

# Laboratório Transformadores

## O Autotransformador

Felipe Bandeira da Silva

Este laboratório tem como objetivo: Estudar a relação de tensão e corrente de um autotransformador. Aprender como se liga um transformador para que trabalhe como autotransformador.

## Lista de Figuras

1	Transformador Abaixador . . . . .	3
2	Transformador Elevador . . . . .	3
3	Variac . . . . .	5
4	Transformador isolado para autotransformador, configuração aditiva . . . . .	5
5	Autotrasnformador configuração aditiva . . . . .	5

# 1 Fundamentação Teórica

Até o momento em todas as experiências feitas no laboratório, foram utilizando o conceito de isolamento entre primário e secundário. Propondo com isso uma isolação elétrica. Agora esse tipo de utilização apresenta um pequeno empecilho, as perdas por efeito Joule, Correntes de Magnetização são intensificadas com o isolamento. Para que se possa aumentar o rendimento de um transformador é utilizado uma configuração tal, que o enrolamento do primário é compartilhado com o secundário. Configuração esta conhecida como, autotransformador, que caracteriza o transformador. O cuidado com essa configuração é a perda da isolação, fato este que deve ser estudado com cuidado e dependerá obviamente da aplicação. Teoricamente um **autotransformador** é definido como um transformador que só tem um enrolamento. Um transformador com múltiplos enrolamento pode ser considerado um autotransformador, se todos os enrolamentos forem compartilhados, ou seja, ligados em série. Em adição ou oposição. Para forma assim um único enrolamento. O esquemático clássico para o autotransformador abaixador é mostrado na Figura 1,

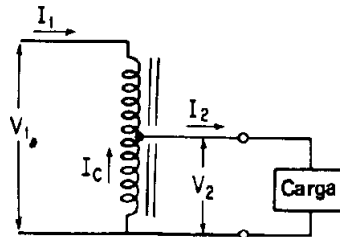
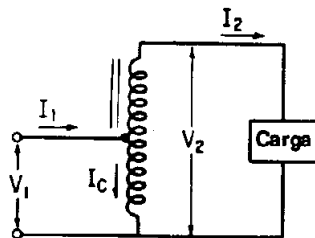


Figura 1: Transformador Abaixador

Para a configuração elevador a única alteração é que o enrolamento com menor volta é usado como primário, como segue na Figura 2,



(b) Elevador.

Figura 2: Transformador Elevador

Um análise no sentido da corrente na configuração da Figura 1, mostra que o sentido da corrente no secundário difere do que poderia ser esperado isso deve ao fato que o autotransformador deve obedecer a seguinte regra:

$$V_1 I_1 = V_2 I_2 \quad (1)$$

Portanto se  $V_2$  é menor que  $V_1$ ,  $I_2$  deve exceder  $I_1$ . Assim para o circuito mostrador na Figura 1 a relação de correntes fica,

$$I_2 = I_1 + I_c \quad (2)$$

A Figura 2, fecha a análise, de que, um autotransformador elevador, não pode ser um divisor de tensão. Novamente, partindo da equação 1, e  $V_2 > V_1$ , então  $I_1 > I_2$ . Assim, para o circuito mostrado na Figura 2,

$$I_1 = I_2 + I_c \quad (3)$$

O autotransformador pode também ser feito variável, entretanto, da mesma maneira que o potenciômetro é um divisor de tensão ajustável. **Autotransformadores variáveis** consistem num simples enrolamento, praticado num núcleo de ferro toroidal, como é mostrado na Figura 3. Esta configuração de construção dada para um autotransformador é caracteriza um autotransformador, conhecido como **variac**, onde uma escova de carvão pressa no eixo rotativo, que faz contato com as espiras expostas do enrolamento do transformador. Apesar da construção mostrada na Figura 3 ser usada como abaixadora, a simples mudança da tensão de entrada ser no secundário, faz o Variac se tornar elevador. Deve-se observar que a corrente instantânea na parte comum do autotransformador  $I_c$  pode circular em qualquer sentido, para cima ou para baixo, dependendo se o transformador for usado como abaixador ou elevador. Assim, a única maneira de determinar-se o sentido da corrente no enrolamento comum é analisando as direções do primário e secundário, onde a diferença de  $I_c$  deve ser suprida.

Qualquer transformador comum, de dois enrolamento isolador, pode ser convertido num autotransformador como mostra a Figura 4.

Para a configuração aditiva o resultado, é exemplificado na Figura 5,

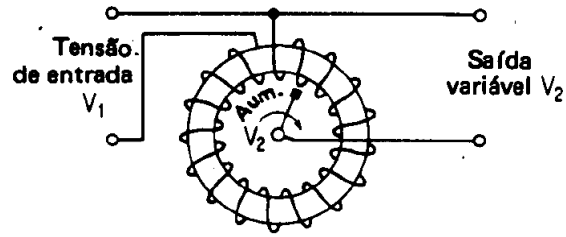


Figura 3: Variac

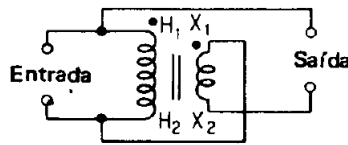


Figura 4: Transformador isolado para autotransformador, configuração aditiva

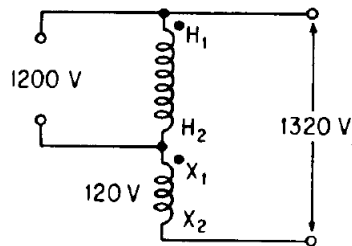


Figura 5: Autotransformador configuração aditiva

Finalizando aqui a introdução teórica para uma configuração bastante utilizada na indústria.

## 2 Experiência, Configuração Abaixador

Para a experiência seguir será utilizado a configuração mostrada na Figura 1. Para tanto, foi monitorado as tensões de entrada e saída respectivamente no primário e secundário do transformador. Foram feitas medições na corrente de primário e secundário. Conectado uma carga puramente resistiva no secundário, com valor de  $120\Omega$ . Após a alimentação do autotransforma com  $120V$ . Os seguintes valores foram anotados,

Medição	Valor	Unidade
$I_1$	0.25	A
$I_2$	0.475	A
$V_2$	58.7	V

A corrente de circulação  $I_c$  é dada por  $I_2 - I_1$  ficando portanto com valor de  $225mA$

A potências calculadas para os circuitos primário( $S_{pri}$ ) e secundário( $S_{sec}$ ) foram,

Potência	Valor	Unidade
$S_{pri}$	30	VA
$S_{sec}$	27.84	VA

O único comentário interessante a ser feito é a desigualdade numérica apresentada no item acima, teoricamente a potência consumida no primário deve ser igual a potência do secundário. A única explicação plausível é que o transformador usado apresenta perdas na transformação, perdas estas já conhecidas, efeito Joule, Resistência dos enrolamentos... Portanto os valores de potência são válidos para a pratica propostas e podem sim serem considerados iguais. Concluindo com isso que o transformador não é ideal. Mas funcional.

### 3 Experiência, Configuração Elevador

A experiência segue o esquemático mostrado na Figura 2, onde a tensão agora do primário não deve exceder  $60V$ , respeitando a tensão nominal dos enrolamentos usados do modulo. Conectado agora uma impedância puramente resistiva com valor de  $600\Omega$ . Foram anotações os seguintes valores,

Medição	Valor	Unidade
$I_1$	0.4	A
$I_2$	0.184	A
$V_2$	117.6	V

A corrente de circulação  $I_c$  é dada por  $I_1 - I_2$  ficando portanto com valor de  $216mA$ .

A potências calculadas para os circuitos primário( $S_{pri}$ ) e secundário( $S_{sec}$ ) foram,

Potência	Valor	Unidade
$S_{pri}$	24	VA
$S_{sec}$	21.64	VA

Novamente se percebe uma diferença numérica para o transformador real, algo válido.

### 3.1 Retirando a corrente de circulação

A mudança proposta é que o terminal 6 do módulo seja desconectado fazendo com isso um puro indutor, com os terminais da cargas curto-circuitados é possível facilmente que a corrente no secundário será a mesma no primário. A corrente anotada para o primário foi  $I_1 = 49mA$ .

## 4 Conclusão

Esta experiência introduz ao estudante de engenharia Elétrica uma configuração útil na regulação de linhas de transmissão, o autotransformador pode ser usado em diversas situação, podemos aproveitar de seu alto rendimento com os devidos cuidados com a falta de isolação, isolação está interessante para sistemas de potência.