

بسمه تعالی

جزوه عایق و فشار قوی

ویژه دانشجویان

کارشناسی برق قدرت

آموزشگاه فنی پسران شهر بابک

بررسی انواع عایق و ساختار داخلی آنها

در فشار قوی، دنبال حرکت ذرات نیستیم و با پتانسیل سر و کار داریم.

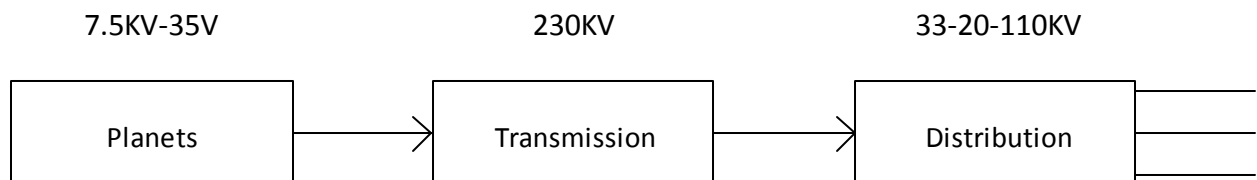
در فشار قوی، پتانسیل و سطح ولتاژ یا ظرفیتی که با آن سر و کار داریم بالای 1 KV [1000 V] ولت است.

مبدأ سیستم قدرت، نیروگاهها است و ولتاژی که تولید می شود در نیروگاهها kv حداکثر ۷۰۰ و حداقل ۳۵ ولت است و بستگی به تکنولوژی نیروگاه دارد.

سطوح ولتاژ در خطوط انتقال: HV DC = 750-1000-1200KV و HV AC= 400-230-132-63

مزایا و معایب سیستم های DC: تلفات کم، عدم وجود فرکانس، امکان ارتباط سطح فرکانسی با کشورهای مختلف (تبادل توان) با کشورهای دیگر، راه اندازی تکنولوژی اش هزینه بردار است.

AC بسیار فراگیر است.



هر چه سطح ولتاژ بیشتر باشد، وجود یک implos-power ضروری است.

$$\rho_e = \frac{q}{A} \text{ چگالی بار: میزان بار بر واحد سطح}$$

در مبحث فشار قوی پخش متناسب پتانسیل روی تجهیزات مهم است. هر چه سطح ولتاژ بیشتر باشد، باید عایقی انتخاب شود که قابلیت چگالی بهتری داشته باشد.

چرا در Transmission سطح ولتاژ را افزایش می دهند؟ به خاطر وجود تلفات اهمی و حرارتی ولتاژ در خطوط کاهش می یابد.

کاربرد علم فشار قوی : ۱- میکروب زدایی- ۲- خالص کردن گازها ۳- مهندسی عمران- ۹- صنعت پزشکی- ۷- در فرستنده های مخابراتی و مایکروویو- ۶- تحقیقات هسته ای- ۵- نمک زدایی از آبهای شور- ۸- مباحث نظامی نظیر بمب های الکترومغناطیسی.

از یک مولد پالسی که این مولد وظیفه دارد ولتاژ ثابت را تبدیل به ضربه اصلی اش کوچک کردن محدوده زمانی است.

مولد پالسی از طریق ورودی های ولتاژ و ادوات الکترونیکی قدرتی چون دیود و ترانزیستور و... ولتاژ را با قابلیتی که طراحی شده به صورت پالس ضربه در می آورد.



در پاستوریزه و استریلیزه کردن، کنسرو سازی و شرکت های لبنیاتی کاربرد دارد.

در برخی کارخانه سیمان سازی به دلیل محیط نامناسب مشکلات ریوی خطرناکی وجود دارد. از طریق تولید پالس مخصوصی به شکل دیگر - ذرات گرد و غبار - آلاینده های موجود در محیط را از بین می برند.

- نظافت و تخریب بتن با ایجاد پالس فوق فشار قوی، سیستمی ایجاد می کنند که با یک شستی سازه بتنی تخریب می شود در انحصار کشور های خاصی از جمله اتریش، روسیه می باشد.

- درمان توده های سرطانی و یا مولد پالس فشار قوی برای از بین بردن چاقی مفرط

- غنی سازی اورانیوم

- بمب مغناطیسی طراحی کرده و الکتروود یا سنسور می گذارند - زمانیکه پالس ضربه در محدوده فرکانس شخصی مثل خودش باشد طوری عمل می کند که انفجار شدیدی ایجاد می کند. از تشابه $E = mc^2$ با موضوع الکترونیک قدرت و impuls power در هر لحظه در محدوده 100sec-100sec را منفجر می کند.

ملزومات فشار قوی:

- میادین الکتریکی و محاسبات و فورمول های کاربرد ها

- عایق ها و انواع آنها - محیط های الکترواستاتیک

- تست روی عایق و محیط های مختلف

-تولید فشار قوی -تولید پالس

-حالت گذرا ، تاثیر رعد و برق بر خطوط انتقال

تکنولوژی ساخت تجهیزات : به عنوان مثال کابل های شبکه توزیع با کابل های خطوط انتقال متفاوت هستند.

مسائل بیولوژیک : مربوط به ایمنی و خطرات احتمالی

مروری بر میدان های الکترو استاتیکی

لازمه استفاده از هر چیزی تست کردن آن وسیله است .

در علم فشار قوی ترانسفورماتوری که تولید می شود قبل از بهره برداری ، تست های ویژه و تست های روتین بر روی آن ها صورت می گیرد و سپس بعد از انجام این تست های اولیه ، اگر به لحاظ الکتریکال ok باشد ، در نهایت در شرایط بدون بار و تحت تانسیون قرار گرفته و بعد از گذراندن این شرایط مجوز بهره برداری داده می شود.

نکته : چون مقره کاربردش ایزولاتوری است شرایط تست اش فرق می کند و نیازی نیست تحت تانسیون قرار بگیرد.

در علم فشار قوی دو نوع تست داریم : ۱- تست صاعقه (۱۰ برابر ولتاژ نامی) - ۲. تست سوئیچینگ (۱۵ الی ۷ برابر ولتاژ نامی).

آزمایش تحت ولتاژ متناوب ---- آزمایش تحت ولتاژ مستقیم.

تست سطح ولتاژ AC: این تست بر روی سیستم هایی صورت می گیرد که با ولتاژ AC کار می کنند.

تست سطح ولتاژ DC: این تست بر روی سیستم هایی صورت می گیرد که با ولتاژ DC کار می کنند.

شرایط تست AC: در این تست فرکانس عامل تاثیر گذار است . اینکه فرکانس در چه سطحی باشد و ریل فرکانسی داشته باشیم یا نه مهم است.

شرایط تست DC: شتاب دهنده ها و عوامل الکترونیکی مثل فوتون در ساختار عایقی در این نوع تست مهم است. علاوه بر این قابلیت ایزولاسیون عایق باید بالا باشد.

قانون کولن: $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ دو ذره باردار q_1 و q_2 که به فاصله r از یکدیگر قرار گرفته اند به هم نیرو وارد می کنند، اگر بارها هم نام باشند نیرو دافعه بوده و اگر غیر هم نام باشند نیرو جاذبه خواهد بود.

$\epsilon_0 K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ ضریب نفوذ پذیری الکتریکی (محیط چقدر اجازه عبور میدان الکتریکی را می دهد)

قانون کولن : عملکرد متقابل ذرات الکترونی را نسبت به هم نشان می دهد.

$$E = K \frac{q_1}{r^2}$$

کار الکتریکی - پتانسیل: قابلیت انجام کار می باشد. کار الکتریکی یا مکانیکی $W = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l}$ حاصلضرب نیرو در مساحت

پتانسیل : آوردن یک ذره باردار از بی نهایت فیزیکی به نقطه ای که می خواهیم پتانسیل اش را بدست آوریم.

سطوح پتانسیلی: هر کدام از خطوط میدان، سطح پتانسیل دارند - پتانسیل ها به صورت کروی - مسطح - خطی هستند.

چگالی شار الکتریکی : پارامتر حیاتی است و یک خط قرمز برای سطح پتانسیل

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$

محیط استاندارد برای مسائل الکترونیک خلا است . $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$

میدان های الکترو استاتیک:

شدت میدان الکتریکی: میزان نیروی وارده بر بار آزمون در اطراف هادی.

پتانسیل: قابلیت انجام کار در فوتون.

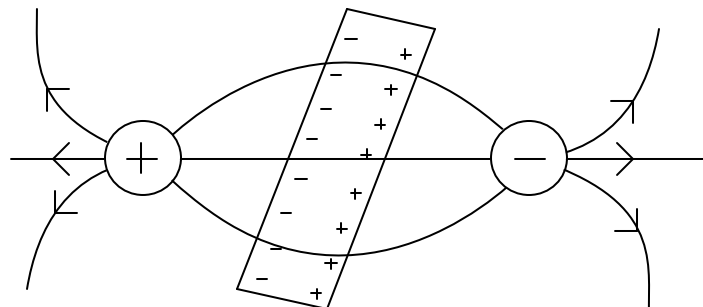
کار الکتریکی:

اختلاف پتانسیل الکتریکی: سطوح هم پتانسیل در اطراف بار نقطه ای.

چگالی شار الکتریکی:

گرادیان: بردار عمود بر سطح را گویند.

پدیده اینفولانس: قرار گرفتن هادی در میدان الکترواستاتیک، اینفولانس نامیده می شود.



عایق: ماده ای است که ذرات الکتریکی مثبت و منفی تشکیل دهنده آن قابلیت حرکت ندارند و یا حرکتشان کند است. به عبارتی ذرات مثبت و منفی نمی خواهد از مدار الکتریکی اتم هایشان جدا شوند و از سطح الکترونی یک اتم به اتم دیگر برمی گردند.

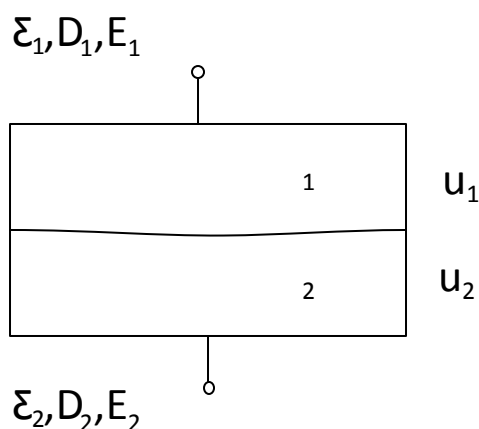
پلاریزاسیون عایق: وقتی عایق در میدان الکتریکی قرار بگیرد اگر شدت میدان اعمالی از سطح تحمل الکتریکی و مغناطیسی عایق بالا رود ذرات را تکان می دهد و باعث می شود جسم عایق ، عایق بودن خود را از دست می دهد.

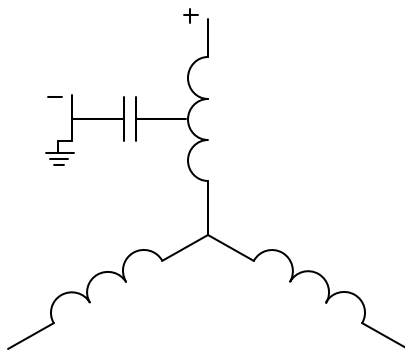
ابتدا میدانی به اندازه ۱۰۰ به عایق اعمال می شود که باعث می شود جسم عایق حرکت الاستیکی داشته باشد رفته رفته شدت میدان اعمالی را افزایش می دهیم مثلا ۱۲۰ که باعث می شود ذرات نوسان کامل داشته باشند و در نهایت شدت میدان را به ۱۸۰ می رسانیم که باعث می شود ذرات تکان بخورند در $E=200$ ذرات الکتریکی داخل عایق حرکت می کنند که برای عایق عیب محسوب می شود در این حالت گفته می شود عایق پلاریزاسیون می شود.

حالت بریکتال عایق : پلاریزاسیون عایق عیب بزرگی برای عایق است. چون خاصیت عایقی ازدست رفته و شروع به هدایت الکتریکی می کند که وقتی ذرات حرکت می کنند به حدی می رسد که اتصال کوتاه ایجاد می کند که در این حالت گفته می شود عایق به حالت بریکتال رسیده است.

مثال مفره بشقابی : وقتی به دکل وصل است ، در شرایط عادی کار می کند و پدیده ای ندارد به جز کرونا اما وقتی مثلا باران می بارد کم کم یک خطی روی مفره می افتد و اتصال کوتاه دارد و در اصطلاح می گویند عایق break down کرد.

فصل مشترک دو عایق سطح مشترک آنهاست.





وقتی دو عایق کنار هم قرار می گیرند فضای بین آنها سطح هم پتانسیل می شود چون پتانسیل ذرات الکتریکی مثبت و منفی در فصل مشترک اثر همدیگر را خنثی می کنند و چگالی شار الکتریکی در سطح یا صفحه برای هر دو عایق برابر است.

$$\begin{aligned} D_1 &= \epsilon_0 \epsilon_r \epsilon_1 \\ D_2 &= \epsilon_0 \epsilon_r \epsilon_1 \end{aligned} \quad \{D_1 = D_2 \quad E = \frac{V}{d}$$

$$\begin{cases} u_1 = E_1 d_1 = \frac{D_1}{\epsilon_1} d_1 \\ u_2 = E_2 d_2 = \frac{D_2}{\epsilon_2} d_2 \end{cases} \quad \begin{aligned} D &= D_1 = D_2 \\ u &= u_1 + u_2 \end{aligned}$$

$$V = D \left(\frac{d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right) = D \left(\frac{d_1 \epsilon_2 + d_2 \epsilon_1}{\epsilon_1 \epsilon_2} \right)$$

$$u = D \left(\frac{d_1 \epsilon_2 + d_2 \epsilon_1}{\epsilon_2 \frac{D_1 d_1}{u_1}} \right) = D v_1 \left(\frac{d_1 \epsilon_2 + d_2 \epsilon_1}{\epsilon_2 D_1 d_1} \right)$$

$$D_1 v_1 \left(\frac{d_1 \epsilon_2 + d_2 \epsilon_1}{\epsilon_2 D_1 d_1} \right) \quad V = V_1 \left(\frac{d_1 \epsilon_2 + d_2 \epsilon_1}{\epsilon_2 d_1} \right)$$

$$V_1 = V \frac{\epsilon_2 d_1}{d_1 \epsilon_2 + d_2 \epsilon_1}$$

ولتاژ عایق اول

$$: u = D \frac{d_1 \epsilon_2 + d_2 \epsilon_1}{\epsilon_1 \epsilon_2}$$

محاسبه ولتاژ عایق دوم

$$D = D_2 \quad \varepsilon_2 = \frac{D_2 d_2}{V_2} \quad \text{دوم برای عایق}$$

$$V = D \frac{d_1 \varepsilon_2 + d_2 \varepsilon_1}{\varepsilon_1 \frac{D_2 d_2}{V_2}}$$

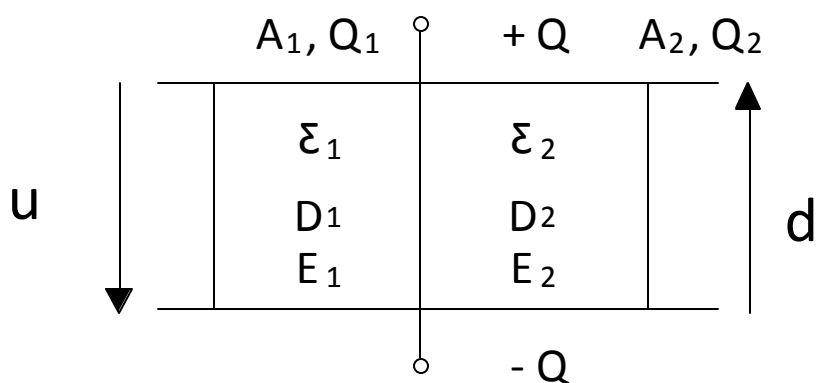
$$V = V_2 \frac{d_1}{\frac{\varepsilon_2 + d_2 \varepsilon_1}{\varepsilon_1 d_2}}$$

$$V_2 = V \frac{\varepsilon_1 d_2}{d_1 \varepsilon_2 + d_2 \varepsilon_1}$$

ولتاژ عایق دوم

خاصیت عایق: مقاومت می کند در مقابل میدان .

در علم فشار قوی بهتر است از کدام ترکیب عایقی استفاده شود. طولی یا عرضی . چرا؟



$$E_1 = E_2 \frac{V}{d}$$

$$\begin{cases} D_1 = \varepsilon_1 E_1 \\ D_2 = \varepsilon_2 E_2 \end{cases} \quad \frac{D_1}{D_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{\varepsilon r_1}{\varepsilon r_2}$$

$$D = \frac{Q}{A} \quad \begin{cases} Q_1 = D_1 A_1 \\ Q_2 = D_2 A_2 \end{cases}$$

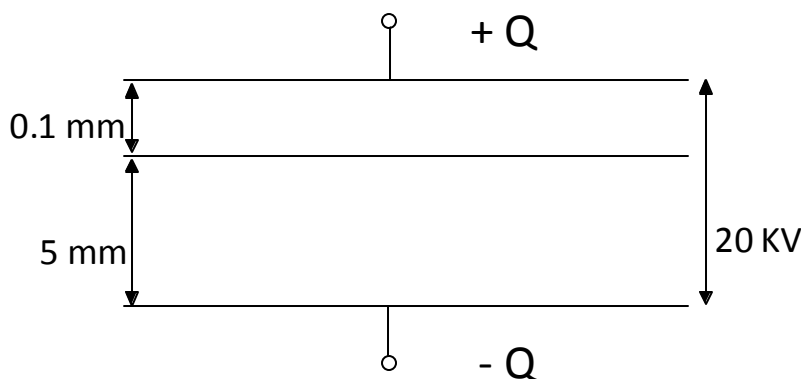
$$\begin{cases} Q_1 = \varepsilon_1 \frac{V}{d} A_1 \\ Q_2 = \varepsilon_2 \frac{V}{d} A_2 \end{cases}$$

نتیجه: روش مناسبی برای ترکیب عایق ها نیست چون محدودیت ساختاری عایقی وجود دارد و قدرت تحمل پتانسیل الکتریکی بستگی به E_1 و E_2 دارد در واقع عایق ها از یک حد بیشتر نمی توانند پتانسیل الکتریکی تحمل کنند چون ممکن است شکست عایقی پیش آید بنابراین از این نوع ترکیب استفاده نمی شود.

چون خطوط نیرو از Q_+ به سمت Q_- در جریان است بنابراین شدت میدان در هر عایق با هم برابر است.

مثال: دو عایق بصورت هم پتانسیل ترکیبی با مشخصات ذیل مفروض است:

در صورتی ولتاژ دو سر جوشن خازن شامل ۲۰ کیلو ولت باشد ، شدت میدان الکتریکی موثر هر یک از عایق ها را محاسبه نمایید؟



$$E_2 = 20 \frac{1}{(0.1 \times 4) + (5 \times 1)} = 3.7 \text{ KV/mm} \quad \text{سلولز}$$

$$E_1 = 20 \frac{4}{(0.1 \times 4) + (5 \times 1)} = 14.8 \text{ KV/mm} \quad \text{هوا}$$

مثال: فرض کنید عایقی از جنس رزین اپوکسید همراه با پودر کواترز که کاربرد صنعتی دارد با فرض $E=3 \text{ KV/mm}$ و $\epsilon r=4$ برای ترکیب عایقی میزان شدت میدان الکتریکی داخل حفره داخل ترکیب را محاسبه و نتیجه را بیان نمایید؟

$$E_0 = 3 \text{ KV/mm} \quad \text{عایق} \quad E_i = \frac{3 \times 4}{9} \times 3 = 4 \text{ KV/mm} \quad \text{حفره}$$

نتیجه:دی التریک تحت تاثیر میدان بدون واکنش نمی ماند بلکه دو قطبی هایی در همان جهت مرتب می شوند و واکنش می دهند . این واکنش دو قطبی است و اثر هر دو قطبی به صورت بار های الکتریکی هم بار سطحی و هم بار حجمی مشاهده می گردد. این دو توزیع بار در حقیقت در جسم عایق به وجود می آید. زیرا میدان قطبی کننده که در حالت کلی غیر یکنواخت است دو قطبی هایی با گشتاور هایی متفاوت در نقاط مختلف جسم پدید می آورد.

طبقه بندی ترانسفورماتور های قدرت: ۱- سطوح قدرت توان ظاهری - ۲- ساختار هسته ترانسفورماتور قدرت

تب چنجر: به علت مسائل شبکه و تلفات ، ولتاژ خط به خط افت می کند ، ترانسفورماتور تجهیز می دارد که وظیفه دارد توزیع پتانسیل را روی سیم پیچی ترانس کنترل کند که به این تجهیز تب چنجر گویند.

بوشینگ: قسمتی که پتانسیل با تجهیزات قدرت اتصال می کند.

تولید ولتاژ فشار قوی به ۵ روش صورت می گیرد: ۱- متناوب - ۲- مستقیم ۳- ضربه.

تولید فشار قوی با ترانسفورماتور با چه روش هایی صورت می گیرد؟

۱- شامل مداری است که در آن از یک ولتاژ کم در ورودی به ولتاژ زیاد در خروجی می رسد و یک تبدیل ساده سطح ولتاژ است. ۲- مشکلات تک طبقه را حل می کند به عبارتی قابلیت دارد باند یا نواری از V را تامین کند. ۳- مدار رزونانس که دو نوع است با فرکانس ثابت و فرکانس متغیر.

Coronaringe: یکنواخت سازی توزیع پتانسیل فشار قوی در امتداد طول عایق.

عیب ترانسفورماتور چند طبقه تک طبقه: در مسائل هارمونیک است.

تولید فشار قوی DC: ۱- روش یکسوسازی - ۲- روش مولد های الکترواستاتیکی ولتاژ DC از

طریق دیود قابل کنترل، یکسو به صورت DC تبدیل می کند.

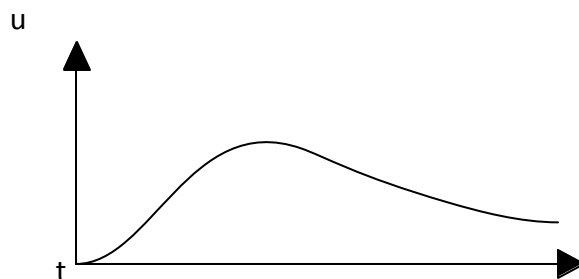
(۱) مباحث الکترونیک قدرت: تجهیزاتی که در صنعت قدرت برای ولتاژ بالای 1000V استفاده می شود گفته می شود. این به مباحث الکترونیک قدرت برمی گردد.

(۲) شامل تجهیزاتی مانند مولد های کلون - هرست هستند که ولتاژ ۱۰۰۰ را تبدیل به ولتاژ ۱۰۰۰۰ می کند و ابعاد این تجهیزات نسبت به محل مصرف متفاوت است.

(۳) تولید فشار قوی ضربه: مثلاً اگر می خواهید ولتاژی تولید کنید که ضمن اینکه فشار قوی باشد دارای یک دامنه زمانی باشد که در محدوده انتظار ما باشد. تولید فشار قوی ضربه به ضربه - صاعقه و سوئیچینگ بر می گردد.

شکل موج مربوط به ضربه: در این روش ولتاژ تولید شده باید به صورت ضربه باشد تا بتوان ضربه را فشرده کرد.

تفاوت کلید زنی با صاعقه در محدوده زمانی است.

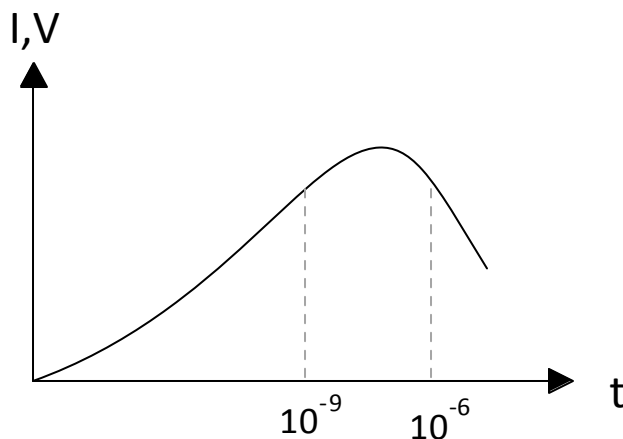


مولدهای توان پالسی:

هدف: می خواهیم با تغییر فرکانس و بازه زمانی موج که این موج می تواند ولتاژ ویا جریان باشد(یک سطح ولتاژ ضربه با پهنای باند کم ولی با دامنه زیاد تولید کنیم)محدوده زمانی که موج کار می کند در حد میکرو ثانیه یا نانو می باشد. بنابر این موجی که مطالعه می گردد محدوده فرکانسی اش بالاتر از امواج مخابراتی است.

(که اساس و ساختار تولید چنین موجی خازن و سلف می باشد که عناصر ذخیره گر انرژی هستندو برای این اهداف با ادوات دیگر ترکیب می شوند)

انرژی و سایر موارد تولید شده توسط سیستم:



انرژی : ژول ($10^7 - 10^1$)

توان: ($10^{14} - 10^6$ W)

ولتاژ: ($10^7 - 10^3$ V)

جریان: ($10^7 - 10^3$ A)

چگالی جریان: $10^{11} - 10^7$

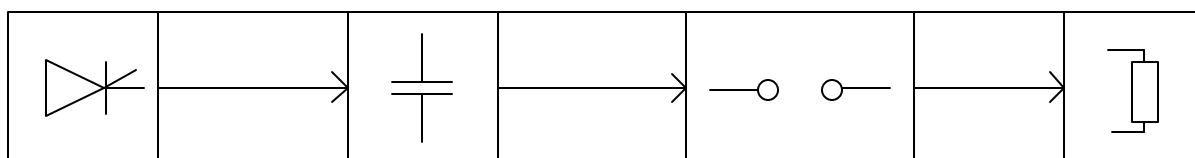
عرض پالس: $10^{-10} - 10^{-5}$ عرض پالس

همان زمان می باشد.

مولد توان پالسی و بلوک دیاگرام مربوطه:

$$P = \frac{W}{t} = 10^9 W$$

بحث سر این موضوع است که می خواهیم ادواتی تولید کنیم که این بلوک دیاگرام توان پالسی بدست دهد که در بحث زمان و توان بسیار مهم است که زمان را توسط کلید های سوئیچ زن کنترل می کنیم و توان را از طریق مولدهای سلفی یا خازنی می توان t, w را نوسان داد.



Chrging

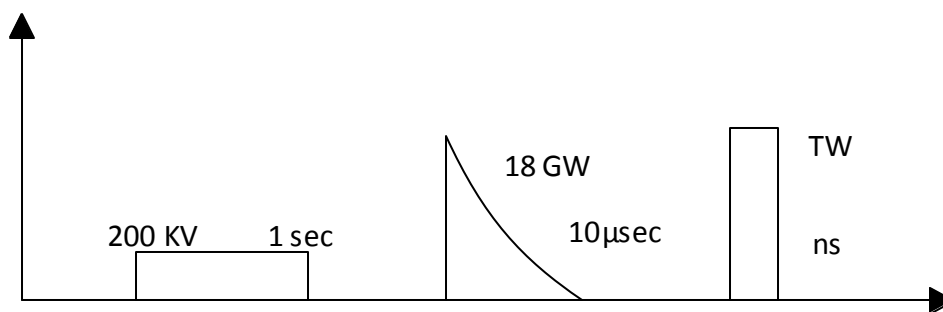
capacitor

Closing switch

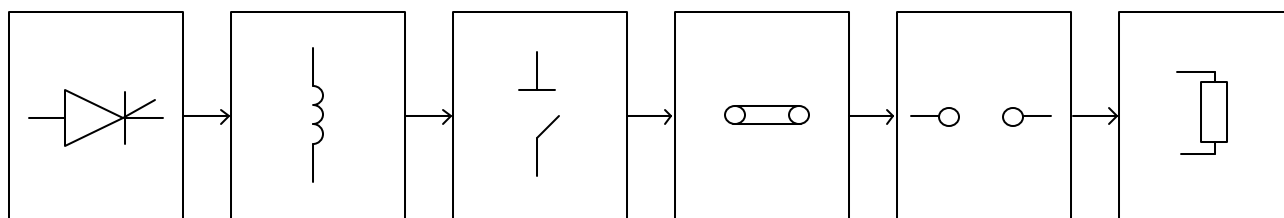
load

بلوک دیاگرام سیستم خازنی:

بلوک دیاگرام مداری:



بلوک دیاگرام سیستم سلفی: چون در فرکانس بالاتر اثر رزونانس مشاهده می گردد به این دلیل مطالعه می گردد.



در سیستم سلفی ساختار closing switch بایک ساختار opening switch دیگر ترکیب شده است.

خازن ذخیره انرژی دارد و اگر switch کند فرکانس تغییر می کند و هر چه قدرت این switch کمتر باشد فرکانس افزایش می یابد.

روش های تولید پالس توان بالا: ۱-ژنراتور مارکس-۲-مدارات PFN ۳-مدارات PFL ۴-مدارات mpc

انواع روش های اندازه گیری ولتاژ و جریان فشار قوی را شرح دهید؟ ۱-استفاده از الکتروود های گوی مانند ۲-استفاده از ولت متر پیک ۳-استفاده از ولت متر الکترواستاتیکی ۴-استفاده از آمپر متر سری با مقاومت بالا در مقسم های مقاومتی.

۱. شامل دو الکتروود مثبت و منفی است ، ستون افقی شامل تنظیمات ثابت و ستون عمودی شامل تنظیمات متغیر می باشد.

نحوه کار : وقتی ولتاژی به این الکتروود ها داده می شود بر حسب جرقه ای که زده می شود هوایی که آنجاست اگر خلا باشد نسبت به این سطح ولتاژ ها و میزان جرقه جدول استاندارد وجود دارد که از میزان این جرقه سطح ولتاژ مشخص می گردد. این روش ساده ترین روش اندازه گیری ولتاژ فشار قوی است.

سوال امتحانی به این صورت بیان می شود روش گوی چیست و چند نوع است و چگونه است ؟ مبنای کار :

یونیزاسیون هوای دو الکتروود گوی مانند است.

۲. از طریق دیود ها و منبع متغیر یک تنظیم روی ولتاژ انجام می دهند.

مبنای کار : تناسب و عملکرد پتانسیومتر و ولتاژ اعمال شده روی خازن می باشد.

معیار سنجش جریان فشار قوی است.

اگر ولتاژ معیار و مد نظر باشد باید المانی باشد که جریان را ذخیره کند.

اگر جریان معیار و مد نظر باشد باید المانی باشد که آن را عبور دهد. بنابر این مقاومت لازم است.

با مقسم های مقاومتی قدرت آمپراژ افزایش می یابد.

خازن های فشار قوی: تا ۱۵۰۰ مگافاراد انرژی را ذخیره می کند.

این خازن ها چه فشار و چند KV می تواند خازن را ساپورت کند ؟ از چه

گازهایی استفاده می شود و کدامیک ارجحیت دارد ؟

۱) اگر گاز موجود در یک فضا فشارش پایین باشد دبی ذرات و مولکول های داخل آن کم است.

۲) اگر گاز موجود در یک فضا فشارش بالا باشد دبی ذرات و مولکول های داخل آن بیشتر است.

۱. باعث می شود آرک زدهخ شود و تخلیه الکتریکی صورت گیرد.

۲. اگر از این گاز استفاده شود مانع ایجاد جرقه می شود.

۴ ضریب نفوذ پذیری الکتریکی یا مبحث الکتريکال:

ضریب تلفات عایق:

وقتی عایق در میدان الکترو استاتیک قرار می گیرد در مقابل عبور جریان مقاومت می کند.

وقتی هادی در میدان الکترواستاتیک قرار می گیرد تمایل به عبور جریان دارد.

نیمه هادی بین عایق و هادی است.

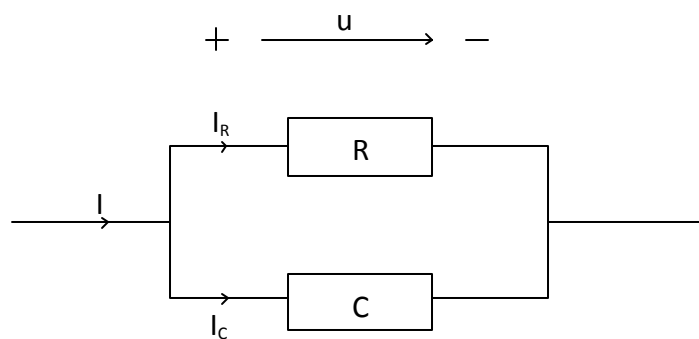
شبه سازی رفتار عایق در میدان الکترواستاتیک:

عایق در میدان الکترواستاتیک چه رفتاری از خود نشان می دهد؟

عایقی که تحت پتانسیل U قرار گرفته با یک مقاومت موازی شده با خازن مدل می شود؟

خازن: عدم عبور جریان یا ساختار مقاومتی مقاومت: مربوط به ساختار ذرات است چون ذرات

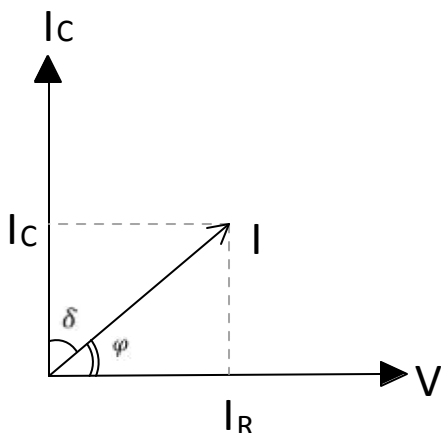
تمایل به عبور جریان ندارند.



$$\tan \delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{\frac{V}{R}}{VCW}$$
$$\tan \delta = \frac{1}{RCW}$$

تلفات عایق: ضریب تلفات عایق نسبت جریان اهمی به جریان خازنی می باشد و برای یک ولتاژ متناوب اطلاق می گردد.

ضریب تلفات عایق بر حسب شرایط: دمای هوا - رطوبت - فرکانس - فرق می کند.



$$= \frac{I_R \tan \delta}{I_c}$$

مجاور

عایق: هر شی یا جسمی که قابلیت استقامت الکتریکی در مقابل عبور جریان را داشته باشد به آن عایق گویند .

اگر عایق در مقابل عبور صوت یا نور استقامت نشان دهد عایق صوتی یا نوری گفته می شود.

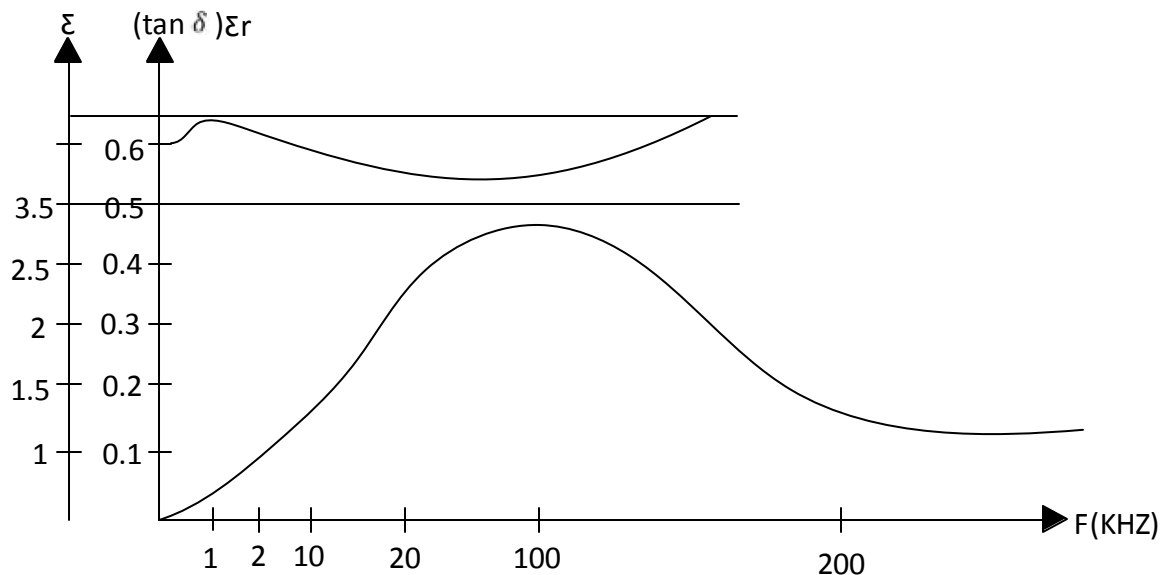
شاخصه های مهم عایقی: هدایت الکتریکی DC - ضریب دی الکتریکی - ضریب تلفات - پلاریزاسیون - استقامت الکتریکی.

۱	خلا	۱
۱.۰۰۶	هوا	۲
۲.۳	پلی اتیلن	۳
۳	لاستیک	۴
۳	پلی ونیل کلرید	۵
۶	شیشه	۶

۶	میکا	۷
۵۰	گلیسرین	۸
۸۰	آب	۹
۱۰۰۰	باریم تیتانات	۱۰

مشخصه پلی بوتیل متاکریلات: (مایع)

تحلیل منحنی: در فرکانس های ۱ تا ۱۰ KHZ تغییرات ضریب تلفات عایقی بیشتر است و بعد از آن تغییرات نرم است.



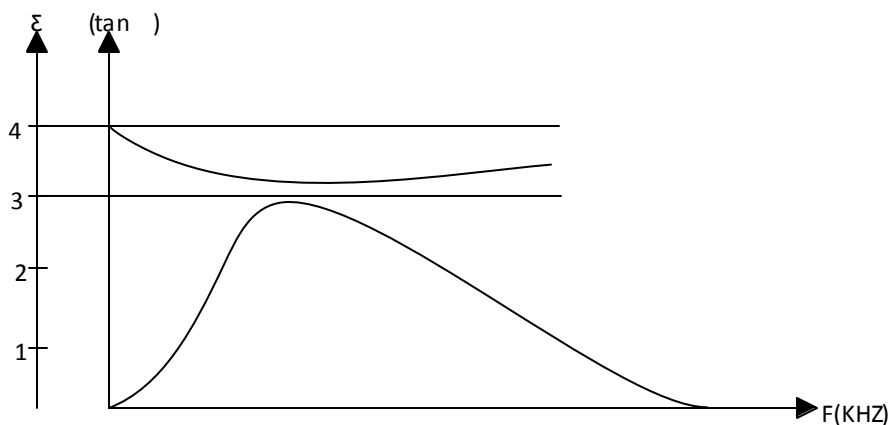
عملکرد عایق در مقابل تغییرات فرکانسی: در فرکانس های پایین تغییرات سریع و بالعکس عایق در فرکانس های خیلی بالا یعنی مخابراتی و مایکروویوی تلفاتش نا چیز است که می توان صرف نظر کرد.

اگر فرکانس از ۱۰ برابر فرکانس مبنا بیشتر باشد از ضریب تلفات عایق می توان صرف نظر کرد.

ضریب نفوذ پذیری الکتریکی در کل بازه فرکانسی تغییراتش کم است پس از مشخصه های مربوط به اپسیلون می توان صرف نظر کرد.

نتیجه: اپسیلون در محدوده فرکانس های باند بالا تغییراتش خیلی نا چیز است در حدی می توان صرف نظر کرد.

مشخصه $\tan \delta$ در عایق مایله پلی استر (جامد):



تغییرات ضریب تلفات جامد و مایع:

افزایش و کاهش در باند فرکانسی $10^4 - 10^{10}$ است.

تغییرات این منحنی نسبت به منحنی اول گسترده تر و نرم تر است ولی اولی سریع تر است.

در این نمودار محدودی است بنابراین می توان آن صرف نظر کرد.

تغییرات شیب اش بیشتر است پس ما را محدود می کند.

رطوبت و حرارت آثار منفی روی عایق دارد.

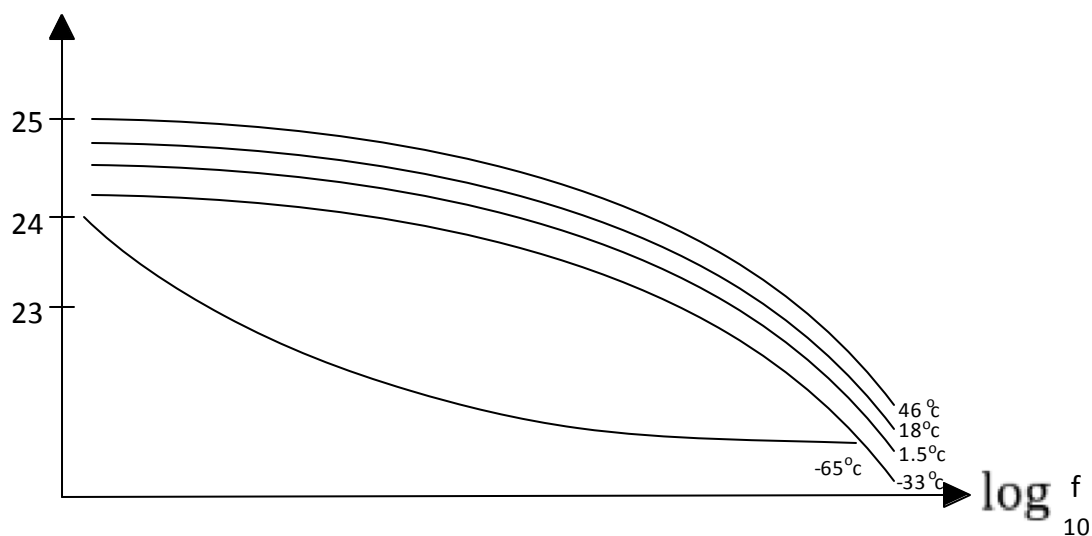
رطوبت در ساختار پلاریزاسیون عایق آسیب می رساند.

حرارت باعث می شود ساختار دوقطبی و پلاریزاسیون در عایق تشدید شود.

نشان می دهد که اگر نوع عایق عوض شود رفتار فرکانسی ضریب تلفات در عایق ها عوض می شود.

منحنی مربوط به عایق مایلر مربوط به کابل روغنی:

ع

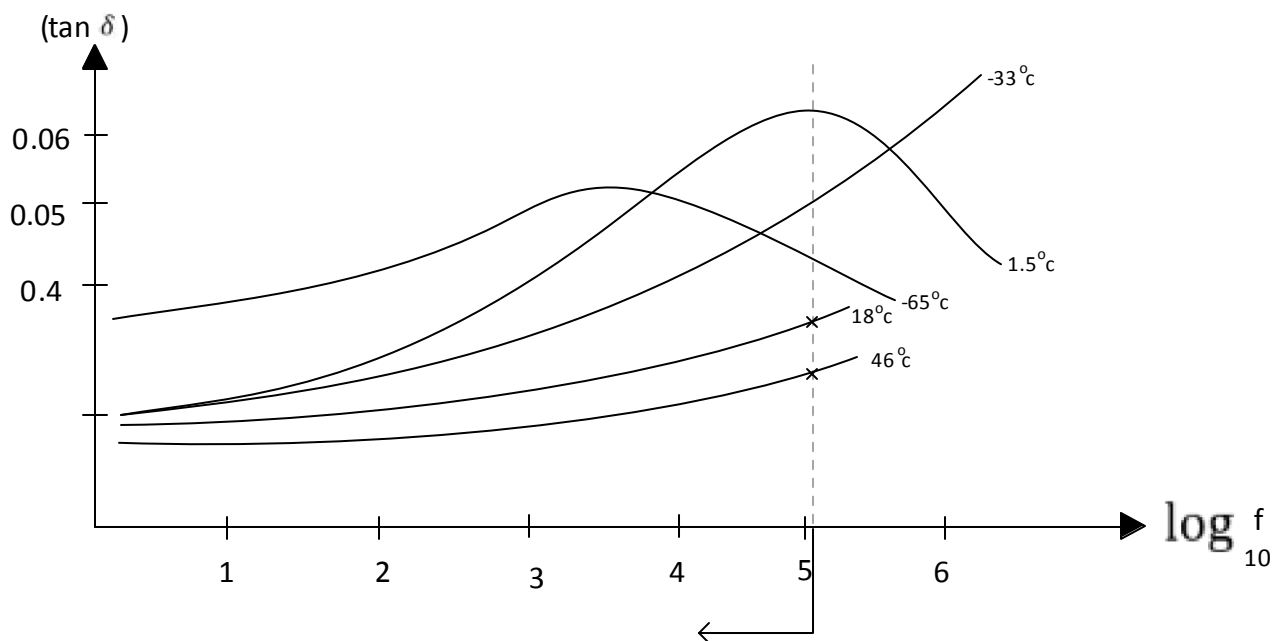


تغییرات اپسیلون نسبت به مبنای فرکانس لگاریتمی و دمای محیط هر چه

اپسیلون کمتر باشد عایق بهتر است.

این منحنی نشان می دهد عایق در کابل تا ۳۳- درجه سانتیگراد کارایی دارد و از آن به بعد کارایی خود را از دست می دهد.

عایق مایلر مربوط به کابل روغنی:



دمای ایده آل محیط عایقی ۱۸ درجه سانتی گراد میباشد.

دما هر چه بیشتر باشد $\tan \delta$ کاهش می یابد.

هر چقدر دما کمتر باشد $\tan \delta$ بیشتر می شود و باعث می شود ساختار داخلی عایق بهم بخورد و تلفات عایقی ساختار عایق افزایش می یابد.

فرکانس باند بالا یعنی اگر بالای ۱۰۰ KHz باشد به حساب نمی آید.

از ۰.۲ بیشتر باشد دما مثبت است.

از ۰.۲ کمتر باشد دما منفی است.

در محدوده ۲-۳ دما بیشتر شده عایق بهتر است، دما کمتر شود عایق بدتر است.

در محدوده ۳۳- درجه سانتی گراد هر چه دما افزایش یابد بر تانژانت دلتا تاثیری ندارد.

پلاریزاسیون در عایق : هادی الکترون آزادش هر چه قدر افزایش یابد و بیشتر و بیشتر شود تمایل دارند اگر در مسیر میدان الکتریکی قرار گرفتند شروع به حرکت کنند.

ذرات تنبل و باردار حرکت الاستیکی دارند که همان پدیده دو قطبی یا پلاریزاسیون گفته می شود.

انواع پلاریزاسیون : ۱- الکترونی ۲- اتمی ۳- جهتی.

هدایت الکتریکی برای عایق : که ضریب هدایت الکتریکی عایق نامیده می شود ، نسبت به هادی باید خیلی پایین باشد.

در مقابل عبور جریان مقاومت تعریف می شود که نسبت عکس را جریان یا هدایت الکتریکی گفته می شود.

میزان مقاومت هادی در مقابل عبور جریان:

استقامت الکتریکی : میزان مقاومت هادی در مقابل ذرت الکتریکی جریان.

طبقه بندی عایق ها : گاز- مایع - جامد- ترکیبی - خلا - عایق مایع

: آلی و غیر آلی : طبیعی

طبیعی : مشتقات نباتی روغن نباتی- رزین- مشتقات نفتی هیدروکربن ها روغن های معدنی آلی : مصنوعی

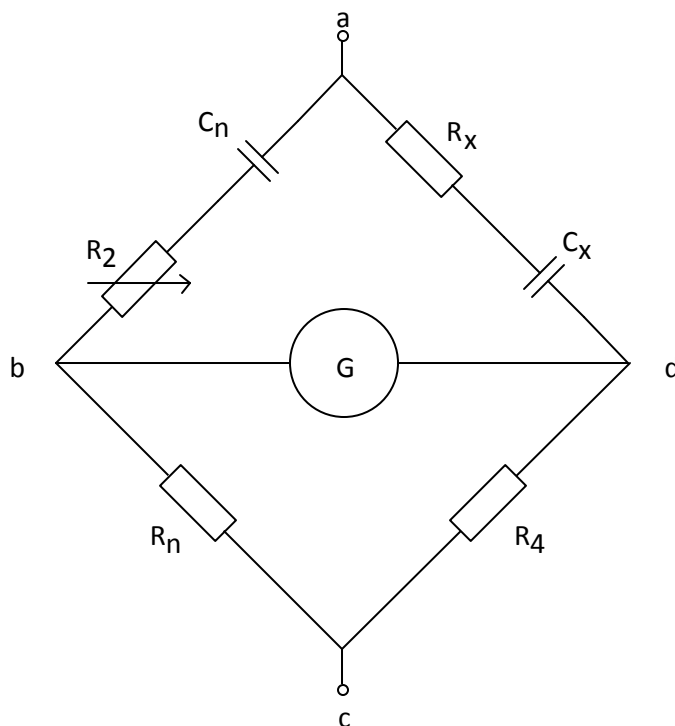
مصنوعی : مایع مصنوعی بدون هالوژن- هیدروکربن های جایگزین شده.

عایق جامد: به لحاظ ساختار قالب بندی - قابلیت شکل دهی نسبت به بقیه محاسن دارد. اما از لحاظ اینکه امکان تزریق ندارند فقط یک بار مصرف می شوند بر عکس مایع و گاز.

بعد از شکست عایقی قابل برگشت نیستند.

عایق ترکیبی: ترکیبی از هر سه عایق هستند مثل عایق اسفنجی.

اندازه گیری ظرفیت توسط پل وین:



$$\frac{Z_{ab}}{Z_{bc}} = \frac{Z_{ad}}{Z_{dc}} \quad Z_{ad} = R_x - j \frac{1}{\omega C_x}$$

$$Z_{ab} = R_N - j \frac{1}{\omega C_N} \quad Z_{bc} = R_3$$

اندازه گیری ظرفیت و تلفات عایقی: در پل شرینگ از خازن و مقاومت موازی استفاده می شود چون در پل وین از حالت سری خازن و مقاومت استفاده شده است که باعث می شود قابلیت استقامت الکتریکی پایین بیاید.

مفهوم شکست الکتریکی ناقص: مثلا اگر عایق در شرایط بهره برداری متفاوت قرار بگیرد چه می شود مثل عواملی که تحت کنترل مانیت. مثل صاعقه یا کرونا. اگر عایقی تحت تاثیر صاعقه قرار گیرد دچار شکست الکتریکی ناقص میشود.

تخلیه الکتریکی : ۱- کامل ۲- ناقص

تخلیه الکتریکی ناقص: اگر تنش یا ضربه وارد شده به عایق در حدی باشد که نتواند به استقامت عایق آسیبی بزند به آن تخلیه الکتریکی ناقص گویند.

تخلیه الکتریکی کامل: اگر خاصیت عایقی به طور کامل از بین برود تخلیه کامل صورت گرفته است.

انواع یونیزاسیون: یونیزاسیون در اثر نور - یونیزاسیون در اثر حرارت - یونیزاسیون در اثر برخورد.

یونیزاسیون یعنی تحریک پذیری عایق در اثر شدت میدان الکتریکی.

عوامل موثر در خروج الکترون از کاتد: پدیده تخلیه الکتریکی در قطب ها ۹ مورد است (بر حسب اینکه الکترون چگونه خارج می شود)

۱- شدت میدان: هر چه میدان بیشتر میزان خروج الکترون از کاتد بیشتر.

۲- تابش اشعه پر انرژی بر روی کاتد: هر چه بیشتر میزان خروج الکترون از کاتد بیشتر.

۳- گرم شدن کاتد: هر چه بیشتر میزان خروج الکترون از کاتد بیشتر.

۴- برخورد یون های مثبت سریع با کاتد: که باعث می شود کاتد یا گاز یا هوای اطرافش یونیزه شود.

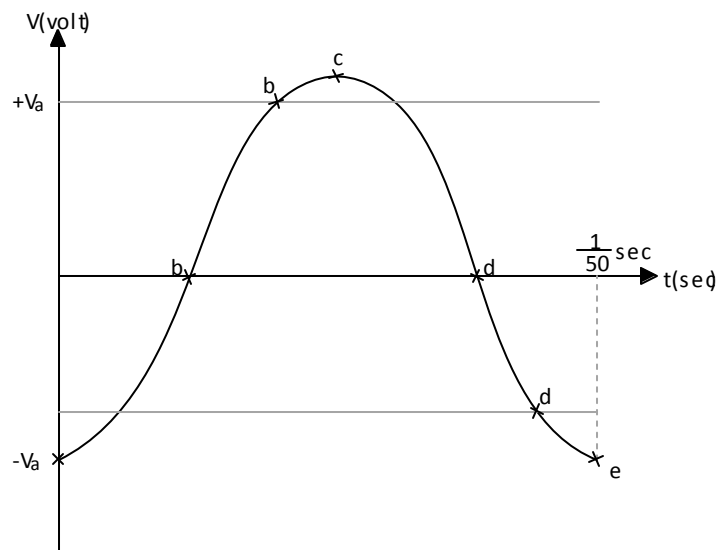
قانون پاشن: در عایق گازی مشخص و الکترون های معین در صورتیکه فشار و فاصله بین ۱۲ الکتروود به نحوی تغییر کند که حاصلضرب آنها ثابت بماند ولتاژ شکست تغییر نمی کند.

اثر پنینگ: کاهش ولتاژ شکست الکتریکی در مخلوط گاز را گویند. از جمله دلایل این پدیده را یکسان نبودن آستانه تحریک برای یونیزه شدن اتم ها در گاز های مخلوط شده می دانند.

در بسیاری از مخلوط های گازی قانون پاشن صادق نیست. افزودن مختصری گاز SF₆ به گاز N₂ موجب افزایش استقامت الکتریکی می گردد.

آثار تخلیه جزیی؟ واکنش شیمیایی - تغییرات فشار گاز - حرارت - صوت - نور -

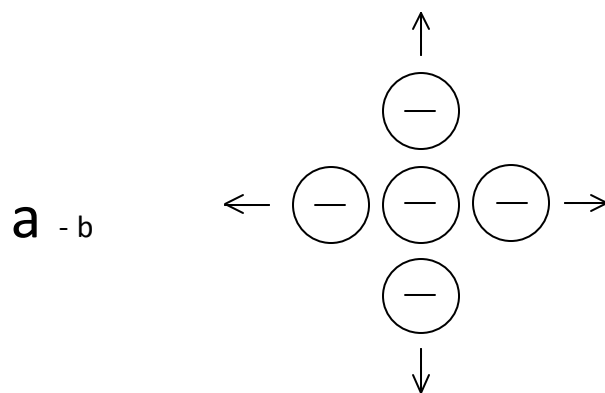
خاصیت کرونا: منظور این است که محیط عایقی اطراف عایق که هوا است شروع به یونیزه شدن می کند نمودار روبرو یک سیکل از ۵۰ سیکل هر تزی ولتاژ است که میزان سطح پتانسیل بر حسب KV را بیان می کند.

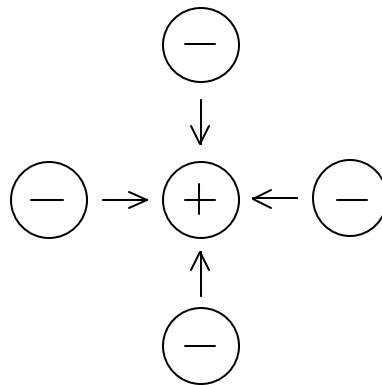


شرایط استاندارد اگر

$$E = -\nabla V \begin{cases} 760 \text{ mmHg} \\ 25^\circ \text{C} \end{cases} \begin{cases} E_{max} = 30 \text{ KV/cm} \\ E_{rms} = 21.2 \text{ KV/cm} \end{cases}$$

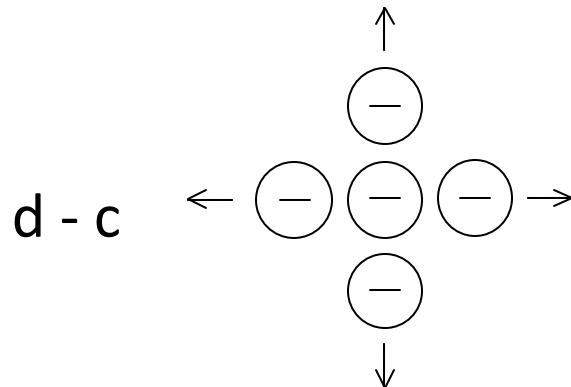
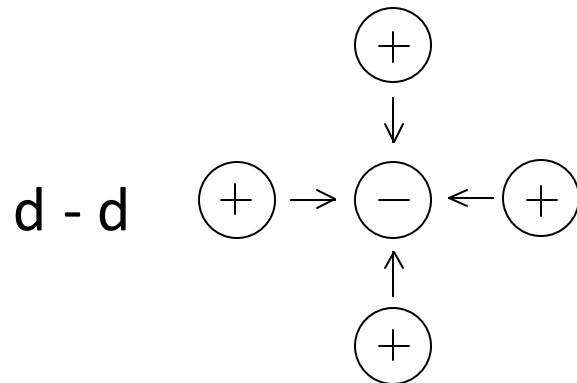
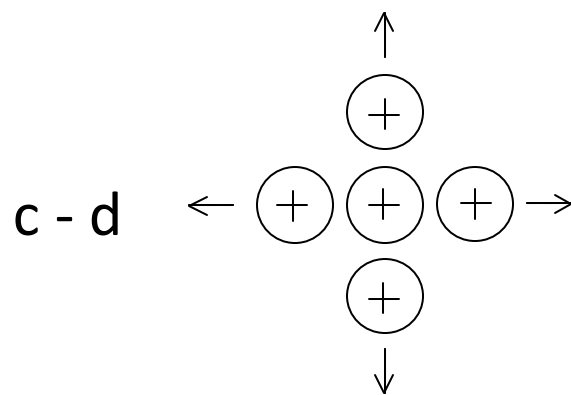
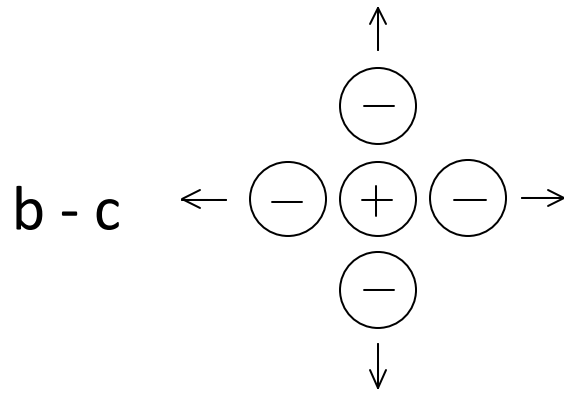
یک عایقی باشد که یک جریان I از این عایق بگذرد و عایق اطرافش هوا باشد ما در شکل موج ولتاژی که رسم کردیم مسیر های مختلفی را بررسی می کنیم.





b - b

خاصیت کرونا در این مرحله اتفاق می افتد.



در مسیر a-b: علامت ولتاژ منفی است ، گریزان است چون بار ها هم نام اند.

در مسیر a-b': علامت ولتاژ مثبت است ، جذب می شوند چون بار ها غیر هم نام اند.

در مسیر b'-c : علامت ولتاژ مثبت است ، خاصیت کرونا.

در مسیر c-d: علامت ولتاژ مثبت است.

در مسیر d-d': علامت ولتاژ منفی است.

در مسیر d'-e : علامت ولتاژ منفی است.

دایره های وسطی مربوط می شود به ولتاژی است که روی هادی اثر می کند. حاشیه ها مربوط به محیط عایقی (هوا اطراف عایق می باشد).

از این ۶ مرحله در یک ثانیه ۵۰ بار تکرار می شود که باعث می شود نظم عایق حول هادی بهم بخورد چون هادی یونیزه شده نامنظم می شوند و انرژی هایی دفع یا جذب می کنند این نامنظمی ها باعث ایجاد تلفاتی در هادی می شود.

مقره ها و بوشینگ ها : برای اینکه بتوانیم پتانسیل الکتریکی را از پتانسیل صفر نگه داریم از مقره ها استفاده می کنیم تا مانع از وقوع اتصال شویم به همین دلیل از تکه دارنده ها استفاده می کنیم که انواع مختلفی دارند.

۱- به وسیله تجهیزاتی که واسط هستند بین پتانسیل الکتریکی و پتانسیل صفر که به این تجهیزات ایزولاتور گویند.

۲- به وسیله تجهیزاتی که مستقیماً تکه دارنده پتانسیل هستند که به این تجهیزات بوشینگ گفته می شود.

مقره ها از سه دیدگاه در صنعت برق اهمیت دارند : ۱- استقامت مکانیکی ۲- استقامت الکتریکی ۳- تحمل حرارتی.

جهت حفظ ساختار مکانیکی از خاک کوارتز استفاده می شود چون خاصیت مکانیکی دارد.

انواع مقره های مورد استفاده در خطوط هوایی : ۱- اتکایی-۲- آویزی-۳- عبوری-۴- تکه دارنده ها

۱- به صورت مستقیم استفاده می شوند و شامل مقره های سوزنی - میله ای

۲- شامل مقره های بشقابی - دیسکی - میله ای

۳- در این مقره ها هادی از طریق آنها وارد شده و عبور می کند.

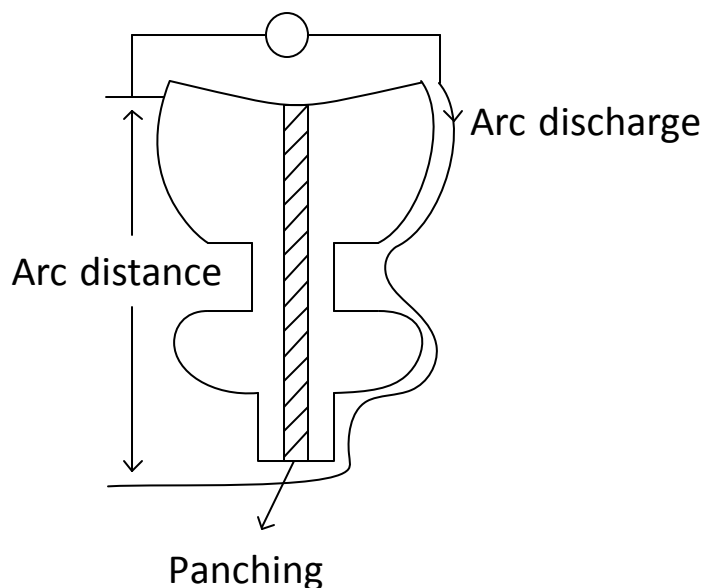
انواع مقره ها به لحاظ جنسیت:

۱- مقره های چینی - سرامیکی پرسیلین : بهترین نوع مقره ها هستند و جنس شان شامل خاک چینی ، خاک کوارتز و می باشد.

۲- مقره های شیشه ای : در درجه حرارت بالا مخلوطی از آهک و پودر کوارتز استفاده می شود.

۳- مقره های شیشه ای با سرامیک : با مواد سرامیکی ترکیب می کنند.

۴- مقره های پلیمری کامپوزیتی : وزن کم و خاصیت عایقی الکتریکی بالایی دارند.

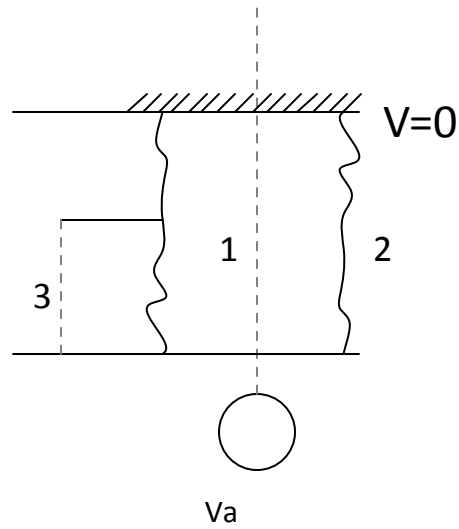


جریان نشی - جریان خزشی.

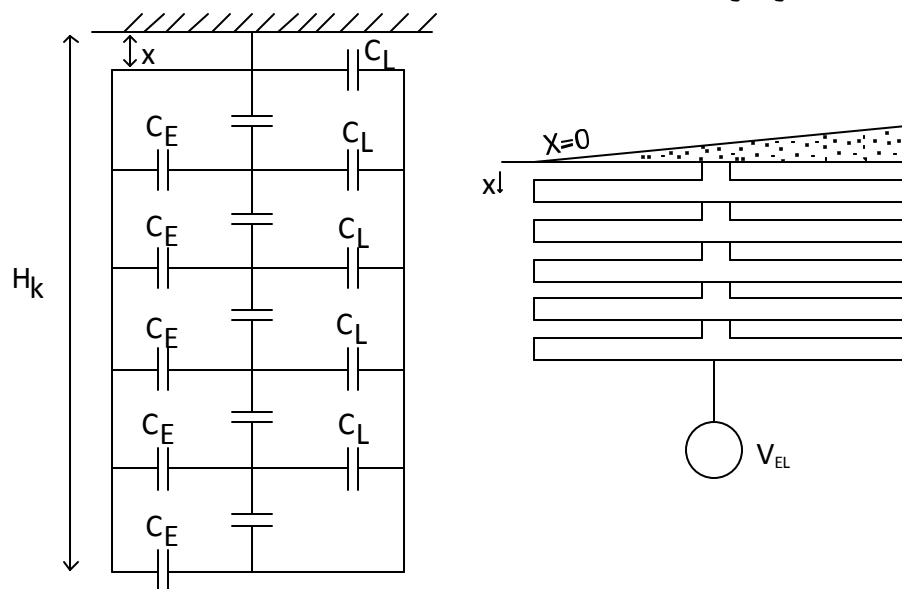
نشی به دو صورت است : یا بدنه مقره نشی می کند و یا به صورت مستقیم

از فاصله پله ای اتصال کوتاه می کند - داخل مقره این اتفاق می افتد که هم بدنه و هم فاصله پله ای نشی دارند. وقتی از بدنه مقره نشی می کند جریان نشی گفته می شود اما وقتی از فاصله پله ای به طور مستقیم اتصال کوتاه می کند جریان خزشی گفته می شود.

مسیر های شکست عایقی : یک زنجیر مقره و یک هادی که از پایین به آن وصل است یک برق گیر شاخکی یا میله ای قرار می دهند که وظیفه اش این است که اگر ولتاژ در محدوده مشخص شده باشد قابلیت حفاظت داشته باشد ضمن اینکه مانع قطعی برق شود. علاوه بر این بتواند از قطعه محافظت کند.



محاسبات توزیع ولتاژ بر روی زنجیر مفره ها (درصد ولتاژ):



C_E خاصیت هر کدام از بشقاب ها نسبت به زمین

C_L خاصیت خازنی کاپاسیتانس بشقابها نسبت به فاز های کناری

C ظرفیت خازنی بشقابها به لحاظ ذاتی

H_K کل مسافت بشقابها H ارتفاع مربوط به هر کدام از بشقاب ها - طول هر مفره

$$C' = C.H$$

$$C'_E = \frac{CE}{H}$$

$$C'_L = \frac{CL}{H}$$

$$\begin{cases} \frac{du_x}{dx} = \frac{I}{jc'w} \rightarrow \frac{d^2u_x}{dx^2} = \frac{1}{jc'w} \times \frac{dI}{dx} \\ \frac{dI}{dx} = u_x jc'_E + (u_x - u_e L) jc'_L w \end{cases}$$

$$u_x = \frac{dI}{dx jc'w} \quad \frac{dI}{dx} = u_x jc'w$$

$$\frac{d^2u_x}{dx^2} = u_x \frac{C'_E + C'_L}{C'} - u_e L \frac{C'_L}{C'}$$

$$= \sqrt{\frac{C'_E + C'_L}{C'}}$$

$$u_x = A_1 e^{\gamma x} + A_2 e^{-\gamma x} + A_3$$

$$\begin{array}{ll} \text{با اعمال} & u_x = 0 \\ \text{شرایط مرزی} & x = 0 \end{array} \quad \begin{array}{ll} u_x = u_e L & \\ & x = H_x \end{array}$$

$$u_x = \frac{u_e L}{C'_E + C'_L} \left[C'_L + C'_E \frac{\sinh \gamma x}{\sinh \gamma H_K} - C'_L \frac{\sinh(H_K - x)}{\sinh \gamma H_K} \right]$$

ولتاژ در هر نقطه از زنجیر مفره u_K :

Percetaye: چند درصد از ولتاژ در کدام قسمت از زنجیر مفره می افتد برآیمان مهم است.

$u_x1+H-u_x1=\Delta1u$ تعداد مفره K شماره مفره ای که حداقل ولتاژ بر

روی آن می افتد

Δu یکی از بشقاب ها

نتیجه نهایی:

$$\frac{\Delta u_x}{u_{EL}} \times 100 = \frac{100}{(C_E + C_L) \sinh \gamma_n}$$

$$[C_E[\sinh K \gamma_n - \sinh(k-1) \gamma_n] - C_L[\sinh(n-K) \gamma_n - \sinh(n-k+1) \gamma_n]]$$

۴نوع تست عایقی داریم: ۱- روتین ۲- نمونه ای ۳- نوعی ۴-مخصوص (ویژه)

در فرایند تولید هر تجهیزاتی که ساختار عایقی دارد به لحاظ تضمین کیفیت فرایند تستی وجود دارد که بر حسب نوع سفارش زمینه کاری و قابلیت اطمینان، یکی از این ۹ تست صورت می گیرد.

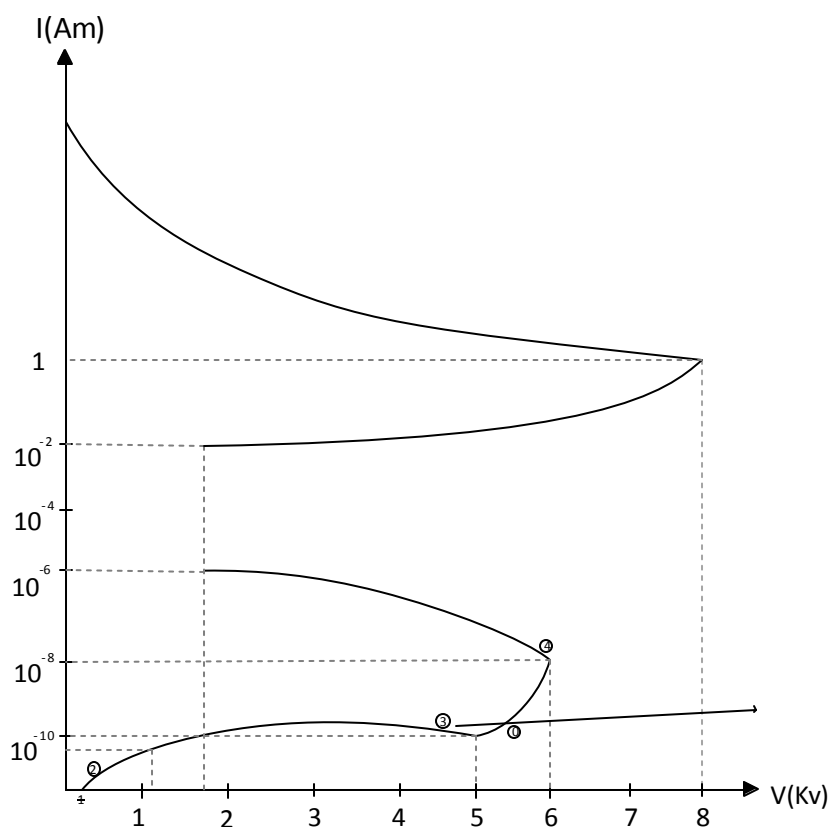
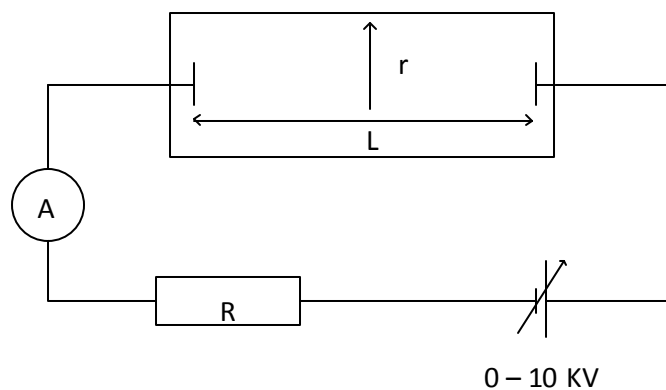
۱) شامل تست بر روی تمامی تجهیزات می باشد و نوعی تست ظاهری است برای بررسی ترک خش - که بر روی تک تک تولید های خط تولید صورت می گیرد.

۲) به صورت آماری از بین تولیدات کارخانه یک درصد از کل کالا را تست می کنند و این تست به صورت تخصصی صورت می گیرد و شامل تست فشار - ضربه - پیچش و خمش می باشد.

۳) در زمینه کاری که مفره استفاده می شود بر حسب سطوح 1وV و نوع کاری که انجام می گیرد دسته بندی صورت می گیرد و جداول استاندارد وجود دارد که تست ها براساس این جداول صورت می گیرد.

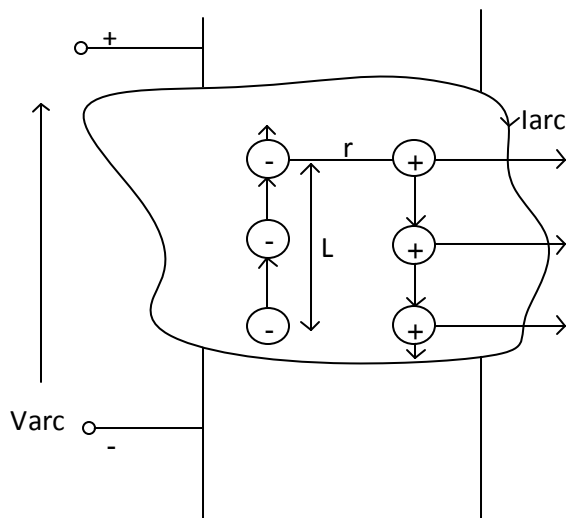
۴) این نوع تست ممکن است هزینه بالایی داشته باشد و شاید در منطقه خاصی استفاده شود مثلاً منطقه رطوبی که معمولاً برندی سفارش می دهند که قابلیت سطح بالایی داشته باشد.

بررسی یونیزاسیون و تحریک گاز ها:



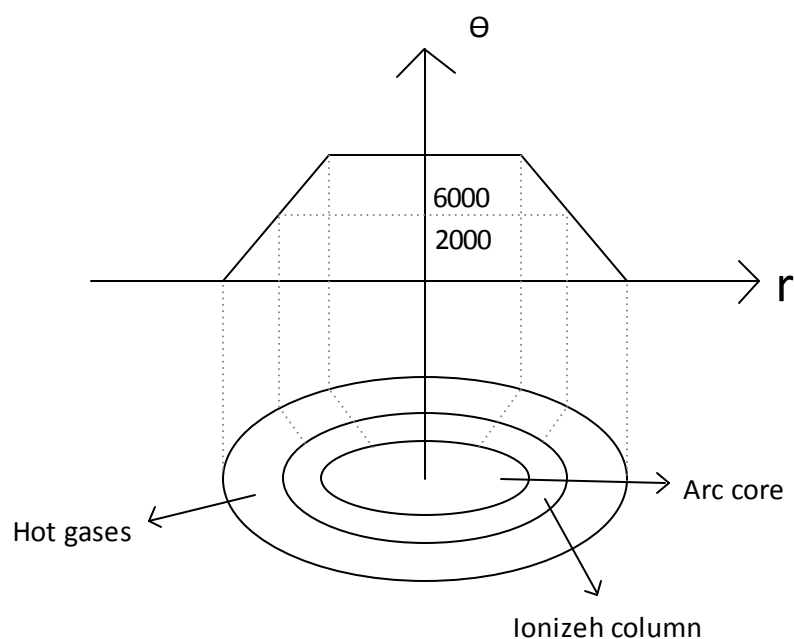
نتایجی است که از آزمایشات فوق به دست آمده : ۱- فشار ۲- فاصله بین الکترودها ۳- جنس و هندسه الکترود- ۴- جنس محفظه و شعاع آن ۵- جنس گاز ۶- نوع وولتاژ اعمالی.

نتیجه گیری : هدف از انجام این آزمایش، (شناخت رفتار گاز عایق مورد استفاده در تجهیز صنعت برق) در سطوح وولتاژ مختلف زمینه بکارگیری آن تجهیز است. مثال : رفتار عایق گاز در محفظه های مهار قوس الکتریکی کانتاکت های بریکرها.



$$V_a i_a - P_{loos} = \frac{dQ}{dt}$$

منحنی سطوح قوس الکتریکی کلید در حالت بریکتال:



اگر در یک محفظه استوانه ای ذرات یونی این فاصله بگیرند وقتی به پتانسیل وصل می شوند ذرات منفی تمایل دارند به سمت آند و ذرات مثبت تمایل دارند به سمت کاتد جابه جا شوند در محفظه استوانه ای حرارت تولید شده بر حسب شعاع قرص بیشتر است و ساختار کلید توانایی این را ندارد بنابراین بایستی آنرا کنترل کرد.

اگر شعاع را طبق منحنی ببینید ناحیه ArcCore غیر قابل بهره برداری است چون حرارت بیشتر است و هر چه شعاع بیشتر شود یا قطر سیلندر وارد سطح یونیزاسیون شود که بعد از آن درجه حرارت با شیب خطی افت می کند و در ناحیه Hot gases فرایندی

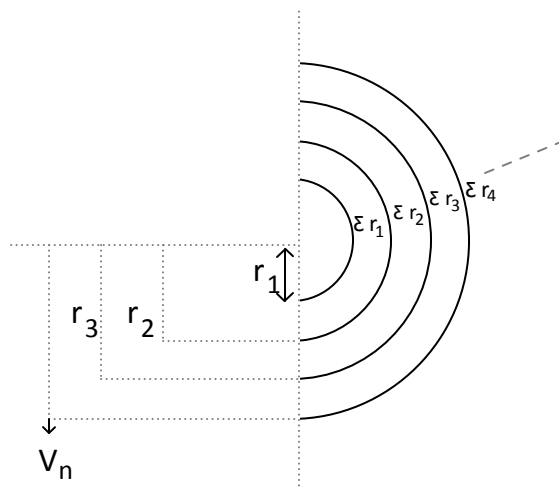
رخ می دهد که دما بشدت افت می کند و به حد استاندارد قابل استفاد می رسد. بنابراین طراحی کلید باید در ناحیه Hotgases بوده و در حدی باشد که مورد نیاز است.

V_{arc} به چه عواملی بستگی دارد:

$$V_{arc} = A + B(2r) + \frac{C + D(2r)}{i_{arc}}$$

A ضرایب خطی

هدف: هدف این است که بدانید وقتی کلید قدرت طراحی می کنید چرا مجبور هستید ارتفاع و قطر محفظه یا مخزن را محدود کنید و بازه حرارتی قوس الکتریکی را رعایت کنید؟ SF_6 : یک گاز الکتروناتیک است. گازی است که الکترون را شدیداً جذب می کند و به همین جهت کاربرد فراوانی در طراحی کلید های قدرت دارد.



$$E_r = \frac{Q}{2\pi L_x}$$

$$C_x = \frac{2\pi L_x \epsilon_0 \epsilon_{rx}}{\ln\left(\frac{r_x + 1}{r_x}\right)}$$

این قطاع یک کابل است شامل هادی بخش مرکزی و سپس لایه های عایقی کابل.

$$C = \frac{1}{\sum_{i=1}^r \frac{1}{C_i}}$$

ولتاژی که روی هادی است برای اینکه قابل ایمن و استفاده باشد بایستی حفاظت الکتریکی داشته باشد بنابراین ایزولاسیون از طریق لایه های عایقی ضخیم و با سطح پتانسیل عایقی بالا صورت می گیرد .

طراحی کابل را به چه روشی انجام دهیم که اثرات کاپاسیتانس کاهش یابد ؟ طبق فرمول زیر:

$$r_1 L_1 r = r_2 L_2 2 = r_n L_n n$$

اپوکسید : مهم ترین عایق در زمینه کابل ها رزین اپوکسید است.

$$\epsilon r_2 = 1 \quad \text{هوا}$$

$$r = 4 \quad \text{اپوکسید رزین کلید}$$

زنی یا سوئیچینگ (به طور عمده رخ می دهد) (صاعقه) اتفاقی رخ می دهد)

1)switching

2)Lightning

3)Gas Insulation substations (GIS)

4)Air Insulation substations(AIS) : دسته بندی پدیده های گذرا) زمان – فرکانس)

عنوان	زمان	فرکانس
۱)کلیدزنی	چند ۱۰۰۰ میکروثانیه	50HZ-100KHZ
۲)صاعقه	چند میکرو ثانیه	10KHZ-1MHZ
۳)کلید زنی پست ها	چند دهیم میکرو ثانیه تا چند صد نانو ثانیه	100KHZ -15MHZ

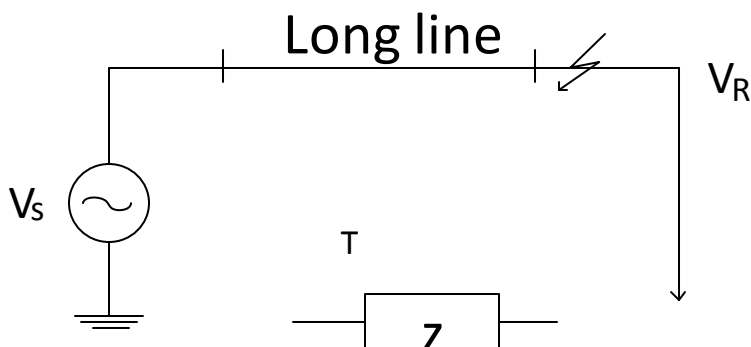
هدف : بررسی امواج سیار و حالت های گذرا بر روی خطوط انتقال و خطوط فوق توزیع روش های

محاسباتی حالت های گذرا:

۱)فرکانس $f=50 \text{ Hz}$ این فرکانس نباید تغییر کند چون می تواند آثار مخربی داشته باشد.

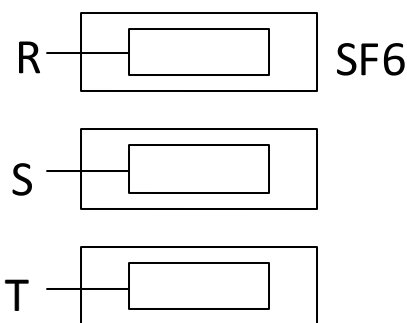
$$v=V_m \cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{دامنه (۲)}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \text{ه (طول موج)}$$



نکته: وقتی صاعقه رخ می دهد فرکانس در محدوده دیگری سیر می کند که با فرکانس حالت عادی شبکه متفاوت است.

کابلی که در ولتاژ ۲۴۰ کار می کند بایستی لایه های عایقی اش نسبت به هادی مرکزی قطرش بیشتر اشد و ر چه میزان ولتاژ بیشتر سطح لایه ها افزایش می یابد. بنابراین باس بار طراحی می شود که در داخل یک محفظه بسته است که وقتی GIS رخ دهد با گاز SF6 پر می شود و اگر AIS رخ دهد با هوای با دانسیته مشخصی پر می شود. زیرا با توجه به ابعاد پست نمی توان روی هادی ها عایق ضخیم تری تهیه کرد پس از یک سیلندر با شعاع کوچک که می تواند سطح ولتاژ را ثابت نگه دارد استفاده می شود.



مقیاس تئوری فرکانس در حالت عادی شبکه در حالت گذرا (طبق جدول):

در حالت کلید زنی: فرکانس موج که وارد می شود $f=100\text{KHZ}$ است پس با موجی سروکار داریم که دیگر موج قبلی شبکه نیست چون فرکانس عوض شده بنابراین طول موج هم عوض می شود.

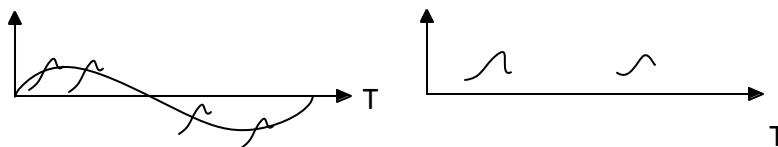
در حالت صاعقه: فرکانس در حد مگا هرتز بوده مشکلات جدی است. بنابراین بایستی تجهیزات دیگری جایگزین شود.

مقیاس پارامتری حالت کلید زنی و حالت عادی شبکه:

حالت عادی شبکه $\lambda = 6000$ حالت

$$\lambda = \frac{8 \times 10^8}{50 \times 10^3} = 6KM$$

کلید زنی



تعریف حالت گذرا: ایجاد عمدی یا وقوع اتفاقی یک پدیده در شبکه قدرت است (ایجاد عمدی مثل کلید زنی - وقوع اتفاقی مثل صاعقه).

ماهیت پدیده های گذرا: در یک دوره گذرا یک موج وجود دارد که فرکانس آن دیگر 50Hz نیست و به مراتب بیشتر از فرکانس عادی شبکه خواهد بود.

اثرات دوره گذرا: در حالت گذرا با توجه به این که مقاومت راکتانسی و کاپاسیتانسی شبکه نسبت به حالت عادی متفاوت است، در نتیجه انرژی ذخیره شده در المان های خازنی و راکتانسی نسبت به حالت عادی متفاوت خواهد بود. در طول این جابه جایی های انرژی وضعیت های بحرانی شامل اضافه ولتاژ، اضافه جریان و پدیده اعوجاج رخ می دهد که هر سه مورد بسیار خطرناک و خسارات قابل ملاحظه ای را به سیستم قدرت موجب می شوند.

با توجه به جدول حالت گذرا (زمان فرکانس) به سادگی می توان از طریق محاسبات در خصوص سه پارامتر مهم فرکانس، دامنه و طول موج، تفاوت رفتار عناصر شبکه (مقاومت، خازن، سلف) در حالت عادی شبکه (المانهای فشرده) را نسبت به المان های گسترده (مورد بحث در پدیده های گذرا) را ادراک نمود.

روش های برآورد اضافه ولتاژ: الف = تست میدانی - ب = روش های محاسباتی

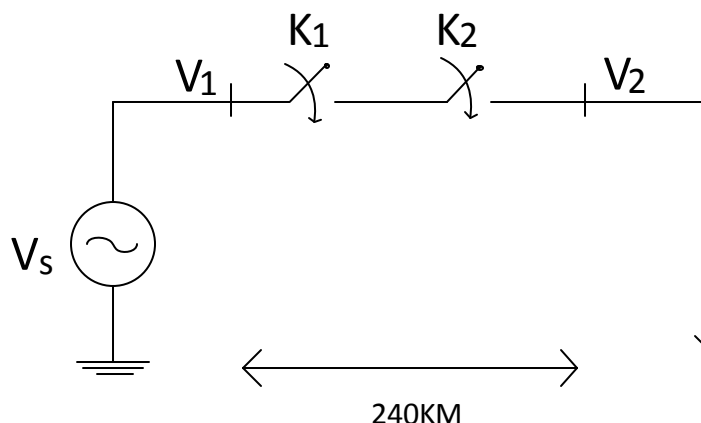
الف = تست میدانی: در فاز طراحی اگر امکان اندازه گیری نباشد، بنابراین از روی نمونه اقدام می شود. در فاز بهره برداری اگر روی سیستم آزمایش انجام شود، امکان آسیب دیدن تجهیز وجود دارد.

ب = روش های محاسباتی: در هر فاز طراحی و بهره برداری، محاسبات به وسیله شبیه سازی انجام می شود.

نتیجه گیری: اصطلاحاً مدل های فرکانس بالا را با یک مدل دقیق که بیانگر حالت گذرا باشد، شبیه سازی می کنیم.

روش های حالت های گذرا: ۱- روش برزرون - ۲- دیاگرام بیولی - ۵- روش z

پدیده اثر فرانتی : بعد از بسته شدن کلید نزدیک یک نیروگاه ، در صورتی که کلید نزدیک به بار در خط مورد نظر باشد ، U_2 بزرگتر از U_1 خواهد بود که در این صورت طبق تعریف پدیده اثر فرانتی ولتاژ انتهای خط دو برابر ولتاژ ابتدای خط خواهد شد .



انواع کلید زنی در سیستم های قدرت :

۱- CLOSING

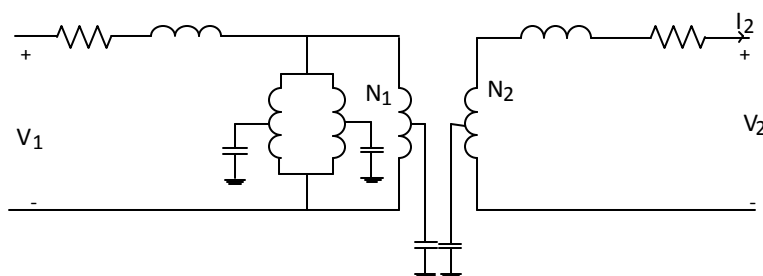
۲- OPENING

معمولاً رخ داد های عمدی در سیستم قدرت که توام با کلید زنی بخش های مختلف سیستم قدرت است ، بصورت فوق الذک (۱ و ۲) انجام می شود ولی اضافه ولتاژهای گذرا بیشتر در حالت CLOSING مشکل ساز هستند.

در بحث OPENING ممکن است اضافه ولتاژی در شبکه ایجاد شود ولی مشکل ساز برای طراحی شبکه نیست.

در حالت CLOSING دوسر کنتاک کلید اضافه ولتاژی خواهد افتاد که محاسبات طراحی را با چالش جدی مواجه می کند .

نتیجه : از آنجایی که کلید زنی بانک های خازنی در حالت CLOSING همواره با مشکلات جدی مواجه بوده و طراحی فنی و تکنیکی لازم را می طلبد به سادگی می توان نتیجه گرفت که در حالت سوئیچینگ ، CLOSING یا بسته شدن مشکلات فنی بسیاری متوجه حالت های گذرا (کلید زنی خود به عنوان یک رخ داد عمدی گذرا تلقی می شود) متوجه سیستم قدرت خواهد بود.



تکته نهایی اینکه ترانسفورماتور سیستم قدرت که در شرایط عادی دارای مدار معادل در حالت گذرا به علت ظرفیت های خازنی موجود و تاثیر گذاری آنها از یک المان مقاومت سلفی به یک المان خازنی سلفی در مورد سایر المان ها هم می توان شبیه سازی متناظر را انجام داد.

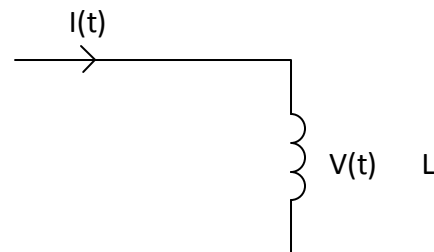
روش برژرون:

حل حالت های گذرا را در مدارات RLC روش برژرون:

در روش برژرون مدل پیوسته را به مدل گسسته تبدیل می کنیم. در زمان های Δt محاسبات را انجام می دهیم و سپس با استفاده از روابط مربوط به تبدیل حالت فشرده به گسسته هو بالعکس محاسبات کامپیوتری مربوطه را طراحی و حل می کنیم. در این بخش به استخراج مدل گسسته زمانی عناصر فشرده RCL که متناسب با محاسبات کامپیوتری حل مدار باشد در فواصل گسسته $t, \Delta t, 2\Delta t, \dots$ می پردازیم و به مقاومت های مداری و منبع جریان وابسته دست می یابیم که در قالب بازه های زمانی $t - \Delta t, t - 2\Delta t$ بازه های زمانی گذشته را در شرایط حال (حالت گسسته مدار) مدل می کنیم.

از طریق وارون تبدیل (گسسته به پیوسته) به فضای عناصر فشرده دسترسی پیدا می کنیم.

مدل گسسته زمانی L : تحلیل حالت گذرا خاصیت سلفی



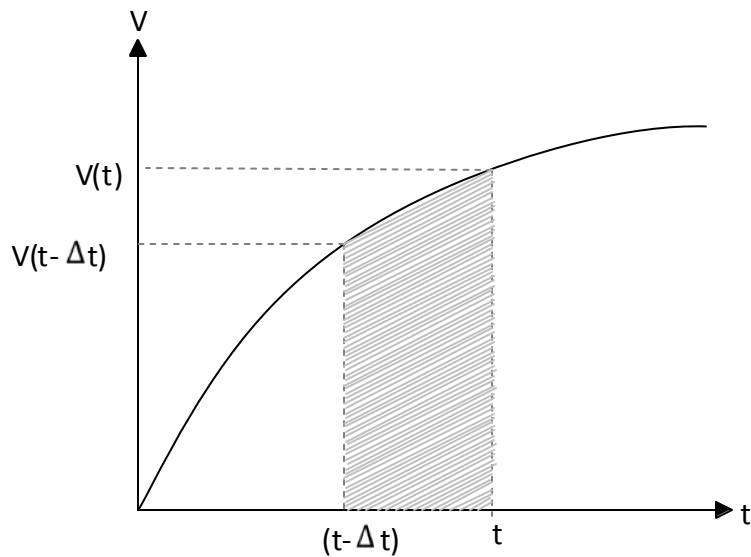
$$v(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$di = \frac{1}{L} V(t) dt$$

$$di(t) = \frac{1}{L} \int_{t-\Delta t}^t V(t) dt$$

تکنیک حل ذوزنقه:

منحنی را با یک خط تقریب زده مساحت زیر منحنی را حساب می کنیم.



$$i(t) - i(t - \Delta t) = \frac{1}{L} \frac{\Delta t}{2} [V(t) + V(t - \Delta t)]$$

$$i(t) = \frac{V(t)}{\frac{2L}{\Delta t}} + \left[i(t - \Delta t) + \frac{V(t - \Delta t)}{\frac{2L}{\Delta t}} \right]$$

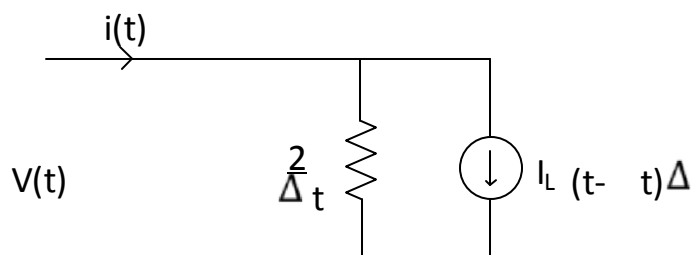
$$i(t) = \frac{V(t)}{\frac{2L}{\Delta t}} + I_L(t - \Delta t)$$

$$I_L(t - \Delta t) = i(t - \Delta t) + \frac{V(t - \Delta t)}{\frac{2L}{\Delta t}}$$

مدار از فضای فشرده به فضای گسترده تبدیل شد.

در حالت گذرا استفاده
سلفی است که

بوده و به یک منبع
سرش در امتداد سر اول



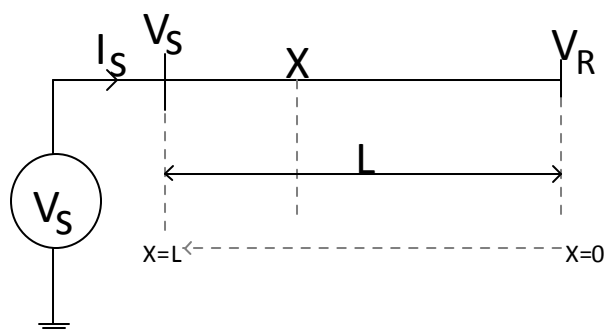
هر سلف در حالت پایدار اگر
می شود جایگزین شود معادل
اندوکتانس آن با نسبت $\frac{2L}{\Delta t}$
جریانی وصل است که یک
خط است.

روش دیاگرام بیولی :

دیاگرام نرده ای بیولی توسط آقای بیولی اختراع شده. توسط این روش انعکاسات امواج ولتاژ و جریان که در حالت گذرا در خطوط انتقال رخ می دهد را به سادگی سازماندهی می کند . در دیاگرام بیولی محور عمودی نمایانگر زمان می باشد و به واحد های تاو زمان گذاری خط تقسیم بندی می شود . محور افقی نمایانگر x (موقعیت خط است) و خطوط قطری نمایانگر امواج سیار که هر انعکاس از حاصل ضرب موج تابش و ضریب انعکاس آخر خط است ، حاصل می شود.

$V(x, t)$ در هر نقطه x و زمان t از روی دیاگرام نرده ای بیولی به وسیله جمع نمودن تمامی تابش ها و انعکاس های بالای آن نقطه به دست می آید.

یاد آوری پارامتر های خط انتقال بلند :



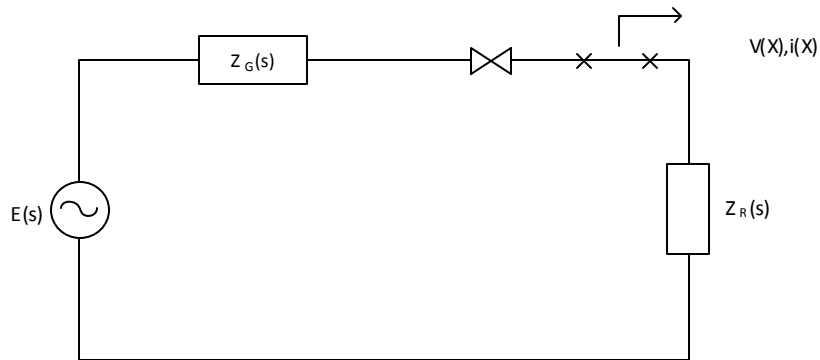
$$\begin{bmatrix} V(x) \\ i(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh \gamma x & Z_c \sinh \gamma x \\ \frac{1}{Z_c} \sinh \gamma x & \cosh \gamma x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ i_R \end{bmatrix}$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{Z}{r}} = \sqrt{\frac{L\omega}{\frac{1}{C\omega}}} = W\sqrt{LC}$$

امپدانس مشخصه

$$\gamma = \sqrt{Z \cdot r}$$

مدار معادل خط:



$$\tau = \frac{L}{V}$$

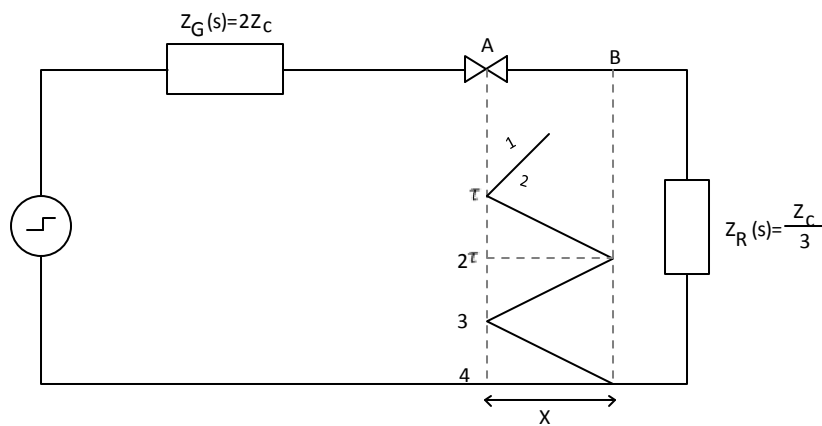
$$\left| \frac{S}{S} \right| = \frac{Z_G(S) - Z_c}{Z_G(S) + Z_c}$$

ضریب انعکاس ابتدای خط

$$\left| \frac{S}{R} \right| = \frac{Z_R(S) - Z_c}{Z_R(S) + Z_c}$$

ضریب انعکاس انتهای خط

مثال : مطلوبست رسم دیاگرام بیولی شکل ذیل و محاسبه مقدار $V\left(\frac{L}{3}, t\right)$



صاعقه که برخورد می کند به ۲ قسمت A و B پخش می شود و بعد از زمان خیلی کوتاهی کل ساختار خط به هم میریزد این موج بین دو نقطه B و A دائم در حال تکرار نوسان است. می خواهیم ببینیم در مکانی $\frac{L}{3}$ طول ؟

از ابتدای خط مقدار گذرا از لحظه t چقدر است؟

$$V_1(s) = E_G(s) \frac{Z_G(s) - Z_c(s)}{Z_G(s) + Z_c(s)} = \frac{E}{s} \left[\frac{Z_c}{3Z_c} \right] = \frac{E}{3s}$$

$$V_2(s) = V_1(s) \left[R(s) = \frac{E}{3s} \times \frac{\frac{Z_c}{3} - Z_c}{\frac{Z_c}{3} + Z_c} = -\frac{1}{2} \times \frac{E}{3s} = -\frac{E}{6s} \right]$$

$$V_3(s) = V_2(s) \left[S(s) = \frac{2Z_c - Z_c}{2Z_c + Z_c} \times \frac{-E}{6s} = \frac{-E}{18s} \right]$$

