

# CARGA CONSTANTE: O Integrador.

Por Eng. Roberto Bairros dos Santos

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)

CANAL YOUTUBE: Professor Bairros.

Data: 03/03/2020

## Sumário

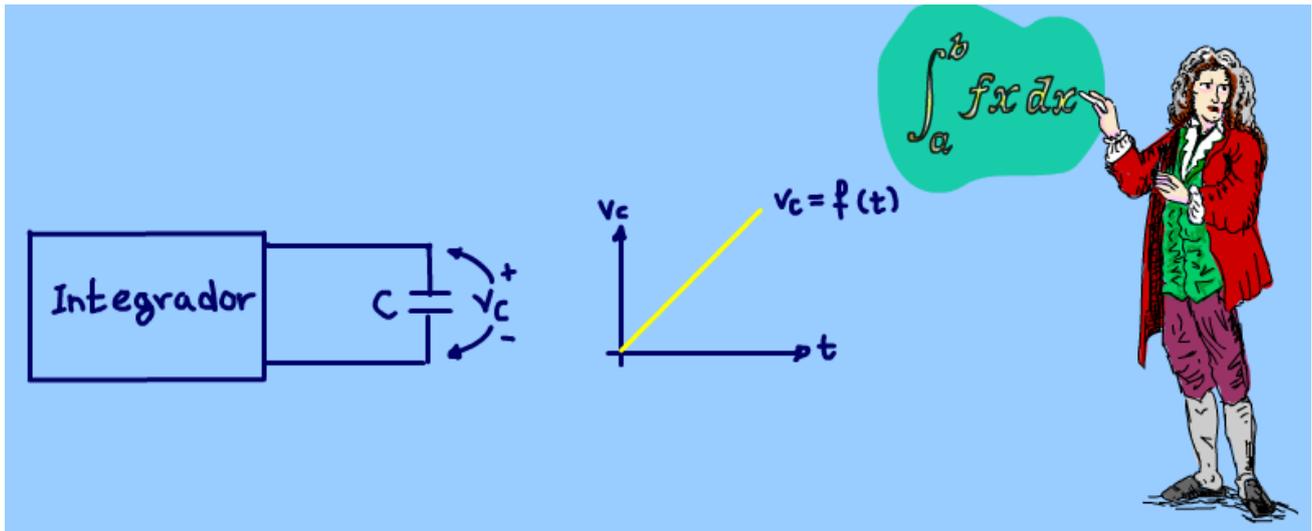
1	Prefácio.....	3
2	O que é integrador. ....	4
3	A carga com fonte de corrente constante.....	5
4	Como montar a fonte de corrente:.....	6
5	O funcionamento do integrador: .....	7
6	Aplicando a equação do integrador. ....	10
7	Conclusão .....	12
8	Créditos. ....	13

## 1 PREFÁCIO.

---

O integrador é um circuito usando operacional que serve para carregar um capacitor de forma constante.

Vamos ver como este tipo de circuito pode ser útil em temporizadores e geradores de ondas triangular ou dente de serra.



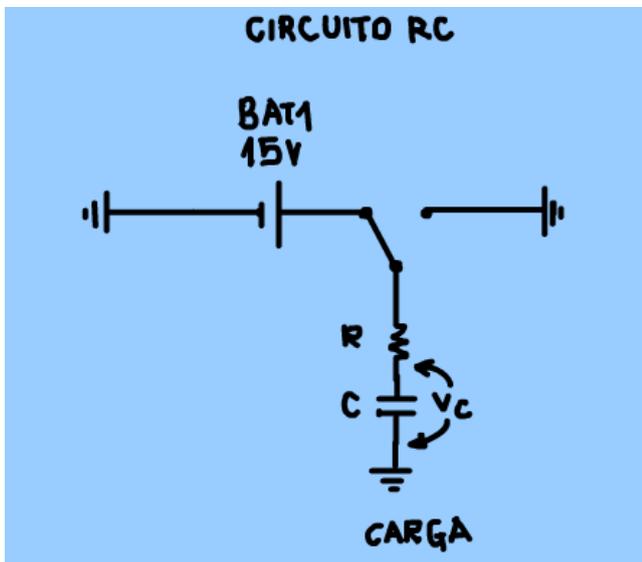
## 2 O QUE É INTEGRADOR.

A palavra integrador significa aquele que integra, isto é, executa a operação de cálculo chamada integral.

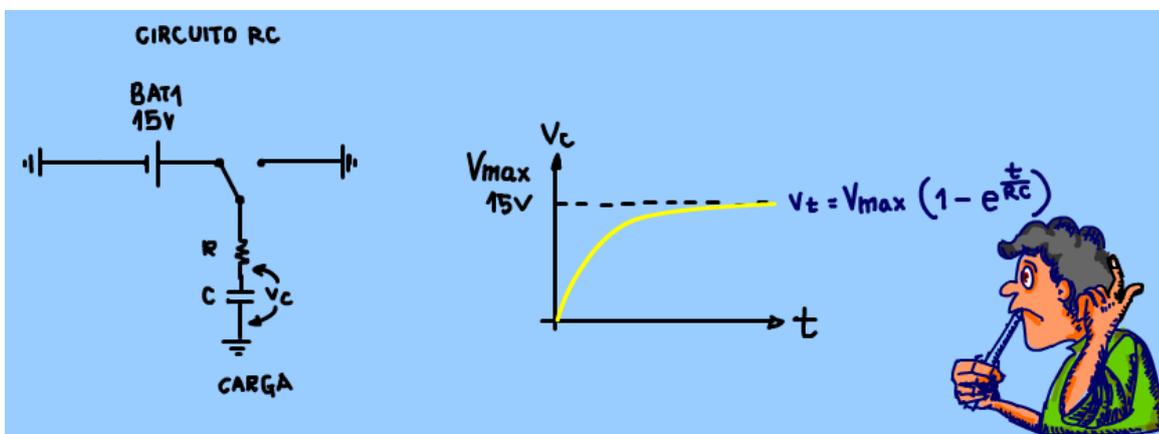
Como a integral não é uma operação estudada no segundo grau no Brasil, vamos tentar explicar de forma simplificada.

A forma comum de carregar um capacitor é no circuito RC, como mostra a figura.

Neste circuito a fonte de alimentação é uma bateria e o tempo de carga depende do valor do capacitor e da resistência em série.



A tensão do capacitor em função do tempo segue uma função exponencial complexa o que torna complicado criar temporizadores.



### 3 A CARGA COM FONTE DE CORRENTE CONSTANTE.

---

Mas existe uma outra forma de carregar um capacitor.

Para chegar a esta outra forma você deve partir da equação básica do capacitor.

Se a corrente for constante então você pode chegar a equação da tensão de carga do capacitor em função da variação do tempo linearizada.

Esta é a equação do integrador, sempre lembrando que esta equação só vale se a corrente for constante!

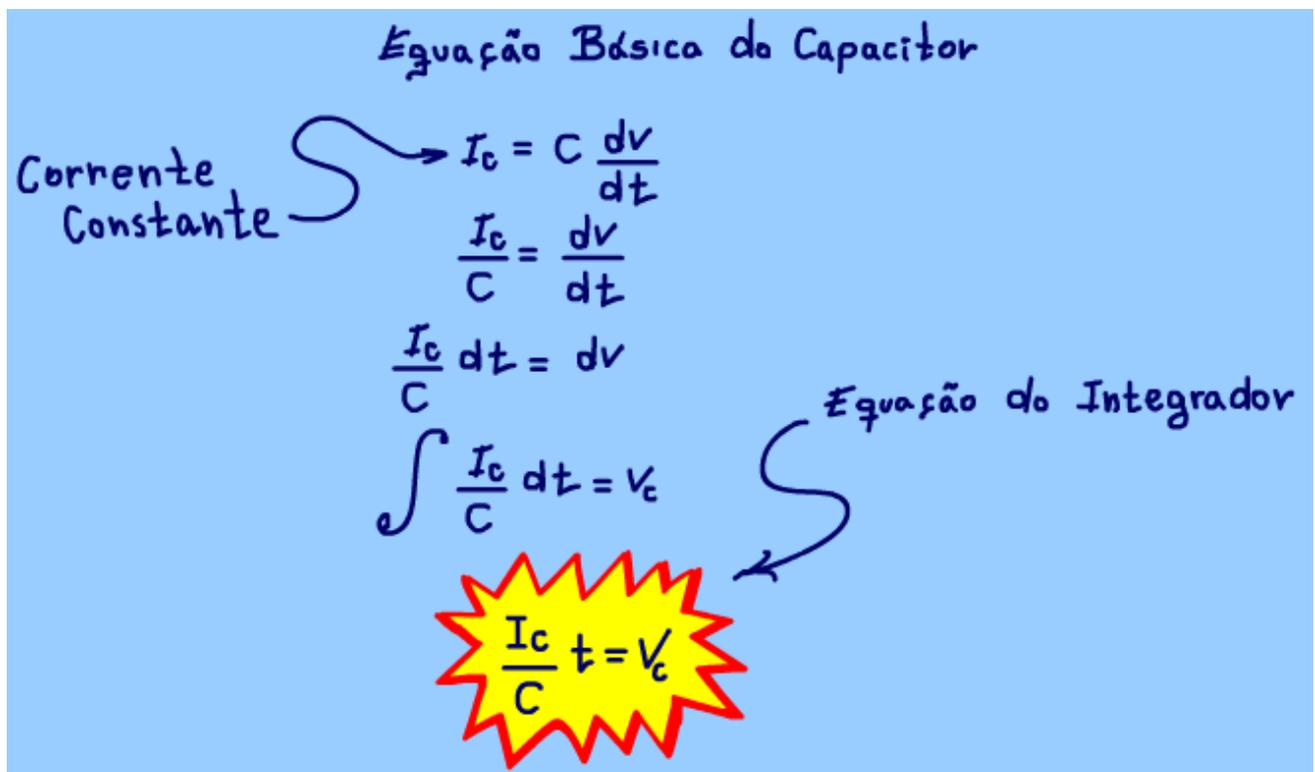
Equação Básica do Capacitor

Corrente Constante  $\rightarrow$

$$I_c = C \frac{dv}{dt}$$
$$\frac{I_c}{C} = \frac{dv}{dt}$$
$$\frac{I_c}{C} dt = dv$$
$$\int \frac{I_c}{C} dt = v_c$$

Equação do Integrador

$$\frac{I_c}{C} t = v_c$$



## 4 COMO MONTAR A FONE DE CORRENTE:

---

Aluno:

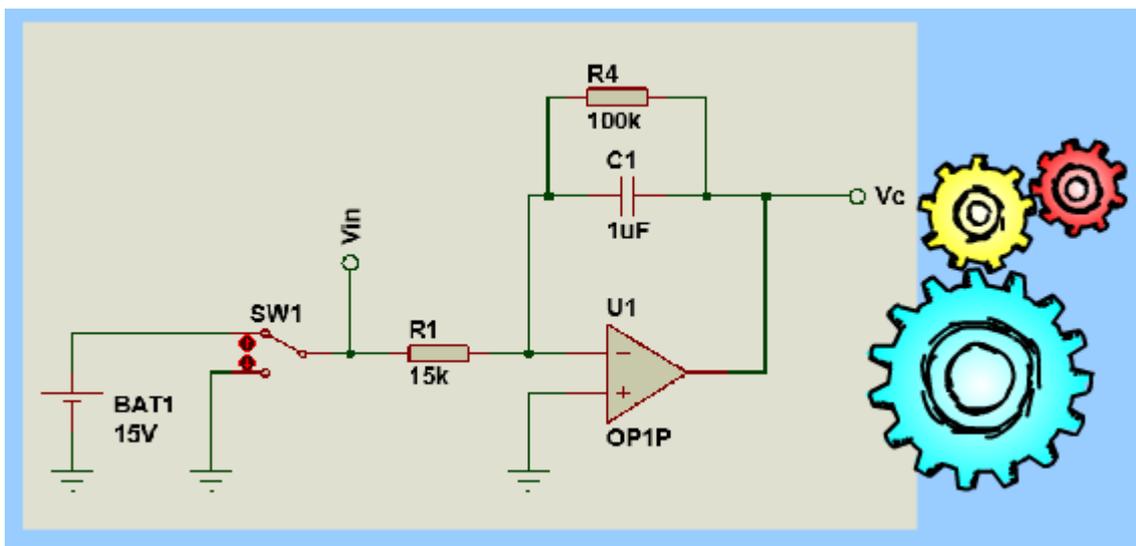
Mas onde comprar uma fonte de corrente?

Professor:

Não se compra, se faz, com um operacional.

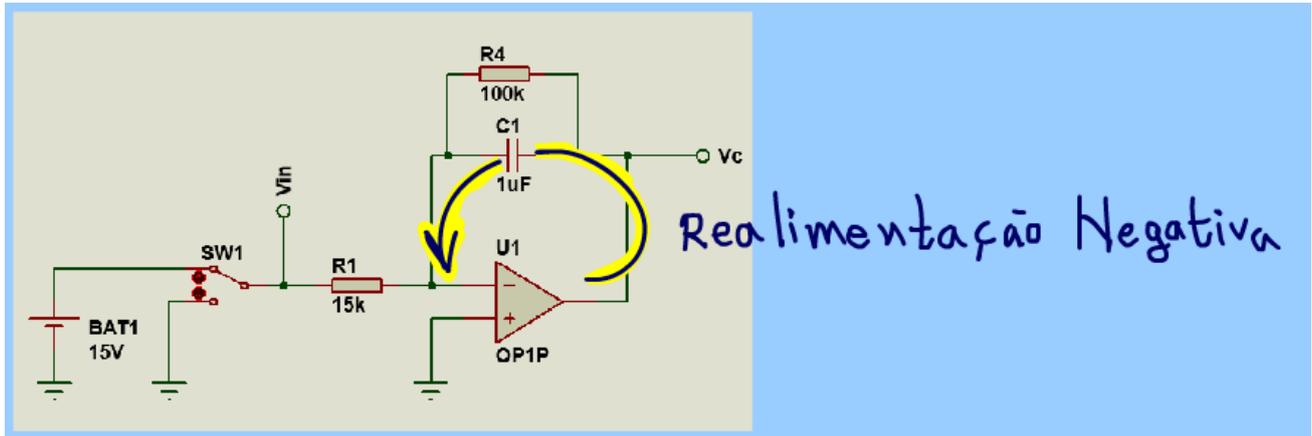
O circuito é mostrado na figura.

Vamos ver como este circuito funciona.



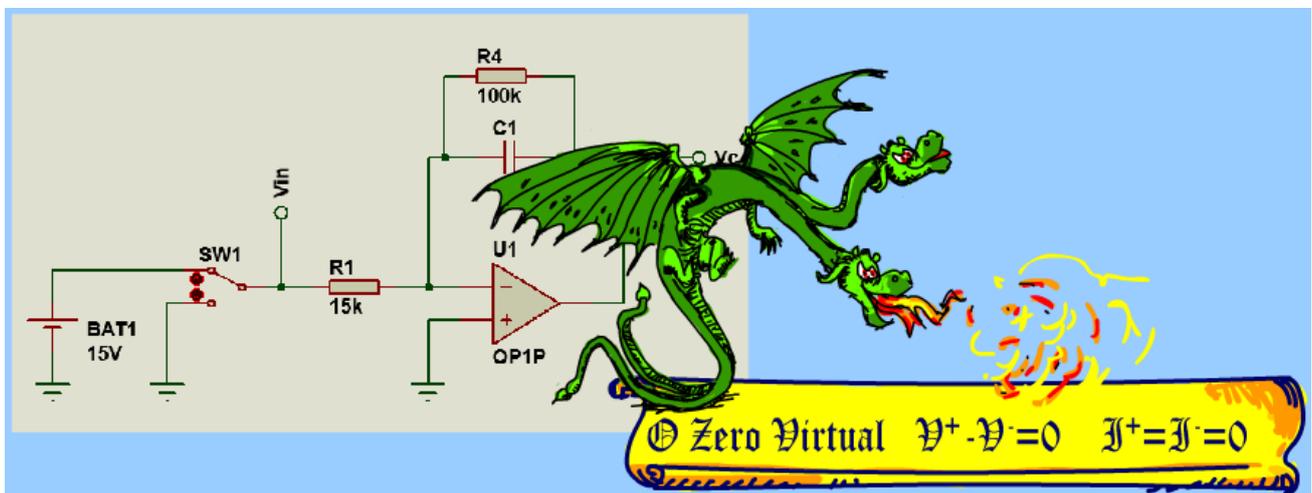
## 5 O FUNCIONAMENTO DO INTEGRADOR:

Primeiro de tudo você deve observar que este circuito é um circuito com realimentação negativa, tem um componente ligado entre a saída e a entrada menos do operacional.

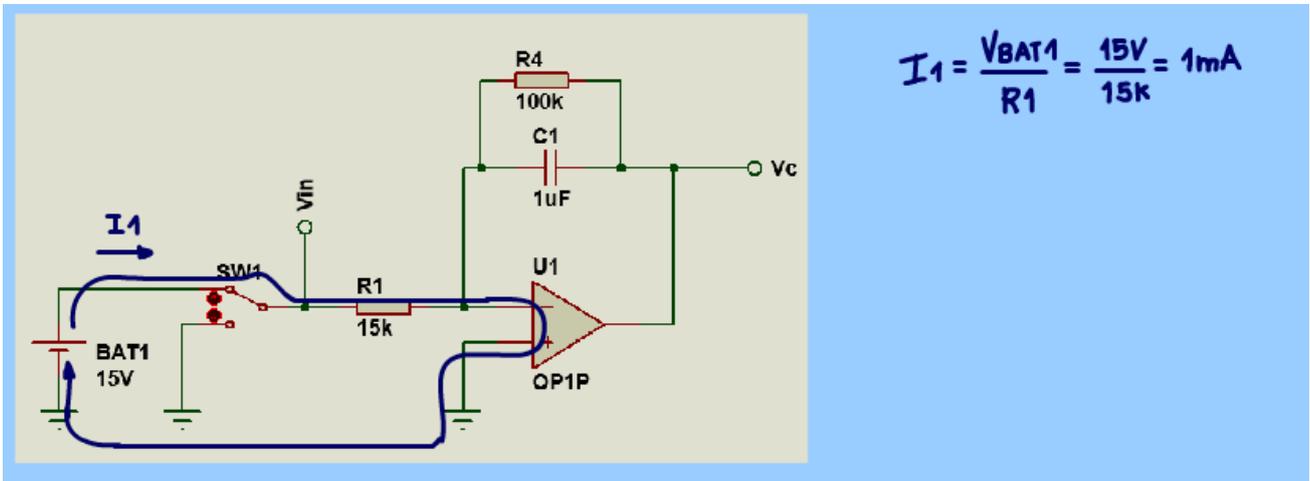


Então podemos aplicar a teoria do zero virtual que diz que: a tensão entre as entradas mais e menos do operacional é zero.

A corrente nas entradas mais e menos é zero.

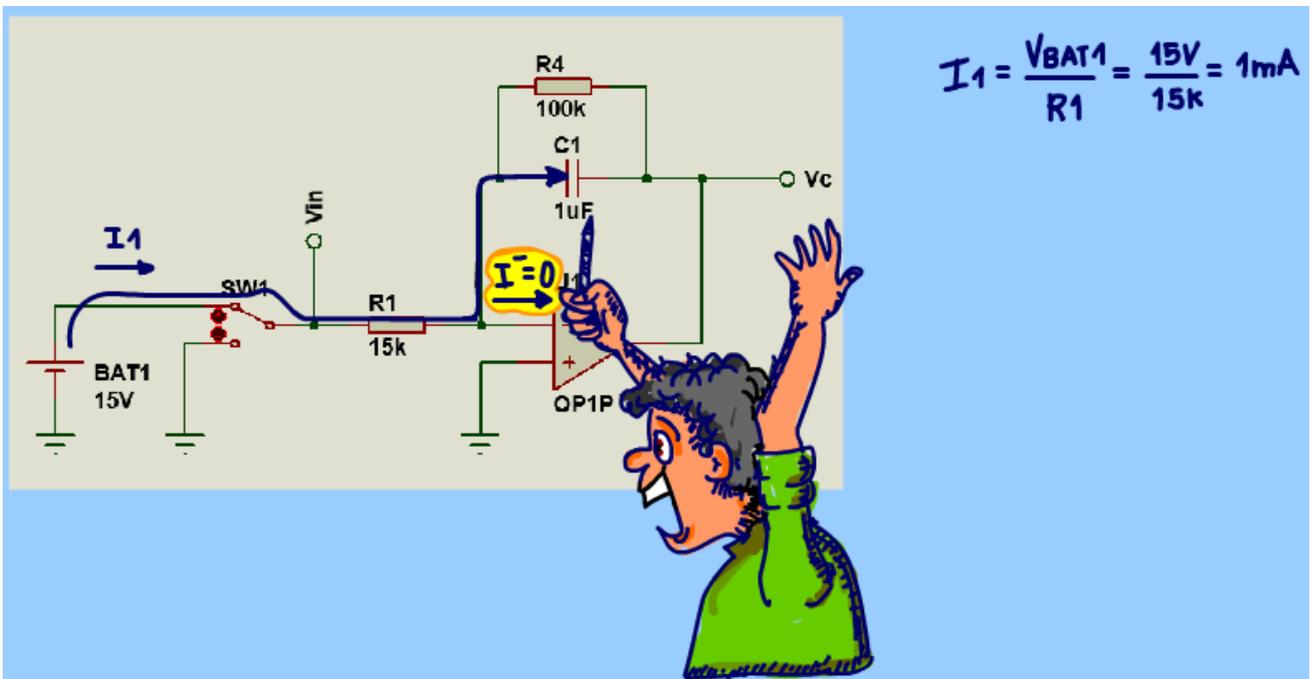


No circuito da figura a corrente na resistência R1 depende apenas do circuito de entrada e é dada por.  
Esta corrente circula da bateria passando pela resistência R1.



E chegando no operacional tem dois caminhos: entrar na entrada menos do operacional ou seguir em direção ao capacitor.

Mas aí entra o zero virtual, a corrente na entrada é zero, não circula corrente na entrada do operacional, logo toda a corrente segue no caminho do capacitor.



Vejam o circuito sendo simulado no Proteus.

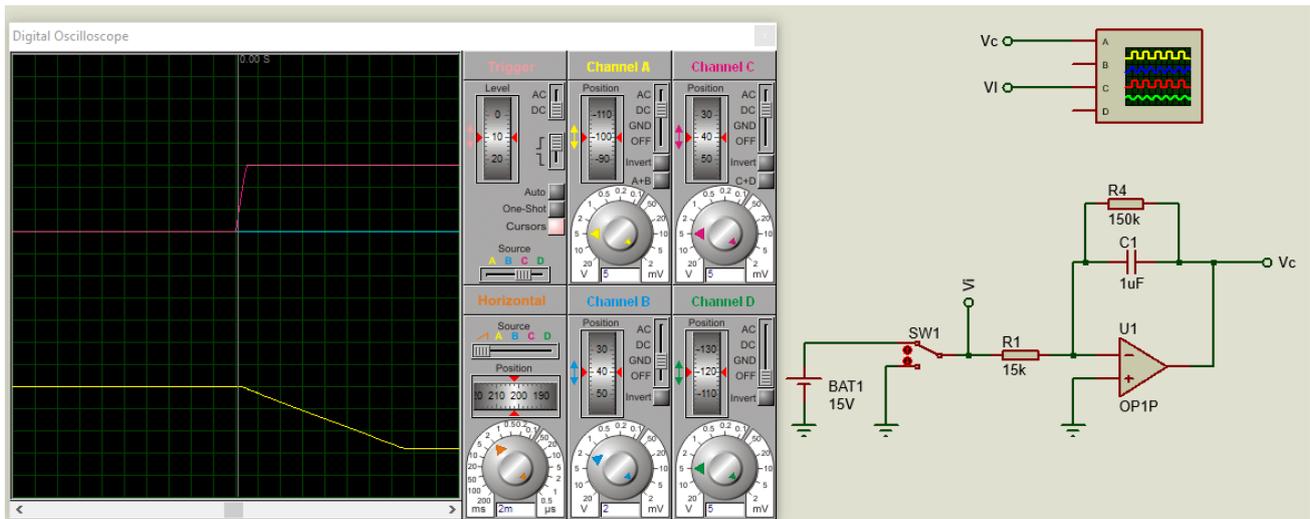
A chave para o terra serve apenas para descarregar o capacitor.

A mágica acontece quando ela é ligada para cima.

NO osciloscópio da figura a linha em vermelho está mostrando a tensão fonte de 15V sendo ligada.

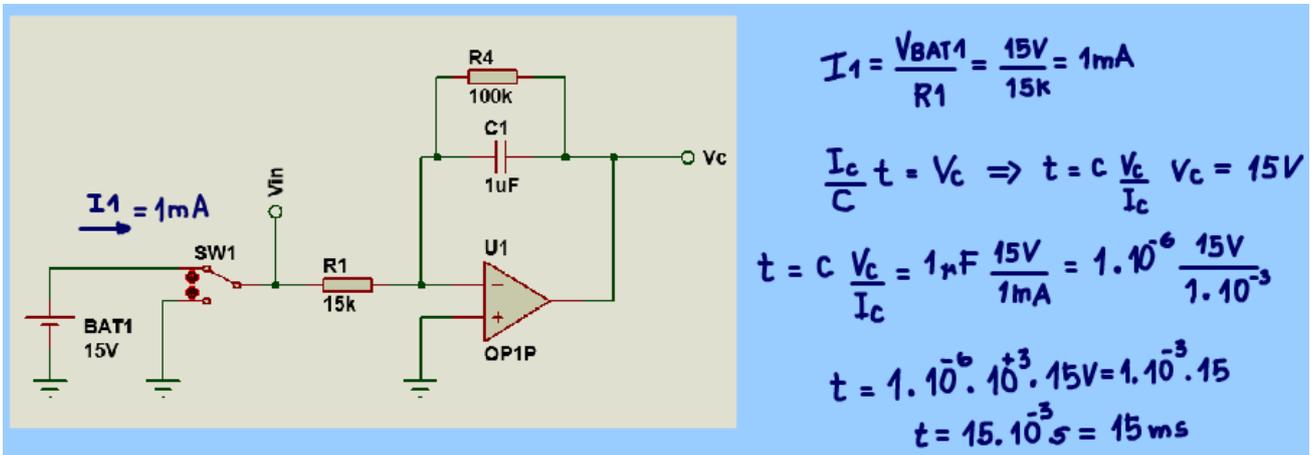
A linha em amarelo está mostrando a tensão de carga do capacitor na saída do operacional.

Notem que é uma linha inclinada.

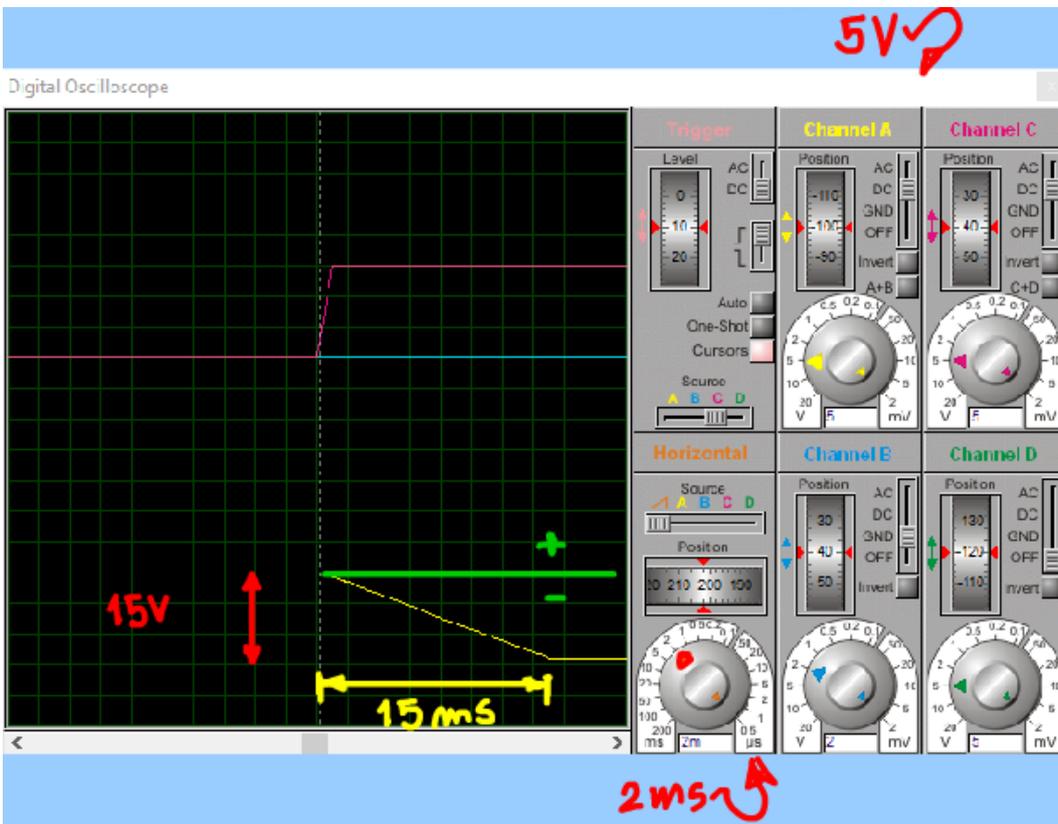


## 6 APLICANDO A EQUAÇÃO DO INTEGRADOR.

Veja como usar a equação do integrador para calcular a variação de tempo para uma variação de tensão de carga no capacitor conhecida, neste caso a tensão varia de zero a 15V.



Olhando a escala de tempo do osciloscópio vocês podem confirmar o tempo de 15ms para a tensão alcançar 15V.



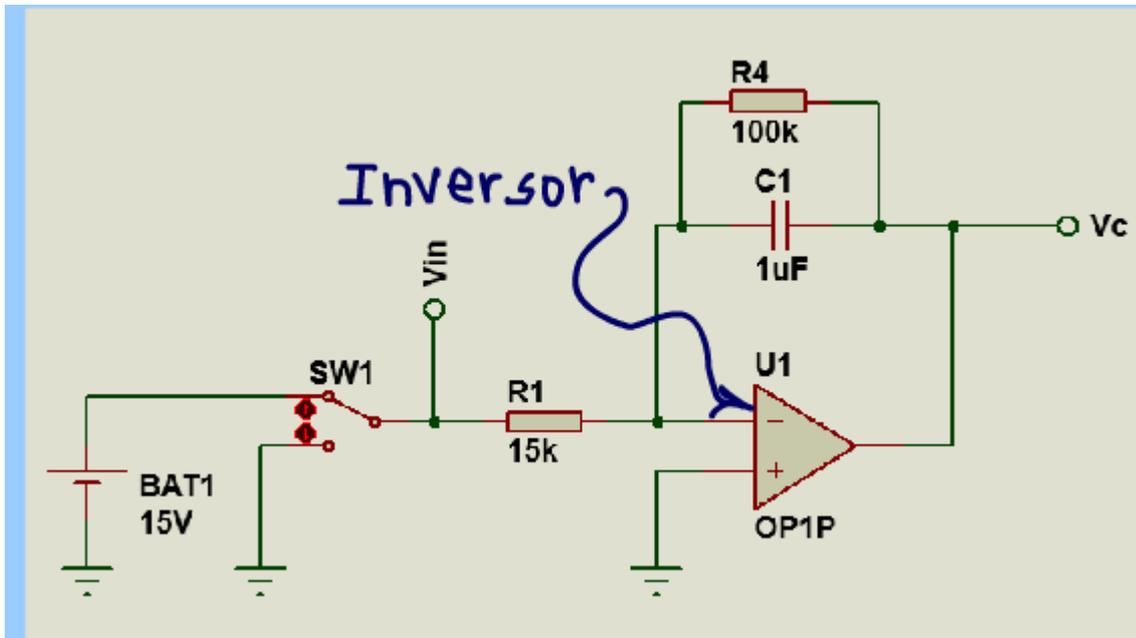
Aluno:

Por que a curva da tensão do capacitor é negativa.

Professor:

Boa pergunta.

A tensão na saída é negativa porque este é um circuito inversor.



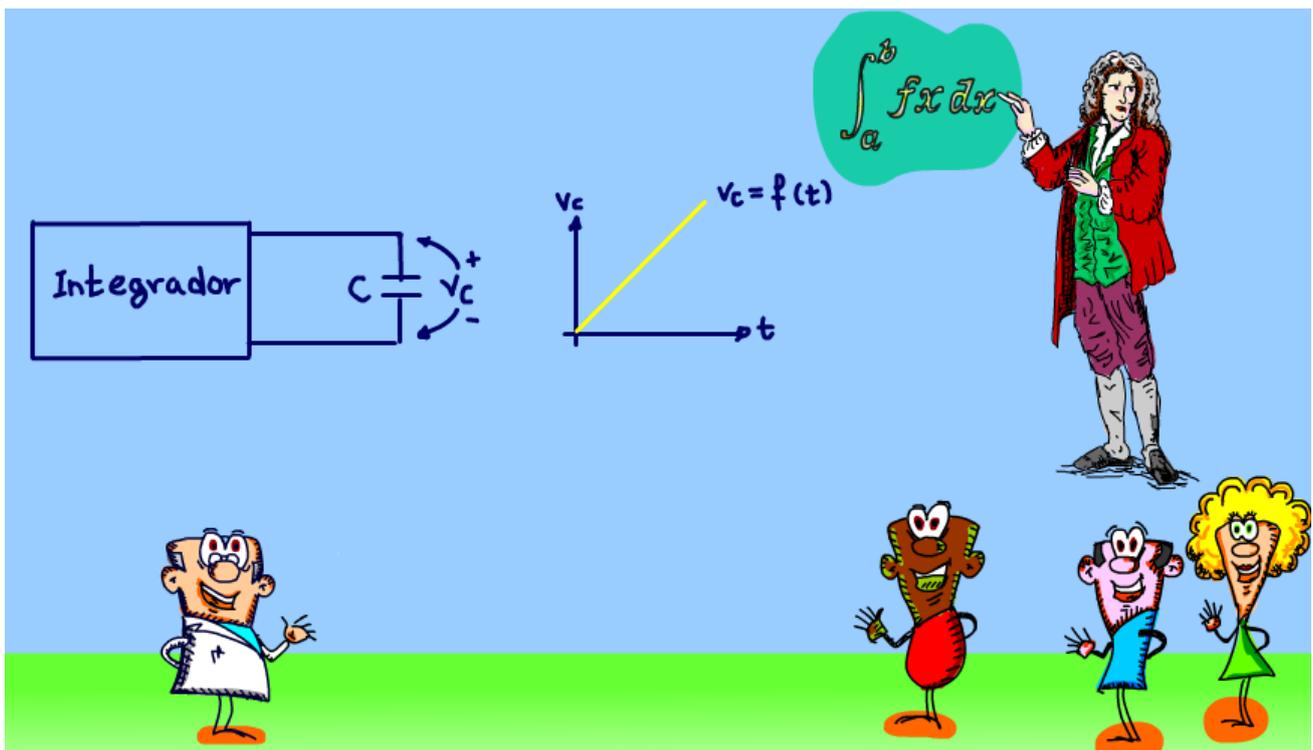
## 7 CONCLUSÃO

---

O integrador é o coração do circuito gerador de onda triangular.

Neste tutorial vocês viram como funciona o circuito integrador usando operacional, no próximo tutorial você verá como este circuito será usado para gerar o sinal de onda triangular!

Até lá.



## 8 CRÉDITOS.

---

Para aproveitar melhor este conteúdo você deve conhecer os tópicos listados abaixo.

Lei das Malhas Prática:

<https://youtu.be/YkO4vmAEvOI>

Lei de Ohm:

<https://www.youtube.com/watch?v=0U9yvR0Imao&feature=youtu.be>

Associação de resistências série e paralelo: <https://www.youtube.com/watch?v=TZordmO0MOM&t=270s>

Associação mista:

[https://www.youtube.com/watch?v=Vsa1lr8j\\_AA&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=Vsa1lr8j_AA&feature=youtu.be)

www.bairrospd.com, bairrospd, professor Roberto Bairros

Lei das Malhas:

<https://youtu.be/yYpGaVGJOYM>

Lei dos Nós:

<https://youtu.be/G7agkCPXEi8>

No Youtube:

CARGA CONSTANTE: O integrador.

<https://youtu.be/N0B3U1oF1yk>

