

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

به نام خدا

گزارش کار پروژه VENDING MACHINE

درس سیستم های دیجیتال

نام استاد: دکتر مهدی دلربایی

ارائه دهنده: فرید رئیسی

شماره دانشجویی: 40005273

فهرست:

- توضیحات ابتدایی
- مدار شکلات 20 سنتی
- مدار شکلات 45 سنتی
- بخش ورودی
- بخش کلاک
- بخش باقی مانده

توضیحات ابتدایی:

در این پروژه طراحی به صورت ماژولار انجام شده است

به این صورت که یک بخش برای انتخاب **شکلات 20 سنتی**، یک بخش برای **شکلات 45 سنتی** انتخاب شده است و برای هر کدام مدار جداگانه ای طراحی شده و نمودار و دیاگرام حالت خود را دارند.

همچنین یک بخش برای **محاسبه باقی مانده** طراحی شده است که برای عملکرد منتظر خروجی مدار های مذکور میماند.

جمع بندی:

- مدار شکلات 20 سنتی
- مدار شکلات 45 سنتی
- مدار محاسبه باقی مانده پول
- کلاک ها

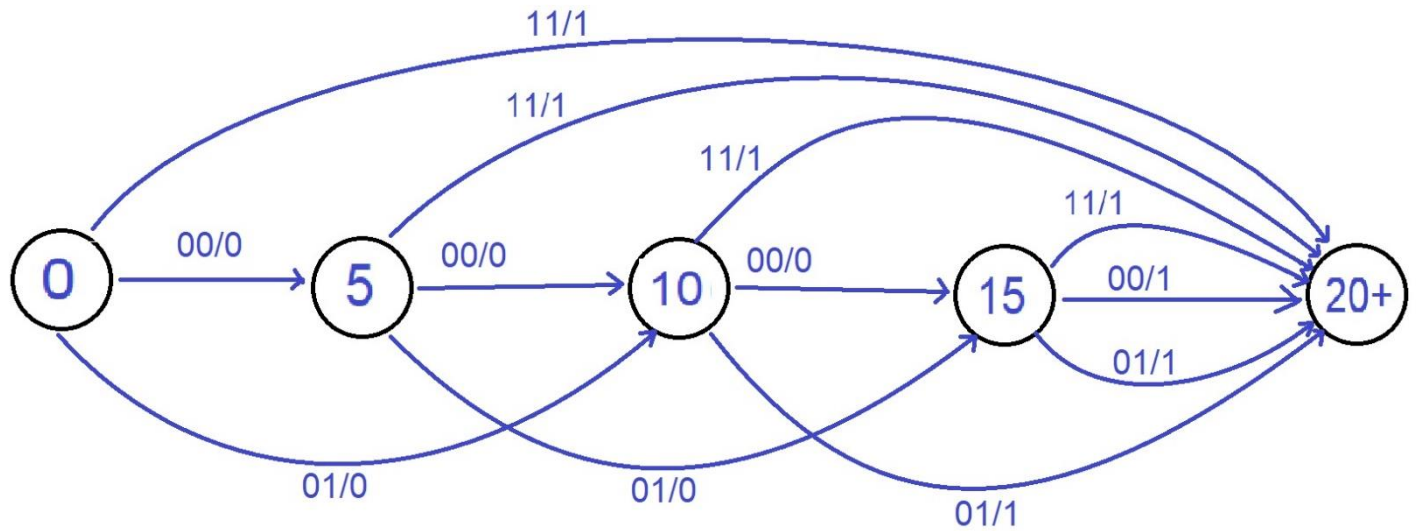
کار مدار های شکلات 45 سنتی و 20 سنتی این است که برای ماشین مشخص کنند که آیا تعداد سکه های ورودی برای خرید شکلات کافی است یا نه، به این صورت که **اگر مقدار پول کافی بود مقدار یک و اگر کافی نبود مقدار صفر** را به خروجی می دهد.

توضیحاتی برای بهینه سازی:

در ابتدا برای ساده تر شدن جدول کارنو، بجای در نظر گرفتن سکه های 25، 10 و 5 از مفهوم نوع سکه استفاده شده و بجای 1 بیت از دو بیت بهره گرفته شده است به این صورت که:

- 00 → نوع صفرم → 5
- 01 → نوع یکم → 10
- 11 → نوع دوم → 25

حال به بررسی بخش خای مختلف پروژه میپردازیم مدار شکلات 20 سنتی:



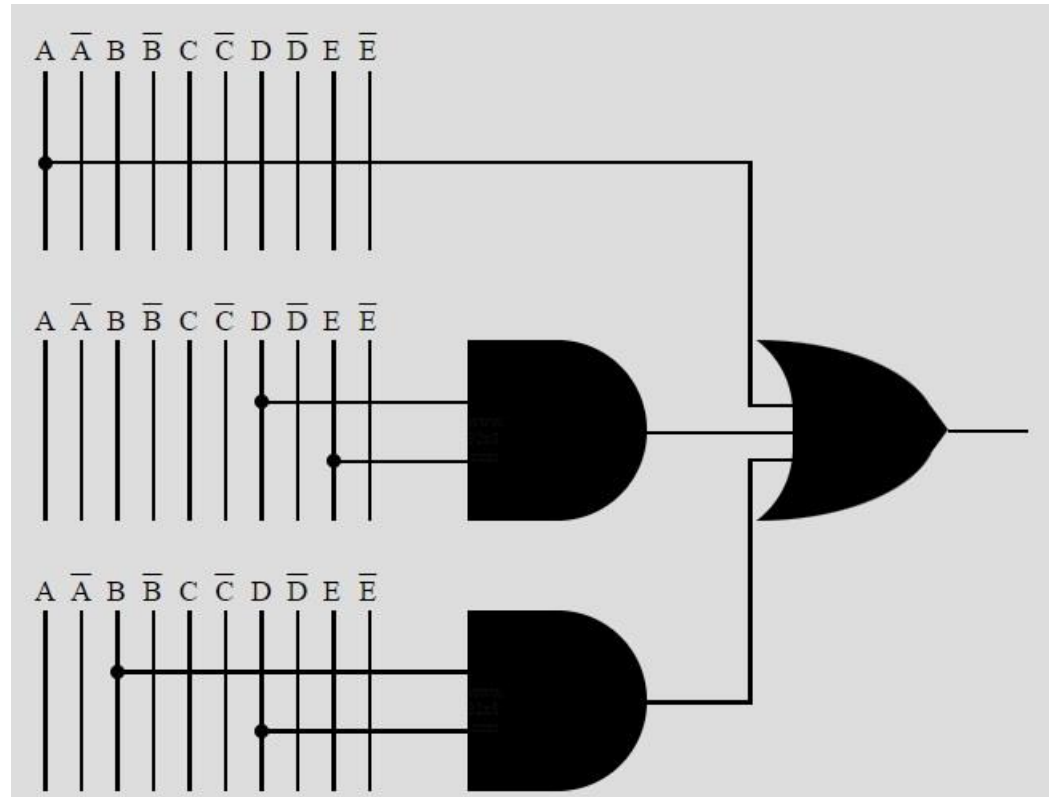
ورودی ها حالات فعلی حالات بعدی خروجی

A	B	S_0	S_1	S_2	S_0^+	S_1^+	S_2^+	Z
0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	1	0	1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1

حال جداول کارنو به ازای بیت های $S0+$, $S1+$, $S2+$, Z

- $Y = S0+$
- $C = S0$
- $D = S1$
- $E = S2$

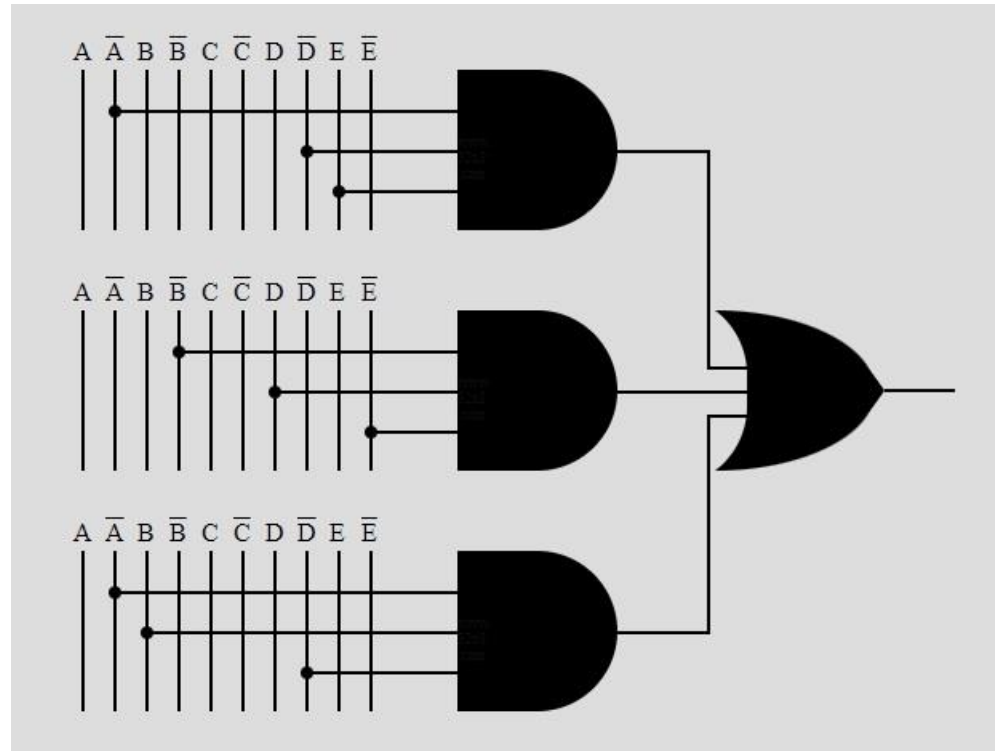
	A	B	C	D	E	Y
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	1	1
4	0	0	1	0	0	x
5	0	0	1	0	1	x
6	0	0	1	1	0	x
7	0	0	1	1	1	x
8	0	1	0	0	0	0
9	0	1	0	0	1	0
10	0	1	0	1	0	1
11	0	1	0	1	1	1
12	0	1	1	0	0	x
13	0	1	1	0	1	x
14	0	1	1	1	0	x
15	0	1	1	1	1	x
16	1	0	0	0	0	x
17	1	0	0	0	1	x
18	1	0	0	1	0	x
19	1	0	0	1	1	x
20	1	0	1	0	0	x
21	1	0	1	0	1	x
22	1	0	1	1	0	x
23	1	0	1	1	1	x
24	1	1	0	0	0	1
25	1	1	0	0	1	1
26	1	1	0	1	0	1
27	1	1	0	1	1	1
28	1	1	1	0	0	x
29	1	1	1	0	1	x
30	1	1	1	1	0	x
31	1	1	1	1	1	x



توجه داشته باشید که در جدول $Z = S0+$ پس دیگر لازم نیست برای Z کارنوی جداگانه بکشیم

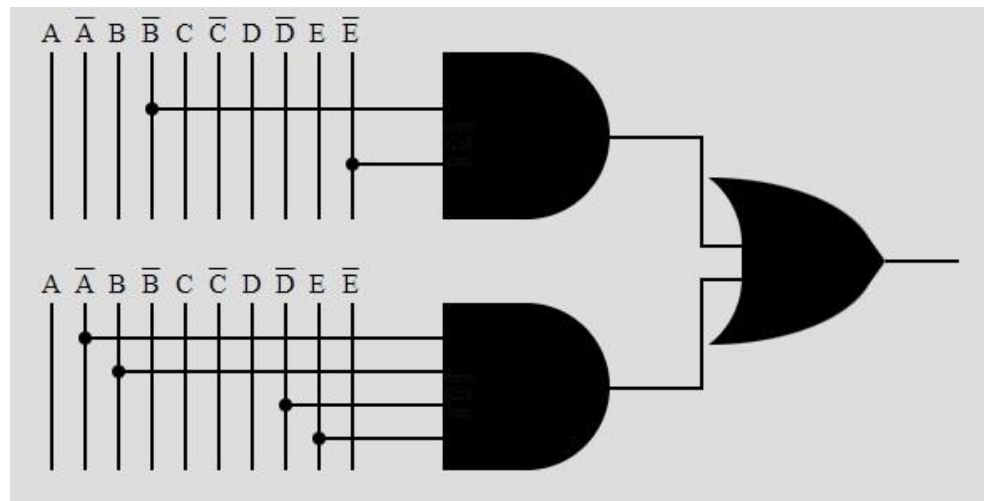
- $Y = S1 +$
- $C = S0$
- $D = S1$
- $E = S2$

	A	B	C	D	E	Y
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	1	0
4	0	0	1	0	0	x
5	0	0	1	0	1	x
6	0	0	1	1	0	x
7	0	0	1	1	1	x
8	0	1	0	0	0	1
9	0	1	0	0	1	1
10	0	1	0	1	0	0
11	0	1	0	1	1	0
12	0	1	1	0	0	x
13	0	1	1	0	1	x
14	0	1	1	1	0	x
15	0	1	1	1	1	x
16	1	0	0	0	0	x
17	1	0	0	0	1	x
18	1	0	0	1	0	x
19	1	0	0	1	1	x
20	1	0	1	0	0	x
21	1	0	1	0	1	x
22	1	0	1	1	0	x
23	1	0	1	1	1	x
24	1	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1	0
26	1	1	0	1	0	0
27	1	1	0	1	1	0
28	1	1	1	0	0	x
29	1	1	1	0	1	x
30	1	1	1	1	0	x
31	1	1	1	1	1	x

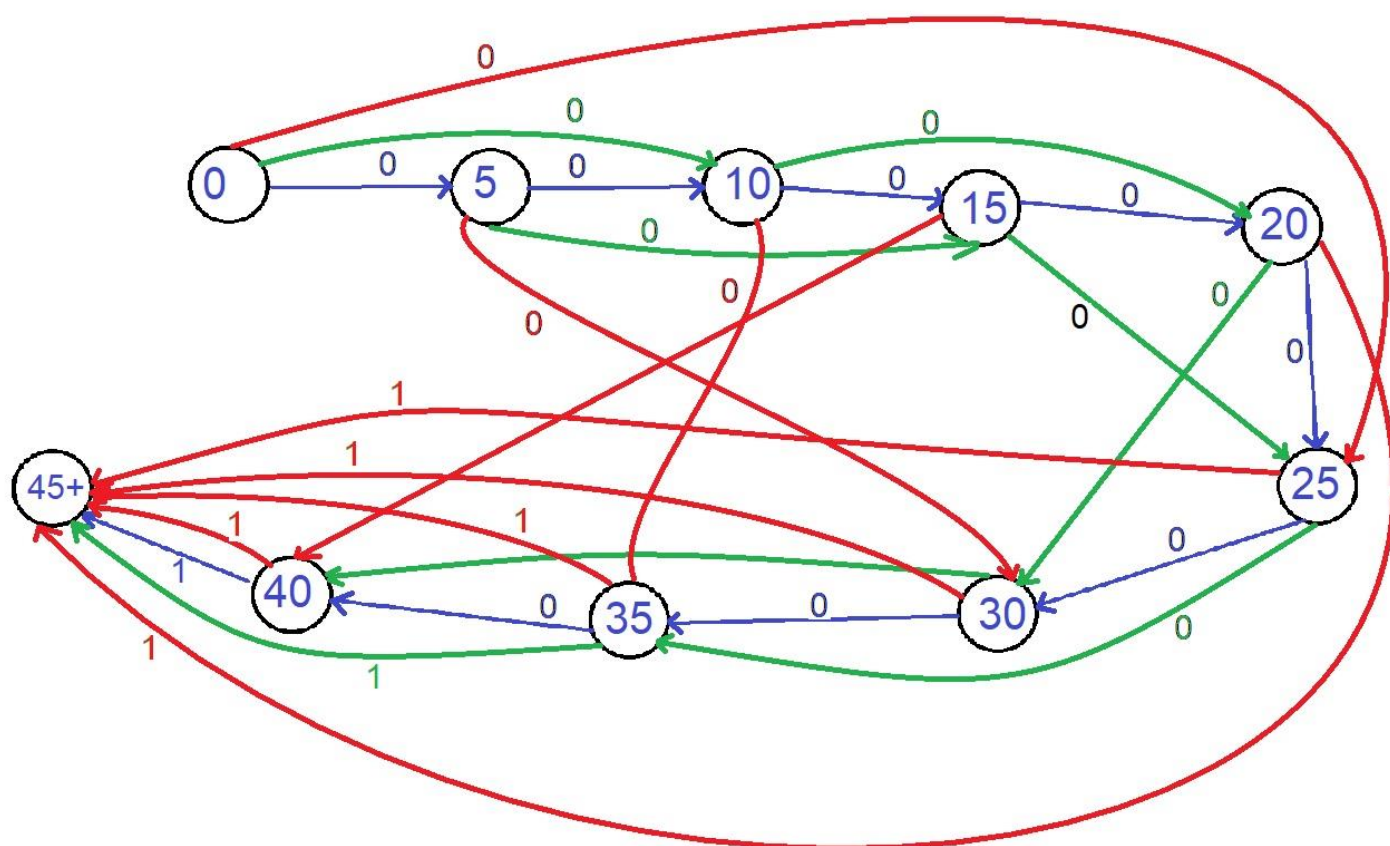


- $Y = S2+$
- $C = S0$
- $D = S1$
- $E = S2$

	A	B	C	D	E	Y
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	1	0
4	0	0	1	0	0	x
5	0	0	1	0	1	x
6	0	0	1	1	0	x
7	0	0	1	1	1	x
8	0	1	0	0	0	0
9	0	1	0	0	1	1
10	0	1	0	1	0	0
11	0	1	0	1	1	0
12	0	1	1	0	0	x
13	0	1	1	0	1	x
14	0	1	1	1	0	x
15	0	1	1	1	1	x
16	1	0	0	0	0	x
17	1	0	0	0	1	x
18	1	0	0	1	0	x
19	1	0	0	1	1	x
20	1	0	1	0	0	x
21	1	0	1	0	1	x
22	1	0	1	1	0	x
23	1	0	1	1	1	x
24	1	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1	0
26	1	1	0	1	0	0
27	1	1	0	1	1	0
28	1	1	1	0	0	x
29	1	1	1	0	1	x
30	1	1	1	1	0	x
31	1	1	1	1	1	x



مدار شکلات 45 سنتی:



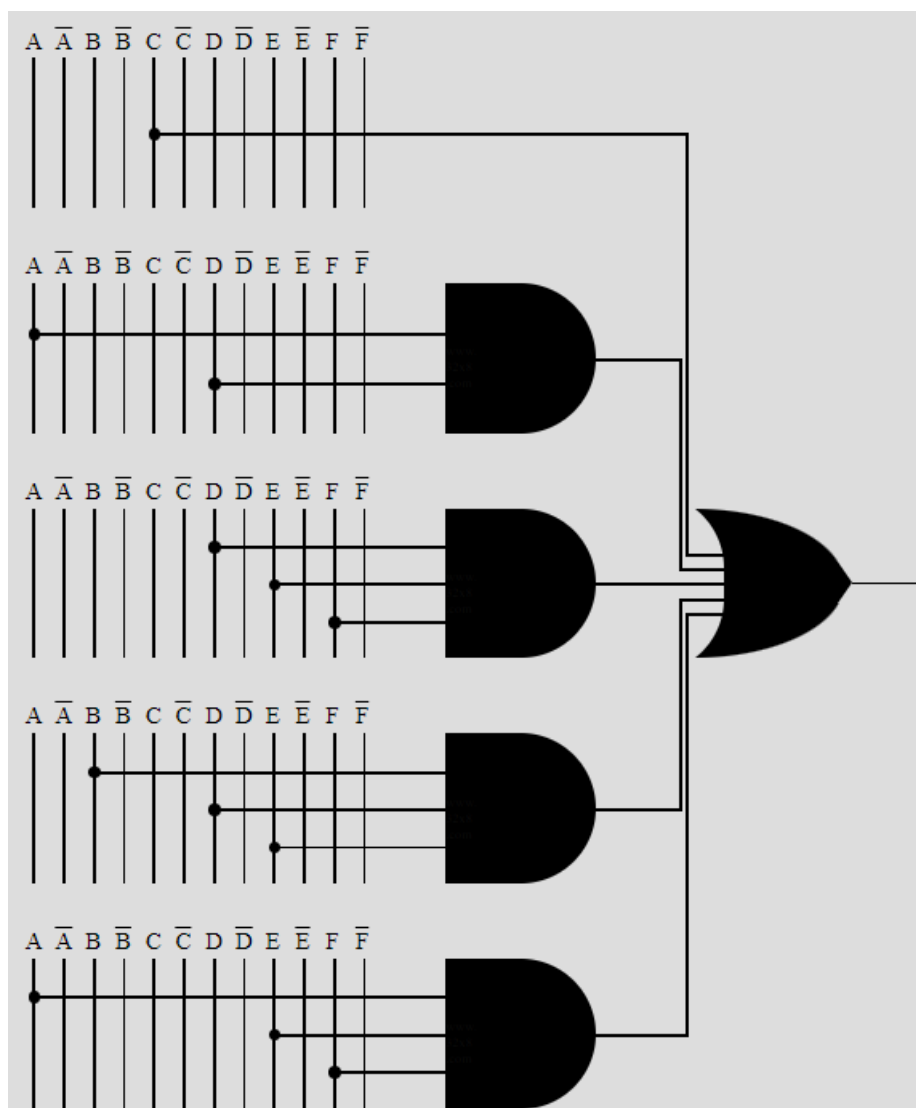
آبی → 00

سبز → 01

قرمز → 11

	A	B	C	D	E	F	Y
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	1	1	0
4	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	1	0
6	0	0	0	1	1	0	0
7	0	0	0	1	1	1	1
8	0	0	1	0	0	0	1
9	0	0	1	0	0	1	x
10	0	0	1	0	1	0	x
11	0	0	1	0	1	1	x
12	0	0	1	1	0	0	x
13	0	0	1	1	0	1	x
14	0	0	1	1	1	0	x
15	0	0	1	1	1	1	x
16	0	1	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	1	0
18	0	1	0	0	1	0	0
19	0	1	0	0	1	1	0
20	0	1	0	1	0	0	0
21	0	1	0	1	0	1	0
22	0	1	0	1	1	0	1
23	0	1	0	1	1	1	1
24	0	1	1	0	0	0	1
25	0	1	1	0	0	1	x
26	0	1	1	0	1	0	x
27	0	1	1	0	1	1	x
28	0	1	1	1	0	0	x
29	0	1	1	1	0	1	x
30	0	1	1	1	1	0	x
31	0	1	1	1	1	1	x
32	1	0	0	0	0	0	x
33	1	0	0	0	0	1	x
34	1	0	0	0	1	0	x
35	1	0	0	0	1	1	x
36	1	0	0	1	0	0	x
37	1	0	0	1	0	1	x
38	1	0	0	1	1	0	x
39	1	0	0	1	1	1	x
40	1	0	1	0	0	0	x
41	1	0	1	0	0	1	x
42	1	0	1	0	1	0	x
43	1	0	1	0	1	1	x
44	1	0	1	1	0	0	x
45	1	0	1	1	0	1	x
46	1	0	1	1	1	0	x
47	1	0	1	1	1	1	x
48	1	1	0	0	0	0	0
49	1	1	0	0	0	1	0
50	1	1	0	0	1	0	0
51	1	1	0	0	1	1	1
52	1	1	0	1	0	0	1
53	1	1	0	1	0	1	1
54	1	1	0	1	1	0	1
55	1	1	0	1	1	1	1
56	1	1	1	0	0	0	1
57	1	1	1	0	0	1	x
58	1	1	1	0	1	0	x
59	1	1	1	0	1	1	x
60	1	1	1	1	0	0	x
61	1	1	1	1	0	1	x
62	1	1	1	1	1	0	x
63	1	1	1	1	1	1	x

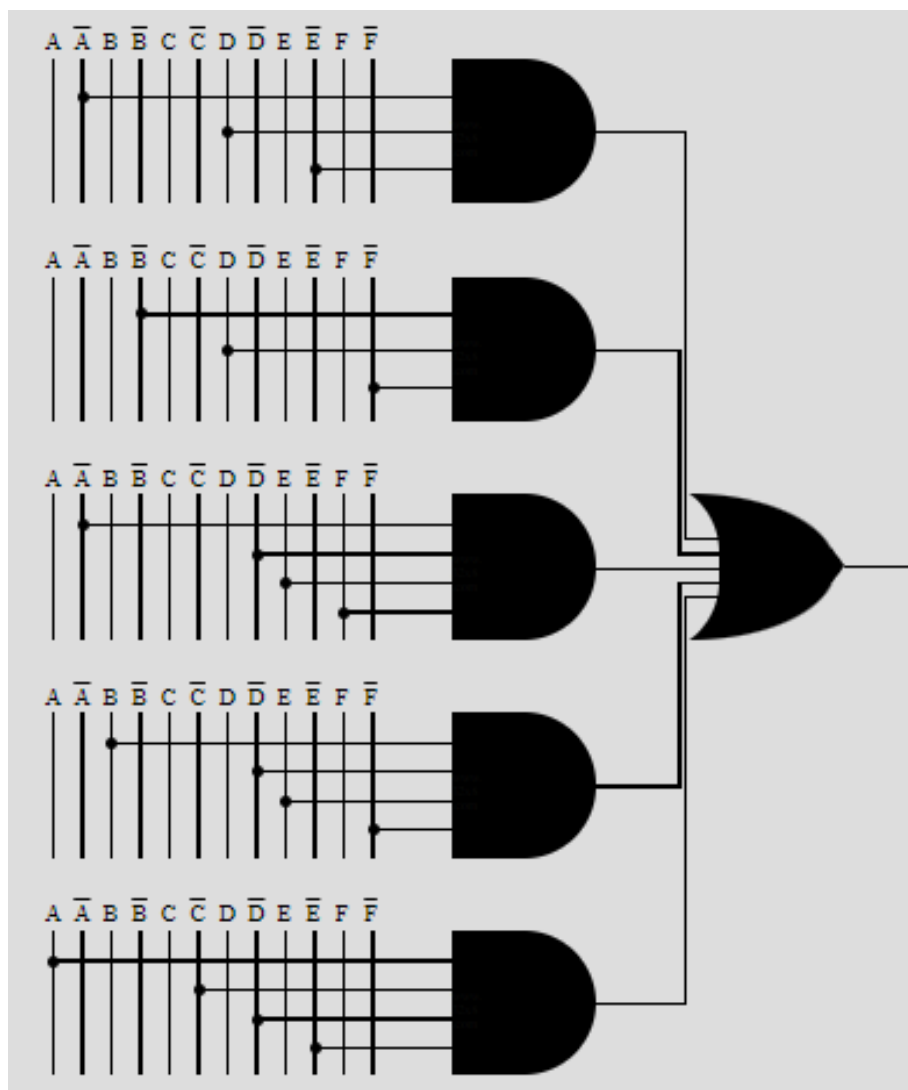
- $Y = S0+$
- $C = S0$
- $D = S1$
- $E = S2$
- $F = S3$



توجه: با نگاه به جدول متوجه شدیم که $Z = S0+ \text{ AND } S3+$ و نیازی به کارنو نیست

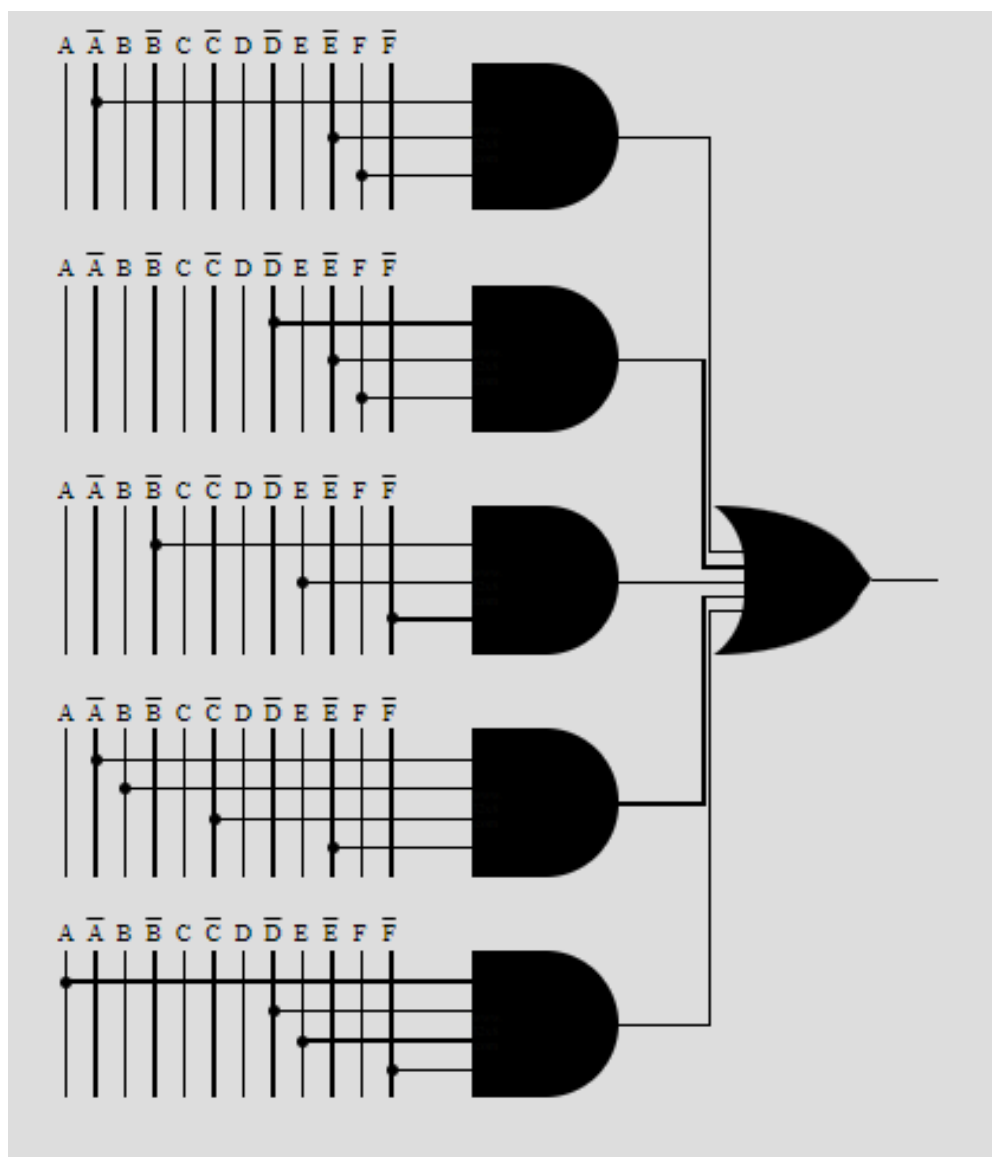
	A	B	C	D	E	F	Y
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	1	1	1
4	0	0	0	1	0	0	1
5	0	0	0	1	0	1	1
6	0	0	0	1	1	0	1
7	0	0	0	1	1	1	0
8	0	0	1	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0	1	x
10	0	0	1	0	1	0	x
11	0	0	1	0	1	1	x
12	0	0	1	1	0	0	x
13	0	0	1	1	0	1	x
14	0	0	1	1	1	0	x
15	0	0	1	1	1	1	x
16	0	1	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	1	0
18	0	1	0	0	1	0	1
19	0	1	0	0	1	1	1
20	0	1	0	1	0	0	1
21	0	1	0	1	0	1	1
22	0	1	0	1	1	0	0
23	0	1	0	1	1	1	0
24	0	1	1	0	0	0	0
25	0	1	1	0	0	1	x
26	0	1	1	0	1	0	x
27	0	1	1	0	1	1	x
28	0	1	1	1	0	0	x
29	0	1	1	1	0	1	x
30	0	1	1	1	1	0	x
31	0	1	1	1	1	1	x
32	1	0	0	0	0	0	x
33	1	0	0	0	0	0	1
34	1	0	0	0	1	0	x
35	1	0	0	0	1	1	x
36	1	0	0	1	0	0	x
37	1	0	0	1	0	1	x
38	1	0	0	1	1	0	x
39	1	0	0	1	1	1	x
40	1	0	1	0	0	0	x
41	1	0	1	0	0	1	x
42	1	0	1	0	1	0	x
43	1	0	1	0	1	1	x
44	1	0	1	1	0	0	x
45	1	0	1	1	0	1	x
46	1	0	1	1	1	0	x
47	1	0	1	1	1	1	x
48	1	1	0	0	0	0	1
49	1	1	0	0	0	1	1
50	1	1	0	0	1	0	1
51	1	1	0	0	1	1	0
52	1	1	0	1	0	0	0
53	1	1	0	1	0	1	0
54	1	1	0	1	1	0	0
55	1	1	0	1	1	1	0
56	1	1	1	0	0	0	0
57	1	1	1	0	0	1	x
58	1	1	1	0	1	0	x
59	1	1	1	0	1	1	x
60	1	1	1	1	0	0	x
61	1	1	1	1	0	1	x
62	1	1	1	1	1	0	x
63	1	1	1	1	1	1	x

- $Y = S1 +$
- $C = S0$
- $D = S1$
- $E = S2$
- $F = S3$



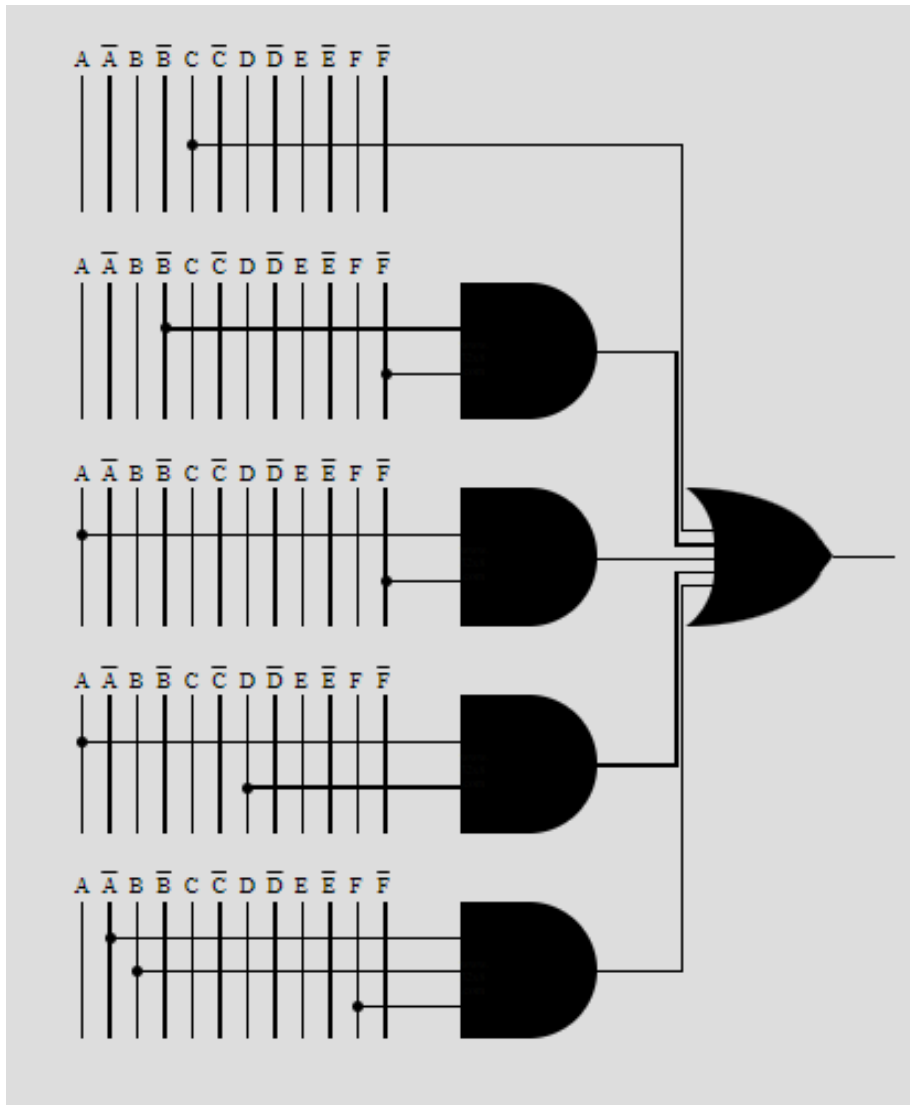
	A	B	C	D	E	F	Y
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1	0	1
3	0	0	0	0	1	1	0
4	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	1	1
6	0	0	0	1	1	0	1
7	0	0	0	1	1	1	0
8	0	0	1	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0	1	x
10	0	0	1	0	1	0	x
11	0	0	1	0	1	1	x
12	0	0	1	1	0	0	x
13	0	0	1	1	0	1	x
14	0	0	1	1	1	0	x
15	0	0	1	1	1	1	x
16	0	1	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	0	1	1
18	0	1	0	0	1	0	0
19	0	1	0	0	1	1	0
20	0	1	0	1	0	0	1
21	0	1	0	1	0	1	1
22	0	1	0	1	1	0	0
23	0	1	0	1	1	1	0
24	0	1	1	0	0	0	0
25	0	1	1	0	0	1	x
26	0	1	1	0	1	0	x
27	0	1	1	0	1	1	x
28	0	1	1	1	0	0	x
29	0	1	1	1	0	1	x
30	0	1	1	1	1	0	x
31	0	1	1	1	1	1	x
32	1	0	0	0	0	0	x
33	1	0	0	0	0	1	x
34	1	0	0	0	1	0	x
35	1	0	0	0	1	1	x
36	1	0	0	1	0	0	x
37	1	0	0	1	0	1	x
38	1	0	0	1	1	0	x
39	1	0	0	1	1	1	x
40	1	0	1	0	0	0	x
41	1	0	1	0	0	1	x
42	1	0	1	0	1	0	x
43	1	0	1	0	1	1	x
44	1	0	1	1	0	0	x
45	1	0	1	1	0	1	x
46	1	0	1	1	1	0	x
47	1	0	1	1	1	1	x
48	1	1	0	0	0	0	0
49	1	1	0	0	0	1	1
50	1	1	0	0	1	0	1
51	1	1	0	0	1	1	0
52	1	1	0	1	0	0	0
53	1	1	0	1	0	1	0
54	1	1	0	1	1	0	0
55	1	1	0	1	1	1	0
56	1	1	1	0	0	0	0
57	1	1	1	0	0	1	x
58	1	1	1	0	1	0	x
59	1	1	1	0	1	1	x
60	1	1	1	1	0	0	x
61	1	1	1	1	0	1	x
62	1	1	1	1	1	0	x
63	1	1	1	1	1	1	x

- $Y = S2+$
- $C = S0$
- $D = S1$
- $E = S2$
- $F = S3$



	A	B	C	D	E	F	Y
0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	1	0	1
3	0	0	0	0	1	1	0
4	0	0	0	1	0	0	1
5	0	0	0	1	0	1	0
6	0	0	0	1	1	0	1
7	0	0	0	1	1	1	0
8	0	0	1	0	0	0	1
9	0	0	1	0	0	1	x
10	0	0	1	0	1	0	x
11	0	0	1	0	1	1	x
12	0	0	1	1	0	0	x
13	0	0	1	1	0	1	x
14	0	0	1	1	1	0	x
15	0	0	1	1	1	1	x
16	0	1	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	1	1
18	0	1	0	0	1	0	0
19	0	1	0	0	1	1	1
20	0	1	0	1	0	0	0
21	0	1	0	1	0	1	1
22	0	1	0	1	1	0	0
23	0	1	0	1	1	1	1
24	0	1	1	0	0	0	1
25	0	1	1	0	0	1	x
26	0	1	1	0	1	0	x
27	0	1	1	0	1	1	x
28	0	1	1	1	0	0	x
29	0	1	1	1	0	1	x
30	0	1	1	1	1	0	x
31	0	1	1	1	1	1	x
32	1	0	0	0	0	0	x
33	1	0	0	0	0	1	x
34	1	0	0	0	1	0	x
35	1	0	0	0	1	1	x
36	1	0	0	1	0	0	x
37	1	0	0	1	0	1	x
38	1	0	0	1	1	0	x
39	1	0	0	1	1	1	x
40	1	0	1	0	0	0	x
41	1	0	1	0	0	1	x
42	1	0	1	0	1	0	x
43	1	0	1	0	1	1	x
44	1	0	1	1	0	0	x
45	1	0	1	1	0	1	x
46	1	0	1	1	1	0	x
47	1	0	1	1	1	1	x
48	1	1	0	0	0	0	1
49	1	1	0	0	0	1	0
50	1	1	0	0	1	0	1
51	1	1	0	0	1	1	0
52	1	1	0	1	0	0	1
53	1	1	0	1	0	1	1
54	1	1	0	1	1	0	1
55	1	1	0	1	1	1	1
56	1	1	1	0	0	0	1
57	1	1	1	0	0	1	x
58	1	1	1	0	1	0	x
59	1	1	1	0	1	1	x
60	1	1	1	1	0	0	x
61	1	1	1	1	0	1	x
62	1	1	1	1	1	0	x
63	1	1	1	1	1	1	x

- $Y = S3+$
- $C = S0$
- $D = S1$
- $E = S2$
- $F = S3$



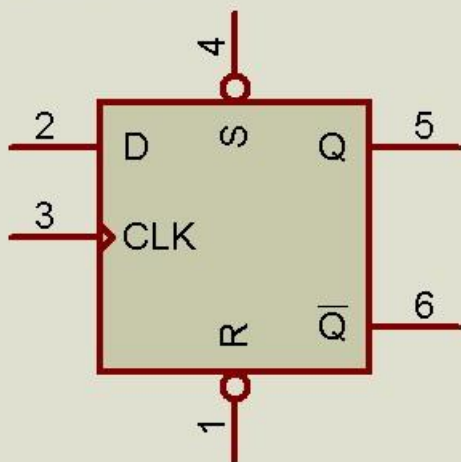
چون در روابط (مدار اولی)

قطعات

برای طراحی این مدار از **D FLIP FLOP** استفاده می کنیم به دلیل اینکه تنها فلیپ فلاپی است که ستون اضافه برای جدول کارنو نمیخواهد.

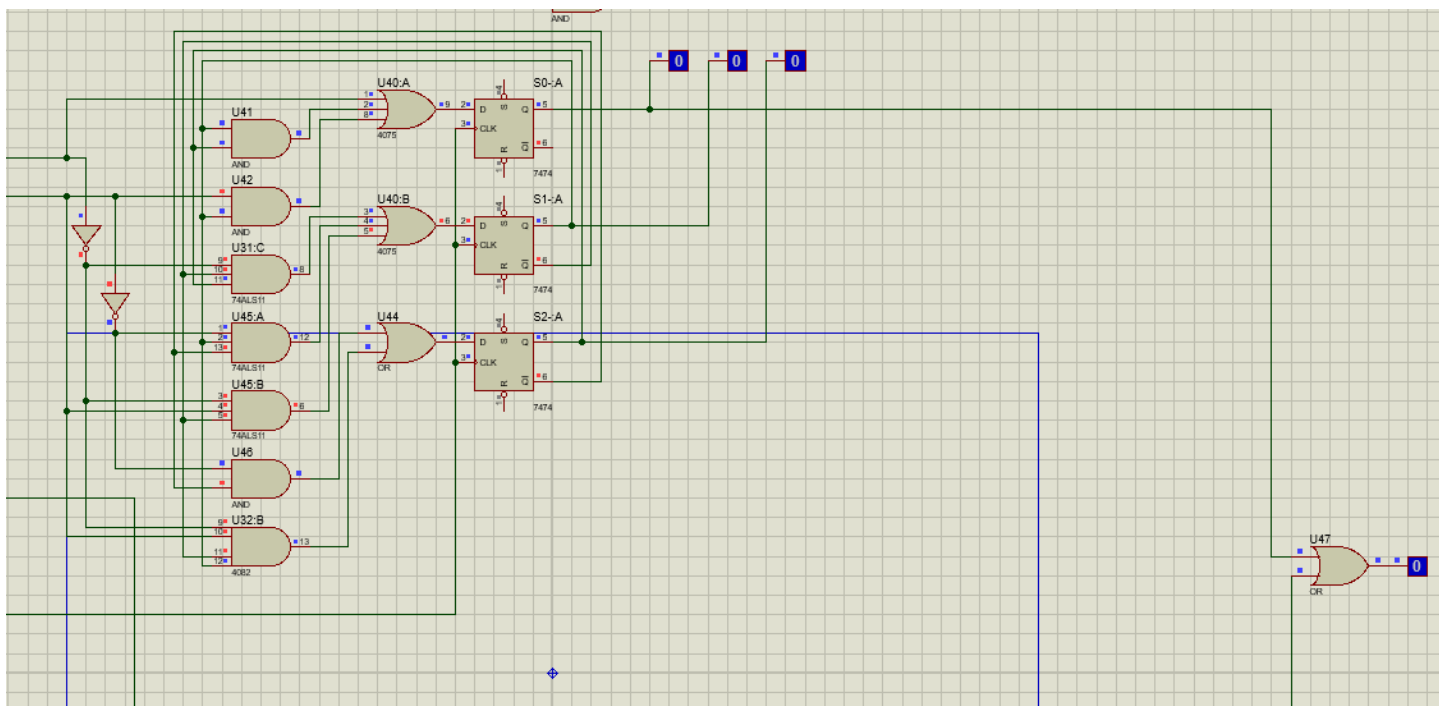
D FLIP FLOP در پروتئوس به صورت رو به رو بنام IC 7474 است.

Schematic Model [74xx74.MDF]

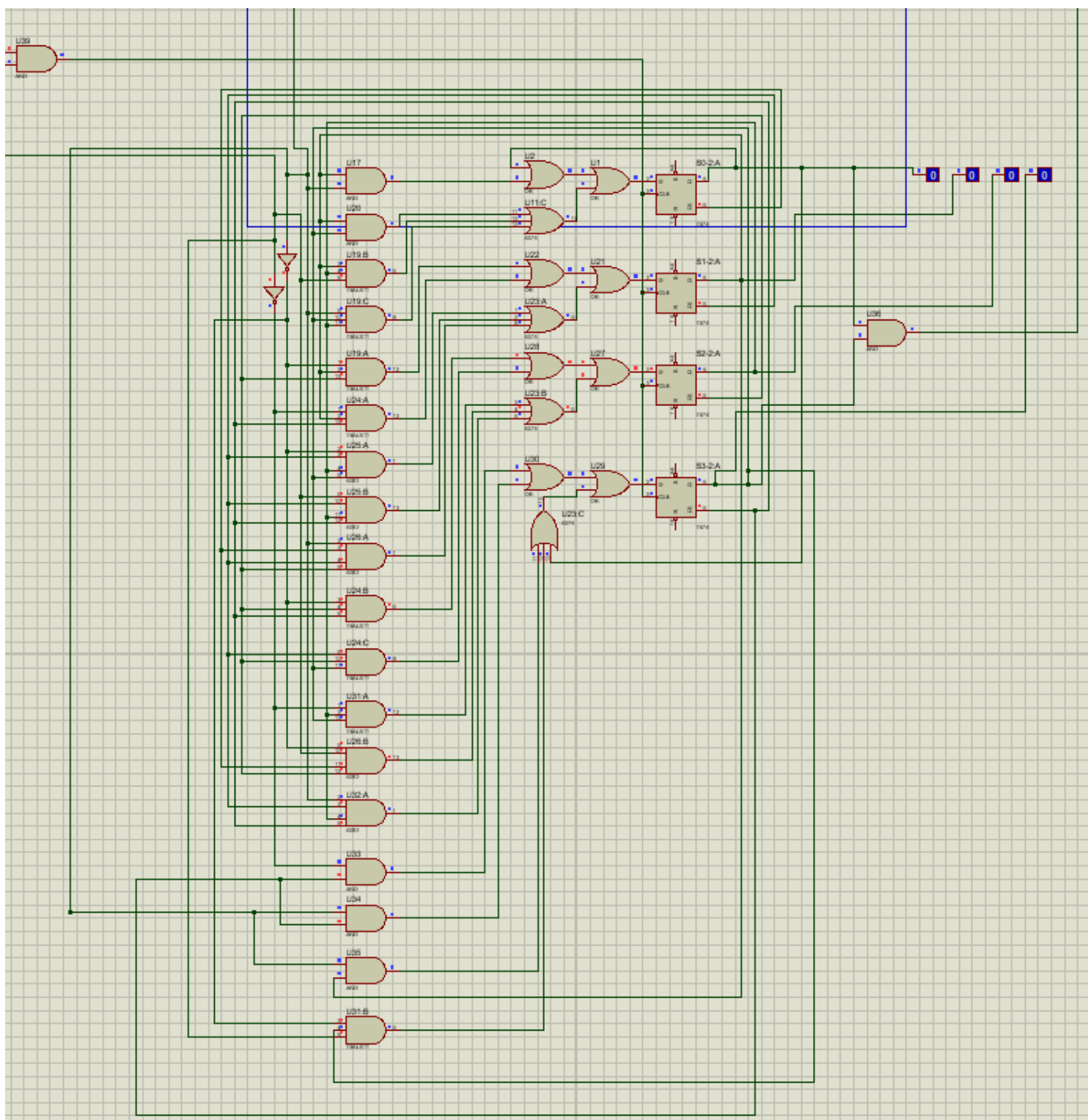


مدار بخش شکلات 20 سنتی طراحی شده طبق مدار های بالا در پروتئوس

سه خروجی برای مشخص کردن استتیت مدار و یک بیت خروجی که با خروجی بخش سکه 45 بیتی OR شده است + دو ورودی مشخص کننده نوع سکه



مدار بخش شکلات 45 سنتی که از 4 خروجی برای معلوم بودن حالت مدار،

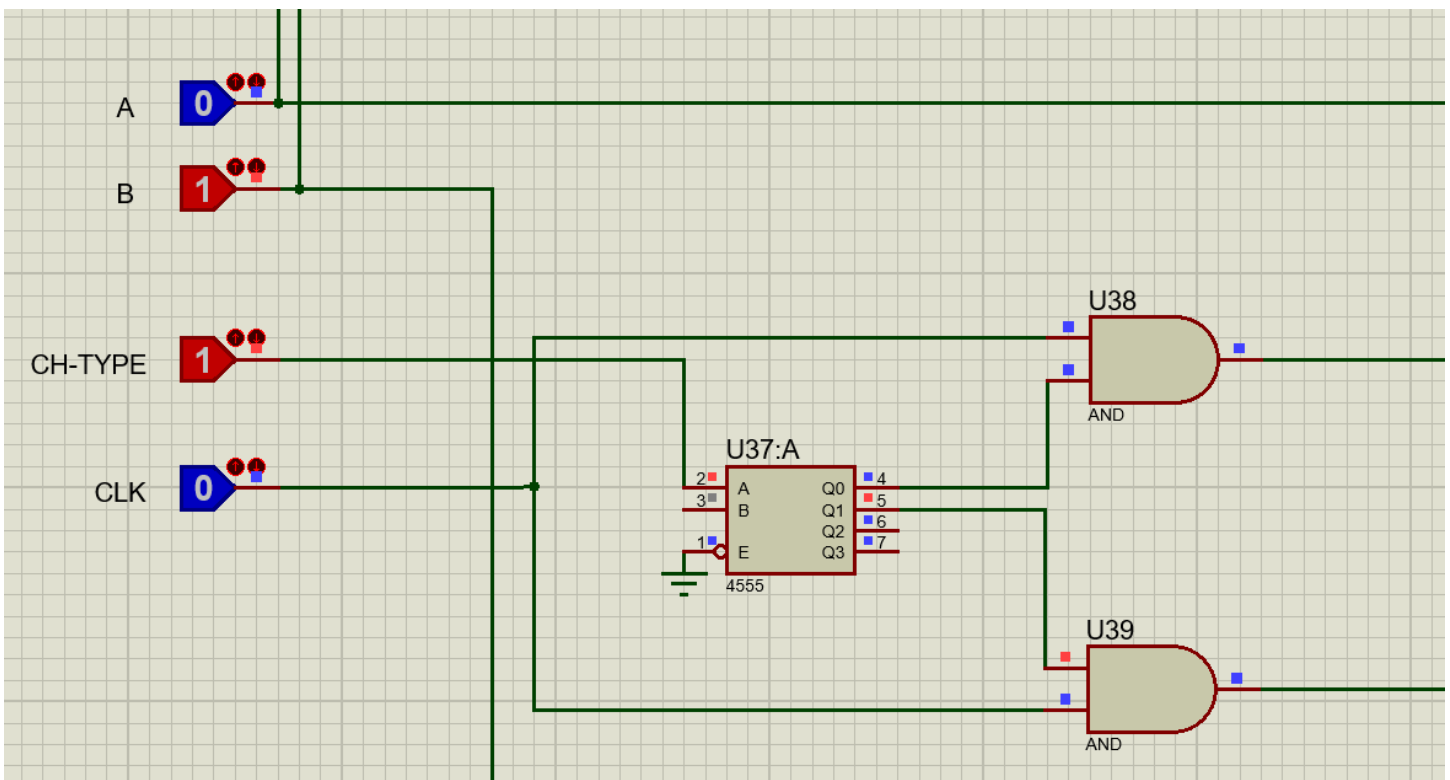


دو ورودی و یک خروجی OR شده با بخش شکلات 20 سنتی تشکیل شده است.

ورودی مدار

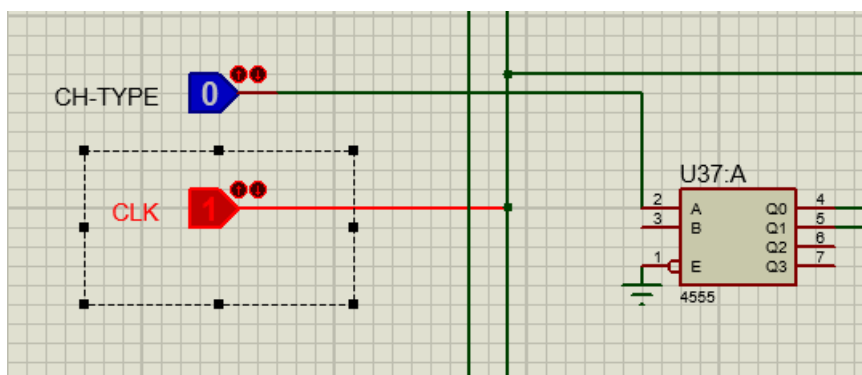
از یک دیکودر برای انتخاب قیمت شکلات تشکیل شده است به صورتی که مدار شکلات 20 سنتی $\rightarrow 0$ و مدار شکلات 45 سنتی $\rightarrow 1$ و نتیجه این دیکودر با کلاک اصلی مدار که به صورت دستی به صورت یک LOGIC STATE وارد میشود OR شده و بعد به کلاک فلیپ فلاپ ها وارد میشود.

A و B نیز به عنوان ورودی برای نوع سکه هستند که به هر دو مدار وصل اند ولی بیت CH-TYPE و CLK و در کل کلاک فلیپ فلاپ ها تعیین میکنند که کدام مدار کار کند.

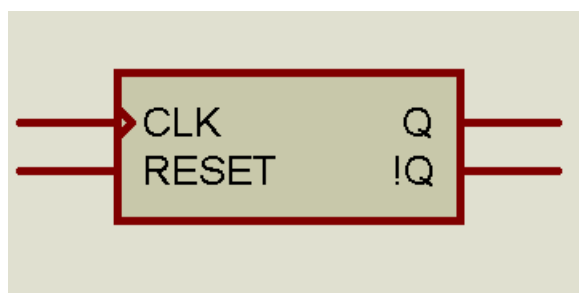


کلاک ها

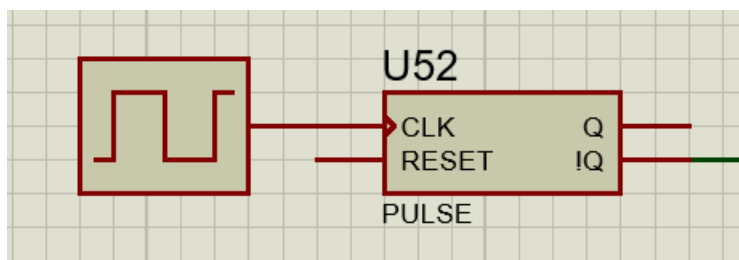
یک ورودی به عنوان متغیر به عنوان کلاک اصلی مدار که با دو بار کلیک مدار را به مرحله بعد میبرد.



کلاک برای reset شدن مدار بعد از 20 ثانیه

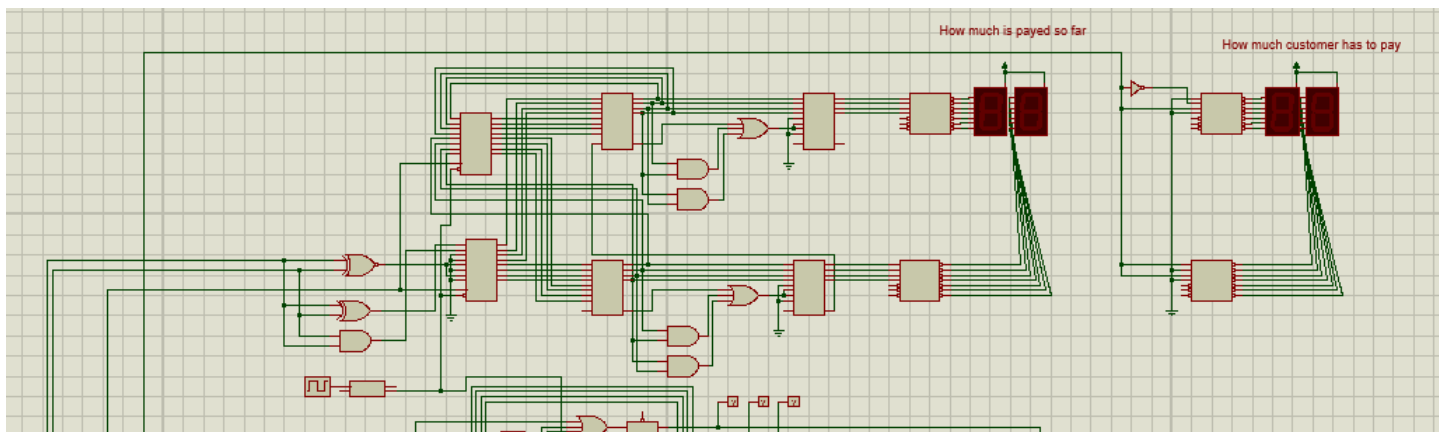


از **pulse generator** در پروتئوس حساس به لبه بالا استفاده میکنیم و المان کلاک در پروتئوس را به آن وصل میکنیم و مقدار آن را 0.05 hz میگذاریم تا هر 20 ثانیه یک پالس به reset فلیپ فلاپ ها و register ها بدهد و مدار ریست شود



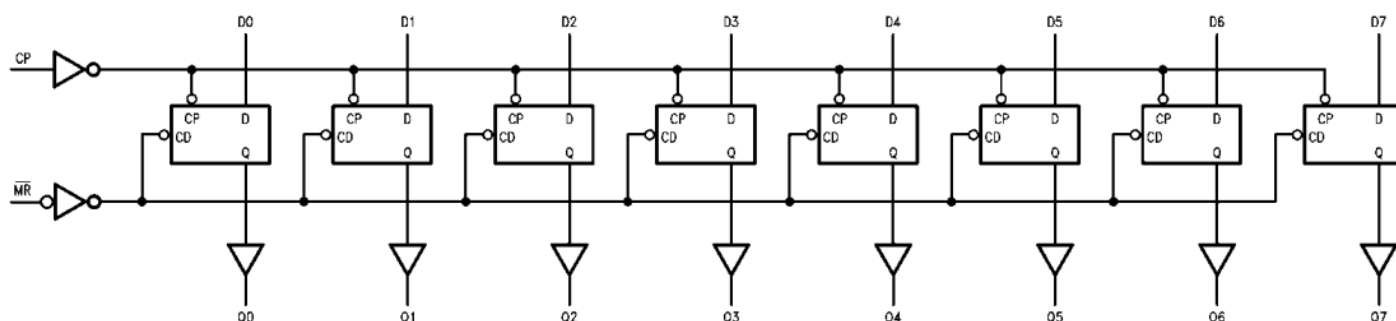
بخش باقی مانده

REGISTER(ثبات)



کار ثبات این است که بیت ها را (در این مدار 8 بیت) ذخیره میکند

Logic Diagram



و این کار را با هر کلاک با استفاده از 8 D Flip Flop انجام میدهد

مدار به این صورت است که

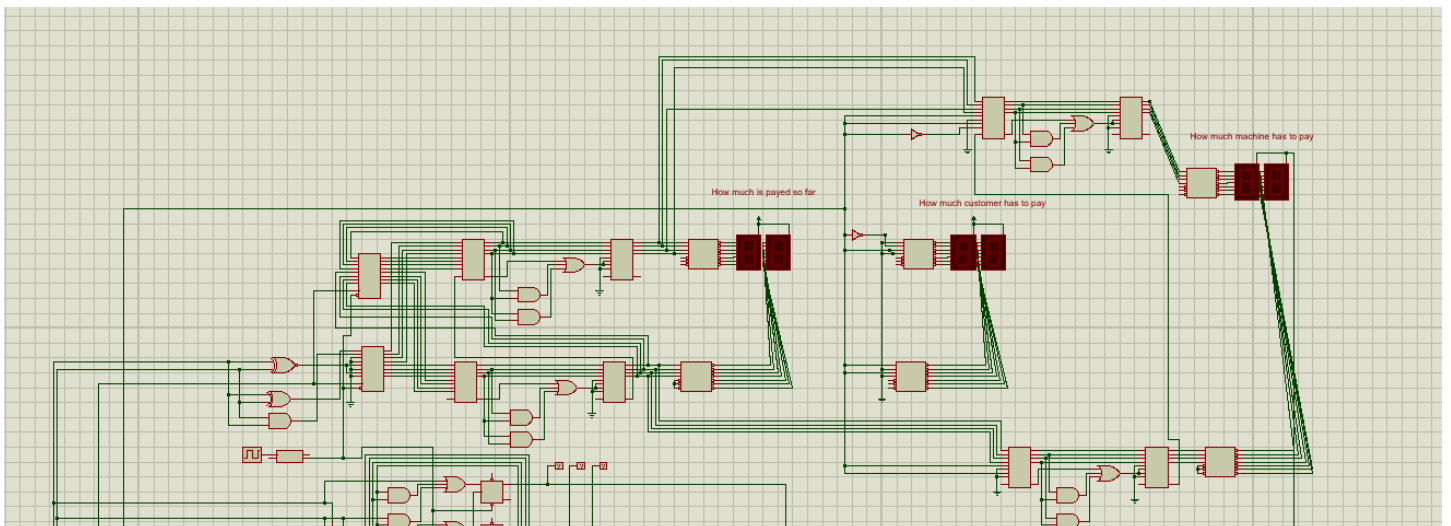
اول با استفاده از جدول کارنو ورودی رجیستر 16u را بدست می آوریم

این کارنو برای تبدیل نوع سکه ها به مقدار bcd آن ها است.

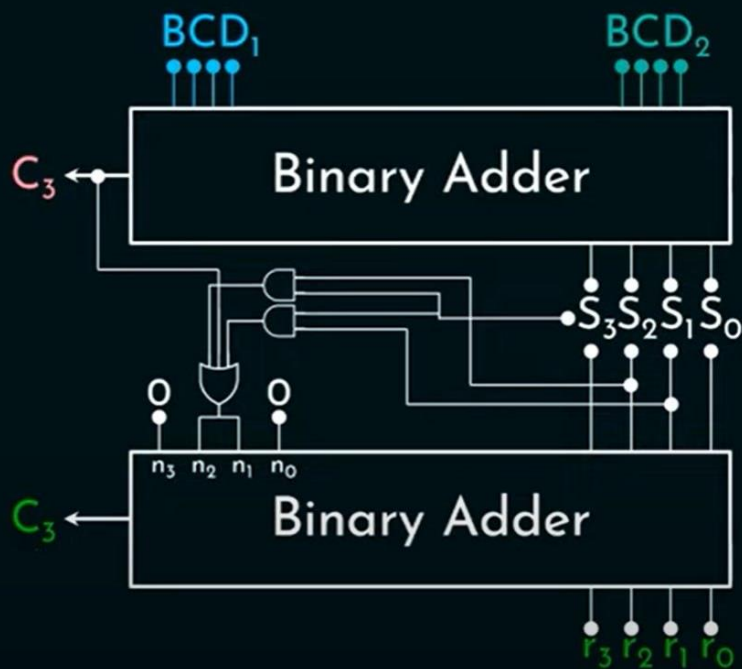
A	B	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
1	1	0	1	0	0	1	0	1	0

U16 مقادیرش را به دو ADDER جدا می دهد، 4 مقدار اول مقدار BCD دهگان سکه و 4 مقدار دوم مقدار BCD یکان سکه را نمایش میدهد

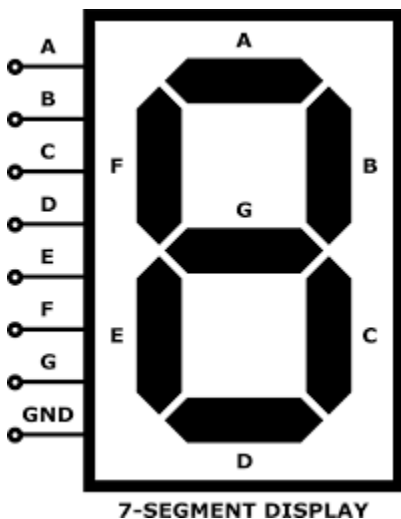
هر دو را به ترتیب به دو ADDER جدا وصل میکنیم خروجی ADDER علاوه بر ادامه مدار به یک خروجی وصل است که به رجیستر U18 وصل میشود مقدار رجیستر که با مقدار اول حاصل ADDER برابر است دوباره به ADDER متصل است تا ADDER با هر پالس کلاک مقدار سکه ها را جمع کند طبیعتاً CLEAR خروجی ADDER یکان به CLEAR ورودی ADDER دهگان وصل است



BCD.



بعد از آن مدار به صورت رو به
رو به ADDER بعدی وصل
میشود و در نهایت با IC رابط
BCD → SEGMENT
مقدار آن به سون سگمنت وصل
می شود



نحوه اتصال SEVEN SEGMENT و IC را میتوان از
عکس رو به رو متوجه شد

این سون سگمنت مقدار سکه داخل دستگاه را نشان میدهد

یک سون سگمنت دیگر برای نوع شکلات داریم که ورودی DECODER

ابتدای مدار به IC آن وصل است و با استفاده از جدول کارنو مقدار آن را
به ترتیب 20 و یا 45 قرار میدهیم

Ch_Type	A_1	B_1	C_1	D_1	A_2	B_2	C_2	D_2
0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	1	0

بخش اصلی باقی مانده

از تکنیک مکمل ده اعداد برای تفریق BCD بهره میبریم

بدلیل آنکه فقط مکمل ده 45 و 20 را نیاز داریم آن هارا با گیت می سازیم و بعد از آن با استفاده از adder آن را جمع میکنیم و دو مرتبه از مدار طراحی شده قبلی استفاده میکنیم تا با binary adder ، BCD adder ساخته و باقی مانده را بدست آوریم

نکته: seven segment باقی مانده وقتی فعال میشود که خروجی مدار های شکلات یک شود

