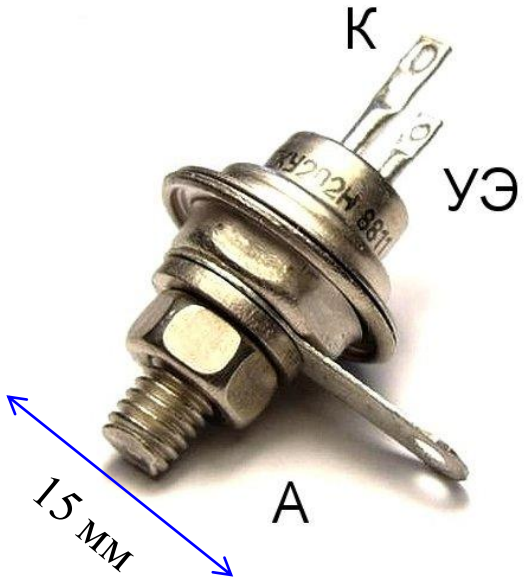
ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
Физика-техникалық факультеті

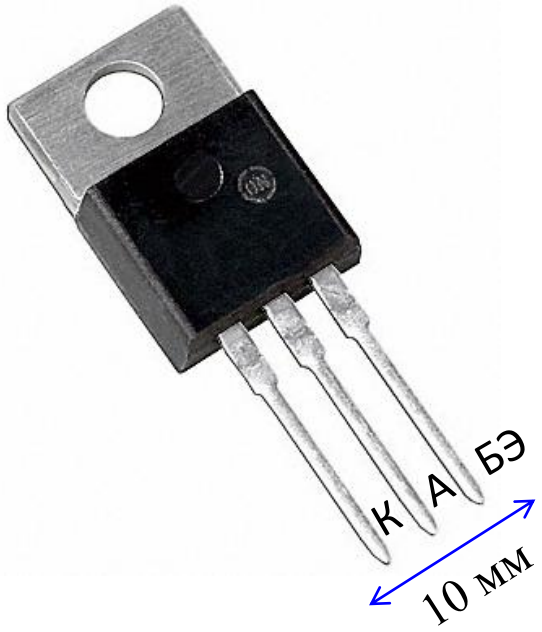
Физикалық электроника негіздері

Профессор Досболаев М.Қ.
merlan@physics.kz

Тиристор

орнықты ашық немесе жыбық, екі күйде бола алатын үш $p-n$ өткелді төрт қабатты $(p-n-p-n)$ жартылай өткізгішті аспап. Тиристорды жабық күйден ашыққа өткізу үшін кернеумен (токпен) немесе жарықпен әсер береді

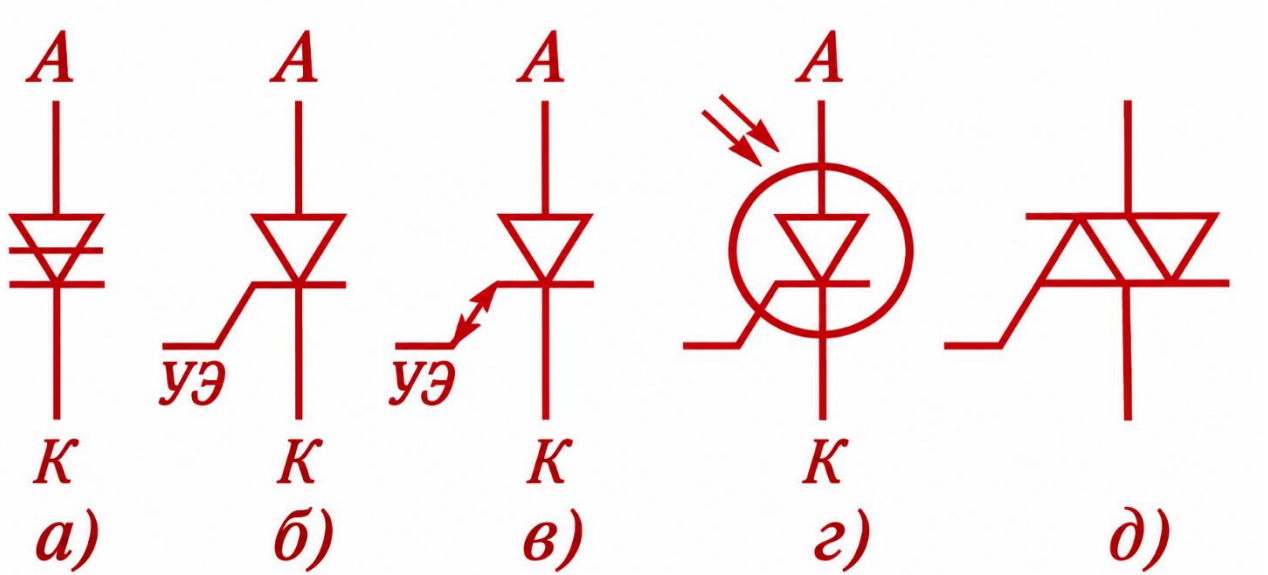






К – катод, А – анод, БЭ – басқарушы (управляющий) электрод

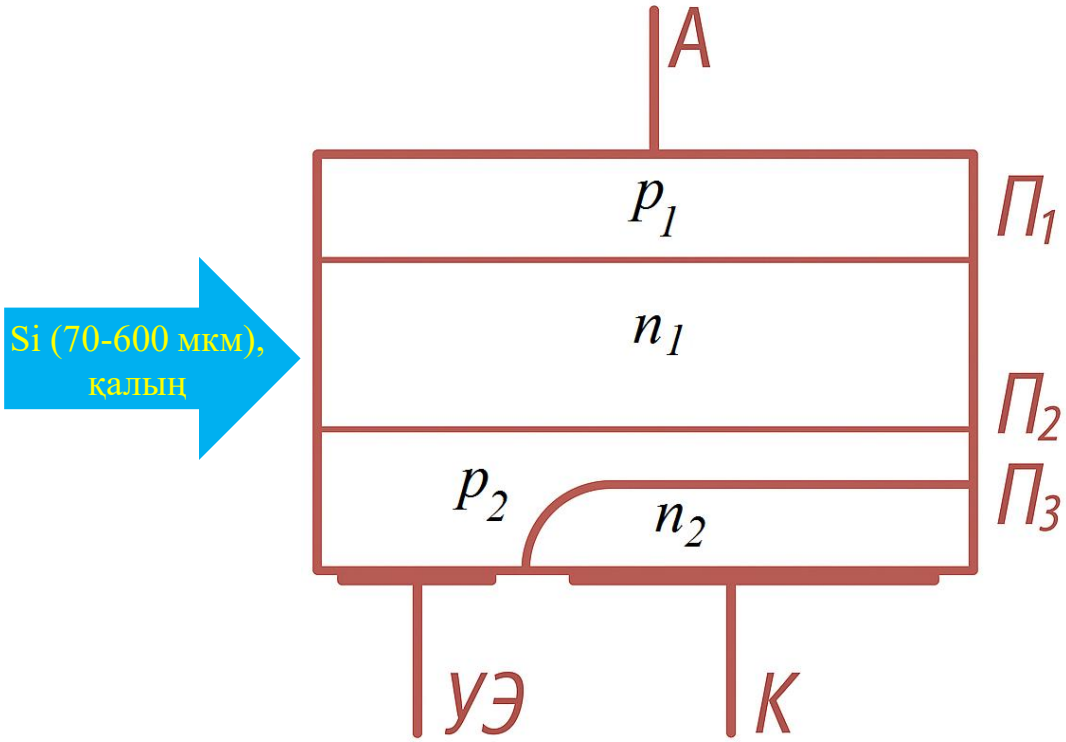
Тиристорлардың электр тізбегінде шартты белгіленуі



1 сурет

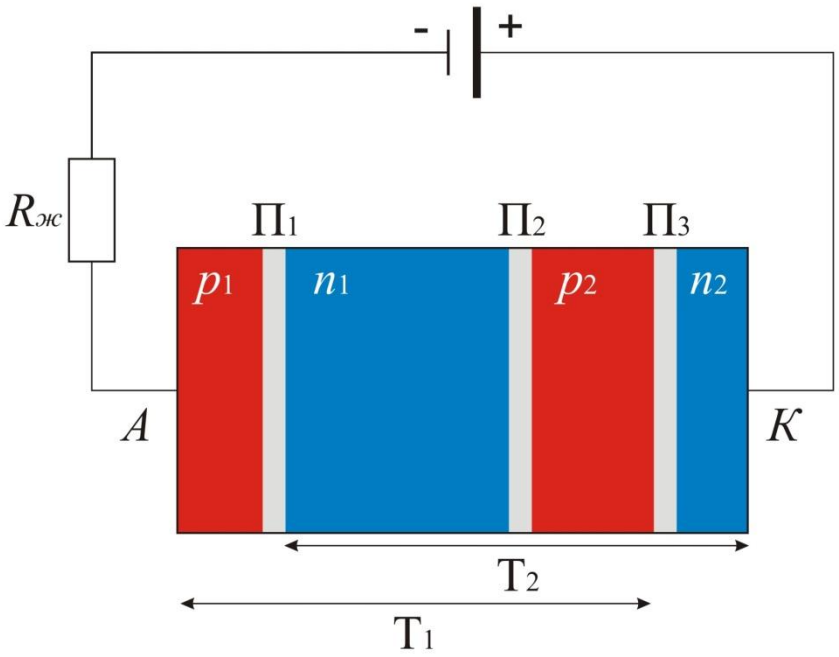
а) динистор (шекаралық кернеу шамасына сай ашылады)
б) бір операциялы тиристор (оң импульспен ашылады)
в) екі операциялы тиристор
г) фототиристор
б) симистор (екі бағытта ток өткізе алады)

Тиристор құрылымының моделі

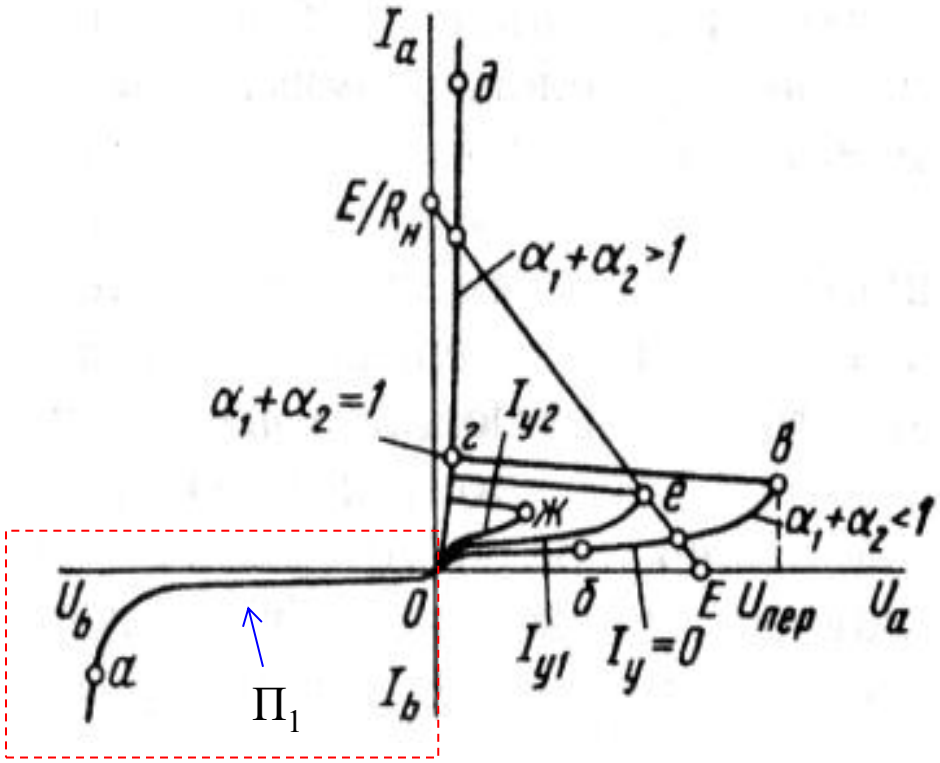


2 сурет

Тиристорды сыртқы кернеу көзіне ($U_{АК} < 0$) жалғау



2.1 сурет



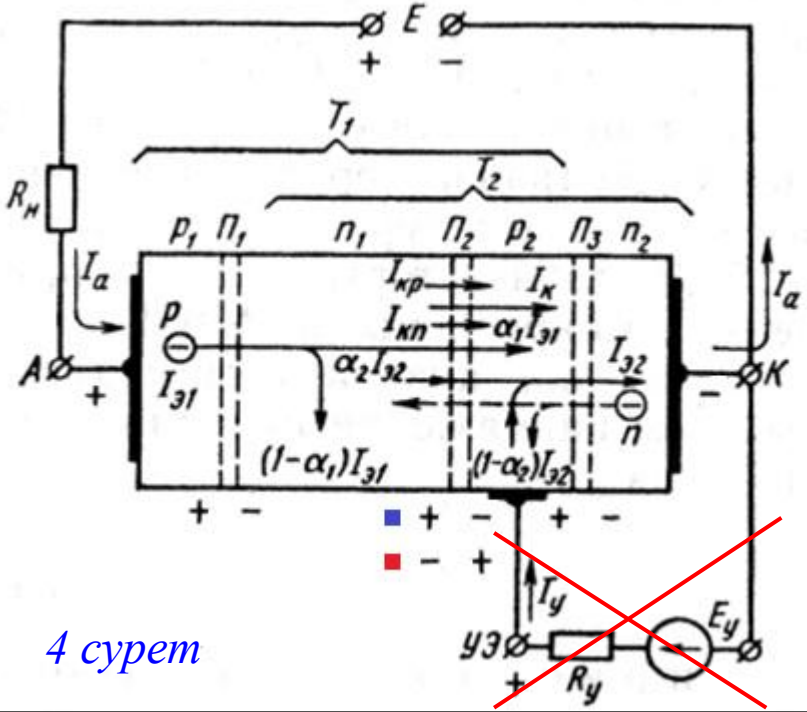
3 сурет. Тиристордың ВАС-ы

Негізгі шарт

$$p_{2p}, n_{2n} > p_{1p}, n_{1n}$$

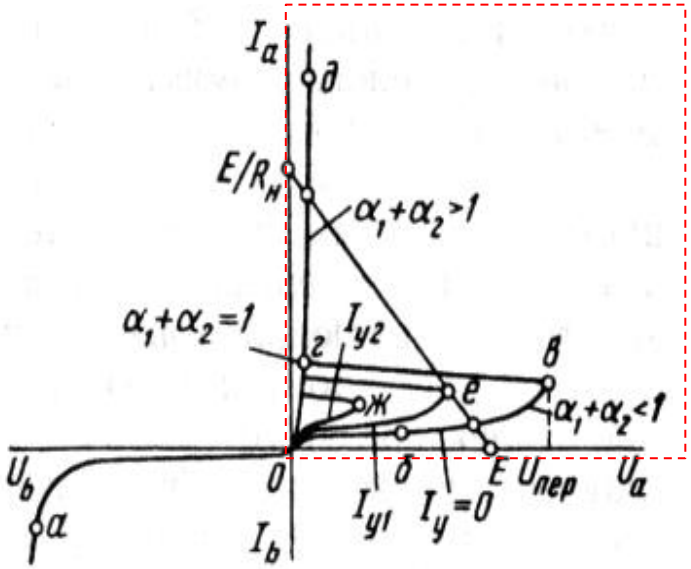
$П_3$ *өткел енсіз*

Тиристорды сыртқы кернеу көзіне ($U_{АК} > 0$) жалғау

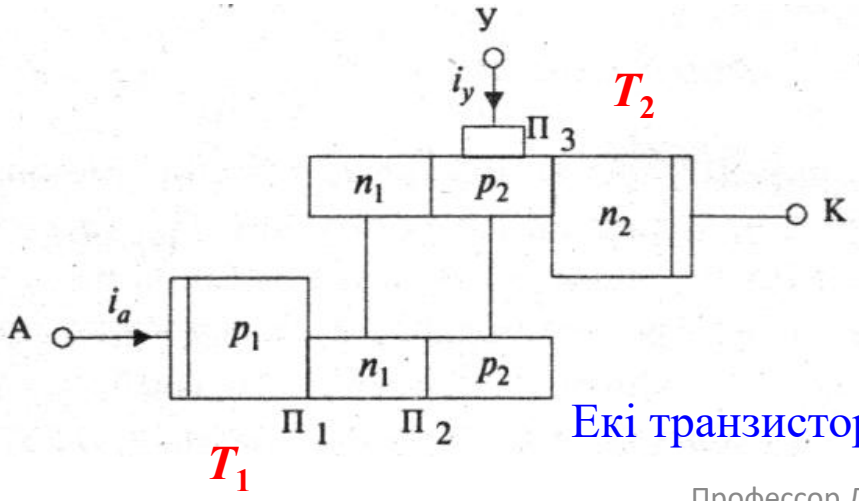


4 сурет

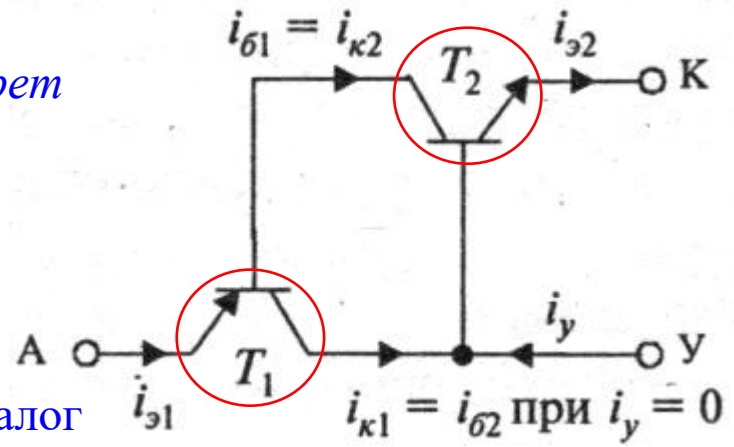
$П_1$, $П_3$ тура ығысқан эмиттерлік өткелдер
$П_2$ кері ығысқан коллекторлық өткел



3 сурет

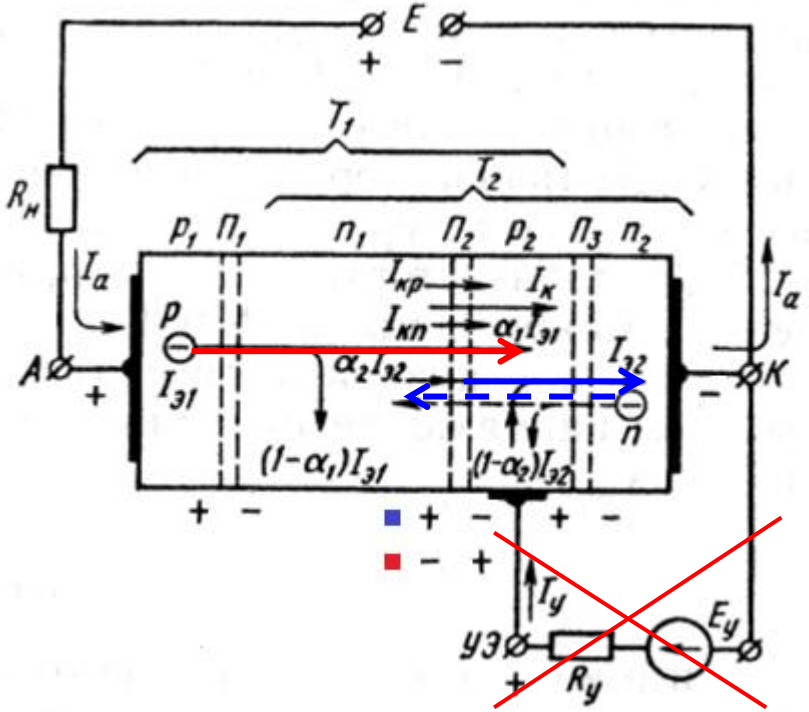


5 сурет



Екі транзисторлы аналог

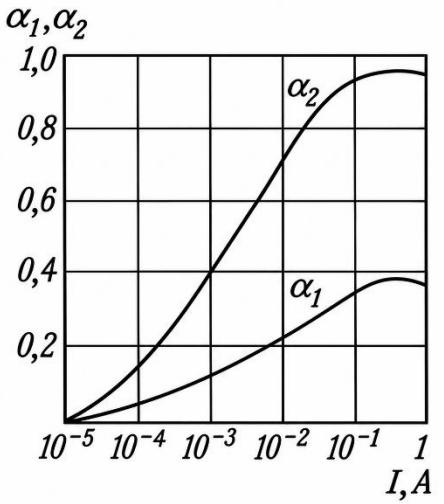
Тиристордың (екі транзистор) токтары



4 сурет

$T_1 \rightarrow \alpha_1$-ток беру коэфф. $I_{э1}$-эмиттер тогы
$T_2 \rightarrow \alpha_2$-ток беру коэфф. $I_{э2}$-эмиттер тогы

$(1-\alpha)I_э$ – база тогы
$\alpha I_э$ – коллектор тогы
$I_к = I_{кр} + I_{кп}$ – дрейфтік ток (негізгі емес)
$I_{кр}$ – n_1 аймақтағы кемтіктер тогы
$I_{кп}$ – p_2 аймақтағы электрондар тогы



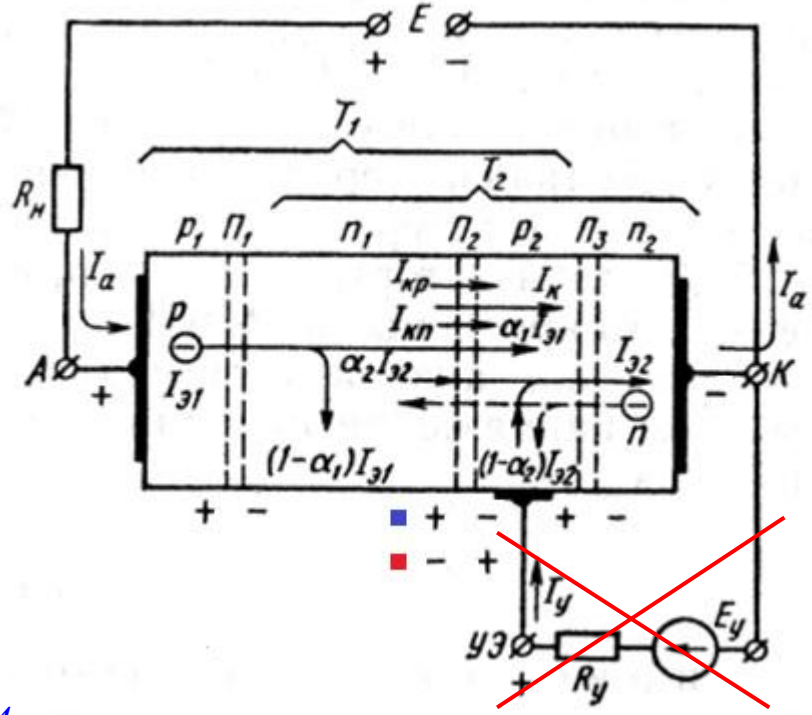
6 сурет. Ток беру коэфф. ток күшінен тәуелділігі

Негізгі шарт

n_1 – қалың база,
p_2 – жұқа база,
сондықтан
$\alpha_2 > \alpha_1$

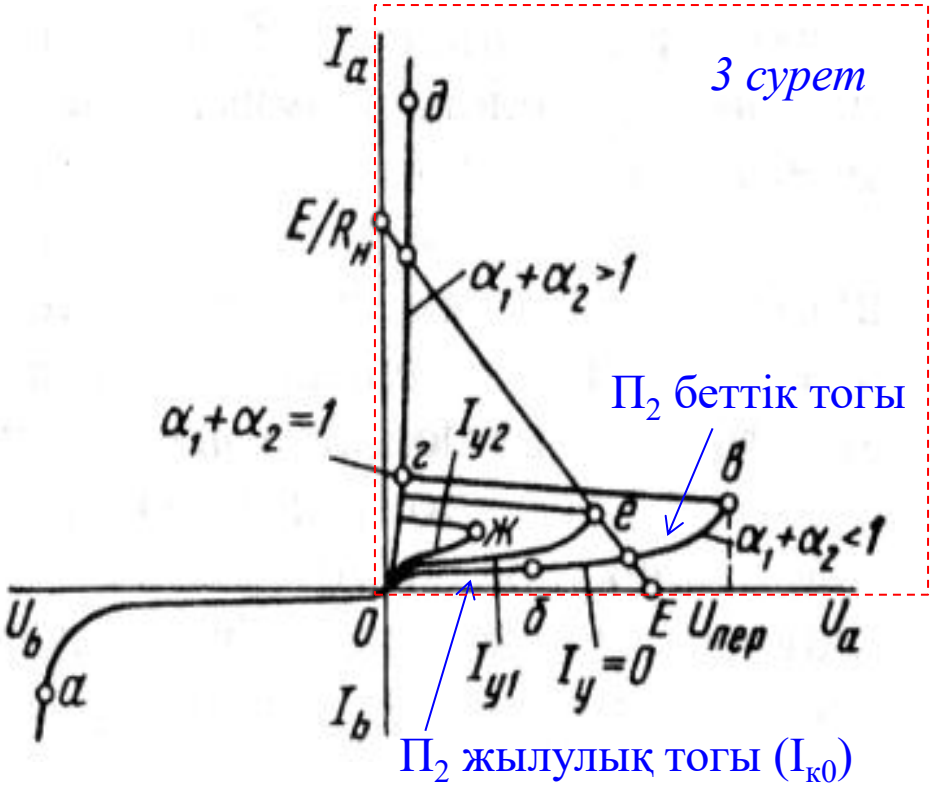
$\alpha \approx \frac{I_к}{I_э}$ – беріліс коэффициенті

Тиристорды сыртқы кернеу көзіне ($U_{АК} > 0$) жалғау



4 сурет

Тиристордың ВАС-ы



3 сурет

$П_2$ беттік тогы

$П_2$ жылулық тогы ($I_{к0}$)

$p_{2p}, n_{2n} > p_{1p}, n_{1n}$

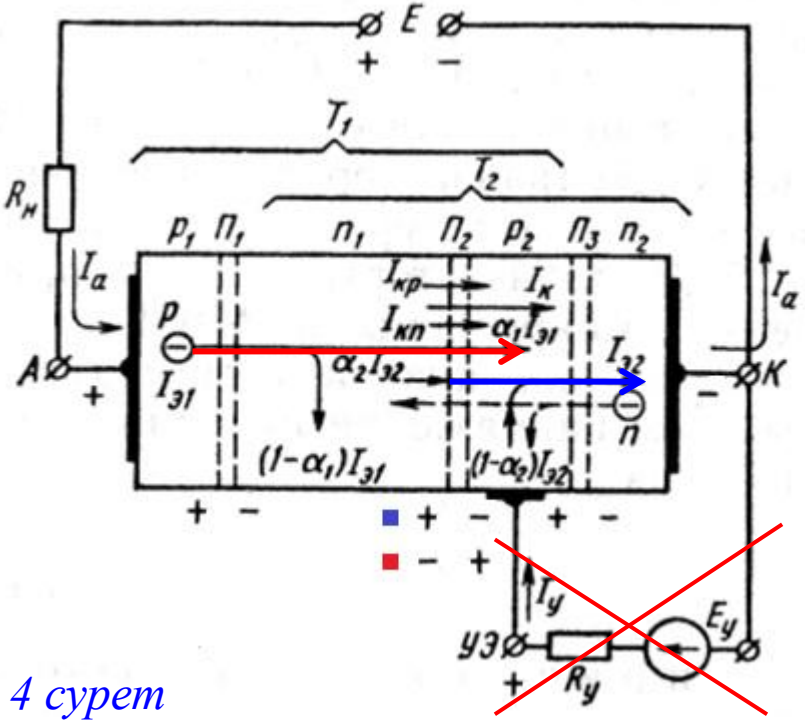
б-в бөлігі үшін $\longrightarrow$ $I_{П2} = \alpha_1 I_{э1} + \alpha_2 I_{э2} + I_к$ (1)

Тізбек тармақталмаған ($I_у = 0$; $I_{э1} = I_{э2} = I_a = I_{П2}$): $I_a = (\alpha_1 + \alpha_2) I_a + I_к$ (2)

$$I_a = \frac{I_к}{1-(\alpha_1+\alpha_2)} \quad (3)$$

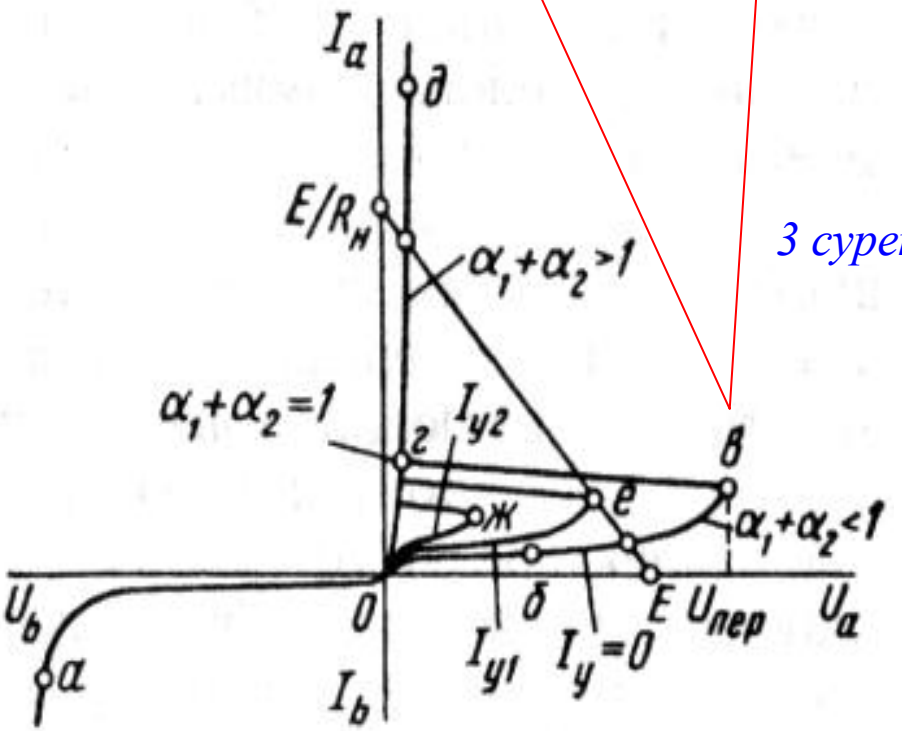
Тиристордың сыртқы кернеу көзіне ($U_{ак}$>0) жалғануы

$p_{2p}, n_{2n} > p_{1p}, n_{1n}$



4 сурет

1. $П_2$ өткелдегі кері кернеу шамасының азаюы
2. Ішкі кері оң байланыстың әсері



3 сурет

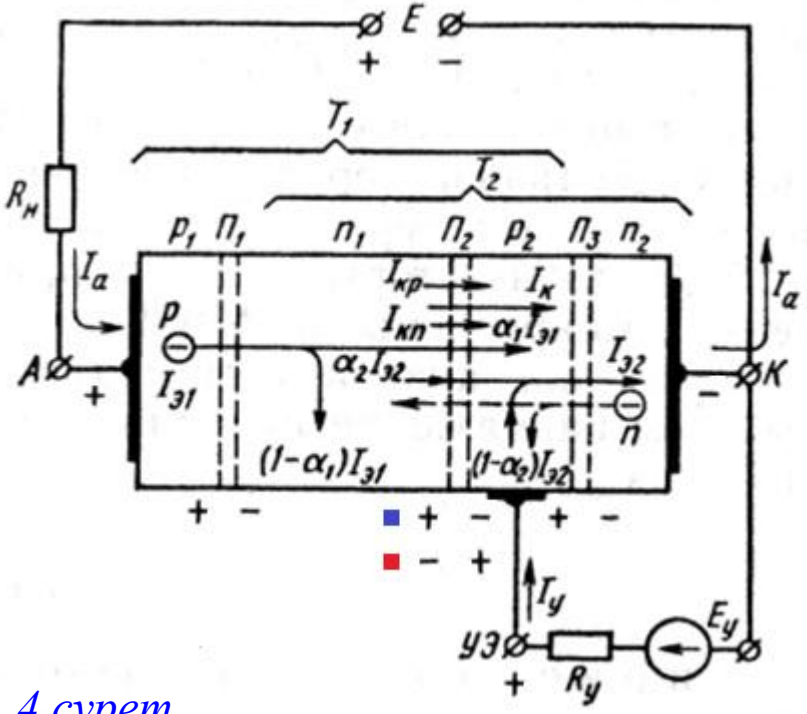
Тиристордың ВАС-ы

Коллекторлық ток құраушылары жоғарылайды, демек П2 өткел арқылы кемтіктер мен электрондар ағыны өсіп базаларда артық зарядтар пайда болады. Осылайша коллекторлық өткелдің тосқауылдық потенциалы төмендейді және осы кері байланыс әсерінен қосымша зарядтар инжекцияланады.

$$I_a = (\alpha_1 + \alpha_2)I_a + I_к \downarrow \quad (2)$$

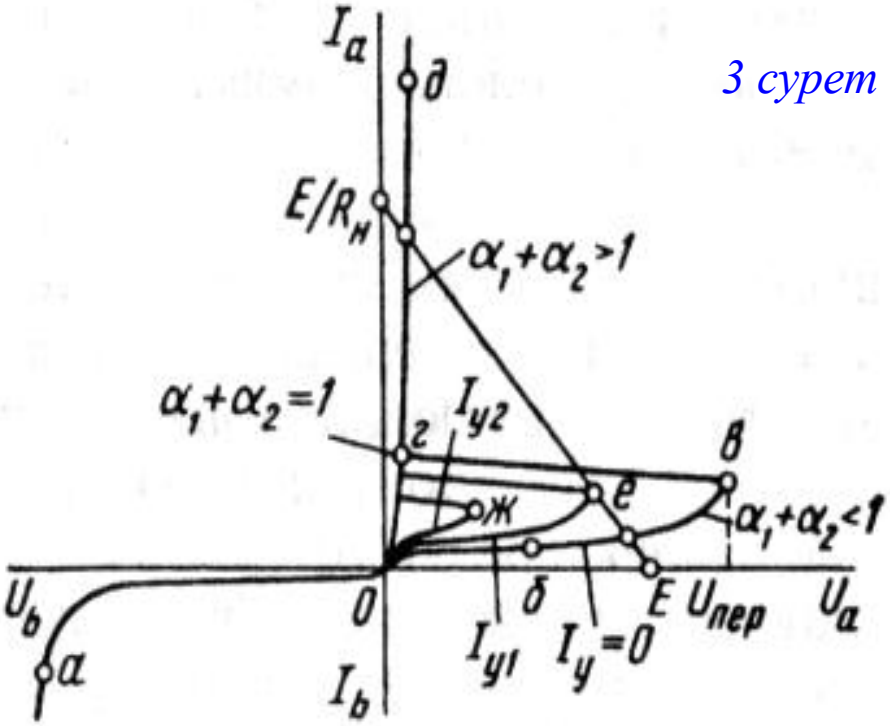
Тиристордың сыртқы кернеу көзіне ($U_{ак}$>0) жалғануы

$p_{2p}, n_{2n} > p_{1p}, n_{1n}$



4 сурет

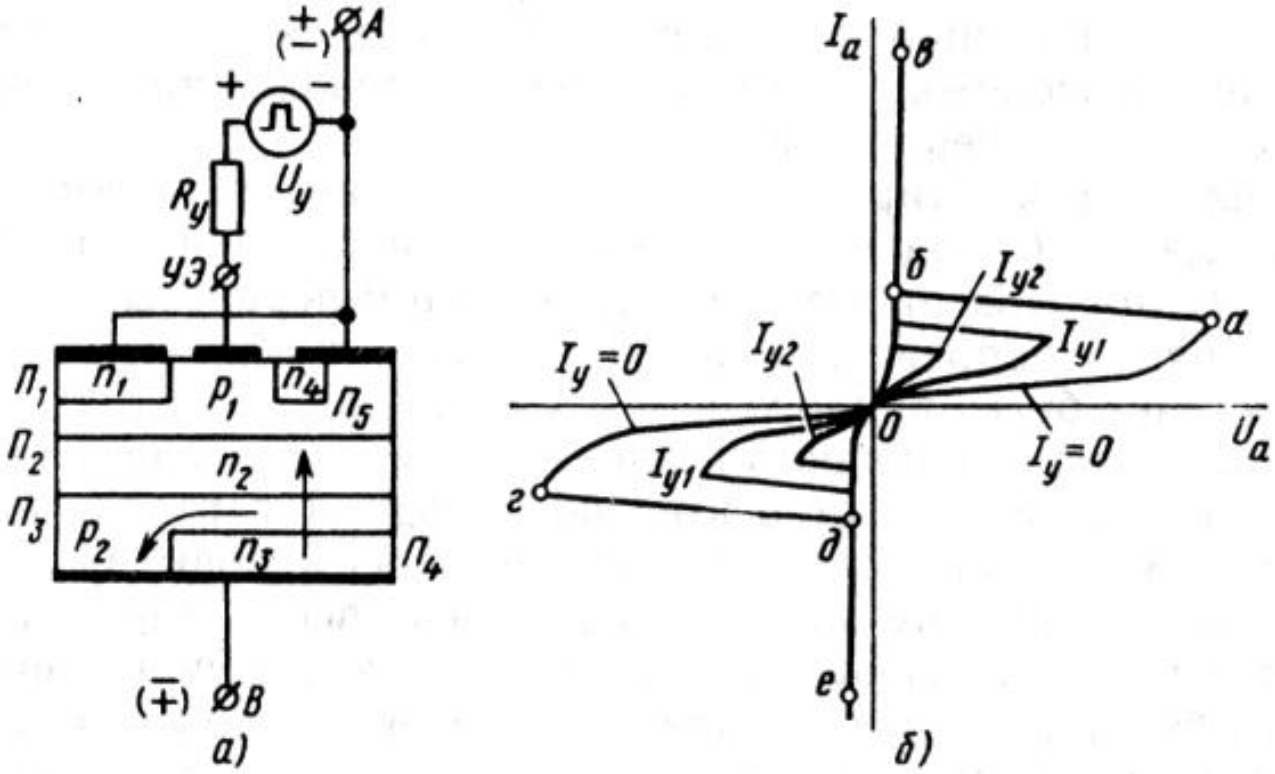
3 сурет



Тиристордың ВАС-ы

$$I_a = \frac{I_к + \alpha_2 I_y}{1-(\alpha_1+\alpha_2)} \quad (4)$$

Симистордың ВАС-ы



7 сурет

КУ202А тиристоры

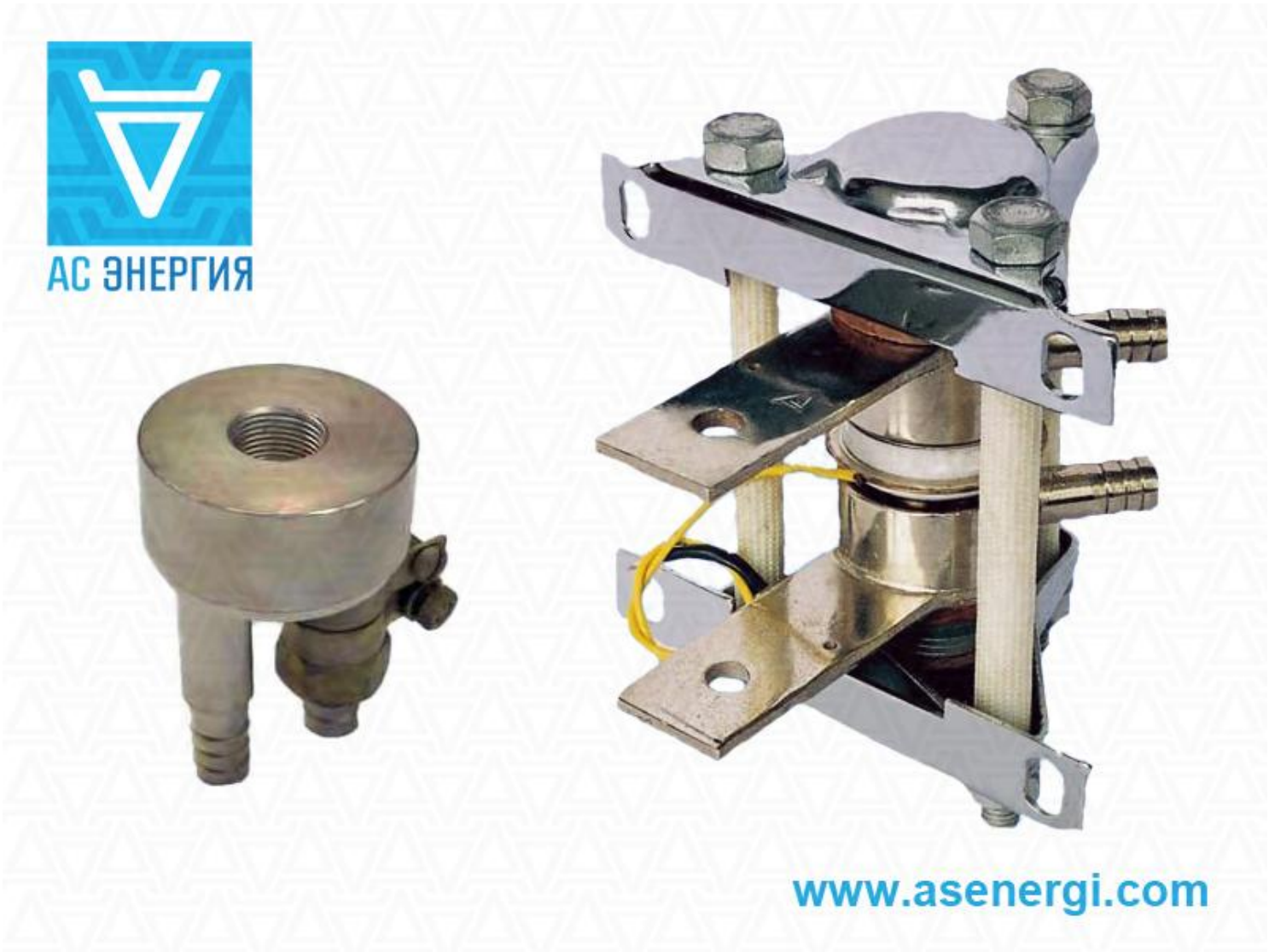


$I_{ОС.\ СР.}$ =10 А. Ашық күйдегі максимал ток күші
$I_{У.\ ОТ.}$ =100 мА. Тиристорды ашатын басқарушы тұрақты ток күші
$U_{У.\ ОТ.}$ =5 В. Тиристорды ашатын басқарушы тұрақты кернеу шамасы

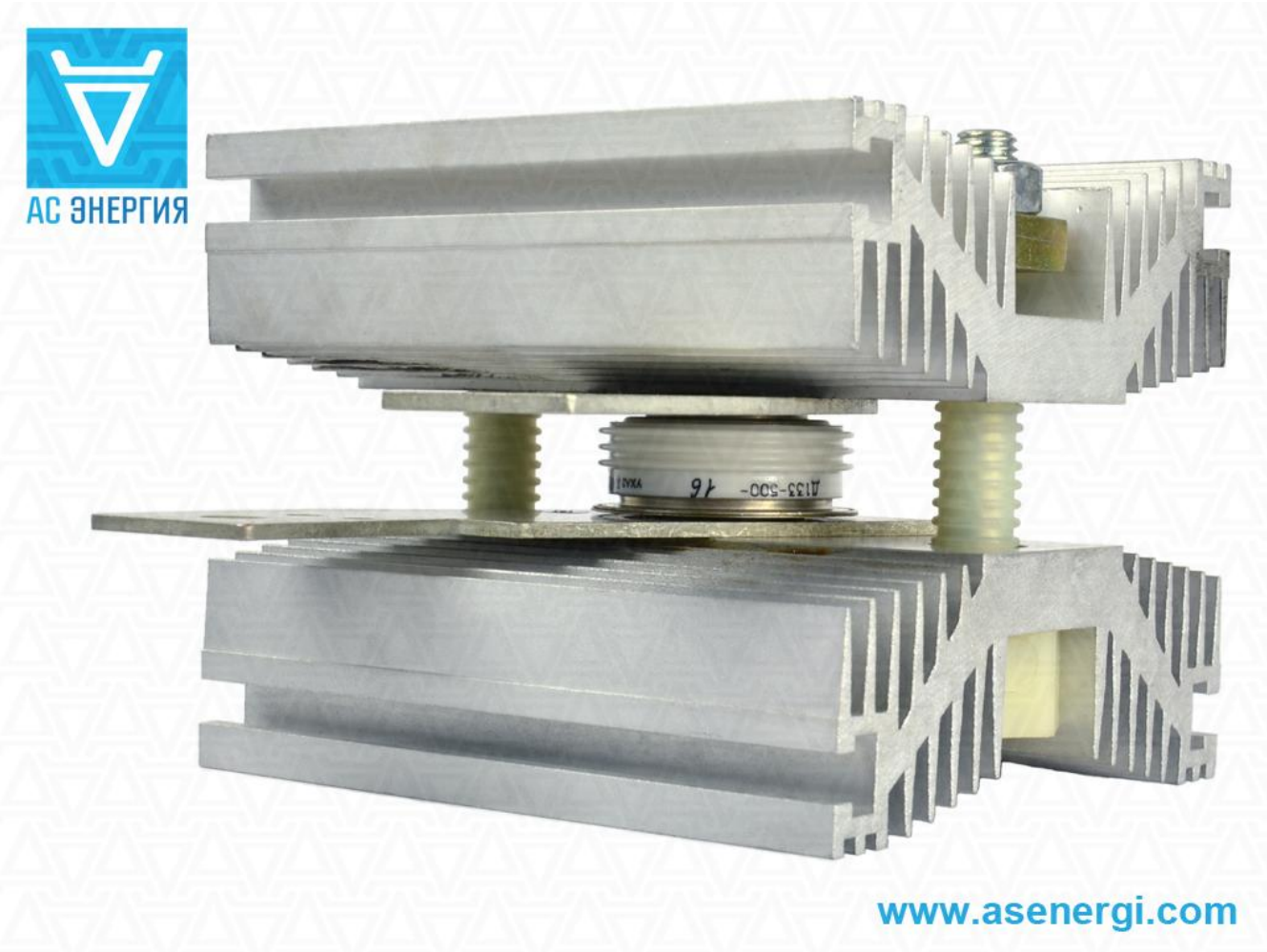
Суыту жүйесі



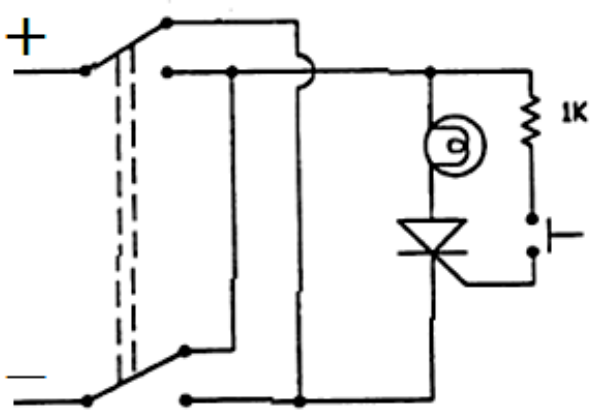
Суыту жүйесі



Суыту жүйесі

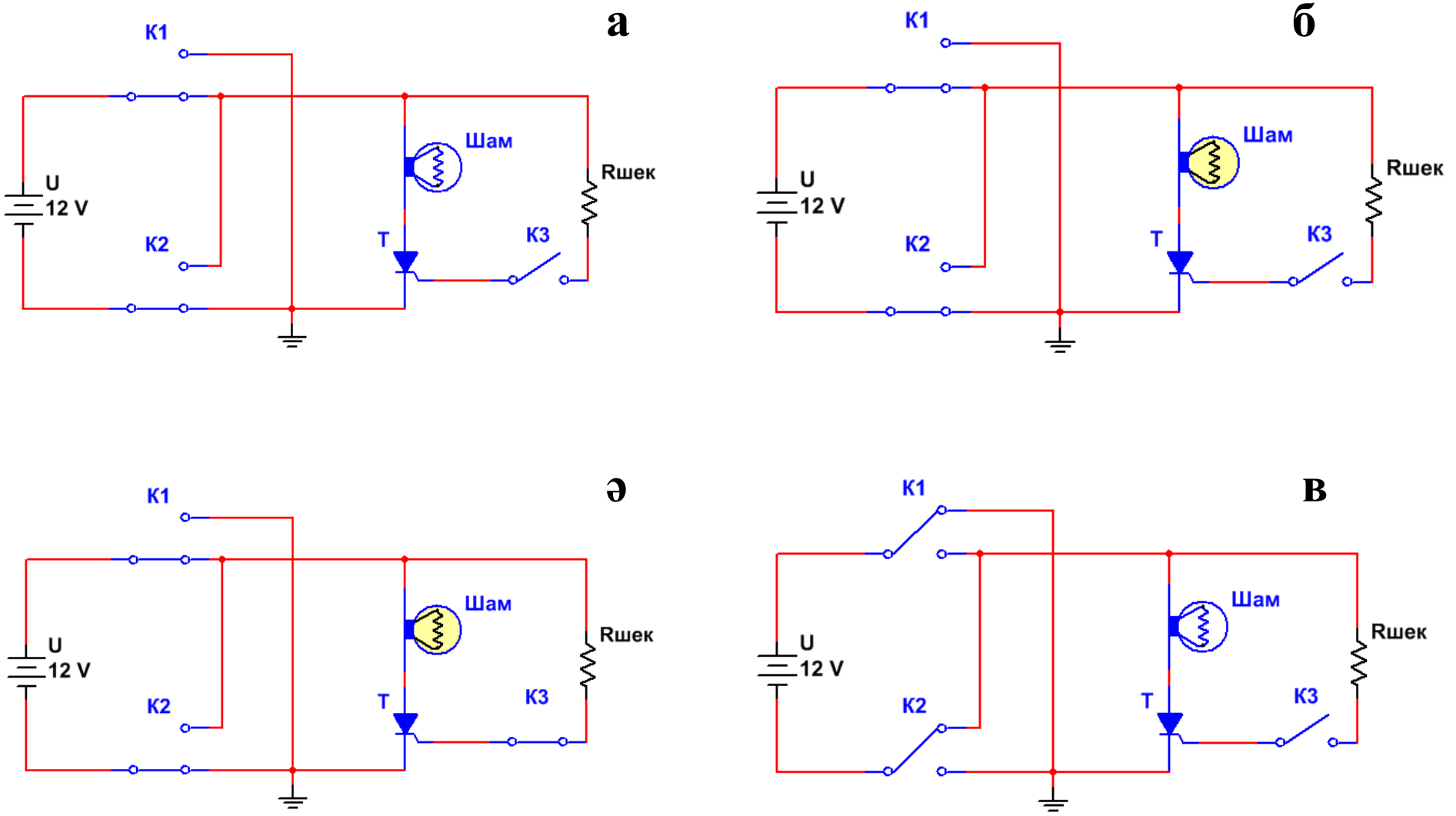


Тиристор бір бағытта ток өткізетін контактасыз кілт



Тиристордың қосылу уақыты 5-30 мкс, ажырау уақыты 5-250 мкс.

Тиристорлы кілт



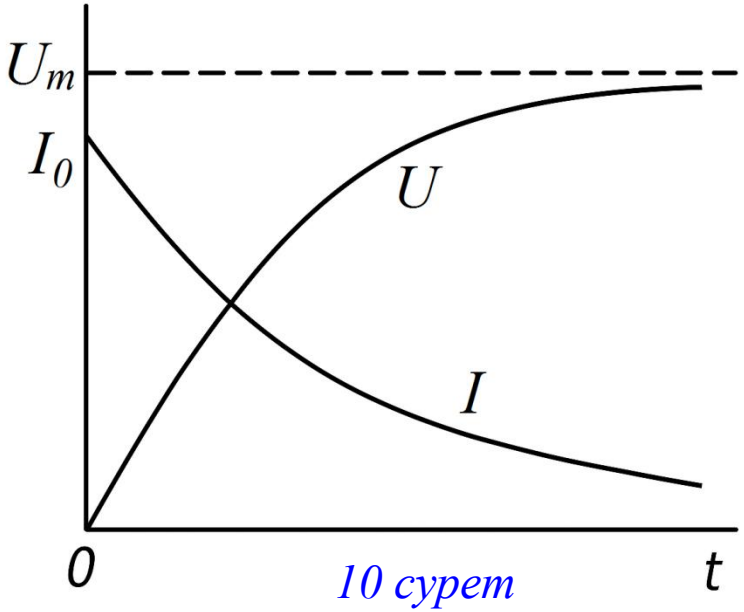
8 сурет

Тиристорлы кілт

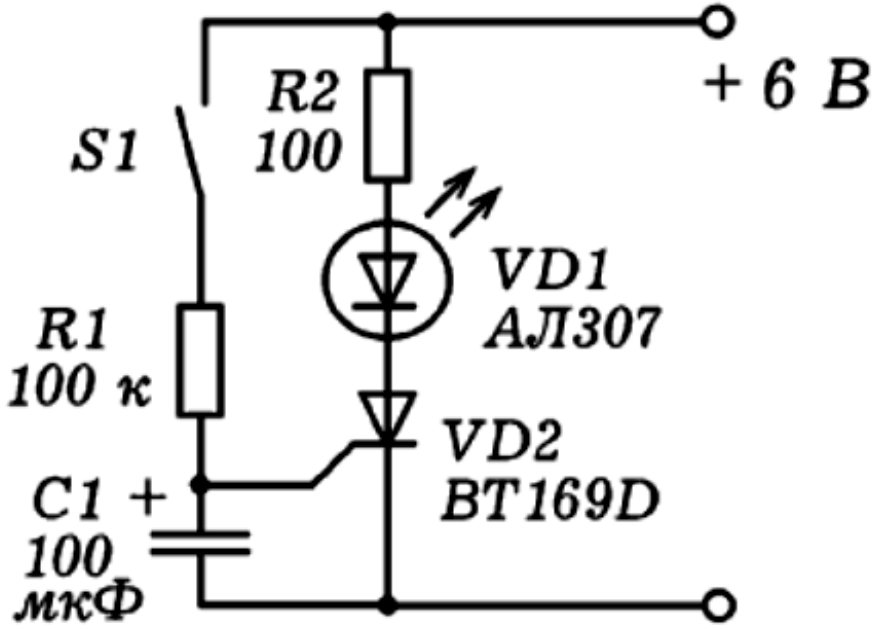
$$U(t) = \varepsilon\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$\tau = R_1 C_1$

релаксация уақыты



10 сурет



9 сурет



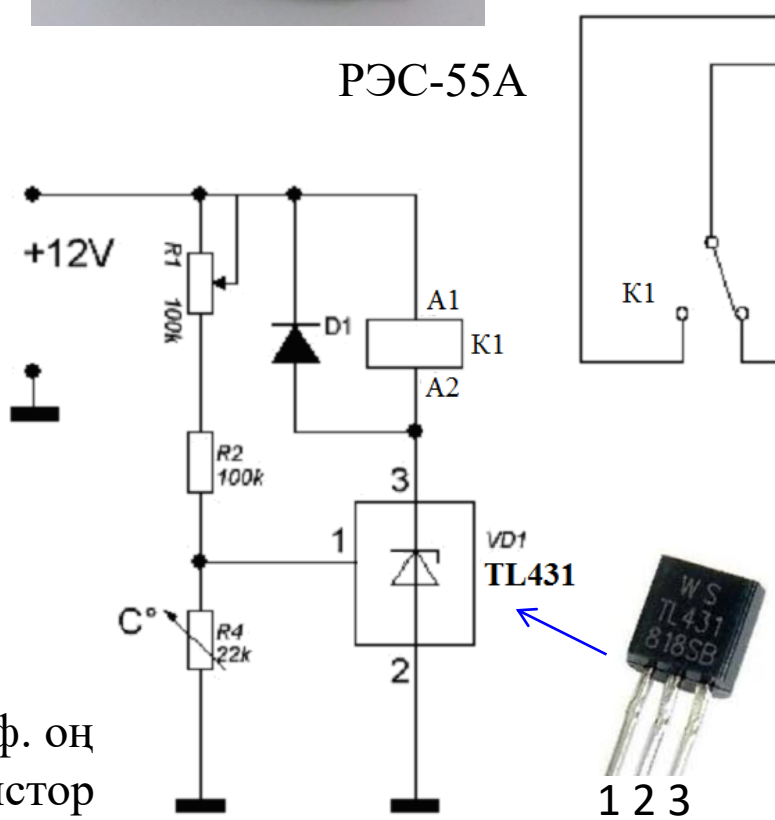
РЭС-55А

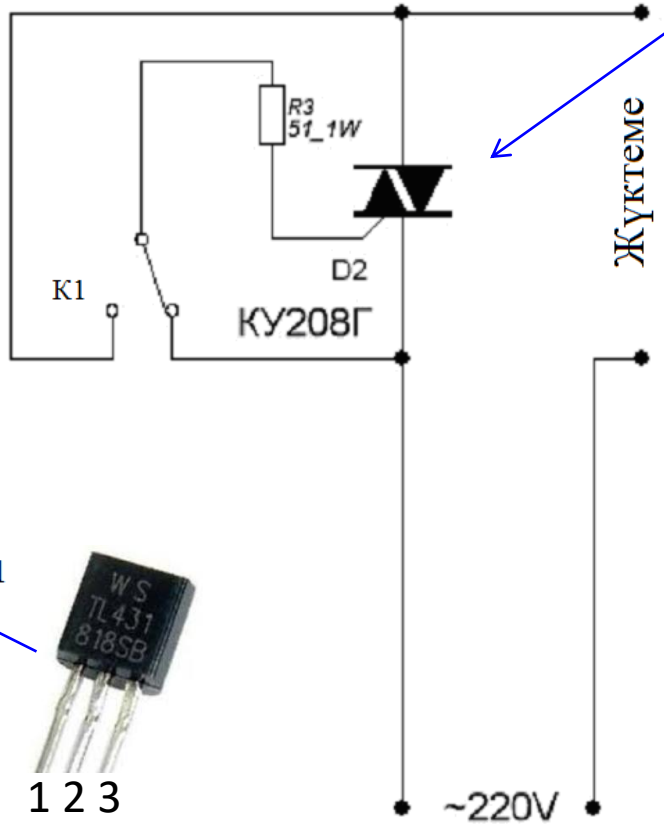


I=5 А

$t_{кос}$=5 мкс

$U_{у.от.}$ =5 В





1 2 3

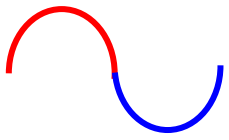
Темп. коэф. оң терморезистор

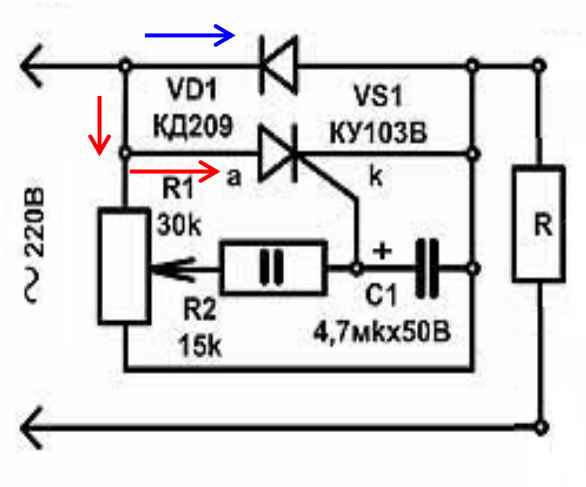
$U_{б.э.}$ =2,5 В

U_{max}=36 В

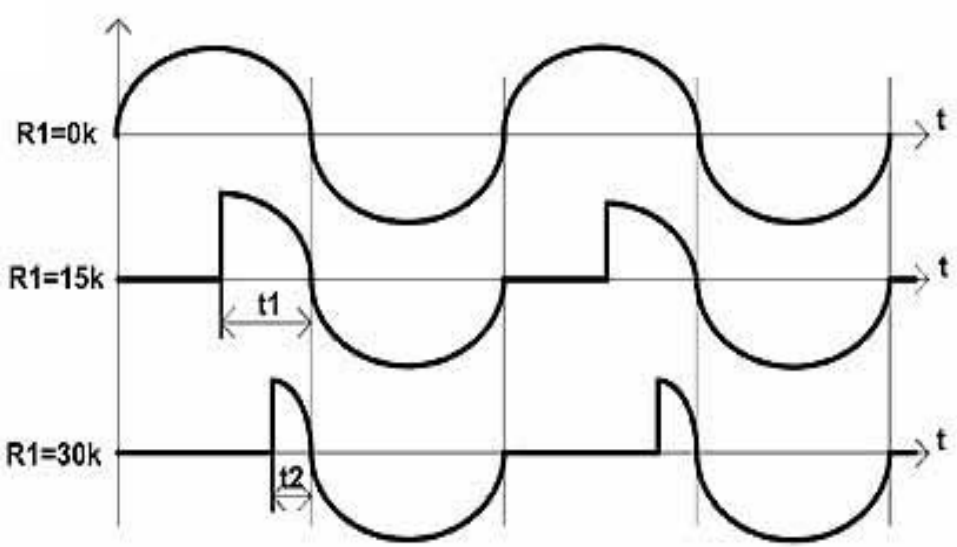
$$V_{б.э.} = \left(\frac{R_4}{R_1 + R_2 + R_4} \right) \cdot 12B$$

Қуатты реттеуші



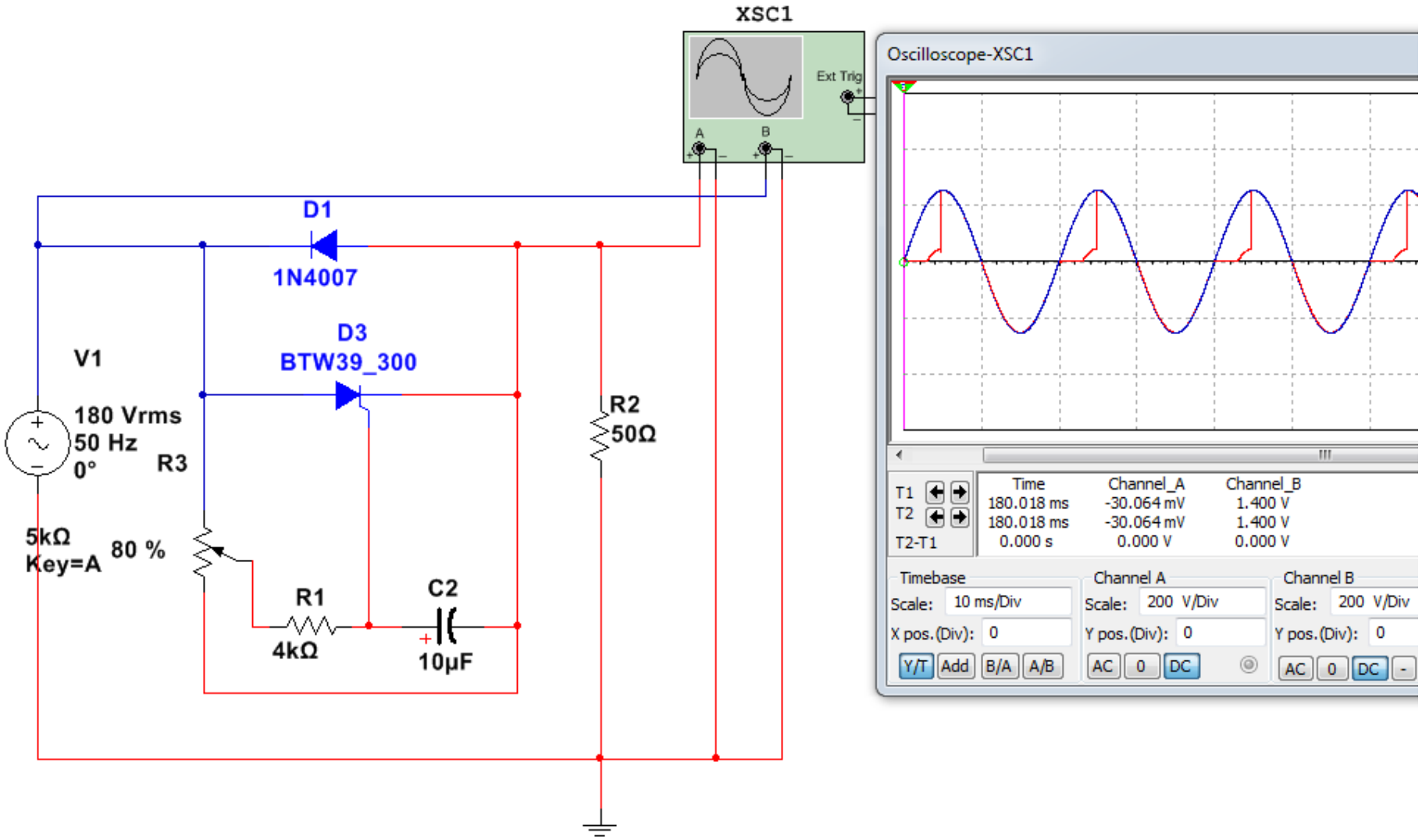


11 сурет

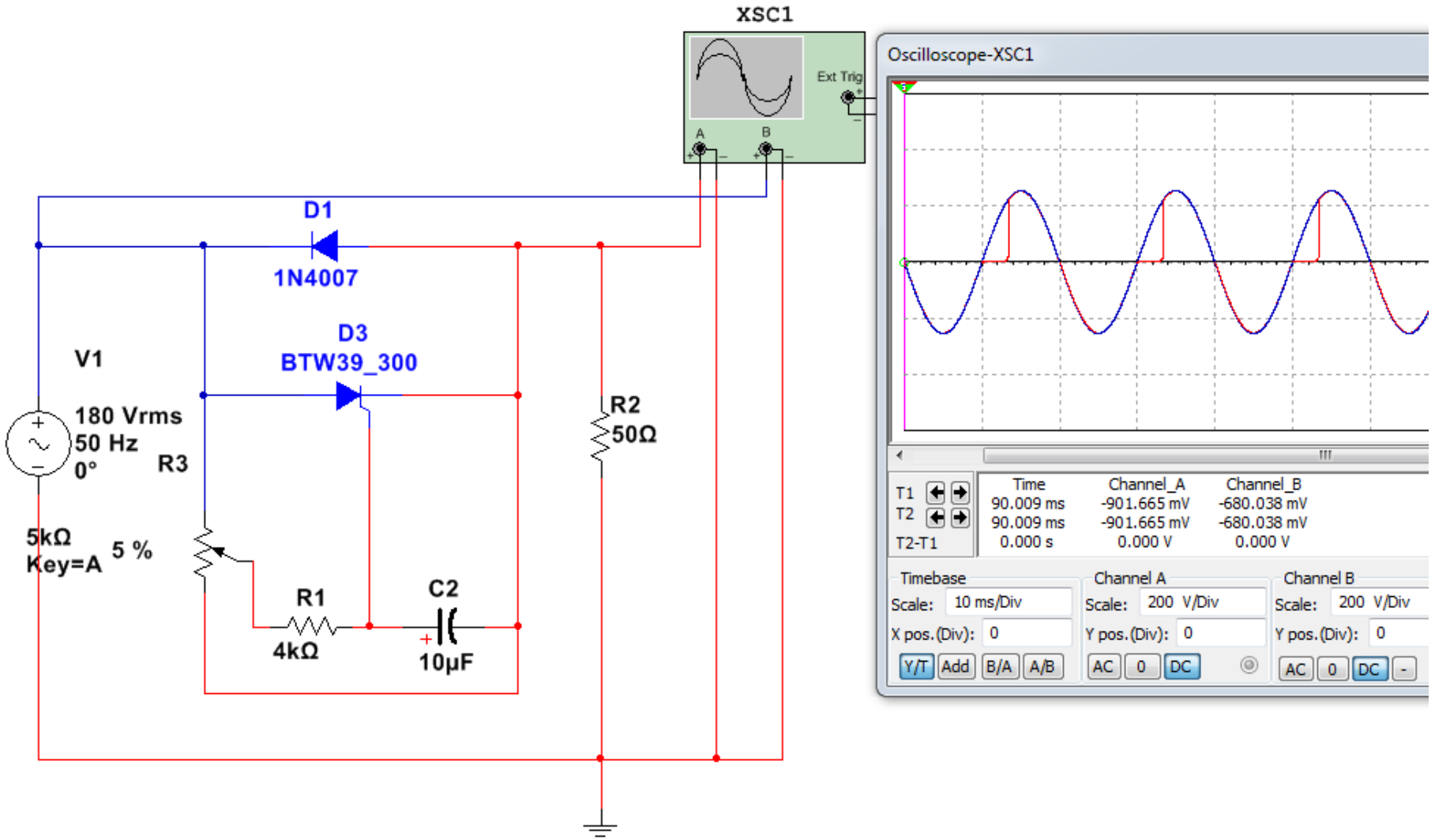


12 сурет

Қуатты реттеуші



Қуатты реттеуші



Фотореле. Оптикалық байланыс

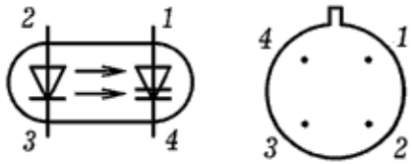


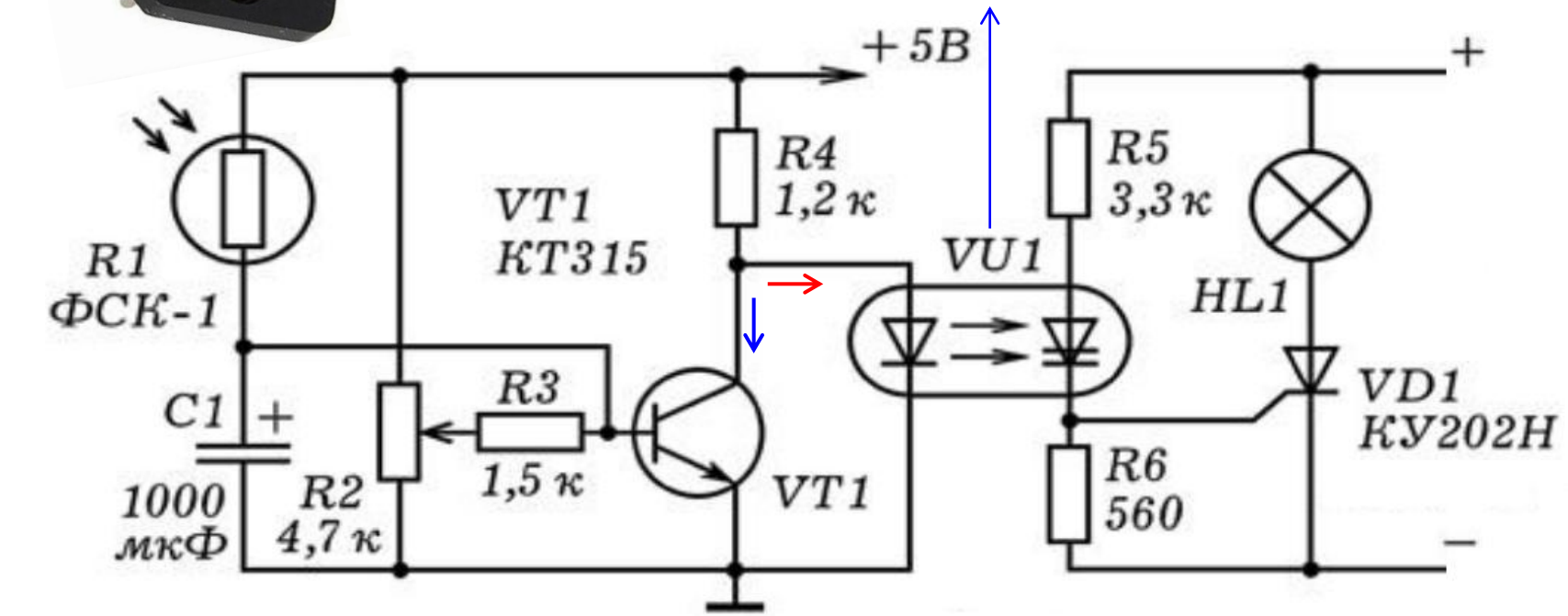
ФСК-1 фоторезисторы
Жұмыс кернеуі 50 В
Қараңғы кездегі кедергісі 3,3 МОм
Қараңғы кездегі тогы <15 мкА
Жарық кездегі тогы >1,5 мА

Тиристорлы оптрон



АОУ103Б





Фотореле

400-500 Вт

Specific Test Conditions (Q6004LT)

I_{BO} — Peak breakover current

I_{DRM} — Peak off-state current gate open; V_{DRM} = maximum rated value

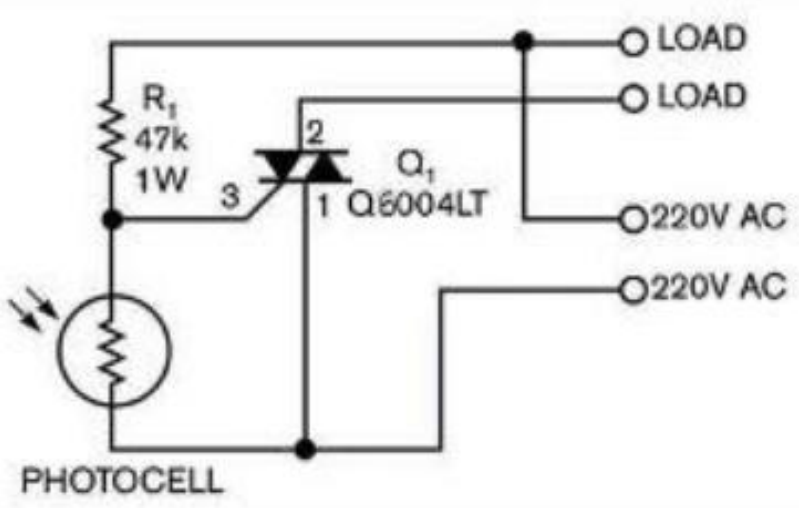
I_{GTM} — Peak gate trigger current (10 µs Max)

$I_{T(RMS)}$ — RMS on-state current, conduction angle of 360°

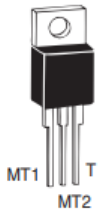
I_{TSM} — Peak one-cycle surge tgt — Gate controlled turn-on time

V_{BO} — Breakover voltage (forward and reverse) V_{DRM} — Repetitive peak blocking voltage

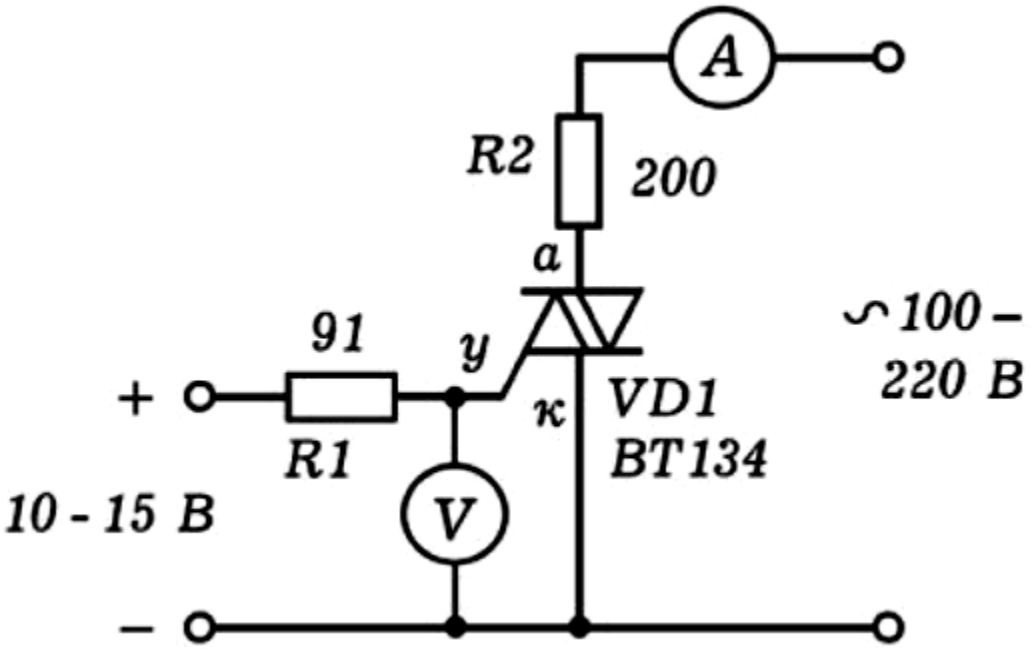
V_{TM} — Peak on-state voltage at maximum rated RMS current

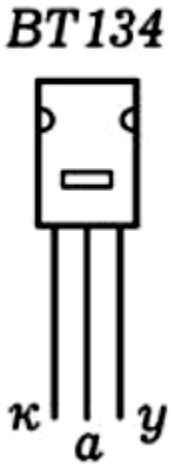


Жарық кездегі кедергісі бірнеше кОм

$I_{T(RMS)}$	Part No.	V_{DRM}	I_{DRM}			V_{TM}	Trigger Diac Specifications (T–MT1)					
	Isolated						ΔV_{BO}	V_{BO}		$[\Delta V\pm]$	I_{BO}	C_T
(5)		(1)	(1) (10)			(1) (3)	(7)	(6)		(6)		(11)
			mAmps			Volts						
	TO-220	Volts	T_C = 25 °C	T_C = 100 °C	T_C = 125 °C	T_C = 25 °C	Volts	Volts		Volts	µAmps	µFarads
See "Package Dimensions" section for variations. (12)		MIN	MAX			MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX
4 A	Q2004LT	200	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4004LT	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q6004LT	600	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1

Симисторлы кілт





Симисторлы кілт

