

# FONTE DE ALIMENTAÇÃO SIMÉTRICA SEM TRANSFORMADOR

Ailton Reis Cassiano<sup>1</sup>

Waldir Andrade Trevizano<sup>2</sup>

Fagoc de  
Graduação  
e Pós-Graduação

Caderno  
Científico

ISSN: Consultar em  
revista.fagoc.br

## RESUMO

O presente artigo aborda o projeto de uma fonte de alimentação elétrica simétrica, que fornece tensões de +12 V e -12 V e corrente em torno de 2 mA em sua saída, em que o transformador de redução da tensão é substituído por uma reatância capacitiva, fazendo com que ela gere um mínimo de campo eletromagnético, bem como seu peso e tamanho possam ser reduzidos de forma significativa. Trata-se de um subprojeto do projeto de medição elétrica utilizando placa de captura, pois havia a necessidade de se obter uma fonte de alimentação sem emissão eletromagnética, que possui níveis elevados quando se utiliza um transformador comum em sua construção. O seu princípio construtivo é baseado na propriedade da reatância capacitiva, que surge quando um capacitor se encontra em um circuito de corrente alternada, permitindo uma queda de tensão sem absorção de corrente. Cabe mencionar que, embora tal tipo de fonte não seja algo inédito, o objetivo deste estudo foi mostrar os passos de sua construção.

**Palavras-chave:** Eletricidade. Fonte de alimentação. Transformador. Circuito. Reatância.

## INTRODUÇÃO

No modelo energético centralizado adotado por nossa civilização, uma central energética,

normalmente situada a quilômetros dos pontos de consumo de energia (residências e estabelecimentos comerciais), produz a energia elétrica necessária. Essa energia é transportada até os consumidores através de fios e cabos. Como a potência elétrica a ser transmitida deve ser o somatório das potências consumidas por todos os usuários, e seguindo o que rege a lei da conservação de energia, essa potência a ser transmitida deve ser alta.

Conforme Silva (2014), a lei de Ohm, básica da eletricidade, diz que uma potência elétrica  $P$  em um circuito submetido a uma tensão  $V$ , em que circula uma corrente  $I$ , pode ser obtida pelo cálculo:

$$P = V * I$$

Entretanto, ainda conforme o autor citado, quando uma corrente circula por um condutor que possui uma determinada resistência elétrica que é tão maior quanto maior for seu comprimento, irá ocorrer o chamado efeito Joule, que faz com que uma parte dessa corrente se dissipe em forma de calor. Tal efeito é responsável pelo aquecimento da água nos chuveiros elétricos, assim como pelos incêndios causados em situações de curto-circuito.

Como exemplo, suponha-se uma localidade com 10000 residências. Considerando-se um consumo médio de 800 W. de potência por residência, a potência total necessária seria, então, 8000000 W. Considerando-se a tensão de alimentação padrão de 127 V, a corrente necessária total será de

$$8000000 / 127 \approx 63000 \text{ amperes.}$$

Tal corrente irá gerar uma quantidade de calor tal que será capaz de derreter cabos elétricos comuns, inviabilizando a transmissão de energia.

1 Graduando em Ciências da Computação na Faculdade Governador Ozanam Coelho (Fagoc).

2 Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Graduado em Engenharia Elétrica - opção Eletrônica pelo Instituto Nacional de Telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí (1979). Atualmente é professor na Fagoc.

Entra em cena o transformador, dispositivo formado basicamente por um par de bobinas enroladas em um núcleo de material ferromagnético, porém eletricamente isoladas entre si, e que utiliza o princípio da indução magnética: a variação de um campo magnético perto de uma bobina gera uma corrente elétrica nessa bobina, e a variação de uma corrente elétrica em uma bobina gera um campo magnético variável (FLARYS, 2013). Dessa forma, se uma das bobinas (denominada de primário) for alimentada por uma corrente elétrica variável, essa corrente irá gerar um campo magnético capaz de gerar, na outra bobina (secundário), uma corrente elétrica. A potência elétrica da entrada (salvo uma pequena perda que pode ser considerada desprezível) será praticamente a mesma da saída. Se as bobinas tiverem exatamente o mesmo número de espiras, de forma que a razão entre elas seja 1/1, então a tensão no primário e no secundário serão iguais. Porém, se tal razão for diferente, então a tensão nas bobinas será diretamente proporcional à razão entre o número das espiras do primário e do secundário. Como a potência não pode ser modificada, a bobina que tiver tensão maior terá corrente menor, e vice-versa.

Dessa forma, para a transmissão da energia da central produtora até os consumidores finais, essa energia deve ser alternada, variando de zero até um máximo positivo, depois retornando a zero e até um mínimo negativo; são usados transformadores para elevar a tensão a ser transmitida para milhares de volts, diminuindo a corrente total e permitindo sua distribuição por grandes distâncias, sendo essa tensão abaixada novamente por transformadores para chegar ao destino final, com seu valor nominal de 127 V, alternados.

### **A alimentação elétrica de dispositivos eletrônicos**

Conforme Vasconcelos (2002), os dispositivos eletrônicos, tais como televisores, computadores, equipamentos de som, instrumentos de medição eletrônicos, necessitam, para seu funcionamento, de corrente e tensão elétricas contínuas, ou seja, um determinado ponto do circuito deve estar sempre positivo, e outro ponto deve estar sempre negativo. Além disso, os

níveis de tensão são baixos, da ordem de 30 V ou menos.

Ocorre que a rede elétrica domiciliar provê uma tensão alternada da ordem de 127 V, o que significa que, além de a tensão estar acima do necessário para se ligarem os dispositivos, um dos fios estará ora positivo ora negativo, inviabilizando, portanto, a ligação direta dos circuitos eletrônicos na rede elétrica domiciliar.

Para tanto, são utilizadas fontes de alimentação – circuitos que, em sua forma clássica, abaixam a tensão alternada para um valor razoável por meio de um transformador. Essa tensão é depois transformada em contínua, por meio de dispositivos retificadores de tensão, de forma a se ter em sua saída uma tensão contínua e de nível adequado ao dispositivo a que se destina.

### **O problema do transformador**

O transformador usado nas fontes de alimentação tradicionais apresenta dois inconvenientes: o campo eletromagnético que gera ao seu redor, que, dependendo do circuito a alimentar, pode causar interferências, e por suas próprias características construtivas, seu peso e volume.

Segundo Vasconcelos (2002), uma forma de atenuar esses inconvenientes é a utilizada em fontes de computadores: por meio de circuitos de chaveamento, aumenta-se a frequência da alimentação elétrica, que passa de 60 Hz (frequência da tensão alternada domiciliar) para 1000 Hz. Esse aumento na frequência aumenta a eficiência do transformador, permitindo que se possa construir um transformador menor e, portanto, mais leve. Mas o problema do campo eletromagnético continua.

### **Eliminando o transformador da fonte**

Braga (2010) relata que, se o circuito a ser energizado tiver pequeno consumo de potência, é possível construir uma fonte que entregue a tensão e corrente contínuas necessárias, sem o uso de um transformador para redução de tensão.

Segundo Silva (2014), se uma tensão é atribuída a vários dispositivos conectados em série, uma parte dessa tensão irá ficar em cada

componente. Por exemplo: dois resistores A e B ligados em série ligados a um determinado valor de tensão, se A e B forem iguais haverá exatamente a metade da tensão em A e metade em B. Como a corrente que irá circular é a mesma nos dois componentes, e considerando que o valor da tensão é dado pela equação  $V = R \cdot I$ , então o resistor com maior valor terá sobre si uma maior tensão. Entretanto, o resistor consome e limita a corrente de entrada, não podendo ser utilizado como redutor de tensão no projeto de fontes de alimentação.

Para isso, usa-se a propriedade da reatância capacitiva, que ocorre quando um capacitor é submetido a uma corrente alternada. Seguindo o mesmo princípio citado anteriormente, uma parte da tensão da rede elétrica irá ficar sobre o capacitor, e uma outra parte irá para o circuito. Dimensionando-se adequadamente o capacitor, faz-se com que a maior parte da tensão permaneça sobre ele, garantindo a tensão de pequeno valor para a carga. Como a reatância não consome corrente, seu valor não interferirá na corrente fornecida pela fonte.

### Cálculo do capacitor

Sendo 127 V a tensão da rede, e desejando-se tensão de saída de 12 V, a tensão sobre o capacitor deverá ser de

$$127 - 12 = 115 \text{ V}$$

A reatância Z é calculada pela razão entre a tensão V e a corrente I ( $Z = V/I$ ). Com os valores de corrente e tensão, obtém-se

$$Z = 115 / 0,002 = 57500 \text{ ohms}$$

O valor do capacitor pode ser obtido a partir do valor da reatância Z e da frequência f (que é de 60 Hertz para a rede elétrica domiciliar), e pode ser calculado pela fórmula

$$C = 1 / 2\pi f Z.$$

Assim, tem-se que

$$C = 1 / 6,283 \cdot 60 \cdot 57500 = 46,1 \text{ nF}$$

Como não é possível obter tal valor, será usado o valor mais próximo disponível, que é 47 nanofarads. O capacitor deverá ser capaz de suportar tensão maior do que a esperada, para evitar sua danificação. Sendo assim, um capacitor de 47 nF x 250 V foi o definido para o circuito.

### Os demais componentes de uma fonte de alimentação

Apesar de ter seu valor reduzido, a tensão (e a corrente elétrica adjunta) ainda é alternada. Para isso, utilizam-se dispositivos para sua retificação – nesse caso, diodos semicondutores, que possuem a propriedade de só conduzirem quando a corrente circula num sentido específico. Dessa forma, após os diodos retificadores, a corrente possui um único sentido.

Entretanto, apesar de ter sentido único, existe uma ondulação nessa tensão. Um capacitor é então conectado para minimizar tal ondulação. Quanto maior o valor do capacitor, melhor será a eliminação de tal ondulação (VASCONCELOS, 2002).

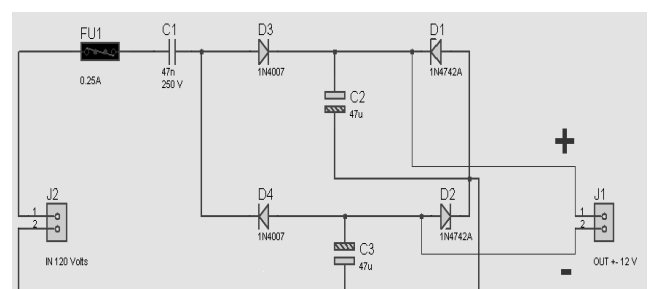
Uma vez retificada e livre de ondulações, poderá haver a necessidade de se estabilizar a tensão de saída. Para tanto, utilizam-se os diodos zener, que têm a característica de manter uma tensão constante em sua saída, mesmo que o valor da corrente consumida varie, ou então um circuito integrado regulador de tensão, que internamente é composto por pontes feitas usando-se diodos zener. No caso, optou-se por usar diodos zener diretamente.

### O circuito da fonte

A fonte projetada, além do capacitor calculado anteriormente, para a queda da tensão, utiliza um fusível de 250 mA para proteção do circuito, diodos retificadores 1N4007, capacitores de 47 microfarads para minimizar a ondulação da tensão, e diodos zener 1N4742A para estabilizar a tensão de saída no valor desejado de 12 V.

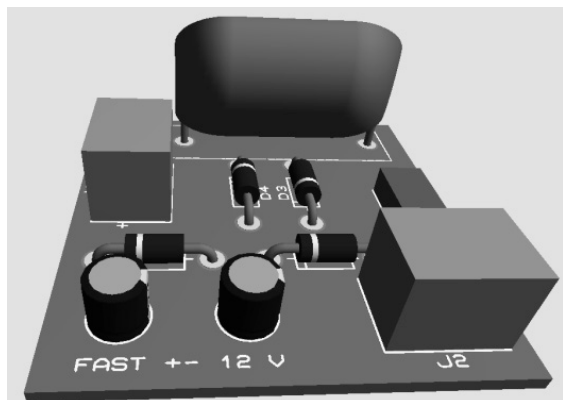
A Figura 1 a seguir mostra o esquema elétrico de tal fonte.

**Figura 1** - Esquema elétrico da fonte simétrica sem transformador

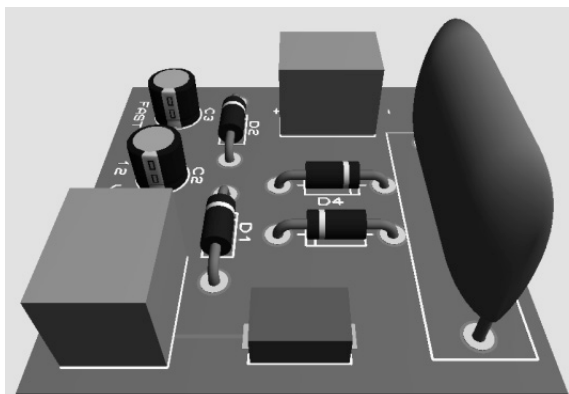


As Figuras 2 e 3 mostram imagens em simulação 3D do circuito proposto, enquanto na Figura 4 tem-se uma visão do circuito impresso para sua montagem, em uma placa de circuito de tamanho aproximado 2cm x 2cm, o que mostra como o tamanho da fonte pode ser reduzido quando se retira o transformador.

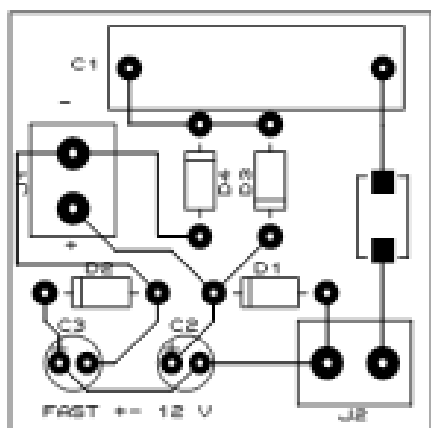
**Figura 2 - Vista em 3D de frente**



**Figura 3 - Vista em 3D à direita**



**Figura 4 - Circuito impresso para montagem**



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se obter uma fonte sem transformador, o ponto chave é se calcular o valor do capacitor a ser usado para a queda de tensão necessária. O restante do circuito segue o padrão tradicional de retificação e regulação da tensão.

Entretanto, como citado em tópicos anteriores, tal tipo de fonte se limita a alimentar aparelhos ou circuitos que tenham pequeno consumo de corrente. Dispositivos com consumo de corrente mais elevados, demandando potência maior, irão requerer um transformador na etapa de redução da tensão de entrada.

Neste artigo foi citada a construção de uma fonte sem transformador balanceada para +12 e -12 V. Outros tipos de fonte também podem ser obtidos, usando os mesmos princípios citados.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, N. C. Fontes sem transformador para PIC. *Saber Eletrônica*, 14 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/841>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. Fonte sem transformador (ART262). Instituto Newton C Braga. 05 Jul. 2010. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/artigos/54-dicas/1795-art262.html>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

FLARYS, F. *Eletrotécnica geral: teoria e exercícios resolvidos*. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2013.

SILVA, C. E.; SANTIAGO, A. J.; MACHADO, A. F.; ASSIS, A. S. *Eletromagnetismo: fundamentos e simulações*. São Paulo: Pearson, 2014.

VASCONCELOS, L. *Hardware total*. São Paulo: Makron, 2002.