

Chapitre 10 - Le trigger de Schmitt

Le trigger de Schmitt est un circuit bistable qui bascule au niveau haut lorsque la tension d'entrée passe au-dessus d'un seuil et bascule au niveau bas lorsque la tension d'entrée passe au-dessous d'un **autre** seuil. C'est O. H. Schmitt qui a imaginé un tel circuit en 1938 ; le mot trigger en anglais signifie la détente d'une arme à feu, ce que les gens appellent improprement gâchette (en fait la gâchette est une autre pièce, non accessible, qui retient le percuteur de l'arme ; les gens disent appuyer sur la gâchette alors qu'ils devraient dire appuyer sur la détente).

La figure 10.1 permet de mieux comprendre ce que je viens de dire. On voit en noir la tension en entrée du trigger de Schmitt ; elle évolue lentement au cours du temps jusqu'à dépasser le seuil haut Sh , puis redescend de façon progressive jusqu'à tomber en-dessous du seuil bas Sb . Le signal en sortie est représenté en rouge. Tant que la tension d'entrée est en-dessous de Sh , ce signal est à l'état LOW, mais dès que la tension d'entrée passe le seuil Sh , le signal de sortie passe **brusquement** à l'état HIGH. Il y restera jusqu'à ce que la tension d'entrée passe au-dessous du seuil bas Sb .

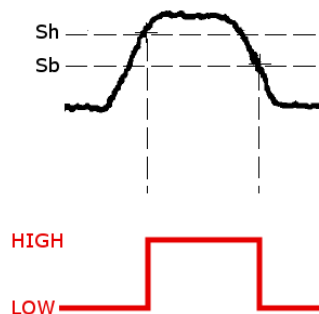


Figure 10. 1

La différence de tension qui existe entre les deux seuils Sh et Sb s'appelle **hystérésis** (mot grec qui signifie retard) ; l'hystérésis est nécessaire pour ne pas avoir un signal de sortie qui soit instable. Pour comprendre cela, raisonnons avec un chauffage électrique réglé sur 20° . La figure 10.2a montre la température qui augmente jusqu'à atteindre 20° et à ce moment le chauffage se coupe. Mais très vite, la température va redescendre et en tombant en-dessous des 20° , le chauffage va se déclencher à nouveau. En fait, il n'arrêtera pas de se mettre en marche et se couper continuellement. Pour éviter cela, on introduit de l'hystérésis ; le chauffage se coupe quand la température atteint $20,5^\circ$ et se remet en marche dès que la température redescend en-dessous de $19,5^\circ$, ce qui donne en moyenne une température de 20° dans la pièce (figure 10.2b).

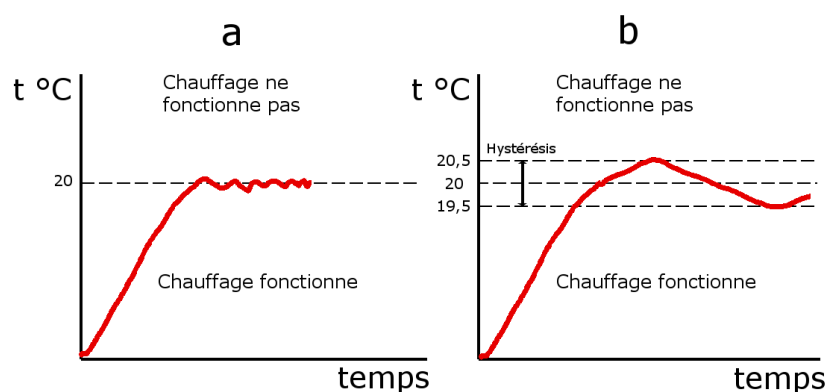


Figure 10. 2

À quoi sert un trigger de Schmitt ?

Le trigger de Schmitt permet de passer d'un signal qui évolue lentement à un signal numérique à deux états (LOW ou HIGH), en fonction de seuils déterminés à l'avance. La première application en électronique est de **générer des signaux numériques propres à partir de signaux parasites**. Comme on le verra, cette application est aussi très utile en modélisme ferroviaire.

Le trigger de Schmitt a aussi une grande utilité pour traiter des signaux de grandeurs d'entrée à variation lente : le meilleur exemple est l'interrupteur crépusculaire qui se déclenche lorsque la nuit commence à tomber.

Inverseur trigger de Schmitt

Il s'agit d'un circuit qui associe un inverseur et un trigger de Schmitt. La figure 10.3 montre le signal de sortie en fonction du signal d'entrée ; le principe est identique à la figure 10.1 sauf que le signal est inversé.

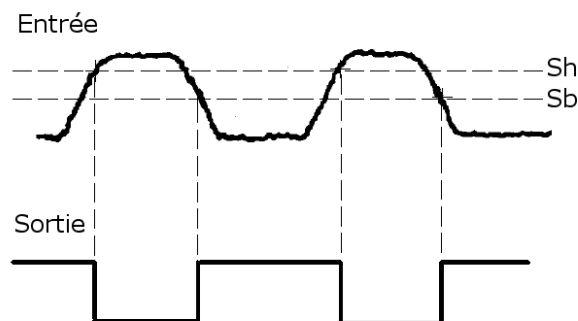


Figure 10. 3

Le circuit intégré 7414 (ou similaire comme 74HC14) qu'on a déjà utilisé est un CI qui comprend six inverseurs trigger de Schmitt. La figure 10.4 montre son brochage. Le + de l'alimentation doit être relié à la broche 14 et le – à la broche 7 (GND). A l'intérieur, on distingue 6 inverseurs (symbole : un triangle avec un petit rond) reliés respectivement aux broches 1-2, 3-4, 5-6, 9-8, 11-10, 13-12 (entrée en premier-sortie en second). On voit aussi un petit symbole à l'intérieur du triangle qui est là pour désigner la fonction trigger de Schmitt (chaque fois que vous verrez ce symbole en électronique, c'est pour indiquer que le circuit réagit en tant que trigger de Schmitt et que le basculement de LOW à HIGH est **très brusque**).

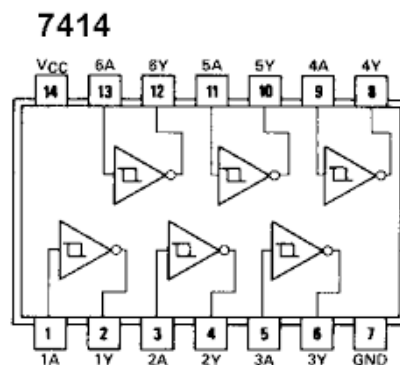


Figure 10. 4

La figure 10.5 explique pourquoi ce symbole. On voit le signal de sortie en fonction de la tension d'entrée U_e pour laquelle il existe deux seuils, S_b et S_h . Le cheminement est le suivant : en vert quand la tension d'entrée croît, en orange quand elle décroît, ce qui dessine le symbole réservé au trigger de Schmitt.

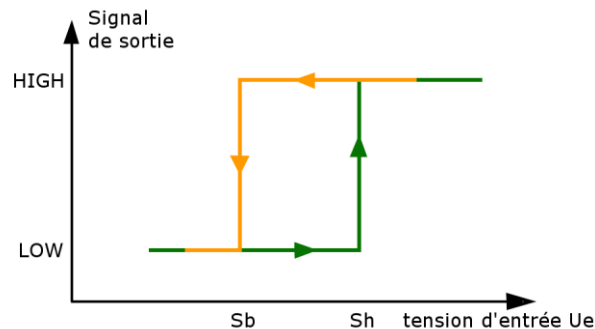


Figure 10. 5

À retenir sur le trigger de Schmitt :

- Le trigger de Schmitt est un circuit qui permet de passer d'un signal qui évolue lentement à un signal numérique à deux états (LOW ou HIGH), en fonction de seuil déterminés à l'avance.
- Les deux seuils faisant passer à l'état HIGH et à l'état LOW ne sont pas les mêmes : la différence entre les deux s'appelle hystérésis.
- Le trigger de Schmitt sert à générer des signaux numériques propres à partir de signaux parasites.
- L'inverseur trigger de Schmitt est un trigger de Schmitt en série avec un inverseur.
- Le symbole en forme de carré ou rectangle permet de repérer les circuits qui se comportent comme des trigger de Schmitt.
- Certains CI proposent plusieurs trigger de Schmitt dans un même boîtier.

Trigger de Schmitt en modélisme ferroviaire

Le montage qui suit est tiré du livre Electronique, tome 6 de la série « Le réseau miniature », écrit par Vom Heede, Kirberg, Löser et Sedlazeck, édition de 1991 chez Loco-Revue (antérieure à l'édition actuelle).

Un train qui roule est capable de générer des impulsions électriques : la figure 10.6 montre une voie où on a isolé une petite portion et où on a ponté électriquement le rail de chaque côté de cette portion pour assurer la continuité électrique. Lorsqu'une roue métallique arrive sur cette portion, elle transmet le potentiel du rail à cette petite portion isolée. Ceci génère un signal qui indique que le train est bien à l'endroit de la portion isolée.

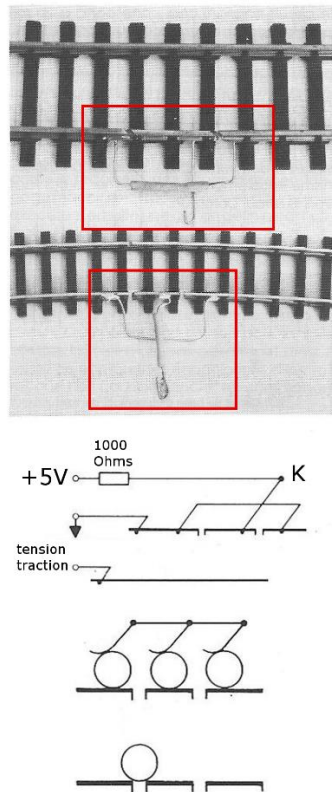


Figure 10. 6

Mais en raison du captage du courant qui n'est pas toujours très bon (voie mal posée par exemple), ce signal n'est pas très propre au sens d'un signal numérique. On peut l'améliorer grâce au trigger de Schmitt. La figure 10.6 montre comment on peut récupérer un potentiel de 0 V (la masse GND) au niveau de la portion de voie isolée, qu'on appellera point K. En absence de roue, la tension en K est de 5 V (HIGH), dès qu'une roue arrive, elle transmet à la portion isolée, c'est-à-dire au point K, une tension de 0 V (LOW). Le signal au point K est envoyé à l'entrée d'un inverseur trigger de Schmitt, qui donnera en sortie un signal numérique propre égal à LOW ou HIGH. La figure 10.7 montre l'aspect de ce signal (inversé) en fonction du signal d'entrée (point K) plutôt parasité.

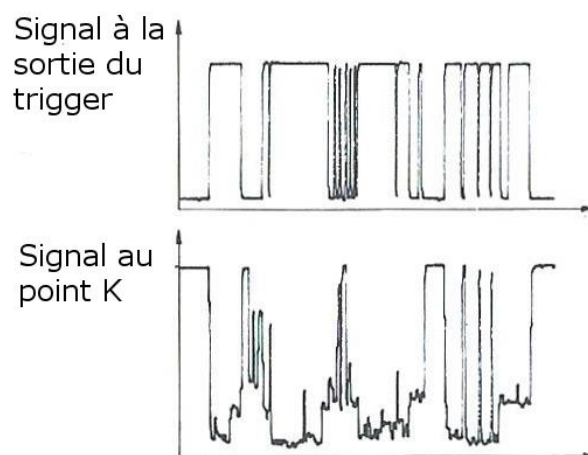


Figure 10. 7

Le circuit intégré 7414 qui contient six inverseurs trigger de Schmitt permet de mettre au propre les signaux générés par votre train en six endroits différents du réseau. La figure 10.8 montre le montage à réaliser ; les signaux sont récupérés au niveau des portions de voie isolées (K1 à K6). Les triggers de Schmitt les traitent et donnent à leur sortie (G1 à G6) des signaux propres qui peuvent être utilisés pour tout un tas de choses (repérage des trains, automatismes, etc.). Pour ce montage, il vous faut un circuit intégré SN7414, 6 résistances de 1 k Ω et six condensateurs de 22 nF.

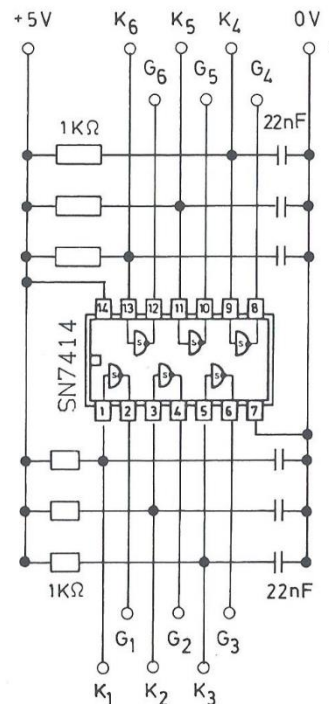


Figure 10. 8