



PROIECT SISTEME CU MICROPROCESOARE -APLICAȚII ÎN MEDICINĂ-

STIMULATORUL ELECTRIC MUSCULAR

Studenti: Căprariu Maria-Iulia

Ciobanu Ioana-Nadine

Horceag Miruna-Cristina

Olteanu Maria-Timeea

Grupa:1422, FIM, Anul II



I. INTRODUCERE:

- Stimularea electrică:

Stimularea electrică a mușchilor sau electrostimularea este o tehnică prin care se transmit impulsuri electrice de joasă tensiune pentru a stimula centrii nervoși (nervii).

- Stimulatorul electric muscular:

Aceste dispozitive livrează curenți electrice la nivelul nervilor, ceea ce poate reduce semnalele de durere, oferind o ameliorare a durerii. Curenții pot declanșa, de asemenea, eliberarea de endorfine în creier care ajută la reducerea naturală a durerii.

Impulsurile sunt generate de dispozitiv și sunt transmise prin intermediul unor electrozi pe piele, în apropierea mușchilor care sunt stimulați. Electrozii sunt, în general, tampoane care aderă la piele. Impulsurile imită potențialul de acțiune care provine de la sistemul nervos central, determinând mușchii să se contracte.

- Motivarea alegerii temei:

Având în vedere faptul că absența activității fizice este o problemă de actualitate, de care societatea se lovește din ce în ce mai des, este necesară o soluție în acest sens. De aceea, stimulatorul muscular reprezintă o metodă eficientă pentru combaterea acestei probleme, fiind o alternativă practică pentru a menține tonusul muscular în cazul persoanelor cu deficiențe fizice. Drept exemplu, ne putem îndrepta atenția asupra oamenilor care petrec destul de mult timp lucrând la birou, într-o poziție care afectează organismul pe termen lung sau asupra celor care pur și simplu nu dispun de timp pentru a prioritiza sportul sau orice fel de efort fizic. Un alt caz care trebuie să beneficieze de stimulatorul muscular este cel al oamenilor care au suferit accidente, ce au provocat deteriorarea și atrofierea țesuturilor musculare, necesitând astfel recuperare și terapie fizică.

Mai mult, stresul și tensiunea acumulată în mușchi pot fi diminuate prin utilizarea stimulatorului electric muscular. Prin stimularea electrică, acesta poate ajuta la eliberarea tensiunii și la relaxarea mușchilor, aducând o senzație de calm și reducere a stresului. De asemenea, poate fi folosit pentru a activa și tonifia grupurile musculare specifice, ajutând la creșterea masei musculare și la obținerea unui aspect tonifiat al corpului. Cu toate acestea, este esențial să se înțeleagă faptul că acest dispozitiv nu poate înlocui în totalitate antrenamentele convenționale și un stil de viață sănătos. Totodată, este important de menționat că utilizarea stimulatorului electric muscular ar trebui făcută în conformitate cu recomandările medicale sau sub supravegherea unui specialist.

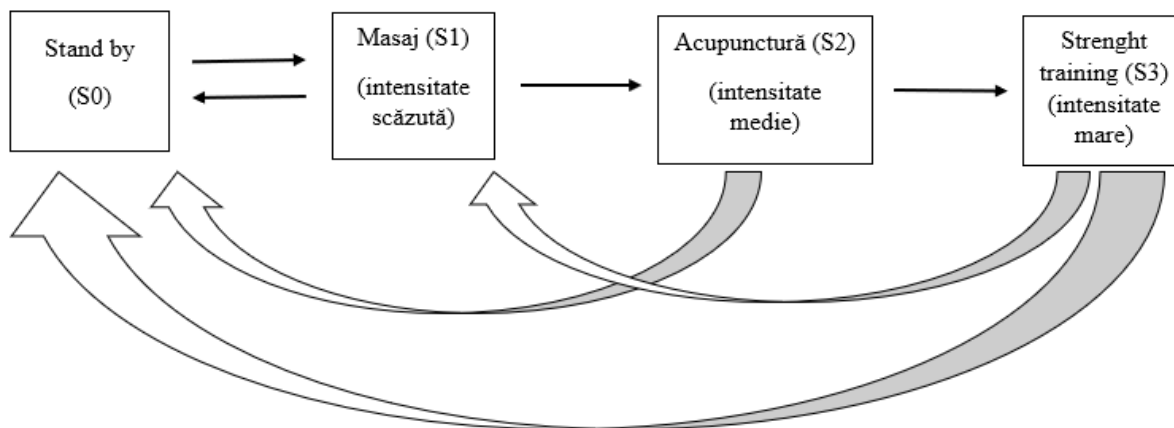
Este bine-cunoscut faptul că sportul reprezintă o parte importantă a vieții unui individ care contribuie la o dezvoltare armonioasă. Așadar, alegerea temei este bazată pe combaterea și minimalizarea unor astfel de cazuri pentru a încuraja și promova importanța sportului pentru sănătatea atât fizică, cât și psihică, stimulatorul electric muscular fiind un prim-pas care să determine oamenii să facă mișcare.

II. Descriere funcționare aparat:

Stimulatorul muscular este un aparat care utilizează impulsuri electrice pentru a stimula musculatura corpului. Fie că este folosit de persoanele care nu sunt capabile de a avea cele 30 de minute de activitate fizică în fiecare zi pentru a-și menține musculatura sau de persoanele care au nevoie de recuperare fizică în urma unor probleme medicale, aparatul nostru are 3 funcții și anume: masajul, acupunctura și strength training. Cele 3 funcții au intensități diferite precum și timpi de utilizare diferiți:

- masajul este o funcție cu intensitate scăzută și durată de 18 minute, folosind impulsuri electrice mai slabe pe o perioadă mai îndelungată.
- acupunctura este o procedură de intensitate medie care durează 14 minute;
- strength training, după cum se poate observa din nume, este funcția de intensitate cea mai mare, având scopul de a stimula musculatura pentru a deveni mai puternică. Pe o durată de 10 minute, această funcție este echivalentul a o oră de antrenament fizic de intensitate ridicată.

Astfel, pentru cele 3 funcții, noi vom programa 2 butoane: butonul 1 care trece prin fiecare funcție în ordinea crescătoare a intensității, iar apoi când ajunge în starea de cea mai mare intensitate, prin apăsarea sa, retrimite dispozitivul în starea de intensitate cea mai scăzută, butonul 1 fiind un buton de „loop”, care să permită un tratament continuu; și butonul 2 care indiferent din ce stare este apăsător, va duce în starea inițială - stand by (stimulatorul muscular este pornit, însă nu transmite impulsuri electrice: întrerupere antrenament). Drept urmare, conform specificațiilor anterioare, schema bloc a funcțiilor îndeplinite de stimulatorul muscular pe care l-am propus noi este:

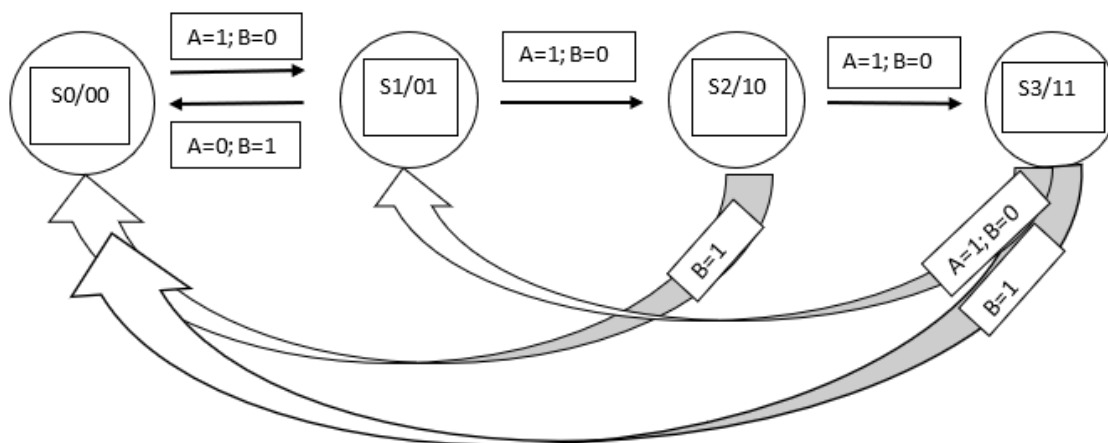


III. Diagrama de stare:

Pentru a explica mai detaliat comportamentul aparatului nostru, se codifică stările, după cum urmează (2^2 biți → maxim 4 stări posibile):

Stare	Codificare stării
S0 : stand by	00
S1 : masaj	01
S2 : acupunctură	10
S3 : strenght training	11

Aparatul își modifică stările în funcție de apăsarea celor două butoane A și B, pentru a crește intensitatea se apasă butonul A (10), astfel încât aparatul trece din starea curentă în starea următoare, iar când a ajuns în starea S3, butonul A îl trimite din nou în starea S1. Butonul B apăsă (01) trimite aparatul în „stand by” indiferent de starea sa curentă, permițând utilizatorului întreruperea tratamentului. Dacă nu se apasă niciun buton ($A = 0$; $B = 0$), stimulatorul rămâne în starea curentă, iar dacă se apasă amândouă ($A = 1$, $B = 1$) avem un caz imposibil, întrucât aparatul nu poate să treacă în „stand by” și să-și crească intensitatea în același timp. Prin urmare, având în vedere faptul că în configurație de tip pull down 0 semnifică buton neapăsă și 1 semnifică buton apăsă, diagrama de stare este:



IV. Tabel de tranziție :

Stările descrise anterior pot fi reprezentate printr-un tabel de tranziție astfel :

Starea curentă	Butoane		Starea următoare
	A	B	
S₀/00	0	0	00
	0	1	00
	1	0	01
	1	1	XX
S₁/01	0	0	01
	0	1	00
	1	0	10
	1	1	XX
S₂/10	0	0	10
	0	1	00
	1	0	11
	1	1	XX
S₃/11	0	0	11
	0	1	00
	1	0	01
	1	1	XX

V. Diagramele Karnaugh:

Se transformă tabelul de tranziție în diagramă Karnaugh, unde A și B reprezintă butoanele (intrările), iar Q₀ și Q₁ reprezintă stările/funcțiile (ieșirile):

AB \ Q ₀ Q ₁	00	01	11	10
00	00	00	XX	01
01	01	00	XX	10
11	11	00	XX	01
10	10	00	XX	11

Întrucât avem doi biți, vom avea două bistabile de tip D, rezultă că diagrama principală se sparge în două diagrame Karnaugh: prima diagramă pentru valoarea primului bit din diagrama de mai sus, iar cea de-a doua reprezentând valoarea celui de al doilea bit:

Bitul D₀:

AB \ Q ₀ Q ₁	00	01	11	10
00	0	0	X	0
01	0	0	X	1
11	1	0	X	0
10	1	0	X	1

Bitul D₁:

AB \ Q ₀ Q ₁	00	01	11	10
00	0	0	X	1
01	1	0	X	0
11	1	0	X	1
10	0	0	X	1

Din cele două diagrame scoatem ecuația caracteristică pentru fiecare prin gruparea după 1 (FDM → se obține sumă de produse) în grupuri de puteri ale lui 2:

Pentru D₀:

AB \ Q ₀ Q ₁	00	01	11	10
00	0	0	X	0
01	0	0	X	1
11	1	0	X	0
10	1	0	X	1

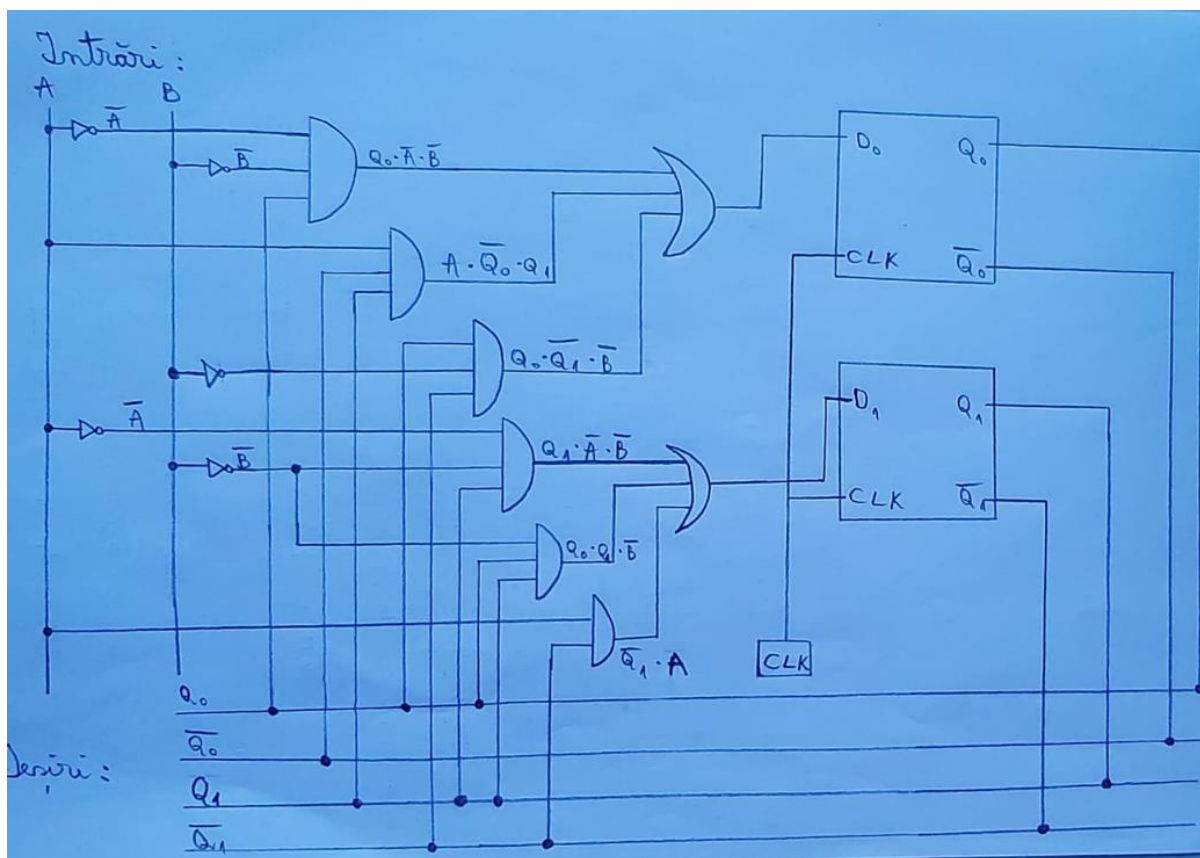
$$\Rightarrow D_0 = Q_0 \cdot \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{Q}_0 \cdot Q_1 + Q_0 \cdot \bar{Q}_1 \cdot \bar{B}$$

Pentru D_1 :

$Q_0Q_1 \backslash AB$	00	01	11	10
00	0	0	X	1
01	1	0	X	0
11	1	0	X	1
10	0	0	X	1

$\Rightarrow D_1 = Q_1 \cdot \overline{A} \cdot \overline{B} + Q_0 \cdot Q_1 \cdot \overline{B} + \overline{Q_1} \cdot A$

VI. Implementarea ecuațiilor sub formă de scheme electrice folosind porți logice și două bitabile de tip D:



VII. Simulare în Orcad

Cu ajutorul programului Orcad, se realizează o simulare pentru a verifica aparatul propus.

Schema electrică inițială a circuitului:

Componentele utilizate în Orcad, alese din librăriile care au profil de simulare, sunt:

- 2 bistabile de tip D (7474/EVAL);
- 3 surse de semnal (STIM/SOURCE);
- 1 componentă DigClock (DigClock/SOURCE) care generează semnalul de ceas;
- Porți NAND cu 2 intrări (7410/EVAL);
- Porți NAND cu 3 intrări (7410/EVAL);

→ Porți NAND cu 4 intrări (7420/EVAL);

→ Porți NOT (7404/EVAL).

Pentru fiecare stare am considerat câte un LED care să ne indice starea respectivă:

OUT-urile corespund fiecărui LED care se aprinde pentru fiecare stare în parte:

Starea 0 – stand by – LED mov

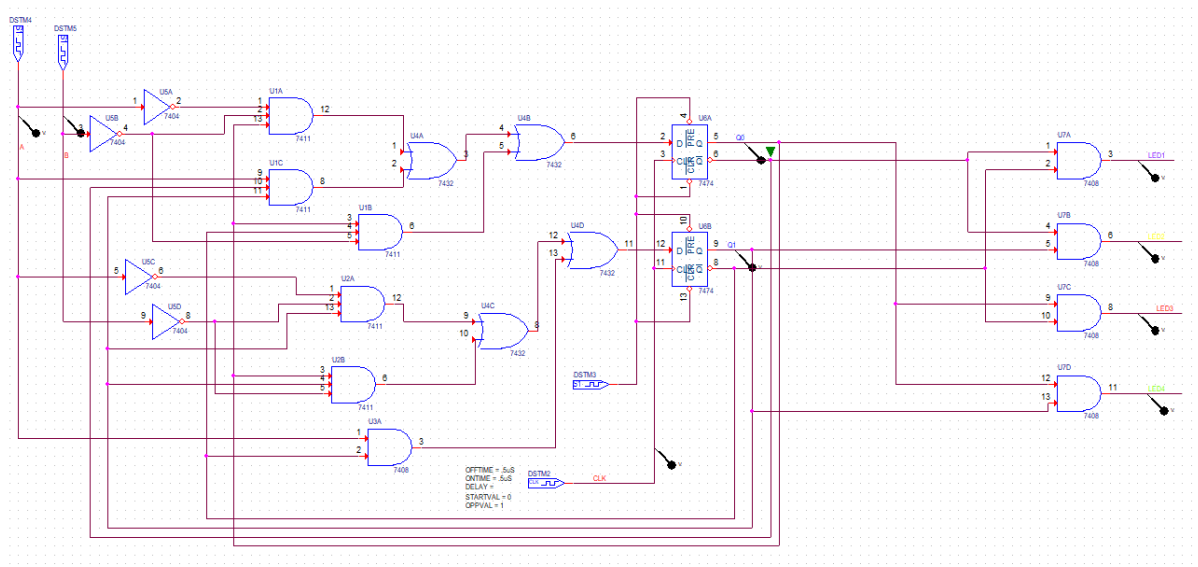
Starea 1 – masaj: funcționează la intensitate mică – LED galben

Starea 2 – acupunctură: funcționează la intensitate medie – LED roșu

Starea 3 – strenght training: funcționează la intensitate mare – LED verde

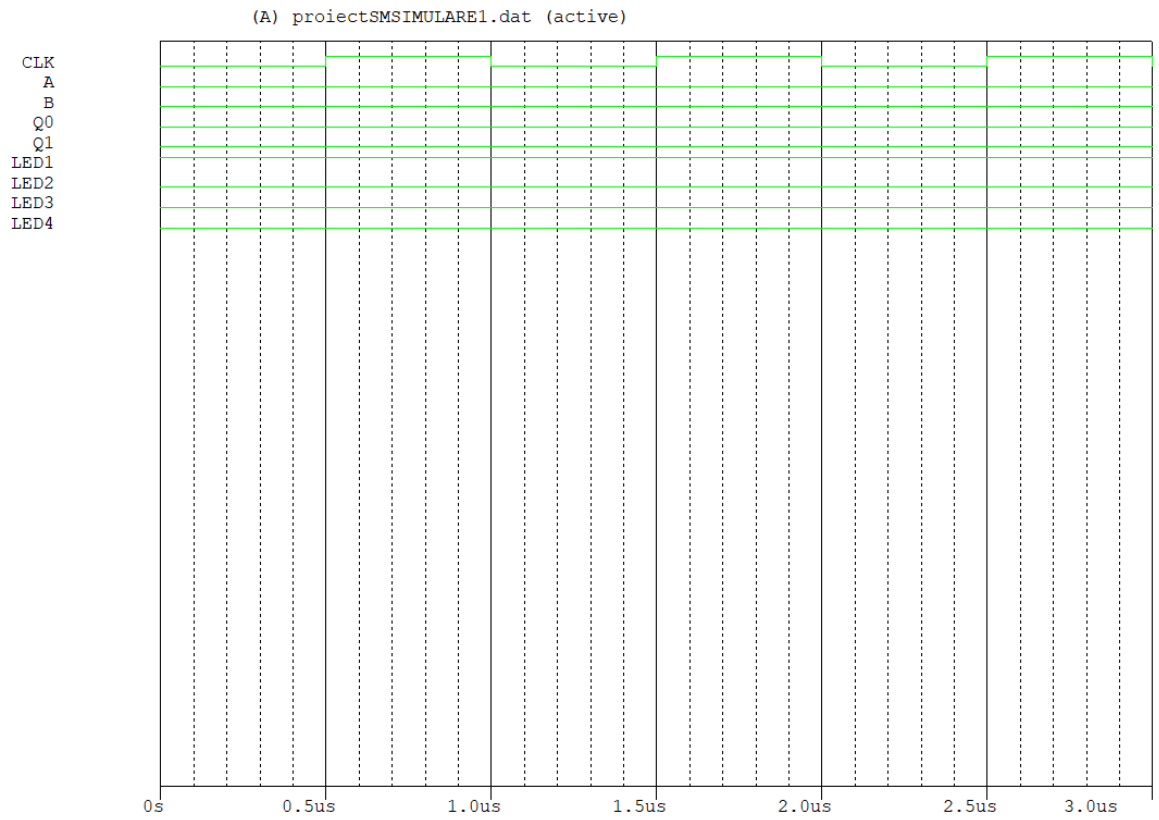
Stare	LED
00 ($\overline{Q_0}\overline{Q_1}$)	LED1 (mov)
01 ($\overline{Q_0}Q_1$)	LED2 (galben)
10 ($Q_0\overline{Q_1}$)	LED3 (roșu)
11 (Q_0Q_1)	LED4 (verde)

În final, a rezultat următoarea schemă a circuitului:



Forme de unda și descrierea acestora

Inițial, bistabilele pleacă din starea 00, iar intrările A și B au valoarea 0, ieșirile Q₀ și Q₁ au valoarea 0, iar LED-ul 1, corespunzător stării 00, este aprins (are valoarea 1).



Am realizat simularea mai multor tranziții, astfel încât aparatul să treacă prin fiecare stare:

- aparatul pornește din starea 00- stand by. La fiecare apăsare a butonului A (de creștere a intensității), acesta trece succesiv prin fiecare stare: S0 – S1 – S2 – S3 – și se întoarce în S1 după ce a parcurs toate stările posibile, realizând un ciclu continuu de funcționare prin intermediul apăsării butonului A.
- în momentul în care aparatul se află în starea S0 este aprins LED-ul mov (devine 1). Prin trecerea în starea S1, la 0.4us, se aprinde LED-ul galben pentru intensitate mică. Când aparatul ajunge în starea S2, la 1.4 us, se aprinde LED-ul roșu pentru intensitate medie. În starea S3, la 2.3 us, se aprinde LED-ul verde pentru intensitate mare. La momentul de timp 3.2us aparatul ajunge înapoi în starea S1 (01) - LED-ul galben aprins. Butonul A nu mai este apăsat (are valoarea 0) la momentul de timp 4.4 us.

COMMAND1	COMMAND2	COMMAND3	COMMAND4	COMMAND5	COMMAND6
0s 0	0.4us 1	1.4us 1	2.3us 1	3.2us 1	4.4us 0

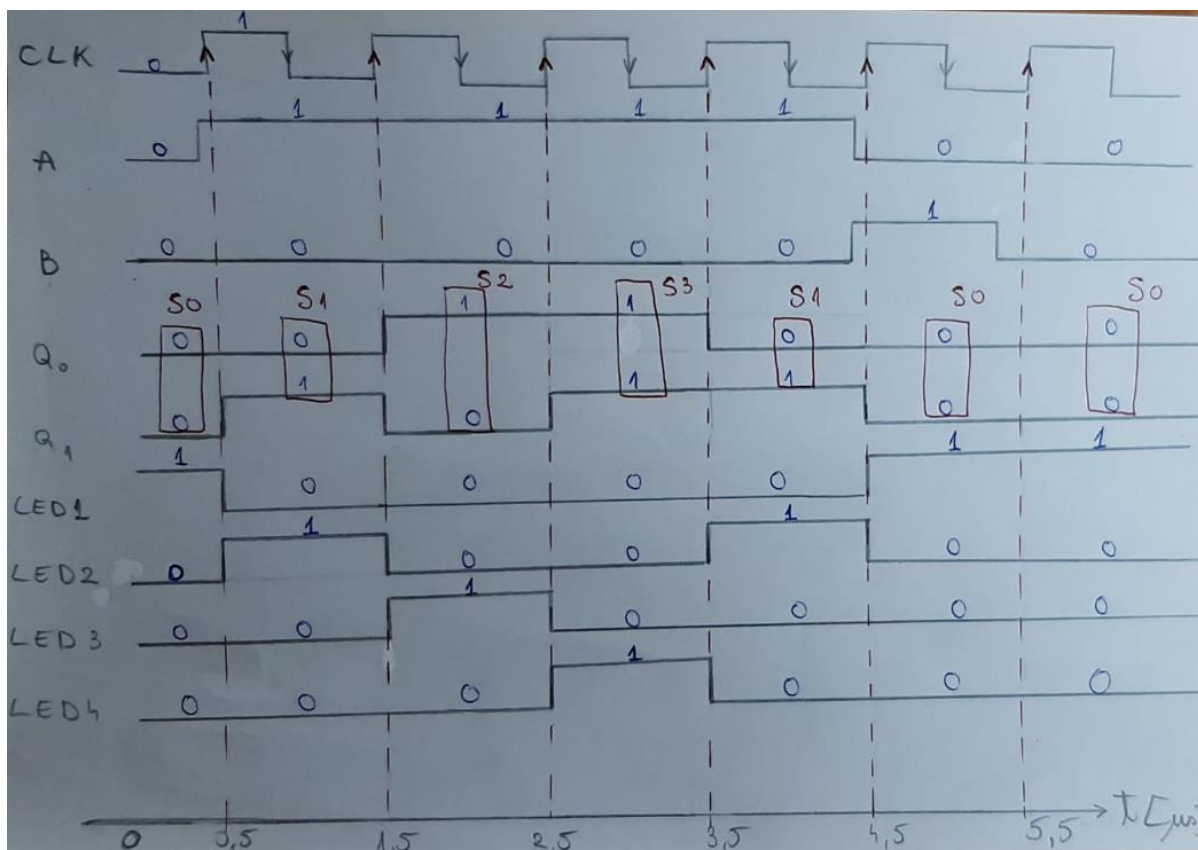
→ butonul B se apasă la momentul de timp 4.4 us, ducând aparatul în starea S0 când este aprins LED-ul mov. Se încetează apăsarea butonului B la momentul de timp 5.3 us, dispozitivul rămânând în starea curentă (S0).

COMMAND1	COMMAND2	COMMAND3
0s 0	4.4us 1	5.3us 0

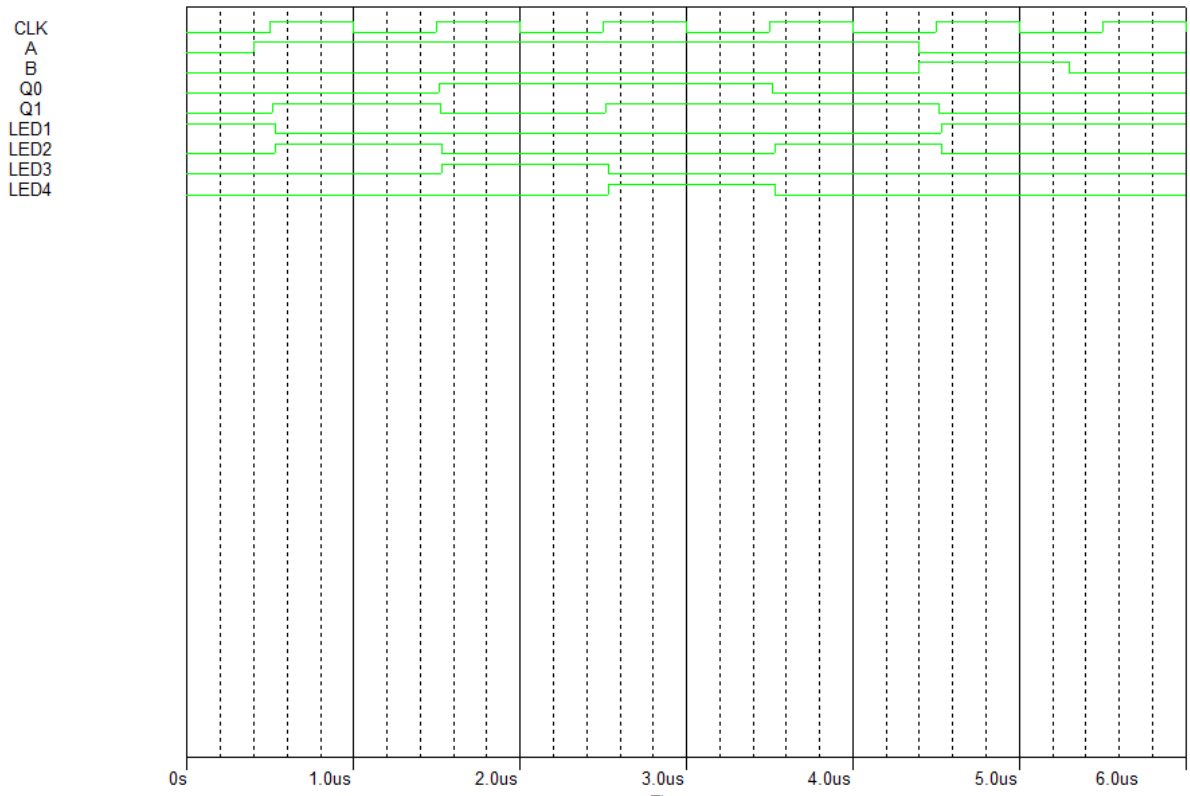
Tabel de funcționare:

	Momente de TIMP						
timp	0us	0.4us	1.4us	2.3us	3.2us	4.4us	5.3us
A	0	1	1	1	1	0	0
B	0	0	0	0	0	1	0
Q0	0	0	1	1	0	0	0
Q1	0	1	0	1	1	0	0
LED 1	1	0	0	0	0	1	1
LED 2	0	1	0	0	1	0	0
LED 3	0	0	1	0	0	0	0
LED 4	0	0	0	1	0	0	0

Formele de undă:



Confirmarea formelor de undă prin intermediul simulării în OrCAD:



VIII. Concluzie

Prin analiza simulărilor efectuate în OrCAD, observăm că stimulatorul electric muscular poate parcurge diferite etape, trecând de la starea inițială S0 (în care aparatul este pornit, dar nu transmite impulsuri electrice, adică întrerupere antrenament) prin stările S1, S2, S3 și apoi revenind în starea S1. Durata corespunzătoare fiecărei stări este următoarea: pentru nivelul de intensitate mică - 18 minute, de intensitate medie - 14 minute și pentru nivelul de intensitate mare - 10 minute. Mai mult, dispozitivul propus oferă utilizatorului opțiunea de a întrerupe activitatea în orice moment prin apăsarea butonului B pentru a comuta în modul de stand by.

În cazul în care niciunul dintre cele două butoane nu este apăsate, aparatul va menține starea în care se află în momentul acționării, fiind imposibilă apăsarea simultană a ambelor butoane. Proiectarea acestui automat finit s-a realizat prin utilizarea de porți logice de tip NOT, NAND și circuitelor basculante bistabile de tip D.