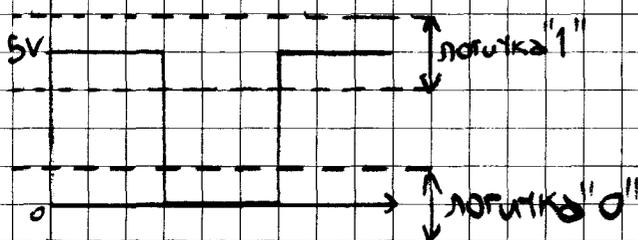
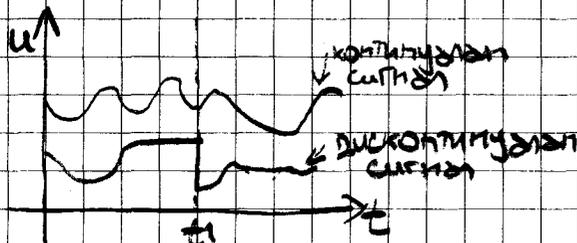


# VIII Основе дигиталне електронике

У електротехници постоје 2 основне врсте сигнала:

- A) Аналогни (континуални)
- B) Дигитални (2 напонска нивоа)

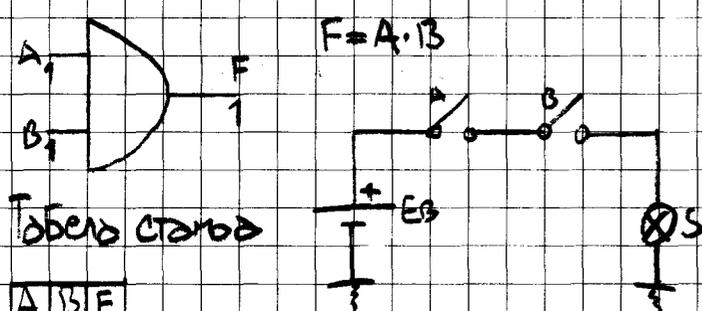


У дигиталном систему напонски ниво 5V називамо логичком јединицом, а напонски ниво 0V називамо логичком нулом.  
Математички систем са 2 цифре (0,1) којим се описује рад логичких кола назива се бинарни систем.

## Основне логичке операције и логичка кола

У пракси разликујемо 3 основне логичке операције:

1. Логичка "И" операција

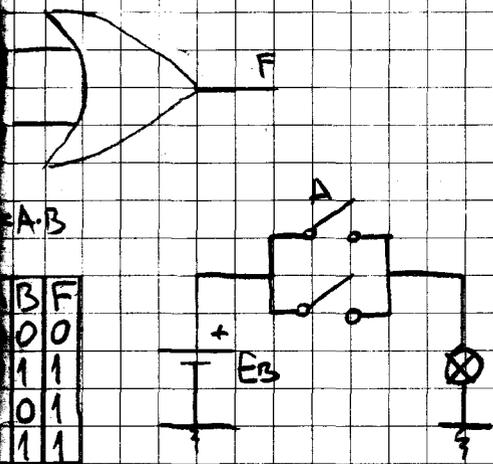


Табела стања

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Логичко "И" коло на свом излазу даје логичку јединицу само ако оба улаза у саставу логичке јединице, за сваку другу комбинацију на излазу даје логичку нулу

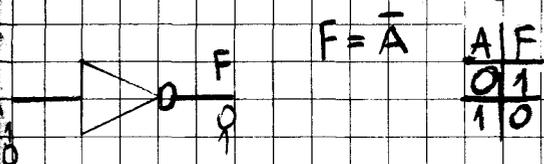
Логичка "ИЛИ" операција:



A	B	F
0	0	0
1	1	1
0	1	1
1	0	1

Логичко "ИЛИ" коло на свом излазу даје логичку нулу само ако су оба улаза у саставу логичке нуле, за сваку другу комбинацију на излазу даје логичку јединицу

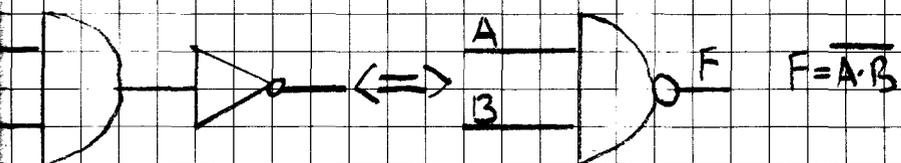
Логичка "НЕ" операција (негација)



Логичко "НЕ" коло инвертује улазно стање, нулу пребацује у јединицу и обрнуто

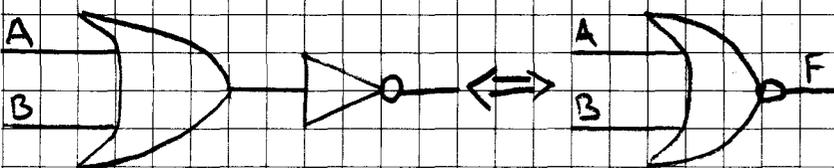
Међу основних логичких кола и операција често се у пракси користе и следећа логичка кола

Логичко "НИ" коло (негативно И коло)



A	B	A*B	$\overline{A*B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

3.) Логично-Ниликоло (негирано „или“ коло)



$$F = \overline{A+B}$$

3. Знак: 4001

A	B	A+B	$F = \overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

Основна правила Бинарна алгебра

$$.) x+y = y+x$$

$$.) x \cdot y = y \cdot x$$

$$.) x+(y+z) = (x+y)+z$$

$$.) x \cdot (y \cdot z) = (x \cdot y) \cdot z$$

$$.) x \cdot (y+z) = x \cdot y + x \cdot z$$

$$.) x+(y \cdot z) = (x+y) \cdot (x+z)$$

$$.) \overline{(x+y)} = \overline{x} \cdot \overline{y}$$

$$.) \overline{x \cdot y} = \overline{x} + \overline{y}$$

Основне особине Бинарна алгебра

$$. 0=0 \quad A \cdot \overline{A} = 0 \quad A+A=A$$

$$. A=0 \quad A+0=A \quad A+\overline{A}=1$$

$$. 1=A \quad 0+A=A \quad \overline{\overline{A}}=A$$

$$. \overline{\overline{A}}=A \quad A+1=1$$

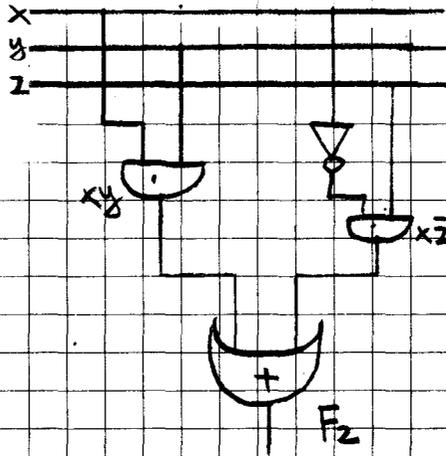
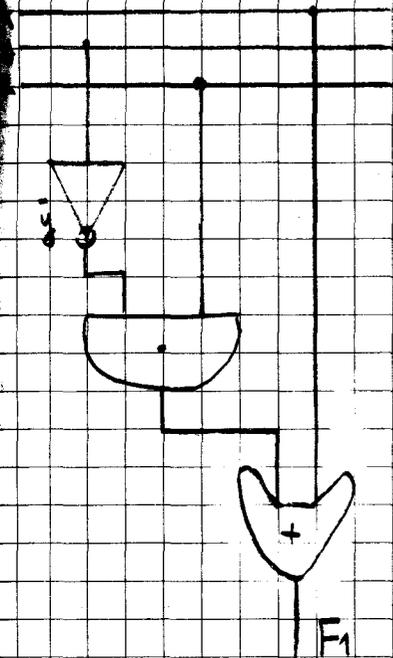
$$. A=A \quad 1+A=1$$

# Задачи за вжелебарье

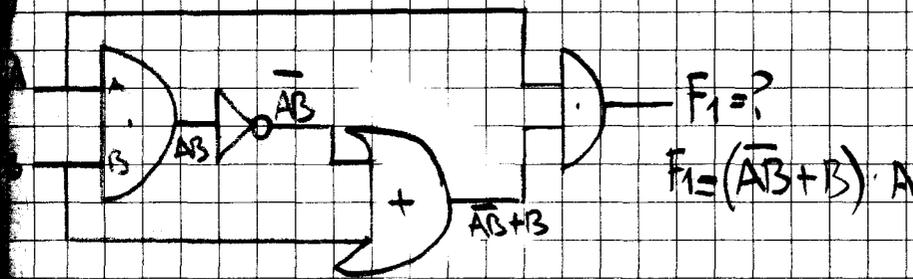
Представити логичке функције уз ослотац на стандардни логички

$$x \cdot y \cdot z$$

$$x \cdot y + \bar{x} \cdot z$$



Одредити логичке функције  $F_1$  ако су дате логичке везе



Получити табеле стања за  $F_1$  из предходног задатка

$$F_1 = (\bar{A}B + B) \cdot A$$

A	B	$\bar{A}B$	$\bar{A}B + B$	$(\bar{A}B + B) \cdot A = F_1$
0	0	1	1	0
0	1	1	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1

# Основне аритметичке операције

Основне рачунске операције се у Бинарном домену изводе помоћу логичких кола, осим тога ова кола служе за компутање (и други комплемент) компарацију и Бинарно сабирање

Преlaz из Бинарног у Декартни систем

Основна правила:

Основна Бинарност система 2

Закон Бит има одговарајућу тежину

$$101001 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 2^5 + 2^3 + 2^0 = 32 + 8 + 1 = 41$$

Примери:

$$01 = 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 2 = 2$$

$$11 = 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 3$$

$$10 = 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 = 4 + 2 = 6$$

Преlaz из Декардног у Бинарни систем

„0“  $\neq$  0 „1“

„0“ = 0 „0“

$$25(10) \rightarrow X(2) \quad 125(10) = 1111101(2)$$

$2 = 62$	1
$2 = 31$	0
$2 = 15$	1
$2 = 7$	1
$2 = 3$	1
$2 = 1$	1
$2 = 0$	1

$6_{(10)}$	$5_{(10)} = 0101_{(2)}$	$6_{(10)} = 0110_{(2)}$	$3_{(10)} = 0011_{(2)}$
$6:2=3$	$5:2=2$	$6:2=3$	$3:2=1$
$3:2=1$	$2:2=1$	$3:2=1$	$1:2=0$
$1:2=0$	$1:2=0$	$1:2=0$	

Први комплемент  $I_k$

$\bar{A}, A = 101010$   
 $I_k = 010101$

Други комплемент  $II_k$

Други комплемент се добија тако што се на први комплемент

$> 1$

$II_k = \bar{I_k} + 1 = \bar{A} + 1$

добила себирања:

$0=0$   
 $=1$   
 $=1$

$A = 1000$   
 $I_k = 0111$   
 $II_k = I_k + 1$

$$\begin{array}{r} 0111 \\ + 0001 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$=0 \rightarrow$  пренос 1

$=1 \rightarrow$  пренос 1

$II_k = 1000$

Сбирање Бинарних Бројева

$1010, B = 0110, A+B = ?$

$$\begin{array}{r} 1010 \\ + 0110 \\ \hline 10000 \end{array}$$

У дигиталним системима управљача постоји потреба да се измерени податак запамти (струја, напон, снага, температура, притисак, брзина обртања...)

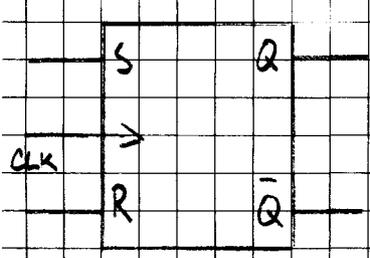
У ту сврху користе се меморијска кола, ова кола имају ту особину да им стање на излазу не зависи само од стања на улазу већ и од претходног стања у коме се коло налазило

Електронска кола која служе за синтезу меморијских кола називају се „Флип флопови“

У пракси постоје 4 врсте флип флопова:

- 1) RS-флип флоп
- 2) JK-флип флоп
- 3) T-флип флоп (окисају)
- 4) D-флип флоп (коло за копирање)

① RS-флип флоп



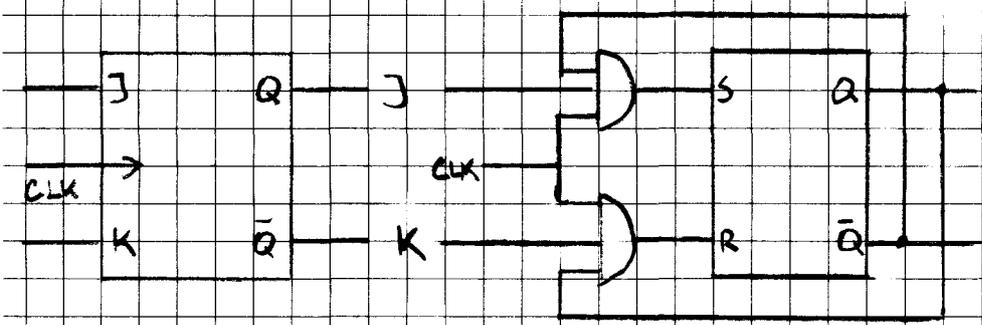
R	S	$Q_n$	$Q_{n+1}$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	-
1	1	1	-

$Q_n$  - претходно стање

$Q_{n+1}$  - следеће стање

- не дефинисано стање

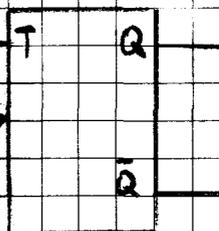
② JK-флип флоп



J	K	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

-> разлику от RS флип флота JK флип флота не дефинисаних стања

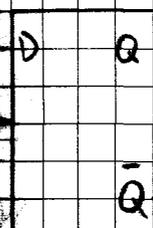
### T-флип флота



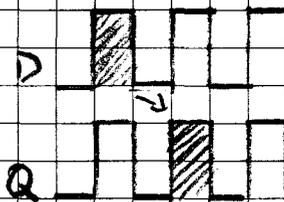
T	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

флип флота врши измену логичких стања при свакој појави логичке јединице на улазу

### D-флип флота

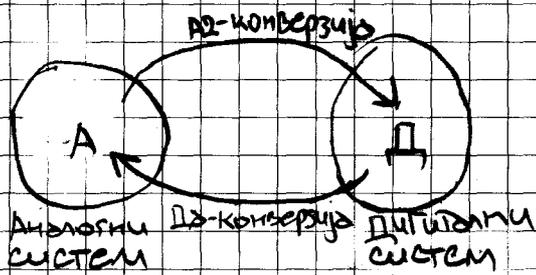


D	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1



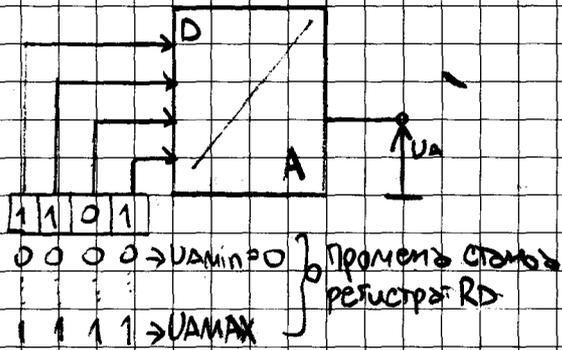
овна особина D флип флота је да излаз Q прати улаз D уз кашњење од 1 периода сигнала за синхронизацију

# Аналого-дигитална и дигитално-аналогна конверзија



Конверзија неке величине представља трансформацију те величине у неки други облик. АД и ДА конвертори су важни елементи у међусобном повезивању аналогних и дигиталних система

① Дигитално-аналогни конвертори - су уређаји за претварање дигиталних сигнала у аналогне



ДА конвертори могу бити активни и пасивни а најчешће се реализују преко отпорних мрежа. Отпорне мреже могу да буду тежешнаке и лествичасте

4 битни ДА конвертор  
Бр. комбинација 16 (0-15)

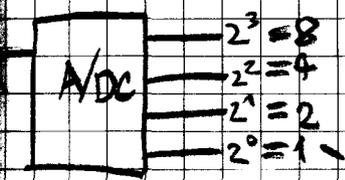
0000 почетак  $U_A = 0$   
1111 последња  $U_{Amax}$

Сваки микропроцесор се састоји од:

1. Улазно излазне јединице
2. CPU
3. Меморије
4. Метхусезе

АД конвертор - претвара аналогни сигнал у дигитални  
конвертор увек претвара напон из аналогног у дигитални.  
Због тога је потребно друге физичке величине  
створити у напон (струја, отпор, снага, температура, фреквенција)  
конвертор се прави у засебном интегрисаном колу или  
одно са микро контролером

вр. улаза постоје: једноканални АДС и вишеканални АДС  
(8 или 16 каналних).



важнији параметри: брзина конверзије, резолуција  
улаза, најчешће од 8 до 24 бита), тачност, линеарност

## IX Елементи енергетске електронике

Основна подела компоненти енергетске електронике

Основна подела компоненти према улози је:

пасивне (отпорници, кондензатори, капацитети...)

активне (све полупроводничке компоненте)

по времену настанка могу бити:

стандардне компоненте (направљене до 1980)

авремене (модерне) (од 1980)

е-енергетска електроника

Рема управљивости могу бити:

Неуправљиве - на рад ових компоненти неможемо директно ицати, њихово радно стање зависи од напонских прилика ел. колу (снажна диода, дијак, диристор)

Полу управљиве - на рад ових компоненти можемо делимично ицати (тиристор)

Пуно управљиве - на рад ових компоненти можемо потпуно ицати преко управљиве електроде (то су све врсте транзистора) рема начину активирања могу бити:

Струјне (тиристори, снажни биполарни транзистори)

Напонске (мосфет, иГБТ...)

Рема брзине рада:

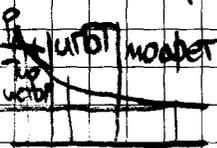
Споре:  $f_p < 2-3 \text{ kHz}$  (тиристор)

Брзе:  $f_p = (10-30) \text{ kHz}$  (снажни биполарни транзистор, иГБТ)

Веома брзе (уltra брзе):  $f_p > 30 \text{ kHz}$  (мосфет)

p-прекидачка фреквенција

Ве компоненте  $E_e$  раде у прекидачком режиму, односно постоје се као без контактни прекидачи. Прекидачка фреквенција утиче на комутационе губитке а на тај начин и на загревање компоненте, зато постоји обрнута пропорција између  $f_p$  и прекидачке фреквенције уређаја



# Снажне диоде

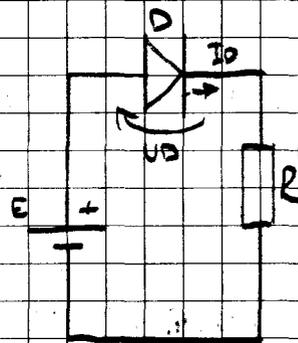
Снажне диоде су неуправљиве компоненте које проводе у једној поларизацији а не проводе у инверзној. У одређеном опсегу напон-струја разликују се по вредности радне струје и напонског опсега димензијама.

Симбол:

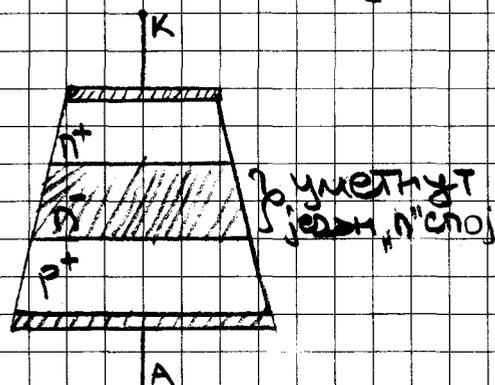


$U_D > 0 \Rightarrow$  директно поларисање

$U_D < 0 \Rightarrow$  инверзно поларисање



Структура:

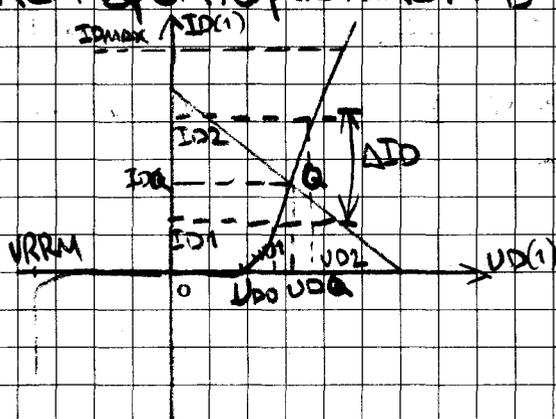


Статичка отпорност  $R_0 = \frac{U_D}{I_D}$

Динамичка отпорност:

$$r_D = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_D} = \frac{U_{D2} - U_{D1}}{I_{D2} - I_{D1}}$$

Статичка карактеристика:  $I_D = f(U_D)$

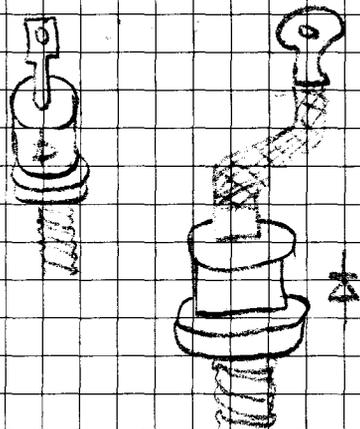


Снажне диоде се најчешће у пракси производе у 3 врсте конструкција: 1. Вретенасто, 2. Тањерасто (Диск), 3. Модуларно

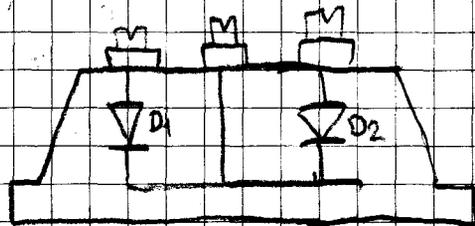
Вретенасто

② Тачурасто

③ Модуларно



$> 1000 \text{ A}$



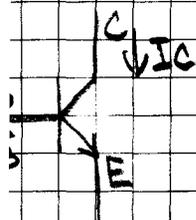
$\sim 1 \text{ A} \sim 10 \text{ A}$

$\sim 10 \text{ A} \sim 100 \text{ A}$

### \* Стајски Биполарни Транзистори

Стајски биполарни транзистор је струјно контролисана пуноправљива компонента која се користи у средњем опсегу електричних фреквенција. Разликујемо PNP и NPN стајске биполарне транзисторе

Симболи:



Како би стајски биполарни транзистор радио као прекидач потребно је да базна струја буде 20-30% номиналне струје колектора, па и већа

$$I_B = (20-30\%) I_{Cn}$$

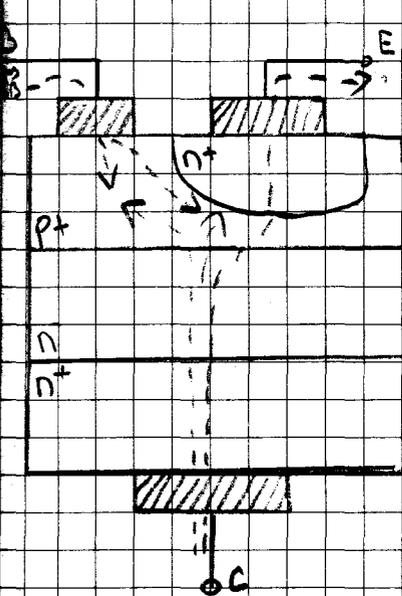
n - номинална струја колектора

$n = 10 \text{ A}$ ;  $I_B = (2-3) \text{ A}$

Ако је струја базе већа од нуле транзистор је укључен

Ако је струја базе нула транзистор искључен

структура:



- Један од основних параметара снажни  
 оларни тр. је фактор струјног појачања  
 То је бр. који показује однос колектор  
 и базне струје.

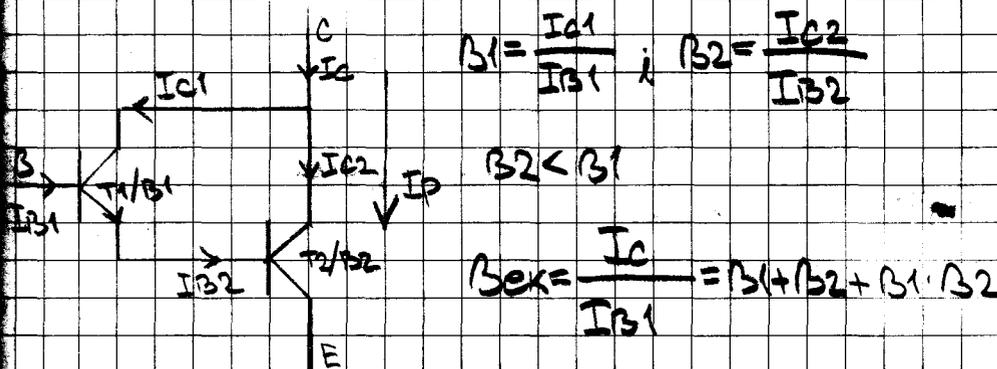
$$\beta = \frac{I_c}{I_b} \text{ - фактор струјног појачања}$$

$$2 < \beta < 10$$

$$\text{Ако је } I_{cn} = 10 \text{ A, } \beta = 5 \Rightarrow I_b = \frac{I_{cn}}{\beta} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

На основу примера се види да је потребна базна струја  
 2 Ампера да би се транзистор понашао као прекидач.  
 побудна струја  $I_b$  има велику вредност, и да би се решио  
 проблем велике побудне струје често се у пракси користи  
 таква веза 2 тр. познатим називом Дарлингтонов спој

### Дарлингтонов спој



које  $I_{cn} = 10 \text{ A}$ ;  $\beta_1 = 100$ ;  $\beta_2 = 5$ ;  $I_{b1} = ?$

$$\beta_{ek} = \frac{I_c}{I_{b1}} = 100 + 5 + 100 \cdot 5 = 605$$

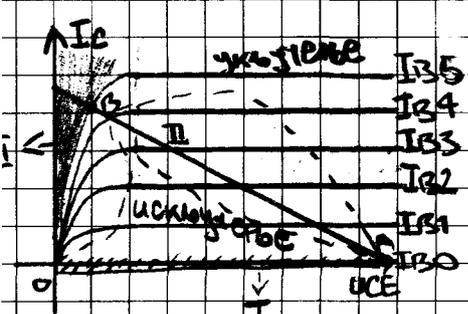
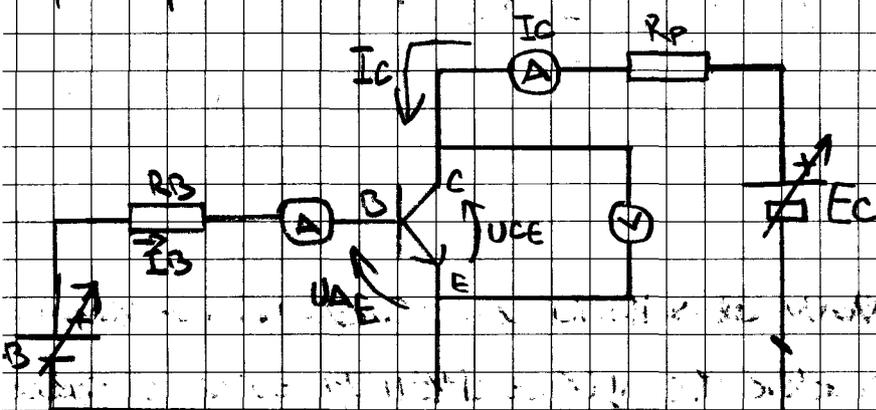
$$\beta_1 = \frac{I_c}{\beta_{ek}} = \frac{10}{605} = 0,016 \text{ A} = 16 \text{ mA}$$

# Изложба карактеристика, радна права, радна тачка

Изложба карактеристика представља зависност колекторске струје од напона колектор емитер

$$I_C = f(U_{CE})$$

На сл. слици приказана је ел. шема за снимање изложне карактеристике



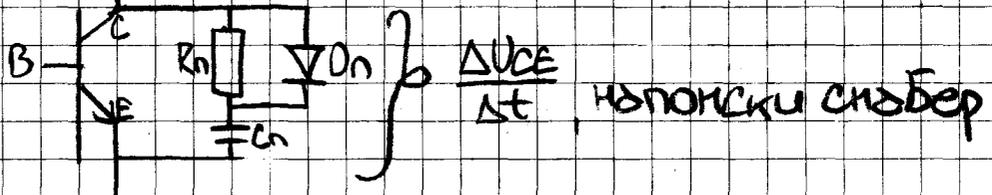
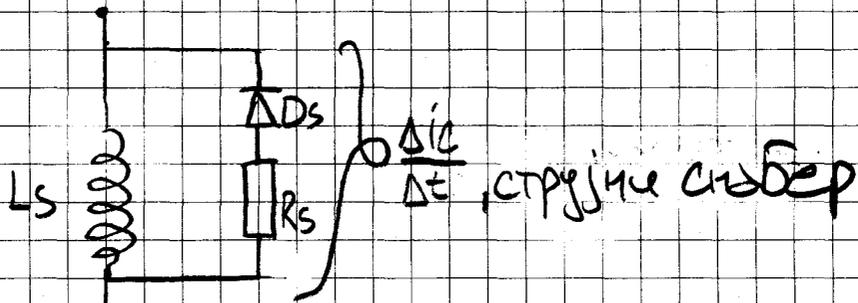
I = Област искључења  
 II = Активна (линеарна) област  
 III = Област засићења  
 А-транзистор искључен  
 В-транзистор укључен

$$I_C = \frac{E_C - U_{CE}}{R_P} \rightarrow I_C = \frac{1}{R_P} \cdot U_{CE} + \frac{E_C}{R_P}$$

Радна права

Током процеса укључења и искључења кретање радне тачке кроз активну област треба да буде довољно брзо јер су у тој области губици на транзистору највећи. Процес промене напона и струје на транзистору у периоду укључења и искључења назива се комутација. У периоду комутације промена напона и струје мора бити оптимална јер пре брза промена напона и струје може оштетити транзистор. У циљу заштите тр. од

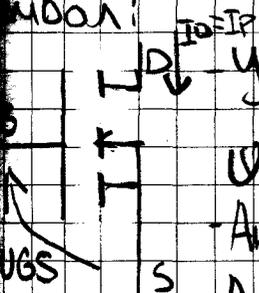
е брзе промене напона и струје користе се Свјабер ко



### Свјабични мосфет

Свјабични мосфет је путу управљива напонски контролисана компонента која се користи за највеће пропусне фреквенције и највеће снаге

Смбали:



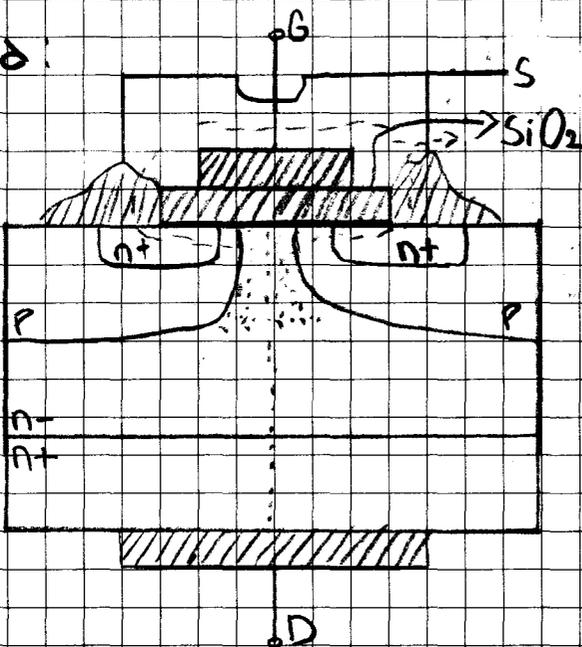
Управљачки напон је  $U_{GS}$ ,  $\Rightarrow$  струја потр

$U_{GS}$  је  $I_D$

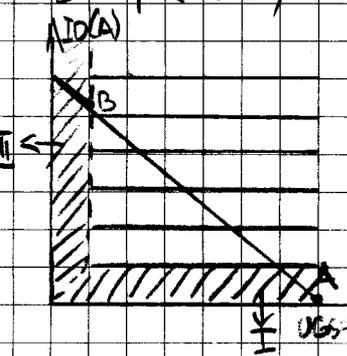
Ако је  $U_{GS} > 0$  ( $U_{GS} = 15V$ )  $\Rightarrow$  Транзистор укључен

Ако је  $U_{GS} = 0$   $\Rightarrow$  Транзистор искључен

Структура:



Извазна карактеристика снажног MOSFET представља зависност  $I_D = f(U_{DS})$  струје дренажа од напона дренажа



$$I_D = f(U_{DS})$$

I - област искључења

II - активна (линеарна) област

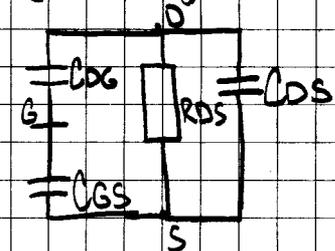
III - омска област

A - Транзистор искључен

$$A (I_D = 0, U_{DS} = E_B)$$

$$B (I_D = I_p, U_{DS} = 1-2V)$$

У омској области транзистор је укључен, она се зове тако зато што се ту транзистор понаша као ниско омски отпорник. На динамичке карактеристике брзина укључења и искључења највише утичу паразитни кондензатори између електрода од којих доминантан утицај има CGS.



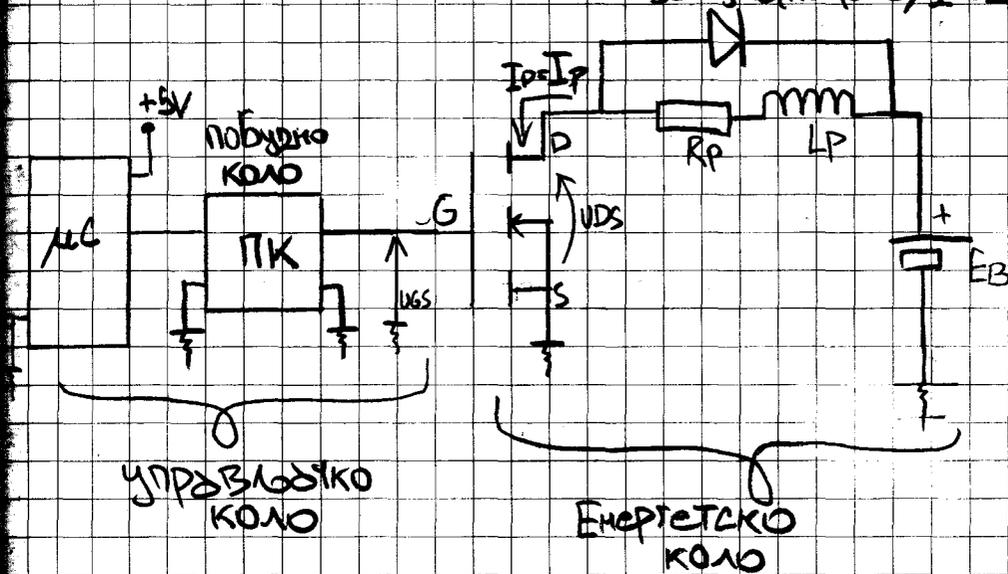
Пример неких користених MOSFETова

1) IRF 510 - 100V; 5,6A; кућиште TO 220

2) IRF 630 - 200V; 9A; TO 220

3) IRF 9640 (-200V); -11A; TO 220

# Пример повезивања у ел. колу Замјена (повратна) диода

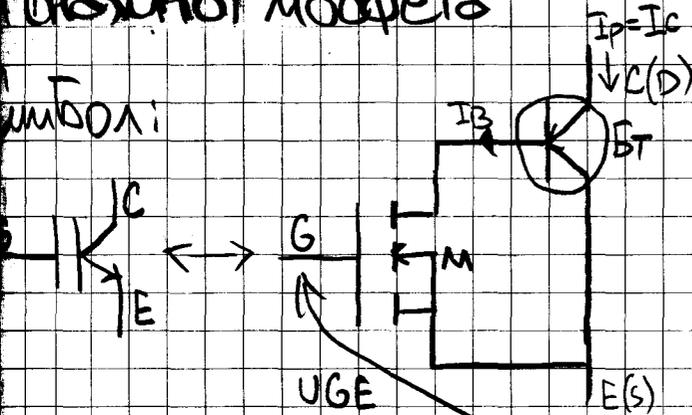


## Биполарни транзистор са изолованим Гејтом (ИГБТ)

ИГБТ је пуно управљива напонски контролисана компонента  
која се користи у средњем опсегу прекидачких фреквенција  
може од 1kW до 100 kW

ИГБТ је настао као комбинација статора Биполарног тр  
анзистора и модафета

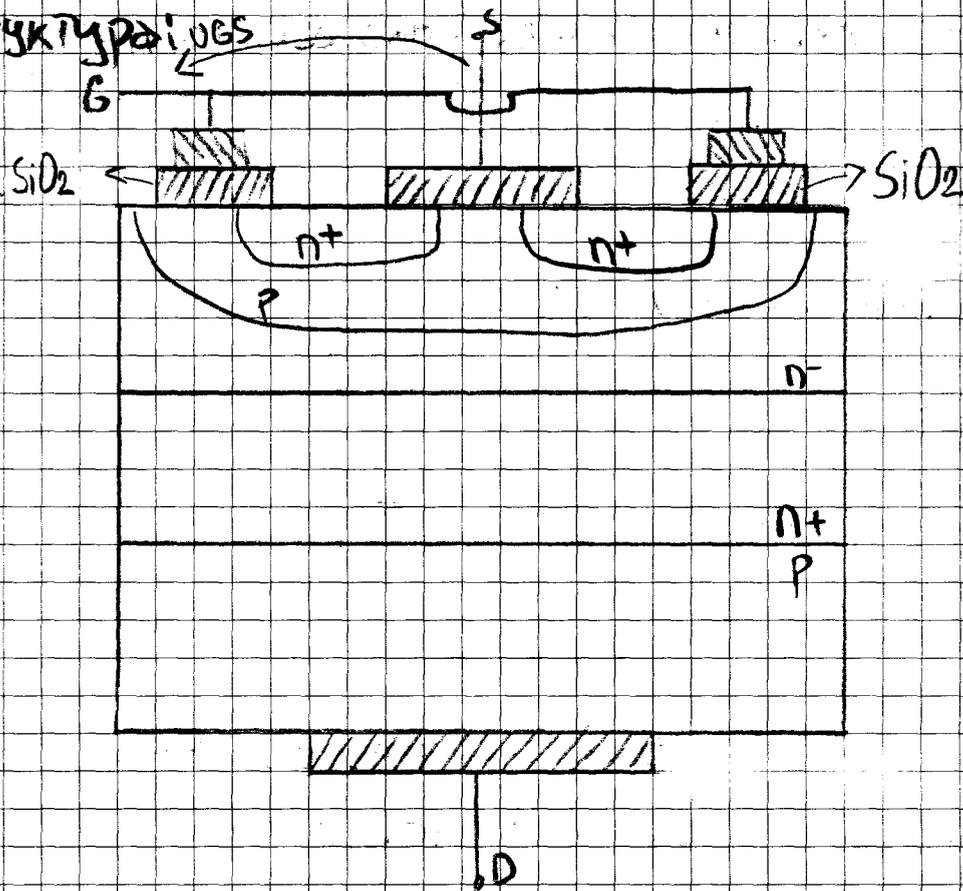
Симбол:



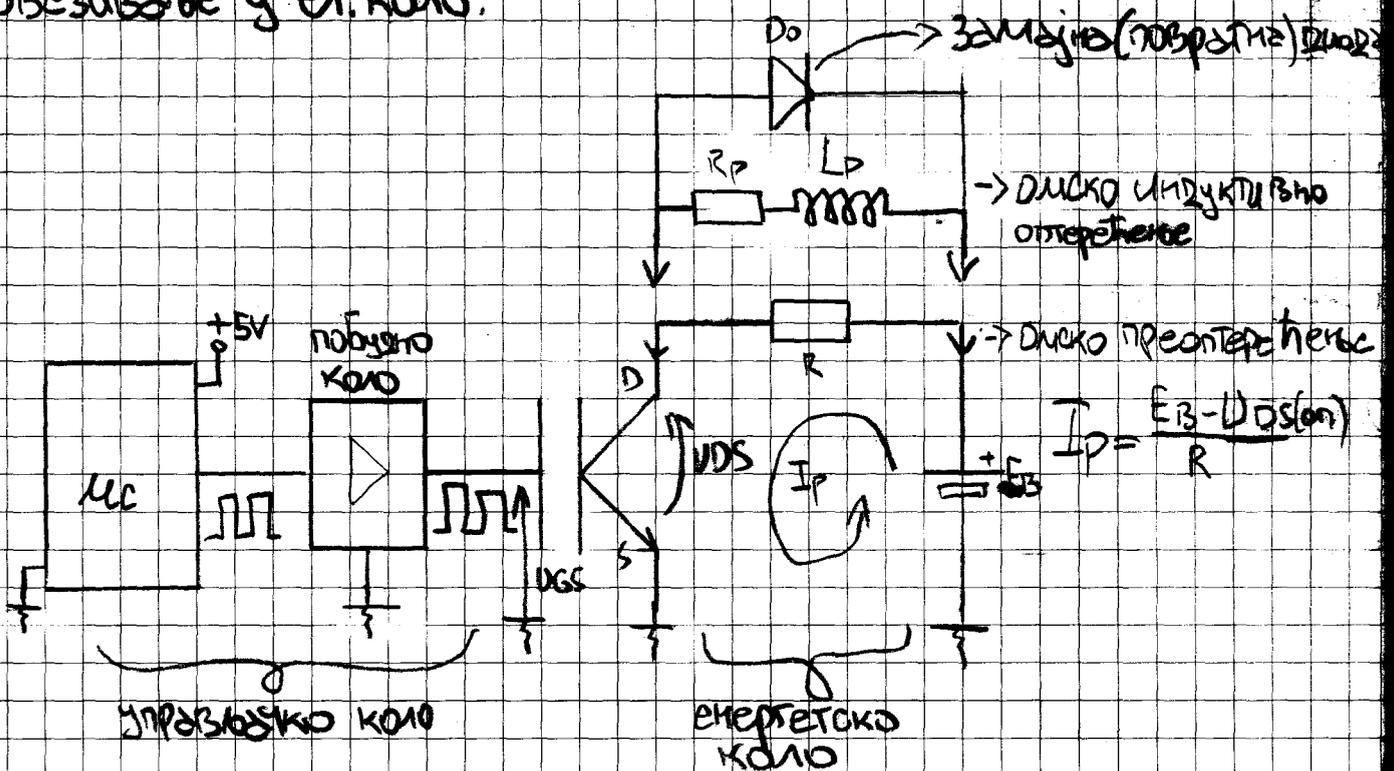
ко је  $U_{GS} > 0 \Rightarrow$  Транзистор укључен

ко је  $U_{GS} = 0 \Rightarrow$  Транзистор искључен

Структура  $i_{DGS}$



Повезивање у ел. колу:



мер: Опређити  $I_p = ?$ ;  $U_p = ?$ ;  $P_p = ?$ ;  $P_T = P_{Ds} = ?$  Ако је  $E_B = 100V$ ;  $U_{Dson} = 2V$ ;  $R_p = 100\Omega$

$$\frac{E_B - U_{Dson}}{R_p} = \frac{100 - 2}{100} = 0,98 \text{ A}$$

$$\frac{U_p}{R_p}; U_p = I_p \cdot R_p = 0,98 \cdot 100 = 98 \text{ V}$$

$$I_p \cdot U_p = 98 \cdot 0,98 = 96,04 \text{ W}$$

$$P_{Ds} = I_p \cdot U_{Dson} = 2 \cdot 0,98 = 1,96 \text{ W}$$

## Тристор

Тристор је општи назив за фамилију четворослојних полупроводничких компоненти са 3 PN споја.

Тристор је полупроводничка струјно контролисана компонента која се користи за најниже прекидачке фреквенције и претварање највише моћи.

Производе се за:

Струје ( $\sim 1A \sim 10kA$ )

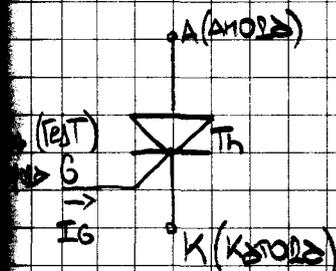
Напон ( $\sim 100V \sim 1kV$ )

Типови полупроводничкој структури:

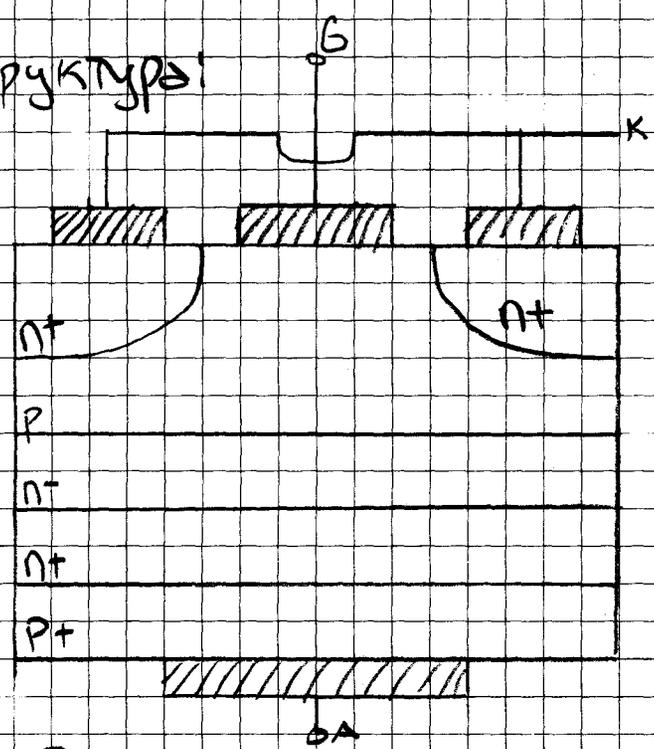
PN PN

PN PN

Модол:

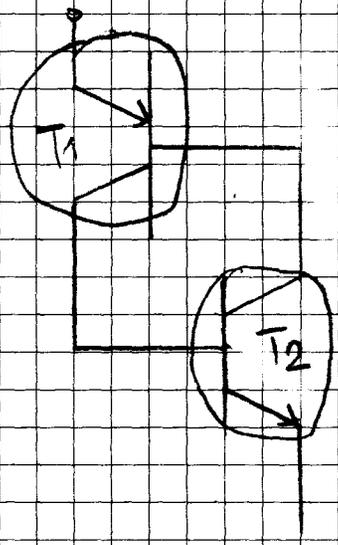


Структура:



Особина полууправљивости се огледа у томе да се тиристор укључује преко геја а искључује се посебним комутационим колом

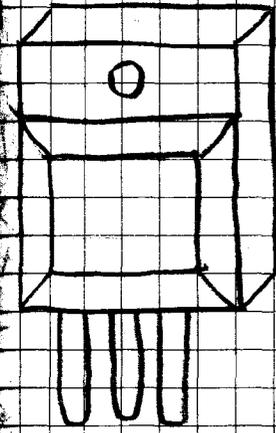
Дво транзисторски модел



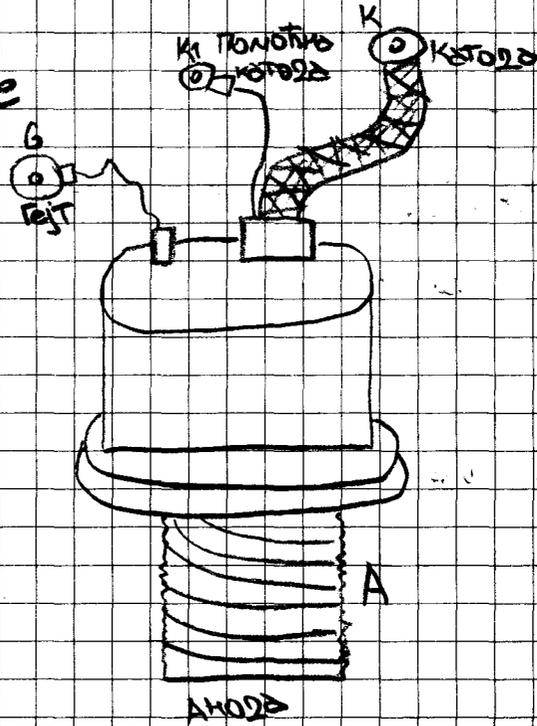
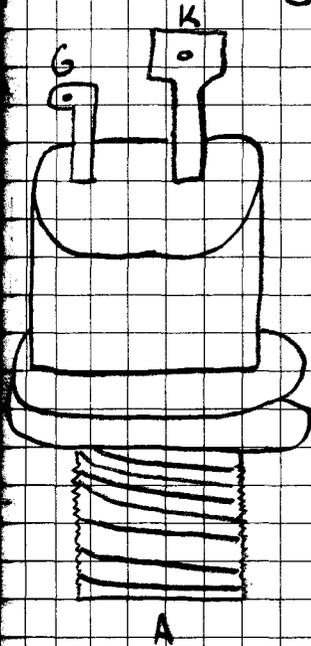
-Тиристор се у пракси најчешће могу наћи у сл. врстама кућишта:

1. Пластично кућиште (ТО 220)
2. Вретенасто кућиште
3. Тањирасто (Disk) кућиште
4. Модуларно кућиште

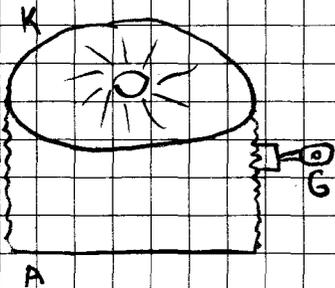
# Классическая кувалда (ТО 220)



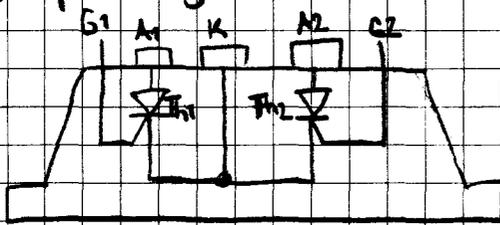
# Сетчатая кувалда



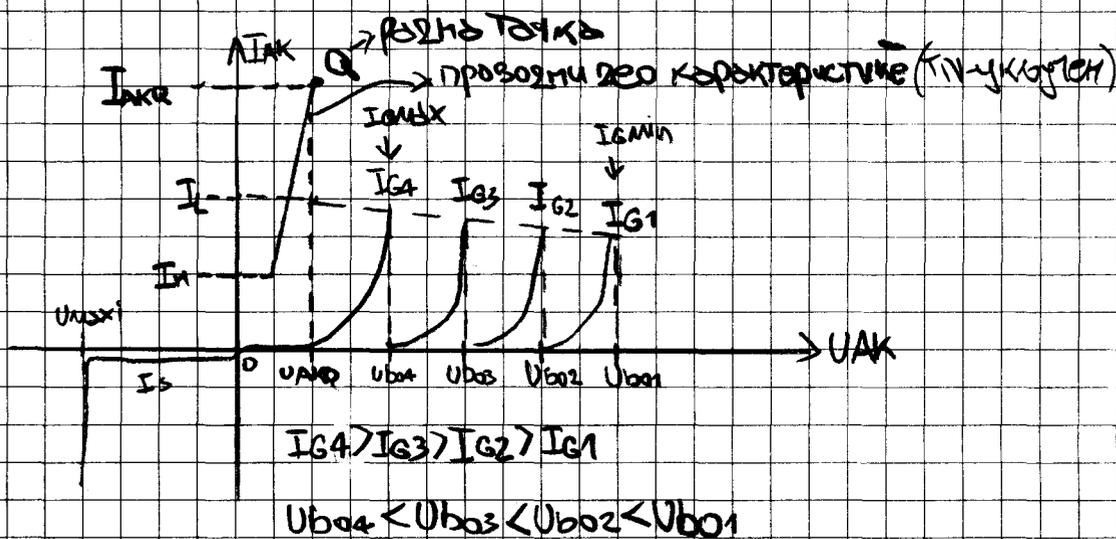
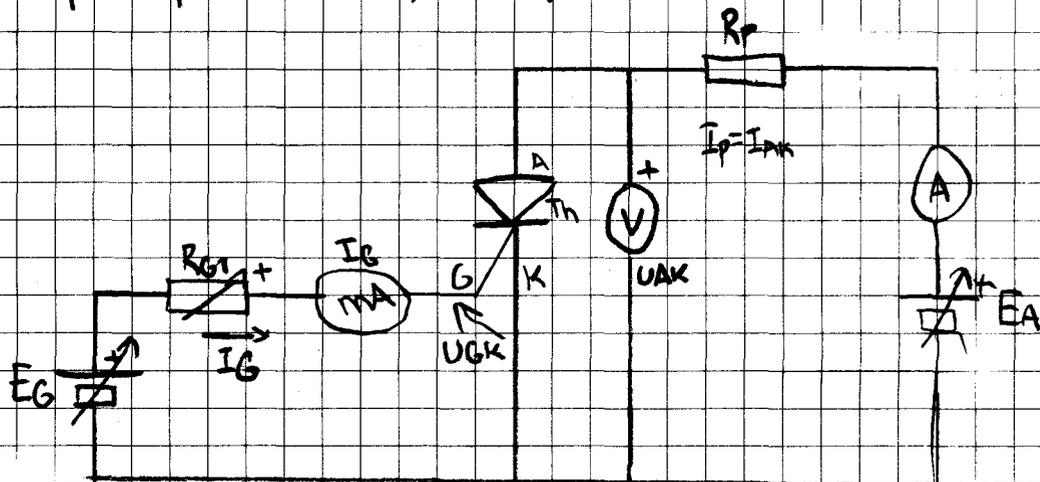
# Лампа с сеткой (Шух) кувалда



# Модульная кувалда



# Статичка карактеристика тиристора



$Q(U_{AKQ}, I_{AKQ})$  Радна тачка

$I_L$  - струја прикључења

$I_H$  - струја држања

$I_S$  - инверзна струја

$U_{max1}$  - максимални инверзни напон

Радна тачка је збир радних тачки

# Испитивање Тиристора мерењем отпорности

при мерењу  
ултиметар се поставља као извор струје и напона

при мерењу отпора дигитални не мерња показује прикључке

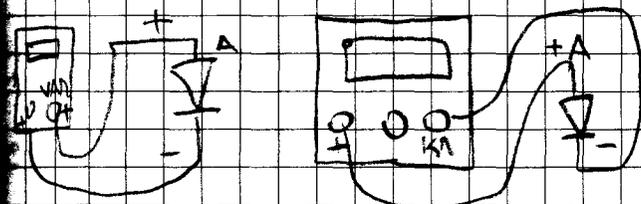
2K  $400-700\Omega$

милуамп-180-350

400-700-mV

0,4-0,7-V

милуамп-0,18-0,35 V



$\frac{D}{d_{max}}$



п. н. 100K $\Omega$

п. н. 100 $\Omega$

у исправног тиристора:

између A и K отпор је велики

отпор између A и G је веома велики без обзира на полар

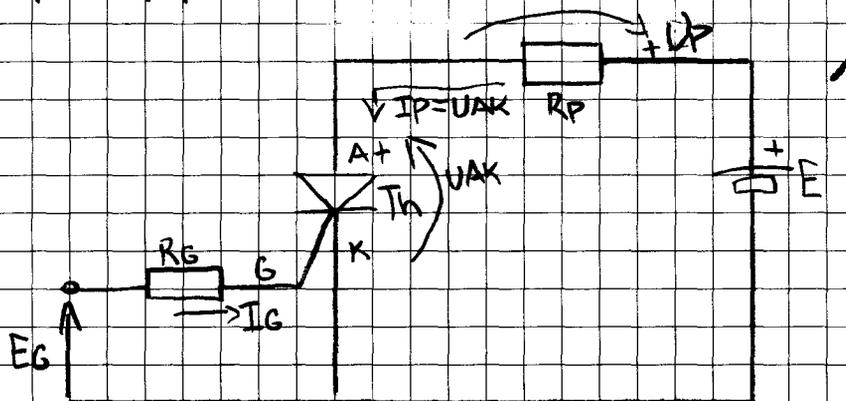
отпор између G и K је мали при директној поларизаци

велики при инверзној

# Понимание тиристора в цепи одномерного тока

Дабы се тиристор в цепи одномерного тока подключить необходимо же да буде правильно поляризован и треба довести кратковременный ток импульс на гейт. У анализе различия 2 случая:

- 1.) Тиристор идеален  $R_{Thon} = 0, U_{AKon} = 0$
- 2.) Тиристор реален  $R_{Thon} = 0(1-1,5 \Omega), U_{AKon} > 0$



① Анализ за идеални случај

$$R_{Thon} = 0, U_{AKon} = 0$$

$$I_p = I_{AK} = \frac{E}{R_p}; P_{gth} = U_{AKon} \cdot I_{AK} = 0$$

$$P_p = U_p \cdot I_p = U_p \cdot I_{AK}; U_p = E$$

Ако је  $E = 100 \text{ V}; R_p = 100 \Omega$

$$I_p = \frac{E}{R_p} = 1 \text{ A}; U_p = E = 100 \text{ V}; P_{gth} = 0 \text{ W}; P_p = U_p \cdot I_p = 100 \text{ W}$$

② Анализ за реални случај

$$E - U_p - U_{AKon} = 0; U_p = E - U_{AKon}$$

$$I_p = \frac{U_p}{R_p} = \frac{E - U_{AKon}}{R_p}; P_{gth} = U_{AKon} \cdot I_{AK} = U_{AKon} \cdot I_p$$

$$P_p = U_p \cdot I_p$$

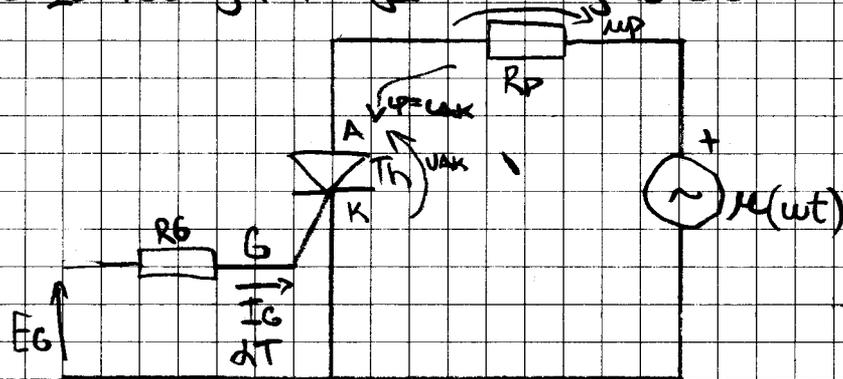
# Понимание тиристора у колу наизменичне струје

Ако се тиристор укључио у колу наизменичне струје

неопходно је испунити 2 услова:

1. мора бити директно поларисан  $U_{AK} > 0$  (само позитивна полупериода)

2. мора да постоји побудни импулс  $I_G$



$$u(t) = 220\sqrt{2} \sin \omega t$$

$$\Delta T = 60^\circ = \frac{\pi}{3}$$

$$U_{ef} = 220 \text{ V}$$

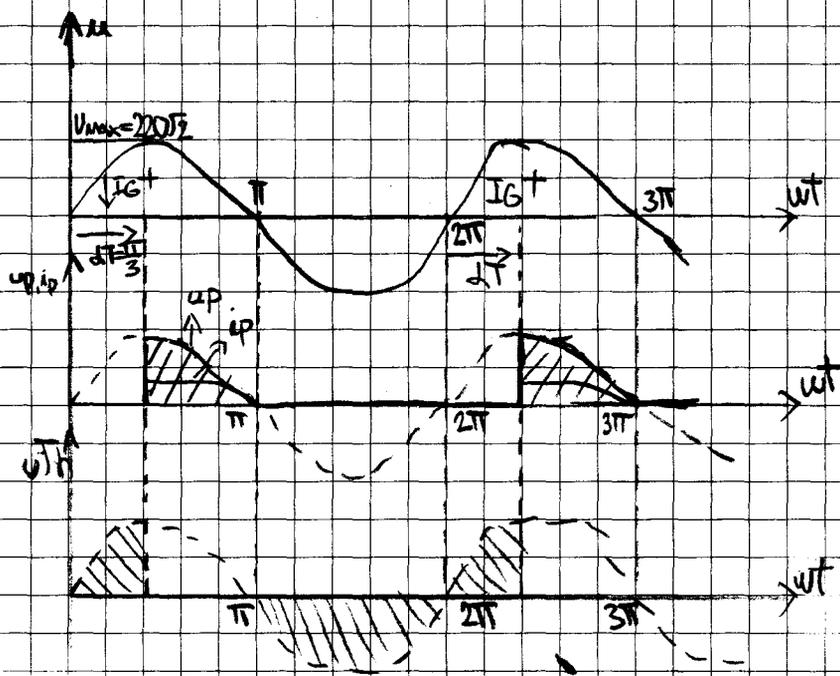
$$\omega = 2\pi f$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Како се укључења тиристора одређују се углом укључења (α)

јер се рачуна за сваку позитивну полупериоду од тренутка

највеће напона кроз нулу



Одреджвање напона и струје у тренутку укључења тиристора

$$u(\omega t) = 220\sqrt{2} \sin(\omega t); \quad \alpha T = \frac{\pi}{3}$$

$$u(\alpha T) = 220\sqrt{2} \sin\left(\frac{\pi}{3}\right)$$

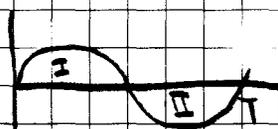
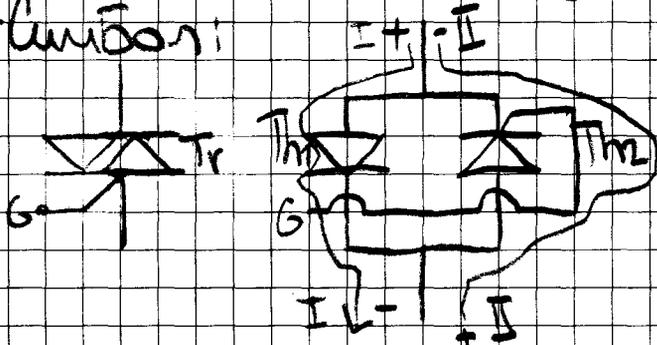
$$= 220\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 110\sqrt{6} \text{ V}$$

$$i_P(\alpha T) = \frac{u(\alpha T)}{R_P} = \frac{110\sqrt{6}}{100} = 1,1\sqrt{6} \text{ A}$$

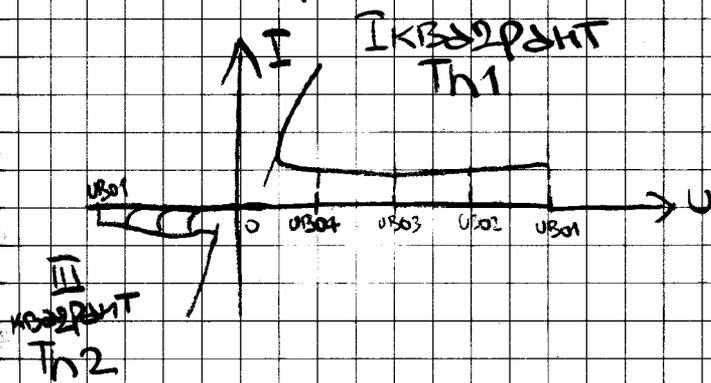
Тријак

Тријак је полууправљива компонента која се добија дати паралелном везом 2 тиристора. То је изосмерна компонента која проводи у позитивној и негативној полу периоди. У оба правца повезана се у обе полу периоде.

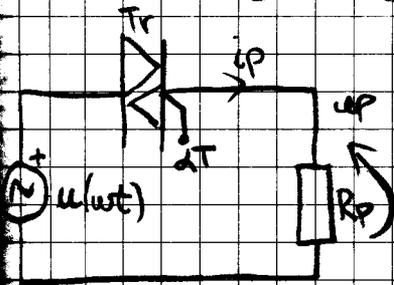
Симбол:



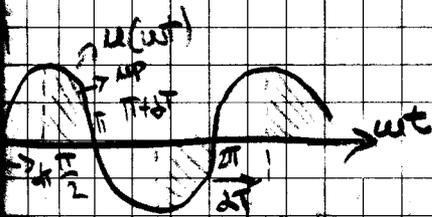
## Линка карактеристика



## Напојање у колу наизменичне струје



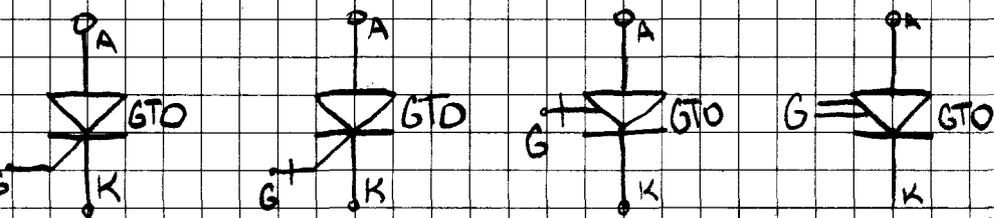
У колу наизменичне струје тренутак укључења тријак  
 муња се од пролазног напона кроз нулу за сваку п  
 периоду и позитивну и негативну  
 $u(\omega t) = 220\sqrt{2} \sin \omega t$ ,  $\alpha_T = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$



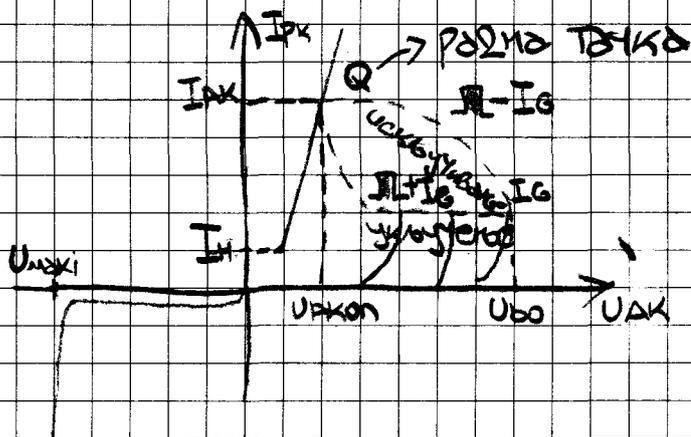
## GTO тиристор

GTO тиристор је посебна врста тиристора чије се укључење  
 искључење врши преко побудне електроде (гејта).  
 укључење и искључење може се вршити само  
 позитивној полупериоди када је тиристор директно по  
 ан, у негативној је инверзно поларисан и блокиран

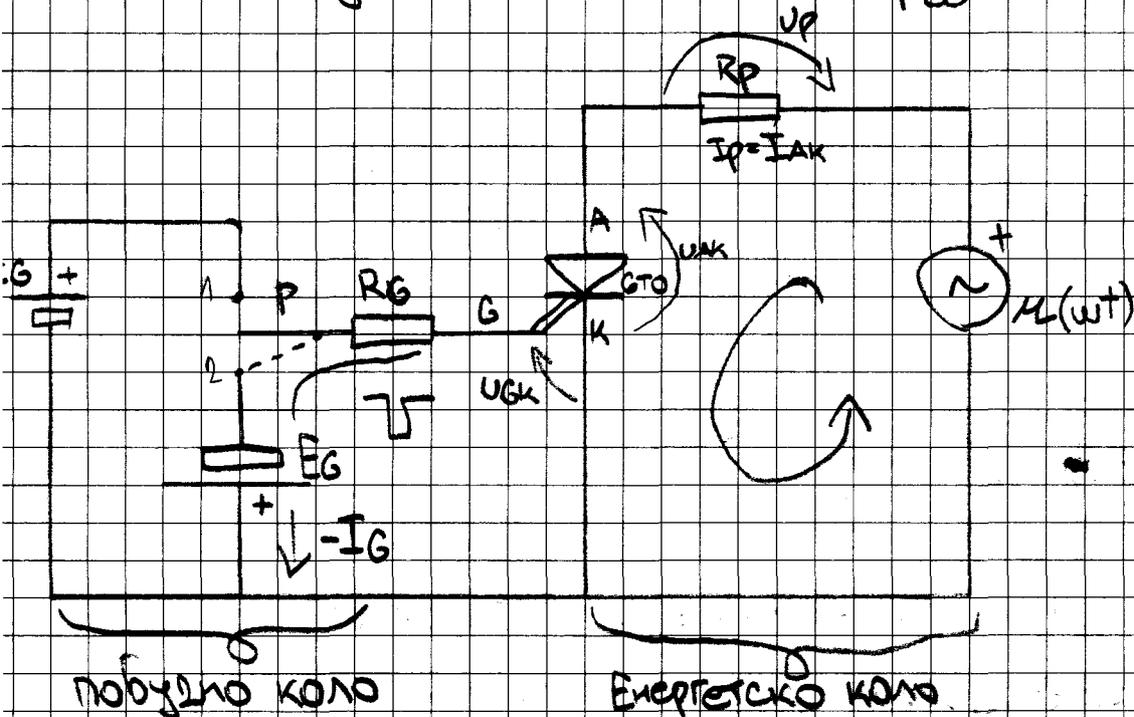
Симболи:



Статичка карактеристика:



Повезивање у колу наизменичне струје

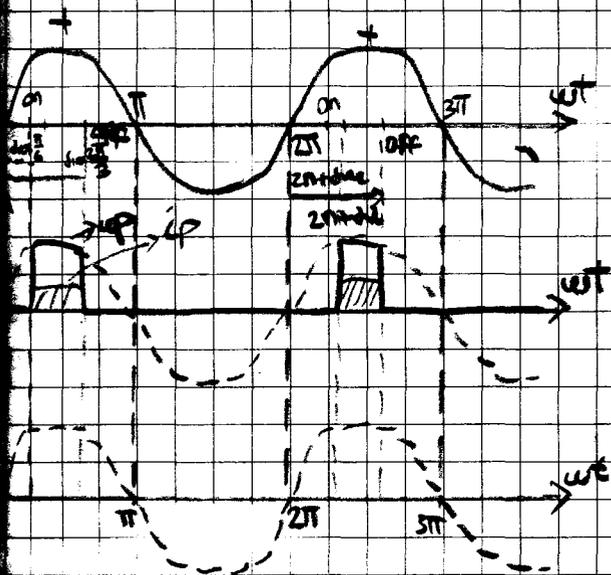


напряжение  $U(t)$  типичного у колы наизменчивые струя

$$u(t) = U_m \sin \omega t; U_m = U_{ef} \cdot \sqrt{2}; U_{ef} = 220 \text{ V (мрежи напон)}; \omega = 2\pi f; f = 50 \text{ Hz}$$

до укльетерод  $d_i$   
до укльетерод  $d_i$  }  $\text{одна } \wedge \text{ на } \varepsilon(0, \pi)$

$$\frac{\pi}{6} = 30^\circ; d_i = \frac{2\pi}{3} = 120^\circ$$



ко је  $R_p = 100 \Omega$ , колико износ напон и струја компоненте у  $T_p$  у укльетерод и укльетерод?

$$\frac{\pi}{6}; d_i = \frac{2\pi}{3}; \omega t = d$$

$$u_m) = 220\sqrt{2} \sin \frac{\pi}{6} = 220\sqrt{2} \sin \frac{\pi}{6} = 110\sqrt{2} \text{ V}$$

$$i_m) = \frac{u_m}{R_p} = \frac{110\sqrt{2}}{100} = 1,1\sqrt{2} \text{ A}$$

$$u_m) = 220\sqrt{2} \sin d_i = 220\sqrt{2} \sin \frac{2\pi}{3} = 220\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 110\sqrt{6} \text{ V}$$

$$i_m) = \frac{u_m}{R_p} = \frac{110\sqrt{6}}{100} = 1,1\sqrt{6} \text{ A}$$

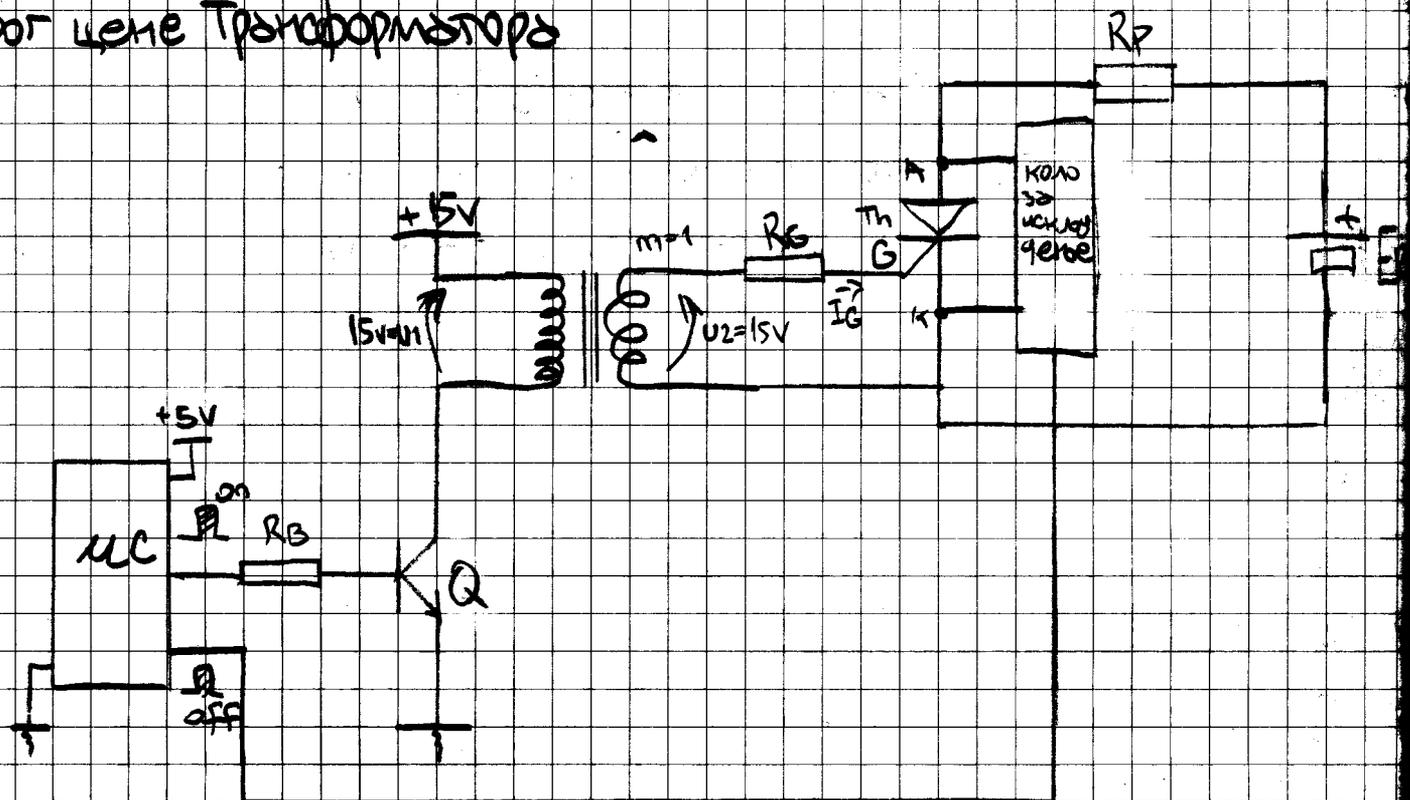
# Методи укључења и искључења тиристора

За управљање тиристором користе се посебно кола за укључење  
и посебно за искључење

Укључење тиристора помоћу јединичног тр.

Предност ове методе је галванско изоловање управљачког  
кола од енергетског кола

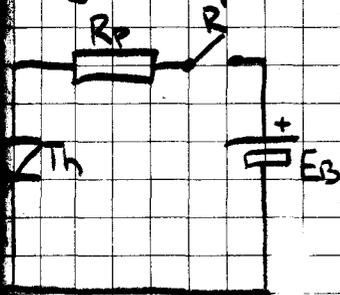
Мана је скупа варијанта у односу на интегрисана кола  
због цене трансформатора



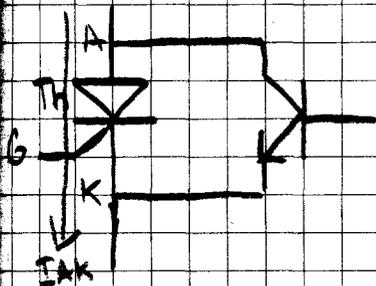
Када се укључи транзистор Q примарни напон добија вредност  
15V, због јединичног преносног односа секундарни напон је  
такође 15V. Под дејством секундарног напона тече струја  
I<sub>G</sub> која укључује тиристор. Искључење се врши посебном  
методом.

Метод е искључење:

Метод директног прекидања анодне струје  $I_{AK} = 0$ . Ова метод често користи као секундарна у случају да примарна не може тиристор.



Метод дозвоћења  $V_{AK} = 0$ . Ова метод се користи као при краткотрајним укључењем помоћне компоненте напон на тиристор је 0V а струја пада испод вредности држања и тиристор се гаси.



Метод инверзне поларизације, се веома често користи. Краткотрајна инверзна поларизација обезбеђује инверзна струју тиристора и гаси га.

