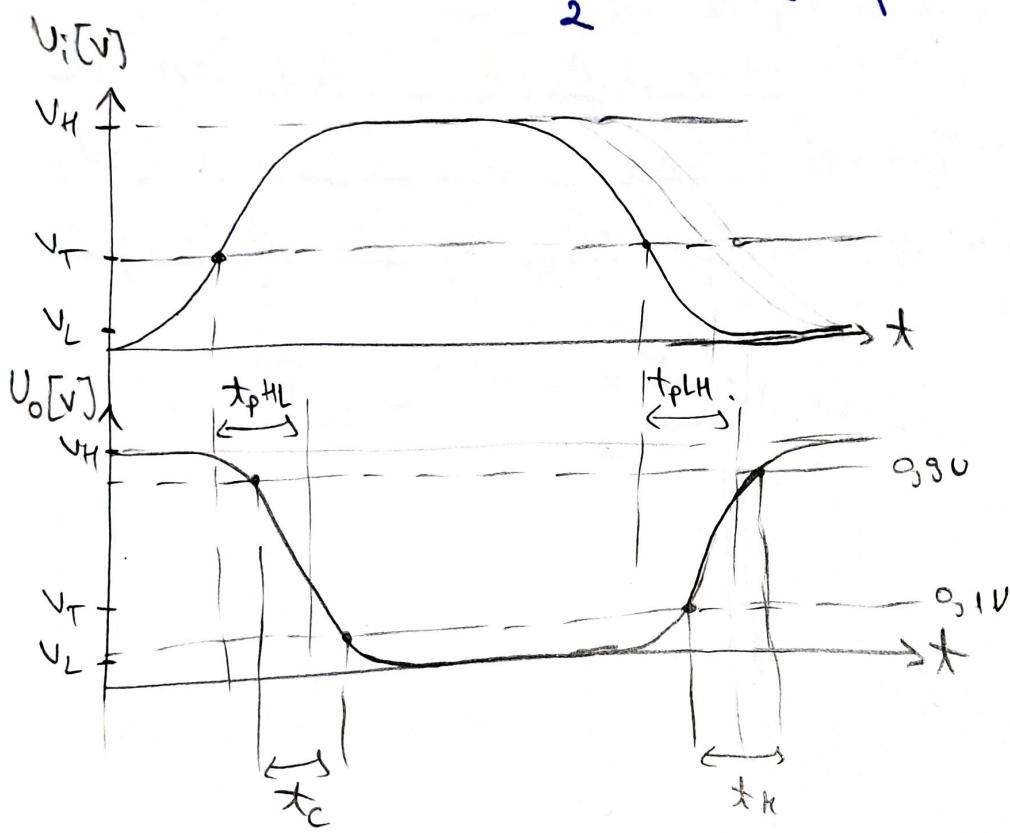


b) Timpul de propagare. timpul de propagare

definirea  $t_{PLH}$ ,  $t_{PHL}$ ,  $t_{PLH}$ ,  $t_{PHL}$ .

Timpul de propagare ( $t_{pd}$ ) reprezintă parametrul circuitelor integrat ce caracterizează sintetic viteză de comutare a circuitelor logice.

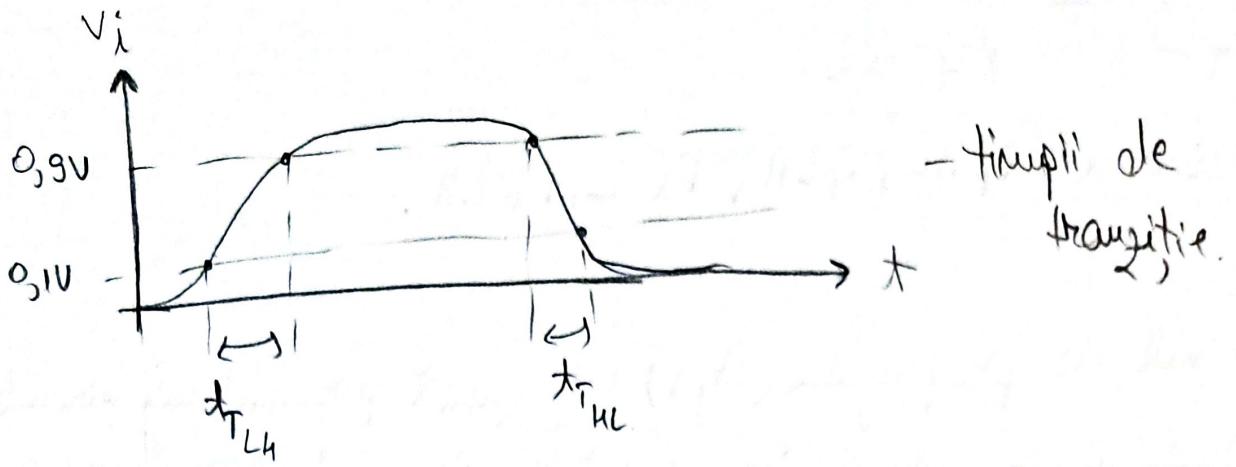
$$t_{pd} = \frac{t_{PLH} + t_{PHL}}{2} \quad (\text{timpul mediu de propagare}).$$



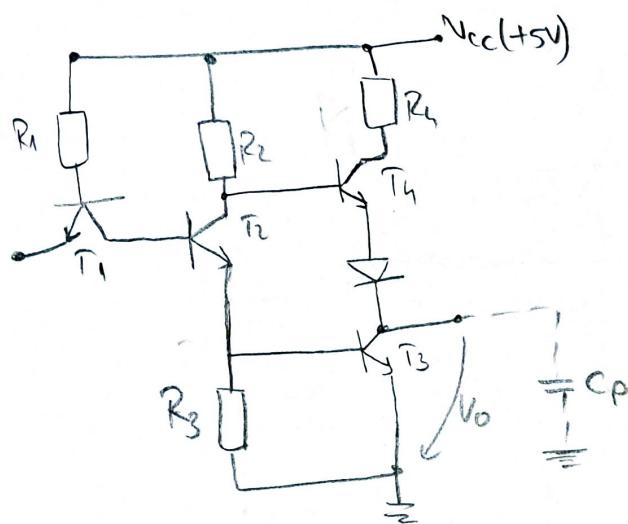
→ În general,  $t_{PLH} > t_{PHL}$  și sunt specificate valori  
în catalog.

$t_{PLH}$  - timpul de propagare Low-High

$t_{PHL}$  - timpul de propagare High-Low.



- acești timpi sunt influențați de  $C_p$  de la ieșirea portii



$t_{P_{HL}}$  ( $T_3$ -conduce,  $T_H$ -bol)

$$t_{P_{HL}} = C_p \cdot R_L \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$t_{P_{LH}}$  ( $T_H$ -conduce,  $T_3$ -bol)

$$t_{P_{LH}} = C_p \cdot R_H \cdot \ln \frac{V_H - V_L}{V_H - V_T}$$

$$t_{T_{HL}} = R_L \cdot C_p \cdot \ln \left( \frac{V_{CC} - 0,1(V_H - V_L)}{V_{CC} - 0,9(V_H - V_L)} \right)$$

$$t_{T_{LH}} = R_H \cdot C_p \cdot \ln \left( \frac{V_{CC} - 0,9(V_H - V_L)}{V_{CC} - 0,1(V_H - V_L)} \right)$$

Parametri :  $C_p = 50 \text{ nF}$

$$C_p = 50 \text{ mF}$$

$$R_H = 400 \Omega$$

$$R_L = 200 \Omega$$

$$V_H = 3,5 \text{ V}, V_L = 0,2 \text{ V}$$

$$V_T = 1,5 \text{ V}$$

Calculati :

$$t_{P_{HL}}, t_{P_{LH}}, t_{T_{HL}}, t_{T_{LH}}$$

$$t_{P_{HL}} = C_p \cdot R_L \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$= 50 \cdot 10^{-9} \cdot 200 \cdot \ln \frac{3,3}{1,3}$$

$$= 10000 \cdot 10^{-9} \cdot 0,93$$

$$= 10^{-5} \cdot 0,93$$

$$= 9,3 \mu\text{s.}$$

$$t_{P_{LH}} = C_p \cdot R_H \cdot \ln \frac{V_H - V_L}{V_H - V_T}$$

$$= 50 \cdot 10^{-9} \cdot 400 \cdot \ln \frac{3,3}{2}$$

$$= 20000 \cdot 10^{-9} \cdot 0,5$$

$$= 10 \mu\text{s.}$$

$$\Rightarrow t_{pd} = \frac{10 + 9,3}{2} = 9,65 \mu\text{s.}$$

$$t_{T_{HL}} = R_L \cdot C_p \cdot \ln \left( \frac{\frac{V_{cc} - 0,1(V_H - V_L)}{V_{cc} - 0,9(V_H - V_L)}}{\frac{5 - 0,1 \cdot 3,3}{5 - 0,9 \cdot 3,3}} \right)$$

$$= 200 \cdot 50 \cdot 10^{-9} \cdot \ln \left( \frac{5 - 0,1 \cdot 3,3}{5 - 0,9 \cdot 3,3} \right)$$

$$= 10000 \cdot 10^{-9} \cdot \ln \left( \frac{4,67}{2,03} \right)$$

$$= 10^{-5} \cdot 0,8$$

$$= 8 \mu\text{s}$$

$$\star T_{LH} = R_H \cdot C_p \cdot \ln \frac{2,09}{4,67}$$

$$= 400 \cdot 50 \cdot 10^{-9} \cdot (-0,8) \quad (\text{aici fie am gresit})$$

$$= 20000 \cdot 10^{-9} \cdot 0,8 \cdot \text{formula initială,}\\ \text{fie lungime cu modul)$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-5}$$

$$= 16 \mu\text{s.}$$

## Puterea statică:

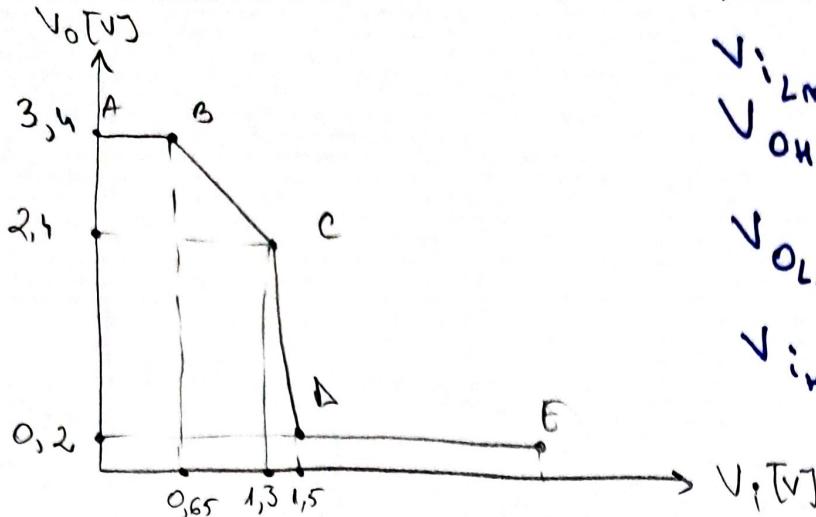
### Puterea statică

Puterea dissipată în regim static depinde de curentul absorbit de circuitul logic de la sursa de alimentare atunci când la ieșiree este nivel logic superior ( $V_{CCH}$ ), respectiv la ieșiree este nivel logic inferior ( $V_{CEL}$ ).

Consumul unei porti, în regim static, se defineste pt. un factor de umplere a semnalului de intrare de 50% și la o v/s suficient de mică pt. ca efectul de creștere a consumului datorat încărcării și descărcării capacitatei de parazite de sarcină să fie neglijabil.

$$P_{cc} = \frac{V_{CCH} + V_{CEL}}{2} \cdot V_{cc}.$$

## Carakteristica statică de transfer la circuitele TTL:



$$V_{iL\max} = 0,8V$$

$$V_{OH\min} = 2,4V$$

$$V_{OL\max} = 0,4V$$

$$V_{in\min} = 2V$$

caracteristica statica de transfer la circuitele TTL

Carakteristica statică de transfer exprimă dependența mărimii de ieșire funcție de tensiunea de intrare:  $V_o = f(V_i)$ . Aceasta este un param. static specific familiei TTL și depinde de structura internă a circuitelor.

b) i) c) Intervale ale V<sub>i</sub>:

$$\rightarrow V_i = 0V \Rightarrow T_1 - \text{naturat}; T_2, T_3 - \text{blocați}$$

$$V_o \approx 3,4V.$$

$$\rightarrow V_i \in (0; 0,65)V \Rightarrow \quad - \quad -$$

$$\rightarrow V_i = 0,65V \Rightarrow T_2 \text{ începe să conduce}$$

$$V_o \approx 3,4V.$$

$$\rightarrow V_i \in (0,65; 1,3) \Rightarrow \text{ieșirea independentă de intrare}$$

$$\frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} \approx 1,6 \text{ (amplificare).}$$

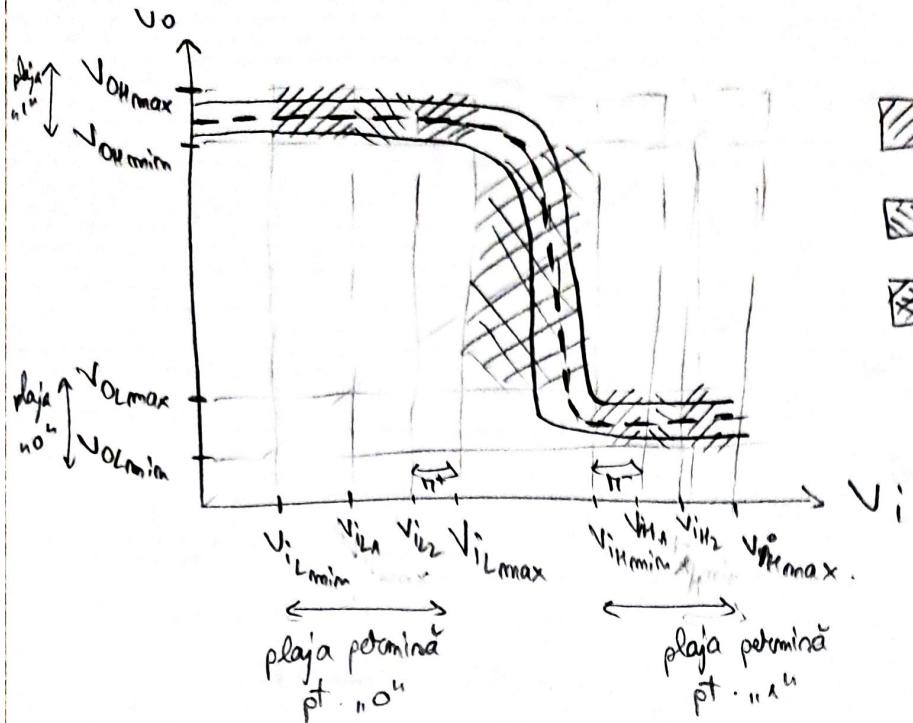
$$\rightarrow V_i = 1,3V \Rightarrow T_3 - \text{naturat}$$

$$V_o \approx 2,4V.$$

$$\rightarrow V_i = 1,5V \Rightarrow T_1 - \text{blocați}, \text{ ieșirea} \rightarrow 0V.$$

$$\rightarrow V_i > 2,25V \Rightarrow T_1 - \text{regim Invers.}$$

## Caracteristica statică de transfer la Ci:



- ◻ zona de fct. în prezenta petromitrilor
- ◻ zona de fct. normală
- ◻ zona de saturatie.

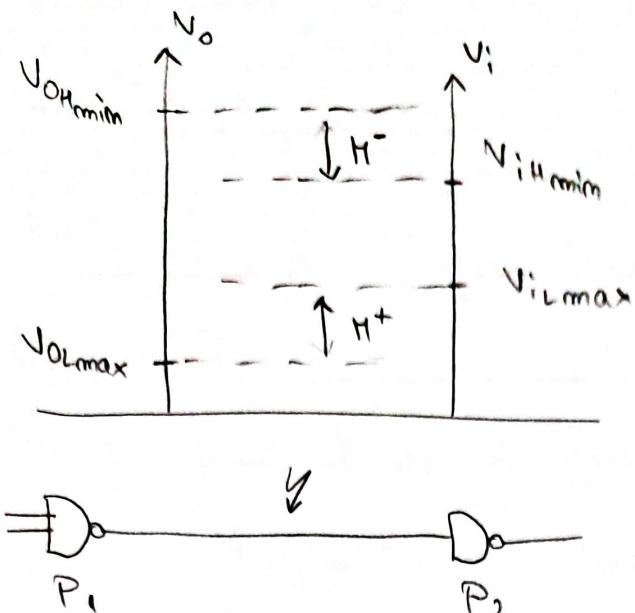
transfer ci

## Nivelul de tensiune intrare și ieșire:

- $V_{iLmin}$ : niv. de tensiune minima de intrare pt. a interpreta „0“ la intrare
- $V_{iLmax}$ : niv. de tensiune max. — " —
- $V_{iHmin}$ : niv. de tensiune min. de intrare pt. a interpreta „1“
- $V_{iHmax}$ : — " — max. — " —
- $V_{OLmin}$ : niv. de tensiune min. la ieșire pt. „0“ la ieșire
- $V_{OLmax}$ : niv. de — " — max. — " —
- $V_{OHmin}$ : — " — min la ieșire pt. „1“.
- $V_{OHmax}$ : — " — max — " —

## Marginea de zgomot:

marginea de zgomot



$$H^+ = V_{I_{max}} - V_{O_{min}}$$

marginea pozitivă

$$H^- = V_{O_{max}} - V_{I_{min}}$$

marginea negativă.

○ pozitivă comandă

una sau mai multe  
porte

Marginea de zgomot reprezintă valoarea maximă a tensiunii de zgomot, care poate apărea la intrarea unei circuite TTL, ce nu afectează valoarea logică a acelui circuit.

Marginea de zgomot este definită ca diferența între limitele de tensiune garantată pentru stările logice ale unei porți care comandă și tensiunea necesară unei circuite numérici pentru a fi comandat corect.

## Circuitul TTL de bază:

poarta fundamentală TTL

a).  $V_i = V_L = 0,2V$ .

În această situație, juncțiunile bază-emitor ale tranzistorului  $T_1$ , împreună cu  $R_1$ , formează un circuit și astfel că în punctul  $B_1$  se fixează un potențial:

$$V_{B_1} = V_i + V_{BE_1} = 0,2 + 0,75 = 0,95V.$$

Juncția bază-emitor a tranzistorului  $T_1$ , fiind polarizată cu o tensiune de  $0,75V$ , face ca aceasta să lucreze la saturatie fixându-se în punctul  $B_2$  un potențial

$$V_{B_2} = V_i + V_{BE_1} + V_{BC_1} = 0,2 + 0,75 - 0,75 = 0,2V.$$

Această tensiune este insuficientă pentru a debloca tranzistorul  $T_2$ , respectiv  $T_3$ . Pe rezistența  $R_3$  apare, în acest caz, o cădere de tensiune neglijabilă, datorită curantului rezidual care trece prin  $T_2$ , ceea ce face ca  $V_{B_3} = 0V$ .

$$V_{B_3} = 0V.$$

În colectorul  $T_2$  se fixează un potențial

$V_{B_H} = V_{CC} - I_{R_2} \cdot R_2$ , unde  $I_{R_2}$  este format din curentul rezidual prin  $T_2$  și curentul de bază al  $T_1$ . Suma celor doi curenti determină o cădere de  $\approx 0,1V$ , deci

$$V_{B_H} = 4,9V.$$

Tranzistorul  $T_1$  lucrează în această stare ca un repezitor pe emitor, ceea ce dă:  $V_o = V_{B_H} - V_{BE_H} - V_{D_1} = 4,9 - 0,75 - 0,75 = 3,4V = V_H$

$$b) V_i = V_H = 3,5V.$$

deci la intrare avem  $3,5V$ , tensiunea din baza  $T_1$  trebuie să fie  $V_i + V_{BE1}$ , dată pt.  $V_{B1} = V_{BC1} + V_{BE2} + V_{BE3} = 0,75 \cdot 3 = 2,25V$ , juncțiunile baza-collector ale  $T_1$ , și baza-emitor a  $T_2$  și  $T_3$  sunt în conductie, ceea ce dă: limitarea tensiunii  $V_{B1}$  la  $2,25V$ . În baza  $T_2$  și  $T_3$  avem

$$V_{B2} = V_{CE2} + V_{BE3} = 1,5V$$

$$V_{B3} = V_{BE3} = 0,75V.$$

abatorită modului de polarizare a juncțiunilor, tranzistorul  $T_1$  va lucra în regim invers, iar  $T_2$  și  $T_3$  vor fi saturate.

Potențialul din colectorul  $T_1$  devine

$V_{C1} = V_{B3} + V_{CE2} = 0,75 + 0,2 = 0,95V$ , ce este insufi-  
cient să deschidă juncțiunea baza-emitor a  $T_1$  și D,  
astfel că ele vor fi blocați.

# Problema diode: (poarta "STAV")

$$V_{OO} = -10V$$

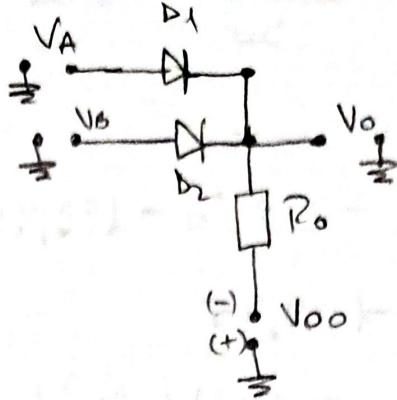
$$V_H = 5V$$

$$V_L = 0V$$

$$V_T = 0,65V$$

$$R_o = 4,3k\Omega$$

$$R_d = 40\Omega, R_i = \infty (T_0 \approx 0)$$



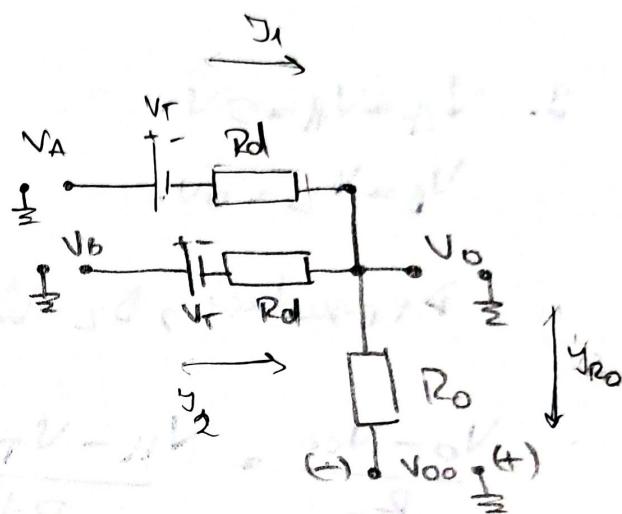
dioda sau

$$1. V_A = V_B = V_H$$

$D_1, D_2$  - conduc

$$\frac{V_o - V_{OO}}{R_o} = \frac{\underbrace{V_A}_{V_H} - V_T - V_o}{R_d} \cdot 2$$

$\uparrow$  pe dioda



$$\frac{V_o - (-10)}{4300} = \frac{5 - 0,65 - V_o}{40} \cdot 2$$

$$20(V_o + 10) = 4300(4,35 - V_o)$$

$$V_o + 10 = 215 \cdot 4,35 - 215V_o$$

$$216V_o = 925,25$$

$$V_o = 4,28V \quad (\approx V_H - V_T)$$

$$2. V_A = V_B = V_L$$

$D_1, D_2$  - conduc.

$$\frac{V_o - V_{OO}}{R_o} = \frac{V_A - V_T - V_o}{R_d} \cdot 2$$

$$\frac{V_0 + 10}{\frac{4500}{215}} = \frac{0 - \frac{0,65 - V_0}{40}}{2}$$

$$V_0 + 10 = -215V_0 - 139,75$$

$$216V_0 = -149,75$$

$$V_0 = -0,69 \text{ V} (\approx V_L - V_T)$$

3.  $V_A = V_H = 5 \text{ V}$ .

$$V_B = V_L = 0 \text{ V}$$

$D_1$  conduce,  $D_2$  bloccata.

$$\frac{V_0 - V_{00}}{R_0} = \frac{V_H - V_T - V_0}{R_d}$$

$$\frac{V_0 - (-10)}{\frac{4500}{215}} = \frac{5 - 0,65 - V_0}{40}$$

$$V_0 + 10 = -104,5 \text{ V} + 467,625$$

$$+ 108,5V_0 = 454,625$$

$$V_0 = 4,30 \text{ V} (\approx V_H - V_T)$$

Problema diode: (Pozantă și ").

dioda si

1.  $V_{CC} = 15V$ .

$V_H = 5V$

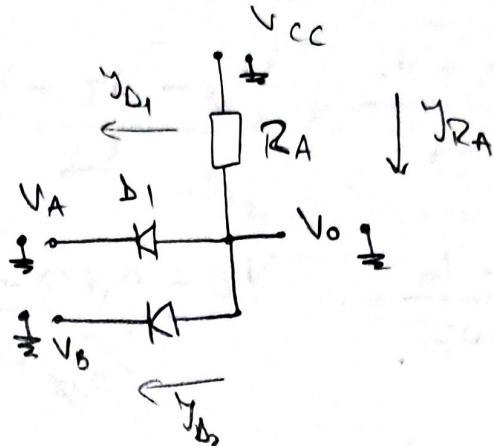
$V_L \approx 0V$ .

$V_T = 0,65V$

$R_A = 4,3k\Omega$

$R_d = 40\Omega$

$R_i \rightarrow \infty (Y_i = 0)$ .



a.  $V_A = V_B = V_H$

$D_1, D_2$  - conduc.

$Y_{RA} = Y_{D1} + Y_{D2}$

$$\frac{V_{CC} - V_o}{R_A} = \frac{V_o - V_T - V_H}{R_d} + \frac{V_o - V_T - V_B}{R_d}$$

$$\frac{V_{CC} - V_o}{R_A} = \frac{V_o - V_T - V_H}{R_d} \cdot 2$$

$$\frac{15 - V_o}{430\Omega} = \frac{V_o - 0,65 - 5}{46\Omega} \cdot 2$$

$$30 - 2V_o = 430V_o - 5,65 \cdot 430$$

$$30 - 2V_o - 430V_o + 2429,5 = 0$$

$$-432V_o + 2459,5 = 0$$

$$V_o = 5,69V (\approx V_H + V_T)$$

$$b. V_A = V_B = V_L = 0V.$$

$$\frac{V_{CC} - V_o}{R_A} = \frac{V_o - V_T - V_L}{R_d} \cdot 2.$$

$$\frac{15 - V_o}{430\Omega} = \frac{V_o - 0,65 - 0}{\frac{40}{2\Omega}} \cdot 2$$

$$2(15 - V_o) = 430 V_o - 249,5.$$

$$432 V_o = 309,5$$

$$V_o = 0,71V (\approx V_L + V_T).$$

c  $V_A = V_H = 5V$

$$V_B = V_L = 0V.$$

$D_2$  - conduct

$D_1$  - blocked

$$\frac{V_{CC} - V_o}{R_A} = \frac{V_o - V_T - V_L}{R_d}$$

$$\frac{15 - V_o}{430\Omega} = \frac{V_o - 0,65}{4\Omega}$$

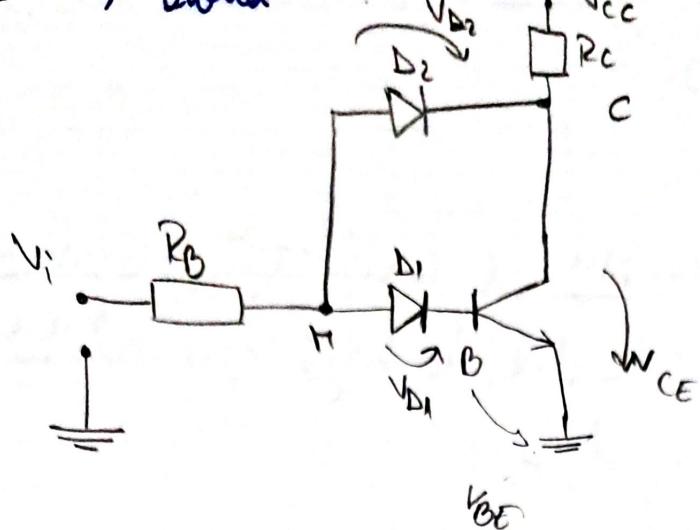
$$60 - 4V_o = 430 V_o - 249,5$$

$$432 V_o = 339,5$$

$$V_o = 0,78V (\approx V_L + V_T)$$

D2

a) două diode între Bază și Colector.



evitare a saturării tranzistorului cu 2 diode

$$V_H = V_{D1} + V_{BE}$$

$$V_H = V_{D2} + V_{CE}$$

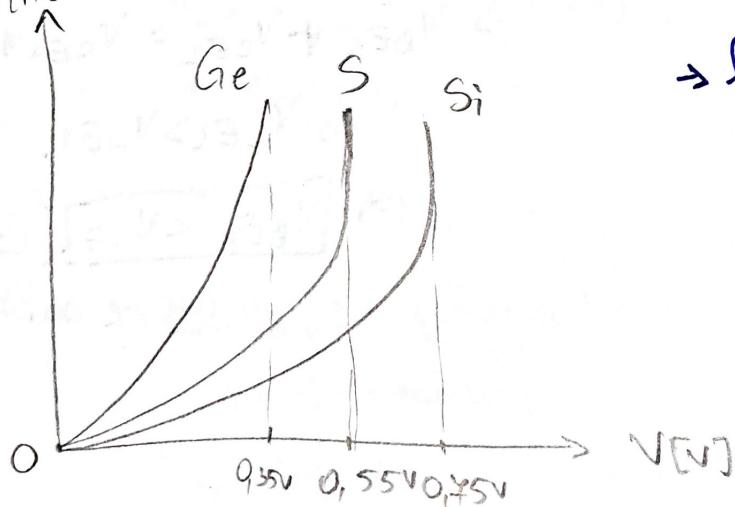
$$V_{D1} + V_{BE} = V_{D2} + V_{CE}$$

- Pentru ca tranzistorul să se satură:  $V_{BE} = V_{CE}$ .
- Pentru ca tranzistorul să nu se satură:  $V_{BE} \neq V_{CE}$

b) dioda Schottky:

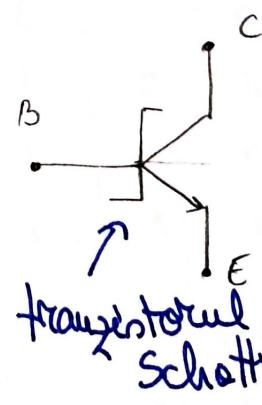
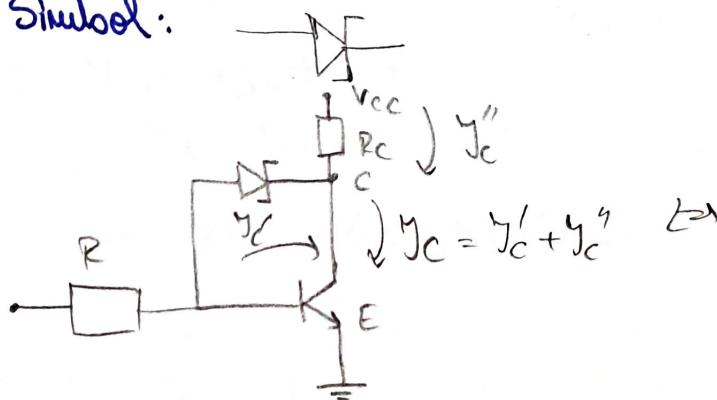
schottky

→ semiconductor - metal.



→ lucraza la frecvențe mari (GHz).

- Simbol:



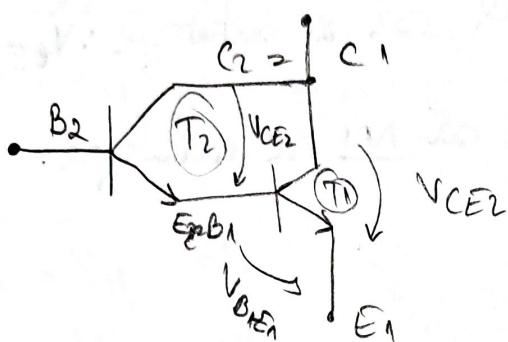
tranzistorul Schottky

$\rightarrow$  pt.  $V_T = V_{BEI} > 0,65V \Rightarrow$  dioda S. se deschide  $\Rightarrow$   
 $\rightarrow$  p.  $\gamma_B > \gamma_C$

! tranzistorul Schottky Nu se satură, deoarece  
 D.S. preia o parte din curentul de bază spre colector.

c) tranzistorul compus:

evitare a saturării cu un tranzistor compus.



$T_1$  nu se satură.

$$V_{C1} = V_{C2}$$

$$V_{E2} = V_{B1}$$

$$V_{BE1} = V_{CE1} - V_{CE2}$$

$$\Rightarrow V_{BE1} + V_{CE2} = V_{CE1} \Rightarrow$$

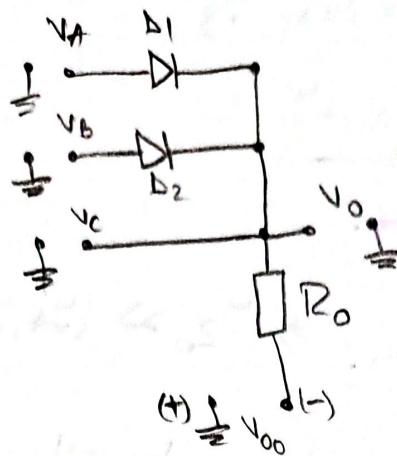
$$\Rightarrow V_{CE1} > V_{BE1}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{BE1} < V_{CE1}} \text{ (ca să nu se satură)}$$

# Circuite logice cu diode: Poarta "STV".

circuite logice cu  
diode sau

1. Schema:



$$|V_{DD}| > V_H > V_L.$$

2. Funcționare:

$$2.1. V_A = V_B = V_C = V_L.$$

$D_1, D_2, D_3$  - polarizate  
direct (conduc).

$$V_0 = V_L - V_D.$$

$V_D$  - neglijabil (în general)

$$\Rightarrow V_0 \approx V_L.$$

$V_A$	$V_B$	$V_C$	$V_0$
$V_L$	$V_L$	$V_L$	$V_L$
$V_L$	$V_L$	$V_H$	$V_H$
$V_L$	$V_H$	$V_L$	$V_H$
$V_L$	$V_H$	$V_H$	$V_H$
$V_H$	$V_L$	$V_L$	$V_H$
$V_H$	$V_L$	$V_H$	$V_H$
$V_H$	$V_H$	$V_H$	$V_H$
$V_H$	$V_H$	$V_L$	$V_H$
$V_H$	$V_H$	$V_H$	$V_H$

$$2.2. V_A = V_B = V_C = V_H.$$

$$V_L = 0^u \uparrow\downarrow V_H = u^u$$

$D_1, D_2, D_3$  - polarizate  
direct (conduc.).

$$V_0 = V_H - V_D$$

$$\Rightarrow V_0 \approx V_H.$$

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$2.3. V_A = V_B = V_H \text{ și}$$

$$V_C = V_L$$

$D_1, D_2$  - conduc,  $D_3$  - blocat.

$$\Rightarrow V_0 = V_H - V_D$$

$$V_0 \approx V_H.$$

### 3. dimensiunile:

- curentul minim de sateliță  $J_S$

$$J_S = J_{R_0} - \underbrace{J_A + J_B + J_C}_{= J_{imp}}$$

$$J_{S_{\max}} \rightarrow J_{imp_{\min}} \Rightarrow J_{R_0} \gg (J_A, J_B, J_C)$$

$$\Rightarrow J_{R_0} = \frac{V_L - V_{oo}}{R_0} \Rightarrow R_0 = \frac{V_{oo} + V_L}{J_S}$$

$$V_{oo} = V_{ooN} \cdot (1 \pm \tau_n)$$

$$R_0 = R_{oN} (1 \pm \tau_n)$$

$$\Rightarrow R_{oN} \leq \frac{V_{ooN} (1 - \tau_n) + V_L}{(1 + \tau_n) \cdot J_S}$$

$$J_{imp} = \frac{V_H + V_{oo}}{R_0} + (n-1) \cdot J_B - \text{dioda conduce} \\ (n-1) \text{ diode blocale.}$$

$$\Rightarrow J_{imp_{\max}} = \frac{V_H + (1 + \tau_n) \cdot V_{oo}}{(1 - \tau_n) \cdot R_{oN}} + (n-1) \cdot J_{o_{\max}}$$

# Circuite logice cu diode: Poarta „Sî”

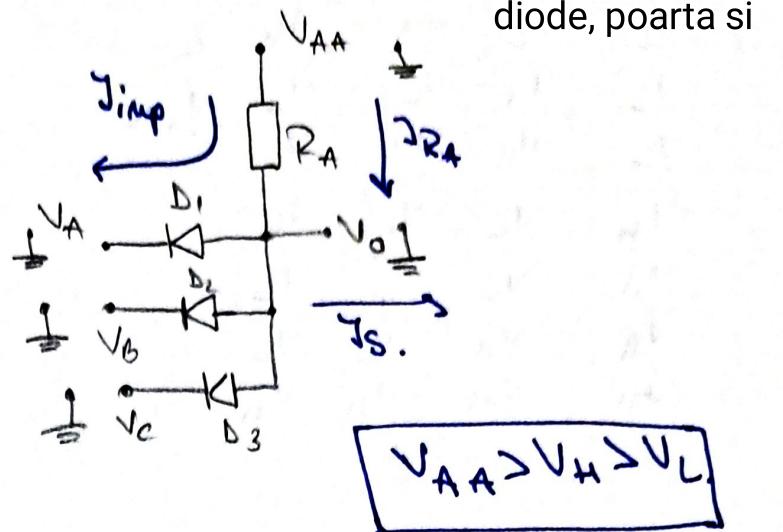
## 1. Schema:

Variabilele de intrare: A, B, C

Variabila de ieșire: Y.

$$"0" \rightarrow V_L$$

$$"1" \rightarrow V_H.$$



circuite logice cu diode, poarta si

## 2. Funcționare:

$$2.1. V_A = V_B = V_C = V_L$$

$D_1, D_2, D_3$  - polarizate direct (conduc).

$$V_o = V_L + V_D.$$

dacă  $V_D$  - neglijabil (în toate cazurile).  
 $\Rightarrow V_o \approx V_L$ .

$$2.3. V_A = V_B = V_L \text{ și}$$

$$V_C = V_H.$$

$D_1, D_2$  - conduc  
 $D_3$  - blocată

$$V_o \approx V_L + V_D''$$

$$\Rightarrow V_o \approx V_L$$

$$2.2. V_A = V_B = V_C = V_H.$$

$D_1, D_2, D_3$  - polarizate direct (conduc).

$$V_o = V_H + V_D''$$

$$\Rightarrow V_o \approx V_H$$

$V_A$	$V_B$	$V_C$	$V_O$		A	B	C	$\gamma$
$V_L$	$V_L$	$V_L$	$V_L$	$V_L = "0"$	0	0	0	0
$V_L$	$V_L$	$V_H$	$V_L$	$\Leftrightarrow$	0	0	1	0
$V_L$	$V_H$	$V_L$	$V_L$	$V_H = "1"$	0	1	0	0
$V_L$	$V_H$	$V_H$	$V_L$		1	0	0	0
$V_H$	$V_L$	$V_L$	$V_L$		1	0	1	0
$V_H$	$V_L$	$V_H$	$V_L$		1	1	0	0
$V_H$	$V_H$	$V_L$	$V_L$		1	1	1	1
$V_H$	$V_H$	$V_H$	$V_H$					

### 3. Dimensionare:

- dim.  $R_A$  se face din condiția asigurării unui curent de ieșire  $I_S$  în cazul cel mai defavorabil, adică  $V_H = V_O$ .

$$V_{RA} = \underbrace{I_A + I_B + I_C}_{I_{imp}} + I_S.$$

Are val. minimă și  $I_S$  obținut cu dificultate.

- dacă  $I_S \gg (I_A, I_B, I_C) \Rightarrow R_A \leq \frac{V_{AA} - V_H}{I_S}$ .

$$V_{AA} = V_{AA_N} \cdot (1 + t_R)$$

$$R_A = R_{AN} \cdot (1 + t_R).$$

$$\Rightarrow R_{AN} \leq \frac{V_{AA_N} (1 + t_R) - V_H}{(1 + t_R) \cdot I_S}.$$

- dacă scriem suma curentilor:  $I_{imp} = \frac{V_{AA} - V_{imp}}{R_A} + (n-1)I_0$

$$\Rightarrow I_{imp_{max}} = \frac{(1 + t_R) \cdot V_{AA_N} - V_i}{(1 + t_R) \cdot R_{AN}} + (n-1) \cdot I_{0_{max}}.$$

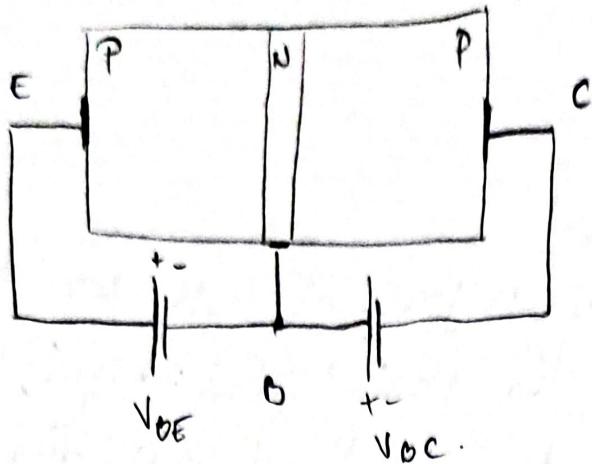
## Tranzistorul bipolar:

tranzistorul bipolar

### a) funcționare:

Tranzistorul bipolar cu juncții este un dispozitiv semi-conductor, format din trei regiuni: bază, emitor și colector, separate de două juncții P-N. Funcționarea sa se bazează pe mișcarea părtășorilor de sarcină minoritarie prin regiunea subțire a bazei. Emitorul este puternic depășit pentru a furniza un număr mare de părtășori de sarcină, iar colectorul și baza sunt relativ despășite. În regimul activ, juncția emitor-bază este polarizată direct, permitând părtășorilor de sarcină să difuzeze în bază, unde majoritatea traversează spațiul colector datorită câmpului electric dintre emitor și colector.

Curentul de colector este controlat de tensiunea baza-emitor și este aproape egal cu cel al emitorului, deoarece doar un mic procent de părtășori se recunosc în bază. Acest fenomen face ca tranzistorul să aibă proprietăți de amplificare a curentului. Există trei moduri principale de utilizare: cu bază comună, emitor comun și colector comun, fiecare având caracteristici specifice de amplificare. În regim de comutare, tranzistorul poate funcționa în stare blocată (curent foarte mic) sau saturată (curent maxim), fiind utilizat în circuite digitale.



### b) Regimuri de funcționare.

Transistorul bipolare are 3 regimuri de funcționare

#### 1. Regim de blocare:

↳ baza nu e polarizată suficient pentru a permite curcuitului să circule.

↳  $V_{BE} < 0, \neq V$  (pt. NPN).

↳ nu există curent de colector ( $I_c \approx 0$ )

#### 2. Regim activ:

↳ transistorul e utilizat ca amplificator

↳  $V_{BE} \approx 0,7V$ , iar  $V_{CE} > 0,2V$  (pt. NPN)

↳ curentul de colector e pp. cu curentul de bază  $I_c = \beta \cdot I_B$ .

#### 3. Regim de saturatie:

↳ transistorul e complet deschis și funcționează ca întreceptor.

↳  $V_{BE} \approx 0,7V$ , iar  $V_{CE}$  foarte mic ( $V_{CE} \approx 0,2V$ )

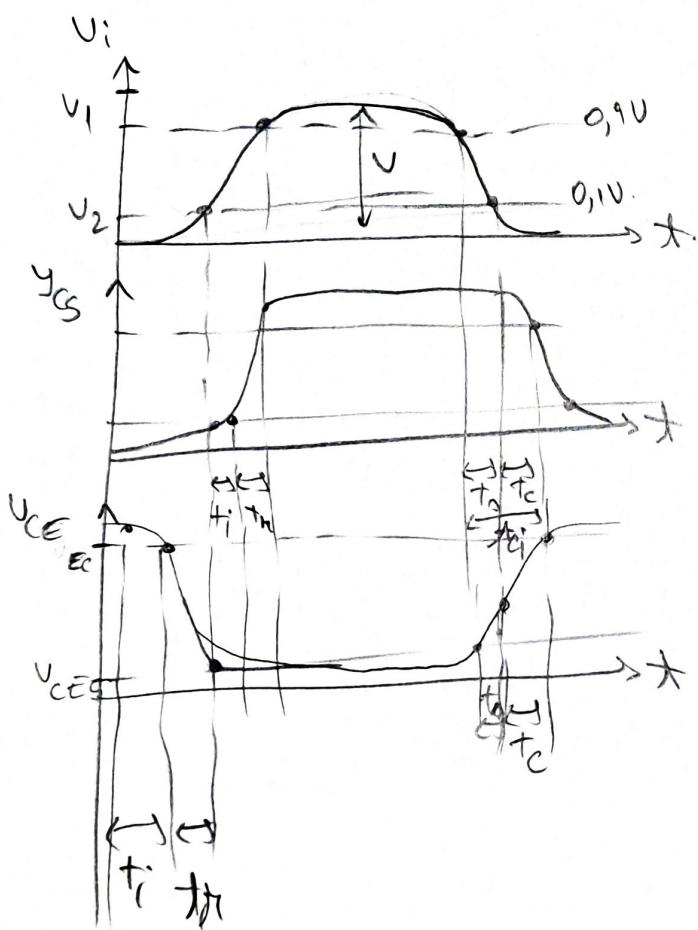
↳ curentul  $I_c$  e maxim.

parametrii statici:

1. curentul de colector:  $I_C = \alpha I_E + I_{C_0}$ .
2. curentul de emitor:  $I_E = I_C + I_B$ .
3. curentul de bază:  $I_C = \beta \cdot I_B$ .
4. curentul residual de colector:  $I_{C_0}$  (crește odată cu  $t^{\circ}$ )
5. tensiunea bază-emitor:  $V_{BE}$  ( $\approx 0,7V$  - Si,  $\approx 0,3V$  Ge).
6. tensiunea colector-emitor:  $V_{CE}$
7. tensiunea colector-bază:  $V_{CB}$
8. factorul de amplificare în curent în c.c.  
cu bază comună ( $\alpha$ ):  $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$
9. factorul de amplificare în curent în c.c.  
cu emitor comun ( $\beta$ ):  $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ .

## Parametrii dinamici ai tranzistorului bipolar:

- a) tempul de intăriere ( $t_i$ ) = intervalul în care curentul de colector crește de la 0 la  $0,1 V_{Cg}$  din momentul în care se dă comanda de deblocare a tranzistorului ( $0,1V$ ).
- b) tempul de cădere ( $t_c$ ) = curentul ajunge de la  $0,9 V_{Cg}$  la  $0,1 V_{Cg}$ . Invers prop. cu val. curentului de blocare.
- c) tempul de ridicare ( $t_r$ ) = curentul de colector ajunge la  $0,9 V_{Cg}$  de la  $0,1 V_{Cg}$ . Invers prop. cu val. curentului de colector.
- d) tempul de saturare ( $t_s$ ) = timpul necesar eliminării sarcinilor stocate în bază. ( $= V_{Cmax}$ ).
- e). forma ideală a curentului de bază:



parametrii dinamici ai tranzistorului bipolar

## Problema tranzistor

problema tranzistor

Se dă circuitul din figura alăturată. Se cere să se determine regimul de funcționare, curentii  $\gamma_B$ ,  $\gamma_c$ ,  $\gamma_E$  și potențialele  $V_C$ ,  $V_B$ ,  $V_E$ . se menționează că  $\beta = 100$ .

$$V_{CC} = 10V$$

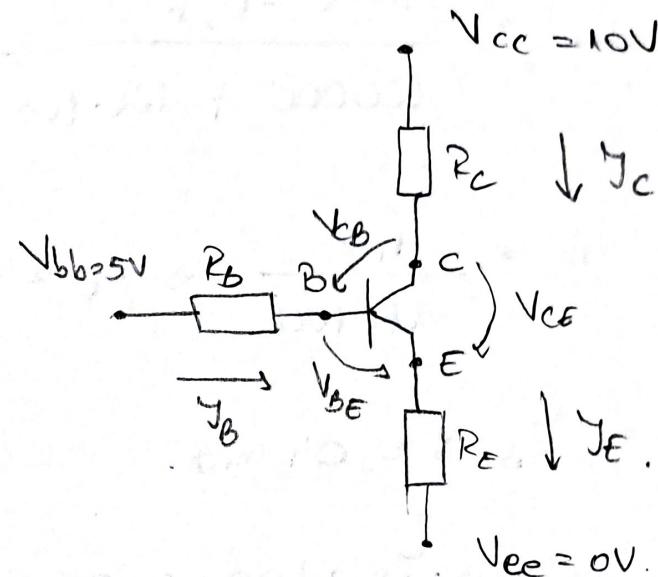
$$V_{EE} = 0V$$

$$V_{BB} = 5V$$

$$R_C = 1,5k\Omega$$

$$R_B = 100k\Omega$$

$$R_E = 100\Omega$$



$$V_{CE} - V_{EE} = \gamma_c \cdot R_C + V_{CE} + \gamma_E \cdot R_E$$

$$V_{CC} - V_{BB} = \gamma_c \cdot R_C + V_{CB} + (-\gamma_B) \cdot R_B.$$

$$V_{BB} - V_{EE} = \gamma_B \cdot R_B + V_{BE} + \gamma_E \cdot R_E.$$

$$\gamma_c + \gamma_B = \gamma_E$$

Presupunând că regimul este activ:

$$\Rightarrow \gamma_c = \beta \cdot \gamma_B \quad \text{și} \quad V_{BE} = 0,7V.$$

$$(\beta + 1) \gamma_B = \gamma_E.$$

$$V_{BB} - V_{EE} = \gamma_B \cdot R_B + V_{BE} + (\beta + 1) \gamma_B \cdot R_E.$$

$$V_{bb} - V_{ee} - V_{BE} = [R_B + (1+\beta)R_E] \cdot I_B$$

$$I_B = \frac{V_{bb} - V_{ee} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)R_E}$$

$$I_B = \frac{5 - 0 - 0,7}{100000 + 101 \cdot 100}$$

$$I_B = \frac{4,3}{110100} \Rightarrow I_B = \frac{43}{110100} = 0,039 \cdot 10^{-3} A$$

$$\Rightarrow I_B \approx 0,04 \text{ mA.}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 0,04 \text{ mA} = 4 \text{ mA.}$$

$$I_E = (1+\beta) \cdot I_B = 101 \cdot 0,04 \text{ mA} = 4,04 \text{ mA.}$$

$$V_{CC} - V_C = R_C \cdot I_C.$$

$$V_E = V_{ee} = R_E \cdot I_E.$$

$$10 - V_C = 1500 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$$

$$V_E = 100 \cdot 4,04 \cdot 10^{-3}$$

$$-V_C = 6 - 10.$$

$$V_E = 0,404 \text{ V.}$$

$$V_C = 4 \text{ V}$$

$$V_{bb} - V_B = R_B \cdot I_B.$$

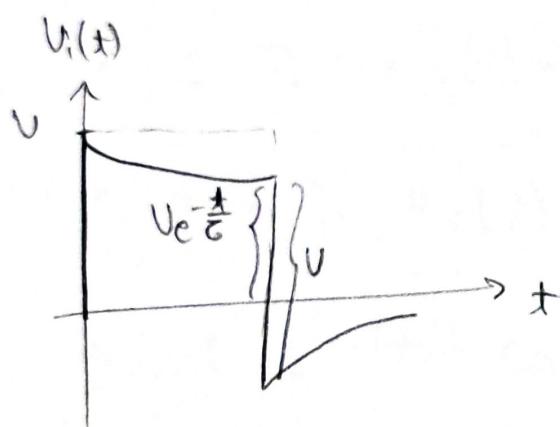
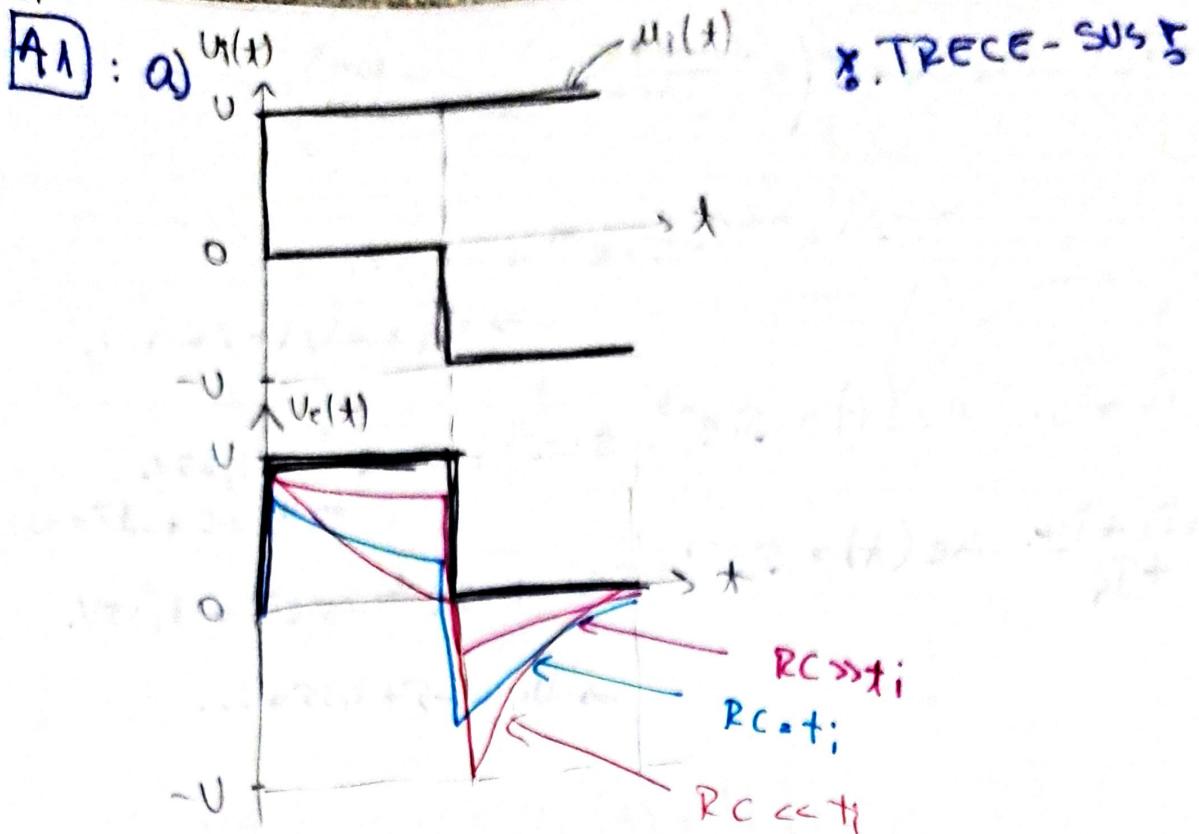
$$5 - V_B = 100 \cdot 0,04 \cdot 10^{-3}.$$

$$-V_B = 4 - 5.$$

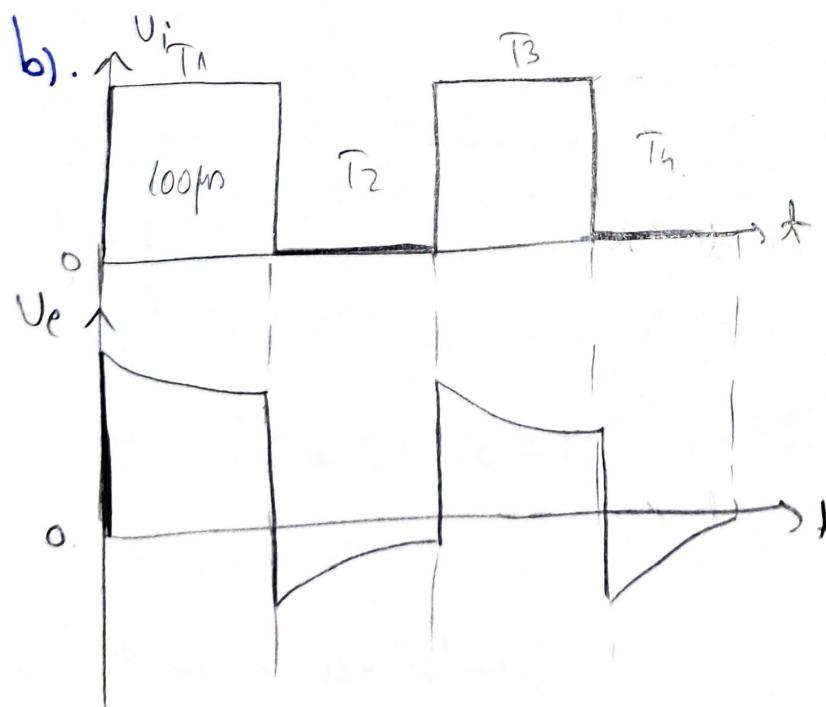
$$V_B = 1 \text{ V.}$$

$$V_B = 1 \text{ V} < V_C = 4 \text{ V}$$

$\rightarrow$  Regenrator entsteht



- $0 \leq t < t_i : u_e(t) = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$
- $t = t_i : u_e(t) = U \cdot e^{-\frac{t_i}{\tau}}$
- $t > t_i : u_e(t) = U \cdot e^{-\frac{t-t_i}{\tau}} \left( e^{\frac{-t_i}{\tau}} \right)$



$$V = 5V.$$

$$\tau = RC = 10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} = 100 \mu s.$$

$$t = 0 \mu s \Rightarrow u_e(t) = V = 5V.$$

$$\begin{aligned} t > T_1 \Rightarrow u_e(t) &= 5 \cdot e^{-\frac{t-T_1}{100}} \\ &= 5 \cdot e^{-1} \approx 1,85V. \\ \Rightarrow U_1 &= -5 + 1,85 \\ &= -3,15V \end{aligned}$$

$$t = T_1 + T_2: \quad u_c(t) = 5 \left( e^{-\frac{100+100}{100}} - e^{-\frac{100}{100}} \right)$$

$$= 5 \cdot e^{-2} - 5 \cdot e^{-1} = -1,1 \text{ V.}$$

$$\Rightarrow U_2 = -1,1 + 5 = 4,9.$$

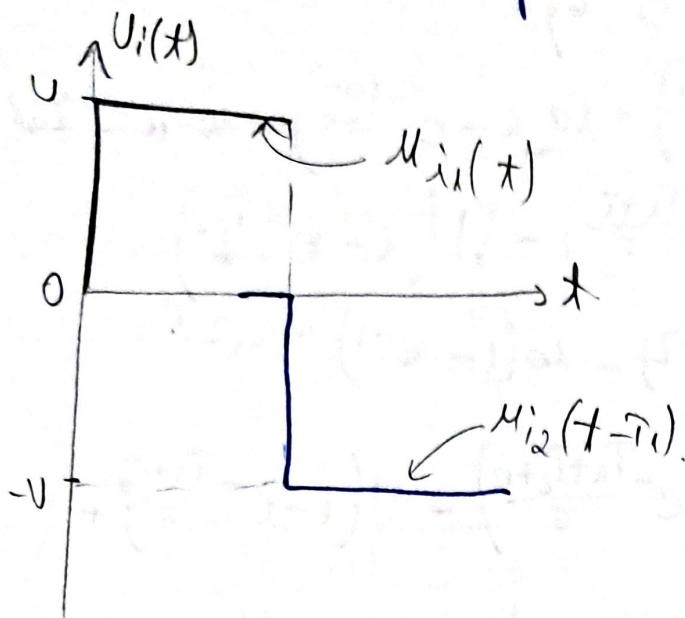
$$t = T_1 + T_2 + T_3: \quad u_c(t) = 5 \cdot e^{-3} - 5 \cdot e^{-2} + 5 \cdot e^{-1} = 1,35 \text{ V.}$$

$$\Rightarrow U_3 = -5 + 1,35 = -3,65$$

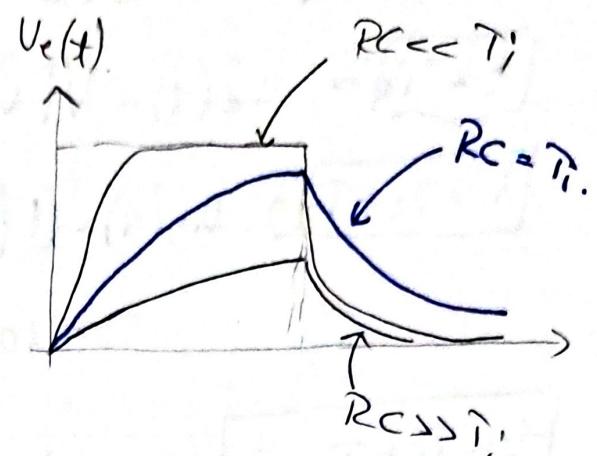
$$t = T_1 + T_2 + T_3 + T_4: \quad u_c(t) = 5e^{-1} - 5e^{-3} + 5e^{-2} - 5e^{-1} = 1,55 \text{ V.}$$

$$\Rightarrow U_4 = -5 + 1,55 = \dots$$

C1 a) Semnal impuls:



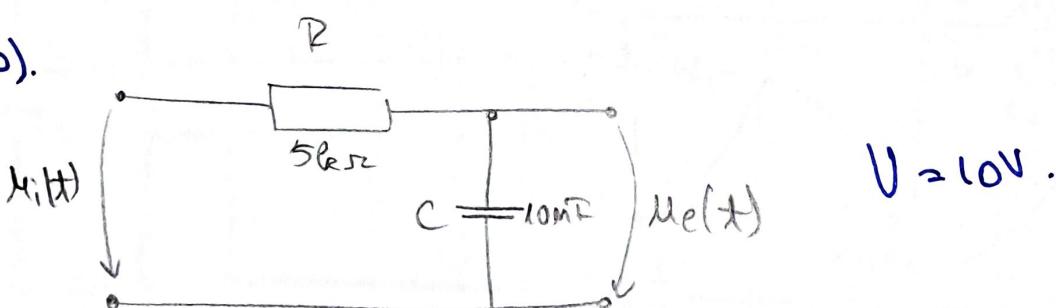
TRECE - pos.



- $0 \leq t < T_i : u_e(t) = U \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$
- $t = T_i : u_e(t) = U \cdot \left( 1 - e^{-\frac{T_i}{\tau}} \right)$
- $t > T_i : u_e(t) = U \cdot e^{-\frac{t-T_i}{\tau}} \left( 1 - e^{-\frac{T_i}{\tau}} \right)$

→ Este de dorit ca  $\tau$  să fie cât mai mic, pentru a produce distorsionii cât mai mici.

b).



$$\tau = R \cdot C = 10 \cdot 10 = 10^3 \cdot 10^{-9}.$$

$$\tau = 100 \mu s.$$

$$t=0 \Rightarrow u_e(t)=0.$$

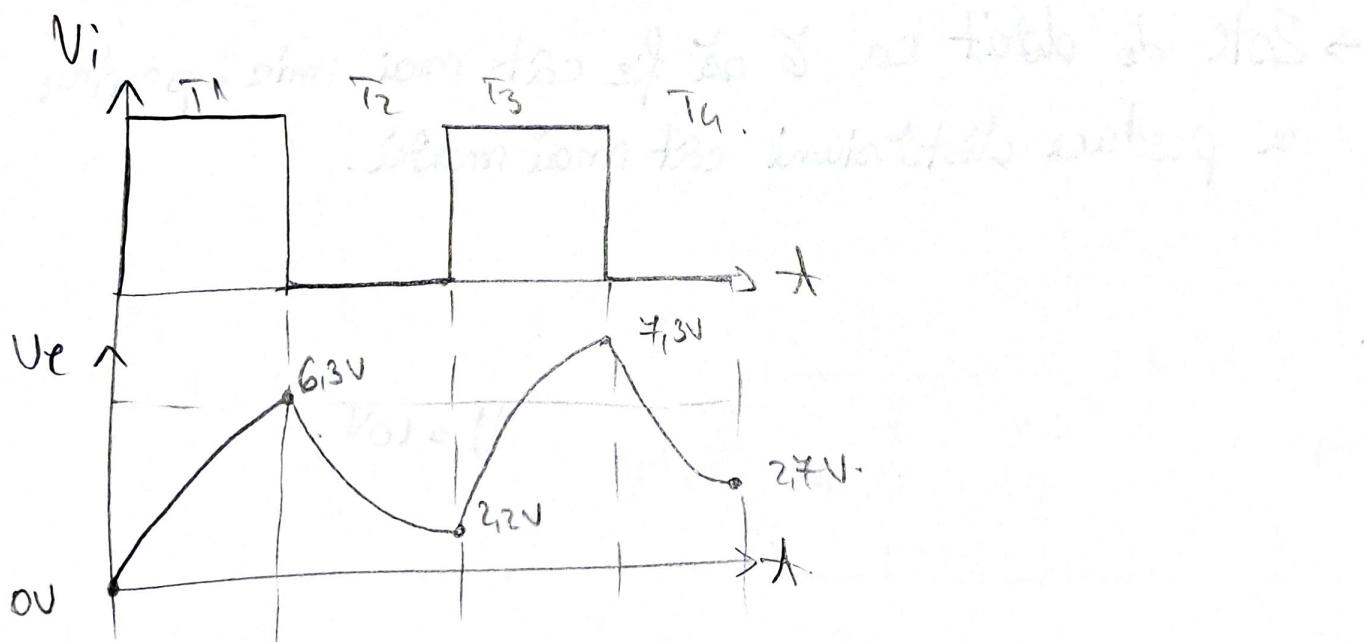
$$0 < t < T_1 \Rightarrow U_e(t) = V \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_1}} \right)$$

$$\boxed{t = T_1} \Rightarrow U_e(t) = V \left( 1 - e^{-\frac{T_1}{T_1}} \right) = 10 \left( 1 - e^{-\frac{100}{100}} \right) = 10 - 10e^{-1} \approx 6.3V$$

$$\boxed{t = T_1 + T_2} \Rightarrow U_e(t) = V \left( 1 - e^{-\frac{T_1+T_2}{T_1}} \right) - V \left( 1 - e^{-\frac{T_1}{T_1}} \right) \\ = 10 \left( 1 - e^{-2} \right) - 10 \left( 1 - e^{-1} \right) \approx 2.2V.$$

$$\boxed{t = T_1 + T_2 + T_3} \Rightarrow U_e(t) = V \left( 1 - e^{-\frac{T_1+T_2+T_3}{T_1}} \right) - V \left( 1 - e^{-\frac{T_1+T_2}{T_1}} \right) + \\ + V \left( 1 - e^{-\frac{T_1}{T_1}} \right) \\ = 10 \left( 1 - e^{-3} \right) - 10 \left( 1 - e^{-2} \right) + 10 \left( 1 - e^{-1} \right) \approx 7.3V.$$

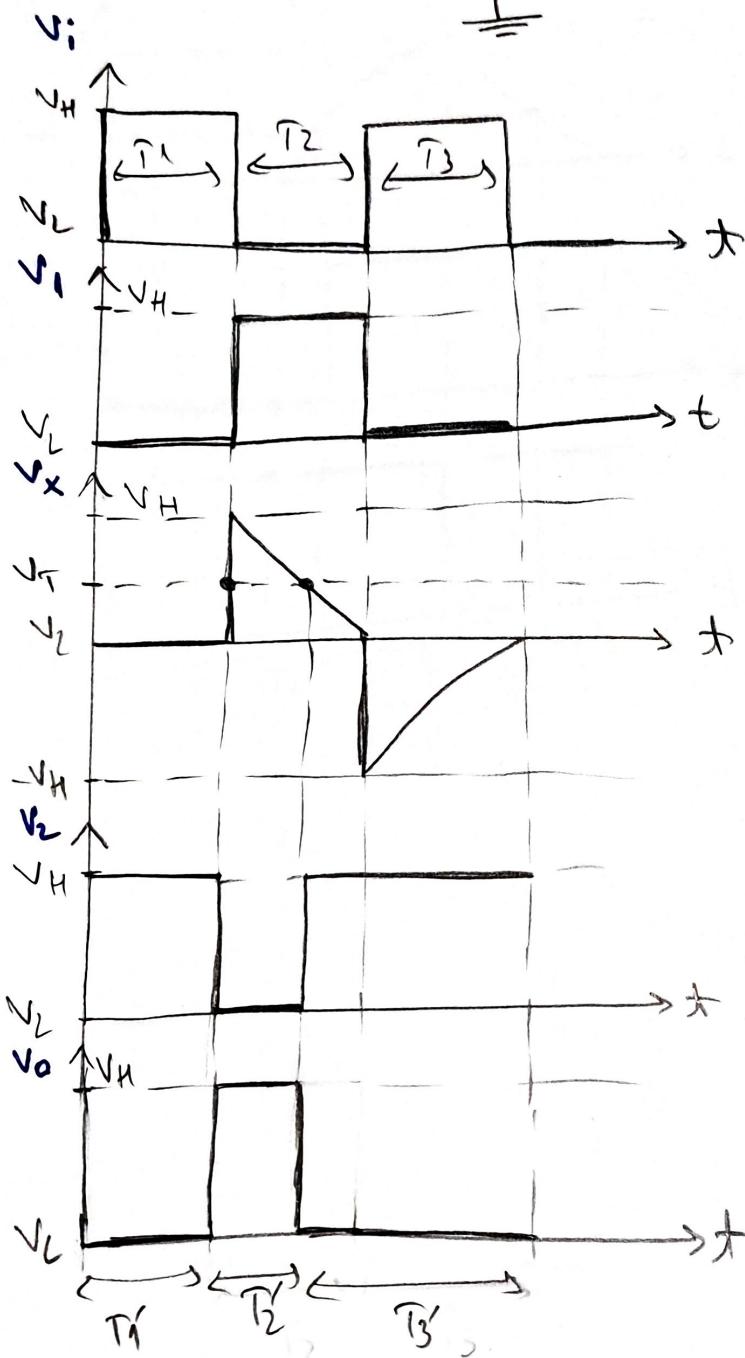
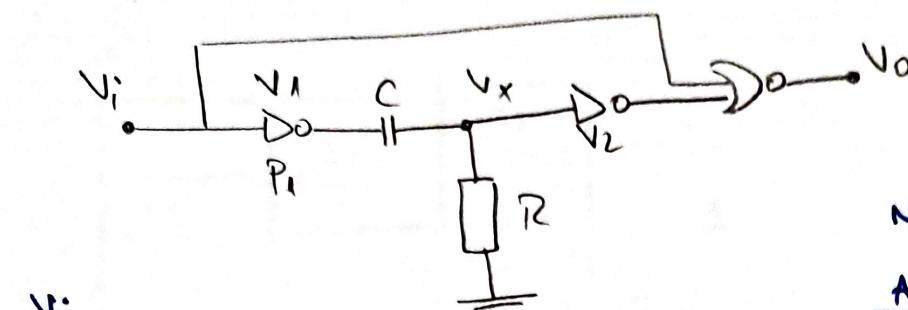
$$\boxed{t = T_1 + T_2 + T_3 + T_4} \Rightarrow U_e(t) = 10 \left( 1 - e^{-4} \right) - 10 \left( 1 - e^{-3} \right) + \\ + 10 \left( 1 - e^{-2} \right) - 10 \left( 1 - e^{-1} \right) \approx 2.7V.$$



$$H_3. \quad T_1 = T_2 = T_3 = 10 \mu s. \quad C = 10 \text{ nF}$$

$$R = 0,5 \text{ k}\Omega$$

$$\tau = RC = 0,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} = 5 \mu s.$$



NOR

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

$$T_1' = T_1 = 10 \mu s.$$

$$T_2' = R C \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$= 0,5 \cdot 0,93$$

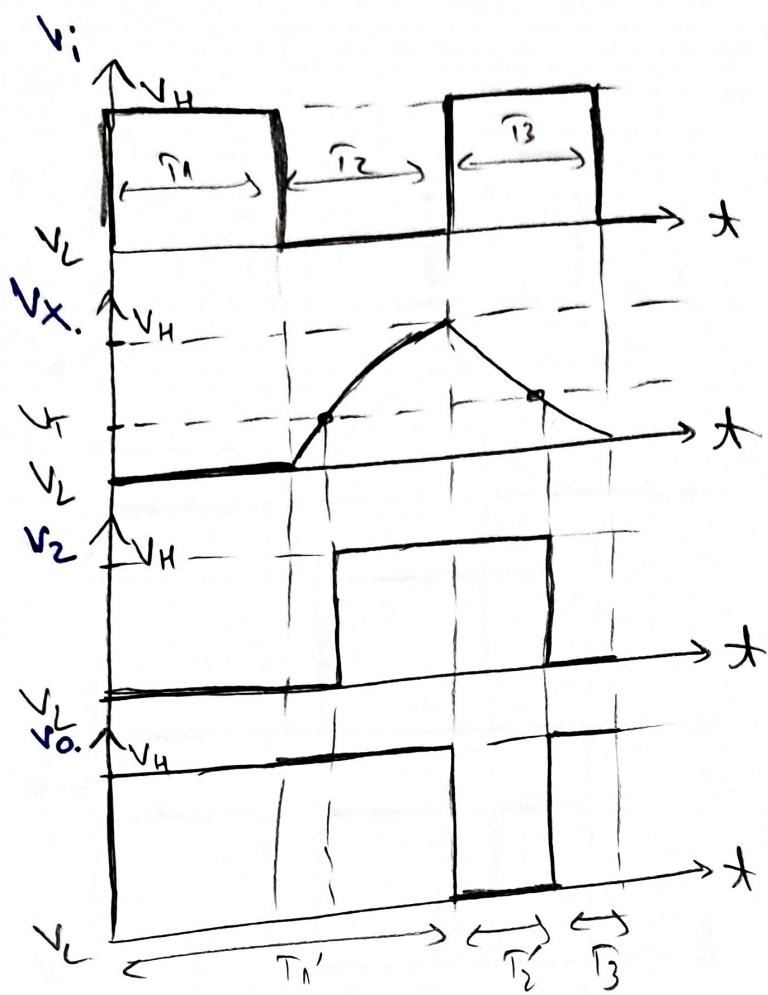
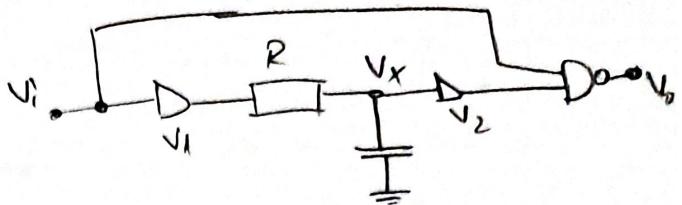
$$= 2,49 \mu s.$$

$$T_3' = T_3 + T_2 - T_2'$$

$$= 20 - 2,49$$

$$= 17,51 \mu s.$$

G3.  $R = 0,3 \text{ k}\Omega$ .  $T = 10 \mu\text{s}$ .  
 $C = 3 \text{ nF}$ .  $\tau = 0,9 \mu\text{s}$ .



NAND.

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

$$T_1' = T_1 + T_2 = 20 \mu\text{s}$$

$$T_2' = RC \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$= 0,9 \cdot 0,93$$

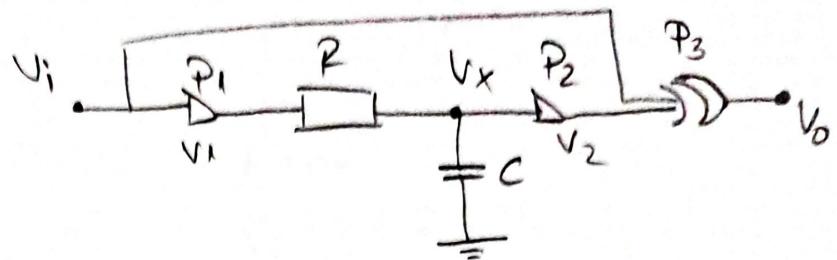
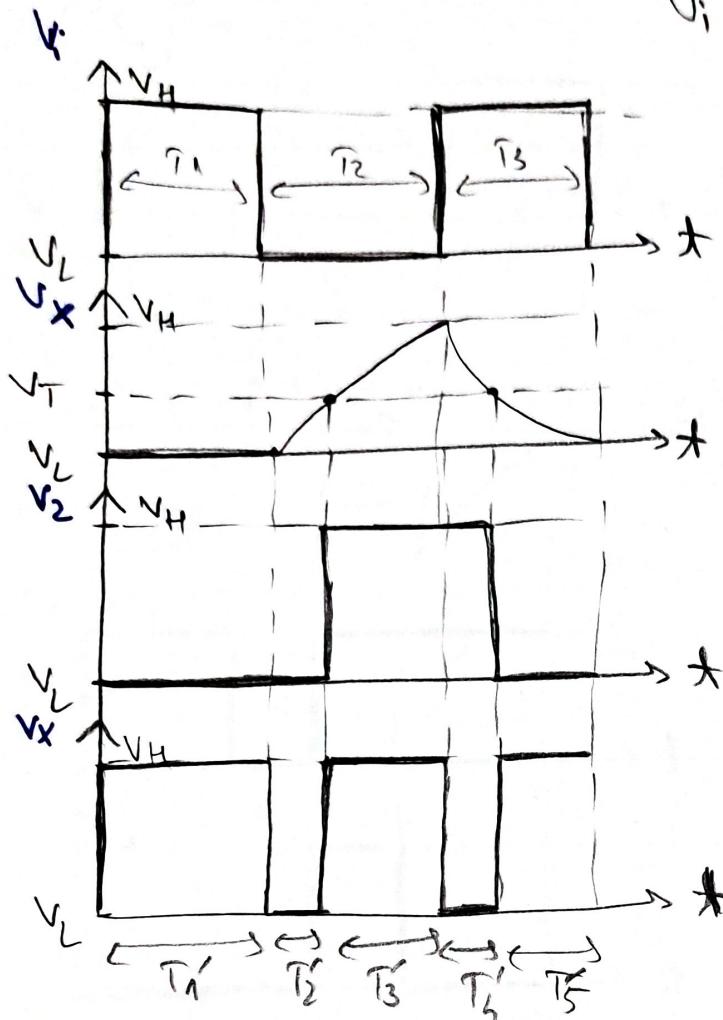
$$= 0,837 \mu\text{s}$$

$$T_3' = T_3 - T_2' = 10 - 0,837 \\ = 9,163 \mu\text{s}$$

+3

$$\cdot T = 10 \mu s. \quad C = 9 \text{ nF}$$

$$R = 0,3 \text{ k}\Omega \text{ s}^2 \quad \Rightarrow \bar{T} = 0,9 \mu s.$$



ExOR

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

$$T_1' = T_1 = 10 \mu s.$$

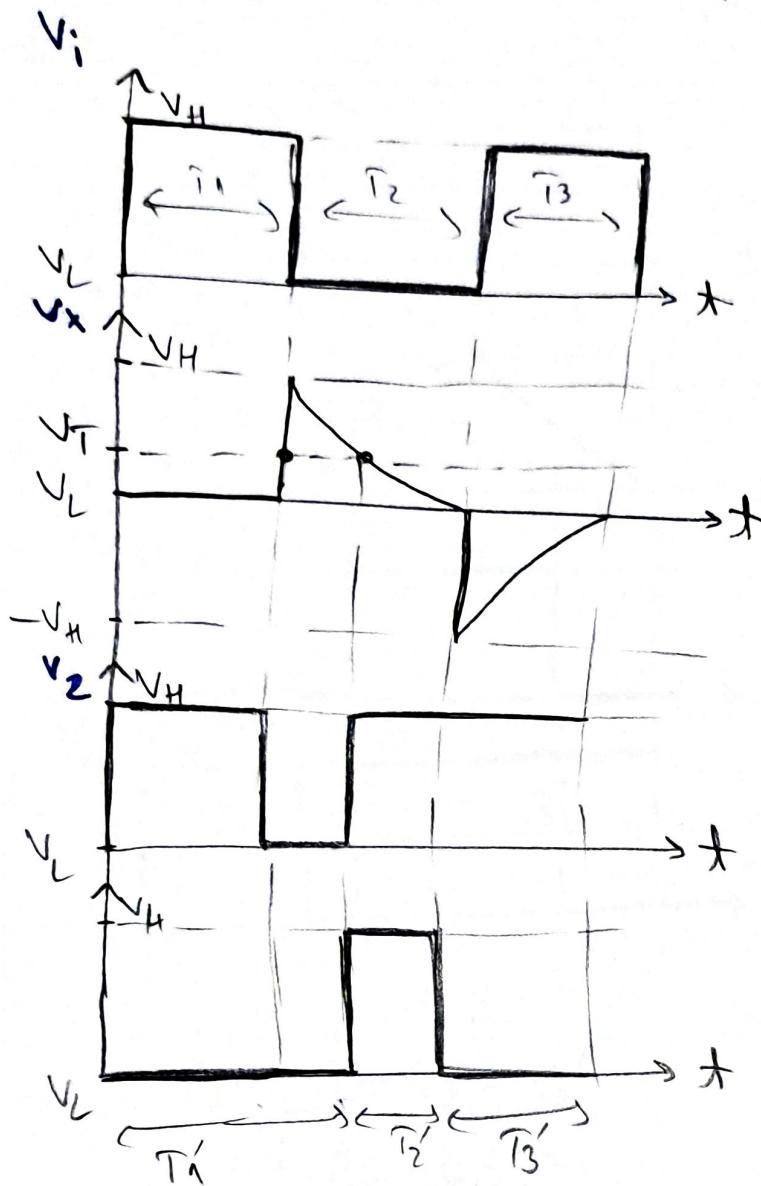
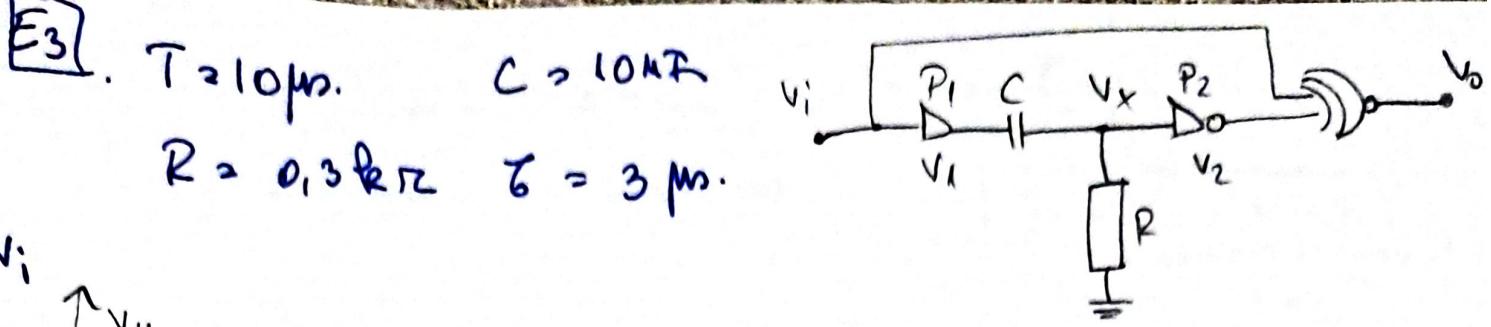
$$T_2' = RC \cdot \ln \frac{V_H - V_L}{V_H - V_T}$$

$$= 0,9 \cdot 0,93 \\ = 0,837 \mu s.$$

$$T_3' = T_2 - T_2' = 10 - 0,837 \\ = 9,163 \mu s.$$

$$T_4' = T_2' = 0,837 \mu s.$$

$$T_5' = T_3' = 9,163 \mu s.$$



$$T_3' = T_3 .$$

ExOR

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

$$T_1' = T_1 + RC \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$= 10 + 3 \cdot 0,93$$

$$= 10 + 2,79$$

$$= 12,79 \mu s.$$

$$T_2' = T_1 + T_2 - T_1'$$

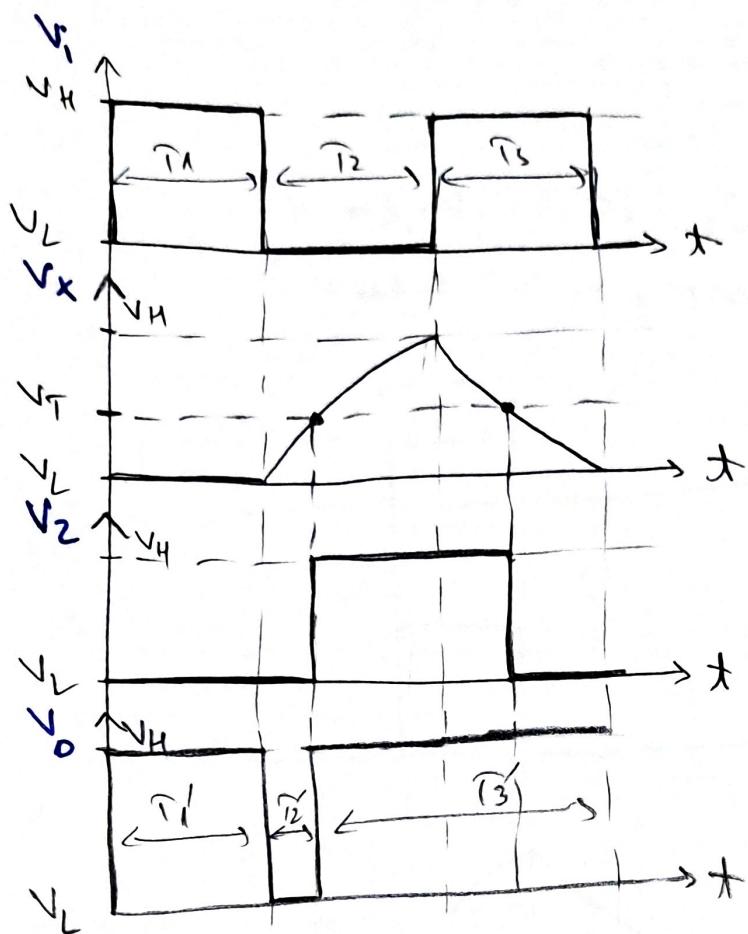
$$= 20 - 12,79$$

$$= 7,21 \mu s.$$

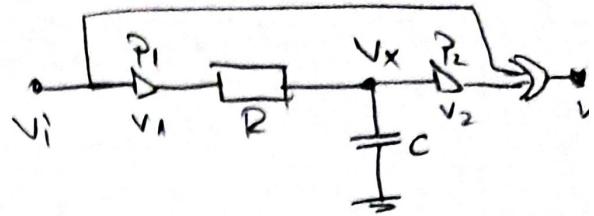
D3

$$R = 0,3 \text{ k}\Omega \quad T = RC = 0,3 \cdot 3 \mu\text{s} = 0,9 \mu\text{s}.$$

$$C = 3 \text{ nF} \quad T = 10 \mu\text{s}.$$



$$\begin{aligned} T_3' &= T_3 + T_2 - T_2' \\ &= 20 - 0,837 \\ &= 19,163 \mu\text{s}. \end{aligned}$$



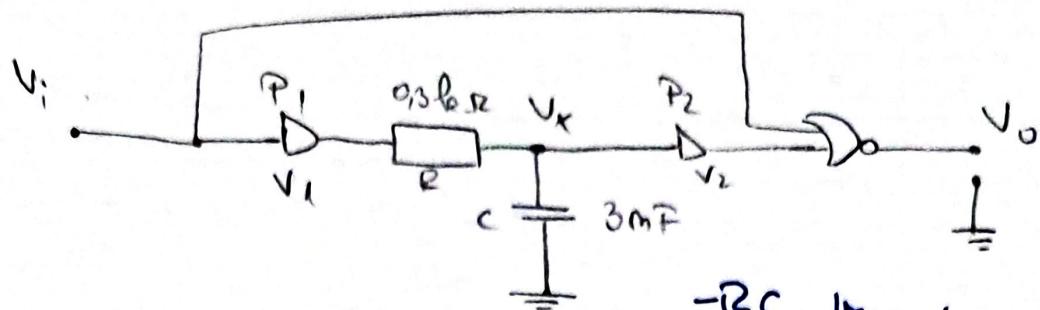
OR

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

$$T_1' = T_1 = 10 \mu\text{s}.$$

$$\begin{aligned} T_2' &= RC \cdot \ln \frac{V_H - V_L}{V_H - V_T} \\ &= 0,9 \cdot \ln \frac{3,3}{1,3} \\ &\approx 0,9 \cdot 0,93 \\ &\approx 0,837 \mu\text{s} \end{aligned}$$

C3.



$$V_H = 3,5 \text{ V.}$$

$$V_L = 0,2 \text{ V}$$

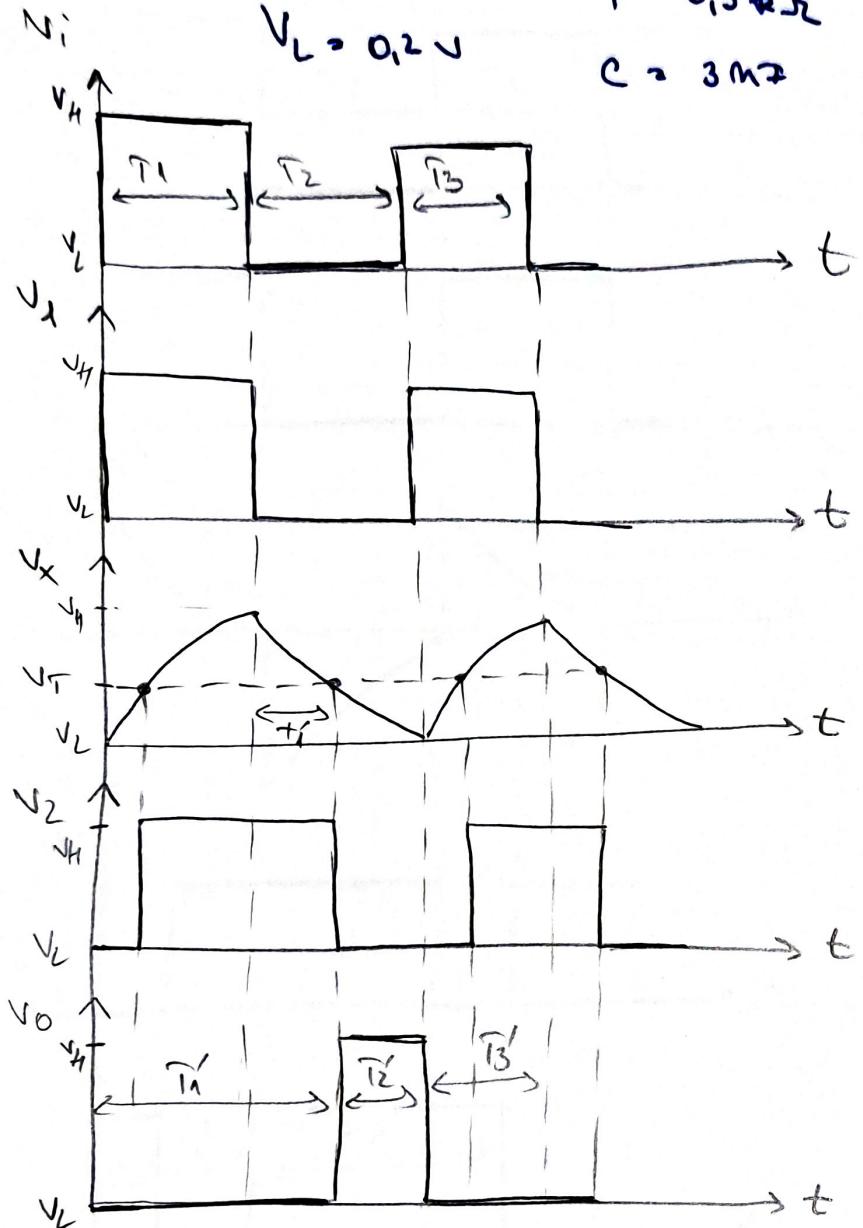
$$R = 0,3 \text{ k}\Omega$$

$$C = 3 \mu\text{F}$$

-Rc integrator.

$$V_T = 1,5 \text{ V.}$$

$$\bar{T}_1 = \bar{T}_2 = \bar{T}_3 = 10 \mu\text{s.}$$



NOR

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

$$\bar{T}'_1 = \bar{T}_1 + \bar{\tau}_1'$$

$$\bar{\tau}_1' = RC \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$\begin{aligned} \bar{\tau}_1' &= 0,5 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} \cdot \ln \frac{3,5}{1,5} \\ &\Rightarrow 0,9 \cdot \ln 2 \text{ } \mu\text{s.} \\ &\approx 0,93 \mu\text{s.} \end{aligned}$$

$$\bar{T}'_1 = 10,83 \mu\text{s.}$$

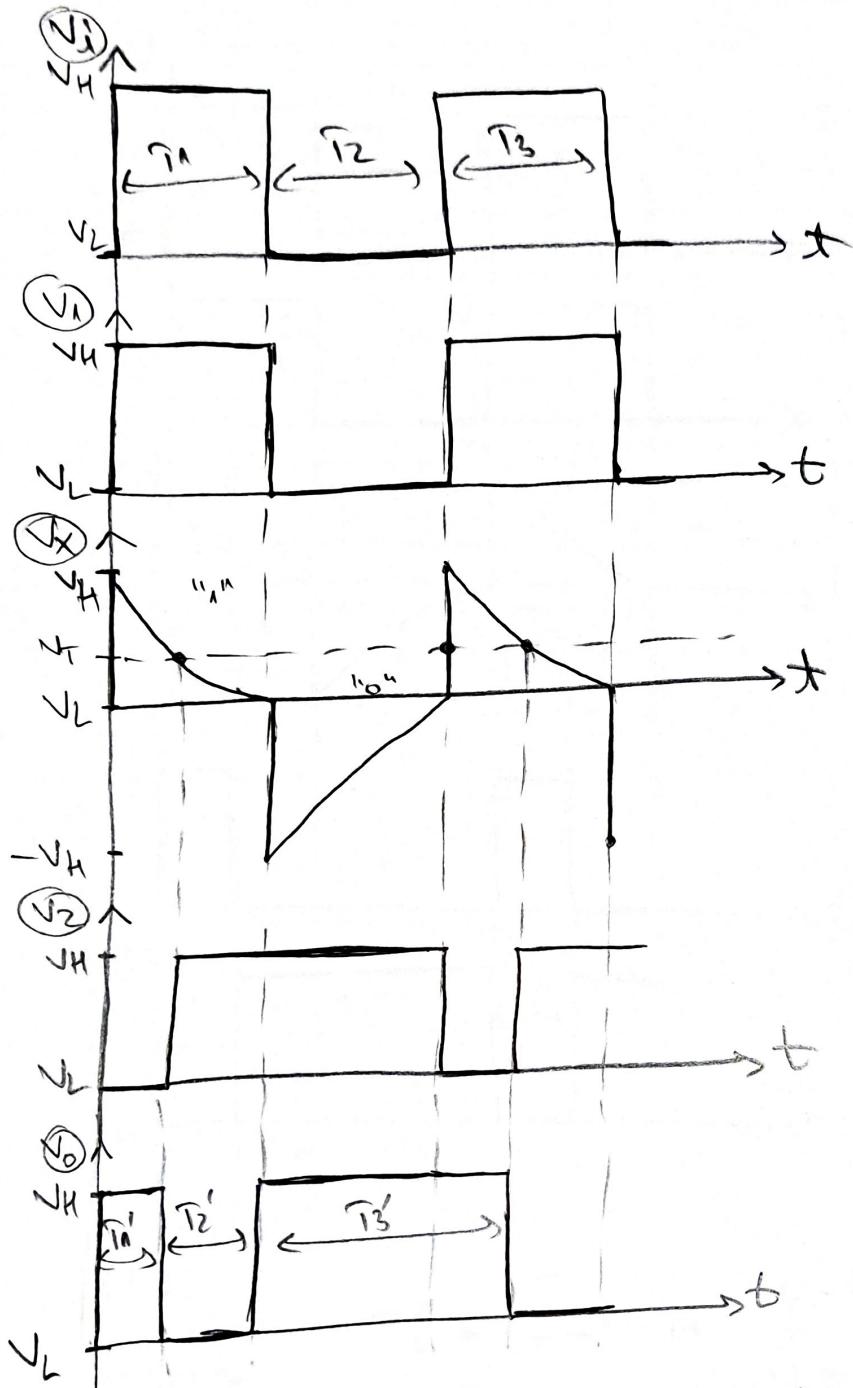
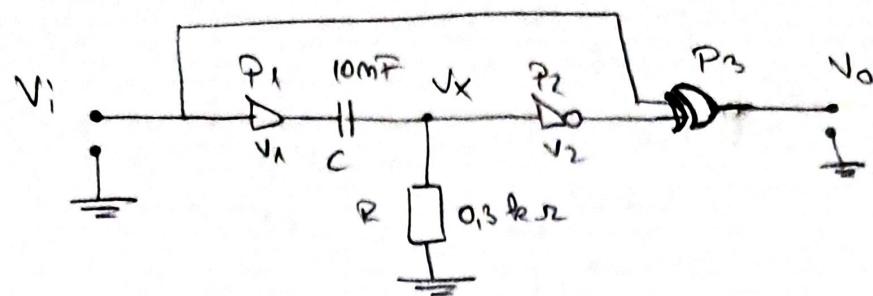
$$\bar{T}'_2 = \bar{T}_1 + \bar{T}_2 - \bar{T}'_1$$

$$= 20 - 10,83$$

$$= 9,17 \mu\text{s.}$$

$$\bar{T}'_3 = \bar{T}'_1 = 10,83 \mu\text{s.}$$

B3



$$T'_1 = R \cdot C \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T} = 3 \mu s \cdot 1 = 3 \mu s.$$

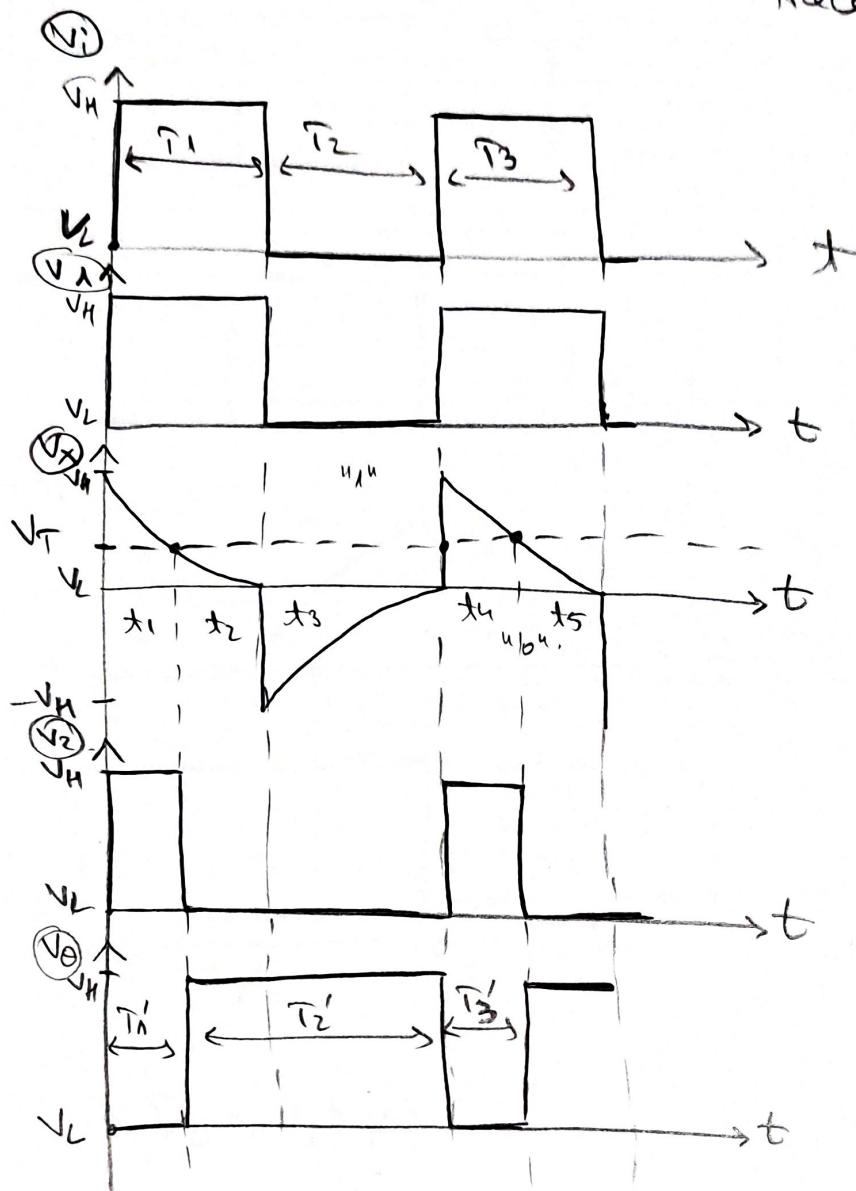
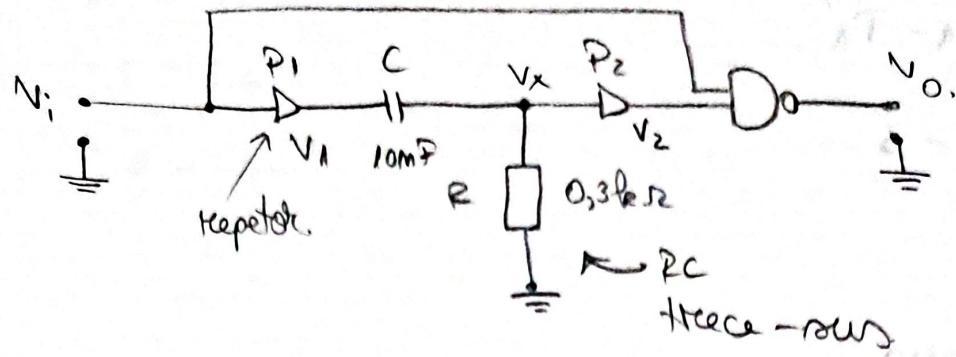
XOR

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

$$T'_1 + T'_2 = T_1 \Rightarrow T'_2 = T_1 - T'_1 = 10 - 3 = 7 \mu s$$

$$T'_3 = T_2 + T'_1 = 13 \mu s$$

A3.



NAND

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

$$T_1' = R_C \cdot \ln \frac{V_{final} - V_{initial}}{V_{final} - V_T}$$

$$T_1' = 0,3 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$T_1' = 3 \cdot 10^{-6} \cdot \ln \frac{0,2 - 3,5}{0,2 - 1,5}$$

$$T_1' = 3 \cdot \ln \frac{-3,3}{-1,3} \mu s \Rightarrow T_1' = 3 \cdot 1 \mu s = 3 \mu s$$

$$T_2' = T_2 + T_h - T_n'$$

$$= 10 + 10 - 3$$

$$= 17 \mu s$$

$$T_3' = T_n' = 3 \mu s.$$

bottom - long V  
bottom - short V

short V

$$\frac{V - v}{V} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 30 \cdot \frac{1}{17}$$

$$v = V$$

$$\frac{30 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 30}{20 \cdot 20} \cdot \frac{1}{17}$$

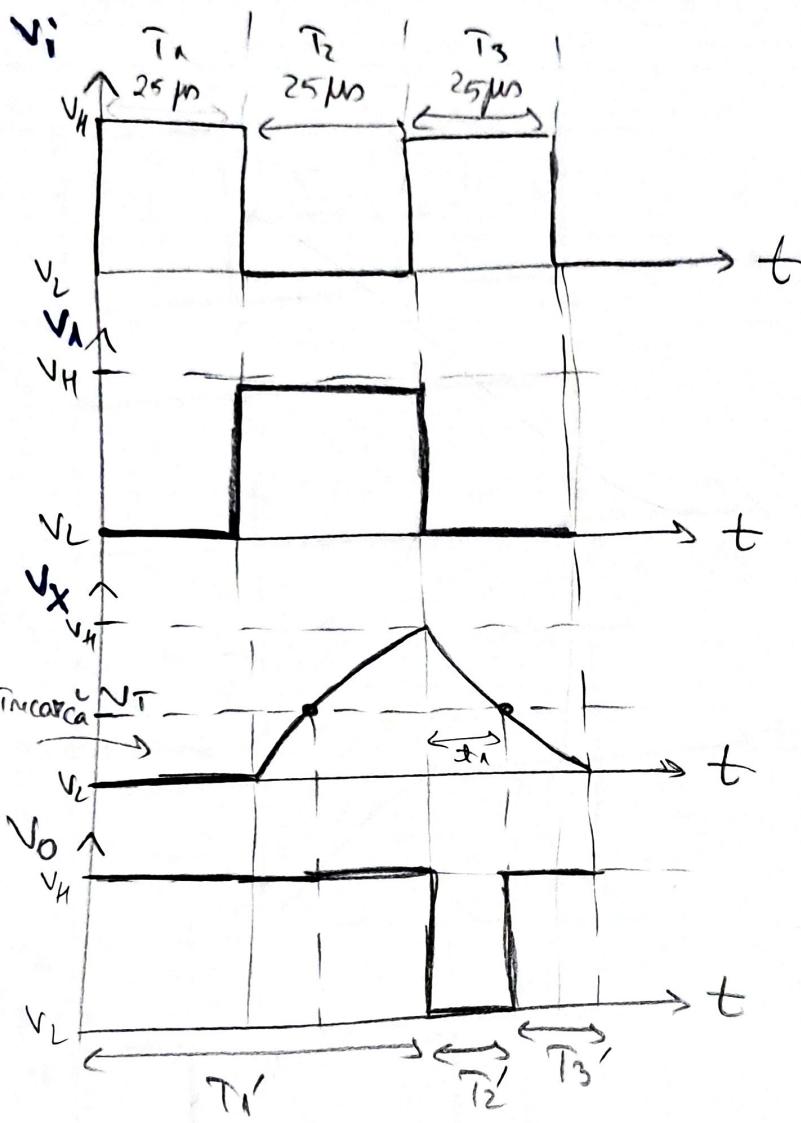
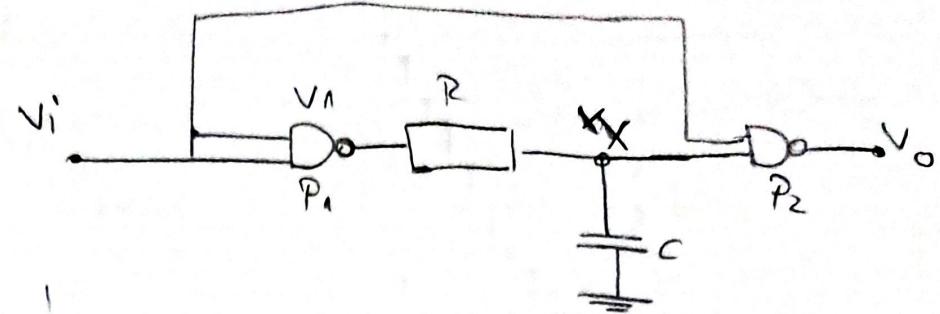
$$0.000476 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 30 \cdot \frac{1}{17}$$

P61.

$$V_L = 0,2 \text{ V}.$$

$$V_T = 1,5 \text{ V}$$

$$V_H = 3,5 \text{ V}.$$



$$\Rightarrow T_2' = 9,3 \mu\text{s}.$$

$$T_3' = T_3 - T_2' = 25 - 9,3 = 15,7 \mu\text{s}.$$

NAND.

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

$$R = 1 \Omega$$

$$C = 10 \mu\text{F}.$$

$$T = RC = 10 \mu\text{s}.$$

$$T_1' = T_1 + T_2 = 50 \mu\text{s}.$$

$$T_2' = T_1.$$

$$T_1 = RC \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$= 10 \cdot \ln \frac{0,2 - 3,5}{0,2 - 1,5}$$

$$= 10 \cdot \ln \frac{3,3}{1,5}$$

$$= 10 \cdot 0,93$$

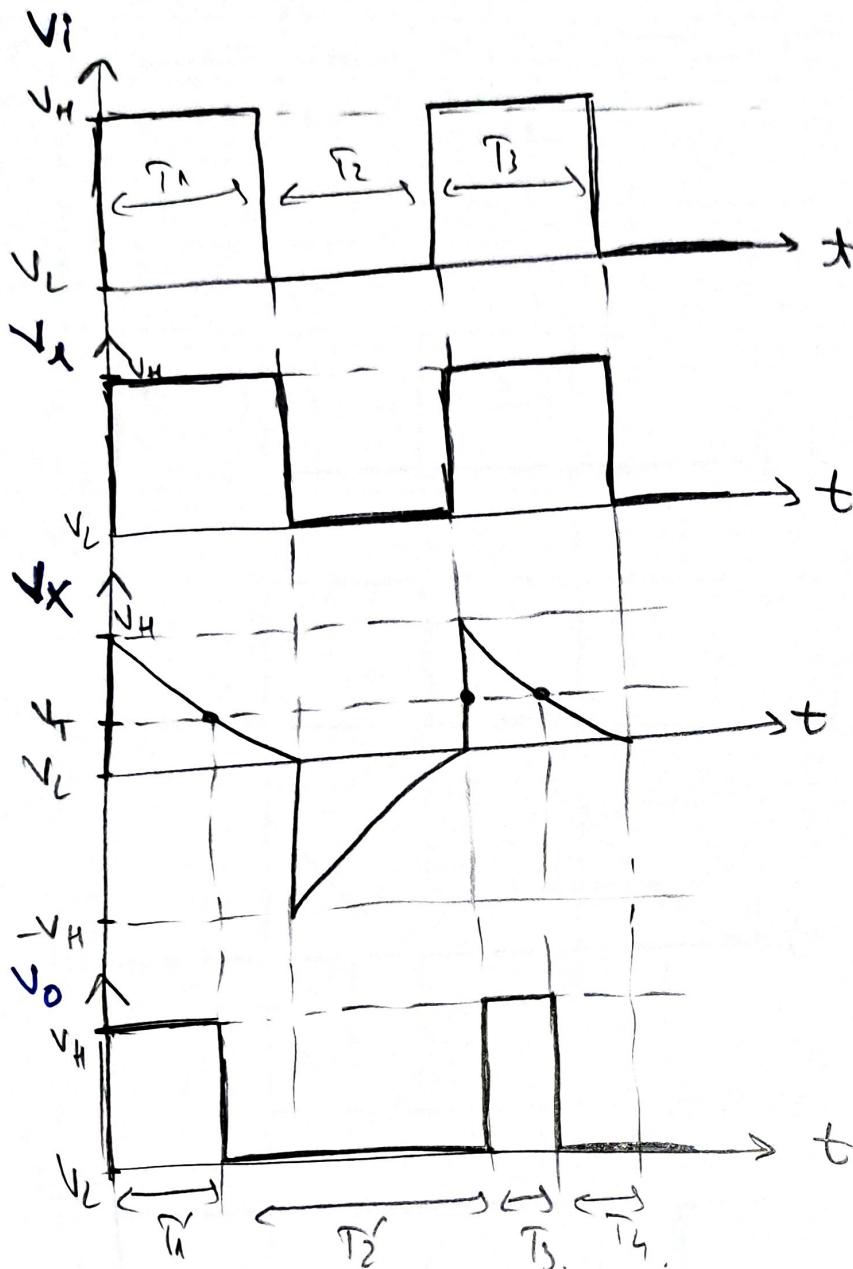
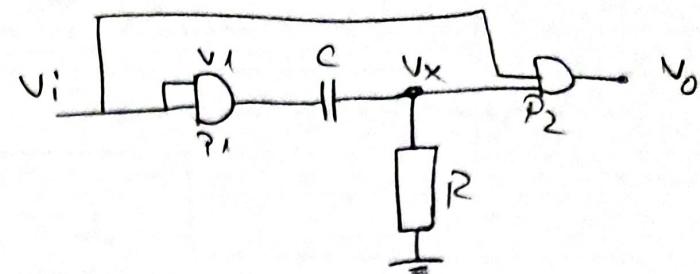
$$= 9,3 \mu\text{s}$$

Pb 2.  $V_L = 0,2V$   $R = 500\Omega$

$V_H = 3,5V$

$C = 10\mu F$

$V_T = 1,5V$ .  $T = 25\mu s$ .



$$T_3' = T_1' \quad , \quad T_4' = T_3 - T_3' = 20,35\mu s.$$

AND.

A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$\begin{aligned} Z &= RC = 500 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \\ &= 5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} \\ &= 5 \mu s. \end{aligned}$$

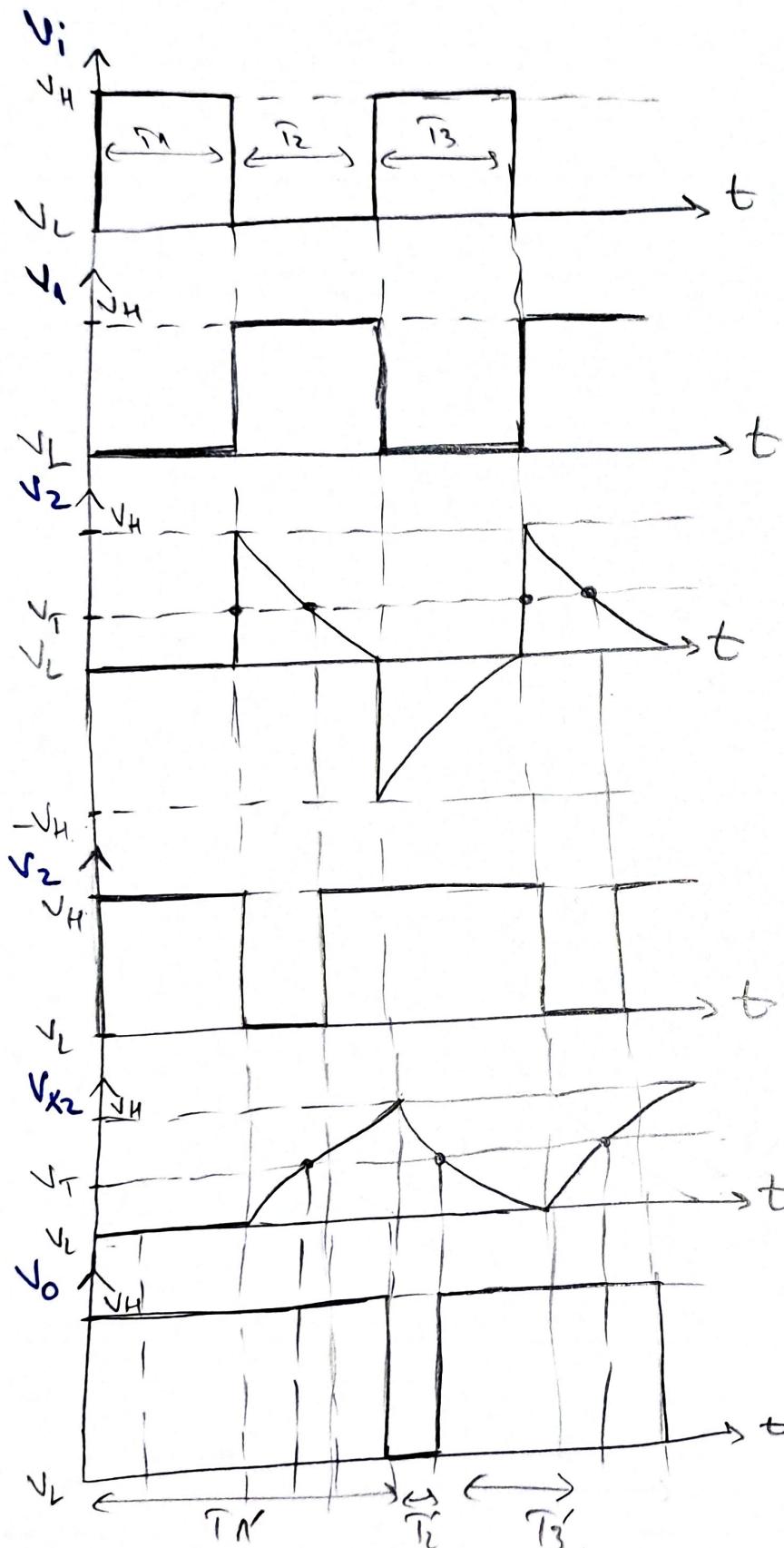
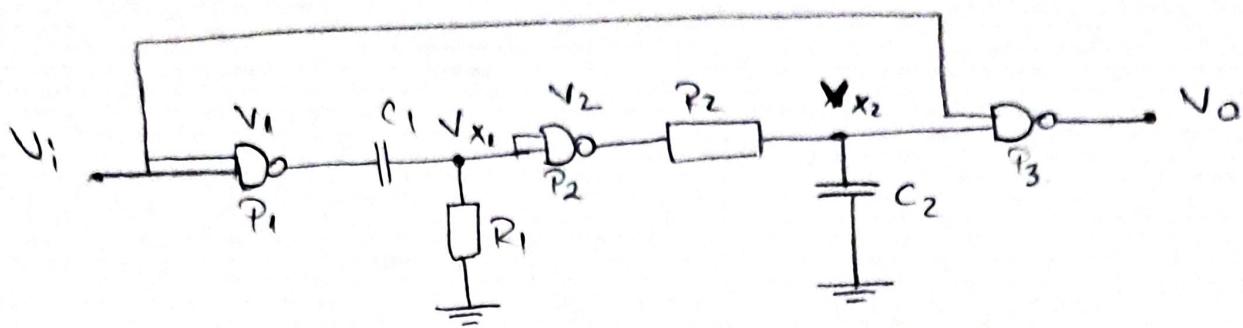
$$T_1' = RC \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$\begin{aligned} &= 5 \cdot \ln \frac{3,2 - 3,5}{0,2 - 1,5} \\ &= 5 \cdot 0,93 \\ &= 4,65 \mu s. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2' &= T_1 + T_2 - T_1' \\ &= 50 - 4,65 \\ &= 45,35 \mu s. \end{aligned}$$

Pb3.  $R_1 = 5k\Omega$   $C_1 = 2mF$   $T = 30\mu s.$   $V_L = 0,2V$

$R_2 = 1k\Omega$   $C_2 = 5mF$   $V_H = 3,5V$   $V_T = 1,5V$



NAND.

A	B	f
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$T_1' = T_1 + T_2 = 60\mu s.$$

$$T_2' = R_2 C_2 \cdot \ln \frac{V_L - V_H}{V_L - V_T}$$

$$= 1 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot \ln \frac{3,3}{1,5}$$

$$= 5 \cdot 0,93$$

$$= 4,65\mu s.$$

$$T_3' = T_3 - T_2'$$

$$= 25,35\mu s.$$

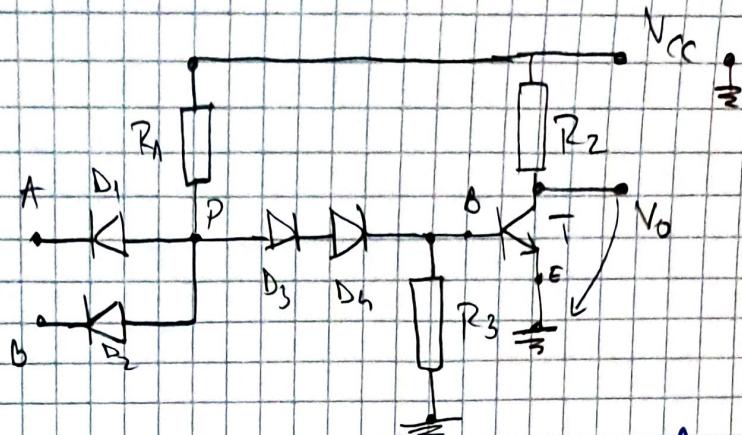
Pentru:

$$V_L = 0,2V$$

$$V_H = V_{CC} = 5V$$

$$\beta = 20$$

$$V_{BE} = -2V \quad R_1 = 2k\Omega, R_2 = 2k\Omega, R_3 = 5k\Omega$$



Se cere pentru circuitul alaturat sa se determine puterea statica consumata de la sursa Vcc.

$$P_{CC} = \frac{I_{CC_L} + I_{CC_H}}{2} \cdot V_{CC}$$

$$I_{CC_H} = I_{L_L} = \frac{V_{CC} - V_P}{R_1} = \frac{5 - 0,95}{2 \cdot 10^3} = 2 \text{ mA.}$$

$$I_{CC_L} = I_{R_1} + I_{R_2} = \frac{V_{CC} - V_P}{R_1} + \frac{V_{CC} - V_{CE_S}}{R_2}$$
$$= \frac{5,25 - 2,25}{2 \cdot 10^3} + \frac{5 - 0,2}{2 \cdot 10^3} = 3,75 \text{ mA}$$

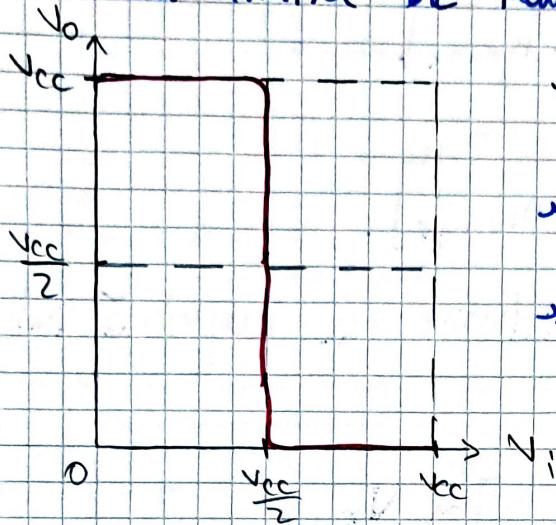
$$\Rightarrow P_{CC} = \frac{2 + 3}{2} \cdot 5 = 15 \text{ mW.}$$

puterea statica consumata

## Nivelele logice ale intrare/iesire:

nivele logice de intrare/iesire

Nivelele logice ideale ne definesc pe baza caracteristicii statice ale transfer ideală.



$$V_o = f(V_i)$$

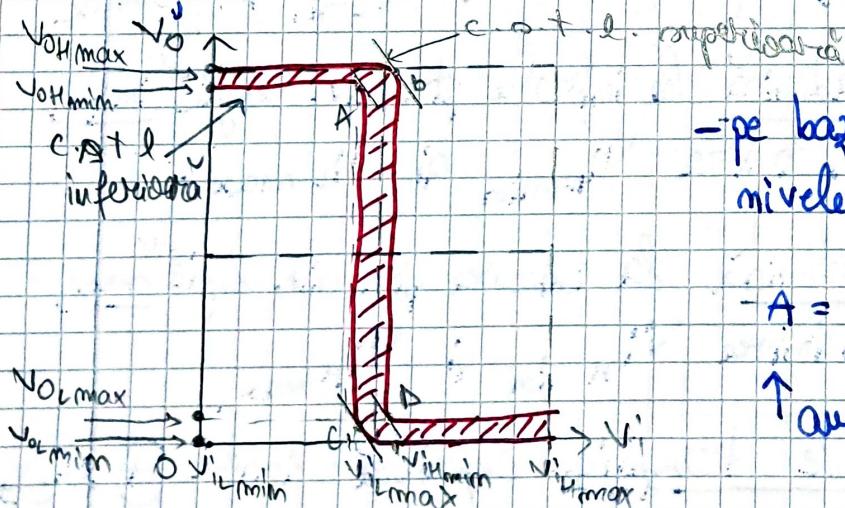
$$\rightarrow V_i \in [0; \frac{V_{cc}}{2}] \Rightarrow V_o = V_{cc} = V_H$$

$$\rightarrow V_i \in [\frac{V_{cc}}{2}; V_{cc}] \Rightarrow V_o = 0 = V_L$$

deosebite, din diverse motive, circuitele sunt pusă la diferențe influențe, printre care:

- parametrii diapozitivelor semiconductoare,
- variația tensiunii de alimentare,
- toleranța rezistențelor,
- variația  $\tau$  / disp. semiconductoare,

o familie de circuite logice definesc nivelele logice funcție de o caracteristică statică de transfer limitată.



- pe baza c.o.t.l ne definesc nivelele de tensiune.

$$- A = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} \rightarrow A = 1 \left( \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = 1 \right)$$

↑ amplificarea

Cea mai defor. situație: punctele extreme A și D.

dacă  $V_i \in [0V \text{ și } \text{pt. } A] \Rightarrow V_o = V_H$

dacă  $V_i \in [\text{pt. } D \text{ și } V_C] \Rightarrow V_o = V_L$ .

$$V_{OH} \in [V_{OH\min}; V_{OH\max}]$$

$$V_{OL} \in [V_{OL\min}; V_{OL\max}]$$

azi funcția de la intrare este cuprinsă între  
măște limite:

$$V_i \in [V_{iH\min}; V_{iH\max}] \Rightarrow V_{OH}$$

$$V_i \in [V_{iL\min}; V_{iL\max}] \Rightarrow V_{OL}$$

pe C-O-T-L. se definesc 5 zone de funcționare:

1. zona garantată la ieșire pentru miv. logic superior, cuprinsă între  $V_{OH\min}$  și  $V_{OH\max}$ .

2. zona garantată la ieșire pt. miv. logic inferior, cuprinsă între  $V_{OL\min}$  și  $V_{OL\max}$

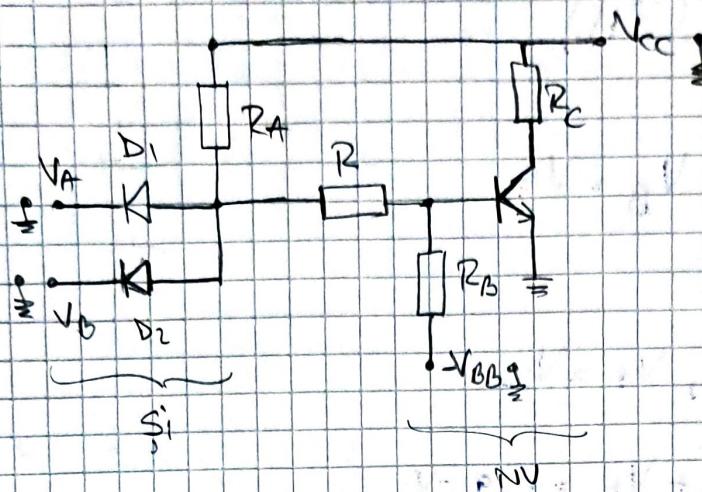
3. zona admisă la ieșire pt. miv. logic inf.; cuprinsă între  $V_{iL\min}$  și  $V_{iL\max}$ .

4. zona admisă la ieșire pt. miv. logic sup.; cuprinsă între  $V_{iH\min}$  și  $V_{iH\max}$ .

5. zona de tranziție, cuprinsă între  $(A) \wedge (B)$ , zonă ce poate genera o val. logică ne-definită.

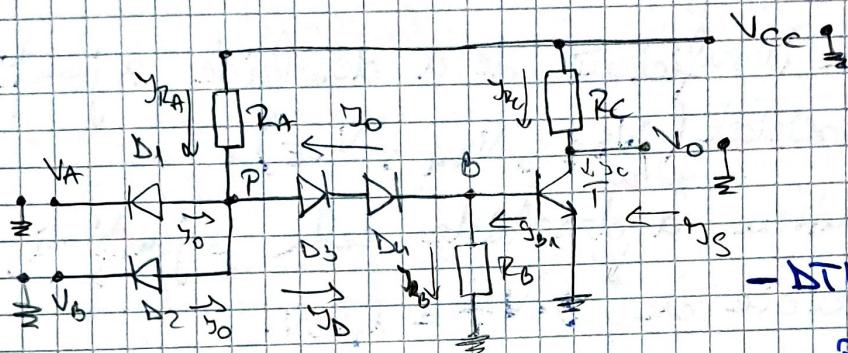
# Circuite logice cu diode si tranzistoare:

Poarta „Si - NU”.



circuite logice cu diode SI tranzistoare si-nu

- DTL cu deplasare de nivel prin rezistoră.



- DTL cu depl. de nivel prin diode.

a. Funcționare : (cu diode).

$$a.i. V_A = V_B = V_L = 0,2V.$$

$D_1, D_2$  - condisie

$$V_P = V_L + V_D \rightarrow V_P = 0,2 + 0,75 = 0,95V$$

$$V_D = 0,75V$$

insuficient pentru a deschide  
3 juctiumi.

- pentru a deschide 3 juctiumi,  $V_{Pmin} = 3 \cdot V_T \rightarrow$

$$V_{Pmin} = 3 \cdot 0,65 = 1,95V$$

$\Rightarrow D_3, D_4, T$  - sunt blocate

$\Rightarrow T_R, T$  este lăsat (  $I_C = I_{CO}$  ).

$$\Rightarrow V_o = V_{CC} - \gamma_{CO} \cdot R_C$$

$\uparrow$  neglijabil

$$\Rightarrow V_o = V_{CC} (V_H).$$

a.2.  $V_A = V_L, V_B = V_H$

sună

$$V_A = V_H, V_B = V_L$$

$$V_P = V_L + V_D = 0,95V$$

- este insuficient de a deschide 3 juncțiuni  
metale (  $V_{D3}, V_{D4}, V_{BE}$  )

- pentru a deschide cele 3 juncțiuni, arem  
necesar de  $3 \cdot V_T = 1,95V$ .

$\Rightarrow$  același caz ca și la a.1.

$$V_o = V_H.$$

a.3.  $V_A = V_B = V_H (= V_{CC})$ .

$V_P$  trebuie să fie  $V_{CC}$  DAR atunci când

$$V_P = V_{D3} + V_{D4} + V_{BE} = 0,75 + 0,75 + 0,75 \\ = 2,25V \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  toate cele 3 juncțiuni diodele  $D_3, D_4$  și  
tri. T se deschid  $\Rightarrow T$  - reactivă

$$\text{În acest caz, } V_o = V_{CEg} = 0,1 \div 0,2V = V_L$$

V<sub>A</sub>    V<sub>B</sub>    V<sub>O</sub>

$$V_L \quad V_L \quad V_H \quad V_L = 0^H$$

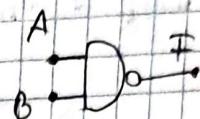
$$V_L \quad V_H \quad V_H \quad \Leftrightarrow$$

$$V_H \quad V_L \quad V_H \quad V_H = 1^H$$

$$V_H \quad V_H \quad V_L$$

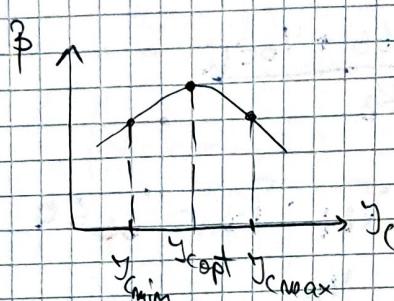
A	b	f
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$f = A \cdot B \rightarrow \text{fiz-mul}$$



b. dimensionare:

$$\gamma_s - \text{cunoscut} = \gamma_c - \gamma_{Rc}$$



adoptă fct. de  $\gamma_s - \gamma_c$

\*  $\gamma_{c\min}$  - toti curentii vor fi min  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$   $\gamma$  toate R vor avea val. max.  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$   $\gamma$  mare  $\Rightarrow$  timpuri mari.

dat,  $\gamma_{inic}$   $\Rightarrow P = \gamma \cdot V_{cc}$  mică.

\*  $\gamma_{c\max}$   $\Rightarrow$  toti curentii minime

$\Rightarrow$   $\gamma$  - mici și

timpuri mici ( $\gamma \uparrow$ ).

P crește

$\rightarrow$  alegem  $\gamma_c$  optim (cu  $P$  maxim),  $\gamma_c = \gamma_{c\text{opt}}$

$$\gamma_c = \gamma_s + \gamma_{Rc}$$

$\Rightarrow$  în situația când T conduce (naturat)

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{CES}}{\gamma_{Rc}}$$

D  
L

dim cond. de blocare a T, ne dimensiunea  $R_B$   
- cel putin o int. pe  $V_L$

$$V_A = V_L \Rightarrow V_P = V_L + V_{D1} = 0,2 + 0,75 = 0,95V.$$

Dn qd D<sub>3</sub> qd V<sub>BE</sub> - polarizare inversă (blocat).

Curent de baza invers  $\rightarrow J_{B1} = J_0 + J_{R_B}$  (suma în B).  $\approx 0$ .

$$\Rightarrow J_{B1} \approx J_{R_B} = \frac{V_{BE} - (-V_{BB})}{R_B}$$

$$V_{BE} \leq 0 \text{ la blocare}$$

$$\Rightarrow J_{B1} \approx \frac{V_{BB} + V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{BE\text{bi}} = J_{B1} \cdot R_B - V_{BB} \leq 0$$

$$R_B \leq \frac{V_{BB}}{J_{B1}}$$

$R_A$  se obține din naturația lui T :

T-naturat  $\Rightarrow$  toate intrările reușit pe  $V_H$ .

$$\begin{aligned} V_P &= V_{D3} + V_{D1} + V_{BE} \\ &= 0,75 + 0,75 + 0,75 \\ &= 2,25V. \end{aligned}$$

$\Rightarrow D_1, D_2$  - blocate (polarizare inversă).

$$J_{RA} = J_0 - n \cdot J_0 \Rightarrow J_{RA} \approx J_0.$$

$$J_0 = J_{R_B} + J_0 = J_{RA}$$

$$\gamma_{R_A} = \frac{V_{CC} - V_P}{R_A} \rightarrow V_P = 2,25V.$$

$$\gamma_{R_B} = \frac{V_{CC} - 2,25}{R_B}$$

$$\gamma_{R_B} = \frac{V_{BE} - (-V_{BO})}{R_B}, \text{ unde } V_{BE} = V_{BES} \\ R_B - \text{unoscut}$$

$$\gamma_B = \gamma_{R_A} - \gamma_{R_B} = \frac{V_{CC} - 2,25}{R_A} - \frac{V_{BES} + V_{BO}}{R_B}$$

la naturatie:  $\gamma_B \cdot \beta \geq \gamma_C$ .

$$\left( \frac{V_{CC} - 2,25}{R_A} - \frac{V_{BES} + V_{BO}}{R_B} \right) \cdot \beta \geq \gamma_C$$

$$R_A \leq \frac{V_{CC} - 2,25}{\frac{\gamma_C}{\beta} + \frac{V_{BES} + V_{BO}}{R_B}}$$

$R_A$  - depinde de toleranta rezi, patram. fm,  
variatia tensiunii de alimentare,  
variatia  $\tau^o$  de lucru ( $\gamma_C$ ).