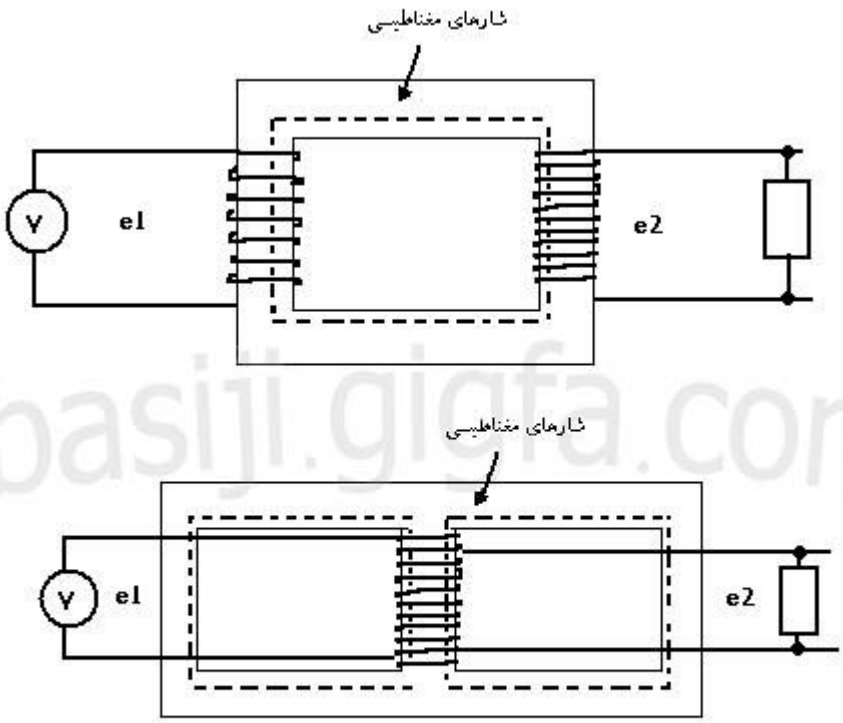
آموزش سیم پیچی ترانسفورماتور همراه با محاسبات وفرمول ها

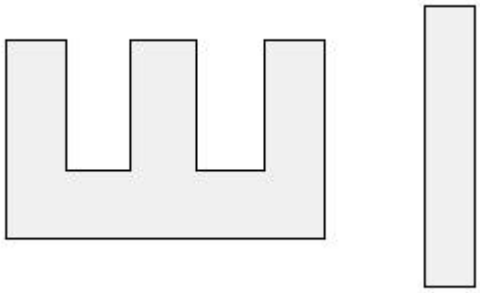
از ترانسفور ماتور ها برای افزایش یا کاهش جریان و ولتاژ و همچنین توان استفاده می کنند.

نمایی از ساختار انواع ترانس های معمولی :



basiji.gigfa.com

معمولاً برای اینکه هسته ها شار بیشتری تولید کنند آنها را به صورت E وI می سازند و برای جلوگیری از تلفات فوکو و هیستر زیس ، E وI هارا به صورت تکه تکه وجدا از هم به کار می برند یعنی از کنار هم گذاشتن چندین E وI ، یک هسته ی بزرگ تشکیل می شود .



برای ساخت یک ترانس مورد نیاز ، ابتدا باید از روابط ریاضی وفرمول ها تعداد سیم پیچ اولیه ، ثانویه و همچنین قطر سیم ،جریان ها و E وI مورد استفاده را بدست آوریم .

این فرمول های به صورت زیر است:

$$P_2 = U_2 \times I_2$$

$$S_{fe} = k \times \sqrt{p_2} = 1.2\sqrt{p_2}\,[cm]$$

$$N_v = \frac{37.5}{S_{fe}}[TPV]$$

$$N_1 = N_v \times U_1$$

$$N_2 = N_v \times U_2$$

$$d_1 = 1.13\sqrt{\frac{I_1}{J}}[mm]$$

$$d_2 = 1.13\sqrt{\frac{I_2}{J}}[mm]$$

$$EI \leq 30\sqrt{S_{fe}}$$

در فرمول های بالا و ژوهمچنین E وI استاندارد را از روی جدول های زیر بدست می آوریم

P2	5	10	25	50	75	100	150	200	300	400	750	1000	1500	2000
	20	17	14	12	10	9	8	7.5	7	6.5	5	4	3	2

در صد افت ولتاژ نسبت به قدرت انتقالی در ترانسفورماتورها

P2	0-50	50-100	100-200	200-500	500-1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000
j	4	3.5	3	2.5	2	1.75	1.5	1

جدول چگالی جریان ترانسفورماتور

E وI های استاندارد :

30 , 38.4 , 42 , 48 , 54 , 60 , 66 , 75 , 78 , 96 , 105 , 108 , 120 , 150

مثال 1 : یک ترانسفور ماتوری با ولتاژ اولیه ی 220 ولت وولتاژ ثانویه ی 12 ولت و جریان ثانویه ی 2 آمپر مورد نیاز است تعداد دور سیم پیچ اولیه و ثانویه و قطر سیم پیچ اولیه وثانویه و را محاسبه کنید .

$$P_2 = U_2 \times I_2 \text{..... .... } \rightarrow p_2 = 12 \times 2 = 24V.A$$

$$S_{fe} = k \times \sqrt{p_2} = 1.2\sqrt{p_2}\,[cm] \rightarrow S_{fe} = 1.2 \times \sqrt{24} = 5.78$$

$$N_v = \frac{37.5}{S_{fe}}[TPV] \text{..... .....} \rightarrow \frac{37.5}{S_{fe}} = 6.37TPV$$

$$N_1 = N_v \times U_1 \times \left(1 - \frac{\%\Delta U}{2}\right) \text{....} \rightarrow N_1 = 6.37 \times 220 \times \left(1 - \frac{\%15}{2}\right) = 1296T$$

$$N_2 = N_v \times U_2 \times \left(1 + \frac{\%\Delta U}{2}\right) \rightarrow N_2 = 6.37 \times 12 \times \left(1 + \frac{\%\Delta U}{2}\right) = 82T$$

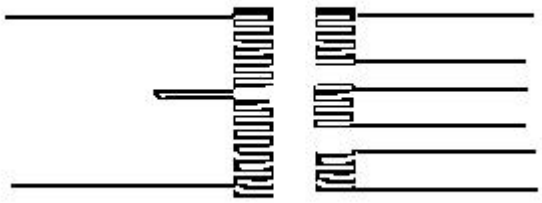
$$P_1 = \frac{P_2}{\%\mu} = \frac{24}{\%90} = 26.6, I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{26.6}{220} = 0.12A$$

$$d_1 = 1.13\sqrt{\frac{I_1}{J}}[mm] \text{..... ...} \rightarrow d_1 = 1.13\sqrt{\frac{0.12}{4}} \approx 0.20mm$$

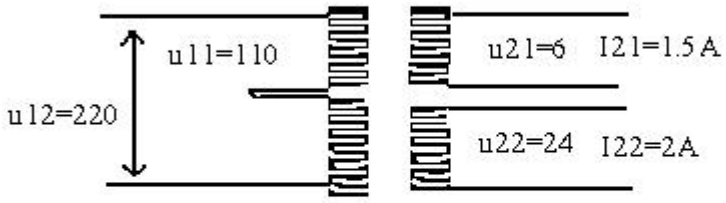
$$d_2 = 1.13\sqrt{\frac{I_2}{J}}[mm] \text{..... ..} \rightarrow d_2 = 1.13\sqrt{\frac{2}{4}} \approx 0.80mm$$

$$EI \leq 30\sqrt{S_{fe}} \leq \sqrt{5.87} \leq 72 \Rightarrow 66$$

نوع دیگری از ترانسفورماتور های معمولی ، مانند شکل زیر به صورت چند ورودی وچند خروجی هستند



مثال 2 : از روی داده های شکل زیر ،, d12 , d11 , N22 , N21 , N12 , N11 EI , d22 , d21 را بدست آورید :



حل:

$$P_{21} = u_{21} \times I_{21} = 9[V.A]$$
$$P_{22} = u_{22} \times I_{22} = 48[V.A]$$
$$P_2 = P_{21} \times P_{22} = 57[V.A]$$
$$S_{fe} = 1.2 \times \sqrt{57} = 9.04[CM^2]$$
$$N_V = \frac{37.5}{9.04} = 4.14$$
$$N_{21} = N_V \times U_{21}\left(1 + \frac{\%\Delta U}{2}\right) = 27T$$
$$N_{22} = 4.14 \times 24 \times \left(1 + \frac{\%12.2}{2}\right) = 105.5T$$
$$N_{11} = 110 \times 4.14 = 454T$$
$$N_{12} = 220 \times 4.14 = 911.4T$$
$$P_1 = \frac{P_2}{\%\eta} = \frac{57}{\%90} = 63.33[V.A]$$
$$I_{11} = \frac{P_1}{U_{11}} = \frac{63.33}{110} = 0.575A$$
$$I_{22} = \frac{P_1}{U_{12}} = \frac{63.33}{220} = 0.287A$$

$$d_{11} = 1.13\sqrt{\frac{I_{11}}{J}} = 0.45$$
$$d_{12} = 0.32[mm]$$
$$d_{21} = 0.7[mm]$$
$$d_{22} = 0.80[mm]$$
$$EI \le 30\sqrt{S_{fe}} \le 30\sqrt{9.04} \le 90$$
$$EI \le 78$$

آزمایش های ترانسفور ماتور :

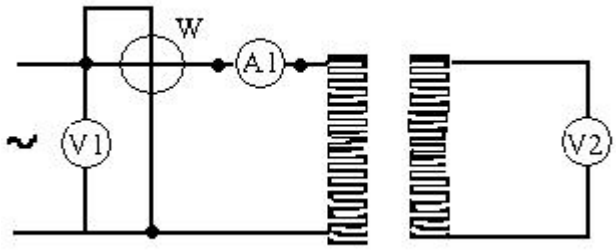
دو آزمایش مهم در ترانسفورماتورها برای دو هدف اصلی انجام می دهیم :

در آزمایش اول که به آزمایش بی باری معروف است تلفات ثابت ترانسفورماتور را بدست می آوریم ، تلفات ثابت به علت ناچیز بودن تلفات اهمی در حالت بی باری تقریباً برابر تلفات هسته یا تلفات آهنی است .

در آزمایش دوم که به آزمایش اتصال کوتاه معروف است تلفات اهمی (مسی یا ژولی) در بار نامی بدست می آید.

از جمع تلفات آهنی و مسی تلفات کل بدست می آید.

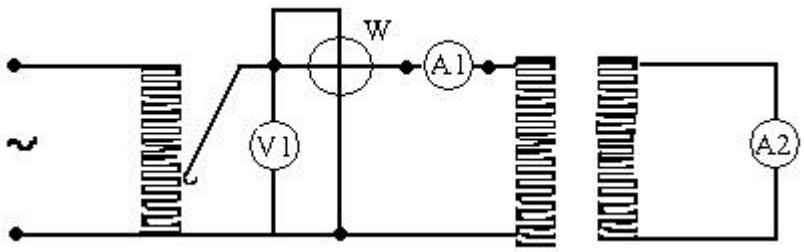
آزمایش بی باری : در آزمایش بی باری مداری مطابق شکل زیر تشکیل می دهیم که دو سر سیم پیچ ثانویه به دو ترمینال یک ولت متر (با مقاومت داخلی خیلی زیاد) اتصال دارد در واقع مدار ثانویه باز است ولت متر برای اندازگیری به کار گرفته شده است ، به خاطر این آزمایش مدار باز نیز می نامند ، در طرف سیم پیچ اولیه یک آمپر متر حدالامکان با مقاومت داخلی خیلی کم و یک ولت متر با مقاوت داخلی خیلی زیاد ویک وات متر قرار می دهیم



$$\Delta P_{oc} = P_a + P_{fe} + P_0 \Rightarrow \Delta P_0 = \Delta P_{fe}$$

آزمایش اتصال کوتاه :

اتصال دادن دو سر خروجی ثانویه ی ترانسفور ماتور تحت ولتاژ نامی بسیار خطر ناک است ، زیرا جریان فوق العاده(تا 20 برابر جریان نامی) زیاد از سیم پیچ ها عبور می کند و اگر ترانسفور ماتور توسط وسایل حفاظتی کنترل واز شبکه گرفته نشود سوختن واز بین رفتن آن حتمی است دلیل سوختن واز بین رفتن ترانسفور ماتور در موارد اتصال کوتاه پیدایش نیروهای مکانیکی شدید و افزایش فوق العاده ی درجه ی حرارت در سیم پیچ ها است ، بنابر این در در آزمایش های اتصال کوتاه باید خیلی با احتیاط بود ونباید از ولتاژ نامی در سیم پیچ اولیه استفاده کرد در عمل از یک پتانسیومتر در تغذیه سیم پیچ اولیه در آزمایش اتصال کوتاه استفاده می شود .



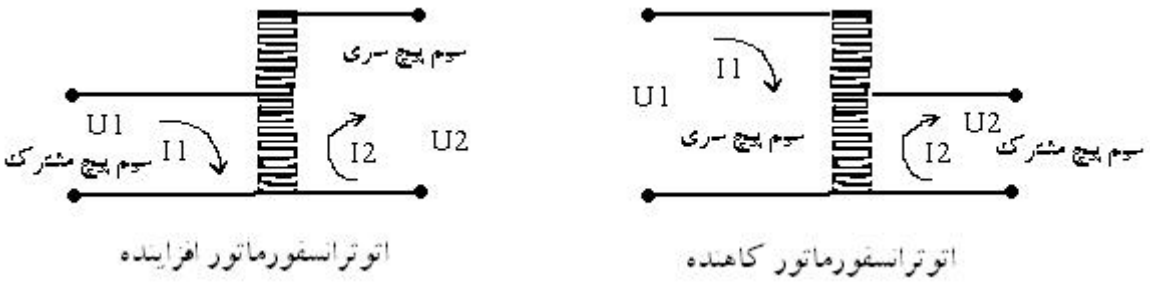
$$P_{sc} = P_{cu_1} + P_{cu_2} = I^2 \times R_1 + I^2 \times R_2$$

روش کار به این طریق است که ابتدا پتانسیو متر را در خروجی صفر تنظیم می کنیم ودو ترمینال آن را که اختلاف پتانسیل الکتریکی ندارند به دو سیم پیچ اولیه وصل می کنیم بعد به تدریج ولتاژ خروجی پتانسیومتر را تا برقراری جریان نامی در سیم پیچ اولیه وثانویه افزایش می دهیم .

در حوالی 10% ولتاژ نامی خروجی پتانسیومتر قادر خواهد بود تاجریان نامی را در سیم پیچ های اولیه وثانویه ترانسفورماتور برقرار کند .

ولتاژ اتصال کوتاه : اختلاف پتانسیل الکتریکی که در آزمایش اتصال کوتاه بتواند جریان نامی ترانسفور ماتور رادر سیم پیچ های اولیه و ثانویه برقرار کند ولتاژ اتصال کوتاه ترانسفور ماتور می گویند واز پرامترهای مهم ترانسفور ماتورها است با Ush نشان می دهند و به صورت درصد روی پلاک ترانسفور ماتور ها می نویسند .

اتوتراتسفور ماتور :



اتوترانسفورماتور افزاینده

اتوترانسفورماتور کاهنده

مزایای اتو ترانسفورماتور ها :

1- در سیم مصرفی صرفه جویی می شود .

2- هسته ی کمتری می خواهد (اقتصادی تر است).

عیب اتوترانسفورماتور ها :

خطر ناک است امکان دارد سیم پیچ مشترک قطع شود وولتاژ زیادی به مصرف کننده برسد در اتوترانسفورماتور ها به جای دو سیم پیچ جداگانه ، از یک سیم پیچ برای اولیه وثانویه استفاده می شود .

از این نوع ترانسفور ماتور ها به علت وجود ارتباط الکتریکی بین سیم پیچ اولیه وثانویه نمی توان در ولتاژ های فشار قوی استفاده کرد.

بنا براین کاربرد اتو ترانسفور ماتور ها ، در ولتاژ های فشار ضعیف می باشد . در بهرگیری از یک توان مشابه در مقایسه اتوترانسفورماتور و ترانسفورماتور های معمولی مشاهده می شود ، مقدار سیم مصرفی وهسته آهنی بکاررفته ، در اتو ترانسفورماتور ها خیلی کمتر است لذا اتوترانسفور ماتورها به به ترانس های صرفه ای نیز معروف اند .

تلفات مسی و پراکندگی ناچیز در اتوترانسفورماتورها این مبدل ها را تقریباًدر ردیف مبدل های اید آل قرار داده است. عیب بزرگ اتوترانسفورماتورها این است که احتمال دارد ولتاژ طرف فشار قوی بر روی بارمورد تغذیه به هنگام قطع ارتباط الکتریکی در طرف فشار ضعیف اعمال شود در این حالت بار مورد تهدید جدی قرار گرفته واحتمال نابود شدن آن خیلی زیاد است.

سیم پیچ مشترک Ic : آن قسمتی از سیم پیچ اتو ترانسفورماتور است که تفاضل جریان اولیه وثانویه از آن قسمت عبور کند .

سیم پیچ سری Is :آن قسمتی از سیم پیچ اتو ترانسفورماتور است که جریان اولیه وثانویه از آن قسمت عبور می کند .

در اتو ترانسفورماتور ها قسمتی از توان بار مستقیماً از شبکه دریافت می شود و قسمت دیگر توسط اتو ترانسفورماتور انتقال پیدامی کند.

توان تیپ : قسمتی از توان بار که توسط اتو ترانسفورماتور به بار منتقل می شود را توان تیپ اتو ترانسفورماتور می گویند وآن را با Pt نمایش می دهند .

برای ساخت یک اتو ترانسفورماتور مورد نیاز ، ابتدا باید از روابط ریاضی و فرمول های اتو ترانسفورماتور ،تعداد سیم پیچ اولیه ، ثانویه و همچنین قطر سیم وجریان Ic و Is و E و Iمورد استفاده را بدست آوریم .

این فرمول های به صورت زیر است:

$$P_2 = U_2 \times I_2$$

$$P_T = P_2 \frac{U_1 - U_2}{U_1} \leftarrow U_1 \geq U_2$$

$$P_T = P_2 \frac{U_2 - U_1}{U_2} \leftarrow U_2 \geq U_1$$

$$S_{fe} = k \times \sqrt{P_T} = 1.2\sqrt{P_2}\,[cm]$$

$$N_v = \frac{37.5}{S_{fe}}[TPV]$$

$$N_1 = N_v \times U_1$$

$$N_2 = N_v \times U_2\left(1 + \frac{\%\Delta U}{2}\right)$$

$$\begin{Bmatrix} N_S = N_1 - N_2 \leftarrow U_1 \geq U_2 \\ N_S = N_2 - N_1 \leftarrow U_2 \geq U_1 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{cases} I_S = I_1 = \dfrac{P_1}{U_1}[A] \Rightarrow U_1 \geq U_2 \\ I_C = I_2 - I_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_S = I_2 = \dfrac{P_2}{U_2}[A] \Rightarrow U_2 \geq U \\ I_C = I_1 - I_2 \end{cases}$$

$$d_S = 1.13\sqrt{\frac{I_S}{J}}\,[mm]$$

$$d_C = 1.13\sqrt{\frac{I_C}{J}}\,[mm]$$

$$EI \leq 30\sqrt{S_{fe}}$$

PT	5	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500	1000	2000

	10	8.5	7.5	6	5	4.5	4	3.75	3.5	3.25	3	2	1

در صد افت ولتاژ نسبت به قدرت انتقالی در اتوترانسفورماتورها

مثال 3 :یک اتو ترانسفورماتور با مشخصات زیر مورد نیاز است کلیه ی پارامترهای این اتو ترانسفورماتور را بدست آورید.

$$U_1 = 380V \qquad U_2 = 220V \qquad I_2 = 5A$$

$$I_S = I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 2.8[A]$$

$$I_C = I_2 - I_1 = 2.2[A]$$

$$d_S = 1.13\sqrt{\frac{2.8}{2.5}} = 1.2[mm]$$

$$dc = 1.13\sqrt{\frac{2.2}{2.5}} = 1[mm]$$

$$EI \le 30\sqrt{S_{fe}} \le 30\sqrt{25.8} \le 150$$

$$P_2 = 220 \times 5 = 1100$$

$$P_T = P_2 \frac{U_1 - U_2}{U_1} = 463[VA]$$

$$S_{fe} = 1.2\sqrt{463} = 25.8[cm^2]$$

$$N_V = 145[T.P.V]$$

$$N_1 = U_1 \times N_V = 551[T]$$

$$N_2 = 329$$

$$N_S = N_1 - N_2 = 222[T]$$

$$P_1 \approx P_2$$

اتو ترانسفورماتور های تقویت ولتاژ :

اتو ترانسفورماتورهای تقویت ولتاژ در واقع از نوع اتو ترانسفورماتور های افزاینده ولتاژ هستند که چند ورودی ویک خروجی دارند از این اتو ترانسفورماتورها در مواقعی که ولتاژ شبکه نتواند ولتاژ نامی را در اختیار مصرف کننده قرار دهد استفاده می شود . در این حالت در مصرف های پیک حداقل ولتاژ را در شبکه خواهیم داشت به تدریج که بار شبکه کاهش می یابد ولتاژ شبکه رو به افزایش می گذارد ودر مواقعی که ولتاژ شبکه برابر ولتاژ نامی مصرف کننده ها می شود دیگر به اتو ترانسفورماتور تقویت ولتاژ، نیاز نیست ومی توان آن را از شبکه خارج نمود و بار را مستقیماً به شبکه اتصال داد یا اتو ترانسفورماتور را در تبدیل یک به یک قرار داد .

این اتوترانسفورماتورها را به سیستم کنترل اتوماتیک یا خبر دهنده مجهز می کنند. وگرنه در اثر افزایش ولتاژ شبکه وتقویت آن با اتو ترانسفورماتور موجب خواهد شد که ولتاژ بیش از ولتاژ نامی به مصرف کننده ها اعمال شود ومصرف کننده ها را مورد تهدید قرار دهد.