

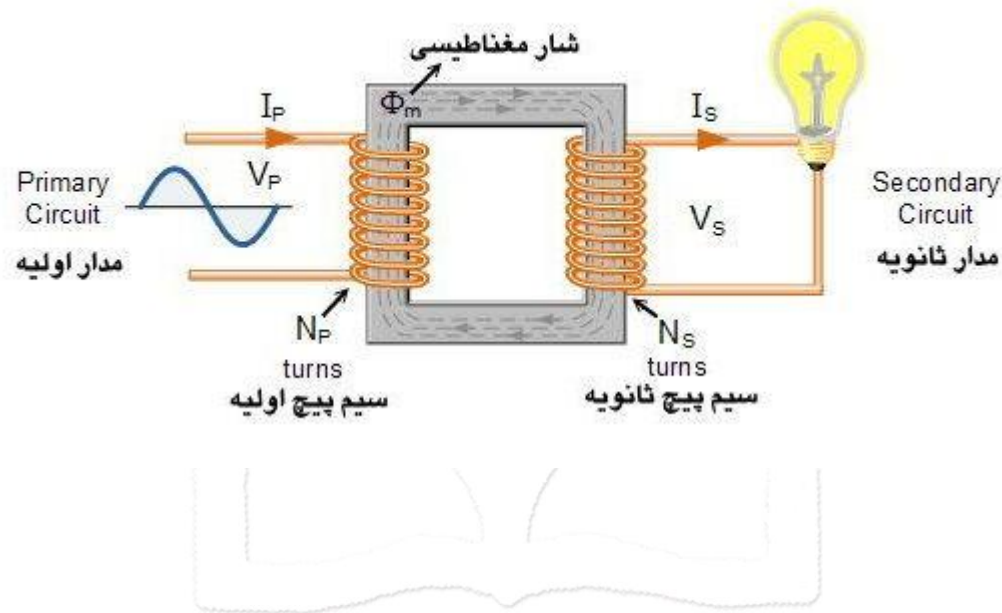


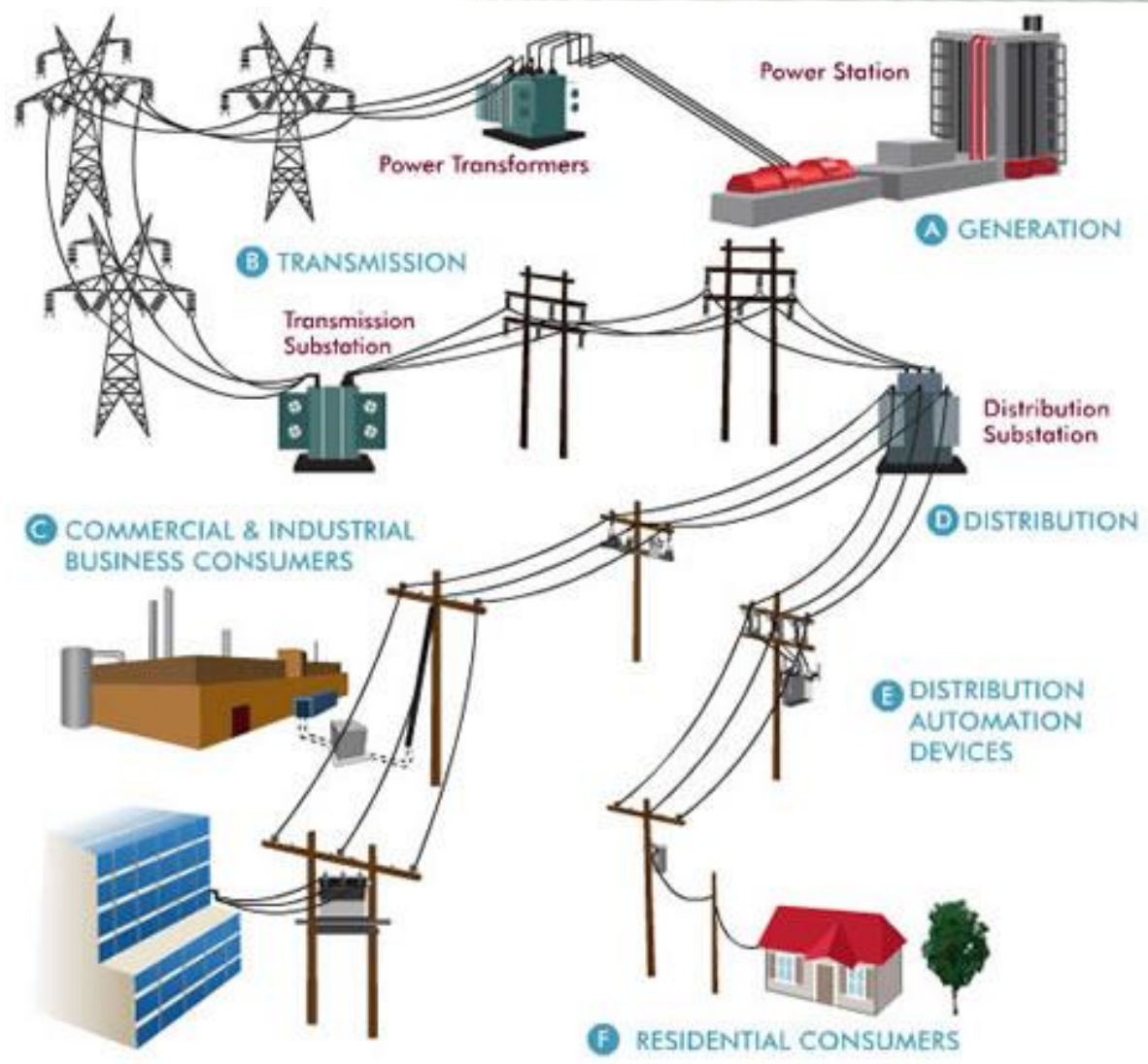
# ساختمان و انواع

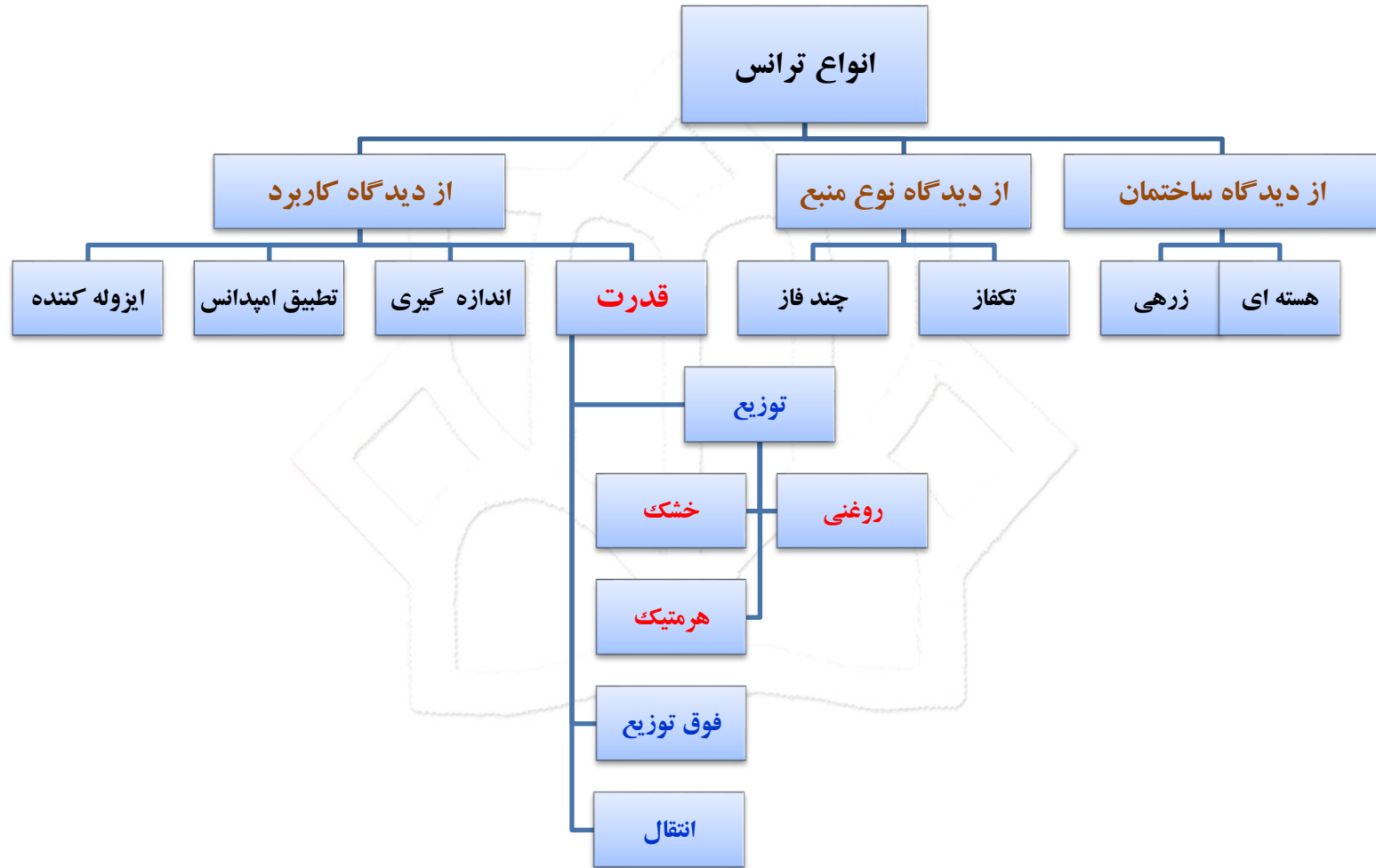
## ترانسفورماتورهای سه فاز



ترانسفورماتور وسیله ای است که توان الکتریکی را از یک مدار به مدار دیگر منتقل می کند (با سطح ولتاژ متفاوت) این عمل با القاء الکترومغناطیسی و بدون هیچ تغییری در فرکانس می شود.









## □ انواع ترانسفورماتور از نظر قدرت

➤ دسته بندی ترانسهای قدرت



ترانس توزیع (۲۰ kV و کمتر)



ترانس انتقال (ولتاژ ۲۳۰ kV و ۴۰۰)



ترانس فوق توزیع (ولتاژ ۶۳ kV و ۱۳۲)







**ترانس روغنی**

در این ترانسفورماتورها روغن به عنوان عایق، خنک کننده و جاذب رطوبت هوا عمل می کند. سیم پیچ ها و هسته ترانس در داخل مخزن روغن قرار می گیرند. روغن مورد استفاده از نوع معدنی است.



**ترانس هرمتیک  
(بدون مخزن انبساط)**

مخزن روغن این نوع ترانس دارای خاصیت ارتجاعی بوده و در قدرت های کم افزایش حجم روغن بدین وسیله جبران می شود. از مزایای این ترانس کاهش هزینه مراقبت و نگهداری، حذف رطوبت گیر و رله بوخهولتز (روغن) و منبع انبساط و در نتیجه کاهش ارتفاع ترانس است.



**ترانس خشک (رزینی)**

در این نوع ترانس از عایق های رزینی همچون صنغ ریختگی برای انتقال حرارت به محیط بیرون استفاده می شود. ابعاد این نوع ترانس نسبت به ترانس های روغنی بزرگتر است. به دلیل عدم نیاز به حفاظت های خاص خطر آتش سوزی در آنها وجود ندارد. کاربرد این نوع ترانس در سیستم های توزیع، ساختمان های بلند، فروشگاه های بزرگ، صنایع نفت و سیمان، معادن، راه آهن و... می باشد.





دانشگاه کاشان

## □ انواع ترانسفورماتور از نظر قدرت

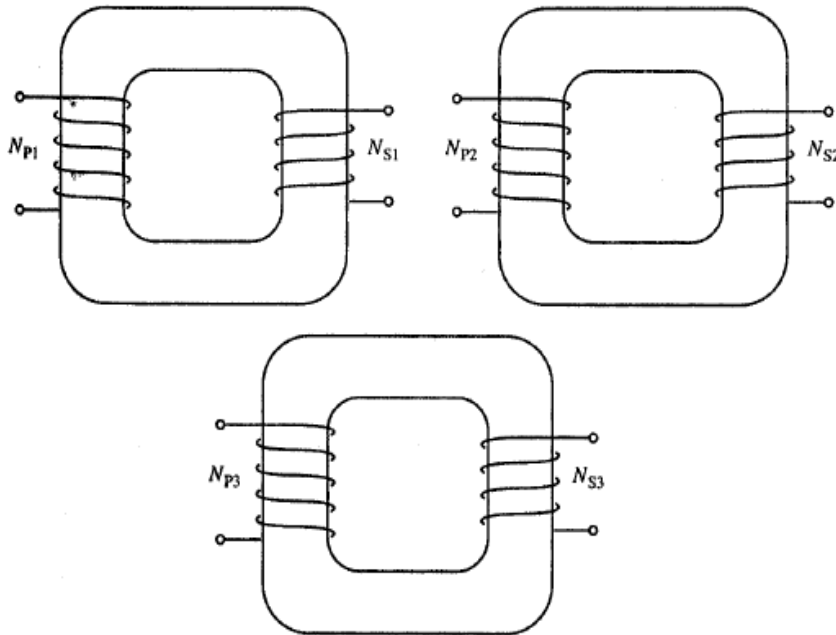
➤ ترانسفورماتور روغنی

خطر آتش سوزی بخاطر وجود روغن

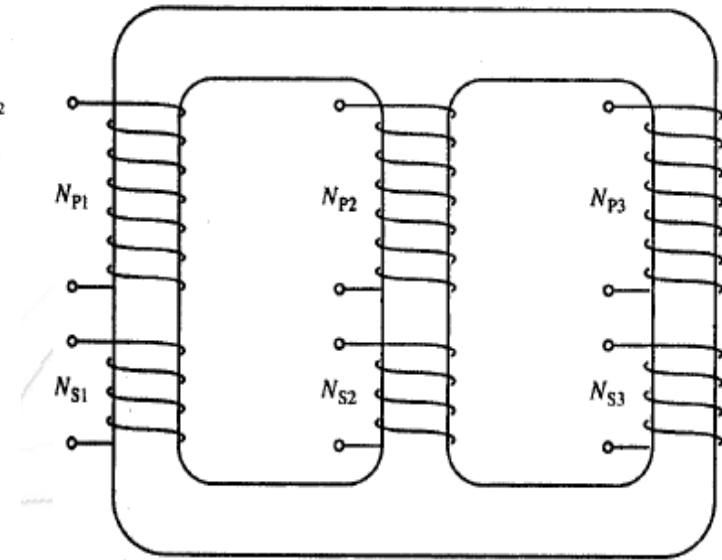


# □ انواع ترانسفورماتورهای سه فاز از نظر ساختمان

ترانسفورماتورهای سه فاز به دو دسته ترانس با هسته های مجزا (بانک ترانس) و ترانس با هسته مشترک (یکپارچه) تقسیم بندی می شوند.



ترانس سه فاز با هسته های مجزا

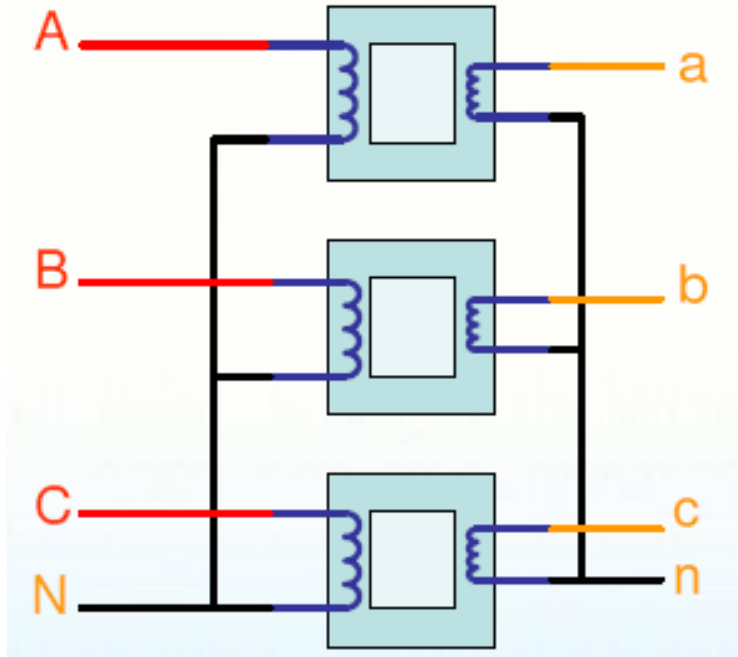


ترانس سه فاز با هسته مشترک (یکپارچه)



## □ انواع ترانسفورماتورهای سه فاز از نظر ساختمان

➤ ترانسفورماتور با هسته های مجزا



- ✓ اولین آرایشی که به عنوان ترانس سه فاز مطرح شده و بکار رفته است، شامل سه ترانس تک فاز است که در کنار هم بصورت یک مجموعه ترانس سه فاز مورد استفاده قرار گرفته است.
- ✓ امکان بکارگیری انواع آرایشهای ستاره و مثلث در اولیه و ثانویه وجود دارد.
- ✓ این ساختار با نام بانک ترانس نیز شناخته می شود.

- ✓ یکی از محاسن چنین آرایشی، امکان تعویض هر کدام از فازها در صورت بروز نقص در آن فاز است و این یعنی نیاز به واحد یدکی کوچکتر.
- ✓ همچنین در صورت موجود نبودن واحد یدکی، امکان تامین قسمتی از توان بار توسط دو ترانس تک فاز باقیمانده (استفاده از آرایش مثلث باز یا V-V وجود دارد تا ترانس معیوب تعمیر گردد. در این حالت ولتاژ و جریان سه فاز متعادل به بار تحویل می شود اما مقدار توان تحویلی برابر  $0/56$  توان حالت کارکرد سه ترانس است.



## قسمتهای اصلی در ساختمان ترانسفورماتورهای قدرت روغنی عبارتند از:

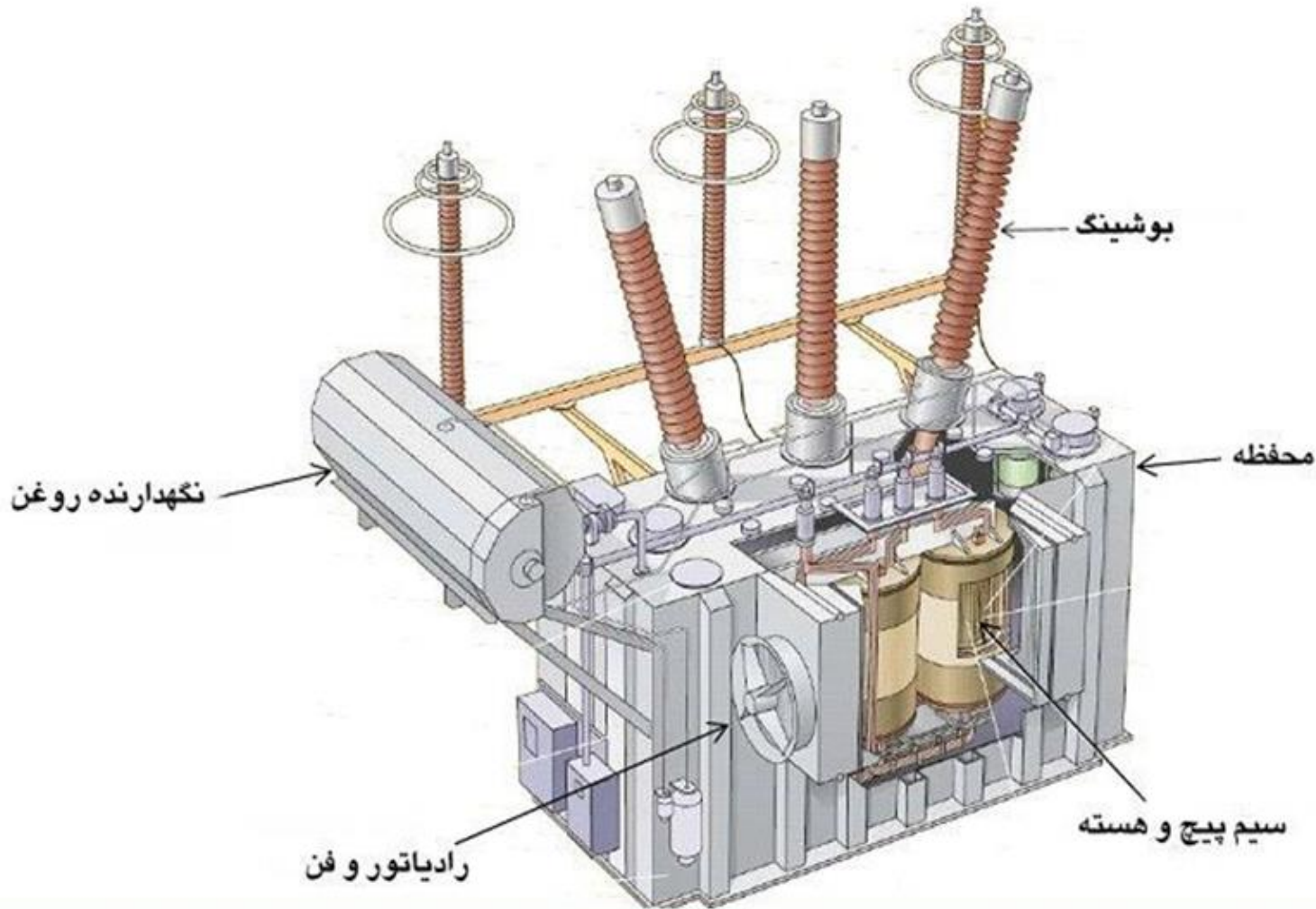
۱- هسته

۲- سیم پیچ های اولیه و ثانویه

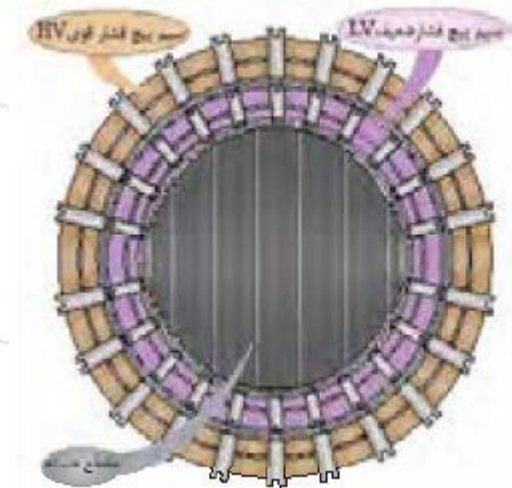
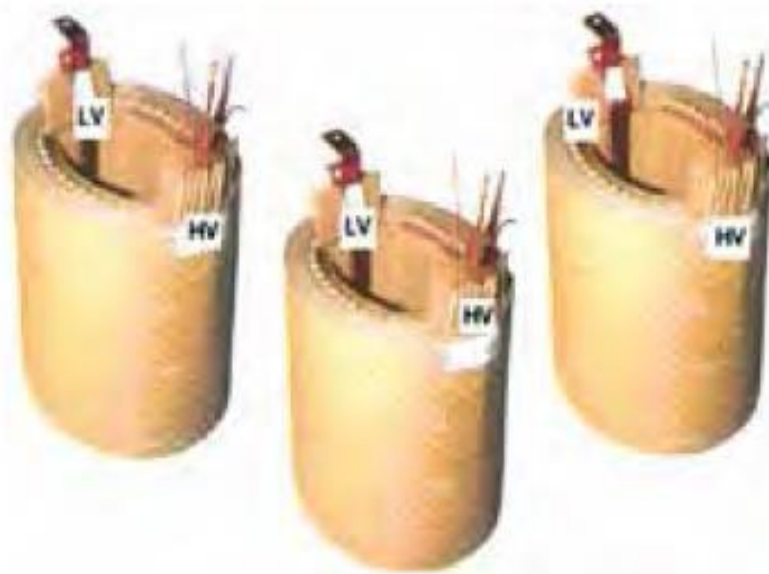
۳- تانک اصلی روغن (محفظه)

۴- مقره ها (بوشینگ)





- ✓ در ترانس با هسته ستونی، سیم پیچها اعم از فشار قوی ، متوسط و فشار ضعیف و سیم پیچ تنظیم – بصورت استوانه متحدالمرکز روی ستون های هسته قرار می گیرند.
- ✓ معمولاً سیم پیچ فشار ضعیف در داخل و فشار قوی در خارج واقع می شوند و ترتیب فوق به این دلیل رعایت می شود که عایق کاری فشار ضعیف نسبت به هسته راحت تر است .







دانشگاه کاشان

## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

### ➤ سیم پیچی های ترانس

- ✓ سیم پیچ ترانس ها نسبت به هم در نوع سیم پیچ، تعداد حلقه ها، اندازه سیم ها و ضخامت عایق بین حلقه ها متفاوت خواهند بود.
- ✓ هر چه ولتاژ ترانس بالا برود، تعداد حلقه های سیم پیچ بیشتر می شود و هر چه ظرفیت ترانس بیشتر شود، اندازه سیم ها بزرگتر می گردد.
- ✓ ساختمان سیم پیچ ها برای رژیم حرارتی که باید در آن کار کند محاسبه شود، زیرا در غیر این صورت عمر ترانس کاسته خواهد شد.



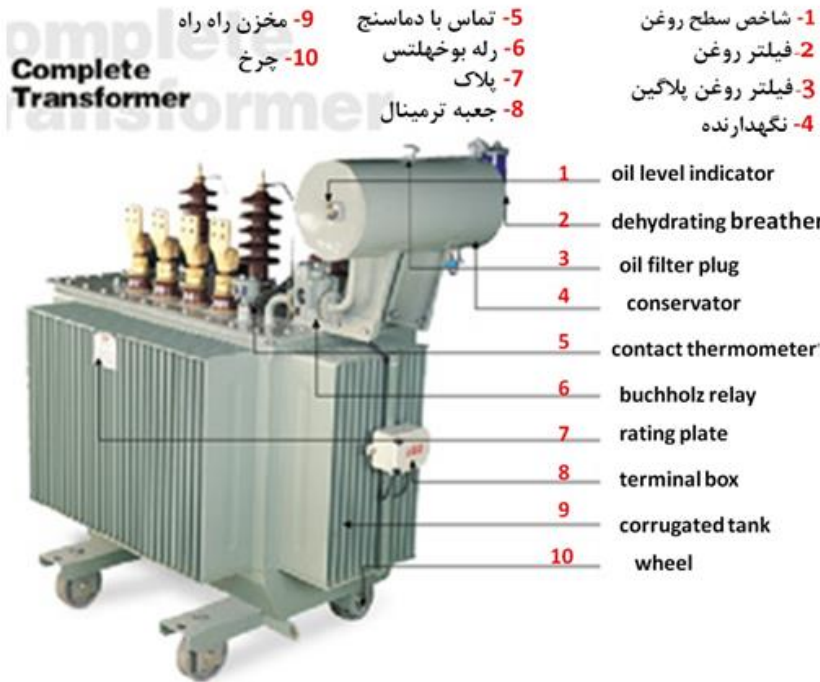


# □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز ( نوع روغنی )

➤ سایر اجزاء

به جز موارد اصلی ذکر شده، اجزا دیگری نیز به منظور اندازه گیری و حفاظت به شرح زیر وجود دارند، که در ادامه برخی آنها توضیح داده می شوند:

- ۱- کنسرواتور یا منبع انبساط روغن
- ۲- مجرای تنفسی و سیلیکاژل تانک
- ۳- تب چنجر
- ۴- ترمومترها
- ۵- نشان دهنده های سطح روغن
- ۶- رله بوخ هلنز
- ۷- سوپاپ اطمینان یا لوله انفجاری / شیر فشار شکن )
- ۸- رادیاتور یا مبدل های حرارتی
- ۹- پمپ و فن ها
- ۱۰- شیرهای نمونه برداری از روغن پایین و بالای تانک
- ۱۱- شیرهای مربوط به پر کردن و تخلیه روغن ترانس
- ۱۲- تابلوی کنترل
- ۱۳- تابلوی مکانیزم تب چنجر
- ۱۴- چرخ ها
- ۱۵- پلاک مشخصات نامی

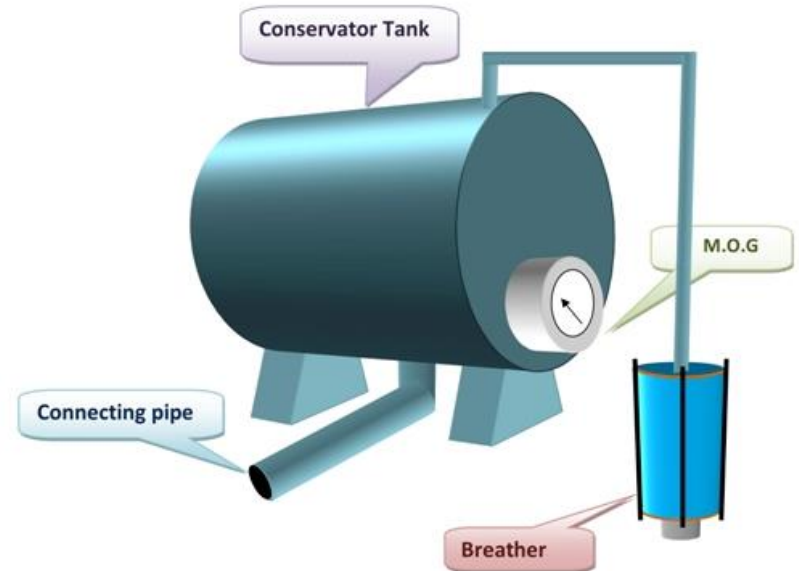




# اجزای ترانسفورماتور سه فاز

## کنسرواتور

✓ منبع ذخیره روغن که به اسامی منبع انبساط و کنسرواتور نیز نامیده می شود، تانکی است که در بالاترین قسمت ترانس نصب می شود در حین تغییرات بار روزانه، روغن ترانس انبساط و انقباض می یابد و در حین انبساط وارد منبع ذخیره می شود (شماره ۴ در شکل روبرو)

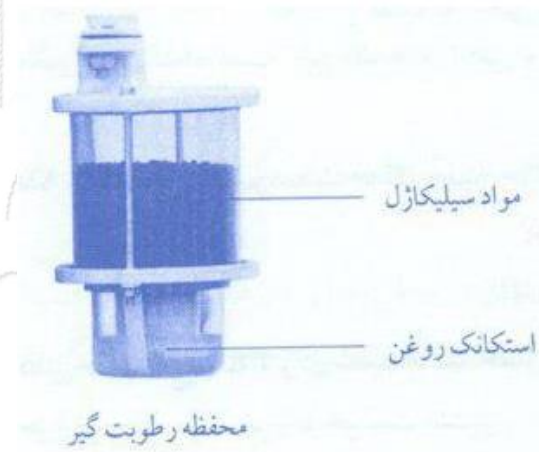
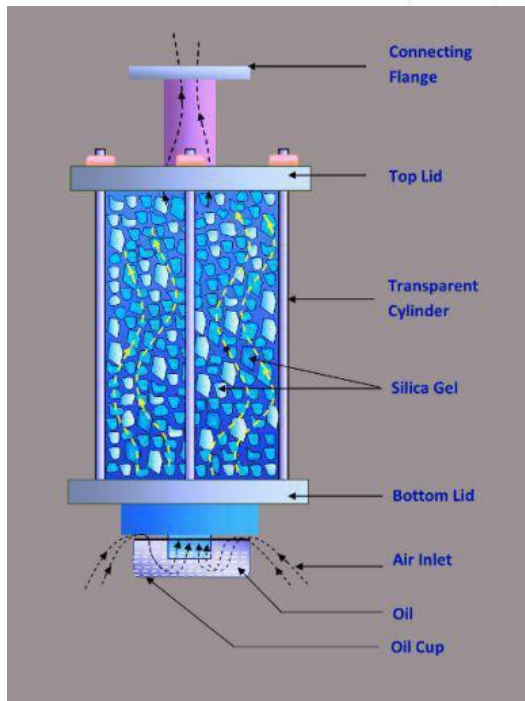




## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

### ➤ رطوبت گیر (یا سلیکاژل)

- ✓ ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت همراه دارای کنسرواتور، با محیط اطراف ارتباط داشته و انبساط و انقباض روغن از طریق تنفس (خارج شدن هوا از کنسرواتور در زمان انبساط روغن و ورود هوا به کنسرواتور در زمان انقباض روغن) جبران می شود.
- ✓ لیکن رطوبت محیط یکی از عوامل مهم کاهش ولتاژ شکست روغن و بالطبع جذب رطوبت توسط عایق کاغذی است که می بایست از آن اجتناب نمود.
- ✓ بهمین دلیل در این ترانسفورماتورها از محفظه رطوبت گیر ترانسفورماتور استفاده می شود که شامل سلیکاژل و تله هوا یا (استکانک روغن) مطابق شکل ذیل است:







## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

### ➤ ترمومتر

✓ با توجه به کلاس عایقی موردنظر در ترانسفورماتور، اثرات مخرب حرارت غیر مجاز بر کیفیت عایقهای بکار رفته در ترانس، لازم است در تمامی شرایط دمای بخشهای مختلف داخل ترانسفورماتور تحت کنترل باشد، که برای این منظور از ترمومتر استفاده می شود.

❖ در ترانسفورماتورهای قدرت از ترمومتر برای اندازه گیری دمای روغن و سیم پیچ استفاده می شود. لذا دو نوع ترمومتر در ترانس به کار می رود:

1) ترمومتر محفظه روغن: معمولاً در ترانسهای با توان  $630 \text{ kVA}$  به بالا بکار می رود.

2) ترمومتر سیم پیچ: معمولاً در ترانسهای با توان  $1250 \text{ kVA}$  به بالا بکار می رود.





## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

### ➤ نشان دهنده سطح روغن

✓ **نشان دهنده سطح روغن یا روغن نما:** وسیله ای است که از آن برای نشان دادن سطح روغن در منبع انبساط ترانسفورماتور استفاده می شود.



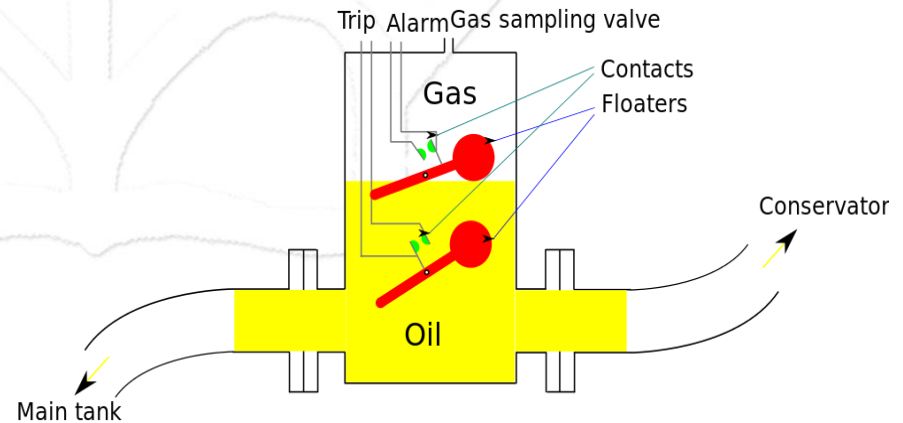
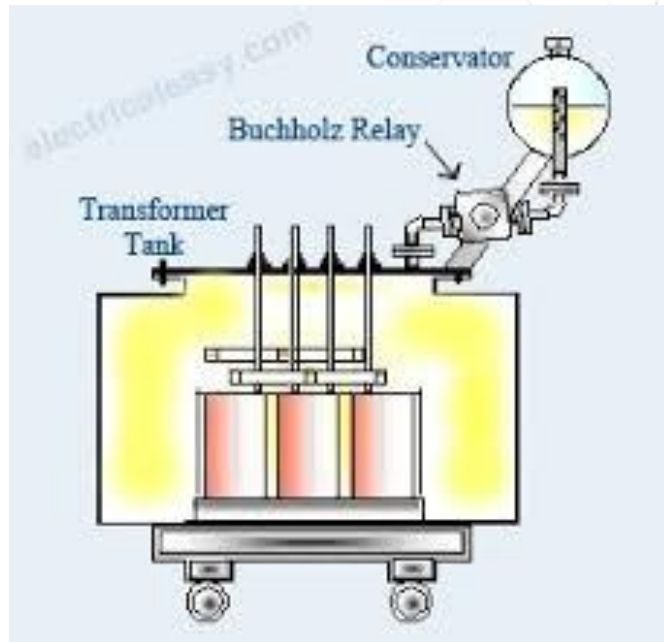
✓ اگر چه رله بوخهولتز می تواند کاهش سطح روغن را نشان دهد ولی، برای داشتن ضریب اطمینان بالاتر، نشان دهنده سطح روغن نیز بروی منبع ذخیره (کنسرواتور) پیش بینی می شود. ممکن است نشان دهنده بصورت دریچه شیشه ای برای دیدن سطح روغن باشد. علاوه بر آن، نشان دهنده نوع عقربه ای که از طریق مغناطیس، با شناور داخل منبع کنسرواتور در ارتباط است. نیز تعبیه می گردد. عقربه نشان دهنده باید نمایانگر سطوح حداکثر، حداقل و نرمال بوده و کنتاکتهایی برای آلامر نیز باید پیش بینی شده باشد.



✓ **رله بوخ هولتز (Buchholz relay):** رله ای است که برای حفاظت از تجهیزاتی که با روغن خنک می شوند بکار می رود.

✓ این رله در پی پدید آمدن گاز یا هوا در درون منبع روغنی یا پایین آمدن سطح روغن از حد روا یا گردش بیش از حد روا روغن به کار می افتد و در گام نخست آژیر را بکار می اندازد و اگر افت سطح روغن ادامه یابد در گام دوم فرمان برش (تریپ) را به کلید ورودی ترانس صادر می کند.

✓ این رله در لوله رابط بین تانک و منبع ذخیره نصب می شود.





## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

### ➤ رادیاتور یا مبدل حرارتی

- ✓ با توجه به اینکه روغن دارای خاصیت عایقی خوب و همچنین تبادل حرارتی زیاد می باشد، در ترانسفورماتورها بعنوان خنک کننده مورد استفاده قرار می گیرد.
- ✓ جهت تبادل حرارتی بهتر با محیط اطراف، روغن از طریق رادیاتور و پمپ های روغن یک سیکل بسته را طی می نماید و حین عبور از رادیاتورها توسط فن ها با محیط اطراف تبادل حرارتی انجام می دهد.
- ✓ رادیاتورها بسته به نوع اتصال شان به تانک ترانسفورماتور، به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- رادیاتورهای نصب شده روی ترانسفورماتور Tank mounted Radiators

۲- رادیاتورهایی که بصورت جداگانه نصب شده اند Separate mounted Radiators



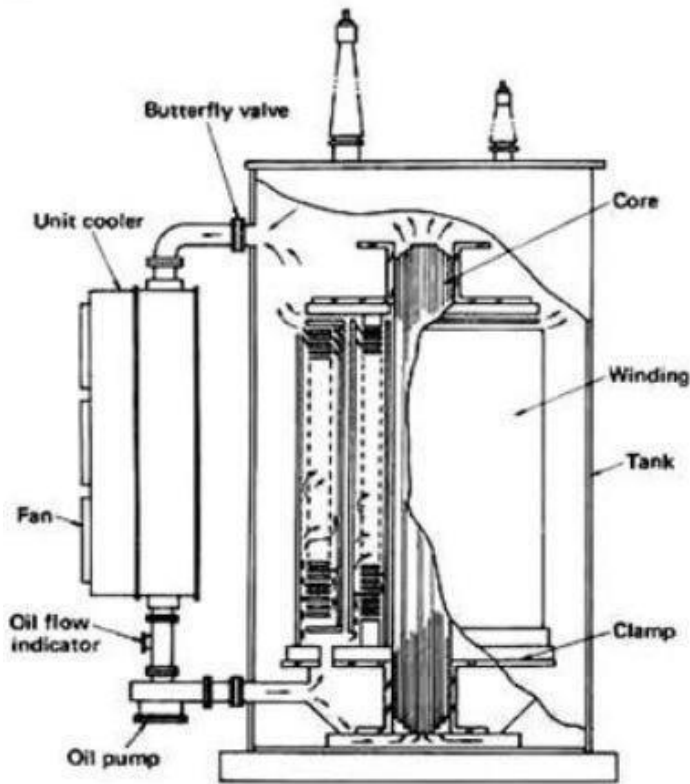




# اجزای ترانسفورماتور سه فاز

➤ رادیاتور یا مبدل حرارتی

❖ روش های خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت:



## Cooling

Cooling systems

Depending of the kind of internal/external cooling the types are named as follows:

- ONAN = Oil Natural    Air Natural
- ONAF = Oil Natural    Air Forced
- OFAF = Oil Forced    Air Forced
- ODAF = Oil Directed    Air Forced
- OFWF = Oil Forced    Water Forced
- ODWF = Oil Directed    Water Forced



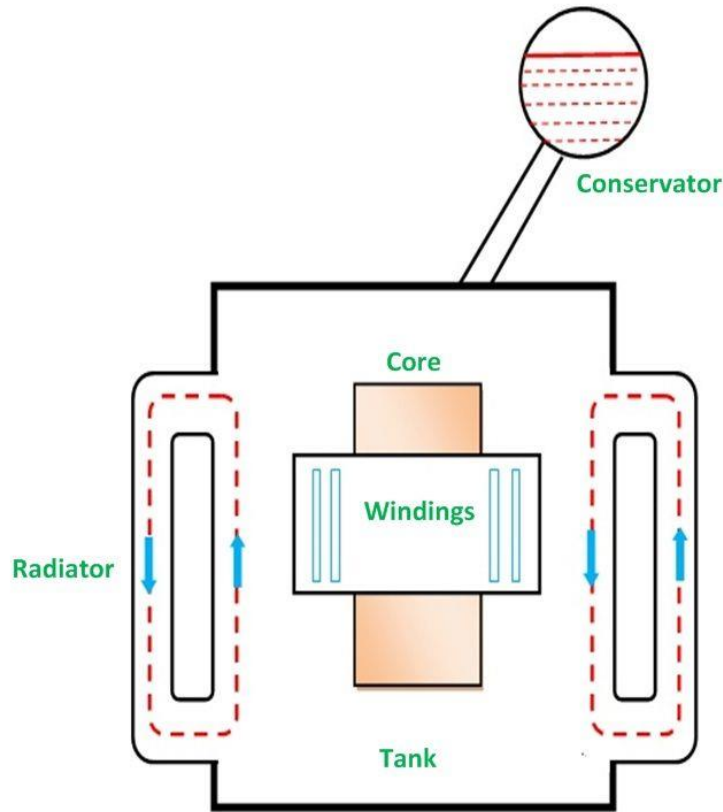
## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

➤ روش های خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت

### ❖ سیستم ONAN (روغن طبیعی - هوا طبیعی):

✓ در این سیستم، هوا به طور طبیعی با سطح خارجی رادیاتورهای در تماس است و رادیاتورها به طور طبیعی با هوا خنک می شوند.

✓ همچنین گردش روغن در ترانسفورماتور نیز به طور طبیعی صورت می گیرد؛ یعنی روغن گرم بالا می رود و روغن سرد، جای آن را می گیرد.



Circuit Globe



## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

➤ روش های خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت

### ❖ سیستم ONAN (روغن طبیعی - هوا طبیعی):

- ✓ این نوع سیستم خنک کنندگی مختص ترانسفورماتورهای با قدرت کم است؛ زیرا با افزایش قدرت ترانسفورماتور، حرارت سیم پیچ ها زیاد می شود و روغن باید با سرعت بیشتری در تماس با هوای بیرون قرار گیرد و عمل خنک کنندگی با سرعت بیشتری انجام شود.
- ✓ از این نوع سیستم برای ترانسفورماتورهای قدرت تا ۳۰ MVA مورد استفاده قرار می گیرد.



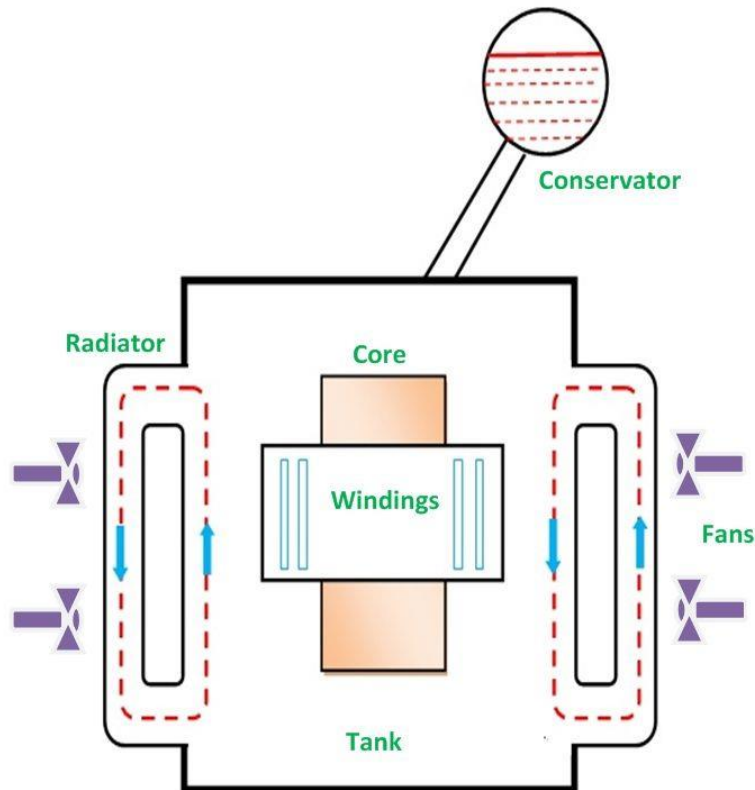


## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

➤ روش های خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت

### ❖ سیستم ONAF (روغن طبیعی - هوا اجباری):

- ✓ در این سیستم، گردش روغن در داخل ترانسفورماتور به طور طبیعی صورت می گیرد؛
- ✓ ولی فن های نصب شده روی بدنه رادیاتورها، سرعت تماس هوای خارج با بدنه رادیاتور را افزایش می دهد. لذا روغن سریعتر خنک می شود و طبعاً می توان توان ترانسفورماتور را بالا برد.



Circuit Globe





## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

➤ روش های خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت

### ❖ سیستم ONAF (روغن طبیعی - هوا اجباری):

✓ این نوع سیستم خنک کنندگی به طور وسیعی در ترانسفورماتورهای قدرت با توان بین ۳۰ تا ۶۰ مگا ولت آمپر مورد استفاده قرار می گیرد.



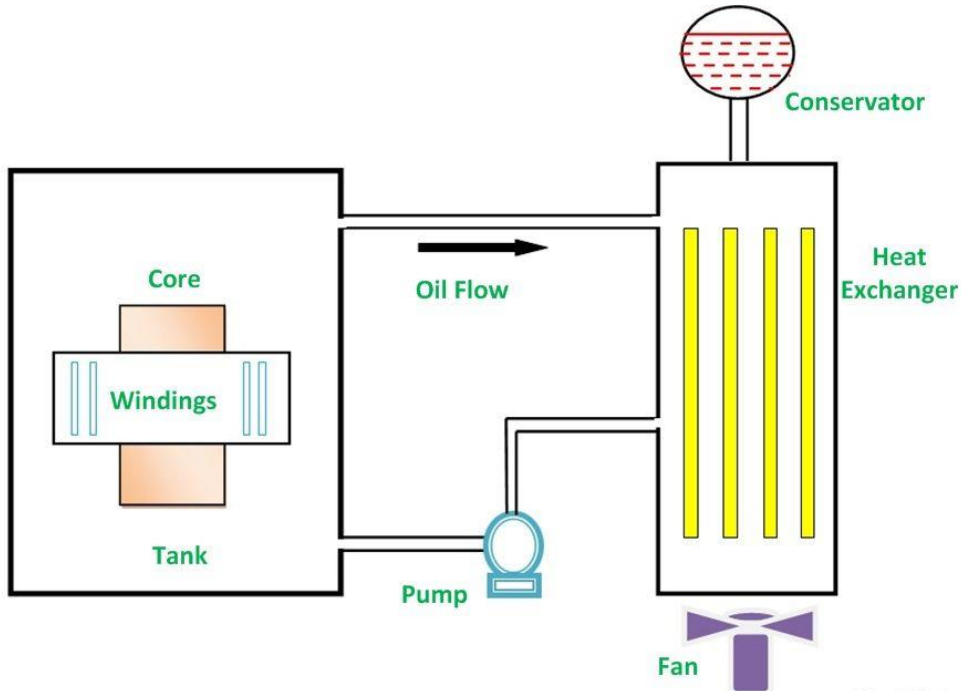


## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

➤ روش های خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت

### ❖ سیستم OFAF (روغن اجباری - هوا اجباری):

- ✓ در این سیستم، گردش روغن در داخل ترانسفورماتور به کمک فن، سرعت داده می شود تا انتقال حرارت با سرعت بیشتری انجام گیرد.
- ✓ فن های هوا نیز بدنه رادیاتورها را در تماس بیشتری با هوا قرار می دهند تا روغن را سریعتر خنک کنند.



Circuit Globe



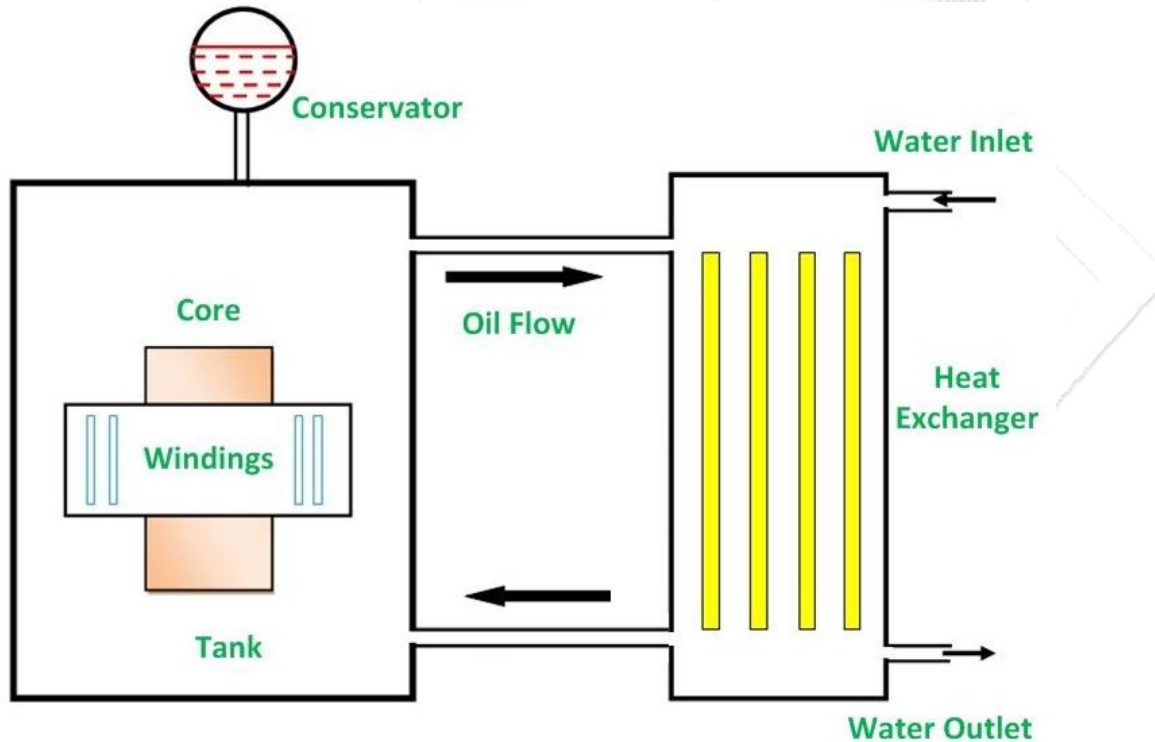


## □ اجزای ترانسفورماتور سه فاز

➤ روش های خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت

### ❖ سیستم ONWF (روغن اجباری - آب اجباری):

- ✓ در این نوع سیستم خنک کاری، بجای هوا، خنک کاری رادیاتورها توسط آب تحت فشار انجام می شود.
- ✓ خنک کاری روغن در این حالت بهتر از هوا انجام می شود.



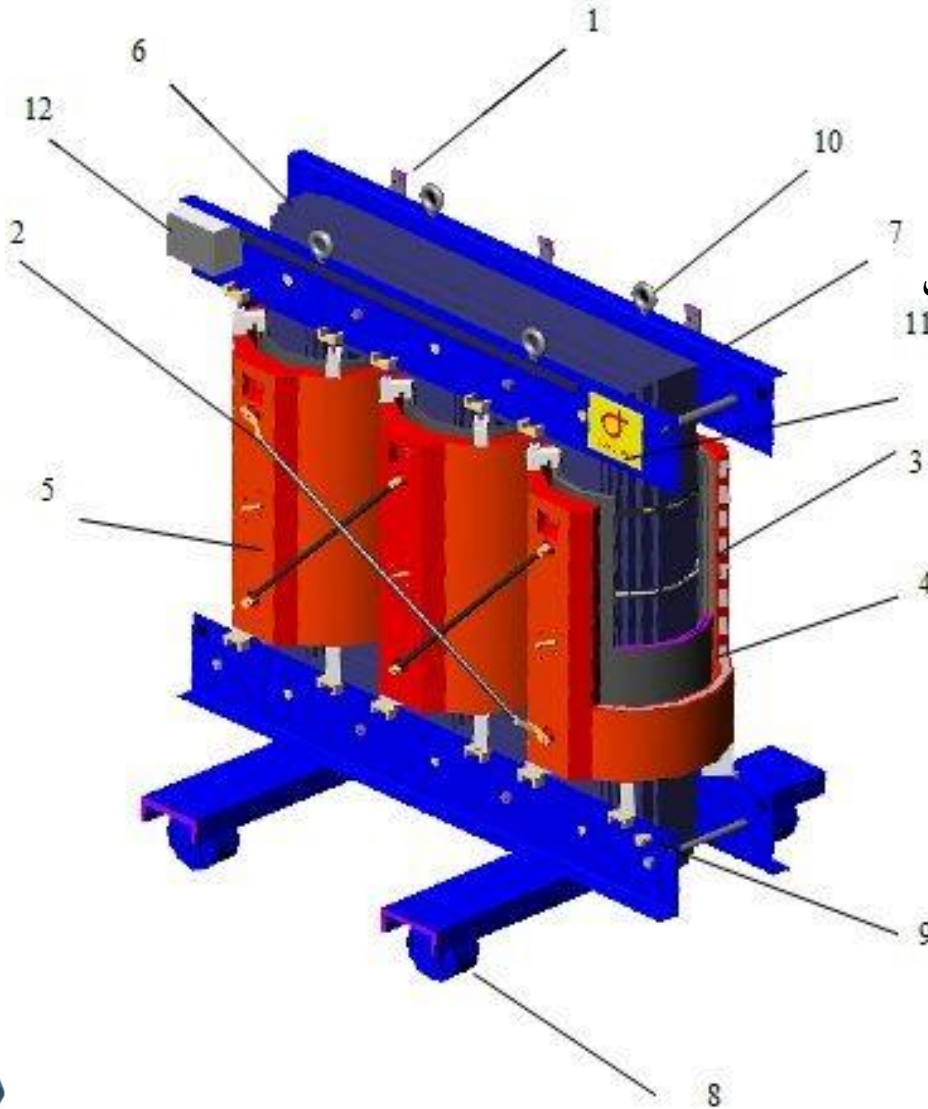


- ✓ ترانسفورماتور خشک رزینی (Cast resin transformer) نوعی ترانسفورماتور است که سیم پیچ‌های آن در دی‌الکتریک مایع غوطه‌ور نمی‌باشند، بلکه از مواد جامد جهت این امر استفاده می‌شود.
- ✓ ایده ساخت ترانسفورماتور فاقد روغن در اواسط دهه ۹۰ مطرح شد. بررسی، طراحی و ساخت این ترانسفورماتور از بهار سال ۱۹۹۶ در شرکت ABB شروع شد.
- ✓ در این ترانسفورماتور به جای استفاده از هادیهای مسی با عایق کاغذ از کابل پلیمری خشک با هادی سیلندری استفاده می‌شود.
- ✓ از این نوع ترانسفورماتورها در بدترین شرایط محیطی، آب و هوایی و آتش‌سوزی بهره‌برداری می‌شود.
- ✓ سیستم خنک‌سازی این ترانس فقط از طریق هواست.



- ✓ با حذف روغن در ترانسفورماتور خشک، نیاز به تانک روغن، کنسرواتور، آلارمهای گاز و دما و سطح و رطوبت گیر و ... کلاً از بین می‌رود.





- ۱- ترمینال فشار ضعیف
- ۲- ترمینال فشار قوی
- ۳- بوبین فشار ضعیف
- ۴- بوبین فشار قوی
- ۵- لینک تپ چنجر غیر قابل تغییر تحت پتانسیل
- ۶- هسته
- ۷- فریم هسته
- ۸- چرخهای دو جهته
- ۹- ترمینال زمین
- ۱۰- قلابهای حمل
- ۱۱- پلاک مشخصات
- ۱۲- جعبه مدار کمکی



ساخت ترانس رزینی.mp4



## □ ترانسفورماتور رزینی (خشک)

➤ مزایا

- ✓ خود اطفاء بودن
- ✓ مقاومت در برابر رطوبت
- ✓ عدم ایجاد آلودگی های زیست محیطی
- ✓ مقاومت در برابر اتصال کوتاه
- ✓ سهولت نصب و بهره برداری
- ✓ قابل استفاده بودن در محیطهای گرم تا دمای ۵۵ درجه سانتیگراد
- ✓ عملکرد خوب در برابر لرزشها و تکانهای شدید
- ✓ بی نیازی از سرویس نگهداری چشمگیر
- ✓ امکان نصب در مجاورت محل مصرف و در نتیجه کاهش تلفات
- ✓ ایمنی بیشتر و ایده آل بودن برای نصب در فضاهای محدودی که نصب ترانسفورماتورهای روغنی میسر نمی باشد
- ✓ اقتصادی بودن





## □ ترانسفورماتور رزینی (خشک)

➤ معایب

- ✓ قیمت اولیه آنها در حدود ۱.۳ تا ۲ برابر قیمت ترانس روغنی است.
- ✓ برای نصب در محیط باز، نیازمند محفظه (Enclosure) است.
- ✓ عدم امکان تعمیر و بازسازی سیم پیچ های رزینی







### پلاک یک ترانس توزیع ۲ MVA

SHERKATE SAHAMI AAM **شرکت سهامی عام**  
**ایران ترانسفو**

Type **TSUN6339** No.  Year **2001** IEC76/VDE0532

Rated power kVA **2000** Kind **P.T** Frequency **50** Hz

**6300** Kind of service **CONT.**

Rated voltage V **6000** **400** Vector group **Dyn11**

**5700** Sys. highest voltage **7.2/1.1**

Rated current A **192.5** **2886.8** Insulation class **A**

Impedance voltage  % Short circuit current  kA

Cooling method **ONAN** Max. short circuit duration s **2**

Mass of core & winding † **2.611** Max. ambient temperature °C **50**

Total weight † **6.205** Sea level altitude m **1000**

Oil weight † **1.32** Oil IEC 296 class **I**

Off circuit tap changer

**Caution!:** tapping is permissible only in off circuit

HV side				LV side	
Pos.	Tap changer Connections	Voltage	Connection	Voltage	Connection
1	3 - 4	6300		400	
2	4 - 2	6150			
3	2 - 5	6000			
4	5 - 1	5850			
5	1 - 6	5700			

MADE IN IRAN **ساخت ایران**

253025







### پلاک یک ترانس توزیع ۲ MVA

مشخصه	توضیحات
Type no.	نوع ترانسفورماتور با توجه به کد کارخانه
Year	سال تولید ۲۰۰۱ به میلادی
IEC76 / VDE 0532	شماره استاندارد ساخت ترانسفورماتور
Rated power	قدرت نامی به ۲۰۰۰KVA
Kind (PT)	نوع ترانسفورماتور (ترانسفورماتور ولتاژ)
Rated voltage	ولتاژ نامی (۴۰۰/۶۳۰۰-۶۰۰۰-۵۷۰۰ به ولت)
Kind of service	نوع کار (دائم CONT. =)
Vector group	گروه برداری (Dyn11)
Frequency	فرکانس (۵۰ هرتز)
Rated current	جریان نامی (۱۹۲/۲۸۸۶ آمپر)
System highest voltage	بیشترین ولتاژ قابل تحمل (۷/۲ / ۱/۱ کیلو ولت)
Insulation class	کلاس عایقی A
Impedance voltage	درصد ولتاژ اتصال کوتاه
Cooling method	روش خنک سازی ترانسفورماتور ONAN
Short circuit current	جریان اتصال کوتاه به آمپر
MAX. Short circuit duration	بیشترین زمان تحمل جریان اتصال کوتاه (۲ ثانیه)
MAX. Ambient temperature	بیشترین دمای مجاز محیط (۵۰ °C)
Mass of core & winding	وزن هسته و سیم پیچ (۲/۶۱۱ تن)
Total weight	وزن کل (۶/۲۰۵ تن)
Oil weight	وزن روغن (۱/۳۲ تن)
Sea level altitude	ارتفاع از سطح دریا (۱۰۰۰ متر)
Oil IEC ۲۹۶ class	کلاس روغن براساس استاندارد ۲۹۶ IEC (I)

