

Acquisition de données

La nature n'étant pas numérique, il s'est rapidement avéré nécessaire de transformer les signaux analogiques issus de capteurs en des signaux pouvant être traités par les systèmes numériques qui se développaient indépendamment de l'électronique analogique. Ainsi est née « l'acquisition de données » qui non seulement transforme les signaux analogiques en signaux numériques, s'est vite diversifiée pour finalement traiter ces signaux à l'aide de DSP ou FPGA, de plus en plus répandus aujourd'hui. Les cartes d'acquisition de données sont très diverses. Elles se rangent en fonction de leur nombre d'entrées/sorties, de la qualité de ces dernières d'être analogiques ou numériques, ou de leur capacité à traiter les données par des composants intelligents. Ensuite, l'utilisateur doit adapter sa carte à l'usage qu'il veut en faire. Bien que cela puisse apparaître évident, il n'en reste pas moins qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser une carte très rapide pour numériser les signaux issus de capteurs de grandeurs physiques classiques. En revanche, pour des signaux rapides de vidéo, par exemple, une grande vitesse d'acquisition s'impose.



Carte 2 voies DP240 d'Aqiris

Un composant incontournable

Le composant clef de l'acquisition de données est le convertisseur analogique-numérique. Les caractéristiques de la carte en découlent : vitesse d'échantillonnage, résolution et précision. La vitesse de conversion du signal analogique en signal numérique est déterminée par la vitesse de l'échantillonnage qui s'exprime en échantillon par seconde (éch./s). L'utilisateur doit en général choisir une vitesse double de celle dont il a besoin. La résolution détermine le plus petit changement de valeur que le système peut détecter. Cette valeur en bits est comprise entre 8 et 16 bits, plus rarement 24 bits mais, dans ce cas, la vitesse d'échantillonnage ne peut être que de quelques centaines de kilohertz. La résolution que donnent les fabricants de cartes est toute théorique, la résolution effective dépendant du rapport signal sur bruit étant toujours inférieure à celle indiquée. Lorsque le rapport signal sur bruit (S/B) est donné, cette résolution est exprimée par l'inéquation : $n \leq (S/B^{dB} - 1,76) / 6,02$ en bits. La précision est fonction de nombreux paramètres incluant les non-linéarités du convertisseur analogique-numé-

rique et celles de l'amplificateur d'entrée, les erreurs de gains et de décalage de tension, et le bruit à nouveau. La carte comporte des caractéristiques directement liées à l'application : le nombre de voies d'entrées analogiques (de 2 à 96 dans le tableau) et le nombre de voies de sortie analogiques ou numériques (de 2 à 16 dans le tableau). Les voies analogiques sont simultanées ce qui suppose l'emploi de plusieurs convertisseurs analogiques-numériques, ou sont multiplexées lorsque le nombre de ces voies devient important. Les entrées se caractérisent également par l'amplitude des tensions qu'elles peuvent supporter. Les gammes de tensions typiques sont de 0 à 1 V, 0 à 10 V, ± 50 mV, ± 100 mV, $\pm 0,5$ V, ± 5 V et ± 10 V. D'autres types d'entrées existent en mode courant (0 – 20 mA ou 4 – 20 mA), en fréquence et en impédance.



L'ICPMULTI d'Inova :
16 entrées multiplexées

L'intelligence en plus

La carte d'acquisition de données primitive offre simplement la transformation analogique des signaux en données numériques. Le traitement de ces données est laissé au processeur de l'ordinateur qui accueille la carte. Ce type de carte est simple de mise en œuvre, mais l'architecture même du PC, avec son bus interne, devient rapidement un goulot d'étranglement dès que le flux des données augmente. Le flux de données d'une numérisation en continu à plus de 100 Méch./s sur 14 bits dépasse les capacités de transfert sur un bus de PC qui doit également assurer l'acheminement d'autres données. Les cartes d'acquisition intelligentes pallient ces problèmes en effectuant le traitement des données grâce à des DSP ou à des FPGA ou les deux réunis, ces circuits se partageant alors la tâche.

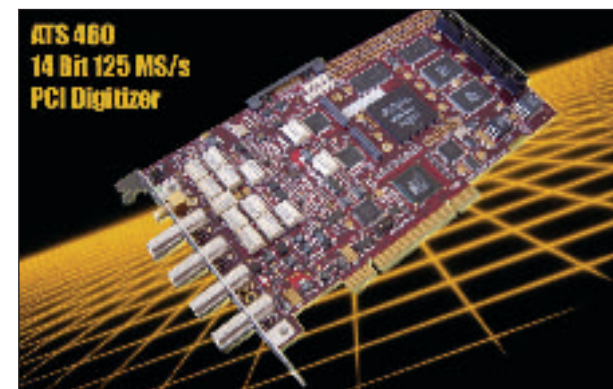
Les cartes les plus complexes assurent la capture des données en temps réel. Le processeur de traitement du signal permet, grâce à ses instructions spécialisées MAC (Multiply and Accumulate) de réaliser la multiplication et l'addition en un seul cycle d'horloge. Deux types de DSP coexistent : le DSP à virgule fixe et le DSP à virgule flottante, ce dernier étant le plus complexe et le plus délicat à programmer. Le DSP dispose de une ou plusieurs unités MAC, et les composants, aujourd'hui présents sur le marché, sont capables de réaliser jusqu'à 4 GMAC/s sur des mots de 16 bits en virgule fixe. Ainsi, les DSP sont capables de venir à bout d'algorithmes complexes qui présentent, le plus souvent, un plus grand nombre de multiplications que d'additions. Beaucoup de cartes d'acquisition de données incorporent ce circuit performant pour gérer la capture et le contrôle, en temps réel, de l'acquisition de données. Les bibliothèques de logiciels, offertes par les fabricants de DSP et sélectionnées par les concepteurs des cartes, donnent la possibilité à l'utilisateur de développer sa propre application de traitement des données et d'assurer un transfert le plus efficace de ces données

vers le PC hôte. L'environnement de programmation des DSP comprend des compilateurs pour les développements écrits en C, spécifiques aux diverses familles de produits. Le fabricant de DSP fournit ses composants logiciels ainsi que les simulateurs et émulateurs compatibles avec leurs familles. Aujourd'hui, ces derniers ne sont plus les seuls à fournir un environnement de programmation. Mathworks propose notamment une plate-forme de développement avec Matlab et Simulink qui met de mettre en œuvre, outre les microcontrôleurs, les DSP de Texas Instrument des familles C2000 et C6000.

Le FPGA concurrent ou complémentaire du DSP ?

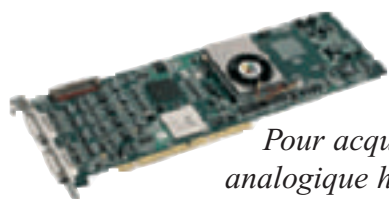
Bien qu'apparu, il y a déjà 20 ans, le FPGA ne s'est pas encore imposé sur tous les marchés de l'électronique. Actuellement, il apparaît faire une percée remarquable dans le domaine de l'acquisition de données. Le FPGA, ou réseau de portes programmables, est un composant puissant par sa capacité d'intégration de fonctions de calcul intensifs en même temps que des entrées / sorties haut débit et de multiples processeurs embarqués. Le FPGA ne possède pas encore la souplesse des DSP dans le cas de calculs en virgule flottante ou de traitement d'image.

Certaines cartes d'acquisition de données possèdent comme moteur uniquement un FPGA (voir Qinetic, Vsystem), d'autres sont bâties autour d'un DSP (Data Translation), d'autres encore allient les deux techniques DSP et FPGA (Innovative). Dans ce cas, le DSP, généralement à virgule flottante, assure la grande vitesse de traitement et un traitement du signal à gamme dynamique importante (nombre de bits que le processeur est capable de manipuler). L'utilisateur a toute latitude d'utiliser des bibliothèques de logiciels pour ses applications.



L'ATS460, 14 bits, 250 Méch/s d'Alazartech

Le FPGA est utilisé, par exemple, lorsque différentes interfaces sont nécessaires, l'utilisateur de la carte ayant alors le choix de reconfigurer le FPGA à la demande. Les fabricants de cartes offrent éventuellement les codes sources VHDL pour l'implantation des différents bus. Le FPGA est aussi utilisé pour décharger le DSP d'algorithmes de calculs répétitifs comme pour les FFT, pour le filtrage FIR, la détection de crête, la conversion de fréquence numérique, la sérialisation et la désérialisation, à grande vitesse, avec détection d'erreur et décodage dans les protocoles de communication série, etc.



Pour acquisition vidéo analogique haute résolution : Helios de Matrox

et conversion A/N : le dessous des cartes

Fabricants/ Distributeur	Réf. Info lecteur	Référence produit	Format	Nombre voies d'entrées analogique, acquisition, multiplexé ousimultanée, gamme de tension	Résolution Fréquence d'échantillonnage	Sorties analogiques nombre, résolution résolution	Entrées-sorties numériques : nombre compteur timer : nombre	Commentaires
Acqiris	GA090	DC440	cPCI	2 voies	12-bit, 400 Méch./s		-	
Acqiris	GA090	DC282	cPCI	4 voies	10-bit, 2 Géch./s – 8 Géch./s		-	
Acqiris	GA090	DC271A	cPCI	4 voies	8-bit, 1 Géch./s – 4 Géch./s		-	
Acqiris	GA090	DP240	PCI				-	
Acqiris	GA090	DC140	PXI/cPCI	2 voies	8-bit 1 Géch./s – 2 Géch./s		-	
Adlink distribué par SM2I	GA091	DAQ-2208	PCI, cPCI, PXI	96 voies multiplexées, gamme max. = +/-10V	12 bits, 3 Méch./s		24 E/S numériques TTL	Drivers Windows, Linux, MATLAB, DASyLab, LabVIEW
Adlink distribué par SM2I	GA091	DAQ-2010	PCI, cPCI, PXI	4 voies simultanées, gamme max. = +/- 10V	14 bits, 2 MHz (8 Méch./s)	2 sorties analogiques 12 bits	24 E/S numériques TTL, 2 compteurs-timers	Drivers Windows, Linux, MATLAB, DASyLab, LabVIEW
Adlink distribué par SM2I	GA091	DAQ-2208	PCI, cPCI, PXI	96 voies multiplexées, gamme max. = +/-10V	12 bits, 3 Méch./s		24 E/S numériques TTL	Drivers Windows, Linux, MATLAB, DASyLab, LabVIEW
Adlink distribué par SM2I	GA091	DAQ-2010	PCI, cPCI, PXI	4 voies simultanées, gamme max. = +/- 10V	14 bits, 2 MHz (8 Méch./s)	2 sorties analogiques 12 bits	24 E/S numériques TTL, 2 compteurs-timers	Drivers Windows, Linux, MATLAB, DASyLab, LabVIEW
Alazartech, distribué par SM2I	GA092	ATS460	PCI	2 voies simultanées, gamme max. = +/- 20V	14 bits, 125 MHz (250 Méch./s)			Mémoire de 16 Méch. Drivers Windows, Linux, LabVIEW
Alpha-Data distribué par TechwaY	GA093	ADM-XPL	PMC	SCSI-2, FPDP, RocketIO optiques, RocketIO fibre, ADC, DAC, Camera Link				Acquisition des signaux numériques ou analogiques via différents modules d'adaptation en face avant.
Data Translation distribué par Sais	GA094	DT9841 DT 9841E	6 U – USB 2.0	2/8 entrées simultanées +/- 10 volts et +/- 2.5 volts	100 kHz par voie, 24 bits de résolution	2 sorties analogiques	24 E/S TTL, 3 compteurs timers	Système temps réel fonctionnant indépendamment de Windows. Filtrage anti-repliement intégré
Data Translation distribué par Sais	GA094	DT9842/8	6 U – USB 2.0	8 entrées simultanées +/- 10 volts et +/- 2.5 volts	100 kHz par voie, 16 bits de résolution	8 sorties analogiques	24 E/S TTL, 3 compteurs timers	Système temps réel fonctionnant indépendamment de Windows. Filtrage anti-repliement intégré
Data Translation distribué par Sais	GA094	DT 9816A	USB 2.0	6 entrées simultanées +/- 10 volts et +/- 5 volts	150 kHz par voie, 16 bits de résolution	-	16 E/S TTL, 1 compteurs timers	499 euros HT. Version 50 kHz par voie à 349 euros HT
Data Translation distribué par Sais	GA094	DT 9812	USB 2	8 entrées +/- 10 volts +/- 5 volts, +/- 2.5 volts, +/- 1.25 volts	50 kHz au total	2 sorties analogiques 50 kHz	16 E/S TTL, 1 compteurs timers	299 euros HT
DSP Research distribué par Antycip	GA095	SMT391-VP	Module TIM avec support PCI, cPCI et VME	2 voies d'entrée, acquisitions simultanées	Résolution 8 bits, Fréquence d'éch. : 1 GHz			
DSP Research distribué par Antycip	GA095	SMT317	Module TIM avec support PCI, cPCI et VME	8 voies d'entrée, acquisitions simultanées	Résolution 16 bits (convertisseurs Sigma-Delta), Fréquence d'éch. : 1,2 Msps			
Gage distribué par Acquisys	GA096	CS14200	PCI	2 voies simultanées	200 MHz 14 bits	0	0	Fonction Moyenne ou FIR en option
Hunt Engineering distribué par Horizon Technologies	GA097	IO5V	PCI, CPCI	2 voies synchrones 12 bits 210 MHz, 3 V		2 voies synchrones 16 bits 160 MHz		Suivant options : 256 Mo
Innovative distribué par Acquisys	GA098	Toro	PCI	16 voies simultanées	250 kHz 16 bits	16 / 16 bits	32	
Innovative distribué par Acquisys	GA098	Quixote	cPCI/PXI	2 voies simultanées	105 MHz 14 bits	2 / 14 bits	64	
Innovative distribué par Acquisys	GA098	Conejo	PCI	4 voies simultanées	10 MHz 14 bits	4 / 16 bits	32	
Inova distribué par Antycip	GA099	ICP-MULTI	CompactPCI 3U	16 entrées (ou 8 entrées différentielles). Acquisition multiplexée. +5V, +10V, ± 5V, ± 10V, 0...20mA, 4...20mA	Résolution 12 bits, Fréquence d'éch. : 156,25 kHz	4 sorties, 12 bits	16 entrées numériques (24V), 8 sorties numériques (24V / 1A), 4 compteurs 16 bits	Applications : Systèmes embarqués, Contrôle industriel et automatismes, Tests et mesures Transport, énergie
Iotech distribué par SM2I	GA100	DaqOEM	bus Ethernet (27,5cm x 0,5 cm)	16 voies multiplexées, gamme max. = +/- 10V	16 bits, 200 kHz,	2 sorties analogiques 16 bits	40 E/S numériques TTL, 4 compteurs-timers	Bus Ethernet. Drivers Windows, Linux, MATLAB, DASyLab, LabVIEW
Iotech distribué par SM2I	GA100	DaqBoard/500	PCI	16 voies multiplexées, gamme max. : +/- 10V	12 bits, 200 kHz	4 sorties analogiques 16 bits	24 E/S numériques TTL, 4 compteurs-timers	Drivers Windows, Linux, MATLAB, DASyLab, LabVIEW
Matrox Imaging distribué par TechwaY	GA101	HELIOS	PCI-X	Acquisition Vidéo analogique Haute Résolution Acquisition CL	A/D 10 bits @ 160 MHz			Cartes d'acquisition d'image haute resolution avec ASIC Pixel Accélérateur « OASIS »
Meilhaus distribué par Acquisys	GA102		PCI	8/16 voies isolées	500 kHz 16 bits	2/16 bits	32	
National Instruments	GA103	NI-60xx et 92xx	USB	4 à 16 entrées multiplexées; ±0,05 jusqu'à ±10 V	12, 14, 16 ou 24 bits; 12 éch./s à 200 Kéch./s	0 ou 2 SA; 12 ou 16 bits	0, 8, 12 ou 32 ESN; 0, 1 ou 2 CT	Plug&play; support des TEDS; logiciel NI-DAQmx et applicatif inclus
National Instruments	GA103	NI-622x (Série M)	PCI et PXI	16 à 80 entrées multiplexées; ±0,2 V, ±1 V, ±5 V et ±10 V	16 bits; 250 Kéch./s	0, 2 ou 4 SA; 16 bits	24 ou 48 ESN; 2 CT	Série M faible coût; logiciel NI-DAQmx inclus
National Instruments	GA103	NI-625x (Série M)	PCI et PXI	8 ou 16 entrées (multiplexées; 7 gammes de ± 100 V à ±10 V	16 bits 1,25 Méch./s	0, 2 ou 4 SA; 16 bits	24 ou 48 ESN; 2 CT	Série M haute vitesse, logiciel NI-DAQmx inclus
National Instruments	GA103	NI-628x (Série M)	PCI et PXI	8 ou 16 entrées multiplexées; 7 gammes de ± 100 à ± 10 V	16 bits 625 Kéch./s	0, 2 ou 4 SA; 16 bits	24 ou 48 ESN; 2 CT	Série M haute précision; logiciel NI-DAQmx inclus
National Instruments	GA103	NI-61xx (Série S)	PCI et PXI	2, 4 ou 8 entrées simultanées; ±0,2 V jusqu'à ±42 V	12, 14 et 16 bits; 250 Kéch./s à 10 Méch./s	0 ou 2 SA; 12 ou 16 bits	8 ESN; 2 CT	Série S; logiciel NI-DAQmx inclus
National Instruments	GA103	NI-4xxx (Série SC)	PCI et PXI	2 ou 8 entrées (simultanées); ± 0,05 V jusqu'à ± 100 V	16 ou 24 bits jusqu'à 200 Kéch./s	0	0	Série SC (conditionnement intégré); logiciel NI-DAQmx inclus
National Instruments	GA103	NI-783x (Série R)	PCI et PXI	4 ou 8 entrées (simultanées); ± 10 V	16 bits, 200 Kéch./s max	4 ou 8 SA; 16 bits	56 ou 96 lignes numériques configurables en ESN et CT	Série R (E/S reconfigurables via LabVIEW); Résolution de synchronisation de 25 ns; logiciel NI-RIO inclus
Pentek distribué par Vsystems	GA104	7640	PCI	2 entrées analogiques	105 MHz, 14 bit	2 sorties analogiques 500 MHz 16 bit, avec Digital UpConverter de 40 MHz de largeur de bande	FPGA I/O via un connecteur 64 broches	512 Mo de SDRAM et 16 Mo de Flash. 1 Quad-Wideband digital receiver Graychip (GC4016) (40 MHz largeur de bande).
Pentek distribué par Vsystems	GA104	7631A	PCI	2 entrées analogiques	105 MHz, 14 bit	-	FPGA I/O via un connecteur 64 broches	4 Quad-Wideband digital receiver Graychip GC4016 (40 MHz largeur de bande)
Pentek distribué par Vsystems	GA104	7340	compactPCI 3U	2 entrées analogiques	105 MHz, 14 bit	2 sorties analogiques 500 MHz 16 bit, avec Digital UpConverter de 40 MHz de largeur de bande	FPGA I/O via le connecteur P3, interface XMC	512 Mo de SDRAM et 16Mo de Flash. 1 Quad-Wideband digital receiver Graychip (GC4016) (40 MHz largeur de bande)
Pentek distribué par Vsystems	GA104	7331	compactPCI 3U	2 entrées analogiques	105 MHz, 14 bit	-	FPGA I/O via le connecteur P3	4 Quad-Wideband digital receiver Graychip GC4016 (40 MHz largeur de bande)
QinetiQ distribué par TechwaY	GA105	Qx-VENUS	VXS –Vita 41-	5 ou 6 voies d'acquisition analogique	14 bits 105 Mech/s 14 bits 125 Mech/s 16 bits 105 Mech/s			2 liens haut débit face avant pour liaisons Gigabit Ethernet, Infiniband, serial FPDP ou fiber channel, 32 E/S – 100 E/S numériques et 16 – 32 paires différentielles LVDS LVDS sur connecteur P2 (Venus – Neptune)
QinetiQ distribué par TechwaY	GA105	Qx-NEPTUNE	VXS 6U	1 ou 2 voies d'acquisition analogique	10 bits, 2Gech/s			Cartes d'acquisition rapide avec étage de traitement FPGA et liens de communications série très haut débit –VXS Vita 41- pour applications radar et télécoms.
Signatec distribué par Horizon Technologies	GA106	PDA1000	PCI 64 et 32 bits	1 voie; +/- 200mV à +/- 3V	8 bits, 1GHz			256 Mo, PCI 250 Mo/s, mode FIFO pour enregistrement temps réel PC
Signatec distribué par Horizon Technologies	GA106	PDA14	PCI 64 et 32 bits	2 voies simultanées; +/- 200mV à +/- 3V	14 bits, 100 MHz			512 Mo, 5 Go en option- PCI 250 Mo/s, mode FIFO pour enregistrement temps réel PC-
Spectrum Signal Processing, distribué par Antycip	GA107	XMC-3311	PMC/XMC	2 voies d'entrée, acquisitions simultanées	Résolution 12 bits en entrée, Fréquence d'éch. : 213.33 Msps	1 voie de sortie, résolution 14 bits		
Spectrum Signal Processing, distribué par Antycip	GA107	ePMC-2ADC	PMC	2 voies d'entrée, acquisitions simultanées	Résolution 14 bits, Fréquence d'éch. : 80 Msps			
Spectrum Signal Processing, distribué par Antycip	GA107	TM1-3350	CompactPCI 6U	2 voies d'entrée, acquisitions simultanées	Résolution 12 bits en entrée, Fréquence d'éch. : 204.8 Msps	2 voies de sortie, résolution 14 bits	8 sorties numériques (TTL)	
Spectrum GmbH distribué par Horizon Technologies	GA108	MI.4032	PCI, CPCI, PXI	4 voies synchrones, +/-200mV à +/-10V	14 bits, 50MHz			Mémoire locale 16 à 512 Mo, mode FIFO pour enregistrement temps réel sur disque PC, marquage temporel, coupleur étoile
Spectrum GmbH distribué par Horizon Technologies	GA108	MI.4541	PCI, CPCI, PXI	4 voies synchrones, +/-1V à +/-10V	16 bits, 1MHz			Mémoire locale 16 à 512 Mo, mode FIFO pour enregistrement temps réel sur disque PC, marquage temporel, coupleur étoile
Spectrum GmbH distribué par Horizon Technologies	GA108	MI.6034	PCI, CPCI, PXI	4 voies synchrones, jusque +/-10V		14 bits, 4 voies 60 MHz ou 2 voies 125 MHz		Mémoire locale 16 à 512 Mo, mode FIFO pour génération temps réel de disque PC, coupleur étoile
Tekmicro distribué par TechwaY	GA109	JazzFiber Quad Serial FPDP	PMC	4 liaisons optiques serial FPDP				Cartes d'acquisition rapide sur fibre optique permettant un débit de 1Go/s pour applications d'imagerie, radar, sonar ...
UEI distribué par Acquisys	GA110	PD2-MFS	PCI ou PXI	4 ou 8 voies simultanées	2 MHz 14 bits	2 / 12 bits	32	
UEI distribué par Acquisys	GA110	PD2-MF	PCI ou PXI	Jusqu'à 64 voies	3 MHz 14 bits	2 / 12 bits	32	
UEI distribué par Acquisys	GA110	Power DNA	Boîtier Ethernet	Jusqu'à 128 voies multiplexées ou 24 simultanées	Jusqu'à 200 kHz Jusqu'à 24 bits	Jusqu'à 96 voies 16 bits	Jusqu'à 192 voies	