www.iedoc.ir

هدف از گردآوری این مجموعه، ارائهٔ جزوه ای کامل برای درک بهتر مفاهیم مبانی مهندسی برق بوده است

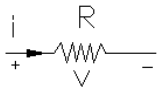
جای آن دارد که از استاد فرزانه جناب آقای مهندس قهری که این واحد درسی را در محضر ایشان فرا گرفته ایم

تشکر نماییم، همچنین از ایشان برای گردآوری، تکمیل و ویرایش این جزوه ما را یاری نمودند کمال تشکر را داریم.

سید وحید اشرف، سید شهاب الدین حسینی، محسن رحمانی، مهدی رمضانی، محمد زارعین، سارا ورمزیاری

www.iedoc.ir

مقاومت :

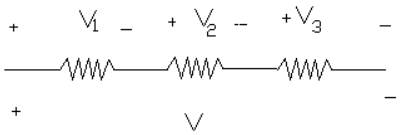


به هر المان الکتریکی که در برابر عبور جریان مقاومت از خود نشان دهد و دو سر آن پتانسیل بیافتد به آن مقاومت گویند .

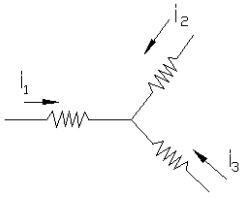
در حالت ایدال مقاومت صفر است

به کمک ابر رساناها : شکل اصلی آن این است که در دمای محیط کاربرد ندار د با عبور الکترون از مقاومت دچار افت پتانسیل می شویم .

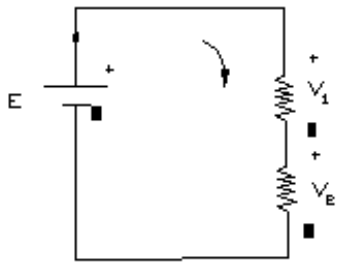
قوانین حاکم : KVL ، KCL



KVL



KCL



این دو قانون بیشتر در مدارات فشرده کاربرد دارد .

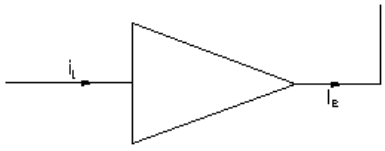
مدارات الکتریکی :

۱) مدارات فشرده ۲) مدارت گسترده

مدارات فشرده : جایی که ابعاد مدار نسبت به طول موجی که در آن مدار وجود دارد در صورتی که خیلی کوچکتر باشد به آن مدار فشرده گویند . (λ=۲۵۰ زیر)

در مدار های فشرده از KVL ، KCL استفاده می شود .

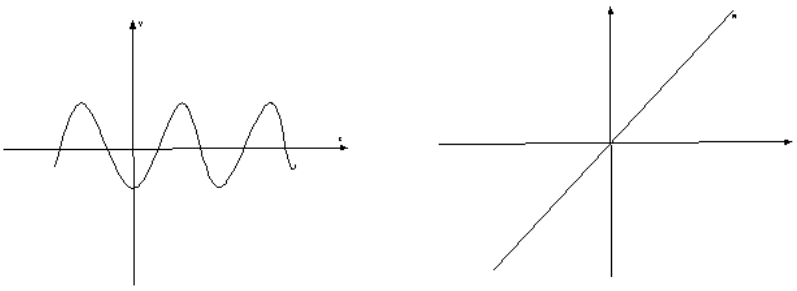
مدارت گسترده : جایی که قوانین KVL ، KCL کاربرد ندارد مدار گسترده است در اینجا باید از قوانین ماکسول استفاده کرد . جایی که ابعاد مدار با طول موج آن قابل مقایسه است .(λ=۲۵۰ بالای)



www.iedoc.ir

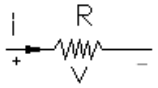
مثال : لامپ در اثر عبور جریان در خود مقاومت نشان می دهد طبق KVL ما افت پتانسیل در دو سر لامپ را داریم .

جریان AC و DC :



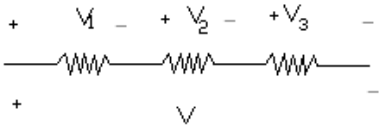
کلی ترین حالت یک مقاومت (قانون اهم) : **کلی** $V=f(I\cdot t)$

R خطی و تغییر نا پزیر با زمان : LTI



سری : جریان یکسان

مقاومت های خطی سری



تحت قانون KVL: $V=\sum_{i=1}^{n}V_i=\sum_{i=1}^{n}R_iI\longrightarrow V=I\sum_{i=1}^{n}R\longrightarrow V=IR$

$$R=\sum_{i=1}^{n}R$$

درحالت سری

در حالت کلی $V=\sum_{i=1}^{n}V_i=\sum_{i=1}^{n}f_i$

$V=I^3+2I^e+e^{-t}+\ln t$ $V_1=2I^e+e^{-t}$ $V_2=I^3+\ln t$

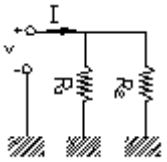
موازی : ولتاژ یکسان $V=V_1=V_2=V_3$ سری $I=I_1=I_2=I_3$ موازی

www.iedoc.ir

$$V = RI$$

$$\left.\begin{array}{ll} V = R_1 I_1 \to I_1 = \dfrac{V}{R_1} & \\ V = R_2 I_2 \to I_2 = \dfrac{V}{R_2} & \\ \vdots \qquad\qquad \vdots & \\ V = R_n I_n \to I_n = \dfrac{V}{R_n} & \end{array}\right\} \begin{array}{c} \sum_{i=1}^{n} I_i = \sum_{i=1}^{n} \dfrac{V}{R_i} \\ I = V\sum_{i=1}^{n} \dfrac{1}{R_i} \longrightarrow V = \dfrac{1}{\sum_{i=1}^{n} \dfrac{1}{R_i}} \end{array}$$

$$\longrightarrow R = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}} \longrightarrow \frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$$



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \longrightarrow \frac{1}{R} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \longrightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

خازن ها :

در حالت کلی $q = f(V,t)$ و $I = \dfrac{dq}{dt} = q'$

$I = \dfrac{dcv}{dt} = C\dfrac{dV}{dt} + V\dfrac{dc}{dt}$ حالت کلی در صورتی که ظرفیت خطی باشد .

$I = \dfrac{\partial f}{\partial v}\cdot\dfrac{\partial v}{\partial t} + \dfrac{\partial f}{\partial t}\cdot\dfrac{\partial t}{\partial t}$ ظرفیت غیر خطی .

مثال :

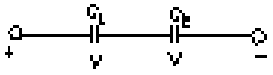
مثال : $q = V^3 + 1nV + e^{2v} + 3t^2 \quad , \quad V = S\text{int}$

$$I = q' \longrightarrow I = \left(3V^2 + \frac{1}{V} + 2e^{2v}\right)\cos t + 6t$$

$$I = 3Sin^2 t + \frac{1}{S\text{int}} + 2e^{2\sin t}\cos t + 6t$$

$$I = 3Cos\,Sin^2 t + Cotgt + 2e^{2S\text{int}}Cost + 6t \longrightarrow I = (t = 3) = ?$$

www.iedoc.ir

خازن های سری : $C=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$ 

خازن های موازی : $C=C_1+C_2$

در حالت سری $V=V_1+V_2+\cdots+V_n\longrightarrow V=\sum V_i$ ، $V=\frac{q}{c}$

$$V=\sum\frac{q_i}{c_i}\longrightarrow V=\sum\frac{q_i}{c_i}\longrightarrow V=q\sum\frac{1}{c_i}\longrightarrow q=\frac{V}{\sum\frac{1}{c_i}}\longrightarrow q=CV$$

در حالت موازی $V=\frac{q_1}{c_1}=\frac{q_2}{c_2}=\cdots=\frac{q_n}{c_n}$

$$\left.\begin{array}{l}q_1=c_1V\\q_2=c_2V\\q_3=c_3V\end{array}\right\}\longrightarrow\sum q_i=V\sum c_i\longrightarrow q=CV \qquad c=\sum c_i$$

خازن سری $\frac{1}{c}=\frac{1}{c_1}+\frac{1}{c_2}\longrightarrow C=\frac{c_1c_2}{c_1+c_2}$

سلف (سیم پیچ) :

سیم پیچ های با هسته حتما باید دارای فرو مغناطیس باشد .

دیا مغناطیس هم جهت نمی شود . پارا مغناطیس به صورت جزئی هم جهت می شود .

فرو مغناطیس : به صورت متحد هم جهت می شوند آهن ربایی قوی دارند زمانی که تحت میدان قرار می گیرند مقاومت مغناطیسی در فرو مغناطیس وجود ندارد

زمانی که سلف از جنس فرو مغناطیس باشد شار مغناطیسی در آن هدر نمی رود .

چگالی شار مغناطیس

$B=\mu H$ شدت میدان مغناطیسی $B=\frac{\phi}{A}$

ضریب گذردهی مغناطیس — سطح مقطع

www.iedoc.ir

فرمول های سلف :

ضریب خود القایی (هانری)

↓

در حالت خطی : $\phi = LI$ شار (وبر)

در حالت غیر خطی : $\phi = f(I \cdot t)$

قانون فاراد : $V = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'$

خطی $V = L\frac{dI}{dt} + I\frac{dL}{dt}$

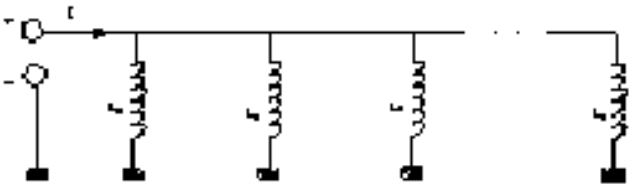
تغییر ناپذیر خطی $V = L\frac{dI}{dt}$

غیره خطی $V = \frac{\partial f}{\partial I} \cdot \frac{\partial I}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial t}$

مثال : $\begin{cases} I = S\text{int} \\ Q = 3t^2 + \ln t \end{cases} \longrightarrow v = ? \longrightarrow V = 6ICost + \frac{1}{t} \longrightarrow V = 3Sin2t + \frac{1}{t}$

$$\left.\begin{array}{l} V_1 = L_1\frac{dI}{dt} \\ V_2 = L_2\frac{dI}{dt} \\ \vdots \\ V_n = L_n\frac{dI}{dt} \end{array}\right\} \sum V_i = \frac{dI}{dt}\sum Li \longrightarrow V = \frac{dI}{dt}\sum Li \longrightarrow V = \frac{LdI}{dt} \quad , \quad L = \sum Li$$

سلف های خطی تغییر ناپذیر موازی :

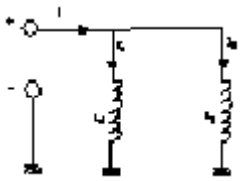


V : یکسان

www.iedoc.ir

$$\left.\begin{aligned} V_1 = L_1\frac{dI_1}{dt} \rightarrow \frac{V}{L_1} = \frac{dI_1}{dt} \\ V_2 = L_2\frac{dI_2}{dt} \rightarrow \frac{V}{L_2} = \frac{dI_1}{dt} \\ \vdots \\ V_n = L_n\frac{dI_n}{dt} \rightarrow \frac{V}{L_n} = \frac{dI_n}{dt} \end{aligned}\right\} V\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{Li} = \sum_{i=1}^{n}\frac{dI_i}{dt} \rightarrow \frac{d}{dt}\sum_{i=1}^{n} I_i = \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \rightarrow L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$$

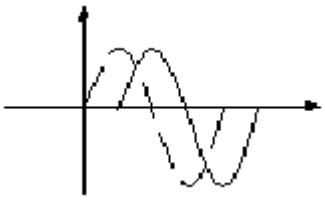


سلف از نظر سری و موازی بودن ، همانند مقاومت هستند .

و از نظر اینکه یک المان ذخیره کننده انرژی است مشابه خازن است .

مهم : تابع های مورد استفاده در برق :

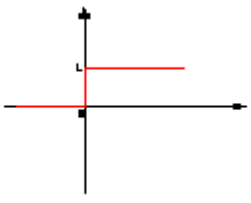
تابع سینوس : (Sin)



$$A\sin(\omega t + \varphi)$$

$$\omega = 2\pi f$$

تابع پله : (Step)



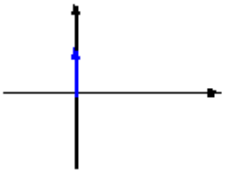
U(t)

www.iedoc.ir

تابع پله در مدار هایی که کلید داشته باشد استفاده می شود .

تابع ضربه :

تابعی است که همیشه صفر است بجز در لحظه t=۰ که مقدار آن بی نهایت است مثل رعد و برق



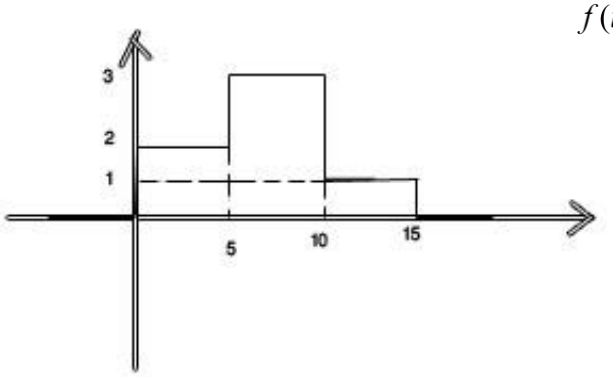
به صورت ریاضی : $\int_{0^-}^{0^+} \delta(t)dt = 1$

زمانی که کلید روشن و خاموش شود .

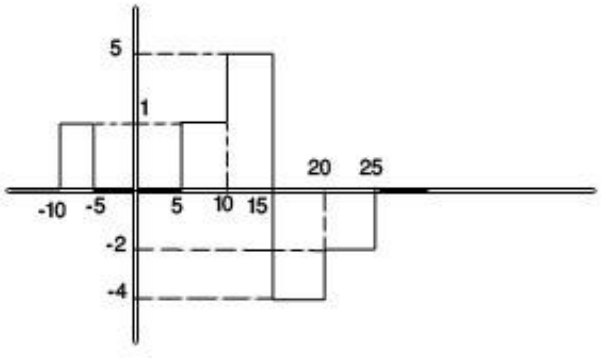
ترکیب تابع پله و سینوس :

$$A\sin(\omega t + \varphi).u(t)$$

$$f(t) = 2u(t) + u(t-5) - 2u(t-10) - u(t-15)$$



$$f(t) = u(t+10) - u(t+5) + u(t-5) + 4u(t-10) - 9(t-15) + 2u(t-20) + 2u(t-25)$$



www.iedoc.ir

خازن ها و سلف های مستقل (یعنی سری و موازی نباشند) تعدادشان بیان گر مرتبه مدار است .

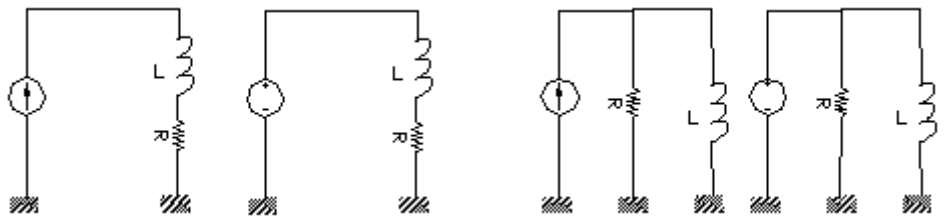
$$f(t) = Ri(t) + \frac{1}{L}\int i(t)dt + L\frac{di}{dt}$$

$$f'(t) = Ri'(t) + \frac{i(t)}{c} + Li''(t)$$

$$i(t) = u(t) or \delta(t)_A$$
$$e(t) = u(t) or \delta(t)_r$$

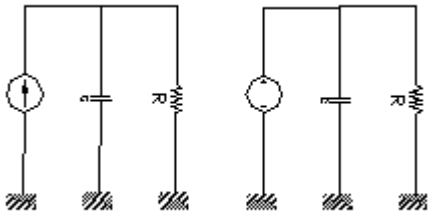
مدار های مرتبه اول :

پاسخ مدار : جریان یا ولتاژ شاخه ای از مدار در پاسخ به ورودی را گویند .



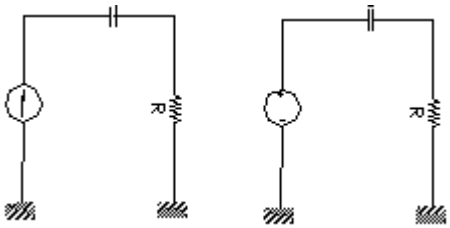
پاسخ پله :

منبع ورودی پله



پاسخ ضربه :

منبع ورودی دلتا



www.iedoc.ir

پاسخ پله

$$y(t)=\left[y(\infty)+(y(0)-y(\infty))e^{-\frac{t}{\tau}}\right]u(t)$$

ثابت زمانی ⟵

$$\tau=RC$$

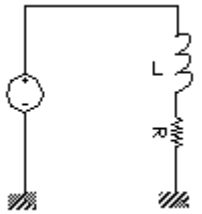
ثابت زمانی ↗

$$\tau=LG$$

$$G=\frac{1}{R}$$

پاسخ ضربه = (پاسخ پله)′

نکته مهم :



سلف در لحظه کلید زنی مدار باز است و در حالت پایدار

(از نظر تئوری زمان نهایت) اتصال کوتاه می باشد و مثل یک سیم

بدون مقاومت عمل می کند .

خازن :

در لحظه کلید زنی (صفر زمانی) اتصال کوتاه می باشد و مثل یک سیم عمل می کند و در لحظه بینهایت به حالت پایدار مدار ، مدار باز است .

$$\tau=LG=1\times1=1s$$

$$y(0)=0$$

$$y(\infty)=\frac{e(t)}{R}=\frac{u(t)}{R}=\frac{1}{1}=1_A$$

$$y(t)=\left[i(t)=1+(0-1)=e^{-\frac{t}{1}}\right]u(t)$$

$$i(t)=(1-e^{-t})u(t)=s(t)$$

پاسخ پله

$$u'(t)=\delta(t)$$

پاسخ ضربه

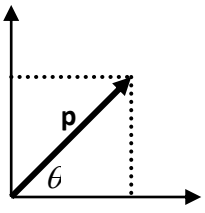
$$i'(t)=h(t)=e^{-t}u(t)+(1-e^{-t})\delta(t)$$

$$f(t).\delta(t)=f(0).\delta(t)$$

از طریق خاصیت غربال

$$h(t)=e^{-t}u(t)+0y\delta(t)=e^{-t}u(t)$$

اعداد مختلط :



www.iedoc.ir

در اعداد مختلط بحث در مورد دو بعدی بودن اعداد است

$$j = \sqrt{-1}$$
$$C = A + jB$$

زمانی از اعداد مختلط استفاده می کنیم که تابع یا منبع ورودی Sin باشد .

$$\underline{\rho|\theta} = \rho e^{j\theta} = \rho\cos\theta + j\rho\sin\theta$$

رابطه اویلر

$$e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta$$

اگر خواستیم ضرب یا تقسیم کنیم از مختصات قطبی استفاده می کنیم

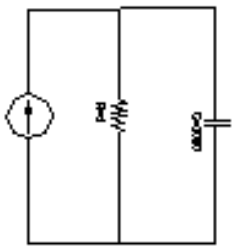
$$C_1 + C_2 = (A_1 + A_2) + j(B_1 + B_2)$$
$$C_1 \times C_2 = \rho\underline{|\theta_1} \times \rho\underline{|\theta_2}$$
$$C = \rho_1\rho_2\underline{|\theta_1 + \theta_2}$$
$$C = \frac{C_1}{C_2} = \frac{\rho\underline{|\theta_1}}{\rho\underline{|\theta_2}} = \frac{\rho_1}{\rho_2}\underline{|\theta_1 - \theta_2}$$

سلف به مقاومتی به اندازه jwe تبدیل می شود .

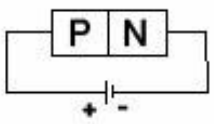
فاز در جریان $I = \dfrac{10|30}{\dfrac{-j}{100\pi \times 100 \times \omega^{-t}} + j \times 100\pi \times 2 + 10}$

نکته :

- سلف در بینهایت سیم است .
- خازن در صفر سیم است .

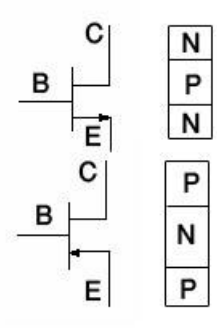


دیود :



www.iedoc.ir

ترانزیستور BJT:

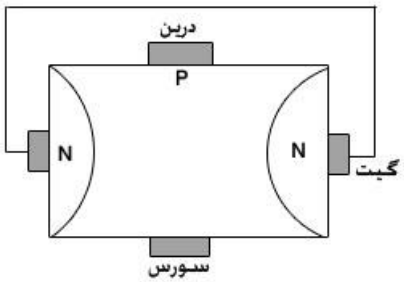


E : امیتر

B : بیس

C : کلکتور

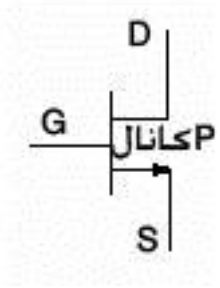
ترانزیستور FET:

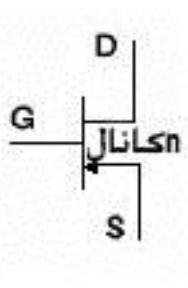


D : درین

S : سورس

G : گیت

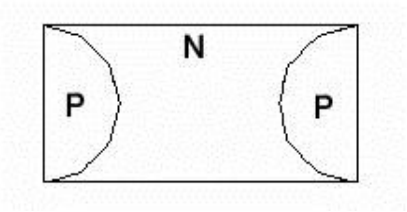


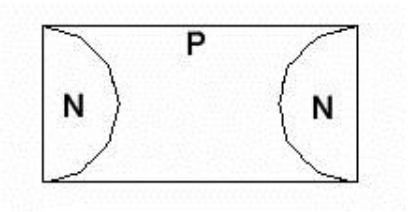


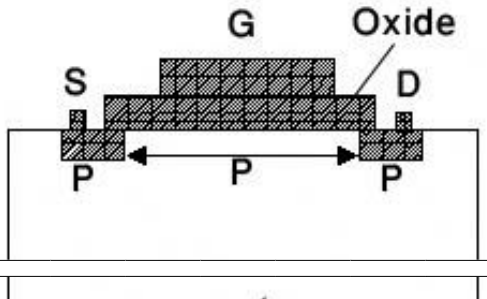
گیت = بیس

سورس = کلکتور

درین = امیتر







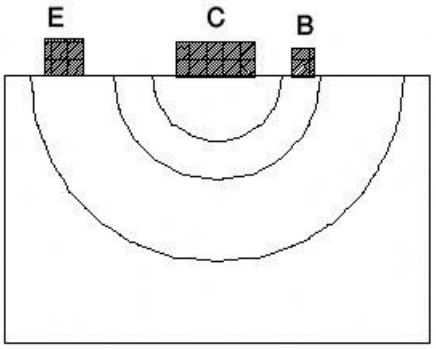
www.iedoc.ir

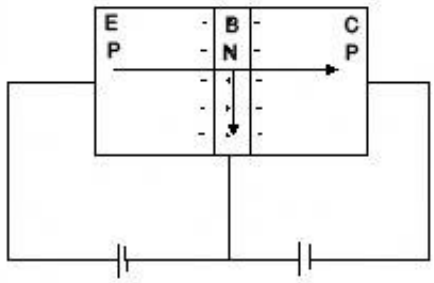
نوع دیگر ترانزیستور : Mosfet

بلور هر گاه به P ، N تبدیل شود هادی می شود .

Oxide مثل خازن عمل می کند اگر به G علامت منفی دهیم .

طرف دیگر در ناحیه N حفره ها جمع می شود و کانال P را تشکیل می شود .





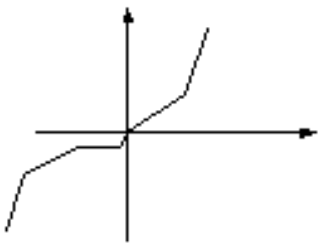
حفره : عدم الکترون

مثبت : بلور P

منفی : بلور N

دیود زنر :

دیود هایی هستند که در بایاس معکوس کار کرده و ولتاژ ثابتی در دو سر آن می افتد و با ازدیاد ولتاژ معکوس تا V_{BR} شدت میدان در ناحیه تهی باعث شکسته شدن پیوند کوالانسی اتم های سیلیسیوم می شود .



www.iedoc.ir

جریان اشباع معکوس :

$$i_D = I_S(e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} - 1)$$

اعمال ولتاژ به دو یر دیود را بایاس گویند که خود دو حالت دارد اگر سمت P+ و N- باشد Forward Bias و بر عکس

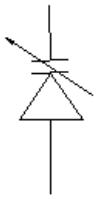
پدیده بهمنی :

الکترون ها و حفره ها مشابه برف در کوهستان سرازیر شده و جریان در جهت عکس از دیود خواهد گذشت .(ولتاژ معکوس)

زنر برای تنظیم ولتاژ به کار می رود . مدارات تنظیم ولتاژ : رگلاتور- آداپتور

زنر ها دیود هایی هستند که در بایاس معکوس کار کرده و ولتاژثابتی در دو سر آنها می افتد با ازدیاد ولتاژ معکوس تا V_{BR} (ولتاژ شکست) شدت میدان تا ناحیه تهی باعث شکسته شدن پیوند کوواانس اتم Si می شود و حامل های زیادی آزاد می کند .

دیود خازنی :



دیودی مشابه دیود زنر در ولتاژ معکوس کار کرده و به عنوان یک خازن متغیر عمل می کند .

در بایاس معکوس بهتر عمل می کند

کاربرد آن در مدار های تیونر رادیویی وTV است نام دیگر دیود خازنی ورکتور(Varactor) می باشد .

www.iedoc.ir

ظرفیت خازن های دیودی از رابطه های زیر بدست می آید :

$$C_T = C_0(1+\frac{V_r}{V_0})^{-\frac{1}{2}}$$

$$C_{T0} = \left[\frac{q\varepsilon N_A N_D}{2V_0(N_A+N_D)}\right]^{\frac{1}{2}}$$

N_a : تعداد اتم های گروه ۳

N_d : تعداد اتم های گروه ۵

V_r : ولتاژ معکوس دو سر خازن

$V_.$: ولتاژ تماس پیوندی در حدود ۷. ولت است

C_T. : ظرفیت پایه

دیود تونلی :

هر چه این مرز نازک تر باشد احتمال عبور بیشتر است برای این کار ناخالصی P و N را زیاد می کند .

این قسمت یک مقاومت منفی ایجاد می کند . $P = V.i = -Ri^2$ و مثبت : $V = -Ri$

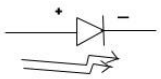
توان اگر منفی بود یعنی دستگاه تولید کننده انرژی است

توان اگر مثبت بود یعنی دستگاه مصرف کننده انرژی است (کاربرد اسیلاتور)

در ناحیه مقاومت منفی ، مشابه خازن و سلف است :

دو دستگاهی است که هم می تواند تولید کننده انرژی و مصرف کننده انرژی باشد اینها در نوسان سازها استفاده می شود .

دیود LED :



لامپ رشته ای ۵w ⟵ ۱۰۰w ، ۲۵w ⟵ ۱۰۰w لامپ گازی ، ۹۹w ⟵ ۱۰۰w لامپ LED

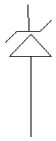
نکته :

دیود LED از عناصر گالیوم و ارسنیک ساخته شده است . به دلیل بهتر بودن نور از ان استفاده می شود

LED مادون قرمز : در کنترل ها ، در مخابرات .....

www.iedoc.ir

دیود نوری :



دیودهایی که در قبال تابش نور به ما جریان

می دهد در صورتی که در بایاس معکوس باشد .

ومیزان جریان معکوس متناسب با میزان نور تابیده

شده است

کاربرد ها :

- Photocell : سلول های نوری که در تیر چراغ برق برای خاموش و روشن شدن اتوماتیک استفاده می شود .
- Photo Voltaice : سلول های خوشیدی که در قسمتی از ماشین قرار می دهند و مستقیما از نور خورشید برای حرکت استفاده می کنند .

$$i_C = \beta i_B$$
$$i_C + i_B = i_E$$
$$i_E = (1+\beta) i_B$$
$$i_C = \alpha i_E$$
$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$$

در ترانزیستور ها مقدار V_P ثابت است .

نکته : ترانزیستور ها تقویت کننده جریان می باشد .

هر گاه در ترانزیستور ها جریان B بیس نداشته باشیم دستگاه خاموش است .

هر گاه به یک نزدیک شود تقویت بیشتر می شود .

نواحی کار :

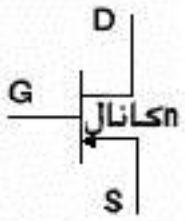
۱) خاموش :کلید قطع است و جریان ندارد $i_C=0$ و $i_B=0$

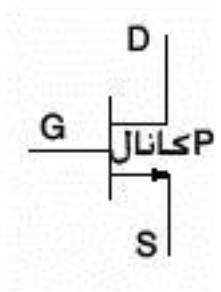
۲) فعال :

۳) اشباع :

www.iedoc.ir

ترانزیستور FET :





نکته : جریان در گیت صفر است

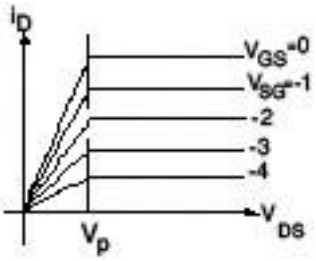
نواحی کار : خاموش (مقاومت بینهایت) مقاومت تریودی – اشباع (تقویت کننده)

تمامی خطوط دارای شیب کمی هستند

ترانزیستور های JFET: $V_{GS}<V_P$ $I_G=0$ $I_D=I_S$

$$V_{DG} < -V_P \Rightarrow V_{DS} - V_{GS} < -V_P \Rightarrow V_{DS} < V_{GS} - V_P$$

$V_{DG}>-V_P$



نکته : چون در انجا IG=0 می باشد پس $i_D = k\left[2(V_{GS}-V_P)V_{DS} - {V_{DS}}^2\right] \Rightarrow i_D = 2k(V_{GS}-V_P)V_{DS}$

$$R = \frac{V}{I}, R_D = \frac{1}{2k(V_{GS}-V_P)}$$

IS=ID می باشد .

در این حالت ترانزیستور به مقاومت تبدیل می شود .

کانال n: V_P عدد منفی است .

کانال p : V_P عدد مثبت است .

نکته : V_{GS} عامل اصلی تقویت کننده جریان FET

در ناحیه pinch off

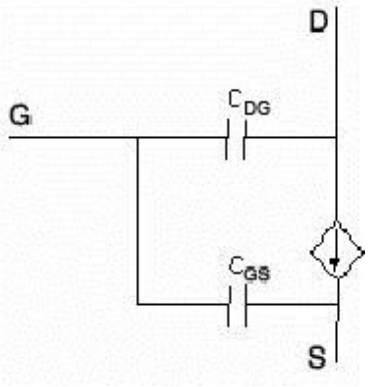
$$i_D = I_{DSS}(1-\frac{V_{GS}}{V_P})^2(1+\lambda V_{DS}) \approx I_{DSS}(1-(\frac{V_{GS}}{V_P}))^2$$

$$\lambda = \frac{1}{V_A}$$

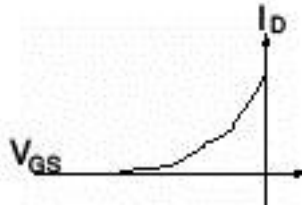
www.iedoc.ir

I_{DSS} : حداکثر جریانی که میتوان از سورس گرفت

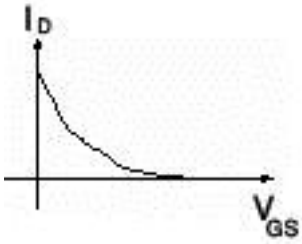
نکته : در ترانزیستور FET منبع جریان وابسته به ولتاژ است (جریان D تابعی از ولتاژ V_{GS} است)



نکته : در ترانزیستور BJT منبع جریان وابسته به جریان است .

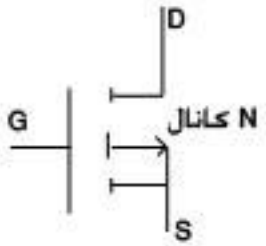


کانال n



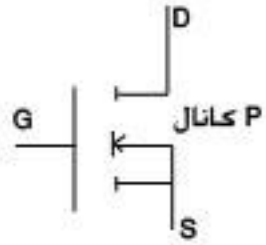
کانال p

ترانزیستور MOSFET :



نکته : دراین ترانزیستور V_T داریم

در اینجا نیز G=۰ می باشد .



ناحیه کار : ۱- خاموش $V_{GS}<V_T$

۲- اهمی ، مقاومتی ، تریودی ، خطی $V_{GS}<-V_T$

۳- اشباع $V_{DG}<-V_T$

$I_D=k\,[۲(V_{GS}-V_T)\,V_{DS}-V_{DS}^{۲}]$ فرمول قسمت ۲

$$R_D=\frac{1}{2k(V_{GS}-V_T)}$$

www.iedoc.ir

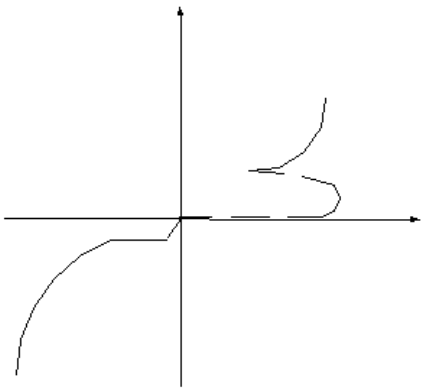
فرمول قسمت ۳ .

$$i_D = k(V_{GS} - V_T)^2(1+\lambda V_{DS})$$
$$i_D = k(V_{GS} - V_T)^2$$

الکترونیک صنعتی

تایر یستور (SCR) :

تایر یستور المانی است مشابه دیود که برای روشن شدن آن علاوه بر مستقیم ، بایستی یک پالس مثبت به پایه ی اعمال شود تا ، تایر ستور روشن شود . خاموش شدن آن کاملاً مشابه دیود است . یعنی به محض اینکه جریان یا ولتاژ دو سر آن معکوس شودS CR خاموش می شود. تایر ستور ها ممکن است برای جریان چند میلی آمپر چند کیلو آمپر ساخته شود و اندازه ی آنها کوچکتر از پشت ناخن تا بزرگتر از قد یک انسان تغییر می کند .



در قسمت مثبت یک جایی که آتش گیت ایجاد کنیم مقاومت صفر ولتاژ بالا است در قسمت پر رنگ تغییرات ولتاژ نمایی است برای روشن شدن SCR دو شرط لازم است که یکی از شروط اضافه بر دیود است

۱- ولتاژ آنداز کاتدبیشتر باشد

۲- بایستی به گیت یک پالس آتش بشود .

www.iedoc.ir

کاربرد تایر یستور :

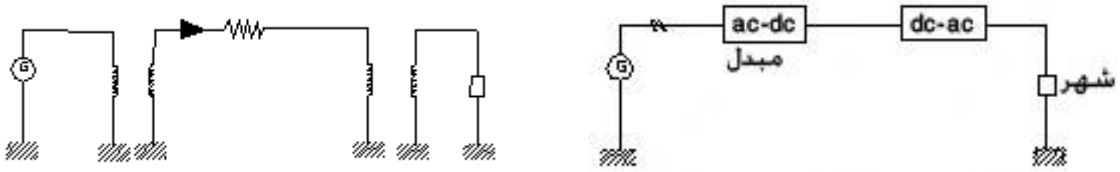
از SCR در مواردی یک سو ســـازی کنترل شده و تغـــییر ولتاژ مؤثر دار خواسته باشیم استفاده می شود .همچنین از این آلمان در مبدل های (CONVERTOR) AC به DC (مثل UPS منبع خورشـــیدی) و یک سو ساز (RECTIFIER) و یا DC به AC (معـــکوس کننده inver ter) و یا DCبه DC (برش : CHOPPE که فقط سطـــح ولتاژ را تغـــییر می دهد V ۱۰۰ V۱۰ و یا ACبهAC (سیلکو کانورتر : CYCLOCONVERTER) اگر تغییرات آن علاوه بر سطح ولتاژ سطح فرکانس را نیز تغییر می دهد.

۵ OHZ ⇄ ۲OHZ

از موارد دیگر کاربرد آن در HVDC high voltage است .

در مسافت ها ی بیشتر ۵۰۰ km از برق HVDC سلف و خازن نداریم و فقط یک ژنراتور داریم . اما در AC سلف و خازن داریم و هزینه ی بیشتری می برد .

برق سه فاز را زمانی انتقال می دهیم که تایرستور داشته باشیم .



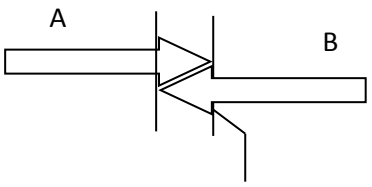
چرا از ترانس در خطوط انتقال استفاده می شود :

زیرا باالای سطح ولتاژ باعث می شود تلفات خط انتقال پایین آید .

Ø : زاویه بین ولتاژ و جریان توان ظاهر : S

ترانس بزرگ : KVA ترانس کوچک : MVA

باید جمع اعداد (توان ها برابر باشد ۱+۱+۱= ۱/۵+ ۱/۵ در غیر این صورت نمی توان با هم آنها را روشن کرد .



«**TRIAC**»

www.iedoc.ir

در هر دو جهت هدایت دارد بسته به اینکه ولتاژ A از B بیشتر باشد و یا B از A در یکـی از آن دو جهت عبور جریان خواهد داشت مشابه با (AD/DC) تریستور برای اینکه روشن شود بایستی به پای Gate یک ضربه ی ولتاژ (پارس سوزنی (باریک هستند) اعمال شوند تا TRIAC روشن شـود از TRIAC در کنترل الکتروموتورهای « سنکرون » AC و « آسنکرون » AC استفاده می شود .

* تریستور (AC/DC)

همزمان

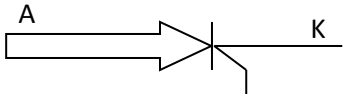
نا همزمان

* ترایاک (AC)

از « TRIAC » در ساخت دیمر استفاده می شود (کلیدهای متغیر)

دیود تریستور جریان را یکسو می کند به این معنی که جریانی خلاف جهت از آنها عبور نمی کند .

« GTO »



« GTO » تریستوری است که با اعمال پالس (+) آن را روشن نموده و بـا اعمـال پـالس (-) آن را خاموش می کند بنابراین GTO دارای کنترل بیشتری نسبت به نوع قبلی است .

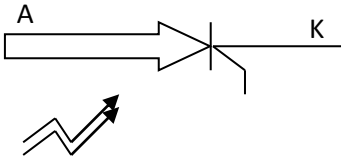
« **Lascr** »

با نور خاموش ، روشن می شوند این تریستورها ، به جای پـالس الکتریکـی از یـک پـالس نـوری (فلاش) استفاده می شود این تریستورها و کاربرد آن در مواقعی است که ایزالیسـیون (جداسـازی) کامل بین واحد کنترل و واحد قدرت الزامی باشد .

۱- روش نور

برای ایزالیسیون از این ۲ مورد استفاده می شود

۲- ترانسفورماتور



کلید های قدرت :

۱- کلید غیر قابل زیر باز سکسیونر

www.iedoc.ir

۲- سکسیونر قابل قطع زیر بار

۳- دیژ نگتور قابل وصل زیر بار (کاملترین)

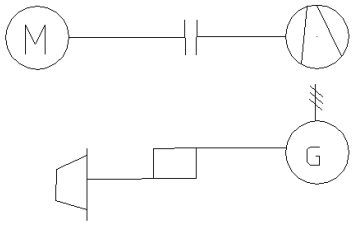
دیژنگتور داخل محفظه یا گاز SF_6 (هگزافورید گوگرد) است، اگر کلید برق دار را ببندیم باعث جرقه (قوس الکتریکی) می شود بنابراین در داخل دیژنگتور از SF_6 استفاده می کنند و خاصیت های آن عبارتند از ۱- جرقه را حد اقل می کند ۲- SF_6 رفع حرارت می کند ۳- عایق است .

BUSBAR : مسیر بلندی از آلومینیوم و مس با سطح مقطع دایره ای و مستطیلی توخالی و تو پر که برق روی آن می آید و این برق های جمع شده را به ترا نس انتقال می دهد.

ACSR : هادی آلومینیوم تقویت شده با فولاد در سیم های دکل های فشار قوی استفاده می شود .

کمپرسور با راه انداز موتور و کوبلاژ قابل تنظیم :

توربین و ژنراتور با کوبلاژ دنده ای ثابت



سیم زمین برای محافظت :

سیم کابل :

سیم خبر سیگنال :

سیم مخابرات :

پریز با حفاظت : ، پریز دو پل : ، پریز : ، لامپ :

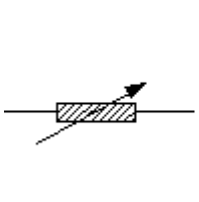
پریز آنتن : ، پریز تلفن : ، جعبه تقسیم: ، لامپ گازی :

کنتور برق : ، جعبه برق رسانی در منازل : ، برق :

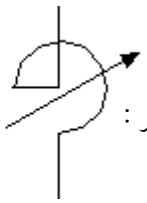
آژیر : ، زنگ آخبار ، پیچک (سیم پیچ) :

www.iedoc.ir

هسته با سلف :

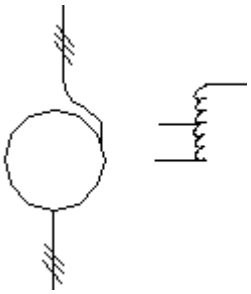


، سلف متغیر :

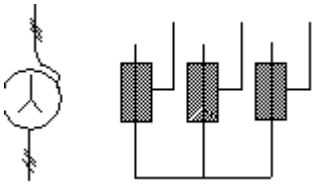


سلف سه فاز :

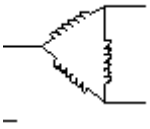
، اتو ترانسفورماتورسه فاز که برای تولید ولتاژ متغیر است :



اتو ترانس سه فاز با اتصال است :

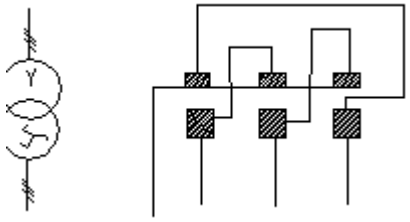


اتصال مثلث :



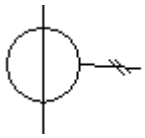
، اتصال ستاره :

ترانس ستاره ، مثلث با نقطه صفر خارج شده :



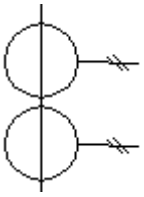
،ترانس ستاره زیکزاک :

ترانس جریان :

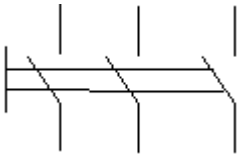


، ترانس ولتاژ :

ترانس جریان دو هسته :

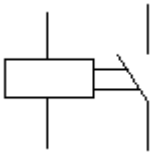


، کلید سه فاز با برگشت خود کار :

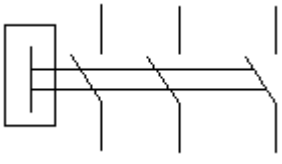


کلید فرمان دستی :

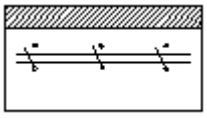
، فرمان الکترو مغناطیس :

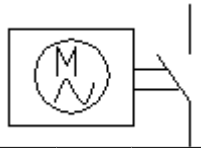


کلید با فرمان کمپرسی :



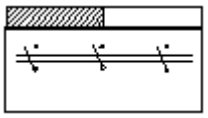
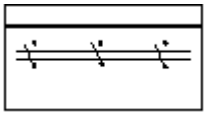
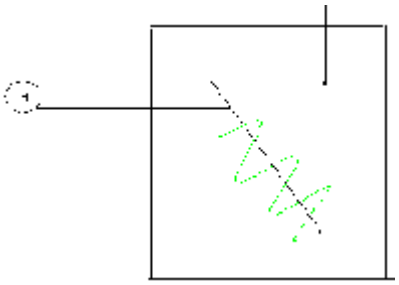
، کلید قدرت فشار قوی دیژکتور:

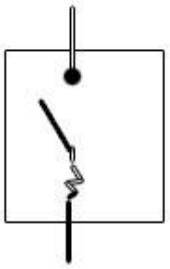


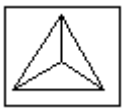


www.iedoc.ir

فرمان الکترو موتور : ، دیژکتور روغنی :

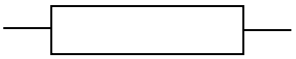
دیژکتور کم روغن :  کلید هوایی :

کلید قدرت با فرمان موتوری : 

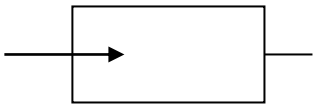
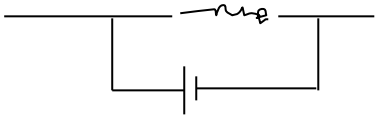
کلید قدرت با فرمان دستی: 

کلید ستاره مثلث :  ، مثلث :

مولد اتمی : مولد بخار : مولد گازی :

مولد آبی : مولد دیزلی :

جرقه گیر : برقگیر :  فیوز

جهت برق رسانی :  موج گیر : 

استانداردهای VDE : استانداردها ی آلمانی در رابطه ی تآسیسات الکتریکی .

VDE ۰۱۰۰ : نصب تأسیسات فشار قوی زیر ۱۰۰۰ ولت

www.iedoc.ir

VDE۰۱۰۱ : نصب تاسیسات فشار قوی بالای۱۰۰۰ولت

VDE۰۱۰۵ : قوانین نحوه کار و فعالیت در تآسیسات الکتریکی

VDE ۰ ۱۰۷ و VDE ۰۱۰۸: تأسیسات الکتریکی در مراکز پزشکی ، فروشگاه ، سینما ، تئاتر ، و سالن های کنفرانس

VDE۰ ۱۱۳: تجهیزات الکتریکی ماشین های افزار

VDE۰۱۱۵ :تأسیسات الکتریکی در قطارهای برقی

VDE ۰۱۱۸: و VDE ۰۱۱۹ تأسیسات الکتریکی در معدن

VDE۰ ۱۳۰: تأسیسات الکتریکی روستایی

VDE۰ ۱۳۱: قوانین نصب و ساختمان حصار الکتریکی

VDE ۰۱۳۲: قوانین مربوط به آتش نشانی در تأسیسات الکتریکی

VDE۰۱۳٤ کمک های اولیه در برق زدگی

VDE۰۱۳٦ : تاسیسات الکتریکی در شیلات و بنادر

VDE۰۱٤۳ : شستن و تمیز نمودن تأسیسات الکتریکی زیر ولتاژ (در حالی که برق دار است)

VDE۰۱٦٥ ، VDE۰۱٦٦ : تاسیسات الکتریکی با امکان انفجار و آتش سوزی

VDE ۱٦۸ : تأسیسات الکتریکی تونل های زیر زمینی

VDEL۷۰ ، VDE۱۷۱ : خطرات جوی برف و باران و رعدوبرق در تآسیسات الکـــتریکی ،

VDE۰۱۹۰ زمین کردن ،نمودن تاسیسات الکتریکی در ارتباط با لوله کشـــی آب شـــهری

VDE ۰٥٤٥: جوشکاری (٥۰۰- ٥٤٥)

در سیستم تک فاز به سیم برگشت فاز نول می گویند ، سیم نول اداری همان جریان فاز است ولی پتانسیل آن زمین شده است در مقابل سیم ارت (سیم محافظتی یا سیم زمین) از نظر پتانسل و هم از نظر جریان خنثی است . یا در زمین است

www.iedoc.ir

در سیستم سه فاز دلیل اینکه ولتاژ ها و جریان های سه فاز با هم ۱۲۰ درجه اختلاف فاز دارد نیازی به سیم نول ندارد . به عبارت دیگر هرگاه جریان یک یا دو خط مثبت باشد جریان خط یا خط های دیگر منفی است و جمع جبری آنها صفر می شود .

کنتورها :

۱- تک فاز ⟵ در منازل است ولی اگر آسانسور در منازل باشد باید از برق سه فاز تا تک فاز استفاده شود .۲- سه فاز ⟵ کارخانه ها

کنتورها :

۱- توان Ractive ⟵ توانی که مصرف می شود (کنتور منازل فقط توان Ractive است) .

۲- توان Ractive توان ذخیره شد (پر شده در چاله ها)

کنتورها:

۱- چند تعرفه

۲-یک تعرفه

کنتورهای تعرفه ای حتماً دیجیتال هستند و به سه شکل اطلاعات را به اداره برق می فرستند .

۱- از طریق خط تلفن (مودم)

۲- از طریق مادون قرمز (اطلاعات را از دستگاه میگیرد و هیچ خطا یی ندارد) .

۳- استفاده از سیم برق .

برق سه فاز :

در سیستم سه فاز دلیل اینکه ولتاژ ها و جریان های سه فاز با هم ۱۲۰ درجه اختلاف فاز دارد نیازی به سیم نول ندارد . به عبارت دیگر هرگاه جریان یک یا دو خط مثبت باشد جریان خط یا خط های دیگر منفی است و جمع جبری آنها صفرمی شود .

ریز پردازنده : (میکرو پروسسور)

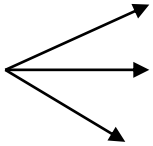
www.iedoc.ir

دستوراتی که اجراء می کنند : ۱) محاسباتی ۲) منطقی ۳) دستورات جانبی ٤) دستورات پرش و فرا خوانی ریز برنامه ها

اولین CPU توسط ون نیومن ساخته شده است و سیستم پردازش آنها به صورت واحد داخل تراشه نبود و ترانزیستور هم وجود نداشت و فکر اولیه این بود که CPU کار اصلی آن خط به خط فرامین داخل حافظه را اجراء کند که رابطه مستقیمی با حافظه دارد

حافظه⟺cpu

خطوط دیتا دو طرفه است ۱) DATA

BUS: 

خطوط آدرس یکطرفه است ۲) ADDRESS

۳) CONTROL

اصلی ترین فرمان های کنترل : System Bus

۱) CS(Chip Select) انتخاب تراشه.

۲) RD(Read) خواندن از حافظه.

۳) WR (Write) نوشتن در حافظه.

معماری هاروارد :

حافظه داده ⟺ cpu ⟺حافظه برنامه

در معماری های قدیم هم دیتا و هم برنامه در یک سیستم بوده و سرعت آن کم بود ولی در معماری هاروارد سرعت بالاست

در CPU های اولیه فکر می کردند هر چه دستورات بیشتر باشد بهتر است و بعدا بررسی شد که نیازی به همه دستورات نیست و دستورات بهینه واصلی را داشته باشیم .

انواع CPU :

www.iedoc.ir

۱) با دستورات مفصل (CISE) ۲) با تعداد دستورات کاهش یافته (RISE)

انواع حافظه :

۱) فرار : Volatile

با قطع برق حافظه پاک می شود .

۲) غیر فرار : Non.Volatile

با قطع برق از بین نمی رود . (ROM – FLASH – OTP – EPROM – EEPROM)

حافظه جانبی :

۱. مغناطیسی Tape

۲. نوری ED , DVD

:Non.Volatile

۱. یکبار اطلاعات نوشته شده و دیگر تغییر نمی کند و صرفا قابل خواندن است (OTP , ROM)

۲. می توان چندین بار نوشت و پاک کرد (Flash , EEPROM , EPROM)

کنترل کننده منطقی برنامه پذیر PLC (Programable Logic Controller)

شبکه صنعتی	AO	AI	DO	DI	CPU	منبع تغذیه

این دستگاه در کارخانه ها استفاده می شود یا به عبارتی در اتوماسیون صنعتی.

برق ورودی به این دستگاه ۲۲۰ ولت AC تک فاز و خروجی آن ۱۱۰،۲٤،۱۲،۵ ولت می باشد.در این دستگاه وجود ماجول cpu الزامی است که کار آن پردازش است.

www.iedoc.ir

معروفترین زبان برنامه نویسی در PLC زبان برنامه نویسی Ladder Diagram است.

دلایل بوجود آمدن PLC :

۱. استاندارد سازی کارها (اتوماسیون صنعتی).
۲. پیدا کردن راهکاری که برنامه نویسی را ساده کند (همگانی شدن).

PLC ها بر اساس اینکه چند ورودی یا خروجی داشته باشد طبقه بندی می شود :

۱. plc μ که تعداد ورودی و خروجی های آن زیر ٦٤ عدد می باشد.
۲. mini plc که تعداد ورودی و خروجی های آن زیر ۵۱۲ عدد می باشد.
۳. و اگر تعداد ورودی و خروجی ها بیشتر از ۵۱۲ عدد باشد plc گویند.

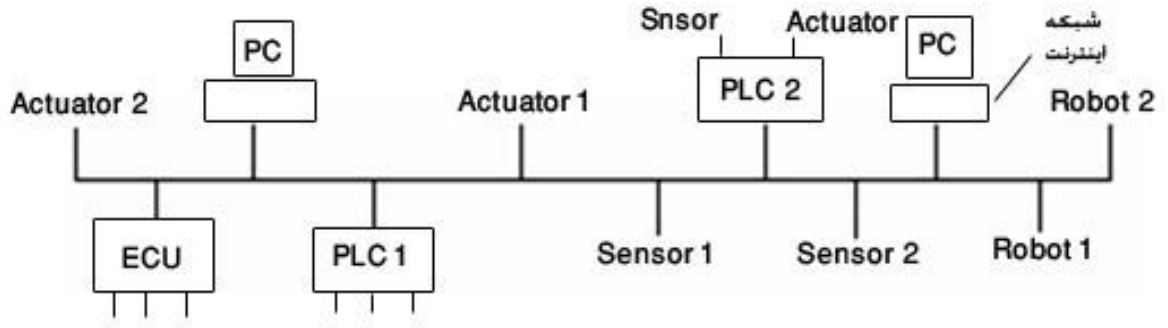
تفاوت دیجیتال و آنالوگ :

۱. در دیجیتال فقط عامل صفر و یک داریم که صرفا دو حالت را بررسی می کند.(در باز یا بسته).
۲. در آنالوگ حالات متغیر نیز بررسی می شود که بیشتر از دو حالت را شامل می شود (در کمی باز کمی بسته).

خروجی ها :

(AO : Analog Output , DO : Digital Output)

خروجی ها باید به یک محرک Actuator متصل باشند و یک کار انجام دهند.



انواع شبکه :

www.iedoc.ir

جریان ٤mA _ ٢٠mA می باشد که از حسگرها می آید و به محرک ها داده می شود.(هوشمند نیستند).

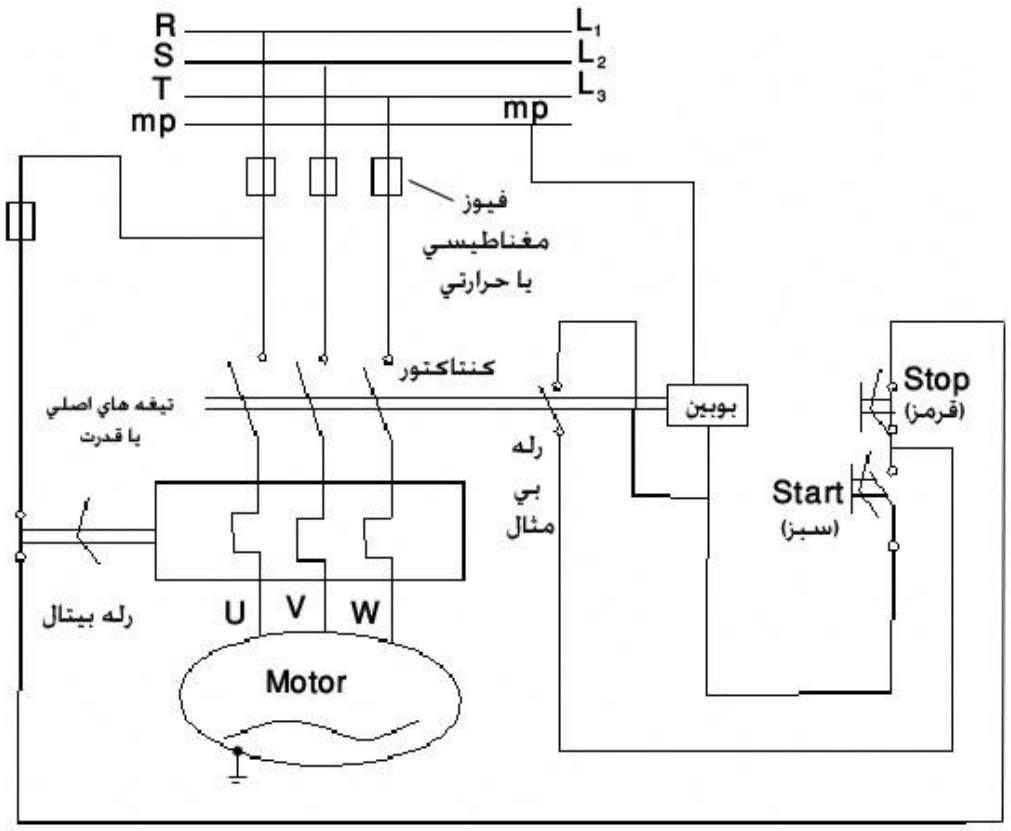
Sensor ها و Actuetor هایی که به plc مستقیما وصل می شوند غیر هوشمند هستند (دارای یک c μ است).

اما Sensor ها و Actuetor هایی که به شبکه به غیر از plc متصل می شوند هوشمند هستند و هر کدام دارای یک c μ داخلی هستند.

شبکه های صنعتی جدید Field Bus است که انواع آن عبارتند از :

Can _ Canopen _ Device Net _ Foundation _ Profi Bus که تمامی این شبکه ها هوشمند می باشند.

مدار فرمان در یک الکترو موتور سه فاز :



توضیحات :

- چون جریان راه اندازی بالا می باشد از کلیدهای کانتکتور استفاده می شود.

www.iedoc.ir

- اگر از بوبین جریان بگذرد کلیدها را وصل می کند.
- به تیغه هایی که جریان اصلی از آن ها می گذرد تیغه ی اصلی گویند.
- تیغه هایی که با وصل شدن ، به بوبین برق می رسانند N.O (Normally Open) گویند (ذاتا باز).
- تیغه هایی که با وصل شدن ، برق بوبین را قطع می کنند N.O (Normally Close) گویند (ذاتا بسته).
- با فشار دادن کلید Start به بوبین برق داده می شود و تیغه های کمکی و اصلی وصل می شوند و بعد از Start کلید کمکی مدار را باز نگه می دارد.
- کار رله بی متال

اگر به موتور زیاد فشار آید کلید داغ می شود و کلید را قطع می کند که به آن رله ی Over Load هم می گویند(بار زیاد). مکانیزم این کلید اینطوراست که در اثر گرما فلزهای کلید خم می شوند و کلید را می بندند(بی متال یعنی دو فلز).

برای سه فاز سه تار در رله بی متال قرار دارد که بر اثر کشیدن بار زیاد کلید مربوط به خود را قطع می کنند و باعث می شود که برق بوبین قطع شود که در نهایت کلید اصلی عمل کرده و قطع می شود و موتور خاموش می شود.

تیغه کمکی کار اتصال دائم و قطع دائم را بر عهده دارد.

برای خاموش کردن به صورت دستی از کلید Stop استفاده می کنیم که تیغه کمکی را قطع کرده و برق دیگر به بوبین داده نمی شود و مدار قطع می شود.