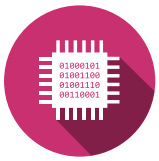



# Compteur de programme

Laboratoire Conception Numérique

# Contenu



# 1 Objectifs

Ce laboratoire présente l'implémentation d'un code de programme à l'aide d'une mémoire morte (Read-Only Memory (ROM)) et exerce la réalisation d'un compteur de programme ROM.

Il exerce aussi le dessin de circuits hiérarchiques.

# 2 ROM de commande de l'ALU

## 2.1 Circuit

La Figure 1 présente la vue simplifiée d'un processeur, avec une Arithmetic and Logical Unit (ALU), des registres et un compteur de programme.

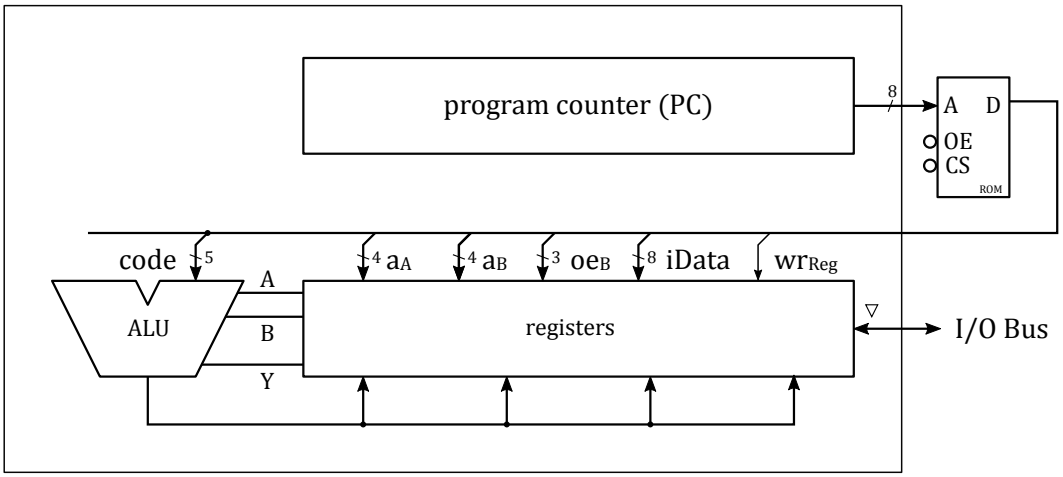



Figure 1 - ROM contrôlant l'ALU et les registres.abbr

Les adresses de la ROM sont pilotées par un compteur de programme, ce qui permet de parcourir séquentiellement le programme qu'elle contient. Les données de la ROM codent les signaux de contrôle de l'ALU ainsi que ceux des registres.

L'entrée Output Enable (OE) commande la sortie haute impédance de la ROM. L'entrée Chip Select (CS) est le signal de sélection de la ROM. Toutes deux doivent être actives pour que le circuit émette des données en sortie.

## 2.2 Séquencement des opérations

Les instructions sont exécutées en 2 phases, comme présenté à la Figure Figure 2.

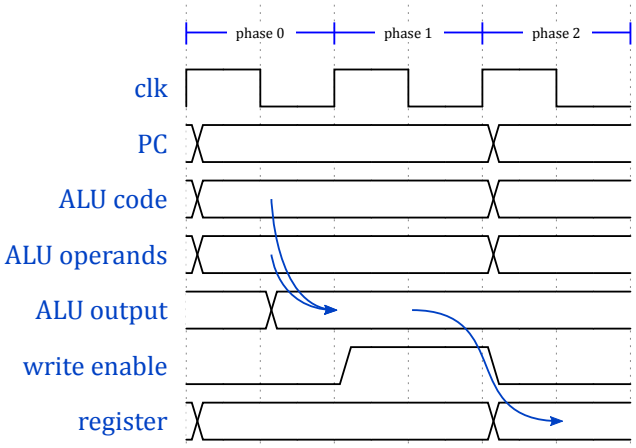
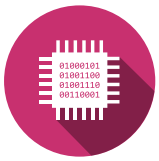



Figure 2 - Phases des instructions

La sortie de l'ALU est stable en fin de phase 0. La nouvelle valeur du registre sélectionné est enregistrée au flanc montant de l'horloge en fin de phase 1.



# 3 Réalisation logicielle d'un port série

## 3.1 Transmission sérielle

La Figure Figure 3 présente le déroulement temporel de l'envoi en série d'un mot de donnée.

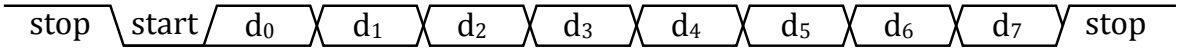



Figure 3 - Transmission sérielle

Le signal sériel est transmis sur le bit de poids faible du port de sortie.

## 3.2 Algorithme linéaire

L'algorithme contenu dans la ROM est le suivant:

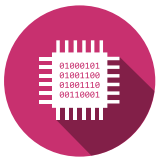
```
LOAD        s3, FF              ; load stop bit
OUTPUT      s3                  ; output stop bit
LOAD        s3, s3              ; no operation
LOAD        s3, s3              ; no operation
LOAD        s3, s3              ; no operation
LOAD        s3, s3              ; no operation
LOAD        s0, 00              ; load start bit
OUTPUT      s0                  ; output start bit
INPUT       s1                  ; load word to send
OUTPUT      s1                  ; output word, LSB is considered
SR0         s1                  ; shift word, bit 1 -> LSB
OUTPUT      s1                  ; output bit 1
SR0         s1                  ; bit 2 -> LSB
OUTPUT      s1                  ; output bit 2
SR0         s1                  ; bit 3 -> LSB
OUTPUT      s1                  ; output bit 3
SR0         s1                  ; bit 4 -> LSB
OUTPUT      s1                  ; output bit 4
SR0         s1                  ; bit 5 -> LSB
OUTPUT      s1                  ; output bit 5
SR0         s1                  ; bit 6 -> LSB
OUTPUT      s1                  ; output bit 6
SR0         s1                  ; bit 7 -> LSB
OUTPUT      s1                  ; output bit 7
LOAD        s3, s3              ; no operation
OUTPUT      s3                  ; output stop bit
```

### 3.2.1 Réalisation

Pour réaliser l'algorithme linéaire, le Program Counter (PC) est un compteur unidirectionnel. Il ne permet pas de chargement d'une nouvelle valeur.

Dessiner le circuit hiérarchique du compteur de programme du microprocesseur. Ce compteur doit s'incrémenter au flanc montant de l'horloge, lorsque **`incPC = '1'`**. A noter que dans notre système, **`incPC`** est activé chaque seconde période d'horloge. Ignorer la commande de chargement d'une nouvelle valeur dans le compteur.

Simuler le système et vérifier le bon fonctionnement du compteur et du processeur.




## 3.3 Algorithme avec boucles

L'algorithme suivant permet une écriture plus compacte du programme:

```
LOAD        s3, FF              ; load stop bit
OUTPUT      s3                  ; output stop bit
LOAD        s2, 04              ; initialize loop counter 3
SUB         s2, 01              ; decrement loop counter 4
JUMP NZ     03                  ; loop back if not end of count 5
LOAD        s0, 00              ; load start bit 6
OUTPUT      s0                  ; output start bit 7
LOAD        s2, 08              ; initialize loop counter 8
INPUT       s1                  ; load word to send 9
LOAD        s3, s3              ; no operation
OUTPUT      s1                  ; output word, LSB is considered
SR0         s1                  ; next bit -> LSB
SUB         s2, 01              ; decrement loop counter
JUMP NZ     0A                  ; loop back if not end of count
OUTPUT      s3                  ; output stop bit
```

### 3.3.1 Réalisation

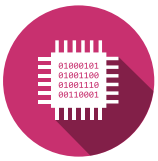
Pour réaliser l'algorithme avec boucles, le PC doit permettre le chargement d'une nouvelle valeur.

Modifier le circuit hiérarchique du compteur de programme du microprocesseur afin de permettre chargement d'une nouvelle valeur dans le compteur. Changer la vue par défaut de la ROM pour sélectionner la version avec le code incluant des boucles.

Simuler le système et vérifier le bon fonctionnement du compteur et du processeur.

## 3.4 Comparaison

Pour les deux algorithmes à disposition, comparer la vitesse de transmission du mot série.




# Glossaire

***ALU*** – **Arithmetic and Logical Unit** 2

***CS*** – **Chip Select** 2

***OE*** – **Output Enable** 2

***PC*** – **Program Counter** 3, 4

***ROM*** – **Read-Only Memory** 1, 2, 3, 4