Subject

Date

عایق و فشارقوی

مهندس

negin

Subject
YEAR: MONTH: DATE:

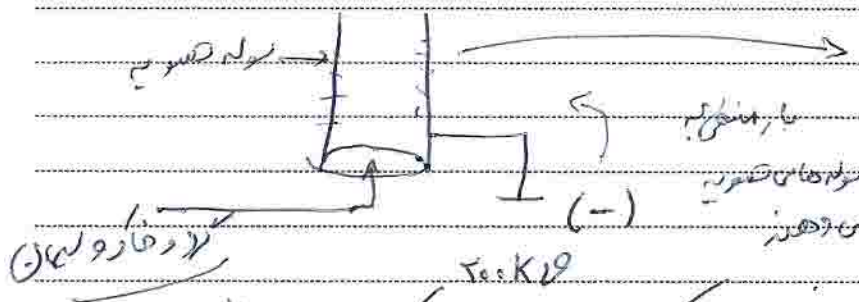
عایق و مقاومتی

کاربرد مقاومتی در صنایع

- صنعت رنگ آمیزی:

الکترواستاتیکی

- صنایع آلوده کننده هوا مثل کارخانه سیمان (+)



ذرات سیمان بار مثبت دارد

که هر چیز وقت که بار مخالف می‌گیرد بین بار را قطع می‌کند و همین ذرات را به دیواره جمع‌آوری است رها شده و می‌ریزد.

DATA

Subject
YEAR: MONTH: DATE:

سرفصل ها:

۱- معرفی ابزار درس

۲- نظریه تئوری ها در شکست کارها

و پاسخ ها و ...

DATA

⇐ مختصری در خصوص تئوری میدان‌های الکتریکی :

هر بار الکتریکی یا مجموعه‌ای از بارهای الکتریکی اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد می‌کنند.

این میدان اثر خود را به صورت نیرویی که بر بارهای اطراف وجود دارد نشان می‌دهد.

⇐ میدان حاصل از بار نقطه‌ای :

اطراف میدان الکتریکی ایجاد می‌شود که اندازه‌ی آن $\frac{\phi}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{r^2}$ و جهت آن

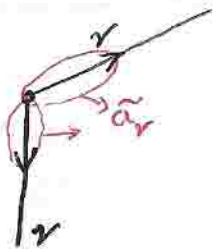
[هم‌جهت (+) یا مخالف جهت (-) با $\vec{a}_r$ (عکس جهت بردار) است.

ε_0 ⇒ ضریب نفوذپذیری خلاء (ضریب دی‌الکتریک) ⇒ $8,854 \times 10^{-12}$

r ⇒ اگر بار در مرکز کره فرض شود برحاصله آن نقطه از مرکز کره است.

$\vec{a}_r$ ⇒ بردار یکه در جهت شعاع برای آن نقطه خاص در نظر باشد.

$$\vec{E} = \frac{\phi}{4\pi\varepsilon_0 r^2}(\vec{a}_r)$$



$$\vec{E}_r = \frac{\phi}{4\pi\varepsilon_r \varepsilon_0 r^2} \times (\vec{a}_r)$$

ε_r ضریب عایق

$\varepsilon_r > 1$

MICRO

Subject : Date :

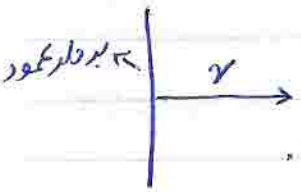
⇐ عایق، شدت میدان الکتریکی را به نسبت ε_r برابر کاهش می دهد.

عایق جلوی نفوذ را می گیرد و موجب کاهش شدت میدان الکتریکی می شود

تذکر: کره را با نقطه ای در نظر می گیریم و استوانه را با خطی در نظر می گیریم.

⇐ میدان حاصل از بار خطی طویل با دانسیته (خطی) ρ_L ثابت

ρ_L ← چگالی خطی بار طولی.



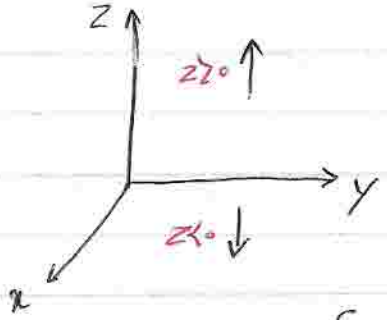
در این حالت اندازه میدان $\frac{\rho_L}{2\pi\varepsilon_0 r}$ و جهت آن در جهت a_r است.

$$E = \frac{\rho_L}{2\pi\varepsilon_0 r}(\tilde{a}_r)$$

استوانه ای

~~برای بار نقطه ای~~

بار صفحه ای با چگالی ρ_S به ابعاد نامتناهی



ρ_S مثبت باشد

ρ_S منفی باشد

جهت میدان عوض می شود

$$E = \begin{cases} \frac{\rho_S}{2\varepsilon_0}(\tilde{a}_z) & z>0 \\ \frac{\rho_S}{2\varepsilon_0}(-\hat{a}_z) & z<0 \end{cases}$$

اصول مهندسی خشکه‌توی (محمد علی محمدی)

(حمید جوادی)

الکترونیک پیشرفته (حسین محسنی)

Subject: عایق و خشکه‌توی Date: ۹۱/۷/۱۵

دسته بندی:

میدان های الکتریکی به سه دسته تقسیم می شوند.

۱- میدان یکنواخت

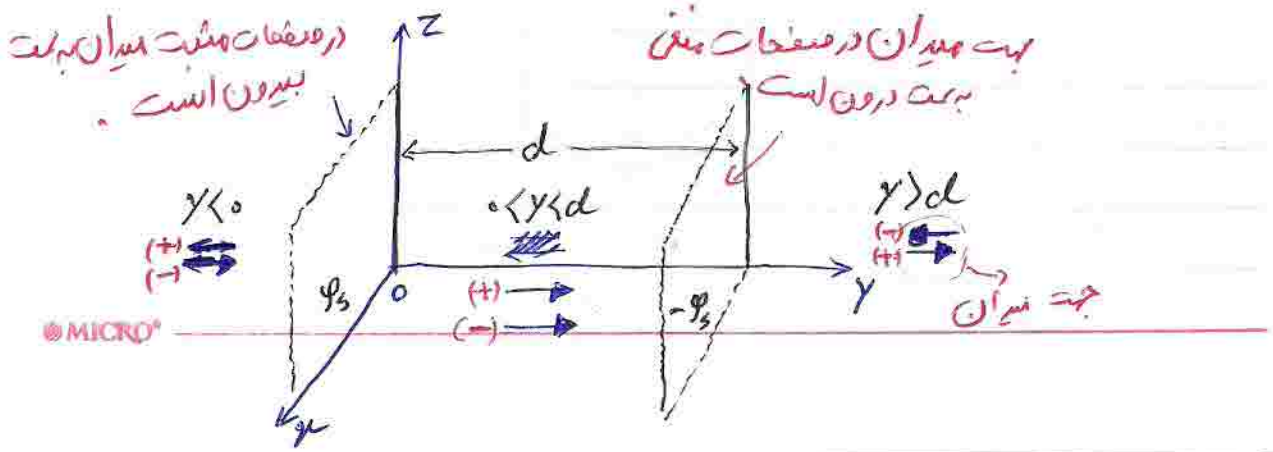
۲- میدان غیر یکنواخت

۳- میدان های شبه یکنواخت.

⇐ به میدانی، میدان یکنواخت گفته می شود که در تمام نقاط هم اندازه و جهت آن ثابت باشد در غیر اینصورت میدان غیر یکنواخت می باشد. امّا به میدانی، میدان شبه یکنواخت گوییم که در یک جهت یکنواخت و در جهت دیگر غیر یکنواخت می باشد.

⇐ میدان یکنواخت:

میدان بین دو صفحه باردار با علامت های مخالف.



Subject : Date:

فرض می‌کنیم تمام میدان‌ها چه صفحه‌ی مثبت و چه صفحه‌ی منفی $\frac{\rho_s}{2\varepsilon_0}$ باشد و فقط بسته به جهت میدان a_y را مثبت یا منفی کنیم.

$$E = \begin{cases} 0 & y<0 \\ \frac{\rho_s}{\varepsilon_0}(a_y) & 0<y<d \\ 0 & y<d \end{cases}$$

$E = \frac{V}{d}$

میدان صفحه‌ی منفی (−) — میدان صفحه‌ی مثبت (+)

$$y<0 \Rightarrow \frac{\rho_s}{2\varepsilon_0}(-a_y) + \left(\frac{-\rho_s}{2\varepsilon_0}\right)(-a_y) = 0$$

(حالت خاص)

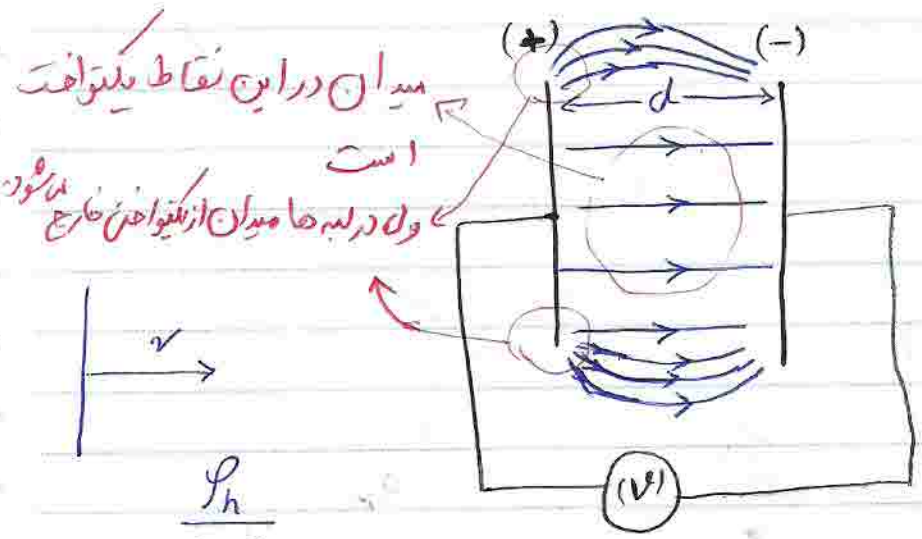
میدان در جهت محور y ها (منفی) — میدان در جهت محور y ها (مثبت)

$$0<y<d \Rightarrow \frac{\rho_s}{2\varepsilon_0}(-a_y) + \left(\frac{-\rho_s}{2\varepsilon_0}\right)(a_y) = \frac{\rho_s}{\varepsilon_0}(\bar{a}_y)$$

$$y>d \Rightarrow \frac{\rho_s}{2\varepsilon_0}(-a_y) + \left(\frac{-\rho_s}{2\varepsilon_0}\right)(-\bar{a}_y) = 0$$

میدان حاصل از صفحه‌ی مثبت — میدان حاصل از صفحه‌ی منفی

⇐ یکنواختی میدان بین دو صفحه‌ی باردار:



میدان در این نقاط یکنواخت است

ولی در لبه‌ها میدان از یکنواختی خارج می‌شود.

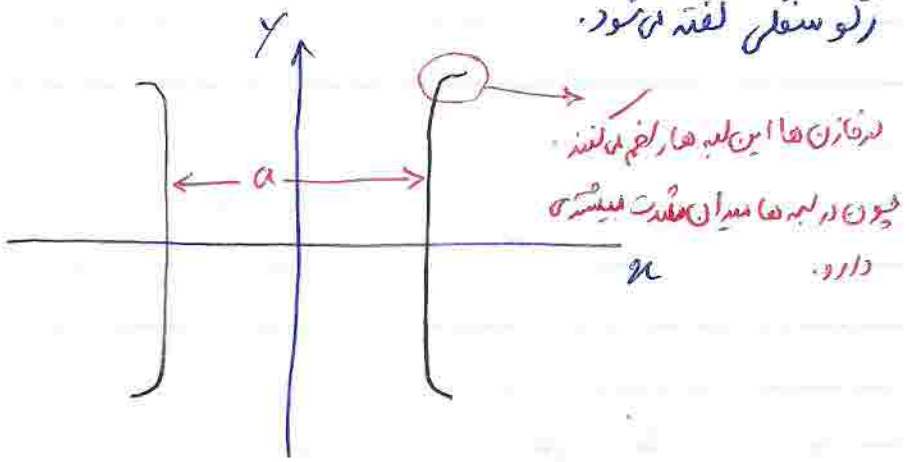
$$\frac{\rho_h}{2\pi\varepsilon_0 r}$$

MICRO

Subject: عایق و خشا رحوی Date: ۹۱/۷/۱۵

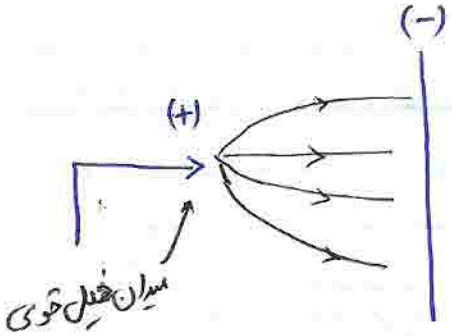
⇐ در صفحات باردار چون عملاً صفحات نامتناهی نیست دارای لبه هستیم این لبه ها سبب می شوند که میدان در این نقاط دارای شدت حوی تر باشد (بعنی از یکنواختی خارج شده)

برای جلوگیری از این تحفیف لبه ها به شکلی که از معادله ی زیر پیروی کنند خم داده می شود به این خم رگو سشکلی گفته می شود.



$$y = \frac{a}{\pi}\left[\frac{\pi}{2} + e^{\frac{\pi x}{a}}\right]$$

⇐ میدان غیر یکنواخت



Subject : Date:

⇐ میدان های شبه یکنواخت : (میدان هایی که در یک جهت ثابت و در جهت دیگر متغیر باشد)

میدان های حاصل از سیم آنتن در جهت $\tilde{a}_\phi$ ثابت و در جهت $\tilde{a}_r$ متغیر است.

⇐ پتانسیل الکتریکی :

کار لازم جهت جا بجایی بار الکتریکی در حضور میدان الکتریکی است.

⇐ یک ولت :

جا بجا کردن بار واحد (یک کولن) به میزان یک متر در حضور میدان الکتریکی به اندازه ی یک ولت بر متر.

میدان الکتریکی $\rightarrow E = \frac{V}{d}$ (ولت / متر)

$$V = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{L}$$

ضرب دو بردار (ضرب داخلی) برای بدست آوردن یک عدد برای اندازه ی ولتاژ

دیفرانسیل

نکته ✍

مولفه های دیفرانسیل طول در بعضی از اشکال

دکارتی $\rightarrow dx, dy, dz$

استوانه ای $\rightarrow dr, r d\phi, dz$

کره $\rightarrow dr, r d\theta, r\sin\theta\, d\phi$

مثال محیط دایره $\Rightarrow dL = r d\phi$

$$C = \int_0^{2\pi} dL = \int_0^{2\pi} R\, d\phi = 2\pi R$$

مثال مساحت دایره $\Rightarrow ds = r dr d\phi \Rightarrow$

$$\Rightarrow S = \int_0^R \int_0^{2\pi} r\, dr\, d\phi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int_0^R r\, dr \int_0^{2\pi} d\phi = \frac{1}{2} R^2 \times 2\pi = \pi R^2$$

مثال حجم کره $\Rightarrow V = \int_0^R \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} r^2 \sin\theta\, dr\, d\theta\, d\phi \Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \int_0^R r^2 dr \times \int_0^{\pi} \sin\theta\, d\theta \times \int_0^{2\pi} d\phi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} R^3 \times 2 \times 2\pi = \frac{4}{3}\pi R^3$$

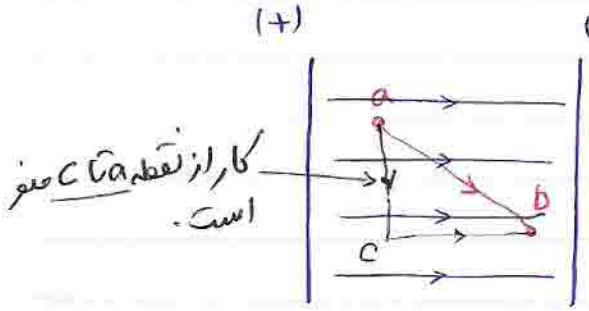
(۹)

Subject عایق و خازن

Date ۹۱/۷/۱۵

همان کار انجام شده

فرض کنیم می‌خواهیم اختلاف پتانسیل بین a تا b را بیابیم، لذا برای این کار طبق رابطه $V_{ab} = \int_a^b E \cdot dL$ مسیر حرکت فرق می‌کند و فقط نقطه اول و آخر مهم است. لذا سعی می‌کنیم که به انتگرال‌های شناخته شده تبدیل کنیم و طوری مسیرها را انتخاب می‌کنیم که یکی از مسیرها صفر شود. یا به عبارتی دیگر:



کار از نقطه a تا c صفر است.

برای حل این انتگرال معمولاً مسیرهایی انتخاب می‌کنند که از راه‌های شناخته شده استفاده شود و چون کار به مسیر بستگی ندارد برخی از این مسیرها به گونه‌ای است که کار انجام شده در آن صفر است.

انجام محاسبات بالا کمی دشوار است لذا برای انجام این کارها معمولاً از کمیتی برداری و اسکالر استفاده می‌شود ⇐

$$E = -\nabla V$$

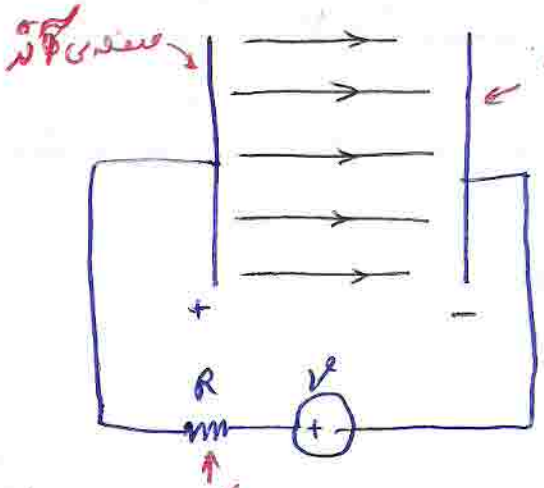
(برداری: گرادیان، اسکالر)

گرادیان A ⟹ $\nabla A = \left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)\tilde{a}_x + \left(\frac{\partial A}{\partial y}\right)\tilde{a}_y + \left(\frac{\partial A}{\partial z}\right)\tilde{a}_z$ ← بردار ← دکارتی

Subject: عایق و خشارجوی Date: ۹۱/۷/۲۲

شکست الکترونی (بازها)

تعداد الکترون ها زیاد می شود این بدان معنی است که جریان فی مابین دو الکترود برقرار شده و از حد مورد قبول تجاوز می کند.



$f = eE$

$e = 1,7 \times 10^{-19}\ C$

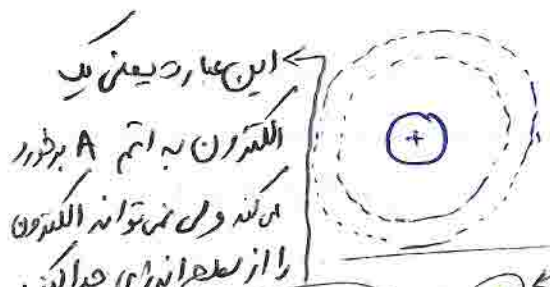
در هر cm^3 گاز ۱۰ بار الکترون وجود دارد

ذرات ← $N = 2,49 \times 10^{19}$

این ذرات با همدیگر برخوردهای تصادفی دارند که سبب خشارجوی می شود.

در اثر برخورد الکترون با اتم ها یا مولکول ها اتفاق می افتد.

۱) تحریک اتم A^*



ول فقط می توان اتم را فعال کند

$e^- + A \rightarrow A^* + e^-$

$A^* \rightarrow A + h\nu$

اتم فعال یک اتم آزاد می کند و مقداری انرژی خود را برای پایدار شدن

سرعت نور

ثابت پلانک

خود تون (انرژی)

تراز دوم انرژی 10^{-8} ثانیه طول می کشد.

ول در بعضی از مواد که به فروزه معروف هستند 10^{-2} ثانیه طول می کشد مثل جیوه.

Subject : Date:

② یونیزاسیون

$e^- + A \longrightarrow A^+ + 2e^-$

برخورد الکترون با اتم و کندن الکترون از اتم — اتم بار مثبت — الکترون

یونیزاسیون ضربه‌ای از نوع اول (اندرکنش جنبشی)

$A^* + B^* \longrightarrow A^+ + e^- + B \longrightarrow$ اتم غیرفعال

برخورد دو اتم فعال با هم

یونیزاسیون ضربه‌ای از نوع دوم (اندرکنش جنبشی)

A^+: اتم مثبت (یون) — e^-: الکترون

یون‌ها چون خیلی سنگین هستند حرکت کندی نسبت به الکترون دارند. (پروتون ۲۰۰۰ برابر سنگین‌تر از الکترون است)

③ جذب: ← بعضی اتم‌ها یا مواد دیگر الکترون را به خود جذب می‌کنند.

مواد هالوژن مثل کلر، فلوئور، ید

معمولاً در کلرها خیلی از این خاصیت استفاده می‌شود.

$e^- + A \longrightarrow A^-$

④ خنثی یونیزاسیون — آزاد شدن الکترون — یونیزه شدن اتم

$A + h\nu \longrightarrow A^+ + e^-$

انرژی اتم

با دادن انرژی فوتونی به اتم از آن الکترون بکنیم

یا دادن انرژی فوتونی به اتم جذب شده و کندن الکترون از آن

⑤ رها کردن الکترون

$A^- + h\nu \longrightarrow A + e^-$

MICRO

(۱۲)

Subject: عایق و عشار خوی

Date: ۹۱/۷/۲۲

۹) یونیزاسیون سطحی:

پرتاب الکترون از صفحه‌ی کاتد که به عوامل زیر بستگی دارد.

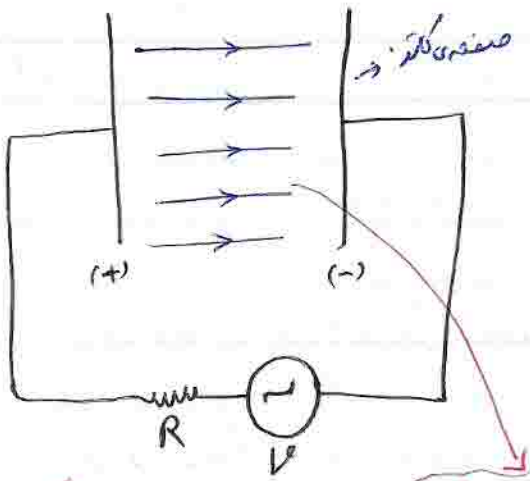
I ⇐ دانسیته برخورد فوتون‌ها

II ⇐ برخورد ذرات باردار به صفحه‌ی کاتد.

III ⇐ برخورد اشعه‌های لیمان (نورهای ماورای بنفش)

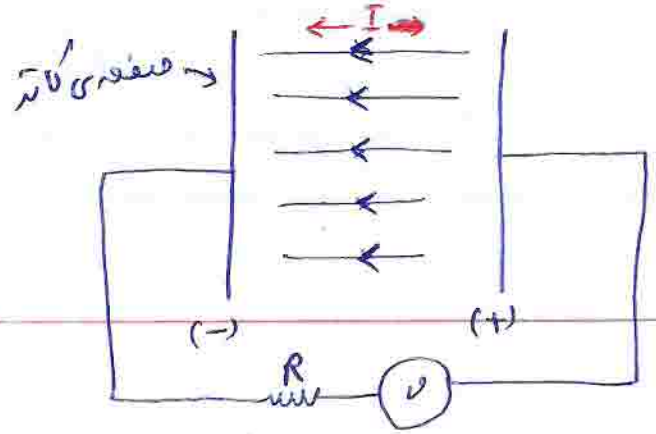
IV ⇐ حرارت

V ⇐ جنس کاتدها



ذرات مثبت و الکترون تحت تأثیر میدان به صفحه‌ی کاتد برخورد می‌کنند و انرژی لازم را داشته باشند می‌توانند از صفحه‌ی کاتد الکترون جدا کنند و با این انرژی را می‌توان به وسیله‌ی اشعه‌های لیمان (نور و فوتون) به الکترون داد.

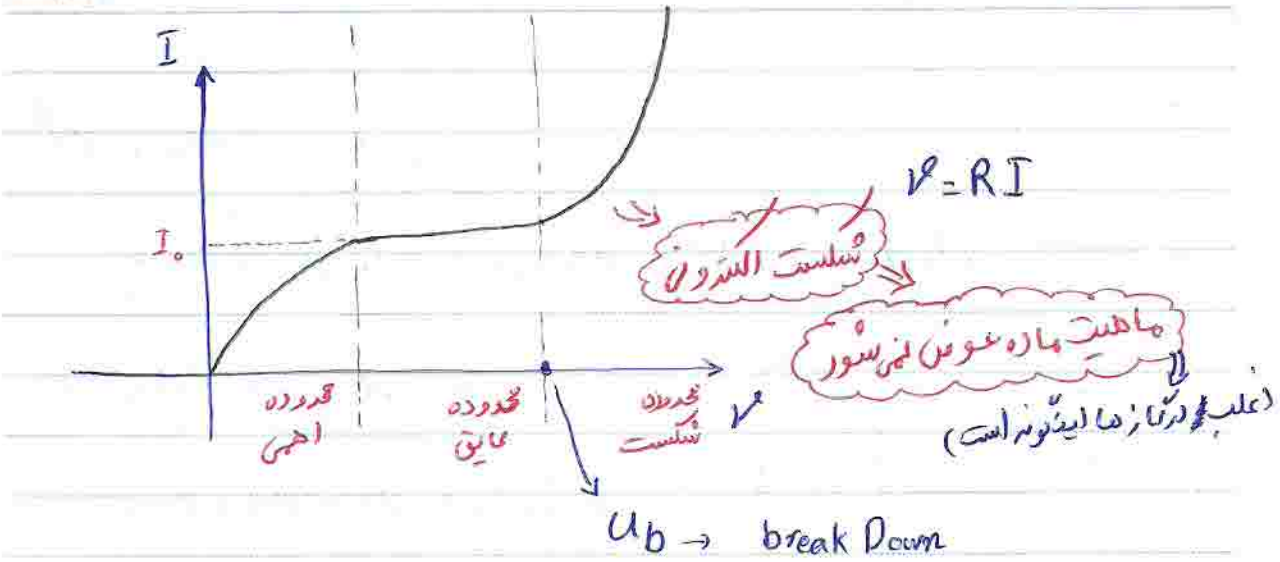
⇐ منحنی شکست کاتدها در مابین فضای دو الکترود:



MICRO

Subject:

Date:



⇐ در محدوده ی اهمی با افزایش ولتاژ تعداد الکترون های ساطع شده از صفحه ی کاتد زیاد شده و سرعت آن نیز زیاد می‌شود که این امر به صورت افزایش جریان خود را نشان می‌دهد (تقریباً خطی) این عمل تا ورود به محدوده ی عایق ادامه می‌یابد در محدوده ی عایق تعداد الکترون‌ها زیاد شده ولی سرعت آن (انرژی آن) بیشتر شده ولی برخوردها با ذرات منجر به یونیزاسیون نمی‌گردد تا به حد شکست نزدیک شده در این محدوده الکترون قدرت یونیزاسیون خواهد داشت. (مانند ماده‌ای که شامل یونیزاسیون اتم‌های خود باشد)

⇐ نظریه تانزند در شکست الکترون:

رشد الکترون در محدوده شکست زنی است

I_0 (جریان اولیه)

ضریب دوم تانزند = γ

(ضریب یونیزاسیون سطحی)

$I = \frac{I_0}{1 - \gamma(M-1)}$ ← جریان شکست

γ ⇐ نسبت تعداد یونیزاسیون سطحی در اثر برخورد ذرات مثبت به کاتد را به نسبت کل برخوردها نشان می‌دهد. که به نوع گاز و جنس کاتد بستگی دارد.

تعداد بهمن یونیزاسیون = M

مثلاً از ۵۰ برخورد ذرات با صفحه‌ی کاتد فقط ۲۰ تا منجر به یونیزاسیون می‌شود.

M ⇐ تعداد بهمن یونیزاسیون در واحد طول.

ضریب اول تانزند = α

$M = e^{\alpha d}$

⇐ اگر $1 - \gamma(M-1)$ برابر صفر شود تانزند در مقابل این حالت سکوت کرده است و ممکن است شکست اتفاق بیفتد و طبق نظریه تانزند جریان بی‌نهایت می‌شود.

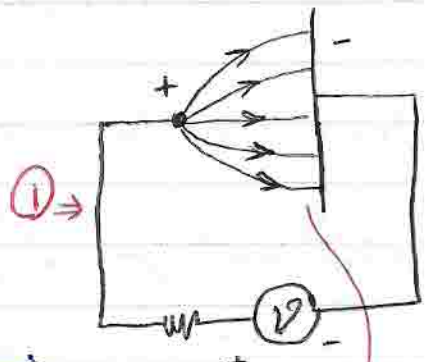
⇐ γ ثابت است در صورتی که میدان یکنواخت باشد و α متغیر است در صورتی که میدان یکنواخت نباشد.

Subject : Date:

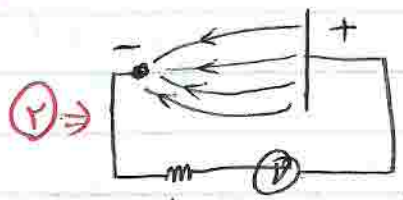
⇐ اگر تعداد جذب ها با تعداد یونیزاسیون برابر باشد عمل شکست انجام میشود ولی عایق از بین نمی رود. و در همان محدوده عایق میماند.

α ⇒ تعداد عمل جذب در واحد طول

⇐ شکست الکترونی در میدان غیر یکنواخت :



چون تراکم میدان در نزدیکی صفحه کم شده است لذا الکترون ها انرژی لازم را ندارد یا کمتر دارد یا به عبارتی محدودی شکست ناقص (کرونا)



زمانی که در حالت (۲) سوزن پولاریته منفی دارد به علت تجمع الکترون ها در هسته میدان قوی بیشتر است لذا الکترون های بیشتری که دارای قدرت یونیزاسیون هستند به سمت صفحه حرکت کرده و عایق زودتر می شکند. در حالت ۲ ولتاژ شکست $\frac{1}{3}$ حالت (۱) است.

©MICRO

⇐ اگر ولتاژهای متصل شده به صفحات AC باشد ولتاژ شکست بیشتر خواهد بود.
زیرا به علت فرصت برخورد الکترون ها به اتم ها جهت یونیزاسیون به علت تغییر مسیر رفته
می شود لذا می توان گفت ولتاژ شکست AC بیشتر از ولتاژ شکست DC است.

$V_{AC} > V_{DC} \Rightarrow$ اگر یک عایق در ولتاژ DC جواب داد
حتماً در ولتاژ AC نیز جواب می دهد

⇐ اگر فرکانس بیشتر شود ولتاژ شکست نیز بالاتر می رود.

$f_1 > f_2 \longrightarrow V_{AC_1} > V_{AC_2}$

چون اگر فرکانس کم شود زمان برخورد الکترون با صفحات بیشتر خواهد بود و لذا
امکان شکست در ولتاژ پایین تر خواهد بود.

⇐ اگر بتوان فرکانس را برابر سرعت الکترون قرار داد دیگر هیچ گونه شکست نخواهیم داشت

مثال : در یک سیان هگلی که فاصله دو خط آن $D=1cm$ شدت جریان در آن 10^5 برابر شدت جریان اولیه است. اگر ضریب a_2 $5\frac{1}{cm}$ باشد. تعیین کنید ضریب یونیزاسیون سطحی (γ) چند است.

حل $\Rightarrow \frac{I}{I_0} = \frac{M}{1-\gamma(M-1)}$

$$M = e^{ad} = e^{5\times1} = e^5 = 148.41$$

$$\frac{10^5}{1} = \frac{e^5}{1-\gamma(e^5-1)} \Rightarrow 10^5 - \gamma\times10^5(e^5-1) = e^5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -5\times10^5(e^5-1) = e^5 - 10^5 \Rightarrow \gamma = \frac{e^5-10^5}{-10^5(e^5-1)} = 9.773\times10^{-3}$$

ب) اگر با تغییر کاتد $\gamma = 5\times10^{-3}$ گردد با حفظ سایر شرایط شدت جریان چند برابر خواهد شد.

حل $\Rightarrow \frac{I}{I_0} = \frac{e^5}{1-5\times10^{-3}(e^5-1)} = 594.45$

Subject : Date:

ج) اگر گاز را با نوعی گاز الکترونگاتیو (خاصیت جذب الکترون دارد) $\eta = ۲ \frac{1}{cm}$ در این شرایط نسبت جریان را حساب کنید؟

حل $\Rightarrow$ $$M = \frac{\alpha}{\bar{\alpha}} e^{\bar{\alpha} d} - \frac{\eta}{\bar{\alpha}}$$

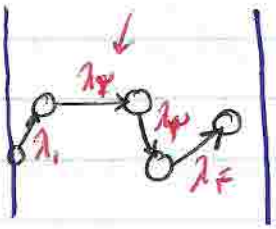
$\bar{\alpha}$ = ضریب یونیزاسیون موثر

$$\bar{\alpha} = \alpha - \eta$$

$$M = \frac{۵}{۳} e^{۳} - \frac{۲}{۳} = ۳۲,۸۱$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{۳۲,۸۱}{۱ - ۶,۷۷۲ \times ۱۰^{-۳} (۳۲,۸۱ - ۱)} = ۴۱,۸۲$$

$\Leftarrow$ فاصله ی آزاد متوسط واحد : $\bar{\lambda}$

حرکات پراکنده الکترون + 

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lambda_i}{n} \div \sum_{i=1}^{n} \lambda_i = \frac{1}{n}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{Z}$$

Z = تعداد برخوردها.

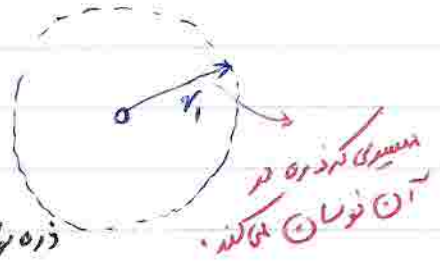
Subject: Date:

⇐ می خواهیم نشان دهیم که عمده‌ی یونیزاسیون ها توسط الکترون ها انجام می‌شود به این دلیل که حاصله آزاد الکترون بیشتر است .

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\pi (r_1 + r_2)^2 N} + \frac{v_1}{\sqrt{v_1^2 + \frac{M}{m} v_2^2}} \qquad (1)$$

v_1 ⇐ سرعت ذره نوع اول

m ⇐ جرم " "



r_1 ⇐ شعاع حرکتی ذره نوع اول

v_2 ⇐ سرعت ذره نوع دوم

M ⇐ جرم ذره نوع دوم

r_2 ⇐ شعاع حرکتی ذره نوع دوم

N ⇐ تعداد ذرات نوع دوم

⇐ حالت **اول** ، هردو ذره اتم یا مولکول باشد .

$$v_1 = v_2 \quad , \quad r_1 = r_2 = r \qquad m = M$$

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{4\sqrt{2}\,\pi r^2 N}$$ ← با جایگذاری r_1 و r_2 و v_1 و v_2 در فرمول

نمادهای ① باید این فرمول بدست می‌آید .

Subject: عایق وحشارگوی Date: ۹۱/۷/۲۹

⇐ حالت دوم، یکی یون و ذره دوم اتم یا مولکول باشد:

$$v_1 \gg v_2 \qquad r_1 = r_2 = r \qquad m \approx M$$

از جانداری لاندر مولد ① ⟹ $$\bar{\lambda} = \frac{1}{4\pi r^2 N}$$

⇐ حالت سوم: ذره نوع اول الکترون و ذره نوع دوم اتم یا مولکول باشد:

$$v_1 \gg v_2 \qquad r_1 \ll r_2 = r \qquad m \ll M$$

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\pi r^2 N}$$ ⇐ این نشان دهنده این است که الکترون فاصله آزاد بیشتری نسبت به یون دارد.

⇐ بنابراین فاصله آزاد الکترون‌ها ۴ برابر فاصله آزاد یون‌ها بوده لذا انرژی جنبشی بیشتری دریافت می‌کنند و اثر مغرب تری خواهند داشت در نتیجه عامل اصلی یونیزاسیون انرژی جنبشی الکترون‌ها است.

Subject: Date:

⇐ پارامترهای انرژی:

انرژی = نیرو × جابجایی $\Rightarrow Fd$

$$\Rightarrow \begin{cases} W = F\bar{\lambda} \\ F = eE \end{cases} \Rightarrow W = eE\bar{\lambda} = \frac{eE}{\pi\nu^2 N}$$

این نشان دهنده‌ی این است که هر چه ذرات بیشتر باشد انرژی کمتر خواهد شد. یعنی الکترون‌ها بخواهند میزان انرژی کسب کنند به ذرات دیگر برخورد و انرژی خود را تخلیه می‌کنند.

$W \propto \frac{E}{N}$ این تعداد ذرات را در حجم یک خشاب می‌نامند.

خشاب $\Rightarrow P = kTN$ → تعداد ذرات

ثابت بولتزمن $\rightarrow 1,38 \times 10^{-23}$ N.m

دما

در گاز $\Rightarrow W \propto \frac{E}{P}$ → پارامتر انرژی

خشاب با تعداد ذرات و دمای محیط بستگی دارد. یعنی اگر دما را ثابت فرض کنیم خشاب با ذرات متناسب می‌شود و عنی اینصورت به k و T نیز بستگی مستقیم دارد.

تذکر: کلیدهای قدرت خشاب‌ها با بالا بردن خشاب پارامتر انرژی را پایین آورده و عملاً قدرت یونیزاسیون الکترون‌ها را پایین می‌آورند. در کلیدهای داخلی

Subject: عایق و خشار شوی Date: ۹۱/۷/۲۹

استفاده می‌کند طبق این فرمول باید یونیزاسیون بی نهایت باشد ولی عملاً چون ذره‌ای بین آنها وجود ندارد و خلاء است دیگر هیچ یونیزاسیونی انجام نمی‌شود.

⇐ تئوری شکست بالشی:

شکست گازها در یک میدان مشخص تنها به فشار گاز بستگی ندارد بلکه به حاصلضرب فشار در فاصله بین دو الکترود دارد.

$$U_b = f(Pd)$$

(U_b: میدان شکست، f: تابع)

U_b تابعی از Pd است

طبق فرمول قبل اگر مسافت بین دو الکترود بی نهایت می‌شود

γ مربوط به الکترون نیاز به انرژی دارد پس

$$\gamma(M-1) = 1$$

تابعی از $\frac{E}{P}$ خواهد بود و همان تابعی از α است

$$M = e^{\alpha d}$$

تا یونیزاسیون انجام شود پس تابع مستقیم از فشار

$$\alpha = P f\left(\frac{E}{P}\right)$$

(P: نیاز به برخورد، $\frac{E}{P}$: نیاز به انرژی)

است.

E باعث انرژی دادن به یون‌ها می‌شود ولی P باعث برخورد آنها به یون شده لذا یون قبل از برخورد به صفحه‌ی کاتد انرژی آن تخلیه می‌شود در نتیجه

$$\gamma = g\left(\frac{E}{P}\right)$$

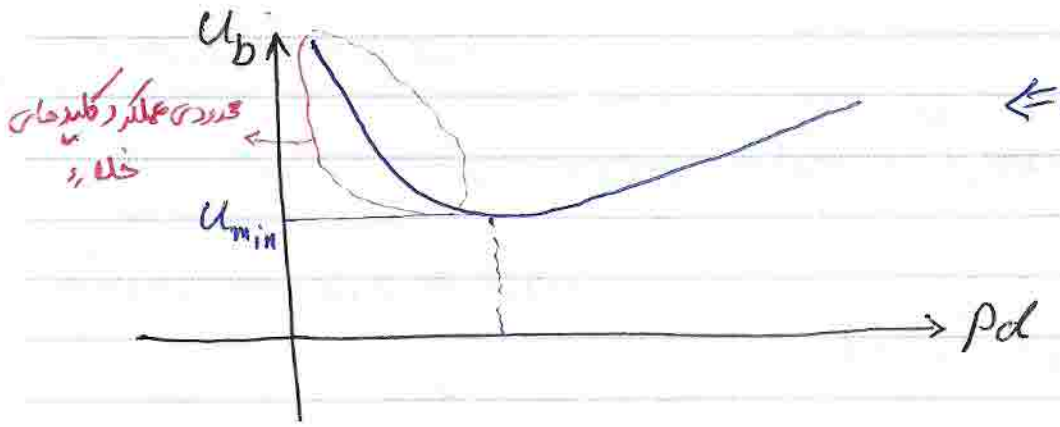
(γ: تابع) نیز تابعی از $\frac{E}{P}$ خواهد بود.

MICRO

Subject : Date:

$$g\left(\frac{E}{p}\right)\left[e^{pd\,f\left(\frac{E}{p}\right)} - 1\right] = 1$$

$$\Longrightarrow U_b = h(pd) \Longrightarrow$$ می‌توانیم بگوییم U_b تابعی از pd است



منحنی پاشن ⇐

نکته ⇐ این منحنی برای تمام گازهای مشابه کاربرد دارد.

$$U_b \simeq K_1(pd) + K_2\sqrt{pd}$$

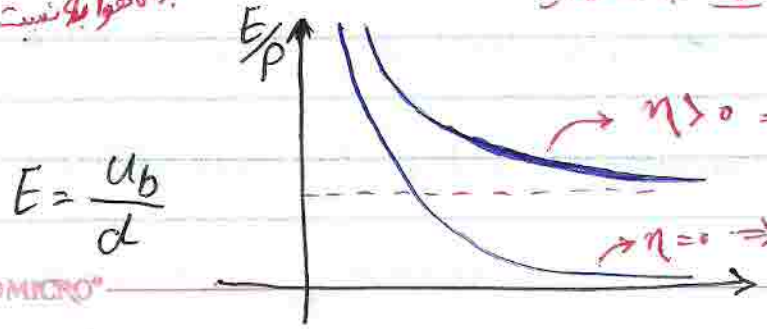
pd: حاصلضرب فشار در فاصله

K_1: ثابت تونسند

$K_1 = 24{,}34 \quad K_2 = 6{,}72$ ⇐ هوا

مثلاً برای هوا $\Longrightarrow U_b = 24{,}34(pd) + 6{,}72\sqrt{pd}$ ⇐ در این فرمول اگر p و d را جایگزین کنیم مقدار میدان U_b بدست می‌آید.

تابع میدان شکست برای هوا بر حسب pd



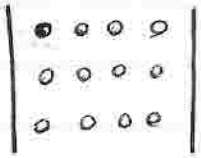
$$E = \frac{U_b}{d}$$

MICRO

Subject عایق و خشارجوی

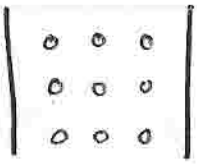
Date ۹۱/۷/۲۹

⇐ توجیه منفی بالش:



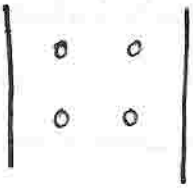
ρ_1

d ثابت
ρ متغیر ⇐



ρ_2

$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$



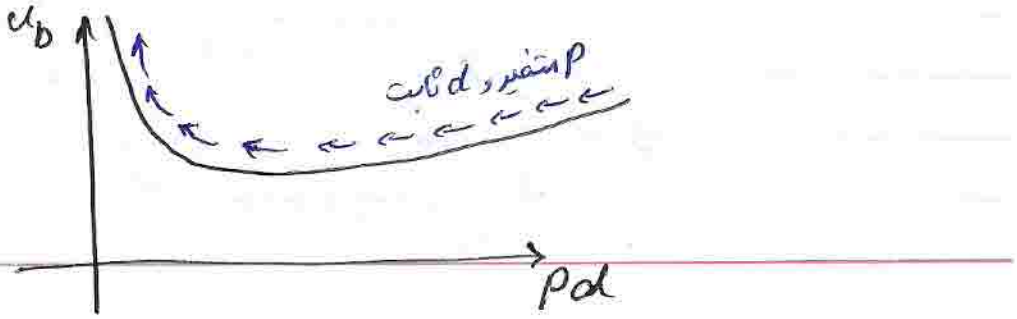
ρ_3

⇐ با زیاد بودن خشار به علت خاصله ی آزاد متوسط کم که

در اختیار الکترون ها است باید با افزایش اندیس ان

به الکترون ها انرژی داد. (ولتاژ بالا تر)

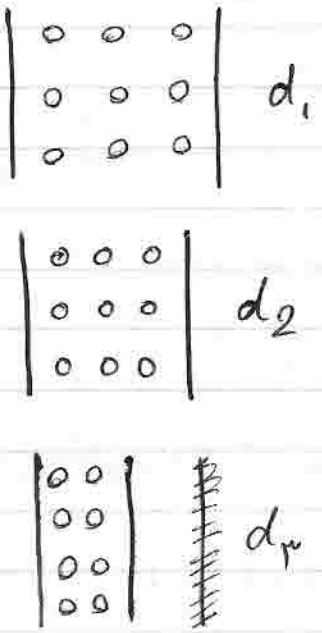
با کاهش خشار عملاً خاصله آزاد متوسط بیشتر شده و با ولتاژهای پایین تر الکترون قدرت یونیزاسیون بیشتری خواهد داشت (ولتاژ شکست پایین آمده) این عمل تا نقطه ی معین ادامه می یابد از این نقطه به بعد به علت تعداد کم ذرات لازم است با افزایش میزان انرژی بیشتری در اختیار الکترون ها قرار گیرد این یعنی افزایش ولتاژ شکست.



©MICRO

Subject: Date:

d متغیر
P ثابت



$d_1 > d_2 > d_3$

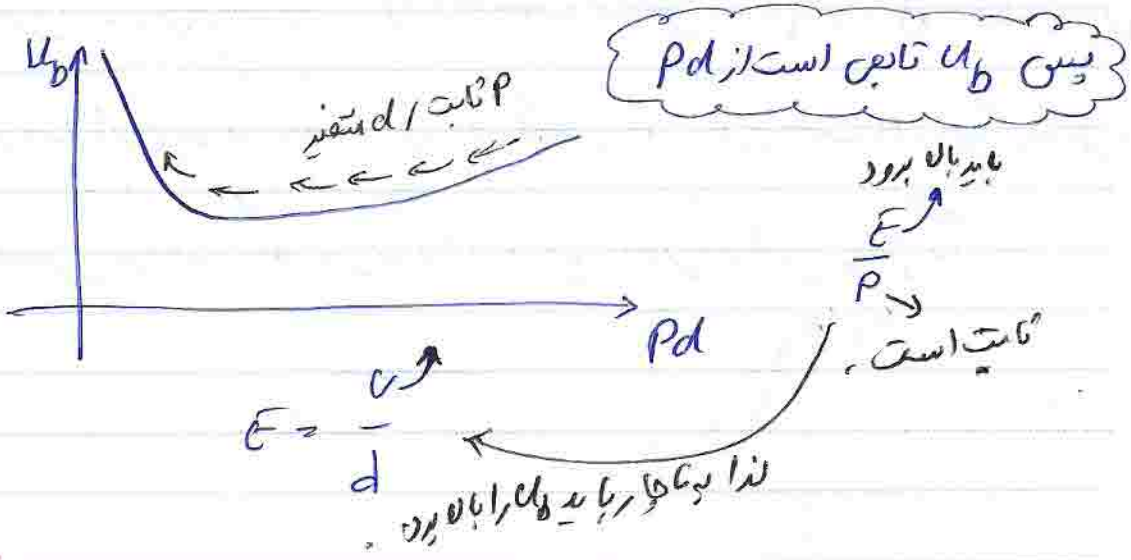
با توجه به رابطه $E_b = \frac{V_b}{d}$ برای ثابت

نگه داشت میدان شکست ملاحظه می‌شود که با کاهش

d ، V_b نیز کاهش می‌یابد این فرآیند کاهش تا

نقطه‌ی معینی کاهش می‌یابد از این نقطه به بعد با کاهش d، فاصله آزاد متوسط

لازم که باید داخل یا الکترون حرکت کند کم می‌شود لذا باید E را افزایش داد.



Subject عایق و خشارخوی Date ۹۱/۸/۶

⇐ عایق های مایع:

ازخشردگی گازها تشکیل می‌شوند از نزدیک شدن مولکول های گاز مایع ایجاد می‌شود.

$$\text{خشار } \rho = \frac{E}{\varphi}$$

⇐ قدرت یونیزاسیون:

الکترون کاسته می‌شود پس در ولتاژ بالاتری نسبت به گازها دارای شکست خواهد بود.

⇐ شکل پذیر بودن

⇐ برگشت پذیر بودن

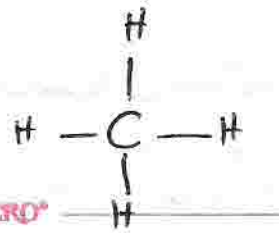
⇐ وظیفه عایق:

⇐ خنک کنندگی یا انتقال حرارت: ۱۲۰ الی ۳۰ درصد بیشتر از عایق های گازی انتقال حرارت را بهتر انجام می‌دهد.

عایق های مایعی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند روغن های مایع هستند.

از ترکیبات هیدروکربن ها ساخته می‌شوند.

اسکردل C_6H_5Cl



MICRO

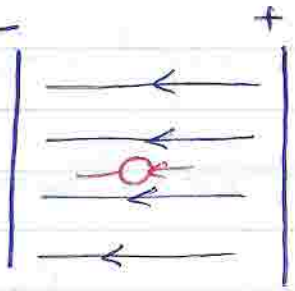
Subject: Date:

⇐ شکست در عایق های روغن :

۱- شکست الکترونی : از دیاد الکترون در اثر یونیزاسیون .

۲- شکست در اثر (۱- وجود آب / ۲- اجسام معلق / ۳- حباب های هوا)

حباب هوا :



میدان اصلی هوا

$$E_c = E\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_0} = \varepsilon_r E$$

هوا $\varepsilon_r \simeq 1$

E_r = ضریب نفوذ عایق

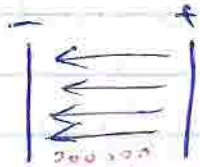
ε = ε خلاء = ε_0

$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r \qquad \varepsilon_r > 1$

چون $\varepsilon_r > 1$ پس میدان در داخل حباب هوا بزرگتر از میدان اصلی است .

به علت بزرگ بودن میدان در حباب هوا و از طرفی بالا بودن ولتاژ شکست روغن نسبت به هوا امکان است تخلیه یا شکست ناقص داخل روغن به وجود می آید . این شکست ها در حالت عادی تلفات سیستم را بالا برده و در صورت ادامه دار بودن و مجاورت حباب های دیگر ممکن است تخلیه الکتریکی کامل منجر شود .

⇐ اجسام معلق : از نظر میدان به اجسام معلق نیرو وارد می شود این نیرو سبب



شناور شدن این اجسام در محیط عایق شده در اثر شناور شدن خاصیت عایقی بین دو الکترود کاسته می شود . که ممکن است سبب شکست گردد .

ذرات معلق .

⇐ وجود آب :

۱) دمای حرارت ایجاد شده حباب تولید می‌شود

۲) وجود خطرات آب استقامت الکتریکی روغن را پایین می‌آورد.

⇐ استقامت الکتریکی :

با افزایش میدان پایداری مولکولی بین مولکول‌ها از بین می‌رود. و مایع تجزیه خواهد شد.

اگر خطرات آب در روغن از عدد ۱ به ۵۰ درصد ۱۰۰۰ خطره روغن برسد. استقامت الکتریکی روغن نصف خواهد شد.

واحد استقامت الکتریکی (ولت - فاصله) خواهد بود.

⇐ عوامل به وجود آمدن حباب حوا در روغن :

۱- تجمع آب موجود در روغن.

۲- تجزیه روغن

۳- ترک خوردن (موی) دستگاه

۴- اشتباه خ فشار و درجه‌ی حرارت.

Subject : Date:

⇐ آزمایشهای روغن به ۶ دسته زیر است .

۱- آزمایش استقامت الکتریکی روغن

۲- " ضریب تلفات دی الکتریک عایق

۳- " مقاومت مخصوص

۴- " عدد عایق یا ثابت دی الکتریک .

۵- " عدد اسیدی

۶- میزان آب داخل روغن (این را با واحد ppm بیان می‌کنند یعنی در هر میلیون قطره چند قطره آب وجود دارد . این واحد برای مقدار وجود یک چیز در یک مایع استفاده می‌شود)

۷- میزان گاز حل شده در روغن

لزوجود گازهای حل شده در روغن پی به وجود احتمال یا لخت شدن روکش سیم ها در ترانس می‌شود به این صورت که اگر میزان گاز حل شده در روغن زیاد و تراز حد خود شود متوجه می‌شوند که سیم ها جایی لخت است که این لخت سیم ها باعث ایجاد گاز شده و در صد گاز در روغن بالا می‌رود .

MICRO

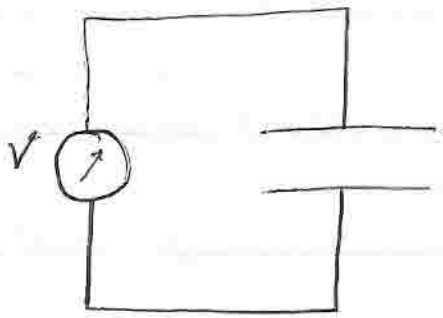
۸- آزمایش تست غلظت

۹- تست ذرات معلق

⇐ توضیح مختصر در مورد آزمایش های فوق:

⇐ مقاومت محصور: درهایی میان می‌شود که با اعمال ولتاژ به مایع بدون اینکه پیوندهای شیمیایی لزبین برود جریان نشتی در مایع برقرار می‌شود.

عکس مقاومت محصور را هدایت ویژه یا کاندا کتیویتی می‌گویند.



$\vec{J} = \sigma \vec{E}$ ← چگالی جریان (جریان واحد سطح)

σ (هدایت ویژه)

$I = \vec{J}A = \sigma \vec{E} A = \sigma \frac{V}{d} A$ ← جریان

$G = \frac{I}{V} = \sigma \frac{A}{d}$ ← هدایت ویژه (عکس مقاومت)

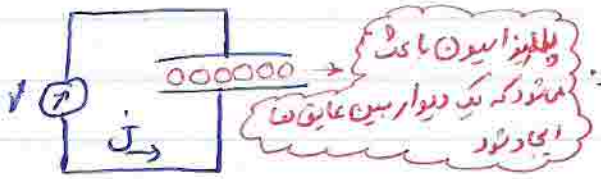
Subject : Date:

⇐ پلاریزاسیون :

اتم ها در حضور میدان الکتروزایی آن به سمت قطب مثبت و هسته پروتون های آن به سمت قطب منفی هدایت می شوند به علت هم وزن نبودن الکترون و پروتون در نتیجه مرکز ثقل اتم جابجا می شود و تشکیل یک دوقطبی می دهد. به این عمل پلاریزاسیون گفته می شود.

فایده ⇐ پلاریزاسیون سبب جلوگیری از حرکت الکترون ها می شود (مقاومت محصول را بالا می برد)

ضرر ⇐ این عمل همچنین باعث گرفتن انرژی از سیستم خواهد شد و تلفات سیستم که همان تلفات عایق است را بالا می برد.



⇐ روش اندازه گیری عددی الکتریک :

با استفاده از یک خازن مشخص (ظرفیت خازن) می توان این کار را انجام داد به این صورت که عایق را وارد آن خازن می کنند و دوباره ظرفیت خازن را اندازه می گیرند اختلاف ظرفیت خازن در دو حالت عددی الکتریک را بدست می دهد.

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

$$C_r = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_r}{C_0} = \varepsilon_r$$

ظرفیت خازن را با (LCR متر) اندازه می گیرند

©MICRO

⇐ ضریب تلفات عایق در واحد حجم :

این ضریب به نوع منبع ولتاژ (AC) یا (DC) بودن آن تأثیر مستقیم دارد.

ضریب تلفات عایقی حجمی ⇒ $\Gamma = \frac{E^2}{\rho}$ (گاما) ⟹ اگر $\rho \to \infty$ ⟹ ضریب = ۰

مقاومت مخصوص

⇐ در حالت DC

$$\text{کل تلفات} = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{\rho}\frac{V}{d}A \Rightarrow \frac{1}{\rho}\cdot\frac{V}{d}A \longrightarrow R = \rho\frac{d}{A}$$

عکس مقاومت مخصوص

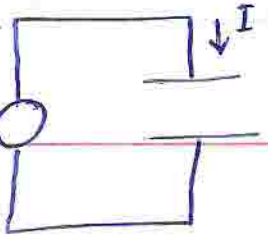
$$E = \frac{V}{d} \quad \text{یا} \quad V = Ed$$

$$\text{تلفات کل} \Longrightarrow \frac{E^2 d^2}{\rho \frac{d}{A}} \Rightarrow \frac{E^2}{\rho} \times \frac{dA}{1} \longrightarrow \text{همان حجم است}$$

(V)

$$\text{ضریب تلفات حجمی} = \Gamma = \frac{E^2}{\rho}$$

تذکر: عایق را با خازن مدل می کنند.



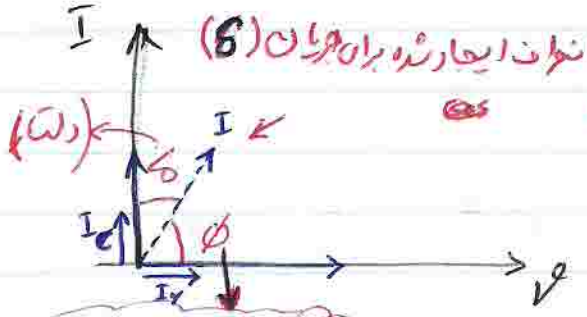
Subject : Date:

در حالت AC ⇐

$P = VI \cos\phi$

طبق این فرمول تلفات باید صفر باشد چون اگر مایق وجود داشته باشد $\cos\phi$ برابر صفر خواهد شد ولی در حقیقت اینگونه نیست.

تلفات AC ناشی از حرکت دو قطبی های ایجاد شده و مایش آنها با هم دیگر است که سبب می گردد که $\cos\phi$ مخالف صفر باشد و ما تلفات داشته باشیم.



انحراف ایجاد شده برای جریان (δ)

(دلتا)

این φ برای جریان اصلی بکار میرود ولی در اینجا ما بیشتر با δ (زاویه انحراف) کار داریم و به جای cos آن با tan بیشتر کار میکنیم.

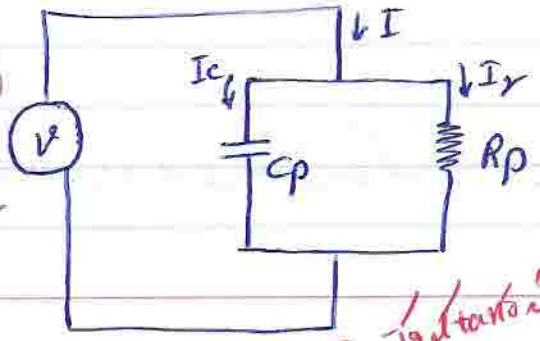
فاکتور تلفات ⇐ $\tan\delta$

D.F ↓

Dissipation factor

$$\tan\delta = \frac{I_r}{I_C}$$

نسبت جریان حقیقی یا جریانی که در تلفات نقش دارد به نسبت جریان هایی که در تلفات نقش ندارد بررسی می کند.



مدار معادل موازی

$$\tan\delta = \frac{1}{\omega R_p C_p}$$

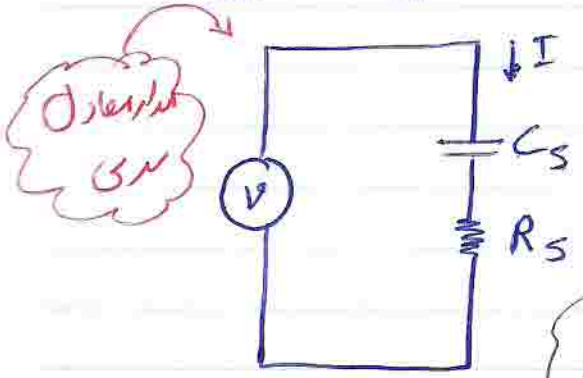
فرکانس (هرچه بیشتر باشد tanδ کوچکتر می شود)

MICRO

(۲۴)

Subject: عایق و مشارکتی

Date: ۹۱,۸,۶



$$\tan\delta = \omega C_S R_S$$

$$\Gamma = \frac{R\omega^2 \varepsilon_0^2 \varepsilon_r^2 A^2 E^2}{d} \tan^2\delta$$

در آزمایش ضریب تلفات عایق بدست می‌آید.

سؤال: آیا $\tan\delta$ ثابت است یا متغیر؟

۲۵

Subject: عایق و خشا رهنوی Date: ۹۱/۸/۲۰

⇐ عایق های جامد:

نوعی عایق است که از درون اتصال دارد و از بیرون عایق است.

ورودی کلید های خشا رهنوی یا ترانسفورماتورها

هرگی نیاز به دوام مکانیکی است از عایق های جامد استفاده می شود. مانند: مقره ها و بوشینگ ها

تکنولوژی ساخت پیچ ها

⇐ از نظر تحمل عایق بالاتر از عایق های مایع هستند. ← (هزینه)

⇐ در اثر شکست برگشت پذیر نیستند. ← (فندر)

⇐ بیشتر از نوع تحمل حرارتی انتخاب می شود.

⇐ برخلاف عایق های مایع، ساختار تشکیل دهنده ی آن متفاوت است. و به ۳ دسته تقسیم می شود:

۱- مواد آلی
↓
پنبه - کاغذ - چوب - حریر
لاستیک - کتان

ریشه در موجودات زنده دارد
ولی تحمل حرارتی آنها پائین است
بین ۱۲۰-۱۰۰ درجه تحمل دارند.
از عیوب آنها می توان به جاذب رطوبت بودن آنها اشاره کرد. از این خاصیت می توان به عنوان رطوبت سنج در بعضی وسایل الکتریکی (ترانسفورماتور) استفاده کرد ولی جذب آب باعث پائین آمدن استقامت الکتریکی عایق می شود.

۲- مواد معدنی
↓
(سرامیک - شیشه - میکا)
در صنعت مقره سازی در گذشته به کرات مورد استفاده قرار می گرفت
و تا ۲۵۰°C تحمل حرارتی دارد.
بیشتر در تابلوهای برق از سرامیک استفاده می شود

۳- پلیمرهای مصنوعی
↓
① ترمو پلاستیک ها
② ترمو سیتینگ ها

Subject : Date:

⇐ پلیمر های مصنوعی :

ترمو پلاستیک ها (پلی اتیلن - PVC - پلی استرین - پلی پروپیلن)
(در صنایع کابل سازی مورد استفاده قرار می گیرد - قابلیت بازیافت دارند)
(در اثر شکست دی الکتریک برگشت پذیر نیستند)

ترمو سیتینگ ها
(باکلیت ها - اپوکسی رزین) ← (قابلیت بازیافت ندارند)
- عایق مربوط به سیم پیچ ها
- در صنعت مقره سازی کاربرد دارند

⇐ شکست در عایق های جامد :

۱- شکست ماهیتی (ذاتی)

۲- شکست الکترو مکانیکی

۳- شکست حرارتی

۴- شکست در اثر تخلیه الکتریکی ناقص

۵- شکست الکترو شیمیایی

۶- شکست در اثر تخلیه الکتریکی سطحی

(۷۴)

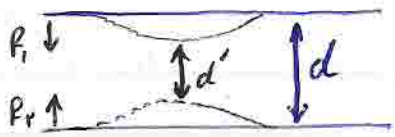
Subject: عایق و مشارکوی Date: ۹۱/۸/۲۰

(۱) ⇐ شکست ناهیتی : ← (ماهیت ماده عوض می‌شود می‌سوزد)

(A) ⇐ افزایش ولتاژ سبب می‌شود پیوند مولکول بین اتم‌های تشکیل دهنده‌ی عایق ازبین برود و شکست رخ می‌دهد این شکست در زمان بسیار کوتاهی اتفاق می‌افتد که سریع‌ترین نوع شکست است. (تقریباً 10^{-8} تا ثانیه)

(B) ⇐ الکترون : افزایش تعداد الکترون‌ها در اثر یونیزاسیون (نظریه‌های تانزند و پاشن)

(۲) ⇐ در اثر عبور جریان از هادی‌ها به علت وجود سدان‌های الکترنی این هادی‌ها به هم نیرو وارد کرده و سبب کم شدن فاصله



$d' < 0.6\,d$

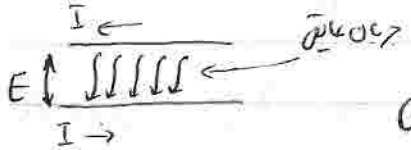
عایق شده و این فاصله نباید از ۶۰٪ مقدار اولیه کمتر شود در این صورت عایق تحمل نکرده و ممکن است بشکند به این نوع شکست، شکست الکترومکانیکی گفته می‌شود.

(۳) ⇐ شکست حرارتی : به مرور زمان در اثر گرم شدن عایق و عدم دفع حرارت عایق خاصیت شیمیایی عایق از بین رفته و در نتیجه تحمل ولتاژهای بالا و سدان‌های قوی را از خود از دست می‌دهد.

MICRO

Subject: Date:

⇐ دلایل ایجاد حرارت :



① تلفات مقاومتی RI^2 ② تلفات عایق

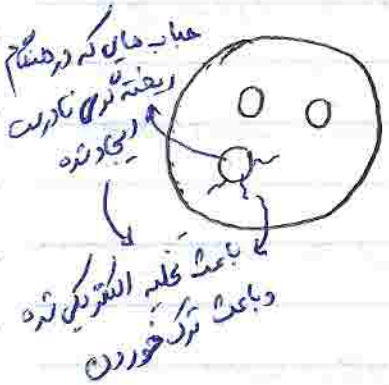
③ جریانهای نشتی خازنی ← در کابلهایی که به زمین نزدیک هستند بین کابل و زمین خازن ایجاد می‌شود

T_1 ⇐ حرارت عایق T_2 = حرارت محیط

$T_1 > T_2 \Longrightarrow$

همچنین برای بالا بردن سرعت انتقال حرارت سطح مقطع کابل را افزایش می‌دهند تا سطح جانبی آن افزایش پیدا کند. اگر این حرارت رفع نشود باعث از بین رفتن خاصیت عایقی می‌شود. (به مرور زمان)

④ ⇐ شکست در اثر خلیه ناقص :



خلیه الکتریکی ناقص درون ، بعلت هوای تر بودن همراه سبب ترک خوردگی و گسترش آن می‌گردد که اصطلاحاً ایجاد درخت درون عایقی می‌شود که نهایتاً سبب شکست می‌شود.

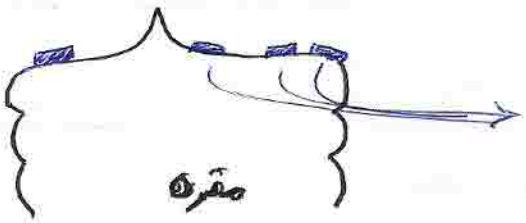
treeing پدیده‌ی تریینگ ← سوراخ شدن مقره (عایق) از درون

Subject عایق و خشکاورزی Date ۹۱/۸/۲۰

⑤ ← شکست الکتریکی :

وجود حباب و تخلیه الکتریکی ناقص که این حرکت ایجاد تدریج را ندارد و این سبب ایجاد الکترون شده که در دراز مدت فرسایش شیمیایی مقره (عایق جامد) را سبب میگردد.

⑥ ← شکست در اثر تخلیه الکتریکی سطحی.



پدیده ی tracking

وجود آلودگی روی سطح مقره (عایق) سبب ایجاد جرقه های سطحی ناقص روی سطح مقره گردیده این جرقه های ناقص در دراز مدت از بیرون سبب فرسایش مقره ها میگردد. یا سبب ایجاد تخلیه الکتریکی کامل میگردد.

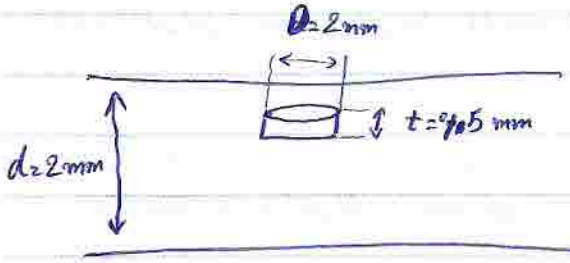
تذکر: شکست الکتریکی در مایع نیز اتفاق میافتد.

Subject :

نعیز اگر ولتاژ دو سر عایق 1KV باشد ولتاژ دو سر حباب 3,5 برابر خواهد شد.

مثال: یک عایق جامد با ضریب نفوذ ε_r برابر 3,5 و ضخامت $d=2\,mm$ بین دو صفحه قرار گرفته است. حفره‌ای استوانه‌ای شکل طبق شکل هم محور با میان

اختلاف پتانسیل سینوسی با دامنه 16K



و فرکانس 50Hz قرار می‌دهیم اگر منحنی پاشن هوا به صورت زیر باشد

مطلوب است.

pd (mmHg.mm)	15	30	45	60	75	90
U_{peak} (KV)	0/34	0/52	0/68	0/81	0/99	1/03

الف) رسم منحنی شدت میدان آغاز تخلیه الکتریکی (حفره) برحسب فشار از 400 تا 2000 میلی مترجیوه

ب) اگر فشار داخل این حفره 800 میلی مترجیوه باشد اندازه‌ی تلف شده برای یک تخلیه الکتریکی و همچنین تعداد تخلیه الکتریکی در یک سیکل را بدست آورید.

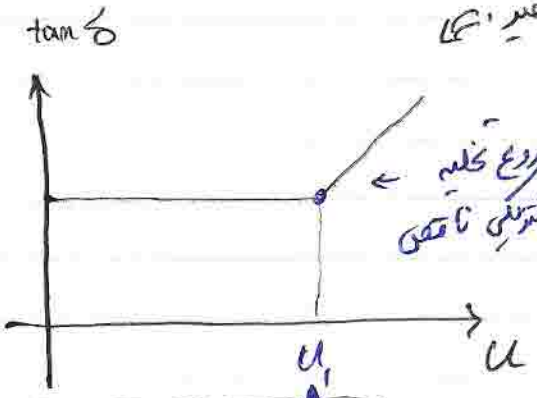
MICRO

(٤١)

Subject: عایق و فشار قوی

Date: ۹۱/۸/۲۰

نکته: آیا $\tan\delta$ ثابت است یا متغیر؟



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

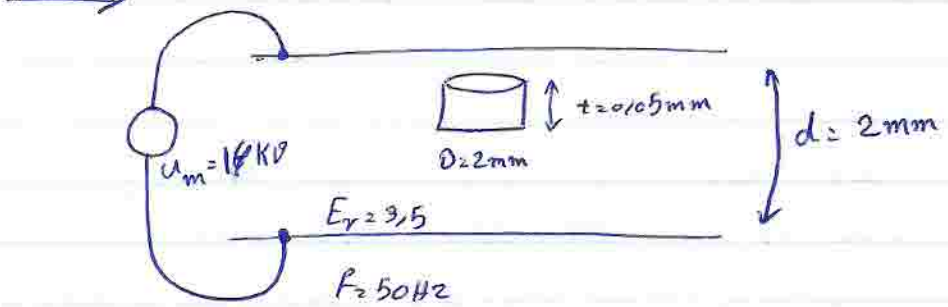
یعنی اگر ولتاژ (میدان) از U_1 بیشتر شود تخلیه الکتریکی ناقص آغاز می‌شود کمتر از این U_1 تخلیه الکتریکی ناقص نداریم لذا با انجام آزمایش‌هایی می‌توان میدان U_1 را پیدا کرد برای عایق‌های مختلف.

(۴۲)

Subject: عایق و جرقه و شکست

Date: ۹۱/۱/۲۷

حل



شدت میدان خلیه برحسب جنس

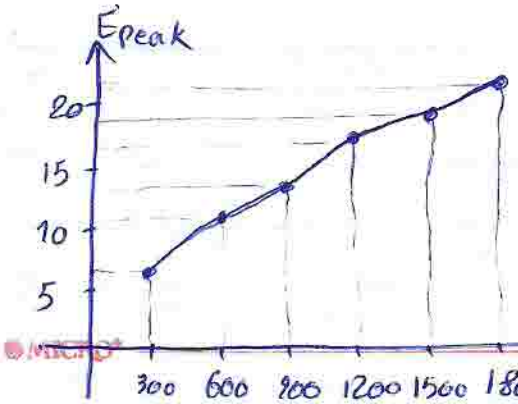
Pd (mm.Hg.mm)	15	30	45	60	75	90
Upeak (KV)	0/34	0/52	0/68	0/81	0/93	1/03
P (mm.Hg)	300	600	900	1200	1500	1800
E peak ($\frac{KV}{mm}$)	6/8	10/4	13/6	16/2	18/6	20/6

$Pd = P \times 0,05 = 15 \longrightarrow P = \frac{15}{0/05} = 300\ mm\ Hg$

$\frac{U_{peak}}{t} = E_{peak} \Rightarrow E_{peak} = \frac{0/34}{0/05} = 6/8$

جدول را این طوری حساب کردیم

بقیه را همین جوری انجام میدهیم و حساب میکنیم.



این منحنی در این شرایط برای این حباب اینگونه است و در کل هم به همین شکل است فقط اعداد بالا و پائین می‌شوند.

منحنی میزان شکست حباب هوا برحسب جنس

Subject : Date:

ادامه حل ⟹ ب) $P = 800\ mmHg$ ← باید تحقیق کرد آیا در این فشار تخلیه انجام می‌شود.

تقریب خطی ⟹ $\frac{E_{800} - E_{600}}{E_{900} - E_{600}} = \frac{800-600}{900-600} = \frac{E_{800} - 10,4}{13,6 - 10,4} \Rightarrow E_{800} = 12,53\ \frac{KV}{mm}$

$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1}$

میدان متناظر شکست در فشار 800mmHg

آر میدان دو سر حفره از 12,53 بزرگتر شود آنگاه تخلیه انجام خواهد گرفت.

حال باید تحقیق کنیم که آیا ولتاژ دو سر حفره از این مقدار بیشتر است یا کمتر.

$E_C = \varepsilon_r E$

E_C: میدان حفره، E: میدان اصلی

$E_{peak} = \frac{V}{d} = \frac{16}{2} = 8\ KV/mm$

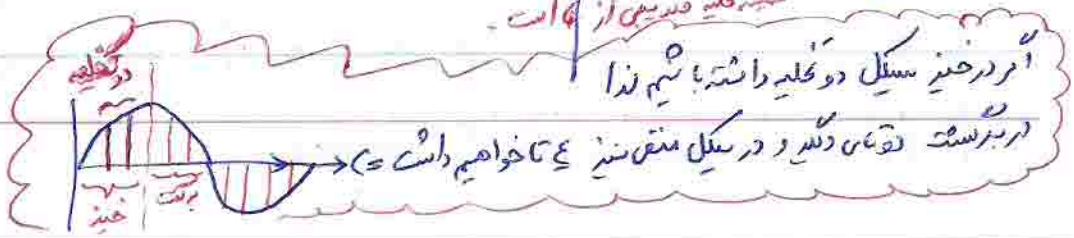
$E_C = 3,5 \times 8 = 28\ KV/mm > 12,53$

چون ولتاژ دو سر حفره از مقدار قابل تحمل برای حفره بیشتر است لذا تولید تخلیه انجام دهد.

تعداد تخلیه در خنثی سیکل $= \frac{28}{12,53} = 2,1$

تعداد تخلیه در یک سیکل کامل $= 2 \times 4 = 8$ ← چهار تخلیه قبل از پیک است.

اگر در خنثی سیکل دو تخلیه داشته باشیم لذا در بقیه سیکل دو تخلیه دیگر و در سیکل منفی نیز ۴ تا خواهیم داشت.



MICRO

عایق و خازن

Subject Date 91/8/27

این انرژی به صورت حرارت به محیط اطراف داده می‌شود.

ادامه حل ⟹ اگر بخواهیم انرژی تلف شده تخلیه را حساب کنیم باید ظرفیت خازن خاصله هوایی (حباب) را داشته باشیم (جهت معادل سازی حباب به خازن).

W_C = انرژی ذخیره $= \frac{1}{2} C_c u_c^2$

C_c: ظرفیت خازن خفره

u_c: ولتاژ دو سر خفره در زمان تخلیه

$$C_c = \varepsilon_0 \frac{A_c}{t}$$ (A_c: سطح مقطع خازن)

$$A_c = \pi r^2 = \pi \times (1\times10^{-3})^2$$

$$\Rightarrow C_c = 8{,}854\times10^{-12} \times \frac{\pi \times 10^{-6}}{0{,}05\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow C_c = 0{,}556\ pF$$

$u_c = t \times E_c = 0{,}05 \times 12{,}53$

$\Rightarrow u_c = 0{,}16265\ KV$

$w_c = \frac{1}{2} \times 0{,}556\times10^{-12} \times 4(0{,}16265\times10^3)^2 \Rightarrow$

انرژی تلف شده در حباب در هر تخلیه ↔ $w_c \Rightarrow 0{,}1092\ \mu J$

کل انرژی تلف شده در 24 ساعت $= 24 \times 60 \times 60 \times 50 \times 8 \times 0{,}1092\times10^{-6} = 4{,}53\ J \approx 1\ w$

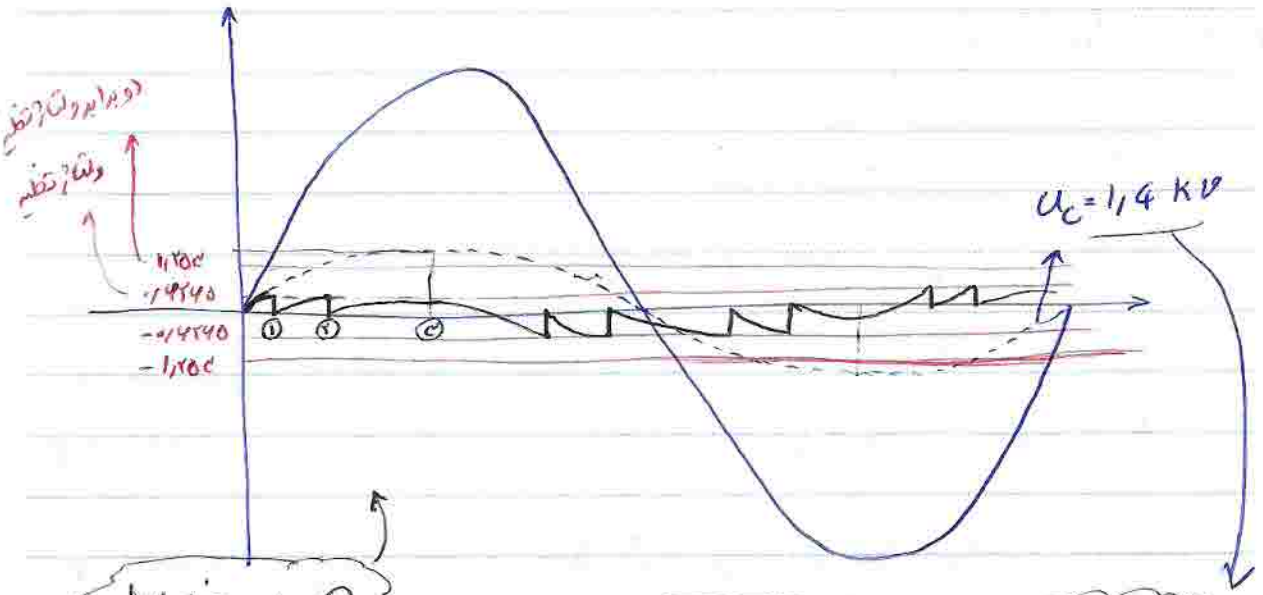
(24: ساعت، 60: دقیقه، 60: ثانیه، 50: تعداد سیکل در هر ثانیه، 8: تعداد تخلیه در هر سیکل، $0{,}1092\times10^{-6}$: انرژی تلف شده در هر تخلیه)

⟹ نظر به قابل اندازه‌گیری نبودن C_c و u_c و اهمیت تلفات خفره باید به نحوی تلفات تخلیه اندازه‌گیری گردد.

Subject : Date:

اندازه گیری تلفات در تخلیه الکتریکی درون حفره :

شکل موج ولتاژ دو سر حفره در اثر تخلیه الکتریکی ناقص .

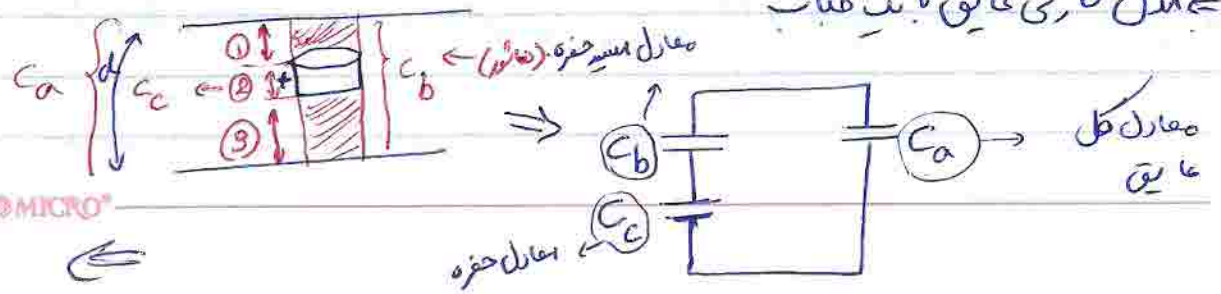


① سطح تخلیه اول
② تخلیه دوم
③ عدم تخلیه چون ولتاژ به بیش برابر ولتاژ تخلیه نرسید.

تذکر : درصورتی که شکل حباب از ساختار منظم هندسی برخوردار باشد شکل موج به صورت بالا خواهد بود اگر منظم هندسی نباشد در اثر تخلیه ولتاژ به صفر نمی رسد ، و به یک مقدار تقلیل یافته و سپس دوباره رشد می کند .

درصورت عدم تخلیه در حفره مقدار میدان $28\ kV$ است لذا ولتاژ $U_c = E \times t \Rightarrow 28 \times 0,05 = 1,4\ kV$

مدل سازی عایق با یک حباب



©MICRO®

Subject عاشقی و هشیارهوی Date ۹۱/۸/۲۷

$$C_a = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A - A_c}{d}, \quad C_b = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A_c}{d-t}$$

$$C_c = \varepsilon_0 \frac{A_c}{t} \qquad C_a \gg C_c \gg C_b$$

$$\delta u_i = u_i - u$$

(u_i: ولتاژ شروع تخلیه، u: ولتاژ بعد از تخلیه)

$$\delta u_a = \frac{C_b}{C_a + C_b} \delta u_i \approx \frac{C_b}{C_a} \delta u_i$$

⇐ زمان تخلیه، بین ۱۰ تا ۱۰۰ نانوثانیه است و برای خواندن آن تجهیزات خوبی می‌خواهد.

⇐ ولتاژ تخلیه: برای خواندن ولتاژ می‌توان از اوسیلوسکوپ ولتاژ ورودی و خروجی به ولتاژ تخلیه پی برد.

$$\delta w_c = w_c - w_c$$

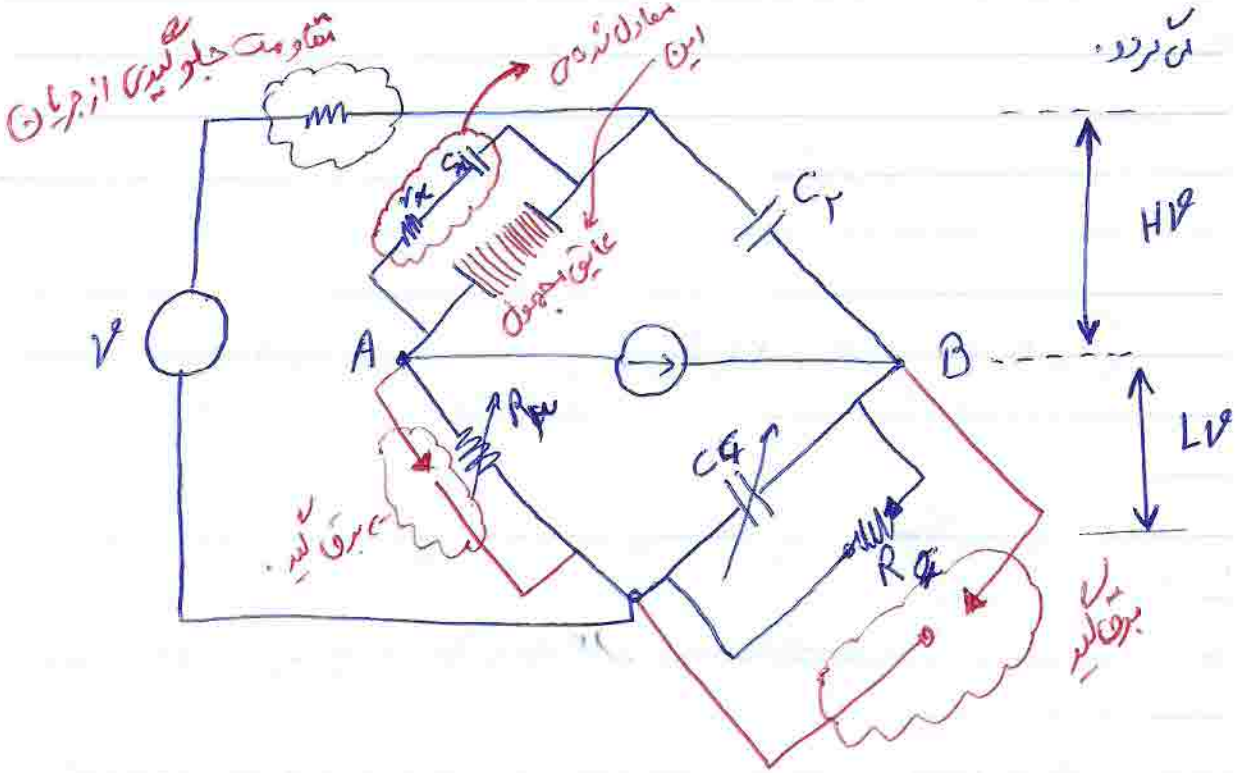
(قبل از تخلیه، بعد از تخلیه)

$\Rightarrow$

(۴۷)

Subject: عایق و فشار قوی Date: ۹۱,۹,۱۱

⇐ اندازه گیری $\tan\delta$: برای اندازه گیری $\tan\delta$ از پلی به نام شیرینگ استفاده



$$\tan\delta = \omega r_x C_x = \omega \times R_1 \times \frac{C_4}{C_2} \times C_1 \times \frac{R_4}{R_3}$$

$$\Rightarrow \tan\delta = \omega C_4 R_4 \xrightarrow{\text{مقدار دقیق تر}} \tan\delta = \omega C_4 R_4 + \omega C_1 R_1$$

شرط متعادل پل $\rightarrow V_A = V_B$

$$\rightarrow \begin{cases} |V_A| = |V_B| \\ \angle V_A = \angle V_B \end{cases}$$

Subject: Date:

مقاومت $R_{۳۳}$ برای تقارن شرط اوّل.

خازن $C_{۴۴}$ " " " دوّم.

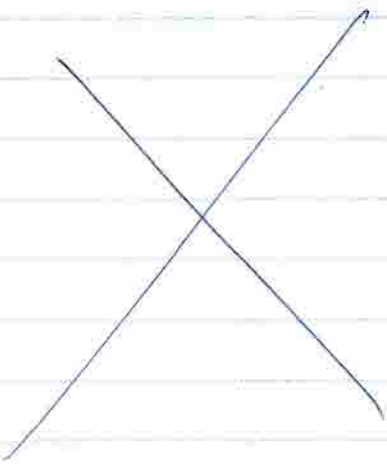
$$Z_1 Z_{۴} = Z_{۲} Z_{۳}$$

$$\left(r_{x} + \frac{1}{jwC_{x}}\right) \times \left(R_{۴} \| \frac{1}{jwC_{۴}}\right) = R_{۳} \times \frac{1}{jwC_{۲}}$$

$$\Rightarrow r_{x} = R_{۳} \times \frac{C_{۴}}{C_{۲}} \quad , \quad C_{x} = C_{۲} \times \frac{R_{۴}}{R_{۳}}$$

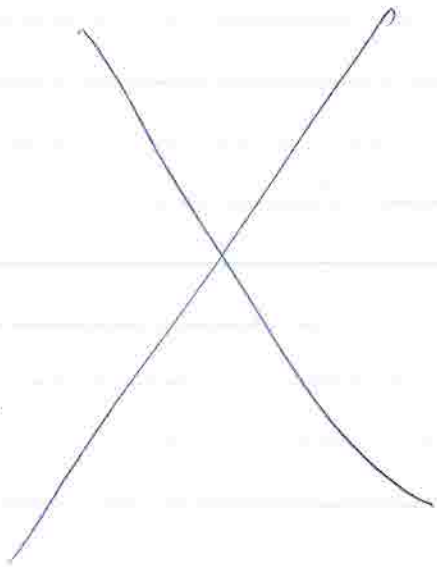
نکته: خازن $C_{۴}$ به به $\tan\delta$ درج شده است.

ظرفیت C_{x} و $C_{۲}$ بسیار پایین است لذا عمده ولتاژ دوسرآن ها می افتد.



Subject: عایق و خشارهوی

Date: ۱۳۹۱,۹,۱۱



دلیل استفاده از برق گیر در مواقعی است که در اثر سوختن خازن ریا اختلال در سیستم ممکن است نقاط A و B دچار آنچنان بالا رود که این امر ایمنی اپراتورها تجهیزات اندازه گیری را آسیب بزند. با استفاده از برق گیر ها این ولتاژ به زمین منتقل می گردد.

برای جلوگیری از آسیب دیدن منبع در این عمل (اتصال کوتاه به زمین) یک مقاومت سری با منبع قرار دارد که به آن مقاومت محدود کننده جریان می نامند.

Subject : Date:

⇐ هشدار دهنده

- شناخت

- تولید (AC، DC، هندبه)

- اندازه گیری

⇐ انواع اضافه ولتاژ ها

← اضافه ولتاژ کلیدزنی switching over voltage } اضافه ولتاژ داخلی

← اضافه ولتاژ موقت temporary over voltage

← اضافه ولتاژ صاعقه. lighting over voltage } اضافه ولتاژ بیرونی.

⇐ اضافه ولتاژ کلید زنی: دراثر ورود و خروج بارهای بزرگ در شبکه قدرت به وجود می آید زمان آن کوتاه و حدود چند میلی ثانیه و دامنه ی آن بالاست تا حدود ۴ پریونیت (۴ برابر ولتاژ حقیقی)

این عمل در فاصله های زیاد بیشتر خودنمایی می دهد و مدت زمان آن بالاتر می رود.

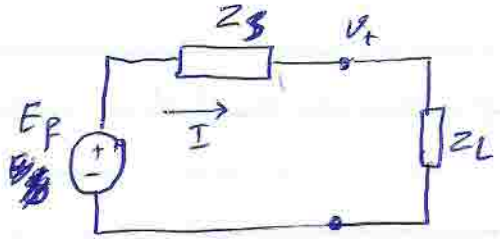
Subject: عایق و فشار قوی Date: ۱۱/۹/۹۱

⇐ افتادگی ولتاژ موقت : زمان آن نسبتاً طولانی حدود یک تا ۲ ثانیه و دامنه‌ی آن پایین است حدود ۱ یا ۲ پریونیت .

⇐ سه حالت ممکن است افتادگی ولتاژ موقت بوجود آورد :

۱- برداشتن بار از روی ژنراتور

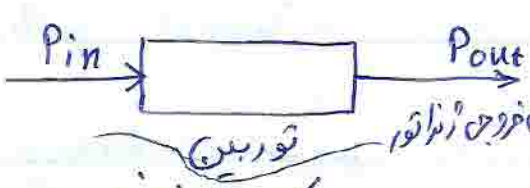
با برداشتن بار از ژنراتور V_t با E_f برابر شده و به علت کند عمل کردن سیستم تحریک V_t حدود یک تا دو ثانیه ولتاژ ترمینال دارای افتادگی ولتاژ خواهد بود .



قبل از برداشتن بار → $V_t = E_f - Z_S I$

بعد از برداشتن بار → $V_t = E_f$

۲- با کاهش توان خروجی ژنراتور به



علت کند عمل کردن سیستم مکانیکی توان ورودی توربین کاهش نیافته و همان توان قبلی است لذا توربین شتاب می‌گیرد و فرکانس بالا رفته و طبق رابطه $E = K \Phi W$ (Φ: افزایش ⟺ افزایش، W: افزایش) با افتادگی ولتاژ خواهیم داشت .

Subject : Date:

۳. اثر اشباع ترانسفورماتور: در اثر افزایش ولتاژ کلیدزنی و موقت ولتاژ ورودی ترانس افزایش پیدا کرده و ترانس به حالت اشباع خواهد رفت.

تذکر: ترانسفورماتورها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که تا 10 درصد ولتاژ نامی هم به اشباع نروند.

با اشباع شدن ترانسفورماتور در شبکه ایجاد هارمونیک شده از جمله هارمونیک‌های مضرب ۳ که این هارمونیک‌ها به نوبه خود باعث افزایش ولتاژ خواهند شد.

اگر هارمونیک‌های مضرب ۳ با اثرات سلفی و خازنی خط تشکیل رزونانس یا تشدید دهند این اثرات از افزایش ولتاژ بسیار بزرگ تر است.

← افزایش ولتاژ صاعقه: زمان خوق العاده کم ولی دامنه‌ی آن بالاست.

در سه حالت این افزایش ولتاژها بوجود می‌آید.

۱- برخورد صاعقه در اطراف خطوط انتقال یا تجهیزات: تا حدود ۲۰۰KA جریان ایجاد می‌کند. ۱۰۰۰KV ایجاد امواج الکترومغناطیسی کرده که این امواج روی خطوط یا تجهیزات ولتاژ القاء می‌کند.

۲- عبور جریان صاعقه از سیم محافظتی (گارد) هوایی اطراف سیم محافظتی را یونیزه کرده در اثر یونیزاسیون ایجاد القاء ولتاژ در خطوط انتقال می‌کند.

۳- در اثر عبور جریان بدون عمل یونیزاسیون روی خط ولتاژ القاء می‌کند.

MICRO

(۵۷)

Subject: عایق و فشار قوی

Date: ۹۱,۹,۱۱

۵- تولید ولتاژهای فشار قوی.

← ترانسفورماتورهای قدرت. Power trans former

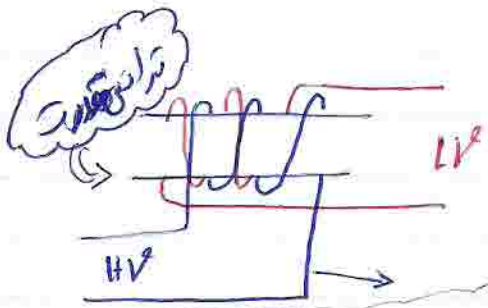
نقش آنها انتقال توان از سمت ورودی به خروجی است.

← ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری: testing trans formers

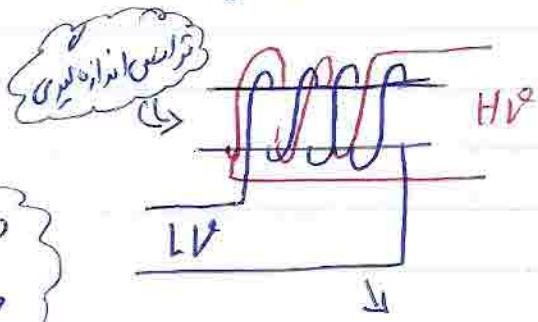
از نظر ساختار خیلی تفاوتی با اصل ترانسفورماتورها ندارند. (از این ترانسفورماتورها جریان خیلی کمی عبور می‌کند)

تفاوت آنها عبارتند از:

۱- نحوه سیم پیچی.



در ترانس‌های قدرت سیم پیچ HV (ولتاژ قوی) زیر سیم پیچ‌ها LV قرار می‌گیرد. به علت کم کردن اندازه‌ی ترانس و در این حالت نیز پراکندگی مغناطیسی زیاد است ولی به اندازه‌ی ترانس اهمیت ندارد.



سیم پیچ LV زیر سیم پیچ HV قرار می‌گیرد. به همین علت

۲- نحوه‌ی عایق بندی متفاوت است: زیرا چون HV روی سیم پیچ قرار دارد لذا نحوه‌ی ترانس ولتاژ قوی را در ببیند لذا باید ترانس را بزرگتر بسازند.

MICRO

Subject : Date:

۳- دارای اندوکتانس پراکندگی پائین تر هستند.

۴- این ترانسفورماتورها دارای سه دسته سیم پیچ هستند.

(اولیه - ثانویه - تحریک)

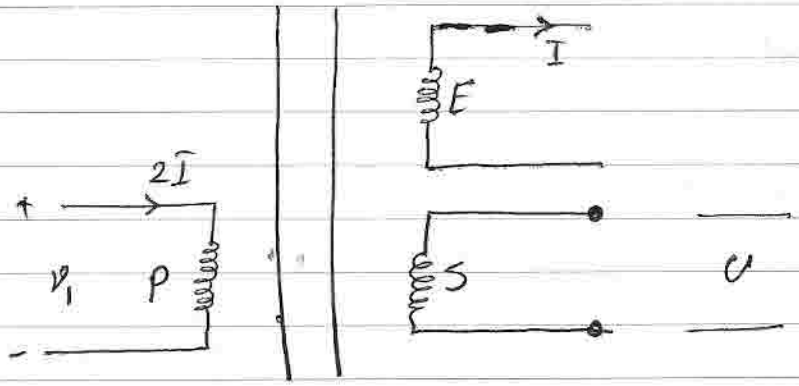
به علت نحوه ی عایق بندی ترانسفورماتورهای اندازه گیری بصورت طبقاتی ساخته شده و سیم پیچی تحریک برای تفذیه طبقه بندی مورد استفاده قرار می گیرد.

MICRO

عاشق وحشا رحمتی

۹۱/۰۹/۱۸

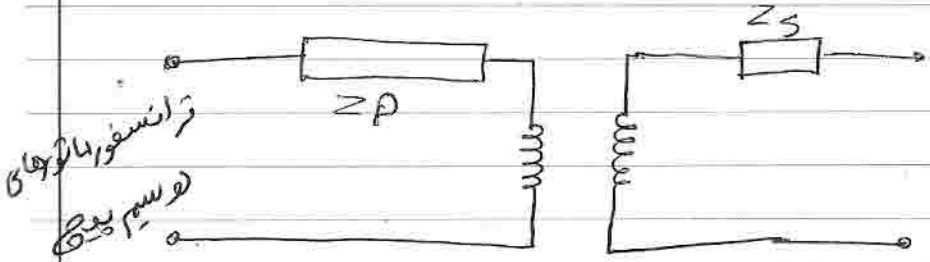
⇐ مدار معادل ترانسفورماتور اندازه‌گیری :

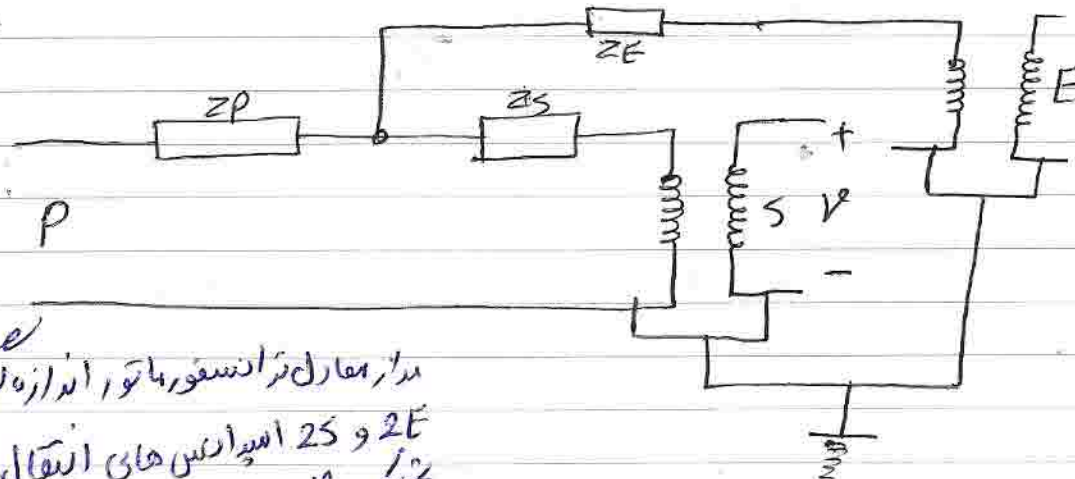


چون باید ترانسفورماتور پل بعدی ولتاژ ورودی آن برابر ولتاژ ورودی پل اول باشد ⇐ $N_P = N_E$

$A_P = 2A_E$

$A_S \ll A_P$





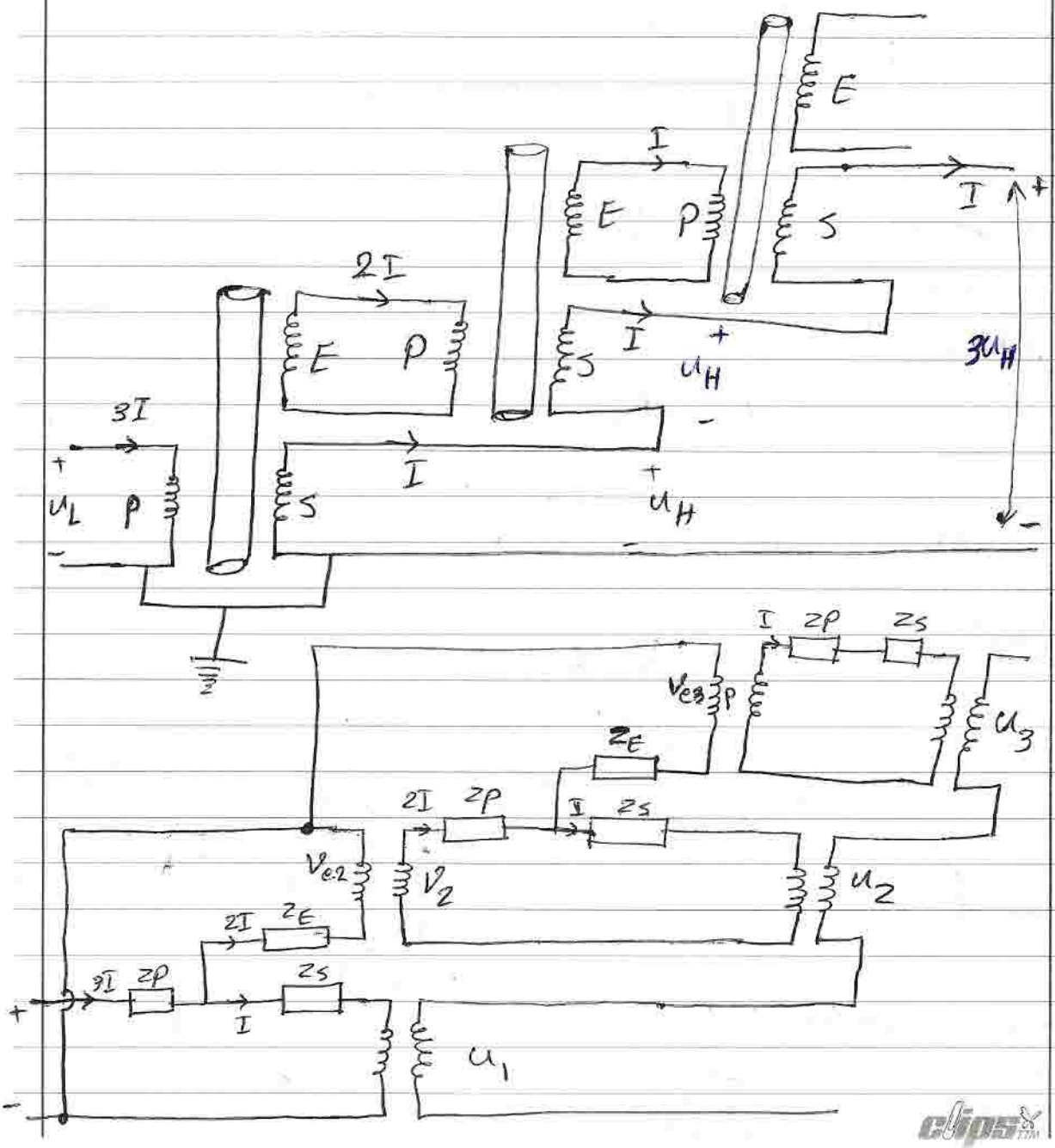
مدار معادل ترانسفورماتور اندازه‌گیری

2E و 2S اسپانس های انتقال یافته ثانویه هستند

⇐ مدار تبدیل ترانسفورماتور اندازه‌گیری سه پله‌ای: (به صورت کاسکاد بسته شده)

Z_E و Z_S ، Z_P را کاملاً کرده‌ایم.

$$Z_S, Z_P, Z_E \approx 0$$



$$U_1 = U - 3Z_p I - Z_s I$$ ← افت

$$V_{e2} = U - 3Z_p I - 2Z_E I$$

$$U_2 = V_{e2} - 2Z_p I - Z_s I \Longrightarrow$$

با انجام سه آزمایش Z_E و Z_s و Z_p بدست می‌آیند.

آزمایش اول: سیم پیچ P تحت ولتاژ، S اتصال کوتاه، E باز است.

① $Z_p + Z_s = Z_{12}$

آزمایش دوم: سیم پیچ P تحت ولتاژ، S باز، E اتصال کوتاه است.

② $Z_p + Z_E = Z_{13}$

آزمایش سوم: سیم پیچ S تحت ولتاژ، E باز، P اتصال کوتاه است.

③ $Z_s + Z_E = Z_{23}$

از حل سه معادله سه مجهول Z_p و Z_s و Z_E بدست می‌آیند.

$$Z_p = \frac{Z_{12} + Z_{13} - Z_{23}}{2}$$

$$Z_s = \frac{Z_{12} + Z_{23} - Z_{13}}{2}$$

$$Z_E = \frac{Z_{13} + Z_{23} - Z_{12}}{2}$$

elips

یادداشت :

کاسکاد بستن : بستن ترانسفورماتور های اندازه‌گیری که بصورت پیوسته بسته باشند

(در یک مدار یک تجهیز پشت سر هم بسته باشد.)

$$U_2 = U - 3Z_p I - 2Z_E I - 2Z_p I - Z_s I \Rightarrow$$

$$U_2 = U - 5Z_p I - Z_s I - 2Z_E I$$

$$V_{e3} = V_{e2} - 2Z_p I - Z_E I$$

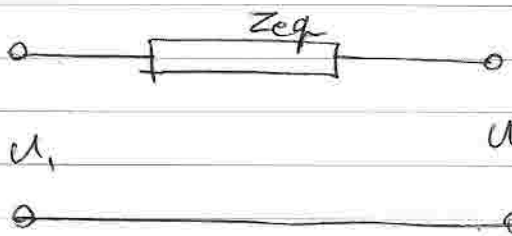
$$\Rightarrow U - 5Z_p I - 3Z_E I$$

$$U_3 = V_{e3} - Z_p I - Z_s I \Rightarrow U - 6Z_p I - Z_s I - 3Z_E I$$

جمع افت‌ها $\Rightarrow \Delta U = 14Z_p I + 3Z_s I + 5Z_E I$

مدار معادل

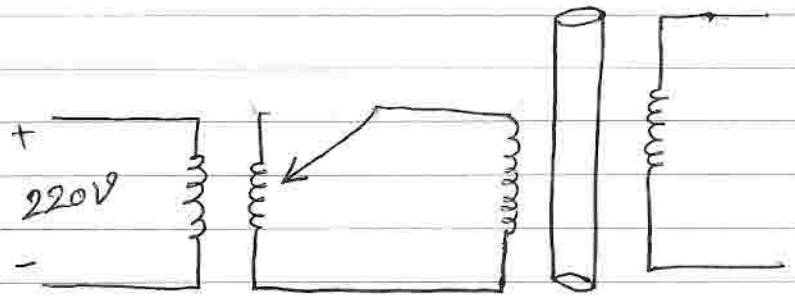
کاسکاد سه طبقه



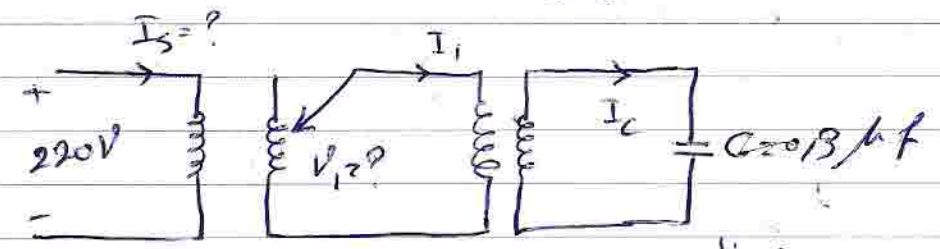
$$Z_{eq} = 14Z_p + 3Z_s + 5Z_E$$

(89) عایق و خشا رخوی 91/09/18

نکته: برای تغییرات بین پله ها از اتو ترانس استفاده می شود.



⇐ مثال: عایق یک ژنراتور با ظرفیت خازنی 0/3μF را با ولتاژ 30KV در فرکانس 50Hz آزمایش می کنیم. برای این منظور از یک ترانس آزمایشگاهی با ولتاژ خشا رخوی 100KV و نسبت تبدیل 220V/100KV و جریان نامی 3 آمپر استفاده می کنیم جریان اولیه و ثانویه و توان ترانس متغیر چقدر است؟



220/100 KV ⇒ V_2 = 30KV

حل ⇒ $I_c = V.\omega = \omega C V$

$\Rightarrow 2\pi \times 50 \times 0/3 \times 10^{-6} \times 30 \times 10^3 = 2.82\,(A) < 3A$

(اختلاف در اندازه گیری وجود دارد (چون از 3A کمتر است)

$I_1 = \frac{100 \times 10^3}{220} \times 2/82 = 1285\,(A)$

ولتاژ خروجی ترانسفورماتور متغیر

ادامه حل

$$\Longrightarrow V_1 = \frac{220}{100} \times 30 = 66\ (V)$$

جریانی که از شکه کشیده میشود.

$$I_S = \frac{66}{220} \times 1285 = 385\ (A)$$

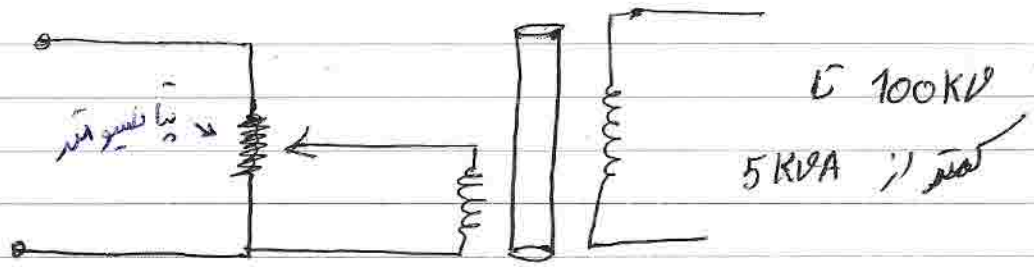
$$P_S = U_S I_S = 220 \times 385 = 84\,810\ W \Rightarrow 84{,}81\ KW$$

∴

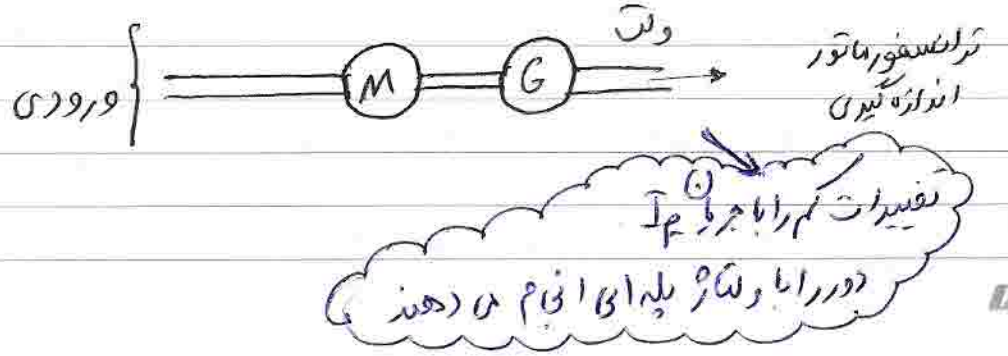
روش های تغییر ولتاژ در ترانسفورماتور اندازه گیری .

۱- اتوترانس (بحث قبل)

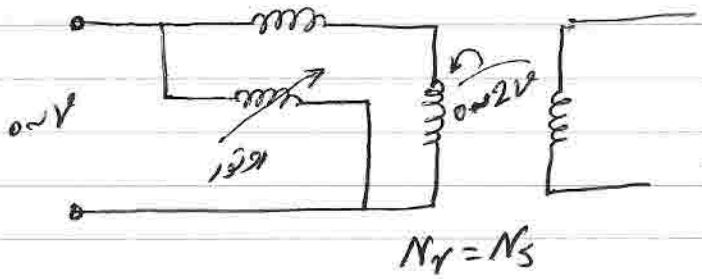
۲- پتانسیومتر (برای قدرت های کم زیر 5KVA و ولتاژ تا 100KV)



۳- استفاده از موتور (سنکرون) و ژنراتور.

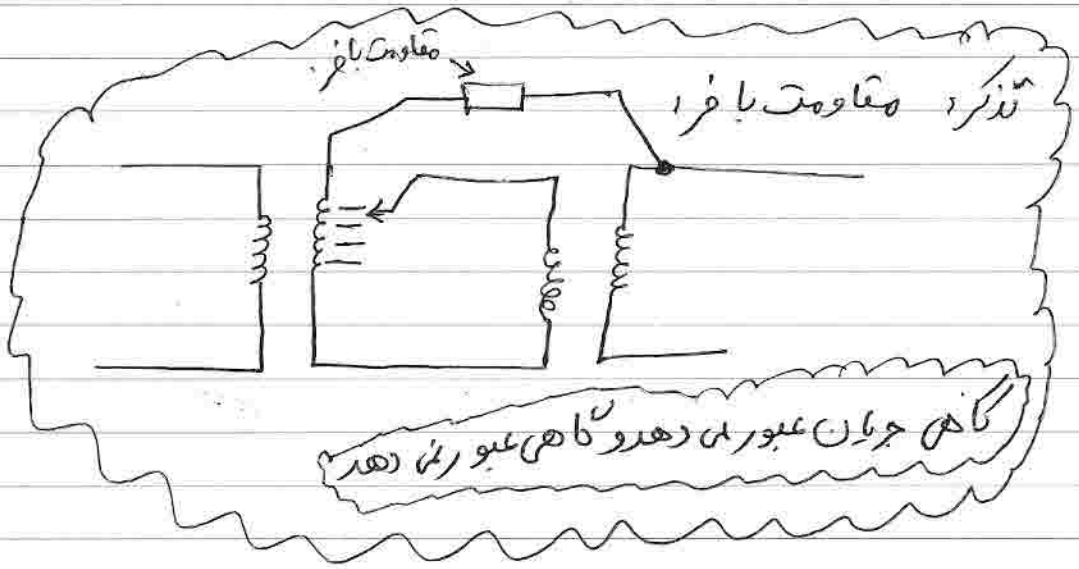


۴- استفاده از ماشین آسنکرون در حالت ترمزی



$N_1 = N_2$

توان تا 10KVA و عیب آن گران بودن است.



clips