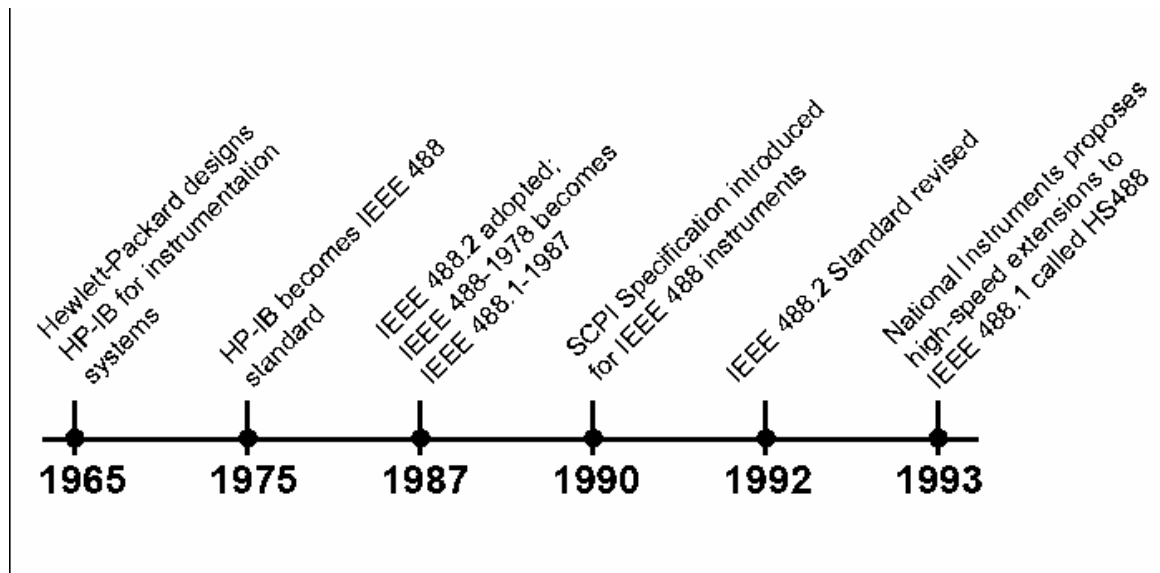


LE BUS IEEE-488

1) HISTORIQUE

Le bus IEEE-488 a initialement été développé par la société HEWLETT PACKARD sous le nom de bus HPIB (HEWLETT PACKARD I NTERFACE BUS).

Il avait pour but l'interconnexion d'instruments et de calculateurs afin de réaliser des bancs de tests ou de mesures automatiques (1965) .



Il a fait l'objet d'une normalisation en 1975 (IEEE 488). Cette norme a été révisée en 78 puis adoptée en 87 sous la référence IEEE 488-1 par l'IEEE (INSTITUTE of ELECTRICAL and Electronic Engineers). La même année la version IEEE 488-2 était également adoptée.

Cette norme est également connue sous les noms :

- GPIB (General Purpose Interface Bus).
- IEC 625 (International Electric Commission).

La norme IEEE 488-1 spécifie les aspects électriques, électroniques et mécaniques de la liaison. Elle précise la procédure d'échange entre plusieurs périphériques connectés sur le bus et un ordinateur contrôleur actif .

Elle ne spécifie pas :

- le format des données
- la façon dont une donnée est considérée comme terminée .

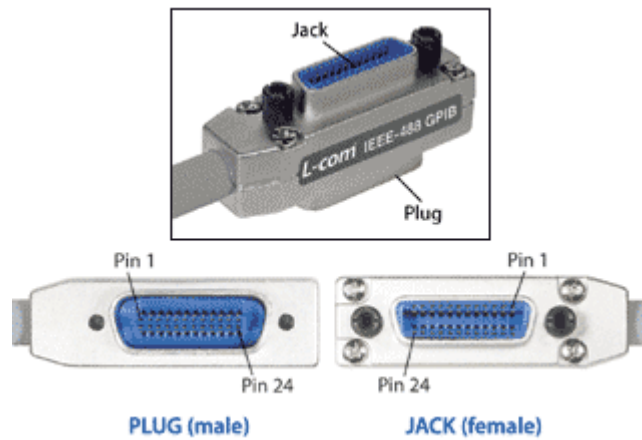
La révision de la norme en 1982 (CEI-625-2) puis en 1988 (IEEE-488.2) pallie le manque de précision dans le but de standardiser le format des données. Ceci garantit une bonne transmission des messages mais n'implique pas qu'ils soient parfaitement compris par tous les appareils .

Beaucoup d'applications d'instrumentation automatisée utilisent encore le bus IEEE-488. Il tend cependant à être remplacé par le bus VXI pour des applications très performantes et où les besoins de synchronisation entre instruments sont critiques. Sinon depuis quelques années on voit apparaître une instrumentation « low cost » à base de bus USB ou de réseau ethernet, mais ces derniers ne sont

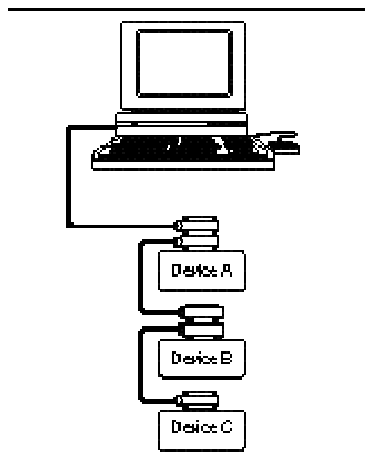
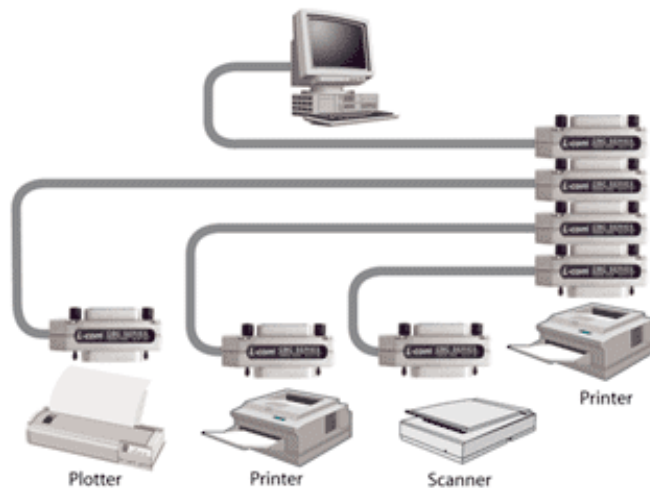
pas déterministes.

2) PRESENTATION

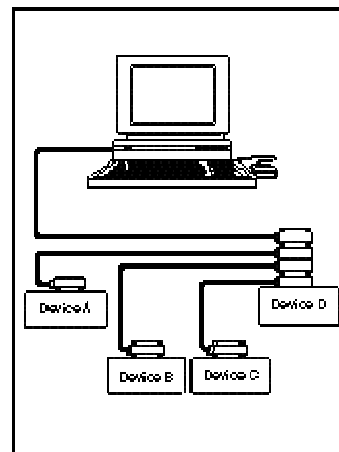
Le bus se matérialise par un ensemble de câbles reliant les appareils entre eux . Chaque câble est muni à chacune de ses extrémités d'un connecteur mâle et d'un connecteur femelle gigognes équipés de vis imperdables .



Les câbles peuvent être agencés en guirlande, en étoile ou toute combinaison des deux. Il est cependant recommandé de ne pas enficher plus de quatre câbles sur la même prise de chassis.



Linear Configuration



Star Configuration

Les messages transitent sur le bus en parallèle octet par octet de manière asynchrone et actifs au niveau bas. Chaque appareil possède ainsi que le contrôleur une adresse comprise entre 0 et 30 qui lui est propre. Cette adresse peut être configurée:

- par des swichs présents sur la face arrière de l'appareil (5 bits de poids faibles).
- à partir d'un menu de configuration accessible depuis la face avant des appareils (les informations sont alors stockées en mémoire non volatile).

3) AFFECTATION DES SIGNAUX SUR LE CONNECTEUR

Le connecteur véhicule trois types de signaux: les signaux de commande, les signaux de synchronisation et les données

3.1) SIGNAUX DE COMMANDE :

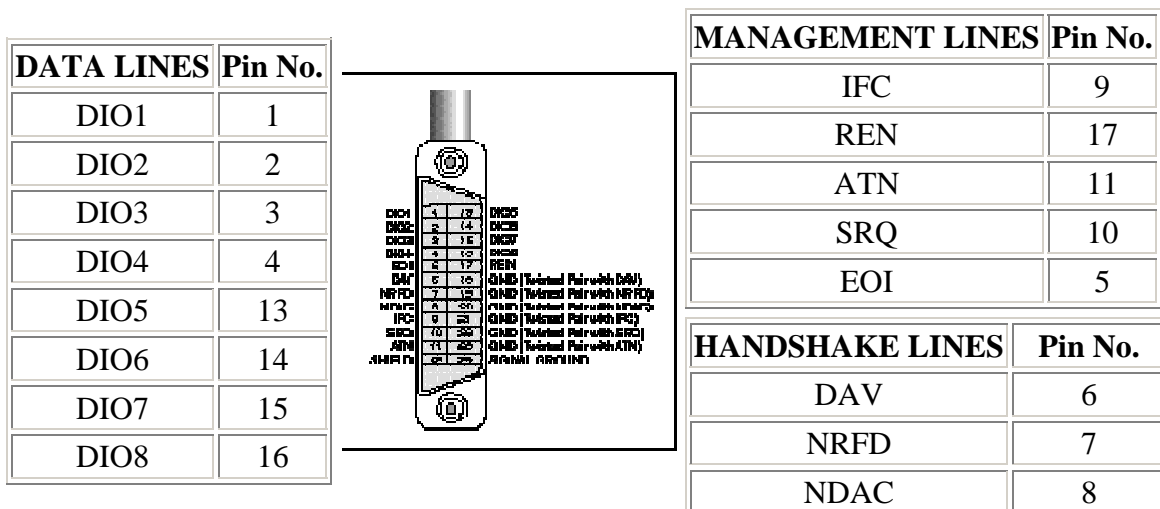
- EOI
- IFC
- SRQ
- ATN
- REN

3.2) SIGNAUX DE SYNCHRONISATION :

- DAV
- NRFD
- NDAC

3.3) DONNEES :

- DI/O1 à DI/O 8



- 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 ASCII ou dans un format différent.

4) PRECAUTIONS LORS DE LA MISE EN OEUVRE

Il existe quelques limitations dans la mise en oeuvre du bus IEEE 488. Le non respect de celles-ci peut amener un fonctionnement anormal.

- 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 en mode HS 488.

5) ROLE DE CHAQUE SIGNAL

5.1) SIGNAUX DE COMMANDE

- EOI (End Or Identify)

Lorsqu'il est 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)

Ce signal est activé par le contrôleur de bus. Il permet de réinitialiser tous les appareils connectés au bus.

- SRQ (Service ReQuest)

Ce signal peut être 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.

- ATN (ATtention)

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).

5.2) 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.

- NFRD (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 .

5.3) 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) .

6) NOTIONS DE CONTROLEUR, PARLEUR, ECOUTEUR

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

6.1) LE CONTROLEUR

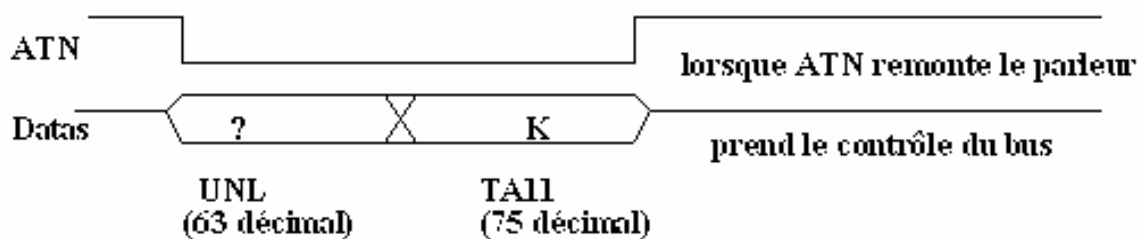
Appareil qui assure le contrôle du bus (souvent un ordinateur).

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

6.2) 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.

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

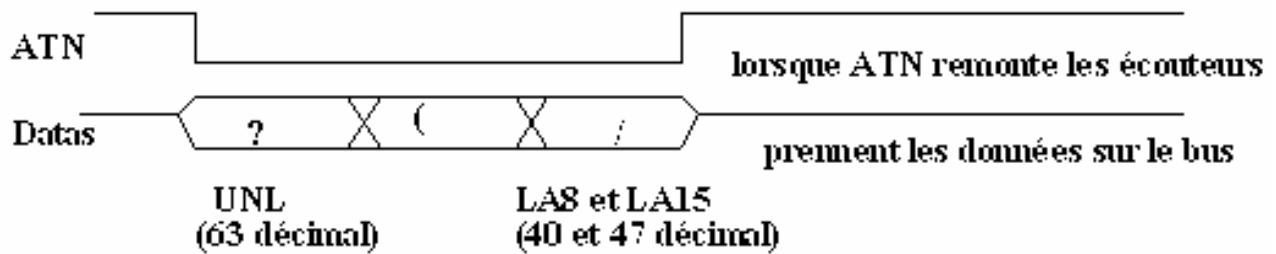


6.3) L'ECOUTEUR (LISTENER)

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 .

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



6.4) ADRESSES PRIMAIRES PARLEURS/ECOUTEURS

Bit Position 7 6 5 4 3 2 1 0
 Meaning 0 TA LA GPIB Primary Address (range 0–30)

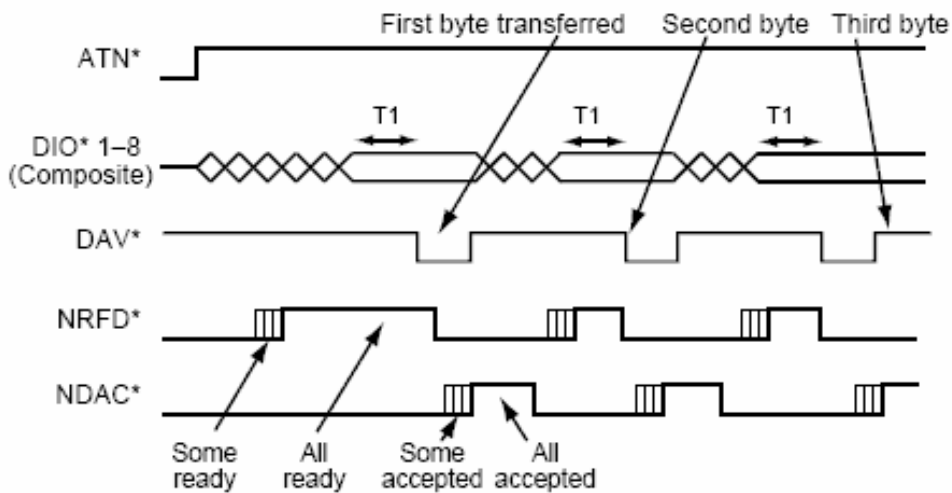
20	32	SP	MLA0	30	48	0	MLA16	40	64	@	MTA0	50	80	P	MTA16
21	33	!	MLA1	31	49	1	MLA17	41	65	A	MTA1	51	81	Q	MTA17
22	34	"	MLA2	32	50	2	MLA18	42	66	B	MTA2	52	82	R	MTA18
23	35	#	MLA3	33	51	3	MLA19	43	67	C	MTA3	53	83	S	MTA19
24	36	\$	MLA4	34	52	4	MLA20	44	68	D	MTA4	54	84	T	MTA20
25	37	%	MLA5	35	53	5	MLA21	45	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				

7) PROTOCOLE DE COMMUNICATION

7.1) RELATIF A LA NORME IEEE 488-1

Le protocole de communication lié au standard IEEE 488.1 est basé sur un handshake matérialisé par 3 fils (NRFD, DAV, NDAC, voir figure ci-dessous). Il nécessite le contrôle de la ligne NRFD par le(s) écouteur(s), le contrôle de la ligne DAV par le parleur pour signifier à l'écouteur qu'une donnée est valide puis le contrôle par le(s) écouteur(s) de la ligne NDAC pour signifier au parleur que la donnée présente a été acceptée. En conséquence une donnée ne peut pas être transmise dans un temps inférieur à la somme des temps liés aux évènements ci-dessous :

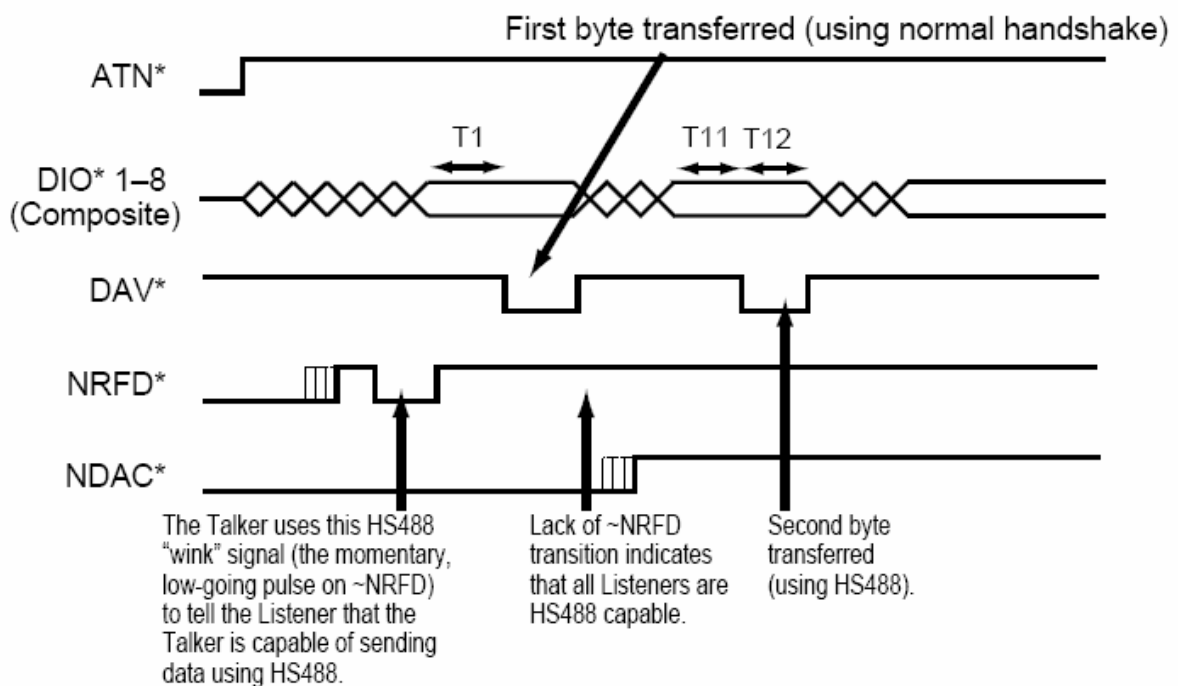
- La propagation de NRFD vers le parleur,
- La propagation de DAV vers les écouteurs,
- L'activation par le(s) écouteur(s) de NDAC après acceptation de la donnée présente
- La propagation de NDAC vers le parleur
- La génération par le parleur d'un temps d'attente (T1) avant d'activer le signal DAV une nouvelle fois.



IEEE 488.1 Protocole de communication

7.2) RELATIF A LA NORME IEEE HS 488

Le protocole HS488 améliore le débit des données sur le bus en éliminant les temps de propagation inhérents au système de handshake. Pour valider le protocole de communication HS488, le parleur active le signal NRFD après que le contrôleur ait adressé tous les écouteurs. Si l'écouteur est compatible avec le protocole HS488, alors le transfert des données s'effectue suivant le mode de handshake représenté sur la figure ci-dessous. Une fois le protocole HS488 validé, le parleur place une donnée sur le bus de data, attend pendant un temps de setup prédéfini, active DAV, attend pendant un nouveau temps prédéfini, relâche DAV puis réitère la procédure pour la nouvelle donnée. L'écouteur laisse NDAC relâché et doit accepter la donnée dans le temps spécifié. Une donnée est donc transférée dans un délai correspondant aux deux temps d'attente sans attendre un quelconque délai lié à la propagation des signaux sur le bus.



Le protocole HS488

La procédure d'échange commence comme dans le protocole 488.1 : dès que la ligne NRFD est

relâchée par les écouteurs, elle se retrouve brièvement forcée à 0 par le parleur. Cette séquence signifie aux écouteurs la capacité du parleur à supporter le mode HS488. A partir de cet instant deux cas peuvent se produire :

- les écouteurs reconnaissent et acceptent tous le mode HS488
- un ou plusieurs écouteurs ne reconnaît pas ce mode.

Si les écouteurs acceptent tous le mode HS488, ils attendent et traitent les données à chaque apparition de DAV. La ligne NRFD n'est plus activée, la ligne NDAC est relâchée suite à l'apparition de la première donnée.

Si un ou plusieurs écouteurs n'implémentent pas ce protocole, ceux-ci vont naturellement forcer NRFD à 0 suite à l'apparition de DAV. Le forçage de cette ligne indique au parleur qu'au moins un écouteur n'est pas HS488 compatible. Dans ce cas le protocole reste celui de base.

8) COMMANDES IEEE 488-1

8.1) COMMANDES UNILIGNES (portées par un fil)

Ce sont les commandes correspondant aux signaux :

- REN
- IFC
- ATN

Ce sont des commandes directes, activées par le contrôleur et sont disponibles directement sur le bus de commande (lignes physiques du bus).

8.2) MESSAGES UNILIGNES (portés par un fil)

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).

8.3) COMMANDES MULTILIGNES (portées par plusieurs fils)

Les commandes multilignes sont générées par le contrôleur en activant la ligne ATN et en plaçant sur le bus de données le code ASCII de la commande souhaitée. On distingue deux types de commandes:

- les commandes universelles (à destination de tous les appareils).
- les commandes adressées (à destination des écouteurs actifs).

8.3.1) COMMANDES UNIVERSELLES (tous les instruments)

- DCL (Device Clear, code : \$14) réinitialisation de tous les appareils.
- LLO (Local Lock Out, \$11) verrouillage des faces avant des instruments.
- SPE (Serial Poll Enable, \$18) préparation à une procédure d'identification série.
- SPD (Serial Poll Disable, \$19) fin de procédure d'identification.
- PPU (Parallel Poll Unconfigure, \$15)

8.3.2) COMMANDES ADRESSEES (instruments désignés)

- GET (Group Execute Trigger, \$08) demande de déclenchement
- GTL (Go To Local, \$01) retour au mode local
- SDC (Selected Device Clear, \$04) réinitialisation de l'instrument adressé
- PPC (Parallel Poll Configure, \$05) configuration pour une procédure

- TCT (Take Control, \$09)

d'identification parallèle
demande de prise de contrôle du bus

9) 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.

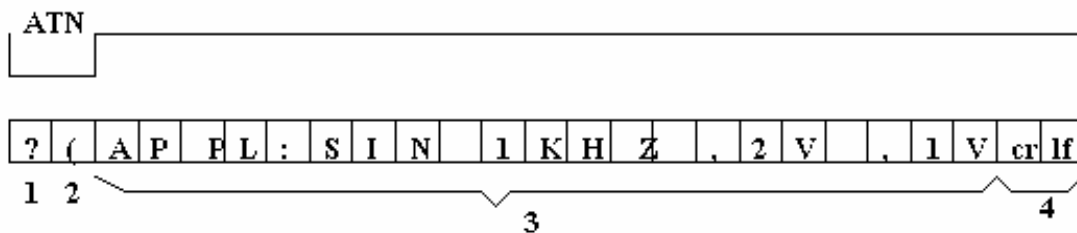
La chaîne de caractères correspondant à cette commande (fournie par le constructeur) est:

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

Nota : Les caractères en minuscules ne sont pas obligatoires mais aident à la compréhension des chaînes de commandes.

PROCEDURE:

Avant d'initialiser la communication, le contrôleur doit s'assurer que le bus est libre. Si ce n'est pas le cas, il peut attendre qu'il se libère ou le prendre d'autorité (en forçant la ligne ATN à 0). La séquence est alors la suivante:



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. Cette commande permet de suspendre le mode « écouteur » pour tous les instruments afin d'éviter que ceux non concernés par la communication, activent les lignes de handshake et ralentissent le rythme des échanges.

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).

REMARQUES:

- L'utilisateur n'a pas à gérer les commandes et les terminateurs de messages: il spécifie exclusivement la chaîne de caractères à transmettre et l'adresse du destinataire. Ceux-ci sont gérés au niveau du "driver" du contrôleur de bus.

- Les instruments acceptent soit 1 (LF) soit 2 (LF et CR) soit EOI comme terminateurs de

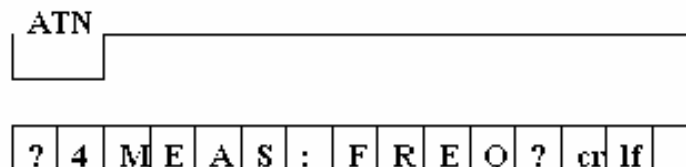
messages.

Exemple 2:

On souhaite, par le biais d'un oscilloscope FLUKE PM 3380 placé à l'adresse 20 (20+32=52=\$34=4 ascii), mesurer la fréquence du signal appliqué sur l'entrée A et délivré par le générateur de fonctions précédent.

La commande correspondante est:

"MEASure:FREQuency? (la voie n'étant pas spécifiée, A est prise par défaut)

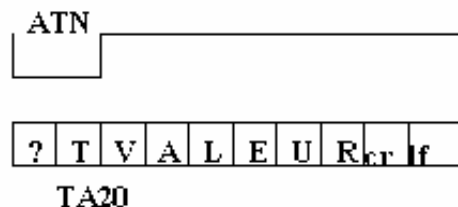


La lecture par le contrôleur de la valeur de la fréquence a lieu à la demande de ce dernier lorsque l'instrument a exécuté la commande. Ceci peut être fait de différentes manières:

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

- en répondant à une demande de service (SRQ)

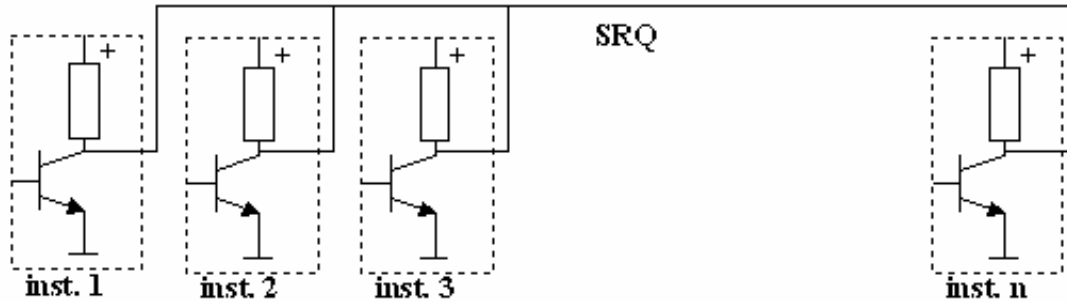
Le contrôleur désigne alors l'instrument comme TALKER et se met en écoute pour lire "VALEUR".



Une fois la valeur acceptée, il faudra renvoyer UNTALK à l'instrument (-).

10) REPONSE A UNE DEMANDE DE SERVICE

Tout instrument non contrôleur du bus a la possibilité d'émettre une demande de service à l'attention du contrôleur (c'est le cas d'une imprimante ou d'un traceur qui ne seraient plus approvisionnés en papier, d'un instrument qui effectuerait des mesures périodiques ...). La demande de service se fait en basculant à 0 la ligne physique SRQ (Service ReQuest). Cette ligne est en "OU câblé" (logique négative) avec tous les instruments connectés au bus comme le montre la figure ci-dessous.



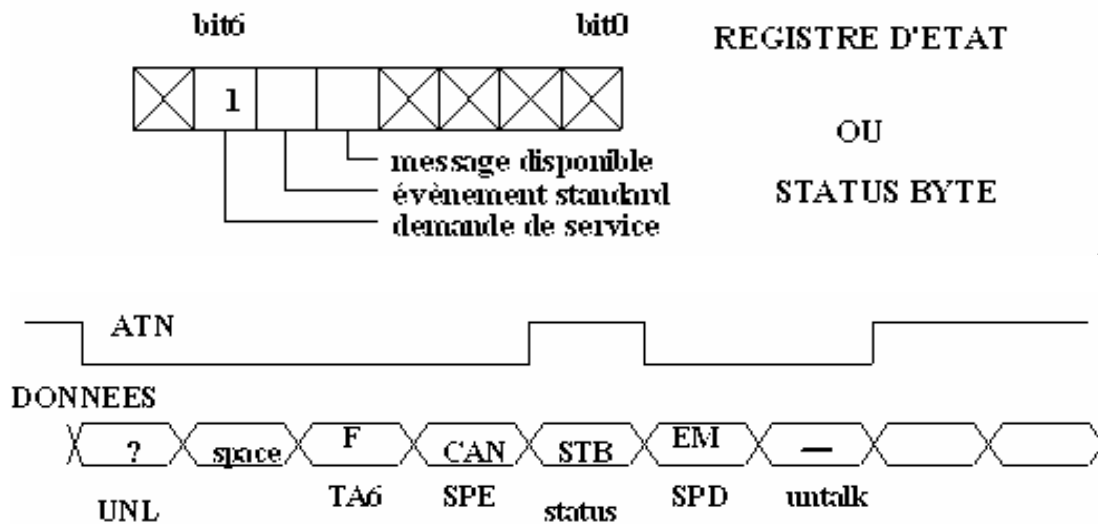
Le contrôleur rentre alors dans une phase d'identification du demandeur. Celle-ci peut se faire de deux manières:

- en exécutant une procédure de type SERIAL POLL (Poll= sondage)
- en exécutant une procédure de type PARALLEL POLL

10.1) 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.



Dans l'exemple ci-dessus l'instrument 6 est sondé.

REMARQUES:

- La scrutation peut débuter en testant en priorité les instruments qui demandent à être servis rapidement.
- la commande UNL (unlisten) permet d'activer la procédure en interdisant d'écouter les périphériques non intéressés.
- les autres bits du status byte renseignent sur la nature de la demande de service.

- 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.

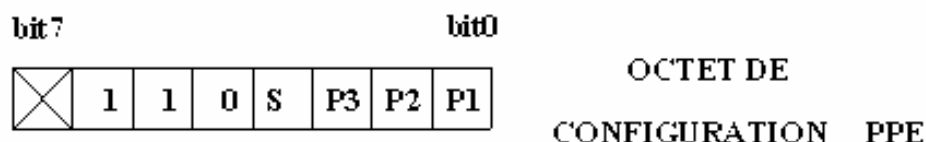
10.2) IDENTIFICATION PAR RECONNAISSANCE PARALLELE

- Cette procédure 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.



- 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.

11) COMMANDES MINIMUM DE L'IEEE 488-2

Le constat : difficulté de construire un système de test.

- ⇒ IEEE-488.1 : spécifie le mode de transfert des informations, mais nature et syntaxe des messages ne sont pas définis.
- ⇒ La norme IEEE-488.2 pallie cet inconvénient en précisant la syntaxe et la structure des données. Elle répertorie 41 commandes dont 13 sont obligatoires pour se réclamer d'elle.

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

Exemple :

La commande ***IDN ?** adressée à un instrument retourne :

- le fabricant de l'instrument
- le modèle
- le n° de série
- la version du logiciel

Les protocoles IEEE 488.2 – Les protocoles sont des macros de haut niveau qui intègrent un certain nombre de séquences permettant d'effectuer des opérations de test sur le système. L' IEEE 488.2 définit deux protocoles obligatoires et six optionnels. Ces protocoles permettent de réduire les temps de développement car ils combinent de nombreuses commandes couramment utilisées dans n'importe quel système de test. Par exemple le protocole **RESET** permet une initialisation du bus et de tous les instruments qui s'y trouvent connectés. Le protocole **ALLSPOLL** sonde successivement les instruments et retourne leur Status Byte.

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

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

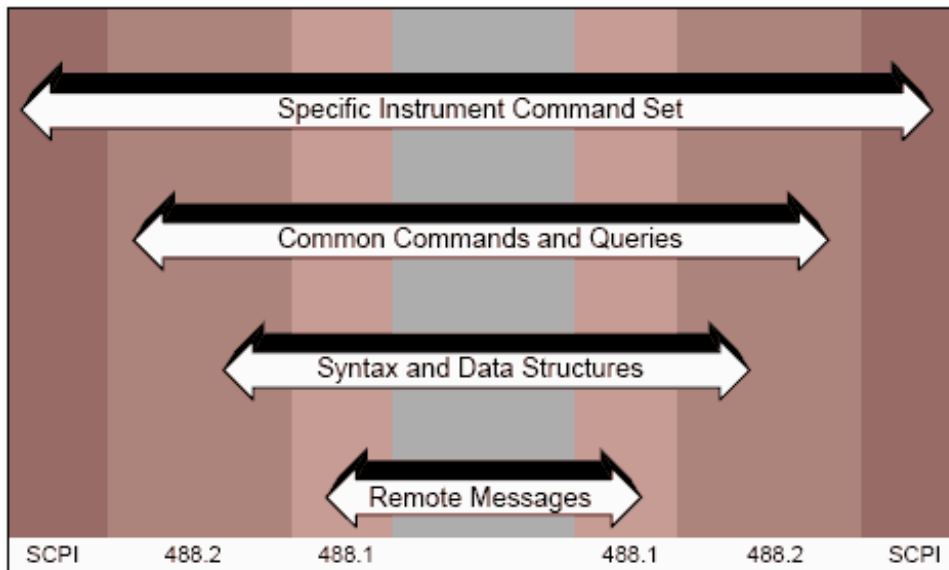
12) LE LANGAGE SCPI

12.1) Rappels

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.



12.2 LE SCPI

Le langage SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) définit un répertoire de commandes et messages communs minimum compris par tous les instruments qui se réclament de la norme.

Il y a 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).

12.3) SYNTAXES DES MESSAGES

Les messages répondent à une arborescence au sommet de laquelle (racine) on trouve toutes les commandes communes (voir paragraphe) 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.

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

remplace "FREQ:START 10"
"FREQ:STOP 1000"
"FREQ:MODE SWEEP"

13) FONCTIONS SUPPORTEES PAR UN APPAREIL

La norme IEEE 488-1 prévoit une grande variété de fonctions et de commandes. Tous les appareils du marché ne les supportent pas pour autant. Chaque constructeur indique clairement (sur la face arrière de l'appareil par exemple ou dans sa documentation) les fonctions supportées par son interface.

exemple 1: oscilloscope TEKTRONIX 2230 (produit ancien)

Fonctions supportées : SH1,AH1,T5,L3,SR1,RL2,PP0,DC1,DT0,C0,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 LL0 (RL= Remote Local)
- PP0 : 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)
- C0 : incapacité à être contrôleur
- E2 : transceivers 3 états

exemple 2: générateur de fonctions HP 33120A

Fonctions supportées: SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, DT1, C0, 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)

REMARQUE:

Un instrument "Talk only" peut communiquer avec un instrument "Listen only" sans contrôleur de bus. ex: un oscilloscope et une table traçante.

14) CIRCUITS GESTIONNAIRES DE LIAISONS IEEE 488

MOTOROLA : MC68488 (obsolète ?)
TEXAS INSTRUMENTS : TI 9914 (obsolète ?)
NEC : UPD 7210 (obsolète ?)
NI: NAT 4882
INES : i72120

La plupart de ces circuits sont obsolètes et ont été remplacés par des circuits ASIC propriétaires. Le

leader dans le domaine est National Instruments.

Remarque : si on est amené à développer une carte électronique spécifique et qu'on ne trouve plus sur le marché de circuits d'interface, on peut toujours développer une interface à partir d'un circuit FPGA et d'une IP (circuit virtuel).

15) 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 (??)

.....

16) BIBLIOGRAPHIE

<http://ieeexplore.ieee.org/iel1/2839/5581/00213762.pdf?arnumber=213762>