

* الکترونیک صنعتی (قدرت) (power electronic)

* بیارم بیدی نوات ← بیان ترم ۱۲ نمره
میان ترم ۶ نمره
مفالیات کلاسی (تمرین، کوئیز، نظم کلاسی) ۲ نمره

* نوات اضافی ← سمینار ۲ نمره
جزوه ۰.۵ نمره
تلفن همراه ۰.۵ نمره
حضور و غیاب

* منابع درسی : 1) power electronics circuit, Devices and application, Rashid.

ترجمه دست‌نویس‌های اشارات (4th addition, 2014 نیاز دانش

2) power electronics hand book. Rashid

3) power electronics-cyiril-lander ترجمه اشارات خداسان

4) الکترونیک قدرت، ترجمه ذوالقدر اشارات دانشگاه

5) کنترل موتورهای الکتریکی، ترجمه دکتر میلی منفرد، اشارات شریف

6) ocw.mit.edu/courses

عنوان های (۱) تا (۳) حذف شده است

(۱) تفاوت مدارات الکترونیک صنعتی با الکترونیک سافت
(۲) طراحی مدارات الکترونیک صنعتی
Thyristor
MOSFET
IGBT

(۳) مدارهای پاور الکترونیک
تلفاز
مفاز
جذب تلفاز
تدریجی بارهای مختلف

(۴) الکترونیک های کنترل موتور
تلفاز
مفاز
جذب تلفاز
تدریجی بارهای مختلف
تدریجی مدارهای فرمان و کنترل

(۵) مبدل های AC به AC

(۶) روش های کنترل موتور

(۷) مبدل های DC به DC

(۸) مبدل AC به DC

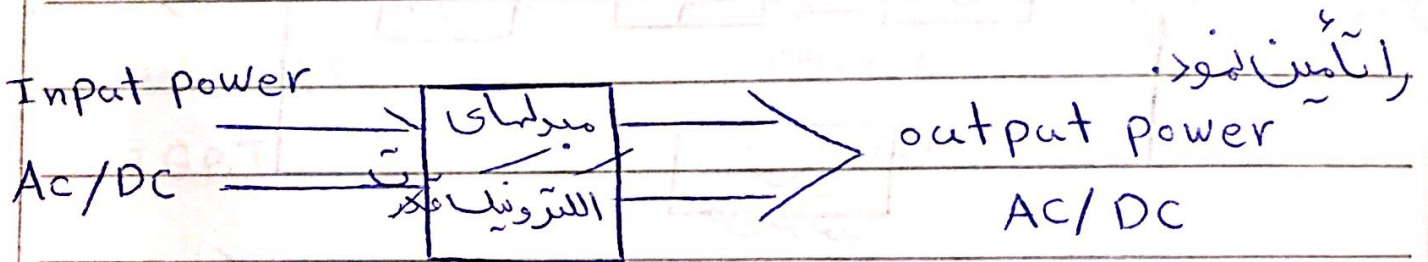
(۹) درایورهای موتورهای DC

(۱۰) درایورهای موتورهای AC

موضوع الکترونیک صنعتی، پردازش توان الکتریکی است.

الکترونیک صنعتی یا الکترونیک قدرت مبحثی از مهندسی الکترونیک است که از پردازش انرژی الکتریکی صحبت می‌کند به همین دلیل دانش در می‌یابیم که چگونه با مبدل‌های الکترونیک

قدرت می‌توان از منبع انرژی الکتریکی موجود، انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده

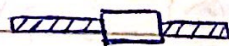


AC → DC Rectifier = نیکوساز

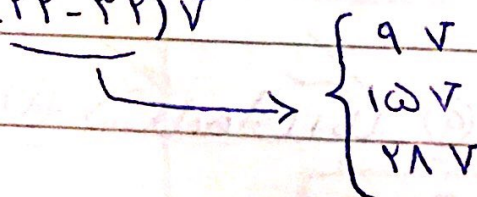
AC → AC ⇒ مثال: درایو موتور و موتور AC (converter)

DC → AC ⇒ مثال: نیروگاه خورشیدی (Inverter)

DC → DC ⇒ مثال: برق ماشین (chopper)



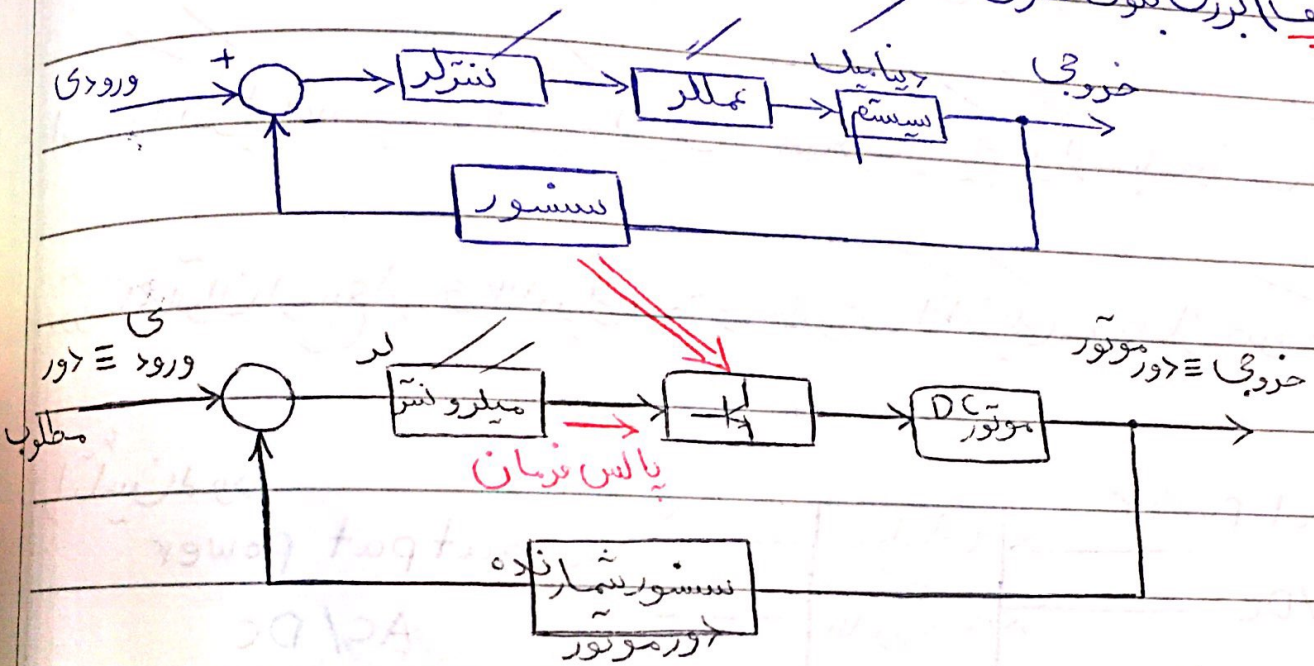
(۲۲-۳۲) V



در ترکیب دانش‌ها الکترونیک، کنترل و قدرت

مثال: کنترل دور یک موتور DC

الف) بررسی بلوک کنترلی



کاربرد الکترونیک صنعتی در لیمه دارهایی که باید در آن توان مرتبط هستند می باشد

که به عنوان نمونه به موارد زیر می توان اشاره کرد

۱- کنترل دور موتورهای الکتریکی ۲- کنترل ساندرفینوژها و آلترها

۳- دیورها ۴- منابع تغذیه ۵- مدارهای برقی ۶- خودروهای برقی

۷- دستگاه های جوش ۸- دستگاه های ابزار ۹- منابع تغذیه لیزر

۱۰- ستاب دهنده ها ۱۱- دستگاه های نمونه ۱۲- ماشین های اداری

۱۳- جریقی و بالابر ۱۴- لوره های الیتریکی

* برخی از ادوات پیرا بار بود در الیتریکی صنعتی :

- power diode

- power transistor

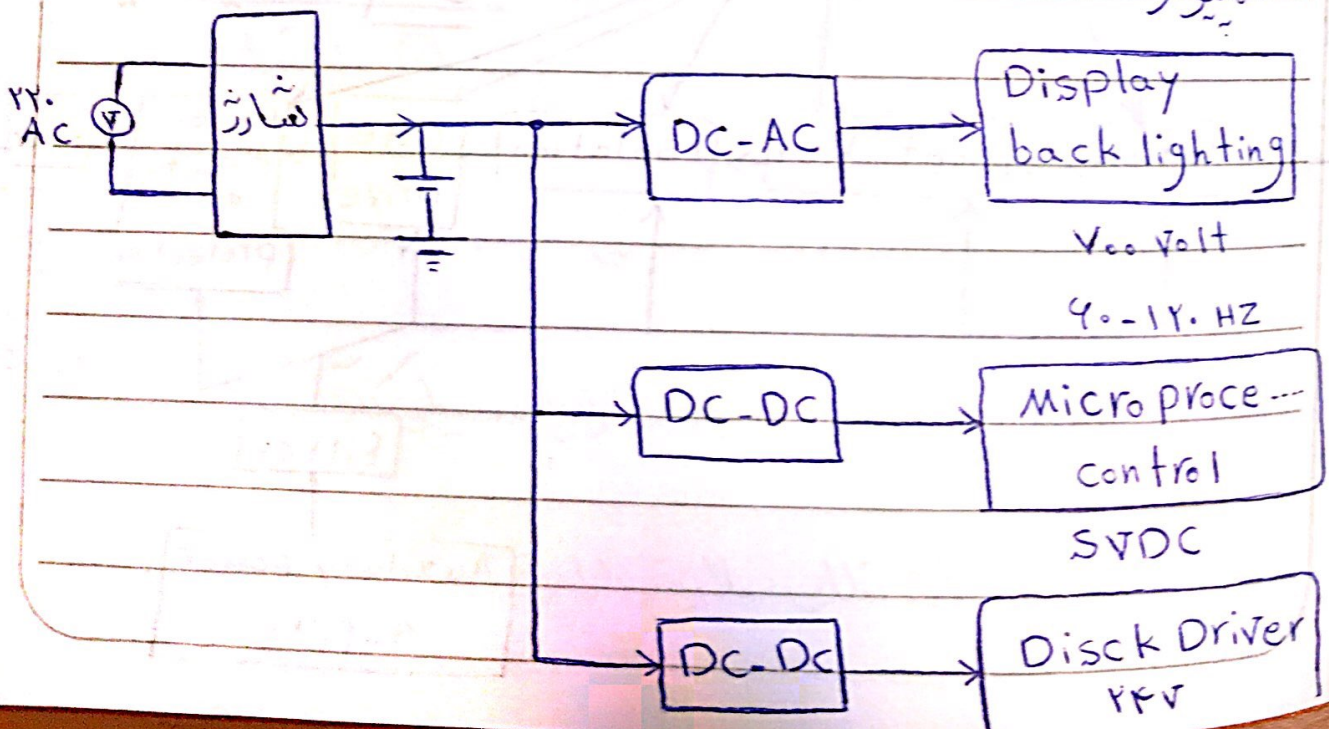
Thyristor {
SCR
Diac
Triac
GTO
SCS

- MoS FET

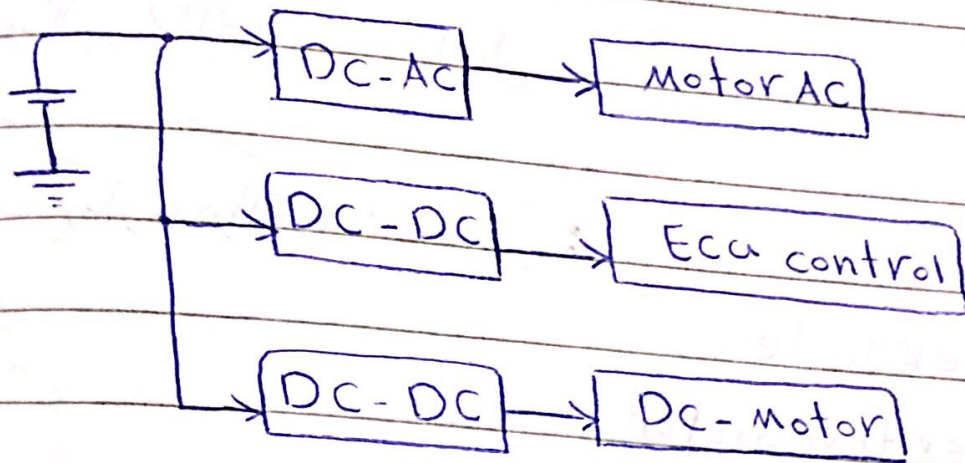
- IGBT

لا بری چند نمونه بلوک دیاگرام توزیع توان الیتریکی

۱- لامپوتر



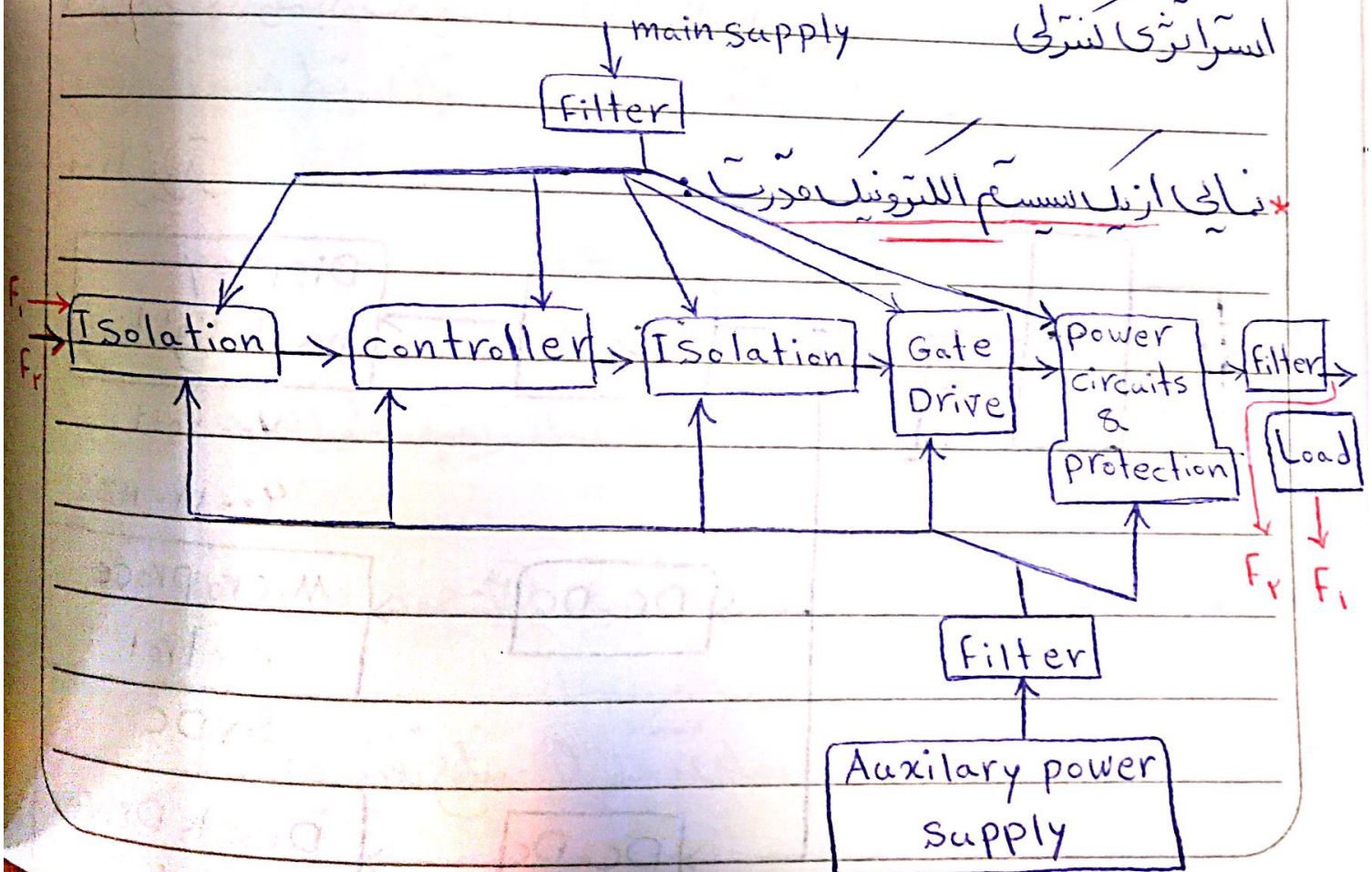
۲- توزیع انرژی الکتریکی در خودرو برقی



* طراحی سیستم الکترونیک قدرت ← ① طراحی مدارهای قدرت

② طراحی مدارهای انرژی و فرمان و تحریک ③ حفاظت عناصر قدرت ④ تعیین

استراتیژی انرژی



* طراحی از نظر سیستم الکترونیک قدرت

* جنس نیمه هادی های قدرت: سیلیکون ① - ژرمانیم: به دلیل آلوده سازی

خیلی سریع الکترونی لایه آخر، قابلیت تحمل ولتاژ و همچنین قابلیت اتم عبور جریان در

مراهای الکترونیک صنعتی کاربرد ندارد.

③ - سیلیکون لارید (SiC): الکترونی لایه آخر SiC در معایب با سیلیکون، برای

رسیدن به تراژ هدایت به ۳ برابر انرژی بیشتری نیاز مندند، لذا قابلیت تحمل ولتاژ و تحمل

جریان عنصر بیشتر است. در یک ابعاد برابر، SiC ده برابر تحمل ولتاژ بیشتری دارد.

مثال: MOSFET ۴A-SiC → 10 kV

IGBT ۴A-SiC → 13 kV

* انواع دست بندی قطعات: ① مدل آزمایشگاهی ② مدل تجاری

③ مدل صنعتی: قطعاتی که آزمونی محیطی شبیه دما، رطوبت، فشار، ضربه،

نور آفتاب و غیره را پاس کرده اند و می توانند در شرایط محیطی کارایی داشته باشند.

④ مدل نظامی: قطعات نظامی، علاوه بر دارا بودن ویژگی های قطعات صنعتی

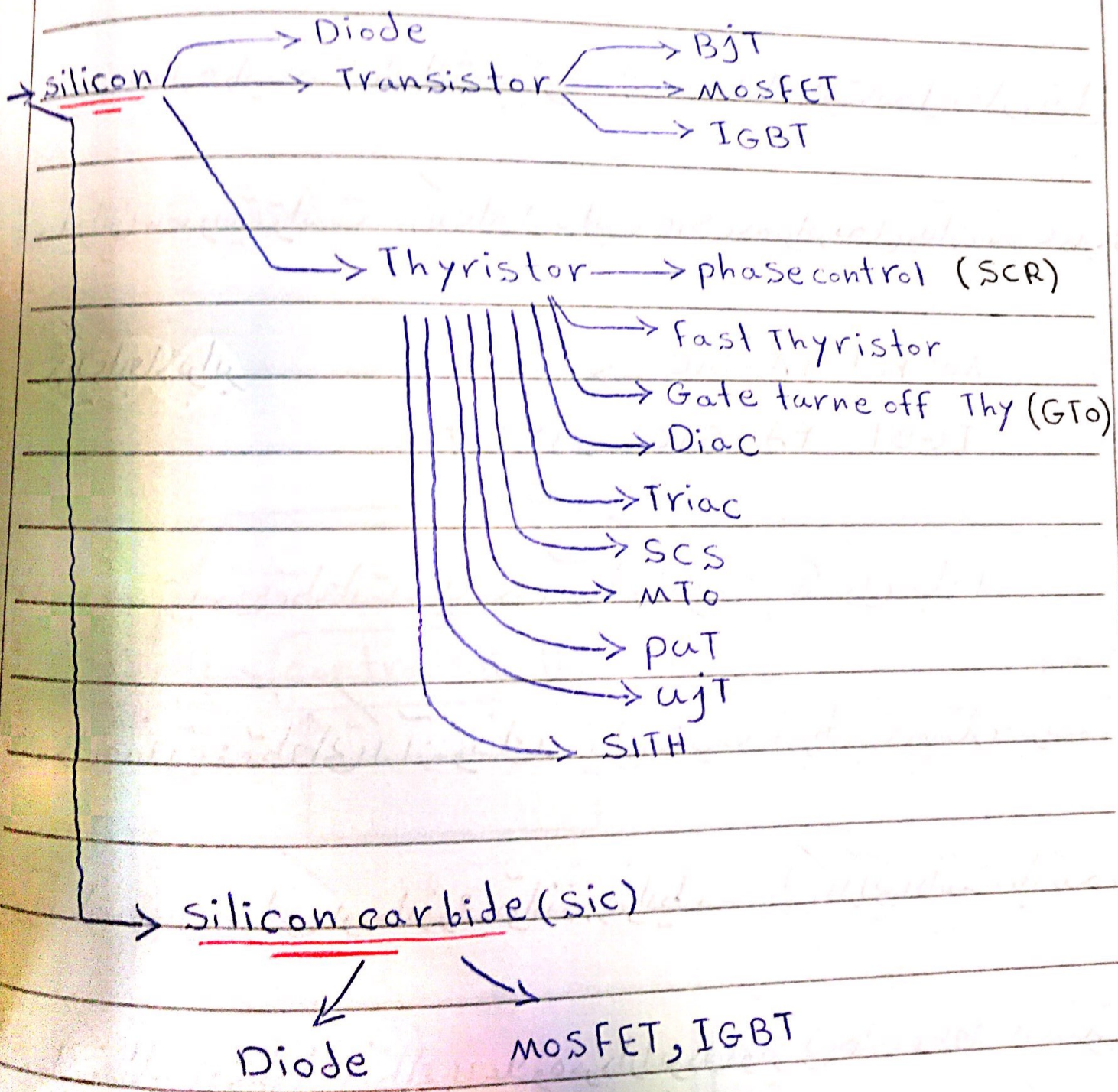


در برابر مخاطرات الکتریکی مثل سآب، ضربه، شورت، بار تقاضا و... هم ایمن بوده و

لارایی خود را حفظ می کنند.

⑤ - مدل قضایی: لارایی در برابر شوکهاست ایسانی.

در دست بندی المانهای نیمه هادی قدرت



لا برسی استفاده انسانی نیز هادی قدرت در وارد زبیر:

منبع تغذیه سوئیچینگ: MOSFET توان بالا IGBT

قطار برقی: MOSFET توان کم IGBT توان زیاد، فرکانس

خطوط انتقال انرژی الکتریکی DC: Thyristor (ولتاژهای بالا)

خودروی برقی: MOSFET DC Triac (دو طرف استفاده کنیم) AC

کوره آلمانی: Triac (دو طرفه)

دستگاه جوش: جریان ۲۰۰A، ۱۰۵V، ۳۰۰W هم از MOSFET IGBT

* دسته بندی بر اساس سیگنال فرمان <= ① روشن و خاموش شدن غیر کنترل شده

② روشن شدن کنترل شده و خاموش شدن غیر کنترل شده (Diac, Diode)

③ روشن و خاموش شدن کنترل شده (MOSFET) BJT (SCR, Triac, puT, ...)

④ سیگنال فرمان بصورت پیوسته (IGBT, MOSFET, IGBT) BJT و ...

⑤ سینال فرمان احطای (SCR, Triac, SCS, GTO و ...)

⑥ قابلیت جریان دهی و طرفه (Triac, Diac, ...)

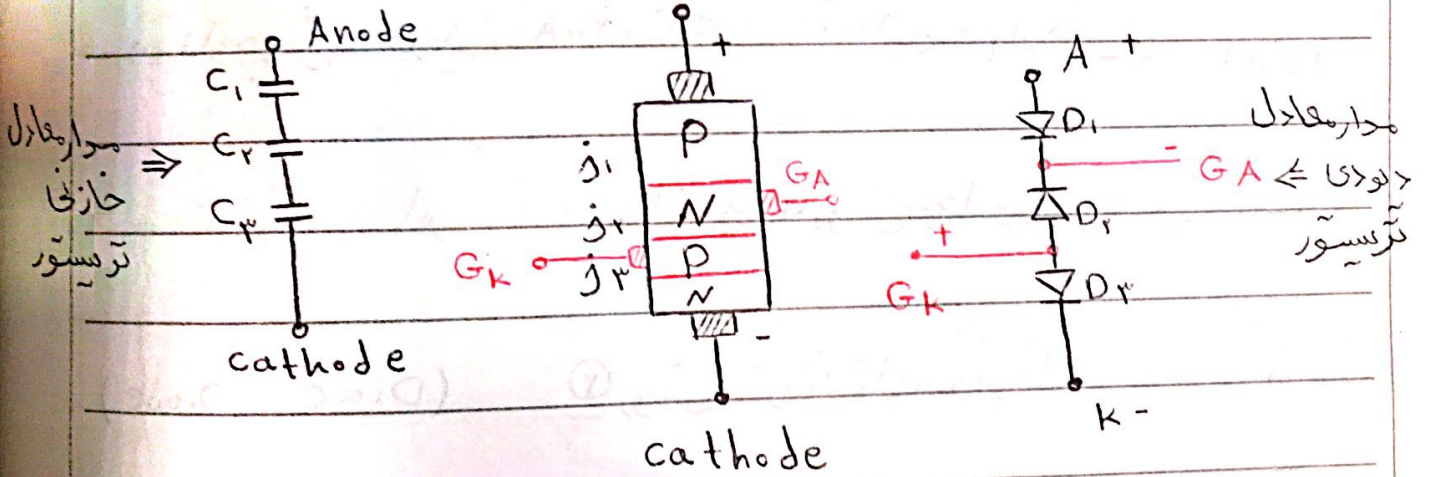
⑦ قابلیت جریاندهی یک طرفه (Diod^e, IGBT, MosFET, Tzj و ...)

⑧ قابلیت تحمل ولتاژ از دو قطب (خانواده Thyristor غیر از Diac)

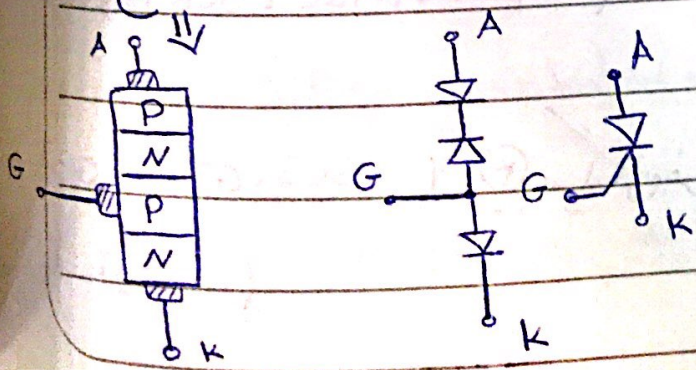
فصل دوم:

* قطعات و الیای نیم هادی قدرت: ۱- قطعات چهار پیوندی ←

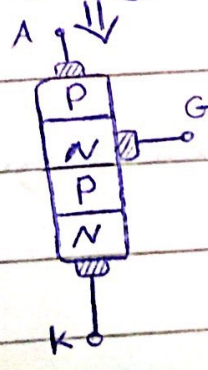
Thyristor (SCR)



(p-type نوع (SCR))



(n-type نوع (SCR))



نیاز به حفاظت دارد.

روش های روشن کردن SCR: ① - روش های مسهل از پایه بیست ←

① روش اعمال تغییرات ولتاژ $i_c = c \frac{dv_c}{dt}$ ② روش اعمال ولتاژ بیس از ولتاژ

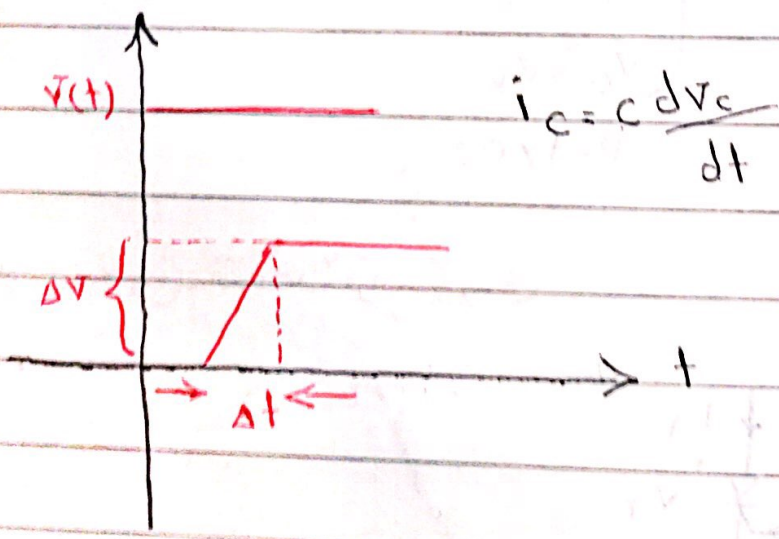
شلت دیودها ③ اعمال نور، حرارت و ضربه

« ۱، ۱۲، ۹۵ » « جاس سو »

ادامه فصل دوم:

روش های روشن کردن ترستور: ① بدون اعمال فرمان بیست ←

۱- $\frac{dv}{dt}$ ۲- ولتاژ بیس ترانزیست ۳- نور و حرارت و ضربه



$$i_c = c \frac{dv_c}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

مثال) در یک ترنسیستور نوع P مقدار ظرفیت معادل پیوندها $2.0 \mu\text{F}$ می باشد و اگر

جریان لازم برای روشن شدن ترنسیستور 14 mA باشد. ظرفیت حد اکثر تغییرات

ولتاژ دوسر ترنسیستور.

$$\begin{cases} C = 2.0 \mu\text{F} \\ i = 14 \text{ mA} \\ \frac{dV}{dt} = ? \end{cases} \quad i_c = C \frac{dV_c(t)}{dt}$$

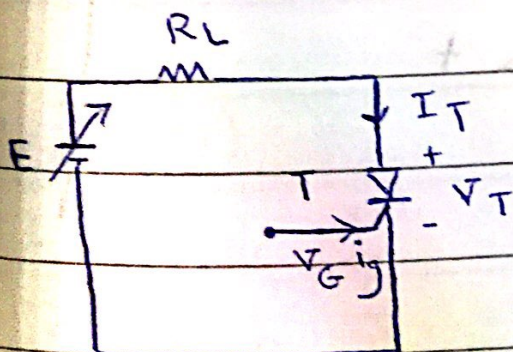
$$\Rightarrow \frac{dV_c}{dt} = \frac{i_c}{C} = \frac{14 \times 10^{-3}}{2.0 \times 10^{-6}} = 7000 \left(\frac{\text{V}}{\mu\text{s}} \right)$$

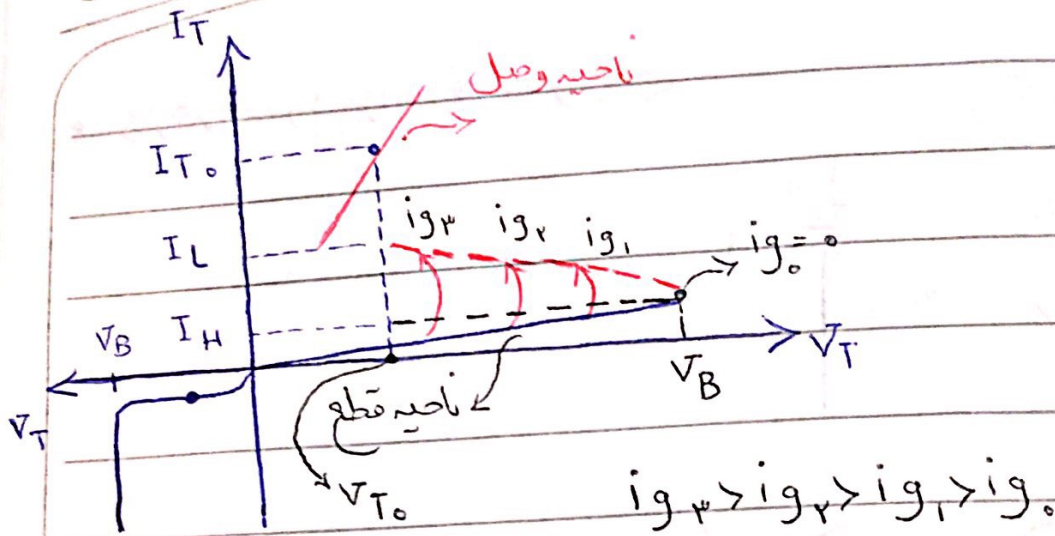
② روشن کردن ترنسیستور با اعمال فرمان بیداریت

$$\begin{cases} V_A > V_K \\ I_T > I_L \\ V_G < V_A \end{cases} \quad \begin{cases} V_A > V_K \\ I_T > I_L \\ V_G > V_K \end{cases}$$

N-Type P-type

* بررسی منحنی مشخصه ترنسیستور





حد اقل مقدار جریان عبوری از ترنسیستور در ناحیه وصل: I_L (latch current)

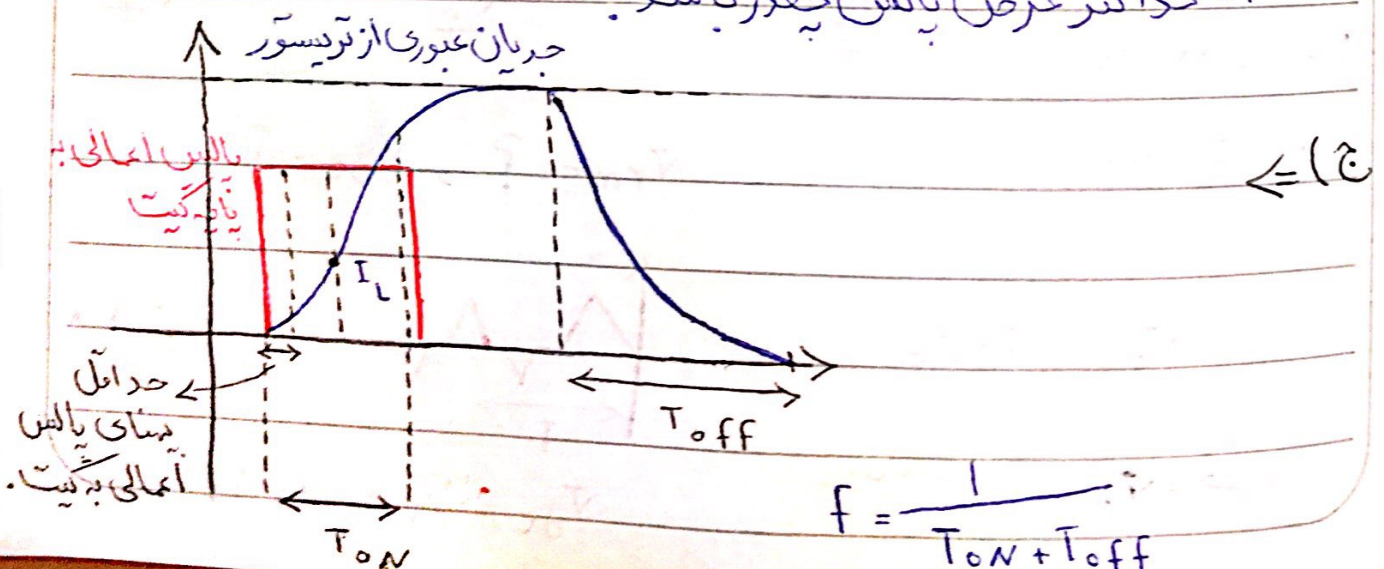
حد اکثر مقدار جریان عبوری از ترنسیستور در ناحیه قطع: I_H (Holding current)

* خاموش کردن ترنسیستور \leftarrow ① کاهش جریان ترنسیستور به مقدار کمتر از I_H

② تغییر ولتاژ ترنسیستور $V_A < V_K$

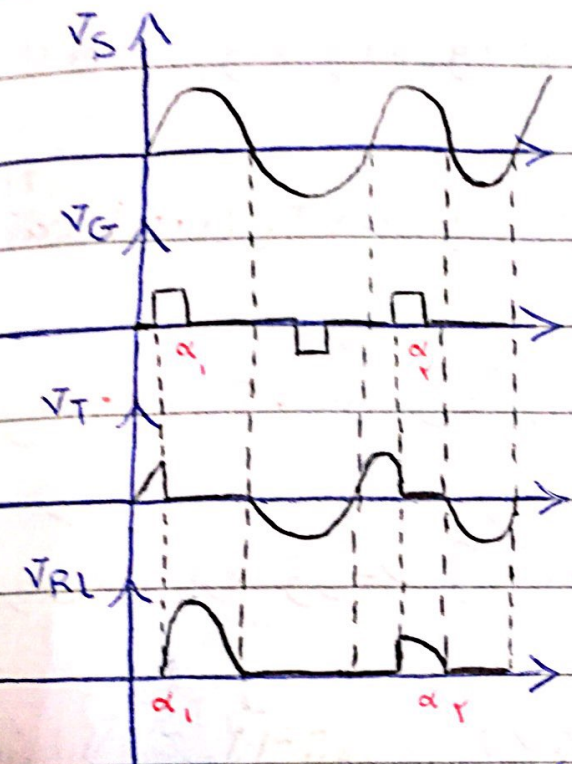
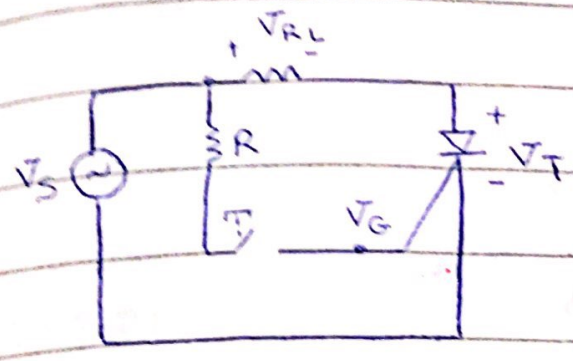
سوال ۱- حداقل عرض پالس چقدر باشد؟

۲- حداکثر عرض پالس چقدر باشد؟



$$f = \frac{1}{T_{on} + T_{off}}$$

* مدارهای تحریک (آسن) ترستور ←



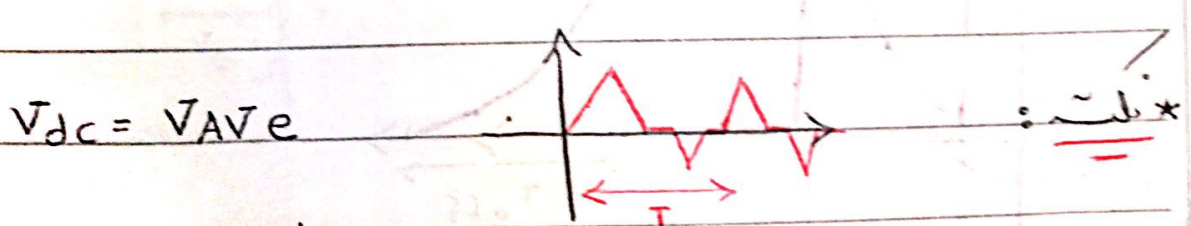
* تمرین: محاسبه مقدار V_{dc} و V_{rms} (سؤال مدار قبلی) اگر: ①

الف) $\alpha = 30^\circ$ ب) $\alpha = 150^\circ$ ج) $\alpha = 135^\circ$

$V_m = 22 \cdot \sqrt{2}$

$f = \omega \cdot \text{Hz}$

نتیجه: $V_{dc} = ?$ و $V_{rms} = ?$

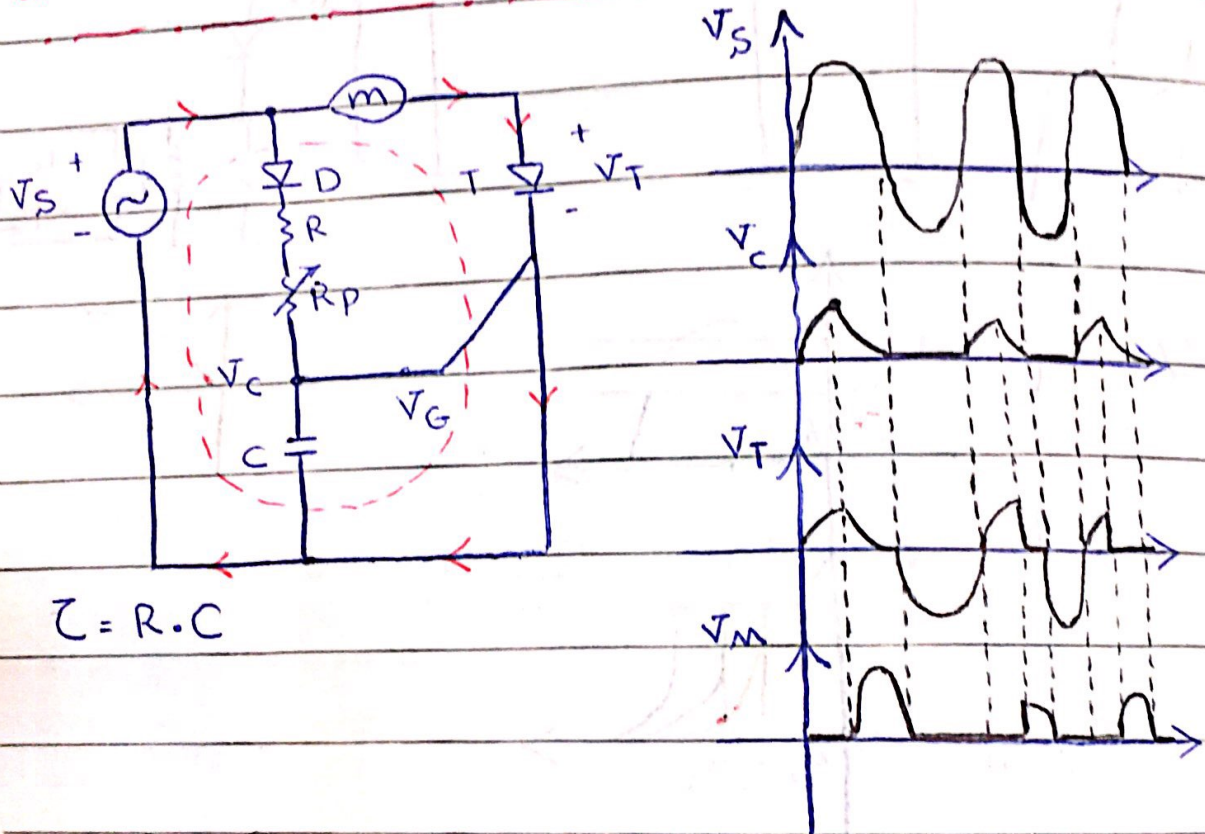


$V_{dc} = \frac{\text{ساعت}}{T}$

$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_T v(t) dt$

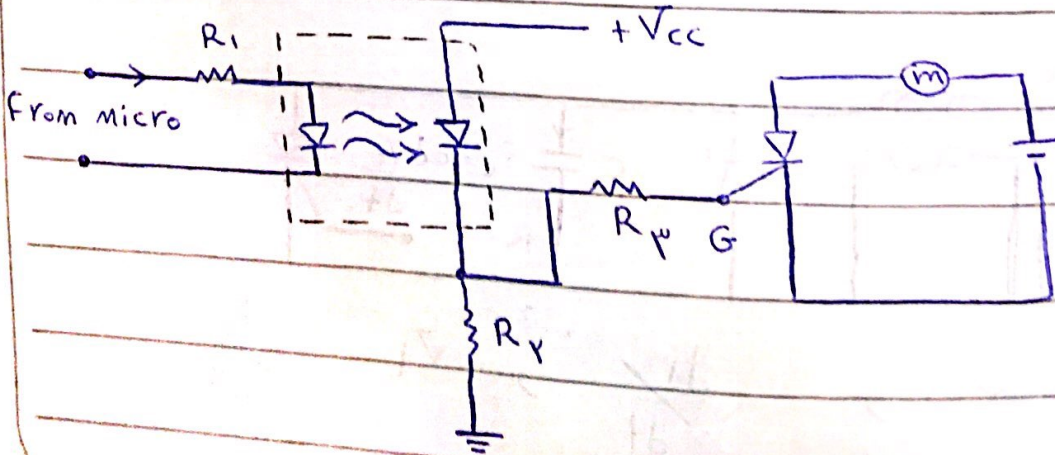
$$V_{rms} = V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

ج الف $\Rightarrow V_{dc} = \frac{1}{T} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t$

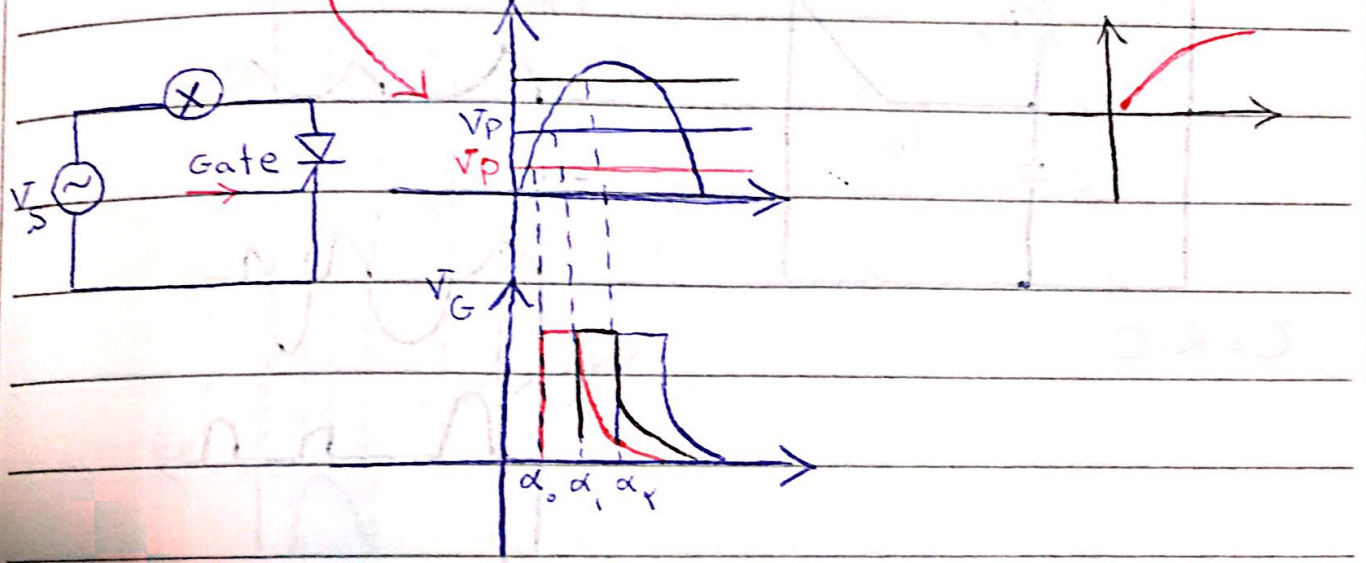
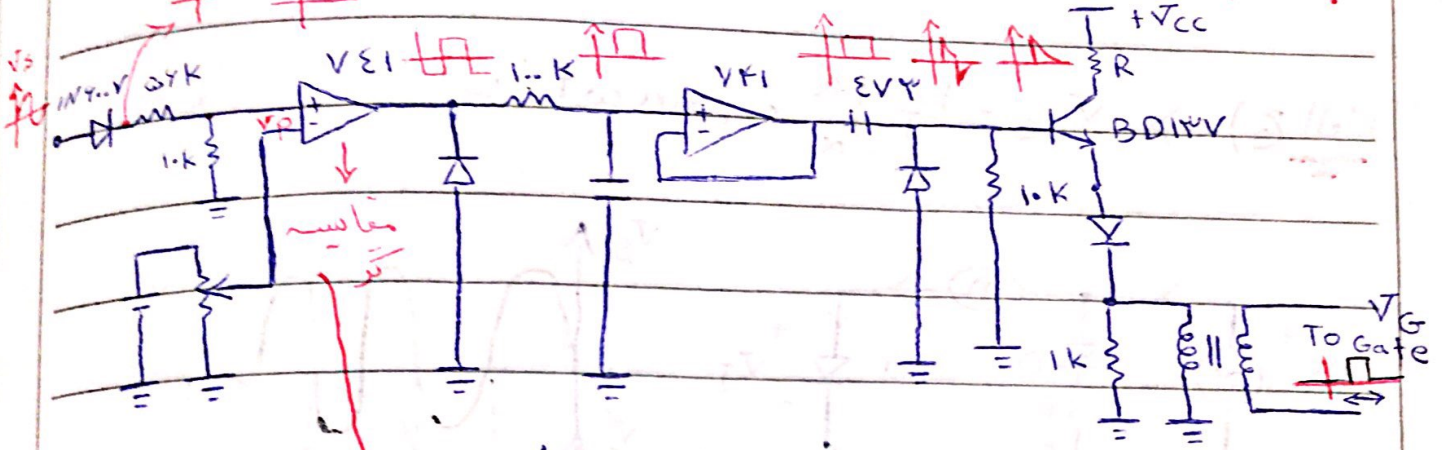


مدار بالا مدار دیر است۔ ولتاژ بار (تفزیه) را از طریق آن سنترلی کنیم۔

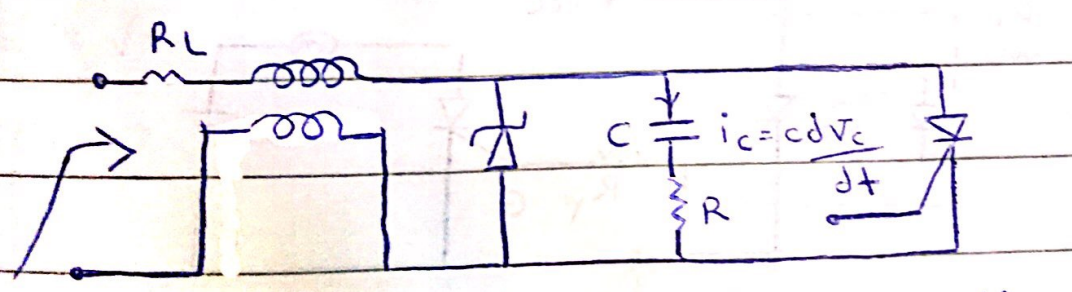
* مدار تحریک بصورت دیجیتالی (با استفاده از میکرو) ←



* بررسی مدار آنالوگ تحریک ترستور بصورت صفتی



* حفاظت ترستورها: $\frac{dV}{dt}$ حرارتی
 سری و موازی کردن

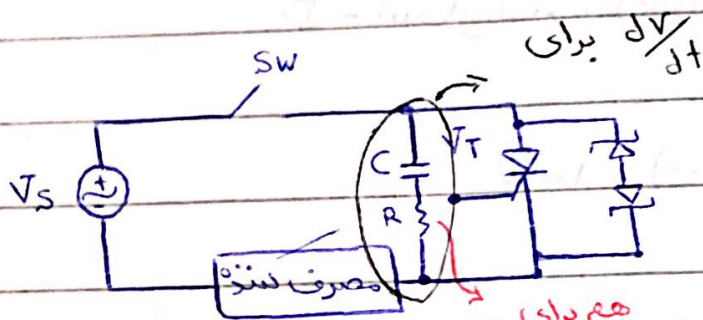


$\alpha_L = L\omega$; $\frac{di}{dt}$; $V_L = L \frac{di}{dt}$

ترسیسوره

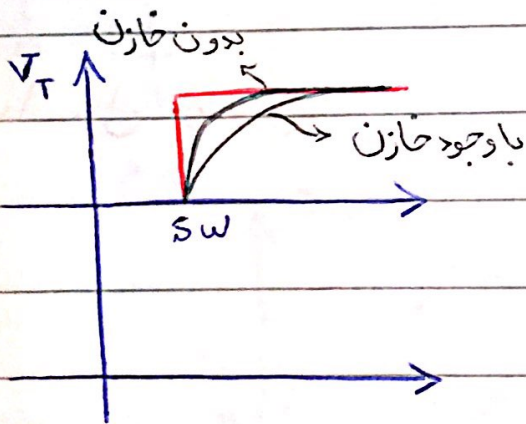
مدارهای کموتاسیون ←

- ۱- ولتاژ بالا
 - ۲- حرارت و ضربه
 - ۳- $\frac{dV}{dt}$
 - ۴- $\frac{di}{dt}$
- ← حفاظت ترسیسوره ←



① ولتاژ زیاد ←

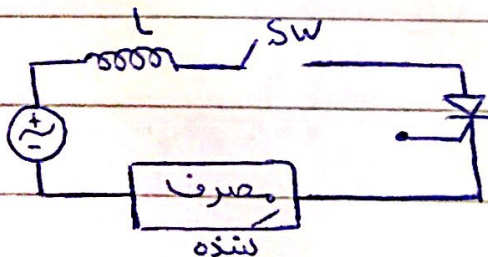
هم برای خازن و هم اینده اتصال کوتاه اتفاق نیوفتد.

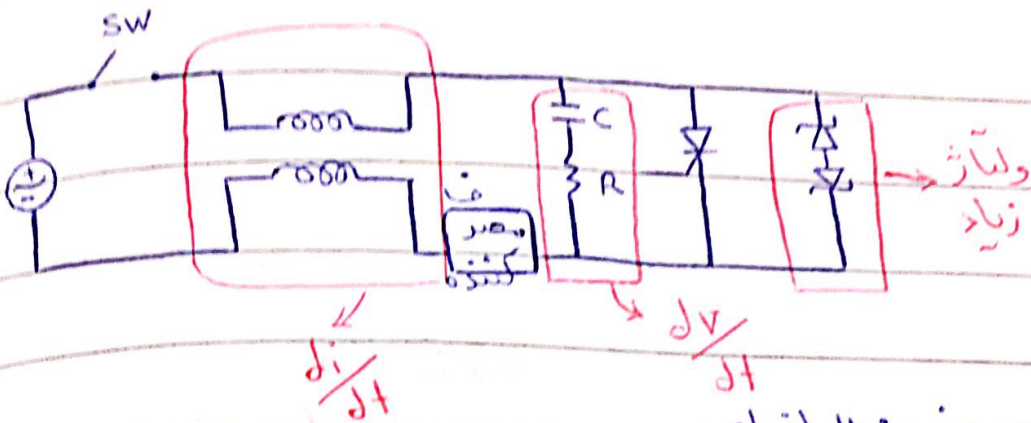


② $\frac{dV}{dt}$ ←

$$V_L = L \frac{di}{dt}$$

③ $\frac{di}{dt}$ ←



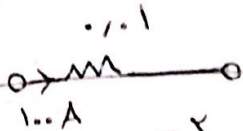


سری و موازی بودن المانهای

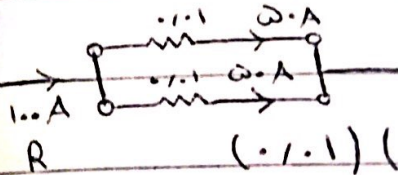
بنیه هادی: چراغ ① - رسیدن به رنج مطلوب ولتاژ و جریان

② - صرفه اقتصادی

③ - انتقال ساده تر حرارت



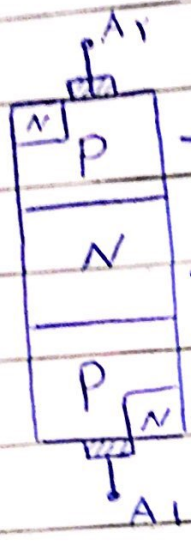
$$R \cdot I^2 = (0.1 \cdot 1) (1.0)^2 = 1.0 \text{ W}$$



$$(0.1 \cdot 1) (0.5)^2 = 2.5 \text{ W}$$

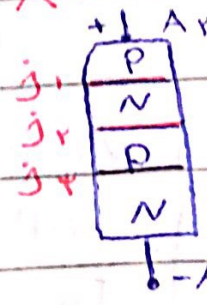
* حالت اتصال سری =>

*** Diac (Diode + AC) > بود جریان متناوب <**

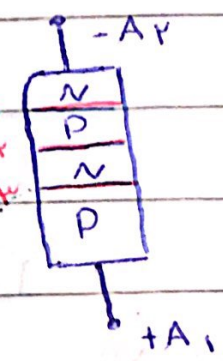
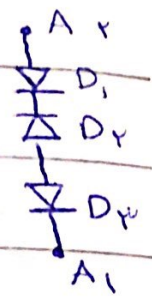


$+A_2$
 $-A_1$

$-A_2$
 $+A_1$



ز. ۱
ز. ۲
ز. ۳

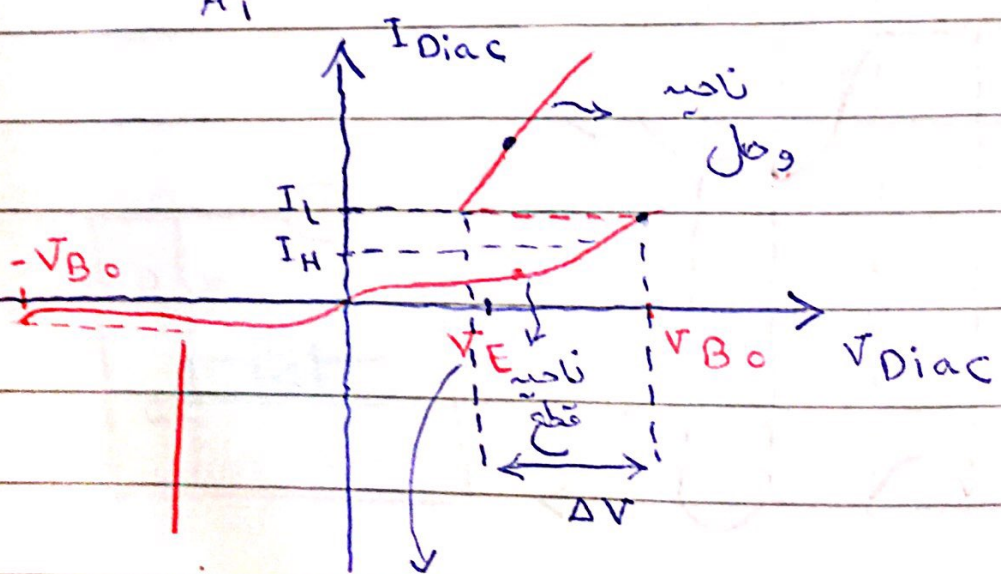
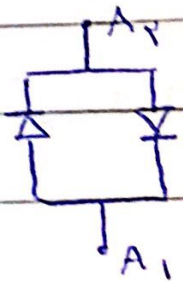


ز. ۱
ز. ۲
ز. ۳



مدار معادل

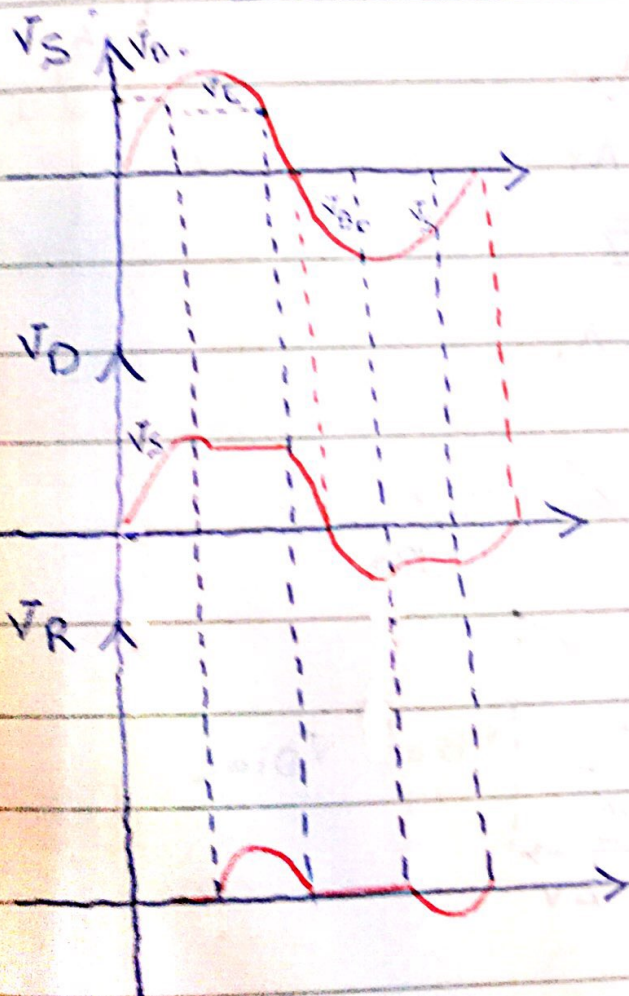
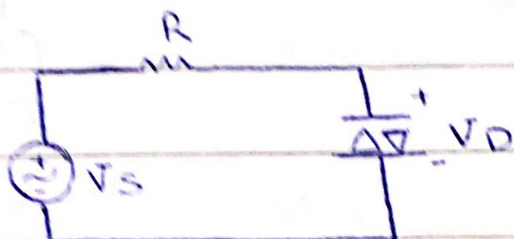
سبیل مداری



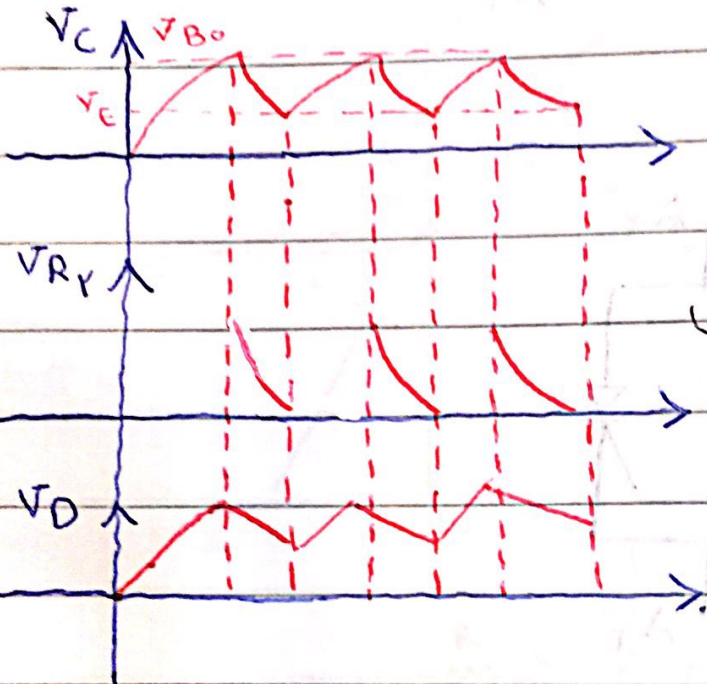
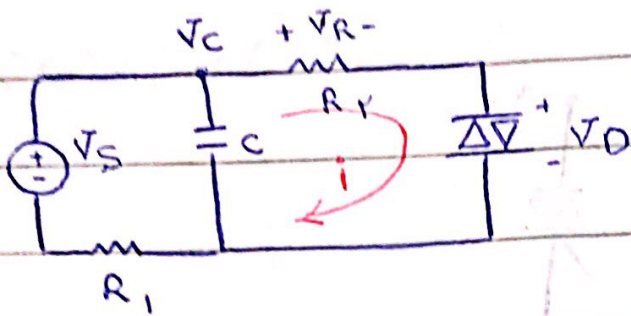
ولتاژ خاموش شدن

$\left\{ \begin{array}{l} V_D > V_{Bo} \\ \& \\ I_D > I_L \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} V_D < V_E \\ \text{OR} \\ I_D < I_H \end{array} \right.$



*** ساخت اسلایو تریا دیاب ***

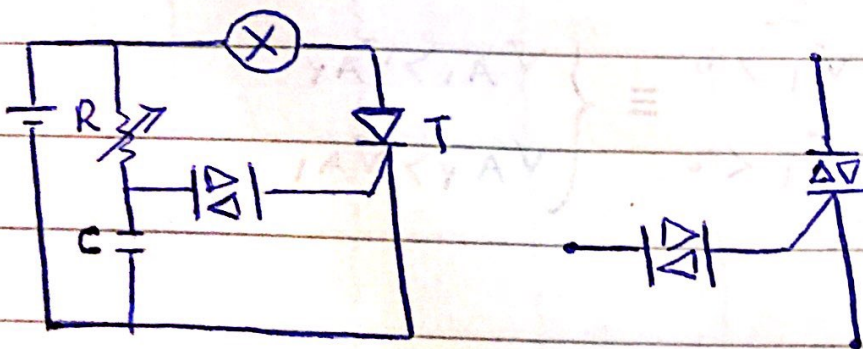


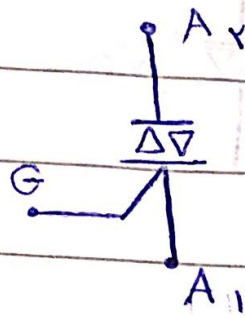
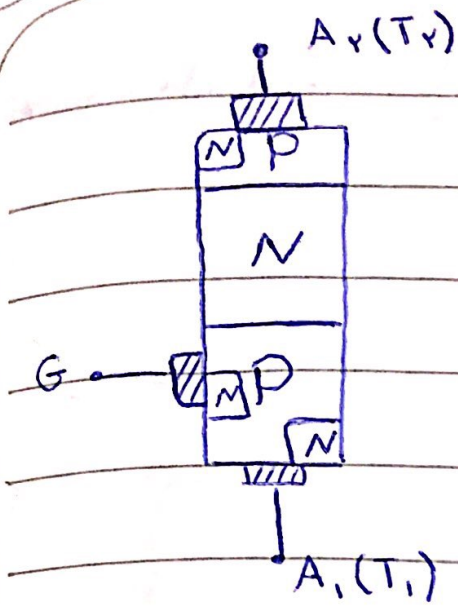
* ابتدا خازن شارژ نسبتاً و بیک مدار RC ساده تبدیل می شود و سپس پس از شارژ شدن خازن دوباره شروع به کار می کند. (خازن شارژ نمی شود به کلی).

* ثابت زمانی $\tau = R_1 C \ln \frac{V_S - V_E}{V_S - V_{B_0}}$

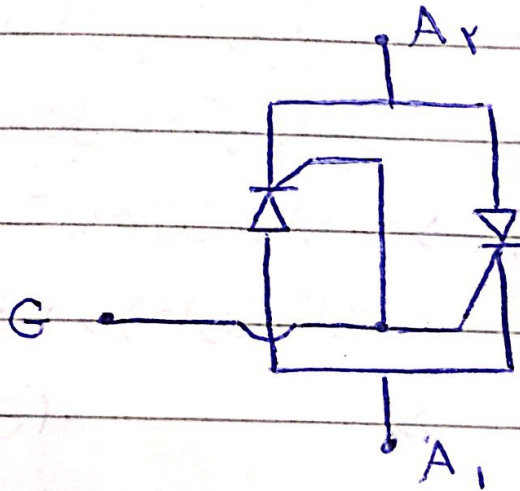
*** کاربرد دیاب ***

- (۱) نوسان سازها
- (۲) تحریک الیمنهای قدرت





Triac (ترياك) ← *



شرط هدایت ترياك:

شرط روشن شدن ترياك

$$\begin{cases} V_G > 0 \\ V_G < 0 \end{cases}$$

&
 $I_T > I_L$

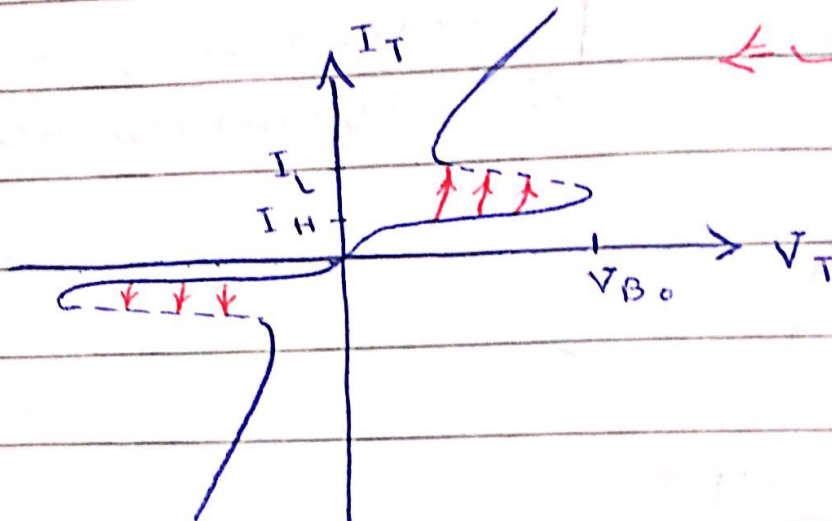
$$\begin{cases} V_T > 0 \\ V_T < 0 \end{cases} \equiv \begin{cases} V_{A1} > V_{A2} \\ V_{A2} > V_{A1} \end{cases}$$

شرط خاموشی
شدن تریاک

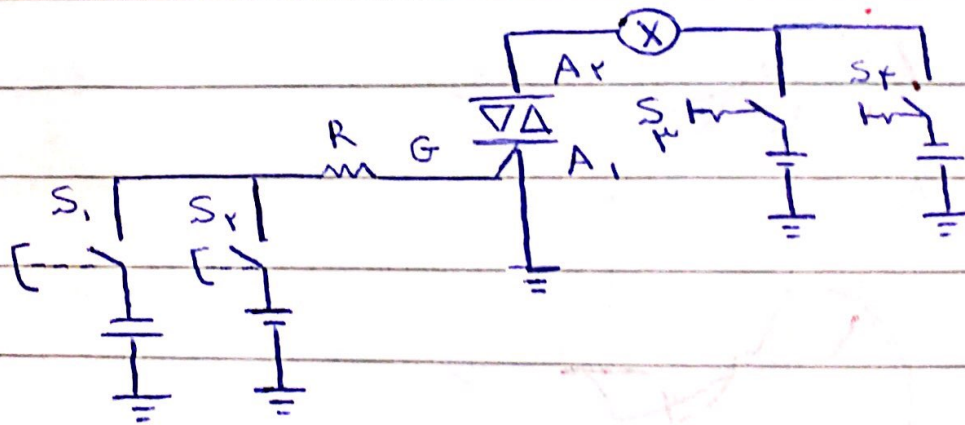
$$I_T < I_H$$

OR

لقویں پلاریٹی ولتاژ
دوسر تریاک

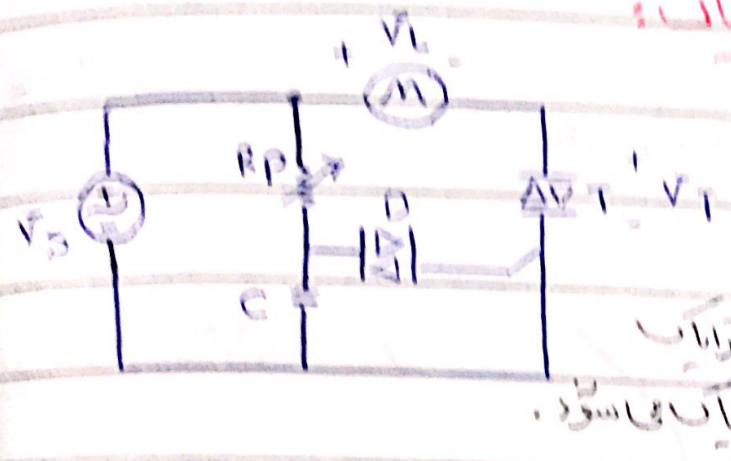


منحنی مشخصه تریاک ←

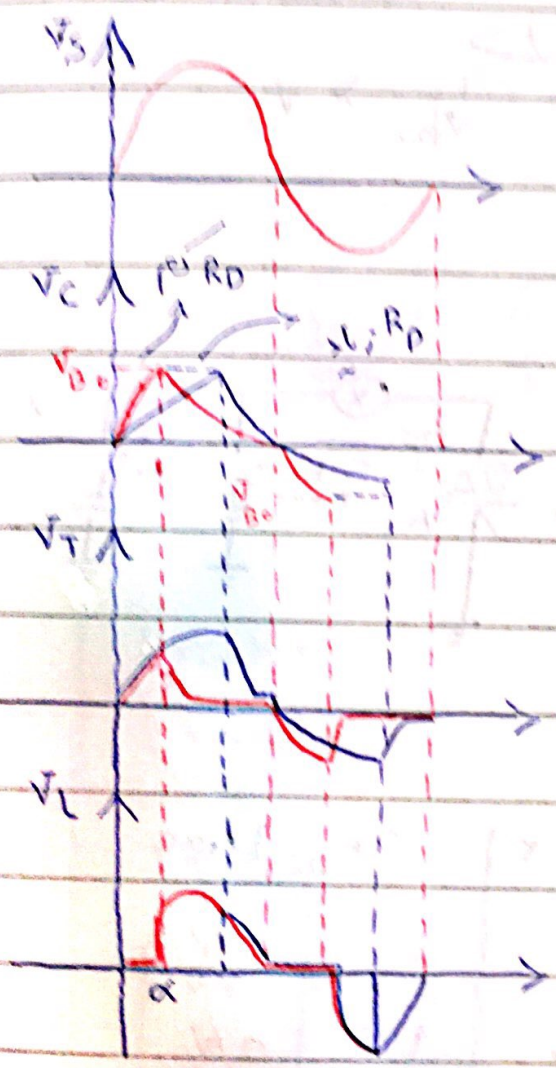


S_1	S_2	S_3	S_4	Triac
	o		o	ON
o		o		ON
	o	o		ON
o			o	ON

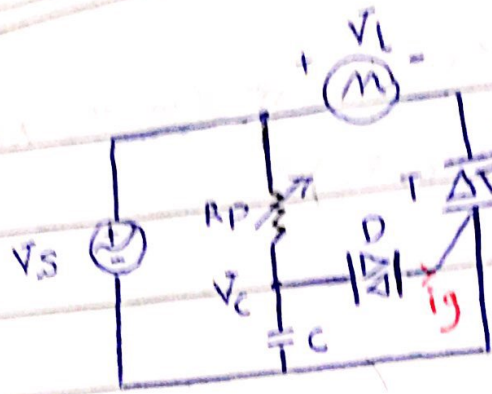
* مدار کنترل ولتاژ متناوب بار ایست



* باستار شدن خازن دریاک
 ستارژی شود، باستار شدن
 دریاک یک جریانی به سمت ترایاک
 می رود و باعث روشن شدن دریاک می شود.



$$* V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{\alpha}^{\pi} (V_m \sin \omega t)^2 d\omega t}$$



پاور فیکچر به نسل مقدار
 در اصل و در اکثر موارد را مشخص
 کنید

- $V_{Diac} = V_{Bo} = 2.0V$
- $C = 470 \text{ nF}$
- $V_s = 28.0V$
- $f = \omega \cdot Hz$
- $1k\Omega < R_p < 10k\Omega$

ج) $\Rightarrow V_c(t)$

$$V_c(t) = \frac{1}{\omega C} \cdot \frac{V(t)}{2}$$

$$X_C \rightarrow -jX_C \rightarrow X_C \angle -90^\circ$$

$$X_L \rightarrow jX_L \rightarrow X_L \angle 90^\circ$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 470 \times 10^{-9}} = 4773 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{(20k)^2 + 4773^2} = 20901 \Omega$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_C}{R} = \tan^{-1} \left(\frac{4773}{20k} \right) = 15.15^\circ$$

$$V(t) = 28 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t)$$

$$i(t) = \frac{V(t)}{Z} = \frac{28 \cdot \sqrt{2} \angle 0^\circ}{20901 \angle 15.15^\circ} = 0.13 \angle -15.15^\circ$$

جریان
 فازوری

$$V_c(t) = 11 \sin(\omega t - 74.1^\circ)$$

↓
 $V_c = 10.7$ بازای ؟

$$E = 11 \sin(\omega t - 74.1^\circ)$$

$$\frac{E}{11} = \sin(\omega t - 74.1^\circ)$$

$$\rightarrow \sin^{-1}\left(\frac{E}{11}\right) = \omega t - 74.1^\circ$$

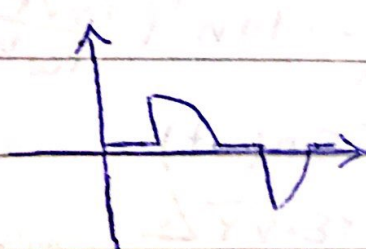
$$\omega t = 74.1^\circ + \sin^{-1}\left(\frac{E}{11}\right) = 101.7^\circ$$

* نکته: مقدار حداقل و حداکثر زاویه هدایت تا زمانی که خازن به E ولت نرسد نیست
 دوم حذف می شوند.

* بهترین: زاویه α حداقل را در مدار قبل بدست آورید. $(11, 14)$

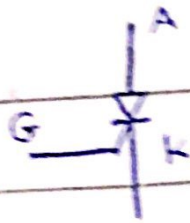
* بهترین: در صورتی که خواهیم مقدار وولتاژ وولتاژ صرفاً سنده 110 ولت
 باشد، مطلوب است بدست آوردن:
 الف) زاویه α
 ب) مقدار R_p

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_a^b v^2 dt}$$

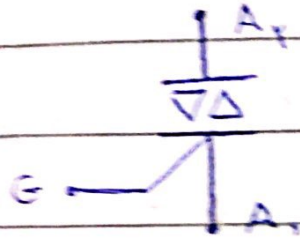


* راهبناجی:

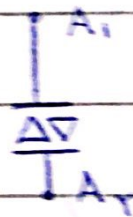
لا روش نسبت آنرا به صورت \leftarrow



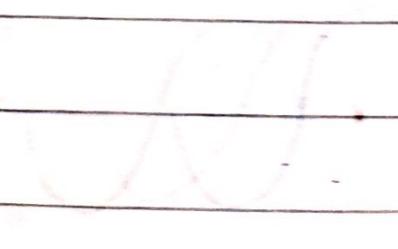
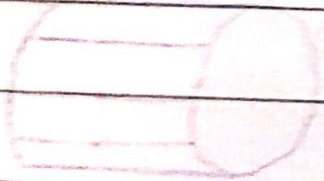
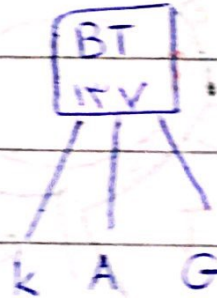
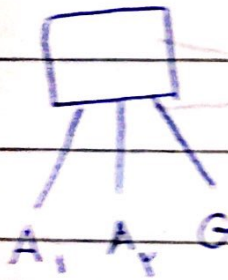
نقطه از این به بلند راه می دهد.



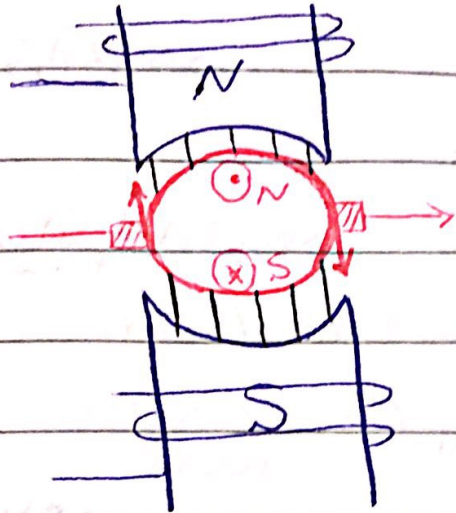
نقطه از این به A1 یا به A2 راه می دهد.



از دو طرف راه می دهد.

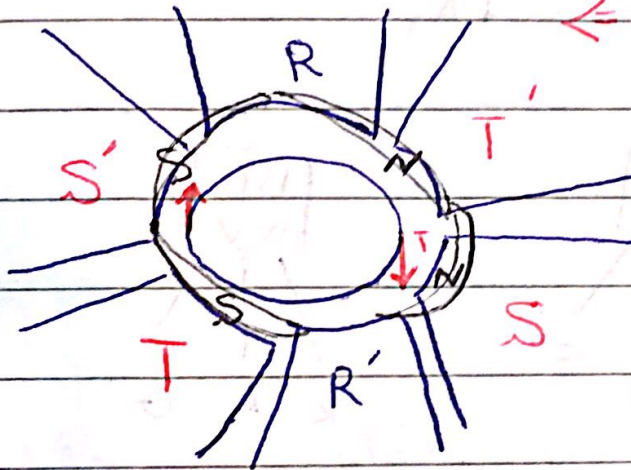


* جلسہ ۱۲، ۲، ۹۶ *

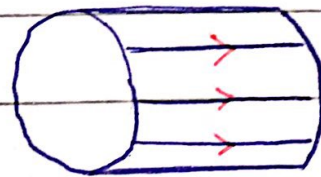
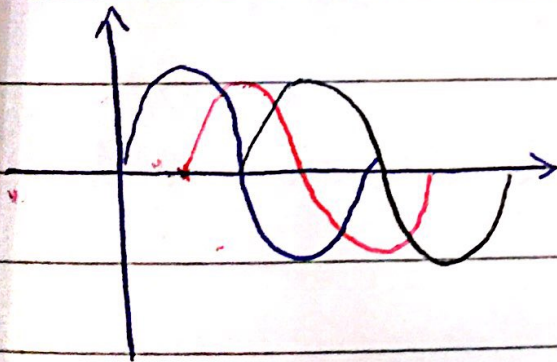


* اساس کار موتور DC ←

$$* E = -N \frac{d\phi}{dt}$$



* اساس کار موتور AC ←



* اساس کار موتور AC: ① وجود میدان دو اور در استاتور ② الف و لٹا اثر

رتور ③ ایجاد میدان مغناطیسی در رتور ④ ایجاد کشش اور از برهم کشش

در میدان مغناطیسی.

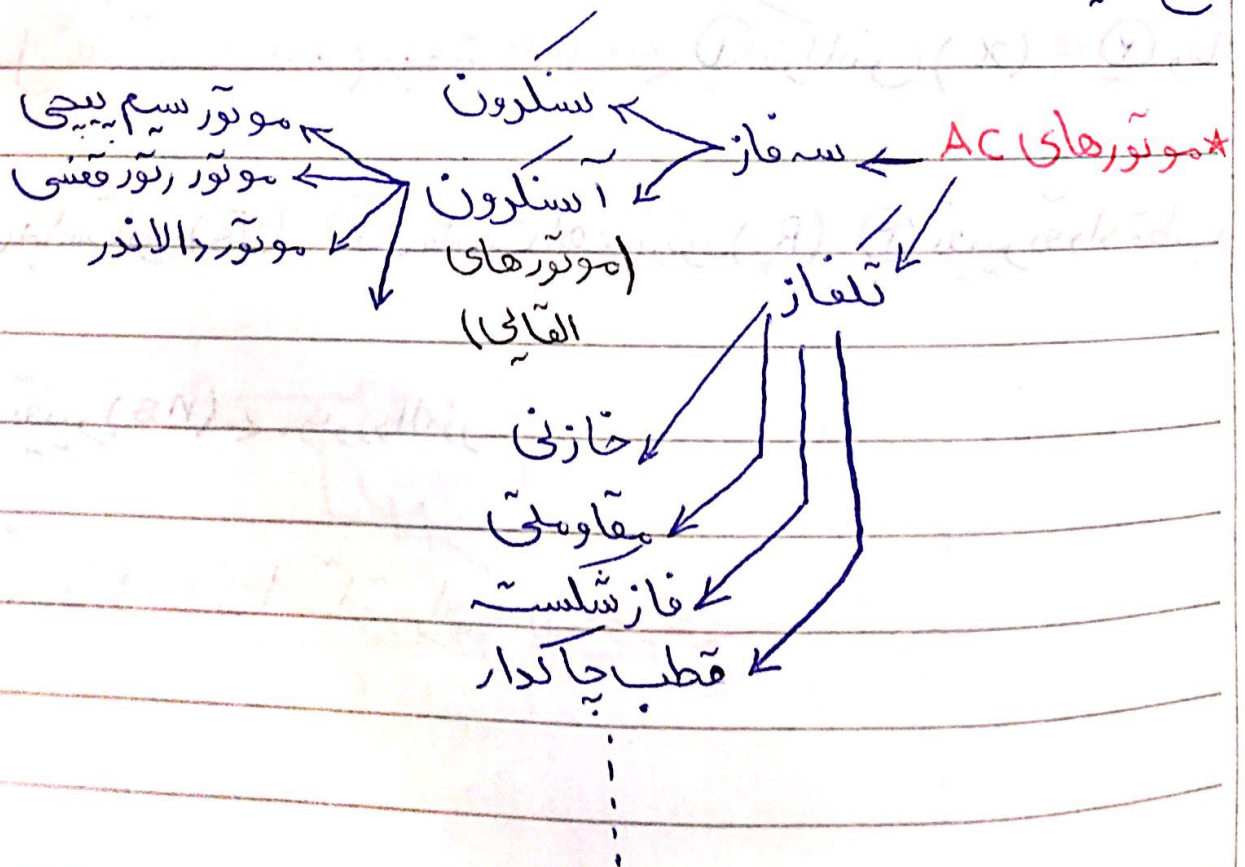
① **مزایای موتور DC** از موتور AC بیشتر است. ② کنترل دور موتور، موتور

DC از موتور AC بیشتر است، طول عمر موتور DC از AC بیشتر است. ③

① **مزایای موتور DC** ② گشاور راه اندازی بالا ③ امکان کنترل دور دقیق و وسیع.

① **مزایای موتور AC** ② سادگی و سهولت استفاده ③ در دسترس بودن

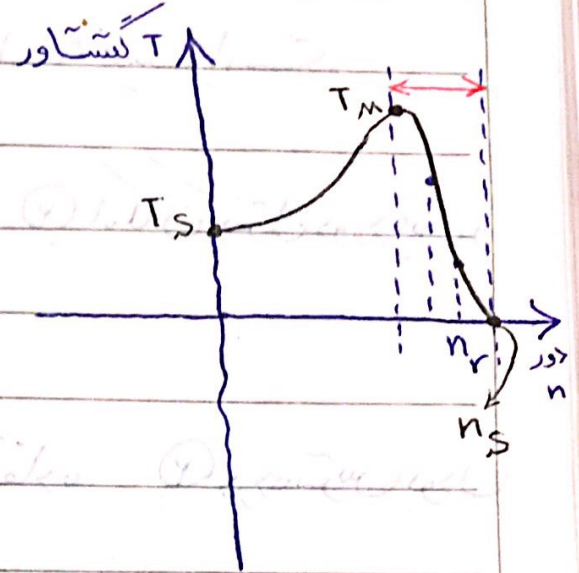
منبع تغذیه AC.



* رابطه کشاور در موتورهای القایی سه فاز =>

$$T = \frac{3 R_r' V_s^2}{S n_s [(R_s + \frac{R_r'}{S})^2 + (x_s + x_r')^2]}$$

- * R_r' → سیم پیچ رتور مقاومت اهی
- * V_s → ولتاژ استاتور
- * n_s → دور سلفون یا دور استاتور
- * S → لغزش
- * R_s → مقاومت اهی استاتور
- * x_s → مقاومت القایی استاتور
- * x_r' → مقاومت القایی رتور

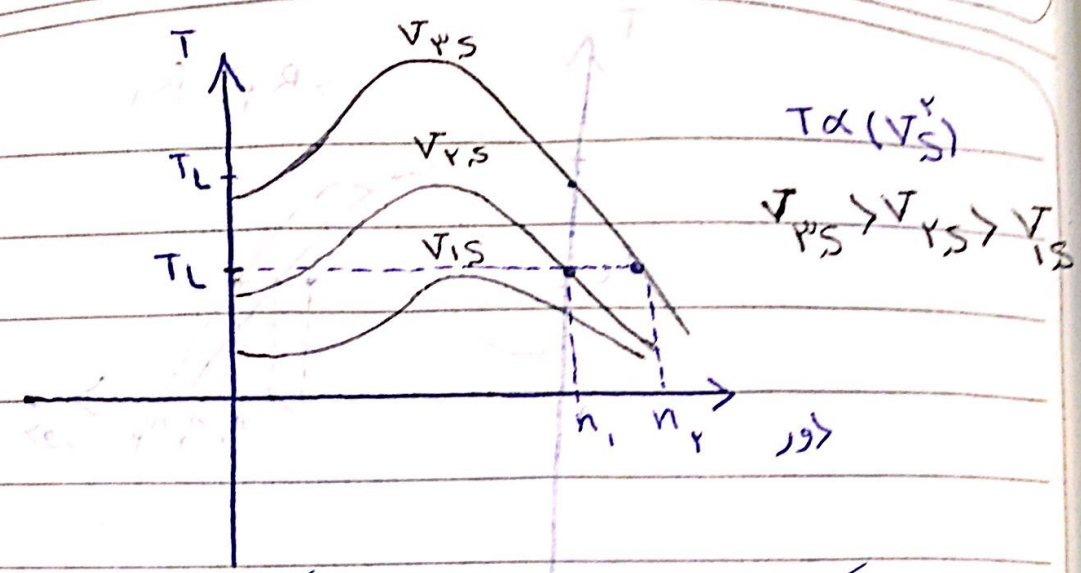


* عوامل تغییر کشاور (دور) در موتور القایی => ① فرکانس (x) ② ولتاژ

اعمالی به استاتور (V_s) ③ مقاومت اهی رتور (R_r) ④ تغییر مقدار قطب

موتور - تغییر (n_s) ← موتور دالذر

۱- روش کنترل ولتاژ استاتور برای کنترل دور =>



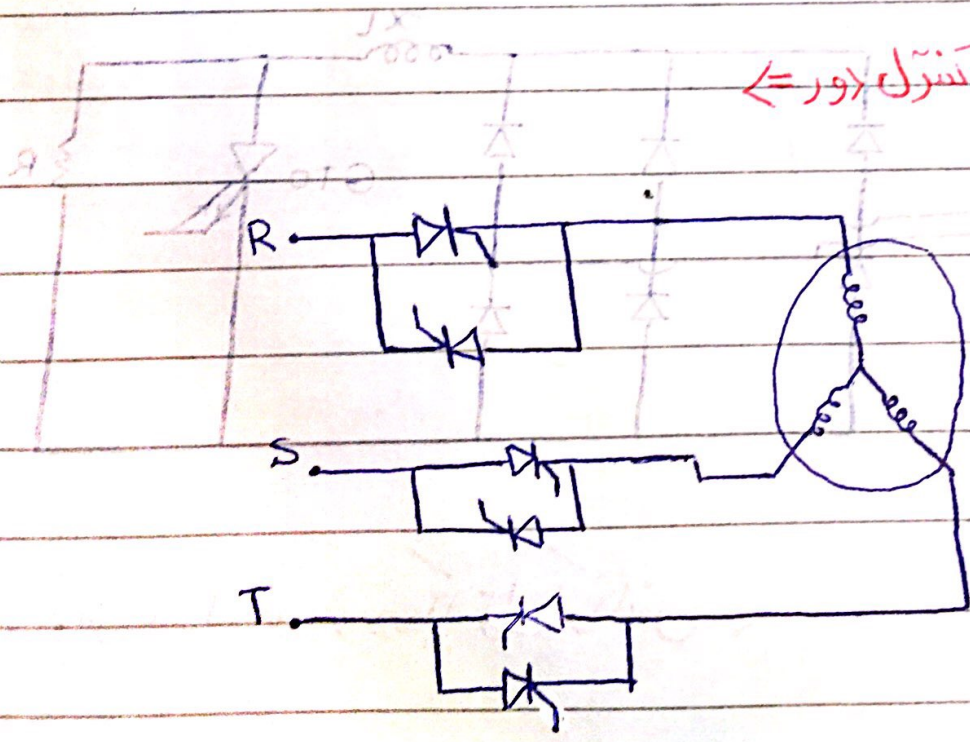
* با توجه به رابطه تنش و بار تغییر ولتاژ استاتور مقدار تنش و دور موتور تغییر می یابد به

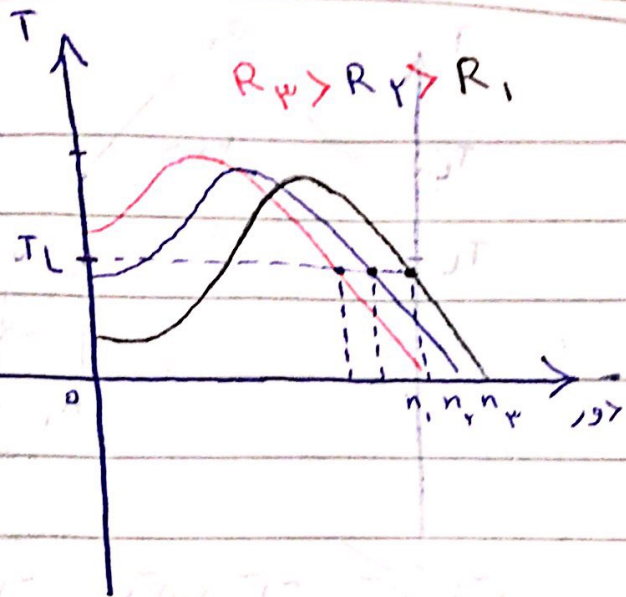
طوری که در شکل بالا این مسئله دیده می شود، کنترل دور با کنترل ولتاژ استاتور دور

استلال عمده دارد: ① دورهای پایین قابل دسترس نیست. ② تنش و بار خیلی کمتر

از تنش و دور نامی باید باشد.

* مدار ساده برای کنترل دور <=>



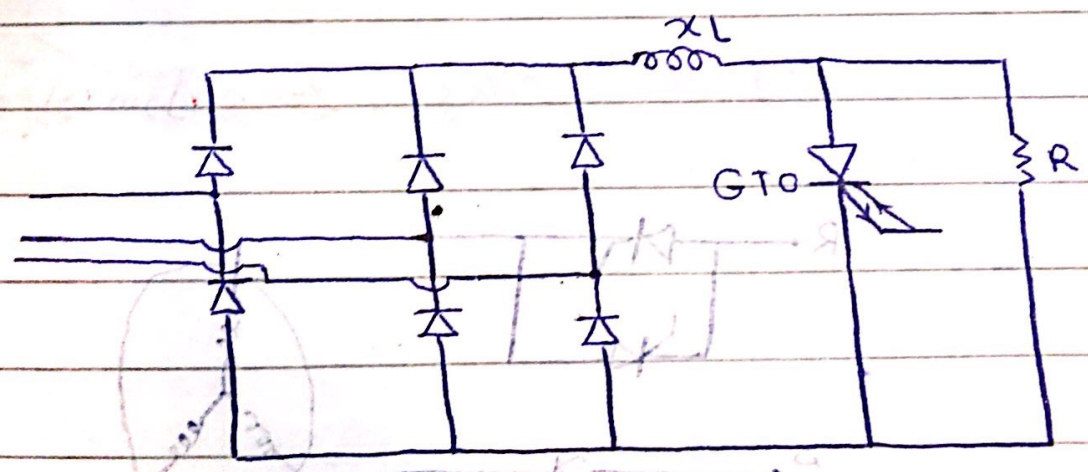


۱- روش کنترل دور موتور با اضافه کردن مقاومت اهی به موتور ←

* با افزایش مقدار مقاومت اهی مدار رتوری توانیم دور موتور را کنترل کنیم،

البته در این روش کنترلی تلفات توان به دلیل اضافه کردن مقاومت اهی زیاد است

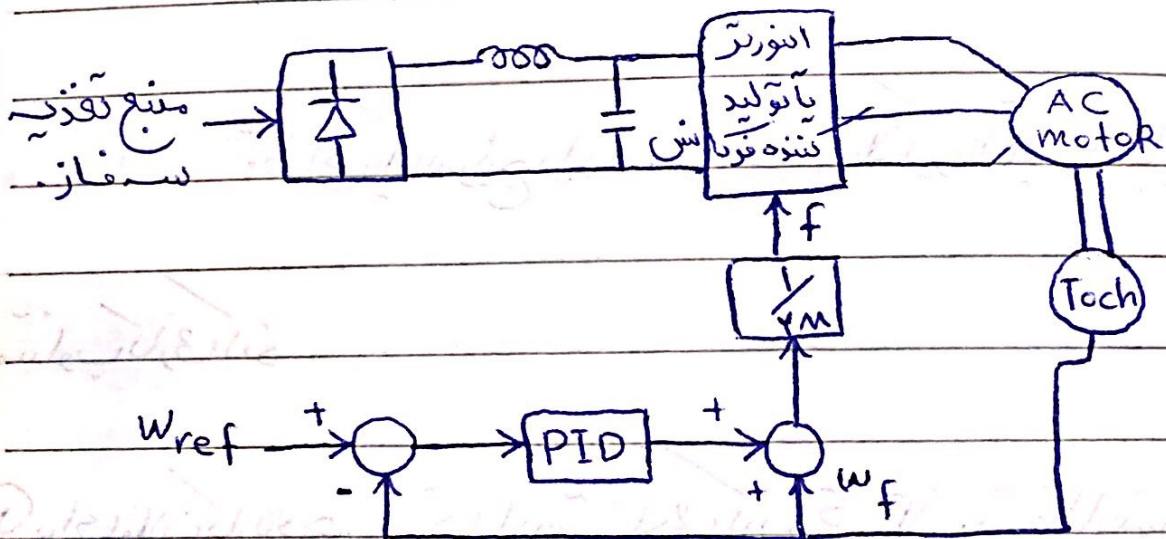
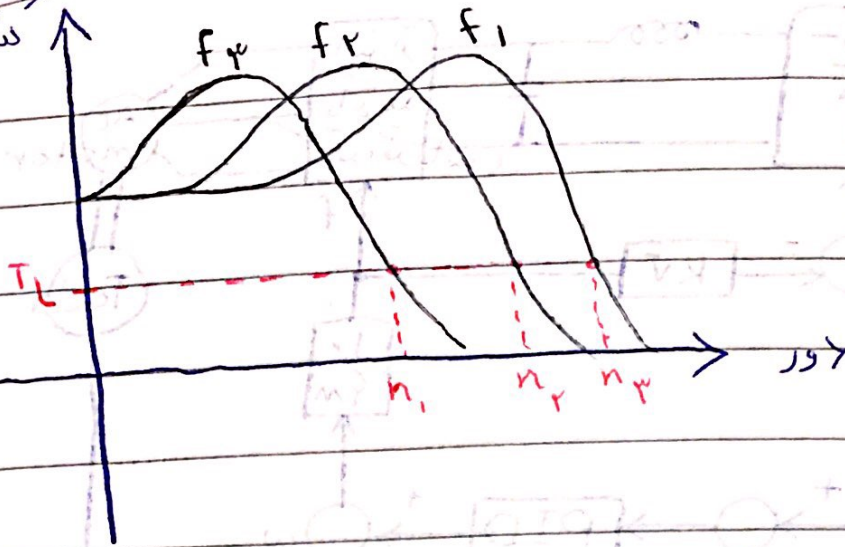
و معمول از روش برای کنترل دور استفاده نمی شود.



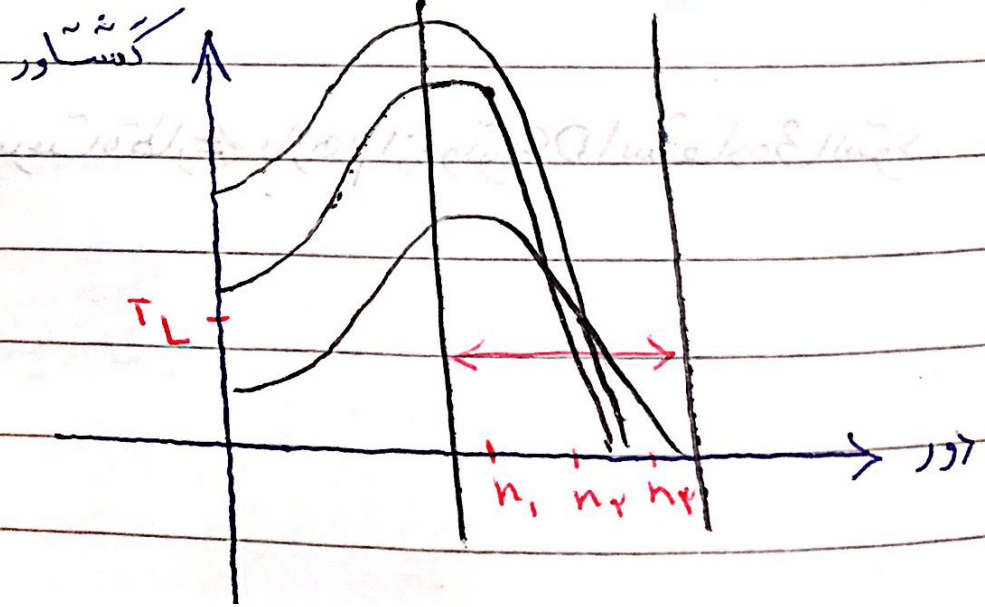
۳- روش کنترل دور موتور با کنترل فرکانس ←

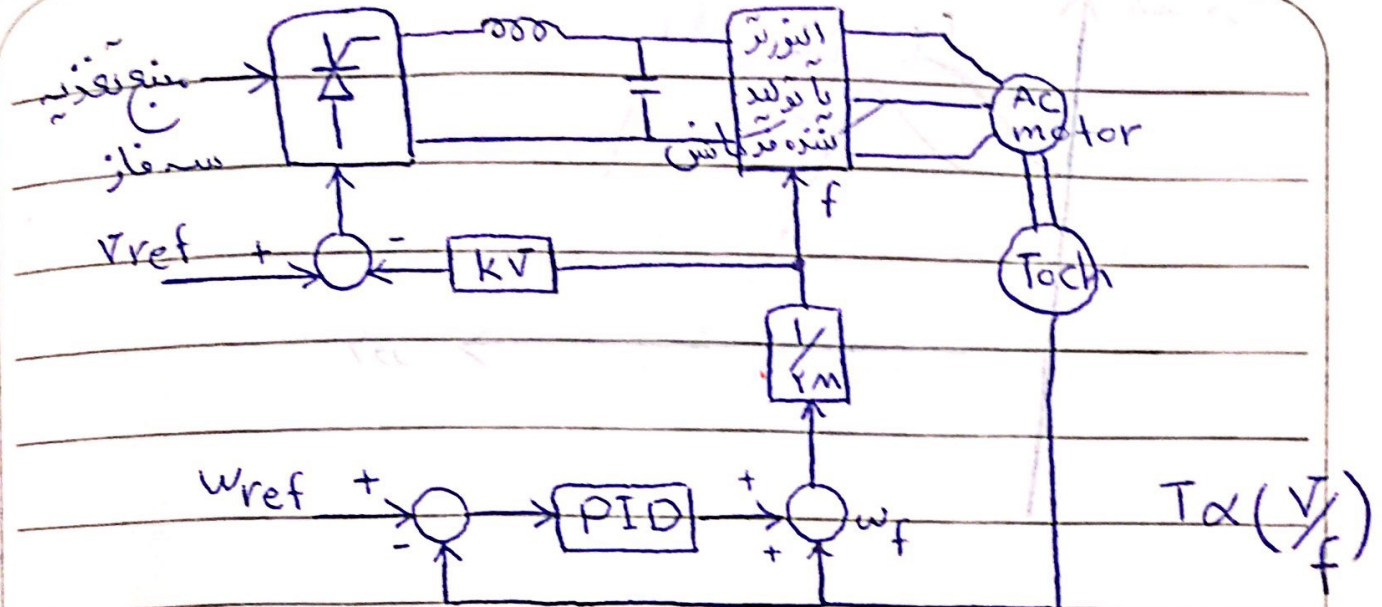


کسٹور



روش کنٹرول دور موتور با کنٹرول همزمان ولتاژ و فرکانس ←





۱) مثال: طراحی یک سیستم برای مدار صفتی مثلا لوره عالی ← باید بتوانیم کمبارون

مناوب کاری کند.

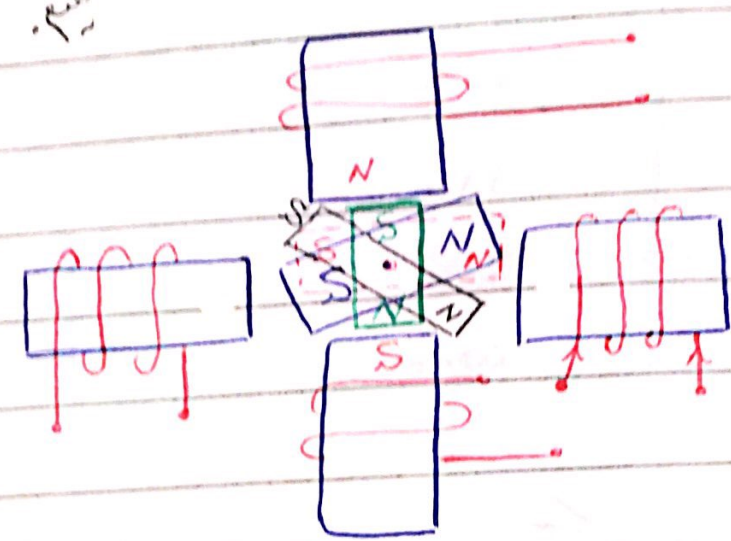
۲) برای فلان کاربرد چه موتوری را پیشنهاد می کنید؟ مثلا موتور قطار شهری ← موتور DC

چون استوار بالا دارد.

۳) برای کنترل سرعت قطار ← باز هم از موتور DC استفاده می شود.

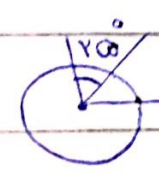
فقط بخاطر زاویه و این از این استفاده می کنیم

موتور پله ای Stepper motor :



* یک استپر موتور یک محرک الکتریکی است که با اتصال به پالس های خارجی،

پالس های مکانیکی «خروجی ایجاد می کند، استپر موتور در کاربردهای مثل کنترل

موقعیت () ، بازوهای ربات و دیسک ها استفاده می شود. موتور

پله دار ای استاتورسیم بندی شده و در تورمقناطیس دائمی باشد (به مقدار حوامل

حرکت رتور در موتور پله ای زاویه پله یا Stepping Angle می گویند، زاویه پله

مناسب با ساختار قطبهای رتور می باشد.

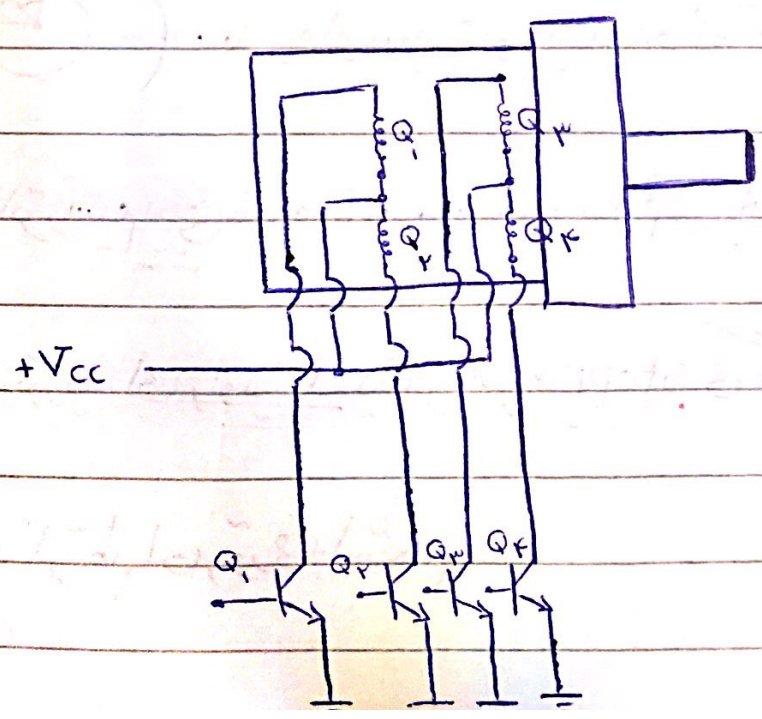
به عنوان مثال: stepping Angle | steper Revalution

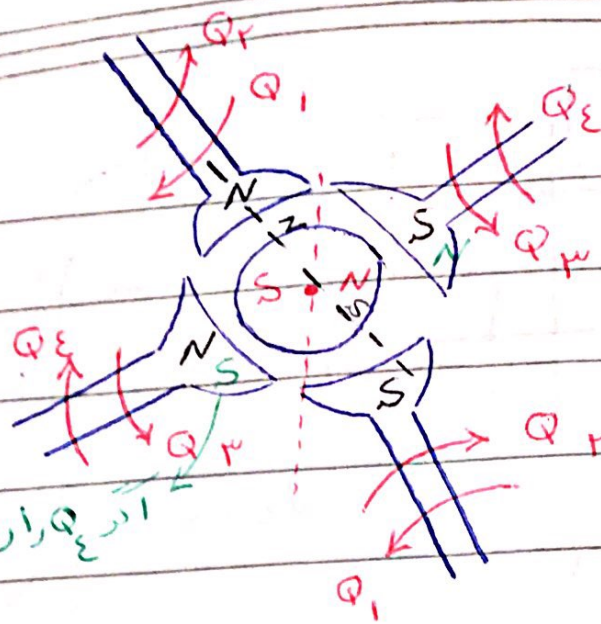
$\frac{360}{24}$	15°	24
$\frac{360}{48}$	7.5	48
	5	72
	2.5	144
	2	180
	1.8	200
	0.72	500

* اغلب موتورهای دارای 4 سیم هستند که به صورت دو زوج سیم جداگانه

برای به چرخش در آوردن موتور باید به ترتیب روی ورودی سیم ها ولتاژ

اعمال نمود.





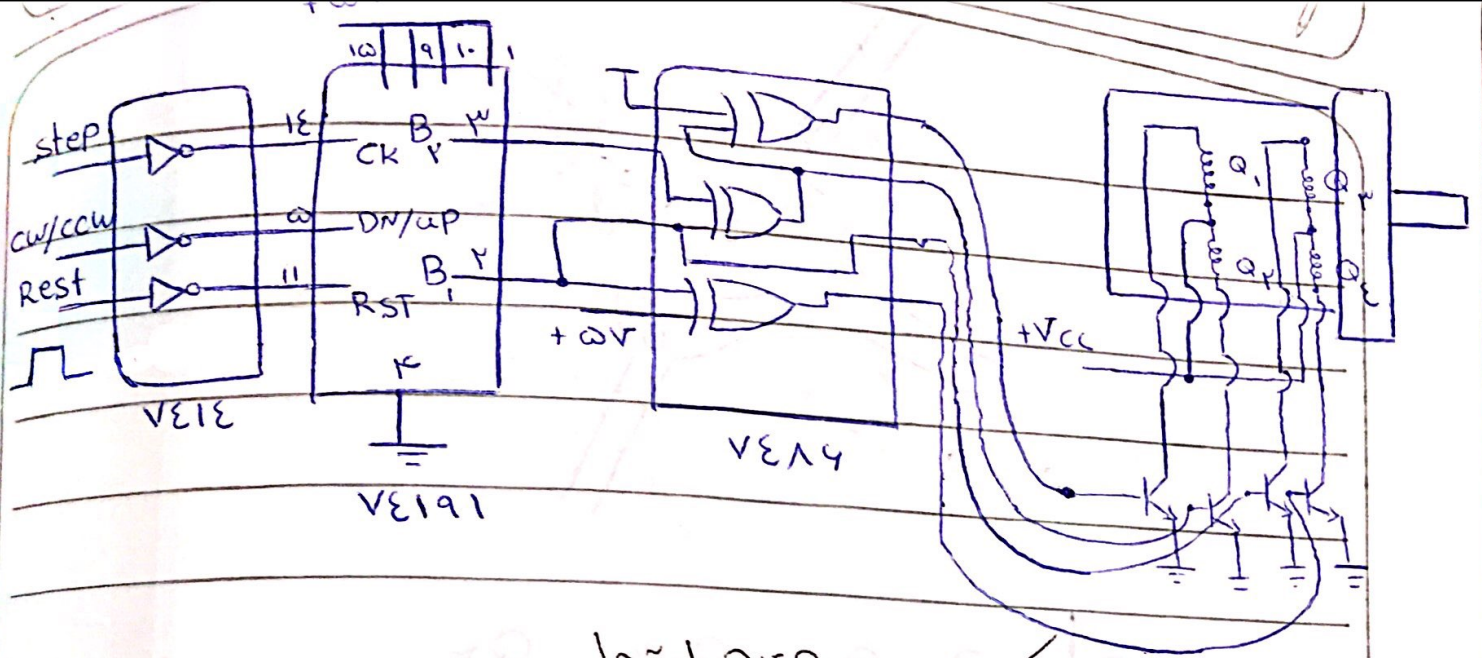
در ع راروشن کنیم

ساعتگرد
CW

پاد ساعتگرد
CCW

step	Q1	Q2	Q3	Q4
1	ON	off	ON	off
1, ω	ON	off	off	off
2	ON	off	off	ON
2, ω	off	off	off	ON
3	off	ON	off	ON
3, ω	off	ON	off	off
4	off	ON	ON	off
4, ω	off	off	ON	off

در هر دو حالت موتور پدیده ای ←



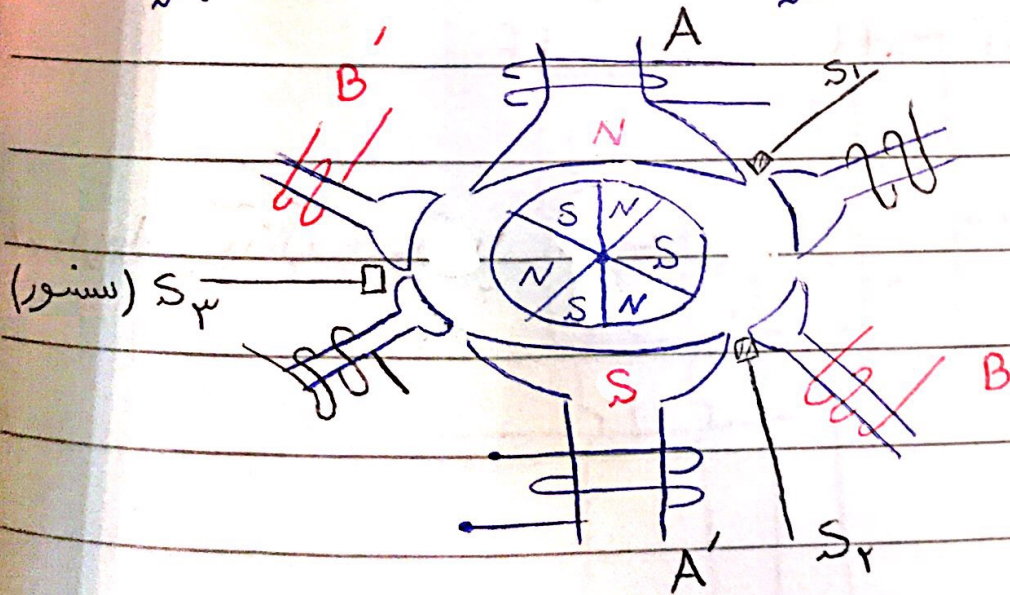
سیستمای درون DVD رایترها.

* موتور براسشلس (Brushless) ← و موتور براسشلس داریم: ①

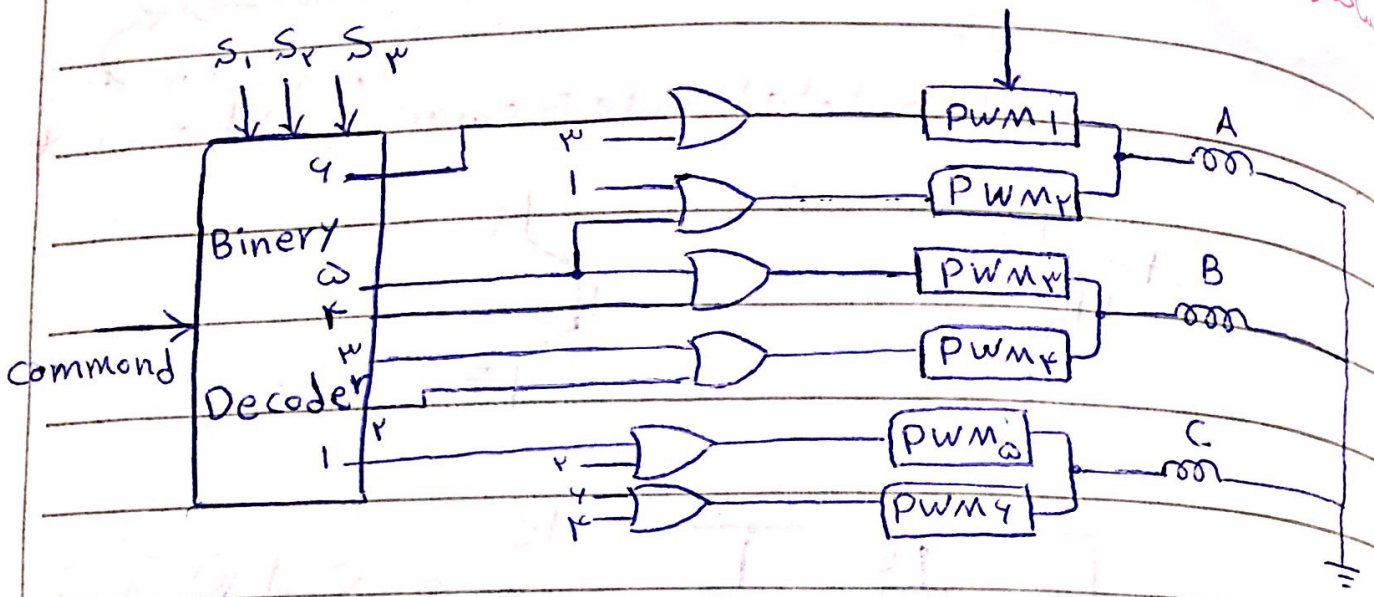
برونابا تو سم بیچی شده، اساتور آهنربای دائم و متحرک. ② رتور آهنربای

دائم و متحرک، اساتور سم بیچی

نکته ← موتورهای براسشلس در عین قدرت بالا، کشش اور و سرعت بالایی دارند.



اندازی
 اساساً ساده راه موتورهای براساس



مزایای موتورهای براساس

۱) قابلیت اطمینان بیشتر، ۲) راندمان بالاتر ۳) ایجاد دورهای بیشتر

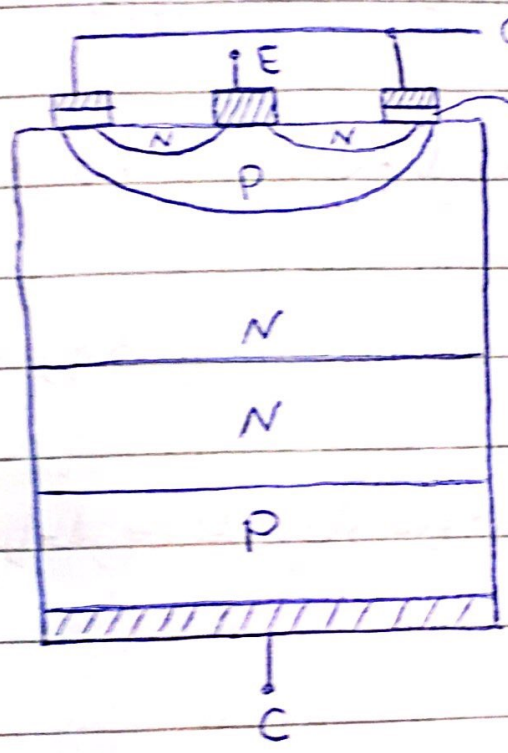
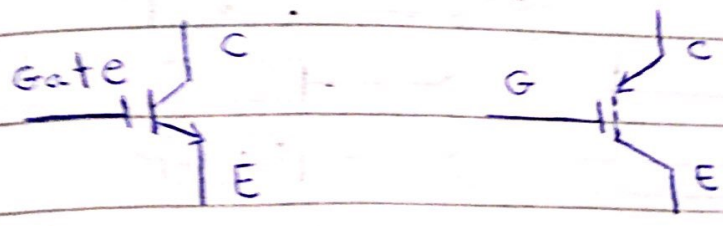
۱) ایجاد سروصدای زیاد ۲) نیاز به درایور و فن دیگ

نور

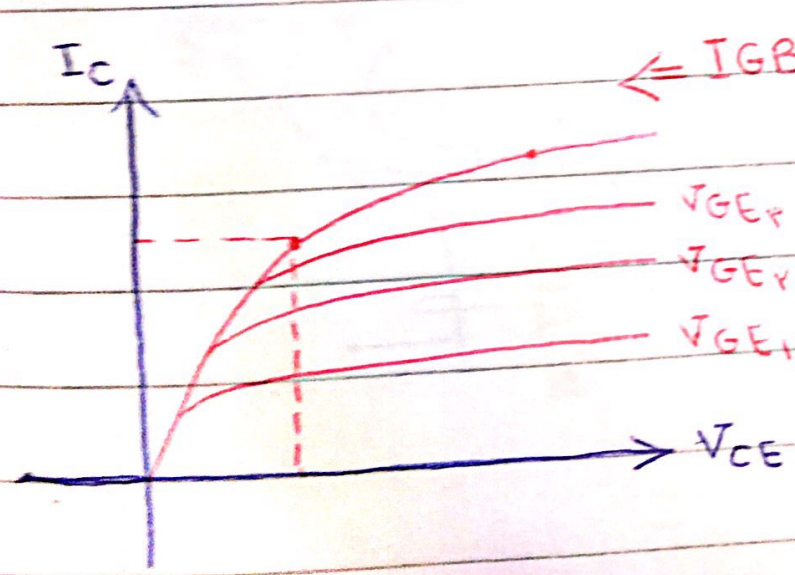
۲۹.۱.۲۴

ترکیب ماست و آت ج است.

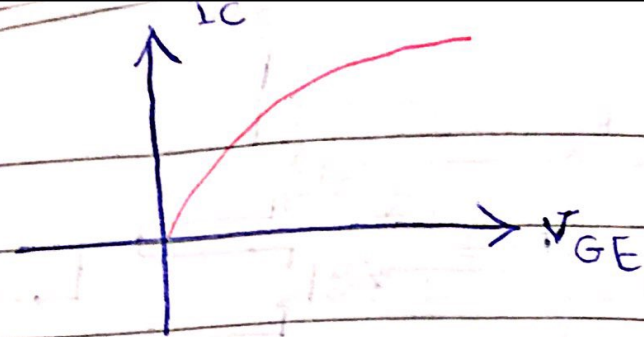
← (Insulated Gate Bipolar Transistor) IGBT *



نوع // کانال است. اکسید سیلیکون. سه پایه است.



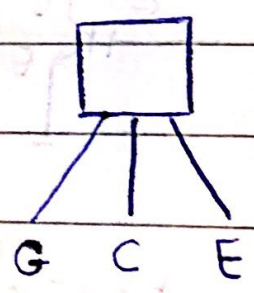
← مشخصه مشخصه IGBT



① امیدانش ورودی زیاد ← شبیه Mosfet **مزایای IGBT**

② امیدانش خروجی کم ← شبیه BJT **فرکانس کاری بالا** (Mosfet) $\omega \cdot kh$

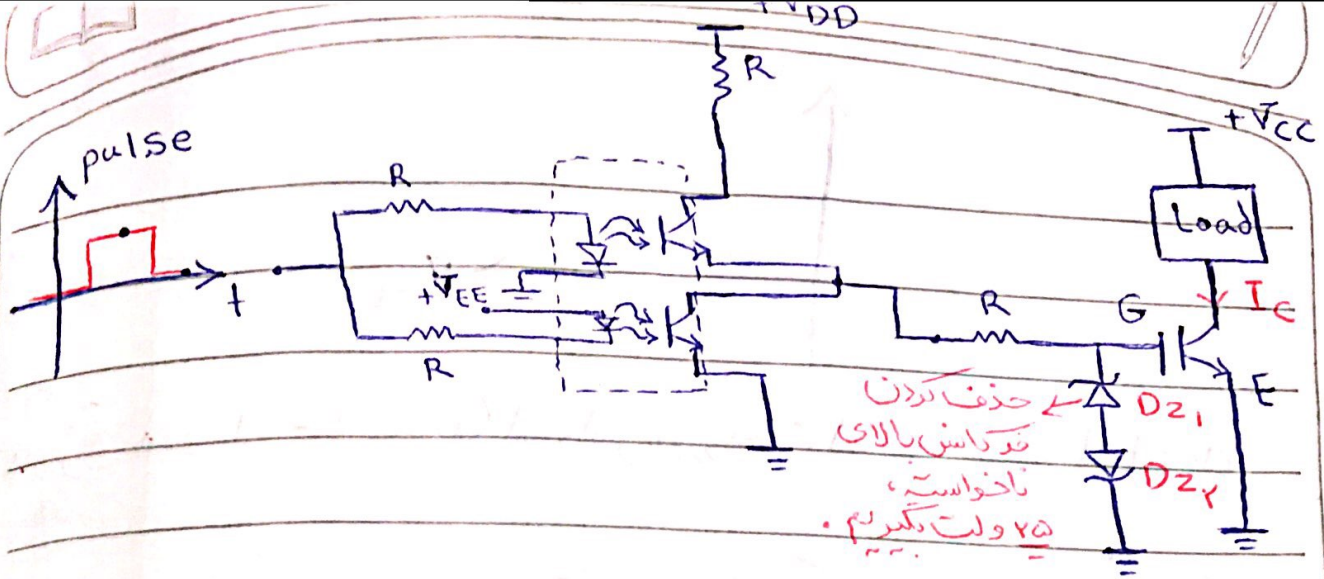
③ توان راه اندازی پایین ← (جریان کاری IGBT تقریباً صفر است اما در لحظه اولی جریان شدید لحظه ای از آن می گذرد - رفتار خازنی)



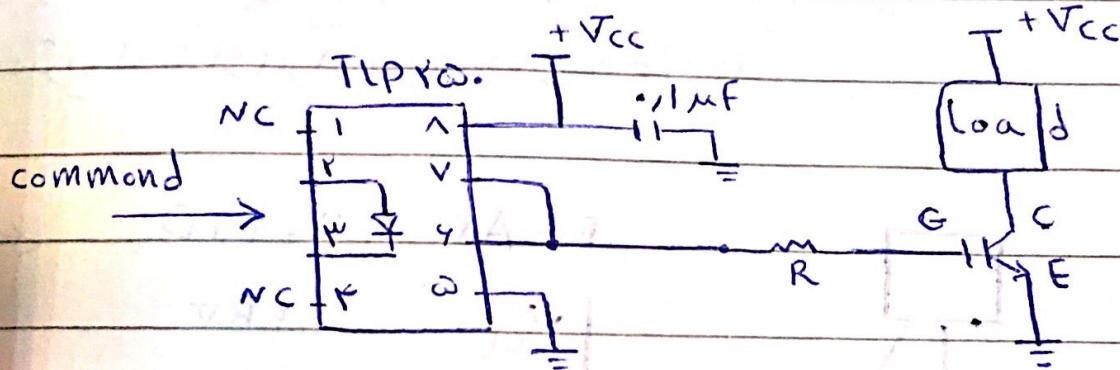
FGAY. N IY. FTD

V_{CE}	1, 2 KV	ولتاژ افت ولت
V_{GE}	$\pm 20V$	
I_c	4. A	
T_{on}	100 ns	
T_{off}	100 ns	

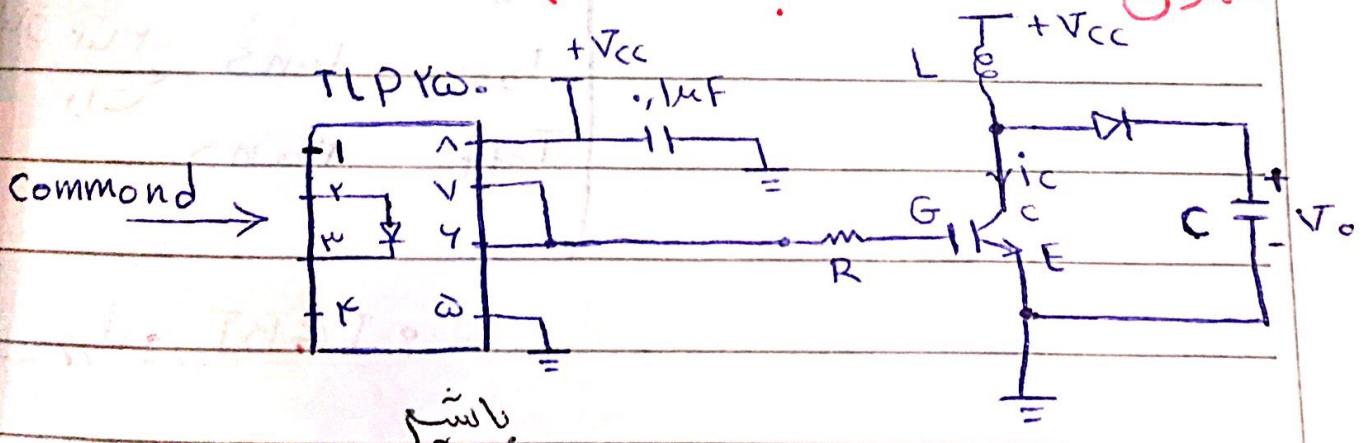
مزایای IGBT در ادور



* راه اندازی مدار IGBT :



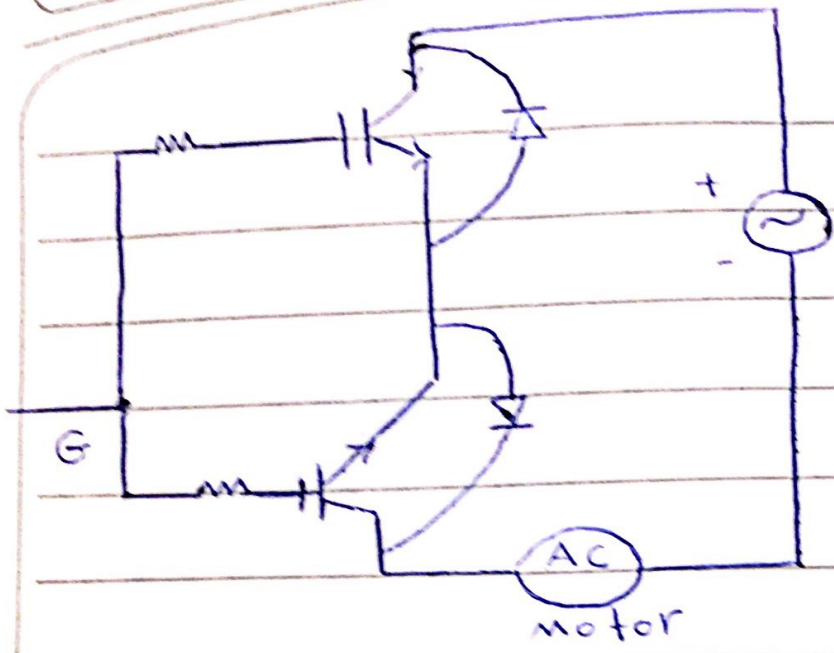
* مدل Boost converter با IGBT ←



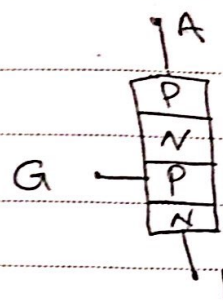
منبع تغذیه AC داشته باشیم سوئیچ مان IGBT باشد.

$$V_0 = \alpha V_{cc}$$

* ساختن الییدر و طرفه با IGBT ←

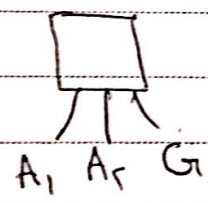


دست خانواده ترستورها:



۱- SCR: A و K از دو طرف راه نمی دهد
 گیت و کاتر فقط از یک طرف راه می دهد

۲- دیاک: از هر دو طرف راه نمی دهد



۳- تریاک: از هر دو طرف راه نمی دهد
 گیت از هر دو طرف راه می دهد

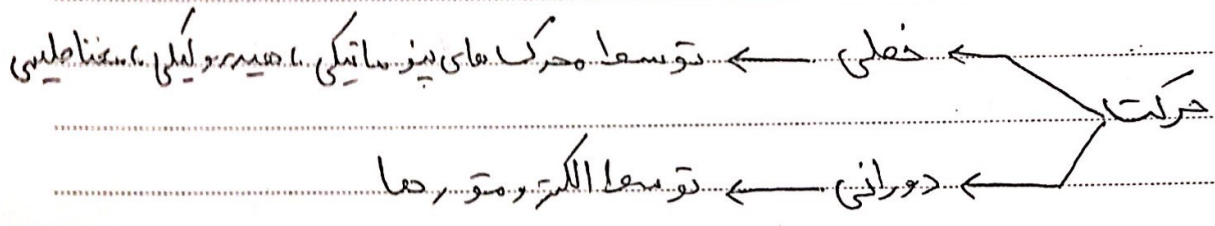
- مثال
- 2Nxxxxx → 2N5060
 - CxxxxB → C106B
 - SxxxxL → S405L

الکترونیک صنعتی

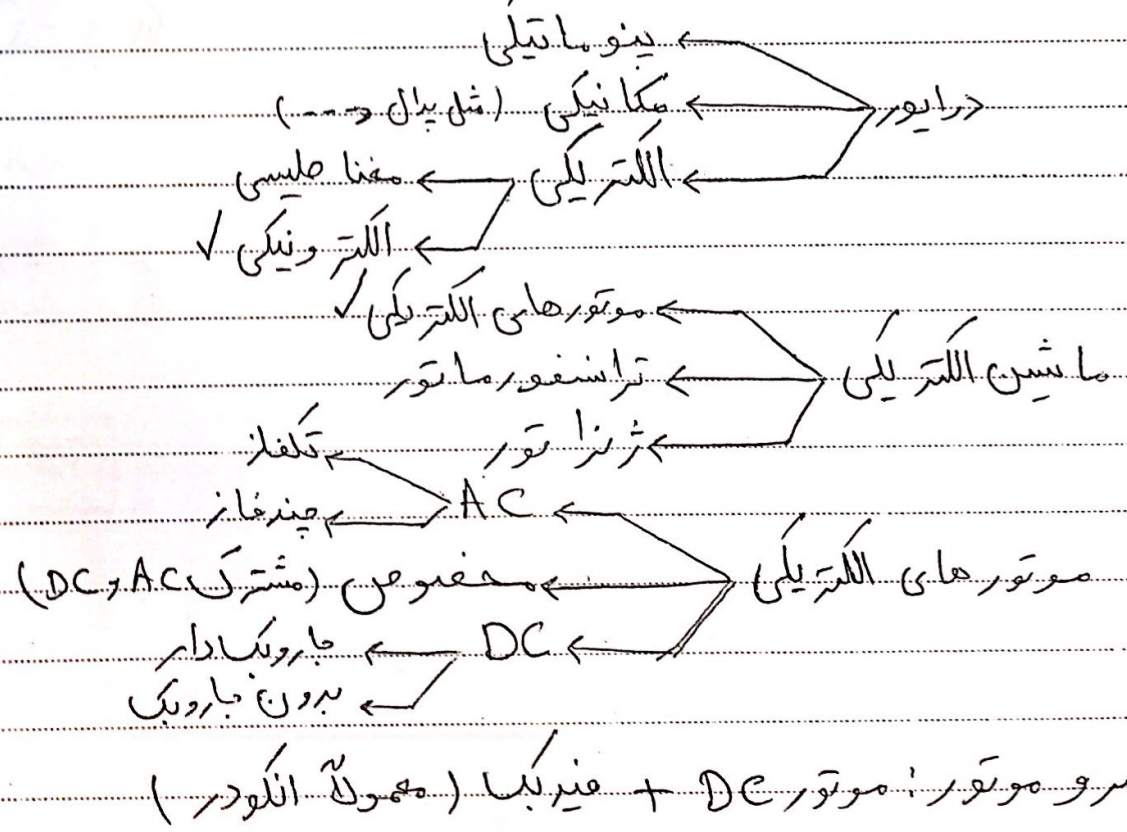
- بسیاری از صنایع فعلی به حرکت هستند، به عنوان نمونه یک دستگاه CNC و نور، مقاله
 و دستگاه فرز، آسانسورها، ماشین های اداری، هواپیماها و موارد متعدد دیگری
 را می توان در این زمینه مثال زد. به عبارتی عامل اصلی وجود صنایع مختلف حرکت
 است. حرکت در صنایع عموماً به دو دسته فعلی و دورانی تقسیم می شود
 معمولاً حرکت های دورانی توسط الکتروموتورها اتفاق می افتد. حرکت های فعلی



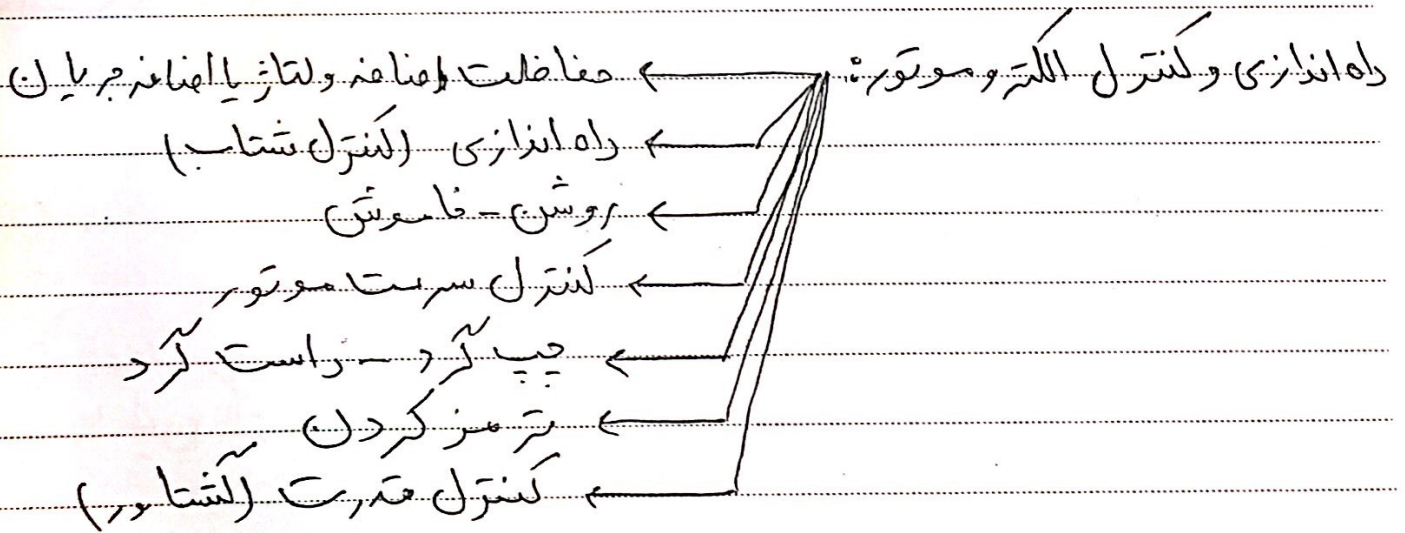
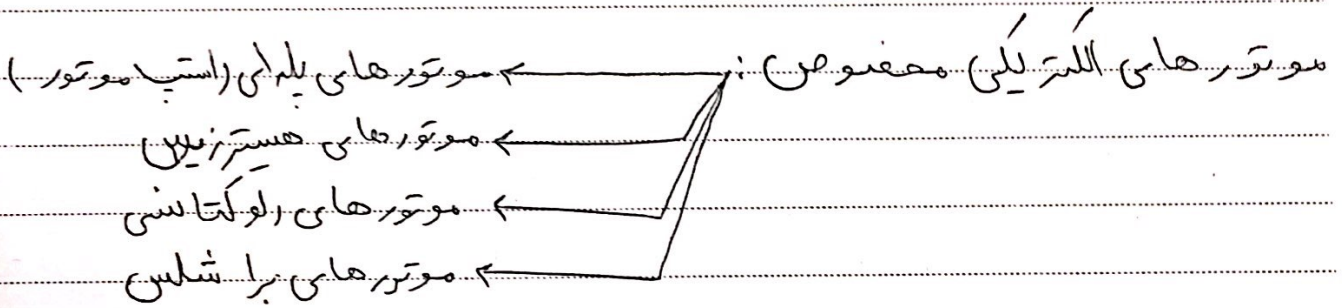
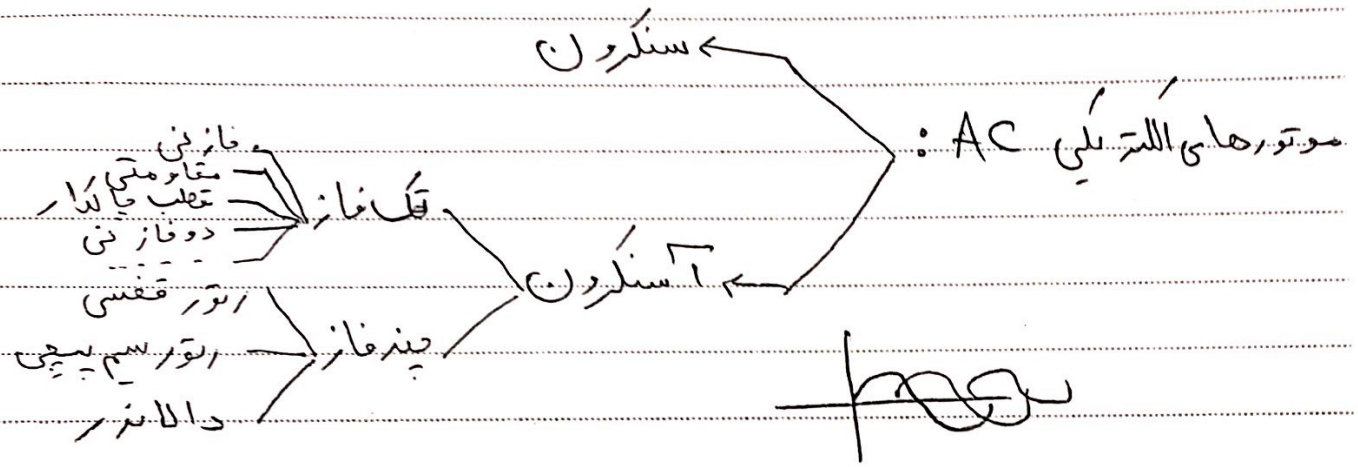
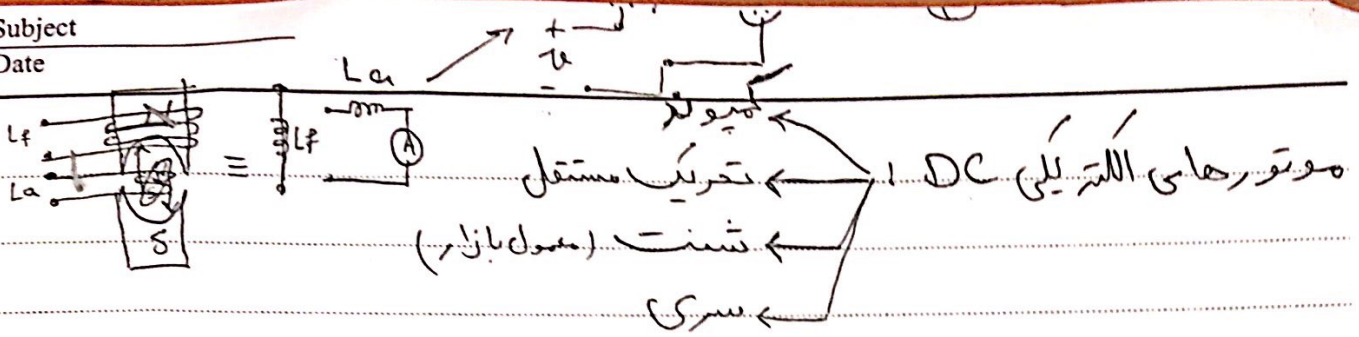
توسط محرک های نیوماتیک ، هیدرولیک و مغناطیسی انجام می شود. توجه شود که
 به عمل حرکت دهنده در صنعت به موضوع در علم کنترل ، محرک ، عملگر یا Actuator
 می گویند.



در ایور : در ایور با همان راه انداز ، سیستمی است که باعث راه اندازی و استفاده
 مناسب از محرک می شود.



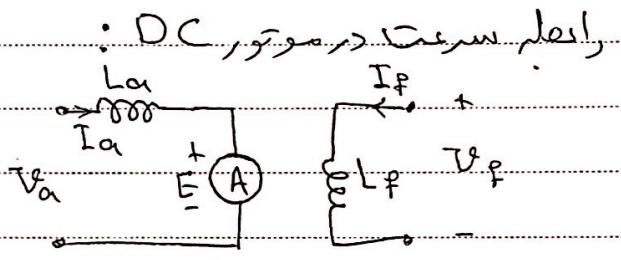
برای شلنس ؛ موتور های بدون جاروبک ← موتور ثابت و استاتور می صرف
 در آلودر ؛ موتور های دو سرعته (AC)



چرا موتور DC؟ ۱- گشتاور راه اندازی بالا
۲- کنترل دور دقیق و وسیع

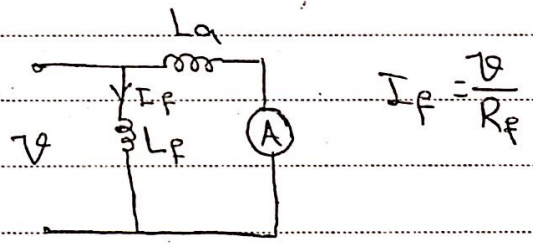
کنترل سرعت
کنترل موقعیت
حالت های کاری موتور:
حالت موتور
حالت ترمزی

سرعت موتور $E = k \cdot \phi \cdot \omega$
میان مغناطیس هم پیش تو
جریان عبوری از سیم پیچ
آرمیچر
نسبت ثابت
حرکت
 $T = k \cdot \phi \cdot I_a$



$$\omega = \frac{E}{k\phi} = \frac{V - R_a I_a}{k\phi}$$

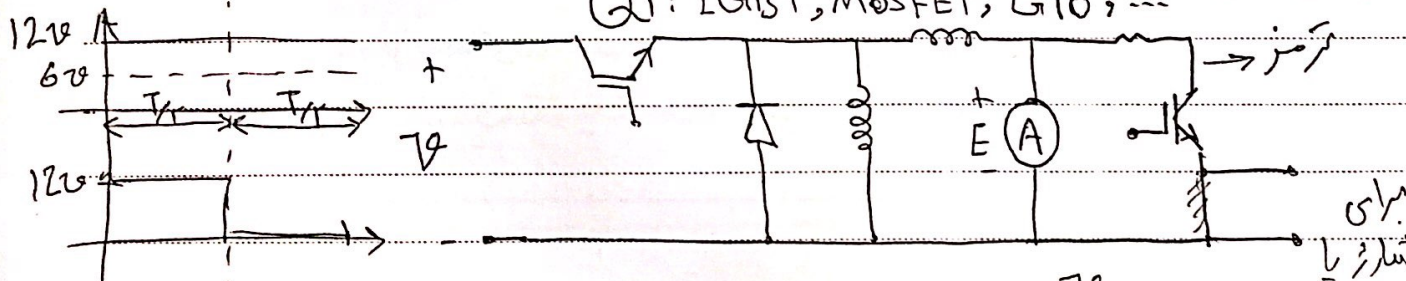
$$\omega \propto (V, I_a, \frac{1}{\phi})$$



$$I_f = \frac{V_f}{R_f}$$

$\omega \propto (V)$

بررسی درایو های موتور های DC
Q1: IGBT, MOSFET, GTO, ...



$\omega \propto k \cdot V$
Pulse width modulation
 $k = \frac{T_{on} V}{T}$

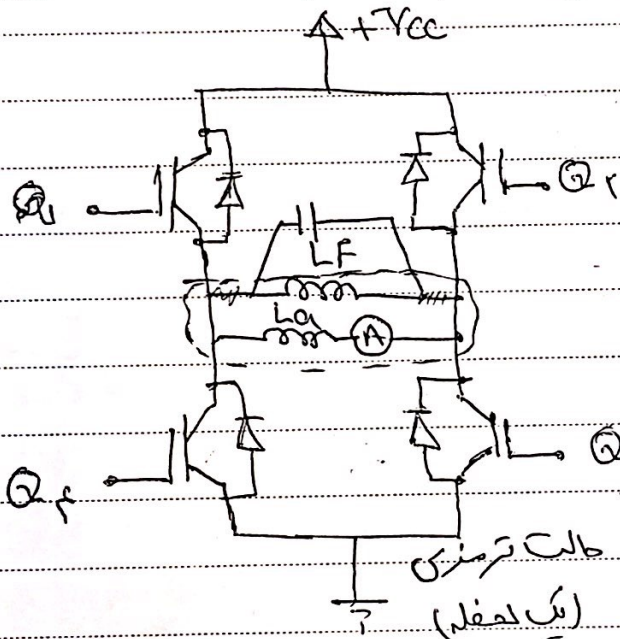
یکی از روش‌های ترمز کردن موتور DC، تلف کردن مقدار انرژی موجود در سیم پیچ ترمز است.

حالت ترمزی برای در این حالت پس از خاموش شدن Q_1 جهت نگه داشتن دینامو انرژی

دور موتور می‌توانیم از ترمز ژنراتوری استفاده کنیم، یعنی با روشن کردن Q_2 مقدار

انرژی دینامو شده در سیم پیچ آرمیچر را به بیرون منتقل نماییم.

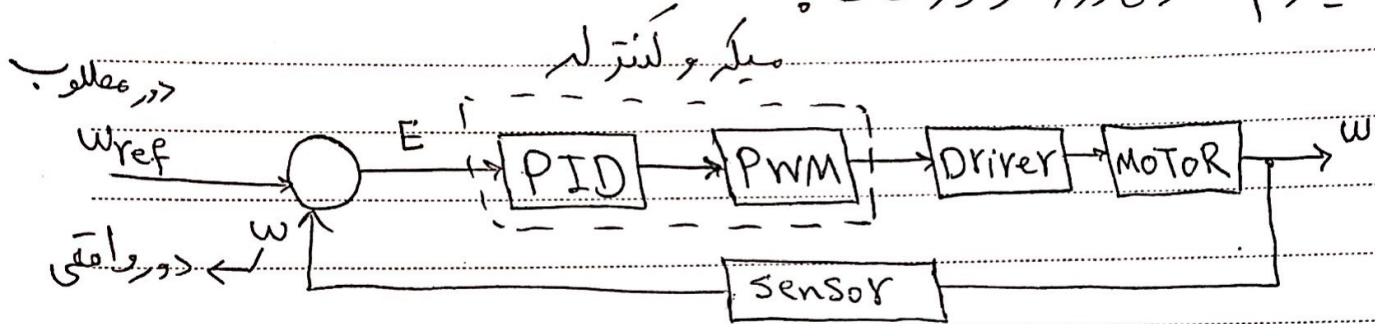
درایور با این H:



وضعیت موتور	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
روشن - راستگرد	ON	OFF	ON	OFF
روشن - چپگرد	OFF	ON	OFF	ON
خاموش (FF)	OFF	OFF	OFF	OFF
ترمز	ON	ON	ON	ON
حالت ترمزی (یک لحظه)	ON	OFF	ON	OFF
	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑
	OFF	ON	OFF	ON
	OFF	OFF	ON	ON

برای تغییر جهت در موتور DC باید جهت جریان در یکی از سیم‌های عوض شود. اگر هر دو با هم عوض بشوند ← موتور تغییر جهت نمی‌دهد.
* معمولاً ما راه‌های تقزیه ثابت وصل می‌کنند.

نگونه دیگر نام کنترل دور موتور DC :



در واقع برای کنترل دور موتور DC با استفاده از یک سنسور شبیه

تاکومتر یا انگودر با تعداد دور ششده شده و به کنترلر اعمال می شود از طرفی

کاربرد یک سیگنال ورودی و این میکرو کنترلر اعمال می کند. میکرو کنترلر با مقایسه بین

سیگنال ورودی و سیگنال فید بک و مقدار عرض پالس را تغییر می دهد تا جایی که

سیگنال فید بک با سیگنال ورودی یکی شود.