

Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica - Faculdade Gama - Universidade de Brasília

Prática de Eletrônica Digital 1. Código: FGA0071.

Professor: Henrique Marra Taira Menegaz

e-mail: [henriquemenegaz@unb.br](mailto:henriquemenegaz@unb.br)

# EXPERIMENTO DE PROTOBOARD

## CONTADORES

### 1 REGRAS DE APRESENTAÇÃO

Este experimento deve ser apresentado presencialmente ao professor em sala de aula, **nos horários das aulas, somente**. O prazo final de apresentação será a aula seguinte à aula deste experimento.

Não há necessidade de apresentação de pré-relatório nem de relatório. No entanto, só será pontuado o que estiver operando corretamente.

### 2 NOTA

O experimento receberá nota entre 0 e 10 pontos.

### 3 PROJETO

Implemente na protoboard um contador assíncrono a partir do esquemático da Figura 1. No kit utilizado no laboratório, temos disponível o CI 7476 (esquemático na Figura 3) contendo dois flip-flops JK e a Figura 2 mostra o esquemático de conversão de um flip-flop JK para um flip-flop T. Utilize leds nas saídas *A*, *B*, *C* e *D* e chaves nas entradas *Clock* e *Reset*.

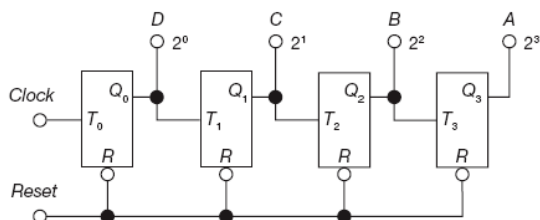


Figura 1. Esquemático de um contador assíncrono composto por flip-flops T.

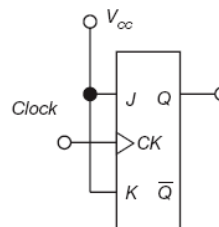


Figura 2. Esquemático da conversão de um flip-flop JK em um flip-flop T.

Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica - Faculdade Gama - Universidade de Brasília

Prática de Eletrônica Digital 1. Código: FGA0071.

Professor: Henrique Marra Taira Menegaz

e-mail: [henriquemenegaz@unb.br](mailto:henriquemenegaz@unb.br)

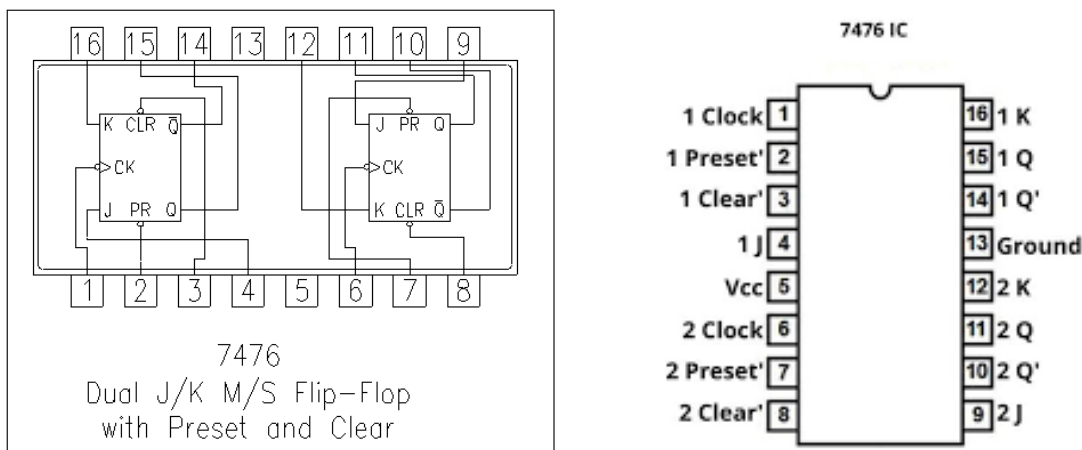


Figura 3. Esquemáticos do CI 7476.

Utilizaremos uma chave no lugar do clock, mas é preciso fazer um circuito de *debouncing*<sup>1</sup>. De fato, como mostrado nas Figuras 4 e 5, quando uma chave física muda de estado, a transição de tensão não é suave; pelo contrário, acontecem vários pequenos pulsos até que a tensão se estabilize no seu valor final. Em consequência, um flip-flop acionado por uma chave assim terá, para cada transição manual, diversas mudanças de estado: uma mudança para cada pulso.

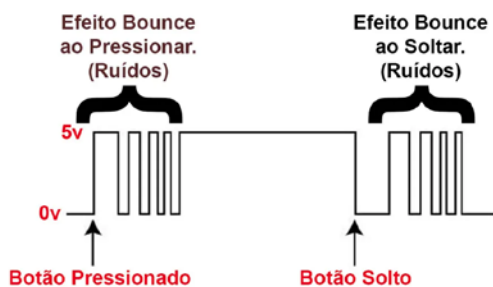


Figura 4. Diagrama temporal de uma onda quadrada com efeito *bouncing*.

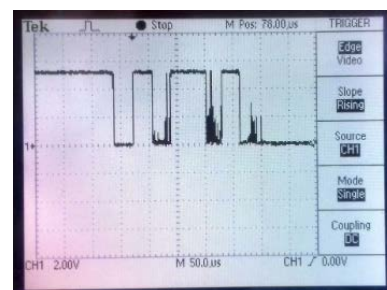


Figura 5. Imagem de um osciloscópio mostrando uma onda quadrada com efeito *bouncing*.

<sup>1</sup> Cf. <https://www.digikey.com/en/articles/how-to-implement-hardware-debounce-for-switches-and-relays>, <https://circuitdigest.com/electronic-circuits/what-is-switch-bouncing-and-how-to-prevent-it-using-debounce-circuit> ou <http://wiki.foz.ifpr.edu.br/wiki/index.php/Debounce>.

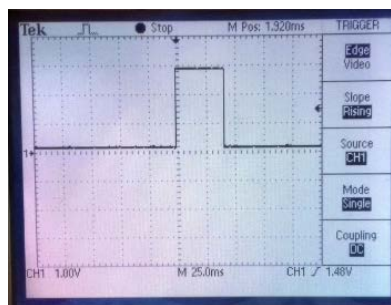
Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica - Faculdade Gama - Universidade de Brasília

Prática de Eletrônica Digital 1. Código: FGA0071.

Professor: Henrique Marra Taira Menegaz

e-mail: [henriquemenegaz@unb.br](mailto:henriquemenegaz@unb.br)

Uma vez que os **flip-flops são ativados por pulsos** e não por níveis, ocorre que uma mudança de posição da chave resulta em **diversas mudanças do estado do flip-flop** (vários pulsos acarretam várias mudanças). Portanto, faz-se necessário um circuito que filtre esses pulsos adicionais (circuito de *debouncing*), de modo a termos transições suaves (Figura 6).



**Figura 6. Imagem de um osciloscópio mostrando uma onda quadrada filtrada por um circuito de *debouncing*.**

Para isso, utilizaremos o circuito da Figura 7, no qual se usa um *latch* SR composto por duas portas NANDs (CI 7400, cujo esquemático se encontra da Figura 8).

**Observe as seguintes instruções:**

1. Para os resistores R1 e R2 utilize o valor de 10 k $\Omega$  (Figura 7).
2. A saída Q do *latch* deve ser conectada ao pino de clock do primeiro flip-flops (Figura 7).
3. NA entrada *latch* de será utilizada uma chave de 3 pinos. **Note que, as conexões da chave serão diferentes das feitas para outros experimentos. Neste, o 0 V deve ser conectado ao pino do meio e os resistores aos pinos laterais e às entradas das NANDs** (Figura 7).
4. Utilize leds nas saídas A, B, C e D.
5. Os flip-flops Jk precisam ser transformados em tipo T. Para isso, siga o esquemático da Figura 2.
6. As entradas de **Preset** dos flip-flops (Figura 3) devem ser **desativados** (basta colocar **em nível alto** (5 V)).
7. As entradas de **Clear** dos flip-flops (Figura 3) devem ser conectadas a uma **mesma chave** (esta chave é ligada da mesma forma como fizemos nos experimentos anteriores).

A pontuação será da seguinte maneira:

1. Correta implementação do circuito de *debouncing*: 5 pts.
2. Correta implementação do contador com os flip-flops: 5 pts.

### 3.1 MATERIAL UTILIZADO

- Protoboard, fonte de alimentação, jumpers (fios) e multímetro.
- Chaves de 3 pinos: 2 (para o clock e para o RESET).
- CI 7476 (flip-flops JK): 2
- CI 7400 (porta NAND de duas entradas): 1.
- Resistor de  $10\text{ k}\Omega$  (cores: marrom, preto, laranja): 2.
- Resistor de  $220\ \Omega$  (cores: vermelho, vermelho, marrom): 4.
- 3. LED: 4.

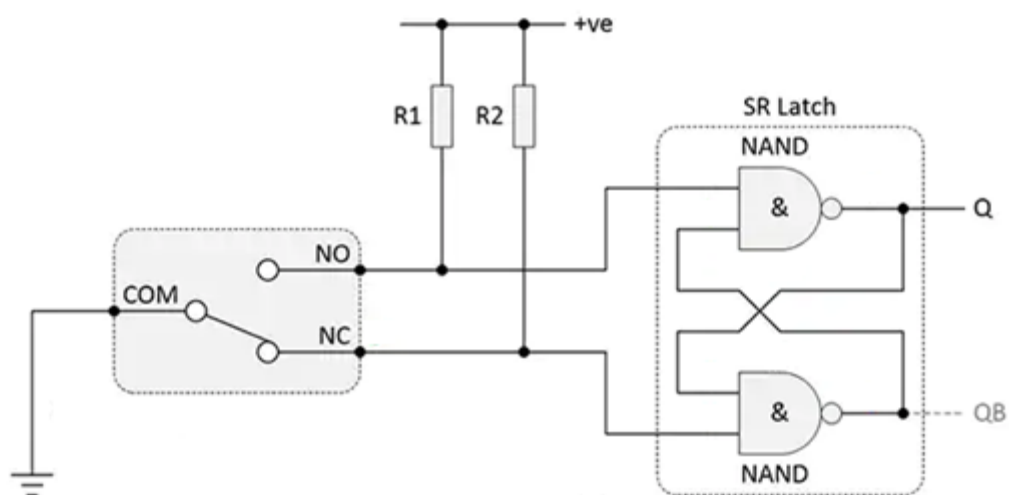


Figura 7. Circuito de *Debouncing* usando um labtch SR.

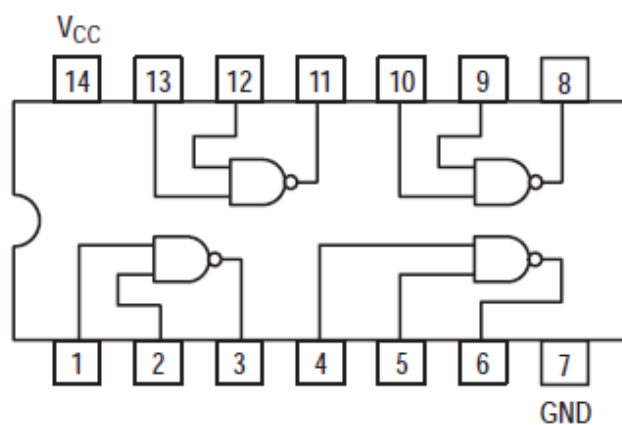


Figura 8. Esquemático do CI 7400.

## 4 BIBLIOGRAFIA

- Thomas L. Floyd, Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações, 9ª edição, Bookman, 2007.
- Mordka, SZAJNBERG,. Eletrônica Digital - Teoria, Componentes e Aplicações. Grupo GEN, 2014.