

Практичне заняття №8

Навчальні матеріали

Ціль роботи:

Значення рівня сигналу на вході приймального тракту визначаються як потужність сигналу на виході передавача, перемножена на втрати на трасі розповсюдження з урахуванням коефіцієнту підсилення передавальної та приймальної антен.

Контрольні питання

1. Чим обмежується в каналі зв'язку потужність шуму та сигналу на вході приймального тракту?

2. Чим визначається енергія на біт та спектральна потужність шуму?

Матеріал

Уровень ошибок в канале DVB как функция отношения C/N (S/N Eb/No)

При каком C/N отношении STB продолжает работать корректно?

Какой запас мы имеем при работе с DVB-S или DVB-C сигналами?

Какова зависимость уровня ошибок (BER) от этих параметров?

Ответы на эти вопросы необходимо получить при проектировании и оценке аппаратуры и линий связи в стандарте DVB.

Во многих случаях это определённый порог BER для определённого DVB оборудования или чипсета

Различные значения этого параметра для различных видов модуляций.

DVB-S (QPSK) –имеет два уровня кодозащиты : Viterbi и Reed Solomon (RS)

DVB-C (nQAM)- только один уровень

Графики, полученные ниже, иллюстрируют эти зависимости для разных типов модуляции

Так как достаточно сложно сгенерировать поток DVB с определённым количеством BER, применён

более практичный метод изменения C/N и контроля BER

В сформированный DVB-C и DVB-S сигналы порционно домешивался «белый» шум

Гарантированная точность не более $\pm 0,25\text{dB}$

Наиболее интересная часть этих характеристик находится в зоне BER = 10^{-4} до 10^{-6} (рис справа). Изменение S/N на 1dB дает изменение BER на порядок. Далее приведены диаграммы снятые для DVB-S (QPSK) с различными значениями FEC.

При модуляции DVB-S (QPSK) –где используются две схемы кодозащиты ситуация несколько хуже в плане чувствительности к изменениям S/N. Так при изменениях S/N всего на 0,5dB BER изменяется почти в десять раз. Вообще участок, где BER достигает значения 10^{-4} , наиболее критичен, так как это зона порога для большинства приёмных

устройств DVB

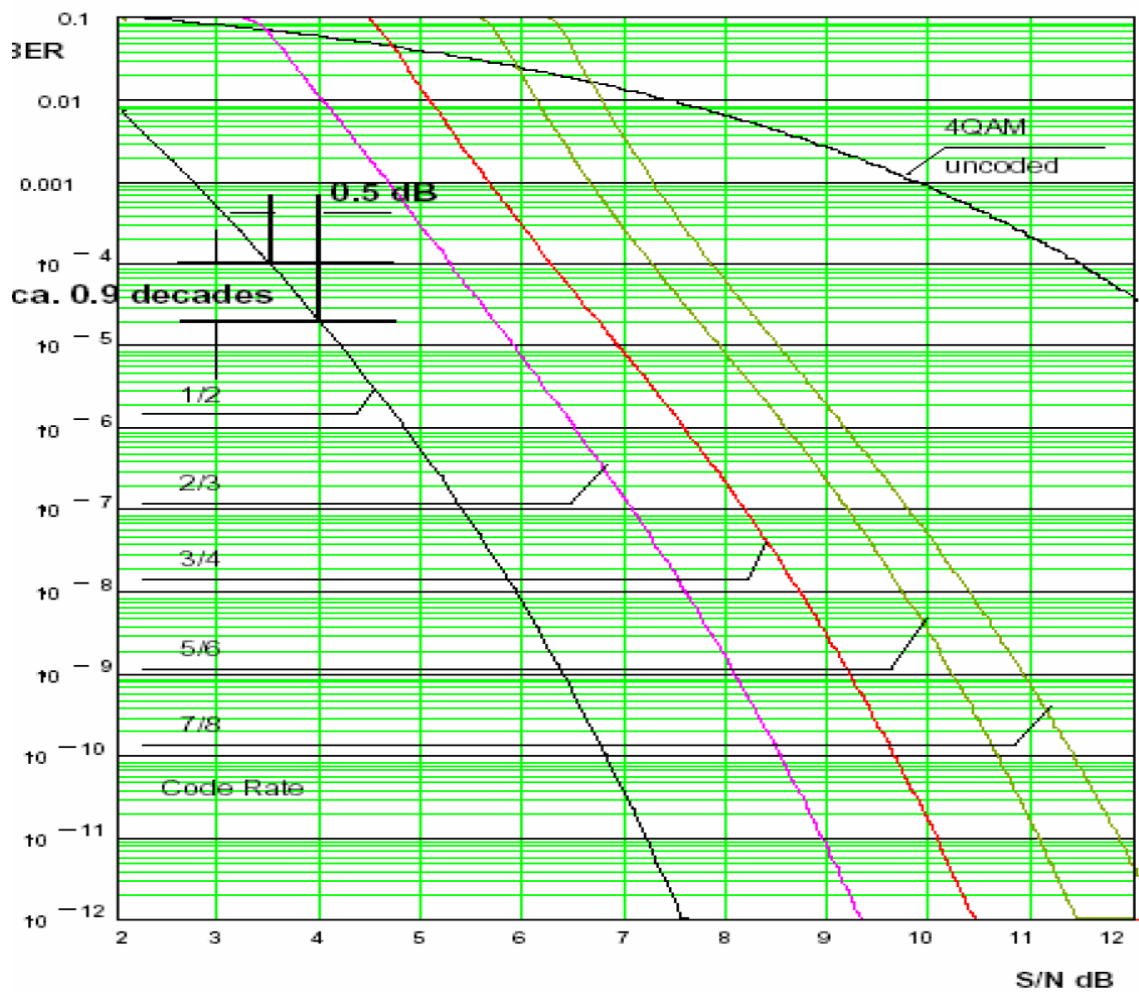
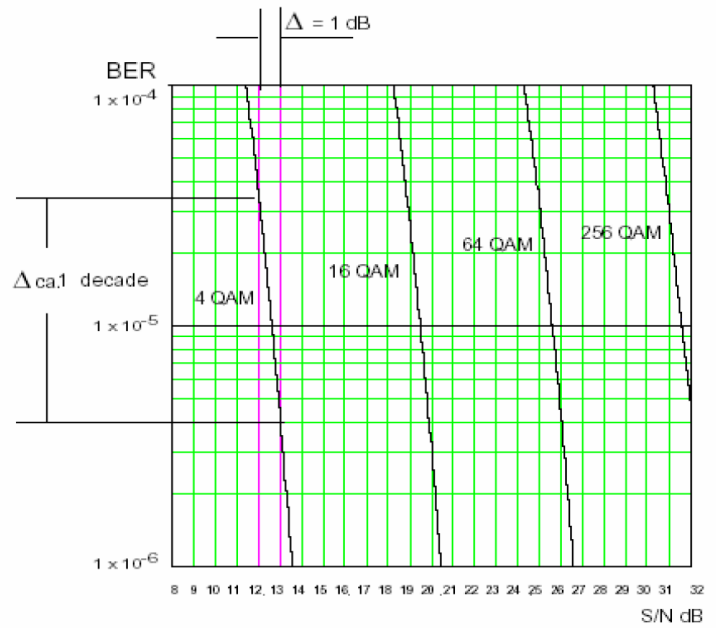
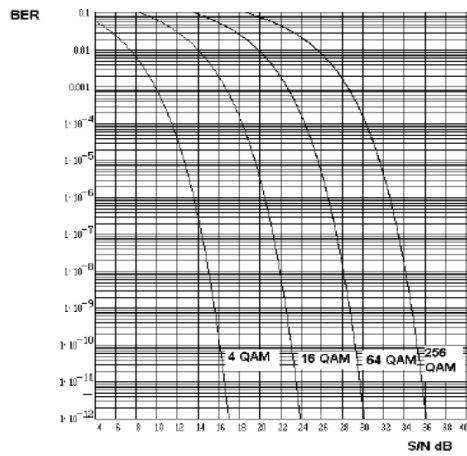


Diagram for QPSK Modulation

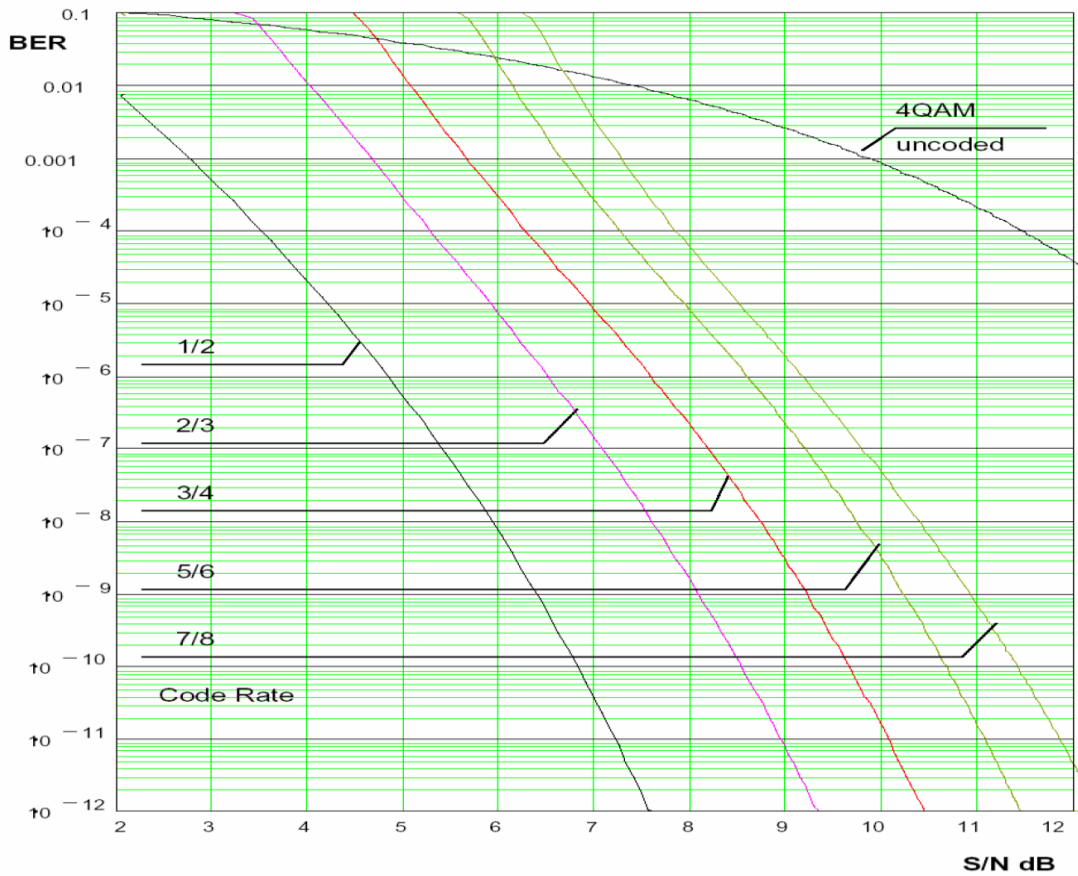


Fig. 11 BER as a function of S/N

Diagram for QAM BER vs Eb/No

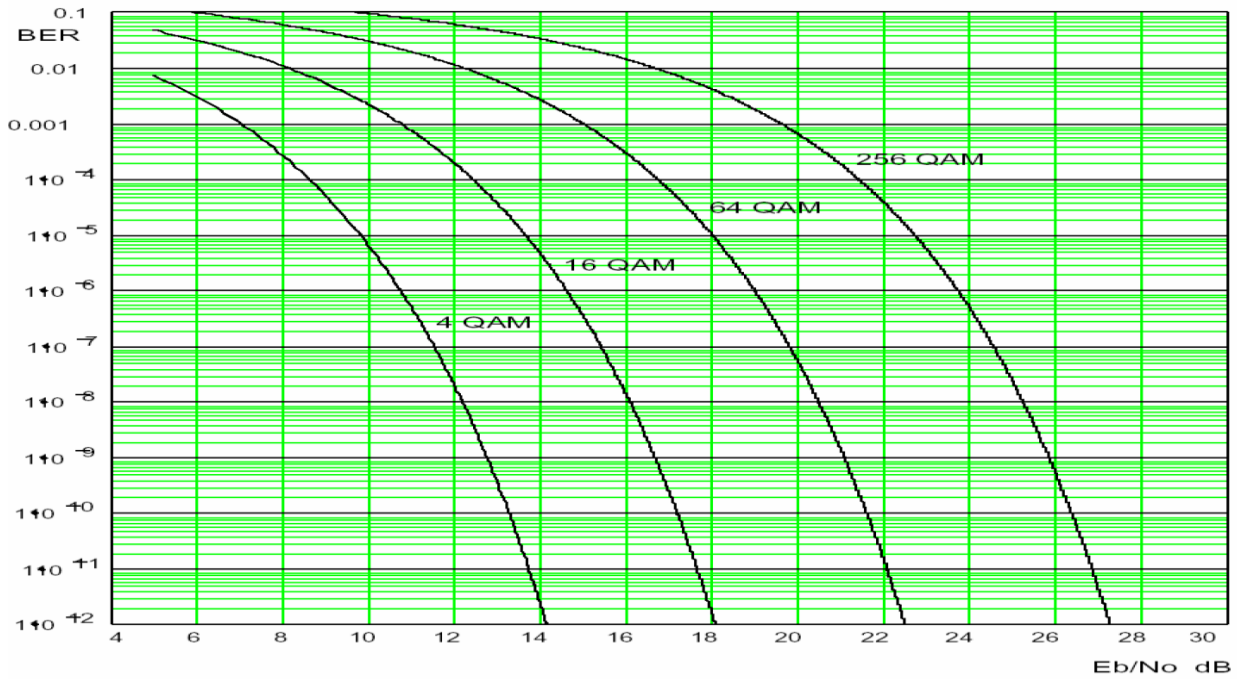


Fig. 12 BER as a function of E_b/N_0

Преобразование S/N (C/N) to E_b/N₀

Часто индицируется значения BER, E_b/N₀ и другие

С учётом нескольких факторов их можно конвертировать меж

$$C/N = E_b/N_0 + k_{FEC} + k_{QPSK/QAM} + k_P \text{ dB}$$

$$E_b/N_0 = C/N - k_{FEC} - k_{QPSK/QAM} - k_P \text{ dB}$$

$$E_b/N_0 = S/N - k_{roll\ off} - k_{FEC} - k_{QPSK/QAM} - k_P$$

where: C/N = S/N - k_{roll off} dB

Фактор влияния кода Рида Соломона

$$k_{fec} = 10 * \lg(188/204) = -0,3547 \text{ dB}$$

Фактор влияния мапинга (модуляции)

$$k_{QPSK/QAM} = 10 * \lg(m)$$

Mode	m	k _{QPSK/QAM} dB
QPSK	2	3.0103
16 QAM	4	6.0206
64 QAM	6	7.7815
256 QAM	8	9.0309

Фактор влияния кода Витерби

$$k_P = 10 * \lg(P)$$

Mode	P	k _P dB
QPSK	1/2	-3.0103
	2/3	-1.7609
	3/4	-1.2494
	5/6	-0.7918
	7/8	-0.5799
QAM	1	0

Фактор

$$k_{roll\ off} = 10 * \lg(1 - \frac{\alpha}{4})$$

Mode	α	k _{roll off} dB
DVB-C	0.15	-0.1660
DVB-S	0.35 (nominal)	-0.3977
	0.27 (actual in transmitter)	-0.3035

Так же имеет значение где вычисляются эти взаимоотношения
 Так например для канала распространения QAM

$$E_b / N_0 = C / N - 10 \cdot \lg \frac{188}{204} - 10 \cdot \lg (m) \text{ dB}$$

Для демодулятора QAM

$$E_b / N_0 = S / N - 10 \cdot \lg \left(1 - \frac{\alpha}{4} \right) - 10 \cdot \lg \frac{188}{204} - 10 \cdot \lg (m) \text{ dB}$$

Для демодулятора QPSK с измерением после Viterbi

$$E_b / N_0 = S / N - 10 \cdot \lg \left(1 - \frac{\alpha}{4} \right) - 10 \cdot \lg \frac{188}{204} - 10 \cdot \lg (m) - 10 \cdot \lg (P) \text{ dB}$$

Для демодулятора QPSK с измерением до Viterbi

$$E_b / N_0 = S / N - 10 \cdot \lg \left(1 - \frac{\alpha}{4} \right) - 10 \cdot \lg (m) - 10 \cdot \lg (P) \text{ dB}$$

Diagram for QPSK Modulation BER vs Eb/No

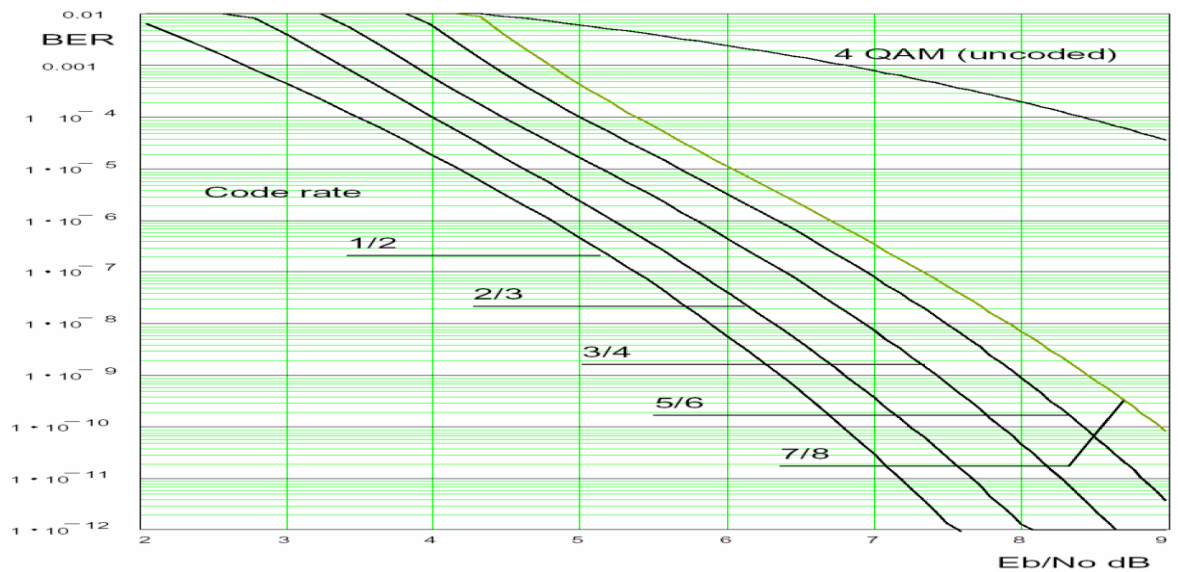


Fig. 13 BER as a function of Eb/No