

4 Relatório

4.1 Introdução

Nesta prática, deseja-se entender o funcionamento de um circuito integrado temporizador *LM555*, e suas aplicações como um multivibrador monoestável e como um multivibrador astável (circuito oscilador).

Um vibrador monoestável é um circuito eletrônico que gera um pulso de saída. Quando desencadeado, um pulso de duração pré-defnida é produzido. O circuito então retorna para seu estado de repouso e não produz outro sinal de saída até ser desencadeado novamente.

Um multivibrador é um circuito eletrônico usado para implementar uma variedade de dispositivos simples de dois estados como osciladores de relaxação, timers e flip-flops. Ele consiste de dois dispositivos amplificadores (transistores, tubos de vácuo ou outros dispositivos) acoplado com resistores e capacitores. O primeiro circuito multivibrador, o circuito multivibrador astável, foi inventado por Henri Abraham e Eugene Bloch durante a primeira guerra mundial. Eles chamaram de circuito multivibrador pois a forma de onda da saída era rica em harmônicos. Já um multivibrador astável é um circuito que não está estável em nenhum estado; continuamente troca de um estado para outro. Este funciona como oscilador de relaxação.

No experimento, o circuito integrado LM555 foi escolhido pois ele pode operar tanto como em uma configuração monoestável e astável. O diagrama descrito pela Figura 3 acompanhado da Tabela 4 evidenciam as funções que cada pino exerce.

4.2 Análises

No experimento 1, escolhemos os valores de resistência e capacitância adequado a fim de obter um pulso de duração previamente escolhida, no caso $1s$. Os valores foram de $R = 10k\Omega$ e $100\mu F$. Estes valores foram escolhidos através do datasheet que determinava que a duração do pulso é dado por:

$$t = 1.1RC = 1.1 \times 10^4 \times 100 \times 10^{-6} = 1.1s$$

E foram validados através da montagem do circuito. O resultado se encontra na Figura 5

No experimento 2, montou-se o circuito descrito na Figura 2 e com o potenciômetro configurado com seu valor mínimo e seu valo máximo foram obtidos os gráficos das Figuras 6-7. Observamos que na prática as frequência variaram de $1.82kHz$ até $13.1kHz$. O valor teórico da frequência segundo o

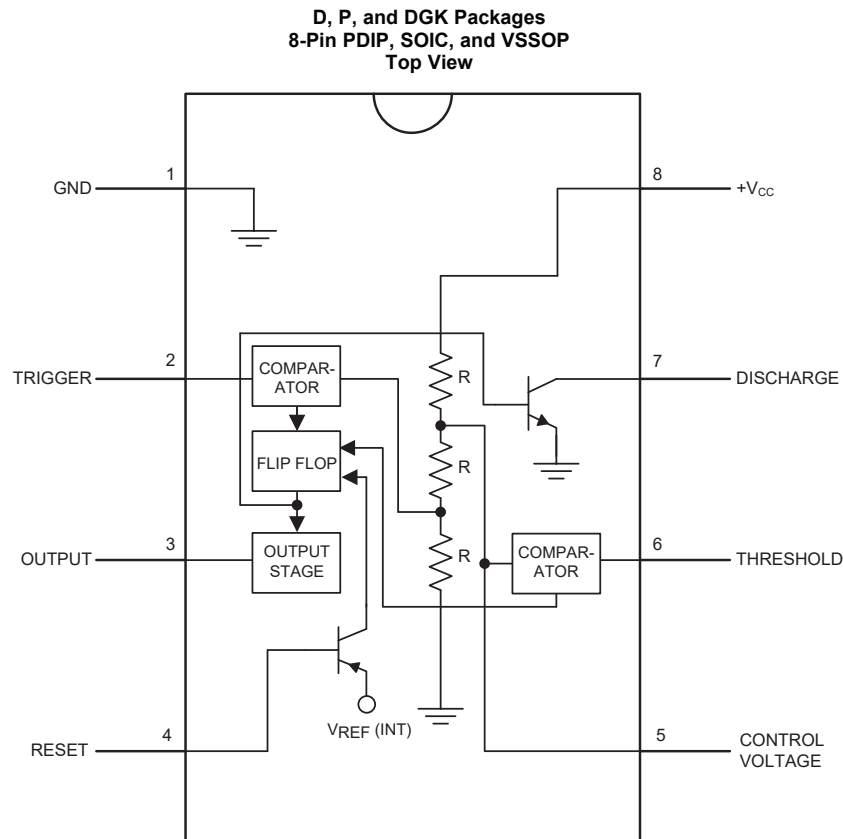


Figura 3: Diagrama de pinagem do circuito integrado LM555.

Pin Functions			
PIN		I/O	DESCRIPTION
NO.	NAME		
5	Control Voltage	I	Controls the threshold and trigger levels. It determines the pulse width of the output waveform. An external voltage applied to this pin can also be used to modulate the output waveform
7	Discharge	I	Open collector output which discharges a capacitor between intervals (in phase with output). It toggles the output from high to low when voltage reaches 2/3 of the supply voltage
1	GND	O	Ground reference voltage
3	Output	O	Output driven waveform
4	Reset	I	Negative pulse applied to this pin to disable or reset the timer. When not used for reset purposes, it should be connected to VCC to avoid false triggering
6	Threshold	I	Compares the voltage applied to the terminal with a reference voltage of 2/3 V _{CC} . The amplitude of voltage applied to this terminal is responsible for the set state of the flip-flop
2	Trigger	I	Responsible for transition of the flip-flop from set to reset. The output of the timer depends on the amplitude of the external trigger pulse applied to this pin
8	V ⁺	I	Supply voltage with respect to GND

Figura 4: Tabela retirada do datasheet do LM555 (Texas Instrument) com as funções de cada pino.

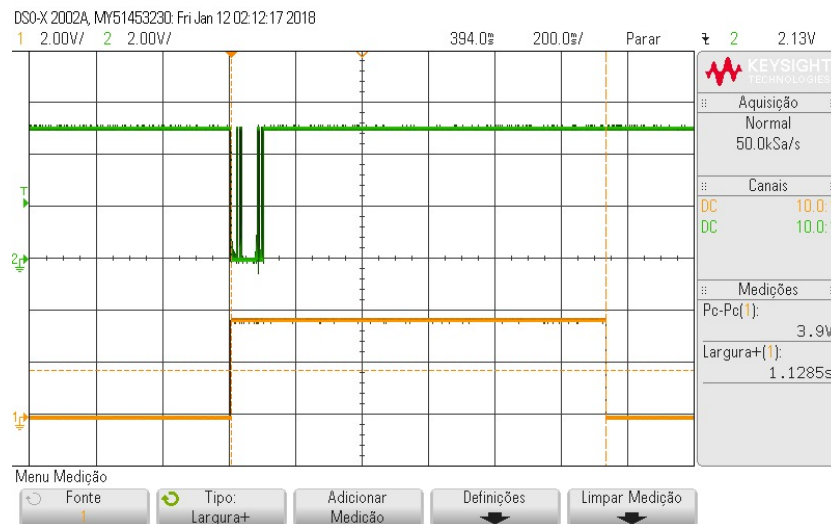


Figura 5: Saída do circuito multivibrador monoestável descrito pela Figura 1.

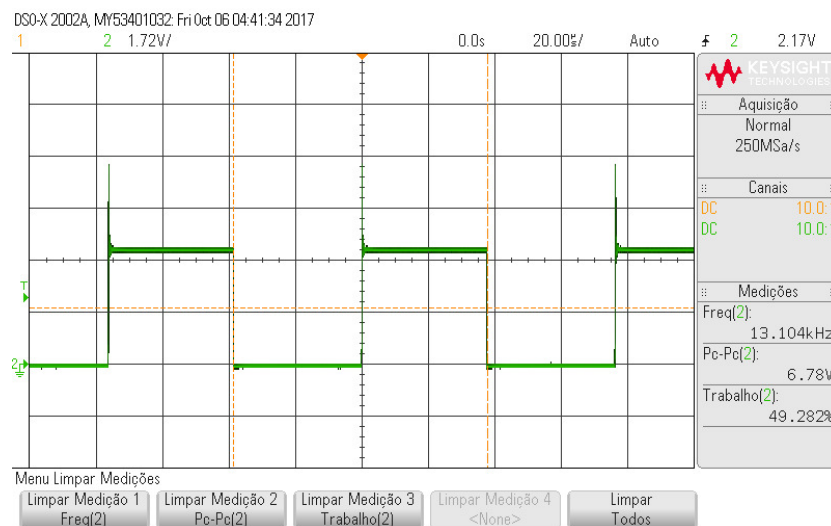


Figura 6: Saída do circuito oscilador descrito na Figura 2, com o potenciômetro em seu valor mínimo.

datasheet da fabricante texas instrument é dado por:

$$f = \frac{1.44}{(R_a + 2R_B) C} \quad (1)$$

O valor mínimo de resistência do potenciômetro é em torno de $170k\Omega$ e o valor máximo é de $1m\Omega$ ambos somados ao valor fixo de $1.5k\Omega$. A capacitância no circuito vale $390pF$.

$$F_{min} = \frac{1.44}{10^3 (1 + 2 (10^3 + 1.5)) 390 \times 10^{-12}} = 1.842\text{kHz}$$

$$F_{max} = \frac{1.44}{10^3 (1 + 2 (170 + 1.5)) 390 \times 10^{-12}} = 10.733\text{kHz}$$

Percebe-se assim, que a faixa de frequência possível teórica (1.8 kHz até 10.7 kHz) é menor que a observada na prática (1.8 kHz até 13.1kHz), e provavelmente advém de uma abordagem mais conservadora do limites de funcionamento do circuito.

Podemos também estimar o ciclo de trabalho com a seguinte equação apresentada no datasheet:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B} \quad (2)$$

$$D_1 = \frac{1.5 + 10^3}{1 + 2 \times (1.5 + 10^3)} = 49.975\%$$

$$D_2 = \frac{1.5 + 170}{1 + 2 \times (1.5 + 170)} = 49.854\%$$

Percebemos aqui, que tanto na nossa estimativa teórica e experimento prático, maiores valores de resistência R_B implicaram em um duty cycle mais próximo de 50%.

4.3 Discussões

No circuito da Figura 1 o circuito integrado LM555 age como um timer que gera um único pulso a cada *trigger*. O capacitor externo é inicialmente tido como descarregado pelo transistor dentro do timer. O pulso de saída começa quando o LM555 recebe um sinal, na pinagem do trigger (pino 2), de tensão menor que 1/3 da tensão da fonte de alimentação. Isto faz com quem o

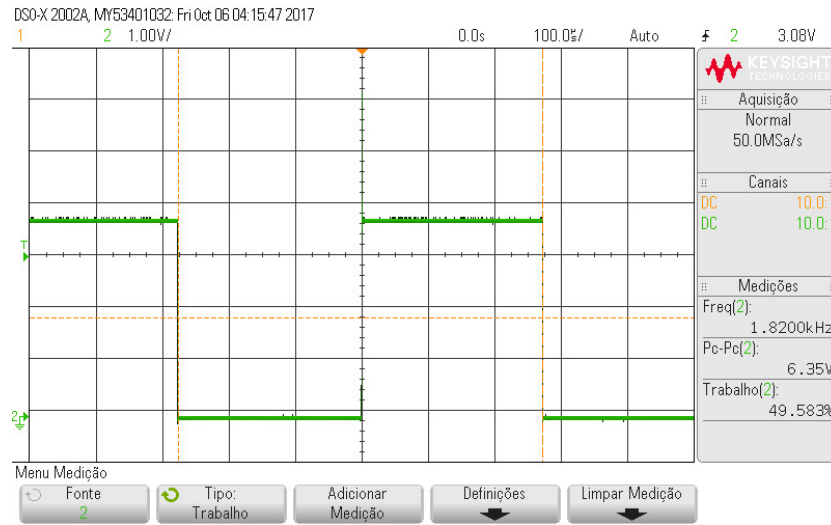


Figura 7: Saída do circuito oscilador descrito na Figura 2, com o potenciômetro em seu valor máximo.

flip-flop mude para o estado de *set* o que descarrega o curto circuito através do capacitor e coloca a saída em estado alto. A tensão sobre o capacitor então cresce exponencialmente pelo período de $t = 1.1RC$ até que se iguale a $2/3$ do valor da fonte de alimentação. Assim, a largura do pulso de saída é determinado pela constante de tempo da rede RC , podendo ser estendido ou diminuído para cada aplicação apenas ajustando os valores de R e C .

No experimento da Figura 2, o circuito se comporta como um oscilador, gerando uma onda quadrada de frequência definida pela Equação 1. O capacitor externo ao circuito ($390pF$) carregará através de R_A e R_B , e descarregará por R_B . A frequência pode ser ajustada de forma precisa pela razão dos dois resistores. Observamos na Figura 6 e Figura 7 que a frequência aumentou por um fator de aproximadamente 7 vezes, o que é coerente com nossas expectativas, já que o valor mínimo do potenciômetro é perto de $170k\Omega$.

4.4 Conclusão

Desta prática pôde-se aprender a cerca da utilidade e funcionamento de circuitos multivibradores astáveis e monoestáveis, e como implementá-los com um circuito integrado LM555. Se tratando do circuitos multivibradores monoestáveis, aprendeu-se como ajustar a largura do pulso para um valor desejado através da constante de tempo RC e o porquê desta configuração funcionar. Em relação aos circuitos multivibradores astáveis, aprendeu-se como configurar uma frequência desejada através dos resistores (R_A, R_B) do circuito e que valores maiores de R_B implicam em duty cycles mais próximos de 50%, além do porquê desta configuração funcionar.