

Exercice 2 : Principe de fonctionnement d'un UAL (aide)

x INV : renvoie \bar{a} si $op_3 = 1$ et a sinon.

x ADD : renvoie la somme des deux nombres $e_1 + e_2$.

x NAND : renvoie le résultat de l'opération logique NON(e_1 ET e_2)

x MUX : renvoie e_3 si $op_1 = 0$ et e_4 sinon.

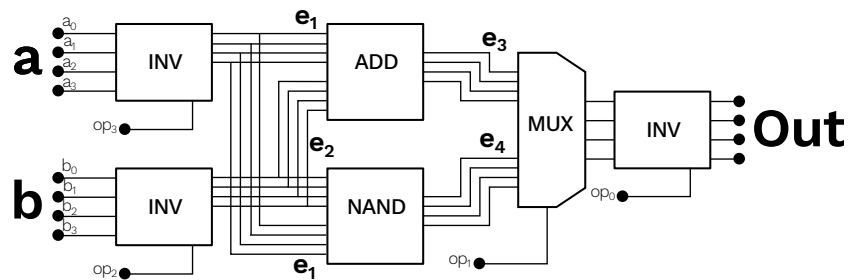


Figure 1: Schéma interne de l'UAL

Exemples d'utilisation

Le tableau ci-contre présente quelques exemples d'utilisation. On remarque qu'il est possible de faire une soustraction. En effet, par définition du complément à 2, on a :

$$-a = \bar{a} + 1, \text{ donc } \bar{a} = -a - 1$$

Pour la 4^o ligne, l'opération effectuée correspond à $\bar{a} + b$. On a donc :

$$\bar{a} + b = -a - 1 + b = -(-a + b - 1) - 1 = a - b$$

Cas	opcode	a	b	Out	Commentaire
1	0000	0011	0101	1000	a+b
2	0000	0001	1111	0000	overflow
3	0101	0011	0101	0010	b-a
4	1001	0011	0101	1110	a-b
5	0101	0011	0000	1101	-a
6	0001	1100	0000	0011	Non a
7	0010	0011	0101	1110	a nand b
8	0011	0011	0101	0001	a et b
9	1110	0011	0101	0111	a ou b

Détail partiel de l'exemple d'utilisation

Cas	Etat de l'UAL	Commentaires
1		D'après la figure ci-contre, $OUT = a + b$. On obtient : $\begin{array}{r} 0011 \\ + 0101 \\ \hline 1000 \end{array}$ Donc $OUT = 1000$
2		On a $OUT = a + b$ avec : $a \rightarrow 0011$ $b \rightarrow 1111$ $(1) 0000$ Il y a une retenue \rightarrow Situation d'overflow

3	<p>Opération addition $e_3 = e_1 + e_2 = a + /b = 1101$ $s = e_3 = a + /b$ OUT=S=e3=/(a+/b) OUT=0010</p>	<p>On a $OUT = /(a+/b) = b-a$ (voir explication sur TD.)</p> <p> $a \rightarrow 0011$ $-a \rightarrow 1101$ $b \rightarrow 0101$ $b+(-a) \rightarrow (1) 0010$ </p> <p>La retenue est ignorée, on a bien $OUT=b-a \rightarrow 2=5-3$</p>
4	<p>Opération addition $e_3 = e_1 + e_2 = /a + b = 0001$ $s = e_3 = /a + b$ OUT=S=e3=/(/a+b) OUT=1110</p>	<p>On a $OUT = /(/a + b) = a-b$</p> <p> $a \rightarrow 0011$ $-b \rightarrow 1011$ $a+(-b) \rightarrow 1110$ </p> <p>on a bien $OUT=a-b \rightarrow -2=3-5$</p>
5		<p>D'après la figure ci-contre, $OUT = NON(NON(b) + a) = b-a$ (voir description ci-dessus) $OUT = b-a$ avec $b=0$ donc $OUT = -a$ $a=0011$ donc $-a=1101$ (méthode du complément à 2) OUT=1101</p>
6	<p>Opération addition $e_3 = e_1 + e_2 = a + b = 1100$ $s = e_3 = a + b$ OUT=S=e3=/(a+b) OUT=S=0011</p>	<p>On a $S = /(a+b)$ avec $b=0$ donc $S = /a$</p> <p> $a \rightarrow 1100$ $/a \rightarrow 0011$ </p>
7	<p>Opération addition $e_3 = e_1 + e_2 = a + b = 0110$ $s = e_4 = NON(a ET b)$ OUT=S=e4=NON(a ET b) OUT=NON(a ET b) OUT=1110</p>	<p>On a : $OUT = a \text{ NAND } b$ $OUT = NON(a ET b)$</p> <p> $a \rightarrow 0011$ $b \rightarrow 0101$ $a \text{ NAND } b \rightarrow 1110$ </p>



8	<p>Opération addition</p> <p>$e_3 = e_1 + e_2 = a + b$</p> <p>$s = e_3 = a + b$</p> <p>$OUT = S = a \text{ ET } b = 0001$</p> <p>$e_4 = \text{NON}(a \text{ ET } b) = 1110$</p>	<p>On a : $OUT = a \text{ ET } b$</p> <p>a → 0011</p> <p>b → 0101</p> <p>a ET b → 0001</p>
9	<p>Opération addition</p> <p>$e_3 = e_1 + e_2 = /a + /b$</p> <p>$s = e_3 = a + b$</p> <p>$OUT = S = e_4 = 0111$</p> <p>$e_4 = \text{NON}(\text{NON}(a) \text{ ET } \text{NON}(b)) = 0111$</p>	<p>On a : $OUT = a \text{ OU } b$</p> <p>a → 0011</p> <p>b → 0101</p> <p>a OU b → 0111</p>