

Strokovno poročilo pri predmetu elektrotehnika

Komunikacijska vezja in naprave

Uporaba matematike v digitalnih komunikacijah

Mentor: Anton Orehek, uni. dipl. inž., prof.

Avtor: Jaka Kovač, G 3. b

Ljubljana, december 2022 – februar 2023

Povzetek

Abstract

Kazalo

1	Uvod	6
2	Analogna komunikacija	7
2.1	Zgodovina radia	7
2.2	Analogni signali	7
2.3	Prednosti in slabosti analognih komunikacij	7
3	Digitalna komunikacija	8
3.1	Prednosti in slabosti digitalne komunikacije	8
3.2	Problemi digitalnih komunikacij	8
3.2.1	Bitflips	8
3.3	Pretvorba sporočila	8
3.4	Error correction	9
3.4.1	Hammingov kod	9
3.4.1.1	Cyclic redundancy check	9
4	Empirični del – Digitalna vezja	10
5	Viri in literatura	11

Slike

1	Tabla ASCII znakov	8
2	Moje prvo L ^A T _E X vezje	10

Tabele

1 Uvod

2 Analogna komunikacija

2.1 Zgodovina radia

Prav vsi poznamo radio. To je tista majhna naprava v avtu, ki voznikom (in potnikom) olajša čas, ki so ga prisiljeni preživeti za volanom. Veliko ljudi pa se ne zaveda, da je radio mnogo več. Slovar slovenskega knjižnega jezika s prvim pomenom definira radio kot *naprava za oddajanje in sprejemanje električnih impulzov, signalov po radijskih valovih*. [1]

Leta 1895 [2] je potekal prvi prenos sporočila s pomočjo radijskih valov, osem let kasneje pa prva uspešna (enosmerna) komunikacija iz ZDA v Združeno kraljestvo. Leta 1920 sta v ZDA in Veliki Britaniji pričeli delovati prvi radiodifuzni¹ postaji, leta 1928 pa je Radio Ljubljana postala prva radiodifuzna postaja v Sloveniji.

2.2 Analogni signali

Analogni signali so tisti signali, ki lahko zavzamejo vse vrednosti na določenem intervalu. Čas je primer analogne vrednosti, ker mu ne moremo odločiti najmanjše enote, za katero bi se spremenil. Urni kazalec se premika s stalno hitrostjo. To pomeni, da se v neskončno majhnem intervalu časa vseeno spremeni za nek delež stopinje, vendar pa ljudje tega navadno ne opazimo.

Digitalni signali pa so tisti signali, ki lahko zavzamejo samo določene vrednosti. Na primer digitalna ura. "Kazalci" na taki uri (številke) ne morejo zavzeti katerekoli pozicije med dvema številka, ampak samo celoštevilčne vrednosti med njima.

Če imamo torej dve uri, eno analogno in eno digitalno, ki prikazuje samo ure, lahko na analogni uri vseeno razberemo, kako blizu naslednje ure smo, na digitalni pa tega žal ne bomo mogli doseči.

2.3 Prednosti in slabosti analognih komunikacij

Analogni signali so močno nagnjeni k popačenju. Vsi signali so sicer dovzetni za motnje vendar lahko digitalne signale rekonstruiramo v prvotno obliko medtem ko tega pri analognih žal ne moremo. Glavna prednost analognih signalov pa je večja gostota podatkov v primerjavi z digitalnimi signali.

¹radiodifuzija – oddajanje radijskih signalov namenjenih poslušanju

3 Digitalna komunikacija

3.1 Prednosti in slabosti digitalne komunikacije

Ker lahko digitalni signali zavzamejo le vnaprej določeno število pozicij, so manj dovzetni za motnje, saj lahko predpostavimo, da je prava tista vrednost, ki je najbližja prebrani. Ravno zaradi tega pa se zmanjša količina informacij, ki jih lahko prenesemo s signalom dane frekvence.

3.2 Problemi digitalnih komunikacij

Digitalni signali so načeloma prepoznani kot bolj zanesljivi, vendar pa so še vedno dovzetni za različne motnje.

3.2.1 Bitflips

Bit je najmanjša količina informacij, ki jih lahko signal prenese. Načeloma jih označujemo z nič (logično stanje: nepravilno) in ena (logično stanje: pravilno). Bitflip je dogodek, ko se nič spremeni v ena ali ena v nič. To se lahko zgodi zaradi zunanjih vplivov, na primer inducirane napetosti zaradi bližine drugega vodnika, ki prenaša signal ali kozmičnega sevanja [3].

3.3 Pretvorba sporočila

Ko so se pričele digitalne komunikacije je bilo potrebno ustvariti standard za prenos sporočil. En izmed takih standardov je tudi ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Sedaj pa se večinoma uporablja sistem UTF-8, ki je bolj vsestranski, saj podpira skoraj 300 000 alfanumeričnih, nadzornih ipd. znakov.

ASCII control characters			ASCII printable characters							Extended ASCII characters							
00	NULL	(Null character)	32	space	64	@	96	'	128	Ç	160	à	192	À	224	Ó	
01	SOH	(Start of Header)	33	!	65	A	97	a	129	ü	161	í	193	Á	225	Ô	
02	STX	(Start of Text)	34	"	66	B	98	b	130	é	162	ó	194	Â	226	Õ	
03	ETX	(End of Text)	35	#	67	C	99	c	131	â	163	û	195	Ë	227	Ö	
04	EOT	(End of Trans.)	36	\$	68	D	100	d	132	ä	164	n	196	Ì	228	÷	
05	ENQ	(Enquiry)	37	%	69	E	101	e	133	å	165	ñ	197	Í	229	Ø	
06	ACK	(Acknowledgement)	38	&	70	F	102	f	134	ä	166	ª	198	Ï	230	Ù	
07	BEL	(Bell)	39	'	71	G	103	g	135	ç	167	º	199	Ä	231	Þ	
08	BS	(Backspace)	40	(	72	H	104	h	136	ê	168	¿	200	Å	232	ß
09	HT	(Horizontal Tab)	41	)	73	I	105	i	137	ë	169		201	Æ	233	Ü
10	LF	(Line feed)	42	*	74	J	106	j	138	è	170		202	Ç	234	Ý	
11	VT	(Vertical Tab)	43	+	75	K	107	k	139	í	171		203	È	235	Û	
12	FF	(Form feed)	44	,	76	L	108	l	140	î	172		204	É	236	Ü	
13	CR	(Carriage return)	45	-	77	M	109	m	141	ï	173		205	Ê	237	Ý	
14	SO	(Shift Out)	46	.	78	N	110	n	142	Ä	174		206	Ë	238	ÿ	
15	SI	(Shift In)	47	/	79	O	111	o	143	Å	175		207	Ì	239	·	
16	DLE	(Data link escape)	48	0	80	P	112	p	144	É	176		208	Ó	240	±	
17	DC1	(Device control 1)	49	1	81	Q	113	q	145	æ	177		209	Ô	241		
18	DC2	(Device control 2)	50	2	82	R	114	r	146	Æ	178	¡	210	Õ	242		
19	DC3	(Device control 3)	51	3	83	S	115	s	147	ø	179	¢	211	Ö	243		
20	DC4	(Device control 4)	52	4	84	T	116	t	148	ö	180	£	212	×	244		
21	NAK	(Negative acknowl.)	53	5	85	U	117	u	149	ó	181	¤	213		245		
22	SYN	(Synchronous idle)	54	6	86	V	118	v	150	ü	182	¥	214		246		
23	ETB	(End of trans. block)	55	7	87	W	119	w	151	û	183	¦	215		247		
24	CAN	(Cancel)	56	8	88	X	120	x	152	ý	184	§	216		248		
25	EM	(End of medium)	57	9	89	Y	121	y	153	ÿ	185	¨	217		249		
26	SUB	(Substitute)	58	:	90	Z	122	z	154	Ü	186	©	218		250		
27	ESC	(Escape)	59	;	91	[	123	{	155	ø	187	ª	219		251	
28	FS	(File separator)	60	<	92	\	124	|	156	£	188	«	220		252		
29	GS	(Group separator)	61	=	93	]	125	}	157	Ø	189	¬	221	¡	253	
30	RS	(Record separator)	62	>	94	^	126	~	158	×	190	­	222	¢	254		
31	US	(Unit separator)	63	?	95	_			159	f	191	®	223	£	255	nbsp	
127	DEL	(Delete)															

Slika 1: Tabla ASCII znakov

Vir: https://computersciencewiki.org/index.php/File:Ascii_table.png

3.4 Error correction

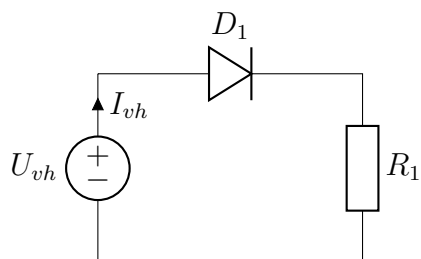
Odpravljanje napak (ang.: error correction) je skupek načeloma matematičnih algoritmov s katerimi lažje opazimo in popravimo napake pri prenosu sporočila.

3.4.1 Hammingov kod

3.4.1.1 Cyclic redundancy check

4 Empirični del – Digitalna vezja

Slika 2: Moje prvo \LaTeX vezje



5 Viri in literatura

- [1] *eSSKJ: radio*, (2016/), spletni naslov: <https://fran.si/133/sskj2-slovar-slovenskega-knjiznega-jezika-2/4523492/radio?FilteredDictionaryIds=133&View=1&Query=radio> (dostopano: 26. 12. 2022).
- [2] J. Kordež S52KJ, P. Vovk S54UNC in Ž. Kralj S50ZK. *Radioamaterski tečaj 2022*, (2022/2023), spletni naslov: <http://tecaj.jkob.cc/> (dostopano: 26. 12. 2022–).
- [3] *The Universe is Hostile to Computers*, (31. avg. 2021), spletni naslov: https://www.youtube.com/watch?v=AaZ_RSt0KP8 (dostopano: 15. 2. 2023).
- [4] J. Vraničar et. al., *Priročnik za radioamaterje*, 3. dopolnjena izd. Pekre: Zveza radioamaterjev Slovenije, 2019.
- [5] *How to send a self-correcting message (Hamming codes)*, (4. sep. 2020), spletni naslov: https://www.youtube.com/watch?v=AaZ_RSt0KP8 (dostopano: 15. 2. 2023).
- [6] *Modulacija*, (2019), spletni naslov: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Modulacija> (dostopano: 28. 12. 2022).
- [7] *What is Reed-Solomon Code?*, (24. feb. 2022), spletni naslov: <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-reed-solomon-code/> (dostopano: 26. 12. 2022).
- [8] *How Cell Service Actually Works*, (26. jan. 2022), spletni naslov: <https://www.youtube.com/watch?v=0faCad2kKeg> (dostopano: 29. 12. 2022).