

Análise de Circuitos Elétricos

Sincronização do relógio de um computador.

Anielly Gonçalves

César Henrique Resende Soares

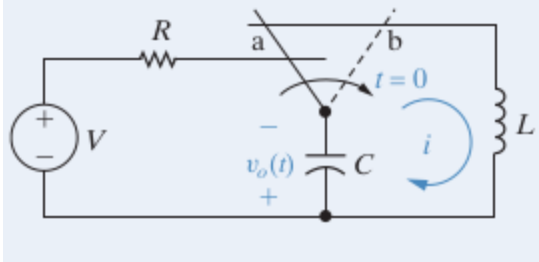
Emanuel Vieira Tavares

Vinícius Alves Pereira

CEFET-MG - Divinópolis, 2023.

Introdução

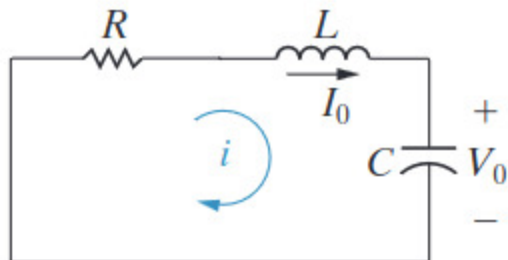
Figura 8.21 Resposta natural de um circuito LC .



Observando o circuito apresenta na figura 8.21, temos que:

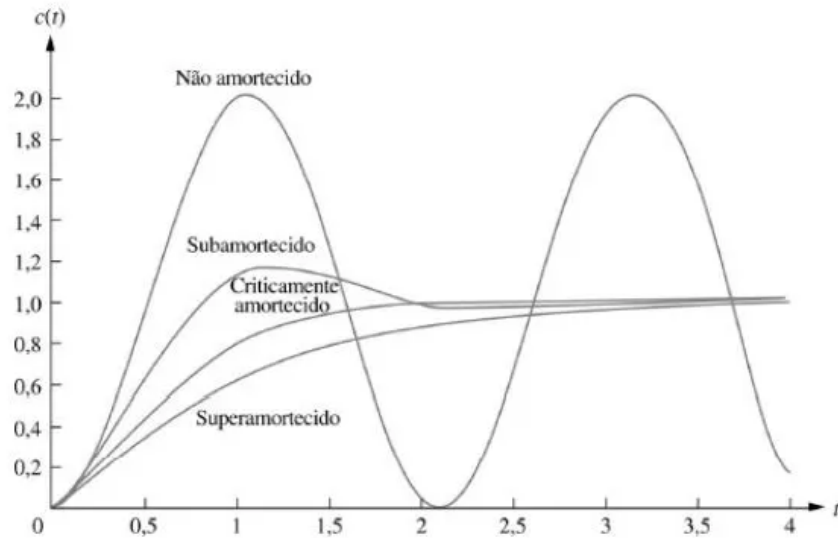
Quando $t > 0$, comportamento desse circuito se parece com o comportamento do circuito presente na figura 8.3, mas sem o resistor, que representa uma resposta natural de um circuito RLC em série.

Figura 8.3 Circuito usado para ilustrar a resposta natural de um circuito RLC em série.



Introdução

Analizando esse circuito LC, podemos ver que a sua saída é uma senoide não amortecida.



Dessa forma, podemos utilizar esse circuito como base para medir o tempo? Por que os computadores utilizam osciladores de quartzo?

Sabendo que podemos especificar a frequência do sinal selecionando os valores apropriados para o indutor e o capacitor, podemos criar uma senoide da forma que a gente precise.

Teoria

Comece escrevendo a equação LTK para o circuito da Figura 8.21, utilizando a corrente i , para $t \geq 0$:

$$L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int_0^t i(x) dx = 0.$$

Para eliminar o termo integral, derive ambos os lados com relação a i para obter

$$L \frac{d^2 i(t)}{dt^2} + \frac{1}{C} i(t) = 0.$$

A equação diferencial descrita é, portanto,

$$\frac{d^2 i(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC} i(t) = 0.$$

Teoria

Qual função matemática podemos adicionar à sua segunda derivada para chegarmos a zero? Uma senoide na forma $i(t) = A \cos \omega_0 t$ vai funcionar:

$$\frac{d^2}{dt^2} A \cos \omega_0 t + \frac{1}{LC} A \cos \omega_0 t = -\omega_0^2 A \cos \omega_0 t + \frac{1}{LC} A \cos \omega_0 t = 0$$

Essa equação é satisfeita quando

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \quad \text{ou quando} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

Teoria

A frequência ω_0 é a frequência angular de ressonância conhecida dos circuitos RLC , tanto em série quanto em paralelo, cujas unidades são radianos/segundo. Note-se que o circuito LC não tem uma frequência de Neper, α .

Escolhemos o valor de A para satisfazer a condição inicial para a corrente no indutor:

$$i(0) = A \cos \omega_0(0) = \frac{V}{R} \quad \text{logo} \quad A = \frac{V}{R}.$$

Portanto, a corrente para o circuito da Figura 8.21 é

$$i(t) = \frac{V}{R} \cos \omega_0(t), \quad \text{em que } \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

Teoria

Podemos agora usar a expressão para a corrente no circuito de modo a encontrar a tensão do capacitor:

$$v_C(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(x) dx = \frac{1}{C} \int_0^t \frac{V}{R} \cos \omega_0 x dx = \frac{V}{\omega_0 RC} \sin \omega_0 t$$

Ao escolher valores para L e C , podemos usar o circuito na Figura 8.21 para gerar uma senoide não amortecida, quando $t \geq 0$, para o gerador do relógio de um computador.

Perspectiva Prática

Agora, com a explicação dada, por que um cristal de quartzo é utilizado para gerar a senoide do gerador de clock em vez do circuito mostrado anteriormente?

Precisamos lembrar que, ao analisar o circuito, pensamos apenas no caso de um capacitor e indutores ideais, algo que não é possível obter na realidade.

No mundo real, indutores e capacitores apresentam uma pequena resistência, e quanto mais tempo passa, mais desfigurada a onda fica, pois parte da energia do circuito é dissipada pela resistência do indutor e do capacitor.

Perspectiva Prática

Mas como cristais de quartzo funcionam?

Todo objeto vibra a alguma frequência quando batemos neles.



Perspectiva Prática

Efeito piezelétrico:



Resumidamente, algumas substâncias, quando submetidos a uma certa força mecânica, produzem eletricidade devido a mudança de posição das cargas dentro de sua estrutura cristalina, um exemplo disso é a cerâmica, que em um microfone, por exemplo, que ao receber ondas mecânicas (voz), consegue criar sinais elétricos, dessa forma captando a voz.

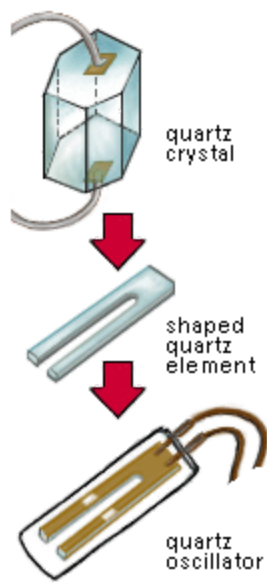
Perspectiva Prática

Também é possível fazer o contrário, se estimularmos eletricamente a cerâmica, por exemplo, ela irá se deformar, dessa forma, vibrando, dessa forma, possibilitando a criação de fones.



Perspectiva Prática

O cristal de quartzo funciona da seguinte forma: ao receber energia de forma contínua, como em um circuito RTC alimentado por uma bateria de lítio, ele vibra em uma determinada frequência. Essa frequência varia de acordo com a corrente aplicada, e é essa característica que define a frequência que chamamos de clock.



Referência Bibliográfica

- RIEDEL, SUSAN A.; NILSSON, James W. — Circuitos Elétricos 10^a ed. 2015
- Braga, Newton C.Os Cristais de Quartzo, 2021. Disponível em:
<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/19341-os-cristais-de-quartzo-art4448.html>

Acesso em: 21 nov. 2023.