

### 3. Електроника и теория на информацията

#### 1. Основни понятия

Информация - сведения, познания за реалния свят и процесите в него, възприемани от живите организми или регистрирани с технически средства

- субективна- възприемана от живите организми;
  - обективна –регистрирана с технически средства;
- източници и получатели на информация
- характеристики на информацията:
- достоверност
  - изчерпателност
  - актуалност
  - достъпност и навременност

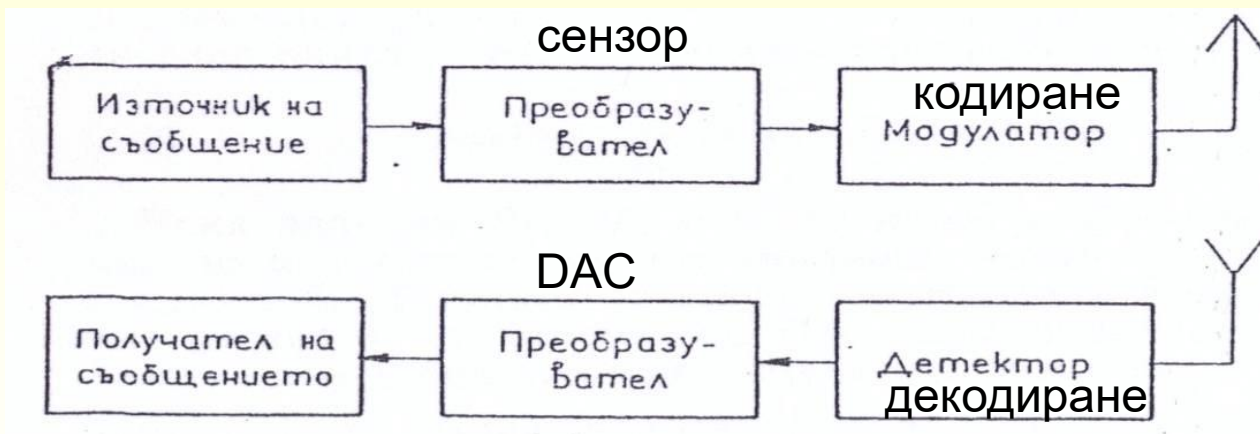


### 3. Електроника и теория на информацията

- **сигнал** - всяка конкретна промяна на физична величина.

- **съобщение**-конкретен израз на определена информация

- **канал за връзка** - материална среда, посредством която сигнала достига от източника до получателя;



Комуникационен канал

- **информационен сигнал** - електричен сигнал с относително ниска честота, носещ съобщението;

- **комуникационен канал** - всяко еднопосочно предаване, приемане (транспорт) на сигнал между две комуникационни устройства.

### 3. Електроника и теория на информацията

#### 2. Пропусквателна способност на канал за връзка

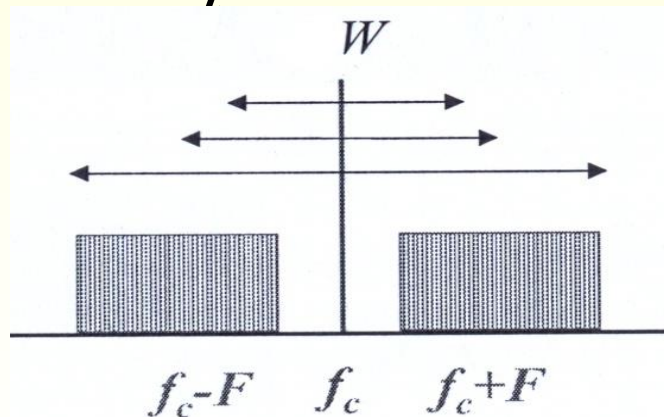
- количество информация ( I ) – 1bit

$$I = -\log_2 P = -\log_2 0.5 = 1$$

- пропусквателна способност на канала за връзка

$$C = \frac{I}{t} \text{ (bit / s)}$$

$$C = W \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$



W- честотна лента на канала.

S/N- отношение сигнал-шум.

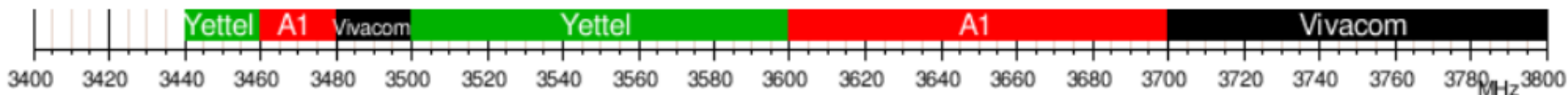
$$S/N = \text{SNR} = P_{\text{signal}} / P_{\text{noise}}$$

ДВ, СВ, КВ – W = 2 x 4500 Hz

W = 9 kHz

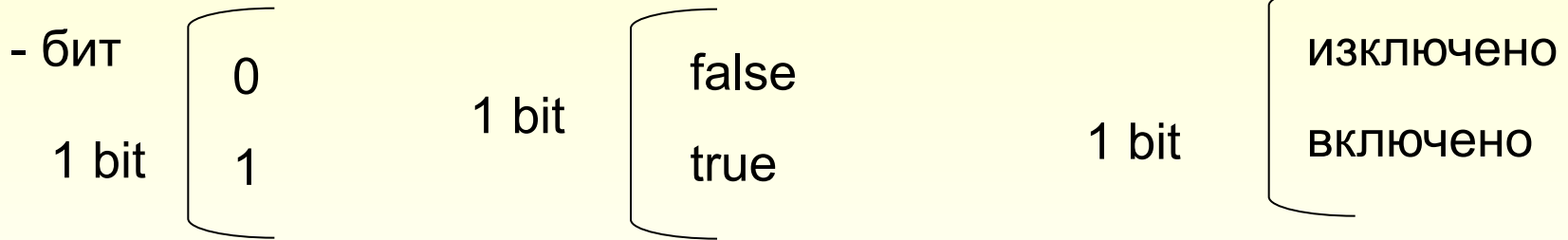
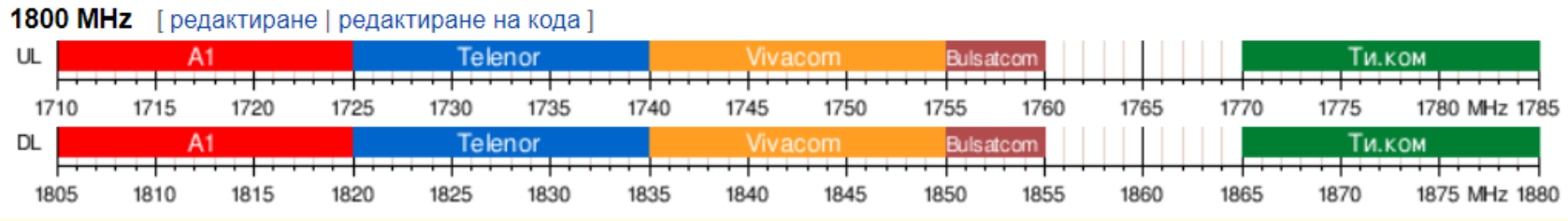
FDM, Time-division multiplexing (TDM)

5G ленти



### 3. Електроника и теория на информацията

4G Uplink MS→BS 1740-1755 MHz, Downlink BS→MS 1835-1850 MHz, W=30; 110 MHz  
 Колко е C за 4G на A1 ако отношението сигнал/ шум е 31 и W=30 MHz?



bit - *binary digit*



- байт      1 byte = 8 bits      1 byte = 2<sup>8</sup> = 256

- производни единици за измерване в **Информатиката**

ЕДИНИЦА	К (Кило)	М (Мега)	Г (Гига)	Т (Тера)
Брой битове/байтове	1024 (2 <sup>10</sup> )	1 048 576 (2 <sup>20</sup> )	1 073 741 824 (2 <sup>30</sup> )	1 099 511 627 776 (2 <sup>40</sup> )

### 3. Електроника и теория на информацията

Килобит	$1 \text{ Kbit} = 1024 \text{ bits}$
Мегабит	$1 \text{ Mbit} = 1024 \text{ Kbits} = 1\,048\,576 \text{ bits}$
Килобайт	$1 \text{ KB} = 1024 \text{ bytes}$
Мегабайт	$1 \text{ MB} = 1024 \text{ KB}$
Гигабайт	$1 \text{ GB} = 1024 \text{ MB}$
Терабайт	$1 \text{ TB} = 1024 \text{ GB}$

*Съотношение и  
представяне на  
мерните единици*

**b** = bit

**B** = byte

**В Електрониката и комуникациите**, скоростта на предаване на информация се измерва според International Electrotechnical Commission IEC (ISO) в системата SI в **bit/s** !

kilo =  $10^3$ , Mega =  $10^6$ , Giga =  $10^9$ , Tera =  $10^{12}$ , Peta =  $10^{15}$

**kbit/s=1000bit/s → kbps, Mbit/s =1 000 000 bit/s → Mbps**

**54 Mbps - 802.11g и 802.11b , 144 Mbps - 802.11n –Теор. Скоросту-Wi-Fi**

**IEEE 802.11ax (2.4 GHz and 5 GHz) 10 Gbps of maximum speed**

**4G LTE- Advanced-1Gbps, 300 Mbps (112 Mbps download, 35 Mbps upload)- VivaCom (Yettel, A1-150 Mbps),**

**5G - 20 Gbps/ 10 Gbps (A1 - 800 Mbps download/100 Mbps upload, 450 Mbps средна скорост)**

### 3. Електроника и теория на информацията

**3. Кодиране**-процес, при който съобщенията се преобразуват в комбинации от прости сигнали.

- улеснява предаването на съобщения;
- увеличава шумоустойчивостта на сигнала (вярно приемане на съобщение).

**КОД** - правило за изразяване на съобщението с комбинация от прости сигнали.

**СИМВОЛИ**- елементите на кода.

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

А, Б, В, Г, ..., Я

А, В, С, D, ..., Z

НОТИ

Крайно множество от знаци  
(символи) - азбука

**- кодова комбинация – последователност от символи**

- равномерен код - еднакъв брой символи в комбинациите;
- неравномерен код - различен брой символи в комбинациите;

### 3. Електроника и теория на информацията

- **ВИДОВЕ КОДОВЕ:** компютърни, морски, TV, военни и др.;

- двоичен, десетичен и шестнадесетичен код:

СИМВОЛИ: "0", "1" 0,1,2-9 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9+A,B,C,D,F

$$N = \dots + a_2 m^2 + a_1 m^1 + a_0 m^0 \quad m = 2, 10, 16..$$

$$5 = 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \Rightarrow 0101$$

**значност-** брой символи в кодовата комбинация

$$8 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 \Rightarrow 1000$$

$$2^4 - 0 \div 15 \Rightarrow 2^n$$

- брой числа или състояния, които могат да бъдат записани с n-брой символи (бита) в двоичен код.

$$1B = 8b \Rightarrow 2^8 = 256$$

числа, стойности (нива)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E

$$30 = 1 \cdot 16^0 + 14 \Rightarrow 1E$$

- шестнадесетичен код

$$58 = 3 \cdot 16^0 + 10 \Rightarrow 3A$$

# 3. Електроника и теория на информацията

ASCII-код **American Standard Code for Information Interchange – 7b** съдържа 128 десетични числа свързани с 127 символа и 0

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	<b>NUL</b> (null)	32	20	040	&#32;	<b>Space</b>	64	40	100	&#64;	<b>@</b>	96	60	140	&#96;	<b>`</b>
1	1	001	<b>SOH</b> (start of heading)	33	21	041	&#33;	<b>!</b>	65	41	101	&#65;	<b>A</b>	97	61	141	&#97;	<b>a</b>
2	2	002	<b>ST</b>	34	22	042	&#34;	<b>"</b>	66	42	102	&#66;	<b>B</b>	98	62	142	&#98;	<b>b</b>
3	3	003	<b>ET</b>	35	23	043	&#35;	<b>#</b>	67	43	103	&#67;	<b>C</b>	99	63	143	&#99;	<b>c</b>
4	4	004	<b>EOT</b> (end of transmission)	36	24	044	&#36;	<b>\$</b>	68	44	104	&#68;	<b>D</b>	100	64	144	&#100;	<b>d</b>
5	5	005	<b>ENQ</b> (enquiry)	37	25	045	&#37;	<b>%</b>	69	45	105	&#69;	<b>E</b>	101	65	145	&#101;	<b>e</b>
6	6	006	<b>ACK</b> (acknowledge)	38	26	046	&#38;	<b>&amp;</b>	70	46	106	&#70;	<b>F</b>	102	66	146	&#102;	<b>f</b>
7	7	007	<b>BEL</b> (bell)	39	27	047	&#39;	<b>'</b>	71	47	107	&#71;	<b>G</b>	103	67	147	&#103;	<b>g</b>
8	8	010	<b>BS</b> (backspace)	40	28	050	&#40;	<b>(</b>	72	48	110	&#72;	<b>H</b>	104	68	150	&#104;	<b>h</b>
9	9	011	<b>TAB</b> (horizontal tab)	41	29	051	&#41;	<b>)</b>	73	49	111	&#73;	<b>I</b>	105	69	151	&#105;	<b>i</b>
10	A	012	<b>LF</b> (NL line feed, new line)	42	2A	052	&#42;	<b>*</b>	74	4A	112	&#74;	<b>J</b>	106	6A	152	&#106;	<b>j</b>
11	B	013	<b>VT</b> (vertical tab)	43	2B	053	&#43;	<b>+</b>	75	4B	113	&#75;	<b>K</b>	107	6B	153	&#107;	<b>k</b>
12	C	014	<b>FF</b> (NP form feed, new page)	44	2C	054	&#44;	<b>,</b>	76	4C	114	&#76;	<b>L</b>	108	6C	154	&#108;	<b>l</b>
13	D	015	<b>CR</b> (carriage return)	45	2D	055	&#45;	<b>-</b>	77	4D	115	&#77;	<b>M</b>	109	6D	155	&#109;	<b>m</b>
14	E	016	<b>SO</b> (shift out)	46	2E	056	&#46;	<b>.</b>	78	4E	116	&#78;	<b>N</b>	110	6E	156	&#110;	<b>n</b>
15	F	017	<b>SI</b> (shift in)	47	2F	057	&#47;	<b>/</b>	79	4F	117	&#79;	<b>O</b>	111	6F	157	&#111;	<b>o</b>
16	10	020	<b>DLE</b> (data link escape)	48	30	060	&#48;	<b>0</b>	80	50	120	&#80;	<b>P</b>	112	70	160	&#112;	<b>p</b>
17	11	021	<b>DC1</b> (device control 1)	49	31	061	&#49;	<b>1</b>	81	51	121	&#81;	<b>Q</b>	113	71	161	&#113;	<b>q</b>
18	12	022	<b>DC2</b> (device control 2)	50	32	062	&#50;	<b>2</b>	82	52	122	&#82;	<b>R</b>	114	72	162	&#114;	<b>r</b>
19	13	023	<b>DC3</b> (device control 3)	51	33	063	&#51;	<b>3</b>	83	53	123	&#83;	<b>S</b>	115	73	163	&#115;	<b>s</b>
20	14	024	<b>DC4</b> (device control 4)	52	34	064	&#52;	<b>4</b>	84	54	124	&#84;	<b>T</b>	116	74	164	&#116;	<b>t</b>
21	15	025	<b>NAK</b> (negative acknowledge)	53	35	065	&#53;	<b>5</b>	85	55	125	&#85;	<b>U</b>	117	75	165	&#117;	<b>u</b>
22	16	026	<b>SYN</b> (synchronous idle)	54	36	066	&#54;	<b>6</b>	86	56	126	&#86;	<b>V</b>	118	76	166	&#118;	<b>v</b>
23	17	027	<b>ETB</b> (end of trans. block)	55	37	067	&#55;	<b>7</b>	87	57	127	&#87;	<b>W</b>	119	77	167	&#119;	<b>w</b>
24	18	030	<b>CAN</b> (cancel)	56	38	070	&#56;	<b>8</b>	88	58	130	&#88;	<b>X</b>	120	78	170	&#120;	<b>x</b>
25	19	031	<b>EM</b> (end of medium)	57	39	071	&#57;	<b>9</b>	89	59	131	&#89;	<b>Y</b>	121	79	171	&#121;	<b>y</b>
26	1A	032	<b>SUB</b> (substitute)	58	3A	072	&#58;	<b>:</b>	90	5A	132	&#90;	<b>Z</b>	122	7A	172	&#122;	<b>z</b>
27	1B	033	<b>ESC</b> (escape)	59	3B	073	&#59;	<b>;</b>	91	5B	133	&#91;	<b>[</b>	123	7B	173	&#123;	<b>{</b>
28	1C	034	<b>FS</b> (file separator)	60	3C	074	&#60;	<b>&lt;</b>	92	5C	134	&#92;	<b>\</b>	124	7C	174	&#124;	<b> </b>
29	1D	035	<b>GS</b> (group separator)	61	3D	075	&#61;	<b>=</b>	93	5D	135	&#93;	<b>]</b>	125	7D	175	&#125;	<b>}</b>
30	1E	036	<b>RS</b> (record separator)	62	3E	076	&#62;	<b>&gt;</b>	94	5E	136	&#94;	<b>^</b>	126	7E	176	&#126;	<b>~</b>
31	1F	037	<b>US</b> (unit separator)	63	3F	077	&#63;	<b>?</b>	95	5F	137	&#95;	<b>_</b>	127	7F	177	&#127;	<b>DEL</b>

### 3. Електроника и теория на информацията

**Пример: Код на Грей - равномерен двоичен код**, при който кои да е две съседни кодови думи (комбинации) се различават в една позиция. Тогава сумата по (mod 2) на две произволни  $n$ -елементни съседни кодови думи ще дава  $n$ -елементна дума от нули с единствена единица на позицията, където се различават думите. Последователният двоичен запис и еквивалентният запис в код на Грей на числата от 0 до 7 има вида:

Последов. двоичен запис	Код на Грей	
000	000	$0 + 0 = 0, 1 + 1 = 0, 0 + 1 = 1, 1 + 0 = 1$
001	001	
010	011	
011	010	
100	110	
101	111	
110	101	
111	100	

Кодирането на двоична информация с код на Грей - има приложение в цифровите комуникационни системи във връзка с факта, че при комуникационните канали наличието грешка в съседни кодови думи има най-голяма вероятност и това ще доведе до погрешно декодиране на само един (информационен) бит.

### 3. Електроника и теория на информацията

- **коригиращи кодове (шумоустойчиви)** - въвеждат ограничения на закона за кодообразуване или чрез увеличаване на броя на използваните за предаване кодови комбинации, но осигуряват висока надежност на предаване на данните. (Error control codes )

- задачи при пренасяне на данни:

- откриване на грешка;
- локализиране на грешката;
- корекция на грешката.

- откриване и отстраняване на грешка

а) пример-блоково кодиране

N – кодови комбинации

X – разрешени

N-X – неразрешени

Грешката (промяна на сигнала при разпространение, 1bit) превръща разрешената кодова комбинация в забранена!

1. Пример - код с проверка на четност

000,001,010,100,011,110,101,111

(X) 011,110,101

- съдържат 2 единици

(N-X) 000,001,010,100,111

- забранени комбинации

### 3. Електроника и теория на информацията

2. Пример: матрично кодиране – защита на повече кодови комбинации, чрез добавяне на проверочни комбинации  
Съобщение от 5 кодови комбинации с 5 символа:

01001 0  
10100 0  
11010 1  
01100 0  
10001 0

$0+0=0, 1+1=0, 0+1=1, 1+0=1$  сумиране на двоични  
числа-"сумиране по  
модул 2"

11010

00100, 11010

**съобщението**= 5 информационни + 2 проверочни комбинации

В приемното устройство се прави проверка → 5 информационни – 2 пров.= 0

**б) Конволюционнно кодиране**-Кодерът на конволюционния код е устройство с памет, в което постъпват набори от  $k$ - бита, а на изхода му се получават  $n$ -кодирани бита. Всеки набор от  $n$ -кодирани бита зависи от текущите и  $m$ -предходни бита. Параметърът  $m$  се нарича памет на конволюционния код.

*Проблемите за точното и бързо предаване на информация са основни за електрониката! Електронни у-ва извършват тези операции!*