

پنجاه پرسش و پاسخ ساده در زمینه ترانسفورماتور به منظور یادآوری برای کارشناسان محترم بهره برداری

۱. ترانسفورماتور را تعریف نمایید و به چه منظوری از ترانسفورماتورهای قدرت در شبکه انتقال نیرو استفاده می‌شود؟
۲. اطلاعات فنی ترانسفورماتورهای قدرت را نام ببرید.
۳. متعلقات ترانسفورماتور را نام ببرید.
۴. چرا قدرت ترانسفورماتورها بر حسب قدرت ظاهری بیان می‌گردد؟
۵. فرمول اساسی ترانسفورماتور ایده‌آل را بنویسید.
۶. آیا اصولاً ترانسفورماتورهای بزرگ و کوچک قدرت، با هم فرقی دارند؟
۷. تلفات در ترانسفورماتور را نام ببرید.
۸. تلفات بی‌باری در ترانسفورماتور شامل چه تلفاتی است؟
۹. مشخصات یک ترانسفورماتور چگونه مشخص می‌شود؟
۱۰. امپدانس درصدی که روی پلاک ترانسفورماتورها ثبت شده به چه منظوری است؟
۱۱. در چه صورت ترانسفورماتور قدرت، در صد بیشتری از توان خود را به وار (Var) اختصاص می‌دهد؟
۱۲. یکی از عوامل مهمی که بر طول عمر عایق ترانسفورماتورها اثر مستقیم دارد را نام ببرید؟
۱۳. نسبت تبدیل ترانسفورماتوری که طرف اولیه آن ۲۰ کیلو ولت و طرف ثانویه آن ۴۰۰ ولت باشد چقدر است؟
۱۴. گروه‌بندی (برداری) ترانسفورماتور یعنی چه؟
۱۵. ترانسفورماتورهای قدرت در پست‌های ۶۳ کیلو ولت چه گروه‌برداری دارند؟
۱۶. اگر گروه‌بندی ترانسفورماتورها در حال پارالل با هم اختلاف داشته باشند، باعث چه می‌گردد؟
۱۷. شرایط موازی بستن ترانسفورماتورهای قدرت سه فاز را نام ببرید.
۱۸. عکس‌العمل سیستم‌های حفاظتی ترانسفورماتور در مقابل افزایش درجه حرارت آن، در چند مرحله صورت می‌گیرد، نام ببرید؟

۱۹. نقش فن‌های ترانسفورماتور قدرت از لحاظ بهره‌برداری چیست؟
۲۰. رادیاتورها به چه منظوری در ترانسفورماتور تعبیه شده‌اند؟
۲۱. انواع متداول سیستم‌های خنک کننده را با علامت اختصاری نام ببرید.
۲۲. سیستم OF-AF یعنی چه؟
۲۳. سیستم ON-AN و ON-AF در ترانسفورماتور قدرت چیست؟
۲۴. با چند روش می‌توان روغن ترانسفورماتور قدرت را خنک کرد؟
۲۵. یک ترانسفورماتور با اتصال Y/Δ را رسم نموده و رابطه نسبت تبدیل و رابطه ولتاژ و جریان فازی را با ولتاژ و جریان خط بیان نمایید.
۲۶. اتصال الکتریکی یک ترانسفورماتور Z/Y را رسم نمایید.
۲۷. تپ چنجر چیست؟
۲۸. دلیل نصب سیستم تپ چنجر در سمت فشار قوی ترانسفورماتورهای قدرت را بیان کنید.
۲۹. فرق تپ چنجر On Load و Off Load چیست؟
۳۰. دایورتر سوئیچ تپ چنجر چیست و چه وظیفه‌ای را انجام می‌دهد؟
۳۱. دایورتر سوئیچ تپ چنجر در کجا قرار دارد؟
۳۲. در نگهداری تپ چنجر به چه مواردی باید توجه نمود؟
۳۳. کنترل و بازرسی دایورتر سوئیچ ترانسفورماتورها بعد از چند بار عملکرد بایستی انجام پذیرد؟
۳۴. روغن تپ چنجر زودتر باید عوض شود یا روغن ترانسفورماتور و چرا؟
۳۵. آیا محفظه روغن ترانسفورماتور و محفظه روغن تپ چنجر یکی است؟
۳۶. کنسرواتور در کدام قسمت و برای چه منظوری نصب شده است؟
۳۷. واحد سنجش P.P.M در روغن ترانسفورماتور چیست؟
۳۸. تغییر سطح روغن در ترانسفورماتورها در اثر چه عاملی ایجاد می‌شود؟
۳۹. در اثر تجزیه روغن ترانسفورماتور، چه گازهایی تولید می‌شود؟
۴۰. سیستم مونیتورینگ هیدران (Hydran)، چه نوع سیستمی است؟

۴۱. فواید استفاده از سیستم هیدران (Hydran) در پست‌های انتقال نیرو چیست؟
۴۲. نقش سیلیکاژل در نگهداری روغن ترانسفورماتور چیست؟
۴۳. با چند درصد تغییر رنگ سیلیکاژل نیاز به تعویض آن می‌باشد؟
۴۴. موارد تشخیص عیب ترانسفورماتور را از روی خواص اولیه گاز تولید شده در رله بوخه‌لتس شرح دهید.
۴۵. ترانسفورماتور زمین را در کدام طرف ترانسفورماتور قدرت به کار می‌برند؟
۴۶. ترانسفورماتور نوترال در طرف ۲۰ کیلوولت برای چه منظوری به کار می‌رود؟
۴۷. امیدانس صفر ترانسفورماتور نوترال چه معنایی دارد؟
۴۸. به چه علت ترانسفورماتور نوترال (G.T) به شکل زیگزاگ انتخاب شده است؟
۴۹. چرا در صورت موجود بودن دو ترانسفورماتور تغذیه داخلی هرگز آنها را پارالل نمی‌کنند؟
۵۰. چرا نقطه مرکز ستاره ترانسفورماتورهای اصلی را در شبکه‌های انتقال ۲۳۰ کیلو ولت، زمین می‌کنند؟

مهندس تحقیقات ترانسفورماتور ایران
مهدی باقری

۱. دستگاه الکترومغناطیسی ساکنی است که بر اساس القای مغناطیسی، انرژی الکتریکی، با مشخصات معلوم را به یک سیستم با مشخصات الکتریکی مطلوب تبدیل می‌نماید. به علت بالا بودن جریان، تلفات توان در طول خط زیاد است. به منظور کاهش تلفات از ترانسفورماتورهای قدرت افزاینده استفاده می‌شود تا ابتدا ولتاژ را بالا برده و جریان را کم کنند و تلفات کاهش یابد، سپس بار دیگر در نزدیک مصرف کننده ولتاژ را کاهش می‌دهند.

۲. الف) نام کارخانه سازنده

ب) سال ساخت

ج) نوع ترانسفورماتور

د) نوع سیستم خنک کننده

ه) ظرفیت اسمی (مگاوات آمپر)

و) گروه برداری

ز) نسبت تبدیل ولتاژ

ح) نوع سیستم تغییر تپ و درصد تغییرات ولتاژ در هر تپ

ط) محل قرار گرفتن تپ با توجه به نوع ترانسفورماتور و تعداد سیم پیچ‌ها

ک) میزان سطح عایقی (BIL بر حسب کیلو ولت)

ل) وزن روغن

۳. تانک، روغن، رادیاتور، فن‌ها، رله بوخهلتس، ترمومترها، بوشینگ، تانک ذخیره، لوله انفجار، سوپاپ

اطمینان، شیشه روغن نما، کمانده تپ چنجر، کمانده فن‌ها، محفظه سیلیکاژل، پمپ

۴. زیرا میزان باردهی اکتیو و راکتیو آن، بستگی به ضریب قدرت شبکه وصل شده به آن دارد.

۵. V ولتاژ، N تعداد دور سیم پیچ، I جریان و a نسبت تبدیل ترانسفورماتور

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_1}{I_2} = a$$

۶. خیر، اساس کلیه ترانسفورماتورهای قدرت یکی است ولی با افزایش قدرت و همچنین اهمیت آنها،

احتیاج به تجهیزات جانبی و حفاظتی بیشتر و دقیق تر می‌باشد.

۷. عبارتند از: ۱- تلفات اهمی یا تلفات مسی

۲- تلفات بی‌باری یا آهن که شامل:

(الف) تلفات فوکو (ب) تلفات هیستریزیس

۸. تلفات هیستریزیس + تلفات فوکو + تلفات پراکندگی در دی‌الکتریک = تلفات بی‌باری

۹. از روی نیم پلایت (Name Plate) که یک صفحه فلزی است و روی بدنه ترانسفورماتور نصب می‌شود

مشخص می‌گردد.

۱۰. امیدانس درصد، در محاسبه اتصال کوتاه شبکه و در ارتباط با تنظیم رله‌ها و انتخاب قدرت قطع

بریکرها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۱. وقتی که $\cos \phi$ شبکه پایین باشد.

۱۲. درجه حرارت روغن و درجه حرارت سیم‌پیچ، اثر مستقیم بر طول عمر عایق‌بندی ترانسفورماتور دارد.

$$۱۳. a = \frac{20000}{400} = 50 \text{ (نسبت تبدیل)}$$

۱۴. منظور نشان دادن اختلاف فاز ولتاژ اولیه و ثانویه فازهای هم نام ترانسفورماتور و نوع سربندی است.

۱۵. معمولاً دارای گروه برداری YNd11 می‌باشند.

۱۶. باعث بوجود آمدن جریان گردشی می‌گردد.

۱۷. الف) نسبت تبدیل دو ترانسفورماتور برابر باشد.

ب) قطبهای اتصال بایستی دارای ولتاژهای مساوی باشد.

ج) امیدانس درصد آنها با هم برابر باشد.

د) دو ترانسفورماتور از یک گروه برداری باشند.

ه) سعی شود قدرت‌ها برابر باشد در غیر این صورت نسبت قدرت آنها از ۳/۱ تجاوز نکند.

و) نسبت مقاومت‌های معادل به راکتانس‌های معادل یعنی $\frac{R_{eq1}}{X_{eq1}} = \frac{R_{eq2}}{X_{eq2}}$ در آنها مساوی باشد.

۱۸. عکس‌العمل سیستم‌های حفاظتی ترانسفورماتور در مقابل افزایش درجه حرارت آن، در چهار مرحله

صورت می‌گیرد:

۱- به کار افتادن پمپ (در صورت وجود) ۳- آلامر افزایش درجه حرارت

۲- به کار افتادن فن

۴- تریپ

۱۹. نقش فن‌ها در ترانسفورماتور فقط افزایش قدرت خنک‌کنندگی و در نتیجه افزایش قدرت باردهی ترانسفورماتور می‌باشد.

۲۰. افزایش درجه حرارت محیط و افزایش بار ترانسفورماتور موجب گرم شدن سیم پیچ و روغن ترانسفورماتور می‌گردد. برای جلوگیری از افزایش غیرمجاز درجه حرارت اکثراً در مجاورت ترانسفورماتور، رادیاتورها را تعبیه می‌کنند تا روغن در تماس بیشتری با هوا قرار گیرد و خنک‌کنندگی روغن ترانسفورماتور بهتر انجام گیرد.

۲۱. انواع سیستم خنک‌کننده عبارتند از:

ON - AN

ON - AF

OF - AF

AN

و علامت اختصاری آنها عبارتند از:

O=OIL

N = NATURAL

A = AIR

F = FORCED

۲۲. در این سیستم، گردش روغن در داخل ترانسفورماتور به کمک پمپ سرعت داده می‌شود تا انتقال حرارت با سرعت بیشتری انجام گیرد و فن‌ها نیز بدنه رادیاتورها را در تماس با هوای بیشتری قرار داده و روغن را سریعتر خنک می‌کنند. این سیستم از همه سیستم‌های ذکر شده مؤثرتر است و قادر است قدرت نامی ترانسفورماتور را به اندازه قابل ملاحظه‌ای بالا ببرد.

۲۳. ON - AN به نوعی سیستم خنک‌کن ترانسفورماتور اطلاق می‌شود که روغن به صورت طبیعی و بدون استفاده از سیستم پمپاژ برای انتقال روغن به خارج از ترانسفورماتور برای خنک شدن و جریان هوا نیز

به صورت طبیعی و بدون استفاده از فن به کار رود و ON-AF این تفاوت را با AN - ON دارد که هوا با استفاده از فن، روغن رادیاتورهای ترانسفورماتور را سریعتر خنک می‌نماید.

۲۴. الف) بوسیله هوای محیط (ب) بوسیله نصب رادیاتورها

(ب) با نصب فن (ج) با نصب پمپ

۲۵. در هر ترانسفورماتور تک فاز داریم:

$$\frac{V1}{V2} = \frac{I2}{I1} = \frac{N1}{N2}$$

۲۶. چون طرف مثلث، جریان خط همیشه $\sqrt{3}$ برابر جریان فازی است.

$$\frac{V1}{\sqrt{3}V2} = \frac{I2}{\sqrt{3}I1} = \frac{N1}{N2} \quad (I_L = \sqrt{3} I_{ph})$$

۲۷. دستگاه الکترومکانیکی است که می‌توان ولتاژ خروجی آن را به میزان تنظیمی افزایش و یا کاهش داد.

۲۸. الف) امکان ایجاد تغییرات ولتاژی در قسمت صفر ستاره که ولتاژ کمتری دارد

(ب) سادگی ساختمان کلید تپ چنجر و جرعه کمتر کنتاکت (به علت پایین بودن جریان).

۲۹. در تپ چنجرهای On Load تپ در زیر بار متعادل برای اصلاح ولتاژ خروجی می‌تواند تغییر کند ولی

در تپ چنجرهای Off Load ترانسفورماتور باید می‌برق بوده و به صورت دستی می‌توان ترانسفورماتور را

در تپ دلخواه قرار داد.

۳۰. دیوارتر سوئیچ به قسمتی از تجهیزات تپ چنجر که در داخل تنوره روی تانک ترانسفورماتور قرار دارد،

اطلاق می‌شود و کار آن این است که با استفاده از نیروی منتقل شده از موتور و شفت تپ چنجر عمل

تعویض تپ‌ها را در داخل تنوره انجام می‌دهد و تجهیزات آن در داخل روغن قرار دارد.

۳۱. در داخل محفظه روغن تپ چنجر که به صورت استوانه می‌باشد.

۳۲. الف) صدای تپ چنجر؛

(ب) تعداد عملکرد تپ چنجر؛

(ج) سطح روغن در کنسرواتور مربوط به تپ چنجر.

۳۳. بازدید دایورتر سوئیچ باید بر اساس دستورالعمل سازنده انجام پذیرد، اما بطور عمومی می‌توان گفت بعد از هفتاد هزار عملکرد یا هر پنج سال یکبار هر کدام که زودتر فرا رسد بازدید دایورتر سوئیچ باید انجام گردد.

۳۴. روغن تپ چنجر همیشه در معرض آرک (جرقه) ناشی از تغییر تپ‌هاست و در تعداد مشخصی از عملکرد تپ چنجر که کارخانه سازنده پیشنهاد می‌کند بایستی نسبت به تعویض روغن آن اقدام نمود. این عملکرد توأم با آرک، قدرت دی‌الکتریک روغن تپ چنجر را در طول زمان، کاهش می‌دهد در حالی که روغن ترانسفورماتور اگر اشکالاتی مانند عملکرد بوخهلتس و یا باز کردن درپوش اصلی ترانسفورماتور و غیره نداشته باشد، سالهای سال احتیاج به تعویض روغن ندارد و در صورت پایین آمدن قدرت دی‌الکتریک آن می‌توان به سیر کولاسیون روغن اکتفا نمود.

۳۵. خیر، از هم جدا می‌باشد.

۳۶. کنسرواتور در سطحی بالاتر از ترانسفورماتور نصب و ارتباطش با محفظه اصلی ترانسفورماتور توسط لوله می‌باشد که رله بوخهلتس نیز در همین مسیر قرار دارد و مقصود از نصب این تانک ایجاد امکان تأمین و جابجایی روغن ترانسفورماتور بر اثر تغییر حجم ناشی از تغییر درجه حرارت ترانسفورماتور می‌باشد.

۳۷. P.P.M یا Part Per Million نشان دهنده تعداد واحد، در هر یک میلیون واحد است که معمولاً برای بیان میزان رطوبت در روغن ترانسفورماتور و یا گازهای محلول در روغن ترانسفورماتور استفاده می‌گردد.

۳۸. الف) بر اثر تغییر دمای روغن ترانسفورماتور

ب) بروز خطا در داخل ترانسفورماتور

۳۹. در اثر تجزیه روغن، گازهایی از قبیل هیدروژن، استیلن، اتیلن، متان و اتان و... تولید می‌شود.

نشان دهنده نوع خطا و تغییر در مقدار هر گاز و نرخ افزایش آن، عامل تشخیص شدت خطا در ترانسفورماتور می‌باشد. وجود برخی از گازهای کلیدی نیز می‌تواند به تنهایی نشان دهنده وقوع خطای خاص باشد.

۴۰. سیستم مونیتورینگ هیدران (Hydran) یک سیستم هوشمند برای اندازه‌گیری دائم و پیوسته گازهای محلول در روغن ترانسفورماتورهای قدرت ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت می‌باشد.

۴۱. ۱- افزایش قابلیت اطمینان شبکه؛

۲- کاهش هزینه‌های بهره‌برداری با پیشگیری از وارد شدن صدمه جدی به تجهیزات؛

۳- افزایش طول عمر ترانسفورماتورها؛

۴- ایجاد امکان تعمیر درمحل با آشکارسازی خطا در مراحل اولیه و اجتناب از هزینه حمل و نقل؛

۵- کاهش زمان خروج از مدار ترانسفورماتورها؛

۶- امکان استفاده از تضمین تجهیزات با آشکارسازی خطا قبل از اتمام مدت تضمین؛

۷- افزایش امنیت پرسنل بهره‌بردار؛

۸- کاهش آلودگی زیست محیطی.

۴۲. سیلیکاژل فقط خاصیت جذب رطوبت از هوا را دارد که بدین ترتیب قدرت دی الکتریکی (عایقی) روغن را ثابت نگهداشته و مانع از کاهش آن می‌گردد.

۴۳. معمولاً هرگاه رنگ ۶۶/۶٪ سیلیکاژل صورتی گردد، لازم است که تعویض گردد. لازم به ذکر است که صرفاً تغییر رنگ معرف اشباع سیلیکاژل بوده و این موضوع باید توسط گروه‌های تعمیراتی مورد بررسی قرار گیرد.

۴۴. الف) اگر گاز تولید شده بی‌رنگ و بی‌بو و غیرقابل اشتعال باشد، پس هوا به داخل ترانسفورماتور نفوذ کرده است؛

ب) اگر گاز تولید شده تند و سفید رنگ، زرد غلیظ و معمولاً غیرقابل اشتعال باشد، پس عایق ترانسفورماتور سوخته است؛

ج) اگر گاز تولید شده تند و خاکستری یا سیاه و قابل اشتعال باشد، پس روغن ترانسفورماتور تجزیه شده است.

۴۵. در طرف مثلث ترانسفورماتور قدرت قرار می‌دهند و همیشه بایستی در مدار باشد.

۴۶. ترانسفورماتور نوترال در طرف ۲۰ کیلو ولت زمانی به کار می‌رود که ثانویه ترانسفورماتورهای قدرت به شکل مثلث باشد و برای ایجاد یک سیستم زمین مصنوعی، ترانسفورماتور نوترال با اتصال زیگزگ و نقطه نوترال زمین شده به کار می‌برند که در این صورت اتصالاتی‌های زمین به راحتی توسط رله‌های ارت فالت تشخیص و قسمت‌های معیوب از شبکه توزیع ایزوله می‌گردند.

۴۷. امپدانس صفر در مطالعات اتصال کوتاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع امپدانس صفر ترانسفورماتور نوترال، امپدانس مسیر اتصال فاز به زمین را افزایش داده و موجب کاهش جریان اتصال کوتاه می‌گردد.

۴۸. مزیت اتصال زیگزگ، در آن است که نوترالی با ولتاژ نزدیک به صفر فراهم می‌آورد ضمن آنکه می‌توان امپدانس ساقها را به نحوی محاسبه کرد که در موقع اتصالاتی فاز به زمین، جریان اتصالاتی از مقدار معینی بیشتر نشود و به عبارت دیگر در زمان ارت فالت جریان از هر سه بازو و از تعداد سیم پیچ‌های با دور مساوی عبور می‌کند و باعث می‌شود آمپر دورهای تولید شده در هر بازوی هسته یکدیگر را خنثی کرده و تنها درصد ناچیزی به صورت تلفات و پراکندگی ظاهر شود.

۴۹. در این حالت اگر دو ترانسفورماتور مصرف داخلی پارالل شوند اولاً ممکن است که جهت تعمیرات، یکی از ترانسفورماتورهای اصلی را بی‌برق کنند که نتیجتاً ۴۰۰ ولت AC از طریق ترانسفورماتور تغذیه داخلی مربوط به آن تبدیل به فشار قوی گشته و موجب حادثه‌ای می‌گردد. ثانیاً اگر ترانسفورماتورهای اصلی در حالت پارالل نباشند از تغذیه داخلی و در نتیجه از طرف ولتاژ ۴۰۰ ولت پارالل شده که این عمل برای ترانسفورماتورها صحیح نمی‌باشد.

۵۰. شبکه‌های انتقال و فوق توزیع اصولاً سه سیمه طراحی می‌شوند و تا زمانی که اتصال کوتاه با زمین در آنها رخ نداده باشد، احتیاجی به زمین کردن ندارند، اما هنگامی که هرگونه نشت با زمین برقرار می‌شود، برای آشکار کردن عیب پیش آمده، نیاز به آن خواهد بود که نقطه زمین شده‌ای در نزدیکی منبع (ژنراتور - ترانسفورماتور) جهت برگشت جریان اتصالاتی وجود داشته باشد تا مدار زمین، بسته شده و جریان برقرار شود و رله‌های منصوب در فیدر یا فیدرهای مربوطه و همچنین نوترال با احساس جریان عیب، تحریک شده و مدار معیوب را از شبکه جدا سازند.