

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W! usando a técnica 2-W!

$P_R = ?$
 $\frac{V}{R} = I$
 $R = ?$



Calculando Snubber



$C = ?$

Professor Bairros (07/01/2025)

CÁLCULO RÁPIDO DO SNUBBER USANDO A TÉCNICA 2-W!



**VISITE
O NOSSO
SITE e
CANAL
YOUTUBE**
www.bairrospd.com
Professor Bairos

www.bairrospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairrospd.com

<https://www.youtube.com/@professorbairros>

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Sumário

1. Introdução.	4
2. O transiente.	5
3. A solução com snubber.	8
4. O método 2-W.	10
5. A equação do capacitor.	19
6. Os valores 2W.	24
7. Exemplo.	25
8. Conclusão.	30
9. Créditos	31

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!



YOUTUBE: <https://youtu.be/9OrL33IXw7s>

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

1. Introdução.

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W! usando a técnica 2-W!



Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

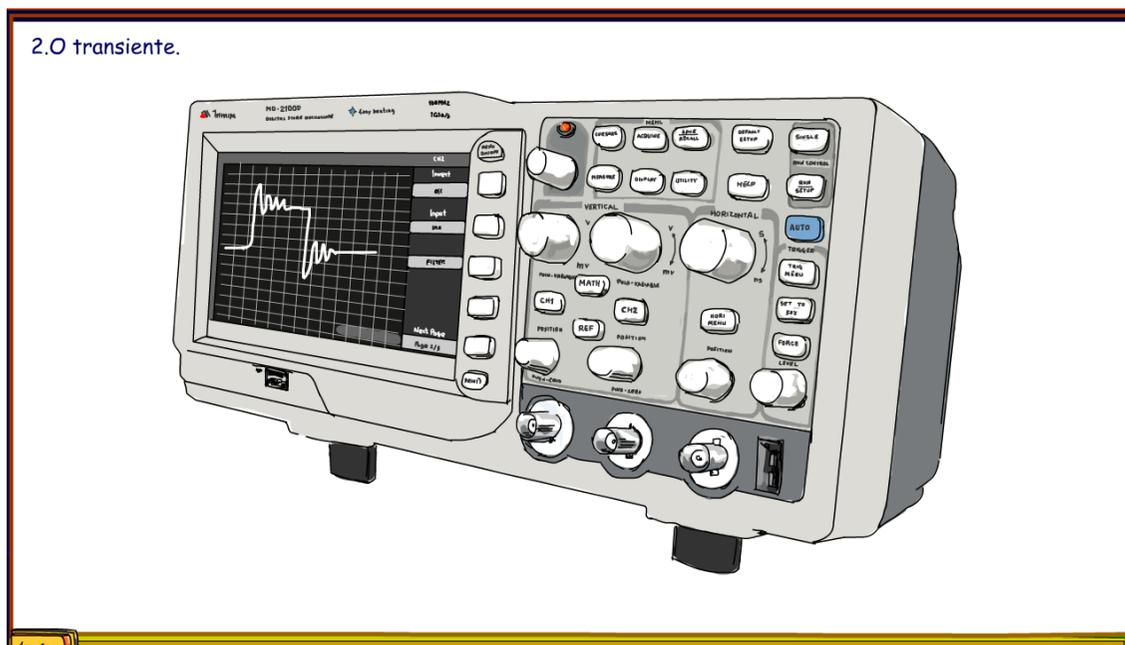
Sim é isso mesmo, você não leu errado, finalmente você vai ver um tutorial que mostra como calcular o snubber de forma rápida, lúdica e rasteira, usando a técnica 2 w, apresentada pela empresa fabricante de capacitores CDE Cornell Dubilier, está lá no site deles.

Então vamos logo conhecer esse método, vamos lá?

Figura 1

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

2. O transiente.



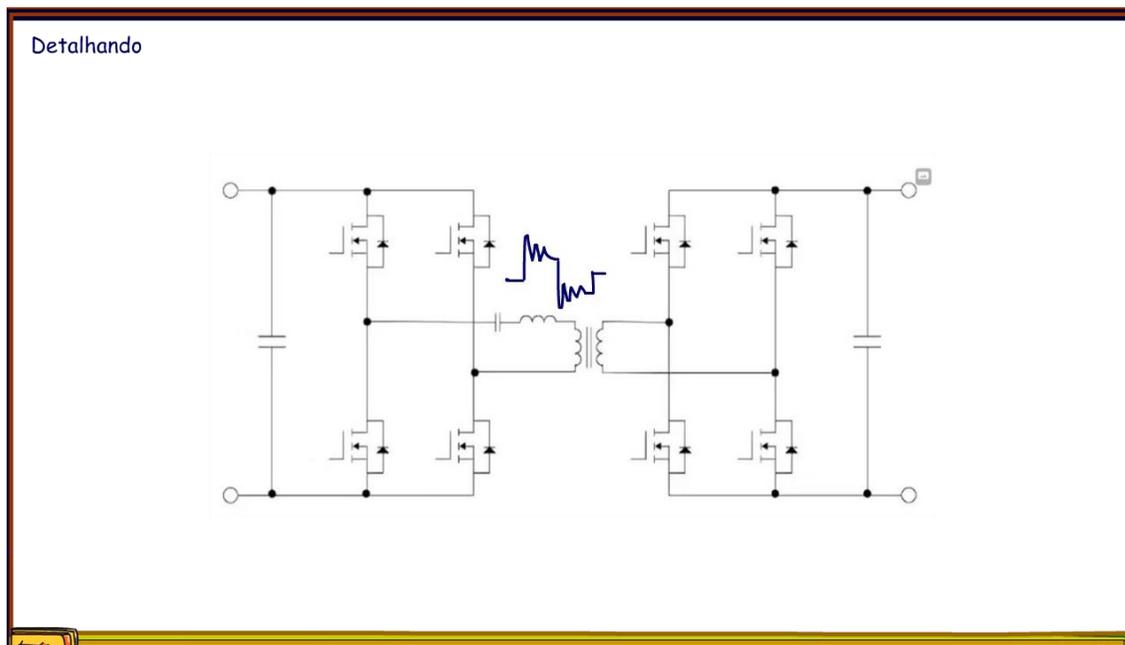
Não adianta o mundo não é perfeito inclusive nossas Placas de circuito impresso, feita naqueles programinhas que desenham tudo, inclusive as capacitâncias e indutâncias parasitas e os seus efeitos são os conhecidos overshoot e ringing, que podem ser traduzido por sobretensões e oscilações indesejadas, veja na figura a forma de onda que o seu osciloscópio vai mostrar na telinha, quando medir a tensão de comutação em um componente chaveador, como um transistor, MOSFET ou IGBT e por aí vai.

Pois essa curva que de quadrada não tem nada, é chamado de transiente, e é isso que os snubber vai combater.

Figura 2

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Detalhando



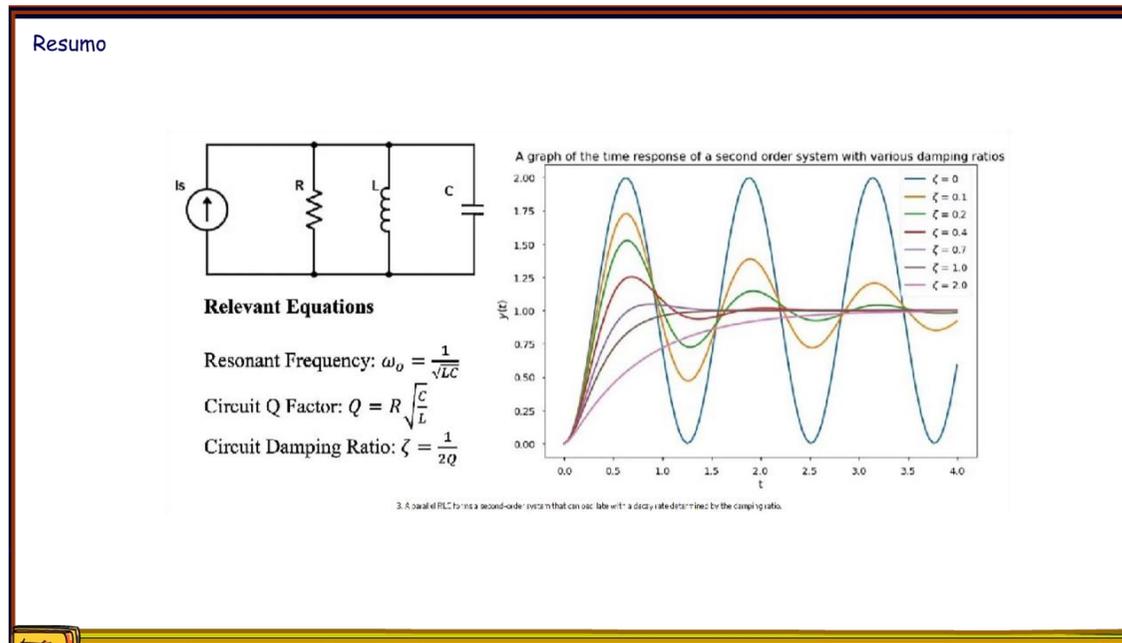
Overshoot, ou sobretensão descreve o cenário quando a saída de um circuito chaveado tem um valor máximo maior do que a entrada em uma resposta de degrau, já o ringing ou oscilações ocorrem devido as mudanças repentinas na tensão ou corrente quando o circuito chaveador liga ou desliga.

Por exemplo, veja o circuito conversor CC-CC da figura, onde as indutâncias e capacitâncias parasitas podem ser encontradas nas trilhas do circuito impresso, no encapsulamento do transistor de efeito de campo (MOSFET), na fiação e nos componentes passivos presentes no circuito.

Figura 3

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Resumo



Em resumo, capacitâncias e indutâncias parasitas fazem com que um circuito de comutação se comporte como um circuito RLC que se comportam de forma diferente em diferentes condições de chaveamento, o gráfico mostrado na figura apresenta o comportamento desse circuito para diferentes valores de indutâncias, capacitâncias e resistências, o importante é que a sobretensão e a oscilação podem sempre aparecerem, claro que esse é um tema muito interessante, mas que será abordado em outro tutorial.

Figura 4

3. A solução com snubber.

3.A solução com snubber.



Uma maneira de reduzir a sobretensão e a oscilação é usar o conhecido snubber, a função desse circuito é amortecer as oscilações, snub em inglês significa amortecer, simples assim.

O design mais popular para esses circuitos inclui um capacitor com uma série de resistores conectados, o snubber é ligado em paralelo com componente de chaveamento, por exemplo em paralelo com o MOSFET, quando o MOSFET desliga o circuito RC do snubber fornece um caminho alternativo para a corrente.

Mas, como calcular esses componentes?

Figura 5

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A CDE

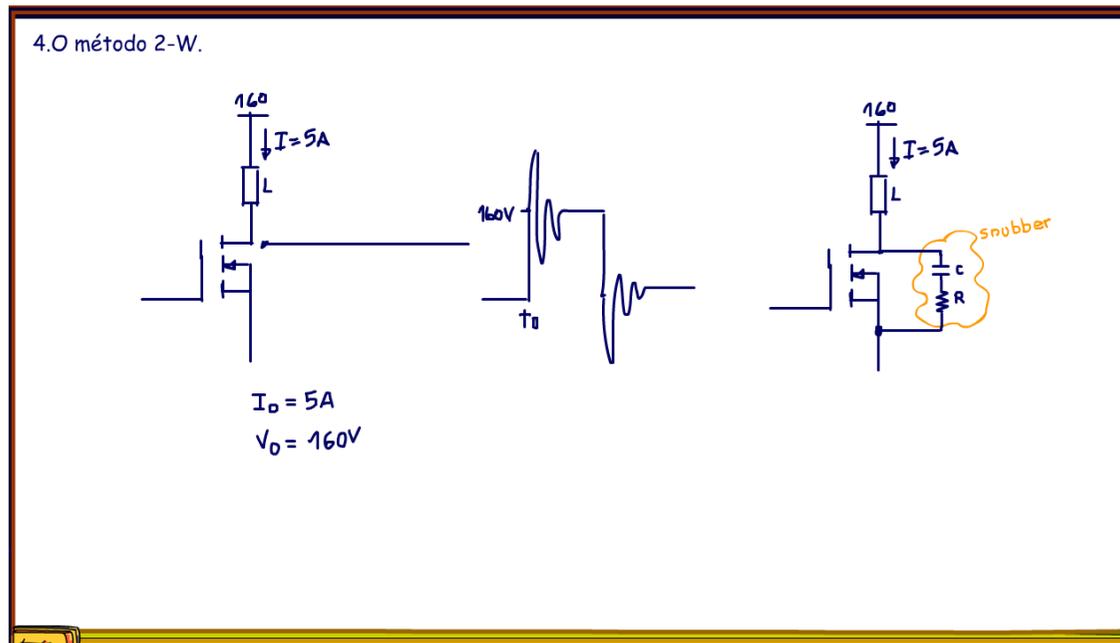


A fabricante de capacitores “CDE Cornell Dubilier” tem publicado em um de seus artigos de aplicações, um método absolutamente fantástico para calcular de forma rápida e fácil, os valores do capacitor e da resistência, na verdade é uma forma de estimar esses valores, mas que pode ser usada na maioria das aplicações em baixas frequências, isso é frequências abaixo de 100kHz, vamos conhecer esse método então?

Figura 6

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

4. O método 2-W.



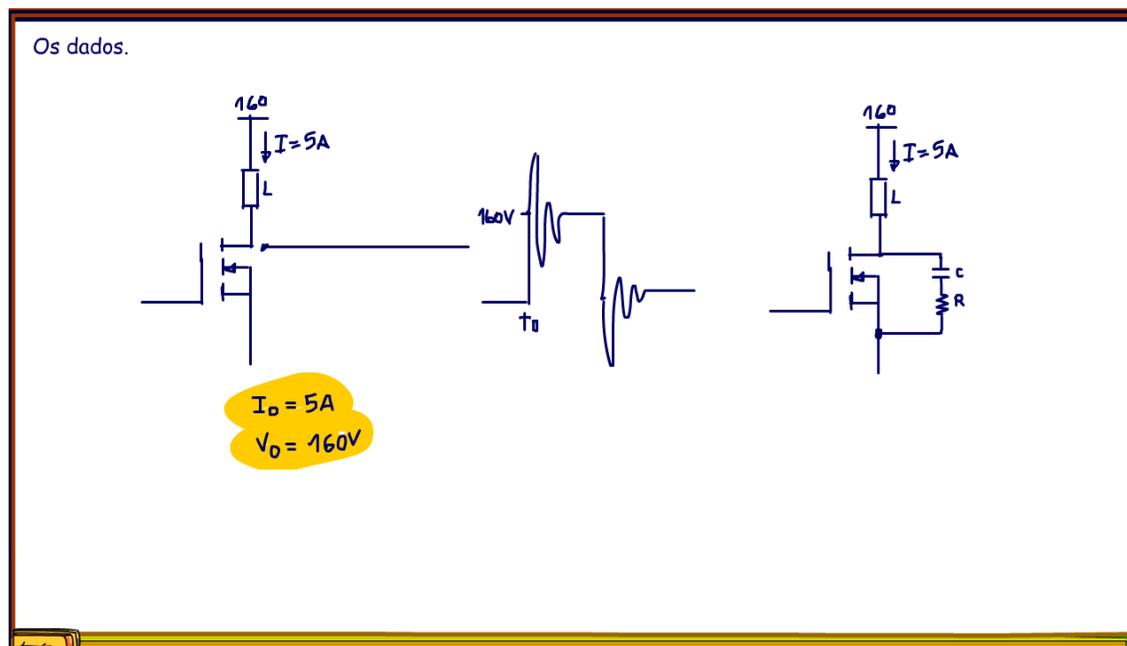
O método é chamado de 2-W, eu traduziria por o dobro da potência.

O valor do capacitor e da resistência, e aqui já vem um detalhe importante, tem que ser resistência de filme carbono, não pode ser aquelas resistências de fio enrolados, que além de resistências são indutores também, todo o cálculo se baseia a partir da tensão e corrente bem no momento que o circuito de comutação abre, antes da sobretensão e da oscilação, normalmente é a tensão de alimentação e da corrente nominal no circuito comutador, para não deixar tudo muito teórico, vamos supor que o MOSFET abriu quando a corrente que circulava por ele era 5A, e logo depois dele abrir a tensão vai para 160V, tem que ser a tensão no tempo zero, sem a sobretensão.

Figura 7

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Os dados.



Escolha o valor da resistência para que a mesma corrente possa continuar a fluir por ele logo após o MOSFET ou circuito de comutação abrir nesse momento a corrente vai ser desviada para o snubber, essa será a corrente inicial I_0 .

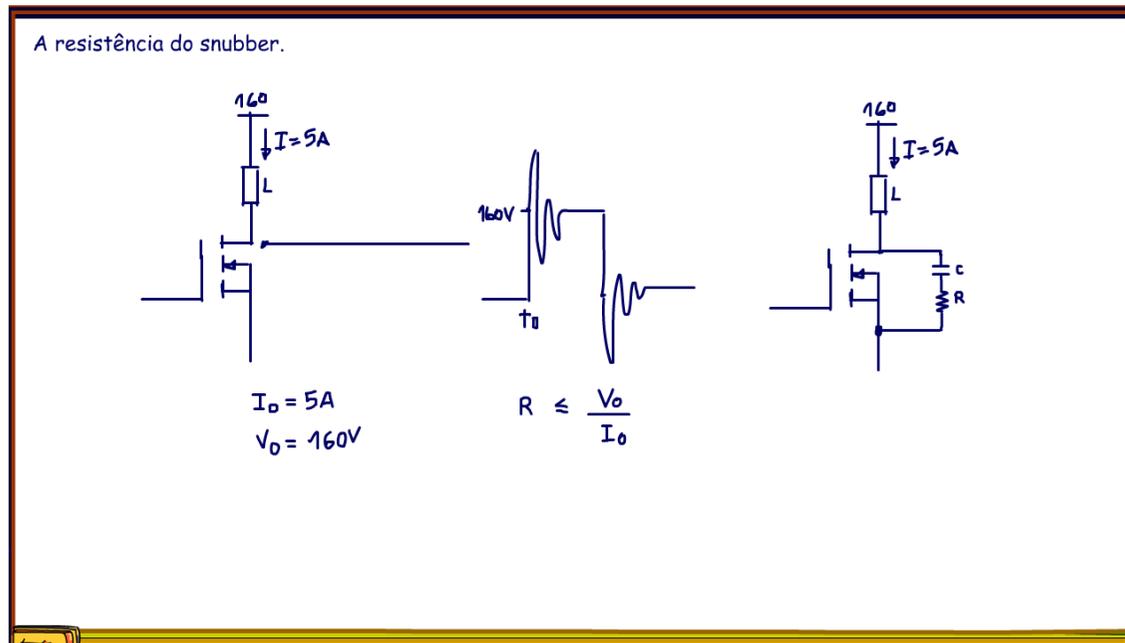
Meça ou calcule a tensão no MOSFET logo após ele abrir essa será tensão inicial V_0 .

Eu já coloquei os dados para ilustrar como exemplo.

Figura 8

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A resistência do snubber.

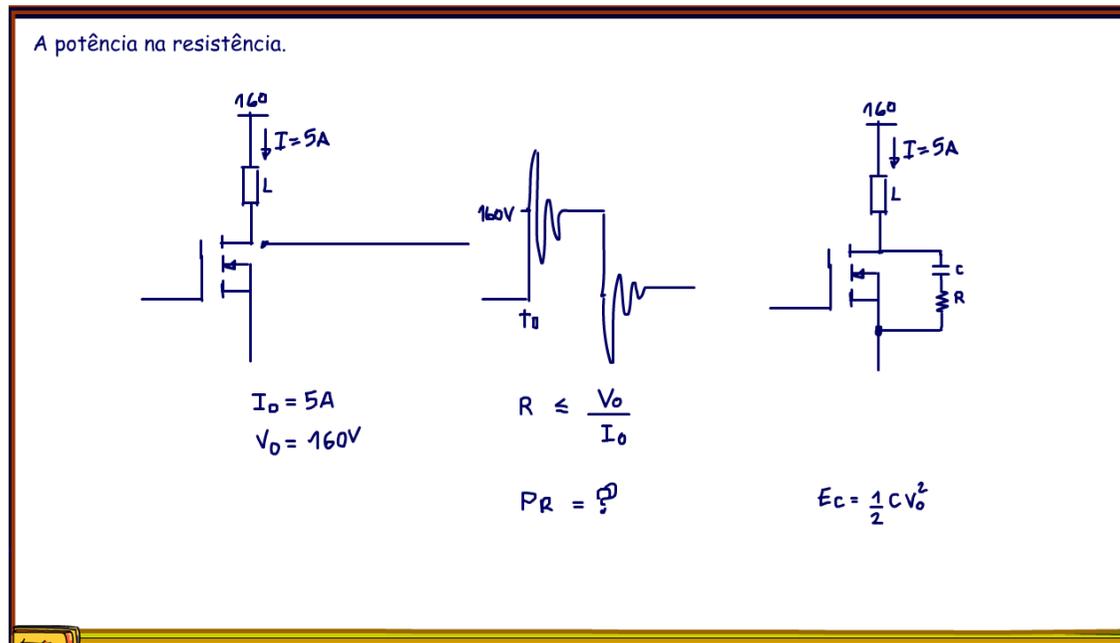


Toda a resistência do snubber poderá ser calculado usando a lei de ohm simples, é simplesmente a tensão inicial dividido pela corrente inicial, na verdade o valor da resistência poderá ser qualquer um menor do que esse valor.

Figura 9

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A potência na resistência.

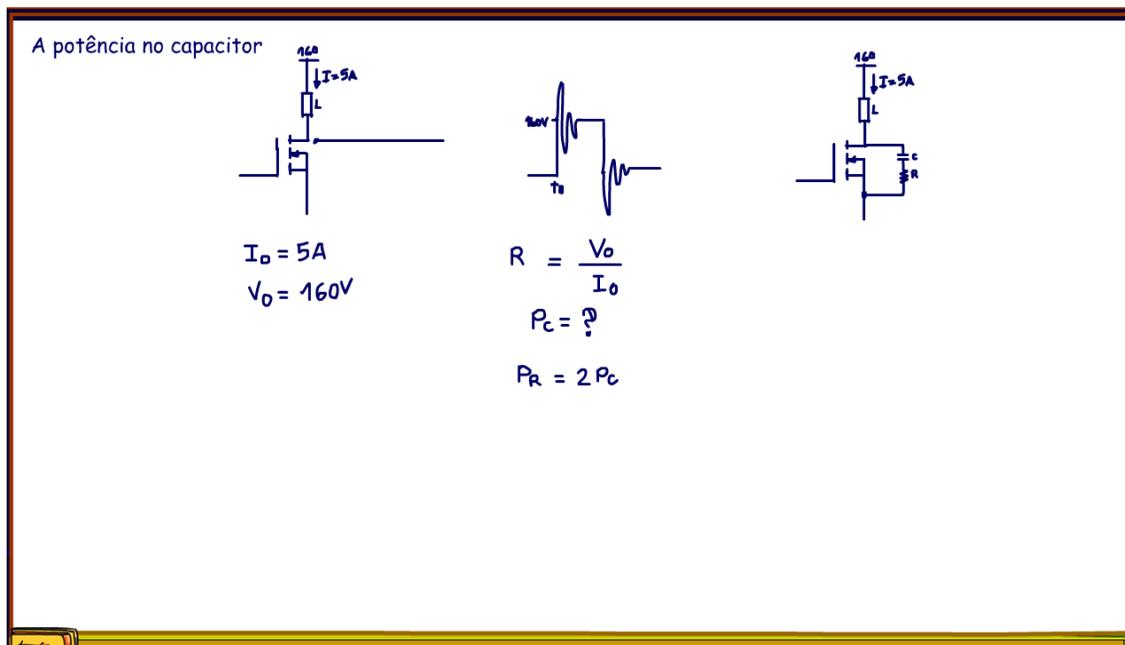


A dissipação de potência da resistência do snubber é independente do valor da resistência, porque a resistência dissipa a energia armazenada no capacitor do snubber, essa energia é igual a metade do valor do capacitor do snubber multiplicado pela tensão inicial elevado ao quadrado, isso para cada transição de tensão, e tem mais, essa energia é totalmente independentemente da resistência, isso é surpreendente a primeira vista, mas é a chave para a aplicação desse método.

Figura 10

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A potência no capacitor



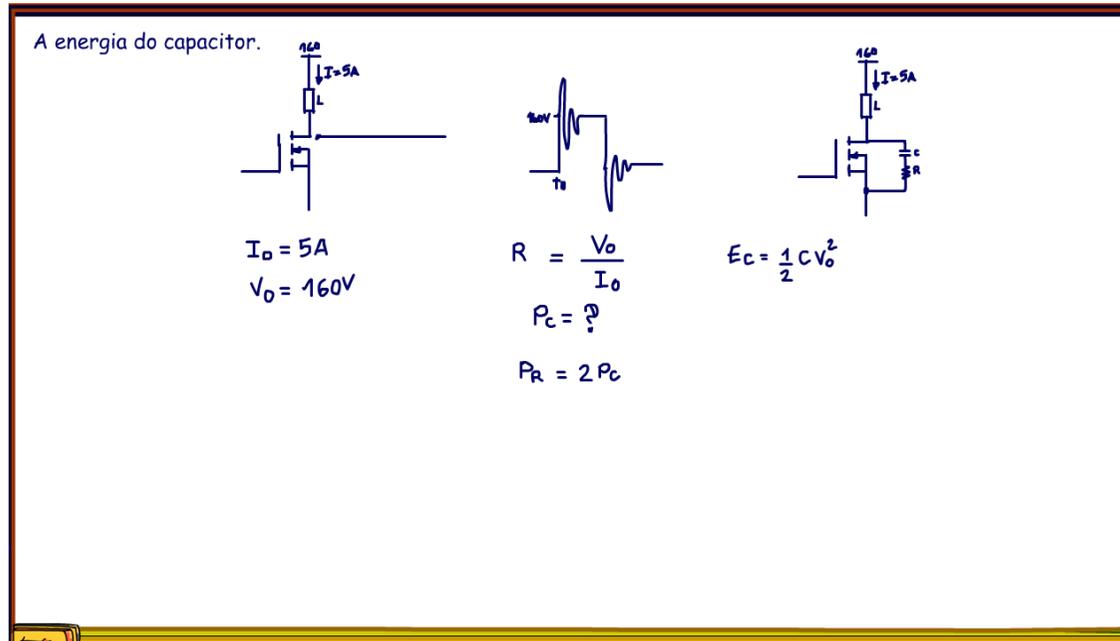
E Aqui vai o pulo do gato do método 2-W.

Escolha a potência no capacitor para que seja igual a metade da potência da resistência, ou a potência da resistência será o dobro da potência do capacitor por isso o nome do método é 2-W.

Figura 11

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A energia do capacitor.



Mas que negócio é esse de potência no capacitor, você já tinha ouvido falar nisso?

Bem, esse não é um cálculo comum, mas a potência sempre pode ser avaliada a partir da energia armazenada no capacitor e a equação da energia é bem conhecida, é igual a metade do valor do capacitor multiplicado pela tensão do capacitor ao quadrado, no nosso caso é a tensão inicial.

Figura 12

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A potência no capacitor.

A potência no capacitor.

$I_0 = 5A$
 $V_0 = 160V$

$R = \frac{V_0}{I_0}$
 $P_c = ?$
 $P_R = 2P_c$

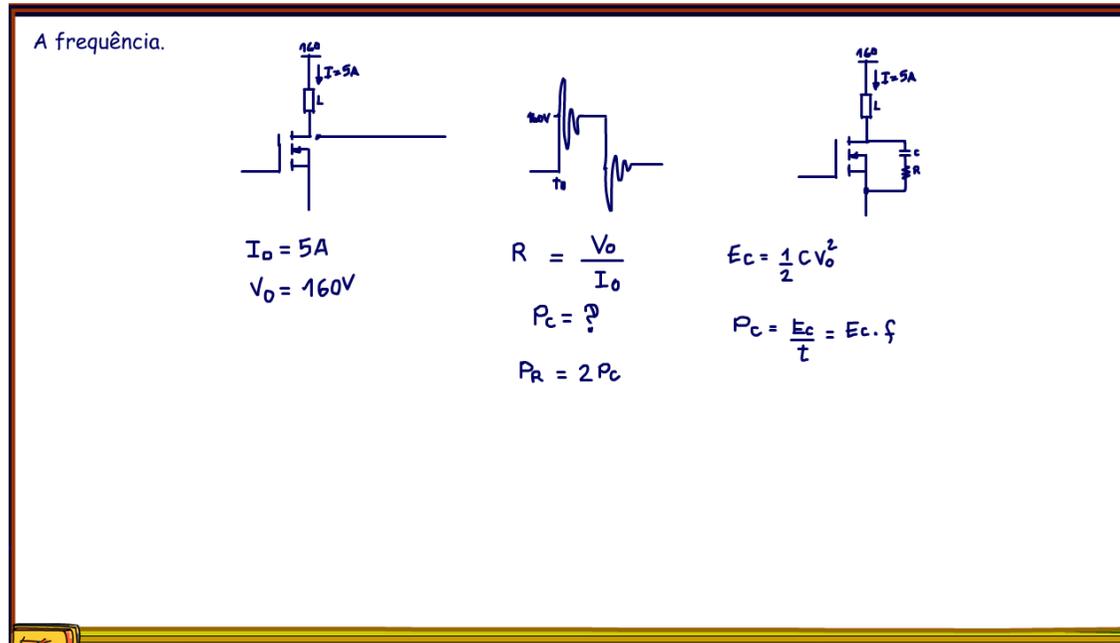
$E_c = \frac{1}{2} C V_0^2$
 $P_c = \frac{E_c}{t}$

A potência é a energia dividido pelo tempo, para memorizar eu uso o seguinte truque: Se um motor com potência de 1CV faz o trabalho em 2 hora, para fazer o mesmo trabalho, gastando a mesma energia em 1 hora, menos tempo, então o motor deverá ter mais potência, 2CV, o mesmo trabalho em menos tempo só se tiver mais potência, se usar um motor de pouca potência vai demorar mais para fazer o mesmo trabalho, e claro que isso vale para o capacitor, essa será a potência no capacitor.

Figura 13

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A frequência.

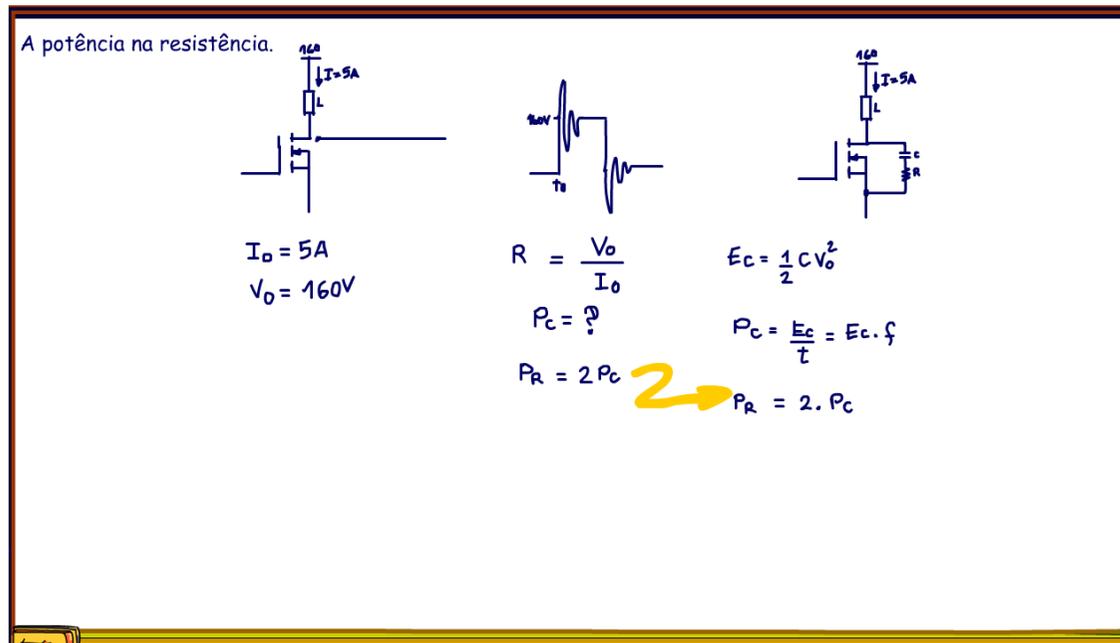


Mas no caso do snubber em circuitos chaveados, é melhor usar a frequência no cálculo, então se o tempo é o tempo completo de um ciclo do liga e desliga do comutador, então o inverso desse tempo é a frequência, veja a equação da potência em função da frequência efe.

Figura 14

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A potência na resistência.

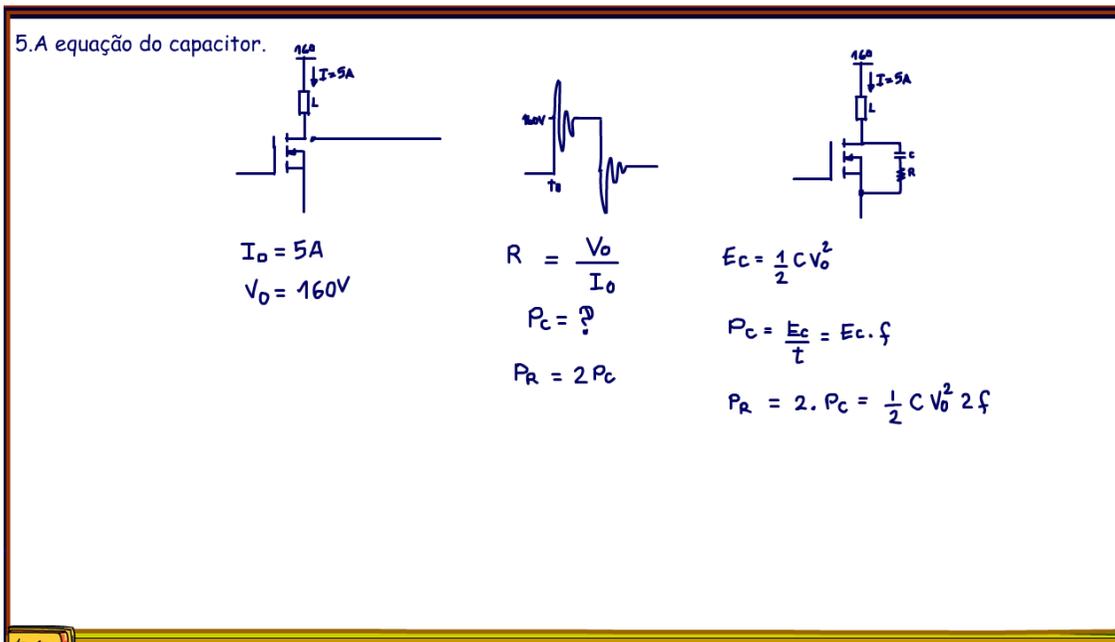


Agora vem outro pulo do gato, se eu escolher o valor da resistência que eu quiser, sim, eu posso escolher o valor da potência que eu quiser também, então a potência na resistência deverá ser o equivalente a 2 vezes a potência no capacitor, o dobro, isso é estranho a primeira vista, mas é uma escolha muito lógica, simplifica tudo.

Parece que eu tô vendo a cara de vocês espantados com essa observação, eu posso escolher a potência que eu quiser, mas é isso mesmo.

Figura 15

5. A equação do capacitor.



Claro que o valor do capacitor deverá ser ajustado para essa potência, outro detalhe é que a potência no capacitor não é Watt, é volt Ampère capacitivo, então devemos dizer que a potência da resistência equivale em módulo ao dobro potência do capacitor, mas a ideia é o módulo.

Multiplicando a equação da potência do capacitor por 2, temos a equação do capacitor igual ao dobro do valor da potência na resistência.

Figura 16

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Simplificando.

Simplificando.

$I_0 = 5A$
 $V_0 = 160V$

$R = \frac{V_0}{I_0}$
 $P_C = ?$
 $P_R = 2 P_C$

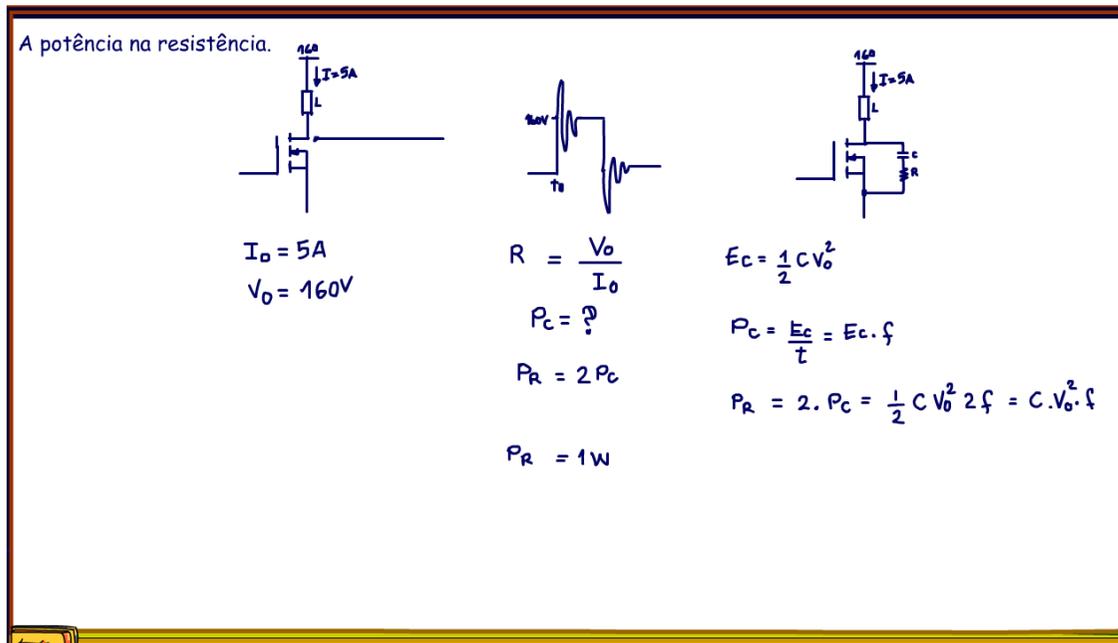
$E_C = \frac{1}{2} C V_0^2$
 $P_C = \frac{E_C}{t} = E_C \cdot f$
 $P_R = 2 \cdot P_C = \frac{1}{2} C V_0^2 \cdot 2f = C \cdot V_0^2 \cdot f$

Simplificando temos a equação da potência do capacitor do snubber, se estiver ligado com uma resistência série com o dobro da potência, simples assim.

Figura 17

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A potência na resistência.



Agora vem a conclusão do pulo do gato, se eu escolher o valor da resistência igual a 1W, esse é um valor bem conveniente vocês não acham.

Figura 18

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

O módulo.

O módulo.

$I_0 = 5A$
 $V_0 = 160V$

$R = \frac{V_0}{I_0}$
 $P_c = ?$
 $P_R = 2 P_c$

$E_c = \frac{1}{2} C V_0^2$
 $P_c = \frac{E_c}{t} = E_c \cdot f$
 $P_R = 2 \cdot P_c = \frac{1}{2} C V_0^2 \cdot 2f = C \cdot V_0^2 \cdot f$

$P_R = 1W \rightarrow 1 = C \cdot V_0^2 \cdot f$

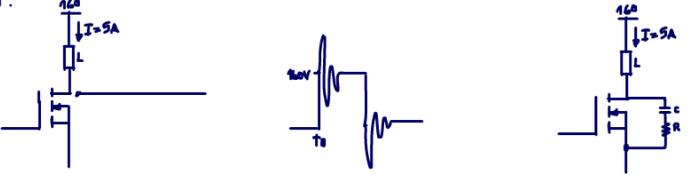
Então, o módulo da potência no capacitor também será igual a um nessa equação.

Figura 19

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A equação do capacitor.

A equação do capacitor.



$I_0 = 5A$
 $V_0 = 160V$

$R = \frac{V_0}{I_0}$
 $P_C = ?$
 $P_R = 2 P_C$
 $P_R = 1W$

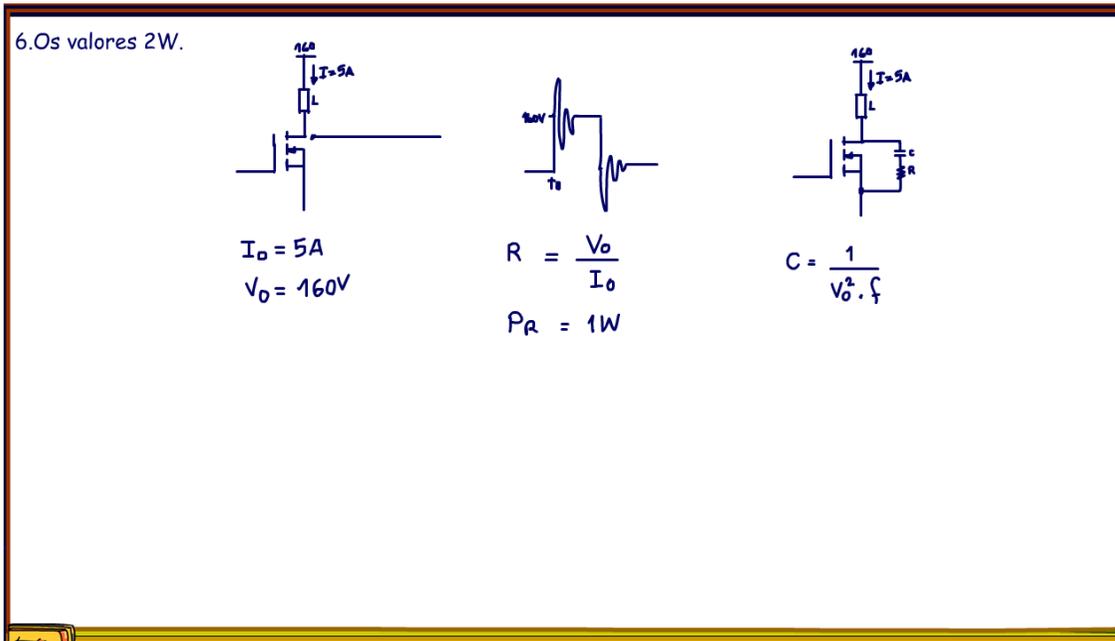
$E_C = \frac{1}{2} C V_0^2$
 $P_C = \frac{E_C}{t} = E_C \cdot f$
 $P_R = 2 \cdot P_C = \frac{1}{2} C V_0^2 2f = C \cdot V_0^2 \cdot f$
 $1 = C \cdot V_0^2 \cdot f$
 $C = \frac{1}{V_0^2 \cdot f}$

E finalmente chegamos na equação do capacitor do snubber, se a resistência em série for de 1W, nesse caso é só isolar o capacitor na equação, veja que simples, o capacitor é o inverso da tensão inicial ao quadrado multiplicado pela frequência, quanto maior a frequência menor o capacitor.

Figura 20

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

6. Os valores 2W.



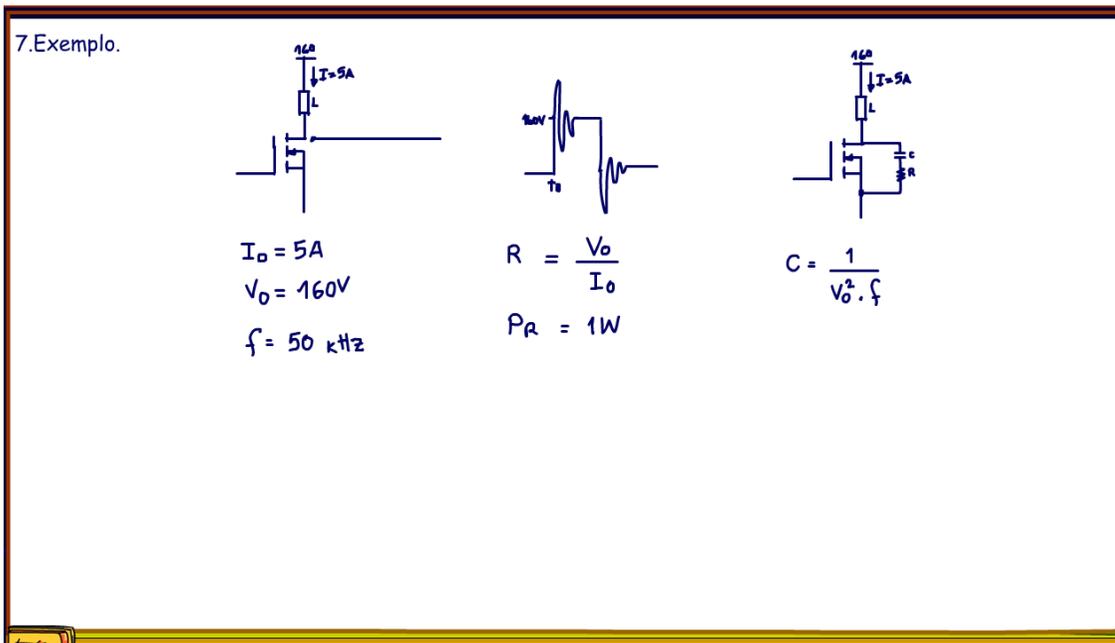
Veja o resumo de como calcular a resistência R e o capacitor C usando o método 2-W sugerido pela CDE.

A resistência é calculada a partir da lei de OHM e o capacitor a partir do dobro da potência da resistência, que é fixada em 1W, o pulo do gato.

Figura 21

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

7. Exemplo.

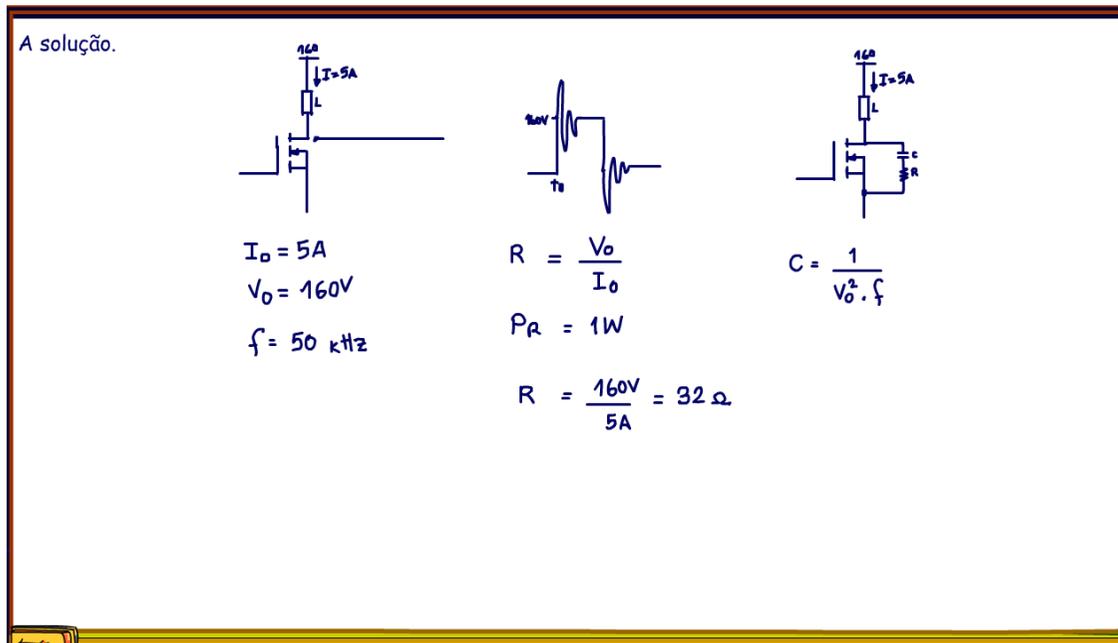


Vamos finalizar fazendo um exemplo claro, vamos calcular o snubber para os dados descritos antes, mas está faltando a frequência, vou estipular uma frequência de chaveamento de 50 kHz, nesse caso a nossa missão é determinar o snubber a partir desses dados.

Figura 22

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

A solução.



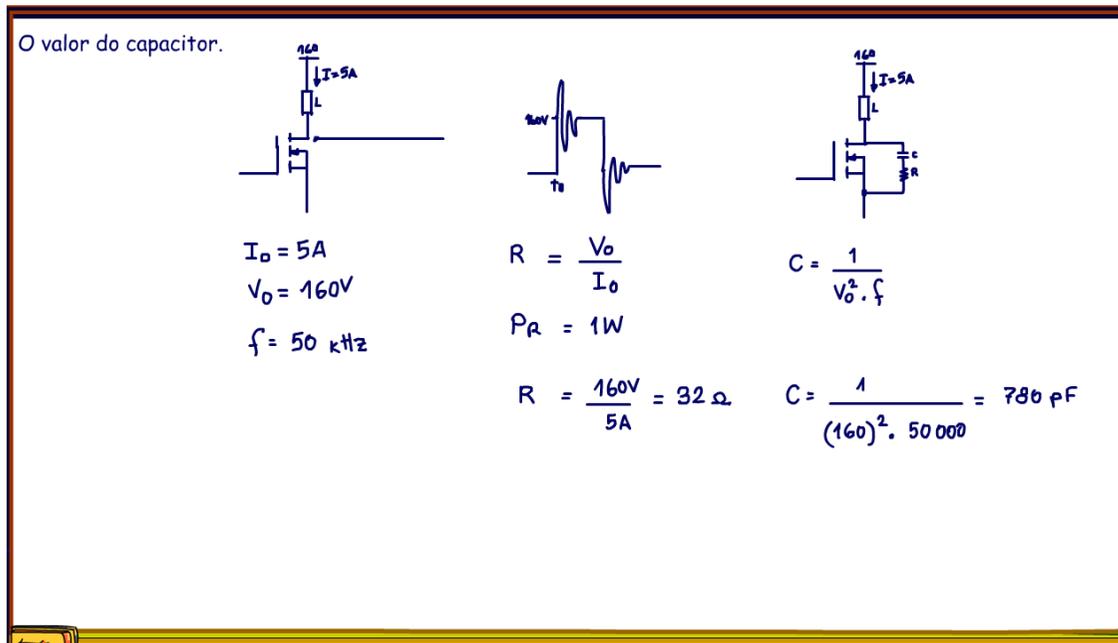
Sempre lembrando que a potência da resistência será de 1W, nesse caso o valor da resistência será de, 160V da tensão inicial dividido por 5A da corrente inicial isso dá 32 OHM, simples assim.

Mas vocês ainda devem estar pensando, e a potência não interessa?

Figura 23

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

O valor do capacitor.



A verdade é que a potência da resistência não interessa porque eu vou ajustar o valor do capacitor para essa potência, usando a equação do 2W.

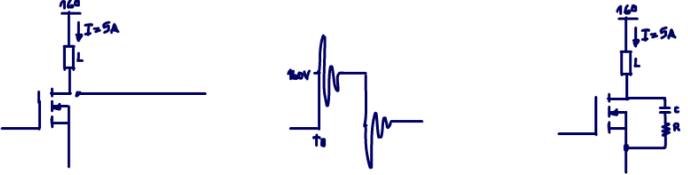
Substituindo os valores e calculando dá, 780 pF, veja que valor é bem baixo, claro a frequência é muito alta.

Figura 24

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Para 50 Hz.

Para 50 Hz.



$I_0 = 5A$
 $V_0 = 160V$
 $f = 50 \text{ kHz}$

$R = \frac{V_0}{I_0}$
 $P_R = 1W$
 $R = \frac{160V}{5A} = 32 \Omega$

$C = \frac{1}{V_0^2 \cdot f}$
 $C = \frac{1}{(160)^2 \cdot 50000} = 780 \text{ pF}$

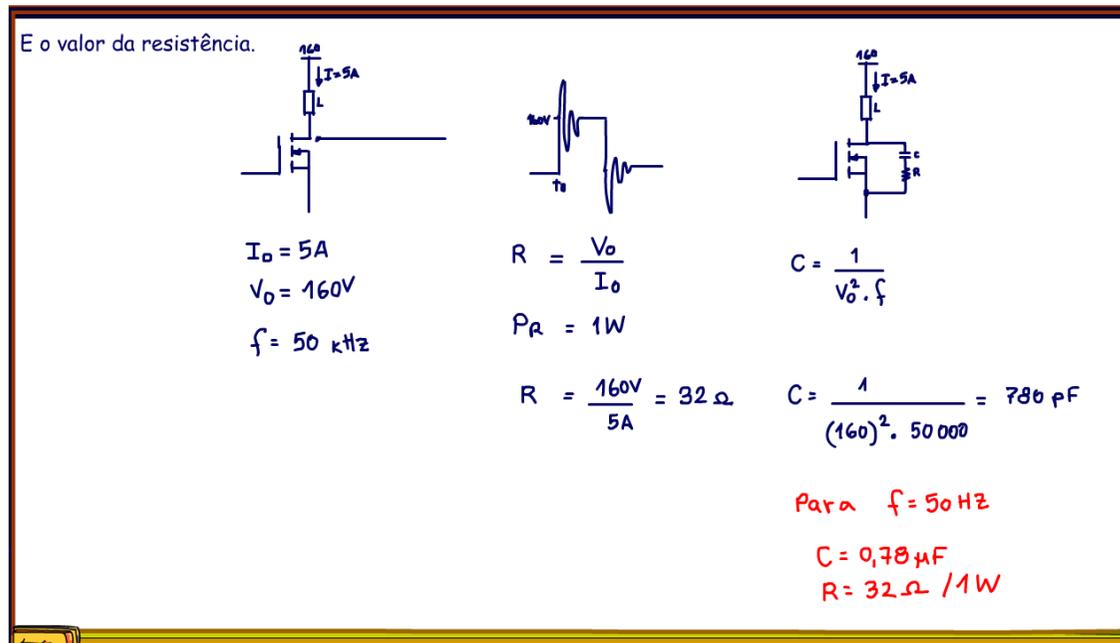
Para $f = 50 \text{ Hz}$
 $C = 0,78 \mu\text{F}$

Se a frequência fosse de 50Hz, então o capacitor seria de 0,78 uF, opa agora já está mais familiar, então claro que essa equação também pode ser aplicada em baixas frequências, e mais, quanto menor a frequência melhor se aplica esse método.

Figura 25

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

E o valor da resistência.



E o valor da resistência?

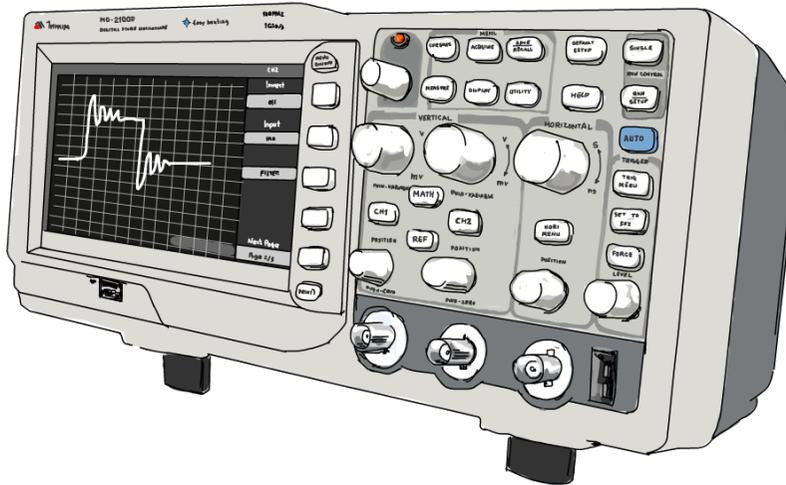
Sempre me fazem essa pergunta no final desse tutorial, nem se importam com o que eu disse lá atrás, o valor da resistência não muda, desde que seja de 1W!

Figura 26

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

8. Conclusão.

8. Conclusão.



Você viu nesse tutorial como aplicar o fantástico método do 2W para o cálculo do capacitor e da resistência do snubber, esse método também pode ser aplicado para calcular a resistência para descarregar um capacitor, mas isso fica para outro tutorial, bom proveito.

Figura 27

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

9. Créditos

E por favor, se você não é inscrito, se inscreva e marque o sininho para receber as notificações do canal e não esqueça de deixar aquele like e compartilhar para dar uma força ao canal do professor bairros.

Arthurzinho: E não tem site.

Tem sim é www.bairrospd.com lá você encontra o PDF e tutoriais sobre esse e outros assuntos da eletrônica

E fique atento ao canal do professor bairros para mais tutoriais sobre eletrônica, até lá!

INSCRIÇÃO YOUTUBE: <https://www.youtube.com/@professorbairros>

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ TEM O PDF E MUITO MAIS

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE

www.bairrospd.com

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

20250107 Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W

Cálculo Rápido do snubber usando a técnica 2-W!

Sim é isso mesmo, você não leu errado, finalmente você vai ver um tutorial que mostra como calcular o snubber de forma rápida o rápido e rasteiro, usando a técnica 2 w, apresentada pela empresa fabricante de capacitores CDE Cornell Dubilier, está lá no site deles.

Então vamos logo conhecer esse método, vamos lá?

Assuntos relacionados.

Quanta teoria eu preciso para trabalhar com eletrônica?: <https://youtu.be/-5T6T3sljDo>

YOUTUBE: <https://youtu.be/9OrL33IXw7s>

Snubber, como calcular o snubber, o que é um snubber, método 2-W para calcular snubber,