

Circuitos retificadores

Introdução

A tensão fornecida pela concessionária de energia elétrica é alternada ao passo que os dispositivos eletrônicos operam com tensão contínua. Então é necessário retificá-la e isto é feito através dos **circuitos retificadores que convertem corrente alternada em corrente contínua**.

Temos os retificadores monofásicos que são utilizados em aparelhos eletrônicos e os retificadores polifásicos para uso em circuitos industriais de alta potência.

Destacaremos neste curso os três tipos de retificadores monofásicos que são:

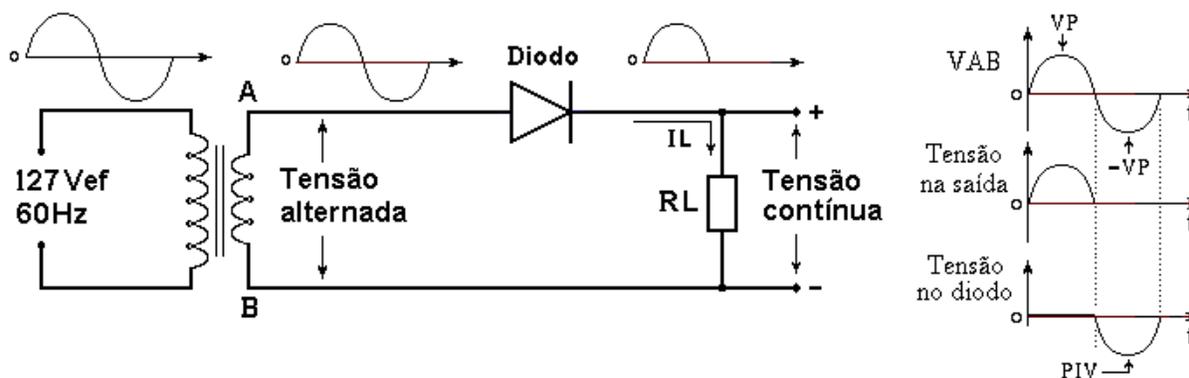
- I – Retificador de meia onda.
- II – Retificador de onda completa utilizando transformador com derivação central.
- III – Retificador em ponte (fornece onda completa na saída).

I – Retificador de meia onda

O diodo tem a característica de conduzir corrente somente num sentido e devido a esta característica unidirecional, o mesmo é utilizado para retificar.

O diodo ideal com polarização direta comporta como uma chave fechada e com polarização reversa comporta como uma chave aberta.

O diodo real tem resistência direta muito baixa e resistência reversa muito alta.



Funcionamento do circuito

Para o ponto A positivo em relação ao ponto B o diodo está polarizado diretamente e conduz e com isto, a corrente circula de A até B passando pelo diodo e RL.

Para o ponto A negativo em relação ao ponto B o diodo está polarizado inversamente e não conduz.

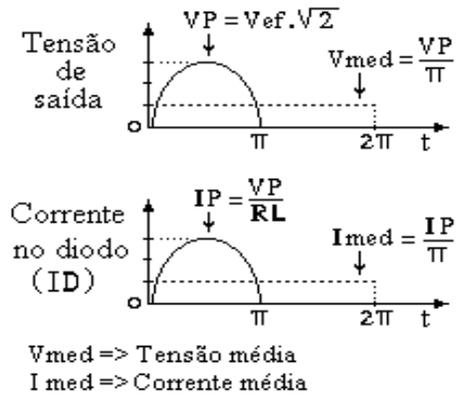
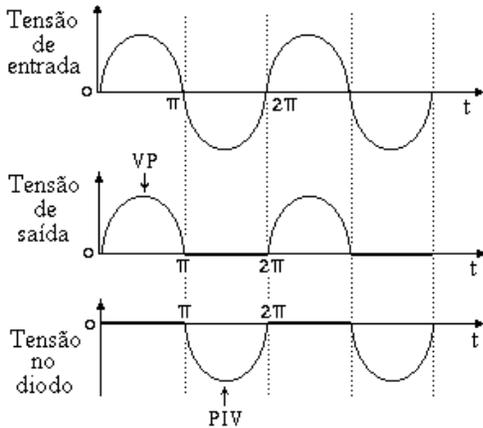
Tem-se corrente em RL, somente, nos semiciclos positivos de entrada.

Os semiciclos positivos passam para a saída e os semiciclos negativos ficam no diodo.

A frequência de ondulação na saída é igual à frequência de entrada.

O retificador de meia onda tem baixa eficiência.

Formas de onda considerando um diodo ideal



$$VCC = VP / \pi \text{ ou } VCC = 0,45 \cdot V_{ef}$$

VCC é o valor médio da tensão contínua em RL.

VP é o valor de pico da tensão sendo $VP = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$.

Vef é o valor eficaz ou rms da tensão alternada no secundário do transformador.

$$IL = VCC / RL \text{ e } ID = IL$$

IL é o valor médio da corrente em RL e ID é o valor médio da corrente no diodo.

IP = VP / RL sendo IP o valor de pico da corrente.

Tensão eficaz em RL = VP / 2 mas a tensão eficaz na entrada é $V_{ef} = VP / \sqrt{2}$

PIV = -VP sendo PIV o pico inverso de tensão no diodo.

O diodo deve suportar uma tensão inversa maior do que PIV e uma corrente direta maior que ID.

As especificações para o diodo 1N4007 são $I_F = 1A$ e $V_R \text{ max} = 1000V$.

Este diodo suporta uma corrente direta de 1A e uma tensão reversa de 1000V.



I-1) Sendo a o valor eficaz da tensão $V_{AB} = 18V$, $RL = 470\Omega$, determine:

$$VCC = 8,1V$$

$$IL = 17,2mA \quad ID = 17,2mA$$

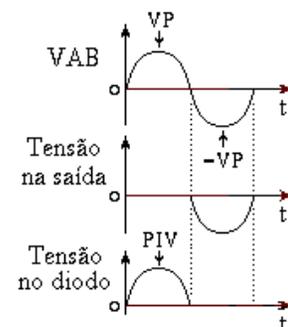
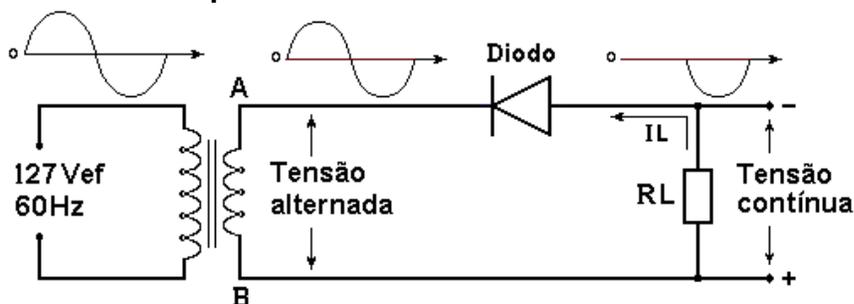
$$IP = 54mA$$

$$PIV = -25,4V$$

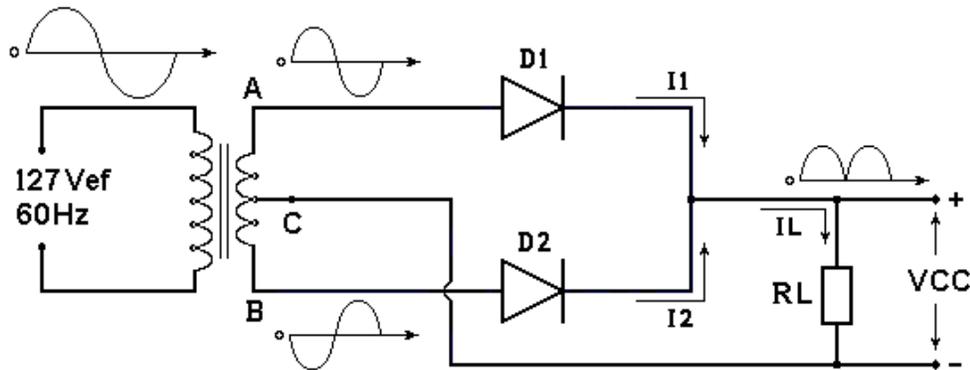
Invertendo o diodo, a tensão de saída será negativa.

O diodo conduz, somente, durante os semiciclos negativos.

Os semiciclos positivos ficam no diodo.



II – Retificador de onda completa utilizando transformador com derivação central.



Funcionamento do circuito.

Este circuito é também denominado de retificador de onda completa convencional.

Há uma defasagem de 180° entre as tensões de saída do transformador, VA e VB.

As tensões VA e VB são medidas em relação ao ponto C (0V).

Quando A for positivo, B será negativo, a corrente sai de A passa por D1 e RL e chega ao ponto C.

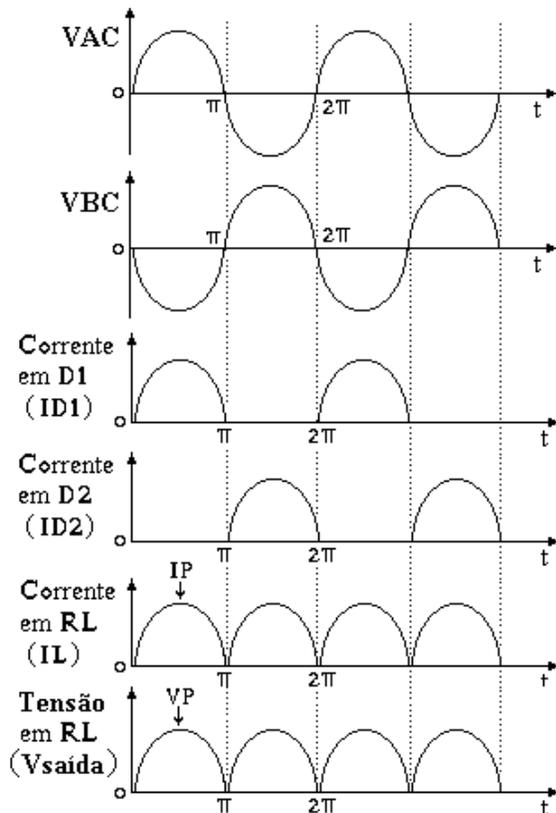
Quando A for negativo, B será positivo, a corrente sai de B passa por D2 e RL e chega ao ponto C.

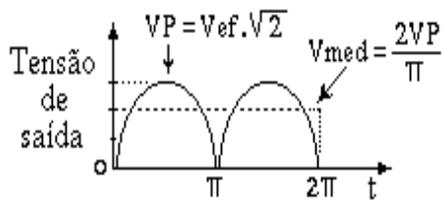
Para qualquer polaridade de A ou de B a corrente I_L circula num único sentido em RL e por isto, a corrente em RL é contínua.

Somente os semiciclos positivos de A e de B passam para a saída.

A frequência de ondulação na saída é o dobro da frequência de entrada.

Formas de onda considerando diodo ideal





$$VCC = 2.VP / \pi \text{ ou } VCC = 0,9.Vef$$

VCC é o valor médio da tensão contínua em RL .

VP é o valor de pico da tensão $VP = Vef.\sqrt{2}$.

Vef é o valor eficaz da tensão de entrada ($Vef = VAB / 2$)

$$IL = VCC / RL \text{ e } ID = IL / 2.$$

IL é o valor médio da corrente em RL e ID é o valor médio da corrente nos diodos.

$IP = VP / RL$ onde IP é o valor de pico da corrente.

Tensão eficaz de saída = Tensão eficaz de entrada = $VP / \sqrt{2}$

O PIV nos diodos é o pico negativo da tensão VAB .

$$PIV = -VAB.\sqrt{2}$$

II-1) Sendo a o valor eficaz da tensão $VAB = 18 \text{ V}$, $RL = 470 \text{ ohms}$, determine:

$$VCC = 8,1 \text{ V}$$

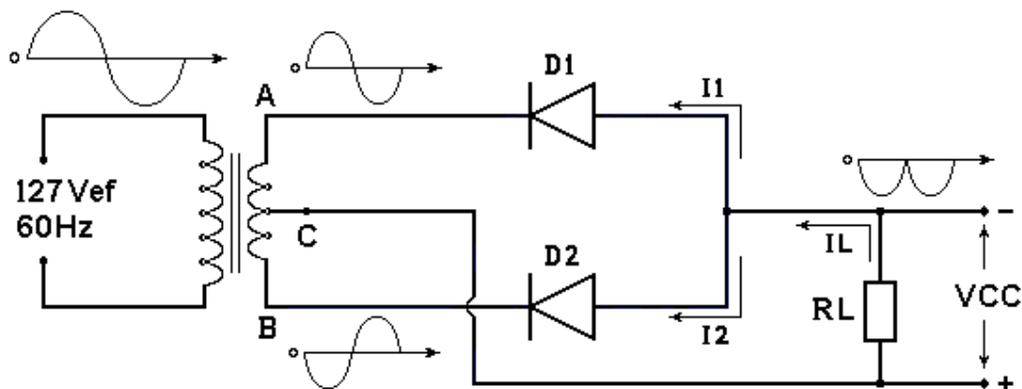
$$IL = 17,2 \text{ mA e } ID = 8,6 \text{ mA}$$

$$IP = 27 \text{ mA}$$

$$PIV = - 25,4 \text{ V}$$

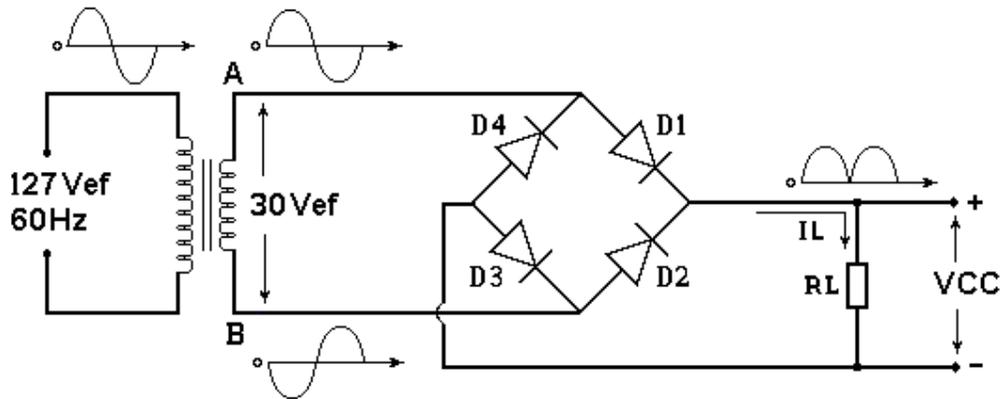
Invertendo os dois diodos, a tensão de saída será negativa.

Os diodos $D1$ e $D2$ conduzem os semiciclos negativos de A e de B para a saída.



Se inverter somente um dos diodos tem-se uma sobrecarga que poderá danificar os diodos e o transformador.

III – Retificador em ponte



Funcionamento do circuito.

O retificador em ponte dispensa o uso do transformador com tomada central e com isto, pode-se ter um retificador de onda completa ligado diretamente à rede elétrica. Quando A é positivo em relação a B, a corrente sai de A passa por D1, RL, D3 e chega ao ponto B.

Quando A é negativo em relação a B, a corrente sai de B passa por D2, RL, D4 e chega ao ponto A..

Conduzem somente dois diodos de cada vez.

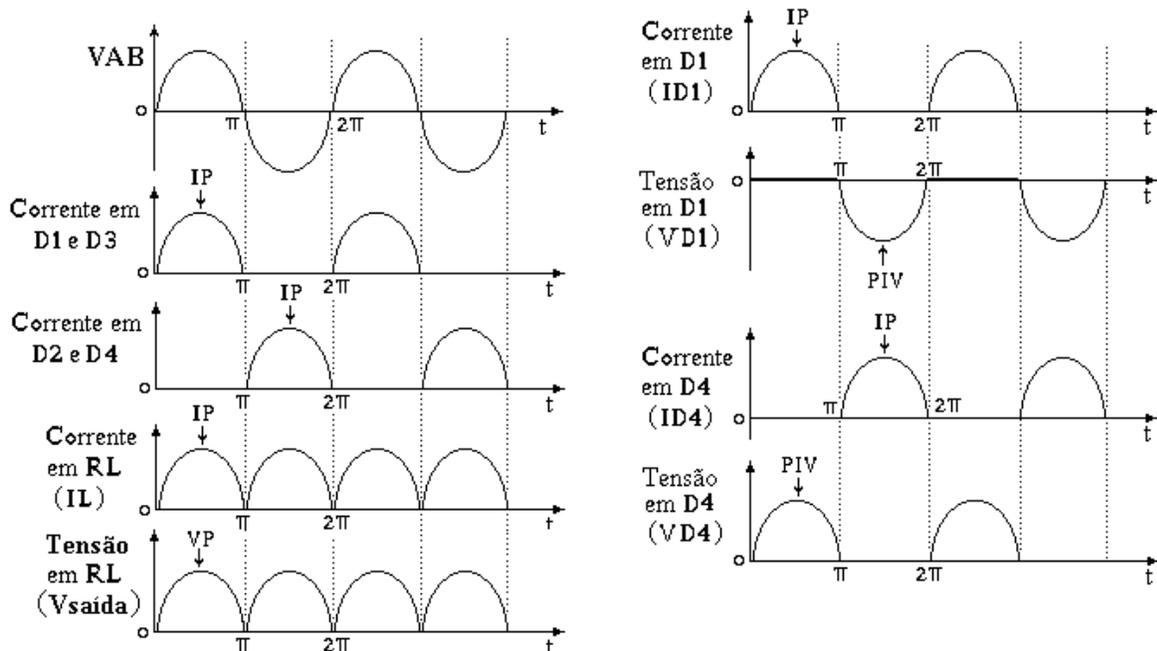
Quando o ponto A é positivo D1 e D3 conduzem.

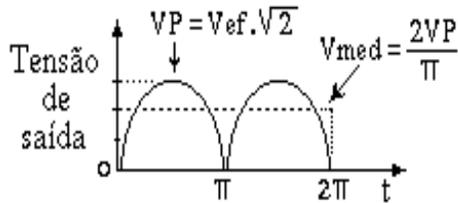
Quando o ponto A é negativo D2 e D4 conduzem.

Para qualquer polaridade de A ou de B a corrente I_L circula num único sentido em RL e por isto, a corrente em RL é contínua. Somente os semiciclos positivos passam para a saída.

A frequência de ondulação na saída é o dobro da frequência de entrada

Formas de onda considerando diodo ideal





$$VCC = 2.VP / \pi \text{ ou } VCC = 0,9.Vef$$

VCC é o valor médio da tensão contínua em RL.

VP é o valor de pico da tensão e $VP = Vef.\sqrt{2}$.

Vef é o valor eficaz ou rms da tensão de entrada (VAB).

$$IL = VCC / RL \text{ e } ID = IL / 2.$$

IL é o valor médio da corrente em RL e ID é a Corrente média nos diodos.

O valor de pico da corrente $IP = VP / RL$.

Tensão eficaz de saída = Tensão eficaz de entrada = $VP / \sqrt{2}$

O PIV nos diodos é o pico da tensão VAB.

$$PIV = VAB.\sqrt{2}$$

Nota: Desprezou-se 1,4V de queda de tensão nos diodos.

Tem-se uma queda de 1,4 V visto que conduzem 2 diodos ao mesmo tempo.

III-1) Sendo a o valor eficaz da tensão $VAB = 30 \text{ V}$, $RL = 820 \text{ ohms}$, determine:

$$VCC = 27 \text{ V}$$

$$IL = 33 \text{ mA e } ID = 16,5 \text{ mA}$$

$$IP = 51,6 \text{ mA}$$

$$PIV = 42,3 \text{ V}$$

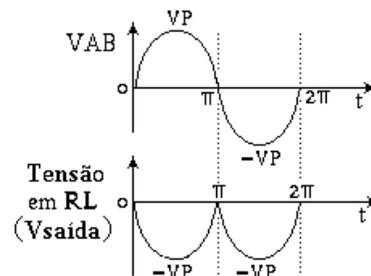
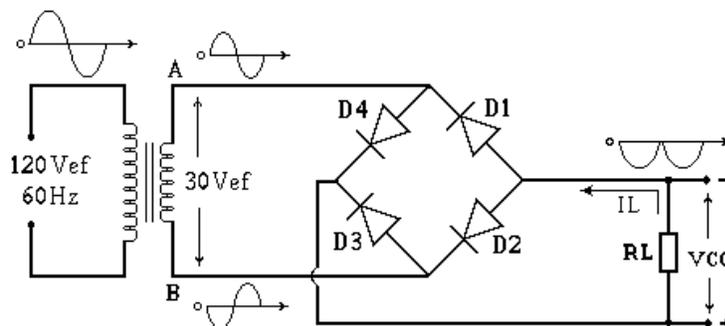
Invertendo os quatro diodos, a tensão de saída será negativa.

Quando A é positivo em relação a B, a corrente sai de A passa por D4, RL, D2 e chega ao ponto B.

Quando A é negativo em relação a B, a corrente sai de B passa por D3, RL, D1 e chega ao ponto A..

Quando o ponto A for positivo D2 e D4 conduzem.

Quando o ponto A for negativo D1 e D3 conduzem.

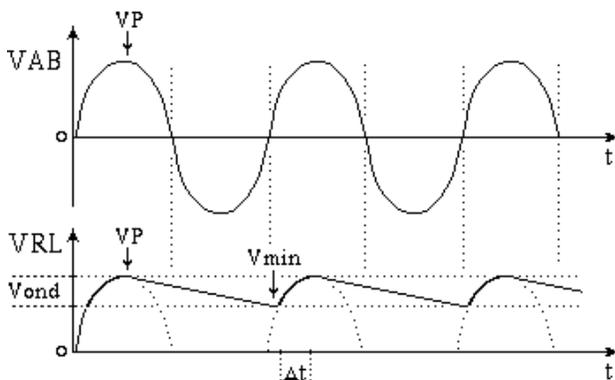
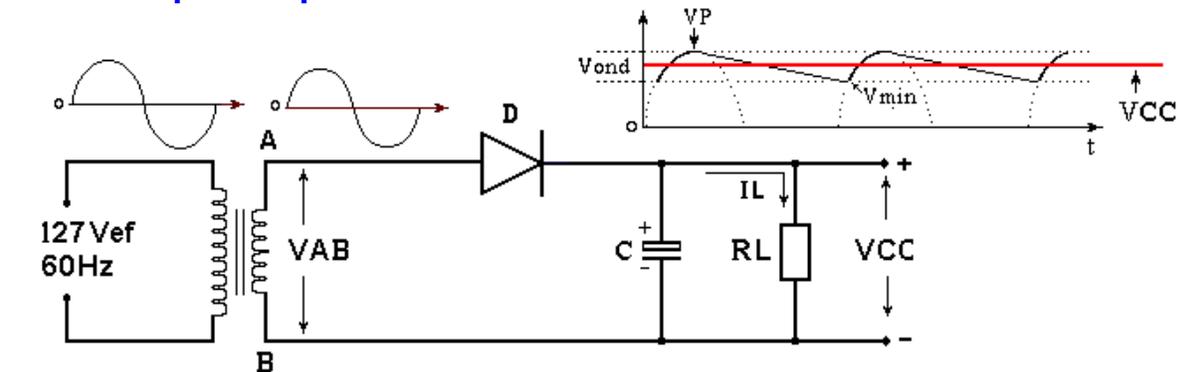


Filtros para fontes de alimentação

A ondulação na saída do circuito retificador é muito grande o que torna a tensão de saída inadequada para alimentar a maioria dos circuitos eletrônicos. É necessário fazer uma filtragem na tensão de saída do retificador. A filtragem nivela a forma de onda na saída do retificador tornando-a próxima de uma tensão contínua pura que é a tensão da bateria ou da pilha.

Uma maneira simples para a filtragem é ligar um capacitor de alta capacitância em paralelo com a carga RL e normalmente, utiliza-se um capacitor eletrolítico. A função do capacitor é reduzir a ondulação na saída do retificador e quanto maior for o valor deste capacitor menor será a ondulação (ripple) na saída da fonte.

Filtro a capacitor para retificador de meia onda.



Pode-se calcular V_{ond} de duas maneiras

$$1. V_{ond} = V_P - V_{min}$$

V_{ond} → Tensão de ondulação ou de ripple.

V_P → Tensão de pico no capacitor.

V_{min} → Tensão mínima no capacitor.

$$2. V_{ond} = \frac{I}{f \cdot C}$$

I → Corrente em ampères (A)

C → Capacitor em farad (F)

f → Frequência de ondulação em Hertz (Hz)

$f = 60 \text{ Hz}$ para meia onda

No semiciclo positivo o diodo conduz e carrega o capacitor com o valor de pico (VP) da tensão. Assim que a tensão de entrada cair a zero, o diodo pára de conduzir e o capacitor mantém-se carregado e descarrega lentamente em RL.

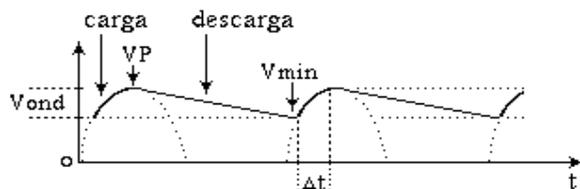
Quando a tensão de entrada fica negativa (semiciclo negativo) o diodo não conduz e o capacitor continua descarregando lentamente em RL.

O capacitor recarrega 60 vezes por segundo.

O capacitor carrega de V_{min} até V_P e neste intervalo de tempo (Δt) o diodo conduz.

O capacitor descarrega de V_P até V_{min} e neste intervalo o diodo não conduz.

A Forma de onda na saída está mostrada abaixo.



O voltímetro de tensão contínua indica o valor médio da tensão medida.

Aumentando o capacitor, a tensão de ondulação (Vond) diminui e VCC aumenta.
Aumentando a corrente IL, a tensão de ondulação (Vond) aumenta e VCC diminui.

Se Vond tende a zero a tensão de saída tende ao valor de pico

VCC = VP para Vond = 0V.

Sem a carga RL, IL será 0A, o capacitor não descarrega e tem-se Vond = 0V .

Para manter Vond com um valor baixo ao aumentar IL deve-se aumentar o valor do capacitor.

O retificador de meia onda com filtro a capacitor é inadequado para circuitos que exigem um alto valor de corrente, pois além de utilizar um valor muito alto para o capacitor, o diodo fica sobrecarregado ao conduzir toda a corrente do circuito.



Demonstração da equação para o cálculo da tensão de ondulação (Vond)



A carga elétrica armazenada no capacitor é:

$$Q = C \cdot V \quad \text{então } V = \frac{Q}{C}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta Q}{C} \quad \text{sendo } \Delta Q = I \cdot t \quad \text{tem-se que}$$

$$\Delta V = \frac{I \cdot t}{C} \quad \text{onde } \Delta V = V_{ond}$$

$$V_{ond} = \frac{I \cdot t}{C} \quad \text{fazendo } t = T \quad \text{e sendo } T = \frac{1}{f} \quad \text{tem-se:}$$

$$V_{ond} = \frac{I \cdot T}{C} = \frac{I}{C} \cdot \frac{1}{f} = \frac{I}{C \cdot f}$$

$$V_{ond} = \frac{I}{f \cdot C}$$

$$V_{ond} = \frac{I}{f \cdot C}$$

I é a corrente em RL.

f = 60Hz para retif. de meia onda.

f = 120Hz para retif. de onda completa.

Vond é a tensão de ondulação ou de ripple na saída.

Para se ter um valor baixo de Vond, a constante de tempo RC deve ser muito maior do que o período da tensão de entrada.

Outra maneira para determinar o valor da tensão de ondulação

Conhecendo os valores de Vp, RL e C pode-se, também, determinar Vond.

O capacitor descarrega de Vp até Vmin.

$$V_{ond} = V_p - V_{min}$$

$$t = T \quad \text{e } R = RL$$

$$V_{min} = V_p (e^{-t/RC})$$

C é o capacitor de filtro em farad (F)

Exemplo para filtragem em meia onda.

Sendo Vp = 25V, f = 60Hz, RL = 100Ω, C = 1000μF tem-se:

$$V_{min} = 25 (e^{-16,7ms/100ms}) = 25 (e^{-0,167})$$

$$V_{min} = 25 \cdot 0,85 = 21,2V$$

$$V_{ond} = V_p - V_{min}$$

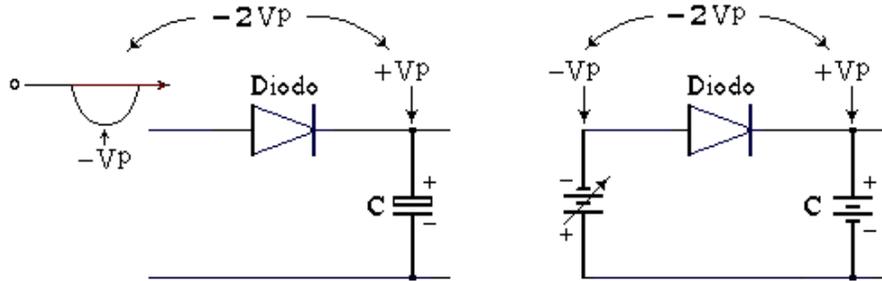
$$V_{ond} = 25V - 21,2V = 3,8V$$

$$T = \frac{1}{60Hz} = 16,7ms$$

$$RC = 100\Omega \cdot 1000\mu F$$

$$RC = 100ms$$

O pico inverso de tensão no diodo é o dobro da tensão de pico. $PIV = -2VP$
 O capacitor aumenta a tensão inversa no diodo devido a que o mesmo permanece carregado quando o diodo não estiver conduzindo.



Exercícios de fixação.

1) Sendo $VAB = 18V_{ef}$, $C = 1000 \mu F$, $I_L = 180 \text{ mA}$, retificador de meia onda, determine:

Resp: $V_{ond} = 3 \text{ V}$ $V_P = 25,4 \text{ V}$ $V_{\min} = 22,4 \text{ V}$ $V_{CC} = 23,9 \text{ V}$ $PIV = -50,8 \text{ V}$

$$V_{ond} = I / (f \cdot C) \Rightarrow V_{ond} = 180 \text{ mA} / (60 \text{ Hz} \cdot 1000 \mu F)$$

$$V_{ond} = 180 \cdot 10^{-3} / (60 \cdot 1000 \cdot 10^{-6}) = 180 \cdot 10^{-3} / 60 \cdot 10^{-3}$$

$$V_{ond} = 3 \text{ V}$$

$$V_P = 18 \cdot 1,41 = 25,4 \text{ V}$$

$$V_{\min} = V_P - V_{ond} \Rightarrow V_{\min} = 25,4 \text{ V} - 3 \text{ V}$$

$$V_{\min} = 22,4 \text{ V}$$

$$V_{CC} = V_P - (V_{ond} / 2) \Rightarrow V_{CC} = 25,4 \text{ V} - (3 / 2)$$

$$V_{CC} = 25,4 \text{ V} - 1,5 \text{ V}$$

$$V_{CC} = 23,9 \text{ V}$$

$$PIV = -2V_P$$

$$PIV = -50,8 \text{ V}$$

2) Sendo $V_{CC} = 12 \text{ V}$, $I_L = 300 \text{ mA}$, $V_{ond} = 2 \text{ V}$, retificador de meia onda determine:
 O capacitor e o valor eficaz da tensão alternada na saída do transformador.

Resp: $C = 2500 \mu F$ $VAB = 9,2 V_{ef}$

Solução:

$$V_{ond} = I / (f \cdot C) \Rightarrow C = I / (f \cdot V_{ond})$$

$$C = 300 \text{ mA} / (60 \text{ Hz} \cdot 2 \text{ V})$$

$$C = 300 \cdot 10^{-3} / (60 \cdot 2) \Rightarrow C = 300 \cdot 10^{-3} / 120$$

$$C = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ F} \Rightarrow C = 2500 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$C = 2500 \mu F$$

$$V_{CC} = V_P - (V_{ond} / 2)$$

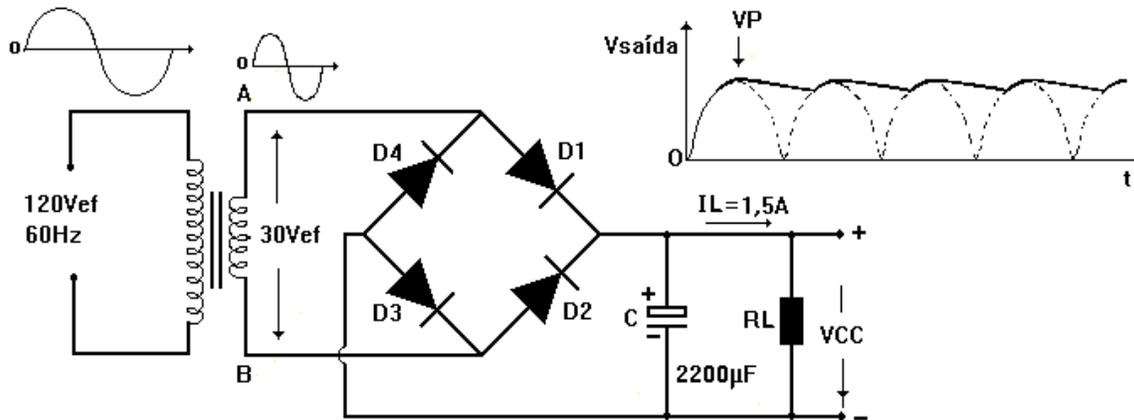
$$V_P = V_{CC} + (V_{ond} / 2) \Rightarrow V_P = 12 \text{ V} + 1 \text{ V} = 13 \text{ V}$$

$$V_{ef} = V_P / 1,41 \Rightarrow V_{ef} = 13 \text{ V} / 1,41$$

$$V_{ef} = 9,2 \text{ V} \text{ então } VAB = 9,2 V_{ef}$$

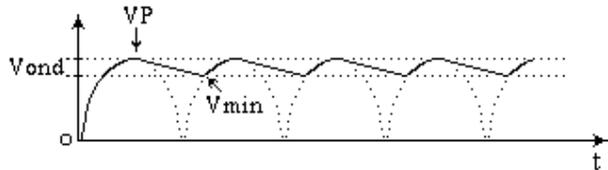
VAB é o valor eficaz ou rms da tensão alternada no secundário do transformador.

Filtro a capacitor para retificador de onda completa



Funcionamento

A filtragem para o retificador de onda completa é mais eficiente do que para o retificador de meia onda. Em onda completa o capacitor será recarregado 120 vezes por segundo. O capacitor descarrega durante um tempo menor e com isto a sua tensão permanece próxima de VP até que seja novamente recarregado. O tempo durante o qual o capacitor descarrega é a metade do período ($t = T / 2$). Quando RL drena alta corrente é necessário um retificador de onda completa.



As equações para onda completa são as mesmas utilizadas para meia onda, no entanto, a frequência de ondulação para onda completa é de 120 Hz.

$$VCC = VP - V_{ond} / 2$$

VCC é o valor médio da tensão contínua na saída.

$$V_p = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$$

VP é o valor de pico da tensão no capacitor (desconsiderou-se a queda de tensão nos diodos).

Vef é o valor eficaz ou rms da tensão alternada na saída do transformador (VAB)

$$V_{ond} = \frac{I}{f \cdot C}$$

$f = 120 \text{ Hz}$ para onda completa

Vond é a tensão de ondulação ou de ripple na saída e quanto menor for Vond mais próxima de uma tensão contínua pura será a tensão de saída.

I é a corrente em RL

f é a frequência de ondulação na saída e é igual a 120 Hz para onda completa.

C é o valor do capacitor em FARADS ($2200 \mu\text{F} = 2200 \cdot 10^{-6} \text{ F}$)

Se Vond tende a zero, a tensão de saída tende ao valor de pico.

Para $V_{ond} = 0\text{V}$ tem-se $VCC = VP$.

Sem RL, a corrente IL será 0A, o capacitor não descarrega e tem-se $V_{ond} = 0\text{V}$.

Exercícios de fixação.

1) Sendo $I_L = 1,5 \text{ A}$, $V_{AB} = 30 \text{ Vef}$, $C = 2200 \mu\text{F}$, determine V_{ond} e V_{CC} .

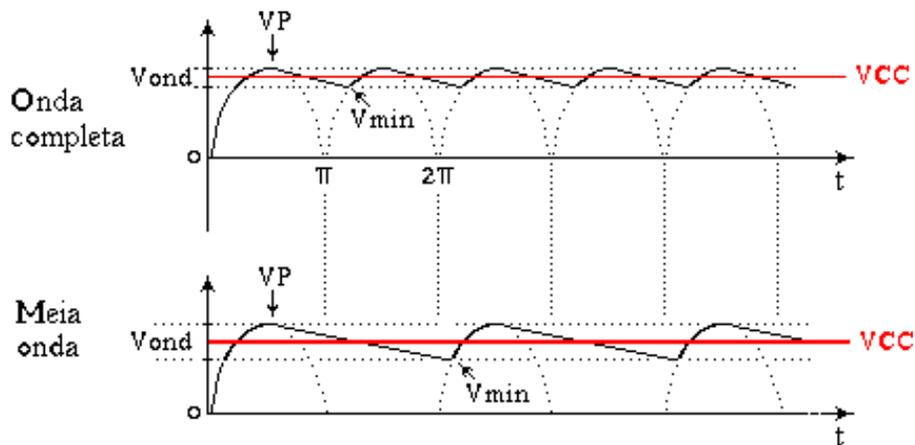
Resp: $V_{ond} = 5,7 \text{ V}$ $V_{CC} = 39,5 \text{ V}$

2) Sendo $I_L = 500 \text{ mA}$, $V_{CC} = 12\text{V}$, $V_{ond} = 2\text{V}$, determine o valor do capacitor e da tensão de saída do transformador

$C = 2083 \mu\text{F}$ (O valor comercializado mais próximo é de $2200\mu\text{F}$)

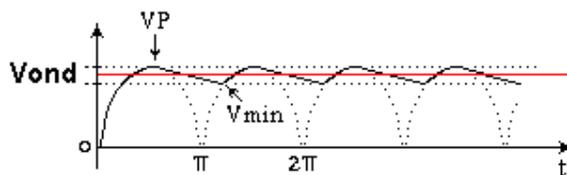
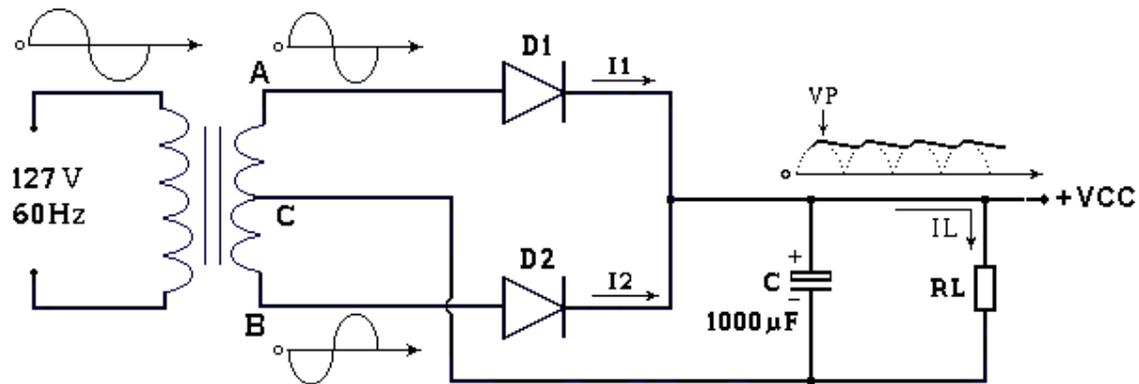
$V_{AB} = 9,2 \text{ Vef}$

Formas de onda para filtragem em meia onda e em onda completa.



Em onda completa a filtragem é mais eficiente do que para meia onda e isto por que, no retificador de onda completa com filtro, a tensão de ondulação é menor. O filtro a capacitor, em onda completa, torna a tensão de saída mais próxima de uma tensão contínua pura.

Filtro a capacitor para retificador de onda completa



$$f = 120\text{Hz}$$

$$V_{CC} = V_p - \frac{V_{ond}}{2}$$

$$V_{ond} = \frac{I_L}{f \cdot C}$$

$$V_p = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$$

$$V_{ef} = \frac{V_{AB}}{2}$$

Exercícios de fixação.

1) Sendo $I_L = 600\text{ mA}$, $C = 1000\ \mu\text{F}$, $V_{AB} = 18\text{ V}_{ef}$, determine:

Resp: $V_{ond} = 5\text{ V}$
 $V_{CC} = 10,2\text{ V}$

2) Sendo $I_L = 300\text{ mA}$, $V_{CC} = 20\text{ V}$, $V_{ond} = 2,5\text{ V}$, determine o valor do capacitor e da tensão de saída do transformador.

Resp: $C = 1000\ \mu\text{F}$
 $V_{AB} = 30\text{ V}_{ef}$

Considerações

Para os circuitos retificadores com filtro a capacitor estudados desconsiderou-se a queda de tensão nos diodos que é de aproximadamente $0,7\text{V}$ para diodos de Silício. No retificador de meia onda e de onda completa convencional, o pico de tensão no capacitor é o pico de tensão de entrada menos $0,7\text{V}$ isto é, $V_p = V_{ef} \cdot \sqrt{2} - 0,7\text{V}$. Consequentemente o valor de V_{CC} será $0,7\text{V}$ abaixo do valor calculado.

No retificador em ponte diminui-se $1,4\text{V}$ visto que dois diodos conduzem ao mesmo tempo

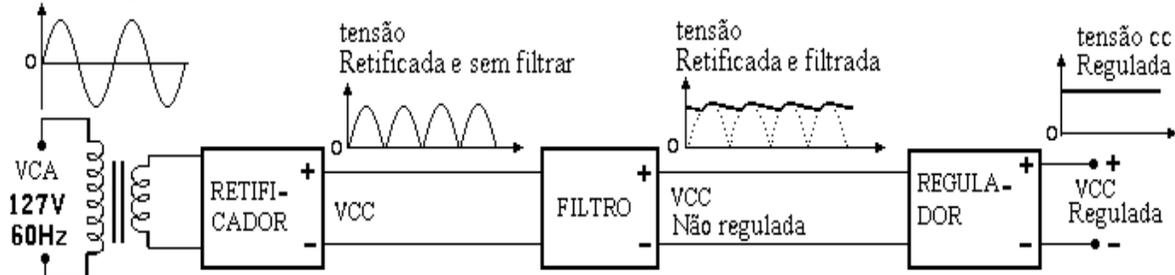
$V_p = V_{ef} \cdot \sqrt{2} - 1,4\text{V}$ sendo V_p a tensão de pico no capacitor de filtro.
 O valor de V_{CC} será $1,4\text{V}$ abaixo do valor calculado.

Regulador de tensão da série 78XX e 79XX

Ivair

Para uma tensão de ondulação muito pequena como o que é exigido pelos circuitos pré-amplificadores de áudio, transmissores de RF, circuitos digitais etc, deve-se utilizar um circuito regulador de tensão na saída do retificador com filtro.

Abaixo, tem-se o diagrama em blocos de uma fonte de alimentação com tensão de saída regulada.

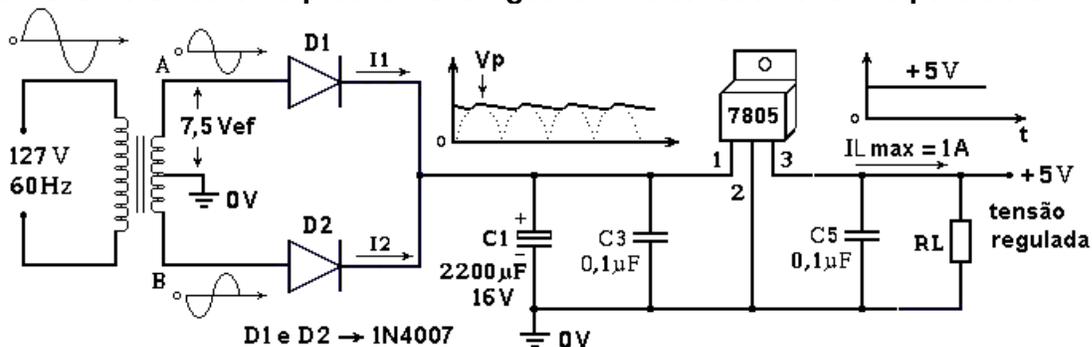


Exemplo de uma fonte regulada com uma tensão de +5V na saída.

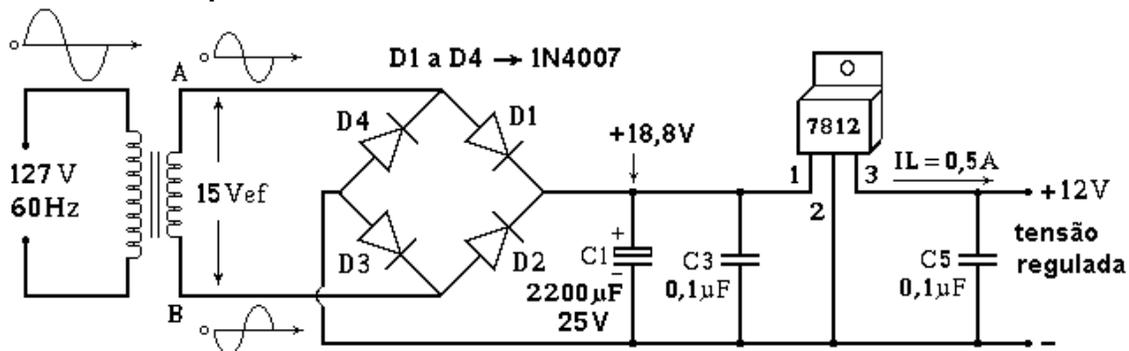
O transformador abaixa a tensão alternada de 127V (rede elétrica) para 7,5V. Os diodos retificam esta tensão alternada de 7,5V.

A saída dos diodos é uma tensão contínua pulsante. O capacitor C de 2200 μ F filtra esta tensão pulsante e a torna mais próxima de uma tensão contínua pura.

O regulador de tensão LM7805 estabiliza a tensão de saída em 5V e com isto a tensão de saída será praticamente igual a uma tensão contínua pura de 5V.



Para uma tensão de +12V na saída, troque o LM7805 pelo LM7812 e utilize o retificador em ponte como mostrado abaixo.



As características dos reguladores de tensão 78XX são:

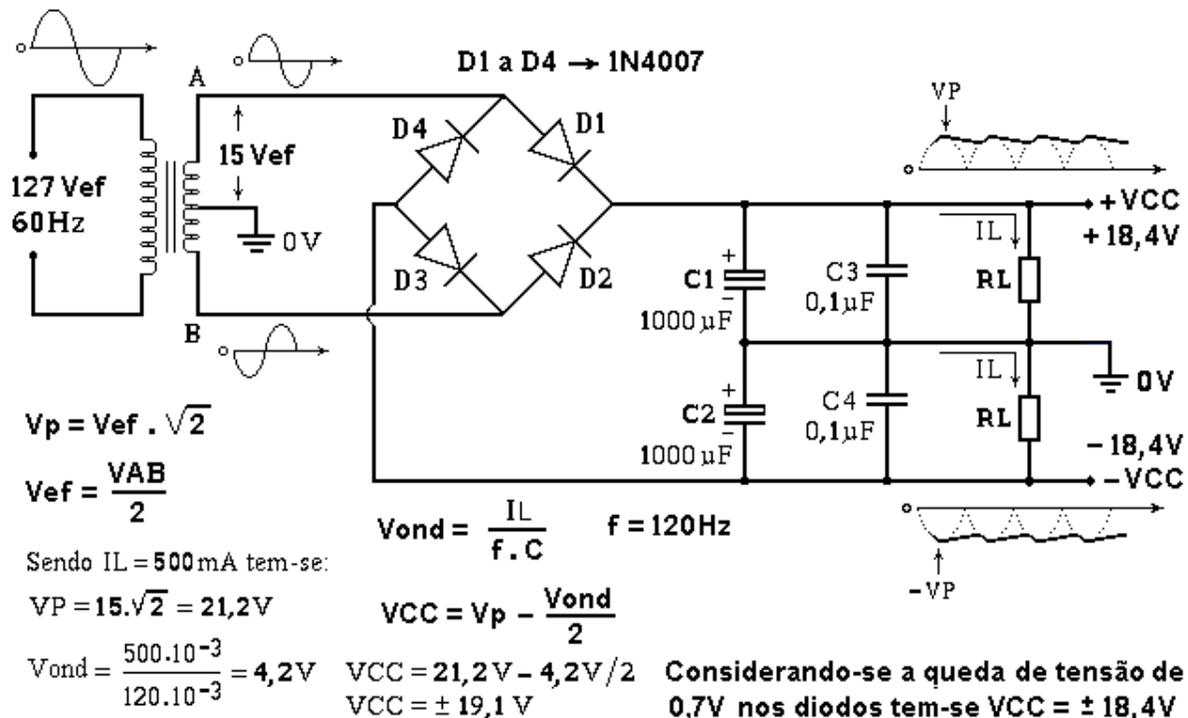
Máxima tensão de entrada = 35 V

Máxima corrente de saída = 1 A

Máxima potência dissipada = 15 W ==> $PD = (V_{ent} - V_{saída}) \cdot IL$

Tensão mínima de entrada é de aproximadamente 3V acima da tensão de saída.

Fonte simétrica com tensão de saída NÃO-REGULADA.



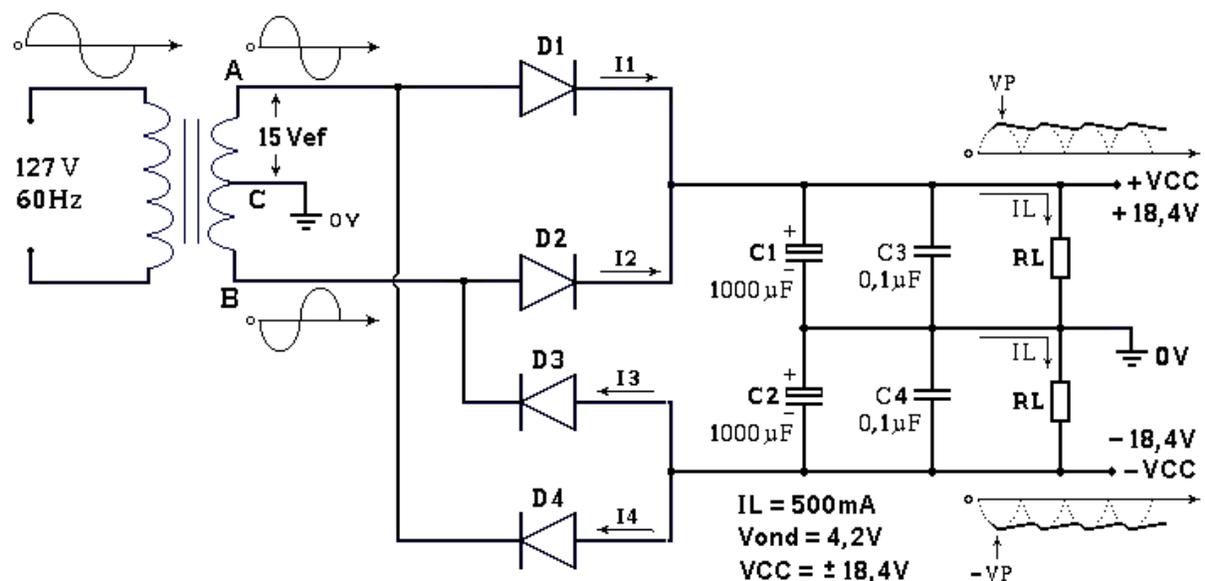
Tem-se dois diodos conduzindo simultaneamente e assim que conduzem carregam C1 e C2 com a tensão de pico $V_p = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$.

Para A positivo em relação a B conduzem D1 e D3.

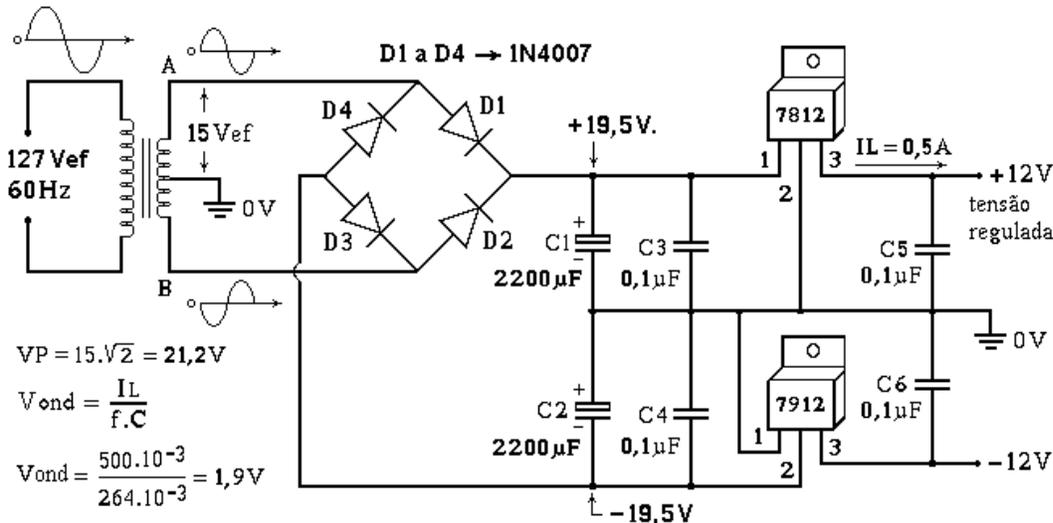
Para A negativo em relação a B conduzem D4 e D2.

C3 e C4 eliminam os ruídos de RF (radiofrequência).

Outra maneira de desenhar o circuito da fonte simétrica acima.



Fonte simétrica com tensão de saída REGULADA.



$$V_P = 15 \cdot \sqrt{2} = 21,2V$$

$$V_{ond} = \frac{I_L}{f \cdot C}$$

$$V_{ond} = \frac{500 \cdot 10^{-3}}{264 \cdot 10^{-3}} = 1,9V$$

$$V_{CC} = 21,2V - 1,9V/2$$

$$V_{CC} = \pm 20,2V$$

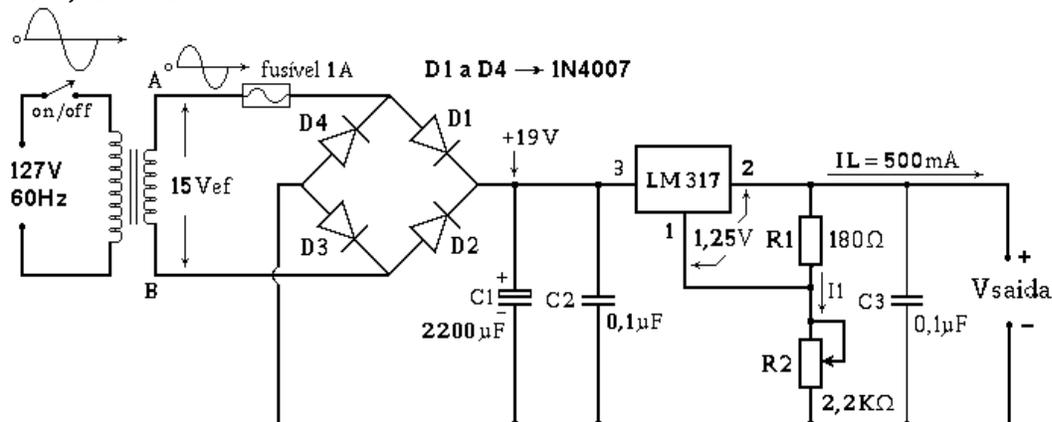
Considerando-se a queda de tensão de 0,7V nos diodos tem-se $V_{CC} = \pm 19,5V$.

A tensão regulada é de $\pm 12V$. Para uma tensão de $\pm 15V$ utilize os reguladores 7815 e 7915.

Nos reguladores 78XX, o pino 1 é a entrada e o pino 2 é o comum (ligado ao terra).
Nos reguladores 79XX, o pino 2 é a entrada e o pino 1 é o comum (ligado ao terra).
O pino 3 é a saída tanto para o 78XX quanto para o 79XX.

Fonte regulada e ajustável de 1,25V a 16,5V com o LM317

O circuito integrado regulador de tensão LM317 permite ajustar a tensão de saída de 1,25V a 37V.



$$V_{saída} = I_L \cdot R_1 + I_L \cdot R_2 \quad I_L = 1,25V/R_1$$

$$V_{saída} = \frac{1,25V}{R_1} \cdot R_1 + \frac{1,25V}{R_1} \cdot R_2 = 1,25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$V_{saída} = 1,25 \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)$$

$$V_{saída} = 1,25V \text{ a } 16,5V$$



1 → Ajuste da tensão de saída

2 → Saída de tensão regulada

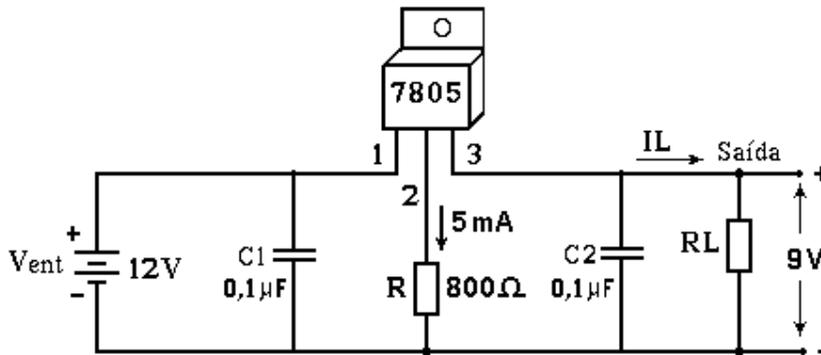
3 → Entrada de tensão → $3V \leq (V_{ent} - V_{saída}) \leq 40V$

Tensão diferencial entrada-saída máxima = 40V

Potência máxima dissipada = 15W → $PD = (V_{ent} - V_{saída}) \cdot I_L$

Corrente máxima de saída = 1,5A

Fonte regulada com uma tensão de +9V na saída, utilizando o LM7805.



Ligando-se um resistor R em série com o pino 2 do regulador 7805 obtém-se uma tensão regulada maior do que 5V.

A corrente no pino 2 é constante e igual a 5 mA (de 4mA a 6mA).

$$V_{saída} = 5V + V_R$$

$$V_{saída} = 5V + 800\Omega \cdot 5mA$$

$$V_{saída} = 5V + 4V = 9V.$$

Para se ter $V_{saída} = 7,5V$ o valor de R será:

$$R = (V_{saída} - 5V) / 5mA$$

$$R = (7,5V - 5V) / 5mA$$

$$R = 2,5V / 5mA$$

$$R = 500\Omega$$

Para ajustar a tensão de saída acima de 5V, utilize um resistor variável para o resistor R.

A tensão mínima de entrada é de aproximadamente 3V acima da tensão de saída.

$$V_{ent} (\min) = V_{saída} + 3V$$