

P. CHENEVEZ

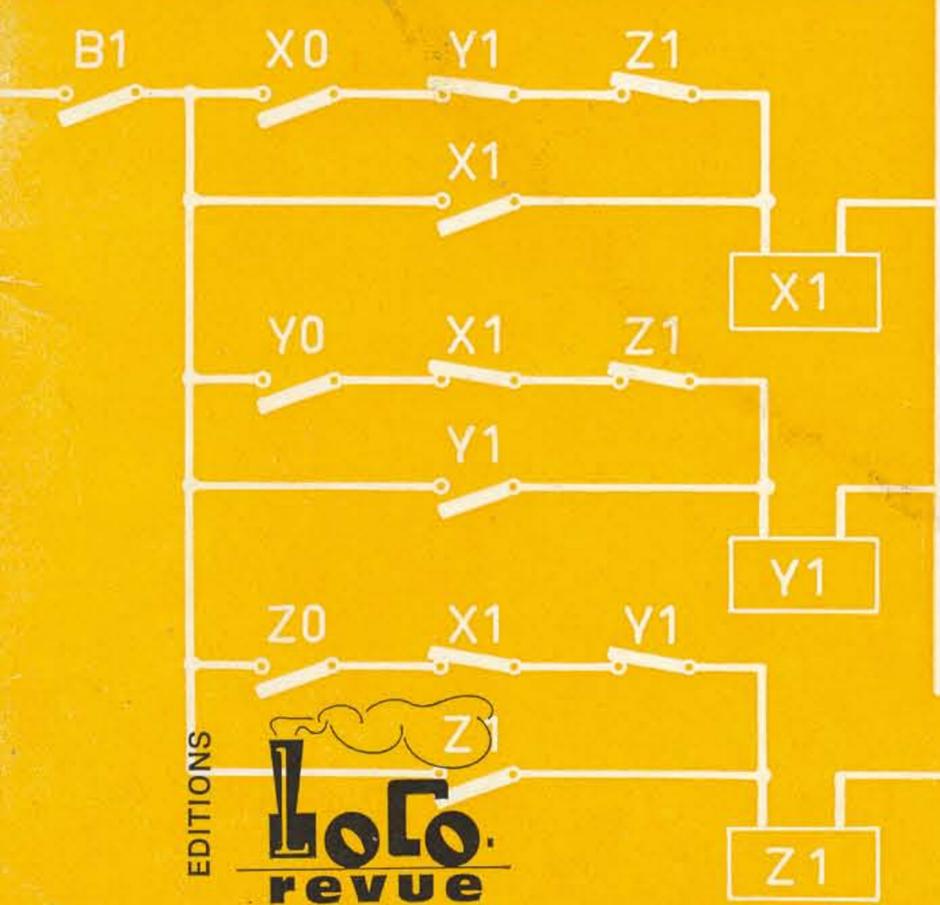
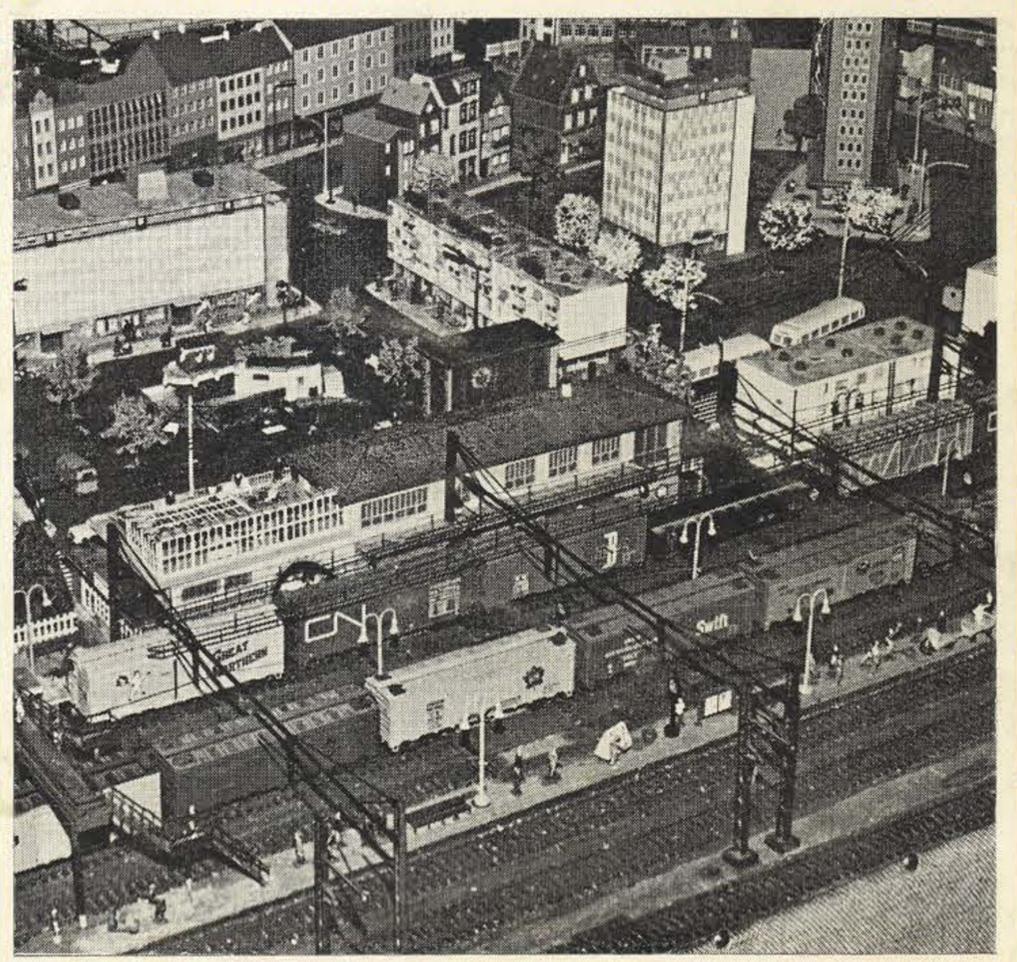
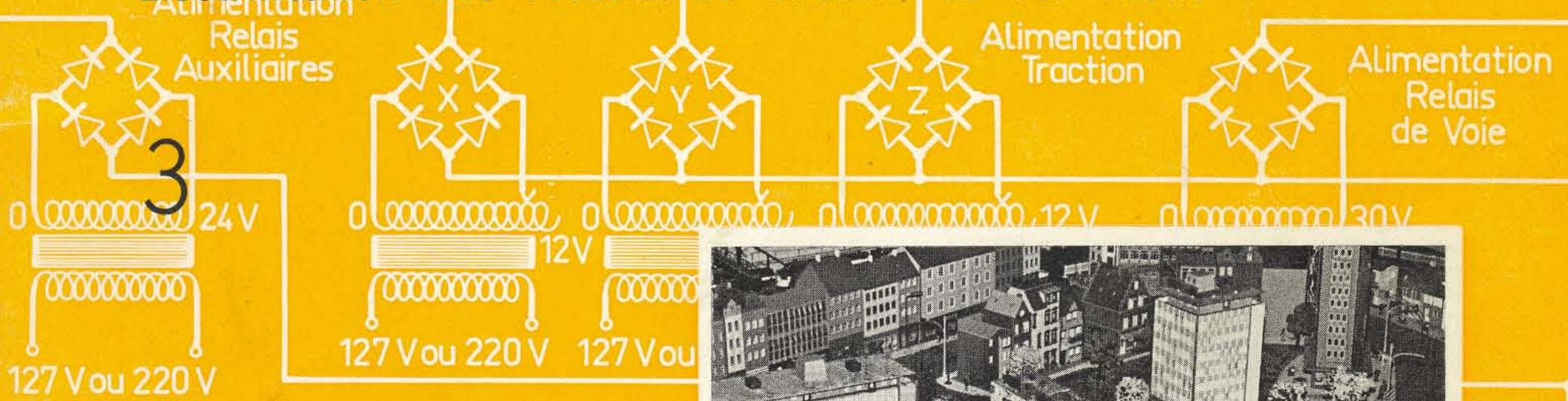
Rail Commun



# L'ÉLECTRICITÉ AU SERVICE DU MODÉLISME

Traction Source X  
Traction Source Y  
Traction Source Z

Electrification des réseaux de chemin de fer modèles



# **L'ÉLECTRICITÉ AU SERVICE DU MODÉLISME**

Electrification des réseaux de chemin de fer modèles

P. CHENEVEZ

Fascicule n° 3, 1972

*Ce tome 3 est la suite logique de l'importante étude réalisée par P. Chenevez sur l'électrification du réseau miniature, dont certains chapitres essentiels ont été présentés sous le même titre dans Loco-Revue. Ces chapitres sont toutefois plus largement développés ici et les schémas présentés ont eux-même bénéficié de certains perfectionnements.*

*Le tome 1 est à présent épuisé mais une nouvelle édition tenant compte des chapitres repris dans le tome II est prévue.*

# SOMMAIRE

<b>1</b>	Liaisons sources de traction - trains .....	5
<b>2</b>	Sources de traction à régulation électronique .....	20
<b>3</b>	Equipement d'un réseau - Solution classique .....	26
<b>4</b>	Equipement d'un réseau - Solutions électroniques .....	36
<b>5</b>	Inversion de marche .....	52
<b>6</b>	Eclairage des trains .....	60
	Répertoire des abréviations .....	66
	Table des matières .....	68
	Index des schémas .....	70

Editions LOCO-REVUE - B.P. 9, Le Sablen, 56400 AURAY.

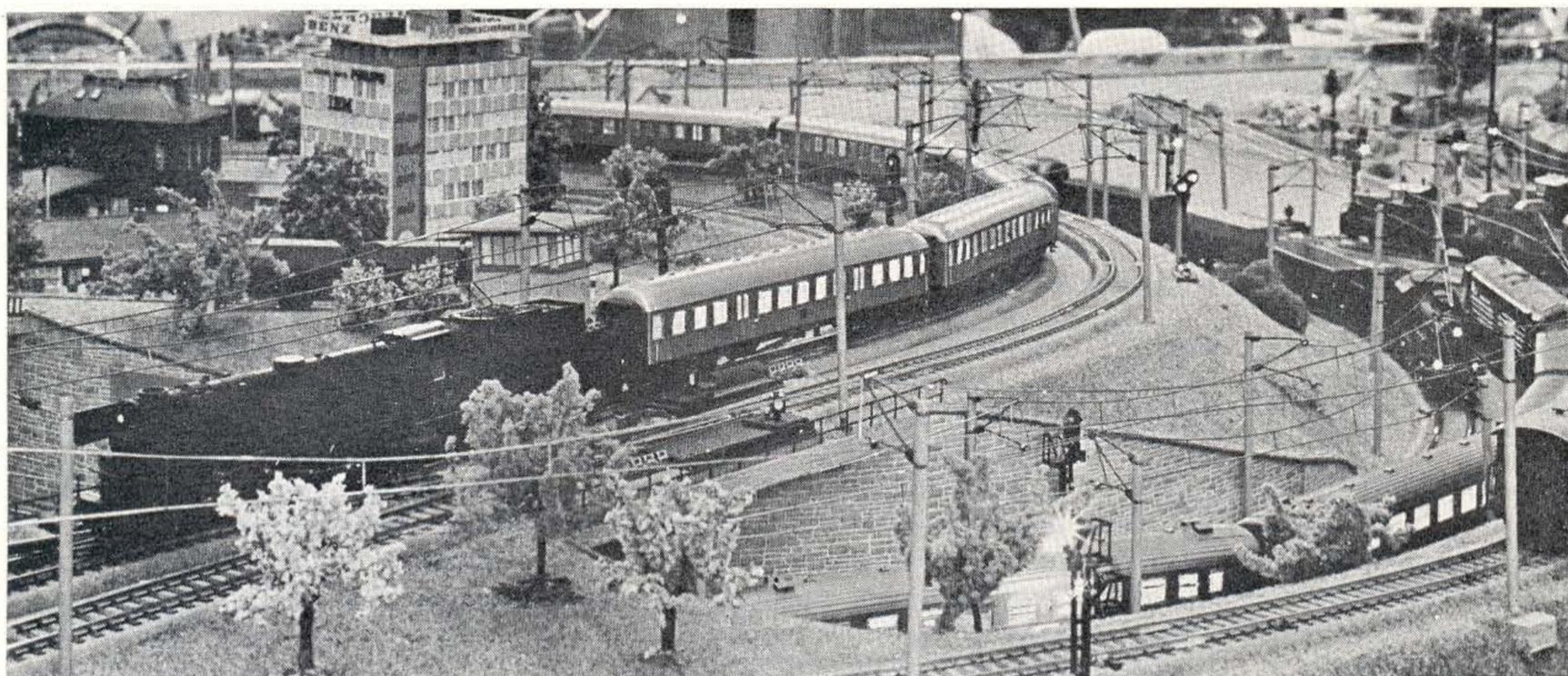
Tous droits réservés.

## Rappel du sommaire du tome I

1. Notions de base. — 2. Unités électriques et circuits de base. — 3. Systèmes de traction. — 4. Modalités d'alimentation. — 5. Aiguillages. — 6. Commande manuelle des trains. — 7. Cab-control. — 8. Automatismes. — 9. Automatismes à la SNCF. — 10. Block automatique. — 11. Block automatique avec circuit de voie indépendant de la traction. — 12. Perfectionnement des blocks automatiques. — 13. Marche arrière en block automatique. — 14. Commande centralisée. — 15. Utilisation rationnelle des amplificateurs magnétiques ou de blocks d'alimentation électroniques à action temporisée.

## Rappel du sommaire du tome II

1. Rappel des principes de base. — 2. Relais de voie et blocks automatiques. — 3. Protection des aiguillages. — 4. Itinéraires. — 5. Tableau de contrôle optique. — 6. Boucle de retournement automatique.



L'éclairage des trains, tant en marche qu'à l'arrêt, est réalisé ici, sur un réseau de démonstration Fleischmann, à l'aide du dispositif "haute fréquence" de la marque (voir page 61).

Cliché Loco-Revue

## INTRODUCTION

*Le présent tome de l'Electricité au service du modélisme termine la série des 3 tomes destinés à aider le modéliste dans l'utilisation de l'électricité sur son réseau et à mettre à sa disposition un certain nombre de solutions aux problèmes qu'il se pose généralement.*

*Dans le premier tome, j'ai cherché à prendre à leur base les circuits électriques exploités dans un réseau notamment les systèmes de traction, l'équipement des voies à 2 ou 3 rails, la commande des aiguilles, la commande manuelle des trains, et le block automatique, de façon à donner au modéliste les éléments de base des automatismes les plus fréquemment rencontrés.*

*Dans le deuxième tome, je me suis efforcé de présenter les phénomènes électriques et électroniques avec une orientation plus scientifique, la pratique du modélisme suivant une évolution très intéressante en s'écartant délibérément des techniques "jouet" et "petit train". Ainsi ont été décrits : les automatismes en tant que principe de mise en valeur d'un réseau, avec leurs schémas, la façon de les écrire, de les lire et de les comprendre - la détection de voie, où l'électronique prend toute sa valeur - la protection des*

aiguillages, où des automatismes simples peuvent reproduire fidèlement ce qui se passe dans les chemins de fer réels - les itinéraires accompagnés du TCO, qui permettent des recherches passionnantes pour la mise au point des schémas et des résultats d'exploitation remarquables, et qui représentent un attrait très spectaculaire, sans aucun doute le plus spectaculaire de tout le modélisme "électrique".

Le troisième tome, écrit dans le même esprit que le second, s'efforce d'apporter des solutions aux problèmes considérés comme étant à la pointe des préoccupations électriques des modélistes modernes. Les espoirs sont donc assez techniques et je ne saurais trop recommander aux lecteurs d'assimiler les principes présentés dans les tomes précédents avant d'aborder les chapitres qui suivent.

Néanmoins, le contenu du tome 3 forme un ensemble autonome et sa compréhension n'implique pas la possession des tomes 1 et 2, je la recommande seulement, car il y a une certaine progression dans la complexité des schémas présentés.

Les sujets traités concernant surtout la commande des trains, dans le sens noble, c'est-à-dire les phénomènes qu'on peut mettre en œuvre pour agir le plus subtilement possible sur les trains, de façon manuelle ou automatique, pour les faire obéir fidèlement et sans à-coups, aux signaux et aux consignes du régulateur. Ainsi il sera question des sources modernes de traction, faisant appel à l'électronique et permettant des liaisons extrêmement souples avec les trains qu'elles alimentent. Des équipements concrets de réseaux sont également présentés, dans différentes versions, de façon à permettre au modéliste de se rendre compte des moyens à mettre en œuvre dans chaque cas et de choisir en connaissance de cause.

Bien entendu les exemples donnés ne sont pas limitatifs et je n'ai pas la prétention d'avoir épuisé le sujet ; j'ai recueilli néanmoins les idées ou les réalisations d'un certain nombre de modélistes - chercheurs (il y en a de plus en plus et c'est un signe très encourageant pour le modélisme scientifique) et je pense ainsi présenter au choix du lecteur des solutions assez variées, et ayant fait leurs preuves sur des réseaux. J'ai indiqué, le moment venu, le nom des amateurs qui ont conçu telle ou telle solution.

Je me suis efforcé de donner à ces variantes une unité de présentation, aussi bien dans l'écriture des schémas que dans la désignation des relais, etc... Cette recherche d'unité s'étend sur l'ensemble des 3 tomes.

Le modélisme ferroviaire est en constante évolution, ce qui montre sa vitalité et l'arrivée à ce hobby passionnant de techniciens séduits par l'aspect scientifique récent du modélisme et les progrès de la normalisation. Nous assisterons sans aucun doute à la mise au point et à la présentation de nouveaux procédés de plus en plus astucieux et j'en tiendrai compte ultérieurement, soit à l'occasion de réédition de tomes déjà publiés, soit même dans les tomes nouveaux...

# CHAPITRE I

## Liaisons sources de traction-trains

Il m'a paru intéressant de regrouper dans un même chapitre différents procédés permettant de conduire le courant de traction d'une source de traction jusqu'à un train et plus précisément d'assurer une continuité de cette liaison source-train lorsque le train circule à travers le réseau. Il est, en effet, tout à fait souhaitable que ce soit toujours la même source de traction qui guide un même train ; on réalise ainsi la reproduction de la réalité en remplaçant le mécanicien d'un train par un opérateur agissant sur le boîtier de

commande de la source de traction liée au train.

Les méthodes permettant d'assurer ces liaisons sources-trains permanentes sont soit manuelles, soit automatiques.

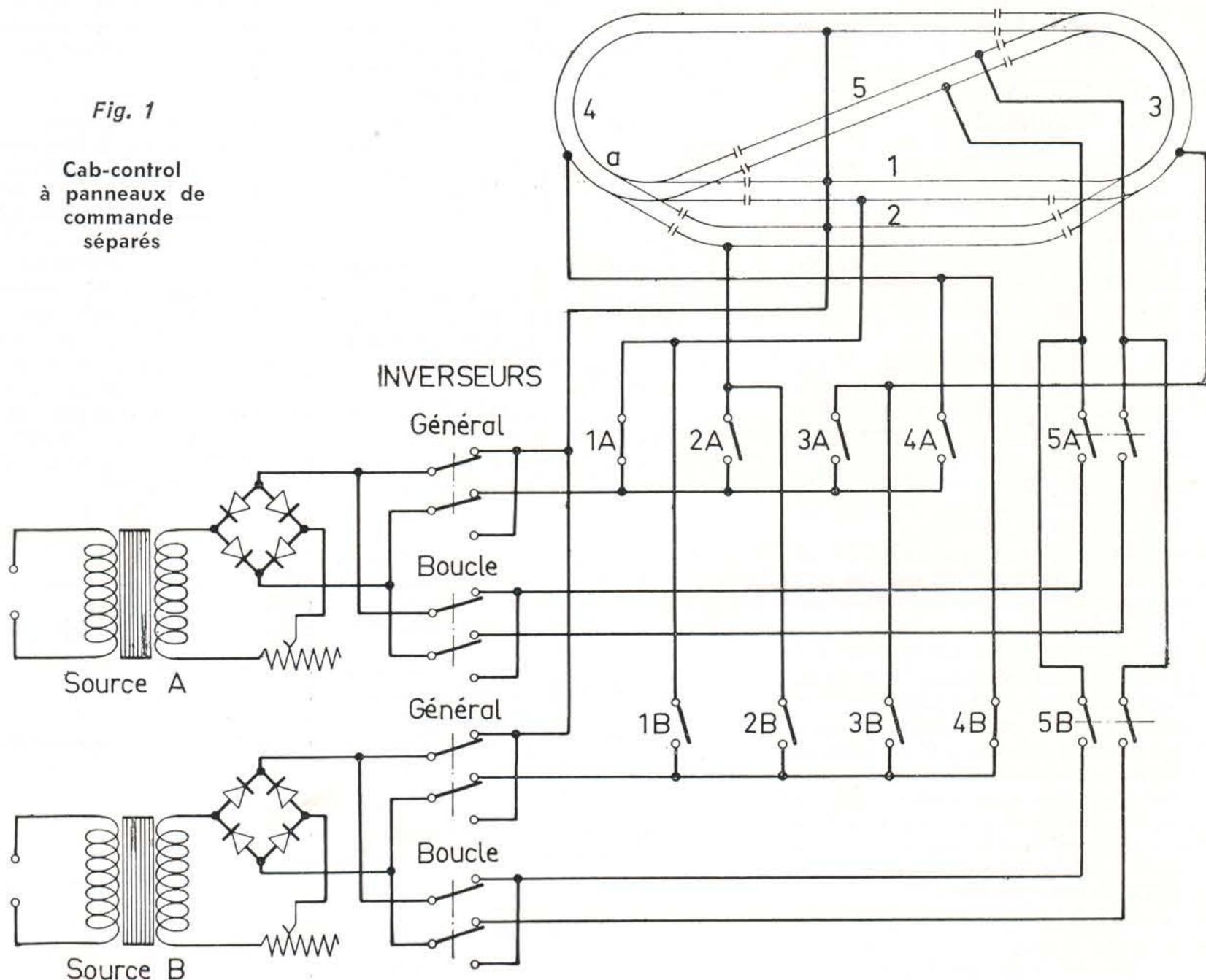
### A) LIAISONS SOURCES-TRAINS MANUELLES.

Cette liaison manuelle consiste dans le procédé dit du cab-control, dont j'ai décrit le fonctionnement en détail dans le tome 1, et que les modélistes américains ont utilisé les premiers.

Le principe du cab-control est simple, il consiste à amener le courant de traction successivement sur tous les tronçons de voie parcourus par un train.

Sur un réseau simple (ovale avec dédoublement et boucle de retournement), je rappellerai le schéma de câblage lorsqu'on utilise des panneaux de commande séparés (fig. 1).

La position des interrupteurs permet d'aiguiller le courant de traction de l'une ou l'autre source vers l'un quelconque des cantons. Bien entendu, il



n'y a aucune sécurité de manœuvre et on doit surveiller de très près le réseau avant de changer la position des interrupteurs, afin d'éviter de faire pénétrer un train dans un canton déjà occupé.

A titre d'exemple sur le schéma, la source A alimente un train sur le canton 1, tandis que la source B alimente un autre train sur le canton 4. Ces deux trains sont absolument indépendants en vitesse comme en sens de marche.

On peut augmenter le nombre des sources de traction, mais ce n'est valable que lorsque le nombre de cantons est considérable, afin d'avoir une marge suffisante entre les trains et d'éviter les rattrapages.

Ces liaisons sources-trains manuelles présentent donc un avantage pour de grands réseaux, où l'intérêt réside dans le décor et la mise en valeur de belles rames, mais où la technique passe au second plan.

## B) LIAISONS SOURCES-TRAINS AUTOMATIQUES.

Divers procédés évitent une intervention manuelle et permettent de maintenir la liaison source-train soit par des relais, soit par superposition de courant HF de télécommande, soit par commutation à base de sélecteur rotatif.

### 1) TÉLÉCOMMANDE HAUTE FRÉQUENCE

Un certain nombre de systèmes ont été mis en œuvre (ASTRAC, JOUEF, etc.) en utilisant la HF. Ils ont des technologies différentes, notamment en ce qui concerne l'appareillage électronique, mais comportent un certain nombre de principes communs que je décrirai succinctement.

- Une tension alternative (14 V ou 24 V, suivant le système) est délivrée dans l'ensemble du réseau en permanence, par un transformateur classique. On peut également envisager l'injection permanente d'une tension redressée (succession de demi-sinusoïdes positives).
- Un émetteur de fréquences HF (100 à 200 kHz environ) superpose des courants HF au courant 50 Hz ou redressé.
- Chaque fréquence HF émise est contrôlée par un boîtier de commande comportant un potentiomètre déterminant le temps pendant lequel est émis le signal HF, à chaque période du courant 50 Hz.

Un récepteur, placé dans chaque loco, est réglé sur une des fréquences émises et, de ce fait, assure la liaison entre le boîtier de commande ci-dessus et le train.

- Le récepteur comporte un circuit sensible à une certaine fréquence HF qui débloque un transistor de

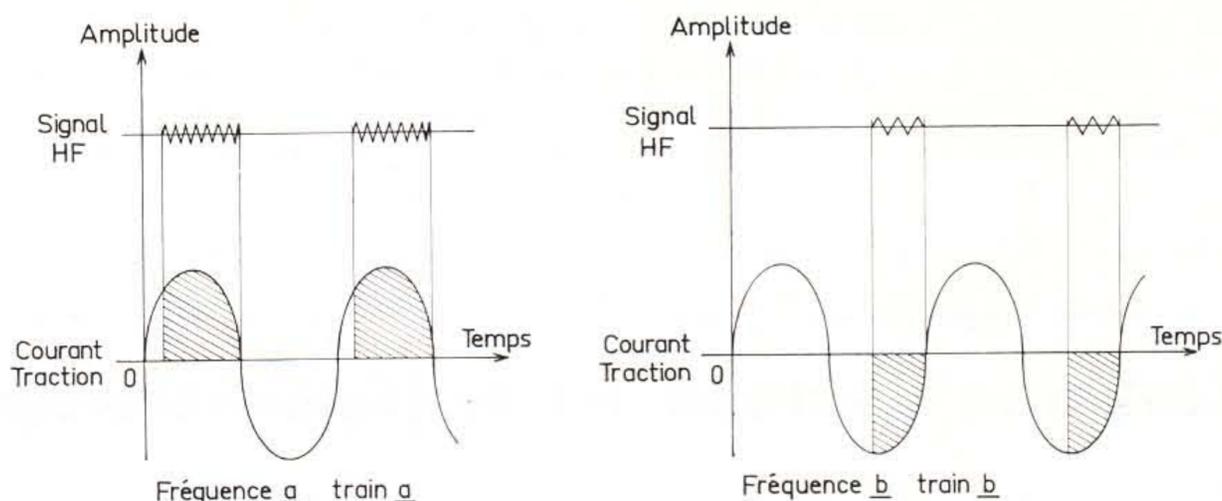


Fig. 2 Télécommande haute fréquence

Principe de transmission des signaux de commande

commande, lequel contrôle un deuxième transistor de puissance monté en interrupteur. Suivant la polarité du courant, ce deuxième transistor alimente le moteur traction directement à partir de l'alternatif 50 Hz, restitué sous forme de courant pulsé.

On voit, sur les schémas de la figure 2, que :

- La fréquence HF "a" est émise par impulsions d'assez longue durée et, de ce fait, le transistor du récepteur du train "a" laisse passer presque complètement la demi-période positive du courant alternatif 50 Hz ; le train "a" va vite.
- La fréquence HF "b" est émise par impulsions assez courtes et, de ce fait, le transistor du récepteur du train "b" laisse passer peu de courant 50 Hz, le train "b" va lentement.
- Le circuit sensible du récepteur est constitué par une association self-condensateur, dont les caractéristiques jumelées constituent un accord vis-à-vis d'une fréquence HF déterminée (fig. 3).
- Le signal HF peut être émis pendant la demi-période positive du courant 50 Hz et le train marche en avant (fréquence "a" de la figure 2), ou

pendant la demi-période négative et le train marche en arrière (fréquence "b" de la figure 2).

Ces procédés présentent des avantages :

- Simplification du câblage ;
- Eclairage constant des rames, en marche ou à l'arrêt ;
- Sélection des machines très facile. Mais aussi des inconvénients :
- Les moteurs de locomotives fonctionnent à partir de courant pulsé, excellent pour les ralentis, mais de mauvais rendement en vitesse de route.
- Toutes les locos, sans exception, doivent être équipées, ce qui n'est pas économique pour un parc traction important et limite l'indépendance effective des locos, compte tenu du nombre limité de fréquences HF, ou canaux disponibles à partir du poste de commande.
- Le découpage en cantons pour le block automatique est assez complexe, ainsi que le fonctionnement de relais de voie retardés.
- Le principe même du block automatique ne doit pas opérer au niveau de chaque canton, sinon par tout ou rien, ainsi que le réalise le Monobloc Jouef.

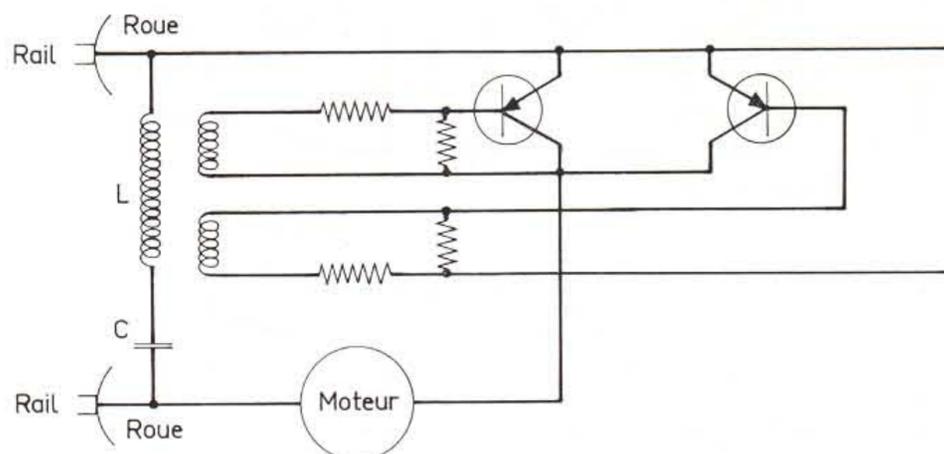


Fig. 3 Télécommande haute fréquence

Principe d'un récepteur

Le block doit agir au niveau de chaque source, mais les schémas à mettre en œuvre s'apparentent à ceux utilisés pour un système normal à courant continu et, à ce moment, le système perd de son intérêt.

- La puissance des récepteurs commerciaux est parfois faible vis-à-vis d'engins de traction particuliers et notamment pour les grands écartements, impliquant l'adjonction d'un amplificateur onéreux.

Ainsi, les liaisons par télécommande HF sont intéressantes :

- Soit pour des modélistes débutants ou hostiles aux techniques de signalisation évoluées, qui pourront faire circuler plusieurs trains sans complication, ce qui ne veut pas dire sans incident ;
- Soit pour une partie de réseau, notamment, gare de triage, le parc traction devant cependant être scindé en deux groupes : l'un équipé de récepteurs et fonctionnant sur alternatif fixe, l'autre sans récepteur et fonctionnant sur continu variable.

## 2) UTILISATION DE SÉLECTEUR ROTATIF.

Les sélecteurs rotatifs, appareils employés couramment en téléphonie, peuvent être utilisés avec profit en modélisme, notamment pour mettre en œuvre un cab-control automatique ; je reprends ici, avec certaines modifications, l'idée originale d'un modéliste amateur averti, M. Leboucher.

### a) Description d'un sélecteur.

Pour suivre plus facilement l'exposé, il est nécessaire de se représenter ce qu'est un sélecteur : il est constitué par des balais tournant autour d'un axe et frottant sur des contacts fixes placés en couronne.

Chaque position du sélecteur correspond à un passage de courant entre un balai et un contact fixe. Une bobine et une roue à rochet permettent l'entraînement, pas à pas, du sélecteur, chaque fois que la bobine reçoit une impulsion de courant.

Suivant le type de sélecteur, on peut utiliser quatre, huit balais ou même plus, et réaliser ainsi des commutations intéressantes de plusieurs circuits indépendants.

L'utilisation en cab-control automatique consiste à affecter un canton à chaque position du sélecteur, suivant le principe du « contrôle de route » décrit dans cette brochure (tome 1, figure 70, page 35).

### b) Fonctionnement en cab-control.

Examinons le fonctionnement du dispositif suivant le schéma de la figure 4 :

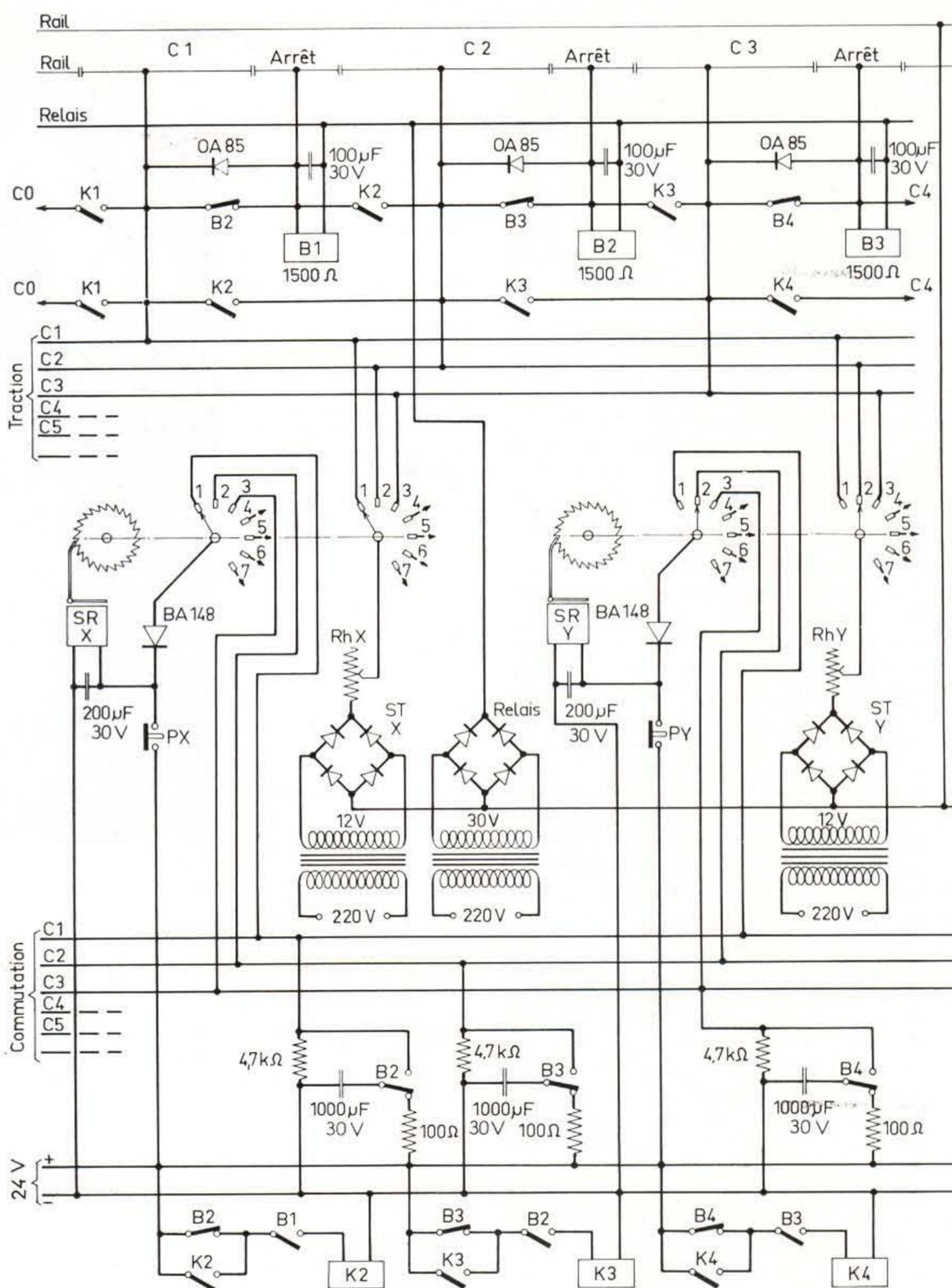


Fig. 4 Liaison source-train par sélecteur rotatif

- Deux sources de traction, X et Y, sont représentées, mais on peut ajouter d'autres sources sans difficulté et sans modification du câblage préexistant.
- Chaque source de traction comporte un équipement classique (transformateur, redresseur et rhéostat), associé à un sélecteur rotatif à deux galettes : l'une pour la traction, l'autre pour la commutation ; ainsi, deux balais indépendants sont mis en contact successivement avec des plots correspondant à chaque canton.
- Supposons un train n° 1 sur le canton 2 et « accroché » à la source Y,

le sélecteur associé à cette source est sur la position 2 ; le courant traction sort du transformateur Y, passe à travers le redresseur et le rhéostat, puis est dirigé par le sélecteur sur le feeder « Traction c2 », c'est-à-dire jusqu'au rail du canton 2.

— Le train n° 1 avance donc normalement suivant la tension fournie par le rhéostat Y. A ce sujet, il y a lieu de remarquer qu'un rhéostat peut être utilisé, car un seul train peut être raccordé à la source et il n'y a pas de risque de voir chuter la tension aux bornes de la locomotive par suite de l'augmentation du courant à travers le rhéostat, due à l'alimentation d'un deuxième train.

— La détection de voie a été représentée avec une diode antiretour suivant la disposition classique décrite dans cette brochure, mais une détection électronique type BATH ou similaire peut également être mise en œuvre ; de même le block automatique a été représenté, par simplification, sans ralentissement, mais celui-ci peut facilement être ajouté, ainsi que la signalisation, à l'aide de contacts des relais B.

— En reprenant la marche du train n° 1 et en supposant le canton 3 libre, le train 1 avance donc dans le canton 2, alimenté par la source Y ; le relais K3 est excité ; le train franchit la zone d'arrêt du canton 2 sans modifier sa marche et il pénètre dans le canton 3.

— A ce moment se situe la commutation du sélecteur ; en effet, le relais B3 s'excite et le condensateur de 1000  $\mu$ F, qui était en charge par la résistance de 100 ohms, se décharge à travers le feeder « Commutation c2 » et le sélecteur Y en position c2, dans la bobine de ce sélecteur ; cette décharge fait avancer le sélecteur d'un cran, compte tenu de la présence de la roue à rochet ; le condensateur finit de se décharger dans la résistance de 4,7 k $\Omega$ . Le sélecteur avance en position C3. Au moment de la pénétration du train 1 dans le canton 3, il y a succession dans le temps d'un certain nombre de phénomènes : excitation du relais B3, décharge du condensateur, avancement du sélecteur ; cette succession est rapide mais, néanmoins, le courant traction n'arrive dans le canton 3 qu'avec un certain décalage par rapport à la pénétration du train et il y aurait un à-coup dans la marche du train sans l'action du relais K3.

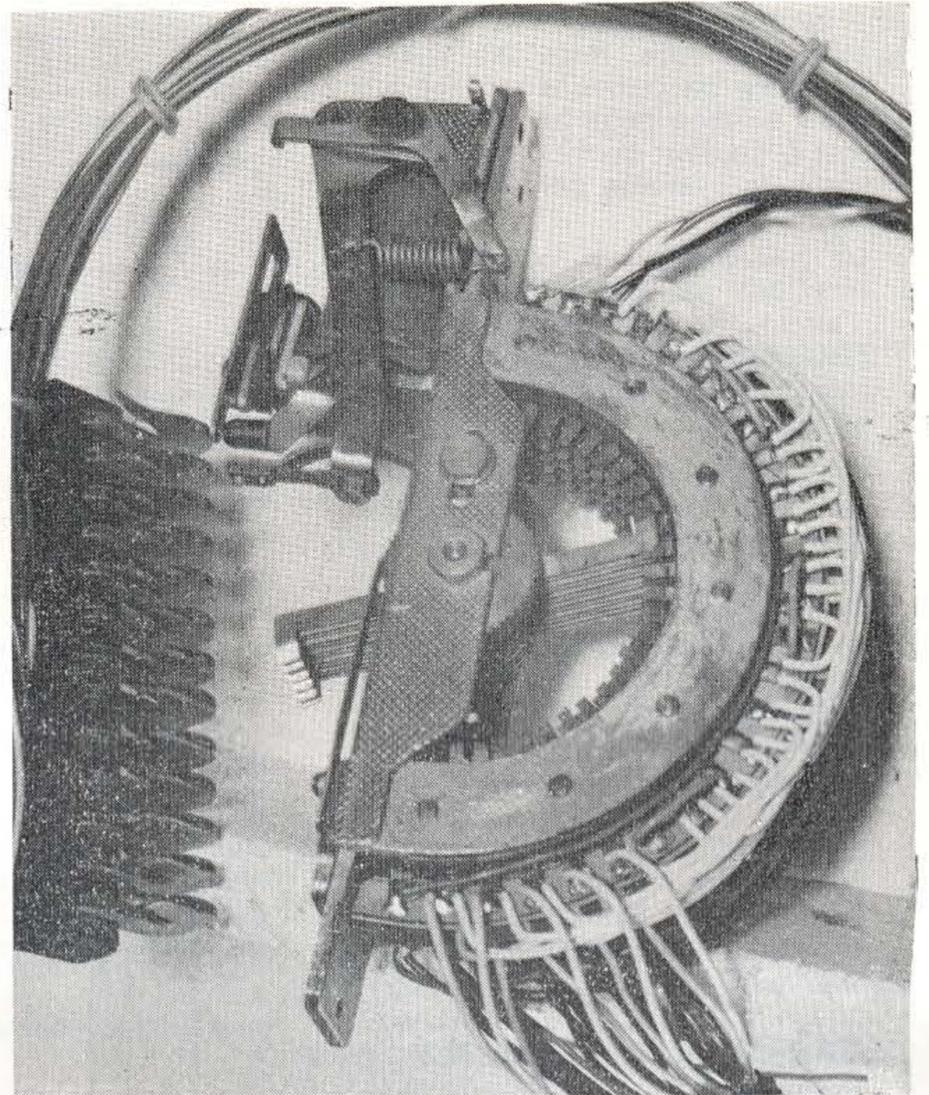
— Un contact travail du relais K3 réunit le canton 2 au canton 3 et ce canton reçoit le courant traction venant du canton 2 tant que le sélecteur n'a pas avancé d'un cran ; le passage d'un plot à l'autre étant extrêmement court, il n'y a pas d'à-coup. Le relais K3 reste excité à la pénétration du train dans le canton 3, à cet effet, un contact travail du relais K3 est placé en parallèle avec un contact repos du relais B3.

— On voit que le relais K3 reste excité tant que le train 1 occupe le canton 2 ; un contact travail du relais K3 relie le canton 3 à la section arrêt du canton 2 ; de ce fait cette section reste alimentée en courant traction et les wagons équipés de l'éclairage, notamment le fourgon de queue, resteront éclairés au passage sur la section arrêt, ce qui représente un avantage non négligeable.

Un contacteur rotatif câblé.

Le faisceau de fils aboutit au connecteur femelle. Les fiches mâles, reliées aux feeders attendent dans l'armoire à relais. Après avoir mis en place le contacteur, il suffit d'embrocher les deux éléments et de relier 5 fils destinés à l'alimentation. Le 6<sup>e</sup> est connecté au +.

Cliché  
Leboucher



— Lorsque le fourgon de queue du train n° 1 quitte le canton 2, les relais B2 et K3 retombent ; le condensateur de 1000  $\mu$ F correspondant au feeder « Commutation c1 » se recharge à travers la résistance de 100  $\Omega$  et le contact repos du relais B2.

### c) Fonctionnement en block automatique.

— Supposons qu'un train n° 2, accroché sur la source X, soit arrêté sur la section arrêt du canton 1, par le jeu du block automatique ; lorsque le train 1 quitte le canton 2, le train 2 repart et, lorsqu'il atteint le canton 2 à son tour, la commutation du sélecteur X par condensateur doit avoir lieu ; le condensateur doit donc avoir eu le temps de se recharger entre la retombée et la réexcitation du relais B2.

— Lorsque le train 2 pénètre dans le canton 2, le sélecteur X avance de la position c1 à la position c2 suivant le processus examiné pour le sélecteur Y, mais le relais K3 ne s'excite pas, car le relais B3 est excité par la présence du train 1 dans le canton 3 ; il n'y a donc pas jonction des cantons 2 et 3 sur le plan traction, ces deux cantons étant occupés par des trains différents avec des sources différentes.

— Le train 2 s'arrête donc sur la section arrêt du canton 2, et ainsi de suite...

— Un bouton poussoir P permet de faire tourner manuellement chaque sélecteur et de « l'accrocher » au train désiré.

### Remarques.

Il y a lieu de remarquer au sujet de ces schémas que :

— Le sélecteur rotatif s'adapte fort bien aux phénomènes de la succession normale des cantons, avec le block automatique correspondant.

— Il faut un sélecteur par source de traction, mais il n'y a que deux relais par canton, quel que soit le nombre de sources, ce qui rend l'équipement de l'ensemble simple et économique.

— Le block automatique représenté est du type BANC (block au niveau des cantons), c'est-à-dire que les phénomènes de block sont déterminés par des contacts situés uniquement à chaque canton et agissant sur ce canton ; on peut également, avec le dispositif décrit, en ajoutant d'autres galettes et balais, mettre en œuvre un block du type BANS (block au niveau des sources) ; les informations propres aux blocks sont alors envoyées, à travers ces galettes et ces balais, aux sources de traction qui sont, dans ce cas, du type électronique et débitent une tension variable suivant ces informations et valable pour chaque train « accroché » à chaque source (voir chapitre suivant sur les « STARE »).

— En cas de dédoublement de voies, on peut utiliser une galette et un balai supplémentaire, les relais d'aiguillage assurant la permutation entre les balais à l'entrée et à la sortie ; cependant, si le cab-control s'applique à un ensemble de cantons comprenant de nombreux aiguillages, retournements, etc., le dispositif s'avère beaucoup moins souple qu'un système à relais ; la commutation mécanique est effectivement plus limitée qu'une commutation électrique.

— Par ailleurs, la marche arrière n'est possible qu'à l'intérieur d'un même canton ou sur deux cantons successifs, si le train est resté à cheval sur ces deux cantons ; les balais ne peuvent pas, en effet, reculer.

— Enfin, la commutation par condensateur met en jeu des courants élevés pouvant endommager, à la longue, les contacts des relais B, ceux-ci étant utilisés à chaque passage d'un canton sur l'autre.

En conclusion, ce système doit être réservé aux réseaux de tracés simples, mais comportant un nombre de cantons élevé, où le caractère économique du cab-control automatique sera apprécié ; il est préférable de réserver les perfectionnements de block à des systèmes à relais, beaucoup plus souples et universels.

### 3) COMMANDE CENTRALISÉE — SCHÉMAS TYPES.

J'ai regroupé sous ce titre les différents procédés qui permettent d'assurer une liaison permanente d'un train à travers un circuit, avec une source unique de traction et qui utilisent des relais comme éléments de base, d'autres accessoires (diodes, résistances, etc.) n'étant pas exclus.

#### a) Commande centralisée normale CCN

Le courant traction est connecté successivement sur les cantons parcourus par un train, en utilisant les relais de block automatique et en mettant en œuvre des relais supplémentaires suivant le schéma de la figure 5. La voie a été représentée en « deux rails » sans ralentissement, mais le système est, bien entendu, valable en « trois rails », et avec un autre type de block automatique et avec ou sans ralentissement ; il a l'avantage de n'utiliser aucune pédale ou crocodile.

J'ai indiqué sur le schéma trois sources de courant avec leur réglage de vitesse propre, mais le nombre des sources peut commencer à deux et s'étendre indéfiniment ; on est limité seulement par le nombre des relais.

Le schéma a été établi pour une succession normale de cantons en pleine voie, et il y a lieu d'assimiler complètement le jeu des permutations

automatiques dans ce cas simple, avant d'envisager le fonctionnement avec des aiguilles.

Imaginons qu'un train roule sur le canton 1 et soit « accroché » sur la source X. Cela signifie que le relais X1 est excité et que le courant traction sort de la source X, traverse le contact travail du relais X1 et le rail traction du canton 1. Lorsque ce train atteint le canton 2, le relais B2 s'excite et le relais X2 s'excite également, étant donné que le contact travail du relais X1 est fermé alors que les relais Y1 et Z1 ne sont pas excités. Le relais X2 est auto-alimenté par un contact travail de façon à maintenir l'accrochage du train sur la source X lorsque ce train quitte le canton 1 et que le relais X1 n'est plus excité.

Si à ce moment un deuxième train « accroché » sur la source Y pénètre dans le canton 1, le relais Y1 sera excité suivant le même processus, mais le relais Y2 ne s'excitera pas, car un contact repos du relais X2 excité coupe l'alimentation du relais Y2.

Les deux trains peuvent alors se suivre, avec l'espacement dû au block automatique, le premier train étant piloté par la source X et le deuxième par la source Y. Au fur et à mesure de l'avancement des deux trains, les relais X et Y de chaque canton opéreront les commutations utiles sans intervention manuelle. On peut ainsi conduire réellement les deux trains à distance avec deux vitesses différentes.

Il y a lieu de noter, au sujet de ce dispositif de base, que :

— Un troisième train peut être accroché sur la source Z avec une commande indépendante.

— Rien n'interdit d'accrocher volontairement deux trains sur la même source, ces deux trains obéiront simultanément aux variations de vitesses de cette source.

— Le nombre de relais par canton (y compris le relais de block automatique) est égal au nombre des sources augmenté d'une unité.

— Sur le schéma représenté, chaque relais X, Y ou Z comporte trois contacts travail et deux contacts repos.

— Les relais X, Y ou Z peuvent être alimentés directement par une source « 24 V - relais » à l'aide d'un bouton-poussoir pour « accrocher » manuellement au départ sur une source un train placé sur un canton déterminé.

— Un dispositif spécial peut permettre la suppression des ralentissements et arrêts automatiques, en conservant la signalisation, afin d'obtenir une conduite manuelle et spécifique des trains.

— Le ralentissement par block automatique peut être facilement ajouté au schéma de base, en utilisant des contacts des relais de block.

— La marche arrière des convois peut être réalisée en plaçant des inverseurs sur les circuits d'alimentation de la voie et en procédant manuellement à l'excitation des relais X, Y ou Z de chaque canton, avec le bouton d'alimentation manuelle de ces relais ; on peut aussi prévoir un relais d'inversion générale qui alimente tous les relais X par exemple et assure ainsi une marche arrière continue avec la source X. La marche arrière peut également être automatique avec une commande centralisée « banalisée ». Par exemple dans l'alimentation du relais X2 on place un contact travail du relais X3 à côté du contact travail du relais X1, avec un contact inverseur du relais de marche arrière ; il en est de même pour les autres sources et les autres cantons.

Cet exposé du schéma de base de la commande centralisée est un aperçu des avantages de ce système. Les variantes suivantes ont été mises au point dans le souci de diminuer le nombre des contacts de relais, ce qui représente généralement la bête noire d'un certain nombre d'amateurs. Les variantes font apparaître d'autres accessoires, tels que condensateurs, diodes, ou même d'autres relais, chaque utilisateur choisissant finalement la solution qui le séduit le mieux, en fonction des éléments en sa possession ou des fonctions qu'il désire mettre surtout en vedette. Je donnerai d'ailleurs des critères de choix qui pourront guider les amateurs en comparant ces diverses solutions.

#### b) Commande centralisée à relais retardés : CCR.

On voit sur la figure 6 que, pour chaque canton, il y a un relais de commande centralisée par source. Les relais représentés correspondent au canton 2 et comportent tous un condensateur aux bornes pour les retarder légèrement à la retombée.

Supposons un premier train « accroché » sur la source X dans le canton 1. Les relais B1 et X1 sont excités. Lorsque le train pénètre dans le canton 2, le relais B2 s'excite à son tour, ce qui provoque, à travers la chaîne de transfert du schéma, l'excitation du relais X2 et aussitôt son auto-alimentation par le jeu du contact inverseur du relais X2. Grâce au condensateur, ce relais ne retombe pas au moment très court où le relais ne reçoit plus d'impulsion. Ce verrouillage permet en même temps de ne pas perturber la liaison source-train lorsque le premier train quitte le canton 1 et qu'un autre y pénètre, « accroché » par exemple sur la source Y. En effet, à ce moment la chaîne de transfert est rompue et le relais Y2 ne peut s'exciter.

On peut, soit retarder légèrement les relais, soit dédoubler les contacts

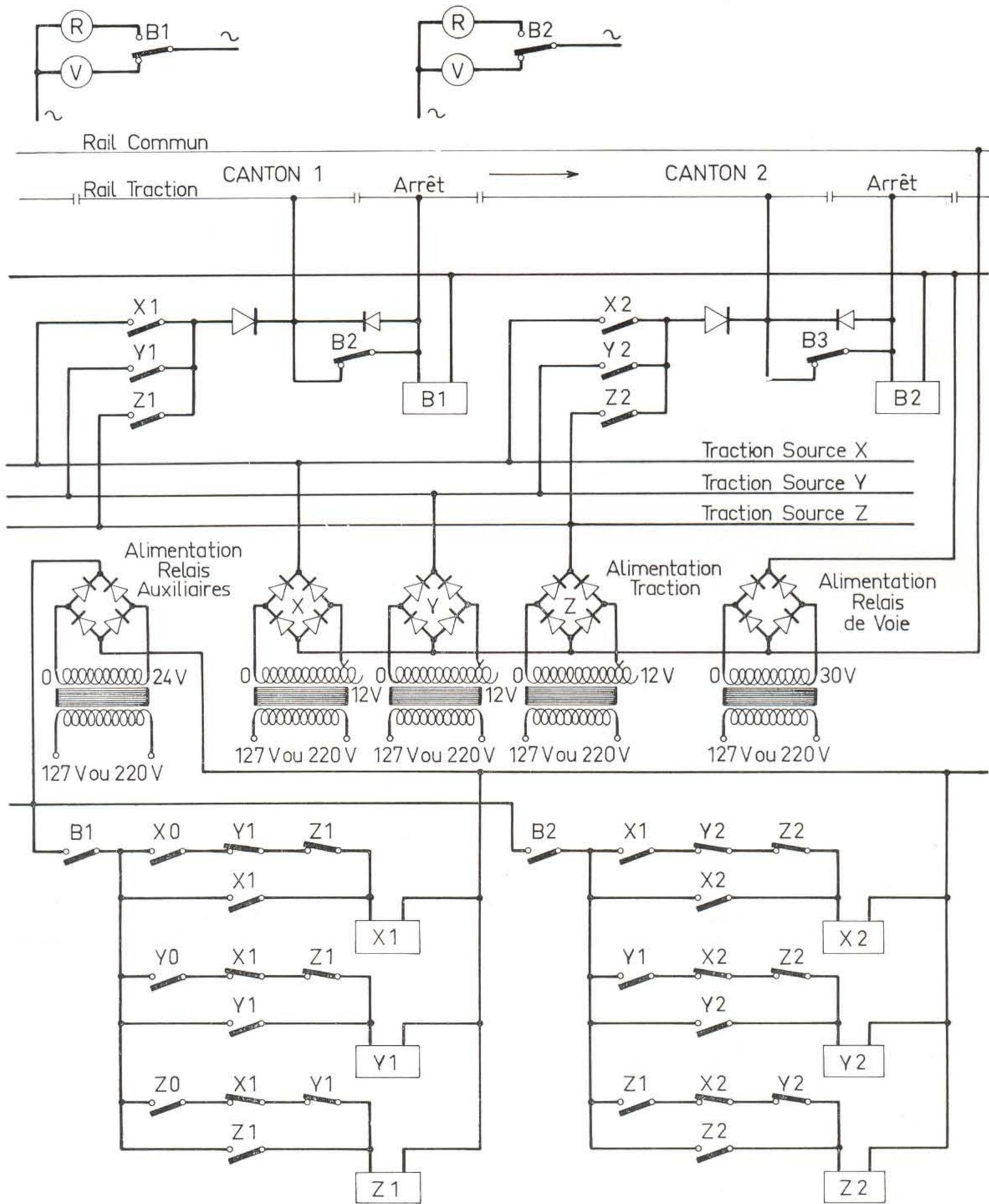


Fig. 5 Commande centralisée : schéma de base

Caractéristiques des cellules antiretour (pour HO) : circuit fraction 800 mA/30 V  
circuit relais 100 mA/12 V

inverseurs en contacts travail et contacts repos, en modifiant les lames pour que le contact travail se ferme avant que le contact repos ne s'ouvre; il existe d'ailleurs des relais téléphoniques où ce dispositif est mis en place par construction.

On voit que la CCN et la CCR sont identiques en ce qui concerne les schémas traction et block automatique; la CCR permet également la recherche automatique des sources lors du passage d'un train depuis un circuit sans CC (commande centralisée) dans un circuit muni de CC. (Le schéma traction CCR est donné en figure 7.)

La CCR comporte le même nombre de relais que la CCN, mais moins de contacts, et permet l'adjonction facile

d'une source supplémentaire, dans une étape ultérieure.

c) **Commande centralisée mixte : CCM.**

Cette variante de commande centralisée est appelée mixte, car elle utilise d'une part les relais déjà rencontrés pour la CCN et également un relais T dont l'utilité est intéressante pour le block automatique (démarrage au ralenti, démarrage avec retard par rapport au passage du feu rouge au feu vert, allumage du feu de fourgon) et pour la double traction.

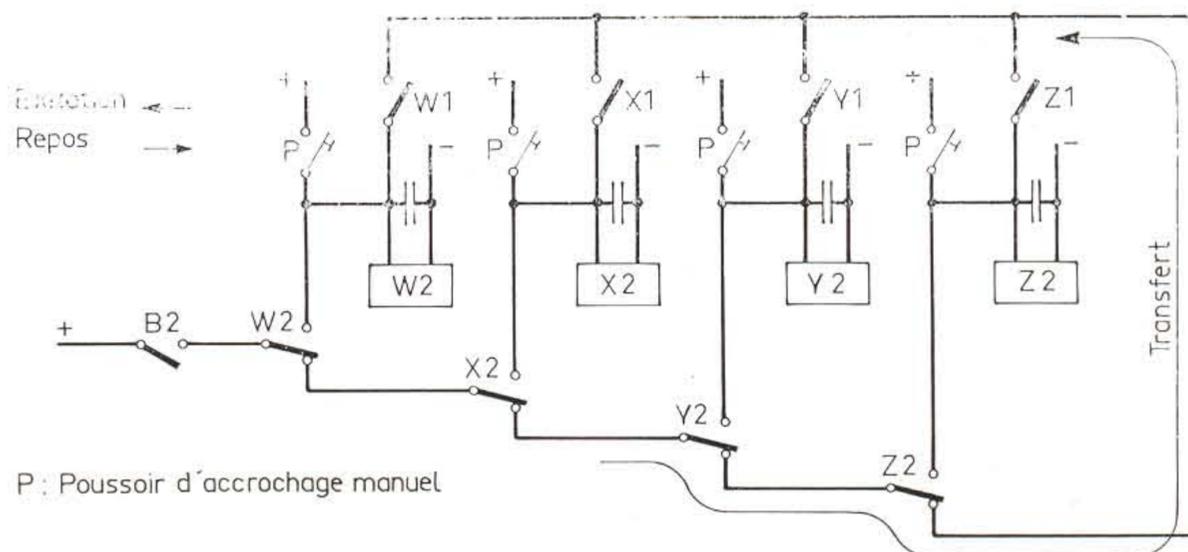


Fig. 6 **Commande centralisée à relais retardés**  
"Permutation des sources de traction"

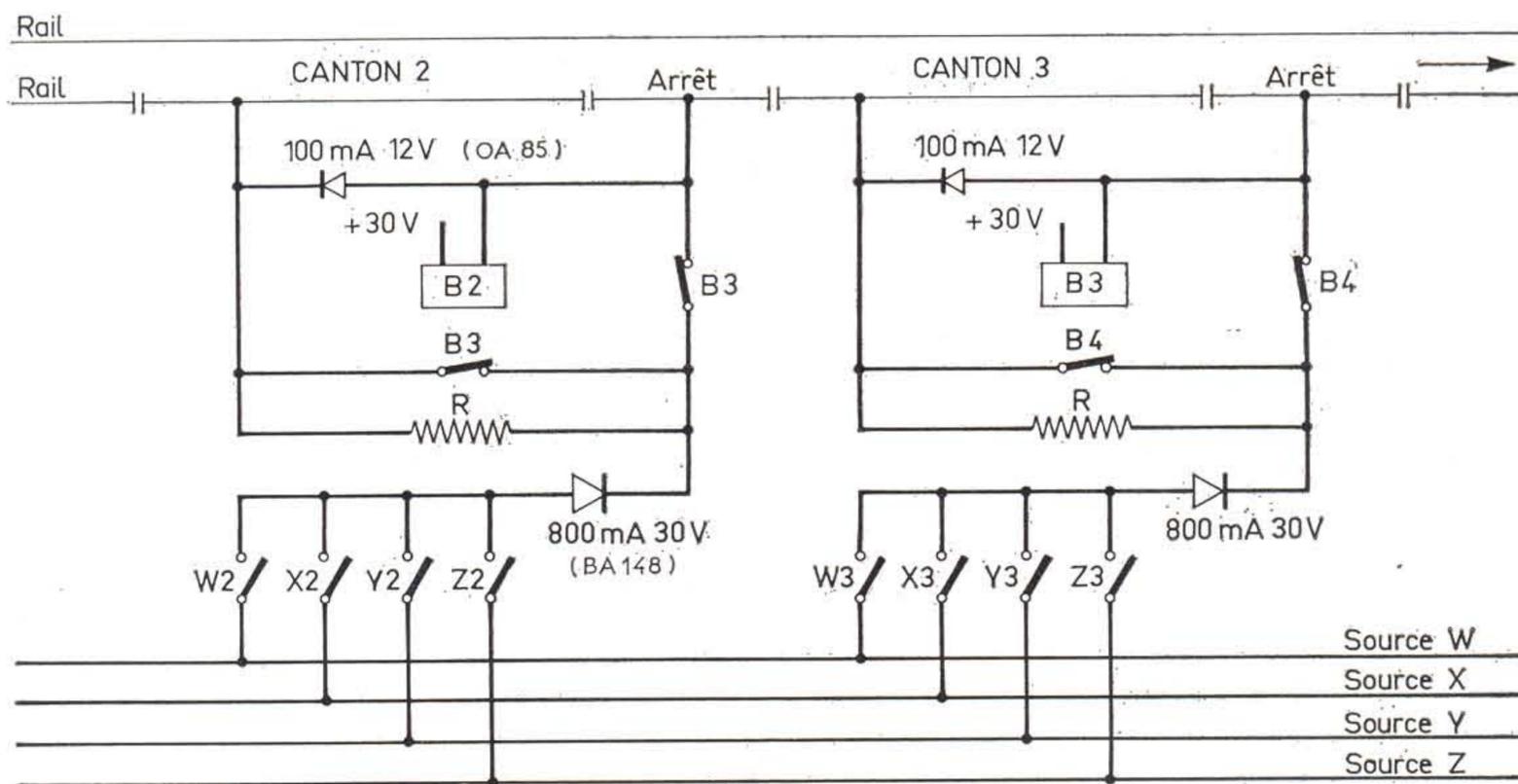


Fig. 7 **Commande centralisée à relais retardés**  
"Alimentation de la voie"

Le schéma général de la CCM, y compris l'alimentation du relais T (un par canton), est donné en figure 8.

L'utilisation, dans le schéma de transfert des sources d'un canton à l'autre, de contacts des relais T, W, X, etc., permet l'emploi de relais ordinaires sans retard. Le verrouillage du transfert est obtenu par le relais T sans contact supplémentaire par rapport au schéma normal d'alimentation de ce relais.

On voit que la CCM et la CCN sont identiques en ce qui concerne les schémas traction et block automatique, que je ne reproduis pas (voir CCR). La CCM permet également la recherche automatique des sources lors du passage d'un train depuis un circuit sans CC dans un circuit muni de CC.

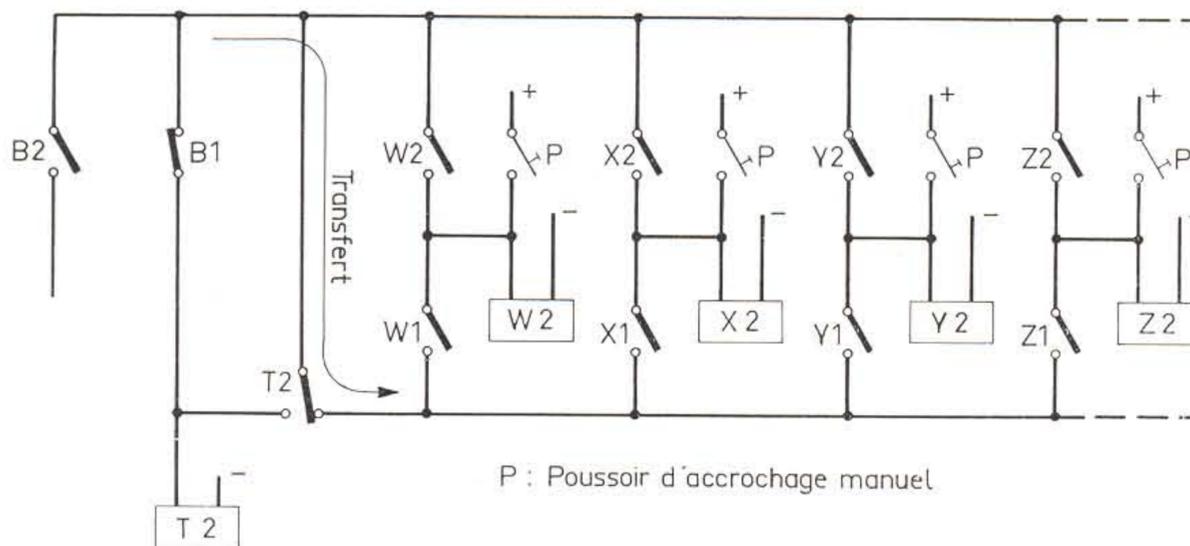


Fig. 8 **Commande centralisée mixte**  
"Permutation des sources de traction"

La CCM comporte un relais de plus par canton que la CCN ou la CCR, mais ce relais T étant utile par ailleurs (block), ce supplément n'est qu'apparent. Enfin, la CCM permet l'adjonction facile d'une source supplémentaire, lors d'une étape ultérieure.

**d) Commande centralisée binaire : CCB.**

Il est intéressant de conserver le principe de la CCM, c'est-à-dire l'utilisation du relais T comme verrouillage du transfert et d'appliquer le système binaire à la sélection des sources. Ainsi, au lieu d'avoir un relais par canton et par source, on conserve par canton un relais pour deux sources, ou deux relais pour quatre sources, ou trois relais pour huit sources, etc., la position « excité » ou « non excité » d'un relais assurant l'aiguillage entre deux sources ou entre deux groupes de sources.

Le transfert est très sûr, néanmoins, la diminution du nombre des relais s'accompagne d'une augmentation du nombre des contacts. Par ailleurs, le système n'est rentable que pour deux, quatre ou huit sources ; pour un nombre de sources différent (trois ou cinq, par exemple), le gain de relais est moins efficace. Enfin, l'adjonction d'une source supplémentaire après coup entraîne un nouveau câblage (figures 9 et 10).

**e) Commande centralisée préparée : CCP.**

Dans tous les types de commande centralisée précédents, il y a une caractéristique commune : la permutation des relais de sources s'effectue lors de la pénétration d'un train dans le canton intéressé. Par exemple, lors de l'occupation du canton 2, le relais B2 s'excite et le relais X2 par exemple (ou M2) s'excite, ce qui ferme un

contact sur le circuit traction du canton 2.

Ce phénomène peut présenter un léger inconvénient dû au décalage (très petit) entre la pénétration du train dans le canton et le passage du courant de traction.

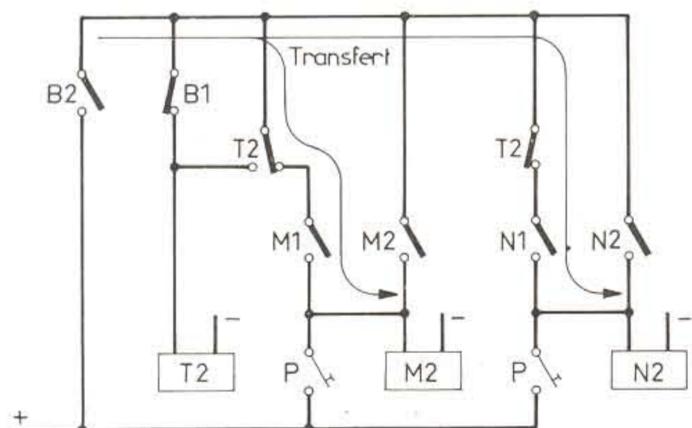
Pour tourner cette difficulté et fermer ces contacts du circuit traction avant la pénétration du train, il est intéressant de faire permuter les relais de commande centralisée avec un canton d'avance, à condition que le canton suivant soit libre, sinon, comme a priori il serait occupé par un train accroché sur une autre source, cette permutation brouillerait anormalement les sources. La commande centralisée est ainsi « préparée ».

Le schéma de permutation des relais de sources est indiqué sur la figure 11, étant entendu que le schéma traction est identique à la CCB. Ce schéma de permutation reprend une idée de M. Yves Mercier, que ce modéliste distingué développe dans une « Commande sélective automatique » (CSA), basée sur les mêmes principes.

On voit que le basculement éventuel du relais M3, par exemple, a lieu lors de l'occupation du canton 2 (excitation du relais B2), sauf si le canton 3 est occupé.

**Principe de fonctionnement.**

Supposons qu'un train unique pénètre dans le canton 2 et qu'il soit accroché sur la source W (relais M et N excités) ; les relais M2 et N2 sont



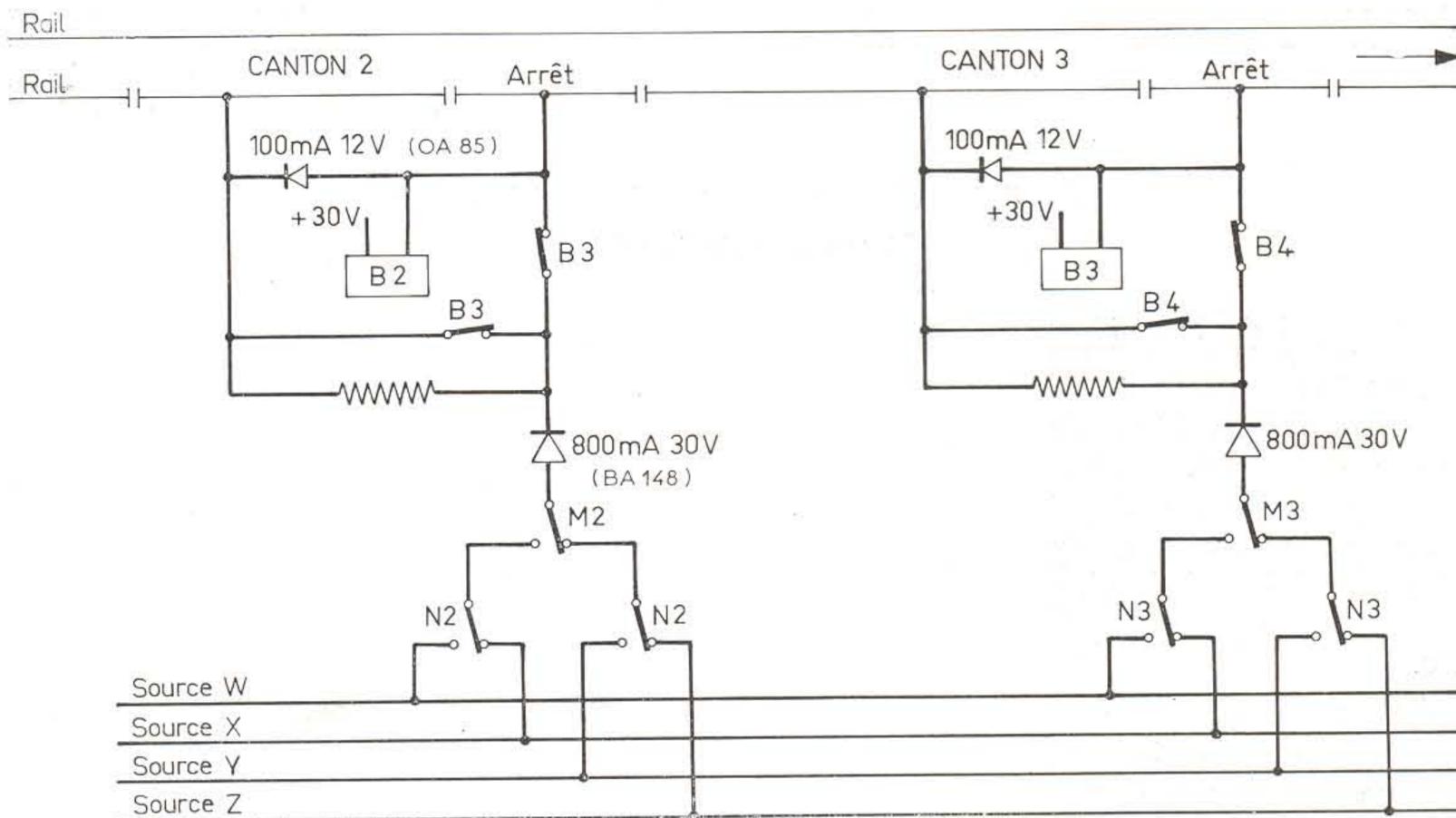
**Fig. 9**

**Commande centralisée binaire**

M1, N1 : contacts des relais de source du canton 1.

M2, N2 : contacts des relais de source du canton 2.

P : poussoir manuel d'accrochage des sources.



**Fig. 10**

**Commande centralisée binaire**

*"Alimentation de la voie"*

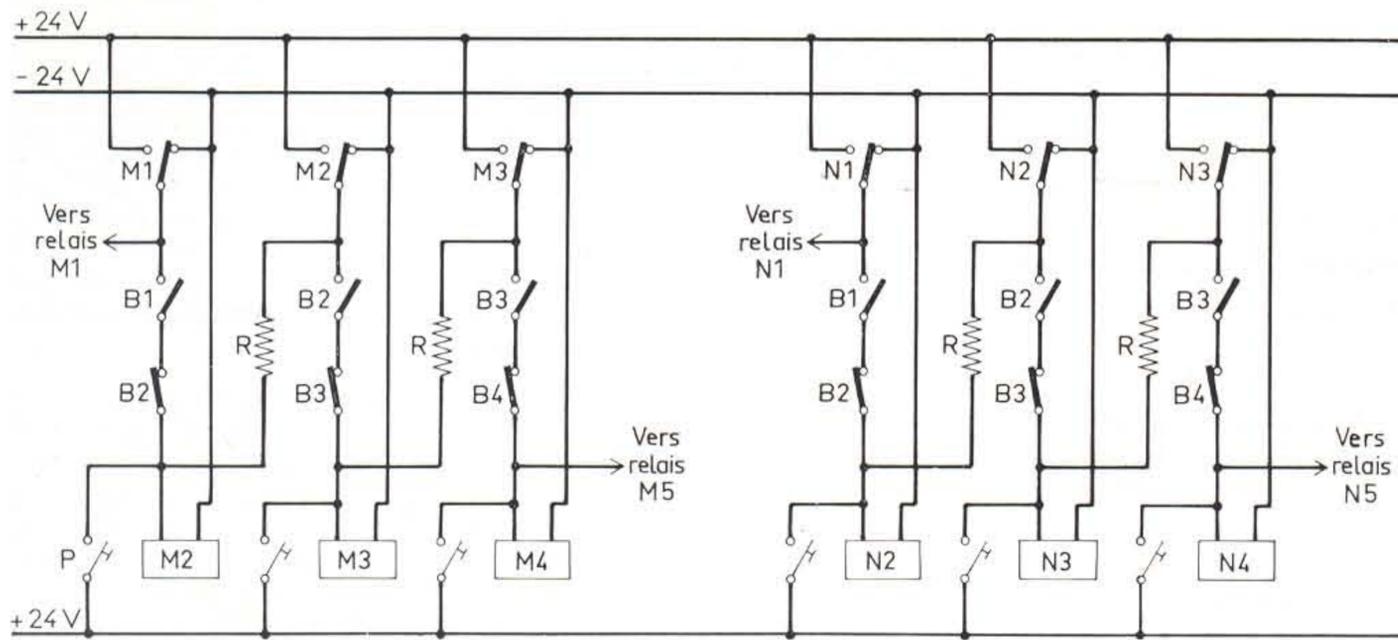


Fig. 11

**Commande centralisée préparée**

"Permutation des sources de traction"

R : 220 ohms/1 W

P : poussoir manuel d'accrochage des sources.

excités ; lors de la fermeture du contact travail du relais B2, le relais M3 s'excite et maintient son alimentation à travers la résistance R (même processus pour le relais N3) ; de ce fait, lorsque le train pénétrera dans le canton 3, les contacts des relais M3 et N3 situés sur le circuit traction seront fermés, ce qui évite de les fermer en charge et les relais resteront excités même après que le train aura quitté le canton 2 (retombée du relais B2) ; on constate que les relais M et N de tous les cantons restent excités après le passage de ce train accroché sur la source W.

**Succession de plusieurs trains.**

Supposons maintenant qu'après le passage de ce premier train, qui aura laissé les relais M et N excités, un deuxième train pénètre dans le canton 2 (avec un intervalle de plusieurs cantons entre les deux trains) et soit accroché, lui, sur la source X (relais M excité, relais N au repos) ; le relais M2 est excité, le relais N2 ne l'est pas ; lors de la fermeture du contact travail du relais B2, le relais M3, qui était déjà excité, reste excité, par contre le relais N3 qui était déjà excité également se trouve avec les deux bornes de sa bobine d'alimentation en court-circuit et il retombe ; ce court-circuit s'établit ainsi : + 24 V, contact travail du relais N3, résistance R, contact repos du relais B3, contact travail du relais B2, contact repos du relais N2 et enfin - 24 V. La résistance R (220 Ω-1 W) supporte l'intensité de ce court-circuit, qui d'ailleurs dure très peu de temps : dès que le relais N3 retombe, le contact travail de ce relais s'ouvre et le court-circuit disparaît. L'accrochage sur la source X (relais M3 excité, relais N3 au repos) est donc bien transmis pour le canton 3 et la position des relais M et N de tous les cantons reste figée après le passage de ce train accroché à la source X.

Il en est, bien entendu, de même pour les trains accrochés sur les sources Y et Z, les relais M et N jouant un rôle absolument symétrique.

Supposons qu'un train unique pénètre dans le canton 2 et qu'il soit accroché source W (relais M2 et N2 excités), alors qu'un autre train occupe le canton 3 et est accroché sur la source X (relais M3 excité, relais N3 au repos) ; on voit sur le schéma que la continuité de la chaîne de transfert est interrompue par le contact repos du relais B3, ce contact étant ouvert puisque le relais B3 est excité : le relais N3, dans ce cas, reste au repos et il n'y a pas interférence des sources.

Le maintien de la position des relais M et N après le passage d'un train, permet la conservation de la liaison source-train en cas de refoulement sans modification du schéma. La marche arrière se trouve particulièrement facile. La présence simultanée des polarités + et - 24 V sur les contacts inverseurs des relais M et N conduit néanmoins à utiliser des relais parfaitement réglés et à agir avec prudence lors des vérifications de circuits.

**f) Commande centralisée transfert : CCT.**

La commande centralisée CCP décrite précédemment est valable lorsque la projection de la liaison source-train sur le canton suivant est possible, c'est-à-dire en pleine voie, ou avec une aiguille en pointe ; dans ce dernier cas un contact inverseur du relais d'aiguille oriente la permutation des relais vers l'un ou l'autre des cantons suivants.

Lorsqu'on est en présence d'un aiguillage en talon, il est indispensable, pour mettre en œuvre la CCP, d'appliquer un enclenchement d'approche (voir chapitre III, tome 2), évitant ainsi un mélange des sources si deux trains occupent les cantons précédant l'aiguille.

Cependant, un tel enclenchement n'est pas toujours réalisable, notamment si l'aiguille en talon fait partie d'un complexe d'aiguilles beaucoup plus compliqué (par exemple, si deux voies d'entrée aboutissent à trois voies de sortie, etc.). On peut mettre en œuvre un système d'itinéraires enclenchés (genre PRA ou PRS) comme nous l'avons étudié, mais c'est une opération souvent hors de portée de l'amateur moyen qui souhaite néanmoins surmonter la difficulté inhérente à l'impossibilité de désigner « le canton suivant » et, par suite, de réaliser la permutation des relais de commande centralisée avec un canton d'avance.

Il y a lieu dans ces cas d'effectuer un transfert de la source, seulement au moment où le train va pénétrer dans l'aiguille, c'est-à-dire après le passage sur la section arrêt.

J'ai développé les schémas correspondants en utilisant des détections avec le système électronique BATH (voir chapitre II, tome 2), particulièrement bien adapté et économique pour ces détections multiples, mais le procédé est également valable avec des détections classiques du type « diode antiretour » ou autres.

Le schéma est composé de deux parties : la figure 12 traite du passage des courants traction et détection, la figure 13 traite de la permutation des relais de sources, c'est-à-dire du fonctionnement de la commande centralisée, celle-ci étant de type binaire.

L'aiguillage est considéré comme n'ayant pas d'enclenchement d'approche ou comme faisant partie d'un embranchement complexe.

On voit que le canton 2 est un canton normal de pleine voie ; son câblage est conforme à ce qui a déjà été décrit (voir chapitre II, tome 2) ; j'ai ajouté le ralentissement qui ne pose pas de problème (résistance R). La commande centralisée binaire a été

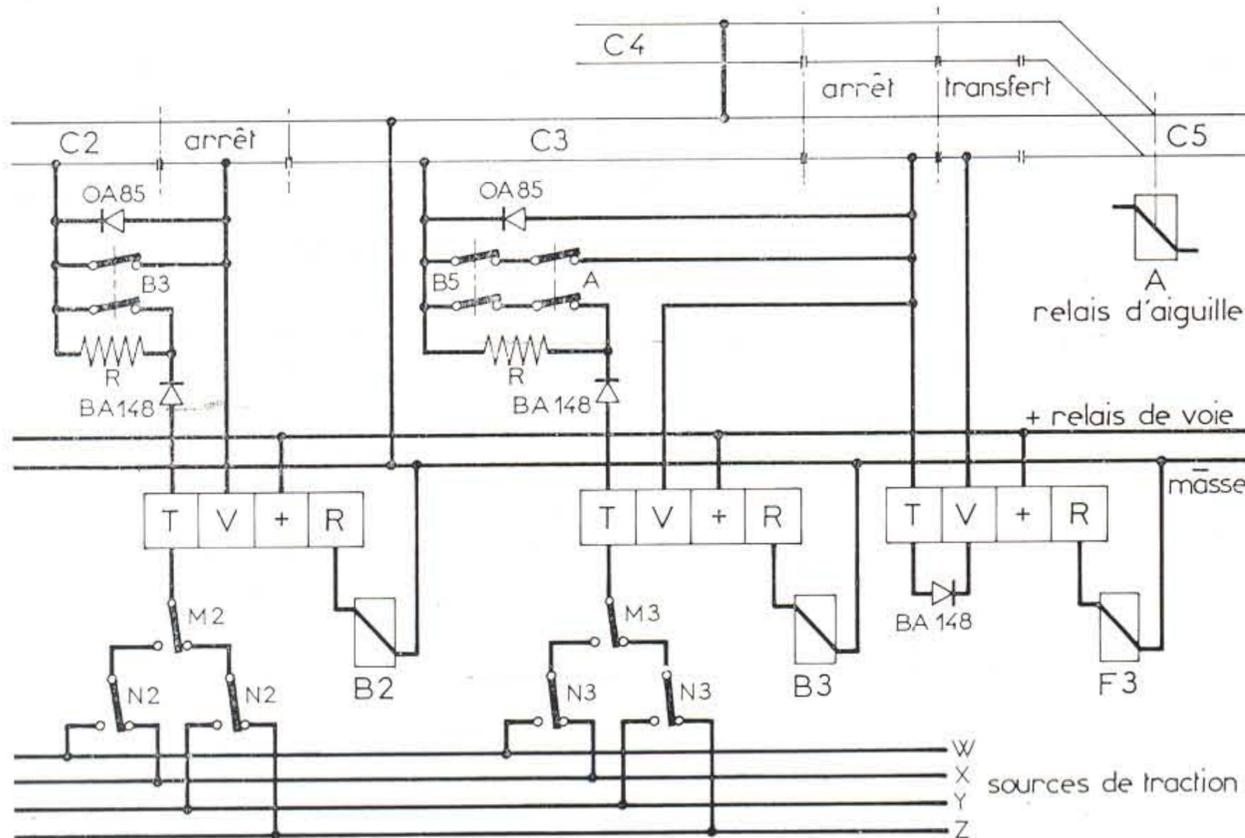


Fig. 12 Commande centralisée transfert

"Alimentation de la voie"

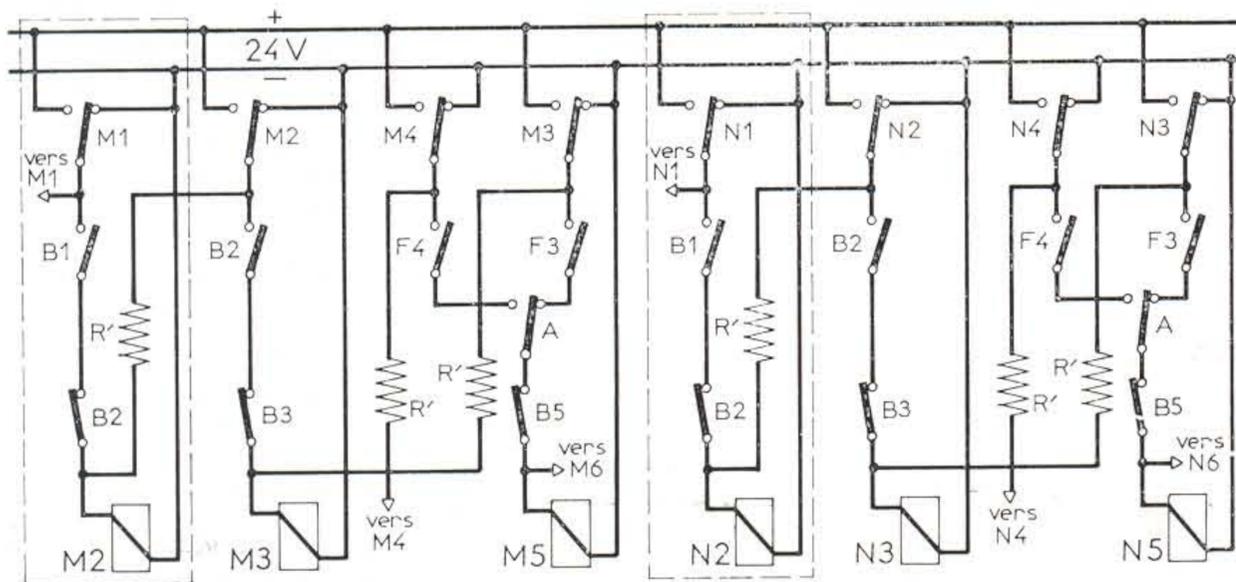


Fig. 13 Commande centralisée transfert

"Permutation des sources de traction"

Pour 1 canton de block il faut : Pour le block proprement dit, un relais B avec 8 contacts (2 traction, 2 signalisation, 4 transfert) et pour la sélection des sources, un relais M avec 2 contacts (1 traction, 1 transfert) et un relais N avec 3 contacts (2 traction, 1 transfert), éventuellement, 1 relais F avec 2 contacts (transfert).  $R' = 220 \text{ ohms/1 watt}$ . Les circuits encadrés du schéma concernent le premier canton : C 2 (pleine voie).

mise en œuvre, sur le plan traction, suivant un processus déjà présenté. Sur le plan transfert des sources, une disposition nouvelle par rapport aux schémas d'origine de la CCB et du CSA a permis, entre autres, l'économie des relais de transfert. Trois relais seulement pour quatre sources sont ainsi nécessaires par canton de pleine voie.

Les sources de traction n'ont pas été représentées pour ne pas alourdir le schéma, mais ces sources peuvent être du style classique, c'est-à-dire avec transformateur, redresseur et rhéostat, puisque chaque source n'alimente qu'un seul train. (Les con-

tacts d'inversion de marche n'ont pas non plus été répétés.)

Le canton 3 est particulier ; il précède un aiguillage en talon et le transfert de la source au canton suivant, lors de l'occupation du canton 3, provoquerait des anomalies si un autre train survenait en même temps sur l'autre branche de l'aiguille et passait le premier ; il est donc intéressant de ne déclencher le transfert que juste avant la pénétration du train dans le canton suivant, et d'insérer dans la voie une section "transfert", qui possède sa détection spécifique par BATH, mais qui ne reçoit du courant traction qu'en même temps que la section

arrêt ; on voit que le relais B 3 est excité lors de l'occupation de n'importe quel point du canton 3, y compris les sections "arrêt" et "transfert", tandis que le relais F 3 n'est excité que lors de l'occupation de la section "transfert", grâce aux jeux combinés des deux barrettes BATH et des deux diodes BA 148. La signalisation étant assurée, ainsi que le block, par les relais B, il y a une continuité absolue à ce sujet.

Dans le schéma de transfert des sources, on voit que si le relais M 2 par exemple est excité, le relais M 3 s'excitera lors de l'excitation du relais B 2, c'est-à-dire lors de l'occupation du canton 2 ; ainsi, au passage du canton 2 au canton 3, les contacts amenant le courant traction seront déjà en place, ce qui évite la détérioration des contacts et un à-coup dans la marche du train (avec une STARE, cet à-coup n'a pas lieu de toute façon) ; des contacts d'auto-alimentation des relais M et N sont prévus pour assurer le maintien de l'excitation de ces relais, indépendamment des relais de voie ; la position des relais M et N (excités ou non) est maintenue après le passage du train, ce qui permet une marche arrière commode. Le transfert ne se produit vers le canton suivant que si ce dernier est libre (contact repos de chaque relais B).

Pour le transfert du canton 3 au canton 5, on voit qu'un contact travail du relais F 3 intervient au lieu du relais B 3 ; ainsi le transfert de la source traction n'a lieu que lorsque le train a franchi la section arrêt du canton 3, c'est-à-dire lorsqu'il a été autorisé à pénétrer dans le canton 5 ; on résoud ainsi la difficulté que présentait jusqu'à présent ce type de cab-control automatique en face d'un aiguillage en talon.

Je pense que cet exemple illustre bien les possibilités extrêmement variées et souples du BATH (une pédale à la place du BATH F 3 ne rendrait pas les mêmes services, notamment en cas de refoulement) dans une association assez imprévue de détection de voie, de commande centralisée binaire et d'aiguillage en talon.

#### Critères de choix.

Ces différentes solutions de commande centralisée pourront rendre perplexes les lecteurs, qui hésiteront dans leur choix. Il est évident que, dans la mesure où une formule aurait été supérieure aux autres dans tous les domaines, elle seule aurait été présentée. Il faut donc se reporter à un certain nombre de qualités que devrait comporter une commande centralisée (ceci est vrai aussi pour les autres systèmes possibles de liaisons sources - trains).

Notamment, en matière de block automatique, il est essentiel de faire

la distinction entre un block « au niveau du canton » et un block « au niveau de la source » ; dans le premier cas (le plus courant), ce sont les relais de voie qui assurent le ralentissement et l'arrêt dans le schéma traction de chaque canton, et les sources ne sont pas affectées ; dans le second cas les indications des relais de voie ayant donné l'ordre d'un ralentissement ou d'un arrêt sont transmises au boîtier de la source concernée, qui modifie alors son régime, généralement avec temporisation. Bien entendu, ce dispositif implique que les « boîtiers » contenant les sources de traction soient des amplificateurs magnétiques (type Magnapli) ou des unités d'alimentation régulées et temporisées électroniques (type CT2), mais la différence est si considérable pour la marche réaliste des trains qu'il est tout à fait souhaitable d'associer une liaison sources-trains à un block au niveau de la source.

Les différentes commandes centralisées décrites peuvent s'adapter au block au niveau des cantons ou au block au niveau des sources, comme nous le verrons dans le chapitre suivant. Mais il y a lieu de reconnaître que les schémas utilisant un relais T

sont plutôt orientés vers les BANC, puisque le relais T est utilisé dans ce type de block pour le démarrage réaliste du train.

Les commandes centralisées CCP et CCT sont particulièrement séduisantes :

- Par les moyens assez limités mis en œuvre.
- Par le phénomène du transfert précédant l'occupation.
- Par la marche arrière facile.

Cependant, le basculement d'une lame de contact des relais M et N entre les deux polarités de l'alimentation relais est assez délicat et peut poser des problèmes dans des installations sommaires ; par ailleurs, le schéma correspondant est « continu », c'est-à-dire que ses polarités sont injectées un peu partout dans le circuit sans fin, sans qu'il y ait un fractionnement réel permettant des investigations et des mesures faciles en cas de panne, court-circuit, mauvais contact, erreur de câblage, etc.

En outre, il y a lieu de tenir compte d'un certain nombre d'autres caractéristiques, qui prendront plus ou moins de valeur suivant le type de réseau et les aspirations de chaque modéliste :

— La recherche automatique des sources n'est pratiquement possible, comme nous le verrons, qu'avec des commandes centralisées où il y a un relais par source et par canton, car cette recherche s'effectue en testant l'éventuelle excitation de chacun de ces relais ; le système binaire, et par conséquent les CCB, CCP et CCT, ne se prêtent pas à cette méthode.

— L'adjonction facile d'une source n'est pas à négliger : de nombreux modélistes pourront démarrer un réseau avec trois sources, par exemple, et, dans un deuxième temps, avec l'extension géographique ou une automation plus poussée, ils désireront faire circuler plus de trains, cinq ou six par exemple : la CCR et la CCM se prêtent particulièrement bien à ce dispositif, qui est un garant pour les débutants.

On voit que le choix dépend avant tout de l'utilisateur et j'ai résumé dans le tableau ci-après les différents critères comparatifs, avec les explications indispensables, étant entendu que les chiffres indiqués intéressent uniquement les circuits de permutation des sources ; en ce qui concerne les circuits traction et block automatique, ils sont à peu près équivalents quel que soit le type de com-

#### COMPARAISON ENTRE LES COMMANDES CENTRALISÉES

Type de liaison source-train	CCN	CCR	CCM	CCB	CCP	CCT
Nombre de relais par canton non compris relais de voie .....	4	4	5	3	2	3
Nombre total de contacts de relais par canton (schéma permutation des sources) .....	21	9	11	8	6	6
Nombre d'accessoires par canton (résistance, condensateur, etc.) .....	0	4	0	0	2	2
Marche arrière facile .....	non	non	non	non	oui	oui
Utilisation commune de relais entre block et commande centralisée (1) .	non	non	oui	oui	non	non
Recherche automatique des sources (2) .....	oui	oui	oui	non	non	non
Adjonction facile d'une source (3) ...	non	oui	oui	non	non	non
Schéma continu (4) .....	non	non	non	non	oui	oui
Grande sûreté de permutation (5) ...	oui	non	oui	oui	non	non
Difficulté d'adaptation à des circuits variés (aiguillages, etc.) (6) .....	non	non	non	oui	oui	non
Transfert précédant l'occupation ....	non	non	non	non	oui	oui

(1) Utilisation commune de relais entre block et CC. Le nombre de relais indiqué comprend le relais T qui, s'il est déjà utilisé pour le block automatique, ne doit pas être compté deux fois. La réponse « oui » signifie donc qu'on peut, dans certains cas, gagner un relais.

(2) Recherche automatique des sources : la réponse « oui » signifie que le schéma est particulièrement bien adapté pour permettre la mise en œuvre d'un tel automatisme, avec, bien entendu, de nouveaux contacts de relais. La réponse « non » signifie que cette recherche est pratiquement impossible.

(3) Adjonction facile d'une source : la réponse « oui » signifie que les schémas sont très facilement modifiables pour introduire, après câblage, une nouvelle source de traction.

(4) Schéma continu : la réponse « oui » signifie que les schémas ne se lisent pas et ne se câblent pas d'une façon claire d'un seul + à un seul — et qu'il y a là une source de complication, voire de mauvais fonctionnement.

(5) Grande sûreté de permutation : la réponse « oui » confère une qualité provenant de l'absence d'artifices tels que condensateurs, proximité de bornes + et —, réglage délicat des relais qui, à la longue, peuvent être une source d'ennuis. La réponse « non » ne signifie donc pas que la permutation n'est pas convenable.

(6) Difficultés d'adaptation à des circuits variés : la réponse « oui » signifie que les schémas sont sans reproche en pleine voie, mais que l'introduction d'aiguillages, etc., entraîne des complications ou des anomalies.

mande centralisée et ils seront évoqués dans les deux chapitres suivants. J'ai supposé quatre sources (nombre favorable aux commandes centralisées de type binaire).

L'importance des moyens à mettre en œuvre (nombre de relais, nombre de contacts, etc.) est évidemment un facteur prédominant, mais il y a lieu de ne pas négliger les autres, notamment les accessoires éventuels (résistances, condensateurs, etc.) qui, suivant le cas, reviennent aussi chers qu'un contact ou qu'un relais, sont souvent encombrants, mais par contre sont plus fiables.

#### 4) COMMANDE CENTRALISÉE — MONTAGES PRATIQUES.

##### a) Aiguillages — Voie d'évitement.

A partir de la pleine voie, on peut réaliser des circuits comportant des aiguillages, en maintenant les principes de la commande centralisée et en adaptant les schémas examinés pour l'enclenchement des aiguilles (chapitre II, tome 2). Les chapitres III et IV du présent tome donnent des exemples concrets de circuits comportant une voie d'évitement et permettent aux modélistes de se rendre compte exactement des moyens à mettre en œuvre et des câblages à effectuer dans les différentes solutions proposées. Nous verrons en particulier la possibilité de faire fonctionner certaines sources avec le block automatique et d'autres sources en commande manuelle, ce qui est un aspect pratique très séduisant de la commande centralisée.

##### b) Doublement automatique.

Le dédoublement automatique des trains dans une voie d'évitement, avec toutes les protections nécessaires sera traité dans les chapitres III et IV et constitue une application classique des enclenchements d'aiguille, même lorsqu'aucun système de commande centralisée n'est mis en œuvre.

Par contre, le doublement automatique d'un train par un autre est un phénomène qui utilise essentiellement le principe de la commande centralisée, c'est-à-dire que les deux trains sont commandés par deux sources différentes et, de ce fait, excitent des relais différents.

Examinons la figure 14 et le fonctionnement de ce doublement automatique, étant entendu que les schémas traction et signalisation ne sont pas représentés, mais sont identiques à ceux examinés dans les chapitres sur le block automatique et la protection des aiguillages.

J'ai pris pour hypothèse que les sources W et X sont affectées aux convois rapides (trains de voyageurs) et que les sources Y et Z sont affectées aux convois lents.

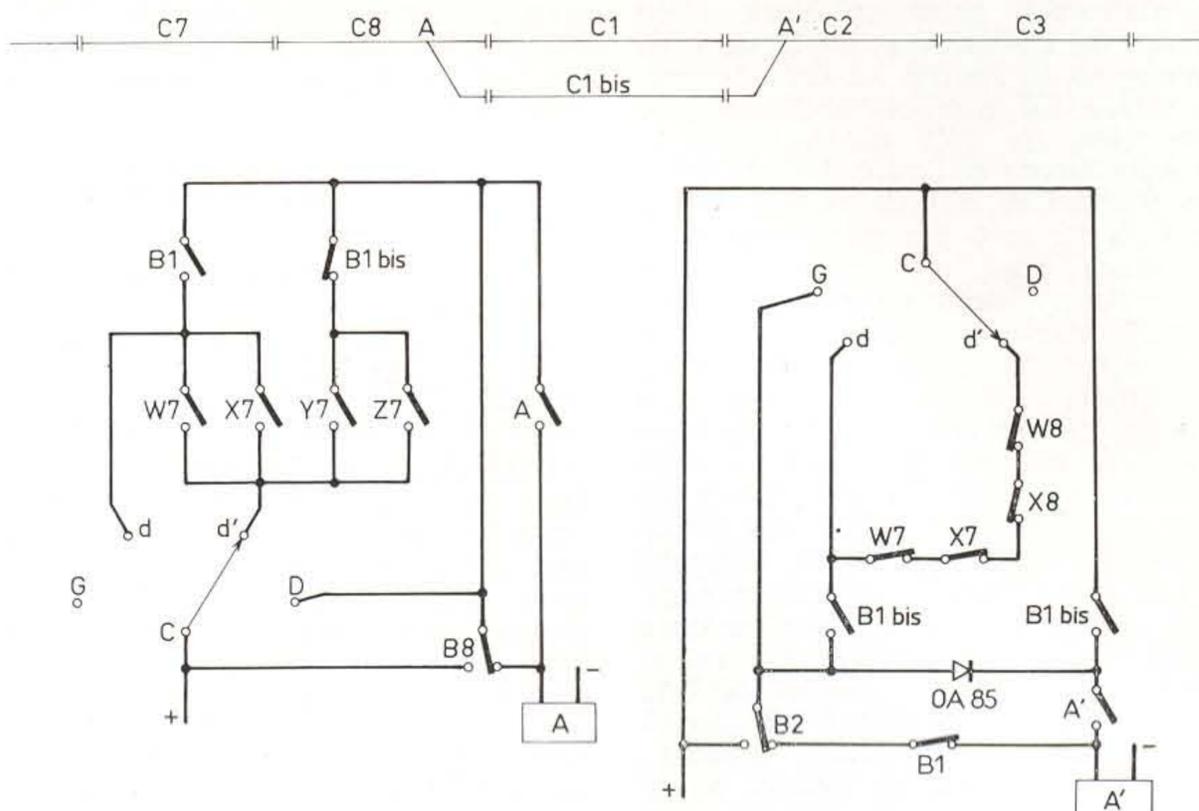


Fig. 14 Doublement automatique

C : commutateur à 4 positions (G, d, d', D)

d' : doublement automatique

d : dédoublement automatique

Sources W et X affectées aux convois rapides (voyageurs)

Sources Y et Z affectées aux convois lents (marchandises)

Lorsque le relais A est excité, l'aiguille A est déviée (placée à D)

Lorsque le relais A' est excité, l'aiguille A' est déviée (placée à G)

##### Passage d'un train rapide.

Supposons tout d'abord qu'un train rapide unique pénètre dans le canton 7 et soit affecté à la source W, par exemple, la position « Doublement automatique » de l'aiguille en pointe A donne le même effet que la position « Dédoublement automatique » grâce au contact travail du relais W7, et le train franchit successivement les cantons 8 et 1 avec les enclenchements habituels d'approche et de transit. Si un deuxième train rapide suivait le premier, il irait automatiquement sur le canton 1 bis.

##### Passage d'un train lent.

Supposons maintenant qu'un train lent unique pénètre dans le canton 7 et est affecté à la source Y, par exemple, la position « Doublement automatique » de l'aiguille A permet l'excitation du relais A, grâce au contact travail du relais Y7, sauf si le canton 1 bis est déjà occupé, et le train franchit successivement les cantons 8 et 1 bis avec les enclenchements habituels d'approche et de transit. Si le canton 1 bis était occupé, le relais A ne s'exciterait pas et le train lent irait sur le canton 1.

Le train lent, étant toujours considéré comme seul sur le circuit, pénètre dans le canton 1 bis et la position « Doublement automatique » de l'aiguille en talon A' donne le même effet que la position « Dédoublement automatique » ; le relais A' s'excite par une chaîne de 7 contacts de relais en série (+ 24 V, clé C sur position d',

contacts R de W8, X8, X7, W7, contact T de B1 bis, contacts R de B2 et B1, relais A').

Le train pénètre dans le canton 2 et on obtient le premier résultat suivant : les trains rapides passent sur la voie 1 (qui peut, par exemple, être bien située par rapport au quai d'entrée et de sortie de gare), tandis que les trains lents passent sur la voie 1 bis (qui est, par exemple, moins bien située).

##### Succession d'un train lent et d'un train rapide.

Supposons enfin que le train lent ne soit pas seul sur le circuit, mais qu'au contraire il soit suivi par un train rapide, affecté, par exemple, à la source X, et qui le talonne. Le processus sera alors le suivant, si les deux commutateurs d'aiguille sont dans la position « Doublement automatique » ; le train lent passe successivement du canton 7 au canton 8, puis au canton 1 bis. Lorsqu'il pénètre dans ce dernier canton, il a libéré depuis quelque temps le canton 7, qui a été aussitôt réoccupé par le train rapide, le relais X7 est donc excité. De ce fait, dans le circuit d'excitation du relais A', la chaîne de 7 contacts examinée plus haut est rompue par le contact repos de X7, ouvert.

Le train lent se trouve sur la voie 1 bis, mais l'aiguille A' n'est pas déviée et le train lent s'arrête sur la section arrêt du canton 1 bis, devant le signal du carré rouge.

Revenons au train rapide, toujours dans le canton 7; le canton 1 est libre et le canton 1 bis est occupé; de ce fait, les contacts T de B1 et R de B1 bis, placés sur le circuit d'excitation du relais A sont ouverts tous les deux et ce relais A ne s'excite pas; le train rapide pénètre dans le canton 8, puis le canton 1 avec les enclenchements correspondants de l'aiguille A. Pendant ce parcours, les relais X8 puis B1 sont excités et la chaîne de 7 contacts dans le circuit d'excitation du relais A' reste ouverte; l'aiguille A' ne dévie pas et le train rapide pénètre dans le canton 2, doublant ainsi le train lent. Ce dernier démarre à son tour normalement lorsque le train rapide a dégagé le canton 2; le train lent suit alors le train rapide, dans la succession des cantons, au lieu de le précéder, mais le train rapide a vite fait de prendre le large.

### Résultats.

Un tel doublement de train, qui n'a rien à voir avec un système à pédale où un train double systématiquement un autre train qui le précède sur une voie d'évitement et où l'automatisme est trop grossier (les trains se doublent mutuellement), est très spectaculaire et peut d'ailleurs être poussé plus loin. Avec 4 sources, 3 aiguilles en entrée de gare et 3 aiguilles en sortie, on crée 4 voies à quais qui peuvent être spécifiques chacune d'une source déterminée; on peut ainsi affecter un quai de gare à un type de train (TEE, autorail, express, marchandises) grâce aux jeux des relais W, X, Y et Z, et on peut effectuer automatiquement tous les doublages et dédoublages désirés. Il serait fastidieux de donner les schémas correspondants; les modélistes les déduiront facilement du schéma précédent en l'adaptant à leur réseau et à leur type de gare. Il y a là une source d'intérêt non négligeable, due au principe de la commande centralisée.

### c) Liaison avec d'autres circuits.

Sur un réseau modèle, le dispositif de commande centralisée ne sera pas, bien entendu, monté sur l'ensemble des voies, pour plusieurs raisons: ne pas multiplier les relais et ne pas mettre en place le block automatique dans tout le réseau. On aura généralement une ou plusieurs voies principales avec dédoublement, etc., dotées de ce dispositif et des aiguillages (en talon et en pointe) réuniront ces voies au reste du réseau, consacré plus particulièrement aux manœuvres, garages, etc. Comment procéder alors pour ces éléments « frontières » entre les deux parties de réseau?

### Dans le cas d'une aiguille en pointe.

Il n'y a aucune difficulté, aucun montage ni manœuvre spéciaux (fig. 15).

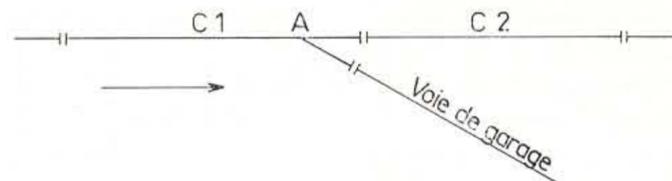


Fig. 15 Commande centralisée

Liaison avec d'autres circuits par une aiguille en pointe.

Si l'aiguille A est dirigée vers la gauche, la commande centralisée se continuant du canton 1 vers le canton 2, tout se passe comme si c'était la pleine voie.

Si l'aiguille A est dirigée vers la droite, le train libérera, en quittant le canton 1, le relais X, Y ou Z qui le reliait à la source de courant de la commande centralisée, et sera pris en charge par la source de courant de la voie de garage.

On pourra ainsi suivre l'avancement des trains à travers les cantons, chacun avec sa source spécifique (figure 17).

	1	2	3	4	5	6	
X	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	X
Y	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	Y
Z	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	Z
	1	2	3	4	5	6	

Fig. 17

### Commande centralisée

Signalisation de l'accrochage et de la permutation des sources.

### Dans le cas d'une aiguille en talon.

La prise en charge d'un convoi, pour la voie déviée, par une des sources de la commande centralisée, demande une commande manuelle ou un montage spécial automatique (figure 16).

Si l'aiguille A' est dirigée vers la droite, la commande centralisée se continuant du canton 1 vers le canton 2, tout se passe comme si c'était la pleine voie.

Si l'aiguille A' est dirigée vers la gauche, le train provenant de la voie de garage occupera le canton 2 et excitera le relais de block automatique B2, mais « n'accrochera » pas pour autant une source et s'arrêtera. (Bien entendu, les règles habituelles de commande de l'aiguille A' restent valables, en particulier les enclenchements.)

Pour éviter cet arrêt, on peut exciter manuellement le relais X2 ou le relais Y2 ou le relais Z2 avec le bouton d'alimentation manuelle de ce relais, au moment (ou un peu avant) de la pénétration du train dans le canton 2. Il y a lieu de choisir à ce moment une source non encore « accrochée » sur un convoi. A cet effet, une signalisation lumineuse représentant l'excitation des différents relais X, Y ou Z sera très spectaculaire (un contact travail pour chaque relais).

On peut également réaliser une pénétration du convoi dans le circuit doté de la commande centralisée, avec recherche automatique de la source libre, en appliquant le schéma de la figure 18; l'exemple choisi comporte un circuit de cinq cantons équipé de la commande centralisée et une pénétration de voie de garage par le canton 2.

On voit que la source X est prise en priorité par le train venant de la voie de garage, si cette source n'est pas occupée; puis la source Y est prise si la source X est occupée; enfin, la source Z est prise si les sources X et Y sont occupées.

Si plusieurs trains débouchent à la suite, d'une voie de garage, sur une voie dotée de la commande centralisée et non occupée, ils « accrocheront » successivement les sources X pour le premier train, Y pour le deuxième et Z pour le troisième. Si, après un ou plusieurs tours de circuits, on les fait ressortir sur une voie de garage, ils libéreront leur source respective.

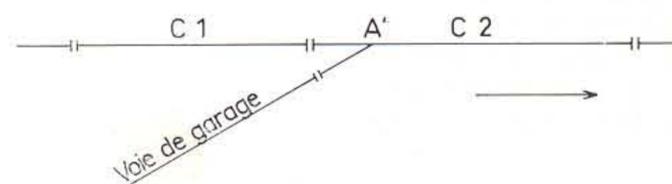
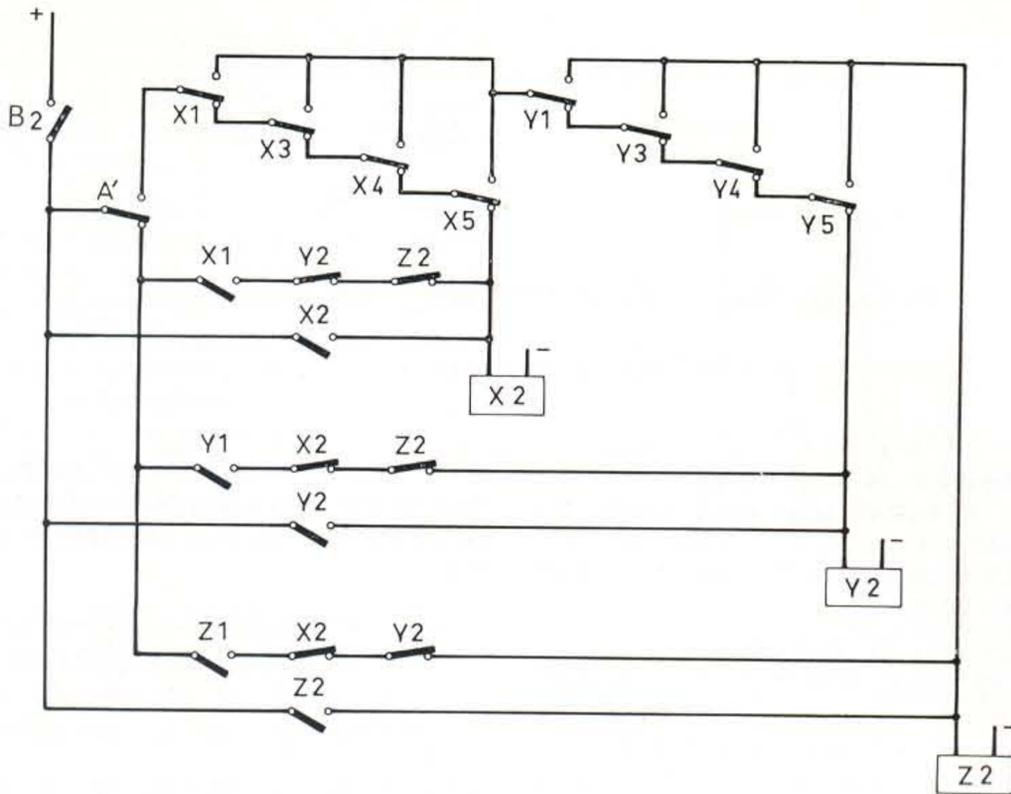


Fig. 16 Commande centralisée

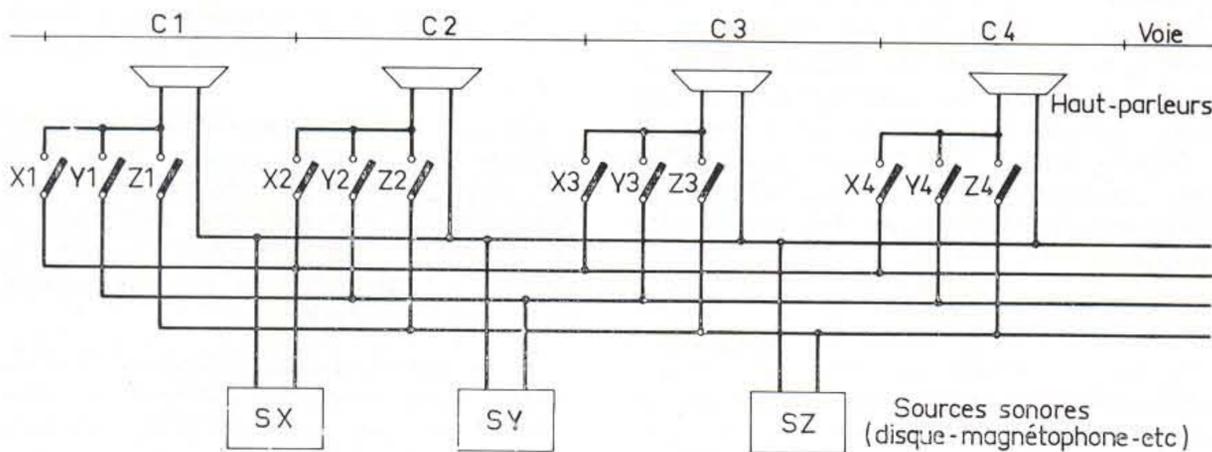
Liaison avec d'autres circuits par une aiguille en talon.



**Fig. 18** Commande centralisée  
Recherche automatique d'une source libre.

On a ainsi un système très spectaculaire ressemblant à la prise en charge de taxis libres par des voyageurs attendant, par exemple, à la sortie d'une gare. Chaque voyageur monte l'un après l'autre dans un taxi libre (alors que les taxis occupés ne s'arrêtent pas), et le libère une fois arrivé à destination. Dans notre

buer un son spécifique aux trains. En effet, il est classique de diffuser un fond sonore en même temps que les trains roulent. La musique choisie provient soit de disques spécialisés, soit d'enregistrements sur le vif effectués par le modéliste lui-même. Cette ambiance sonore est assez artificielle car elle est généralement produite par un



**Fig. 19** Sonorisation progressive et personnalisée des trains  
Commutation des sources sonores et des haut-parleurs.

commande centralisée, le taxi est représenté par la source de traction et le voyageur par le train. (Métaphore hardie permettant au modéliste de jouer lui-même au train sans accessoires inutiles.)

**d) Sonorisation progressive des trains.**

Un des avantages de la commande centralisée est de permettre d'attri-

haut-parleur unique placé dans le décor et ne tient pas compte du mouvement réel et de la nature des trains.

Un premier perfectionnement consiste à attribuer un haut-parleur à chaque canton d'un circuit doté du block automatique et à faire « avancer le son » avec le train en permutant les haut-parleurs avec un contact du relais de block automatique. Le réseau de démonstration de la Foire de Paris 1962 (Ferry-Land) avait utilisé cette technique très spectaculaire, donnant l'impression que le son « sortait » des trains, au fur et à mesure de leur marche.

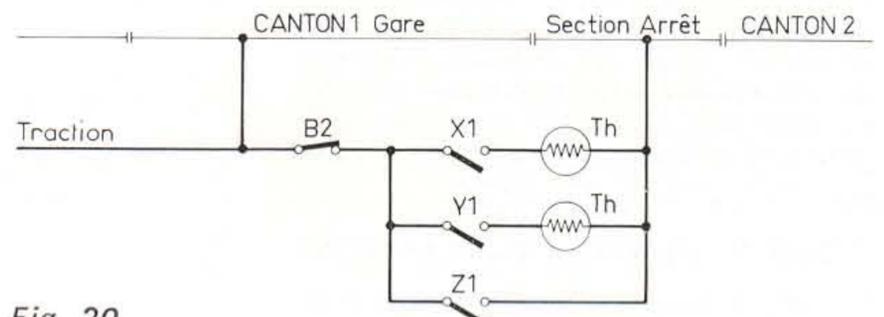
Avec la commande centralisée, de nouvelles possibilités sont offertes aux modélistes dans ce domaine sonore ; elles font l'objet d'un paragraphe particulier, car elles sont entièrement indépendantes de la commande des trains elle-même. A l'aide des relais X, Y et Z, qui sont affectés à la fois à la source de traction et au canton, il est facile de réaliser une sonorisation personnalisée à chaque train, suivant le schéma de la figure 19.

Evidemment, il faut plusieurs sources sonores (on peut se contenter de deux sources et réunir les contacts Y et Z), mais les modélistes sont souvent mélomanes et possèdent à la fois électrophone et magnétophone ; des haut-parleurs elliptiques de 10x5 cm très économiques peuvent facilement être placés sous la voie, au milieu de chaque canton. Lorsqu'un train « accroché » sur la source de traction X, parcourra les cantons 1, 2, 3, etc., il fermera successivement les relais X1, X2, X3, etc., et sera ainsi suivi en permanence par la source sonore SX, tandis qu'un autre train sera suivi par la source sonore SY ou SZ ; si les deux convois sont de nature différente (autorail et marchandises, par exemple) et si les bruits correspondants sont appropriés, l'effet sera surprenant !

**e) Autres applications pratiques.**

Les contacts des relais X, Y, etc. (ou des relais M et N dans le cas de commande centralisée CCB, CCP ou CCT) peuvent être utilisés à d'autres fins (exemples non limitatifs) :

— Arrêt automatique en gare pour les trains accrochés aux sources X et



**Fig. 20**

Y, par exemple ; pas d'arrêt pour les trains commandés par les autres sources (tels que trains marchandises) ; à cet effet, un contact bilame ou une thermistance est placé sur le circuit traction de la section arrêt du canton gare, en série avec un contact travail du relais de source considéré, suivant le schéma sommaire de la figure 20.

Le train succédant à un train qui se serait arrêté, étant forcément accroché sur une autre source, la thermistance aura, en tout état de cause, le temps de se refroidir.

— Ralentissement en block automatique, approprié à chaque convoi pour certains cantons délicats, en montée ou en descente, par exemple. La résistance unique de ralentissement placée sur le circuit traction du canton est remplacée par autant de résistances qu'il y a de sources, et des contacts travail des relais W, X, Y, etc., placés en série avec ces résistances choisissent celles qui convient, en fonction du train.

— Déclenchement d'annonces sonores : « Le train en provenance de

Paris entre en gare » ou « Les voyageurs à destination de Miniville changent de train », à l'arrivée des trains de voyageurs (accrochés, par exemple, sur les sources X et Y), alors que les autres trains ne provoquent aucune annonce (trains accrochés sur les autres sources).

— Modifications de l'éclairage d'une gare (allumage de panneaux « sortie », « buffet », etc.) pour certains trains. On a alors un micro-spectacle « son et lumière ».



# CHAPITRE II

## Sources de traction à régulation électronique (STARE)

Depuis quelque temps, un certain nombre d'amateurs éclairés ont mis au point des ensembles électroniques de traction (CT2, etc.) et des boîtiers fabriqués en série par des firmes commerciales apparaissent également de plus en plus sur le marché.

Ce phénomène est symptomatique, d'une part d'une faveur certaine pour l'électronique, d'autre part d'un désir des amateurs d'avoir à leur disposition des sources de traction beaucoup plus souples qu'autrefois.

A l'origine, on a cherché à remplacer le rhéostat classique (source d'ennuis) par un montage à transistor de puissance, commandé par un simple potentiomètre permettant d'obtenir une finesse de réglage très intéressante. Par la suite, ce montage s'est vu adjoindre des circuits de temporisation de réponse (inertie du train simulée), de frein, de même que la régulation de la vitesse en fonction du profil de la voie.

Le Magnampli, fabriqué par un département de la Société industrielle pour l'aéronautique, a été notamment un des précurseurs en la matière.

Ces nouveautés sont donc fort sympathiques; malheureusement, elles sont très disparates, établies sans aucune norme et absolument pas interchangeables. De ce fait, l'amateur s'y perd un peu et j'ai essayé de définir quelques règles d'utilisation communes.

### 1) SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES « STARE »

Une STARE bien conçue doit :

— Fournir une tension régulée, c'est-à-dire variable suivant l'intensité débitée, afin d'assurer une vitesse constante correspondant à celle affichée par la commande, quel que soit le profil de la voie ou la charge du train.

— Permettre une commande manuelle du train avec temporisation de la montée en tension ou, au contraire, de la descente de tension jusqu'à l'arrêt afin d'assurer une progressivité d'accélération et de ralentissement de bon aloi.

— Permettre, par l'intermédiaire de commutations externes, un fonctionnement automatique du train suivant les trois ordres fondamentaux du block-system (démarrage, ralentissement, arrêt) avec des temporisations d'ordres définies en fonction des distances à parcourir (longueur des cantons).

— Comporter à cette fin des réglages indépendants permettant d'obtenir une variation de la vitesse en fonction du temps suivant le diagramme de la figure 21.

### 2) ORIGINE ET BUT DES SPÉCIFICATIONS DES « STARE »

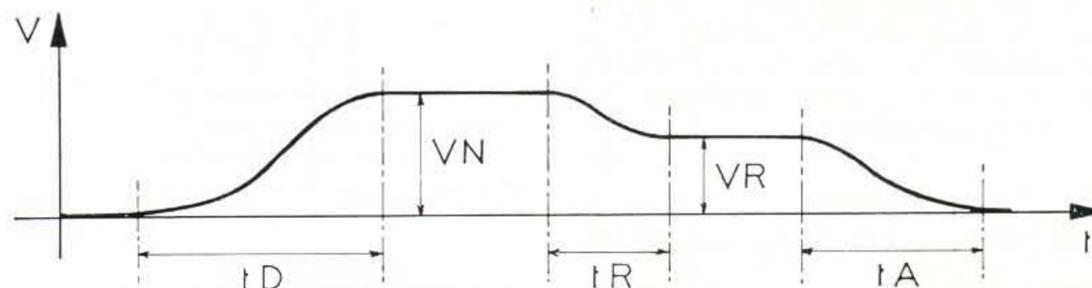
— Les vitesses VN et VR doivent être commandées par des potentiomètres indépendants, de façon à obtenir, si on le désire, VN = VR. Par exemple, un train lourd roulant déjà lentement en marche normale n'est pas

obligé de ralentir devant un feu jaune. Ces potentiomètres jouent un rôle tout à fait symétrique.

— Les commutations nécessaires assurant l'aiguillage vers l'un ou l'autre des deux potentiomètres sont assurées par un relais incorporé. Dans un schéma, cette fonction peut être indiquée suivant la figure 22.

Chaque STARE doit ainsi comporter :

- Un ensemble électronique de commande et de régulation ;
- Deux potentiomètres de commande de vitesse (normale et ralentie) ;
- Trois potentiomètres de commande de temporisation (vitesse, ralenti et arrêt) ;
- Un relais de permutation des potentiomètres de vitesse ;
- Trois bornes de raccordement au block automatique ;
- Deux voyants de signalisation.



VN = Vitesse normale de route, affichée en volts en commande manuelle comme en commande automatique pour un train ayant franchi un feu vert.

VR = Vitesse ralentie, <sup>inutilisée en commande manuelle.</sup> affichée en volts en commande automatique pour un train ayant franchi un feu jaune.

tD = Temporisation de départ (accélération) affichée en secondes en commande manuelle et en commande automatique. (Temps s'écoulant entre le moment où l'ordre de démarrage est donné, et le moment où le train a atteint la vitesse normale).

tR = Temporisation de ralentissement, <sup>inutilisée en commande manuelle,</sup> affichée en secondes en commande automatique. (Temps s'écoulant entre le moment où l'ordre de ralentissement est donné, et le moment où le train atteint le seuil de ralentissement affiché).

tA = Temporisation d'arrêt utilisée en commande manuelle pour le ralentissement et l'arrêt (la distinction entre les 2 n'étant pas rationnelle dans ce cas), affichée en secondes en commande manuelle et en commande automatique. C'est le temps qui s'écoule entre le moment où l'ordre d'arrêt est donné, et le moment où le train est arrêté.

Fig. 21 STARE

Variations de la vitesse en fonction du temps.

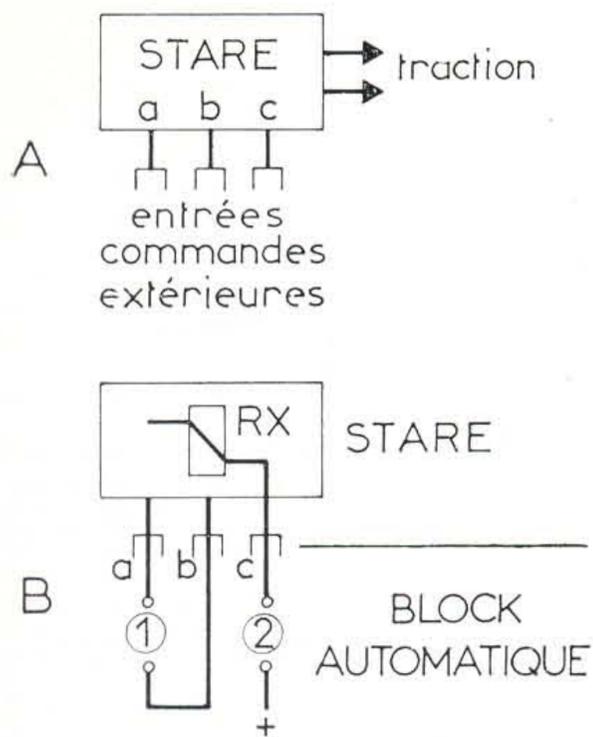


Fig. 22

Représentation schématique d'une STARE

A : raccordements

B : fonctions extérieures

1 : Ordre d'arrêt, borne A.

2 : Ordre de permutation des potentiomètres de commande, borne C.

La borne B peut être commune à toutes les "STARE".

Bien entendu, les « STARE » peuvent comporter des commandes annexes :

- Disjoncteur de protection ;
- Voltmètre ;
- Interrupteur général ;
- Générateur de courant pulsé, asservi ou non ;
- Suppression de la temporisation pour les manœuvres.

Ce système seul permet d'avoir une commande tout à fait rationnelle des trains. Il serait en effet tout à fait illogique que la différence entre vitesse normale et marche ralentie soit facile à établir lorsque le courant traction est obtenu à partir de sources classiques (transfos redresseurs) et que cette subtilité ne soit pas prévue dans des sources électroniques beaucoup plus élaborées et coûteuses.

Bien sûr, il est toujours possible d'utiliser deux « STARE » (une pour VN et une pour VR), mais le coût de l'opération, surtout avec une commande centralisée ou un système équivalent, serait prohibitif. Un peu de souci de normalisation de la part des constructeurs de « STARE », amateurs ou non, permettrait de donner à ces organes leur pleine valeur pour une utilisation optimale.

— Les ordres 1 et 2 (voir fig. 22) sont donnés à l'extérieur des « STA-

RE » par des associations de contacts des relais de block et de cab-control automatiques. Des schémas détaillés donnant la représentation pratique de ces associations de contacts sont présentés dans le chapitre IV.

— Certains constructeurs ont jusqu'à présent mis au point des ensembles de traction fonctionnant très bien sur le plan de la régulation et de la temporisation, mais comportant des « gadgets » tels que « frein », « accélérateur », etc. En fait, ces accessoires, qui n'ont pour but que de permettre une commande manuelle plus réaliste, n'ont rien de fonctionnel du point de vue des automatismes et concernent souvent de simples résistances placées en série vis-à-vis du potentiomètre général de vitesse.

— Par ailleurs, ces ensembles comportent quelquefois des temporisations qui, théoriquement, assurent une régression progressive de la vitesse depuis le feu jaune jusqu'au rouge, mais ce temps d'arrêt ne convient pas à tous les cantons, qui peuvent être de longueurs différentes, et il faut alors placer en fin de canton un arrêt d'urgence qui supprime tout le réalisme du système.

— Ainsi, la solution de créer un palier de « ralenti » totalement indépendant des autres commandes paraît rationnelle. Dans la réalité, le mécanicien, après avoir « ralenti » au passage d'un feu jaune, maintient effectivement une vitesse faible, constante, de façon à être prêt à stopper devant le feu rouge ou de réaccélérer devant le feu vert. Il n'y a pas une décélération constante. Ce principe doit être respecté en modélisme et l'électronique le permet facilement.

— Le block automatique ainsi réalisé s'effectue au niveau des sources, c'est-à-dire au niveau des trains, par opposition au block automatique au

niveau des cantons obtenus à partir de résistances introduites dans le circuit traction de chaque canton.

3) BLOCKS AUTOMATIQUES AU NIVEAU DES CANTONS ET SOURCES

Je pense qu'il est bon d'expliquer la distinction entre le block automatique au niveau des cantons (BANC) et le block automatique au niveau des sources (BANS).

a) Dans le BANC, la source de traction (classique ou électronique) débite un courant réglé par un potentiomètre pour l'ensemble du circuit et identique pour tous les cantons. Le ralentissement et l'arrêt sont obtenus par des contacts des relais de voie directement d'un canton sur l'autre suivant le schéma, volontairement simplifié, de la figure 23.

Les résistances R1, R2 peuvent être variables suivant le profil de la voie, la longueur, etc., mais produisent une diminution constante du courant de traction (ce qui peut faire arrêter un train marchant déjà au ralenti) et sont spécifiques d'un canton, de sorte que tous les trains se succédant sur le même canton seront affectés par le même ralentissement. La mise en place d'un cab-control automatique ne présente alors que peu d'intérêt en marche automatique, car la liaison recherchée en permanence « source-train » est, en fait, détruite par ces résistances de canton qui redonnent une liaison « canton-train » non réaliste.

b) Dans le BANS, la source de traction (classique ou électronique) est à deux « voies » pour débiter, d'une part, un courant réglé par un premier potentiomètre pour l'ensemble du circuit et identique pour tous les cantons ayant un feu vert à leur origine (voie « vitesse normale »), d'au-

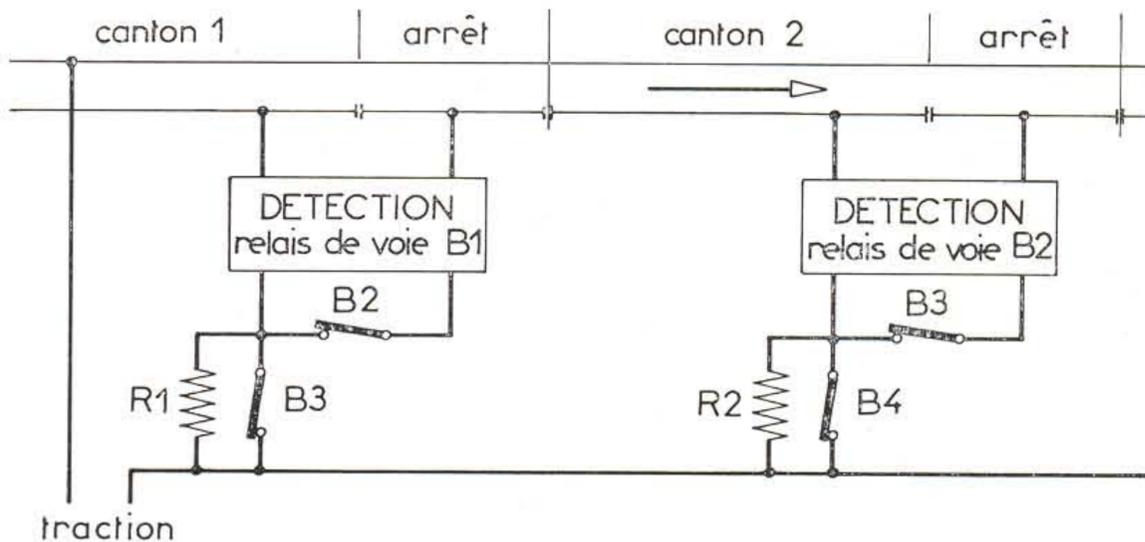


Fig. 23

BANC

Block automatique au niveau des cantons.

tre part, un courant réglé par un deuxième potentiomètre pour l'ensemble du circuit et identique pour tous les cantons ayant un feu jaune à leur origine (voie « vitesse ralentie »).

Lorsqu'en BANS on utilise une source générale pour tout le circuit contrôlé, le ralentissement est obtenu en permutant d'une « voie » à l'autre par un contact de relais de block et l'arrêt est obtenu en coupant le courant traction d'une façon classique, suivant le schéma volontairement simplifié de la figure 24.

La distinction entre les deux « voies » traction permet une régulation beaucoup plus fine et variable, en particulier on peut se permettre de supprimer presque complètement le ralentissement pour des trains lents.

La mise en œuvre en BANS d'un cab-control automatique présente beaucoup d'intérêt parce que la liaison source - train n'est pas perturbée par le block automatique, à condition toutefois de donner aux différentes sources des ordres de ralentissement et d'arrêt provenant de contacts des relais de block et de cab-control. Les schémas correspondants feront l'objet de développements ultérieurs. D'ores et déjà, voici, à l'aide de schémas volontairement simplifiés, comment le courant traction parvient aux rails (figures 25 et 26).

En résumé, il paraît souhaitable, afin d'assurer une homogénéité de qualité

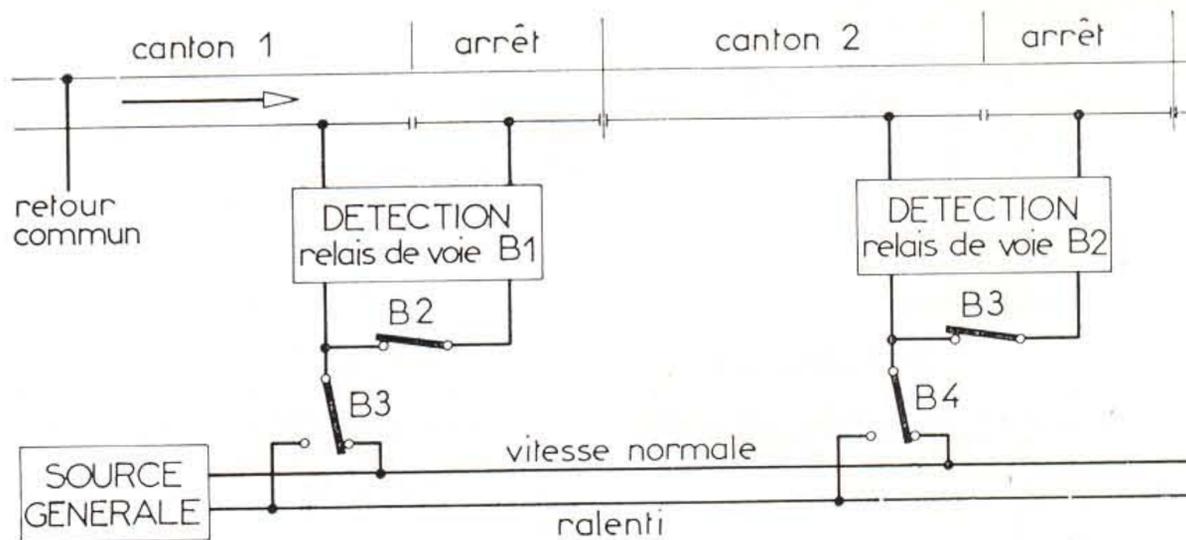


Fig. 24 BANS

Block automatique au niveau des sources.  
Vitesses normale et ralentie.

au réseau, d'édifier au choix deux dispositifs suivant les possibilités de l'amateur :

— Source de traction classique, block au niveau des cantons, cab-control automatique approprié, relais de voie à détection classique.

— STARE, block au niveau des sources, cab-control automatique approprié, relais de voie à détection électronique.

Le premier système ne fait pas intervenir du tout l'électronique, le deuxième l'utilise au maximum.

#### 4) PALLIATIFS A ADOPTER POUR LES « STARE » NON CONFORMES.

J'ai donné les caractéristiques techniques auxquelles il serait souhaitable que se conforment à l'avenir les « STARE » (voir paragraphe 2). Mais les constructeurs, amateurs ou non, n'écouteront pas forcément mon appel et il y a lieu de prévoir pour les utilisateurs futurs ainsi que pour ceux qui possèdent déjà des unités non complètes, des palliatifs permettant de tirer parti de leur matériel, notamment en fonctionnement automatique.

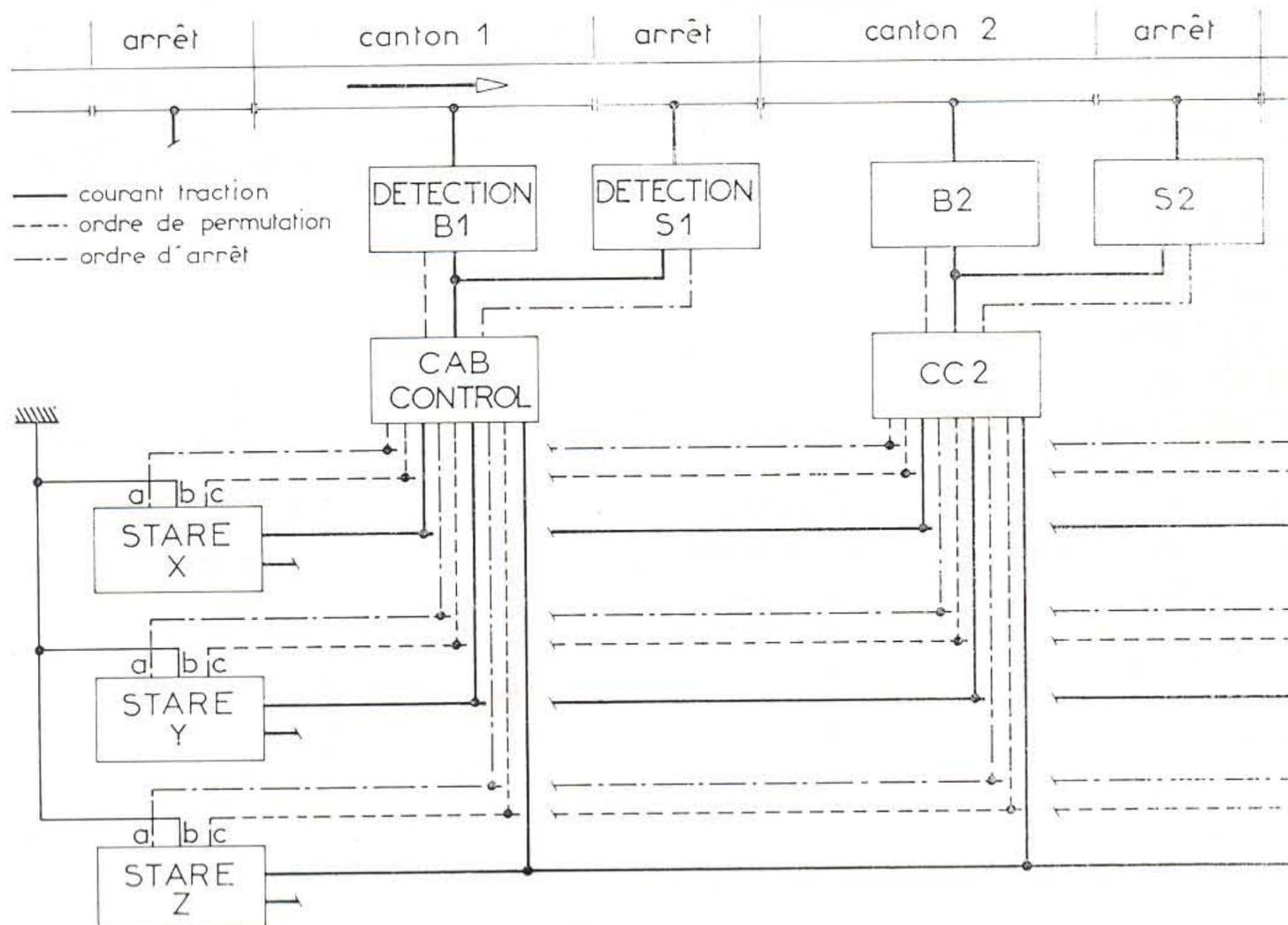


Fig. 25

«BANS» réalisé avec des «STARE»

Les ordres de ralentissement (permutation normale-ralentie) et d'arrêt sont donnés aux sources suivant des schémas faisant intervenir des contacts des relais B1, S1, CC1, B2, S2, CC2, etc.

C'est ce dispositif qui présente le plus d'avantages, du point de vue de la régularisation et de la temporisation.

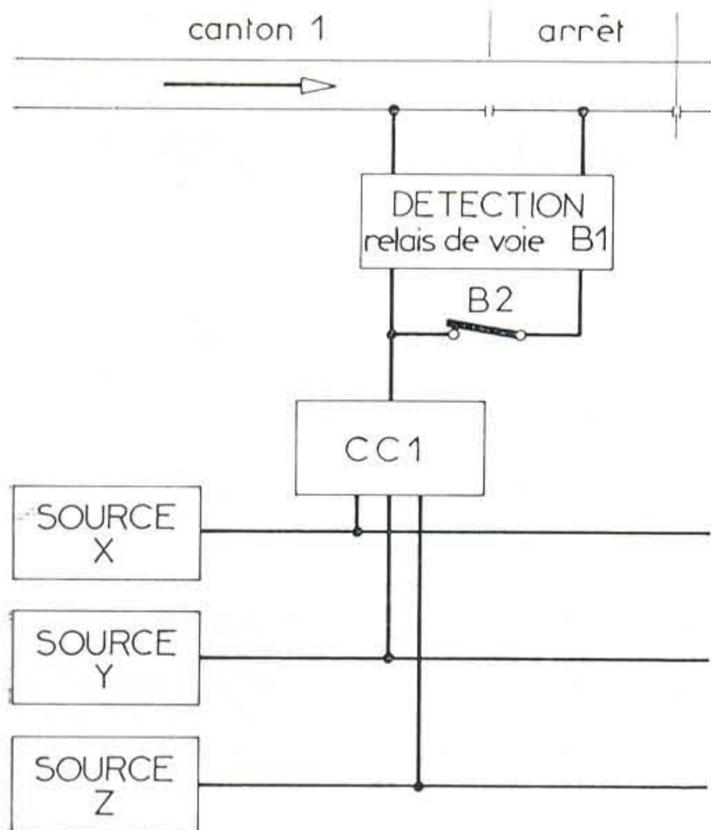


Fig. 26

**BANS réalisé avec des sources classiques**

Les ordres de ralentissement (permutation normale-ralentie) sont donnés aux sources suivant des schémas faisant intervenir des contacts des relais B1, CC1, B2, CC2, etc.

C'est un dispositif perfectionné du point de vue de la régulation, mais l'absence de temporisation le rend insuffisant vis-à-vis des moyens importants mis en œuvre pour le cab control automatique, le dédoublement des sources, et il doit être négligé au profit des STARE.

**a) Commandes de temporisation**

Il est évidemment souhaitable que les temporisations de départ, de ralentissement et d'arrêt aient des commandes différentes. Par exemple, il est intéressant que la temporisation de départ soit plus longue que la temporisation de ralentissement et d'arrêt, notamment pour les trains lourds où l'inertie doit être compensée et conforme au réalisme; de même, la temporisation de ralentissement doit être plus courte que celle d'arrêt, surtout pour les trains lourds, pour la même raison. Mais les trois valeurs doivent pouvoir être adaptées au type de train (vis sans fin ou non sur le moteur) et mettre ainsi en valeur le cab-control automatique.

Cependant, si ces trois commandes ne sont pas distinctes, le système pourra quand même marcher convenablement et un block automatique au niveau des sources pourra être mis en œuvre. Bien souvent les « STARE » existant sur le marché actuellement possèdent une temporisation pour l'accélération (départ) et une pour la décélération (ralentissement et arrêt) et c'est l'essentiel!

**b) Commandes de vitesse**

Il est très rare de trouver actuellement des « STARE » ayant deux potentiomètres de vitesse, avec relais de permutation incorporé. Il y a généralement un potentiomètre principal de réglage de vitesse et c'est tout. De ce fait, il n'y a pas de relais incorporé et les bornes de raccordement pour block sont réduites à deux, voire à zéro (dans ce dernier cas les utilisateurs devront demander à leurs fournisseurs d'indiquer les points du sché-

ma correspondant à l'insertion des bornes pour le block automatique).

L'essentiel est que le ralentissement et l'arrêt puissent être commandés de l'extérieur à travers deux bornes, suivant le schéma de la figure 27.

Les bornes « b » peuvent être communes à toutes les « STARE », les bornes « a » étant spécifiques de chaque « STARE ». En fait, les ordres 1 et 2 sont donnés par des schémas plus complexes que je développerai ultérieurement. Les potentiomètres différenciant les vitesses « normale » et « ralentie » sont alors placés à l'extérieur de la « STARE » et agissent comme un ralentissement ou un arrêt. Le potentiomètre général de la « STARE » est placé à la position

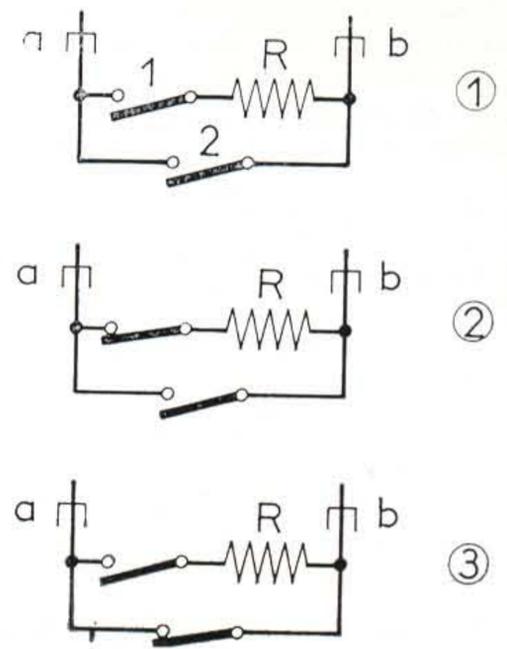


Fig. 27

**STARE**

Ordres de ralentissement : 1 et d'arrêt : 2.

1 : Marche selon allure affichée au potentiomètre général.

2 : Ralentissement.

3 : Arrêt.

correspondant au maximum de vitesse et ne sert plus (ce qui explique l'intérêt des deux potentiomètres incorporés aux « STARE »).

Pour trois sources X, Y, Z, par exemple, on établit le schéma de commutation de la figure 28 (les schémas de traction et de cab-control automatique sont à établir indépendamment).

Les relais RX, RY et RZ sont alimentés suivant les schémas illustrés dans le chapitre IV et comportent deux contacts inverseurs (un pour la permutation des potentiomètres et un

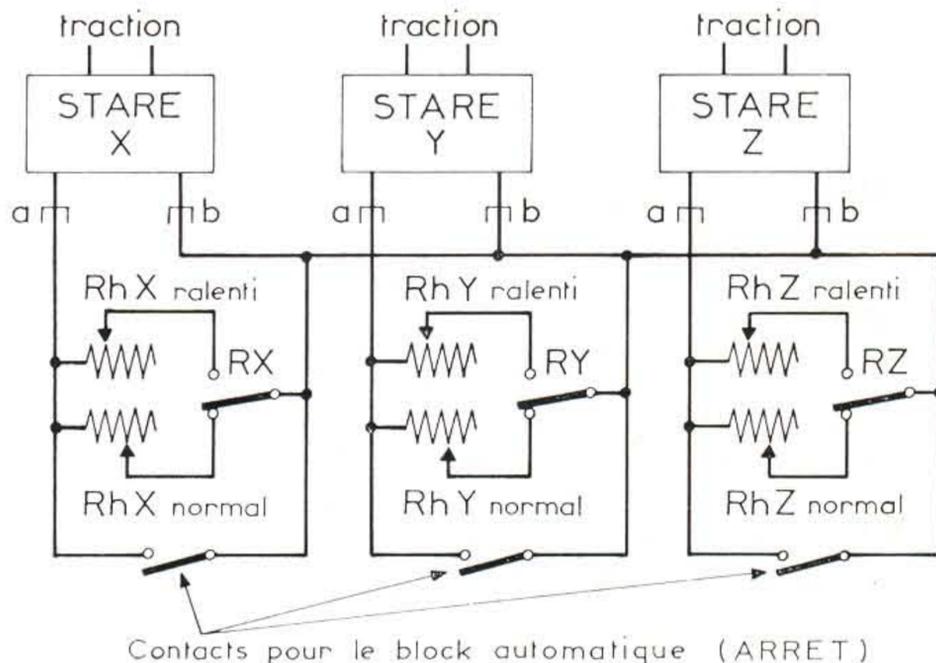


Fig. 28

**Groupement de plusieurs STARE ne comportant qu'un potentiomètre de vitesse**

pour la signalisation : un voyant placé à côté de chaque potentiomètre permet de savoir lequel est en service).

Ce dispositif permet, d'une part, d'utiliser les « STARE » actuellement sur le marché et, d'autre part, de placer à part les « STARE » souvent lourdes et encombrantes et de ne figurer sur les tableaux de commande que les potentiomètres de commande, les voyants de signalisation, les potentiomètres de temporisation, ainsi qu'un inverseur de marche unique pour un circuit avec plusieurs « STARE ». Les inverseurs de marche des « STARE » sont alors placés en marche avant et inaccessibles.

### 5) RÉALISATION THÉORIQUE D'UNE STARE.

Le fonctionnement d'une STARE comporte essentiellement deux aspects : la détermination du niveau de tension désiré, et la temporisation, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le moment où ce niveau a été déterminé (manuellement ou automatiquement) et le moment où cette tension est effectivement fournie par la source de traction.

A ces deux aspects essentiels s'ajoute une fonction parallèle de régulation automatique du niveau de la tension de sortie, évitant l'emballement du train en descente ou au con-

traire l'essoufflement d'une machine en rampe. D'autres perfectionnements tels que courant pulsé automatique favorisant les départs peuvent être ajoutés.

#### a) Niveau de tension.

Le courant traction est fourni par un transformateur classique, suivi d'un redresseur en pont classique, mais le niveau de la tension est déterminé par un circuit sensible mettant en jeu des potentiomètres et des transistors. Le courant de commande parcourt le circuit : émetteur - base - potentiomètre (affichant la tension de référence) et est plus ou moins intense suivant la position de ce dernier.

Le courant de commande provoque le passage d'un courant plus ou moins grand (de toute façon plus grand que le courant de commande) dans le circuit qui traverse le transistor de puissance dans le sens émetteur-collecteur.

Il est indispensable de placer plusieurs transistors en cascade de façon à obtenir une amplification suffisante ; le dernier transistor doit être suffisamment puissant pour supporter le courant de traction et les courts-circuits.

Il est possible de placer plusieurs potentiomètres de commande représentant les vitesses normales et ralenties, avec la permutation nécessaire.

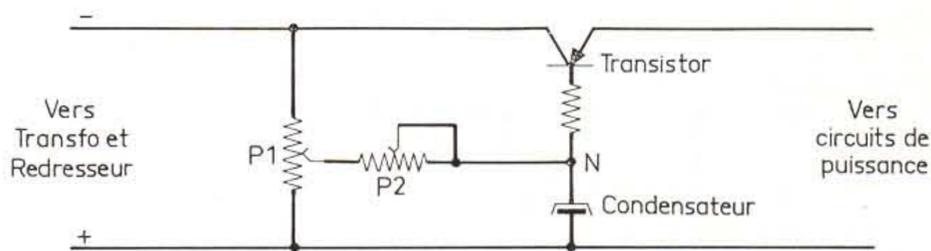


Fig. 29 STARE

Principe du réglage de la vitesse et de la temporisation.  
 P1 : potentiomètre déterminant le niveau de la tension de référence vitesse.  
 P2 : potentiomètre déterminant la temporisation (charge ou décharge plus ou moins rapides du condensateur).

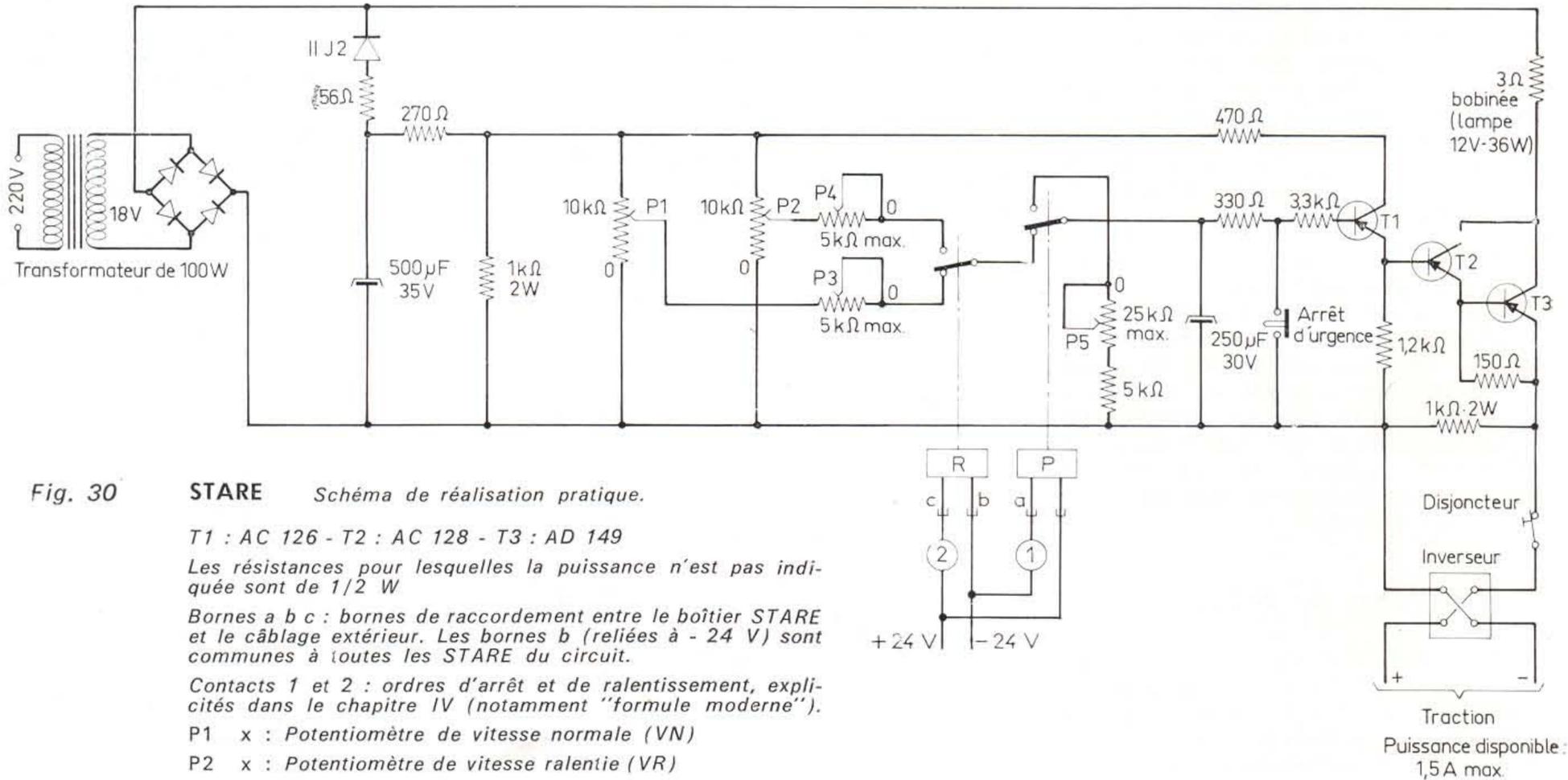


Fig. 30 STARE Schéma de réalisation pratique.

T1 : AC 126 - T2 : AC 128 - T3 : AD 149  
 Les résistances pour lesquelles la puissance n'est pas indiquée sont de 1/2 W  
 Bornes a b c : bornes de raccordement entre le boîtier STARE et le câblage extérieur. Les bornes b (reliées à - 24 V) sont communes à toutes les STARE du circuit.  
 Contacts 1 et 2 : ordres d'arrêt et de ralentissement, explicités dans le chapitre IV (notamment "formule moderne").  
 P1 x : Potentiomètre de vitesse normale (VN)  
 P2 x : Potentiomètre de vitesse ralentie (VR)  
 P3 xx : Potentiomètre de temporisation (+D) - (accélération en marche automatique, variation de vitesse en marche manuelle).  
 P4 xx : Potentiomètre de temporisation de ralentissement (+R).  
 P5 xx : Potentiomètre de temporisation d'arrêt (+A).  
 x : bobinés - xx : ordinaires.

## b) Temporisation.

L'action de temporisation d'une STARE est basée sur le délai de charge ou de décharge d'un condensateur, qui contrôle directement la montée ou la régression progressive de la tension.

Les délais de charge et de décharge de ce condensateur, sont réglés par des résistances ou des potentiomètres particuliers insérés dans le circuit selon le schéma de principe de la figure 29.

Le point N du circuit peut être permuté sur deux jeux de potentiomètres distincts (vitesse normale ou vitesse ralentie) avec chacune leur temporisation ( $t_D$  et  $t_R$ , voir paragraphe 2), ou par simplification une temporisation unique qui constitue la temporisation de la modification de la vitesse;  $t_D$  est alors égal à  $t_R$ .

Le point N du circuit peut également être ramené au pôle + au travers d'une résistance ou d'un potentiomètre, qui assure ainsi la temporisation d'arrêt ( $t_A$ ).

Les modifications du niveau de tension du point N sont établies par les ordres 1 et 2 extérieurs à la STARE, en utilisant les bornes a, b, et c, (voir paragraphe 2). Une représentation plus détaillée des éléments constitutifs d'une STARE est donnée dans le paragraphe suivant, où le lecteur constatera la présence d'un grand nombre de composants électroniques

supplémentaires (notamment des résistances), différents selon le type de STARE et déterminés souvent empiriquement pour assurer un équilibrage satisfaisant entre les actions et les contre-réactions des transistors.

## 6) RÉALISATION PRATIQUE D'UNE STARE.

Un certain nombre d'amateurs éclairés ont mis au point des boîtiers dont les caractéristiques leur permettent d'être utilisés comme des STARE; il s'agit notamment de MM. Yves Mercier, Leboucher, etc.

Des réalisations commerciales sont de plus en plus nombreuses sur le marché, ce qui prouve l'attrait des STARE et l'intérêt d'une normalisation; on peut trouver notamment des boîtiers de marque: Bollig, Codar, Dyna Power, Electran HM, Feldmeier, Felmo, Jidey, Repa, Scalespeed, etc.

Je cite pour mémoire le Magnampli, précurseur en la matière, celui-ci n'étant plus fabriqué actuellement.

Il semble préférable, pour un amateur ayant peu de connaissances en électronique et surtout peu de goût pour le câblage, d'acquérir une STARE de type commercial, présentant des garanties et possédant effectivement les qualités demandées.

Néanmoins il est fort possible — et sûrement plus économique — à un mo-

déliste un peu technicien de réaliser lui-même une STARE en utilisant le schéma de montage de la figure 30, établi à partir du plan de base du "CT2" de M. Yves Mercier.

Le dispositif présenté contient 5 potentiomètres, destinés à assurer les différentes fonctions définies au paragraphe 2, mais on peut le simplifier en ne mettant en jeu qu'un potentiomètre de temporisation ( $t_D = t_R$ ) ou même en remplaçant ce potentiomètre par une résistance de 5 000 ohms, shuntable par un interrupteur pour les manœuvres.

Deux relais sont nécessaires :

- d'une part, pour assurer la permutation des potentiomètres de vitesses (relais R) ;
- d'autre part, pour basculer la base du transistor T1 (point N du schéma de principe), sur la masse pour assurer l'arrêt avec temporisation (relais P).

Cette disposition a l'avantage de séparer totalement les circuits électroniques des circuits de commande des relais et d'éviter toute interférence.

Les ordres "1" et "2" d'arrêt et de ralentissement ont été figurés symboliquement et seront développés dans le chapitre IV, on peut d'ailleurs imaginer d'autres dispositifs permettant l'action sur les relais R (ralentissement) et P (arrêt).

# CHAPITRE III

## Equipement d'un réseau Comparaison des systèmes classique et électronique **Solution classique**

### 1) INTRODUCTION

Il paraît intéressant d'établir, pour un réseau concret et simple, les différents schémas électriques d'alimentations possibles, aussi bien pour la traction que pour la signalisation, les enclenchements, le block automatique, etc.

Cette présentation offre deux avantages :

— d'une part, donner aux schémas précédemment publiés un aspect plus réel, plus intégré au câblage collectif d'un réseau, avec l'ensemble des circuits, l'interaction des cantons les uns sur les autres, etc. ;

— d'autre part, confronter deux méthodes d'alimentation en effectuant la comparaison sur un même réseau et en analysant les moyens mis en œuvre et les résultats obtenus.

Un ovale classique avec dédoublement et cinq cantons convient tout à fait pour effectuer cette étude. Les lecteurs constateront qu'à partir de ce réseau archi-simple on peut arriver néanmoins à des perfectionnements techniques assez poussés. Bien entendu, l'extension des résultats et des schémas à un réseau plus complexe, comprenant notamment beaucoup plus de cantons, ne présente aucune difficulté et offre, au contraire, de grands avantages sur le plan esthétique, mais la répétition du câblage du canton "standard" ne présente aucun intérêt et nuit à la compréhension de l'ensemble (figure 31).

Les deux méthodes ou systèmes comparés ont, en fait, des points communs :

- traction deux rails courant continu ;
- signalisation courant alternatif ;
- block automatique par circuit de voie ;
- cab-control automatique (liaison permanente source de traction-train).

Les différences entre les deux systèmes se situent au niveau :

- du type de la source de traction (électronique ou non) ;
- du type de cab-control automatique (adapté au block) ;
- du block automatique (agissant sur le canton ou sur la source) ;
- du type de détection de voie (électronique ou non).

Le premier système (appelons-le "classique") comportera des sources de traction classiques (transformateur, redresseur, rhéostat) associées à une commande centralisée binaire (la plus économique) et à un block automatique deux rails traditionnel à cellule. Le système sera le plus simple possible, avec cependant les avantages cumulés du block et du cab-control.

Le deuxième système (appelons-le "électronique") comportera des sources de traction électroniques (Magnampli, CT2, etc.) associées à une commande centralisée mixte, bien adaptée à un block automatique perfectionné agissant au niveau des sources, avec une détection électronique ultrasensible. Ce système sera le "nec plus

ultra" avec tous les raffinements de l'électronique (démarrages et arrêts progressifs, ralenti, détection sensible, etc.) et une souplesse d'exploitation incomparable (commandes séparées de vitesses normale et ralentie, double traction, protection d'aiguille en marche arrière, etc.).

### 2) MISE EN PLACE DES DEUX SYSTÈMES

#### a) Définition des abréviations

Afin d'éviter toute confusion dans les différents types de schémas utilisés et afin d'éviter de répéter souvent la signification précise des circuits intégrés correspondants, les abréviations suivantes seront utilisées :

SOUCLA : source classique de traction composée d'un transformateur, d'un redresseur et d'un rhéostat.

STARE : source de traction à régulation électronique, comportant des bornes de raccordement pour action du block.

CCB : commande centralisée binaire.

CCM : commande centralisée mixte.

BANC : block automatique au niveau des cantons.

BANS : block automatique au niveau des sources.

DECEL : détection à cellule anti-retour.

BATH : détection transistorisée homogène.

IM : inversion de marche.

Le premier système (classique) peut donc être résumé ainsi :

SOUCLA + CCB + BANC + DECEL + IM. (Fig. 32.)

Le deuxième système (électronique) s'écrit :

STARE + CCM + BANS + BATH + IM. (Fig. 33.)

#### b) Position des différents éléments dans les deux systèmes

Les différents éléments (STARE, BATH, CCB, etc.) sont mis en place à travers les cantons suivant un découpage ou une superposition bien déterminés et le schéma très raccourci qui en résulte permet de bien situer la

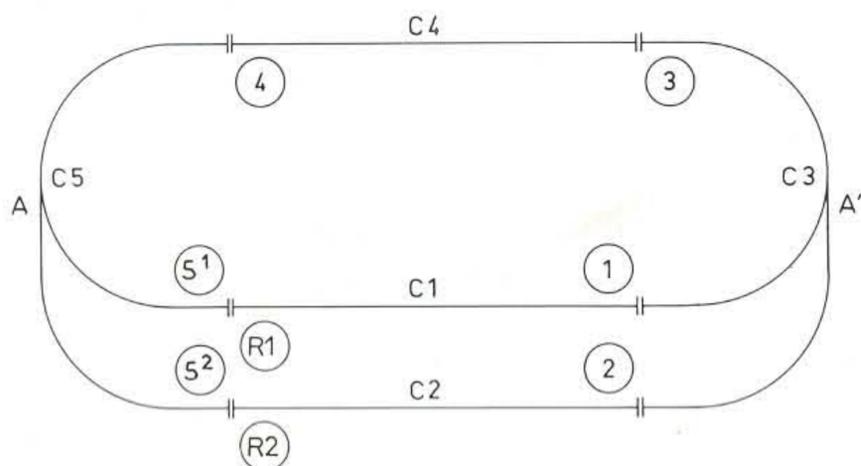


Fig. 31

Equipement complet d'un réseau

Découpage en cantons et implantation des signaux.

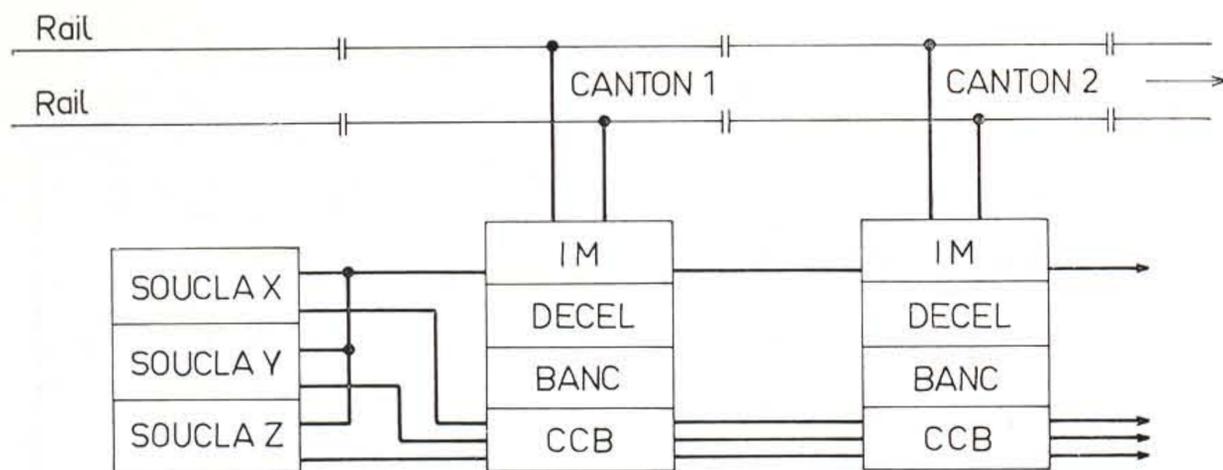


Fig. 32 Système classique

Pour obtenir l'alimentation électrique complète du réseau, il y a lieu d'ajouter les schémas de signalisation, d'aiguillages et de permutation CCB

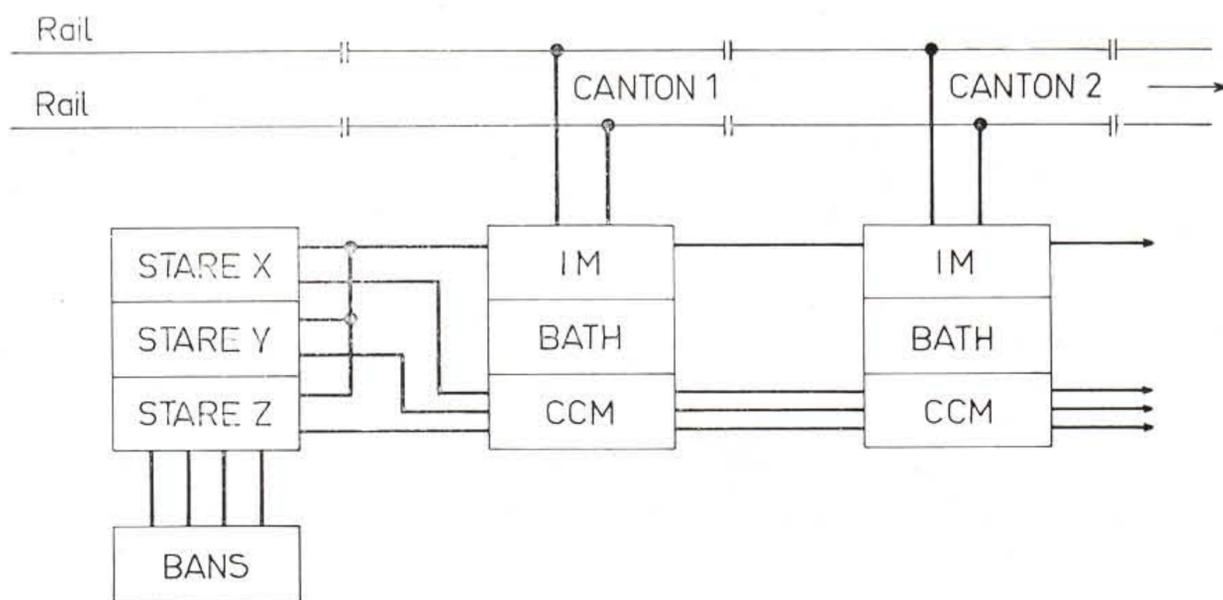


Fig. 33 Système électronique

Pour obtenir l'alimentation électrique complète du réseau, il y a lieu d'ajouter les schémas de signalisation, d'aiguillages et de permutation CCM.

position et l'action de ces éléments. Ce "jeu de construction" résume les circuits reliant les sources traction ou les relais aux rails du réseau ; il faut y ajouter les schémas d'alimentation des feux de signalisation, des relais d'aiguillage et des relais de commande centralisée qui forment des ensembles électriques totalement indépendants.

Cette indépendance est d'ailleurs, en elle-même, tout à fait souhaitable, car elle permet, outre une compréhension meilleure, parce que fractionnable, une répartition et une vérification du câblage plus aisées.

### c) Définitions des composants dans les deux systèmes

Afin d'assurer une présentation homogène, chaque composant comporte toujours le même repère pour une même fonction.

Pour les relais, la lettre est significative de la fonction et le chiffre est

significatif du canton (par exemple X2 est le relais de commande centralisée de la source X et du canton 2).

Tous les relais sont d'un type ordinaire (téléphonique, IBM, etc.) et sont alimentés en 24 volts continu. La résistance du bobinage de commande n'est pas imposée, sauf pour les relais de voie B et S (1 500 ohms minimum).

### Relais :

- A, A' : relais d'aiguillage.
- B (B1, B2, etc.) : relais d'occupation de voie pour un canton complet, y compris la section d'arrêt.
- S (S1, S2, etc.) : relais d'occupation de voie seulement pour la section arrêt d'un canton (pour le BANS).
- H : relais d'inversion de marche.
- M (M1, M2, etc.) : relais de commande centralisée CCB, pour les sources W, X, Y et Z.

N (N1, N2, etc.) : relais de commande centralisée CCB, pour les sources W, X, Y et Z.

R (RW, RX, RY, RZ) : relais de permutation de vitesse "Normale - Ralentie" (pour le BANS).

T (T1, T2, etc.) : relais de block automatique et de commande centralisée.

W (W1, W2, etc.) : relais de commande centralisée CCM pour la source W.

Z (Z1, Z2, etc.) : relais de commande centralisée CCM pour la source X.

Y (Y1, Y2, etc.) : relais de commande centralisée CCM pour la source Y.

Z (Z1, Z2, etc.) : relais de commande centralisée CCM pour la source Z.

### Diodes :

OA85 supportant en permanence 100 mA en intensité directe et 115 V en tension inverse.

BA148 supportant en permanence 1 A en intensité directe, 300 V en tension inverse et 0,2 mA en intensité inverse.

### Résistances :

r : ralentissement pour le BANC (10 ohms - 5 W).

2,2 k  $\Omega$  : détection pour le BATH (1/2 W).

10 k  $\Omega$  : détection pour le BATH (1/2 W).

47 k  $\Omega$  : détection pour le BATH (1/2 W).

### Condensateurs :

200  $\mu$  F - 30 V : temporisation relais de voie avec détection classique et relais T.

10  $\mu$  F - 30 V : temporisation relais de voie avec BATH.

### Transistors :

AC 126 : détection pour le BATH.

**Nota 1.** — Afin de rendre les schémas plus clairs, les contacts des relais n'ont pas été disposés en empilage sous les bobinages correspondants, mais à leur emplacement fonctionnel, en indiquant le repère du relais de commande (voir chapitre VIII, tome 1).

**Nota 2.** — Par simplification, les contacts de relais participant en même temps à une commutation commandée par un même bobinage sont regroupés sous le sigle d'un même relais. Dans la réalité, si le nombre des contacts est élevé ou si le minimum de résistance de bobinage l'impose (relais B et S), il y aura lieu de séparer les contacts en plusieurs relais, soit en parallèle, soit avec un relais pilote avec un contact travail commandant les autres relais.

### 3) ÉLÉMENTS COMMUNS AUX DEUX SYSTÈMES

Certains éléments sont communs aux systèmes classique et électronique et il est superflu de décrire deux fois ce que le réseau, équipé d'une façon ou de l'autre, pourra contenir, quel que soit le mode d'exploitation choisi.

Il n'est évidemment pas question de l'infrastructure du réseau (rails, aiguilles, décor, etc.), qui n'est pas l'objet de cet exposé, mais des circuits électriques d'alimentation du réseau, comme par exemple la signalisation, les schémas de câblage des aiguilles et du tableau de commande et de contrôle.

#### a) Signalisation

Les schémas d'alimentation des lampes de signalisation, placées en panneaux à l'entrée des cantons, sont simples. Ils mettent en jeu des contacts des relais de block automatique et des relais d'aiguillage (figure 34).

Les signaux 1 et 2 présentent la possibilité d'afficher le carré dans le cas où l'aiguillage n'est pas dans la bonne position ; dans le cas contraire, le signal fonctionne comme pour un canton ordinaire :

- rouge : premier canton suivant occupé ;
- jaune : premier canton suivant libre, deuxième canton suivant occupé ;
- vert : deux cantons suivants libres.

Les signaux 3 et 4 sont de pleine voie avec les trois feux classiques, et mise en jeu de l'aiguille A pour permettre les feux V et J en fonction de l'occupation des cantons 1 et 2 et de la position de l'aiguille.

Le dédoublement des signaux 5 à l'entrée respective des cantons 1 et 2 permet de les traiter en signaux de pleine voie à trois feux.

Enfin, les feux de recul R1 et R2, très réalistes, ont été prévus. Leur alimentation est simple, le feu blanc correspondant à un refoulement possible, le feu violet à un refoulement interdit. Ils peuvent être mis en place dans les deux systèmes, mais ils prennent toute leur valeur dans le système électronique qui comporte une protection automatique vis-à-vis des refoulements intempestifs.

#### b) Aiguilles

COMMANDE — Dans le chapitre V du tome 1, j'ai donné les schémas de câblage des aiguilles, dans les différents cas de commande habituels : solénoïdes avec ou sans contact de fin de course, relais à palette, etc.

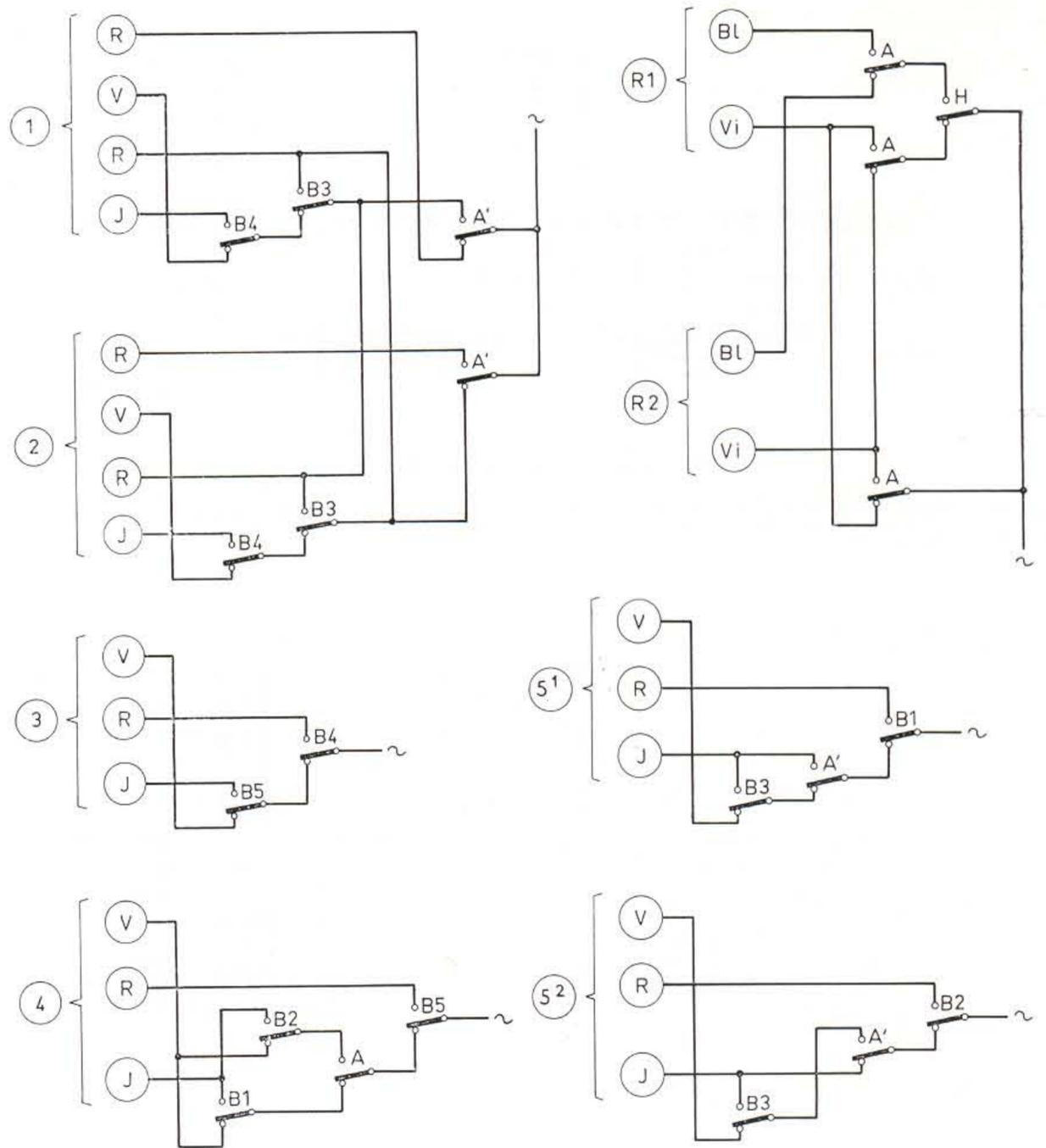


Fig. 34 Schémas d'alimentation des lampes de signalisation

Je ne reviendrai pas sur l'ensemble des dispositions possibles mais, afin de rendre l'exposé complet, il est utile de redonner les schémas d'alimentation dans le cas de commande par relais, et avec enclenchements d'approche et de transit.

Je rappelle que la commande des aiguilles par relais consiste à fixer sous la table de roulement un relais à palette mobile sur laquelle est fixée soit une tige d'acier, soit une barre de contre-plaqué (100 × 10 × 5 mm) attelée à la barrette de commande des lames d'aiguilles. Suivant l'excitation du relais, le mouvement de l'extrémité libre de la tige ou de la barre assure la translation de la traverse mobile de l'aiguille. La liaison tige-traverse s'effectue par boulons et écrous, ce qui favorise tous les réglages souhaités. Le relais peut comporter par ailleurs des contacts assurant la commutation de la pointe de cœur de l'aiguille, et un seul fil assure la commande de l'ensemble de l'aiguille, qui peut rester sous tension indéfiniment ; tous les relais d'aiguille ont un fil de retour commun.

ENCLÈCHEMENTS. — Je rappelle également les principes d'enclenchement de transit et d'approche :

— L'enclenchement de transit interdit la manœuvre d'une aiguille lorsqu'un train se trouve dans la zone de voie comprenant l'aiguille (c'est-à-dire dans le canton comprenant l'aiguille). Cette interdiction empêche le déraillement.

— L'enclenchement d'approche interdit la manœuvre d'une aiguille lorsqu'un train se trouve dans la zone comprise entre le signal d'avertissement et le signal carré (c'est-à-dire, en modélisme, dans le canton précédant l'aiguille). Cette interdiction empêche la manœuvre de l'aiguille et, par suite, l'apparition d'un feu carré à la place d'un feu vert devant un train circulant normalement sans avoir été averti par un signal de ralentissement.

Cet enclenchement d'approche est un peu superflu en modélisme pour un aiguillage en pointe, compte tenu du manque de réalisme qu'aurait dans ce cas un signal carré de protection.

Ainsi il paraît intéressant de prévoir :

— enclenchement de transit pour l'aiguille en pointe A ;

— enclenchement de transit et d'approche pour l'aiguille en talon A'.

Par ailleurs, le fonctionnement automatique du réseau peut être agrémenté par un dédoublement automatique, en utilisant des clés de commande à trois positions, la position moyenne permettant les phénomènes suivants :

— Pour l'aiguille en pointe A : l'occupation du canton 1 oriente automatiquement le train suivant vers le canton 2, assurant ainsi une répartition rationnelle des trains entre les voies 1 et 2 ;

— Pour l'aiguille en talon A' : le premier train qui se présente fait pivoter l'aiguille en bonne position pour la voie qu'il occupe, que ce soit la voie 1 ou la voie 2, assurant ainsi une sortie rationnelle et automatique de deux trains situés en gare, supposée établie devant les cantons 1 et 2.

Les relais A et A' servent, d'une part, aux enclenchements, d'autre part à la commande mécanique de l'aiguille (voir plus haut) ; pour la commodité de mise en place des relais, il est souhaitable de dédoubler les fonctions en deux relais mis en parallèle. Un de ces relais est sous le plateau pour la commande de l'aiguille, l'autre est rangé avec les relais B, X, etc., dans une armoire fonctionnelle.

Les relais A et A' ne sont pas excités pour une position d'aiguille donnant la voie au canton 1.

**FONCTIONNEMENT.** — Pour le relais A, on voit sur la figure 35 que, lorsque le canton 5 n'est pas occupé (B5 au repos), le relais et l'aiguille A peuvent être manœuvrés librement. Par contre, si le relais B5 est excité (enclenchement de transit), le relais A ne peut plus être excité s'il ne l'a pas été avant l'occupation du canton 5 (contacts de maintien). La position automatique de la commande conduit au même effet que la position "droite" si le canton 1 est occupé.

Pour le relais A', on voit sur le schéma que, lorsque les cantons 1, 2 et 3 ne sont pas occupés (B1, B2 et B3 au repos), les relais de l'aiguille A' peuvent être manœuvrés librement. Par contre, si le relais B3 est excité (enclenchement de transit), le relais A' ne peut plus être excité s'il ne l'a pas été avant l'occupation du canton 3 (contacts de maintien). De même, si le relais B1 est excité, l'excitation du relais A' n'est plus possible et, si le relais B2 est excité, la désexcitation du relais A' n'est plus possible (enclenchement d'approche). La diode empêche le fonctionnement

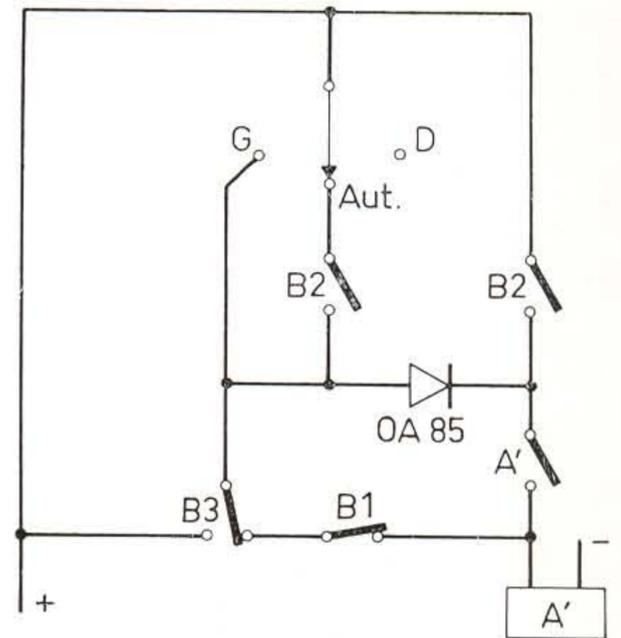
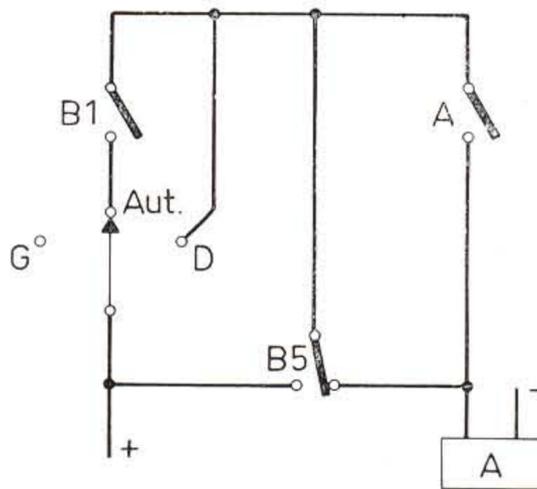


Fig. 35 Schémas d'enclenchement des relais d'aiguille

intempestif du relais A' dans le cas où les cantons 1 et 3 seraient libres et le canton 2 occupé. La position automatique de la commande conduit au même effet que la position "gauche" si le canton 2 est occupé.

### c) Tableau de commande et de contrôle

#### UTILITÉ

La réalisation soignée du tableau de commande et de contrôle me paraît très importante, car mettre en place des automatismes sur un réseau ne veut pas dire créer un réseau automate où toutes les séquences se déroulent suivant un programme fixé à l'avance (bande magnétique, bande perforée, etc.). Au contraire, plus le réseau comporte de systèmes élaborés : régulation de vitesse, d'accélération, etc., plus le tableau de commande comporte de nombreux boutons et voyants divers. Les automatismes permettent d'éviter qu'une commande inconsidérée n'entraîne une catastrophe, mais ils n'entravent absolument pas l'exploitation.

Bien entendu, un réseau assez poussé techniquement nécessite des commandes et des contrôles nombreux, mais il est superflu d'en rajouter pour « faire bien ».

#### RÉALISATION

Il est souhaitable de diviser le tableau de commande en deux parties. Les organes comportant un enclenchement les mettant à l'abri d'une fausse manœuvre seront dans la première partie (dans notre exemple, commande des aiguilles A et A'), ainsi que les commandes de vitesse et de temporisation, les boutons d'accrochages des sources, les voyants de position des aiguilles enclenchées, de permutation de sources « Normale » ou

« Ralentie », de commande centralisée, etc.

Par contre, les organes dont la manipulation peut entraîner des risques d'exploitation (collision, rattrapages, etc.) seront placés dans une deuxième partie, nettement séparée de la première. On y trouvera la commande des aiguilles non enclenchées, l'inversion de marche, la suppression du block automatique, etc., on y placera également tous les services auxiliaires (plaque tournante, décrochage, coupures dans les voies secondaires, etc.).

Par souci d'esthétique, les voltmètres et autres cadrans donnant la tension aux bornes des relais de voie et des relais auxiliaires, et surtout la tension du courant de traction aux bornes de chaque source pourront être placés dans la deuxième partie, surtout si celle-ci a une position verticale.

Les deux parties pourront être coiffées par un tableau de contrôle optique reprenant le tracé des voies et permettant de donner le positionnement des trains, ainsi que les enclenchements des itinéraires éventuels.

Pour le réseau décrit présentement, les deux parties définies ci-dessus donnent la présentation de la figure 36.

L'« accrochage » des sources a été figuré dans le système électronique, avec CCM, c'est-à-dire avec bouton poussoir pour chaque relais. Ces boutons sont nécessaires pour le premier démarrage et pour la marche arrière. Pour le système classique, il n'y a que deux boutons poussoirs par canton ; comme nous le verrons, ces boutons peuvent être placés en bout de l'alignement des voyants de la liaison source-canton. Dans ce système, on peut limiter la mise en place des boutons d'accrochage aux cantons « gare » 1 et 2, pour le premier démarrage d'un train, et considérer que la marche arrière, excep-

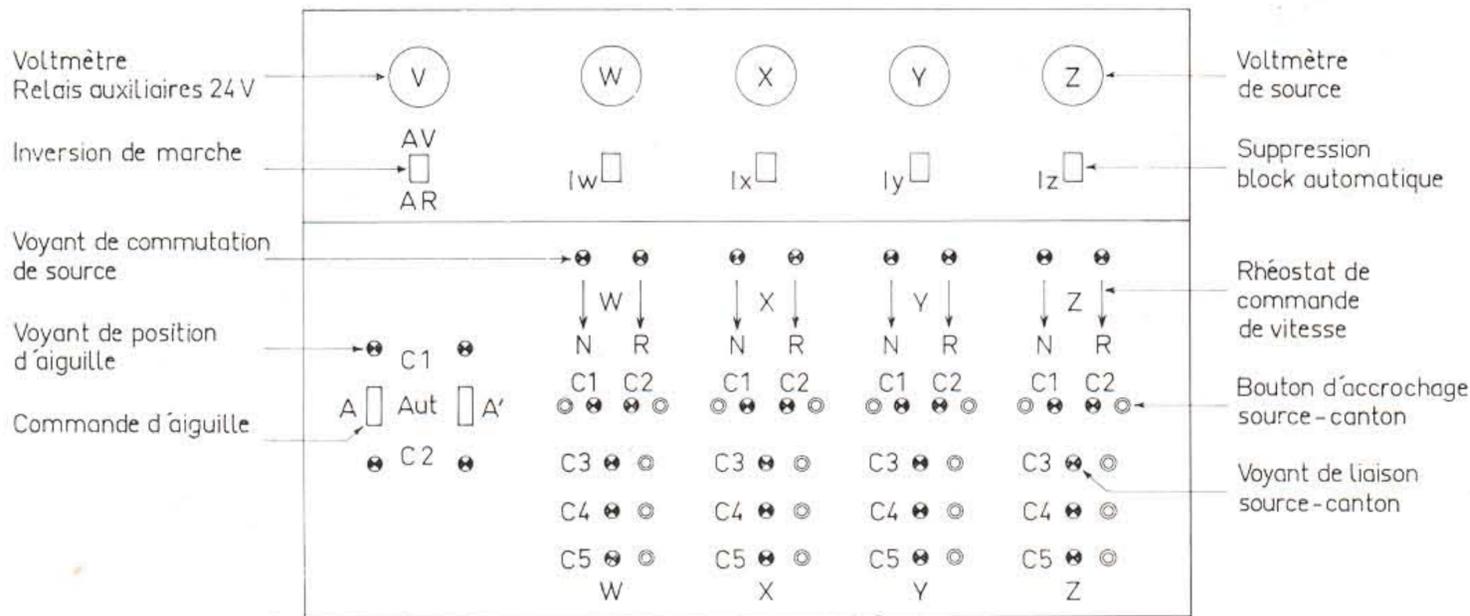


Fig. 36

Tableau de commande

Disposition théorique des organes.

tionnelle, s'effectuera toujours avec la source comportant des relais de commande centralisée au repos (voir plus loin, relais M et N).

Bien entendu, dans le système classique, il n'y a qu'un rhéostat de commande de vitesse par source et il n'y a pas de voyant de commutation de source, tandis que dans le système électronique, ce voyant est très commode pour savoir quel est le rhéostat opérationnel entre « Normale » et « Ralentie ». Ainsi, le tableau de commande du système classique peut être très dépouillé, conformément au désir de simplifier à fond ce système.

L'aspect attractif du tableau de commande et de contrôle, aussi bien pour le modéliste réalisateur que pour ses visiteurs, n'est plus à démontrer (voir la brochure de M. Lamming, « **le Chemin de fer passion** », aux éditions **Loco-Revue**).

d) Câblage

Le câblage me paraît très important à mentionner, parce qu'il risque d'être considéré comme un épouvantail et il serait navrant que des modélistes, séduits par les techniques décrites dans cet ouvrage, ne les mettent pas en application en pensant que le câblage en est « effrayant » et qu'il vaut mieux ne pas essayer.

Je souhaite démystifier le câblage qui doit être abordé avec méthode. Il se compose de deux parties essentielles : les relais et les fils, étant entendu que les autres accessoires (diodes, BATH, condensateurs, etc.) doivent tenir compte des mêmes règles de mise en place.

LES RELAIS

Ils doivent tous, si possible, être du même type (IBM, téléphonique, etc.), à défaut, il y a lieu de rassem-

bler les relais de même type. En tout état de cause, les relais doivent être fixés soigneusement sur des barres horizontales (en bois ou en métal, de section adaptée au type de relais) avec espaces suffisants (entre relais, entre barres et sur les côtés) pour faire passer les fils nécessaires et favoriser les aménagements ultérieurs, les démontages, les mesures, les repérages des défauts, etc.

Il est également souhaitable de disposer tous les relais utiles (plus 20 % pour les installations ultérieures) dès le début, de façon à rapprocher les relais d'une même fonction (B, S, X, etc.) ou de juger la position la plus rationnelle des relais les uns par rapport aux autres pour obtenir une longueur totale de fils minimale. Ce problème ne pourrait être résolu complètement que par un ordinateur, mais, sans en arriver là, les modélistes devront proscrire toute mise en place progressive et chaotique des relais, ce qui est généralement la source de déboires entraînant le découragement.

On veillera à raccourcir au maximum les fils de circuit traction en rapprochant, par exemple, les relais de commande centralisée des relais H et des BATH.

Enfin, il est indispensable d'établir une fiche par relais indiquant le rôle de chaque contact et distinguant les lames d'un même contact. Cette fiche sera rédigée au fur et à mesure du câblage effectif, l'ordre des contacts n'ayant aucune importance, à partir du moment où ceux-ci sont repérés sur la fiche.

LES FILS

Ils doivent être mis en place très soigneusement d'un contact de relais à un autre, en empruntant le chemin le plus court, mais en contournant néanmoins les relais voisins, de façon

à constituer des faisceaux ou torches de fils peu encombrants. Le fil émaillé à âme de cuivre de deux sections différentes (9/10 pour les fils supportant le passage du courant traction, 5/10 pour les autres fils) est le matériau le plus propice à ce câblage :

- minimum de place,
- minimum de prix,
- soudure ne détériorant pas l'isolant,
- extraction facile d'un fil d'un faisceau sans collage de l'isolant.

Le souci apporté au câblage apporte des avantages d'esthétique non négligeables, mais surtout d'efficacité. Une « chevelure » de fils épars sous la table de roulement ou sous le tableau de commande constitue un frein, à plus ou moins long terme, pour le développement électrique du réseau et pour les avantages escomptés. Le repérage des fils, par différenciation des couleurs, peut s'admettre pour l'alimentation de la table de roulement, mais ne présente pas d'intérêt pour le câblage des relais.

La mise en place des fils entre les contacts des différents relais ne doit surtout pas être précédée d'une transposition de schémas avec écriture « concentrée » correspondant à la position fonctionnelle des contacts (tels que les schémas présentés dans cet ouvrage), à des schémas avec écriture « superposée » correspondant à l'empilage des contacts sous le bobinage de commande. Il y a lieu de mettre en place les fils de liaison directement à partir des schémas « concentrés ».

Prenons, par exemple, le schéma de l'aiguille A' et, notamment, la jonction représentée figure 37.

Il y a deux fils à passer pour réaliser cette jonction, mais il y a plusieurs façons de le faire, ainsi que le montre la figure 38.

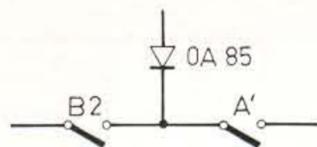


Fig. 37

### Câblage

Elément d'un schéma.

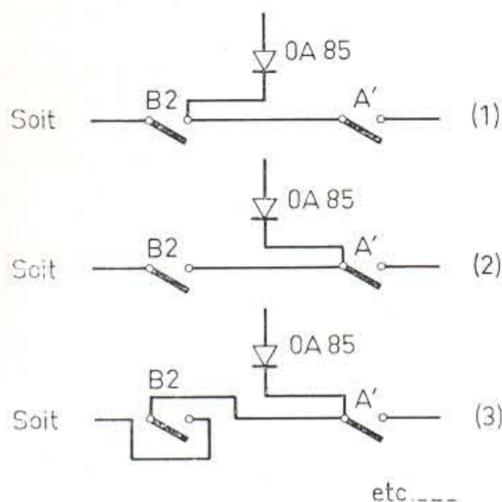


Fig. 38

### Câblage

Réalisations pratiques des raccordements.

Un grand nombre de permutations sont possibles pour un même résultat et il est impossible de décèler la meilleure façon de procéder, au moment de l'établissement du schéma. C'est seulement du câblage réel, en fonction de la position des relais B2 et A' par rapport à la diode, et de la position des lames dans un même relais, que l'on choisira la solution conduisant au câblage le plus court.

Ainsi, si matériellement le relais B2 est près de la diode, la présentation 1 sera effectivement câblée sans qu'il soit possible de l'imposer arbitrairement au préalable, ni intéressant de réaliser après coup un schéma en faisant état.

#### 4) SCHÉMAS DÉTAILLÉS DU SYSTÈME CLASSIQUE

Le fonctionnement d'un réseau équipé d'un tel système a déjà été décrit, tout au moins par fractions intéressant soit le block, soit la commande centralisée, soit l'inversion de marche. Il est intéressant de regrouper le tout en deux plans complets pour l'ensemble du réseau :

- circuits traction et détection (figure 39) ;
- circuits permutation CCB (figure 40) ;

et d'en donner les principes de fonctionnement, les performances et les moyens à mettre en œuvre.

#### a) Constitution des différents éléments

Le plan « circuits traction et détection » reproduit en détail la pyramide

SOUCLA + CCB + BANC + DECEL + IM

dont les définitions et la position ont été données dans le chapitre « mise en place des deux systèmes ».

#### SOUCLA

Chaque source est constituée d'un transformateur avec secondaire unique 12 V et un redresseur en pont, le tout ayant une puissance suffisante pour éviter des chutes de tension internes (transformateur 40 W, redresseur 1,5 A). La présence d'une commande centralisée assurant une liaison électrique permanente entre une source de traction déterminée et un train déterminé, un seul train sera normalement desservi par la source, ce qui permet de placer un rhéostat comme régulateur de la vitesse, sans avoir à rechercher un transformateur à sorties multiples associé à un commutateur à galette, cette dernière formule présentant l'inconvénient d'utiliser à vitesse moyenne une faible partie seulement de la puissance du transformateur.

La source SOUCLA est donc très simple et très économique ; elle peut être constituée par un transformateur-régulateur traditionnel du commerce modéliste.

#### CCB

Le principe de la commande centralisée présente l'avantage de pouvoir régler chaque source en fonction des besoins du train qui lui est attaché et de commander ainsi des trains indépendants sur un même circuit, depuis un pupitre central, sans modification interne des engins de traction.

La commande centralisée binaire CCB décrite dans le chapitre I, a été jugée la plus intéressante pour ce système classique, compte tenu de ses avantages :

- utilisation de relais ordinaires,
- nombre de relais minimal.
- grande sûreté de transfert des sources d'un canton sur l'autre.

Sur le plan « traction », la CCB est représentée pour chaque canton par un contact inverseur (RT) du relais M et par deux contacts RT du relais N. Ces contacts forment des aiguillages entre les sources pour conduire le courant de traction d'une source déterminée à chaque canton.

La permutation d'une même source d'un canton à l'autre, c'est-à-dire le

transfert de cette source, est représentée sur le plan « permutation CCB ». On voit que :

- la source W correspond à M et N excités,
- la source X correspond à M excité, N non excité,
- la source Y correspond à M non excité, N excité,
- la source Z correspond à M et N non excités.

Cette utilisation de l'état d'excitation ou de non excitation d'un relais et les associations de contacts correspondantes, d'une façon symétrique, explique le qualificatif « binaire » donné à ce mode de transfert.

La présence du relais T assurant le verrouillage du transfert permet d'utiliser ce relais pour un block automatique plus perfectionné.

Le transfert des sources en marche arrière s'effectue manuellement avec les boutons P. Il s'effectue automatiquement pour la source Z, correspondant à M et N non excités, ce qui permet d'éviter la mise en place systématique des boutons P dans tous les cantons. Le transfert automatique pour les autres sources pourrait d'ailleurs se réaliser facilement avec des contacts supplémentaires des relais H, M et N.

#### BANC

Le block automatique s'effectue dans le circuit traction lui-même en utilisant des contacts du relais T, ce qui présente les avantages suivants :

- démarrage au ralenti ;
- démarrage avec retard par rapport à l'extinction du feu rouge et à l'apparition du feu jaune ;
- non extinction du feu du fourgon de queue au passage sur les sections d'arrêt.

Sur le plan « traction », le BANC est représenté par des contacts des relais T de divers cantons et des relais A et A'.

#### DECEL

Le relais de voie B est alimenté en continu par une source 30 V, de façon à obtenir aux bornes une tension minimale de 20 V lorsque la tension du courant de traction est de 10 V. Les sources traction et la source du relais de voie ont leur pôle négatif commun, ce qui permet le retour du courant traction et du courant détection en même temps.

La diode OA 85 empêche le passage du courant de traction vers la section arrêt, lorsque les contacts du relais T sont ouverts (tension inverse maximale 12 V), mais permet le passage du courant de détection issu du relais de voie, aussi bien vers la section ralentissement que vers la section

Signaux ① ② 4 feux

Signaux ③ ④ ⑤① ⑤② 3 feux

Signaux ① ② 2 feux (blanc et violet) de recul

— Circuit Traction du canton 2, avec la source W  
(le signal ② est supposé allumé au carré rouge)

- - - Circuit Détection du canton 2 (relais B2)

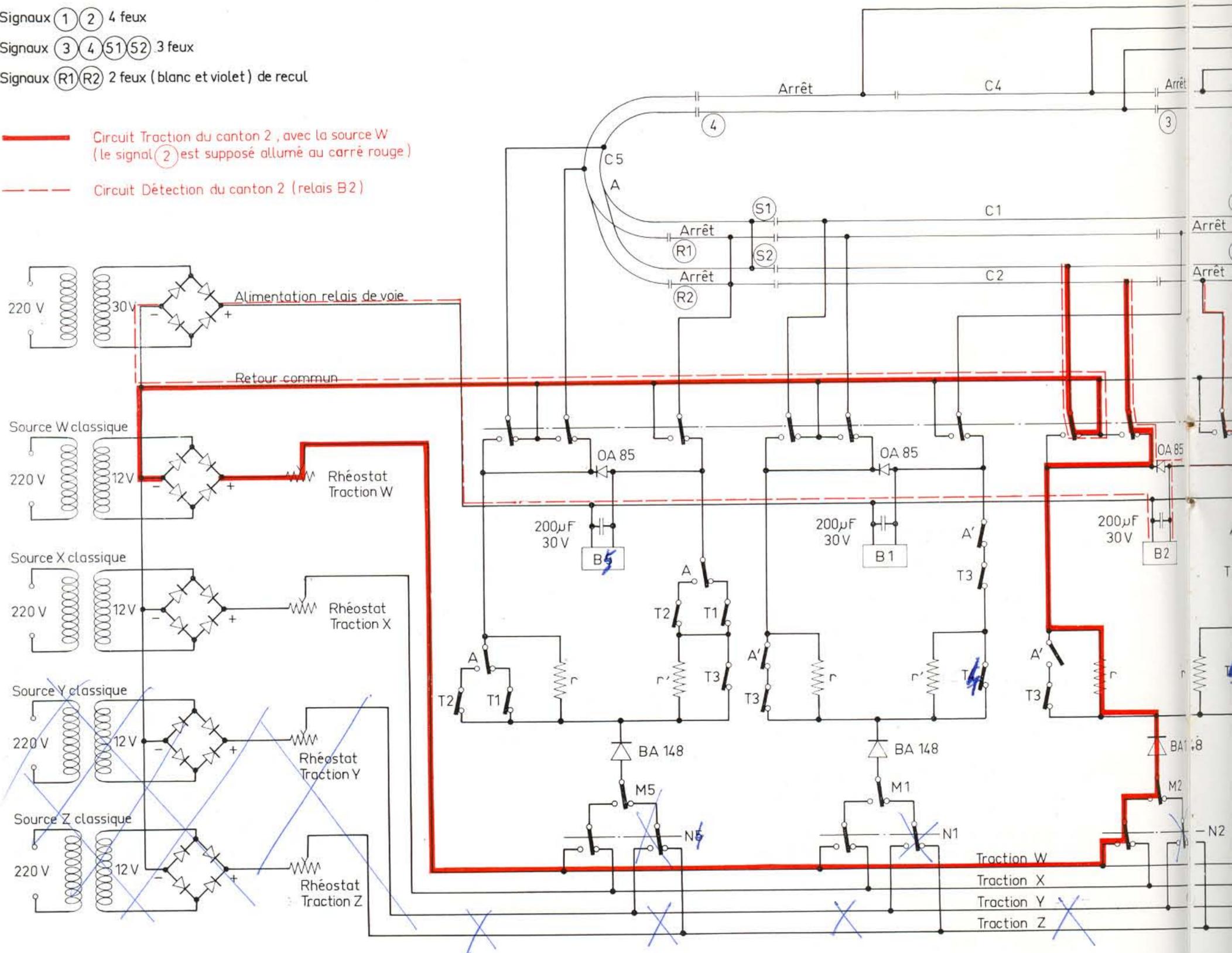


Fig. 39 Schéma du réseau système classique

Plan général traction : SOUCLA + CCB + BANC + DECEL + IM. Seuls ici sont représentés les circuits traction et détection de voie (les circuits de

arrêt du canton (intensité directe maximale 50 mA). La diode OA 85 a des performances nettement supérieures et peut d'ailleurs être remplacée sans inconvénient par une diode plus puissante (OA 5) si les relais utilisés sont plus gourmands.

La diode BA 148 empêche le passage du courant de détection vers les autres cantons (tension inverse maximale 30 V), mais permet le passage du courant de traction (intensité directe maximale 1 A). La diode BA 148 a des performances nettement supérieures.

Il est intéressant d'équiper les relais de voie de condensateurs (200 µF-30 V) à leurs bornes pour leur assurer un léger retard à la retombée en cas de mauvais contact sur la voie et d'éviter ainsi un clignotement des feux de signalisation. Cet effet de retard sera sensible si le relais a une résistance interne suffisante (1 500 Ω minimum).

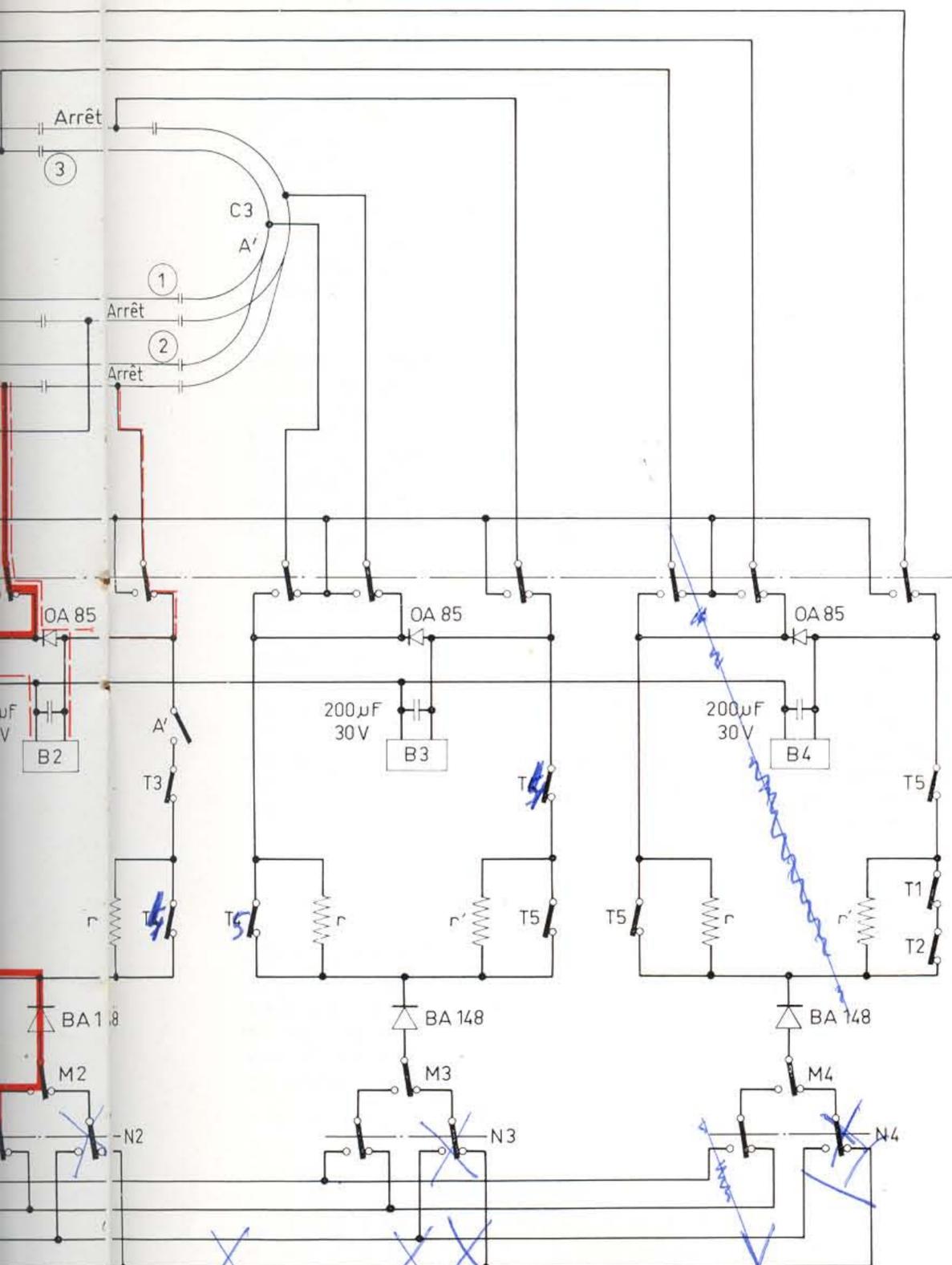
#### IM

L'inversion de marche est réalisée (comme pour le système classique) par un relais H commun à tous les

cantons. Il y a lieu de prévoir un contact RT pour le rail « commun », tronçonné à chaque canton, pour assurer une détection spécifique de chaque canton en marche arrière.

Le schéma « traction » est légèrement différent du dispositif classique présenté dans le chapitre II du tome 2 et dans lequel des contacts inverseurs des relais de block assurent le ralentissement et le départ au ralenti à partir d'une résistance unique.

La variante présentée ici met en œuvre des contacts repos des relais



Garde Sources Z et Y  
 ↑ transfert automatique

es circuits de permutation CCB des sources traction sont donnés par la figure 40). en IM

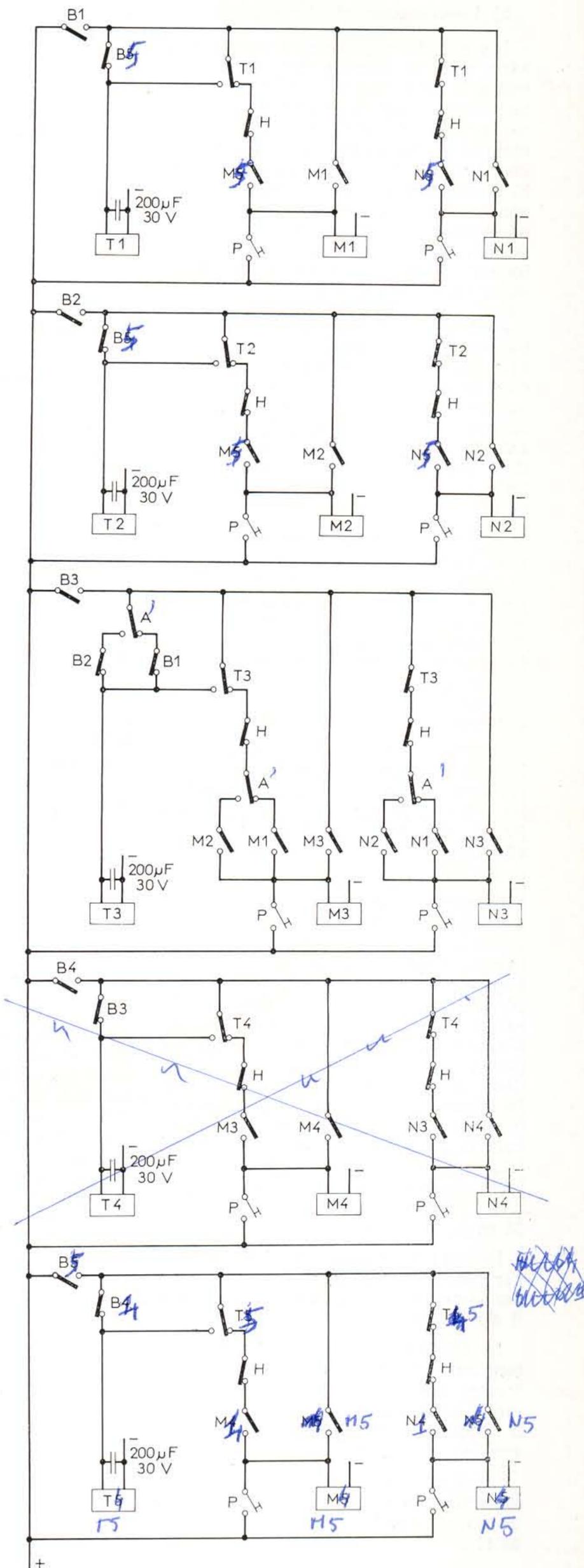
T mais implique 2 résistances, l'une pour le ralentissement, l'autre pour le départ au ralenti, ajustées opportunément suivant le profil et la courbure de chaque canton et de chaque section d'arrêt. Il y aura lieu de choisir des valeurs  $r$  et  $r'$  appropriées (en moyenne 16 et 10 ohms) de façon, par exemple, à assurer un ralenti suffisant dans un canton partiellement en descente, mais à permettre un démarrage pas trop poussif si la section d'arrêt du même canton est en courbe. On a ainsi à sa disposition un block assez souple, au prix d'une résistance supplémentaire.

Fig. 40

**Schéma du réseau système classique**

**Permutation CCB**

Nota : dans les circuits concernant le canton 3, il faut lire A' (et non A) pour les trois contacts inverseurs.



## b) Fonctionnement de principe

Les explications ci-après seront données pour la marche AV, c'est-à-dire relais H non excité; la marche AR ne présente aucune difficulté de compréhension et s'effectue à vue, en maintenant la liaison source-train par commutation manuelle des relais M et N, à l'aide des boutons P, à chaque pénétration du fourgon de queue dans un canton de façon à éviter tout à-coup. Si on n'agit pas sur les boutons P, le recul se fait automatiquement avec la source Z.

Supposons un train « 1 » dans le canton 2 (hors de la section arrêt) et « accroché » à la source W, tandis que l'aiguille A' est dirigée vers le canton 1, qu'un train « 2 » parcourt les cantons 1 et 3 et que le signal [2] est, de ce fait, allumé au carré rouge. Cela signifie, en ce qui concerne le train « 1 » que les relais B2, T2, M2 et N2 sont excités.

Le courant de traction parcourt le train suivant le circuit mentionné sur le plan, à travers la résistance r. Le train « 1 » circule donc au ralenti et, arrivé sur la section arrêt, il s'arrêtera (contact travail de A' ouvert). On pourra placer le bouton de commande de l'aiguille A' sur « G » pour assurer le basculement de l'aiguille dès que l'enclenchement aura cessé.

Lorsque le train « 2 » aura quitté le canton 3 et occupé le canton 4, on aura la situation suivante : relais B3, T3, M3 et N3 non excités, relais B2, T2, M2, N2, A', B4 et T4 excités (T3 sera retombé un peu après B3 à cause du condensateur à ses bornes).

La section arrêt du canton 2 reçoit alors du courant traction à travers la résistance r' et le train démarre au ralenti, avec décalage par rapport à l'apparition du feu jaune. Au moment où il pénètre dans le canton 3, le relais B3 s'excite. Le relais T3 ne s'excite pas tant que le relais B2 est encore excité (contact repos de B2 dans le circuit d'alimentation de T3). Le plan « permutation CCB » montre que les relais M3 et N3 s'excitent, compte tenu de l'excitation de M2 et N2, et ferment également leurs contacts de maintien. Les diodes empêchent toute excitation parasite de M et N.

Le train « 1 » continue donc à avancer dans le canton 3, toujours alimenté par la source W, et au ralenti (contact R de T4 ouvert).

Le fourgon de queue reçoit, lui, une tension « normale » sans passage à travers r et son feu éclaire normalement. Au passage sur la section arrêt, il reçoit une tension « ralentie » et son feu éclaire faiblement.

Lorsque le fourgon de queue quitte le canton, le relais B2 retombe et, de ce fait, le relais T3 s'excite, assurant ainsi :

- d'une part le ralentissement et l'arrêt d'un train survenant dans le canton 1 ou le canton 2 ;
- d'autre part, la coupure de la chaîne de transfert, sinon l'excitation des relais M1 et N1 par un train survenant dans le canton 1, par exemple, provoquerait une excitation anormale des relais M3 et N3, et brouillerait la liaison source - train du train « 1 ».

La résistance r peut varier suivant les cantons, notamment vis-à-vis du profil de la voie (r plus faible dans les cantons montants, r plus grande dans les cantons descendants).

## c) Performances.

### Sensibilité du block automatique

Elle est satisfaisante; un wagon comportant une résistance de 300 ohms est détecté très normalement avec des relais de voie de 1 500 ohms. Ce dispositif, pour un wagon de 300 ohms, engendre un courant de traction supplémentaire de 30 mA sous 9 V; il serait évidemment intéressant d'obtenir une sensibilité plus grande, mais il faudrait utiliser des relais de voie de résistance plus élevée, donc plus chers. Cette solution "classique" étant, par définition, économique, il est préférable de s'en tenir aux chiffres indiqués ci-dessus; un relais IBM-4RT-1 500 ohms convient fort bien.

S'il y a besoin de plus de contacts, il ne faut pas mettre plusieurs relais en parallèle, mais il est nécessaire de se servir d'un contact travail du premier relais pour exciter les relais auxiliaires alimentés normalement en 24 V continu.

Cette formule permet d'équiper dix wagons sans dépasser 300 mA sous 9 V, ce qui n'augmente pas trop sensiblement l'intensité du courant de traction et l'usure des contacts des relais parcourus par ce courant. L'équipement de la résistance de 300 ohms dans les wagons, avec les prises de courant dans l'axe des bogies ou par les essieux, représente cependant une contrainte, ainsi que la fermeture du circuit d'un condensateur à chaque canton, ce qui oxyde les roues et, par suite, salit la voie.

## Variation de la vitesse

La variation de la vitesse en fonction des ordres du block automatique est satisfaisante. Le ralentissement, le départ au ralenti ainsi que le décalage entre la permutation des feux et le départ, sont des éléments réalistes de bon aloi, bien que les variations de vitesse aient lieu par paliers, ce qui peut provoquer des à-coups inesthétiques avec les locomotives équipées de vis sans fin supprimant tout entraînement par inertie.

La variation de la vitesse est donnée par le diagramme ci-après.

Il faut reconnaître par ailleurs que le principe du démarrage au ralenti d'un train est fondé sur la libération par un autre train d'un canton et sur l'occupation du canton suivant par ce même train. Dans le cas d'un train arrêté devant le feu carré rouge d'une aiguille en talon (aiguille A' dans notre réseau), le démarrage au ralenti au moment de la mise en bonne direction de l'aiguille ne pourrait se faire qu'en ajoutant un relais spécial, et n'a pas été retenu par souci de simplification. Il en est de même pour un train arrêté devant le signal 4 et démarrant au feu vert, l'aiguille A ayant basculé après le passage du train précédent.

## Conduite indépendante des trains

Elle est assurée d'une façon satisfaisante par le CCB, mais le BANC interpose la même résistance de ralentissement à tous les trains sur un même canton, ce qui atténue le respect du principe d'indépendance totale des trains.

## Sécurité

Elle est totale en marche avant. Le rattrapage des trains est impossible, même en cas de décrochage des wagons; le principe du circuit de voie couvrant l'intégralité du canton empêche toute défaillance du block automatique.

Par ailleurs, les aiguilles sont protégées contre toutes les fausses manœuvres.

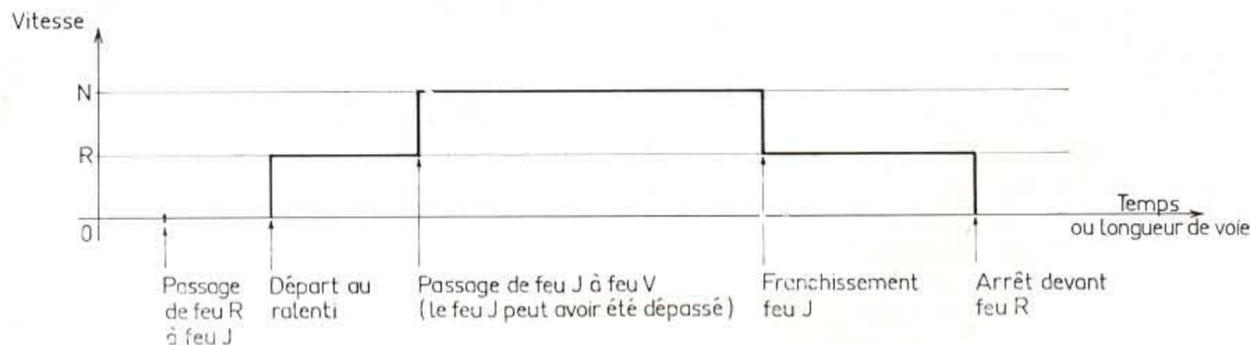


Fig. 41 Système classique

Variations de la vitesse.

L'opérateur, délivré des contraintes liées au respect des signaux, peut se consacrer à la régulation simultanée de plusieurs trains, en fonction de leur caractère, du profil de la voie, etc.

### Signalisation

La signalisation sur le plateau est rationnelle et conforme aux normes SNCF.

Les voyants du tableau de contrôle permettent à tout moment de savoir quelle source alimente le train parcourant tel canton, ce qui n'est pas possible avec une télécommande HF.

Les voyants de tableau sont alimentés suivant des schémas utilisant des contacts des relais M et N, comme ci-après, pour le canton 3 par exemple.

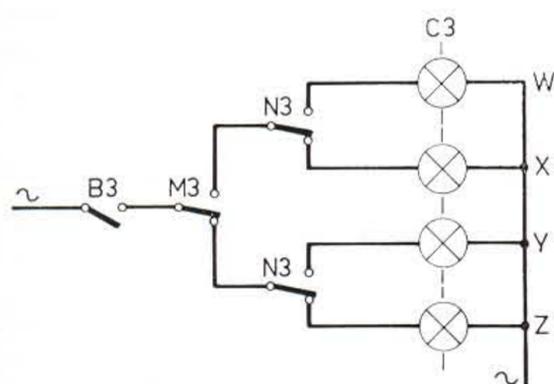


Fig. 42 Signalisation sur tableau de commande

Exemple : canton 3 (les voyants des autres cantons sont alimentés de façon similaire).

#### d) Moyens à mettre en œuvre.

Dans les moyens à mettre en œuvre pour réaliser le réseau décrit actuellement, on ne retiendra pas les éléments propres au plateau de roulement (rails, aiguilles, signaux, etc.), ni, bien entendu, au matériel roulant, ces éléments peuvent être identiques dans les deux systèmes.

Je n'établirai pas non plus la nomenclature de tous les éléments à acquérir : transformateurs, redresseurs (les SOUCLA pouvant être des éléments commerciaux courants), diodes, résistances, condensateurs, boutons, voltmètres, voyants, etc. Ces éléments se retrouvent dans les deux systèmes, avec des quantités et des prix équi-

valents (sauf les sources) et peuvent être acquis par les modélistes sans difficulté.

Je ferai par contre un décompte précis des relais à utiliser avec les contacts dus à chaque fonction, le tableau correspondant permettant :

— d'une part aux modélistes de mieux saisir le rôle de chaque contact et de prévoir le câblage ;

— d'autre part d'établir une comparaison des quantités de contacts et de relais à utiliser, la différence étant très nette entre les deux systèmes.

Afin de rendre facile la compréhension du tableau des contacts et des relais, les colonnes désignent les fonc-

tions et renvoient aux plans et schémas décrits au cours de l'article (plan traction-détection, plan permutation CCB, signalisation, aiguilles, tableau de commande).

Chaque contact (R, T ou RT) compte pour un. Dans la colonne « Relais à utiliser », on a indiqué des relais IBM, bien adaptés au nombre variable des contacts, et relativement économiques. Bien entendu, tous les autres types de relais conviennent s'ils possèdent les caractéristiques décrites plus haut. Les relais de voie et les relais T sont décomposés en deux relais pour tenir compte du condensateur aux bornes du premier relais.

### RÉCAPITULATION - CONTACTS ET RELAIS - SYSTÈME CLASSIQUE

Relais	Traction Détection	Permu- tation CCB	Signali- sation	Aiguille	Tableau com- mande	Total	Relais à utiliser
B1		2	2	2	1	7	4RT + 4RT
B2		2	2	2	1	7	4RT + 4RT
B3		2	4	1	1	8	4RT + 4RT
B4		2	3		1	6	4RT + 4RT
B5		3	2	1	1	7	4RT + 4RT
M1	1	2			1	4	4RT
M2	1	2			1	4	4RT
M3	1	2			1	4	4RT
M4	1	2			1	4	4RT
M5	1	3			1	5	6RT
N1	2	2			2	6	6RT
N2	2	2			2	6	6RT
N3	2	2			2	6	6RT
N4	2	2			2	6	6RT
N5	2	3			2	7	12RT
T1	3	2				5	4RT + 4RT
T2	3	2				5	4RT + 4RT
T3	5	2				7	4RT + 4RT
T4	4	2				6	4RT + 4RT
T5	3	2				5	4RT + 4RT
A	2		4	1	1	8	12RT
A'	4	2	4	1	1	12	12RT
H	15	10	1			26	2 × 12RT + 4RT
TOTAL	54	55	22	8	22	161	25 × 4RT 5 × 6RT 5 × 12RT 35 relais en tout

# CHAPITRE IV

## Equipement d'un réseau Solutions électroniques

### 1) SCHÉMAS DÉTAILLÉS DU SYSTÈME ÉLECTRONIQUE

a) Constitution des différents éléments.

Le plan « circuits de traction et de détection » (figure 43) reproduit en détail la pyramide STARE + CCM + BANS + BATH + IM dont les définitions et la position ont été données

dans le chapitre « mise en place des deux systèmes » (voir chapitre III).

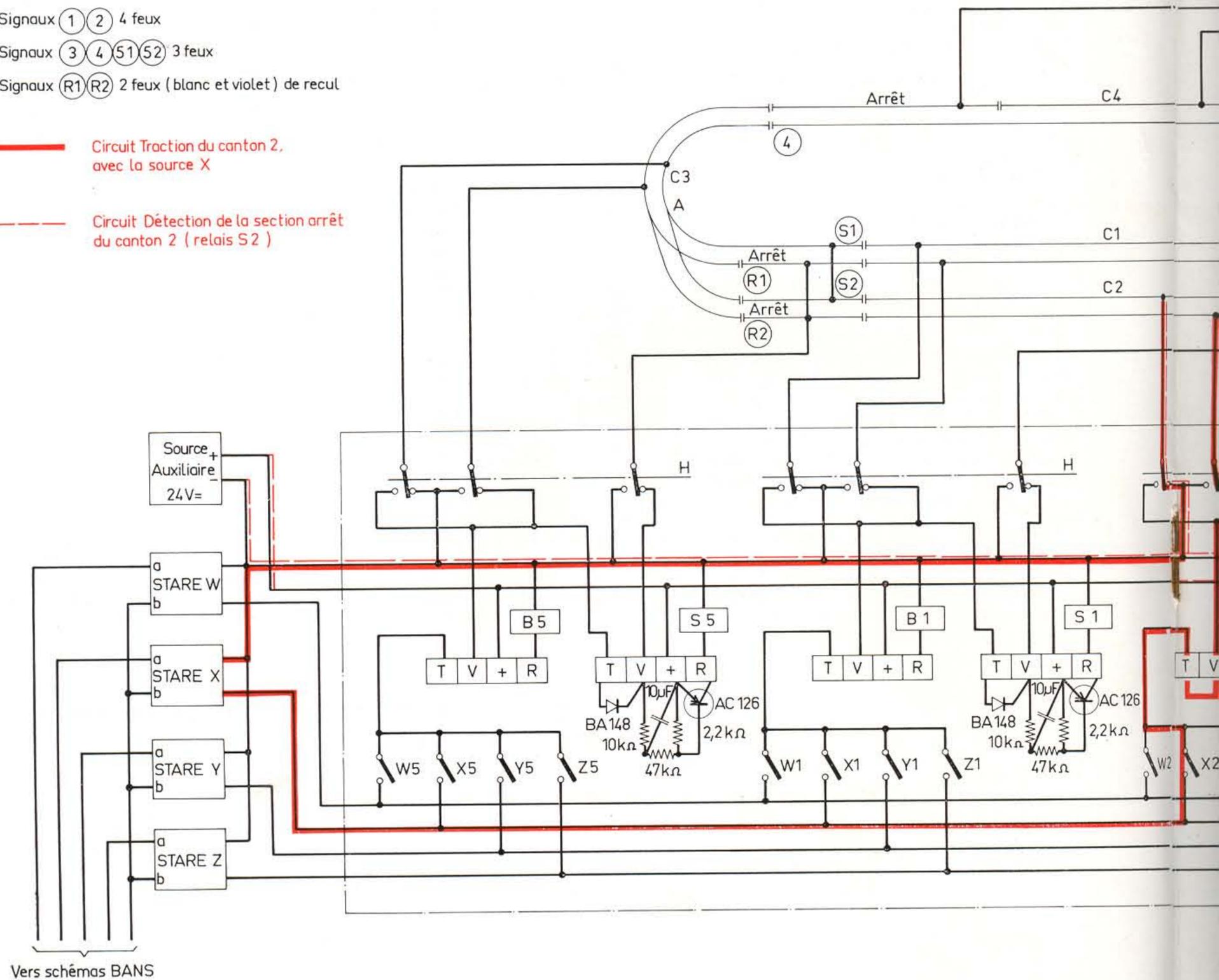
#### STARE.

Chaque source comporte essentiellement un ensemble électronique de

Signaux (1) (2) 4 feux  
 Signaux (3) (4) (51) (52) 3 feux  
 Signaux (R1) (R2) 2 feux (blanc et violet) de recul

— Circuit Traction du canton 2, avec la source X

- - - Circuit Détection de la section arrêt du canton 2 (relais S2)



régulation de la vitesse en fonction d'ordres transmis manuellement ou automatiquement. L'ensemble électronique, variable avec les constructeurs, ne sera pas décrit ; les spécifications techniques des « STARE » et leur utilisation pratique ont été traitées dans le chapitre II.

Les ordres du block automatique seront donnés suivant les principes du BANS.

### CCM.

Le principe consiste à assurer une liaison électrique permanente entre une source de traction déterminée et un train déterminé, au fur et à mesure de l'avancement du train dans un circuit, à travers les cantons. Ce principe présente des avantages évidents car chaque source de traction peut être réglée en fonction des besoins du train qui lui est « attaché » et ainsi deux trains (ou plus) se suivant sur

le même circuit peuvent avoir des vitesses différentes (ou égales au gré du « conducteur ») quels que soient le type des locomotives ou l'inertie du train.

On a, de ce fait, des trains effectivement indépendants sans faire appel à des liaisons radio ou haute fréquence, incompatibles avec la notion de block automatique au niveau des sources de traction.

La commande centralisée mixte ou CCM décrite dans le chapitre I a été jugée la plus intéressante pour ce système électronique perfectionné, compte tenu de ses avantages :

- Utilisation de relais classiques ;
- Grande sûreté de transfert des sources d'un canton sur l'autre ;
- Adjonction facile d'une source ;
- Nombre de contacts de relais relativement limité ;
- Possibilité de réaliser un block automatique au niveau des sources.

Sur le plan « traction » la CCM est représentée pour chaque canton par un contact travail de chaque relais de commande centralisée. Ces contacts forment les aiguillages entre les sources pour conduire le courant d'une source de traction déterminée à chaque canton.

La permutation d'une même source d'un canton à l'autre, c'est-à-dire le transfert de cette source, est représentée sur le plan « permutation CCM » (figure 44).

Le transfert des sources en marche AR s'effectue manuellement avec les boutons P ; on pourrait le réaliser automatiquement avec les contacts supplémentaires des relais H, B, W, X, Y et Z. On peut très bien, par exemple, monter un fonctionnement automatique CCM en marche AR pour la seule source W (avec les relais H, B et W) et laisser les autres sources en fonctionnement manuel, la marche AR étant de

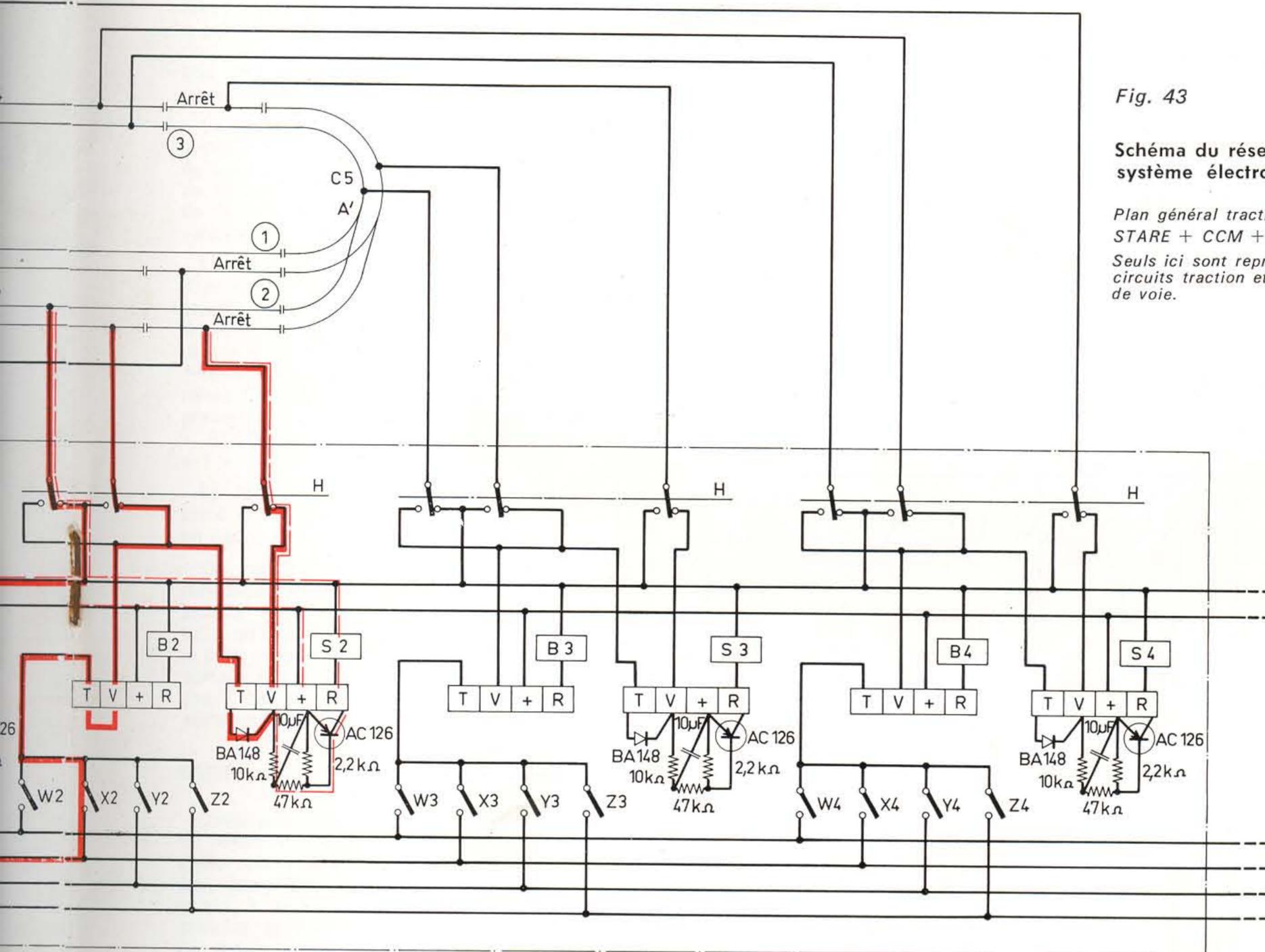


Fig. 43

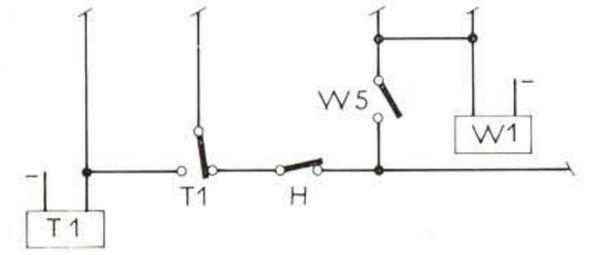
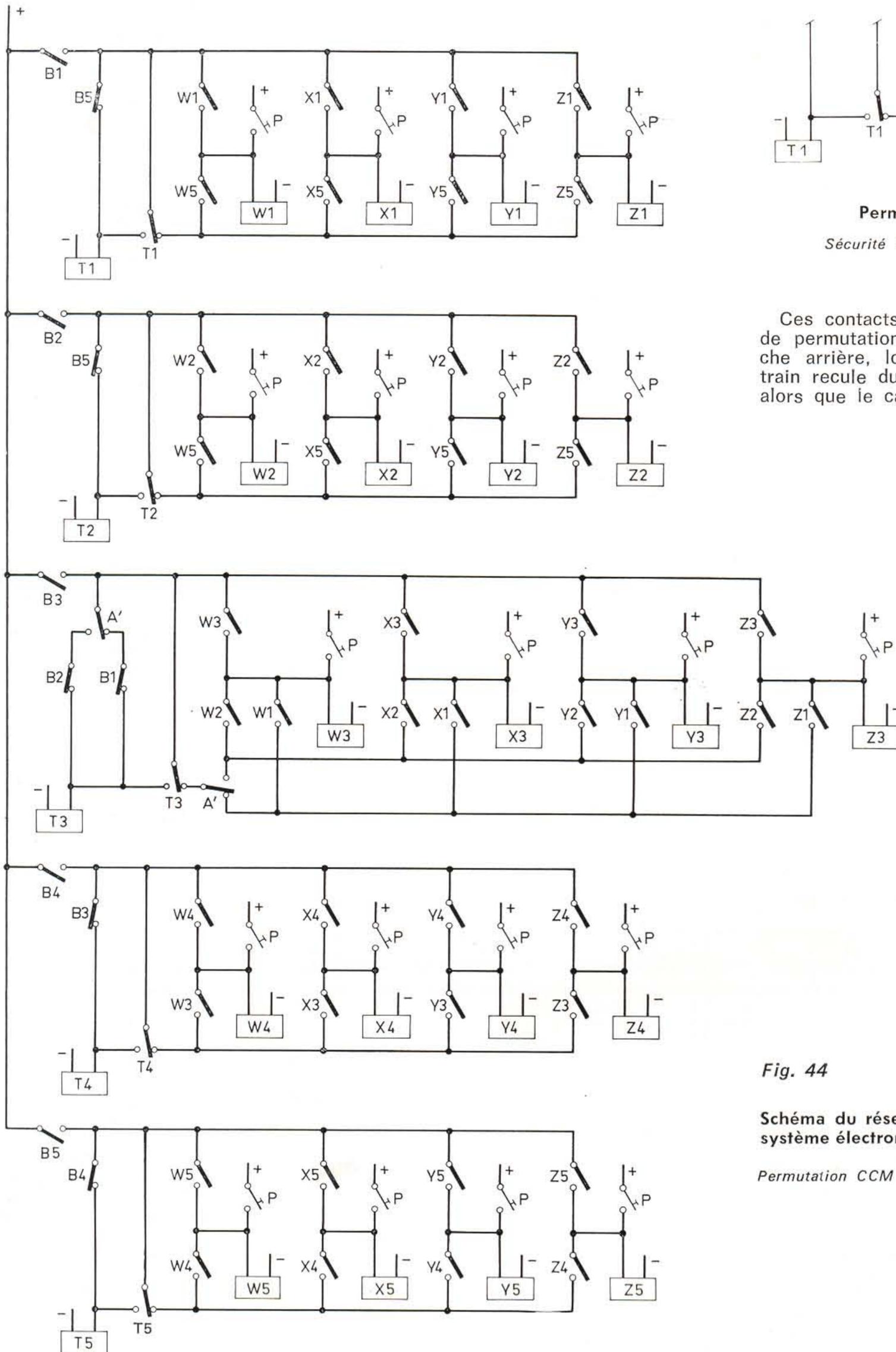
### Schéma du réseau système électronique

Plan général traction : STARE + CCM + BATH + IM.  
Seuls ici sont représentés les circuits traction et détection de voie.

toute façon considérée comme occasionnelle et peu propice aux perfectionnements en pleine voie.

Par analogie avec le schéma fig. 40 du chapitre III 4°, il est intéressant d'ajouter des contacts repos du relais

H (inversion de marche) pour chaque canton selon l'exemple donné ci-dessous pour le canton 1.



**Permutation CCM**

*Sécurité en marche arrière.*

Ces contacts évitent des anomalies de permutation des sources en marche arrière, lorsque par exemple le train recule du canton 3 au canton 2 alors que le canton 1 était occupé.

**Fig. 44**

**Schéma du réseau système électronique**

*Permutation CCM*

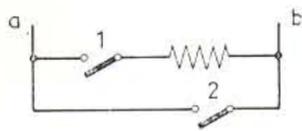


Fig. 45

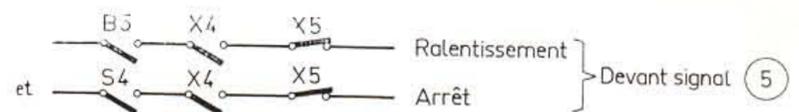


Fig. 46

## BANS

Par opposition au BANC, le block automatique BANS ne s'effectue pas dans le circuit traction lui-même, mais agit directement sur chaque source de traction en tenant compte des informations données par la présence des trains sur les différents cantons et par les liaisons sources-trains CCM (commande centralisée mixte).

Les ordres transmis par le BANS aux « STARE » seront les suivants (figure 45) :

- voie libre (contacts 1 et 2 ouverts),
- ralentissement (contact 1 fermé),
- arrêt (contact 2 fermé).

Les bornes a et b sont incorporées aux « STARE », le BANS constituant les commutations externes destinées à produire pour chaque source les ordres 1 et 2, et ne faisant intervenir que des courants très faibles (quelques milliampères).

La transmission des informations s'effectue en associant des contacts de relais B pour le ralentissement et de relais S pour l'arrêt, aux contacts de relais CCM, W, X, Y et Z, suivant l'exemple de la figure 46 :

L'association d'un contact repos et d'un contact travail de 2 relais successifs X est nécessaire pour assurer le verrouillage lorsqu'un train est à cheval sur 2 cantons. La fonction « ralentissement » permet l'excitation d'un relais R propre à chaque source, qui permute les 2 rhéostats de vitesse des « STARE » et représente un ordre « 1 ».

La fonction « arrêt » agit directement sur les « STARE » et représente un ordre « 2 ».

On ramène ainsi les informations concernant le block depuis le canton jusqu'à la source de traction et au train qu'elle alimente, aussi bien sur le plan manuel qu'automatique, et nous verrons dans le chapitre « performances » que ce block est vraiment très séduisant (figure 47).

## BATH

Cette détection électronique permet de déceler la présence d'un train, d'une locomotive ou même d'un wagon isolé sur un tronçon de voie, grâce à une grande sensibilité. Le principe et l'utilisation du BATH sont de nature à en permettre l'adoption par des amateurs peu avertis de ces questions ou même hostiles à l'élec-

tronique abstraite et complexe (voir chapitre II, tome 2).

## IM

L'inversion de marche est réalisée (comme pour le système classique) par un relais H commun à tous les cantons. Il y a lieu de prévoir un contact RT pour le rail « commun », tronçonné à chaque canton, pour assurer une détection spécifique de chaque canton en marche arrière.

### b) Fonctionnement de principe.

Il est préférable de suivre les explications concernant le fonctionnement de principe sur le schéma « régulation électronique » où ont été regroupées les indications concernant la traction, le BANS et la CCM de façon à mieux saisir l'action concertée des différents contacts (fig. 48).

J'ai fait ressortir sur le schéma, à titre d'exemple :

- le circuit traction du canton 2, avec la source X,
- le circuit détection de la section arrêt du canton 2 (relais S 2).

Les explications ci-après seront données pour la marche AV c'est-à-dire relais H non excité : la marche AR ne présente aucune difficulté de compréhension et s'effectue à vue en maintenant à l'aide du bouton P de chaque canton la liaison source-train par commutation manuelle du relais CCM correspondant, à chaque pénétration du fourgon de queue dans un canton de façon à éviter tout à-coup.

Supposons un train « 1 » dans le canton 2 (hors de la section arrêt), « accroché » à la source X, tandis que l'aiguille A' est dirigée vers le canton 1 (un train « 2 » parcourt les cantons C1 et C3) et que le signal 2 est de ce fait au carré rouge. Cela signifie, en ce qui concerne le train 1, que les relais B2, B3, T2, RX, sont excités.

Le courant de traction parcourt le train suivant le circuit mentionné en rouge sur le plan, c'est-à-dire dans l'ordre STARE "X", contact T de X2, diode BA 148 du BATH B2, contacts RT de H, et STARE "X".

Les bornes a et b de la STARE "X" sont par ailleurs réunies par la résistance du potentiomètre XR (qui commande l'allure ralentie de la source X), compte tenu du fait que le relais RX est excité et que le relais S2 ne l'est pas encore.

Le train circule donc au ralenti suivant la vitesse affichée par le potentiomètre XR ; arrivé sur la section arrêt, le relais S2 s'excite et dans le BANS la résistance du potentiomètre XR est shuntée par un court-circuit (T de X2, R de X3, T de S2). Ce court-circuit dans le BANS constitue l'ordre « 2 » (voir chapitre BANS) et le train « 1 » s'arrête après temporisation variable suivant les caractéristiques et le réglage de la STARE « X ».

On pourra placer le bouton de commande de l'aiguille A' sur « G » pour assurer le basculement de l'aiguillage dès que l'enclenchement aura cessé, mais le train « 1 » restera arrêté tant que le train « 2 » occupera le canton 3.

Lorsque le train « 2 » aura quitté le canton 3 et occupera le canton 4 on aura la situation suivante :

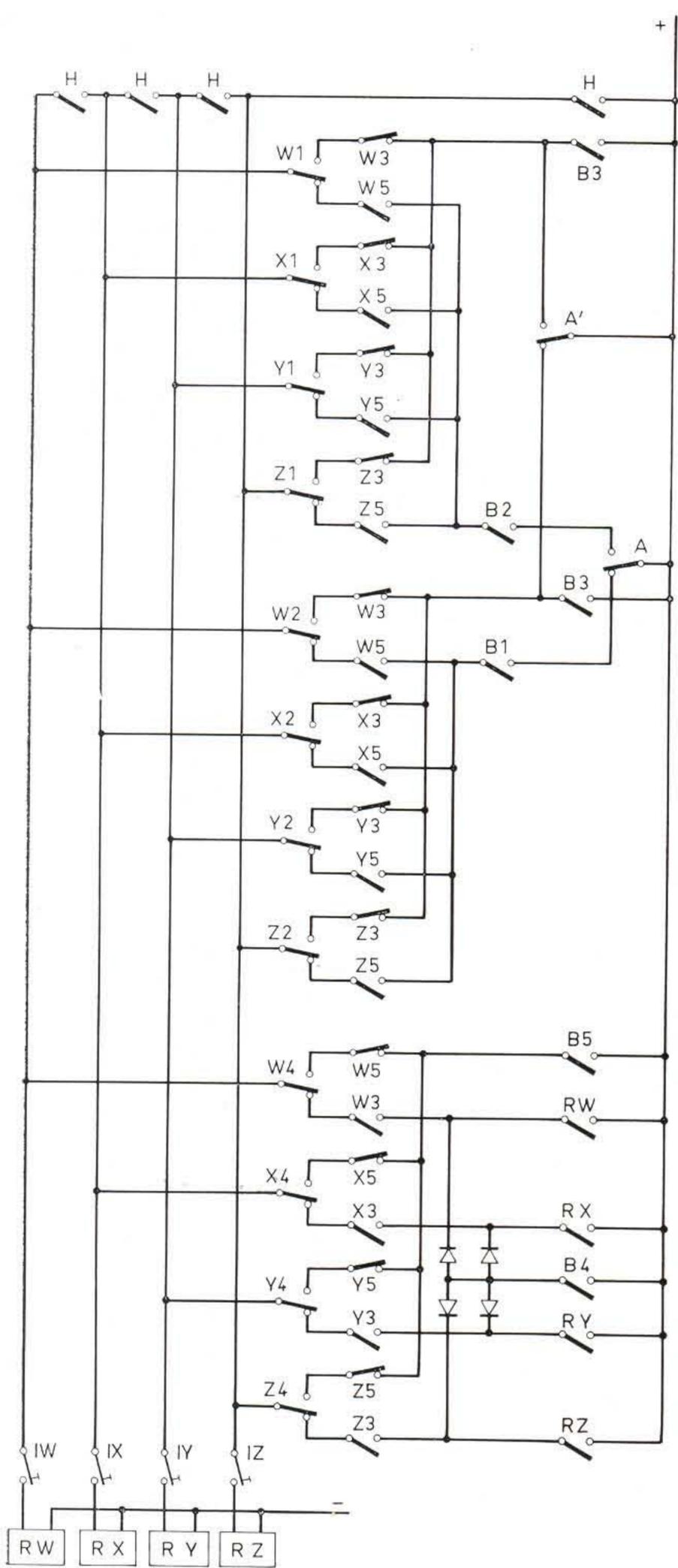
- relais B3, T3, W3, X3, Y3, Z3, non excités ;
- relais B2, T2, X2, excités.

De ce fait le relais RX retombe et les bornes a et b de la STARE « X » sont ainsi réunies par la résistance du potentiomètre XN (qui commande la vitesse normale de la source X). La STARE reçoit donc l'ordre de démarrage et d'accélération, avec temporisation variable suivant les caractéristiques et le réglage de la STARE « X ».

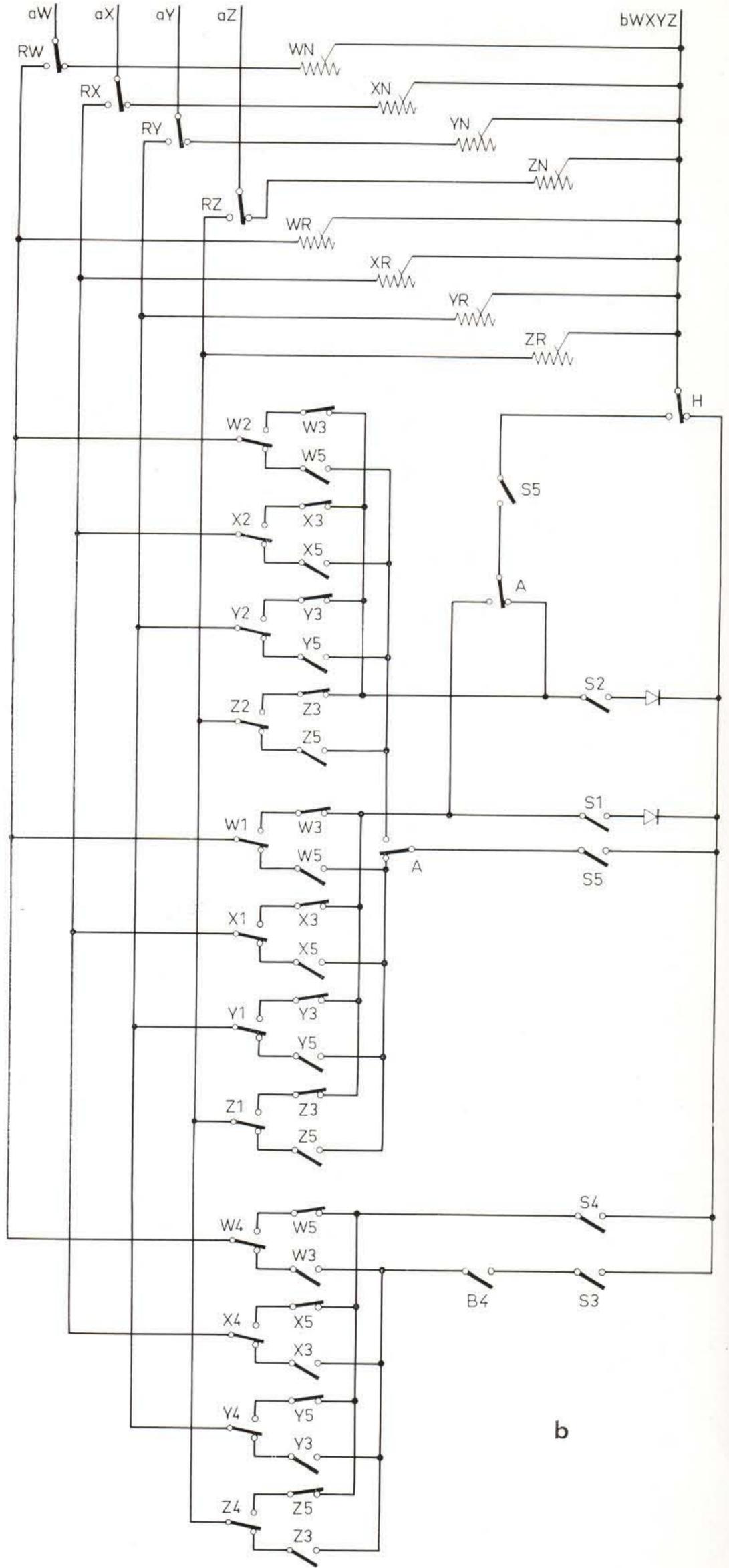
L'extinction du feu rouge et l'apparition du feu jaune est donc suivie, après un certain décalage dans le temps, du démarrage du train et de son accélération jusqu'à la prise de vitesse correspondant à l'affichage du potentiomètre XN. Un train lourd difficile à démarrer verra donc la tension aux bornes de son moteur monter progressivement sans s'arrêter à la valeur XR (qui pourrait ne pas suffire au démarrage).

Lorsque le train « 1 » pénètre dans le canton 3, le relais B3 s'excite. Le relais X3 s'excite également compte tenu de l'excitation de X2 et ferme son contact de maintien.

Le train « 1 » continue donc sa progression dans le canton 3, mais le relais B4 est excité à nouveau (contacts T de X3, R de X4, T de B4) et la STARE est soumise de nouveau au niveau de vitesse correspondant au potentiomètre XR. Cependant la temporisation de cet ordre ajoutée à la temporisation du démarrage permet d'éviter tout à-coup dans la prise de vitesse de la locomotive. Il y a lieu



a



b

Fig. 47

Schémas du réseau système électronique

BANS

Block au niveau des sources

- a) Alimentation des relais R, de permutation des potentiomètres "allure Normale ou Ralentie".
- b) Regroupement des contacts Ralentiement et Arrêt.

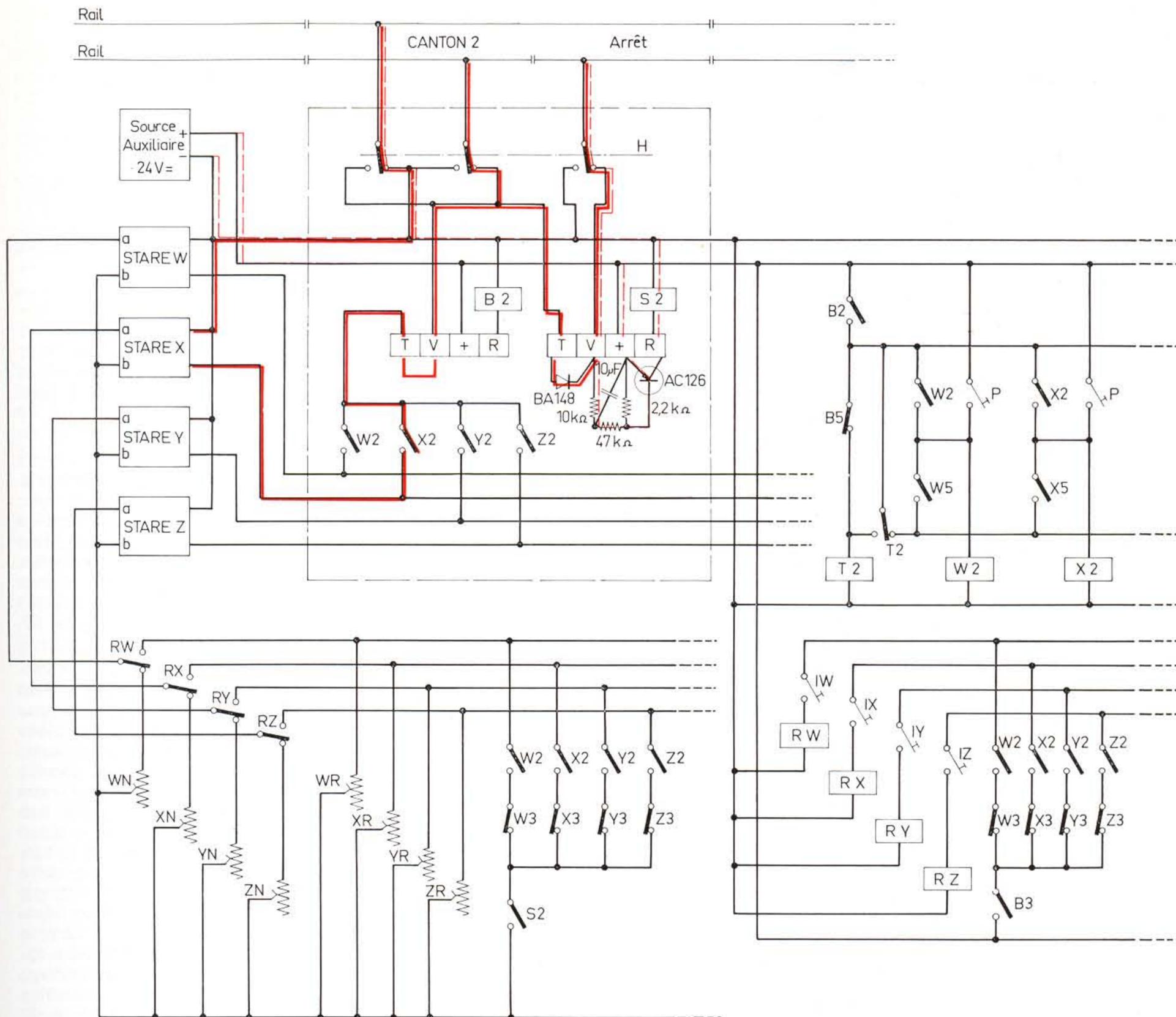


Fig. 48 Régulation électronique

2 rails - 4 sources - 2 niveaux - STARE + BATH + CCM + IM

de disposer d'une temporisation de démarrage suffisante pour que le train ait le temps de parcourir la distance d'arrêt avant d'avoir atteint la vitesse correspondant à XR.

On remarque que le court-circuit dans le BANS est supprimé (T de X2 fermé, R de X3 ouvert, T de S2 fermé).

On constate que la tension aux roues du fourgon de queue suit les mêmes variations que la tension aux roues de la locomotive et que de ce fait la double traction est possible sans aménagement particulier.

Lorsque le fourgon de queue du train « 1 » quitte le canton 2, le relais B2 retombe et de ce fait le relais

T3 s'excite assurant ainsi la coupure de la chaîne de transfert CCM ; sans cette disposition du contact RT de T3 l'excitation d'un relais W2 par exemple par un train pénétrant dans le canton 2 provoquerait une excitation anormale du relais W3.

### c) Plans développés.

Les plans développés comportent l'intégralité des circuits, des relais et des contacts nécessaires au fonctionnement de ce système électronique, pour l'ensemble des 5 cantons et suivant les principes indiqués précédemment.

Sur le plan « traction-détection », on constate :

- la parfaite symétrie des quatre sources STARE ;
- la répétition des circuits d'un canton à l'autre, bien que certains cantons comportent des aiguilles ;
- le nombre très réduit de contacts, seuls les relais de commande centralisée et d'inversion interviennent.

Sur le plan « BANS », on constate :

- un schéma complet regroupe l'alimentation des relais R, qui servent à la permutation des potentiomètres « Normale » et « Ralentie » ;
- un schéma complet regroupe les contacts provoquant l'arrêt ;

- ces 2 schémas ont de nombreux points communs, notamment l'association d'un contact repos et d'un contact travail de 2 relais successifs de commande centralisée (voir chapitre BANS) ;
- les contacts repos et travail sont disposés tantôt dans un ordre, tantôt dans l'autre, de façon à faire apparaître des contacts inverseurs et gagner ainsi un certain nombre de contacts superflus ;
- des contacts T du relais H participent à l'alimentation des relais R. De ce fait la marche arrière est automatiquement réalisée à allure ralentie ce qui est plus réaliste ;
- des interrupteurs I sont placés sur le circuit de chaque relais R. De ce fait on peut laisser en permanence, à volonté, le potentiomètre « vitesse normale » et supprimer ainsi le fonctionnement du block automatique pour une ou plusieurs sources déterminées ;
- des contacts T des relais R doublent le contact T du relais B4 dans le circuit d'alimentation des relais R. Ces contacts de maintien assurent la disposition dite du « block à mémoire » ou du « canton courbe », supposé ici le canton 3. Si un train 1 occupe le canton 4 et si un train 2 occupe le canton 3 avec la source X, RX est excité. Lorsque le train 1 quitte le canton 4, le relais B4 retombe et le relais RX n'est plus excité (en l'absence de contact de maintien). Le train 2 est alors piloté par un potentiomètre « vitesse normale » et accélère alors qu'il se trouve encore à l'intérieur du canton 3, sans voir peut-être le signal à l'entrée du canton 4 qui est passé du rouge au jaune. Le contact de maintien, au contraire, assure la continuité du pilotage du train 2 par le potentiomètre « Ralentie », jusqu'au signal au-delà duquel d'ailleurs le train continuera à être piloté par ce potentiomètre. Les diodes placées sur le circuit BANS permettent de rendre ce contact de maintien spécifique à chaque source, en évitant le maintien de l'excitation du relais RX par un contact T de RY, par exemple. En effet, plusieurs relais R peuvent très bien être excités ensemble, chacun pour un canton différent ;
- les relais A et A' assurent l'aiguillage des contacts intéressant les cantons 1 et 2.
- en marche arrière l'arrêt est provoqué par la fermeture du relais S5 en cas d'occupation des cantons 1 ou 2 et de position de l'aiguille A non conforme. On évite ainsi une prise en écharpe lorsque le fourgon de queue pénètre en

reculant dans la zone de protection de l'aiguille en talon A ;

- des diodes sont placées après les contacts T de S1 et S2 pour éviter un arrêt intempestif (on empêche par exemple le circuit suivant : contacts R de W4, T de W3, T de S3, T de S2, R de A, T de S5 et T de H qui bloquerait tout recul avec 3 trains sur les cantons 2, 3 et 4) ;
- les sources jouent un rôle tout à fait symétrique du point de vue de la position des contacts dans les schémas, et de ce fait, l'augmentation du nombre des sources après un premier câblage, est facile.

Sur le plan « Permutation CCM », on constate :

- le plan constitue une reproduction en un grand nombre d'exemplaires d'un schéma de base comportant contact de transfert et contact de maintien ;
- les sources jouent un rôle tout à fait symétrique, comme pour le BANS ;
- les cantons comportent des schémas identiques, sauf le canton 3 compte tenu de l'aiguille A' qui répartit les contacts provenant des cantons 1 et 2.

#### d) Performances.

##### Sensibilité du block automatique

La sensibilité de la détection d'une locomotive ou d'un wagon, afin d'assurer le block automatique, est particulièrement remarquable. Par graphitage, même très imprécis, des essieux isolés, on obtient des résistances de 10 000 à 100 000 ohms et la sensibilité est correcte même au-delà de cette valeur (un doigt mouillé suffit à faire coller très nettement et immédiatement le relais de voie).

On peut donc, sans aucune difficulté pratique, mettre en œuvre une centaine de wagons, ce qui représentera en moyenne 300 essieux à 20 000 ohms, soit une résistance équivalente de 66 ohms, supérieure à celle d'une locomotive. Le courant supplémentaire

correspondant est de 150 mA sous 9 V.

Ainsi le courant traction ne sera pratiquement pas affecté par le graphitage systématique de tous les essieux du parc et l'amateur ne se souciera plus de placer tel ou tel wagon protégé en queue de train pour assurer la sécurité.

Enfin, l'entrée d'un train dans un canton ne ferme pas le circuit d'un condensateur comme dans le DECEL et l'encrassage des rails et des roues s'en trouve diminué.

##### Variation de la vitesse

La variation de la vitesse en fonction des ordres du block automatique est très réaliste et représente sans doute le « nec plus ultra » de ce qu'on peut réaliser actuellement en la matière.

Les ordres de départ, de ralentissement et d'arrêt sont exécutés avec temporisation, ce qui correspond à des courbes très progressives de prise de vitesse entre les paliers donnés par l'affichage des potentiomètres « Normale » et « Ralentie », ainsi que l'indique le graphique de la figure 49.

Il faut insister également sur le fait que ces ordres du block automatique sont interprétés par chaque train en fonction de ses caractéristiques propres, grâce aux actions cumulées CCM et BANS. En effet, pour un autorail léger on pourra placer des valeurs N et R des potentiomètres de commande assez différentes, tandis que pour un train de marchandises circulant sur le même circuit un ou 2 cantons derrière, accroché sur une autre source, les valeurs N et R des potentiomètres seront assez rapprochées. On pourra également tenir compte des caractéristiques souvent très différentes des moteurs des locomotives des différentes marques. Il est bien connu qu'à tension égale, 2 locos de marques distinctes ont souvent des différences notables de vitesse, peu en rapport avec la puissance respective des locomotives réelles qu'elles représentent. Tous ces problèmes sont ici résolus.

Enfin, la facilité d'introduction du block à mémoire dans le schéma

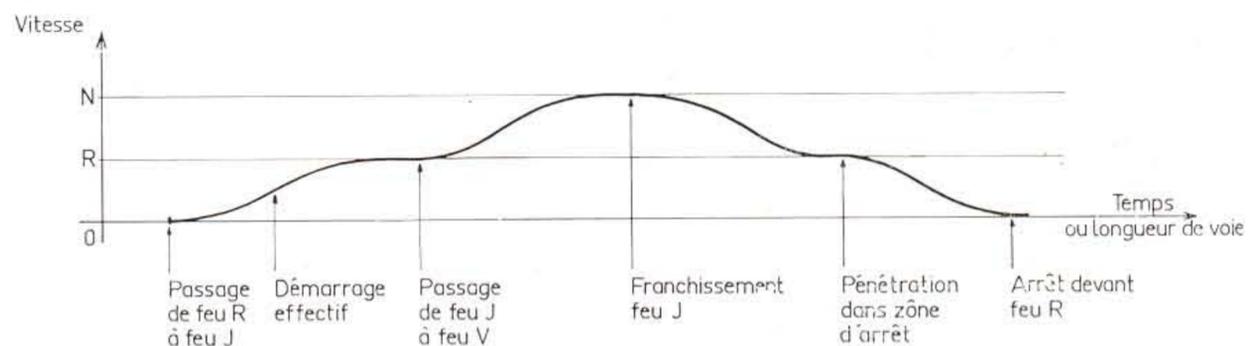


Fig. 49 Système électronique  
Variations de la vitesse

BANS permet d'envisager sa mise en œuvre, soit dans les cantons courbes seulement où le mécanicien est dans l'impossibilité de voir le feu suivant à grande distance, soit dans tous les cantons et d'affranchir ainsi le train de l'action parasite des relais, en le soumettant uniquement aux feux placés directement devant lui. Le block automatique reproduit fidèlement les gestes du mécanicien avec toute la souplesse désirable.

Le principe du démarrage d'un train avec accélération progressive est fondé, non sur la libération du canton suivant et l'occupation du canton ultérieur, mais sur un ensemble de contacts assez complexe, il faut bien le reconnaître, agissant sur les sources et provoquant le départ voulu dans tous les cas possibles (block de pleine voie, permutation d'aiguille, etc.).

### Conduite indépendante des trains

La conduite indépendante des trains est très agréable grâce au CCM. d'autant plus que chaque canton offre un schéma identique sur le plan traction et que de ce fait la liaison permanente source-train n'est pas atténuée par un incident de parcours dû à l'influence d'un canton.

Par ailleurs, l'action du block automatique sur la source et non sur le canton joue sur l'ensemble du train accroché à cette source; cela veut dire que la tension aux bornes de tous véhicules du train est toujours la même et que la tension aux bornes de la locomotive placée en tête du train est égale à celle aux bornes d'une locomotive placée au milieu ou en queue. Ainsi la double ou la triple traction sont non seulement possibles, mais immédiatement réalisables sans modification aucune des schémas. Au moment où la loco (ou le wagon) de tête arrive dans la section d'arrêt et ferme le relais S, l'action du block (dans le cas où le feu est au rouge) fait tomber la tension de la source à 0 progressivement, quels que soient la charge et le nombre des locos, et toutes les locos du train ralentissent et s'arrêtent en même temps.

Enfin la possibilité de supprimer le block automatique de telle ou telle source est très attrayante pour les amateurs de conduite manuelle. Dans notre exemple on peut laisser les sources W, Y et Z en marche automatique et conduire le train accroché à la source X (potentiomètre XN), manuellement, étant entendu que la permutation CCM et la signalisation fonctionneront normalement. On peut également affecter par exemple 2 sources à 2 « conducteurs » expérimentés, en conduite manuelle, tandis que 2 autres sources resteront automatiques, etc. Les 2 conducteurs seront alors aussi indépendants, mais aussi « responsables » que des mécaniciens SNCF, avec le même souci de

respect des signaux. Si tous les signaux ne sont pas visibles depuis le pupitre de commande, il y aura lieu de placer sur ce pupitre, ou mieux sur le TCO, des répéteurs des signaux invisibles, les relais B et les relais S pouvant faire l'objet d'une signalisation indépendante sur le TCO et ainsi guider le mécanicien lors de l'approche d'un feu rouge.

La conduite des trains, aussi bien manuelle qu'automatique, est donc captivante dans ce système électronique.

### Sécurité

La sécurité est totale en marche avant.

Le rattrapage des trains est impossible, même en cas de décrochage des wagons, le principe du circuit de voie empêchant toute défaillance du block automatique. Pour les puristes il y a lieu d'indiquer que, dans le cas d'un train unique faisant le tour du circuit et décrochant accidentellement un wagon, ce dernier reste sur la même source et ne provoque pas l'arrêt du train au tour suivant. En fait ce cas (absolument impossible à la SNCF et de ce fait négligeable) est purement théorique, à partir de 2 trains sur 2 sources différentes il n'y a plus de problème.

Par ailleurs les aiguillages sont protégés contre toutes les fausses manœuvres.

Enfin, une sécurité limitée est prévue en marche arrière, empêchant l'introduction intempestive d'un train sur une aiguille en talon, avec le fonctionnement très réaliste d'un feu blanc-violet au ras des voies.

### Signalisation

La signalisation sur le plateau est rationnelle et conforme aux normes de la SNCF. Les voyants du tableau de commande permettent à tout moment de savoir quelle source alimente le train situé sur un tel canton, et quel potentiomètre est en service pour chaque source.

Les voyants sont alimentés :

- pour la liaison source-canton, par un contact T de chaque relais CCM,
- pour la visualisation du potentiomètre, par un contact RT de chaque relais R assurant la permutation des potentiomètres.

### e) Moyens à mettre en œuvre

Les principes développés dans le chapitre « Moyens à mettre en œuvre » du système classique demeurent valables pour le système électronique et je ne les répèterai pas (voir chapitre III).

Le tableau ci-après reproduit le décompte précis des relais à utiliser pour l'ensemble du système, avec les

contacts dus à chaque fonction. Les colonnes du tableau désignent les fonctions et renvoient aux plans et schémas décrits au cours de l'article (plan Traction-détection, Permutation CCM, BANS, Aiguilles) chaque contact R, T ou RT compte pour 1. Les relais CCM n'ont été développés que pour une seule source, les 4 sources ayant un rôle identique. Le nombre total des contacts et relais tient compte bien entendu de la multiplication.

## 2) COMPARAISON DES 2 SYSTÈMES.

Au terme de cet exposé, qui a permis la présentation de 2 modèles d'alimentation électrique d'un réseau, aussi bien pour la traction, que pour la signalisation, les enclenchements, le block automatique, etc., il est souhaitable d'établir un rapprochement des résultats obtenus vis-à-vis des moyens mis en œuvre.

Ainsi que nous l'avons vu, les suppléments d'équipements nécessaires à la mise en place du système électronique par rapport au système classique résident dans 3 domaines :

- les sources STARE,
- les détections BATH,
- les relais.

L'incidence du prix des STARE est importante, celles-ci valant au moins 2 ou 3 fois plus cher qu'une source classique; l'incidence des BATH est mineure, quant aux relais il y en a 50 % de plus que dans le système classique.

Globalement on peut considérer que le système électronique revient sur le plan de l'équipement électrique, 2 fois plus cher que le système classique.

En face de cette dépense supplémentaire il y a lieu de faire ressortir les performances du système électronique que ne peut obtenir le système classique.

- détection ultra-sensible permettant d'équiper tous les wagons;
- graphitage des essieux très facile;
- temporisation et progressivité vis-à-vis des ordres du block automatique ou de la conduite manuelle;
- réglages indépendants de la vitesse normale et du ralenti;
- block automatique agissant au niveau de la source, c'est-à-dire du train;
- circuits traction comportant peu de contacts;
- facilité de mise en place d'un block à mémoire;
- possibilité de double traction;
- possibilité de supprimer le block automatique sur une ou plusieurs sources;
- protection d'aiguille en marche arrière;

Bien entendu il est exclu de chiffrer ces performances supplémentaires, mais les progrès techniques enre-

**Système électronique** Tableau récapitulatif des relais et de leurs contacts.

Relais	Traction Détection	BANS	Permutation CCM	Signal. AV	Signal. AR	Aiguil- les	Tableau de commande	Total	Relais
B1		1	2	2		2		7	4 RT + 4 RT
B2		1	2	2		2		7	4 RT + 4 RT
B3		2	2	4		1		9	4 RT + 6 RT
B4		2	2	3				7	4 RT + 4 RT
B5		1	3	2		1		7	4 RT + 4 RT
S1		1						1	4 RT
S2		1						1	4 RT
S3		1						1	4 RT
S4		1						1	4 RT
S5		2						2	4 RT
T1 (× 5)			1					1	4 RT (× 5)
W1 (× 4)	1	2	2				1	6	6 RT (× 4)
W2 (× 4)	1	2	2				1	6	6 RT (× 4)
W3 (× 4)	1	6	2				1	10	12 RT (× 4)
W4 (× 4)	1	2	2				1	6	6 RT (× 4)
W5 (× 4)	1	6	3				1	11	12 RT (× 4)
RW (× 4)		2					1	3	4 RT (× 4)
A		3		1	3	1	1	9	12 RT
A'		1	2	4		1	1	9	12 RT
H	15	5	5		1			26	2 × 12 RT
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>102</b>	<b>67</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>260</b>	<b>24 × 4 RT</b> <b>13 × 6 RT</b> <b>12 × 12 RT</b>

gistrés et le rapprochement considérable du réalisme fonctionnel des chemins de fer réels permettent de conclure que les moyens financiers et le temps passé trouvent une compensation très large dans les avantages du système électronique.

De son côté le système classique, bien que moins « en pointe », constitue un équipement de base conforme aux prescriptions de la SNCF et séduisant pour le modéliste grâce à la CCM.

En conclusion, les deux systèmes ont leurs avantages et cet exposé n'avait pas pour but de rejeter un système au profit d'un autre, mais de permettre aux modélistes de choisir en fonction de leurs désirs, de leurs possibilités financières et techniques, de leur patience et de leur conception du réalisme fonctionnel en modélisme ferroviaire.

### 3) FORMULE MODERNE.

Dans le chapitre III et le début du présent chapitre, j'ai décrit deux systèmes, classique et électronique, comportant chacun :

- un certain type de source de traction ;
- un certain type de cab-control automatique ;
- un certain type de block automatique ;
- un certain type de détection de voie.

Etant donné que les sources de traction peuvent être de deux types

(STARE ou non), que les cab-control automatiques peuvent être de six types (en ne retenant que les commandes centralisées), que les blocks automatiques sont de deux types (BANC et BANS) et que les détections de voie sont de deux types également (sans distinguer le BATH du DOV ou du JIDEY), on pourrait arriver à, au minimum, 48 combinaisons possibles de ces différents éléments et il n'est évidemment pas question de les exposer toutes. J'ai pensé préférable de présenter complètement deux solutions assez différentes : la commande centralisée préparée (CCP), présente des avantages non négligeables et, à titre de variante électronique, il est intéressant d'examiner son insertion effective dans un réseau avec un schéma de BANS, légèrement différent, permettant de s'adapter à la formule binaire qui est à la base de la CCP.

Par homogénéité avec les deux autres solutions, cette variante sera présentée en utilisant le même réseau d'application.

#### a) Constitution des différents éléments.

Les circuits traction et détection reproduisent la pyramide STARE + CCP + BANS + BATH + IM.

La signification et l'utilisation de ces différents sigles ont été données dans les chapitres précédents.

La commande centralisée préparée (CCP) traitée en détail dans le chapitre I a été jugée intéressante, compte tenu de ses avantages :

- préparation du transfert avec un canton d'avance ;
- maintien de la position des relais après le passage du train.

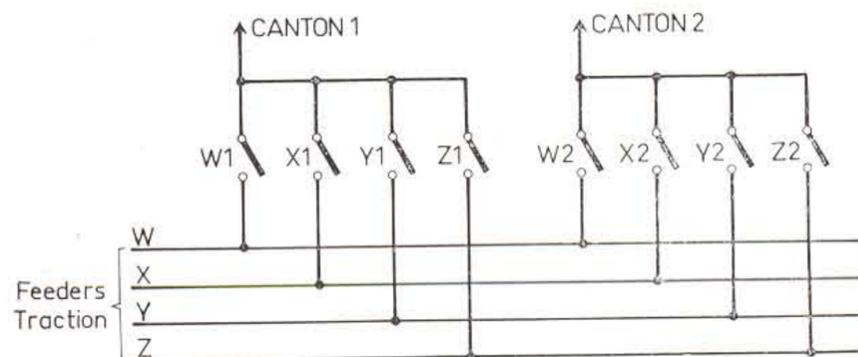
Les circuits traction et détection sont très voisins de ceux décrits pour la solution électronique, évoqués précédemment et je ne les développerai pas à nouveau : seuls sont modifiés les contacts de liaison entre les feeders traction et les cantons.

Dans la CCM, qui comporte un relais par source et par canton, cette liaison est représentée figure 50.

Fig. 50

Liaison sources de traction - cantons

Type CCM



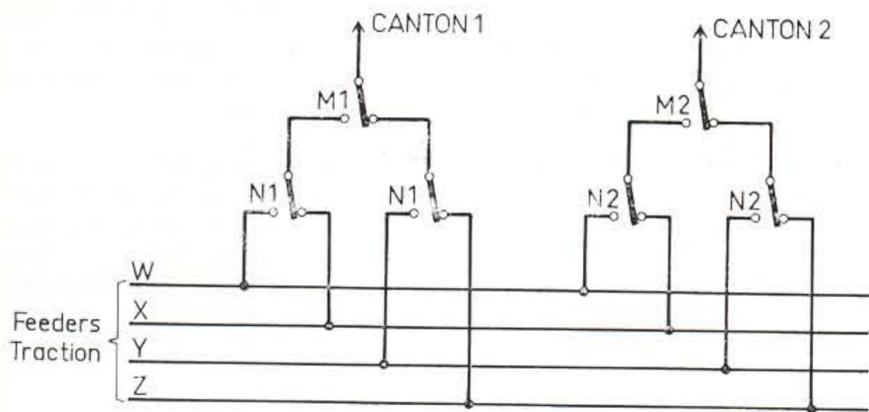


Fig. 51

**Liaison sources de traction - cantons**

Type CCP système binaire.

Dans la CCP, qui utilise le système binaire, cette liaison est celle de la figure 51.

Les schémas « Permutation CCP » et « BANS » ont par contre été développés en détail, de façon à faire ressortir :

- d'une part le fonctionnement de principe et les performances ;
- d'autre part les moyens à mettre en œuvre.

**b) Fonctionnement de principe.**

La permutation des sources suivant le principe de la CCP correspond aux schémas développés dans le chapitre I sur la commande centralisée.

Les aiguilles *a* et *a'* interviennent et les relais A et A' correspondants assurent :

- d'une part le choix entre M1 et M2 depuis M5 ;
- d'autre part le transfert depuis M1 ou M2 vers M3.

Les aiguilles *a* et *a'* comportant des enclenchements d'approche et de transit, il n'est pas nécessaire de faire appel à une détection spéciale de transfert (type CCT) pour l'aiguille en talon.

Des relais auxiliaires T, pour chaque canton, sont nécessaires au fonctionnement du block automatique, bien qu'ils ne soient pas utilisés pour la permutation des sources.

L'alimentation des relais T fait donc l'objet d'un schéma spécial, tout à fait semblable à ceux déjà rencontrés en pareille occasion, pour la CCM par exemple (figure 52).

J'ai figuré également la signalisation qui peut être mise en œuvre sur le tableau de commande, pour suivre la progression d'un train « accroché » à une source déterminée (figure 53).

Pour le canton 3, par exemple, des contacts inverseurs de M3 et N3 désignent la source concernée ; il faut y ajouter un contact travail du relais de voie B pour confirmer l'occupation effective, puisque le transfert de la source est réalisé avec un canton d'avance.

Le schéma de BANS a le même principe que celui examiné précédem-

ment (regroupement des informations issues des cantons, au niveau de la source) ; cependant, il m'a paru intéressant de présenter une formule con-

venant particulièrement bien aux STARE modernes, conçues conformément aux spécifications techniques définies dans le chapitre II, et fabriquées commercialement (JIDEY, etc.).

Une source de traction à régulation électronique doit normalement comporter :

- un ensemble électronique de commande et de régulation ;
- 2 potentiomètres de commande de vitesse ;
- des potentiomètres de commande de temporisation (ces appareils sont souvent remplacés par des interrupteurs tout-ou-rien) ;
- un relais de permutation R des potentiomètres de vitesse avec voyants de signalisation ;

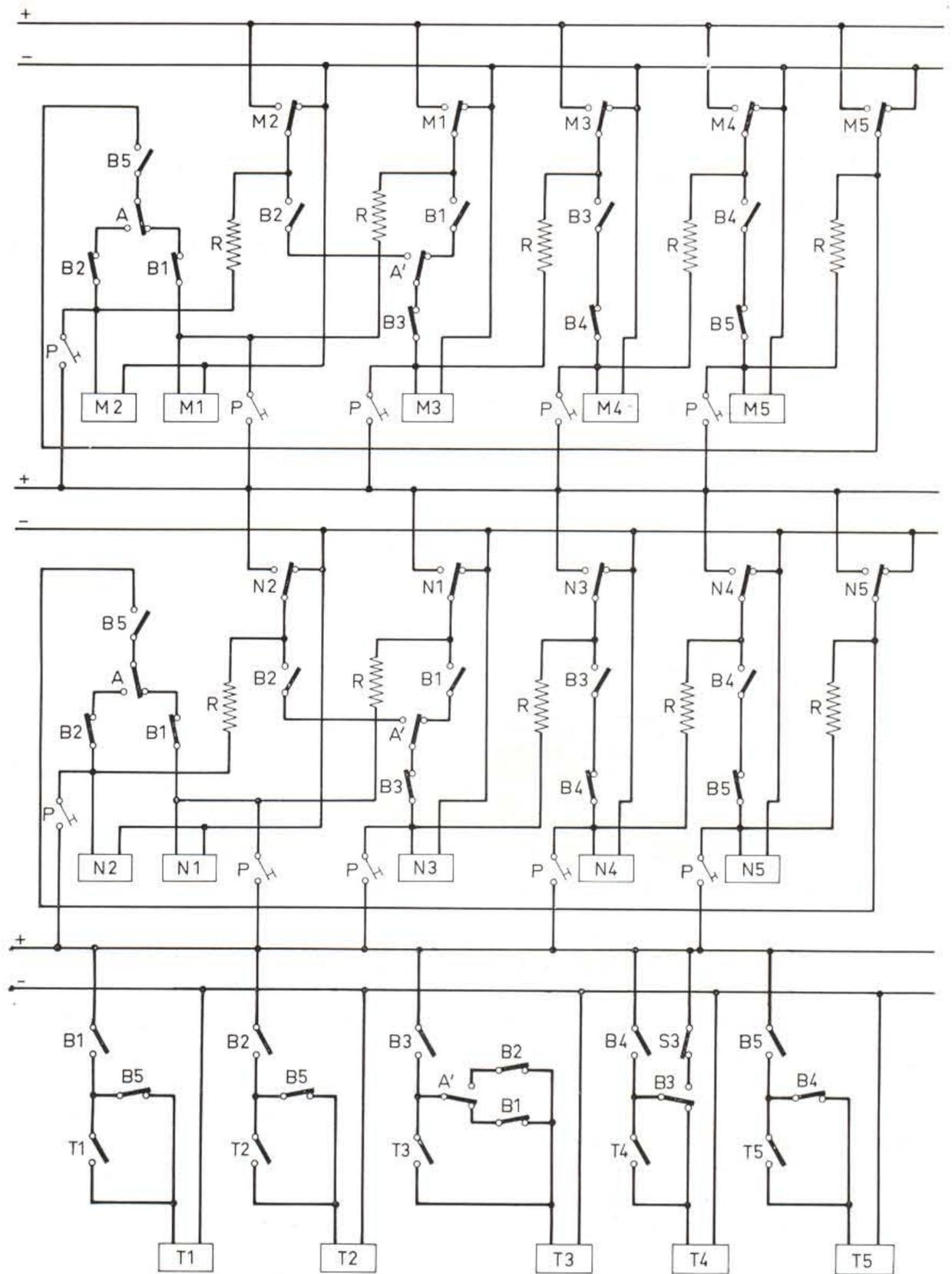


Fig. 52

**Formule moderne - Permutation CCP**

P : poussoir manuel d'accrochage des sources.

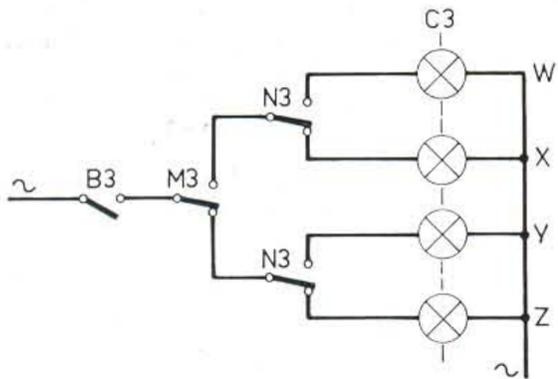


Fig. 53

**Signalisation sur tableau de commande**

Exemple : canton 3  
(les voyants des autres cantons sont alimentés de façon similaire).

— 3 bornes de raccordement au circuit de BANS, comme sur la figure 54.

Les ordres 1 et 2 correspondent à l'arrêt et au ralentissement. Certaines STARE comportent même 2 relais incorporés, un (R) pour le ralentissement, un autre (P) pour l'arrêt (voir notamment chapitre II, réalisation pratique d'une STARE).

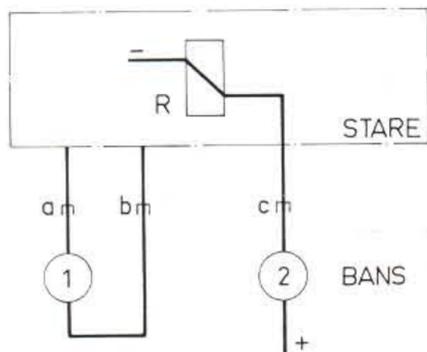


Fig. 54

**STARE**

Bornes de raccordement au BANS.  
Variante 1.

Les 2 ordres sont ainsi transmis sous forme d'excitation des 2 relais intégrés à la STARE, et il n'y a plus besoin, dans ce cas, que de 2 bornes de liaison avec le BANS : c'est la formule la plus élégante (figure 55).

Dans le cas où le relais P n'est pas incorporé à la STARE, il est intéressant de matérialiser ce relais à l'extérieur de la STARE, et l'ordre 1 est donné comme sur la figure 56.

Le modéliste a ainsi à sa disposition un certain nombre de variantes

suivant le type de STARE en sa possession, les réalisations commerciales n'étant pas encore normalisées.

Il est évident que, pour un réseau déterminé, toutes les STARE utilisées devront être identiques.

On est ainsi conduit à mettre en œuvre un BANS où les ordres 1 et 2 sont donnés sous forme d'excitation à des relais P et R.

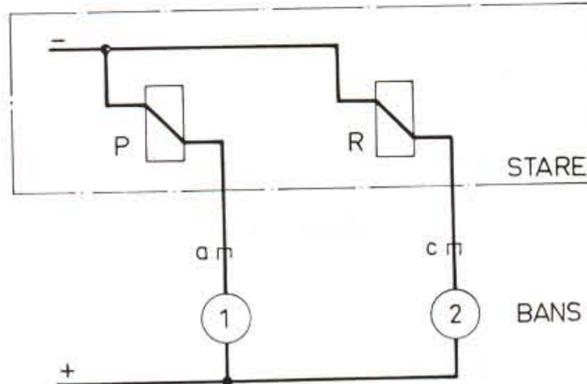


Fig. 55

**STARE**

Bornes de raccordement au BANS  
Variante 2.

Ce type de BANS est rationnel et convient bien au système binaire ; par ailleurs, les schémas ne contiennent plus les potentiomètres de vitesse (incorporés aux STARE) et, de ce fait, on n'est plus obligé de dédoubler complètement les circuits « ralentissement » et « arrêt » (voir figure 57).

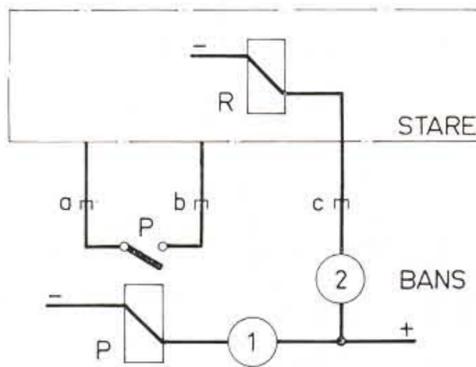


Fig. 56

**STARE**

Bornes de raccordement au BANS.  
Variante 3.

On utilise, par canton, un relais T, déjà rencontré précédemment, qui contient dans son excitation l'information d'occupation de la voie, avec verrouil-

lage lorsqu'un train est à cheval sur 2 cantons. Cette disposition des relais T convient mieux au système binaire.

Le block à mémoire a également été réalisé pour le canton 3 (par symétrie avec les paragraphes précédents), considéré comme canton courbe ; les relais R étant incorporés aux STARE, il n'est pas souhaitable sur le plan filerie d'utiliser des contacts de ces relais dans le BANS.

Le relais T4 comporte une auto-alimentation réalisée lors de l'occupation de la section arrêt du canton 3, afin d'éviter un arrêt du train lors du chevauchement des cantons 3 et 4. Par ailleurs, dans le circuit d'arrêt du canton 3 (BANS), un contact travail du relais B4 a été inséré afin d'éviter tout arrêt intempestif d'un train lors du fonctionnement simultané des relais S3 et T4.

On constate que l'extension de ce block à mémoire pourrait s'appliquer à tous les cantons, avec 2 contacts supplémentaires par canton, un du relais B et un du relais S.

Afin de faire ressortir l'avancement des trains, l'action des relais et la répercussion sur le BANS et la vitesse des trains, les diagrammes ci-après sont faciles à suivre. Je conseille d'ailleurs aux modélistes, d'une façon générale, d'établir de tels tableaux qui leur permettront de vérifier leurs propres schémas et de se faire une idée précise du résultat à obtenir.

On constate ainsi que le block à mémoire est moins absolu dans ce système que dans le précédent (relais R à l'extérieur des STARE). C'est donc, pour les lecteurs, un bon exercice de raisonnement et de comparaison de méthodes.

Le circuit est, comme à l'habitude, divisé en cantons (figure 58), où on distinguera la section normale (cn) et la section arrêt (cs). Le relais B couvre cn et cs, tandis que le relais S couvre cs seulement. On distingue les différents cas possibles (1 train isolé, 2 trains de vitesses équivalentes et 2 trains de vitesses très différentes).

Le train a 3 marches possibles : vitesse normale VN, vitesse ralentie VR (relais R excité), arrêt (relais P excité). Bien entendu, les temporisations permettent de passer d'un état à l'autre sans à-coup.

**I. — Tableau de marche d'un train unique.**

Sections occupées successivement	Relais excités	Vitesse	Observations
cn2	B2 - T2	VN	La vitesse ne subit aucune fluctuation lors de l'avancement du train. Tous les feux sont franchis au vert.
cn2 - cs2	B2 - S2 - T2	VN	
cn2 - cs2 - cn3	B2 - S2 - T2 - B3	VN	
cs2 - cn3	B2 - S2 - T2 - B3	VN	
cn3	B3 - T3	VN	

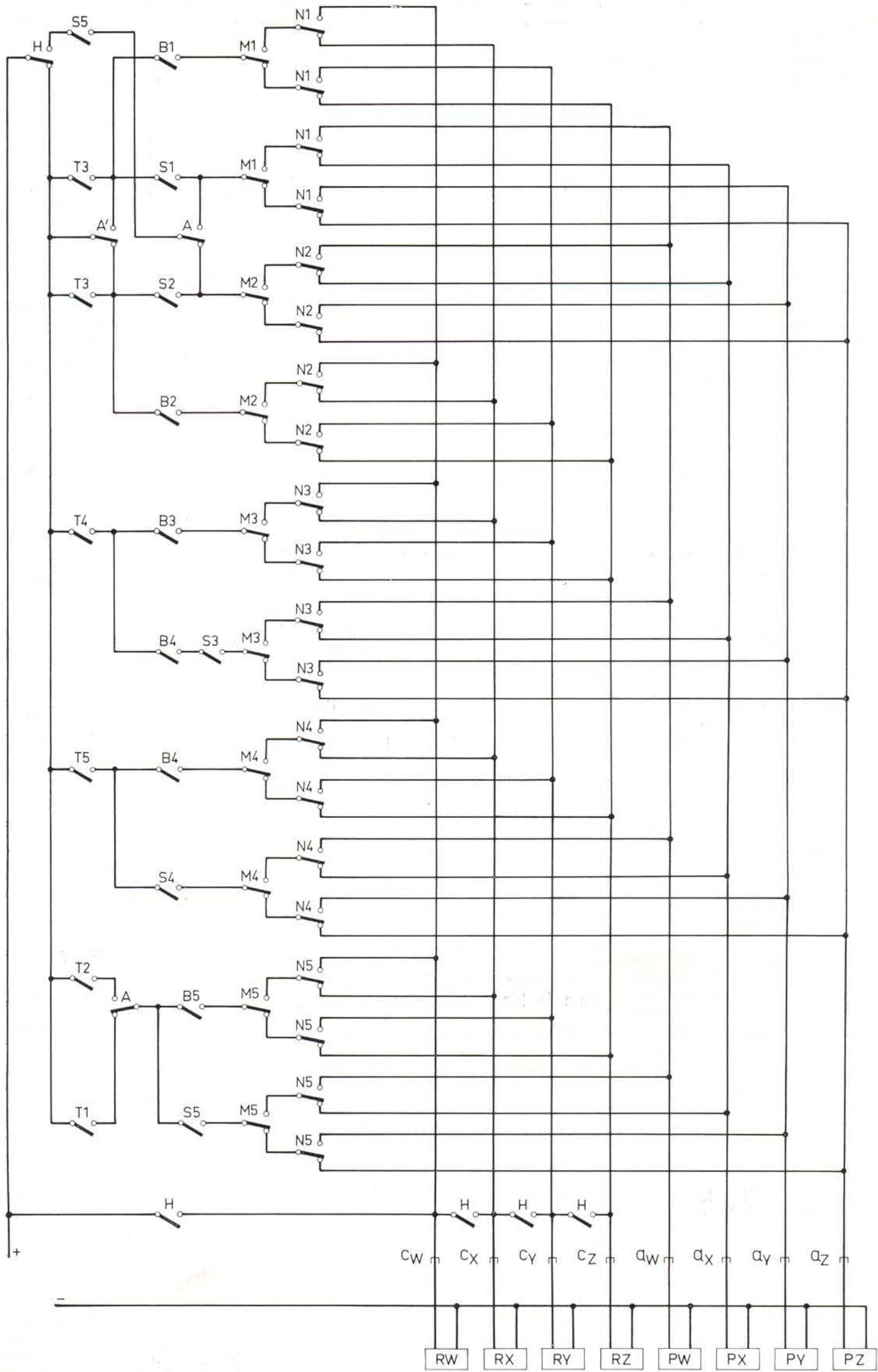


Fig. 57 Formule moderne BANS

II. — Tableau de marche de 2 trains A et B de même caractéristiques.

Sections occupées successivement par le train A	Sections occupées successivement par le train B	Relais excités	Vitesse du train A	Vitesse du train B	Observations
cn4	cn2	B2 - T2 - B4 - T4	VN	VN	(1)
cn4	cn3	B3 - T3 - B4 - T4	VN	VR	
cn4	cn3 - cs3	B3 - S3 - T3 - B4 - T4	VN	arrêt	(2)
cn5	cn3 - cs3	B3 - S3 - T3 - B5 - T5	VN	VN	(1)
cn5	cn3 - cs3 - cn4	B3 - S3 - T3 - B4 - B5 - T5	VN	VR	

III. — Tableau de marche de 2 trains A rapide et B lent.

Sections occupées successivement par le train A	Sections occupées successivement par le train B	Relais excités	Vitesse du train A	Vitesse du train B	Observations
cn4	cn2	B2 - T2 - B4 - T4	VN	VN	(1)
cn4	cn3	B3 - T3 - B4 - T4	VN	VR	
cn5	cn3	B3 - T3 - T4 - B5 - T5	VN	VR	(3)
cn5	cn3 - cs3	B3 - S3 - T3 - B5 - T5	VN	VN	(4)
cn5	cn3 - cs3 - cn4	B3 - S3 - T3 - B4 - B5 - T5	VN	VR	(1) (5)

**Observations** figurant dans les tableaux ci-dessus :

1. Le ralentissement s'effectue au niveau de la source pour l'ensemble du train B et permet ainsi la double ou multiple traction.

2. Le démarrage du train B s'effectue progressivement, la valeur VN est atteinte à la fin de la temporisation et permet « d'arracher » tous les trains réticents.

3. Le train A (rapide) quitte le canton 4 avant que le train B n'arrive sur la section arrêt du canton 3 (cs3). Le ralentissement du train B est maintenu (block à mémoire). Une fluctuation de vitesse du train B, loin de tout signal, serait anormale.

4. La vitesse du train B subit une fluctuation au passage sur la section arrêt, atténuée par la temporisation. On pourrait faire intervenir le relais B5 dans le schéma d'alimentation du relais T4, pour maintenir le ralentissement, mais cette disposition serait défavorable pour le démarrage (voir observation 2). Cette fluctuation de vitesse a lieu cependant à la vue du signal jaune et peut représenter une réaction normale du mécanicien.

5. Si le train A a quitté le canton 5 et occupe uniquement le canton 6

au moment où le train B atteint le canton 4, le train B conserve la vitesse VN et l'observation 4 n'a plus d'objet.

Il y a lieu de remarquer que le relais de voie S, utilisé pour détecter l'occupation de la section arrêt de chaque canton, en vue de donner l'ordre à la STARE, s'il y a lieu, de stopper le train avec temporisation, ne comporte qu'un seul contact travail. On peut être tenté de remplacer ce relais de voie, avec l'accessoire de détection correspondant (BATH ou équivalent) par un relais auxiliaire de même efficacité, excité suivant le schéma de la figure 59.

« Sp » représente un contact instantané sur la voie, soit une pédale, ce que je ne recommande pas, soit un interrupteur à lame souple (contact de proximité) dont le fonctionnement a été donné dans le tome I (aimant dans la loco, I.L.S. sous la voie).

Cette formule est plus économique et évite de couper le rail ; elle permet d'effectuer des essais d'arrêt avec temporisation et d'augmenter ou de diminuer la longueur de la section arrêt, en déplaçant l'ampoule de contact, ce qui est plus facile que de couper le rail.

Cette formule ne convient pas cependant dans le cas de refoulement,

car le fourgon ou le premier wagon qui se présente ne sera pas forcément équipé pour faire fonctionner la pédale ou le contact de proximité, mais exciterait le relais de voie S avec un graphitage systématique.

On voit qu'en marche arrière, le ralentissement est systématique, mais que l'arrêt n'est prescrit automatiquement que pour la protection de l'aiguille a.

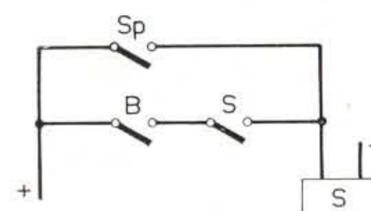


Fig. 59

**Formule moderne**

Commande et réglage de l'arrêt depuis la voie.

c) **Performances.**

Les performances de cette formule moderne sont identiques à celles décrites pour le système électronique avec CCM : double traction, block automatique agissant sur chaque source avec possibilité de le supprimer sur telle ou telle source, réglages de vitesse indépendants (normale et ralentie), etc.

En fait, les différences proviennent essentiellement des deux types de commande centralisée, avec les avantages et inconvénients que j'ai fait ressortir précédemment. Les schémas d'application sont différents mais abou-

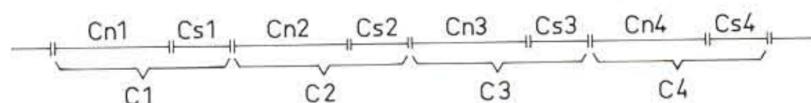


Fig. 58 **Formule moderne**

Découpage du circuit en cantons.

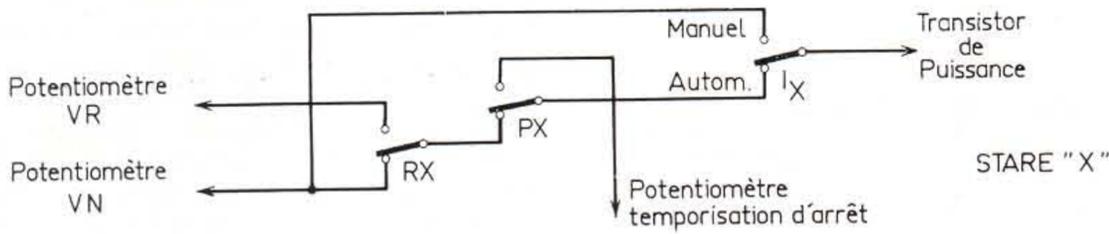


Fig. 61 Formule moderne

Détails de la réalisation pratique d'une STARE.

Ne pas oublier cependant que le système binaire fait appel presque exclusivement à des contacts inverseurs (3 lames) alors que la solution électronique décrite précédemment, à base de CCM, fait appel bien souvent à des contacts repos ou travail (2 lames). Par ailleurs, le nombre de sources égal à 4 est favorable à la technique binaire ; pour 3 ou 5 sources l'équilibre des moyens entre les deux systèmes serait à peu près atteint.

Enfin, par rapport à la solution précédente, les relais R ont été incorporés aux STARE ; il y a donc une armoire à relais moins importante, mais des STARE plus onéreuse parce que plus complètes (2 potentiomètres de vitesse, 2 relais pour block automatique, un inverseur pour marche manuelle).

On est ainsi amené à la présentation finale d'une STARE (figure 62), comportant les différents éléments décrits dans le présent chapitre et regroupés dans un boîtier pouvant avoir une certaine autonomie propice à la multiplicité des postes de pilotage (un par train).

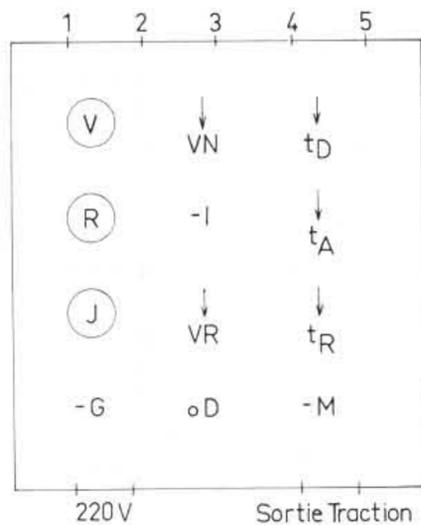


Fig. 62

Boîtier de commande d'une STARE

(V) (R) (J) : signalisation « avancée » et repérage du potentiomètre de vitesse actif.

VN : potentiomètre de vitesse normale.

VR : potentiomètre de vitesse ralentie.

tD : potentiomètre (ou interrupteur) de temporisation de démarrage.

tR : potentiomètre (ou interrupteur) de temporisation de ralentissement.

tA : potentiomètre (ou interrupteur) de temporisation d'arrêt.

I : inverseur marche automatique - manuelle.

G : interrupteur général (sur circuit 220 V).

D : disjoncteur (sur sortie traction).

M : inverseur de marche (sur sortie traction).

Borne 1 : borne « a » (ordre 1 d'arrêt - excitation du relais P).

Borne 2 : borne « c » (ordre 2 de ralentissement - excitation du relais R).

Borne 3 : — 24 V (retour commun des relais R et P).

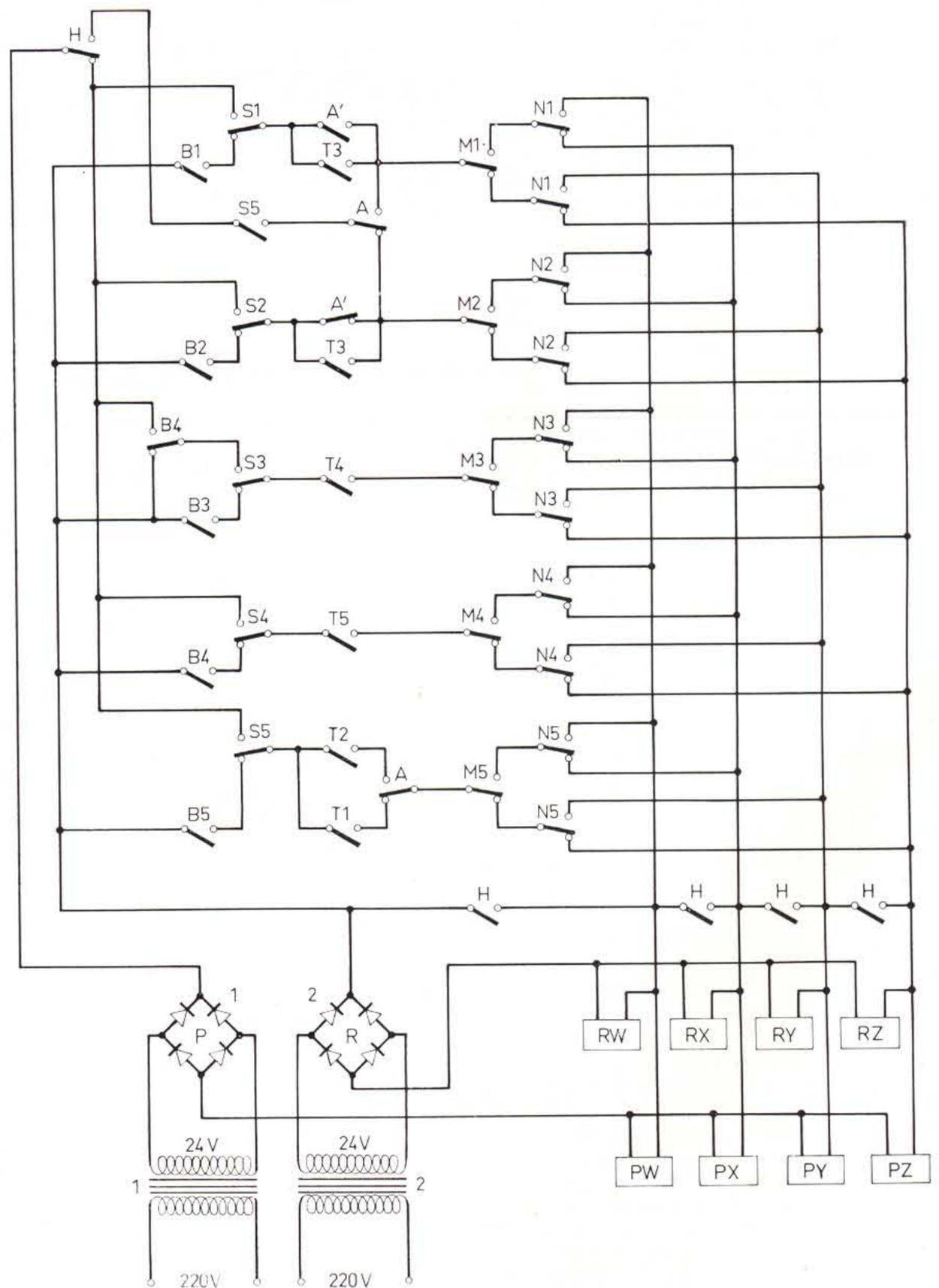


Fig. 63

Variante scientifique - BANS

Bornes 4 et 5 : ~ 12 V (utilisé pour la signalisation avancée).

Il y a lieu de noter que :

— les bornes 4 et 5 peuvent être supprimées si l'alimentation 12 V est fournie par le transformateur de la STARE, dans ce cas le voyant (V) sert de lampe-témoin au repos ;

— en marche automatique, les 3 voyants et les 5 potentiomètres sont utilisés :

— l'allumage du voyant (V) indique que le potentiomètre VN est actif et que le train a une vitesse normale,

— l'allumage du voyant (J) indique que le potentiomètre VR est actif et que le train a une vitesse ralentie,

— l'allumage du voyant (R) indique que le train s'arrête ou est arrêté devant un feu rouge.

— en marche manuelle, les trois voyants et le potentiomètre VN (tD à O) permettent la conduite sans visibilité, comme indiqué plus haut.

Un voltmètre pourra également être mis en place dans le boîtier STARE, sur la sortie traction, avant l'inverseur, et permettra de suivre la tension

délivrée par la STARE et notamment les démarrages ou arrêts progressifs en marche automatique. Ce voltmètre peut occuper la place de l'inverseur de marche, dans le cas où l'inversion est au niveau des cantons (voir chapitre V, Inversion de marche).

#### e) Variante scientifique.

Cette variante ne porte que sur le schéma général du BANS (fig. 57) et plus particulièrement sur les chaînes binaires qui mettent en œuvre un grand nombre de contacts inverseurs des relais M et N.

En disposant non plus une source de relais auxiliaire 24 V continu, mais deux, il est possible de diviser par deux le nombre de ces contacts inverseurs des relais M et N, conformément au schéma de la figure 63.

On constate que la source 24 V (1) est affectée aux relais P, tandis que la source 24 V (2) est affectée aux relais R. Les circuits de ces sources ont des tronçons communs (contacts des relais A, T, M et N) et des tronçons séparés (contacts des relais B et S, et les relais R et P eux-mêmes).

Les amateurs choisiront entre les deux variantes, selon leurs goûts et leurs possibilités, la variante à deux

sources relais me paraissant plus scientifique, car elle allège la pyramide des contacts M et N assez impressionnante, bien qu'elle ne permette pas d'économiser de relais, si elle ramène le nombre total de contacts de 190 à 176 et autorise l'utilisation de relais 4 RT au lieu de relais 6 RT pour les relais M.

#### f) Conclusion

En fonction de ses goûts et du matériel à sa disposition, chaque modéliste pourra choisir entre le système électronique de base avec CCM, ou la formule moderne. Quelle que soit la formule adoptée, il est certain de doter son réseau des perfectionnements techniques les plus poussés actuellement.

Les amateurs de commande manuelle des trains seront, je l'espère, séduits par la signalisation reportée au niveau de la source, décrite dans le paragraphe « Formule moderne », qui correspond bien au désir actuel des amateurs de ne pas demeurer passifs devant l'action cybernétique des relais, mais au contraire d'agir autant que faire se peut sur la marche des trains en s'appuyant, bien entendu, sur les automatismes séquentiels établis grâce à l'électromagnétisme et à l'électronique.

# CHAPITRE V

## Inversion de marche

### 1) GÉNÉRALITÉS.

Il peut paraître curieux de placer un chapitre sur l'inversion de marche à ce stade de la description des techniques mises à la disposition des modélistes par l'électricité, alors qu'habituellement l'inversion de marche est considérée comme élémentaire ; on la trouve d'ailleurs dans tous les trains-jouets. Nous verrons justement que l'inversion de marche, si elle est simple pour les réseaux simples, devient plus complexe lorsque des perfectionnements tels que block automatique, commande centralisée, etc., sont mis en œuvre. Des informations sur ces perfectionnements étaient nécessaires pour présenter les systèmes paraissant les plus cohérents à partir des différents paramètres en présence.

Enfin, il m'a paru intéressant de regrouper les différents procédés d'inversion de marche, dans des conceptions de circuits assez diverses, pour permettre à l'amateur moyen d'orienter l'équipement électrique de son réseau vers le système qui lui donnera le plus de satisfaction en stade final. On retrouve là un principe essentiel de « l'Electricité au service du modélisme » (voir tome 1, chapitre III, Critères de choix) qui est de faire une analyse suivie d'une synthèse dans les différents domaines du modélisme où l'électricité joue un rôle, et ils sont nombreux. On peut en effet très bien trouver un procédé qui sera, à juste titre, considéré comme supérieur (simplicité, économie, etc.) dans un domaine déterminé (par exemple détection de voie, ou inversion de marche, ou même les deux) mais qui ne sera pas compétitif dans d'autres domaines auxquels on ne pense pas a priori (éclairage HF, block automatique au niveau des sources, etc.). Je n'envisagerai le problème que sous l'angle des réseaux 2 rails, le cas du 3 rails ayant déjà été étudié dans le tome 1 (chapitre XIII). Dans le présent chapitre, j'utiliserai les sigles déjà rencontrés (STARE, BANS, etc) et j'y ajouterai :

IMNT : inversion de marche au niveau du train.

IMNC : inversion de marche au niveau du canton.

IMNS : inversion de marche au niveau de la source.

Ces sigles permettent de définir aisément un équipement électrique de circuit, par exemple :

— STARE + IMNC + BATH, ce qui contribue à alléger l'exposé et à le rendre, dans la mesure du possible, plus compréhensible.

Je ne traiterai pas dans ce chapitre des dispositifs utilisant les sélecteurs téléphoniques comme moyen de cab-control automatique. En effet, ils sont fort intéressants pour la marche AV (voir chapitre I) mais le principe de l'avancement des sélecteurs se prête très mal à la marche AR ; les relais sont évidemment beaucoup plus souples. Je distinguerai dans ce chapitre les circuits dotés ou non de block automatique et de commande centra-

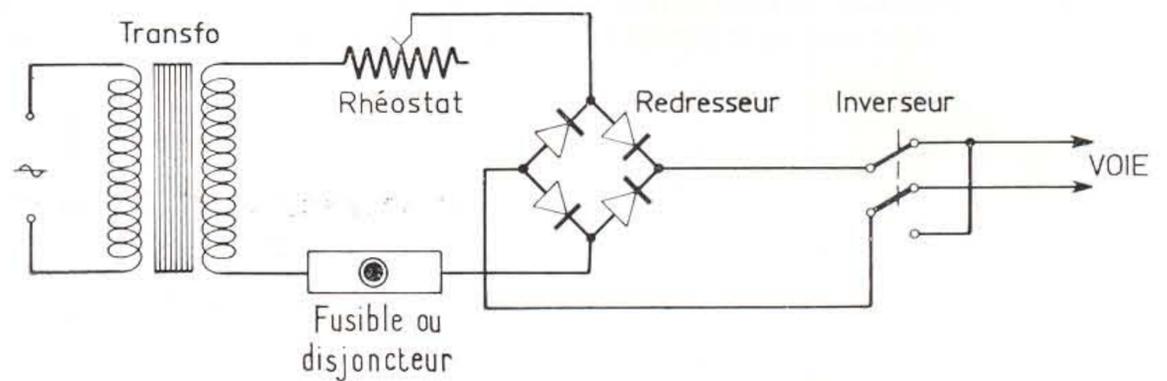


Fig. 64 Circuit simple - Traction en courant continu

*Inversion au niveau de la source.*

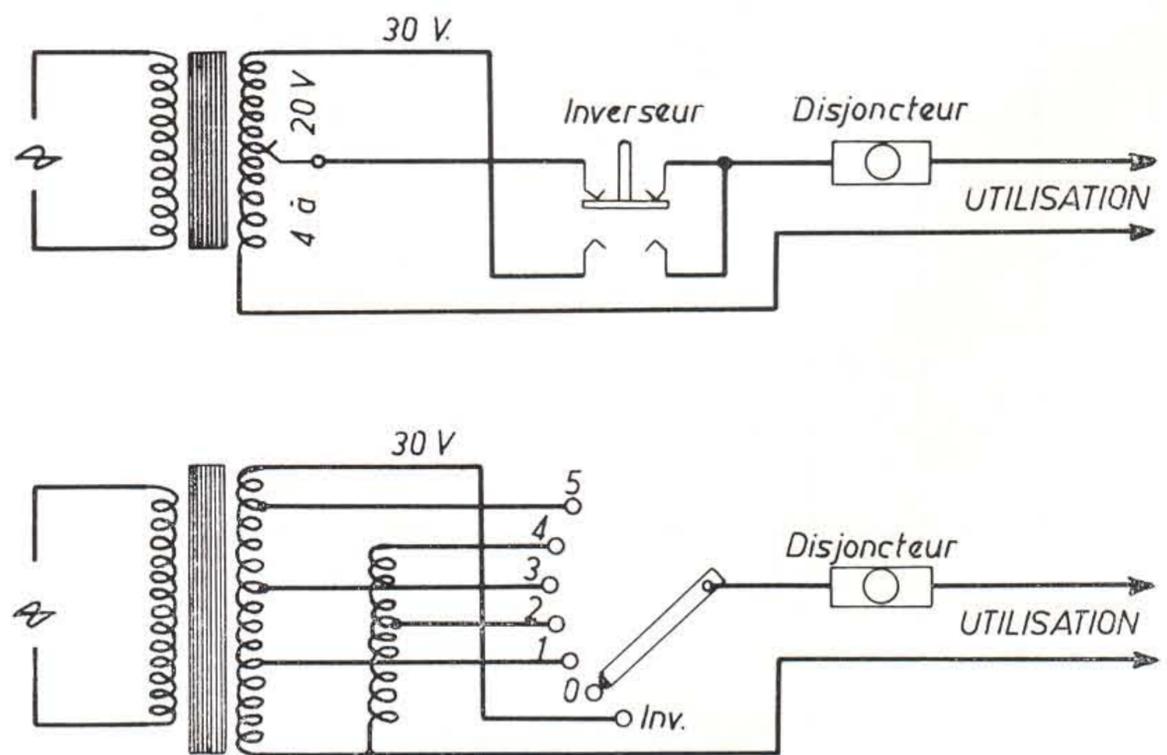


Fig. 65 Circuit simple - Traction en courant alternatif

*Commande de l'inversion.*

lisée (voir chapitre I sur les liaisons sources-trains) car ces perfectionnements influent directement sur la technique d'inversion de marche.

Cette analyse des dispositifs d'inversion de marche dans les différents cas, permettra en même temps d'examiner des systèmes de détection particulièrement bien adaptés pour les réseaux équipés en courant alternatif, notamment ceux à l'écartement I. Par ailleurs la signalisation type BAL n'a pas été indiquée. Elle est identique dans tous les systèmes (utilisation de 2 contacts inverseurs des relais B) et bien connue des lecteurs.

## 2) CIRCUITS SANS BLOCK AUTOMATIQUE NI COMMANDE CENTRALISÉE.

Ce sont, bien entendu, les circuits les plus simples et, il faut bien le dire, les moins intéressants, tout au moins dans le domaine électrique.

L'équipement comporte une seule source de traction, du type classique et un seul train circule généralement ; on peut, bien entendu, prévoir des artifices (coupures dans les rails, zones isolées, etc.) comme nous l'avons vue dans le tome 1.

### a) Traction en courant continu.

L'alimentation de la voie est très simple, suivant un schéma bien connu (figure 64), l'inversion de marche con-

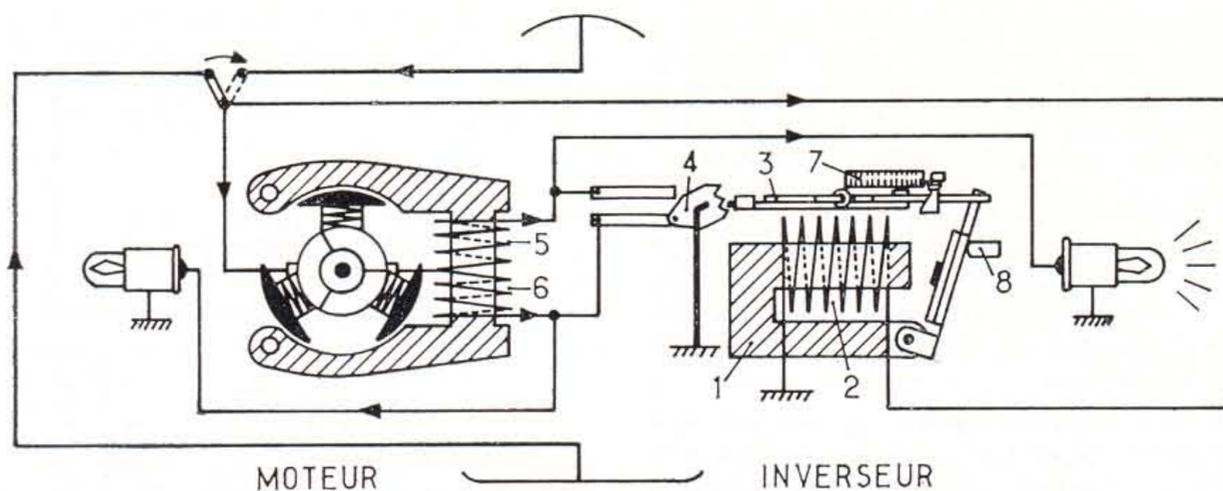


Fig. 66 Circuit simple - Traction en courant alternatif

Fonctionnement de l'inverseur par surtension.

Dispositif de commande d'inversion par surtension

- 1 — noyau du relais
- 2 — bobine du relais
- 3 — armature du relais
- 4 — contact basculant
- 5-6 — bobines de l'inducteur
- 7 — ressort de rappel
- 8 — poussoir de commande manuelle

cerne l'ensemble du circuit et « la pyramide électrique » du réseau s'écrit : SOUCLA + IMNS.

### b) Traction en courant alternatif.

L'inversion de marche ne touche que le matériel de traction, sans affecter la voie elle-même puisque l'inverseur proprement dit est généralement incorporé à la locomotive et se commande par une surtension momentanée sur la voie (figures 65 et 66).

Comme il n'y a qu'un train en fonctionnement sur le circuit, l'inversion a lieu au niveau de ce train. La pyramide électrique du réseau s'écrit : SOUCLA + IMNT.

## 3) CIRCUITS ÉQUIPÉS DE BLOCK AUTOMATIQUE, MAIS SANS COMMANDE CENTRALISÉE.

Ce sont des circuits de complexité moyenne, et en fait les plus répandus.

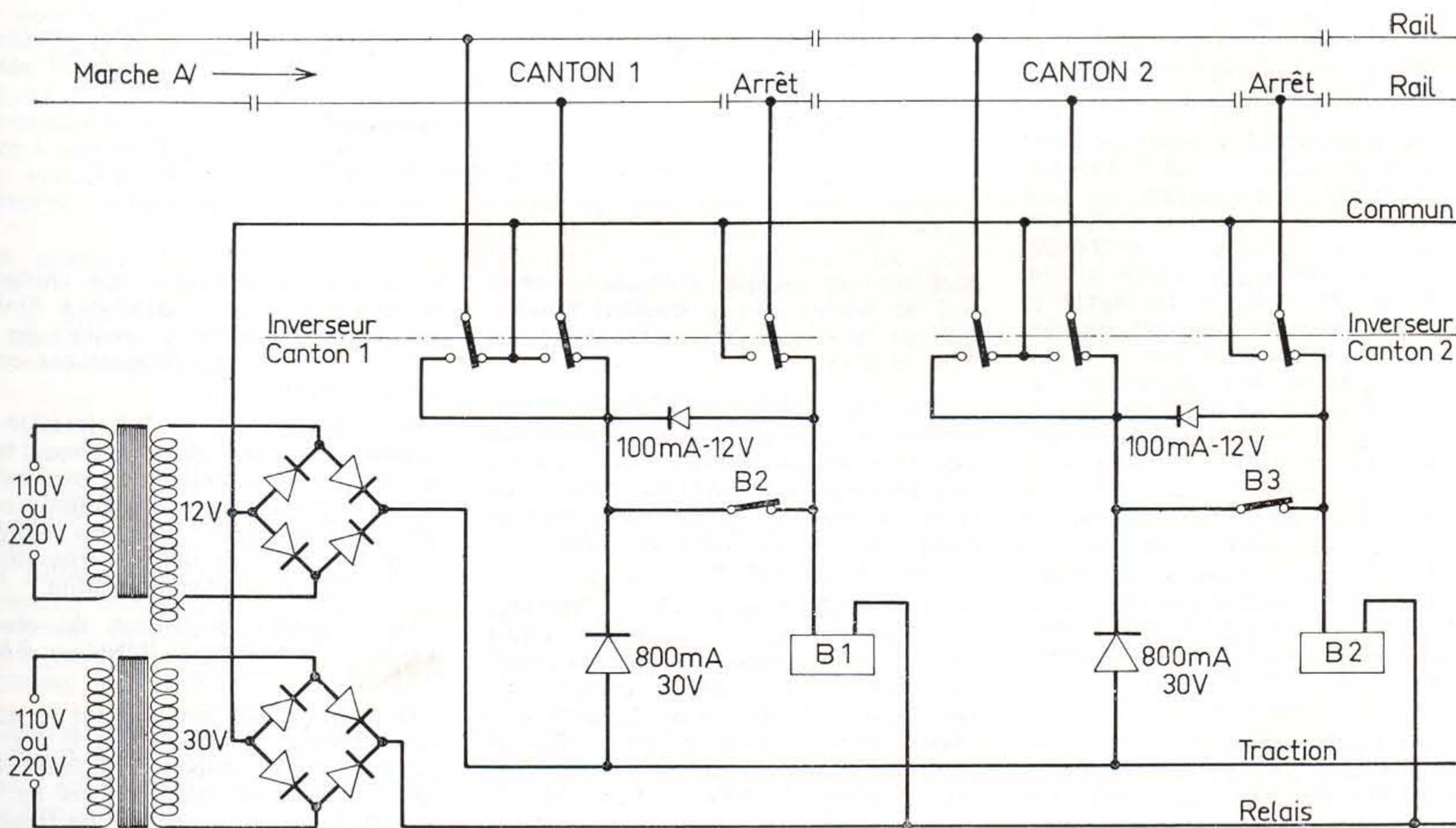


Fig. 67 Inversion de marche au niveau des cantons IMNC

L'équipement comporte une seule source de traction du type classique ou à régulation électronique (STARE) et plusieurs trains peuvent circuler, protégés par le block automatique.

L'inversion de marche pour l'ensemble du circuit est, bien entendu, toujours possible (IMNS), mais dans ce cas tous les trains sont affectés du renversement de marche, ce qui n'est pas réaliste.

Il est plus rationnel de rendre les trains indépendants lors de l'inversion et comme ceux-ci sont répartis à travers des cantons différents, il est naturel d'effectuer l'inversion au niveau des cantons (IMNC).

#### a) Traction en courant continu.

Le block automatique à cellule, rappelé en figure 67, est très simple ; il peut comporter des perfectionnements, comme je l'ai indiqué dans le tome 1.

La pyramide électrique du réseau s'écrit : SOUCLA + IMNC + BANC + DECEL.

#### b) Traction en courant alternatif.

En courant alternatif, il n'est plus question d'établir des contacts inverseurs pour croiser les fils de traction à proximité de la voie ; il est indispensable d'utiliser un détecteur insensible au sens du courant de traction.

Nous avons déjà vu (tome 2) un dispositif, le DOV, présentant une telle propriété, à partir d'un procédé original d'injection d'un courant de fréquence ultra-sonique : l'incompatibilité avec la HF, pour l'éclairage, et son prix de revient limitent néanmoins la portée de ce système.

Un autre dispositif compatible avec le courant alternatif est le DSU, que M. Fournereau a développé et dont il n'a pas encore été fait d'analyse dans cette brochure. Ce « détecteur symétrique universel » reprend le principe de la détection diode, système Bourse, en adoptant un pont de diodes astucieusement groupées pour que la diode centrale soit toujours parcourue dans le même sens quelle que soit l'alternance du courant ; une partie du courant traction traversant cette diode est dérivée dans le transistor (émetteur et base) ; le passage de ce courant, même infime, débloquent le transistor et un courant beaucoup plus important, délivré par la source relais, parcourt le transistor (émetteur et collecteur) et excite le relais de voie. Cette amplification est classique.

La figure 68 représente le principe de ce système très séduisant par sa réversibilité. Ce type de block fait partie de ceux dont le circuit de voie est lié à la traction et il y a lieu de shunter par une résistance de 2 k $\Omega$

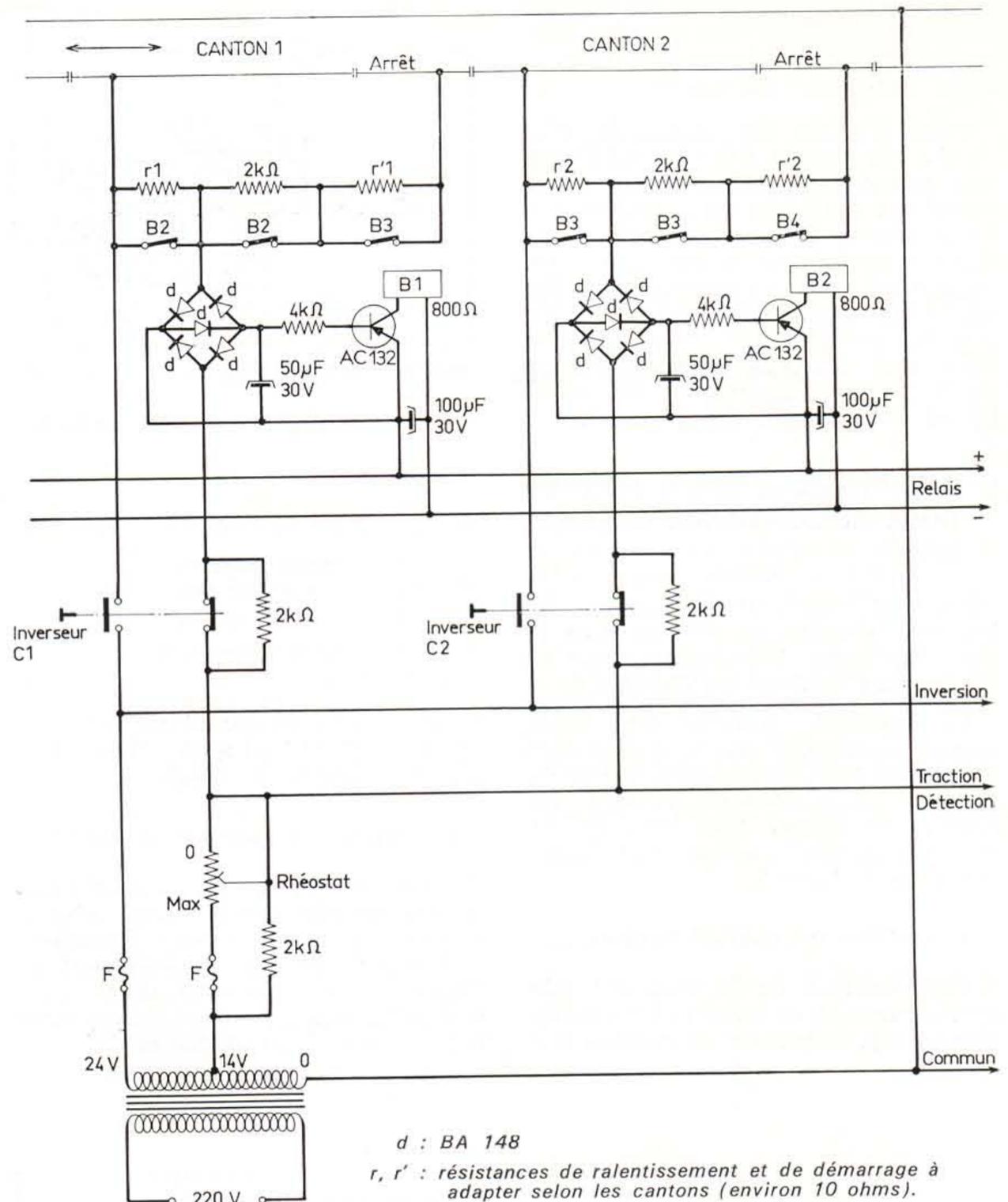


Fig. 68 Traction en courant alternatif

Block DSU (avec départ au ralenti devant le feu jaune).

tout contact (relais, inverseur, rhéostat) en série avec le courant traction qui est le « support » effectif du circuit de voie.

Une alimentation spéciale « circuit de voie » peut aussi être adoptée, qui injectera en permanence le courant nécessaire à la détection, rendant inutiles les résistances de shuntage évoquées, pour les contacts placés à l'amont de l'injection.

La sensibilité est excellente (50 k $\Omega$ ) et divers composants électroniques protègent le transistor ou assurent un retard à la retombée correcte du relais de voie. Les essieux sont graphités comme pour le BATH. Cependant, ce dispositif où de nombreuses diodes sont placées en série sur le circuit traction provoque une chute de tension non négligeable de l'ordre de 2 à 3 V, bien que les diodes

au silicium provoquent une chute de tension non proportionnelle à l'intensité mais au contraire sensible en début de charge et pratiquement constante ensuite.

Pour un réseau en I à traction en courant alternatif, comme on en trouve beaucoup actuellement, ces inconvénients peuvent être considérés comme mineurs vis à vis de l'intérêt d'une inversion de marche très simple et spécifique à chaque canton.

La pyramide électrique du réseau s'écrit : SOUCLA + IMNC + BANC + DSU.

On peut également utiliser le schéma présenté dans le tome 2, fig. 13, page 13, qui utilise 2 diodes tête-bêche et 2 transistors ; dans ce dispositif, le courant traction ne traverse qu'une seule diode à la fois et la chute de tension est diminuée d'au-

tant, mais la sensibilité est moins élevée (10 k $\Omega$  au lieu de 50 k $\Omega$  avec le DSU).

#### 4) CIRCUITS ÉQUIPÉS DE BLOCK AUTOMATIQUE ET DE COMMANDE CENTRALISÉE.

Ce sont les circuits les plus complexes et les plus intéressants, ceux, également, où il sera le plus difficile d'obtenir une inversion de marche simple et une compatibilité avec d'autres perfectionnements (éclairage HF, commande centralisée à mémoire, etc.).

L'équipement comporte plusieurs sources de traction, chacune affectée à un train suivant un principe de liaison décrit dans cette brochure (voir chapitre I) Les sources de traction sont normalement dotées d'une régulation électronique (STARE) de façon à mettre en valeur les perfectionnements du réseau. Il est, en effet, tout à fait souhaitable que les niveaux techniques soient équivalents dans les différents domaines, de façon à assurer une homogénéité de bon aloi. Ainsi le BANS sera pratiquement de règle (voir chapitre IV sur l'équipement électronique d'un réseau).

Plusieurs trains peuvent circuler sur le circuit et sont commandés, du point de vue de la vitesse, indépendamment par chaque source de traction. L'analyse de l'inversion de marche sera limitée aux réseaux alimentés en courant continu, pour ne pas alourdir l'exposé. Par ailleurs, les réseaux dotés de BANS et de commande centralisée sont pratiquement tous équipés de cette manière ; enfin, la transposition pour la traction en courant alternatif est possible en adoptant systématiquement un détecteur approprié du type DSU ou équivalent.

En étudiant l'équation STARE + BANS + CC, je pense envisager le cas le plus difficile ; les solutions aux cas moins complexes n'en seront que plus évidentes.

##### a) Inversion à la source : IMNS.

Il paraît tout à fait normal et rationnel de profiter directement et sans autre complication de l'inverseur de marche inclus dans les boîtiers de commande de chaque source, sans avoir à reporter l'inversion de marche au niveau de la voie.

L'inversion à la source (IMNS) est séduisante et renforce la liaison source-train en donnant une indépendance supplémentaire au regard du sens de marche. IMNS et IMNT sont ici confondues.

Le choix de l'inversion à la source implique une détection symétrique, placée en série sur le circuit traction et le principe du DSU convient fort bien. Cependant les réseaux étudiés comportant très généralement un BANS, une détection spéciale pour la section arrêt est indispensable. La solution du DSU, dont les diodes sont relativement chères, devient alors onéreuse, notamment en écartement O (2 A nécessaires).

M. Fournereau a mis au point une variante du DSU comportant une injection permanente de HF dans l'ensemble du circuit. Cette formule a de nombreux avantages :

— insertion dans le circuit traction d'un bobinage de couplage qui transmet la détection HF au DSU proprement dit et qui est composé au primaire de 10 tours de fil 40/100 et au secondaire de 150 tours de fil 15/100. le tout bobiné sur un mandrin de diamètre 16 mm, longueur 20 mm (le primaire provoque une chute de tension négligeable) ;

— mise en place d'un détecteur totalement séparé du circuit traction et parcouru par un courant très faible, suivant le même principe que dans le paragraphe précédent. Le procédé est présenté en figure 69 ;

— injection du courant de détection à l'aval des contacts de commande centralisée, ce qui évite de shunter par une résistance tout ce qui est à l'amont (rhéostat éventuel, inverseur pour traction en alternatif, contacts, etc.).

Cependant, il y a quelques inconvénients :

— le système est « capacitif » c'est-à-dire que les essieux des wagons ne peuvent plus être garnis de résistance graphitique, mais doivent être équipés de condensateurs 10 000 pF) dont l'installation est plus délicate et peut provoquer un balourd dans l'essieu, bien que le fonctionnement et la sensibilité soient excellents ;

— l'éclairage HF est permanent pour tout le circuit et sert en même temps pour la détection, à travers les bobinages de couplage ci-dessus : il sera donc légèrement atténué et l'extinction de chaque véhicule ne pourra être obtenue qu'en l'équipant systématiquement d'un interrupteur à lame souple bistable. Cet accessoire est très intéressant mais onéreux et il est beaucoup plus commode de prévoir un contrôle distinct de l'éclairage au niveau de la source. Néanmoins, pour une utilisation évoluée, de tels interrupteurs particuliers à chaque voiture éclairée permettent des effets spectaculaires (voir chapitre VI, éclairage des trains, paragraphe 4 d).

En tout état de cause, il y a lieu d'examiner quelles sont les répercussions de l'IMNS sur les différentes commandes centralisées exposées dans la présente brochure (chapitre I). Il serait fastidieux de passer en revue tous les schémas ; la figure 70, où volontairement des commandes centralisées du type binaire et non binaire ont été équipées avec une détection série de principe DSU ou autre, montre bien les écueils à éviter. J'ai supposé que les inverseurs des sources X et Z étaient en position AR (trains supposés en manœuvre sur un canton déterminé), et qu'un train accroché sur la source W passe du canton 1 au canton 2 puis au canton 3. Exceptionnellement, les contacts correspondants sont figurés en position travail :

— Lorsque le train franchit le joint isolant entre c1 et c2, les relais M et N sont au repos ; l'excitation de B2 transmet l'ordre de transfert de la commande centralisée CCB et les relais M et N s'excitent, mais il s'écoule un faible instant avant leur excitation, pendant lequel un court-circuit s'établit aux bornes de la source suivant le pointillé indiqué sur le schéma. On doit alors, pour éviter cet écueil, à chaque franchissement de canton, neutraliser la source Z, les contacts repos des relais M et N ne correspondant alors à aucune source. Cette difficulté atténuée singulièrement soit l'intérêt de la CCB, soit l'intérêt de l'IMNS.

— Par ailleurs, le transfert de la source W implique l'excitation des relais M et N ; si les 2 relais ne s'excitent pas exactement en même temps (ce qui est fort possible pour des relais n'ayant pas le même nombre de contacts), un court-circuit aura lieu un faible instant à travers la source X par exemple (M2 excité, N2 pas encore excité). Ce court-circuit sera de très faible durée mais se produisant au franchissement de chaque canton, il détruira rapidement les contacts des relais M et N et détériorera les circuits électroniques des STARE.

— Ce phénomène est annulé par les commandes du type « préparé » (CSA, CCP) où le train laisse derrière son passage les relais M et N en position et où le dispositif permet d'effectuer le transfert avec un canton d'avance. En effet, grâce à cette dernière particularité, le passage du train d'un canton à l'autre s'effectue avec les relais M et N déjà mis dans la position d'excitation voulue et le court-circuit,

tant, mais la sensibilité est moins élevée (10 kΩ au lieu de 50 kΩ avec le DSU).

#### 4) CIRCUITS ÉQUIPÉS DE BLOCK AUTOMATIQUE ET DE COMMANDE CENTRALISÉE.

Ce sont les circuits les plus complexes et les plus intéressants, ceux, également, où il sera le plus difficile d'obtenir une inversion de marche simple et une compatibilité avec d'autres perfectionnements (éclairage HF, commande centralisée à mémoire, etc.).

L'équipement comporte plusieurs sources de traction, chacune affectée à un train suivant un principe de liaison décrit dans cette brochure (voir chapitre I) Les sources de traction sont normalement dotées d'une régulation électronique (STARE) de façon à mettre en valeur les perfectionnements du réseau. Il est, en effet, tout à fait souhaitable que les niveaux techniques soient équivalents dans les différents domaines, de façon à assurer une homogénéité de bon aloi. Ainsi le BANS sera pratiquement de règle (voir chapitre IV sur l'équipement électronique d'un réseau).

Plusieurs trains peuvent circuler sur le circuit et sont commandés, du point de vue de la vitesse, indépendamment par chaque source de traction. L'analyse de l'inversion de marche sera limitée aux réseaux alimentés en courant continu, pour ne pas alourdir l'exposé. Par ailleurs, les réseaux dotés de BANS et de commande centralisée sont pratiquement tous équipés de cette manière ; enfin, la transposition pour la traction en courant alternatif est possible en adoptant systématiquement un détecteur approprié du type DSU ou équivalent.

En étudiant l'équation STARE + BANS + CC, je pense envisager le cas le plus difficile ; les solutions aux cas moins complexes n'en seront que plus évidentes.

##### a) Inversion à la source : IMNS.

Il paraît tout à fait normal et rationnel de profiter directement et sans autre complication de l'inverseur de marche inclus dans les boîtiers de commande de chaque source, sans avoir à reporter l'inversion de marche au niveau de la voie.

L'inversion à la source (IMNS) est séduisante et renforce la liaison source-train en donnant une indépendance supplémentaire au regard du sens de marche. IMNS et IMNT sont ici confondues.

Le choix de l'inversion à la source implique une détection symétrique, placée en série sur le circuit traction et le principe du DSU convient fort bien. Cependant les réseaux étudiés comportant très généralement un BANS, une détection spéciale pour la section arrêt est indispensable. La solution du DSU, dont les diodes sont relativement chères, devient alors onéreuse, notamment en écartement O (2 A nécessaires).

M. Fournereau a mis au point une variante du DSU comportant une injection permanente de HF dans l'ensemble du circuit. Cette formule a de nombreux avantages :

— insertion dans le circuit traction d'un bobinage de couplage qui transmet la détection HF au DSU proprement dit et qui est composé au primaire de 10 tours de fil 40/100 et au secondaire de 150 tours de fil 15/100. le tout bobiné sur un mandrin de diamètre 16 mm, longueur 20 mm (le primaire provoque une chute de tension négligeable) ;

— mise en place d'un détecteur totalement séparé du circuit traction et parcouru par un courant très faible, suivant le même principe que dans le paragraphe précédent. Le procédé est présenté en figure 69 ;

— injection du courant de détection à l'aval des contacts de commande centralisée, ce qui évite de shunter par une résistance tout ce qui est à l'amont (rhéostat éventuel, inverseur pour traction en alternatif, contacts, etc.).

Cependant, il y a quelques inconvénients :

— le système est « capacitif » c'est-à-dire que les essieux des wagons ne peuvent plus être garnis de résistance graphitique, mais doivent être équipés de condensateurs 10 000 pF) dont l'installation est plus délicate et peut provoquer un balourd dans l'essieu, bien que le fonctionnement et la sensibilité soient excellents ;

— l'éclairage HF est permanent pour tout le circuit et sert en même temps pour la détection, à travers les bobinages de couplage ci-dessus : il sera donc légèrement atténué et l'extinction de chaque véhicule ne pourra être obtenue qu'en l'équipant systématiquement d'un interrupteur à lame souple bistable. Cet accessoire est très intéressant mais onéreux et il est beaucoup plus commode de prévoir un contrôle distinct de l'éclairage au niveau de la source. Néanmoins, pour une utilisation évoluée, de tels interrupteurs particuliers à chaque voiture éclairée permettent des effets spectaculaires (voir chapitre VI, éclairage des trains, paragraphe 4 d).

En tout état de cause, il y a lieu d'examiner quelles sont les répercussions de l'IMNS sur les différentes commandes centralisées exposées dans la présente brochure (chapitre I). Il serait fastidieux de passer en revue tous les schémas ; la figure 70, où volontairement des commandes centralisées du type binaire et non binaire ont été équipées avec une détection série de principe DSU ou autre, montre bien les écueils à éviter. J'ai supposé que les inverseurs des sources X et Z étaient en position AR (trains supposés en manœuvre sur un canton déterminé), et qu'un train accroché sur la source W passe du canton 1 au canton 2 puis au canton 3. Exceptionnellement, les contacts correspondants sont figurés en position travail :

— Lorsque le train franchit le joint isolant entre c1 et c2, les relais M et N sont au repos ; l'excitation de B2 transmet l'ordre de transfert de la commande centralisée CCB et les relais M et N s'excitent, mais il s'écoule un faible instant avant leur excitation, pendant lequel un court-circuit s'établit aux bornes de la source suivant le pointillé indiqué sur le schéma. On doit alors, pour éviter cet écueil, à chaque franchissement de canton, neutraliser la source Z, les contacts repos des relais M et N ne correspondant alors à aucune source. Cette difficulté atténuée singulièrement soit l'intérêt de la CCB, soit l'intérêt de l'IMNS.

— Par ailleurs, le transfert de la source W implique l'excitation des relais M et N ; si les 2 relais ne s'excitent pas exactement en même temps (ce qui est fort possible pour des relais n'ayant pas le même nombre de contacts), un court-circuit aura lieu un faible instant à travers la source X par exemple (M2 excité, N2 pas encore excité). Ce court-circuit sera de très faible durée mais se produisant au franchissement de chaque canton, il détruira rapidement les contacts des relais M et N et détériorera les circuits électroniques des STARE.

— Ce phénomène est annulé par les commandes du type « préparé » (CSA, CCP) où le train laisse derrière son passage les relais M et N en position et où le dispositif permet d'effectuer le transfert avec un canton d'avance. En effet, grâce à cette dernière particularité, le passage du train d'un canton à l'autre s'effectue avec les relais M et N déjà mis dans la position d'excitation voulue et le court-circuit,

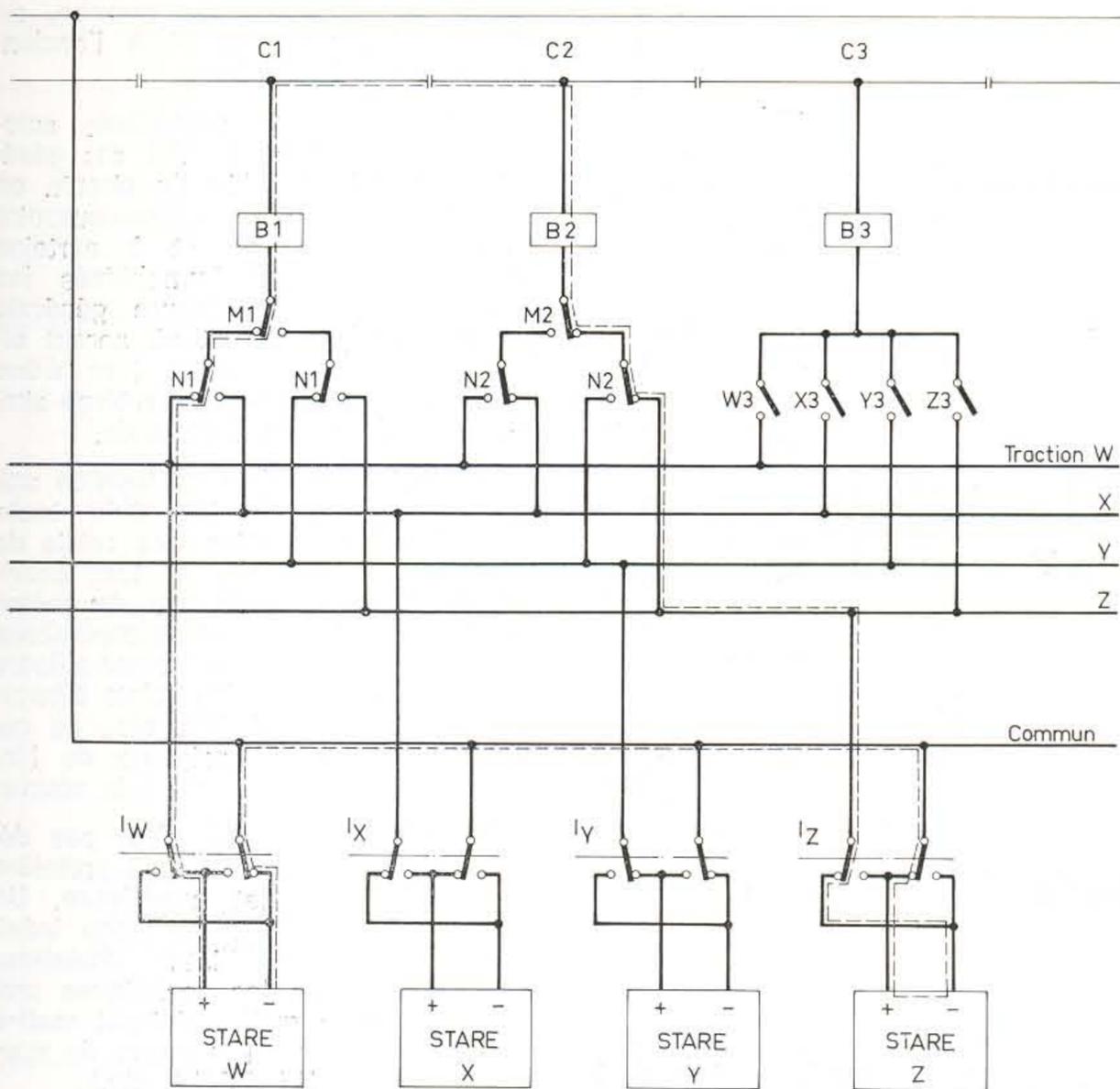


Fig. 70 IMNS

Ecueils à éviter.

moins longtemps. Seule la CCN évite cet inconvénient mais comporte de nombreux contacts.

Ainsi, la meilleure pyramide IMNS + CC est : STARE + IMNS + BANS + CCP + DSU, comme l'indique la figure 69. Pour la clarté du dessin, seule la détection correspondant au relais B1 a été représentée intégralement ; les autres détecteurs figurés (B2, S1, S2) sont identiques, y compris le couplage HF et l'alimentation relais. Les inverseurs I sont manuels, généralement incorporés aux STARE ; je les ai figurés à l'extérieur par symétrie avec le paragraphe suivant où l'inversion de marche se situe au niveau du canton, et où les inverseurs des sources ne sont pas utilisés.

Dans le cas où on utilise des sources classiques non électroniques, le régulateur peut comporter un inverseur à point milieu obligeant d'arrêter le train avant d'inverser sa marche, ce qui est tout à fait souhaitable. Dans les STARE, potentiomètres et inverseur sont indépendants ; on peut cependant réaliser un dispositif très réaliste en utilisant des potentiomètres « à interrupteur de point O » et en adoptant un relais d'inversion (voir figure 108, page 70, tome 1).

### b) Inversion au canton : IMNC.

Nous avons vu l'intérêt mais aussi les difficultés de l'IMNS. Il faut rappeler que l'inversion de marche ne doit pas être regardée comme un élément de base indispensable en pleine voie ; en effet, dans les chemins de fer réels, les mouvements de rames complètes ou de locos de manœuvres dans les deux sens ont lieu seulement en gare ou dans les zones à itinéraire voisines permettant de former les trains et de relier les dépôts, voies de garage, etc. Des voies banalisées existent, mais sur des tronçons très particuliers (voir à ce sujet tome 2, figure 44, page 27).

Ainsi, il est très conforme à la réalité de concevoir un circuit où la marche AR n'a pas le même caractère sur tout le parcours et où des perfectionnements particuliers sont mis en œuvre aux endroits où on en a besoin (gare, itinéraires, etc.) alors que la pleine voie est dotée d'un système rudimentaire (inversion globale sur l'ensemble du circuit), voire pas de marche AR du tout. On est alors conduit à abandonner l'IMNS dont l'universalité va à l'encontre des idées ci-dessus et à envisager l'IMNC qui permet :

- des actions spécifiques à chaque section ;
- l'utilisation de détecteurs résistifs simples et économiques (genre BATH ou équivalent), sans relation avec le choix de telle ou telle commande centralisée ;
- l'utilisation intégrale de la HF comme éclairage, avec possibilité de commande au niveau de la source.

Afin de ne pas alourdir l'exposé, je ne reproduirai pas ici les schémas complets de la pyramide électrique : STARE + IMNC + BANS + CC + BATH, les lecteurs ayant la possibilité de les trouver dans le présent tome (chapitres sur l'équipement électronique du réseau et sur l'éclairage des trains) ainsi que dans le tome 2, figure 17, page 16.

J'insisterai seulement sur les ordres d'inversion propres aux cantons situés en gare ou à proximité, qui ne peuvent être réalisés qu'avec l'IMNC et que je représenterai à l'aide du tracé de la figure 71.

Le canton c2 représente la gare et le canton c3 comprend un itinéraire ab découpé en deux zones  $\alpha$  et  $\beta$ . Ainsi que nous l'avons vu (chapitre PRS, tome 2, lorsqu'un train parcourt ab, et dépasse la zone  $\alpha$  alors que la commande de l'itinéraire est en position de destruction automatique, cette zone est libérée et rendue disponible, par exemple pour l'itinéraire cd, la marche AR du train dans la zone  $\beta$  doit alors être interdite, par un enclenchement de sens dans le circuit du relais d'inversion du canton 3.

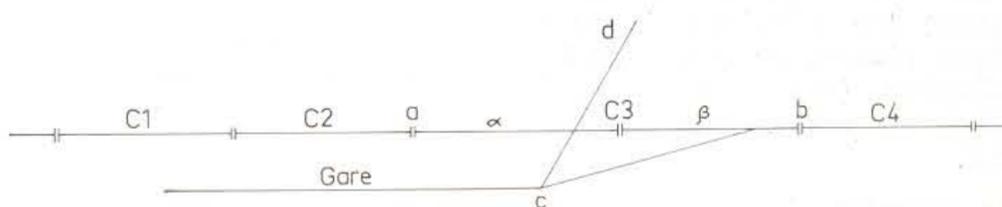


Fig. 71 Élément de circuit faisant ressortir l'intérêt de l'IMNC

(voir figure 72)

Inversion de marche au niveau des cantons.

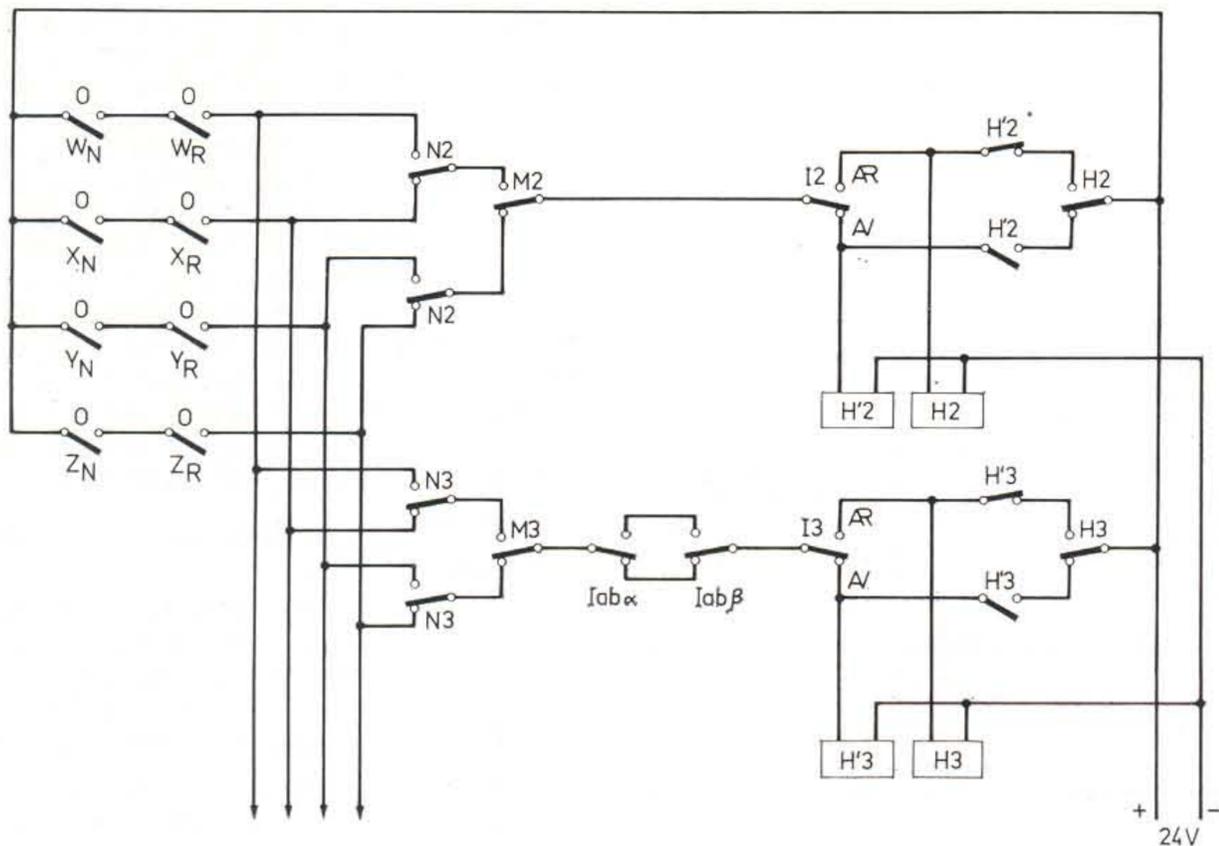


Fig. 72 IMNC

Dispositif évitant le renversement brutal de la marche et empêchant une marche arrière intempestive en PRS.

Par ailleurs, si on fait une manœuvre en tiroir, par exemple cb suivi de ba, il est intéressant de mettre le canton c2 en position AR à l'avance, afin d'empêcher l'arrivée dans c2 de trains provenant de c1 et afin de libérer au plus vite la zone d'itinéraire. A cet effet, le relais de voie B2, en plus de son excitation par le circuit de voie, est alimenté par une polarité positive à travers un contact travail du relais H2. On évite ainsi en même temps tout court-circuit lors du passage d'un canton avec inverseur placé en AV à un canton avec inverseur placé en AR.

Enfin, un enclenchement évitant le renversement brutal de la marche est possible en utilisant des potentiomètres à interrupteur de point O pour les STARE ; afin de ne pas alourdir l'équipement électrique, ce dispositif peut n'être monté que sur les mêmes cantons privilégiés que ci-dessus (gare et itinéraires), ce qui en fera d'ailleurs ressortir l'effet.

Ces dispositifs efficaces et spectaculaires sont regroupés sur le schéma de la figure 72, dont les exemples ne sont pas limitatifs, chaque amateur adaptant les principes évoqués à son propre réseau, ou même en inventant d'autres (canton comprenant un aiguillage en pointe avec voie en tiroir, etc.).

Dans le domaine de la commande centralisée, le chapitre I a traité en détail la marche avant et a seulement évoqué la marche arrière. Il est intéressant de mettre en œuvre un dispositif automatique liant la source

au train dans les deux sens de marche, comme l'indique le schéma de la figure 73 pour le canton 3 par exemple ; on fait jouer symétriquement les cantons 2 et 4 et les relais correspondants, suivant la position du relais d'inversion H3 du canton 3.

On peut limiter ce dispositif aux cantons sur lesquels on manœuvre fréquemment (cantons, gares, itinéraires, etc.), ce qui libère le « conducteur » des manœuvres habituelles des boutons-poussoirs d'accrochage des sources et lui permet de se con-

sacrer à l'inversion de marche, au réglage des vitesses et à l'enclenchement des itinéraires.

Si la commande centralisée automatique en AV et en AR est généralisée sur l'ensemble du circuit, on ne prévoit alors des boutons-poussoirs qu'aux cantons-gares et à certains cantons où seront immobilisés les trains lors de la coupure générale en fin d'exploitation et où seront effectués les accrochages lors d'une nouvelle « séance ». Ce système simplifie le tableau de commande.

L'emploi d'un relais d'inversion unique par canton (ici H3) évite toute excitation intempestive des relais de commande centralisée et tout court-circuit. Il n'en serait pas de même en IMNS où la commande centralisée en AV et en AR conduirait par ailleurs à mettre en œuvre des relais d'inversion de source HX, HY, etc., ce qui serait contraire au principe de l'inverseur manuel incorporé à la source.

On voit que l'IMNC n'est pas dépourvue d'intérêt, alors qu'à première vue l'IMNS lui est supérieure. Un compromis est de toute façon inévitable et les modélistes choisiront à travers toutes les techniques présentées, celles qu'ils désirent mettre le plus en valeur (inversion de marche, éclairage HF, BANS, etc.).

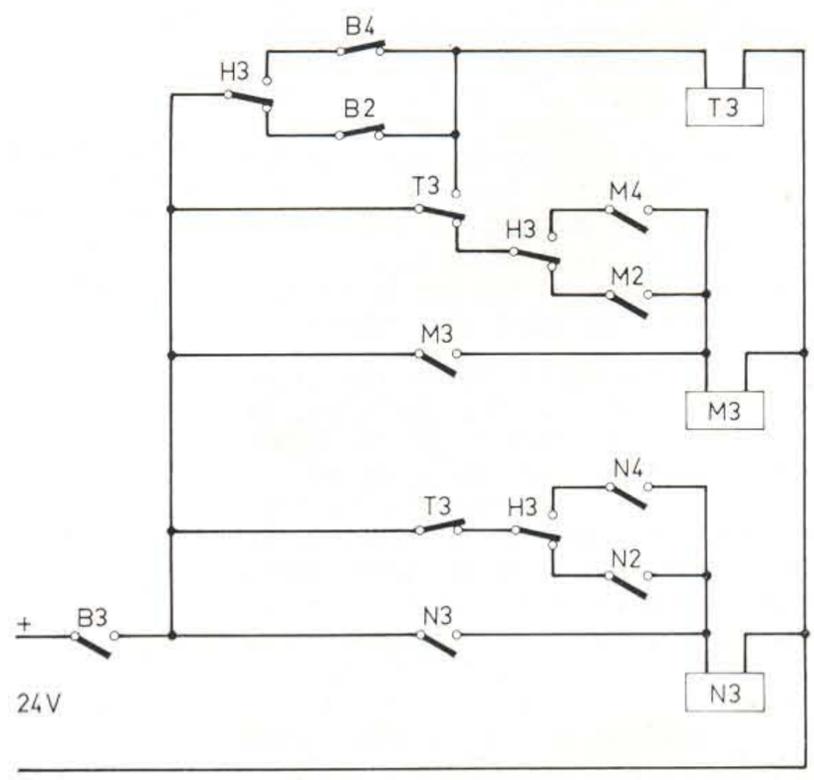
La détection symétrique n'est cependant pas à négliger dans le cas de section banalisée où elle peut apporter une simplification du câblage.

Remarques (voir figures 72 et 74) :

- Une CC binaire a été indiquée mais n'importe quel système de CC convient.
- La marche AR (ou le retour en marche AV) n'est autorisée que si les 2 potentiomètres sont à

Fig. 73

Commande centralisée avant et arrière IMNC



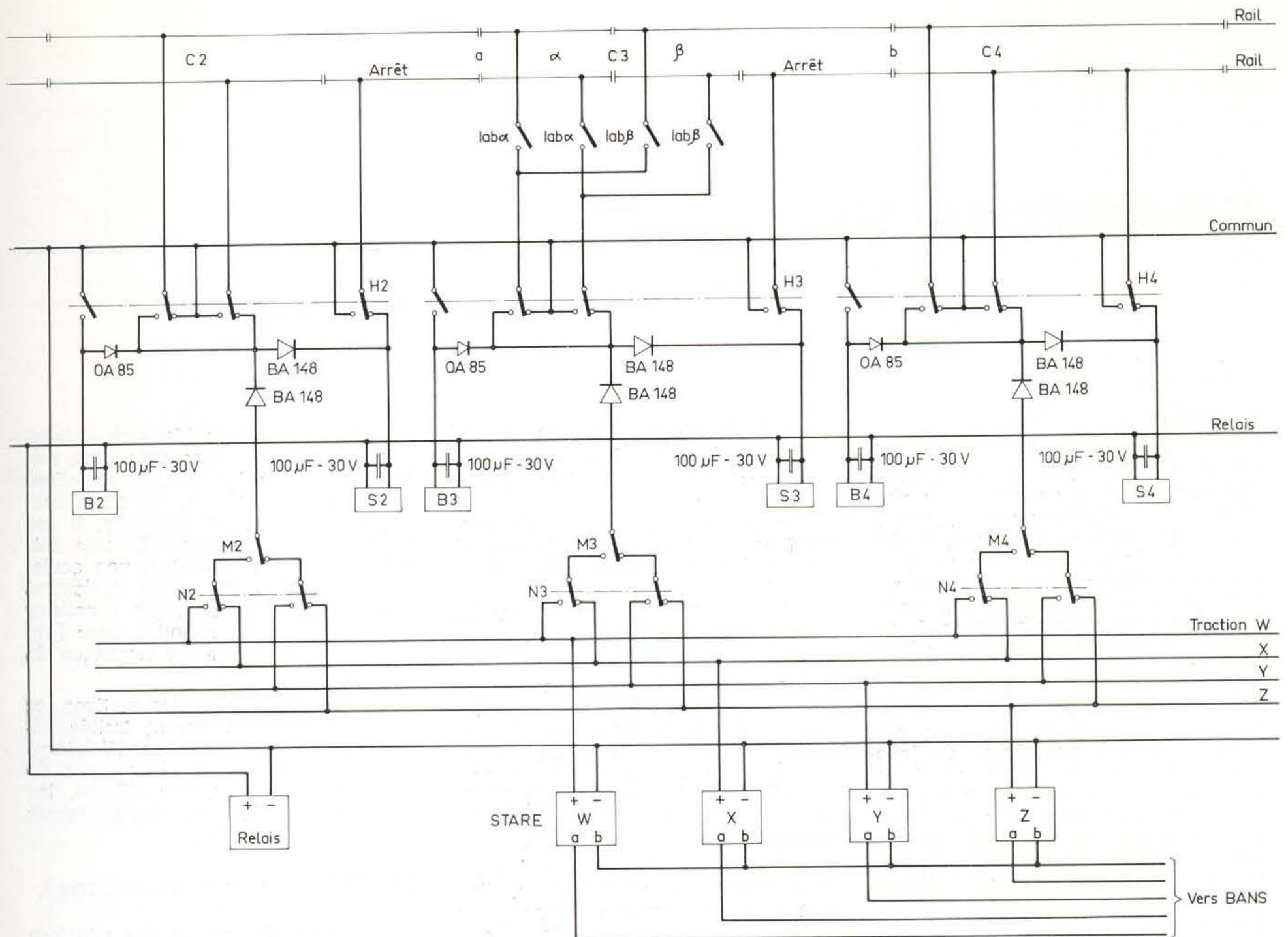


Fig. 74

IMNC

Schéma général "traction".

0. Ces potentiomètres à interrupteurs se trouvent couramment dans le commerce radio.

- Chaque inverseur I de canton est bipolaire. Le relais H assure les commutations à la voie (4 par canton).
- L'ordre d'inversion ne peut être transmis au canton 3 si l'itiné-

raire ab est détruit partiellement. Si l'itinéraire est détruit totalement, l'inversion est possible et la protection en tête d'itinéraire joue.

Les schémas de formation de l'itinéraire ab et des itinéraires incompatibles avec ab n'ont pas été indiqués par simplification; il y a lieu de se reporter au chapitre IV du tome 2.

De même, le BANS n'est pas indiqué, pour ne pas surcharger le schéma « traction » (fig. 74); il y a lieu de se reporter aux schémas de BANS du chapitre IV du présent tome et de les adapter, en tenant compte des informations sur l'enclenchement des itinéraires, comme nous l'avons vu pour les aiguilles A et A', aussi bien en marche AV qu'en marche AR.

# CHAPITRE VI

## Eclairage des trains

### 1) INTÉRÊT.

L'éclairage des trains est un élément très attractif dans un réseau de chemins de fer modèles ; par ailleurs, il fait appel, dans certains cas, à des techniques intéressantes du point de vue scientifique ; pour ces deux raisons, je conseille vivement aux modélistes de s'attacher d'avantage à cet aspect du modélisme, souvent délaissé à tort.

Bien entendu, cet éclairage, pour être pris au sérieux, doit être réaliste et obéir à des règles de fonctionnement qui le différencient du jouet. En particulier, rien n'est plus inélégant que la mise en parallèle de l'éclairage des lampes des locomotives avec le moteur. Ce montage, malheureusement rencontré dans la plupart des motrices du commerce, présente l'inconvénient majeur de lier l'éclairage à la marche de la locomotive, de sorte que, chaque fois que cette locomotive s'arrête, sous l'effet de l'action manuelle du « mécanicien » ou de l'action automatique du block, l'éclairage s'arrête également, alors que ces deux fonctions ne sont pas du tout liées dans la réalité.

J'insiste sur ce point, car ce manque de réalisme est particulièrement frappant sur beaucoup de réseaux et les rapproche fatalement du domaine du jouet, même si l'environnement est excellent (décor finement réalisé, matériel roulant à l'échelle exacte, etc.). Même sur les réseaux où tout automatisme ou « complication » électrique sont volontairement exclus, on rencontre cet exemple-type d'erreur de fonctionnement, dû à des locomotives strictement de série ; l'amateur crée alors, involontairement, un automatisme (mise en œuvre de l'éclairage en fonction de la marche) ; c'est un comble... Dans ce cas extrême, il est préférable de supprimer tout éclairage.

### 2) PRINCIPES GÉNÉRAUX.

Un certain nombre de principes doivent, dans la mesure du possible, être respectés pour obtenir un éclairage

satisfaisant et représentant en lui-même une source d'intérêt.

— Il est rationnel que l'intensité lumineuse des feux soit constante, quelle que soit la vitesse du train. Ainsi le problème de l'éclairage du train à l'arrêt ne sera pas dissocié de celui de l'éclairage du train en marche, et l'éclairage sera indépendant de la traction.

— Pour les mêmes raisons, il est inutile de mettre en œuvre des dispositifs consistant à remplacer, à l'arrêt des trains, le courant continu de traction par du courant alternatif assurant l'éclairage ; ces systèmes sont, par ailleurs, peu efficaces et perturbent la mise en place d'un block automatique de bonne qualité.

— L'équipement des véhicules roulants sera réduit au maximum, d'une part pour des raisons économiques, d'autre part pour des raisons d'encombrement : tout système consistant à placer dans chaque véhicule un relais doit être exclu ; on peut envisager, néanmoins, des équipements particuliers pour des cas isolés (accus, etc.) lorsque le problème de la place ne se pose pas.

— Les procédés utilisés ne doivent pas être incompatibles avec ceux employés pour la traction, la détection, le block automatique, la commande centralisée, etc. Au contraire, il est indispensable que ces différents éléments puissent coexister, non seulement pacifiquement, mais également harmonieusement, de façon à assurer une homogénéité complète pour l'ensemble de l'équipement électrique du réseau.

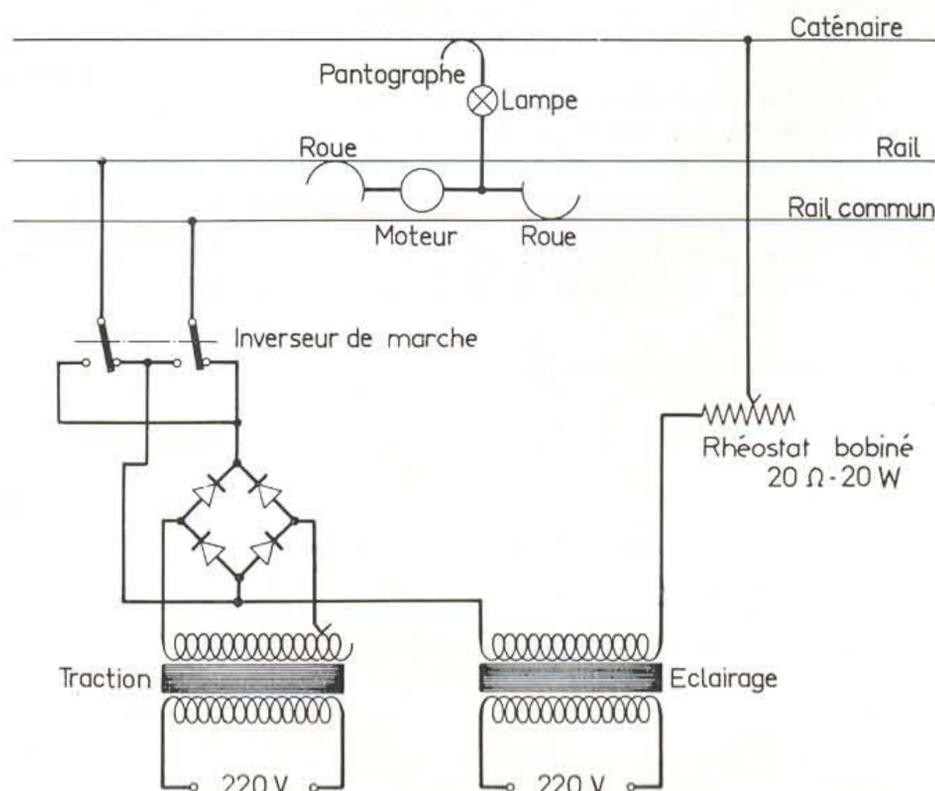
— L'éclairage des locomotives et celui des wagons seront traités séparément, car l'usage de l'éclairage est différent sur ces deux types de matériel roulant et, par ailleurs, les moyens à mettre en œuvre seront également différents.

### 3) ÉCLAIRAGE DES LOCOMOTIVES.

Afin de tenir compte des principes définis ci-dessus, l'éclairage rationnel des locomotives pourra être assuré, soit par la caténaire, soit par des plots, soit par haute fréquence, ces différents systèmes pouvant d'ailleurs être utilisés en même temps. L'éclairage par accus est possible, mais n'est

Fig. 75

Eclairage par la caténaire



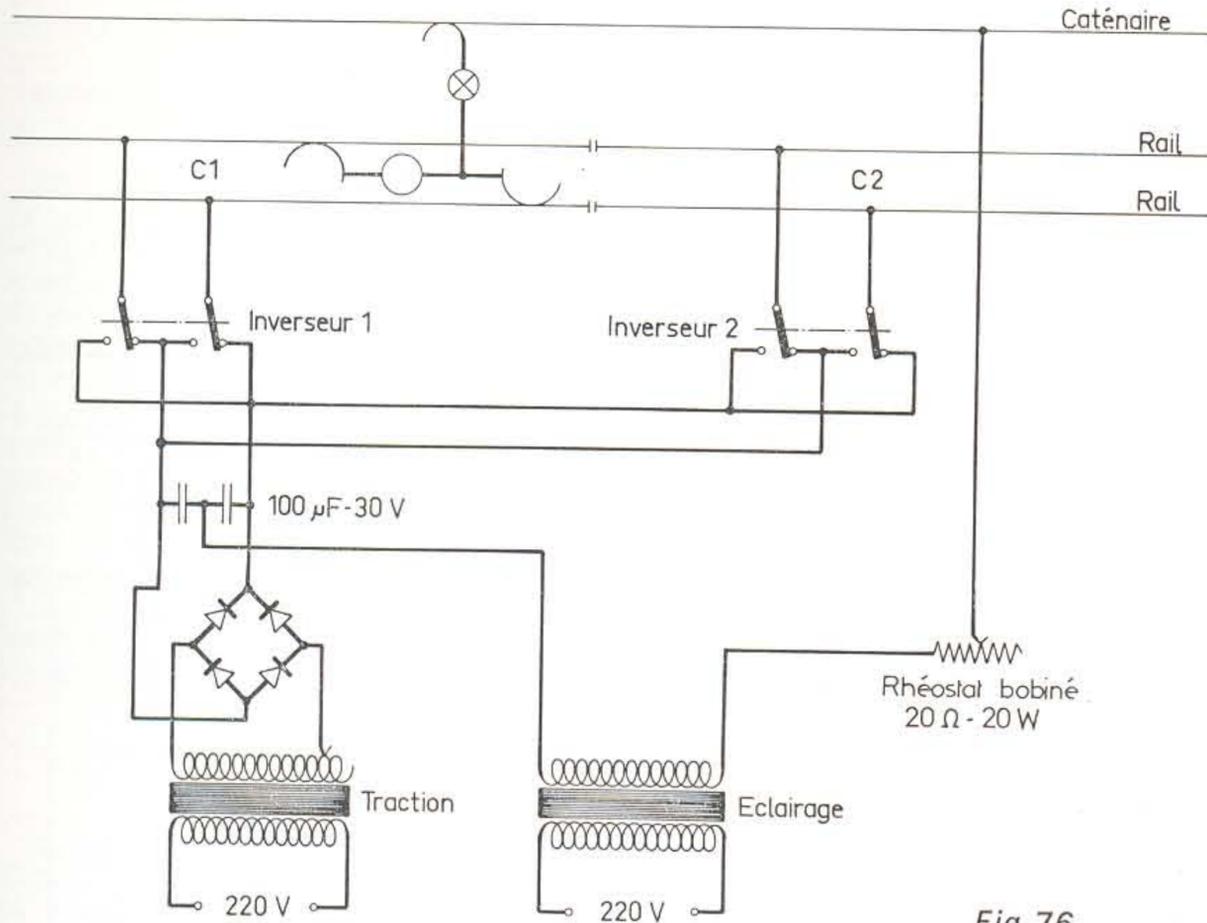


Fig 76

réalisable, pratiquement, que dans les tenders ; compte tenu du prix élevé de cet éclairage et du nombre des autres systèmes disponibles pour les locomotives, il est préférable de réserver l'éclairage par accus pour les wagons.

#### a) Eclairage par caténaire.

Une alimentation par caténaire (pour les locomotives du type électrique seulement, bien entendu) est très intéressante parce que très sûre et très esthétique.

Toutes les caténaires des différentes voies sont réunies électriquement, ce qui simplifie leur pose, et on réalise le schéma de la figure 75.

A priori, le système n'est pas symétrique. En cas de retournement de la motrice (boucle ou manœuvre), ou en cas d'inversion de marche, le courant d'éclairage ne revient pas directement au point commun (masse) des circuits traction et éclairage. En fait, dans ce cas, une demi-alternance du courant d'éclairage 50 Hz passe à travers le redresseur et assure le maintien de cet éclairage, très légèrement affaibli. Ce système, très simple, a l'avantage d'être homogène avec les autres systèmes d'éclairage, notamment la HF. Si on constitue l'éclairage uniquement par caténaire, on peut assurer un éclairage constant quel que soit le sens de marche et le tracé de la voie (figure 76).

On voit qu'aucun rail n'a de rôle privilégié, et qu'on rétablit ainsi la symétrie de la voie, favorable au passage dans une boucle. Les condensa-

teurs laissent passer le courant alternatif de l'éclairage et bloquent le courant continu de traction.

#### b) Eclairage par plots.

Electriquement, l'utilisation d'un rail central, ou mieux de plots, est identique à celle de la caténaire. Ce mode d'éclairage peut convenir à tous les types de locomotives, vapeur ou électriques ; sur le plan esthétique, on peut utiliser les plots en pleine voie et ne pas les mettre en place au passage des aiguilles ; il y aura des à-coups dans l'éclairage, au niveau des aiguilles, mais il en existe aussi dans la réalité, notamment lorsque la voie est équipée d'un rail latéral.

Ce procédé d'éclairage constitue une application assez rationnelle des plots ; des éléments de voie préfabriqués, avec plots incorporés, existent dans le commerce modéliste et sont très esthétiques ; il est préférable de les utiliser pour l'éclairage et effectuer la traction en deux rails, compte tenu des avantages de ce procédé.

#### c) Eclairage par haute fréquence.

Des générateurs de courants, dits « haute fréquence », existent sur le marché ; les plus répandus débitent, en fait, un courant de 16 V en 500 Hz environ, et, de ce fait, devraient être plutôt appelés des générateurs basse fréquence.

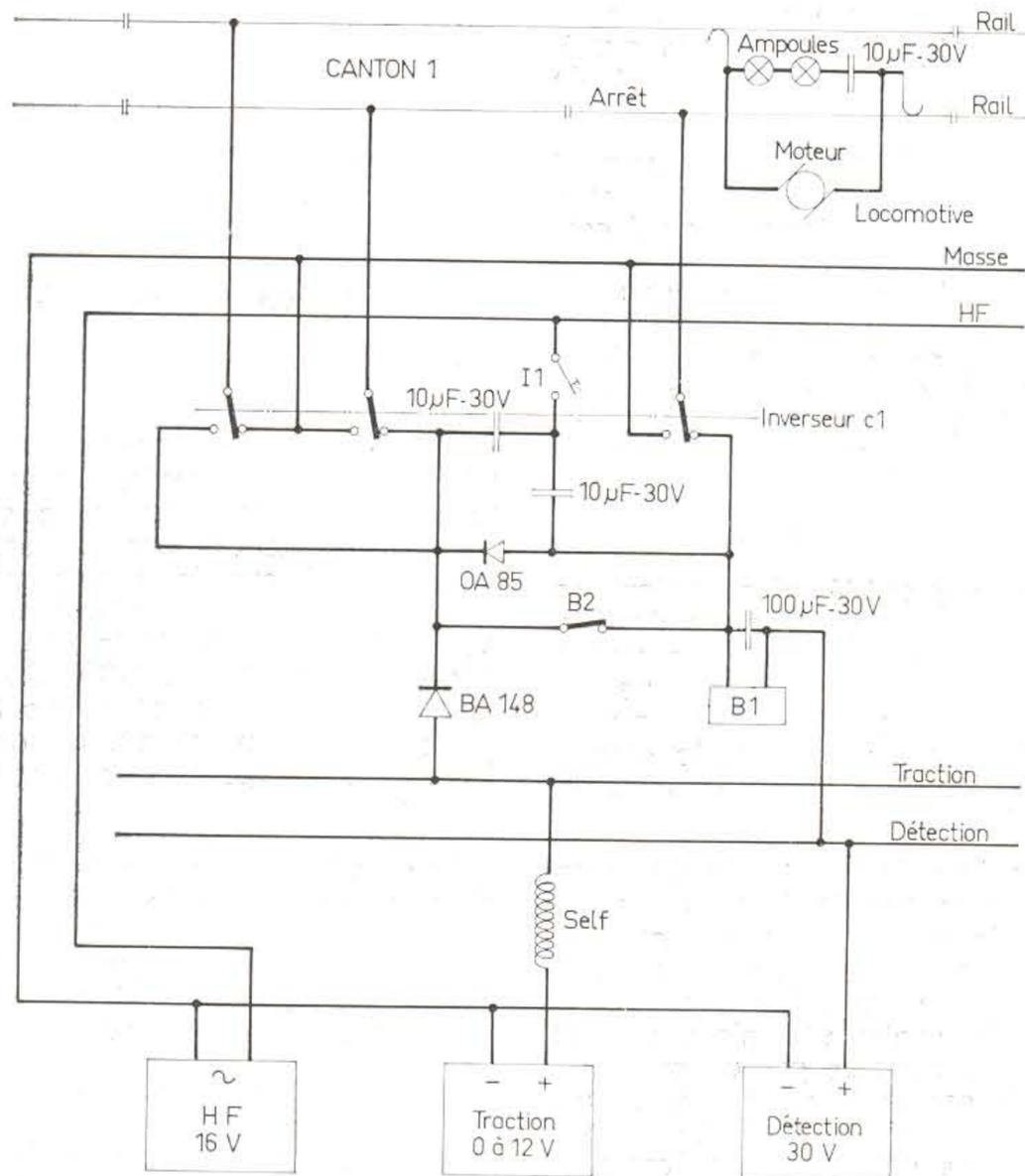


Fig. 77

Eclairage HF par feeder spécialisé

### Procédé courant :

L'utilisation la plus simple consiste à constituer un « feeder » HF et à injecter le courant correspondant à chaque canton, par l'intermédiaire d'un condensateur. La mise en œuvre de la HF est simple ; il suffit de se rappeler que le courant continu passe à travers les selfs (bobinages spéciaux), mais est bloqué par les condensateurs, tandis que le courant alternatif passe à travers les condensateurs et les diodes, mais est bloqué par les selfs (figure 77).

Il est préférable d'acheter des générateurs HF, tout équipés, dans le commerce modéliste, mais il est plus économique de se procurer, directement dans le commerce radio, les autres composants électroniques nécessaires (selfs, condensateurs, etc.). Les selfs peuvent avantageusement consister en des bobines d'écoulement pour haut-parleurs (par exemple Audax L1) qui ont une résistance très faible (moins d'un ohm) et sont très économiques. On peut également les construire soi-même (200 tours de fil émaillé 5/10, diamètre moyen 2 cm). Il y a lieu de shunter tous les contacts de block automatique par un condensateur, pour assurer la continuité de l'éclairage à l'arrêt des véhicules. De même, il est souhaitable de placer un condensateur dans la locomotive, en série avec les ampoules, de façon à assurer une sélectivité pour l'éclairage et éviter l'allumage systématique en fonction du courant de traction.

Ce dispositif est particulièrement simple et peut s'ajouter facilement à des équipements préexistants ; il convient très bien aux réseaux dépourvus de commande centralisée. On voit que le courant HF peut être coupé à chaque canton par un interrupteur I, ce qui est intéressant pour la mise en œuvre de l'éclairage, en fonction de la voie (canton, tunnel, gare, etc.).

### Procédé particulier :

Un autre procédé, plus particulièrement intéressant dans le cas d'utilisation de commande centralisée ou dispositif équivalent, consiste à ne pas mettre en œuvre de feeder HF proprement dit, mais à injecter le courant HF dans chaque feeder traction (figure 78).

Il y a lieu de shunter la diode par un condensateur de façon à ne pas affaiblir le courant HF par la suppression d'une demi-alternance dans la diode ; par contre, les contacts de commande centralisée n'ont pas besoin d'être shuntés par un condensateur. Ils assurent, au contraire, une sélectivité entre les cantons ; on peut, en effet, ne commander la fermeture d'aucun contact de commande centralisée sur un canton déterminé : la locomotive est alors arrêtée, sans

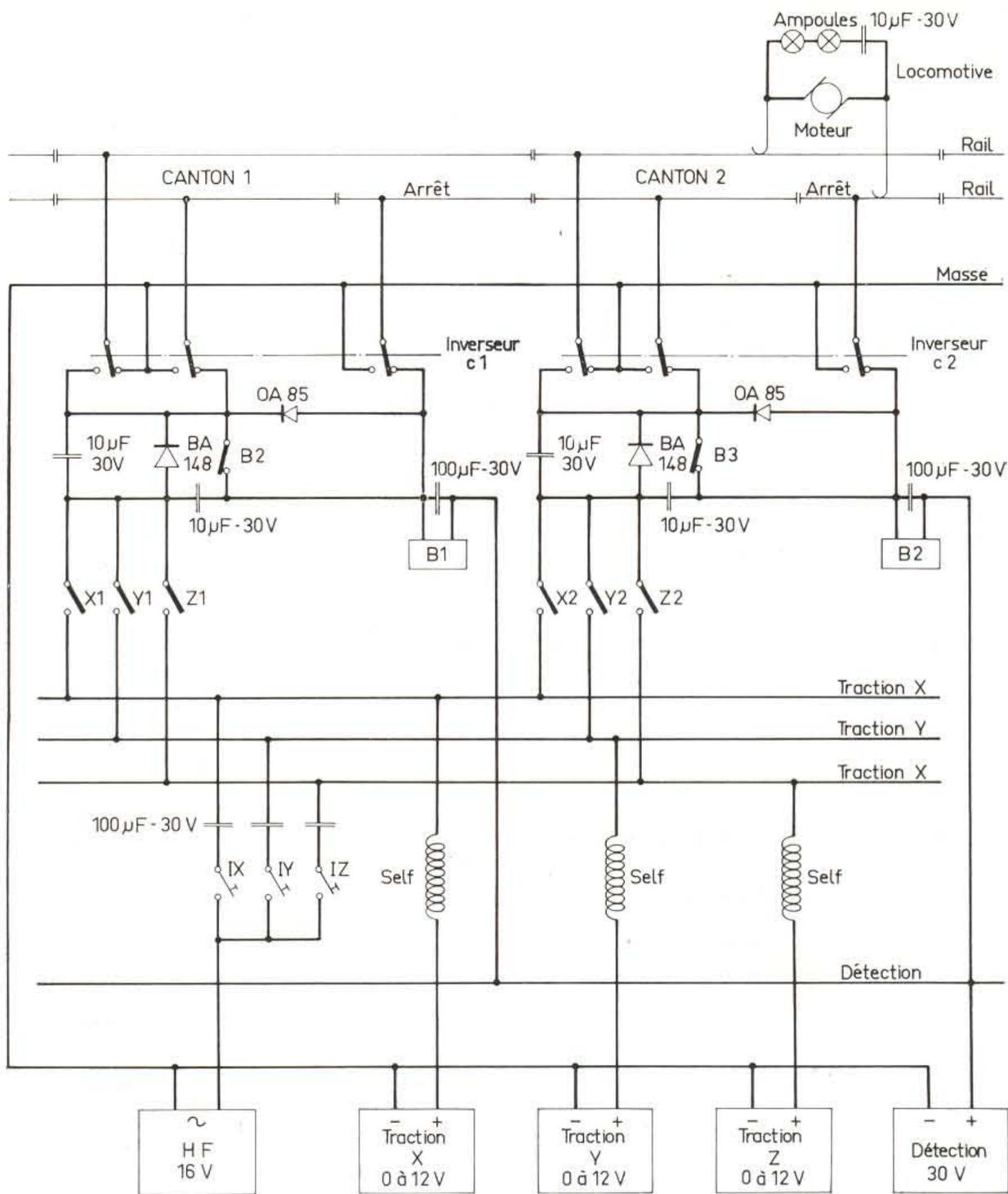


Fig. 78 Eclairage HF par injection dans les circuits traction.

éclairages, mais sa détection, donc la sécurité, reste normale. On voit ici un avantage des commandes centralisées comportant uniquement des contacts travail sur le circuit traction (CCN, CCR, CCM) vis-à-vis des CC comportant des contacts inverseurs sur ce circuit (CCB, CCP, CCT) où le circuit traction n'est jamais totalement interrompu, et où, de ce fait, l'éclairage ne peut être coupé par canton.

Le gros intérêt de ce procédé réside dans la commande de l'éclairage par source de traction : les interrupteurs I sont placés au niveau de chaque source et, de ce fait, il est possible d'effectuer une sélectivité entre les trains, du point de vue de l'éclairage. Il n'est pratiquement pas réalisable de remplacer les interrupteurs par des rhéostats, car une très faible résistance selfique (1 ohm ou 2) fait chuter le courant HF et provoque l'extinction ; un rhéostat de 2 ohms-10 W

serait valable, mais ces appareils sont peu courants et très onéreux.

Dans les deux procédés décrits, les schémas ont été présentés avec une détection classique avec diode anti-retour ; le principe est également valable pour tout autre mode de détection, mais il y a lieu de prendre des dispositions particulières, compte tenu de la plus grande sensibilité éventuelle de la détection ; les indications nécessaires sont données à la fin du présent chapitre, avec le schéma correspondant.

### 4) ÉCLAIRAGE DES WAGONS.

Les wagons susceptibles d'être éclairés seront seulement les voitures de voyageurs et les fourgons de queue.

#### a) Fourgons de queue.

Pour les fourgons de queue, nous avons déjà vu (chapitre III) un dispo-

sitif de block automatique mettant en œuvre des relais T, qui s'auto-alimentent et assurent le maintien du courant traction dans la section arrêt, après le passage de la locomotive.

On a ainsi à sa disposition un moyen permettant l'éclairage permanent du fourgon de queue, si l'ampoule est branchée directement sur les roues, c'est-à-dire sur la voie ; bien entendu, cet éclairage subira les fluctuations du courant traction, en parallèle avec le moteur de la locomotive, mais c'est moins gênant pour un feu rouge de queue. Par ailleurs, dans le cas de block automatique au niveau des cantons (BANC), l'éclairage normal sera maintenu dans le fourgon situé en pleine voie, lors de l'arrêt de la locomotive devant un signal au rouge, sous l'action du block.

#### b) Eclairage lié à celui de la locomotive.

Si on désire éclairer les wagons d'une façon indépendante du courant de traction, on peut constituer des rames indivisibles, où un fil conduit l'éclairage à tous les wagons à partir de la locomotive, elle-même éclairée soit par la voie, soit par un des procédés vus ci-dessus.

Ces rames indivisibles seront réservées aux réseaux de démonstration (ou à des convois de démonstration chez un modéliste), mais il est naturel de chercher à obtenir l'éclairage autonome d'un wagon, ce qui n'empêchera pas le groupement de deux ou trois wagons non décrochables, dont l'éclairage sera commun.

#### c) Eclairage par plots.

On peut mettre en œuvre un éclairage par plots de la même manière que pour les locomotives. Il y aura lieu de placer des frotteurs centraux (dans l'axe de la voie), près des bogies de façon à éviter le déport dans les courbes (figure 79).

Le retour du courant d'éclairage s'effectuera par une seule rangée de roues, à l'aide d'essieux isolés d'un seul côté, qui pourront servir, en même temps, pour un block automatique à détection classique par diode anti-retour, et qui se trouvent couramment dans le commerce.

Avec les voitures de voyageurs à bogies, les plus répandues, le contact se fait avec deux roues, ce qui assure une bonne continuité électrique, et chaque bogie a une polarité différente, ce qui est commode pour les connexions.

Bien entendu, si le block « 2 rails » n'est pas utilisé, la résistance est inutile et toutes les roues conductrices peuvent être placées du même côté, ce qui assure une amenée de courant aux lampes par quatre roues.

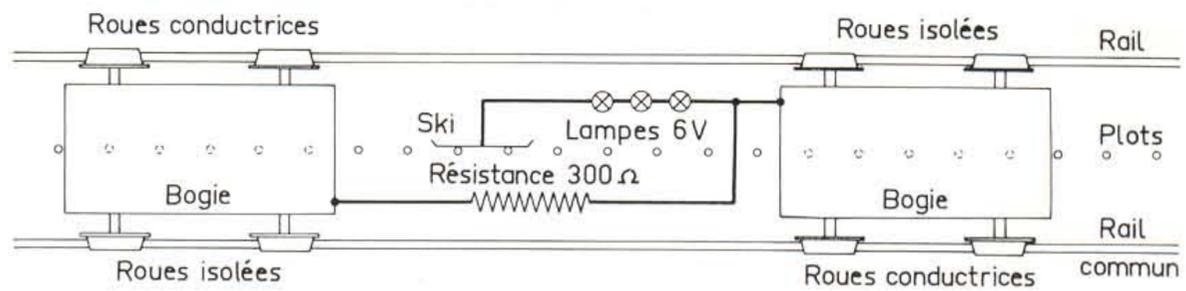


Fig. 79 Eclairage des wagons par les plots

Comme pour les locomotives, les plots peuvent être supprimés au passage des aiguilles, afin de respecter l'esthétique dans la mesure du possible. On retrouve la non-symétrie de la voie, vis-à-vis du retour du courant éclairage ; elle peut être résolue comme nous l'avons vu pour les locomotives.

#### d) Eclairage par haute fréquence.

Les deux procédés décrits pour les locomotives sont également valables pour les wagons et s'appliquent plus généralement à des véhicules équipés de lampes placées en série avec un condensateur non polarisé de  $10 \mu\text{F}$  30 V. La prise de courant s'effectue facilement de bogie à bogie, suivant le schéma proposé pour l'éclairage par plots.

Il est intéressant de mettre en place une commande de l'éclairage indépendante pour chaque wagon. On loge sous le wagon un interrupteur à lame souple (relais magnétique), associé à un barreau aimanté ( $1 \text{ cm} \times 1 \text{ mm}$ ) qui assure la polarisation de l'ILS et lui donne une stabilité double : ouvert ou fermé, selon le sens du champ magnétique qui a été induit dans le barreau par un aimant plus important ou, mieux, par un électro-aimant fixe placé sous la voie (figure 80.)

Suivant la position de l'inverseur, le courant continu traverse l'électro-aimant dans un sens ou dans l'autre et, de ce fait, crée un champ magnétique Nord-Sud ou Sud-Nord. Au passage d'un wagon muni d'un ILS sur l'électro-aimant, l'ILS se polarise et

le contact se ferme ou s'ouvre et se maintient dans cette position, grâce au champ magnétique induit par le petit barreau et suffisant pour conserver l'action de l'électro-aimant.

Le même électro-aimant peut provoquer à volonté la fermeture ou l'ouverture du circuit d'éclairage d'un ou plusieurs wagons ; on peut également placer deux électro-aimants, par exemple de chaque côté d'un tunnel, l'un assurant l'allumage, l'autre l'extinction. On a alors l'illusion que les voyageurs de chaque wagon allument l'un après l'autre l'éclairage à l'entrée du tunnel et l'éteignent à la sortie.

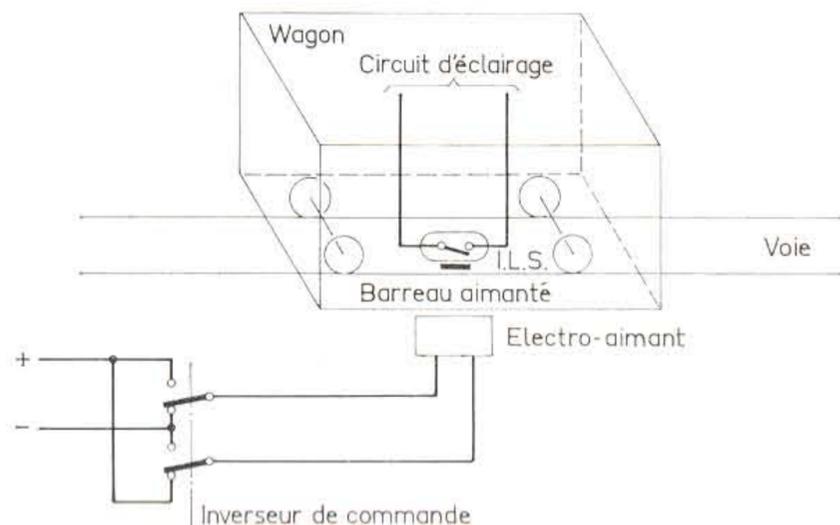
#### e) Eclairage par accumulateurs.

Ce mode d'éclairage est très élégant, car il donne le maximum d'autonomie aux wagons, mais il est relativement onéreux. Il faut utiliser des accus secs, du type Cadmium Nickel, notamment les accus SAFT (ou équivalents). Le modèle le plus adapté (prix : 15 F environ) débite 180 mA sous 6 V, comporte un empilage de cinq éléments de 1,2 volt, et a les dimensions d'un cylindre de 3 cm de long et 2 cm de diamètre environ.

Ces dimensions permettent de loger valablement l'accu dans les wagons spéciaux (restaurant, lits, mixte voyageurs-fourgon) où une partie non vitrée de la carrosserie permet de camoufler complètement l'accu, et où il est intéressant de placer un éclairage exceptionnel. Si la place manque, on peut décomposer l'accu en ses cinq éléments de 1,2 V, chaque élément étant

Fig. 80

#### Eclairage indépendant pour chaque wagon par relais magnétique



un cylindre de 2 cm de diamètre et 5 mm de hauteur.

Le schéma de la figure 81 indique le fonctionnement de ces accus, avec recharge automatique par la voie. La tension effective sur la voie peut monter à 8 ou 10 volts sans risque de détérioration, la tension de charge correspondant sensiblement à ces valeurs.

Le schéma a été représenté avec une résistance de 300 ohms nécessaire pour le block automatique deux rails classique, avec diode anti-retour, mais le système est également valable avec un block électronique ou en l'absence de block.

Il ne faut pas utiliser des lampes de 6 V en parallèle, mais quatre lampes lucioles 6 V en série, de façon à obtenir une intensité lumineuse convenablement répartie, et à ne pas décharger trop rapidement les accus. Ces lucioles sont collées à l'intérieur du toit des wagons.

L'interrupteur A peut être constitué par un ILS commandé comme nous l'avons vu au paragraphe précédent.

La diode 100 mA-12 V peut être une diode OA 85, de dimensions très réduites.

Le système de prise de courant par les roues est le même qu'avec les plots, comme nous l'avons vu plus haut. En pratique, au cours de la marche avant du train, la plus courante (R1 masse, R2 positif), les lampes seront alimentées directement par le courant traction et les accus seront placés en tampon, assurant une valeur pratiquement constante de l'éclairage, quelles que soient les différences de vitesse. En particulier, en cas de ralentissement ou d'arrêt, ce mode d'éclairage représente le système assurant la meilleure régulation de l'éclairage intérieur.

Compte tenu du prix des accus, on réservera ce procédé à quelques wagons dotés d'aménagement intérieur et particulièrement soignés. On peut aussi l'utiliser pour des wagons placés en vitrine ou constituant des sujets de décoration, publicité, etc.

La commande de l'éclairage est alors assurée par un aimant tenu dans la main. Comme les accus débrancheront rarement, leur recharge peut n'être effectuée qu'une fois par mois environ. Il y a là, en dehors du réseau, un élément attractif à ne pas négliger.

## 5) HOMOGÉNÉITÉ FINALE.

Les différents procédés d'éclairage des trains qui viennent d'être décrits ont été exposés séparément; il est intéressant de se rendre compte dans quelle mesure ils sont compatibles. Par ailleurs, il est indispensable de vérifier

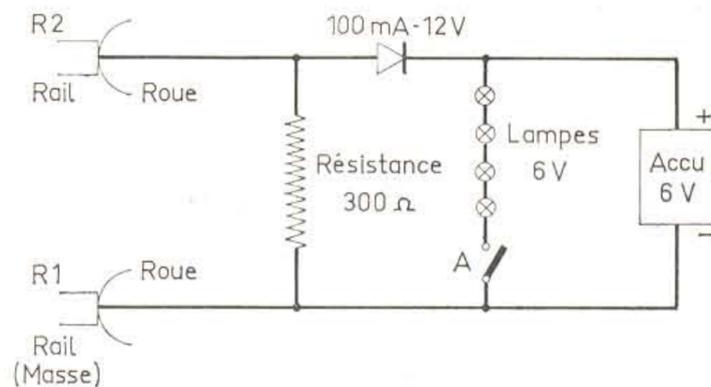
Fig. 81

### Eclairage par accumulateurs

*Prise de courant par les roues avec résistance de block et recharge des accumulateurs.*

1) interrupteur A ouvert : wagon éteint, charge à l'arrêt et en marche avec R2 positif.

2) interrupteur A fermé : wagon allumé quelque soit la polarité de la voie, charge à l'arrêt ou en marche avec R2 positif.



que ces techniques d'éclairage ne gênent pas les techniques élaborées pour la traction, la détection, etc.

Sur le plan électrique, les systèmes d'éclairage en présence sont :

- la caténaire,
- la HF ;
- les accus.

L'utilisation des condensateurs pour la HF élimine la possibilité d'employer des condensateurs pour rendre symétrique la voie avec l'éclairage caténaire (voir figure 76), sans cela le courant 50 Hz peut passer entre le feeder traction et la masse. Par contre, les accus ne suscitent aucune gêne vis-à-vis des autres procédés en cause.

On peut donc utiliser conjointement ces trois modes d'éclairage, sans perfectionnement de l'éclairage par caténaire au moyen de condensateurs. Il est même très intéressant de mettre en place, en même temps, les trois procédés et d'affecter plus particulièrement la caténaire aux locomotives électriques, la HF aux locos vapeur et aux wagons ordinaires et, enfin, les accus aux wagons spéciaux.

En ce qui concerne la coexistence pacifique de ces modes d'éclairage avec les autres techniques de l'électricité au service du modélisme, il apparaît sans ambiguïté sur les schémas présentés dans le présent chapitre, qu'aucune difficulté n'existe pour la traction et la détection classique par diode anti-retour. Il en est de même avec toutes les autres détections non électroniques où la sensibilité est assez faible.

Par contre, lorsque la sensibilité de la détection augmente, notamment dans les systèmes électroniques comme le BATH, le courant de détection traversant le transistor et la voie est très faible (0,2 mA pour une résistance de 100 kΩ d'un essieu graphité). Le courant continu peut alors traverser les condensateurs mis en place pour l'éclairage HF. En effet, si un condensateur est normalement « imperméable » au courant continu, il tolère cependant le passage d'un certain « courant de fuite » de l'ordre, justement, de 0,2 à 0,5 mA pour un condensateur ordinaire.

Sans précaution particulière, la détection serait faussée en associant

BATH et éclairage HF : en effet, dans le premier procédé HF décrit, le courant de détection du relais B1 pourrait traverser deux condensateurs en série, en passant par le feeder HF et gagner le canton 2, anormalement; dans le deuxième procédé HF décrit, le courant de détection du relais B1 pourrait traverser le condensateur placé en parallèle avec la diode et gagner le canton 2, anormalement, en passant par le feeder traction. Pour remédier à cet inconvénient, il y a lieu d'employer des condensateurs au tantale, comportant un courant de fuite très faible (40  $\mu$ A pour des condensateurs 10  $\mu$ F de 2 à 3 F, utilisés sous 30 V) ; on obtient, alors, une homogénéité complète entre tous les systèmes décrits dans la présente brochure (traction, détection électronique, éclairage HF, etc.) et l'appellation du BATH y trouve sa justification (Block automatique transistorisé homogène).

On s'aperçoit, en même temps, qu'il est inutile et même gênant de pousser la sensibilité de la détection trop loin; en effet, si le courant de détection est inférieur à 40  $\mu$ A (résistance supérieure à 500 kΩ), l'éclairage HF devient incompatible, à moins d'utiliser des condensateurs d'un prix prohibitif.

Le schéma de la figure 82 montre l'utilisation conjointe du BATH et de l'éclairage HF, en employant le second procédé (condensateur en parallèle avec la diode) et prévoyant une détection double par canton, permettant un block automatique au niveau des sources (BANS), avec commande centralisée (le type de CC importe peu). Le premier procédé HF pourrait également convenir.

La pyramide est alors achevée : STARE + CC + BANS + IMNC + BATH + HF.

On retrouve, ainsi, les perfectionnements les plus élaborés étudiés dans les chapitres précédents; j'ai indiqué, également, l'équipement des différents véhicules possibles (wagon à roues graphitées, wagon éclairé HF, loco deux rails, loco électrique éclairée par caténaire, etc.).

On voit que tous ces éléments font bon ménage et qu'on obtient bien l'homogénéité finale recherchée.

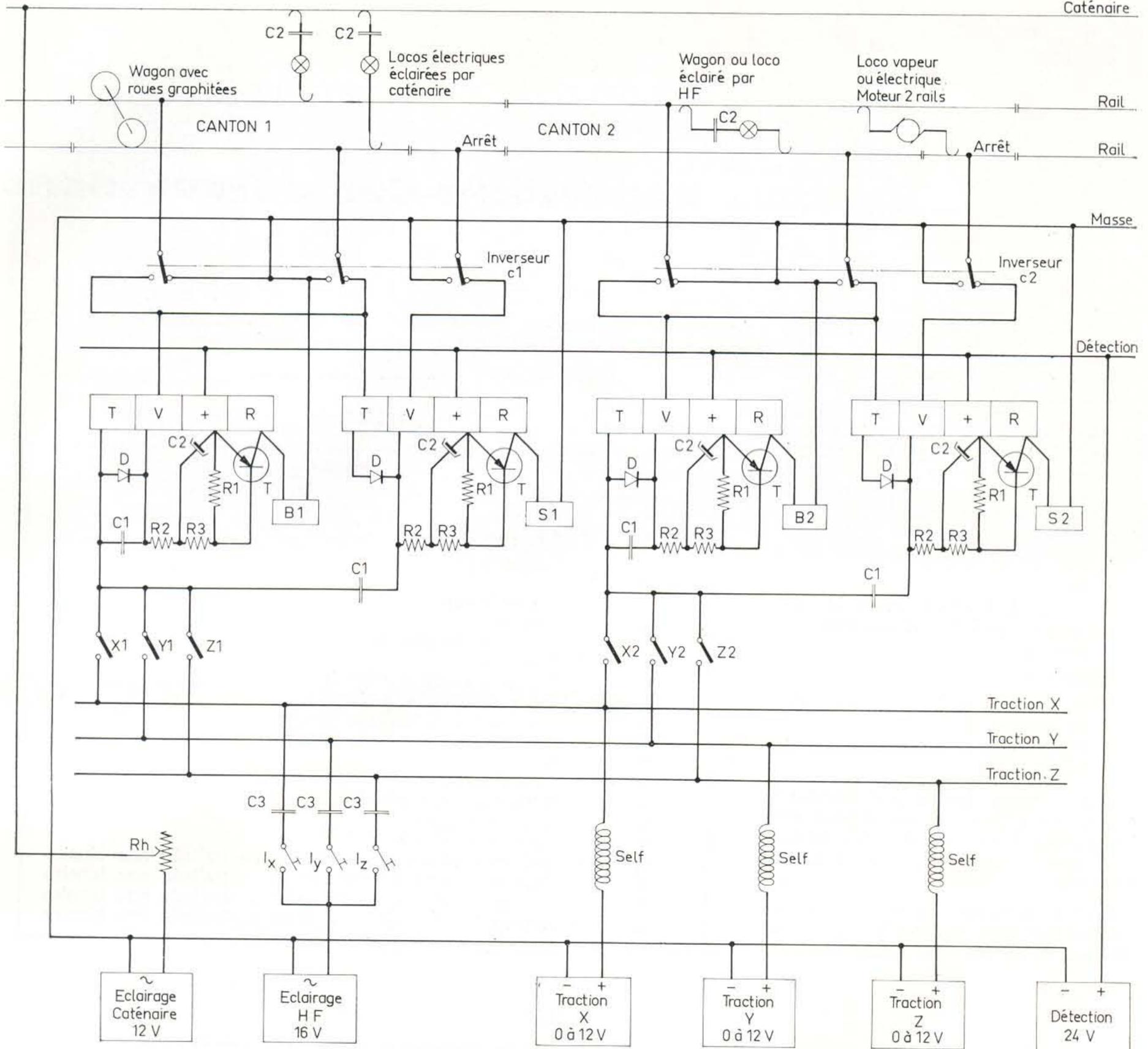


Fig. 82 Homogénéité finale

*Rh* : rhéostat bobiné 20 ohms/20 W - *D* : diode BA 148 - *T* : transistor AC 128.  
*C1* : condensateur au tantale 10  $\mu$  F/30 V - *C2* condensateur ordinaire 10  $\mu$  F/30 V.  
*C3* : condensateur ordinaire 100  $\mu$  F/30 V - *R1* : 2200 ohms/1/2 W -  
*R2* : 10000 ohms/1/2 W - *R3* : 47000 ohms/1/2 W.

On remarque, en particulier, que sur la voie quatre courants sont superposés :

- courant continu de détection 30 V, 0,2 mA environ ;
- courant continu de traction 0 à 12 V, 0 à 500 mA environ ;
- courant alternatif 50 Hz, éclairage caténaire 0 à 12 V ;

— courant alternatif 500 Hz, éclairage 2 rails HF, 16 V.

Je pense qu'un des avantages des solutions présentées dans la présente brochure pour permettre au modéliste de perfectionner son réseau sur les plans électrique et électronique réside dans cette compatibilité entre les différents choix proposés vis-à-vis de

questions très diverses et, a priori, hétérogènes :

- nature du courant de traction ;
- conception de la voie ;
- commande des trains ;
- détection des véhicules ;
- automatismes divers (block, aiguillages, itinéraires, etc.).
- éclairage des convois.

## Répertoire des abréviations

Dans les trois tomes de la brochure « l'Electricité au service du modélisme », un certain nombre de sigles ont été utilisés pour désigner des entités techniques qui ont été décrites en détail lors d'un chapitre déterminé et qui, par la suite, ont été représentées uniquement par le sigle lui-même. De même, un certain nombre de relais ont été utilisés, la règle générale de désignation étant toujours la même :

- une lettre représentant la fonction ;
- un nombre représentant le canton ou une lettre représentant la source.

Exemple :

- B12 : relais de block automatique du canton 12 ;
- RX : relais de ralentissement de la source X.

Bien entendu, les lettres représentatives de la fonction ont toujours été les mêmes à travers les trois tomes pour assurer une homogénéité indispensable.

Afin de permettre au lecteur d'avoir rapidement sous la main le répertoire de ces symboles, les listes ci-après

donnent la signification des abréviations et, pour les sigles, la page et

la figure où ont été décrites les entités techniques correspondantes.

### RELAIS

Relais	Signification
A	Aiguille
B	Block et détection canton
C	Croisement
D	Droit
E	Enclenchement d'aiguille
G	Gauche
H	Inversion de marche
I	Itinéraire
K	Enregistrement d'itinéraire
L	Block en marche arrière
M	Commande centralisée binaire
N	Commande centralisée binaire
P	Arrêt
R	Ralentissement
S	Détection zone d'arrêt
T	Block auxiliaire
V	Détection canton
W	Source traction et commande centralisée non binaire
X	Source traction et commande centralisée non binaire
Y	Source traction et commande centralisée non binaire
Z	Source traction et commande centralisée non binaire

### SIGLES

Sigle	Signification	Tome	Page	Figure
BANC	Block automatique au niveau des cantons	3	21	23
BANS	Block automatique au niveau des sources	3	22-23	24-25-26
BATH	Block automatique transistorisé homogène	2	15	15
CCB	Commande centralisée binaire	3	12	9-10
CCM	Commande centralisée mixte	3	11	8
CCN	Commande centralisée normale	3	10	5
CCP	Commande centralisée préparée	3	13	11
CCR	Commande centralisée retardée	3	11	6-7
CCT	Commande centralisée transfert	3	14	12-13
CSA	Commande sélective automatique	3	12	11
DECEL	Détecteur à cellule	3	32	39
DOV	Détecteur d'occupation de voie	2	14	14
DSU	Détecteur symétrique universel	3	54-57	68-70
IMNC	Inversion de marche au niveau des cantons	3	53-59	67-74
IMNS	Inversion de marche au niveau des sources	3	52-57	64-70
IMNT	Inversion de marche au niveau des trains	3	52-53	65-66
PRA	Poste tout relais automatique	2	33	52
PRS	Poste tout relais à transit souple	2	35	53
SOUCLA	Source de traction classique	3	32	39
STARE	Source de traction à régulation électronique	3	21-23-24	22-28-30
TCO	Tableau de contrôle optique	2	47	60



Cliché S.N.C.F.

## En guise de postface...

*M. Pierre LOTHON, ingénieur principal hors classe à la Division des études de traction électrique de la Direction du matériel et de la traction de la S.N.C.F., à qui nous avons confié pour examen les manuscrits des tomes II et III de l'ouvrage de M. P. Chenevez, nous fait part de ses impressions :*

*Les connaissances de M. Chenevez, en électricité, sont considérables et me remplissent d'admiration. Que n'a-t-il fait carrière à la S.N.C.F.? Je le vois très bien à la Division des études de traction électrique, à la Direction des installations fixes, à la Signalisation, à l'Energie électrique ou encore à la Direction du mouvement. Tous ces services lui étaient ouverts et, partout, il aurait pu faire carrière en trouvant des solutions originales.*

*Il y a des moments où, en lisant son travail, j'ai peine à m'imaginer qu'il s'agit de modélisme. C'est le chemin de fer en entier et, même plus, c'est la haute technique de celui-ci que l'on découvre au fur et à mesure de la lecture des différents chapitres.*

*Est-il donc si difficile d'être modéliste?...*

*Il est vrai que, lorsqu'un de ces spécialistes vous dévoile tout ce qu'il a dû concevoir pour réaliser « son*

*réseau », on reste confondu devant tant d'imagination, tant d'ingéniosité.*

*Certes, pour le matériel lui-même — qu'il soit moteur ou remorqué —, il ne lui est demandé que d'avoir une silhouette aussi voisine que possible de la réalité. Puis on souhaite que sa résistance et ses performances soient telles que l'amateur éclairé puisse trouver satisfaction à le faire fonctionner souvent.*

*Mais lorsqu'il s'agit de réaliser des itinéraires avec des commandes d'aiguilles groupées dans des véritables P.R.S., avec une signalisation adaptée entraînant même l'arrêt des convois, avec sa programmation de la marche du train..., ce n'est plus de l'amateurisme, c'est du réel, c'est du chemin de fer !*



# TABLE DES MATIÈRES

	Page	Colonne	APPLICATION	
			Page	Figure
<b>1 LIAISONS SOURCES DE TRACTION - TRAINS</b>				
Liaisons sources - trains manuelles .....	5	2	5	1
LIAISONS SOURCES - TRAINS AUTOMATIQUES :				
Télécommande haute fréquence .....	6	1	6	2-3
Utilisation de sélecteur rotatif :				
Description d'un sélecteur .....	7	1	8	photo
Fonctionnement en cab-control .....	7	1	7	4
Fonctionnement en block automatique .....	8	2		
Commande centralisée - Schémas types :				
Commande centralisée normale : CCN .....	9	1	10	5
Commande centralisée à relais retardés : CCR..	9	3	11	6-7
Commande centralisée mixte : CCM .....	11	1	11	8
Commande centralisée binaire : CCB .....	12	1	12	9-10
Commande centralisée préparée : CCP .....	12	2	13	11
Commande centralisée transfert : CCT .....	13	2	14	12-13
Commande centralisée - Montages pratiques :				
Aiguillages - Voies d'évitement .....	16	1		
Doublement automatique .....	16	1	16	14
Liaison avec d'autres circuits .....	17	1	17-18	15 à 18
Sonorisation progressive des trains .....	18	1	18	19
Autres applications pratiques .....	18	3	18	20
<b>2 SOURCES DE TRACTION</b>				
<b>A RÉGULATION ÉLECTRONIQUE</b>				
Spécifications techniques des STARE .....	20	1	20	21
Origine et but des spécifications des STARE..	20	2	21	22
Blocks automatiques au niveau des cantons et sources .....	21	3	21-22-23	23 à 26
Palliatifs à adopter pour les STARE non conformes .....	22	3		
Commandes de temporisation .....	23	1		
Commandes de vitesse .....	23	1	23	27-28
Réalisation théorique d'une STARE .....	24	1		
Niveau de tension .....	24	2		
Temporisation .....	24	3	24	29
Réalisation pratique d'une STARE .....	25	1	24	30
<b>3 EQUIPEMENT D'UN RÉSEAU</b>				
Comparaison des systèmes classique et électronique				
<b>SOLUTION CLASSIQUE</b>				
Introduction .....	26	1	26	31
Mise en place des deux systèmes :				
Définition des abréviations .....	26	3	27	32-33
Position des différents éléments dans les deux systèmes .....	26	3		
Définitions des composants dans les deux systèmes .....	27	1		
Éléments communs aux deux systèmes :				
Signalisation .....	28	1	28	34
Aiguilles .....	28	1	29	35
Tableau de commande et de contrôle .....	29	2	30	36
Câblage .....	30	1	31	37-38

	Page	Colonne	APPLICATION	
			Page	Figure
<b>Schémas détaillés du système classique</b> .....	31	1		
Constitution des différents éléments .....	31	2	32-33	39,40
Fonctionnement de principe .....	34	1		
Performances .....	34	2	34-35	41-42
Moyens à mettre en œuvre .....	35	1		
<b>4 EQUIPEMENT D'UN RÉSEAU SOLUTIONS ÉLECTRONIQUES</b>				
<b>Schémas détaillés du système électronique :</b>				
Constitution des différents éléments .....	36	2	36 à 40	43 à 47
Fonctionnement de principe .....	39	2	41	48
Plans développés .....	41	2		
Performances .....	42	2	42	49
Moyens à mettre en œuvre .....	43	2		
<b>Comparaison des deux systèmes</b> .....	43	3		
<b>Formule moderne</b> .....	44	1		
Constitution des différents éléments .....	44	3	44-45	50-51
Fonctionnement de principe .....	45	1	45 à 48	52 à 59
Performances .....	48	3	49-50	60-61
Moyens à mettre en œuvre .....	49	3	50	62
Variante scientifique .....	51	2	50	63
<b>5 INVERSION DE MARCHE</b>				
<b>Généralités</b> .....	52	1		
<b>Circuits sans block automatique ni commande centralisée :</b>				
Traction en courant continu .....	53	1	52	64
Traction en courant alternatif .....	53	2	52-53	65-66
<b>Circuits équipés de block automatique mais sans commande centralisée</b> .....				
Traction en courant continu .....	53	3		
Traction en courant continu .....	54	1	53	67
Traction en courant alternatif .....	54	1	54	68
<b>Circuits équipés de block automatique et de commande centralisée</b> .....				
Inversion à la source : IMNS .....	55	1	56-57	69-70
Inversion au canton : IMNC .....	57	2	57 à 59	71 à 74
<b>6 ECLAIRAGE DES TRAINS</b>				
<b>Intérêt</b> .....	60	1		
<b>Principes généraux</b> .....	60	1		
<b>Eclairage des locomotives</b> .....				
Eclairage par caténaire .....	61	1	60-61	75-76
Eclairage par plots .....	61	3		
Eclairage par haute fréquence .....	61	3	61-62	77-78
<b>Eclairage des wagons :</b>				
Fourgons de queue .....	62	3		
Eclairage lié à celui de la locomotive .....	63	1		
Eclairage par plots .....	63	1	63	79
Eclairage par haute fréquence .....	63	2	63	80
Eclairage par accumulateurs .....	63	3	64	81
<b>Homogénéité finale</b> .....	64	1	65	82
<b>RÉPERTOIRE DES ABRÉVIATIONS</b> .....	66			

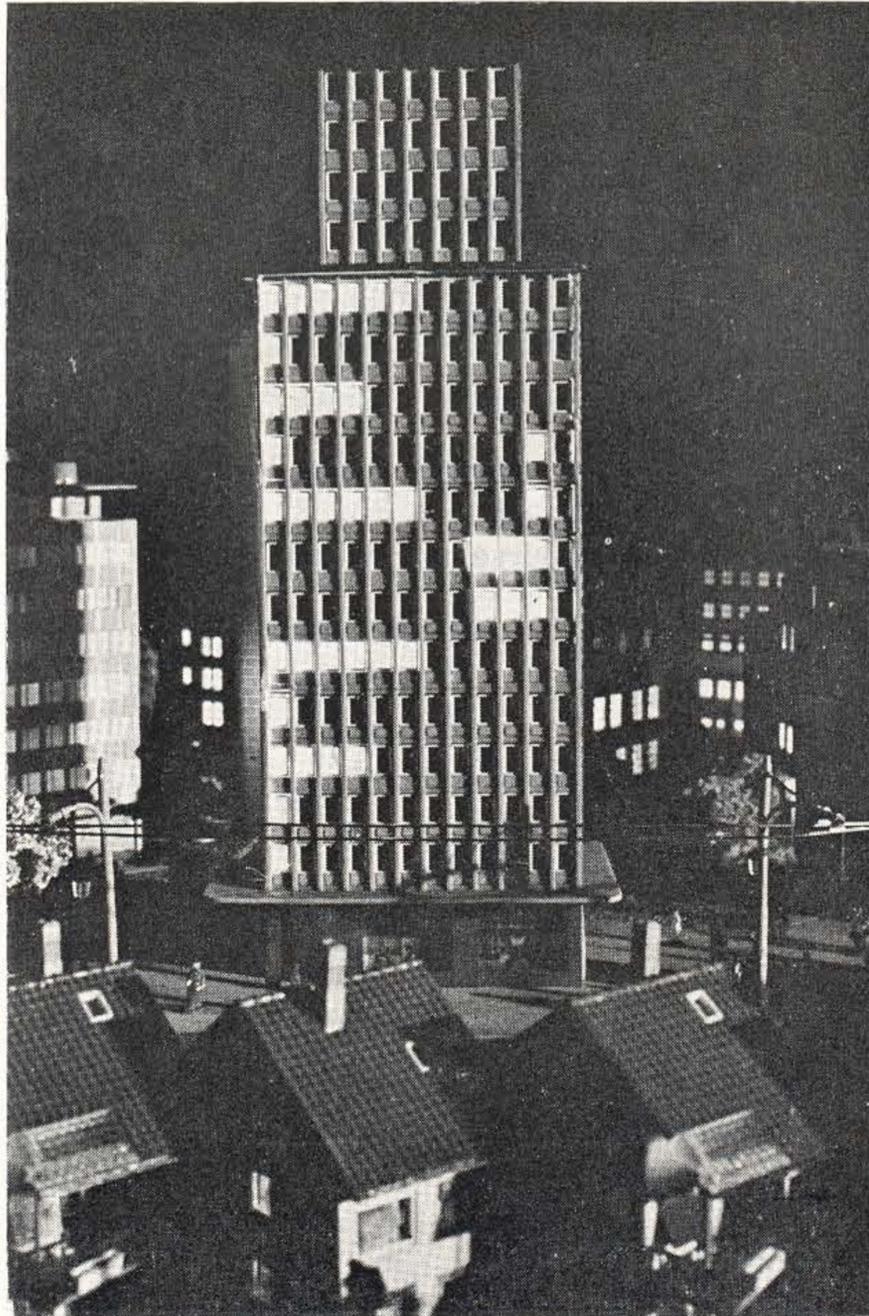
# INDEX

## DES SCHÉMAS

Chiffres en gras : numéros des pages  
Chiffres en maigre : numéros des figures

- Cab-control à panneaux de commande séparés : **5**, 1.  
Télécommande haute fréquence : **6**, 2 et 3.  
Liaison source-train par sélecteur : **7**, 4.  
Commande centralisée (schéma de base) : **10**, 5.  
Commande centralisée à relais retardés : **11**, 6 et 7.  
Commande centralisée mixte : **11**, 8.  
Commande centralisée binaire : **12**, 9 et 10.  
Commande centralisée préparée : **13**, 11.  
Commande centralisée transfert : **14**, 12 et 13.  
Doublement automatique : **16**, 14.  
Commande centralisée (liaison par une aiguille en pointe) : **17**, 15.  
Commande centralisée (liaison par une aiguille en talon) : **17**, 16.  
Commande centralisée (signalisation de l'accrochage des sources) : **17**, 17.  
Commande centralisée (recherche automatique d'une source) : **18**, 18.  
Sonorisation progressive et personnalisée des trains : **18**, 19.  
Arrêt automatique en gare : **18**, 20.  
STARE (variations de la vitesse en fonction du temps) : **20**, 21.  
Représentation schématique d'une STARE : **21**, 22.  
BANC (block automatique au niveau des cantons) : **21**, 23.  
BANS (block automatique au niveau des sources) : **22**, 24.  
BANS réalisé avec des STARE : **22**, 25.  
BANS réalisé avec des sources classiques : **23**, 26.  
STARE (ordres de ralentissement et d'arrêt) : **23**, 27.  
Groupement de plusieurs STARE ne comportant qu'un potentiomètre de vitesse : **23**, 28.  
STARE (principe du réglage de la vitesse et de la temporisation) : **24**, 29.  
STARE (schéma de réalisation pratique) : **24**, 30.  
Équipement d'un réseau complet : **26**, 31.  
Système classique : **27**, 32.  
Système électronique : **27**, 33.  
Schémas d'alimentation des lampes de signalisation : **28**, 34.  
Schémas d'enclenchement des relais d'aiguilles : **29**, 35.  
Tableau de commande : **30**, 36.  
Câblage : **31**, 37 et 38.

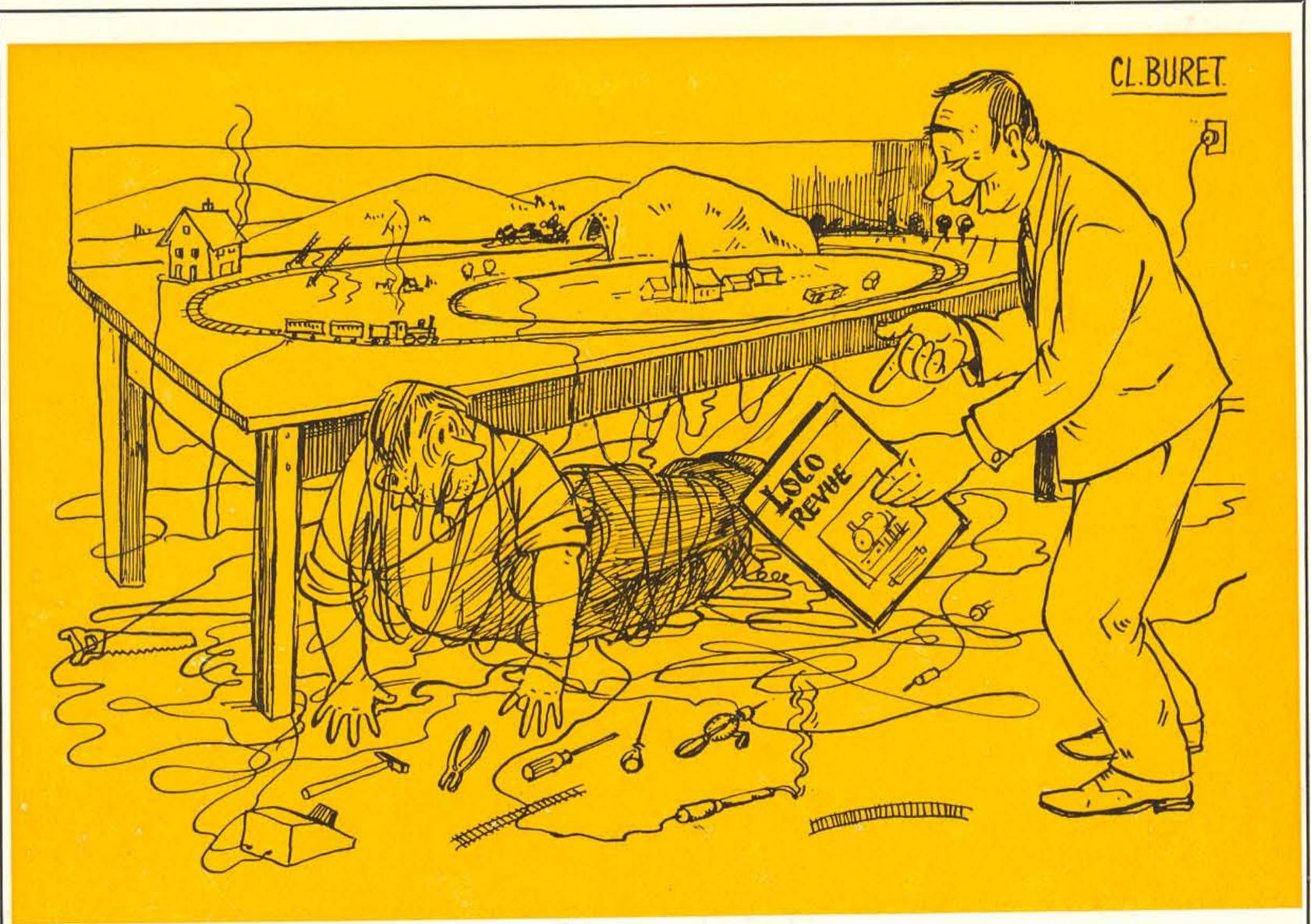
Schémas du réseau système classique : **32 et 33**, 39 et 40.  
Système classique (variations de la vitesse) : **34**, 41.  
Signalisation sur tableau de commande : **35**, 42.  
Schémas du réseau système électronique : **36, 37 et 38**, 43 et 44.  
Transmission des ordres aux STARE : **39**, 45 et 46.  
Schémas du réseau système électronique (BANS) : **40**, 47.  
Régulation électronique : **41**, 48.  
Système électronique (variations de la vitesse) : **42**, 49.  
Liaison sources de traction-cantons (type CCM) : **44**, 50.  
Liaison sources de traction-cantons (type CCP, système binaire) : **45**, 51.  
Formule moderne (permutation CCP) : **45**, 52.  
Formule moderne (BANS) : **46**, 57.  
Signalisation sur tableau de commande : **47**, 53.  
STARE (bornes de raccordement au BANS) : **47**, 54, 55 et 56.  
Formule moderne (découpage du circuit en cantons) : **48**, 58.  
Formule moderne (commande de l'arrêt depuis la voie) : **48**, 59.  
Signalisation avancée sur STARE : **49**, 60.  
Formule moderne (réalisation pratique d'une STARE) : **50**, 61.  
Boîtier de commande d'une STARE : **50**, 62.  
Variante scientifique (BANS) : **50**, 63.  
Traction en courant continu (inversion au niveau de la source) : **52**, 64.  
Traction en courant alternatif (commande de l'inversion) : **52**, 65.  
Traction en courant alternatif (fonctionnement de l'inverseur) : **53**, 66.  
Inversion de marche au niveau des cantons : **53**, 67.  
Traction en courant alternatif (block DSU) : **54**, 68.  
IMNS (DSU-HF) : **56**, 69.  
IMNS (écueils à éviter) : **57**, 70.  
Éléments de circuit faisant ressortir l'intérêt de l'IMNC : **57**, 71.  
IMNC (protections du changement de marche) : **58**, 72.  
Commande centralisée avant et arrière (IMNC) : **58**, 73.  
IMNC (schéma général « traction ») : **59**, 74.  
Éclairage par caténaire : **60 et 61**, 75 et 76.  
Éclairage HF par feeder spécialisé : **61**, 77.  
Éclairage HF par injection traction : **62**, 78.  
Éclairage des wagons par les plots : **63**, 79.  
Éclairage indépendant pour chaque wagon par relais magnétique : **63**, 80.  
Éclairage par accumulateurs : **64**, 81.  
Homogénéité finale : **65**, 82.



Cliché  
Paul David

*L'auteur étant professionnellement attaché à l'E.D.F., on retrouve sur son réseau - comme cela se pratique aujourd'hui en réalité sur les immeubles d'en reprise - une publicité lumineuse obtenue grâce à une combinaison judicieuse de l'éclairage des bureaux et mise en œuvre automatiquement la nuit.*

*Là encore, l'électricité est au service du modélisme.*



**LOCO.  
revue**

*Loco-Revue est en vente dans toutes les  
maisons spécialisées en modèles réduits  
ainsi que dans les bibliothèques de gares*

LA PREMIÈRE REVUE FRANÇAISE  
DES MODÉLISTES  
& AMATEURS DE CHEMINS DE FER

fondée en 1937

vous apportera toutes informations sur les chemins de fer réels et  
miniatures : descriptions de réseaux, construction de modèles, reportages,  
nouveauités de l'industrie, plans, schémas électriques, tests de matériels, etc...

*Parution mensuelle sur grand format — 11 numéros par an — nombreuses illustrations*

**Editions Loco-revue**

*Toute la librairie ferroviaire.  
Demandez notre catalogue.*

**BP 9 - 56400 AURAY**

C. C. P. 2081-39 PARIS — POUR LA BELGIQUE 6000-32 BRUXELLES

Imprimerie Ouvrière Vannetaise - VANNES