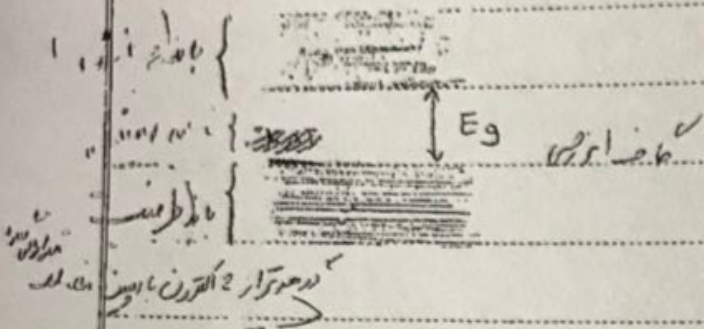


در این فصل به بررسی خواص و کاربردهای مواد نیمه رسانا می‌پردازیم.



۱) رساناها $E_g = 0$

کاملاً در تمام دماها رسانایی دارند.

۲) نارساناها (عایق‌ها) $E_g > 6-7 \text{ eV}$

$E_g \sim 1-3 \text{ eV}$

۳) نیم رساناها

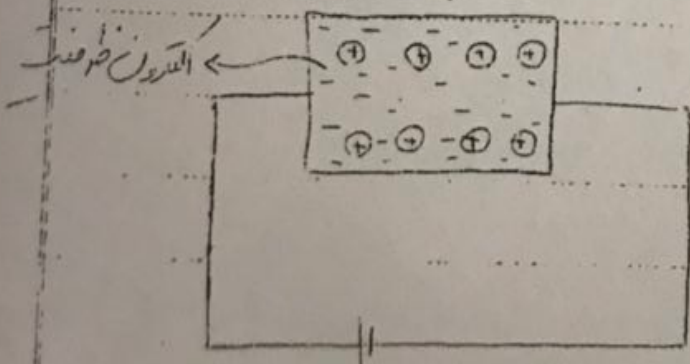
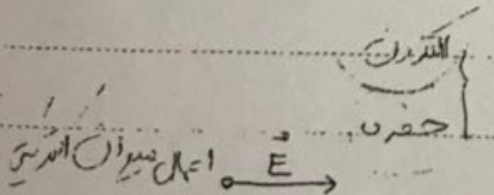
در دماهای پایین عایق هستند و در دماهای بالا رسانایی پیدا می‌کنند. (در دماهای بالا انرژی برای عبور از شکاف انرژی فراهم می‌گردد)

۹۹/۱/۲۶

نام این ماده

در دماهای پایین عایق

در دماهای بالا رسانا



در دماهای بالا رسانایی پیدا می‌کنند

در دماهای بالا رسانایی پیدا می‌کنند و در دماهای پایین عایق هستند. (در دماهای بالا انرژی برای عبور از شکاف انرژی فراهم می‌گردد)

$$Z = (R + j\omega L) \left(-\frac{j}{\omega C} \right)$$

$$R + j\omega L - \frac{j}{\omega C}$$

$$= 1 - \frac{R}{\omega L} \left(\frac{\omega L}{R} - \frac{j}{\omega C} \right) - j \left(\frac{R}{\omega L} + \frac{\omega L}{R} - \frac{j}{\omega C} \right)$$

$$1 + \left(\frac{\omega L}{R} - \frac{j}{\omega C} \right)^2$$

$$\frac{R}{\omega L} + \frac{\omega L}{R} - \frac{j}{\omega C}$$

$$\omega_{cr} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

$$\omega_{cr} = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

فرکانس بحرانی ω_{cr} را می‌توان از معادله سلف است و معادله مقدار ω_{cr} را می‌توان تقریباً به صورت زیر نوشت:

برای است $\omega_{cr} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

امپدانس مدار

$$H = \frac{P}{2m} + \frac{Q}{2m}$$

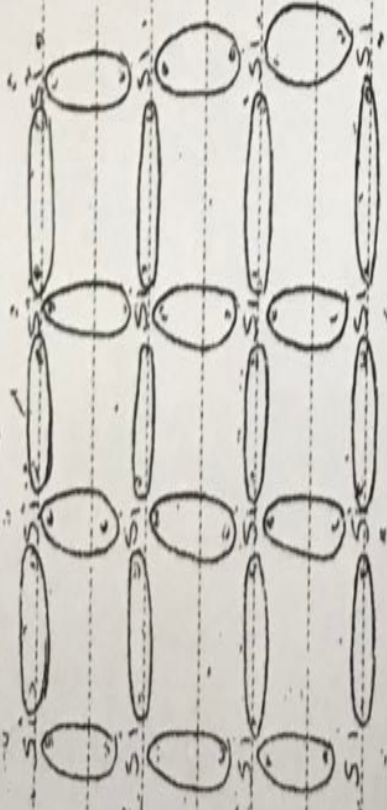
برای است $\omega_{cr} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Subject:

Year

Admission

1



per favore, e avanti, che lo si è fatto. E così.

دعوتیہ کمیٹی کے ذریعہ (پورے) ...

...مجلسه ...

مختلف جهت حرکت

کتاب

میرزا محمد علی خان دروغی است و نه راستی

(be "Café") viel gelbes und rotes! ② - viel gelbes und rotes!

المؤلفين في سببهم المؤرخون بها رسالنا هذا فخرنا بغير رسلنا على ذلك

القوانين هاهنا - در تمام حقوق ها نامیده می شود.

(۴۰۰۱۵۱۵۰)

عزیز القلوب! ① خیر است که در صورتی که با ما میفرمایید (فرض شود)

سرمد الحق بیانی
اعمال میں اعلیٰ

(اعمال صوفیہ)

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله الذي هدانا لهذا
الذي كنا لنهتدي لہ

القبور من هنا تحت الأرض من هنا عبور القبر وخرج (التراب) وجمعوا ما وجدوا

معرفان القوي

$V = \mu \epsilon$

معرفان بصري

جديد القرون

بدر الزمر، الدكتور كفا
تصميم الدكتور كفا

$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$

$$30 = 6$$

$$S = \frac{1}{\rho} J$$

new things not found in cities

Fine, 18 positive S.C. S.I. i. l'ère

(1) Die Funktion $f(x)$ ist eine Parabel mit der Gleichung $y = x^2 - 4x + 5$.

مجلسه در روز پنجشنبه ۱۳۰۲

[illegible]

(Faint handwritten notes, possibly "Purity - ...")

تاریخ

Year: ... Month: ... Data: ...

Subject

نوع P



نوع P

نوع P

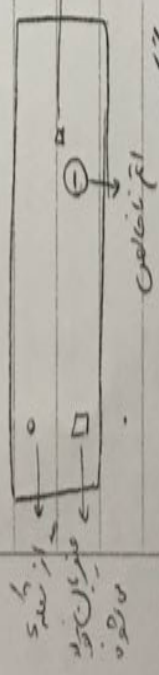


نوع P

نوع P

نوع P

نوع P



نوع P

$$P_0 + P_D = n_n + n_n$$

نوع P

$$P_0 + P_D = n_n + n_n$$

نوع P

نوع P

نوع P

$$P_0 + P_D = n_n + n_n$$

$$P_0 + P_D = n_n + n_n$$

نوع P

نوع P

$$\sigma = \frac{1}{p} = n e \mu$$

$$\sigma_n = N_D \mu_e$$

$$\sigma_p = N_A \mu_h$$

$$n_n = N_D$$

Year. _____ Month. _____ Data. _____

Subject _____

$$N_D p_n = n_i^2$$

رابطه بین n و p است

$$N_D = 0$$

$$n_n = 0$$

$$p_p = N_A$$

مقادیر n و p در شرایط تعادل

N_A : مقادیر n و p در شرایط تعادل

$$\frac{1}{p_p} = \sigma_p = p_p e \mu_p$$

$$p_p n_p = n_i^2$$

قانون کربرم

$$N_A n_p = n_i^2$$

$$n_n = A N_D T^{3/2} e^{-E_D/kT}$$

رابطه بین n و N_D

$$\ln(n_n) = \ln(A N_D) + \frac{3}{2} \ln(T) - \frac{E_D}{kT}$$

$$\ln(n_n) = -\frac{E_D}{kT} + cte$$

$$\frac{1}{p_n} = \sigma_n = n_n e \mu_n = A e N_D \mu_n T^{3/2} e^{-E_D/kT}$$

$$\ln(\sigma_n) = \ln(A N_D e) + \ln \mu_n + \frac{3}{2} \ln(T) - \frac{E_D}{kT}$$

$$\ln(\sigma_n) = -\frac{E_D}{kT} + cte$$

$$\sigma_n = \frac{1}{p_n}$$

$$\ln(p_n) = \frac{E_D}{kT} + cte$$

بررسی تغییرات σ و n و p با تغییر N_D و N_A

رابطه تقریباً n و p با N_D و N_A (تقریباً)

$$\sigma = \frac{1}{p} = n e \mu$$

$$\frac{1}{p} = \sigma \rightarrow p = \frac{1}{n e \mu}$$

بالافزایش دما مقاومت و پهنای افزایش می یابد

$$\uparrow P = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{ne\mu} \downarrow$$

نیم رسانا : n افزایش می یابد ، عایت و مقاومت کاهش می یابد

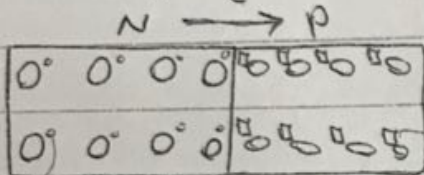
$$\downarrow P = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{ne\mu}$$

افزایش n ضعیف نسبت از کاهش مقاومت بنابراین در مجموع باعث می شود که با

افزایش دما مقاومت و پهنای نیم رسانا کاهش یابد

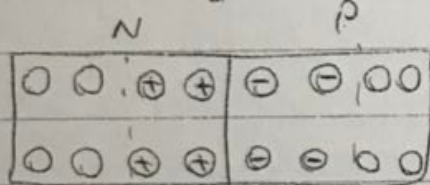
پیوند P-n :

دیود $(\rightarrow \nabla)$ (junction)



دو قطب پیوندی
سخت

در استرون در خلاف جهت میدان نیرو وارد می شود



(از آن جهت که در استرون نیم رسانای نوع n در P پیوند P-n در بر می آید)

فرا گذشتگی نا عیب یا ر فضایی : با تشکیل پیوند P-n ، استرون های

قطعه N (نیم رسانای نوع n) طرف منفی های قطعه P (نیم رسانای نوع p) استراتی از قطعه N به استرون از دست می دهند

به یون های مثبت دائمی از قطعه P به استرون دریافت می کنند به یون های مثبت تبدیل می شوند در اثر ایجاد یون های مثبت

و منفی میدان استرکی و تشکیل می شود از آن جا که به استرون ها در خلاف جهت میدان استرکی نیرو وارد می شود میدان ع

از طرف پیوند استرون ها جذب می کنند و در استرکی به نیروی میدان و نیروی کولنی برابر شوند و حرکت استرون ها بسیار کم می شود

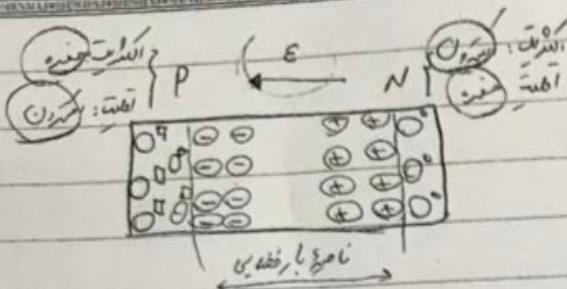
به خاصیت کوانتوم های مثبت و منفی ایجاد می شود و نا عیب یا ر فضایی گفته می شود

Year. _____ Month. _____ Data. _____

Subject _____

97, 2, 2

8



پوند p-n

بعد از برقراری تعادل، نیروی الکتریکی وارد بر الکترون - حفره برابر با نیروی ناشی از میدان الکتریکی ایجاد شده در اثر بارهای

باردار و ناهمبند با رفتن به سمت چپ می شود. میدان الکتریکی E در آن وجود دارد. متناظر با میدان الکتریکی E، پتانسیل وجود دارد.

$V_g = 0.27$: Ge

$V_g = 0.67$: Si

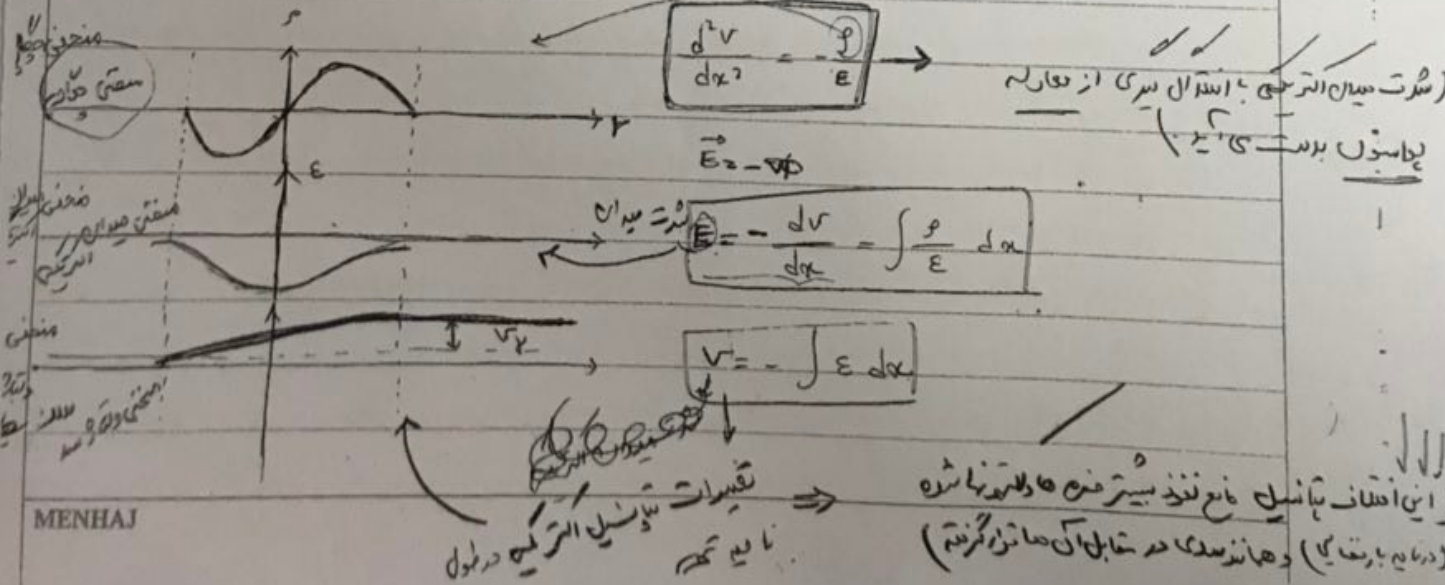
اگر دیود محدود یک سطحی قرار بگیرد، عرض ناحیه فضایی محدود یک سطحی می شود.

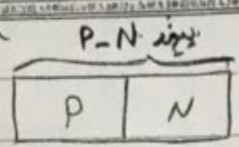
میدان الکتریکی صاف (پتانسیل الکتریکی) از جهت حامل های الکتریکی دو ناحیه جلوگیری می کند و می تواند وجود حرکت حامل های

اکتیه دو ناحیه را تقویت می کند.

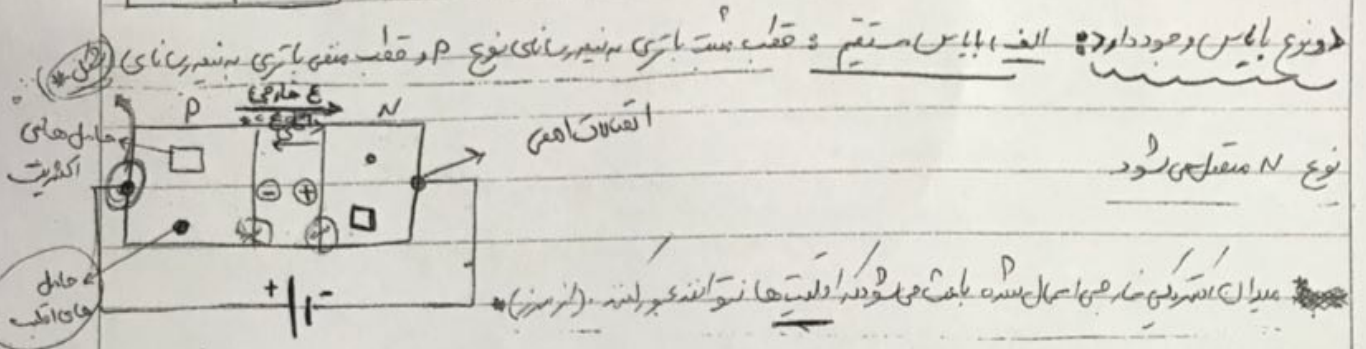
$V_g = \frac{kT}{e} \ln \frac{n_p p_p}{n_i^2}$ حامل اکتیه باید وارد ناحیه بار فضایی شود تا در آن تعادل برقرار شود.

$V_g (avr) = kT \ln \frac{n_p p_p}{n_i^2}$ (وجود بارهای ساکن در طرفین ناحیه بار فضایی، یک اختلاف پتانسیل الکتریکی داخلی بین دو ناحیه N و P به وجود می آورد.)





بایس کردن دیود: اتصال دیود به باتری (اعمال پتانسیل الکتریکی) با بایس کردن می نامیم

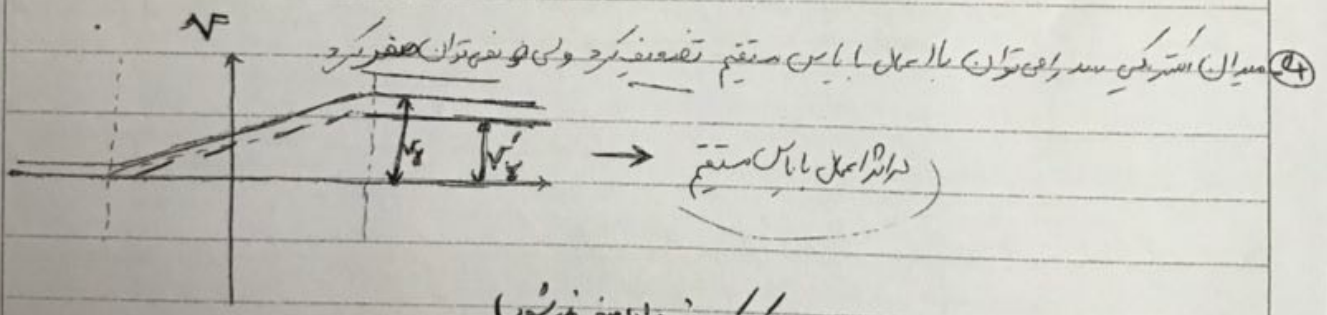


① در بایس مستقیم آندیت ها به هم می زنند و از هم جدا می شوند و بنابراین استرکی تولید نمی کنند. (مدیان ظرفی در این حالت)

② میدان خارجی باعث می شود میدان داخلی ضعیف شود.

یعنی سد تقویف می شود و در آنجا تعداد حفره ها از P به N می رود. (و تعداد الکترون های آزاد از N به P می رود)

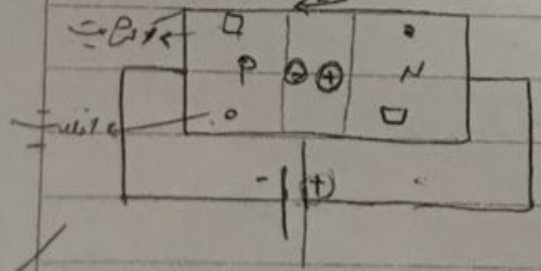
③ میدان استرکی اعمال شده در اثر بایس مستقیم، به حامل ها اجازه می دهد که از هم جدا شوند.



(عرض کوئید می شود اما منفرجه شود)

یعنی (انرژی یافت و نیاز به بار می شود و نیاز به بار مقداری مثبت باقی می ماند یعنی از سطح سد به سطح منفرجه می رسد)

④ اتصال فلز - نیمه رسانا: حالتی که در آن فلز به نیمه رسانا متصل می شود و می تواند عرض مارفت می را کاملاً منفرجه کند.



بایس معکوس: در این بایس نیمه رسانای نوع P را به قطب

منقلبی باتری و نیمه رسانای نوع N را به قطب مثبت باتری اتصال می دهیم

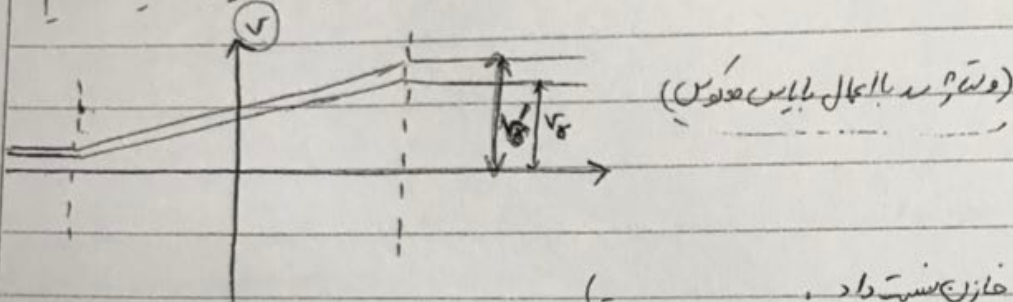
① در اثر اعمال بایس معکوس عرض مارفت می بیشتر می شود. (قطب مثبت الکترون های آزاد نیمه رسانای نوع N را به طرف خود جذب می کنند و در نتیجه منقلبی می شود)

۲- با اعمال بایاس معکوس حامل‌های اکثریت نمی‌توانند از مدار عبور کنند و تولید جریان اکثریتی در ناحیه بار فضا می‌کنند.

هم‌کنند و تولید جریان مثبت می‌کنند. باین جریان اکثریتی جریان اشباع معکوس می‌شود.

۳- در بایاس مستقیم مقاومت اکثریتی کاهش می‌یابد ولی در بایاس معکوس مقاومت اکثریتی افزایش می‌یابد.

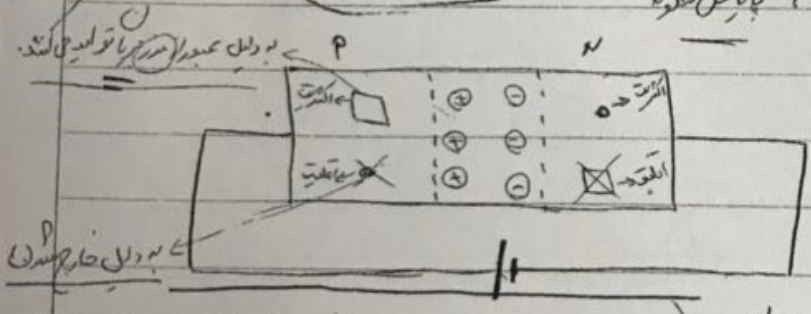
۴- در بایاس مستقیم عرض ناحیه بار فضایی کاهش داده و در بایاس معکوس عرض ناحیه بار فضایی افزایش می‌دهیم.



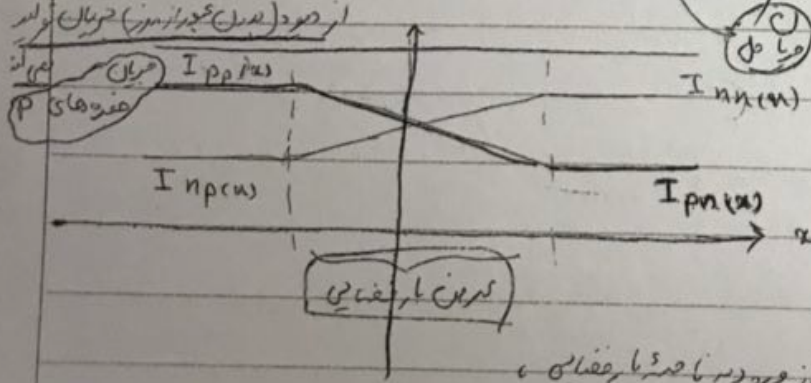
می‌توان به پیوند ها و دیود ها خازن نسبت داد.
فرکانس افزایش یابد، بایاس مستقیم

فرکانس چسبی یابد، بایاس معکوس

عرض ناحیه بار فضایی



بایاس مستقیم
(الترت ها از مدار عبور می‌کنند)



علت کاهش جریان حامل‌های اکثریت در طرف مدار ورود به ناحیه بار فضایی

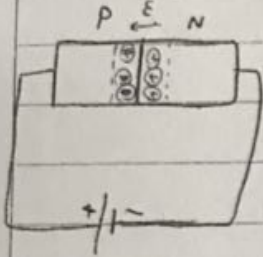
باز ترکیب با حامل‌های دتر است. (استرون با جنه باز ترکیب می‌شود و جنه ها نیز با استرون ها باز ترکیب می‌شوند)

مقدار جریان در سنوای P و N و بار فضایی ثابت است

* هفتا نیمی که در مورد پیوند P-N دیدیم، یک دیود می‌تواند به صورت یک دیود خارجی متصل شود یا همان بایاس شده
 ۱) بایاس مستقیم: آنکه به قطب مثبت منبع ولتاژ دیاکند، قطب منفی آن متصل به سر و ۲) در بایاس معکوس به جای آنکه دیاکند به قطب
 Subject _____
 Year _____ Month _____ Data _____

(برای قابل فهم تر می‌نویسند.)

کام ۲، ۹۶ (دیود پیوندی) * (دیود پیوندی: یک پیوند P-N است که به دو سر آن دو قطب نیم هادی جهت اتصال به مدار خارجی تعیین می‌گردد.)



$$V = 0.2 - 0.6 \text{ eV}$$

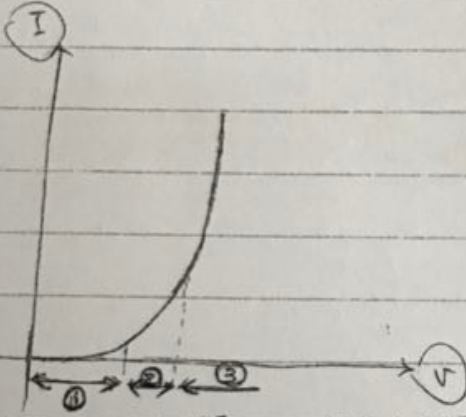
پیوند P-n (دیود)

(دیود: در قطب آن یک دیاکند به ولتاژ است.)

بایاس مستقیم
 که معکوس

منحنی مشخصه دیود ... خفند ولت آنکه

* بایاس مستقیم *



$$I = I_0 \left(e^{\frac{V}{kT}} - 1 \right)$$

جریان در دیود

نواحی منفی ولت آنکه دیود ...

۱) قسمت اول: با وجود اعمال ولتاژ، جریان استیسی صفر است.

۲) قسمت دوم: منحنی ولتاژ-جریان رفتار تقریباً نمایی دارد و مشابیه e^x است.

۳) قسمت سوم: با تغییرات جزئی در ولتاژ، شاهد تغییرات قابل توجهی در جریان دیود خواهیم بود. (مدان خارجی منفی ولتاژ)

خاصیت یک سیم رساننده قطع است. اما اگر آن را به دو سر آن به سیم قطع می‌کنیم

اصل دوه گاهه نيزي است.

$$I = I_0 e^{V/kT} \rightarrow \ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = \frac{V}{kT}$$

$$V = A (\ln I)$$

ولتاژ استند در برابر یس مستقیم و با افت ولتاژ ولتاژ از یک است ندرت صفی را هند افزاین جریان خطییم و در یک است و استند دوم

کتاب! ولتاژ استند دوه تابع دمای است و هر چه دما بیشتر شود ولتاژ استند کم شود. (در این یک است)

$$\frac{1}{T}$$

یا: ولتاژ استند در دمای T_1

$$V_{02} = V_{01} - 40025 (T_2 - T_1)$$

ولتاژ استند در دمای T_2

$$I = I_0 (e^{V/kT} - 1)$$

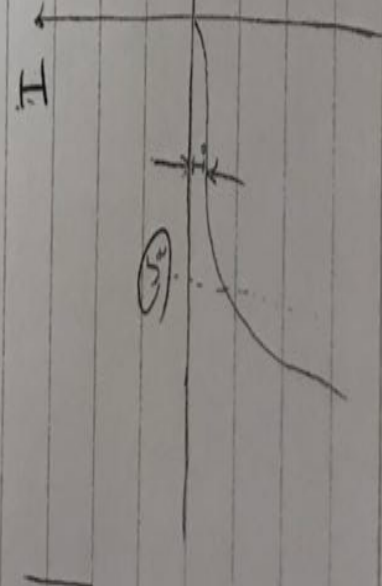
لرجه مریان دوه:

$$V_T = kT$$

است.

سنگه به نفع نیر است (چین)

سوال: شکل: برای لرجه نفع (I) است ولی محاسبه در کتبه است 2 تغییر کند (۶)



یایس معکوس

ولتاژ چشمت یا ولتاژ ضروری

چنانچه ولتاژ را از کم افزایش دهیم، به نقطه ای خواهیم رسید که جریان دیر رسید به الفلازی سر می کشد. این پدیده را پدیده سلس است و دمای کم دمای این پدیده را خارج شود و حرارت است دیر می کشد.

* خود را در مورد ریزش های مستقیم برای افزایش جریان (و نه ولتاژ) می یابید

* مقادیر مشخصه در جدول دو نوع مقاومت تعریف می شود. (۱) مقاومت دینامیک (۲) مقاومت ایستایی



۱- تفاوت ایستایی و دینامیک

ایستایی به این معنی است که ولتاژهای خاصی میسر می آید که خواص خاص داشته باشد

در هر قطعه کار، دینامیک و ایستایی دو مورد در یک قطعه کار وجود دارد. اما تفاوت این دو در این است که ایستایی در یک قطعه کار وجود دارد و دینامیک در یک قطعه کار وجود ندارد.

$$R = \frac{V}{I}$$

تفاوت دینامیک و ایستایی

$$r = \frac{dV}{dI}$$

دینامیک

ایستایی

در تعریف تغییرات بی نهایت کوچک، تغییرات بی نهایت کوچک را می توان به صورت $\frac{dV}{dI}$ نوشت.

در تعریف تغییرات بی نهایت کوچک، تغییرات بی نهایت کوچک را می توان به صورت $\frac{dV}{dI}$ نوشت.

نسبت تغییرات دینامیک

$$r = \frac{dV}{dI}$$

$$r = \frac{1}{g}$$

$$g = \frac{dI}{dV}$$

نسبت تغییرات دینامیک

نسبت تغییرات دینامیک و ایستایی در یک قطعه کار می تواند متفاوت باشد.

$$I = I_0 (e^{V/KT} - 1)$$

نسبت تغییرات دینامیک

$$g = \frac{dI}{dV} = \frac{I_0 e^{V/KT}}{KT}$$

$$r = \frac{1}{g} = \frac{KT}{I} = \frac{(0.026)}{I(A)} = \frac{(26)}{I(mA)}$$

در دایره ای (Clock) در نظر می گیریم

[illegible]

ابن سنان بن رافع بن جندب بن عبد الله بن عمرو

Handwritten: Handwritten - 2

در مورد مجسمه در احوال و مسائل اکثر عین قوی
المردان ها صورت زیاد می گشت بی لنته و در مخرج با الخها المردان های خ

۱۰۰
۱۰۱
۱۰۲
۱۰۳
۱۰۴
۱۰۵
۱۰۶
۱۰۷
۱۰۸
۱۰۹
۱۱۰
۱۱۱
۱۱۲
۱۱۳
۱۱۴
۱۱۵
۱۱۶
۱۱۷
۱۱۸
۱۱۹
۱۲۰
۱۲۱
۱۲۲
۱۲۳
۱۲۴
۱۲۵
۱۲۶
۱۲۷
۱۲۸
۱۲۹
۱۳۰
۱۳۱
۱۳۲
۱۳۳
۱۳۴
۱۳۵
۱۳۶
۱۳۷
۱۳۸
۱۳۹
۱۴۰
۱۴۱
۱۴۲
۱۴۳
۱۴۴
۱۴۵
۱۴۶
۱۴۷
۱۴۸
۱۴۹
۱۵۰
۱۵۱
۱۵۲
۱۵۳
۱۵۴
۱۵۵
۱۵۶
۱۵۷
۱۵۸
۱۵۹
۱۶۰
۱۶۱
۱۶۲
۱۶۳
۱۶۴
۱۶۵
۱۶۶
۱۶۷
۱۶۸
۱۶۹
۱۷۰
۱۷۱
۱۷۲
۱۷۳
۱۷۴
۱۷۵
۱۷۶
۱۷۷
۱۷۸
۱۷۹
۱۸۰
۱۸۱
۱۸۲
۱۸۳
۱۸۴
۱۸۵
۱۸۶
۱۸۷
۱۸۸
۱۸۹
۱۹۰
۱۹۱
۱۹۲
۱۹۳
۱۹۴
۱۹۵
۱۹۶
۱۹۷
۱۹۸
۱۹۹
۲۰۰
۲۰۱
۲۰۲
۲۰۳
۲۰۴
۲۰۵
۲۰۶
۲۰۷
۲۰۸
۲۰۹
۲۱۰
۲۱۱
۲۱۲
۲۱۳
۲۱۴
۲۱۵
۲۱۶
۲۱۷
۲۱۸
۲۱۹
۲۲۰
۲۲۱
۲۲۲
۲۲۳
۲۲۴
۲۲۵
۲۲۶
۲۲۷
۲۲۸
۲۲۹
۲۳۰
۲۳۱
۲۳۲
۲۳۳
۲۳۴
۲۳۵
۲۳۶
۲۳۷
۲۳۸
۲۳۹
۲۴۰
۲۴۱
۲۴۲
۲۴۳
۲۴۴
۲۴۵
۲۴۶
۲۴۷
۲۴۸
۲۴۹
۲۵۰
۲۵۱
۲۵۲
۲۵۳
۲۵۴
۲۵۵
۲۵۶
۲۵۷
۲۵۸
۲۵۹
۲۶۰
۲۶۱
۲۶۲
۲۶۳
۲۶۴
۲۶۵
۲۶۶
۲۶۷
۲۶۸
۲۶۹
۲۷۰
۲۷۱
۲۷۲
۲۷۳
۲۷۴
۲۷۵
۲۷۶
۲۷۷
۲۷۸
۲۷۹
۲۸۰
۲۸۱
۲۸۲
۲۸۳
۲۸۴
۲۸۵
۲۸۶
۲۸۷
۲۸۸
۲۸۹
۲۹۰
۲۹۱
۲۹۲
۲۹۳
۲۹۴
۲۹۵
۲۹۶
۲۹۷
۲۹۸
۲۹۹
۳۰۰
۳۰۱
۳۰۲
۳۰۳
۳۰۴
۳۰۵
۳۰۶
۳۰۷
۳۰۸
۳۰۹
۳۱۰
۳۱۱
۳۱۲
۳۱۳
۳۱۴
۳۱۵
۳۱۶
۳۱۷
۳۱۸
۳۱۹
۳۲۰
۳۲۱
۳۲۲
۳۲۳
۳۲۴
۳۲۵
۳۲۶
۳۲۷
۳۲۸
۳۲۹
۳۳۰
۳۳۱
۳۳۲
۳۳۳
۳۳۴
۳۳۵
۳۳۶
۳۳۷
۳۳۸
۳۳۹
۳۴۰
۳۴۱
۳۴۲
۳۴۳
۳۴۴
۳۴۵
۳۴۶
۳۴۷
۳۴۸
۳۴۹
۳۵۰
۳۵۱
۳۵۲
۳۵۳
۳۵۴
۳۵۵
۳۵۶
۳۵۷
۳۵۸
۳۵۹
۳۶۰
۳۶۱
۳۶۲
۳۶۳
۳۶۴
۳۶۵
۳۶۶
۳۶۷
۳۶۸
۳۶۹
۳۷۰
۳۷۱
۳۷۲
۳۷۳
۳۷۴
۳۷۵
۳۷۶
۳۷۷
۳۷۸
۳۷۹
۳۸۰
۳۸۱
۳۸۲
۳۸۳
۳۸۴
۳۸۵
۳۸۶
۳۸۷
۳۸۸
۳۸۹
۳۹۰
۳۹۱
۳۹۲
۳۹۳
۳۹۴
۳۹۵
۳۹۶
۳۹۷
۳۹۸
۳۹۹
۴۰۰
۴۰۱
۴۰۲
۴۰۳
۴۰۴
۴۰۵
۴۰۶
۴۰۷
۴۰۸
۴۰۹
۴۱۰
۴۱۱
۴۱۲
۴۱۳
۴۱۴
۴۱۵
۴۱۶
۴۱۷
۴۱۸
۴۱۹
۴۲۰
۴۲۱
۴۲۲
۴۲۳
۴۲۴
۴۲۵
۴۲۶
۴۲۷
۴۲۸
۴۲۹
۴۳۰
۴۳۱
۴۳۲
۴۳۳
۴۳۴
۴۳۵
۴۳۶
۴۳۷
۴۳۸
۴۳۹
۴۴۰
۴۴۱
۴۴۲
۴۴۳
۴۴۴
۴۴۵
۴۴۶
۴۴۷
۴۴۸
۴۴۹
۴۵۰
۴۵۱
۴۵۲
۴۵۳
۴۵۴
۴۵۵
۴۵۶
۴۵۷
۴۵۸
۴۵۹
۴۶۰
۴۶۱
۴۶۲
۴۶۳
۴۶۴
۴۶۵
۴۶۶
۴۶۷
۴۶۸
۴۶۹
۴۷۰
۴۷۱
۴۷۲
۴۷۳
۴۷۴
۴۷۵
۴۷۶
۴۷۷
۴۷۸
۴۷۹
۴۸۰
۴۸۱
۴۸۲
۴۸۳
۴۸۴
۴۸۵
۴۸۶
۴۸۷
۴۸۸
۴۸۹
۴۹۰
۴۹۱
۴۹۲
۴۹۳
۴۹۴
۴۹۵
۴۹۶
۴۹۷
۴۹۸
۴۹۹
۵۰۰
۵۰۱
۵۰۲
۵۰۳
۵۰۴
۵۰۵
۵۰۶
۵۰۷
۵۰۸
۵۰۹
۵۱۰
۵۱۱
۵۱۲
۵۱۳
۵۱۴
۵۱۵
۵۱۶
۵۱۷
۵۱۸
۵۱۹
۵۲۰
۵۲۱
۵۲۲
۵۲۳
۵۲۴
۵۲۵
۵۲۶
۵۲۷
۵۲۸
۵۲۹
۵۳۰
۵۳۱
۵۳۲
۵۳۳
۵۳۴
۵۳۵
۵۳۶
۵۳۷
۵۳۸
۵۳۹
۵۴۰
۵۴۱
۵۴۲
۵۴۳
۵۴۴
۵۴۵
۵۴۶
۵۴۷
۵۴۸
۵۴۹
۵۵۰
۵۵۱
۵۵۲
۵۵۳
۵۵۴
۵۵۵
۵۵۶
۵۵۷
۵۵۸
۵۵۹
۵۶۰
۵۶۱
۵۶۲
۵۶۳
۵۶۴
۵۶۵
۵۶۶
۵۶۷
۵۶۸
۵۶۹
۵۷۰
۵۷۱
۵۷۲
۵۷۳
۵۷۴
۵۷۵
۵۷۶
۵۷۷
۵۷۸
۵۷۹
۵۸۰
۵۸۱
۵۸۲
۵۸۳
۵۸۴
۵۸۵
۵۸۶
۵۸۷
۵۸۸
۵۸۹
۵۹۰
۵۹۱
۵۹۲
۵۹۳
۵۹۴
۵۹۵
۵۹۶
۵۹۷
۵۹۸
۵۹۹
۶۰۰
۶۰۱
۶۰۲
۶۰۳
۶۰۴
۶۰۵
۶۰۶
۶۰۷
۶۰۸
۶۰۹
۶۱۰
۶۱۱

مجلسه ۳۰۰

11. /
n gairistat q' la tñen . z b y k C g l o d u b l i m n e r e
(-DK-) 902-3

دوستان! اگر کسی از شما این را می بیند، لطفاً به من اطلاع دهید. (1) ۲۵

97, 2, 23

(۱) —————

دود تونل ۴

دریا حسن محمد علی ۴

مفتی محمد رفیع صاحب

تاریخ کا ذکر عند اسی جود درجہ ۱/۳

المجلس الأعلى للثقافة، وزارة الثقافة، القاهرة، مصر

• تفاوت بین دو درجه A و B 20° است.

[illegible]

7-5:

LAHJENH
C. J. J. J.

METHAL

۵- دیود ختلاستیک یا فتودیود $(-D)$ ۳

این دیودها در لایه‌های نوبه‌ای قرار می‌گیرند.

فصل کار بر روی دیودهای (۱) تست می‌شود.

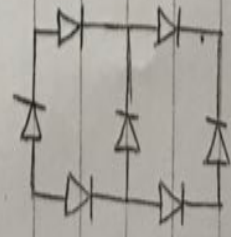
می‌توانند که بر روی کاتد نوری تابانند. این نور در فضا پخش می‌شود و نورانی می‌گردد.

۶- دیود نورانی (LED) $(+D)$ ۶

دیودهایی هستند که بر روی عریض‌بند نوری تابانند و نورانی می‌گردد.

معمولاً در لایه‌های (مؤلفه) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مفهوم: خفیه: 2 به دیودهای عریض‌بند است. در حالت عریض‌بند I.C می‌تواند به عنوان غاسب دیده‌اند اما در استفاده بر روی دیود.



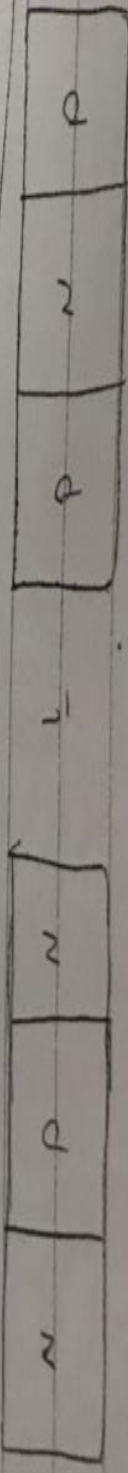
۷- دیودهای عریض‌بند (LC) $(-D)$ ۷

این دیودها از عریض‌بند که در استفاده قرار می‌گیرند. بیشتر برای استفاده در دیودهای عریض‌بند.

تولید مستقیم (در حالت عریض‌بند) 100

۱- تولید مستقیم در لایه‌های عریض‌بند (در حالت عریض‌بند) (B) (در حالت عریض‌بند) (E) و در حالت عریض‌بند (در حالت عریض‌بند) (C)

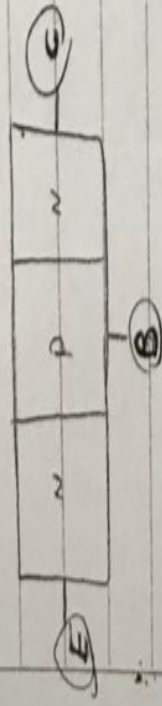
۲- تولید مستقیم در لایه‌های عریض‌بند (در حالت عریض‌بند) (B) (در حالت عریض‌بند) (E) و در حالت عریض‌بند (در حالت عریض‌بند) (C)



Wiederholungsfragen zu den 3

عبارت این است: در مورد اتفاق یا فتنه و در مورد عدم اتفاق یا فتنه و در مورد اتفاق و فتنه و در مورد عدم اتفاق و فتنه

٧
- من المصنفين في تاريخ العرب -



در مورد اصناف اشیاء در کتب

مسألة (E) في كتابي؟

امید اللہ (۱) : این نام به معنی جوانی (جوانی) بار است -

-wylgwa l'c'iit d'ni' wic'y! & (Base) nl, zool

سیدہ فہمیدہ بنت قیسہ رضی اللہ عنہا

تعداد (فصلان) / فصلی بیست و یک / اکثریت

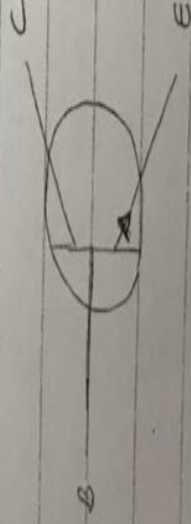
تعداد (میزان) تکامل یافته گیاهان در کلانگی 10000 متر است - 2

۳- عرفان صاحب بهشت با مدق علی عباسی (قابل حذف نیست و در حد تأیید است) ترانه سحر و جادو است.

سرکارِ اعلیٰ حضرت علیہ السلام

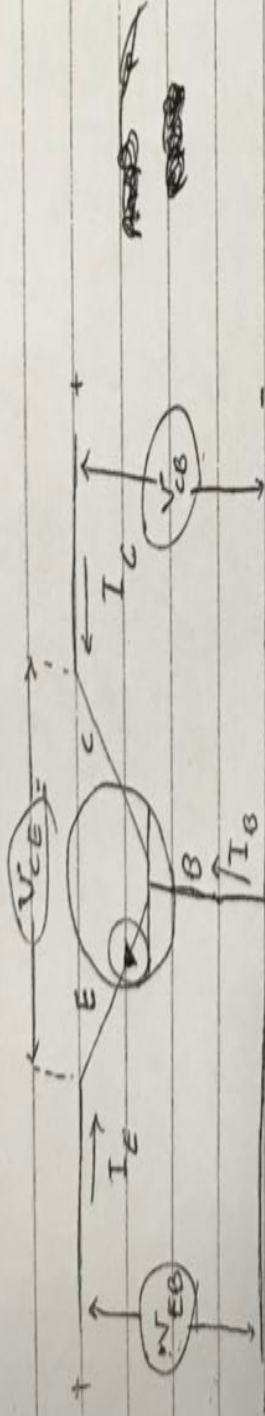
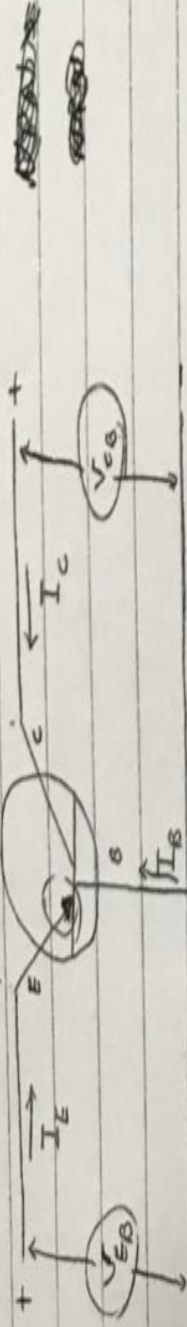


PMP Wingfield



NPW

angetrennte Spezialitäten



بسم الله الرحمن الرحيم

1- تقریباً ۵۰٪ و ۲- تقریباً ۱۰٪

4. فوسان سان

فصل ۴

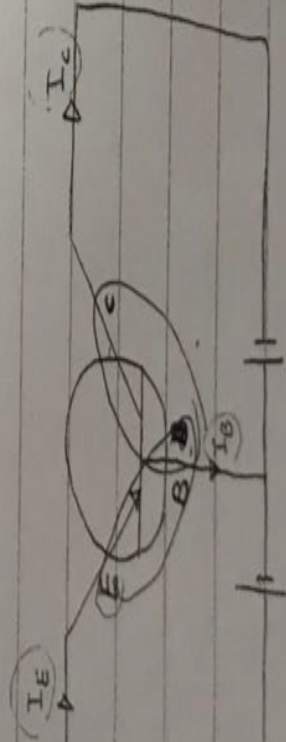
در صورتی که از ترغیب و تنبیذ و محنت و استقامت و شجاعت و غیره باشد

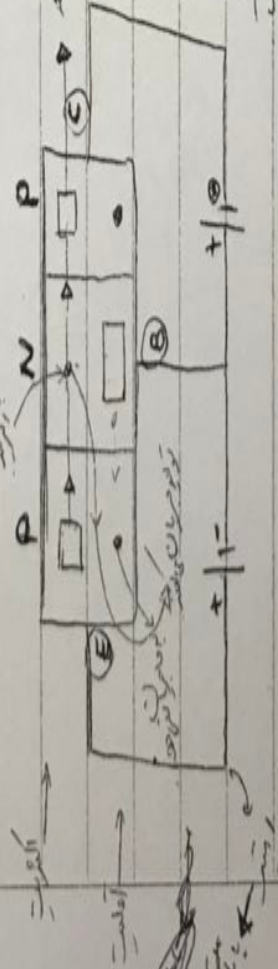
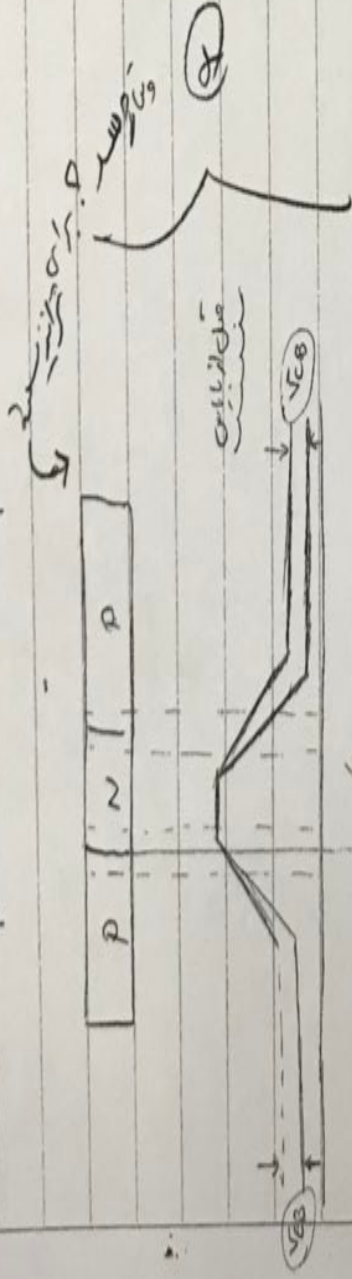
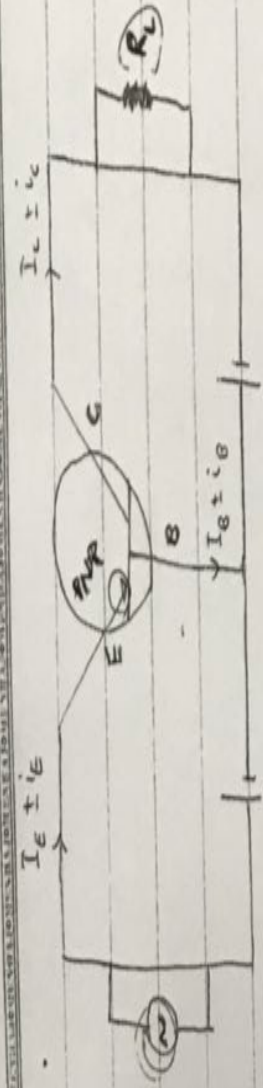
المجلة في ~~ال~~ تاريخ العراق (مجلد) في القرن الخامس

[illegible]

• *Antithese alle Meinungen*

مفتی بابا سر





1- استرول های نامیده استرول از منبر عمود بر خطی اندک و تریلیو

2- حفره های نامیده کلکتور از منبر عمود بر خطی اندک و تریلیو

3- حفره های نامیده استرول از منبر عمود بر خطی اندک و تریلیو

4- ترانزیستور می تواند عاقل به منبر استرول کلکتور وارد می شود

5- از طریق انتقال پس تعدادی استرول ها که برای جریان استرول می تواند عاقل به منبر استرول کلکتور وارد می شود

6- استرول های نامیده کلکتور از منبر عمود بر خطی اندک و تریلیو

$$I_E = I_{PE} + I_{NE}$$

$$I_{E\beta} = I_{C\beta} + I_{C0}$$

$$I_C = I_{PC} + I_{CO}$$

$$I_{C\beta} = I_{C0} + I_{CO}$$

$$I_{CO} = I_{NCO} + I_{PCO}$$

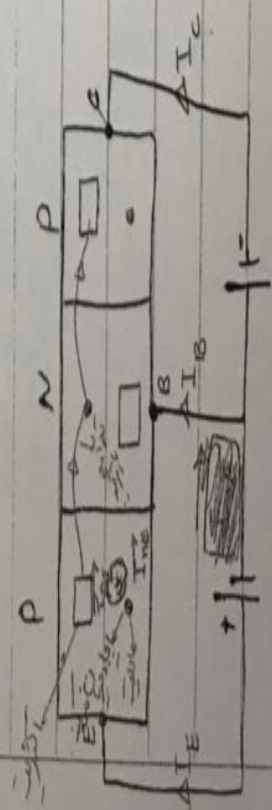
صفرها
جریان استر
جریان صفوها I_E
جریان صفوها I_{PE}
جریان صفوها I_{NE}

جریان کلکتور
جریان کلکتور استر
جریان کلکتور استر $I_{C\beta}$
جریان کلکتور استر I_{C0}

جریان اشباع دیود کلکتور - استر I_{C0}

جریان صفوها استر I_{PE}
جریان صفوها استر I_{PCO}

97, 2, 25



مؤلفه‌های جریان در ترانزیستور

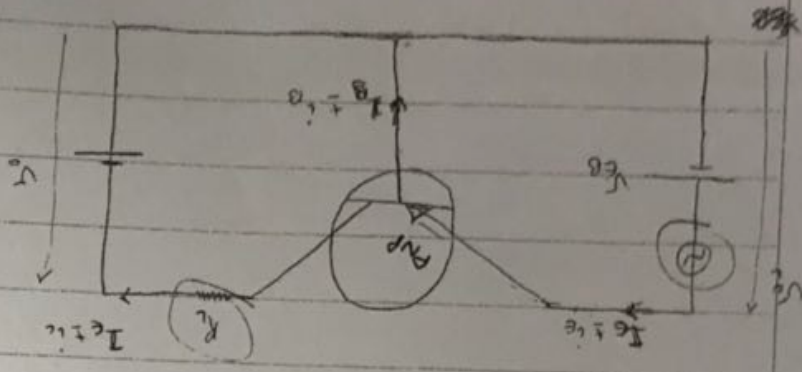
(*) چون از هر دو صفوها جریان عبور می‌دهد باید در جریان صفوها (نشان) استر

استر در این صفوها به ازای هر دو صفوها عبور می‌دهد و باید در صفوها (نشان) استر

برای صفوها در جهت جریان حرکت داریم و برای استر در جهت حرکت داریم.

صفوها
صفوها استر
صفوها استر I_E
صفوها استر $I_{PE} + I_{NE}$

کلیه مدارها در جهت استر عبور می‌دهد.



→ ترانزیستور

$I_{B100} = 1 \text{ mA} \pm 0.100 \text{ mA}$

$$I_E = I_C + I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{RC} - V_{RE}$$

موتور

BC ترانزیستور

در این مدار، ترانزیستور BC107 به عنوان یک تقویت کننده سیگنال عمل می کند. ورودی سیگنال به پایه بیس اعمال می شود و خروجی از پایه کولکتور گرفته می شود. مقاومت های R_B و R_E برای تنظیم نقطه کاری ترانزیستور در ناحیه فعال استفاده می شوند. ولتاژ V_{CE} باید در محدوده ای باشد که ترانزیستور را در ناحیه فعال نگه دارد و از سوختن آن جلوگیری کند. همچنین، ولتاژ V_{BE} باید حدود 0.7 ولت باشد تا ترانزیستور به درستی هدایت شود.

$$I_C = I_{C0} + I_{PC0}$$

$$I_C = I_{C0} + I_{PC0}$$

① ترانزیستور BC107

Subject: سیستم های دیجیتال

Year: _____ Month: _____ Data: _____

پایه بیس: NPN

پایه کولکتور: P

پایه امیتر: E

Q. Calculate the following parameters for the common emitter amplifier circuit shown below.

22

Subject: Electronics

Page: 1

Year: _____ Month: _____ Data: _____

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} > 1$$

$$V_o > V_i$$

$$\left\{ \begin{aligned} V_o &= R_L i_c \\ V_i &= R_i i_c \end{aligned} \right.$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_L i_c}{R_i i_c} = \frac{R_L}{R_i}$$

$$\alpha = \frac{i_c}{i_e} \rightarrow \text{common emitter amplifier}$$

$$A_v = \alpha \frac{R_L}{R_i} \approx \frac{R_L}{R_i} \quad | \quad R_e \gg r_e$$

$$i_e = i_c + i_b$$

$$i_e \approx i_c$$

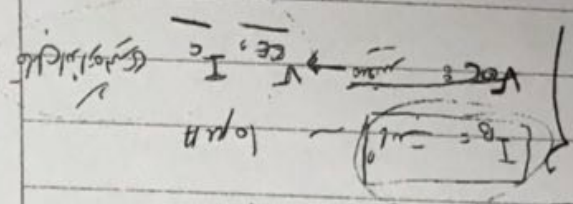
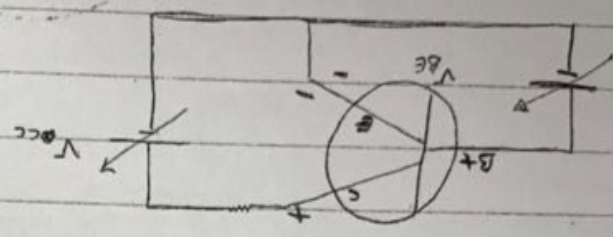
$$A_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_o i_o}{V_i i_i} = \frac{V_o i_c}{V_i i_e} \approx A_v A_i$$

The circuit is a common emitter amplifier. It is used to amplify the input signal.

Common emitter amplifier

$$I_E, I_C, I_B$$

$$V_E, V_B, V_C$$



$$\begin{aligned} I_{B4} &= 40 \mu A \\ I_{B3} &= 30 \mu A \\ I_{B2} &= 20 \mu A \\ I_{B1} &= 10 \mu A \\ I_{B0} &= 0 \end{aligned}$$

$$V_{CE}$$

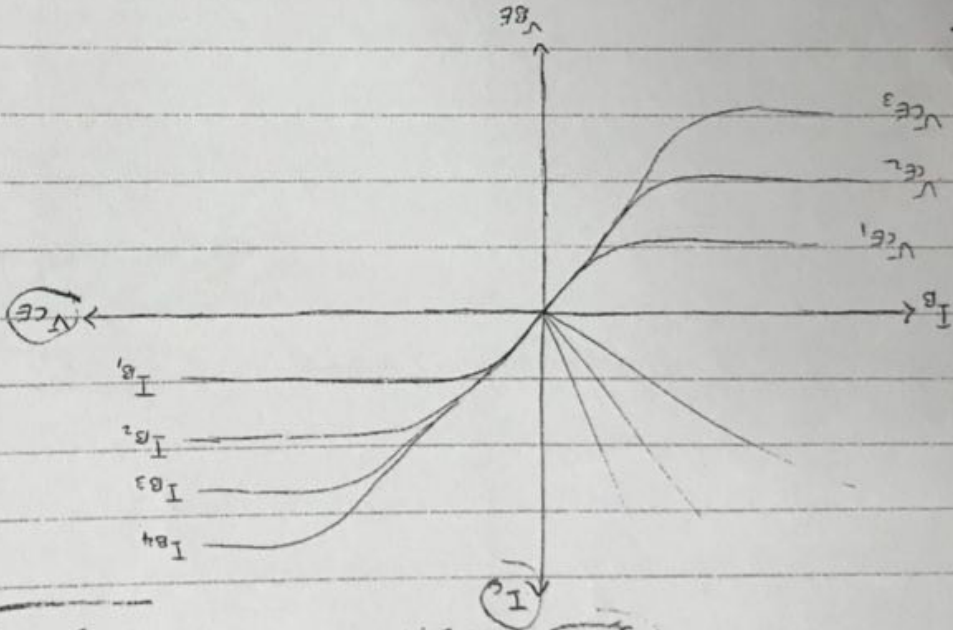
$$V_{CE}$$

تاریخ: ۱۳۹۰/۰۵/۰۵

موضوع: بررسی تغییرات دما در طول روز

هدف: تعیین دمای محیط در طول روز

روش: استفاده از دماسنج



نتیجه: دما در طول روز تغییر می‌کند

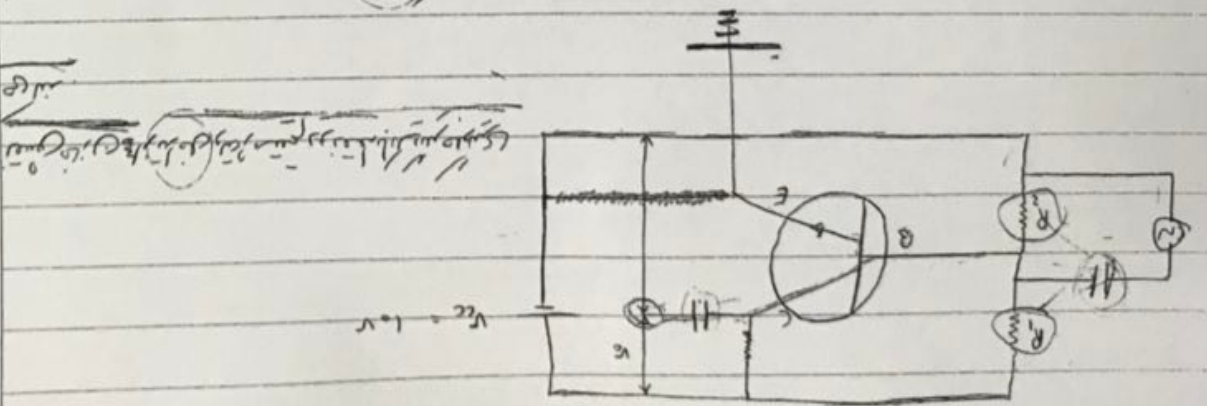
نتیجه: دما در طول روز تغییر می‌کند

نتیجه: دما در طول روز تغییر می‌کند

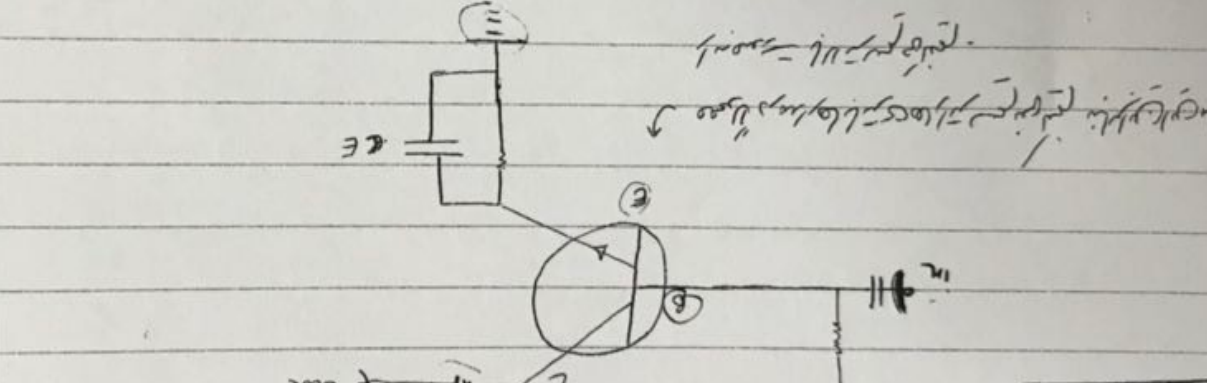
نتیجه: دما در طول روز تغییر می‌کند

نتیجه: دما در طول روز تغییر می‌کند

نتیجه: دما در طول روز تغییر می‌کند



وولتاژ خروجی



وولتاژ خروجی

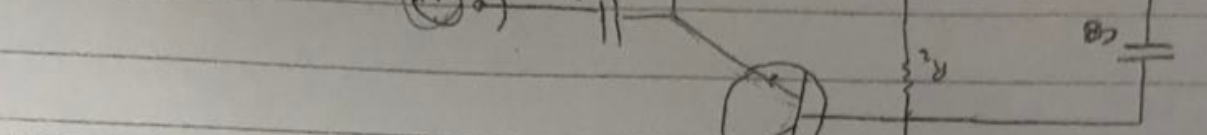
وولتاژ خروجی

وولتاژ خروجی

وولتاژ خروجی

وولتاژ خروجی

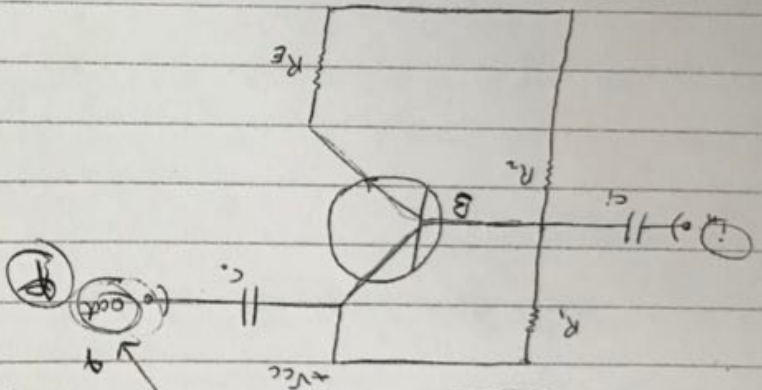
وولتاژ خروجی



بسم الله الرحمن الرحيم

3

(Faint handwritten notes at the bottom of the page)



$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) = \frac{\partial L}{\partial x}$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_C}{I_C - I_E} = \frac{1}{1 - \frac{I_E}{I_C}} = \frac{1}{1 - \frac{I_E}{I_C + I_E}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{\beta + 1}} = \beta + 1$$

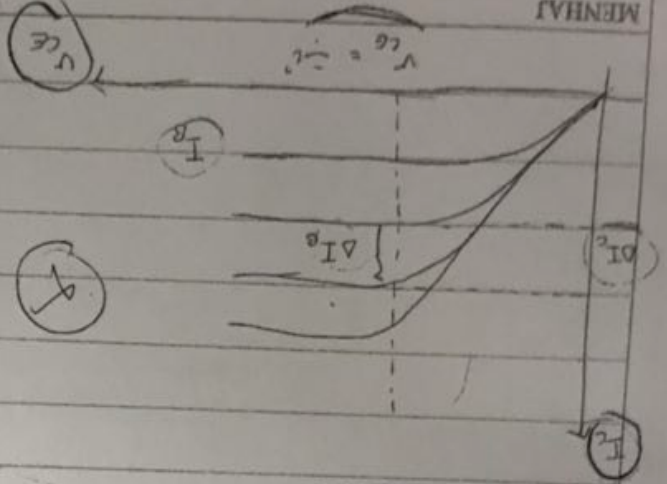
* $\partial: \pi_2 \rightarrow \pi_1$ *

[illegible]

② $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

③ $\frac{M}{2} = \frac{1}{2} \times 1000 \times 1000 \times 10^{-3}$

④ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$



Year _____
Month _____
Data _____

↑
Circuit Diagram

Subject

$$C = I_c + I_b$$

$$\frac{I_c}{I_c} = \frac{I_c}{I_c} + \frac{I_b}{I_c}$$

$$1 = 1 + \frac{\alpha}{\beta}$$

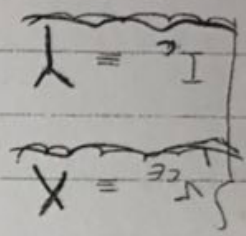
$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

↓
 β

تفاوت بین α و β در این معادله است
چون α و β هر دو در یک معادله قرار دارند

در این معادله I_c و V_{CE} را می توانیم به دست آوریم
(در این معادله I_c و V_{CE} را می توانیم به دست آوریم)



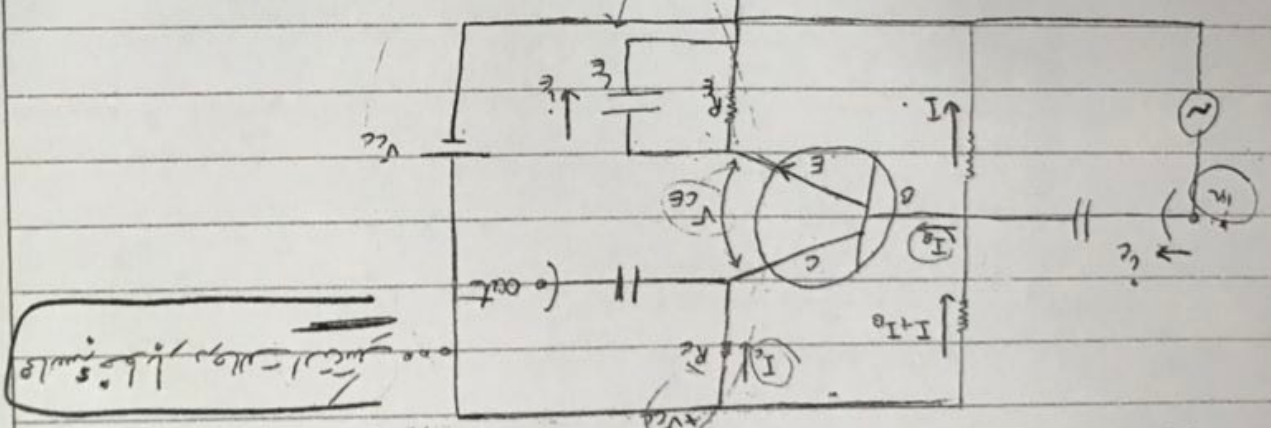
در این معادله I_c و V_{CE} را می توانیم به دست آوریم
چون I_c و V_{CE} هر دو در یک معادله قرار دارند
در این معادله I_c و V_{CE} را می توانیم به دست آوریم
چون I_c و V_{CE} هر دو در یک معادله قرار دارند

در این معادله I_c و V_{CE} را می توانیم به دست آوریم
چون I_c و V_{CE} هر دو در یک معادله قرار دارند
در این معادله I_c و V_{CE} را می توانیم به دست آوریم
چون I_c و V_{CE} هر دو در یک معادله قرار دارند

این مدار را می توان به صورت زیر نوشت:

1- معادله شارژ بارها را می توان به صورت زیر نوشت:

2- معادله شارژ بارها را می توان به صورت زیر نوشت:



$$R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E = V_{CC}$$

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$$

$$I_C \approx I_E$$

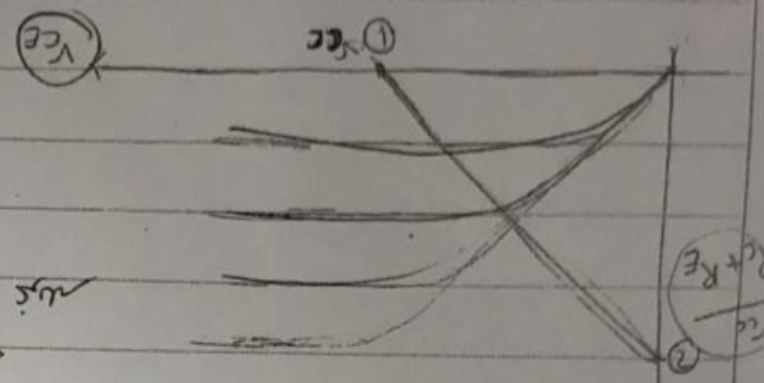
$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_B}{I_E}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E) I_C$$

$$I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC}$$

$$V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

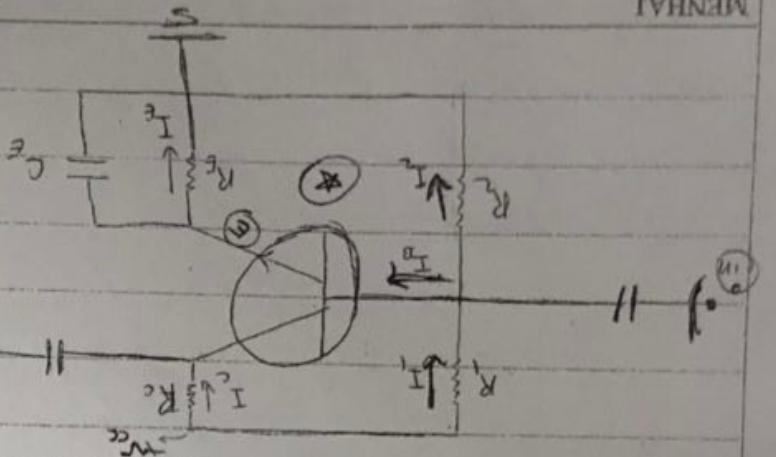
$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$$



تاریخ: ۶ شهریور ۱۳۹۵

موضوع: مدارهای ترانزیستور

نام و نام خانوادگی: ...



۱) ترانزیستور چیست؟
۲) انواع آن چیست؟
۳) مدارهای مختلف آن چیست؟

۴) نحوه کار آن چیست؟

۵) مدارهای مختلف آن چیست؟

۶) نحوه کار آن چیست؟

۷) مدارهای مختلف آن چیست؟

۸) نحوه کار آن چیست؟

۹) مدارهای مختلف آن چیست؟

۱۰) نحوه کار آن چیست؟

$$S = \frac{I_c}{I_{co}}$$

$$I_c = \beta I_b + (1 + \beta) I_{co}$$

$$I_c = \frac{\beta}{1 - \alpha} I_b + \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha} I_{co}$$

$$I_c = \alpha (I_c + I_b) + I_{co}$$

$$I_c = \alpha I_c + I_{co}$$

در مدارهای ترانزیستور، جریان خروجی را می‌توان به دو روش اندازه‌گیری کرد: یکی با استفاده از آمپرمتر و دیگری با استفاده از ولت‌متر و محاسبه از روی بار.

در مدارهای ترانزیستور، جریان خروجی را می‌توان به دو روش اندازه‌گیری کرد: یکی با استفاده از آمپرمتر و دیگری با استفاده از ولت‌متر و محاسبه از روی بار.

در مدارهای ترانزیستور، جریان خروجی را می‌توان به دو روش اندازه‌گیری کرد: یکی با استفاده از آمپرمتر و دیگری با استفاده از ولت‌متر و محاسبه از روی بار.

$$I_E = I_B + I_C$$

محاسبه ...

$I_B =$

$$V_{cc} R_2 = R_2 (R_1 + R_2) I_C - (R_1 + R_2) I_E = (R_1 R_2 + (R_1 + R_2) R_2) I_E$$

$$V_{cc} R_2 - R_1 R_2 I_C = R_2 (R_1 + R_2) I_C + R_2 (R_1 + R_2) I_E + (R_1 + R_2) V_{BE}$$

$$V_{cc} (R_1 + R_2) - R_1 V_{cc} - R_1 R_2 I_C = R_2 (R_1 + R_2) I_C + R_2 (R_1 + R_2) I_E + (R_1 + R_2) V_{BE}$$

$$V_{cc} - \frac{R_1 V_{cc}}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 R_2 I_C}{R_1 + R_2} + R_2 I_C + R_2 I_E + V_{BE}$$

$$V_{cc} - R_1 \left(\frac{V_{cc} + R_2 I_E}{R_1 + R_2} \right) = R_2 I_C + R_2 I_E + V_{BE}$$

$$\textcircled{5} \Rightarrow V_{cc} - R_1 I_1 = R_2 I_C + R_2 I_E + V_{BE}$$

$$I_1 = \frac{R_2 \left(\frac{V_{cc}}{R_2} + I_E \right)}{R_1 + R_2} = \frac{V_{cc} + R_2 I_E}{R_1 + R_2} \quad \textcircled{6} \quad I_1 \leftarrow$$

$$I_1 \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right) = \frac{V_{cc}}{R_2} + I_E$$

$$I_1 + \frac{R_1}{R_2} I_1 = \frac{V_{cc}}{R_2} + I_E$$

$$\textcircled{7} I_E = I_C + I_B \quad I_1 = \frac{V_{cc}}{R_2} - \frac{R_1}{R_2} I_1 + I_E$$

$$\textcircled{8} I_1 + I_E = I_1 \quad I_1 = \left(\frac{V_{cc} - R_1 I_1}{R_2} \right) + I_E$$

$$\textcircled{9} \quad \textcircled{2} R_2 I_2 + R_1 I_1 = V_{cc} \Rightarrow R_2 I_2 = V_{cc} - R_1 I_1 \rightarrow I_2 = \frac{V_{cc} - R_1 I_1}{R_2} \quad I_{E2}$$

$$\textcircled{5} \quad R_2 I_2 = R_2 (I_1 + I_E) + V_{BE} \rightarrow V_{cc} - R_1 I_1 = R_2 I_1 + R_2 I_E + V_{BE}$$

$$\textcircled{1} R_2 I_2 = R_2 (I_1 + I_E) + V_{BE}$$

$$I_C = \alpha I_E + I_{CO}$$

مقدار $\frac{1}{X}$ را بنویسید

مقدار I_C را بنویسید

I_C

مقدار I_C را بنویسید

مقدار I_C را بنویسید

مقدار I_C را بنویسید

مقدار I_C را بنویسید

I_C

I_C

$$I_B = \frac{V_{CC} R_2 - R_E (R_1 + R_2) I_C - (R_1 + R_2) V_{BE}}{R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E}$$

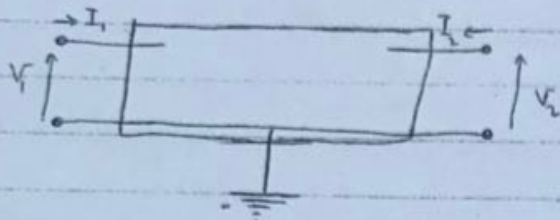
Year

Month

Date

Subject

$$Z_o = Z_i = A_p = A_i = A_r$$



توانده

$$V_1 = h_{11} i_1 + h_{12} V_2$$

$$i_2 = h_{21} i_1 + h_{22} V_2$$

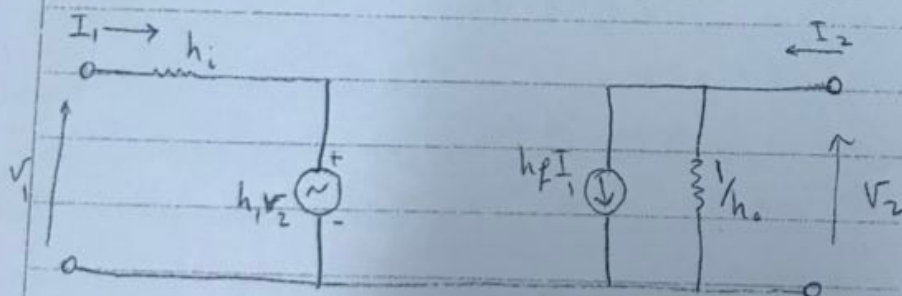
$$h_i = h_{11} = \frac{V_1}{i_1} \bigg|_{V_2=0}$$

$$h_p = h_{21} = \frac{i_2}{i_1} \bigg|_{V_2=0}$$

$$h_r = h_{12} = \frac{V_1}{V_2} \bigg|_{i_1=0}$$

$$h_o = h_{22} = \frac{i_2}{V_2} \bigg|_{i_1=0}$$

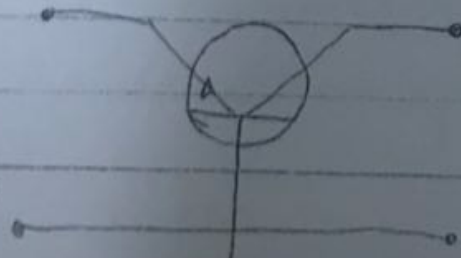
مدار معادل را باید معادل توان در ورودی و معادل توان خروجی جایگزین می کنیم



$$KVL: V_1 = h_i I_1 + h_r V_2$$

$$KCL: I_2 = h_p I_1 + \frac{V_2}{1/h_o}$$

نکته: هر ترانزیستور در حقیقت یک مدار معادل توان در ورودی و معادل توان خروجی است. بنابراین مدار معادل فوق را می توان ترانزیستور نامید



مدار معادل است و تفاوت دارد

$$S = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E}{R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E - \alpha R_1 R_2}$$

(موسری)

$$R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E - \alpha R_1 R_2$$

$$S = \frac{1 + R_E \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right)}{1 + R_E \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right) - \alpha}$$

$$= \frac{1 + R_E \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}{1 - \alpha + R_E \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}$$

$$1 + R_E \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right) - \alpha$$

$$1 - \alpha + R_E \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

از معادله بالاست آمده، می‌توانیم R_E مناسب (مردن) تقریباً گفته نفس ندارد) جایگزین خواهیم داشت:

$$S = \frac{1}{1 - \alpha}$$

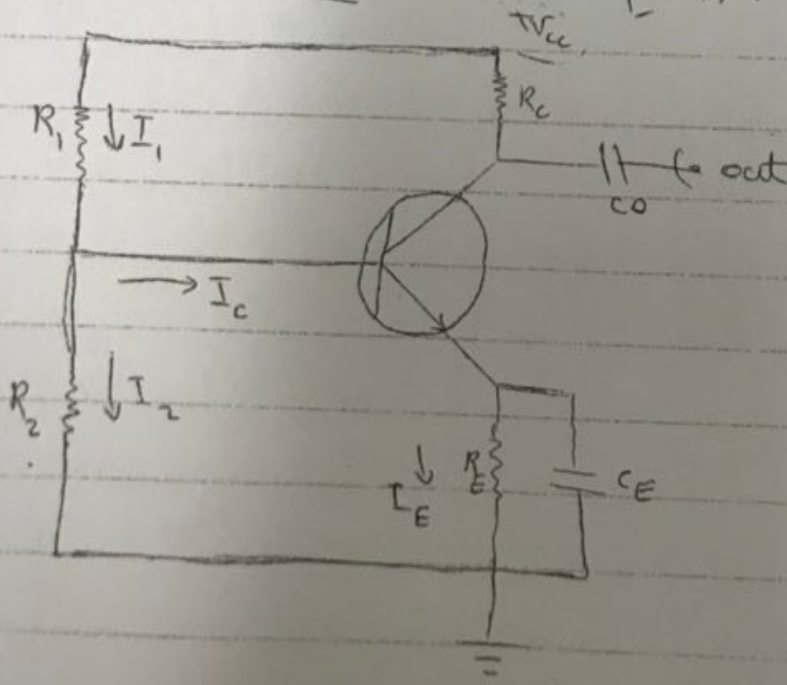
طرح تقریباً گفته...

۱- ابتدا نوع مدار، انتخاب می‌کنیم.

۲- نوع ترانزیستور، انتخاب می‌کنیم. (از مشخصه ترانزیستور)

۳- ولتاژ؟ V_{CC} ، مشخص می‌کنیم. $V_{CC} > 5V$

۴- توان ترانزیستور، در هنگام کار، از نظر قدرت می‌دهیم. $P_{CC} = 10 \text{ mW}$



محاسبات استاتیسی

$S = \frac{\partial I_c}{\partial I_{co}} = ?$ ضریب پایداری دین

$$I_B = \frac{V_{cc} R_2 - R_E (R_1 + R_2) I_c - (R_1 + R_2) V_{BE}}{R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E}$$

پس از انجام محاسبات به I_B می رسیم

$$I_c = \alpha I_E + I_{co}$$

$$I_c = \alpha (I_c + I_B) + I_{co}$$

$$\Rightarrow X = R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E$$

$$I_B = \frac{V_{cc} - R_E (R_1 + R_2) I_c - (R_1 + R_2) V_{BE}}{X}$$

$$I_c = \alpha I_c + \frac{\alpha}{X} (V_{cc} R_2 - R_E (R_1 + R_2) I_c - (R_1 + R_2) V_{BE}) + I_{co}$$

$$(I_c (1 - \alpha) + R_E (R_1 + R_2) \frac{\alpha}{X}) I_c = \frac{\alpha}{X} (V_{cc} R_2 - (R_1 + R_2) V_{BE}) + I_{co} \quad | \times 2$$

$$I_c (1 - \alpha) X + R_E (R_1 + R_2) \alpha I_c = \alpha (V_{cc} R_2 - (R_1 + R_2) V_{BE}) + X I_{co}$$

$$I_c \left(\underbrace{(1 - \alpha) X + R_E (R_1 + R_2) \alpha}_Y \right) = \alpha (V_{cc} R_2 - (R_1 + R_2) V_{BE}) + X I_{co}$$

$$I_c = \frac{\alpha (V_{cc} R_2 - (R_1 + R_2) V_{BE})}{Y} + \frac{X}{Y} I_{co} \quad I_{c \text{ قس}}$$

$$S = \frac{\partial I_c}{\partial I_{co}} = \frac{X}{Y} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E}{R_1 R_2 + R_1 R_E + R_2 R_E - \alpha R_1 R_E - \alpha R_2 R_E + \alpha R_1 R_E + \alpha R_2 R_E}$$

محاسبه امپدانس خروجی...

امپدانس خروجی هنگامی مطرح می شود که از مدار عبور یا بگذرد. بنابراین برای محاسبه امپدانس خروجی، ابتدا در شرایطی که خروجی با متعلقاتش بسته و ولتاژ اندازه گیری می کنیم. سپس خروجی را با متعلقاتش بسته و در این شرایط ولتاژ و اندازه گیری

$$V_o = E_o - \frac{V_o}{R} R_o$$

گرفته و با استفاده از این رابطه، امپدانس محاسبه می شود.

هنگامی که ترانزیستور به صورت مشترک، به صورت مشترک و به صورت مشترک در یک مدار قرار می گیرد، به صورت زیر تعریف می شوند:

	h_i	h_r	h_f	h_o
CE	h_{ie}	h_{re}	h_{fe}	h_{oe}
CB	h_{ib}	h_{rb}	h_{fb}	h_{ob}
CC	h_{ic}	h_{rc}	h_{fc}	h_{oc}

نشانهای بارده و معیاری در این جدول، اینها را می دهند

$$h_{11} = h_{ie} = h_i \approx (r_i) \quad 100 - 300 \Omega$$

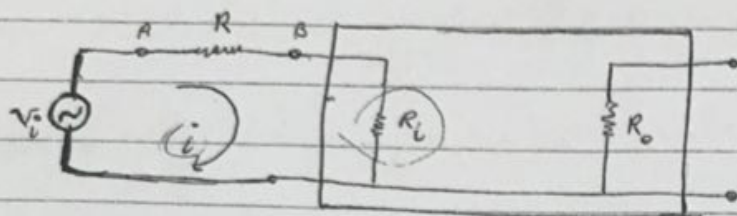
$$h_{12} = h_{re} = h_r \approx (\mu) \quad 10^{-4} - 10^{-3}$$

$$h_{21} = h_{fe} = h_f \approx (\beta) \quad 10 - 300$$

$$h_{22} = h_{oe} \approx (h_o) \rightarrow \frac{1}{h_o} = r_o \quad 10 - 20 k\Omega$$

امپدانس ورودی:

1- اگر می‌خواهیم ورودی اهمی (خالص) باشد؛ در این صورت مانند شکل زیر ترسیم می‌شود. و مقاومت به هم وصل می‌گردد.



$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{(R + R_L) i}{R_L i} = \frac{R + R_L}{R_L}$$

از آن جا که V_A و V_B و R معلوم باشند می‌توان R_L را بدست آورد.

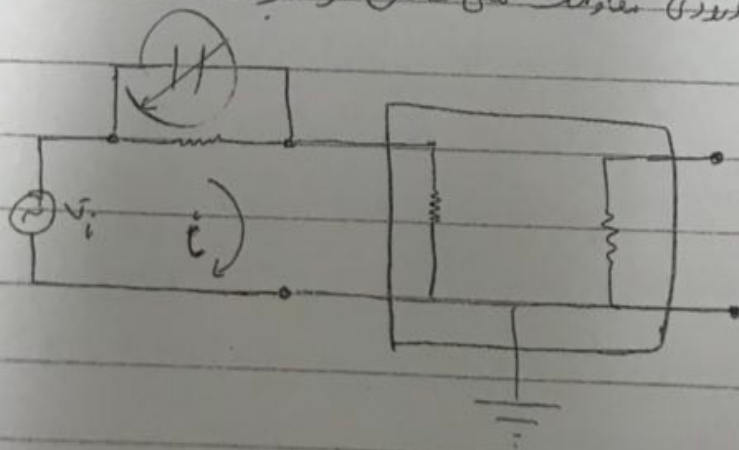
2- اگر می‌خواهیم ورودی اهمی خالص نباشد؛ در این هنگام به سلف (القایی) یا خازن (کاپاسیتیو) (متغیر القایی)

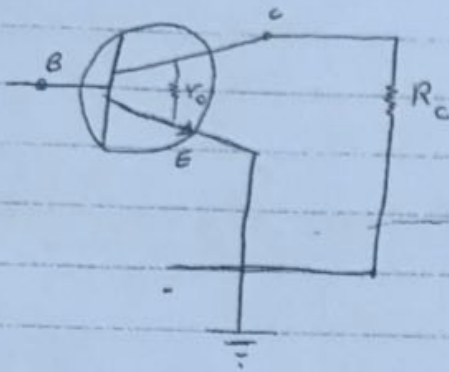
و خازنی می‌توانیم اضافه کنیم (در مدار دارند).

راهکار: برای عایق مقاومت ورودی باید اختلاف فاز را از بین ببرد، در این متغیر خازن متغیر به صورت موازی

با مقاومت R (در مدار شکل قبل) در تفریق می‌دهیم و با تغییر فرکانس خازن را تغییر می‌دهیم تا اختلاف فاز را از بین ببریم.

در این صورت اگر می‌خواهیم ورودی مقاومت اهمی خالص خواهد بود.





$$R_L = r_o \parallel R_C = 10^3 \parallel 10^3 = 10^3 = R_C$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{v_c}{v_B}$$

$$A_i = \frac{i_o}{i_i} = \frac{i_c}{i_B} = ?$$

$$\text{KVL : } r_i i_B + v_B = v_B \quad (1)$$

$$\text{KCL : } i_c = \beta i_B + \frac{v_c}{r_c} \quad (2)$$

$$\text{KVL : } v_c = -R_L i_c \quad (3)$$

$$(2), (3) \rightarrow i_c = \beta i_B + \left(\frac{-R_L i_c}{r_c} \right) \rightarrow i_c \left(1 + \frac{R_L}{r_c} \right) = \beta i_B$$

$$\frac{i_c}{i_B} = \frac{\beta}{1 + \frac{R_L}{r_c}}$$

$$\frac{i_o}{i_i} = A_i = \frac{i_c}{i_B} = \frac{\beta}{1 + \frac{R_L}{r_c}} \approx \beta$$

$$\frac{P_o}{P_i} = A_p = A_v A_i$$

$$\frac{v_i}{i_i} = z_i = \frac{v_B}{i_B} \approx r_i$$

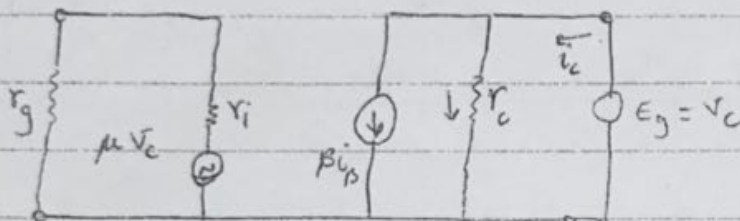
یعنی از کار بردهای تقریبی گفته شده است مستقر به دلیل تقریبی توان است. زیرا توان منبع از خروجی تقویت می‌کند.

$$A_p = A_v A_i$$

امپدانس خروجی:

امپدانس خروجی هنگامی مطرح می‌شود که بار را بکنشیم. بنابراین ورودی و توان و درودی و اتصال کوتاه می‌دهیم و می‌توانیم

منبع با هم می‌ماند و در سمت خروجی به جای صاف و ولتاژ / فیان قرار می‌دهیم که هیچ منبعی در خروجی تغییر نکند.



$$Z_o = \frac{V_c}{i_c} = \frac{E_g}{i_c}$$

$$i_c = \beta i_B + \frac{E_g}{r_c} \rightarrow -\mu(E_g) = (r_g + r_i) i_B$$

$$E_g = \frac{-(r_g + r_i) i_B}{\mu}$$

$$Z_o = \frac{E_g}{\beta i_B + \frac{E_g}{r_c}} = \frac{\frac{-(r_g + r_i) i_B}{\mu}}{\beta i_B + \frac{1}{r_c} \left(\frac{-(r_g + r_i) i_B}{\mu} \right)}$$

$$Z_o = \frac{(r_g + r_i) r_c}{-\beta i_B \mu + \frac{(r_g + r_i) r_c}{r_c}} = \frac{1}{\frac{1}{r_c} - \frac{\beta \mu i_B}{(r_g + r_i) i_B}}$$

$$Z_o = \frac{r_c}{1 - \frac{\beta \mu r_c}{r_g + r_i}}$$

$$\frac{V_o}{i_o} = Z_o = \frac{V_c}{i_c}$$

$$A_i = \frac{i_c}{i_b} = \frac{\beta}{1 + \frac{R_e}{r_c}} \rightarrow i_c = \frac{\beta i_b}{1 + \frac{R_e}{r_c}}$$

$$\textcircled{1}, \textcircled{3} \rightarrow V_B = r_i i_b + \mu (-R_e i_c)$$

$$V_B = r_i i_b - \mu R_e \left(\frac{\beta i_b}{1 + \frac{R_e}{r_c}} \right)$$

$$V_B = i_b \left(r_i - \frac{\mu \beta R_e}{1 + \frac{R_e}{r_c}} \right) \rightarrow Z_i = \frac{V_B}{i_b} = r_i - \frac{\mu \beta R_e}{1 + \frac{R_e}{r_c}}$$

$$A_v = \frac{V_c}{V_B} = \frac{-R_e i_c}{Z_i i_b} = \frac{-R_e A_i}{Z_i} = \frac{-R_e \frac{\beta}{1 + \frac{R_e}{r_c}}}{Z_i}$$

$$A_v = \frac{-R_e \frac{\beta}{1 + \frac{R_e}{r_c}}}{r_i - \frac{\mu \beta R_e}{1 + \frac{R_e}{r_c}}} = -R_e \beta \left(\frac{1}{r_i - \frac{\mu \beta R_e}{1 + \frac{R_e}{r_c}}} \right)$$

$$A_v = -R_e \beta \left(\frac{1}{r_i + \frac{R_e r_i}{r_c} - \frac{\mu \beta R_e}{1 + \frac{R_e}{r_c}}} \right) = -R_e \beta \frac{1}{r_i + \frac{R_e r_i}{r_c} - \mu \beta R_e}$$

$$A_v = \frac{-R_e \beta}{r_i} \left(\frac{1}{1 + \frac{R_e}{r_c} - \frac{\mu \beta R_e}{r_i}} \right)$$

$$\Rightarrow A_v = -R_e g_m \frac{1}{1 + R_e \left(\frac{1}{r_c} - \frac{\mu \beta}{r_i} \right)}$$

$$g_m = \frac{\beta}{r_i}$$

$$g_m R_e$$

$$1 + R_e \left(\frac{1}{r_c} - \frac{\mu \beta}{r_i} \right)$$

کدام صفتی است که در اینجا ذکر شده؟ فرکانس و ولتاژ، یعنی فرکانس و ولتاژ 180° اختلاف

فاز دارد. البته در اینجا ذکر شده که اختلاف فاز کمتر از 180°