

SURVEY AND ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE ON TRANSMISSION PARAMETERS OF TWISTED PAIR CABLES USED IN THE CONSTRUCTION OF COMMUNICATION NETWORKS

Yuri Zhelyazkov

Faculty of Engineering and Pedagogy – Sliven, Technical University – Sofia

e-mail: yurik@mail.bg

Abstract

In this paper, are made research and analyzes of the influence of electromagnetic interference on the transmission parameters of twisted pair cables used in the construction of communication networks. The impact of an external source of EMI on network traffic on different types of cables has been studied at different distances from the source of interference. The results of the analysis can be used in the practical construction of communication systems using twisted pair cables and the improvement of data transmission rates with minimal packet losses.

Keywords: *twisted pair cables, electromagnetic interference, IEEE 802.3 Ethernet.*

ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНАТА ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ НА ПРЕДАВАТЕЛНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА КАБЕЛИ С УСУКАНИ ДВОЙКИ ПРОВОДНИЦИ ИЗПОЛЗВАНИ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕТО НА КОМУНИКАЦИОННИТЕ МРЕЖИ

Юри Желязков

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

Резюме

В настоящата статия е извършено изследване и анализ на влиянието на електромагнитната интерференция на предавателните параметри на кабели с усукани двойки проводници използвани при изграждането на комуникационните мрежи. Въздействието на външен източник на ЕМИ върху мрежовия трафик при различни видове кабели е изследвано при различни отстояния от източника на смущение. Резултатите от анализа може да се използват при практическо изграждане на комуникационни системи използващи кабели с усукани двойки проводници и подобряване на скоростите на предаване на данни с минимални загуби на пакети.

Ключови думи: *кабели с усукани двойки проводници, електромагнитна интерференция, IEEE 802.3 Ethernet.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В съществуващите LAN мрежи се използват различни мрежови кабели. Изборът на вида на кабела за комуникационната инфраструктура зависи от мрежовата топология, размера, използваните протоколи и материалните разходи. За изграждането на една надеждно работеща мрежа е

важно да се знаят различните характеристики на всички видове кабели и как те са свързани с определен тип конкретна мрежа. Широкото приложение на Ethernet комуникацията се дължи на следните предимства:

- стандартът Ethernet е лесно приложим за организиране на индустриални активно адаптивни мрежи от най-високо ниво;
- Ethernet мрежите притежават висока скорост на предаване на данни;
- на пазара има широка гама от евтино комуникационно оборудване за Ethernet мрежи, като в тях се включват и тези специално пригодени за индустриални приложения;

Честа практика при изграждането на LAN мрежи е полагането на комуникационни и силови кабели в един монтажен канал или честото им кръстосване. Това подлага комуникационните канали на въздействието на електромагнитната интерференция [1]. С увеличаването на скоростите на комуникация и ширината на честотната лента нараства разрушителното въздействие на шума върху балансираните телекомуникационни кабели с усукана двойка проводници. Поради тези причини кабелите от категория 5 и 6 използват четири усукани двойки, които са екранирани с външна обвивка с цел намаляване на шума и увеличаване скоростите на предаване на данни. Ка-



Фиг. 1 Влияние на ЕМИ в усуканата двойка проводници

чественото усукване на проводниците с определена стъпка се явява важна предпоставка за минимизиране на чувствителността към шума. Некачествено произведен кабел, излагане на силно активни химикали или дори високи нива на влажност сериозно влошава капацитивния баланс на кабелите от категория Cat 5 или Cat 6. Освен това, ако стъпката на усукване в усуканите двойки стане непостоянна в резултат на силно прегъване на кабела по време на инсталацията или смачкване след монтаж, тогава кабелът става много по-чувствителен към шума от ЕМИ. Кабелът вече не може да компенсира и потисне шума от общ характер [2]. Вместо това шумът се индуцира в няколко проводника, добавя се към Ethernet пакетите с данни, като предизвиква увеличаване на грешно предадените битове както е показано на фиг. 1.

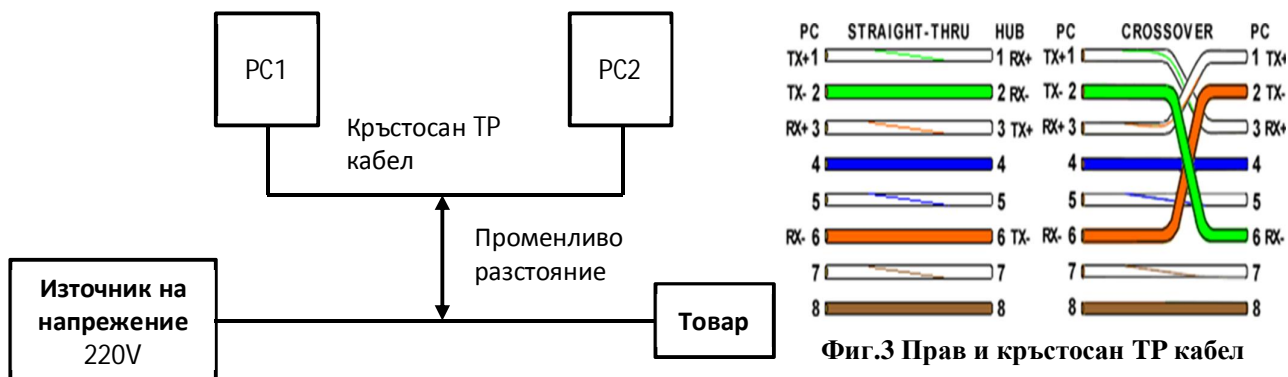
Най-успешните начини за минимизиране на ефекта от излъчените емисии и подобряване на устойчивостта на шум при усукана двойка проводници зависят от принципа на балансирано предаване на сигнала по двойката усукани проводници

Намаляването на ефекта на ЕМИ се постига чрез използването на разнообразна екранировка на кабела. Кабелите с усукани двойки проводници са проектирани така, че екранирането намалява или напълно премахва нежеланите електромагнитни смущения, или други ефекти като FEXT и NEXT.

2. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗДЕЙ-СТВИЕТО НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНАТА ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ НА КАБЕЛИТЕ С УСУКАНИ ДВОЙКИ ПРОВОДНИЦИ

Всички експерименти бяха проведени за кабели категория 5e UTP и 5e FTP и категория 6 UTP и 6a UTP. Всеки от кабелите е дълъг 12 метра. Всички кабели са свободно разположени (паралелна форма) в кабелни

канали. За наблюдение на ефекта на ЕМІ върху кабелите с усукани двойки проводници използва-



Фиг. 2 Модел на експерименталната установка

ме два персонални компютъра свързани директно чрез кръстосан кабел без суич (фиг.2). Файл от 28,6 GB се споделя между двата компютъра и се прехвърля между тях. Размерът на файла е голям, за да се прехвърля дълго време, което ни дава достатъчно време да получим желаните данни.

Тестовите кабелни канали се подлагат постоянно на източник на смущения от ЕМІ (електрически проводници, с напрежение 220V), чрез хоризонтално поставяне на различно разстояние на източника по цялата дължина на кабела за тестване. Стойността на товара се променя в рамките на 100W, 300W, 500W, 1KW и 2KW.

Тази конфигурация гарантира, че цялата дължина на хоризонталното окабеляване може да бъде подложена на тестовия източник на ЕМІ едновременно, което улеснява наблюдението на ефекта на ЕМІ върху характеристиките на кабелите. За да се оценят ефектите на шума от ЕМІ върху Ethernet предаването на данни и грешките в мрежовия трафик, се използва софтуерна програма за анализ на мрежи Wireshark. Чрез нея се наблюдава как се влияят мрежовите предавателни параметри, когато мрежата е силно натоварена.

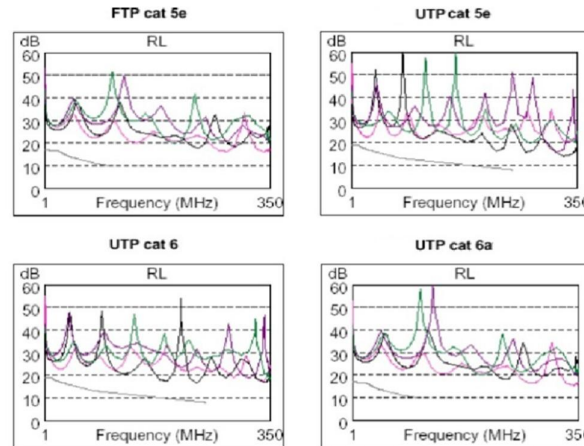
При проведените изследвания, електрическият шум, въведен в Ethernet кабелите на различно разстояние варира в зависимост от вида на тествания кабел. Измерени са сигналните напрежения на 1^{ви} и 2^{ри} чифт (БЗ-З и БО-О) в Ethernet кабела (фиг.3).

3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ПОЛУЧЕНИТЕ ИЗМЕРВАНИЯ

Анализът от наблюдението показва, че:

- вариациите на сигналното напрежение са по-значими до разстояние от 5см между кабела с усукани двойки проводници и захранващия кабел;
- промяната на сигналното напрежение е максимална, когато и двата кабела са в непосредствен контакт;
- вариациите на сигнала стават по-значими с увеличаването на използваните стойности на натоварването;
- при малки стойности на товара (100W, 300W) не се наблюдава промяна в минималните стойности на сигналите на предавателните и приемните чифтове от кабелите CAT5e, CAT5e FTP, CAT6 и CAT6a. Променени са само максималните стойности на сигналите за всички видове използвани кабели;
- при CAT5e, и товар 2KW, на разстояние от 14см до 20 см не се наблюдава промяна в сигналното напрежение както за предавателните така и за приемните чифтове. На отстояние по-малко от 14см, се променят максималните и минималните сигнални напрежения за предавателната и приемната двойка проводници;

- за CAT5e FTP, при 2KW товар, на разстояние от 8 до 20см не се наблюдава промяна



Фиг.4 Влияние на ЕМИ върху обратното затихване

в сигналните напрежения и за двата предавателни и приемни чифта. При отстояние по - малко от 8 см, максималните и минималните напрежения на сигнала както за предавателната, така и за приемната двойки се променят;

- за CAT6 UTP, при 2KW товар, на разстояние от 10 до 20см не се наблюдава промяна в сигналните напрежения и за двата предавателни и приемни чифта. При отстояние по-малко от 10см, максималните и минималните напрежения на сигнала както за предавателната, така и за приемната двойки се променят;

- за CAT6a, при 2KW товар, на разстояние 6 до 20см не е наблюдавана промяна в сигналните напрежения и за двата предавателни и приемни чифта. При отстояние по-малко от 6см, сигналните напрежения както за предавателните така и за приемните чифтове са променени.

- максималната стойност на полученото сигнално напрежение намалява с 0.22V, а минималните стойности намаляват с 0.09V с намаляването на отстоянието за CAT5e. Максималната стойност на напрежението на получения сигнал намалява с 0.12V, а минималните стойности намаляват с 0.03V с намаляването на разстоянието за CAT5e FTP. Максималната стойност на напрежението на получения сигнал намалява с 0.15V, а минималните стойности намаляват с 0.05V с намаляването на разстоянието за CAT6. Максималната стойност на полученото сигнално напрежение е почти еднаква, но минималните стойности се увеличават с 0.07V с намаляването на отстоянието за CAT6a.

При направените изследвания на влиянието на ЕМИ върху обратното затихване не се установиха големи отклонения с изключение на единични 10 dB пикове (фиг.4). Те се дължат на отклонения на стойността на импеданса в различните отрязъци на кабела. Това ехо от предадения сигнал може да окаже негативно влияние на качеството на комуникацията.

4. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

При направени измервания без въздействието на източник на електромагнитна интерференция не са открити грешки в пакетите при максимално натоварване на мрежата за всички изследвани категории CAT5 и CAT6 кабели.

Под въздействието на източник на ЕМИ при пълнодуплексен режим на работа и скорост 100Mbit/s и различни отстояния от източника на въздействие не бяха открити битови грешки нито за кабели категория CAT5, нито за CAT6. Това поведение на кабелите с усукана двойка проводници е следствие на отлично балансиране на чифтовете по отношение на шумозащите-

ността и нулево излъчване на емисии.

При източник на електромагнитна интерференция, разположен много близо до кабелите при скорост 1Gbit/s бяха открити единични пакетни грешки. Това показва, че с увеличение на ширината на честотната лента нараства влиянието на индуцирания шум, който става все по-значим при увеличаване скоростта на предаване на данните.

Резултатите от изследването показват нарастващата важност на електромагнитната съвместимост при изграждането на високоскоростни комуникационни системи с кабели с усукани двойки проводници. За да се намали влиянието на външни шумове върху кабелните системи е необходимо да се следват указанията за инсталиране, като се избират подходящите преносни среди и инфраструктура.

REFERENCES

- [1] Mardiguian M., Raimbourg J., (2001) Shielded (STP) versus unshielded (UTP) twisted pairs an EMC comparison, IEEE
- [2] Ping B., Song W., Wang C., Zhang W., (2015) Research on electromagnetic interference between power cables and shielded twisted-pair bundles, IEEE