UM OSCILADOR UTILIZANDO O NAND SCHMITT–TRIGGER

Por Luiz Amaral
PY1LL/AC2BR

Um método simples de se gerar uma onda retangular é com o uso de uma porta NAND Schmitt-trigger.

O oscilador aqui apresentado utiliza apenas uma das quatro portas existentes no circuito integrado comercial CD4093 ou equivalentes.

A vantagem do circuito aqui mostrado, é que é possível se controlar de modo quase independente o valor da freqüência de repetição da onda retangular como seu ‘duty-cycle’.

No diagrama vê-se que o capacitor se carrega pela saída alta do CI através de **R2** e a parte **Rd** de **R1** à direita do seu centro, pois a parte à esquerda está em curto-circuito pelo diodo à esquerda. Ao atingir o limiar do CI, este produz uma saída baixa que descarrega o capacitor, mas agora através de **R2** e da parte **Re** esquerda de **R1**, com sua parte direita em curto. Dessa forma, a constante de tempo de carga depende de **R2 + Rd** e a de descarga de **R2 + Re**. Como o período é a soma desses dois tempos, ele depende de **R2 + Re + R2 + Rd**. Como **Re + Rd = R1**, o período dependerá de **2 x R2 + R1**, ou seja, independe da posição do controle **R1**.

Assim, a posição do centro de **R1** controla a relação entre os tempos de carga e descarga, ou seja, o ‘duty-cycle’ e a posição do centro de **R2** controla a freqüência. A freqüência máxima é dada com **R2 = 0**, ou seja, é limitada pelo valor total de **R1** (claro, que respeitadas as características do CI).

Os cálculos acima consideram os diodos ideais, portanto, os diodos de germânio são mais recomendados para maior independência dos controles.

O tempo para a carga **Tc** é o que corresponde ao aumento da tensão **Vmin** até a máxima **Vmax**. Durante a carga a tensão no capacitor é dada por:

$\mathbf{Vc = A + B \cdot exp(-t/\tau c)}$ onde $\mathbf{\tau c =}$ constante de tempo de carga; como para $\mathbf{t = 0}$, $\mathbf{Vc = Vmin}$ e para $\mathbf{t \to \infty}$, $\mathbf{Vc \to Vmax}$, tem-se:

$\mathbf{Vc = Vcc + (Vm - Vcc) \cdot exp(-t/\tau c)}$; como, para $\mathbf{t = Tc}$, $\mathbf{Vc = Vmax}$, temos:

$\mathbf{Vmax = Vcc + (Vmin - Vcc) \cdot exp(-Tc/\tau c)}$ ou $\mathbf{Tc = \tau c \cdot ln\ [(Vcc - Vmin) / (Vcc - Vmax)]}$

ln é o logaritmo natural.

As tensões de limiar ‘up’ **Vmax** and ‘down’ **Vmin** do CI usado são respectivamente 60% e 40% (tipicamente) da tensão de alimentação **Vcc** (isto varia com a temperatura e com a própria **Vcc**). Dessa forma podemos escrever para o tempo de carga:

$$Tc = 0{,}4 \cdot \tau c \quad (1)$$

O tempo para a descarga **Td** é o que corresponde à diminuição da tensão **Vmax** até a mínima **Vmin**. Durante a descarga a tensão no capacitor é dada por:

$Vc = a + b \cdot \exp(-t/\tau d)$, onde τd = constante de tempo de descarga; ainda como para $t = 0$, $Vc = Vmax$, e para $t \rightarrow \infty$, $Vc \rightarrow Vmin$, tem-se:

$Vc = Vmax \cdot \exp(-t/\tau d)$; como para $t = Td$, $Vc = Vmin$, tem-se:

$Vmin = Vmax \cdot \exp(-Td/\tau d)$ ou $Td = \tau d \cdot \ln(Vmax / Vmin)$. Com seus valores, podemos escrever para o tempo de descarga:

$$Td = 0{,}4 \cdot \tau d \quad (2)$$

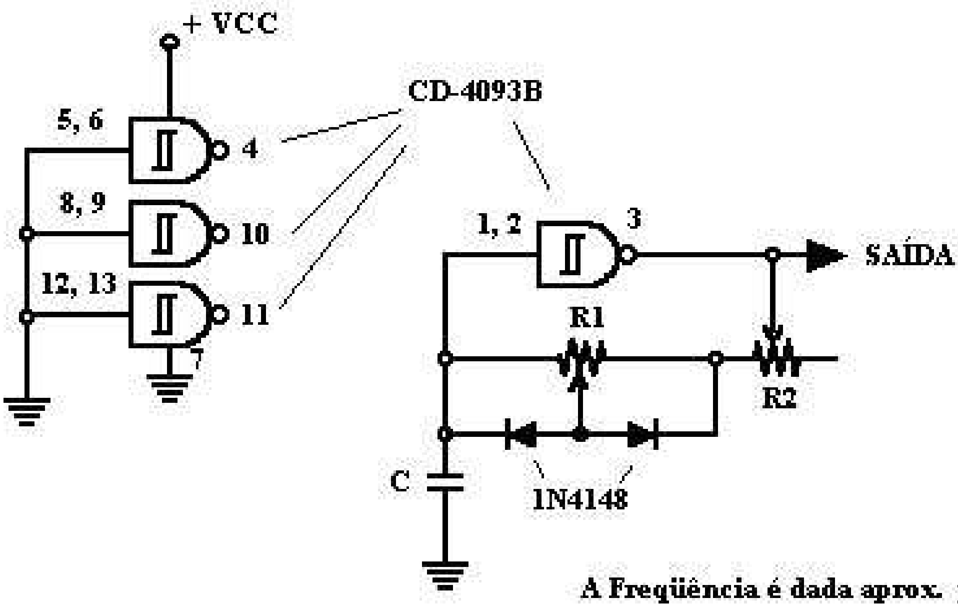
Como **(1)** e **(2)** possuem a mesma constante 0,4, temos para o período **T** total:

$$T = 0{,}4 \cdot (\tau c + \tau d) \quad (3)$$

Mas $\tau c = R2 + Rd$ e $\tau d = R2 + Re$ e assim tem-se com $Rd + Re = R1$:

$T = 0{,}4 \cdot (2R2 = R1)$ ou a freqüência **F**:

$$F = 1 / [0{,}4 \cdot (2R2 + R1)]$$



A Freqüência é dada aprox. por:

$$F = \frac{1}{0{,}81 \times (R1 + R2) \times C}$$

A simetria é controlada por R1

A freqüência é controlada por R2.