

Le bus GPIB ou IEEE 488

Contexte:

⇒ Explosion en quantité et complexité des équipements électroniques

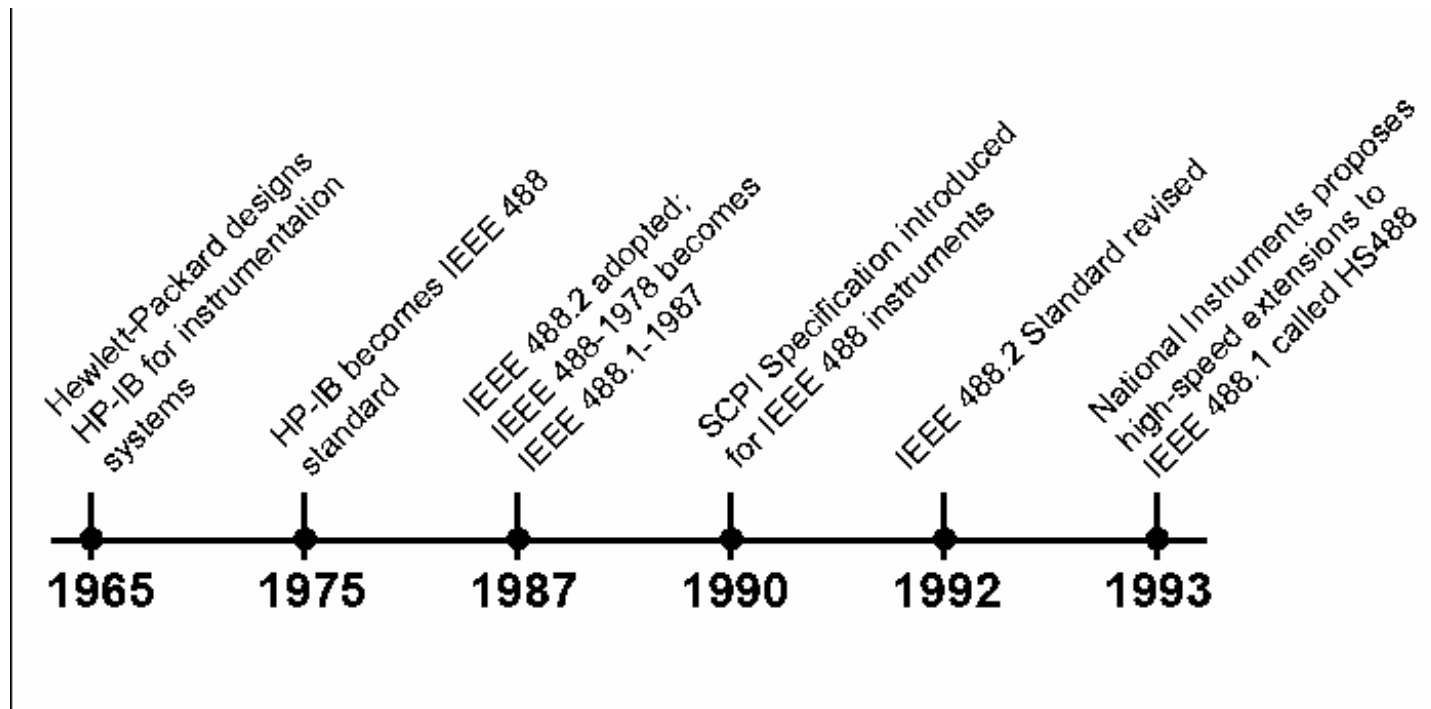
domaines:

- aéronautique
- spatial
- militaire
- grand public
- ...

=> nécessité de disposer de bancs de test et de mesures automatisés

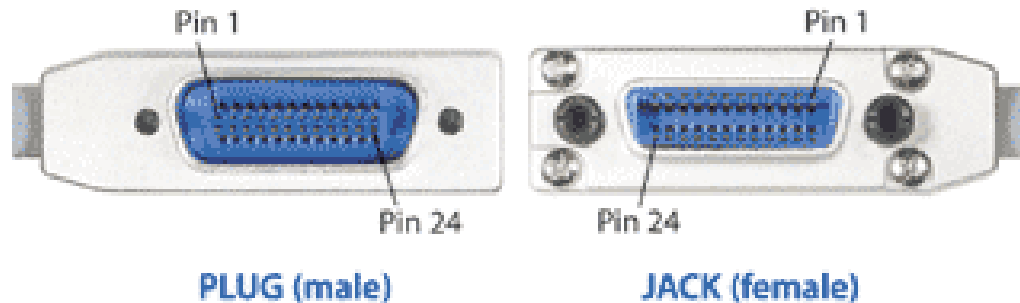
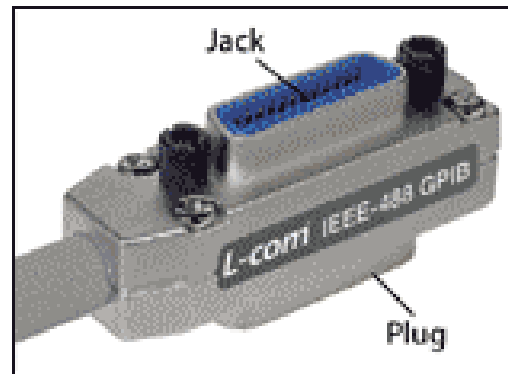
Historique

Développé à l'origine par Hewlett Packard
sous le vocable HPIB



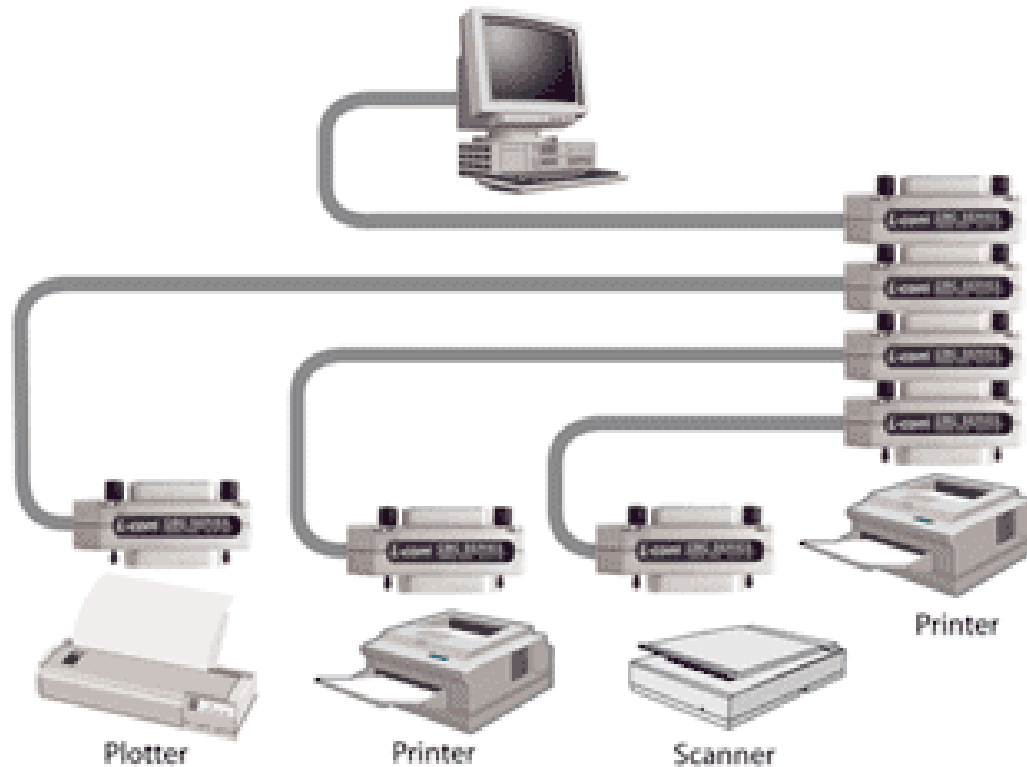
Présentation

connecteur mâle et connecteur femelle
gigognes équipés de vis imperdables



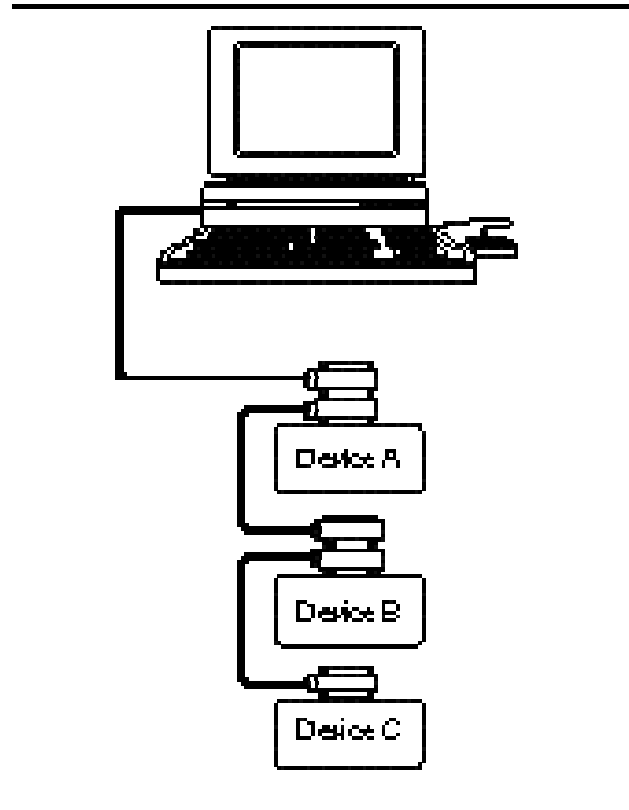
Présentation

Les câbles peuvent être agencés en guirlande, en étoile ou toute combinaison des deux



Présentation

Les câbles peuvent être agencés en guirlande, en étoile ou toute combinaison des deux



Présentation

Le connecteur véhicule trois types de signaux:

- les signaux de commande,
- les signaux de synchronisation
- les données

SIGNAUX DE COMMANDE :

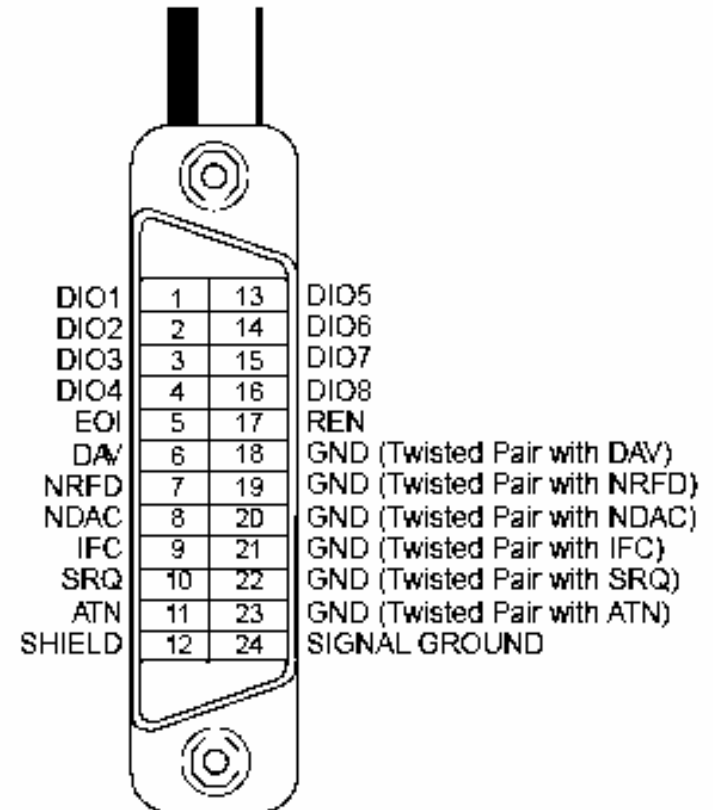
- EOI
- IFC
- SRQ
- ATN
- REN

SIGNAUX DE SYNCHRONISATION :

- DAV
- NRFD
- NDAC

DONNEES :

- DI/O1 à DI/O 8



Présentation

- L'ensemble (**signaux de commande + signaux de synchronisation + données**) constitue le bus **IEEE-488**. Tous les signaux sont de niveau TTL et actifs à l'état bas.
- Toutes les commandes circulant sur le bus sont codées en **ASCII** (7 bits utilisés).
- Les données peuvent être codées en ASCII ou dans un format différent.

Limitations dans la mise en oeuvre

- Le nombre total de périphériques reliés au bus ne doit pas dépasser une quinzaine (sinon rajouter des répéteurs de bus).

- Plus des deux tiers des appareils présents sur le bus doivent être sous tension même s'ils ne sont pas utilisés.

- La longueur totale du bus ne doit pas excéder 20 mètres avec des connexions individuelles au plus égales à 4 mètres. Il existe cependant des possibilités d'extension (liaison par fibres optiques, buffers de bus ...)

La transmission des informations peut atteindre théoriquement une vitesse de 1,5 Mo/s (IEEE 488-1) et 8 Mo/s en mode HS 488.

ROLE DE CHAQUE SIGNAL

SIGNAUX DE COMMANDE: :

- EOI (End Or Identify)

Activé seul il signifie une fin de message et est positionné en même temps que le dernier octet du message.

Combiné avec le signal ATN il signifie un début de procédure d'identification.

- IFC (InterFace Clear)

Activé par le contrôleur de bus. Il permet de réinitialiser tous les appareils connectés au bus.

- SRQ (Service ReQuest)

Activé par n'importe quel appareil (à l'exception du contrôleur) qui nécessite une intervention du contrôleur (ex: imprimante n'ayant plus de papier). Se comporte comme une demande d'interruption. Cette ligne est en "OU câblé" (logique négative) avec les autres appareils sur le bus.

ROLE DE CHAQUE SIGNAL

SIGNAUX DE COMMANDE:

- ATN (ATtentionN)

Activé par le contrôleur de bus, il signifie que les données sur le bus correspondent à une adresse ou à une commande. ATN est vrai à l'état bas.

- REN (Remote ENable)

Activé par le contrôleur de bus, il place les appareils "écouteurs" en mode télécommandé (blocage de la face avant de l'appareil).

ROLE DE CHAQUE SIGNAL

SIGNAUX DE SYNCHRONISATION:

-DAV (Data Valid)

Activé par un parleur, il spécifie aux écouteurs que la donnée présente sur le bus est valide. Le parleur inactive le signal DAV lorsque tous les écouteurs concernés ont accepté la donnée.

- NRFD (Not Ready For Data)

Activé par les écouteurs, il permet d'informer le parleur que ceux-ci ne sont pas prêts pour recevoir une nouvelle donnée.

- NDAC (Not Data Accepted)

Activé par les écouteurs, il permet d'informer le parleur que ceux-ci n'ont pas traité la donnée.

ROLE DE CHAQUE SIGNAL

BUS DE DONNEES:

- DI/O1 à DI/O8

Suivant l'état de la ligne ATN les données transitant sur le bus peuvent être :

- * des adresses ou des commandes multilignes (ATN activé): caractères ASCII
- * des données ou des octets d'états (status byte) .

NOTIONS DE CONTROLEUR, PARLEUR, ECOUTEUR

Un instrument ne peut envoyer ou lire des données sur le bus sans y avoir été explicitement autorisé.

LE CONTROLEUR:

Appareil qui assure le contrôle du bus (souvent un ordinateur).

nota : plusieurs contrôleurs peuvent être connectés au bus mais un seul en a la gestion .

LE PARLEUR (TALKER):

Appareil capable d'envoyer des données sur le bus. Un appareil devient "PARLEUR" lorsque le CONTROLEUR lui en donne l'ordre (ceci en plaçant son adresse parleur sur le bus lorsque la ligne ATN est activée). L'adresse "PARLEUR" est obtenue en ajoutant 64 à l'adresse de base.

NOTIONS DE CONTROLEUR, PARLEUR, ECOUTEUR

L'ECOUTEUR (LISTENER)

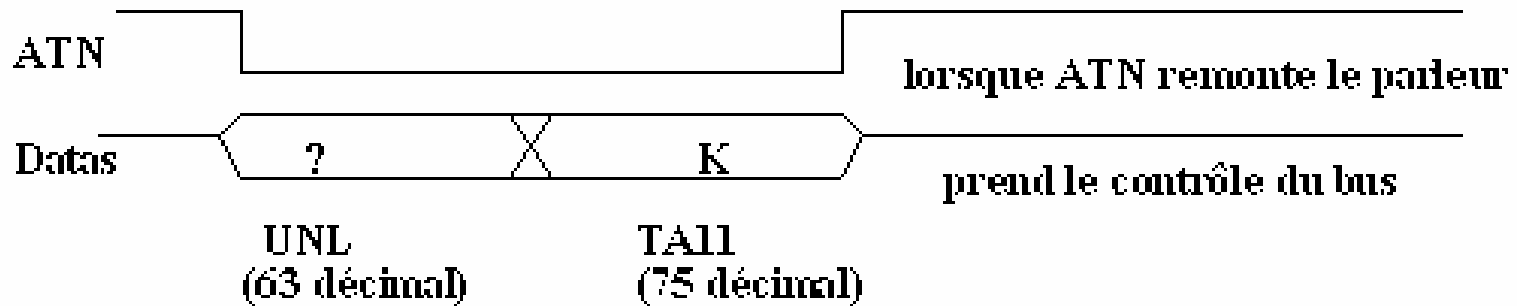
Il est capable de lire les données circulant sur le bus lorsque le contrôleur lui en donne l'autorisation (ceci en plaçant son adresse écouteur sur le bus lorsque la ligne ATN est activée) . L'adresse "ECOUTEUR" est obtenue en ajoutant 32 à l'adresse de base.

Plusieurs appareils peuvent être ECOUTEURS simultanément .

NOTIONS DE CONTROLEUR, PARLEUR, ECOUTEUR

Le Parleur (Talker)

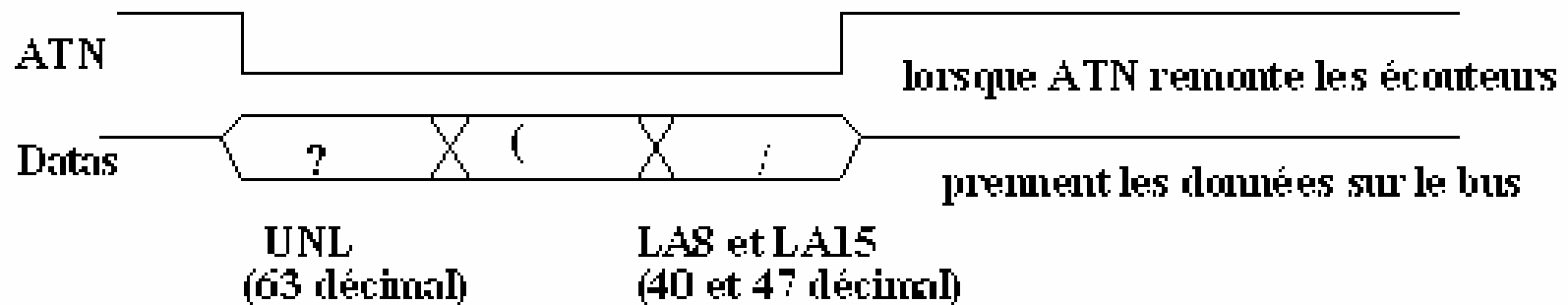
L'exemple ci-dessous désigne comme parleur l'instrument situé à l'adresse 11.



NOTIONS DE CONTROLEUR, PARLEUR, ECOUTEUR

L'écouteur (Listener)

L'exemple ci-dessous désigne comme écouteurs les instruments situés aux adresses 8 et 15.

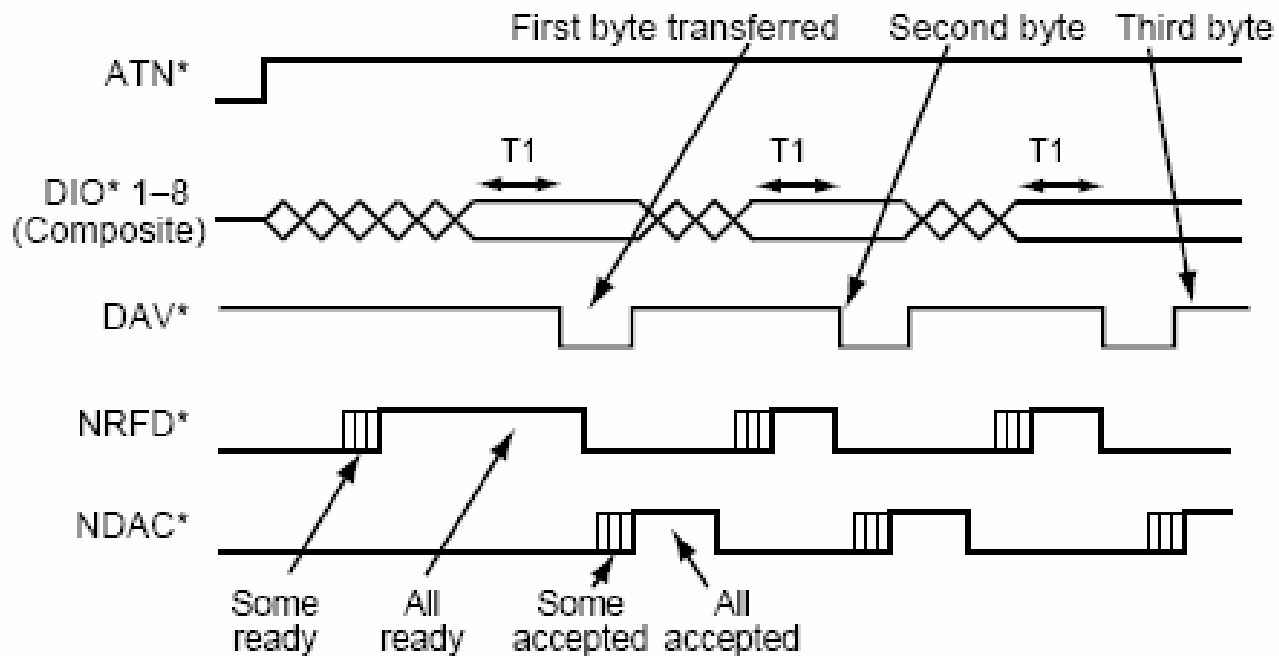


ADRESSES PRIMAIRES PARLEURS/ECOUTEURS

20	32	SP	MLA0		30	48	0	MLA16		40	64	@	MTA0		50	80	P	MTA16
21	33	!	MLA1		31	49	1	MLA17		41	65	A	MTA1		51	81	Q	MTA17
22	34	"	MLA2		32	50	2	MLA18		42	66	B	MTA2		52	82	R	MTA18
23	35	#	MLA3		33	51	3	MLA19		43	67	C	MTA3		53	83	S	MTA19
24	36	\$	MLA4		34	52	4	MLA20		44	68	D	MTA4		54	84	T	MTA20
25	37	%	MLA5		35	53	5	MLA21		45	69	E	MTA5		55	85	U	MTA21
26	38	&	MLA6		36	54	6	MLA22		46	70	F	MTA6		56	86	V	MTA22
27	39	'	MLA7		37	55	7	MLA23		47	71	G	MTA7		57	87	W	MTA23
28	40	(	MLA8		38	56	8	MLA24		48	72	H	MTA8		58	88	X	MTA24
29	41	)	MLA9		39	57	9	MLA25		49	73	I	MTA9		59	89	Y	MTA25
2A	42	*	MLA10		3A	58	:	MLA26		4A	74	J	MTA10		5A	90	Z	MTA26
2B	43	+	MLA11		3B	59	;	MLA27		4B	75	K	MTA11		5B	91	[	MTA27
2C	44	,	MLA12		3C	60	<	MLA28		4C	76	L	MTA12		5C	92	\	MTA28
2D	45	-	MLA13		3D	61	=	MLA29		4D	77	M	MTA13		5D	93	]	MTA29
2E	46	.	MLA14		3E	62	>	MLA30		4E	78	N	MTA14		5E	94	^	MTA30
2F	47	/	MLA15							4F	79	O	MTA15					

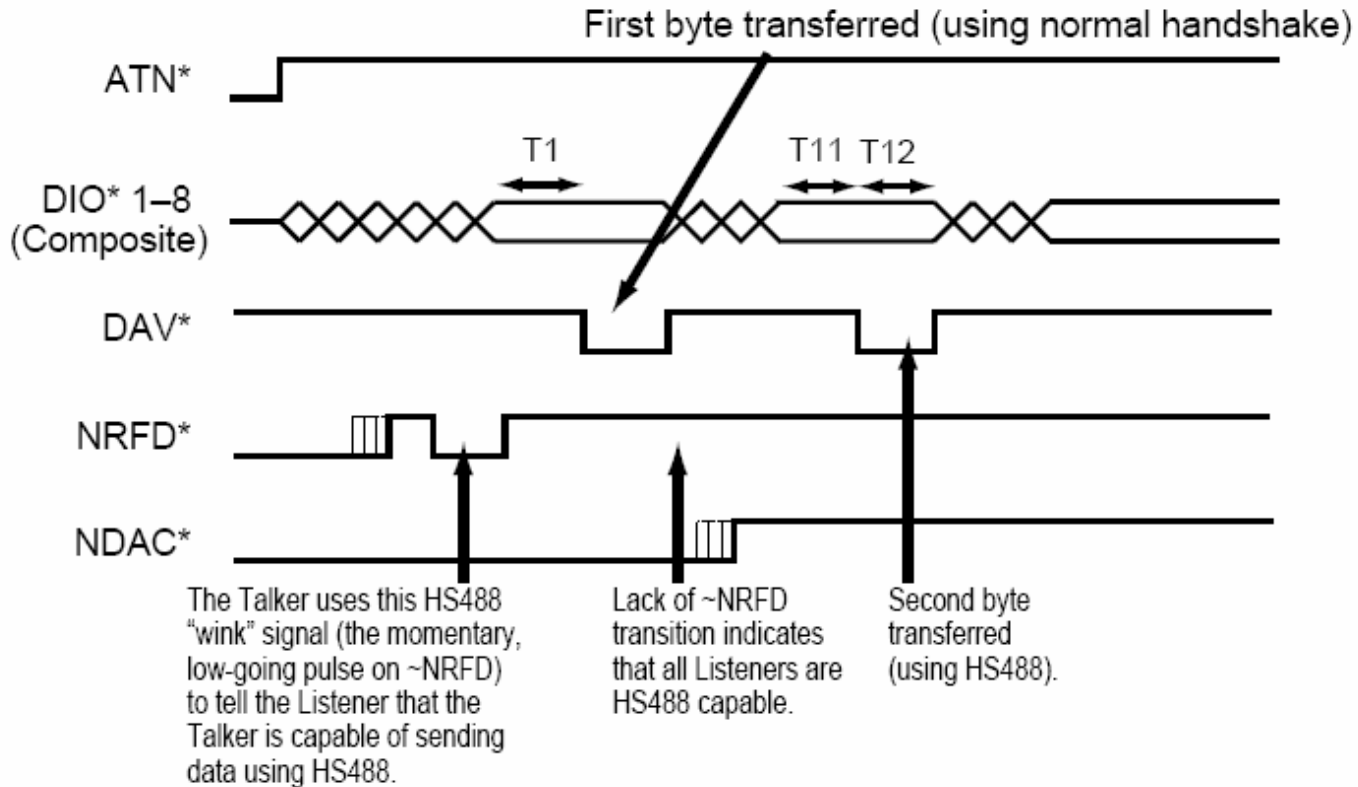
PROTOCOLE DE COMMUNICATION

RELATIF A LA NORME IEEE 488-1



PROTOCOLE DE COMMUNICATION

RELATIF A LA NORME HS-488



COMMANDES IEEE 488-1

COMMANDES UNILIGNES

Ce sont les commandes correspondant aux signaux :

- REN
- IFC
- ATN

Elles sont activées par le contrôleur et sont disponibles directement sur le bus de commande (lignes physiques du bus).

MESSAGES UNILIGNES

Ils correspondent aux lignes EOI et SRQ (lignes physiques du bus).
EOI peut être activé quand un "PARLEUR" a terminé son message.
SRQ est activé quand un appareil veut provoquer une interruption (demande de service).

COMMANDES IEEE 488-1

COMMANDES ADRESSEES

- GET (Group Execute Trigger) demande de déclenchement
- GTL (Go To Local) retour au mode local
- SDC (Selected Device Clear) réinitialisation de l'instrument adressé
- PPC (Parallel Poll Configure) configuration pour une procédure
d'identification parallèle
- TCT (Take Control) demande de prise de contrôle
du bus

COMMUNICATION SUR LE BUS

Les communications sur le bus sont en général à l'initiative du contrôleur ou éventuellement à la demande d'un instrument (demande de service).

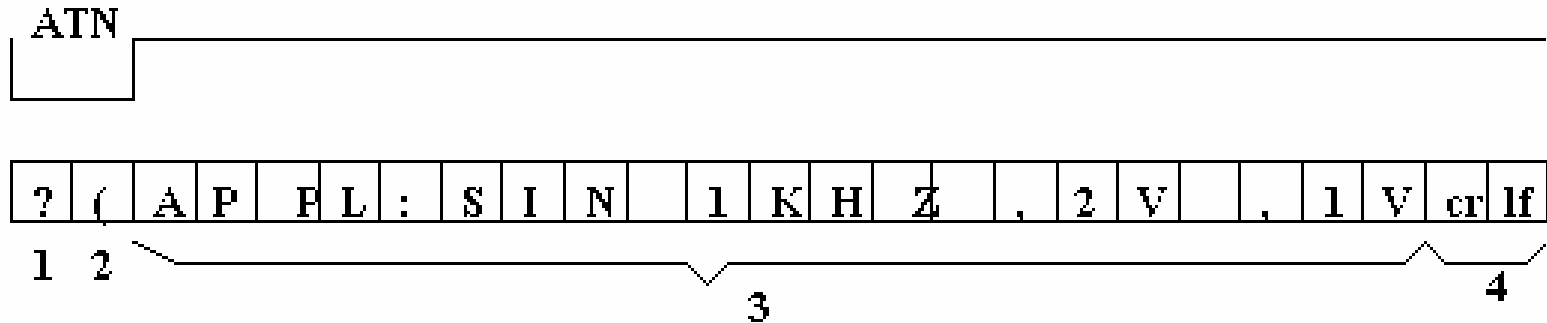
exemple 1:

On souhaite piloter un générateur de fonctions situé à l'adresse 8 (HP 33120A) pour qu'il délivre un signal sinusoïdal de fréquence 1 KHZ, d'amplitude 2 Volts et d'offset 1 Volt.

La chaîne de caractères correspondant à cette commande (fournie par le constructeur) est:

"APPLy:SINusoid 1KHZ ,2V ,1V"

COMMUNICATION SUR LE BUS



1: A la descente de ATN tous les partenaires arrêtent le trafic sur le bus. La commande "?" (Unlisten) leur indique de se mettre hors d'écoute pour la communication qui va suivre.

2: Le contrôleur désigne l'instrument placé à l'adresse 8 comme écouteur LA8= "(" .

3: Le contrôleur envoie la chaîne de caractères au rythme accepté par l'instrument 8 (handshake) qui devient écouteur à la remontée de ATN.

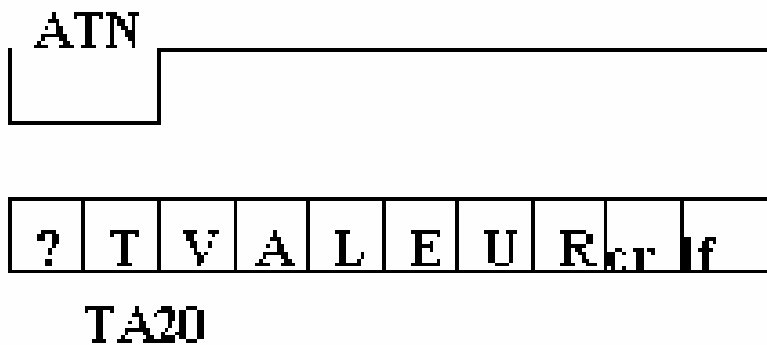
4: Le contrôleur place un terminateur de messages (Carriage Return, Line Feed ou éventuellement forçage de la ligne physique EOI).

COMMUNICATION SUR LE BUS

La lecture par le contrôleur de la valeur de la fréquence a lieu à la demande de ce dernier lorsque l'instrument a exécuté la commande. Ceci peut être fait de différentes manières:

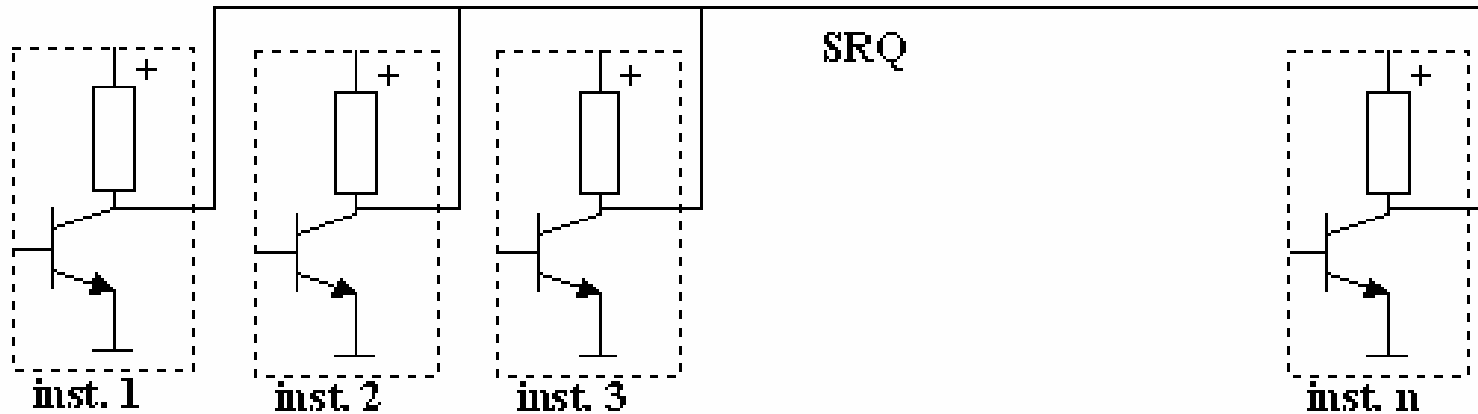
- par lecture du "status byte" de l'instrument suite à une commande OPC? (Operation Complete?).
- en répondant à une demande de service (SRQ)

Le contrôleur désigne alors l'instrument comme TALKER et se met en écoute pour lire "VALEUR".



REPONSE A UNE DEMANDE DE SERVICE

La demande de service se fait en basculant à 0 la ligne physique SRQ (Service ReQuest)



Identification par Serial Poll ou Parallel Poll

REPONSE A UNE DEMANDE DE SERVICE

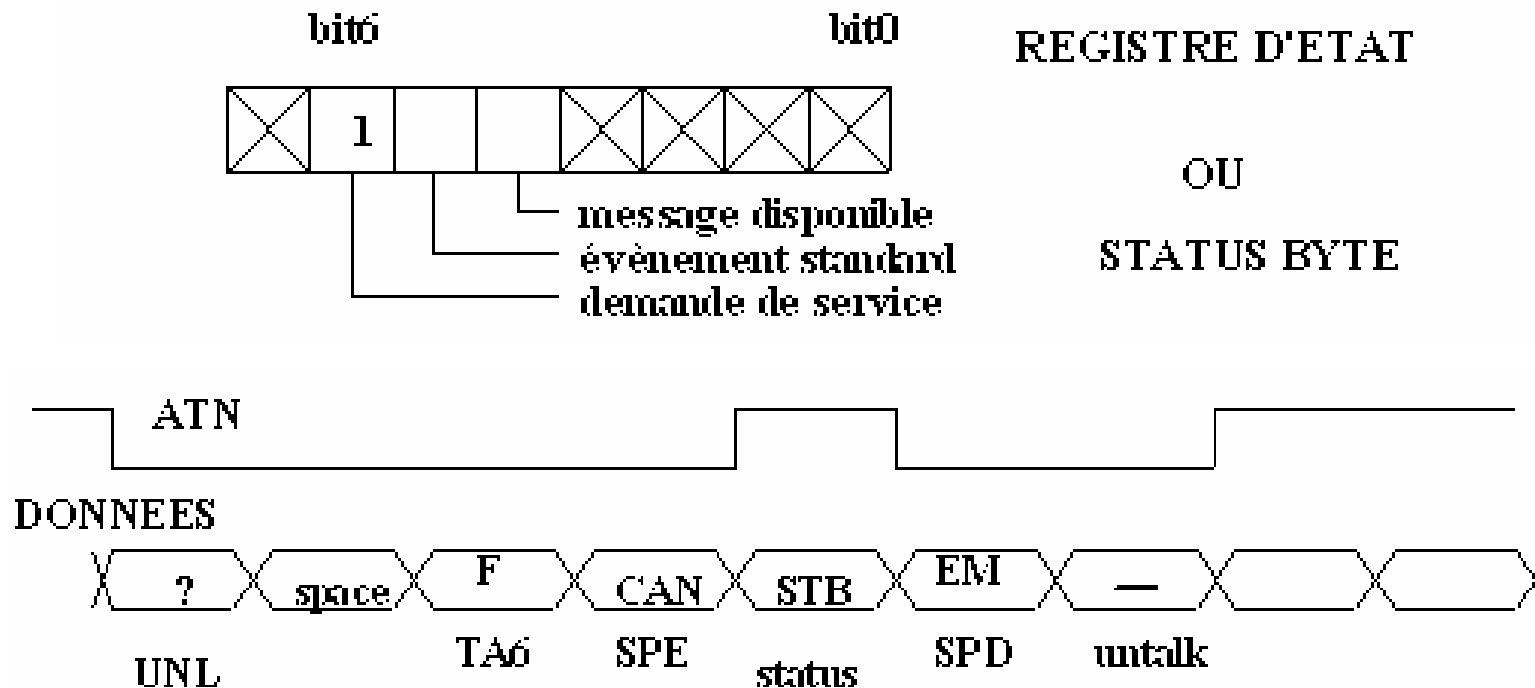
IDENTIFICATION PAR SERIAL POLL (RECONNAISSANCE SERIE)

Le contrôleur procède séquentiellement:

- a) il arrête le trafic sur le bus
- b) désigne l'instrument N comme parleur
- c) indique qu'il s'agit d'une procédure SERIAL POLL (envoi de SPE)
- d) lit le "status byte" ou "octet d'état" de l'instrument N
- e) teste le bit 6 du status byte
- f) inhibe la procédure par l'envoi de SPD (Serial Poll Disable). Si le test en e) est positif la procédure est terminée sinon il recommence en a) avec une autre adresse jusqu'à ce qu'il trouve le demandeur.

REPONSE A UNE DEMANDE DE SERVICE

IDENTIFICATION PAR SERIAL POLL (RECONNAISSANCE SERIE)



- la ligne SRQ est relâchée lorsque le Status Byte de l'instrument demandeur a été lu.
La procédure d'identification peut être longue si beaucoup d'instruments sont raccordés au bus.

REPONSE A UNE DEMANDE DE SERVICE

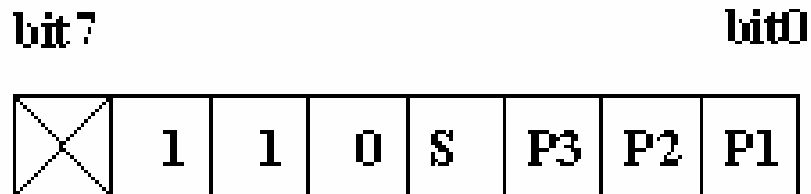
IDENTIFICATION PAR RECONNAISSANCE PARALLELE

Ne peut s'effectuer que si les instruments supportent la commande PARALLEL POLL (PP1 ou PP2, vues ultérieurement)

- Elle est applicable à un maximum de huit instruments.
- Elle nécessite au préalable une configuration des instruments. Ceci est fait en général lors de l'initialisation du système (commande PPC suivie d'un octet de configuration PPE).
- Elle nécessite la capacité pour chaque instrument de pouvoir piloter séparément les commandes haute impédance des buffers des lignes d'E/S.

REPONSE A UNE DEMANDE DE SERVICE

IDENTIFICATION PAR RECONNAISSANCE PARALLELE



OCTET DE
CONFIGURATION PPE

-Les bits P1, P2, P3 représentent le code du numéro de la ligne d'entrées/sorties que devra utiliser l'instrument pour sa réponse à un PPE.

- Le bit S indique le niveau actif 0 ou 1.

COMMANDES MINIMUM DE L'IEEE 488-2

Mnemonic	Group	Description
*IDN?	System Data	Identification query
*RST	Internal Operations	Reset
*TST?	Internal Operations	Self-test query
*OPC	Synchronization	Operation complete
*OPC?	Synchronization	Operation complete query
*WAI	Synchronization	Wait to complete
*CLS	Status and Event	Clear status
*ESE	Status and Event	Event status enable
*ESE?	Status and Event	Event status enable query
*ESR?	Status and Event	Event status register query
*SRE	Status and Event	Service request enable
*SRE?	Status and Event	Service request enable query
*STB?	Status and Event	Read status byte query

IEEE-488.2 : Commandes et interrogations communes supportées par les instruments

COMMANDES MINIMUM DE L'IEEE 488-2

Keyword	Name	Compliance
RESET	Reset System	Mandatory
FINDRQS	Find Device Requesting Service	Optional
ALLSPOLL	Serial Poll All Devices	Mandatory
PASSCTL	Pass Control	Optional
REQUESTCTL	Request Control	Optional
FINDLSTN	Find Listeners	Optional
SETADD	Set Address	Optional, but requires FINDLSTN
TESTSYS	Self-Test System	Optional

IEEE-488.2 : Protocoles niveau contrôleur

COMMANDES MINIMUM DE L'IEEE 488-2

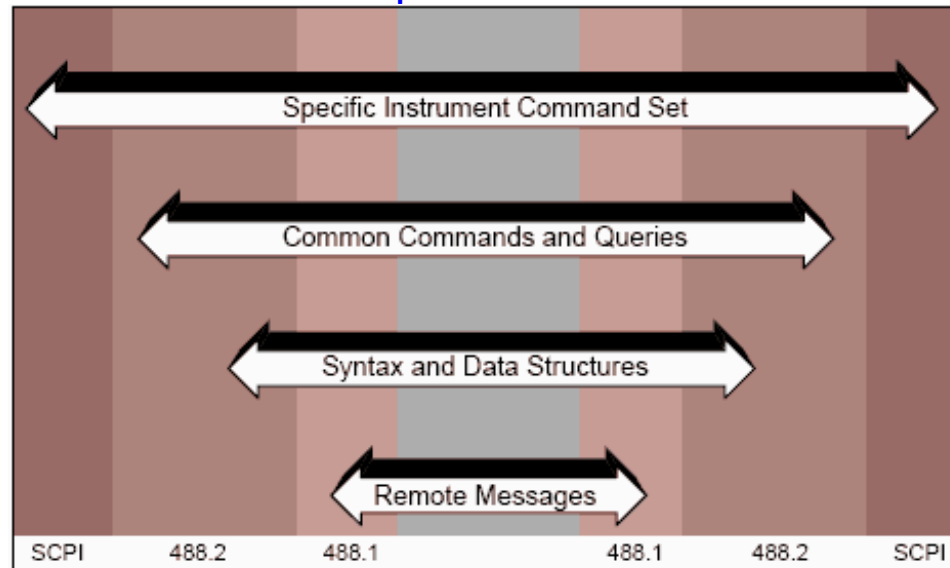
Description	Control Sequence	Compliance
Send ATN-true commands	SEND COMMAND	Mandatory
Set address to send data	SEND SETUP	Mandatory
Send ATN-false data	SEND DATA BYTES	Mandatory
Send a program message	SEND	Mandatory
Set address to receive data	RECEIVE SETUP	Mandatory
Receive ATN-false data	RECEIVE RESPONSE MESSAGE	Mandatory
Receive a response message	RECEIVE	Mandatory
Pulse IFC line	SEND IFC	Mandatory
Place devices in DCAS	DEVICE CLEAR	Mandatory
Place devices in local state	ENABLE LOCAL CONTROLS	Mandatory
Place devices in remote state	ENABLE REMOTE	Mandatory
Place devices in remote with local lockout state	SET RWLS	Mandatory
Place devices in local lockout state	SEND LLO	Mandatory
Read IEEE 488.1 status byte	READ STATUS BYTE	Mandatory
Send group execution trigger (GET) message	TRIGGER	Mandatory
Give control to another device	PASS CONTROL	Optional
Conduct a parallel poll	PERFORM PARALLEL POLL	Optional
Configure devices' parallel poll responses	PARALLEL POLL CONFIGURE	Optional
Disable devices' parallel poll capability	PARALLEL POLL UNCONFIGURE	Optional

IEEE-488.2 : séquences de contrôle optionnelles et obligatoires

LE LANGAGE SCPI

IEEE 488-1: aspect mécanique, électrique, électronique de la liaison.
Mode de transfert des informations.
! Aucune spécification quant à la nature et syntaxe des messages

IEEE 488-2 : syntaxe des messages et structure des données.
Définit quelques commandes et interrogations communes.
! Les messages sont correctement lus ou émis mais pas nécessairement compris.



SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments)

- ⇒ répertoire de commandes et messages communs minimum compris par tous les instruments qui se réclament de la norme.
- ⇒ compatibilité ascendante avec les instruments du même fabricant ou de fabricants différents.

exemple:

- La chaîne de commande: « MEAS:FREQ? »

sera identiquement interprétée, qu'elle soit reçue par un fréquencemètre ou un oscilloscope de fabricants différents (à la condition que ce dernier ait bien la ressource de mesure de fréquence).

SYNTAXES DES MESSAGES

Arborescence au sommet de laquelle (racine) on trouve toutes les commandes communes et toutes les commandes de plus haut niveau.

Les commandes racines contrôlent des fonctions de base de l'instrument.

exemple : "MEAS:FREQ?"

"MEAS" se trouve dans le répertoire racine.

"FREQ" se trouve dans un sous-répertoire de "MEAS".

- La suite ":@" permet de remonter à la racine.
- Le caractère ":" fait descendre d'un cran dans l'arborescence (sous répertoire).
- Un espace sépare un paramètre d'un mot clé.
- Une "," sépare les paramètres adjacents.
- Un ";" sépare des commandes appartenant à un même sous répertoire.

LE LANGAGE SCPI

exemple: "FREQ:START 10 ;STOP 1000 ;MODE SWEEP"

remplace

"FREQ:START 10"

"FREQ:STOP 1000"

"FREQ:MODE SWEEP"

FONCTIONS SUPPORTEES PAR UN APPAREIL

exemple 1: oscilloscope TEKTRONIX 2230 (produit ancien)

Fonctions supportées : SH1, AH1, T5, L3, SR1, RL2, PPO, DC1, DT0, CO, E2

- SH1 : capacité à émettre des messages multilignes (SH= Source Handshake)
- AH1 : capacité à recevoir des messages multilignes (AH= Acceptor Handshake)
- T5 : capacité à faire parvenir à d'autres appareils des données et des status (T=Talker)
- L3 : capacité à recevoir d'autres appareils des données et des status (L= Listener)
- SR1 : capacité à émettre une demande de service (SR= Service Request)
- RL2 : ignore LLO (RL= Remote Local)
- PPO : incapacité à répondre à un Parallel Poll
- DC1 : capacité à être initialisé (DC= Device Clear)
- DT0 : incapacité à déclencher à la réception de GET (DT= Device Trigger)
- CO : incapacité à être contrôleur
- E2 : transceivers 3 états

FONCTIONS SUPPORTEES PAR UN APPAREIL

exemple 2: générateur de fonctions HP 33120A

Fonctions supportées: SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, PPO, DC1, DT1, CO, E2

T6: omet le mode Talk only (ne parle qu'à la demande)

L4: omet le mode Listen only (n'écoute qu'à la demande)

RL1: totale capacité (remote ou local)

DT1: totale capacité (à déclencher à la réception d'un GET)

Circuits et logiciels gestionnaires de bus IEEE 488

MOTOROLA : MC68488
TEXAS INSTRUMENTS : TI 9914
NEC : UPD 7210
NI: NAT 4882

La plupart de ces circuits sont obsolètes et ont été remplacés par des circuits ASIC propriétaires. Le leader dans le domaine est National Instruments.

LOGICIELS DE PILOTAGE D'INSTRUMENTS IEEE 488

NATIONAL INSTRUMENTS : LABVIEW , LABWINDOWS CVI
(la + grosse part de marché)
HEWLETT PACKARD : ITG , VEE TEST (faible part de marché)
WAVETEK : WAVETEST (??)
KEITHLEY : VIEWDAC (??)