

CREATION AND ANALYSIS OF SOFTWARE MODELS FOR THE IMPACT OF CROSSTALK AND ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE IN TWISTED PAIR CABLES IN MATLAB/SIMULINK

Yuri ZHELYAZKOV, Evgeniya VASILEVA

Faculty of Engineering and Pedagogy – Sliven, Technical University – Sofia
e-mail: yurik@mail.bg

Abstract

In this paper, modeling and analysis of the impact of crosstalk and electromagnetic interference of twisted pair cables used in the construction of communication networks is performed. The performance of a data transmission system using CAT5 cables in different channel and noise environments was investigated by computer simulation in Simulink environment. The results of the analysis can be used in practical construction of communication systems using twisted pair cables when laying power and communication cables in nearby installation channels at average load values and inability to comply with the recommendations for minimum distances in cable networks.

Keywords: *twisted pair cables, crosstalk, electromagnetic interference.*

СЪЗДАВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОГРАМНИ МОДЕЛИ ЗА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ПРЕХОДНОТО ЗАТИХВАНЕ И ЕЛЕКТРОМАГНИТНИТЕ СМУЩЕНИЯ В КАБЕЛИТЕ С УСУКАНИ ДВОЙКИ ПРОВОДНИЦИ В СРЕДА НА MATLAB/SIMULINK

Юри ЖЕЛЯЗКОВ, Евгения ВАСИЛЕВА

ТУ - София, ИПФ – Сливен, e-mail: yurik@mail.bg

Анотация

В настоящата статия е извършено моделиране и анализ на въздействието на преходното затихване и електромагнитната интерференция на кабели с усукани двойки проводници използвани при изграждането на комуникационните мрежи. Изследвана е производителността на система за предаване на данни с използването на кабели CAT5 при различни канални и шумови среди чрез компютърна симулация в среда на Simulink. Резултатите от анализа може да се използват при практическо изграждане на комуникационни системи използващи кабели с усукани двойки проводници при полагане на силови и комуникационни кабели в близки монтажни канали при средни стойности на товара и невъзможност от спазване на препоръките за минимални отстояния в кабелните мрежи.

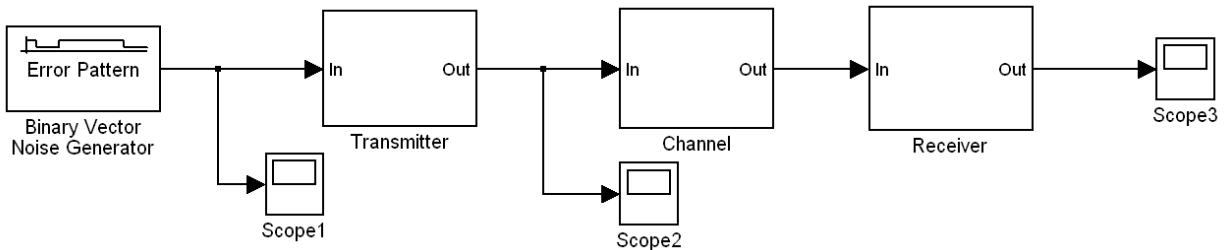
Ключови думи: *кабели с усукани двойки проводници, преходно затихване, електромагнитна интерференция.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

При изграждане на комуникацията в индустриалните мрежи се използва стандартен кабел от усукана двойка проводници категория 5 или по-висока като предпочитана преносна среда. Проектантите на мрежово оборудване са изправени пред предизвикателството непрекъснато да подобряват производителността на мрежата, като усъвършенстват технологиите за предаване, като запазват съществуващите физически кабелни носители, за да осигурят защита на инвестициите за съществуващите инсталирани кабелни инсталации на основата на кабели категория CAT 5. Системните администратори и проектантите на инсталации могат да реализират значителни икономии на разходи за материали или време за монтаж, като комбинират комуникационни и силови проводници в един монтажен канал или ги изграждат много близо до оборудване с висока плътност. Въпреки това, тази икономична практика прави окабеляването силно уязвимо по отношение на шума, свързан с електромагнитната интерференция [1]. Основните явления, които влияят на характеристиките на локалните мрежи се състоят от множество фактори с различна физическа природа които се свеждат до параметрите на усуканата двойка проводници – дължина, затихване, прислушване NEXT и FEXT [2], характеристично съпротивление, обратно затихване, Delay Skew и параметри на смущението от ЕМИ.

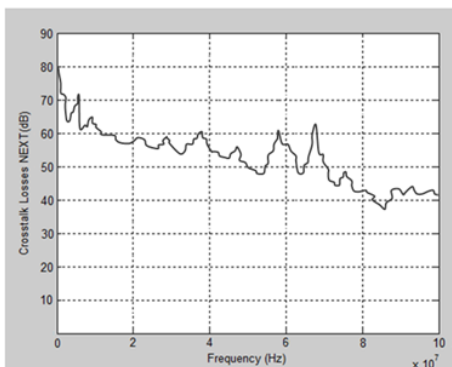
2. СЪЗДАВАНЕ НА ПРОГРАМЕН МОДЕЛ В СРЕДА НА MATLAB/SIMULINK ЗА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ПРЕХОДНОТО ЗАТИХВАНЕ МЕЖДУ ЧИФТОВЕТЕ В КАБЕЛ С УСУКАНИ ДВОЙКИ ПРОВОДНИЦИ ИЗМЕРЕНО В БЛИЗКИЯ КРАЙ NEXT

На Фиг.1 е показана блокова схема на NEXT в Simulink на най-високото йерархично ниво. Този модел на Simulink се състои от генератор на произволна двоична последователност като източник на сигнала, предавател 100BaseTX за преобразуване на информационната последователност в кодиране MLT-3 на кабела на усуканата двойка, кабел с усукана двойка проводници от категория CAT5 и приемник 100BaseTX. За визуализиране на резултатите от симулацията са поставени три осцилоскопа в модела след информационната последователност, предавателя и приемника.

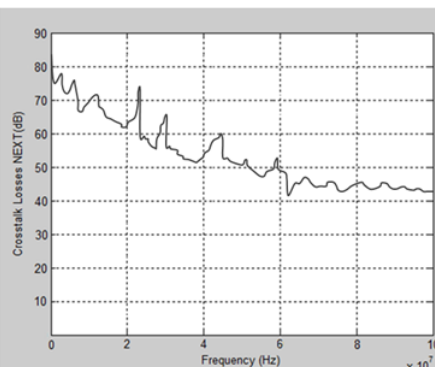


Фиг.1 Модел на прислушване в близкия край NEXT

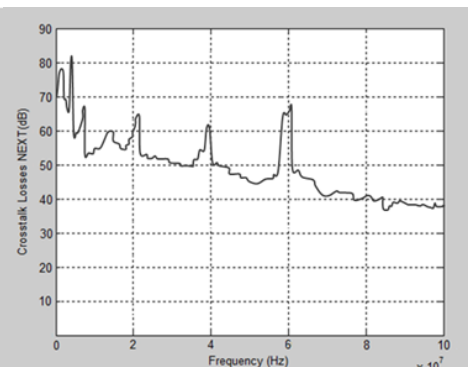
Резултати от направените симулации за въздействието на преходното затихване между чифтовете в кабел с усукани двойки проводници измерено в близкия край NEXT.



Фиг.2 Преходно затихване NEXT при отстояние от мин. стандарт 10,2 dB на честота 86MHz



Фиг. 3 Преходно затихване NEXT при отстояние от мин. стандарт 8,9 dB на честота 63MHz

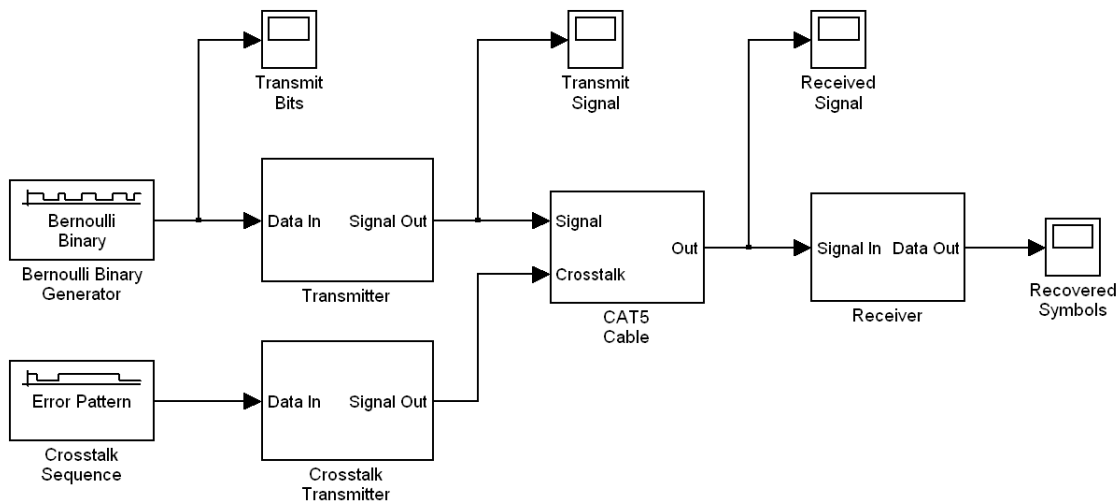


Фиг. 4 Преходно затихване NEXT при отстояние от мин. стандарт 6,5 dB на честота 8MHz

Резултатите от симулациите показват, че с увеличаването на честотата прислушването в близкия край намалява. Стандартите нормират само минималната стойност на NEXT параметъра. Кабел с усукани двойки проводници отговаря на изискванията на стандарта, ако в целия диапазон на работната честота измерената стойност NEXT не е под определената в нормите.

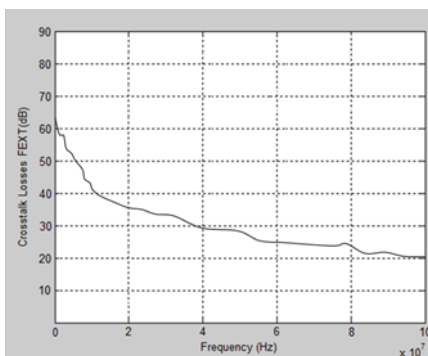
3. СЪЗДАВАНЕ НА ПРОГРАМЕН МОДЕЛ В СРЕДА НА MATLAB/SIMULINK ЗА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ПРЕХОДНОТО ЗАТИХВАНЕ МЕЖДУ ЧИФТОВЕТЕ В КАБЕЛ С УСУКАНИ ДВОЙКИ ПРОВОДНИЦИ ИЗМЕРЕНО В ДАЛЕЧНИЯ КРАЙ FEXT.

На следващата фигура е показана блокова схема на модела на FEXT в Simulink, представляващ една от двете усукани двойки проводници на най-високото йерархично ниво. Този модел на Simulink се състои от генератор на произволна двоична последователност като източник на сигнал, предавател за преобразуване на информационната последователност в напрежение, генератор на двоични произволни последователности като източник на FEXT, предавател за преобразуване на двоичната последователност в шум от прислушване, кабел с усукана двойка от категория 5 и приемник.

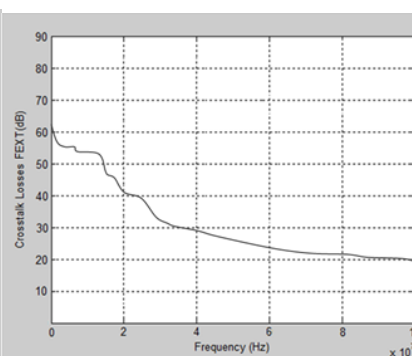


Фиг.5 Модел на прислушване в далечния край FEXT

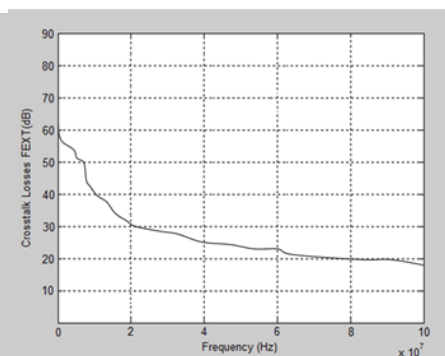
Резултати от направените симулации за въздействието на преходното затихване между чифтовете в кабел с усукани двойки проводници измерено в далечния край FEXT.



Фиг.6 Преходно затихване FEXT при дължина на линията 20м.



Фиг.7 Преходно затихване FEXT при дължина на линията 50м.



Фиг.8 Преходно затихване FEXT при дължина на линията 80м.

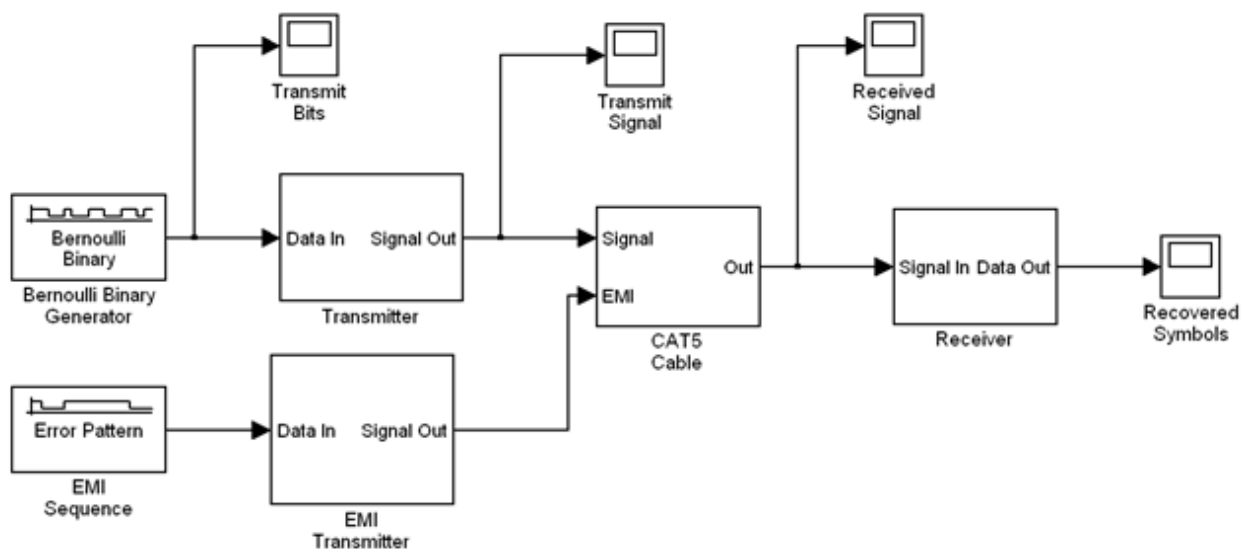
В резултат на направените изследвания в симулационния модел е установено, че параметърът FEXT зависи от дължината на кабела с усукани двойки проводници. Две кабелни линии, които

използват едни и същи елементи но имат различна дължина ще имат различни значения на прослушването в далечния край. FEXT намалява с увеличаване на дължината на линията. Резултатите показват, че с увеличаване на честотата намалява прислушването в далечния край.

4. СЪЗДАВАНЕ НА ПРОГРАМЕН МОДЕЛ В СРЕДА НА MATLAB/SIMULINK ЗА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ВЪНШЕН ИЗТОЧНИК НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНА ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В КАБЕЛ С УСУКАНИ ДВОЙКИ ПРОВОДНИЦИ

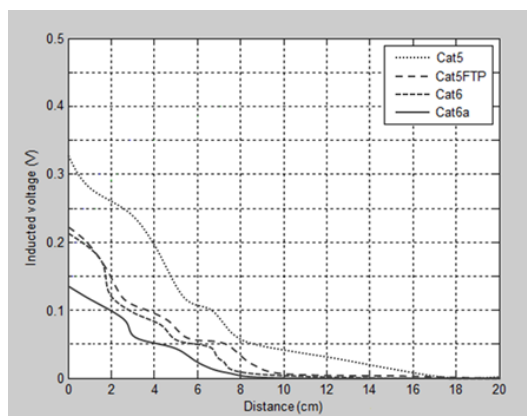
На фиг.9 е показана блокова схема на модела на влиянието на ЕМИ върху TP кабел в Simulink, на най-високото йерархично ниво. Този модел се състои от генератор на произволна двоична последователност като източник на сигнал, предавател за преобразуване на информационната последователност в напрежение, генератор на двоични произволни последователности като източник на ЕМИ, предавател за преобразуване на двоичната последователност в шум от електромагнитна интерференция, кабел с усукана двойка от категория 5 и приемник.

Резултати от направените симулации за въздействието на външен източник на електромагнитна интерференция върху кабели с усукани двойки проводници.



Фиг.9 Модел на влиянието на ЕМИ върху кабел с усукани двойки проводници

Резултати от направените симулации за въздействието на външен източник на електромагнитна интерференция върху кабели с усукани двойки проводници.



Фиг.10 Обобщен резултат от въздействието на ЕМИ върху кабелите с усукани двойки проводници

В резултат на направените изследвания в симулационния модел е установено, съответствие между практическите измервания и резултатите от симулациите при въздействие на източник на електромагнитна интерференция върху кабелите с усукани двойки проводници. Резултатите от симулациите показват, че вариациите на сигнала на приемната страна се засилват с увеличаване на използваните стойности на натоварването и намаляване на отстоянието между изследваните кабели и източника на ЕМИ. Промяната на сигналното напрежение е максимална при непосредствен контакт между TP кабела и източника на смущения.

5. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Разработени са програмни модели в Matlab/Simulink, които дават възможност да се оценят и анализират влиянията на FEXT, NEXT и ЕМИ при кабели с усукана двойка проводници.

Резултатите от симулациите показват, че ако проводниците не са плътно или неравномерно усукани, резултатът е висок Near End Crosstalk. С увеличаването на честотата прислушването в близкия край намалява. Кабел с усукани двойки проводници отговаря на изискванията на стандарта, ако в целия диапазон на работната честота измерената стойност NEXT не е под определена в нормите.

В резултат на направените изследвания в симулационния модел е установено, че параметърът FEXT зависи от дължината на кабела с усукани двойки проводници, като с увеличаване на дължината и честотата намалява прислушването в далечния край.

В резултат на направените изследвания в симулационния модел е установено, съответствие между практическите измервания и резултатите от симулациите при въздействие на източник на електромагнитна интерференция върху кабелите с усукани двойки проводници.

Получените резултати от симулациите могат да се използват при полагане на силови и комуникационни кабели в близки монтажни канали при средни стойности на товара и невъзможност от спазване на препоръките за минимални отстояния в кабелните мрежи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Laumeister B., Use a Twist and Other Popular Wires to Reduce EMI/RFI, EE Times magazine, 2012
- [2] A. Shoory, M. Rubinstein, A. Rubinstein, F. Rachidi Simulated NEXT and FEXT in Twisted Wire Pair Bundles, Proc. of the 10th Int. Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe 2011), York, UK, September 26-30, 2011