

# Le clavier PC

## MFP2

### Table des matières

1. Présentation.....	2
2. Description électrique du clavier.....	3
2.1. Attribution des broches d'un connecteur de clavier PC usuel (vue frontal).....	3
2.2. Description des signaux.....	3
2.3. Caractéristiques électriques.....	4
2.4. Protocole de communication.....	4
2.4.1. Transmission PC → clavier.....	5
2.4.2. Transmission clavier → PC.....	5
2.5. Chronogrammes de la transmission sérielle des données entre le clavier et le PC.....	6
3. Annexes.....	6
Annexe 1.....	6
Annexe 2.....	8

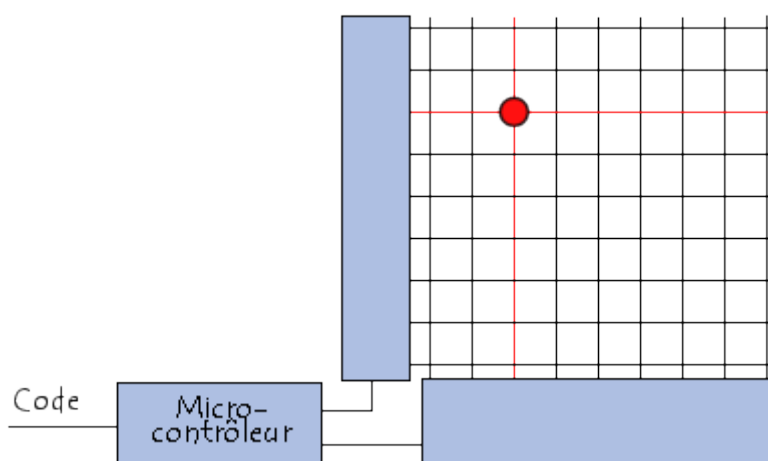


## 1. Présentation

Le clavier PC le plus répandu est le **MF2** (clavier **M**ulti**F**onctions **V**ersion **2**), développé à l'origine par IBM pour les ordinateurs de la série XT, AT et PS/2. Ce clavier contient un contrôleur qui engendre le code et communique avec l'interface de l'ordinateur personnel. Il s'agit généralement d'un microcontrôleur.

Le processeur du clavier passe la plupart de son temps à scanner la matrice de touches. S'il trouve qu'une touche a été enfoncée ou relâchée ou tenue appuyée, le clavier enverra un paquet d'information, le scan code, à l'ordinateur.

À chaque pression d'une touche du clavier, un signal spécifique est transmis à l'ordinateur. Le clavier utilise en effet un réseau matriciel permettant d'identifier chaque touche grâce à une ligne et une colonne.



Lorsqu'une touche est pressée, un contact électrique s'établit entre la ligne et la colonne. Les signaux électriques sont transmis à un micro-contrôleur, qui envoie un code à l'ordinateur décrivant le caractère correspondant à la touche.

Les données sont transmises et reçues en **série** selon le **protocole**<sup>1</sup> **IBM**. Les instructions comportent, entre autres, la commande des LED, le taux de répétition et le temps de réponse des touches ainsi que le choix des codes de scrutation dont le clavier MF2 offre trois versions :

- Le Set (de codes) 1 est utilisé par les ordinateurs compatibles PC/XT et PS2-30.
- Set 2 est utilisé par les ordinateurs compatibles AT et le reste des ordinateurs compatibles PS/2.
- Le Set 3 est prévu pour les stations de travail et l'émulation de terminaux sur PC.

Le pilote du clavier spécifique au pays du système d'exploitation « traduit » la pression sur une touche en un caractère.

La pression sur une touche du clavier engendre un « code de travail » (**make code**). Ce code correspond au code clavier de la touche. La fonction de répétition envoie régulièrement le code de travail tant que la touche est enfoncée. Le temps de réponse et le taux de répétition de cette fonction sont programmables.

Quand la touche est relâchée, le clavier engendre un « code de repos » (**break code**).

<sup>1</sup> Ensemble de règles pour échanger des données entre deux équipements

Remarque :

- Le Set 3 ne comporte pas de « code de repos » et la fonction de répétition est désactivée.
- Un clavier d'ordinateur personnel XT n'est pas programmable car le contrôleur interne n'est pas conçu pour recevoir des données.

Exemple (scan code set 2)

Key	(Set 2) Make Code	(Set 2) Break Code
"A"	1C	F0,1C
"5"	2E	F0,2E
"F10"	09	F0,09
Right Arrow	E0, 74	E0, F0, 74
Right "Ctrl"	E0, 14	E0, F0, 14

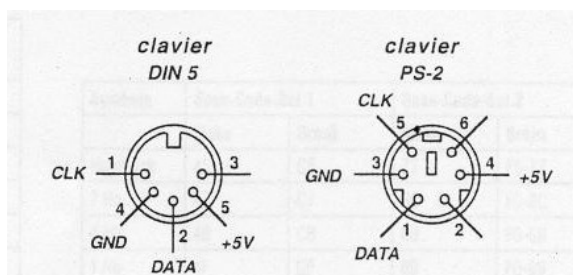
La plupart des MC de l'ensemble 2 ont 1 octet, exceptés pour les "touches étendues" dont les scan codes sont définis sur 2 ou 4 octets. Leurs MC peuvent être identifiés par le fait que leur premier octet est E0h.

La plupart des BC ont 2 octets, le premier étant F0h et le second étant le MC de la touche. Les BC pour les touches étendues font habituellement 3 octets dont les 2 premiers sont E0h, F0h et le dernier octet est le dernier octet du MC de la touche considérée.

## 2. Description électrique du clavier

### 2.1. Attribution des broches d'un connecteur de clavier PC usuel (vue frontal)

La connexion d'un clavier à un équipement est réalisée par un **connecteur mâle DIN<sup>2</sup>** circulaire de 5 ou 6 broches : le standard AT ( ancien ) définit un connecteur DIN 5 broches, le standard PS/2 définit un connecteur mini-DIN à 6 broches. Si les connecteurs et les brochages sont différents, les signaux, eux, sont identiques.



### 2.2. Description des signaux

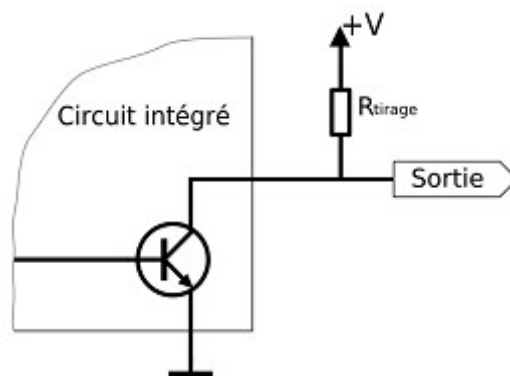
- +Vcc : alimentation du clavier - Celle-ci est fournie par l'équipement sur le lequel le clavier est connecté, et devant fournir du +5 V régulé sous un courant qui peut atteindre 250 mA maximum ( sur les vieux claviers ).
- GND : masse alimentation et signaux.
- DATA: transmission bidirectionnelle synchrone des données.
- CLK : horloge de synchronisation des données.

## 2.3. Caractéristiques électriques

Les lignes CLK et DATA ont des niveaux compatibles TTL.

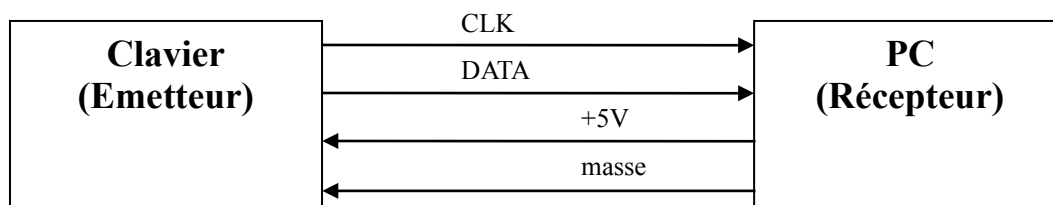
- niveau bas « 0 » :  $< 0,8V$
- niveau haut « 1 » :  $> 2,4V$

Ces lignes sont à **collecteurs ouverts**, forcés au +5 V par des résistances de tirage dans le clavier (Pullup). Au repos CLK et DATA sont au niveau haut (1). Côté équipement il faut aussi des **buffers** à collecteurs ouverts ainsi que des résistances de tirage.



## 2.4. Protocole de communication

Pour que deux équipements communiquent, il faut que l'un se comporte en émetteur de données et l'autre en récepteur. Lorsque le clavier émet un code vers le PC il se comporte en émetteur et le PC en récepteur.



Pour que le récepteur « comprenne » les données qui lui sont transmises il doit être **synchronisé** avec l'émetteur. C'est à dire « lire » les données à la **même vitesse** que l'émetteur les « écrit ». Selon le type d'équipement utilisé la synchronisation peut être faite :

- en transmettant un **signal d'horloge** synchronisé avec le signal de donnée. L'horloge est alors unique et commune à l'émetteur et au récepteur. On dit que la transmission est **SYNCHRON**.
- en créant un signal d'horloge au niveau de l'émetteur et un signal d'horloge au niveau du récepteur. Chaque équipement possède sa propre horloge. La synchronisation des horloges se fait à chaque début de transfert. On dit alors que la transmission est ASYNCHRON.

Dans le cas présent, c'est un protocole de type **série synchrone bidirectionnel** : le clavier peut envoyer (codes touches) et recevoir des données (commandes). Dans tous les cas la réception de données est prioritaire : si le clavier est en cours de transfert d'un code touche ou d'une réponse à une commande, et qu'au même moment il reçoit une commande, le clavier abandonne le contrôle des lignes DATA et CLK. Après transmission de la commande par l'équipement et réponse du clavier, ce dernier tente de retransmettre la donnée dont la transmission a été précédemment

interrompue. Le format des données est le suivant :

- bit de start
- bits de données (en premier => b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7)
- bit de parité
- bit de stop

En réception comme en émission c'est toujours le clavier qui génère l'horloge de synchronisation (CLK). La fréquence d'horloge moyenne varie entre 10 et 20 kHz, suivant les modèles de clavier et les fabricants.

### 2.4.1. Transmission PC → clavier

Le contrôleur de clavier identifie la transmission de données par un appareil ou système externe (normalement un ordinateur personnel) **en direction du clavier** au fait que **la ligne de transmission de données (DATA) de l'appareil (l'ordinateur personnel) est mise à la masse**. Le clavier émet de ce fait un signal d'horloge sur la broche CLK et attend les données en synchronisme avec ce signal. À la fin de la transmission d'un octet la liaison des données doit se trouver au niveau haut en tant que bit d'arrêt. Si cela n'est pas le cas, la synchronisation continue jusqu'à ce que cette condition soit remplie.

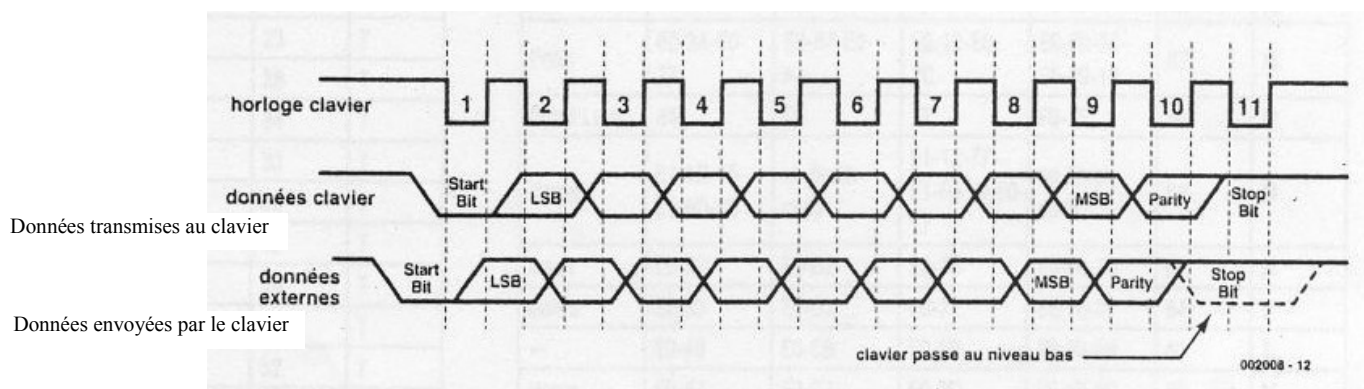
Les données sont copiées sur le front montant du signal d'horloge. Après la reconnaissance du bit d'arrêt le contrôleur du clavier place la ligne de transmission des données au niveau bas pour la durée d'un bit. Le clavier répond à chaque commande reçue (hormis ECHO et RESEND) au bout de 20ms au plus par l'octet de confirmation FAh (ACK).

### 2.4.2. Transmission clavier → PC

Avant d'émettre des données, le clavier contrôle la ligne d'horloge (CLK) et la ligne des données (DATA) pour voir si elles se trouvent à la masse. Il est possible de bloquer la communication en figeant la ligne d'horloge au niveau bas. Dans ce cas, les données à transmettre font l'objet d'une mémorisation interne. Ce n'est que lorsque la ligne d'horloge et la ligne de transmission des données sont placées au niveau haut que le clavier peut transmettre des données. La ligne de transmission des données est placée au niveau bas (bit de départ) et un signal d'horloge est engendré. Les données sont valables sur le front descendant du signal d'horloge.

Commandes et réponses clavier : Voir [annexes 1 et 2](#).

## 2.5. Chronogrammes de la transmission sérielle des données entre le clavier et le PC.



## 3. Annexes

### Annexe 1

#### Commandes principales

##### SET/RESET MODE INDICATORS → Code $ED_H$

Cette instruction de 2 octets détermine le comportement des LED.

Commande :  $ED_H$

Commande :  $0000\ 0xxx$

Bit 0 : Scroll Lock

Bit 1 : Num Lock

Bit 2 : Caps Lock

1 = allumer LED, 0 = éteindre LED

##### ÉCHO → Code $EE_H$

Le clavier répond à cette commande par  $EE_H$  ce qui permet de vérifier qu'il est présent.

##### CHOIX DE CODES CLAVIER → Code $F0_H$

Ces 2 octets de commande permettent de choisir le groupe de codes clavier. Après une réinitialisation, le clavier choisit implicitement le set 2 de codes clavier. Il est plus facile de se servir du set 3 pour les applications sur microcontrôleur car presque aucune touche n'émet un code d'interruption et la fonction de répétition n'est pas en service.

Commande :  $F0_H$

Commande :  $0000\ 00xx$

01 = Code clavier 1

10 = Code clavier 2

11 = Code clavier 3

##### LECTURE DU CODE D'IDENTIFICATION → Code $F2_H$

Après cette commande, le clavier transmet 3 octets codés par le fabricant.

Premier octet =  $FA_H$  (ACK)

Second octet =  $xxxx\ xxxx$

Troisième octet =  $xxxx\ xxxx$

##### VITESSE/DÉLAI DE RÉPÉTITION AUTOMATIQUE

##### (TYPE/MATIC RATE/DELAY) → Code $F3_H$

Ces deux octets ajustent le taux de répétition des touches et le délai précédant le début de la répétition.

Commande :  $F3_H$

Commande :  $0xxx\ xxxx$

Bit 6	Bit 5	Délai ( $\pm 20\ %$ )
0	0	150 ms
0	1	500 ms
1	0	750 ms
1	1	1 s

Les bits 0 à 4 définissent la fréquence de répétition de 2 à 30 Hz. Les 3 fréquences suivantes serviront d'exemple :

Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Fréquence ( $\pm 20\ %$ )
0	0	0	0	0	30 Hz
0	1	1	1	1	8 Hz
1	1	1	1	1	2 Hz

##### CONFIGURER TOUTES LES TOUCHES →

Codes  $F7_H/F8_H/F9_H/FA_H$

Ces commandes donnent aux touches les attributs suivants :

$F7_H$  Fonction de répétition pour toutes les touches

$F8_H$  Toutes les touches fournissent un code de travail (make) et un code de repos (break)

$F9_H$  Toutes les touches ne fournissent qu'un code de travail

$FA_H$  Toutes les touches comportent la fonction de répétition et fournissent un code de travail ainsi qu'un code de repos

Ces commandes ne fonctionnent que si le set 3 de codes clavier a été sélectionné au préalable.

##### RÉINITIALISATION → Code $FF_H$

Cette commande restaure toutes les valeurs implicites de la configuration du clavier.

#### Principaux codes de retour

##### ABOUTISSEMENT DE BAT → Code $AA_H$

Cet octet est envoyé au système externe lors de l'application de la tension d'alimentation ou de la reconnaissance de la commande RÉINITIALISATION ( $FF_H$ ). Indique la réussite de l'auto-test.

##### RENOI D'UN NACK

(accusé de réception négatif) → Code  $FE_H$

Cet octet est envoyé lors de la détection d'une erreur de transmission.

##### ACK (accusé de réception) → Code $FA_H$

Cet octet est envoyé à l'appareil externe en réponse à chaque commande reçue.

##### DÉPASSEMENT (OVERRUN) → Code $00_H/FF_H$

Toutes les touches pressées sont mémorisées dans le clavier jusqu'à ce que leurs codes puissent être transmis à l'appareil externe par la liaison série. Un dépassement de capacité mémoire provoque l'envoi de l'octet  $00_H$  dans le cas des codes clavier 2 et 3 et de l'octet  $FF_H$  dans le cas du code clavier 1.

##### PRÉFIXE DU CODE DE REPOS → Code $F0_H$

Le code de repos des codes clavier 2 est précédé de l'octet  $F0_H$ .



# Annexe 2

Tableau de codes fournis par un clavier pour chacune des touches en fonction du set de Scan-Code.

Symbole	Scan-Code-Set 1		Scan-Code-Set 2		Scan-Code-Set 3	
	Make	Break	Make	Break	Code	Type
^	29	A9	0E	F0-0E	0E	T
1	02	82	16	F0-16	16	T
2	03	83	1E	F0-1E	1E	T
3	04	84	26	F0-26	26	T
4	05	85	25	F0-25	25	T
5	06	86	2E	F0-2E	2E	T
6	07	87	36	F0-36	36	T
7	08	88	3D	F0-3D	3D	T
8	09	89	3E	F0-3E	3E	T
9	0A	8A	46	F0-46	46	T
0	0B	8B	45	F0-45	45	T
B (-)	0C	8C	4E	F0-4E	4E	T
' (=)	0D	8D	55	F0-55	55	T
← Back	0E	8E	66	F0-66	66	T
← →   Tab	0F	8F	0D	F0-0D	0D	T
Q	10	90	15	F0-15	15	T
W	11	91	1D	F0-1D	1D	T
E	12	92	24	F0-24	24	T
R	13	93	2D	F0-2D	2D	T
T	14	94	2C	F0-2C	2C	T
Z (Y)	15	95	35	F0-35	35	T
U	16	96	3C	F0-3C	3C	T
I	17	97	43	F0-43	43	T
O	18	98	44	F0-44	44	T
P	19	99	4D	F0-4D	4D	T
Ü (I)	1A	9A	54	F0-54	54	T
+ (I)	1B	9B	5B	F0-5B	5B	T
CapsLock	3A	BA	58	F0-58	14	M,B
A	1E	9E	1C	F0-1C	1C	T
S	1F	9F	1B	F0-1B	1B	T
D	20	A0	23	F0-23	23	T
F	21	A1	2B	F0-2B	2B	T
G	22	A2	34	F0-34	34	T
H	23	A3	33	F0-33	33	T
J	24	A4	3B	F0-3B	3B	T
K	25	A5	42	F0-42	42	T
L	26	A6	4B	F0-4B	4B	T
Ö (.)	27	A7	4C	F0-4C	4C	T
Ä (.)	28	A8	52	F0-52	52	T
#	2B	AB	5D	F0-5D	53	T
Return	1C	9C	5A	F0-5A	5A	T
Shift l.	2A	AA	12	F0-12	12	M,B
<	56	D6	61	F0-61	13	T
Y (Z)	2C	AC	1A	F0-1A	1A	T
X	2D	AD	22	F0-22	22	T
C	2E	AE	21	F0-21	21	T
V	2F	AF	2A	F0-2A	2A	T
B	30	B0	32	F0-32	32	T
N	31	B1	31	F0-31	31	T
M	32	B2	3A	F0-3A	3A	T
.	33	B3	41	F0-41	41	T
,	34	B4	49	F0-49	49	T
- (/)	35	B5	4A	F0-4A	4A	T
Shift r.	36	B6	59	F0-59	59	M,B
Strg l.	1D	9D	14	F0-14	11	M,B
Alt l.	38	B8	11	F0-11	19	M,B
Space	39	B9	29	F0-29	29	T

Symbole	Scan-Code-Set 1		Scan-Code-Set 2		Scan-Code-Set 3	
	Make	Break	Make	Break	Code	Type
NumLock	45	C5	77	F0-77	76	M
7 Nb	47	C7	6C	F0-6C	6C	M
4 Nb	4B	CB	6B	F0-6B	6B	M
1 Nb	4F	CF	69	F0-69	69	M
/ Nb	E0-35	E0-B5	E0-4A	E0-F0-4A	77	M
8 Nb	48	C8	75	F0-75	75	M
5 Nb	4C	CC	73	F0-73	73	M
2 Nb	50	D0	72	F0-72	72	M
0 Nb	52	D2	70	F0-70	70	M
* Nb	37	B7	7C	F0-7C	7E	M
9 Nb	49	C9	7D	F0-7D	7D	M
6 Nb	4D	CD	74	F0-74	74	M
3 Nb	51	D1	7A	F0-7A	7A	M
Entf Nb	53	D3	71	F0-71	71	M
. Nb	4A	CA	7B	F0-7B	84	M
+ Nb	4E	CE	79	F0-79	7C	M
Enter	E0-1C	E0-9C	E0-5A	E0-F0-5A	79	T
Esc	01	01	76	F0-76	08	M
F1	3B	BB	05	F0-05	07	M
F2	3C	BC	06	F0-06	0F	M
F3	3D	BD	04	F0-04	17	M
F4	3E	BE	0C	F0-0C	1F	M
F5	3F	BF	03	F0-03	27	M
F6	40	C0	0B	F0-0B	2F	M
F7	41	C1	83	F0-83	37	M
F8	42	C2	0A	F0-0A	3F	M
F9	43	C3	01	F0-01	47	M
F10	44	C4	09	F0-09	AF	M
F11	57	D7	78	F0-78	56	M
F12	58	D8	07	F0-07	5E	M
PrtSc	E0-2A-E0-37	E0-B7-E0-AA	E0-12-E0-7C	E0-F0-7C-E0-F0-12	57	M
Scroll Lock	46	C6	7E	F0-7E	5F	M
Pause	E1-1D-45-E1-9D-C5	no Break-code	E1-12-77-E1-F0-14-F0-77	no Break-code	62	M
Insert	E0-52	E0-D2	E0-70	E0-F0-70	67	M
Delete	E0-53	E0-D3	E0-71	E0-F0-71	64	T
←	E0-4B	E0-CB	E0-6B	E0-F0-6B	61	T
Home	E0-47	E0-C7	E0-6C	E0-F0-6C	6E	M
End	E0-4F	E0-CF	E0-69	E0-F0-69	65	M
↑	E0-48	E0-C8	E0-75	E0-F0-75	63	T
↓	E0-50	E0-D0	E0-72	E0-F0-72	60	T
PgUp	E0-49	E0-C9	E0-7D	E0-F0-7D	6F	M
PgDn	E0-51	E0-D1	E0-7A	E0-F0-7A	6D	M
→	E0-4D	E0-CD	E0-74	E0-F0-74	6A	T

Nb = bloc numérique

M = Make code lors de l'action sur une touche.

B = Break code correspondant au relâchement d'une touche.

T = Typematic fonction de répétition avec retard + Make

Les valeurs entre parenthèse ( ) concernent un clavier international (UK + US).