

თემა 2. ციფრული ელექტრონიკის ელემენტები - ინფორმაციის გარდაქმნის და დამუშავების ზოგიერთი უმარტივესი ხელსაწყო

ციფრული ელექტრონიკა წარმოადგენს გამოთვლითი ტექნიკის, ავტომატური მართვითი სისტემების, ელექტრონული გამოზომი ხელსაწყოების შემადგენელ ნაწილს. მისი დანიშნულებაა **დისკრეტული**, ანუ **წყვეტილი (ციფრული)**, ინფორმაციის დამუშავება, შენახვა და გადაცემა.

ინფორმაცია ასახავს რეალურ გარემოს. ელექტრონული ინჟინერიის თვალსაზრისით - ეს ყველა ის მონაცემია, რომელიც შენახვის, გადაცემისა და გარდაქმნის ობიექტად წარმოგვიდგება.

რაიმე მატერიალური ფორმით დაფიქსირებულ ინფორმაციას (წერილი, წიგნი, ნებისმიერი აუდიო და ვიდეო ჩანაწერი და სხვა) შეიძლება რომ გზავნილი (მესსაგე) ვუწოდოთ. ინფორმაცია გადაიცემა **სიგნალების** საშუალებით. ეს შეიძლება იყოს ნებისმიერი მოვლენა ან ობიექტი, რომლის დროში ცვლილება აისახება პირდაპირი ან **კოდირებული** ინფორმაციის სახით. მოვლენები შეიძლება იყოს ბგერა, სინათლე, წნევა, დენი და სხვა, ობიექტები – შუქნიშანი, სემაფორი და ნებისმიერი ტექნიკური საშუალება.

ნახ. 2.1

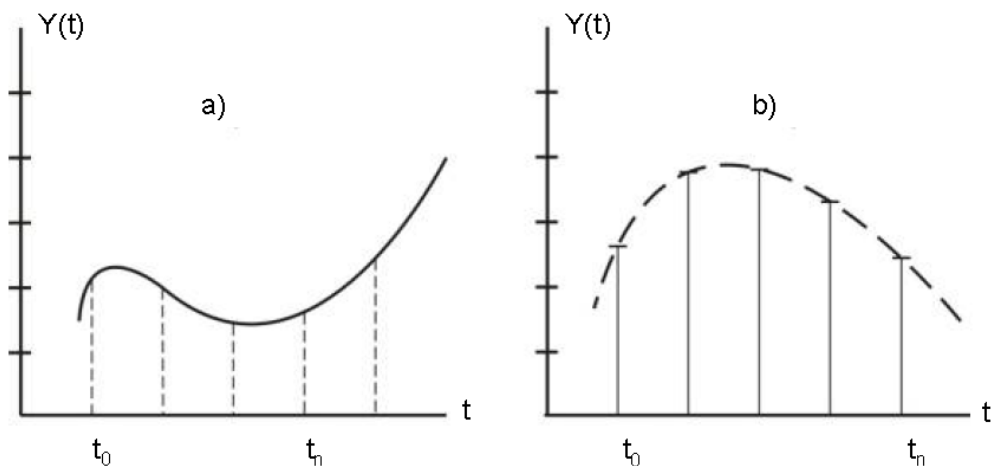


საზღვაო სემაფორი – ტექსტური შეტყობინების გადაცემის საშუალებაა.

ასო N ასო H ასო B

ზოგადათ, ინფორმაცია წარმოადგენს დროის ფუნქციას - $Y(t)$.

ნახ. 2.2



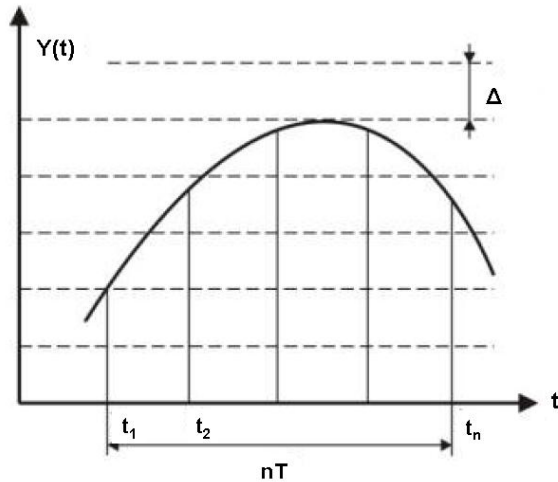
ა) უწყვეტი, ანალოგური სიგნალი.

ბ) დისკრეტული სიგნალი

ინფორმაციული გზავნილი შესაძლებელია იყოს **უწყვეტი** ან **დისკრეტული**. უწყვეტი, ანუ **ანალოგური** სიგნალი განსაზღვრულია დროის ნებისმიერი მომენტისათვის. დისკრეტული სიგნალის მნიშვნელობები განსაზღვრულია დროის დისკრეტულ მომენტებში. დისკრეტული სიგნალის მნიშვნელობები შესაძლებელია წარმოვადგინოთ რიცხვითი მნიშვნელობებით. დისკრეტული მნიშვნელობების ციფრული ფორმით წარმოდგენას ეწოდება **კოდირება**. კოდირების პროცედურა გულისხმობს სიგნალის არა მარტო დროის დისკრეტული

მნიშვნელობებით, არამედ თვით სიგნალის მნიშვნელობების ციფრული სახით წარმოდგენასაც. ე.წ. დისკრეტიზაციის ოპერაცია ემსახურება ამ მიზანს.

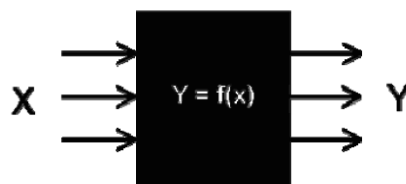
ნახ.2.3



დისკრეტიზაციის ოპერაცია

სიგნალის ცვლილების დიაპაზონი იყოფა K თანაბარ ნაწილად. დაყოფის ბიჯი Δ (Δ -დელტა ბერძნული ასოზგერა “დ”-ს დასახელება) საზომ ერთეულს წარმოადგენს. $K \cdot \Delta$ სიგნალის ცვლილების დიაპაზონს წარმოადგენს. დისკრეტიზაციის შედეგად სიგნალი რიცხვთა წყვილებით. წარმოგვიდგება დროის ყოველი t_i მომენტისათვის განსაზღვრული იქნება მნიშვნელობები Y_i .

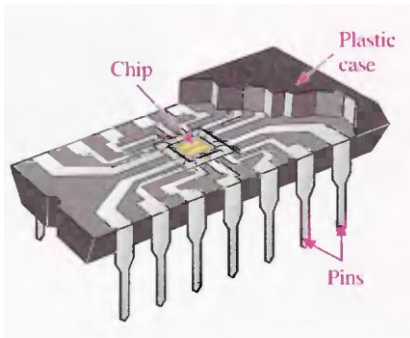
ელექტრონიკაში ხშირად იყენებენ ე.წ. “შავი ყუთის” ცნებას. ამ ცნებას გამოვიყენებთ ისეთი სქემის (ბლოკის) აღსანიშნავად, რომლის შინაგანი მოწყობილობა არ ვიცით, ან განხილვისას არ გვანტერესებს. სამაგიეროდ კარგად ვიცით მისი ფუნქციონალური დანიშნულება – ცნობილია მისი შესავალი ელექტროდების დანიშნულება და გამოსავალ ელექტროდებზე მიღებული შედეგი. უხეშად რომ ვთქვათ, შავი ყუთის სქემა აღიწერება ფუნქციონალური დამოკიდებულებით $y = f(x)$, სადაც y , x სიგნალებია ყუთის შესავალზე და გამოსავალზე.



შავი ყუთის მრავალი მაგალითის მოყვანა შეიძლება. ყოველდღიურ ცხოვრებაში ჩვენ ხშირად ვიყენებთ ნივთებს, რომელთა დანიშნულება ზუსტადაა ცნობილი, მაგრამ მათი შიდა კონსტრუქცია ჩვენთვის უცნობია, ან ინტერესს არ წარმოადგენს.

შესავალი კურსის ამ ეტაპზე მთელ რიგ მოწყობილობას ისე განვიხილავთ როგორც შავ ყუთს, რომელთა ფუნქციონალური დანიშნულება ზუსტად განსაზღვრულია.

ეს მოწყობილობები ქარხნულად მზადდება ელექტრონული მიკროსქემების, მიკროჩიპების სახით. მათ გააჩნიათ შესავალი ელექტროდები, რომლებზეც მიეწოდება შესავალი ინფორმაცია, და გამოსავალი ელექტროდები, რომლებზეც გამოდის მიკროჩიპის ფუნქციონალური დანიშნულებიდან გამომდინარე შედეგი. მუშაობის უზრუნველსაყოფად, ჩიპებს აუცილებლად მიეწოდებათ ელექტრული კვება. ჩიპების ელექტრული პარამეტრები ყოველთვის მისაწვდომია ქარხნული აღწერის (ინსტრუქციის სახით).



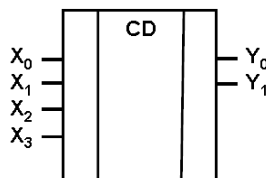
ჩიპები პლასტმასის ან კერამიკულ კორპუსში მოთავსებულ ნახევარგამტარის კრისტალებზე დამზადებული. მათი მიერთება ხდება ელექტროდების, pin-ების საშუალებით. როგორც ნახატიდან ჩანს, ამ ელექტრონული მოწყობილობების ძირითადი მოცულობა უკავია ელექტროდებს. ჩიპების აწყობის ტექნოლოგიის გამომგონებელს **ჯეკ კილბის** ნობელის პრემია მიენიჭა ფიზიკის დარგში. ეს ტექნოლოგია ნახევარგამტარების ფიზიკის მეტად საინტერესო და უაღრესად მნიშვნელოვანი დარგია. ამ ტექნოლოგიას იყენებს მთელი თანამედროვე ელექტრონიკა

პრაქტიკული მეცადინეობის პირველი თემის შინაარსიდან გამომდინარე, ბუნებრივია დავიწყოთ სპეციფიური შავი ყუთებით - ელექტრონული მოწყობილობებით, რომლებიც აკავშირებენ თვლის სისტემებს, ანუ გადაყავთ რიცხვები ერთი სისტემიდან მეორეში.

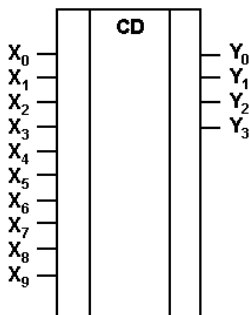
ელექტრონული მოწყობილობა **შიფრატორი**:

- **დანიშნულება** – გადაყავს ორობით სისტემაში ინფორმაცია, რომელიც ათობით სისტემაშია გამოსახული;
- **შესავალი**: მოწყობილობა შეიცავს რამდენიმე შესავალ ელექტროდს, თითოეულ ელექტროდს შეესაბამება ათობითი სისტემის ციფრი, ერთი ათობითი თანრიგის დაშიფრვისათვის შესავალი უნდა შეიცავდეს 10 ელექტროდს (0, 1, 2, 3, ...), შიფრირების დროს სათანადო რიცხვის ელექტროდზე მიეწოდება 1, დანარჩენ შესავალ ელექტროდებზე 0.
- **გამოსავალი**: გამოსავალი ელექტროდები შეესაბამებიან ორობითი სისტემის თანრიგებს, ორობითი რიცხვი გამოსავალზე შეესაბამება ათობითი რიცხვის სათანადო მნიშვნელობას შესავალზე.

ნახ. 24
შიფრატორი



X_3	X_2	X_1	X_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1



X_9	X_8	X_7	X_6	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	X_0	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0				
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0				
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0				
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0				
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

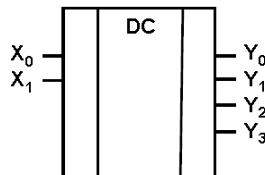
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა, შეავსეთ სხრილი

ელექტრონული მოწყობილობა დეშიფრატორი:

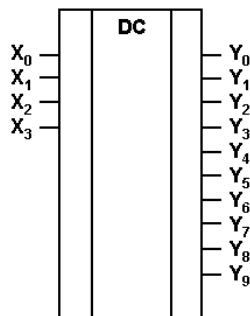
- **დანიშნულება** – გადაყავს ათობით სისტემაში ინფორმაცია, რომელიც ორობით სისტემაშია გამოსახული;
- **შესავალი:** მოწყობილობა შეიცავს რამდენიმე შესავალ ელექტროდს, თითოეულ ელექტროდს შეესაბამება ორობითი სისტემის თანრიგი, დეშიფრირების დროს სათანადო თანრიგების ელექტროდებზე მიეწოდება ორობითი რიცხვის შესაბამისი ინფორმაცია.
- **გამოსავალი:** ყოველი გამოსავალი ელექტროდი შეესაბამება ათობითი სისტემის ერთი თანრიგის რიცხვს.

ნახატ 2.5-ზე წარმოდგენილია დეშიფრატორი, რომელიც გარდაქმნის **ორთანრიგიან ორობით რიცხვებს** 00, 01, 10, 11 ათობით რიცხვში. ცხრილში წარმოდგენილია შესავლის ყველა შესაძლო მდგომარეობა და დეშიფრირების სათანადო შედეგი გამოსავალზე. თუ საჭიროა **ოთხთანრიგიანი ორობითი რიცხვის** დეშიფრირება, შესავალს ექნება **4 ელექტროდი**, ხოლო გამოსავალს 16, რადგან – მაგ., ორთანრიგიანი რიცხვის მაქსიმალურ მნიშვნელობას 1111 შეესაბამება 15 ათობითში.

ნახ. 2.5
დეშიფრატორი



X_1	X_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1



X_3	X_2	X_1	X_0	Y_9	Y_8	Y_7	Y_6	Y_5	Y_4	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
				0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
				0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
				0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
				0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
				0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
				0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
				0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
				1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა, შეავსეთ სხრილი

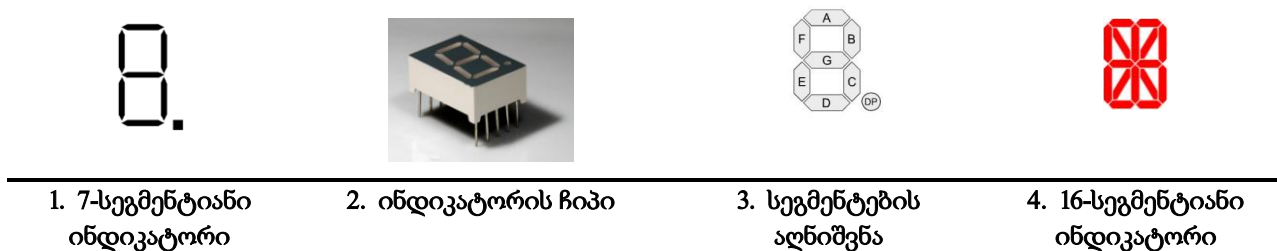
ზოგადად, შიფრატორები და დეშიფრატორები, ტექნიკური დანიშნულებიდან გამომდინარე, ნებისმიერ საჭირო კოდს გარდაქმნიან. მაგალითად, თუ საჭიროა ორობითი კოდის საბოლოოდ ათობით სისტემაში ვიზუალური გამოსახვა რაიმე სახის ინდიკაციის საშუალების გამოყენებით, დეშიფრატორი უნდა ქმნიდეს ისეთ კოდს, რომელიც ინდიკატორთან თანხვედნაშია.

რიცხვების გამოსახვის საშუალება - 7-სეგმენტური ინდიკატორი

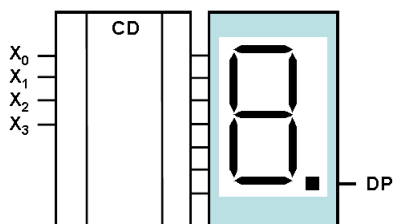
მრავალ საინფორმაციო სისტემაში გამოიყენება ე.წ. შვიდსეგმენტური გრაფიკული ინდიკატორი. ინდიკატორი შესდგება რვა მნათი ელემენტისაგან. ეს ე.წ. შუქდიოდებია,

რომლებიც გარდაქმნიან ელექტრულ დენს ნათებაში. ერთი თანრიგი წარმოდგენილია 7 ელემენტით, რომელთა პოზიცია განაპირობებს რიცხვს. თუ სეგმენტებს გადავნიშნავთ 1-დან 7-მდე, მაშინ სათანადო ელექტრული შიფრატორი გარდაქმნის ორობით ან ათობით კოდს “შვიდსეგმენტიანში”.

ნახ. 2.6



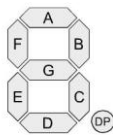
ნახ. 2.7



ორობითი კოდის 7-სეგმენტიანში შიფრატორი და ინდიკატორი. DP (Decimal Point) - რამდენიმე ინდიკატორის გამოყენების შემთხვევაში ათწილადების გამოყოფის წერტილის ჩართვის ელექტროდი.

სეგმენტებს ჩვეულებრივად აღნიშნავენ ასოებით. შევადგინოთ გარდაქმნის ცხრილი 2.1. წარმოვადგინოთ შესავალი კოდი ორობით სისტემაში. რადგან 7-სეგმენტიანი კოდი და ინდიკატორი იძლევიან საშუალებას გამოისახოს ასოები A, B, C, D, E, F, განვახორციელოთ ასოების კოდებიც. ინდიკატორის მიერ გამოსახული ასოები არ უნდა გვეშლებოდეს სეგმენტის აღმნიშვნელ ასოებში.

ცხრილი 2.1

სიმბოლო ინდიკატორზე	7-სეგმენტიანი შიფრატორის შესავალი ორობითი კოდი	 სეგმენტები ინდიკატორზე							
		A	B	C	D	E	F	G	DP
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
2	10	1	1	0	1	1	0	1	0
3	11	1	1	1	1	0	0	1	0
4	100								0
5	101								0
6	110								0
7	111								0
8	1000								0
9	1001								0
A	1010	1	1	1	0	1	1	0	0
B (b)	1011								0
C	1100								0
D (d)	1101								0
E	1110								0
F	1111								0
Decimal point		0	0	0	0	0	0	0	1

შიფრატორს და ინდიკატორს ერთად შეუძლიათ 16 სიმბოლოს გამოსახვა. ამგვარად, აღმოჩნდა, რომ 7-სეგმენტიანი ინდიკატორი **თექვსმეტობითი თვლის სისტემის** სიმბოლოების ასახვის საშუალებასაც იძლევა.

ზემოთ ნახატზე წარმოდგენილია აგრეთვე 16-სეგმენტიანი ინდიკატორი, რომელიც მთელ ლათინურ ალფავიტს ასახავს. მისი დეშიფრირების ცხრილი გაცილებით რთული იქნება. შემოღებული უნდა იყოს აგრეთვე კოდირებული ორობითი აღნიშვნა ასოებისათვის G–დან Z-მდე.

ინფორმაცია ელექტრონულ სისტემებში ყოველთვის გადაიცემა და მუშავდება ორობით სისტემაში. თექვსმეტობითი სისტემა ხშირად გამოიყენება ელექტრონიკის ტექნიკურ დოკუმენტაციაში მისამართების, ანუ ადრესაციის აღსანიშნავად. მაგალითად, მოცემულია ელექტრონული მეხსიერების მატრიცა, რომელიც შესდგება 256 უჯრედისაგან. მოხერხებულია მისი წარმოდგენა სტრიქონებად (16 სტრიქონი) და სვეტებად (16 სვეტი). თექვსმეტობითი ადრესაციის შემთხვევაში, ყოველი უჯრედის მისამართი წარმოდგენილი იქნება ორპოზიციანი კოდით (მაგალითები 1, 3; 5, A; A, F). თუ შევთანხმდებით, რომ მარცხენა სიმბოლო ჰორიზონტულ პოზიციას აღნიშნავს, ხოლო მარჯვენა ვერტიკალურს, ეს კომბინაციები მეხსიერების უჯრედის მდებარეობას განსაზღვრავენ. მატრიცის მართვის ბლოკის საშუალებით შეგვიძლია უჯრედში ჩავწეროთ ან უჯრედიდან წავიკითხოთ ინფორმაცია 1 ან 0 სახით.

ცხრილი 2.2

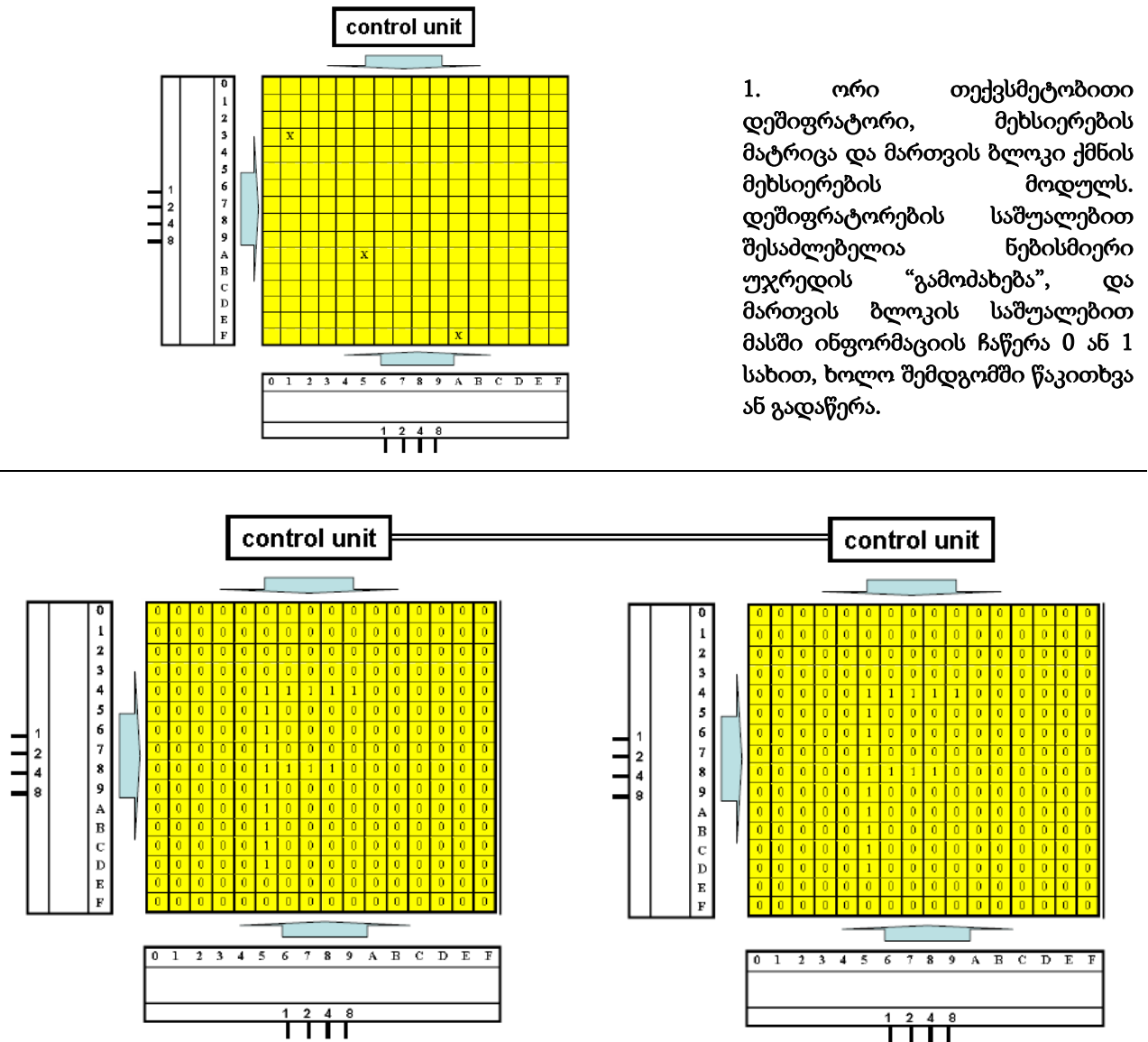
0																
1																
2																
3		X														
4																
5																
6																
7																
8																
9																
A						X										
B																
C																
D																
E																
F											X					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

ასეთი მატრიცული, ანუ ცხრილი სახით წარმოდგენა, თქვენთვის კარგადაა ცნობილი. ასეთი სახით ორგანიზებულია თანამედროვე სატელევიზიო სისტემები და კომპიუტერული მონიტორები. თითოეულ მნათ უჯრედს გააჩნია თავისი ორკოორდინატიანი მისამართი და სისტემა მიმართავს და მართავს ამ უჯრედის ნათებას ეკრანზე გამოყვანის გამოსახულებასთან შესაბამისობაში.

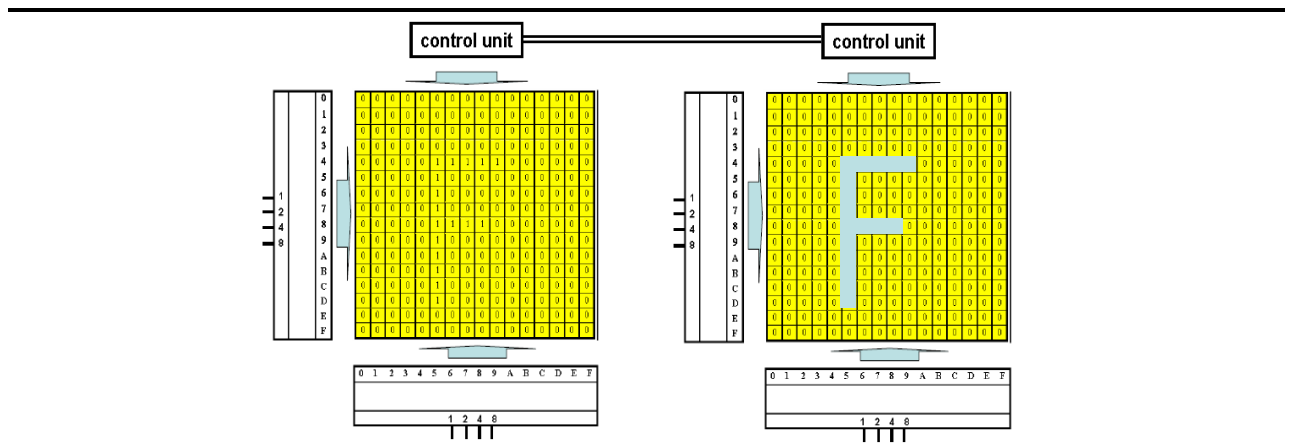
ასეთივე ორგანიზაცია გამოყენებულია ციფრულ სატელევიზიო და ფოტო კამერებში, თუმცა ინფორმაციის წაკითხვის წესი შეიძლება განსხვავდებოდეს: ხშირ შემთხვევაში ინფორმაცია თანმიმდევრულად იკითხება სვეტების ან სტრიქონების გასწვრივ. ასე წაკითხული სატელევიზიო ან ფოტო კადრი მიიღებს დროში მკაცრად ორგანიზებული სიგნალების თანმიმდევრობას, რომელიც შესაძლებელია გადაიცეს

სხვადასხვა საშუალებებით, აღდგენილიქნას გამოსახულების სახით, ამ გადაყვანილიქნას რიცხვებში და დამახსოვრდეს ელექტრონულ მეხსიერებაში.

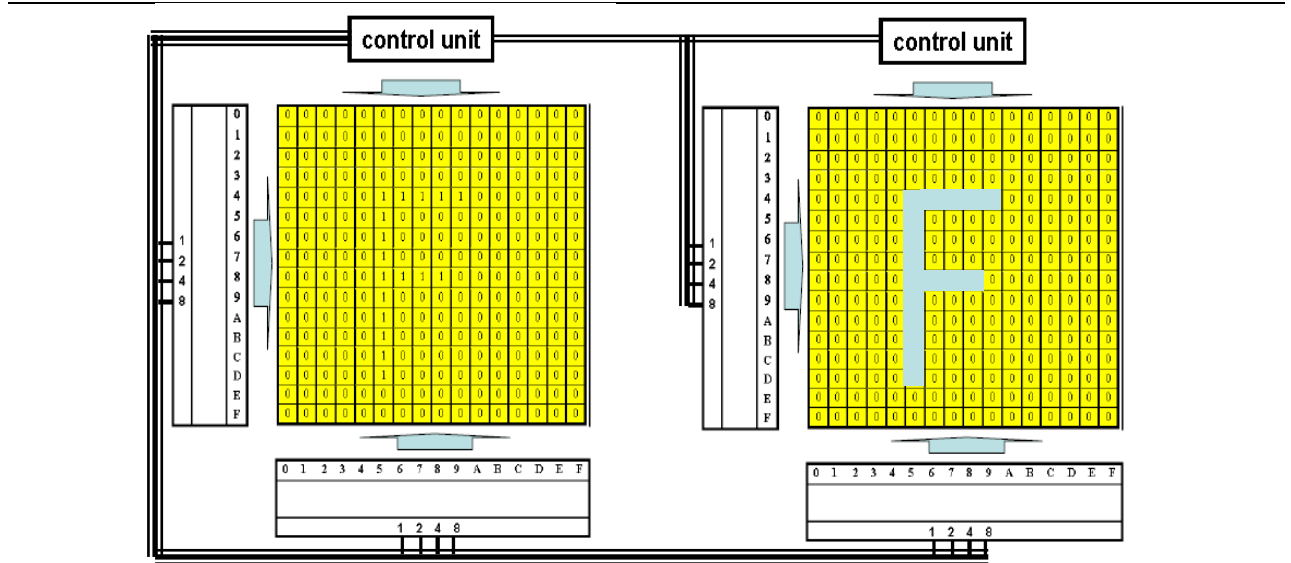
ნახ. 2.8



2. ინფორმაციის გაცვლის მიზნით შესაძლებელია ორი ან რამდენიმე მოდულის ერთმანეთთან დაკავშირება. წარმოდგენილ შემთხვევაში ინფორმაცია მატრიცაში ისეა განლაგებული, რომ ერთიანების განლაგება ქმნის ასი F-ის კონფიგურაციას. თუ მეორე მატრიცის უჯრედების მაგივრათ გვექნება რაიმე მოწყობილობები, რომლებიც ცვლიან თავის ფიზიკურ მდგომარეობას მიწოდებული ბიტის მდგომარეობის შესაბამისად (მაგალითად ინთება ან ქრება ნათურა), გვექნება გრაფიკული სიმბოლოების ასახვის საშუალება. დააკვირდით ნოლებისა და ერთიანების განლაგებას მარცხენა და მარჯვენა მატრიცებში. იგი იდენტურია, მაგრამ მეხსიერებაში ეს იქნება ერთიანის შესაბამისი ძაბვა, ხოლო მარჯვენა მატრიცაში, თუ საინდიკაციო ტაბლოზეა საუბარი, - ანთებული ნათურა ან შუქდიოდი.



3. გრაფიკული სიმბოლოების ასახვის სისტემის ელემენტები.



4. გრაფიკული სიმბოლოების ასახვის სისტემა. ელემენტების სათანადო ელექტრული დაკავშირებით მიიღება სრული ხელსაწყო, რომელიც უნდა იმართებოდეს ერთერთი საკონტროლო ბლოკით და ინფორმაციის კოდირების და სისტემის მართვის რაიმე ტექნიკური საშუალებით.

დღეისათვის კოდირების ერთერთი ყველაზე თვალსაჩინო და ფართოთ გავრცელებული საშუალებაა - პერსონალური კომპიუტერის კლავიატურა. ადვილი მისახვედრია, რომ თითოეულ ღილაკს შეესაბამება სათანადო კოდი, რომელიც აღიქმება კომპიუტერის მიერ როგორც შესავალი კოდი, და გადამუშავების შემდეგ გამოჩნდება მონიტორზე გრაფიკული სიმბოლოს სახით. ფუნქციონალური ღილაკები აგრეთვე აგზავნიან კომპიუტერში სათანადო კოდს, რომელიც იწვევს გარკვეული ოპერაციის შესრულებას.

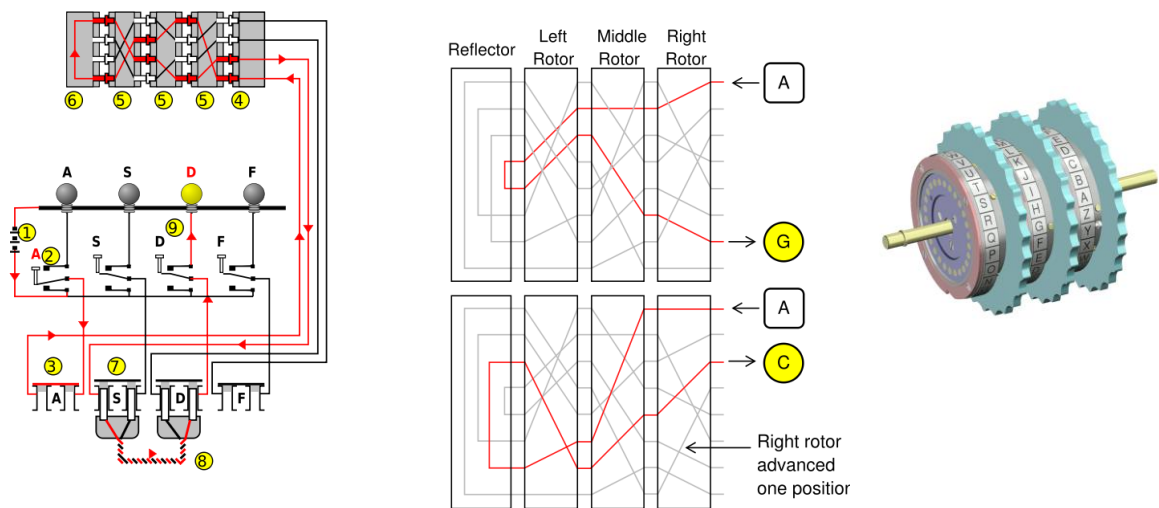
~	!	@	#	\$	%	^	&	*	(	)	{	}	←
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	[	]		Backspace
Tab	←	"	<	>	P	Y	F	G	C	R	L	?	+
		;	,	.								/	=
Caps Lock		O	E	U	I	D	H	T	N	S			Enter
Shift	:	Q	J	K	X	B	M	W	V	Z			Shift
	;												
Ctrl	Win Key	Alt								Alt Gr	Win Key	Menu	Ctrl

თუ გავიხსენებთ შავი ყუთის ცნებას, კომპიუტერი წარმოგვიდგება როგორც თვით შავი ყუთი, კლავიატურა - როგორც შესავალი სიგნალების **გენერატორი**, ხოლო მონიტორზე ასახული ინფორმაცია და ფუნქციონალური დილაკებით ინიცირებული ყველა ფუნქცია წარმოგვიდგება შავი ყუთის “პასუხის” სახით. კომპიუტერის მთელი ელექტრონული სისტემა, ოპერაციული სისტემა და პროგრამული ნაწილი, ეს ყველაფერი ერთად - შავი ყუთის “შიგნული” იქნება, რომელიც უზრუნველყოფს $y = f(x)$ ფუნქციის შესრულებას.

პრაქტიკული მეცადინეობის შემდგომ თემებში ჩვენ თანმიმდევრულად “გავხსნით” და “დავშლით” კომპიუტერს - როგორც შავ ყუთს, შემადგენელ ნაწილებად.

აღსანიშნავია, რომ კოდირებული ორობითი (ან სხვანაირი) აღნიშვნების ცხრილი ასოებისათვის უნდა იყოს მიღებული როგორც საინჟინრო სტანდარტი, რათა სხვადასხვა ადგილას წარმოებული საინფორმაციო სისტემები ერთმანეთთან თავსებადი იყოს. მაგრამ, სხვადასხვა შემთხვევაში ასეთი ცხრილი წარმოადგენს სიტყვიერი ინფორმაციის გასაიდუმლოების ცხრილს, რომელიც ხშირ შემთხვევაში სხვადასხვა ხერხებით სპეციალურად რთულდება ინფორმაციის დასაცავად. კლოდ შერონმა ინფორმაციის დაცვის და კოდების გახსნის საშუალებების მათემატიკური კვლევა მეორე მსოფლიო ომის დროს დაიწყო აშშ სამხედრო დეპარტამენტის დაკვეთით. მისი ფუნდამენტალური კვლევები გასაიდუმლოებული იყო და ინფორმაციის სრული თეორიის სახით, გამოქვეყნდა ათამდე პუბლიკაციაში ომის შემდგომ პერიოდში. მეორე მსოფლიო ომის დროს შექმნილი იყო შიფრირების და დეშიფრირების ელექტრომექანიკური მანქანები. ერთერთი მადგანი, ცნობილი სახელწოდებით ENIGMA, კრიფტოგრაფიის საინჟინრო ყზრუნველყოფის მთელ ეპოქას წარმოადგენს. მათემატიკური თვალსაზრისით, ინფორმაცია თანმიმდევრულად გარდაიქმნებოდა რამდენიმე ცხრილით, რომელთა შეცვლის მრავალი ვარიანტი არსებობდა. ეს “ცხრილები” მექანიკური 3 ან 4 როტორის სახით იყო განხორციელებული. როტორების ერთმანეთის მიმართ მობრუნებით და ფიქსირებით იცვლებოდა კოდირების კომბინაცია – იცვლებოდა და ფიქსირდებოდა ელექტრული წრედების მრავალი კომბინაცია, რომლის მეშვეობით ყოველი შესავალი ასო გარდაიქმნებოდა გამოსავალ კოდირებულ ასოთ.

ნახ. 2.9



1. მოწყობილობის
ელექტრომექანიკური სქემა

2. ელექტრული წრედების
კომბინაციები

3. საკონტაქტო როტორები

დანართი 2.1

დანართში წარმოდგენილია რამდენიმე პოპულარული ინტეგრალური მიკრისქემა, რომელიც ასრულებს ორობითი კოდიდან ათობითში დეშიფრირების ფუნქციას და 7-სეგმენტური ინდიკატორის მართვას.



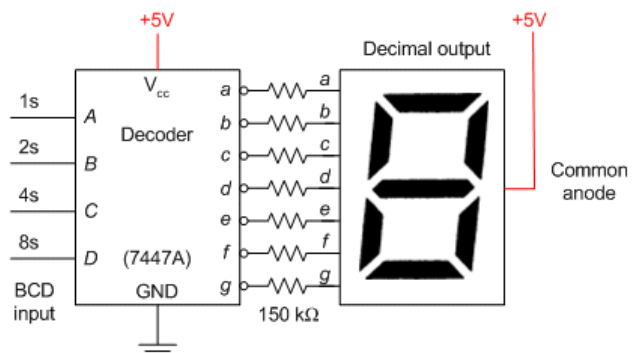
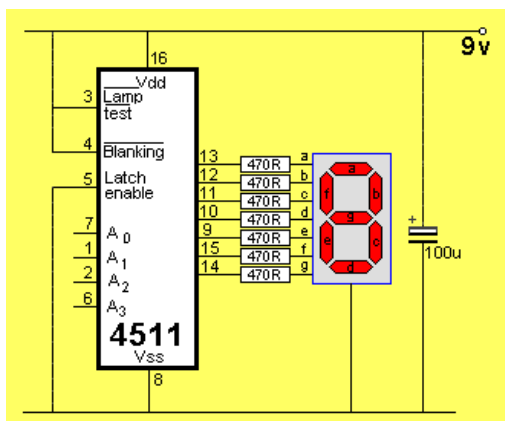
მიკროსქემები 4028 და 7442 ასრულებენ დეშიფრირების ფუნქციას. მათი ელექტრული პარამეტრები განსხვავდება ერთმანეთისაგან, მაგრამ ფუნქციე ერთი დაიგივება. როგორც წესი, ჩიპების პასპორტებში მოცემულია მათი ჩართვის სქემა და ყველა ტექნიკური მახასიათებელი. არავითარ პრობლემას არ წარმოადგენს მიკროსქემის ჩართვა ფუნქციის დემონსტრირების რეჟიმში.

ამ მისამართზე - <https://www.youtube.com/watch?v=hSUz57pdqAw> , შეგიძლიათ ნახოთ ასეთი დემონსტრაცია. შესავალზე ჩართულია ცვალეზადი ორობითი კოდი, ანუ ჩიპს მიეწოდება ცვალეზადი ორობითი რიცხვი. გამოსავალ ელექტროდებზე რიგრიგობით ირთვებიან შუქდიოდები. ანთება ხდება შესავალი კოდის (რიცხვის) შესაბამისად. გაითვალისწინეთ, შუქდიოდების ჩართვა ელექტრონულ სქემაში ყოველთვის ხდება ე.წ. დამცავო რეზისტორის გამოყენებით. შუქდიოდის გამართული მუშაობისათვის, მათ ყოველთვის ვაწვდით განსაზღვრული სიდიდით დენს. ეს სიდიდე უზრუნველყოფილია ამ რეზისტორით. რეზისტორის გარეშე ჩართვისას შუქდიოდი გამოდის მწყობრიდან.

7-სეგმენტური ინდიკატორების სამართავად პოპულარულია 4511 და 7447 ინტეგრალური მიკროსქემების გამოყენება. ჩიპების ამ კოდებს ყოველთვის ახლავს რამდენიმე ასო, რომელიც აღნიშნავს მათ კლასს დამზადების ტექნოლოგიის და ელექტრული პარამეტრების თვალსაზრისით.



ნახატებზე ნაჩვენებია ჩართვის სქემები. სქემები და ელექტრული მახასიათებლები მოყვანილია პასპორტებში და ადვილად იძებნება ინტერნეტით. სქემების აქყობისას ყოველთვის მიმართეთ ელექტრონული კომპონენტების პასპორტებს. შემთხვევით აღებულ სქემაში შეიძლება იყოს შეცდომა. მაგალითად 7447 ჩიპის ჩართვაში აშკარა შეცდომაა: დამცავი რეზისტორების სიდიდე 1000 ჯერ აღემატება საჭირო მნიშვნელობას. დამცავი რეზისტორები რამდენიმე ასეული ომის რიგისაა და არა კილომეგის რიგის.



ამ მისამართზე <https://www.youtube.com/watch?v=RjN8ea5iyOw> შეგიძლიათ ნახოთ გაკვეთილი, რომელშიც გარჩეულია ინდიკატორის ჩართვა.