

Lucrarea de laborator nr. 2

Elemente și funcții logice elementare

Scopul lucrării:

1. Studiarea și cercetarea elementelor și funcțiilor logice elementare.
2. Studiarea metodelor de măsurare a parametrilor statici și dinamici ale elementelor logice cu ajutorul voltmetrelor VOLTMETERS, convertorului logic LOGIC CONVERTER și analizatorului logic LOGIC ANALYZER.
3. Obținerea deprinderilor de a construi scheme electrice logice conform funcțiilor logice.
4. Obținerea deprinderilor de a determina funcțiile logice pentru scheme electrice logice, construite din diferite elemente.

Experimentul nr. 1. Elementul NU

A. Regimul static

1.1. Scriți funcția logică pentru elementul NU și construiți schema electrică prezentată în Fig. 1.

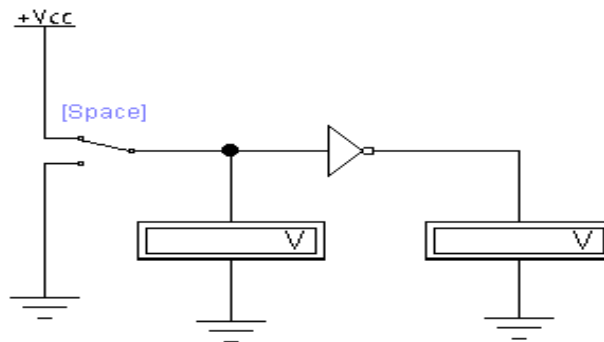


Fig. 1. Schema electrică a regimului static cu elementul NU.

1.2. Consecutiv aplicați, apăsând tasta **[Space]**, nivele de tensiune $U_{in} = 0\text{ V}$ și $U_{in} = 5\text{ V}$ la intrarea schemei.

1.3. Introduceți rezultatele măsurărilor, obținute cu ajutorul voltmetrelor, în tabelul de adevăr (Tabelul 1).

Tabelul 1. Stările pentru elementul NU

Nr. d/o	Intrarea		Ieșirea	
	U_{in}, V	Valoarea logică	$U_{ieș}, V$	Valoarea logică
1		0		
2		1		

B. Regimul dinamic

1.4. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 2.

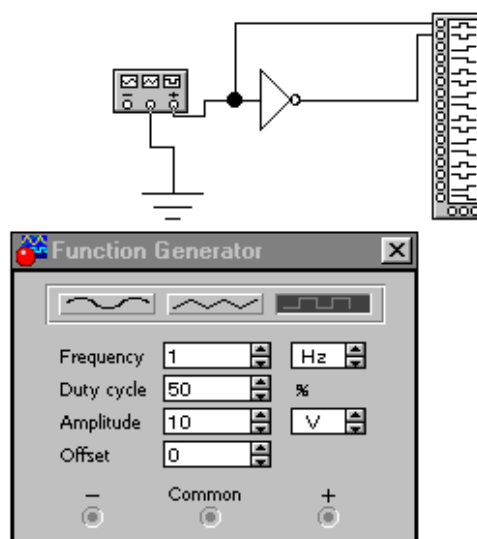


Fig. 2. Schema electrică a regimului dinamic cu elementul NU.

1.5. Introduceți valorile frecvenței FREQUENCY, DUTY CYCLE și amplitudinei AMPLITUDE pe panoul generatorului de semnale FUNCTION GENERATOR conform variantei alese (Tabelul 2, lucrarea de laborator nr. 1 – numai „Parametrii inițiali” sau numai „Parametrii modificați”).

1.6. Aplicați la intrarea circuitului construit semnale de tip dreptunghiular. Obțineți diagramele temporale cu ajutorul analizatorului logic LOGIC ANALYZER (aveți dreptul să modificați valoarea frecvenței fără a modifica alți parametri).

1.7. Comparați diagramele temporale cu rezultatele din tabelul de adevăr (Tabelul 1).

Experimentul nr. 2. Elementul SAU cu patru intrări

A. Regimul static

2.1. Scriți funcția logică a schemei din Fig. 3.

2.2. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 3.

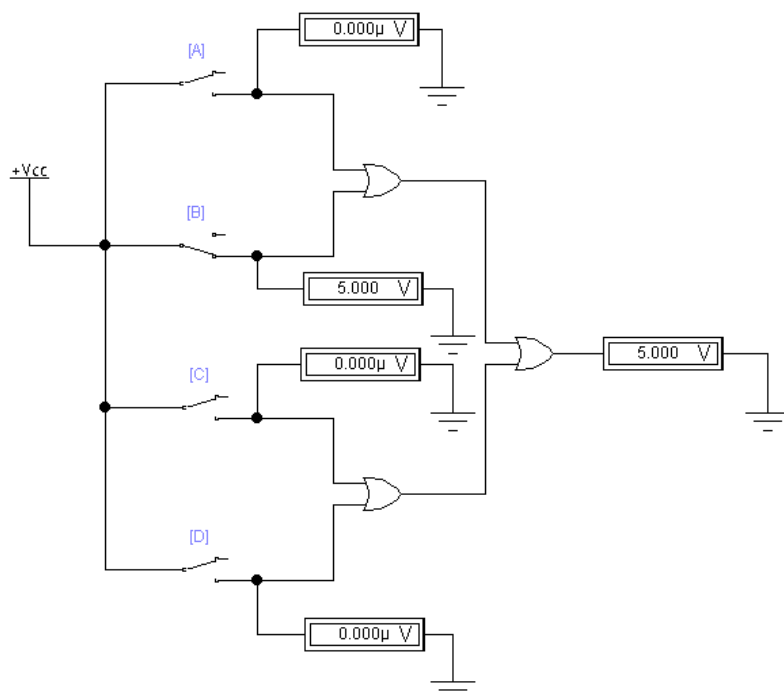


Fig. 3. Schema electrică a regimului static cu elementul SAU.

2.3. Cu ajutorul comutatoarelor [A], [B], [C], [D] consecutiv aplicați la intrările schemei nivele de tensiune “0 V” și “5 V” (prin apăsarea tastelor respective).

2.4. Introduceți rezultatele măsurărilor, obținute cu ajutorul voltmetrelor, în Tabelul 2 (în tabelul de adevăr „V.L.” reprezintă valoarea logică).

Tabelul 2. Stările pentru elementul SAU

Nr. d/o	Intrări								Ieșirea	
	U _A , V	V.L.	U _B , V	V.L.	U _C , V	V.L.	U _D , V	V.L.	U _{ieș} , V	V.L.
1		0		0		0		0		
2		0		0		0		1		
3		0		0		1		0		
4		0		0		1		1		
5		0		1		0		0		
6		0		1		0		1		
7		0		1		1		0		

8		0		1		1		1		
9		1		0		0		0		
10		1		0		0		1		
11		1		0		1		0		
12		1		0		1		1		
13		1		1		0		0		
14		1		1		0		1		
15		1		1		1		0		
16		1		1		1		1		

2.5. Controlați dacă rezultatele, obținute în tabelul de adevăr, corespund definiției pentru funcția logică SAU.

B. Regimul dinamic

2.6. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 4.

2.7. Introduceți valorile frecvenței FREQUENCY, DUTY CYCLE și amplitudinei AMPLITUDE pe panoul generatorului de semnale FUNCTION GENERATOR conform variantei alese (Tabelul 2, lucrarea de laborator nr. 1 – numai „Parametrii inițiali” sau numai „Parametrii modificați”).

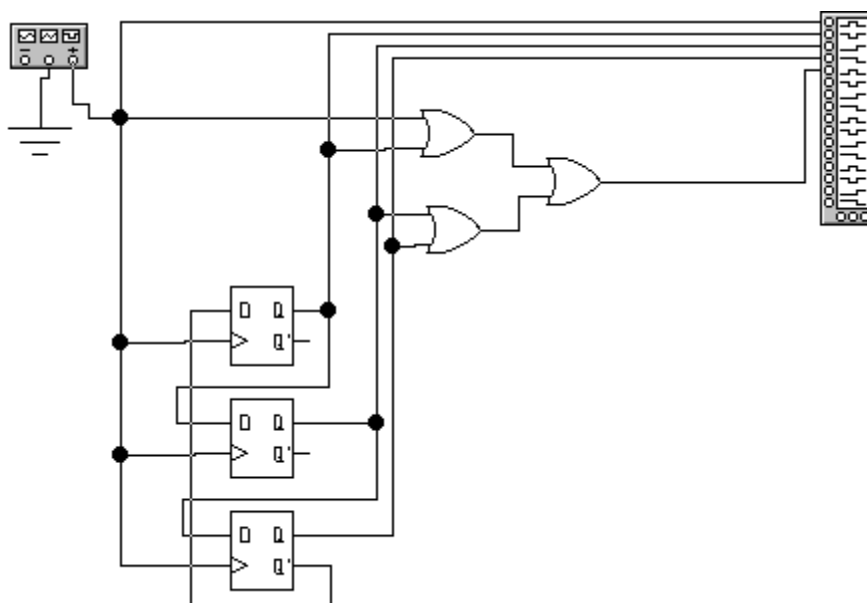


Fig. 4. Schema electrică a regimului dinamic cu elementul SAU.

2.8. Aplicați la intrările circuitului construit semnale de tip dreptunghiular. Obțineți diagramele temporale cu ajutorul analizatorului logic LOGIC ANALYZER (aveți dreptul să modificați valoarea frecvenței fără a modifica alți parametri).

2.9. Comparați diagramele temporale cu rezultatele din tabelul de adevăr (Tabelul 2).

Experimentul nr. 3. Elementul ȘI cu patru intrări

A. Regimul static

3.1. Scriți funcția logică a schemei din Fig. 5.

3.2. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 5.

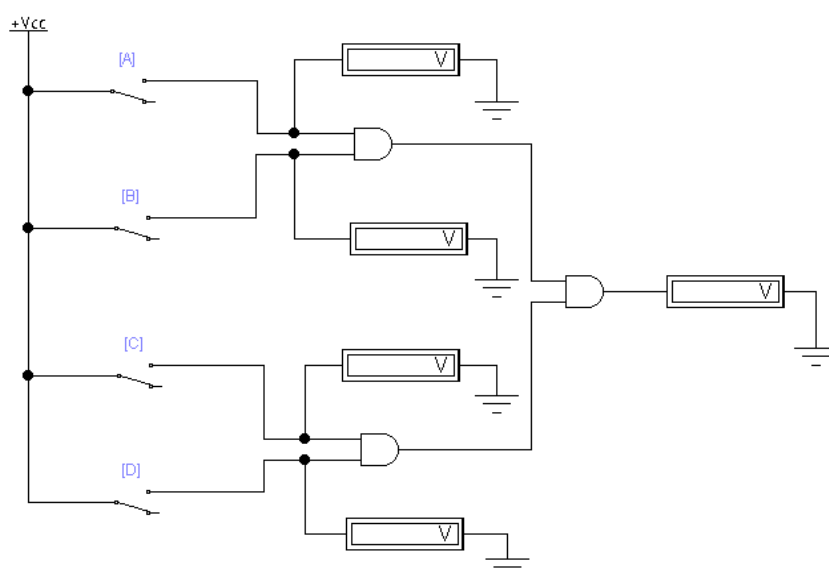


Fig. 5. Schema electrică a regimului static cu elementul ȘI.

3.3. Cu ajutorul comutatoarelor [A], [B], [C], [D] consecutiv aplicați la intrările schemei nivele de tensiune “0 V” și “5 V” (prin apăsarea tastelor respective).

3.4. Introduceți rezultatele măsurărilor, obținute cu ajutorul voltmetrelor, în Tabelul 3 (în tabelul de adevăr „V.L.” reprezintă valoarea logică).

Tabelul 3. Stările pentru elementul SAU

Nr. d/o	Intrări								Ieșirea	
	U_A, V	V.L.	U_B, V	V.L.	U_C, V	V.L.	U_D, V	V.L.	$U_{ieș}, V$	V.L.
1		0		0		0		0		
2		0		0		0		1		

3		0		0		1		0		
4		0		0		1		1		
5		0		1		0		0		
6		0		1		0		1		
7		0		1		1		0		
8		0		1		1		1		
9		1		0		0		0		
10		1		0		0		1		
11		1		0		1		0		
12		1		0		1		1		
13		1		1		0		0		
14		1		1		0		1		
15		1		1		1		0		
16		1		1		1		1		

3.5. Controlați dacă rezultatele, obținute în tabelul de adevăr, corespund definiției pentru funcția logică ȘI.

B. Regimul dinamic

3.6. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 6.

3.7. Introduceți valorile frecvenței FREQUENCY, DUTY CYCLE și amplitudinei AMPLITUDE pe panoul generatorului de semnale FUNCTION GENERATOR conform variantei alese (Tabelul 2, lucrarea de laborator nr. 1 – numai „Parametrii inițiali” sau numai „Parametrii modificați”).

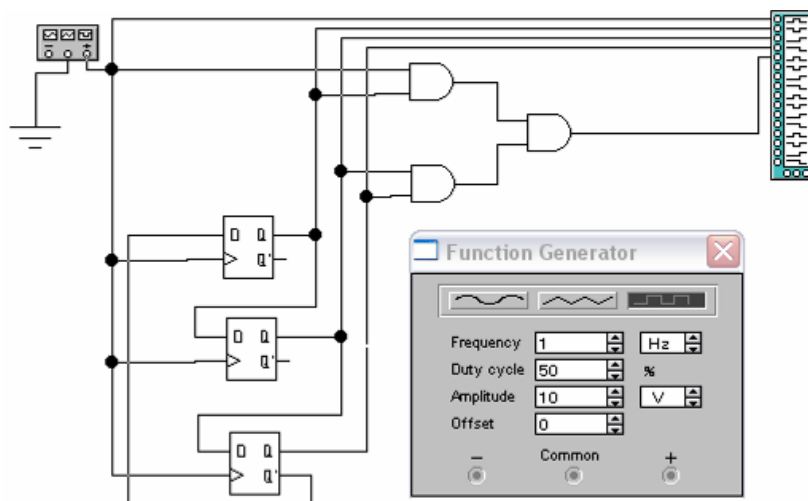


Fig. 5. Schema electrică a regimului dinamic cu elementul ȘI.

3.8. Aplicați la intrările circuitului construit semnale de tip dreptunghiular. Obțineți diagramele temporale cu ajutorul analizatorului logic LOGIC ANALYZER (aveți dreptul să modificați valoarea frecvenței fără a modifica alți parametri).

3.9. Comparați diagramele temporale cu rezultatele din tabelul de adevăr (Tabelul 3).

Experimentul nr. 4. Elementul SAU – NU cu 2 intrări

A. Regimul static

4.1. Scriți funcția logică a schemei din Fig. 7.

4.2. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 7.

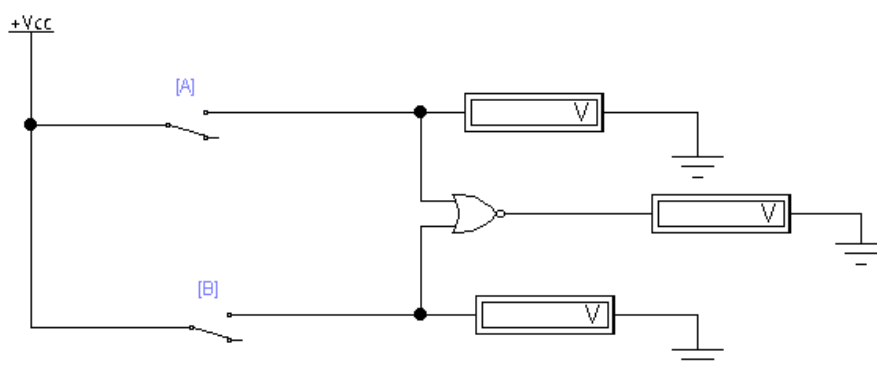


Fig. 7. Schema electrică a regimului static cu elementul SAU – NU.

4.3. Cu ajutorul comutatoarelor [A], [B] consecutiv aplicați la intrările schemei nivele de tensiune “0 V” și “5 V” (prin apăsarea tastelor respective).

4.4. Introduceți rezultatele măsurărilor, obținute cu ajutorul voltmetrelor, în Tabelul 4 (în tabelul de adevăr „V.L.” reprezintă valoarea logică).

Tabelul 4. Stările pentru elementul SAU - NU

Nr. d/o	Intrări				Ieșire	
	U_A, V	V.L.	U_B, V	V.L.	$U_{ieș}, V$	V.L.
1		0		0		
2		0		1		
3		1		0		
4		1		1		

4.5. Controlați dacă rezultatele, obținute în tabelul de adevăr, corespund definiției pentru funcția logică SAU-NU.

B. Regimul dinamic

4.6. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 8.

4.7. Introduceți valorile frecvenței FREQUENCY, DUTY CYCLE și amplitudinei AMPLITUDE pe panoul generatorului de semnale FUNCTION GENERATOR conform variantei alese (Tabelul 2, lucrarea de laborator nr. 1 – numai „Parametrii inițiali” sau numai „Parametrii modificați”).

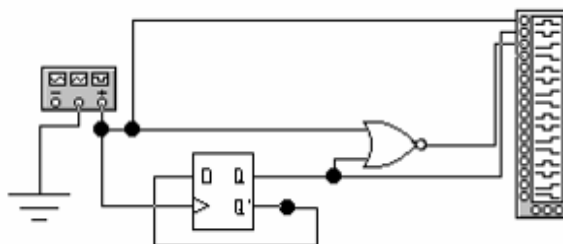


Fig. 8. Schema electrică a regimului dinamic cu elementul SAU – NU.

4.8. Aplicați la intrările circuitului construit semnale de tip dreptunghiular. Obțineți diagramele temporale cu ajutorul analizatorului logic LOGIC ANALYZER (aveți dreptul să modificați valoarea frecvenței fără a modifica alți parametri).

4.9. Comparați diagramele temporale cu rezultatele din tabelul de adevăr (Tabelul 4).

Experimentul nr. 5. Elementul ȘI – NU cu 2 intrări

A. Regimul static

5.1. Scriți funcția logică a schemei din Fig. 9.

5.2. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 9.

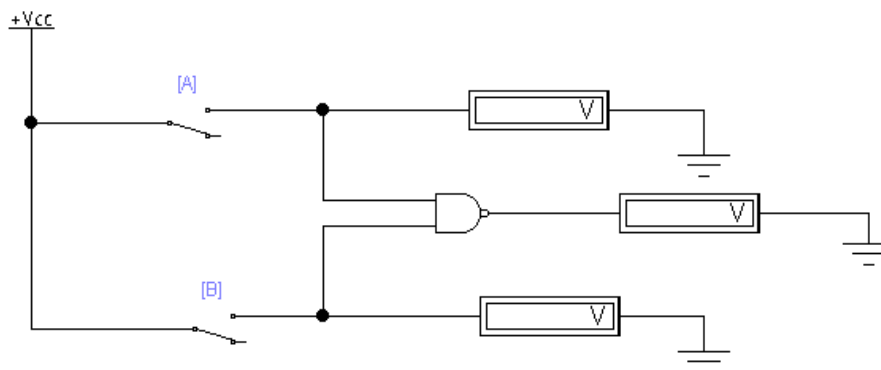


Fig. 9. Schema electrică a regimului static cu elementul ȘI – NU.

5.3. Cu ajutorul comutatoarelor [A], [B] consecutiv aplicați la intrările schemei nivele de tensiune “0 V” și “5 V” (prin apăsarea tastelor respective).

5.4. Introduceți rezultatele măsurărilor, obținute cu ajutorul voltmetrelor, în Tabelul 5 (în tabelul de adevăr „V.L.” reprezintă valoarea logică).

Tabelul 5. Stările pentru elementul ȘI-NU

nr. d/o	Intrările				Ieșire	
	U_A, V	V.L.	U_B, V	V.L.	$U_{ieș}, V$	V.L.
1		0		0		
2		0		1		
3		1		0		
4		1		1		

5.5. Controlați dacă rezultatele, obținute în tabelul de adevăr, corespund definiției pentru funcția logică ȘI-NU.

B. Regimul dinamic

5.6. Construiți schema electrică prezentată în Fig. 10.

5.7. Introduceți valorile frecvenței FREQUENCY, DUTY CYCLE și amplitudinei AMPLITUDE pe panoul generatorului de semnale FUNCTION GENERATOR conform

variantei alese (Tabelul 2, lucrarea de laborator nr. 1 – numai „Parametrii inițiali” sau numai „Parametrii modificați”).

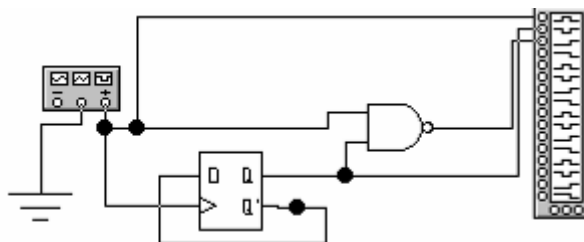


Fig. 10. Schema electrică a regimului dinamic cu elementul ȘI – NU.

5.8. Aplicați la intrările circuitului construit semnale de tip dreptunghiular. Obțineți diagramele temporale cu ajutorul analizatorului logic LOGIC ANALYZER (aveți dreptul să modificați valoarea frecvenței fără a modifica alți parametri).

5.9. Comparați diagramele temporale cu rezultatele din tabelul de adevăr (Tabelul 5).

Experimentul nr. 6. Elementul SAU – exclusiv cu 2 intrări

6.1. Prezentați tabelul de adevăr al funcției logice SAU–exclusiv cu două variabile.

6.2. Scriți relația matematică a funcției logice SAU–exclusiv cu două variabile, folosind tabelul de adevăr.

6.3. Prezentați funcția logică SAU–exclusiv numai prin funcții logice SAU–NU.

6.4. Conform funcției obținute construiți schema electrică de lucru în regim static pentru elementul SAU–exclusiv.

6.5. Consecutiv aplicați la intrările schemei nivele de tensiune “0 V” și “5 V” și introduceți rezultatele măsurărilor, obținute cu ajutorul voltmetrelor, în Tabelul 6 (în tabelul de adevăr „V.L.” reprezintă valoarea logică).

Tabelul 6. Stările pentru elementul SAU–exclusiv construit din elemente SAU-NU

nr. d/o	Intrări				Ieșire	
	U_A , V	V.L.	U_B , V	V.L.	$U_{ieș}$, V	V.L.
1		0		0		
2		0		1		
3		1		0		
4		1		1		

- 6.6. Controlați dacă rezultatele, obținute în tabelul de adevăr, corespund definiției pentru funcția logică SAU–exclusiv.
- 6.7. Construiți schema electrică a regimului dinamic pentru elementul SAU–exclusiv.
- 6.8. Aplicați la intrările circuitului construit semnale de tip dreptunghiular. Obțineți diagramele temporale cu ajutorul analizatorului logic LOGIC ANALYZER (aveți dreptul să modificați valoarea frecvenței fără a modifica alți parametri).
- 6.9. Comparați diagramele temporale cu rezultatele din tabelul de adevăr (Tabelul 6).
- 6.10. Prezentați funcția logică SAU–exclusiv numai prin funcții logice ȘI–NU.
- 6.11. Executați punctele 6.4 – 6.9 pentru schema electrică SAU–exclusiv construită numai din elemente logice ȘI–NU.

Experimentul nr. 7. Elementul Echivalența cu 2 intrări

- 7.1. Prezentați tabelul de adevăr al funcției logice ECHIVALENȚA cu două variabile.
- 7.2. Scriți relația matematică a funcției logice ECHIVALENȚA cu două variabile, folosind tabelul de adevăr.
- 7.3. Prezentați funcția logică ECHIVALENȚA numai prin funcții logice SAU–NU.
- 7.4. Conform funcției obținute construiți schema electrică de lucru în regim static pentru elementul ECHIVALENȚA.
- 7.5. Consecutiv aplicați la intrările schemei nivele de tensiune “0 V” și “5 V” și introduceți rezultatele măsurărilor, obținute cu ajutorul voltmetrelor, în Tabelul 6 (în tabelul de adevăr „V.L.” reprezintă valoarea logică).

Tabelul 7. Stările pentru elementul ECHIVALENȚA construit din elemente SAU-NU

nr. d/o	Intrări				Ieșire	
	U_A, V	V.L.	U_B, V	V.L.	$U_{ieș}, V$	V.L.
1		0		0		
2		0		1		
3		1		0		
4		1		1		

- 7.6. Controlați dacă rezultatele, obținute în tabelul de adevăr, corespund definiției pentru funcția logică ECHIVALENȚA.

7.7. Construiți schema electrică a regimului dinamic pentru elementul ECHIVALENȚA.

7.8. Aplicați la intrările circuitului construit semnale de tip dreptunghiular. Obțineți diagramele temporale cu ajutorul analizatorului logic LOGIC ANALYZER (aveți dreptul să modificați valoarea frecvenței fără a modifica alți parametri).

7.9. Comparați diagramele temporale cu rezultatele din tabelul de adevăr (Tabelul 7).

7.10. Prezentați funcția logică SAU–exclusiv numai prin funcții logice ȘI–NU.

7.11. Executați punctele 7.4 – 7.9 pentru schema electrică ECHIVALENȚA construită numai din elemente logice ȘI–NU.

Lucrarea de laborator se finalizează cu un raport, ce va conține:

1. Numărul și denumirea lucrării de laborator.
2. Numele, pronumele studentului, codul grupei academice.
3. Denumirea experimentelor.
4. Fiecare experiment va conține scheme electrice, formule, tabele de adevăr și diagrame temporale.
5. Concluzii referitor la rezultatele obținute.

Întrebări de control

La prezentarea raportului trebuie să cunoașteți toate simbolurile convenționale ale circuitelor electrice, definițiile funcțiilor logice elementare, definiția tabelului de adevăr și să fiți capabili să răspundeți la următoarele întrebări de control:

1. Care este diferența între regimul static și regimul dinamic de lucru al schemelor electrice logice?
2. Ce funcție îndeplinesc bistabilii în schemele electrice logice în cazul regimului dinamic de lucru?
3. Care sunt etapele de elaborare a schemelor electrice logice?
4. Prezentați formula care determină numărul de funcții logice cu n variabile.
5. Definiți noțiunea de familie de funcții logice fundamentale.
6. Numiți funcțiile logice care formează familii de funcții logice fundamentale.

Bibliografie

1. KAF-Internet. Проектирование 16-ти простейших логических схем (Or, And и т.д.) //Справочное руководство по Electronics Workbench, 2001// <http://workbench.host.net.kg/show.php?chapter=3.1.3>.
2. KAF-Internet. Доказательство основных тождеств булевой алгебры с помощью простейших логических схем (Or, And и т.д.) // Справочное руководство по Electronics Workbench, 2001// <http://workbench.host.net.kg/show.php?chapter=3.1.4>.
3. Valachi, A. și al. Analiza, sinteza și testarea dispozitivelor numerice. Buc.: Ed. Nord – Est, 1993, p. 26-34.