

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica

CONTADOR DE 0 A 99

RELATÓRIO DA DISCIPLINA  
LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA 1 COM  
OS PROFESSORES GILBERTO  
CUARELLI E HAROLDO GUIBU.

Luís Otávio Lopes Amorim

SP3034178

São Paulo

2021

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO TEÓRICA . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>Materiais e equipamentos utilizados . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>MONTAGEM DO CIRCUITO . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Cálculos . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>12</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>A</b>	<b>CAMADAS DA PCB . . . . .</b>	<b>15</b>

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do multivibrador astável . . . . .	7
Figura 2 – Visualização da PCB . . . . .	10
Figura 3 – Montagem do contador em protoboard . . . . .	10
Figura 4 – Esquema do contador completo . . . . .	11
Figura 5 – Camada de cobre inferior da PCB . . . . .	15
Figura 6 – Camada de cobre superior da PCB . . . . .	16
Figura 7 – Camada de anotações da PCB . . . . .	17
Figura 8 – Vista de todas as camadas da PCB . . . . .	18

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pinagem CI 4510 . . . . .	8
Tabela 2 – Pinagem CI 4511 . . . . .	8
Tabela 3 – Pinagem display de 7 segmentos . . . . .	9

# 1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

Um circuito contador é um tipo de circuito eletrônico que possui armazenado um número inteiro e incrementa ou decrementa esse valor conforme alguma condição. Esse tipo de circuito não é muito útil isoladamente, porém quando colocado dentro de um sistema mais complexo pode ser utilizado em uma grande quantidade de tarefas. Um bom exemplo disso é um circuito contador que conta a quantidade de caixas que passa por uma esteira, as caixas seriam vistas por um sensor que enviaria essa informação ao contador. Nesse caso ao atingir um certo valor o contador poderia emitir um sinal, ou poderia servir para cálculo de estoque.

Existem vários tipos de circuitos contadores, a exemplo disso temos os contadores binários 74393 e 7440, o contador Johnson 4017 e o contador BCD 4510 que utilizaremos para esse projeto. O 4510 é um CI feito com tecnologia CMOS que pode trabalhar com tensões entre 5 a 15 V que recebe como entrada um sinal de clock e opcionalmente um número de 4 bits gerando como saída também um número de 4 bits que é incrementado a cada pulso do clock (na subida da onda) (INSTRUMENTS, 2003b).

Como já mencionado antes, apenas o contador não é muito útil, porém como o propósito do projeto é apenas visualizar a contagem, utilizaremos o 4510 em conjunto com o circuito integrado 4511, um decodificador. O funcionamento do 4511 é basicamente receber como entrada quatro bits, em código BCD e fornecer como saída as entradas de um display de 7 segmentos catodo comum. Assim como o 4510, o 4511 pode receber tensões entre 5 a 15 volts e é construído com a tecnologia CMOS (INSTRUMENTS, 2003a).

Além de tudo isso, é necessário obviamente utilizar displays para poderem ler as saídas do 4511. Há dois tipos de displays de 7 segmentos, o catodo comum e o anodo comum, a diferença entre eles é a forma como os LED's são conectados sendo que, no catodo comum os catodos de todos os LED's são conectados ao terra, bastando conectar o anodo para que o LED acenda, já o anodo comum é o oposto (REIS, 2016). Como a saída do 4511 ser alta para acender o LED, é necessário utilizar um display do tipo catodo comum.

Por fim, o sinal que será passado ao contador 4510 será fornecido por um clock, aquele que foi construído na apresentação 1 utilizando o timer 555.

## 1.1 Objetivos

Construir um contador digital que pode contar de 0 a 99 e possui diversas opções de controle como contar de forma crescente e decrescente, zerar e parar a contagem, além de recomeçá-la de um número determinado pelo usuário.

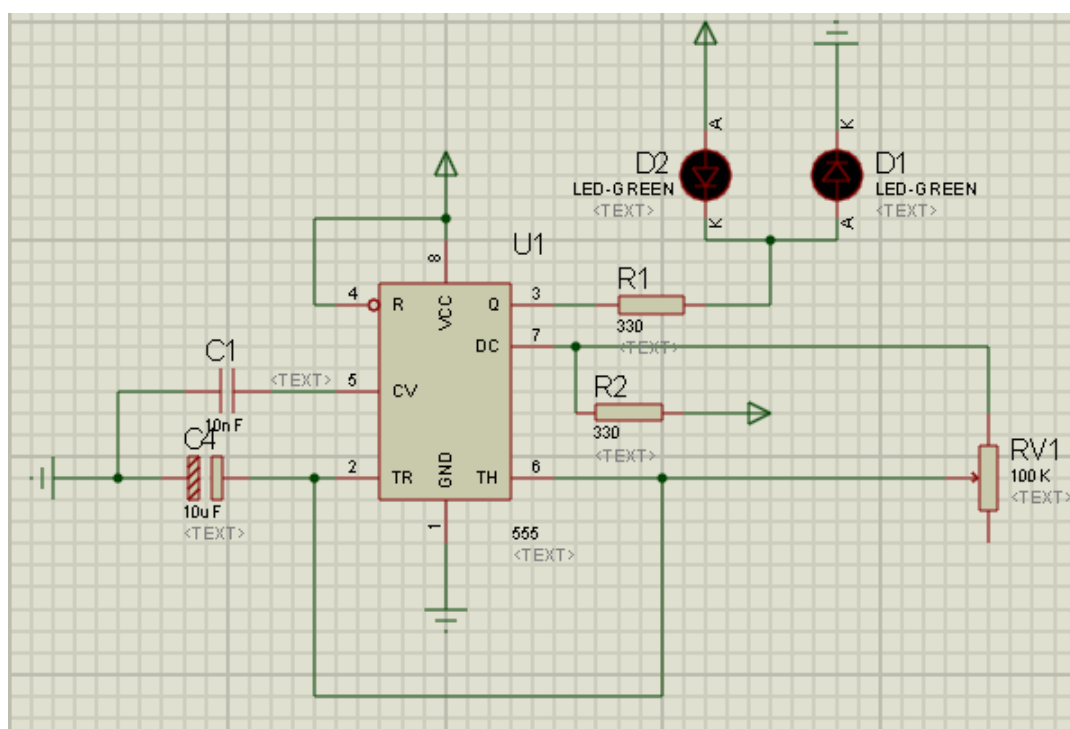
## 1.2 Materiais e equipamentos utilizados

- 1 circuito integrado 555 (Temporizador) ;
- 2 circuitos integrados 4510 (Contador BCD 4510);
- 2 circuitos integrados 4511 (Decodificadores BCD para 7 segmentos);
- 1 circuito integrado 7402 (Porta NOR)
- 2 displays de LED de 7 segmentos catodo comuns;
- 3 dip switch's de 4 vias;
- 1 capacitor eletrolítico  $10\mu F$ ;
- 1 capacitor cerâmico  $10nF$ ;
- 16 resistores  $330\Omega$ ;
- 13 resistores  $1k\Omega$ ;
- 1 potenciômetro  $10k\Omega$
- 2 LED's;
- 1 buzzer;
- 1 fonte de 5 volts;
- 2 protoboards
- jumpers para conexão
- Software Proteus

## 2 MONTAGEM DO CIRCUITO

A montagem do circuito foi feita a começar pelo temporizador já explorado na apresentação 1, o circuito do temporizador pode ser visto na figura 1. Como já mencionado anteriormente, a saída do temporizador (terminal 3) foi utilizada como entrada de clock do contador. Uma breve descrição dos terminais do contador pode ser vista na tabela 1.

Figura 1 – Esquema do multivibrador astável



**Fonte:** Elaborada pelo autor

Como o contador utilizado realiza uma contagem de 0 até 99 foi necessário utilizar dois 4510, dessa forma e como foi descrito na tabela os terminais 1, 5, 9 e 10 foram ligados em conjunto a um dip switch que controla a forma como o contador funcionará. Além disso, cada um dos dois CI's utilizou mais um dip switch, isso pois esse CI pode receber uma entrada binária que será passada para frente quando o terminal 1 tiver sinal lógico 1.

Um outro detalhe importante a se notar é a forma como o pulso do multivibrador foi tratado e o pino de carry out. Novamente, por se tratar de uma contagem de 0 a 99, é desejável que um dos contadores atualize seu valor a cada pulso, porém o outro apenas a cada 10 pulsos. Por isso o clock de um deles é conectado diretamente à saída do vibrador, já o do outro é conectado ao carry out do primeiro. O terminal de carry out é um terminal que possui sinal lógico 1 e pulsa para zero toda vez que a contagem ultrapassa o valor mínimo ou máximo (0 ou 9), assim quando o primeiro contador chegar a esse valor, ele pulsará na entrada de clock do

Tabela 1 – Pinagem CI 4510

Terminal	Descrição	Conexão
1	Habilita entrada	Dip switch de controle
2	Saída 4	Entrada 4 do 4511
3	Entrada 4	Dip switch de entrada
4	Entrada 1	Dip switch de entrada
5	Carry entrada	Dip switch de controle
6	Saída 1	Entrada 1 do 4511
7	Carry saída	Porta NOR/Clock 4510
8	$V_{SS}$	0V
9	Reset	Dip switch de controle
10	Crescente/Decrescente	Dip switch de controle
11	Saída 2	Entrada 2 do 4511
12	Entrada 2	Dip switch de entrada
13	Entrada 3	Dip switch de entrada
14	Saída 3	Entrada 3 do 4511
15	Clock	Carry saída/Saída do vibrador
16	$V_{DD}$	5V

**Fonte:** Elaborada pelo autor

segundo, atualizando o valor de ambos.

Em seguida, foram adicionados ao circuito os dois circuitos integrados 4511, aqueles que fazem a interface entre o contador e display. A tabela 2 explicita o funcionamento de cada um dos terminais e a forma como eles foram ligados no circuito, por fim a tabela 3 representa as conexões dos displays de 7 segmentos.

Vale notar que todas as conexões de LED's do display (todos os terminais menos os dois comuns) foram feitas através de um resistor de  $330\Omega$  com o intuito de limitar a corrente que passa pelo LED e não danificá-lo. Foi adicionado também um buzzer que apita quando a contagem decrescente atinge 0, ou a crescente atinge 99, para isso utilizei uma porta NOR cujas entradas foram ligadas aos terminais de carry out do 4510.

Além de uma montagem em protoboard, foi construído um layout para montagem em PCB do circuito, no caso houve necessidade de utilizar duas camadas para as trilhas, assim o apêndice A possui imagens das três camadas da PCB: cobre de cima, de baixo e a camada de anotações, nessa camada há indicações de cada um dos dip switches, o de controle é o que controla a contagem, o MSB é o que configura o dígito mais significativo e o LSB é o do dígito menos significativo, para caso a contagem deva ser iniciada em algum valor específico. Dessa forma as figuras 2 e 4 são visão da placa no software utilizado e uma representação esquemática do circuito respectivamente. Por fim, a figura 3 é o circuito montado em uma protoboard.



Tabela 2 – Pinagem CI 4511

Terminal	Descrição	Conexão
1	Entrada 2	Saída 2 do 4510
2	Entrada 3	Saída 3 do 4510
3	Teste de luzes	5V
4	Teste de branco	5V
5	Strobe	0V
6	Entrada 4	Saída 4 do 4510
7	Entrada 1	Saída 1 do 4510
8	$V_{SS}$	0V
9	Saída e	Entrada e do display de 7 segmentos
10	Saída d	Entrada d do display de 7 segmentos
11	Saída c	Entrada c do display de 7 segmentos
12	Saída b	Entrada b do display de 7 segmentos
13	Saída a	Entrada a do display de 7 segmentos
14	Saída g	Entrada g do display de 7 segmentos
15	Saída f	Entrada f do display de 7 segmentos
16	$V_{DD}$	5V

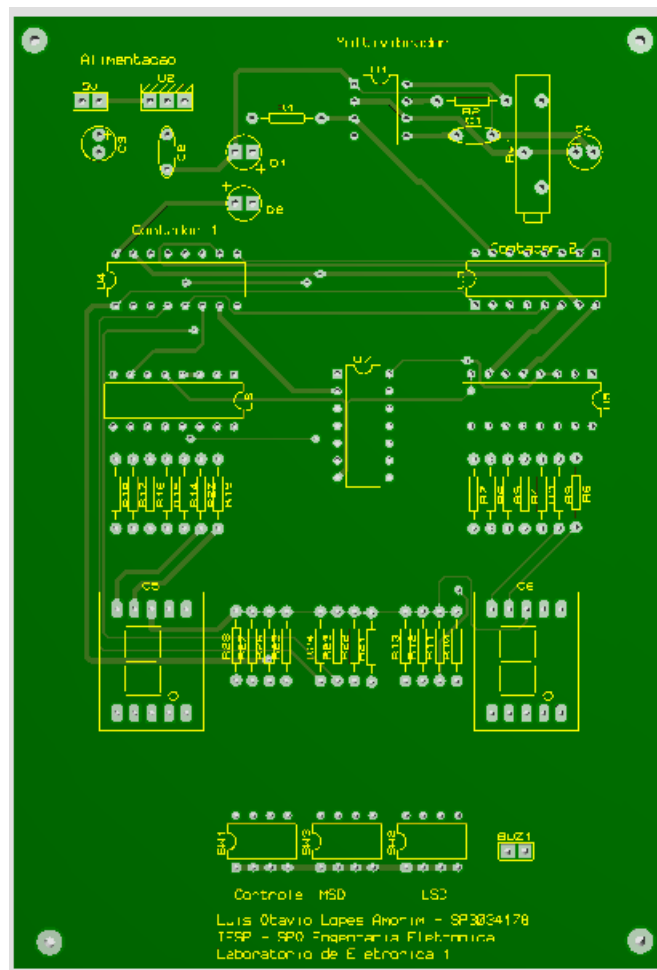
**Fonte:** Elaborada pelo autor

Tabela 3 – Pinagem display de 7 segmentos

Terminal	Descrição	Conexão
1	E	Saída E do 4511
2	D	Saída D do 4511
3	Common	0V
4	C	Saída C do 4511
5	DP	5V
6	B	Saída B do 4511
7	A	Saída A do 4511
8	Common	0V
9	F	Saída F do 4511
10	G	Saída G do 4511

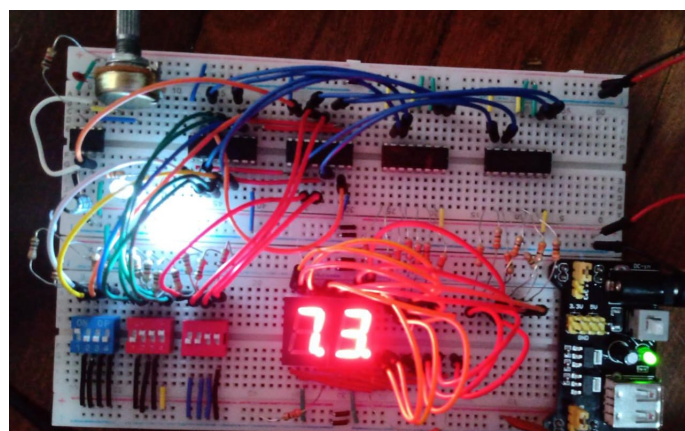
**Fonte:** Elaborada pelo autor

Figura 2 – Visualização da PCB



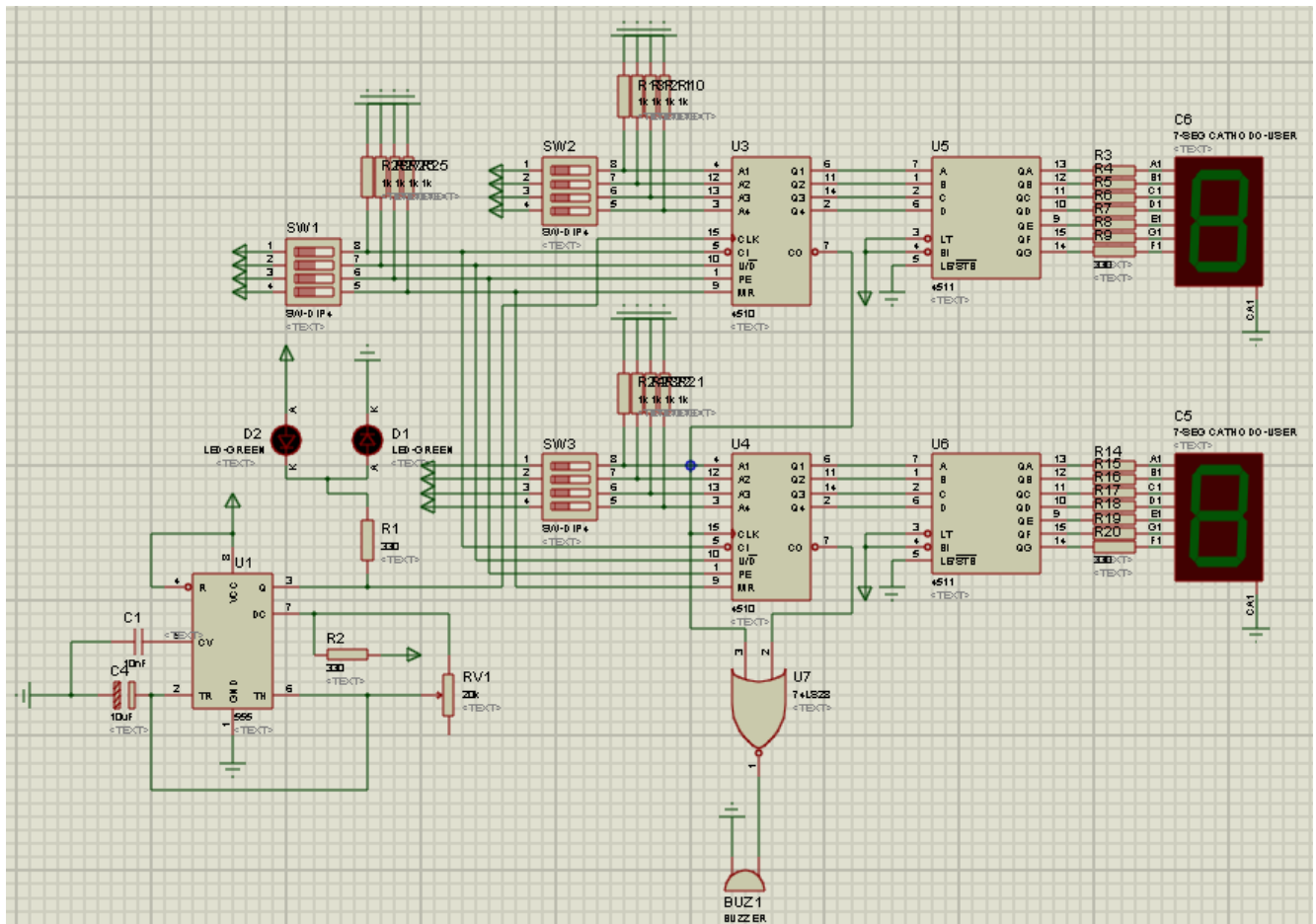
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 3 – Montagem do contador em protoboard



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 4 – Esquema do contador completo



Fonte: Elaborada pelo autor

## 2.1 Cálculos

Na montagem do temporizador foram calculadas as frequências máxima e mínima do temporizador, que varia de  $0,71Hz$  até  $436,36Hz$ . Com isso, já que o 4510 pode receber pulsos de frequência máxima, com a alimentação utilizada, de  $2MHz$  (INSTRUMENTS, 2003b) é visível que independente da frequência fornecida pelo 555 o contador realizará bem o seu trabalho. Portanto, a resistência  $R_B$  pode ser qualquer valor daqueles possíveis.

Poderíamos inclusive reduzir tanto  $R_A$  quanto  $R_B$  para 0 que o contador funcionaria bem, já que nesse caso a frequência do multivibrador seria  $144KHz$ . Porém nesse caso seria extremamente complicado visualizar os números mostrados pelo display, por isso deixei o timer como antes.

### 3 CONCLUSÃO

O circuito do contador funciona bem e como esperado. Todas as funcionalidades pedidas estão inclusas sendo elas: contagem crescente e decrescente, congelamento de contagem, reset e selecionar um número para começar a contagem. Por se tratar de meu primeiro projeto individual algumas dificuldades surgiram, como problemas com conexões e queima de componentes, fora isso a construção foi bem sucedida.

Foi pedida uma montagem do circuito em placa de circuito impresso, porém no momento isso não foi possível, ainda assim como já mostrado, todo o circuito foi montado em uma protoboard e seu funcionamento pode ser ***neste link do youtube*** é importante observar a errata na descrição do vídeo.

Algo interessante de se perceber é que na montagem e na entrega anterior eu afirmei que não era possível ver o LED piscar com frequência máxima devido à limitações do olho humano. Essa segunda montagem provou o contrário, isso pois nela conseguimos ver o display de 7 segmentos mudando nessa frequência, por mais que os números são indistinguíveis é possível ver o piscar dos LED's. Portanto, os LED's do timer não piscam na frequência máxima devido à limitações deles mesmo.

# REFERÊNCIAS

INSTRUMENTS, T. **CMOS BCD-to-7-Segment Latch Decoder Drivers**. 2003.

Disponível em: <<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4511b.pdf>>. Acesso em: 8 de mar. de 2021. Citado na página 5.

INSTRUMENTS, T. **CMOS Presetable Up/Down Counters**. 2003. Disponível em:

<[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4510b.pdf?ts=1615295989982&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD4510B](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4510b.pdf?ts=1615295989982&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD4510B)>. Acesso em: 8 de mar. de 2021. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 9.

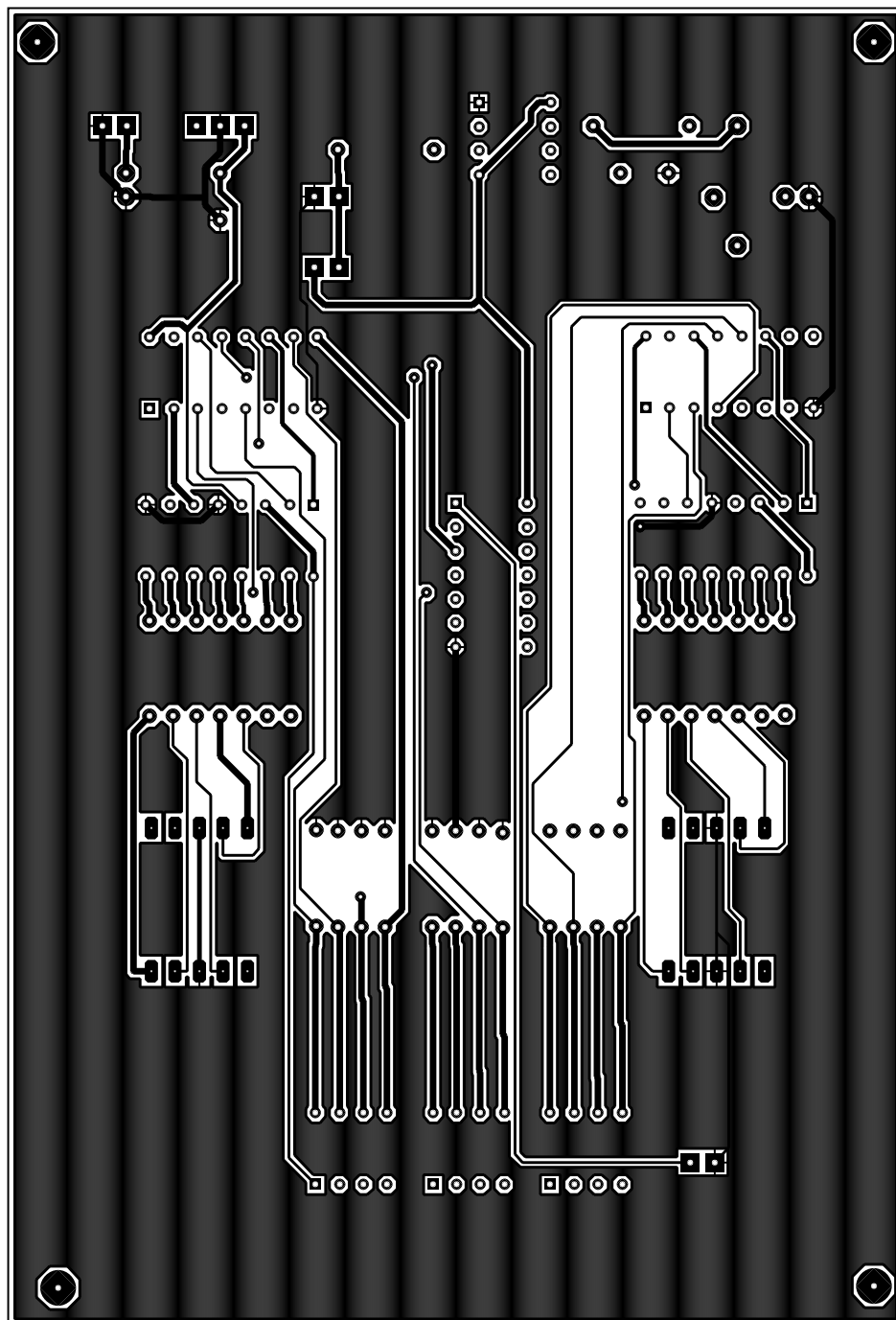
REIS, F. dos. **Como funciona um Display de LEDs de 7 Segmentos - Bóson Treinamentos em Ciência e Tecnologia**. 2016. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/eletronica-digital/como-funciona-um-display-de-leds-de-7-segmentos/>>.

Acesso em: 8 de mar. de 2021. Citado na página 5.

# APÊNDICES

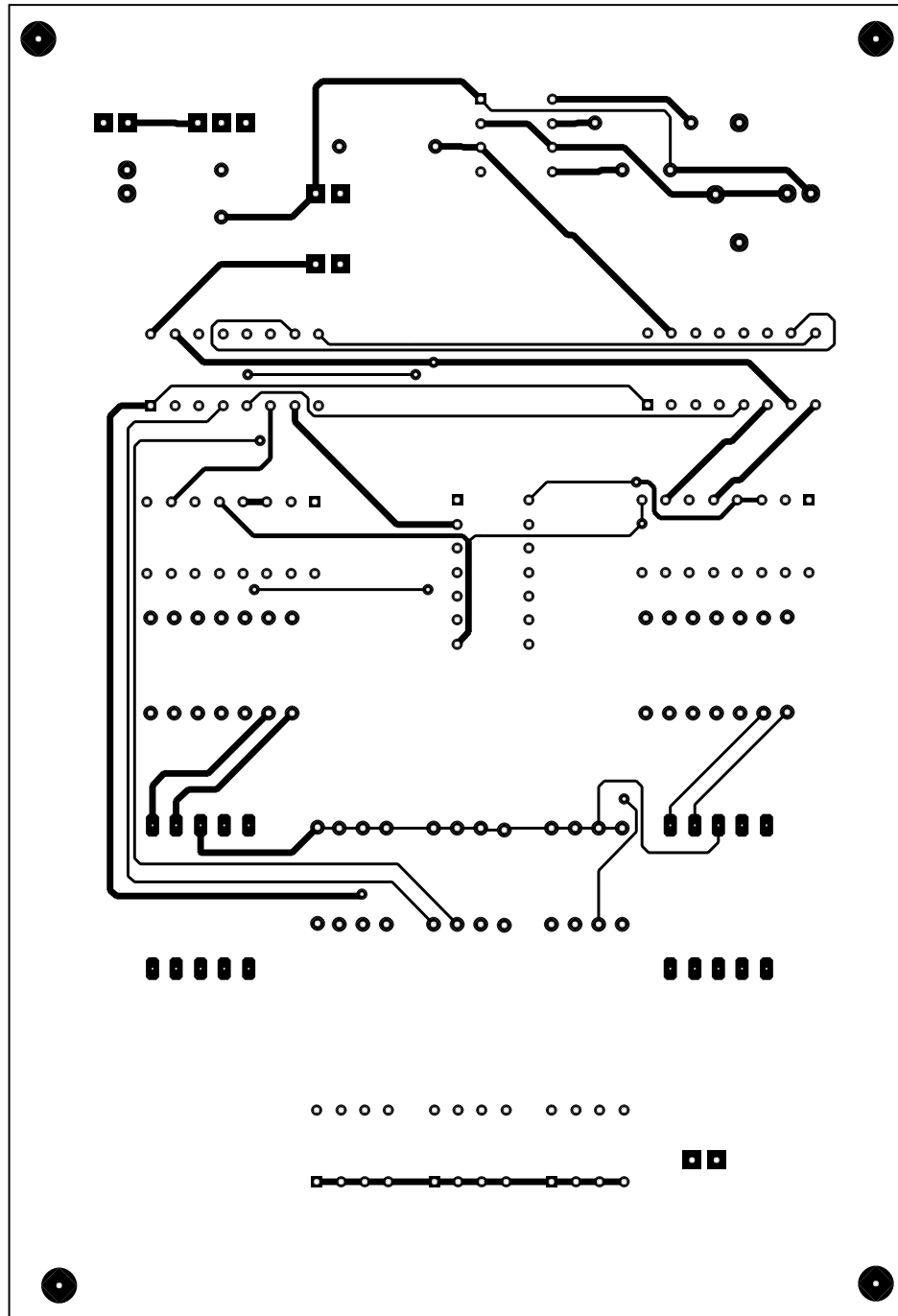
# A CAMADAS DA PCB

Figura 5 – Camada de cobre inferior da PCB



**Fonte:** Elaborada pelo autor

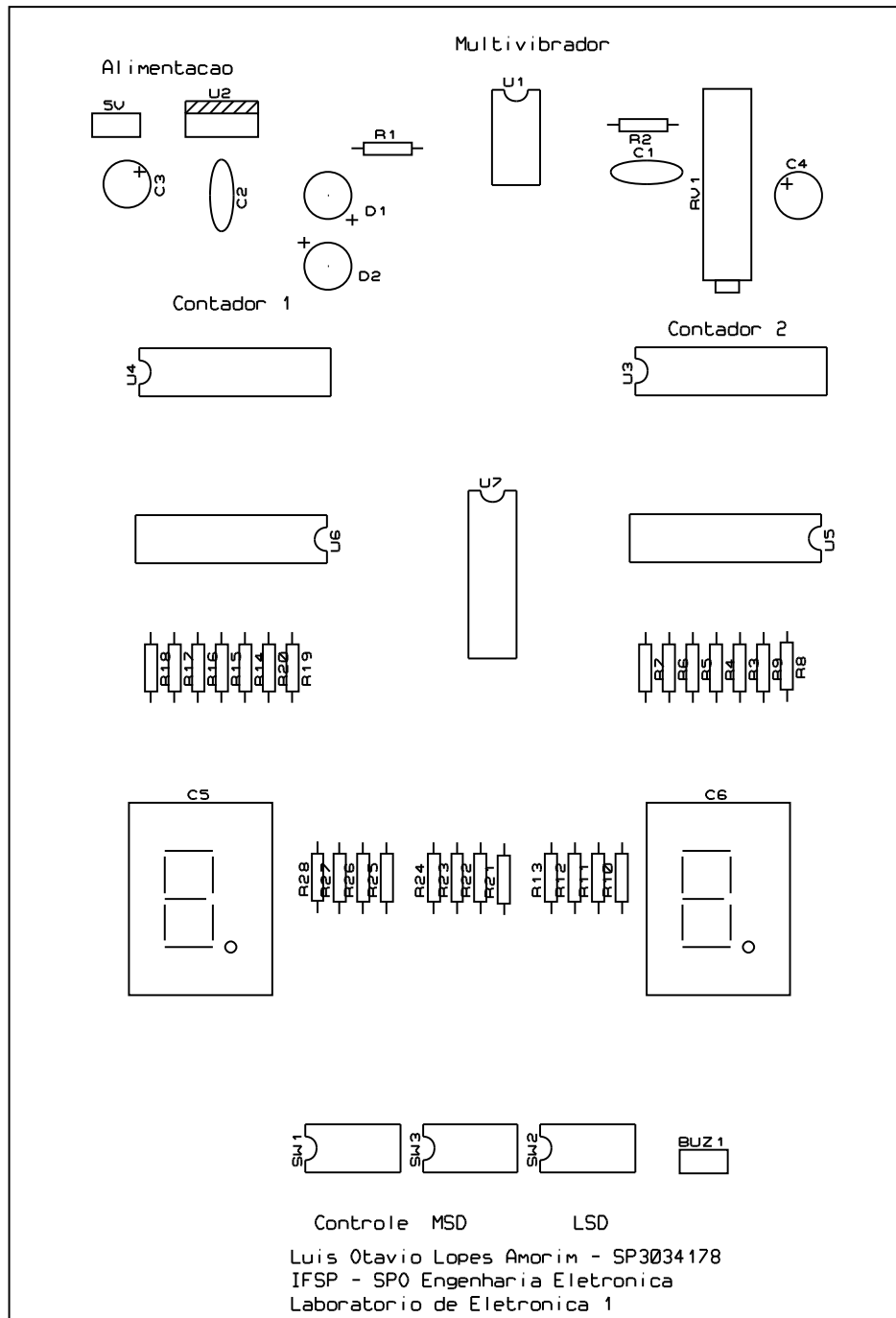
Figura 6 – Camada de cobre superior da PCB



Fonte: Elaborada pelo autor

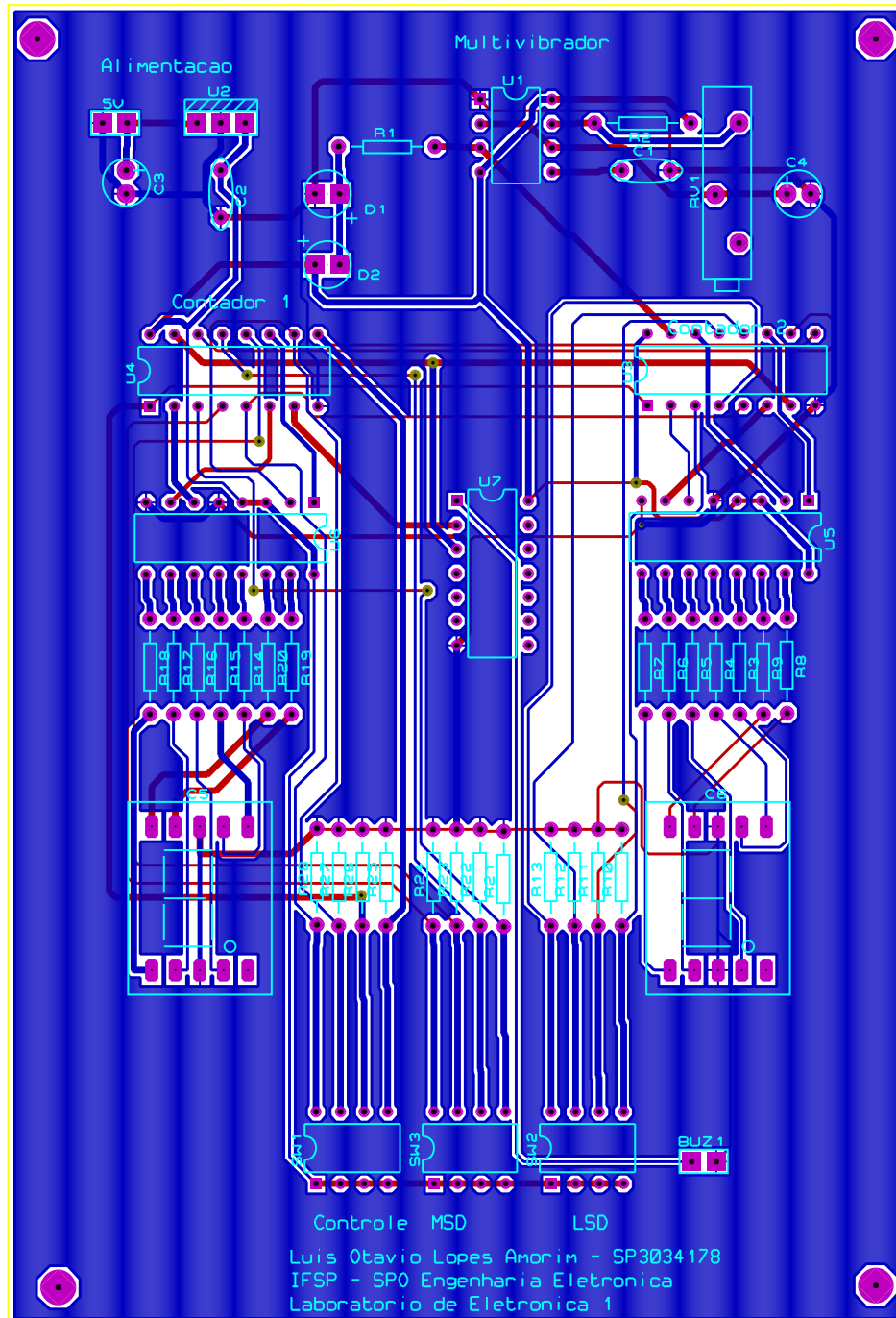


Figura 7 – Camada de anotações da PCB



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 8 – Vista de todas as camadas da PCB



Fonte: Elaborada pelo autor