



PLAQUE MICROPROCESSEUR

3.1 EXPLICATION DU SCHEMA

La plaque processeur est difficile à bien comprendre, car le processeur a une complexité interne très grande. Il faut toutefois bien séparer les groupes d'entrée et de sortie. Les lignes d'adresses et de données sont directement compatibles avec le bus. Elles sont actives ou non selon l'état de l'interrupteur HOLD, mais il faut réaliser que l'entrée HOLD est une demande au processeur de s'arrêter et de libérer le bus. Pour satisfaire cette demande, il faut qu'il reçoive des impulsions d'horloge pour finir l'instruction en cours. Une sortie, appelée RUN, indique que le processeur occupe le bus. Lorsque RUN = 0, le bus est libéré en agissant sur les entrées ADEN et DAEN et la lampe HOLD s'allume. Le bus est alors libre (lampes adresses et data de la plaque de base toutes allumées) et il est permis de manipuler les interrupteurs ADVAL et WRITE de la plaque de base.

L'entrée CLOCK a une fréquence de 1,2 MHz au maximum et peut être arrêtée, mais seulement dans l'état \downarrow . Un diviseur par 2 commandé par un oscillateur à 2,4 MHz fait les oscillations nécessaires. Ce diviseur par 2 peut être bloqué à zéro par un deuxième flip-flop dans une certaine combinaison d'interrupteurs, pour pouvoir envoyer au processeur 2650 une seule impulsion d'horloge à la fois et suivre ainsi son évolution. Dans ce mode "STATE STEP" (avance pas à pas, d'état en état), les deux interrupteurs d'avance sont respectivement sur STATE et sur STEP. L'impulsion d'horloge sortant du diviseur par 2 met le flip-flop BLOC à 1 (sauf si l'entrée CONDition de cette bascule est à zéro) et bloque à zéro le diviseur par 2. Le flip-flop BLOC peut être remis à zéro par le poussoir, qui fournit une impulsion très brève de remise à zéro, pendant le temps de charge du condensateur de 200 pF au moment où le poussoir touche son contact de travail,

Si l'interrupteur est dans la position INSTR, le processeur avance d'une instruction à la fois (explication plus loin). Avec l'autre interrupteur dans la position RUN, le processeur exécute son programme (sauf s'il est en HOLD).

Pour sélectionner la mémoire, le processeur fournit un signal OPREQ (sélection mémoire ou périphérique), un signal MEM/ \overline{IO} (sélection entre mémoire et périphérique) et un signal INTACK (reconnaissance d'interruption, non utilisé pour l'instant). Un décodage est nécessaire pour générer les signaux ADMEM et ADPER voulus par le bus. Des portes à collecteur ouvert (les pull-up sont sur la plaque de base) doivent être utilisés pour les signaux allant sur le bus, car le contrôle de ces lignes est parfois assuré par le panneau de test.

Le signal WRITE fourni par le processeur doit être inversé. Une porte en collecteur ouvert devrait aussi être utilisée ici en toute rigueur. Dans une nouvelle variante, les portes utilisées pour générer INTACKLOW et WRITELOW seront permu-tées. Il peut y avoir des problèmes avec le panneau de test si le 74LS05 du panneau de test est "faible" et le 74LS132 du processeur trop "fort": le panneau de test ne peut pas imposer in "0" suffisamment bon sur la ligne WRITELOW (inférieur à 0,8 V). Dans ce cas, mettre une diode sur la plaque processeur, à la place du pont a (voir dessin deux pages plus loin).

Une entrée RESET permet de remettre à zéro le compteur d'instructions du 2650 et de le faire redémarrer depuis l'adresse 0. Un inverseur est également nécessaire sur cette ligne.

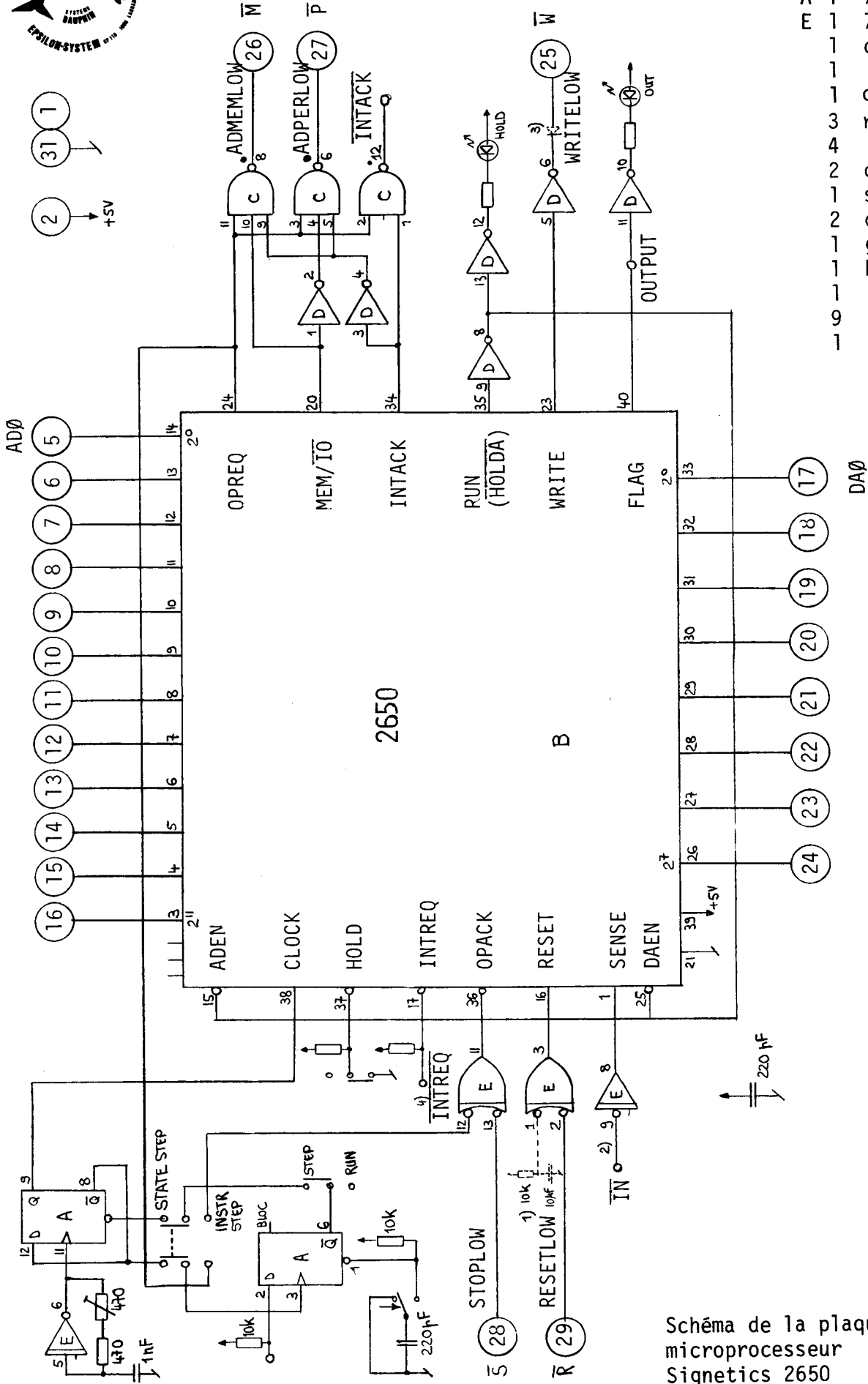


Schéma de la plaque microprocesseur Signetics 2650

- B 1 2650
- D 1 74LS04
- C 1 74LS12
- A 1 74LS74
- E 1 74LS132
- 1 cond. n22
- 1 In
- 1 cond. 220n
- 3 rés. 470
- 4 10k
- 2 diodes lum.
- 1 socle 40
- 2 comm. gl.
- 1 gros c.g.
- 1 bouton p.
- 1 80 cm fil
- 9 rivets
- 1 connecteur

- NOTES:
- 1) Restart automatique à l'enclenchement.
 - 2) La résistance pull-up est sur l'adaptateur lié à cette entrée.
 - 3) Mettre une diode (genre 1N914) au lieu du pont si l'écriture n'est pas possible depuis le panneau de test.
 - 4) L'ier opérationnellement à la ligne 30 du bus.

3.3 TEST DE LA PLAQUE PROCESSEUR

Après un test visuel très attentif, procéder à la séquence de test suivante, avec la plaque processeur branchée seule sur la plaque de base.

- 1) Le processeur n'étant pas inséré dans son socle, vérifier au crayon lumineux qu'une impulsion d'horloge unique arrive sur la pin 38 du 2650 lorsque l'on pèse sur le poussoir dans le mode STATE STEP.
- 2) Vérifier qu'en RUN, la fréquence sur cette pin est de 1MHz. Ajuster à 1,2 MHz si un oscilloscope ou un fréquencemètre est disponible. Autrement mettre le potentiomètre à fond du côté "Mini" (résistance maximum)+ un programme adéquat permettra de régler cette fréquence précisément plus tard avec une simple montre, et il n'y a aucun besoin d'avoir une fréquence précise.
- 3) Vérifier qu'il n'y a pas de court-circuit sur les lignes d'adresses et de données (un interrupteur à la fois à zéro, comme lors du test de la mémoire). Sur la plaque processeur, la lampe HOLDA est éteinte et la lampe OUTPUT est allumée.
- 4) Mettre les interrupteurs du panneau de test sur ADFLOT et DAFLOT. Insérer le processeur sur son socle, mettre les interrupteurs sur RUN, INSTRUCTION (I) et HOLD. Peser sur RESET: toutes les diodes d'adresse et la lampe HOLDA s'éteignent pendant l'action de la touche sur RESET, et se rallument tout de suite après. La lampe OUTPUT est soit allumée, soit éteinte, on ne peut pas savoir.
- 5) Mettre l'interrupteur sur STEP: les diodes restent éteintes jusqu'à la première action sur le bouton poussoir: il faut un cycle pour que le processeur accepte la demande de HOLD.
- 6) Bouger l'interrupteur qui est sur HOLD: l'adresse 1 apparaît (diode de droite allumée). Peser sur RESET, l'adresse 0 apparaît. Peser sur le bouton poussoir, l'adresse 1, 2, 7777, 0, 7777, 0, 1, 7777, 0 7777, 0, 1, etc. apparaît. Vous exécutez votre premier programme en instruction pas à pas. L'instruction 377 est lue et interprétée par le processeur. C'est malheureusement une instruction trop compliquée à expliquer pour l'instant.
- 7) Mettre l'interrupteur sur RUN. Les lampes d'adresse s'allument en $\frac{1}{2}$ intensité, ainsi que la lampe ADMEM. Le processeur exécute le programme ci-dessus à vitesse maximum.
- 8) Agir sur l'interrupteur HOLD. Le processeur s'arrête, lampe allumée, et continue son programme quand l'interrupteur est remis dans l'autre position.
- 9) Mettre l'interrupteur RUN/STEP sur STEP et celui d'à côté sur STATE. Le processeur s'arrête sur l'une des quelques adresses possibles. Recommencez si l'adresse est 0.

Agir sur le poussoir RESET: il ne remet pas à zéro toutes les diodes. Son action est incomplète car les impulsions d'horloge sont arrêtées, et le transfert interne du signal RESET ne se fait sur certaines zones du processeur que lorsque le CLOCK agit. Le bouton RESET étant maintenu pressé, agir sur le poussoir d'avance en pas à pas: le compteur d'adresses passe à zéro. Relâcher RESET et continuer en pas à pas. Au 2e pas, la mémoire est sélectionnée, au 3e pas, le compteur d'adresses est augmenté de 1, au 5e pas, la lampe ADMEM s'allume de nouveau, au 6e le compteur est augmenté, au 9e également, mais au 10e les 4 bits de poids fort sont mis à 1 et au 11e les 8 bits de poids faible, avec sélection simultanée de la mémoire.

Ceci laisse imaginer le fonctionnement interne du processeur 2650, qui travaille par salves de 3 impulsions d'horloge, et effectue à chaque impulsion d'horloge des opérations et des transferts interne préparant ou résultant d'une instruction.

Dans le mode INSTRUCTION STEP, ces états ne sont pas vus, car le processeur ne s'arrête que lorsque la mémoire est sélectionnée avec les adresses stables.

3.4 VOTRE PREMIER VRAI PROGRAMME

Il fait tout simplement clignoter la lampe OUTPUT sur la plaque processeur.

Se mettre en INSTRUCTION STEP, faire un RESET. La lampe ADMEM est allumée, indiquant que le processeur attend une information. Mettre l'interrupteur de contrôle sur WRITE, et placer le mot 166 sur les interrupteurs de donnée. Donner une impulsion sur le bouton de pas à pas: la valeur 166 est interprétée et lue pas le processeur, qui attend une deuxième valeur. Mettre la valeur 100 et presser sur le bouton pas à pas. La lampe OUTPUT s'allume si elle était éteinte. Mettre 164 sur les interrupteurs de données et presser sur le bouton pas à pas. Mettre de nouveau 100 et presser. La lampe s'éteint. Ce programme comporte deux instructions de 2 bytes chacune:

DEBUT:	0	166	SET	OUTPUT
	1	100		
	2	164	CLR	OUTPUT
	3	100		

Pour éviter de manipuler sans arrêt les interrupteurs, chargeons ce programme en mémoire. Remettre l'interrupteur de contrôle sur DAFLLOT et insérer la plaque mémoire, avec son interrupteur sur RAM en \emptyset .

Mettre l'interrupteur du processeur sur HOLD et peser sur le poussoir pas à pas pour que le processeur finisse l'instruction et accepte le HOLD (lampe HOLDA allumée). Le bus est maintenant libre et les interrupteur de contrôle peuvent être mis sur ADVAL et WRITE. Mettre à l'adresse \emptyset le mot 166, à l'adresse 1 et 3 le mot 100, à l'adresse 2 le mot 164.

Achevons le programme avec une adresse de saut en \emptyset . Pour cela, ajoutons à l'adresse 4 le contenu 37, en 5 et 6 le contenu \emptyset .

DEBUT:	0	166	SET	OUTPUT
	1	100		
	2	164	CLR	OUTPUT
	3	100		
	4	37	JUMP	DEBUT
	5	0		
	6	0		

Mettre l'interrupteur sur DAFLLOT et relire le programme chargé en mémoire pour contrôle. Mettre l'interrupteur de contrôle sur ADFLOT. Le bus est libre et le processeur peut en prendre le contrôle. Bouger l'interrupteur qui bloque le processeur en HOLD et presser sur RESET. Le processeur doit lire dans la position 0 de la mémoire le contenu 166 qui apparaît sur les lampes de données. Peser sur le bouton de pas à pas pour exécuter le programme instruction par instruction. Après avoir lu l'adresse 6, le programme recommence en \emptyset , et la lampe OUTPUT clignote. Si le processeur est mis en RUN, le clignotement n'est pas visible (à l'oeil nu, mais l'oscilloscope révèle une fréquence de 20 kHz environ). Comparer ce signal avec d'autres signaux du processeur si vous avez un oscilloscope à double trace, pour vous familiariser avec les signaux qui apparaissent dans un système en fonctionnement.

Pour faire clignoter la lampe à une fréquence visible, il faut insérer des boucle d'attente.

```
DEBUT:  0   166   SET    OUTPUT
        1   100
DEB2:   2   370   DECJ,NE A,DEB2
        3   176
        4   371   DECJ,NE B,DEB2
        5   174
        6   164   CLR    OUTPUT
        7   100
DEB4:  10   370   DECJ,NE A,DEB4
        11  176
        12  371   DECJ,NE B,DEB4
        13  174
        14   37   JUMP   DEBUT
        15   0
        16   0
```

Avec ce programme, la lampe change d'état toutes les 3 secondes environ.

Le programme suivant donne à la lampe OUTPUT l'état de l'entrée INPUT. En reliant cette entrée à la masse ou non, on allume la lampe ou non.

```
ECHO:   0    22   LOAD   A,U
        1   120   RR     A
        2   222   LOAD   U,A
        3    33   JUMP   ECHO   (adressage relatif 200 - 5 = 173)
        4   173
        5
```

