

Les grandeurs électriques appliquées aux portes logiques

Domaine d'application :
Les systèmes logiques

Type de document :
Cours

Classe :
Première

Date :

I - Les tensions d'entrée et de sortie des portes logiques

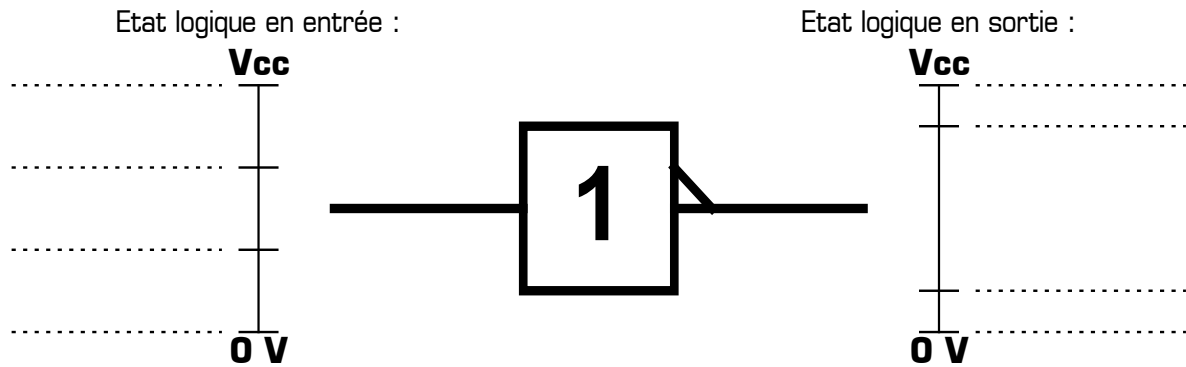
I - 1 - Etats logiques et niveaux de tension

I - 1 - 1 - Porte logique idéale

Pour une porte logique idéale, les états logiques 0 et 1 sont représentés par les tensions fixes 0V et V_{cc} [V_{cc} étant la tension d'alimentation du circuit, 5V par exemple], et ce, aussi bien en entrée qu'en sortie.

I - 1 - 2 - Porte logique réelle

En pratique, un niveau bas et un niveau haut n'ont pas de valeur fixe, mais sont représentés par une tension pouvant varier dans une plage de valeurs :



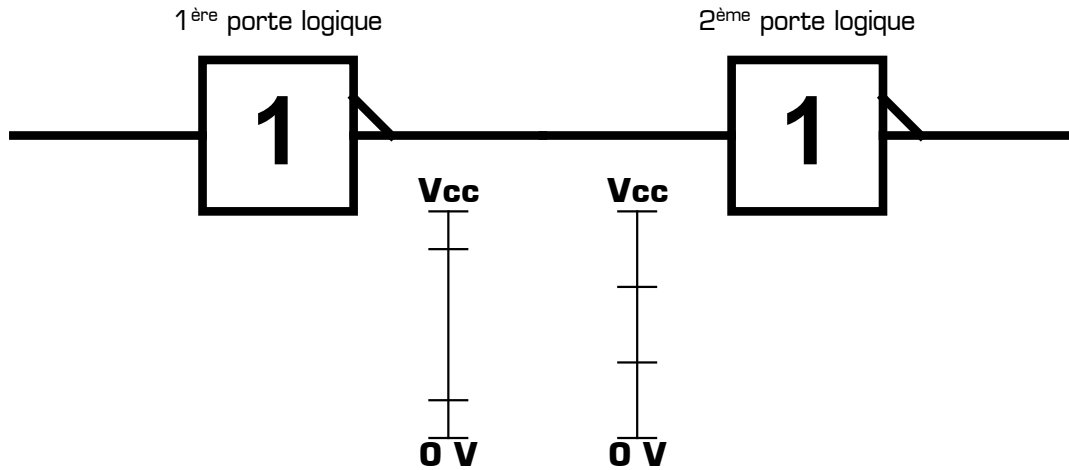
En sortie d'une porte logique :

- *
-
-
- *
-
-

En entrée d'une porte logique :

- *
-
-
- *
-
-

I - 2 - Mise en cascade de deux portes logiques



Il faut que le de la 2^{ème} porte soit au de la 1^{ère} porte, afin que quelque soit la valeur de la tension délivrée par la première porte au, cette tension soit effectivement interprétée comme un par la seconde porte.

Il faut que le de la 2^{ème} porte soit au de la 1^{ère} porte, afin que quelque soit la valeur de la tension délivrée par la première porte au, cette tension soit effectivement interprétée comme un par la seconde porte.

Les **conditions de mise en cascade** de deux portes logiques s'écrivent donc :

- *
- *

Cette condition de mise en cascade est bien sûr respectée lorsqu'il s'agit de deux portes de même technologie (par exemple deux portes C-MOS), mais est à vérifier lorsque l'on veut brancher deux portes de technologies différentes (par exemple, la sortie d'une porte TTL branchée à l'entrée d'une porte C-MOS).

I - 3 - Immunité au bruit

Plus la différence entre et est grande, moins les portes sont sensibles aux parasites lors d'un transfert d'un d'une porte à une autre.

Plus la différence entre et est grande, moins les portes sont sensibles aux parasites lors d'un transfert d'un d'une porte à une autre.

Définition de ***l'immunité au bruit*** d'une porte logique :

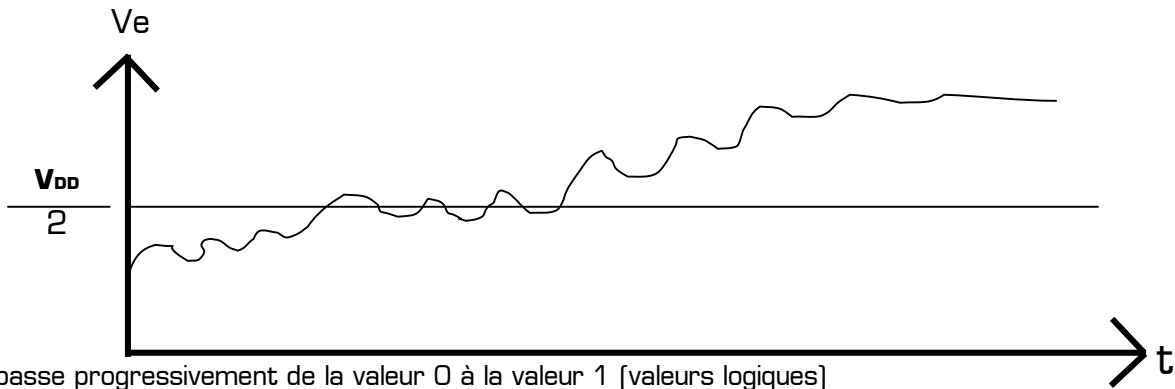
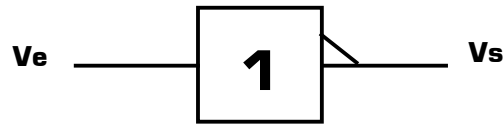
- *
- *

I - 4 - Les portes logiques à entrée Trigger

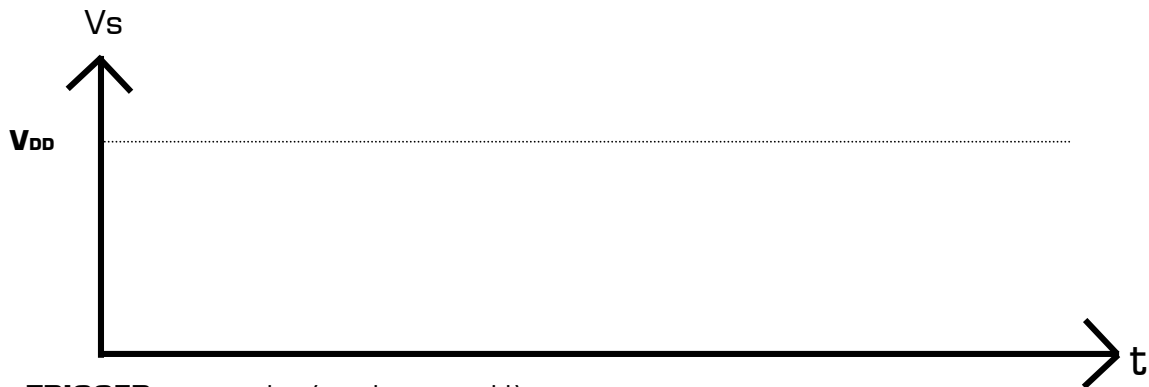
En technologie CMOS, une porte standard bascule à $V_{DD}/2$. Par exemple pour un inverseur,

- * si $V_e < V_{DD}/2 \rightarrow V_s = V_{DD}$,
- * si $V_e > V_{DD}/2 \rightarrow V_s = 0$

Conséquence : si le signal d'entrée n'a pas des fronts nets (s'il s'agit par exemple d'un signal analogique provenant d'un capteur), la sortie va osciller avant de se stabiliser :



Ici V_e passe progressivement de la valeur 0 à la valeur 1 [valeurs logiques]

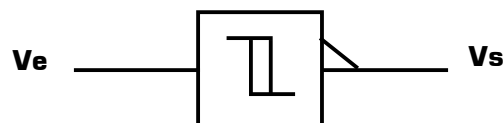


Une porte **TRIGGER** permet de résoudre ce problème.

Dans le cas d'un inverseur TRIGGER, les conditions de basculement de la sortie sont les suivantes :

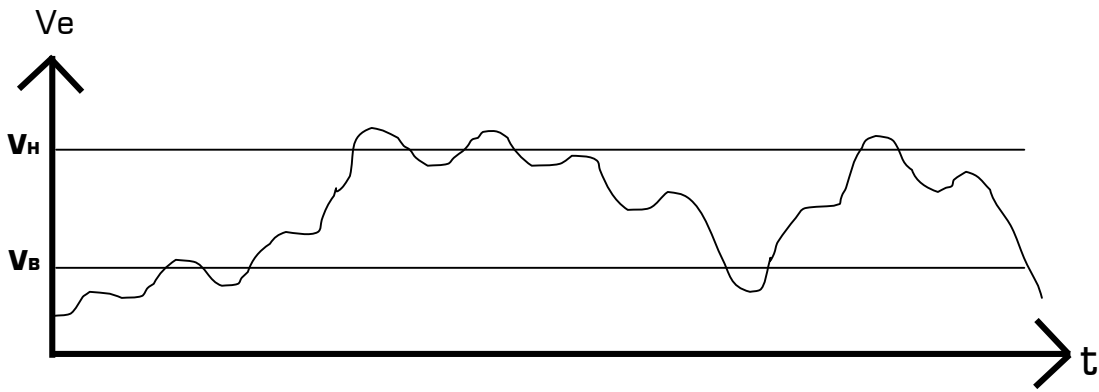
- *
- *

Symbole d'un TRIGGER inverseur :



Application :

Sur la page 4, V_e est un signal analogique qui n'est pas directement exploitable par une porte standard. Grâce à un inverseur à entrée Trigger, V_e est converti en un signal logique, présentant 2 niveaux bien nets, et totalement compatibles avec les portes logiques.



A la sortie de l'inverseur trigger, Vs est

.....

.....

.....

Exemple de circuits TRIGGER, en technologie CMOS et TTL :

- * 4093 [4 portes ET-NON à 2 entrées Trigger]
- * 4584 [6 portes NON Trigger]
- * 74LS13 [2 portes ET-NON à 4 entrées Trigger]
- * 74LS19 [6 portes NON Trigger]

Exemple de valeur des seuils pour les circuits 4093 et 40106 :

V _{DD}	4093			40106		
	5 V	10 V	15 V	5 V	10 V	15 V
V _H	2,9 V	5,2 V	7,3 V	3,2 V	5,8 V	8,3 V
V _B	2,2 V	4,2 V	6 V	2,2 V	4,5 V	6,5 V

.....

.....

.....

.....

.....

.....

La fonction **Trigger** [ou *Trigger de Schmitt*] est utilisée pour traiter les signaux à fronts lents, et permet une mise en forme de ces signaux.

.....

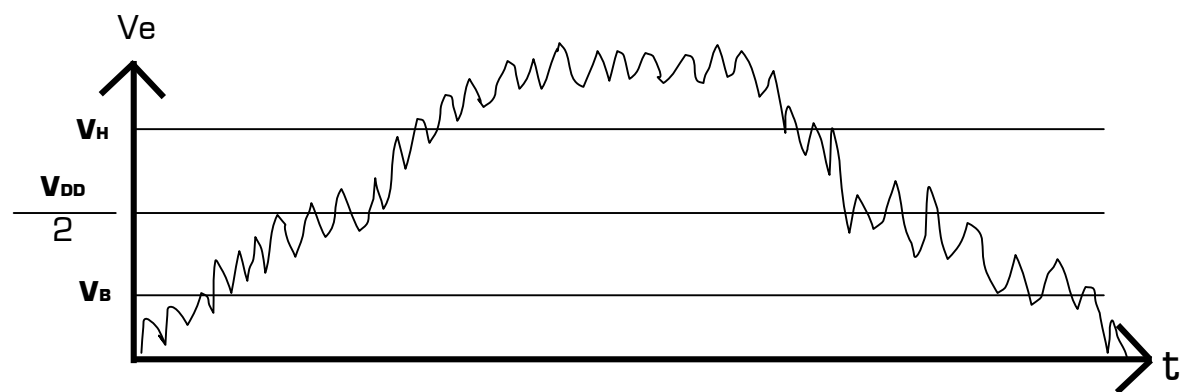
.....

.....

.....

.....

Exemple de mise en forme utilisant une porte à entrée Trigger : le signal V_e provient d'un système de mesure qui délivre une information qui n'est pas compatible [signal lent et bruité] avec les circuits logiques traditionnels. Un Trigger de Schmitt permettra l'interfaçage nécessaire :



V_s avec une porte standard



V_s avec une porte TRIGGER



Dans le cas d'une porte standard,

.....

.....

.....

Avec une porte Trigger,

.....

.....

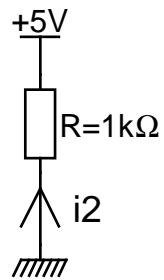
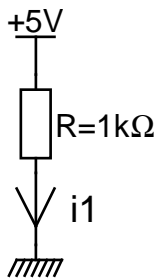
.....

II - Les courants d'entrée et de sortie des portes logiques

II - 1 - Rappel de physique

En électricité, un courant va toujours du potentiel le plus grand vers le potentiel le plus faible. Cela veut dire qu'en pratique, dans le cas d'une alimentation simple, le courant électrique se dirige toujours **vers la masse**.

Application : Calculer le courant i dans les deux cas suivants :



$i1 = \dots\dots\dots$

$i2 = \dots\dots\dots$

Remarques sur le signe des courants :

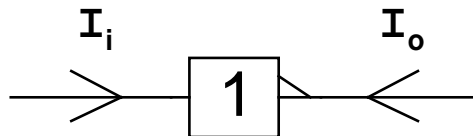
.....

Mais dans les deux cas le courant réel se dirige dans le même sens : **vers la masse**. Sur le premier schéma, $i1$ est fléché dans le même sens que le courant réel : $i1$ est donc positif. Sur le second schéma, $i2$ est fléché dans le sens inverse du courant réel : $i2$ est donc négatif.

II - 2 - Définition des courants d'entrée et de sortie des portes logiques

On appelle I_i le courant d'entrée d'une porte logique [i =input=entrée], et I_o le courant de sortie [o =output=sortie].

Par convention, les courants d'entrée et de sortie d'une porte logique sont définis positivement **entrant vers la porte** :



Le constructeur nous donne les valeurs des courants d'entrée et de sortie, au niveau logique haut et bas.

I_{iL} :

I_{iH} :

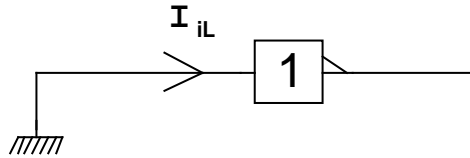
I_{oL} :

I_{oH} :

II - 3 - Déduction du signe de chacun de ces 4 courants

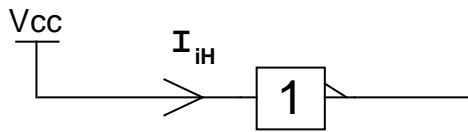
Appelons $I_{réel}$ le courant physique réel, qui circule toujours *de Vcc vers la masse*. Dans chacun des 4 cas suivants, représenter en rouge le sens du courant réel, et déduire le signe du courant recherché :

II - 3 - 1 - I_{iL} : Courant d'entrée au niveau bas. L'entrée de la porte logique est au niveau bas, elle est donc connectée à la masse :



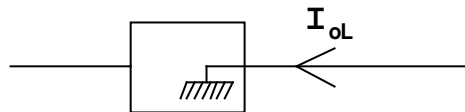
On en déduit que :

II - 3 - 2 - I_{iH} : Courant d'entrée au niveau haut. L'entrée de la porte logique est au niveau haut, elle est donc connectée à V_{cc} :



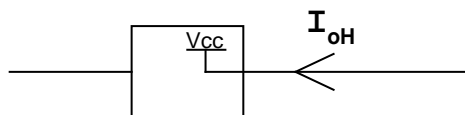
On en déduit que :

II - 3 - 3 - I_{oL} : Courant de sortie au niveau bas. La sortie de la porte logique est au niveau bas (à 0V), elle est donc reliée à la masse *à l'intérieur de la porte logique* :



On en déduit que :

II - 3 - 4 - I_{oH} : Courant de sortie au niveau haut. La sortie de la porte logique est au niveau haut, elle est donc reliée à V_{cc} *à l'intérieur de la porte logique* :



On en déduit que :

Récapitulation			
I_{iL}	0	I_{oL}	0
I_{iH}	0	I_{oH}	0

II - 4 - Valeur des courants pour différentes technologies

Le tableau ci-dessous donne les différents paramètres technologiques pour 10 familles de circuits logiques. En y faisant référence, indiquer dans le tableau ci-dessous la valeur des courants d'entrée et de sortie pour les 4 familles logiques suivantes :

- * Famille **4000** [technologie CMOS standard]
- * Famille **4000B** [technologie CMOS bufférisé]
- * Famille **74 xxxx** [technologie TTL standard]
- * Famille **74 LS xxxx** [technologie TTL faible consommation]

Technologie	CMOS [avec V _{cc} = 5V]		TTL [V _{cc} = 5V]	
Familles	4000 CMOS Standard	4000B CMOS Bufférisé	74 TTL Standard	74 LS TTL Faible consommation
I _{iL}				
I _{iH}				
I _{oL}				
I _{oH}				

77 ■ 6

COMPARAISON DES PARAMÈTRES DES DIFFÉRENTES FAMILLES

Conditions : tension d'alimentation = 5 V ; T_a = 25 °C ; capacité de charge = 15 pF.

FAMILLES

54/74	TTL Standard	74 AS	TTL Advanced Schottky	54..	- 55 à + 125 °C
54L/74L	TTL Faible consommation	74ALS	TTL Advanced Low Power Schottky	74..	0 à + 70 °C
54S/74S	TTL Schottky	74F	TTL Fast	74 LVT	Technologie ABT (3,3 V)
54LS/74LS	TTL Low Power Schottky	74C/74HC/74HCT/4000B	CMOS		

Paramètres		74	74S	74LS	74AS	74ALS	74F	74HC	74HCT	4000B	74 LVT
Puissance dissipée (mW)	Porte statique	10	19	2	8,5	1,2	5,5	-	-	0,001	-
	Porte à 100 kHz	10	19	2	8,5	1,2	5,5	0,075		0,1	0,1
	Compteur statique	300	500	100	-	60	190	-		0,001	10
	Compteur à 100 kHz	300	500	100	-	60	190	0,125		0,120	
Temps de propagation (ns)	Porte (typique)	10	3	9,5	1,5	4	3	7	7	40	
	Porte (maximum)	20	5	15	2,5	7	4	14	15	80	3,5
Fréq. max. d'horloge (MHz)	Bascule D (typique)	25	100	33	160	60	125	55		12	150
	Compteur (typique)	32	70	32	-	45	125	45		6	
Tension d'alimentation (V)		5 ± 5 %	5 ± 5 %	5 ± 5 %	5 ± 10 %	5 ± 10 %	5 ± 5 %	2 à 6	5 ± 10 %	3 à 15	2,7 - 3,6
Courant	I _{OLmin} (mA)	16	20	8	20	8	20	4	4	6,8	64 (max)
	I _{OHmax} (mA)	-0,4	-1	-0,4	-0,2	-0,4	-1	-	-	-6,8	-32
	I _{ILmax} (mA)	-1,6	-0,2	-0,36	-0,5	-0,2	-0,6	0,001	± 0,001	-	-
	I _{IHmax} (µA)	40	50	20	20	20	20	-	-	-	71 µA
Tension	V _{OLmax} (V)	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,55
	V _{OHmin} (V)	0,4	2,7	2,7	V _{CC} - 2	V _{CC} - 2	2,5	4,9	4,9	4,9	2
	V _{ILmax} (V)	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	1	0,8	0,8	0,8
	V _{IHmin} (V)	2	2	2	2	2	2	3,5	2	2	2
Marge de bruit (V)	État haut	0,4	0,7	0,7	V _{CC} - 4	V _{CC} - 4	0,5	1,4	2,9	2,9	0,8
	État bas	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,9	0,7	0,7	1,2
Sortance (charge LS)	Standard	40	50	20	50	20	50	50		2	
	Amplis-bus	120	160	60	120	60	160	15		4	
Charge admissible des différentes familles (I _{OLmin} /I _{ILmax})	74	10	8	40	32	80	26	16 000	16 000		
	74S	12	10	50	40	100	33	20 000	20 000		
	74LS	5	4	20	16	40	13	8 000	8 000		
	74AS	12	10	50	40	100	33	20 000	20 000		
	74ALS	5	4	20	16	40	13	8 000	8 000		
	74F	12	10	50	40	100	33	20 000	20 000		
	74HC	2	2	10	8	20	6	4 000	4 000		
74HCT	2	2	10	8	20	6	4 000	4 000			

Remarque sur les courants *d'entrée* d'une porte logique **CMOS** :

Remarque sur les courants *de sortie* d'une porte logique **CMOS** :

Remarque sur les courants *d'entrée* d'une porte logique **TTL** :

Remarque sur les courants *de sortie* d'une porte logique **TTL** :