

Lycée PE MARTIN		Académie d'Orléans -Tours	
T STI	TP	Transmission série synchrone	CORRECTION

Objectifs : Etre capable de mesurer et d'interpréter une trame de données transmises en série.

Prérequis : Généralités sur les liaisons de données

Matériel mis en œuvre : Banc de mesure comprenant :
- Une alimentation stabilisée.
- Un oscilloscope.
Clavier de PC avec connecteur PS2.
Boîtier interface.

Documentation Protocole de transmission et tableaux des codes de commande et des codes fournis par le clavier.

PLAN

- 1 Introduction.
 - 2 Description électrique du clavier.
 - 3 Protocole et signaux de communication.
 - 4 Analyse des signaux fournis par le clavier.
 - 5 Mesures.
 - 6 Protocole de transmission et codes de programmation du clavier.
- Annexes : Protocole de transmission et tableaux des codes de commande et des codes fournis par le clavier.

1 Introduction

Le clavier le plus répandu est le **MF2** (clavier **MultiFonctions Version 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. Les données sont transmises et reçues en série selon le **protocole 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 compatible PC/XT et PS2-30 et le **Set 2** 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.

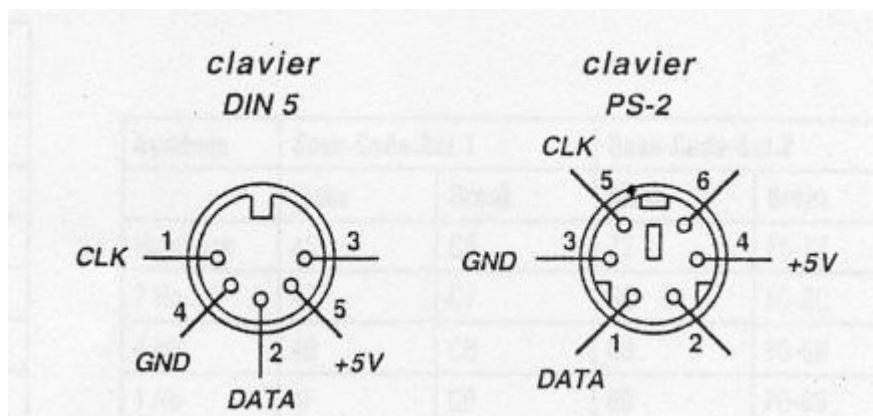
La pression sur une touche du clavier engendre un « **code de travail** » (make code). Ce code correspond au code clavier de la touche. La fonction de répétition envoie régulièrement le code de travail tant que la touche est enfoncée. Le temps de réponse et le taux de répétition de cette fonction sont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

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 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.



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 réglé 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.

2.2 Caractéristiques électriques

Les lignes CLK et DATA ont des niveaux compatibles TTL.

- niveau bas - 0 - : < 0,8V et
- 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.

3.1 Protocole de communication

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 :

- | | | |
|-----|-----------------|---|
| - 1 | bit de start | |
| - 8 | bits de données | (LSB en premier => D0 à D7) à compléter |
| - 1 | bit de parité | (parité : impaire) à la fin du TP |
| - 1 | 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.

Transmission PC → clavier

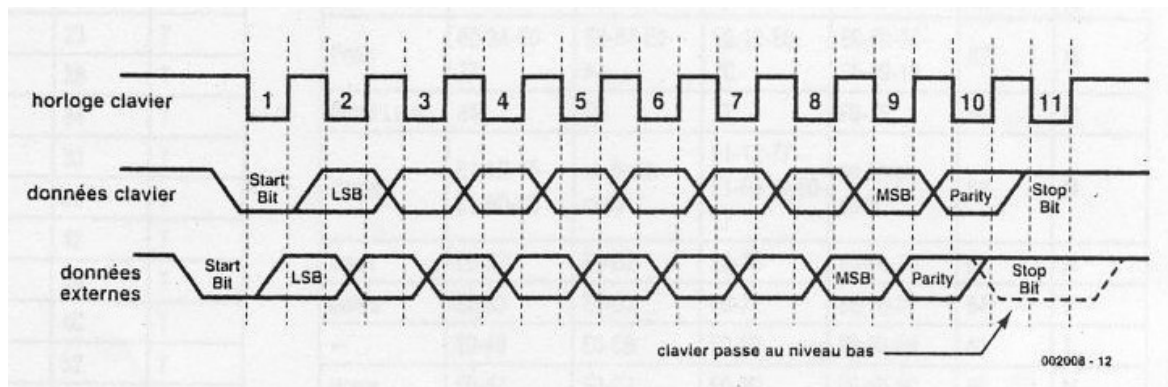
Le contrôleur de clavier identifie la transmission de données par un appareil ou système externe (normalement un ordinateur personnel) **en direction du clavier** au fait que **la ligne de transmission de données (DATA)** de l'appareil (l'ordinateur personnel) est **mise à la masse**. Le clavier émet de ce fait un signal d'horloge sur la broche CLK et attend les données en synchronisme avec ce signal. A la fin de la transmission d'un octet la liaison des données doit se trouver au niveau haut en temps 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).

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.

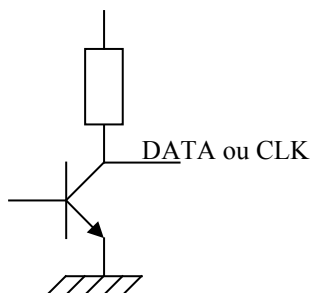
3.2 Chronogrammes de la transmission sérielle des données entre le clavier et le PC.



4 Analyse des signaux émis par le clavier

4.1 Faire un schéma électrique équivalent des lignes DATA et CLK vues du PC.

réponse :



4.2 Sur quel front du signal d'horloge peut on « récupérer » les bits de donnée.

réponse :

descendant

4.3 Combien de bits sont utilisés pour générer un code clavier ?

réponse :

8 bits

4.4 Combien de codes différents peut délivrer le clavier ?

réponse :

$2^8 = 256$

4.5 Dans quel ordre les bits du code d'une touche sont ils transmis ?

réponse :

LSB → MSB

4.6 Quels sont les états logiques des bits de start et de stop ?

Mettre une croix dans la case concernée

	« 0 »	« 1 »
Bit de start	X	
Bit de stop		X

5 Mesures

Lorsqu'un clavier est alimenté il se configure sur des paramètres pris par défaut. La manipulation vous permettra de définir cette configuration et de vérifier les valeurs annoncées dans la description des paragraphes 2 et 3.

Réglez l'alimentation à 10V. (Le boîtier interface contient un régulateur 5V)

Connectez le clavier au boîtier interface.

Connectez le boîtier interface à l'alimentation.

Visualisez les signaux CLK et DATA sur l'oscilloscope.

5.1 Signal de synchronisation

5.1.1 A quel niveau logique se trouve la ligne CLK si aucune touche du clavier n'est enfoncée ?

réponse : « 1 » logique

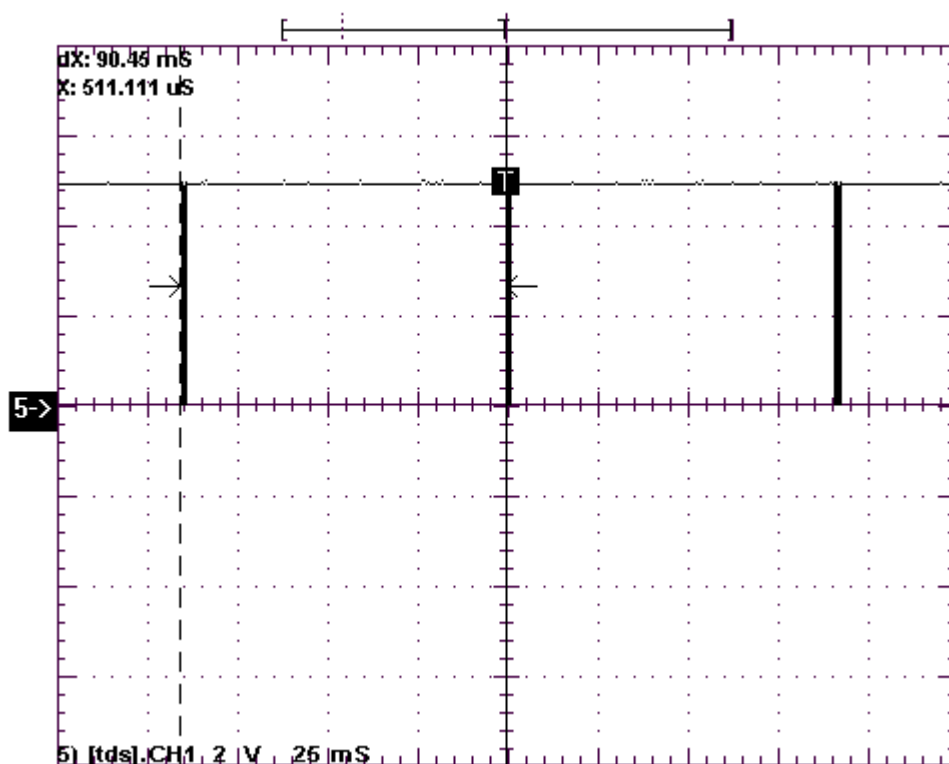
5.1.2 A quel niveau logique se trouve la ligne DATA si aucune touche du clavier n'est enfoncée ?

réponse : « 1 » logique

5.1.3 Gardez la touche correspondant au caractère « M » appuyée et mesurez la fréquence de répétition par défaut. En déduire le nombre de fois que le code est envoyé par seconde.

réponse : $T = 90\text{ms}$ $F = 11\text{Hz}$ (pour le clavier testé)

5.1.4 Dessiner le chronogramme de CLK en faisant apparaître plusieurs répétitions (3 minimum)



👉 *Faire constater la justesse de votre mesure*

5.1.5 Visualisez les signaux CLK et DATA (toujours pour le caractère A) en correspondance des temps et en conservant les réglages précédents. Quel est la particularité du signal CLK ?

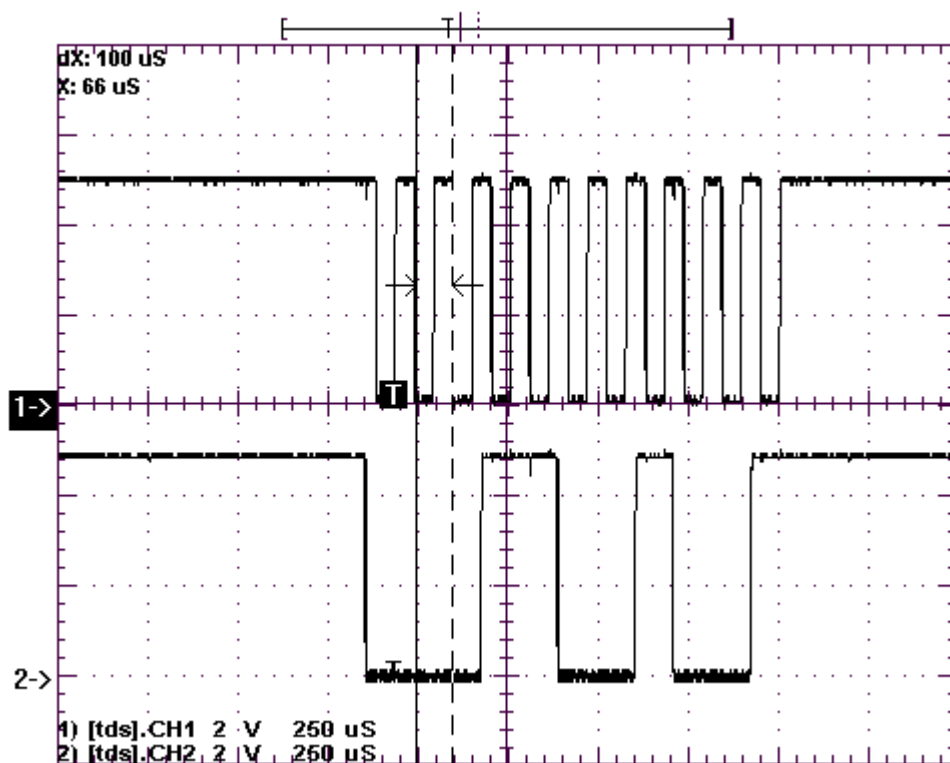
réponse : **CLK est généré uniquement pendant l'envoi des données.**

5.1.6 Mesurez la fréquence de l'horloge de synchronisation (CLK)

réponse : **F = 9,5kHz (pour le clavier testé)**

5.2 Signal de donnée

5.2.1 Dessiner les chronogrammes de CLK et DATA (touche « M » actionnée) en correspondance des temps de telle sorte que le code de la touche puisse être déterminé.



 *Faire constater la justesse de votre mesure*

5.2.2 Observez la ligne DATA lorsqu'on relâche une touche. Quel est le Scan-Code-Set utilisé par défaut ?

réponse : **Lorsqu'on relâche une touche le clavier émet deux codes (ex : touche « M »)
⇒ scan-code-set 2**

5.2.3 Visualisez les « Make Code » correspondant aux touches « A », « Z », « E », « R », « T » et « Y » et remplir le tableau ci dessous :

Remarque : La colonne symbole sera compléter à l'aide des tableaux fournis en annexe.

Touche	Stop bit	Bit de parité	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Start bit	Code hex touche	Symbole
« A »	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	15	<Q>
« Z »	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1D	<W>
« E »	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	24	<E>
« R »	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	2D	<R>
« T »	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2C	<T>
« Y »	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	35	<Y>
« → »	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	F0 F4	<→>

5.2.4 Que remarquez-vous ?

réponse : **Pour les touches <A> et <Z> le symbole ne correspond pas. Le clavier testé est américain.**

5.2.5 Quelle est la parité utilisée dans ce protocole de communication ?

réponse : **impaire**

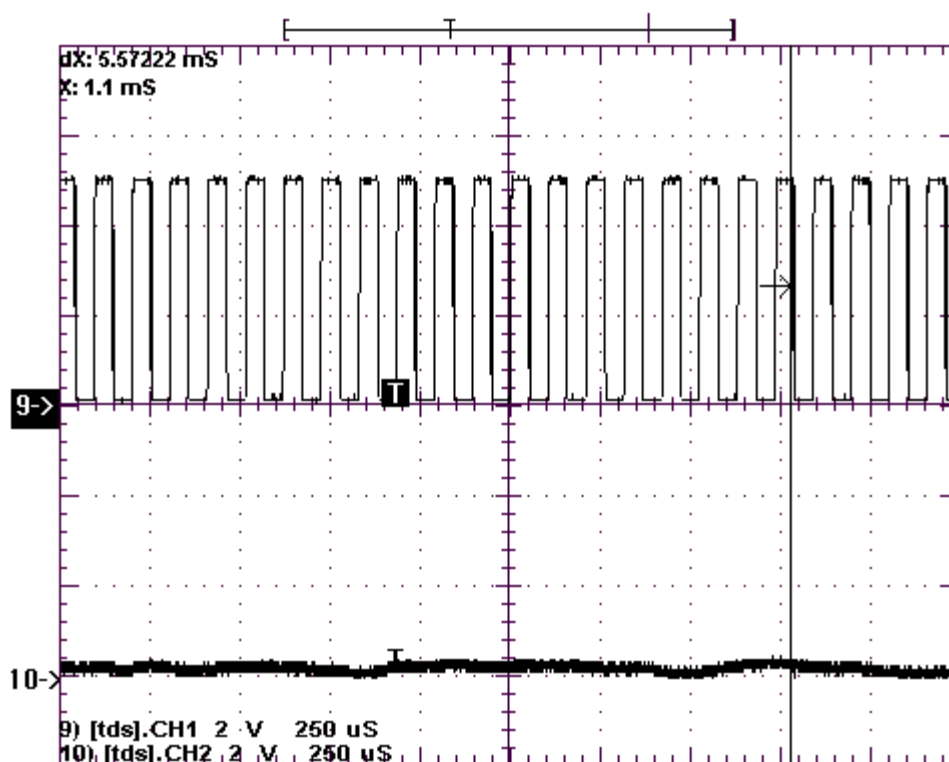
5.2.6 Résumé de la configuration par défaut du clavier

Scan-Code-Set	2
Fréquence de répétition du code	11Hz

Compléter les informations concernant le protocole de communication page 3

6 Protocole de transmission et codes de programmation du clavier

6.1 Relier DATA à la masse et visualiser la ligne CLK.



👉 *Faire constater la justesse de votre mesure*

Mesurez la fréquence de l'horloge de synchronisation (CLK)

réponse : $F = 10\text{kHz}$

6.2 Etude du protocole de transmission.

On souhaite configurer un clavier à partir d'un μC .

Compléter la case « Code » lors de chaque transfert de donnée.

Le μC envoie un code au clavier ($\mu C \rightarrow \text{clavier}$)

Commandes	Codes
Code clavier 3	F0h 03h

Réponse du clavier au μC (clavier $\rightarrow \mu C$) si la réception est correcte.

Commandes	Code
ACK	FAh

Le μC envoie des codes au clavier ($\mu C \rightarrow$ clavier).

Commandes	Codes
Délai de répétition automatique : 500ms Fréquence de répétition : 8Hz	B7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 0 0 1 0 1 1 1 1 = 2Fh F3h 2Ff

Réponse du clavier au μC (clavier $\rightarrow \mu C$) si la réception est correcte.

Commandes	Code
ACK	FAh

Le μC envoie un code au clavier ($\mu C \rightarrow$ clavier).

Commandes	Code
Toutes les touches ne fournissent qu'un code de travail	F9h

Réponse du clavier au μC (clavier $\rightarrow \mu C$) si la réception est incorrecte.

Commandes	Code
NACK	FEh

Le μC envoie un code au clavier ($\mu C \rightarrow$ clavier) , retransmission suite à l'échec précédent.

Commandes	Code
Toutes les touches ne fournissent qu'un code de travail	F9h

Réponse du clavier au μC (clavier $\rightarrow \mu C$) si la réception est correcte.

Commandes	Code
ACK	FAh

Le clavier est maintenant prêt à envoyer les codes des touches selon le Scan-Code-Set 3.

KEY	Scan code	-----	KEY	Scan code	-----	KEY	Scan code
A	15		8	2E		" ^	54
B	32		9	46		INSERT	E0,70
C	21		`	0E		HOME	E0,6C
D	23		-	4E		PG UP	E0,7D
E	24		=	55		DELETE	E0,71
F	2B		* μ	5D		END	E0,69
G	34		BKSP	66		PG DN	E0,7A
H	33		SPACE	29		U ARROW	E0,75
I	43		TAB	0D		L ARROW	E0,6B
J	3B		CAPS	58		D ARROW	E0,72
K	42		L SHFT	12		R ARROW	E0,74
L	4B		L CTRL	14		NUM	77
M	4C		L GUI	E0,1F		KP /	E0,4A
N	31		L ALT	11		KP *	7C
O	44		R SHFT	59		KP -	7B
P	4D		R CTRL	E0,14		KP +	79
Q	1C		R GUI	E0,27		KP EN	E0,5A
R	2D		R ALT	E0,11		KP .	71
S	1B		APPS	E0,2F		KP 0	70
T	2C		ENTER	5A		KP 1	69
U	3C		ESC	76		KP 2	72
V	2A		F1	5		KP 3	7A
W	1A		F2	6		KP 4	6B
X	22		F3	4		KP 5	73
Y	35		F4	0C		KP 6	74
Z	1D		F5	3		KP 7	6C
0	45		F6	0B		KP 8	75
1	16		F7	83		KP 9	7D
2	1E		F8	0A		£ \$ ¤	5B
3	26		F9	1		, ?	3A
4	25		F10	9		ù %	52
5	2E		F11	78		; .	41
6	36		F12	7		: /	49
7	3D		SCROLL	7E		! §	4A
			PAUSE	E1,14,77, E1,F0,14, F0,77		PRNT SCRN	E0,12, E0,7C