

L'exposition de 1950 était principalement caractérisée par l'abondance des étançons métalliques à frottement du type servo à serrage rapide et des rallonges articulées.

Celle de 1954 était plus spécialement axée sur les convoyeurs métalliques à écailles et sur les engins d'abattage et de chargement mécaniques.

Celle de 1958 est spécialement centrée sur l'emploi de l'hydraulique dans la mine. On constate un développement étonnant et rapide des étançons hydrauliques qui ouvrent la voie à plusieurs prototypes de soutènement marchant. D'autre part, la commande hydraulique des convoyeurs, des treuils de burquin, des encageurs et des engins d'abattage mécanique marque un sérieux progrès par rapport aux années précédentes.

Etant donné l'abondance des matières, il n'est pas possible de passer en revue l'ensemble du matériel exposé en un seul article.

Cette note comprend les 4 chapitres suivants :

- I. Utilisation des interrupteurs magnétiques dans les contrôles et commandes à distance.
- II. L'automatisation des recettes et des dispositifs d'encagement.
- III. Les engins de manutention et de transport.
- IV. La préparation mécanique du charbon.

Le matériel de soutènement sera traité dans un prochain numéro.

I. — UTILISATION DES INTERRUPTEURS MAGNETIQUES DANS LES CONTROLES ET COMMANDES A DISTANCE

L'exposition minière d'Essen marque certainement l'entrée, dans la pratique courante, du contrôle et de la commande automatiques de l'équipement du fond. Les machines d'extraction, les encageurs, les réseaux de surface, les transports du fond, stations d'exhaure en sont les exemples les plus marqués.

Certes, l'appareillage qui va être décrit existe depuis plusieurs années, mais depuis peu de temps seulement il est entré dans la pratique courante. Les applications iront certainement en se développant dans les prochaines années, aussi a-t-il paru opportun de décrire ici les interrupteurs magnétiques, pièce importante dans l'automation de la mine de demain. Les chapitres suivants seront consacrés à l'exposé de réalisations qui utilisent, principalement ou accessoirement, ce matériel.

INTERRUPTEURS MAGNETIQUES

Principe.

La pièce mobile, qui contrôle ou qui est à contrôler, est équipée d'un aimant permanent ou d'un groupe d'aimants permanents. Sur l'appareillage fixe et en face du passage des aimants permanents se trouve un interrupteur. Le passage ou la présence de l'aimant en face de l'interrupteur y provoque un déplacement des contacts. De plus, à chaque interrupteur est fixée une boîte de raccord où sont connectés les câbles.

Quatre montages sont possibles, ils sont représentés à la figure 1 ; les trois premiers sont relatifs à la position verticale de l'interrupteur, le dernier à une position horizontale.

Dans le dispositif A, le passage de l'aimant en montant dans la zone d'influence de l'interrupteur modifie le contact et cette modification se maintient même quand l'aimant sort de la zone d'influence (schéma a).

Si un autre aimant de polarité contraire le suit dans le même sens, le contact se modifie à nouveau et revient dans la position initiale (schéma a').

Le mouvement inverse des aimants dans l'ordre II, I provoque à nouveau la double inversion du contact.

Dans le dispositif B, l'interrupteur est maintenu par un ressort dans une position intermédiaire. Dans ce cas, le contact se produit dans un sens pour un aimant de polarité déterminée (schéma b) et dans l'autre sens pour un aimant de polarité contraire (schéma b').

Dès que l'aimant sort de la zone d'influence, le contact est coupé.

Dans ce dispositif, quel que soit le sens de déplacement de l'aimant (montant ou descendant), le contact a toujours lieu dans le même sens pour le même aimant.

Si l'aimant est tourné de 90°, l'interrupteur reste inactif au passage de cet aimant (schéma b'').

Dans le dispositif C, la position de rappel est maintenue sur une des bornes ; l'arrivée de l'aimant dans la zone d'influence inverse temporairement le contact, mais celui-ci revient immédiatement à sa position de départ dès que l'aimant sort de la zone d'influence (schéma c).

Le même mouvement se produit quel que soit le sens du mouvement de l'aimant (vers le haut ou vers le bas).

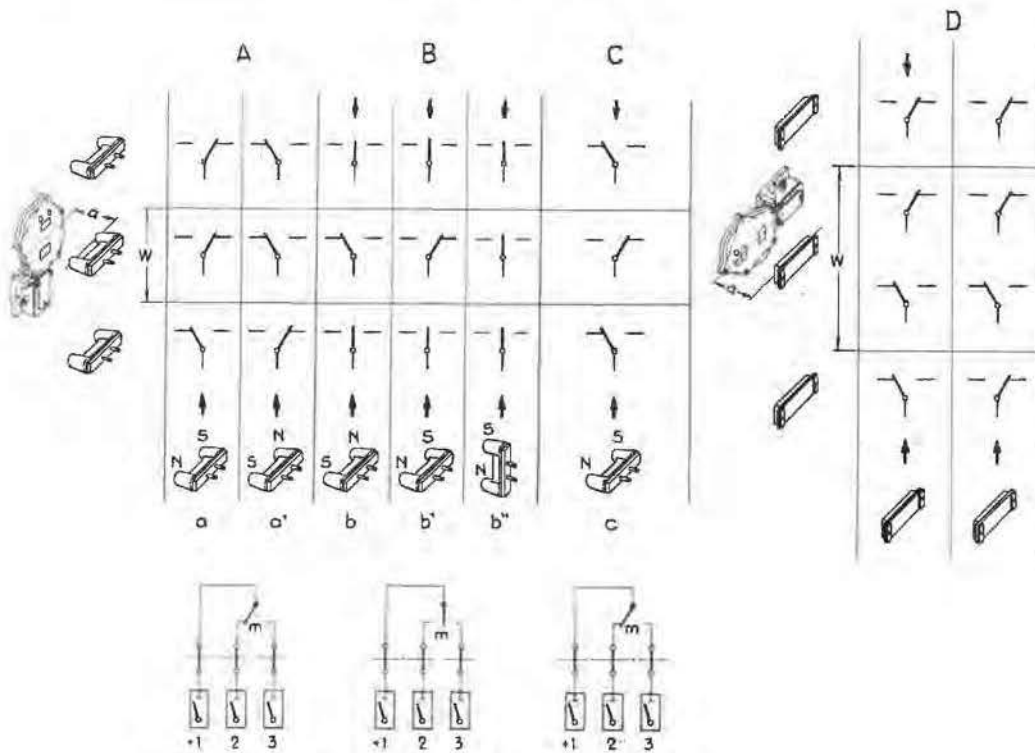


Fig. 1. — Schéma de fonctionnement et des connexions des interrupteurs magnétiques.

Dans le dispositif D, l'interrupteur est placé horizontalement.

Le passage d'un aimant provoque une inversion de contact.

Si ce premier aimant est suivi d'un autre de même polarité, il y a d'abord retour du contact à la position initiale au moment où celui-ci entre dans la zone d'influence et immédiatement inversion s'il en sort par le haut.

Les interrupteurs magnétiques peuvent être complétés par des électro-aimants qui peuvent alors maintenir la position d'un contact même après le départ de l'aimant permanent de commande (fig. 2).

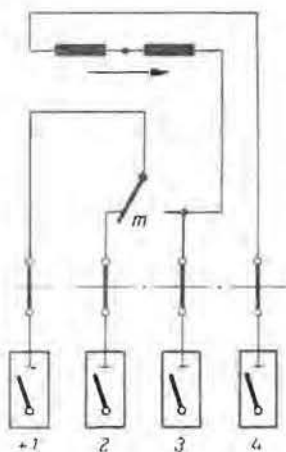


Fig. 2. — Exemple de connexion d'un interrupteur magnétique avec électro-aimants de maintien.

Fonctionnement (1).

Il y a plusieurs types d'interrupteurs magnétiques, les interrupteurs à relais magnétiques, les transducteurs et les interrupteurs à transistor.

Interrupteurs à relais magnétique.

Ce sont les plus simples. Un contact est appuyé par un ressort ou par un petit aimant contre une borne. Lorsqu'un aimant permanent passe devant cet appareillage, l'action du ressort ou du petit aimant est neutralisée, le champ magnétique résultant est en sens contraire et le contact se déplace vers l'autre borne. Après éloignement de l'aimant extérieur, l'équipage revient à sa position initiale. D'autres détails de construction permettent de réaliser facilement les différents montages décrits ci-dessus.

La figure 3 montre un tel type d'aimants. Différentes firmes en construisent : Tiefenbach et C^o, Siemens et Halske, Standard Elektrik sont les principales.

L'inconvénient de ce type d'interrupteur résulte dans le fait que les contacts sont exposés à l'humidité et à la corrosion bien qu'enfermés dans des coffrets étanches. Cependant, des améliorations ont été récemment apportées pour remédier à ces inconvénients, notamment en enfermant les contacts dans des cellules en plastic. Des vibrations de l'interrupteur

(1) Lonsdorfer & Riemer, «Der Transduktorschalter, ein neuer Magnetschalter für den Bergbau», Standard Elektrik Lorenz-Berichten, 1958, Heft 3.



Fig. 5. — Interrupteur magnétique à relais magnétique (Tiefenbach)

teur risquent aussi de provoquer de faux contacts.

La capacité de coupure de ce type d'interrupteur varie d'un constructeur à l'autre, tout en restant dans des limites semblables ; on peut admettre un courant de 1 A sous 110 V, en courant continu, et 1 A sous 220 V, en courant alternatif.

Pour couper des courants plus intenses, on peut utiliser des relais commandés par ces interrupteurs magnétiques.

La distance entre l'aimant et l'interrupteur doit être aussi réduite que possible et au maximum de 60 mm.

Interrupteurs basés sur le principe des transducteurs.

La figure 4 donne le principe de fonctionnement de cet interrupteur magnétique. Une bobine d'in-

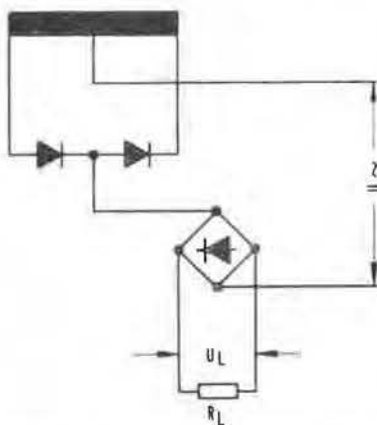


Fig. 4. — Schéma d'un interrupteur magnétique basé sur le principe du transducteur.

duction est alimentée en courant alternatif, redressé à une tension telle que le noyau est près de la saturation. Dès que le champ magnétique augmente, par exemple par le passage d'un aimant permanent, il se développe une tension réactive qui peut servir à la commande d'un relais.

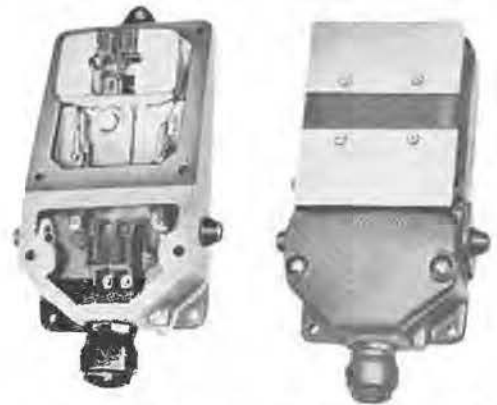


Fig. 5. — Interrupteur magnétique fonctionnant sur le principe du transducteur.

La figure 5 montre un interrupteur de ce type. Plus sensibles et plus robustes que les interrupteurs à relais magnétique, puisqu'ils ne comportent pas de contacts mobiles, les interrupteurs basés sur le principe des transducteurs sont aussi de construction plus complexe. Ils peuvent être actionnés pour des vitesses plus élevées de passage des aimants permanents dans la zone d'influence, jusqu'à 20 m/sec.

La distance entre l'aimant et l'interrupteur peut atteindre 200 mm.

Interrupteurs à transistors.

L'action du champ magnétique, créé par la présence d'un aimant permanent, sur une bobine d'induction peut aussi être amplifiée par des transistors. Si cette méthode est plus neuve que les autres, elle

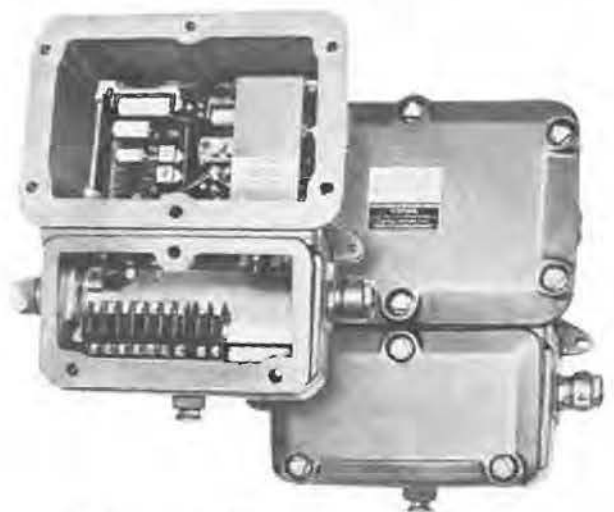


Fig. 6. — Interrupteur magnétique à transistors.

a tendance à se développer : les principales firmes de matériel électrique et de télécommunications construisent des interrupteurs magnétiques à transistors. La figure 6 en donne un modèle. Ces interrupteurs sont de sécurité intrinsèque, étant donné les faibles énergies mises en jeu. Ils donnent donc une réponse adéquate à des problèmes qui jusqu'ici n'avaient été résolus qu'au prix d'une consommation plus élevée, tels que mise à niveau d'un skip, commande des pompes d'exhaure, interrupteurs à distance de courants à haute tension.

Applications.

Les exemples cités ci-dessous ne sont pas limitatifs, ils illustrent seulement les possibilités d'application de ce type d'interrupteurs.

Verrouillage des portes de puits et de l'encageur.

Cet exemple a déjà été décrit dans les Annales des Mines de Belgique de janvier 1958, page 57. Lorsque la cage est absente, l'interrupteur magnétique est ouvert et, par un relais et une électro-vanne, l'air comprimé bloque le système de commande de l'encagement. Dès que la cage est en place, la fermeture de l'interrupteur magnétique déverrouille les portes et libère le mécanisme d'encagement (fig. 7).

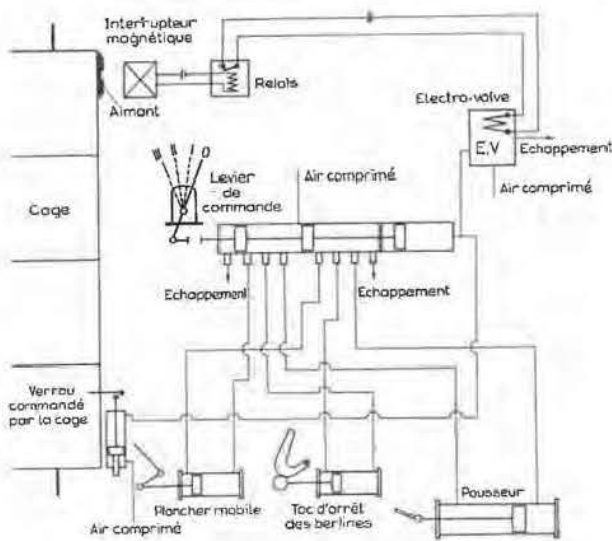


Fig. 7. — Schéma du verrouillage automatique de l'installation d'encagement.

Les différentes opérations : abaissement du plancher mobile, ouverture du toc d'arrêt des berlines, manœuvre du poussoir, se font suivant une séquence bien déterminée. Le cycle inverse a lieu à la fermeture. Le départ de la cage ouvre l'interrupteur magnétique et provoque ainsi le blocage du mécanisme d'encagement.

On place un groupe d'aimants à chaque palier de façon à verrouiller le système d'encagement pendant le changement de palier. On accroît encore la sé-

curité en disposant des aimants de polarité contraire entre les aimants de chaque palier en sorte que le départ, même brusque, de la cage, ouvre l'interrupteur. La figure 8 montre les aimants pla-



Fig. 8. — Position des aimants sur la paroi latérale de la cage et de l'interrupteur sur les supports du guidonage.

cés sur la paroi de la cage et l'interrupteur magnétique fixé sur une console solidaire de la structure du guidonage.

Contrôle de la mise à niveau d'étage (2).

Il est aisé de réaliser une indication pour le machiniste de la position précise de la cage à un étage ou à la surface. Avec des interrupteurs à relais magnétique, il suffit de disposer deux aimants de polarité inversée à une certaine distance l'un de l'autre. Un interrupteur à contact en position neutre de

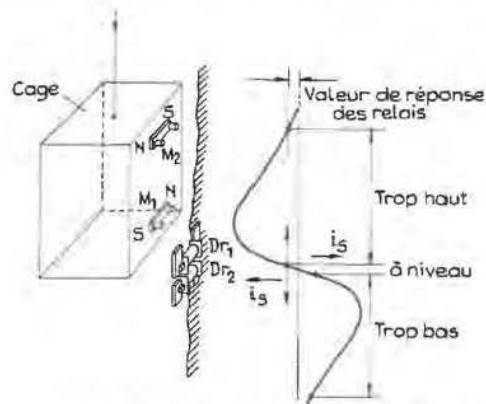


Fig. 9. — Schéma de fonctionnement du dispositif d'indicateur du niveau d'étage.

(2) R. Kreipe, « Magnetschalter mit kontaklosen Geber in Grubensignalanlagen ». Siemens-Zeitschrift 1958, août, p. 578-581.

rappel ne sera pas influencé s'il est situé exactement entre les deux aimants, il donnera contact sur une borne avec l'un des aimants, sur l'autre borne avec l'autre aimant, suivant que la cage est trop haute ou trop basse.

Avec des interrupteurs magnétiques basés sur le principe du transducteur, on utilisera le montage représenté à la figure 9 ; les connexions sont schématisées à la figure 10. Suivant la position de la

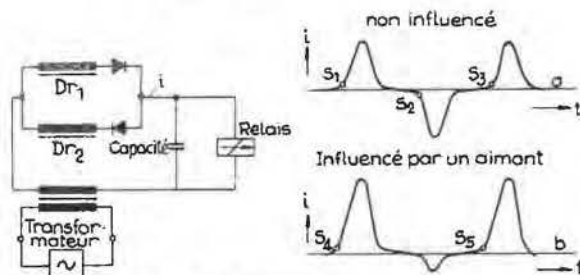


Fig. 10. — Schéma des connexions du dispositif indicateur du niveau.

cage, le courant provoqué par l'un ou l'autre aimant dans les interrupteurs ferme ou ouvre l'un ou l'autre relais, indiquant au machiniste par deux voyants si la cage est trop haute ou trop basse. Ce dispositif permet un réglage de niveau de la cage à $\pm 1,5$ cm.

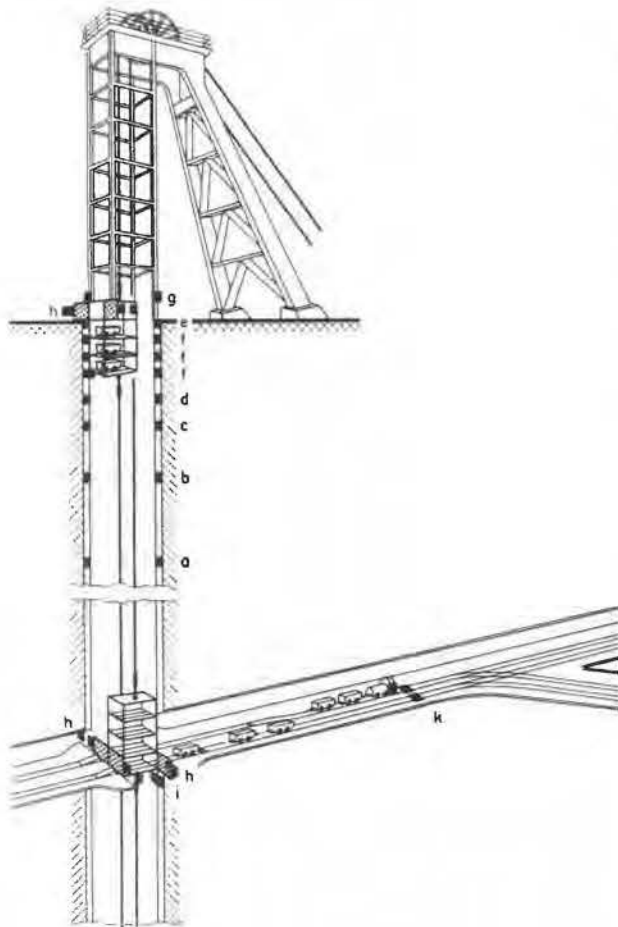


Fig. 11. — Schéma de disposition des interrupteurs de commande d'une machine d'extraction automatique.

Contrôle automatique d'une machine d'extraction

En disposant, le long du puits et pour chacune des cages, des interrupteurs magnétiques — à transistor ou suivant le schéma des transducteurs — on peut actionner des relais de commande d'une machine d'extraction et la rendre automatique. La chose est relativement simple quand il s'agit d'un skip, car la question de la mise à niveau successive des paliers ne se pose pas. La chose est plus difficile, mais d'autant plus intéressante, pour une machine d'extraction à cages.

La figure 11 donne un exemple de réalisation. L'interrupteur (a) prépare l'opération du ralentissement de la machine d'extraction, indépendamment d'un glissement éventuel du câble. Les interrupteurs (b) et (c) contrôlent la vitesse de la cage en deux endroits de passage ; si celle-ci dépasse la valeur prescrite, le frein de sécurité s'applique automatiquement et la machine s'arrête. L'interrupteur (d) provoque l'arrivée de la cage à la recette à une vitesse déterminée et constante. L'interrupteur (e) effectue l'arrêt de la machine. La mise à niveau des trois paliers restants de la cage est commandée par les interrupteurs (f). L'interrupteur (g) assure une sécurité contre une mise à mollette de la cage, son action commande l'application immédiate du frein de sécurité.



Fig. 12. — Vue d'un interrupteur magnétique placé à proximité du guidonage.

Les interrupteurs (h) commandés par les aimants correspondants fixés aux portes agissent comme sécurité, empêchant l'encagement si les portes sont fermées. L'interrupteur (i) sert à enclencher l'automatisme de l'encageur.

La figure 12 montre un interrupteur placé le long du guidonnage dans un puit d'extraction de potasse : on peut voir les conditions sévères dans lesquelles travaille cet appareillage.

Commande des encageurs.

A partir du moment où les opérations d'encagement ont pu être asservies et automatisées, il est intéressant de donner le signal de départ de ce cycle d'opérations par la présence de la cage elle-même. Equipée d'un aimant, elle provoque l'action d'un relais magnétique qui ferme le circuit de commande de la cascade des opérations d'encagement.

A la figure 11, les interrupteurs remplissent cette fonction.

Transporteur à écailles.

Dans le cas de tailles à faible production mais voisines l'une de l'autre, la firme Hemscheidt propose l'emploi de convoyeurs à écailles, navettes (5). Le point de déversement est commun, mais un aiguillage permet à la navette de se présenter au pied de taille de l'un ou l'autre chantier. L'aiguillage est commandé pneumatiquement suivant les besoins. Suivant les distances à parcourir et la longueur de la navette, on dispose des têtes motrices intermédiaires.

Des aimants permanents sont placés en tête et en fin de la navette ; ils passent devant des interrupteurs magnétiques, judicieusement placés ; ceux-ci effectuent les opérations suivantes :

1. mise en marche (et arrêt) des moteurs des têtes motrices au moment du passage de la navette ;
2. commande à vitesse lente de la tête motrice pendant le chargement de la navette ;
3. arrêt des moteurs en cas de mauvaise position de l'aiguillage ;
4. signalisation de la position de l'aiguillage et de la navette.

La figure 13 donne un exemple d'une telle réalisation. Toutes les combinaisons sont évidemment possibles suivant les particularités et les exigences de chaque chantier.

Transport par locomotives.

Bien que les applications dans ce domaine ne soient pas encore très développées, ou, en tout cas,



Fig. 13. — Aiguillage et interrupteurs magnétiques de commande des têtes motrices du convoyeur navette Hemscheidt.

ne soient pas encore connues, on peut déjà entrevoir de nombreuses possibilités en équipant les locomotives d'aimants permanents ou d'électro-aimants agissant sur des interrupteurs placés, soit sur les côtés, soit sous le passage des machines : une distance de 450 mm entre l'aimant et l'interrupteur peut être admise.

On peut ainsi, par exemple, réaliser la commande à distance de l'ouverture des portes, la signalisation automatique de l'occupation ou non d'un tronçon de voie, l'avertissement aux envoyages de l'arrivée de la rame, etc.

En équipant les locomotives d'électro-aimants dont la polarité peut être inversée, le machiniste peut commander, sans aucun danger et sans ralentissement du train, la position des aiguillages qu'il va aborder (fig. 11, interrupteur k). Cette possibilité semble très intéressante dans les transports à grande distance et grande vitesse ; elle peut également être adaptée à la commande pneumatique des aiguillages, l'interrupteur magnétique commandant alors une électro-vanne.

Dans le cas d'une commande centralisée d'un réseau complet de transport par voie ferrée, ces dispositifs servent alors à transmettre au dispatching la position de chaque train dans le réseau. On peut ainsi suivre sur un panneau lumineux la progression de chacun d'eux.

Indication de niveau et commande automatique des pompes.

Un aimant permanent, monté sur un flotteur coulissant dans des guides, le déplace en face de deux aimants, l'un enclenche lorsque l'eau atteint un certain niveau, tandis que l'autre situé plus bas déclenche les pompes.

(3) Description complète dans le Bulletin Technique « Mines », Inchar, n° 43, mars 1955, pp. 853-855.