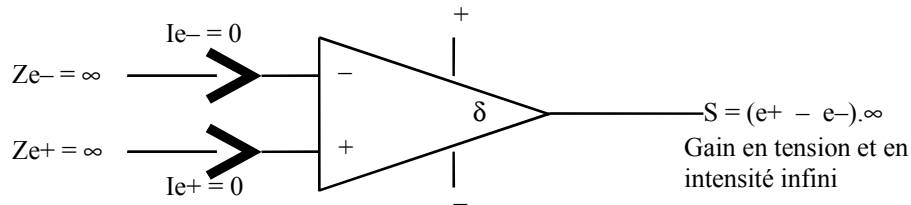


AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS ELEMENTS D'ELECTRONIQUE NUMERIQUE

- **Amplificateurs opérationnels**
- **Logique combinatoire**
- **Logique séquentiel**

1/ Les amplificateurs opérationnels

Les Amplificateurs Opérationnels, ou "Ampli Op" sont des amplificateurs linéaires et se représentent sous forme de triangle dont la pointe est la sortie. Ils se présentent sous forme de circuits intégrés où, souvent, deux ou plusieurs amplificateurs opérationnels cohabitent dans le même composant. Un ampli op possède deux entrées : une normale (+) et une inverseuse (-), une sortie différentielle (δ , lettre grecque delta minuscule) et une alimentation en + et en -

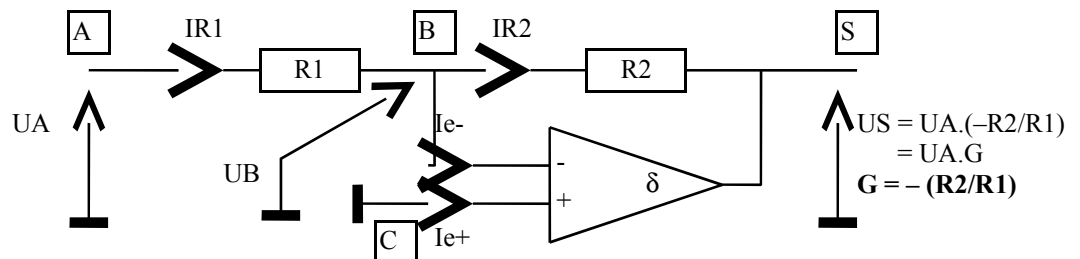


1.2/Caractéristiques parfaites

Les amplificateurs opérationnels ont une **impédance d'entrée infinie** : on suppose qu'il n'y a pas de courant dans les entrées. Les **gains en tension et en courant sont infinis** : la moindre différence de potentiel entre les deux entrées fait basculer la tension de sortie vers le + ou le - suivant la valeur des tensions présentes sur les entrées et suivant que le signal est appliqué sur l'entrée inverseuse ou non.

1.3/Montage AOP inverseur

Le montage fondamental est dessiné ci-dessous. Le montage fait appel à une contre-réaction grâce à la résistance R2. Le point B est stabilisé par rapport à la tension présente en C.



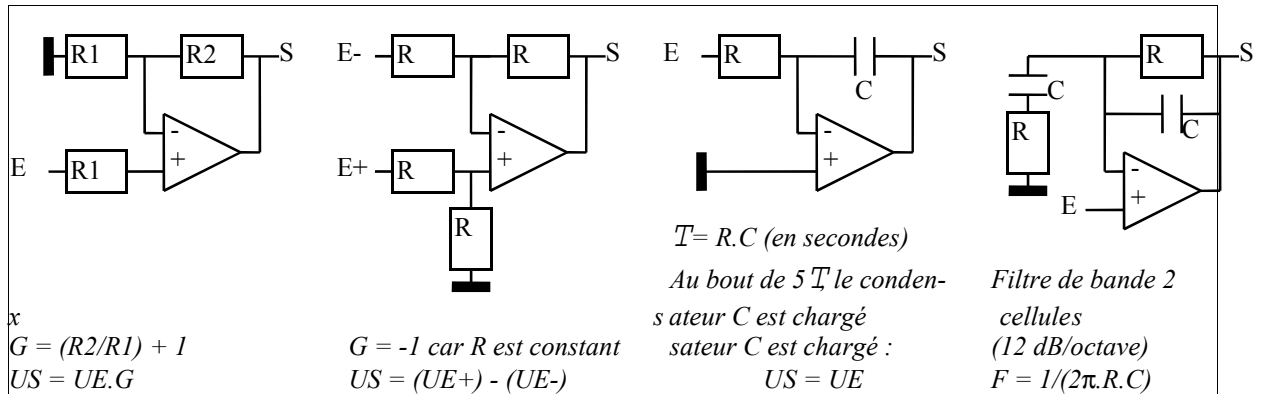
Si $UB > UC$, alors US diminue (entrée négative et gain infini), alors UB diminue (contre-réaction par $R2$) et $UB < UC$, alors US augmente et UB aussi. Le système se stabilise autour de UC . On a $UC = UB = 0V$ (masse ou tension de référence). Ce montage ne fonctionne que si l'amplificateur opérationnel est alimenté en + et en - (par exemple en +5V et en -5V).

On parle d'asservissement d'électronique.

Avec $R1$ entre A et B, on a $IR1 = UA/R1$. L'impédance d'entrée est infinie ($Ie=0$), donc $IR1 = IR2$. La sortie S sera à la tension $UR2 = UA.(-R2/R1) = US$. Le gain (G) en tension est donc négatif et est égal à $-(R2/R1)$. Il n'y a pas de gain en intensité.

Exemple : On a monté un amplificateur opérationnel en inverseur. Le gain du montage est de -3 avec une résistance à l'entrée ($R1$) de 10 000 ohms. Quelle est la valeur de la résistance de contre-réaction ($R2$) ?

Réponse : $G = -R2/R1 \Rightarrow R2 = -G.R1 = -(-3).10\ 000 = 3.10\ 000 = 30\ k\Omega$



2/Logique combinatoire

2.1/ Circuits logiques

Les portes ET, OU, NON ET, et OU EXCLUSIF. Les circuits logiques sont omniprésents dans les transceivers modernes car ils contrôlent les logiques de commandes et d'affichage.

Circuits (=1)	ET (AND ou &)	OU (OR ou ≥1)	NON ET (Nand)	OU Ex (EXOR ou =1)																																																												
Schéma																																																																
Table de vérité	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Sortie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Sortie	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Sortie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Sortie	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Sortie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Sortie	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Sortie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Sortie	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
A	B	Sortie																																																														
1	1	1																																																														
1	0	0																																																														
0	1	0																																																														
0	0	0																																																														
A	B	Sortie																																																														
1	1	1																																																														
1	0	1																																																														
0	1	1																																																														
0	0	0																																																														
A	B	Sortie																																																														
1	1	0																																																														
1	0	1																																																														
0	1	1																																																														
0	0	0																																																														
A	B	Sortie																																																														
1	1	0																																																														
1	0	1																																																														
0	1	1																																																														
0	0	0																																																														

Les circuits logiques sont des opérateurs binaires : ils ne connaissent que deux positions : 0 ou 1. Les **niveaux logiques** sont à 1 pour une certaine tension proche de 5V et à 0 pour 0V (logique TTL).

La sortie d'une **porte ET** (bord gauche droit et bord droit arrondi ou simplement notée &) est à 1 quand les deux entrées A et B sont à 1.

La sortie d'une **porte OU** (bord gauche arrondi et bout pointu ou simplement notée ≥1) est à 1 si une entrée est à 1.

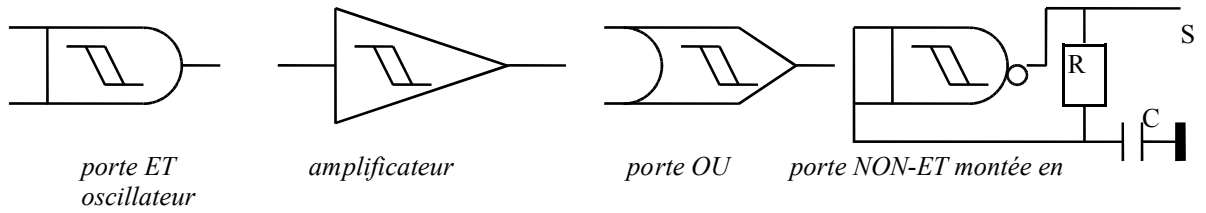
Une **porte NON** (différenciée par un rond sur la sortie) a sa logique inversée. La logique de la porte d'entrée est également inversée si un rond se trouve devant celle-ci.

La sortie d'une **porte OU EXCLUSIF** (bord gauche double arrondi et bout pointu ou simplement noté =1) est à 1 si une et une seule entrée est à 1.

Les circuits logiques peuvent avoir plus de 2 entrées. La logique reste la même mais il faut relier les entrées non utilisées au 0 ou au 1 selon la logique que l'on veut obtenir en sortie. Comme dans le cas des amplificateurs opérationnels, plusieurs circuits logiques cohabitent dans le même composant.

2.2/Trigger de schmitt

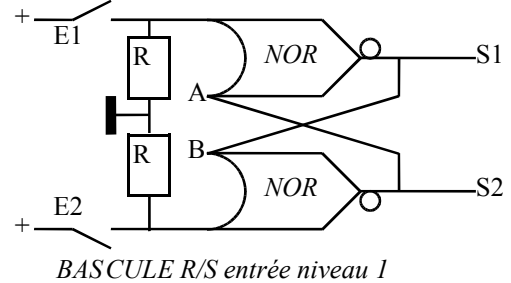
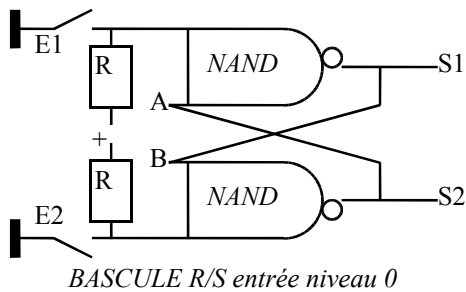
La logique TTL fonctionne avec des tensions 0V et 5V ; mais que se passe-t-il lorsque la tension appliquée n'atteint pas ces valeurs extrêmes ou que se passe-t-il lorsque la tension passe de 0 à 5V (ou l'inverse)? L'endroit, mal défini, entre le 0 et le 1 est dû à l'**hystérésis**. Il est une valeur médiane pour laquelle le circuit auto-oscille, ce qui impose une transition rapide de 0 à 1 (et inversement). Le trigger de Schmitt est conçu spécialement pour éviter cet inconvénient : la tension de transition de l'état 0 à 1 est supérieure à la tension de transition de 1 à 0.



Du fait de leur instabilité, les triggers de Schmitt peuvent être montés en oscillateurs (générateurs de signaux carrés) grâce à un condensateur (C) contrôlé par une résistance (R) en contre-réaction.

3/Logique séquentiel

(R = Reset = Remise à Zéro ; S = Set = Remise à 1). Il s'agit de garder en mémoire la dernière instruction présente sur E1 ou sur E2 grâce à deux portes NAND (NON-ET) (entrée et sortie à 0) ou deux portes NOR (NON-OU) (entrée et sortie à 1). Si le dernier interrupteur actionné est E1, S1 sera à 1 et S2 à 0 et inversement si le dernier signal est apparu sur E2.



Bascule R/S NAND ; E1 est à 0, on considère que A est à 0, S1 est à 1 (sortie inverseuse), E2 est à 1 (grâce à R), B aussi (=S1); S2 est à 0 (sortie inverseuse), A est donc bien à 0 et S1 reste à 0 (même si E1 n'est plus à 1). La bascule s'inverse si E2 passe à 0 (S2 passe à 1 et S1 à 0)

Bascule R/S NOR ; E1 est à 1, on considère que A est à 1, S1 est à 0 (sortie inverseuse), E2 est à 0, B aussi (=S1); S2 est à 1 (sortie inverseuse), A est donc bien à 1 et S1 reste à 0 (même si E1 n'est plus à 1). La bascule s'inverse si E2 passe à 1 (S2 passe à 0 et S1 à 1).