

მიმართულება – ელექტრონიკა

სალექციო კურსი – ელექტრონიკის შესავალი

პრაქტიკული მეცადინეობის კონსპექტი.

ციფრული და ანალოგური ელექტრონიკის საწყისები

სარჩევი

1. ციფრული ელექტრონიკის საწყისები

თემა 1. ინფორმაციის ერთეული და თვლის ორობითი სისტემა (1 მეცადინეობა).

თემა 2. ციფრული ელექტრონიკის ელემენტები (2 მეცადინეობა).

თემა 3. ელექტრონიკის ძირითადი ციფრული ხელსაწყოები (2 მეცადინეობა).

2. ანალოგური ელექტრონიკის საწყისები

თემა 1. ძირითადი ელექტრონული კომპონენტები (2 მეცადინეობა).

თემა 2. ოპერაციული გამაძლიერებლები (2 მეცადინეობა).

3. ელექტრონული გაზომვების საწყისები

თემა 1. ციფრულ-ანალოგური გარდამქმნელები (1 მეცადინეობა).

თემა 2. ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელები (1 მეცადინეობა).

თემა 1. ინფორმაციის ერთეული და თვლის ორობითი სისტემა.

ინფორმაცია, ზოგადად, ასახავს სისტემის (გარკვეული ნიშნით ან ფუნქციით გაერთიანებულ ობიექტთა ერთობლიობის) თვისობრივ და რიცხობრივ (რაოდენობრივ) მახასიათებლებს. ეს სხვადასხვა ფიზიკური და სიმბოლური საშუალებებით სისტემის ასახვის, ან აღწერის საშუალებაა.

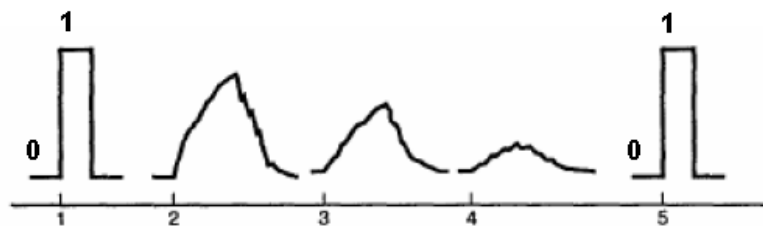
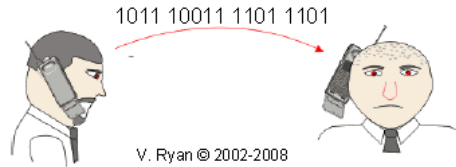
ნებისმიერი სირთულის ელექტრონულ სისტემებში, ამა თუ იმ სახით, მიმდინარეობს ინფორმაციის გადაცემა ან გარდაქმნა. 1948 წელს კლოდ შენონმა¹ ([Claude E. Shannon](#)) შემოიღო ინფორმაციის საზომი ერთეული ბიტი (**bit**). ეს უმარტივესი ცნებაა ინფორმაციის თეორიაში, კავშირგაბმულობაში, გამოთვლებში და მრავალ სხვა დარგში.

ინფორმაციის ერთეულს, ბიტს, შეუძლია მიიღოს ორი მნიშვნელობა: **0** ან **1**. ამ ორ მნიშვნელობაზე დაყრდნობით და სხვადასხვა დამატებითი წესების შემოღებით შეგვიძლია ავაგოთ სხვადასხვა სირთულის ინფორმაციული სისტემები (ან საინფორმაციო ბლოკები), რომლებიც ასახავენ ჩვენს გარშემო არსებულ ფიზიკურ გარემოს ინფორმაციული მოდელების სახით.

¹ გამოჩენილი მეცნიერი, ინფორმაციის და კომუნიკაციის თეორიის ფუძემდებელი.

0 და 1 ანალოგებია “არა” და “დიახ”, სისტემის ან საგნის რაიმე თვისების “არ არსებობა” და “არსებობა”.

თუ მხოლოდ ამ ორ სიმბოლოს ვიყენებთ, ინფორმაციის ელექტრონული საშუალებებით გადაცემა, მიღება, გარჩევა და დამუშავება მეტად მარტივი და საიმედოა ტექნიკური თვალსაზრისით.



ნახაზი.1 პირველი (1) და მეხუთე (5) სიგნალებს იდენტიფიკაცია და აღწერა მარტივია და ცალსახაა: დროის გარკვეულ ინტერვალზე სიგნალი ხასიათდება დაბალი მნიშვნელობით – 0, მყისიერად აღწევს მაღალ მნიშვნელობას – 1, და შემდგომში ისევ უბრუნდება პირველად დაბალ მნიშვნელობას – 0. სიგნალები 2, 3 და 4 ვერ დახასიათდება ასე მარტივად, მოითხოვენ გარკვეული სკალის შემოღებას და ხასიათებიან მრავალი მნიშვნელობით. საქმე იმაშია, რომ ფიზიკური სამყარო, ფიზიკური მოვლენები, მათი მოდელები, მოდელების აღმწერი ინფორმაცია - მარტივი არ არის, საჭიროა მეტი მოქნილობით მისი აღწერა.

ამ გარემოების გამო, ელექტრონიკაში მეტად ხელსაყრელია ორობითი თვლის სისტემის გამოყენება.

ჩვენ მიჩვეულები ვართ თვლის ათობით სისტემას, რომლის, გავისხენოთ, თვითნებური თანრიგი ათი მნიშვნელობით ხასიათდება – ან შეუძლია ათი მნიშვნელობა მიიღოს:

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

ათობით სისტემაში გამოსახული რიცხვი, მაგალითად 1234, წარმოადგენს სიმბოლურ (კოდირებულ) “ინფორმაციულ ბლოკს”, რომლის აღქმა მოითხოვს გარკვეული ინფორმაციის (კოდირების/დეკოდირების წესების) ცოდნას და ამ სიმბოლური გრაფიკული გამოსახულების გარკვეული თვისებების დაფიქსირებას:

- სისტემა ათობითია (მიჩვეულები ვართ ათობით სისტემას და იშვიათად თუ მოუვა თავში ვისმეს იკითხოს თუ რა სისტემაშია გამოსახული ეს რიცხვი);

- სიმბოლოებს უკავიათ ოთხი პოზიცია (ვიზუალურად გაგვიჩვენებთ თანმიმდევრულად განლაგებული ოთხი სხვადასხვა სიმბოლო; ვიცით რომ მარჯვენა მხრიდან დაწყებული, მარცხნივ მოძრაობისას მათ სხვადასხვა შინაარს ვანიჭებთ ($1234=1000+200+30+4$);
- ვიცით სიმბოლოების მნიშვნელობა (ვიცით არითმეტიკის საფუძვლები);
- ვიცით სხვა, შინაარსობრივად იგივე ინფორმაციის მატარებელი გრაფიკული გამოსახულების (ანუ ფორმულის) მნიშვნელობა და არსი (ვიცით რას წარმოადგენენ შეკრებისა და გამრავლების ოპერაციები), ანუ როგორ წარმოვიდგინოთ გამოსახულება შემადგენელ ნაწილებად დაშლილი სახით:

$$1234 = 1000 * 1 + 100 * 2 + 10 * 3 + 4. \quad (1.1)$$

რიცხვები 1, 10, 100 და 1000 იგივე წესით განიმარტება.

ათობითი სისტემა მეტად სასარგებლო გამოგონებაა და ფართოდ გამოიყენება. ეს პოზიციური სისტემაა, რადგან თვითოეული სიმბოლოს მნიშვნელობა განისაზღვრება მისი პოზიციით რიცხვში.

ფორმულა (1) შეესაბამება ცხრილს:

ცხრილი 1.1

თანრიგის ნომერი, პოზიციის ნომერი	...	№4	№3	№2	№1
რიცხვის ამსახველი სიმბოლო (თანრიგის კოეფიციენტი)	...	1	2	3	4
ოპერაციის შინაარსი	...	1*1000	2*100	3*10	4*1
ოპერაციის შედეგი	...	1000	200	30	4
შეკრების შედეგი	...	1234	234	34	4

დაუბრუნდეთ ბიტის ცნებას და განვიხილოთ პოზიციური სისტემა, რომელშიც თითოეული თანრიგის სიმბოლო დაშვებულია იყოს 0 ან 1. ეს ორობითი სისტემა იქნება, რადგან თანრიგს მხოლოდ ორი მნიშვნელობის მიღება შეუძლია. ათობითი სისტემის შემთხვევაში, მეზობელ თანრიგებში შემავალი ერთი და იგივე სიმბოლო ერთმანეთისაგან “წონით” ათ ჯერ განსხვავდება, ორობითი სისტემის შემთხვევაში კი მხოლოდ ორჯერ.

შევხედოთ როგორ შეიცვლება ცხრილი ორობითი სისტემისათვის და რას წარმოადგენს, მაგალითად, ორობითი რიცხვი 1011.

ცხრილი 1.2

თანრიგის ნომერი, პოზიციის ნომერი	...	№4	№3	№2	№1
რიცხვის ამსახველი სიმბოლო (თანრიგის კოეფიციენტი)	...	1	0	1	1
ოპერაციის შინაარსი ათობითში	...	1*8	0*4	1*2	1*1
ოპერაციის შედეგი ათობითში	...	8	0	2	1
შეკრების შედეგი ათობითში	...	11	3	3	1

თანრიგის კოეფიციენტები ღებულობენ მხოლოდ ორ მნიშვნელობას – 0, 1. ორობითი რიცხვი 1011 გადაიყვანება ათობით სისტემაში ფორმულით:

$$1011_2 = 1 * 8 + 0 * 4 + 1 * 2 + 1 * 1 = 11. \quad (1.2)$$

ფორმულის მარცხენა მხარე გამოსახულია ორობით სისტემაში, რაც აღნიშნულია ინდექსით, ხოლო მარჯვენა ათობითში და განმარტავს ორობითი რიცხვის შინაარსს. მაგალითისათვის კიდევ ერთი რიცხვი:

$$11011011_2 = 1 \cdot 128 + 1 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 219 \quad (1.3)$$

ორობითი რიცხვების ათობითში გარდაქმნისათვის ყოველთვის მოხერხებულია ცხრილის გამოყენება. ორივე განხილული რიცხვიდათვის მათ ექნებათ შემდეგი სახე:

რიცხვისათვის 1011 ცხრილი

2^3	2^2	2^1	2^0
8	4	2	1
1	0	1	1

ხოლო რიცხვისათვის 11011011 -

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	1	0	1	1

ცხადია, რომ ორობით სისტემაში გამოსახული რიცხვი მეტ თანრიგს მოითხოვს და ჩვენთვის რთულად აღსაქმელია, მაგრამ ინფორმაციის გადაცემის და დამუშავების თვალსაზრისით უფრო მოხერხებულია და საიმედოა.

როგორი ფუძეც არ უნდა შეესაბამებოდეს თვლის სისტემას, საგანთა რაოდენობა - რომელსაც რიცხვი აღნიშნავს - არ იცვლება. იცვლება ამ რაოდენობის გამომხატველი კოდირებული სიმბოლური გამოსახულება. ზოგადად ეს რაოდენობა, ანუ რიცხვი გამოსახული q ფუძის მქონე სისტემაში, ათობით სისტემაში გამოისახება ფორმულით:

$$N_q = K_n q^n + K_{n-1} q^{n-1} + \dots + K_1 q^1 + K_0 q^0, \quad (1.4)$$

q - თვლის სისტემის ფუძე,

N_q - რიცხვი გამოსახული q ფუძის მქონე სისტემაში,

K_n - თანრიგის კოეფიციენტი,

n - რიცხვის თანრიგიანობა.

1.3 ცხრილში მოყვანილია რამდენიმე მაგალითი

ცხრილი 1.3

$q = 2$	$q = 8$	$q = 10$	$q = 16$
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	10	8	8

1001	11	9	9
1010	12	10	A
1011	13	11	B
1100	14	12	C
1101	15	13	D
1110	16	14	E
1111	17	15	F
10000	20	16	10

ფორმულა 1.4 გამოსახული ორობითი სისტემისათვის, მიიღებს სახეს:

$$N_2 = K_n 2^n + K_{n-1} 2^{n-1} + \dots + K_3 * 8 + K_2 * 4 + K_1 * 2 + K_0 * 1,$$

სადაც თანრიგის კოეფიციენტები მხოლოდ ორ მნიშვნელობას იღებენ 0 ან 1.

ათობით სისტემაში გამოსახული რიცხვის ორობითში გადაყვანა ხდება მარტივი წესით. მაგალითად, რიცხვი 54-თვის თანმიმდევრული გაყოფით 2-ზე განისაზღვრება თანრიგების კოეფიციენტები:

$$\begin{array}{r} \underline{54} \quad \underline{2} \\ \underline{54} \quad \underline{27} \quad \underline{2} \\ \underline{0} \quad \underline{26} \quad \underline{13} \quad \underline{2} \\ \quad \underline{1} \quad \underline{12} \quad \underline{6} \quad \underline{2} \\ \quad \quad \underline{1} \quad \underline{6} \quad \underline{3} \quad \underline{2} \\ \quad \quad \quad \underline{0} \quad \underline{2} \quad \underline{1} \\ \quad \quad \quad \quad \underline{1} \end{array}$$

უმცროსი თანრიგი უფროსი თანრიგი

შედეგად ვიღებთ $54_{10} = 110110_2$.

ნებისმიერი ინფორმაციული ბლოკი ხასიათდება ინფორმაციის რაოდენობით. ინფორმაციის დიდი რაოდენობისათვის საყოველთაოდ მოღებულია 1.4 ცხრილში მოყვანილი აღნიშვნები

ცხრილი 1.4

სახელწოდება (სიმბოლო)	რიცხვი ათობითში	დიცხვი ორობითში
kilobit (kbit)	10^3	2^{10}
megabit (Mbit)	10^6	2^{20}
gigabit (Gbit)	10^9	2^{30}
terabit (Tbit)	10^{12}	2^{40}
petabit (Pbit)	10^{15}	2^{50}
exabit (Ebit)	10^{18}	2^{60}
zettabit (Zbit)	10^{21}	2^{70}
yottabit (Ybit)	10^{24}	2^{80}

სავარჯიშო 1.

მოცემულია ორობითი რიცხვი B_2 , გამოთვალეთ ათობითი რიცხვები A_{10} .

A_{10}	B_2									
	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
							1	1	0	1
					1	0	1	0	1	1
	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
		1	0	0	0	1	1	0	1	1
			1	1	1	0	0	0	0	1
	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
			1	1	1	0	1	0	1	1
		1	0	0	1	0	1	0	1	0
	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		1	0	1	1	1	1	0	0	0
		1	1	0	1	1	0	1	1	0
	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
			1	1	1	1	0	0	0	1
		1	1	0	0	1	1	0	0	1

სავარჯიშო 2.

მოცემულია ათობითი რიცხვები A_{10} , გამოთვალეთ ორობითი რიცხვი B_2

A_{10}	B_2									
	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
87										
165										
715										
334										
648										
188										
777										
45										
211										
567										
982										
746										
406										
3										
812										
1025										