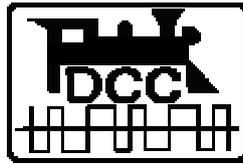


Le Standard DCC



Caractéristiques

Le système DCC offre de nombreuses possibilités liées à la commande digitale: sécurité de fonctionnement, commande simultanée de plusieurs engins, souplesse de conduite, commande d'accessoires...

Il permet l'envoi de commandes par les rails et au minimum à 99 locomotives mais l'utilisation de l'adressage étendu porte ce nombre à plus de 10000 !!! Quelle utilité à cela ? Il est vrai que rares sont les occasions d'avoir autant de matériel sur un même réseau. Mais au sein d'un club il est fréquent que plusieurs membres aient des motrices semblables voire identiques. Dans ce cas prenons un exemple : trois membres possèdent chacun une BB67000 digitale pour laquelle ils veulent se souvenir facilement de son numéro d'adresse.

Dans le cas d'un adressage court ils désigneraient chacun leur machine par le numéro 67, facile à identifier. Cela ne leur pose pas de problème sur leur réseau personnel mais peut devenir gênant sur le réseau du club. Une solution consiste à attribuer en quelque sorte un préfixe à chaque membre et celui-ci continue d'utiliser son numéro. Ex : le premier aurait les numéros 100 à 199 et peut appeler sa loco 167, le second aurait les numéros 200 à 299 et dirigerait sa BB67000 par le numéro 267 et ainsi de suite. Une tranche de numérotation est alors attribuée à chaque membre du club. Cela éviterait les problèmes de saturation des numéros. On peut envisager de faire un découpage similaire de la numérotation par tranche de dizaine en utilisant l'adressage court. Dans tous les cas le numéro 0 ne peut pas être attribué à une machine spécifique car il est le numéro d'adresse de diffusion générale. En d'autres termes, si vous envoyez un ordre d'extinction des feux à la locomotive 0 toutes les locos présentes sur le réseau réagiront de cette manière et éteindront leurs feux. Cette possibilité est généralement exploitée pour stopper les engins en mouvement dans un système de cantonnement ou si un problème de déraillement ou autre intervient sur le réseau

Toujours dans le domaine de l'adressage des locomotives il est possible de faire circuler deux machines ou plus en Unité Multiple (U.M.). Pour cela une variable de configuration particulière contient l'adresse de l'UM dans le décodeur de locomotive et il réagira prioritairement à cette adresse pour peu qu'elle soit différente de 0. Dans ce cas elle se trouve désactivée. Cet adressage en UM n'efface pas le numéro initial de la motrice mais il vient en complément. Voici pour l'adressage du matériel roulant.

En ce qui concerne le matériel fixe (commande d'aiguillage, de feux, d'accessoires...) nous avons un autre système d'adressage qui nous procure 512 possibilités (0 à 511) donc jusqu'à 512 décodeurs d'accessoires. Ces adresses viennent en plus du système d'adressage cité pour les locos.

Chaque décodeur d'accessoires peut supporter 4 fonctions ce qui nous fait 2048 accessoires commandables et tout cela par deux fils seulement !!! Une fonction est associée à la commande d'une aiguille simple (deux positions), d'un feu (deux états) ou de tout autre relais qui alimente n'importe quel accessoire.

Un des plus gros avantages du dispositif se situe à ce niveau : les décodeurs sont placés à proximité du matériel à commander (aiguilles, feux) et finies les longues séances de repérage pour trouver un fil cassé on ne sait où dans un toron inaccessible. L'évolution du réseau est simplifiée également car on hésitera moins à faire des modifications quand elles sont grandement facilitées grâce à la souplesse de configuration..

Les décodeurs de locomotives font aujourd'hui des merveilles. Certains d'entre eux ont des caractéristiques alléchantes comme la régulation de vitesse dans les pentes, la prise en compte de rampes d'accélération et de freinage pour simuler une lourde charge à tracter et l'existence de plusieurs fonctions qui permettent de mettre les feux, d'atteler ou de dételier à n'importe quel endroit du réseau sans être tributaire d'un rail de dételage placé à un endroit fixe, ou de commander tel autre générateur de fumée ou pantographe articulé. Toutes ces commandes, telles que nous en avons rêvé pendant longtemps s'offrent à nous aujourd'hui. Alors pourquoi nous refuser le bonheur d'animer notre réseau de cette façon ?

Voici les caractéristiques principales du système DCC vers lequel, la plupart des constructeurs s'orientent actuellement.

Le Standard DCC

Signaux

Le signal DCC consiste en une tension alternative qui évolue entre deux valeurs +V et -V, l'une positive et l'autre négative toutes deux de grandeur équivalente. (voir figure 1)

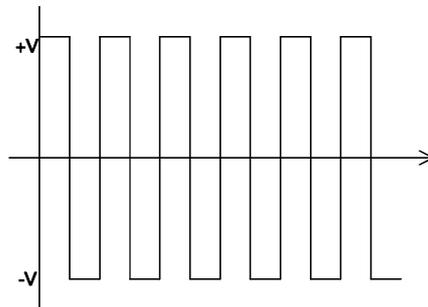


Figure 1

Au niveau des décodeurs de locomotives ou d'accessoires cette tension, pouvant atteindre une vingtaine de volts, est redressée ; ce qui permet d'obtenir une tension continue constante pour alimenter un moteur, une lampe, un relais... Les valeurs limites sont de +-7volt au minimum et de +-22volt au maximum.

Pour envoyer des instructions vers les différents matériels le codage se fait selon le système binaire à l'aide de 0 et de 1. Le codage s'effectue en faisant varier la fréquence du signal alternatif. Chaque bit transmis est composé d'une alternance positive et d'une alternance négative (voir figure2). L'ordre par lequel le décodeur « voit » ces deux alternances est indifférent. Seule la durée de chacune d'elle est mesurée par celui-ci.

Un bit à 1 est composé de deux demi cycles de 58µs* soit au total 116µs. Cependant une certaine latitude est laissée aux constructeurs pourvu que leur décodeur reconnaisse comme un demi cycle une durée comprise entre 55 et 61 µs. Le décodeur, quant à lui, devra être en mesure de considérer toute durée comprise entre 52 et 64µs comme une demie période de bit à 1.

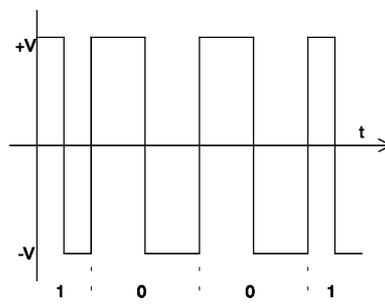


Figure 2

Un bit à zéro est constitué, lui aussi, de deux alternances consécutives dont la durée est définie de manière plus complexe. La durée nominale d'une alternance est comprise entre 100µs et 9900µs et la somme des deux alternances ne doit pas dépasser 12000µs (12ms)*.

Ces deux alternances peuvent très bien avoir une durée différente l'une de l'autre, ce qui permet de piloter une

locomotive non équipée de décodeur. En faisant varier le rapport cyclique, c'est-à-dire le rapport $\frac{t1}{T}$ (fig 3) entre

les deux alternances composant un bit à zéro on peut agir sur la valeur moyenne du signal appliqué à la voie. De cette façon cela revient à appliquer une tension continue et contrôler la vitesse et le sens de marche d'une motrice classique.

Le Standard DCC

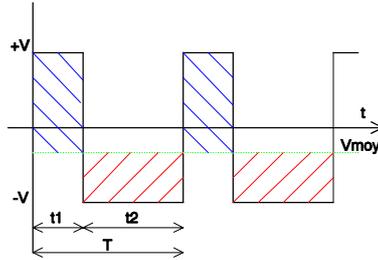


Figure 3a

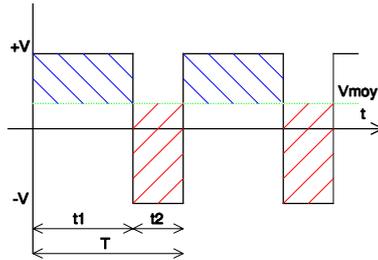


Figure 3b

Les figures 3a et 3b montrent comment cette valeur moyenne évolue. Puisque la durée de chaque alternance peut varier, il suffit de se servir de cette propriété pour modifier la valeur moyenne de la tension appliquée à la voie. La valeur moyenne de cette tension est située de telle façon que la surface au dessus soit égale à celle au dessous de cette tension moyenne. Autrement dit, si la durée de l'alternance positive est plus grande que celle de l'alternance négative alors la valeur moyenne sera positive, (fig 3b) et cette valeur sera proportionnelle au rapport de ces durées.

Sur la figure 3a on retrouve la durée t1 qui est plus petite que la durée t2 et de ce fait la tension moyenne aura une valeur négative; donc aura pour effet de faire déplacer la locomotive dans le sens inverse. La valeur moyenne d'une tension alternative influe sur la vitesse de la locomotive comme si elle était alimentée d'une façon classique par une tension continue. C'est également ce principe qui est utilisé dans la variation de vitesse; en agissant sur la durée t1 (T restant constante) on peut amener la vitesse d'une valeur maxi en arrière à une valeur maxi en avant. Dans notre cas c'est la station de commande qui génère ce signal et calcule en conséquence les durées correspondantes nécessaires à la bonne marche d'une locomotive conventionnelle sur un réseau digitalisé. Ce principe ne permet de contrôler qu'une seule locomotive non digitalisée. Pour envoyer une commande vers un décodeur les bits (0 ou 1) sont assemblés pour former des paquets.

Structure d'un paquet :

Pour que le décodeur puisse s'y retrouver il faut respecter un format de message qu'il saura interpréter et exécuter s'il lui est destiné. Ce format se présente sous forme de paquet.

Voyons comment sont structurés ces messages. Chaque paquet débute par un en-tête ou préambule *, une sorte d'annonce de début de paquet (figure 4), est suivi par un ou deux octets * d'adresse, puis vient l'instruction et enfin la vérification de validité ou checksum.

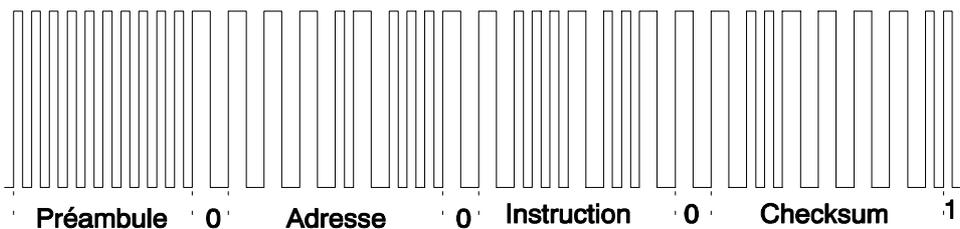


Figure 4

```

1111111111 0 AAAAAAAAA 0 DDDDDDDD 0 CCCCCCCC 1
1111111111 0 00010111 0 01110110 0 01100001 1
    
```

Le Standard DCC

Le préambule est constitué au minimum de 10 bits consécutifs à 1. Il sert aux décodeurs à se synchroniser sur un début de message. Viennent ensuite un bit séparateur à 0 pour annoncer le message proprement dit, et l'octet contenant l'adresse du décodeur (AAAAAAA) auquel est destinée cette commande. Nous reviendrons plus loin sur ce système d'adressage. Un bit séparateur à 0 précède l'octet d'instruction (DDDDDDDD). Dans certains cas il peut y avoir plusieurs octets toujours séparés par un bit à 0.

Calcul de la checksum	
00010111	<i>Adresse</i>
+ 01110110	+ <i>Instruction</i>
<hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> 01100001	<hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <i>Checksum</i>

Pour terminer le paquet on trouve l'octet de contrôle calculé par la station de commande. Elle effectue la somme bit à bit, c'est-à-dire sans retenue, de chacun des octets du message et place le résultat à la fin du message. Le décodeur réalisera la même opération pour vérifier la validité du message reçu avant de l'interpréter. La fin du paquet est indiquée par un bit de terminaison qui se trouve être toujours à 1. Le paquet suivant débutera par un préambule et ainsi de suite... Les paquets sont transmis par la station de commande et se succèdent sans arrêt. Il existe plusieurs types de paquets : les paquets pour locos, de RAZ, de remplissage. Nous allons donc pouvoir maintenant examiner la manière dont sont construits ces paquets destinés aux décodeurs.

Adresse et Instructions

Une commande est principalement constituée des octets d'adresse et d'instruction, le préambule et la checksum n'apportent rien à l'identité du message.

Adresse

Les décodeurs multifonction peuvent être adressés sur 7 bits (127 adresses) ou sur 14 bits (1024 adresses).

7 bits 0AAAAAA

En format 7 bits il suffira d'un octet dont seulement 7 bits sont utilisés. L'adresse occupe les bits de poids faibles. Le huitième bit étant toujours à Zéro.

14 bits 11AAAAAA AAAAAAA

En adressage étendu à 14 bits il sera nécessaire d'envoyer deux octets dans un paquet pour figurer l'adresse du décodeur destinataire. Le premier octet débute par deux bits à 1 et suivi par les 6 bits de poids forts de l'adresse. Le deuxième octet contient la suite de l'adressage. Les 6 bits de poids forts peuvent aller de 000000 à 100111 (0 à 39 en décimal); soit $40 \times 256 = 10240$.

Instructions

Les instructions qui sont envoyées aux décodeurs sont classées en plusieurs catégories.

Les catégories de paquets que l'on peut retenir sont celles

- d'information générale,
- adressées aux décodeurs multifonction ou décodeur de locomotive,
- destinées aux décodeurs d'accessoire,
- de service.

Le Standard DCC

information générale:

Les instructions d'information générale sont au nombre de deux.

RAZ 00000000 00000000 00000000

Un paquet de RAZ est constitué de 3 octets à 0. Le premier octet est à 0, l'instruction s'adresse donc à tous les décodeurs de loco. Le second octet est aussi à 0, la vitesse et les feux sont donc arrêtés (voir détail plus loin). Il a pour effet auprès des décodeurs de les remettre dans le même état que lors de la mise sous tension. Les machines s'arrêtent, les feux s'éteignent, mais le courant est toujours présent sur la voie.

Remplissage 11111111 00000000 11111111

Un paquet de remplissage est utilisé pour générer des ordres à une adresse que chaque décodeur ignorera car ne lui étant pas destiné. Si au bout d'une certaine durée, programmée dans le décodeur, il n'a pas vu d'ordre destiné à l'un ou à l'autre il se remet automatiquement en situation initiale comme à la mise sous tension. Ce dispositif appelé *chien de garde* prévient toute situation de blocage du décodeur ou de la station de commande. Ces paquets ont pour effet de relancer la temporisation et de « nourrir » le chien avant que la faim ne le fasse réagir. En l'absence d'ordre à envoyer vers les rails, la station de commande meuble le vide avec ce type d'instruction.

adresses aux décodeurs multifonction:

instruction de vitesse et direction:

01DsSSSS

Dans cet octet, les deux premiers bits indiquent le type d'instruction par une combinaison 01. D est le bit de direction et sSSSS représentent les bits de vitesse. En mode 14 pas de vitesse, seuls les bits SSSS ont une signification alors qu'en mode 28 pas les 5 bits sont utilisés. Dans ce dernier mode le bit s est à considérer comme le moins significatif, les autres gardant leur valeur initiale. Un exemple de correspondance est donné dans le tableau 1.

Valeur SSSS	Signification	Vitesse
0000	Stop	0
0001	Arrêt d'urgence	0
0010	pas 1	1
0011	pas 2	2
0100	pas 3	3
0101	pas 4	4
0110	pas 5	5
0111	pas 6	6
1000	pas 7	7
1001	pas 8	8
1010	pas 9	9
1011	pas 10	10
1100	pas 11	11
1101	pas 12	12
1110	pas 13	13
1111	pas 14	14

Tableau 1

En ajoutant un bit supplémentaire dans le mode 28 pas, le nombre de pas de vitesse est doublé. Mais le mode 28 pas devient plus attractif quand on l'exploite avec une table de vitesse définie par l'utilisateur.

Il existe également un mode 128 pas de vitesse que certains décodeurs sont en mesure d'interpréter. L'instruction est alors plus longue:

00111111 DSSSSSSS

Ce premier octet est précédé de l'adresse et indique le mode 128 pas (00111111). Le second contient les informations de direction (bit D) et de vitesse (bits SSSSSSS). Ce mode à 128 pas offre encore plus de finesse dans la commande de vitesse. Le mode 28 pas, pourtant moins précis, est déjà très satisfaisant à l'utilisation.

Le Standard DCC

instruction multifonction

100dddd (5 fonctions FL, F1, F2, F3, F4) ou
1011dddd (4 fonctions F5, F6, F7, F8)

Deux groupes d'instruction existent pour positionner les fonctions selon que le décodeur en possède 4 ou 5 . Les bits d représentent chacun une fonction embarquée à bord de la locomotive. Ils peuvent donc être pilotés simultanément par ce type d'instruction. A noter que le bit s d'une instruction de vitesse à 14 pas (instruction de vitesse et direction) est aussi utilisé pour actionner l'éclairage.

destinées aux décodeur d'accessoires:

Chaque décodeur d'accessoires réagit à l'instruction suivante:

10AAAAAA 0 1AAADSSS

Le premier octet débute par la combinaison 10 qui est reconnue par les décodeurs d'accessoires. L'adresse comprend 9 bits et se répartit sur deux octets(AAAAAA AAA). Le second octet renferme les informations à appliquer à la fonction dans le décodeur. D indique s'il faut mettre la sortie à 1 ou 0. SSS désigne, en binaire, la sortie à positionner. Un décodeur possède 4 fonctions qui ont elles-mêmes chacune 2 sorties. Ce codage permet d'actionner 4 aiguilles avec un seul décodeur.

de service:

Ce mode sert à lire ou écrire les variables de configuration dans la mémoire EEPROM des décodeurs et par là à les conserver entre deux exploitations.

Lecture du contenu d'une variable de configuration

011101NN NNNNNNNN DDDDDDDD

Ecriture du contenu d'une variable de configuration

011111NN NNNNNNNN DDDDDDDD

La combinaison 011101 ou 011111 définit respectivement l'écriture et la lecture d'une variable. Le numéro de la variable est codé sur 10 bits, soit 1024 variables différentes. Les numéros 1 à 512 sont attribués aux décodeurs de locomotive tandis que les numéros 513 à 1024 sont réservés aux décodeurs d'accessoires. Le dernier octet de l'instruction (DDDDDDDD) renferme la valeur de la variable.

Ce tour d'horizon des caractéristiques du standard DCC nous permet de constater les nombreuses ouvertures qu'il propose pour actionner une grue, une plaque tournante ou tout autre accessoire qui augmente la richesse d'un réseau animé. Cette liste d'instructions n'est pas exhaustive mais déjà suffisante pour exploiter confortablement un réseau digitalisé. Des informations plus détaillées figurent sur le site de la NMRA à <http://www.nmra.org>

* Lexique

bit	élément binaire: peut prendre deux valeurs 0 ou 1; allumé ou éteint, ouvert ou fermé
octet = byte	ensemble de 8 bits
ms	milliseconde : durée d'un millième de seconde 1/1 000 s
µs	microseconde : durée d'un millionième de seconde = un millième de ms 1/1 000 000 s
paquet	nombre variable d'octets constituant une commande
préambule	ce qui laisse le temps au décodeur d'interpréter la commande précédente et de se synchroniser