**Système d’espacement des trains miniatures avec signalisation à 3 feux, ralentissement, arrêt et redémarrage progressifs**

1/ Principes de base du système

* Il ne fonctionne que pour les circuits ferroviaires à alimentation analogique (courant continu)
* Il est basé sur le découpage classique d’un circuit en cantons avec zone d’arrêt. Les cantons entre eux ainsi que les zones d’arrêt sont isolées par coupure électrique d’une file de rail
* Il est basé sur le principe d’une détection par shuntage des 2 fils de rail par les essieux du train (via un moteur, un éclairage ou le graphitage des essieux normalement isolés)
* Il est prévu pour fonctionner sur ligne à double voie, donc avec un sens de circulation par voie, mais pourrait être adapté à une voie unique (double sens de circulation) moyennant un système de commutation de sens, comme sur les voies banalisées de la SNCF.

2/ Principe de fonctionnement (voir les schémas de principe)

* La détection alimente un relais de bloc qui va agir sur l’alimentation de la voie et sur les signaux (par exemple les contacts C5 du relais 5 sont fermés lorsque le canton 5 est occupé)
* Un train N°1 circule dans le canton 5 et le canton suivant est libre. Les contacts C5 sont fermés et C6 ouvert.
* Le transistor BDX 53C qui joue ici le rôle de régulateur de tension va envoyer 12 volts dans le canton 5 et le train N°1 va circuler à pleine vitesse.
* Un train N°2 entrant dans le canton 4 aura précédemment rencontré un feu jaune (avertissement) et fermera les contacts C4 du relais de bloc 4 du canton N°4
* La fermeture simultanée des contacts C4 et C5 va intégrer dans le circuit d’alimentation du canton 4 une diode zéner qui va bloquer la tension de la base du BDX 53C à environ 5volts
* Le condensateur de 1500µF en parallèle sur la base du régulateur va moduler progressivement les variations de tension, évitant les changements brutaux de vitesse des trains.
* Le train N°2 ralentit alors progressivement et entre à faible vitesse dans la zone d’arrêt du canton.
* Si le train N° 1 n’a pas encore quitté le canton 5, le shuntage des rails de la zone d’arrêt va activer un petit circuit de détection rendant les transistors BC 327 et BC 337 passants.
* La tension de la base du BDX 53C va alors chuter jusqu’à zéro. Là encore, le condensateur va retarder l’arrêt en faisant baisser progressivement la tension.
* Lorsque que le train N° 1 quitte le canton 5, les contacts C 5 s’ouvrent et déconnectent les circuits de la diode zéner et de détection de zone d’arrêt du canton 4.
* La tension de base du BDX 53C va alors progressivement remonter et le train repart en douceur devant le signal passé au feu jaune.
* Le contact C5 de la carte du canton 5 coupe l’alimentation de la base du BDX 53C de ce canton et raccorde son alimentation sur le condensateur du canton 4. La tension d’alimentation du canton 5 libre va s’aligner sur celle du canton 4.
* Ce raccordement évite un changement brutal d’allure du train N°2 au changement de canton et celui-ci va continuer à reprendre progressivement sa vitesse sur le canton N°5.

3/ Réalisation pratique (voir les schémas de carte et de câblage)

* Tout système de détection capable d’alimenter un relais de 4 contacts RT convient. Des systèmes du commerce (CONRAD par exemple) conviennent parfaitement. Il faut seulement s’assurer que les détecteurs supportent le courant d’appel des relais.
* De même pour les relais, des modèles à prix raisonnable (par exemple relais FINDER 12V à 4 RT) existent dans de nombreuses enseignes (ou site internet).
* Pour le câblage, qui peut paraître important, je préconise le système suivant :
  + Des cartes électroniques regroupant les composants d’alimentation de la voie et fixée sur un support fixe à demeure ;
  + Un rack de relais fixés sur la même structure que les cartes.
  + Une liaison entre d’une part le réseau avec les cantons avec leur signal et d’autre part le support fixe des cartes et relais réalisée au moyen de câbles et de prises SUB D par exemple (cela facile le démontage éventuel).
  + Je joins un exemple de réalisation pratique du câblage (sauf les sources d’alimentation et les détections que vous aurez choisi)

4/ Recommandations et conseil de mise en œuvre

* L’alimentation des cartes est notée à 15 volts. Cette tension permet d’obtenir environs 12 volts sur la voie. L’idéal est d’intercaler entre une source d’alimentation pouvant délivrer 18 volts à vide (même un vieux transfo JOUEF fait l’affaire) et les cartes un régulateur de tension réglable (quelques euros). Ensuite, vous ajustez la tension qui vous donnera l’allure la plus réalise à vos trains. Ce réglage n’influe quasiment pas sur les tensions de ralenti.
* Pour un fonctionnement optimal du système il faut des longueurs de canton de 3 mètres minimum. De même pour les arrêts et redémarrages réalistes des trains, prévoyez des zones d’arrêts suffisamment longues (15 à 20 cm avant le signal et si possible 10 cm après).
* De même pour un fonctionnement correct, le dernier véhicule de chaque train doit shunter les rails et l’idéal est de prévoir le shuntage par tous les véhicules (éclairage des voitures, graphitage des essieux de wagons de fret).
* Ce système peut très facilement s’adapter sur un ancien bloc ayant la même structure de détection, de relais et de zones de canton et d’arrêt. Il suffit d’ajouter les cartes d’alimentation des cantons et le tour est joué.
* Si votre système est bien configuré, l’évolution des trains se rapproche des trains réels, qui ralentissent à la vue des signaux d’avertissement (feux jaunes), s’arrêtent et repartent en douceur aux abords du signal d’arrêt.

5/ Evolutions du système

* Si la configuration de votre réseau le permet, vous pouvez pousser le réalisme plus loin en allongeant les distances d’arrêt et de reprise de marche. De même la progressivité des arrêts et redémarrages peut être augmentée (ou raccourcie).
* Il suffira d’augmenter la valeur de la résistance d’alimentation de la base du BDX 53C (4,7 k au lieu des 3,3 k) ou la résistance en série sur le BC 337 pour les arrêts.