





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

Electrification des réseaux de chemin de fer modèles

**P. CHENEVEZ**

TOME 2

2<sup>e</sup> édition 1975

revue et complétée

*Ce tome II, dont la parution a été retardée pour raison de mise à jour de certaines solutions qui y sont présentées, poursuit la récapitulation des chapitres essentiels d'une importante étude parue dans Loco-Revue sous le même titre, revue et complétée en fonction de l'évolution technique.*

*Ce fascicule est suivi d'un troisième tome qui apporte les dernières solutions aux problèmes fondamentaux que pose l'électrification du réseau de chemin de fer miniature.*

Première édition 1971



## SOMMAIRE

|          |                                            |    |
|----------|--------------------------------------------|----|
| <b>1</b> | Rappel des principes de base .....         | 5  |
| <b>2</b> | Relais de voie et blocs automatiques ..... | 10 |
| <b>3</b> | Protection des aiguillages .....           | 17 |
| <b>4</b> | Itinéraires ..                             | 29 |
| <b>5</b> | Tableau de contrôle optique .....          | 43 |
| <b>6</b> | Boucle de retournement automatique .....   | 48 |
|          | Table des matières .....                   | 53 |
|          | Index des schémas .....                    | 54 |

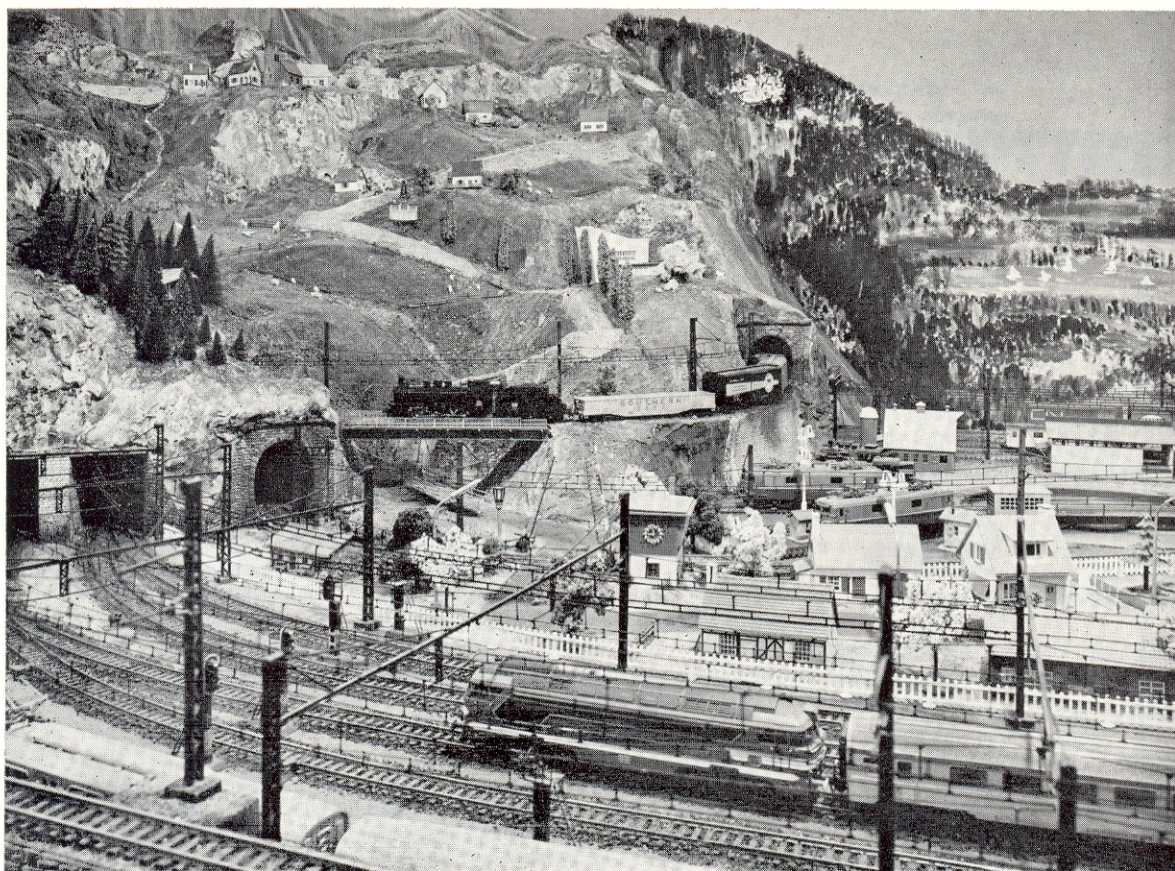
Éditions LOCO-REVUE - B.P. 9, Le Sablen — 56400 AURAY

Tous droits réservés

### Rappel du sommaire du tome 1

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.





"Electrification" sur le réseau de M. Chenevez

Cliché Loco-Revue

## INTRODUCTION

Le premier tome de *L'ELECTRICITÉ AU SERVICE DU MODÉLISME* avait pour but de présenter l'utilisation de l'électricité dans les divers secteurs du modélisme ferroviaire :

- traction,
- signalisation,
- fonctionnement des aiguilles et des accessoires,
- contrôle des trains.

Sans faire un cours d'électricité, qui aurait rebuté inévitablement les modélistes, peu enclins à « travailler » au cours de leur loisir favori, les problèmes électriques avaient été pris à leur base, depuis la définition des courants alternatif et continu, l'exposé des différents systèmes de traction, la comparaison des équipements de voie à deux ou trois rails, la commande des aiguillages, etc.

Sur le plan technique, la commande manuelle des trains avait été traitée en détail, ainsi que le block automatique, considéré à juste titre par les modélistes comme l'élément de base des automatismes de leur réseau.

Un aperçu avait également été donné sur la « commande centralisée » des convois, système original permettant d'associer électriquement une source de traction à un train au cours de ses pérégrinations à travers les divers cantons d'un circuit.

Le deuxième tome, annoncé dans la brochure d'origine, contient les prolongements



et perfectionnements techniques nécessaires à l'édification d'un réseau bénéficiant des progrès scientifiques récents, notamment sur le plan de l'électronique.

En effet, depuis la parution du premier tome, la mise au point et l'introduction sur le marché industriel de composants électroniques miniatures et surtout économiques ont conduit de nombreux amateurs, et même des fabricants, à adopter ces composants en modélisme ferroviaire.

On assiste ainsi à un phénomène analogue à celui que j'avais déjà signalé (cf. introduction tome I) : de sensationnels progrès ont été effectués dans la télécommande grâce à l'électronique (voyages sur la lune, rames de métro sans conducteurs, trains automatiques, etc.) et il est logique que la pratique du modélisme ferroviaire subisse une évolution analogue.

C'est là une tendance inéluctable, mais, bien entendu, il restera toujours des « collectionneurs » qui se passionneront à la construction d'une locomotive ou d'un décor, et qui mettront un point d'honneur à exclure au maximum l'électricité et l'électronique de leur réseau, par esprit d'indépendance ou de réaction au progrès technique.

L'introduction intensive de l'électronique dans la vie moderne a par ailleurs conduit de nombreux techniciens à considérer l'utilisation de l'électronique en modélisme comme une fin en soi et à adopter des solutions y faisant appel, même si des solutions purement électromagnétiques (relais, résistances, etc.) sont plus simples.

Entre ces « collectionneurs » et ces « électroniciens » se situe le gros peloton des modélistes traditionnels, nullement hostiles à l'utilisation de l'électricité dans leur réseau, capables d'assimiler un schéma électrique faisant appel uniquement à la loi d'Ohm, séduits par les possibilités de l'électronique, mais un peu effrayés par les schémas correspondants, souvent difficiles à suivre d'un bout à l'autre.

En effet, en électromagnétisme, un schéma, même avec ramifications, se suit et se comprend commodément du + au — et une panne dans le montage est toujours facile à déceler : résistance grillée, bobinage de relais coupé, contact mal établi, alors qu'en électronique, où l'on a affaire à des courants infiniment plus faibles et à des montages souvent abstraits pour l'amateur moyen, le dépannage d'un circuit pose des problèmes insolubles pour le modéliste non spécialiste et non équipé en conséquence.

Ainsi le délai entre la parution des tomes I et II a été mis à profit :

- d'une part, pour décanter les solutions nouvelles qui se sont fait jour récemment, notamment en matière de régulation de la traction et de relais de voie ;
- d'autre part, pour présenter rationnellement cette introduction de l'électronique en modélisme, de façon à la rendre assimilable par tous les modélistes.

D'une façon plus générale, ce tome II contient des exposés plus techniques, mettant en jeu des phénomènes plus complexes et aboutissant à des résultats plus élaborés que dans le premier tome.

Cela ne veut pas dire que sa lecture en est plus difficile ou plus compliquée, tout au moins je l'espère ; mais la possession et l'assimilation du premier tome me paraissent indispensables pour tirer profit du deuxième, bien que la conception et la présentation du présent tome soient indépendantes.

Ainsi seront d'abord rappelés quelques principes de base sur les modes de traction en modélisme ferroviaire, la lecture des schémas, les automatismes, etc. ; puis le point sera fait sur les relais de voie et les blocks automatiques actuellement disponibles sur le marché ou de conception amateur ; les phénomènes relatifs à la protection des aiguillages seront décrits en détail, ainsi que les solutions adaptées au modélisme pour mettre en œuvre les itinéraires, manuels ou automatiques, PRA ou PRS. Enfin, le TCO, auxiliaire spectaculaire du tableau de commande, sera décrit, aussi bien sous l'angle de la construction que sous l'aspect des connexions électriques.

Un tome III complète enfin cette étude et traite des liaisons « sources de traction - trains », des sources électroniques de traction, avec l'équipement complet tel que l'éclairage des trains, etc.



## Rappel des principes de base

### 1) Nature du courant de traction :

Deux types de courant peuvent être envisagés pour l'alimentation traction du réseau miniature : alternatif ou continu.

Ces deux modes sont effectivement utilisés actuellement, mais la traction en alternatif perd chaque jour du terrain, surtout en HO, compte tenu des avantages propres aux moteurs à courant continu.

Ceux-ci comportent généralement un aimant permanent qui remplace l'inducteur. Seul l'induit est bobiné ; la simplicité de l'inversion de marche apparaît immédiatement : il suffit d'inverser les fils d'arrivée à l'induit, c'est-à-dire les fils d'amenée du courant sur la voie.

Par ailleurs le couple au démarrage des moteurs à aimant permanent est plus élevé que celui des moteurs type universel à inducteur bobiné, employés en alternatif.

importante et de bon rendement électrique.

Par ailleurs, l'inversion de marche du moteur universel, réalisée par commutation de l'induit par rapport à l'inducteur, est établie dans des conditions satisfaisantes dans de grandes échelles où on peut mettre en place des télécommandes très élaborées, évitant les dispositifs classiques par surtension, peu esthétiques, et comportant en même temps d'autres avantages (décrochage, etc.).

Enfin le plus gros volume des locos en O, I, etc., favorable à l'alternatif, s'accompagne évidemment de réseaux plus encombrants et là, le manque de place conduira peu à des développements de voie et d'aiguilles spectaculaires accompagnés d'automatismes nécessitant de nombreux relais de voie où le courant continu est plus à son aise que l'alternatif. Entendons néanmoins que l'alternatif et le continu peuvent très bien être superposés sur la voie, notamment la H F pour l'éclairage.

En résumé, bien qu'il y ait des exceptions, on peut considérer que :

- En N et HO le courant traction sera en général continu, avec des automatismes éventuels extérieurs aux trains.
- En O et échelles plus grandes, le courant traction sera en général alternatif, avec des automatismes incorporés aux locomotives.

### 2) Niveaux de tension des courants utilisés :

En ce qui concerne le courant de traction, il y aurait peut-être eu intérêt à adopter une tension assez élevée (20 ou 30 volts), pour assurer un meilleur passage du courant entre les rails et les locomotives.

Cependant la conception et le prix de revient des moteurs de locomotives miniatures conduisent à adopter des tensions les plus basses possibles et la normalisation a pratiquement consacré 12 V pour le N et le HO, 20 V pour le O et les échelles supérieures.

En ce qui concerne le courant d'alimentation des relais, il y a lieu de retenir la tension industrielle admise très généralement : 24 volts continu. Tous les relais devront pouvoir fonctionner à cette tension, certains mé-

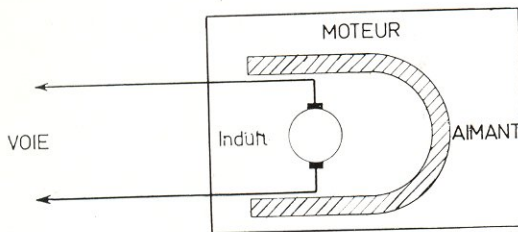
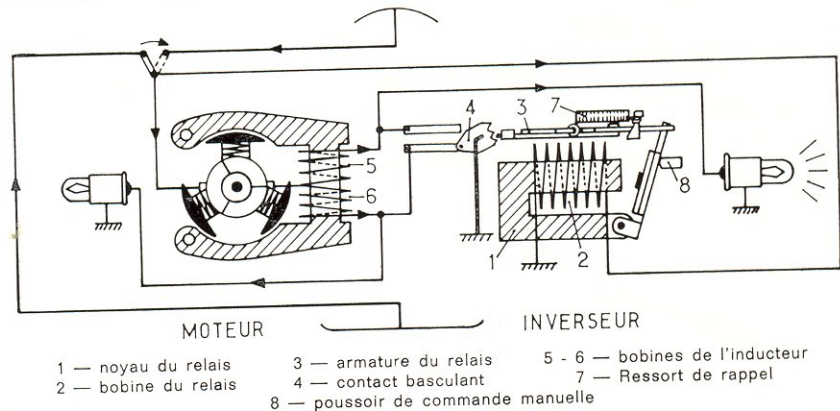


Fig. 1

Schéma d'un moteur à aimant permanent, pour courant continu.

Fig. 2 Dispositif de commande d'inversion par surtension (système Marklin)



Enfin les moteurs à courant continu sont plus économiques et sont les plus répandus chez les constructeurs de locomotives miniatures. Les moteurs à 5 pôles sont bien entendu nettement supérieurs à ceux à 3 pôles, grâce à l'absence de « point mort » au démarrage. (Fig. 1, schéma moteur aimant permanent.)

En O et pour les échelles supérieures, les adeptes de l'alternatif demeurent nombreux. En effet le volume disponible plus important dans les locomotives permet de loger un moteur possédant un inducteur bobiné fixe et un induit bobiné tournant, de puissance



me auront à supporter une tension plus élevée (30 V), mais le léger échauffement correspondant n'est pas gênant pour ces relais fabriqués industriellement, avec une marge de sécurité importante.

En ce qui concerne les autres courants (éclairage, moteurs d'aiguille), il y a lieu d'adopter des tensions légèrement inférieures aux caractéristiques des ampoules ou appareils correspondants, de façon à assurer une durée de vie plus longue pour des accessoires souvent difficiles d'accès.

Toutes les sources des courants examinés ci-dessus devront si possible être indépendantes, de façon à éviter des chutes de tension fâcheuses sur une source éclairage par exemple en cas de débit traction plus important. Enfin toutes ces sources devront être très largement dimensionnées en tenant compte que les puissances ou intensités indiquées pour les transfo du commerce modéliste sont généralement surfaîtes et que la puissance normale du transfo est, sauf indication expresse, valable pour la tension la plus élevée du secondaire. Ainsi un transfo de caractéristique 220 V - 6, 12, 24 V, 100 VA et utilisé pour l'éclairage en 6 V ne pourra fournir pour cette tension que 25 VA, et encore, à cette puissance, la tension aura baissé à 4 ou 5 volts seulement. Il faut retenir pour les éclairages que l'œil est frappé plus par la variation de la tension, donc des sautes de lumière, que par le niveau de l'éclairage lui-même.

### 3) Alimentation de la voie :

L'alimentation de la voie en courant continu peut se faire de différentes manières :

— Par batteries ; c'est une solution excellente car la tension sur la voie demeure très stable malgré des variations de charge inopinées ; les variations de vitesse des trains s'obtiennent en utilisant les plots de 2 en 2 volts des batteries. Cependant ce sys-

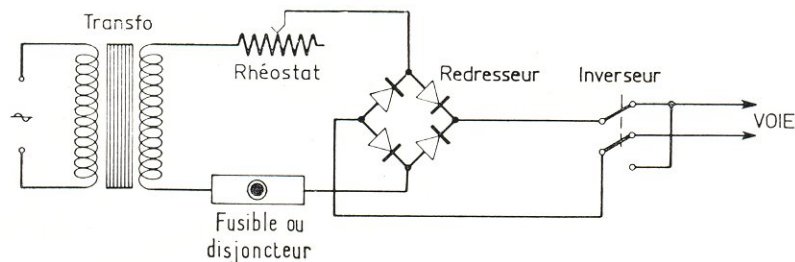
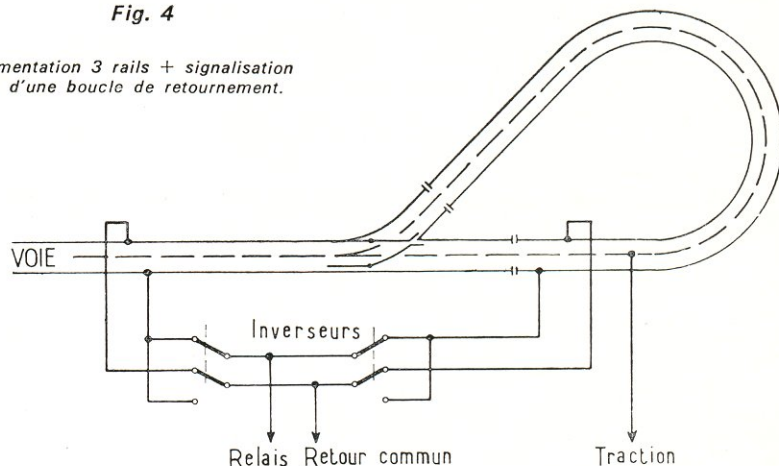


Fig. 3 Alimentation traction par courant redressé de type classique

Fig. 4

Alimentation 3 rails + signalisation cas d'une boucle de retournement.



tème est onéreux et implique l'entretien et la charge fastidieuse des batteries.

— Par redressement du courant alternatif ; c'est la solution la plus répandue parce que la plus économique (fig. 3).

Le rhéostat peut être supprimé si on utilise un transformateur à sorties multiples, ce qui est très intéressant pour la mise en place d'un block automatique, comme nous le verrons.

Le courant délivré par le transformateur et le redresseur peut subir des chutes de tension désagréables en cas de variations inopinées de la charge (démarrage automatique d'une loco sur un circuit comportant déjà un train en mouvement). On peut alors multiplier le nombre des sources de traction (une par canton ou une par train, voir chapitre sur la commande centralisée, tome III) ou adopter des sources de traction comportant un réglage automatique de la tension de sortie en fonction de la charge, avec régulation électronique (voir chapitre sur les STARE, tome III).

### 4) Conception de la voie :

En se plaçant au point de vue électrique, les deux systèmes en présence sont le « 2 rails » et le « 3 rails », à rails de roulement isolés, si on considère, d'une part, que les plots ou le rail latéral équivalent au rail central et que la caténaire doit être réservée de préférence pour l'éclairage, d'autre part, que les automatismes devront pouvoir être mis en place, notamment par circuit de voie.

Dans le cas du « 3 rails », le rail « traction » seul transmet le courant au moteur systématiquement avec des frotteurs ou un ski, les deux autres rails jouent un rôle analogue au cas du « 2 rails » pour la transmission du courant aux roues. La mise en œuvre d'une signalisation par circuit de voie a le même principe dans les deux systèmes ; seuls les essieux seront différents : avec le système « 3 rails », les essieux sont entièrement métalliques, avec le système « 2 rails », les essieux isolés d'origine seront légèrement graphités ou munis de résistances, comme nous le verrons dans le chapitre « relais de voie et blocks automatiques ».

Je rappelle pour mémoire que les boucles de retournement demandent le même équipement (2 inverseurs) en 2 ou 3 rails (fig. 4).

Les arguments de réalisme et d'esthétique, ainsi que la simplicité de la construction, qui militent en faveur du « 2 rails » ont conduit de plus en plus les constructeurs de voie et de matériel à adopter ce système dans la plupart des échelles et une normalisation du système « 2 rails » s'installe actuellement. Dans les grandes





Fig. 5

Dans les schémas donnés dans cet ouvrage on rencontrera :

- des fils électriques, représentés par
- des jonctions de fils, représentées par
- des croisements de fils sans jonction, représentés par
- des sources de courant alternatif, représentées par 12V
- des sources de courant continu, représentées par 24V<sup>+</sup>
- des transformateurs, représentés par 220V 20V
- des diodes (avec éventuellement indication de l'intensité directe et de la tension inverse), représentées par 800mA - 20V
- des résistances électriques, représentées par 100  $\Omega$
- des rhéostats, représentés par
- des condensateurs (avec éventuellement indication de la capacité), représentés par 100  $\mu$ F
- des boutons-poussoirs, à fermeture et à ouverture momentanée, représentés par
- des interrupteurs manuels, représentés par
- des inverseurs de marche, représentés par
- et enfin des relais, représentés d'une part par le bobinage (avec indication du repère du relais), d'autre part par les contacts :  
Ces contacts sont placés :  
— soit sous le relais qui les commande : (1) contact repos, (2) contact travail ;  
— soit en un tout autre point du schéma ; ils portent alors le repère du relais qui les commande : (3) contact travail du relais B2.
- des transistors (ici transistor PNP), représentés par collecteur  
émetteur  
base



échelles, le troisième rail ou les plots trop voyants ont été supprimés, tandis que dans le N ils n'ont jamais existé.

Cette tendance à la disparition du « 3 rails » est due d'abord au souci de réalisme, mais aussi aux possibilités d'automatismes du « 2 rails », alors que l'on croyait à tort jusqu'à ces dernières années que le « 3 rails » avait un domaine réservé : celui de l'utilisation de l'électricité sans complication.

C'est là un mythe que je me suis efforcé de dissiper dans le premier tome de la présente brochure en exposant notamment, pour des blocks automatiques plus ou moins perfectionnés, des solutions 2 et 3 rails. On s'aperçoit que la complexité du câblage ne dépend pas du système choisi « 2 rails » ou « 3 rails », mais uniquement du degré de perfectionnement électrique atteint.

On peut affirmer que, lorsque les automatismes sont poussés assez loin, par exemple dans les itinéraires, voies banalisées ou commandes centralisées, le câblage « 2 rails » devient plus simple et plus économique que le câblage « 3 rails », par suite des contacts et accessoires très nombreux supplémentaires pour l'alimentation du « 3 rails » alors que les diodes nécessaires pour le système « 2 rails » ne varient plus en nombre à partir d'un certain degré de perfectionnement ; et ces diodes sont maintenant d'un prix très modique (3 F pour une diode 1 A-30 V).

Ainsi les exposés qui vont suivre seront principalement consacrés au système « 2 rails », mais en réalité ils sont facilement transposables pour le système « 3 rails » en songeant à tronçonner le rail central aussi souvent que le rail signalisation et à affecter à ces différents tronçons des contacts appropriés des relais de block et éventuellement de commande centralisée, ces contacts étant très généralement

identiques à ceux employés pour le rail « traction-signalisation » des schémas « 2 rails ». Un exemple de transposition sera donné pour le block automatique.

#### 5) Domaine des automatismes :

Il est normal de chercher à rendre le fonctionnement du réseau modèle le plus conforme possible à celui d'un réseau réel perfectionné et par là même à intégrer les automatismes existants, notamment dans la protection des aiguillages, les gares, la signalisation, etc.

Par ailleurs il peut être séduisant de chercher à remplacer les hommes placés dans les locomotives réelles, soit en rendant leurs fonctions totalement automatiques, soit en transposant leurs actions manuelles sur un pupitre de commande central en conservant la liaison avec un train déterminé (voir chapitre sur la commande centralisée).

Le domaine des automatismes en modélisme ferroviaire est donc très vaste, bien que placer des automatismes dans un réseau ne signifie pas du tout réaliser un réseau-automate où aucune initiative n'est laissée à l'opérateur.

Le présent tome a pour objet de présenter les procédés connus les plus perfectionnés à l'heure actuelle, pour approcher tout ce qui se passe dans la marche d'un train ou le fonctionnement d'une gare.

Les schémas ainsi réalisés pourront quelquefois effrayer les néophytes et bien entendu il n'est pas souhaitable d'essayer de réaliser du premier coup le schéma le plus complet, ce serait aller au-devant de déboires dus à l'inexpérience. J'insiste une fois de plus sur les facteurs compétence et prix qui, quelquefois, rebutent à priori les modélistes insuffisamment initiés.

#### Compétence.

a) Les schémas purement électromagnétiques mettant en œuvre uniquement des transformateurs, des redresseurs, des résistances, des relais et des contacts, etc., font appel à des principes très simples et sont à la portée de tout amateur n'ayant aucune connaissance spéciale en électricité. Il suffit de suivre la circulation du courant depuis la source, à travers les contacts, les accessoires, la voie, etc., jusqu'au retour à la source. Il faut bien sûr de la patience et de l'ordre, mais pas de diplôme.

b) Les schémas mixtes, électromagnétiques et électroniques, utilisés notamment pour la détection de voie, mettant en œuvre des transformateurs, redresseurs, relais et en plus des transistors, font appel également à des principes simples. Il suffit de suivre la circulation du courant comme ci-dessus et de connaître le fonctionnement de base d'un transistor, ce qui est très simple. Ces schémas ne doivent donc pas non plus être considérés comme des épouvantails par les modélistes « non électriciens ».

c) Les schémas purement électroniques, utilisés notamment pour la constitution des sources de courant traction, mettant en œuvre des transistors en grand nombre, associés à des condensateurs et des résistances de valeur très précise, sont plus difficiles à suivre. Mais cela a peu d'importance ; car les modélistes amateurs construiront rarement de tels ensembles électroniques. L'industrie modéliste propose d'ailleurs de telles sources de traction à régulation électronique dont les caractéristiques sont très intéressantes grâce au réalisme du fonctionnement qu'elles peuvent procurer (voir chapitre sur les STARE).

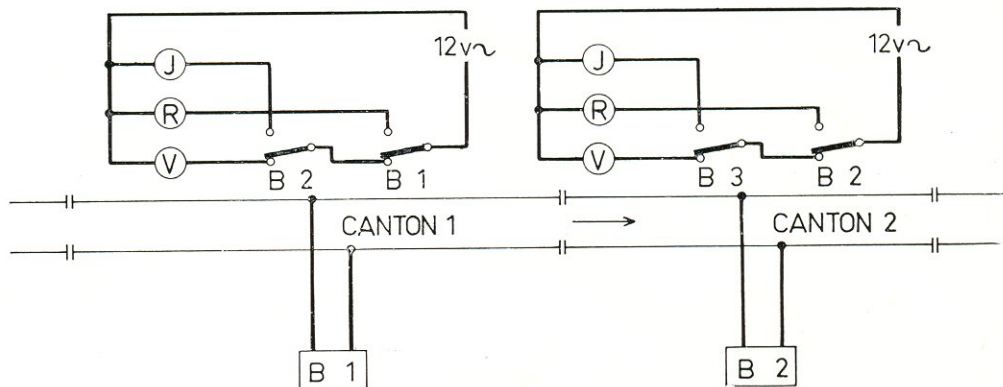
#### Prix :

Les matériaux utilisés pour les automatismes sont peu onéreux : relais,

Fig. 6

Schéma de câblage "allégé" avec les contacts de relais disposés à leur emplacement fonctionnel.

(Le raccordement des relais B 1 et B 2 à la voie est symbolique).





résistances, condensateurs, diodes, transistors. Grâce aux progrès et à l'immense diffusion des composants électroniques, ceux-ci sont d'un prix très abordable pour le modéliste : relais 4 inverseurs 3 à 4 F ; diode « traction » 3 F ; diode « détection » 1 F ; transistor 3 à 4 F, etc.

Ces prix permettent d'envisager des développements très importants pour une somme modique, en tout état de cause bien inférieure à l'acquisition d'une seule belle locomotive.

## 6) Graphisme des schémas :

Les automatismes sont représentés sur le papier par des schémas électriques où chaque élément figure sous forme conventionnelle. Le tableau de la figure 5 donne les illustrations correspondantes.

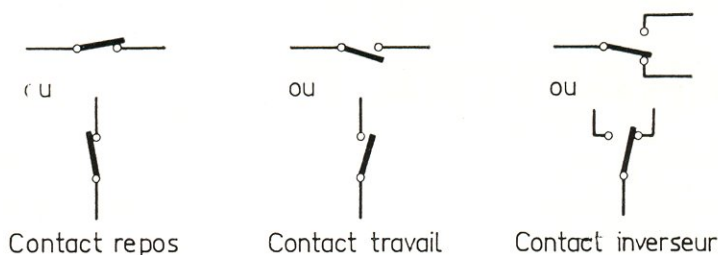
Les schémas peuvent être du type « à contacts superposés » ou du type « à contacts fonctionnels » et j'insiste à nouveau sur la comparaison des deux systèmes, car c'est une notion très importante pour la compréhension des schémas.

Dans le premier type de schémas les contacts des relais sont disposés sous les rectangles représentant les bobinages des relais respectifs. Ce système reproduit bien l'empilage effectif des contacts correspondant à un même relais, mais présente deux inconvénients majeurs :

- Le nombre de traits sur le schéma est très important, car un relais déterminé peut comporter de nombreux contacts avec des fonctions très diverses et réparties un peu partout dans le schéma.

- L'ordre des contacts sous le bobinage d'un relais sur le schéma ne correspondra pas forcément à l'ordre réel sur le relais lui-même, car le câblage ne s'effectue pas pour un relais complet contact après contact d'un même relais, mais pour un circuit com-

### RELAIS NON EXCITE :



### RELAIS EXCITE :



Fig. 7

plet contact après contact de relais différents, sans qu'on puisse connaître à l'avance l'ordre de câblage, et il peut être gênant, pour les opérations de soudure, de laisser des places vides dans la succession des lames pour y revenir par la suite.

Dans le deuxième type de schémas les contacts des relais sont à leur emplacement fonctionnel, c'est-à-dire à l'endroit du schéma où on a besoin d'eux, avec le minimum de traits, de croisement de fils, etc., le repère du relais de commande est placé à côté du contact. Pour connaître le nombre total des contacts d'un relais il faut, bien sûr, « piocher » à travers le ou les schémas, mais cette méthode apporte de gros avantages, avec un peu d'habitude : clarté du schéma due à

une filerie moins importante, meilleure compréhension, facilité de câblage, possibilité de fractionner les schémas en plusieurs parties indépendantes sur le plan fonctionnel (par exemple traction et signalisation) et contenant tous des contacts de mêmes relais. (Fig. 6.)

Compte tenu de ces avantages, cette méthode de représentation des schémas sera donc utilisée exclusivement dans le présent tome.

Pour bien comprendre le fonctionnement d'un relais et l'action des différents contacts, il y a lieu de bien noter la position des lames de contact suivant l'excitation ou la non-excitation du relais (fig. 7). Sauf indication contraire, les schémas seront toujours représentés avec les relais non excités.



# CHAPITRE II

## Relais de voie et blocks automatiques

Le chapitre sur le block automatique a été assez approfondi dans le tome 1 ; cependant, depuis sa parution, des nouveautés se sont fait jour grâce notamment à l'électronique, et des détections plus sensibles sont maintenant possibles.

Par ailleurs il a paru intéressant de présenter un résumé des systèmes permettant d'obtenir un block automatique efficace ; seuls seront présentés les systèmes à circuit de voie, c'est-à-dire comportant un circuit électrique de détection qui alimente le relais de fonctionnement du block automatique (relais de voie) et qui se referme par les rails à travers le moteur de la locomotive et les essieux des wagons, ces derniers étant soit graphités, soit équipés de résistance suivant les systèmes.

Les blocks automatiques sans circuit de voie et fonctionnant avec des crocodiles ou pédales, ont été présentés dans le tome 1 et ne seront pas rappelés.

On distinguera les circuits de voie classiques, c'est-à-dire ne faisant pas appel à l'électronique et les circuits de voie électroniques, comportant en particulier des transistors.

Afin d'éviter toute confusion, je m'efforcerai d'adopter systématiquement ces termes ci-dessous :

**Circuit traction :** Circuit conduisant le courant traction de la source de traction à travers divers contacts de relais, résistances, diodes, jusqu'à la voie, puis à travers la locomotive et les wagons, et enfin revenant à la source traction ; ce courant sert à entraîner le moteur des locomotives.

**Circuit détection :** Circuit conduisant le courant de détection depuis la source de détection, à travers divers contacts de relais ou diodes, jusqu'à la voie, puis à travers la locomotive et les wagons et enfin revenant à la source de détection. Ce courant sert à détecter la présence sur la voie d'une locomotive ou d'un wagon.

**Circuit signalisation :** Circuit conduisant le courant de signalisation depuis

la source signalisation à travers divers contacts de relais, jusqu'aux lampes des signaux lumineux placés sur la voie.

Les circuits traction et détection peuvent avoir des tronçons communs, tandis que le circuit signalisation est totalement indépendant des deux premiers, même s'il utilise des contacts des mêmes relais.

### 1) CIRCUITS DE VOIE CLASSIQUES.

Je n'insisterai pas sur le fonctionnement de ces circuits, qui a été décrit en détail dans le tome 1, mais sur leurs performances afin d'en effectuer la comparaison avec celles des circuits de voie électroniques.

#### a) Schémas de base :

Le block 3 rails est indiqué car il intéresse encore un certain nombre de modélistes et ceux-ci pourront transposer d'autres schémas « 2 rails » donnés ultérieurement, en « 3 rails », en s'inspirant des différences avec le schéma de base « 2 rails ». La sécurité est totale, un essieu métallique

quelconque provoquant l'allumage d'un feu rouge et l'arrêt du train suivant.

Les relais de voie B sont des relais ordinaires bon marché, néanmoins si on désire placer un condensateur à leurs bornes pour les retarder à la retombée et éviter le clignotement des feux de signalisation, ces relais devront avoir une résistance minimum de 1 500 ohms (condensateur efficace 100  $\mu$  F 30 V).

La traction a été représentée en courant continu, mais la traction en courant alternatif est également possible en supprimant simplement le redresseur traction et en utilisant bien entendu des engins de traction adéquats.

Les circuits « traction » et « détection » ne sont confondus que dans le rail et le retour « communs ». (Fig. 8.)

Le block 2 rails comporte un principe fondamental qui est le mélange à un endroit du circuit d'alimentation, avant l'injection sur la voie, des courants « traction » et « détection ».

Ces courants restent superposés à travers les véhicules placés sur les

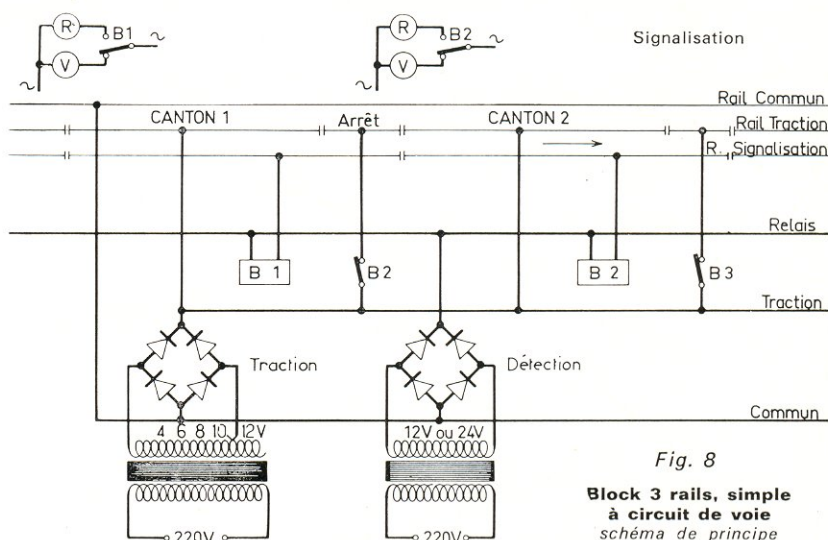


Fig. 8

Block 3 rails, simple  
à circuit de voie  
schéma de principe



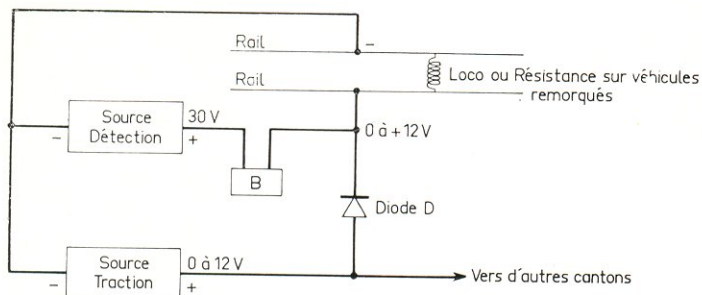


Fig. 9

Principe  
de détection  
2 rails

rails et retournent ensemble à leur source respective. (Fig. 9.)

La diode D empêche le courant de détection de circuler à travers le relais B des autres cantons, mais au contraire elle rend le relais spécifique d'un canton déterminé. D'où le nom de « cellule antiretour » donné généralement à ce système.

La source détection est assez élevée pour donner au relais une différence de potentiel suffisante, même si le rail de sectionnement est à la tension maximum du courant traction :  $+12\text{ V}$  ( $30\text{ V} - 12\text{ V} = 18\text{ V}$ ).

Le schéma équivalent au système 3 rails vu précédemment est celui de la figure 10.

La sécurité est totale, une locomotive ou un wagon équipé d'une résistance provoque l'allumage d'un feu rouge et l'arrêt du train suivant.

La valeur maximum de la résistance assurant une détection franche est de  $400\ \Omega$ , ce qui limite le nombre de wagons ainsi équipés pour éviter un courant traction trop important.

La mise en place de ces résistances dans les wagons pose quelquefois des problèmes délicats (frotteurs sur les essieux, etc.).

Les relais de voie B doivent avoir une résistance relativement élevée ( $1500\ \Omega$  minimum), ce qui est tout à fait compatible avec la mise en place d'un condensateur de  $100\ \mu\text{F}$  à leurs bornes pour les retarder à la retombée et éviter le clignotement des feux de signalisation.

La traction ne peut s'effectuer qu'en courant continu.

Les caractéristiques des diodes ont été indiquées sur le schéma (intensité directe et tension inverse). On peut soit utiliser des diodes modernes au silicium, soit des valves au sélénium très robustes, mais plus encombrantes.

#### b) Perfectionnement traditionnel.

Parmi de nombreux schémas de blocks, comportant des caractéristiques

variées (ralentissement, dédoublement des sources traction, inversion de marche, block à mémoire, etc.), qui ont été publiés dans le tome 1, je rappellerai un exemple qui illustre bien, non ce qu'on peut faire de mieux en la matière, mais un dispositif assez classique obtenu sans relais supplémentaires. (Fig. 11.)

Je noterai au passage que :

- L'inversion de marche est placée au niveau du canton, à l'aval des contacts de block, ce qui est la formule la plus simple ;
- Le ralentissement et le départ au ralenti sont effectifs.
- Les 3 feux de signalisation sont fonctionnels.
- Les sources traction et détection n'ont pas été représentées, mais sont identiques à celles figurées sur le schéma de base.

Les modélistes ont ainsi à leur disposition un block comportant des per-

formances très valables et mettant en jeu uniquement des phénomènes électromagnétiques faciles à comprendre et à appliquer.

## 2) CIRCUITS DE VOIE ELECTRONIQUES

Ces circuits connaissent actuellement un gros succès, car ils permettent une sensibilité de détection nettement supérieure aux circuits de voie classiques ; certains procédés présentent par ailleurs l'intérêt de ne pas être polarisés, c'est-à-dire de fonctionner dans les deux sens de marche sans contacts spéciaux d'inversion ; d'autres peuvent convenir pour une traction en courant alternatif, voire en haute fréquence.

Le nombre de systèmes connus, publiés, ou même inconnus est très grand et ira certainement en augmentant encore dans les prochaines années ; en même temps les applications commerciales s'affirmeront et se compléteront car elles sont actuellement assez rudimentaires.

Mon but n'est donc pas d'épuiser le sujet, mais d'exposer les procédés les plus courants, ayant fait leurs preuves.

### a) La détection-diode.

#### Schéma de base :

Ce procédé, le plus ancien et le plus répandu actuellement sur le plan électronique, consiste à détecter la chute de tension entre l'entrée et la sortie d'une diode placée en série sur le circuit traction et à l'amplifier par un transistor afin d'alimenter un relais

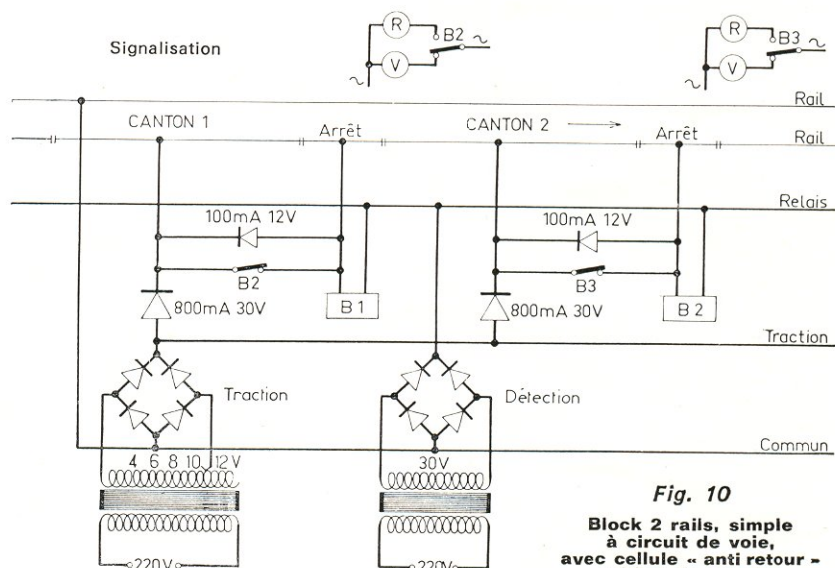


Fig. 10

Block 2 rails, simple  
à circuit de voie,  
avec cellule « anti retour »  
schéma de principe



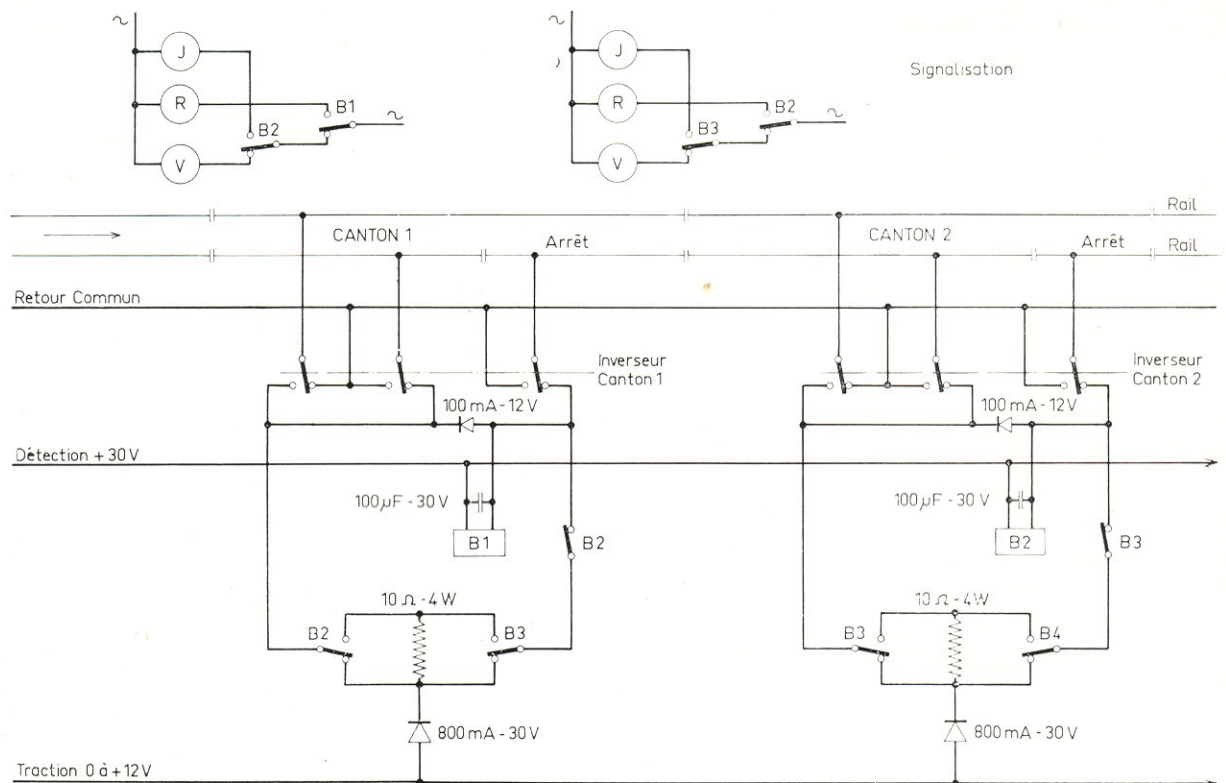


Fig. 11

Block « 2 rails » 3 feux, ralentissement, départ au ralenti et marche arrière

ou de produire une commutation électrique.

Ce système a été mis au point par des modélistes américains, mais de nombreux amateurs ont également creusé le problème en France, depuis plusieurs années, notamment MM. Bourse et Hirel.

Ce schéma, particulièrement simple, permet en même temps de comprendre le fonctionnement de principe d'un transistor. (Fig. 12.)

Un transistor se compose de trois éléments, correspondant chacun à une borne ou à un fil de sortie : émetteur, base et collecteur. Lorsqu'un courant très faible traverse le transistor de l'émetteur vers la base, un courant beaucoup plus fort passe de l'émetteur vers le collecteur. Il est indispensable de bien comprendre ce phénomène pour utiliser les transistors en électronique, mais il n'est pas nécessaire d'en savoir plus, bien que les considérations savantes sur les propriétés des semi-conducteurs et sur les voyages des électrons soient très intéressantes sur le plan théorique ; de nombreux ouvrages de base ou de vulgarisation existent sur le sujet et je ne saurais trop encourager les amateurs

à les consulter et à accroître leurs connaissances en électronique.

Ainsi dans le montage proposé, le circuit traction traverse la diode, mais la résistance interne de cette diode, bien que faible, crée un courant dérivé

de très faible intensité à travers l'émetteur et la base du transistor. Ce courant de détection permet le passage d'un courant beaucoup plus important entre l'émetteur et le collecteur, suffisant pour exciter le relais de voie.

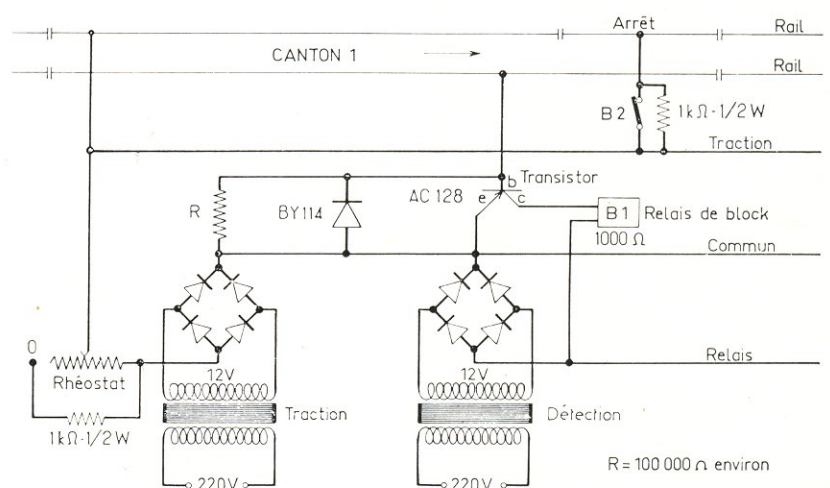


Fig. 12

Détection-diode avec amplification par transistor



Les performances sont intéressantes (une résistance de 10 000  $\Omega$  dans un wagon, ou un graphitage des essieux est suffisant pour faire coller le relais de voie) et les éléments à mettre en œuvre sont assez économiques. Mais le circuit de voie n'est pas indépendant du circuit traction. Il y a lieu de maintenir dans la voie un courant de détection, bien entendu insuffisant pour permettre au moteur d'une locomotive de tourner, mais suffisant pour débloquent le transistor. Il y a lieu en conséquence de shunter par une résistance d'un millier d' $\Omega$  environ tout contact de relais ou tout interrupteur manuel placé en série sur le circuit traction et c'est là un inconvénient assez important, notamment dans le cas d'itinéraire ou de commande centralisée. En effet ces dispositifs, fort intéressants par ailleurs, comportent de nombreux contacts sur le courant traction et les résistances-shunts constituent, indépendamment de l'incidence onéreuse de leur mise en place, une gêne pour les mesures de tension ou de court-circuit, lors des recherches d'incident de fonctionnement, toujours à prévoir.

#### Perfectionnement.

Le schéma de base peut être aménagé afin de permettre une utilisation pour les deux sens de marche en traction courant alternatif, ou même pour une marche en courant redressé per-

manent sur la voie, avec H F superposée pour la télécommande. (Fig. 13.)

Les condensateurs de 10  $\mu$ F assurent un certain retard à la retombée des relais et cette temporisation est intéressante pour éviter le clignotement des feux. La traction a été représentée en alternatif, mais le schéma est facilement adaptable en courant redressé avec ou sans H F.

L'inversion de marche est très commode en courant redressé, car elle peut se faire au niveau de la source, sans inverseur au niveau du canton.

Ce type de circuit de voie convient fort bien à la commande H F, où le courant est maintenu en permanence sur la voie et où il n'y a plus de problème de shuntage de contacts en série sur le circuit traction.

#### b) Le DOV :

Le DOV ou Détecteur d'Occupation de Voie est dû au modéliste Yves Mercier et possède des caractéristiques très particulières, dignes d'intérêt. \*

#### Fonctionnement électronique

Ce détecteur est constitué par une cellule-pilote et par un circuit d'amplification. La cellule-pilote, dont l'auteur ne tient pas à révéler la teneur précise des composants, protégée par un brevet, et qui ne pourrait pas de toute façon être réalisée par un modé-

liste moyen, constitue, associée à un transistor, un générateur de courant alternatif de fréquence ultrasonique (environ 75 kHz). Cette cellule comporte 6 bornes de sortie (1 et 2 détection, 3 et 5 alimentation, 4 et 6 amplification) et un ensemble magnétique à 3 enroulements.

Le courant ultrasonique est émis lorsqu'aucune charge n'est appliquée aux bornes 1 et 2. Le circuit de voie correspondant, indépendant du courant de traction, est relié à la voie par l'intermédiaire de condensateurs et se trouve sensible soit à une résistance (environ 5 000  $\Omega$ ) pouvant être obtenue par graphitage des essieux, soit à un condensateur miniature (environ 2 200 picofarads), pouvant être logé entre les roues d'un essieu.

L'émission de courant ultrasonique entraîne l'excitation d'un relais et réciproquement la détection d'un véhicule sur la voie provoque l'arrêt de l'oscillation de la cellule-pilote et entraîne la retombée du relais de voie. Le circuit « détection » et le circuit « relais » sont séparés dans la cellule-pilote par un micro-transformateur d'isolement (ensemble magnétique ci-dessus) qui participe à la très grande fiabilité du système.

#### Insertion dans un réseau.

Le DOV a un régime de « commutation » ; il passe de l'état libre à l'état occupé d'un seul coup, dès que la

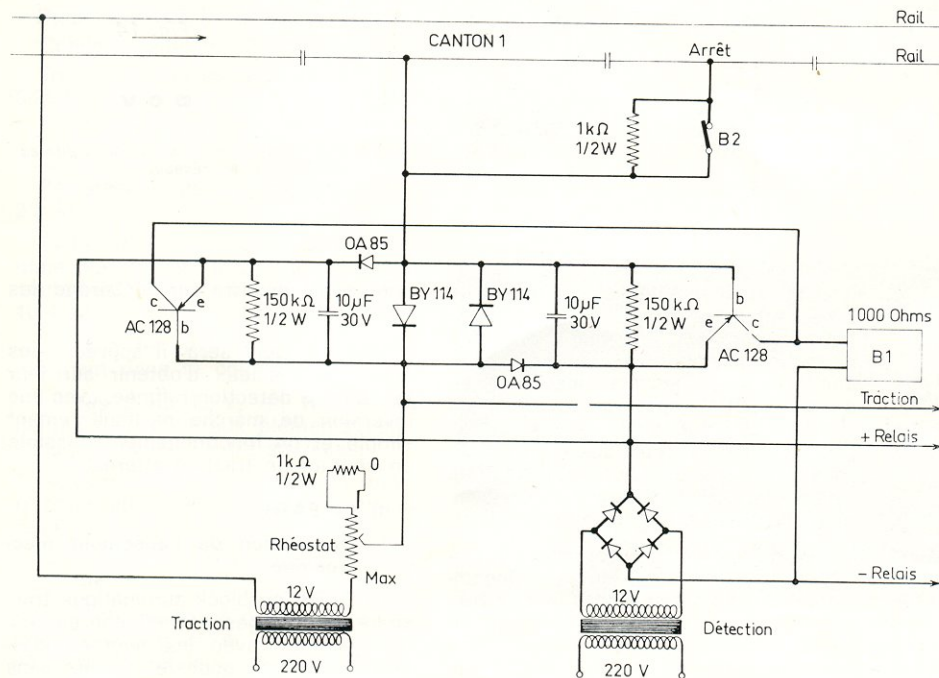


Fig. 13

Block à détection-diode et amplification par transistors fonctionnant dans les deux sens (traction en courant alternatif ou continu avec télécommande HF).

\* NDLR. Monsieur Yves Mercier, électronicien et modéliste confirmé, est l'auteur de nombreux articles sur différentes applications de l'électronique au réseau modèle, publiés dans Loco-Revue.



résistance sur la voie atteint une valeur déterminée, ce qui évite tout échauffement anormal du transistor, et assure au DOV une sûreté de fonctionnement exceptionnelle.

Le fonctionnement électronique est indépendant du courant traction ; ce fait important permet une traction en courant continu ou en courant alternatif et par ailleurs affranchit la détection de l'inversion de marche : on peut placer, comme sur le schéma joint, l'inverseur près de la source de traction sans qu'il soit besoin de prévoir des contacts d'inversion à chaque canton. Le relais de block automatique est excité pour la voie libre, ce qui procure un effet réaliste de bon aloi vis-à-vis des dispositions de la SNCF.

Afin d'empêcher le courant ultrasonique, émis par une cellule d'un canton, d'agir sur un autre canton, il y a lieu de placer une self de blocage (SB) entre le feeder traction et chaque canton. Cette self peut être constituée par un bobinage de 200 spires de fil cuivre émaillé de 5/10 mm, sans noyau (diamètre du bobinage 2 cm) ; sa résistance n'excède pas un ohm. On peut comparer la self à la diode des circuits de voie à courant continu. Les coupures dans le circuit commun traction-détection seront shuntées par des résistances de 270 ohms et l'ensemble cellule-relais-accessoires électroniques sera ramassé physiquement pour ne pas dissiper l'effet du courant ultrasonique. (Fig. 14.)

La faculté pour le DOV de détecter les véhicules équipés de condensateurs qui n'influencent pas les autres types de block (détecteur-diode, BATH, etc.), sensibles seulement à une résistance, permet d'envisager une sélection des véhicules, en équipant chaque canton ou certains cantons privilégiés (gare, etc.), des deux types de block simultanément ; il n'y a pas incompatibilité.

Les caractéristiques séduisantes du DOV n'éliminent cependant pas certains inconvénients :

— Le prix de revient est assez élevé (environ 45 F sans le relais).

— La cellule-pilote non réalisable par le modéliste et non industrialisée peut poser des problèmes de réapprovisionnement dans le temps.

— Les ensembles cellules-relais pourront être groupés, par exemple, avec les autres relais du réseau, et placés de ce fait assez loin du plateau de roulement, mais dans ce cas les fils de liaison aux rails (canton principal et section arrêt) devront être jumelés en torsade avec un fil relié à la masse, si leur longueur excède

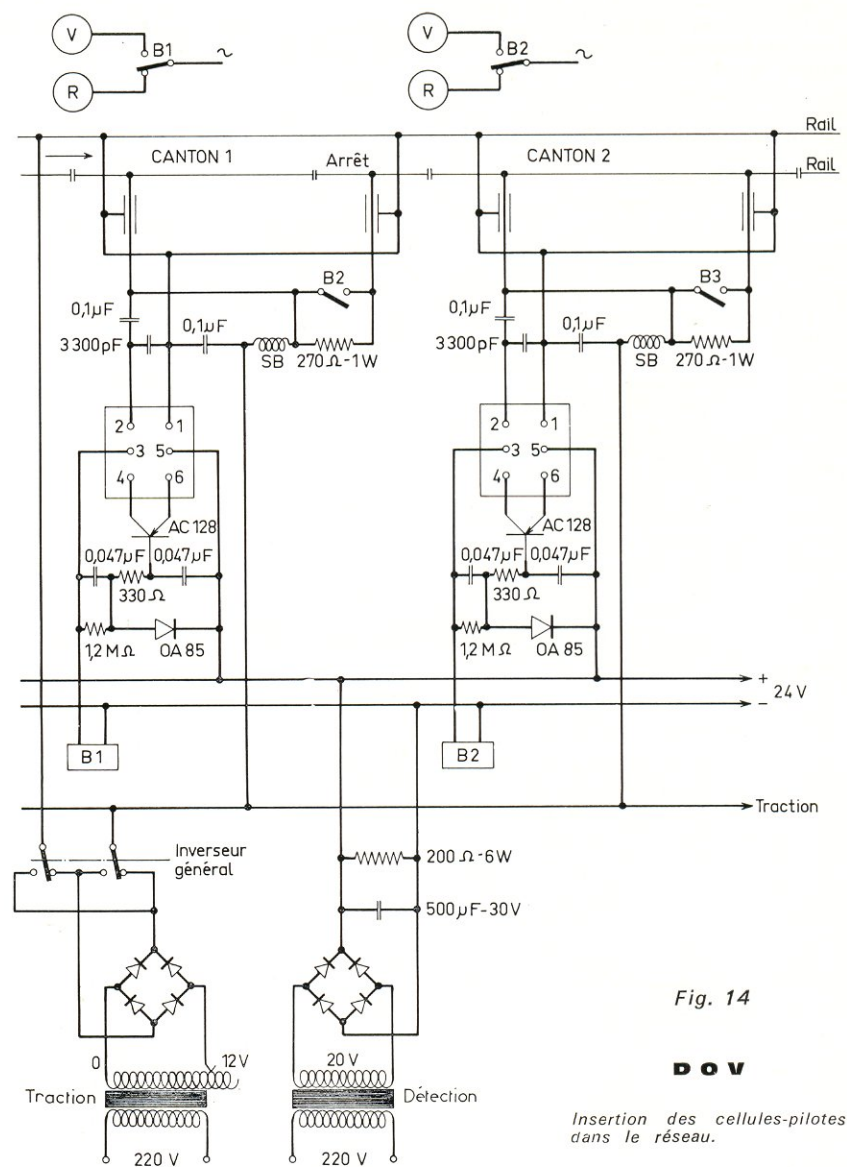


Fig. 14

**DOV**

Insertion des cellules-pilotes dans le réseau.

0,50 m, ainsi que je l'ai figuré sur le schéma ; un fil blindé (blindage à la masse) convient fort bien. On évite ainsi une dissipation de l'énergie ultrasonique et on permet une mise au point du DOV, après installation, en réalisant un prèshuntage fixe du canton par un condensateur placé entre les rails (faire essais pour déterminer la valeur du condensateur donnant la meilleure sensibilité de détection).

— L'utilisation de courant ultrasonique pour la détection, rend incompatible le DOV, sauf complications très onéreuses, avec l'emploi de haute ou basse fréquences, notamment pour l'éclairage des locomotives et des wa-

gons (voir chapitre sur l'éclairage des trains, tome III).

Ainsi, le DOV sera-t-il apprécié des amateurs soucieux d'obtenir sur leur réseau une détection raffinée, avec une inversion de marche particulièrement simple et un fonctionnement possible en courant de traction alternatif.

#### c) Le BATH.

##### 1) Description de l'ensemble électronique.

Le BATH, ou block automatique transistorisé homogène, fonctionne en courant continu, avec les sources classiques prévues pour le réseau, sans



superposition de courant alternatif (signal HF par exemple), ni adjonction d'organe complémentaire au block (selfs, condensateurs, etc.). Le BATH fonctionne en présence ou absence de courant traction dont il est totalement indépendant.

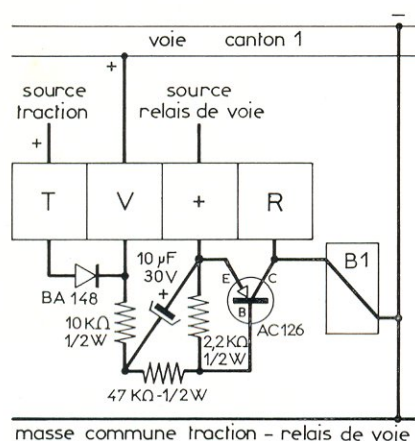


Fig. 15 **BATH**  
Schéma de base

— Les différents éléments sont réunis à une barrette de connexion, d'utilisation courante, ce qui offre deux avantages : fixation facile et raccordement commode au réseau (fig. 15). Pour fixer tout de suite les idées, ces éléments électroniques coûtent :

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Transistor AC 126 .....        | 3,00 F |
| Diode BA 148 (1 A - 300 V) ..  | 3,00 F |
| Condensateur (10 µF - 30 V) .. | 1,25 F |
| Trois résistances 1/2 W à      |        |
| 0,25 F .....                   | 0,75 F |
|                                | <hr/>  |
|                                | 8,00 F |

Résistances de 47 kΩ, 10 kΩ et 2,2 kΩ.

— Le prix de revient est donc minime. Par canton, il y a lieu d'ajouter seulement le prix du relais (environ 10 francs).

— Tous les éléments se trouvent aisément dans le commerce.

— Les plots T, V, +, R sont connectés d'un côté aux éléments semi-conducteurs, de l'autre au réseau.

— La masse est commune au retour traction, au - 30 V et à la sortie du relais.

— Le plot R correspond à l'entrée du relais.

— Si on réunit V à cette masse avec une résistance de 0 (court-circuit) à 100 kΩ, le relais colle franchement.

L'intensité de passage entre V et masse est de 0,2 mA. Le relais colle pour une intensité plus basse encore (jusqu'à  $I = 40 \mu A$ ).

— La résistance la plus favorable pour le relais est 2 000 Ω.

— Si on réunit T à la masse, le relais ne colle pas (diode au silicium avec une intensité inverse  $< 40 \mu A$  sous 30 V).

— Attention ! le transistor chauffe si le relais a une trop petite résistance et il claque si l'on court-circuite R et la masse.

— Le block est compatible :

— avec toutes les solutions HF (détection D O V, éclairage, etc.) ;

— avec le block à cellule facilement juxtaposable ou transposable.

## 2) Fonctionnement du BATH.

Le principe du BATH est celui du transistor classique (montage dit à émetteur commun). Le courant de détection part du plot + (+ 30 V), traverse successivement le transistor (émetteur et base), les résistances de 47 kΩ et 10 kΩ, et va au plot V où il retrouve le courant traction. Il parcourt ensuite la voie (après passage éventuel dans des contacts d'inversion, indispensables de toute façon pour la traction) et revient à la masse.

Le passage d'un courant très faible (0,2 mA pour une résistance de voie de 100 kΩ) entre émetteur et base, débloque le transistor et engendre un courant beaucoup plus fort (environ 20 mA) entre émetteur et collecteur, permettant d'exciter sans problème un relais standard de 2 000 ohms sous 24 volts.

Bien entendu, cette résistance de voie peut être soit nulle (court-circuit), soit celle d'une loco (environ 50 Ω), soit celle d'un doigt mouillé (sans intérêt autre que celui de montrer la sensibilité du système aux invités), soit celle d'un wagon muni de roues avec peinture résistante. Les essieux Rivarossi à isolement dans l'axe conviennent parfaitement à ce traitement, car le mélange résistant peut être appliqué en une goutte à l'intérieur, à la liaison axe-roue, sans toucher aux bandes de roulement. La marge de sensibilité est telle qu'une erreur de dosage n'a aucune importance (5 000 à 50 000 ohms).

Le Blindotub KF, produit pulvérisable vendu en bombe chez les spécialistes radio, contient du graphite en suspension ; une goutte ou deux sur l'essieu (côté intérieur, au niveau de l'isolement) permet d'appliquer une résistance de plusieurs milliers d'ohms avec grande facilité et rapidité.

On constate que le courant traction ne joue aucun rôle dans le fonctionnement du BATH, il y a lieu seulement d'éviter la fuite du courant de détection vers les cantons voisins à travers la diode entre T et V, à cet effet il est impératif de choisir une diode au silicium laissant passer un courant inverse extrêmement faible. La BA 148 a une intensité inverse de 0,2 mA sous 300 V, et à peu près de 0,04 mA sous 30 V, et de ce fait ne laisse pas passer le courant de détection vers les autres cantons. Elle est par ailleurs très économique (1 A en intensité directe, 3,00 F). On voit les progrès par rapport aux plaques au sélénium !

Le condensateur de 10 µF permet d'obtenir une temporisation d'environ une demi-seconde, suffisante pour éviter la retombée du relais en cas de



Une partie des cellules BATH qui assurent la sécurité sur le réseau de l'auteur.

Cliché Loco-Revue



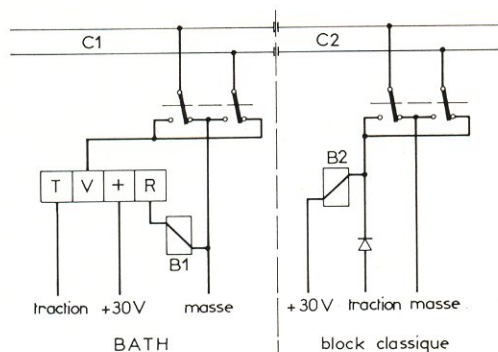


Fig. 16

Transposition du block à cellule classique vers le BATH.

mauvais contact du matériel roulant sur la voie, ce qui reste actuellement le cauchemar du modéliste. A ce sujet, la suppression des micro-arcs entre roue et rail au début de chaque canton est un des avantages des systèmes électroniques par rapport au block à cellule classique.

Les résistances de 2,2 et 47 k $\Omega$  permettent, par « contre-réaction », d'éviter que le relais soit soumis à une tension gênante lorsque la voie n'est pas occupée.

### 3) Transposition du block à cellule vers le BATH.

Les figures 16 et 17 montrent que les dispositifs des deux blocks sont assez voisins (à la détection électronique près) et que, de ce fait, on peut passer très facilement de l'un à l'autre et même avoir sur un réseau les deux systèmes à la fois. L'utilisation systématique de la barrette T, V, +, R est intéressante pour cette transposition et permet une « fabrication » en série.

La tension + 30 V a été indiquée pour faciliter la transposition du block à cellule vers le BATH, car ce dernier accepte une telle tension, mais si le BATH est mis en place du premier coup, on peut se contenter de 24 V, à condition que cette tension soit redressée et filtrée et que les relais aient un fonctionnement normal à cette tension. Dans la mesure du possible, la tension + 30 V est préférable, elle assure un collage plus net et plus franc des relais, sans chauffage anormal, compte tenu des chutes de tension. En tout état de cause, il est souhaitable de mettre en place une source (transformateur-redresseur) pour les relais de voie et une autre source pour les relais auxiliaires, de façon à maintenir une tension plus stable pour les relais de voie.

### d) Réalisations commerciales.

Divers constructeurs industriels se sont lancés dans l'utilisation du prin-

cipe de la détection-diode pour fabriquer des éléments standards de block automatique. Le principe recherché avant tout est d'éviter tout câblage à l'utilisateur, considéré à priori comme très médiocre électricien.

Ainsi, ces unités ne comportent pas de relais, ni de sortie vers un signal, mais forment un tout, compact, placé sur la voie.

Chez Jouef, le Monobloc (à deux feux) comporte deux diodes en série pour améliorer la sensibilité. Un premier transistor détecte toute circulation de courant dans les diodes, com-

mande le feu rouge et transmet l'information à un second transistor qui assure l'alimentation de la section d'arrêt au pied du signal, ainsi que l'éclairage du feu vert. La sensibilité est de 2 500 ohms. Le système est très simple, mais comporte des inconvénients assez sérieux :

— La tension des lampes des signaux étant identique à celle de la voie, leur éclairage n'est pas constant.

— Un véhicule isolé sur la section d'arrêt ne fait pas fonctionner le block du canton qu'il occupe.

— La marche arrière demande un câblage spécial non prévu.

Le monobloc permet la traction en continu ou en alternatif, avec télécommande HF, mais, dans ce cas, une locomotive arrêtée devant un feu rouge n'aura plus d'éclairage et les signaux seront nettement moins brillants, compte tenu de l'alimentation sur demi-alternance.

Chez Hornby, le principe du block électronique est original et permet l'installation simple pour le non-initié, d'un block efficace.

Il implique cependant certaines restrictions : sensibilité réduite à 200 ohms, vitesse invariable des trains, marche arrière impossible.

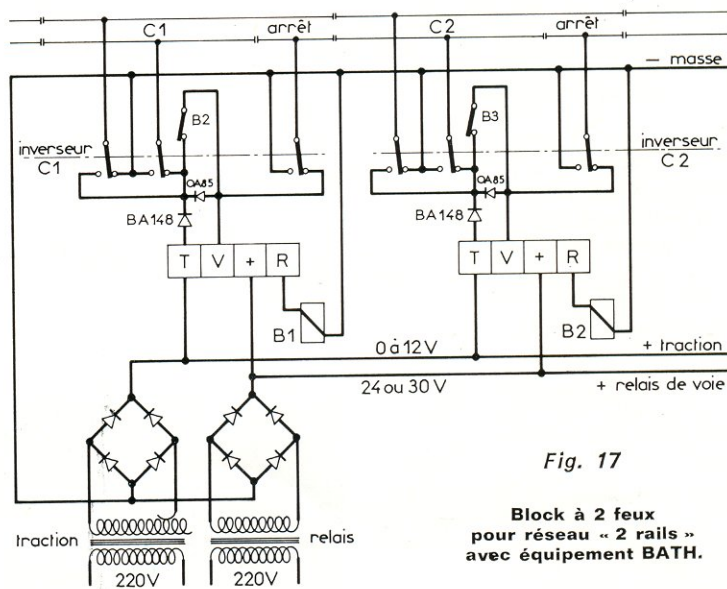


Fig. 17

Block à 2 feux pour réseau « 2 rails » avec équipement BATH.



# CHAPITRE III

## Protection des aiguillages

### 1° GÉNÉRALITÉS.

Une utilisation très rationnelle des automatismes réside dans les enclenchements des aiguilles. En effet, il est commode de commander à distance la position d'une aiguille depuis un tableau général, mais il est très utile d'éviter tout changement abusif de cette position, c'est-à-dire lorsqu'un train se trouve sur l'aiguille ou trop près de l'aiguille pour modifier sa marche.

On introduit ainsi la notion d'enclenchement, qui s'oppose aux fausses manœuvres manuelles. Nous laisserons de côté les enclenchements mécaniques et nous étudierons l'adaptation des enclenchements SNCF à des enclenchements électriques réalisables en modélisme.

— L'enclenchement de transit interdit la manœuvre d'une aiguille lorsqu'un train se trouve dans la zone d'aiguillage (zone de transit).

— L'enclenchement d'approche, suivant les normes SNCF, interdit la manœuvre d'une aiguille lorsqu'un train approche de l'avertissement du signal carré protégeant l'aiguille. Cette zone d'approche commence à l'origine du canton précédant le signal d'avertis-

sement et se termine au signal carré (voir fig. 18).

La zone d'approche comprendrait donc deux cantons si, comme c'est le cas généralement en modélisme, les signaux de block automatique coïncident avec les signaux de protection des aiguilles. On limitera donc, en fait, toujours en modélisme, la zone d'approche au canton précédant l'aiguille, tel que le montre la figure 19.

Comme à la SNCF, l'enclenchement d'approche doit être supprimé si la voie qui suit la zone d'approche est occupée, fermant ainsi le signal de protection de l'aiguille.

La détection de voie a été figurée avec le système deux rails classique à cellule, mais bien entendu les relais de voie peuvent être excités avec les détections électroniques vues précédemment et les schémas « traction » ne sont pas modifiés. J'attire l'attention une nouvelle fois sur l'intérêt de la commande des aiguilles par des relais, dont les caractéristiques électriques permettent de les laisser indéfiniment sous tension sans dommage (voir chapitre sur les aiguillages, tome 1). Les dimensions du bobinage obligent à placer le relais sous la table de roulement, et le mouvement est transmis aux lames de l'aiguille

depuis la palette mobile du relais, par une tige de bois ou d'acier (corde à piano), fig. 20.

Le contrôle de l'aiguillage ne nécessite alors qu'un seul fil de commande (au lieu de deux avec les solénoïdes) si on considère le fil de retour de courant comme commun à tous les relais. L'alimentation ou la coupure du relais (par un simple interrupteur à deux positions et à un seul contact à fermeture) donne les deux positions de l'aiguille ; les contacts auxiliaires (commutation de la pointe de cœur, signalisation, etc.) peuvent être fournis par les contacts du relais lui-même.

Afin de limiter le câblage au strict minimum, il est cependant préférable de placer sur le tableau de commande un bouton-flèche assurant la commande du relais et la signalisation sur le tableau synoptique des voies ou le tableau de contrôle optique lumineux tandis que le relais contrôle lui-même les contacts nécessaires aux voies (permutation de la pointe de cœur, coupure des rails pour arrêt automatique du trains, etc.).

Un seul fil de liaison est alors nécessaire pour toutes ces fonctions entre le tableau de commande et l'aiguille, pour alimenter le relais. Dans le cas où de nombreux aiguillages sont utilisés, c'est un avantage très appréciable, par rapport au système de commande par solénoïdes, si on exclut a priori le bricolage consistant à adapter des contacts auxiliaires sur la tige qui assure le mouvement des lames d'aiguille et se meut à l'intérieur des solénoïdes. Certains modèles du commerce (Fleischmann, Takara, Tenshodo) sont d'ailleurs équipés d'origine d'un jeu de contacts inverseurs solutionnant le problème.

### 2° AIGUILLAGE EN POINTE.

La disposition de l'aiguille en pointe permet de placer l'aiguille dans la fin d'un canton, et plus précisément dans la section d'arrêt de ce canton ; cette section doit être assez longue de façon à permettre l'arrêt automatique d'une locomotive sans qu'elle empiète sur les pattes de lièvre de l'aiguille. Les

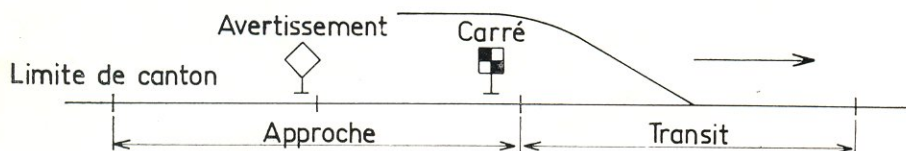


Fig. 18

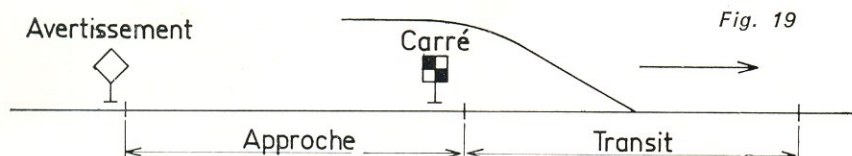


Fig. 19



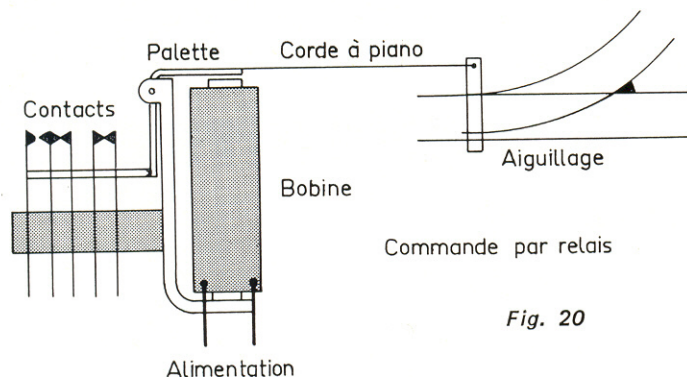


Fig. 20

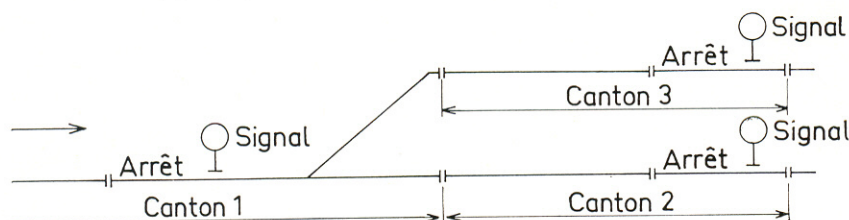


Fig. 21

zones d'approche et de transit sont ainsi identiques et confondues (voir fig. 21).

Les relais de voie (ou de block) pour les cantons 1, 2, 3 seront les relais B1, B2, B3.

#### a) Commande de l'aiguille par solénoïdes.

Si l'aiguille est commandée par des solénoïdes (moteurs d'aiguille) (voir chapitre sur les aiguillages, tome 1), un enclenchement sommaire de transit est simple à réaliser : il suffit de faire passer le fil retour des deux solénoïdes par un contact repos du relais B1.

Ainsi, lorsqu'un train est sur l'aiguille, le canton 1 est occupé, le relais B1 est excité et la manœuvre des boutons de commande ne produit aucun effet sur les solénoïdes, donc sur la position de l'aiguille (fig. 22).

Bien entendu, des contacts de fin de course actionnés par l'aiguille, comme nous l'avons vu, sont avantageux et donnent, en ce qui concerne l'enclenchement de transit, le schéma donné en figure 23.

Ce dispositif sommaire d'enclenchement de transit pourra sans doute satisfaire un certain nombre de modélistes, mais il ne respecte pas le réalisme technique ; en effet, il est nécessaire

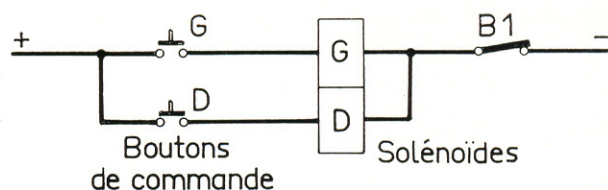


Fig. 22

de pouvoir manœuvrer l'aiguille de gauche à droite si le canton 3 est occupé et ainsi faire circuler un train du canton 1 vers le canton 2 (et inversement de droite à gauche si le canton 2 est occupé).

Comme nous l'avons vu, l'enclenchement d'approche doit être supprimé automatiquement si le signal protégeant l'aiguille est fermé. Ce signal est ici commandé par les relais B2 et B3. Il est nécessaire de faire intervenir ces relais dans le schéma d'enclenchement ainsi qu'un relais spécial d'enclenchement E et un relais d'aiguille A ; ce dernier relais, qui sert d'ailleurs pour l'alimentation traction des cantons et pour la signalisation, est excité par un contact auxiliaire du moteur d'aiguille (fig. 24).

On voit que, suivant la position de l'aiguille, l'excitation du relais B2 ou du relais B3 empêche l'excitation du relais E, même si le canton 1 est occupé. Le contact du relais E, placé sur le circuit de commande des solénoïdes, n'est pas ouvert et permet la

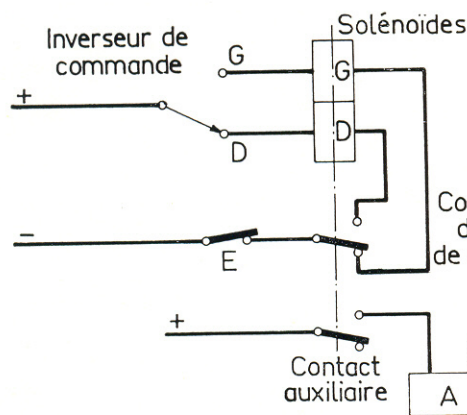


Fig. 24

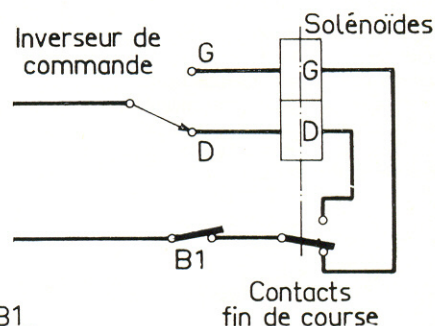


Fig. 23

commutation de l'aiguillage. Par contre, si le canton 1 est occupé sans que les cantons 2 et 3 le soient, l'aiguille est enclenchée ; de même, un train pénétrant du canton 1 dans le canton 2 (ou 3) ne détruit pas l'enclenchement car le relais E est auto-alimenté.

En variante : les contacts de fin de course peuvent être remplacés par un contact inverseur du relais A.



## b) Commande de l'aiguille à l'aide de condensateurs.

Le contact inverseur de fin de course et le contact travail pour la commande du relais A, placés sur l'axe de manœuvre des solénoïdes, sont souvent difficiles à mettre en œuvre. Certains constructeurs livrant les moteurs d'aiguille avec un inverseur, il est intéressant de réserver ce contact pour la commande du relais A et de remplacer les contacts fin de course par une injection momentanée de courant dans les bobines du moteur d'aiguille. On utilise, pour ce dispositif, des condensateurs disposés selon le principe montré en figure 25.

Pour une position de l'aiguille, un des deux condensateurs se charge ; lorsqu'on change la position de l'aiguille, le condensateur chargé se décharge dans le solénoïde correspondant, provoquant ainsi le flux magnétique momentané suffisant pour provoquer le déplacement du noyau du solénoïde et par suite le déplacement de la partie mobile de l'aiguille ; pendant ce temps, l'autre condensateur se charge et se trouve prêt pour la manœuvre inverse.

L'utilisation des condensateurs peut être retenue en dehors de toute considération d'enclenchement, car on élimine tout risque d'échauffement intempestif des bobinages, mais cette utilisation prend toute sa valeur avec les automatismes. Cependant, en cas de « dur » dans la transmission mécanique, le condensateur risque de se décharger avant d'avoir eu le temps de provoquer le déplacement de l'aiguille. Par ailleurs, la clé de commande doit comporter deux inverseurs.

Ces schémas n'ont été évoqués que pour tenir compte du fait que les « moteurs » d'aiguille du type électromagnétique à noyau plongeur sont à l'heure actuelle les plus répandus sur le marché ; mais un système à la fois plus sûr et plus économique consiste à utiliser directement des relais pour la commande des aiguilles, comme nous l'avons déjà vu ; l'intérêt du procédé est encore plus net avec la mise en œuvre d'automatismes.

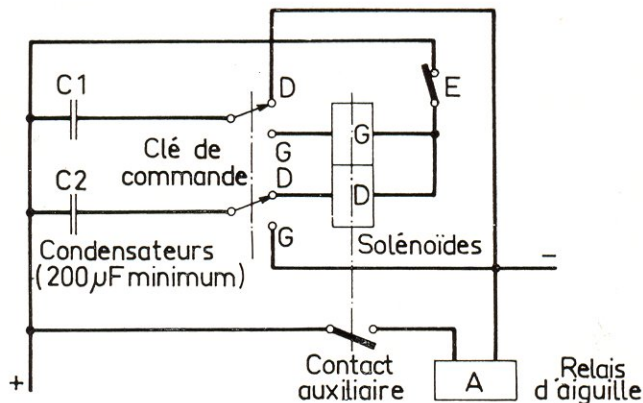


Fig. 25

Commande du moteur d'aiguille par condensateur.

## c) Commande de l'aiguille par relais.

Si l'aiguille est commandée par un relais (voir fig. 20), un enclenchement sommaire de transit peut également être réalisé ; l'excitation ou la non-excitation du relais de commande A est maintenue par l'occupation du canton 1 (fig. 26).

Comme pour la commande par solénoïdes, ce dispositif sommaire d'enclenchement de transit n'est pas conforme à la réalité ; l'enclenchement d'approche doit être supprimé si le signal protégeant l'aiguille est fermé. Il est nécessaire de faire intervenir alors dans le schéma d'enclenchement les relais B2 et B3, ainsi qu'un relais spécial d'enclenchement E, comme le montre le schéma comparatif (fig. 27).

Comme nous l'avons vu précédemment, les circuits d'alimentation et le fonctionnement du relais E d'enclenchement (voir fig. 27), sont les mêmes que dans le cas des solénoïdes ; mais le gros avantage est que le relais A sert à la fois pour la commande mécanique de l'aiguille et pour les contacts nécessaires au courant de traction, à la signalisation et aux enclenchements.

Dans la commande par solénoïdes, le matériel nécessaire était :

- Les solénoïdes avec contact à fin de course et contact auxiliaire (ou deux condensateurs).
- Les relais A et E.

Dans la commande par relais, les relais A et E suffisent ; l'économie est

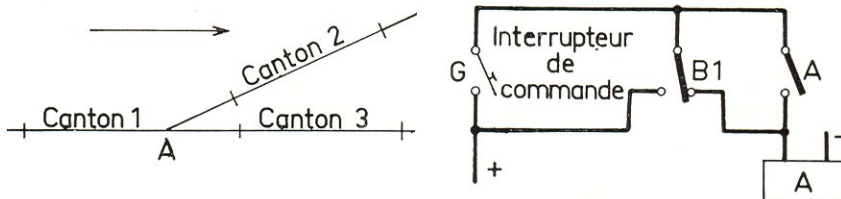


Fig. 26

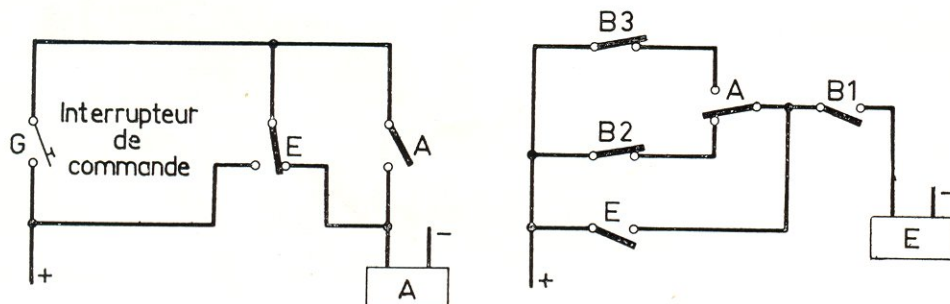


Fig. 27



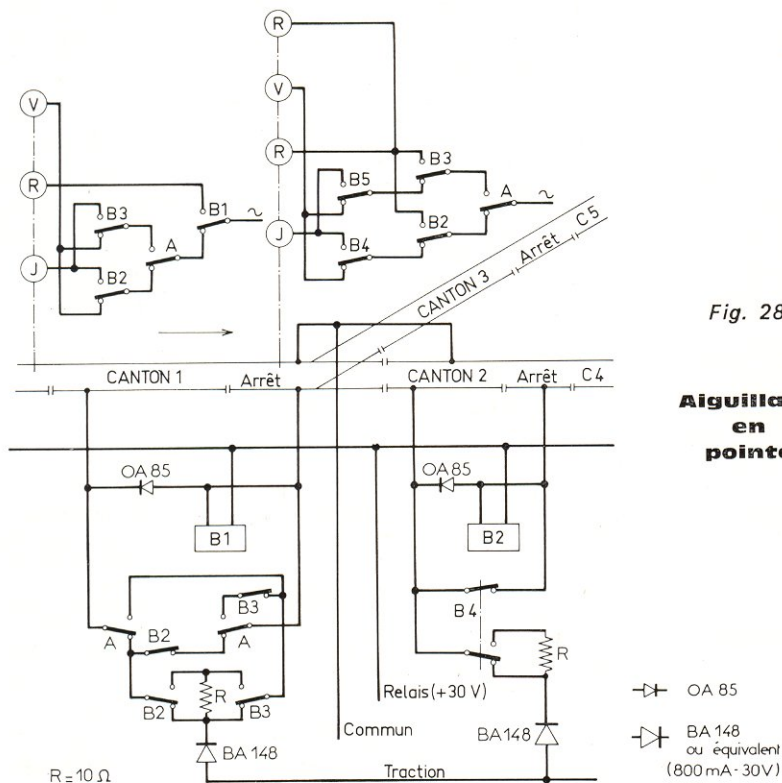


Fig. 28

### Aiguillage en pointe

donc importante. Par ailleurs, il n'y a aucun risque de griller un bobinage en cas de mauvais contact en fin de course.

Je donne ci-joint le schéma correspondant en ce qui concerne la traction et la signalisation dans une version « deux rails » avec block automatique assuré par cellule anti-retour, mais le principe en est valable avec d'autres systèmes de traction. (Fig. 28.)

Par simplification, l'alimentation traction du canton 3 n'a pas été représentée, mais sa réalisation ne présente aucune difficulté, par analogie avec le canton 2. On voit que, suivant la position de l'aiguille, c'est-à-dire de l'excitation du relais A (relais A excité pour aiguille en position déviée, c'est-à-dire vers la gauche), la continuité du block automatique est assurée du canton 1

vers le canton 2, ou du canton 1 vers le canton 3.

En ce qui concerne la signalisation, les feux de « ralentissement » et de « rappel de ralentissement » ont été remplacés par des feux d'avertissement (orange), ce qui se fait souvent à la SNCF (quelquefois associés avec un indicateur de direction), et qui, en modélisme, est plus réel, car les cantons sont rarement droits et le « ralentissement pour voie déviée » n'a qu'un sens imaginaire ; l'introduction sur le marché des aiguilles enroulées, très intéressantes, rend illusoire cette notion.

Par contre, il serait intéressant de distinguer les deux feux rouges de protection de l'aiguillage (signal carré) ; un seul doit être allumé pour le fonctionnement normal du block automatique pour la position correspondante

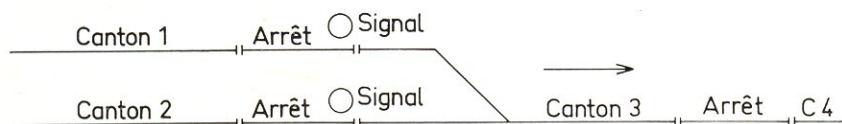


Fig. 29

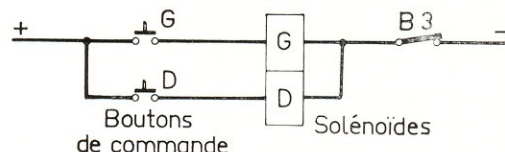


Fig. 30

de l'aiguille ; les deux doivent être allumés pour la protection impérative de l'aiguille. Pour un aiguillage en pointe, il est difficile en modélisme de différencier ces deux feux rouges, car le feu de carré ne sert que pour le contrôle impératif de l'aiguille (collage des lames, concordance de la position de l'aiguille avec sa commande, etc.). Pour un aiguillage en talon au contraire, nous verrons qu'une telle distinction est parfaitement réalisable.

### 3° AIGUILLAGE EN TALON

La disposition de l'aiguille en talon conduit à placer l'aiguille au début d'un canton, de façon à faire arrêter les trains dans les sections d'arrêt juste avant l'intersection des voies. Il est essentiel en effet que le franchissement d'un signal entraîne l'occupation du canton suivant et par suite la mise au feu rouge de ce signal.

En nous reportant à la figure 29 on voit que les zones d'approche (destinées à assurer l'enclenchement d'approche, comme nous l'avons vu) sont constituées par les cantons 1 et 2 ; la zone de transit (destinée à assurer l'enclenchement de transit) est constituée par le canton 3. Les relais de voie (ou de block automatique) des cantons 1, 2 et 3 seront respectivement les relais B1, B2 et B3.

#### a) Commande de l'aiguille par solénoïdes

Si l'aiguille est commandée par des solénoïdes, un enclenchement sommaire de transit est simple à réaliser : il suffit de faire passer le fil retour des bobines par un contact repos du relais B3. Ainsi, lorsqu'un train se trouve sur l'aiguille, le canton 3 est occupé, le relais B3 est excité et la manœuvre des boutons de commande ne produit aucun effet sur les solénoïdes, donc sur la position de l'aiguille. (Schéma donné en fig. 30.)

Bien entendu, des contacts de fin de course actionnés par l'aiguille sont avantageux et donnent, en ce qui concerne l'enclenchement de transit, le schéma donné en fig. 31.



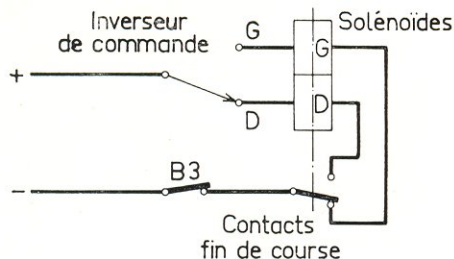


Fig. 31

Ce dispositif peut être agrémenté, par souci du réalisme, d'un enclenchement d'approche, permettant par exemple à un train pénétrant dans le canton 1 de « cristalliser » la position de l'aiguille et d'empêcher l'apparition inopinée d'un feu rouge à la fin du canton 1 en cas de manœuvre de l'aiguille de la position « droite » à la position « gauche », ce qui ne laisserait pas (théoriquement du moins) le temps au train de s'arrêter.

Le schéma correspondant (enclenchements d'approche et de transit réunis) est celui de la figure 32, dans le cas de moteurs d'aiguille à contacts de fin de course.

On voit que l'excitation du relais B1 coupe l'alimentation de la bobine G des solénoïdes et empêche de ce fait l'orientation de l'aiguille vers la voie 2. Bien entendu, l'enclenchement de transit subsiste, en particulier il n'est pas possible de manœuvrer l'aiguille entre le moment où une locomotive a pénétré dans le canton 1, par exemple, et le moment où le fourgon de queue du train a dégagé le canton 3.

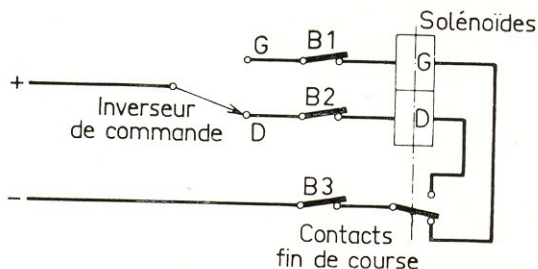
Par ailleurs, l'enclenchement d'approche devrait être supprimé automatiquement si le signal protégeant l'aiguille est fermé (feux rouges à la fin des cantons 1 et 2) ; or, dans ce cas (en modélisme tout au moins), le canton 3 est occupé et l'enclenchement de transit existe ; la suppression de l'enclenchement d'approche n'a donc plus sa raison d'être et il n'y a pas lieu de s'en préoccuper.

Dans tous les cas de commande de l'aiguille par solénoïdes, il y a lieu de prévoir un contact à fermeture sur la tige de manœuvre des solénoïdes, pour permettre la commande du relais d'aiguille A, nécessaire à la traction et à la signalisation (fig. 33).

L'utilisation de condensateurs, comme nous l'avons déjà vu pour les aiguillages en pointe, est intéressante parce qu'elle permet d'éviter les contacts de fin de course.

Ces contacts de fin de course peuvent également être remplacés par un contact inverseur du relais A.

Fig. 32



## b) Commande de l'aiguille par relais

Si l'aiguille est commandée par un relais, un enclenchement sommaire de transit peut également être utilisé (voir fig. 34). L'excitation ou la non-excitation du relais de commande A est maintenue par l'occupation du canton 3.

Ce dispositif d'enclenchement de transit peut encore être agrémenté par souci de réalisme, d'un enclenchement d'approche suivant l'occupation des cantons 1 et 2. Le schéma d'enclenchement est alors celui donné en fig. 35.

On remarque, pour ce montage, la présence d'une diode (150 mA, 30 V) destinée à empêcher l'excitation directe du relais A si le canton 1 est occupé et les cantons 2 et 3 libres (relais B1 excité, relais B2 et B3 non excités).

On retrouve ici le gros avantage de la commande par relais sur la commande par solénoïdes. Le relais A sert en même temps pour la commande mécanique de l'aiguille et pour les contacts nécessaires au courant traction

et à la signalisation. Comme dans le cas des aiguilles en pointe, l'économie est importante ; il n'y a de même aucun risque de griller un bobinage en cas de mauvais contact en fin de course.

Je donne en fig. 36 le schéma correspondant pour la traction et la signalisation, dans une version « deux rails » avec block automatique assuré par cellule anti-retour, mais le principe en est valable avec d'autres systèmes de traction ou de détection.

Fig. 33

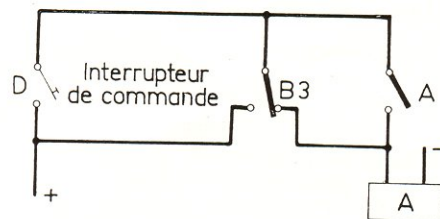
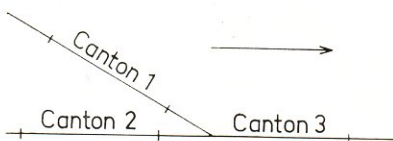
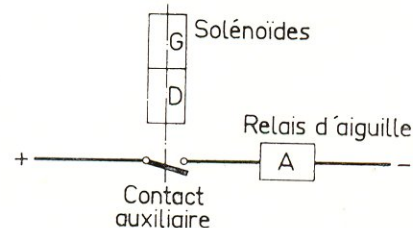


Fig. 34

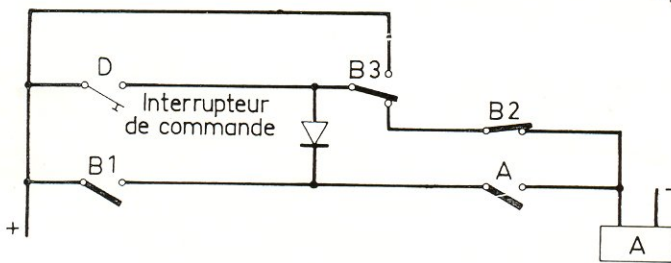
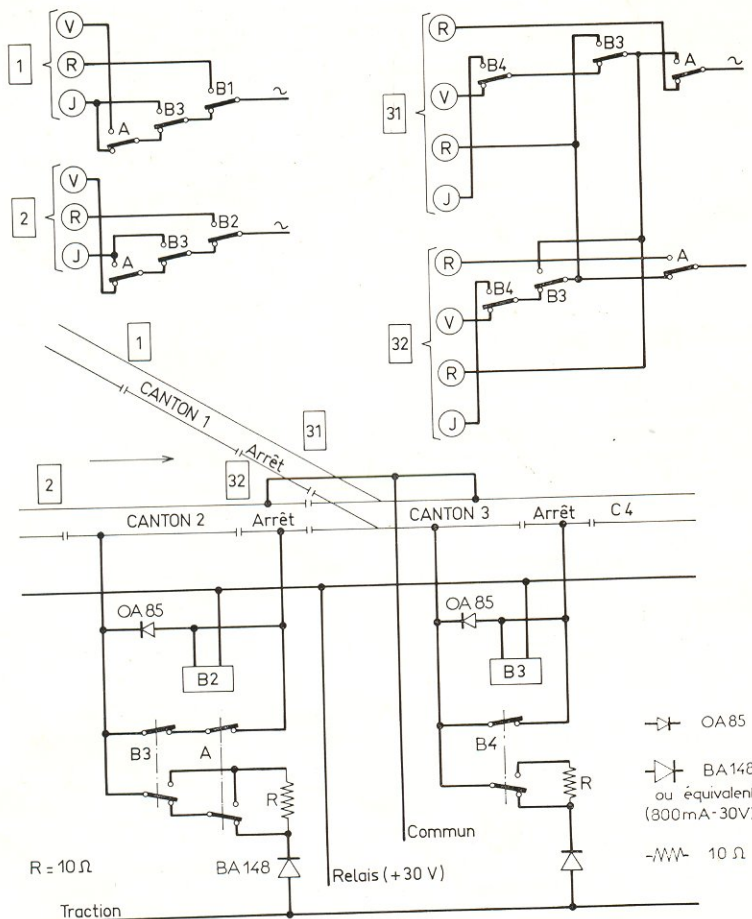


Fig. 35





L'alimentation traction du canton 1 est analogue à celle du canton 2 - Les contacts du relais A y sont inversés.  
On notera la différenciation des 2 feux R des signaux carrés.

#### 4) DÉVIATION DOUBLE

##### a) Groupement des aiguilles

A partir des schémas de protections des aiguillages en pointe et en talon, on peut concevoir tous les schémas nécessaires aux différents cas de figures qui peuvent se présenter sur un réseau. Il ya lieu d'adopter les principes ci-dessous :

- Grouper les sections de voies en « canton » et « arrêt » de façon à placer dans la mesure du possible les zones d'arrêt, soit au niveau des aiguilles en pointe, soit avant les aiguilles en talon.
- Alimenter les cantons ainsi formés par les schémas classiques en introduisant des contacts des relais

des 2 cantons suivants (relais de voie et aiguillages).

- Utiliser les schémas d'enclenchement vus ci-dessus, pour chaque aiguille.
- Se limiter à 3 aiguilles groupées au maximum ; au-delà il est préférable de faire appel aux techniques des « itinéraires » qui font l'objet d'un chapitre spécial.

Afin de ne pas laisser les amateurs trop perplexes devant certains problèmes de câblage vis-à-vis des groupements d'aiguilles, j'ai choisi un exemple assez répandu « la déviation double » que je traiterai complètement (traction, signalisation, enclenchements) et qui donnera des indications intéressantes sur la façon de résoudre en général les problèmes posés, notamment lorsqu'un croisement est inséré au milieu de plusieurs aiguilles. (Fig. 37.)

#### b) Réalisation des schémas

Afin de ne pas alourdir les graphiques, j'ai représenté :

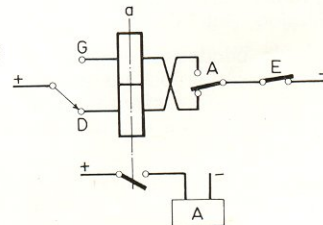
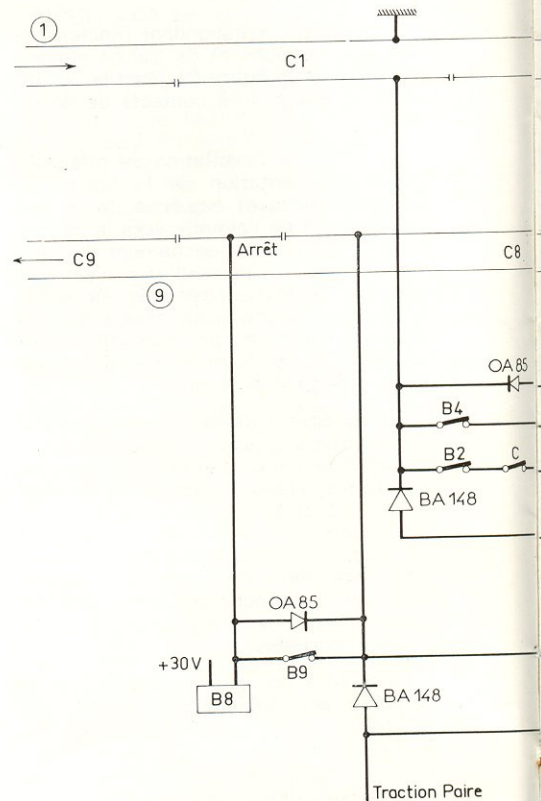
- La traction sans ralentissement.
- La détection par circuit de voie classique à diode antiretour.
- La marche avant seulement.
- La commande des aiguilles par solénoïdes.

Il est bien entendu que le ralentissement, la détection électronique, la marche arrière et la commande des aiguilles par relais sont incorporables très facilement en se référant aux schémas précédents.

Les deux rails ont été représentés, car ils jouent un rôle différent, suivant le sens, et au niveau du croisement.

Fig. 36

#### Aiguillage en talon





Les sources traction et relais, ainsi que le retour commun sont identiques aux schémas précédents.

La signalisation a été représentée complètement, en tenant compte du ralentissement, de façon à figurer des panneaux fonctionnels et à guider les amateurs pour l'insertion du ralentissement dans le schéma traction.

On peut considérer qu'il y a deux circuits indépendants et les sources traction ont été figurées séparément, une pour chaque sens (pair et impair).

Chaque aiguille *a* et *a'* possède son organe de commande et son schéma d'enclenchement. La seule difficulté réside dans le croisement qu'il y a lieu de basculer à l'aide d'un relais spécial C, soit sur le canton 2, soit sur le canton 8.

Ce relais C joue un rôle essentiel dans la déviation double, à divers titres : enclenchements, traction, etc.

Lorsque C est excité les rails du croisement sont alimentés de façon à recevoir du courant pour des trains allant du canton 7 vers le canton 8 ;

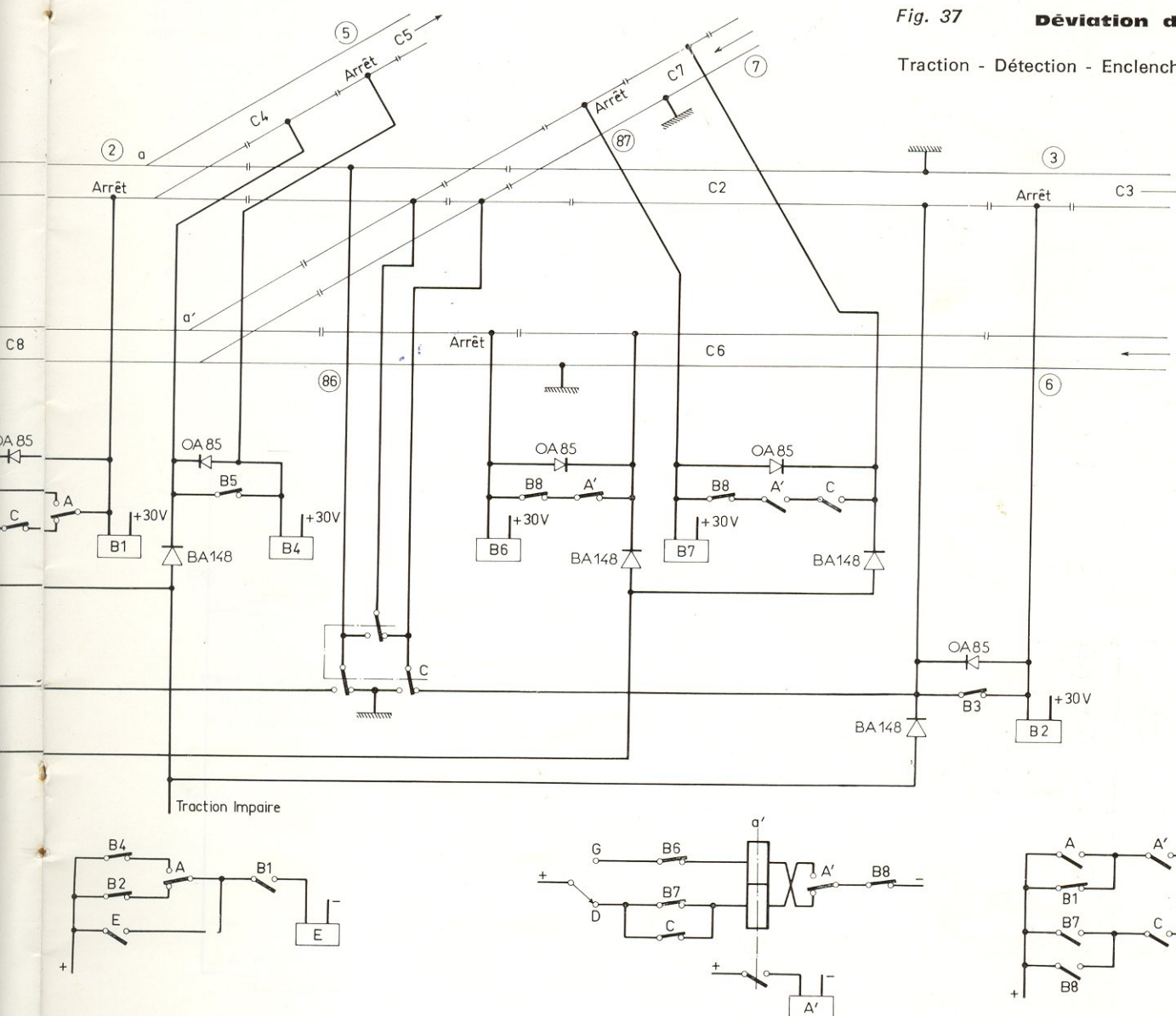
par contre lorsque C n'est pas excité les rails du croisement sont alimentés de façon à recevoir du courant pour des trains allant du canton 1 vers le canton 2.

Le schéma relatif au relais C comprend 2 parties : excitation et maintien. Dans la succession des contacts permettant l'excitation on trouve :

- Un contact T du relais A' ; c'est en effet en position déviée de l'aiguille *a'* qu'un train peut passer du canton 7 au canton 8.
- Un contact R du relais B2 ; en effet lorsque le relais C est au repos

Fig. 37 **Dévation double**

Traction - Détection - Enclenchements





le croisement fait partie intégrante du canton 2 et ce contact R joue le rôle d'enclenchement de transit.

- Un contact T du relais A et un contact R du relais B1, en parallèle ; le contact R de B1 joue le rôle d'enclenchement d'approche ; le contact T de A annule cet enclenchement d'approche lorsque l'aiguille a est déviée. Il est tout à fait normal, en effet, si un train va du canton 1 au canton 4, de permettre à un autre train d'aller du canton 7 au canton 8.

Dans la succession des contacts permettant le maintien du relais C on trouve :

- Un contact T du relais C, en effet le maintien ne doit se produire que si l'excitation a eu lieu au préalable.
- Des contacts T des relais B7 et B8 en parallèle ; le contact T de B7 joue le rôle d'enclenchement d'approche ; le contact T de B8 joue le rôle d'enclenchement de transit ; en effet le croisement fait partie du canton 8 lorsque le relais C est excité.

Le relais C a des effets nombreux :

- Dans le circuit traction du canton 1, le courant traction est coupé à la zone d'arrêt si le relais C est excité,

dans le cas où le relais A n'est pas excité.

- De même dans le circuit traction du canton 7 le courant traction est coupé à la zone d'arrêt si les relais C et A' ne sont pas excités tous les deux.

- Dans le schéma d'enclenchement de l'aiguille a', l'enclenchement d'approche en position déviée, constitué par un contact R du relais B7, est annulé par un contact R du relais C. En effet, si un train circule du canton 1 vers le canton 3, il est normal qu'on puisse basculer a' de G à D, même si le canton 7 est occupé, par exemple pour faire passer un train pénétrant dans le canton 6 qui, lui, assurera un enclenchement d'approche correct.

— Dans la signalisation, tous les signaux ou presque sont affectés par ce relais, par suite des phénomènes décrits ci-dessus. Bien entendu si le croisement comporte des pointes de cœur isolées en plastique, les deux contacts du relais C destinées à leur permutation sont à supprimer. (Fig. 38.)

### c) Résultats obtenus.

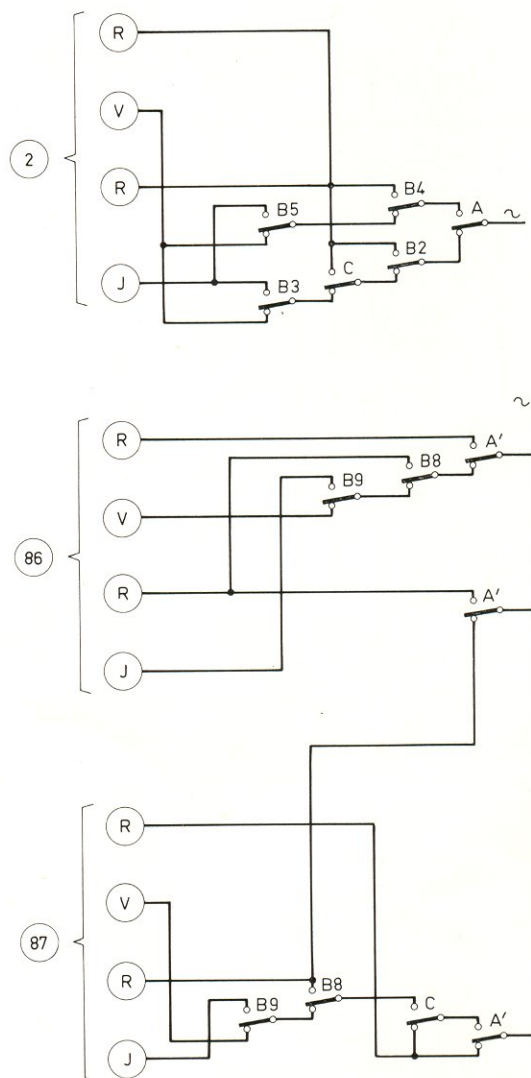
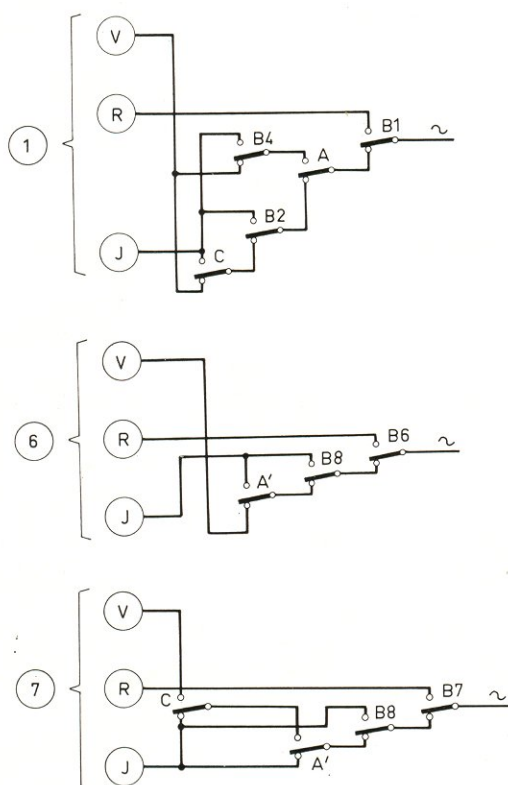
Les enclenchements et la signalisation rationnels qui peuvent être réalisés, sans moyens importants, par tout modéliste moyen, procureront des avantages de réalisme et de fonctionnement très spectaculaires.

- En l'absence de train, ou si la source des relais de voie est coupée (marche des trains à vue), les aiguilles a et a' ne sont pas enclen-

Fig. 38

### Déviations double

Signalisation  
Circuits éclairage  
signaux, complémentaires au schéma de la Fig. 37.





chées et leur manœuvre modifie l'alumage des feux de façon très intéressante.

- Le passage d'un ou plusieurs trains assure les enclenchements nécessaires. Toute prise en écharpe ou rattrapage est impossible.

Un fonctionnement automatique est possible en plaçant l'aiguille a sur « D » et l'aiguille a' sur « G ». Les trains allant du canton 1 au canton 2 et les trains allant du canton 7 au canton 8, peuvent se succéder bien que leurs circuits présentent un cisaillement, avec tous les avantages dus aux automatismes :

- Ralentissement du train se présentant en dernier.
- Arrêt de ce même train.
- Redémarrage de ce train après le passage du train s'étant présenté le premier.

Je pense que ce dispositif est de nature à agrémenter des réseaux, même si ceux-ci ne sont pas équipés sur toute leur longueur du block automatique. La protection des convois, limitée aux cantons situés à proximité des aiguilles est en soi très séduisante, en prenant bien entendu toutes dispo-

sitions pour éviter des rattrapages de trains dans les parties de circuits dépourvues de block (cab control manuel, etc.).

## 5) EXEMPLE CONCRET DE CABLAGE

Je voudrais maintenant, à ce stade, donner un exemple concret d'alimentation, de câblage, de signalisation et de protection d'un réseau simple qui permettra en l'occurrence de donner des indications sur le groupement des aiguilles et de faire le point sur les automatismes déjà rencontrés. (Fig. 39.)

Il s'agit d'un ovale simple, avec voie d'évitement : nous verrons que ce réseau assez limité a priori permet, avec des automatismes appropriés, des possibilités d'exploitation et de réalisme intéressantes. Les techniques mises en œuvre sont indépendantes de celles qui concernent les automatismes dans les gares, que nous verrons par la suite et qu'il est intéressant de réaliser lorsque les aiguilles sont assez nombreuses (à partir de 3 ou 4).

Pour l'ovale décrit (fig. 40), une solution pourrait consister à laisser l'aiguille A' talonnable, mais ce procédé n'est pas rationnel, car en marche

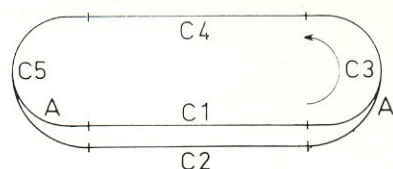


Fig. 39

arrière (non représentée ici pour ne pas surcharger les schémas) on ne peut diriger les trains à son gré sur la voie 1 ou sur la voie 2 ; il a paru plus intéressant d'utiliser des clés de commande pour les aiguilles, à trois positions, la position moyenne créant un phénomène automatique : pour l'aiguille en pointe A l'occupation du canton 1 oriente automatiquement les trains vers le canton 2, assurant ainsi une répartition rationnelle des trains entre les voies 1 et 2. Pour l'aiguille en talon A', la position « automatique » de la clé donne la voie au train qui se présente, que ce soit sur la voie 1 ou sur la voie 2. Dans tous les cas les enclenchements sont respectés.

Au total, le nombre de contacts nécessaires pour chaque relais est le suivant, en indiquant entre parenthèses

Fig. 40

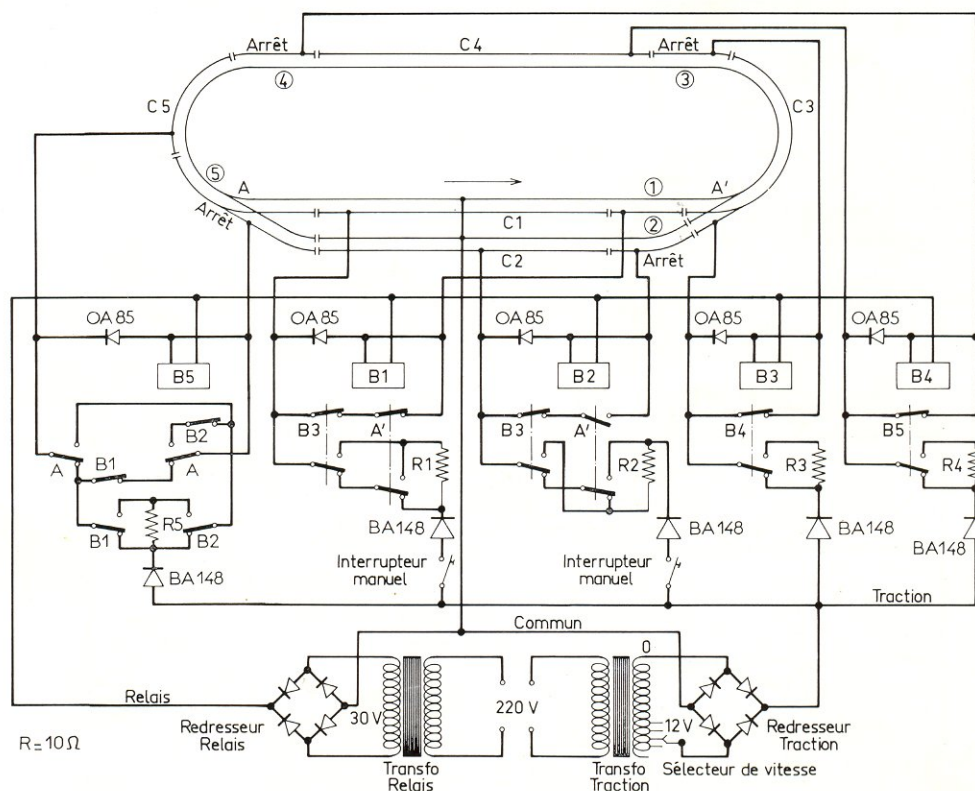
## EXEMPLE CONCRET DE CABLAGE

### Ovale simple avec voie d'évitement

Traction - Détection

OA 85

BA 148 ou équivalent (800 mA - 30V)





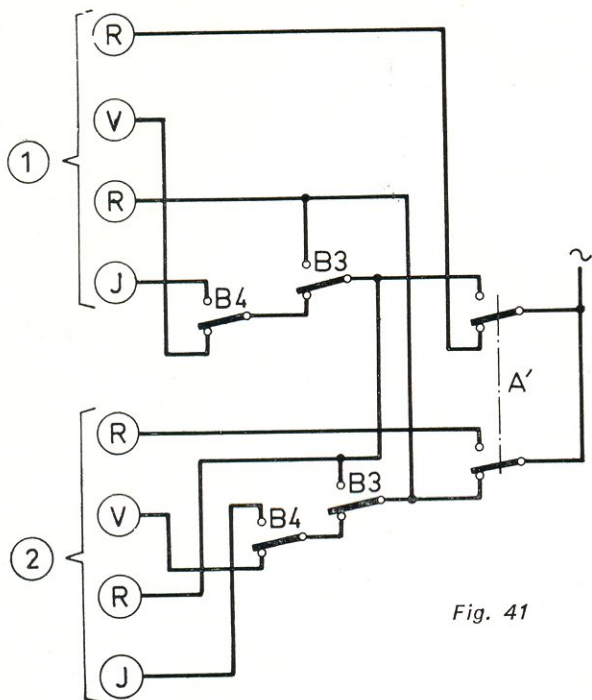
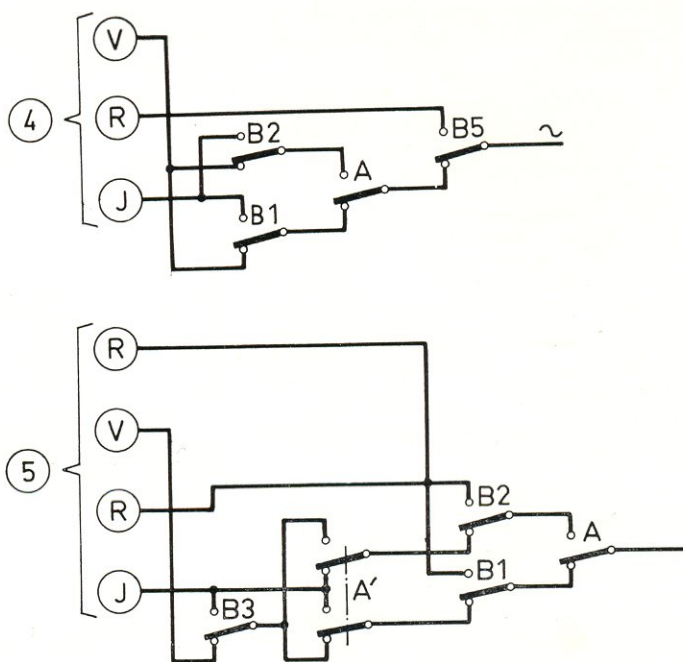


Fig. 41



relais type 4 RT est amplement suffisant, il sera judicieux de prendre pour les autres un relais type 12 RT, de façon à conserver des contacts disponibles, en cas d'extension soit du réseau (création d'une voie de garage, etc.), soit du réalisme (mise en œuvre

d'une commande centralisée, comme nous le verrons par la suite).

Fig. 41 : câblage des signaux 1, 2, 3, 4 et 5.

Fig. 42 : câblage de la clé à 3 positions pour la commande de l'aiguille

le détail pour la traction, la signalisation et les enclenchements : B1 : 7 (2 + 2 + 3), B2 : 7 (2 + 2 + 3), B3 : 8 (4 + 3 + 1), B4 : 5 (2 + 3 + 0), B5 : 5 (2 + 2 + 1), A : 6 (2 + 2 + 2), A' : 9 (4 + 4 + 1), E : 2 (0 + 0 + 2). En fait, en dehors du relais E pour lequel un

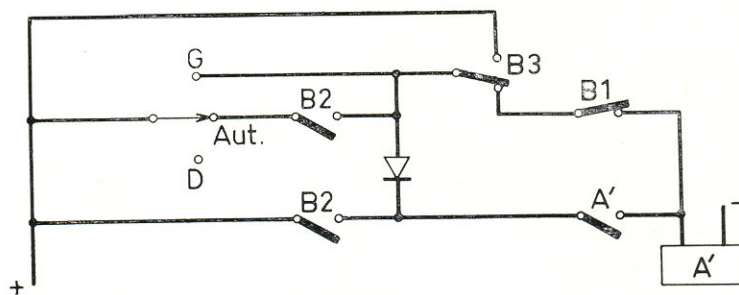


Fig. 43

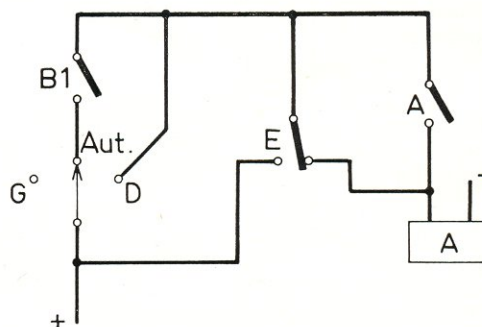
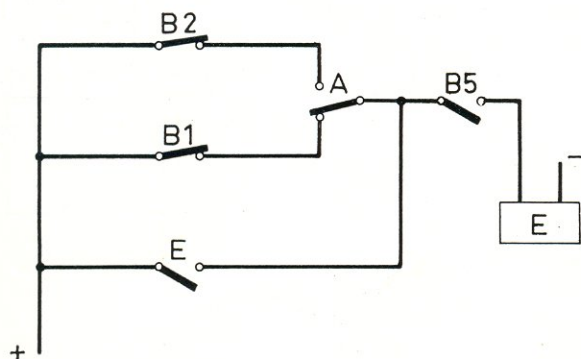


Fig. 42

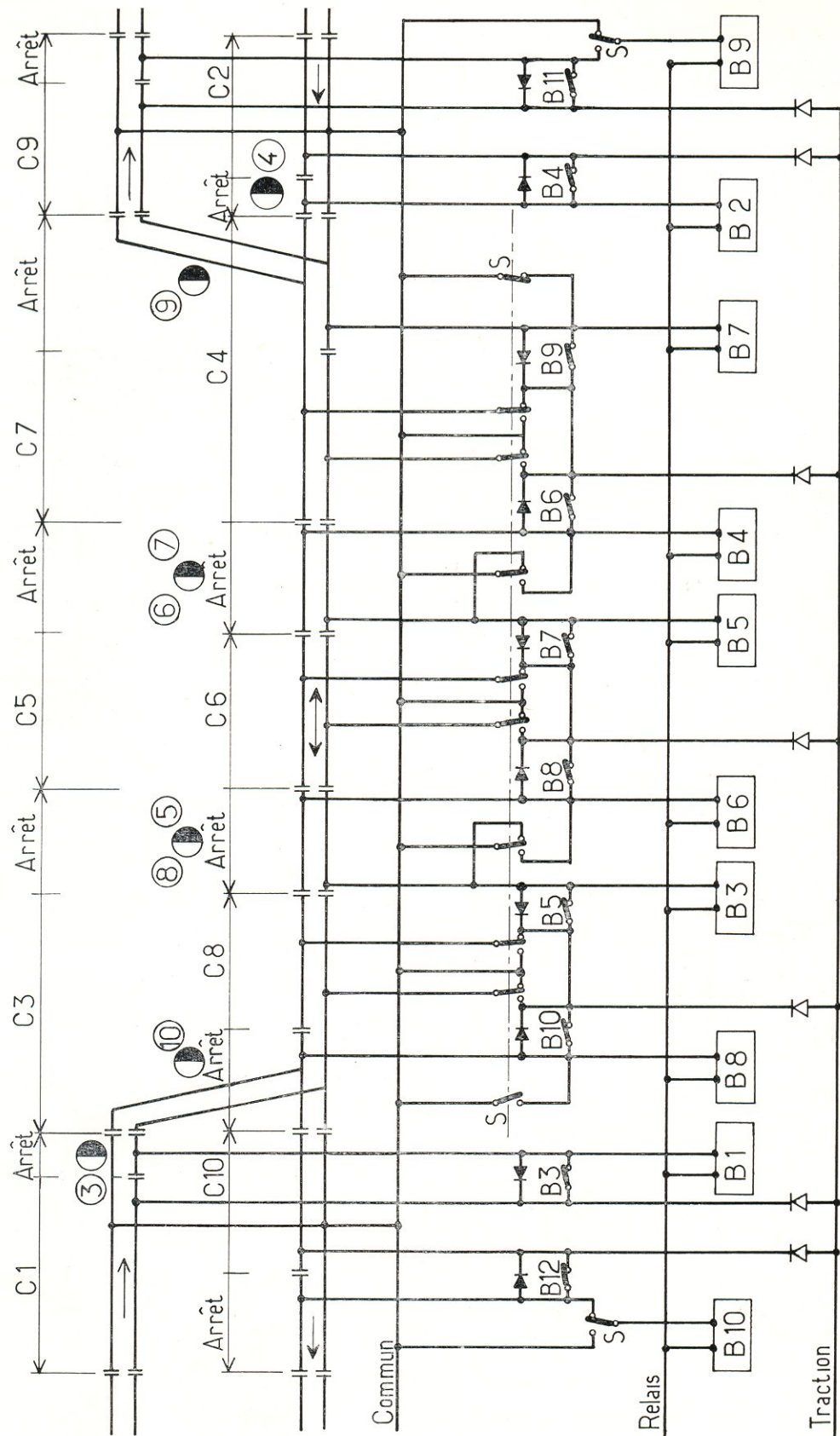
Fig. 41, 42 et 43 : circuits complémentaires du schéma de la fig. 40



Fig. 44

voie banalisée

Traction - Détection



→ 0A85 ou équivalent (150 mA - 30V) → BA148 ou équivalent (1A - 30V)

N.B.: Le rail "Commun" (non sectionné) n'a pas été représenté



« dédoublement d'entrée » et du relais d'enclenchement E.

Et, fig. 43 : câblage de la clé à 3 positions pour la commande de l'aiguille dédoublement de sortie.

La position médiane des clés correspond à l'exploitation automatique, les trains se présentant en A (voir schéma général fig. 40) étant dirigés automatiquement sur la voie libre 1 ou 2.

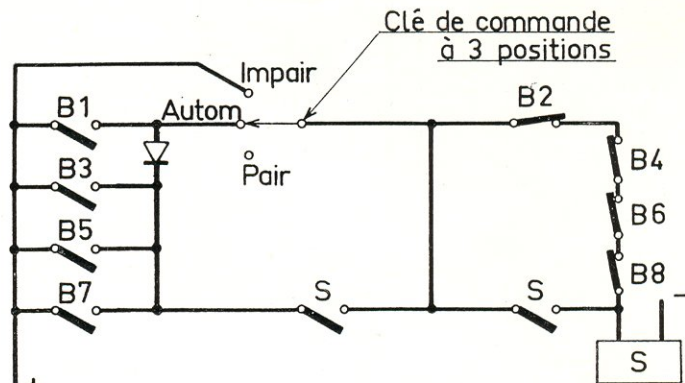
#### 6) VOIE BANALISÉE (voir schéma général, fig. 44).

Lorsque le manque de place ne permet pas d'installer une double voie, on a recours à une voie banalisée où le block automatique est conservé dans chaque sens ; ce sens est enclenché par la présence des trains sur la voie banalisée, de façon à éviter la mise nez à nez de deux convois. Cette pratique est courante à la SNCF, par exemple dans les sections à trois voies (voie paire, voie banalisée, voie impaire) ; le fonctionnement des enclenchements et de signalisation étant très spectaculaire, une voie banalisée est intéressante à mettre en œuvre dans un réseau modèle.

La voie banalisée doit se trouver entre deux aiguilles où se rencontrent

Fig. 45

Circuits complémentaires au schéma de la page 27



Lorsque S est au repos, les relais B 3, 5 et 7 sont excités. La présence de la diode (O A 85 par exemple) empêche le retour du + via la clef de commande, donc l'autocollage définitif du relais S.

les voies d'entrées et de sortie ; un commutateur à trois positions permet soit de commander manuellement le sens de passage choisi, soit de laisser automatiquement le premier train qui se présente dans le canton 1 ou dans le canton 2, indiquer et enclencher le sens de passage. Bien entendu, une fois le sens donné, soit manuellement, soit automatiquement, le relais de sens S est enclenché pendant l'occupation des cantons 1 et 2 (zone d'approche) et des cantons 3 à 9 (zone de transit). La fig. 45 indique le câblage du commutateur à trois positions.

Les aiguilles employées peuvent être à rappel automatique et talonnables, étant donné que la marche arrière ne sera pas utilisée (sauf complications importantes). Lorsque le relais S est au repos (non excité), il autorise la marche en voie « paire » ; les relais de voie « impairs » (B3, B5, B7 et B9) sont excités par l'intermédiaire de contacts repos du relais S et les feux rouges sont présentés à tous les signaux « impairs » (3, 5, 7 et 9) ; de plus, le signal 3 présente le carré. Plusieurs trains peuvent se suivre dans le sens pair avec fonctionnement normal du block automatique, comme s'il n'y avait qu'une voie.

Lorsque le relais S est excité, il autorise la marche en voie « impaire » ; les relais de voie « pairs » (B4, B6, B8, B10), sont excités par l'intermédiaire de contacts de travail du relais S et les feux rouges sont présentés à tous les signaux « pairs » (4, 6, 8 et 10) ; de plus, le signal 4 présente le carré. De même, plusieurs trains peuvent se suivre dans le sens impaire.

Malgré sa complication apparente, le schéma « traction-relais » ne présente aucune difficulté ; il y a lieu de retenir la permutation, en fonction de l'excitation du relais S, de chaque section d'arrêt ; en effet, elles sont reliées, suivant le sens, à un canton pair ou à un canton impaire, situés de part et d'autre de la section d'arrêt. Les signaux 8 et 5, ainsi que 6 et 7 peuvent être jumelés (orientés chacun dans un sens) sur le même portique et placés au milieu de la section d'arrêt correspondante ; j'ai donné le câblage des signaux 3, 4, 6 et 7 (fig. 46), le câblage des autres signaux s'en déduit facilement. Les automatismes décrits dans ce paragraphe peuvent également être utilisés pour la protection d'un croisement.

Fig. 46

Circuits éclairage signaux, complémentaires du schéma de la page 27



# CHAPITRE IV

## Itinéraires

### 1) INTRODUCTION

La commande des aiguilles peut être individuelle, avec les protections que nous avons examinées, mais il est plus commode de grouper les aiguilles placées les unes à bout des autres le long du parcours d'un train suivant un « itinéraire ».

Dans un tel système, à chaque itinéraire correspond un levier particulier dont la manœuvre assure la commande, en position convenable, de toutes les aiguilles intéressées du parcours, ainsi que l'ouverture du signal de protection, si bien entendu les conditions de sécurité requises pour cette ouverture sont correctement remplies.

En modélisme, nous examinerons les itinéraires manuels qui sont en fait

uniquement des commandes simultanées de certaines aiguilles, et les itinéraires du type PRA ou PRS qui sont utilisés à la SNCF et qui offrent toutes les qualités désirables d'automatisme (formation, destruction, enregistrement, etc.) et de sécurité (approche, transit, signalisation, etc.).

Il m'a paru intéressant de considérer un schéma de voies réunies par un groupe d'aiguilles et d'appliquer sur ce même grill les différents procédés de réalisation d'itinéraires, la comparaison des systèmes étant de ce fait plus facile. (Fig. 47.)

a, b, c, peuvent représenter des voies en gare (par exemple, a et b voies principales, c voie de garage) et d, e, f, représentent des lignes de départ ou d'arrivée.

Les aiguilles 1 et 2, ainsi que 5 et 6 sont regroupées en traversée de jonction simple.

On conçoit aisément que pour aller de c à d il est possible de manœuvrer séparément les aiguilles 1, 2, 3 et 4, mais il est fastidieux de réaliser successivement le passage de c à d, puis de e à b, et enfin de c à f, par cette

Fig. 47

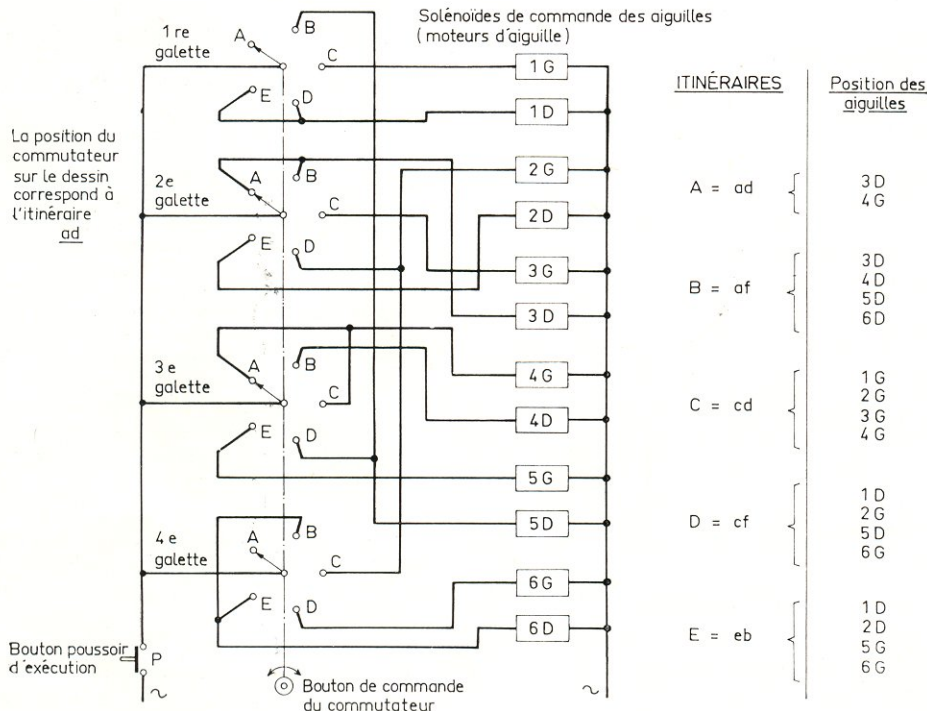
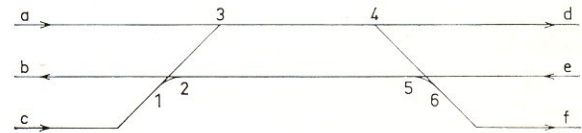


Fig. 48

Commande manuelle d'itinéraires par commutateurs à galettes.



méthode de commande individuelle des aiguilles.

Suivant le degré de perfectionnement souhaité, on réalisera des itinéraires manuels ou des itinéraires comportant des automatismes ou même conformes aux principes de la SNCF.

## 2) ITINÉRAIRES MANUELS

### a) Commutateur à galettes

Un procédé d'établissement manuel d'itinéraires consiste à utiliser un commutateur à galettes où, en principe, il y a :

- autant de galettes que d'aiguilles ;
- autant de positions que d'itinéraires désirés.

En fait, on peut économiser des galettes et porter sur la même galette les commandes successives de plusieurs aiguilles lorsqu'elles ne participent pas aux mêmes itinéraires. (Figure 48.)

Ce montage à l'avantage d'utiliser des « moteurs d'aiguilles » de type commercial et d'être très simple à monter.

Cependant les itinéraires compatibles (par exemple **ad** et **eb**) ne peuvent

pas être commandés en même temps. Il n'y a aucun enclenchement ; la manœuvre du commutateur, lorsqu'un train parcourt un itinéraire, provoque le déraillement.

Il est préférable de réserver ce dispositif aux gares de triage où, comme dans la réalité, il n'y a ni enclenchement, ni signalisation. Chaque position du commutateur correspond alors à une voie du triage, ce qui évite de commander chaque aiguille séparément.

### b) Circuits à diode

En utilisant des diodes, il est possible d'employer des interrupteurs ordinaires pour commander les aiguilles ; cette commande étant permanente, il faut utiliser non plus des « moteurs d'aiguilles » à solénoïdes, mais des relais (voir chapitre sur les aiguillages). Ces relais d'aiguilles peuvent être utilisés, en dehors de leur fonction « mécanique » de manœuvre de l'aiguille, pour alimenter la pointe de cœur et pour éclairer un voyant de position de l'aiguille. Ces relais sont excités pour la position déviée de l'aiguille correspondante. (Fig. 49.)

D'autres relais (A, C, E) ont été figurés sur le schéma et correspondent à chaque voie d'entrée. Leurs contacts permettent de contrôler le courant

traction dans chaque section d'arrêt et de mettre en place une signalisation manuelle liée à la réalisation effective d'un itinéraire.

Ce système est assez intéressant, les itinéraires compatibles (par exemple **ad** et **cf**) peuvent être commandés en même temps. Par contre, il n'y a pas d'enclenchement évitant des déraillements en cas de fausse manœuvre ou interdisant la commande simultanée de deux itinéraires incompatibles (par exemple **cf** et **eb**).

### c) Contacts Entrée-Sortie

Ce procédé, assez souvent utilisé par les modélistes allemands, est d'un principe assez voisin vis-à-vis des circuits à diode, mais il n'y a pas d'interrupteur d'itinéraire.

La commande s'effectue en appuyant en même temps sur un bouton correspondant à une voie d'entrée et sur un bouton correspondant à une voie de sortie. (Fig. 50.)

Les avantages du système résident dans la facilité de la commande : les boutons d'entrée et de sortie sont placés directement sur le tableau synoptique des voies et il n'y a pas de bouton de commande annexe pour les itinéraires. Par ailleurs, les itinéraires compatibles peuvent être commandés en même temps.

Cependant, ce dispositif demande un nombre plus élevé de diodes de caractéristiques suffisantes pour supporter le courant d'appel des solénoïdes. La signalisation est difficile à mettre en œuvre ; elle nécessiterait un relais auto-alimenté avec un câblage complexe non proportionné avec la simplicité du système. Il en est de même pour la mise sous tension de la section d'arrêt de chaque voie d'entrée, en liaison avec la réalisation d'un itinéraire. Il n'y a pas d'enclenchement.

Ce procédé est à retenir pour des grils de gare très importants où il y a beaucoup de voies d'entrée et de sortie et où on ne désire pas développer les automatismes.

## 3) ITINÉRAIRES COMPORTANT DES ENCLENCHEMENTS

En reprenant l'exemple de voies donné pour les itinéraires manuels, nous appliquerons des automatismes de façon à éliminer les inconvénients constatés. Les principes seulement de la réalisation des itinéraires seront indiqués ci-dessous car il serait fastidieux

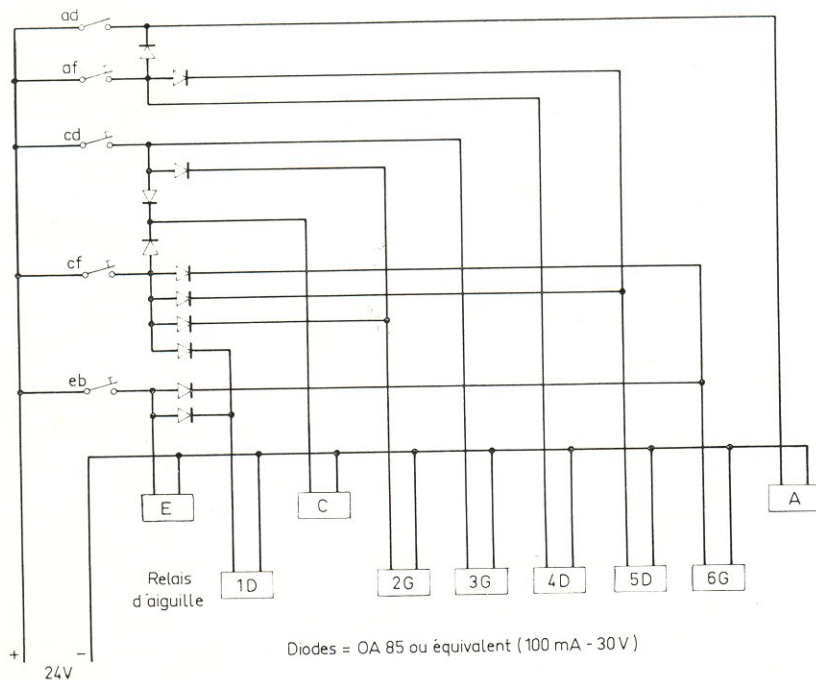


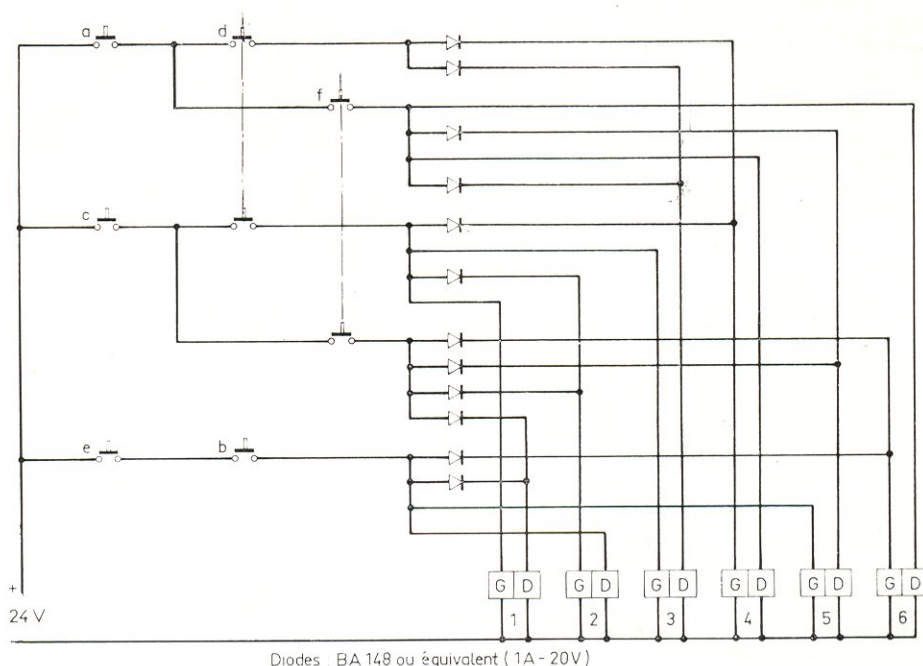
Fig. 49

Commande d'itinéraires par circuits à diodes  
(A : relais de "carré rouge" ou "carré violet").



Fig. 50

Commande d'itinéraires  
par circuits à diodes  
à contacts  
"Entrée-sortie".



de faire des schémas développés et complets : ces principes permettront d'introduire des itinéraires dans d'autres configurations d'aiguillages propres à chaque réseau :

— La « zone d'aiguillages » doit être séparée des autres voies par des sectionnements sur les deux rails ; dans certains cas (ici voie **ad**), le rail masse peut ne pas être coupé.

— Des relais de voie (pouvant servir également au block automatique) sont disposés sur chaque voie d'entrée : ils sont alimentés par une source « relais » positive quel que soit le sens de marche de la voie considérée.

— Des itinéraires sont compatibles s'ils n'ont pas d'aiguille commune et par suite peuvent se réaliser en même temps. Des itinéraires sont incompatibles s'ils ont une ou plusieurs aiguilles communes et par suite ne peuvent se réaliser en même temps.

— Pour former un itinéraire donné, un interrupteur manuel alimente un relais **I** au moment où un train pénètre dans la zone d'approche (voie d'entrée), si aucun itinéraire incompatible n'est formé. Dans l'exemple choisi, pour l'itinéraire **cd**, le relais **lcd** s'excite si l'interrupteur **cd** est fermé, si le relais **Bc** est excité (voie d'entrée) et si aucun des itinéraires **ad**, **af**, **cf**, **eb**, incompatibles avec **cd** n'est formé.

— Un itinéraire est enclenché pendant l'occupation, par un train, de la zone d'approche (relais **Bc** excité pour l'itinéraire **cd**) ou de la zone de transit (zone d'aiguillages - relais **Vd** excité pour l'itinéraire **cd**).

— L'excitation du relais d'itinéraire détermine plusieurs actions : fermeture de contacts répartissant le courant traction dans les diverses sections de la zone de transit, ouverture de contacts coupant le courant traction dans les voies d'entrée des itinéraires incompatibles, mise en position des aiguilles pour l'itinéraire choisi, alimentation des feux de signalisation en accord avec les relais de block automatique, éclairage du tableau de contrôle optique.

— Les aiguilles d'un même itinéraire sont alimentées toutes ensemble et restent en position enclenchée jusqu'à ce que le dernier wagon soit sorti complètement de la zone de transit ; à ce moment, si un autre itinéraire est demandé (interrupteur manuel fermé, zone d'approche occupée), celui-ci se réalise. Ainsi lorsque l'itinéraire **cd** est libéré par un train, le relais **lcd** retombe ; si à ce moment un autre train attend en **e** (relais **Be** excité) et si l'interrupteur **eb** est fermé, l'itinéraire **eb** se forme et le relais **leb** s'enclenche.

— Les relais de voie **V** commandent des relais secondaires **B** de façon à assurer en temps voulu la destruction

de l'itinéraire, si l'interrupteur manuel est ouvert. Ainsi, si deux trains se suivent sur la voie **c** et qu'on ne veuille donner l'itinéraire **cd** qu'au premier (et par exemple l'itinéraire **cf** au second), la présence du contact repos du relais **Bd** permet de faire retomber le relais **lcd** lorsque le relais **Vd** retombe (libération de l'itinéraire **cd** par le premier train) ; en effet, le relais **Bd** est légèrement en retard sur le relais **Vd** et le contact repos de **Bd** n'est pas encore refermé lorsque le contact travail de **Vd** s'ouvre (interrupteur **cd** ouvert, relais **Bc** excité par le second train) ; seuls les enclenchements des itinéraires **cd** et **eb** ont été schématisés ; les autres relais d'itinéraires sont alimentés de façon analogue. Ce montage permet d'obtenir le tracé simultané des itinéraires compatibles, la succession automatique des itinéraires incompatibles et d'enregistrer en permanence (interrupteurs fermés) un itinéraire par voie d'entrée (par exemple **af**, **cd**, **eb**). Le passage des trains s'effectue alors sans aucune intervention manuelle autre que la régulation de la vitesse. Dans le schéma traction, il a été prévu deux sources (sens pair et sens impair), mais on peut n'en créer qu'une ou au contraire autant que de voies de sortie. (Fig. 51.)

Les relais de voie sont alimentés suivant le principe classique de la cellule antiretour (voir chapitre II), mais on peut facilement transposer le sché-



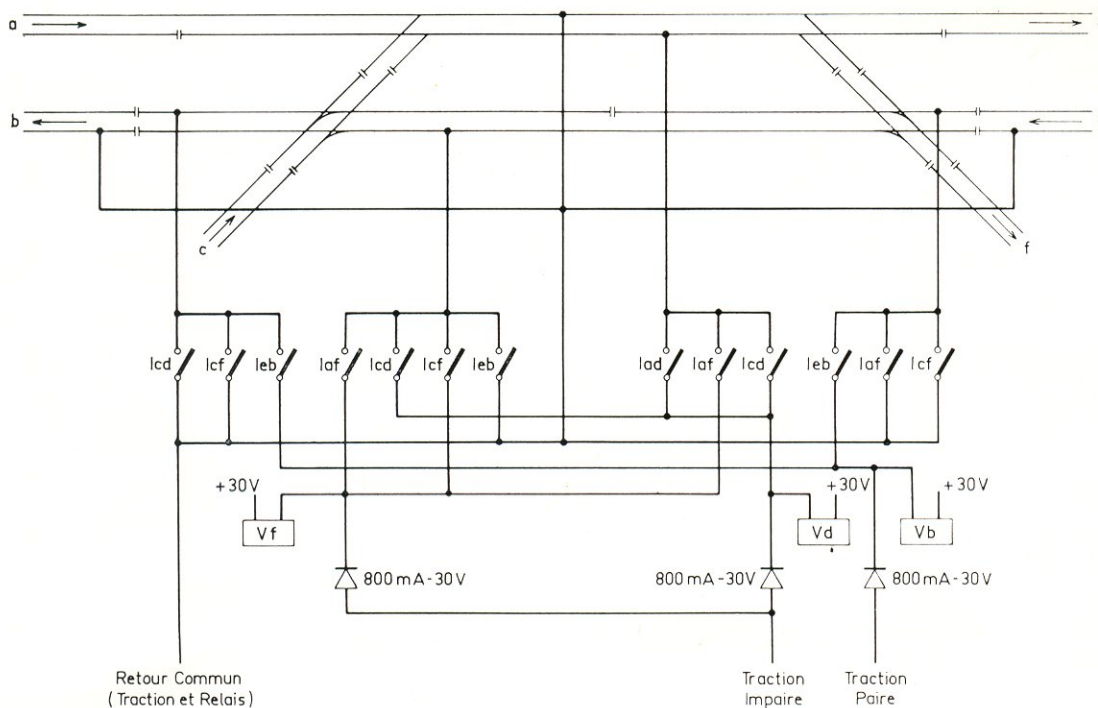
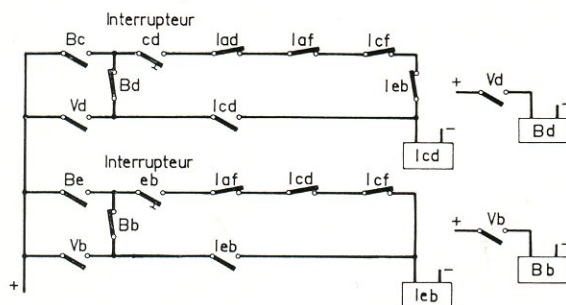


Fig. 51

Itinéraires  
à  
enclenchements

Schéma  
traction



Circuits d'enclenchements simples  
complémentaires du schéma ci-dessus.

#### 4) ITINÉRAIRES CONFORMES AUX PRINCIPES SNCF : PRA

##### a) Rappel des principes SNCF

La SNCF considère, à juste titre, comme aberrant de faire réaliser les itinéraires par les trains eux-mêmes et le modélisme se doit de réaliser un fonctionnement aussi conforme que possible aux données de la SNCF, et d'en tenir compte dans les caractéristiques de formation des itinéraires. En effet, « l'aiguilleur » ou plutôt le chef du poste d'aiguillages est seul en possession de la totalité des renseignements nécessaires à la régulation la meilleure. Il peut ainsi décider quel est le train à faire passer en premier, et composer les enregistrements pour les trains suivants.

Je rappelle que dans les postes d'aiguillages de la SNCF des enclenchements d'incompatibilité sont réalisés entre les différents itinéraires afin d'éviter que des circuits, mettant en œuvre les mêmes aiguilles dans des positions différentes, puissent être commandés en même temps. Les itinéraires sont commandés par l'aiguilleur et peuvent, soit être maintenus après le passage du train (tracé permanent), soit être supprimés dès la sortie du train (destruction automatique). Par ailleurs, des itinéraires peu-

ma traction avec un système électronique type BATH ou autre.

La marche avant a été seule représentée pour ne pas compliquer l'exposé, mais l'inversion de marche est possible en ajoutant des contacts inverseurs au niveau des relais de voie, ainsi que je l'ai figuré dans le développement des schémas sur le block automatique.

Une signalisation peut être réalisée pour les itinéraires qui viennent d'être décrits, mais afin de ne pas alourdir l'exposé, j'ai réservé les schémas correspondants aux itinéraires PRS, qui

seront présentés ainsi d'une façon très complète, avec le TCO adéquat.

J'attire l'attention des lecteurs sur la complication croissante des schémas propres aux itinéraires. Il y a lieu de considérer les itinéraires décrits ci-dessus comme relativement simples et de les assimiler totalement avant de passer aux itinéraires PRA qui comportent en plus des notions d'enregistrement et de tracé permanent. Quant aux itinéraires PRS, ils nécessitent pour leur approche harmonieuse d'avoir au préalable compris les phénomènes inhérents aux itinéraires PRA.



vent être « enregistrés » pendant la réalisation d'autres itinéraires et s'enclenchent automatiquement dès que les conditions de sécurité sont réunies.

Les notions d'enclenchements d'approche et de transit (voir chapitre III) sont bien entendu appliquées aux itinéraires. Le transit peut être « rigide » (poste PRA), si tous les aiguillages de l'itinéraire sont enclenchés en même temps puis libérés en même temps, ou « souple » (poste PRS), si tous les aiguillages de l'itinéraire sont enclenchés en même temps, mais sont libérés l'un après l'autre dès que le dernier essieu les a dépassés. Les itinéraires type PRS sont beaucoup plus intéressants, mais aussi beaucoup plus compliqués et onéreux que les itinéraires type PRA.

Il en est de même en modélisme et dans le présent chapitre je décrirai une réalisation d'itinéraire PRA, étant entendu que de nombreux postes PRA existent encore à la SNCF.

#### b) Représentation d'un PRA en modélisme

Le schéma « traction » est identique au schéma indiqué dans le chapitre « Itinéraire comportant des enclenchements ». Seul le mode d'enclenchement change compte tenu de l'introduction de la notion de « Destruction automatique » et de « Tracé permanent ».

Je donne ci-dessous les indications correspondantes et l'adaptation possible en modélisme.

À la SNCF, des boutons spéciaux « Tirez - Poussez » avec rappel automatique permettent de mettre en œuvre ces différentes commandes. En modélisme, une solution plus économique, donnant les mêmes résultats peut consister à placer les contacts « DA » et « TP » sur une clé à trois positions (position centrale pour annulation) et à enregistrer les itinéraires avec un bouton-poussoir ordinaire, en provoquant l'auto-alimentation d'un relais d'enregistrement d'itinéraire K, avec signalisation correspondante sur le pupitre de commande. (Fig. 52.)

Dans l'exemple de voies choisi, une pression momentanée sur le bouton « eb » provoque l'excitation et l'auto-alimentation du relais Keb, examinons la succession des opérations :

— lorsque l'itinéraire **eb** devient réalisable (itinéraires incompatibles non enclenchés), le relais **leb** s'excite (si un des contacts **DAeb** ou **TPeb** est fermé) et le relais **Keb** retombe ;

— lorsqu'un train pénètre dans la zone d'approche (relais **Be** excité), les

contacts **DAeb** ou **TPeb** sont doublés par le contact travail du relais **Be**, et l'annulation de l'itinéraire n'est plus possible ;

— lorsque le train pénètre dans la zone de transit, puis quitte cette zone, deux cas se présentent :

— le contact **TPeb** est mis, le relais **leb** reste excité et l'itinéraire reste formé « au tracé permanent » ;

— le contact **DAeb** est mis : le relais **Bb** retombe un peu après le relais **Vb** et de ce fait le contact repos de **Bb** reste ouvert après que le contact travail de **Vb** se soit ouvert : le relais **leb** n'est plus excité même si le relais **Be** est excité (second train dans la zone d'approche) ; l'itinéraire est bien « détruit automatiquement ».

Bien entendu, si la clé à trois positions (DA - TP - annulation) est sur position « annulation » lorsque le train quitte la zone de transit, l'itinéraire est détruit à ce moment.

Une signalisation très spectaculaire et conforme aux techniques SNCF peut être réalisée sur le pupitre : l'excitation du relais **Keb** fait clignoter un voyant placé à côté de la clé à trois positions et du bouton d'enregistrement de l'itinéraire ; ce voyant est éclairé de façon permanente lors de l'enclenchement de l'itinéraire et s'éteint, bien entendu, lors de la destruction automatique de l'itinéraire.

Il y a lieu de remarquer que l'enregistrement décrit ci-dessus n'est qu'à un seul « étage » : si deux ou plusieurs itinéraires sont enregistrés pendant l'enclenchement d'un autre itinéraire, l'ordre dans lequel ont été enregistrés ces itinéraires n'intervient pas sur l'ordre dans lequel se réaliseront ces mêmes itinéraires. Cet ordre dépend uniquement de la rapidité de fermeture des différents relais. On pourrait faire respecter cet ordre d'enregistrement, mais avec des complications hors de mesure avec le but recherché. On peut en première approximation faire enclencher en priorité les

itinéraires principaux (**ad** et **eb**) en les affectant de relais plus rapides que les itinéraires secondaires (**af**, **cd**, **cf**).

#### 5) ITINÉRAIRES CONFORMES AUX PRINCIPES SNCF : PRS

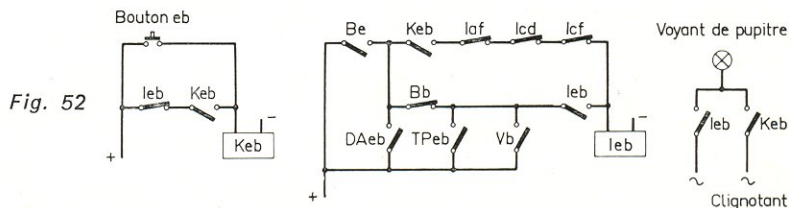
##### a) Utilité

Bien que les techniques des itinéraires du type PRA (« postes tout relais automatiques ») soient très intéressantes (enclenchements interdisant les fausses manœuvres, succession automatique des itinéraires, etc.), la nécessité d'écouler le plus vite possible, en période de pointe, les trains entre les quais d'une grande gare et les voies conduit à chercher à réutiliser pour un autre itinéraire, les aiguilles aussitôt qu'elles sont libérées par un train parcourant un itinéraire donné (avec destruction automatique).

Comme nous l'avons vu dans la description des itinéraires du type PRA, les aiguilles d'un même itinéraire sont alimentées toutes ensemble et restent en position enclenchée jusqu'à ce que le dernier wagon soit sorti de la zone de transit ; ainsi l'itinéraire **eb** ne peut se réaliser que lorsque le dernier wagon du train empruntant l'itinéraire **cd** est parvenu en **d**, alors que les sections de voie communes aux deux itinéraires sont limitées à la traversée de jonction près de **b** ; il paraît donc intéressant de mettre en œuvre l'itinéraire **eb** dès que le dernier wagon du premier train parcourant l'itinéraire **cd** a quitté cette traversée de jonction.

Cette technique est utilisée d'une façon courante actuellement par la SNCF dans les postes PRS ou postes tout relais à transit souple (par opposition aux postes PRA où le transit est rigide) ; les indications qui sont données à ce sujet sont à la fois des renseignements sur ces réalisations de la SNCF et des moyens d'établir des embryons de PRS en modélisme.

En reprenant la même physionomie de voies déjà rencontrée, la réalisation



Circuits complémentaires au schéma "traction" de la figure 51, en version PRA.



du PRS nécessite un relais de voie pour chaque section ( $\alpha$  et  $\beta$ ) ; par ailleurs, chaque itinéraire comporte un ou plusieurs relais suivant le nombre de sections franchies ; enfin, on peut imaginer les deux systèmes de formation des itinéraires, comme nous l'avons vu pour le PRA :

- interrupteurs manuels permettant un enregistrement permanent d'un itinéraire pour chaque voie d'entrée ;
- boutons-poussoirs avec clé pour « tracé permanent » (TP) ou « destruction automatique » (DA) ; ce dernier système, plus conforme aux techniques SNCF sera seul schématisé.

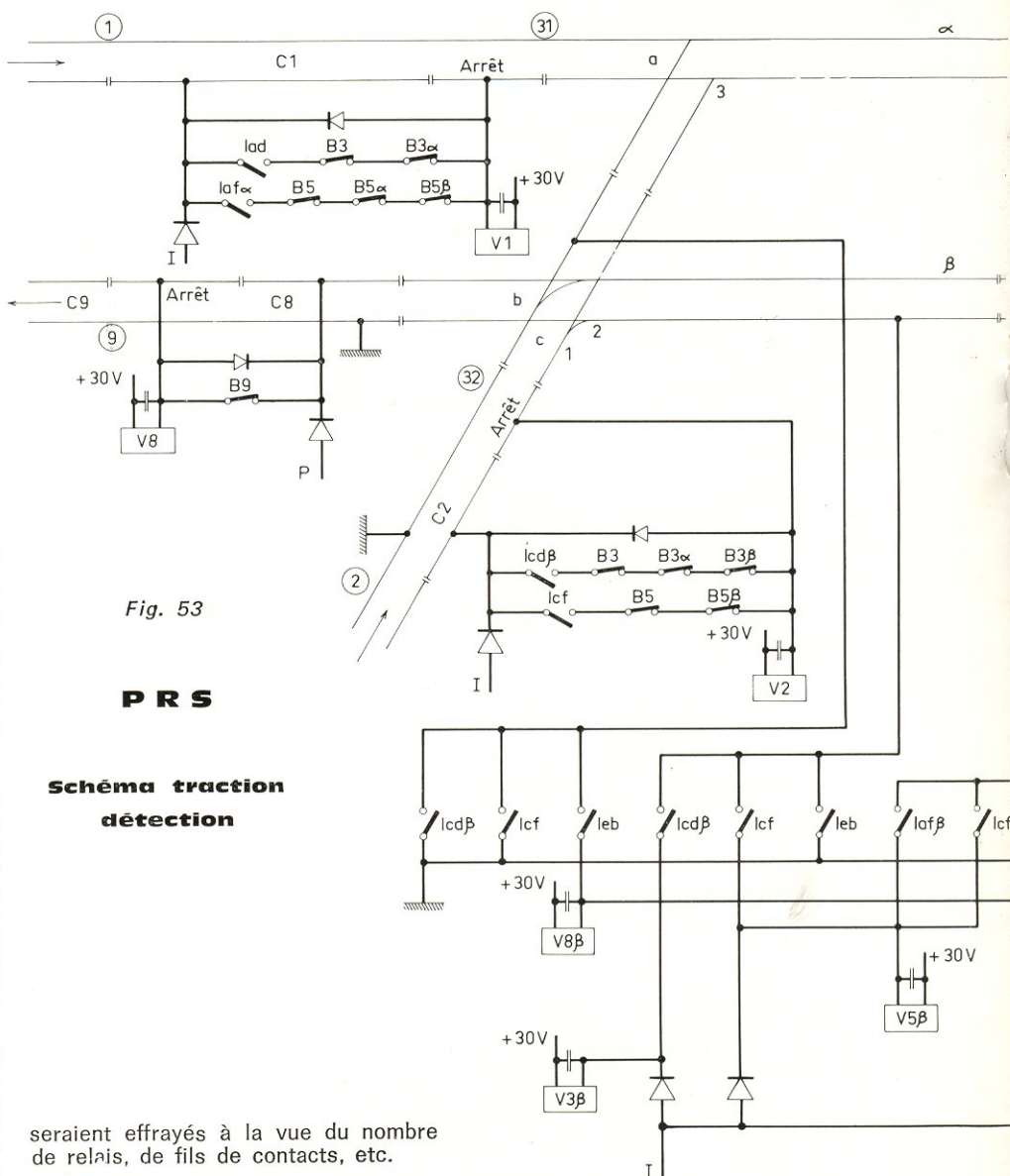
## b) Représentation d'un PRS en modélisme

Il ne faut pas se leurrer : la réalisation d'un PRS miniature n'est pas chose facile ; on peut même dire que ce domaine représente un des sommets des difficultés qu'un modéliste peut rencontrer en matière d'électricité. La satisfaction obtenue est d'ailleurs à la mesure des efforts déployés : rien n'est plus agréable que de voir deux itinéraires se succéder en transit souple avec les répercussions sur la signalisation, le tableau de contrôle optique, le démarrage des trains.

Afin de faciliter la tâche des amateurs, je développerai, toujours avec le même gril de voie, le schéma de traction, les circuits des enclenchements et la signalisation. L'action sur le TCO sera décrite dans le chapitre réservé au tableau de contrôle optique, qui peut avoir une utilité plus générale que le PRS, mais qui prend toute sa valeur avec le PRS et met particulièrement en relief ce dispositif.

Je rappelle une nouvelle fois que les descriptions qui vont suivre sont absolument conformes aux objectifs et aux réalisations de la SNCF. Seuls les boutons de commande spéciaux « Tirer-Pousser » avec rappel automatique, trop onéreux, ont été remplacés par des clés, du type téléphonique, à trois positions (TP, DA, annulation) ; la position « annulation » peut également avoir une fonction « programmation » si on le désire, comme nous le verrons.

Bien entendu les techniques mises en œuvre, même si elles aboutissent aux mêmes résultats qu'à la SNCF, sont des créations spécialement orientées vers le modélisme et ne constituent en rien une reproduction ou une adaptation des schémas électriques de la SNCF, qui comporteraient, dans le cas étudié, quatre ou cinq fois plus de relais, par suite de la séparation des fonctions recherchée en vue d'accroître la sécurité. Je fais cette remarque notamment à l'intention de ceux qui



seraient effrayés à la vue du nombre de relais, de fils de contacts, etc.

## c) Schémas traction. (Fig. 53.)

Les voies sont découpées en un certain nombre de tronçons, en cherchant :

- d'une part à obtenir tous les isoléments de rails nécessaires,
- d'autre part à constituer des cantons de longueur normale à partir des signaux d'entrée d'itinéraire.

A cet effet, le canton 3, par exemple, est constitué, pour l'itinéraire *ad*, par l'aiguille 3, l'espace entre les aiguilles 3 et 4, l'aiguille 4 et, enfin, une partie de voies « hors itinéraire » destinée à compléter la longueur de ce canton.

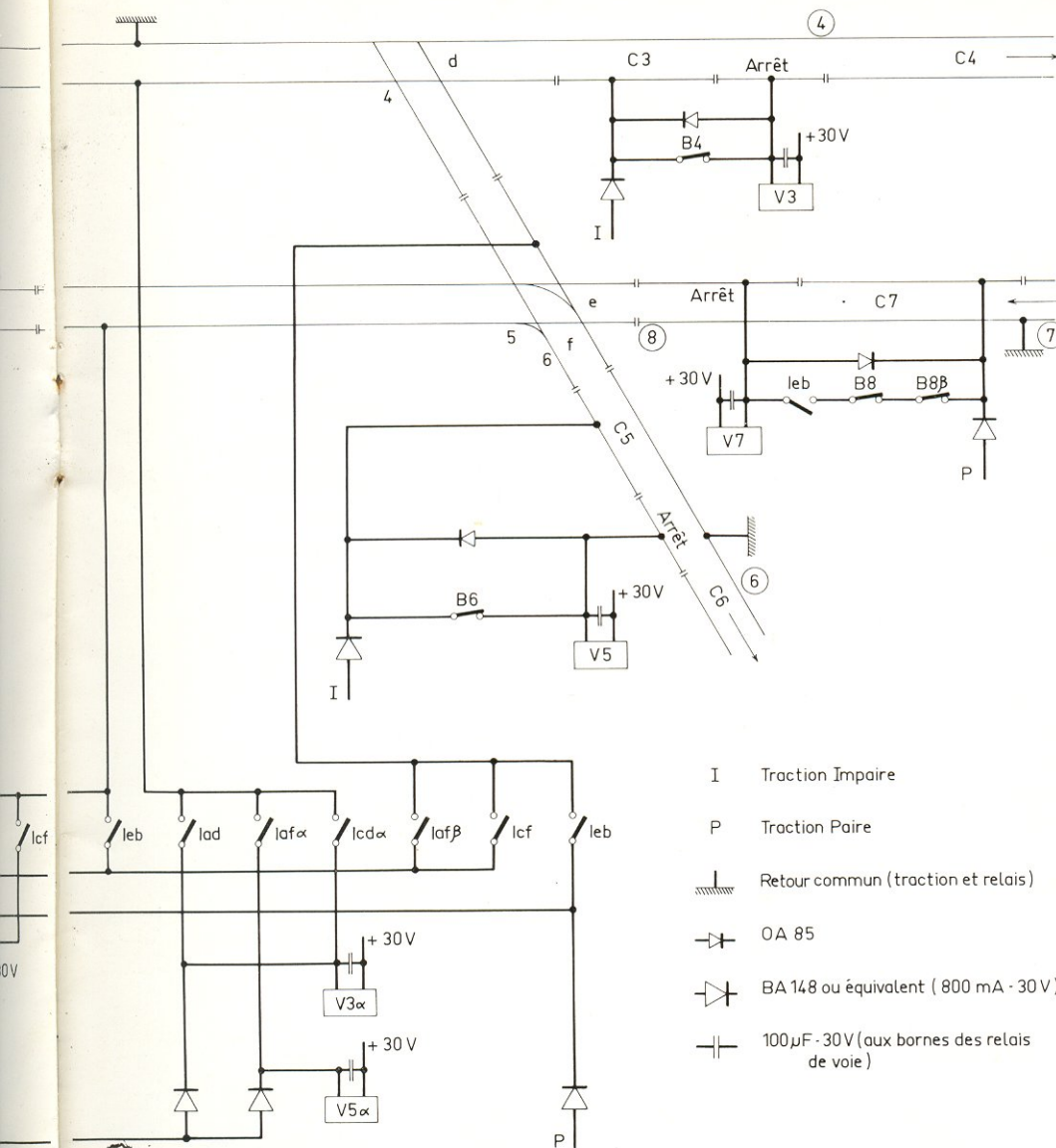
Pour un autre itinéraire, comme *cd*, le canton 3 est constitué d'autres éléments.

De même le canton 8 est constitué des traversées 1 et 5, de l'espace entre ces deux éléments et d'une partie de voie « hors itinéraire » destinée à compléter la longueur de ce canton.

## Découpage en zones isolées.

On obtient ainsi une succession logique de cantons, donnant une continuité de fonction au block automatique à travers la zone d'itinéraires. Bien entendu à l'amont de cette zone, pour chaque voie d'entrée se situe un canton, dont l'alimentation en courant traction est étudiée en fonction des





critères d'excitation des relais d'itinéraire et de block.

Les zones d'itinéraire proprement dites, sont parcourues par des trains accomplissant des itinéraires différents, dans deux sens de marche et, de ce fait, ces différentes zones sont alimentées au point de vue traction et détection à travers des contacts travail de tous les relais d'itinéraires concernés. Il y a à l'amont un regroupement (masse ou source) et une répartition au niveau des cantons définis ci-dessus, en distinguant deux parties  $\alpha$  et  $\beta$ , destinées à assurer le transit souple, comme nous le verrons.

Le canton 3 contient donc trois relais de voie : V3  $\alpha$ , V3  $\beta$  et V3, ce dernier détectant à la fois le canton 3 et la zone d'arrêt, comme d'habitude. L'itinéraire **ad** ne met en jeu que les relais V3  $\alpha$  et V3, tandis que l'itinéraire **cd** met en jeu V3  $\alpha$ , V3  $\beta$  et V3.

De même l'itinéraire **af** met en jeu les relais V5  $\alpha$ , V5  $\beta$  et V5, tandis que l'itinéraire **cf** met en jeu les relais V5  $\beta$  et V5 seulement.

Une fois faite la répartition des tronçons de voies en cantons et en sous-cantons, l'alimentation traction est facile.

## Détection-Block.

Le block automatique a été représenté sans ralentissement pour ne pas surcharger le graphique, mais ce perfectionnement peut s'ajouter facilement en appliquant les principes déjà énoncés à ce sujet. Par ailleurs, la signalisation à trois et quatre feux a été développée complètement pour guider justement la mise en place éventuelle du ralentissement.

La zone d'arrêt des cantons d'approche est alimentée à travers un certain nombre de contacts en série. Il faut en effet qu'un itinéraire ayant ce canton comme origine soit réalisé, et que les cantons ou sous-cantons placés à l'aval soient libres.

Les sources de courant traction et relais, ainsi que le retour commun sont identiques aux schémas déjà rencontrés. J'ai distingué deux circuits indépendants et les sources de traction ont été figurées séparément, une pour chaque sens (pair et impair).

La détection a été représentée par circuit de voie classique à diode anti-retour, mais on peut également placer une détection électronique (BATH, etc.).

La marche avant seule a été représentée, mais la marche arrière est réalisable en insérant les contacts d'inversion pour les zones d'itinéraires entre les contacts de relais d'itinéraire et les relais de voie.

## Aiguilles.

La commande des aiguilles n'a pas été représentée ; elle est identique à celle vue pour les itinéraires manuels ; on peut, par exemple, adopter le système à diodes avec des relais d'aiguilles : un contact de chaque relais d'itinéraire joue alors le rôle d'interrupteur manuel pour les aiguilles qu'il contrôle. Ainsi, pour l'itinéraire **af**, le relais **laf  $\alpha$**  commandera l'aiguille 4 D et le circuit **laf  $\beta$**  commandera l'aiguille 5 D.

Compte tenu des précisions ci-dessus, les schémas d'alimentation traction et détection de voie, ainsi que l'excitation des aiguilles, sont relativement simples et ne font pas appel tout au moins à des notions nouvelles.

## d) Circuits d'enclenchements.

Les circuits d'enclenchements, par contre, sont plus complexes et constituent bien le nœud des problèmes à résoudre. (Fig. 54, 55 et 56.)



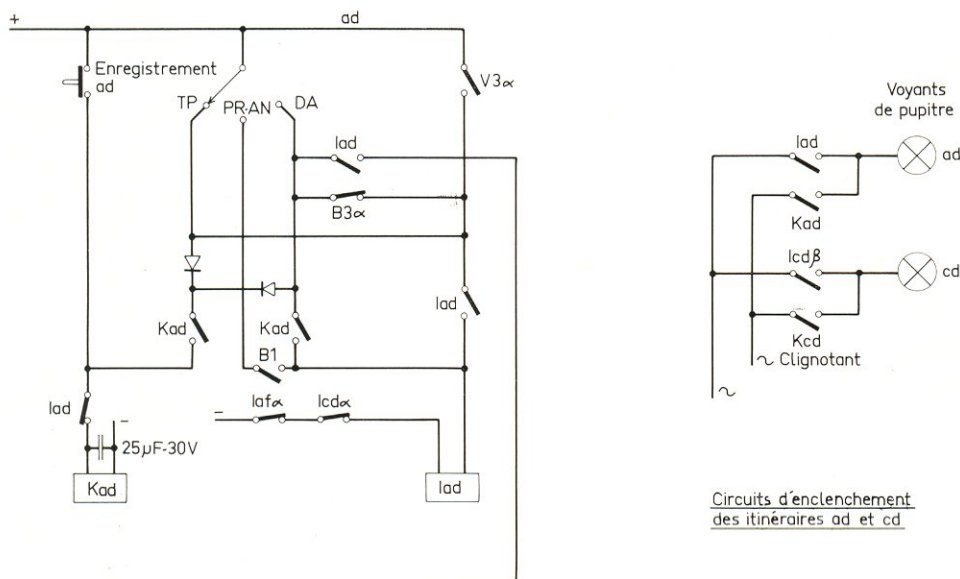
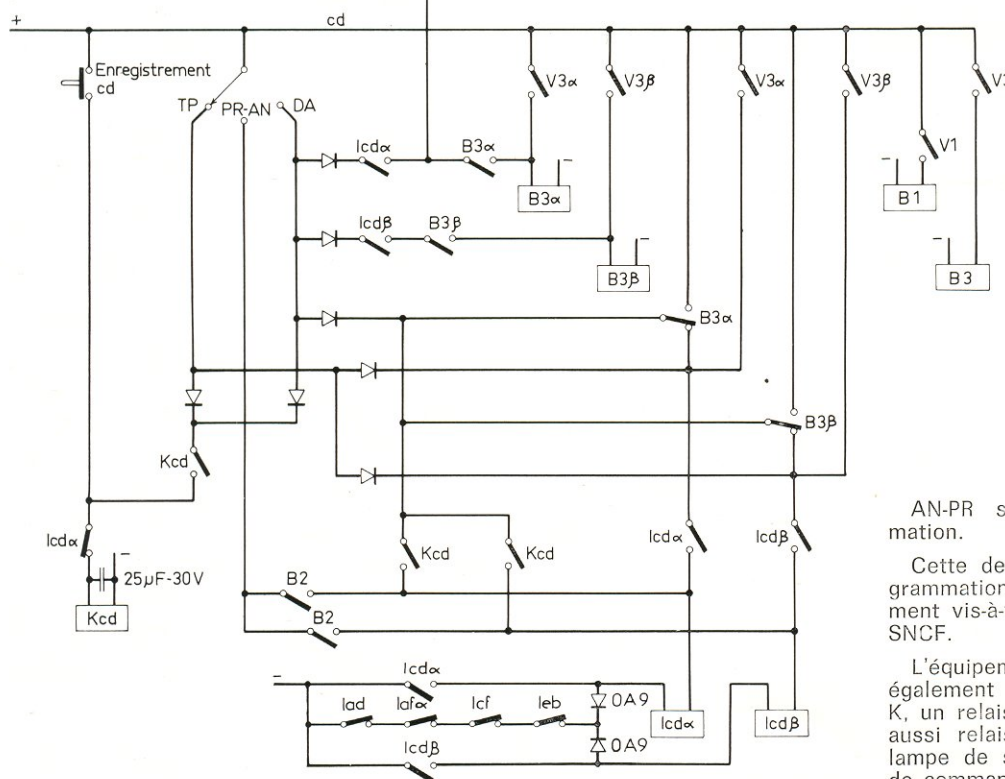


Fig. 54

**Circuits d'enclenchement des itinéraires ad et cd de la figure 47**



Circuits complémentaires au schéma de la Fig. 53.

**Fonctionnement d'un itinéraire simple (une seule zone).**

Examinons d'abord le cas le plus simple, celui d'un itinéraire ne comportant qu'une seule partie des zones d'itinéraires  $\alpha$  ou  $\beta$ , comme par exemple **ad**. (fig. 54).

L'équipement de cet itinéraire **ad** comporte un bouton d'enregistrement à rappel automatique et une clef à trois positions : TP - DA et AN-PR.

TP signifie Tracé Permanent.

DA signifie Destruction Automatique.

AN-PR signifie Annulation-Programmation.

Cette dernière utilisation de « Programmation » est prévue en supplément vis-à-vis des contingences de la SNCF.

L'équipement de l'itinéraire comporte également un relais d'enregistrement K, un relais d'enclenchement I appelé aussi relais d'itinéraire et enfin une lampe de signalisation sur le pupitre de commande.

Il y a lieu d'envisager les différents cas possibles suivant la position de la clef, la pénétration des trains, etc.

1) Supposons que la clef **ad** soit placée sur DA, qu'aucun train ne soit sur les voies et que l'on enregistre l'itinéraire **ad** en appuyant sur le bouton d'enregistrement « ad ». Le relais Kad s'excite et ferme ses contacts de travail. Un des contacts permet l'excitation du relais lad puisque tous les



autres relais d'itinéraire ne sont pas excités.

L'excitation du relais lad provoque un certain nombre d'effets :

- l'alimentation du relais Kad est coupée et ce relais retombe,
- le courant de traction est conduit aux différentes sections de voie empruntées par cet itinéraire (voir schéma traction, fig. 53),
- les aiguilles sont placées en bonne direction,
- la signalisation en « a » (signaux 1 et 31) permet le passage des trains,
- la formation des itinéraires incompatibles avec **ad** n'est plus possible car un contact repos du relais lad est placé en série dans le circuit d'alimentation des relais de ces itinéraires incompatibles,
- le voyant de pupitre « ad » s'allume en permanence,
- le tracé de l'itinéraire s'allume sur le TCO (voir chapitre TCO).

Il y a lieu de noter que dans le circuit d'alimentation du relais lad un contact d'auto-alimentation remplace le contact travail du relais Kad à la retombée de celui-ci (le contact repos du relais B3  $\alpha$  est fermé) ; comme un contact repos du relais lad coupe le relais Kad, il est nécessaire de retarder la retombée du relais Kad afin d'éviter tout battement entre les relais K et I.

Il est par ailleurs nécessaire que l'excitation du relais I coupe le relais K, sinon ce dernier resterait alimenté, même après la destruction de l'itinéraire.

En restant dans l'hypothèse de la clé d'itinéraire placée sur DA et de l'absence de train sur le gril, l'itinéraire **ad** est ainsi formé en appuyant sur le bouton d'enregistrement **ad**. Si on veut annuler l'itinéraire **ad**, il suffit de placer la clé **ad** sur la position « AN-PR ». Le circuit d'alimentation du relais lad est alors coupé et cet itinéraire est annulé.

2) Supposons maintenant l'itinéraire **ad** formé, la clé restant placée sur DA ; et examinons ce qu'il se passe lorsqu'un train pénètre dans le canton 1.

On voit d'abord que l'enclenchement d'approche est assuré : si on place la clé de DA sur AN-PR, l'excitation du relais lad est maintenue par le contact travail du relais B1.

Lorsque le train pénètre dans la zone 3  $\alpha$ , le relais de voie V3  $\alpha$  s'excite et provoque d'une part l'excitation du relais B3  $\alpha$ , d'autre part le maintien du relais lad ; en effet, le contact repos du relais B3  $\alpha$  s'ouvre peu après la fermeture du contact travail du relais V3  $\alpha$ .

L'enclenchement de transit est ainsi réalisé par les contacts travail placés en série des relais V3  $\alpha$  et lad.

Enfin, lorsque le train quitte la zone 3  $\alpha$ , le relais V3  $\alpha$  retombe et il y a lieu d'éviter que le contact repos du relais B3  $\alpha$  ne se referme avant que le relais lad soit retombé ; à cet effet, un circuit de maintien du relais B3  $\alpha$  est mis en place : clé DA et contact travail en série des relais lad et B3  $\alpha$  ; ainsi, le relais B3  $\alpha$  ne peut retomber tant que le relais lad n'est pas retombé lui-même. On a alors la succession très rapide, dans l'ordre, des retombées des relais V3  $\alpha$ , lad, B3  $\alpha$ . Tous les circuits reviennent dans leur état primitif avant enregistrement de l'itinéraire. L'itinéraire **ad** a été détruit automatiquement.

3) Supposons maintenant que la clé d'itinéraire **ad** soit placée sur TP et que l'on enregistre l'itinéraire **ad**. Le processus de formation sera le même que pour la position DA. Les enclenchements d'approche et de transit seront les mêmes. Le processus sera différent seulement à la sortie du train de la zone 3  $\alpha$  ; en effet, à ce moment, l'excitation du relais lad est maintenue par le contact « TP » de la clé d'itinéraire et par le contact travail du relais lad. Ainsi, l'itinéraire reste tracé même après le passage d'un train et reste disponible pour le passage d'un train suivant sans intervention de l'opérateur. Bien entendu, si au cours du passage du train on a modifié la position de la clé de TP en DA en passant par AN-PR, l'enclenchement de transit maintient le relais lad excité, mais cet itinéraire sera détruit automatiquement à la sortie du train de la zone 3  $\alpha$ .

4) Supposons maintenant que la clé d'itinéraire **ad** soit placée sur AN-PR et que l'on appuie sur le bouton d'enregistrement ; le relais Kad s'excite tant qu'on appuie sur ce bouton mais le relais lad ne peut s'exciter en l'absence de train ; par contre, dans cette position de la clé d'itinéraire, l'enclenchement du relais lad se produit lorsqu'un train pénètre dans le canton 1 (canton d'approche) ; en effet, le relais B1 s'excite et le contact travail de ce relais permet l'excitation du relais lad (si aucun itinéraire incompatible n'est enclenché) ; à partir de ce moment, l'enclenchement d'approche se produit même si on place la clé

sur les positions DA et TP ou qu'on replace la clé sur la position AN-PR. L'enclenchement de transit et l'annulation sont identiques aux cas examinés précédemment. On obtient une programmation de l'itinéraire : on peut, par exemple, pour la voie d'entrée a qui comporte deux itinéraires possibles **ad** et **af**, placer la clé d'itinéraire **ad** sur AN-PR et la clé **af** sur DA ; lorsqu'un train pénètre dans le canton 1 il enclenche automatiquement l'itinéraire **ad** sans intervention de l'opérateur et le restitue à la sortie de la zone 3  $\alpha$ . Deux itinéraires incompatibles peuvent ainsi s'enclencher successivement et rester disponibles pour un prochain passage, alors qu'en position DA de la clé il faut appuyer sur les boutons d'enregistrement à chaque passage.

J'insiste sur le fait que cette « programmation » n'existe pas à la SNCF ; elle n'a été conçue et réalisée en modélisme que pour éviter la nécessité d'une intervention manuelle répétitive dans des réseaux où la rotation des trains les conduit bien souvent à revenir avec des périodes assez courtes au même gril d'aiguillages. L'avantage consiste à regrouper les fonctions « annulation » et « programmation » dans la même position de la clé d'itinéraire.

5) Supposons enfin qu'un itinéraire incompatible avec **ad** (par exemple **cd**) soit enclenché lorsqu'on appuie sur le bouton d'enregistrement de l'itinéraire **ad** (clé sur DA ou TP).

Le relais Kad s'excite et reste excité même lorsqu'on n'appuie plus sur le bouton d'enregistrement grâce à un contact travail de maintien. Par contre, le relais lad ne peut s'exciter car un contact repos du relais d'itinéraire incompatible est ouvert (par exemple lcd  $\alpha$ ). De ce fait, l'itinéraire **ad** est enregistré et le voyant de pupitre clignote.

Ce clignotement symbolise effectivement l'enregistrement d'un itinéraire, il peut être produit par une source de courant périodique (par exemple un petit moteur avec démultiplicateur et came de contact).

Ainsi, les voyants de pupitre ont trois positions électriques possible :

**Eteint** : itinéraire correspondant ni enregistré ni enclenché ;

**Clignotant** : itinéraire correspondant enregistré en attente d'enclenchement ;

**Allumé en permanence** : itinéraire correspondant enclenché.



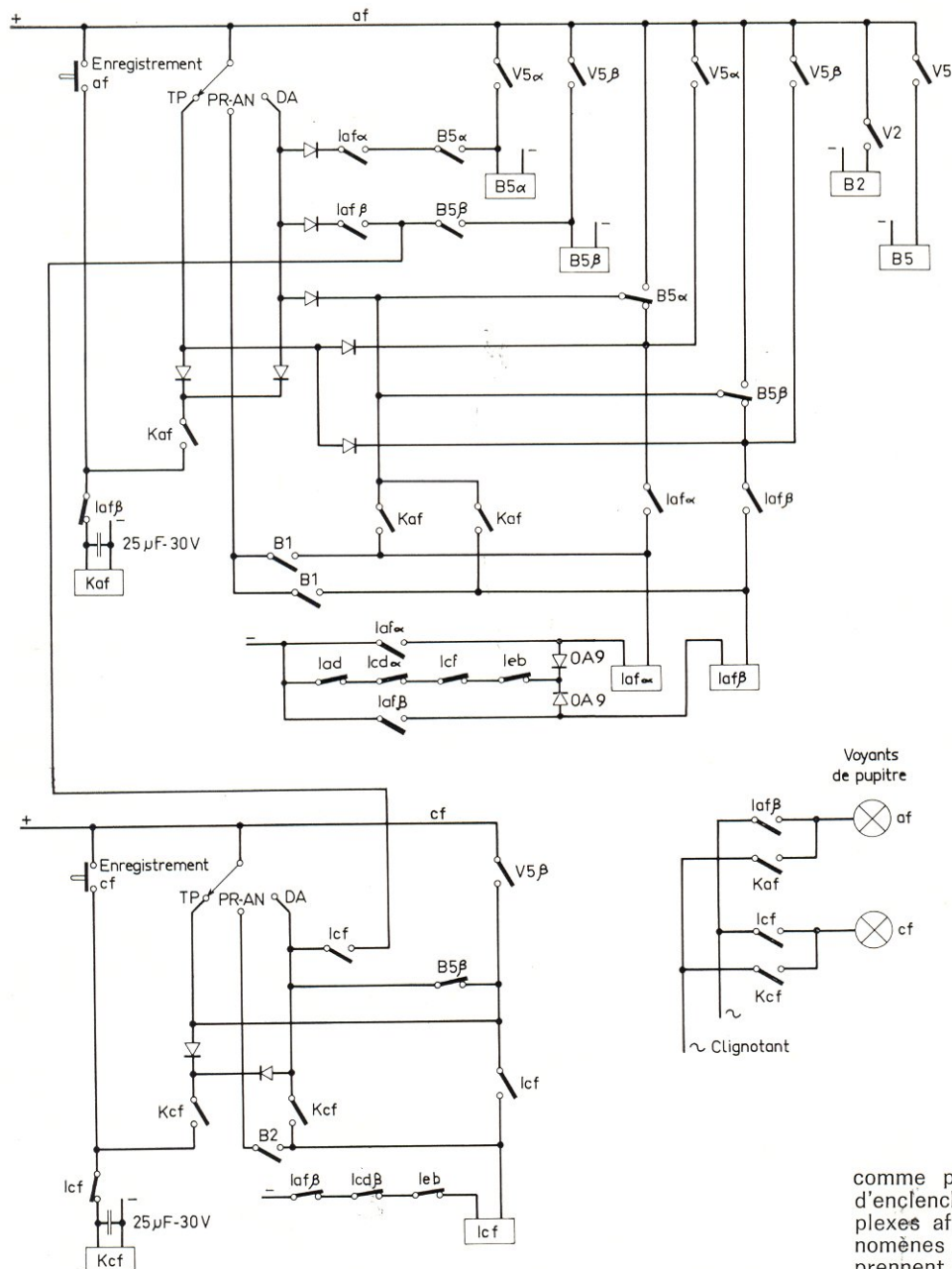


Fig. 55

### Circuits d'enclenchement des itinéraires af et cf

Circuits complémentaires au schéma de la Fig. 53.

Cet enregistrement et ce clignotement subsisteront jusqu'à ce que :

- soit l'itinéraire incompatible est détruit ou annulé et à ce moment l'itinéraire **ad** s'enclenchera et le voyant s'allumera en permanence ;
- soit l'opérateur annule l'enregistrement de l'itinéraire **ad** en plaçant la clé sur AN-PR.

### Fonctionnement d'un itinéraire complexe (plusieurs zones).

Nous avons ainsi passé en revue tous les phénomènes relatifs à l'enregistrement et à l'enclenchement de l'itinéraire **ad**. En ce qui concerne les itinéraires mettant en jeu les deux parties  $\alpha$  et  $\beta$  des zones d'itinéraire,

comme par exemple **cd**, les circuits d'enclenchement sont un peu plus complexes afin de faire ressortir les phénomènes de transit souple, mais reprennent les principes rencontrés lors de l'examen des circuits de l'itinéraire **ad**. En reprenant les différentes hypothèses envisagées pour l'itinéraire **ad**, examinons ce qu'elles donnent pour l'itinéraire **cd**.

- 1) Supposons que la clé « cd » soit placée sur DA, qu'aucun train ne soit sur les voies et que l'on enregistre l'itinéraire **cd**. Le relais Kcd s'excite et entraîne l'excitation des relais lcd  $\alpha$  et lcd  $\beta$  avec les effets correspondants (déexcitation du relais Kcd, mise en position des aiguilles, alimentation en courant traction, signalisation, verrouillage des itinéraires incompatibles,



voyant de pupitre, TCO, etc.). Les phénomènes déjà examinés pour l'itinéraire **ad** se produisent, ainsi que l'annulation éventuelle.

2) Lorsqu'un train pénètre dans le canton 2 (itinéraire **cd** enclenché, clé sur DA), l'enclenchement d'approche est assuré.

Lorsque le train pénètre dans la zone 3  $\beta$ , le relais de voie V3  $\beta$  s'excite et

### Pupitre de commande des itinéraires

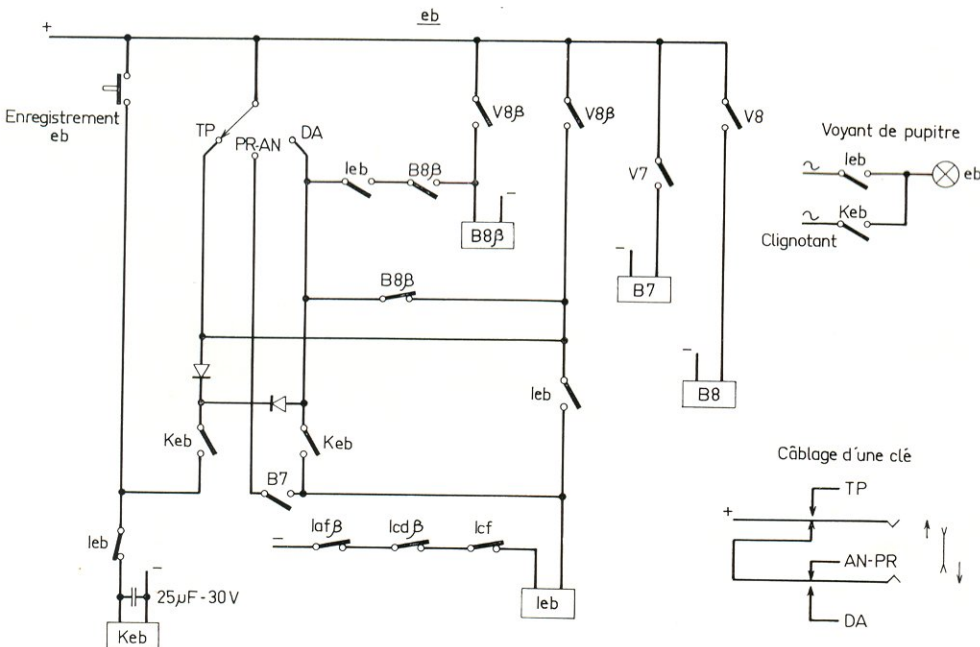
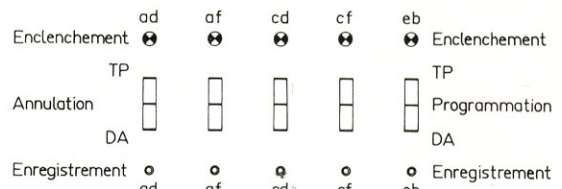
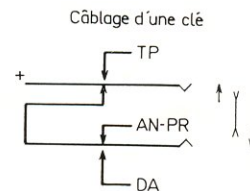


Fig. 56

### Circuits d'enclenchement de l'itinéraire eb

Circuits  
complémentaires  
au schéma de  
la Fig. 53.



provoque d'une part l'excitation du relais B3  $\beta$ , d'autre part le maintien des relais lcd  $\alpha$  et lcd  $\beta$ . En effet, le contact repos du relais B3  $\beta$  s'ouvre peu après la fermeture du contact travail du relais V3  $\beta$  ce qui assure le maintien du relais lcd  $\beta$ ; par ailleurs, le relais lcd  $\alpha$  reste excité grâce à la succession des contacts : +, contact travail du relais B3  $\beta$ , contact repos du relais B3  $\alpha$ , contact travail du relais lcd  $\alpha$ . Ainsi, l'enclenchement de transit est assuré et l'itinéraire est maintenu même si on place la clé de l'itinéraire **cd** sur AN-PR et même lorsque le canton 2 n'est plus occupé.

Lorsque le train, poursuivant sa route, pénètre dans la zone 3  $\alpha$ , le relais de voie V3  $\alpha$  s'excite, provoque l'excitation du relais B3  $\alpha$  et le maintien du relais lcd  $\alpha$ .

Lorsque le train quitte la zone 3  $\beta$ , le relais de voie V3  $\beta$  retombe et le circuit de maintien du relais B3  $\beta$  em-

pêche le relais B3  $\beta$  de retomber tant que le relais lcd  $\beta$  n'est pas retombé lui-même. On a alors la succession très rapide, dans l'ordre, des retombées des relais V3  $\beta$ , lcd  $\beta$ , B3  $\beta$ . On réalise ainsi le point essentiel du transit souple : à savoir la décomposition de l'itinéraire **cd** en deux parties indépendantes, le relais lcd  $\alpha$  est excité, alors que le relais lcd  $\beta$  ne l'est plus : c'est là le cœur du problème. Les itinéraires compatibles avec cd  $\alpha$ , mais non avec cd  $\beta$ , par exemple **eb** peuvent s'enclencher immédiatement.

L'itinéraire **cd** est détruit partiellement.

Lorsque le train quitte la zone 3  $\alpha$ , le relais lcd  $\alpha$  retombe avec le même processus et l'itinéraire **cd** est détruit totalement.

3) Supposons maintenant que la clé d'itinéraire **cd** soit placée sur TP ; l'enregistrement et l'enclenchement sont

analogues à ceux examinés pour l'itinéraire **ad** ; les relais lcd  $\alpha$  et lcd  $\beta$  sont excités ensemble et demeurent excités tant que la clé reste sur la position TP.

4) Supposons maintenant que la clé d'itinéraire **cd** soit placée sur AN-PR ; la pénétration d'un train dans le canton 2 entraîne l'excitation des relais lcd  $\alpha$  et lcd  $\beta$ . Les enclenchements d'approche et de travail sont assurés et la destruction de l'itinéraire en deux temps se produit également. Il est intéressant de remarquer que la position « Programmation » ne supprime pas le transit souple.

5) Supposons enfin qu'un itinéraire incompatible avec **cd** (par exemple **af**) soit enclenché lorsqu'on appuie sur le bouton d'enregistrement de l'itinéraire **cd** (clé sur DA ou TP). Le relais Kcd s'excite, le voyant de pupitre clignote et on retrouve les phénomènes examinés pour l'itinéraire **ad**.



## Rôle des diodes.

On constate que les circuits d'enclenchements des itinéraires concernant les deux zones  $\alpha$  et  $\beta$  mettent en œuvre de nombreuses diodes (utiliser des diodes OA 85 ou équivalentes) et il y a lieu de les justifier.

— Les diodes placées sur les circuits d'excitation des relais B sont destinées à empêcher, dans le cas où la clé d'itinéraire est sur la position TP et où une zone  $\alpha$  ou  $\beta$  est occupée, le circuit suivant (par exemple relais B3  $\beta$ ) : +, contacts travail des relais V3  $\alpha$ , B3  $\alpha$ , lcd  $\alpha$ , lcd  $\beta$ , B3  $\beta$  et relais B3  $\beta$ . On aurait ainsi, en l'absence de ces diodes, un maintien anormal d'excitation du relais B3  $\beta$  alors que le relais V3  $\beta$  n'est pas excité.

— Les diodes placées sur les circuits d'excitation des relais K sont destinées à dissocier l'action TP de l'action DA.

— La diode placée sur les circuits d'excitation des relais I (en provenance de la position DA) est destinée à empêcher, dans le cas où la clé est sur TP, le circuit suivant (par exemple relais B3  $\beta$ ) : +, contacts travail des relais B3  $\beta$ , lcd  $\beta$ , B3  $\beta$  et relais B3  $\beta$ . On aurait ainsi, en l'absence de cette diode, un maintien anormal d'excitation du relais B3  $\beta$  alors que le relais V3  $\beta$  n'est pas excité.

— Les diodes placées sur les circuits d'excitation des relais I (en provenance de la position TP) sont destinées à dissocier l'action sur les relais I  $\alpha$  et I  $\beta$  et à empêcher, dans le cas où l'itinéraire n'est pas enclenché et où la clé est sur AN-PR, le circuit suivant concernant les relais K (par exemple Kcd) : +, contact AN-PR, contacts travail des relais B2, Kcd, contacts repos du relais B3  $\alpha$  ou du relais B3  $\beta$ , contact travail du relais Kcd, contact repos du relais lcd  $\alpha$  et relais Kcd. On aurait ainsi en l'absence de ces diodes un maintien anormal d'excitation du relais Kcd, alors que la position AN-PR de la clé d'itinéraire devrait entraîner l'annulation de l'enregistrement.

## Remarques sur les circuits d'enclenchements.

Pour terminer l'étude des circuits d'enclenchement des itinéraires PRS, il y a lieu de remarquer que :

— Il y a symétrie totale entre les zones  $\alpha$  et  $\beta$ , ainsi qu'entre les relais correspondants d'itinéraire ou de block ; le transit souple est donc valable dans les deux sens, quel que soit le côté par lequel le train pénètre dans

le gril d'aiguillages, en mettant en place, bien entendu, les contacts inverseurs nécessaires à la marche arrière dans les circuits traction. Les circuits d'enclenchements demeurent valables en marche arrière, en ajoutant seulement un contact repos du relais l'inversion en série dans le circuit au départ du contact AN-PR de façon à empêcher toute programmation en marche arrière. De même, il est souhaitable d'instaurer un enclenchement empêchant la marche arrière dès qu'une destruction partielle d'itinéraire s'est produite.

— Le nombre de zones  $\alpha$  et  $\beta$  n'est pas limitatif ; on peut mettre en œuvre un nombre quelconque de zones, notamment dans le cas de gares terminus où se trouvent de nombreux quais et de nombreuses voies d'arrivée et de départ. Les circuits d'enclenchements à « n » zones s'établissent très facilement à partir des schémas à deux zones ; bien entendu, la destruction automatique s'effectue zone par zone, d'une façon tout à fait conforme à la SNCF. Le transit souple donne alors une efficacité extraordinaire.

— Les incompatibilités entre itinéraires se représentent sous forme de contacts repos des relais d'itinéraires dans les circuits de formation des relais d'itinéraires incompatibles, d'après le tableau ci-après :

| Itinéraires | incompatibles avec                          |
|-------------|---------------------------------------------|
| ad          | af $\alpha$ , cd $\alpha$ , cd $\beta$ .    |
| af $\alpha$ | ad, cd $\alpha$ , cd $\beta$ , cf, eb.      |
| af $\beta$  | cf, eb.                                     |
| cd $\alpha$ | ad, af $\alpha$ .                           |
| cd $\beta$  | ad, af $\alpha$ , cf, eb.                   |
| cf          | af $\alpha$ , af $\beta$ , cd $\beta$ , eb. |
| eb          | af $\alpha$ , af $\beta$ , cd $\beta$ , cf. |

— Les retards à la retombée des relais B et K ont été traités de façon différentes. En effet, les relais K ont peu de contacts (2 ou 3) et un condensateur 25  $\mu$  F placé directement aux bornes d'un relais de résistance assez élevée (par exemple IBM 4RT 1500 ohms) suffit à assurer le retard nécessaire. Par contre, les relais B de

block ont généralement beaucoup de contacts (circuits de block, de signalisation, d'enclenchement, de commande centralisée éventuelle, etc.) et le retard par condensateur serait plus problématique même avec un relais pilote, l'utilisation d'un contact du relais d'itinéraire dans un circuit spécial de maintien a été jugé préférable et plus sûr pour le PRS, après essais. Bien entendu, le dispositif pourrait être utilisé pour le PRA.

## e) Signalisation.

Compte tenu des explications données au sujet des enclenchements, la signalisation est en fait assez simple.

J'ai donné le câblage détaillé des signaux d'entrée à chaque voie, ainsi que des signaux placés en tête des cantons d'approche. (Fig. 57.)

En ce qui concerne les feux verts et jaunes, ainsi que le feu rouge de sémaphore, les schémas se comprennent sans difficulté : ils résultent d'un mélange de contacts de block et d'itinéraires ; suivant l'occupation des uns ou l'enclenchement des autres le courant de signalisation est conduit à une ampoule ou à une autre. Ainsi, pour que le feu vert du signal 32, placé à l'entrée « a » du gril d'itinéraires, soit allumé il faut :

— Soit que l'itinéraire **cd** soit enclenché, mais alors dans ce cas, que les sections ou cantons 3, 3  $\alpha$ , 3  $\beta$  et 4 soient libres ;

— Soit que l'itinéraire **cf** soit enclenché, mais alors dans ce cas, que les sections ou cantons 5, 5  $\beta$  et 6 soient libres.

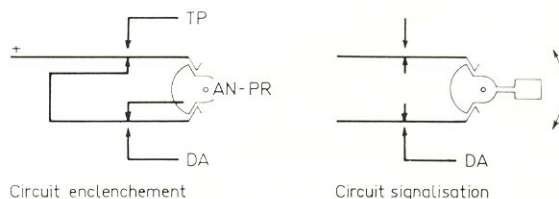
En ce qui concerne le feu rouge de carré, il est intéressant et conforme aux règles de la SNCF de l'alimenter indépendamment du feu rouge de sémaphore. Ce feu rouge de carré doit être allumé :

— Soit lorsqu'aucun itinéraire n'est enclenché au départ de la voie commandée par le signal ;

— Soit lorsqu'un itinéraire est enclenché, que le canton suivant est occu-

Fig. 58

Clé d'itinéraire à 3 positions





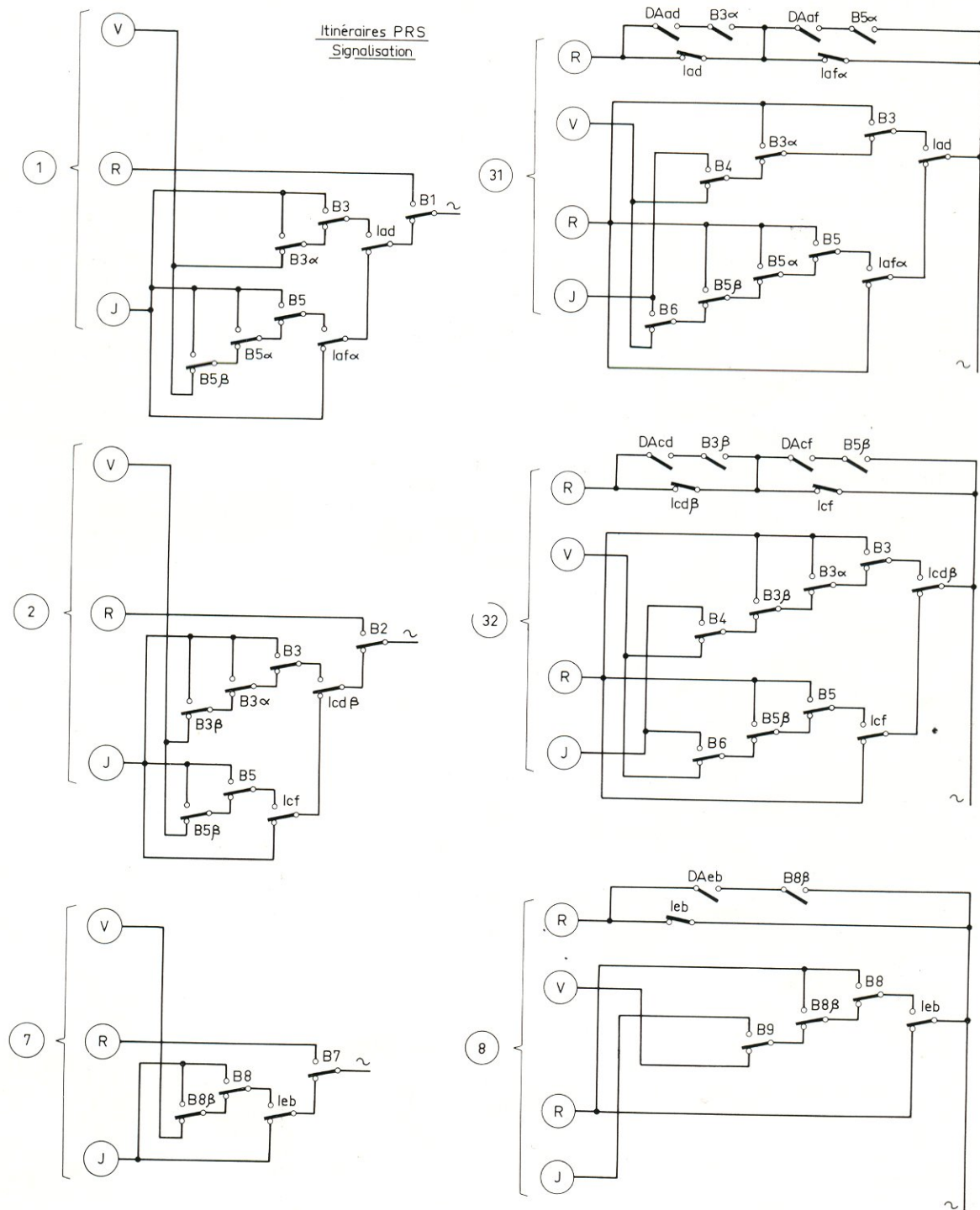


Fig. 57

### Itinéraires P R S

Signalisation

Circuits "éclairage signaux",  
complémentaires au schéma de la Fig. 53.



pé et que cet itinéraire est placé en position de « destruction automatique ».

Il y a donc lieu de faire intervenir dans le circuit d'alimentation des feux rouges de carré, un contact repos des relais des itinéraires concernés et des contacts travail des relais de block et de la clé d'itinéraire, côté DA.

Chaque clé d'itinéraire doit posséder trois positions et deux jeux de contacts ; on trouve facilement ce type de matériel dans le commerce radio. (Fig. 58.)

#### f) Résultats obtenus.

La réalisation de l'ensemble qui vient d'être décrit, ou d'un ensemble équivalent suivant les mêmes principes, avec enclenchements, enregistrements, destruction automatique, tracé permanent, etc., est très spectaculaire, d'une part parce que les règles de la SNCF sont respectées et que l'amateur a, de ce fait, à sa disposition la reproduction d'un PRS réel, d'autre part parce que l'utilisation d'un PRS, même en

modélisme, apporte une souplesse de fonctionnement incomparable et une possibilité de surveiller et de coordonner un grand nombre de convois en même temps. Les voyants de pupitre, soit allumés en permanence, soit clignotants, soit éteints, le fonctionnement des aiguilles, le démarrage des trains, la signalisation sont autant de facteurs d'attrait, compte tenu de leur intervention cohérente.

On est loin, bien sûr, du p'tit train, et il faut reconnaître que les phénomènes de formation et de destruction des itinéraires ne sont pas assimilables du premier coup. Que le lecteur réfléchisse cependant à la complexité relative des schémas correspondant à la gare de Paris-Nord où plus de cinquante itinéraires enchevêtrés sont dotés du PRS, avec la possibilité de les parcourir dans les deux sens de marche.

En ce qui concerne la mise en œuvre d'itinéraires, notamment PRS, dans un réseau modèle, il est certain que seuls les modélistes expérimentés (non en électricité pure, mais en câblage de

relais) devront se lancer dans cette voie, après avoir assimilé parfaitement les techniques d'enclenchement, de block automatique, etc.

En conclusion, je voudrais rassurer les amateurs désireux de mettre en œuvre un PRS sur leur réseau, sur deux points :

1) Ils obtiendront une triple satisfaction :

- de réaliser sur le papier les schémas correspondant à leur propre réseau, avec un choix d'itinéraires aussi judicieux que possible ;

- de câbler tous les relais et de vérifier tous les circuits d'enclenchement au fur et à mesure ;

- enfin, d'exploiter leur réseau, doté de ces perfectionnements.

2) Ces recherches et ces travaux leur demanderont pas mal de temps, mais la dépense sera faible vis-à-vis de l'intérêt suscité : 200 francs environ pour un ensemble comprenant dix itinéraires.



# CHAPITRE V

## Tableau de contrôle optique

### 1° INTÉRÊT.

Le tableau de contrôle est annexé systématiquement au panneau de commande dans les postes d'aiguillage de la SNCF. Notamment dans les postes « tout relais », ces « TCO » permettent de suivre la formation et la destruction des itinéraires avec la position des aiguilles, etc.

En modélisme, le tableau de contrôle optique sera un accessoire très spectaculaire et je ne saurais trop conseiller aux amateurs d'en faire l'équipement, d'autant plus qu'il est possible de respecter d'assez près les techniques de la SNCF. Le TCO pourra d'ailleurs être conçu suivant deux formes différentes :

a) **CONTROLE PUR.** Ce sera un TCO tout à fait conforme à la SNCF, et il ne contiendra que des voyants lumineux (occupation des trains, enclenchement des zones d'itinéraires, position des aiguilles, répétition des signaux, etc.) à l'exclusion de tout organe de commande. Le TCO est alors placé assez haut et n'a pas besoin d'être accessible. Il peut par exemple être accroché à un mur et être séparé du tableau de commande par le réseau lui-même.

b) **CONTROLE ET COMMANDE.** La possibilité, donnée par le TCO, d'avoir devant soi une reproduction du schéma des voies, pourra conduire le modéliste à profiter de cette situation pour placer certains organes de commande (ceux des aiguilles en particulier) sur le TCO lui-même.

Certains modélistes construisent en effet des tableaux de commande comportant, à côté des commutateurs de traction, etc., un tableau synoptique des voies sur lequel sont placés les inverseurs d'aiguilles, les boutons d'arrêt du canton, les commandes de décrocheurs, etc. Si, en plus d'un tel tableau de commande, le modéliste construit un TCO, il aura devant lui deux schémas du réseau, ce qui n'est pas souhaitable.

Bien entendu si le TCO contient certains organes de commande il devra être accessible et si possible situé à proximité du tableau de commande principal.

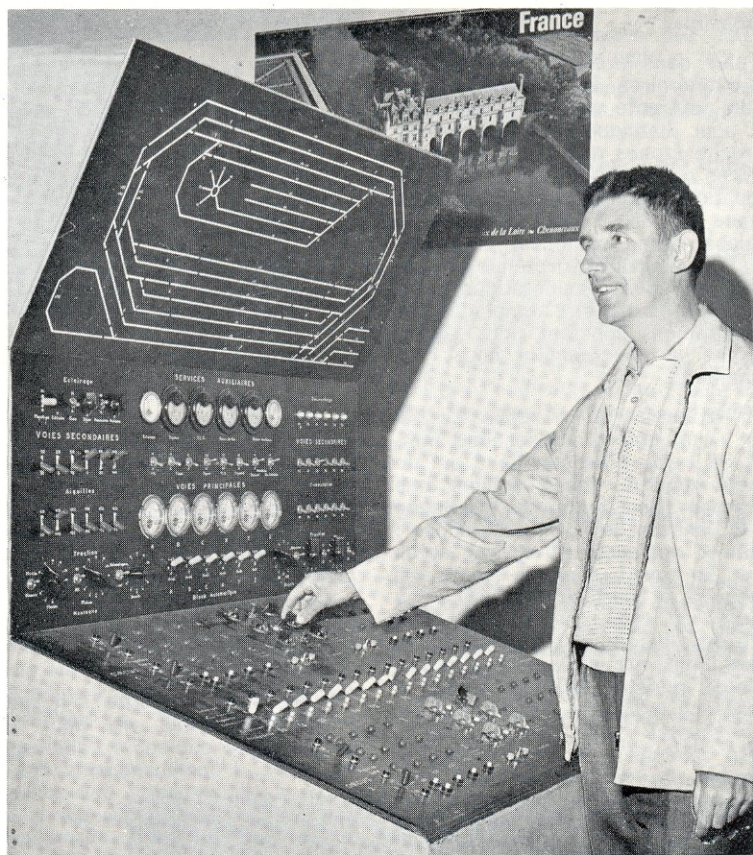
### 2) RÉALISATION ÉCONOMIQUE

Quelle que soit la forme donnée au TCO (contrôle avec ou sans commande), je ne donnerai des renseignements que sur la partie « contrôle », c'est-à-

dire sur la réalisation et l'alimentation des indications lumineuses.

a) **Répétition des signaux :** elle n'est pas indispensable, pour ne pas alourdir le TCO ; on pourra se contenter de la représentation des signaux allumés au carré. En tout état de cause il y a lieu de placer des voyants ponctuels de couleur aussi petits que possible.

b) **Position des aiguilles :** la représentation lumineuse n'offre d'intérêt



L'auteur, devant le pupitre de commande-tableau de contrôle optique de son réseau.

Cliché Loco-Revue



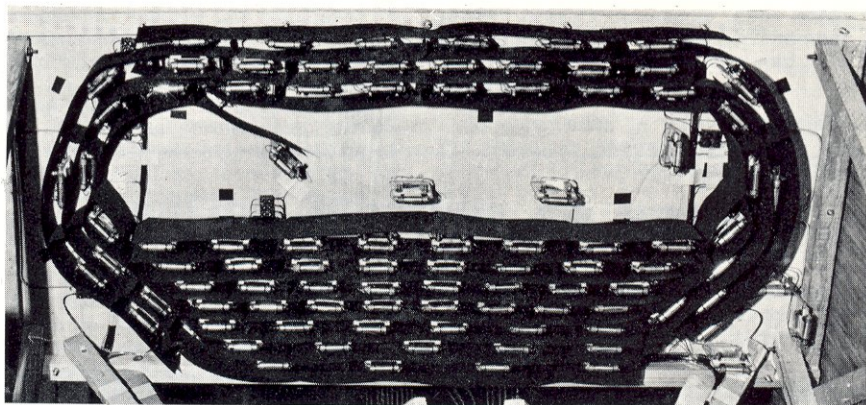
que si la commande des aiguilles n'est pas incorporée au TCO. Comme ci-dessus on placera des voyants ponctuels très petits.

c) Occupation ou enclenchements des zones de voie : il s'agit là d'éclairer des sections de voie d'une certaine longueur. Il sera intéressant de ne pas se contenter d'un éclairage « ponctuel » par ampoules plus ou moins rapprochées, mais de rechercher, comme à la SNCF, un éclairage « continu » des zones de voie, c'est-à-dire un éclairage qui recouvrira d'une luminosité aussi égale que possible un trait aussi long que possible.

De plus, dans le cas de voies faisant partie d'itinéraires, des éclairagements de couleur différente sont réalisés à la SNCF pour distinguer l'enclenchement d'approche (zones non occupées, mais réservées pour un itinéraire donné) de l'occupation effective. Cette distinction (obtenue à la SNCF avec des blocs de plexiglass taillés contenant deux ampoules) ne pourra être retenue en modèle pour des considérations financières ; elle pourra être remplacée par un éclairage constant pour l'occupation et un clignotement pour l'enclenchement.

Afin d'obtenir un « ruban de lumière », on pourra utiliser des morceaux de tuyau plastique de 6 cm de longueur environ, fendu suivant une génératrice. Une fente est pratiquée dans le panneau du TCO (dimensions : 60 mm x épaisseur du tuyau) et on coince le tuyau dans la fente en l'arasant à la surface du TCO. Une ampoule, du type navette auto, est placée dans l'enroulement du tuyau. La lumière émise par le filament (2 cm de longueur) pénètre dans le tuyau et grâce à son indice de réfraction élevé n'en « ressort » plus (principe de la lumière conduite). On obtient alors, à l'allumage, un trait de lumière à la surface du TCO (vert par exemple), tandis qu'à l'extinction la voie est un trait blanc se détachant sur le fond noir du TCO (l'encre de Chine blanche convient très bien, grâce à sa transparence). (Fig. 59.)

Les ampoules peuvent être alimentées en parallèle (quatre ou cinq traits lumineux pour un canton) par un contact travail du relais de block automatique, ou isolément par des contacts travail des relais d'itinéraires intéres-



Vu de dessous, le TCO réalisé par M. Chenevez dévoile ses secrets : compartimentage en alvéoles de pres-pahn noir évitant la dispersion de la lumière d'un secteur lumineux à l'autre.

Clichés Loco-Revue

En-dessous, gros plan montrant l'installation de l'une des lampes d'illumination du tracé : lampe navette de feux de position de voiture, montée sur le chant d'une plaquette de plexiglass dont l'extrémité inférieure est encastrée dans le TCO proprement dit et se confond avec le tracé schématique.

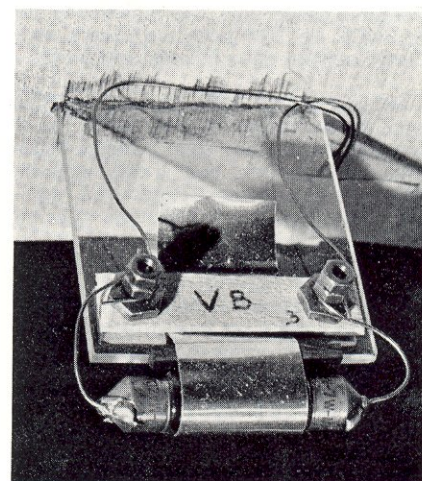
Si la section concernée du TCO doit être illuminée alternativement en blanc ou en rouge, une seconde lampe est fixée contre la plaquette avec interposition d'un cellulo de couleur.

sés par la section de voie correspondante ; les schémas sont très faciles à réaliser. Le TCO permet alors de suivre l'avancement des trains, et par ailleurs les enclenchements successifs, automatiques, d'itinéraires incompatibles, sont du plus bel effet.

### 3) RÉALISATION FONCTIONNELLE

La réalisation décrite ci-dessus est économique, mais ne peut donner qu'une seule couleur à l'allumage des ampoules. L'enclenchement des itinéraires et l'occupation des zones d'itinéraires sont distingués par le clignotement ou l'allumage permanent des ampoules, mais cette solution constitue un pis aller.

Dans le cas d'un PRS ayant demandé des moyens importants, il serait fâcheux d'obtenir un TCO ne correspondant pas aux principes SNCF, où l'enclenchement de l'itinéraire est représenté par l'allumage des traits figuratifs des zones en blanc, et où l'occu-



pation de ces zones est représentée par l'allumage des mêmes traits en rouge.

On utilise le principe de la lumière conduite, avec des plaques de plexiglass incolore de 3 mm d'épaisseur ; une lampe navette de feux de position de voiture (Mazda 7 W - 12 V alimentée en 10 V) est montée sur le chant de chaque plaque dont l'extrémité inférieure est encastrée dans le TCO en bois d'épaisseur 10 mm, et se confond avec le tracé schématique. Une plaquette de plexiglass rouge est inter-

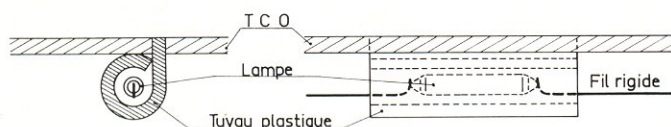
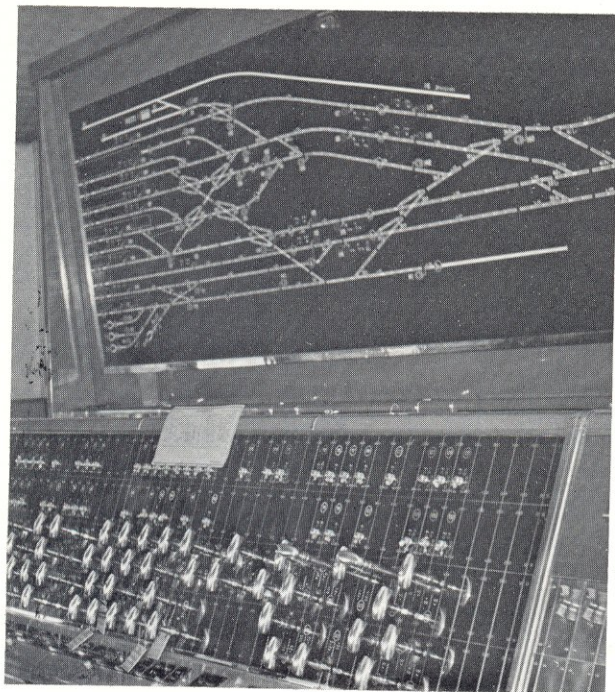


Fig. 59





Dans la réalité ;  
TCO du poste 1  
de Dijon-Ville.

Cliché  
L. VIGUIER.

calée entre la lampe et le plexiglass incolore ; de ce fait, tout le plexiglass incolore s'illumine en rouge, notamment sur les tranches ; en particulier la partie encastrée dans le TCO représentant un trait d'épaisseur 3 mm et d'environ 5 cm de longueur devient rouge d'une façon très uniforme.

Le système de fixation de la lampe sur la plaque de plexiglass sert en même temps pour l'amenée du courant, comme l'indique la photo.

Lorsque la section de voie représentée sur le TCO doit être allumée en blanc, on place une deuxième lampe sur le côté de la plaque de plexiglass sans interposition de plexiglass de couleur. L'introduction de la lumière ne se faisant plus par la tranche, l'intensité lumineuse est un peu plus faible ; il y a lieu de placer la deuxième lampe assez près du TCO proprement dit. Suivant que l'une ou l'autre lampe est allumée, la plaque de plexiglass s'allume en blanc ou en rouge. Les différents traits représentant les tranches des plaques de plexiglass sont éloignés les uns des autres d'environ 4 cm, de façon à donner un aspect linéaire et non ponctuel lors de l'allumage et à garder une rigidité suffisante à la feuille de contreplaqué percée de fentes multiples. Cette disposition est d'ailleurs conforme dans son aspect aux TCO de la SNCF. Les traits correspondant aux aiguilles ou aux tra-

versées sont plus courts (1 ou 2 cm seulement). Comme dans la réalisation économique décrite plus haut, les ampoules peuvent être alimentées en parallèle (quatre à cinq traits lumineux pour un canton) par un contact travail du relais de block, ou isolément par des contacts travail des relais d'itinéraires intéressés suivant les schémas décrits ci-après ; seuls les traits lumineux correspondent à des zones d'itinéraires sont munis de deux ampoules afin de pouvoir faire apparaître les couleurs blanche et rouge ; les autres

traits lumineux correspondant à des cantons de pleine voie sont munis d'une seule ampoule et s'éclairent en rouge seulement.

L'ensemble de ces traits lumineux peut représenter le tracé complet du réseau.

Côté face (vision normale) ce tracé sera figuré par un trait blanc continu à la gouache, de 3 mm d'épaisseur, recouvrant aussi bien la tranche des plaques de plexiglass que les espaces intermédiaires. Ainsi les traits du TCO ont trois états possibles :

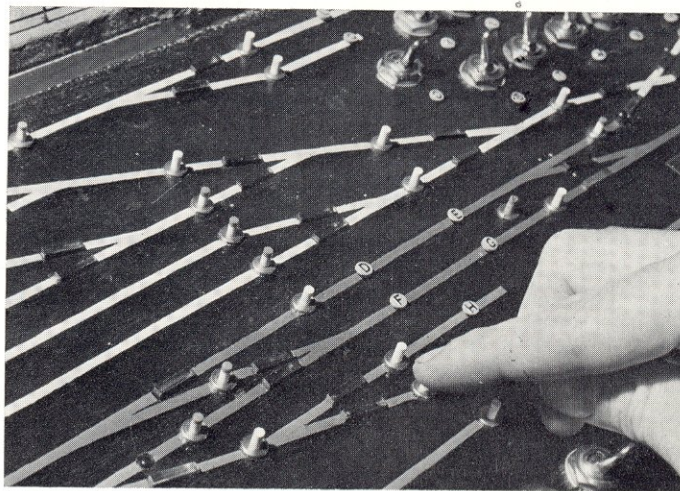
- éteint : le tracé des voies est continu, en blanc ;
- allumé en blanc : les traits lumineux éclairés ressortent nettement en blanc vif ;
- allumé en rouge : les traits lumineux éclairés ressortent nettement en rouge vif.

Côté pile (câblage) des séparations en carton noir évitent à une plaque de plexiglass éteinte de recevoir de la lumière d'une plaque voisine allumée et de faire apparaître un trait faiblement éclairé. Il y a lieu de ne pas recouvrir l'ensemble d'une feuille de carton, de façon à assurer une ventilation suffisante.

#### 4) UTILISATION AVEC PRA ET PRS

Le TCO prend toute sa valeur avec un système type PRA ou PRS. A la SNCF d'ailleurs les TCO sont associés aux PRS dont ils font partie intégrante ; il est donc intéressant de donner les schémas correspondant à l'allumage des voyants nécessaires au TCO qui

Exemple de  
pupitre avec  
tracé synoptique  
des voies  
associé aux  
organes de  
commande



Cliché  
ERTMER



pourrait être associé au PRS décrit au chapitre IV ; les amateurs auront ainsi un ensemble complet à leur disposition ; bien entendu le TCO avec PRA peut s'en déduire facilement puisqu'il est plus simple. (Fig. 60.)

On voit que le TCO est assez gourmand en contacts de relais, mais le câblage bien qu'un peu fastidieux n'est pas compliqué ; chaque lampe blanche ou rouge est alimentée par un contact travail de chaque relais d'itinéraire passant par le tronçon de voie représenté ; l'allumage en blanc ou en rouge est différencié par l'excitation du relais de block correspondant.

Examinons sur un exemple concret le fonctionnement du TCO. Supposons que l'itinéraire **cd** soit enclenché en destruction automatique et l'itinéraire **eb** enregistré, et que les cantons 2 et 7 soient occupés.

Les voyants 14 et 15 sont allumés en rouge.

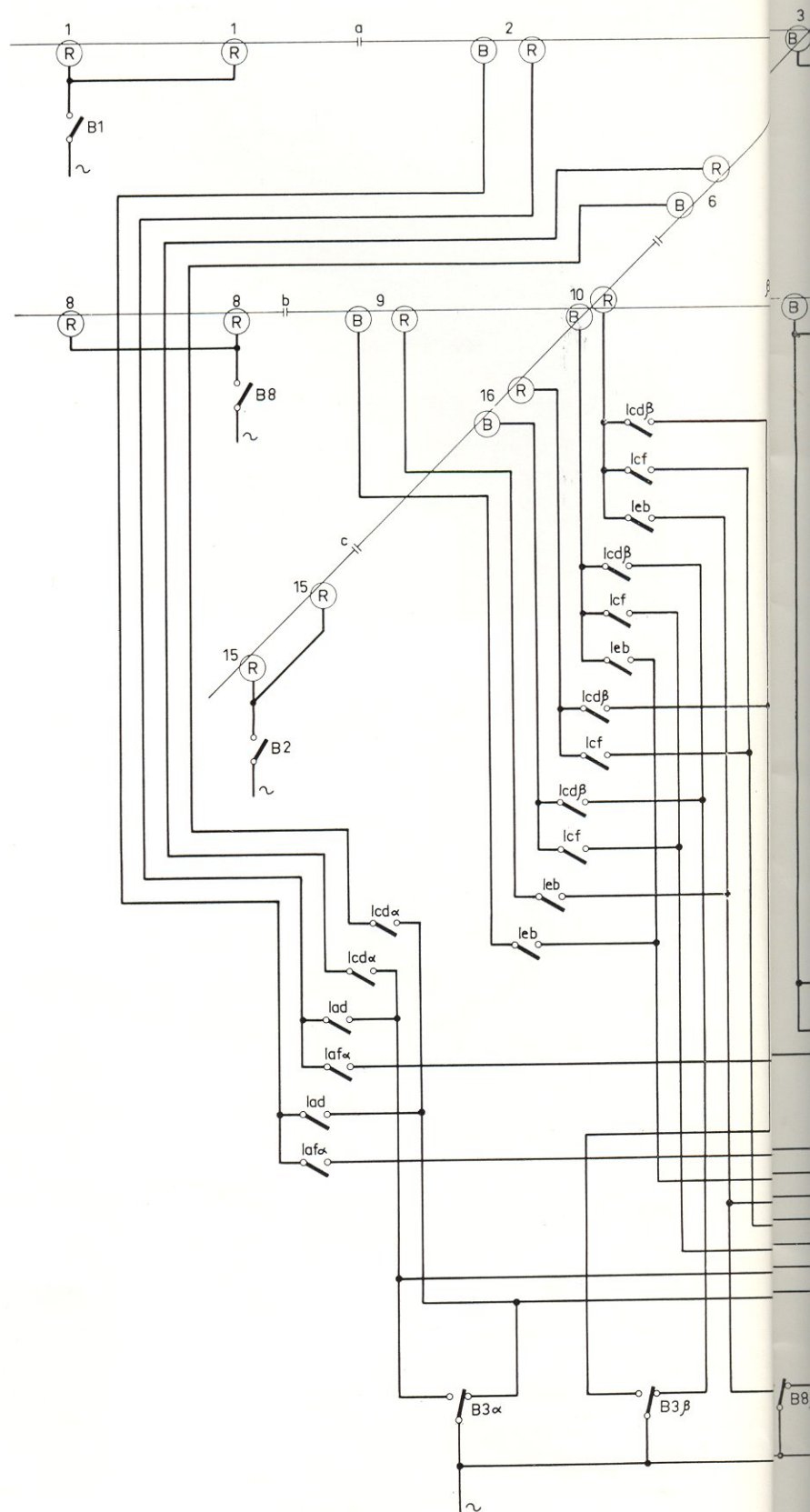
Les voyants 16 B, 10 B, 6 B, 3 B et 4 B sont allumés en blanc.

Lorsque le train se trouvant dans le canton 2 avance dans la section 3  $\beta$ , les voyants 16 B et 10 B s'éteignent tandis que les voyants 16 R et 10 R s'allument en rouge, symbolisant ainsi l'occupation de la section 3  $\beta$ .

Lorsque le train avance dans la section 3  $\alpha$ , les voyants 6 B, 3 B, et 4 B s'éteignent tandis que les voyants 6 R, 3 R et 4 R s'allument en rouge.

A un moment donné le fourgon de queue quitte le canton 2 et les voyants 15 s'éteignent, puis il quitte la section 3  $\beta$ , la destruction automatique intervient et le relais **lcd  $\beta$**  retombe, de ce fait les voyants 16 R et 10 R s'éteignent. Aussitôt l'itinéraire **eb**, qui était enregistré, s'enclenche, le relais **leb** s'excite et les voyants 13 B, 12 B, 11 B, 10 B et 9 B s'allument en blanc ; le deuxième train démarre sur la section arrêt du canton 7 ; etc.

Le principe du transit souple du PRS est alors restitué d'une façon tout à fait spectaculaire.





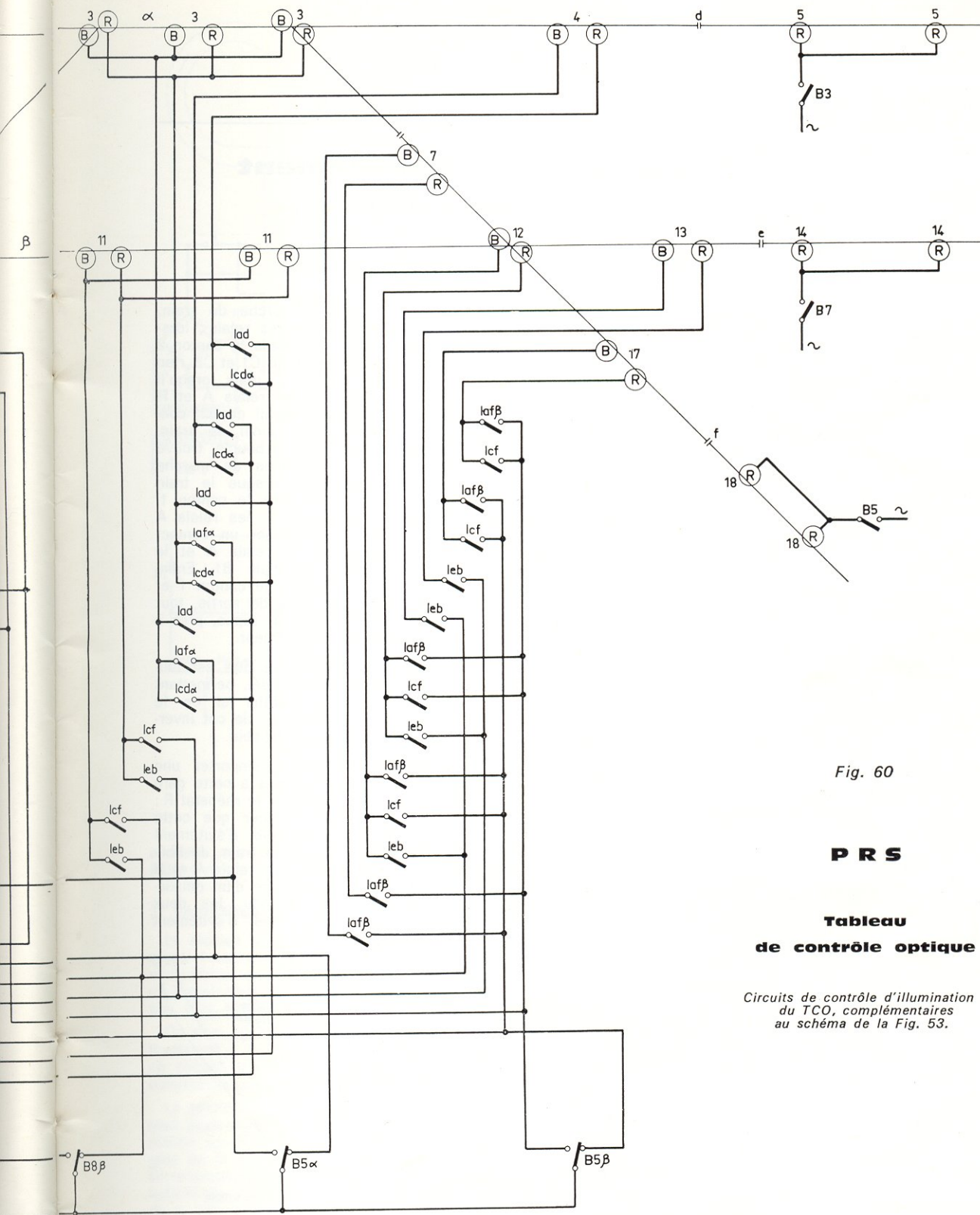


Fig. 60

**PRS**

**Tableau  
de contrôle optique**

*Circuits de contrôle d'illumination  
du TCO, complémentaires  
au schéma de la Fig. 53.*



# CHAPITRE VI

## Boucle de retournement automatique

### 1) INTÉRÊT

Ce chapitre a été traité à part, car il décrit des dispositifs automatiques indépendants de ceux rencontrés habituellement en pleine voie ou dans les zones d'aiguilles.

Ces automatismes de boucle n'existent pas à la SNCF où les PRS suffisent à résoudre ce genre de problème.

En modélisme, on est amené à mettre en place des boucles de retournement pour éviter de faire « tourner » les trains toujours dans le même sens et il est séduisant de mettre en place un automatisme évitant une intervention manuelle pour le basculement des aiguilles et l'inversion de marche particulière à la boucle.

Cet automatisme permet d'éviter le accordement à la boucle par voie double, ce qui alourdirait le tracé du réseau, surtout si la boucle se situe, comme cela est fréquent, sur un plan différent du reste du réseau. (Fig. 61.)

### 2) FONCTIONNEMENT

Sur les schémas de la figure 62 on suit facilement l'alimentation des voies en courant traction et l'excitation des relais.

J'ai prévu que la voie banalisée conduisant à la boucle se dédoublait à l'autre extrémité en une voie d'en-

trée et une voie de sortie ; les deux aiguilles A sont manœuvrées électriquement en même temps par simplification, mais on peut très bien rendre leur fonctionnement manuel indépendant, étant entendu que la distance entre ces deux aiguilles peut être très importante.

Un inverseur permet d'orienter la boucle sur un fonctionnement "Manuel" ou un fonctionnement "Automatique".

— En position "Manuel", les aiguilles et le relais d'inversion de marche propre à la voie unique ont leur commande spécifique ; la voie d'entrée comporte une section "arrêt" où le courant traction est coupé si les voies à l'aval sont occupées, si les aiguilles ne sont pas en bonne position, ou si le relais d'inversion de marche est excité. On maintient ainsi la continuité du block automatique, ce qui est très intéressant, notamment si les circuits de voies d'entrée et de sortie en sont équipés ; la signalisation correspondante est fonctionnelle, les diodes permettant de distinguer les relais A et H.

— En position "Automatique", suivons le processus d'action des relais à l'entrée d'un train. Lorsqu'un train franchit le signal 1, les relais B1, B2, A et H ne sont pas excités ; lorsque le train pénètre dans le canton 1, le relais B1 s'excite, mais cette opération

ne modifie pas la marche du train, ni la position des autres relais ; lorsque le train pénètre dans le canton 2 et se trouve à cheval sur C1 et C2, rien ne se passe non plus, mais lorsqu'il quitte le canton 1, les relais A et H s'excitent (contact travail de B2, contact repos de B1) ; ainsi, le train, après avoir parcouru la boucle, trouve l'aiguillage et l'inversion de marche en bonne position ; lorsque le train pénètre à nouveau dans le canton 1, puis quitte le canton 2, les relais A et H restent excités par un contact d'auto-alimentation du relais A et le contact travail du relais B1. Enfin, lorsque le train quitte le canton 1 et se dirige vers la voie de sortie, tout le dispositif revient au repos, prêt à un nouveau fonctionnement.

La boucle proprement dite est munie d'un inverseur manuel, permettant de renverser la marche si on le désire, mais la présence de cet inverseur n'est pas indispensable.

Cette boucle peut comporter une gare de passage ; l'arrêt à cette gare est alors commandé par le rhéostat R ; on peut même envisager que cette gare contient une voie d'évitement permettant de garer un train, de libérer l'enclenchement des relais A et H et d'autoriser le passage d'un deuxième train ; bien entendu, les deux aiguilles de cette voie d'évitement

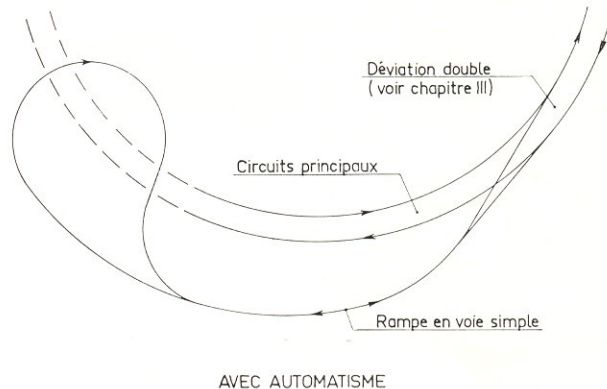
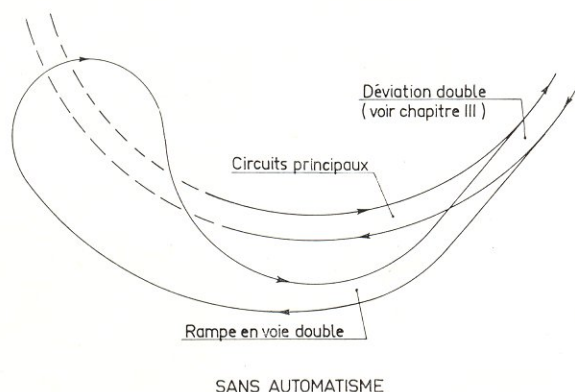


Fig. 61



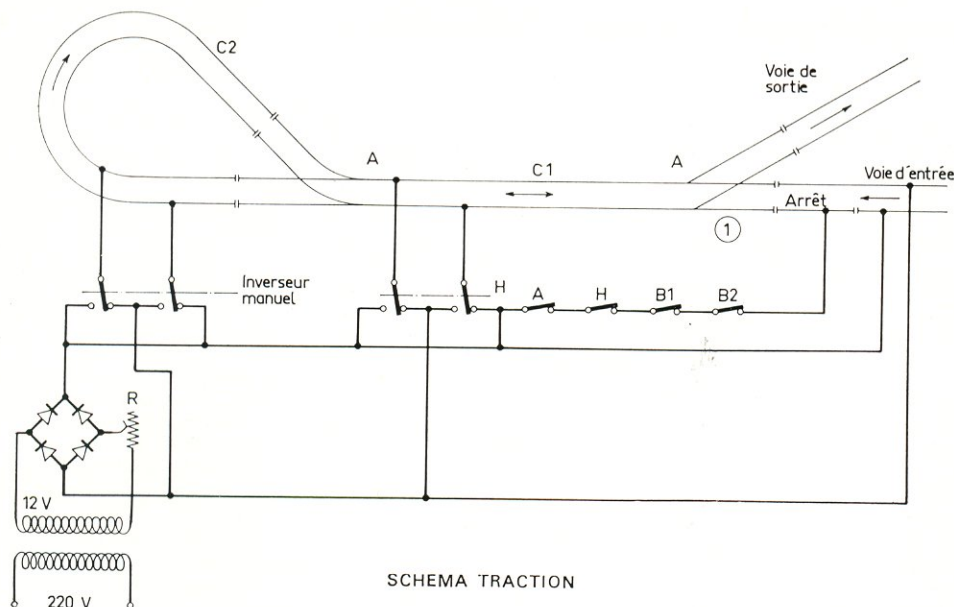
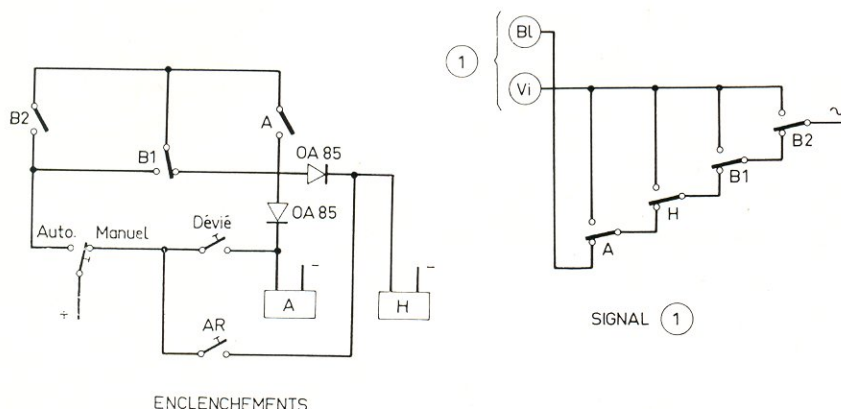


Fig 62

### Boucle de retournement automatique

La détection (excitation des relais B1 et B2) n'a pas été représentée : voir figure 11.



ENCLENCHEMENTS

auraient une commande manuelle et indépendante des précédentes.

### 3) VARIANTES

La section arrêt et la voie avant le signal 1 ont été représentés avec une alimentation en courant traction depuis un transformateur particulier à la boucle. (Fig. 62.)

On peut également prévoir cette alimentation à partir du circuit principal, ce circuit pouvant être équipé d'une commande centralisée (voir tome III).

La section arrêt de la voie d'entrée peut également être incorporée à celle placée sur le circuit principal à l'origine de la déviation double, le signal correspondant regroupant alors les indications de la déviation double et de la boucle.

Le circuit principal placé à l'aval de la voie de sortie de la boucle peut,

lui aussi, être équipé d'une commande centralisée. Si ces deux circuits principaux comportent chacun de nombreux cantons et peuvent contenir plusieurs trains, il est souhaitable que les sources de traction correspondant à la commande centralisée soient spécifiques de chaque circuit. En effet, supposons que chaque circuit puisse accueillir techniquement et esthétiquement trois trains. On pourrait imaginer une commande centralisée à six sources, mais, quel que soit le type de commande centralisée retenu, le nombre de contacts de relais sera beaucoup plus élevé (schémas traction et block automatique) qu'avec deux commandes centralisées à trois sources.

On peut, dans ce cas, considérer qu'un train, quittant un circuit principal vers la boucle, quitte également la source de traction (STARE ou non) qui le guidait avec une commande centralisée ; ce train parcourt la boucle avec un courant traction délivré par le transformateur spécifique, puis

pénètre dans l'autre circuit principal : la recherche automatique d'une source libre dans la commande centralisée de ce circuit prend alors toute sa valeur (voir tome III) ; on peut même dire que l'association boucle automatique + recherche automatique de source libre, constitue un moyen efficace pour doter un réseau d'un grand nombre de sources, donc d'une possibilité de circulation de nombreux trains, sans être obligé d'incorporer tout l'équipement (relais, contacts, etc.) nécessaire à la totalité des sources, si elles pouvaient débiter sur la même voie.

Si on veut tirer le meilleur parti du dispositif ci-dessus, il est souhaitable de mettre en œuvre deux boucles identiques, afin d'assurer une réciprocity de bon aloi dans le passage d'un circuit à l'autre.

L'équipement en relais d'un tel automatisme de boucle est assez limité : le relais A comporte les contacts suivants : 1T, 1R et 1RT ; un relais 4RT suffit donc, le relais H comporte les contacts suivants : 1R et 3RT ; un relais 4RT suffit également.

Enfin, si la boucle sert uniquement à un fonctionnement automatique, par exemple si elle est placée en tunnel, les relais A et H sont alors confondus en un même relais, comportant cinq contacts (relais 6RT, par exemple).

Une boucle de retournement, équipée des automatismes présentés ci-dessus, constitue un élément attractif non négligeable pour un réseau, indépendamment de son caractère fonctionnel.

□



# Boucle automatique avec tiroir

Il s'agit toujours d'une boucle fermée, mais ici elle est raccordée à deux voies en tiroir sur lesquelles peuvent stationner deux trains. On constitue alors un circuit autonome où, l'un après l'autre, les trains vont parcourir la voie unique et la boucle, avec des temporisations suffisantes lors de la permutation de la marche des trains permettant un réalisme de bon aloi.

Ce « réseau », réduit à ce simple circuit, peut fonctionner seul, avec des commandes manuelles ou automatiques, comme nous le verrons par la suite, mais il peut aussi faire partie intégrante d'un réseau plus important, auquel il est raccordé par une ou des aiguilles placées sur la partie « voie unique ». Dans ce dernier cas, lorsque la boucle n'est pas utilisée par le réseau principal, le dispositif présenté ici permet la mise en valeur indépendante de la boucle et, en fonctionnement automatique, assure une animation certaine.

Dans le cas du circuit simple, dont il sera maintenant seul question dans la suite de l'article, on peut imaginer l'utilisation en réseau de vitrine, soit à plat, soit avec deux niveaux :

— La boucle au niveau supérieur, flirtant avec une montagne ;

- Les voies en tiroir au niveau inférieur, représentant une gare ;
- La voie unique en rampe.

## II. DESCRIPTION

Le matériel de voie utilisé est particulièrement simple. Des coupures dans les rails ont été prévues pour encadrer la boucle proprement dite et pour délimiter les voies en tiroir ; une section « arrêt » a été prévue, assez courte, car le dispositif comporte l'arrêt en fonction de la pénétration d'une loco ou d'un wagon dans cette section arrêt et ainsi un bon positionnement des trains quels que soient leur sens et leur longueur.

Aucune pédale n'a été prévue de façon à faire jouer un rôle identique aux locomotives et à n'importe quel wagon, et à assurer une fiabilité suffisante. La traction deux rails a été adoptée avec une détection simple type « cellule », mais tout autre mode de détection de voie convient, notamment les détections transistorisées résistives ou capacitives.

La source de traction est standard ; vis-à-vis du fonctionnement demandé, il n'est pas nécessaire de prévoir des éléments perfectionnés type « STARE » permettant des démarrages progressifs.

Les aiguillages ont été indiqués avec une commande mécanique par bobine de relais et palette d'attraction placées sous le plateau de réseau. Mais il est facile d'adapter les schémas à une commande par solénoïdes (« moteurs d'aiguille »).

Les aiguilles et le sens de marche ont été prévus avec une commande électrique par des clés ou boutons à trois positions. En plus de la commande manuelle permettant voie gauche, voie droite (ou avant, arrière), une position « automatique » permet d'assurer toutes les fonctions, une répétition infinie, sans intervention de l'opérateur.

Un enclenchement d'approche a été retenu pour les aiguilles, placées dans la zone électrique de la voie unique : si un train ou un wagon roule ou est arrêté sur cette voie, l'action sur les boutons de commande des aiguilles n'a pas d'effet.

Des interrupteurs (IG1 et IG2) ont été indiqués, dans le schéma « traction », sur le circuit des voies en tiroir ; ils permettent, en commande manuelle, d'immobiliser les convois à l'endroit désiré et d'effectuer diverses manœuvres (telles que décrochages, etc.).

Les schémas ont été volontairement dépouillés à l'extrême pour ne faire ressortir que les éléments relatifs au

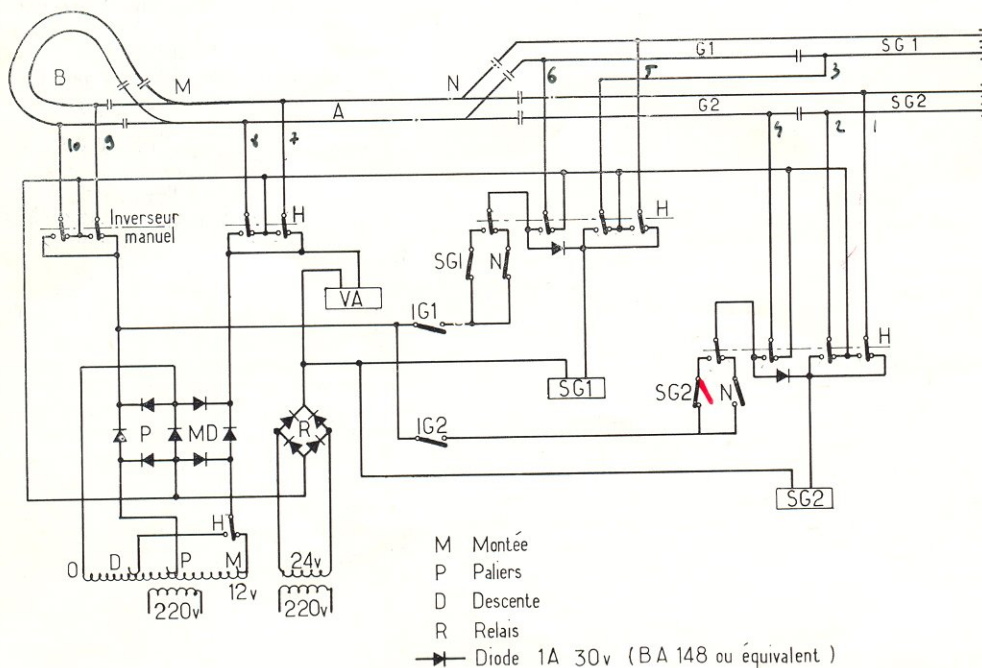


Fig. 63

## Boucle automatique avec tiroir

— schéma "traction".



fonctionnement du dispositif, mais il est facile d'agréments ce mini-réseau par un éclairage des rames par HF, en shuntant les diodes par un condensateur à faible courant de fuite.

Afin de tenir compte de la rampe de la voie unique et des efforts de traction assez différents entre la montée, la descente et les paliers, trois niveaux distincts de tension de sortie ont été prévus pour la traction, avec un transformateur unique et un assez curieux hexapôle à sept diodes. Les paliers (boucle et tiroirs) sont alimentés par le redresseur « paliers » et un commutateur de réglage. La montée et la descente, permutes par un contact inverseur du relais de sens de marche, utilisent un autre redresseur, mais possèdent leur commutateur de réglage spécifique. Ainsi ces trois réglages indépendants permettent d'adapter la tension au couple à vaincre par la locomotive et d'assurer un réalisme correct, ce qui ne veut pas dire une vitesse constante.

La boucle est normalement parcourue toujours dans le même sens, mais un inverseur manuel permet de renverser le sens de marche si on le désire, afin d'effectuer des manœuvres par exemple, on peut également prévoir une voie d'évitement sur cette boucle et placer une gare de montage, etc.

Indépendamment des relais de voie V et S, des relais auxiliaires complètent l'équipement électrique de ce réseau ; nous dénombrerons plus loin les contacts et les relais nécessaires.

Bien entendu, ce circuit ne convient pas aux rames type « grandes lignes » ;

par contre, des autorails, des locos de manœuvre, des trains de marchandises ou de voyageurs type banlieue ou ancien conviennent parfaitement. Si on utilise deux rames de poids très différent, on peut, afin d'assurer une vitesse à peu près équivalente entre les rames en montée, utiliser le principe évoqué du contact du relais de sens de marche pour la sélectivité montée - descente. En effet, chaque rame retournant, en fonctionnement automatique, toujours dans le même tiroir, on peut utiliser le relais de l'aiguillage des tiroirs pour assurer une sélectivité du même ordre et obtenir pour la voie en pente deux réglages indépendants correspondant l'un au train issu de la voie 1 et l'autre au train issu de la voie 2. On a alors, sans complications excessives, la satisfaction de voir grimper successivement la même pente par une loco haut-le-pied et par un train de marchandises, sans que la première ressemble à un cabri et le second à une tortue. On réalise ainsi une « commande centralisée » simplifiée.

## II. FONCTIONNEMENT

Pour bien suivre le déroulement des opérations et le rôle de chaque contact de relais, il est bon d'expliquer le fonctionnement automatique du dispositif, les différentes clés et commutations étant alors en position « automatique », en analysant le comportement des relais en fonction de la position et de l'avance de deux trains, 1 et 2.

1. Supposons qu'en position initiale la boucle B est occupée par le train 1 et que la voie de garage G2 ainsi que la section d'arrêt correspondante SG2 sont occupées par le train 2. Les relais VA, N, SG1 et TG2 ne sont pas excités, par contre les relais TG1, SG2, H', H et M sont excités. De ce fait le train 1 avance sur B, tandis que 2 est arrêté (contact repos ouvert du relais SG2 dans le circuit traction).

2. Lorsque le train 1 pénètre dans la voie unique A, le relais VA s'excite, les relais H' et H restent excités.

3. Lorsque le train 1 pénètre dans la voie G1, ou occupe seulement cette voie, les relais H' et H restent excités.

4. Lorsque le train 1 pénètre dans la section de voie SG1, le relais SG1 s'excite et le train 1 s'arrête (contact repos ouvert de SG1 dans le circuit traction). Il y a lieu de noter d'une part que la coupure du courant traction affecte non seulement la section SG1, mais l'ensemble de G1, et d'autre part que cette coupure intervient par fermeture du circuit de voie de SG1, c'est-à-dire à la pénétration du premier essieu qui se présente sur SG1 ; ainsi, que le train arrive sur G1 machine en tête ou en refoulant, le fonctionnement sera le même, ce qui permet d'assurer l'arrêt de la rame toujours au même endroit, quel que soit son sens, ce qui est très réaliste. On voit ici la supériorité du procédé vis-à-vis de systèmes à pédale. Les sections SG1 et SG 2 peuvent être très courtes. Une halte, placée à 10 cm environ de la coupure G1 - SG1,

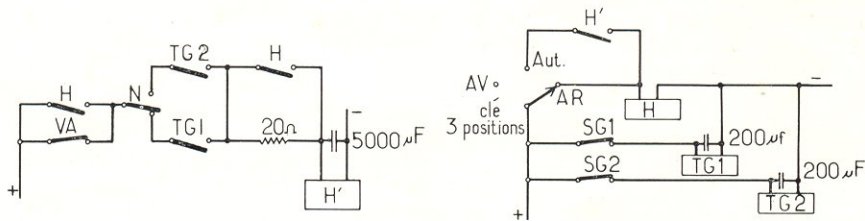
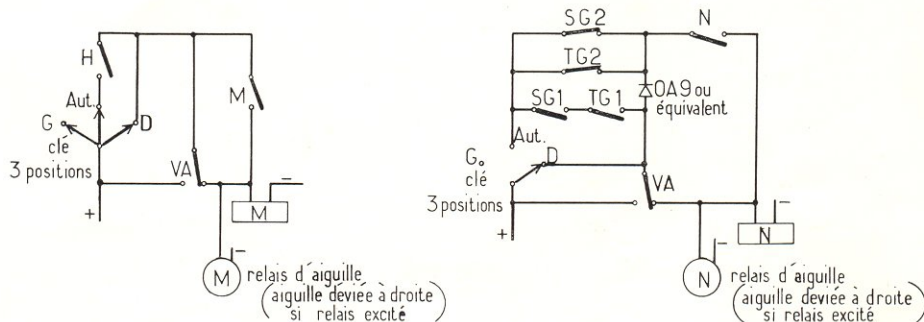


Fig. 64

— schéma  
"enclenchements".





verra toujours une partie du train arrêtée devant elle.

Lorsque le train 1 a pénétré dans SG1, il a normalement déjà dégagé la voie A ; de ce fait le relais VA est retombé ; le relais N s'excite, dès que le relais SG1 s'excite lui-même, et s'autoalimente par un contact repos du relais TG2 ; le relais TG1 retombe peu après. Le circuit du relais H' est ouvert, le condensateur de 5000  $\mu$ F se décharge peu à peu dans le bobinage de H' qui retombe avec une temporisation d'environ 30 secondes (contacts repos de VA, travail de N, travail de H fermés, mais contact travail de TG2 ouvert).

5. Lorsque le relais H' retombe, H retombe également et le train 2 part vers la boucle (contact travail de N dans le circuit traction), alors que le train 1 reste arrêté sur la voie G1-SG1 (contact repos ouvert de N dans le circuit traction). Il s'est écoulé environ 30 secondes entre l'arrêt du train 1 et le démarrage du train 2, ce qui est d'un effet très réaliste.

6. Lorsque le train 2 pénètre dans A, VA s'excite, N reste excité par le contact repos de TG2.

7. Lorsque le train 2 quitte SG2, rien ne se passe (SG2 reste excité par la loco ou un wagon situé sur G2).

8. Lorsque le train 2 quitte G2, le relais SG2 retombe, A reste excité ainsi que N (par contact T de VA) ; le relais TG2 s'excite, mais le relais H' ne s'excite pas (contact repos de VA ouvert).

9. Lorsque le train 2 quitte la voie A et se trouve de ce fait uniquement dans la boucle, VA retombe, H' s'excite et N reste excité (par contact repos de SG2).

10. Même processus qu'en 1, 2 et 3, mais avec relais N excité.

11. Lorsque le train 2 pénètre dans la section de voie SG2, le relais SG2 s'excite et le train 2 s'arrête ; N retombe (contact travail ouvert de TG1) ; le relais TG2 retombe peu

après ; H' retombe 30 secondes après (contact travail ouvert de TG1).

12. Le train 1 part en direction de la boucle, puis quitte la section de voie SG1, mais le relais N ne s'excite pas (contact travail ouvert de SG1 ou de TG1), et le processus continue indéfiniment.

**Nota.** — Il faut remarquer que le système n'est pas perturbé dans le cas d'un train très long. Dans le paragraphe 4, j'ai indiqué que le train 1 a normalement dégagé la voie A en pénétrant dans SG1. Si le train 1 est particulièrement long (wagons ajoutés dans une voie d'évitement de la boucle, ou insérés par des aiguilles auxiliaires en A, etc.) et qu'il occupe en

#### IV. MOYENS

Le tableau ci-dessous résume les besoins en contacts de relais, d'une part dans le schéma « traction », d'autre part dans les schémas de commande et d'enclenchements. J'ai prévu des relais du type 4RT ou 12RT, genre IBM, les plus courants, mais bien entendu tout autre relais peut convenir, il est souhaitable néanmoins que les relais de voie V et S aient une résistance interne suffisante (de l'ordre de 1500 ohms minimum) pour assurer une bonne détection. Quant au relais H', la plus grande résistance possible conviendra (2500 à 3000 ohms) pour assurer une temporisation importante, j'ai prévu pour ce relais un seul contact travail, servant à piloter le relais H.

| Relais        | Nombre de contacts |                   |       | Type de relais                |
|---------------|--------------------|-------------------|-------|-------------------------------|
|               | Traction           | Enclenchements    | Total |                               |
| SG1           | 1 R                | 1 T - 1 R         | 3     | 4 RT                          |
| SG2           | 1 T                | 2 R               | 3     | 4 RT                          |
| TG1           |                    | 2 T               | 2     | 4 RT                          |
| TG2           |                    | 1 T - 1 R         | 2     | 4 RT                          |
| VA            |                    | 1 R - 2 RT        | 3     | 4 RT                          |
| M             |                    | 1 T               | 1     | 4 RT                          |
| N             | 1 T - 1 R          | 1 T - 1 RT        | 4     | 4 RT                          |
| H             | 11 RT              | 3 T               | 14    | 12 RT + 4 RT                  |
| H'            |                    | 1 T               | 1     | 1 T                           |
| Total . . . . | 2 T - 2 R - 11 RT  | 10 T - 5 R - 3 RT | 33    | 1 T + 8 $\times$ 4 RT + 12 RT |

même temps A, G1 et SG1, on constate en reprenant le processus que le relais VA ne retombe pas et que N ne s'excite pas ; TG1 retombe peu après ainsi que H' au bout de 30 secondes ; c'est alors le train 1 qui repart. Le train 2 ne bouge pas et la protection de l'aiguille N reste assurée. Le même phénomène se produirait si on plaçait manuellement la clé de commande de l'aiguille N en position « G » (ou en position « D »), neutralisant ainsi un des deux tiroirs. Une seule rame ferait alors les allers et retours.

On peut agrémenter le mini-réseau par l'adjonction d'un mini-tableau de contrôle optique permettant de suivre l'occupation des voies A, SG1 et SG2 par les trains au fur et à mesure de leur avancement. Un contact de relais de voie correspondants est alors utilisé, sans augmentation du nombre total de relais.

On peut ainsi, avec des moyens limités (le prix des relais représente au total moins de la moitié d'une locomotive), réaliser une animation qui, je l'espère, intéressera les lecteurs.



# TABLE DES MATIERES

|                                                | page | colonne | APPLICATION |          |
|------------------------------------------------|------|---------|-------------|----------|
|                                                |      |         | page        | figure   |
| <b>1 RAPPEL DES PRINCIPES DE BASE</b>          |      |         |             |          |
| Nature du courant traction .....               | 5    | 1       | 5           | 1-2      |
| Niveaux de tension des courants utilisés ..    | 5    | 3       |             |          |
| Alimentation de la voie .....                  | 6    | 1       | 6           | 3        |
| Conception de la voie .....                    | 6    | 2       | 6           | 4        |
| Domaine des automatismes .....                 | 8    | 1       |             |          |
| Graphisme des schémas .....                    | 9    | 1       | 7-8-9       | 5-6-7    |
| <b>2 RELAIS DE VOIE ET BLOCKS AUTOMATIQUES</b> |      |         |             |          |
| Circuits de voie classiques :                  |      |         |             |          |
| Schémas de base .....                          | 10   | 2       | 10-11       | 8-9-10   |
| Perfectionnement traditionnel .....            | 11   | 1       | 12          | 11       |
| Circuits de voie électroniques :               |      |         |             |          |
| La détection-diode .....                       | 11   | 3       | 12-13       | 12-13    |
| Le DOV .....                                   | 13   | 2       | 14          | 14       |
| Le BATH .....                                  | 14   | 3       | 15-16       | 15-16-17 |
| <b>3 PROTECTION DES AIGUILLAGES</b>            |      |         |             |          |
| Généralités .....                              | 17   | 1       | 17-18       | 18-19-20 |
| Aiguillage en pointe .....                     | 17   | 3       | 18-19-20    | 21 à 28  |
| Aiguillage en talon .....                      | 20   | 3       | 20-21-22    | 29 à 36  |
| Déviation double .....                         | 22   | 1       | 23-24       | 37-38    |
| Exemple concret de câblage .....               | 25   | 2       | 25-26       | 39 à 42  |
| Voie banalisée .....                           | 28   | 1       | 27-28       | 44-45-46 |
| <b>4 ITINÉRAIRES</b>                           |      |         |             |          |
| Introduction .....                             | 29   | 1       | 29          | 47       |
| Itinéraires manuels .....                      | 30   | 1       | 29-30-31    | 48-49-50 |
| Itinéraires comportant des enclenchements ..   | 30   | 3       | 32          | 51       |
| Itinéraires conformes aux principes SNCF :     |      |         |             |          |
| PRA .....                                      | 32   | 3       | 32-33       | 51-52    |
| PRS .....                                      | 33   | 3       | 34 à 41     | 53 à 58  |
| <b>5 TABLEAU DE CONTROLE OPTIQUE</b>           |      |         |             |          |
| Intérêt .....                                  | 43   | 1       |             |          |
| Réalisation économique .....                   | 43   | 2       | 44          | 59       |
| Réalisation fonctionnelle .....                | 44   | 2       |             |          |
| Utilisation avec PRS et PRA .....              | 45   | 3       | 46          | 60       |
| <b>6 BOUCLE DE RETOURNEMENT AUTOMATIQUE</b>    |      |         |             |          |
| Intérêt .....                                  | 48   | 1       | 48          | 61       |
| Fonctionnement .....                           | 48   | 1       | 49          | 62       |
| Boucle automatique avec tiroir .....           | 50   | 1       | 51-52       | 63-64    |



# INDEX DES SCHÉMAS

Chiffres en gras : numéros des pages.

Chiffres en maigre : numéros des figures.

Schéma d'un moteur à aimant permanent : **5**. 1.  
Dispositif de commande d'inversion par surtension : **5**. 2.  
Alimentation traction classique par courant redressé : **6**. 3.  
Alimentation 3 rails + signalisation (cas d'une boucle) : **6**. 4.  
Graphisme des schémas : **7**. 5.  
Exemple de schéma de câblage « allégé » : **8**. 6.  
Représentation des contacts de relais : **9**. 7.  
Block 3 rails, schéma de principe : **10**. 8.  
Principe de détection « 2 rails » : **11**. 9.  
Block 2 rails avec cellule « anti-retour », schéma de principe : **11**. 10.  
Block 2 rails à ralentissement et marche arrière : **12**. 11.  
Détection-diode avec amplification par transistor : **12 et 13**; 12 et 13.  
Insertion des cellules-pilotes DOV dans le réseau : **14**. 14.  
Schéma de base du BATH : **15**. 15.  
Transposition du block à cellule vers le BATH : **16**. 16.  
Block « 2 rails » à 2 feux avec équipement BATH : **16**. 17.  
Protection des aiguillages (généralités) : **17**. 18 et 19.  
Commande d'aiguillage par relais : **18**. 20.  
Aiguillage en pointe (commande par solénoïdes) : **18**. 21 à 24.  
Aiguillage en pointe (commande par condensateurs) : **19**. 25.  
Aiguillage en pointe (commande par relais) : **19 et 20**. 26, 27 et 28.  
Aiguillage en talon (commande par solénoïdes) : **20 et 21**. 29 à 33.  
Aiguillage en talon (commande par relais) : **21 et 22**. 34, 35 et 36.  
Déviation double (traction-détection-enclenchements) : **23**. 37.  
Déviation double (signalisation) : **24**. 38.  
Exemple concret de câblage : ovale simple avec voie d'évitement : **25 et 26**. 39 à 42  
Voie banalisée : **27 et 28**. 44, 45 et 46.  
Commande manuelle d'itinéraires par commutateurs à galette : **29**. 47 et 48.  
Commande d'itinéraires par circuits à diodes : **29 et 30**. 47 et 49.  
Commande d'itinéraires par circuits à diodes à contacts « entrée-sortie » : **29 et 31**. 47 et 50  
Itinéraires à enclenchements et PRA : **32 et 33**. 51 et 52.  
Itinéraires PRS : schéma traction : **34**. 53.  
Itinéraires PRS : enclenchements : **35, 38 et 39**. 54, 55 et 56.  
Itinéraires PRS : signalisation : **41**. 57.  
Clé d'itinéraire à 3 positions : **40**. 58.  
Réalisation économique d'un TCO : **44**. 59.  
Itinéraires PRS : tableau de contrôle optique : **46**. 60.  
Boucle de retournement : **48**. 61.  
Boucle de retournement automatique : **49**. 62.  
Boucle automatique avec tiroir : **50**. 63 et 64.

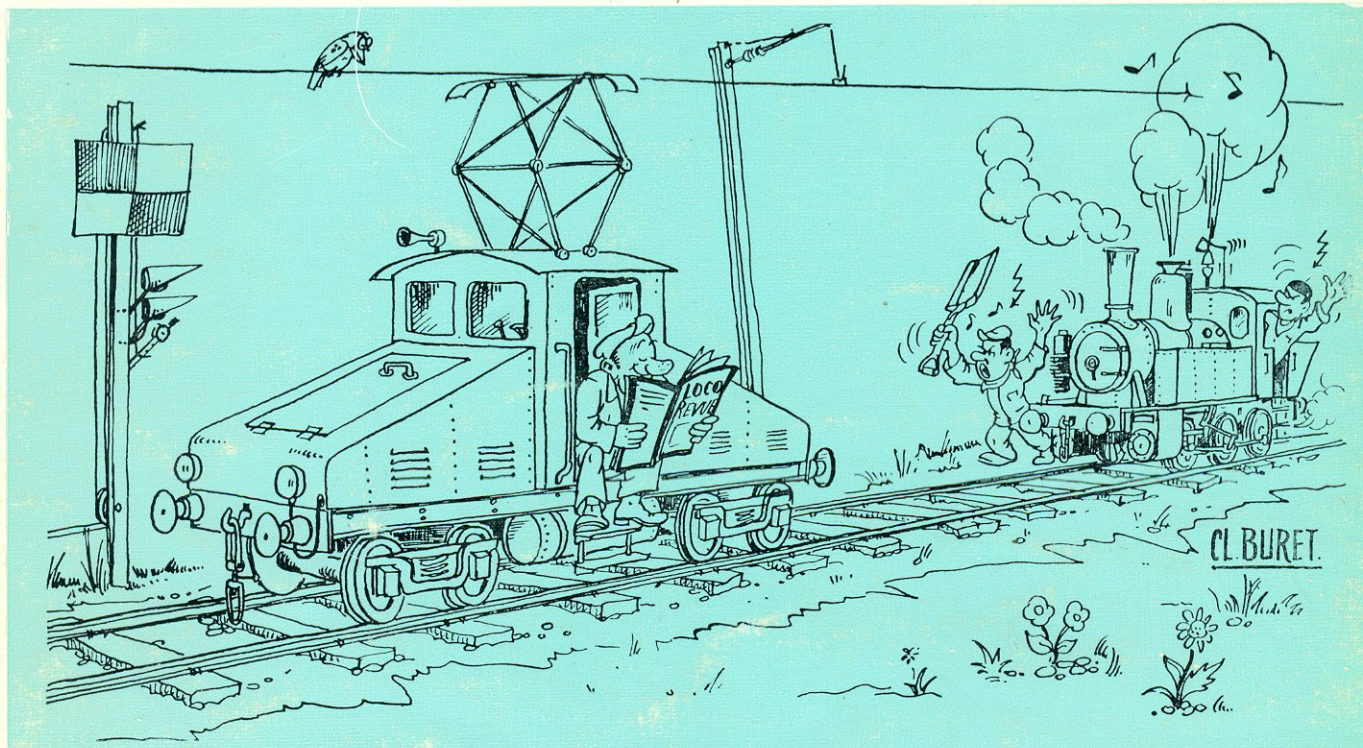
## FASCICULE COMPLÉMENTAIRE :

*Ce fascicule est à présent suivi d'un tome 3 (édition 1972) qui traite en particulier :*

- des liaisons source de traction - train (revue des différentes solutions de cab-control)
- de la source électronique de traction
- de l'éclairage des trains

*et apporte en outre des schémas pratiques complets concernant l'électrification du réseau : solutions non-électroniques et électroniques.*





# 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,  
nouvelautés de l'industrie, plans, schémas électriques, tests de matériel, etc...

Parution mensuelle sur grand format — 11 numéros par an — nombreuses illustrations

## Editions Loco-revue

Toute la librairie ferroviaire  
Demandez notre catalogue

**B P 9 - Le Sablen 56400 AURAY**

C.C.P. 2081-39 PARIS — POUR LA BELGIQUE 000-0600032-87 BRUXELLES