

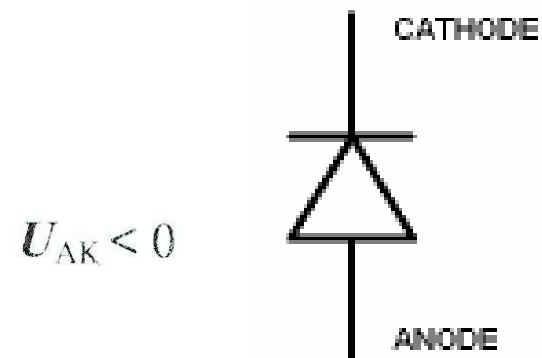
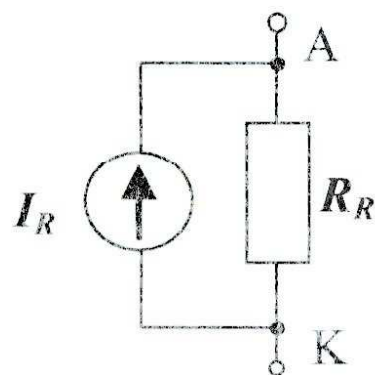
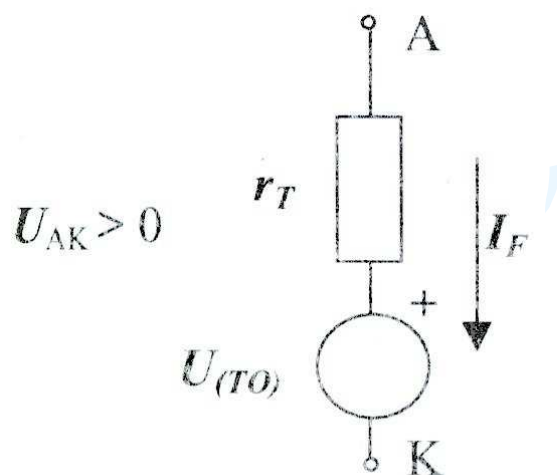
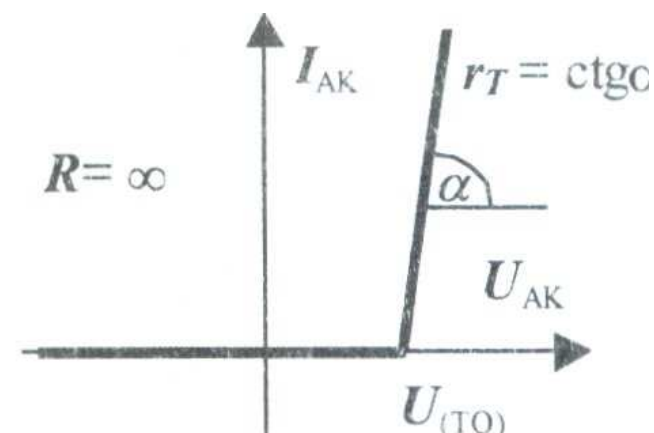
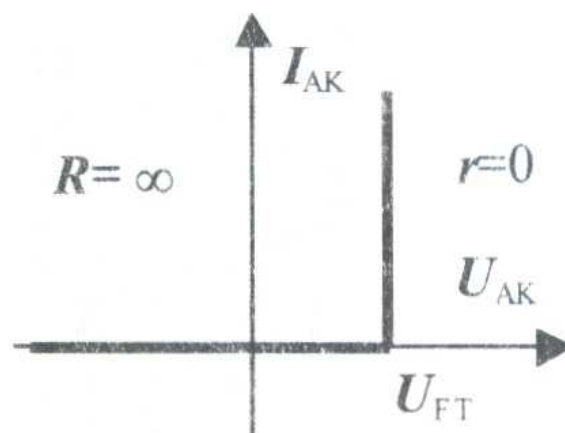
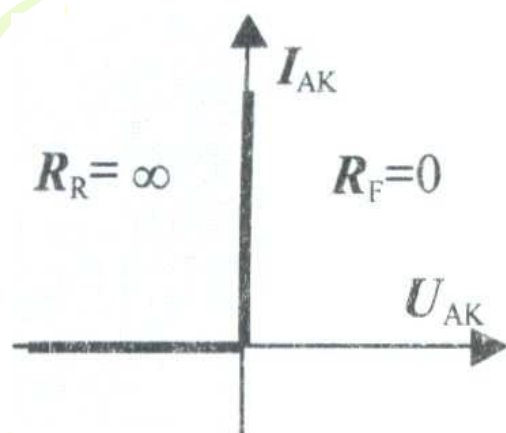


PETO PREDAVANJE

OSNOVNA DIODNA KOLA
BIPOLARNI TRANZISTORI

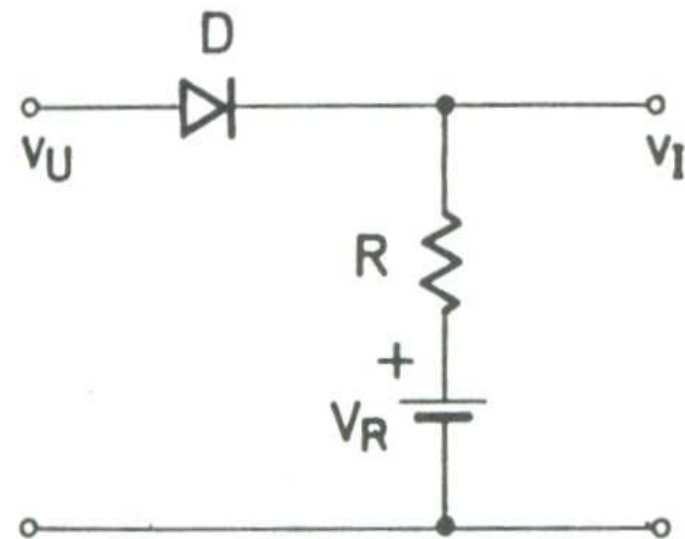
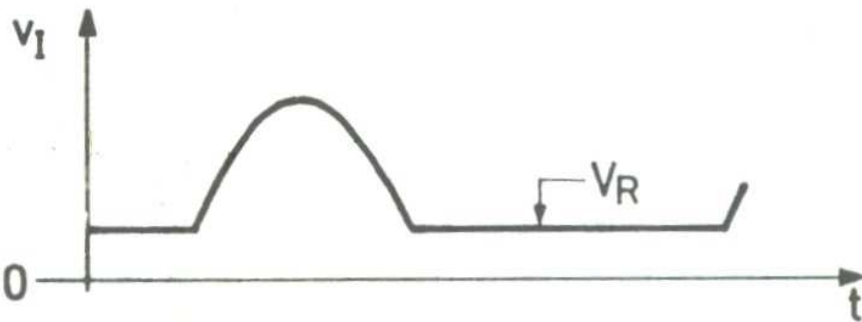
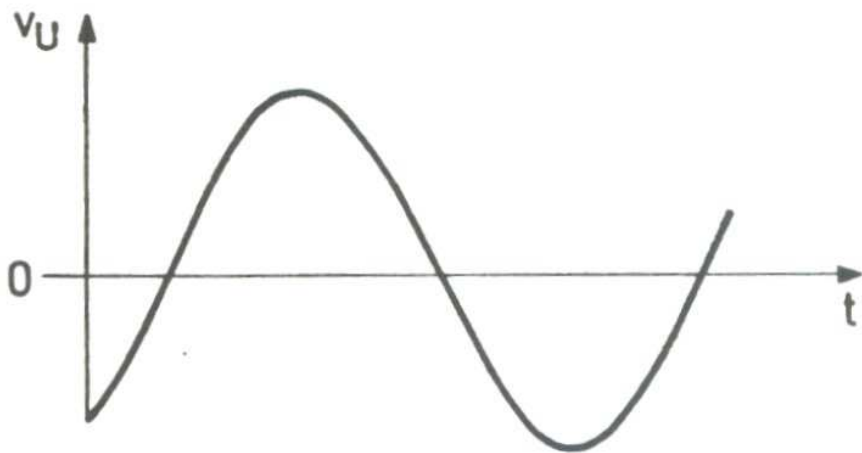
OSNOVNA DIODNA KOLA

- LINEARIZOVANE STATIČKE KARAKTERISTIKE DIODE



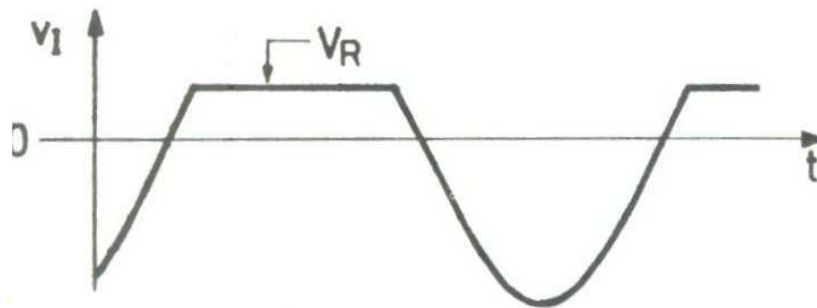
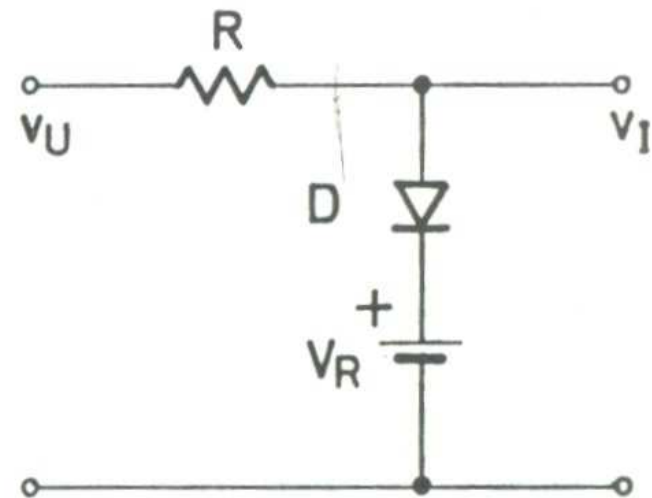
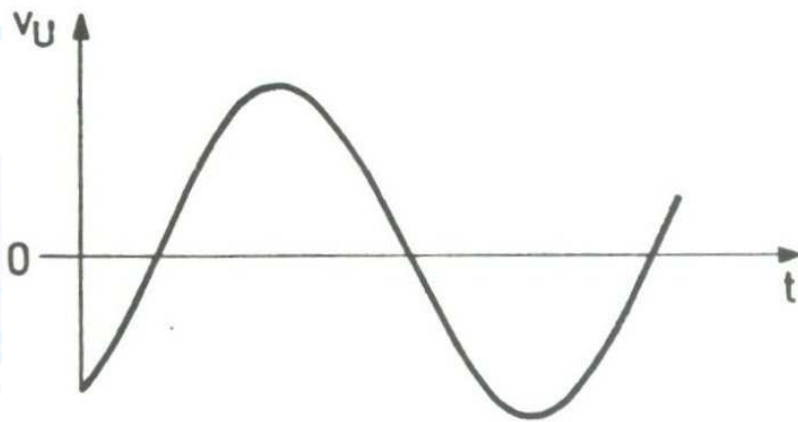
OGRANIČAVAČI

- DIODA IMA ULOGU OGRANIČAVAČA AMPLITUDE
- PRIMER JEDNOSTRANOG DIODNOG OGRANIČAVAČA



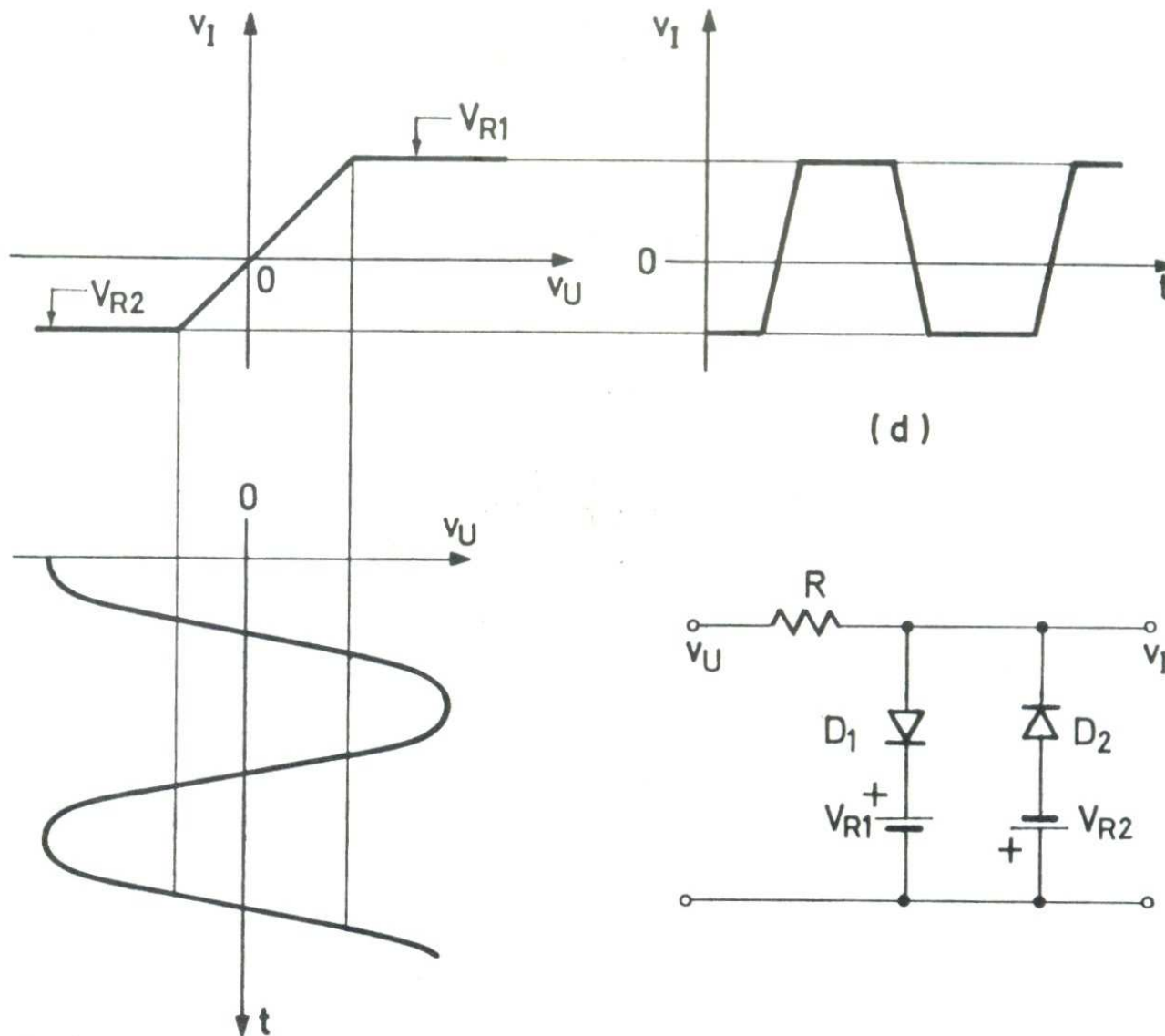
DODNI OGRANIČVAČ

- PRIMER PARALELNI JEDNOSTRANI DIODNI OGRANIČVAČ



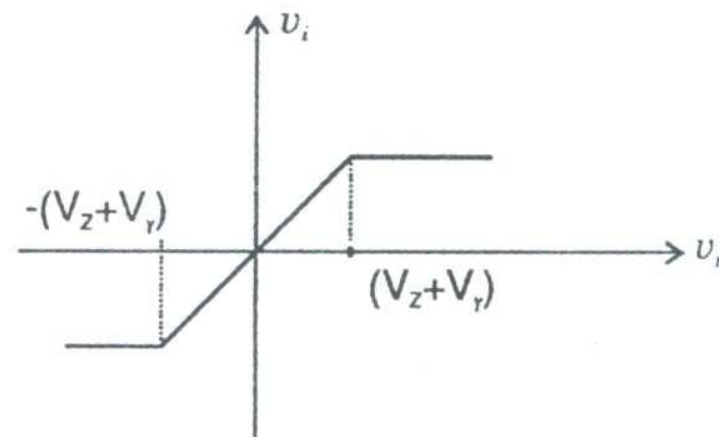
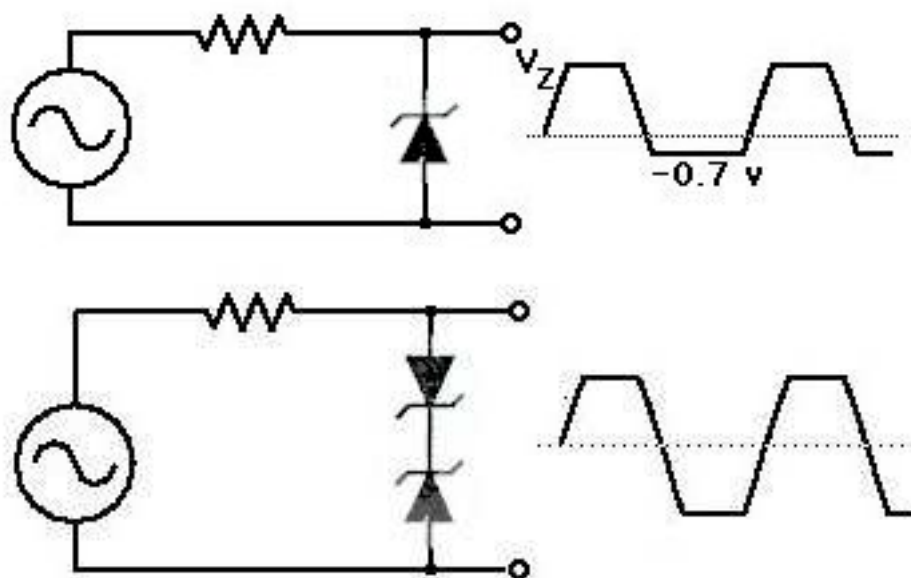
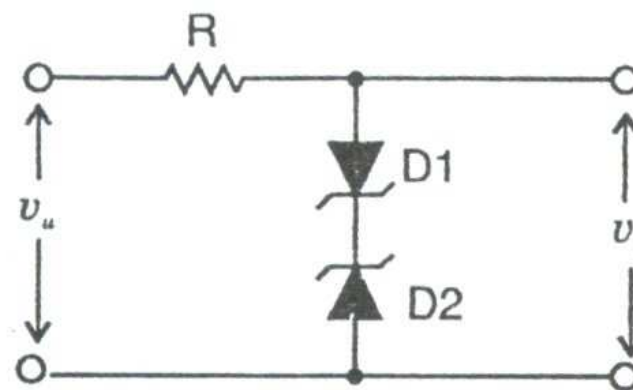
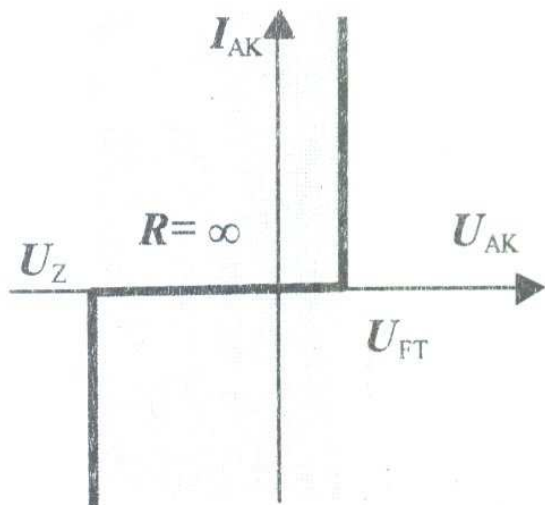
DIODNI OGRANIČAVAČI

- PRIMER DVOSTRANI DIODNI OGRANIČAVAČ



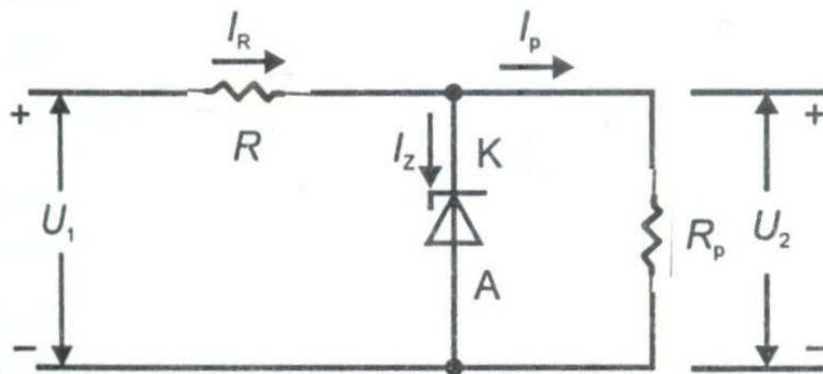
OIGRANIČAVAČI

- OGRANIČAVAČ SA ZENER DIODOM

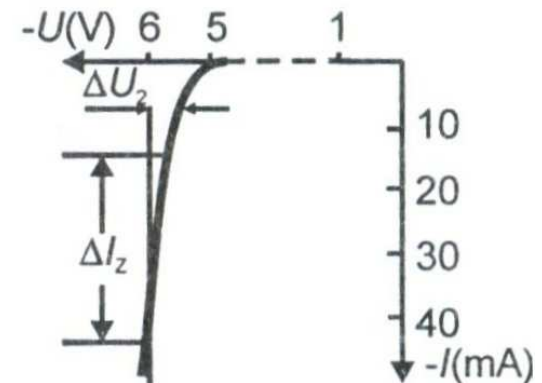


STABILIZATOR NAPONA SA ZENER DIODOM

- UKOLIKO SE PO VEĆA ULAZNI NAPN POVEĆA SE I STRUJA I_R ALI NAJVEĆI DEO STRUJE POVEĆANJA POVUČE STABILIZATORSKA DIODA.
- RELATIVNO VELIKOM POVEĆANJU STRUJE ΔI_Z ODGOVARA MALA PROMENA NAPONA ΔU_Z



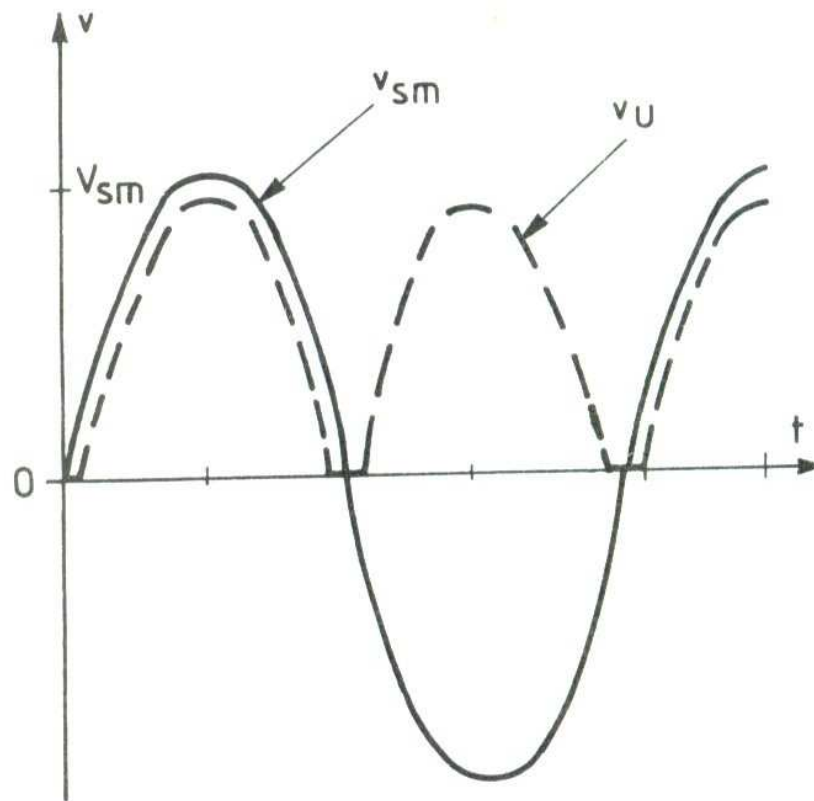
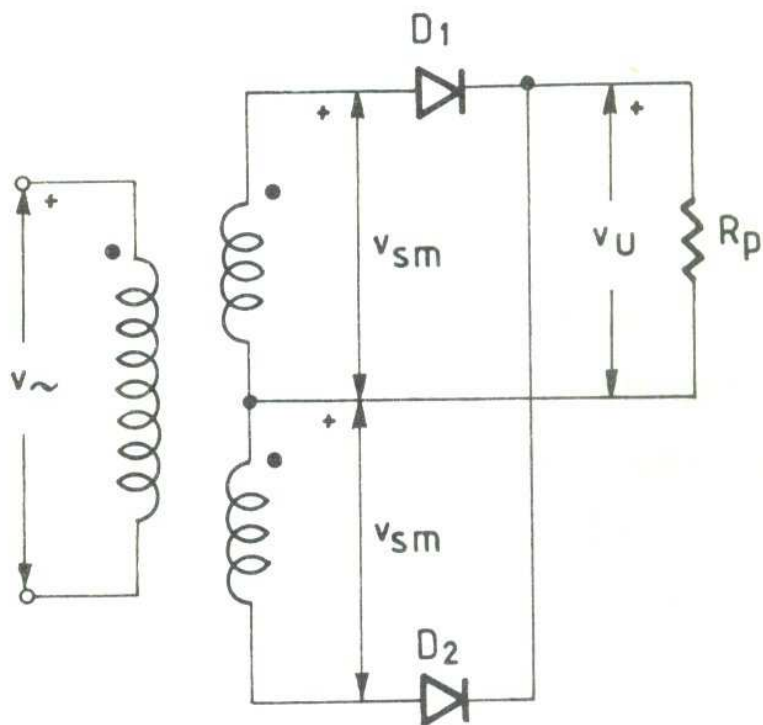
Сл. 2.36. - Стабилизатор напона са Z-диодом



Сл. 2.37. - З-диодна особина

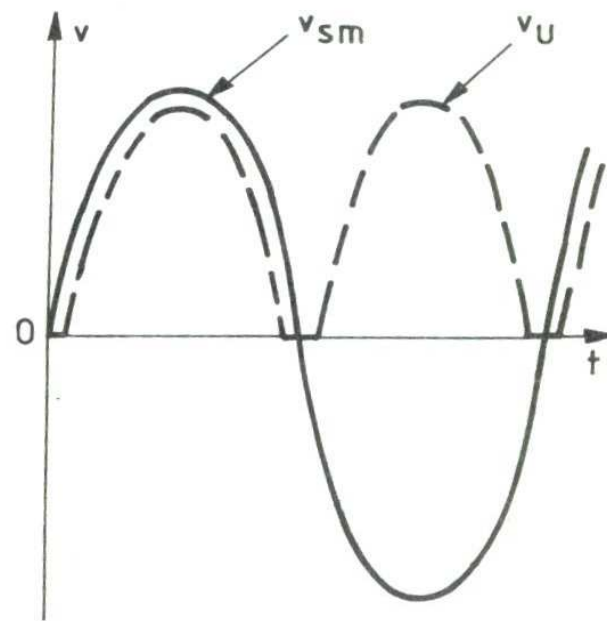
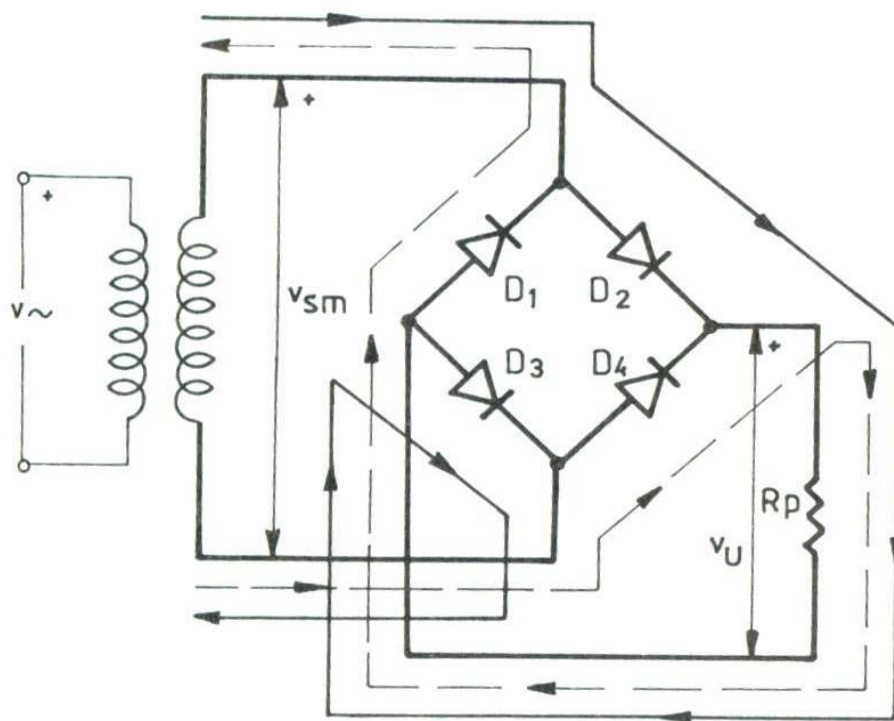
USMERAČI

- KADA JE ULAZNI NAPON POZITIVAN PROVODI DIODA D1 A D2 JE ZAKOČENA
- KADA JE ULZNI NAPON NEGATIVAN OBRNUTO



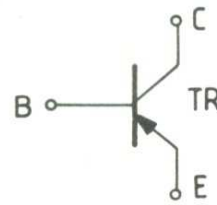
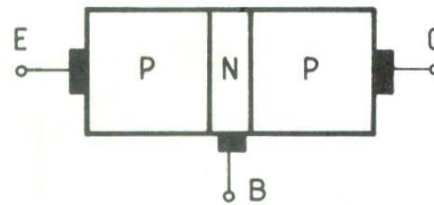
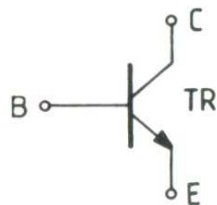
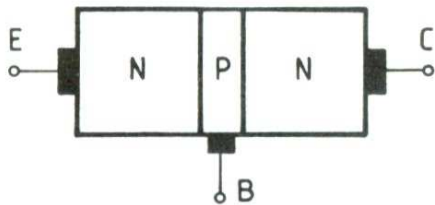
USMERAČKA DIODNA KOLA

- USMERAČ SA GRECOVIM SPOJEM: KADA JE NAPON NA SEKUNDARU POZITIVAN PROVODE D2 I D3 A D1 I D4 SU ZAKOČENE, KADA JE NAPON NEGATIVAN OBRNUTO



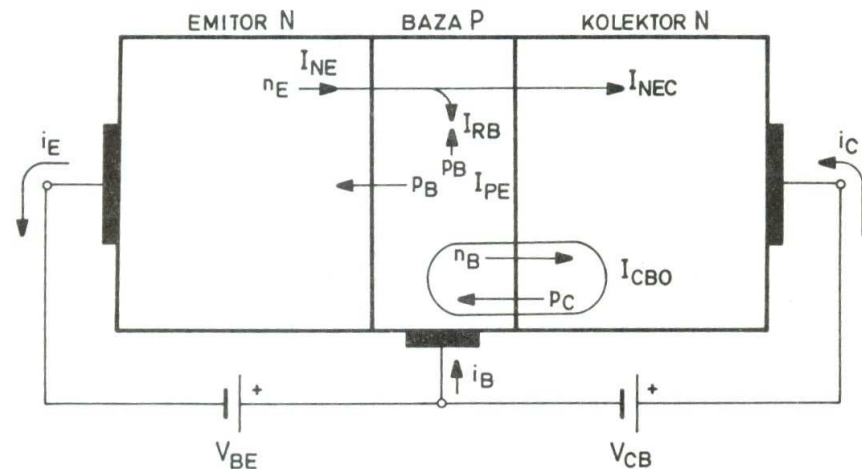
BIPOLARNI TRANZISTORI

- KOMPONENTA SA TRI ELEKTRODE KOJA POSEDUJE **POJAČAVAČKO I PREKIDAČKO** SVOJSTVO
- KONSTRUKCIJA
- PNP (**P- EMITOR, N- BAZA, P-KOLEKTOR**)
- NPN (**N- EMITOR, P- BAZA, N-KOLEKTOR**)



RASPODELA STRUJA U TRANZISTORU

- RAD TRANZISTORA ODREĐEN JE KONSTRUKCIJOM I POLARIZACIJOM
- AKTIVAN REŽIM: DIREKTNA POLARIZACIJA EMITORSKOG SPOJA, INVERZNA POLARIZACIJA KOLEKTORSKOG SPOJA
- PRETPOSTAVKA: 1. NAJAČE DOPIRAN EMITORSKI SPOJ, ZATIM KOLEKTORSKI PA BAZA; 2. BAZA JE DOVOLJNO KRATKA



- **EMITORSKA STRUJA**

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

- **KOLEKTORSKA STRUJA**

$$i_C = I_{NEC} + I_{CBO}$$

- **BAZNA STRUJA**

$$i_B = I_{PE} + I_{RB} - I_{CBO}$$

- **PREMA PRVOM KIRHOFOVOM ZAKONU**

$$i_E = i_C + i_B$$

- **POJAČAVAČKO SVOJSTVO: MALE PROMENE BAZNE STRUJE IZAZIVAJU VELIKE STRUJE KOLEKTORSKE STRUJE**

- **DA BI SE TO POSTIGLO: INVERZNA STRUJA ZASIĆENJA KOLEKTORSKOG SPOJA ŠTO MANJA,**

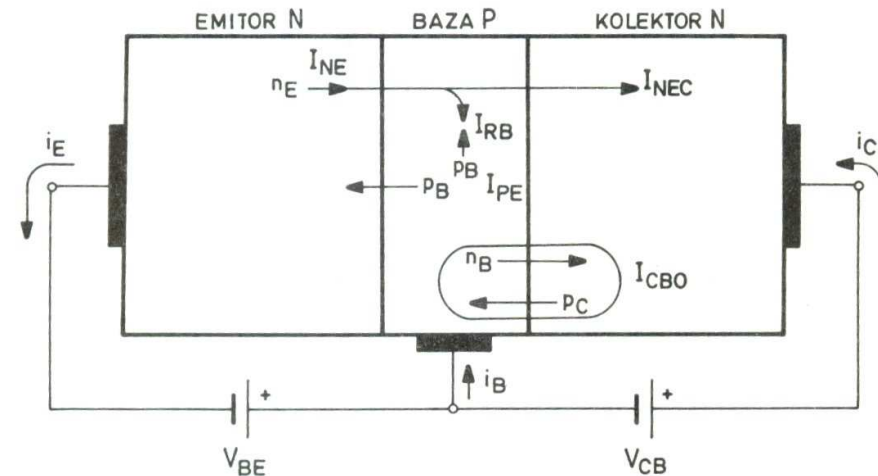
- **EMITORSKA STRUJA ŠTO BLIŽA KOLEKTORSKOJ**

-

-

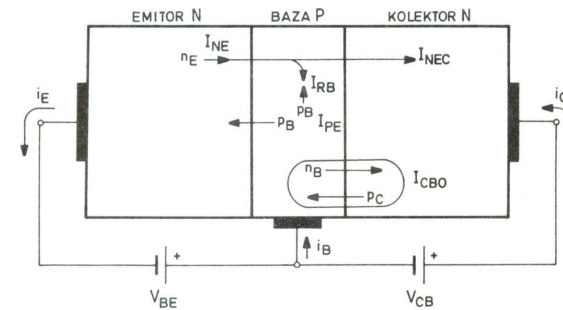
EFIKASNOST EMITORA

$$\gamma = \frac{I_{NE}}{I_{NE} + I_{PE}}$$



- TRANSPORTN FAKTOR

$$\beta^* = \frac{I_{NEC}}{I_{NE}}$$



- ODNOS IZMEĐU STRUJA TRANZISTORA SE SADA MOŽE PREDSTAVITI

$$i_C = \alpha i_E + I_{CB0}$$

$$i_C = \beta i_B + \frac{\beta}{\alpha} I_{CB0} = \beta i_B + (1 + \beta) I_{CB0}$$

- GDE JE: $\alpha = \beta^* \gamma$ FAKTOR STRUJNOG POJAČANJA OD EMITORA DO KOLEKTORA

$$\alpha < 1$$

$\beta = \alpha / (1 - \alpha)$ FAKTOR STRUJNOG POJAČANJA OD BAZE DO KOLEKTORA

ŠTO JE α BLIŽE 1 TO JE I β VEĆE

TIPI;NE VREDNOSTI ZA β ZA TRANZISTORE MANJIH SNAGA SU $\beta > 100$

STRUJNO-NAPONSKA KARAKTERISTIKA TRANZISTORA

- NA OSNOVU RASPODELE NOSIOCA NAELEKTRISANJA MOŽE SE IZVESTI

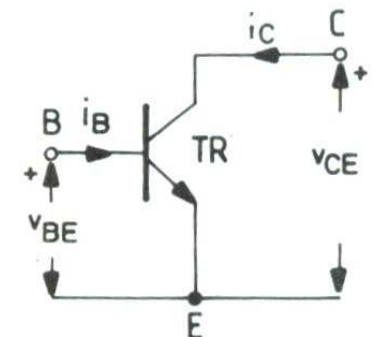
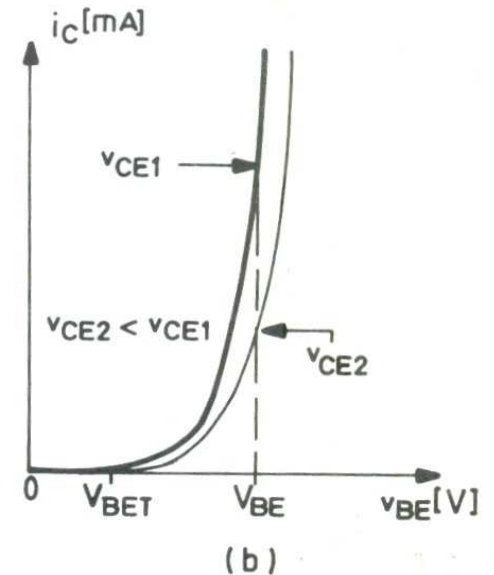
$$i_C = A \frac{qD_n n_i^2}{N_A w} e^{\frac{v_{BE}}{V_T}} = I_S e^{\frac{v_{BE}}{V_T}}$$

- W- EFEKTIVNA ŠIRINA BAZE, N_A KONC. PRIMESA PRESEK EMITORSKOG SPOJA

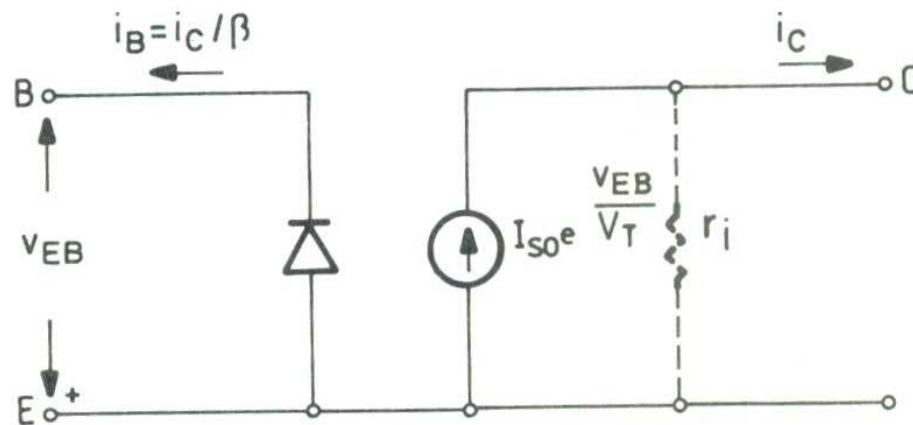
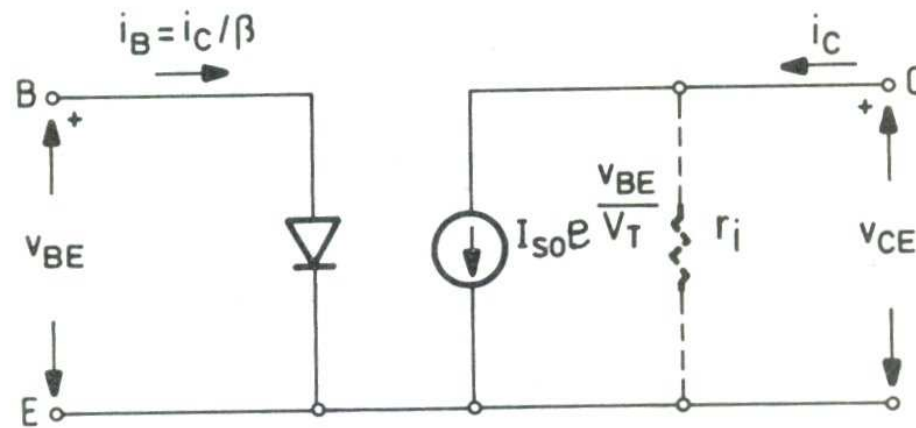
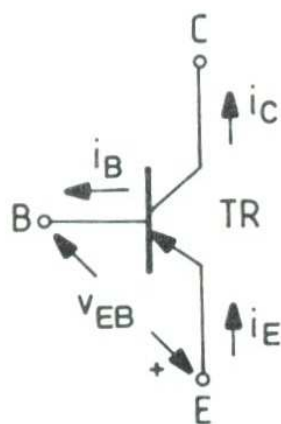
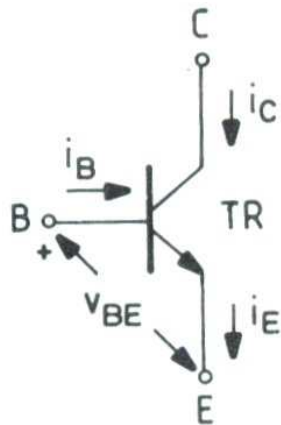
- PRECIZNIJE STRUJA KOLEKTORA ZAVISI I OD V_{CB}

$$i_C = I_{S0} \left(1 + \frac{v_{CB}}{V_A} \right) e^{\frac{v_{BE}}{V_T}}$$

ERLIJEV EFEKAT
 V_A ERLIJEV NAPON

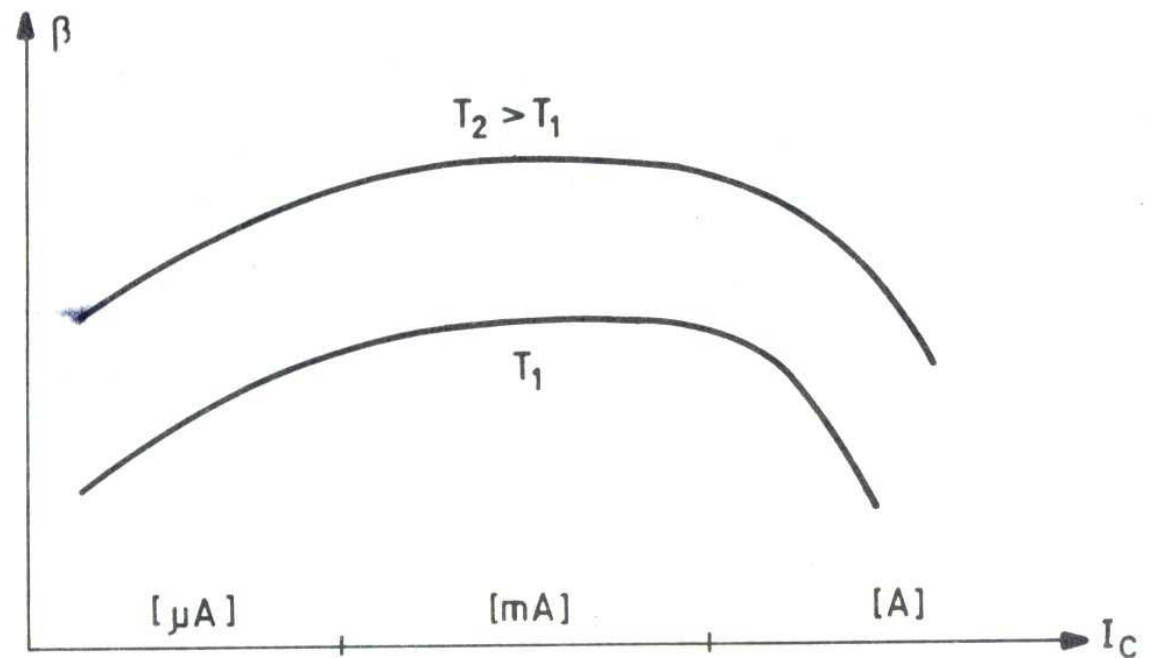


ELEKTRIČNI MODEL TRANZISTORA (AKTIVAN REŽIM)



PROMENA β SA TEMPERATUROM

- POJAČANJE RASTE SA PORASTOM TEMPERATURE
- PORAST KOLEKTORSKOG NAPONA DOVODI DO PORASTA STRUJNOG POJAČANJA
- PRI MALIM I VELIKIM STRUJAMA β OPADA



POLARIZACIJA TRANZISTORA

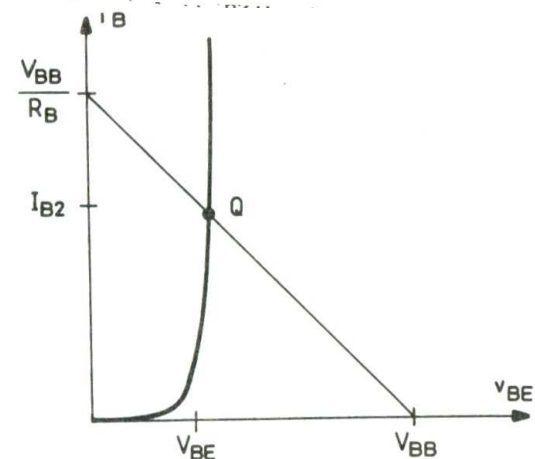
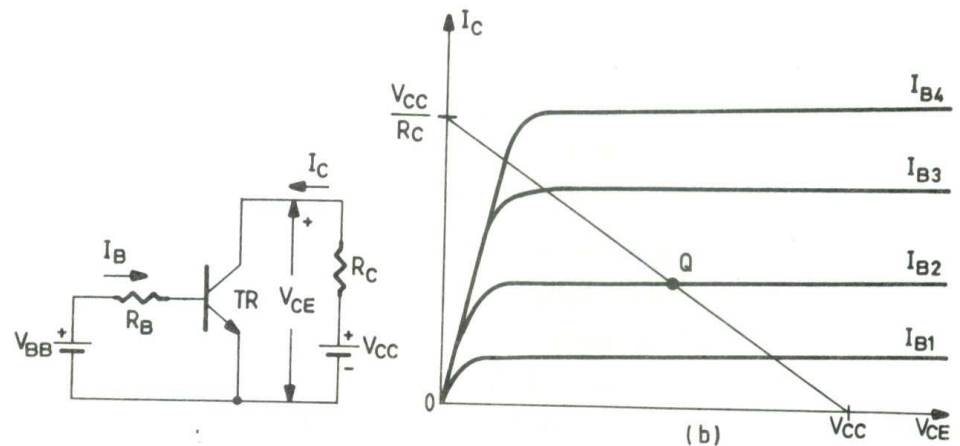
- PRIKLJUČENJE TRANZISTORA NA JEDNOSMERAN NAPON U CILJU NJEGOVOG DOVOĐENJA U ŽELJEN RADNI REŽIM

$$V_{BB} = R_B I_B + v_{BE}$$

$$i_C = I_S e^{\frac{v_{BE}}{V_T}}$$

$$v_{CE} = V_{CC} - R_C i_C$$

Q – MIRNA RADNA TAČKA



POLARIZACIJA TRANZISTORA

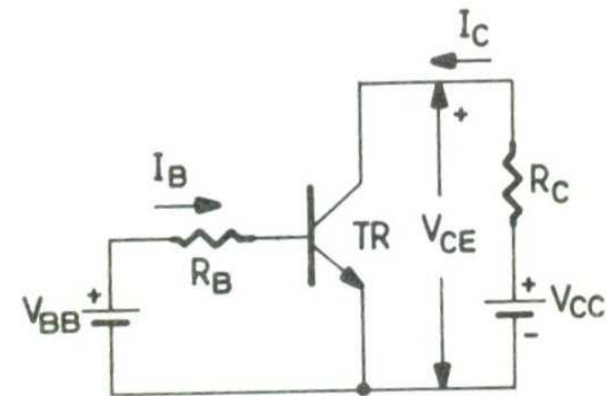
- AKO SE PRETPOSTAVI DA JE NAPON V_{BE} KONSTANTAN I POZNAT

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

- TAKOĐE AKO JE POJAČANJE TRANZISTORA KONSTANTNO I POZNATO

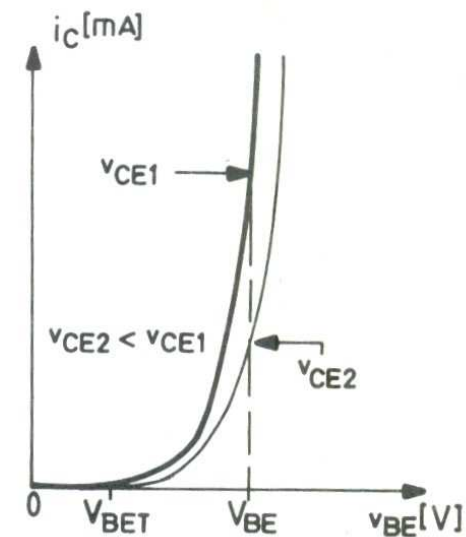
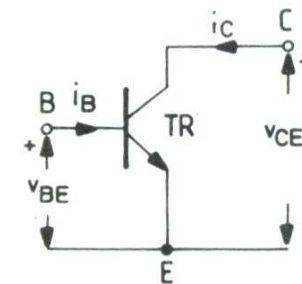
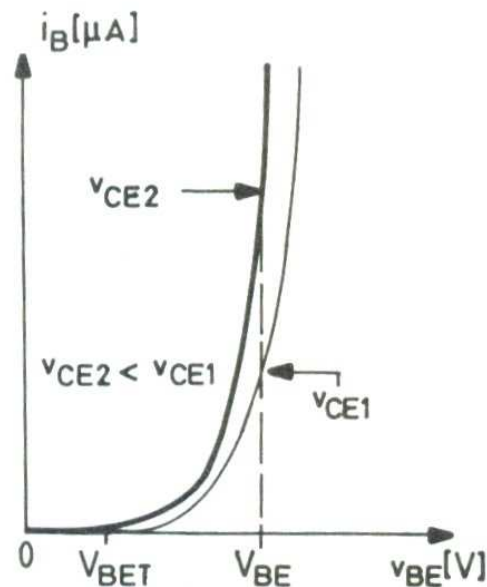
$$I_C = \beta I_B$$

- PRIMER $V_{CC}=6V$, $V_{BB}=3.1V$, $R_B=250\text{ k}\Omega$, $R_C=3\text{ k}\Omega$, $V_{BE}=0.6V$, $\beta=100$
- $I_C=1\text{ mA}$, $I_B=10\mu\text{ A}$

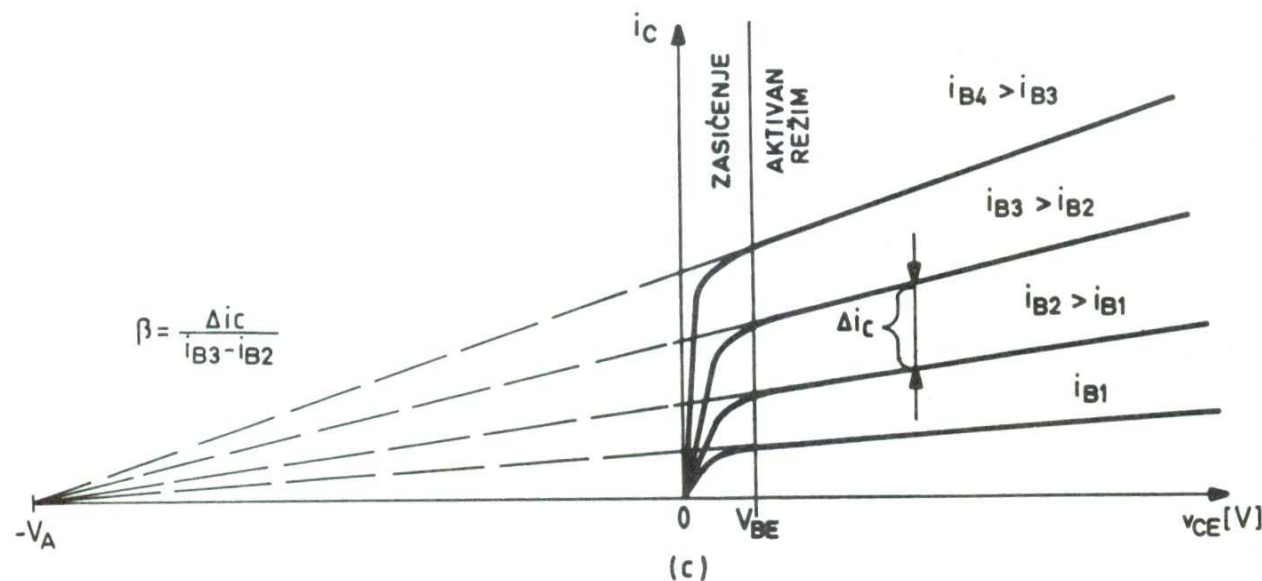


STATICKE KARAKTERISTIKE TRANZISTORA

ULAZNA
IZLAZNA
PRENOSNA



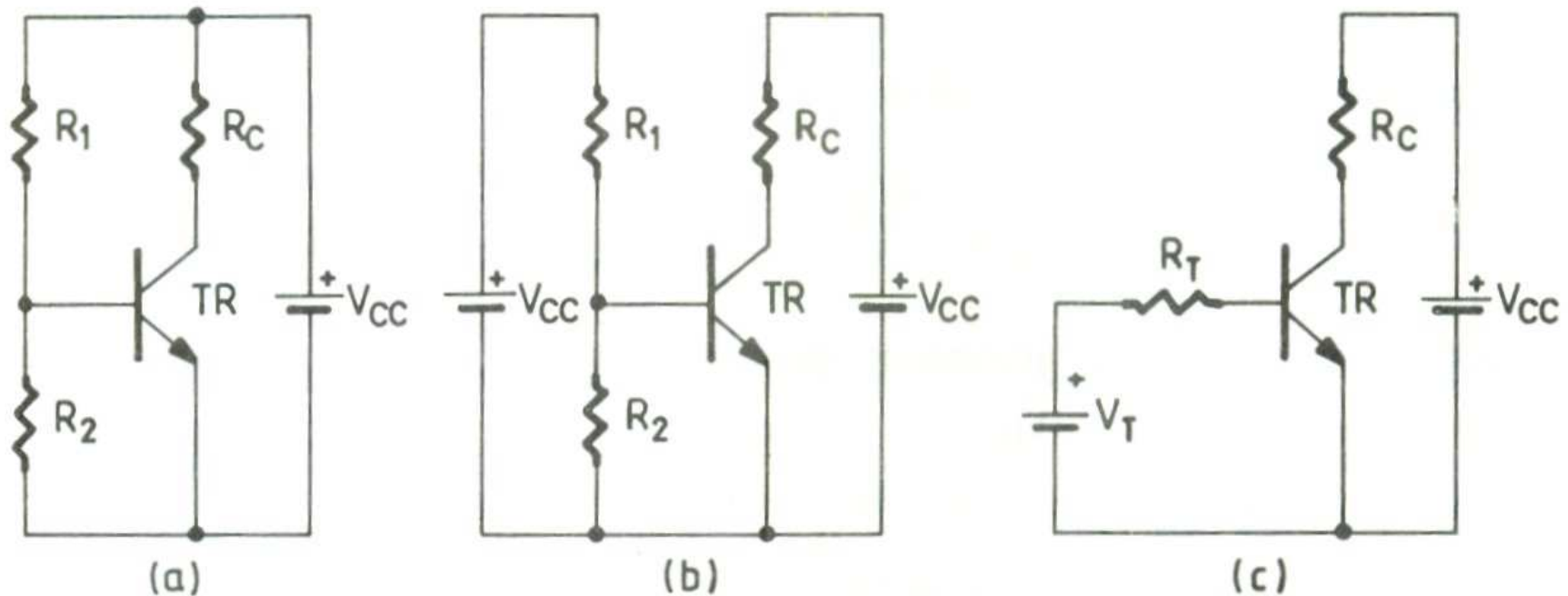
(b)



(c)

POLARIZACIJA JEDNOM BATERIJOM

- JEDNOSTAVNIJE JE KORISTITI ŠTO MANJI BROJ IZVORA ZA POLARIZACIJU



$$V_{BB} = V_T = R_2 V_{CC} / (R_1 + R_2)$$

$$R_B = R_T = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

POLARIZACIJA KOJA OBEZBEĐUJE TEMPERATURNU STABILNOST

- POVEĆANJE T DOVODI DO POVEĆANJA I_{CB0} , PORASTA STRUJNOG POJAČANJA β I SMANJENJA NAPONA NA DIREKTNO POLARISANOM EMITORSKOM SPOJU
- STOGA SE POMERA MIRNA RADNA TAČKA

$$I_B = \frac{V_T - V_{BE}}{R_T} \quad I_C = \frac{\beta}{R_T} (V_T - V_{BE}) + (1 + \beta) I_{CB0}$$

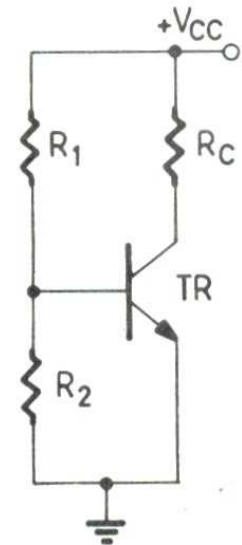
$$I_C = \beta I_B + (1 + \beta) I_{CB0}$$

- KOEFICIJENTI TEMPERATURNE STABILNOSTI:

$$S_{I_{CB0}} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_{CB0}} \Big|_{\beta, V_{BE} = const.} = \beta + 1$$

$$S_{\beta} = \frac{\Delta I_C}{\Delta \beta} \Big|_{I_{CB0}, V_{BE} = const.} = \frac{V_T - V_{BE}}{R_T} + I_{CB0}$$

$$S_{V_{BE}} = \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{BE}} \Big|_{I_{CB0}, \beta = const.} = -\frac{\beta}{R_T}$$



POLARIZACIJA KOJA OBEZBEĐUJE TEMPERATURNU STABILNOST

$$\Delta I_C = S_{I_{CB0}} \Delta I_{CB0} + S_{V_{BE}} \Delta V_{BE} + S_{\beta} \Delta \beta$$

- **SMANJENJE KOEFICIJENTA**

TEMPERATURNE STABILNOSTI

MOŽE DA SE POSTIGNE OTPORNIKOM R_E

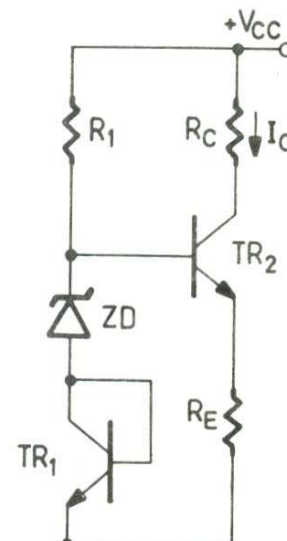
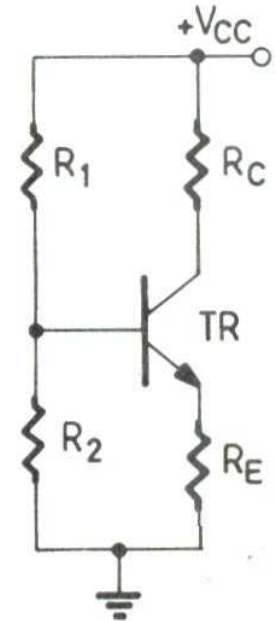
$$I_C = \frac{\beta V_T}{R_T + (1 + \beta) R_E} - \frac{\beta V_{BE}}{R_T + (1 + \beta) R_E} + \frac{(\beta + 1)(R_T + R_E)}{R_T + (1 + \beta) R_E} I_{CB0}$$

- **SADA JE KOEFICIJENT**

$$S_{I_{CB0}} = (1 + R_T / R_E)$$

- **KOMPENZACIONA METODA**

$$I_E = \frac{V_{BE1} - V_{BE2} + V_Z}{R_E} = \frac{V_Z}{R_E}$$



STRUJNO OGLEDALO

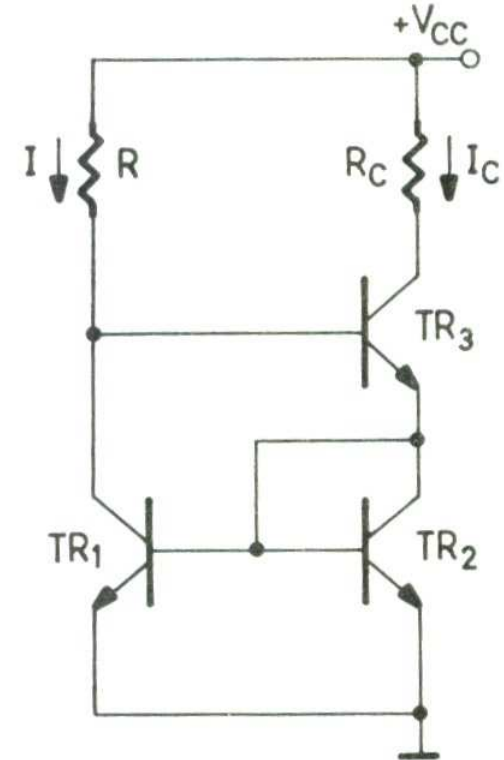
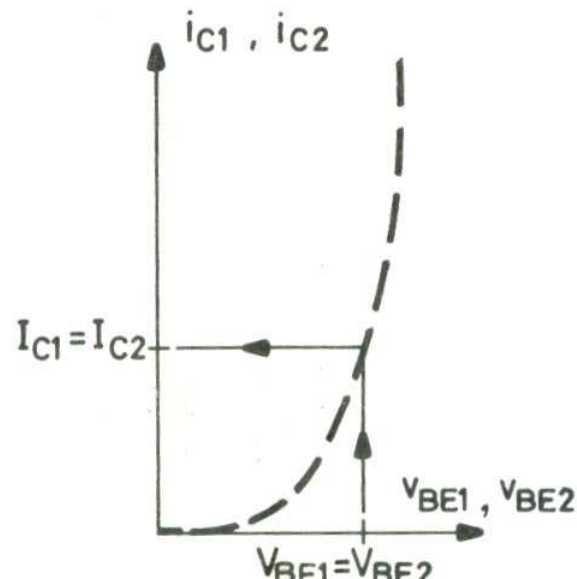
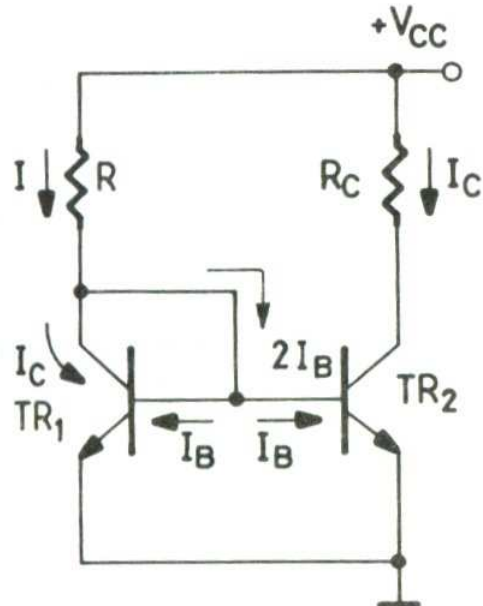
- POLARIZACIJOM PREKO STRUJNOG OGLEDALA SE POSTIŽE KORIŠĆENJE MANJIH OTPORNOSTI ZA POLARIZACIJU TRANZISTORA

$$I = I_C + 2I_B = I_C (1 + 2 / \beta)$$

$$I = (V_{CC} - V_{BE}) / R$$

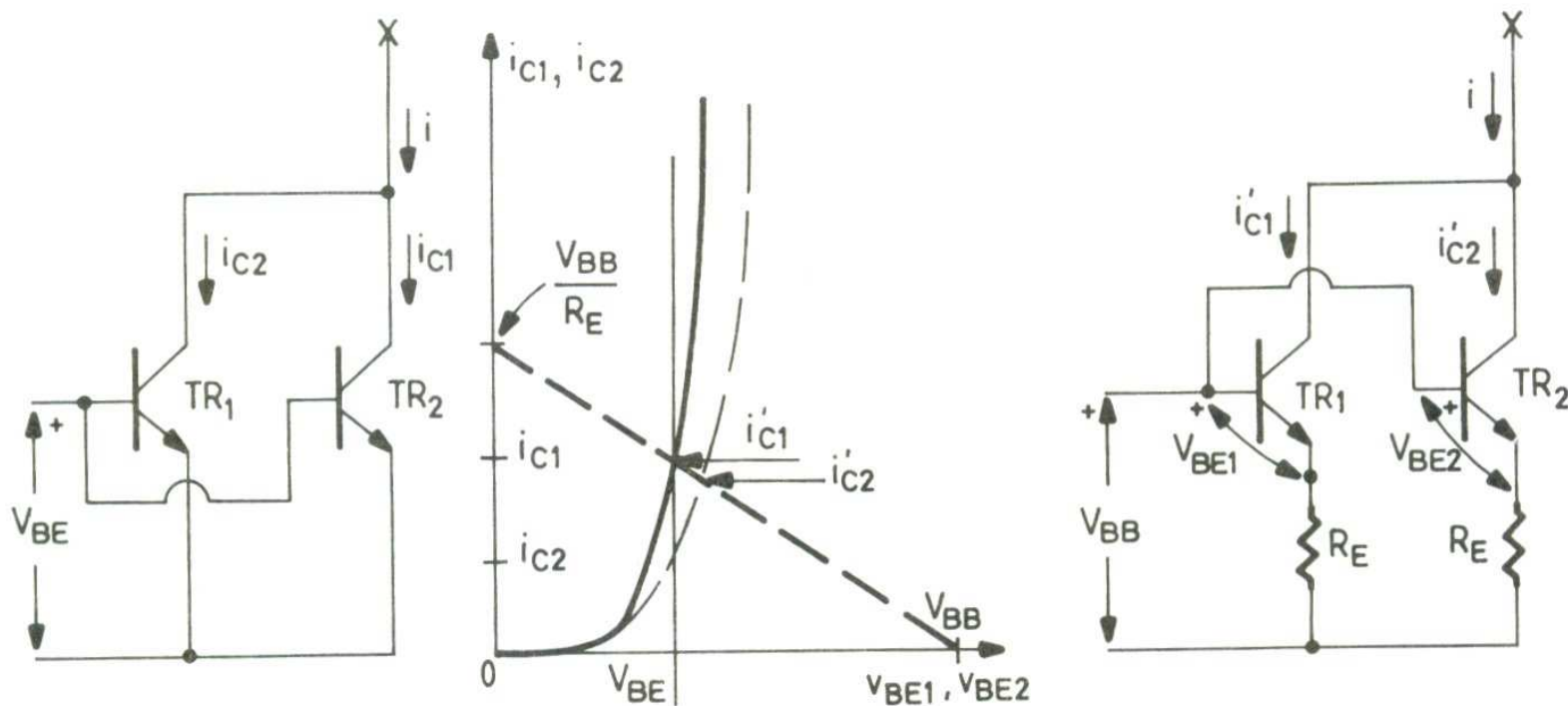
$$I_C = \frac{\beta}{\beta + 2} I$$

$$I_C = \frac{\beta^2 + 2\beta}{\beta^2 + 2\beta + 2} I$$



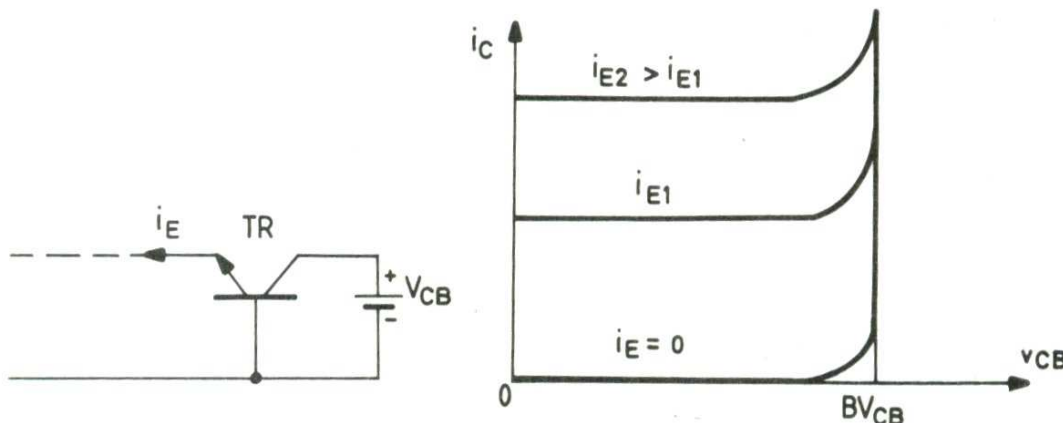
POLARIZACIJA PRALELNO VEZANIH TRANZISTORA

- U CILJU POVEĆANJA MAKSIMALNE STRUJE KROZ TRANZISTOR VRŠI SE NJIHOVO PRALELNO VEZIVANJE

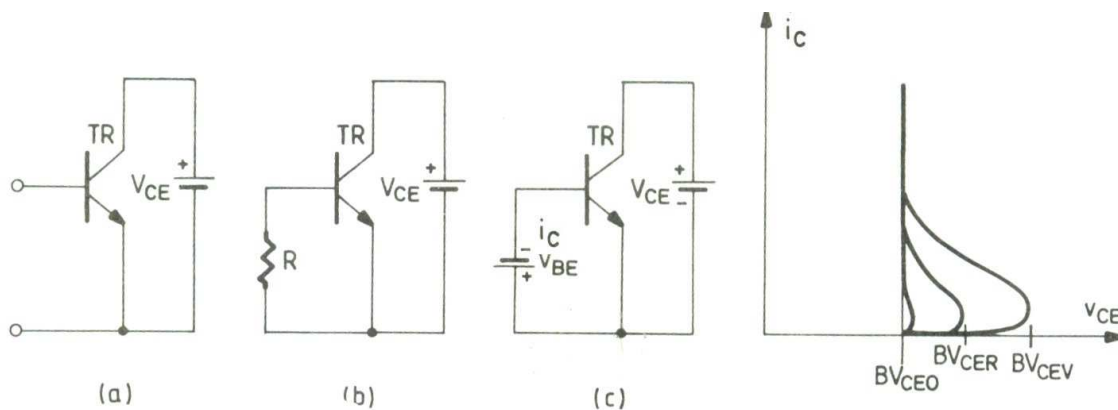
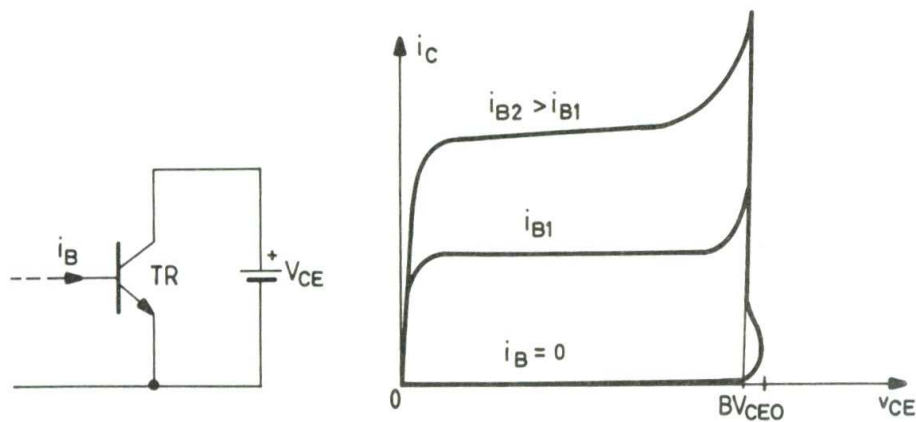


OGRANIČENJA KOD PLOARIZACIJE TRANZISTORA

- OGRANIČENJA: LAVINSKI I ZENEROV PROBOJ PN SPOJA, SMANJENJE STRUJNOG POJAČANJA β USLED POVEĆANJA KOLEKTORSKE STRUJE ILI DESTRUKCIJA TRANZISTORSKIH PRIKLJUČAKA USLED POVEĆANJA KOLEKTORSKE STRUJE, OGRANIČENJE PO DISIPACIJI
- PROBOJ NA SPOJU BE JE ZENEROVOG TIPA A PROBOJNI NAPON REDA 5-10 V
- PROBOJ NA KOLEKTORSKOM SPOJU JE LAVINSKOG TIPA



NAPONSKO OGRANIČENJE TRANZISTORA



OBLAST SIGURNOG RADA TRANZISTORA

- KADA SE UZMU U OBZIR STRUJNA NAPONSKA I OGRANIČENJA PO DISIPACIJI DOBIJE SE OBLAST SIGURNOG RADA TRANZISTORA

