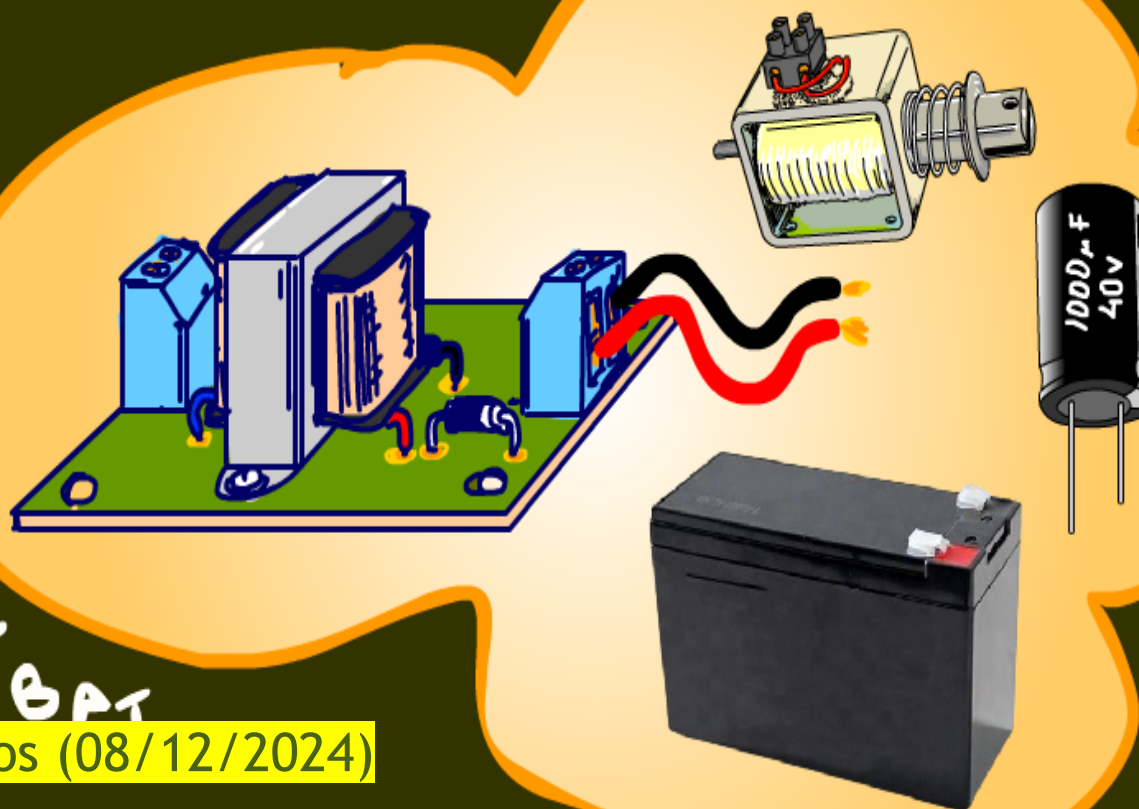


O que acontece se ligar um indutor ou capacitor ou uma bateria na saída do retificador?



Professor Bairros (08/12/2024)

TÍTULO DO MODELO DE TUTORIAL



**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>

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. Introdução. | 4 |
| 2. O retificador..... | 5 |
| 3. Circuito com carga indutiva ideal. | 11 |
| 4. Circuito com carga indutiva real. | 16 |
| 5. Circuito com capacitor..... | 24 |
| 6. O retificador alimentando uma bateria. | 28 |
| 7. Conclusão. | 31 |
| 8. Créditos | 32 |

Título do modelo de tutorial

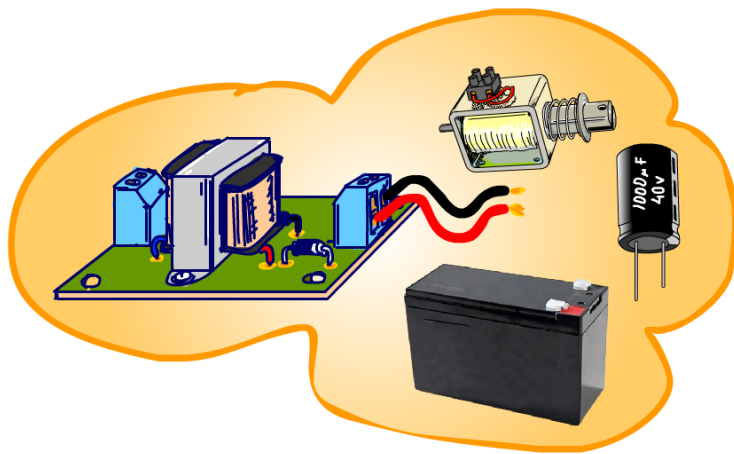
Título do modelo de tutorial



YOUTUBE: <https://youtu.be/n4bOM7OvqqY>

1. Introdução.

O que acontece se ligar um indutor ou capacitor ou uma bateria na saída do retificador?



O que acontece se ligar um indutor ou capacitor ou uma bateria na saída do retificador?

Todo mundo sabe como funciona um retificador alimentando uma carga resistiva, mas será que muda muito quando mudar o tipo de carga?

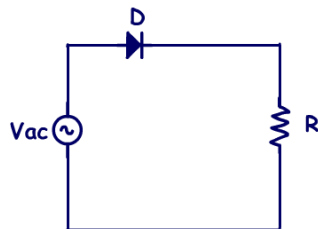
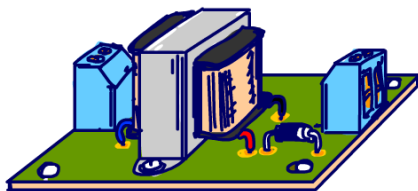
É isso que vamos ver nesse tutorial.

Vamos lá.

Figura 1

2. O retificador.

2.O retificador.



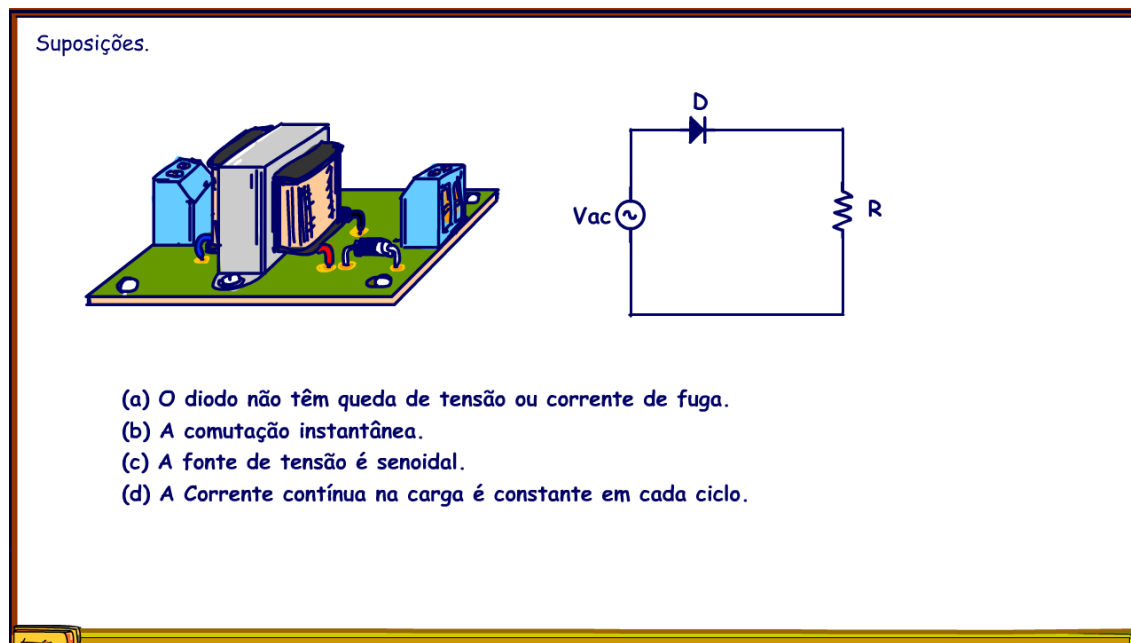
O nosso estudo começa olhando para o retificador ideal, um retificador de meia onda, ele é simples, mas vai servir perfeitamente para explicar as coisas estranhas que acontecem quando mudar o tipo de carga.

Primeiro pensando no comportamento ideal dos componentes, depois vamos ver o que acontece num circuito que não é tão ideal assim, então para essa análise vamos usar algumas suposições simplificadoras.

Figura 2

Título do modelo de tutorial

Suposições.



O diodo é ideal a queda de tensão nele quando estiver conduzindo é zero e não tem corrente reversa alguma, a corrente de fuga é zero, quando o diodo estiver inversamente polarizado a corrente é zero.

O tempo de ativação e desativação do diodo é zero, ele liga e desliga imediatamente.

A tensão da linha AC é senoidal e não vou considerar as impedâncias parasitas, como a impedância da linha, reatância do transformador e por aí vai.

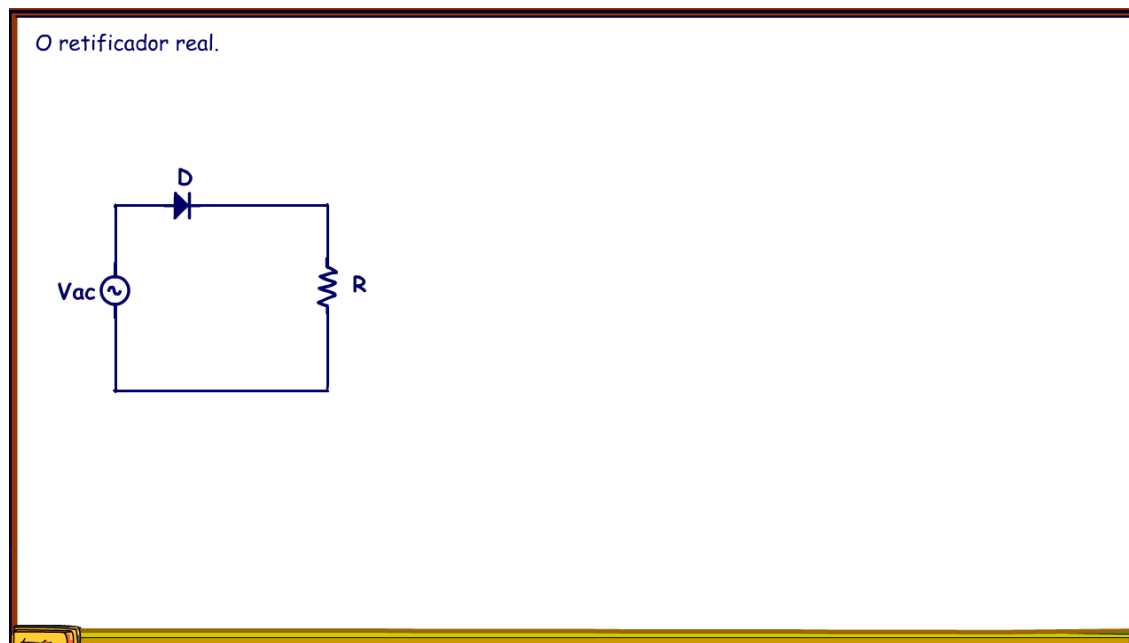
Os terminais de corrente contínua estão conectados a um filtro ideal que mantém a corrente em cada ciclo em seu valor médio.

Resumindo.

- (a) Os diodos não têm queda de tensão ou corrente de fuga.
- (b) A comutação instantânea.
- (c) a fonte de tensão é senoidal.
- (d) A Corrente contínua na carga é constante em cada ciclo.

Figura 3

O retificador real.

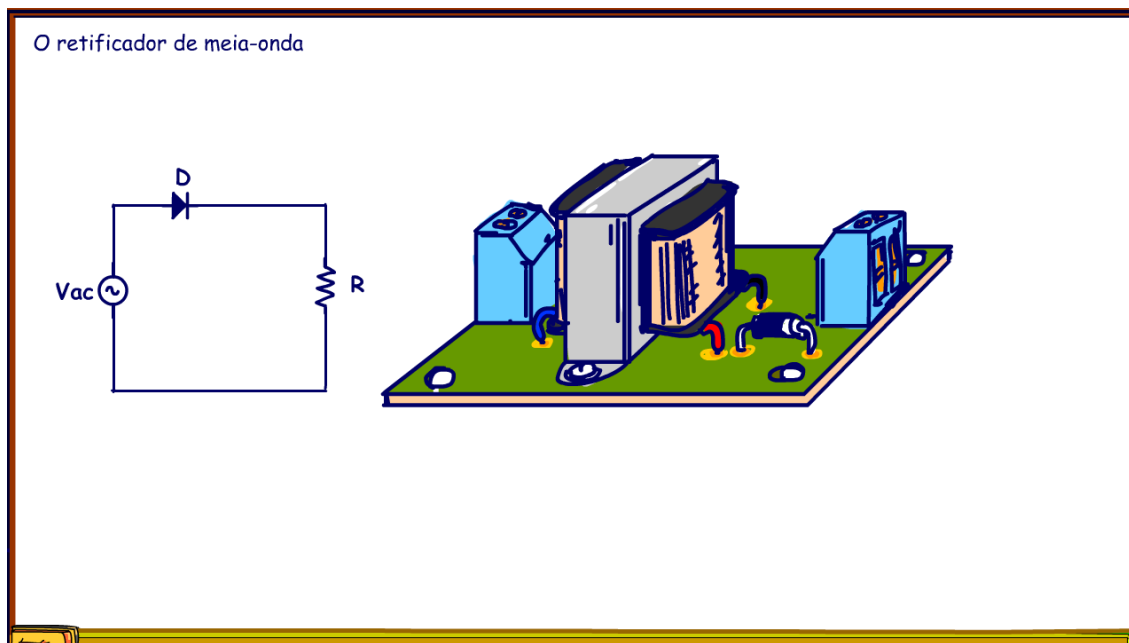


A análise de um circuito retificador é bem conhecida dos técnicos eletrônicos, mas fatores sutis e inesperados podem frequentemente complicar tudo, por exemplo, a forma de onda da corrente na carga pode manter o diodo ligado e aí poderemos ter uma tensão AC depois do retificador, então vamos tentar mostrar porque isso acontece, mas de uma forma bem prática, primeiro vamos olhar esse circuito retificador da figura com carga resistiva, um circuito que todo mundo está careca de ver e depois vamos ver o que acontece quando colocamos uma carga diferente tipo uma carga indutiva, capacitiva e por aí vai!

Figura 4

Título do modelo de tutorial

O retificador de meia-onda



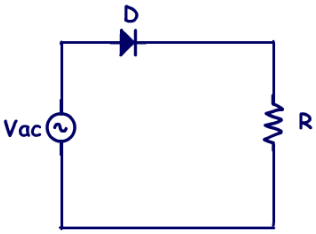
Vou mostrar isso tudo usando o retificador de meia onda, claro que o retificador de meia onda não é um circuito muito prático para altas potências, no entanto ele é prático do ponto de vista didático, deixando tudo mais simples.

Figura 5

Título do modelo de tutorial

A tensão média na carga.

A tensão média na carga.

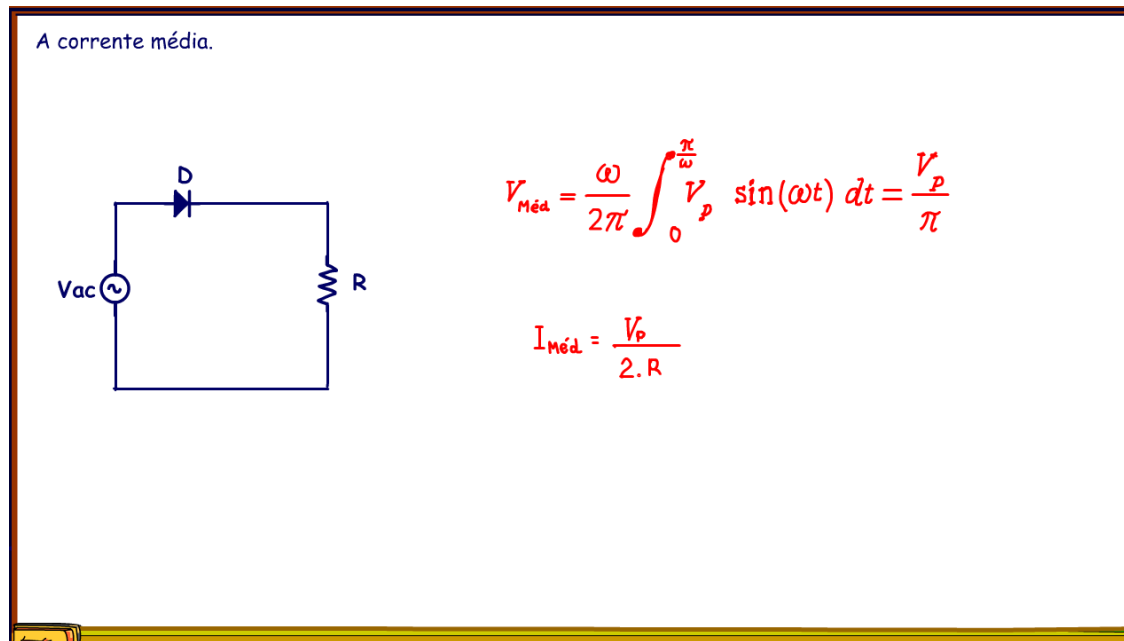

$$V_{\text{Méd}} = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} V_p \sin(\omega t) dt = \frac{V_p}{\pi}$$

Se a carga é puramente resistiva a tensão sobre a carga terá a forma bem conhecida mostrada na figura, e o valor médio pode ser encontrado em qualquer livro e o valor é tensão de pico sobre π .

Figura 6

Título do modelo de tutorial

A corrente média.

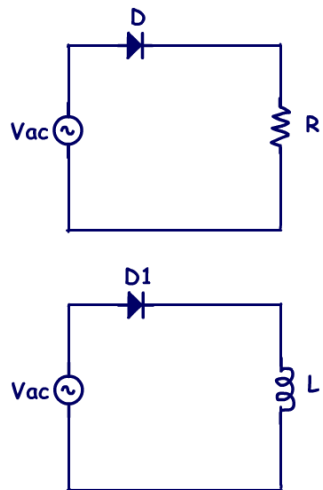


A corrente média também não tem segredo é a tensão de pico sobre a carga, nesse caso o diodo liga no semiciclo positivo e desliga no semiciclo negativo.

Figura 7

3. Circuito com carga indutiva ideal.

3.Circuito com carga indutiva ideal.

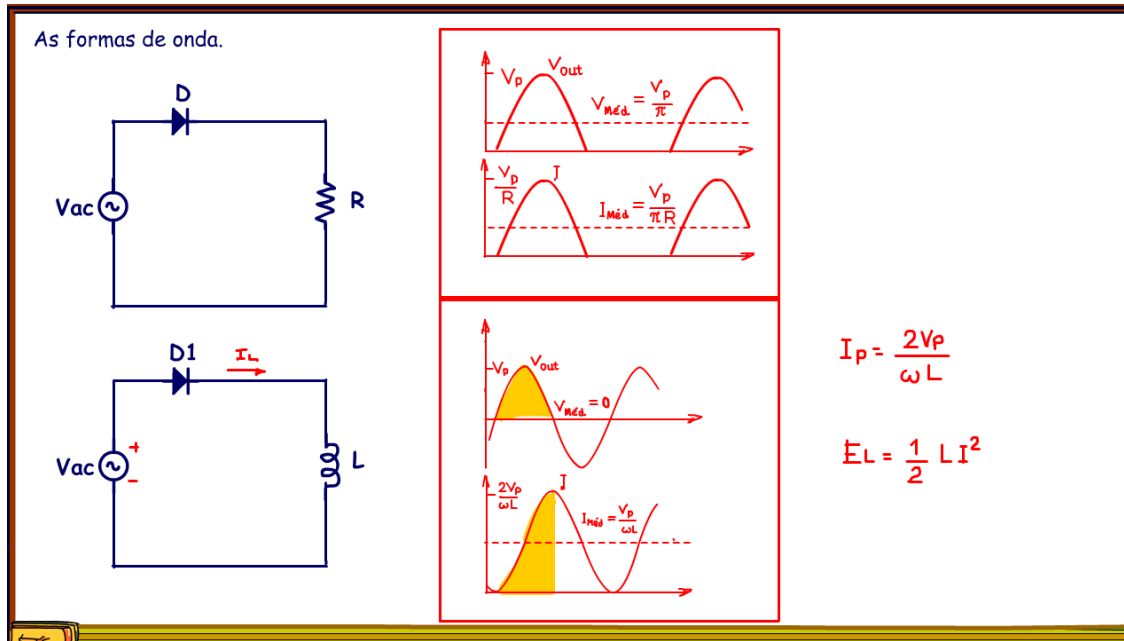


Agora vamos ver o que acontece se a gente colocar uma carga puramente indutiva no circuito.

Figura 8

Título do modelo de tutorial

As formas de onda.



Observe na figura que as formas de ondas mudam consideravelmente.

Durante o semiciclo positivo a corrente aumenta de zero até o valor de pico.

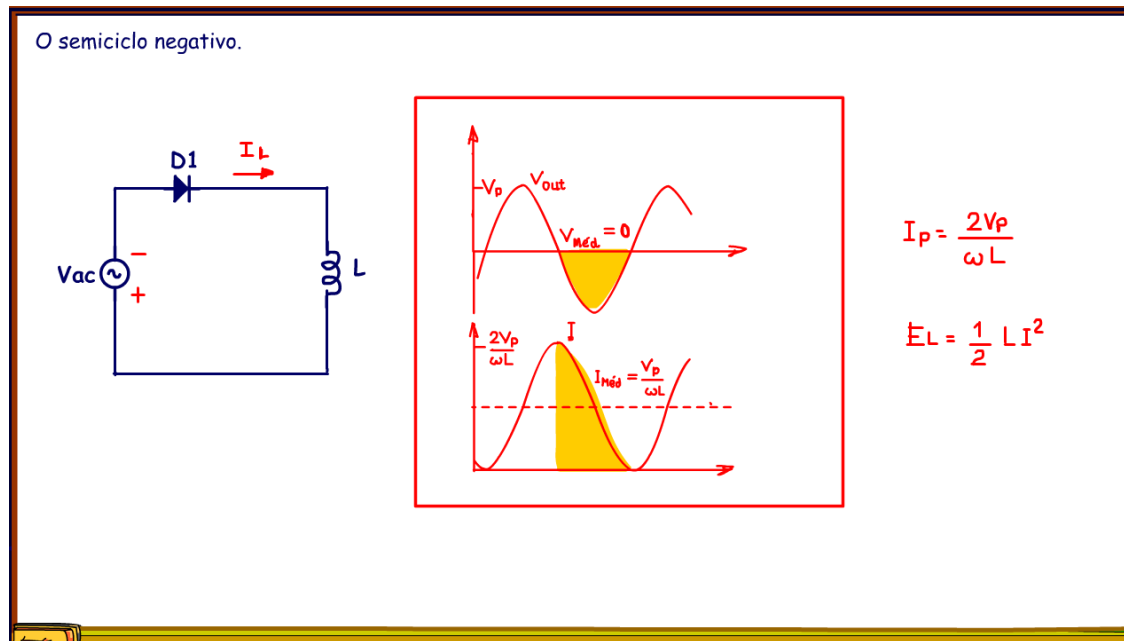
O valor da corrente de pico é mostrado na figura.

Durante esse meio ciclo a energia é transferida da fonte AC para o indutor, o valor dessa energia é dado na figura, essa energia que é dada Watt por segundo é armazenada no campo magnético do indutor.

Figura 9

Título do modelo de tutorial

O semiciclo negativo.

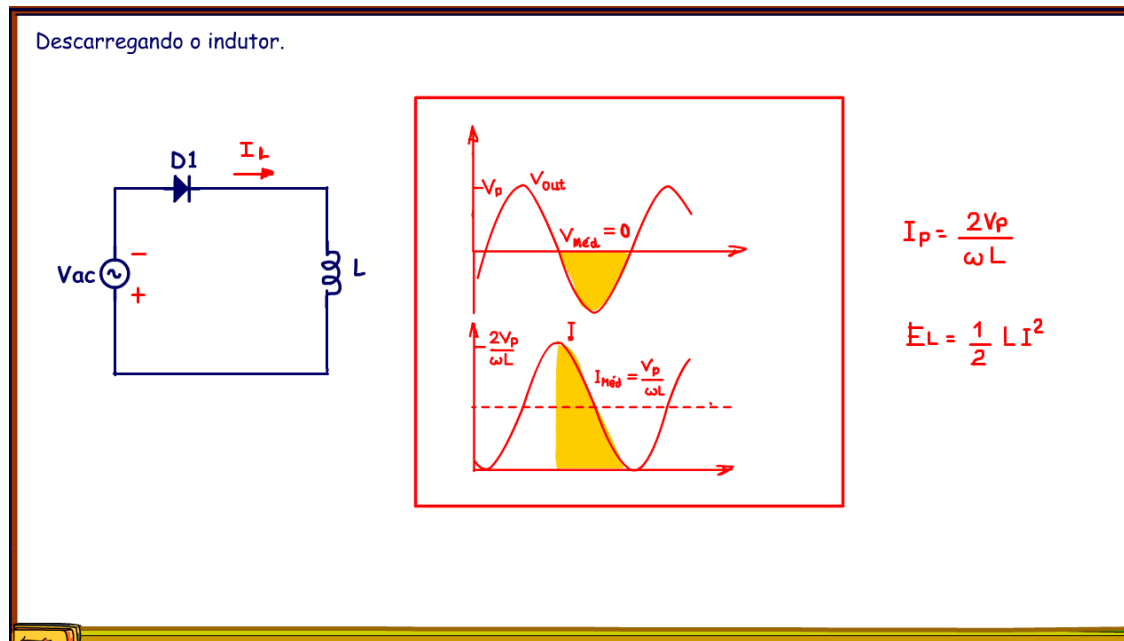


Mas agora veja que acontece no semiciclo negativo, todo mundo espera que o diodo desligue, inverteu a polaridade da tensão, mas o que desliga o diodo é a corrente chegar a zero, e note que durante o semiciclo negativo a corrente demora um tempo para descer do pico até o zero e durante todo esse tempo diodo continua conduzindo, e o semiciclo negativo aparece sobre a carga e isso é uma coisa que ninguém esperava acontecer.

Figura 10

Título do modelo de tutorial

Descarregando o indutor.

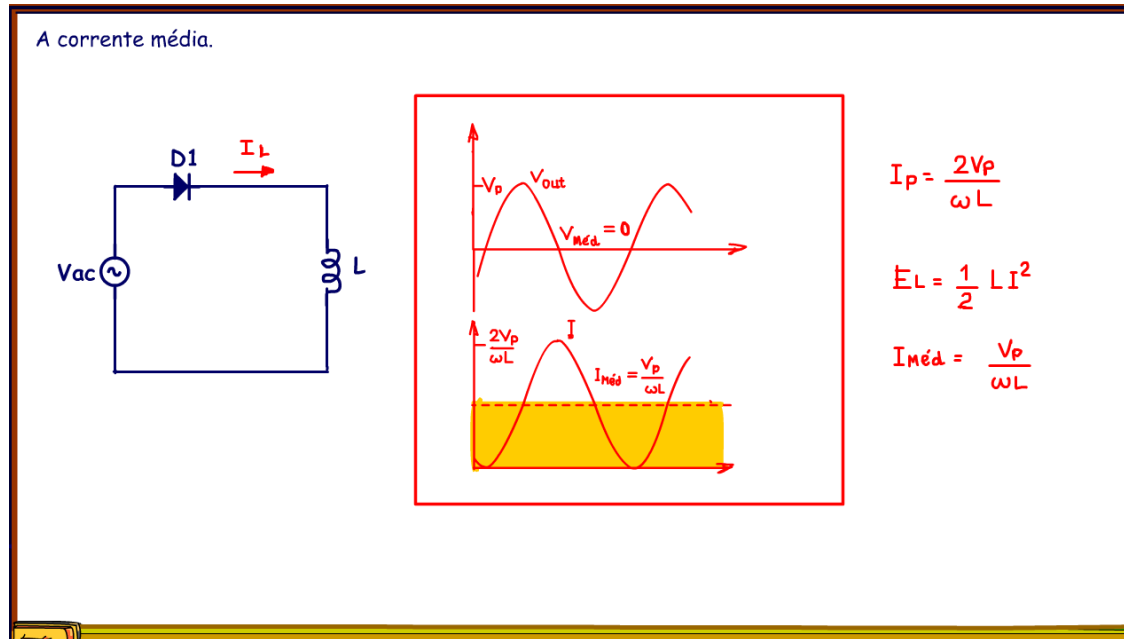


Isso acontece porque a energia armazenada no indutor demora um tempo para ser descarregada e se o indutor for ideal, isso é sem perdas o diodo continuaria conduzindo durante todo o semiciclo negativo também, e no final do ciclo a tensão AC da entrada aparece inteirinha na carga, e a transferência de energia total é zero, embora a tensão na saída fique negativa a corrente nunca fica negativa, esse é um comportamento que surpreende muitos técnicos eletrônicos.

Figura 11

Título do modelo de tutorial

A corrente média.



Veja que aqui acontece algo muito interessante, a tensão na carga é a mesma tensão AC da entrada, não houve retificação, então a tensão média tem um valor igual a zero, metade do ciclo é positiva metade negativa.

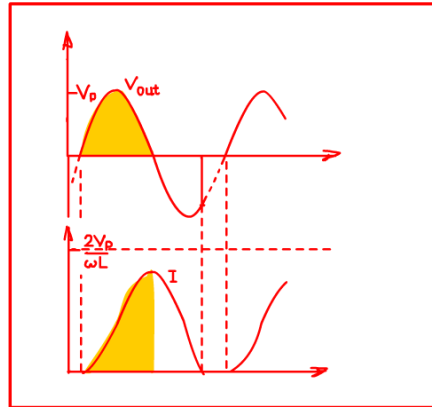
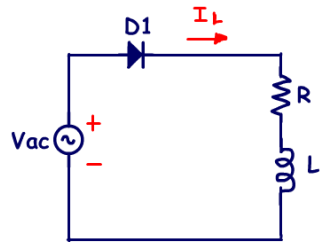
Mas a corrente não, a corrente sempre fica circulando pelo diodo, e aqui o valor médio é dado pela equação da figura, note que é bem diferente do valor médio calculado só com resistência no circuito, esse valor indica que nem sempre é fácil calcular a corrente média em circuitos que tenham indutores ou capacitores, e em geral a corrente média não é simplesmente a tensão média dividido pela impedância, como no caso da resistência, como todo circuito real tem sempre uma indutância ou

capacitância distribuída, a corrente vai ser sempre diferente da ideal, essa ninguém tinha contado para você ainda não é mesmo.

Figura 12

4. Circuito com carga indutiva real.

4.Circuito com carga indutiva real.

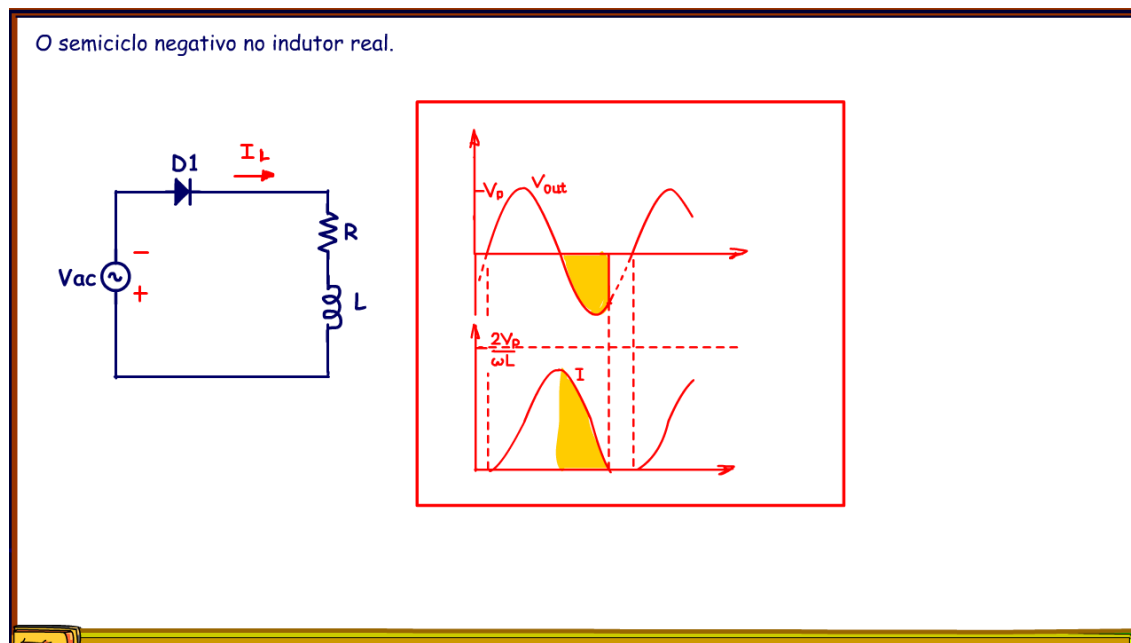


Mas não criemos cânico como dizia o chaves, todo o indutor real tem perdas, então sempre teremos uma resistência em série com o indutor, assim durante o semiciclo positivo a corrente de pico será menor do que a teoria, isso porque parte da energia se perde na resistência.

Figura 13

Título do modelo de tutorial

O semiciclo negativo no indutor real.



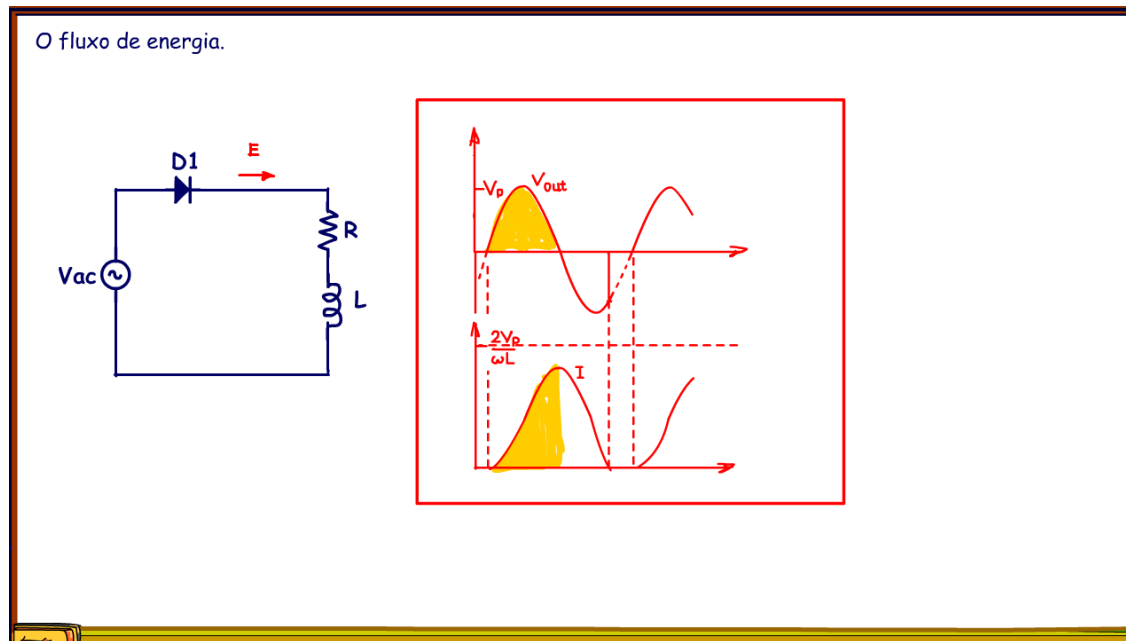
A resistência vai continuar influenciando no semiciclo negativo, como o indutor vai ter menos energia para descarregar, a corrente vai chegar a zero antes do fim do ciclo, e você já sabe o que vai acontecer com o diodo não é mesmo?

O diodo desliga antes do fim do ciclo, agora não teremos mais uma tensão AC perfeita na carga, mas será recortada.

Figura 14

Título do modelo de tutorial

O fluxo de energia.

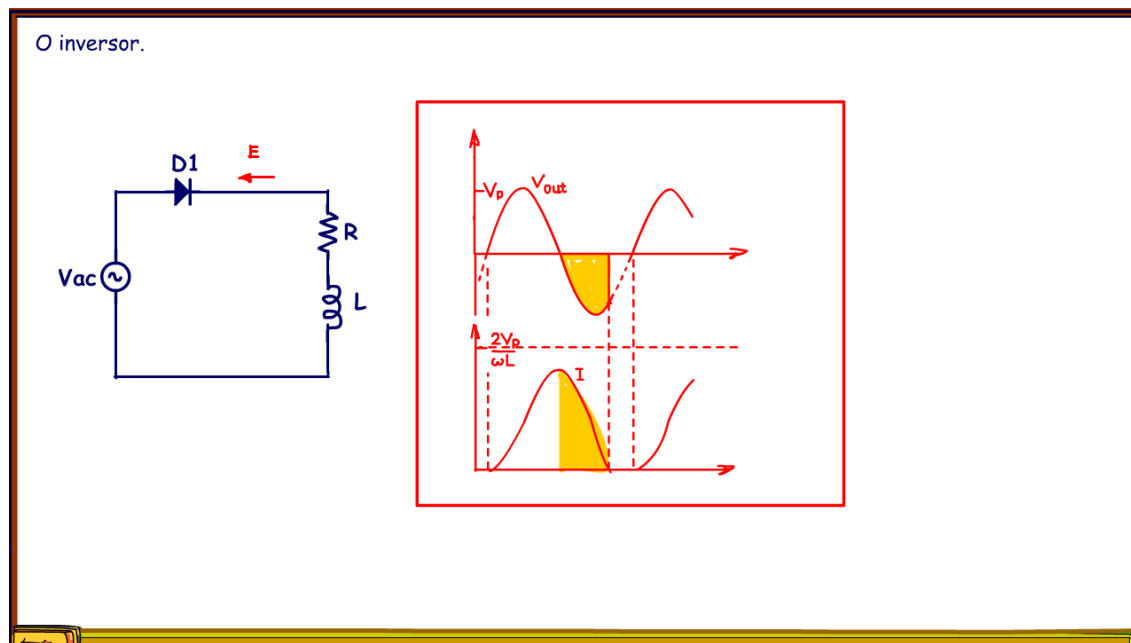


Agora vamos ver como o fluxo de energia ocorre nesse circuito, durante o tempo em que a tensão e a corrente são ambas da mesma polaridade, o fluxo de energia é da linha AC para a carga, e o circuito funciona como o retificador que estamos acostumados a ver.

Figura 15

Título do modelo de tutorial

O inversor.

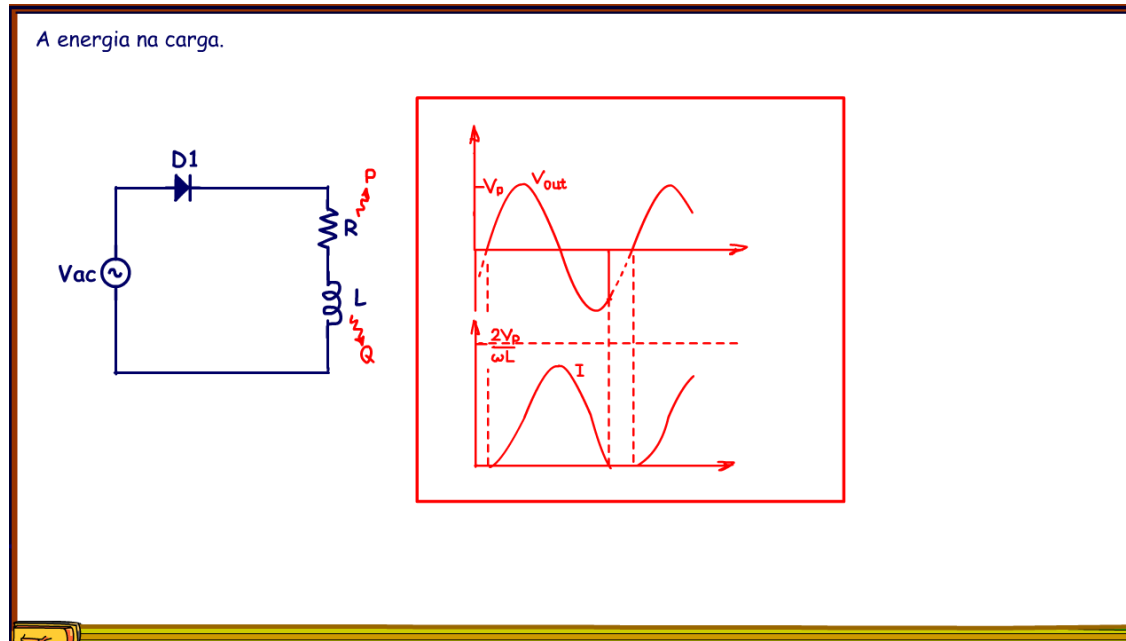


Mas durante aquele tempo em que a corrente e a tensão não são da mesma polaridade, o fluxo de energia inverte, agora é o indutor que retorna a energia armazenada antes para a linha AC, e o circuito funciona como um inversor síncrono, você já tinha pensado nesse circuito dessa forma, eu acho isso fantástico.

Figura 16

Título do modelo de tutorial

A energia na carga.

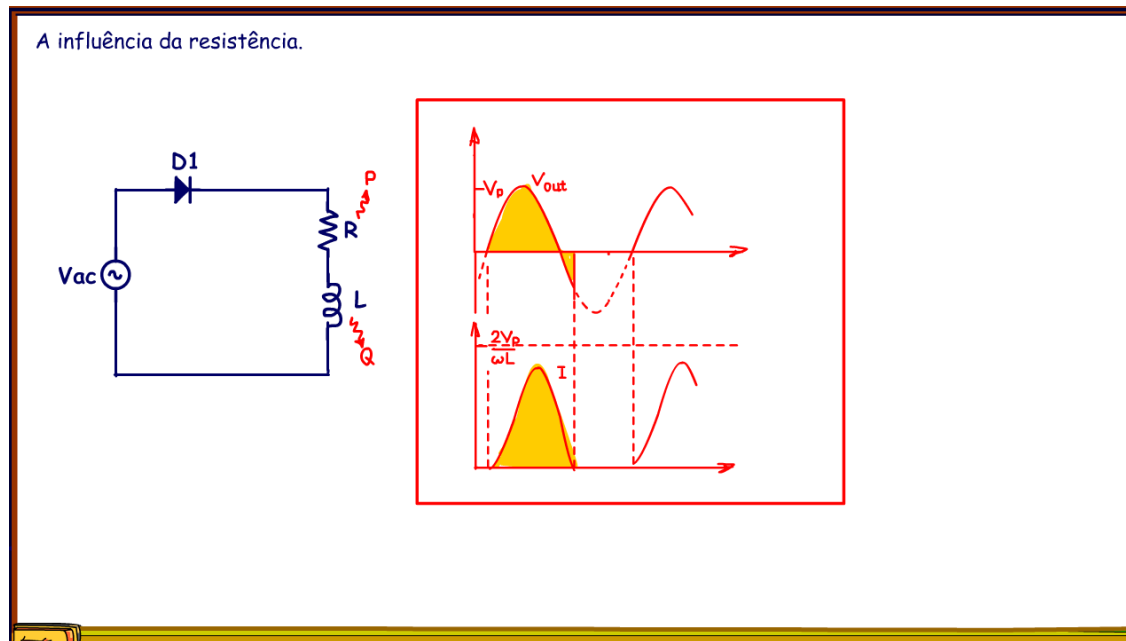


Mas com a presença da resistência a gente viu que o diodo corta antes de terminar o ciclo, então nem toda a energia retorna para a fonte AC, agora o circuito tem uma tensão média positiva, E poderá aproveitar essa energia absorvida, tudo pela presença da resistência no circuito.

Figura 17

Título do modelo de tutorial

A influência da resistência.



Se o constante de tempo LR da carga for pequena comparado com o meio ciclo do período da fonte AC, a comutação do diodo atrasa só um pouco e a corrente circula todo o semiciclo positivo e circula somente um pedacinho do semiciclo negativo, e a operação do circuitos se aproxima daquele primeiro circuito somente com resistência.

A carga recebe uma tensão praticamente retificada, mas muita energia é perdida na resistência.

Figura 18

Título do modelo de tutorial

A corrente na carga com resistência.

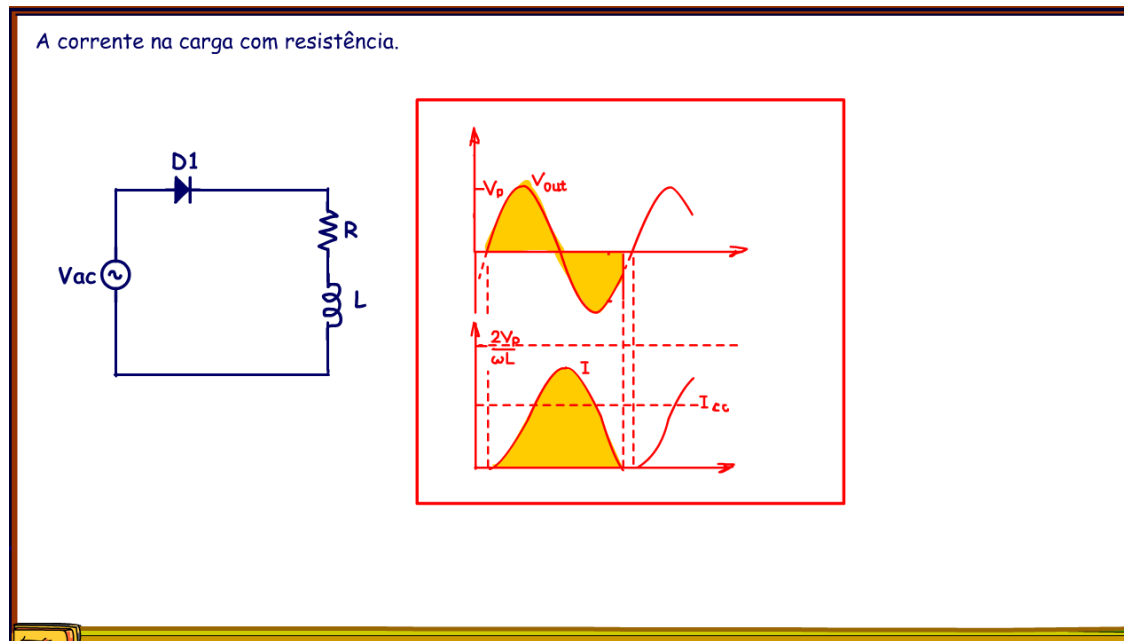
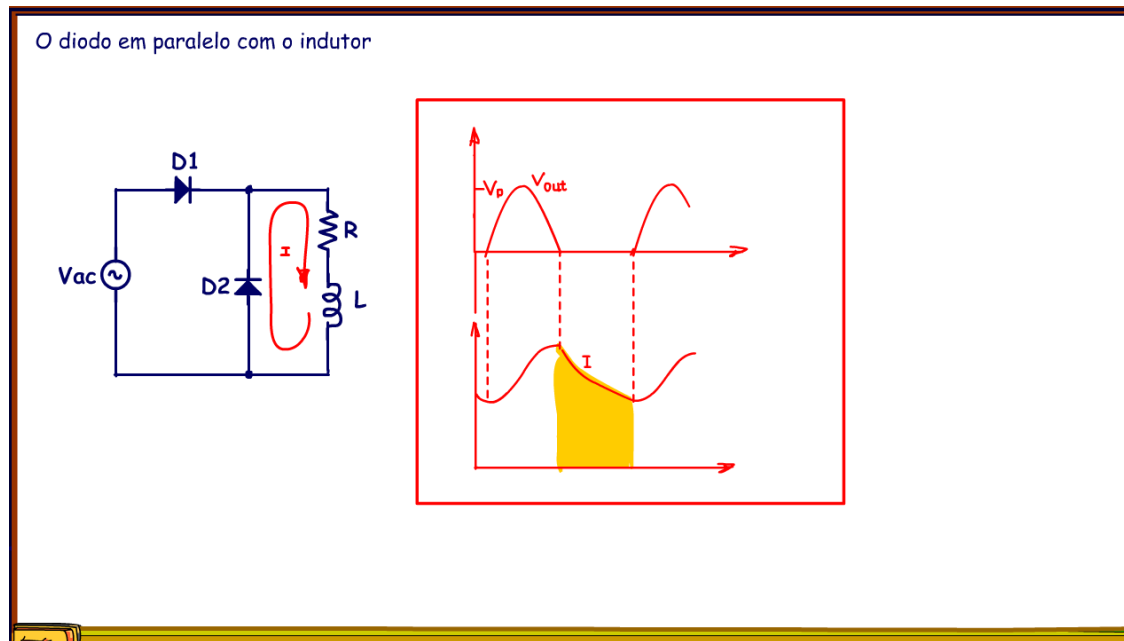


Figura 19

Com o aumento da constante de tempo LR aparece uma parte maior da tensão negativa na carga, e a corrente negativa vai circular por mais tempo e vai apresentar uma forma de onda variável, similar uma senoide com distorção, mas com uma componente contínua, se o valor do indutor fosse aumentado, mais corrente contínua seria aplicada na carga, mas como a corrente de pico não pode exceder a corrente de pico visto antes, essa da figura, a indutância não pode ser aumentada indefinidamente para manter a corrente na carga constante, note que interessante, esse mesmo raciocínio é aplicado nas fontes chaveadas, por isso não adianta aumentar demais o indutor para manter a corrente na carga constante, isso porque todos os circuitos tem perdas.

Título do modelo de tutorial

O diodo em paralelo com o indutor



Se a intenção do retificador é transferir a máxima potência para a carga, o fluxo de energia que volta para fonte AC é indesejável.

Mas esse problema pode ser evitado colocando um diodo inversamente polarizado em paralelo com o indutor, os Americanos chamam de diodo de roda livre, eu conheço por supressor de ruído, com a presença do diodo quando a tensão AC é invertida a energia armazenada no indutor se descarrega rapidamente pelo diodo e a resistência, a energia do indutor é descarregado na resistência ao invés de ser devolvida para a fonte AC e o circuito se aproxima mais do circuito retificador ideal.

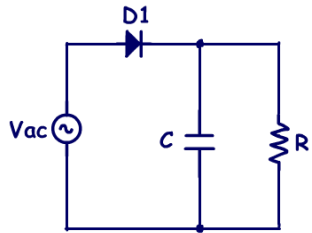
Agora você tem mais uma explicação do uso desse

diodo.

Figura 20

5. Circuito com capacitor.

5.Circuito com capacitor.



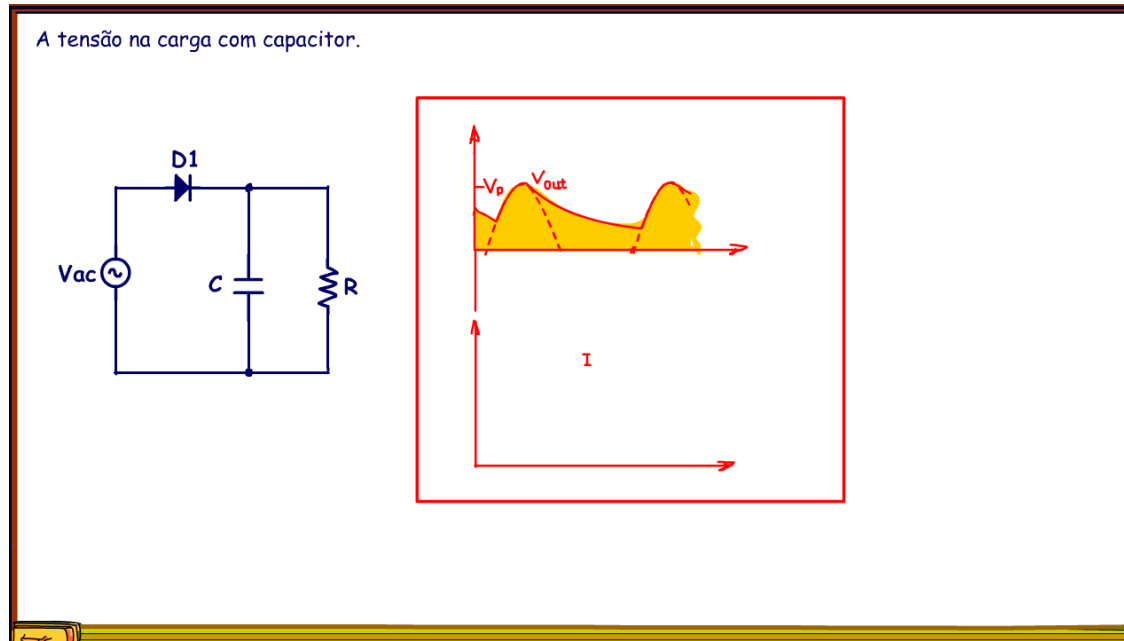
Mas, o que acontece se a carga for capacitiva, como o capacitor de filtro da figura, um capacitor colocado em paralelo com a carga.

Esse capacitor e essa resistência formam um circuito RC.

Figura 21

Título do modelo de tutorial

A tensão na carga com capacitor.

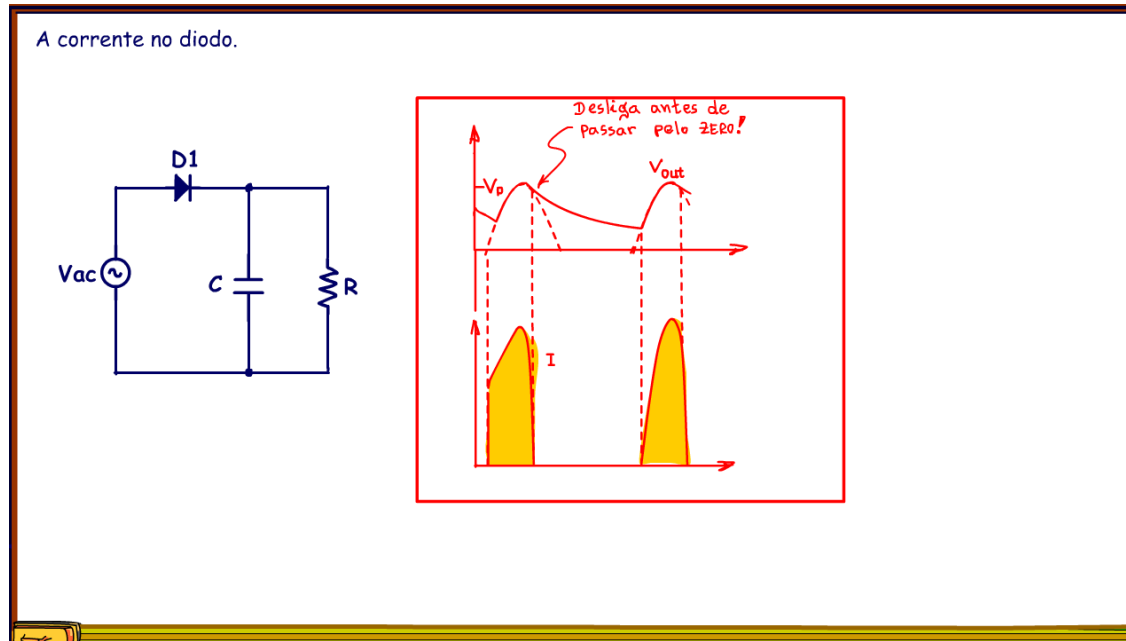


O efeito do capacitor nesse circuito todo mundo sabe, o capacitor tende a suavizar a ondulação da tensão retificada na saída, mas o que acontece com a corrente no diodo?

Figura 22

Título do modelo de tutorial

A corrente no diodo.

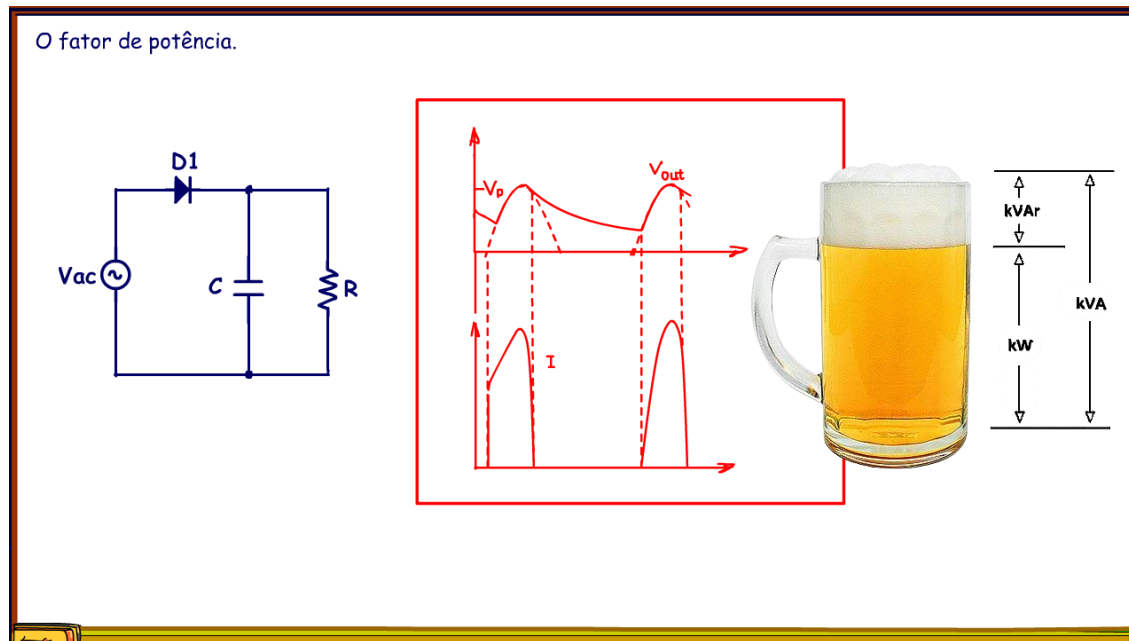


A corrente no diodo vai circular aos picos, e ao contrário da carga indutiva que tende a manter o diodo conduzindo depois que a senoide passa por zero, a presença do capacitor faz com que a comutação ocorra antes do cruzamento por zero, isso é tão incrível como o comportamento do indutor.

Figura 23

Título do modelo de tutorial

O fator de potência.

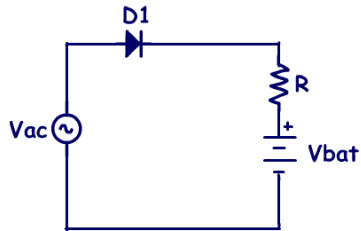


Esses picos de correntes que ocorrem para carregar os capacitores são os maiores responsáveis para geração de interferência eletromagnética na linha AC e também por alterar o fator de potência do circuito o que causa muita perda de energia nesse tipo de retificador, por isso hoje em dia são montados circuitos eletrônicos para controlar e diminuir esses picos de correntes, são os chamados circuitos de correção do fator de potência.

Figura 24

6. O retificador alimentando uma bateria.

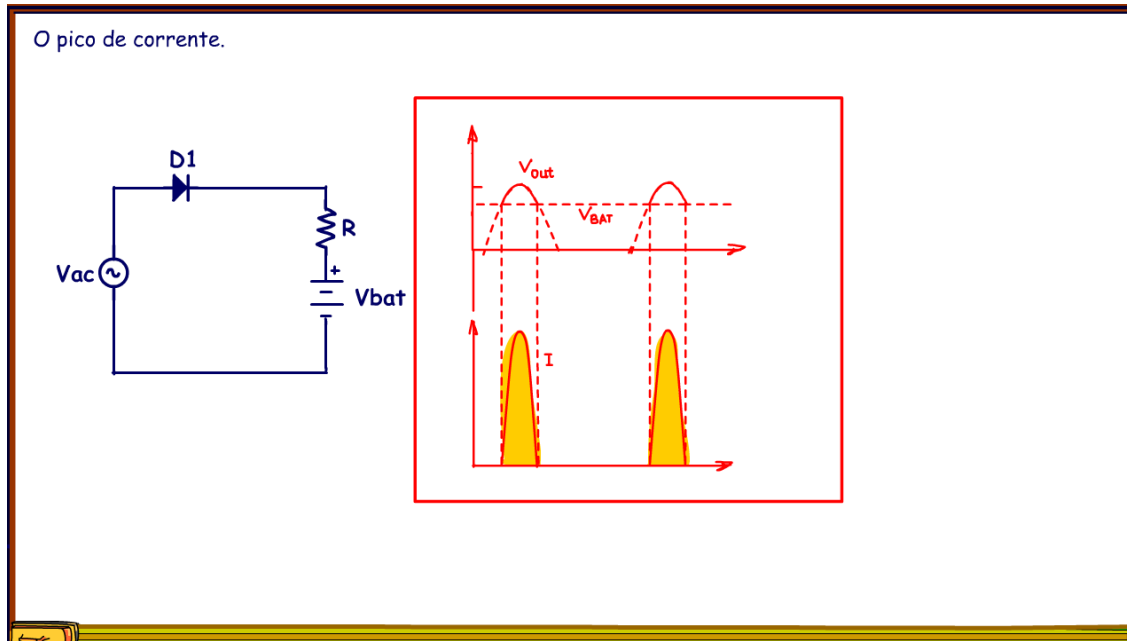
6.O retificador alimentando uma bateria.



E se o retificador estiver sendo usado para carregar uma bateria, como na figura, mas também poderia ser um motor de corrente contínua, a bateria seria a tensão gerada pela força contra eletromotriz gerada pelo motor ao girar.

Figura 25

O pico de corrente.

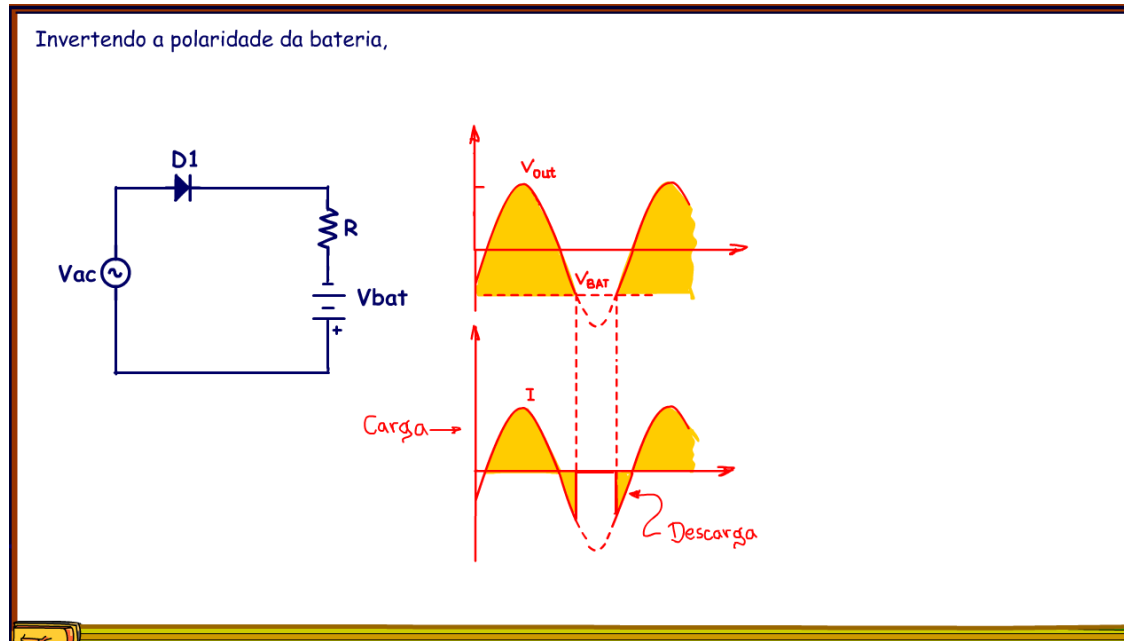


Note que nenhuma corrente flui no circuito até a tensão AC exceder a tensão da bateria, é a força eletromotriz de retorno e essa corrente também será fornecida aos picos, mas aqui não haverá transferência de energia da carga para a fonte AC.

Figura 26

Título do modelo de tutorial

Invertendo a polaridade da bateria,

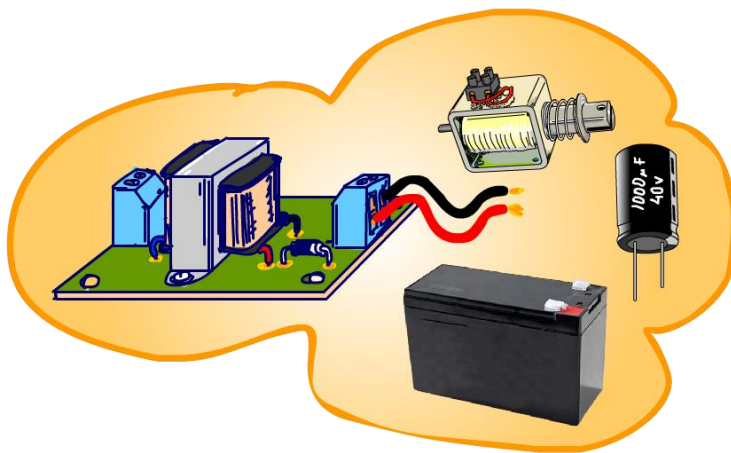


Mas, se a bateria fosse invertida, agora durante o semiciclo negativo a bateria estaria retornando a energia para a carga AC, o diodo irá comutar antes do semiciclo positivo, metade do ciclo a bateria é carregada, e parte do semiciclo negativo ela é descarregada, essa eletrônica tem cada uma que parecem duas.

Figura 27

7. Conclusão.

7.Conclusão.



Você viu neste tutorial o que acontece quando temos uma carga indutiva em um circuito retificador de meia onda, a tensão no indutor é bem diferente, mas colocando um diodo em paralelo com o indutor poderemos corrigir essa diferença.

Quando você coloca um capacitor ou bateria o circuito também se comporta de forma diferente, mas agora você tem uma boa ideia do o porquê disso acontecer, bom proveito.

Figura 28

8. 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)

Título do modelo de tutorial

2024124 O que acontece se ligar um indutor ou capacitor ou uma bateria na saída do retificador

O que acontece se ligar um indutor ou capacitor ou uma bateria na saída do retificador?

Todo mundo sabe como funciona um retificador alimentando uma carga resistiva, mas será que muda muito quando muda o tipo de carga?

É isso que vamos ver nesse tutorial.

Assuntos relacionados.

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

YOUTUBE: <https://youtu.be/n4bOM7OvqqY>

Circuito retificador, circuito retificador com carga indutiva, circuito retificador com capacitor de filtro, circuito retificador alimentando direto uma bateria,