

Практичне заняття 7

Измерение параметров качества канала связи

Вопросы занятие 7

1. какими параметрами оценивается качество канала связи, передатчика канала связи?
2. какой физический смысл параметра END?
3. какой физический смысл параметра MER?
4. в чем заключаются искажения в канале связи?
5. какими параметрами характеризуются передатчики ТВ сигнала?
6. какое отличие в этих параметрах для цифрового и аналогового ТВ?
7. в чем особенность пик фактора сигнала стандарта DVB-T?
8. опишите основные типы искажений на уровне изображения
9. опишите основные типы искажений на уровне MPEG-2, обусловленные внутрикадровым кодированием
10. опишите основные типы искажений на уровне MPEG-2, обусловленные межкадровым кодированием
11. что такое субъективные и объективные измерения?
12. Классификация артефактов видеокompрессии MPEG-2

Параметри модулятора каналу DVB-C

DVB-C модулятор володіє наступними основними параметрами:

Констеляція	16,32,64,128,256 QAM
Символьная швидкість	2...7 Мсимв/с (крок 0,001 Мсимв/с)
Модуляційна помилка (MER)	≥ 40 dB
Фактор згортки (Roll-off)	12%, 15%, 18%
Амплітудний розбаланс	0%
Фазова помилка	0°
Фазовий джиттер	$\leq 0,5^\circ$
Придушення несучої	≥ 55 dB
Відношення несуча шум (SNR)	≥ 43 dB
Рівень будь-яких помилкових несучих (включаючи синусоїдальну хвилю)	-65 dBc
Діапазон вихідних частот	47...862 МГц
Стабільність вихідного рівня	≤ 1 dB
Точність установки вихідного рівня	± 1 dB
Пульсації АЧХ	$\leq 0,4$

При використанні аналогових трактів PPS, то визначимо основні параметри такого тракту:

Підсилювачі потужності

Цифрова модуляція вимагає виключно високої лінійності від підсилювачів. Вихідна потужність в разі цифрового сигналу визначається і вимірюється як теплова. Відношення між тепловою і піковою потужностями (PAR: Peak to Average power Ratio) дуже високе – для COFDM біля 15-17дБ. Воно може бути обмежене до рівня приблизно 10дБ при погіршенні інших якісних параметрів - наприклад, величини MER (Modulation Error Ratio).

Виходячи з цих міркувань, номінальна "аналогова" потужність підсилювачів має бути зменшена на величину від 50% до 75% (-3/-6дБ). Для 64 QAM PAR складе біля 6 дБ.

Вимоги до спектру на виході цифрових передавачів зазвичай жорсткіші, ніж для аналогових передавачів, тому необхідно використовувати відповідну вихідну фільтрацію, зазвичай 6-ти резонаторний фільтр.

Фазовий шум гетеродина, стабільність частоти

В разі цифрового передавача фазовий шум гетеродина має бути істотно нижче, ніж для аналогового передавача. Збільшення фазового шуму приводить до погіршення якісних параметрів, перш за все величини MER.

Основні виміри цифрового ТБ передавача - MER

Точність і стабільність частоти, радіочастотний спектр і вихідна потужність

Про ці параметри вже розповідалося вище. Вимоги до них і відповідні маски вказані в нормах ETSI TR 101 290, Etr290 і EN 300 744

MER

Цей параметр відносна помилка модуляції, може бути розцінений як головний якісний показник цифрових передавачів (деякий аналог рівня інтермодуляції для аналогових передавачів). MER виражається в дБ і є усередненим відношенням векторів теоретичного положення символів і векторів реального зсуву символів щодо їх правильного положення. Зсув символів на констеляційній діаграмі від їх теоретичного положення викликається погіршеннями в роботі передавача, наприклад фазовими шумами гетеродина або компресією в підсилювачі потужності. Чим вище значення MER, тим вище точність формованої констеляційної діаграми, отже тим менше помилок виявиться у в приймачах при демодуляції.

Приводячи конкретні значення, можна відзначити, що зважаючи на те що існуючі приймачі не в змозі демонструвати переваги MER, що перевищує 30дБ, можна вважати, що достатньою вимогою до MER на виході цифрового передавача величину в 30-32дБ.

Визначення

коефіцієнт помилок модуляції (MER): Коефіцієнт, що характеризує розбіжність між ідеальною (обчисленою) і реальною позиціями векторів в сигнальному сузір'ї ортогональних кодованих несучих радіосигналу мовного телебачення. Коефіцієнт помилок модуляції MER, дБ обчислюється за формулою

$$MER=10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^N (I_j^2+Q_j^2)}{\sum_{i=1}^N (\delta I_j^2+\delta Q_j^2)} \right]$$

де I_j і Q_j – координати в сигнальному сузір'ї ідеальної точки, δI_j і Q_j – відповідно відхилення прийнятої j -ї точки від ідеальної.

Коефіцієнт бітових помилок радіопередавача BER, виміряний перед внутрішнім декодером Вітербі не більше 10^{-9} .

Середньоквадратичне значення коефіцієнта помилок модуляції MER радіопередавача не менше 35 дБ.

Величина еквівалентних шумових втрат END в тракці радіопередавача не повинна перевищувати 0,5 дБ.

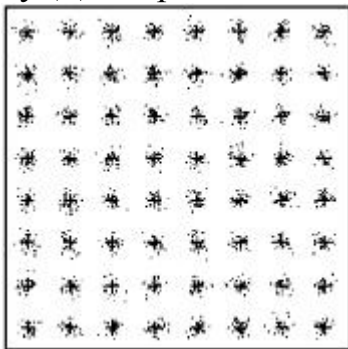
Рівень потужності позасмугових складових спектру вихідного сигналу радіопередавача в області відхилень від центральної частоти ± 12 МГц не повинен виходити за обмежувальну маску.

Основи передачі сигналів QAM

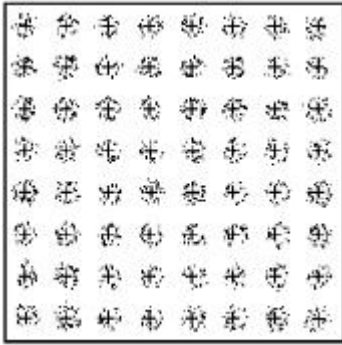
QAM – (Quadrature Amplitude Modulation – Модуляція методом Квадратичних Амплітуд) – це технологія передачі цифрового інформаційного потоку у вигляді аналогового сигналу. Це досягається шляхом розділення несучої хвилі на дві що несуть однакової частоти зрушені відносно одна одної на 90° кожна з яких промодульована по одному з двох або більш дискретних рівнів амплітуди. Комбінація всіх рівнів амплітуди на цих двох несучих є бінарною бітовою картиною.

Аналіз констеляційної діаграми QAM

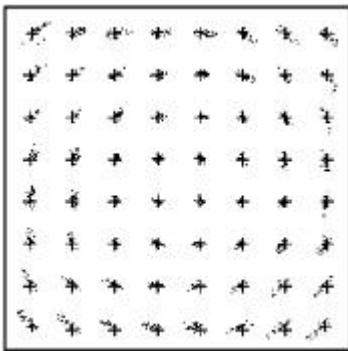
Зовнішній вигляд значущих крапок у вічках констеляційної діаграми може дати ключову інформацію про те що відбувається при передачі сигналу. Далі приведений перелік типових діаграм і відповідна їм діагностика.



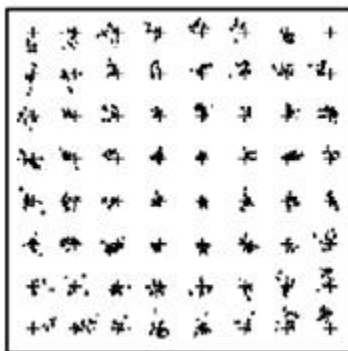
Погане відношення Сигнал/шум – картинка, на цьому рисунку поки що відмінна, але подальша деградація сигналу приведе до повної втрати картини. Розпливчатий образ крапки займає практично все вічко



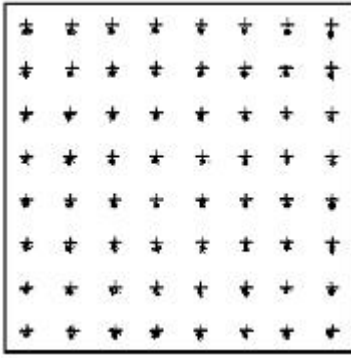
Інтермодуляційна картина («шуми інгресії») – унаслідок когерентного шуму в кожному вічку утворюються концентричні картини.



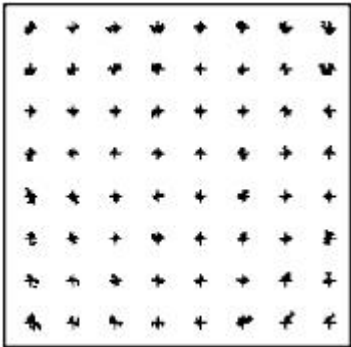
Фазове Зрушення – виникає через залишкові радіочастотні перешкоди, які зазвичай є проблемою головного устаткування. Крапки у вічках спотворені таким чином що виникає візуальний ефект сферичної симетрії щодо центру діаграми.



Нелінійність амплітудної характеристики – викликана нелінійністю проміжних і високочастотних підсилювачів, фільтрів, конвертерів і еквалайзерів. Крапки зрушені щодо центру вічка по осях I і Q пропорційно відстані вічка від центру діаграми.



IQ нестабільність – пов'язана з проблемами підсилювачів несучої частоти, фільтрів і цифрових модуляторів головних станцій.



Відхід несучої – є наслідком дисбалансу в змішувачі модулятора або наявності паразитного постійного струму в системі передачі. Вся картинка зрушена в одному напрямку.

Вимоги до відношення Сигнал/шум при високій швидкості передачі

Достоїнство високих значень позиційності QAM – це підвищена швидкість передачі даних, оскільки таким чином більша кількість бітів інформації може бути передана на протязі одного циклу. Однак, з іншого боку в цьому випадку більше число рівнів амплітуди сигналу розташовуються близько один до одного, підвищуючи тим самим імовірність нерозрізнення двох рівнів, і як наслідок – підвищуючи чутливість системи до шуму. Таким чином високі значення номера QAM більш чутливі до параметру **CNR** (Carrier Noise Ratio – Відношення Сигнал/шум). На малюнку представлено відношення параметра CNR до іншого параметра – **BER** (Bit Error Rate – Відношення Біт/помилка)

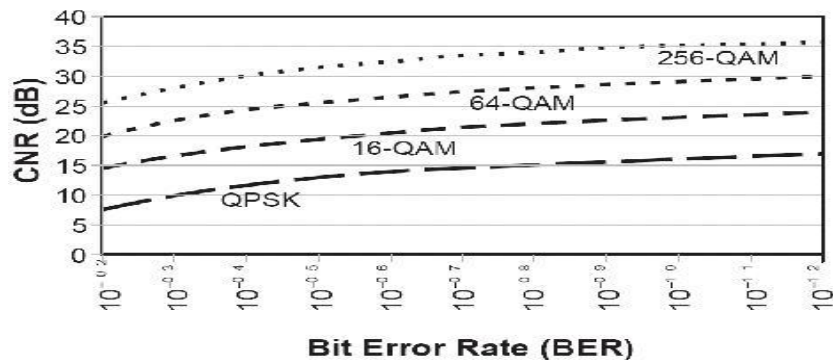


Рисунок1: Відношення CNR до BER

BER (Bit Error Rate – Відношення Біт/помилка) – це підрахунок невірно отриманих бітів інформації. Якщо точніше – ця кількість помилково прийнятих бітів розділена на загальну кількість переданих бітів. Воно може бути виражене і в дБ, але зазвичай виражається у форматі 10^{-x} . Наприклад 10^{-9} означає що один помилковий біт був прийнятий в при здобутті потоку інформації об'ємом в 1 мільярд бітів.

NPR (Noise Power Ratio – Відношення Шум/потужність) – це технологія виміру відношення Сигнал/шум в аналогових пристроях, що працюють в режимах QAM або QPSK. Оскільки ці режими мають частотний спектр у вигляді Гаусового шуму, NPR-тест проводиться шляхом підміни сигналу еквівалентною смугою білого шуму. Ближче до середини смуги ця шумова «зарубка» (зазвичай 4 МГц) опускається. Коли смуга шуму пускається через пристрій, глибина «зарубки» визначається декількома чинниками: термічним шумом «шумоподібними продуктами» сигналу і т. п. (малюнок 2).

FEC (Forward Error Correction – Попередня Корекція Помилки) – це програмна технологія для визначення і усунення помилок в цифровій передачі даних. Це складне і затратоємне (по потужності процесора), проте необхідне завдання – випереджувати втрату бітів інформації – дозволяє поліпшити якість картинки.

MER (Modulation Error Ratio – Відношення Модуляція/помилка) – це величина відхилення отриманої модуляції (по амплітуді і фазі) від переданої (дивися малюнок 3). При збільшенні MER до величини при якій крапки потрапляють на кордони вічка або за них, BER різко зростає. Далі, коли BER перевищить здатність FEC коректувати помилки, станеться збій передачі. Практично на точці зриву, якість картинки все ще буде відмінною, не провіщаючи збій, що наближається. Це явище відоме як «ефект зриву», коли все добре аж до такого явища. Це характерна складність цифрової передачі для нежданого моменту, коли все вже погано – коли ви дивитеся на картинку і неможливо знати коли станеться зрив.

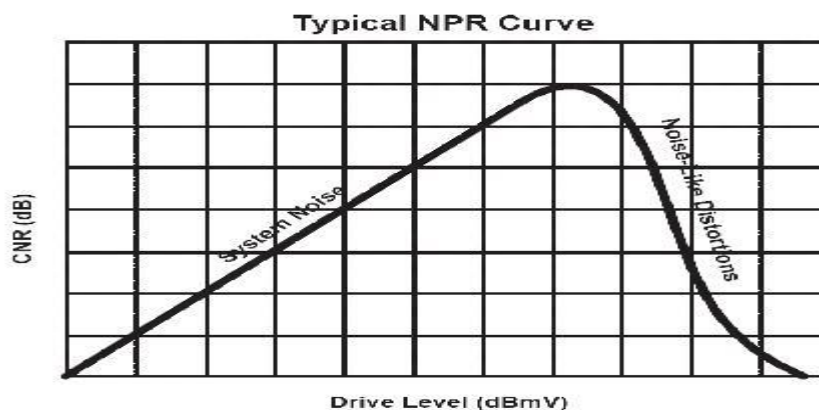


Рисунок 2: Типовий вид кривої NPR.

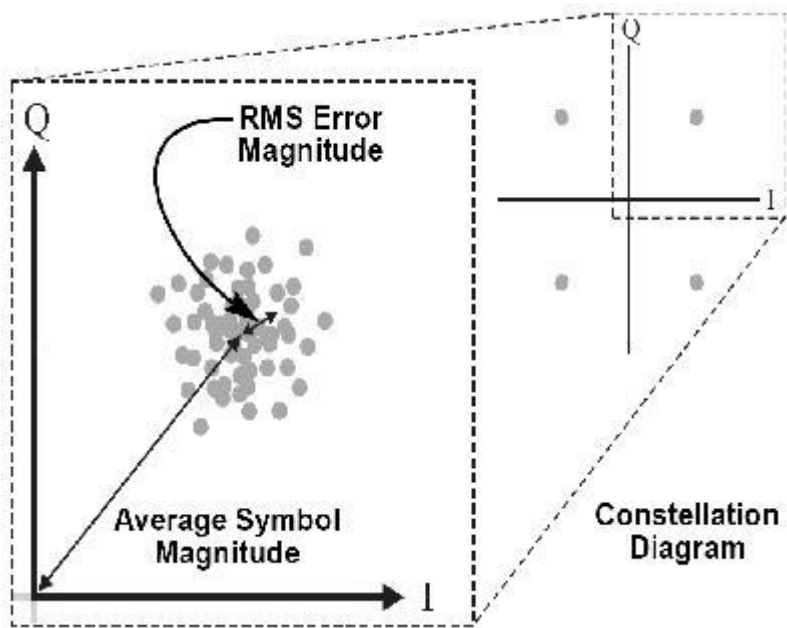


Рис.3. Визначення MER