

ای نام تو بهترین سر آغاز





حفاظت و رله ترانسفورماتور ولتاژ و کلیدها قدرت

مدرس: نبی اله رضانی





❖ ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT یا VT)

– خطای نسبت تبدیل با کلاس دقت PT که در ادامه ارائه می شود متناسب است.

• کلاس دقت PT اندازه گیری

کلاس دقت	درصد خطای نسبت تبدیل	در صورتیکه ولتاژ سیستم در محدوده ۰.۸ تا ۱.۲ برابر ولتاژ نامی باشد محدوده خطا در حد کلاس دقت باقی می ماند.
0.1	0.1	
0.2	0.2	
0.5	0.5	
1	1	

کلاس دقت	درصد خطای نسبت تبدیل	در صورتیکه ولتاژ سیستم در ۰.۵ برابر ولتاژ نامی باشد مقدار خطا به شدت تغییر می کند.
0.1	1	
0.2	1	
0.5	1	
1	2	



❖ ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT یا VT)

Rated voltage factor (RVF) ضریب ولتاژ نامی

کلاس دقت	درصد خطای نسبت تبدیل	در صورتیکه ضریب ولتاژ نامی بین ۱۵۰ تا ۱۹۰ درصد باشد مقدار خطا به شدت تغییر می کند.
0.1	2	
0.2	2	
0.5	2	
1	3	

- ضریب ولتاژ نامی: حداکثر ولتاژ قابل اعمال از نظر حرارتی و رعایت دقت بر حسب نوع زمین شبکه = ۱.۵ برای سیستم زمین شده مستقیم
= ۱.۹ برای سیستم زمین نشده یا سیستم زمین شده رزونانسی

نکته: محدوده دقت جداول فوق در صورتی صادق است که در فرکانس نامی، بار مصرفی در محدوده ۲۵ درصد تا ۱۰۰ درصد بار نامی و ضریب توان ۰/۸ پس فاز باشد.

- توان خروجی مطابق استاندارد IEC 186

10, 15, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 VA

کلاس دقت	خطای نسبت تبدیل
3P	3
6P	6

- کلاس دقت PT حفاظتی: علاوه بر کلاس های مندرج در جداول فوق

برای ۵٪ تا ضریب ولتاژ نامی، ۲۵٪ تا ۱۰۰٪ بار نامی و ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز



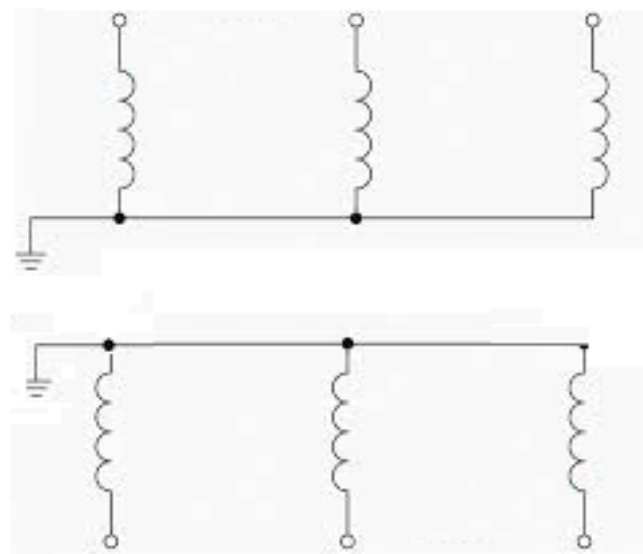
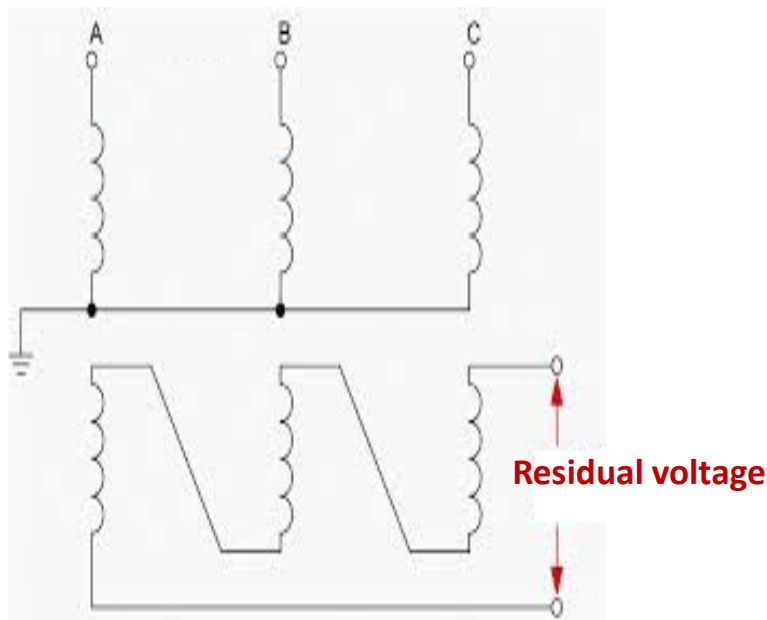
❖ ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT یا VT)

- مقادیر خروجی استاندارد PT ها:

مقادیر آمریکایی (ولت)	مقادیر اروپایی (ولت)
115	100
120	110
230	200

- به همراه ضرایب $1/\sqrt{3}$ و $\sqrt{3}$ از این مقادیر

- نحوه اتصال PT :





❖ ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT یا VT)

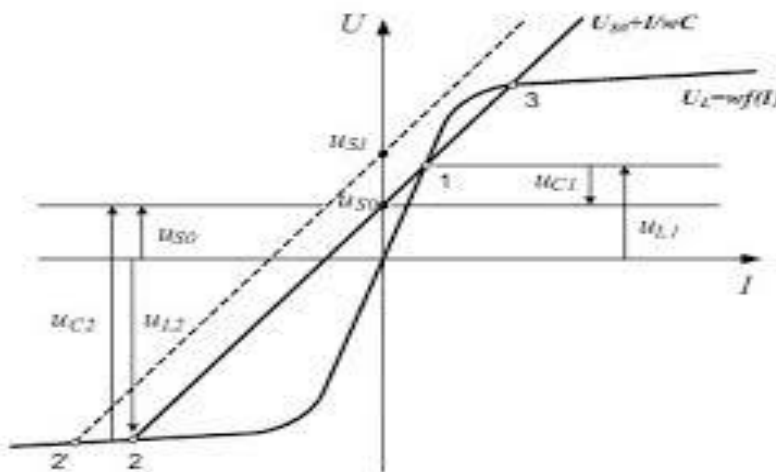
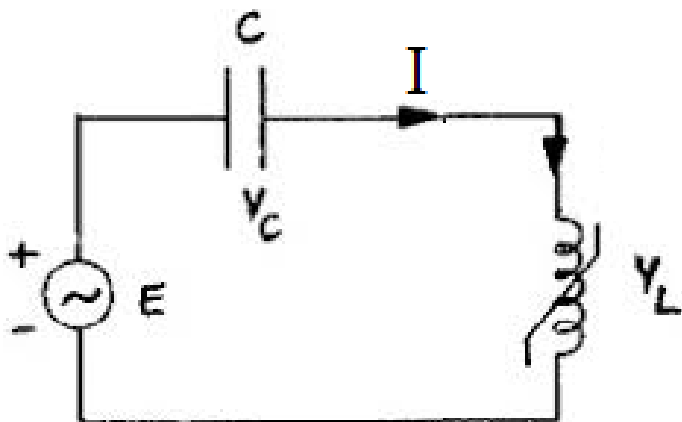
پدیده فرورزونانس PT:

- پدیده فرورزونانس در PT ها (ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی، نوسان بین اندوکتانس ترانسفورماتور ولتاژ و خازن شبکه است. یک نوسان معمولاً با تغییر ناگهانی در ولتاژ شبکه اتفاق می افتد.

- این پدیده تنها در سیستم های زمین نشده اتفاق می افتد.

- این پدیده می تواند در فرکانس اصلی و یا هارمونیک های آن اتفاق بیافتد. زمان وقوع پدیده فرو رزونانس مشکل است پس باید پیشگیری کرد.

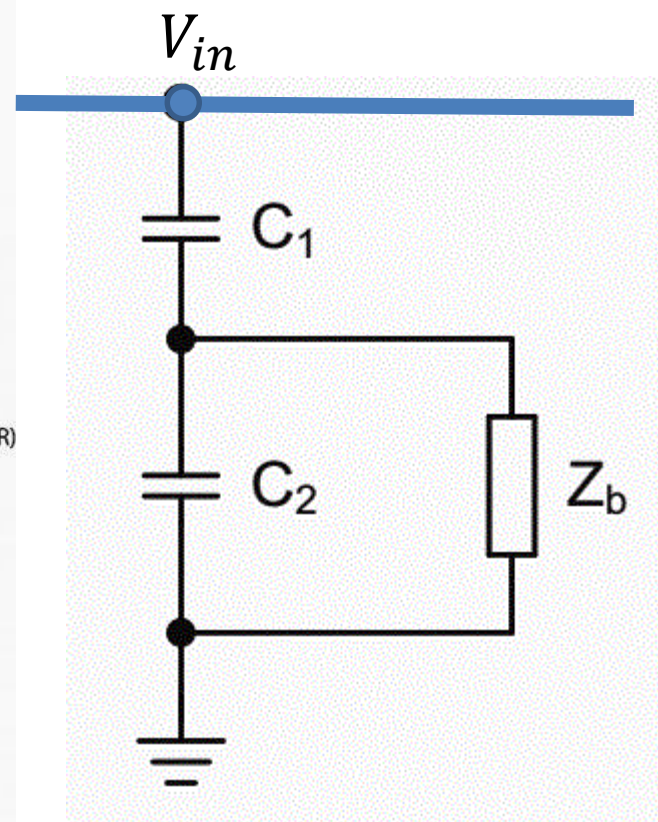
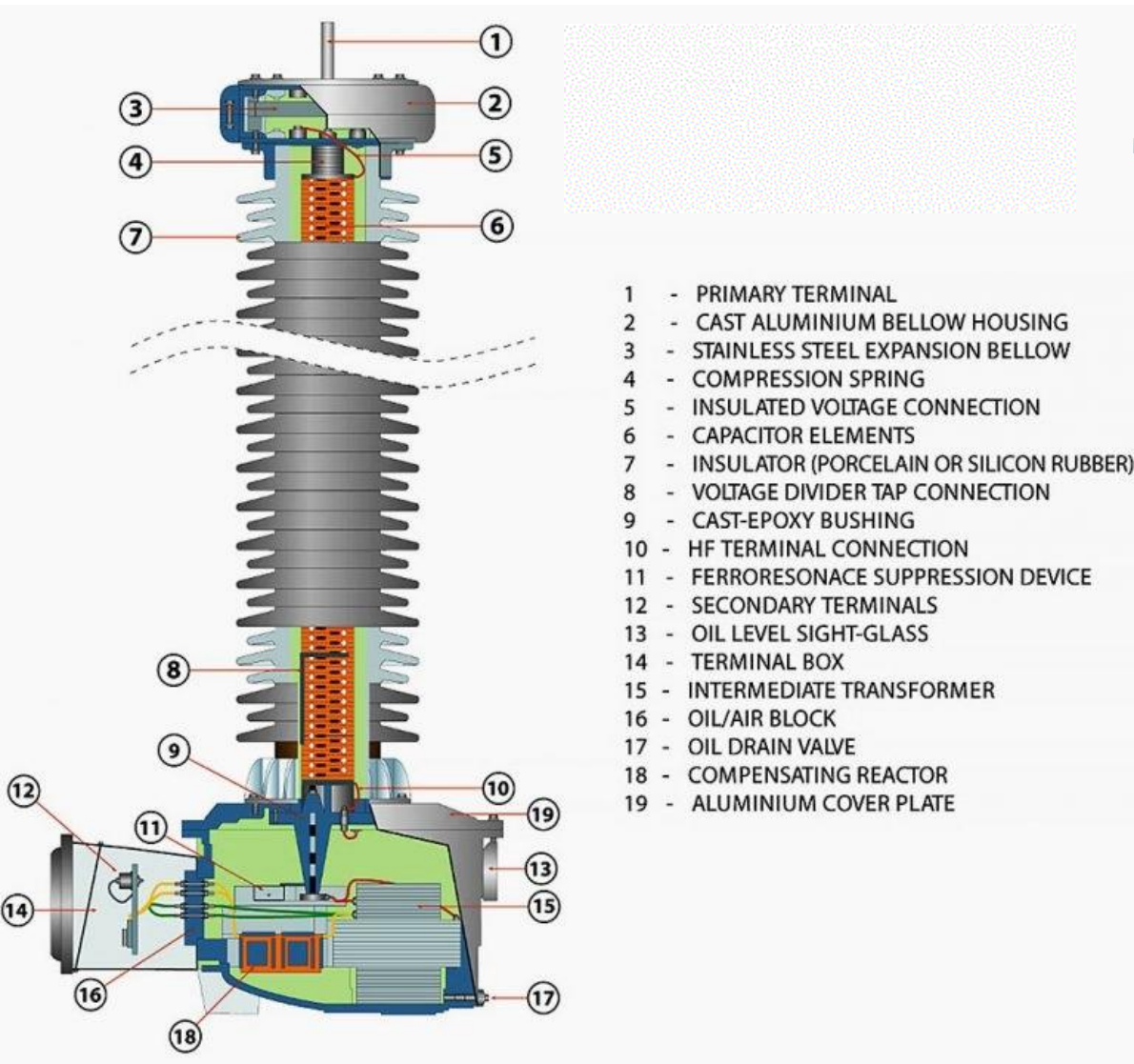
- استفاده از مقاومت ۲۷-۶۰ اهمی با توان ۲۰۰ وات به ترمینال ثانویه





❖ ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT یا VT)

• ترانسفورماتور ولتاژ خازنی (CVT)



مقسم ولتاژ خازنی پایه



❖ ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT یا VT)

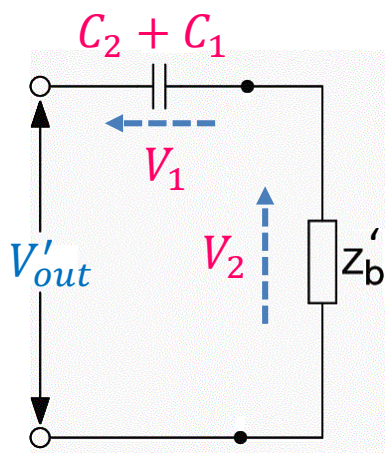
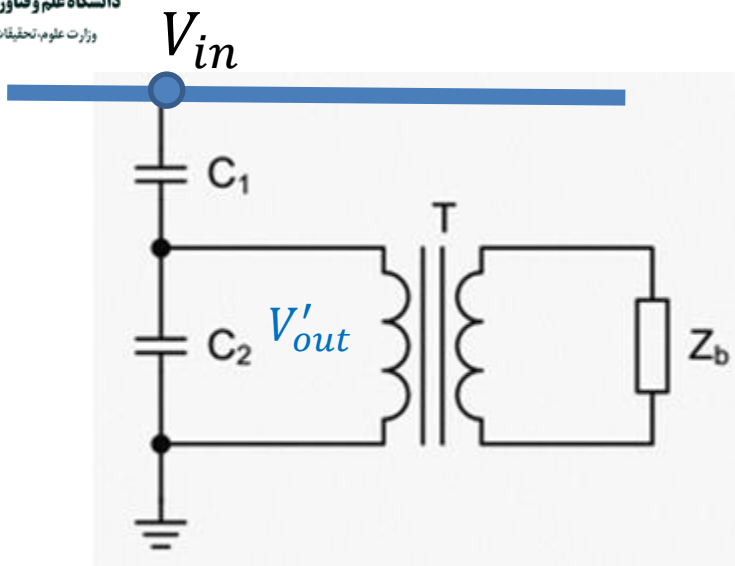
• ترانسفورماتور ولتاژ خازنی (CVT)

– مقسم ولتاژ خازنی با ترانسفورماتور میانی

$$V'_{out} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{in}$$

مطابق رابطه فوق برای CVT باید $C_2 \gg C_1$

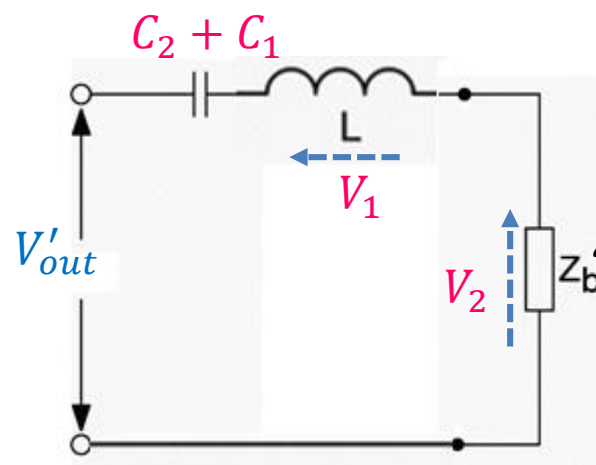
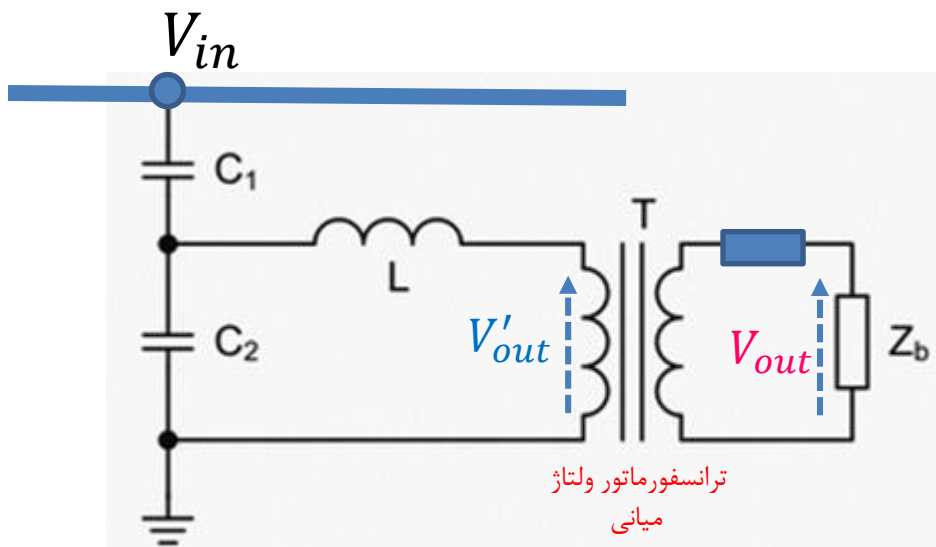
– اغلب ولتاژ روی خازن افت می کند.





❖ ترانسفورماتورهای ولتاژ (PT یا VT)

-مقسم ولتاژ خازنی با جبران سازی سلفی و ترانسفورماتور میانی



-در فرکانس شبکه راکتانس خازن
معادل با سلف برابر است

$$X_L = X_C \Rightarrow j\omega L = \frac{1}{j\omega(C_2 + C_1)} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2(C_2 + C_1)}$$

- نسبت تبدیل کل

$$k = \frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{V_{in}}{V'_{out}} \cdot \frac{V'_{out}}{V_{out}} = k_1 k_2$$

$$k_1 = \frac{C_2 + C_1}{C_1} = 1 + \frac{C_2}{C_1}$$

k_2 = ترانسفورماتور ولتاژ میانی



❖ مروری بر کلیدهای قدرت

➤ کلید قدرت

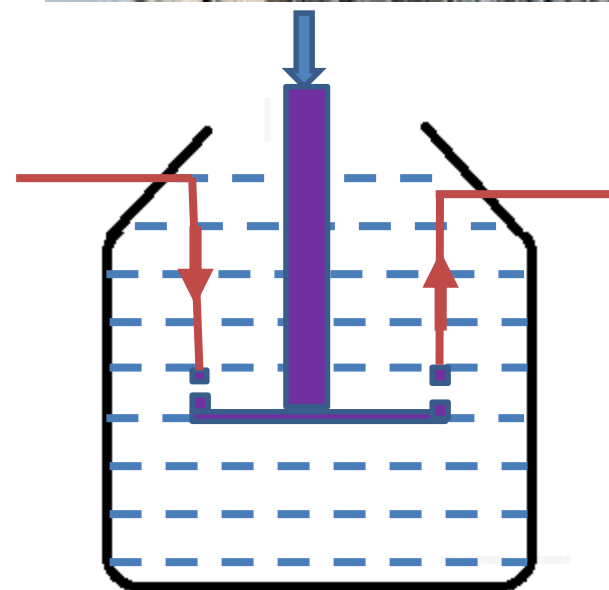


کلیدهای قدرت برای قطع جریانهای عادی و اتصال کوتاه طراحی می شوند فرق کلید قدرت با فیوز در این است که یک کلید قدرت قابل تنظیم و کنترل است.

➤ اجزای کلید قدرت

- مکانیزم عمل کننده: قدرت لازم برای حرکت کنتاکت‌ها را از طریق یک اهرم ایزوله تامین می کند.
- انواع مکانیزم ها: ۱- مکانیزم فنری ۲- مکانیزم پنوماتیکی ۳- مکانیزم هیدرولیکی

- محفظه قطع: محفظه ای است که در آن دو کنتاکت عمل می کنند و قوس ایجاد شده (بهنگام قطع و وصل جریان) در آن خاموش می شود.



مهمترین کلیدهای قدرت به شرح زیر می باشند :

کلید قدرت روغنی (OCBS)

۱

کلید قدرت هوایی

۲

کلید قدرت SF6

۳

کلید قدرت خلا

۴



❖ مروری بر کلیدهای قدرت

- **یونیزاسیون**

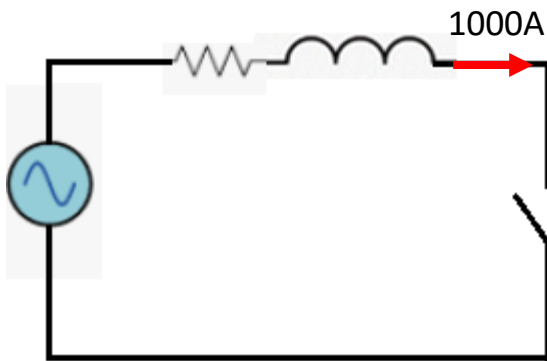
عمل ایجاد یون های مثبت و الکترون منفی را یونیزاسیون می نامند. یونیزاسیون به علت حرارت ناشی از قوس بین دو کنتاکت ایجاد شده و باعث افزایش هدایت الکتریکی بین دو کنتاکت می شود.

- **دیونیزاسیون**

عمل ترکیب مجدد یون های مثبت و الکترون های منفی را دیونیزاسیون گویند.

- **برخی روش های دیونیزاسیون**

- ۱- خنک کردن قوس توسط هوا یا روغن
- ۲- افزایش طول قوس



$$V = L \frac{di}{dt} = L \frac{1000}{10^{-8}} = 10^{-8} L$$

با افزایش سرعت قطع، پدیده **Current Chopping** رخ می دهد که باعث ایجاد اضافه ولتاژ القایی خطرناک می شود. بهترین حالت قطع قوس در نقطه عبور از صفر است (قطع آرام جریان).



❖ مروری بر کلیدهای قدرت

۱- کلید قدرت روغنی

مزایای روغن:

- مقاومت الکتریکی زیاد
- انتقال حرارت به شیوه کنوکسیون
- استقامت در برابر فشارهای ضربه ای
- خاموش کردن قوس الکتریکی

معایب روغن:

- پیر شدن روغن به مرور زمان: ترکیب با مواد دیگر و کاهش خاصیت عایقی



استقامت روغن خوب حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوولت بر سانتی متر است.

انواع کلید قدرت روغنی :

- کم روغن: در این کلیدها روغن تنها وظیفه خنک کردن قوس و خارج کردن یونها را بر عهده دارد و مستقیماً وظیفه عایقی بین دو کنتاکت را نخواهد داشت.
- پر روغن: در این نوع کلیدها روغن بیشتر وظیفه عایقی را هم بر عهده دارد.

- مقدار روغن در یک کلید کم روغن ۱۰kV و 200MVA حدود ۶ کیلوگرم و در یک کلید پر روغن با همین مقادیر نامی حدود ۷۰ کیلوگرم است.



❖ مروری بر کلیدهای قدرت

۲- کلید های هوایی

- هوای معمولی

- هوای فشرده

- این کلیدها با دمیدن هوای فشرده با سرعت ما فوق صوت به کنتاکت‌های باز شده قطع می‌شوند. هوای فشرده در یک مخزن با فشار حدود ۳MPa ذخیره شده و توسط یک کمپرسور در پست پر می‌شود.

- پرقدرت‌ترین کلید قدرت می‌تواند جریان‌های اتصال کوتاه ۴۰ کیلو آمپر را در ولتاژ خط ۷۶۵ کیلو ولت را در مدت زمان ۳ تا ۶ سیکل در یک خط ۶۰Hz قطع کند.

- صدایی که از دمیدن هوا ایجاد می‌شود آن قدر بلند است که از صدا خفه کن در صورت نزدیکی کلید قدرت به مناطق مسکونی باید استفاده شود. در این کلیدها جهت خاموش کردن جرقه از هوای سرد فشرده استفاده می‌شود.

معایب :

۱- امکان ایجاد پدیده **Current chopping**

۲- نیاز به کمپرسور هوا خنک کن

۳- صدای زیاد بهنگام خروج هوای فشرده

۴- مخارج زیاد تانک ها و هوای فشرده

۵- وجود نشتی

محاسن :

۱- امکان تهیه آسان هوای فشرده

۲- هوا مشخصات خود را در شرایط و درجه حرارت های مختلف حفظ می کند.

۳- قابل اشتعال نیست.



❖ مروری بر کلیدهای قدرت

۳- کلیدهای خلا

کلیدی است که کنتاکت های آن در یک محفظه خلا قرار دارند. از این کلیدها تا ولتاژ ۳۰ کیلو ولت استفاده می شود.

- دارای مقاومت عایقی بالا و قدرت قطع سریع جرقه است.





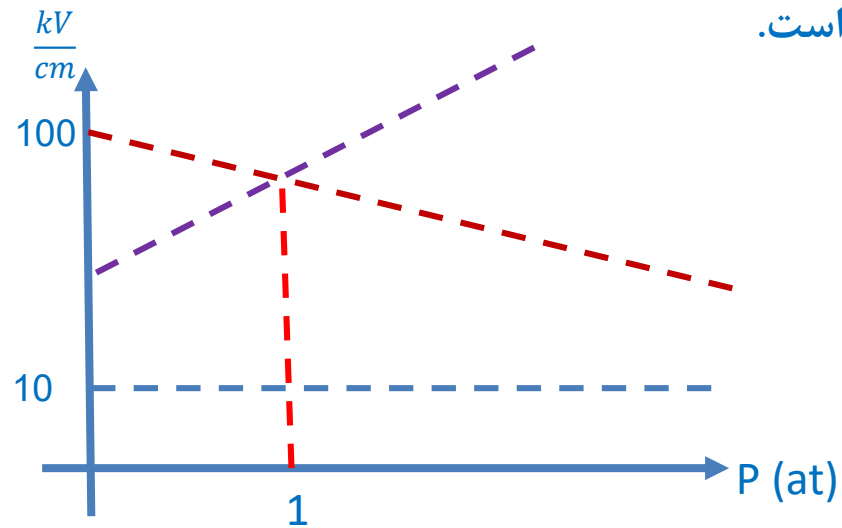
❖ مروری بر کلیدهای قدرت

۳- کلید های SF_6 (هگزا فلورید گوگرد)

علاوه بر قدرت قطع بالا دارای استقامت عایقی بالایی است. بنابراین هادی ها و قسمت های فلزی دارای ولتاژ بالا را می توان بسیا به هم نزدیک کرد. از این خاصیت استفاده شده و پست های GIS در حجم بسیار کمتر احداث می شوند.

خواص فیزیکی:

SF_6 گازی است بی رنگ، بی بو، غیر قابل اشتعال و وزن مخصوص آن ۵ برابر هوا است. استقامت الکتریکی آن حدود ۲/۵ برابر هوا و ضریب انتقال حرارت آن ۱/۶ برابر هوا است و از نظر شیمیایی پایدار است.



تنها عیب: در دمای حدود ۱۰ درجه به مایع تبدیل می شود. پس دمای آن باید بیشتر از ۱۰ درجه نگه داشته شود.



❖ مروری بر کلیدهای قدرت

▶ سکسیونر

سکسیونر وسیله قطع و وصل سیستم هایی است که تقریباً بدون جریان هستند به عبارت دیگر سکسیونر تجهیزاتی را که فقط تحت ولتاژ هستند از شبکه جدا می سازد..



▶ سکسیونر زمین

سکسیونر ارت سکسیونری است که خط یا باسبار را ارت می نماید .



با آرزوی سلامتی، بهروزی و موفقیت