



Multiplicateur Câblé (MUL)

Laboratoire Digital Design

Contenu

1 Objectifs	1
2 Multiplicateur de nombres naturels	2
2.1 Algorithme	2
2.2 Analyse	2
2.3 Circuit	2
2.4 Réalisation	3
3 Multiplicateur de nombres arithmétiques	4
3.1 Algorithme	4
3.2 Analyse	4
3.3 Réalisation	4
4 Analyse	5

1 | Objectifs

Ce laboratoire exerce la conception de circuits arithmétiques itératifs à l'aide de portes logiques combinatoires. Il présente la technique de réalisation de multiplicateurs pour des nombres naturels (logiques, non signés) ainsi que pour des nombres entiers (arithmétiques, signés).



2 | Multiplicateur de nombres naturels

2.1 Algorithme

La Fig. 1 présente l'algorithme de multiplication de deux nombres de 4 chiffres chacun. Le produit est égal à la somme de produits partiels. Les produits partiels sont obtenus par la multiplication de l'un des nombres par un chiffre de l'autre nombre.

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 a_3 \quad a_2 \\
 \times b_3 \quad b_2 \\
 \hline
 b_0 \cdot a_3 \quad b_0 \cdot a_2 \\
 b_1 \cdot a_3 \quad b_1 \cdot a_2 \quad b_1 \cdot a_1 \\
 b_2 \cdot a_3 \quad b_2 \cdot a_2 \quad b_2 \cdot a_1 \quad b_2 \cdot a_0 \\
 b_3 \cdot a_3 \quad b_3 \cdot a_2 \quad b_3 \cdot a_1 \quad b_3 \cdot a_0
 \end{array}
 \end{array}$$

Fig. 1. – Algorithme de multiplication

2.2 Analyse

Pour la multiplication de 2 nombres binaires naturels codés sur 4 bits, déterminer l'expression binaire de la valeur maximale que peut atteindre le résultat. Par extension, exprimer le nombre de bits que nécessite le produit de deux nombres binaires naturels codés respectivement sur n_1 et n_2 bits.

2.3 Circuit

La Fig. 2 présente le circuit d'un multiplicateur qui fonctionne selon l'algorithme présenté ci-dessus.

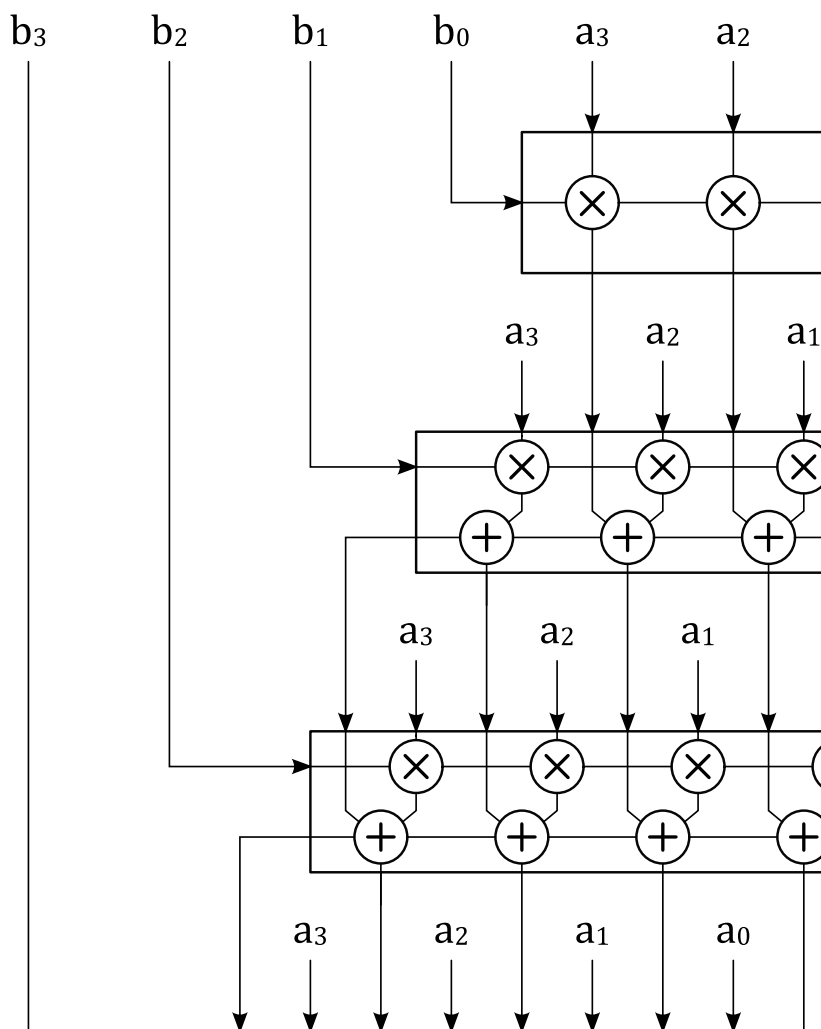
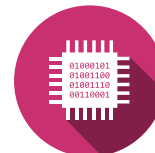
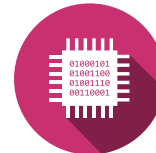


Fig. 2. – Architecture du multiplicateur

2.4 Réalisation

A l'aide de portes logiques combinatoires, compléter le schéma hiérarchique du multiplicateur de nombres non signés mis à disposition et vérifier son fonctionnement.



3 | Multiplicateur de nombres arithmétiques

3.1 Algorithme

La [Fig. 3](#) présente l'algorithme de Baugh-Wooley pour la multiplication de deux nombres entiers de même taille et représentés sous forme binaire en complément à 2 (nombres signés).

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 a_3 \quad a_2 \\
 \times b_3 \quad b_2 \\
 \hline
 1 \quad \overline{b_0 \cdot a_3} \quad b_0 \cdot a_2 \\
 \overline{b_1 \cdot a_3} \quad b_1 \cdot a_2 \quad b_1 \cdot a_1 \\
 \overline{b_2 \cdot a_3} \quad b_2 \cdot a_2 \quad b_2 \cdot a_1 \quad b_2 \cdot a_0 \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}$$

Fig. 3. – Algorithme de multiplication de nombres signés

3.2 Analyse

Pour la multiplication de 2 nombres binaires entiers codés sur 4 bits, déterminer les valeurs minimale et maximale que peut atteindre le résultat. Par extension, exprimer le nombre de bits que nécessite le produit de deux nombres binaires entiers codés respectivement sur n_1 et n_2 bits.

3.3 Réalisation

A l'aide de portes logiques combinatoires, compléter le schéma hiérarchique du multiplicateur de nombres signés mis à disposition et vérifier son fonctionnement.



4 | Analyse

En considérant que toutes les portes logiques de base ont un retard identique de 1 ns, déterminer la valeur maximale du délai de calcul des opérateurs réalisés.

Proposer une structure différente pour augmenter la vitesse de fonctionnement de ces opérateurs.