

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN BUCUREȘTI

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

Proiect P3 TIE

Touchless ON/OFF Human Interface Capacitive Switch

DEPARTAMENTUL DE ELECTRONICĂ ȘI TEHNICI DE INTERCONECTARE

Profesor Coordonator:

Prof. Dr. Ing. Norocel Dragoș Codreanu

Echipa T2, studenți:

Cîrstea Georgian-Cristian – Project Manager

Chelaru Vlad-Andrei

Didiță Ana-Maria

An universitar 2022-2023

Data de predare: 06.09.2023

CUPRINS

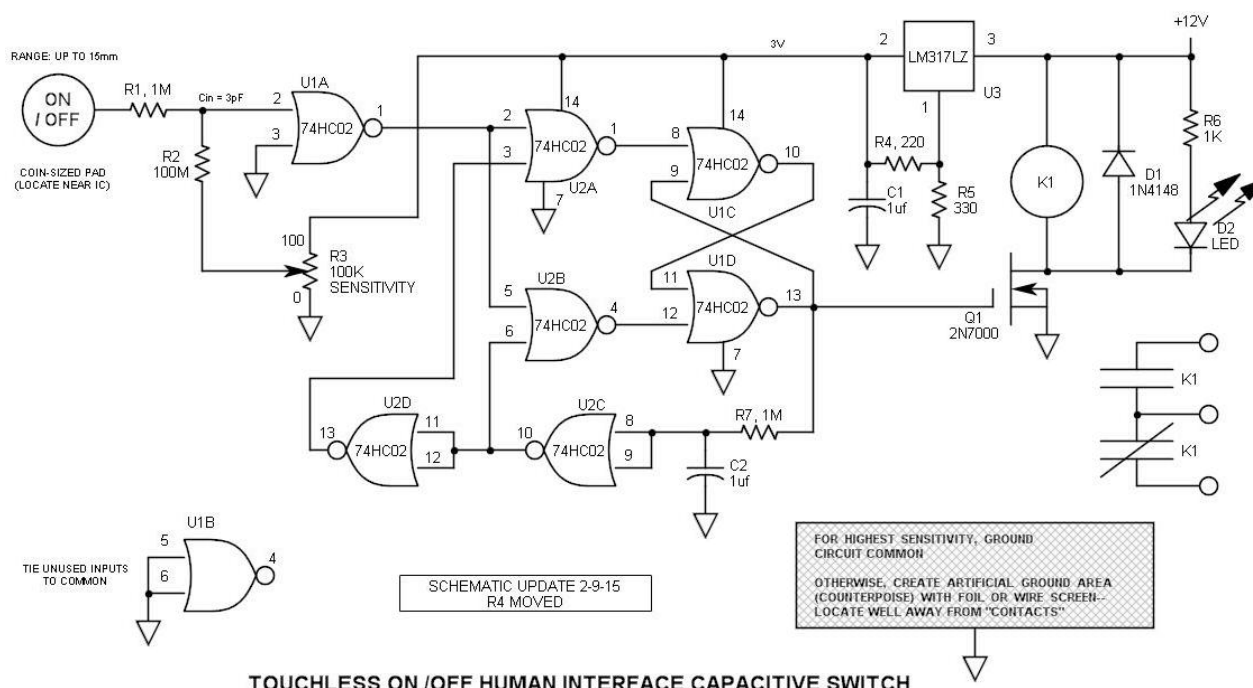
I. DATE ÎNȚIALE DE PROIECTARE	3
I.1 Descrierea funcționării schemei proiectate	4
I.2 Schema electrică	5
I.3 Design Rules Check(DRC)	6
I.4 Cross Reference(CR)	7
I.5 Bill of materials(BOM)	8
I.6 Wirelist(WR)	10
I.7 Prezentarea corelației dintre anexa 1 și proiectul CAD generat.....	12
 II. PROIECTARE CIRCUIT IMPRIMAT(LAYOUT) - PCB	13
II.1 Layer-ul TOP	13
II.2 Layer-ul BOTTOM.....	14
II.3 Layer-ul SOLDER MASK TOP	15
II.4 Layer-ul SOLDER MASK BOTTOM	16
II.5 Layer-ul SILK SCREEN TOP	17
II.6 Layer-ul ASSEMBLY DRAWING TOP	18
 III. PROIECTARE MECANICĂ - MECH.....	19
III.1 Layer-ul FABRICATION	19
 IV. CONCLUZII	20
 V. BIBLIOGRAFIE/WEBOGRAFIE	21
 VI. ANEXE	20

I.Date inițiale de proiectare

Scopul proiectului constă în realizarea design-ului PCB al unui comutator capacitiv ON/OFF fără atingere, conform unei scheme electrice și a unor parametrii dați. O poartă SAU negat 74HC02 acționează ca un senzor capacitiv de mare impedanță. Aceasta setează sau resetează un circuit de blocare și acționează un LED și un releu electromagnetic pentru controlul de înaltă putere. Simpla plasare a unui deget lângă pad este suficientă pentru a comuta latch-ul. Astfel, nu este necesar niciun contact uman, iar pad-ul poate fi izolat. O rază de 15mm este ușor de obținut și sensibilitatea este reglabilă. Alimentarea este furnizată printr-o sursă de 12VDC.

Proiectul PCB va fi realizat utilizând numai două straturi electrice, cele externe: TOP și BOTTOM, toate componentele fiind plasate pe layerul superior al plăcii, TOP. Vor fi folosite și următoarele layer-e neelectrice: SOLDER MASK pentru ambele fețe ale plăcii, SILK SCREEN TOP și ASSEMBLY DRAWING TOP. Lățimea traseelor de semnal va fi de 0.3mm, conexiunea cu masa va fi realizată printr-un plan de masă pe stratul BOTTOM, lățimea traseelor de masă/ alimentare fiind de 1.1mm, iar spațierea va fi de 0.35mm în toate cazurile. Placa va avea formă dreptunghiulară, cu dimensiunile 70x55mm. Cele 4 găuri de prindere a modului PCB în carcasă vor fi nemetalizate, de 3.2mm diametru, plasate în cele 4 colțuri, la o distanță de 1.5M față de acestea. Aceste specificații și valori de proiectare sunt menționate și în **ANEXA 2**, pe rândul corespunzător echipei cu numărul 2.

Schema electrică echivalentă în programul OrCAD Capture(va fi prezentată și la sfârșit, în **ANEXA 1**):



I.1 Descrierea funcționării schemei proiectate

Poarta SAU negat 74HC02 acționează ca un senzor capacitiv de mare impedanță, capacitatea de intrare a acesteia fiind de obicei de numai 3pF. Pentru a face acest senzor foarte sensibil la capacitatea corpului este recomandată utilizarea unui resistor de polarizare de 100M.

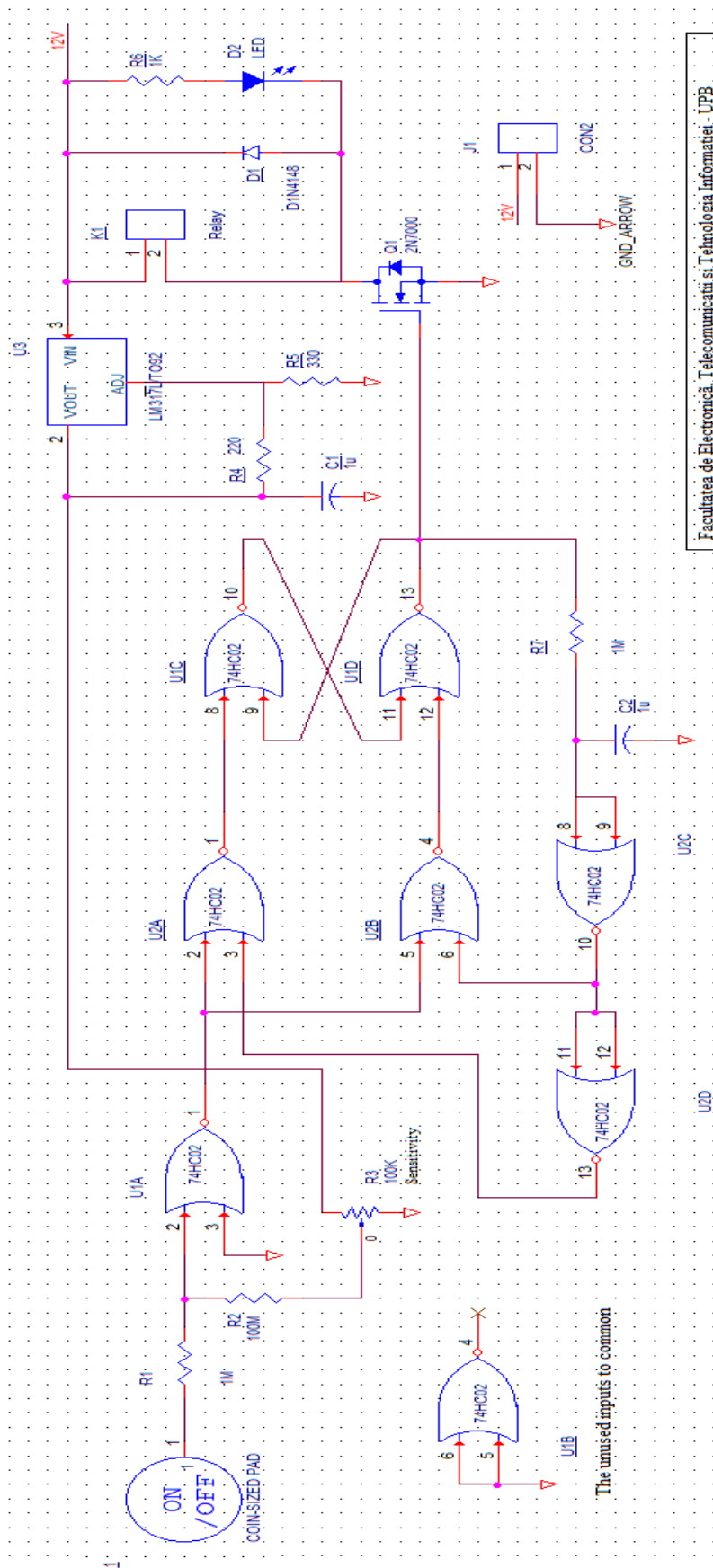
Sensibilitatea este crescută prin reducerea tensiunii de alimentare la 3V (tensiunea minimă de funcționare specificată fiind de 2.0V). Plasarea unui deget lângă pad este suficientă pentru a comuta latch-ul, nefiind necesar vreun contact uman. Pad-ul, în acest caz, este un ban lipit la un rezistor de 1M. După ce latch-ul este setat sau resetat, condensatorul C2 se încarcă sau se descarcă prin R7. Când se atinge pragul ($V_{cc}/2$), porțile U2A și U2B redirecționează semnalul de intrare către intrarea opusă a latch-ului.

Tranzistorul MOS 2N7000 cu canal N (Q1) conduce un curent de 20mA la LED-ul ultraluminos și o tensiune de 12V la releu. Rezistorul de 1M de la intrare protejează circuitul integrat împotriva descărcărilor statice și permite atingerea plăcuței fără pericol de deteriorare prin descărcare electrostatică.

Una dintre problemele apărute pe parcursul evoluției circuitului a fost localizarea porții U2C în U1 din cauza oscilării bruște a U2C când a trecut pragul, generând o perturbare electrică ce a dus la funcționarea defectuoasă a circuitului. De asemenea, o altă problemă a constat în faptul că una dintre intrările porții era deteriorate, probabil din cauza unor descărcări electrostatice, ceea ce împiedicat funcționarea cu impedanță mare.

Cu cât sensibilitatea potențiometrului este mai aproape de prag, cu atât există șanse mai mari ca o perturbare electrostatică sau electromagnetică să provoace accidental schimbări de stare.

I.2 Schema electrică



Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației - UPB	
Proiect TIE 2023	
"Touchless ON/OFF Human Interface Capacitive Switch"	
Coordonator:	Prof. Dr. Ing. Norocel Dragoș Codreanu
Studenti:	Cristea Georgian-Cristian Chelaru Vlad-Andrei Didita Ana-Maria
	- Grupa 423C

I.3 Design Rules Check(DRC)

Date and Time : 09/02/23 17:36:44

Checking Schematic: SCHEMATIC1

Checking Electrical Rules

Checking For Single Node Nets

Checking For Unconnected Bus Nets

I.4 Cross Reference(CR)

1	1K	R6	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
2	1M	R1	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
3	1M	R7	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
4	1u	C1	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
5	1u	C2	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
6	2N7000	Q1	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\TRANSISTOR.OLB
7	74HC02	U1A	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
8	74HC02	U1B	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
9	74HC02	U1C	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
10	74HC02	U1D	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
11	74HC02	U2A	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
12	74HC02	U2B	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
13	74HC02	U2C	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
14	74HC02	U2D	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
15	100K	R3	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\PSPICE\BREAKOUT.OLB
16	100M	R2	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
17	220	R4	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
18	330	R5	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
19	COIN-SIZED PAD 1		SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE-HUMAN INTERFACE CAPACITIVE SWITCH\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
20	CON2	J1	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
21	D1N4148D1		SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\PSPICE\EDIODE.OLB
22	LED	D2	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\DISCRETE.OLB
23	LM317L/TO92	U3	SCHEMATIC1/PAGE1	0	C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIPA 2 - 423C\CIRCUIT (SCHEMATIC+PCB)\HUMAN_INTERFACE_CAPACITIVE_SWITCH-SCHEMATIC.DSN
24	Relay	K1	SCHEMATIC1/PAGE1	0	D:\ORCAD\TOOLS\CAPTURE\LIBRARY\CONNECTOR.OLB

I.5 Bill Of Materials(BOM)

Pret total: 56.55 lei

Nr. Crt	Referință componentă în schemă, nume PCB	Nume/cod/ număr/ valoare componentă în schemă	Tip/Clasă	Descriere	Cod produs	Producător	Cantitate în proiect	Cantitate minimă la producător	Pret/componentă (lei)	Pret total (lei)
1	R1	MP006418, 1.1M	rezistor	THD, Metal Oxide, 1W, 500V, $\pm 2\%$	3619367	MULTICOMP PRO	1	5	1.37	6.85
2	R2	RCR75CT52A10 7J, 100M	rezistor	THD, ceramic, 2W, 5KV, $\pm 5\%$	3542048	KOA	1	1	4.28	4.28
3	U1A, U1B, U1C, U1D, U2A, U2B, U2C, U2D	74HC02D, 653	Logic IC, NOR	SMD, 2 inputs, SOIC, 5.2mA, 2-6V	1201312	NEXPERIA	7	10	1.63	16.3
4	R3	3386H-1-101LF, 10ohm to 2Mohms	potentio metru	THD, side adjust, 500mW, $\pm 10\%$	9354883	BOURNS	1	1	7.90	7.90
5	R4	MCF 2W 220R	rezistor	THD, 2W, 500V, $\pm 5\%$	9338152	MULTICOMP PRO	1	1	1.30	1.30
6	R5	MCF 0.5W 330R	rezistor	THD, 0.5W, 350V, $\pm 5\%$	9338705	MULTICOMP PRO	1	5	0.37	1.85
7	R6	MF12 1K	rezistor	THD, 125mW, 200V, $\pm 1\%$	9342400	MULTICOMP PRO	1	5	0.29	1.45
8	R7	MF25 1M	rezistor	THD, 250mW, 250V, $\pm 1\%$	9341137	MULTICOMP PRO	1	10	0.33	3.33
9	C1, C2	MCMLR50V105 MY5V, 1uF	condensator	THD, ceramic, 50V, X7R, $\pm 10\%$	2112947	MULTICOMP PRO	2	1	3.66	7.32
10	D1	1N4148	diode	THD, 500mW, DO-35, 100V	637-1N4148	Diotec Semiconductor	1	1	0.89	0.89
11	D2	MCL053MD	LED	THD, red, T-1 $\frac{3}{4}$ 5mm, 20mA, 2V	1581137	MULTICOMP PRO	1	5	0.57	2.85
12	Q1	2N7000-D74Z	tranzistor	THD, MOS, canal N, TO-92-3	512-2N7000 D74Z	onsemi	1	1	2.23	2.23

BOM			
File	Edit	View	
1	2	C1,C2	1u
2	1	D1	D1N4148
3	1	D2	LED
4	1	J1	CON2
5	1	K1	Relay
6	1	Q1	2N7000
7	2	R1,R7	1M
8	1	R2	100M
9	1	R3	100K
10	1	R4	220
11	1	R5	330
12	1	R6	1K
13	2	U1,U2	74HC02
14	1	U3	LM317L/TO92
15	1	1	COIN-SIZED PAD

1	2	C1,C2	1u
2	1	D1	D1N4148
3	1	D2	LED
4	1	J1	CON2
5	1	K1	Relay
6	1	Q1	2N7000
7	2	R1,R7	1M
8	1	R2	100M
9	1	R3	100K
10	1	R4	220
11	1	R5	330
12	1	R6	1K
13	2	U1,U2	74HC02
14	1	U3	LM317L/TO92
15	1	1	COIN-SIZED PAD

I.6 Wirelist(WR)

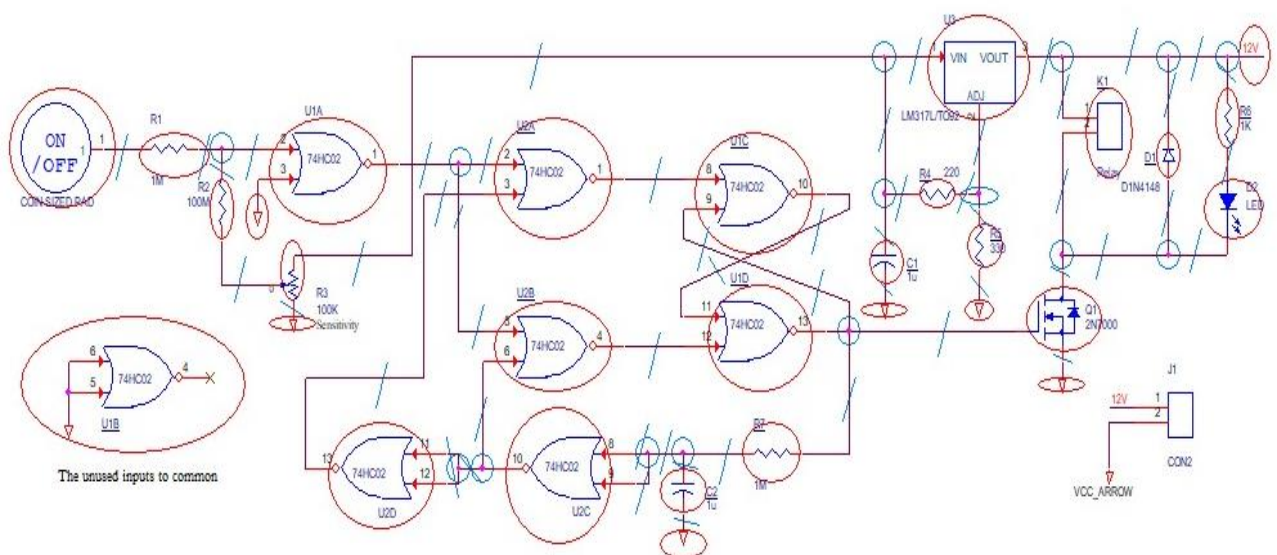
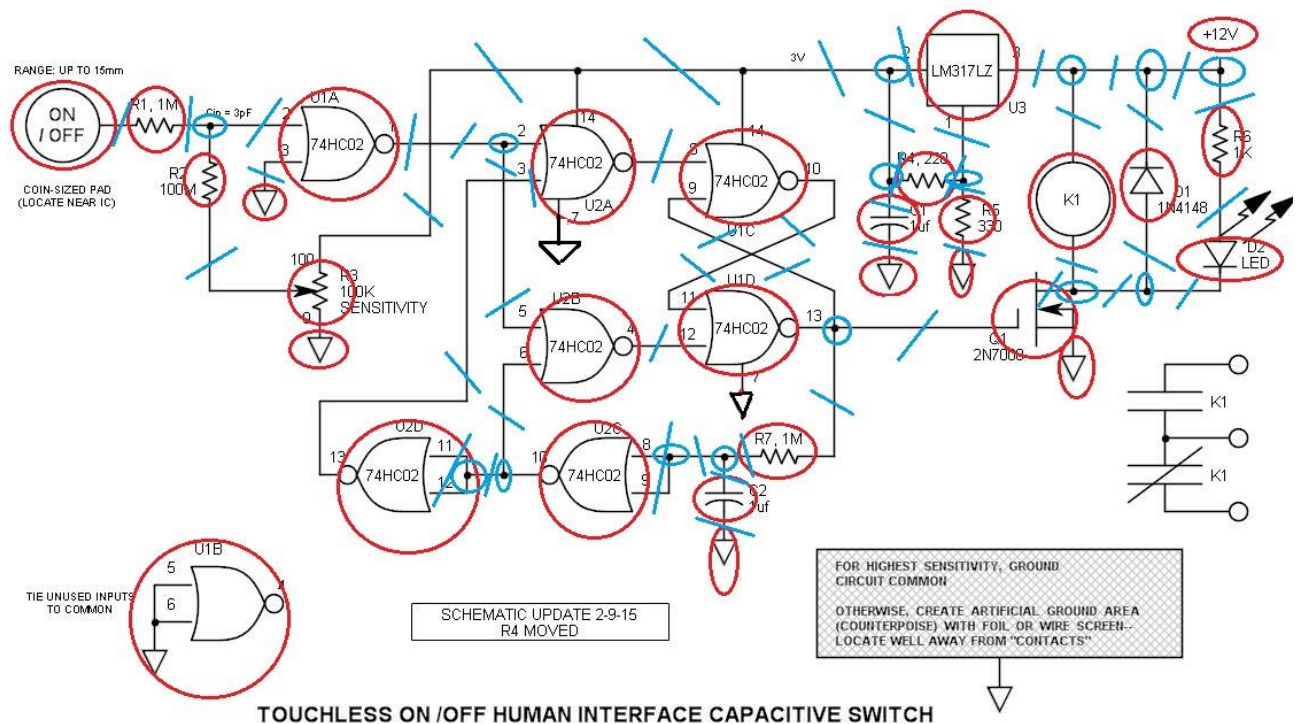
```

1: Wire List
2:
3:
4: C:\USERS\VLADC\DESKTOP\PROIECT TIE 2023 - ECHIRevision:
5:
6:
7:
8:
9:
10:
11: <<< Component List >>>
12: COIN-SIZED PAD          1          moneda
13: lu                      C1          CAPCK05
14: lu                      C2          CAPCK05
15: D1N4148                D1          dax2do35
16: LED                    D2          1206RF_WV_12D
17: CON2                   J1          JUMPER2
18: Relay                  K1          JUMPER2
19: 2N7000                 Q1          TC-92L
20: 1M                      R1          RES400
21: 100M                   R2          RES400
22: 100K                   R3          VRES10
23: 220                    R4          RES400
24: 330                    R5          RES400
25: 1K                      R6          RES400
26: 1M                      R7          RES400
27: 74HC02                 U1          SOIC14
28: 74HC02                 U2          SOIC14
29: LM317L/TO92            U3          TC-92L
30:
31: <<< Wire List >>>
32:
33:   NODE  REFERENCE  PIN #  PIN NAME          PIN TYPE  PART VALUE
34:
35: [00001] 12V
36:         U1         14      12V          Power    74HC02
37:         U2         14      12V          Power    74HC02
38:         R6         1        1          Passive   1K
39:         U3         3        VIN          Input     LM317L/TO92
40:         K1         1        1          Passive   Relay
41:         J1         1        1          Power     CON2
42:         D1         2        2          Passive   D1N4148
43:
44: [00002] GND_ARROW
45:         U1         3        B_A          Input     74HC02
46:         U1         7        GND_ARROW   Power     74HC02
47:
48:         R3         1        1          Passive   100K
49:         U2         7        GND_ARROW   Power     74HC02
50:         C2         2        2          Passive   lu
51:         C1         2        2          Passive   lu
52:         R5         2        2          Passive   330
53:         Q1         1        SOURCE      Passive   2N7000
54:         U1         5        A_B          Input     74HC02
55:         U1         6        B_B          Input     74HC02
56:         J1         2        2          Power     CON2
57:
58: [00003] N00225
59:         R1         1        1          Passive   1M
60:         1         1        1          Passive   COIN-SIZED PAD
61:
62: [00004] N00229
63:         R1         2        2          Passive   1M
64:         R2         2        2          Passive   100M
65:         U1         2        A_A          Input     74HC02
66:
67: [00005] N00236
68:         R2         1        1          Passive   100M
69:         R3         2        t          Passive   100K

```

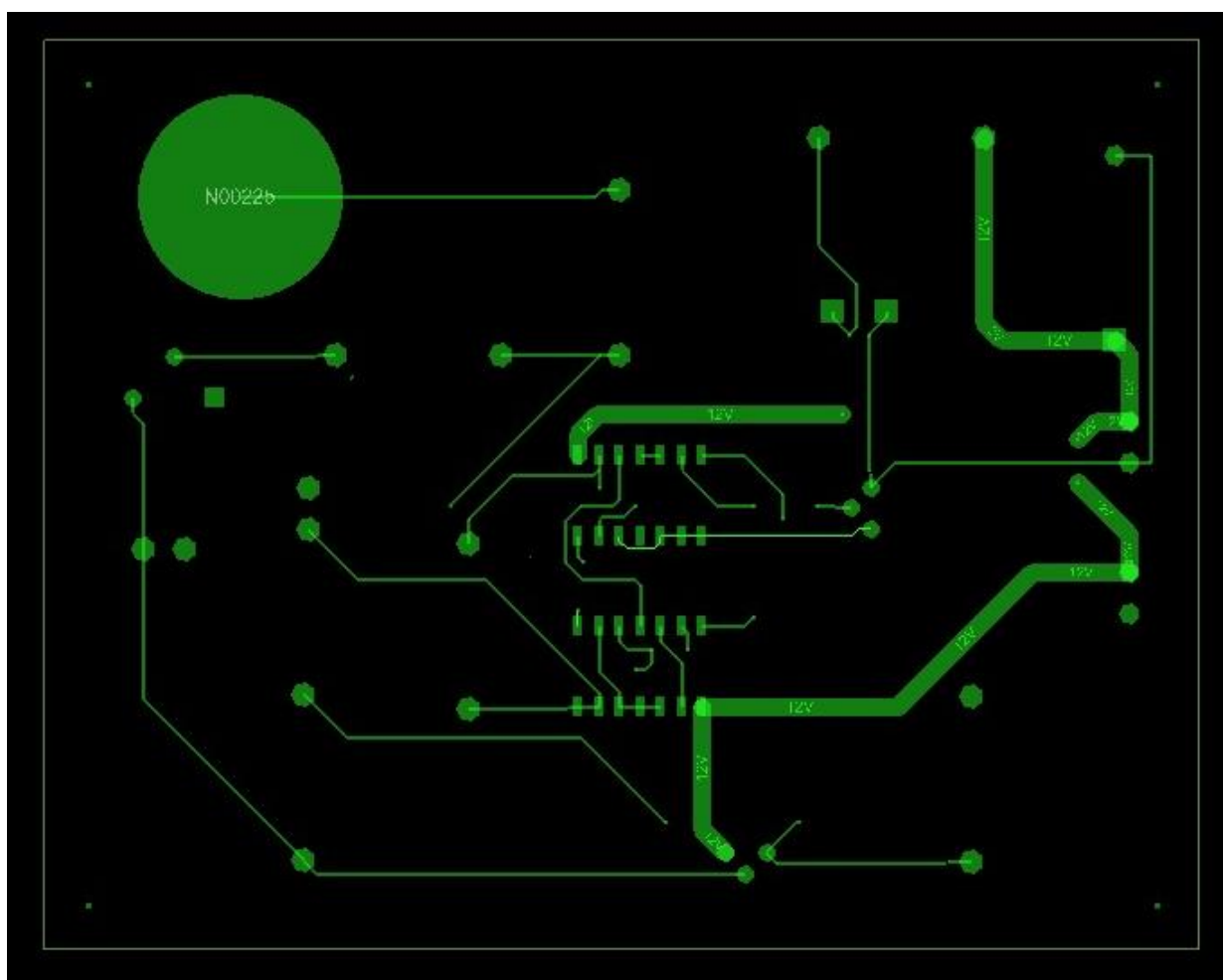
69:					
70:	[00006]	N00556			
71:		U1	1	Y_A	Output 74HC02
72:		U2	5	A_B	Input 74HC02
73:		U2	2	A_A	Input 74HC02
74:					
75:	[00007]	N00573			
76:		U2	6	B_B	Input 74HC02
77:		U2	11	A_D	Input 74HC02
78:		U2	12	B_D	Input 74HC02
79:		U2	10	Y_C	Output 74HC02
80:					
81:	[00008]	N00627			
82:		U2	13	Y_D	Output 74HC02
83:		U2	3	B_A	Input 74HC02
84:					
85:	[00009]	N00645			
86:		U2	1	Y_A	Output 74HC02
87:		U1	8	A_C	Input 74HC02
88:					
89:	[00010]	N00686			
90:		U2	4	Y_B	Output 74HC02
91:		U1	12	B_D	Input 74HC02
92:					
93:	[00011]	N00786			
94:		U2	8	A_C	Input 74HC02
95:		U2	9	B_C	Input 74HC02
96:		C2	1	1	Passive 1u
97:		R7	1	1	Passive 1M
98:					
99:	[00012]	N01573			
100:		R7	2	2	Passive 1M
101:		Q1	2	GATE	Passive 2N7000
102:		U1	13	Y_D	Output 74HC02
103:		U1	9	B_C	Input 74HC02
104:					
105:	[00013]	N02019			
106:		R3	3	2	Passive 100K
107:		R4	1	1	Passive 220
108:		C1	1	1	Passive 1u
109:		U3	2	VOUT	Output LM317L/TO92
110:					
110:					
111:	[00014]	N02218			
112:		Q1	3	DRAIN	Passive 2N7000
113:		D2	2	CATHODE	Passive LED
114:		K1	2	2	Passive Relay
115:		D1	1	1	Passive D1N4148
116:					
117:	[00015]	N024101			
118:		R6	2	2	Passive 1K
119:		D2	1	ANODE	Passive LED
120:					
121:	[00016]	N04201			
122:		R4	2	2	Passive 220
123:		R5	1	1	Passive 330
124:		U3	1	ADJ	Passive LM317L/TO92
125:					
126:	[00017]	N08128			
127:		U1	11	A_D	Input 74HC02
128:		U1	10	Y_C	Output 74HC02
129:					
130:					

I.7 Prezentarea corelației dintre anexa 1 și proiectul CAD generat

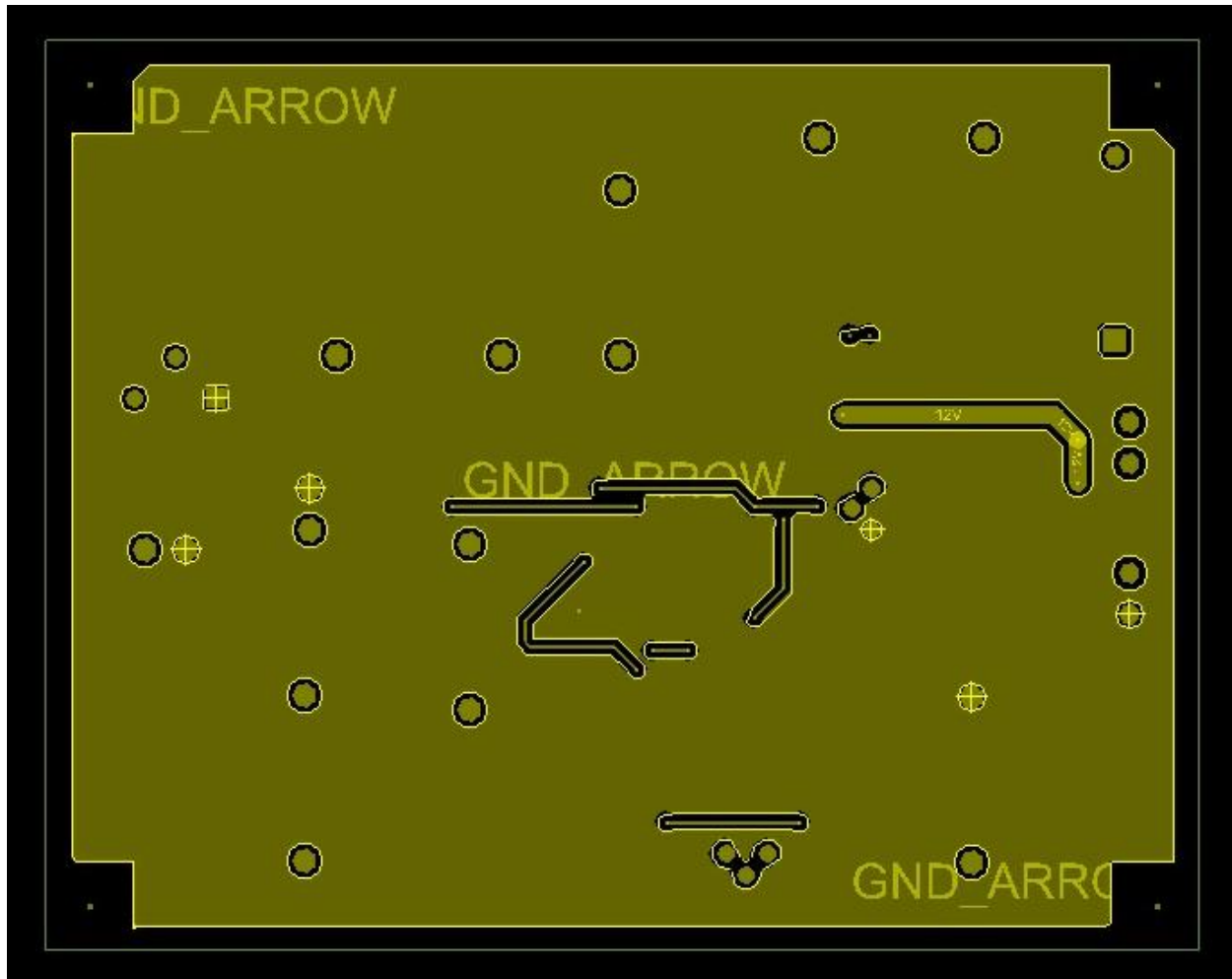


II. PROIECTARE CIRCUIT IMPRIMAT(LAYOUT) – PCB

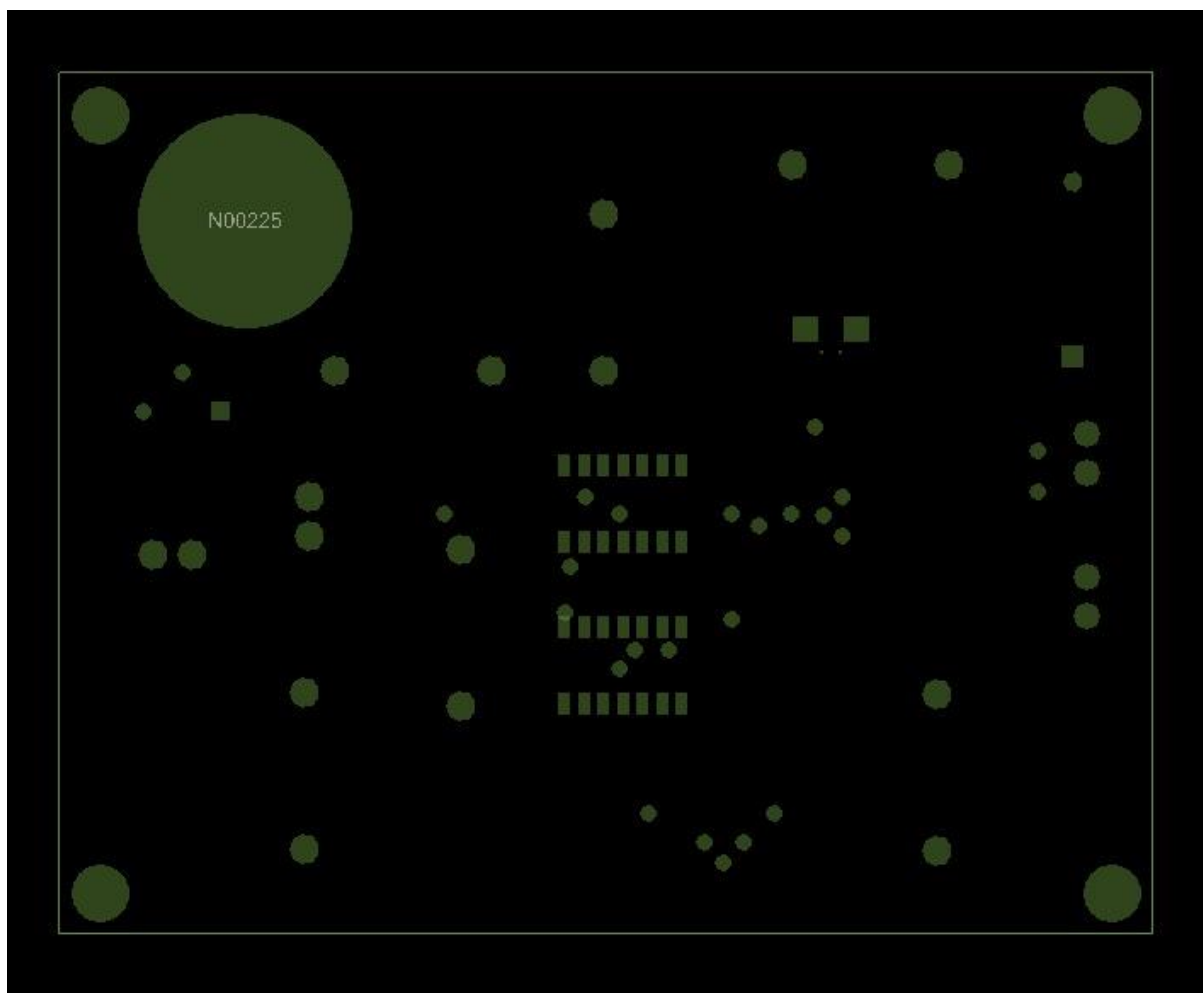
II.1 Layer-ul TOP



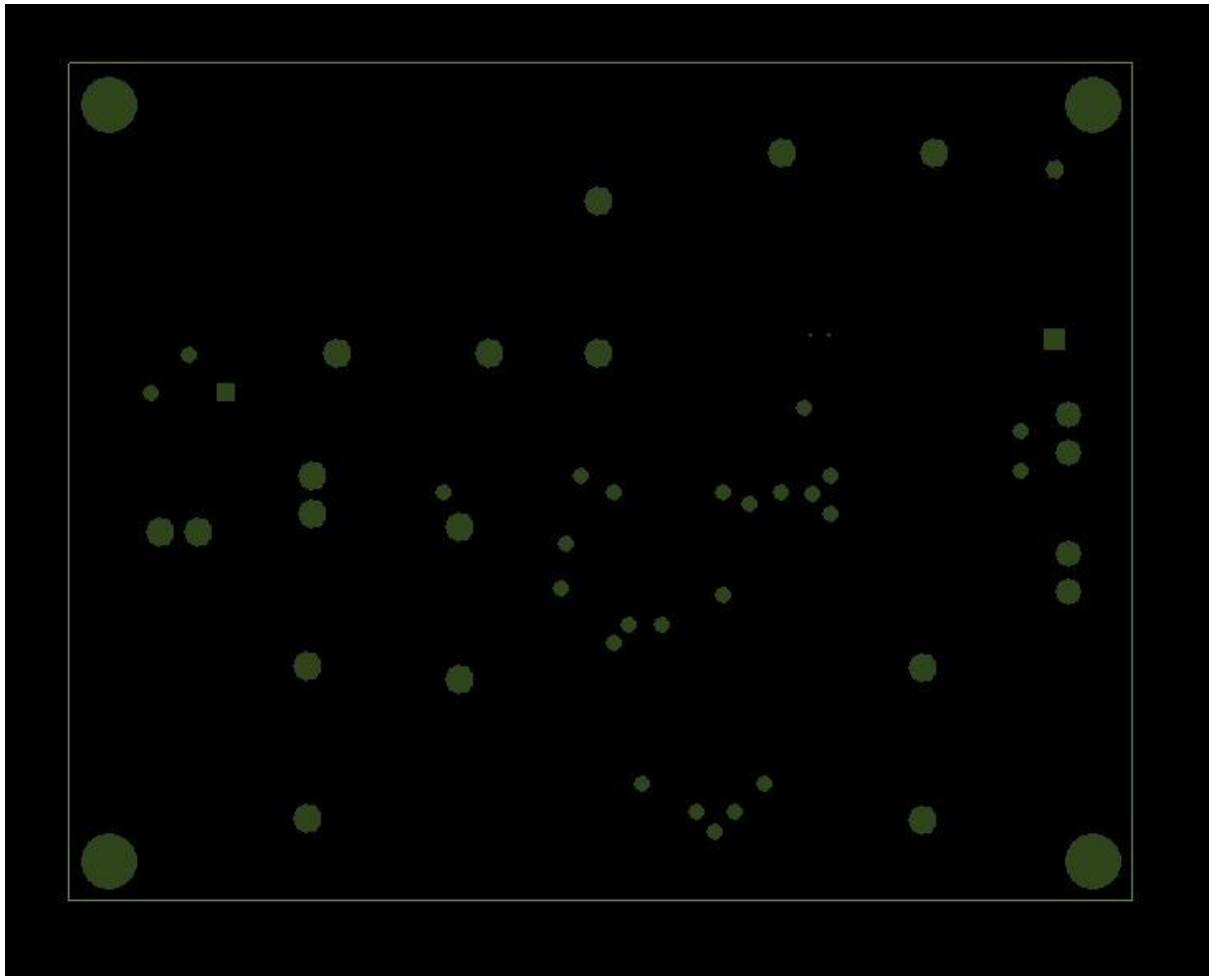
II.2 Layer-ul BOTTOM



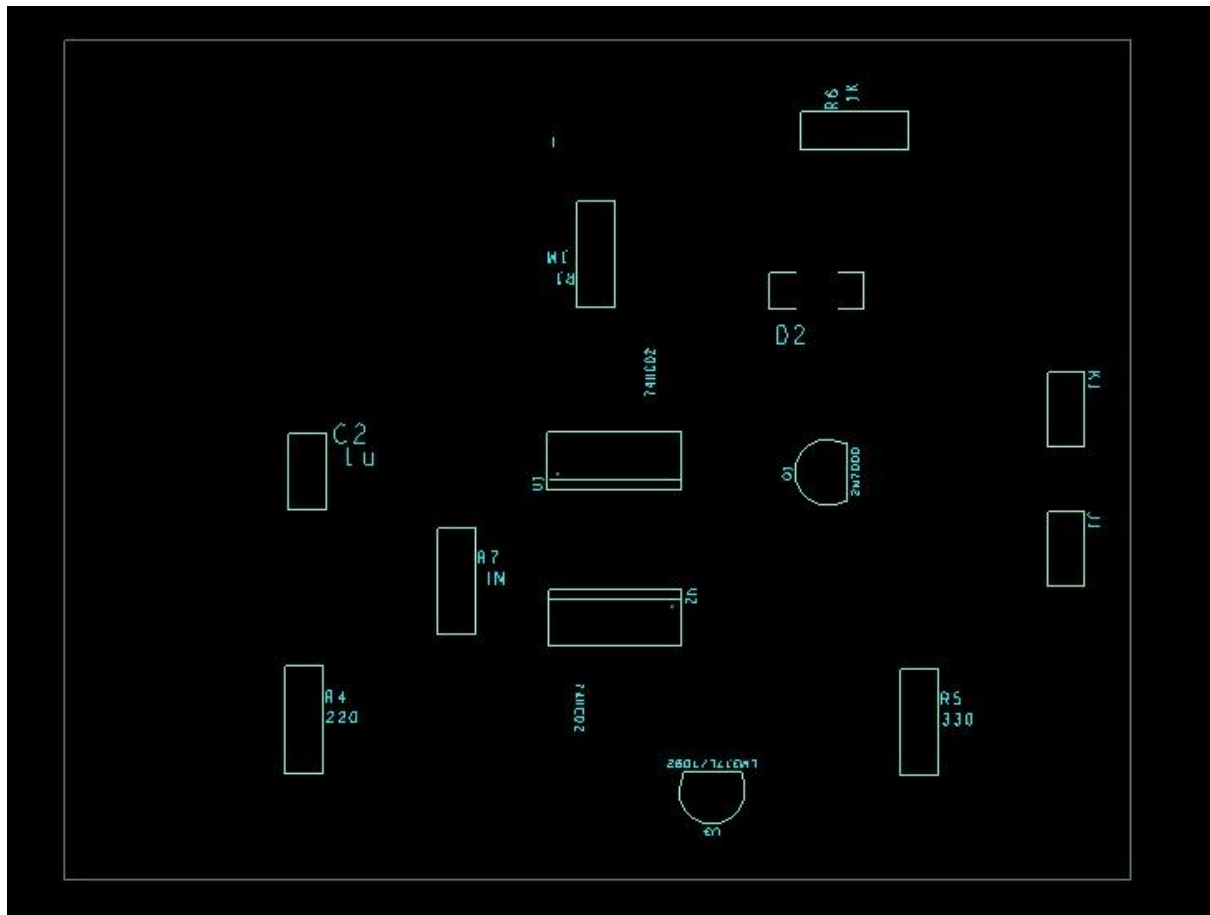
II.3 Layer-ul SOLDER MASK TOP



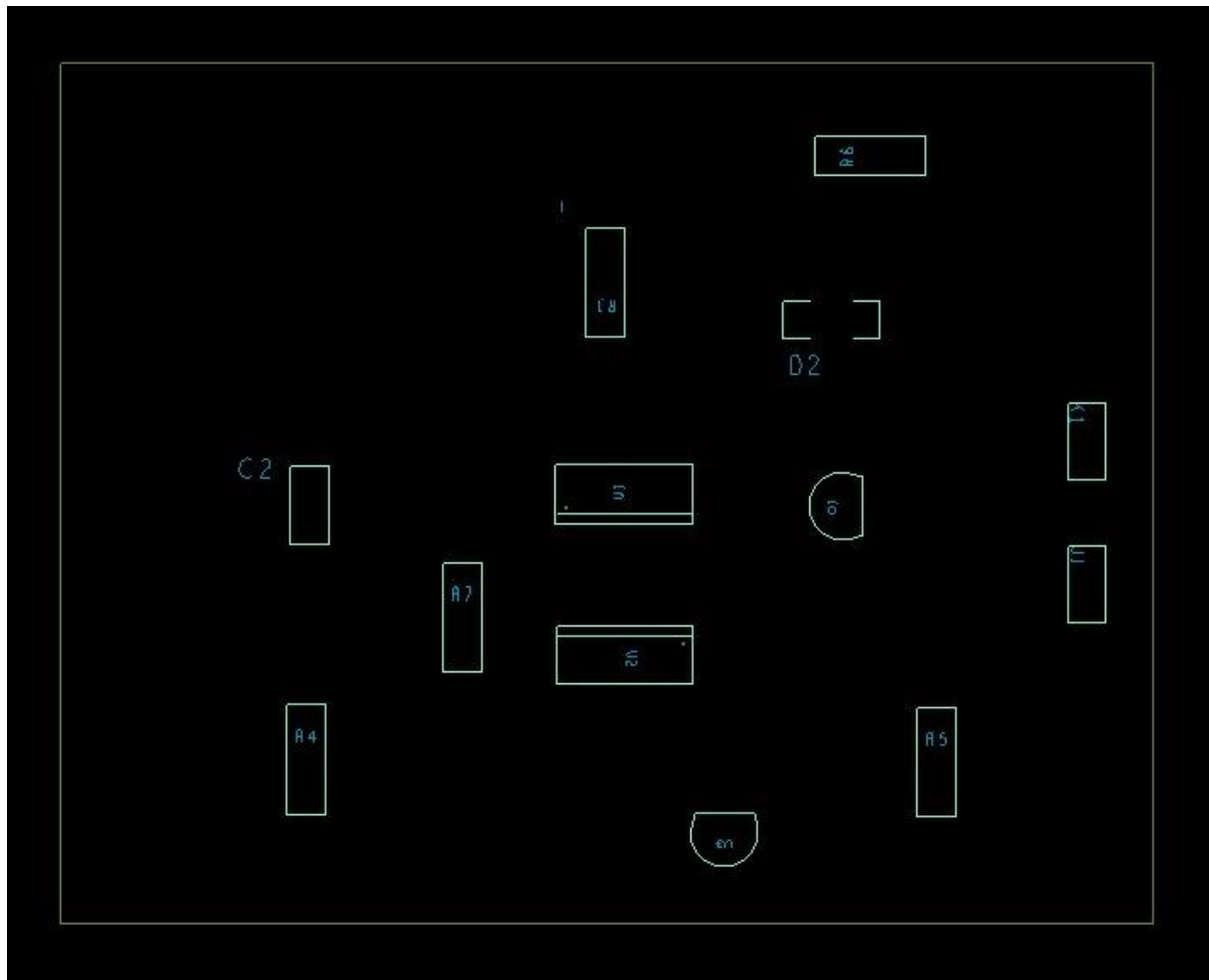
II.4 Layer-ul SOLDER MASK BOTTOM



II.5 Layer-ul SILK SCREEN TOP

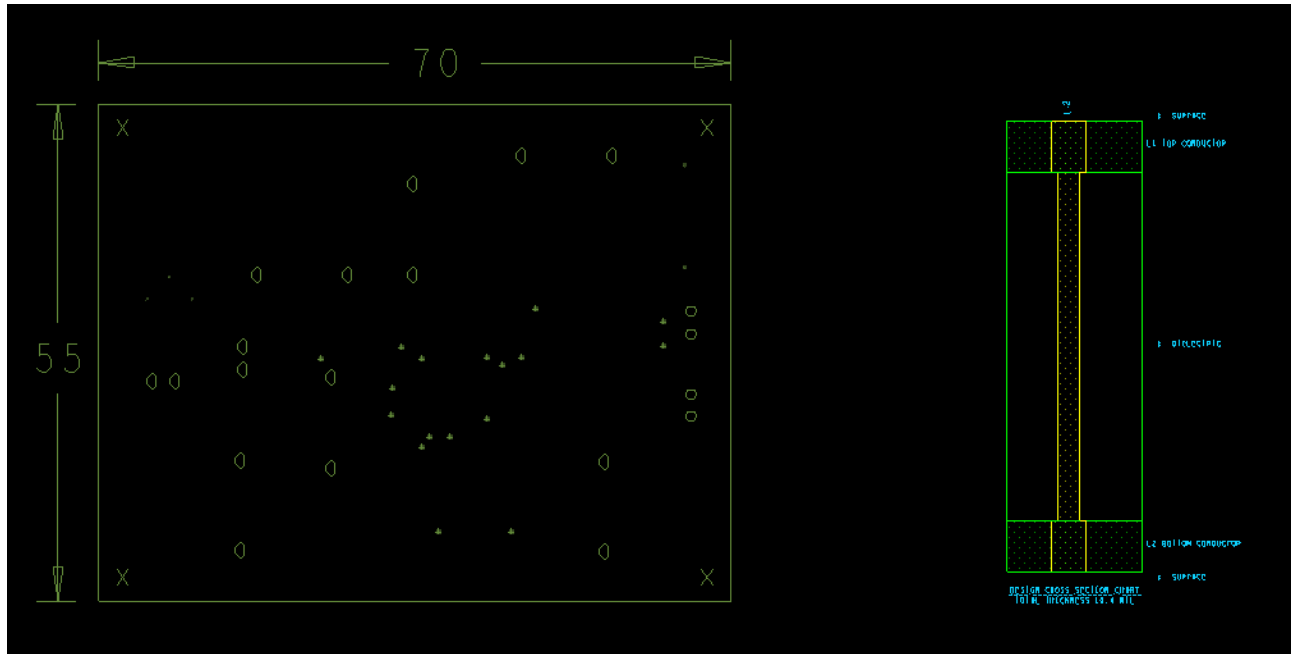


II.6 Layer-ul ASSEMBLY DRAWING TOP



III. PROIECTARE MECANICĂ - MERCH

III.1 Layer-ul FABRICATION



DRILL CHART: TOP to BOTTOM			
ALL UNITS ARE IN MILS			
FIGURE	FINISHED_SIZE	PLATED	QTY
	12.0	PLATED	2
.	13.0	PLATED	17
	23.62	PLATED	6
.	28.0	PLATED	3
.	34.0	PLATED	2
o	36.0	PLATED	4
o	42.0	PLATED	16
x	128.0	NON-PLATED	4

IV. CONCLUZII

Pentru proiectarea structurii schematice a acestui modul electronic a fost utilizat programul OrCAD 17.2 Lite, iar elaborarea design-ului PCB a fost realizată prin intermediul programului OrCAD PCB Editor. Deși acestea ne oferă o multitudine de facilități în realizarea, verificarea și simularea diverselor scheme electrice, este necesară și atenția la detalii pentru a efectua toate operațiile necesare procesării, fără a întâmpina defecte de proiectare ce duc la funcționarea defectuoasă a circuitului. Prin înțelegerea funcționalității schemei ce urmează a fi proiectată se pot evita aceste erori, se pot reduce costurile suplimentare și se poate economisi timp.

Realizarea acestei lucrări ne-a oferit posibilitatea de a înțelege importanța proiectării PCB, reușind să căpătăm cunoștințele și abilitățile de bază absolut necesare pe care trebuie să le îndeplinească un proiectant de succes.

V. BIBLIOGRAFIE/WEBOGRAFIE

1. <https://www.electroschematics.com/touchless-on-off-capacitive-switch/>
2. <https://youtu.be/mjoHTE26fHQ>
3. <https://ro.farnell.com/>
4. <https://ro.mouser.com/>

VI. ANEXE

ANEXA 1

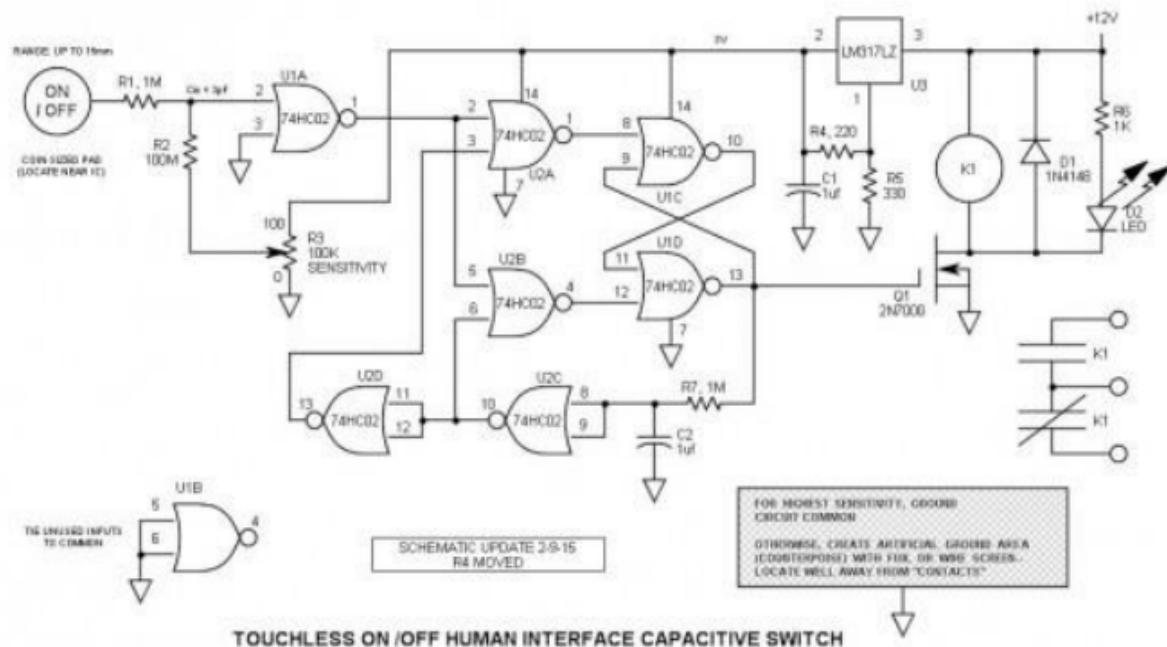
Touchless ON/OFF Human Interface Capacitive Switch

This sensitive ON/OFF human interface, non-touch, proximity switch is a fun experiment and may just have some useful applications. A 74HC02 NOR gate acts as a high impedance capacitive sensor. It sets /resets a latch circuit and drives an LED & relay for high power control. Simply placing a finger near a 'touch pad' is sufficient to toggle the latch –no human contact is required so the pad may be insulated. A range of 15mm is easily obtained and sensitivity is adjustable.

Power is supplied via a 12VDC source.

Schematic of the Capacitive Switch Circuit

This is an enhancement of an earlier circuit that required two contact pads:[Non-Contact Human Interface Capacitive Switch](#)



How it works

The gate input capacitance is typically only 3pF. To make it highly sensitive to body capacitance a 100M bias resistor is recommended. The 100M resistor is available from DigiKey at a cost is only \$0.52, Or you can do what I did –fabricate a resistor via series 10 or 22M resistors –that is what I did to obtain 62M. The 'low side' of the resistor is tied to a bias potentiometer so that the static gate input voltage may be set very close to the digital threshold (about $V_{cc}/2$). Sensitivity is also increased by reducing V_{cc} to 3V (minimum specified operating voltage is 2.0V). I was able to obtain a range of about 15mm using a 62M resistor. The pad in this case is a penny soldered to a 1M resistor. A range of 25mm may be demonstrated by using a hand instead of a finger.

After the latch is set or reset, capacitor C2 charges or discharges via R7. When it reaches the threshold ($V_{cc}/2$), gates U2A & B steer the input signal to the opposite latch input. A 2N7000 N-Channel MOSFET (Q1) drives a 20mA ultrabright white LED and a 12V relay. The 1M input resistor protects the IC against static discharge and actually allows touching of the pad without danger of ESD damage.

Circuit evolution

This circuit evolved somewhat as I got it working –the biggest problem was locating the gate U2C inside U1. What happened was that U2C oscillated wildly as it crossed the threshold thus creating such an electrical disturbance that the circuit malfunctioned. Another issue was that one of the gate inputs was damaged (probably ESD) so it had excessive leakage that prevented high impedance operation. Still another issue was that when the gate voltage is biased close to the gate transition voltage, the IC goes linear and starts conducting appreciable power supply current – this current precluded the high impedance power supply arrangement that I employed in the two contact version of this circuit. As a result, I put in an LM317LZ to provide a low impedance 3V power source. Then I increase the input voltage to 12V so I could add a 12V relay.

Numerous applications

The pads may also be insulated or placed on the back side of a thin board such as a canvas painting etc.

ANEXA 2

Echipa ("Team")	2.3 [mm]	2.4 [mm]	2.5 [mm]	3.1, 3.2: forma și dimensiunile plăcii [mm] & info cu privire la găurile de prindere (g.p.)
1	0,2	1,2	0,40	Dreptunghi, 70x50, cu 3 g.p. în 3 colțuri, plasate la 2 M distanță de colțuri*
2	0,3	1,1	0,35	Dreptunghi, 70x55, cu 4 g.p. în cele 4 colțuri, plasate la 1,5 M distanță de colțuri*
3	0,4	1,0	0,25	Dreptunghi, 70x60, cu 2 g.p. în 2 colțuri pe diagonală, plasate la 1,5 M distanță de colțuri*
4	0,5	0,9	0,40	Pătrat, 65x65, cu 4 g.p. în cele 4 colțuri, plasate la 2 M distanță de colțuri*
5	0,2	1,2	0,35	Pătrat, 50x50, cu 2 g.p. în 2 colțuri pe diagonală, plasate la 2 M distanță de colțuri*
6	0,3	1,1	0,25	Pătrat, 60x60, cu 3 g.p. în 3 colțuri, plasate la 1,5 M distanță de colțuri*
7	0,4	1,0	0,40	Dreptunghi, 65x55, cu 4 g.p. în cele 4 colțuri, plasate la 1,5 M distanță de colțuri*
8	0,5	0,9	0,35	Dreptunghi, 75x45, cu 3 g.p. în 3 colțuri, plasate la 2 M distanță de colțuri*
9	0,2	1,2	0,25	Dreptunghi, 70x55, cu 2 g.p. în 2 colțuri pe diagonală, plasate la 2 M distanță de colțuri*
10	0,3	1,1	0,40	Pătrat, 70x70, cu 3 g.p. în 3 colțuri, plasate la 2 M distanță de colțuri*
11	0,4	1,0	0,35	Pătrat, 55x55, cu 4 g.p. în cele 4 colțuri, plasate la 1,5 M distanță de colțuri*
12	0,5	0,9	0,25	Pătrat, 65x65, cu 2 g.p. în 2 colțuri pe diagonală, plasate la 1,5 M distanță de colțuri*
13	0,2	1,1	0,40	Dreptunghi, 75x45, cu 2 g.p. în 2 colțuri pe diagonală, plasate la 2 M distanță de colțuri*
14	0,25	1,2	0,35	Dreptunghi, 75x60, cu 4 g.p. în colțuri, plasate la 2 M distanță de colțuri*
15	0,35	1,0	0,3	Pătrat, 75x75, cu 3 g.p. în 3 colțuri, plasate la 1,5 M distanță de colțuri*

ANEXA 3

Nr. crt.	Link
1.	https://ro.farnell.com/multicomp-pro/mp006418/res-1m1-1w-axial-metal-oxide/dp/3619367
2.	https://ro.farnell.com/koa-speer-electronics/rcr75ct52a107j/res-100m-2w-axial-ceramic/dp/3542048
3.	https://ro.farnell.com/nexperia/74hc02d/ic-logic-nor-14soic/dp/1201312?st=74HC02
4.	https://ro.farnell.com/bourns/3386h-1-101lf/trimmer-pot-100-ohm-10-1turn-th/dp/9354883
5.	https://ro.farnell.com/multicomp/mcf-2w-220r/res-220r-5-2w-axial-carbon-film/dp/9338152?ost=mcf+2w+220r
6.	https://ro.farnell.com/multicomp/mcf-0-5w-330r/res-330r-5-500mw-axial-carbon/dp/9338705?ost=mcf+0.5w+330r
7.	https://ro.farnell.com/multicomp/mf12-1k/res-1k-1-125mw-axial-metal-film/dp/9342400?st=mf12%201k
8.	https://ro.farnell.com/multicomp/mf25-1m/res-1m-1-250mw-axial-metal-film/dp/9341137?ost=mf25+1m
9.	https://ro.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105kx7r/cap-1-f-50v-10-x7r/dp/2112947?st=1uF
10.	https://ro.mouser.com/ProductDetail/Diotec-Semiconductor/1N4148?qs=O1C7AqGiEDmWf1%20FPHy84oA%3D%3D
11.	https://ro.farnell.com/multicomp/mcl053md/led-5mm-36-he-red/dp/1581137?st=diode%20led%20thru%20hole
12.	https://ro.mouser.com/ProductDetail/onsemi-Fairchild/2N7000-D74Z?qs=0lQeLiL1qyY5n6GYLOSgWQ%3D%3D

*Nr. Crt. de la fiecare link corespunde cu Nr. crt. din tabelul BOM de la pagina 8.