

ВЛИЯНИЕ НА АМ-VSB СИГНАЛИТЕ ВЪРХУ СЪСТАВНИТЕ ИЗКРИВЯВАНИЯ В HFC СИСТЕМИТЕ

инж.Олег Борисов Панагиев
Технически Университет – София
Факултет по комуникационна техника и технологии
e-mail: CTV@ALPHA.VMEI.ACAD.BG

Panagiev O.B., Influence of AM-VSB signals on the composite distortions in HFC systems.

The application of the hybrid fiber coaxial (HFC) networks for the cable TV systems is considered as a key technology in the near future.

The mix transfer of the AM-VSB and M-QAM signals is accompanied by not-favorable influences due to the AM-VSB channels on the M-QAM ones: arising of composite distortions from second and third order. The maintenance of minimum values of composite distortions in the HFC networks is an important task that is to be resolved in relation to the network topology and the parameters of the optical transmitters, receivers and amplifiers.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В близко бъдеще като ключова технология в кабелните телевизионни системи (КТС) може да се смятат Хибридният оптично-коаксиални (ХОК) мрежи. Чрез въвеждане на подносещо мултиплексиране (SCM) в ХОК системите се очаква да бъде постигнато по-добро качество на предаването.

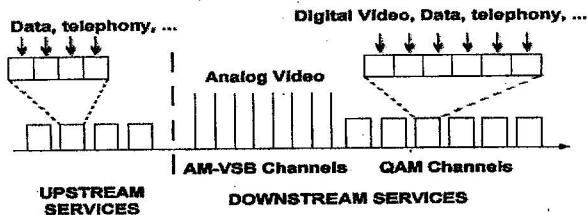
С нарастващите изисквания на интерактивните услуги, съществуващите коаксиални телевизионни системи с присъщите си проблеми и ограничения не могат да се използват за големи и много големи разстояния (> 10 км)[4].

Решение на проблемите и премахване на ограниченията е възможно с изграждането на ХОК мрежи, които да обхванат в един или няколко оптични пръстена съществуващите локални коаксиални мрежи[4,6]. Честотният план на една ХОК мрежа е даден на Фиг.1, където е показано, че в един М-QAM канал могат да се предават няколко цифрови видеопрограми, заедно с данни, телефонни сигнали и др. За Интернет достъп запитването от абоната се пренася чрез обратния канал (Upstream services), а получаването на търсената информация от WEB – по правия канал (Downstream services).

Използвайки MPEG компресия и QAM модулация е възможно да се предават до 6 цифрови видеопрограми в един канал с честотна лента широка 6 MHz, докато един аналогов канал изисква поне 7 MHz ширина на лентата.

Съвместното предаване на АМ/VSB и М-QAM сигнали в ХОК мрежите е съпроводено с неблагоприятни въздействия от АМ-VSB каналите върху М-QAM каналите [1,2], при което се получават нелинейни продукти (съставни изкривявания – CSO, СТВ и СХМ) вследствие лазерното “ограничение”, Релеевото обратно разсейване и шумовете от отражение.

В общия случай съставните изкривявания се разглеждат като шум, тъй като тяхното неблагоприятно въздействие е съпроводено с нарастване на коефициента на двоична грешка BER.



Фиг.1

2. ТОПОЛОГИИ НА ХОК МРЕЖИ

В ХОК системите са установени много смущаващи фактори, понижаващи качеството на цифровия канал, като някои от тях са свързани с топологията на мрежата [3], а други с начина на смесване на AM-VSB и M-QAM сигналите [5] и параметрите на оптичните устройства [6,7] – оптични приемници, оптични предаватели и оптични усилватели.

Топологията на ХОК мрежите традиционно е дървовидна (разклонена), но при големите мрежи е неефективна и скъпа, затова в последно време се използват звездовидна (радиална) (Фиг.2), пръстеновидна (ринг) (Фиг.3) и магистрална (BUS) – вече използвана в локалните мрежи (LAN) (Фиг.4).

В редица случаи трите вида топологии се използват съвместно (при големите системи за кабелна телевизия), за да се съчетаят предимствата им в конкретния случай на приложение.

За звездовидната топология определянето на оптичната мощност в кой да е оптичен възел (HUB) в зависимост от изходната мощност на оптичния предавател, може да се определи по формулата:

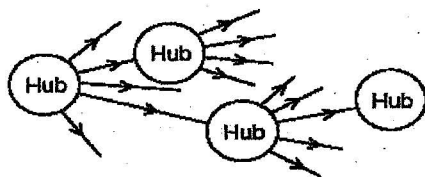
$$P_N = \frac{P_o}{N} (1-\delta)^{\log_2 N}, \text{ [dBm]}, \quad (1)$$

където P_o – изходна мощност на оптичния предавател;
 P_N – налична мощност в N – тия оптичен възел (ОВ);
 δ – загубите в оптичния възел (проходно затихване).

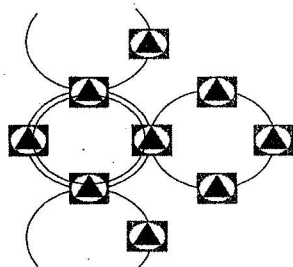
За магистралната топология се появява още един параметър в израза за определяне на оптичната мощност в даден оптичен възел - загубата на мощност a (преходно затихване) при отклонение на светлинния сигнал в оптичния възел:

$$P_N = P_o \cdot a \cdot [(1-a)(1-\delta)]^{N-1}, \text{ [dBm]}. \quad (2)$$

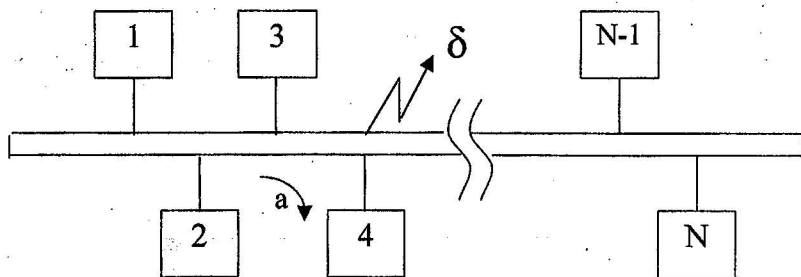
За еднакви параметри на оптичните устройства в двете топологии може да се определят оптичните мощности в съответния ОВ и направят следните



Фиг.2.



Фиг.3.



Фиг.4.

изводи:

- при звездовидната топология е възможно да се включат най-малко пет пъти повече оптични възли спрямо магистралната;
- при звездовидната топология с увеличаване броя на оптичните възли (ОВ) примерно два пъти (от 16 на 32), то оптичната мощност в последния ОВ е два пъти по-малка ($P_{32} \leq 1/2 \cdot P_{16}$);
- при магистралната топология двукратното увеличаване броя на оптичните възли (ОВ) води до петкратно намаляване на оптичната мощност в последния ОВ ($P_{32} \leq 1/5 \cdot P_{16}$).

3. ОПРЕДЕЛЯНЕ (РЕДУЦИРАНЕ) НА СЪСТАВНИТЕ ИЗКРИВЯВАНИЯ

Всяка главна магистрала в ХОК системите се състои от оптични влакна, а разклоненията - от коаксиален кабел. В оптичната част освен топлинни шумове и нелинейни изкривявания се внасят и импулсни шумове от лазерно "ограничение" [1,2,4]. Импулсният шум присъщ на мултиплексирани сигнали чрез честотно разделяне, причинява спадане на изходната мощност на лазерния диод близо до нула, а входният му управляващ ток е по-нисък от тока, определящ работната му точка [1]. В резултат на това се появяват нелинейни продукти, които предизвикват нарастване на BER. Нужно е те да бъдат

внимателно разгледани, за да се определят изискванията не само към системата като цяло, но и към нейните градивни компоненти - оптични предаватели/приемници, разпределителни и линейни усилватели.

В инженерната практика за определяне на съставните изкривявания в ХОК мрежите се използват опростени изрази, чрез които се получават стойностите за СТВ, CSO и CXM.

Поддържането на минимални стойности на съставните изкривявания в ХОК мрежи е съществена задача, която трябва да бъде решена в зависимост от топологията на мрежата и параметрите на активните устройства в нея. Тук трябва да отбележим, че в оптичните системи, експлоатационните параметри за различни производители са със сходни стойности (Таблица 1) по отношение на използваните лазерни диоди в предавателя и фотодиода в приемника. Съществено влияние върху изходните параметри оказва индекса на оптична модулация m , който по своята същност представлява индекс на амплитудна модулация m_{AM} . Нарастването му предизвиква влошаване на СТВ, CSO и CXM, които по същество представляват отношение носеща/смушение (CENELEC EN 50083-6) и подобряване на отношението носеща/шум (CNR) (Фиг.5).

Таблица 1

	Type	Optical input (output) level, dBm	RF - output (input) level, dB μ V	CNR dB	CTB dB	CSO dB	CXM dB	Producer
opt. Rx	ORC811	+2...-4	82...100	≥ 53 (-3dBm)	≥ 70	≥ 65		Hirschmann
	LR97	-3	97		66	66		WISI
opt. Tx	OTS800-05	(7)	-	51	65	62	60	Hirschmann
	LT04	(6)	(80-88)	50 (-3dBm)	65	63		WISI

Основните причини, водещи до необходимостта от преизчисляване на съставните изкривявания за системата са:

А). Намаляване нивото на модулиращия сигнал P_{in} (респективно на изходната оптична мощност P_o) за един (всеки) канал.

Изразите за определяне на съставните изкривявания са:

$CTB_{new} = CTB + \Delta CTB, [dB]$; $CSO_{new} = CSO + \Delta CSO, [dB]$; $CXM_{new} = CXM + \Delta CXM, [dB]$, където $\Delta CTB = -2 \cdot \Delta P_o, [dB]$; $\Delta CXM = -2 \cdot \Delta P_o, [dB]$; $\Delta CSO = -\Delta P_o, [dB]$, а

$\Delta P_o = (P_o - P_o, nom), [dB]$ за канал.

Б). При промяна на оптичния модулационен индекс.

$$m = \Delta P_o / P_o$$

Изменението на оптичния модулационен индекс, изразено в dB е

$$\Delta m = 20 \cdot \log(m_1 / m_2), [dB].$$

Тъй като m_1 и m_2 на практика трудно могат да се измерят, то в [6] е дадено равенството $\Delta m = \Delta P_{o_i} [dB]$, тогава $m_{new} = m + \Delta m, [dB]$.

В). Редуциране нивото на изходната оптична мощност P_o на предавателя в зависимост от броя на предаваните канали N

$\Delta P_{in} = 10 \lg N, [dB]$; $P_{in, new} = P_{in} - \Delta P_{in}, [dBm]$; $P_{o, new} = K_p + P_{in, new}, [dBm]$, където K_p е коефициента на усилване по мощност.

Г). При каскадно свързване на оптичните системи.

Сумарните съставни изкривявания в съответствие с тези на n -тата система и Таблица 2 са:

$$CTB_{\Sigma} = CTB_n + \Delta'CTB, [dB]; \quad CSO_{\Sigma} = CSO_n + \Delta'CSO, [dB];$$

$$CXM_{\Sigma} = CXM_n + \Delta'CXM, [dB], \quad \text{където} \quad \Delta' = Cxx_{n-1} - Cxx_n, [dB].$$

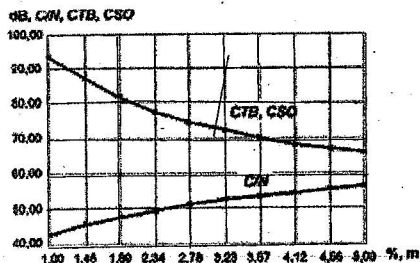
Таблица 2

Δ' , dB	Редуциране, dB			Δ' , dB	Редуциране, dB		
	$\Delta'CSO$	$\Delta'CTB$	$\Delta'CXM$		$\Delta'CSO$	$\Delta'CTB$	$\Delta'CXM$
0	3,61	4,52	6,0	5	1,69	2,48	3,88
1	3,14	4,03	5,53	6	1,43	2,18	3,53
2	2,71	3,59	5,08	7	1,21	1,91	3,21
3	2,33	3,19	4,65	8	1,02	1,67	2,91
4	1,99	2,82	4,25	9	0,85	1,46	2,64

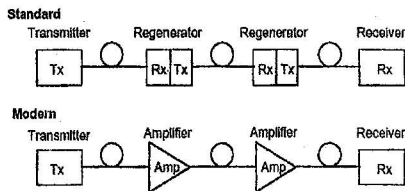
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В съвременните ХОК мрежи вместо регенератори, поставени на определени разстояния един от друг (Фиг.6), се използват оптични усилватели, които не внасят смущения и изкривявания в пренасяния светлинен сигнал и се реализират на основата на легирано с ербий влакно с дължина около 10m (EDFA - Erbium doped fiber amplifier). Те намират приложение във вълновия прозорец около 1550 nm и усилването им е от 10 dB до 30 dB.

Друг вид оптични усилватели, които се използват в прозореца 1300 nm са на основата на легиране с флуор (PDFA - praseodymium doped fiber amplifier)[5],



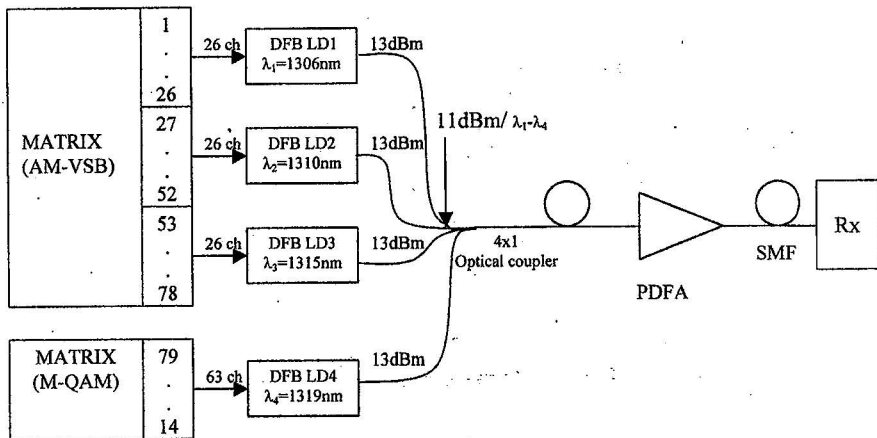
Фиг.5.



Фиг.6.

които са с изходна оптична мощност до 18 dBm, коефициент на усилване 32 dB и коефициент на шума 6 dB (Фиг.7).

Поради високото ниво на изходната оптична мощност, големия диапазон на АРУ и ниската стойност на диференциалния коефициент на шума е възможно да се реализират магистрали с дължина до 65 km с един оптичен усилвател или чрез два каскадно свързани усилвателя – до 85 km.



Фиг.7.

Нов метод за намаляване на съставните изкривявания е използването на оптичен солитон и EDFA оптичен усилвател, което е предпоставка за увеличаване скоростта на предаване до Gbit/s на разстояние хиляди километри. Днес обаче в масовите комуникации солитоните все още не са намерили приложение.

5. ЛИТЕРАТУРА

1. O.B. Panagiev, "Some Capabilities of the Optical Technologies in the Cable Television Systems", IX NSASC "Electronics'2000, Sozopol 20-22 sept. 2000,
2. O. B. Панагиев, "Съвместно предаване на аналогови AM-VSB и цифрови M-QAM телевизионни сигнали", Proc.of Intern. Scient. Confer. EIST' 2001, vol.2, Bitola, June 7-8, 2001, pp. 429 – 434.
3. wtm.wemif.pwr.wroc.pl/
4. www.telecom.fpms.ac.be/
5. H.H. Lu, "Hybrid AM-VSB/256-QAM WDM system over 70 km of single-mode fiber with praseodymium-doped fiber amplifier", OE Lett., Jan. 2002 .
6. Hirshmann . Interactive Broadband – Networks, 2001.
7. WISI Fiber line... a link to the future. HFC – upgrade 862 MHz., Catalogue'2000.