



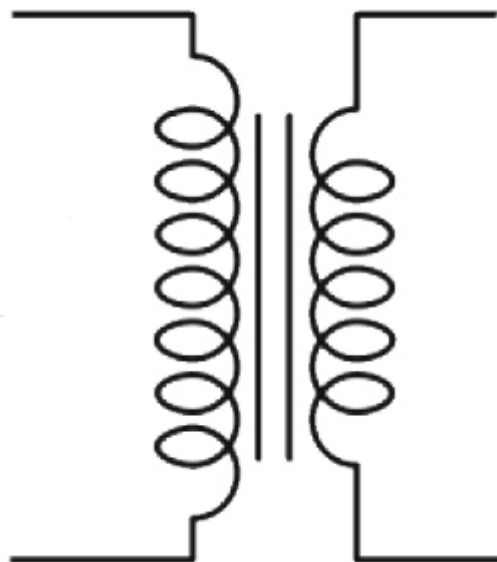
Trabalho eletrônica

Componentes da fonte

O objetivo da nossa fonte de tensão regulável é utilizar a tensão de 127v, com corrente alternada de uma tomada, e a transformarmos em uma tensão regulável com valores que vão de 3 a 12 volts com corrente contínua.

Transformador

Os transformadores são dispositivos que transportam energia elétrica de um circuito para outro.



Símbolo de um transformador

Como pode ser visto na figura, o transformador tem dois conjuntos de espiras: o enrolamento primário, ligado ao circuito que vai transmitir a energia, com N_1

espiras e o enrolamento secundário, ligado ao circuito que vai receber a energia elétrica, o qual conta com N_2 espiras..

Ele funciona baseado nos princípios do eletromagnetismo: Pela lei de Indução de Faraday, a tensão do primeiro circuito induz tensão no segundo circuito. Não existe conexão elétrica entre os dois circuitos. Podemos controlar a tensão do segundo circuito controlando o número de espiras da cada lado do transformador conforme as equações abaixo:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad (1.1)$$

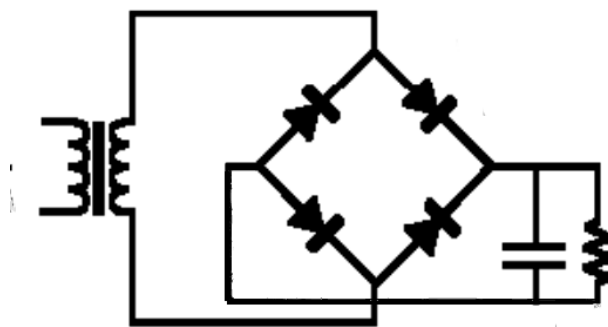
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad (1.2)$$



Observe que o transformador apenas reduz o valor da tensão. Ou seja, a corrente continua sendo alternada.

Retificador de onda completa

O circuito retificador de onda completa vai lidar com a corrente alternada utilizando uma ponte de diodos. Os diodos são dispositivos que permitem a passagem de corrente em apenas um sentido.



Com esta disposição de diodos, o circuito consegue lidar tanto com parte positiva, quanto com a negativa, conseguindo passar corrente para o circuito sem se importar com a fase da corrente alternada.

A tensão que é aplicada aos terminais da carga deve ser diminuída de duas vezes V_D , pois sempre terá 2 diodos entre a carga e a fonte.

$$V_R(t) = |(V_P - 2V_D)\text{Sen}(\omega t)|$$

A expressão encontra - se em módulo, pois o retificador de onda completa sempre mantém o mesmo sentido da corrente, ou seja a tensão é sempre positiva.



No circuito de retificador de onda completa:

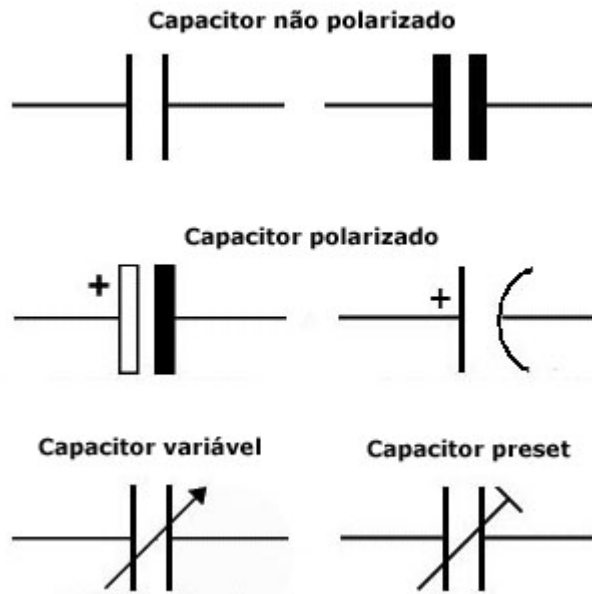
- O sentido da corrente na carga é o mesmo nas duas fases do ciclo.
- Não há períodos de interrupção da tensão, exceto quando a onda passa pelo zero.

A tensão observada na carga de um retificador de onda completa tem as seguintes características:

- A frequência é o dobro da frequência da tensão fornecida pela fonte.
- O período equivale à metade do período da tensão fornecida pela fonte.
- A tensão de pico vale $V_p - 2V_D$, onde V_P é a tensão de pico da fonte.
- A tensão efetiva vale $V_{ef} = \frac{V_P - 2V_D}{\sqrt{2}}$
- A fase se mantém.

Capacitores

Um capacitor é composto por duas placas condutoras separadas por um material isolante. Ele consegue armazenar energia na forma de campo elétrico.



Simobologia dos capacitores



Quando uma tensão é aplicada sobre o capacitor, ela não consegue atravessá-lo, por conta do material isolante. Isso cria um campo elétrico no capacitor induzindo carga negativa na outra placa do capacitor. Quando a corrente cessar, a carga permanecerá armazenada entre as placas, até que uma tensão no sentido contrário seja imposta.

→ Ao ficar completamente carregado, o capacitor se comporta como uma resistência de valor muito alto. Isso ocorre por conta de que a corrente em um capacitor depende do tempo de carga:

$$I_C = \frac{dQ}{dt} = C \frac{dV_C}{dt}$$

Carga de um capacitor

A tensão em um capacitor é dependente do tempo seguindo uma exponencial.

»

Descarga de um capacitor

$$V_C = V_R$$

$$V_C = V_R = RC \frac{dV_C}{dt}$$

$$V_C = V_R = V_0 e^{\frac{-t}{RC}}$$

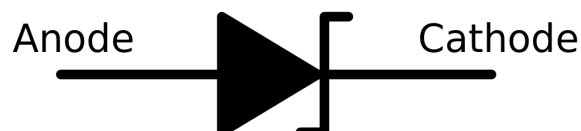
$$I = \frac{V_0}{R} e^{\frac{-t}{RC}}$$

Capacidade de um capacitor para um ripple de 10%

$$C = \frac{5I_o}{V_s f}$$

Onde I_o é a corrente de saída em ampéres, V_s é o valor da tensão de entrada em Volts, f é a frequência da corrente alternada em Hertz, e C é a capacidade do capacitor em Farads.

Diodos de Zener



É um tipo especial de diodo, pois permite a passagem de corrente no sentido de polarização inversa. Entretanto, a corrente no sentido inverso sempre mantém a tensão em um valor fixo, denominado **tensão de Zener** (V_Z). A tensão de Zener é característica do diodo.

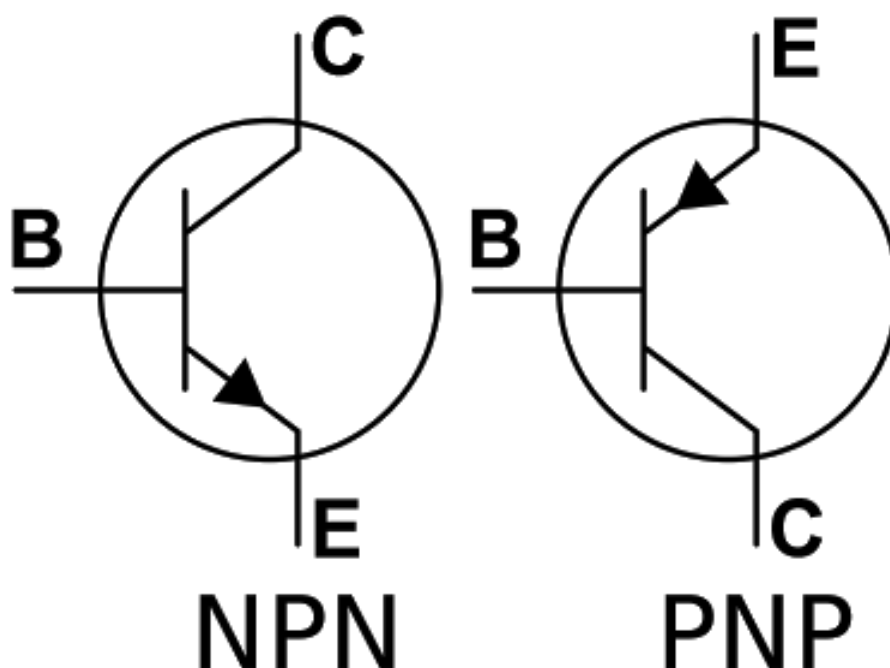
Potenciômetro

Trata - se de um resistor com resistência variável. Este será utilizado na regulação da fonte, para que possamos controlar a voltagem fornecida pela mesma.

Transistores de junção

Os transistores de junção são criados de maneira semelhante ao diodo, a partir de cristais de silício. Desse modo, assim como os diodos, o transistor também é composto por regiões N, caracterizada pela presença de elétrons, e regiões P, caracterizada pela presença de lacunas(falta de elétrons). Entretanto, enquanto que os diodos são compostos por duas regiões: uma N e uma P, os transistores são compostos por 3 regiões criando, dessa forma, duas possibilidades de transistores: NPN e PNP.

Um transistor tem 3 terminais, denominados base, coletor e emissor, os quais estão conectados a cada uma das regiões N ou P.



Simbologia transistores NPN e PNP

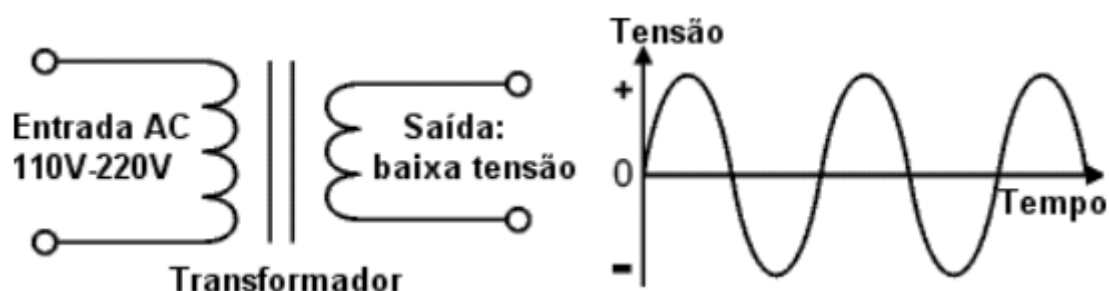
Projeto da fonte

Conhecendo um pouco melhor sobre o funcionamento dos componentes de uma fonte de tensão regulada, somos capazes de criar nosso projeto de fonte

que conta com algumas etapas: Transformador, retificação, filtragem e regulação.

Transformador

Essa etapa é a responsável por diminuir a tensão inicial de 127 volts, que vem da tomada, para uma tensão mais próxima da desejada utilizando um transformador. Lembrando que o transformador apenas irá reduzir a tensão inicial, ou seja, a tensão continuará sendo alternada.

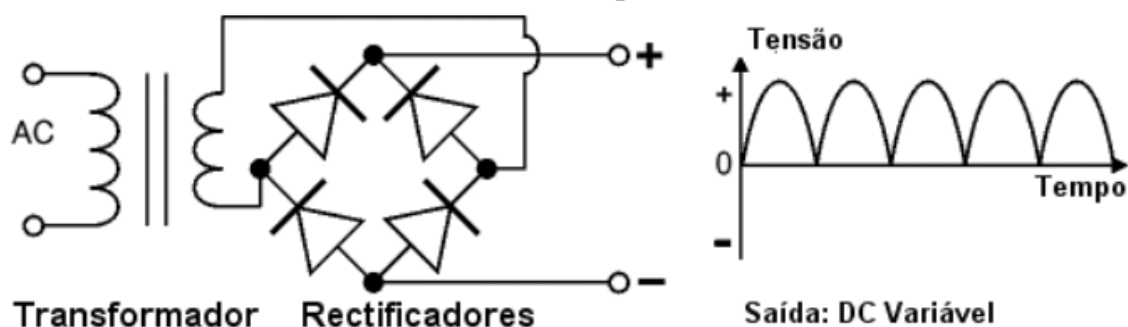


Fonte: <https://www.electronica-pt.com/fontes-alimentacao/teoria-fontes-alimentacao>

Retificação

Na retificação, iremos utilizar uma ponte de diodos para lidar com a mudança de fase da corrente alternada. Desse modo, teremos um fluxo de corrente em apenas um sentido. Entretanto, nossa tensão ainda será variável, oscilando entre uma tensão máxima de pico e uma tensão equivalente a 0.

Transformador + Retificação



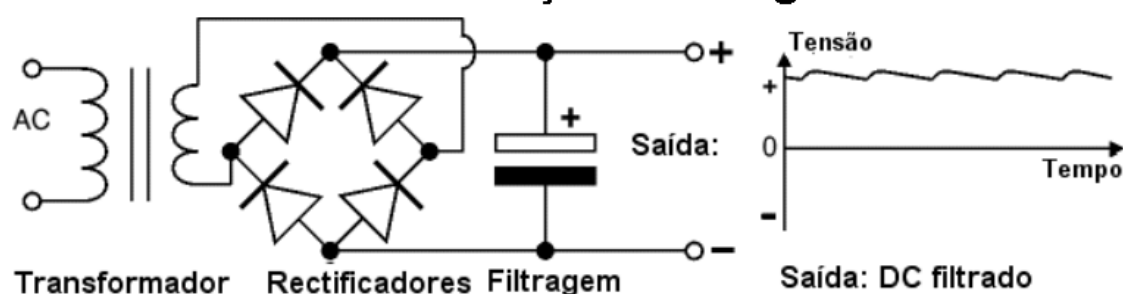
Fonte: <https://www.electronica-pt.com/fontes-alimentacao/teoria-fontes-alimentacao>

Filtragem

Agora vamos lidar com a variação da tensão. Vamos utilizar um capacitor, o qual irá carregar com a tensão variável recebida após a retificação e vai

descarregar uma tensão o mais próximo de contínua quanto possível. Porém, como a tensão do capacitor cai um pouco nas descargas, não é possível obter uma tensão ou corrente completamente contínua. Observa-se uma pequena variação chamada de Ripple.

Transformador + Retificação + Filtragem

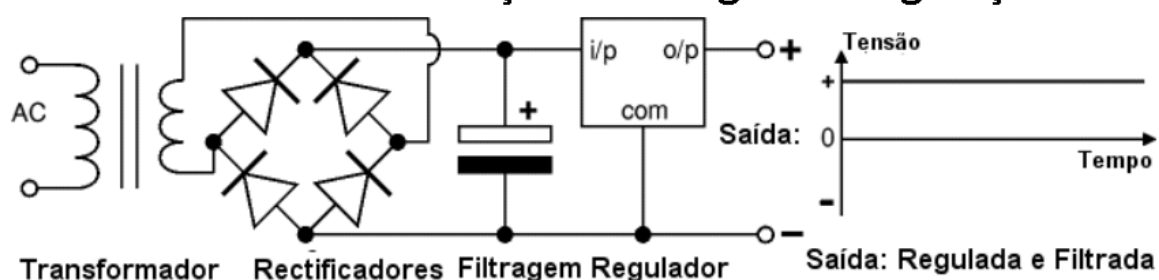


Fonte: <https://www.electronica-pt.com/fontes-alimentacao/teoria-fontes-alimentacao>

Regulação

Aqui vamos tentar reduzir a tensão de Ripple o máximo possível e criar uma possibilidade de regulação de tensão. Para tanto, temos que utilizar um circuito regulador de tensão, criado com um diodo de Zener, um transistor NPN, 3 resistores e 1 potenciômetro. Com isso, seremos capazes de regular e alternar nossa fonte entre os valores de 3 a 12 volts.

Transformador + Retificação + Filtragem + Regulação



Fonte: <https://www.electronica-pt.com/fontes-alimentacao/teoria-fontes-alimentacao>

Cálculos realizados no projeto

Transformador

Precisamos saber a razão entre as voltagens. Escolhemos uma voltagem próxima de 17,5 V para ser obtida pelo transformador. Dessa forma, temos:

$$\frac{17,5}{127} \approx 0,138$$

Resolvemos, portanto, aproximar a razão do transformador para 0,14. Com isso, nosso circuito do falstad alega uma tensão de pico de 17,359 V.

Ponte de diodos

A ponte retificadora de onda completa conta com dois diodos funcionando no circuito a todo momento. Dessa forma, temos que descontar 0,65 V para cada diodo utilizado no circuito. Como temos 2 diodos no circuito, temos que descontar 1,3 Volts da tensão obtida pelo transformador:

»

Nosso circuito no falstad registrou uma tensão de pico de 16,617 Volts na saída da ponte retificadora.

Capacitor

Para o capacitor, iremos calcular sua capacitância buscando um ripple de 10% ou menos. Iremos utilizar a fórmula já apresentada para obtermos o cálculo da capacitância para um ripple de 10%.

Vamos utilizar como V_s a tensão de pico obtida pelo circuito do falstad : 16,6 V.

Para I_o vamos utilizar 110 miliampéres. Pois queremos que nossa fonte entregue 100 miliampéres para o dispositivo.

$$C = \frac{5 * 110 * 10^{-3}}{16,6 * 60} = 552 \mu F$$

Sabemos portanto que precisamos de pelo menos $552 \mu F$ para atendermos os requisitos do nosso projeto. Com o intuito de buscar um ripple menor e atender valores comerciais, decidimos utilizar um capacitor de $700 \mu F$.

Portanto:

$$C = 700 \mu F$$

Na saída do capacitor, nosso circuito no falstad apresenta um corrente muito próxima a 110 miliampéres.

Diodo de zener

Nosso diodo de zener terá uma tensão de zener de 13 volts, valor bem próximo do valor máximo fornecido pela fonte.

Resistores e potenciômetro

Para ajustar a regulação da tensão fornecida pela fonte iremos utilizar um potenciômetro de 5k ohms, um resistor de 400 ohms e um resistor de 2k ohms.