

14

Capítulo

Osciladores Controlados por Tensão

Meta deste capítulo

Entender o princípio de funcionamento de osciladores controlados por tensão.

objetivos

- Entender o princípio de funcionamento de osciladores controlados por tensão;
- Analisar osciladores controlados por tensão;
- Projetar os componentes de osciladores controlados por tensão;
- Avaliar o funcionamento por simulação de osciladores controlados por tensão;
- Implementar e ensaiar osciladores controlados por tensão.

Pré-requisitos

Ter estudado o capítulo sobre multivibradores.

Continuidade

A continuidade no estudo de osciladores e multivibradores se dará pela revisão geral dos assuntos abordados.

1 Introdução

Os osciladores estudados até o presente momento apresentavam frequência fixa de oscilação e tensão de saída indeterminada ou fixa. Em muitas situações é desejável que a frequência e/ou tensão de saída possam ter seus valores alterados pelo usuário. A frequência pode ser alterada modificando-se a constante de tempo do oscilador, seja alterando o valor do resistor, capacitor ou indutor, conforme o caso.

Por outro lado, em diversas aplicações, como por exemplo em áudio, recepção de sinais, etc., é interessante que a frequência da oscilação seja controlada por uma tensão presente no circuito. Isso tem aplicação em circuitos de sintonia automática, seja em rádio-receptores, televisores e outros equipamentos do gênero. Neste caso empregam-se os osciladores controlados por tensão (VCO).

O objetivo deste capítulo é o estudo de osciladores controlados por tensão (VCO), utilizando-se para tal um componente específico, o circuito integrado 566.

2 Oscilador Controlado por Tensão com CI 566

Um oscilador controlado por tensão (VCO) é um circuito que oferece um sinal variável de saída (normalmente uma forma de onda quadrada ou triangular) cuja frequência é controlada por uma tensão em corrente contínua [1].

O circuito integrado 566 é dedicado para osciladores controlados por tensão, ou seja, com poucos componentes externos é possível se obter um VCO, apresentando na saída formas de onda quadrada e triangular. A frequência de oscilação é determinada por um conjunto de resistor e capacitor, conectados externamente. Da precisão destes componentes depende a estabilidade da frequência com a qual o circuito irá oscilar.

Na Figura 1 mostra-se o diagrama de blocos do circuito integrado 566. Pode-se notar pela figura que o 566 apresenta uma fonte de corrente que provocará a carga e descarga do capacitor. A velocidade de carga e descarga do capacitor dependerá da corrente controlada pelo resistor, o que afetará diretamente a frequência de oscilação. Além disso, pode ser aplicada uma tensão externa que irá alterar a velocidade de carga e descarga do capacitor, daí possibilitando a implementação de osciladores controlados por tensão.

O comparador com histerese (Schmitt Trigger) é responsável por resetar o processo de carga e iniciar o processo de descarga do capacitor em determinados momentos, e resetar o processo de descarga e iniciar o processo de carga do mesmo capacitor no momento seguinte. Tanto a onda triangular (carga e descarga no capacitor) como a quadrada (saída do comparador

com histerese) estão presentes nas saídas do circuito integrado. Estes sinais são amplificados antes de serem disponibilizados nas saídas do 566.

Em linhas gerais, as características elétricas do circuito integrado 566 podem ser resumidas como segue:

- Valor do resistor R_1 : $2\text{ k}\Omega \leq R_1 \leq 20\text{ k}\Omega$;
- Tensão de modulação: $0,75 \cdot V_{cc} \leq v_c \leq V_{cc}$;
- Frequência de oscilação: $F_o \leq 1\text{ MHz}$;
- Tensão de alimentação: $10\text{ V} \leq V_{cc} \leq 24\text{ V}$.

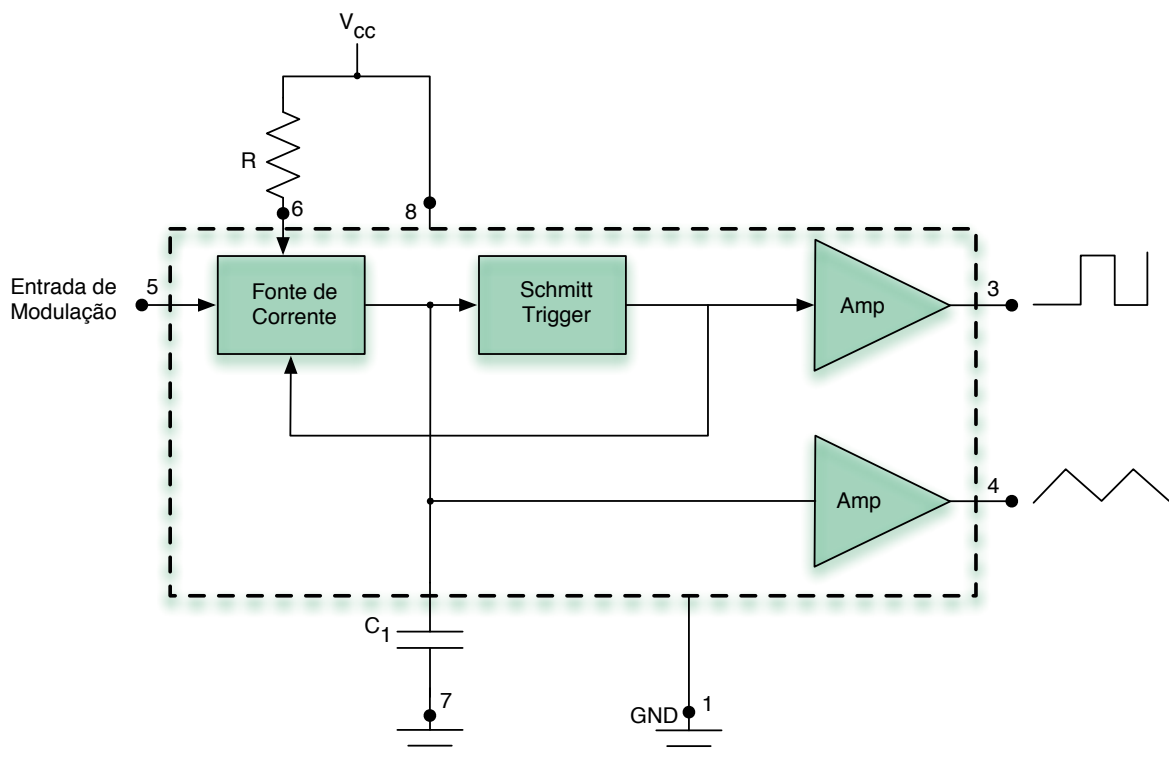


Figura 1 - Estrutura básica do circuito integrado 566.

A frequência de oscilação (central quando for VCO) é determinada por:

$$F_o = \frac{2}{R_1 \cdot C_1} \cdot \left(\frac{V_{cc} - v_c}{V_{cc}} \right)$$

3 VCO com CI 566 e Frequência Fixa

Na Figura 2 mostra-se um oscilador controlado por tensão com o circuito integrado 566, onde a tensão de modulação (v_c) é fixada pelo divisor de tensão formado por R_2 e R_3 .

A tensão de controle será:

$$v_c = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot V_{cc} = \frac{10\text{ k}}{1,5\text{ k} + 10\text{ k}} \cdot 12 = 10,4\text{ V}$$

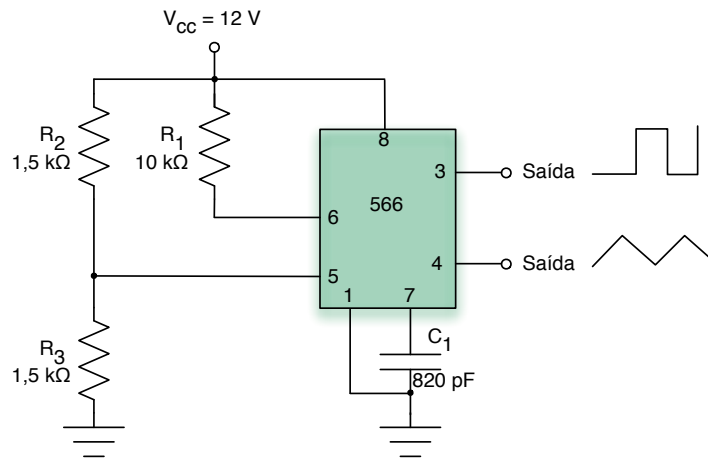


Figura 2 – VCO com integrado 566 e frequência fixa.

Portanto, a frequência de oscilação será:

$$F_o = \frac{2}{R_1 \cdot C_1} \cdot \left(\frac{V_{cc} - v_c}{V_{cc}} \right) = \frac{2}{10k \cdot 820p} \cdot \left(\frac{12 - 10,4}{12} \right) = 32,5kHz$$

4 VCO com CI 566 e Ajustável com Potenciômetro

Na Figura 3 mostra-se um oscilador controlado por tensão com o circuito integrado 566, onde a tensão de modulação (v_c) é obtida pelo divisor de tensão formado por R_2 e R_4 e o potenciômetro R_3 . Neste caso a frequência de saída será alterada pela posição do potenciômetro.

A tensão de controle será:

$$v_C^{low} = \frac{R_4}{R_2 + R_3 + R_4} \cdot V_{cc} = \frac{18k}{0,51k + 18k + 5k} \cdot 12 = 9,19V$$

$$v_C^{high} = \frac{R_4 + R_3}{R_2 + R_3 + R_4} \cdot V_{cc} = \frac{18k + 5k}{0,51k + 18k + 5k} \cdot 12 = 11,74V$$

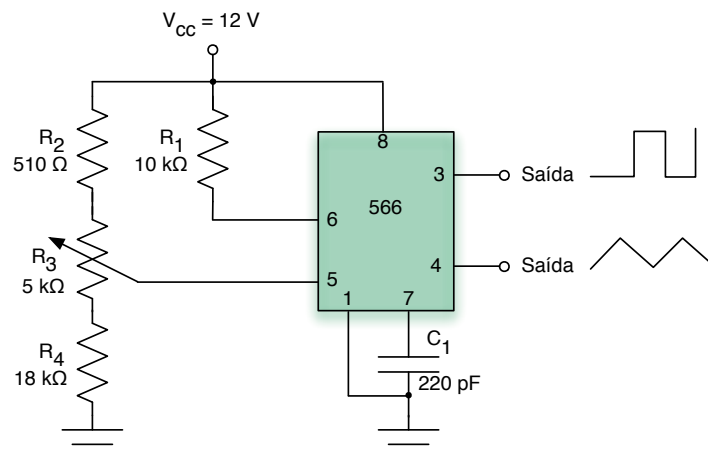


Figura 3 – VCO com integrado 566 e frequência ajustável por potenciômetro.

Portanto, a frequência de oscilação será:

$$F_o^{low} = \frac{2}{R_1 \cdot C_1} \cdot \left(\frac{V_{cc} - v_c}{V_{cc}} \right) = F_o = \frac{2}{10k \cdot 220p} \cdot \left(\frac{12 - 11,74}{12} \right) = 19,7 \text{ kHz}$$

$$F_o^{high} = \frac{2}{R_1 \cdot C_1} \cdot \left(\frac{V_{cc} - v_c}{V_{cc}} \right) = F_o = \frac{2}{10k \cdot 220p} \cdot \left(\frac{12 - 9,19}{12} \right) = 212,9 \text{ kHz}$$

Assim, pode-se variar a frequência de oscilação da saída como:

$$19,7 \text{ kHz} \leq F_o \leq 212,9 \text{ kHz}$$

Note que a variação da frequência dos sinais de saída é de aproximadamente dez (10) vezes. Isso ocorre pelos valores adotados para os resistores, que devem respeitar o critério $2 \text{ k}\Omega \leq R_1 \leq 20 \text{ k}\Omega$, que apresenta uma relação justamente de dez vezes.

5 VCO com CI 566 e Tensão Modulante

Na Figura 4 mostra-se um oscilador controlado por tensão com o circuito integrado 566, onde a tensão de modulação (v_c) é inserida externamente. Neste caso a frequência de saída será alterada pelo valor aplicado na entrada.

O valor da tensão de controle sem sinal externo será:

$$v_c^{central} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot V_{cc} = \frac{10k}{1,5k + 10k} \cdot 12 = 10,4 \text{ V}$$

Lembrando que a tensão de controle pode assumir:

$$0,75 \cdot V_{cc} \leq v_c \leq V_{cc}$$

$$0,75 \cdot 12 \leq v_c \leq 12$$

$$9 \text{ V} \leq v_c \leq 12 \text{ V}$$

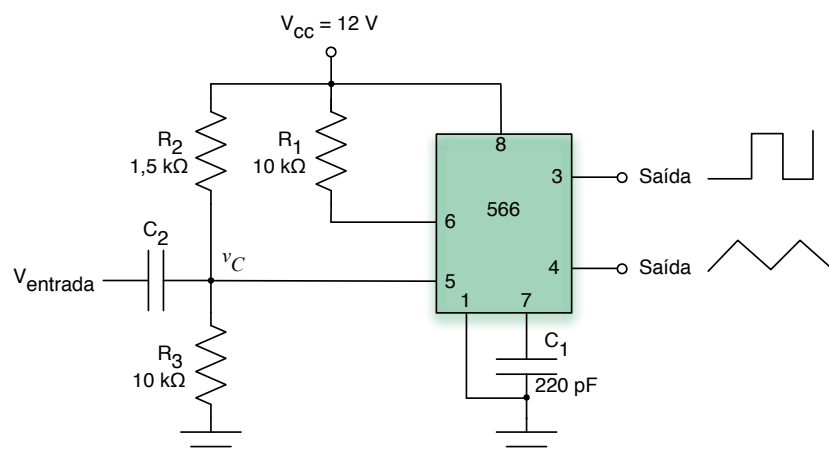


Figura 4 – VCO com integrado 566 e tensão modulante.

Portanto, a frequência de oscilação será:

Assim, a tensão de entrada poderia ser uma senóide com amplitude de 1,4 V (10,4 – 9), fazendo a tensão de controle variar de aproximadamente 9 V até 11,8 V, variando a frequência como:

$$F_o^{v_c=9V} = \frac{2}{R_1 \cdot C_1} \cdot \left(\frac{V_{cc} - v_c}{V_{cc}} \right) = F_o = \frac{2}{10k \cdot 220p} \cdot \left(\frac{12-9}{12} \right) = 227,272 \text{ kHz}$$

$$F_o^{v_c=10,4V} = \frac{2}{R_1 \cdot C_1} \cdot \left(\frac{V_{cc} - v_c}{V_{cc}} \right) = F_o = \frac{2}{10k \cdot 220p} \cdot \left(\frac{12-10,4}{12} \right) = 121,212 \text{ kHz}$$

$$F_o^{v_c=12V} = \frac{2}{R_1 \cdot C_1} \cdot \left(\frac{V_{cc} - v_c}{V_{cc}} \right) = F_o = \frac{2}{10k \cdot 220p} \cdot \left(\frac{12-11,8}{12} \right) = 15,151 \text{ kHz}$$

Exercícios Gerais

Exercício 01:

Calcule a frequência central de um VCO, utilizando o circuito integrado 566, como mostrado na Figura 5, com $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$ e $C_1 = 0,001 \text{ }\mu\text{F}$.

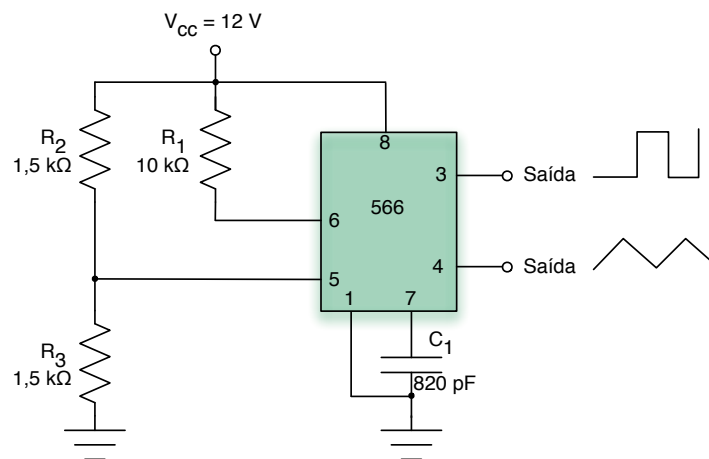


Figura 5 – Circuito do exercício 01.

Exercício 02:

Que valor de capacitor para C_1 é requerido no circuito da Figura 6 para obter uma frequência central de 100 kHz.

Exercício 03:

Determine o capacitor necessário no circuito da Figura 5 para uma saída de 200 kHz.

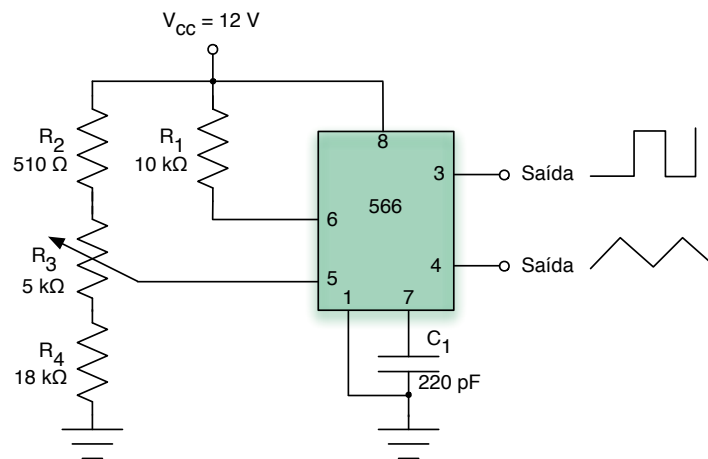


Figura 6 – Circuito do exercício 02.

6 Referências

- [1] BOYLESTAD, R. L. e NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 8ª ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1984.
- [2] A. P. MALVINO. Eletrônica. Volumes 1 e 2. Editora McGraw Hill do Brasil, São Paulo, 1987.
- [3] LALOND, David E.; Ross, John A. Princípios de Dispositivos e Circuitos Eletrônicos – volumes 1 e 2. Makron Books. São Paulo, 1999.
- [4] BOGART JR, Theodore F. Dispositivos e Circuitos Eletrônicos – volumes 1 e 2. Makron Books. 3ª ed, São Paulo, 2001.