

# SBC pour systèmes embarqués utilisés dans la robotique

Abdelaziz KARA\* et Abdellah BOUKERRAM\*\*

*\*L'adresse du premier auteur*

**kara.abdelaziz@gmail.com**

*\*\* L'adresse du deuxième auteur*

**csinfufas@live.fr**

**Abstract:** L'univers du hardware pour systèmes embarqués est fort riche de différents composants électroniques, avec chacun ses propres caractéristiques et son domaine d'utilisation. Il est aisé de se perdre dans ce nombre important de cartes mères, de processeurs, de mémoires, et de périphériques de communication... Ce chapitre a pour but de faire une introduction au monde des SBC (en sachant que "SBC" est le terme donné aux cartes mères pour systèmes embarqués). Pour les concepteurs du hardware, c'est l'élément de base pour leurs architectures. Il contient les éléments matériels qui vont composer le hardware du système, ce qui implique que tous les choix que devrait prendre l'équipe de conception vont se refléter sur l'SBC du système. Au final, les concepteurs du hardware auront le choix entre deux alternatives : De se procurer une carte SBC pré-construite d'un fournisseur de ces derniers, et de la personnaliser selon les besoins du projet. Ou d'en construire une en locale, en assemblant de toutes pièces les composants de la carte.

**Mots clés:** Robotique, Single Board Computer, systèmes embarqués.

## INTRODUCTION

Selon [1] "Un Single Board Computer est un ordinateur complet construit sur une seule carte électronique (circuit imprimé). L'architecture est centrée sur un seul ou double microprocesseur, avec une mémoire centrale, des interfaces d'entrées/sorties, et de tous autres éléments nécessaires pour être un système informatique fonctionnel, le tout est réuni sur une unique carte". En règle générale le matériel pour systèmes embarqués se présente sous forme SBC. Ce sont des cartes mères à taille réduite, qui contiennent tous les composants fonctionnels qu'un système est susceptible d'avoir besoin.

## 1. Classification des SBC pour systèmes embarqués

Selon [2], les SBC peuvent être classifiés en rapport avec la distribution architecturale de leurs composants, en trois catégories : les SBC modulaires, les SBC tout-en-un, et les SBC macro-composant.

### 1.1. Les SBC modulaires

Ce sont des composants détachés sur des circuits imprimés, sous forme de modules, rassemblés autour d'un backplane pour construire des dispositifs consistants (comme technologie de bus pour backplane on trouve le PC/PCI, le VME, ou Compact Flash). Ou parfois mis en pile les uns sur les autres au travers de bus PCI ou ISA (comme les normes PC/104, PC/104-plus qui seront détaillés plus loin).

### 1.2. Les SBC tout-en-un

Les SBC tout-en-un contiennent la plupart des fonctionnalités informatiques embarquées sur un même circuit imprimé. Ils arrivent généralement à fournir plus de moyens de personnalisation à travers, soit un slot PC/104 (-Plus), soit des emplacements d'extension PCMCIA ou Compact Flash, pour ainsi accroître leurs capacités en termes de modularité.

### 1.3. Les modules macro-composants (Macro-component)

Les modules macro-composant contiennent l'essentiel des fonctionnalités embarquées génériques, comme le processeur, la mémoire vive, la ROM, et quelques contrôleurs de périphériques indispensables, condensé sur une petite carte électronique. Cette dernière est branchée sur un circuit imprimé lui servant de hôte. L'avantage de l'utilisation des macro-composants est que ces derniers sont des SBC génériques, par conséquent le circuit imprimé hôte peut être personnalisé pour une application spécifique. Ce qui donne une flexibilité et facilité d'utilisation accrue pour le concepteur.

## 2. Normes et tendances

En raison de l'énorme diversité des applications pour systèmes embarqués concernant la robotique, le marché des produits SBC est divers autant. Toutefois quelques standards ont pu se hisser aux rangs de normes, en considération de quelques tailles pour SBC des plus usuels. Parmi ceux-ci se trouve les PC/104, les EBX et les EPIC. Quoique, les autres tailles d'SBC ont du mal à discerner une norme qui met tous les fabricants d'accord sur les différentes caractéristiques de leurs produits.

### 2.1. Les PC/104 et PC/104-plus

Le PC/104 (ou PC 104) est une norme de SBC créée par le Consortium PC/104 [3], qui définit la forme et l'architecture de la carte. La norme PC/104 impose la consommation, la taille, le bus standard, mais pas le processeur. Bien que le x86 soit très utilisé, il existe bien des architectures à base d'ARM, de PowerPC ou encore de SuperH. Initialement dérivé de la carte d'extension "MiniModules" utilisés pour étendre "Ampro's Little Board SBC" (l'un des premier SBC), le PC/104 est maintenant devenue l'une des plus populaires normes pour les SBC pour systèmes embarqués.

Les PC/104 appartiennent à la classe des SBC modulaires. Ainsi les cartes PC/104 se présentent sous forme de modules qui s'empilent les uns sur les autres, formant une pile de cartes construisant le système embarqué (comme sur la *Figure1*). On peut prendre comme exemple d'une configuration comprenant le processeur plus la mémoire, un convertisseur analogique/numérique et un module d'entrées/sorties numériques.

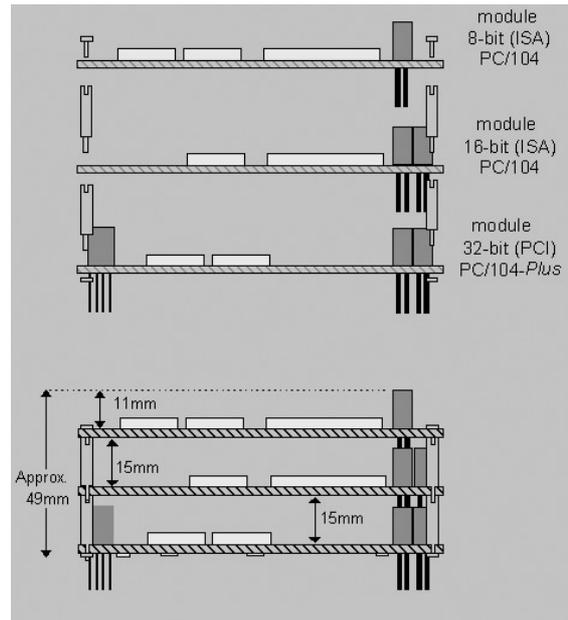


Figure 1 : Une pile de cartes PC/104.

Les cartes communiquent entre elles grâce au bus ISA (le même utilisé pour les PCs au niveau signaux), constitué de deux connecteurs, le premier de 64 pins et l'autre de 40 pins (comme sur la *Figure2*), le tout est de 104 pins, d'où l'origine du nom PC/104. La taille standard est de 3.55 x 3.775 pouces (soit 90.17 x 95.89 mm) et la hauteur dépend du nombre de modules empilés et de leur hauteur individuelle. Les cartes PC/104-plus sont identiques au PC/104 avec en plus du bus ISA pour le transfert des données inter-modules, s'ajoute un bus PCI à 120 pins identique au niveau signaux à celui des PCs, offrant ainsi un plus grand taux de transfert. Il existe aussi des cartes nommées PC-104 qui sont identiques aux PC/104-plus mais sans le connecteur ISA.

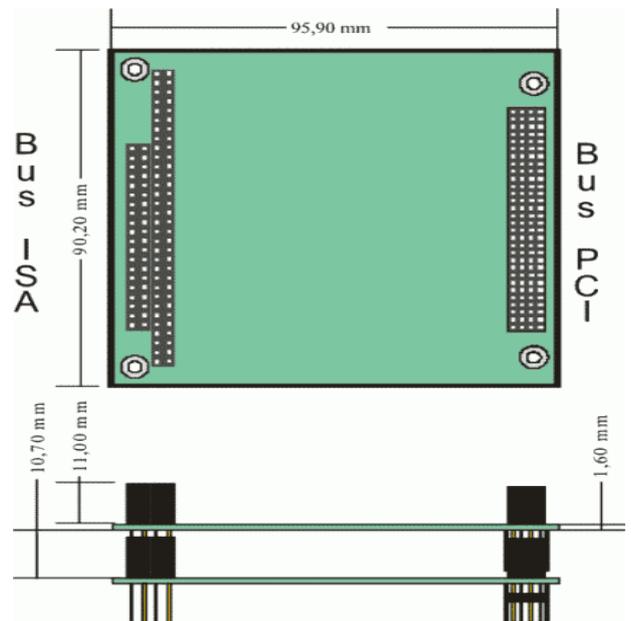


Figure 2 : Les mesures d'un PC/104-Plus.

## 2.2. Les EBX

L'EBX (ou l'Embedded Board eXpandable) est une norme dans l'industrie des SBC de plus en plus populaire [4]. Naissant d'une collaboration entre Ampro et Motorola Computer Group, elle est essentiellement inspirée de la carte "Ampro's Little Board". Ainsi elle appartient à la gamme des SBC moyennes tailles modulaires extensibles. Ça taille, est de 5.75 x 8 pouces (soit 146.05 x 203.2 mm).

Par rapport à des modules PC/104, elle est plus grande (mais reste toujours raisonnable pour des applications embarquées). Les EBX ont tendance à intégrer tous les composants d'une carte mère PC standard, on trouve par exemple des interfaces audio, des interfaces analogiques/numériques pour les E/S... etc. Il est aussi bien plus facile pour ces SBC d'intégrer un CPU Pentium, alors qu'il est généralement trop encombrant ou trop cher de le faire sur un SBC PC/104. Typiquement, un EBX contient : un processeur, une RAM extensible par le biais des connecteurs DIMM ou SIMM, de la mémoire Flash faisant office de mémoire de masse, des ports USB, des ports série et parallèle, une interface réseau (généralement Ethernet) et de la vidéo (typiquement des connecteurs CRT, LCD ou TV). Les cartes EBX offrent une extensibilité accrue grâce aux connecteurs ISA et PCI qu'ils lui permettent une inter-opérabilité avec les SBC PC/104, ou pour l'ajout d'autres cartes d'extensions.

## 2.3. Les EPIC

Les EPIC [3], acronyme pour "Embedded Platform for Industrial Computing" est une norme pour SBC apparus pour satisfaire le besoin d'une taille intermédiaire mi-chemin entre PC/104 et l'EBX (comme on peut le voir sur la *Figure3*). Cinq fabricants de cartes pour l'embarqué : VersaLogic, WinSystems, Ampro, Micro/Sys, et Octagon se sont conjointement réunis pour développer la norme et leurs projets a été dévoiler en mars 2004 à la conférence "Embedded Systems Conference" à San Francisco. Ensuite l'EPIC a été adopté par le Consortium PC/104.



**Figure 3 :** Comparaison entre les trois cartes PC/104, EPIC et EBX.

Les spécifications définissent une carte de 4.528 x 6.496 pouces (soit 115 x 165 mm), et permettent des connexions d'E/S à mettre en œuvre, soit sous forme de pins ou du style connecteurs PC standards. La norme fournit aussi des zones pour implanter des fonctions d'E/S telles que l'Ethernet, les ports séries, des interfaces numériques/analogiques, de la vidéo, et du sans fil, et diverses interfaces spécifiques pour des applications données. Le EPIC a aussi la capacité de supporter les bus à grande vitesse comme PCI Express. Sans oublier qu'il prend aussi en charge les formats PC/104 et PC/104-Plus grâce à ses connecteurs ISA et PCI.

## 3. Conclusion

Le marché des SBC pour la robotique est très riche et divers, ça s'explique par le caractère polyvalent des robots, puisque ils touchent pratiquement tous des secteurs de la technologie moderne, comme l'automatisation, l'industrie, l'aérospatiale, la domotique, la chirurgie...etc. Il faut savoir qu'un nombre élevé de constructeurs pour cartes SBC, avec pour chaque constructeur une panoplie de cartes à lui tous seul, sans oublier les SBC propriétaires développées par une firme et utilisées spécialement pour ces propres produits, et qui ne seront jamais vendus sur le marché des cartes SBC. Donc cet article sur les SBC avait pour but de faire un tour absolument non exhaustive sur les SBC disponible actuellement. Au fait, il donne juste un aperçu sur les grandes lignes qui régissent les architectures SBC pour systèmes embarqués.

## REFERENCES

[1] R. Lehrbaum. *Single Board Computer (SBC) : Quick Reference Guide*. [www.linuxdevices.com](http://www.linuxdevices.com). Vu en janvier 2011.

[2] PC/104 Embedded Consortium.  
*SPECIFICATIONS – PCI-104*. [www.pc104.org](http://www.pc104.org). Vu en janvier 2011.

[3] PC/104 Embedded Consortium.  
*SPECIFICATIONS - EBX*. [www.pc104.org](http://www.pc104.org). Vu en janvier 2011.

[4] PC/104 Embedded Consortium.  
*SPECIFICATIONS - EPIC*. [www.pc104.org](http://www.pc104.org). Vu en janvier 2011.