

# 5. Allika kodeerimine

Side IRT3930

Ivo Mürsepp

# Allika mudel

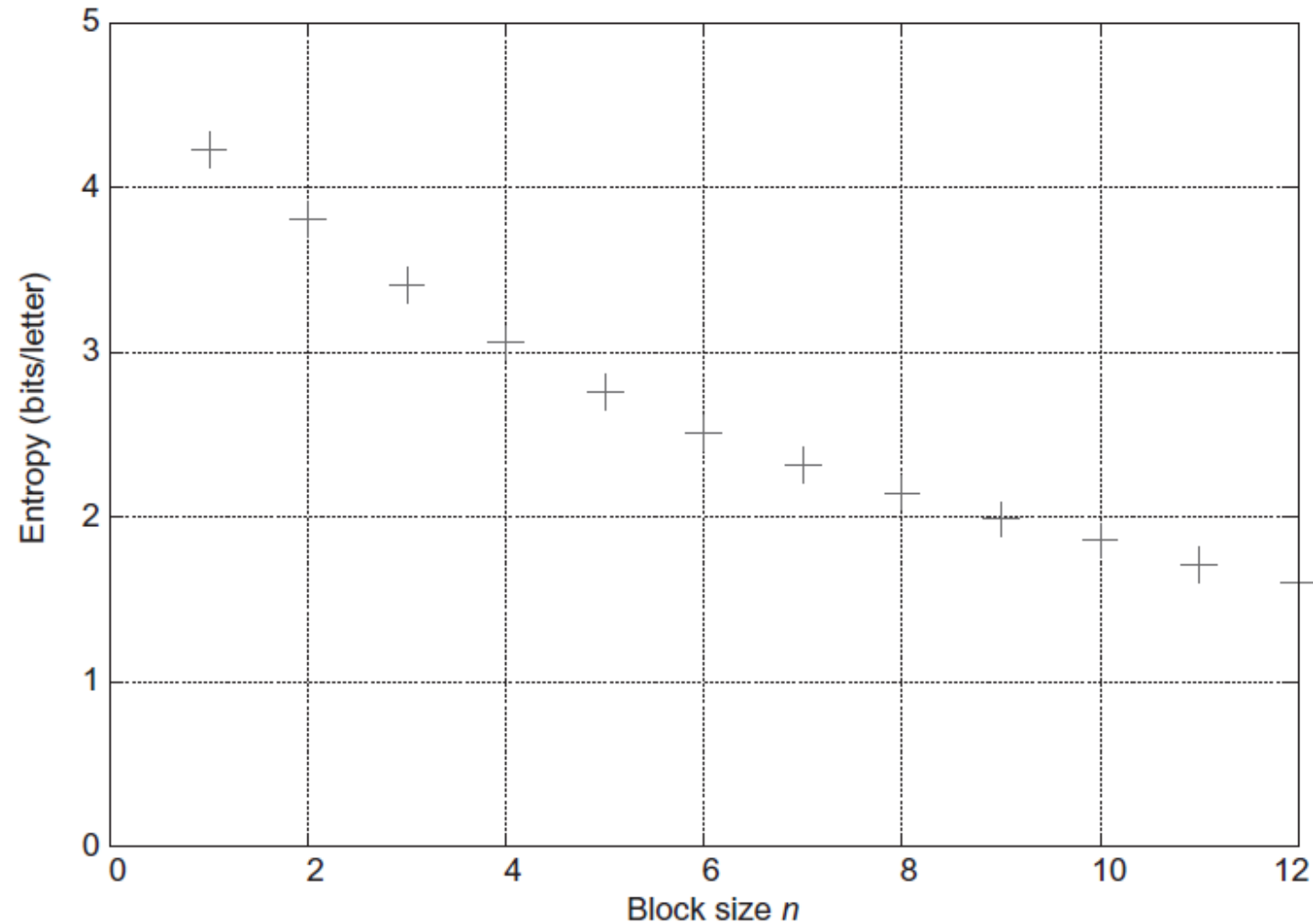


# Allika Entroopia

- Shannoni entroopia on informatsiooniallika poolt toodetava informatsiooni keskmise hulk.

$$H(A) = \sum_{j=1}^N p(a_j) I(a_j) = - \sum_{j=1}^N p(a_j) \log_2 p(a_j)$$

# Allika Entroopia



**FIGURE 2.1**  $H_n$  in bits per letter for  $n = 1, \dots, 12$  for *Wealth of Nations*.

# Kood

- Koodi  $C$  all peetakse silmas ühest vastavust allika sümbolite  $a_i$  ja neid sümboleid kirjeldavate digitaalsete sümbolite (koodsõnade)  $c_i$  vahel.

USASCII code chart

<div><div>070605</div><div>Bits</div><div><div>070605</div><div>04030201</div><div>Column</div><div>Row</div></div></div>					000	001	010	011	100	101	110	111
	0	1	2	3	4	5	6	7				
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	\	p				
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q				
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r				
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s				
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t				
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u				
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v				
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w				
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x				
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y				
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z				
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{				
1100	FF	FS	,	<	L	\	l					
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}				
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~				
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL				

# Koodi parameetrid

- Koodsõna keskmine pikkus

$$L = \sum_{j=1}^N p(a_j) n(a_j)$$

- Koodsõna keskmise pikkuse ja allika entroopia erinevust nimetatakse koodi liiasuseks (*redundancy*)

$$D = L - H$$

# Morse kood

A	..	J	..---	S	...	1	..----
B	....	K	---.	T	-	2	...---
C	....	L	....	U	...-	3	....-
D	....	M	--	V	....-	4	.....
E	.	N	..-	W	..--	5	.....
F	....	O	---	X	....-	6	.....
G	....	P	....	Y	---.	7	.....
H	....	Q	---.	Z	....-	8	.....
I	..	R	...-	0	-----	9	.....

# Analoog-digitaalmuundus

- Analoogsignaali pidev argument ja väärtus  $s(t)$ .
- Esimese sammuna fikseeritakse analoogsignaali väärtus mingil lõplikul hulgal ajahetkedel  $s(n \cdot \Delta t)$ .
- Protsessi nimetatakse diskreetimiseks (võendamine).
- Nyquist-Shannon-Kotelnikovi teoreem:
  - Kui signaali  $s(t)$  ribalaius on  $B$  hertsi, siis on see signaal täielikult määratud disreetsete väljavõtetega ajavahemike  $1/2B$  sekundi tagant.
  - Vajalik diskreetimissamm  $\Delta t \leq 1/(2B)$
  - Põhiriba signaali korral diskreetimissagedus  $f_s \geq 2f_m$



# Kvantimine

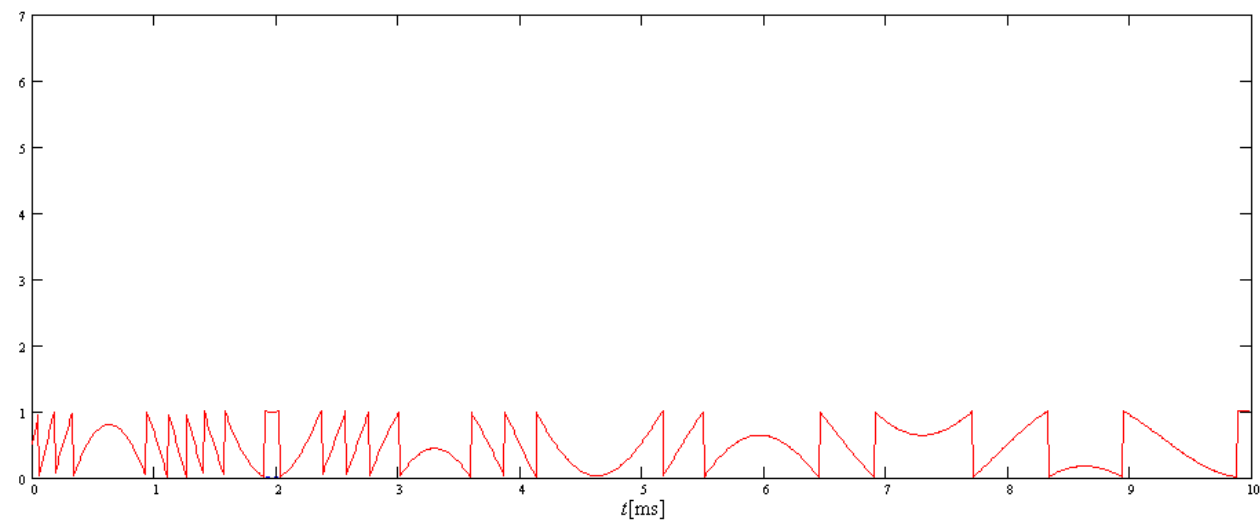
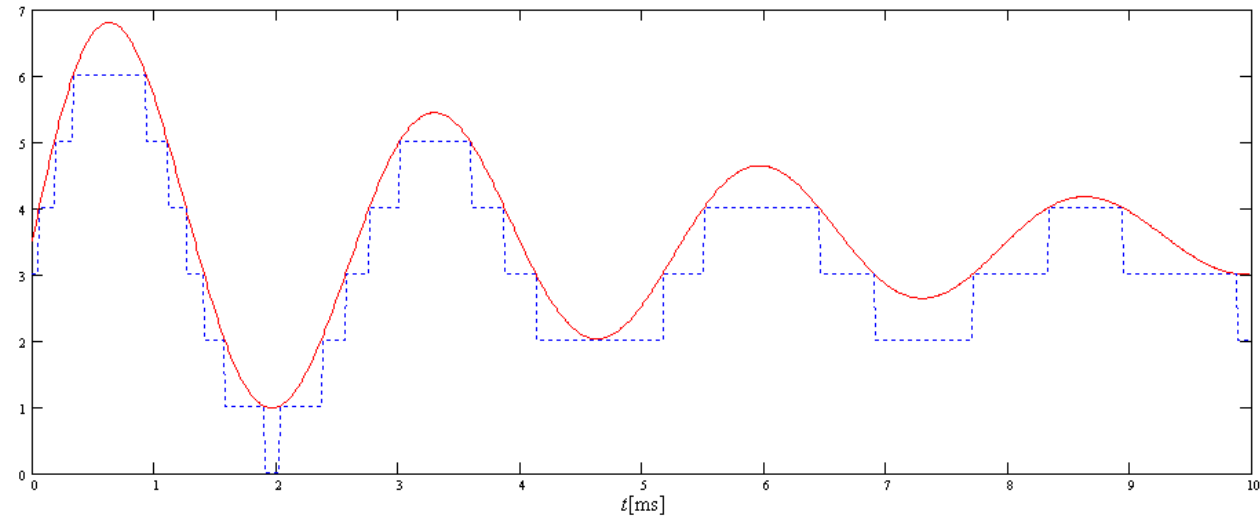
- Signaali väärtus diskreetsetel ajahetkedel  $s(n \cdot \Delta t)$  mõõdetakse mingi lõpliku täpsusega  $\pm q/2$  ja salvestatakse digitaalsel kujul bittide arvuga  $n_B$ .
- Kvantimissammu  $q$  suurus on määratud bittide arvuga  $n_B$  ja sisendpinge maksimaalse muutumisvahemikuga  $U_{pp}$  ( $-U_m \dots U_m$ )

$$q = \frac{U_{pp}}{2^{n_B} - 1} \approx \frac{U_{pp}}{2^{n_B}} = \frac{U_m}{2^{n_B-1}}$$

- Kvantimisega kaasneb alati pöördumatu informatsioonikadu, mida iseloomustab kvantimismüra võimsusega

$$N = \frac{q^2}{12}$$

# Kvantimismüra

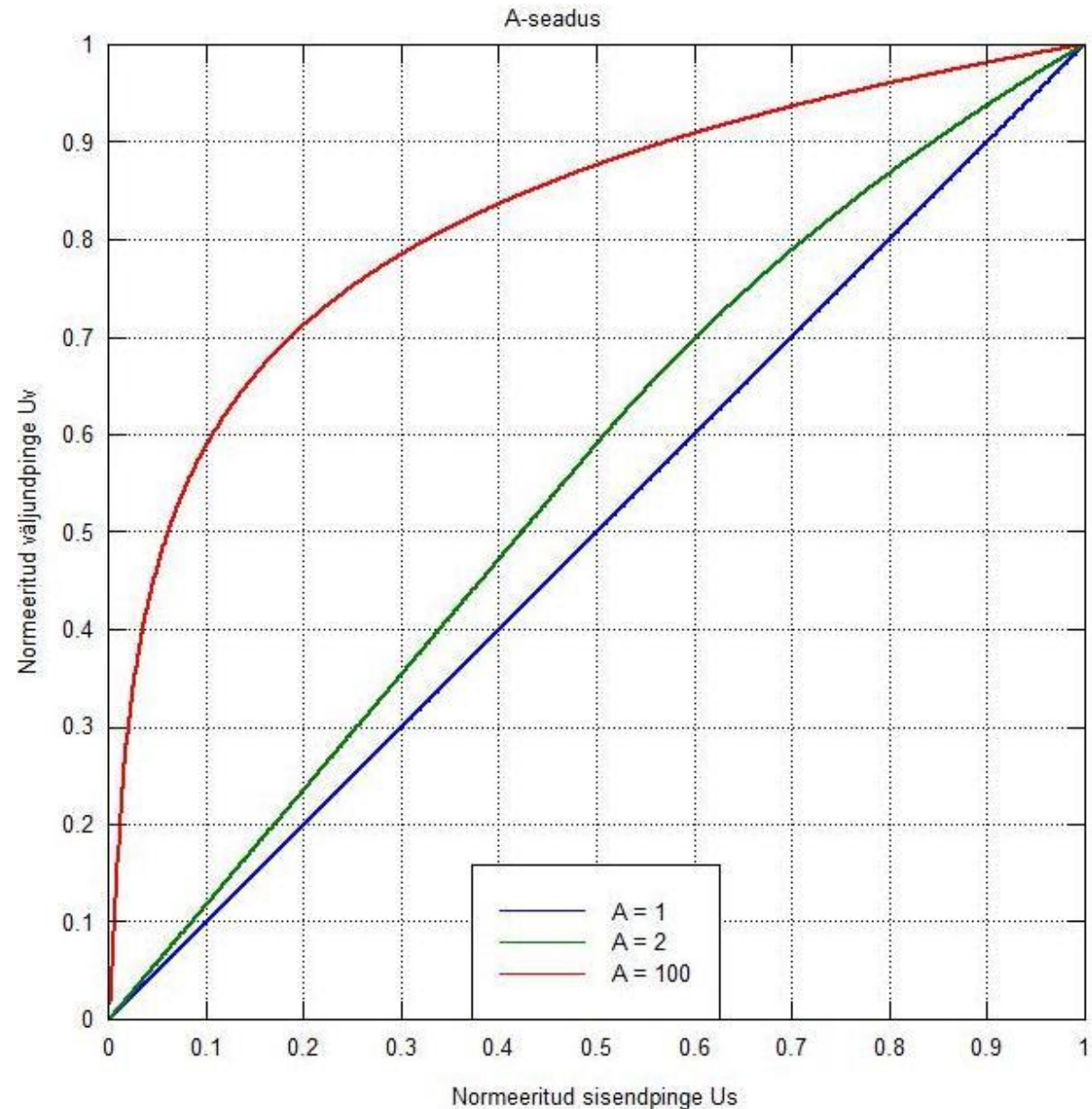


Allika kodeerimine

# G.711 koodek

- 300-3400Hz
- $f_s = 8\text{kHz}$
- $r = 64\text{kb/s}$
- A ja  $\mu$  seadused.
  - $A = 87,6$

$$|u_v| = \begin{cases} \frac{A|u_s|}{1 + \ln(A)} & 0 \leq |m| \leq \frac{1}{A} \\ \frac{1 + \ln(A|u_s|)}{1 + \ln(A)} & \frac{1}{A} \leq |m| \leq 1 \end{cases}$$



# Harjutusülesanded

- Allika tähestikus  $A$  on neli sümbolit  $a_1, a_2, a_3$  ja  $a_4$ , vastavalt tõenäosustega  $p_1 = 0,505$ ;  $p_2 = 0,25$ ;  $p_3 = 1/8$  ja  $p_4 = 0,12$ . Kui suur on selle allika entroopia  $H(A)$  ?
- Eelmises ülesandes antud allika  $A$  kodeerimiseks kasutati järgnevaid koodsõnu  $c_1 = 1$ ,  $c_2 = 01$ ,  $c_3 = 001$  ja  $c_4 = 0001$ . Kui suured on kasutatava koodi keskmine  $L$  pikkus ja liiasus  $D$ ?
- Vähemalt kui suur peab olema diskreetimissagedus, kui muundatava signaali maksimaalne sagedus on 3,4kHz?
- Digitaliseeritava analoogsignaali väärtus on vahemikus  $\pm 3,3V$ , kui suur on signaali mõõtmise täpsus, kui muundur on kaheksabitine?

# Materjalid

- ITU-T Recommendation G.711

[http://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.711-198811-I!!PDF-E&type=items](http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.711-198811-I!!PDF-E&type=items), 02.10.2017

