

Chapitre 8 - Généralités sur les circuits intégrés

Qu'est-ce qu'un circuit intégré ?

Un circuit intégré CI (ou IC en anglais pour Integrated Circuit) est un assemblage complexe de composants tels que transistors, diodes, résistances, etc., gravés sur une puce de substrat (en général du silicium), **réalisant une fonction bien particulière**, le tout encapsulé dans un boîtier d'où sort un certain nombre de broches. Pour cette raison, on les a surnommés affectueusement « mille pattes ».

Le nombre de broches varie de 4 à 16 pour les CI que nous utilisons couramment en modélisme ferroviaire, mais il peut aussi y en avoir plus (20, 24, etc.).

Pour notre hobby, il faut choisir des **boîtiers DIP** (Dual In line Package) qui ont les broches en nombre pair de chaque côté du boîtier, et qui sont plus faciles à souder que les CMS (composants montés en surface) ; on peut aussi introduire les DIP dans des supports de circuits intégrés, ce qui rend la soudure plus facile puisqu'on ne risque pas de faire chauffer le CI. La figure 8.1 montre des circuits intégrés que nous utilisons, leurs supports, et parmi eux un intrus qu'il vaut mieux éviter d'acheter. Certains CI ne sont pas du type DIP et se présentent dans un boîtier d'où sort un certain nombre de pattes plus restreint (3 ou 5 par exemple, comme dans le cas des régulateurs de tension que nous avons déjà étudiés).

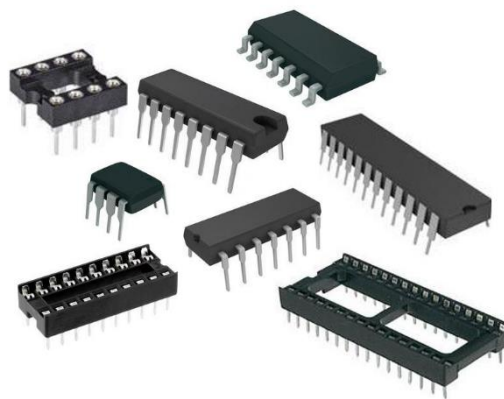


Figure 8. 1

Vu de dessus, le boîtier du CI a un repère situé sur un petit côté, ou bien un repère situé au plus près de la broche N°1, comme le montre la figure 8.2. A partir de ce repère, les broches sont numérotées **dans le sens inverse des aiguilles d'une montre** (ce que les mathématiciens ont appelé le sens direct ou encore sens trigonométrique).

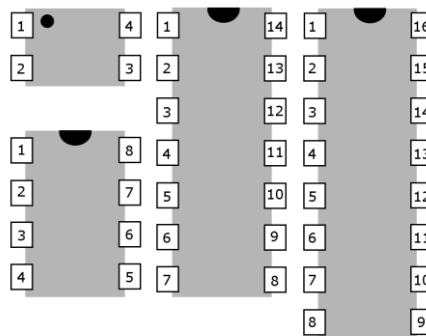


Figure 8. 2

Il y a des circuits intégrés qui traitent des **signaux analogiques** (circuits intégrés linéaires) et des circuits intégrés qui traitent des **signaux numériques** (signal qui est soit à l'état bas (LOW) c'est-à-dire le potentiel de la masse, soit à l'état haut (HIGH), c'est-à-dire le potentiel de l'alimentation du CI). On y reviendra.

Deux grandes familles de circuits intégrés numériques.

Dans le cadre du modélisme ferroviaire, nous serons amenés à utiliser principalement des circuits intégrés numériques. Parmi ceux-ci, on distingue deux grandes familles, la **famille TTL** (Transistor-Transistor-Logic) et la **famille CMOS** (Complementary Metal Oxid Semiconductor). Dans chaque famille, on peut trouver des sous-familles, ce qui complique encore les choses, aussi nous ne développerons pas ce point dans ce cours mais si le sujet vous intéresse, vous pouvez faire appel à votre ami Google.

Les deux familles diffèrent déjà par leur tension d'alimentation ; 5 V (plus ou moins 5 %) pour la famille TTL alors que la famille CMOS admet une tension d'alimentation souvent comprise entre 3 et 18 V. La famille TTL est plus gourmande en énergie que la famille CMOS mais elle est aussi plus rapide pour travailler. Ceci a une importance pour les applications informatiques mais n'en a absolument aucune pour nos réseaux de trains car la vitesse de travail des deux familles est suffisante pour nos applications. Un dernier point : la famille CMOS est **très sensible aux décharges électriques** et il faut donc prendre des précautions pour les manipuler.

Comme la famille CMOS peut s'alimenter en 5 V (de 3 à 18 V), on peut être tenté de mélanger les deux familles au sein d'un même montage. C'est parfois possible et parfois, ça ne l'est pas, ou du moins, ce n'est pas aussi facile qu'on pourrait le croire. Pour comprendre ce point, il nous faut parler maintenant des niveaux des signaux TTL et CMOS.

Niveaux des signaux TTL et CMOS

La figure 8.3 montre les niveaux des signaux logiques (HIGH et LOW) pour la famille TTL et pour la famille CMOS dans la mesure où **on les alimente en 5 V dans les deux cas**.

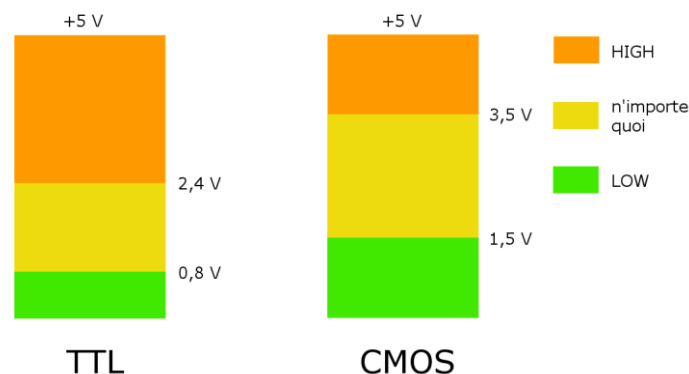


Figure 8. 3

Comme vous le voyez, un signal de 3 V de tension est considéré comme HIGH par la logique TTL, mais comme n'importe quoi par la logique CMOS. Vous me direz que pour vous, un état HIGH c'est 5 V et un état LOW c'est 0 V, point final. Ce raisonnement pourrait convenir si nos circuits intégrés étaient parfaits, si nos soudures étaient très bien faites et si des capas parasites ne s'invitaient pas dans nos montages sans y avoir été conviées. En fait, chaque signal est légèrement altéré par le circuit qui le traite. On peut donc parfois se retrouver à la sortie d'un CI avec un signal pas très vaillant qui ne sera

pas reconnu par les CI en aval. Ce genre de panne est particulièrement difficile à trouver, c'est pourquoi il peut être délicat de mixer les deux technologies dans un même montage. Mais c'est possible si on prend les précautions nécessaires.

On peut garder comme ordre de grandeur que la logique CMOS considère comme état LOW tout ce qui est inférieur à 30% de la tension d'alimentation, et comme état HIGH tout ce qui est supérieur à 70% de la tension d'alimentation. Ce n'est là qu'un ordre de grandeur et le mieux est encore de se référer à la datasheet du circuit.

Fonctions des différents circuits intégrés

Les circuits intégrés savent tout faire et on peut vraiment trouver son bonheur pour concevoir un montage électronique. Au fil du cours, nous découvrirons les différents circuits intégrés qu'on peut retrouver sur nos réseaux et on apprendra à les utiliser. Parmi les choses que savent faire les circuits intégrés, on peut citer :

- La logique et les opérateurs AND, OR, NOT, etc.
- La génération de signaux d'horloge.
- Le comptage de signaux (en binaire, en décimal, etc.).
- L'addition binaire.
- La remise en forme de signaux parasités.
- La mémorisation d'événements dans des bascules ou des mémoires.
- La dilatation de signaux (ou leur amaigrissement).
- Et bien d'autres choses encore...

Tout ce que je viens de vous citer est utile dans le modélisme ferroviaire, et nous apprendrons à mettre en œuvre ces fonctions. On voit que les circuits intégrés peuvent être considérés comme des « boîtes noires » réalisant une fonction bien particulière ; peu importe comment ils y arrivent, ce qui doit compter est le résultat obtenu et pour cela, la façon de mettre en œuvre ces CI.

Datasheet des circuits intégrés

Lorsqu'on achète des circuits intégrés, il faut toujours télécharger la datasheet du composant et la garder précieusement pour pouvoir s'y référer à tout moment. C'est le document, émis par le constructeur du circuit, qui intègre toutes les données à connaître pour utiliser le CI. Il n'y a pas besoin de parler anglais pour lire le schéma du brochage et repérer comment alimenter le circuit. De même, on peut facilement reconnaître les tensions d'utilisation (en V) ou bien les courants délivrés (en A). Avec un peu d'habitude, on arrive très bien à s'y retrouver même si on ne maîtrise pas la langue de Shakespeare. Certaines datasheet ne font que quelques pages, d'autres sont de véritables livres (comme pour les microcontrôleurs par exemple).

À retenir sur les circuits intégrés :

- Les circuits intégrés sont des « boîtes noires » capables de réaliser des fonctions bien particulières.
- Pour notre hobby, il faut privilégier les CI en boîtier DIP et utiliser des supports de CI si on doit souder ceux-ci.
- Vu de dessus, le boîtier du CI possède un repère qui permet de situer la broche N°1, les autres étant numérotées dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- Il existe des CI linéaires (traitant de signaux analogiques) et des CI numériques (traitant de signaux à l'état LOW ou HIGH).

- Parmi les CI numériques, on distingue la famille TTL et la famille CMOS ayant chacune des avantages et des inconvénients.
- Les niveaux LOW et HIGH des familles TTL et CMOS ne sont pas les mêmes ; il faut en tenir compte si on fait appel aux deux familles dans un même montage.
- Il faut toujours se référer aux datasheets des circuits intégrés qu'on utilise.

Ceci termine notre présentation des circuits intégrés. Je suppose que vous avez une multitude de questions en tête, et c'est tant mieux car cela prouve que le sujet vous intéresse. Mais rappelez-vous qu'on ne devient pas bilingue en une journée ; c'est par la manipulation des circuits intégrés que vous apprendrez à les utiliser et à tout connaître sur eux.