

LES MEMOIRES

On distingue deux types de mémoire, les mémoires vives et les mémoires mortes.

MÉMOIRE VIVES

Les mémoires vives sont des mémoires dans lesquelles on peut écrire, c'est à dire stocker des informations binaires à des adresses précises, lire ces données à condition d'en connaître l'adresse, les effacer et réécrire.

On les appelle généralement mémoires **RAM de Random Acces Memory** ou mémoire à accès aléatoire. Le terme aléatoire est un peu choquant, il faut l'interpréter ici comme accès direct à un endroit précis sans avoir à parcourir toute la mémoire.

En effet, il a existé des mémoires à accès séquentiel, ces mémoires étaient composées de registres à décalage rebouclés sur eux-mêmes et dans lesquels l'information tournait en permanence. Un circuit annexe donnait en permanence le n° du bit présent sur la sortie. Lire une information nécessitait d'attendre que celle-ci se présente

Les mémoires vives se décomposent en deux familles principales, les RAM statiques et les Ram dynamiques, ces mémoires sont volatiles, c'est à dire que si l'alimentation électrique est coupée, la mémoire s'efface

Les **RAM STATIQUES** sont des matrices de bascules D un bit va définir l'opération écriture ou lecture (R/W = Read Write) un circuit de décodage de l'adresse va aiguiller l'impulsion d'horloge qui fera entrer le bit à stocker dans la bascule, bit qui est présent sur l'entrée d'écriture, si c'est une opération d'écriture ou va mettre en communication la sortie de cette bascule avec la sortie de la mémoire si c'est une opération de lecture.

Les RAM utilisées avec les microprocesseurs n'ont pas une entrée et une sortie mais une broche unique appelée Entrée/Sortie (I/O Input/Output) afin de pouvoir se raccorder à un Bus, nous verrons cela au chapitre technologie.

Les RAM se caractérisent par 3 critères essentiellement :

- sont organisées par exemple huit matrices en parallèle vont permettre de stocker un mot de 8 bits (octet) directement à une adresse donnée
- sa capacité de stockage
- son temps d'accès, temps nécessaire pour stocker un bit ou pour le lire. Ce temps est du ordre de l'essentiel au temps de décodage de l'adresse permettant de sélectionner la bascule concernée.

Exemple RAM 4096x8 10ns Ram de temps d'accès 10ns permettant le stockage de 4096 octets. Ce circuit comportera au minimum 12 broches pour l'adressage, 8 broches d'Entrée/Sortie 1 broche pour la fonction Écriture/Lecture, 2 broches pour l'alimentation électrique, il faut donc s'attendre à le trouver dans un boîtier 24 broches.

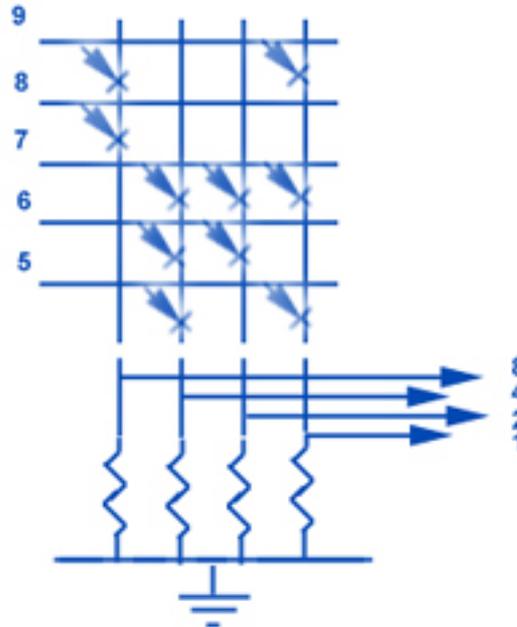
Les **RAM DYNAMIQUES** sont des circuits dans lesquels les cellules mémoires sont réduites à leur plus simple expression de façon à obtenir des capacités de stockage très importantes. L'information est contenue dans un condensateur de quelques pF, souvent la capacité grille-substrat d'un transistor MOS. Suivant l'énergie contenue dans ce condensateur le circuit l'assimile à un 1 ou un 0. Il est évident qu'une telle information ne peut se conserver très longtemps aussi le circuit doit-il régénérer l'état de tous ses points mémoire périodiquement, c'est ce qu'on appelle le cycle de Rafraîchissement (Refresh).. Durant ce cycle, la mémoire n'est pas accessible

Les mémoires RAM se caractérisent par leur temps d'accès court, elles vont pouvoir s'adapter au rythme des microprocesseurs. Dans un ordinateur, le microprocesseur dialogue essentiellement avec la mémoire RAM. Lorsqu'on demande l'utilisation d'un logiciel, un traitement de texte par exemple, celui stocké sur le disque dur va se copier tout ou partie dans la mémoire RAM et une zone de cette Ram va être réservée pour l'ouverture ou la création du fichier texte. Le microprocesseur va alors travailler avec cette mémoire et le clavier.

LES MEMOIRES MORTES

Les mémoires mortes ou **ROM Read Only Memory** ou mémoires à lecture seule sont des circuits où les informations sont stockées à la fabrication. Ce type de circuit ne peut répondre qu'à des besoins de caractère général ou pour des applications répétées à un grand nombre d'exemplaires.

Par exemple le circuit suivant destiner à coder en DCBN dix fils composant une décade. Supposons qu'une tension soit appliquée sur l'entrée 9 les deux diodes connectées à ce fil répercutent la tension sur les lignes de sortie 8 (2^3) et 1 (2^0) les lignes 4 (2^2) et 2 (2^1) restent à 0 les sorties donnent alors 1001 etc...



Les mémoires mortes sont « programmées » lors de leur fabrication aussi leurs applications sont-elles limitées. Des mémoires mortes programmables par l'utilisateur ont été conçues pour des applications particulières.

LES MEMOIRES PROM

Ces mémoires sont de deux types, les premières sont des matrices de diodes comme ci-dessus mais à chaque intersection de la matrice est placée une diode en série avec un micro fusible. La programmation de la mémoire consiste à « claquer » le fusible des diodes non désirables en le faisant traverser par un courant bien calibré qui provoquera sa fusion.



La seconde technologie utilise également des diodes mais au lieu d'éliminer les indésirables, il faut au contraire claquer un « anti-fusible » qui va sous l'effet d'une tension se court-circuiter et ainsi connecter la diode

Ces opérations nécessitent l'emploi d'un programmeur adapté au type de composant.

LES MEMOIRES REPROM

Les mémoires **REPROM** qu'on appelle aussi **UV PROM**, vont pouvoir être programmées, effacées et reprogrammées. Un transistor MOS à grille isolée est disposé à chaque intersection. A la fabrication tous les transistors sont bloqués.



Pour rendre ce transistor conducteur on va piéger des électrons sur la grille en silicium dopé (silicium conducteur) ou en métal par effet tunnel et ces électrons vont rester sur cette grille noyée dans l'oxyde de Silicium qui est un isolant parfait et transparent. Le transistor devient alors conducteur, dans un contexte normal le transistor restera conducteur pendant des dizaines d'années, pour le faire revenir à l'état initial, c'est à dire bloqué il faudra fournir de l'énergie aux électrons pour leur permettre de traverser la couche d'oxyde. Le SiO₂ étant transparent on pourra fournir l'énergie par photons à condition que le boîtier lui-même soit transparent. Cependant si n'importe quel photon est susceptible d'effacer la programmation le circuit va être difficile à employer.

L'énergie contenue dans un photon est donnée par la formule :

$$E = h \nu$$

h est la constante de Planck et ν est la fréquence du photon qui est reliée à la longueur d'onde par

$$\lambda = c / \nu$$

c est la célérité de la lumière. λ la longueur d'onde et ν la fréquence du photon

On voit que pour obtenir un photon de grande énergie sa fréquence doit être élevée et sa longueur d'onde courte. La couche d'oxyde sera étudiée de façon à ce que les photons émis dans le spectre visible (de 0,35 à 0,7 μm) soient inopérants. C'est donc pour des photons dans l'ultraviolet, $\lambda < 0,3 \mu\text{m}$ que la mémoire est étudiée.

Des lampes spéciales enfermées dans des boîtiers afin de ménager les yeux des utilisateurs vont permettre l'effacement des mémoires qui sont introduites à l'aide d'un tiroir. Le temps d'effacement dure plusieurs minutes mais ce temps s'accroît avec le nombre d'effacements, on dit que la mémoire durcit, jusqu'à ne plus pouvoir l'effacer. L'écriture de la mémoire se fait à l'aide d'un programmeur hors de la carte électronique sur laquelle elle sera montée.

LES MEMOIRES EEPROM OU EAPROM OU FLASHES

La technologie de réalisation des circuits intégrés a fait de tels progrès qu'il est possible maintenant de réaliser des mémoires PROM effaçables électriquement, ce qui nécessite une grande maîtrise de l'épaisseur et de la qualité des couches d'oxyde. Cette technologie est restée très longtemps balbutiante, mais elle est depuis quelques années tout à fait opérationnelle. Ce sont les mémoires **EEPROM (Electrically Erasable PROM)** ou **EAPROM (Electrically Alterable PROM)** ou mémoires **Flashes**.

Ces mémoires présentent la particularité intéressante de pouvoir être écrites et effacées sans la sortir de sa carte électronique on dira « in-situ ». Ces mémoires sont maintenant très employées, on les trouve notamment dans les cartes mémoire des appareils photo numérique. Et tous les appareils techniques qui demandent une définition fastidieuse des paramètres de fonctionnement à la mise sous tension. La définition du travail est stockée en EEPROM, et tant que l'usage de l'appareil n'est pas modifié, les paramètres sont réutilisables à chaque nouvelle mise sous tension de l'appareil.