

## تلفات و بازده ترانسفورماتور:

تلفات ترانسفورماتورها: دو نوع تلفات اصلی در یک ترانسفورماتور وجود دارند که عبارتند از:

(ohmic Loss)

الف) تلفات اهمی و ب) تلفات آهنی  
در آهن ترانسفورماتور رنجی دهد در بدین طریقی تلفات ترانسفورماتور خواهد داشت.  
بدین طریقی تلفات در مقاومتی آهنی بدین طریقی و با توجه

تلفات  $P_{core}$  در آهن ترانسفورماتور رخ خواهد داد و شامل دو مولفه است تلفات  $P_h$  (هیتریز) و تلفات

تلفات از میان برداری  $P_e$  طریقی

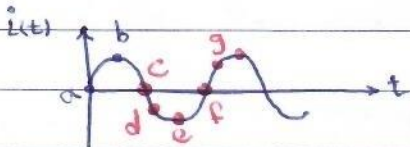
$$P_c = P_h + P_e$$

تلفات هیتریز:  $P_h = k_h F B_m^2$  (تلفات هیتریز)  
تلفات آهنی:  $P_e = k_e F^2 B_m^2$  (تلفات آهنی)  
تلفات هیتریز:  $P_h = k_h F B_m^2$  (تلفات هیتریز)  
تلفات آهنی:  $P_e = k_e F^2 B_m^2$  (تلفات آهنی)

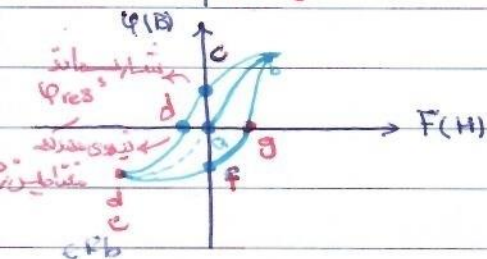
تلفات هیتریز:  $1.5 < x < 2.5$  (تلفات هیتریز)  
تلفات آهنی:  $1.5 < x < 2.5$  (تلفات آهنی)

$$P_c = P_h + P_e = k_h F B_m^2 + k_e F^2 B_m^2$$

تلفات هیتریز: یک بیان  $A_c$  بدین طریقی شامل اعمالی کنیم و بیان اعمال شده در



تلفات هیتریز: یک بیان  $A_c$  بدین طریقی شامل اعمالی کنیم و بیان اعمال شده در



تلفات هیتریز: یک بیان  $A_c$  بدین طریقی شامل اعمالی کنیم و بیان اعمال شده در

تلفات هیتریز: یک بیان  $A_c$  بدین طریقی شامل اعمالی کنیم و بیان اعمال شده در

تلفات هیتریز: یک بیان  $A_c$  بدین طریقی شامل اعمالی کنیم و بیان اعمال شده در

تلفات هیتریز: یک بیان  $A_c$  بدین طریقی شامل اعمالی کنیم و بیان اعمال شده در

تلفات هیتریز: یک بیان  $A_c$  بدین طریقی شامل اعمالی کنیم و بیان اعمال شده در

بدله که در اثر اعمال درین متغیر می‌شود طبقه یزوی ناشی می‌شود. هر یک از این متغیرهای

همدک به قاطبی بزرگ چه اعمال کنیم و پس از آن را بر داریم و بر شایر  $abc$  طی قوا داشتند و وقتی که سیر روی مداره

مفتاحی بر دلایم شریفه ما ابراهیم خردمند در باب بیان صفات طایفه ای که مانند این مسدودان مقام طایفه

در این زمان که به موسسه می‌رسد از سوی دایره مطبوعات به حسن روشن سلفه خوار دست برای صفی که در کتابخانه

بر روی مفرق می نقاشی در هفت عکس انجام شود این کار بر روی مفرق می نقاشی می شود.

[illegible]

شاید آن زکات است و الله اعلم بان احتمال دارد بدان معنی اطمینان خود در این فقرات توافقی کوچک موسوم به

عزیز و موجود خدا، امروز میدانم که این تمام آنم که در یک قلب است و شب اولی روزی است که

علی قولہ در کردہ عتق اینکہ یک قطعه زمین هیچ شای و ندارد این است کہ این حقوھا کو چہ داخل ملاہ حرب است

کمالاً صالحی و آزاداند و قوی و مدبر و منطقی و تاریک و بی نقصه این اعمال من شده و خیر و نفعی دارای

سیدان معتمدی تشریف ہم عجب پاییدان ظریفی بزرگ خواہند شد این بزرگ سیدان با کمال سیدان مؤثر و

طاهره مراد است.

با افتراضی بیشتر و در رسیدن نظری، تمام مورد های نامحدود استانی استانی عامی به صورت یک واحد

حیبت یاسین در می آورند پس انجام و فتن تمام آتم کی موز معای آهن یاسین مزاری هم هیبت سیدند مراقبت

دستوری درونی می باشد و می تواند همان افزایشی را که در فضای آزاد می گذرد.

بسم الله الرحمن الرحيم  
 (بسم الله الرحمن الرحيم) تمام مؤرخه جاء دیکر ابرارندیک برای تقویت بشیرتین من مغایلی نخواهد داشت اگر این باشد که





هسته اندوخته زیادی برای ذخیره سازی ساخته می شود. در این لایه های ریزین عایق به کار می رود و در وقت طوفانی که می

جریان کمی سردا به توانی بسیار کمی محدود می شود. در صورت این لایه های عایق بسیار نزدیک است این کاربریون

اینکه تغییر زیادی در خصوصیت معطایی هست ایجاد کند. تلفات جریان خود را کاهش می دهد و در

را کاهش تلفات جریان خود را افزایش می دهد و در هسته است برای این منظور قالبی به قدری سیلیسیم به قطره

هسته افزوده می شود

آنها را می باشد که تلفات هسته را به نسبت ولتاژ، فرکانس و غیره تغییر می دهد. به روشی زیر عمل می شود:

✓ Suppose that  $\phi = \phi_{max} \sin \omega t$

$$V = -N \frac{d\phi}{dt} = -N \phi_{max} \omega \cos \omega t \Rightarrow V = -N \phi_{max} 2\pi F \cos \omega t$$

$$|V| = N \phi_{max} 2\pi F \Rightarrow V_{rms} = (N \phi_{max} 2\pi F) \times \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow V_{rms} = \frac{N \phi_{max} \times 2\pi F}{\sqrt{2} \times \pi} \times \sqrt{2} = \sqrt{2} N \phi_{max} \pi F$$

$$V = \sqrt{2} N B_{max} A \pi F$$

سطح مقطع

تعداد دورهای بابت

$$\Rightarrow B_{max} = \frac{V}{\sqrt{2} N A \pi F}$$

if  $B_{max} \Rightarrow V_{p} \text{ effective}$

$$P_h = K_h F B_{max}^x = K_h F \left( \frac{V}{\sqrt{2} N A \pi F} \right)^x = K_h F \left( \frac{1}{\sqrt{2} N A \pi} \right)^x \left( \frac{V}{F} \right)^x = K_h' V^x$$

تغییر توانی هسته متناسب با توانی ولتاژ

$$P_e = K_e F^2 B_{max}^2 = K_e F^2 \left( \frac{V}{\sqrt{2} N A \pi F} \right)^2 = K_e F^2 \left( \frac{1}{\sqrt{2} N A \pi} \right)^2 \left( \frac{V}{F} \right)^2 = K_e' V^2$$

تلفات هسته متناسب با توانی ولتاژ است  
و به فرکانس وابسته می باشد

$$P_c = P_e + P_h = K_h' V^x F^{1-x} + K_e' V^2$$

بنابراین

مثال: در یک هسته برای یک نمونه هسته ای معطایی، تلفات هسته ای در فرکانس ۵۰ Hz برابر ۵۰۰ وات و تلفات

فقدان در فرکانس ۷۰ Hz برای ۹۸۰ وات است. تلفات هسته را در فرکانس ۵۰ Hz و تلفات هسته ای را در فرکانس ۷۰ Hz

$$(a) \Rightarrow P_c = P_h + P_e \Rightarrow$$

$$P_h = 500 \text{ W}, F = 50 \text{ Hz}$$

$$P_e = 980 \text{ W}, F = 70 \text{ Hz}$$

بسیار نزدیک

$$P_c = 500 + 980 = 1480 \text{ W}$$

$$P_c = K_e F^2 B_{max}^2 \left\{ \frac{P_{e1}}{P_{e2}} = \left( \frac{F_1}{F_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{980}{500} = \left( \frac{70}{50} \right)^2 \right.$$

$$(b) \frac{P_{h1}}{P_{h2}} = \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow \frac{500}{P_{h2}} = \frac{50}{70} = 700 \text{ W} = P_{h2}$$



نقطه کاری

مثال ۲: یک موتور القوی با ولتاژ ۲۴۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز و برای فرکانس ۶۰ هرتز

برابر ۹۵ است. در دو نقطه فوق برای یک بار نامی موتور است. به طور مشخصات موتور

وقتی که ولتاژ یکسان است:

$$P = 240 \text{ Hz} \text{ و } P_c = 52 \text{ W}$$

$$P = 60 \text{ Hz} \text{ و } P_c = 90 \text{ W}$$

$$\Rightarrow P_{max} = C + e$$

$$P_c = P_h + P_e \Rightarrow P_c = k_h F B_{max}^2 + k_e F^2 B_{max}^2$$

$$P_c = k'_h F + k'_e F^2$$

①  $52 = k'_h \times 40 + k'_e \times (40)^2 \rightarrow k'_h = 0.19 \text{ و } k'_e = 0.01$

$90 = k'_h \times 60 + k'_e \times (60)^2 \rightarrow$

$P_h = 0.19 \times 40 = 7.6 \text{ W} \text{ و } P_e = 0.01 \times 6000 = 60 \text{ W}$

بازده توان موتور

توان ترانسفورماتور نامی موتور را می توانیم به دست آوریم از این رابطه:  $P_{out} = P_{in} - P_{cu} - P_{fe}$

از طرف دیگر، اگر موتور را در حالت نامی قرار دهیم، توان خروجی آن را می توانیم به دست آوریم از این رابطه:  $P_{out} = P_{in} - P_{cu} - P_{fe}$

بازده توان ترانسفورماتور و موتور را می توانیم به دست آوریم از این رابطه:  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{cu} + P_{fe}}$$

توان ترانسفورماتور از دو بخش تشکیل شده است:

۱- تلفات آهنی  $(P_{fe})$

۲- تلفات مسی  $(P_{cu})$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{cu} + P_{fe}}$$

توضیح: تلفات آهنی

$$P_{cu} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$$

$$= I_1^2 R_{eq1}$$

$$= I_2^2 R_{eq2}$$

و فرکانس (ولی فرکانس ثابت است)

نکته: تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد. اما تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد (پسندار و در نتیجه)

و تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد. اما تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد (پسندار و در نتیجه)

از تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد.

$$\theta_2 = \arccos \frac{V_2 I_2}{P_c + I_2^2 R_{eq2}}$$

$$P_{out} = V_2 I_2 \cos \theta_2$$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_c + I_2^2 R_{eq2}}$$

محصول اول: اگر فرض کنیم تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد.

محصول دوم: اگر فرض کنیم تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد.

$$\eta = \frac{(x_{100}) S_n \cos \theta_2}{(x_{100}) S_n \cos \theta_2 + P_c + (x_{100})^2 P_{cu(n)}}$$

باز هم به حساب می آوریم.

$x\%$  بار نامی

باز هم به حساب می آوریم (پیشینه)

تلفات عشی

نکته: اگر فرض کنیم تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد (پسندار و در نتیجه)

$$\frac{d\eta}{dI_2} = 0$$

این معادله را حل می کنیم.

$$\frac{d\eta}{dI_2} = \frac{V_2 \cos \theta_2 (V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_c + I_2^2 R_{eq2}) - (V_2 \cos \theta_2 + 2 I_2 R_{eq2}) V_2 I_2 \cos \theta_2}{(V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_c + I_2^2 R_{eq2})^2} = 0$$

$$V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_c + I_2^2 R_{eq2} - V_2 I_2 \cos \theta_2 - 2 I_2^2 R_{eq2} = 0 \Rightarrow$$

$$P_c = I_2^2 R_{eq2}$$

$$P_c = x_{100}^2 P_{cu(n)}$$

اگر فرض کنیم تلفات عشی به بار ترانسفورماتور بستگی دارد.

باز هم به حساب می آوریم (پیشینه)

$$\frac{d\eta}{d\theta_2} = 0$$



$$\frac{dn}{d\theta_2} = 0$$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_2 I_2 \cos \theta_2 + P_c + I_2^2 R_{eq2}} = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_2 I_2 \cos \theta_2 + C}$$

تطبیق است

$$\frac{dn}{d\theta_2} = \frac{-V_2 I_2 \sin \theta_2 (V_2 I_2 \cos \theta_2 + C) + V_2 I_2 \sin \theta_2 (V_2 I_2 \cos \theta_2)}{(V_2 I_2 \cos \theta_2 + C)^2}$$

$$\frac{dn}{d\theta_2} = 0 \Rightarrow -C V_2 I_2 \sin \theta_2 = 0 \Rightarrow \sin \theta_2 = 0 \Rightarrow \theta_2 = 0 \Rightarrow \cos \theta_2 = 1$$

وقتی قدرت واحد را همان ماکزیمم می‌گیریم

پایه روزی

توان خروجی‌های ریزه‌ها عمدتاً در طول ۱۴ ساعت در یک روز کاری است و توان خروجی

قدرت کم می‌شود. این نمونه توان خروجی را عمدتاً طوری مداری خواهند شد که نیاز به ماکزیمم جریان در شب است

و می‌خواهد داده‌ها را از خروجی‌های ریزه‌ها در یک روز کاری ۱۴ ساعت در یک روز کاری ۱۴ ساعت در یک روز کاری

و در برخی از اوقات نیاز به یک بار که است این توان خروجی را می‌تواند خروجی‌های ریزه‌ها در یک روز کاری

می‌شوند که نیاز به ماکزیمم در یک روز کاری ۱۴ ساعت در یک روز کاری ۱۴ ساعت در یک روز کاری

مطرح می‌شود

$$\eta = \frac{P_{out}(\text{شبانه روزی})}{P_{in}(\text{شبانه روزی})} \times 100 = \frac{P_{out}(\text{شبانه روزی})}{P_{out}(\text{شبانه روزی}) + P_{cu}(\text{شبانه روزی})} \times 100$$

مثال: یک توان خروجی ریزه‌ها ۵ KVA در ۲۲۰۰ V دارای پارامتری زیری باشد:

$$\eta_1 = 3.4 \quad x_1 = 7.2$$

$$\eta_2 = 28\% \quad x_2 = 7.2$$

آبرو را در جوی ریزه ۲۲۰۰ V و تلفات ۵۰۰ W باشد در اندامان توان خروجی ریزه‌ها در یک روز کاری ۱۴ ساعت

۸/ نیس خا، خچر خواهد بود.

$$I_2 = \frac{S}{V_2} = \frac{5 \text{ kVA}}{220} = 22,73 \text{ (A)}$$

$$I_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{2 \text{ KVA}}{2200} = 2,273 \text{ (A)}$$

$$P_{ac} = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 = 3,4(2,273)^2 + 0,28 \times (22,73)^2 = 32 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_1 I_2 \cos \theta_2 + P_{cu} + P_c} = \frac{S \cos \theta_2}{S \cos \theta_2 + P_{cu} + P_c} = \frac{2 \times 10^3 \times 10}{2 \times 10^3 \times 10 + 82 + 30} = 98.147\%$$

مثال ۲: یک ترانسفورماتور به توان ۱۰ KVA،  $\frac{2300}{230}$ ، با ولتاژ ۲۳۰۰ ولت، با فریب ثانویه ۱۵٪، تغذیه خواهد شد.

کرد این ترانسفورماتور در ضرب توان مناسب با میزان باردهی زیر کار می کند

۹٪ پیرزنی برای ۱۷ ساعت      ۵٪ پیرزنی در ۵ ساعت      ۳ پیری ۸ ساعت

میلزده روزانه این تراغورمانورداهاب کس درموسونیه تانگانه وایر مالا و مقوفت اویاج نشده و سیمت ملایه

بیزایر ۱۱۸۰۰ باسند:

$$P_e = 24 \times 70 = 1680 \text{ Kwh}$$

$$I_{2n} = \frac{10 \times 10^3}{230} = 43,5 \text{ A}$$

$$P_{cu} = 6 \times (19 \times 43,5)^2 \times 0,111 + 10 \times (120 \times 43,5)^2 \times 0,118 = 1,65 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{out}} = 19 \times 10 \times 10^3 / 100 + 10 \times 10 \times 10^3 / 100 \times 10 \Rightarrow P_{\text{out}} = 88,3 \text{ kWh}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{C} + P_{Cu}} \times 100 = \frac{88,3}{88,3 + 1,65 + 1,68} \times 100 = 97,1\%$$