



Objectif	Comprendre et utiliser des graphes d'états.
Moyens	Réalisation d'un petit séquenceur.
Théorie	Livre Informatique Industrielle, chap.2
Matériel	Boîte de logidule.

1 Introduction

Nous vous proposons de concevoir un séquenceur simple (machine d'état). Nous désirons contrôler à l'aide de ce séquenceur le fonctionnement d'un moteur pas-à-pas. A cette fin, nous étudierons d'abord le fonctionnement du moteur pas à pas, puis nous réaliserons plusieurs séquenceurs.

2 Moteur pas-à-pas

Un moteur pas-à-pas comporte des paires de bobines d'excitation. En fonction du courant dans ces bobines, le rotor change d'orientation. Un séquençage correct permet de tourner le rotor dans un sens ou dans l'autre. Les problèmes de stabilité, vitesse maximale, oscillations parasites ne sont pas considérés ici. Le moteur est sensé avoir pris une position d'équilibre stable avant le prochain changement d'état.

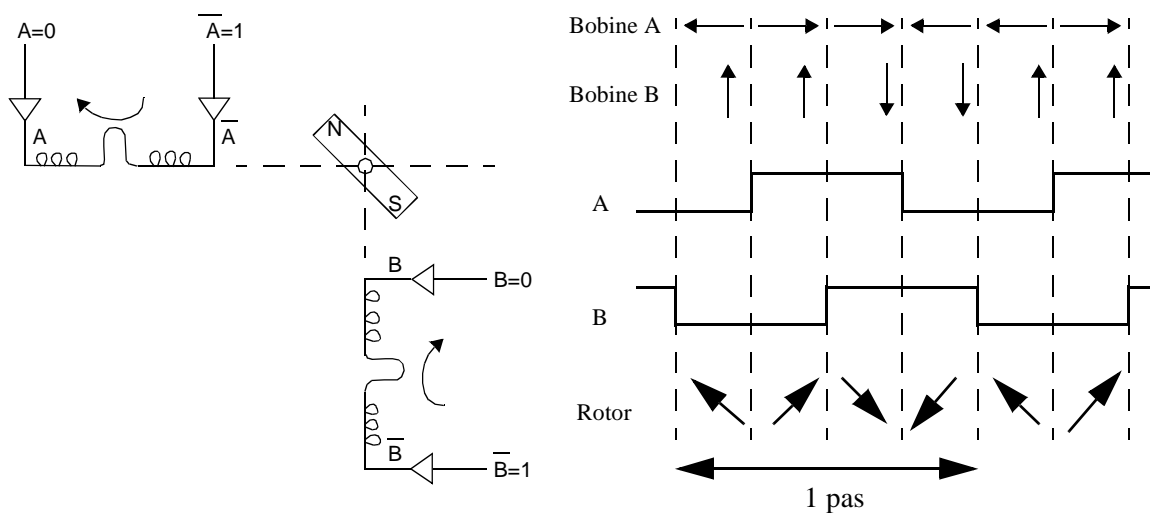


Figure 1. Avance d'un moteur pas-à-pas.

Un petit moteur pas-à-pas est à disposition dans un logidule. Ses bobines à faible courant peuvent être commandées directement par des portes logiques sans amplificateur supplémentaire.

3 Fonctionnement manuel du moteur pas-à-pas

Manipulation 1

Veillez réaliser la séquence précédente avec des interrupteurs comme l'indique la figure 2.

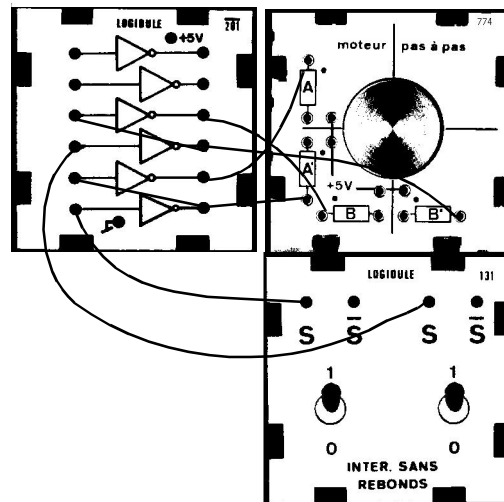


Figure 2. Montage à réaliser

Testez le montage à l'aide de diodes lumineuses afin de vérifier que le moteur avance en suivant les différentes étapes du graphe d'états ci-dessous:

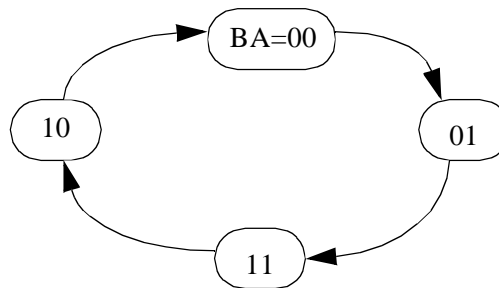


Figure 3. Graphe d'état du moteur

4 Fonctionnement du moteur par une logique séquentielle

Manipulation 2

Afin de faire fonctionner le moteur par une logique de commande digitale, réalisez la séquence de la figure 1 à l'aide de deux bascules:

Schéma bloc

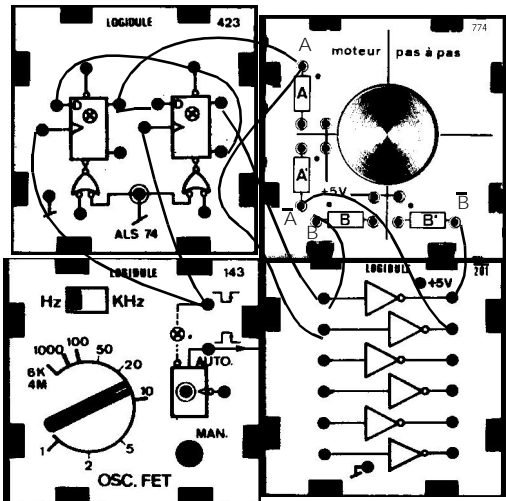


Schéma équivalent

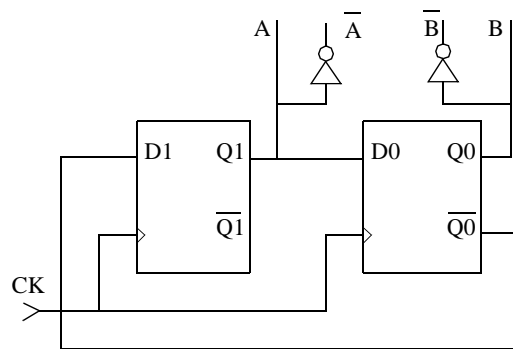
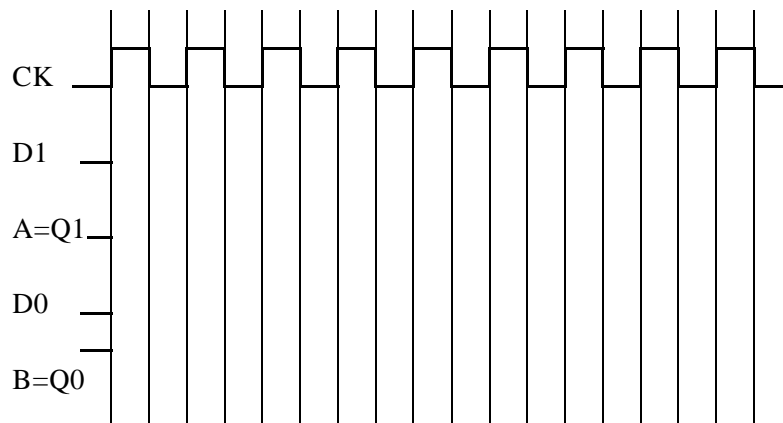


Figure 4. Montage à réaliser

Question 1

- Vérifiez le fonctionnement du moteur.
- Observez les signaux CK, D1, A=Q1, D2, B=Q0 et dessinez le diagramme de temps. Faites fonctionner le circuit avec une horloge de faible fréquence afin de visualiser son bon fonctionnement.



5 Commande de moteur par machine à états finis

Nous cherchons à réaliser le graphe d'état qui permet de faire avancer ou reculer le moteur à l'aide d'une machine d'états composée d'une mémoire morte programmée et d'un registre. L'état suivant est donnée par l'état courant et par la valeur du signal S (Sens de rotation). L'état courant est transmis sur les adresses A1 et A0 et le signal S sur la ligne d'adresse A2.

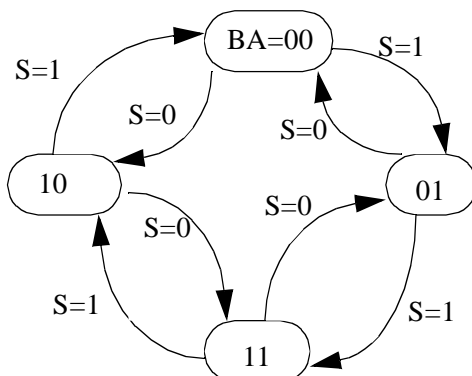


Figure 5. Graphe d'états pour commande d'un moteur pas à pas.

Note: Pour toutes les machines d'états, le prochain état est engendré à partir de l'état courant de la machine et de la valeur des signaux d'entrée.

Question 2

En vous inspirant de la théorie (livre informatique industrielle, pg 29), donnez le schéma de la machine d'états capable de réaliser le graphe d'état de la figure 5.

Nous allons utiliser une EEPROM qui est une mémoire programmable et effaçable électriquement. La capacité de cette mémoire est de 64 Ko (8 K * 8). Son contrôle est effectué par trois signaux: le Chip Enable (\overline{CS}), le Output Enable (\overline{OE}), le Write Enable (\overline{W}). Nous désirons programmer cette mémoire morte à partir de l'adresse 00.

Question 3

Donnez le contenu de la mémoire morte afin d'obtenir la machine d'états qui engendre le séquençage de la figure 5. Remplissez le tableau suivant:

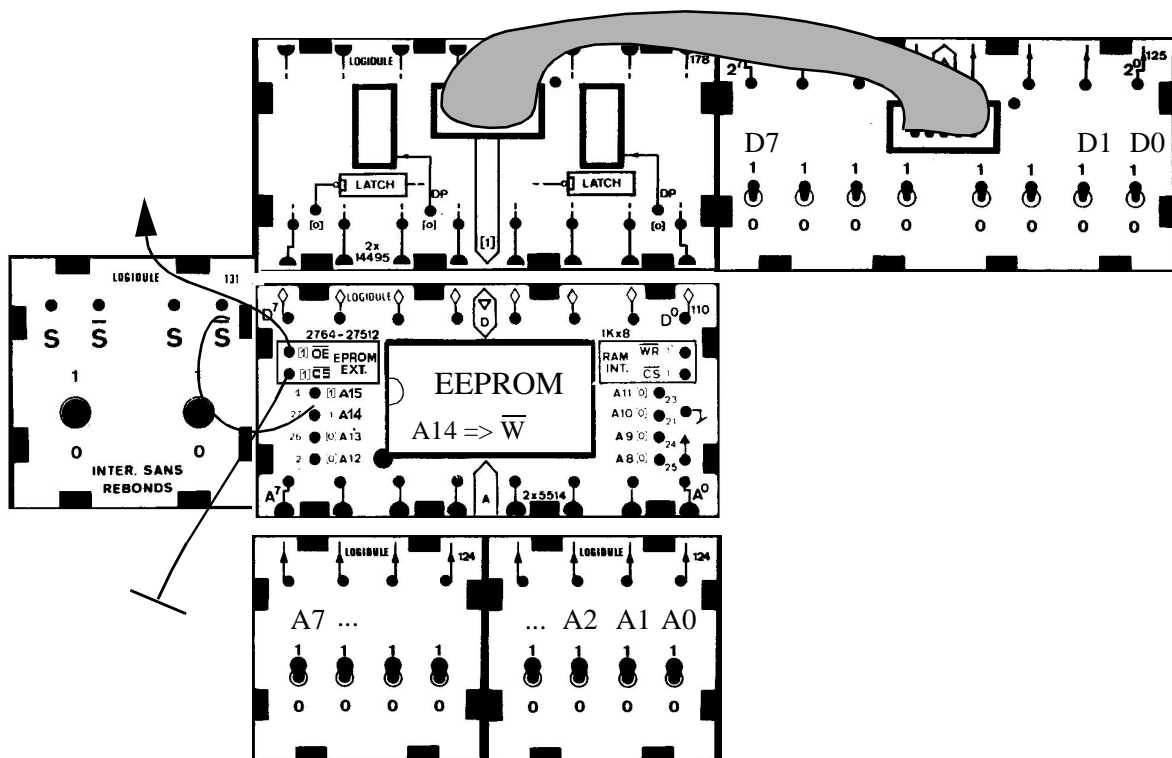
Adresses			Données
A2	A1	A0	
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

A) Programmation de la mémoire morte

Manipulation 3

L'écriture dans l'EEPROM s'effectue quand \overline{OE} est inactif (état haut) et \overline{CS} actif (état bas). L'adresse est mémorisée sur le flanc descendant de \overline{W} et les données à mettre en mémoire sont prises en compte sur le flanc montant de \overline{W} .

Branchez \overline{OE} directement à l'état '1' et \overline{CS} à la masse. Le signal \overline{W} est à brancher sur un bouton-poussoir afin d'engendrer manuellement les flancs. Les données sont à rentrer par paquet de 8 bits (D0 à D7). Utilisez D0 et D1 pour rentrer les deux bits de poids faible donnant l'état du séquenceur (signaux A, B). Les broches D2 à D7 sont donc branchées sur des interrupteurs à l'état zéro. Veuillez effectuer le montage suivant afin de mémoriser dans l'EEPROM la suite des états nécessaires au séquencement du moteur.



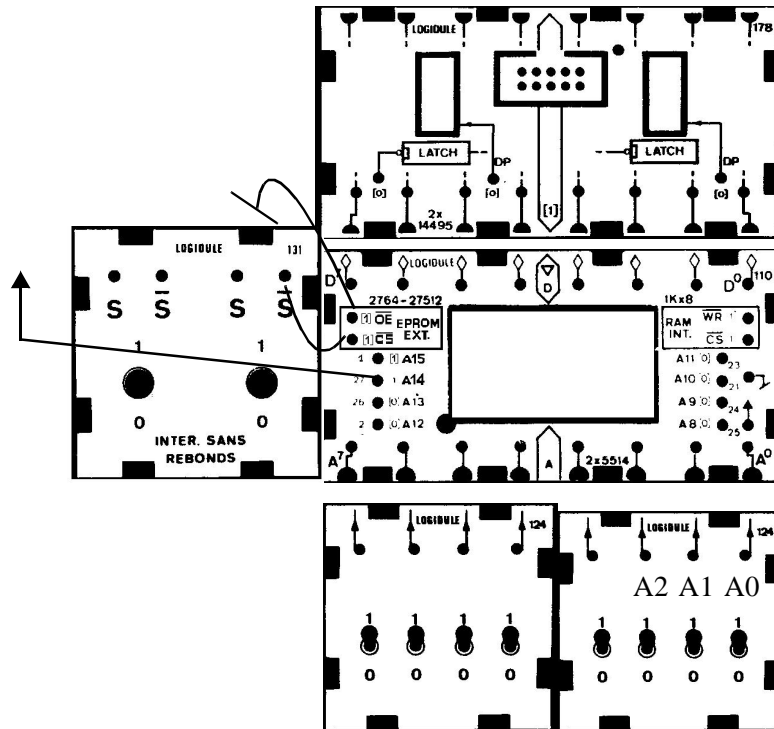
Afin de mémoriser la position mémoire 0, mettez A7..A0 à zéro, sélectionnez les valeurs désirées de D1 et D0 et cliquez sur le bouton-poussoir \overline{W} . Pour mémoriser la position mémoire 1, mettez A7..A1 à zéro et A0 à un, sélectionnez les valeurs désirées de D1 et D0 et cliquez sur le bouton-poussoir \overline{W} .

Ainsi de suite, jusqu'à ce que toutes les positions mémoires soient écrites.

B) Lecture de la mémoire

Manipulation 4

La lecture n'est possible que lorsque que \overline{W} est inactif (état haut) et \overline{OE} est actif (état bas). L'adresse n'est pris en compte que si \overline{CS} est actif. Afin de vérifier que les données ont bien été enregistrées, veuillez effectuer le montage suivant.

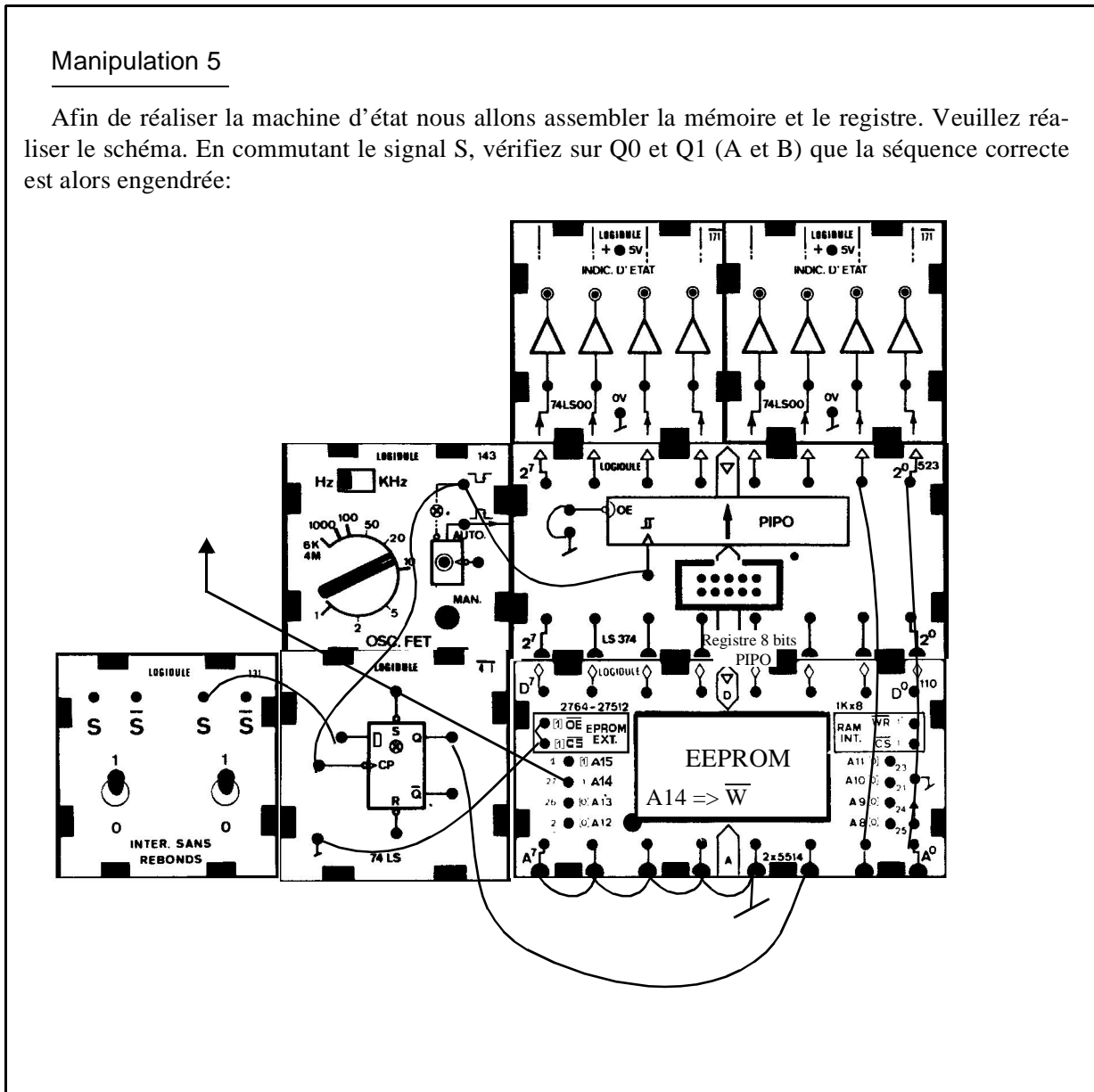


Faites varier les adresses mémoires successives 0,1,... afin de vérifier que les données mémorisées se trouvent en mémoire. Si le résultat n'est pas correct, veuillez répéter l'opération de programmation.

C) Commande de moteur par machine d'état (mémoire et registre).

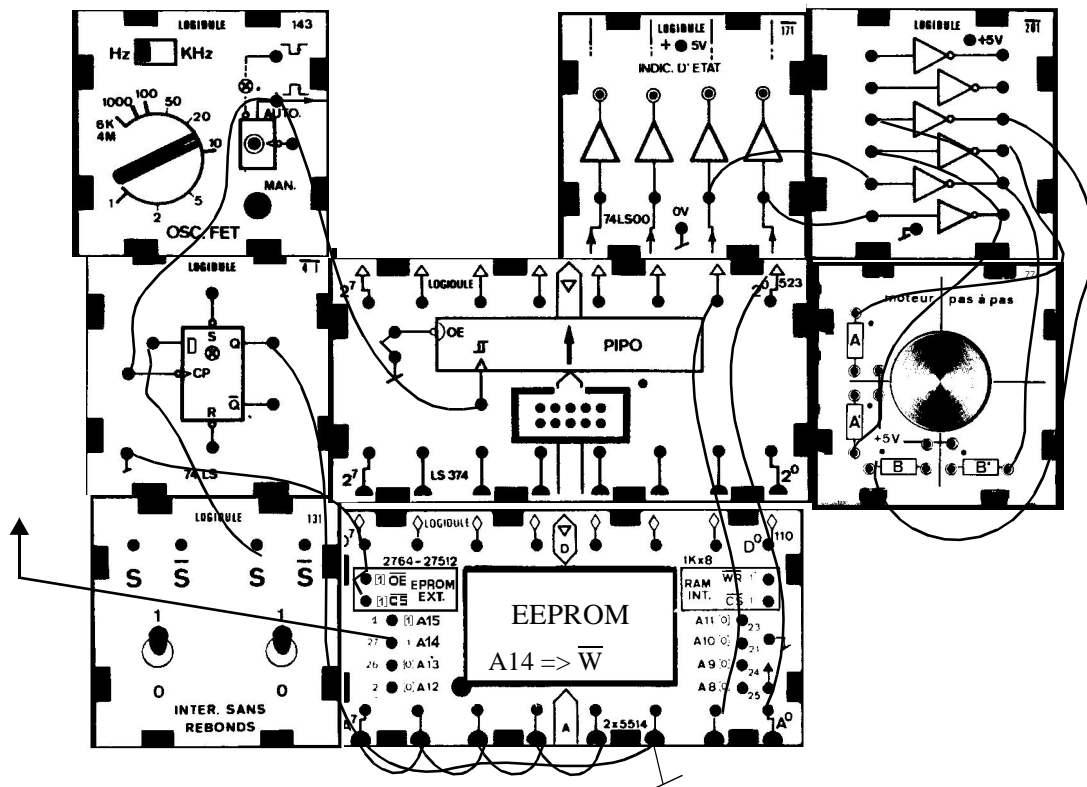
Manipulation 5

Afin de réaliser la machine d'état nous allons assembler la mémoire et le registre. Veuillez réaliser le schéma. En commutant le signal S, vérifiez sur Q0 et Q1 (A et B) que la séquence correcte est alors engendrée:



Manipulation 6

La machine d'états étant réalisée, elle est utilisable pour piloter le moteur pas-à-pas. On utilise 4 inverseurs sur les sorties D0 et D1 (deux sur chacune) du registre afin d'éviter l'effet parasite des bobines inductives du moteur. Branchez \overline{OE} et \overline{CS} à la masse et \overline{W} à l'état '1' pour que la mémoire fonctionne constamment en mode lecture. Effectuez le montage suivant.



Question 4

Faites varier l'interrupteur S afin de vérifier que le moteur fonctionne correctement dans les deux sens. A quoi sert la bascule D? Est-ce que le moteur fonctionne de la même manière si vous connectez directement le signal S à l'entrée de la mémoire de la machine d'états?