

3.3. Multivibrador Astável

O multivibrador astável é um circuito que não possui estado estável de saída indefinidamente. Dessa forma a saída oscila intermitentemente entre dois níveis de tensão (V_{sat}^+ e V_{sat}^-). O circuito pode ser implementado a partir de um biestável inversor realimentado por um circuito RC, como mostrado na figura 3.15.

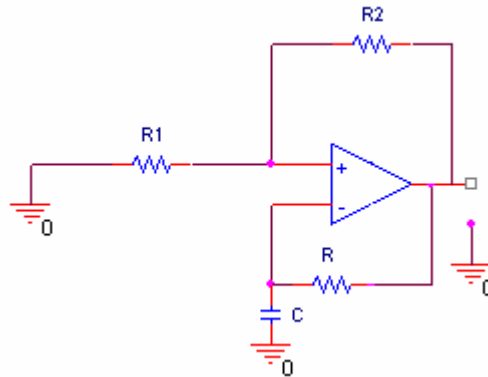


Figura 3.15: circuito do multivibrador astável.

Uma vez que o circuito é alimentado, devido à realimentação positiva a saída assume rapidamente a condição de saturação (positiva ou negativa). Considerando-se o capacitor inicialmente descarregado, o mesmo iniciará o processo de carga (para V_{sat}^+ ou V_{sat}^-), até que sua tensão atinja o mesmo valor da entrada + (V_{TH} ou V_{TL}), quando então ocorrerá a mudança de estado da tensão de saída. O processo se repete indefinidamente enquanto o circuito estiver alimentado. A figura 3.16 mostra as tensões de saída e no capacitor, considerando a condição inicial $v_0 = V_{sat}^+$ e $V_{C0} = 0$. Observa-se que a tensão de carga/descarga do capacitor é exponencial, e a saída é uma onda quadrada (degrau) com período constante.

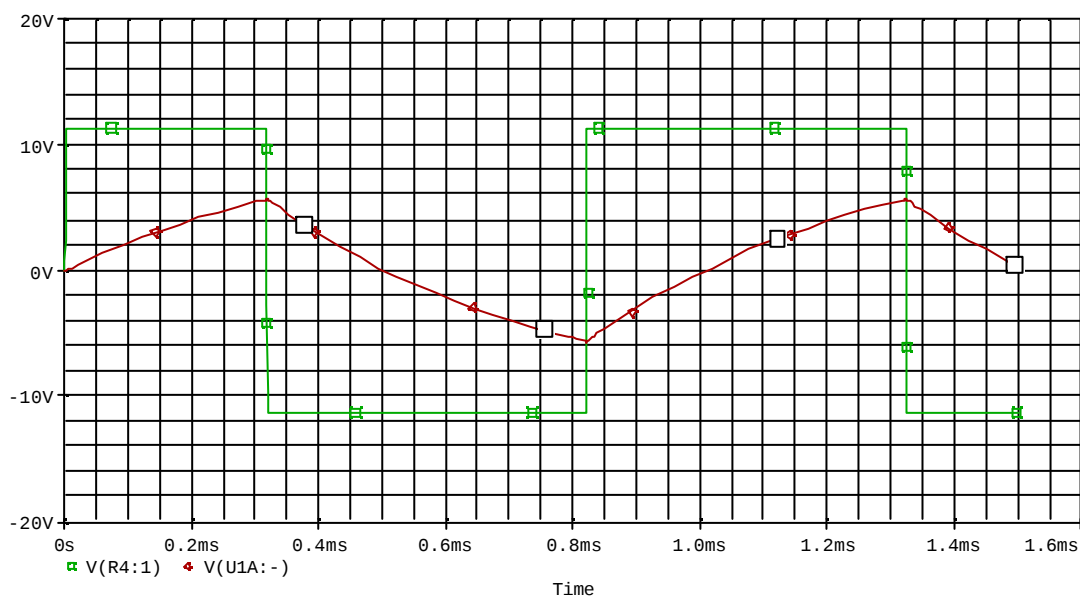


Figura 3.16: tensão v_0, v_c x tempo.

➤ Cálculo da frequência de operação:

Considerando-se o período de oscilação T em regime permanente, após a primeira carga completa do capacitor, tem-se:

$$T = T_1 + T_2$$

$$f = \frac{1}{T}$$

onde T_1 e T_2 são os tempos de descarga e carga do capacitor.

Considerações:

- $V_{sat}^+ = -V_{sat}^-$;
- $t_t < \frac{RC}{50} \Rightarrow$ aproximação degrau.

$$v_0 = V - \left[(V - V_{co}) e^{\frac{-t}{RC}} \right]$$

$$T_1 \begin{cases} V = V_{sat}^- \\ V_{co} = V_{TH} \\ v_c(T_1) = V_{TL} \end{cases}$$

$$V_{TL} = V_{sat}^- - (V_{sat}^- - V_{TH}) e^{\frac{-T_1}{RC}}$$

$$V_{TL} = V_{sat}^- \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{TH} = V_{sat}^+ \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Fazendo $\Rightarrow b = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$, tem-se:

$$V_{sat}^- b = V_{sat}^- - (V_{sat}^- + V_{sat}^- b) e^{\frac{-T_1}{RC}}$$

$$V_{sat}^- b = V_{sat}^- (1 - (1 + b) e^{\frac{-T_1}{RC}})$$

$$b = 1 - (1 + b) e^{\frac{-T_1}{RC}}$$

$$e^{\frac{-T_1}{RC}} = \frac{(1 - b)}{(1 + b)}$$

$$\ln e^{\frac{-T_1}{RC}} = \ln \left[\frac{(1 - b)}{(1 + b)} \right]$$

$$T_1 = -RC \ln \left[\frac{(1 - b)}{(1 + b)} \right] \Rightarrow T_1 = RC \ln \left[\frac{(1 + b)}{(1 - b)} \right]$$

Substituindo o β :

$$\frac{(1+b)}{(1-b)} = \frac{1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2}}{1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2}} = \frac{2R_1 + R_2}{R_2}$$

$$T_1 = RC \ln \left[\frac{2R_1 + R_2}{R_2} \right]$$

Considerando:

$$V_{sat}^+ = -V_{sat}^-$$

$$V_{TH} = -V_{TL}$$

$$T_2 = T_1$$

$$T = T_1 + T_2 = 2T_1$$

$$T = 2RC \ln \left[\frac{2R_1 + R_2}{R_2} \right]$$

$$f = \frac{1}{2RC \ln \left[\frac{2R_1 + R_2}{R_2} \right]}$$

Para que $f > 0$:

$$\ln \left[\frac{2R_1 + R_2}{R_2} \right] > 0$$

$$\frac{2R_1 + R_2}{R_2} > 1$$

$$2R_1 + R_2 > R_2$$

$$R_1 > 0$$

Obs.: a frequência de oscilação calculada pela aproximação degrau só é válida para $RC > 50t_f$. Caso contrário a frequência calculada será maior que a frequência real de oscilação.