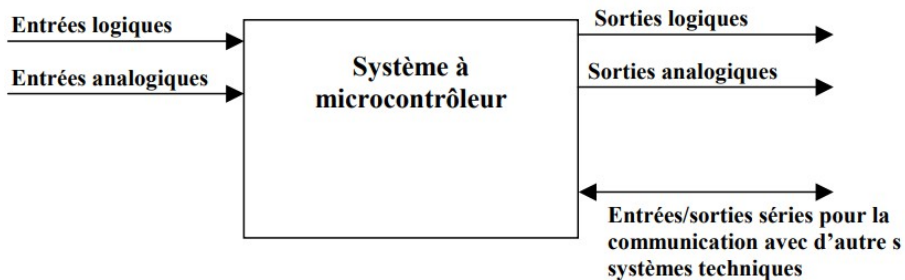


Objectif : L'élève doit être capable d'identifier la structure fonctionnelle d'un microcontrôleur.

I – Rôle d'un système à microcontrôleur

Un système à microprocesseur permet :

- d'acquérir des entrées logiques et analogiques représentant l'état du système technique,
- d'interpréter, la signification de ces entrées,
- de calculer, mémoriser, récupérer des variables logicielles intermédiaires,
- de gérer le temps,
- d'agir sur des sorties logiques et analogiques en fonction des entrées et des calculs réalisés de manière à modifier le fonctionnement du système technique (commande moteur, affichage d'informations,...),
- de communiquer par des liaisons séries avec d'autres systèmes techniques et/ou un ordinateur,

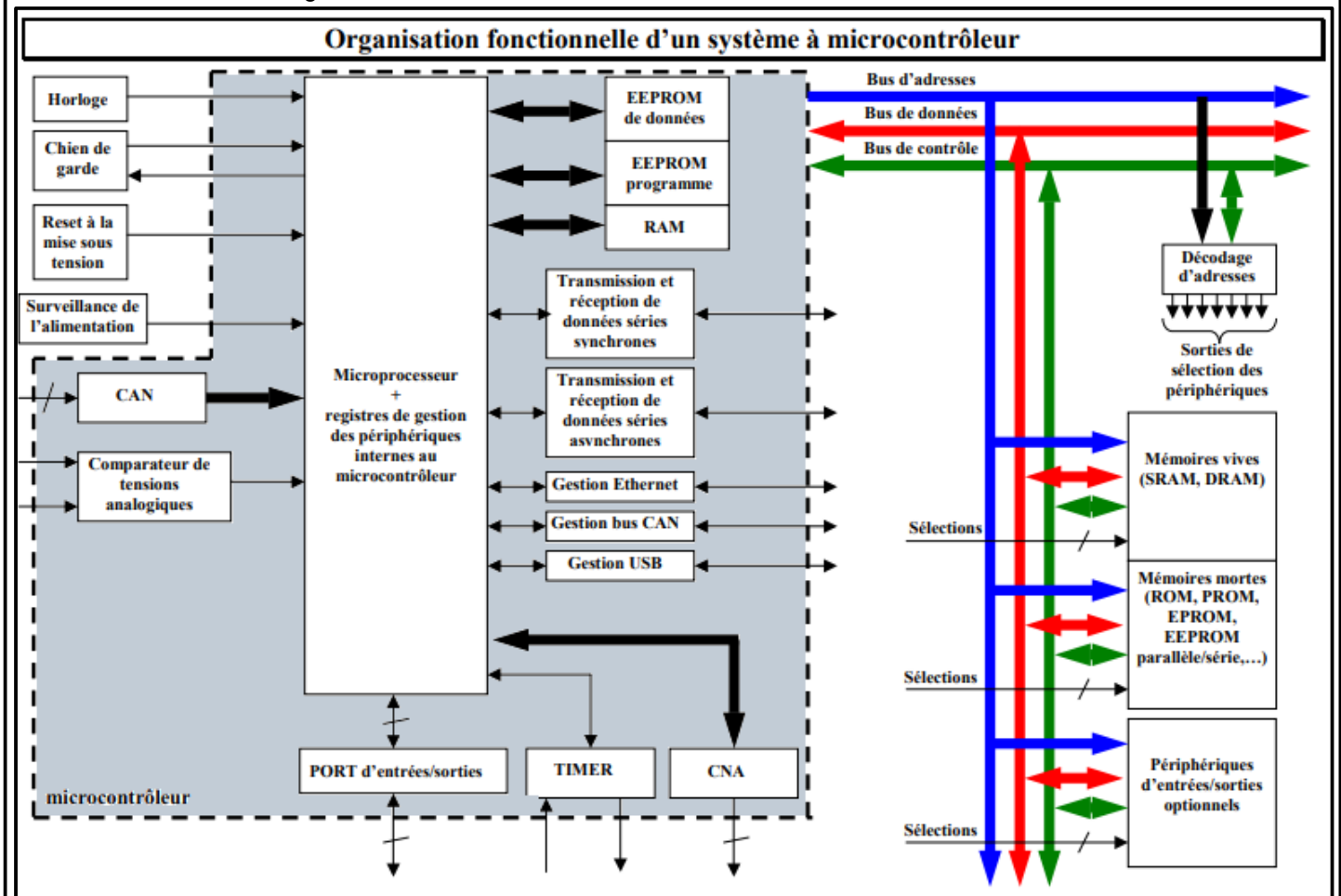


II – Schéma fonctionnelle de l'organisation d'un système à microcontrôleur

Ce schéma ci-dessous représente les différents périphériques internes à un microcontrôleur ainsi que le moyen utilisé pour communiquer avec des périphériques externes au microcontrôleur.

Attention un microcontrôleur ne possède pas forcément tous les périphériques représentés.

Schéma fonctionnel de organisation fonctionnelle d'un microcontrôleur



III – Rôle des éléments composant l'organisation fonctionnelle d'un microcontrôleur

On appelle microcontrôleur un circuit intégré qui est constitué d'un microprocesseur associé à un ou plusieurs périphériques.

3.1 – Le microprocesseur

Toutes les informations transitent par le microprocesseur, il exécute un programme contenu en mémoire. Ce programme est constitué d'un ensemble d'instructions élémentaires codées, qui seront décodées puis exécutées au fur et à mesure par le microprocesseur.

Le microprocesseur est composé entre autre:

- D'un décodeur d'instruction qui va déterminer la tâche à exécuter.
- D'un séquenceur qui contrôle le fonctionnement de l'ensemble du microprocesseur.
- D'une Unité Arithmétique et Logique qui est chargée des opérations élémentaires (opérations logiques, addition, soustraction., comparaison, multiplication division,...).
- D'un compteur ordinal qui génère l'adresse de l'instruction qui devra être exécutée ou de la donnée qui devra être traitée.

Le microprocesseur utilisera un certain nombre de registres qui permettront de configurer et agir sur les différents périphériques.

3.2 – Les mémoires du microcontrôleur

Il existe différents types de mémoires :

- EEPROM programme : c'est une mémoire morte dans laquelle on va stocker le programme qui va gérer le fonctionnement du système technique.
- EEPROM données : c'est une mémoire vive dans laquelle on va stocker les données devant être sauvegardées si le système technique est mis hors tension.
- RAM : mémoire vive dans laquelle on va stocker des données temporaires nécessaires à l'exécution du programme de gestion du système technique. Ces données ne seront plus disponibles si le système technique est mis hors tension.

3.3 – Le contrôle du microcontrôleur**3.3.1 – L'horloge du microcontrôleur :**

Elle va donner la référence temporelle au microprocesseur pour exécuter les instructions. L'horloge d'un microprocesseur est souvent réalisée grâce à un Quartz. Il existe certains microcontrôleurs qui ont la possibilité de sélectionner une horloge interne (sans composants externes) ce qui permet d'utiliser les broches de l'horloge pour d'autres périphériques.

3.3.2 – Le chien de garde du microcontrôleur

C'est une structure, qui peut être interne ou externe au microcontrôleur, qui permet de vérifier le bon déroulement du programme. Le microcontrôleur envoie des impulsions espacées de durées fixes au chien de garde. Tant que les impulsions espacées de durées fixes arrivent au chien de garde, tout se passe bien. Par contre, dès que le chien de garde détecte l'absence d'une impulsion (le programme est bloqué), il produit une mise à zéro du programme de gestion du système technique de manière à débloquer le programme.

3.3.3 – Le reset à la mise sous tension :

Tout microcontrôleur a besoin d'un temps minimum avant de pouvoir commencer à lancer le programme. Ce temps est donné par la documentation constructeur. Il faut par conséquent produire un signal de reset d'une durée supérieure à la mise sous tension.

3.3.4 – Surveillance de l'alimentation

C'est une structure qui permet de produire un reset du microcontrôleur si une chute de l'alimentation est détectée (problème sur le système technique).

3.4 – Les périphériques d'un microcontrôleur**3.4.1 – Les CAN (Conversion Analogique Numérique) et CNA (Conversion Numérique Analogique)**

- Les CAN : ce périphérique se trouve souvent implémenté dans le microcontrôleur, il permet d'acquérir des grandeurs électriques de type analogique directement à partir d'une ou plusieurs broches du microcontrôleur la sortie est un nombre binaire.
- Les CNA : ce périphérique permet de produire une tension analogique à partir de mots numériques internes au microcontrôleur.

3.4.2 – Les ports d'entrées/sorties d'un microcontrôleur

Ces périphériques sont indispensables au microcontrôleur ils permettent :

- d'acquérir les entrées de types logiques indiquant l'état du système technique,
- de produire des sorties de types logiques permettant de commander les périphériques du système techniques (afficheurs, moteurs, buzzer,...).

3.4.3 – La transmission de données séries asynchrone et synchrone

Ces périphériques permettent la communication avec d'autres systèmes technique et/ou un PC.

3.4.4 – La gestion Ethernet

Les nouveaux microcontrôleur disposent d'un périphérique permettant de gérer la liaison réseau de type Ethernet. Ceci permet notamment de commander des systèmes techniques et/ou visualiser son état de fonctionnement à distance grâce à une page internet.

3.4.5 – La gestion de bus CAN

Ce périphérique permet la communication série de données numériques avec des systèmes techniques dans des milieux perturbés notamment dans le domaine de l'automobile.

3.4.6 La gestion de bus USB

Ce périphérique permet de gérer le protocole de communication USB afin de connecter des appareils utilisant ce même protocole.

3.5 – Les périphériques externes d'un microcontrôleur

Si les périphériques contenus dans le microcontrôleur ne sont pas suffisants, on peut rajouter certains périphériques externes. Pour cela il faut que le microcontrôleur dispose d'un bus d'adresses et d'un bus de données.

3.5.1 Le décodage d'adresses

Cette fonction permet d'affecter une plage d'adresses à un seul périphérique de manière à éviter les conflits de bus.

3.5.2 – Les bus du microcontrôleur

Un bus est un ensemble de lignes, transportant des informations codées binaires. Chacune de ces lignes est affectée d'un poids binaire. C'est par l'intermédiaire de ces lignes que s'effectuent les échanges entre les différents éléments du système. On distingue 3 types de bus.

- **Le bus de données** : Ce bus transporte les données échangées par les différents périphériques externes du microcontrôleur. C'est un ensemble de lignes bidirectionnelles de 8, 16 ou 32 voies. La taille du bus de données détermine l'appartenance du microprocesseur du système. Un microprocesseur avec un bus de données de 16 voies sera appelé « microprocesseur 16 bits ». Ce bus est bidirectionnel; c'est à dire que les informations qu'il véhicule peuvent transiter :
 - Du microcontrôleur vers l'un de ses périphériques,
 - D'un périphérique vers le microcontrôleur.
- **Le bus d'adresse** : A chaque mot de donnée correspond un numéro: l'adresse. Pour avoir accéder à une donnée, il suffira de présenter son adresse sur le bus d'adresse. De même, pour mémoriser une donnée, il faudra présenter sur le bus d'adresse, l'adresse à laquelle on désire stocker cette donnée. Par conséquent, le bus d'adresse véhicule l'adresse qui spécifie l'origine ou la destination de l'information qui transite sur le bus de données. Le bus d'adresse est un ensemble de lignes unidirectionnelles. La taille du bus d'adresse caractérise la capacité d'adressage du microprocesseur du système: Un microprocesseur qui a n fils d'adresse peut présenter, sur son bus d'adresse, 2n adresses distinctes. Ce bus est unidirectionnel; c'est à dire que les informations qu'il véhicule transitent du microprocesseur vers l'un de ses périphériques.
- **Le bus de contrôle** : C'est un ensemble de lignes transportant les différents signaux de commande et de synchronisation nécessaires pour le bon déroulement des échanges entre les divers éléments du système. Les lignes de ce bus ne sont pas affectées d'un poids binaire, contrairement aux lignes du bus de donnée et du bus d'adresse.

3.5.3 – Les mémoires :

Si les mémoires internes au microcontrôleur sont insuffisantes (programme de gestion trop important, les données temporaires à sauvegarder trop importantes,...), on choisira des mémoires externes de manière à compléter ou suppléer les mémoires internes au microcontrôleur.

3.5.4 Les périphériques optionnels

Si les périphériques internes au microcontrôleur ne sont pas suffisants alors on pourra ajouter des périphériques externes.

IV – Applications et critères de choix

4.1 – Les applications

Les applications des microcontrôleurs sont innombrables. De nos jours tous les systèmes technique autonomes devant gérer de nombreux périphériques sont gérés autour d'un microcontrôleur. L'avantage d'un microcontrôleur est que l'on peut faire évoluer le fonctionnement du système technique en modifiant son programme.

4.2 – Critères de choix d'un microcontrôleur

- les périphériques disponibles en interne,
- la capacité des mémoires programme et données,
- la possibilité de gérer des périphériques externes si nécessaire,
- la rapidité de calcul.