

## **Cartes PC/104: Nouveaux défis, nouveaux horizons**

Depuis leur introduction en 1991, les systèmes basés sur le standard PC/104 ont été largement adoptés dans de maintes applications dans les transports, le contrôle de processus industriel, et les systèmes de défense. Le contrôle de drones, de systèmes de navigation embarqués, les communicateurs personnels, les cartes additionnelles pour les systèmes spécifiques clients – constituent de façon non exhaustive les applications PC/104 les plus populaires. Beaucoup d'architectes systèmes choisissent ce format du fait de ses avantages en termes de légèreté, de compacité (les cartes mesurent 90 x 96 mm ), facilité de développement d'application et d'évolution, et fiabilité mécanique à la fois des connecteurs et des systèmes complets.

Ayant été une technologie d'avant-garde par le passé, les standards PC/104 connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt dû aux nouvelles cartes hautement intégrées proposées par les fabricants PC/104 et les initiatives qui apportent un nouveau niveau de performance dans le monde du PC/104.

Afin d'atteindre la meilleure fiabilité, flexibilité et les meilleures performances d'un système, tout en assurant une disponibilité rapide sur le marché, les développeurs de systèmes peuvent utiliser un grand nombre de cartes du commerce auprès de nombreux fabricants dans le monde entier. Le consortium des fabricants de cartes PC/104, établi depuis 14 ans, réunit plus de 50 sociétés actives, spécialisées dans le développement de différents produits pour le standard PC/104.

Selon les données de Electronics Trend Publications, Le marché mondial des cartes PC/104 s'élève à environ 170 millions de dollars par an. Les statistiques indiquent que la majorité des cartes PC/104 est utilisée dans les systèmes industriels (50%) et militaires (20%). Sur un plan fonctionnel on distingue deux segments de cartes PC/104 avec des volumes de ventes égaux : les cartes CPU (ou processeurs) et les cartes d'entrées/sorties.

Puisque fiabilité du système complet dépend directement de la fiabilité de des composants, le développement du système et la sélection de chaque composant (PCB, connecteurs, châssis, alimentations, radiateurs) doit être particulièrement approfondie, avec une attention particulière pour les détails.

La demande des clients pour la fonctionnalité et la fiabilité des systèmes PC/104 requiert très souvent des efforts supplémentaires des développeurs de cartes ainsi que des solutions d'ingénierie spécifiques pour leur réalisation. Dans ce qui suit, nous présenterons les principales solutions pour apporter plus de puissance de calcul, améliorer la fiabilité, étendre la gamme de température d'utilisation et par conséquent étendre la plage d'applications.

Nous en profiterons également pour attirer l'attention du lecteur sur les dernières nouveautés.

### **Températures Extrêmes et Performances de Traitement**

Bien des applications demandent une opérabilité du système PC/104 dans une plage de température qui dépasse souvent la plage de température de fonctionnement préconisée par les fabricants des composants.

Afin d'augmenter la fiabilité et d'élargir la gamme de température de fonctionnement, on peut choisir une version plus robuste d'un certain type de composants ; par exemple, utiliser des condensateurs au tantale plutôt que des électrolytiques. Il n'existe pas d'autres possibilités pour d'autres composants, tels que les processeurs hautes performance, les jeux de circuits et la mémoire. Cependant, lorsqu'on développe une carte pour des conditions sévères, les points critiques sont l'analyse des effets thermiques, et la construction de la carte de façon à conserver sa fonctionnalité dans les pires conditions, et , finalement, tester le produit de façon intensive et complète dans la plage de température de fonctionnement au niveau de la phase d'inspection en sortie de fabrication.

Du fait de la petite taille des cartes et loin des conditions de dissipation thermiques idéales régnant dans un boîtier fermé, une attention particulière doit être portée à la stabilité thermique et au fonctionnement non seulement aux températures ambiantes basses mais aussi aux températures élevées.

Le refroidissement par flux d'air forcé n'est pas toujours acceptable dans ces systèmes car la compacité atténue l'efficacité du refroidissement par air, et la faible durée de vie des ventilateurs est inférieure à celle des composants qu'ils refroidissent. Par exemple le MTBF (temps moyen entre pannes) d'un ventilateur typique ne dépasse pas 20 000 heures, bien qu'une carte processeur PC/104 doive avoir un MTBF excédant 100 000 heures.

Dans leur effort pour s'accommoder d'une faible capacité de dissipation de chaleur des systèmes PC/104, de nombreux fabricants de cartes processeurs utilisent des microprocesseurs à faible émission de chaleur tels que les Pentium III fonctionnant à 300...600 MHz avec une consommation réduite. Cependant, ces processeurs se retrouvent avec des performances modestes comparées en regard de ce qui est demandé pour les applications modernes. De plus, Intel a annoncé récemment la fin de vie des processeurs Pentium III ultra low voltage. Il devient donc risqué de compter sur les stocks des fournisseurs.

Il est plus raisonnable d'utiliser des versions basse tension de la famille de processeurs Intel Pentium M. Ces CPU sont fabriqués en utilisant une technologie spéciale et en ayant un rapport fréquence d'horloge sur puissance à dissiper double de celle de leurs congénères. La table ci-dessous présente la fréquence et la puissance thermique à dissiper (TDP) pour des processeurs standards, leur version basse tension destinée à l'embarqué et leur jeu de circuit d'accompagnement.

Processeurs / Circuits	Frequence Max., MHz	Thermal Design Power (TDP), W	Rapport Frequence/TDP , MHz/W
Pentium M 760	2000	27	74
Pentium M 745	1800	21	85
Pentium M 1.6	1600	24.5	65
Celeron M 370	1500	21	71
LV Pentium M 738	1400	10	140
LV Pentium M 1.1	1100	12	92
ULV Celeron M 373	1000	5,5	182
855 GM/ICH4M	FSB 400 MHz	4.3 + 2.2	
915 GM/ICH6M	FSB533/400 MHz	6 + 2.3	

Les efficacités thermiques relatives mesurées en MHz par W du Pentium M 738 Low Voltage et celle du Celeron M 373 Ultra Low Voltage sont plusieurs fois supérieures à celle d'un Pentium M 1.6 GHz.

Mêmes si les développeurs choisissent un processeur à faible dissipation pour leur application, ils doivent de toute façon résoudre l'aspect dissipation thermique du CPU et des circuits compagnons. Il n'y a que quelques marques au monde qui proposent des cartes processeur PC/104 Plus dotées de CPU à 1GHz et au delà. Ils emploient des solutions telles que des caloducs, des ventilateurs plats et autres.

Fastwel propose une solution de refroidissement par conduction efficace pour ses cartes processeurs (<http://www.fastwel.com/products/pc104/cpumodules/327125.html>). Selon une pratique courante employée par les fabricants de processeurs PC/104, le CPU est placé sur le même côté que les connecteurs PCI et ISA. Le placement des ces connecteurs et cartes d'expansion empêchent ainsi une dissipation efficace du CPU. Fastwel procède différemment pour ses cartes processeurs PC/104 Plus. Les cartes sont conçues pour être tout en haut ou tout en bas de la pile de cartes PC/104 et le CPU lui-même est placé à l'opposé du connecteur PC/104 Plus. De cette façon la tâche de dissipation thermique est grandement simplifiée, puisque on sera capable ensuite de communiquer la chaleur du CPU et du jeu de circuits vers une plaque

conductrice sur le boîtier de l'équipement. Dans un tel cas, la surface d'échange sera bien plus grande et la résistance thermique globale bien plus faible que sur des cartes qui emploient des caloducs le long de la carte pour acheminer la chaleur vers les côtés du boîtier PC/104. Le pont thermique entre le CPU et le châssis du système sera suffisamment faible pour permettre au châssis PC/104 entier d'agir comme un immense radiateur. (Figure 1)



**Figure 1**

Cette solution apporte les avantages de taille, poids, prix réduits et d'une meilleure cohérence système globale. Par ailleurs, elle permet d'utiliser des processeurs Pentium M hautes performances (avec des vitesses d'horloge jusqu'à 2GHz et un bus FSB à 533MHz) pour les applications les plus exigeantes en traitement. Pour des applications qui demandent des taux de transfert élevés entre le CPU, la mémoire et les entrées/sorties, la limitation du bus système peut être cruciale. Dans certains cas, le passage d'un bus système de 400 à 533 MHz améliore les performances générales de 30%.

### **Chocs, Vibration et Résistance aux environnements sévères**

Les systèmes utilisés dans les environnements industriels ou les transports sont bien souvent soumis à des vibrations permanentes. Dans ces applications, l'architecture PC/104 elle-même est un très bon choix de par ses connectiques fiables (surtout comparées aux connecteurs ISA et PCI, ses faible encombrement et poids. Cependant, pour bien des applications, la fiabilité devra être encore accrue. Le moyen le plus évident d'y arriver sera de souder les composants normalement montés sur connecteurs. L'utilisation de CPU soudés est chose banale, tandis que celle de DRAM impliquera un routage de câblage parallèle, et conduira à des couches de circuit imprimé supplémentaires. De plus, pour 1 Go de capacité, l'utilisation de circuits de DRAM soudés représentera 15% de la surface utile de la carte PC/104 Plus.

En résumé – la soudure des composants va rendre plus compliquée la conception et la fabrication, mais la résistance aux chocs et vibration en sera amplement améliorée. Par exemple, les CPC1600 de Fastwel résistent à des niveaux de vibration jusqu'à 5 g dans une gamme de 10 à 500 Hz, là où cartes dotées de mémoire SO-DIMM ne tiendront qu'à 2 g.

Autre avantage des composants soudés : l'efficacité du vernissage anti-humidité des cartes augmente lorsque les composants sont soudés, réduisant le risque de court-circuit causé non seulement par la condensation, mais aussi par les brumes salines et particules métalliques ou la corrosion.

### **Interfaces d'expansion et entrées/sorties de données**

Les premières versions de cartes PC104 étaient n'étaient équipées que de connecteurs ISA pour l'expansion de modules de complément. A l'époque le nombre « 104 » correspondait au nombre de contacts entre les modules connectés.

En 1997 le consortium PC/104 a approuvé la nouvelle spécification PC/104-Plus en introduisant un connecteur additionnel de 120 broches pour des modules d'extension PCI. Contrairement au connecteur standard PCI à 124 broches, le bus PCI du PC/104-Plus, ne supporte pas les

transferts 64-bit. Les systèmes compatibles PC/104-Plus sont conçus pour accueillir jusqu' à quatre modules d'extension par le biais de ce bus. La bande passante maximale théorique du PCI dans une architecture PC/104-plus s'élève à 132 Mo/s, mais en réalité elle ne dépassera pas 55Mo/S.

Les ressources principales utilisant le PCI dans le segment PC/104 sont: les cartes d'extension avec contrôleurs Ethernet, modules de capture, cartes de traitement de signal, pour toutes applications nécessitant un taux de transfert de données élevé avec la CPU.

Cependant pour bien des applications actuelles, la bande passante du bus PCI 32 bit n'est pas suffisante. Par exemple, certaines cartes graphiques demandent 500 Mo/S et parfois davantage. Le codage vidéo et l'enregistrement demandent plus de débit. Un canal de compression MPEG-2 vidéo utilisant le composant Philips Semiconductors SAA6752 nécessite environ 8 Mo/s. De fait, 5 canaux video utiliseront toute la capacité du bus PCI. Autre exemple : le bus PCI 32 bit ne fournit pas une bande passante suffisante pour implémenter à pleine charge une interface Gigabit Ethernet.

Les applications les plus gourmandes en bande passante peuvent être réalisées grâce au bus PCI Express. Etant un bus série, le PCI Express travaille à 2,5 GHz et peut apporter jusqu' à 2.5 Gbit/s en un canal x1 avec la possibilité de combiner les canaux en configurations telles que x4, x8 et x16.

Le bus PCI Express est maintenant promu activement par de nombreuses marques sous l'égide d'Intel en tant que bus universel interconnectant des composants sur une même carte ou des modules au sein d'un système. Du fait de sa flexibilité et de sa géométrie variable, le bus PCI Express va correspondre aux besoins des développeurs pour la prochaine décennie.

En complément de son débit élevé, le PCI Express apporte d'autres avantages: temps de latence réduits, protocole de transfert de données en rafales amélioré, et option "qualité de service" pour fixer différentes priorités de traitement pour les ensembles de données.

Au niveau physique, un canal PCI Express est basé sur deux paires de signaux LVDS à 2,5 GHz. Ce choix apporte un avantage considérable dans le contexte de recherche en gain de place du format PC/104. Moins de routage, signifie moins de couches de circuit imprimé et plus de place pour d'autres composants ou interfaces sur la carte.

C'est la raison pour laquelle les fabricants de silicium et les développeurs de systèmes embarqués vont migrer vers la technologie PCI Express, même pour des applications qui ne nécessitent pas une telle bande passante de bus. En résumé le PCI Express simplifie le câblage et fait gagner de la place sur les cartes. En retour, cela permet soit de réduire les couts, soit d'ajouter des fonctionnalités. C'est pourquoi l'utilisation des canaux PCI-Express disponibles à partir du composant ICH (South bridge) de la carte Fastwel CPC1600 permettent de proposer deux ports Gigabit Ethernet à pleine vitesse.

L'illustration ci dessous présente le rapport de capacité de transport par contact pour différentes interfaces. (figure 2)



Figure 2.

Le PCI Express peut apporter un gain non seulement pour les communications internes d'une même carte, mais aussi pour les communications de carte à carte. Par exemple, la plupart des cartes de serveurs Intel modernes n'ont plus d'emplacement PCI. La plupart des cartes d'extension fonctionnent en interface PCI Express. D'un point de vue général, la migration du PCI vers le PCI Express ressemble à la suite logique du passage des interfaces parallèles aux interfaces série dans l'industrie telles que l'USB remplaçant LPT, et le SATA prenant le pas sur l'EIDE

Le consortium PICMG développant des standards pour systèmes embarqués à bus passif a récemment annoncé plusieurs spécifications dans lesquelles le bus PCI est remplacé par un bus série ou un autre, tel que le PCI Express, Infiniband, RapidIO, ou autre. Par conséquent, l'apparition d'une interface série à haute vitesse comme media d'échange de données au sein du monde du PC/104 semble naturel, et son arrivée n'est qu'une question de temps.

Le plus proche « voisin » du standard PC/104 est le standard EPIC ( ces calculateurs mono-cartes fabriqués selon le standard EPIC peuvent accueillir des modules PC/104 grâce aux mêmes interfaces ISA et PCI ), qui a récemment reçu sa première pré-spécification EPIC-Express ( plus d'informations sur EPIC-Express est disponible sur [www.epic-express.org](http://www.epic-express.org)).

Dans cette version de la spécification EPIC-Express, le bus PCI est remplacé par un PCI Express avec quatre ( un rang de connecteurs à 10 Gb/s) ou 12 (3 rangs de connecteurs) canaux PCI-Express (figure 3.)

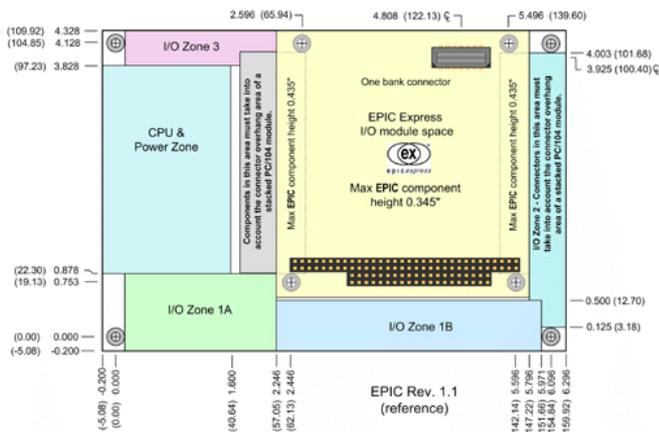


Figure 3

Cette évolution est logique, car le bus (PCI) utilisé pour les échanges de données est remplacé par un bus plus rapide (PCI-Express), alors que le bus basse vitesse ISA, est traditionnellement utilisé pour les tâches simples d'entrées/sorties ou de signalisation.

Cette idée a inspiré Fastwel pour développer la CPC1700, la première carte PC/104 à bus PCI-Express. En fait, il s'agit de la modification de la carte processeur PC/104-Plus CPC1600 de Fastwel, pour laquelle le connecteur PCI est remplacé par un PCI-Express à quatre canaux qui peut être configuré en quatre fois x1 ou une fois x4. (figure 4).



Figure 4

Les cartes EPIC-Express et PC/104 Express de Fastwel sont à la fois compatibles avec la majorité des cartes applicatives ISA développées par les sociétés membres du consortium PC/104 et par une myriade d'autres concepteurs qui réalisent leurs propres cartes spécifiques utilisant ce bus ISA.

Ainsi les développeurs de systèmes embarqués peuvent désormais utiliser de nouvelles cartes compactes dotées de processeurs à hautes performances et des bus d'échange de données série rapides. Traitement vidéo pour applications de sécurité ( flux descendant, codage, paquetage et stockage), capture et traitement d'images pour les systèmes de surveillance, acquisition de cibles et poursuite en application de défense, font partie ( pour n'en citer que quelques unes) des applications ciblées par les cartes CPC1600/1700 et autres cartes fabriquées selon le standard EPIC Express.

Ces nouveaux produits ouvrent de nouveaux horizons dans le développement de solutions modernes hautes performances pour la robotique, la sécurité, les transports, l'avionique et les systèmes de défense.

#### Au sujet de l'auteur:

Alexander Buravlev,  
 Directeur des ventes  
 Fastwel Ltd  
<http://www.fastwel.com>

Dans sa fonction actuelle, Alexander Buravlev, dirige les opportunités de ventes stratégiques pour Fastwel ([www.fastwel.com](http://www.fastwel.com)) – un des fabricants leader de systèmes embarqués en Europe Orientale. Fastwel propose des solutions hautement fiables avec une focalisation sur les application mission critiques pour des systèmes à haute disponibilité à utiliser dans des marchés tels que les transports, l'avionique/spatial, les télécoms, l'automation industrielle, etc... Auparavant, Alexander a travaillé chez Intel Corp. en développement de projets et pour le support des ventes des processeurs réseaux Intel IA-32, et autres puces pour communication câblées et sans fil ainisi que des solutions systèmes dans les segments de marché des télécommunications et de l'industriel . Alexander a précédemment travaillé chez Philips Semiconductors ou il a développé des projets et dirigé des ventes de composants Philips chez des clients clés dans les segments automotive, industrie, identification et communication. Alexander a reçu une formation dans le domaine de la physique du solide, puis un doctorat en technologie semiconducteurs. Agé de 42 ans, il vit à Moscou.

**Traduit du Russe** par Boris Kalinin  
Rédacteur technique Fastwel