

TD Chapitre 02 : Arithmétique Binaire

Objectifs

- Maîtriser les conversions binaire/décimal
- Comprendre le complément à 2
- Savoir additionner en binaire
- Interpréter les drapeaux

Durée estimée : 1h30

Exercice 1 : Conversions Binaire/Décimal

Objectif : Maîtriser les conversions de base

1.1 Binaire → Décimal

Convertissez ces nombres binaires en décimal :

| Binaire | Décimal |
|---------|---------|
| 1010 | ? |
| 1111 | ? |
| 10000 | ? |
| 11001 | ? |

► Solution

1.2 Décimal → Binaire

Convertissez ces nombres décimaux en binaire (8 bits) :

| Décimal | Binaire (8 bits) |
|---------|------------------|
| 7 | ? |
| 42 | ? |
| 100 | ? |
| 255 | ? |

► Solution

Exercice 2 : Complément à 2

Objectif : Représenter les nombres négatifs

2.1 Calculer $-X$

Sur **8 bits**, calculez la représentation en complément à 2 de :

| Nombre | Étape 1 (NOT) | Étape 2 (+1) | Résultat |
|--------|---------------|--------------|----------|
| -1 | ? | ? | ? |
| -5 | ? | ? | ? |
| -128 | ? | ? | ? |

► Solution

2.2 Interpréter un nombre signé

Interprétez ces nombres 8 bits en signé ET en non-signé :

| Binaire | Non-signé | Signé |
|-----------|-----------|-------|
| 0111 1111 | ? | ? |
| 1000 0000 | ? | ? |
| 1111 1111 | ? | ? |

► Solution

Exercice 3 : Addition Binaire

Objectif : Pratiquer l'addition colonne par colonne

3.1 Additions simples (4 bits)

Calculez ces additions :

$$\begin{array}{r} 0011 \\ + 0001 \\ \hline ? \end{array} \quad \begin{array}{r} 0101 \\ + 0011 \\ \hline ? \end{array} \quad \begin{array}{r} 1010 \\ + 0110 \\ \hline ? \end{array}$$

► Solution

3.2 Addition avec retenues

Détaillez l'addition de $13 + 7 = 20$ sur 5 bits :

$$\begin{array}{r} \text{Retenues : } \quad ? \quad ? \quad ? \\ 13 \quad : \quad \underline{\quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1} \\ + \quad 7 \quad : \quad + \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\ \hline 20 \quad : \quad ? \quad ? \quad ? \quad ? \quad ? \end{array}$$

► Solution

Exercice 4 : Soustraction via Complément à 2

Objectif : Comprendre $A - B = A + \text{NOT}(B) + 1$

4.1 Calculer 7 - 3 (4 bits)

Montrez les étapes :

1. Représenter 7 et 3
2. Calculer $\text{NOT}(3)$
3. Additionner $7 + \text{NOT}(3) + 1$

► Solution

4.2 Calculer $5 - 8$ (4 bits)

Que se passe-t-il quand le résultat est négatif ?

► Solution

Exercice 5 : Half Adder et Full Adder

Objectif : Comprendre les tables de vérité

5.1 Table du Half Adder

Complétez et identifiez les portes :

| a | b | sum | carry |
|---|---|-----|-------|
| 0 | 0 | ? | ? |
| 0 | 1 | ? | ? |
| 1 | 0 | ? | ? |
| 1 | 1 | ? | ? |

sum = ____ (quelle porte ?)

carry = ____ (quelle porte ?)

► Solution

5.2 Table du Full Adder

Complétez la table pour le Full Adder :

| a | b | cin | sum | cout |
|---|---|-----|-----|------|
| 0 | 0 | 0 | ? | ? |
| 0 | 0 | 1 | ? | ? |
| 0 | 1 | 0 | ? | ? |
| 0 | 1 | 1 | ? | ? |
| 1 | 0 | 0 | ? | ? |
| 1 | 0 | 1 | ? | ? |
| 1 | 1 | 0 | ? | ? |
| 1 | 1 | 1 | ? | ? |

► Solution

Exercice 6 : Drapeaux de l'ALU

Objectif : Interpréter N, Z, C, V

6.1 Calcul des drapeaux

Pour chaque opération sur **8 bits**, calculez le résultat et les drapeaux :

| Opération | Résultat | N | Z | C | V |
|---------------|----------|---|---|---|---|
| $0x7F + 0x01$ | ? | ? | ? | ? | ? |
| $0xFF + 0x01$ | ? | ? | ? | ? | ? |
| $0x05 - 0x05$ | ? | ? | ? | ? | ? |
| $0x80 - 0x01$ | ? | ? | ? | ? | ? |

► Solution

6.2 Quel branchement prendre ?

Après `CMP R0, R1` (calcule $R0 - R1$), quels branchements sont pris ?

Cas 1 : $R0 = 5, R1 = 3$

- B.EQ ? B.NE ? B.GT ? B.LT ?

Cas 2 : $R0 = -1$ (0xFFFFFFFF), $R1 = 1$

- B.GT ? B.LT ? B.HI ? B.LO ?

► Solution

Exercice 7 : Défi - Overflow

Objectif : Comprendre quand $V = 1$

Quand l'overflow se produit-il ?

Sur **4 bits signés** (plage -8 à +7), lesquelles de ces opérations provoquent un overflow ?

1. $3 + 4 = ?$
2. $7 + 1 = ?$
3. $-5 + (-4) = ?$
4. $-8 + (-1) = ?$

► Solution

Récapitulatif

Compétences validées

Après ce TD, vous devez savoir :

- [] Convertir entre binaire et décimal
- [] Calculer le complément à 2 d'un nombre
- [] Effectuer des additions/soustractions en binaire
- [] Expliquer le fonctionnement du Half/Full Adder
- [] Interpréter les drapeaux N, Z, C, V

Prochaine étape

➡ TP Chapitre 02 : Implémenter Half Adder, Full Adder et ALU

📘 Référence : Livre Seed, Chapitre 02 - Arithmétique