



Cálculo de transformador monofásico de baixa frequência e baixa potência

Neste artigo vamos apresentar detalhes da calculadora online para cálculo de transformadores com um primário e um secundário, até 1000W.

A calculadora a seguir parte do dimensionamento do transformador em função dos seguintes dados iniciais, que são inseridos no formulário online:

Parâmetro	Parâmetro	Unidade	Descrição
Frequency	Frequência	Hz	Frequência de operação do transformador. Aceita valores entre 20 Hz e 20000 Hz. Para transformadores de força use 60 Hz.
Input Voltage	Tensão de entrada	V (AC RMS)	Tensão de entrada. Aceita valores entre 1 e 1000. O padrão é 127 V
Output Voltage	Tensão de saída	V (AC RMS)	Tensão de saída. Aceita valores entre 1 e 1000 V.
Output Current	Corrente de saída	A AC RMS	Corrente de saída. Aceita valores entre 0.01 e 100 A
Bmax	Bmax	Tesla (T)	Densidade de fluxo no núcleo. Aceita valores entre 0.5 e 1.5 T. O valor padrão para chapas comuns é de 1.0 T.
Throughput	Rendimento	-	O rendimento define quanto de energia é transferido para o secundário. Aceita valores entre 0.5 e 1.0. Para aplicações normais use 0.9.
Current Density		A/mm ²	Densidade de corrente no fio. Define quantos ampéres passam por cada mm ² de fio. Use valores entre 2 e 6. O padrão é 4.



Como o cálculo é efetuado.

Primeiro passo – escolha do fio:

O primeiro passo é a escolha do fio. Para isso partimos dos valores de corrente do primário e secundário.

$$\text{Seção do fio} = \frac{\text{Corrente}}{\text{Densidade de Corrente}} \quad (\text{mm}^2)$$

Segundo passo - cálculo da janela do enrolamento:

Tomando as medidas da primeira chapa da Tabela 1, é calculada a área da janela de enrolamento. De fato, o cálculo é feito usando a fórmula:

$$\text{Seção da Janela} = E * (B - G) \quad (\text{mm}^2)$$

Terceiro passo – número máximo de espiras que a janela pode conter:

A partir desse dado, é calculado o número máximo de espiras que o circuito primário pode ter. É levado em consideração que no primário e no secundário basicamente irão passar os mesmos valores de potência, então o primário pode, no máximo, ocupar a metade da janela do enrolamento.

$$\text{Área do enrolamento primário} = \frac{\text{Área da Janela}}{2} \quad (\text{mm}^2)$$

Como o enrolamento não é perfeito, isso é, o fio não ocupa todo o espaço da janela, foi utilizado um artifício que é uma constante de dimensionamento. Aqui chamamos de K. Normalmente, K assume valores práticos entre 2 e 6. Admite-se empiricamente um K = 3 para um bom dimensionamento. Apresenta a seguinte relação.

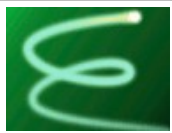
$$K = \frac{\text{Área do enrolamento}}{\text{Seção do fio} * \text{Número de espiras}}$$

Então fica que o número de espiras máximo para o nosso enrolamento é:

$$\text{Número de espiras máximo na janela} = \frac{\text{Área do enrolamento}}{K * \text{Seção do fio}}$$

Quarto passo – número máximo de espiras necessário no núcleo:

Então temos o número máximo de espiras para o nosso enrolamento. Agora só nos resta calcular o número de espiras teórico que temos que ter no nosso transformador, em função da seção do núcleo.



Nota. Nesta calculadora a seção do núcleo é quadrada. Ou seja, de acordo com a figura 1, a seção do núcleo é obtida através da fórmula:

$$\text{Seção do Núcleo} = C^2$$

Simone[1] apresenta a seguinte fórmula para cálculo do número de espiras para um transformador genérico

$$\text{Número de espiras mínimo no núcleo} = \frac{\text{Tensão do enrolamento}}{4.44 * \text{Frequência} * B_{\text{máx}} * \text{Seção do Núcleo}}$$

Repetir interações até que o dimensionamento fique correto

A partir disso é calculado para cada valor de chapa até que

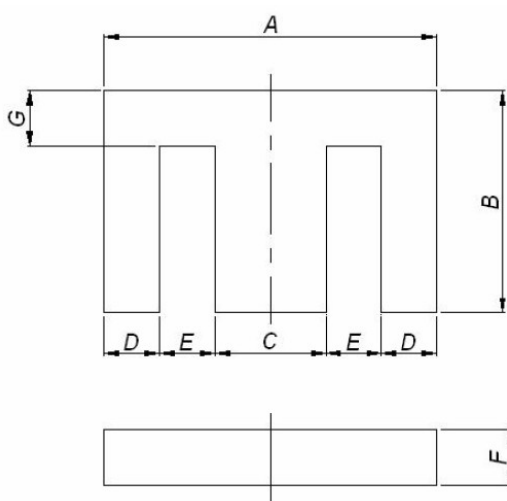
$$\text{Número de espiras mínimo no núcleo} < \text{Número de espiras máximo na janela}$$

Ou seja, o número de espiras que a janela do enrolamento pode comportar é maior que o número de espiras necessário para que o enrolamento apresente um correto dimensionamento. Na prática é a relação que apresenta uma baixa corrente em vazio (ou seja, sem carga), sem grande compromisso de um número elevado de espiras.

Nota final

O cálculo é efetuado dessa maneira devido ao fato de ser feito por computador (ou seja, utilizamos “força bruta”). Se fosse feito manualmente, outros métodos menos trabalhosos sugeridas por Simone[1] ou Martignoni[2] seriam mais apropriados.

Figuras e tabelas



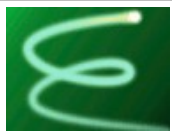


Figura 1 – Desenho genérico de uma chapa

Medidas						
A	B	C	D	E	F	G
14,00	9,25	3,50	1,75	3,50	1,75	1,75
16,00	12,00	4,00	2,00	4,00	2,00	2,00
19,00	12,63	4,75	2,38	4,75	2,38	2,38
24,00	15,50	6,00	3,00	6,00	3,00	3,00
25,40	16,40	6,35	3,18	6,35	3,18	3,18
28,00	21,00	8,00	4,00	6,00	4,00	4,00
34,90	23,80	9,50	4,80	7,90	4,80	4,80
35,00	24,50	9,60	5,00	7,70	5,00	5,00
41,00	27,00	13,00	6,00	8,00	6,00	6,00
47,63	31,75	15,87	7,94	7,94	7,94	7,94
48,00	32,00	16,00	8,00	8,00	8,00	8,00
54,00	36,00	18,00	9,00	9,00	9,00	9,00
57,00	38,00	19,00	9,50	9,50	9,50	9,50
60,00	40,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00
66,00	44,00	22,00	11,00	11,00	11,00	11,00
66,60	44,40	22,20	11,10	11,10	11,10	11,10
67,00	46,00	20,00	10,00	13,50	10,00	10,00
75,00	50,00	25,00	12,50	12,50	12,50	12,50
76,20	50,80	25,40	12,70	12,70	12,70	12,70
84,00	56,00	28,00	14,00	14,00	14,00	14,00
85,80	57,20	28,60	14,30	14,30	14,30	14,30



Medidas						
A	B	C	D	E	F	G
95,23	63,50	31,75	15,87	15,87	15,87	15,87
96,00	64,00	32,00	16,00	16,00	16,00	16,00
105,00	70,00	35,00	17,50	17,50	17,50	17,50
106,00	73,50	29,00	14,50	24,00	17,50	17,50
108,00	72,00	36,00	18,00	18,00	18,00	18,00
114,00	76,00	38,00	19,00	19,00	19,00	19,00
120,00	80,00	40,00	20,00	20,00	20,00	20,00
128,00	86,00	40,00	22,00	40,00	22,00	22,00
133,20	88,80	44,40	22,20	22,20	22,20	22,20
150,00	100,00	50,00	25,00	25,00	25,00	25,00
152,40	101,60	50,80	25,40	25,40	25,40	25,40
180,00	120,00	60,00	30,00	30,00	30,00	30,00
190,50	127,00	63,50	31,75	31,75	31,75	31,75

Tabela 1 – Medidas das chapas

Referências Bibliográficas

[1] *Transformadores / Gilio Aluisio Simone – São Paulo – Ed. Érica – 1998*

[2] *Transformadores / Alfonso Martignoni – 8a. Edição - São Paulo – Ed. Globo - 1991*

Termo de Responsabilidade

A Electron-CAD não assume qualquer responsabilidade pela aplicação dos dados contidos nesse documento, nem por algum infringimento de patente ou qualquer outro direito de terceiras partes do qual possa resultar o seu uso.