

ACTIVITE 11 : Réalisation d'un additionneur binaire

Objectif

Un micro-ordinateur utilise le binaire pour faire ses calculs. Le but du TP est d'étudier la méthode qu'il emploie.

I. Principe de l'addition

Un ordinateur ne peut réaliser que quelques opérations de base : l'addition, la soustraction, à l'aide de portes logiques (et, ou, ...). Chaque opération dure très peu de temps ($< 1 \text{ ns}$).

Si on lui demande d'additionner $12 + 10$, l'ordinateur convertit ces nombres en binaire.

Questions

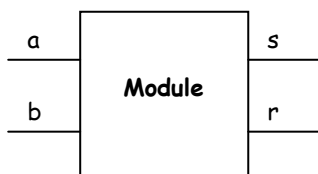
1. Convertir en binaire les décimaux 12, 10.
2. Poser **en binaire** l'addition correspondant à l'addition décimale $12 + 10$.
3. Convertir le résultat obtenu en décimal. Vérifier que vous obtenez bien 22.

Finalement, une addition en binaire revient à faire des additions élémentaires de 1 et de 0 où apparaissent des chiffres qui sont le résultat de la **somme s** et éventuellement des chiffres de **retenue r**.

4. En déduire les règles utilisées pour faire l'addition en base 2 :

a		b		Somme	Retenue
0	+	0	=		
0	+	1	=		
1	+	0	=		
1	+	1	=		

On veut créer un module réalisant l'addition de 2 chiffres de 1 bit a et b. Le résultat de l'addition est la somme s. Elle doit être accompagnée d'une éventuelle retenue représentée par la variable logique r.



On peut alors associer une table de vérité et donc une fonction logique pour chacune des 2 sorties s et r

5. Compléter les tables de vérité des sorties s et r. En déduire les portes logiques qui permettent de les réaliser.

a	b	s
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

Quelle porte logique lie s
à a et b ?

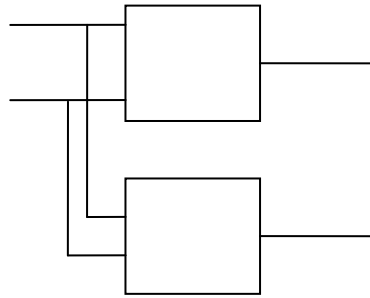
.....

a	b	r
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

Quelle porte logique lie r
à a et b ?

.....

6. On propose le montage ci-dessous pour réaliser le module ci-dessus. Compléter en écrivant le nom des deux portes, les deux entrées a et b et les sorties r et s. Préciser le rôle de chacune des portes dans le montage.



7. Simuler ce montage avec crocodile et vérifier les tables de vérité.

Ce montage constitue un **demi-additionneur**.

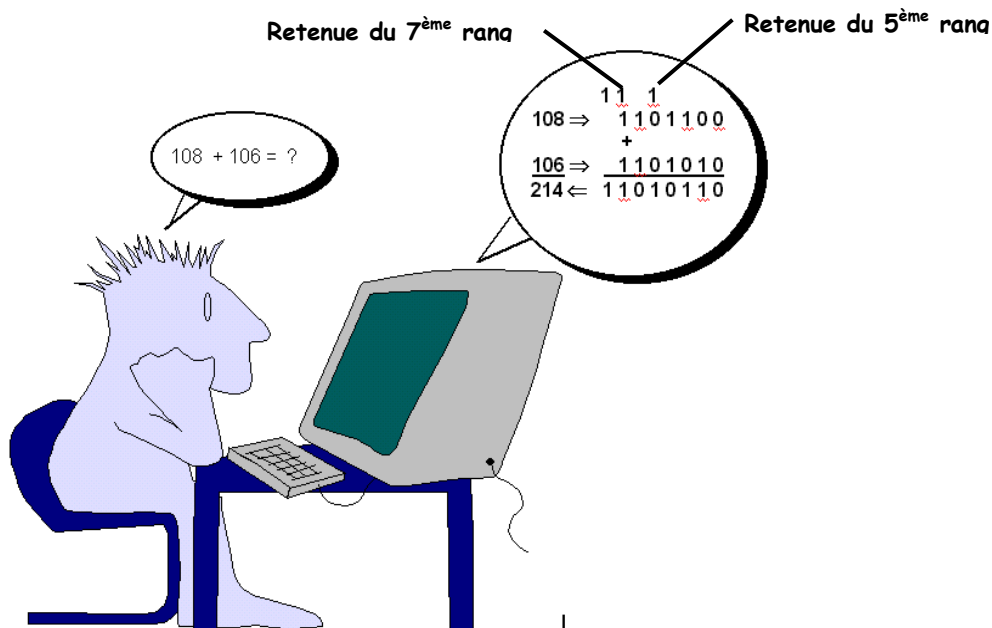
8. Est-il suffisant pour réaliser toutes les additions de 2 binaires?

II. L'additionneur

On envisage maintenant d'additionner $108 + 106$

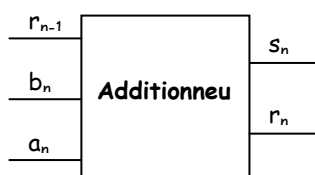
1. Convertir 108 et 106 en binaire.
2. Réaliser l'addition binaire de ces deux nombres. Vérifier que le résultat obtenu est égal à 214.

On constate qu'aux 5^{ème} et 7^{ème} rangs, il faut prendre en compte la retenue obtenue au rang précédent.



De plus, chaque rang est susceptible de générer une retenue supplémentaire.

Pour réaliser chaque rang de l'addition, il faut donc un module à trois entrées pour prendre en compte si nécessaire la retenue du rang précédent. Ce module est appelé additionneur.

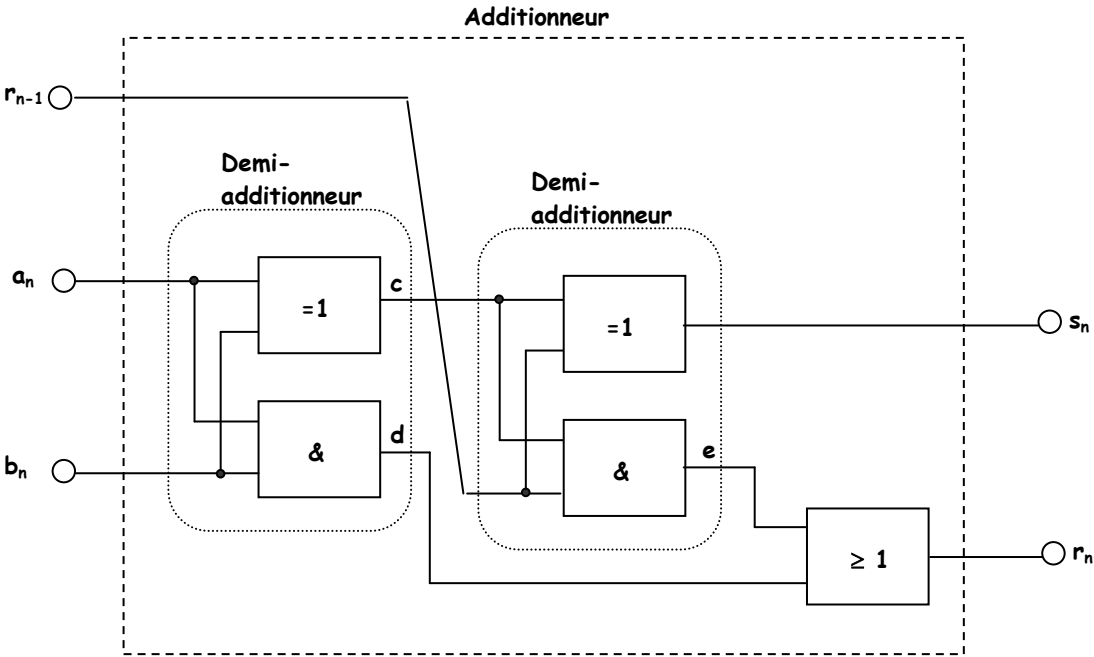


3. Dans l'exemple précédent, que valent $a_3, b_3, s_3, r_3, a_4, b_4, s_4, r_4$?

4. Compléter la table de vérité de l'additionneur :

r_{n-1}	a_n	b_n	s_n	r_n
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

On considère le montage suivant constitué de deux demi-additionneurs et d'une porte ou :



5. Compléter la table de vérité de ce montage :

r_{n-1}	a_n	b_n	c	d	e	s_n	r_n
0	0	0					
0	0	1					
0	1	0					
0	1	1					
1	0	0					
1	0	1					
1	1	0					
1	1	1					

Ce montage réalise-t-il l'additionneur voulu? Justifier.

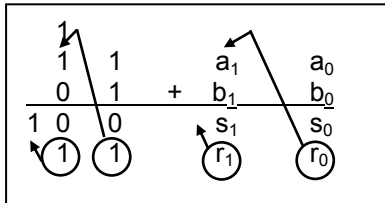
- 6. Simuler ce montage sur Crocodile en le disposant verticalement sur la partie droite de l'écran en occupant moins d'un quart de celui-ci.
- 7. Vérifier la table de vérité du montage réalisé.

III. Addition de nombres à n bits

Pour le moment, avec ce module additionneur, vous ne pouvez additionner que **2 nombres de 1 bit** ! Comment faire pour additionner des nombres à plusieurs bits ?

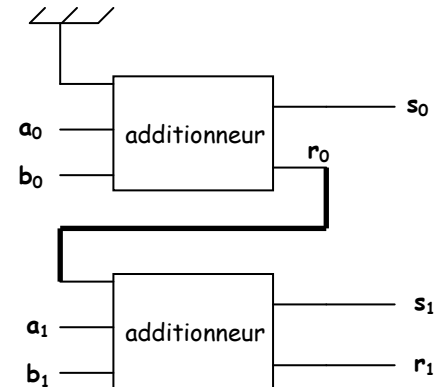
Le principe est simple : **pour additionner 2 nombres binaires à n bits, il suffit de mettre en cascade n additionneurs ...**

Pour des nombres à 2 bits, il faut mettre en cascade 2 additionneurs selon le principe suivant :



⇔ Ceci est l'écriture de l'addition

ce qui donne l'association ⇒



dont le résultat est : $r_1 s_1 s_0$ soit ici 100

1. Simuler ce montage. Vous pouvez maintenant procéder en utilisant le copier-coller. Il suffit alors de chaîner les deux modules suivant le principe ci-dessus.
2. Tester le montage en réalisant des additions.
3. Compléter le montage pour réaliser ensuite une addition sur 3 puis 4 bits.
4. Tester les montages.