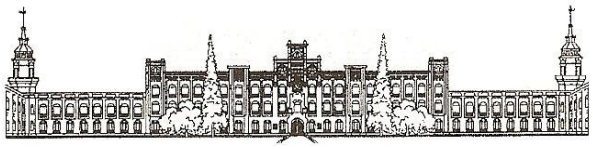


Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Лабораторна робота №2

з дисципліни «Комп’ютерна схемотехніка»

Виконав студент групи: КВ-22

ПІБ: Крутогуз Максим Ігорович

Варіант: 12

Перевірив:

_____

Київ 2024

Схемотехніка

S-, E- тригер - на АБО-НЕ

RS-, R- тригер - на елементах АБО І-НЕ

1) S-Тригер - на АБО-НЕ

а) (1.а)

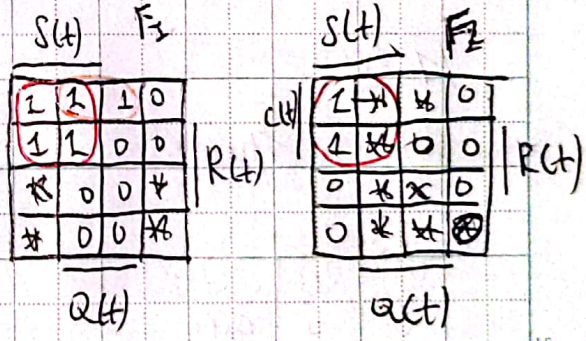
S-тригер

~~Бістабільний~~ БС на АБО-НЕ

S(t)	R(t)	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	0
1	0	1
1	1	1

Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2
0	0	*	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	*

	C(t)	S(t)	R(t)	Q(t)	Q(t+1)	F_2	F_1
2	0	0	0	1	1	0	*
3	0	0	1	0	0	*	0
4	0	0	1	1	1	0	*
5	0	1	0	0	0	*	0
6	0	1	0	1	1	0	*
7	0	1	1	0	0	*	0
8	0	1	1	1	1	0	*
9	1	0	0	0	0	*	0
10	1	0	0	1	1	0	*
11	1	0	1	0	0	*	0
12	1	0	1	1	0	1	0
13	1	1	0	0	1	0	1
14	1	1	0	1	1	0	*
15	1	1	1	0	1	0	1
16	1	1	1	1	1	0	*
1	0	0	0	0	0	*	0



$F_2 = CS = \overline{\overline{CS}} = \overline{C \vee S}$

$F_1 = CS \vee CQ\bar{R} =$

$CS \vee CQ\bar{R} = C\bar{X}$

$\overline{CS} \cdot \overline{CQ\bar{R}} = \overline{\overline{C} \vee \overline{S}}$

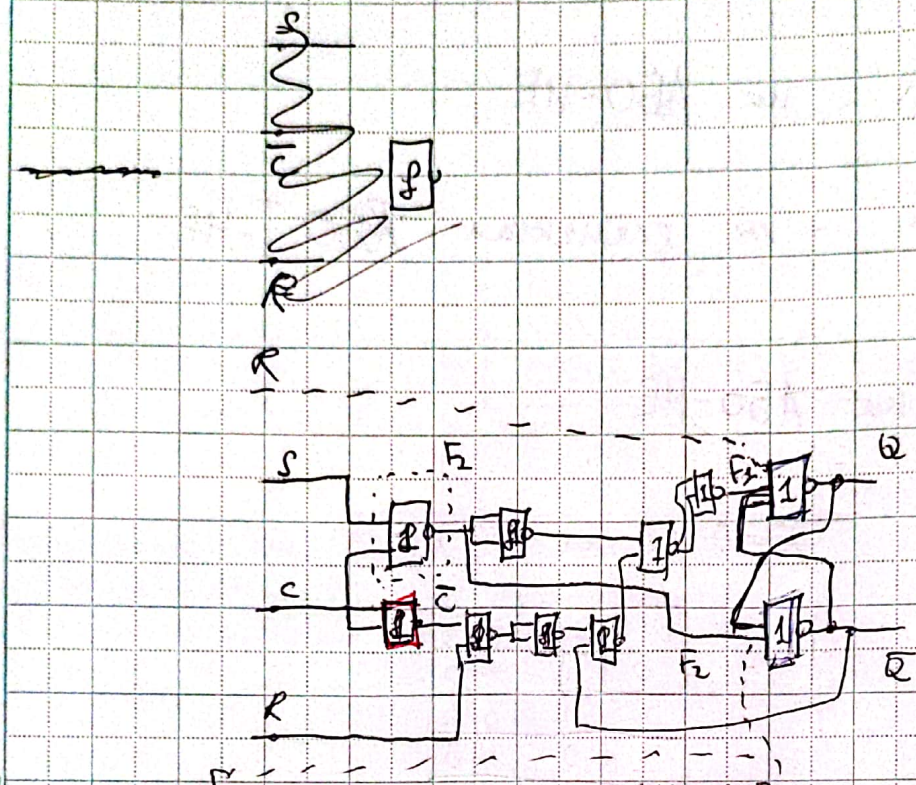
$F_1 = \overline{Q \cdot (\bar{R}S \vee \bar{Q}) \cdot (\bar{R} \vee S)} =$

$= \overline{\bar{Q} \vee S \vee Q} \cdot \vee \bar{R} \vee S =$

$= \overline{\bar{Q} \vee S \vee Q \vee \bar{R} \vee S}$

$F_2 = CS \vee CQ\bar{R} = \overline{\overline{CS} \cdot \overline{CQ\bar{R}}} = \overline{C \vee S} \vee \overline{C \vee Q \vee R} = \overline{\overline{C \vee S} \vee \overline{C \vee R \vee Q}}$

(16)



S- тригер на АБО-НЕ

$N = 1+2+7 = 10$

$K = 3(2АБО-НЕ)$

$T = 154$ нс

1.6

b) E-тригер

S(t)	R(t)	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	0
1	0	1
1	1	Q(t)

C(t)	S(t)	R(t)	Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2	
0	0	0	0	0	*	0	
0	0	0	1	1	0	*	
0	0	1	0	0	*	0	
0	0	1	1	1	0	*	
0	1	0	0	0	*	0	
0	1	0	1	1	0	*	
0	1	1	0	0	*	0	
0	1	1	1	1	0	*	
1	0	0	0	0	*	0	
1	0	0	1	1	0	*	
1	0	1	0	0	*	0	
1	0	1	1	0	1	0	
1	1	0	0	1	0	1	
1	1	0	1	1	*	0	0 *
1	1	1	0	0	*	0	
1	1	1	1	1	*	0	0 *

C(t) \ S(t)	0	0	0	1
1	*	0	1	*
0	*	0	0	*
0	*	0	0	*

R(t) | Q(t)

C(t) \ S(t)	1	*	*	0
0	*	0	0	
0	*	*	0	
0	*	*	0	

R(t) | Q(t)

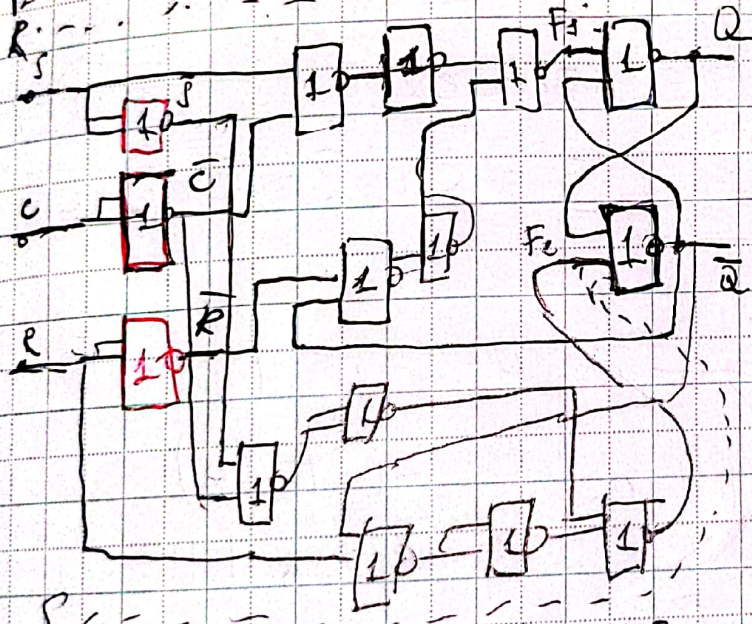
$F_1 = CQR\bar{S} = CQ\bar{S}R$

$F_1 = CS\bar{R}\bar{Q}$

$F_1 = (t \vee \bar{S}) \cdot \bar{S} \cdot Q C R$

$F_2 = C\bar{S}RQ = \overline{\bar{C} \vee S \vee \bar{R} \vee \bar{Q}} = \bar{C} \vee S \vee \bar{R} \vee \bar{Q}$

$F_2 = CS\bar{R}\bar{Q} = \bar{C} \vee \bar{S} \vee R \vee \bar{Q} = \bar{C} \vee \bar{S} \vee R \vee Q$



E-тригер на АБО-НЕ

$N = 3 + 2 + 10 = 15$

Можна було використати елементи попередньої групи

$K = 4$ (2АБО-НЕ)

$T = 110$ нс

1.с RS-тригер на елементах І-НЕ

S(t)	R(t)	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	0
1	0	1
1	1	–

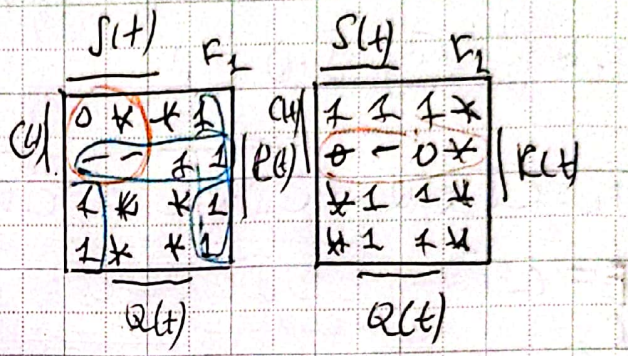
І-НЕ

RF - Тригер

C(t)	S(t)	R(t)	Q(t)	Q(t+1)	F_2	F_1
0	0	0	0	0	1	*
0	0	0	1	1	*	1
0	0	1	0	0	1	*
0	0	1	1	1	*	1
0	1	0	0	0	1	*
0	1	0	1	1	*	1
0	1	1	0	0	1	*
0	1	1	1	1	*	1
1	0	0	0	0	1	*
1	0	0	1	1	*	1
1	0	1	0	0	1	*
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	*	1
1	1	1	0	=	-	-
1	1	1	1	=	-	-

Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2
0	0	1	*
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	*	1

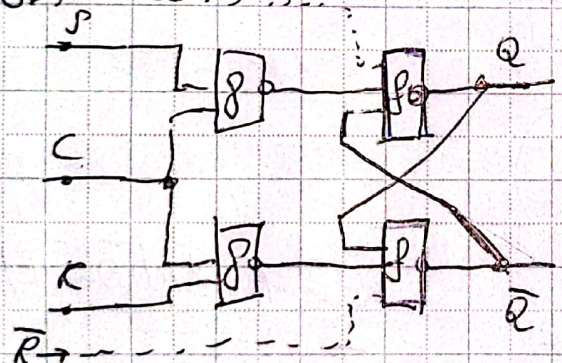
5C на 1-НЕ



$F_1 = \overline{\bar{C} \vee \bar{S}} = \overline{\bar{C} \cup S}$ [≡]

$F_2 = \overline{\bar{C} \cup \bar{R}} = \overline{\overline{\bar{C} \vee \bar{R}}} = \overline{CR}$

[≡] $\overline{CS}$



$N = 2+2 = 4$

$K = 1$ (2 І-НЕ)

RS-тригер на 1-НЕ

$T = 40$ нс

1.0 R-тригер на 1-НЕ

S(t)	R(t)	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	0
1	0	1
1	1	0

C(t)	S(t)	R(t)	Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2
0	0	0	0	0	1	*
0	0	0	1	1	*	1
0	0	1	0	0	1	*
0	0	1	1	1	*	1
0	1	0	0	0	1	*
0	1	0	1	1	*	1
0	1	1	0	0	1	*
0	1	1	1	1	*	1
1	0	0	0	0	1	*
1	0	0	1	1	*	1
1	0	1	0	0	1	*
1	0	1	1	0	2	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	*	1
1	1	1	0	0	1	*
1	1	1	1	0	2	0

C(t) \ S(t), Q(t)	0 0	0 1	1 1	1 0	F_1
0	0	*	*	1	R(t)
1	1	1	1	1	
*	0	*	*	1	
1	*	1	*	1	

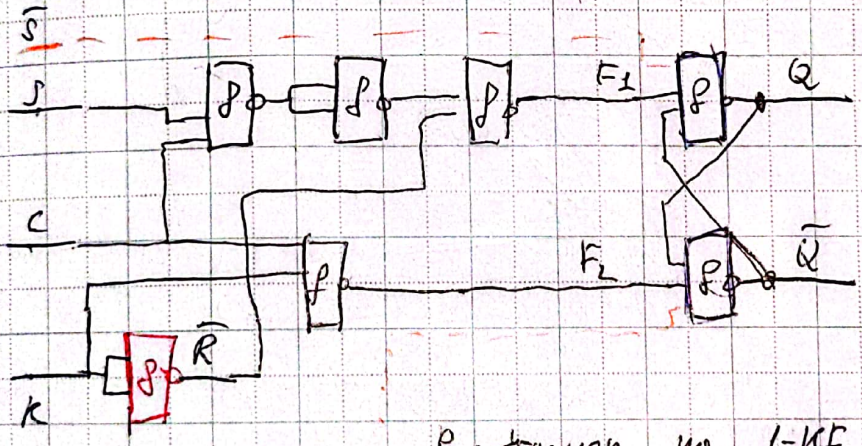
C(t) \ S(t), Q(t)	0 0	0 1	1 1	1 0	F_2
1	1	1	1	*	R(t)
*	0	0	*		
*	1	1	*		
*	1	1	*		

$F_2 = \bar{C} \vee \bar{S} \vee R$ ≡

$F_2 = \bar{C} \vee \bar{R}$ ≡△

≡ $\overline{\overline{\bar{C} \vee \bar{S} \vee R} = \overline{C S \bar{R}} = \overline{\overline{C S} \bar{R}}}$

△ $\overline{\overline{\bar{C} \vee \bar{R}} = \overline{C R}}$



$N = 1 + 2 + 4 = 7$

$K = 2(2I - НЕ)$

$T = 80$ КС

R-тригер на 1-НЕ

2.а) D-тригер на 4-НЕ (за М.)

C(t)	S(t)	R(t)	Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2
0	0	0	0	0		
0	0	0	1	1		
0	0	1	0	0		
0	0	1	1	1		
0	1	0	0	0		
0	1	0	1	1		
0	1	1	0	0		
0	1	1	1	1		

D

R(t)	Q(t+1)
0	0
1	1

(20)

1	0	0	0
2	0	0	1
1	0	1	0
2	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	1
1	1	1	0
1	1	1	1

C(t)	D(t)	Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2
0	0	0	0	1	*
0	0	1	1	*	1
0	1	0	0	1	*
0	1	1	1	*	1
1	0	0	0	1	*
1	0	1	0	*	1
1	1	0	1	0	*
1	1	1	1	*	1

	D	F_1
C	1	* *
	*	* *

Q

	D	F_2
C	0	* 1
	*	1 *

Q

	D	F_2
C	0	* 1 1
	1	* * 1

Q

$F_1 = D \vee \bar{D} \neq 1$

$F_2 = 1$

$F_1 = \bar{C} \vee \bar{D} = \overline{CD}$

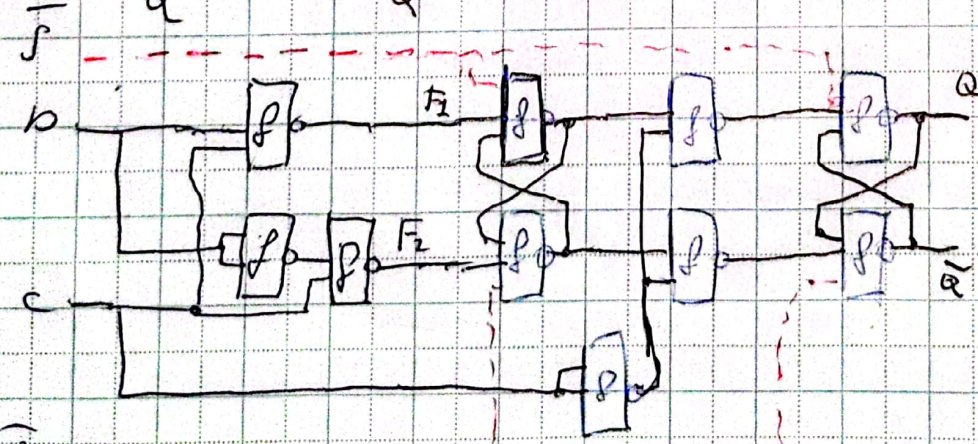
$F_2 = D \vee C = \overline{C\bar{D}}$

	D	F_1
C	*	* 1
	1	* *

Q

	D	F_2
C	1	1 *
	*	1 *

Q



$N = 3 + 7 = 10$

$K = 3(21 - 11E)$

$T = 100$ мс

D-тригер (MS) на 1-ІЕ

2.6. JK-тригер

J	K	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}(t)$

C	J	K	Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2
0	0	0	0	0	1	*
0	0	0	1	1	*	1
0	0	1	0	0	1	*
0	0	1	1	0	*	1
0	1	0	0	1	1	*
0	1	0	1	1	*	1
0	1	1	0	1	1	*
0	1	1	1	0	*	1
1	0	0	0	0	1	*
1	0	0	1	1	*	1
1	0	1	0	0	1	*
1	0	1	1	0	*	1
1	1	0	0	1	1	*
1	1	0	1	1	*	1
1	1	1	0	1	1	*
1	1	1	1	0	*	1

C \ J K	0 0	0 1	1 1	1 0
0	0	1	*	*
1	*	*	1	1

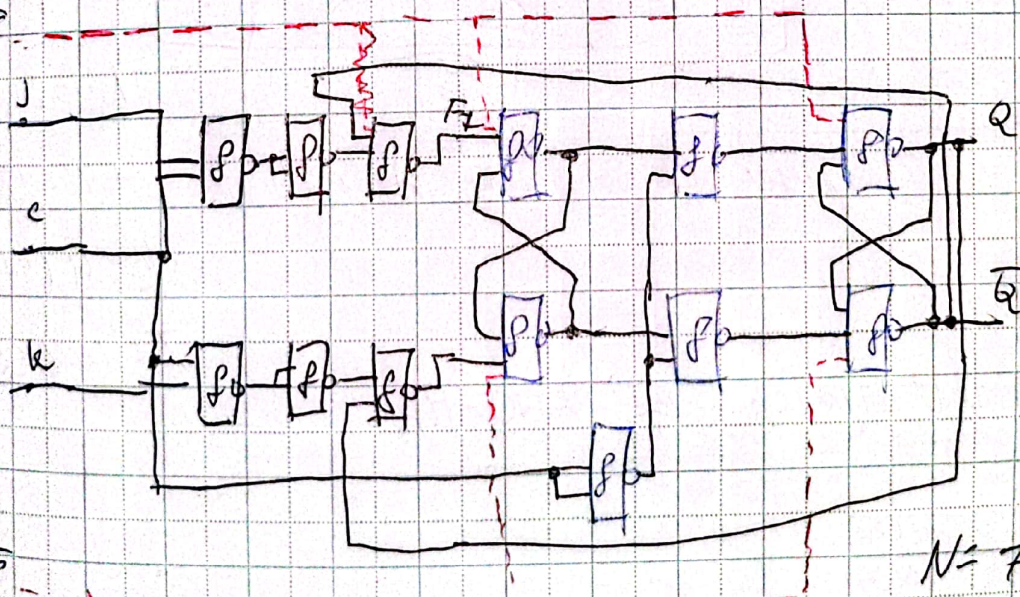
F_1

C \ J K	1 1	1 0	0 0	0 1
1	*	*	1	1
0	1	0	*	*

F_2

$$F_1 = \bar{C} \vee \bar{J} \vee Q' = \overline{CJ\bar{Q}} = \overline{\overline{CJ}\,\overline{Q}}$$

$$F_2 = \bar{C} \vee \bar{K} \vee \bar{Q} = \overline{CKQ} = \overline{\overline{CK}\,Q}$$



JK-тригер (MS) на 1-НЕ

N = 7+6 = 13

K = 4 (21-НЕ)

T = 120 нс

2.c. T-тригер 3.3. на АБО-НЕ

T(t)	Q(t+1)
0	Q(t)
1	$\overline{Q(t)}$

C(t)	T(t)	Q(t)	Q(t+1)	F_2	F_1
0	0	0	0	*	0
0	0	1	1	0	*
0	1	0	0	*	0
0	1	1	1	0	*
1	0	0	0	*	0
1	0	1	1	0	*
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0

C \ T	0	1	0	*
	*	0	0	*

Q

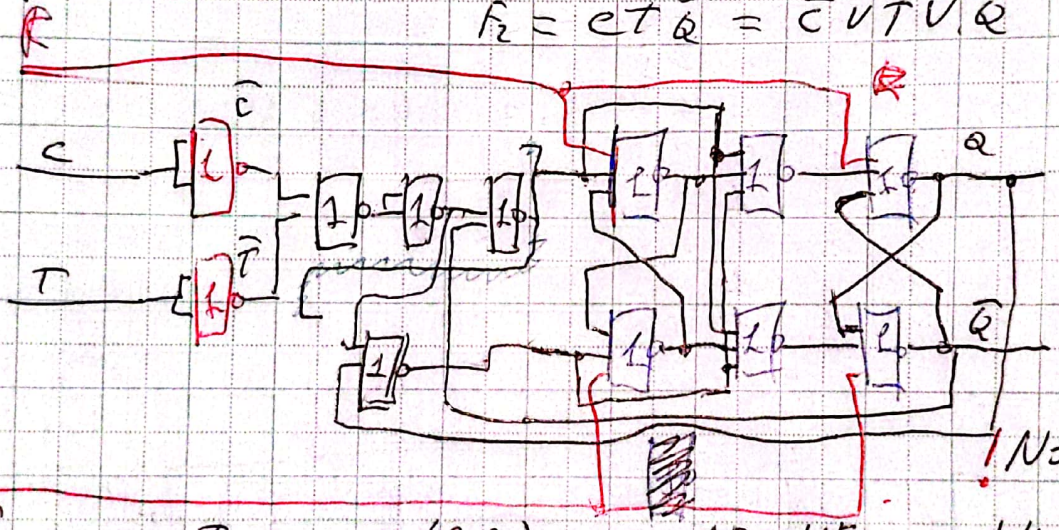
C \ T	1	0	*	0
	0	*	*	0

Q

$F_1 = C T Q = \overline{C T Q} = \overline{C} \vee \overline{T} \vee \overline{Q} =$

$= \overline{C} \vee T \vee Q$

$F_2 = C T \overline{Q} = \overline{C} \vee \overline{T} \vee Q$



T-тригер (3.3.) на АБО-НЕ

N = 2 + 6 + 4 = 12

K = 4 (3 АБО-НЕ)

T = 15 нс

2.d. DV-Тригер на АБО-НЕ

D	V	Q(t+1)
0	0	Q(t)
1	0	Q(t)
0	1	0
1	1	1

C	D	V	Q(t)	Q(t+1)	F_1	F_2
↓	0	0	0	0	*	0
0	0	0	1	1	0	*
0	0	1	0	0	*	0
0	0	1	1	1	0	*
0	1	0	0	0	*	0
0	1	0	1	1	0	*
0	1	1	0	0	*	0
0	1	1	1	1	0	*
1	0	0	0	0	*	0
1	0	0	1	1	0	*
1	0	1	0	0	*	0
1	0	1	1	1	0	*
1	1	0	0	0	*	0
1	1	0	1	1	0	*
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0	*

C \ D	0	1	V
0	*	0	*
1	0	*	*

F_1

C \ D	0	1	V
0	*	*	0
1	*	0	0

F_2

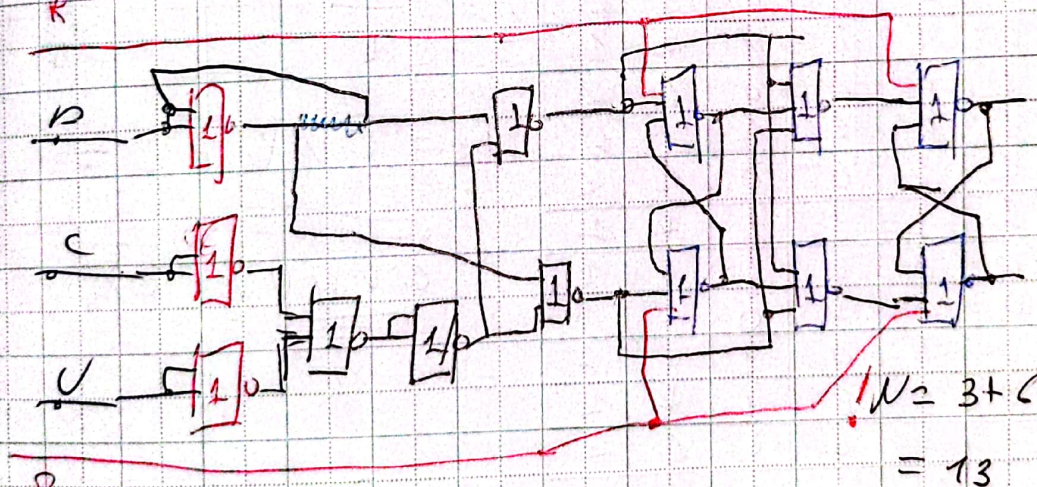
$F_2 = \overline{D}CV \Leftrightarrow$

$F_2 = C\overline{D}V \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow C\overline{D}V = \overline{\overline{C} \vee D \vee \overline{V}} =$

$= \overline{C \vee \overline{V} \vee D}$

$\Leftrightarrow C\overline{D}V = \overline{\overline{C} \vee D \vee \overline{V}} = \overline{C \vee \overline{V} \vee D}$



DV – Тригер (3.3.) на АБО-НЕ

N = 3 + 6 + 4 =

= 13

K = 5 (3АБО-НЕ)

T = 154 нс

12 - варіант

3. Елементи 1-НЕ

X_1	X_2	$Q(t+1)$
0	0	$\bar{Q}(t)$
0	1	1
1	0	0
1	1	$Q(t)$

$Q(t)$	$Q(t+1)$	F_1	F_2
0	0	1	*
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	*	1

Тригер

$C(t)$	X_1	X_2	$Q(t)$	$Q(t+1)$	F_1	F_2
0	0	0	0	0	1	*
0	0	0	1	1	*	1
0	0	1	0	0	1	*
0	0	1	1	1	*	1
0	1	0	0	0	1	*
0	1	0	1	1	*	1
0	1	1	0	0	1	*
0	1	1	1	1	*	1
1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	1	1	*	1
1	1	0	0	0	1	*
1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	*
1	1	1	1	1	*	1

C \ X_1	1	1	1	0
1	*	*	0	X_2
1	*	*	1	
1	*	*	1	

Q

C \ X_1	*	0	0	1
*	1	1	1	X_2
*	1	1	*	
*	1	1	*	

Q

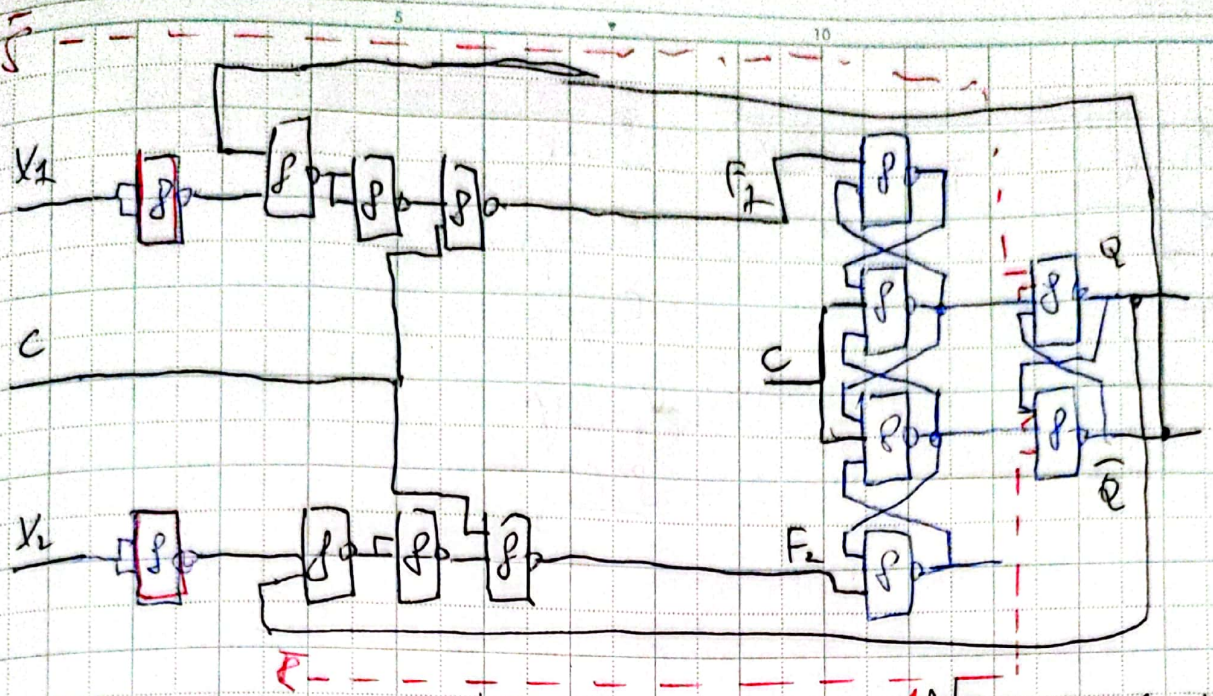
$F_1 = \bar{C} \vee X_1 \vee Q =$

$= \overline{\bar{C} \vee X_1 \vee Q} = C\bar{X}_1\bar{Q} =$

$= C\overline{X_1\bar{Q}}$

$F_2 = \bar{C} \vee X_2 \vee \bar{Q} =$

$= \overline{C \vee X_2 \vee \bar{Q}} = C\bar{X}_2 Q = CX_2Q$

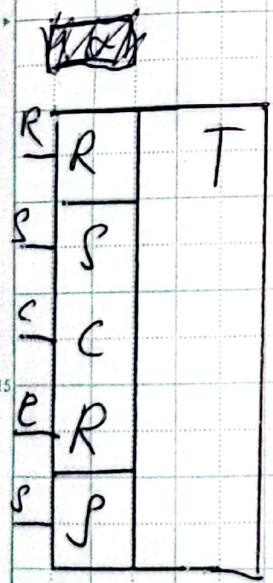


тричі за варіантом

N = 27 + 6 + 6 = 14

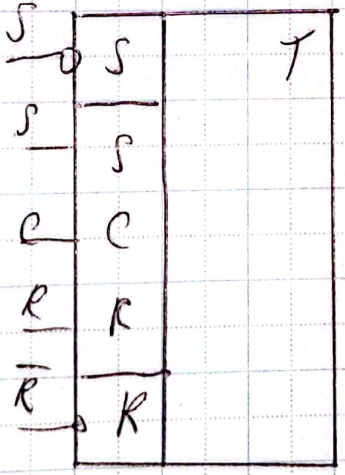
K = 5(31 − НЕ)

T = 146 нс



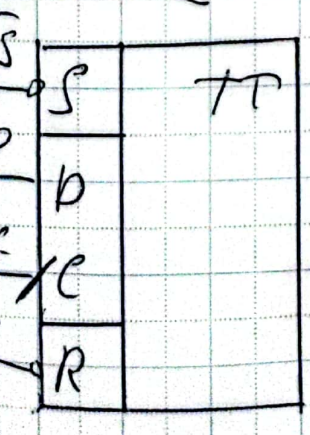
1.a

2.b

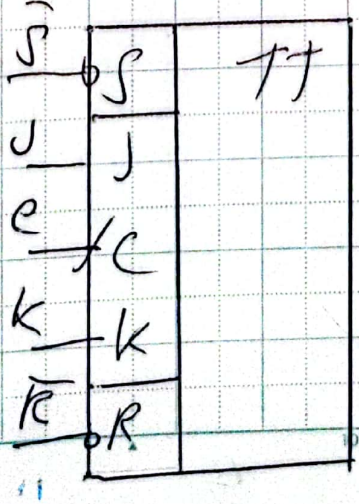


1.c

1.d

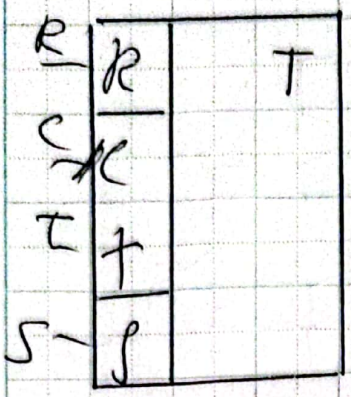


2.a

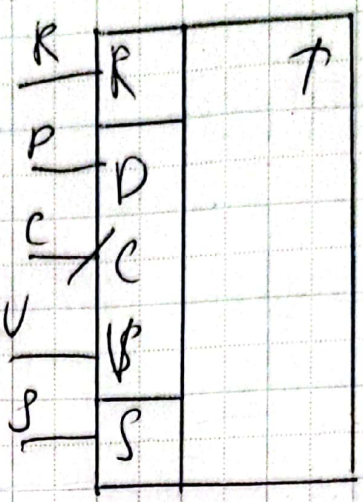


2.b

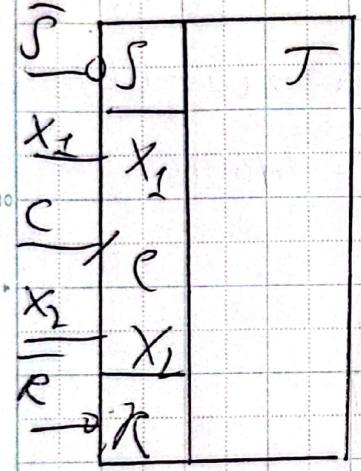
(26)



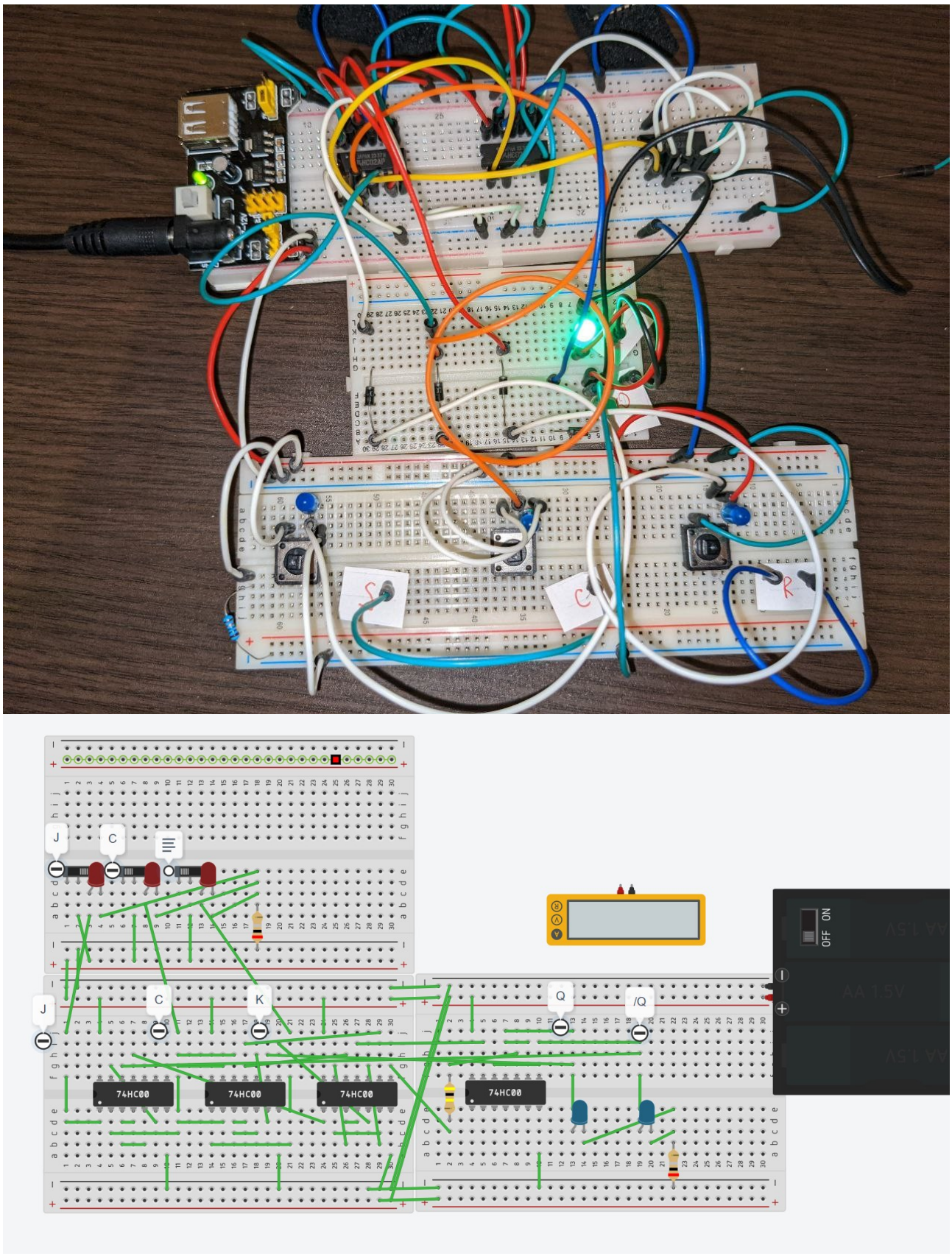
2.c



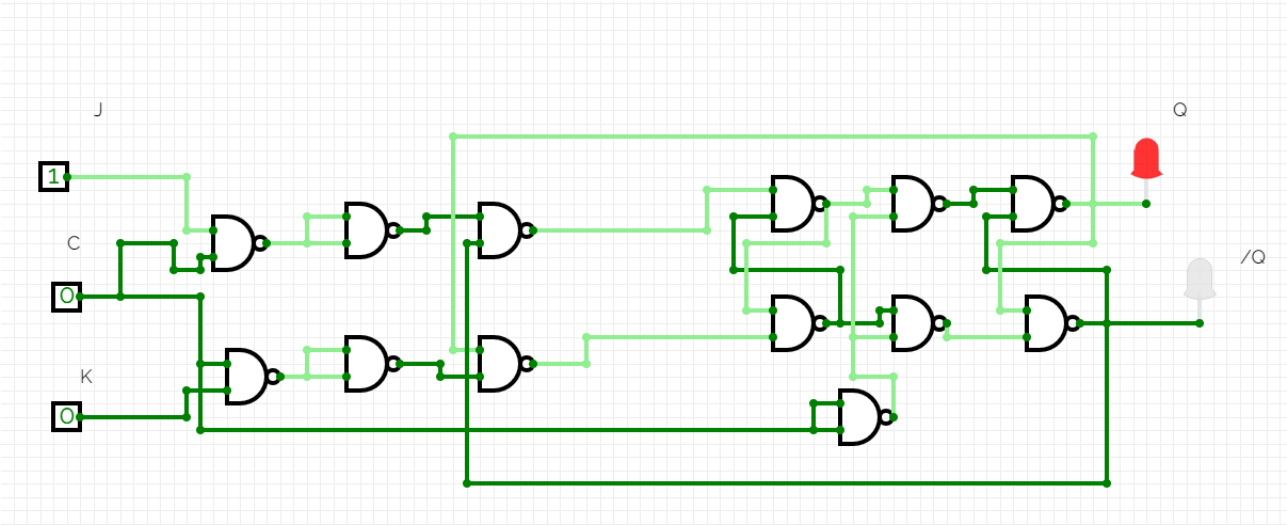
2.d



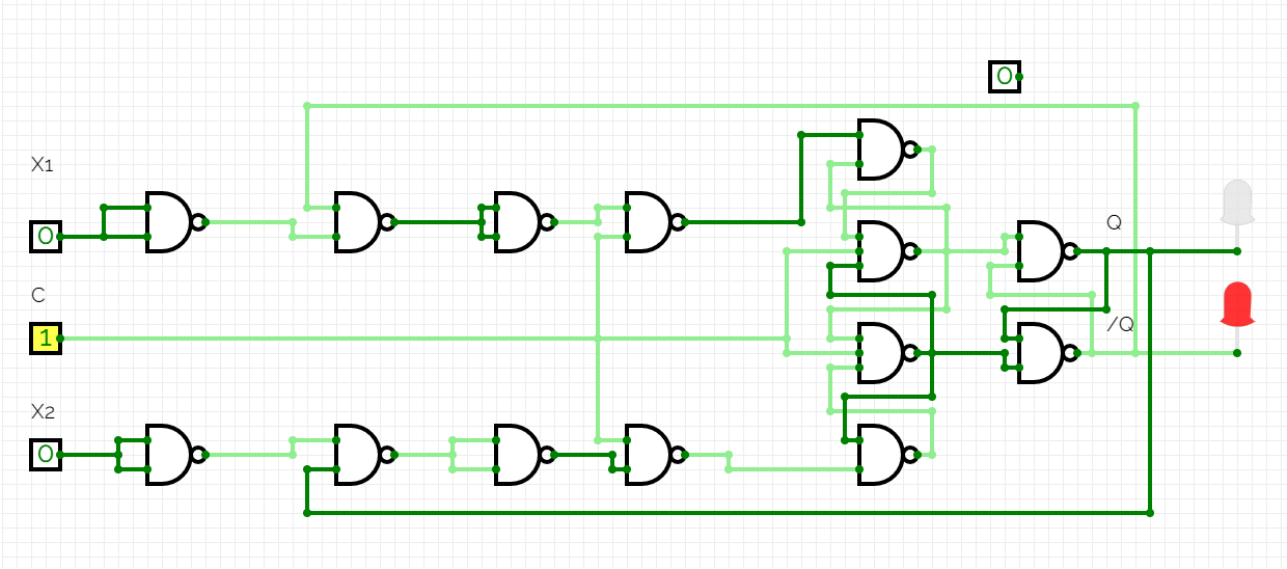
3



S-тригер (завдання 1.а)



JK-тригер (завдання 2.b)



Тригер виконаний за варіантом (завдання 3)