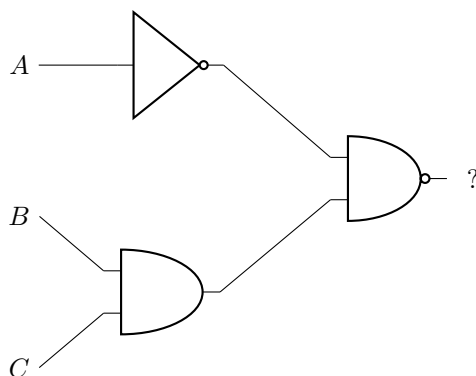


## Cursul 2 ED

Nivele Logice (Logic Discipline)

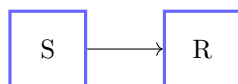
12 Martie 2021

Fie urmatorul circuit digital:



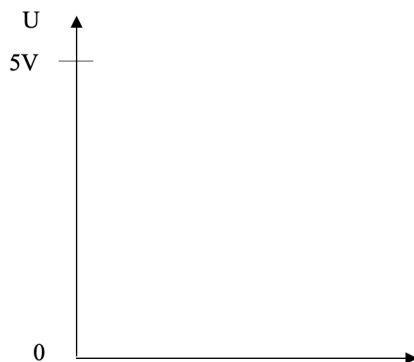
Avem niste semnale digitale care intra in aceste porti logice, ele genereaza niste outputuri, care la randul lor intra in alte porti logice. Ce se intampla intre doua porti logice? Intre doua porti logice, una va trimite informatia, una va primi o valoare ce e codificata de un semnal electric. Trebuie ca portile sa se puna de acord asupra reprezentarii informatiei astfel incat ea sa ajunga neafectata de la o poarta la cealalta, indiferent de eventualul zgomot adaugat firului.

Mai exact, avem un sender si un receiver, legate print-un fir. Mai departe, trebuie sa vedem cum vom reprezenta aceasta informatie.

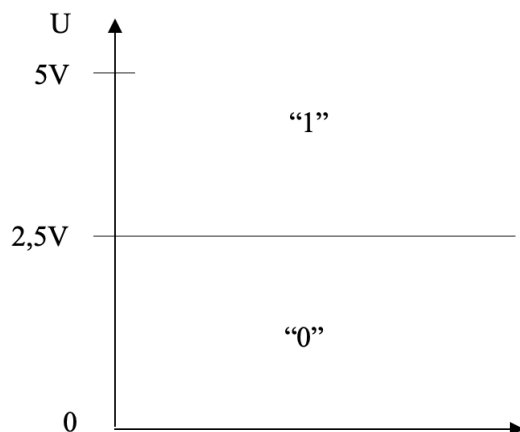


Alegem sa o reprezentam in functie de tensiune, practic tensiunea va reprezenta valoarea logica si vom avea la dispozitie urmatorul circuit:

Circuitul este alimentat intre 0 si 5 V. Tot ce mai ramane de facut este sa stabilim o conventie prin care valoarea tensiunii inregistrata sa ne furnizeze fie valoarea "0" sau "1".



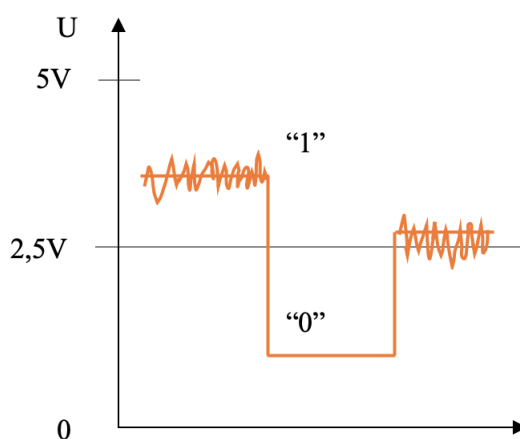
Avem mai multe variante pentru a realiza acest lucru. O prima varianta, mai “neeficienta”, ar fi sa stabilim un prag de 2,5V si sa definim toate valorile inregistrate pentru tensiune mai mari de 2,5V ca fiind “1”, iar toate valorile mai mici decat 2,5V ca fiind “0”.



Practic, daca senderul ar dori sa trimita valoarea 1, ar trebui sa trimita o tensiune  $> 2,5V$ , iar daca ar dori sa trimita valoarea 0, ar trebui sa trimita o tensiune  $< 2,5V$ .

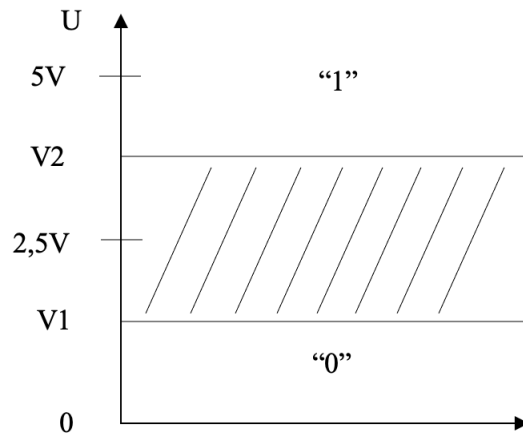
S	R
"1" $\geq 2,5V$	"1" $\geq 2,5V$
"0" $< 2,5V$	"0" $< 2,5V$

Pentru aceasta conventie, ce s-ar intampla daca senderul ar trimite exact 2,5V? Dar daca ar exista un zgomot astfel incat valoarea transmisa de sender se modifica pe parcurs pana sa ajunga la receiver?



Daca zgomotul ar fi suficient de mare, iar valoarea tensiunii se apropie de 2,5V, valoarea logica trimisa s-ar putea modifica. In exemplul de mai sus putem observa cum o valoare putin mai mare de 2,5V la zgomotul potrivit trece sub pragul de 2,5V, iar receiverul in loc sa primeasca 1, va primi 0.

O noua conventie pe care o putem aduce pentru a imbunatati validitatea circuitului de mai sus ar fi urmatoarea:

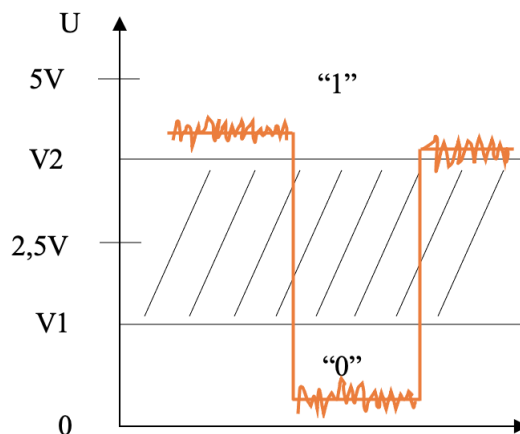


Putem defini intervalul  $[V1, V2]$ , unde  $V1 < 2,5V < V2$ , ca o zona in care vom sti sigur ca nu se vor inregistra valori pentru tensiune, astfel noile conventii pentru stabilirea valorilor logice vor fi:

S	R
"1" $> V2$	"1" $> V2$
"0" $< V1$	"0" $< V1$

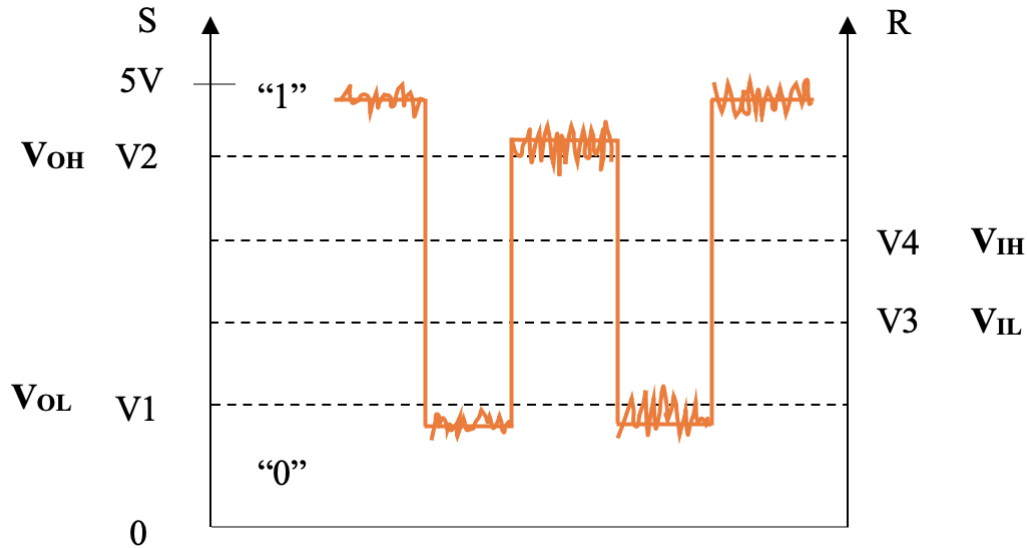
Practic, pentru conventia de mai sus nu ne vor interesa deloc valorile tensiunii curpinse intre  $V1$  si  $V2$ .

O problema ce poate sa apara in acest caz este daca am trimite o valoare suficient de apropiata de  $V1$  sau de  $V2$  astfel incat desi noi trimitem o valoare logica prin sender, la receiver nu s-ar primi nimic, deoarece valoarea tensiunii ramane "blocata" intre  $V1$  si  $V2$ .



Pe acest exemplu putem observa ca zgomotul aplicat semnalului cu o valoare a tensiunii putin peste  $V2$ , duce semnalul in intervalul  $[V1, V2]$  in final valoarea logica de "1" pierzandu-se. Deci aceasta conventie nu rezolva complet problema noastra.

O solutie si mai buna ar fi sa stabilim reguli diferite la transmisie si receptie ca sa asiguram toleranta la zgomot.



Deoarece intervalul  $[V3, V4]$  este mai mic decat intervalul  $[V1, V2]$ , atata timp cat zgomotul semnalului nu depaseste diferenta dintre  $V2$  si  $V4$  sau diferenta dintre  $V1$  si  $V3$ , valoarea logica va fi transmisa cu succes.

<b>S</b>	<b>R</b>
"1" $> V2$	"0" $< V3$
"0" $< V1$	"1" $> V4$

Toate familiile logice de circuite integrate (grupe de porti logice care se pot cupla si respecta aceeasi conventie logica), au cele 4 nivele descrise mai sus. Nivelele  $V1$  si  $V2$  sunt de fapt nivele de output, iar oficial ele se numesc  $V_{OL}$  si  $V_{OH}$  (Output Low si Output High), iar nivelele  $V3$  si  $V4$  sunt nivele de input si se numesc  $V_{IL}$  si  $V_{IH}$  (Input Low si Input High).

Atunci, conditiile pentru sender si receiver rescrise dupa termenii oficiali sunt:

<b>S</b>	<b>R</b>
"1" $> V_{OH}$	"1" $> V_{IH}$
"0" $< V_{OL}$	"0" $< V_{IL}$

O familie logica de circuite integrate este toleranta la zgomot daca:

$$\begin{aligned} V_{OH} &> V_{IH} \\ V_{OL} &< V_{IL} \end{aligned}$$

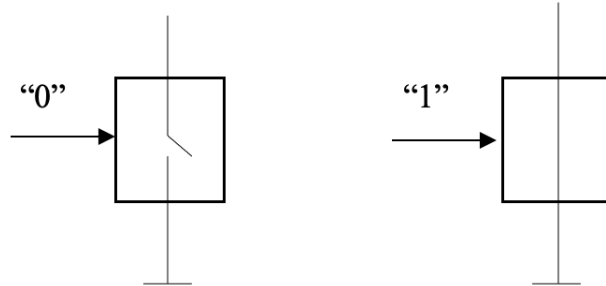
Marginea de zgomot (MZ) = cantitatea de zgomot pe care o tolereaza circuitul

$$\left. \begin{aligned} \text{Marginea de zgomot high (MZH)} &= V_{OH} - V_{IH} \\ \text{Marginea de zgomot low (MZL)} &= V_{IL} - V_{OL} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\text{Din (1)} \implies \text{MZ} = \min(\text{MZH}, \text{MZL})$$

## Tipuri de porti logice

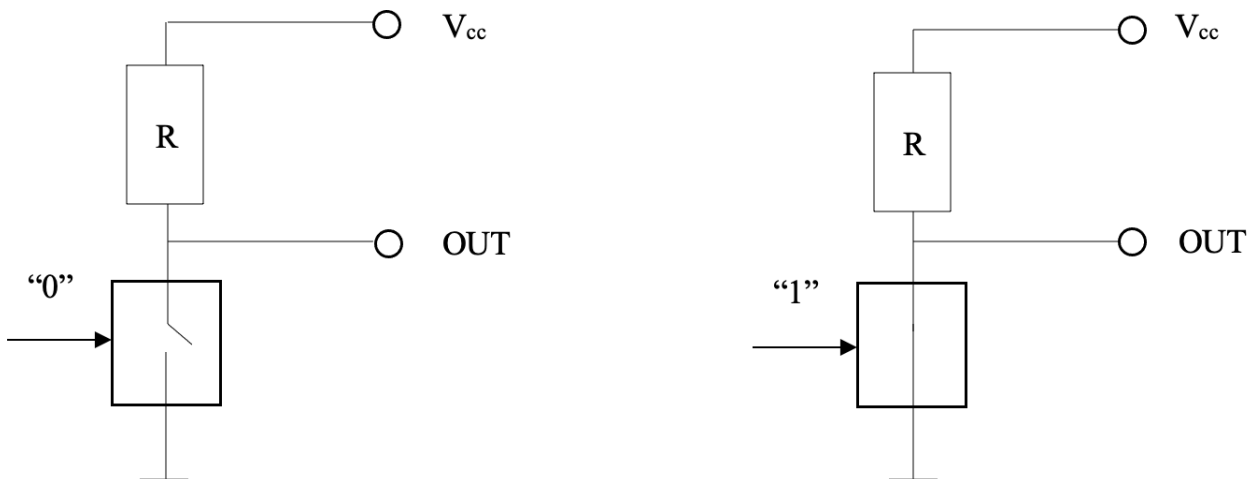
Presupunem ca avem un switch, comandat electronic, care are 3 terminale. Daca la intrare am avea 0 logic, circuitul este deschis (nu trece curent), iar daca am avea 1 logic, contactul se inchide si lasa curentul sa treaca, iar switch-ul se comporta exact ca un fir.



“0” il vom reprezenta drept 0V

“1” il vom reprezenta drept  $V_{cc}$

### 1) Poarta NOT



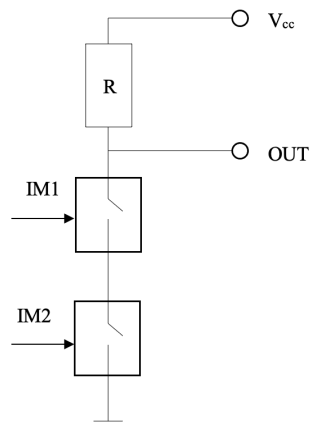
IM		OUT	
"0"	0V	$V_{cc}$	"1"
"1"	$V_{cc}$	0V	"0"

Table 1: Tabel de adevar pentru poarta NOT

Cand IM este “0”, prin switch nu va trece current deci la OUT vom avea doar  $V_{cc}$ .

Cand IM este “1” prin switch va trece current, deci la OUT va ajunge tensiunea de la masa, adica 0V. OUT este conectat prin switch de masa.

### 2) Poarta NAND

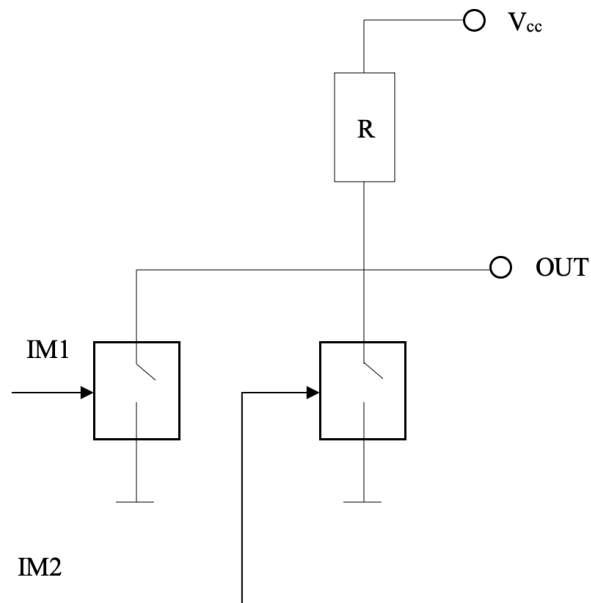


IM1	IM2	OUT
0V	0V	$V_{cc}$
$V_{cc}$	0V	$V_{cc}$
0V	$V_{cc}$	$V_{cc}$
$V_{cc}$	$V_{cc}$	0V

Table 2: Tabel de adevar pentru poarta NAND

Cand  $IM1 = V_{cc}$  si  $IM2 = 0V$  sau invers, la OUT vom avea  $V_{cc}$  deoarece prin firul cu cele doua switchuri nu va circula curent.

### 3) Poarta NOR

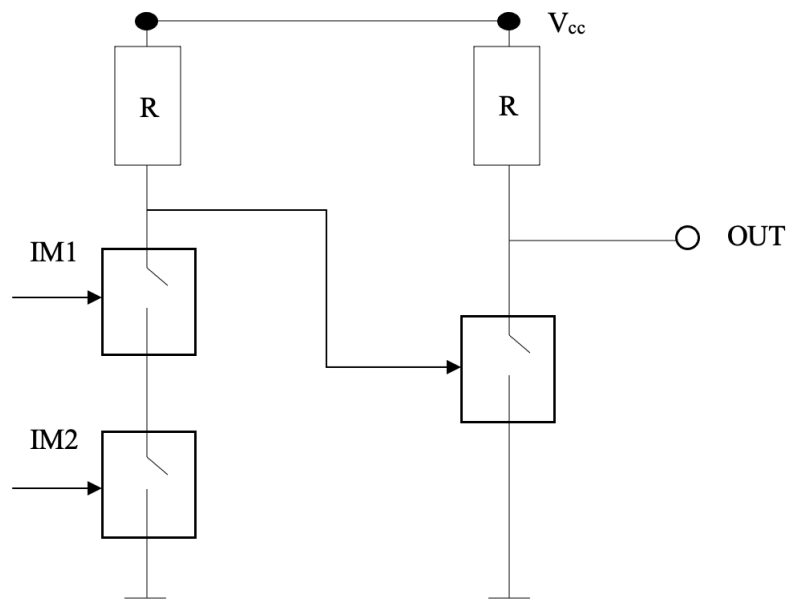


IM1	IM2	OUT
0V	0V	$V_{cc}$
$V_{cc}$	0V	0V
0V	$V_{cc}$	0V
$V_{cc}$	$V_{cc}$	0V

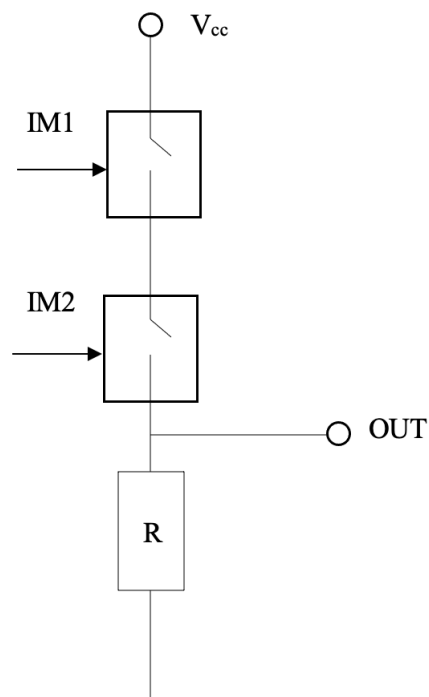
Table 3: Tabel de adevar pentru poarta NOR

#### 4) Poarta AND

Varianta 1 - negand poarta NAND:



Varianta 2 - solutie cu mai putine switchuri:



Daca ori IM1 ori IM2 sau chiar ambele sunt “0” atunci firul cu cele doua switchuri este intrerupt si outputul este 0V. Doar daca IM1 si IM2 sunt “1” atunci outputul va fi  $V_{cc}$ .