

PRATIQUE DE LA MESURE

LES MESURES D'IMPULSIONS

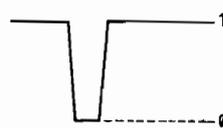
Les articles des mois précédents ont largement étudié les fonctions fréquencesmètres et périodesmètres des compteurs numériques. Or, si ces aspects de l'utilisation de ce type d'appareil sont très importants, ils ne sont pas les seuls. Nous allons donc considérer quelques autres applications. A savoir les mesures d'impulsions, de rapports de fréquences !...

L'impulsion est un passage bref d'un signal à un niveau logique différent de son niveau de repos ! Si, comme dans la figure 1, ce passage se fait au niveau 1, alors que le signal est normalement au niveau 0, on dit que l'impulsion est positive. Si, au contraire, le passage bref est au 0, alors que le repos est à 1, on dit qu'elle est négative (fig. 2).

Comme nous l'avons vu, lors de l'étude des applications de l'oscilloscope, cet appareil permet « d'évaluer » sinon de mesurer avec une grande précision, la durée d'une impulsion (voir n° 1714). Mais faire une mesure « numérique » de cette durée est tout de même beaucoup plus satisfaisant, et ô ! combien plus précis.

Voyons tout d'abord le principe de cette mesure (fig. 3). Nous retrouvons les éléments classiques du compteur numérique : le compteur lui-même avec son dispositif d'affichage, la base de temps et la porte d'entrée de compteur. L'impulsion à mesurer subit une mise en forme indispensable, accompagnée d'une mise à niveaux logiques compatibles avec le bon fonctionnement de la porte NAND. Pendant la durée du niveau 1 de l'impulsion, supposée positive, soit pendant l'impulsion elle-même, la porte est passante, les périodes de la base de temps – souvent des microsecondes – sont transmises au compteur et totalisées. L'impulsion terminée, la porte se bloque et le comptage s'arrête. Les afficheurs indi-

Nous commencerons ce mois par les impulsimètres ! Tous les électroniciens qui se sont frottés aux circuits digitaux – et on sait combien ces montages prennent d'importance aujourd'hui – savent que si les mesures de fréquences et de périodes sont utiles, il faut encore bien plus souvent mesurer la durée d'impulsions issues de monostables, bascules ou autres triggers !

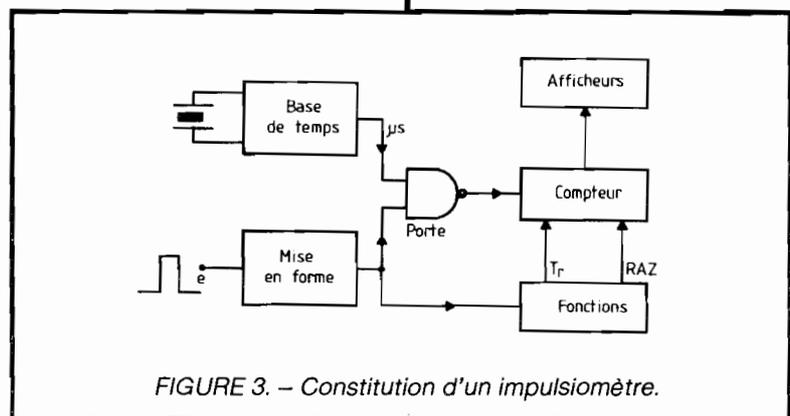


quent alors la durée précise de l'impulsion mesurée.

Bien sûr, ceci suppose que, au départ, le compteur était bien à 0 ! Or nous constatons que les signaux de

fonctions sont activés par l'impulsion elle-même. Le front descendant, donnant l'arrêt de comptage, déclenche aussi le signal de transfert, ce qui fait passer le résultat du comptage sur les afficheurs. Classiquement, le fin du transfert active le signal de RAZ, lequel remet le compteur à 0, tandis que les afficheurs continuent à marquer le résultat de la mesure. Voir figure 4.

Dans ces conditions, il est possible de mesurer la durée d'une impulsion UNIQUE, en gardant le résultat de la mesure aussi longtemps qu'on le désire. Ceci constitue un très gros avantage sur l'oscilloscope classique, qui est alors tout à fait incapable de fournir la moindre indication : on n'a ni le temps de voir, ni celui de mesurer ! Il faudrait recourir à l'oscilloscope à mé-



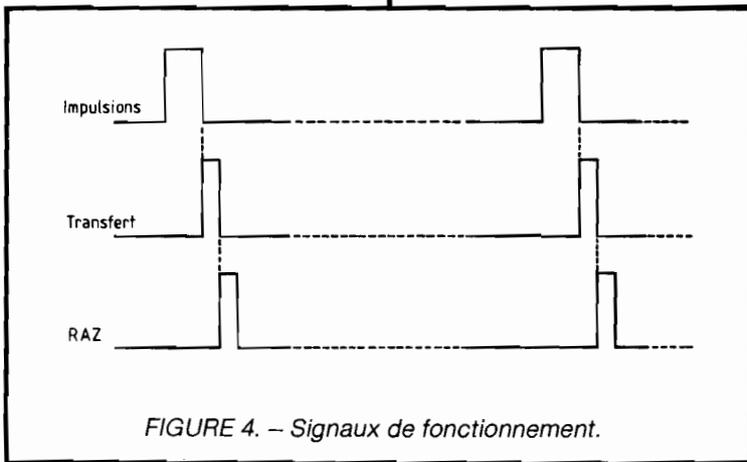


FIGURE 4. — Signaux de fonctionnement.

moire, soit d'écran, soit numérique. Ces appareils sont encore peu courants et notre modeste impulsimètre est, dans ces conditions, le bienvenu !

Problèmes de la mesure des impulsions

— Forme des impulsions

Dans l'idéal, l'impulsion est rectangulaire, avec des fronts parfaitement verticaux, à temps de montée et de descente

nuls. Trop beau pour être vrai ! Les signaux réels ne ressemblent que de loin à cette abstraction : les temps de transitions sont à considérer dans tous les cas. Bien sûr, leur importance relative dépend de la largeur de l'impulsion elle-même. Voir figure 5.

Si les temps de montée et de descente sont égaux pour a et b, ils sont relativement plus notables dans le premier cas. Dans les deux exemples, la durée de l'impulsion se mesure, par convention, à 50 % d'amplitude. Cela est facile sur l'écran de l'oscilloscope, mais pose un problème avec l'impulsimètre

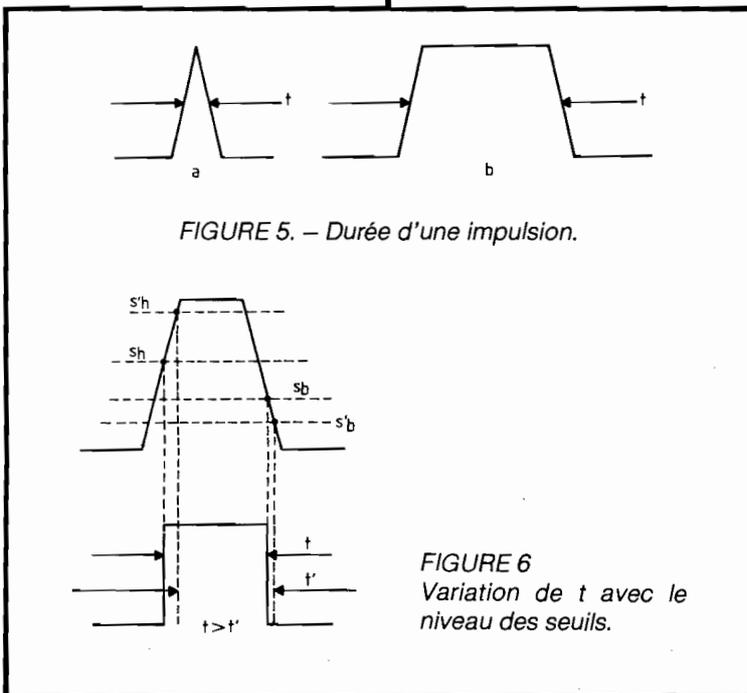


FIGURE 5. — Durée d'une impulsion.

FIGURE 6
Variation de t avec le niveau des seuils.

tre. En effet, nous avons vu que l'étage d'entrée (fig. 3) comporte un conformateur. C'est presque toujours un trigger de Schmitt. On sait que ce type de basculeur présente deux seuils d'hystérésis, à niveaux différents, ce qui donne le fonctionnement illustré en figure 6. On peut y voir que selon la position des seuils, la durée de l'impulsion résultante varie. On a ici $t_1 > t_2$.

L'erreur résultante est d'autant plus grande que les temps de transition sont longs.

— Amplitude de l'impulsion

Dans le cas de la figure 6, avec les seuils S_n et S_b , l'impulsion doit avoir une amplitude supérieure à $S_n - S_b$ pour produire un déclenchement, ou supérieure à $S'_n - S'_b$ avec les deux autres seuils. Dans le second cas, l'amplitude nécessaire est nettement plus grande que dans le premier.

Si l'on désire mesurer des impulsions de faible amplitude, il faut donc que les seuils soient les plus rapprochés possibles. En utilisant un trigger du type LSTTL, on a des seuils fixés typiquement à + 1,6 V et + 0,8 V, ce qui correspond à un écart de 0,8 V et constitue l'amplitude minimum de l'impulsion directement mesurable. Cela donne au montage une excellente sensibilité. C'est ce que nous avons fait dans le TFX3. Dans cet appareil, l'attaque des triggers est directe, sans aucun intermédiaire risquant de modifier la durée à mesurer. Notons d'ailleurs que les portes LSTTL tolèrent des niveaux d'entrée pouvant atteindre + 15 V max. On peut donc couvrir très simplement une fourchette de valeurs allant de 800 mVcc à 15 Vcc. C'est souvent bien suffisant.

Remarquons tout de même que, étant donné le bas niveau des seuils, la mesure de durée se fait au pied de l'impulsion. Voir figure 7. Ce qui ne correspond pas à la définition théorique évoquée plus haut. Heureusement les impulsions logiques ont souvent des temps de transition très courts : de l'ordre de quelques dizaines de nano-secondes en LSTTL ou HC.MOS. Dans ces conditions, la mesure pratique est très voisine de la valeur théorique.

Pour rester dans le sujet TFX3, nous donnons en figure 8 le schéma promis il y a déjà bien longtemps et permettant de donner aux deux entrées B de cet appareil une impédance élevée que les portes LSTTL directes n'ont pas. Le

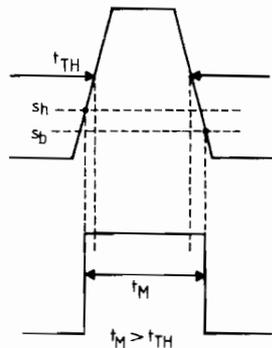


FIGURE 7
La valeur mesurée est plus élevée que la norme théorique.

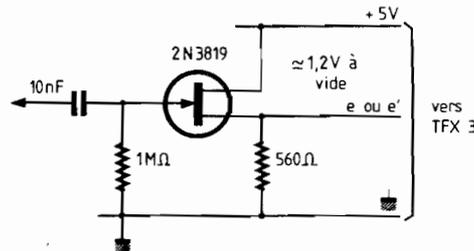


FIGURE 8
Schéma d'une sonde pour élever l'impédance des entrées e et e' du TFX3.

montage est d'ailleurs très simple : un FET de type 2N3819 est monté en drain commun, ce qui donne haute impédance d'entrée sur la gate et basse impédance sur la source. La résistance de source, sous la tension d'alimentation de 5 V, présente au repos une ddp de 1,2 V, ce qui place les entrées LSTTL exactement entre les deux seuils. Il suffit alors d'une amplitude de l'ordre de 1 Vcc à l'entrée de sonde pour un déclenchement correct. Outre l'impédance élevée qu'il apporte, le montage a aussi l'avantage de couper la composante continue de l'entrée. Quels que soient alors les niveaux haut et bas de l'impulsion mesurée, il y a centrage automatique sur la plage des seuils d'hystérésis. Nous ne donnons pas d'autre indication pour réaliser cette sonde. La monter sur un petit CI installé dans un blindage métallique. Il n'est pas nécessaire de blinder les fils de sortie. Ne pas oublier qu'il faut normalement deux sondes, l'une pour l'entrée e, l'autre pour l'entrée e' de B.

- Précision de la mesure

Tout comptage, nous l'avons dit et répété, présente une erreur technologique donnant un résultat à 1 digit près. Cette erreur est d'autant plus importante que le résultat du comptage est petit : + 1 μs sur 10 μs est important + 1 μs sur 1 000 μs est 100 fois meilleur.

Or nous avons vu que pour les mesures de périodes, il était très possible d'améliorer la précision correspondante en « cumulant » plusieurs mesures de périodes, le digit d'erreur se répartit-

sant alors sur une durée beaucoup plus longue. Est-il possible de faire de même en mesurant les impulsions ? La suite vous le dira...

Rappelons tout d'abord brièvement la cause de cette erreur de + 1 digit (voir figure 9). Tout vient de l'absence de relation de phase entre le signal mesuré et les impulsions de comptage issues de la base de temps. Selon la manière dont les signaux se placent relativement, le résultat est majoré ou minoré. Bien sûr, c'est à l'ouverture et à la fermeture de la porte que les choses se jouent.

Or, si l'on mesure une période, il y a une ouverture et une fermeture. Si l'on mesure n périodes consécutives, il y a toujours une ouverture et une fermeture. Voir figure 10. Plus n est grand et plus l'erreur devient relativement petite.

Par contre, pour ce qui concerne les impulsions, il est bien évident qu'elles ne sont pas consécutives, mais bel et bien séparées par de longs intervalles de temps (sinon il n'y aurait plus d'impulsions !). Dans ces conditions, si nous mesurons une impulsion unique, il y a une ouverture et une fermeture. Mais si nous en mesurons n successi-

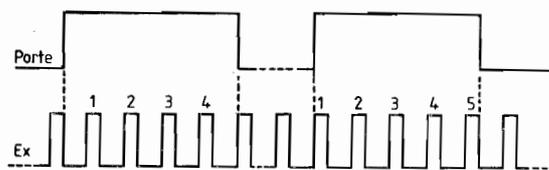


FIGURE 9. - Comptage à ± 1 près.

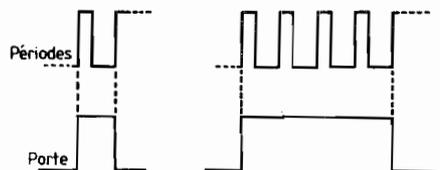


FIGURE 10
En cumulant les périodes consécutives, la précision s'améliore.

ves, il va y avoir n ouvertures et n fermetures, car chaque impulsion ouvre et ferme la porte ! Il est parfaitement possible de cumuler les résultats pendant les n comptages. Il suffit pour cela d'intercaler un diviseur entre le conformateur et le circuit des fonctions (fig. 3). Par exemple, si nous plaçons une décade, il faudra 10 impulsions pour déclencher transfert et remise à 0. Le résultat affiché sera la somme des 10 durées élémentaires. Un simple décalage de la virgule permet de retrouver la valeur cherchée et non le décuple.

Bilan de l'opération :

- La mesure est maintenant une mesure moyenne. Si l'impulsion a une durée un peu variable, on va obtenir un résultat moins ponctuel que celui de la mesure simple et donc plus valable.
- La précision est par contre exactement la même ! En effet, une impulsion est mesurée à + 1 digit près et 10 impulsions sont mesurées à + 10 digits près, ce qui revient évidemment au même.

- Polarité de l'impulsion.

Bien entendu, le conformateur de la figure 3 doit comporter un inverseur de

sens commutable, de manière à mesurer aussi bien les impulsions négatives que les positives. Ceci peut s'obtenir très facilement avec une porte OU exclusif. Ce type de porte, moins connu que les AND, NAND, OR et NOR, est cependant fort utile. La table de vérité fonctionne sur le principe suivant : « Une porte ne peut pas être en même temps ouverte et fermée. » Dans le tableau de la figure 11, cela revient à dire que deux entrées simultanément au même niveau correspondent à une situation fautive, donc à un 0 logique.

Constater que pour les lignes 1 et 2,

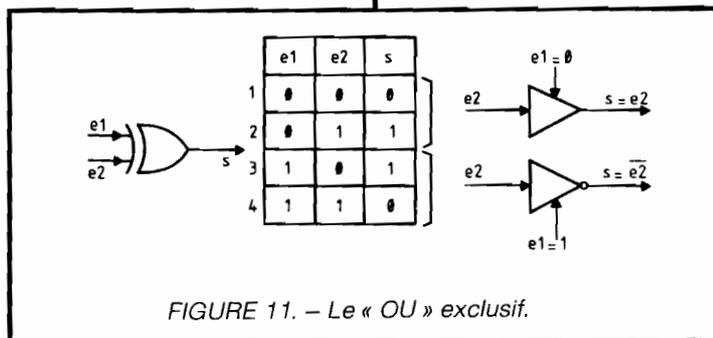


FIGURE 11. - Le « OU » exclusif.

avec $e_1 = 0$, la sortie s a les mêmes niveaux que e_2 , soit $s = e_2$. La porte transmet le signal de e_2 sans l'inverser.

En revanche, pour les lignes 3 et 4, avec $e_1 = 1$, la sortie s prend les niveaux contraires de ceux de e_2 . La porte est inverseuse !

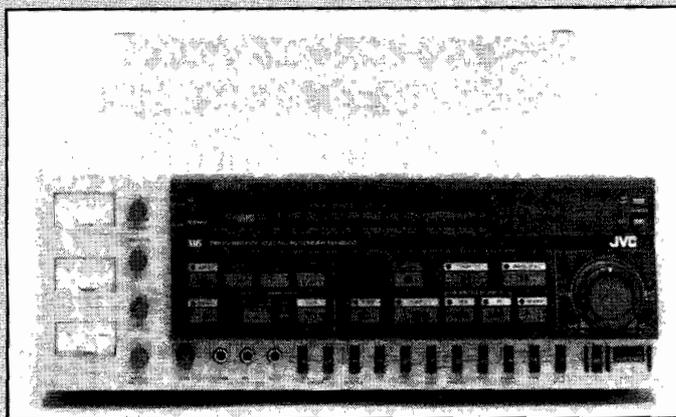
Le passage de l'état inverseur à l'état non inverseur se fait donc simplement en jouant sur le niveau e_1 . C'est très simple et permet de supprimer un contacteur à double inverseur amenant inévitablement des capacités parasites risquant de perturber les signaux.

F. THOBOIS

BLOC-NOTES

VIDEO PRO CHEZ JVC

L'inventeur du VHS se doit de penser aux professionnels qui fabriquent les programmes destinés aux magnétoscopes grand public. Le BR-7000 HiFi VHS est un duplicateur professionnel PAL ou SECAM. Il a été conçu pour fonctionner de façon continue et sans problème. Les servomoteurs à entraînement direct permettent une plus grande stabilité d'image et sont plus fiables. Ils sont montés sur un châssis de grande précision, moulé sous pression en aluminium renforcé. Au nombre des performances, un rapport signal sur bruit vidéo de 45 dB (Rohde et Schwarz), une résolution horizontale de 240 lignes (couleur), une réponse en fréquence audio de 20 - 12 000 Hz (normal), 20 - 20 000 Hz (HiFi) et un rapport



signal sur bruit audio de 42 dB, 46 dB (avec Dolby) et 70 dB (HiFi).

Le BR-8600E est un lecteur enregistreur VHS professionnel à montage électronique au stan-

dard PAL. Il permet donc de réaliser en VHS toutes les phases de montage en respectant la séquence PAL, supprimant ainsi les flashes couleur bien connus des professionnels.

Quant au TM150 PSN, c'est un moniteur couleur quadristandard (PAL-SECAM-NTSC 3,58 MHz, NTSC 4,43 MHz). Son tube image à coins carrés, de 38 cm de diagonale, évite la perte d'informations et la distorsion d'image sur les bords de l'écran. Il peut être raccordé directement à un ordinateur individuel et à des magnétoscopes. Il est également prêt pour des extensions ultérieures telles que la télévision par satellite ou le Vidéotex. 2000 caractères de texte ou de graphique d'ordinateur peuvent être affichés simultanément sur son écran au moyen du connecteur RGB.

Distributeur : JVC Vidéo France, 6, avenue du 18-Juin-1940, 92500 Rueil-Malmaison.