

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS SÃO JOSÉ

Componente Curricular: Eletrônica aplicada

Professor: Fernando Bruinjé Cosentino

Aluno: João Pedro Menegali Salvan Bitencourt & Guilherme Lopes Roque;

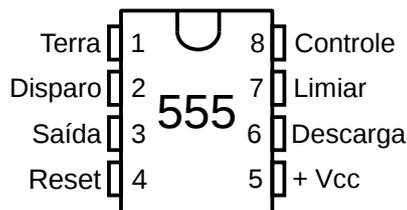
Turma: 6080721

Data: 25/06/2015

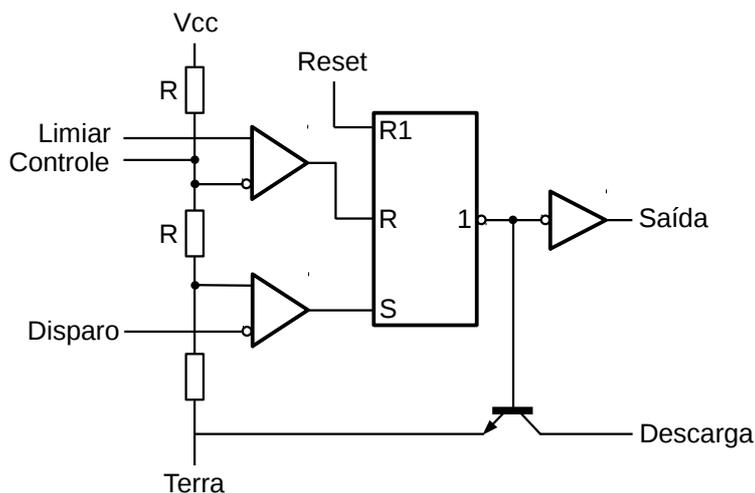
Teclado de oito notas

Sobre o Circuito Integrado 555

O circuito integrado 555 consiste em um *timer* de uso geral que pode operar tanto na configuração astável, monoestável e biestável.



Os fabricantes acrescentam prefixos para identificar os seus 555, e denominações como LM555, NE555, μ A555 e outras são utilizadas. No projeto, foi utilizado o CI NE555. Há ainda diferentes tipos do 555 que trazem tecnologias mais complexas que a tradicional. O esquema ao lado ilustra a estrutura básica do CI 555.



O CI foi projetado pelo engenheiro eletrônico Hans R. Camenzind em 1970 e comercializado em 1971 pela fabricante americana Signetics (mais tarde adquirida pela Philips). O CI 555 é um dos mais populares e versáteis circuitos integrados já produzidos. É composto por 23 transistores, 2 diodos e 16 resistores num chip de silício em um encapsulamento duplo em linha (DIP) de 8 pinos.

À esquerda, tem-se um diagrama interno do circuito integrado 555.

Esses blocos podem ser utilizados de modo astável, o qual o circuito opera como oscilador gerando sinais retangulares disponíveis na saída do pino 3. Também podem ser utilizados no modo monoestável, o qual o circuito gera um pulso retangular único ao ser disparado externamente.

No projeto, o CI 555 será utilizado no modo astável. Esse circuito pode gerar sinais de 0,01Hz à 500kHz, e os valores limites para os componentes utilizados na montagem são:

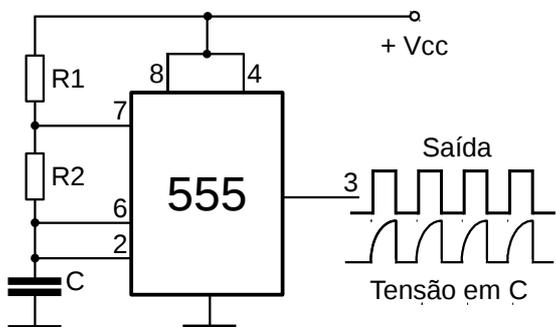
$R_1, R_2 \rightarrow 1k\Omega$ a $3.3M\Omega$

$C \rightarrow 500pF$ a $2200\mu F$

A frequência de oscilação é dada pela fórmula:
$$F = \frac{1,44}{(R_1 + 2 \cdot R_2) \cdot C}$$

O tempo em que a saída permanece no nível alto é dado por: $t_h = 0,693 \cdot C (R_1 + R_2)$.

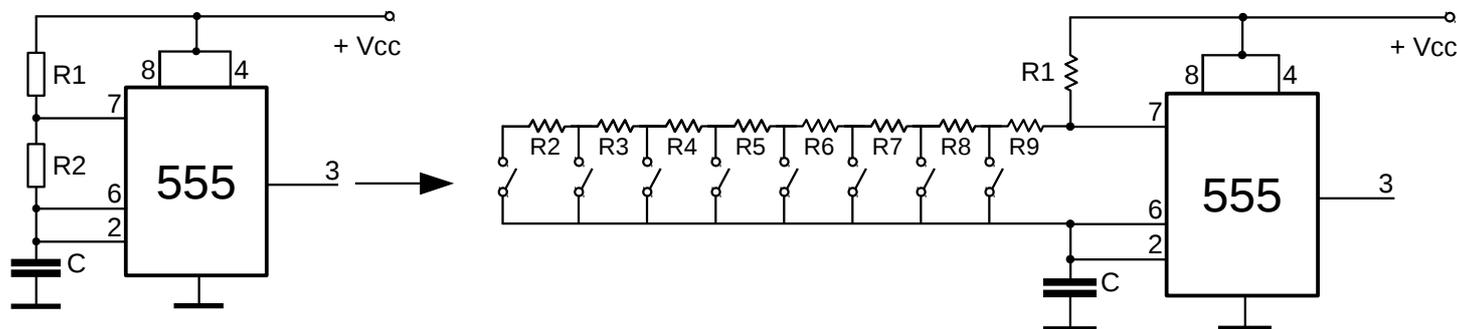
O tempo em que a saída permanece no nível baixo é dado por: $t_b = 0,693 \cdot R_2 \cdot C$.



A carga e descarga do capacitor permitem a obtenção de uma forma de onda dente de serra sobre esse componente, conforme é ilustrado no esquema à esquerda.

Teclado de oito notas com oscilador astável 555

Utilizando o CI 555 no modo astável, foi elaborado um circuito de oito notas musicais, cujas frequências são: 264Hz (Dó), 297Hz (Ré), 330Hz (Mi), 352Hz (Fá), 396Hz (Sol), 440Hz (Lá), 495Hz (Si) e 528Hz (Dó). A tensão utilizada no circuito é de 9V.



O esquema acima ilustra a modificação no circuito com o CI 555 no modo astável para a realização do projeto. O componente R2 foi substituído por oito resistores em série, tendo cada um destes, um botão que os adiciona ao circuito. Para cada resistor há um valor, em ohms, específico para que a frequência de saída desejada seja obtida.

Os valores podem ser obtidos através da fórmula: $F = \frac{1,44}{(R1 + 2 \cdot R2) \cdot C}$. Isolando o R2, a fórmula fica da seguinte maneira:

$R_{2,3,4,5,6,7,8,9} = \frac{1,44 - R1 \cdot C \cdot F}{2 \cdot C \cdot F}$. Também é possível determinar os

valores, utilizando a fórmula como base, no software Multisim. Porém nele os resistores estão em série e, sendo assim, o cálculo já deve ser feito como se fosse na aplicação do circuito real. Logo, primeiro calcula-se o valor de resistência utilizando a fórmula, e então subtrai-se o valor obtido com a maior frequência do valor obtido com a menor frequência. Outra ferramenta a ser utilizada, é o site <http://www.ohmslawcalculator.com/555-astable-calculator>, que também apresenta valores que diferem da fórmula e do software. Na tabela abaixo encontram-se os valores obtidos utilizando as três ferramentas.

Frequência	Resistência encontrada		Resistência utilizada
	Fórmula (Ω)	Website (Ω)	Software Multisim (Ω)
264	26772,7272	26829,6	2865
297	23742,4242	23792,92	2460
330	21318,1818	21363,64	1310
352	19954,5454	19997,2	2238,4
396	17681,8181	17719,7	1774,4
440	15863,6363	15897,73	1775,38
495	14045,4545	14075,76	864,8
528	13136,3636	13164,79	12849,4

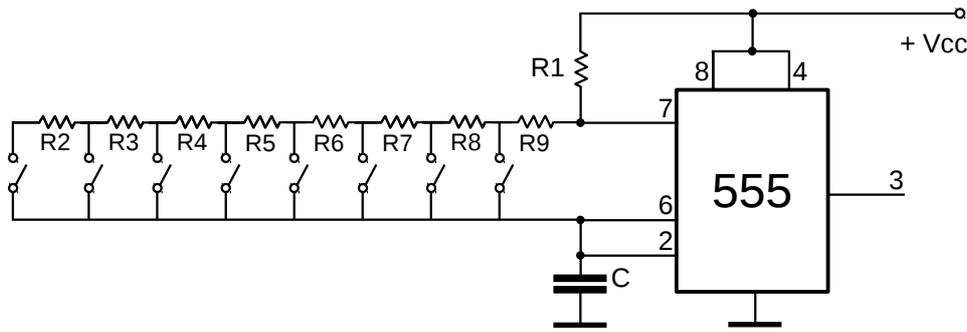
Pela tabela, observa-se que, no cálculo do resistor isolado, aumentando-se a resistência, diminui-se a frequência. O valor da maior frequência é subtraído da frequência menor, e assim sucessivamente. Ao observar os valores da coluna com as resistências o simulador Multisim, percebe-se que não há uma regularidade nos valores, visto que estes são resultados das subtrações obtidas pela fórmula ou pelo website. Salienta-se também que esses valores foram ajustados para melhor obter a frequência desejada.

A tensão no capacitor sobe de 1/3 do valor da tensão de alimentação no ciclo de carga, quando então a saída do 555 se mantém no nível alto. Quando a tensão alcança 2/3 da tensão de alimentação acontece a mudança de estado do circuito, quando então ao mesmo tempo que a saída vai ao nível baixo, o capacitor se descarrega até 1/3 da tensão de alimentação. Com 1/3 da tensão de alimentação ocorre nova mudança de estado e temos um novo ciclo de carga.

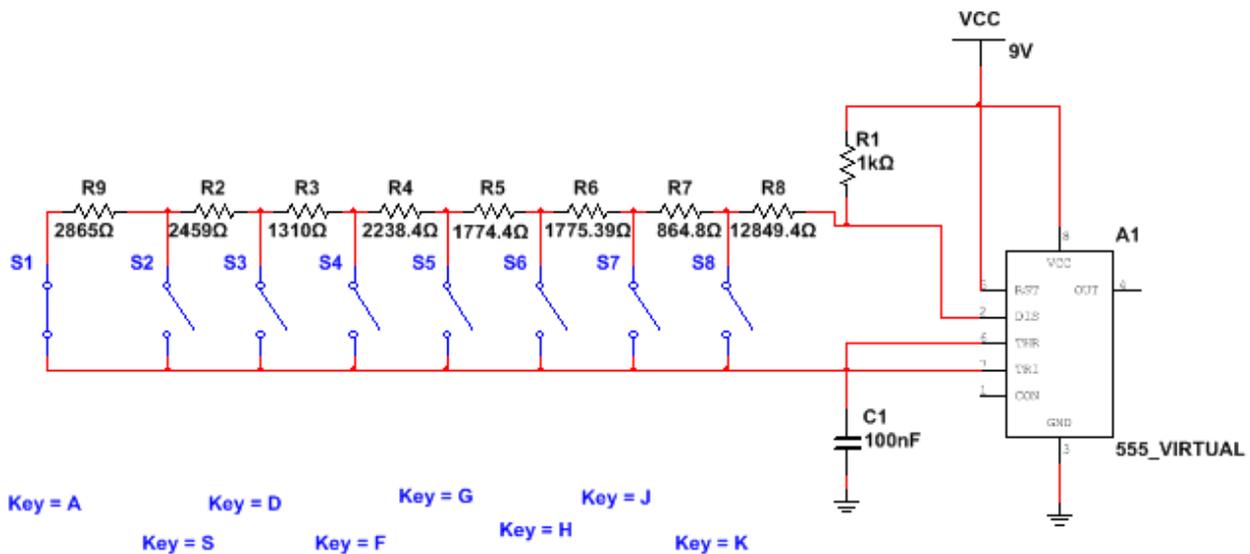
O capacitor carrega-se através dos dois resistores que estão em série ($R1+R2$), mas descarrega-se apenas pelo resistor $R2$.

Como $R1+R2$ sempre é maior que $R2$ (a soma sempre é maior que cada uma das partes), este circuito produz um sinal que tem uma duração maior quando a saída está no nível alto do que quando está no nível baixo.

Quanto maior o valor do capacitor, mais tempo levará para a carga e descarga, logo menor é a frequência de saída.



Os resistores, do $R2$ ao $R9$, em série, quando somados, darão a menor frequência que esta configuração pode alcançar. Para alcançar frequências mais altas, deve-se diminuir o valor do capacitor. O resistor $R1$, controla o tempo em que o sinal ficará em nível baixo. Quanto maior o valor de $R1$, menor é o tempo em que o sinal ficará em nível baixo. Nesse projeto, é necessária uma frequência em que os níveis alto e baixo tenham a mesma duração.

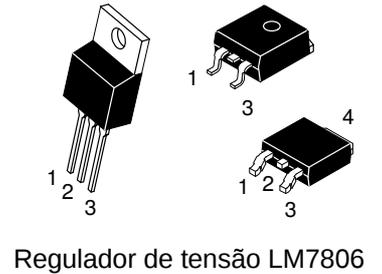
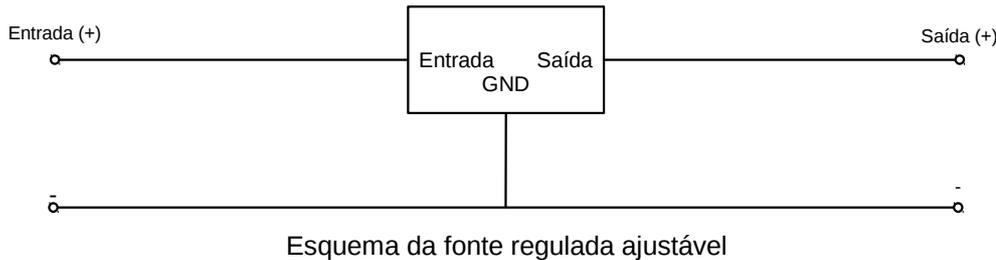


Na figura acima, observa-se o circuito montado no simulador Multisim com os valores dos resistores ajustados de maneira a obter a frequência mais próxima da desejada. Foi utilizado um capacitor de valor 1nF, uma fonte de 9V, um resistor de 1kΩ e mais oito resistores com os valores calculados conforme explicado anteriormente. Também está incluso oito botões (switches) denominados com a letra S. Com relação ao CI, apenas o pino de controle não foi utilizado, podendo-se, opcionalmente, utilizar um capacitor.

A Fonte

Neste projeto foi utilizado uma fonte fixa que regula a tensão de saída em 6V. Ela é composta por um regulador de tensão, o MC7806BT, que mantém a tensão em 6V. Este precisa de uma tensão de entrada mínima de 8V, visto que há um *dropout* de 2V, que é a mínima queda de tensão entre entrada e saída.

Na fonte utilizada no projeto foi utilizado um regulador de tensão MC7806BT. A tensão setada no circuito projetado é de 6V. A fonte se faz necessária devido a fatores particulares do MC7806BT. Em teoria, a tensão de entrada não interferiria na frequência do sinal de saída, porém, na prática, quanto menor a tensão de entrada, menor será a frequência. Tratando-se de um projeto de um teclado de oito notas, cuja frequência de saída é fundamental por conta das notas musicais, é necessário ter uma fonte fixa a fim de reduzir essa variação da frequência.

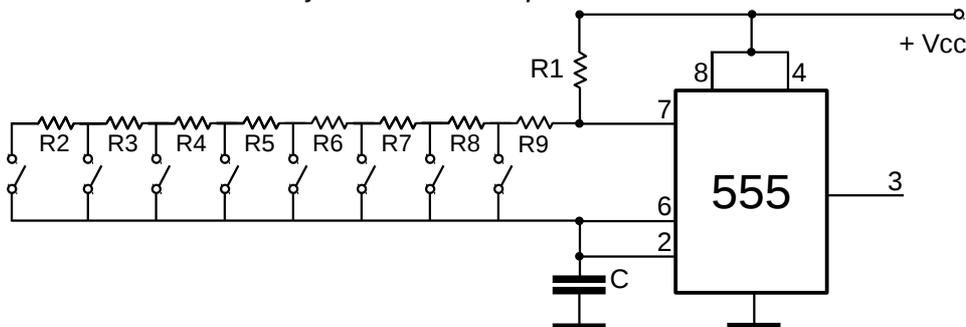


O regulador de tensão LM7806 utilizado possui as seguintes características:

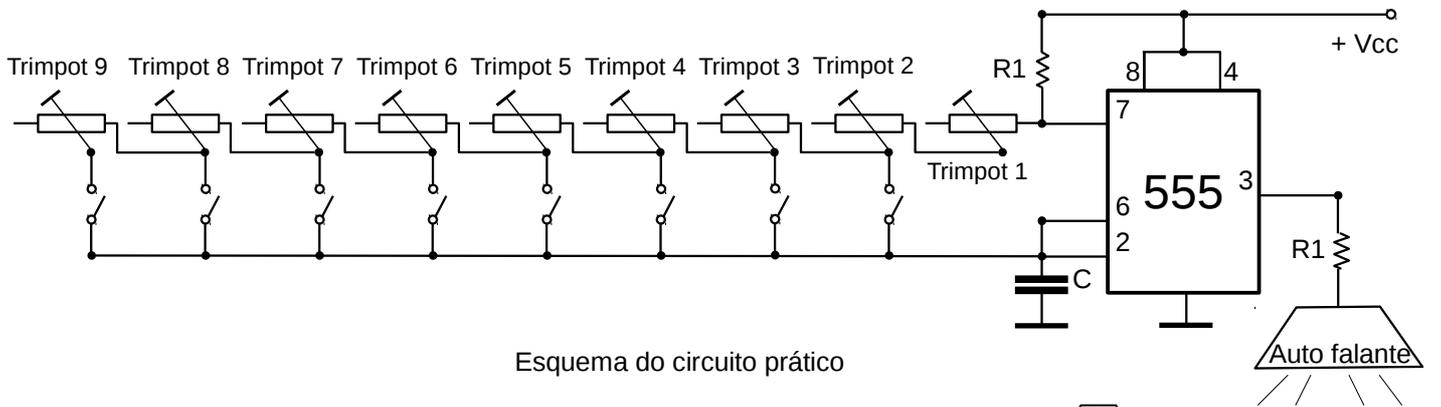
- Corrente de até 1A
- Não há necessidade de componentes externos
- Proteção interna contra superaquecimento
- Limitador interno de corrente de curto-circuito
- Tolerância de tensão de saída de 2% e 4%
- Temperatura máxima de operação de 150°C

O Circuito Prático

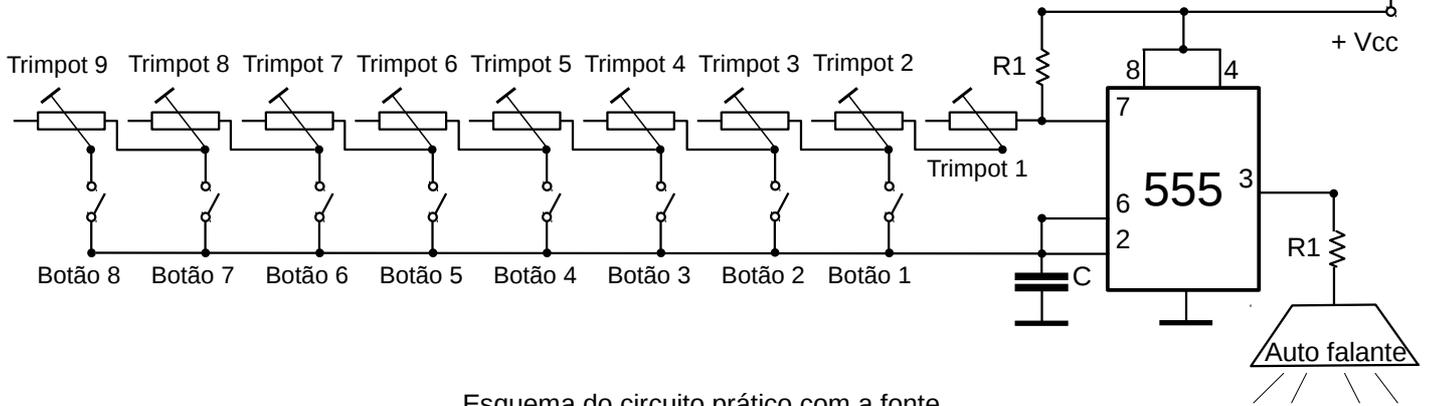
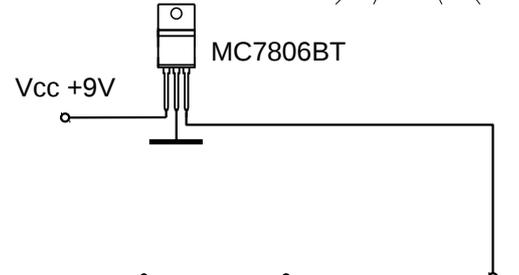
O circuito prático apresenta algumas modificações em relação ao circuito teórico. Tais modificações foram feitas devido a limitações de componentes reais. Uma das modificações no circuito físico é a utilização de *trimpots* no lugar de resistores, pois estes possuíam valores muito específicos e foi mais prático e viável utilizar os *trimpots*. Outra modificação foi a adição de um resistor na série dos resistores, no caso foi adicionado um *trimpot*. Tal componente foi adicionado no início da série para a realização de pequenos ajustes afim de regular-se a frequência de saída em caso de desajuste, evitando ter de ajustar cada *trimpot*.



Esquema do circuito teórico



Esquema do circuito prático



Esquema do circuito prático com a fonte

O Calculo Térmico

Através do cálculo térmico é possível ter noção de quanto o componente da fonte, o MC7806BT, esquentará com uma tensão de entrada de 9V. Com isso, é possível ter noção de qual temperatura o circuito possa ser operado sem danificar a fonte.

O cálculo térmico dá-se pelas seguintes fórmulas:

$$Q = P = V \cdot I$$

$$P = 3 \cdot 0,01983$$

$$P = 0,05949$$

$$\Delta T = R(^{\circ}C/W) \cdot Q(W)$$

$$\Delta T = 65 \cdot 0,05949$$

$$\Delta T = 3,86^{\circ}C$$

Temperatura máxima alcançada:

$$T_{\text{ambiente}} + P \cdot R = T_{\text{max}}$$

$$25 + 0,059 \cdot 65 = T_{\text{max}}$$

$$T_{\text{max}} = 28,86^{\circ}C$$

Com temperatura máxima suportada $T_j = 150^{\circ}C$, e temperatura máxima alcançada de $28,86^{\circ}C$, comprova-se que o circuito funcionará, ou seja, a fonte não irá superaquecer.

Referências Bibliográficas

<http://www.sabereletronica.com.br/artigos/2446-conhea-o-circuito-integrado-555>

<http://www.ohmslawcalculator.com/555-astable-calculator>

http://www.ifba.edu.br/fisica/nfl/portfolio/QNA%20Ondas&Som/harmoniaMusical/harmoniaMusical_arquivos/d%C3%B3Maiores.GIF

<http://www.falstad.com/circuit/e-555square.html>

http://pt.wikipedia.org/wiki/CI_555