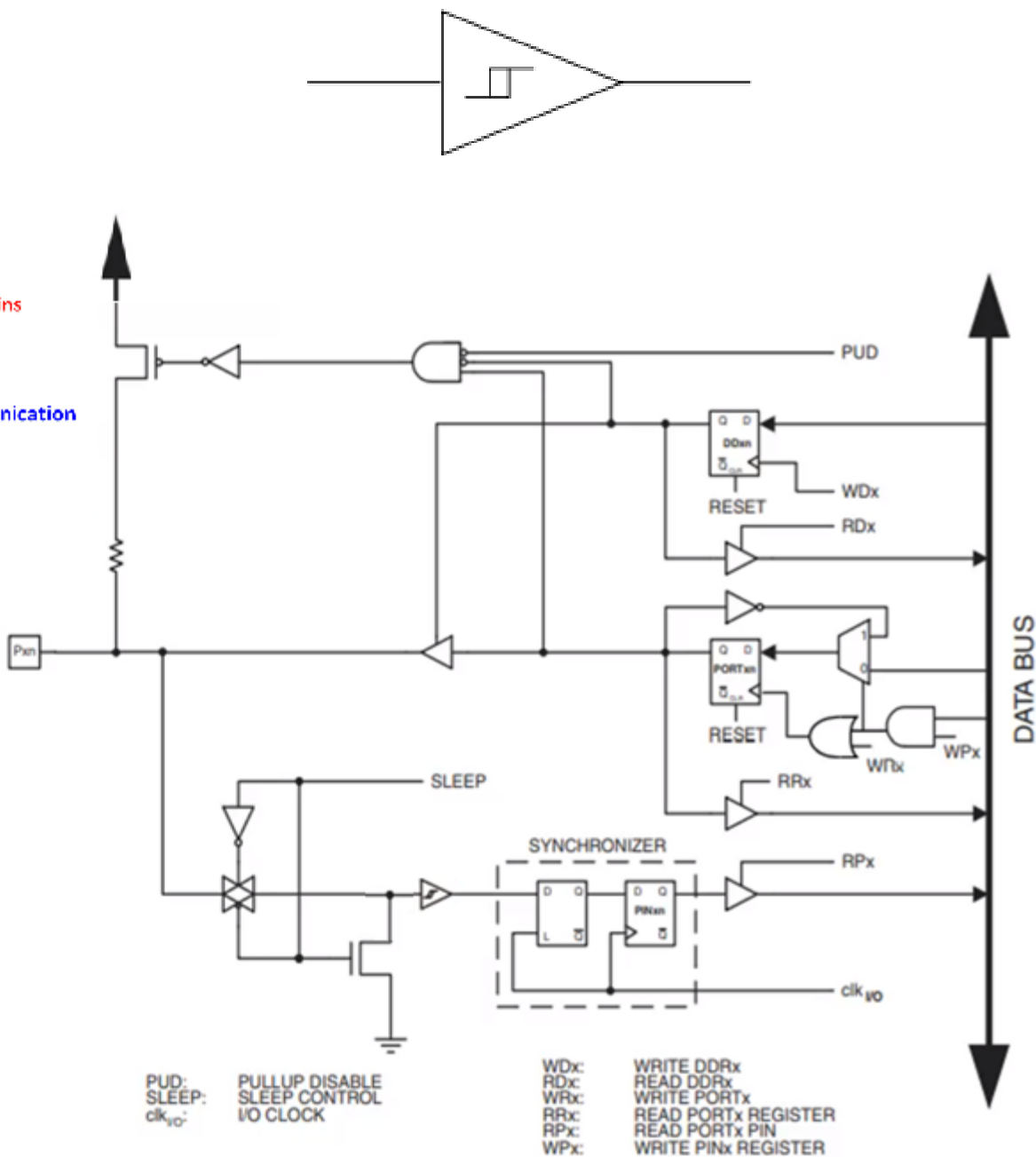
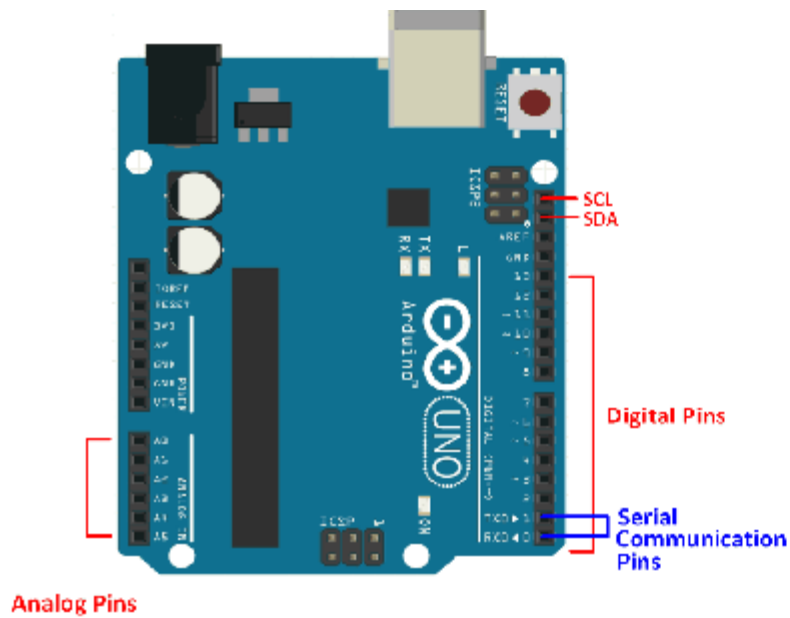


**Circuite cu reactie pozitiva**

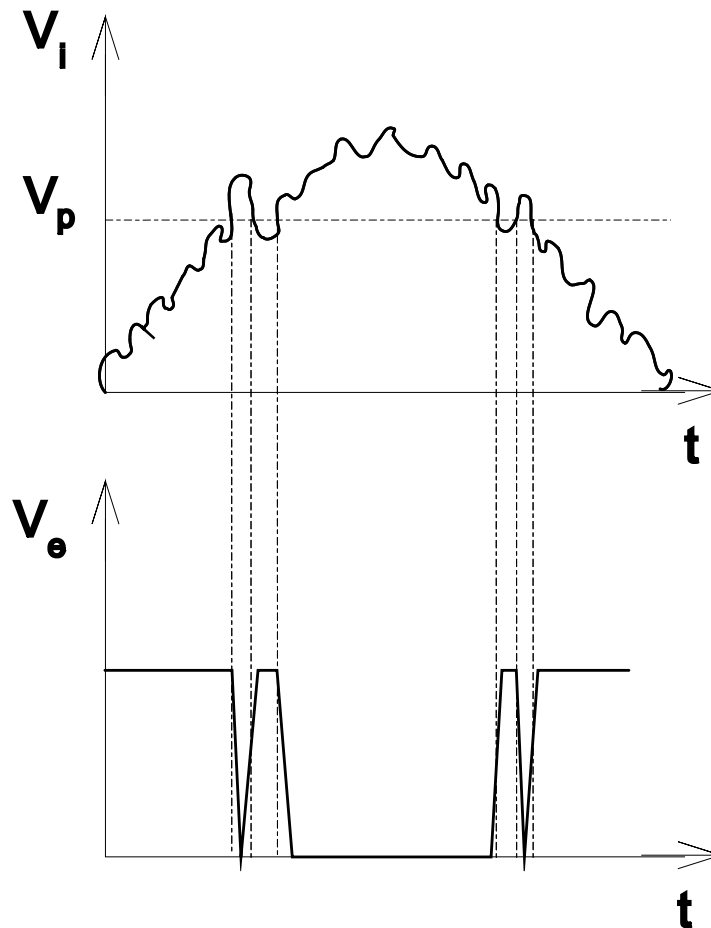
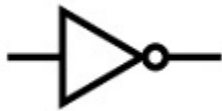
Circuite Trigger Schmitt

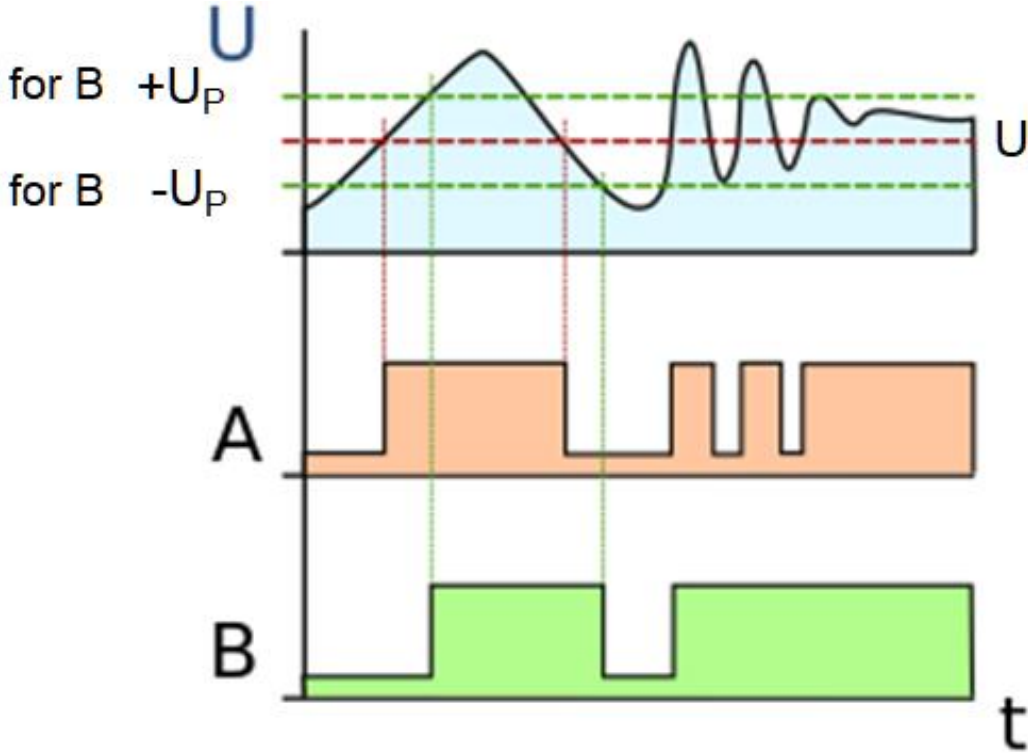


## Triggere Schmitt (formatoare de impulsuri)

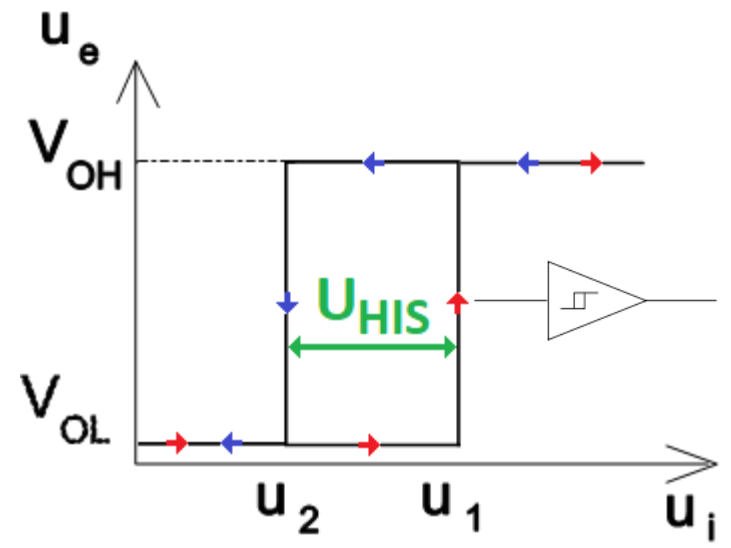
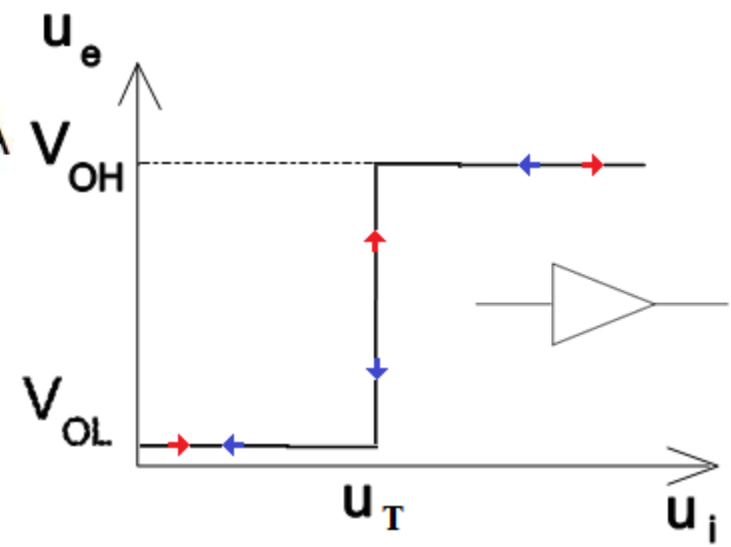
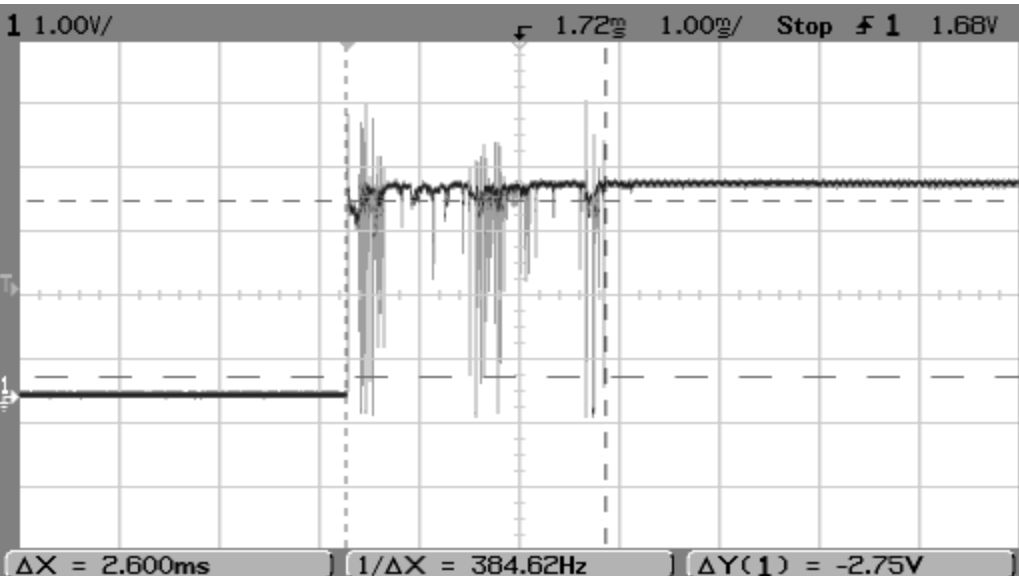
Folosite pentru adaptarea nivelelor logice și formarea unor impulsuri cu fronturi abrupte

Folosire - dacă la intrarea unor porți se aplică semnale cu o variație lentă și însoțite de semnale perturbatoare





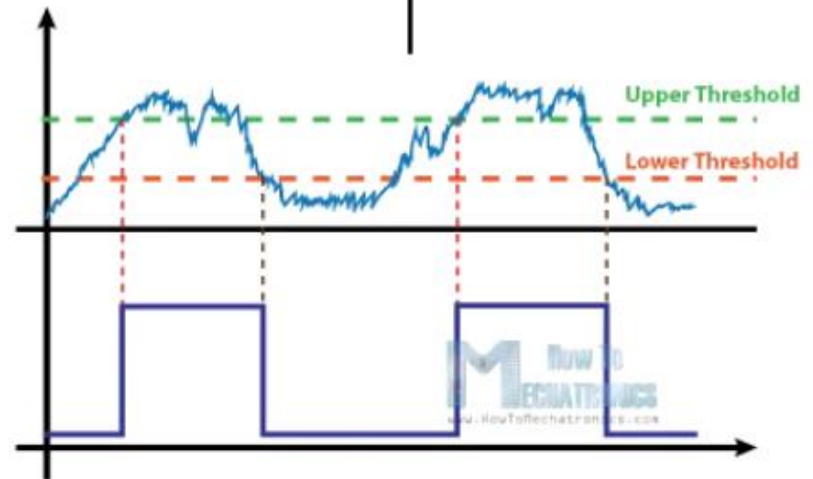
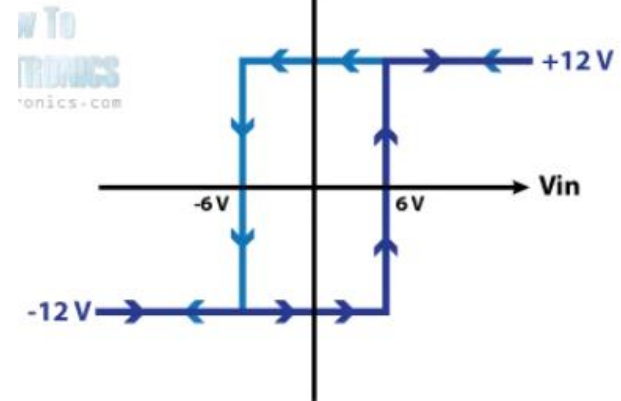
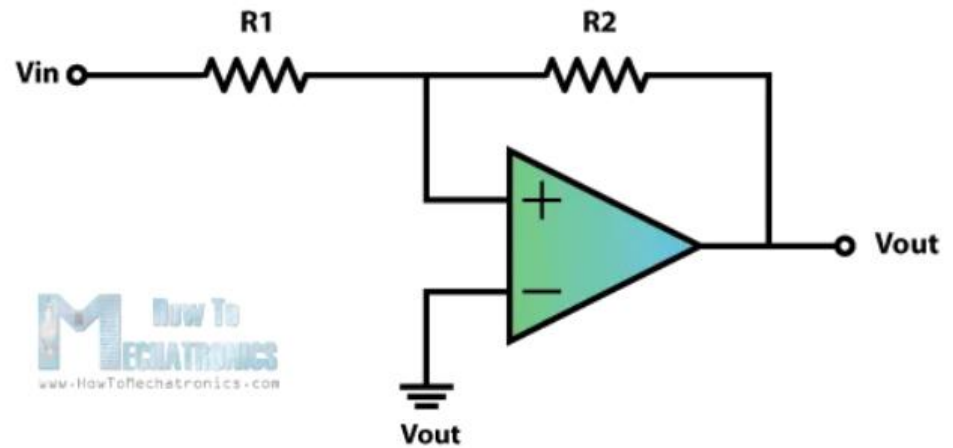
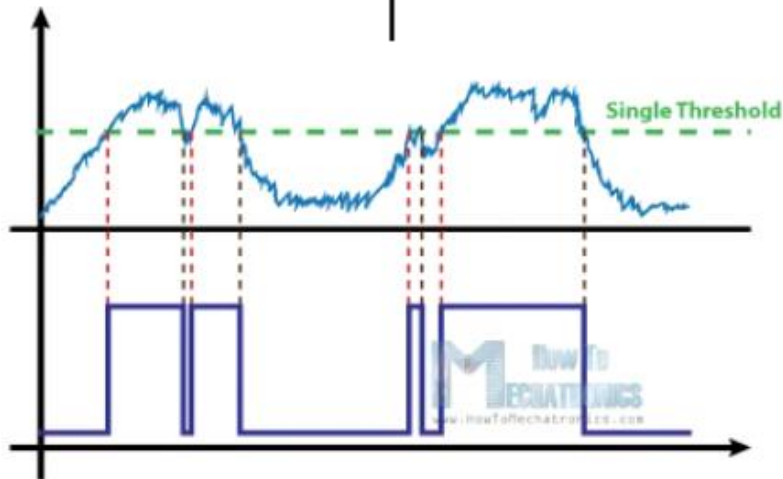
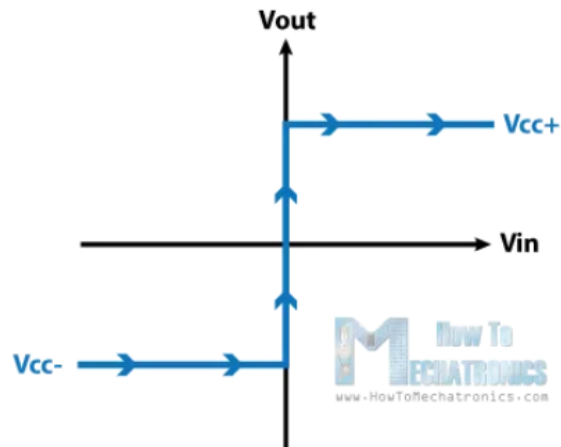
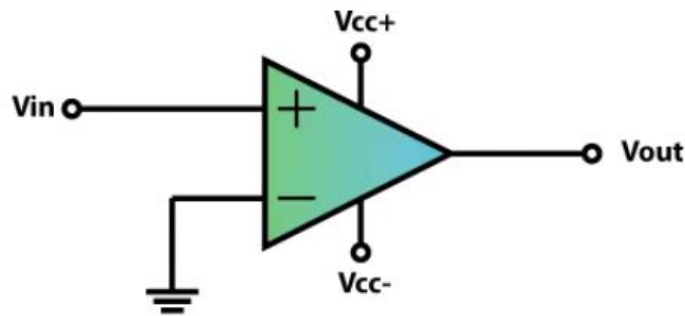
www.electronics-tutorials.ws



← Switch contact bounce  
seen on an oscilloscope

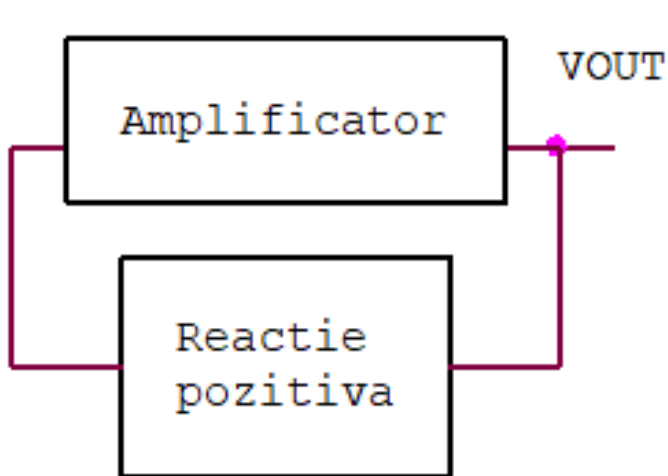
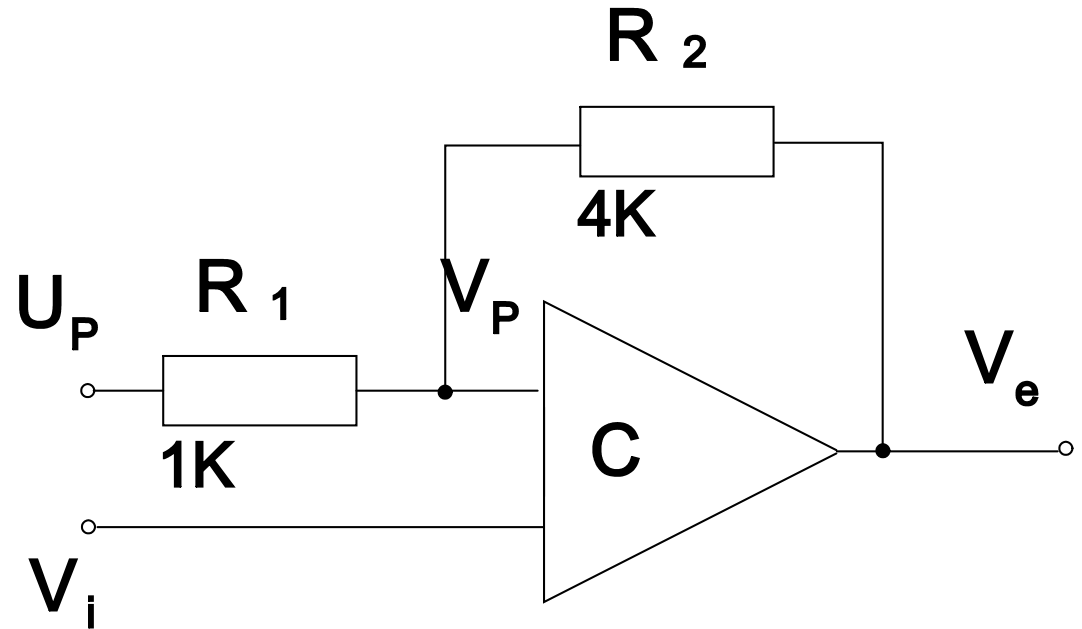
<https://en.wikipedia.org/wiki/Switch>

## Comparator



Schema fundamentala a unui Trigger Schmitt consta dintr-un comparator cu o bucla de reactie pozitiva, formata din doua rezistente

În locul comparatorului pot fi alte elemente active

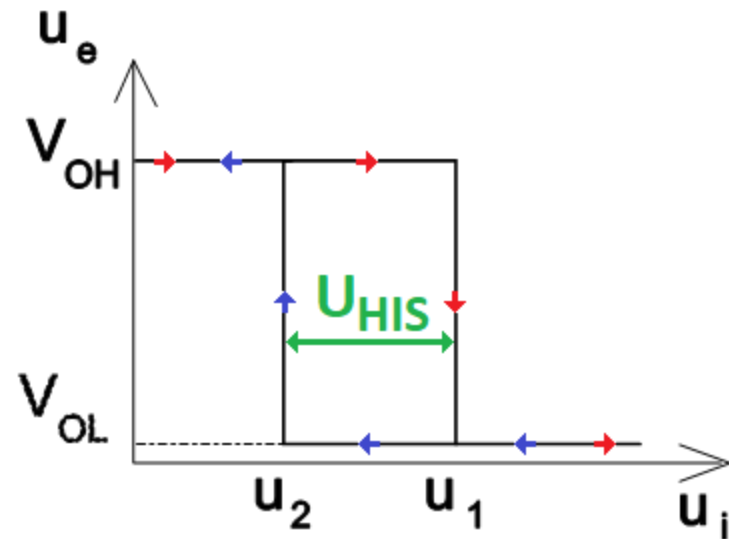
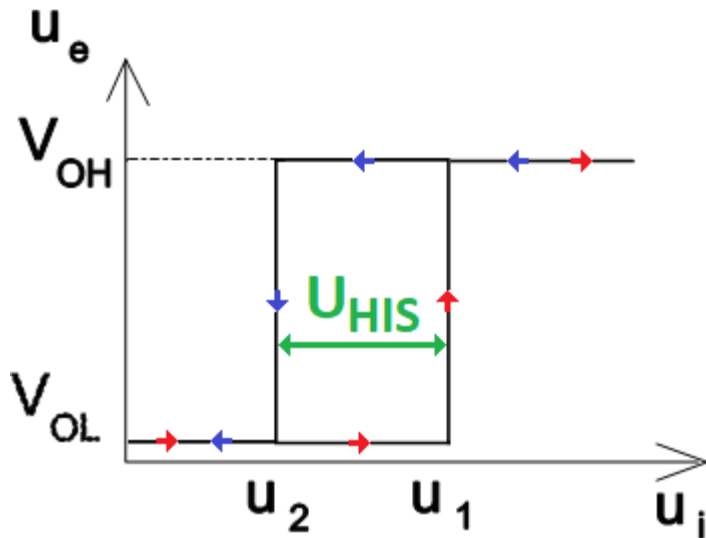


Circuit cu reactie pozitiva

Caracteristica de transfer: două stări, caracteristică de histerezis

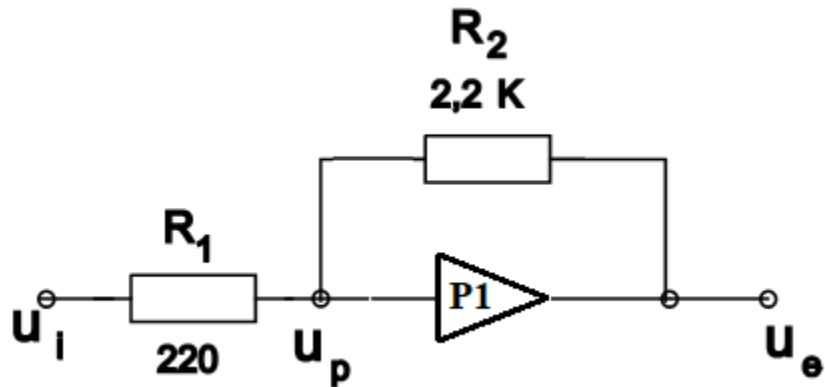
Două consecințe pozitive:

- tranzițiile între cele două stări sunt rapide, chiar dacă semnalul de la intrare variază lent
- atât timp cât amplitudinea semnalului de zgomot ce afectează intrarea este mai mică decât histerezisul, va exista doar o tranziție pentru frontul crescător al intrării și doar o tranziție pentru frontul căzător al semnalului de la intrare

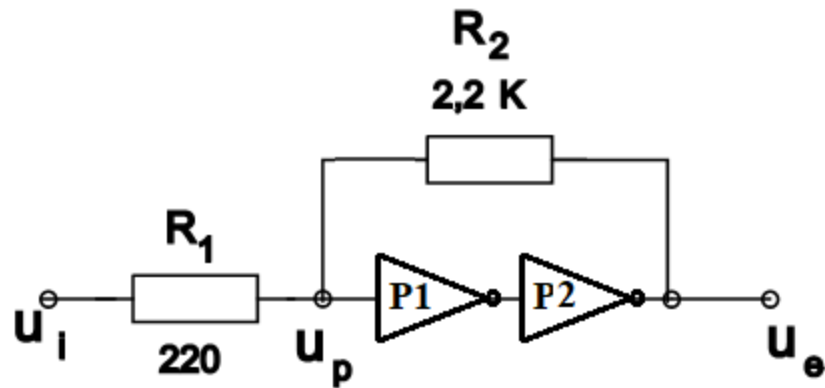


# Triggere Schmitt realizate cu porți TTL

Trigger Schmitt realizat cu poarta neinversoare

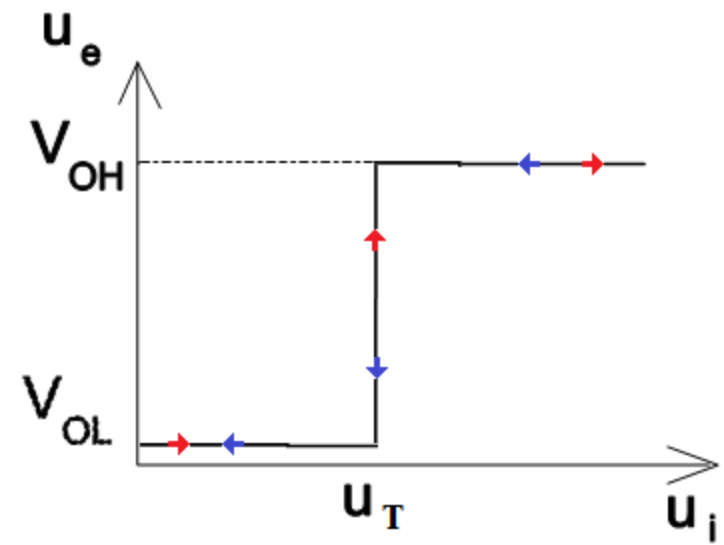
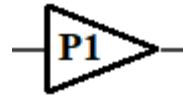


Trigger Schmitt realizat cu porți inversoare





Poarta neinversoare: simbol si caracteristica statica de transfer

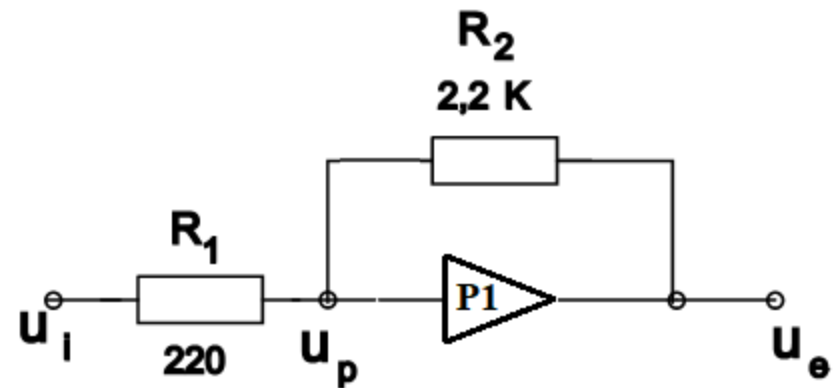


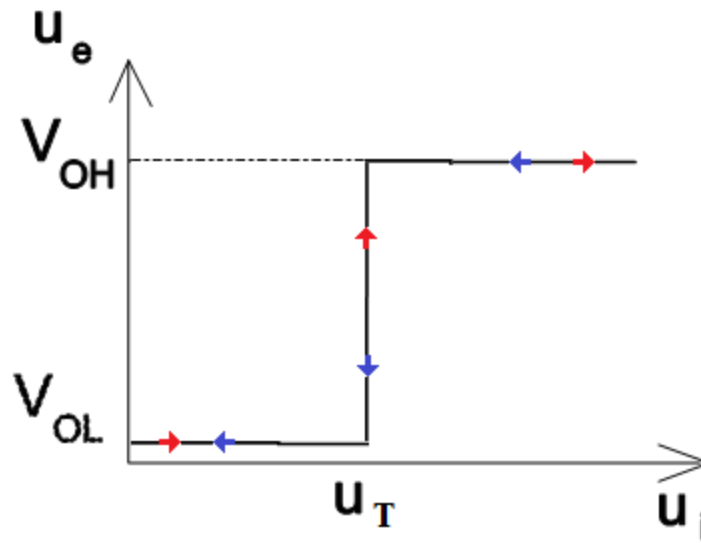
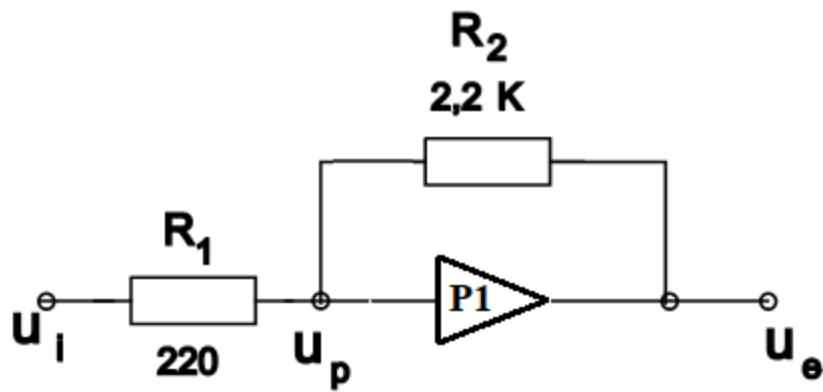
Trigger Schmitt realizat cu poarta neinversoare

Neglijabile valorile curenților de intrare și ieșire ale porții, față de curentul care trece prin rezistențele  $R_1$  și  $R_2$

Tensiunea la intrarea portii depinde de tensiunile de la intrarea si iesirea trigger-ului si de valorile rezistentelor

$$U_P = U_i - \frac{R_1}{R_1 + R_2}(U_i - U_e)$$





$U_i = 0V \rightarrow U_e = U_{OL}$

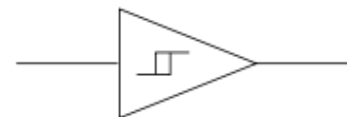
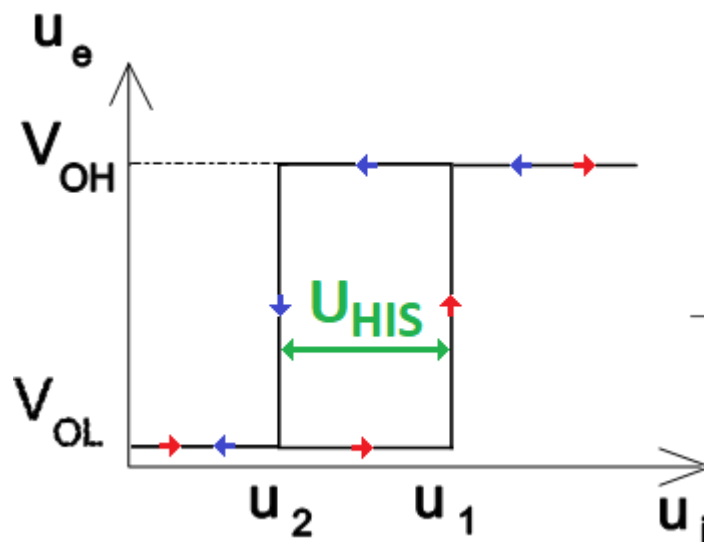
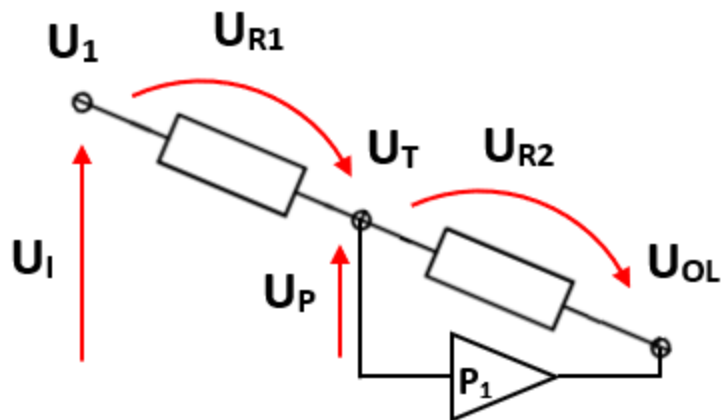
Dacă  $U_i$  crește  $\rightarrow U_p$  crește

$U_p$  atinge nivelul de prag de comutare a porții

TTL,  $U_T$

Considerăm  $U_p = U_T$ ,  $U_i = U_1$  și  $U_e = U_{OL}$ :

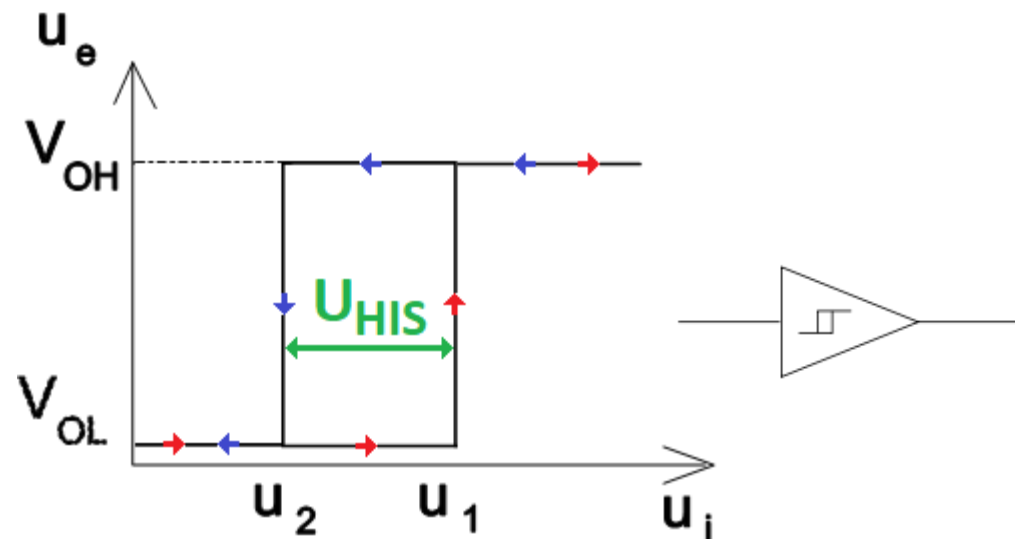
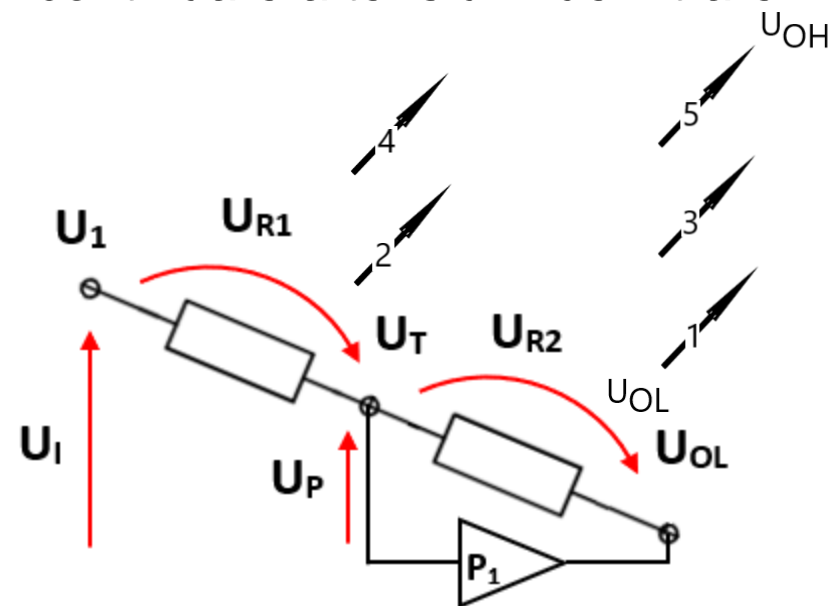
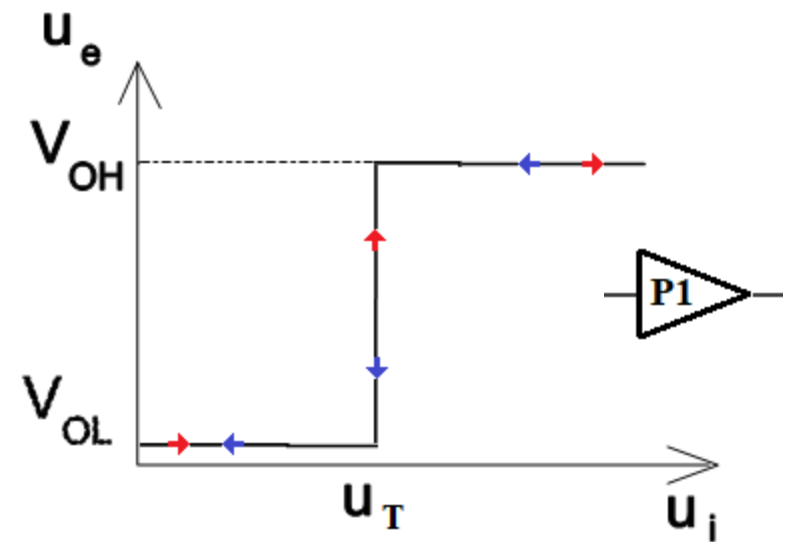
$$U_T = U_1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2}(U_1 - U_{OL})$$



Tensiunea de intrare corespunzatoare, cand  $U_p$  este egala cu nivelul de prag:

$$U_1 = U_T \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} - U_{OL} \frac{R_1}{R_2}$$

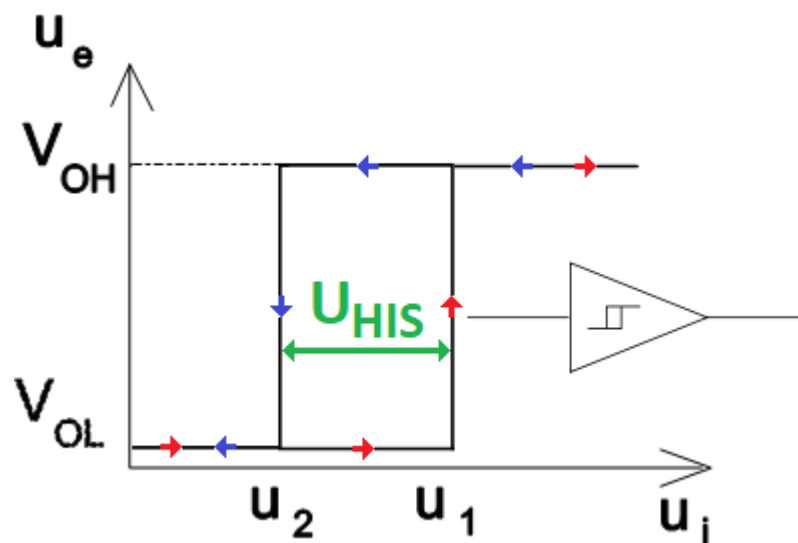
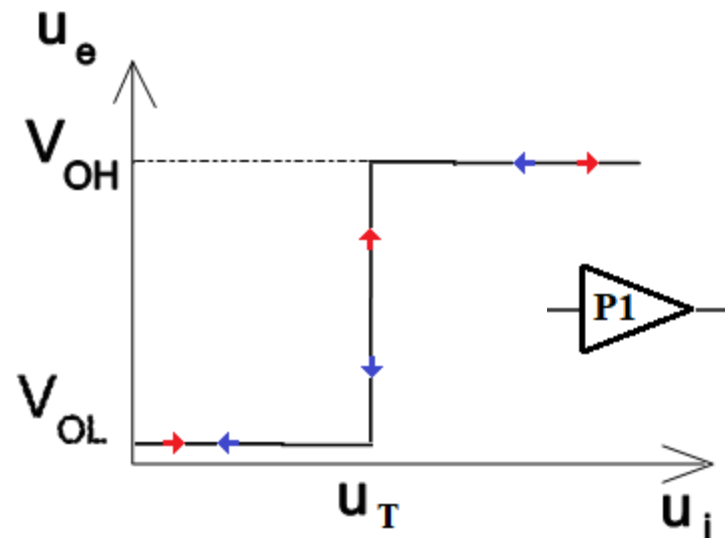
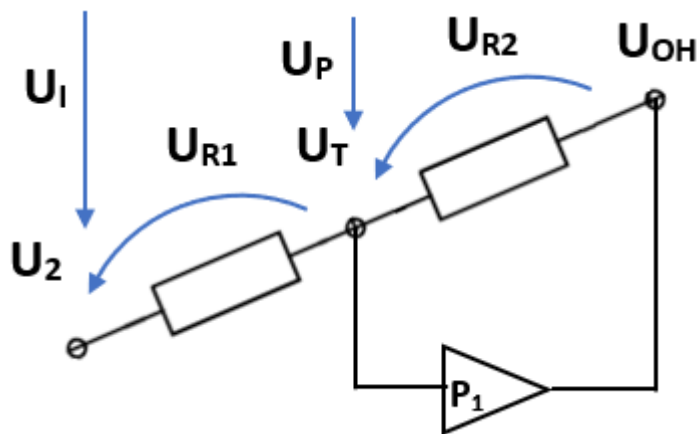
Când tensiunea de intrare depășește pragul  $U_1$ , la care  $U_p = U_T$ , are loc comutarea porților. Tensiunea de ieșire crește, producând o reacție pozitivă prin rezistența  $R_2$  și trecând rapid pe nivelul logic superior,  $U_e$  luând valoarea  $U_{OH}$  indiferent de creșterea în continuare a tensiunii de intrare.



La scăderea tensiunii de intrare, fenomenul este asemănător: la atingerea în punctul P a tensiunii de prag de comutare a porții TTL, tensiunea de ieșire începe să scadă și datorită reacției pozitive prin rezistența  $R_2$ , ea trece rapid pe nivelul inferior,  $U_{OL}$ . Tensiunea de intrare care determină comutarea se determină similar:

$$U_2 = U_T \frac{R_1 + R_2}{R_2} - U_{OH} \frac{R_1}{R_2}$$

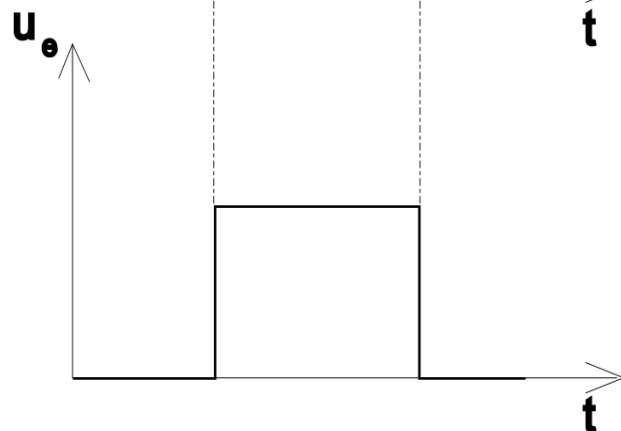
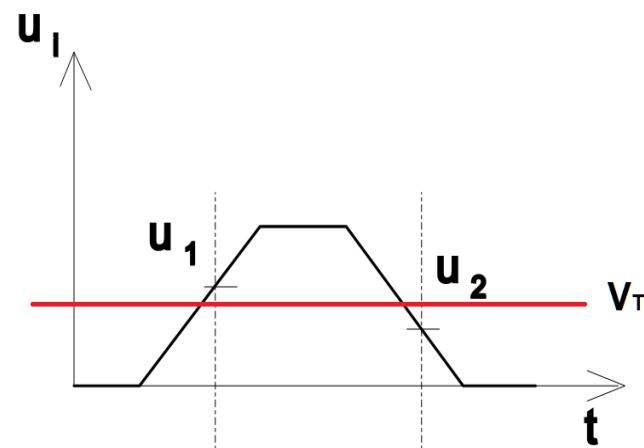
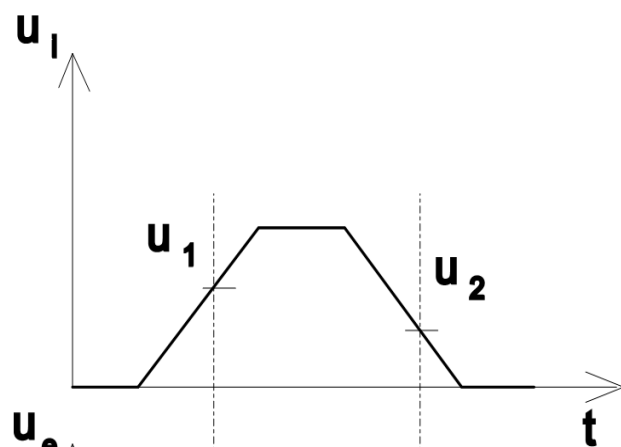
$\swarrow 2$        $\swarrow 3$        $\swarrow 5$   
 $\swarrow 4$        $U_{OL}$

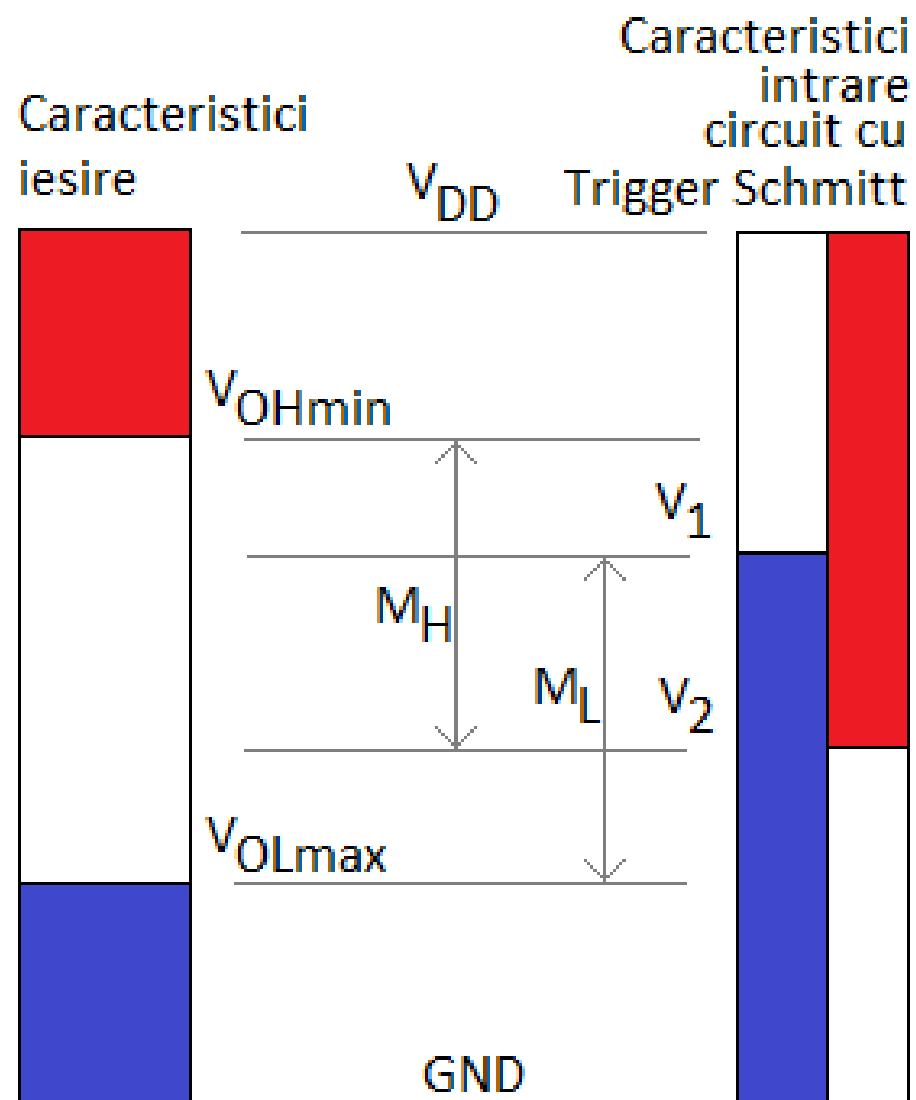
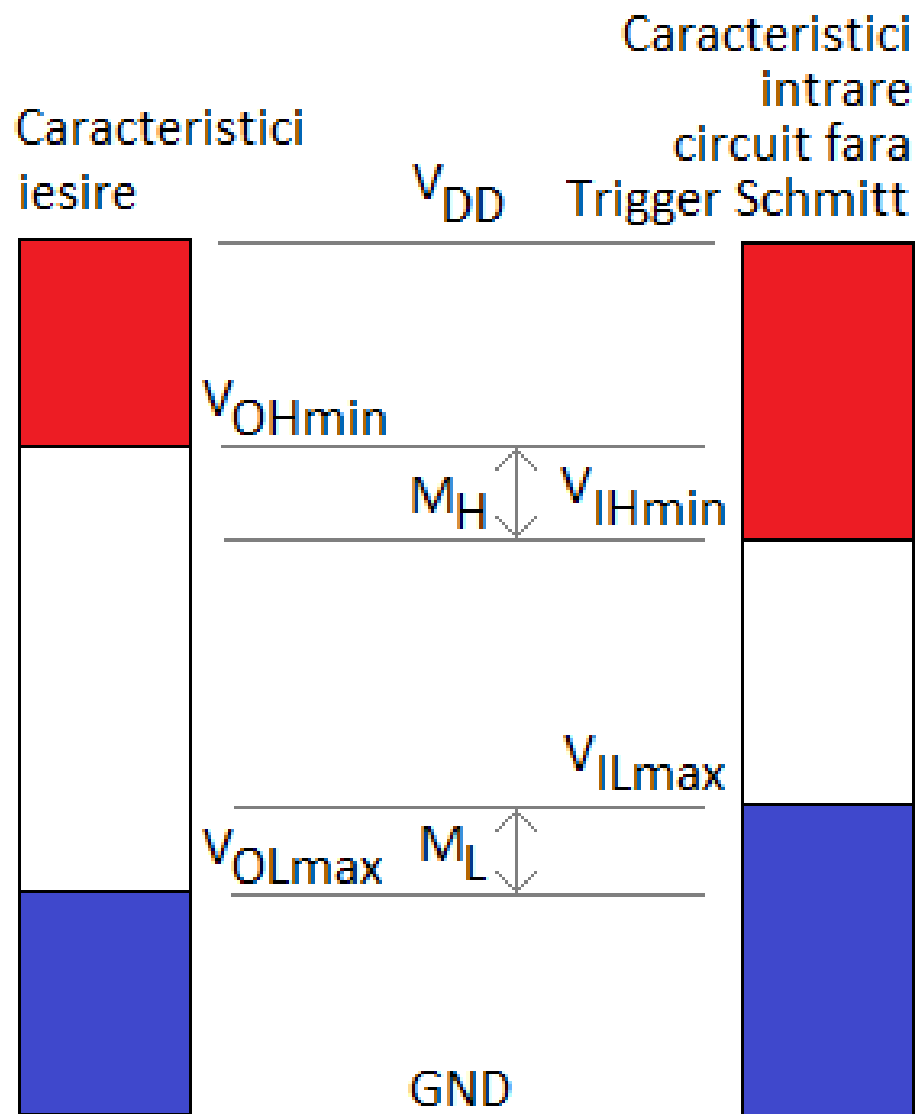


Rezultă valoarea tensiunii de histerezis:

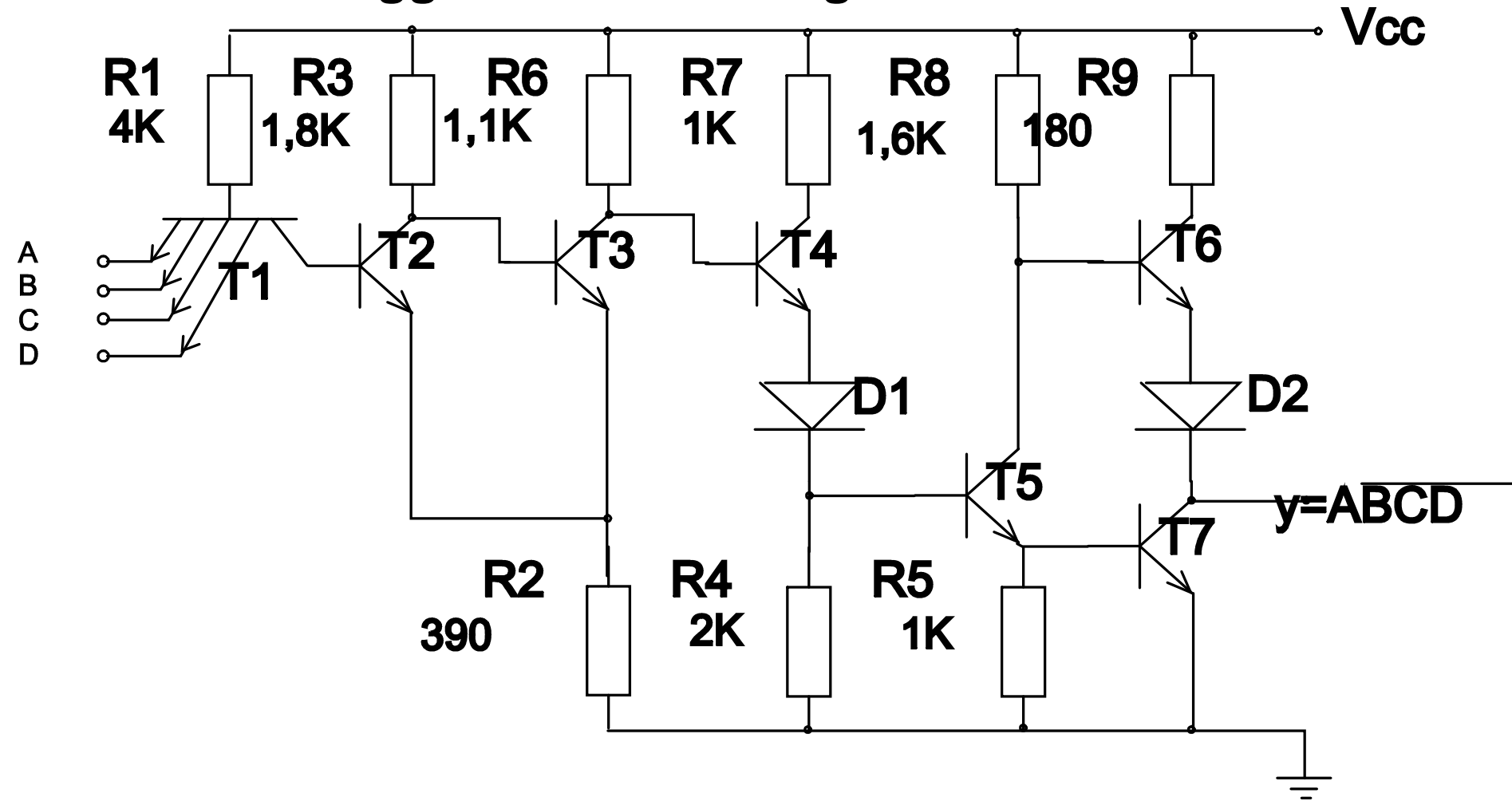
$$U_{HIS} = U_1 - U_2 = \frac{R_1}{R_2}(U_{OH} - U_{OL})$$

Prin modificarea raportului dintre  $R_1$  și  $R_2$  se poate modifica ciclul de histerezis





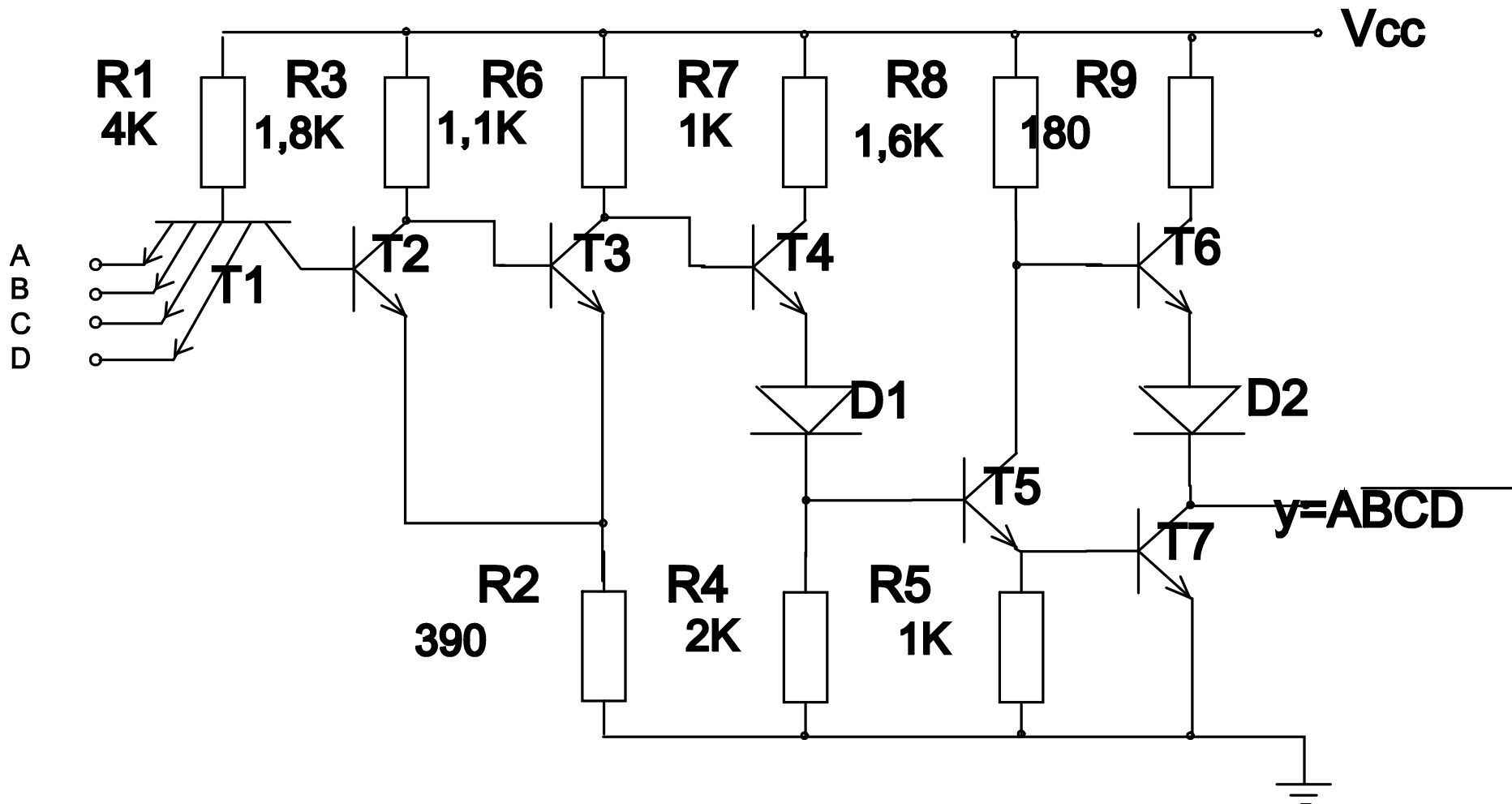
# Triggere Schmitt integrate TTL



- CDB413

- circuit integrat TTL cu funcție de trigger Schmitt
- funcția logică ȘI-NU cu patru intrări

Circuitele de intrare și ieșire identice ca la orice poartă TTL  
Triggerul format cu tranzistoarele  $T_2$  și  $T_3$

$$U_1=1,7V, U_2=0,9V, U_{HIS}=0,8V$$
$$t_{p_{HL}} = 30\text{ns}, t_{p_{LH}} = 35\text{ ns}$$




# Triggere Schmitt realizate cu porți CMOS

$$U_1 = U_T \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2} - U_L \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

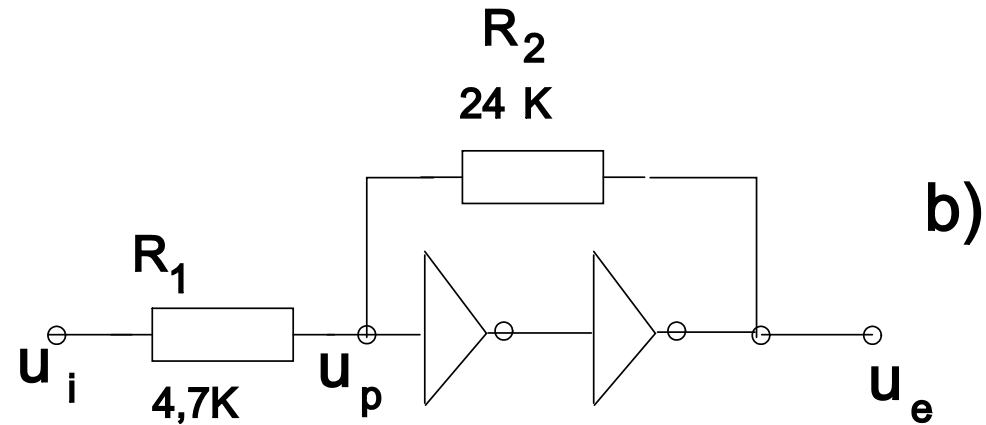
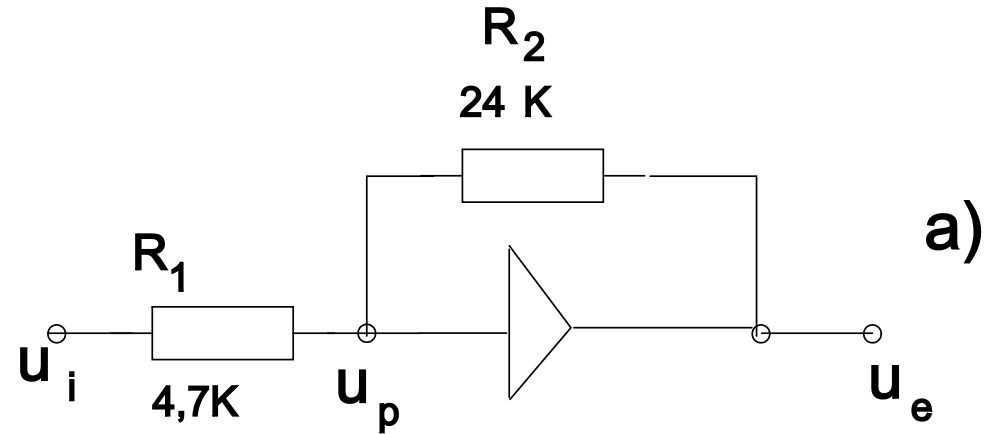
$$U_2 = U_T \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2} - U_H \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$U_L = 0V, U_H = V_{DD}, U_T = V_{DD}/2$$

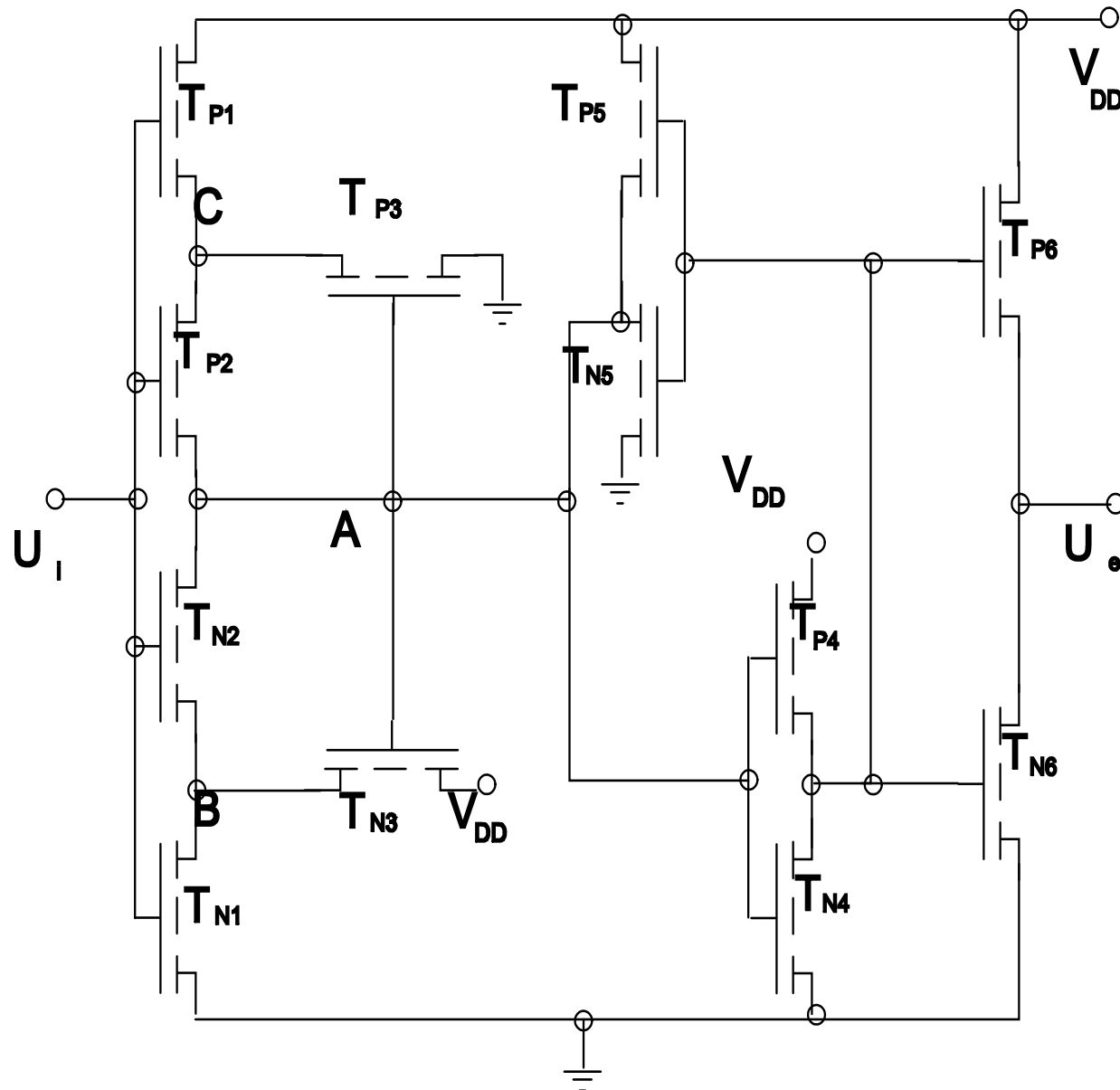
$$U_1 = \frac{R_1 + R_2}{2R_2} \cdot V_{DD}$$

$$U_2 = \frac{R_2 - R_1}{2R_2} \cdot V_{DD}$$

$$U_{HIS} = U_1 - U_2 = \frac{R_1}{R_2} \cdot V_{DD}$$



# Triggere Schmitt integrate CMOS

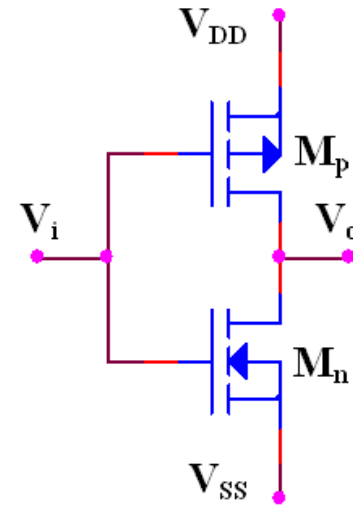
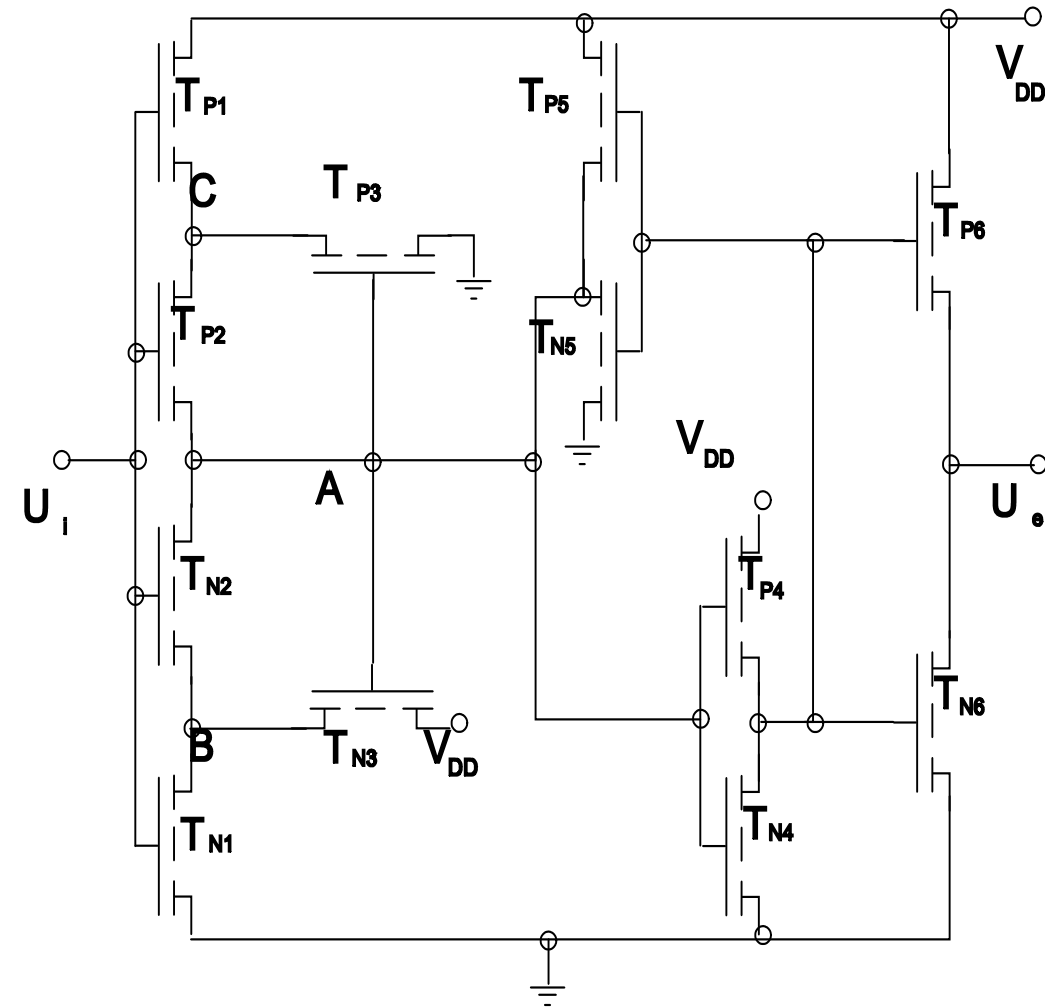


MMC 4093

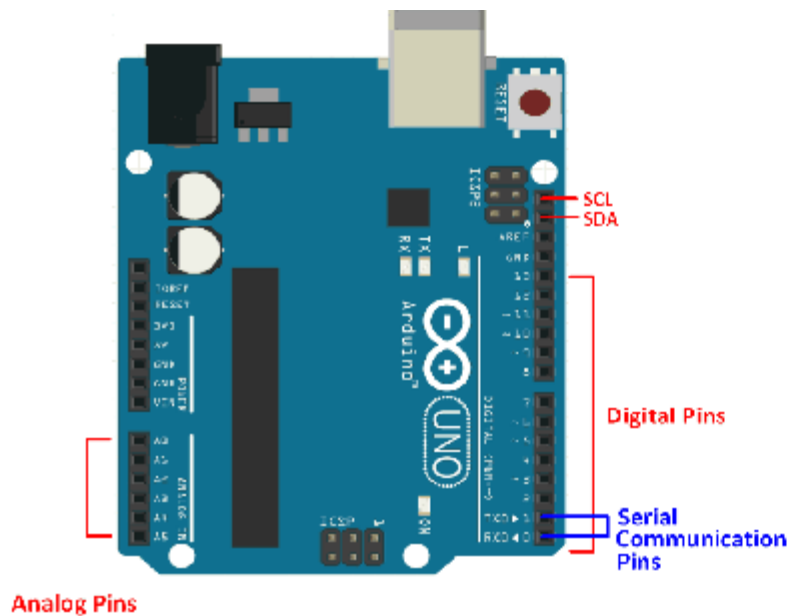
$V_{DD}=5V$ ,  $U_{HIS}=0,9V$

$V_{DD}=10V$ ,  $U_{HIS}=2,3V$

# Circuite cu Trigger Schmitt vs circuite fara Trigger Schmitt



- Avantaje
  - Tranziții rapide la ieseire, chiar dacă semnalul de la intrare variază lent
  - Margine de zgomot crescuta
- Dezavantaje
  - Mai multe componente
  - Integrare pe scara mai redusa
  - Cost mai ridicat
  - Putere consumata mai mare
  - Timp de propagare mai mare



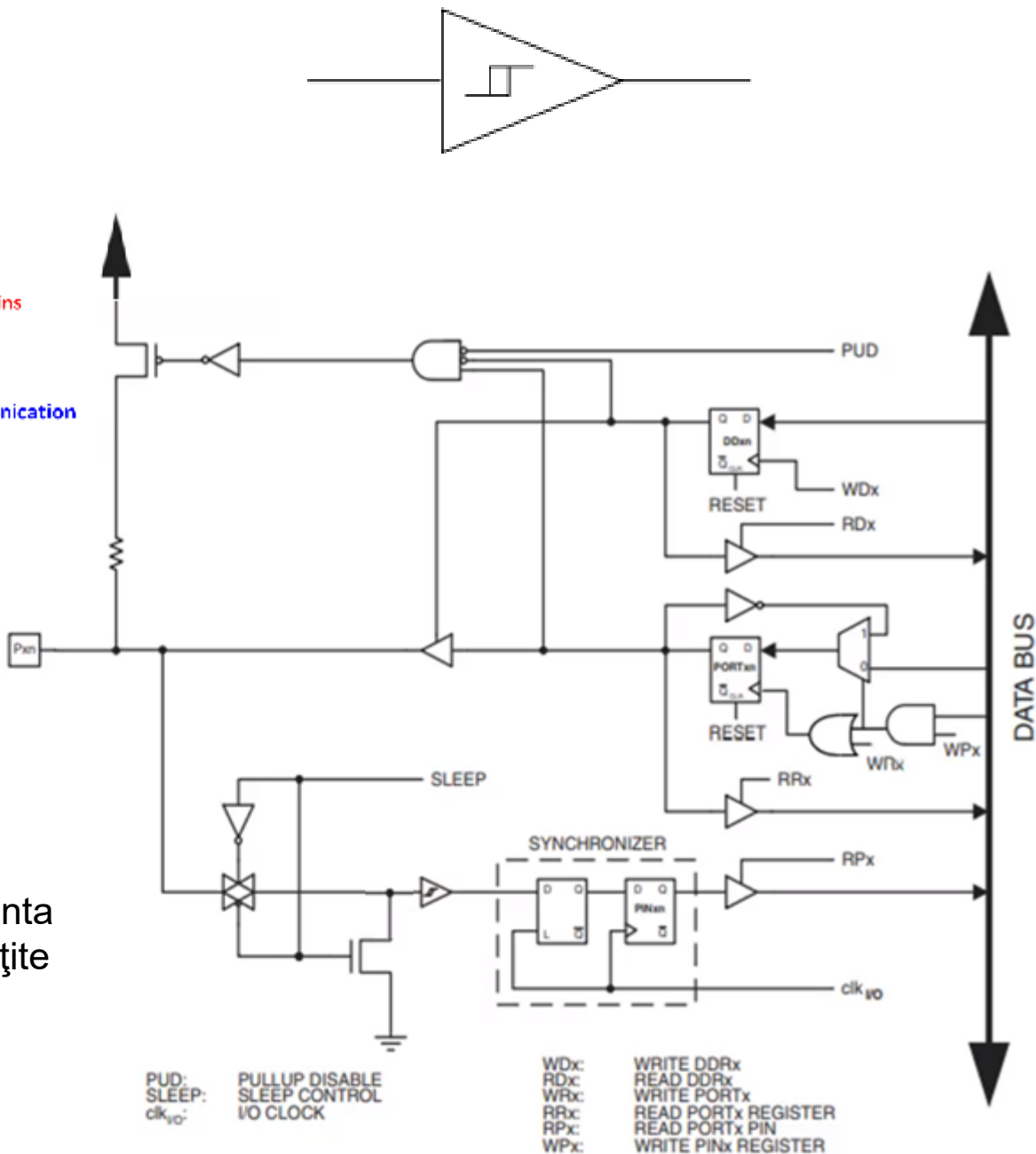
Analog Pins

Digital Pins

Serial Communication Pins

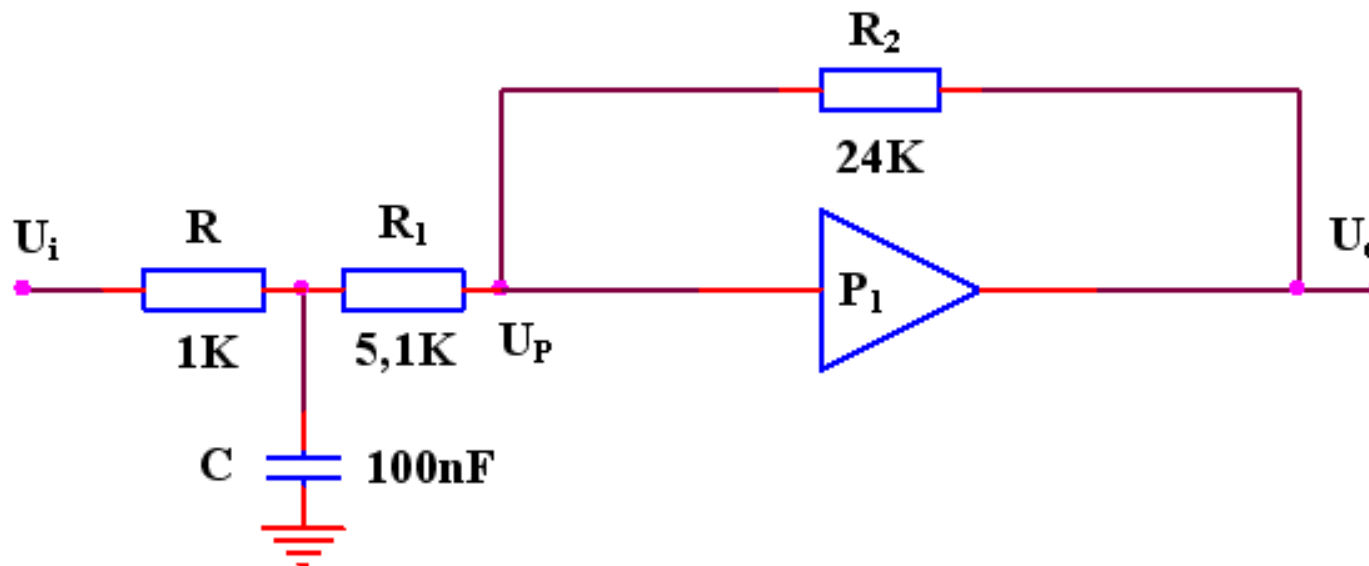
## • Utilizare

- Formarea unor impulsuri cu fronturi abrupte
- Dacă la intrare semnalele prezintă o variație lentă și/sau sunt însoțite de semnale perturbatoare



# Aplicații ale triggerelor Schmitt

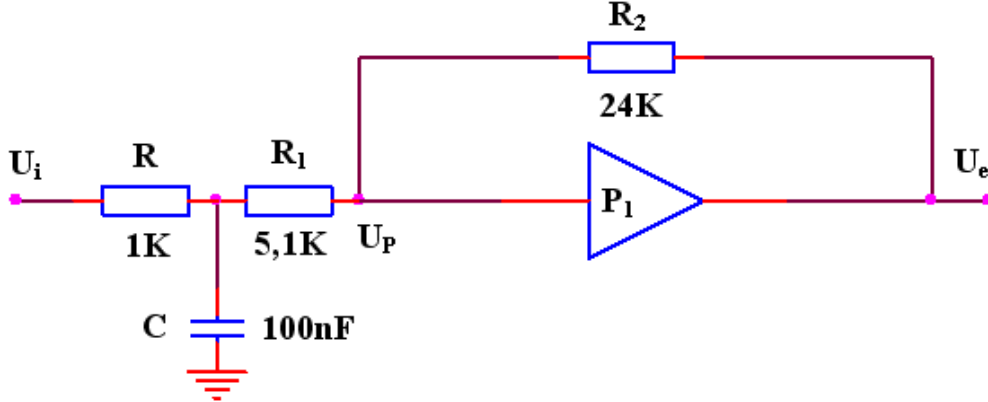
## Circuit de întârziere



Circuit de întârziere realizat cu un TS și un circuit RC trece-jos

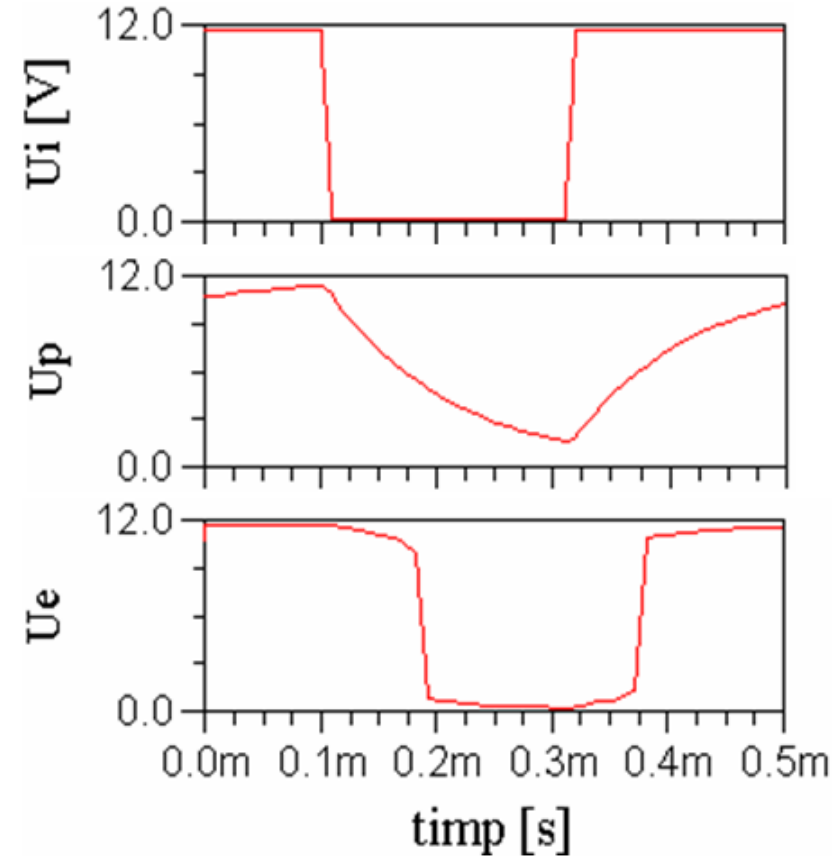
Pentru a cupla circuitele, este necesară respectarea condiției:  $(R_1 + R_2) > 10 \cdot R$

În acest fel constanta de timp a circuitului de integrare rămâne  $\tau = RC$ , iar tensiunea de histerezis a TS nu va fi influențată de rezistența  $R$



Aplicând la intrare un semnal de tip impuls, la ieșire semnalul va fi întârziat, cu  $\delta t_1$  pentru frontul anterior și respectiv  $\delta t_2$ , pentru frontul posterior

Tensiunile U<sub>1</sub> și U<sub>2</sub> fiind tensiunile de prag ale TS, relațiile celor două întârzieri sunt:



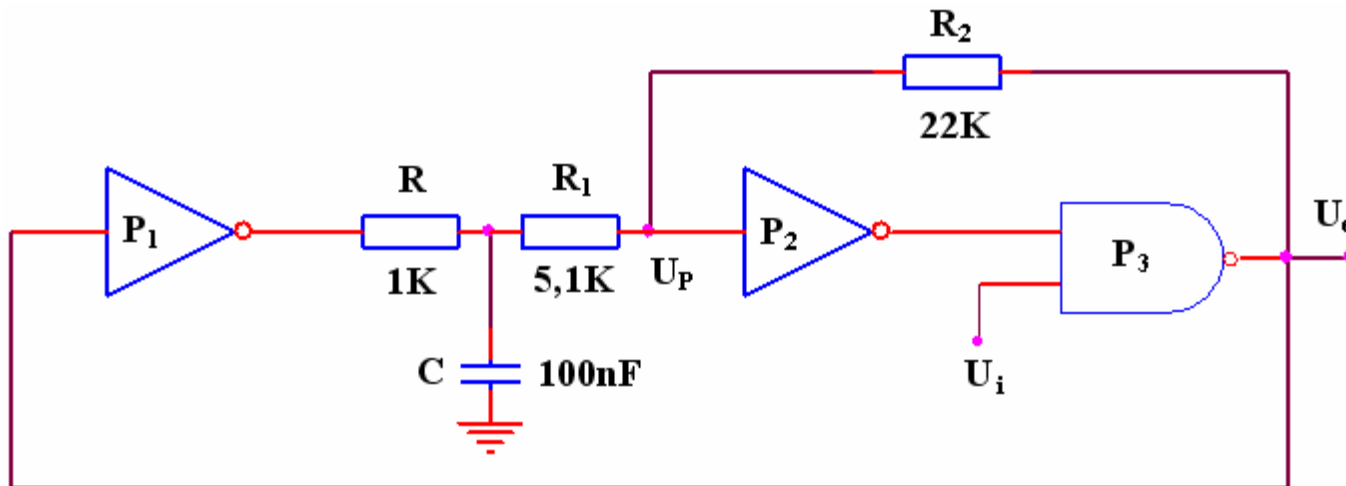
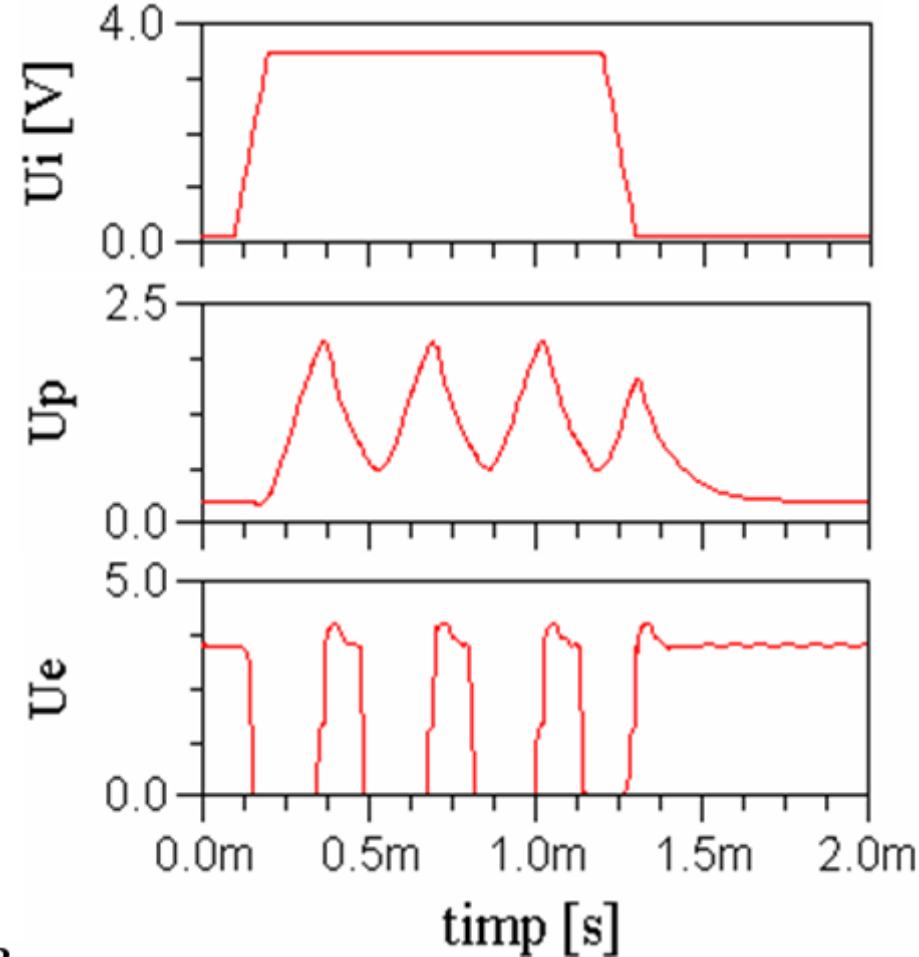
$$\delta t_1 = RC \cdot \ln \frac{V_{DD}}{V_{DD} - U_1}$$

$$\delta t_2 = RC \cdot \ln \frac{V_{DD}}{U_2}$$

$$\text{Pentru } V_T = V_{DD}/2: \quad \delta t_1 = \delta t_2 = RC \cdot \ln \frac{2 \cdot R_2}{R_2 - R_1}$$

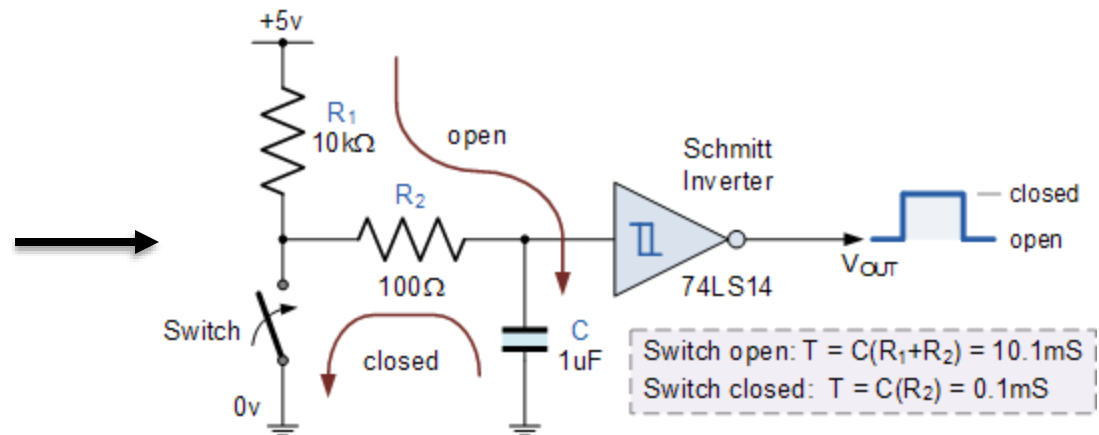
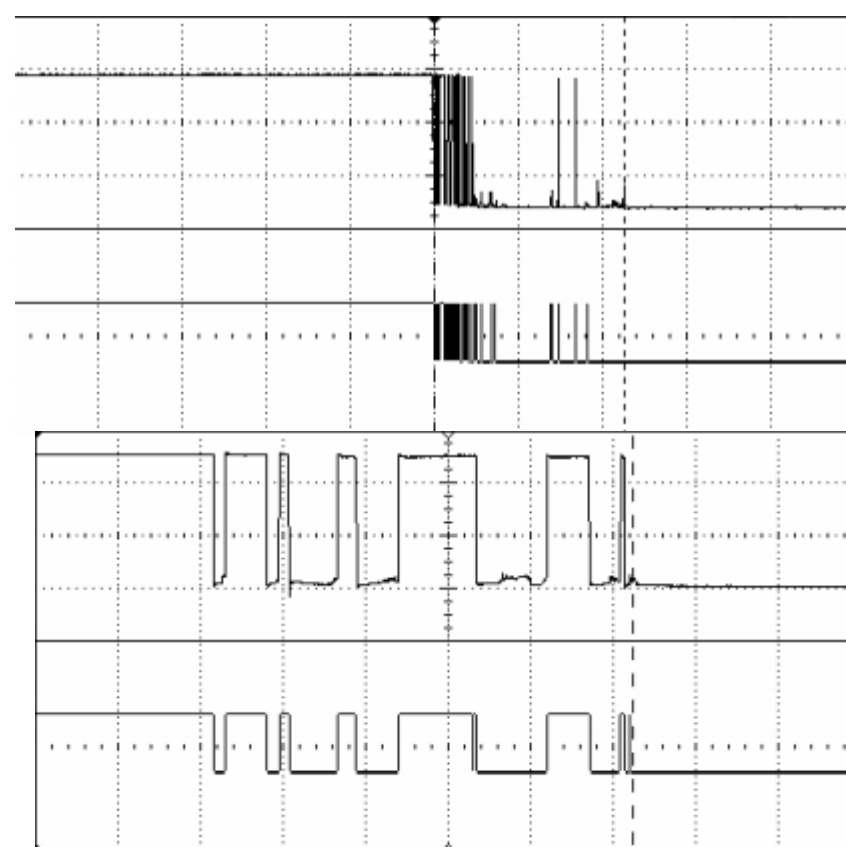
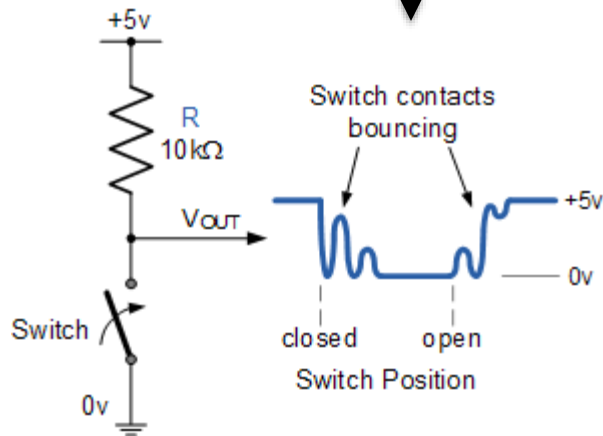
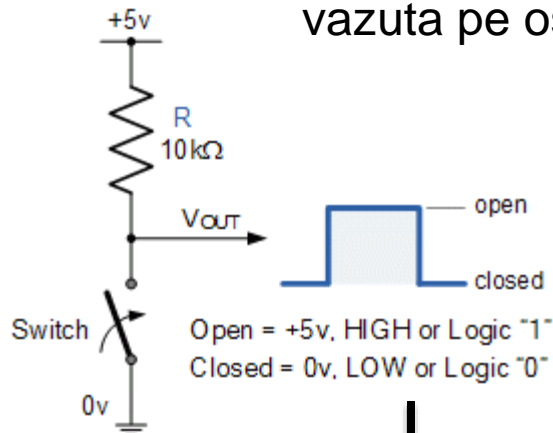
# Oscilator comandat cu TS

- Realizat cu circuit TS și circuit RC trece-jos
- Dacă la ieșirea circuitului (poarta P3) se folosește o poartă ȘI-NU, circuitul va oscila pentru un semnal de comandă corespunzător valorii '1', dacă se folosește o poartă SAU-NU, circuitul va oscila pentru un semnal de comandă corespunzător valorii '0'



# Circuit pentru filtrarea salturilor de tensiune la apasarea unei taste (comutator)

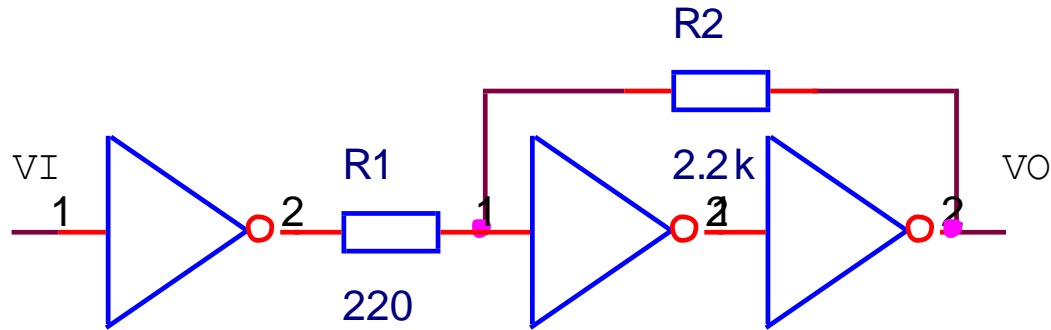
Apasarea unei taste  
vazuta pe osciloscop





# Probleme propuse

- Sa se calculeze marginea de zgomot pentru o poarta TTL standard care comanda un trigger Schmitt cu porti TTL avand  $R_1=220\Omega$  si  $R_2=2,2k\Omega$ .



$$U_1 = U_T \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} - U_{OL} \frac{R_1}{R_2} = 1.4V \quad U_2 = U_T \frac{R_1 + R_2}{R_2} - U_{OH} \frac{R_1}{R_2} = 0.7V$$

$$M_H = V_{OH \min} - U_2 = 2.4V - 0.7V = 1.7V$$

$$M_L = U_1 - V_{OL \max} = 1.4V - 0.4V = 1V$$

- Sa se proiecteze un circuit de intarziere cu trigger Schmitt cu porti CMOS care intarzie semnalul de intrare cu 0,1 ms. Portile CMOS sunt alimentate de la o tensiune de 5V.

Consideram:

$$R=1K\Omega, R_1=5,1K\Omega, R_2=24K\Omega$$

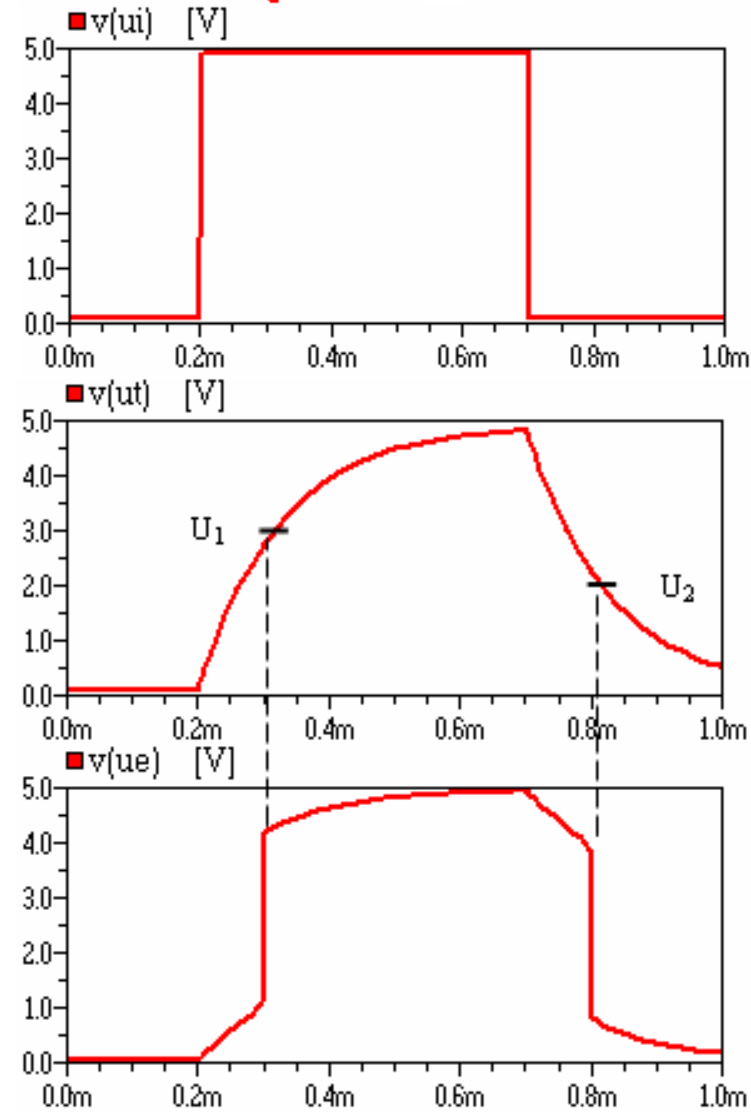
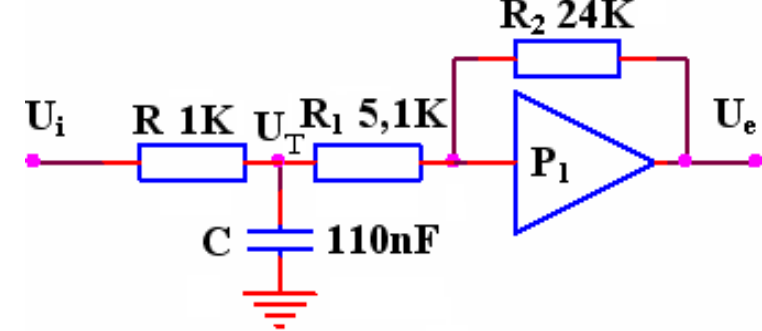
$$U_1 = \frac{R_1 + R_2}{2R_2} V_{DD} = 3V$$

$$U_2 = \frac{R_2 - R_1}{2R_2} V_{DD} = 2V$$

$$U_e(t) = U_e(\infty) + [U_e(0) - U_e(\infty)] e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$C = \frac{t}{R \ln \frac{U_e(\infty) - U_e(0)}{U_e(\infty) - U_e(t)}}$$

$$C = \frac{t}{R \ln \frac{V_{DD}}{V_{DD} - U_1}} = \frac{t}{R \ln \frac{V_{DD}}{U_2}} = 110nF$$



- Sa se calculeze marginea de zgomot pentru o poarta TTL standard care comanda un circuit CDB413.
- Sa se proiecteze un circuit de intarziere cu trigger Schmitt cu porti TTL care intarzie frontul pozitiv al semnalului de intrare cu 0,1 ms. Ce valoare va avea intarzierea frontului negativ?
- Sa se proiecteze un oscilator cu trigger Schmitt cu porti CMOS. Oscilatorul este comandat de un semnal activ 0. Perioada de oscilatie este de 2ms. Portile CMOS sunt alimentate de la o tensiune de 5V.