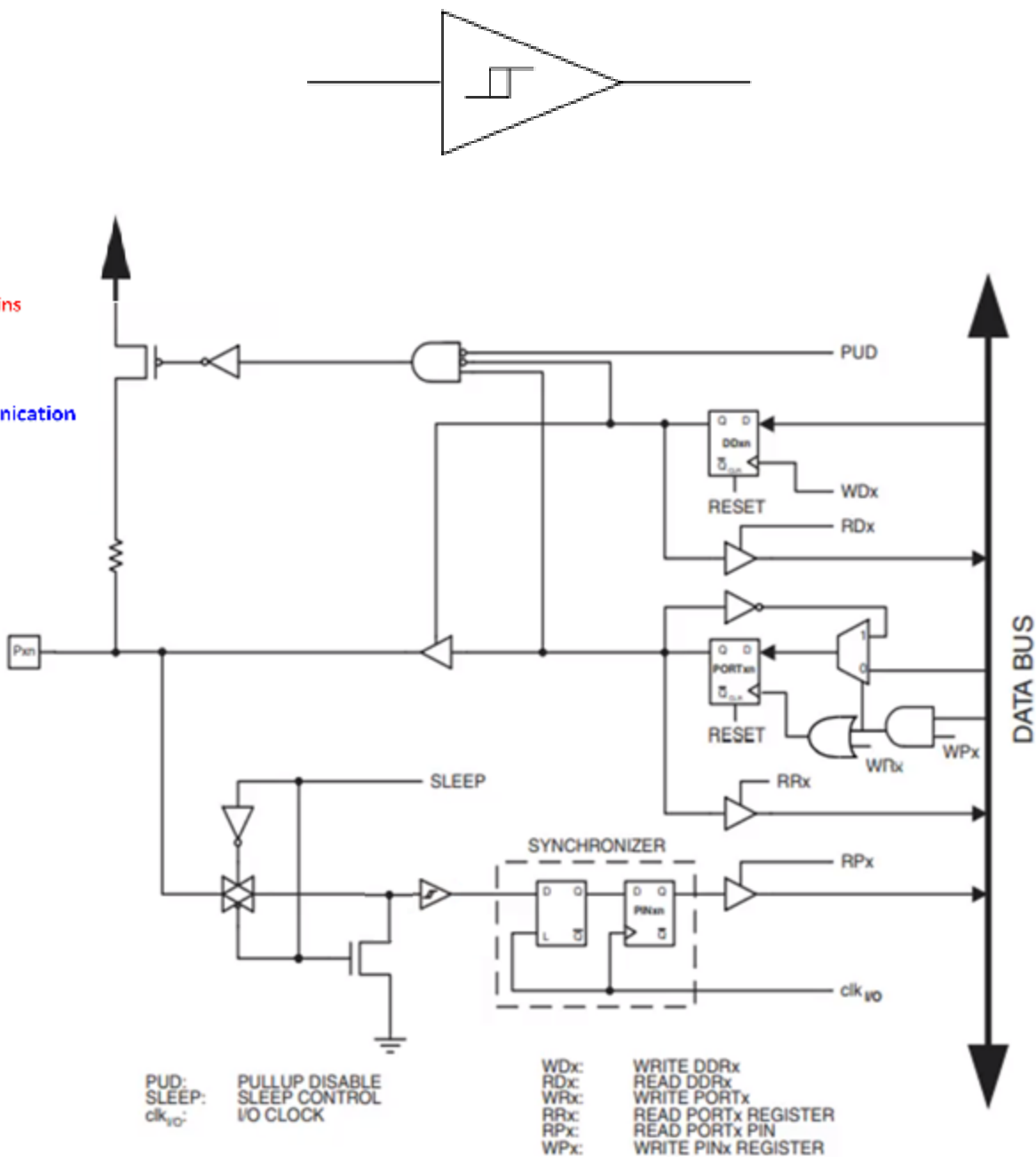
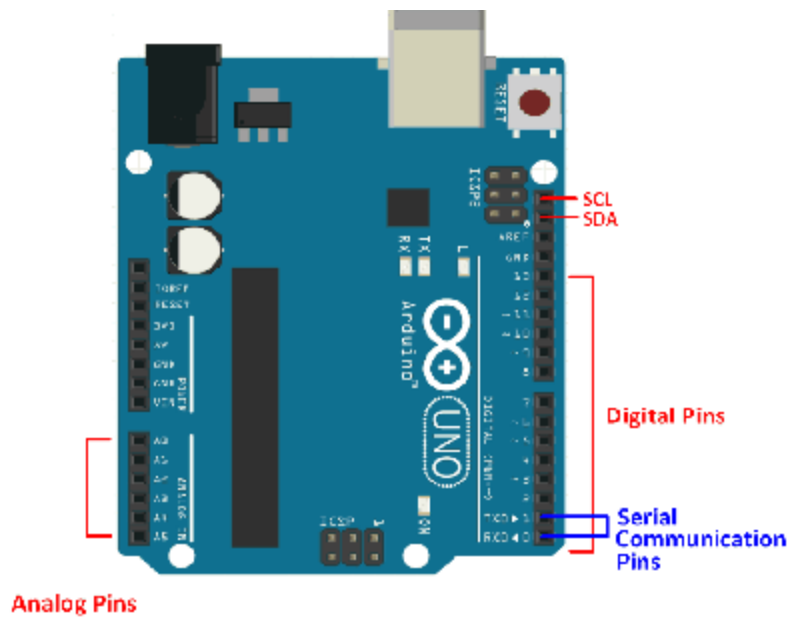


Circuite cu reactie pozitiva

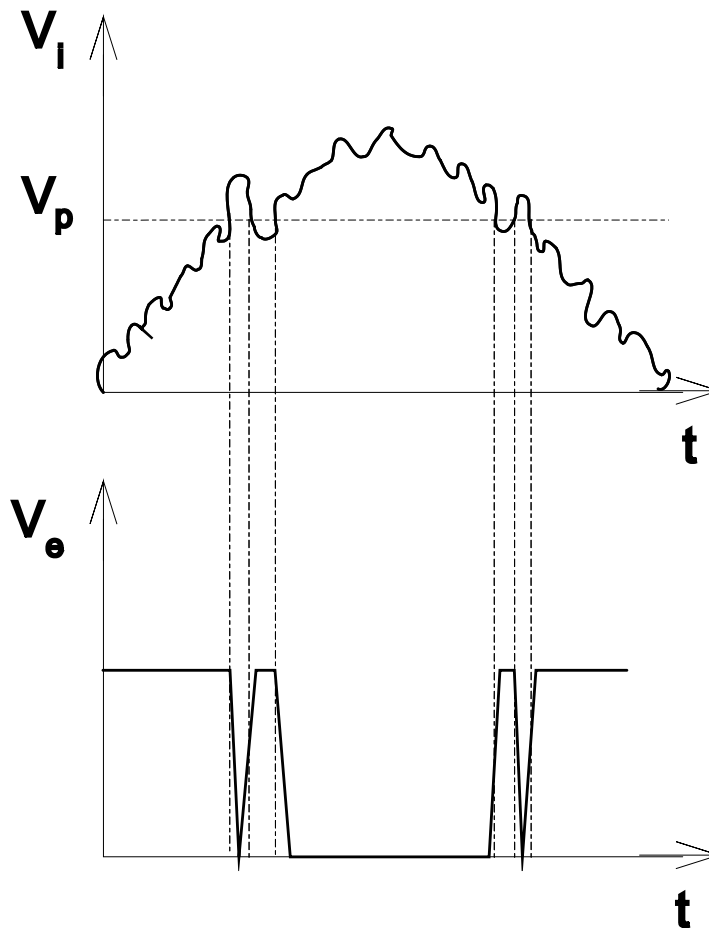
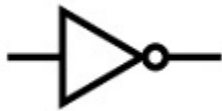
Circuite Trigger Schmitt

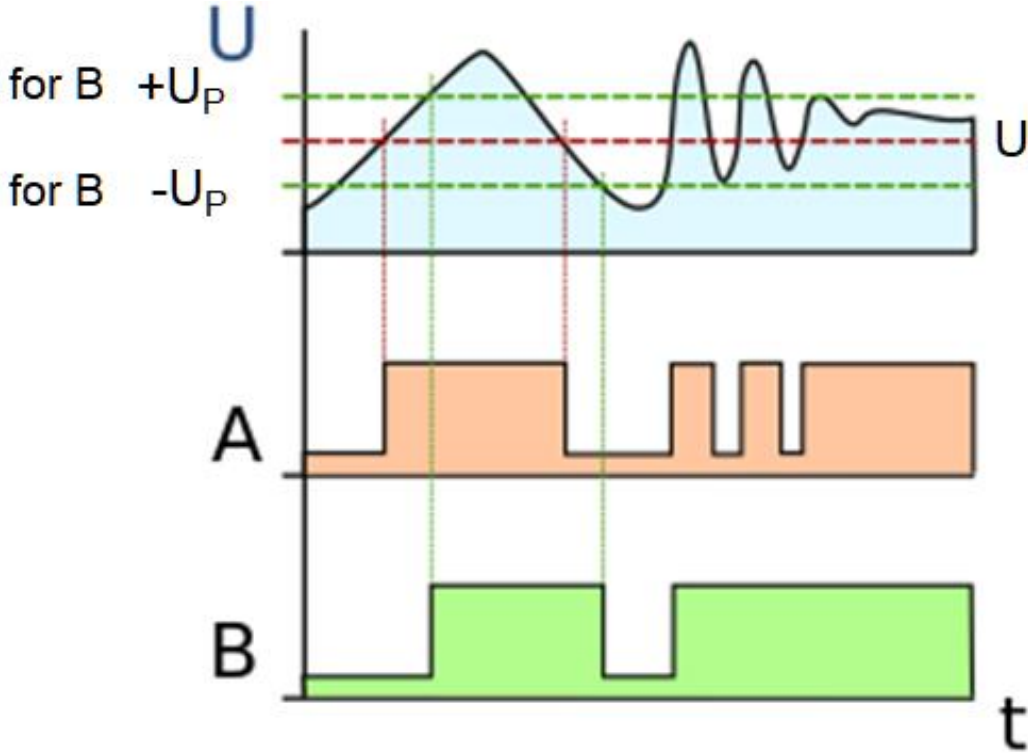


Triggere Schmitt (formatoare de impulsuri)

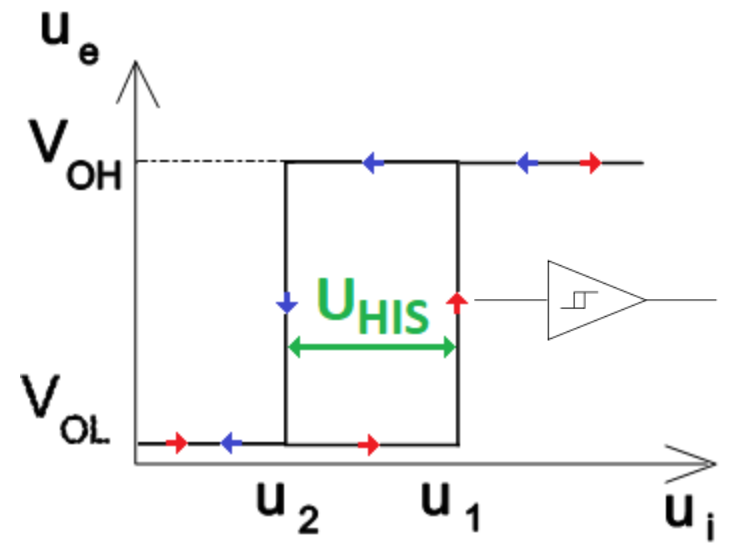
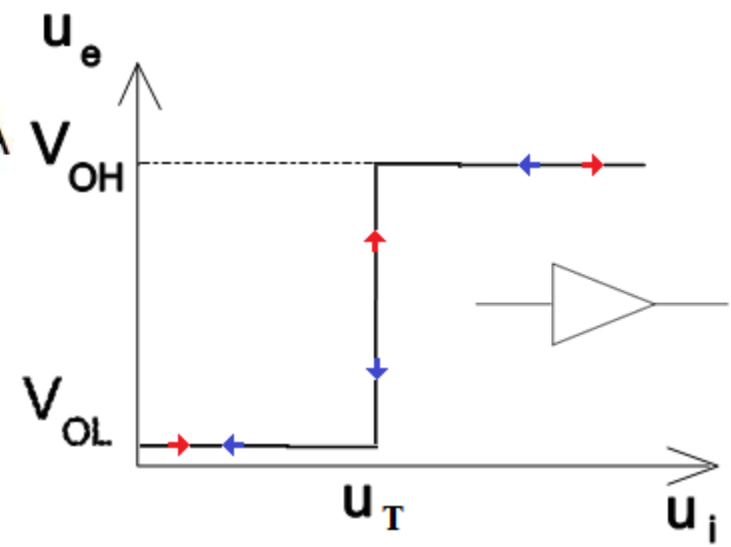
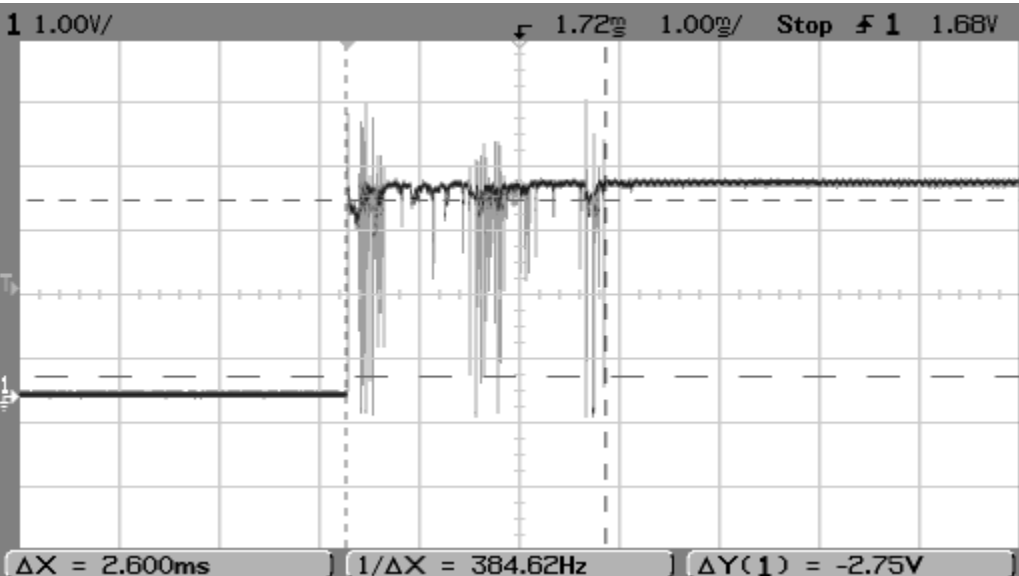
Folosite pentru adaptarea nivelelor logice și formarea unor impulsuri cu fronturi abrupte

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





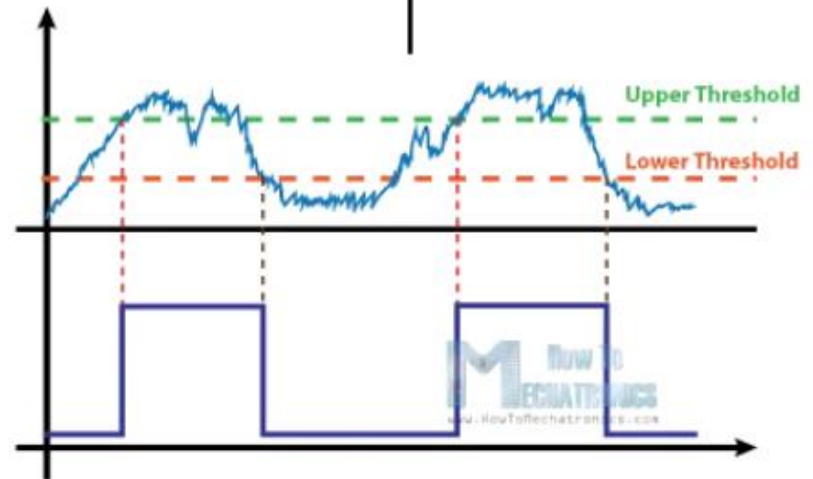
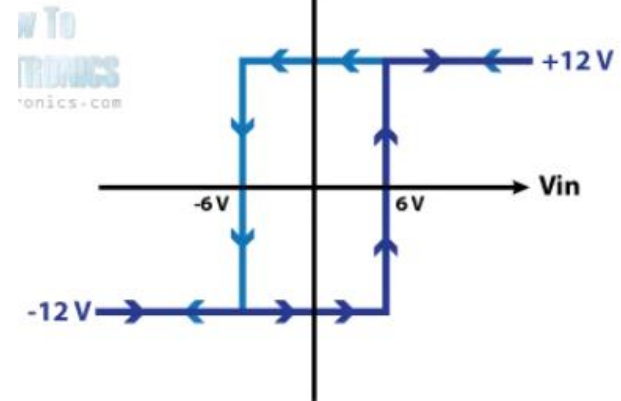
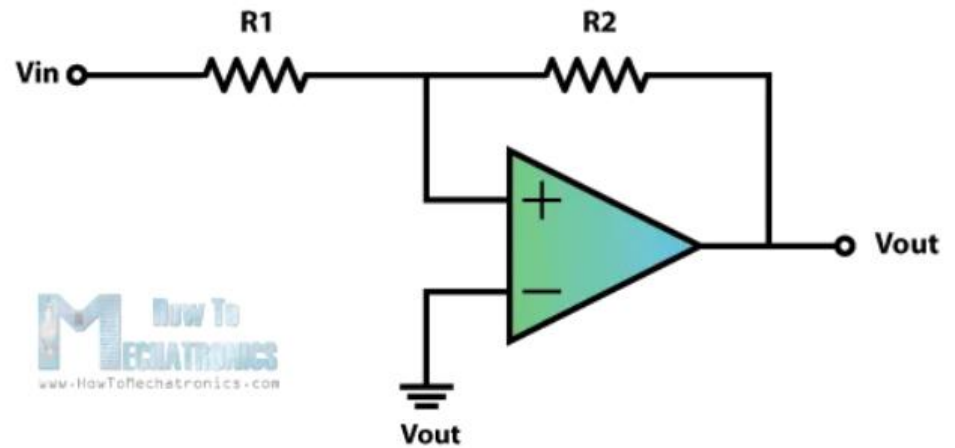
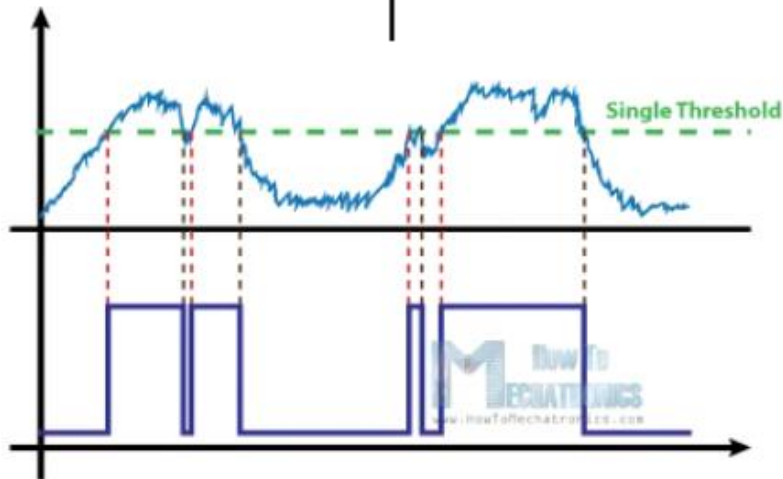
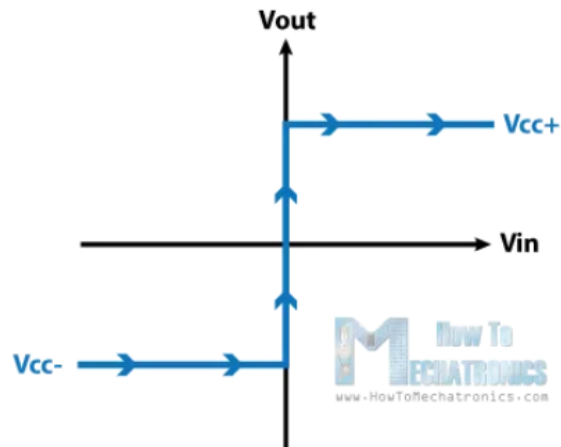
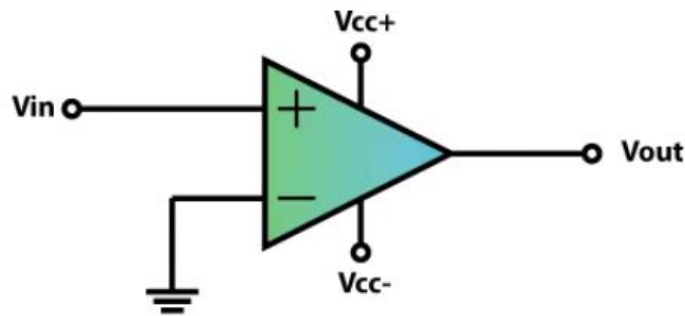
www.electronics-tutorials.ws



← Switch contact bounce
seen on an oscilloscope

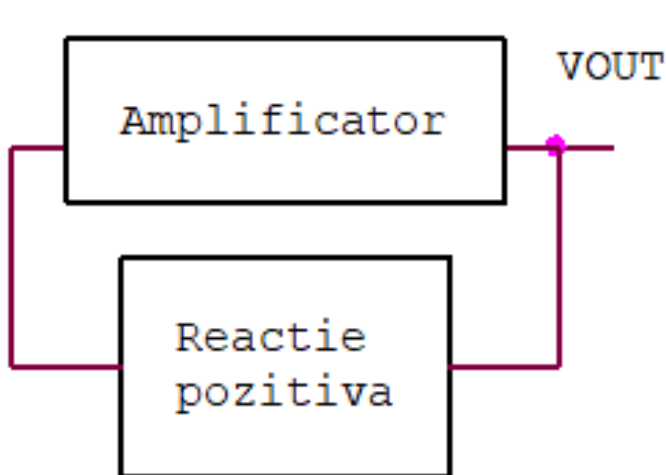
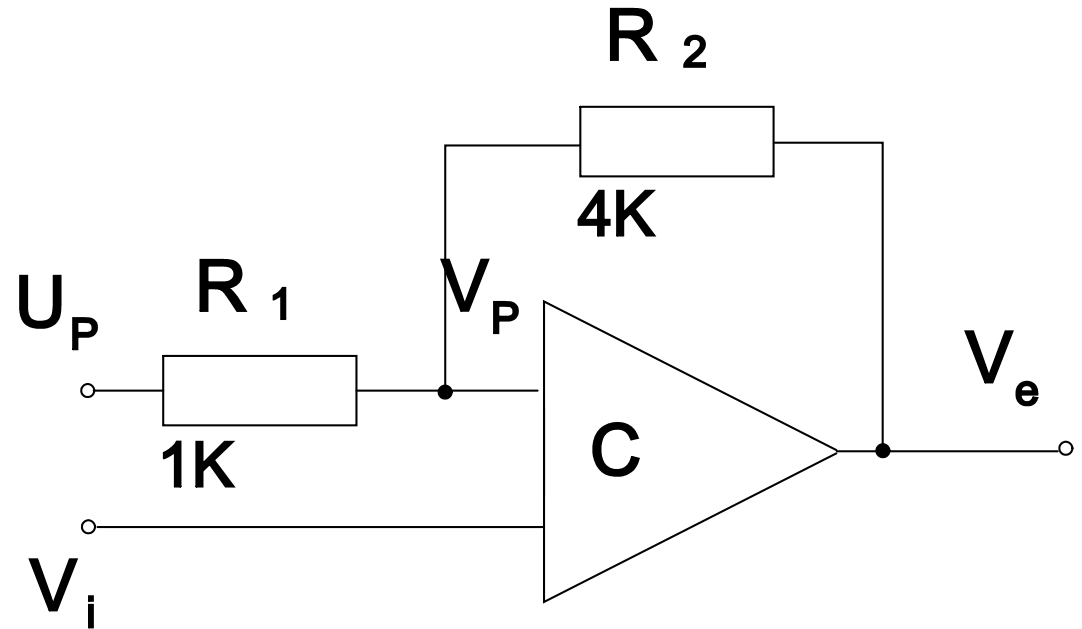
<https://en.wikipedia.org/wiki/Switch>

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

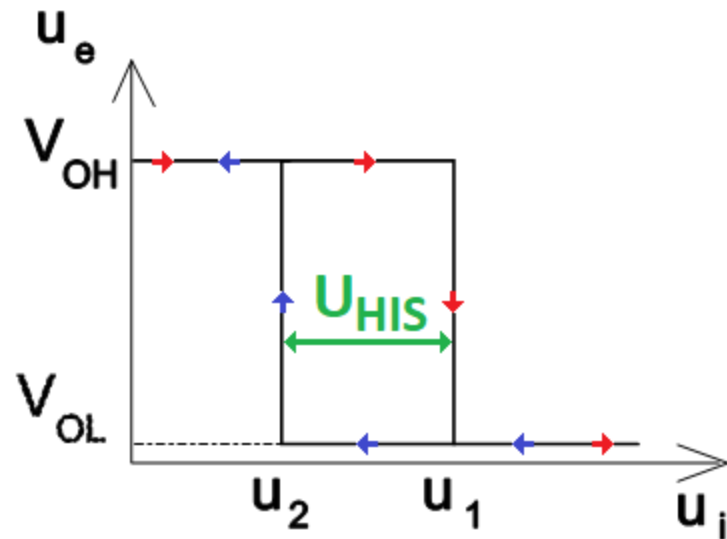
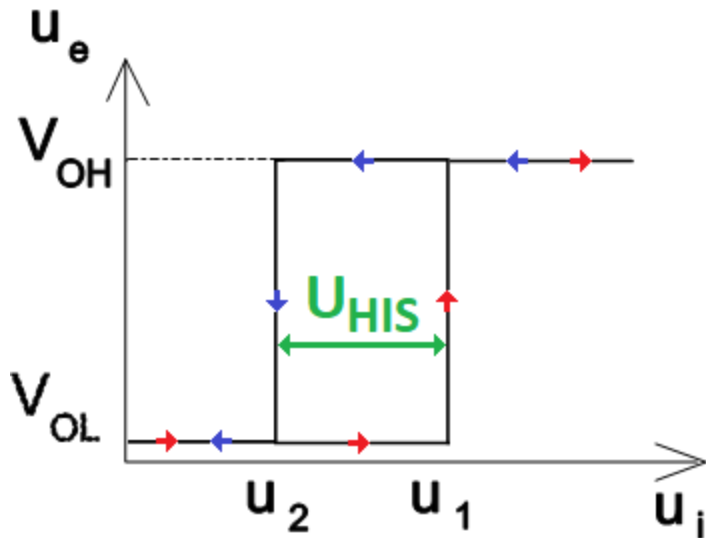


Circuit cu reactie pozitiva

Caracteristica de transfer: două stări, caracteristică de histerezis

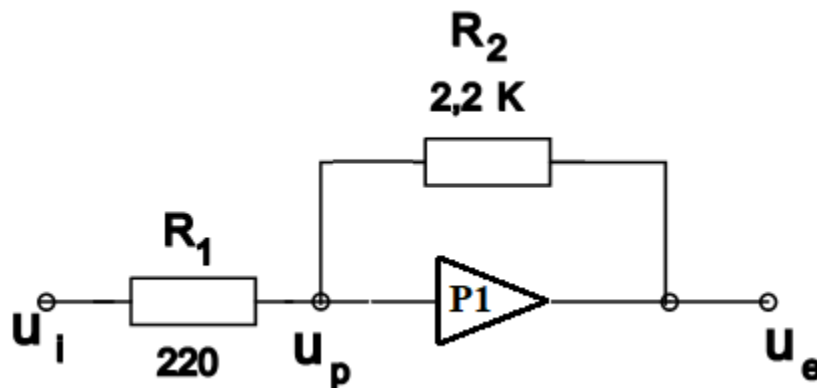
Două consecințe pozitive:

- 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

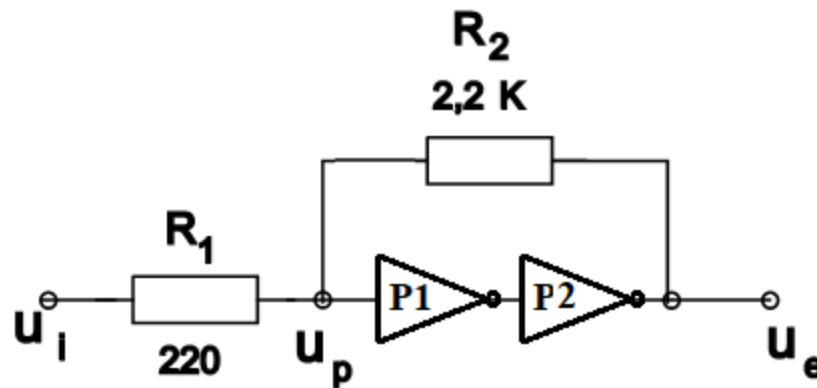


Triggere Schmitt realizate cu porți TTL

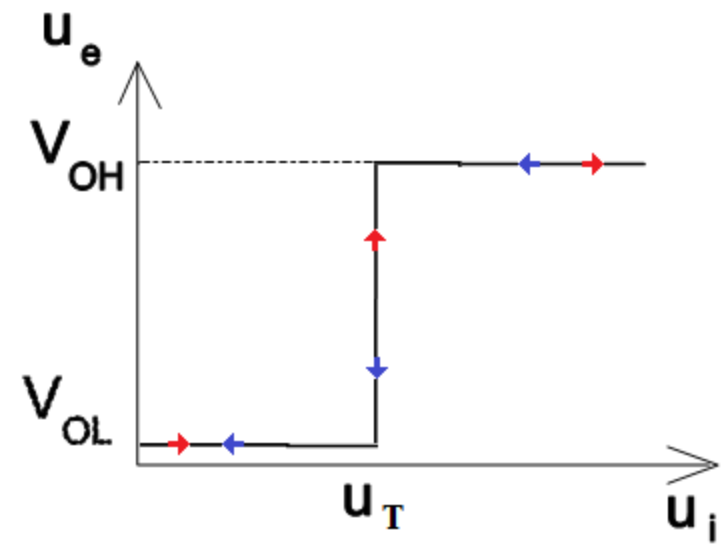
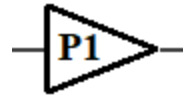
Trigger Schmitt realizat cu poarta neinversoare



Trigger Schmitt realizat cu porți inversoare



Poarta neinversoare: simbol si caracteristica statica de transfer

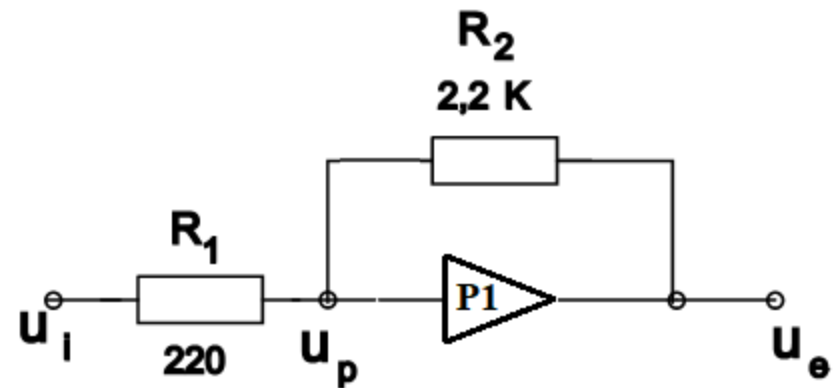


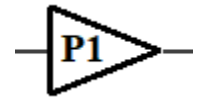
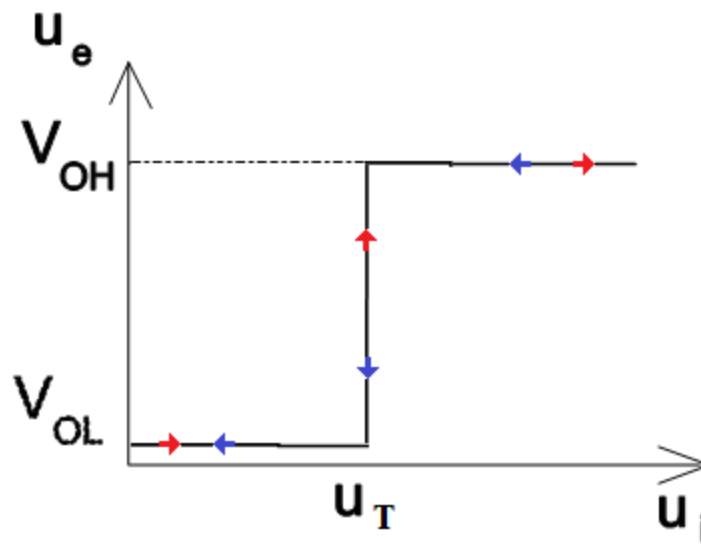
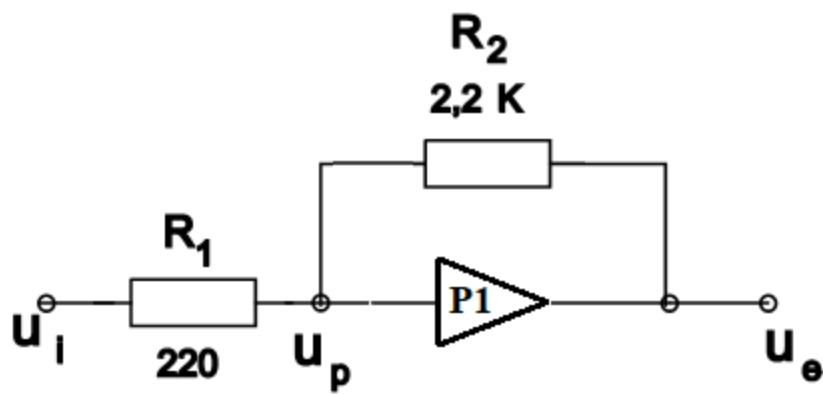
Trigger Schmitt realizat cu poarta neinversoare

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

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





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

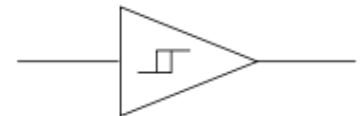
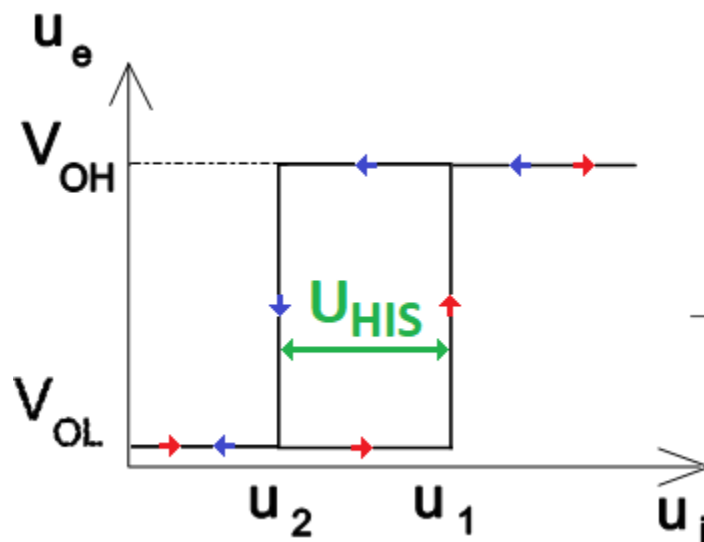
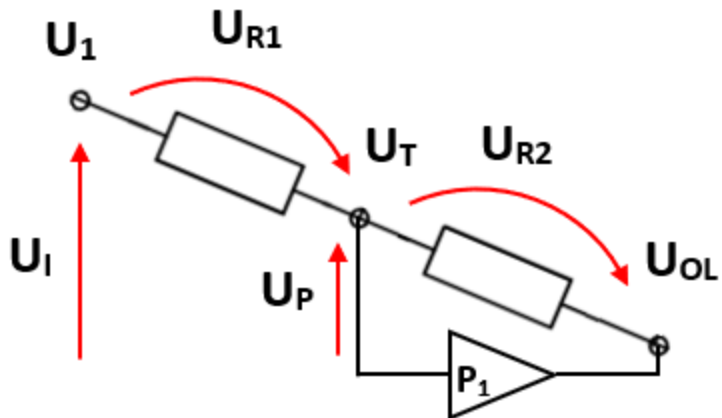
Dacă U_i crește $\rightarrow U_p$ crește

U_p atinge nivelul de prag de comutare a porții

TTL, U_T

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

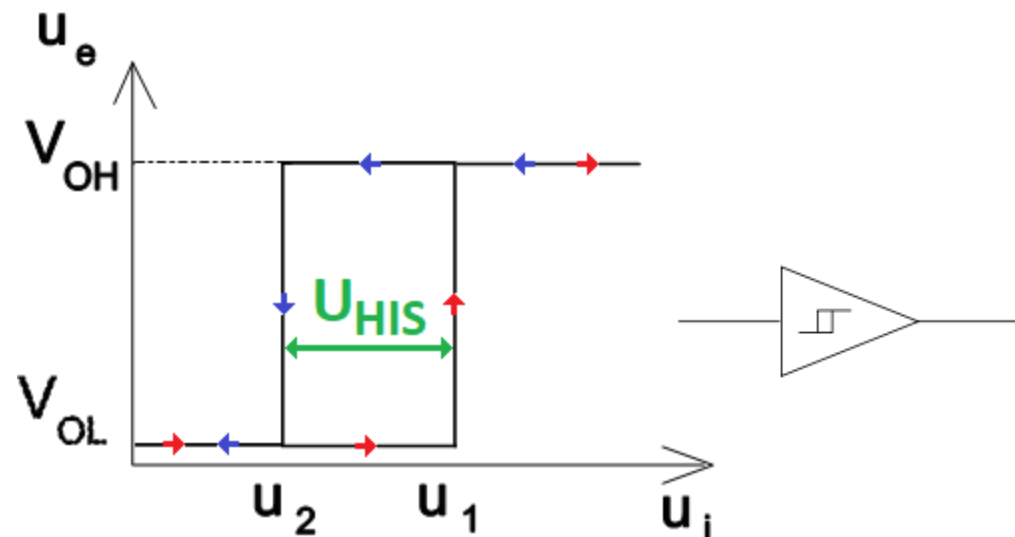
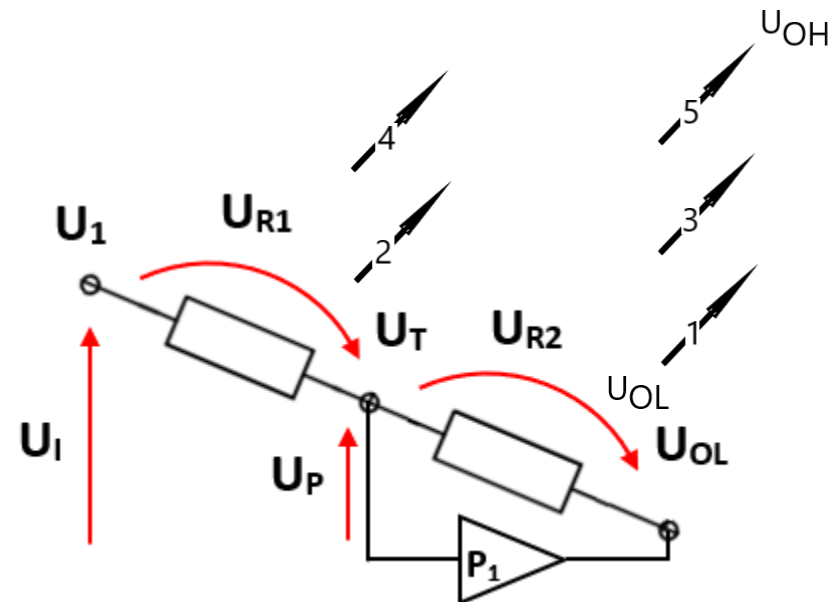
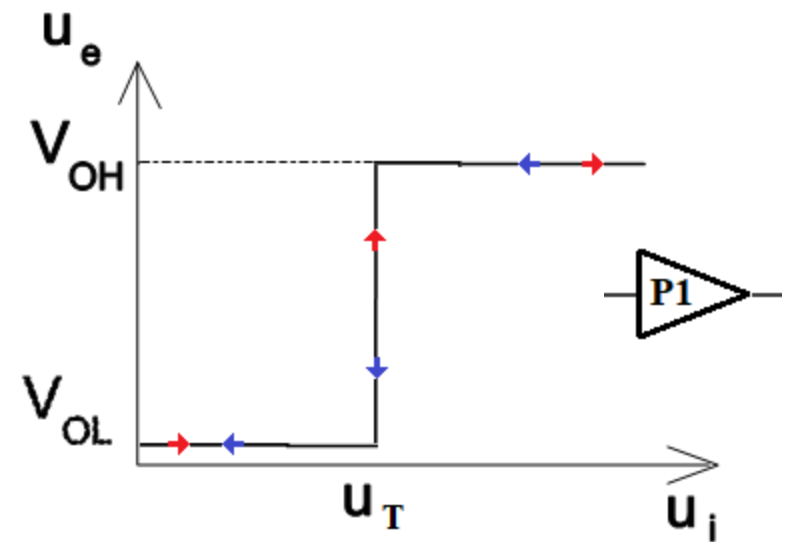
$$U_T = U_1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2}(U_1 - U_{OL})$$



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.

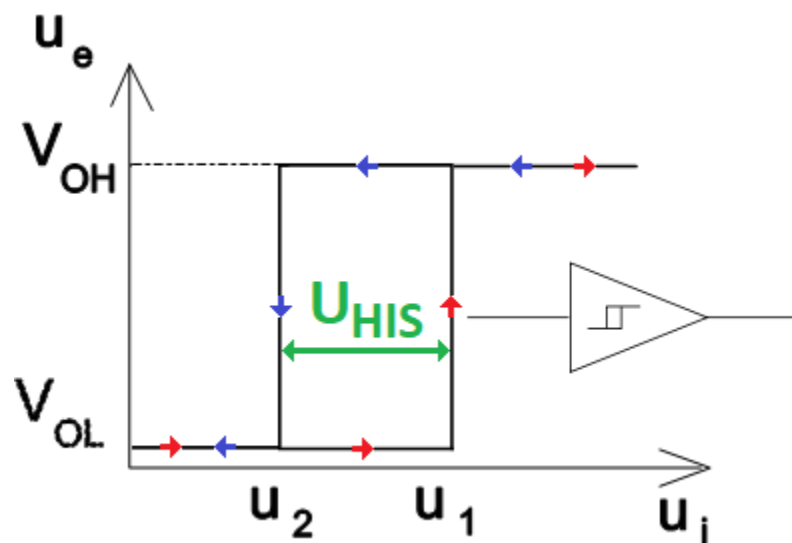
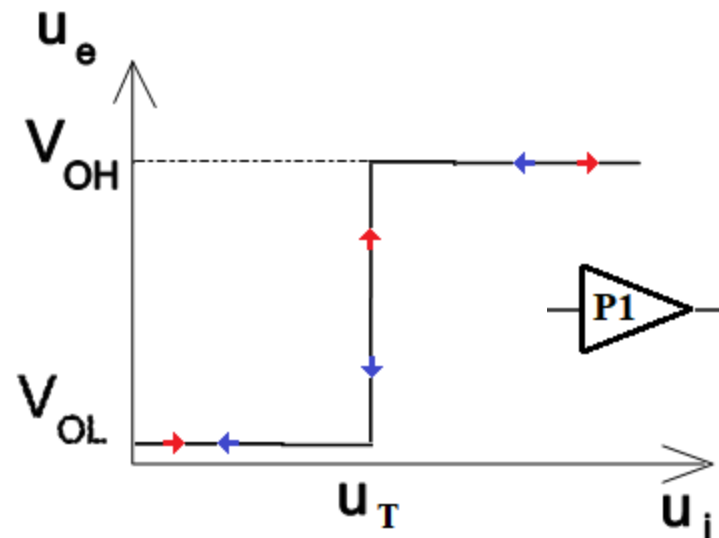
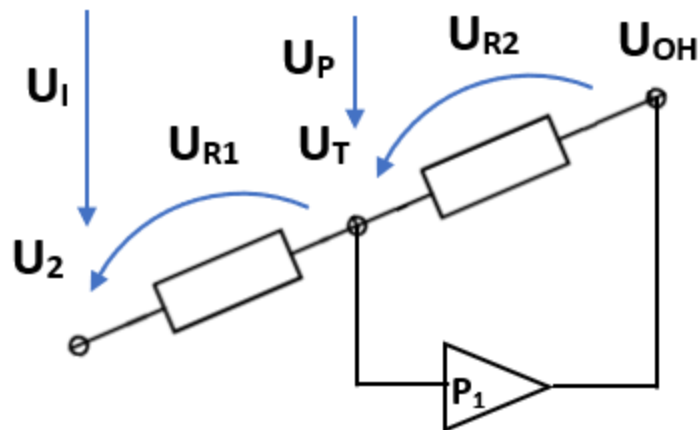


La scăderea tensiunii de intrare, fenomenul este asemănător: la atingerea în punctul P a tensiunii de prag de comutare a porții TTL, tensiunea de ieșire începe să scadă și datorită reacției pozitive prin rezistența R_2 , ea trece rapid pe nivelul inferior, U_{OL} . Tensiunea de intrare care determină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

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

Diagram illustrating the voltage divider and feedback components in the circuit:

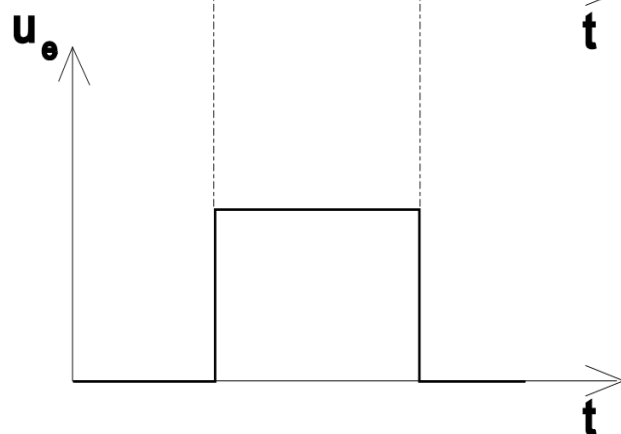
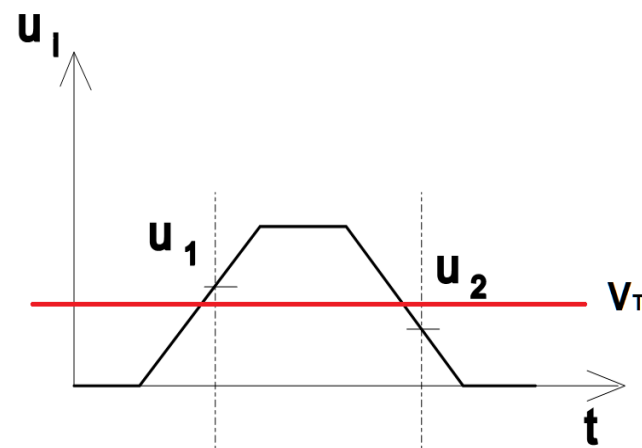
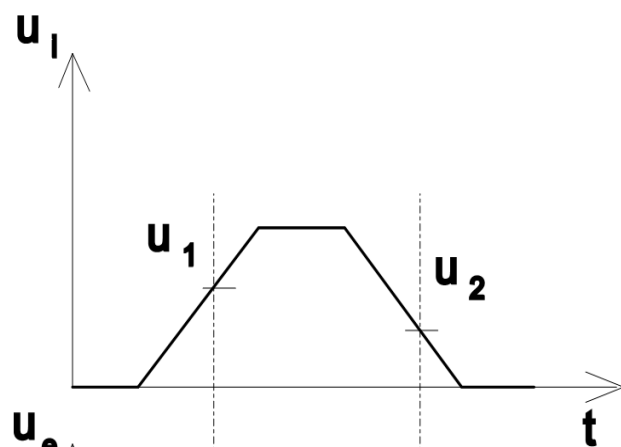
- 1: U_{OH}
- 2: U_T
- 3: U_{OL}
- 4: U_2
- 5: U_{OL}

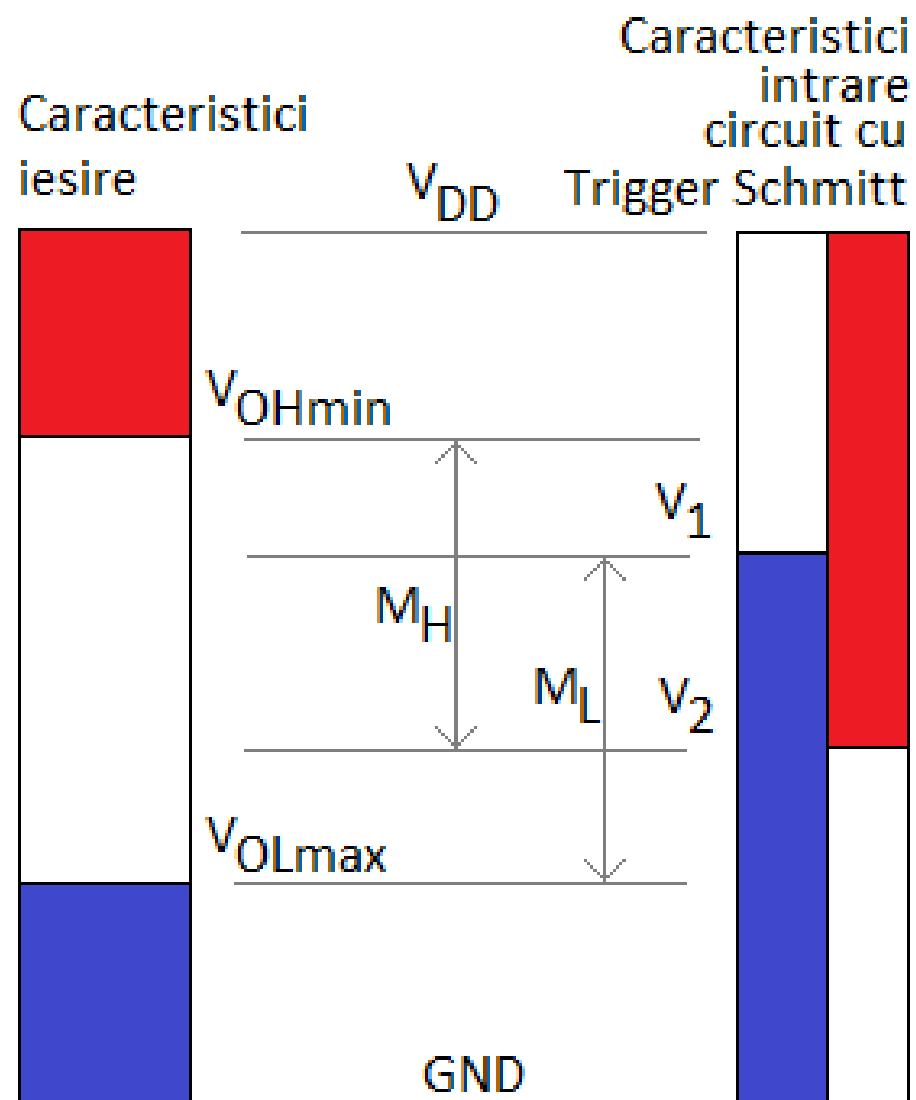
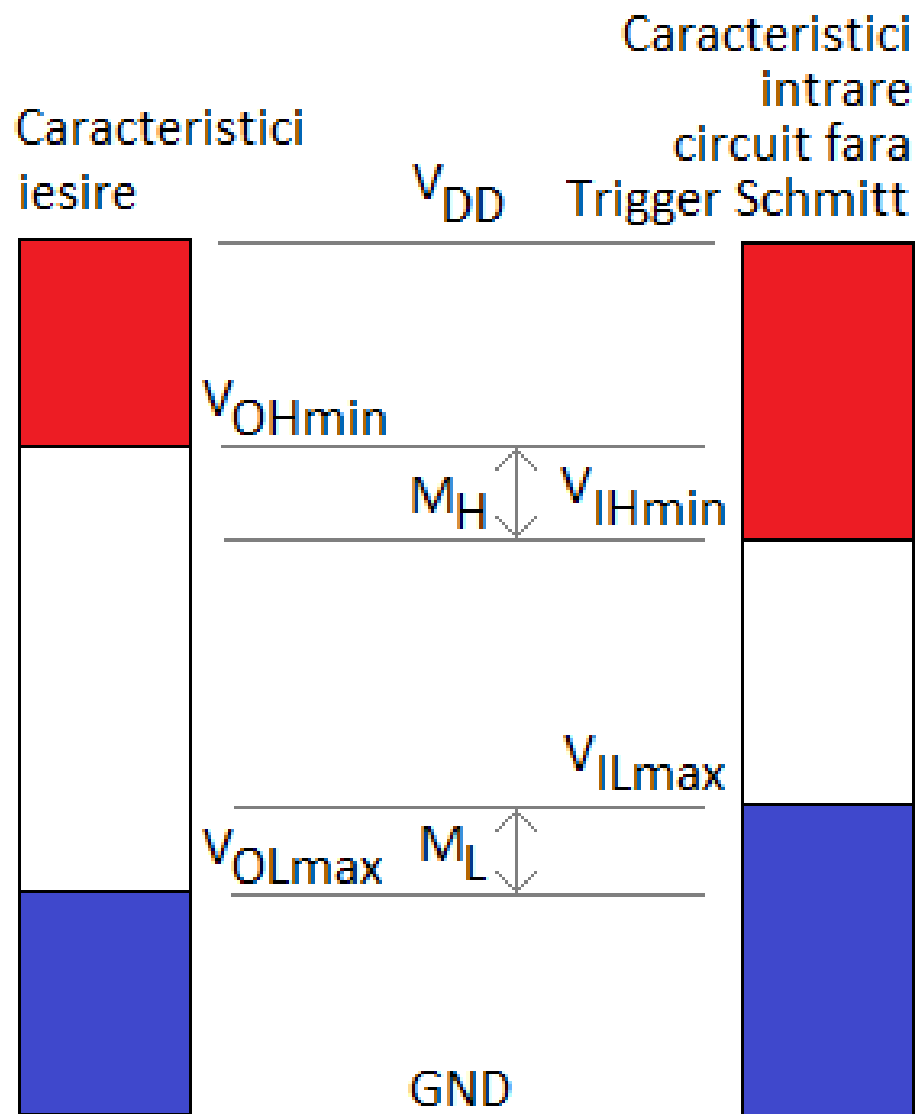


Rezultă valoarea tensiunii de histerezis:

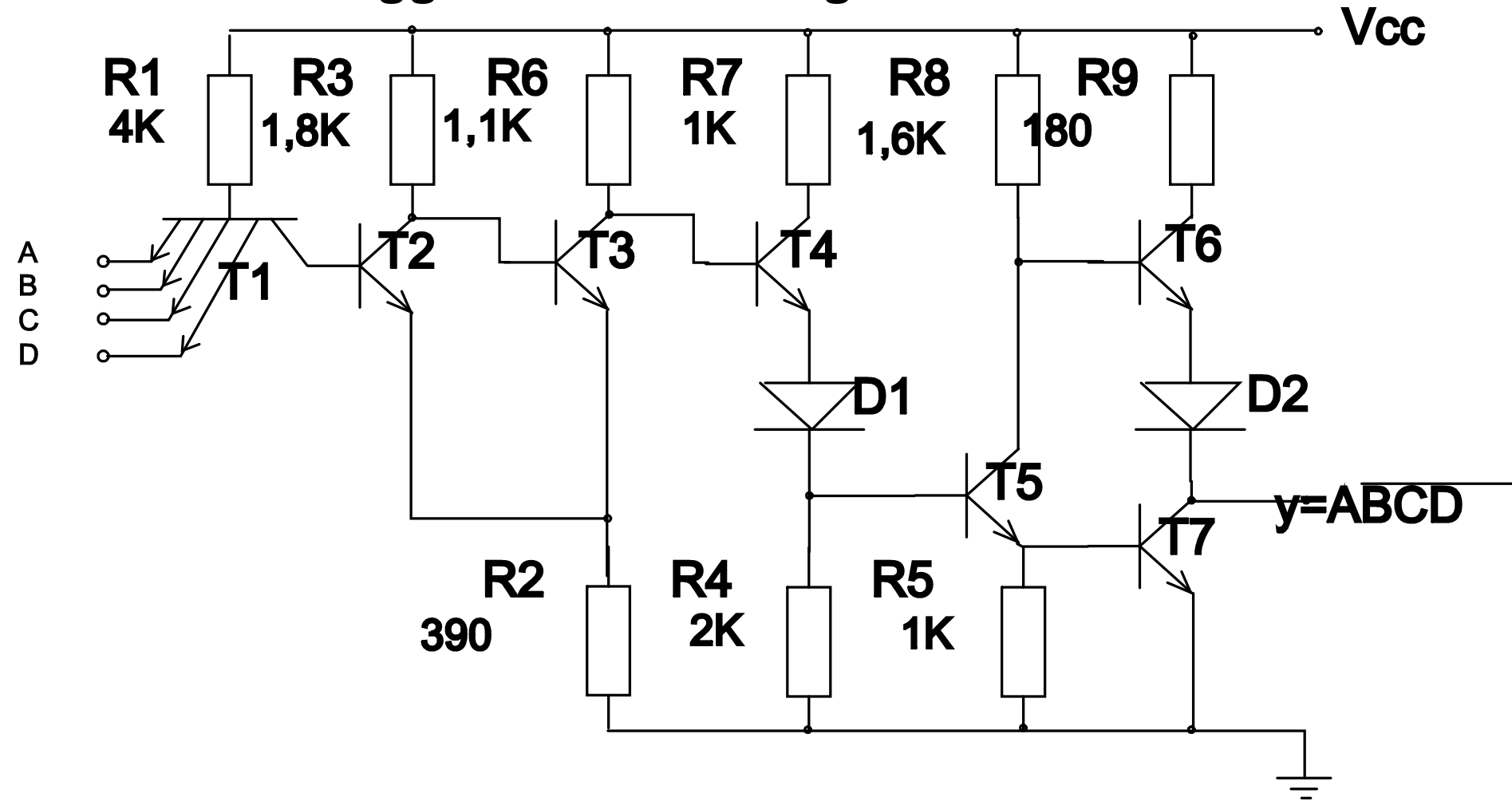
$$U_{HIS} = U_1 - U_2 = \frac{R_1}{R_2}(U_{OH} - U_{OL})$$

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





Triggere Schmitt integrate TTL



- CDB413

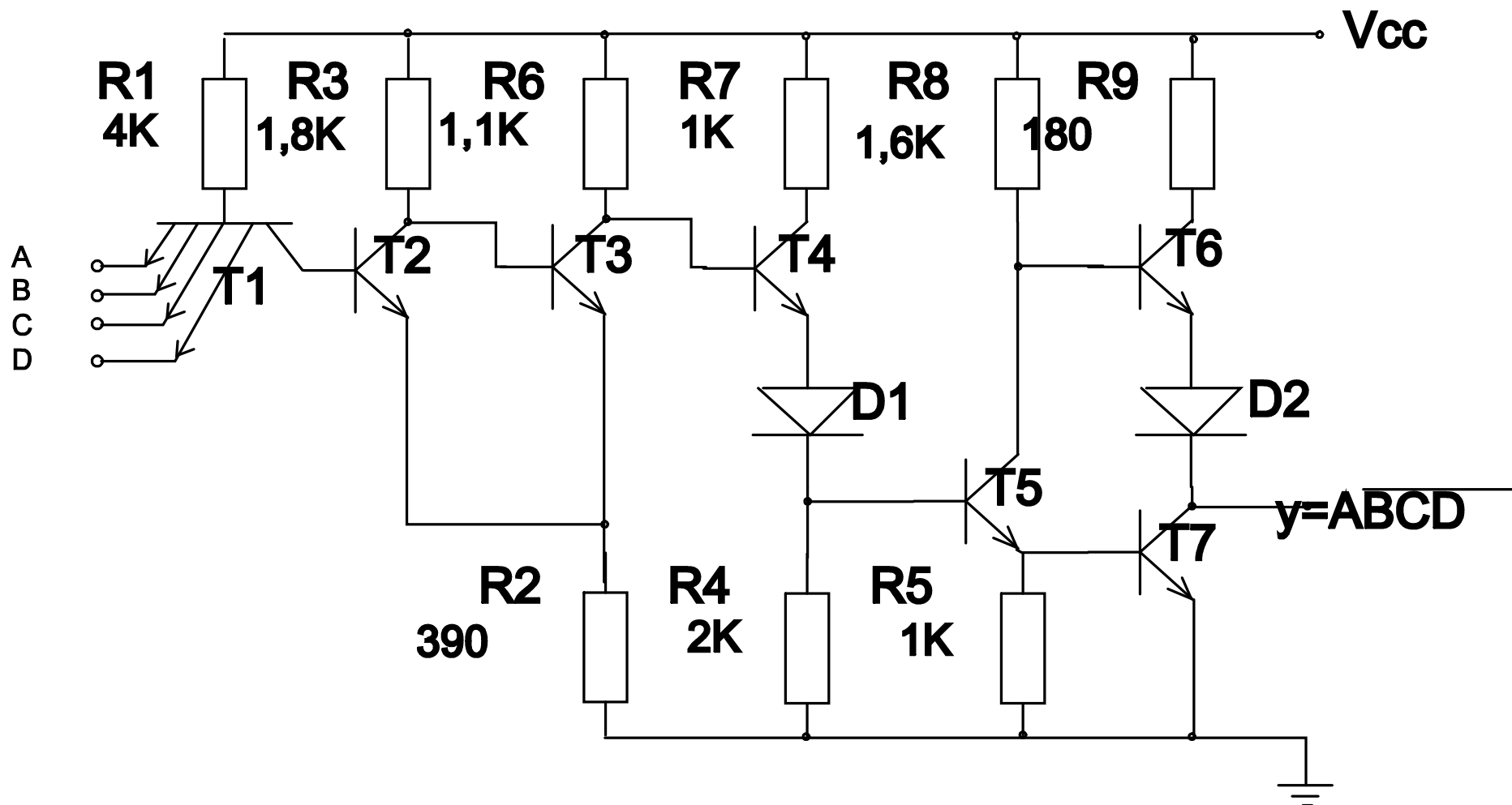
- circuit integrat TTL cu funcție de trigger Schmitt
- funcția logică ȘI-NU cu patru intrări

Circuitele de intrare și ieșire identice ca la orice poartă TTL

Triggerul format cu tranzistoarele T_2 și T_3

$U_1=1,7V$, $U_2=0,9V$, $U_{HIS}=0,8V$

$tp_{HL} = 30ns$, $tp_{LH} = 35 ns$



Triggere Schmitt realizate cu porți CMOS

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

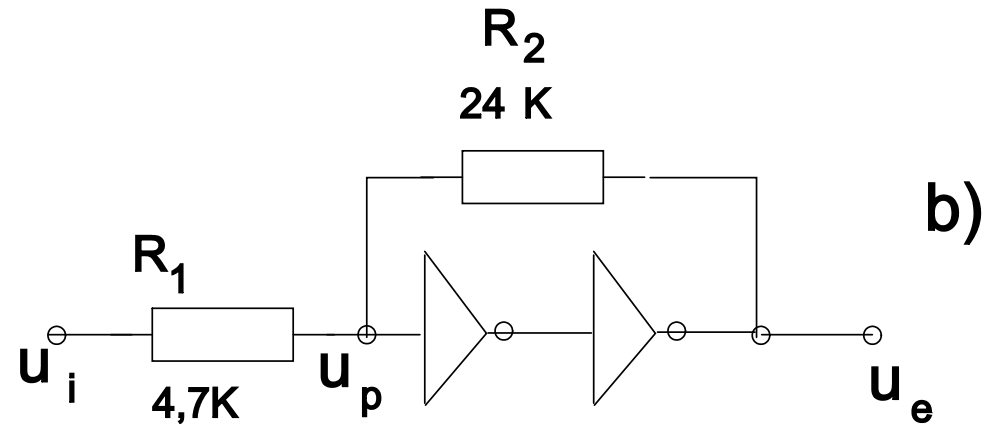
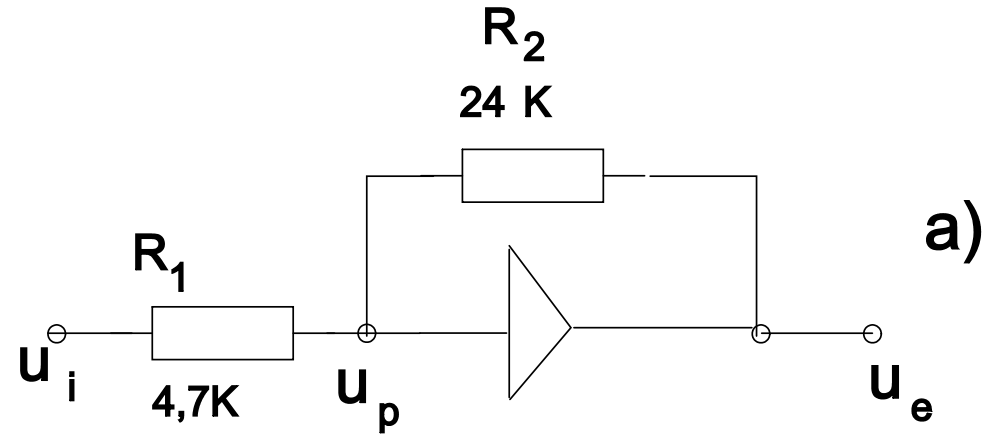
$$U_2 = U_T \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2} - U_H \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

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

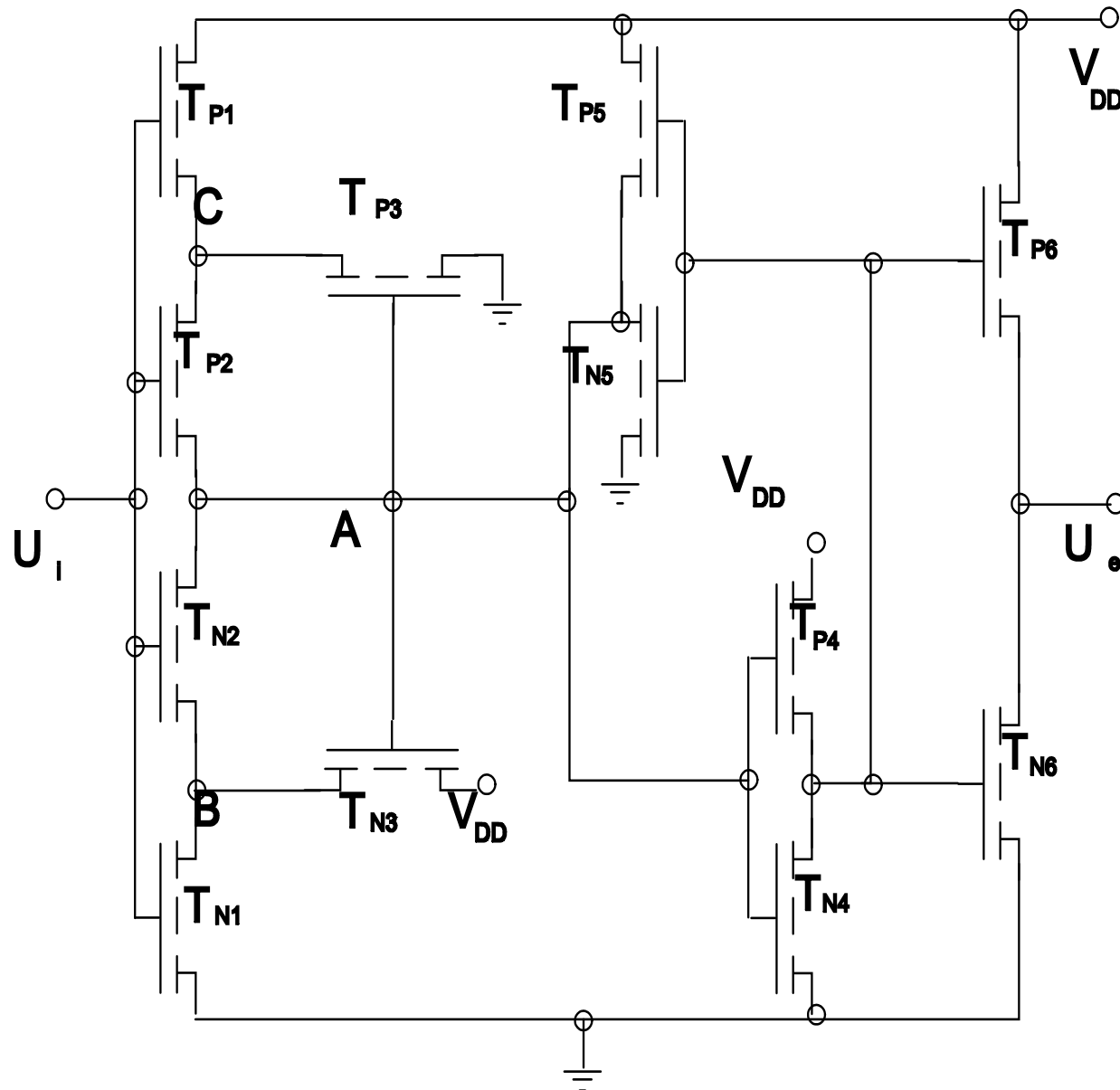
$$U_1 = \frac{R_1 + R_2}{2R_2} \cdot V_{DD}$$

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

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



Triggere Schmitt integrate CMOS

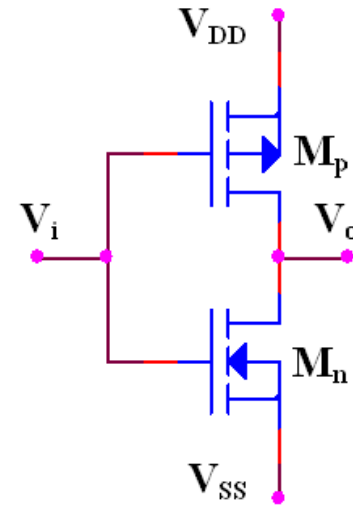
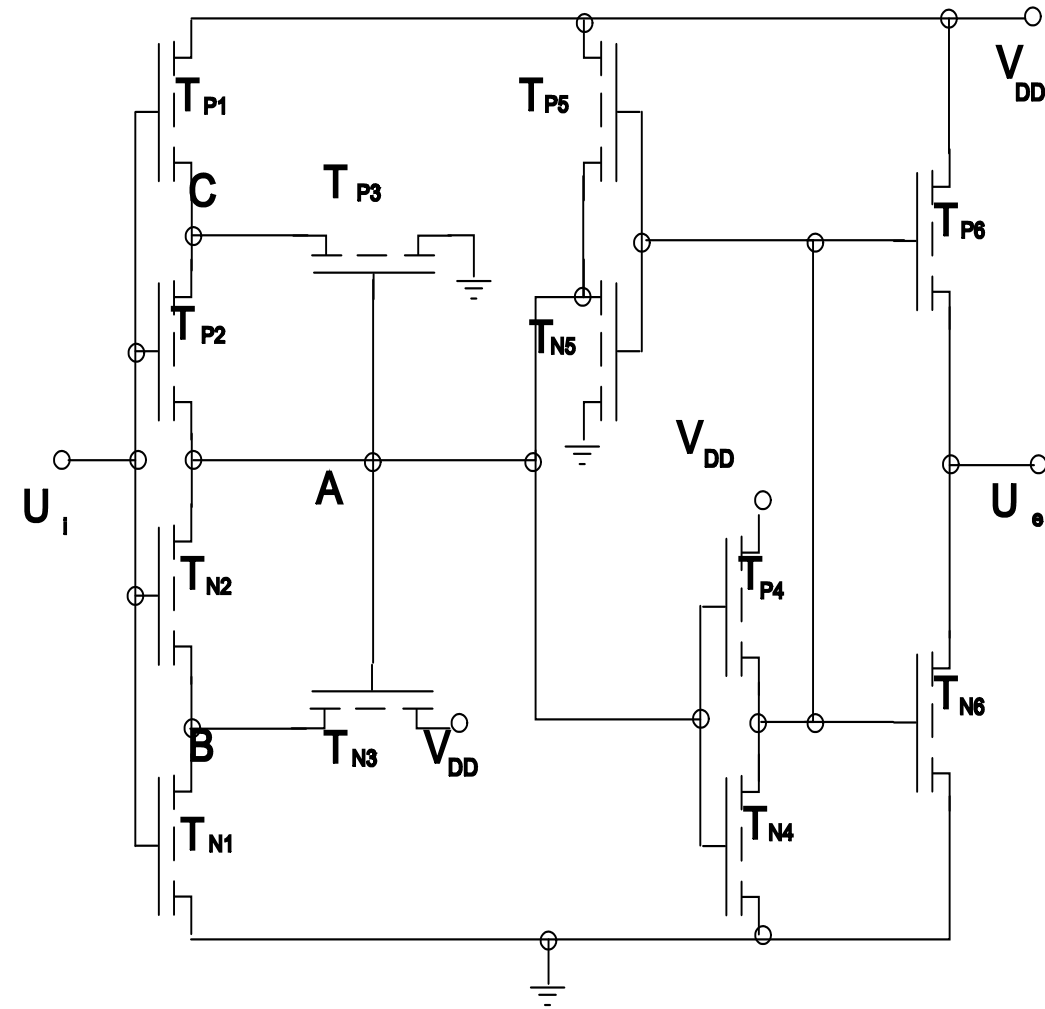


MMC 4093

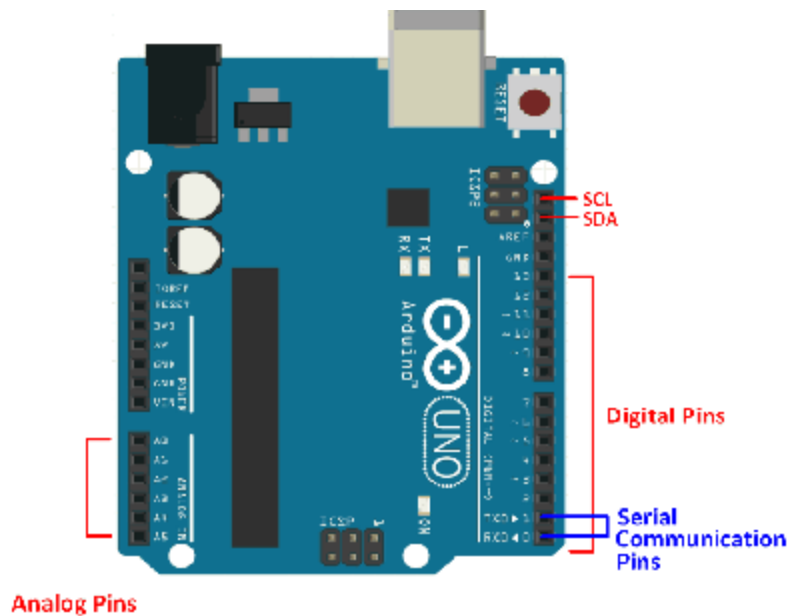
$V_{DD}=5V$, $U_{HIS}=0,9V$

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

Circuite cu Trigger Schmitt vs circuite fara Trigger Schmitt

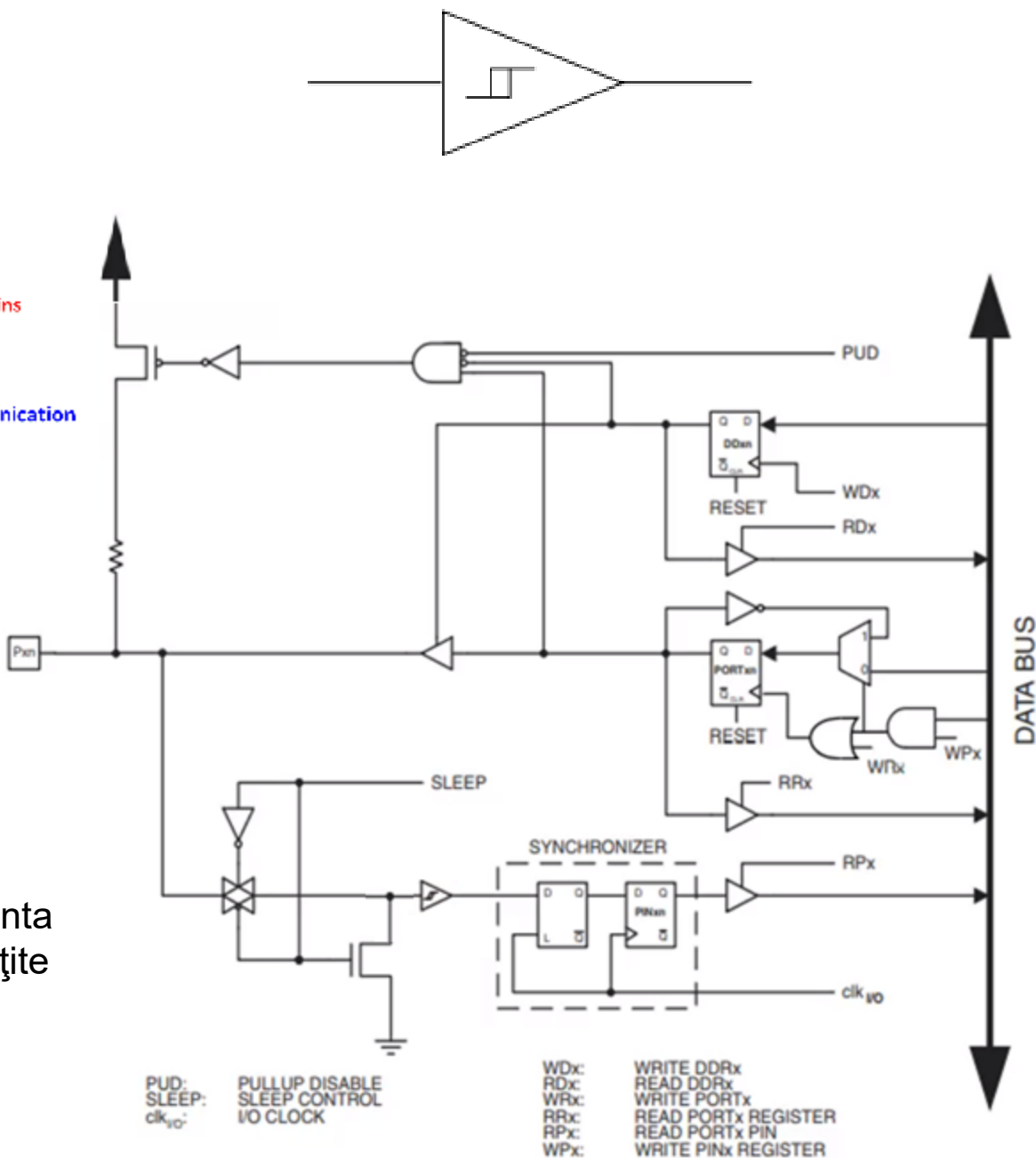


- **Avantaje**
 - Tranziții rapide la ieseire, chiar dacă semnalul de la intrare variază lent
 - Margine de zgomot crescuta
- **Dezavantaje**
 - Mai multe componente
 - Integrare pe scara mai redusa
 - Cost mai ridicat
 - Putere consumata mai mare
 - Timp de propagare mai mare



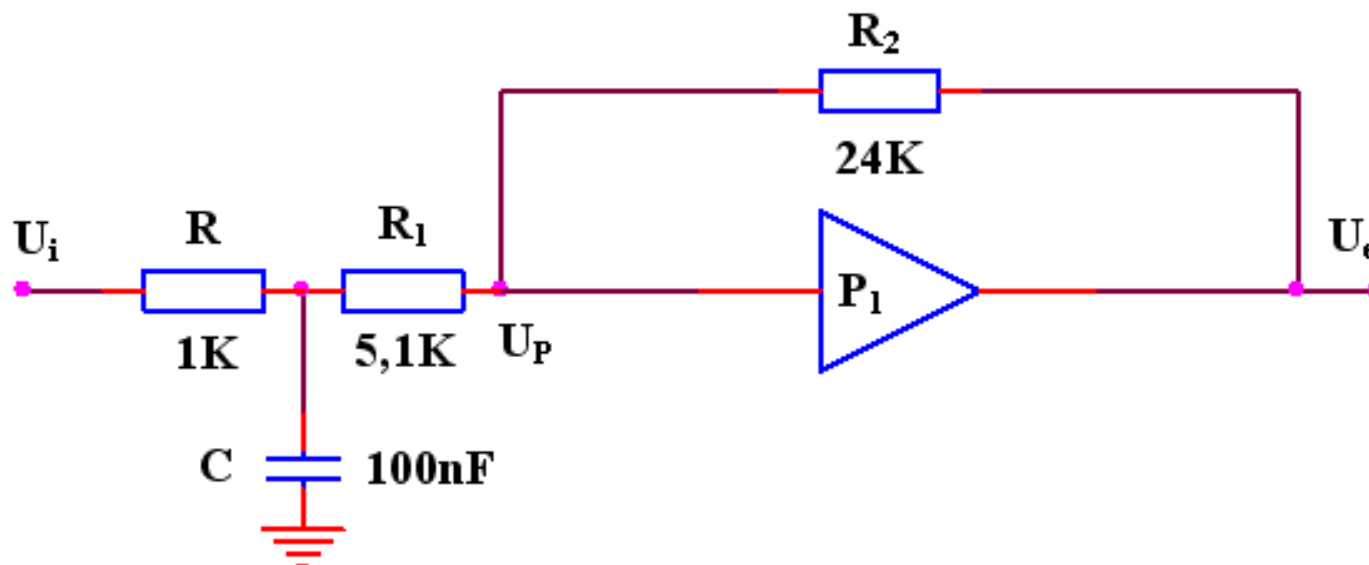
• Utilizare

- 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

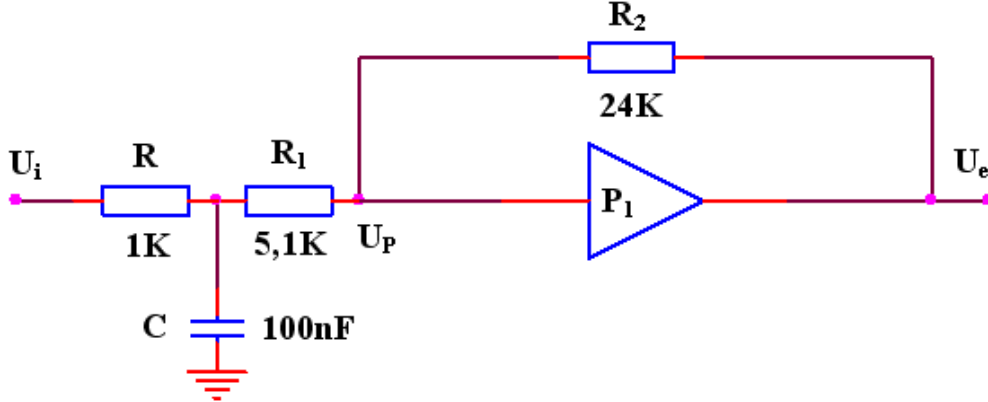
Circuit de întârziere



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

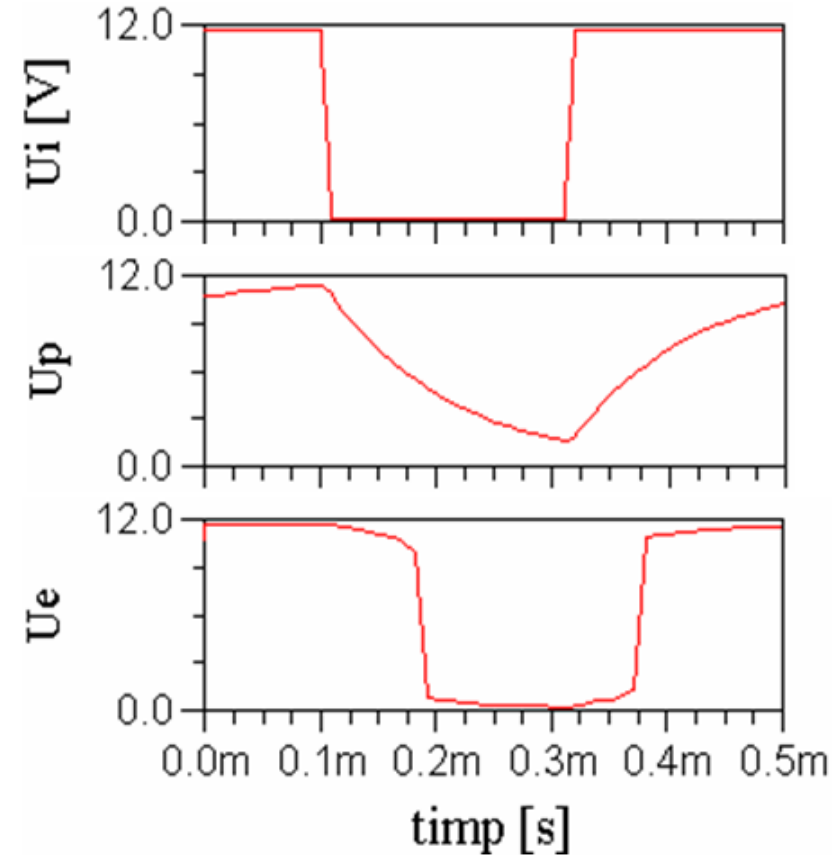
Pentru a cupla circuitele, este necesară respectarea condiției: $(R_1 + R_2) > 10 \cdot R$

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 δt_1 pentru frontul anterior și respectiv δt_2 , pentru frontul posterior

Tensiunile U_1 și U_2 fiind tensiunile de prag ale TS, relațiile celor două întârzieri sunt:



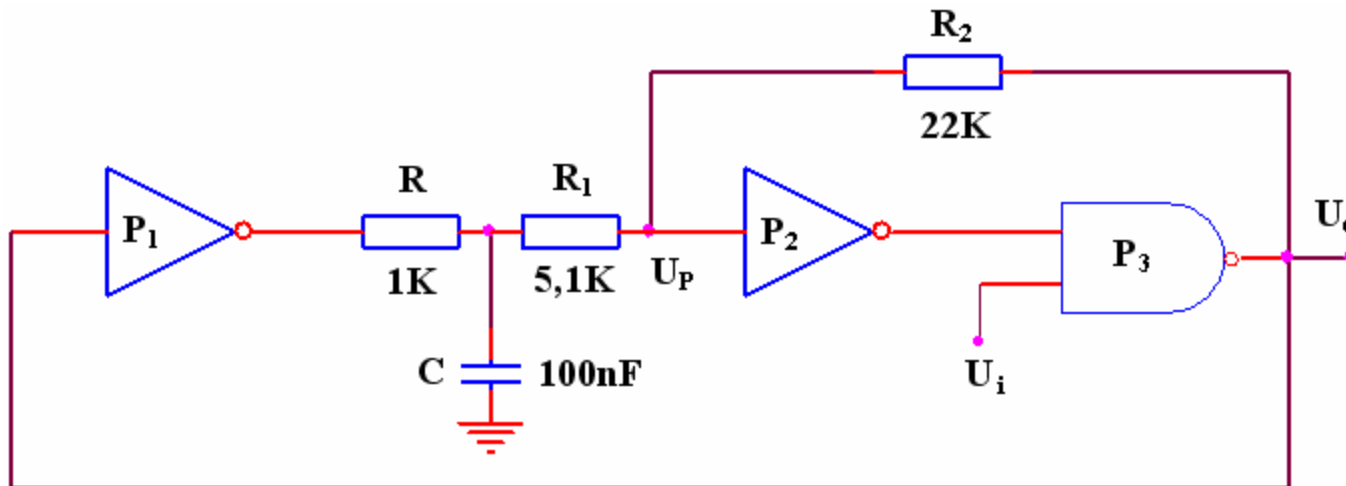
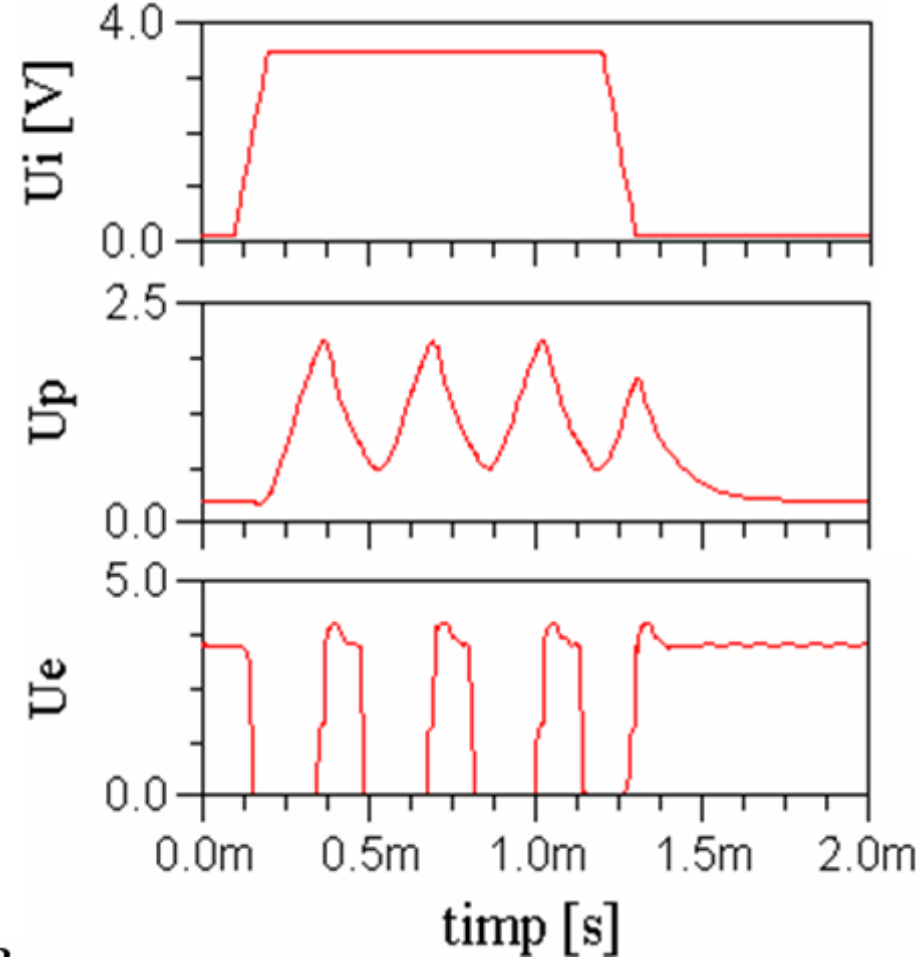
$$\delta t_1 = RC \cdot \ln \frac{V_{DD}}{V_{DD} - U_1}$$

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

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

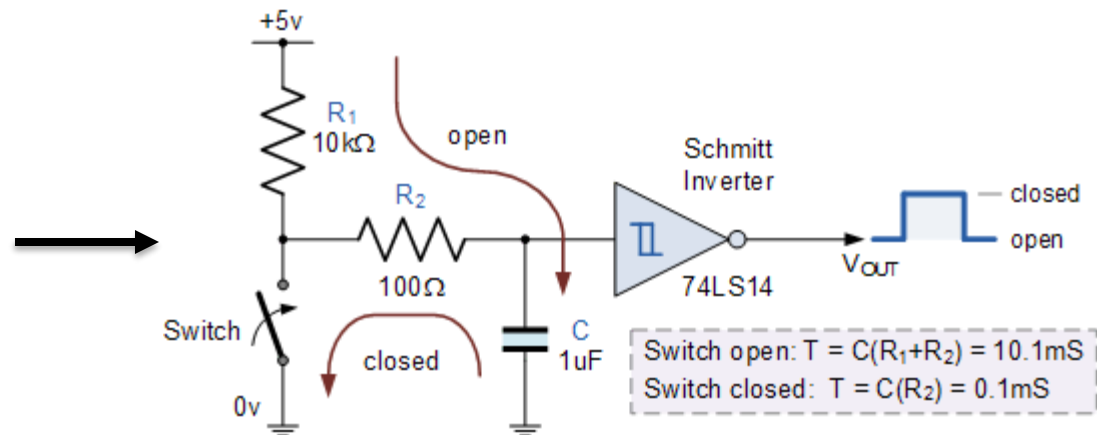
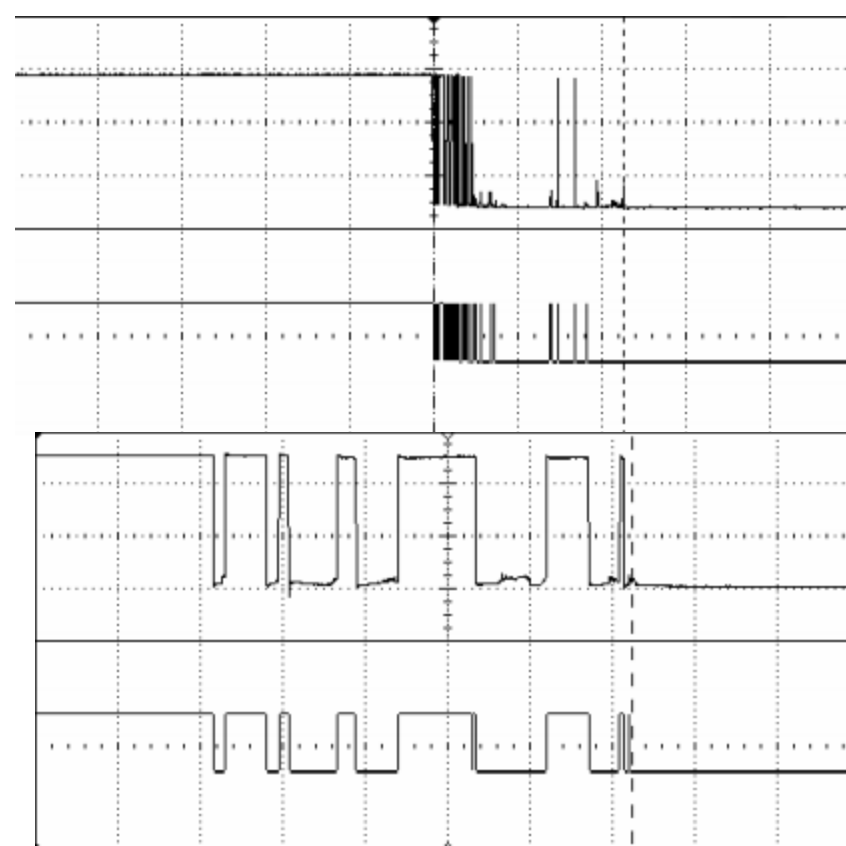
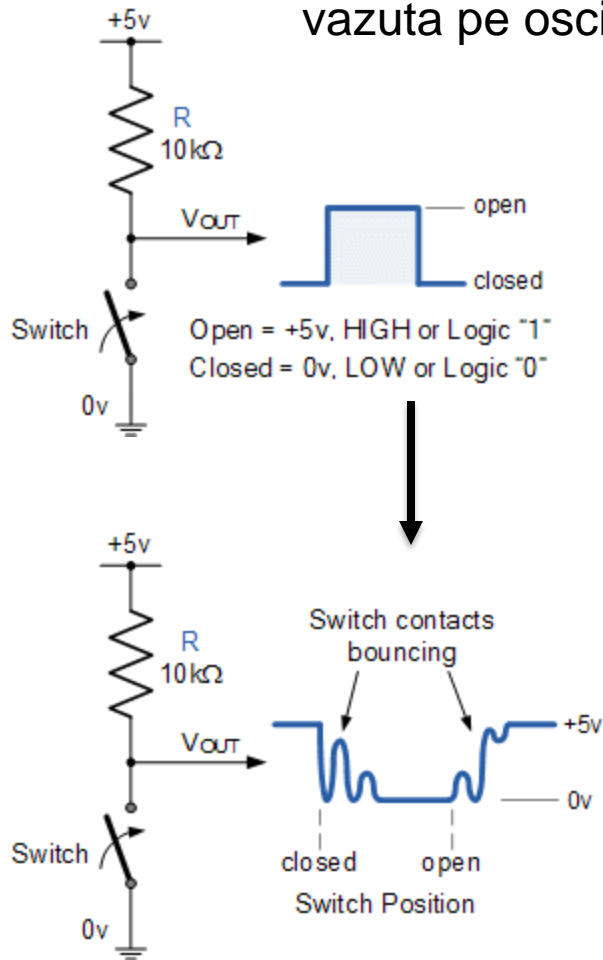
Oscilator comandat cu TS

- 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'



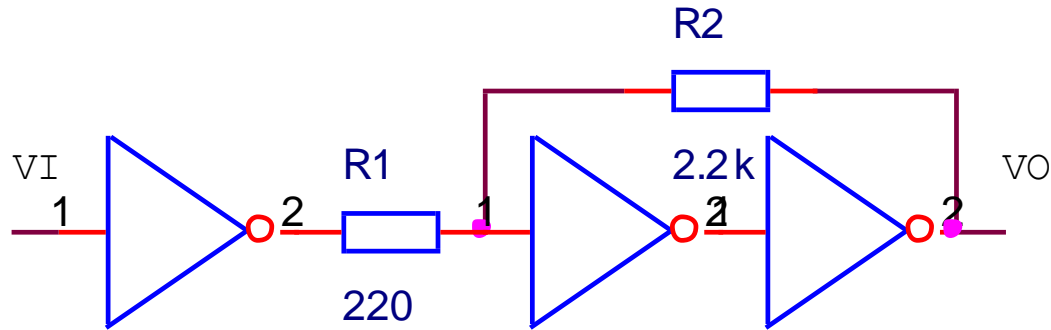
Circuit pentru filtrarea salturilor de tensiune la apasarea unei taste (comutator)

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:

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

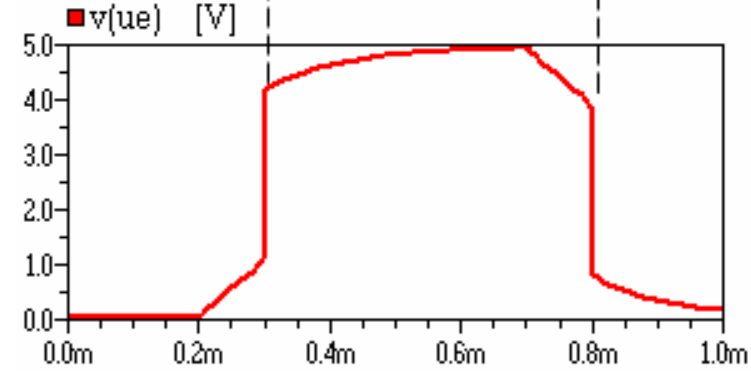
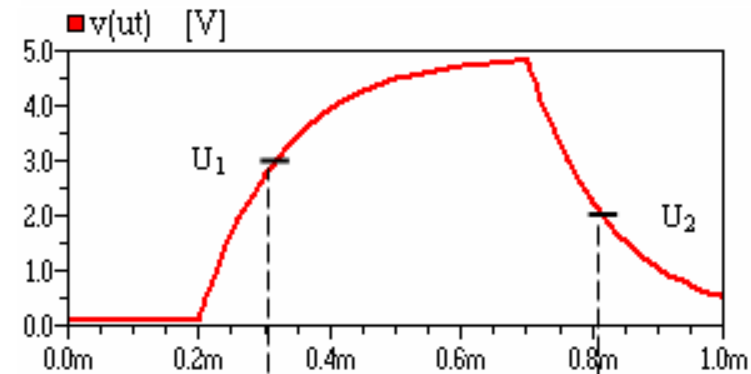
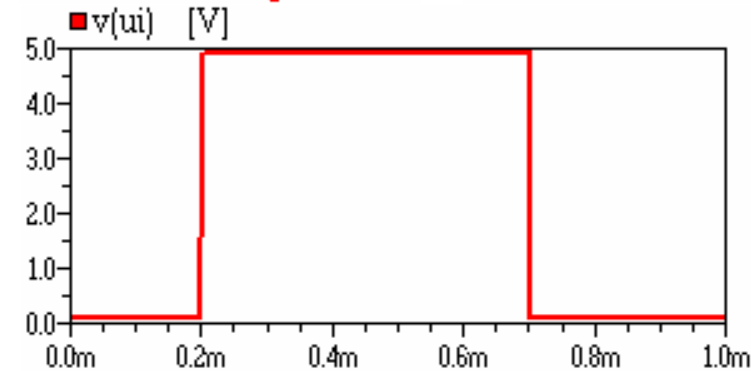
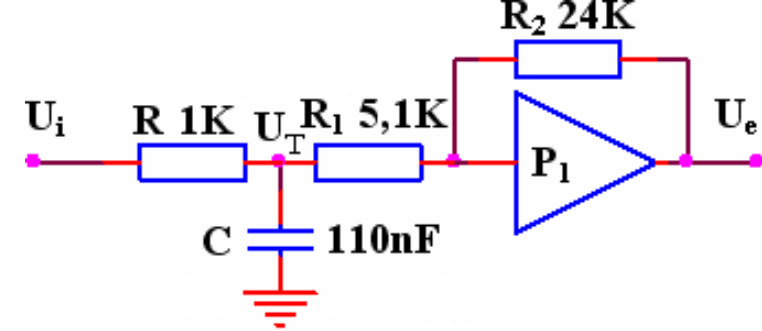
$$U_1 = \frac{R_1 + R_2}{2R_2} V_{DD} = 3V$$

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

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

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

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



- 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.