

Системы счисления. Коды



Для каждого типа используется наиболее оптимальная на данный момент времени кодировка.

Информация

Как заполнить таблицу?

Всего
4096 строк
(комбинаций)

Сорт рыбы				Вес рыбы																
b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0									
																				
Текстовая информация				Численная информация																

Можно конечно придумать свой собственный язык, понятный только передающей и принимающей стороне. Но обычно этого делать не следует.

Численная информация

Позиционные системы счисления

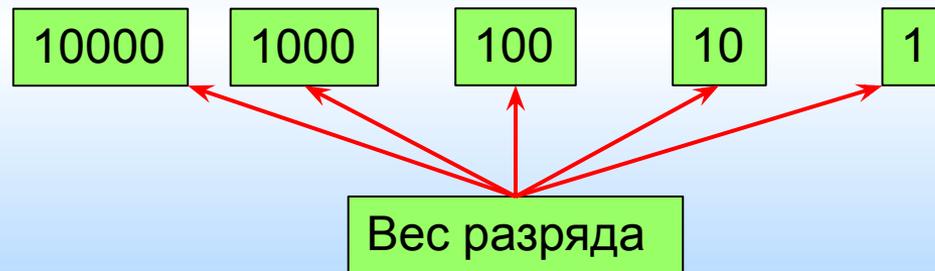
Десятичная

Цифры 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Число 13245

Номер разряда

$$13245_{10} = 1 \times 10^4 + 3 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$



Привычная и простая арифметика

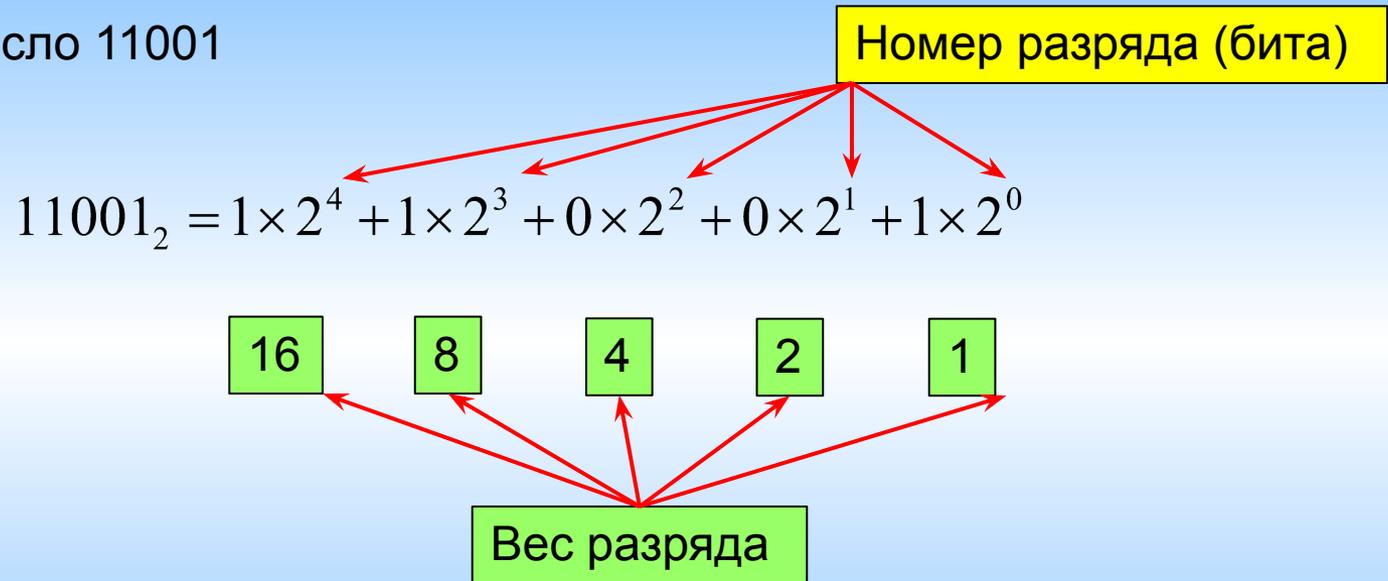
Численная информация

Двоичная система счисления

Все по аналогии с десятичной системой

Цифры 0, 1

Число 11001



Правила формирования числа как и в десятичной системе.
Вся арифметика сохраняется.

Численная информация

Двоичная система счисления

10	h	2			
		b3	b2	b1	b0
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	2	0	0	1	0
3	3	0	0	1	1
4	4	0	1	0	0
5	5	0	1	0	1
6	6	0	1	1	0
7	7	0	1	1	1
8	8	1	0	0	0
9	9	1	0	0	1
10	A	1	0	1	0
11	B	1	0	1	1
12	C	1	1	0	0
13	D	1	1	0	1
14	E	1	1	1	0
15	F	1	1	1	1

Двоичная система счисления

Перевод из двоичной в десятичную.

$$11001_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 8 + 0 + 0 + 1 = 25$$

Имеет смысл только для числовой информации.

Перевод из десятичной в двоичную. Деньги считать умеют все.

Обычный набор



«Цифровой» набор

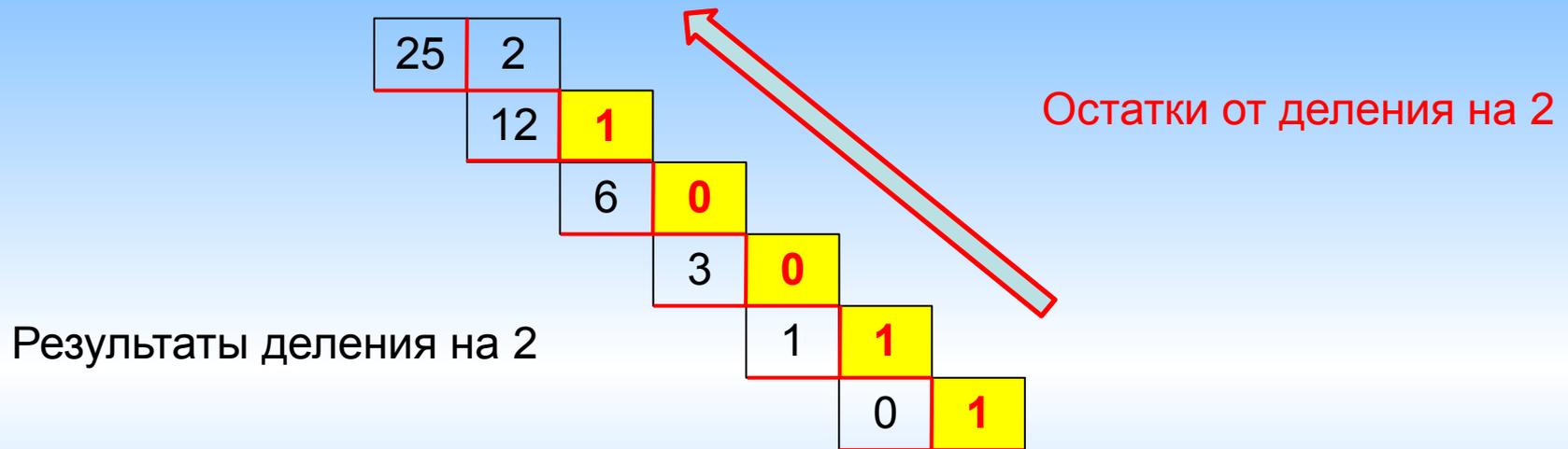


Только по одной монете каждого достоинства

$$25_{10} = \overset{2^4}{\text{16 рублей}} + \overset{2^3}{\text{8 рублей}} + \overset{2^0}{\text{1 рубль}} = 11001_2$$

Двоичная система счисления

Перевод из десятичной в двоичную. Деление.



$$25=11001$$

Другие коды для представления чисел

Зачем они нужны?

Бранденбургские ворота в Потсдаме

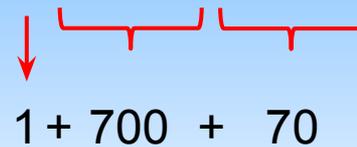


С римскими цифрами более загадочно и изящно

Римская система счисления

I	=	1
V	=	5
X	=	10
L	=	50
C	=	100
D	=	500
M	=	1000

MDCCLXX = 1770


1 + 700 + 70

Можно и так

MCCCLXX = 1770


1 + 700 + 70

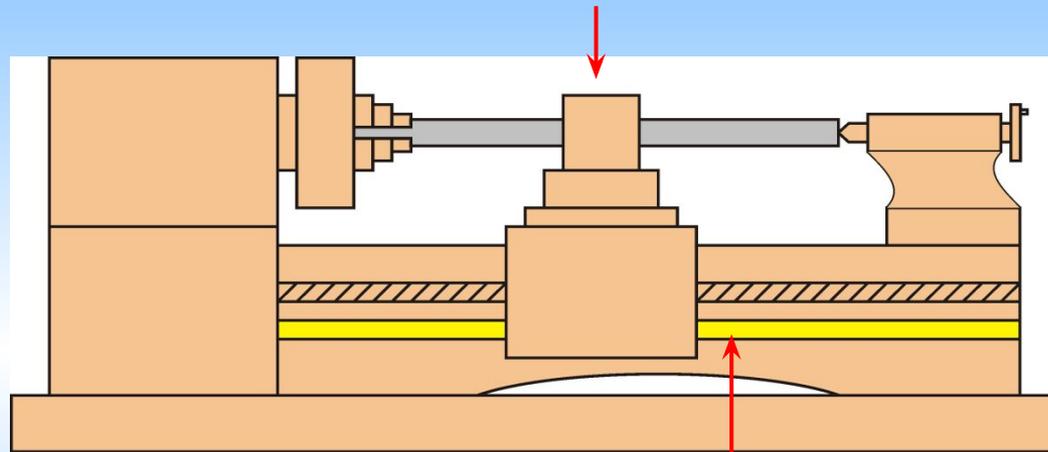
И еще кучей способов

Красиво.

Но попробуйте научиться арифметике в римской системе счисления.

Задача – автоматизировать токарный станок

Необходимо знать текущие координаты резца.



Датчик абсолютного положения.
Absolute Encoder

Код Грея

Absolute Encoder

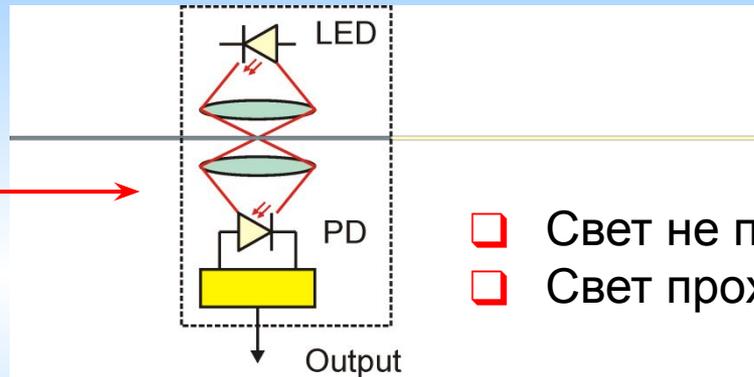
Оптическая маска →



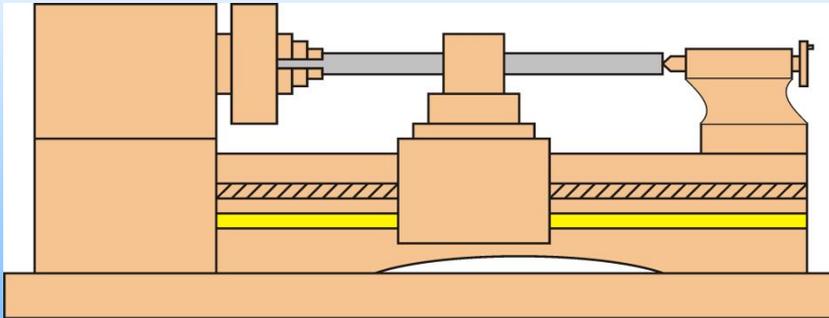
Непрозрачно

Прозрачно

Система считывания →



- ❑ Свет не проходит: Output=0
- ❑ Свет проходит: Output=1



- ❑ В левой половине: Output=0
- ❑ В правой половине: Output=1

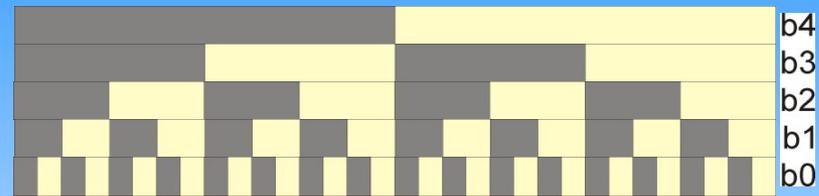
Точности маловато
будет



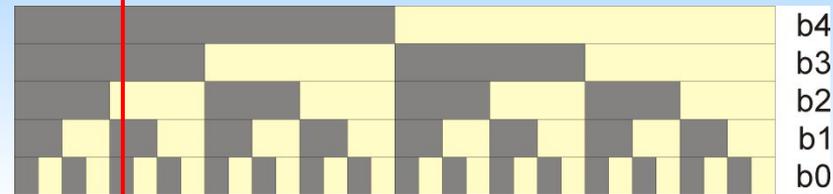
Двоичный код

Увеличение разрядности

Все как с рыбаками

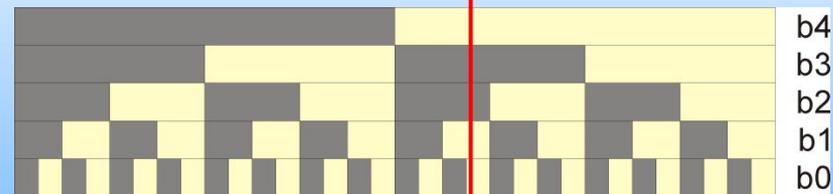


Положение системы считывания



Результат = 00100 04h

Положение системы считывания



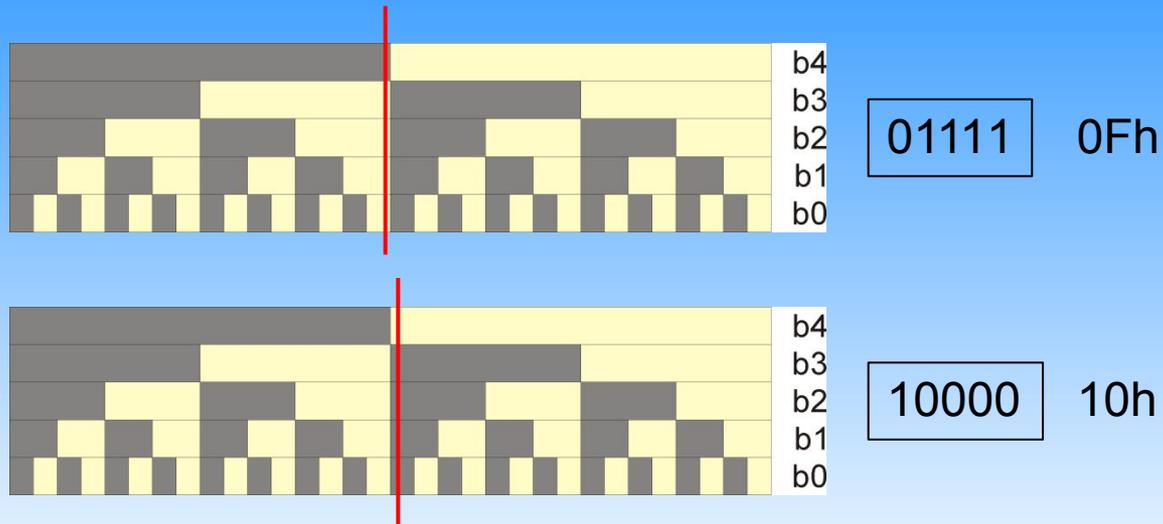
Результат = 10011 13h

Вроде все хорошо можно и дальше увеличивать разрядность

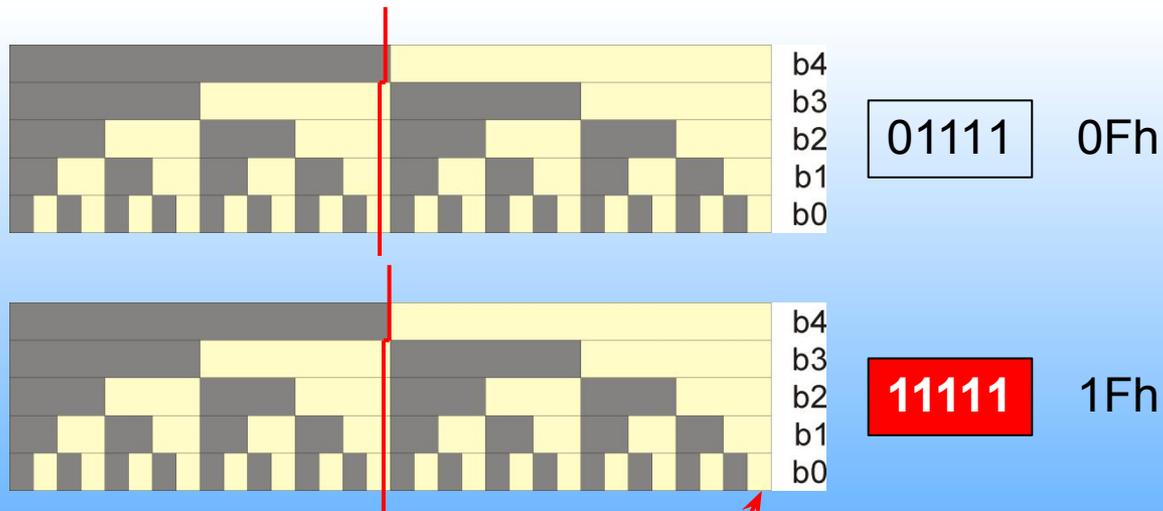
Двоичный код. Проблема.

Но это работать не будет!

В идеале все хорошо



Оптические считыватели невозможно поставить абсолютно ровно



Ошибка в 50%. Датчики передадут, что резец находится здесь.

Код Грея

Проблема в том, что при некоторых переходах требуется изменения одновременно нескольких разрядов

10	h	2			
		b3	b2	b1	b0
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	2	0	0	1	0
3	3	0	0	1	1
4	4	0	1	0	0
5	5	0	1	0	1
6	6	0	1	1	0
7	7	0	1	1	1
8	8	1	0	0	0
9	9	1	0	0	1
10	A	1	0	1	0
11	B	1	0	1	1
12	C	1	1	0	0
13	D	1	1	0	1
14	E	1	1	1	0
15	F	1	1	1	1

Необходимо придумать другой код

Код Грея

Код Грея: две последовательные комбинации отличаются только в одном разряде

10	h	Gray code			
		b3	b2	b1	b0
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	3	0	0	1	1
3	2	0	0	1	0
4	6	0	1	1	0
5	7	0	1	1	1
6	5	0	1	0	1
7	4	0	1	0	0
8	C	1	1	0	0
9	D	1	1	0	1
10	F	1	1	1	1
11	E	1	1	1	0
12	A	1	0	1	0
13	B	1	0	1	1
14	9	1	0	0	1
15	8	1	0	0	0

Код Грея

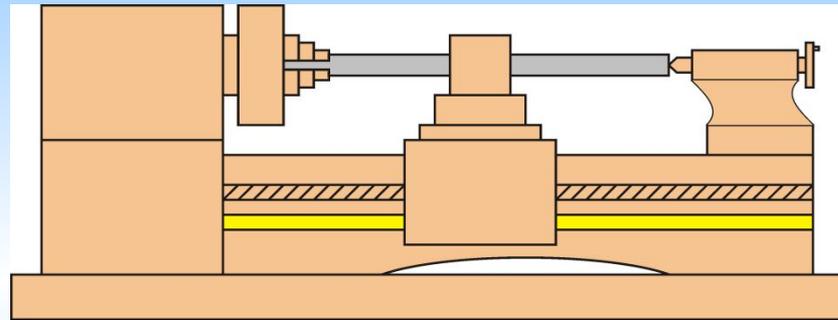
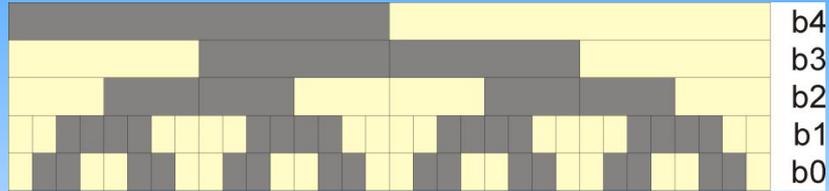
Код Грея: построение с использованием зеркального отражения

Start	Mirror	Prefix	Mirror	Mirror or Copy	Prefix	Mirror	Mirror or Copy	Prefix
0	0	0 0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0
1	1	0 1	0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 0 1
	1	1 1	1 1	0 1 1	0 1 1	0 1 1	0 1 1	0 0 1 1
	0	1 0	1 0	0 1 0	0 1 0	0 1 0	0 1 0	0 0 1 0
			1 0	1 1 0	1 1 0	1 1 0	1 1 0	0 1 1 0
			1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	0 1 1 1
			0 1	1 0 1	1 0 1	1 0 1	1 0 1	0 1 0 1
			0 0	1 0 0	1 0 0	1 0 0	1 0 0	0 1 0 0
						1 0 0	1 0 0	1 1 0 0
						1 0 1	1 0 1	1 1 0 1
						1 1 1	1 1 1	1 1 1 1
						1 1 0	1 1 0	1 1 1 0
						0 1 0	0 1 0	1 1 0 0
						0 1 1	0 1 1	1 1 0 1
						0 0 1	0 0 1	1 0 0 1
						0 0 0	0 0 0	1 0 0 0

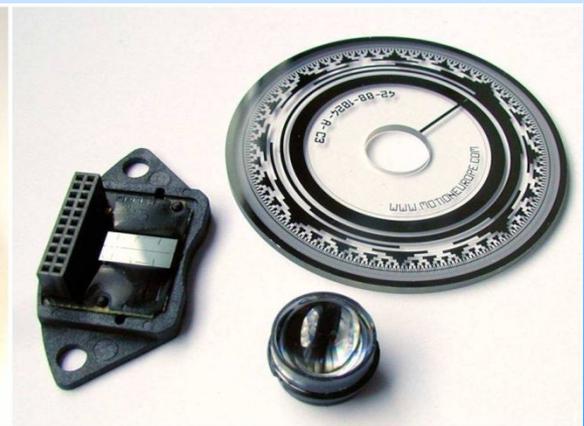
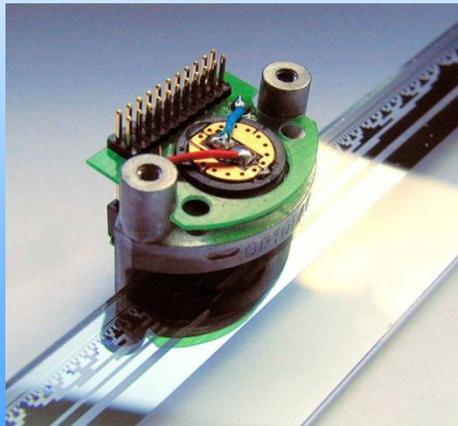


Код Грея

Кодовая маска

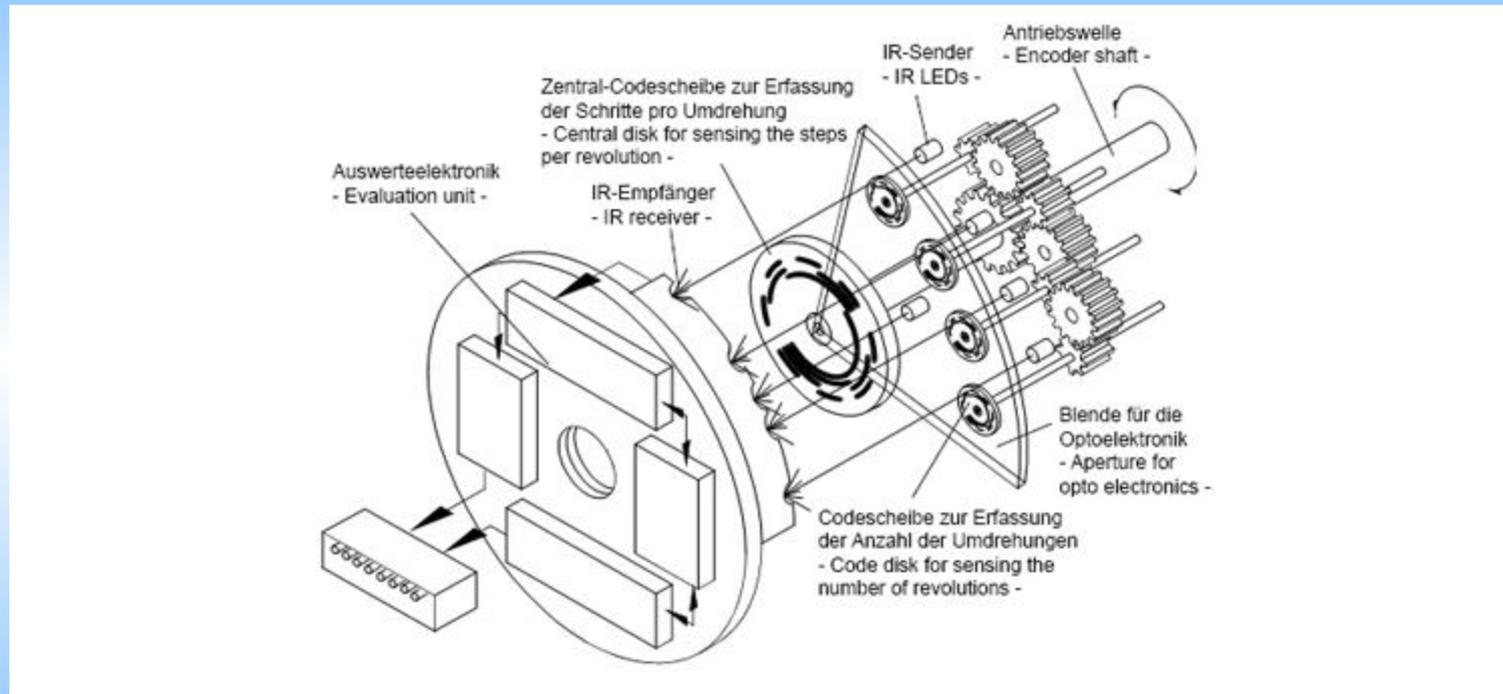


<http://www.tacticalmarcomms.com/news/134/>

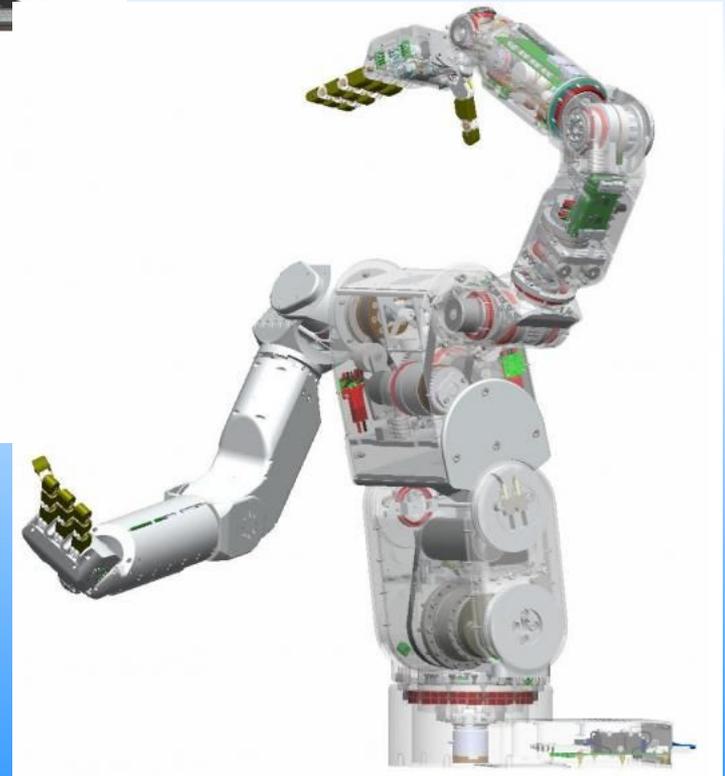


Энкодеры

Увеличение разрядности



Применение



Представление чисел

- ❑ Двоичный код
 - Привычная арифметика
- ❑ Код Грея
 - Удобно использовать в различных датчиках. Арифметика по сложности схожа с римскими цифрами.

По мере необходимости мы будем знакомиться с другими кодами для представления чисел:

- ❑ Дополнительным
- ❑ Двоично-десятичным
- ❑ Джонсона

Представление текста

Сорт рыбы			
b11	b10	b9	b8

Можно придумать

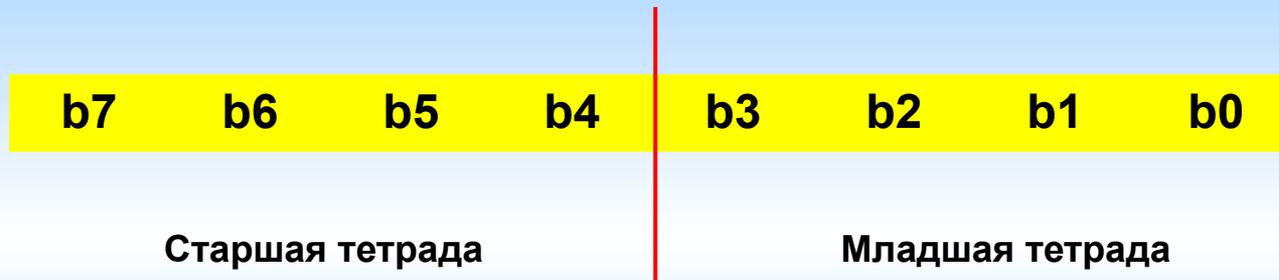
Текстовая информация

Есть ли готовые решения?

Кодовая таблицы для передачи текстовой информации. ASCII

American Standard Code for Information Interchange

Знак (буква алфавита, знак препинания, и пр.) упаковывается в 1 байт



В кодовой таблице 256 строк

$$2^8 = 256$$

Кодовая таблицы для передачи текстовой информации. ASCII

American Standard Code for Information Interchange

Младшая тетрада (h)

Старшая тетрада (h)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	nul	soh	stx	etx	eot	enq	ack	bel	bs	ht	lf	vt	ff	cr	so	si
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	dle	dc1	dc2	dc3	dc4	nak	syn	etb	can	em	sub	esc	fs	gs	rs	us
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
	пробел	!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	ℓ	}	~	del
8	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
9	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
A	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
	a	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
B	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
	▒	▓	█		┌	┐	└	┘	┌	┐	└	┘	┌	┐	└	┘
C	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
	┌	└	┐	┘	┌	┐	└	┘	┌	┐	└	┘	┌	┐	└	┘
D	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
	┌	└	┐	┘	┌	┐	└	┘	┌	┐	└	┘	┌	┐	└	┘
E	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я
F	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255
	Ё	ё	Є	є	İ	ı	Ÿ	ÿ	°	·	·	√	№	▣	■	

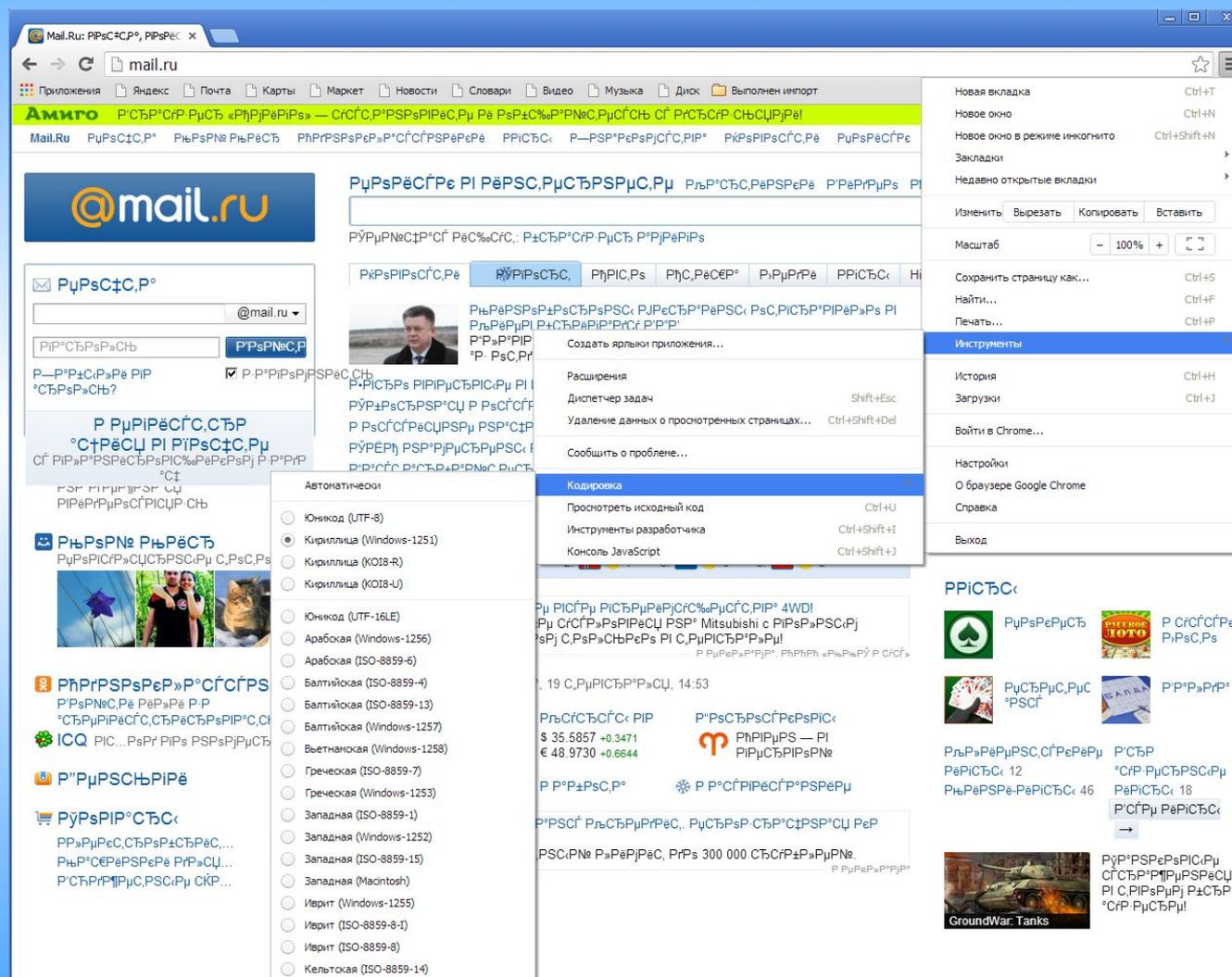
Символы с кодами 128–255: национальная часть

- ▣ Кодовая таблица 866 или
- ▣ Кодовая таблица 1251
- ▣ КОИ-8

Кодовая таблицы для передачи текстовой информации. ASCII

American Standard Code for Information Interchange

Символы с кодами 128–255: национальная часть



Кодовая таблицы для передачи информации. ASCII

Применение

Изначально для обмена с

- Принтерами
- Считывателями с перфокарт и перфолент

В настоящее время очень широко.

Пример:



- Зайдите в какой либо текстовый редактор
- Включите «Num Lock»
- Нажмите и удерживайте «Alt»
- На цифровой панели наберите десятичный код символа
- Отпустите «Alt»
- Удивляйтесь.

Я здесь набрал код=1

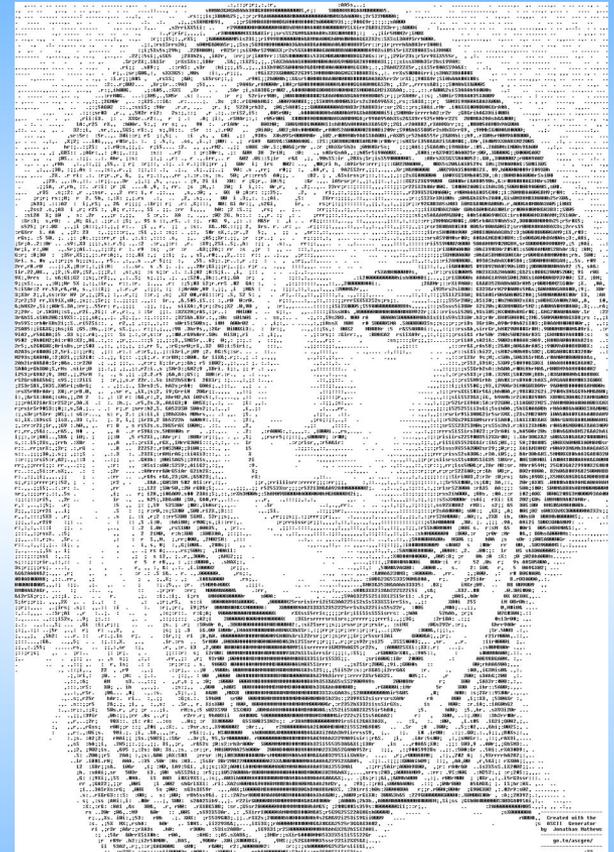


Кодовая таблицы для передачи информации. ASCII

Можно даже графику передавать



ASCII-арт



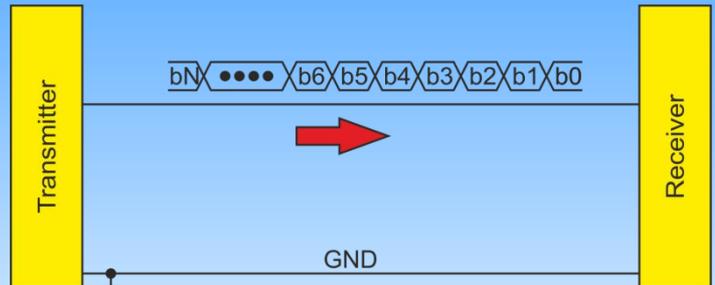
Кодовая таблицы для передачи текстовой информации. ASCII

Коды управляющих символов (0–31)

h	10	Обозначение		Значение	
00	0	NUL		Пусто	
01	1	SOH	Start Of Heading	Начало заголовка	☺
02	2	STX	Start of Text	Начало текста	☺
03	3	ETX	End of Text	Конец текста	♥
04	4	EOT	End of Transmission	Конец передачи	♦
05	5	ENQ	Enquire	Прошу подтверждения	♣
06	6	ACK	Acknowledgemen	Подтверждение	♠
07	7	BEL	Bell	Сигнал (звонок)	•
08	8	BS	Backspace	Забой (шаг назад)	▣
09	9	TAB	Tab	Горизонтальная табуляция	○
0A	10	LF	Line Feed	Перевод строки	▣
0B	11	VT	Vertical Tab	Вертикальная табуляция	♂
0C	12	FF	Form Feed	Новая страница	♀
0D	13	CR	Carriage Return	Возврат каретки	♪
0E	14	SO	Shift Out	Выключить сдвиг ленты	🎵
0F	15	S1	Shift In	Включить сдвиг ленты	☀
10	16	DLE	Data Link Escape	Ключ связи данных	▶
11	17	DC1	Device Control 1	Управление устройством 1	◀
12	18	DC2	Device Control 2	Управление устройством 2	↕
13	19	DC3	Device Control 3	Управление устройством 3	!!
14	20	DC4	Device Control 4	Управление устройством 4	⌄
15	21	NAK	Negative Acknowledgment	Не подтверждаю	§
16	22	SYN	Synchronization	Синхронизация	—
17	23	ETB	End of Text Block	Конец передаваемого блока	↕
18	24	CAN	Cancel	Отмена	↑
19	25	EM	End of Medium	Конец бумаги, ленты и пр.	↓
1A	26	SUB	Substitute	Замена	→
1B	27	ESC	Escape	Ключ начала управления	←
1C	28	FS	File Separator	Разделитель файлов	└
1D	29	GS	Group Separator	Разделитель группы	↔
1E	30	RS	Record Separator	Разделитель записей	▲
1F	31	US	Unit Separator	Разделитель модулей	▼

Опять про рыбаков

- Выберем последовательную систему передачи.



Физический уровень

- Выберем логические уровни сигналов.

Как пример – TTL уровни.

	VL	VH
Out	0÷0,4 В	2,4÷5 В
In	0÷0,8 В	2,0÷5 В
Запас	0,8-0,4=0,4 В	2,4-2,0=0,4 В

- Выберем последовательность передачи информации и кодировку ASCII.



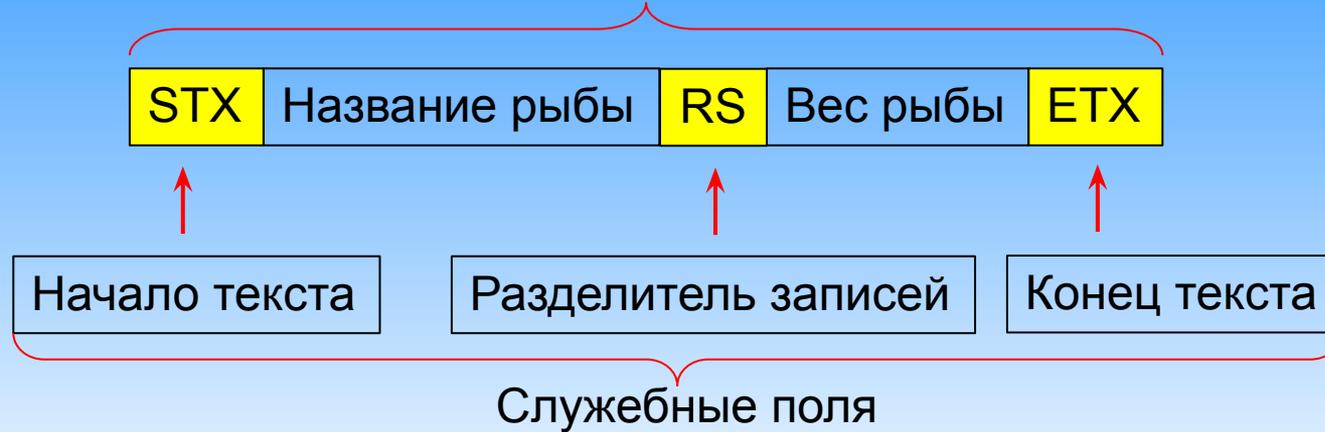
Логический уровень

Служебные поля

Протокол

Логический уровень

Кадр (Frame)



h	10	Обозначение		Значение
02	2	STX	Start of Text	Начало текста
03	3	ETX	End of Text	Конец текста
1E	30	RS	Record Separator	Разделитель записей



А в шестнадцатеричной форме лучше выглядит!

Двоично-десятичный код

B CD (Binary-coded decimal)

Можно ли уменьшить длину кадра?

Цифры в ASCII

Младшая тетрада

Старшая тетрада

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?

02 ЩУКА 1E 750 03

02 99 93 8A 80 1E 37 35 30 03

Это всегда одно и тоже. Можно не передавать старшую тетраду

00000010 10011001 10010011 10001010 10000000 00011110 00110111 00110101 00110000 00000011

Двоично-десятичный код

B CD (Binary-coded decimal)

Двоичная система
счисления

10	2			
	b3	b2	b1	b0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Двоично-десятичная
система счисления

Запрещенные
комбинации в двоично-
десятичной системе

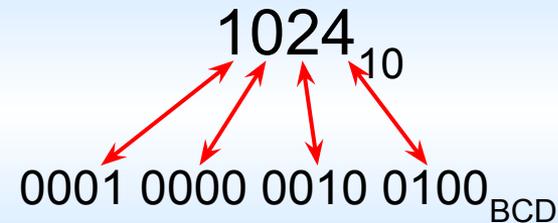
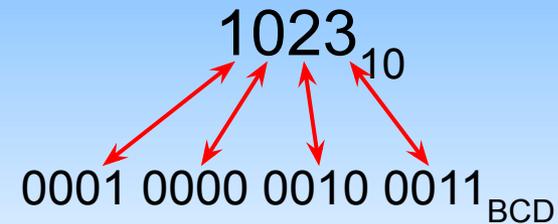
Двоично-десятичный код

BCD (Binary-coded decimal)

Достоинство:

Простота перевода в десятичную систему и наоборот

10	2			
	b3	b2	b1	b0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1



Недостатки:

- ❑ Сложная арифметика
- ❑ Код длиннее двоичного

$$1023_{10} = 11\ 1111\ 1111_2$$

$$1023_{10} = 0001\ 0000\ 0010\ 0011\ \text{bcd}$$