

R É S E A U X L O C A U X

Christophe BASSO

Le Bus IEEE-488

Principes et mise en œuvre



DUNOD

T

ABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

CHAPITRE I : DESCRIPTION GÉNÉRALE 1

UN BUS, DANS QUEL BUT ? 1

LA CONFIGURATION PRIMAIRE 2

PILOTER DES APPAREILS DE MESURE 3

L'HISTOIRE DU BUS IEEE 3

VERS UN PROJET RÉELLEMENT COMMUN 4

LES DIFFÉRENTES NORMES INTERNATIONALES 4

DÉFINITIONS DE L'INTERFACE 5

COMPARONS LES STANDARDS 6

STRUCTURE DU BUS GPIB 7

SPÉCIFICATIONS FONDAMENTALES DE L'IEEE 488.1 8

FONCTIONS D'INTERFACE 9

CARACTÉRISTIQUES DE L'INTERFACE 10

CHAPITRE II : ARCHITECTURE DU BUS IEEE 11

LES LIGNES DU BUS IEEE 488.1 11

LES LIGNES DE DONNÉES 12

LES SIGNAUX DE CONTRÔLE 13

DAV. 13

NRFD. 13

NDAC. 14

LES LIGNES DE GESTION DU BUS. 15

ATN 15

IFC 15

REN. 15

SRQ 16

EOI 16

LE DÉPASSEMENT DE TEMPS 17

LES DEUX MODES DE FONCTIONNEMENT DU BUS. 17

Mode commande : ATN à l'état bas (TRUE) 17

Mode données : ATN à l'état haut (FALSE) 18

ADRESSAGE SUR LE BUS	18
SÉLECTION ET ÉMISSION D'ADRESSES	18
EXEMPLE DE SÉQUENCE	20
ADRESSES ÉTENDUES	21
ADRESSES MULTIPLES	21
LES COMMANDES DU BUS IEEE 488.1	22
LES COMMANDES MULTILIGNE	22
LES COMMANDES MULTILIGNE UNIVERSELLES	22
LES COMMANDES UNILIGNE	24
LES COMMANDES MULTILIGNE ADRESSÉES	24
LES COMMANDES SECONDAIRES	26
LE POLLING	26
LE MOT D'ÉTAT D'UN APPAREIL	26
LE TRAVAIL EN SERVICE REQUEST	27
LE POLLING SÉRIE	28
LE POLLING PARALLÈLE	28

CHAPITRE III : LA NORME IEEE-488.2 31

LES PROBLÈMES LIÉS À LA NORMES 488.1	32
LES SOLUTIONS APPORTÉES PAR LE STANDARD 488.2	32
LES MODIFICATIONS SUR LE MATÉRIEL	32
FORMAT DES DONNÉES ET SYNTAXE EMPLOYÉE	34
LA COMMUNICATION ENTRE LES ÉQUIPEMENTS	35
LE JEU DE COMMANDES COMMUNES	35
REPORT DU MOT D'ÉTAT	36
LE CODAGE DES INFORMATIONS	38
LE CODAGE DES MESSAGES	38
LE FORMAT DES DONNÉES EN MODE RÉCEPTION	39
<i>Interprétation des diagrammes</i>	40
Le format < NRF >	40
Le format < String Program Data >	41
Le format < Arbitrary Block Program Data >	42
LE FORMAT DES DONNÉES EN MODE ÉMISSION	42
<i>Formats de type NR</i>	42
Le format < String Response Data >	43
Le format < Finite or Indefinite Arbitrary Block Response >	44
Le format < Arbitrary ASCII Response Data >	44
LA SYNTAXE	45
LA SYNTAXE À RÉCEPTION, FIN DE MESSAGE	45
Le séparateur de message de commande	45
Le séparateur de données	45
Les commandes	46
Interrogations	47
LA SYNTAXE À L'ÉMISSION, FIN DE MESSAGE	48
Le séparateur de messages	48
Le séparateur de données	48
Réponses et chaînes d'apprentissage	48

- LE MOT D'ÉTAT 49
 - GÉNÉRALITÉS SUR LE REPORT DU MOT D'ÉTAT 49
 - AUTORISER LA DEMANDE DE SERVICE 51
 - LES REGISTRES D'ÉVÉNEMENTS 51
 - LES TAMPONS. 52
 - LE REGISTRE D'ÉVÉNEMENT STANDARD 52
 - LE TAMPON DE SORTIE. 54
 - L'INDICATEUR MSS 54
 - LE POLLING PARALLÈLE 55
- LES COMMANDES COMMUNES 56
 - COMMANDES DE CONFIGURATION AUTOMATIQUE 56
 - *AAD Accept ADdress (Opt.) 56
 - *DLF Disable Listener Function (Opt.) 56
 - INFORMATIONS SUR L'INSTRUMENT 58
 - *IDN ? IDeNtification query (Oblig.) 58
 - *OPT ? Option identification query (Opt.) 58
 - *PUD Protected User Data (Opt.) 58
 - *PUD ? Protected User Data query (Opt.) 58
 - *RDT Ressource Description Transfert (Opt.) 58
 - *RDT ? Ressource Description Transfert query (Opt.) 58
 - COMMANDES DE FONCTIONNEMENT INTERNE 59
 - *CAL ? CALibration query (Opt.) 59
 - *LRN ? LeaRN device setup query (Opt.) 59
 - *RST ReSeT (Oblig.) 59
 - *TST ? Self Test query (Oblig.) 60
 - LES COMMANDES DE SYNCHRONISATION 60
 - *OPC OPeration Complete (Oblig.) 60
 - *OPC ? OPeration Complete query (Oblig.) 60
 - *WAI WAI to continue (Oblig.) 60
 - LES MACROCOMMANDES 61
 - *DMC Define MaCro (Opt.) 61
 - *EMC Enable MaCro (Opt.) 61
 - *EMC ? Enable macro query (Opt.) 62
 - *GMC ? Get MaCro query (Opt.) 62
 - *LMC ? Learn MaCro query (Opt.) 62
 - *PMC Purge MaCro (Opt.) 62
 - LES COMMANDES DE POLLING PARALLÈLE 62
 - *IST ? Individual SStatus bit query (Opt.) 62
 - *PRE Parallel Poll Enable Register (Opt.) 62
 - *PRE ? Parallel Poll Enable Register query (Opt.) 62
 - LES COMMANDES DE MOT D'ÉTAT ET D'ÉVÉNEMENTS 63
 - *CLS Clear Status (Oblig.) 63
 - *ESE Standard Event Status Enable (Oblig.) 63
 - *ESE ? Event Status Enable query (Oblig.) 63
 - *ESR ? Event Status Register query (Oblig.) 63
 - *PSC Power on Status Clear (Opt.) 63
 - *PSC ? Power on Status Clear query (Opt.) 64
 - *SRE Service Request Enable (Oblig.) 64
 - *SRE ? Service Request Enable query (Oblig.) 64
 - *STB ? SStatus Byte query (Oblig.) 64

LES COMMANDES DE DÉCLENCHEMENT	64
*DDT Define Device Trigger command (Opt. si l'interface supporte DT1)	64
*DDT ? Define Device Trigger command query (Opt. si l'interface supporte DT1)	64
*TRG Trigger (Oblig.)	65
LES COMMANDES SPÉCIFIQUES AU CONTRÔLEUR	65
*PCB Pass Control Back (Oblig. si contrôleur)	65
LES COMMANDES DE MISE EN MÉMOIRE	65
*RCL ReCall (Opt.)	65
*SAV SAVe (Opt.)	65

CHAPITRE IV : SYNCHRONISATION DES ÉLÉMENTS 67

LES TECHNIQUES DE SYNCHRONISATION CONTRÔLEUR/ÉQUIPEMENT	67
SYNCHRONISATION D'UN GÉNÉRATEUR DE STIMULI	67
SYNCHRONISATION AVEC UN ÉLÉMENT DE RÉPONSE	67
SYNCHRONISATION AVEC UNE DEMANDE DE SERVICE	68
SYNCHRONISATION SANS ÉLÉMENT DE RÉPONSE	69
SYNCHRONISATION D'UN INSTRUMENT AVEC ÉMISSION DE DONNÉES	70
SYNCHRONISATION SIMPLE	70
SYNCHRONISATION AVEC UNE DEMANDE DE SERVICE	70
ÉCHANGE DE DONNÉES AVEC ATTENTE DE FIN DE CONVERSION	71
SYNCHRONISATION EN PRÉSENCE D'UN SIGNAL EXTERNE	72
SYNCHRONISATION DES OPÉRATIONS INTERNES PAR *OPC	73
Remarque sur *OPC	74
SYNCHRONISATION PAR LA COMMANDE *WAI	75
SYNCHRONISATION D'UN SYSTÈME DE TEST	76

CHAPITRE V : ASPECTS ÉLECTRIQUES DU BUS 77

LES ASPECTS ÉLECTRIQUES DU BUS	77
LE CÂBLAGE ET L'INTERCONNEXION DES ÉQUIPEMENTS SUR LE BUS	78
TAUX DE TRANSFERT SUR LE BUS	80
LES CONTRÔLEURS DE BUS IEEE-488	81
LE BUS À HAUTE VITESSE	82
UNE POIGNÉE DE MAIN PEU VÉLOCE	82
LE BUS RAPIDE DE CAPITAL EQUIPMENT CORPORATION	83
LE CLIN D'ŒIL SELON NATIONAL INSTRUMENTS	85
LES DIFFÉRENCES ENTRE LES PROTOCOLES	87

CHAPITRE VI : PROGRAMMATION DES CONTRÔLEURS IEEE-488 POUR PC. . 89

GÉNÉRALITÉS	89
INSTALLATION ET COMMUNICATION AVEC L'INTERFACE IEEE	90
LE TRANSFERT DES DONNÉES	92

LA PROGRAMMATION DES CARTES NATIONAL INSTRUMENTS	93
LES FONCTIONS DU DRIVER NI-488.2.	94
LES VARIABLES D'ENVIRONNEMENT	95
ÉCRITURES ET LECTURES	95
IBIC.	96
ACQUISITION DE DONNÉES AVEC UN MULTIMÈTRE SELON 488.1	96
IEEE488.C	97
BUS488_1.C	98
IBICERR.C	100
COMMENT VISUALISER LE RÉSULTAT DES ACQUISITIONS ?	100
LES INTERRUPTIONS SOUS NI-488.2.	102
LA PROGRAMMATION EN STANDARD 488.2	102
L'UTILISATION DES COMMANDES BAS NIVEAU	103
ULI OU LA PROGRAMMATION EN STYLE HEWLETT-PACKARD	103
LA PROGRAMMATION DES CARTES HEWLETT-PACKARD	104
INSTALLATION DE LA CARTE HP82335B	104
INITIALISATION DE LA CARTE	105
LE PROGRAMME HP.C	106
AUTRES FONCTIONNALTÉ DE L'INTERFACE HEWLETT-PACKARD	106
LA 82335B ET WINDOWS.	107
LES CONTRÔLEURS CAPITAL EQUIPMENT CORPORATION	107
PROGRAMMATION DE LA PC488.	108
LE PROGRAMME CEC.C	109
CAPITAL EQUIPEMENT CORPORATION ET LA NORME 488.2	110
LE TRAVAIL SOUS INTERRUPTION	110
LES INTERRUPTIONS DANS LE PC	110
CEC_INTR.C.	112
LA PROGRAMMATION EN STYLE HEWLETT-PACKARD.	113
LES CARTES CONTRÔLEUR IOTECH.	113
LES LOGICIELS DE COMMANDE.	114
INSTALLATION ET FONCTIONS DU DRIVER488/SUB.	115
GP488_IN	116
SRQ_POLL.C.	117
LA PROGRAMMATION EN HP BASIC.	117
LE HT BASIC	118
LES PROGRAMMES DE LA DISQUETTE.	119
\HP34401\DRIFT	119
\HP34401\ONE_SHOT	119
\HP34401\RMS_NOIS.	119
\HP54600\	120

CHAPITRE VII : ESPIONNER LE BUS IEEE 121

L'ANALYSEUR IOTECH.	121
LES SOLUTIONS NATIONAL INSTRUMENTS	122
Application Monitor.	122
GPIB Monitor Port	123
L'analyseur GPIB-410.	123

PROBLÈMES ET SOLUTIONS LIÉS À L'UTILISATION DU BUS IEEE-488	124
UN DÉPASSEMENT DE TEMPS SE MANIFESTE LORSQU'UNE COMMANDE EST ENVOYÉE À UN INSTRUMENT	124
APPARITION ALÉATOIRE D'UN DÉPASSEMENT DE TEMPS	124
L'INSTRUMENT NE RÉAGIT PAS AUX COMMANDES	125
AUCUNE DONNÉE NE PARVIENT LORS D'UNE INTERROGATION	125
L'APPARITION D'UN SRQ ENGENDRE PARFOIS UN BLOCAGE	126

CHAPITRE VIII : LES LOGICIELS SPÉCIALISÉS

LES GÉNÉRATEURS DE CODE	127
LES APPLICATIONS EN ENVIRONNEMENT GRAPHIQUE	129

CHAPITRE IX : INTRODUCTION AU LANGAGE SCPI

HISTORIQUE DU SCPI	131
LES AVANTAGES DU SCPI	132
ORGANISATION ET NOTATION DES COMMANDES SCPI	132
LES TYPES DE DONNÉES SCPI	134
<i>Paramètres numériques</i>	134
<i>Paramètres discrets</i>	134
<i>Paramètres booléens</i>	135
<i>Les chaînes de caractères</i>	135
LA FIN DE MESSAGE	135
LES FORMATS DE SORTIE	135
LES DIAGRAMMES DE VOIE FERRÉE	136
LE MODÈLE D'INSTRUMENT	136
LE REPORT D'ACTIVITÉ	138
LES REGISTRES ET LEURS FILTRES ASSOCIÉS	142
LE REGISTRE D'OPÉRATION	143
LE REGISTRE INTERROGEABLE	144
LE DÉCLENCHEMENT DES APPAREILS SCPI	145
IDLE	145
INITIATE	146
ARM ET TRIGGER	147
LES INSTRUCTIONS DE MESURE	149
:FETCH ?	150
:CONFIGURE	150
:READ ?	151
:MEASURE ?	151
QUELQUES EXEMPLES DE COMMANDES SCPI	152

ANNEXES

ANNEXE A : MARQUAGE DES INTERFACES IEEE-488.1 ET 2	153
ANNEXE B : SUFFIXES DÉFINIS PAR IEEE-488.1	155
ANNEXE C : CODES ET SIGLES UTILISÉS PAR IEEE-488.1 ET 2	157
ANNEXE D : QUELQUES ALGORITHMES DE PROTOCOLES DÉCRITS PAR IEEE-488.2	161
ANNEXE E : MEMBRES DU CONSORTIUM SCPI	167
ANNEXE F : FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS	171
ANNEXE G : GLOSSAIRE	173
ANNEXE H : BIBLIOGRAPHIE	179