199.

На фиг. 4 с помощта на електронно-лъчения осцилоскоп на продукта за симулационно изследване на принципни електрически схеми Electronics Workbench Pro е показан синтезиранят входен двуполярен HDB3 код, а логическите нива в съответните възли от схемата на логическия анализатор - фиг. 5.



Фиг. 4. Осцилограма на подадените синтезирани входни двуполярни сигнали на HDB3 кода



Фиг. 5. Резултати, получени на Логическия анализатор при

симуляционното изследване на прекодера от HDB3 в NRZ код

Показаните времедиаграми съответстват на порядността на възлите в принципната схема от фиг. 2 както следва: 1 (тактов сигнал), 8 (входен „+“), 8 (входен „-“), 10, 20, 23, 26, 27, 30, 28 и 29 (изходен сигнал).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Синтезиранят и симулационно изследван вариант на модел на прекодер от квазитроичен HDB3 в двоичен NRZ в код е реализиран с TTL елементна база – интегрални схеми и логически елементи, поради което може да бъде използван до скорости на предаване на информационния поток няколко Mbit/s, основно по кабелни линии. Скоростта може да бъде увеличена чрез използването на специализирани програмно-апаратни структури.

Освен чрез стандартна елементна база (като използваната), подобен тип схеми могат да бъдат успешно реализирани и с помощта на съвременни устройства за обработка на цифрови сигнали, като DSP, PIC процесори, PLD системи и др.

Резултатите от симулационните изследвания потвърждават работоспособността на представения модел на прекодер от HDB3 в NRZ код с използването на TTL елементи. Те дават нагледна представа за процесите, протичащи в синтезираните схеми, което улеснява представянето на принципа на тяхното функциониране.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Добрев Д., Цифрови радиорелейни станции, Издателство „Техника“, София, 1989.
- [2] Ненов Г., Теория на сигналите, Издателство „Техника“, София, 1990.
- [3] Попов М., Кодирание в клетъчните комуникации, Издателство „Прокон“, София, 2000.