

# **PCB Badge Challenge**

Documentação da PCB de Natal

# Sumário

<b>1</b>	<b>Projeto Inicial</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Lista de materiais</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Funcionamento do circuito e cálculos</b>	<b>2</b>
3.1	Multivibrador astável . . . . .	2
3.2	Circuito sequencial . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Fazendo a PCB</b>	<b>4</b>
4.1	Design inicial . . . . .	4
4.2	Design final e camadas . . . . .	4

# 1 Projeto Inicial

A ideia do projeto é fazer uma badge de PCB, um enfeite com tema natalino. Foi implementado um circuito com o CI contador de década CD4017, para criar um sequencial. O circuito de clock foi feito usando um multivibrador astável com dois transistores.

## 2 Lista de materiais

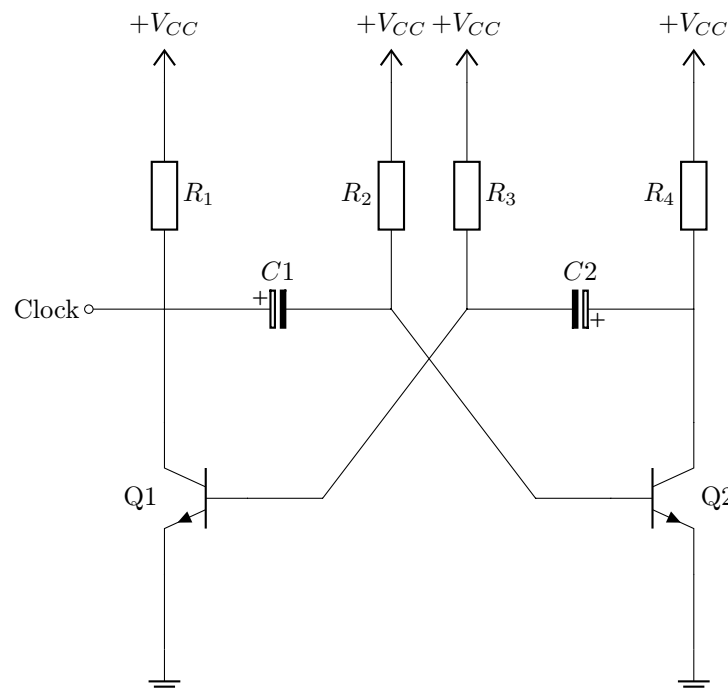
Sugestão: adquira os componentes na sua loja de preferência e confira se os footprints estão corretos.

Referência	Quantidade	Valor	Encapsulamento	Link para compra
BT1	1	CR2016/CR2025/CR2032	Bateria Moeda	<a href="#">Proesi CR2025</a>
BT	1	Suporte bateria	-	<a href="#">Proesi</a>
C1	1	10uF	SMD Eletrolítico	<a href="#">Proesi 10uF/25V</a>
C2	1	47uF	SMD Eletrolítico	<a href="#">Proesi 47uF/10V</a>
D1 - D10	10	Vermelho	Led SMD 0805	<a href="#">Proesi</a>
D11 - D15	5	Branco	Led SMD 0805	<a href="#">Proesi</a>
Q1, Q2	2	BC847	BJT: SOT-23	<a href="#">Proesi</a>
R1, R4	2	330R	SMD 0805	<a href="#">Proesi</a>
R2	1	47k	SMD 0805	<a href="#">Proesi</a>
R3	1	22k	SMD 0805	<a href="#">Proesi</a>
R5 - R19	15	100R	SMD 0805	<a href="#">Proesi</a>
SW1	1	Chave DPDT	DPDT 6 terminais	<a href="#">Proesi - Chave 8x8 com trava</a>
U1	1	CD4017	SO-16	<a href="#">Proesi</a>

## 3 Funcionamento do circuito e cálculos

Para o seu funcionamento, o CI contador CD4017, necessita de um pulso de clock, que foi obtido através de um circuito conhecido como Multivibrador Astável. Esse circuito foi selecionado em detrimento a outras opções (como osciladores simples baseados no CI 555 ou no CI 4093), devido a possibilidade de controle do tempo de espera do pulso de clock. Foram escolhidos componentes discretos pelo desafio e relativa simplicidade, pois não queria utilizar circuitos microcontroladores.

### 3.1 Multivibrador astável



O tempo de condução de cada transistor, é alterado segundo os valores dos capacitores e dos resistores. A equação que permite que isso seja calculado é dada por

$$t_c = 0,69 \cdot R \cdot C$$

onde  $R$  é o valor do resistor em ohms ( $\Omega$ ) e  $F$  é o valor do capacitor eletrolítico em Farads ( $F$ ). Os componentes que controlam os transistores são  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $C_1$  e  $C_2$ . Lembrando que o controle é feito de maneira cruzada, ou seja, a combinação de  $R_2$  e  $C_1$  controlam o tempo de espera do circuito, pois estão na base de  $Q_2$ , enquanto  $R_3$  e  $C_2$  controlam o pulso de clock, controlando a polarização da base do transistor  $Q_1$ . Os resistores  $R_1$  e  $R_4$  são resistores para polarizar o transistor e garantir o funcionamento do circuito. Para a PCB, foram escolhidos os seguintes valores:

$$R_1 \text{ e } R_4 = 330\Omega$$

$$R_2 = 47k\Omega$$

$$R_3 = 22k\Omega$$

$$C_1 = 10\mu F$$

$$C_2 = 47\mu F$$

Fazendo os cálculos temos que:

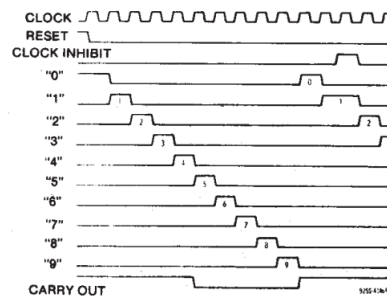
$$t_{espera} = 0,69 \cdot 47 \times 10^3 \cdot 10 \times 10^{-6} = 0,3243 = 324,3\text{ms}$$

$$t_{clock} = 0,69 \cdot 22 \times 10^3 \cdot 47 \times 10^{-6} = 0,71346 = 713,46\text{ms}$$

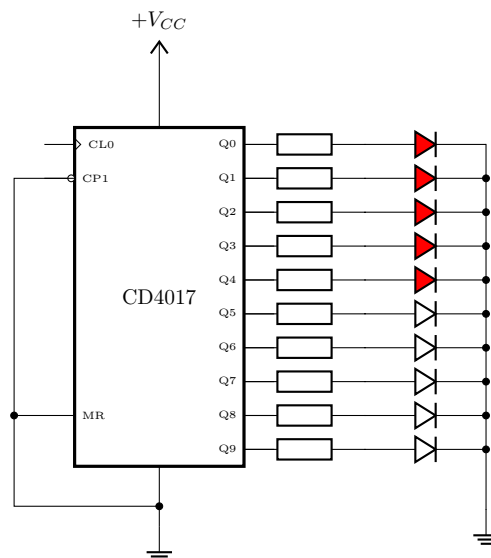
Esse pulso de clock é enviado para o contador CD4017.

### 3.2 Circuito sequencial

A cada borda de subida do pulso de clock, o 4017 incrementa uma saída. Ao ser energizado, a saída Q0 é colocada em nível alto, enquanto as outras ficam em nível baixo. Ao receber o primeiro pulso de clock, a saída Q1 vai para nível alto e o restante para nível baixo, e assim sucessivamente, comportamento descrito no datasheet do componente:



Os leds são conectados nas saídas do contador. Na realidade, foram ligados dois leds vermelhos em paralelo para cada led vermelho representado no diagrama a seguir:



## 4 Fazendo a PCB

Foram escolhidos para a confecção da placa componentes SMD com encapsulamento 0805, para manter o circuito pequeno, mas com componentes com um tamanho que seja confortável para a soldagem a mão. O design da placa foi feito usando o software *Inkscape*, para desenhar arquivos com a extensão **.svg**, que foram posteriormente convertidos em arquivos **.dxf**, que são nativamente reconhecidos pelo software *KiCad*.

### 4.1 Design inicial

Após definidas as ideias, dadas as limitações de tamanho (100 x 100 mm), o design abaixo foi considerado para ser o formato da borda da placa, com o design a ser feito na cama de silk screen.



Durante a tentativa de design de PCB, o tamanho se mostrou limitante, e a placa foi convertida em um design para ser um enfeite pendurável em árvore, ou até mesmo em uma mochila ou similar, com o novo tamanho de 95 x 55 mm.



### 4.2 Design final e camadas

Como o intuito é fazer um circuito que além de funcional, seja bonito, foram acrescentados alguns ornamentos, como estrelas e riscos de neve para representar o movimento do trenó. Então ficou decidido que a frente da placa seria a mais limpo possível, com trilhas pequenas e discretas. A *solder mask* será da cor preta, para representar o céu noturno, enquanto a figura do papai noel e as estrelas estão na camada dos *pads*, para receberem um acabamento metálico prateado. Os riscos de neve ficaram na camada de *silk screen* para dar um contraste com o fundo preto. O furo de fixação foi feito através de uma via de maior diâmetro, com 3,8 mm de diâmetro e 3,5 mm de furo.

Foram então acrescentados ornamentos na placa e algumas mudanças foram feitas, sendo essa a visualização 3D do design final.

