

DIRECTION M  
BUREAU 22-01  
SECTION 2

TRACTION DIESEL

# COURS POUR ELÈVES-CONDUCTEURS

Livre III

*Le moteur diesel et la  
transmission électrique*

Leçons 97 à 144

TEXTE





### LIVRE III.

#### TABLE DES MATIERES.

#### LA TRANSMISSION ELECTRIQUE ET DIVERS.

##### 97e leçon - La transmission électrique.

- 97.00 - Généralités.
- 97.01 - But et conditions à remplir.
- 97.02 - Principe.
- 97.03 - Organes constitutifs.
- 97.04 - Types de transmission.

##### 98e leçon - La transmission électrique (suite).

- 98.00 - Moteurs de traction.
- 98.01 - Suspension du moteur de traction.
- 98.02 - Rapport d'engrenages.
- 98.03 - Suspension de la locomotive.
- 98.04 - Bogie à deux essieux.
- 98.05 - Bogie à trois essieux.

##### 99e leçon - La transmission électrique (suite).

- 99.00 - Transformation de puissance.
- 99.01 - Couple des moteurs de traction.
- 99.02 - Courbe de traction.
- 99.03 - Courbe tension courant.
- 99.04 - Force contre-électromotrice.

##### 100e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.

##### 101e leçon - La transmission électrique (suite).

- 101.00 - Propriétés requises de la génératrice principale.
- 101.01 - Caractéristique externe des génératrices classiques.
- 101.02 - Réalisation de la caractéristique à puissance constante.

##### 102e leçon - La transmission électrique (suite).

- 102.00 - Généralités.
- 102.01 - Système ACEC - Westinghouse.
- 102.02 - Système EMD.

##### 103e leçon - La transmission électrique (suite).

- 103.00 - Principe du régulateur de charge.
- 103.01 - Régulateur de charge ACEC - Westinghouse.
- 103.02 - Régulateur de charge EMD.
- 103.03 - Régulation électronique ACEC-B1.

104e leçon - Questionnaire et tableau synoptique.

105e leçon - La transmission électrique (suite).

- 105.00 - Régulation électronique des locomotives S. 61.
- 105.01 - Fonctionnement de la régulation électronique.
- 105.02 - Réalisation du circuit de réglage de puissance.

106e leçon - La transmission électrique (suite).

- 106.00 - Couplage des moteurs de traction.
- 106.01 - Changement de couplage des moteurs de traction.
- 106.02 - Réalisation du changement de couplage.
- 106.03 - Asservissement du changement de couplage.
- 106.04 - Inconvénients du changement de couplage.
- 106.05 - Shuntage.
- 106.06 - Crans de shuntage.
- 106.07 - Degré de shuntage.
- 106.08 - Vitesse de shuntage.
- 106.09 - Commande du shuntage.
- 106.10 - Contacteurs de shuntage.

107e leçon - La transmission électrique (suite).

- 107.00 - Principe de l'inversion.
- 107.01 - Inversion par tambour.
- 107.02 - Tambour d'inversion à deux positions.
- 107.03 - Tambour d'inversion à trois positions.
- 107.04 - Inversion par contacteurs.
- 107.05 - Asservissement des contacteurs de traction.
- 107.06 - Refroidissement des génératrices.
- 107.07 - Refroidissement des moteurs de traction.
- 107.08 - Rendement de la génératrice principale.
- 107.09 - Rendement des moteurs de traction.
- 107.10 - Rendement des engins diesel électriques.

108e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.

109e leçon - Les protections de la transmission électrique.

- 109.00 - Généralités.
- 109.01 - Protection contre un courant trop élevé.
- 109.02 - Protection contre une tension trop élevée.
- 109.03 - Protection des moteurs de traction contre la survitesse.
- 109.04 - Protection contre le pivotement par un relais de tension.
- 109.05 - Protection contre le pivotement par un relais de courant.
- 109.06 - Protection contre le pivotement par un circuit électronique.

Cours 122.50.

110e leçon - Les protections de la transmission électrique (suite).

- 110.00 - Protection contre une masse.
- 110.01 - Protection contre un coup de feu ou "flash".
- 110.02 - Relais combiné de masse et de flash.
- 110.03 - Masse dans les circuits "basse tension".
- 110.04 - Protection du personnel.

111e leçon - Le freinage rhéostatique.

- 111.00 - Principe.
- 111.01 - Application.
- 111.02 - Couplage des moteurs de traction.
- 111.03 - Réglage de l'effort de freinage.
- 111.04 - Puissance de freinage.
- 111.05 - Courbe de l'effort de freinage en fonction de la vitesse du véhicule.

112e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.

113e leçon - La charge de la batterie.

- 113.00 - Batterie d'accumulateurs.
- 113.01 - Méthodes de charge de la batterie.
- 113.02 - Génératrice de charge.
- 113.03 - Dynamo de charge.
- 113.04 - Alternateur de charge.

114e leçon - La charge de la batterie (suite).

- 114.00 - Appareils rencontrés dans un circuit de charge batterie.
- 114.01 - Régulateur de tension.
- 114.02 - Régulateur de courant.
- 114.03 - Conjoncteur - disjoncteur.
- 114.04 - Redresseurs.
- 114.05 - Equipement de sécurité.

115e leçon - La charge de la batterie (suite).

- 115.00 - Circuit de charge avec conjoncteur - disjoncteur.
- 115.01 - Circuit de charge avec redresseur et régulateur de tension.
- 115.02 - Circuit de charge avec alternateur et redresseurs.
- 115.03 - Circuit de charge avec régulateur électronique ACEC-A1.

116e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.

4.

117e leçon - Le dispositif de veille automatique.

- 117.00 - Généralités.
- 117.01 - Description.
- 117.02 - Fonctionnement.

118e leçon - Le refroidissement de l'eau par ventilateurs entraînés électriquement.

- 118.00 - Généralités.
- 118.01 - Entraînement des ventilateurs par moteurs à courant continu.
- 118.02 - Asservissement des moteurs de ventilateurs à courant continu.
- 118.03 - Entraînement des ventilateurs par moteurs à courant alternatif.
- 118.04 - Asservissement des moteurs de ventilateurs à courant alternatif.

119e leçon - L'asservissement pneumatique.

- 119.00 - Généralités.
- 119.01 - Soupape de fin réglage.

120e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.

121e leçon - L'accélération du moteur diesel.

- 121.00 - Généralités.
- 121.01 - Accélération du moteur par commande pneumatique.
- 121.02 - Accélération du moteur par commande électro-pneumatique.
- 121.03 - Accélération du moteur par commande électrique.

122e leçon - Les engins diesel accouplables.

- 122.00 - Possibilité d'accouplement des engins diesel.
- 122.01 - Equipement des engins diesel accouplables.
- 122.02 - Commande à distance des engins accouplés.

123e leçon - Les rames réversibles.

- 123.00 - Généralités.
- 123.01 - Avantages et inconvénient des rames réversibles.
- 123.02 - Equipement d'une rame réversible.
- 123.03 - Accouplement de la locomotive.
- 123.04 - Conduite avec locomotive en tête.
- 123.05 - Conduite avec locomotive en queue.

Cours 122.50.

- 124e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.
- 125e leçon }  
126e leçon } - Le préchauffage de l'eau de refroidissement.  
127e leçon }
- 127.00 - Alimentation par une source de courant indépendante (ancien système).  
127.01 - Alimentation par une source de courant indépendante (nouveau système).
- 128e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.
- 129e leçon  
à - La chaudière de chauffage Vapor Heating.  
133e leçon
- 134e leçon - L'alimentation en eau des chaudières.
- 134.00 - Traitement de l'eau.  
134.01 - Approvisionnement en eau.  
134.02 - Lavage des chaudières.  
134.03 - Mesure de la pression de refoulement de la pompe.
- 135e leçon  
et - Questionnaires + tableaux synoptiques.  
136e leçon
- 137e leçon - Le dépannage.
- 137.00 - Généralités.  
137.01 - Différence entre les termes "incident" et "Détresse".  
137.02 - Constatation d'une panne.  
137.03 - Causes possibles.  
137.04 - Recherche de la panne.
- 138e leçon - Le dépannage (suite).
- 138.00 - Sortes de pannes.  
138.01 - Pannes au moteur diesel.  
138.02 - Pannes à la transmission.  
138.03 - Pannes à l'installation pneumatique.  
138.04 - Pannes à la chaudière.  
138.05 - Pannes diverses.

139e leçon - Le dépannage (suite).

- 139.00 - Carnet de dépannage.
- 139.01 - Obligations du conducteur en cas de panne.
- 139.02 - Utilisation du carnet de dépannage.
- 139.03 - Constatations.
- 139.04 - Causes possibles.
- 139.05 - Recherche de la panne.
- 139.06 - Dépannage.

140e leçon - Questionnaire + tableau synoptique.141e leçon - Le chauffage électrique en traction Diesel.

- 141.00 - Généralités.
- 141.01 - Fourgons de chauffage.
- 141.02 - Fonctionnement du groupe Diesel-générateur.
- 141.03 - Chauffage électrique avec locomotive Diesel.
- 141.04 - Utilisation de la boîte à clef.
- 141.05 - Mise en service du chauffage électrique.

142e leçon - Les mesures à prendre contre l'incendie.

- 142.00 - Généralités.
- 142.01 - Obligations du conducteur.
- 142.02 - Précautions à prendre pour éviter les incendies.
- 142.03 - Mesures à prendre après l'extinction de l'incendie.

143e leçon - Les mesures à prendre contre l'incendie (suite).

- 143.00 - Moyens d'extinction en général.
- 143.01 - Précautions à prendre pour combattre l'incendie dans les installations électriques.
- 143.02 - Extincteur à anhydride carbonique.
- 143.03 - Action de l'extincteur à anhydride carbonique sur l'incendie.
- 143.04 - Extincteur à poudre.
- 143.05 - Action de l'extincteur à poudre sur l'incendie.

144e leçon - Questionnaires + tableau synoptique.

LA TRANSMISSION ELECTRIQUE.

97.00 Généralités.

La transmission électrique est utilisée sur la majorité des locomotives diesel de ligne de la S.N.C.B.

Elle est lourde et coûteuse. Elle exige un entretien suivi. Elle convient cependant pour assurer tous les trains. Elle est souple. L'engin qui en est muni est facile à desservir.

97.01 But et conditions à remplir.

Le but de la transmission électrique est de transmettre la puissance effective du moteur diesel aux essieux moteurs de la locomotive.

Pour réaliser au mieux cet objectif trois conditions doivent être remplies :

- la puissance du moteur diesel doit être transformée pour être utilisable aux essieux. Cette transformation doit permettre d'obtenir un grand effort de traction au démarrage et aux faibles vitesses. Il doit diminuer au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse;
- le moteur diesel doit pouvoir être isolé des essieux pour qu'il puisse tourner à sa vitesse de ralenti lorsque l'engin de traction est à l'arrêt;
- l'inversion du sens de marche doit être réalisée tout en gardant le même sens de rotation du moteur diesel.

97.02 Principe (fig. 97.02.1).

Le moteur diesel entraîne une génératrice de courant. Cette dernière fournit le courant aux moteurs de traction qui entraînent les essieux.

On constate que :

- l'énergie mécanique du moteur diesel est transformée en énergie électrique par la génératrice;
- l'énergie électrique est transmise aux moteurs de traction au moyen de câbles;
- l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique par les moteurs de traction et transmise aux essieux moteurs pour le déplacement de l'engin.

### 97.03. Organes constitutifs.

La transmission électrique est constituée de:

- la génératrice principale (dynamo ou alternateur);
- l'excitatrice (suivant le type de transmission);
- la génératrice auxiliaire ou l'alternateur;
- les câbles "haute tension" reliant la génératrice aux moteurs de traction via les inverseurs;
- les moteurs de traction;
- les ventilateurs de refroidissement;
- les circuits "basse tension";
- les appareils d'asservissement et de réglage;
- les appareils de contrôle et de mesure;
- les appareils de sécurité.

### 97.04. Types de transmission.

Différents types de transmissions électriques sont utilisés sur nos engins de traction:

- le système ACEC - Westinghouse;
- le système EMD;
- le système ACEC à régulation électronique;
- le système ACEC avec alternateur et à régulation électronique.

Cours 122.50.

97e leçon

LA TRANSMISSION ELECTRIQUE (suite).

98.00 Moteurs de traction. (fig. 98.0.1).

Les moteurs de traction, installés sur nos engins diesel, sont des moteurs à courant continu et à excitation série. Chaque essieu est entraîné par un moteur électrique individuel. Il existe cependant des bogies monomoteurs sur d'autres réseaux.

Tenant compte de l'espace restreint disponible sous la locomotive, les dimensions des moteurs sont réduites au minimum. Ils doivent cependant pouvoir supporter des courants importants, des coupures fréquentes et des surcharges temporaires.

Ils doivent être robustes pour résister aux chocs, aux vibrations et aux survitesses. Les rentrées d'eau, de neige et de poussières doivent être évitées : ils doivent donc être également étanches.

L'extrémité conique de l'arbre de l'induit porte un pignon qui engrène avec la couronne dentée de l'essieu.

98.1 Suspension du moteur de traction (fig. 98.1.1).

Le moteur est suspendu de telle façon que le longeron du bogie reçoit environ la moitié du poids du moteur tandis que l'essieu supporte le reste.

Dans ce montage, le moteur (1) prend appui sur l'essieu au moyen de coussinets (2) garnis de métal antifriction.

Les coussinets sont graissés par un tampon en feutre en contact avec un bain d'huile. Il est appliqué contre l'essieu par un ressort. Le niveau de l'huile est contrôlé *régulièrement* par le conducteur ou le service d'entretien.

Le nez (3) du moteur repose sur un pont (4) par l'intermédiaire de ressorts. Le pignon (5) engrène avec la couronne dentée (6) calée sur l'essieu. Ils sont entourés par un carter contenant un lubrifiant spécial.

Ce montage, appelé "suspension par le nez", offre les particularités suivantes :

- la distance entre le centre de l'essieu et celui de l'arbre du moteur est constante;
- lors de la mise en mouvement de l'engin, les ressorts du nez sont comprimés;

- les chocs, dus aux dénivellations de la voie, se transmettent directement au moteur de traction, ce qui est nuisible.

### 98.02 Rapport d'engrenages.

Les rapports d'engrenages généralement utilisés sont :

56/21, 59/18 et 61/16.

Dans le premier cas par exemple, le pignon du moteur porte 21 dents, tandis que la couronne dentée de l'essieu en possède 56. On obtient donc une démultiplication de la vitesse et une multiplication du couple.

Ce rapport dépend du genre de convois à remorquer c'est-à-dire de la vitesse et de la charge.

### 98.03 Suspension de la locomotive.

Les locomotives à transmission électrique sont pourvues de deux bogies. Chacun de ceux-ci forme un chariot indépendant placé sous la caisse. Il peut tourner autour de son axe. La circulation en courbe est facilitée par rapport à une locomotive à empattement rigide. La plupart des locomotives de manoeuvre ont trois essieux couplés.

Les bogies ont deux essieux (B) ou trois essieux (C).

### 98.04 Bogie à deux essieux (fig. 98.04.1).

En décomposant le bogie, on trouve successivement :

- les deux essieux (1);
- la couronne dentée (2), calée sur chaque essieu, engrenant avec le pignon du moteur de traction. Les deux roues dentées sont disposées en diagonale par rapport au bogie;
- sur chaque essieu et à l'extérieur des roues, sont montées les boîtes d'essieux munies de roulements à rouleaux (3);
- deux sommiers parallèles (4) en fortes tôles d'acier, reposent sur les boîtes des deux essieux de chaque côté du bogie;
- sur ces sommiers, de chaque côté du bogie, sont placés 4 ressorts hélicoïdaux (5) sur lesquels vient s'appuyer le châssis monobloc du bogie. Ce châssis (6) est en acier moulé.

Il est constitué par deux longerons (7), une traverse centrale double (8) et deux entretoises d'extrémité (9).

En bout des longerons se trouvent les plaques de garde (10). Elles glissent entre les sommiers en encadrant les boîtes d'essieux qu'elles guident dans le châssis du bogie. Les glissières des boîtes sont en acier dur au manganèse;

- la traverse centrale<sup>(11)</sup> du bogie est un ensemble de deux profilés séparés par un évidement. Deux groupes de ressorts à pincettes (11) sont logés dans cet intervalle et sont suspendus aux profilés par des biellettes;
- la traverse danseuse (12) est montée sur les ressorts à pincettes. Son mouvement de roulis est freiné par des amortisseurs placés entre la traverse danseuse et les longerons du bogie;
- la caisse de la locomotive repose sur chacune des traverses danseuses<sup>(12)</sup> par l'intermédiaire de deux supports latéraux (13).

Chacun des deux pivots (14) de la caisse s'engage dans un logement placé à la partie centrale de la traverse danseuse correspondante. Les pivots servent uniquement à entraîner la caisse et non à la supporter. Ils permettent aux bogies de tourner d'un certain angle par rapport à la caisse.

### 98.05 Bogie à trois essieux (fig. 98.05.1).

On trouve successivement en décomposant le bogie :

- les trois essieux (1);
- la couronne dentée (2) calée sur chacun des essieux, engrenant avec le pignon du moteur de traction;
- les boîtes d'essieux à rouleaux montées sur chaque essieu à l'extérieur des roues (3);
- sur chaque boîte d'essieu<sup>(3)</sup>, 2 gros ressorts hélicoïdaux;(4)
- le châssis de bogie repose sur ces 6 paires de ressorts et se prolonge par des plaques de garde (5) qui encadrent les boîtes d'essieux;
- de part et d'autre des deux traverses centrales sont placés 4 ressorts hélicoïdaux doubles (6) emboîtés l'un dans l'autre. Ils supportent une traverse danseuse en forme de H. Les oscillations de cette traverse sont freinées par 4 amortisseurs à piston (7) pressés chacun par un ressort contre une plaque d'usure de la traverse;
- la caisse est munie à sa partie inférieure de 2 pivots qui s'engagent dans des crapaudines (8) ménagées à la partie supérieure de la traverse danseuse. Les crapaudines supportent le poids de la caisse, assurent son entraînement et permettent le déplacement angulaire des bogies.

Une sûreté empêche la caisse de se soulever sur la traverse danseuse.



LA TRANSMISSION ELECTRIQUE (suite).

99.00 Transformation de puissance.

Nous avons vu qu'en régime normal (puissance nominale), la puissance disponible à l'arbre de sortie du moteur diesel est une fonction du produit d'un couple constant et d'une vitesse constante (vitesse nominale).

Comme pour les transmissions mécaniques et hydrauliques, la transmission électrique doit fournir un effort de traction à la jante des roues motrices diminuant progressivement avec l'augmentation de la vitesse.

La puissance développée par le moteur diesel est utilisée au mieux lorsque le produit de l'effort de traction par la vitesse de l'engin a une valeur constante.

99.01 Couple des moteurs de traction.

La génératrice fournit un courant (I) sous une tension (U). Les moteurs de traction absorbent un certain courant sous une tension (U).

Le couple développé par le moteur de traction non shunté est une fonction du carré du courant absorbé. Il est d'autant plus important que l'intensité est grande. (fig.99.0 1.1)

Pour un moteur shunté, le couple est une fonction du courant absorbé par l'induit et de celui qui parcourt l'enroulement d'excitation.

Dans les deux cas, la puissance reste la même. Celle-ci est toujours égale au produit  $U \times I_m$  exprimé en watts.

99.02 Courbe de traction.

La puissance instantanée d'un engin de traction est égale à la vitesse multipliée par l'effort de traction. Elle reste constante à toutes les vitesses de l'engin.

La courbe de puissance représentée à la fig.99.02.1 n'est cependant valable que si la puissance du moteur diesel adaptée par le conducteur n'est pas modifiée.

99.03 Courbe tension-courant.

Etant donné que le courant détermine l'effort de traction, le produit de la tension par le courant, constant pour toutes les vitesses de l'engin doit suivre autant que possible une courbe semblable à celle de l'effort de traction en fonction de la vitesse. (fig. 99.03.1)

Par conséquent, le fonctionnement de principe d'une transmission électrique peut être résumé comme ci-après :

Au démarrage du train et à faible vitesse (point M1), la tension aux bornes des moteurs de traction est faible. L'intensité est très grande. Le couple développé est important.

A une vitesse plus élevée (point M5), le courant et, par voie de conséquence, le couple, ont diminué tandis que la tension a augmenté.

	à la jante	au moteur de traction
M1	faible vitesse, effort de traction élevé	faible tension, intensité élevée
M5	vitesse élevée, effort de traction réduit	tension élevée, faible intensité
	Puissance = vitesse x effort de traction = constante	Puissance = tension x intensité = constante

#### 99.04 Force contre-électromotrice.

Dans les moteurs de traction, une force contre-électromotrice (f.c.e.m.) prend naissance. Elle augmente en fonction de la vitesse.

La force contre-électromotrice s'oppose au passage du courant absorbé dans les enroulements de l'induit. De ce fait, le courant absorbé par le moteur de traction diminue.

$$I \text{ (intensité)} = \frac{U \text{ (tension aux bornes)} - f.c.e.m.}{r \text{ (résistance du moteur)}}$$

Pour maintenir la puissance constante, la tension aux bornes de la génératrice doit augmenter. On passe successivement du point M1 au point M5 pour atteindre la vitesse maximale de l'engin. A ce moment, l'équilibre est atteint et l'effort de traction de l'engin est donc égal à l'effort résistant du train.

Si par après, le train gravit une rampe, sa résistance augmente. L'effort de traction doit donc augmenter aussi. La vitesse de l'engin et, par conséquent, celle des moteurs de traction, diminue. La force contre-électromotrice dans les moteurs de traction s'affaiblit et l'intensité du courant absorbé augmente.

La génératrice intervient. La tension à ses bornes diminue afin que la puissance reste constante.

---



QUESTIONNAIRE.

- 97.00.1 Quels sont les avantages et les désavantages de la transmission électrique ?
- 97.01.1 Quel est le but de la transmission électrique ?
- 97.01.2 Quelles sont les conditions auxquelles la transmission électrique doit répondre ?
- 97.02.1 Dessinez un schéma de principe d'une transmission électrique.
- 97.02.2 Quelles sont les transformations d'énergie effectuées dans un engin diesel à transmission électrique ?
- 97.03.1 Citez les organes constitutifs d'une transmission électrique.
- x    x    x
- 98.00.1 Quelles sont les conditions auxquelles doivent répondre les moteurs de traction ?
- 98.01.1 Décrivez la suspension d'un moteur de traction à l'aide de la fig. 98.1.1.
- 98.01.2 Quelles sont les avantages de la suspension des moteurs de traction par le nez ?
- 98.02.1 Quels sont les rapports d'engrenages le plus souvent utilisés pour l'entraînement de l'essieu moteur ?
- Quelle est la raison du choix de ces rapports ?
- 98.04.1 Décrivez le bogie à deux essieux.
- 98.05.1 Décrivez le bogie à trois essieux.
- x    x    x
- 99.01.1 De quel facteur dépend le couple développé par un moteur de traction :
- a) non shunté
- b) shunté
- 99.02.1 Dessinez et expliquez la courbe de l'effort de traction en fonction de la vitesse du véhicule.
- 99.03.1 Dessinez la courbe tension-courant exigée pour une transmis-

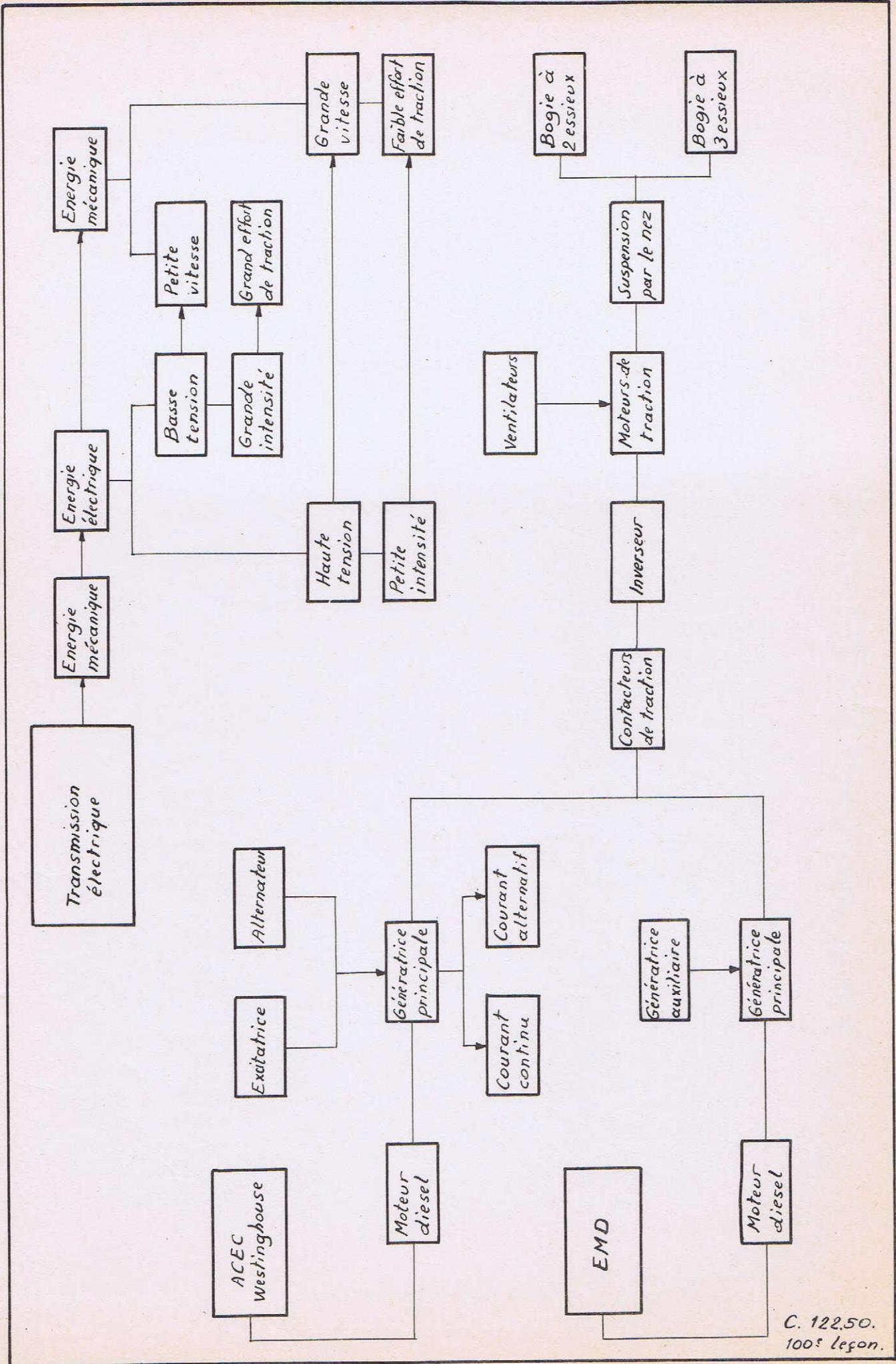
mission électrique.

Montrez-en quelques valeurs différentes en fonction de la vitesse de l'engin.

99.04.1 Quel est le phénomène qui provoque la naissance d'une force contre-électromotrice dans les moteurs de traction ?

99.04.3 Que se passe-t-il au point de vue du courant et de la tension si :

- l'engin accélère
- la vitesse maximale est atteinte
- la vitesse de l'engin diminue par l'augmentation de la résistance au roulement du train ?





LA TRANSMISSION ELECTRIQUE (Suite).

101.00 Propriétés requises pour la génératrice principale.

La caractéristique primordiale souhaitée pour la génératrice fait suite à l'exposé de la leçon précédente.

La puissance  $U \times I$  de la génératrice principale doit rester constante malgré la variation du courant  $I$  absorbé par les moteurs de traction.

S'il n'est pas tenu compte du rendement de la génératrice principale, sa puissance est égale à celle du moteur diesel.

La vitesse de rotation étant constante, la courbe représentant la variation de la tension  $U$  aux bornes de la génératrice en fonction du courant débité  $I$ , est appelée caractéristique externe de la génératrice.

Si cette caractéristique donne un produit  $U \times I$  constant, la courbe aura la forme d'une hyperbole équilatère (fig. 101.001).

En examinant la caractéristique externe des génératrices classiques à courant continu, nous constatons qu'aucune ne présente une courbe hyperbolique.

101.01 Caractéristique externe des génératrices classiques.

La caractéristique externe d'une génératrice est la représentation graphique de la tension à ses bornes en fonction du courant débité et cela en maintenant sa vitesse constante.

a) Génératrice à excitation indépendante (fig. 101.01.1).

La tension aux bornes reste constante alors que le courant augmente ou diminue.

Cette caractéristique est obtenue à la condition que la valeur du courant d'excitation ne change pas.

b) Génératrice à excitation série (fig. 101.01.2.).

Lorsque le courant débité  $I$  est nul, la tension  $U$  aux bornes a une valeur qui dépend du magnétisme rémanent des pôles.

Dès que l'on ferme le circuit sur le récepteur, un courant est débité. Il traverse l'enroulement d'excitation ce qui provoque une augmentation du champ magnétique de la génératrice.

Par voie de conséquence, la tension à ses bornes s'élève en fonction de l'augmentation du courant débité. Lorsqu'il y a saturation des pôles, la tension tend à diminuer ainsi que la puissance.

2.

c) Génératrice à excitation shunt (fig. 101.01.3).

La tension aux bornes diminue d'une certaine valeur avec l'augmentation du courant débité  $I$ .

d) Génératrice à excitation compound concordante (fig. 101.01.4).

Sous l'influence de l'excitation série, la tension tend à augmenter avec débité tandis qu'elle tend à diminuer pour l'excitation shunt. Par voie de conséquence, l'excitation compound permet d'obtenir une tension plus ou moins stable et qui augmente ensuite avec l'accroissement du courant débité.

e) Génératrice à excitation compound discordante (fig. 101.01.5).

L'excitation série est discordante par rapport à l'excitation shunt. Lorsque le courant débité augmente, la tension aux bornes, résultant des deux excitations, diminue rapidement.

101.02 Réalisation de la caractéristique à puissance constante.

Pour obtenir une caractéristique externe qui donne une courbe de puissance électrique constante, on a combiné trois excitations (fig. 101.02.1). Une excitation indépendante (1) est prévu comme base. On y ajoute une excitation shunt (2) et une excitation série (3). Cette dernière, parcourue par le courant débité donne naissance à un flux opposé à celui créé par les deux autres excitations.

La caractéristique externe résultant des trois excitations se rapproche de l'hyperbole équilatère (fig. 101.02.1).

La caractéristique externe envisagée est valable aussi longtemps que la vitesse de rotation et la résistance des circuits d'excitation ne varient pas. A chaque vitesse et à chaque valeur du courant d'excitation, correspond une autre caractéristique externe.

Sur les locomotives, la puissance de la génératrice est réglée en agissant sur :

- la vitesse de rotation du moteur diesel et par conséquent de la génératrice, par l'intervention du régulateur de vitesse "speed control".
- la valeur du courant d'excitation indépendante au moyen d'un rhéostat.

Cours 122.50.

101e leçon

LA TRANSMISSION ELECTRIQUE (suite)

102.00. Généralités.

La tension maximale utilisée sur nos locomotives Diesel-électriques se situe entre 800 et 1 100 volts.

On peut réaliser une génératrice principale à puissance constante par l'utilisation d'une excitatrice de construction spéciale. Celle-ci possède les trois différents enroulements d'excitation. Elle alimente l'enroulement indépendant de la génératrice principale.

Les différents enroulements d'excitation peuvent également être incorporés à la génératrice principale.

La puissance électrique, c'est-à-dire la puissance de la génératrice principale dépend :

- 1° Du nombre de tours du moteur Diesel
- 2° De la valeur de l'excitation indépendante.

Ces deux facteurs sont augmentés progressivement lors du démarrage d'un train dans le cas du système ACEC-Westinghouse.

Dans le cas du système EMD l'accélération du moteur se fait cran par cran, alors que la valeur du champ indépendant est adaptée à la puissance demandée.

Le maintien de la puissance constante est réalisé par :

- L'excitation discordante variable dans l'excitatrice (ACEC-Westinghouse) ou la génératrice principale (EMD)
- Le fonctionnement d'une résistance variable appelée régulateur de charge (LR)
- Le fonctionnement d'un régulateur électronique ACEC B 1.

102.01. Système ACEC - Westinghouse.

La génératrice principale (GP), entraînée directement par le moteur diesel, possède un seul circuit d'excitation indépendante (fig. 102.1.1).

Cet enroulement d'excitation est alimenté par une excitatrice (EX) entraînée par courroies à partir de l'arbre de sortie de la génératrice principale (fig. 102.1.2).

La tension de régime aux bornes de la génératrice principale varie entre un minimum de 300 volts et un maximum de 800 à 1 000 volts (suivant la série d'engin).

La génératrice principale possède de 6 à 12 pôles principaux et autant de pôles auxiliaires. Le début de la saturation des pôles est atteint pour une tension d'environ 800 volts. Elle est refroidie par un ventilateur incorporé aspirant l'air du côté du collecteur.

L'excitatrice (EX) est à 6 pôles (fig. 102.M.3 et 102.M.4). Quatre pôles (1-2-4-5) forment l'excitation indépendante. Cet enroulement est alimenté par la génératrice auxiliaire sous une tension plus ou moins constante de 72 volts.

Sur les pôles (3 et 6) sont placées l'excitation shunt et l'excitation série. Cette dernière est alimentée par une partie du courant de retour des moteurs de traction. Le champ créé par l'excitation série est en fonction du courant absorbé par les moteurs. Le flux résultant s'oppose à celui naissant dans l'enroulement shunt.

L'excitation série appelée "discordante" a pour rôle de diminuer ou d'augmenter l'action du champ des enroulements shunt lorsque la tension aux bornes de la génératrice principale doit diminuer ou augmenter.

Une résistance réglable (LR) ou un régulateur électronique B 1 est inséré dans le circuit d'excitation indépendante de l'excitatrice. Ces appareils permettent l'augmentation progressive de la puissance électrique. Ils interviennent dès que le moteur Diesel tend à être surchargé, soit par une demande de puissance électrique trop importante, soit par une réduction de puissance mécanique par suite d'avarie.

#### 102.02. Système EMD (fig. 102.02.1).

La génératrice principale (GP) est entraînée directement par le moteur diesel. Elle porte trois enroulements différents d'excitation répartis sur 12 pôles principaux.

- L'enroulement shunt (1) est réparti sur 6 pôles.
- L'enroulement série discordant (2) est bobiné sur les 12 pôles. Il est alimenté par le courant venant des moteurs de traction.
- L'enroulement indépendant (3) est réparti sur 6 pôles. Il est alimenté par la génératrice auxiliaire sous une tension d'environ 74 volts. Cette génératrice est placée au-dessus de la génératrice principale. Elle est entraînée au moyen d'engrenages par le moteur diesel.

On constate donc que dans le système EMD, les trois enroulements nécessaires sont incorporés dans la génératrice principale. Comparez la différence entre les figures 102.1.3 et 102.02.1) !

Une résistance réglable (LR) est prévue dans le circuit de l'excitation indépendante. Elle permet, par la variation de la valeur de la résistance, d'obtenir la courbe de puissance constante.

Comme chaque modification de la valeur de la résistance provoque une modification de la tension et du courant la courbe à puissance constante est composée d'escaliers.

L'approche de cette courbe est obtenue par petites modifications successives de cette résistance de façon à avoir un grand nombre de marches.

Ceci a également comme avantage que chaque débit d'injection ne doit être modifié que légèrement à chaque étage.

---



LA TRANSMISSION ELECTRIQUE (suite).

103.00 Principe du régulateur de charge.

Le régulateur de charge a pour but d'adapter automatiquement la puissance électrique absorbée par la transmission à celle développée par le moteur diesel.

Il permet d'éviter la surcharge du moteur même en cas d'un injecteur défectueux ou hors service.

Le régulateur de charge est constitué d'une résistance variable insérée dans le circuit d'excitation indépendante de l'excitatrice ou de la génératrice principale.

En cas de surcharge du moteur diesel, sa vitesse tend à diminuer. Le régulateur de vitesse intervient et provoque l'augmentation de la valeur de la résistance du régulateur de charge (LR). Le courant d'excitation et, par voie de conséquence, la puissance électrique diminuent. Le moteur diesel revient à sa vitesse normale.

Si le moteur diesel est déchargé, sa vitesse augmente. Le régulateur de vitesse diminue la valeur de la résistance du régulateur de charge. Le courant d'excitation et la puissance électrique augmentent. La vitesse du moteur diminue.

103.01 Régulateur de charge ACEC-Westinghouse (fig. 103.01.1)

Le régulateur de charge comprend :

- un groupe de résistances connectées à un collecteur fixe;
- un servo-moteur pneumatique, sous le contrôle de la position de l'accélérateur;
- un servo-moteur hydraulique, sous le contrôle de la position du levier de commande des pompes d'injection du régulateur de vitesse du moteur diesel;
- un jeu de balais mobiles dont le déplacement peut être commandé par les deux servo-moteurs.

La manette de l'accélérateur étant déplacée dans le sens de l'accélération, l'air comprimé se rend au servo-moteur pneumatique. Les balais du collecteur fixe se déplacent vers la gauche.

La valeur de la résistance du régulateur de charge diminue progressivement. Le courant d'excitation indépendante de l'excitatrice augmente ainsi que la puissance électrique développée.

Sur le régulateur de vitesse du moteur diesel est prévue une valve pilote. Elle se trouve sous le contrôle de l'arbre de commande des pompes d'injection. Lorsque le débit des pompes atteint son maximum, un levier agit sur la tige de la valve pilote.

Si la puissance exigée du moteur diesel tend à augmenter, la valve pilote s'ouvre. L'huile sous pression se rend vers le servo-moteur hydraulique.

Les balais mobiles se déplacent vers la droite. La valeur de la résistance du régulateur de charge augmente. Le courant d'excitation et la puissance électrique diminuent.

### 10302 Régulateur de charge EMD. (fig. 10302.1, 10302.2

Le régulateur de charge comprend :

- un groupe de résistances connectées à un collecteur fixe;
- un balai mobile (1) qui permet de faire varier la valeur de la résistance;
- une valve pilote (6);
- un servo-moteur hydraulique (2) avec palette radiale tournante (3).

Le déplacement de la palette est commandé par la pression de l'huile de graissage du moteur diesel. Cette pression peut agir sur les deux faces de la palette. L'huile venant du moteur y accède par la valve pilote et les conduites (4) et (5).

Lorsque la traction est coupée et que le moteur est au ralenti, le balai se trouve dans une position telle que la valeur de la résistance est maximale.

Lors de la mise en traction et de l'accélération du moteur diesel, l'huile sous pression arrive au servo-moteur hydraulique par la conduite (4) tandis que la conduite (5) est en relation avec le carter. La pression de l'huile agit sur la palette tournante qui déplace le balai mobile. Les résistances sont éliminées progressivement.

Dès que la puissance électrique est en équilibre avec la puissance développée par le moteur diesel, la valve pilote (6) occupe sa position médiane. Le courant d'excitation reste constant.

Lorsque le moteur est surchargé, la valve pilote se déplace vers le haut. La pression d'huile agit alors sur l'autre face de la palette tournante. La valeur de la résistance augmente et le courant d'excitation diminue.

La puissance électrique développée est plus faible.

Le régulateur de vitesse agit sur le débit des pompes d'injection.

103.03. Le régulateur électronique ACEC-B1 (fig. 103.03.1).

### 1. Généralités.

Pour les locomotives série 51, le régulateur de charge LR a été remplacé par un régulateur électronique B 1. En même temps, le régulateur de tension RT a, lui aussi, été remplacé par un régulateur électronique A 1. Ces 2 ensembles sont logés dans l'armoire électrique.

La carte B 1 règle le courant d'excitation de l'enroulement indépendant 4 pôles de l'excitatrice, de telle façon que quelle que soit la vitesse du moteur Diesel, l'équilibre entre la puissance "mécanique" et "électrique" soit permanent.

Les informations "tension" (0V, + 11,2 V, + 22,4 V) nécessaires à la carte B 1 sont fournies par le régulateur A 1.

### 2. Description.

Le circuit d'alimentation de l'enroulement indépendant à 4 pôles se fait comme indiqué ci-après :

- interrupteur EFS, fil 2, contact EFC, fil 1 EF, borne 1 de B 1;
- la génératrice auxiliaire AG et le fusible F 1 (126 A);
- le fusible FE de 16 A et le fil RA;
- les 2 contacts du contacteur d'excitation EFC;
- le contact fermé (a) de l'interrupteur de secours RRS et la borne 2 de B 1;
- le régulateur B 1;
- la borne 3 de B 1;
- le contact fermé (b) de l'interrupteur RRS;
- l'enroulement indépendant;
- le fil EFA et, via les bornes 9 et 8 de B 1, vers la borne négative de la génératrice auxiliaire par le fil AG.

L'influence du régulateur B 1 par le régulateur Woodward se fait au moyen de 3 contacts : 70 %, 100 % et 101 %. Ces contacts s'ouvrent ou se ferment par le déplacement de bossages placés sur un secteur commandé par le piston différentiel. Le tout est monté dans un boîtier placé au-dessus du régulateur Woodward.

Les contacteurs de puissance PC 1 et PC 2 possèdent chacun un interlock intercalé entre les bornes 10 et 6 du régulateur B 1. Ces interlocks sont fermés lorsque les contacts principaux de PC 1 et PC 2 sont ouverts.

4.

L'interrupteur de secours RRS permet d'alimenter directement l'enroulement indépendant 4 pôles à partir du contact "traction" de l'accélérateur via le fil 2. Dans ce cas, une résistance est insérée en série avec l'enroulement indépendant ce qui limite la puissance électrique à environ 800 kW pour la vitesse de rotation maximale du moteur Diesel.

Si l'interrupteur RRS est placé en position 1:

- son contact (a) interrompt le circuit RA entre le contact de EFC et le régulateur B 1;
- le contact (b) interrompt la liaison entre le régulateur B 1 et l'enroulement indépendant 4 pôles;
- le contact (c) établit la liaison entre le fil 2 de l'accélérateur et l'enroulement indépendant 4 pôles via les résistances de limitation;
- le contact (d) établit une liaison directe entre les interrupteurs portes DSS 1 et DSS 2 et l'électrovalve TV rendant ainsi possible l'accélération du moteur Diesel, les lampes RRL sont également alimentées.

### 3. Fonctionnement.

Lors du démarrage de la locomotive, le contact (100 %) du régulateur Woodward est fermé.

Lors de l'accélération du moteur Diesel, le courant d'excitation du champ à 4 pôles augmente progressivement. Quand le degré d'injection atteint 70 % de sa valeur nominale, le contact 70 % se ferme et l'excitation continue à augmenter.

Quand le degré d'injection atteint sa valeur nominale, le contact 100 % s'ouvre et l'excitation reste constante.

S'il y a surcharge du M.D., le contact 101 % se ferme et provoque une diminution du courant d'excitation. La puissance électrique de la génératrice principale diminue et revient en équilibre avec celle du moteur Diesel. Le contact 101 % s'ouvre.

Lorsque à pleine puissance il y a équilibre entre les puissances électrique et mécanique, les deux contacts 100 et 101 % sont ouverts.

Si un groupe de moteurs de traction doit être isolé, le contacteur de puissance correspondant (PC 1 ou PC 2) reste ouvert, Son interlock est fermé dans le circuit du régulateur B 1 et le courant d'excitation est limité. En conséquence, le degré d'injection est limité à 70 % de sa valeur nominale.

Lors d'un pivotage des roues, le relais WSR intervient; par l'intermédiaire de la carte PW 3, une tension positive est appliquée à la borne n° 5 du régulateur B 1.

Le courant d'excitation de l'enroulement indépendant 4 pôles diminue alors rapidement jusqu'au moment où le patinage cesse.

Le réglage de la puissance électrique en fonction de la vitesse de rotation (variable) du moteur Diesel est obtenu par l'influence de la tension d'excitation de la génératrice auxiliaire (AG) sur le régulateur B 1. Cette tension est inversement proportionnelle à la vitesse de rotation de la génératrice et par conséquent de celle du moteur Diesel (voir régulateur A 1).

---



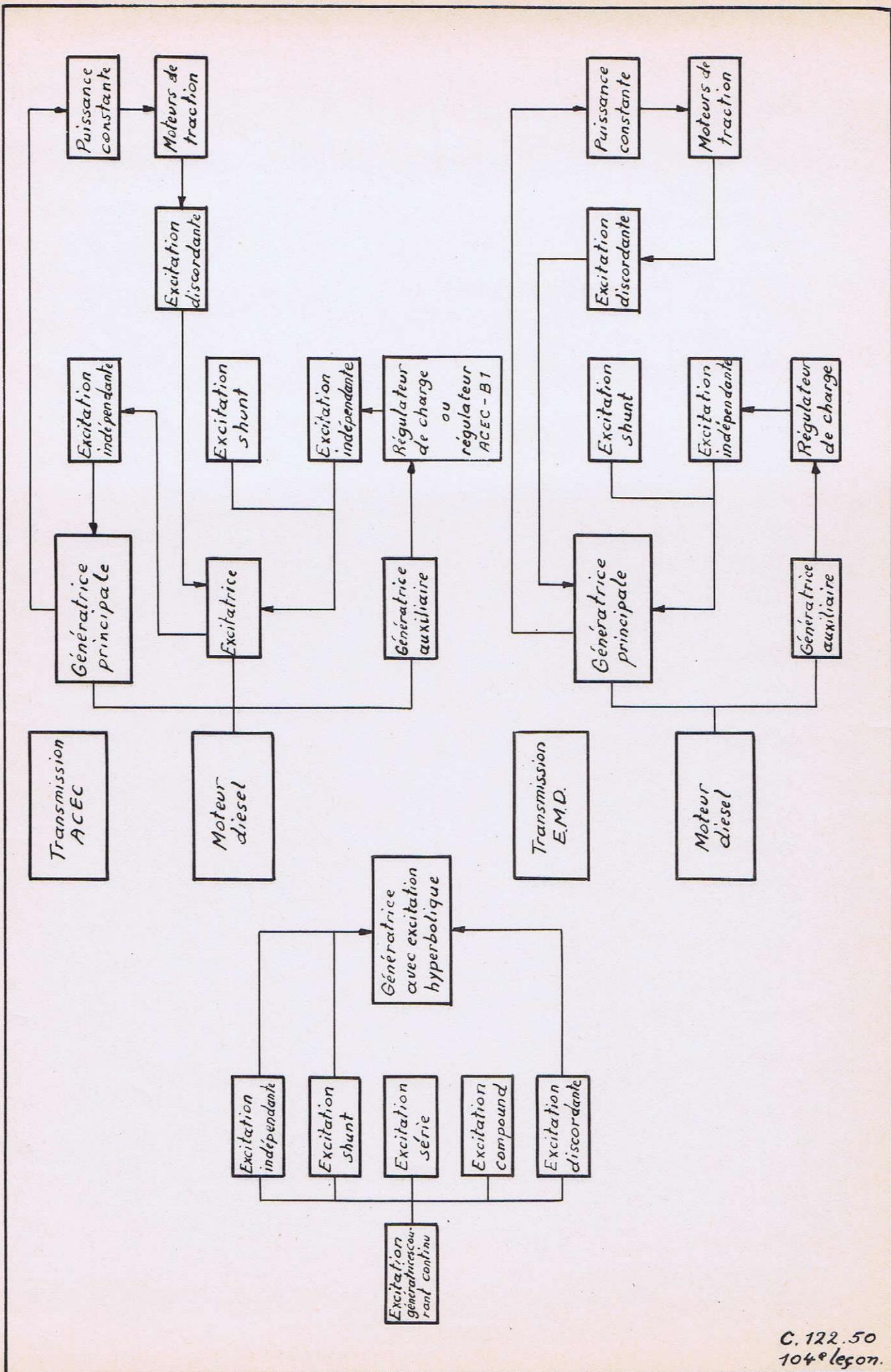
QUESTIONNAIRE.

- 101.00.1 Quelle est la caractéristique que doit présenter la génératrice principale ?
- 101.00.2 Dessinez la courbe souhaitée de la caractéristique externe de la génératrice principale.
- 101.01.1 Qu'entend-on par caractéristique externe d'une génératrice ?
- 101.01.2 Dessinez et expliquez la caractéristique externe d'une génératrice à excitation indépendante.
- 101.01.3 Dessinez et expliquez la caractéristique externe d'une génératrice à excitation série.
- 101.01.4 Dessinez et expliquez la caractéristique externe d'une génératrice à excitation shunt.
- 101.01.5 Dessinez et expliquez la caractéristique externe d'une génératrice à excitation compound concordante.
- 101.01.6 Dessinez et expliquez la caractéristique externe d'une génératrice à excitation compound discordante.
- 101.02.1 Comment obtient-on la caractéristique à puissance constante de la génératrice principale d'une locomotive diesel-électrique ?
- 101.02.2 Quels sont les facteurs qui interviennent dans le réglage de la puissance électrique sur une locomotive diesel électrique ?
- x      x      x
- 102.00.1 Quels sont les facteurs influençant la puissance de la génératrice principale ?
- 102.00.2 Comment le maintien de la puissance électrique constante est-il réalisé dans les systèmes ACEC- Westinghouse, ACEC- B1 et EMD ?
- 102.01.1 A l'aide des figures 102.01.3 et 102.01.4 décrivez le système de transmission électrique ACEC- Westinghouse.
- 102.01.2 Comment la puissance électrique est-elle augmentée dans le système ACEC- Westinghouse.
- 102.02.1 A l'aide de la figure 102.02.1, décrivez le système de transmission électrique EMD.

x x x

- 103.00.1 Quel est le but du régulateur de charge ?
- 103.00.2 Comment le régulateur de charge est-il constitué ?  
Quand intervient-il ?
- 103.01.1 A l'aide de la figure 103.01.1, décrivez le fonctionnement du régulateur de charge du système ACEC-Westinghouse.
- 103.02.1 A l'aide des figures 103.02.1 et 103.02.2, décrivez le fonctionnement du régulateur de charge du système EMD.
- 103.03.1 Quel est le but à atteindre par la régulation électronique ACEC- B1 ?
- 103.03.2 Comment le régulateur ACEC- B1 est-il influencé par le régulateur Woodward ?

x x x





LA TRANSMISSION ELECTRIQUE. (Suite)

105.00 Régulation électrique des locomotives S61.

Comme pour les autres systèmes de régulation, la régulation électronique est basée sur l'écart existant entre les valeurs demandées et celles obtenues. Il est appelé "erreur".

Cette "erreur" amplifiée, fait varier l'excitation de la génératrice principale (GP) jusqu'à l'obtention d'une situation d'équilibre.

Pour réaliser ce réglage automatique, un système de mesure et un organe correcteur doivent être prévus (fig. 105.00.1 et 105.00.2).

Dans la solution électronique, le régulateur de vitesse du moteur diesel est conservé dans son état le plus simple. Le groupe génératrice auxillaire-excitatrice est remplacé par un alternateur.

L'alternateur alimente deux circuits :

- le circuit d'excitation de la génératrice principale,
- le circuit de charge batterie.

La régulation électronique comporte : (fig. 105.00.3).

1) Des générateurs de fonction.

On appelle générateur de fonction, chaque système de mesure qui transforme en variation électrique ou impulsion la grandeur physique à mesurer (par ex. vitesse angulaire, pression, débit).

Comme générateurs de fonction, il y a :

- le manotran (2) qui mesure la pression d'air de balayage et la compare. Le résultat obtenu est transformé en une tension électrique. Celle-ci influence le circuit de réglage de la puissance en agissant sur l'excitation de la génératrice principale;
- l'appareil de mesure "Selsyn" (3) mesure le déplacement des crémaillères des pompes d'injection et le compare à la valeur idéale. Cette valeur est à son tour déterminée en fonction de la vitesse du M.D.

Le résultat obtenu est également transmis en tension électrique qui influence l'excitation de la génératrice principale.

Le réglage du débit d'injection est réalisé de telle façon que la puissance développée par le M.D. augmente suivant la formule (n)2.5.

- des transducteurs de mesure (4) et (4b), mesurant respectivement le courant fourni par la génératrice principale et le courant d'excitation de cette dernière.
- un relais à bascule, commande le shuntage des moteurs de traction aussitôt que le signal de la vitesse atteint une valeur de référence qui dépend seulement de la vitesse de la locomotive (63 km/h).

## 2) Un système électronique (5).

Celui-ci comprend principalement des diodes et deux amplificateurs magnétiques.

Le premier règle le courant d'excitation de la GP, le second détermine le courant de charge de la batterie.

L'amplificateur magnétique pour l'excitation de la GP comporte 4 bobines :

- une double bobine d'impédance, par laquelle l'influence de son propre flux est annulé par l'influence du transducteur de mesure (4 b)
- un enroulement de polarisation fixe, alimenté par la batterie.
- un enroulement de polarisation variable, alimenté par un des secondaires du transfo.

Les deux champs de polarisation (fixe et variable) sont opposés. Dès que l'un des enroulements n'est plus alimenté, un contact s'ouvre dans le circuit d'excitation du contacteur d'excitation de la génératrice principale.

- un enroulement pour le circuit de contrôle.

## 3) Un alternateur bi-monophasé (6) fournissant le courant d'excitation de la génératrice principale via un amplificateur magnétique et un redresseur. L'alternateur remplace la génératrice auxiliaire et l'excitatrice des hl de la série normale.

## 4) Un circuit de sommation -(7), qui réalise la somme algébrique des signaux (volts) envoyés par les générateurs de fonction d'entrée et ceux fournis par les générateurs de fonction de sortie.

La différence de ces sommes, appelée "erreur" agit sur les amplificateurs électroniques.

Le but du réglage électronique n'est pas différent des autres, c'est-à-dire :

- régler la puissance électrique pour la maintenir en équilibre avec la puissance du moteur diesel;
- protéger le moteur diesel contre la surcharge.

#### 105.01 Fonctionnement de la régulation électronique.

Supposons que l'accélérateur soit placé sur la position de puissance maximale :

- 1) à ce moment, la vitesse de la turbine de suralimentation n'est pas encore suffisante. La puissance électrique débitée doit être limitée à 500 kw chaque fois qu'il y a un manque de pression d'air de balayage.

La régulation électronique se charge de limiter cette puissance.

Avec l'augmentation de la vitesse de la turbo-soufflante, la pression de l'air augmente et agit sur le manotran (2). Celui-ci provoque l'émission d'un signal progressif vers le transistor concerné. L'erreur est transmise et l'excitation de la GP est adaptée.

- 2) L'injection et la vitesse de rotation du moteur diesel ne peuvent dépasser leurs valeurs maximales.

Les générateurs de fonction 3 (injection) et 2 (air de balayage) fournissent respectivement un signal de tension positive et un de tension négative.

Via le circuit de sommation et l'amplificateur de tension du circuit de régulation, la somme algébrique des consignes, provenant des générateurs de fonction (3) et (2), est dirigée vers le circuit de sommation du circuit de réglage de la puissance.

L'amplificateur de tension et l'amplificateur de courant de ce circuit de réglage de la puissance influence l'amplificateur magnétique de telle manière que le courant d'excitation soit adapté jusqu'au moment où la valeur idéale est atteinte.

- 3) Un circuit électronique évite que la tension aux bornes de la génératrice principale atteigne des valeurs dangereuses dans les cas où le courant de charge est trop faible.
- 4) Un appareil Telec contrôle la vitesse du véhicule. Le signal de vitesse émis par l'appareil Meloc agit sur une bascule électronique (8), ce qui provoque le shuntage des moteurs de traction pour une vitesse de 63 km/h.

Pendant la phase de shuntage, l'équipement réagit pour éviter toute surcharge du M.D. et de la GP en limitant le courant d'excitation.

#### 105.02 Réalisation du circuit de réglage de la puissance.

Le réglage complet de la puissance se fait exclusivement en agissant sur le courant d'excitation i.m. de la génératrice principale et ceci dans les cas suivants :

1. en limitant le courant I dans l'induit de la GP au démarrage du train et ceci en fonction de la vitesse de rotation de la GP. (protection des machines électriques);
2. pour éviter la surcharge du moteur Diesel;
3. pour limiter la tension de la GP en fonction de sa vitesse (flash);
4. pour limiter la puissance de la GP au moment du shuntage afin qu'une surcharge momentanée du M.D. soit évitée;
5. pour limiter la puissance de la GP à 600 kw lorsqu'on isole un groupe de moteurs de traction.

Cours 122.50  
105e leçon

106.00 Couplage des moteurs de traction.

Les moteurs de traction sont raccordés différemment suivant le type d'engin.

Sur les locomotives équipées de quatre moteurs de traction, ceux-ci sont couplés soit en série-parallèle (fig. 106.0.1), soit en parallèle (fig. 106.0.2).

Pour les locomotives ayant six moteurs de traction, deux dispositions sont appliquées sur nos engins :

- les moteurs de traction sont raccordés en permanence en parallèle (fig. 106.0.3);
- le couplage des moteurs de traction peut passer de série-parallèle à parallèle et vice versa.

106.01 Changement de couplage des moteurs de traction.

La vitesse d'un moteur de traction dépend de la tension à ses bornes. Cette dernière est proportionnelle à celle de la génératrice principale. Pour que la vitesse puisse augmenter, la tension doit s'élever.

La haute tension exige de grandes masses d'acier doux dans les pôles d'excitation et dans l'induit de la génératrice principale.

Au démarrage d'un train, la génératrice doit fournir un courant élevé. Ceci nécessite des enroulements de forte section d'où, un grand poids de cuivre.

Si les moteurs de traction restaient couplés en permanence en parallèle, la génératrice devrait fonctionner entre deux limites extrêmes, c'est-à-dire l'intensité et la tension maxima.

Par conséquent, les moteurs de traction doivent également être étudiés pour une haute tension et une grande intensité.

Lorsque le changement de couplage des moteurs de traction peut être réalisé, les valeurs extrêmes de la tension et du courant peuvent être réduites.

Le changement du couplage des moteurs de traction est appliqué sur les locomotives diesel CC, équipées d'une transmission électrique EMD.

Au démarrage du train, les moteurs se trouvent en série-parallèle (fig. 106.0.1). Lorsque la vitesse atteint <sup>24</sup> à 30 km/h suivant le type d'engin, la transition s'effectue et les moteurs sont alors couplés en parallèle (fig. 106.0.2)

### 106.02 Réalisation du changement de couplage.

Lors du démarrage et jusqu'à une vitesse d'environ 8 km/h, le moteur diesel fonctionne à charge partielle. Le conducteur passe successivement par les 8 crans d'accélération. La vitesse de rotation et la puissance du moteur diesel augmentent. L'intensité maximale de 700 ampères par moteur de traction ne peut pas être dépassée.

Le point A de la courbe tension-courant (fig. 106.02.1) correspond à la vitesse d'environ 8 km/h, c'est-à-dire, à la pleine puissance du moteur diesel et de la génératrice principale et à l'effort de traction maximal. A ce moment, la tension aux bornes de la génératrice est de 536 volts (2 x 268 volts aux bornes de chaque moteur) et le courant débité est de 2100 ampères (3 x 700 ampères par groupe de 2 moteurs).

Le point B de la courbe est atteint à une vitesse de plus ou moins 24 km/h. Les moteurs de traction absorbent un courant de 400 ampères. La tension aux bornes de la génératrice s'est élevée à 940 volts (2 x 470) tandis que l'intensité n'est plus que de 1200 ampères (3 x 400). A cette vitesse, la transition s'effectue et les moteurs de traction sont couplés en parallèle (fig. 106.02.2).

Au moment du changement de couplage, les moteurs absorbent toujours un courant de 400 ampères. Quant à la génératrice, elle débite à présent un courant de  $400 \times 6 = 2400$  ampères. La tension à ses bornes diminue. Elle est égale à 470 volts.

La vitesse de la locomotive augmente à nouveau, la tension s'élève et l'intensité diminue. Au point D, la vitesse est de 58 km/h. L'intensité par moteur est de 200 ampères sous une tension de 940 volts. La génératrice principale débite donc un courant de  $200 \times 6 = 1200$  ampères et la tension à ses bornes est de 940 volts.

Les valeurs extrêmes ont donc été :

470 volts - 2400 ampères  
et 940 volts - 1200 ampères.

Les valeurs données en exemple correspondent à la puissance maximale de l'engin.

### 106.03 Asservissement du changement de couplage.

Le schéma électrique de la transmission avec changement de couplage des moteurs, est très compliqué. La commande de la transition est automatique ou manuelle. Elle est obtenue au moyen d'un sélecteur.

La transition automatique est réalisée au moyen d'un relais spécial avec bobine de tension. Elle s'effectue pour une tension d'environ 940 volts à la G.P. Dans les locomotives récentes, (S.55) la tension et le courant interviennent pour la commande du relais de transition. De cette façon, la transition s'effectue à une vitesse déterminée quelle que soit la position de l'accélérateur.

Pour la remorque des trains légers, il est recommandé de démarrer le train avec les moteurs de traction directement couplés en parallèle. On obtient ainsi un effort de traction continu.

106.04 Inconvénients du changement de couplage.

- Avant d'effectuer le changement de couplage, l'excitation de la génératrice principale doit être interrompue. Il en résulte des réactions dans les trains lourds, ce qui peut provoquer des ruptures d'attelage.
- Au moment de la transition, le moteur diesel est déchargé.

Par le fait de l'inertie du régulateur, la vitesse du moteur diesel augmente subitement.

106.05 Shuntage.

En observant la courbe représentée à la figure 105.12.1, on constate une augmentation relativement faible de la tension du point D au point F.

La zone de saturation des pôles est atteinte. Par conséquent, la puissance diminue et le moteur diesel est déchargé.

Pour permettre la continuation de l'accélération, malgré la très faible augmentation de la tension aux bornes de la génératrice principale, les moteurs de traction sont shuntés.

Le shuntage consiste à raccorder une résistance en parallèle sur l'enroulement d'excitation du moteur de traction (fig. 106.05.1). De ce fait, le courant d'excitation diminue et le champ magnétique s'affaiblit. La force contre-électromotrice prenant naissance dans l'induit est plus faible.

Le courant traversant l'induit augmente par la diminution de la tension, la G.P. ne fonctionne plus dans la zone de saturation. La pleine puissance du MD peut être utilisée, la vitesse du moteur s'accroît jusqu'au moment où l'équilibre entre le couple développé par le moteur de traction et le couple résistant est atteint.

#### 106.06 Crans de shuntage.

On appelle crans de shuntage, le nombre de résistances mises successivement en parallèle avec l'enroulement d'excitation des moteurs de traction.

Avec l'augmentation du nombre de crans de shuntage, l'équipement devient plus compliqué. Il est donc nécessaire d'en limiter le nombre.

Pour la bonne conservation de l'appareillage électrique il faut souhaiter obtenir pour les engins futurs, un shuntage progressif et continu.

#### 106.07 Degré de shuntage.

Un degré de shuntage déterminé est représenté par le pourcentage du courant d'induit passant par la résistance considérée. Pour éviter les difficultés de commutation et l'effet Joule, le degré de shuntage est généralement limité à 70 %.

#### 106.08 Vitesse de shuntage.

Cette vitesse est celle de l'engin à laquelle les moteurs de traction sont shuntés.

Certains engins sur lesquels un seul cran de shuntage est prévu, n'ont donc qu'une vitesse de shuntage. D'autres, par contre sont trois ou quatre vitesses différentes de shuntage correspondant à chacun des crans.

#### 106.09 Commande de shuntage.

La commande de shuntage est réalisée généralement en rapport direct avec la vitesse de l'engin. A cette fin il est fait usage du transmetteur de l'appareil de vitesse qui est raccordé à une carte PW2 (106.09.1).

Il existe également des systèmes où le shuntage est commandé par la tension aux bornes des moteurs de traction. La réalisation est faite au moyen de relais de tension (fig. 106.09.2).

Un des relais provoque l'enclenchement des contacteurs de shuntage tandis que l'autre commande le déshuntage. La tension de fonctionnement de ces deux relais est différente. Elle est, par exemple, de 800 volts pour l'enclenchement et de 600 volts pour le déclenchement.

D'autres systèmes prévoient un seul relais commandé par différentes bobines de tension et de courant. Le shuntage s'effectue alors pour un rapport bien déterminé de la tension et du courant.

#### 106.10 Contacteurs de shuntage.

En principe il est prévu autant de contacteurs de shuntage par moteur de traction qu'il y a de crans de shuntage. Sur une locomotive ayant six moteurs de traction et trois crans de shuntage, il est prévu  $6 \times 3 = 18$  contacteurs de shuntage.

De plus en plus il est fait usage d'un contacteur de forte dimension par cran ce qui nous donne 3 contacteur pour le cas cité ci-avant.

Ces contacteurs sont commandés électro-magnétiquement à partir d'un circuit basse tension (fig. 106.10.1).

Le circuit d'asservissement des contacteurs est établi soit par :

- un relais auxiliaire ;
- un servo-moteur électrique commandant la fermeture des contacts ;
- un système d'enclenchement en cascade dans lequel les contacts auxiliaires (interlocks) d'un contacteur ferment le circuit d'excitation du contacteur suivant.
- une carte électronique équipée d'un relais auxiliaire.



LA TRANSMISSION ELECTRIQUE (suite).

107.00 Principe de l'inversion.

On a vu précédemment que le sens de rotation d'un moteur de traction peut être inversé en changeant le sens du courant dans l'enroulement d'excitation. Ce dernier doit être isolé du circuit de l'induit et, après permutation de ses bornes, y être à nouveau raccordé.

L'inversion peut se faire, soit par :

- un tambour d'inversion à commande électro-pneumatique;
- des contacteurs à commande électro-magnétique.

107.01 Inversion par tambour.

Ce système est très employé. Il peut être appliqué d'une des façons suivantes :

- un seul tambour d'inversion pour tous les moteurs de traction;
- deux tambours d'inversion, chacun d'eux commandant un groupe de moteurs.

Les tambours d'inversion peuvent prendre :

- soit deux positions, avant et arrière;
- soit trois positions, avant, arrière et neutre.

107.02 Tambour d'inversion à deux positions (fig. 107.02.1)

Les circuits d'excitation des moteurs de traction sont raccordés à des doigts de contact. Ceux-ci prennent appui sur une plaque en cuivre rouge fixée sur le tambour.

Le tambour est commandé par un servo-moteur pneumatique.

L'une ou l'autre face de son piston subit l'action de l'air comprimé dès que l'une des électrovalves est excitée. L'excitation des électrovalves est obtenue par le déplacement de la manette d'inversion dans la cabine de conduite.

Le tambour est constitué de :

- la partie supérieure qui porte les plaques de contact en cuivre. Elles sont de forme spéciale afin de permettre l'inversion du sens du courant;

2.

- la partie inférieure qui est munie de cames ou bossages pour la commande des contacts auxiliaires (interlocks).

Les interlocks ont pour rôle :

- d'éviter la fermeture des contacteurs de traction aussi longtemps que les tambours d'inversion ne sont pas dans une position correcte;
- de fermer le circuit d'asservissement du sablage;
- d'intervenir dans certains circuits auxiliaires.

Sur les engins pourvus de tambours d'inversion, il est prévu des sectionneurs permettant d'isoler les moteurs de traction en cas de remorque de l'engin comme véhicule.

107.03 Tambour d'inversion à trois positions (fig. 107.03.1 et 107.03.2)

Sa construction est identique à celle du précédent.

Trois ou quatre électrovalves sont toutefois utilisées pour la commande.

Le fonctionnement du système à trois électrovalves a lieu comme suit :

- position avant. L'électrovalve FOR est excitée. L'air comprimé agit sur le côté gauche du piston du servo-moteur (A). Le côté droit du piston du servo-moteur (B) est à l'atmosphère via l'électrovalve REV.
- position arrière. L'électrovalve REV est excitée. L'air comprimé est admis sur le côté droit du piston du servo-moteur (B). Le côté gauche du piston du servo-moteur (A) est à l'atmosphère via l'électrovalve FOR.
- position neutre. Les trois électrovalves FOR, REV et RCV sont excitées. Les deux servo-moteurs (A) et (B) subissent l'action de l'air comprimé. Le servo-moteur qui était précédemment alimenté est mis à l'atmosphère par l'électrovalve RCV jusqu'au moment où les deux pistons viennent obturer chacun le conduit correspondant.

Par voie de conséquence, le tambour d'inversion se met au centre. Les circuits des moteurs de traction sont ouverts ce qui permet, la remorque de la locomotive comme véhicule.

Cours 122.50

107e leçon

Le fonctionnement du système à quatre électrovalves a lieu comme suit :

- Position avant. L'électrovalve FOR est excitée, ce qui permet le passage de l'air vers le côté gauche du piston F du servomoteur, le côté droit du piston est mis à l'atmosphère via l'électrovalve REV.
- Position arrière. L'électrovalve REV est excitée le côté droit du piston est alimenté. Le côté gauche est mis à l'atmosphère via l'électrovalve FOR.
- Position neutre. Les électrovalves REV, FOR, NV 1 et NV 2 sont alimentées simultanément ce qui permet l'alimentation des deux côtés des pistons. Ceci provoque le retour au centre du tambour.

Le tambour reste en position neutre sous la pression des doigts de contacts après coupure de courant d'alimentation des électrovalves.

#### 107.04 Inversion par contacteurs. (fig. 10704.1 et 107.04.2)

Les contacteurs sont raccordés aux bornes d'entrée et de sortie du circuit d'excitation des moteurs de traction. Ils comportent chacun deux contacts. L'excitation de la bobine de l'un de ces contacteurs permet de changer le sens de rotation du moteur.

Le sens du passage du courant est représenté aux figures pour les deux cas.

#### 107.05 Asservissement des contacteurs de traction.

Les contacteurs de traction se ferment dès que l'inverseur est placé dans un sens de marche. Leur asservissement se fait électromagnétiquement ou électropneumatiquement.

#### 107.06 Refroidissement des génératrices.

La plupart des génératrices (principale, auxiliaire et excitatrice) tournent en permanence dès que le moteur diesel est lancé. Elles possèdent un ventilateur incorporé. Ce dernier est placé du côté opposé au collecteur.

Pénétrant dans la salle des machines, par les filtres de parois, l'air est aspiré du côté du collecteur pour sortir par le côté de l'induit.

En transmission EMD, un ventilateur individuel est prévu pour le refroidissement de la génératrice principale et de l'alternateur incorporé.

#### 107.07 Refroidissement des moteurs de traction.

Les moteurs de traction sont parcourus par des courants importants au démarrage et à faible vitesse. La chaleur dégagée par effet Joule peut provoquer des avaries graves.

Un bon refroidissement est donc nécessaire. Ce refroidissement est obtenu par des ventilateurs, à marche continue entraînés mécaniquement ou électriquement.

Si l'entraînement est mécanique, les ventilateurs sont commandés par courroies trapézoïdales à partir de l'arbre de sortie du moteur ou de la génératrice principale. Il est prévu un ventilateur par bogie. L'air de refroidissement est envoyé par des gaines spéciales vers les moteurs.

Sur les locomotives G.M., un alternateur à 16 pôles est incorporé dans la génératrice principale. Un ventilateur est prévu par moteur de traction. Chaque ventilateur est entraîné par un moteur asynchrone triphasé à 4 pôles. La vitesse de ce moteur est en rapport direct avec la vitesse de l'alternateur et par conséquent avec la vitesse du moteur diesel.

Ce mode d'entraînement permet le placement des ventilateurs à un endroit approprié se faisant sans accouplement mécanique (courroies ou engrenages). Le débit des ventilateurs s'élève avec l'augmentation de charge du moteur diesel.

#### 107.08 Rendement de la génératrice principale.

Le rendement de la génératrice principale est le rapport entre la puissance recueillie à l'arbre de sortie et la puissance fournie à l'arbre d'entrée par le moteur diesel.

Les pertes dues à la résistance mécanique et à l'échauffement par effet Joule sont de l'ordre de 6 %. Le rendement a donc une valeur moyenne de 94 %.

#### 107.09 Rendement des moteurs de traction.

Le rendement dépend principalement de la qualité du refroidissement. Si ce dernier est insuffisant, le rendement diminue rapidement à cause des pertes par échauffement. A température normale, le rendement maximal atteint  $\pm 93$  %.

Ce rendement n'est obtenu qu'à partir d'une certaine vitesse de l'engin (environ 40 km/h) et jusqu'à la vitesse maximale.

Cours 122.50

107e leçon

107.10 Rendement des engins diesel électriques.

Il est intéressant de pouvoir calculer la puissance électrique totale des moteurs de traction lorsque l'on connaît la puissance du moteur diesel.

Suivant les indications des fiches UIC, la puissance nominale d'un engin diesel à transmission électrique est calculée comme suit :

- pertes dans les groupes auxiliaires	6 %
- pertes dans le câblage	0,5 %
- rendement de la génératrice principale	94 %
- rendement des moteurs de traction	93 %

Le rendement total s'établit comme suit :

$$0,94 \times 0,995 \times 0,94 \times 0,93 = 0,82 \text{ ou } 82 \%$$

Pour une locomotive dont le moteur diesel a une puissance de 1500 kW sa puissance nominale est donc de :

$$1500 \text{ kW} \times 0,82 = 1\,230 \text{ kW.}$$



QUESTIONNAIRE.

- 105.00.1 Quels sont les appareils utilisés lors du réglage électronique des locomotives S 61 ?
- 105.00.2 Quel est le but à atteindre lors du réglage électronique des locomotives S 61 ?
- 105.00.3 Quel genre de génératrice auxiliaire à ton prévu sur les locomotives S 61 et quels circuits alimente t'elle ?
- 105.00.4 Quels sont les divers points dont les valeurs doivent être mesurées pour réaliser le réglage électronique ?

\* \* \*

\*

- 106.00.1 Comment les moteurs de traction peuvent-ils être couplés sur une locomotive diesel électrique comportant quatre moteurs ?

Tracez les schémas possibles.

- 106.00.2 Comment les moteurs de traction peuvent-ils être couplés sur une locomotive diesel électrique comportant six moteurs ?

Dessinez les schémas possibles.

- 106.01.1 Pourquoi, sur certains engins, a-t-on prévu le changement de couplage des moteurs de traction ?

- 106.01.2 Expliquez le changement de couplage sur une locomotive diesel électrique à six moteurs de traction.

- 106.02.1 Expliquez à l'aide des figures 106.01.1, 106.01.2 et 106.02.1, quand et comment est réalisé le changement de couplage des moteurs de traction.

- 106.03.1 Comment réalise-t-on l'asservissement du changement de couplage des moteurs de traction sur les locomotives ?

- 106.04.1 Quels sont les inconvénients du changement de couplage des moteurs de traction ?

- 106.05.1 Qu'entend-on par shuntage des moteurs de traction ?

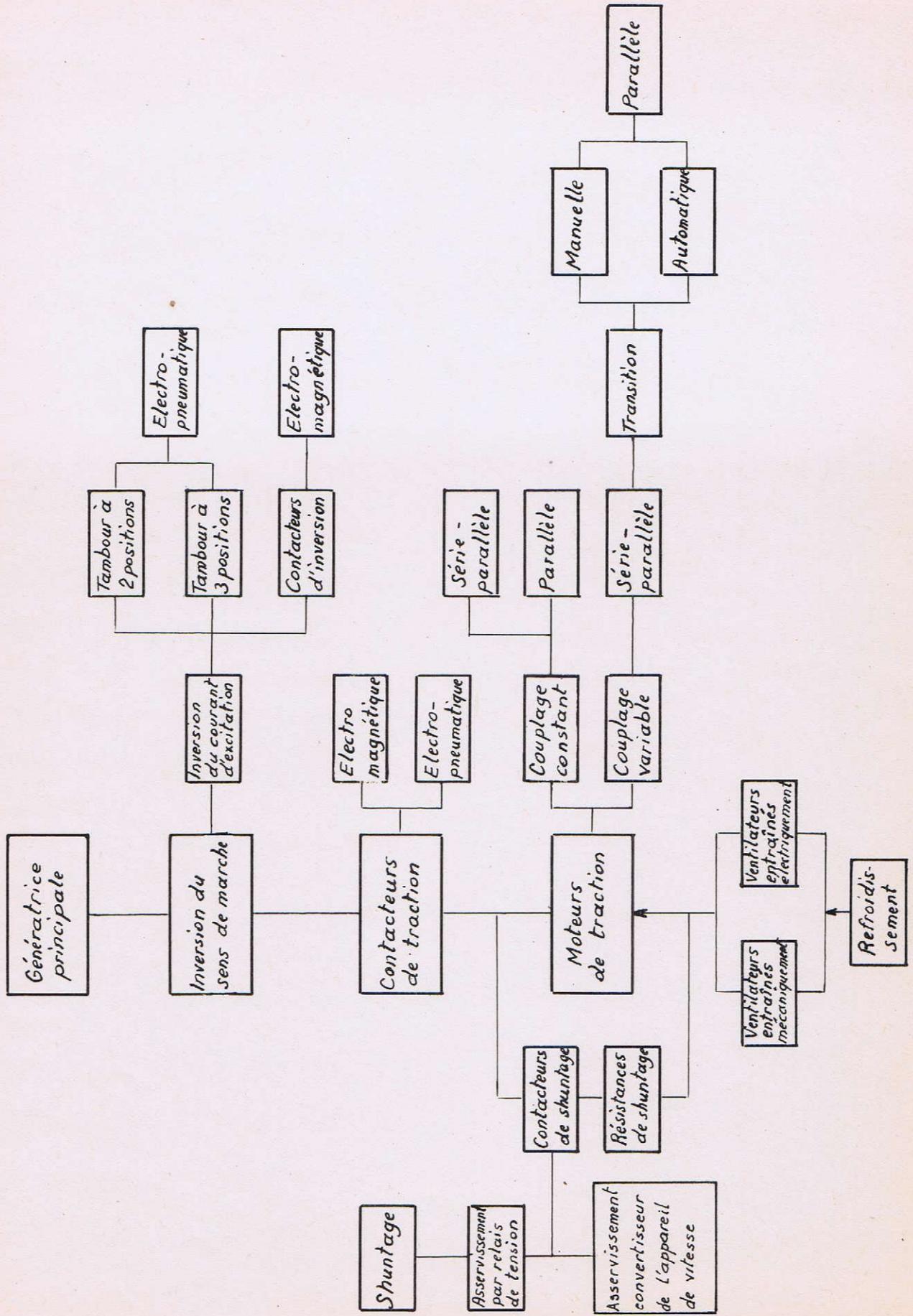
- 106.06.1 Qu'entend-on par crans de shuntage des moteurs de traction ?

- 106.07.1 Qu'appelle-t-on degré de shuntage des moteurs de traction ?

- 106.08.1 Qu'entend-on par la vitesse de shuntage ?

- 106.09.1 Comment le shuntage est-il réalisé ?
- 106.10.1 Combien prévoit-on de contacteurs de shuntage ?  
Comment leur asservissement est-il réalisé ?
- \* \* \*
- 107.00.1 Comment inverse-t-on le sens de rotation d'un moteur de traction ? Quels sont les appareils utilisés à cet effet ?
- 107.01.1 Combien de tambours d'inversion peut-on trouver sur un engin diesel électrique ?  
Combien de positions peuvent-ils prendre ?
- 107.02.1 Comment réalise-t-on l'asservissement d'un tambour d'inversion à deux pistons ?
- 107.02.2 Faites le schéma d'un tambour d'inversion. Montrez-en les différentes parties.
- 107.03.1 A l'aide de la figure 107.03.2, décrivez le fonctionnement d'un tambour d'inversion à trois positions.
- 107.04.1 Dessinez un moteur de traction dont l'inversion du sens de marche se fait par des contacteurs.
- 107.05.1 Comment l'asservissement des contacteurs de traction est-il assuré sur les engins diesel électriques ?
- 107.06.1 Comment les génératrices des engins diesel électriques sont-elles refroidies ?
- 107.07.1 Comment les moteurs de traction des engins diesel électriques sont-ils refroidis ?
- 107.07.3 Pour le refroidissement des moteurs de traction, quel est l'avantage de l'entraînement électrique des ventilateurs par rapport à l'entraînement mécanique ?
- 107.08.1 Qu'entend-on par rendement de la génératrice principale ?  
Quelle est la valeur de celui-ci ?
- 107.09.1 Quand obtient-on le rendement maximal des moteurs de traction ?  
De quel facteur dépend de rendement ?  
Quelle est sa valeur ?
- 107.10.1 Quelle est la valeur du rendement d'un engin diesel électrique ? Comment est-il calculé ?

\* \* \*





LES PROTECTIONS DE LA TRANSMISSION ELECTRIQUE.

109.<sup>0</sup>. Généralités.

Les génératrices et les moteurs de traction doivent être protégés contre les avaries qui résultent le plus souvent d'un(e) :

- courant trop élevé ;
- tension trop élevée ;
- vitesse exagérée ;
- court-circuit.

Il y a risque d'incendie lorsque la valeur du courant est trop élevée et danger de bris par dessertissage de l'induit en cas de vitesse de rotation trop élevée.

109.<sup>1</sup>. Protection contre un courant trop élevé.

Les ampèremètres placés dans les cabines de conduite indiquent continuellement la valeur du courant de traction. Le conducteur peut régler l'intensité maximale admissible. Une plaque indicatrice, des courants permis pendant un certain temps, est placée dans les cabines de conduite (fig. 109.1.1).

Cependant, lorsque certains moteurs de traction sont éliminés, il peut se produire une surcharge des autres moteurs. Par conséquent, certaines locomotives sont équipées d'un relais à courant maximal.

109.<sup>2</sup>. Protection contre une tension trop élevée.

La forme de la caractéristique de puissance des transmissions électriques et particulièrement la limitation de la tension par la saturation des pôles, permettent d'éviter d'atteindre des tensions trop élevées aux bornes de la génératrice principale.

Sur certains engins de traction un relais de protection contre une tension exagérée a cependant été placé.

109.<sup>3</sup>. Protection des moteurs de traction contre la survitesse.

Un moteur de traction atteint une vitesse de rotation trop grande lorsque le couple de résistance mécanique descend sous une certaine valeur. Tel est le cas, lorsque l'adhérence entre les roues et le rail devient trop faible provoquant un pivotement des roues.

L'équipement de protection est souvent prévu par groupe de deux moteurs de traction. Il intervient dans tous les cas où une certaine différence existe entre leurs vitesses de rotation.

Cette différence peut résulter :

- du pivotement d'un essieu ,
- du calage d'un moteur ou d'un essieu,
- du décalage d'un engrenage,
- de la coupure du circuit d'alimentation d'un moteur,
- du calage des blocs de frein sur un essieu.

La protection peut être obtenue au moyen d'un relais de tension ou d'un relais de courant.

#### 109.4. Protection contre le pivotement par un relais de tension. (fig. 109.4.1).

Ce dispositif est utilisé lorsque les moteurs de traction sont couplés en série-parallèle. Le fonctionnement de principe est basé sur le fait que la liaison a-b n'est pas parcourue par le courant aussi longtemps qu'il n'existe pas de différence de potentiel entre a et b.

■ = blde série 51 modifiée, avec couplage parallèle, relais de tension.

La bobine WSR du relais d'antipatinage est intercalée dans le circuit a-b. Le relais fonctionne sous une tension de 14 volts. La chute de tension dans les deux moteurs de traction est identique aussi longtemps qu'ils tournent à la même vitesse. Les résistances (R) couplées en parallèle sur les moteurs, provoquent la même chute de tension.

Lorsque la vitesse d'un moteur de traction augmente par rapport à celle de l'autre moteur du même groupe, les chutes de tension sont différentes et une différence de potentiel prend naissance entre a et b.

Par voie de conséquence le relais WSR est excité, ce qui provoque :

- l'ouverture du circuit d'excitation indépendante de la génératrice principale ou de l'excitatrice ;
- la mise au ralenti du moteur diesel ;
- le fonctionnement du ronfleur ou l'allumage de la lampe.

#### 109.5. Protection contre le pivotement par un relais de courant (fig. 109.5.1).

Ce système est utilisé lorsque les moteurs de traction sont couplés en parallèle. Chaque relais possède deux bobines courant, parcourues chacune par le courant absorbé par un moteur de traction.

Le sens du courant dans ces bobines est tel qu'il donne naissance à des champs magnétiques opposés. Lorsque les deux moteurs de traction tournent à la même vitesse, les courants traversant les bobines ont la même valeur. Le champ magnétique résultant est nul. Le relais n'agit pas.

Dès qu'une différence de vitesses existe entre les moteurs, les courants traversant les bobines sont inégaux. Un champ magnétique résultant prend naissance et le relais d'antipatinage entre en action. Ce phénomène se produit pour une différence de courant de 184 A.

La protection consiste généralement à :

- réduire la puissance électrique au minimum;
- mettre le moteur diesel au ralenti (uniquement ACEC - Westinghouse);
- avertir le conducteur au moyen d'un ronfleur ou d'une lampe.

109.06

Protection contre le pivotement par un système électronique. (planche 109.06.1).

Les relais nécessaires (WS 1-2, WS 3-4 et WS 5-6) sont montés sur une carte électronique PW3. Chaque relais est pourvu d'une self de lissage. Les bobines de ces relais sont raccordées entre les inducteurs des moteurs de traction.

Lors d'un pivotage, par suite de la rupture de l'équilibre entre les moteurs, le relais WS concerné intervient et ferme son contact, ce qui provoque l'excitation du relais principal WSR.

Ce relais WSR ferme un contact dans le circuit vers le régulateur électronique B 1 qui à son tour, diminuera la puissance électrique en agissant sur le champ indépendant de l'excitatrice. Via le même contact et une diode de blocage, les lampes WSL seront alimentées.

Simultanément, le relais WSR interrompt le circuit de l'électrovalve TV et le moteur Diesel est ramené au ralenti.



LES PROTECTIONS DE LA TRANSMISSION ELECTRIQUE (suite).

110.00 Protection contre une masse.

Lorsque deux câbles dénudés viennent en contact entre-eux ou avec la masse de la locomotive, il se produit un court-circuit. Ce dernier peut être la cause d'avaries graves aux organes de la transmission.

Pour protéger celle-ci, un relais de protection appelé relais de terre est intercalé dans un circuit relié constamment à la masse de l'engin.

Ce relais de terre GR (fig. 110.0.1) possède deux bobines :

- une bobine haute tension (1) raccordée au moyen d'un disjoncteur thermique (DT), entre un point équipotentiel de l'installation haute tension et la masse de l'engin.

Cette bobine provoque l'enclenchement du relais.

- une bobine de maintien basse tension (2) qui conserve le relais de terre enclenché après son fonctionnement.

Lorsqu'une terre se produit, un courant traverse la masse pour une tension de 60 volts. Le relais de terre fonctionne et provoque :

- la coupure de la puissance électrique,
- la mise au ralenti du moteur diesel,
- le fonctionnement d'une sonnerie,
- l'allumage d'une lampe.

Le réarmement du dispositif se fait au moyen d'un bouton-poussoir placé dans le circuit de la bobine de maintien.

110.01 Protection contre un coup de feu ou "flash".

Cette protection joue un rôle semblable à celui du relais de masse. Il intervient en cas de coup de feu au collecteur soit à la génératrice principale, soit aux moteurs de traction, soit aux deux.

Le coup de feu, appelé "flash" en anglais, peut être provoqué par un arc entre les lamelles du collecteur. Il s'en suit un court-circuitage de l'induit de la génératrice principale qui fait augmenter le champ de l'excitation différentielle.

Le courant d'excitation de la génératrice principale, augmente sensiblement par effet de self.

Le relais de flash (fig. 110.1.1) est de construction analogue à celle du relais de masse. Il est réglé pour une valeur d'enclenchement de 250 ampères. La bobine haute tension est placée dans le circuit d'excitation de la génératrice principale. L'intensité du courant d'excitation normal n'est à charge maximale que de <sup>à 140</sup> 120 ampères.

#### 110.02 Relais combiné de masse et de flash. (fig. 110.2.1).

Certaines locomotives possèdent un seul dispositif de protection contre la masse et le flash. Ce relais possède une bobine placée entre l'enroulement shunt de la génératrice principale et un point de la masse.

Lors de l'enclenchement du relais, un verrouillage mécanique est réalisé. Le déverrouillage s'effectue manuellement ou par commande électrique à distance (fig. 110.2.1).

#### 110.03 Masse dans les circuits "basse tension".

Lorsque un ou plusieurs fils dénudés, parcourus par un courant, viennent en contact entre-eux ou avec la masse de la locomotive, certains appareils peuvent être court-circuités. Des avaries peuvent se produire. Les fusibles peuvent fondre.

Un appareil de décel de masse est prévu pour permettre une intervention rapide. Ce dispositif consiste en une connexion permanente à la masse avec un bouton-poussoir et deux lampes. Une de celles-ci est raccordée au positif, l'autre au négatif. Lorsqu'on appuie sur le bouton-poussoir, les deux lampes s'éclairent avec la même luminosité si tout est normal.

Deux systèmes sont utilisés :

- le premier, avec lampes normalement éteintes (fig. 110.3.1);
- le second, avec lampes normalement allumées (fig. 110.3.2).

#### 110.04 Protection du personnel.

Pour éviter tout contact du personnel avec l'équipement électrique haute tension d'un engin de traction, les portes des armoires électriques portent des contacts. Ces derniers coupent le circuit d'excitation de la génératrice principale ou de l'excitatrice dès que l'une des portes est ouverte.

Il est donc impossible de travailler dans l'armoire si l'on tractionne.

## 111e leçon.

### LE FREINAGE RHEOSTATIQUE.

#### 111.00. Principe.

Un certain nombre de locomotives sont équipées du freinage rhéostatique ou électro-dynamique. Dans ce cas, la locomotive est freinée au moyen de ses propres moteurs de traction.

Les moteurs de traction de ces engins ont deux régimes de fonctionnement :

- le régime normal de traction (fig. 111.00.1). Les moteurs de traction sont couplés soit en série-parallèle, soit en parallèle sur la génératrice principale. Ils entraînent la locomotive;
- le régime de freinage (fig. 111.00.2). Dans ce cas, l'engin entraîne les moteurs de traction mécaniquement. Ceux-ci sont découplés de la génératrice principale et fonctionnent en génératrices à excitation indépendante. Les enroulements de l'induit sont raccordés à un groupe de résistances.

En régime de freinage rhéostatique, l'énergie cinétique de l'engin en mouvement, est transformée en énergie électrique par les moteurs de traction fonctionnant en génératrices.

L'énergie électrique est ensuite transformée en énergie calorifique dans les résistances alimentées par les induits des moteurs. La chaleur produite est dissipée dans l'atmosphère par un ventilateur.

Ce mode de freinage est appréciable sur les engins qui remorquent des trains lourds sur des lignes accidentées. Sur les pentes, la vitesse du train peut être maintenue avec une utilisation minimale du frottement des blocs de frein.

#### 111.01. Utilisation du frein rhéostatique.

Pour utiliser le frein rhéostatique, le conducteur agit différemment selon qu'il s'agit des locomotives séries 52 - 53 ou 55.

Sur les locomotives séries 52 - 53 (fig. 111.01.1) on trouve :

- la manette d'inversion pour le choix du sens de marche;
- l'accélérateur, utilisé uniquement en régime traction;
- le sélecteur, qui peut occuper les positions suivantes :

2.

0 - position neutre

- vers la gauche, 1. traction en couplage série-parallèle des moteurs,  
2. couplage série-parallèle avec transition automatique en parallèle et vice-versa,  
3. couplage parallèle

vers la droite, B. disposition des moteurs pour le freinage rhéostatique au-delà de B. réglage de la puissance de freinage.

Pour passer de traction en freinage rhéostatique, il faut :

- placer l'accélérateur sur IDLE (ralenti sans traction);
- amener le sélecteur de la position 1 - 2 ou 3 sur "0" et attendre une dizaine de secondes;
- déplacer le sélecteur sur "B" et ensuite au-delà dans le secteur pour obtenir l'effort de freinage désiré.

Pour passer de freinage en traction, agir inversement.

Sur les locomotives série 55 (fig. 111.01.2), on trouve :

- la manette d'inversion;
- l'accélérateur, utilisé en régime traction avec 8 crans. En régime freinage, il est utilisé pour régler l'effort de freinage. Dans ce cas, il se déplace dans un secteur sans les différents crans d'accélération;
- le sélecteur, qui peut occuper les positions suivantes :

OFF. position neutre

1, 2 et 3. en déplaçant la poignée vers la droite, pour les différents couplages des moteurs en régime traction;

B. disposition des moteurs pour le freinage rhéostatique en déplaçant la poignée vers la gauche.

Après chaque déplacement de la poignée du sélecteur, celle-ci revient au centre.

Pour passer de traction en freinage, il faut :

- placer l'accélérateur sur IDLE;
- amener le sélecteur en position OFF, attendre 10 secondes avant de placer le sélecteur en position B;
- amener l'accélérateur en position 1 et ensuite dans le secteur pour obtenir l'effort de freinage désiré.

#### 111.02. Couplage des moteurs de traction.

En régime traction les six moteurs sont couplés soit en série-parallèle, soit en parallèle (fig. 111.02.1).

Lorsque le conducteur, après avoir placé l'accélérateur sur IDLE, amène le sélecteur en B, provoque le changement des circuits de régime traction en régime freinage au moyen de tambours (séries 52 - 53) ou de contacteurs (série 55).

Dès ce moment, les inducts des moteurs sont connectés en série deux à deux et raccordés à un groupe de deux résistances. Les six enroulements d'excitation (inducteurs) sont raccordés en série entre eux et avec la génératrice principale et sont utilisés comme enroulements indépendants (fig. 111.02.2).

Les résistances de débit sont situées dans la toiture, de part et d'autre d'un ventilateur qui provoque une circulation d'air pour les refroidir. Le ventilateur est entraîné par un moteur électrique alimenté par le courant dérivé d'une partie d'une résistance de débit.

La vitesse du moteur Diesel est portée à 435 tours/minute pour obtenir un refroidissement suffisant des moteurs de traction. Elle est obtenue par excitation du solénoïde CV du régulateur (275 t/min + 160 t/min = 435 t/min).

#### 111.03. Réglage de l'effort de freinage.

L'utilisation simultanée du frein direct avec le frein rhéostatique est strictement défendue. L'effort de freinage doit rester inférieur à l'effort d'adhérence pour éviter le glissement des roues.

On limite l'effort de freinage en agissant sur le courant d'excitation des moteurs de traction. On évite ainsi que le courant de freinage débité dans chaque groupe de moteurs ne dépasse soit 300 ampères (séries 52 - 53), soit 370 ampères (série 55).

La tension aux bornes des moteurs de traction est limitée par un régulateur raccordé aux bornes d'un moteur ou d'une résistance de freinage. Ce régulateur appelé "Regohm" entre en fonction dès que la tension atteint 456 volts (300 ampères x 1,52 ohm).

A ce moment, un courant traverse l'enroulement shunt de la génératrice principale et un flux, discordant par rapport à celui de l'excitation indépendante, prend naissance.

Le champ de la génératrice principale est plus faible, le courant envoyé vers les inducteurs des moteurs de traction diminue et, par voie de conséquence, l'intensité du courant de freinage est limitée à 300 ampères (séries 52 - 53).

#### 111.04. Puissance de freinage.

La puissance de freinage résulte du produit de la tension aux bornes des résistances par l'intensité. De 0 à 30 km/heure, la puissance augmente linéairement avec la vitesse. Elle est ensuite constante et maximale, malgré une vitesse plus élevée, le courant étant limité à 300 ampères.

La puissance obtenue par moteur de traction est :

$$P = 456 \text{ volts} \times 300 \text{ ampères} = 136\,800 \text{ watts}$$

Pour une locomotive à 6 moteurs de traction, elle est de :

$$136\,800 \text{ watts} \times 6 = 820\,800 \text{ watts ou } 820,8 \text{ kW}$$

#### 111.05. Courbe de l'effort de freinage en fonction de la vitesse du véhicule (fig. 111.05.1).

La puissance de freinage, atteignant son maximum à partir de 30 km/heure, reste constante au-delà de celle-ci.

La puissance mécanique étant égale au produit de l'effort par la vitesse, l'effort de freinage sera faible à grande vitesse de l'engin. A partir d'une certaine vitesse, environ 90 km/heure, le freinage rhéostatique n'a plus de valeur pratique.

Nous voyons à la figure 111.05.1, qu'au fur et à mesure de la diminution de la vitesse, l'effort de freinage augmente et qu'il atteint son maximum pour une vitesse d'environ 30 km/heure.

A partir de celle-ci, la puissance diminue linéairement avec la chute de vitesse. L'effort de freinage diminue pour devenir très faible à petite vitesse et nul à l'arrêt de la locomotive.

Le freinage rhéostatique n'est donc pas un freinage d'arrêt.

112e leçon.

QUESTIONNAIRE.

- 109.00.1      Quelle est la raison pour laquelle les machines électriques tournantes sont protégées ?
- 109.01.1      En quoi consiste la protection contre une intensité trop élevée !
- 109.02.1      Les génératrices et les moteurs de traction sont-ils protégés contre les tensions aux bornes trop élevées ? Pourquoi ?
- 109.03.1      Pourquoi protège-t-on les moteurs de traction contre une survitesse ?  
Quelle est la raison du pivotement des roues ?
- 109.03.2      Comment peut-on réaliser la protection contre le pivotement ou le glissement des roues ?
- 109.04.1      Faites le schéma et expliquez la protection contre le pivotement de deux moteurs de traction par un relais de tension.
- 109.05.1      Faites le schéma et expliquez la protection contre le pivotement de deux moteurs de traction par un relais de courant.
- 109.06.1      Faites le schéma et expliquez la protection contre le pivotement au moyen d'un dispositif électronique.
- 110.00.1      Comment l'installation haute tension est-elle protégée, sur un engin diesel électrique, contre une masse intempestive ?
- 110.00.2      Décrivez à l'aide de la figure 110.00.1, le fonctionnement de la protection contre une masse intempestive.
- 110.01.1      Qu'entend-on par coup de feu dans une génératrice ou dans un moteur de traction ?  
Comment les machines électriques rotatives sont-elles protégées contre le coup de feu ("flash") ?
- 110.01.2      Décrivez à l'aide de la figure 110.01.1, le fonctionnement de la protection contre un coup de feu ("flash").
- 110.02.1      Décrivez à l'aide de la figure 110.02.1, le fonctionnement du relais combiné "masse-flash".
- 110.03.1      Comment peut-on déceler une masse intempestive dans le circuit basse tension ?

2.

110.03.2 Quels sont les systèmes utilisés pour déceler les masses intempestives dans le circuit basse tension ?

110.04.1 Qu'a-t-on prévu sur les engins diesel électriques pour protéger le personnel contre les dangers de la haute tension ?

x x x

111.00.1 En quoi consiste le freinage rhéostatique sur un engin diesel électrique ?

111.00.2 Quels sont les régimes de fonctionnement des moteurs de traction sur un engin diesel électrique équipé du freinage rhéostatique ?

111.01.1 Sur quelles locomotives est appliqué le freinage rhéostatique ?

Comment l'utilise t'on ?

111.02.1 Au moment du freinage rhéostatique, comment les moteurs de traction sont-ils couplés sur une locomotive diesel électrique ?

111.03.1 Lors du fonctionnement du frein rhéostatique, comment l'effort retardateur est-il réglé ?

111.03.2 Par quel appareil la tension aux bornes des moteurs de traction est-elle limitée ? En quoi consiste ce réglage ?

111.04.1 Comment la puissance du frein rhéostatique est-elle calculée ?

111.04.2 En utilisant le frein rhéostatique, la tension aux bornes atteint à un certain moment 562 volts tandis que l'intensité est de 370 ampères. Calculez la puissance du freinage en KW. La locomotive est équipée de six moteurs de traction.

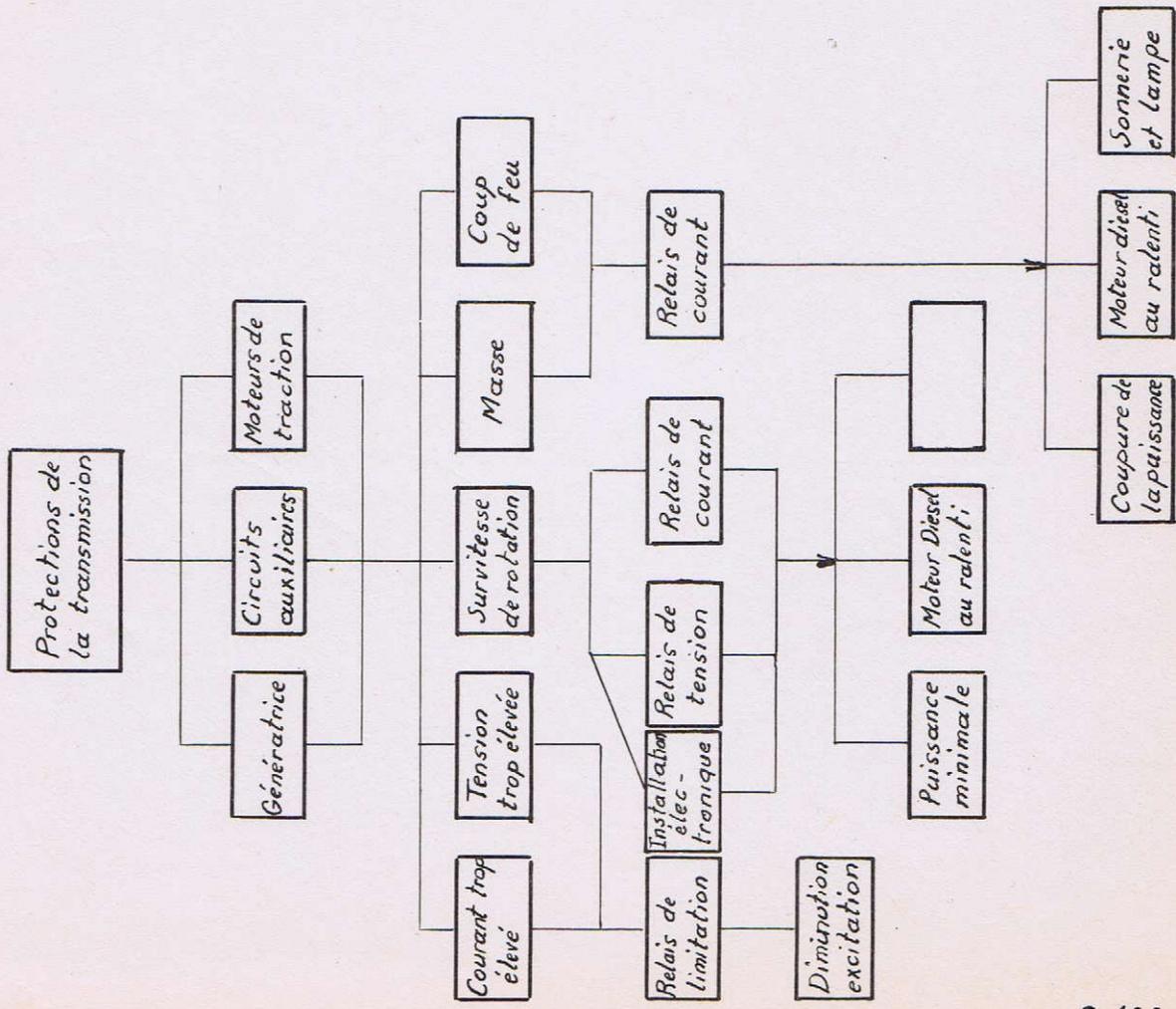
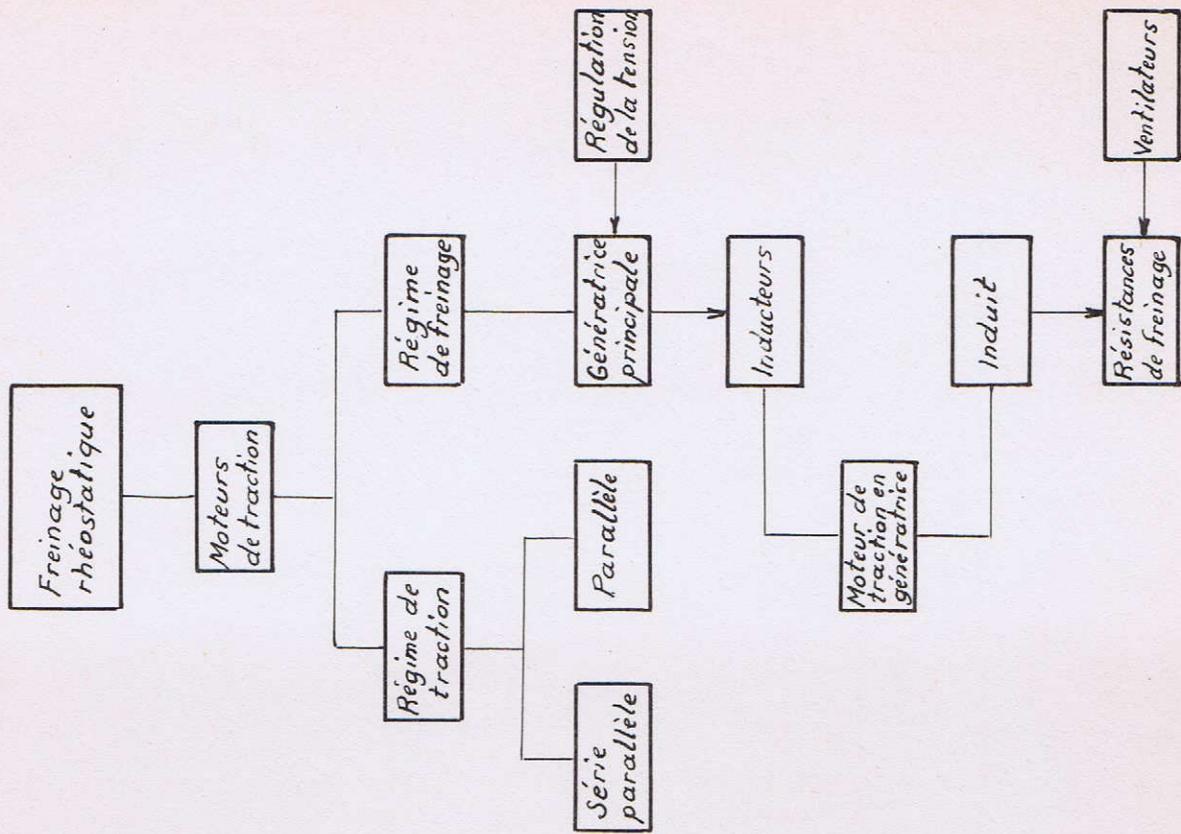
111.05.1 Dessinez et expliquez la courbe de l'effort retardateur du freinage rhéostatique.

111.05.2 Pour quelle raison le freinage rhéostatique a-t-il une valeur trop faible à grande vitesse ?

x x x

Cours 122.60.

112e leçon.





LA CHARGE DE LA BATTERIE.

113.0<sup>0</sup> Batterie d'accumulateurs.

Quel que soit le système de transmission adopté, tout engin diesel doit être équipé d'une source de courant "basse tension". Celle-ci sert à l'alimentation : du moteur de lancement, des circuits d'éclairage, des circuits de contrôle, d'asservissement et de sécurité, du préchauffeur et des appareils de chauffage.

Deux sortes d'accumulateurs sont utilisés sur les engins diesel :

- l'accumulateur au plomb,
- l'accumulateur alcalin.

Les batteries d'accumulateurs sont placées dans des armoires. Celles-ci sont fixées sur les côtés des longerons de la caisse. Les armoires des batteries sont munies d'un dispositif d'évacuation des gaz dangereux. Elles sont étanches à l'eau pour éviter tout court-circuit.

Le choix de la tension nominale aux bornes d'une batterie dépend de l'importance et du nombre des circuits à alimenter. Par exemple, pour pouvoir utiliser les tubes fluorescents, on doit disposer d'une tension minimale de 72 volts. Sur certains engins, on ne dispose que d'une tension de 24 ou 36 volts, tandis que sur d'autres on utilise une tension de 96 volts.

En ce qui concerne la capacité de la batterie, le choix de celle-ci dépend en premier lieu du mode de lancement (par démarreur, par génératrice principale ou par air comprimé) et de la présence d'un préchauffeur ou d'un équipement de chauffage.

Lorsque le lancement se fait par la génératrice principale, la résistance interne de la batterie doit être très faible, on évite ainsi les fortes chutes de tension lors du débit d'un courant très important.

Les valeurs des capacités des batteries sont très variables. Elles se situent entre 60 et 300 ampères/heure.

113.0<sup>1</sup> Méthodes de charge de la batterie.

Pour charger une batterie, plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

- par tension constante aux bornes de la génératrice ;
- par courant de charge constant ;
- par augmentation de la tension aux bornes de la génératrice au fur et à mesure de l'avancement de la charge.

La méthode par tension constante aux bornes de la génératrice, est la plus appliquée sur nos engins diesel.

### 113.<sup>0</sup>2. Génératrice de charge.

La batterie peut être chargée par une dynamo ou par un alternateur.

La génératrice de charge est entraînée en permanence par le moteur diesel. L'entraînement se fait directement par un accouplement mécanique ou par des courroies. Il peut également être réalisé à partir de l'arbre de sortie de la génératrice principale ou de l'arbre primaire de la transmission mécanique ou hydraulique.

Le nombre de tours de la génératrice dépend donc de la vitesse de rotation du moteur diesel.

### 113.<sup>0</sup>3. Dynamo de charge.

La dynamo de charge est généralement à excitation shunt ou compound. La vitesse de rotation est variable. Pour l'application de la méthode à tension constante, un régulateur de tension est nécessaire.

La tension constante aux bornes est aussi exigée pour l'alimentation des circuits à basse tension qui ne peuvent subir de grandes fluctuations. Dès que le moteur diesel tourne, la dynamo de charge alimente directement les circuits basse tension et la batterie.

### 113.<sup>0</sup>4. Alternateur de charge.

La charge de la batterie par un alternateur peut être réalisée de deux façons différentes :

- par alternateur classique, avec bagues et balais, qui fournit donc un courant alternatif ;
- par alternateur statodyne qui produit un courant ondulé.

L'alternateur statodyne est de plus en plus utilisé. Nous en donnons une description succincte (fig. 113.<sup>0</sup>4.1).

Le rotor est constitué d'un tambour en fer doux<sup>A</sup> pourvu de dents (B) à sa périphérie. Il ne comporte ni enroulements ni bagues. Il peut être entraîné à une très grande vitesse car aucune pièce délicate n'est soumise à la force centrifuge.

Sur le stator sont placés :

- l'enroulement d'excitation (C) bobiné sur deux pôles. Les bobines d'excitation (D), raccordées en série, sont alimentées en courant continu ;
- l'enroulement triphasé (R - S - T).

Le flux créé par les bobines (D) a toujours le même sens (N - S). Les lignes de force sont successivement coupées par les dents et par les rainures du rotor. De ce fait, le flux varie et un courant ondulé est induit dans l'enroulement triphasé.



## 114e leçon.

### LA CHARGE DE LA BATTERIE (suite).

#### 114.0. Appareils rencontrés dans un circuit de charge batterie.

Les appareils intervenant dans le circuit de charge de la batterie, diffèrent selon la méthode de charge, la nature de la génératrice et la capacité de la batterie d'accumulateurs. On y trouve généralement :

- la génératrice de charge,
- le régulateur de tension,
- le régulateur de courant,
- le conjoncteur-disjoncteur,
- les redresseurs,
- l'équipement de sécurité.

#### 114.01. Régulateur de tension.

Son rôle est d'assurer le réglage de la tension aux bornes de la génératrice de charge. Par l'accélération du moteur diesel, la tension aux bornes augmente en fonction de la vitesse de la génératrice jusqu'au moment où les pôles sont saturés. On doit cependant obtenir une tension constante pour une vitesse variable.

Le réglage, le plus utilisé, consiste à insérer une résistance variable en série avec l'enroulement d'excitation de la génératrice (fig. 114.01.1).

La commande du réglage est obtenue à l'aide de deux bobines (A) et (B) dont les flux sont en opposition. Lorsque le circuit d'utilisation est ouvert le flux de la bobine (A) attire l'armature mobile. Ce mouvement permet de faire varier la valeur de la résistance.

Si la tension aux bornes diminue le flux de la bobine (A) devient plus faible et une partie de la résistance est éliminée par l'action du ressort de rappel (R).

Quand le circuit d'utilisation est fermé, la bobine (B) est excitée et donne naissance à un flux opposé à celui de la bobine (A). Le ressort (R) place l'armature dans une position d'élimination de la résistance afin de maintenir la tension à la valeur imposée.

Des régulateurs à contacts vibrants sont parfois utilisés. Ils insèrent des résistances à une fréquence variable qui dépend de la vitesse de rotation de la génératrice.

### 114.02. Régulateur de courant.

Le régulateur de courant limite l'intensité du courant de charge de la batterie à une certaine valeur. Son fonctionnement est basé sur l'insertion d'une résistance fixe ou variable dans le circuit d'excitation de la génératrice de charge.

### 114.03. Conjoncteur-disjoncteur.

Cet appareil intervient pour couper le circuit de charge dans tous les cas où la tension aux bornes de la batterie est plus élevée qu'aux bornes de la génératrice.

C'est le cas lorsque :

- le moteur diesel est arrêté,
- la vitesse de rotation du moteur descend en dessous d'un minimum déterminé,
- une avarie de la génératrice de charge provoque une tension trop faible à ses bornes.

Si dans ces cas, la liaison n'est pas interrompue entre la batterie et la génératrice, un courant de décharge s'établit de la première vers la seconde. Ce courant peut atteindre de très grandes valeurs ce qui a pour conséquence, la détérioration de la génératrice.

Le conjoncteur-disjoncteur est constitué d'un relais à deux bobines (fig. 114.03.1). La première bobine (A), à fil fin, sert pour l'enclenchement du contact (C) dès que la tension aux bornes de la dynamo atteint une valeur suffisante. La seconde bobine (B), en gros fil, est parcourue par le courant de charge et fait office de bobine de maintien.

Normalement, le contact (C) est fermé aussi longtemps que la dynamo tourne à une vitesse suffisante. Si un des trois cas précités se produit, la batterie envoie un courant en sens opposé à travers la bobine (B). Les champs magnétiques de (A) et (B) deviennent opposés et se neutralisent. Le ressort (D) ouvre le contact (C).

### 114.04. Redresseurs (fig. 114.04.1).

Le conjoncteur-disjoncteur peut être remplacé par un redresseur dans le circuit de charge batterie. Suivant l'importance du courant de charge, une ou plusieurs diodes sont utilisées.

Si la tension aux bornes de la batterie est plus élevée qu'aux bornes de la dynamo, le redresseur ne permet pas au courant de retour de s'établir.

Le circuit de charge est ainsi simplifié.

Lorsque la charge de la batterie se fait par un alternateur, on utilise six diodes disposées suivant le pont de "Graetz" (fig. 114.04.1). Deux diodes sont placées sur chaque phase. Elles sont raccordées en sens inverse aux bornes positive et négative de la batterie.

Ce système remplace le redresseur et rend superflu l'usage du conjoncteur-disjoncteur.

#### 11405. Equipement de sécurité.

La sécurité primordiale du circuit de charge est soit le conjoncteur-disjoncteur, soit le redresseur.

Lorsque le courant dans le circuit de charge atteint une valeur anormale, le fusible coupe le circuit. C'est le cas lorsque le conjoncteur-disjoncteur, le régulateur de tension ou le régulateur de courant est en défaut.

Un interrupteur thermique de sécurité est quelquefois ajouté dans le circuit d'excitation de la génératrice de charge.



LA CHARGE DE LA BATTERIE (suite).

115.0<sup>0</sup> Circuit de charge avec conjoncteur-disjoncteur.

La figure 115.0<sup>0</sup>.1 représente un circuit de charge. Il comporte un conjoncteur-disjoncteur (A), un régulateur de courant (B) et un régulateur de tension (C) incorporés dans un même coffret.

Lorsque le moteur diesel est à l'arrêt, le contact (a) est ouvert et les deux contacts (b) et (c) sont fermés. Dès que le moteur diesel est lancé, une tension existe aux bornes de la dynamo. La bobine (2) du conjoncteur-disjoncteur est excitée et ferme le contact (a). Le circuit de charge est fermé et le positif de la dynamo est raccordé au positif de la batterie. De ce fait, la lampe témoin est pontée. Elle s'éteint et indique au conducteur que la batterie est en charge.

Le courant de charge traverse la bobine (3) du régulateur de courant (B) et la bobine de maintien (1) du conjoncteur-disjoncteur.

Le courant d'excitation de la dynamo est dérivé du circuit de charge vers l'enroulement shunt, via les contacts (c) et (b). En même temps, la bobine (4) du régulateur de tension (C) est parcourue par un courant passant par la résistance (R 1) vers le circuit négatif.

Si pour une raison quelconque l'intensité est trop élevée, le contact (b) s'ouvre. L'ouverture de ce dernier met la résistance (R 3) en série avec l'enroulement d'excitation de la dynamo. Par voie de conséquence, la tension aux bornes de cette dernière diminue et le courant de charge est plus faible.

Si au contraire, la tension est trop élevée, le contact (c) s'ouvre et insère la résistance (R 3) en série avec l'enroulement d'excitation. Par l'affaiblissement du champ, la tension diminue.

115.0<sup>1</sup>. Circuit de charge avec redresseur et régulateur de tension.

Le régulateur de tension "regohm" comporte douze résistances raccordées en parallèle entre-elles. Ce groupe de résistances est en série avec l'excitation shunt de la génératrice (fig. 115.0<sup>1</sup>.1).

Le circuit de charge est protégé par un fusible de 250 ampères. Le conjoncteur-disjoncteur est remplacé par un redresseur.

Le circuit d'excitation de la génératrice est protégé par un disjoncteur thermique de sécurité de 30 ampères.

Au repos, les douze résistances (4 à 15) sont insérées dans le circuit.

Quand la vitesse de rotation de la génératrice augmente, la tension à ses bornes s'élève. Sur le câble positif, une bobine (1) est raccordée. Elle assure l'asservissement du régulateur de tension.

La résistance résultante du groupe entier est très faible.

Pour une certaine tension aux bornes de la génératrice, la bobine (1) est excitée et peut vaincre le ressort de rappel (3). Par le déplacement de l'armature du régulateur de tension, le contact (2) s'ouvre et une première résistance (4) est mise hors circuit.

Avec l'augmentation de la vitesse de la génératrice, les résistances 4 à 14 sont successivement éliminées, seule la résistance (15) reste finalement dans le circuit.

A ce moment, l'excitation minimale est obtenue pour une vitesse de rotation maximale ce qui donne une tension aux bornes de 75 volts.

Lorsque la vitesse diminue, les résistances sont successivement insérées. La résistance résultante du régulateur de tension diminue. Le courant d'excitation de la génératrice augmente et la tension à ses bornes reste ainsi constante.

## 115.02. Circuit de charge avec alternateur et redresseurs (fig. 115.2.1).

L'alternateur débite du courant alternatif triphasé vers les diodes (A +, B + et C +). Le courant redressé se dirige vers le positif de la batterie. Le circuit négatif est raccordé au négatif de la batterie via les diodes (A -, B - et C -).

Un shunt (I) de mesure est placé dans le circuit de charge. Il ponté le circuit de réglage m 1 via la diode (E). Un deuxième circuit de réglage m 2 est prévu.

Ces deux organes de réglage influencent l'amplificateur magnétique (M 1) et (M 2).

Le transformateur (T) envoie du courant, via l'amplificateur et les diodes (D 1 et D 2), vers les enroulements d'excitation (EX) de l'alternateur.

La tension est maintenue constante par le courant qui parcourt les organes de réglage (m 1 et m 2). Ceux-ci font varier la valeur du courant de l'enroulement d'excitation (EX).

Le circuit de réglage (m 2) n'est influencé que dans le cas où le seuil de la valeur de la tension de la diode Zener (Z) est dépassée.

#### 115.03. Circuit de charge avec régulateur électronique ACEC A1 fig. 103.03.1).

Aux locomotives à transmission ACEC - Westinghouse le régulateur RT est remplacé par un régulateur électronique ACEC A1. Ce dernier peut être monté avec le régulateur B1 (voir leçon 103). Le réglage de la tension peut s'effectuer entre 68,2 et 78,4 V. Un limiteur de tension y est incorporé; il permet une charge directe des batteries.

#### Fonctionnement.

La tension de la génératrice auxiliaire est branchée aux bornes 10(+) 2, 3, 4, 7(-) du régulateur A1. Le régulateur électronique règle la valeur du courant d'excitation de la génératrice auxiliaire en fonction de cette tension. Cette excitation est alimentée comme suit :

- La borne AG + de la génératrice auxiliaire.
- Le fusible FE de 16 A.
- La résistance de réglage de 3,36 ohm.
- La borne 9 du régulateur.
- Le régulateur électronique A1.
- La borne 8 du régulateur.
- Les inducteurs principaux.
- Les inducteurs auxiliaires.
- La borne négative **AG** de la génératrice auxiliaire.

Vu qu'il s'agit ici d'un régulateur à tension constante le courant d'excitation diminuera en fonction de l'augmentation de vitesse de la génératrice.



QUESTIONNAIRE.

- 113.0.1. Quelle est l'utilisation de la source de courant basse tension sur les engins diesel ?
- 113.0.2. Quels genres de batteries d'accumulateurs trouve-t-on sur les engins diesel ?  
Où sont-elles placées ? Quelles sont les conditions exigées pour l'emplacement des batteries ?
- 113.0.3. De quels facteurs dépend le choix de la tension aux bornes des batteries ? Quelle tension utilise-t-on sur les engins diesel ?
- 113.0.4. De quels facteurs dépend le choix de la capacité d'une batterie ? Quelle capacité utilise-t-on sur les engins diesel ?
- 113.0.1.1. Quelles sont les méthodes de charge de la batterie pouvant être appliquées ? Quelle est la méthode utilisée sur nos engins diesel ?
- 113.0.2.1. Quelles sortes de génératrices peut-on utiliser pour la charge d'une batterie ?
- 113.0.2.2. Comment la génératrice de charge de la batterie peut-elle être entraînée ?
- 113.0.3.1. Quelles sont les sortes de dynamos utilisées pour la charge d'une batterie ? Qu'exige-t-on au point de vue de la tension aux bornes de celle-ci ?
- 113.0.4.1. Quels types d'alternateurs peut-on utiliser pour la charge d'une batterie ? Quel est celui qui est le plus pratique sur un engin diesel ?

X  
X X

- 114.0.1. Citez successivement les appareils rencontrés dans un circuit de charge batterie.
- 114.0.1.1. Quel est le but du régulateur de tension du circuit de charge batterie ? Sous quelle forme est-il le plus souvent rencontré ?
- 114.0.1.2. A l'aide de la figure 114.0.1.1, décrivez le régulateur de tension.
- 114.0.2.1. Quel est le but du régulateur de courant ?  
Comment l'intensité du courant de charge peut-elle être automatiquement diminuée ?
- 114.0.3.1. Quel est le rôle du conjoncteur-disjoncteur ?  
A quel moment doit-il intervenir ?

- 114.03.2. A l'aide de la figure 114.03.1, décrivez le conjoncteur-disjoncteur.
- 114.04.1. Par quel appareil le conjoncteur-disjoncteur peut-il être remplacé ?  
Quel est l'emplacement de cet appareil ?  
Comment est-il raccordé dans le circuit de charge ?
- 114.04.2. Dessinez un alternateur triphasé raccordé à la batterie au moyen d'un pont de Graetz à 6 diodes.
- 114.05.1. Quels sont les appareils de sécurité pouvant être rencontrés dans un circuit de charge batterie ?

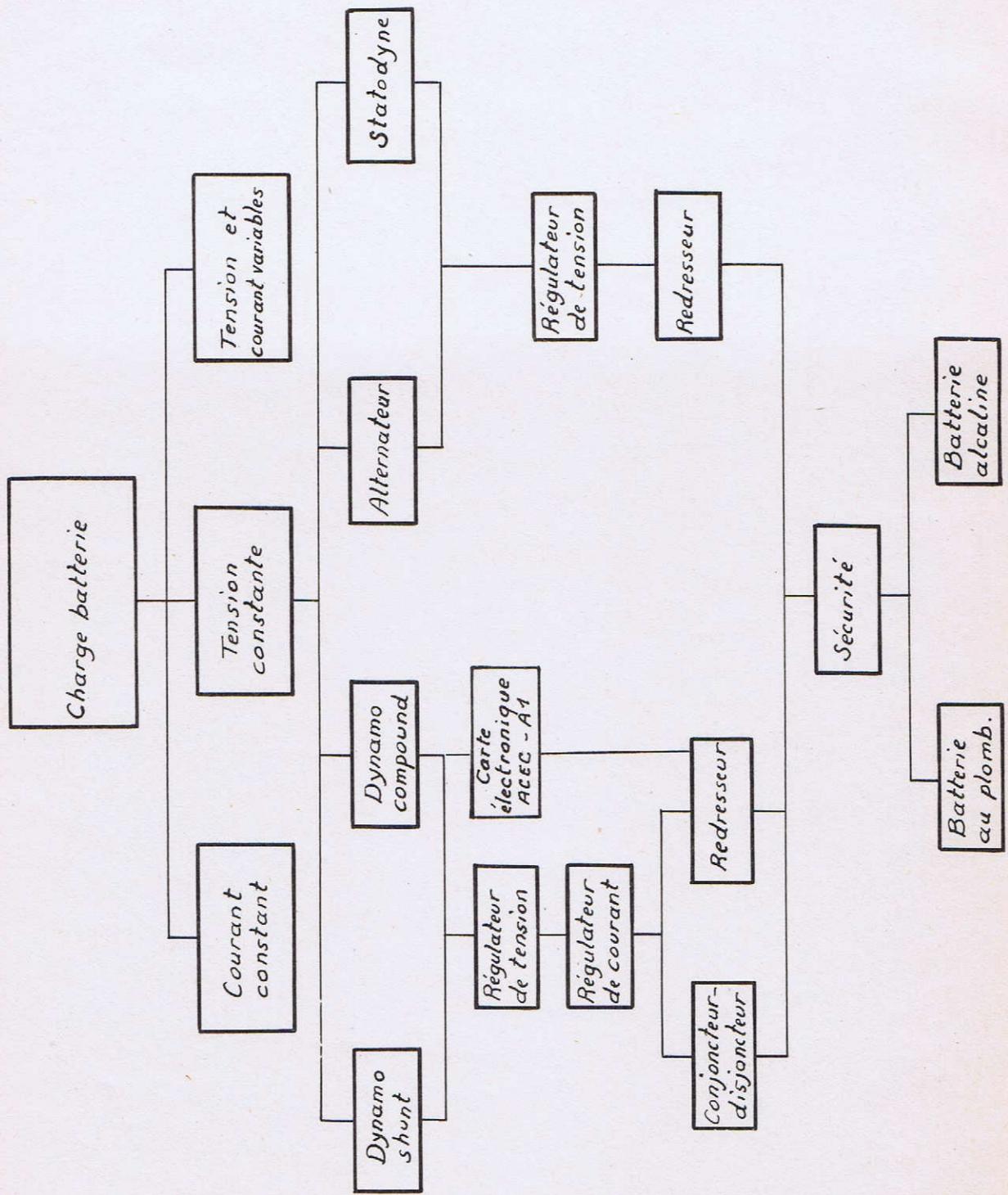
x  
x x

- 115.00.1 Montrez sur la figure 115.00.1 les différents organes du circuit de charge batterie.
- 115.00.2. A l'aide de la figure 115.00.1, décrivez le fonctionnement du régulateur de charge de la batterie.
- 115.01.1 A l'aide de la figure 115.01.1, décrivez le fonctionnement du régulateur de tension "Regohm".
- 115.02.1. A l'aide de la figure 115.02.1, décrivez la charge de la batterie et la régulation de la tension dans un circuit de charge avec alternateur.

x  
x x

- 115.03.1 Décrivez à l'aide de la figure 103.03.1 le circuit de charge batterie comprenant un régulateur électronique ACEC - A1.

Cours 122.50.  
116e leçon





## 117e leçon.

### Dispositif de veille automatique.

#### 117.00 Généralités.

Les locomotives diesel de ligne sont équipées d'un dispositif de veille automatique avec une pédale à 3 positions dans chaque cabine de conduite.

Ce dispositif a pour but de permettre la conduite de l'engin de traction par un seul agent avec des garanties suffisantes pour les voyageurs et le matériel.

Quand la pédale est lâchée ou enfoncée intempestivement par le conducteur ou maintenue trop longtemps dans la même position, le dispositif intervient après quelques secondes et provoque automatiquement :

- l'application des freins (freinage d'urgence);
- la coupure de la traction;
- la mise au ralenti du moteur diesel.

#### 117.01 Description. (fig. 117.01.1).

Le dispositif de veille automatique comprend :

- une électrovalve AWV qui provoque le fonctionnement du dispositif lorsqu'elle est désexcitée;
- un relais temporisé AWR (monté sur la carte PW 6) qui ferme son contact dès excitation de sa bobine. Lorsque celle-ci est désexcitée, le contact est maintenu fermé pendant 60 secondes (temporisation ou déclenchement);
- une carte électronique PW 6 avec relais AWAR;
- une valve d'urgence en communication avec la conduite du frein automatique;
- deux pédales AWP, une dans chaque cabine;
- deux contacts WPS, un dans chaque cabine;
- le contact WPS du sifflet de contrôle de vigilance fera déclencher la veille automatique si le sifflet n'est pas réarmé dans un délai de quelques secondes après son déclenchement;
- deux lampes et deux ronfleurs qui avertissent le conducteur de l'intervention imminente du dispositif;
- un robinet d'isolement (45) plombé en position ouverte;
- un interrupteur d'isolement AWS des lampes et des ronfleurs;
- un mano-contact AWCS sur la conduite vers la valve d'urgence.

2.

Le manocontact AWCS ouvre son contact inférieur et ferme son contact supérieur suite à la pression d'air provenant du robinet d'isolement 45 ouvert. Le contact inférieur reste fermé si la pression d'air est inférieure à 3,2 bar (par exemple : lorsque le robinet 45 est fermé). Le contact supérieur reste alors ouvert.

A ce moment, le conducteur est averti par la lampe et le ronfleur de AW alimentés à partir du fil T L via le contact AWCS et le fil HM 4.

Le contact supérieur permet l'alimentation de l'électrovalve AWV dès que l'inverseur se trouve dans une position de marche.

Si pour une raison quelconque la pression de la conduite automatique descend au-dessous de 2,5 bar, le contact interrompt le circuit AWV et provoque l'intervention de la veille automatique.

Les circuits imprimés PW 6 assurent une certaine temporisation au déclenchement des relais. Les temporisations sont pour :

- le relais AWR de 60 sec.;
- le relais AWAR de 3 à 4 sec.

Le schéma block se compose de 3 circuits et d'un étage final avec relais et transistor.

Q 1 : circuit d'entrée

Q 2 : circuit de temporisation

Q 3 : circuit de commande.

Le transistor joue le rôle d'interrupteur et suivant son état laisse ou non passer le courant d'excitation de la bobine du relais.

Les pédales peuvent occuper 3 positions :

- pédale lâchée, les contacts supérieurs A et C sont fermés;
- position d'équilibre, les contacts intermédiaires A et C sont fermés;
- position enfoncée, les contacts inférieurs A et C sont fermés.

## 117.02. Fonctionnement.

Lorsque les pédales AWP ne sont pas enfoncées et que les poignées d'inversion occupent la position neutre, l'électrovalve AWV est excitée comme suit :

- fil B 3, contact 5-6 de AWAR.

L'excitation du relais AWAR se réalise directement à partir du fil B 3 vers la borne 1 de AWAR alors que le transistor est commandé également à partir du fil B 3 mais via les 2 contacts fermés (0) montés en série des inverseurs, le fil HM 1 et la borne 3 de AWAR.

L'air provenant de la conduite du frein automatique :

- passe par le robinet d'isolement 45 plombé ouvert;
- traverse l'orifice calibré de la valve d'urgence d'où il est dirigé vers l'électrovalve AWV où il ne peut s'échapper.

Lorsque le conducteur place la manette d'inversion de la cabine occupée dans un sens de marche et qu'il n'enfonce pas immédiatement la pédale :

- la lampe et le ronfleur sont alimentés à partir du fil VB, le contact WPS de la cabine occupée, le contact A de la pédale AWP non enfoncée, les diodes D 1 ou D 2, l'interrupteur d'isolement AWS;
- après 4 sec., l'électrovalve AWV n'est plus alimentée et met en communication la chambre supérieure de la valve d'urgence avec l'atmosphère.

Pour éviter l'intervention du dispositif, le conducteur doit enfoncer endéans les 4 secondes la pédale AWP. Dans cette position :

- les contacts inférieurs A et C sont fermés;
- les lampes et ronfleurs sont alimentés;
- l'électrovalve AWV n'est pas excitée;
- le **relais** temporisé AWR est excité;
- le contact 5-6 de AWR se ferme dans le circuit du relais AWAR;
- le contact 4-5 de AWR s'ouvre dans un des circuits des lampes et ronfleurs.

Le conducteur doit alors ramener la pédale en position d'équilibre à ce moment :

- les contacts intermédiaires A et C sont fermés;
- le relais temporisé AWR n'est plus alimenté, ses contacts restent cependant encore fermés durant 60 secondes;
- le relais AWAR est alimenté via le contact A de la pédale, le contact 5-6 de AWR, le contact supérieur de AWCS et la borne 3 de AWAR (à condition que la pression dans la conduite automatique soit supérieure à 3,2 bar de sorte que le contact supérieur de AWCS soit fermé). Le contact 5-6 de AWAR se ferme et permet l'alimentation de l'électrovalve AWV.

4.

- l'air ne peut maintenant plus s'échapper de la chambre supérieure de la valve d'urgence;
- les lampes et ronfleurs ne sont plus alimentés.

Lorsque la temporisation de 60 secondes est écoulée, le conducteur doit à nouveau enfoncer la pédale avant de la ramener en position intermédiaire.

Si la pédale est maintenue plus de 60 sec. en position intermédiaire ou si celle-ci est lâchée, le dispositif de veille automatique intervient et provoque :

- la désexcitation de l'électrovalve AWV par ouverture du contact de AWR ou du contact A dès que la temporisation de AWAR est écoulée;
- l'échappement de l'air contenu dans la chambre supérieure de la valve d'urgence via l'électrovalve AWV ouverte;
- l'alimentation des lampes et des ronfleurs.

Sous l'effet de la pression d'air se trouvant en-dessous du piston de la valve d'urgence, celui-ci se soulève avec la soupape et met la conduite générale du frein automatique directement à l'atmosphère, ce qui a pour résultat :

- l'application des freins;
- la coupure de la traction suite à l'ouverture du manoccontact PKCS;
- mise au ralenti du moteur diesel;
- ouverture du contact supérieur de AWCS.

Après l'ouverture du contact supérieur de AWCS, l'électrovalve AWV ne peut plus être alimentée tant que l'inverseur n'a pas été placé au centre (après arrêt du train). La poignée de l'inverseur doit être maintenue dans sa position centrale durant la réalimentation de la conduite automatique ce qui provoquera la fermeture des contacts supérieurs de AWCS (+ 3,2 bar).

## 118e leçon.

### LE REFROIDISSEMENT DE L'EAU PAR VENTILATEURS ENTRAINES ELECTRIQUEMENT.

#### 118.00. Généralités.

On utilise sur certains engins l'entraînement électrique des ventilateurs pour le refroidissement de l'eau.

L'avantage de ce système est de pouvoir choisir l'emplacement des ventilateurs. En effet, aucune liaison mécanique n'existe avec le moteur diesel.

L'entraînement électrique peut se faire de deux façons différentes :

- par moteurs à courant continu;
- par moteurs à courant alternatif.

#### 118.01. Entraînement des ventilateurs par moteurs à courant continu.

Deux moteurs à excitation série sont utilisés. Ils sont alimentés directement par la génératrice principale. Les moteurs sont placés verticalement et en ligne entre les radiateurs. Ils portent en bout d'arbre un ventilateur qui aspire l'air à travers les radiateurs.

L'inconvénient de cette disposition est que les moteurs des ventilateurs absorbent une partie de la puissance de la génératrice principale.

Le plus grand nombre de calories à évacuer du moteur diesel doit se faire lorsque la génératrice est la plus chargée. A ce moment, les ventilateurs devraient atteindre leur vitesse maximale, ce qui n'est pas possible, la tension aux bornes de la génératrice principale étant minimale.

Dans l'exemple envisagé, les deux moteurs, d'une puissance de 35 kW chacun, restent couplés en permanence en série. Ils sont alimentés en courant continu par la génératrice principale.

Les ventilateurs ont trois régimes :

- arrêt si la température de l'eau n'atteint pas 74° C;
- marche à vitesse réduite pour une température de 74 à 76° C;
- marche à vitesse normale, avec un maximum de 1 700 tours par minute pour une température supérieure à 76° C.

2.

118.02. Asservissement des moteurs de ventilateurs à courant continu (fig. 118.02.1).

L'asservissement des moteurs électriques est assuré au moyen de deux contacteurs EBC1 et EBC2 et de deux thermostats WTS1 et WTS2.

Quand la température de l'eau est inférieure à 74° C, les contacts principaux de EBC1 et EBC2 sont ouverts. Le contacteur EBC2 intervient quand la température de l'eau atteint 76° C afin de shunter les moteurs.

Si la température de l'eau atteint 74° C, le thermostat WTS1 ferme son contact.

A ce moment, la bobine du contacteur EBC1 est excitée via l'interlock de EBC2, de façon à temporiser à 6" l'ouverture du contacteur EBC1. Son alimentation passe par une carte électronique PW6. Le contact principal de (F 1) se ferme. Les deux moteurs des ventilateurs sont raccordés à la génératrice principale.

La fermeture d'un interlock de EBC1 réalise son propre circuit de maintien. La fermeture d'un deuxième interlock s'effectue dans le circuit de EBC2.

Pour une température d'eau de 76° C, le thermostat WTS2 ferme son contact ce qui excite EBC2 via l'interlock de EBC1. Le contacteur EBC2 ferme son contact principal. Les moteurs sont alors shuntés et peuvent atteindre leur vitesse maximale.

Au cas où la température descend à 74° C, WTS2 ouvrira son contact, d'où ouverture de EBC2 et déshuntage des moteurs.

Si la température descend jusqu'à 72° C, WTS1 ouvrira son contact désexcitant EBC1 et arrêt des moteurs. L'ouverture des contacteurs est temporisée à 6".

Un interrupteur à 3 positions permet en cas d'avarie une commande directe de EBC1 et EBC2.

118.03. Entraînement des ventilateurs par moteurs à courant alternatif.

Dans ce mode d'entraînement, deux ou quatre ventilateurs sont entraînés individuellement par un moteur électrique à courant alternatif. Cette disposition présente l'avantage d'obtenir une vitesse des ventilateurs proportionnelle à la vitesse du moteur diesel.

Pour obtenir ce résultat, un alternateur est incorporé à la génératrice principale. Il tourne donc à la même vitesse que le moteur diesel et il fournit un courant alternatif triphasé.

A la hauteur du toit de la locomotive sont placés verticalement les deux ou les quatre moteurs électriques de 6,5 kW. Ils portent chacun un ventilateur en bout d'arbre.

Les moteurs, à courant alternatif triphasé, possèdent huit pôles tandis que l'alternateur en a seize. Par conséquent :

- lorsque la vitesse du moteur diesel est de 275 tours par minute, la vitesse des ventilateurs atteint  $275 \times \frac{16}{8} = 550$  tours par minute;
- si la vitesse du moteur est de 835 tours par minute, celle des ventilateurs est  $835 \times \frac{16}{8} = 1\ 670$  tours par minute.

Des volets à commande pneumatique sont placés devant les radiateurs. Ces volets s'ouvrent dès que le premier ventilateur se met en mouvement.

#### 118.04. Asservissement des moteurs de ventilateurs à courant alternatif.

Dans le cas de deux ventilateurs (fig. 118.04.1), trois interrupteurs thermiques WTS1, WTS2 et WTS3, sont placés sur le collecteur de sortie d'eau chaude du moteur diesel. Pour une température de l'eau de 77° C, le contact de WTS1 se ferme. Le contacteur EBC1 et l'électrovalve EBV sont excités. Le contacteur EBC1 ferme ses contacts. D'une part, le moteur (EBL1) est mis sous tension et entraîne le premier ventilateur. D'autre part, l'électrovalve EBV permet le passage de l'air comprimé vers les deux servo-moteurs de commande des volets gauches et droits. Les volets s'ouvrent complètement.

Quand la température de l'eau atteint 82° C, le contact WTS2 se ferme. Le contacteur EBC2 est excité. Celui-ci ferme ses contacts. Le moteur EBL2 entraîne le second ventilateur.

Si la température de l'eau atteint 92° C, WTS3 ferme ses contacts. Le premier de ceux-ci établit le circuit de la sonnerie d'alarme tandis que le deuxième provoque l'allumage d'une lampe dans chaque cabine de conduite. Le conducteur doit prendre les mesures nécessaires pour faire diminuer la température de l'eau.



Cours 122.50.

119e leçon

L'ASSERVISSEMENT PNEUMATIQUE.

119.00 Généralités.

A la 91e leçon, on a vu que le compresseur alimente le réservoir principal en air sous une pression maximale de 9 bar. Cependant, certains auxiliaires doivent être alimentés avec de l'air sous une pression constante de 5 ou 6 bar.

Pour obtenir cette pression constante, une soupape de réduction est utilisée.

Dans certains cas, il est nécessaire de disposer d'une pression variable. On utilise alors une soupape de fin réglage commandée mécaniquement ou thermiquement.

119.01 Soupape de fin réglage.

La figure 119.01.1 représente une soupape de fin réglage munie d'une soupape double (1-2). La soupape (2) repose sur un siège mobile (3) qui peut être déplacé par un levier, un thermostat ou un servo-moteur différentiel. La soupape (1) peut s'appuyer sur le siège (4). Ce dernier est perforé et est fixé sur la membrane (5).

La membrane (5) subit l'action du ressort (6). Celui-ci détermine la pression maximale à atteindre. Elle est réglable au moyen de la vis (7).

Le raccord (8) laisse passer l'air comprimé venant du réservoir principal - ou du réservoir de contrôle - vers la soupape (2) qui est fermée. Le raccord (9) permet le passage de l'air, sous pression réduite, vers les appareils à alimenter.

En déplaçant le siège mobile (3) vers la gauche, la soupape double suit le mouvement jusqu'au moment où la soupape (1) vient s'appuyer contre le siège (4). Les appareils à alimenter ne sont plus en communication avec l'atmosphère.

Si le siège mobile (3) se déplace davantage vers la gauche, il s'écarte de la soupape (2). L'air comprimé venant de (8), emplit l'espace entre les deux sièges et se rend vers les appareils à alimenter via l'orifice (9).

Simultanément, la pression de l'air agit sur la membrane (5) et pousse celle-ci vers la gauche dès qu'elle peut vaincre le ressort (6). Par voie de conséquence, la soupape double (1-2) suit le mouvement vers la gauche et la soupape (2) ferme l'arrivée de l'air, la soupape (1) restant fermée.

S'il existe une fuite éventuelle de l'air entre la soupape de fin réglage et les appareils à alimenter, une diminution de pression se produit entre les sièges (3) et (4). La membrane (5), sous la tension du ressort (6), se déplace vers la droite et la pression initiale se rétablit.

Si le siège mobile (3) est déplacé à nouveau vers la gauche, le même fonctionnement se reproduit et la pression d'air augmente vers les appareils alimentés. La pression peut ainsi être augmentée jusqu'au moment où la tension maximale du ressort (6) est atteinte pour un déplacement maximal du siège (3).

QUESTIONNAIRE.

- 117.00.1 A quel moment le dispositif de veille automatique doit-il fonctionner ?  
Quelles en sont les conséquences ?
- 117.01.1 Citez les organes principaux rencontrés dans les dispositifs de veille automatique.
- 117.01.1 Décrivez, à l'aide de la figure 117?01.1, le dispositif de veille automatique.
- 117.02.1 Expliquez le fonctionnement de la veille automatique à l'aide de la fig. 117?01.1.

\* \* \*

- 118.00.1 Comment peut-on réaliser l'entraînement électrique des ventilateurs pour le refroidissement de l'eau ?
- 118.00.2 Quel est l'avantage de l'utilisation de l'entraînement électrique des ventilateurs de refroidissement de l'eau ?
- 118.01.1 Comment l'entraînement électrique des ventilateurs de refroidissement de l'eau par moteurs à courant continu est-il réalisé ?
- 118.01.2 Expliquez l'inconvénient du système de refroidissement du MD avec entraînement par moteurs à courant continu.
- 118.02.1 Décrivez, à l'aide de la figure 118.02.1, l'asservissement des moteurs à courant continu pour le refroidissement de l'eau.
- 118.03.1 Comment réalise-t-on le refroidissement de l'eau au moyen de ventilateurs entraînés par moteurs à courant alternatif ?
- 118.03.2 Quelle est la vitesse de rotation attendue par les moteurs à courant alternatif, pour le refroidissement de l'eau, si le moteur diesel tourne à des vitesses de 275 et 835 tours par minute ?
- 118.04.1 Décrivez, à l'aide de la figure 118.04.1, l'asservissement des moteurs à courant alternatif pour le refroidissement de l'eau.

\* \* \*

- 119.00.1 Pourquoi utilise-t-on une soupape de réduction dans l'appareillage pneumatique d'un engin diesel ?
- 119.00.2 Quelle est la différence existant entre une soupape de réduction et une soupape de fin réglage ?
- 119.01.1 Décrivez, à l'aide de la figure 119.01.1, le fonctionnement de la soupape de fin réglage.

\* \*  
\* \*  
\_\_\_\_\_

Dispositif de veille automatique

Actions automatiques

Serrage des freins

Coupure de la traction

Mise au ralenti du MD

Appareils normalement remplis

Conduite du frein autom.

Soupape d'urgence

Réfrigérissement de l'eau par ventilateurs entraînés électriquement

Génératrice principale

Courant continu

Thermostat 2

Thermostat 1

Courant alternatif

Contacteur 1

Contacteur 2

A deux moteurs

A quatre moteurs

Shunt

2 moteurs série

Moteur 1

Volets

Moteur 1

Thermo-stat 1

Thermo-stat 2

Moteur 2

Moteur 2

Thermostat 1

Thermostat 2

Moteur 3

Moteur 3

Thermostat 3

Thermostat 4

Moteur 4

Moteur 4

Asservissement pneumatique

Pédale

Réservoir principal

Electro-valve

Relais temporisé AWR

AWAR

Soupape de réduction

Pression d'air constante

Soupape de fin réglage

Pression d'air variable



121.0 Généralités.

Le conducteur commande l'accélération du moteur diesel et choisit une vitesse de rotation en fonction de la charge remorquée et du temps de parcours à respecter.

Pour réaliser cette opération, il dispose d'un accélérateur. Ce dernier est pourvu d'une manette ou d'un volant d'asservissement.

L'accélération du moteur peut être continue ou être obtenue par paliers. L'asservissement peut être pneumatique, électro-pneumatique ou électrique.

Dans le cas de l'asservissement pneumatique, l'accélérateur est pourvu d'une soupape de fin réglage, commandée par une came. On obtient ainsi une pression variable de l'air.

Lorsque l'asservissement est électro-pneumatique, l'accélérateur est constitué d'un tambour muni de contacts. Par la fermeture de ces derniers, différentes électrovalves sont successivement excitées. Celles-ci permettent le passage de l'air vers un servo-moteur à quatre pistons qui actionne à son tour la soupape de fin réglage.

L'asservissement électrique consiste en un accélérateur dont le tambour porte aussi des contacts. La fermeture de ces contacts permet l'excitation d'électro-aimants. Ces derniers sont incorporés dans le régulateur de vitesse du moteur diesel.

121.01 Accélération du moteur par commande pneumatique (fig. 121.01.1).

Dans la cabine de conduite se trouve l'accélérateur (1). Celui-ci est muni d'une soupape de fin réglage et de son mécanisme de commande. La manette d'inversion y est aussi incorporée.

La manette d'inversion et le levier de commande de la soupape de fin réglage sont conçus de telle façon que :

- le levier de commande (2) est verrouillé pour autant que la manette d'inversion (3) n'est pas enfoncée;
- La manette d'inversion (3) est verrouillée aussi longtemps que le levier de commande (2) n'est pas en position de ralenti.

En enfonçant la manette d'inversion, la soupape (4) s'ouvre. Le conducteur peut alors manoeuvrer le levier de commande dans le sens de l'accélération. Par voie de conséquence, la came commande le siège mobile de la soupape de fin réglage.

L'air comprimé, débité par la soupape de fin réglage, se rend vers la conduite d'accélération à travers la soupape (4) laquelle est ouverte. L'air, passant par l'orifice calibré de la soupape (5) et l'électrovalve (6) qui est excitée, alimente le réservoir de temporisation (7) et les deux servo-moteurs MD et LR.

Le servo-moteur MD agit sur le ressort des masses centrifuges du régulateur du moteur diesel ce qui fait augmenter l'injection de combustible.

Le servo-moteur LR élimine les résistances du régulateur de charge pour augmenter la puissance électrique.

Lorsque l'accélérateur est ramené en position de ralenti, la soupape de fin réglage se trouve en communication avec l'atmosphère. L'air soulève la soupape (5) et s'échappe rapidement des servo-moteurs.

L'électrovalve (6) sert à la mise au ralenti du moteur diesel lors du fonctionnement de certaines sécurités. Dans ce cas, l'électrovalve est excitée et les deux servo-moteurs MD et LR se vident par l'orifice d'échappement (Atm) de l'électrovalve.

La conduite d'accélération est pourvue à chaque extrémité d'un robinet d'arrêt et d'un boyau d'accouplement pour permettre la conduite en unités multiples.

#### 121.02 Accélération du moteur par commande électro-pneumatique (fig. 121.02.1).

Dans ce système, l'asservissement de la soupape de fin réglage est assuré par l'intervention d'un servo-moteur. Ce servo-moteur comporte quatre pistons (1-2-3-4) commandant une tige unique (5).

L'air comprimé, servant au déplacement des pistons, est fourni par l'intervention de quatre électrovalves (AV-BV-CV+DV).

L'accélérateur comporte un tambour à contacts qui permet de choisir différentes combinaisons d'excitation des quatre électrovalves. Ces combinaisons varient avec le type d'engin et sont obtenues par huit positions d'accélération.

Cours 122.50.

12<sup>le</sup> leçon.

Pour chaque combinaison, on obtient un déplacement différent de la tige de sortie (5); permettant ainsi une augmentation par paliers de la pression de l'air à la sortie de la soupape de fin réglage.

Posi- tions	Electrovalves excitées	Accroissement de pression <i>en bar</i>	Pression obtenue <i>en bar</i>
I	-	-	0,750
II	AV	0,750	1,500
III	CV	1,5	2,250
IV	AV + CV	0,750 + 1,5	3,000
V	BV + CV + DV	3 + 1,5 - 1,5	3,750
VI	AV + BV + CV + DV	0,750 + 3 + 1,5 - 1,5	4,500
VII	BV + CV	3 + 1,5	5,250
VIII	AV + BV + CV	0,750 + 3 + 1,5	6,000

L'air sous pression fourni par la soupape de fin réglage se dirige vers la conduite d'accélération via l'électrovalve (TV). Sur cette dernière est prévue une dérivation pour l'alimentation des servo-moteurs d'asservissement du moteur diesel, du régulateur de charge et éventuellement de l'influence primaire de la transmission hydraulique. La conduite d'accélération est munie aux deux extrémités d'un robinet d'arrêt et d'un boyau d'accouplement.

### 121.03 Accélération du moteur par commande électrique (fig. 121.03.1).

Le régulateur de vitesse du moteur diesel comporte quatre électro-aimants (A-B-C-D) et une plaque d'asservissement triangulaire (1). Le déplacement vers le bas de la plaque (1) abaisse le levier (3) par l'intermédiaire de la tige (2). Le levier (3) déplace la valve pilote (4) vers le bas.

La valve pilote agit sur la tension du ressort des masselottes du régulateur au moyen d'une transmission hydraulique. L'élévation de la tension du ressort augmente la quantité de combustible injecté.

En excitant l'un ou l'autre des électro-aimants (A-B ou C) on modifie la valeur du déplacement de la plaque triangulaire.

Si l'électro-aimant (D) est excité seul, le moteur diesel s'arrête. Par contre, s'il est excité simultanément avec un ou plusieurs électro-aimants, la vitesse du moteur diesel diminue de 160 tours/minute. Il est donc possible d'arrêter le moteur en plaçant l'accélérateur en position "STOP", où seul l'électro-aimant (D) est excité.

Par la combinaison de l'excitation des quatre électro-aimants, on obtient pour chaque cran d'accélération une augmentation de la vitesse de 80 tours/minute.

L'asservissement des électro-aimants se fait au moyen de l'accélérateur. Celui-ci est constitué d'un tambour permettant de fermer ou d'ouvrir les contacts (AV - BV - CV - DV) suivant la position de la manette de commande. L'accélérateur possède également une position "IDLE" <sup>ralenti sans traction.</sup>

Position	Electro-aimant excité	Accroissement de la vitesse en tr/min.	Vitesse du moteur en tr/min.
Stop	D	-	-
IDLE	-	-	275
I	-	-	275
II	A	+ 80	355
III	C	+ 160	435
IV	A + C	+ 80 + 160	515
V	B + C + D	+ 320 + 160 - 160	595
VI	A + B + C + D	+ 80 + 320 + 160 - 160	675
VII	B + C	+ 320 + 160	755
VIII	A + B + C	+ 80 + 320 + 160	835

LES ENGINES DIESEL ACCOUPLABLES.

122.0 Possibilité d'accouplement des engins diesel.

Pour qu'un seul conducteur puisse les commander simultanément lors de la traction en unités multiples, les engins diesel doivent être accouplables.

Pour ce faire, les conditions ci-après doivent être remplies :

- l'accrochage doit se faire avec des organes de traction et de choc standard;
- les conduites du frein automatique, du frein direct et la conduite d'alimentation à 9 bar doivent être accouplées;
- l'asservissement du moteur diesel et de la transmission de tous les engins doit se faire simultanément à partir de la cabine de conduite occupée;
- le conducteur doit être averti automatiquement lorsqu'une situation anormale se présente sur un ou plusieurs des engins.

122.1 Equipement des engins diesel accouplables.

Pour utiliser les engins diesel accouplables dans les meilleurs conditions, lors de la traction en unités multiples, il faut que :

- les différents engins développent la même puissance et aient la même vitesse;
- les vitesses de rotation des moteurs diesel soient identiques;
- les transmissions soient du même type;
- les engins soient équipés d'un circuit de contrôle pour vérifier si le sens de marche et le régime de vitesse sont les mêmes sur tous les engins.

L'asservissement électrique à distance est plus facilement applicable que l'asservissement pneumatique à cause de l'inertie de l'air utilisé dans ce dernier.

Les engins diesel accouplables sont équipés de fils d'asservissement appelés "fils train". Ceux-ci aboutissent aux deux extrémités de l'engin à l'organe d'accouplement prévu.

La liaison électrique entre les deux véhicules est assurée au moyen d'un câblot et d'une prise lesquels sont placés à demeure sous les traverses d'extrémité. On réalise la liaison en plaçant le câblot d'un engin dans la prise de l'autre. Une sécurité évite le découplément du câblot.

ne Dans certains cas, un interrupteur est prévu afin de pouvoir commander les circuits d'asservissement que du premier engin. On évite ainsi la mise en parallèle des batteries des différents véhicules.

## 122.02 Commande à distance des engins accouplés.

Suivant le type d'engin, le câblot comporte de douze à trente "fils trains". Les "fils trains" servent à assurer la commande à distance simultanée sur les différents engins. Les opérations principales à effectuer sont :

- le choix du sens de marche;
- l'asservissement des contacteurs de traction et de puissance ou éventuellement de la soupape d'enclenchement de la transmission hydraulique;
- le réglage de la vitesse de rotation des moteurs diesel;
- l'équipement de marche à vide des compresseurs;
- la purge des cylindres de frein;
- la purge des chaudières de chauffage;
- l'asservissement des appareils de sablage et du frein d'antipatinage;
- l'arrêt d'urgence des moteurs diesel;
- le fonctionnement des appareils de sécurité, de patinage, de masse et de flash;
- l'asservissement des circuits de contrôle et d'alarme;
- éventuellement, la possibilité de transmettre des signaux dans les cabines des locomotives menées au moyen d'appareils acoustiques ou visuels.

Cours 122.50.

122e leçon.

LES RAMES REVERSIBLES.

123.00. Généralités.

On appelle "rame réversible" une série de voitures, spécialement conçues, qui peuvent circuler dans les deux sens de marche. Elles sont remorquées par une locomotive qui ne change pas de front, tout en conservant la garantie de la sécurité (fig. 123.00.1).

Une rame réversible est généralement composée:

- d'une voiture équipée d'une cabine de conduite (BD);
- d'une ou de plusieurs voitures intermédiaires (B);
- d'une voiture (AB) celle-ci est nécessaire pour réaliser l'accouplement à la locomotive.

Les rames réversibles peuvent être desservies indifféremment avec une des locomotives des séries 51-60/61 ou 55-62/63.

123.01. Avantages et inconvénient des rames réversibles.

L'utilisation des rames réversibles présente les avantages suivants:

- le rendement d'utilisation de la locomotive augmente. En effet, on peut remorquer un plus grand nombre de trains avec le même effectif de locomotives;
- les mouvements de manoeuvre dans les gares où la locomotive changeait de front, sont supprimés.

On peut citer comme inconvénient:

- le conducteur n'a pas le contrôle direct de la locomotive si la conduite se fait de la voiture pilote.

123.02. Equipement d'une rame réversible.

- a) La locomotive conserve son équipement d'origine permettant d'utiliser un engin quelconque des séries précitées;
- b) La voiture (BD) est pourvue d'une cabine de conduite aménagée dans le compartiment "bagages".

Cette cabine comporte les appareils suivants (fig. 123.02.1):

- un accélérateur (11-12), identique à celui des séries GM, c.à.d. ayant 8 positions de traction;
- un bloc Faiveley (6);
- un dispositif de veille automatique temporisé avec pédale (13) à 3 positions. Cet équipement est indépendant de celui de la locomotive;

2.

- un robinet FV3 du frein automatique (5) et un robinet de frein direct FD 1 (3) qui agit uniquement sur la voiture pilote;
- un appareil de vitesse (10) avec bande de contrôle;
- une armoire électrique dans laquelle on trouve des relais, des interrupteurs, des fusibles, des résistances pour l'asservissement de l'appareil de vitesse, pour la charge de la batterie de la lanterne de secours, des redresseurs et une plaque à bornes;
- un coffret de verrouillage placé sur la partie supérieure de l'armoire électrique;
- trois manomètres: un pour le cylindre de frein (1), un duplex (2) pour la conduite d'alimentation et la conduite du frein automatique, un manomètre de précision (4) pour la conduite du frein automatique (ce dernier n'est pas installé sur les voitures M2);
- deux boutons-poussoirs ou un levier de commande (7) pour la commande des trompes;
- une sonnerie d'alarme (9) et des lampes témoin;
- un réservoir (8) pour le frein automatique;
- en dessous de la voiture, un réservoir de 400 l. constituant une réserve d'air.

c) La voiture (AB) destinée à être accouplée à une locomotive est équipée de:

- un bloc électro-pneumatique pourvu de cinq électrovalves;
- un servo-moteur différentiel et une soupape de fin réglage (voir fig. 121.02.1);
- la conduite d'alimentation en liaison avec celle de la locomotive permettant d'alimenter le bloc pneumatique équipé d'un servo différentiel et d'une soupape de fin réglage;
- une conduite d'accélération;
- une conduite de frein direct terminée par un orifice calibré;
- une prise d'accouplement, pour le placement du câblot;
- trois câblots différents (GM - CKL - HV).

d) Chaque voiture B est pourvue:

- d'un câble continu comportant trente "fils train";
- d'une conduite principale d'alimentation;
- d'un câblot d'accouplement des voitures entre elles.

### 123.03. Accouplement de la locomotive.

Lors de l'accouplement, les liaisons suivantes doivent être réalisées:

- le crochet de traction;
- le boyau de la conduite principale d'alimentation;

C. 122.50

123e leçon

- le boyau de la conduite générale du frein automatique;
- le boyau de la conduite d'accélération (uniquement locomotives Cockerill);
- le boyau de la conduite du frein direct;
- la conduite de chauffage;
- le câblot système GM ou Cockerill suivant la série de locomotive. Eventuellement, le câblot d'éclairage des voitures par la locomotive.

#### 123.04. Conduite avec locomotive en tête.

L'accouplement de la locomotive au train s'effectue sous la surveillance et avec la collaboration du conducteur.

Les opérations sont identiques à celles prévues lors de l'accouplement à une rame ordinaire.

L'essai de continuité doit toujours être effectué à partir de la cabine de conduite de la locomotive, même au cas où le parcours doit s'effectuer avec la locomotive en queue.

Après avoir effectué les opérations sur la locomotive, le conducteur se dirige vers la voiture pilote.

Dans la cabine de conduite de la voiture BD, il vérifie:

- la position des robinets FV3 et FD1;
- la position des robinets d'isolement;
- la présence du matériel de train.

S'il dispose du temps suffisant, il effectue également un essai de traction.

#### 123.05. Conduite avec locomotive en queue.

Avant de quitter la locomotive, le conducteur place tous les organes comme prévu lors d'un changement de cabine.

Il allume les phares rouges.

Seul l'interrupteur "contrôle" du bloc Faiveley doit rester fermé alors que l'interrupteur "sablage automatique" peut être fermé ou ouvert. Tous les autres sont ouverts.

La rame est immobilisée par le serrage du frein automatique après avoir lâché complètement le frein direct.

Le conducteur enlève alors la poignée d'inversion et se rend vers la voiture pilote.

Dans la cabine de la voiture pilote, au bloc Faiveley, il ferme l'interrupteur de contrôle. Il place la poignée d'inversion de la locomotive dans le logement prévu du coffret de verrouillage et enlève la poignée (HV) de la voiture. Il ouvre ensuite le

robinet d'isolement de la veille automatique (N° 45 A dans le compartiment bagages des voitures M1 et n° 45 dans celui des voitures M2).

Il met ensuite les robinets FV3 et FDI en service comme prévu lors de l'occupation d'une cabine de conduite. Il procède ensuite aux divers essais prévus (essai de fonctionnement du frein automatique et du frein direct, essai d'accélération de traction et l'essai du dispositif de veille automatique lorsque le conducteur occupe pour la première fois du service la cabine de conduite de la voiture pilote.

Le temps libre est utilisé à la vérification des phares et du matériel de bord, pour compléter les divers documents et l'annotation des réparations. Il vérifie également le fonctionnement des appareils auxiliaires tels que trompes, lave et essuie-glaces, dégivreur, etc.....

La conduite avec locomotive en queue s'effectue de la même manière qu'avec la locomotive en tête. Comme la cabine n'est pas équipée d'un ampèremètre de traction, il y a lieu d'accélérer cran par cran de façon à ne pas dépasser les intensités permises. Lors des interruptions de traction, il est nécessaire de décélérer cran par cran de façon à éviter les réactions.

Pendant le parcours, la sonnerie d'alarme signale au conducteur toutes les anomalies de la locomotive. Il devra s'y rendre pour y remédier.

Lors de l'abandon de la cabine de conduite, le frein direct est lâché complètement et le frein automatique est appliqué de façon à immobiliser la rame. Les robinets de frein sont disposés comme prévu lors d'un abandon de cabine. Tous les interrupteurs de bloc Faiveley sont ouverts, le robinet d'isolement de la veille automatique est fermé et les poignées d'inversion sont échangées.

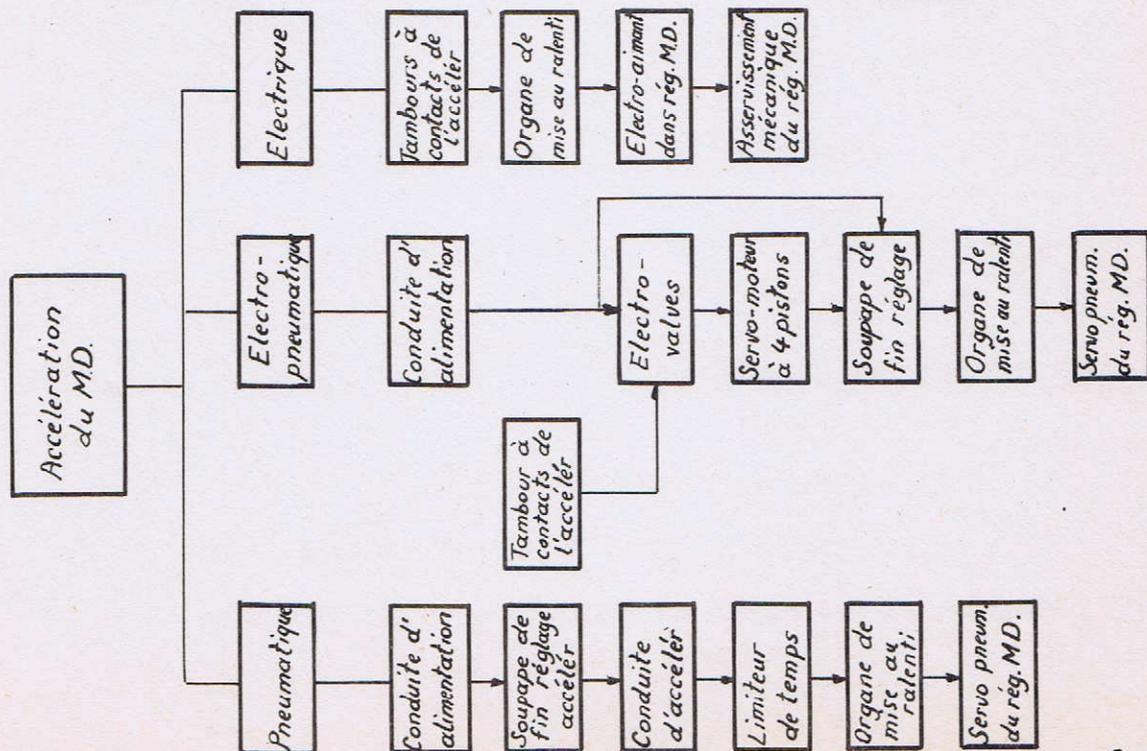
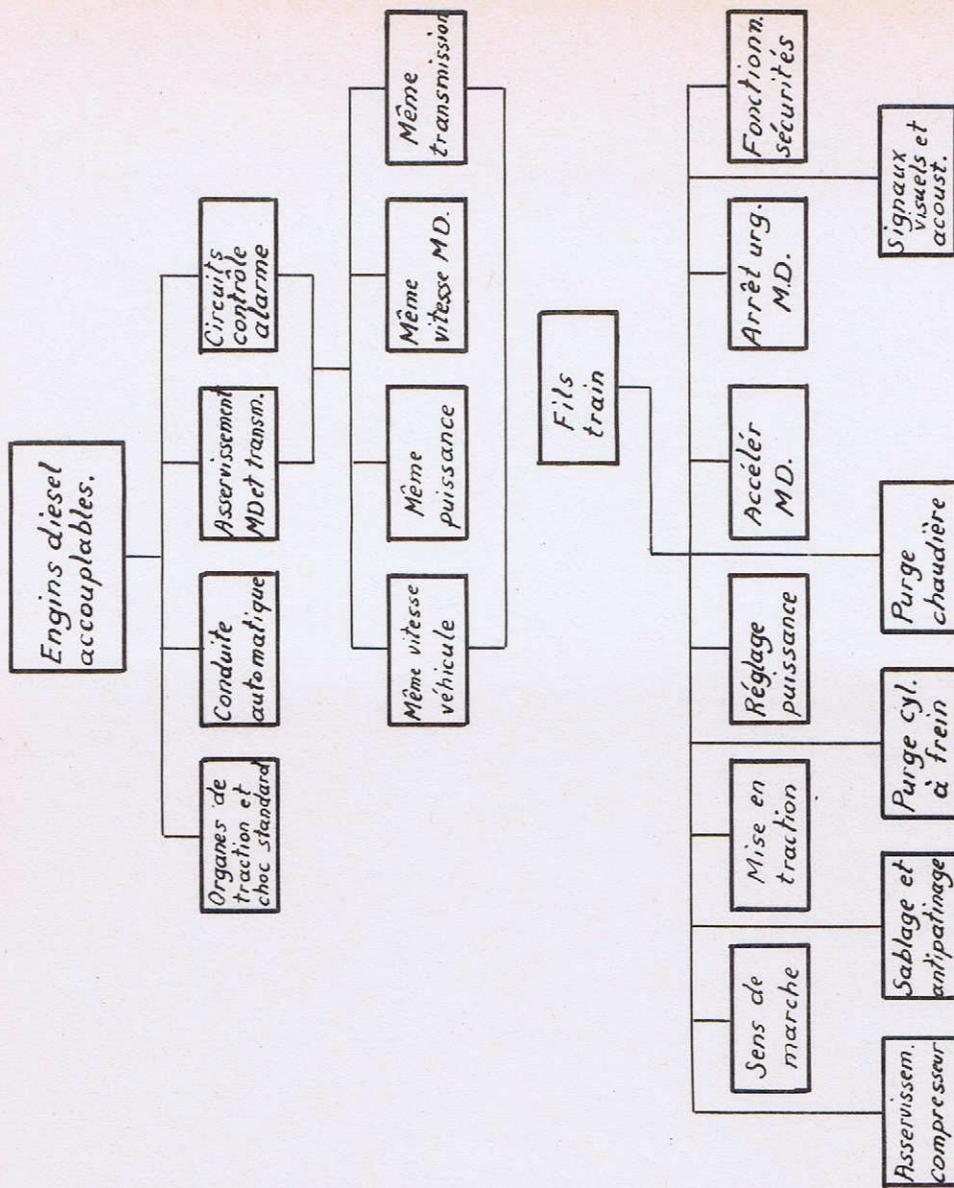
C. 122.50  
123e leçon

QUESTIONNAIRE.

- 121.00.1 Quel est l'organe utilisé par le conducteur pour régler la vitesse de rotation du moteur diesel ?  
Comment ce réglage peut-il être réalisé ?
- 121.00.2 Quels sont les appareils nécessaires pour commander l'accélération du moteur diesel, pneumatiquement, électro-pneumatiquement ou électriquement ?
- 121.01.1 Comment l'accélérateur est-il constitué lors de la commande pneumatique de l'accélération du moteur diesel ?
- 121.01.2 A l'aide de la figure 121.01.1, décrivez la commande pneumatique de l'accélération du moteur diesel.
- 121.02.1 A l'aide de la figure 121.02.1, décrivez la commande électro-pneumatique de l'accélération du moteur diesel.
- 121.03.1 A l'aide de la figure 121.03.1, décrivez la commande électrique de l'accélération du moteur diesel.
- \* \* \*
- 122.00.1 Quelles sont les conditions à remplir pour permettre à un engin diesel d'être accouplable ?
- 122.01.1 Quelles sont les conditions nécessaires pour permettre une bonne utilisation des engins accouplables lors de la traction en unités multiples ?
- 122.01.2 Quels sont les appareils nécessaires pour permettre la commande à distance ?
- 122.02.1 Citez les différentes commandes à distance assurées par les "fils trains" lors de la traction en unités multiples.
- \* \* \*
- 123.00.1 Donnez la définition d'une rame réversible.
- 123.00.2 Quelles est la composition d'une rame réversible ?
- 123.00.3 Quelles sont les séries de locomotives qui peuvent être utilisées pour la remorque d'une rame réversible ?
- 123.01.1 Quels sont les avantages de l'utilisation des rames réversibles ?

- 123.01.2 Quel est l'inconvénient de l'utilisation des rames réversibles ?
- 123.02.1 Quels sont les appareils principaux rencontrés dans la cabine de conduite de la voiture pilote ?
- 123.02.2 Quel est l'équipement nécessaire dans la voiture, d'une rame réversible, accouplée à la locomotive type Cockerill ?
- 123.02.3 Quelles sont les liaisons nécessaires entre les différentes voitures d'une rame réversible ?
- 123.03.1 Quelles sont les liaisons à réaliser lors de l'accouplement de la locomotive à une rame réversible ?
- 123.04.1 Quelles sont les opérations à effectuer par le conducteur avant de pouvoir remorquer une rame réversible à partir de la cabine de conduite de la locomotive ?
- 123.05.1 Quelles sont les opérations à effectuer par le conducteur avant de pouvoir remorquer une rame réversible à partir de la cabine de conduite de la voiture pilote ?

\* \* \*





LE RECHAUFFEUR D'EAU "VAPOR HEATING" TYPE W 120.

La description et le fonctionnement de ce réchauffeur sont repris dans la notice explicative éditée par la Direction M. (Bur. 22-01).

125.00. Alimentation électrique du réchauffeur par une source indépendante d'électricité. (appareillage ancien).

Les appareils suivants sont montés à l'intérieur du coffret représenté à la fig. 125.0.1:

- l'interrupteur (1) pour le raccordement au réseau 220 volts;
- la protection thermique (2) avec un bouton noir pour l'enclenchement;
- le voltmètre (3) gradué de 0 à 80 volts;
- les deux fusibles (4) de 15 ampères;
- la lampe-témoin (5);
- la prise de courant (6) pour courant alternatif 220 volts;
- la prise de courant (7) pour courant continu 72 volts;

Derrière le tableau du coffret se trouve le transformateur-redresseur.

Après ouverture de la porte du coffret, au moyen de la clef prévue, l'interrupteur (1) "réseau 220 volts" est placé en position 1.

A ce moment, le voltmètre doit indiquer 72 volts. Si tel n'est pas le cas, le conducteur enfonce le bouton noir de la protection thermique du réseau. En cas d'insuccès, il y a manque d'alimentation venant du réseau.

Simultanément, avec l'indication du voltmètre, la lampe témoin (5) doit s'allumer. Si elle ne s'éclaire pas, vérifier la lampe et les fusibles (4) de 15 ampères.

La porte du coffret est alors fermée pour éviter les rentrées d'eau ou de neige.

Le câble est ensuite déroulé et la fiche est placée dans une des prises de courant prévue à cet effet sur la locomotive. Sur celle-ci, l'interrupteur d'alimentation du réchauffeur est placé en position 1.

Si la température de l'eau de refroidissement du moteur est supérieure à 40° C au moment du raccordement de la locomotive au coffret, le conducteur doit faire un essai du réchauffeur.

2.

Dans ce but, le conducteur appuie sur le bouton de court-circuitage (TB) de l'aquastat du réchauffeur et attend la mise en marche de celui-ci.

Quand la locomotive doit être découplée, la fiche est enlevée de la prise de courant de l'engin de traction et le câble enroulé. L'interrupteur (1) "réseau 220 volts" du coffret est placé en position "0" et la porte est refermée à clef.

#### 125.01. Alimentation du réchauffeur au moyen d'une source de courant indépendante (nouvel appareillage).

Les armoires (ancien type) sont remplacées à certains endroits par les armoires "Thyssen" (fig. 125.01.1).

Dans cet appareillage le voltmètre est remplacé par une lampe témoin bleue, les deux fusibles de 15 ampères, par un interrupteur thermique de 11 ampères.

L'interrupteur principal 1 se trouve à la partie supérieure droite. Si après avoir placé cet interrupteur en position 1, la lampe rouge (4) et la lampe bleue (5) s'allument, le coffret est en ordre.

Au cas où la lampe rouge seule est allumée il y a lieu de vérifier la fermeture des interrupteurs thermiques E1 et E2. Si aucune lampe n'est allumée il y a manque de tension d'alimentation.

Il est à remarquer que l'avarie d'une des lampes ne provoque pas de dérangement du brûleur.

Cours 122.50

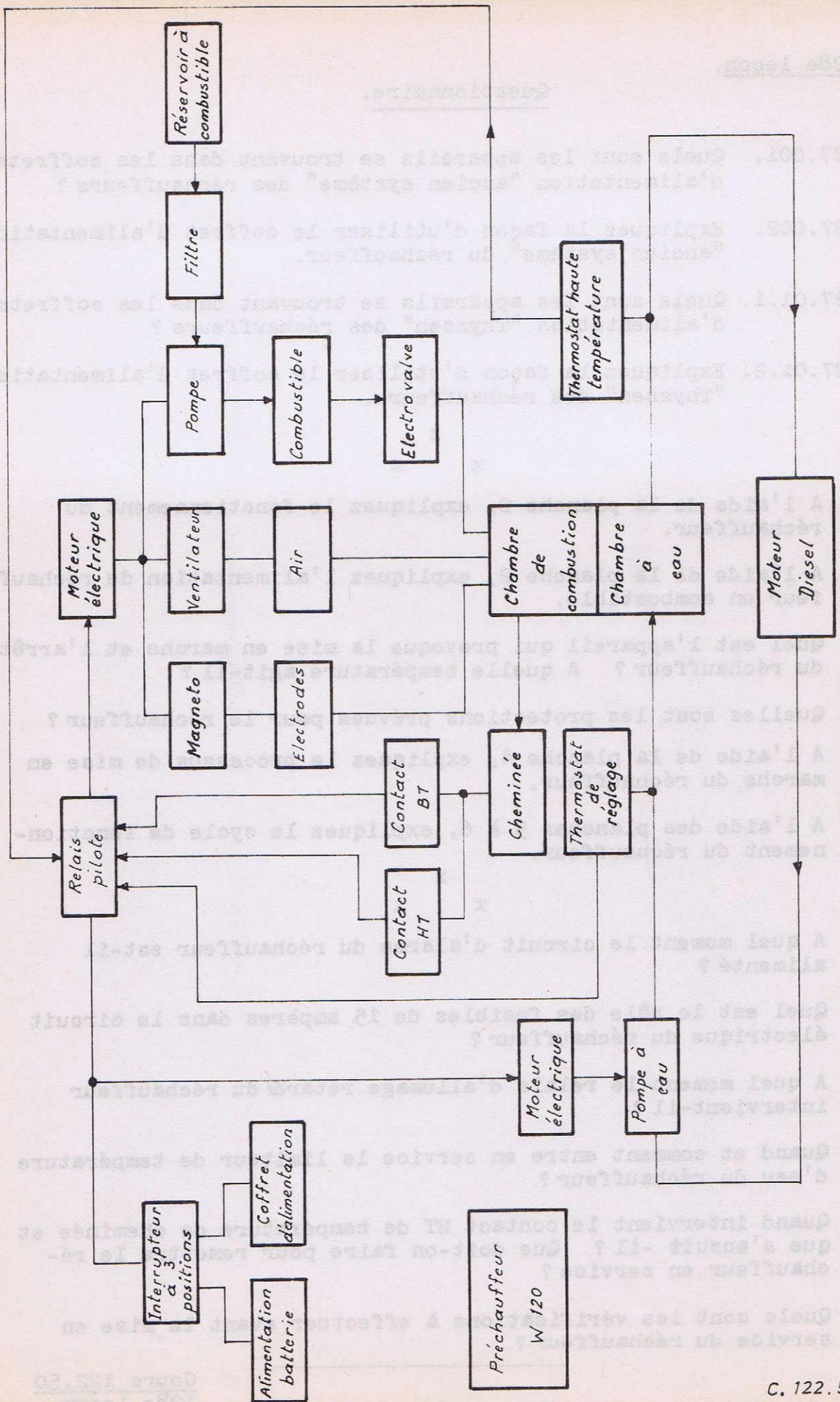
125e, 126e, 127e leçons

- 127.001. Quels sont les appareils se trouvant dans les coffrets d'alimentation "ancien système" des réchauffeurs ?
- 127.002. Expliquez la façon d'utiliser le coffret d'alimentation "ancien système" du réchauffeur.
- 127.01.1. Quels sont les appareils se trouvant dans les coffrets d'alimentation "Thyssen" des réchauffeurs ?
- 127.01.2. Expliquez la façon d'utiliser le coffret d'alimentation "Thyssen" des réchauffeurs.

x

x x

1. A l'aide de la planche 2, expliquez le fonctionnement du réchauffeur.
  2. A l'aide de la planche 2, expliquez l'alimentation du réchauffeur en combustible.
  3. Quel est l'appareil qui provoque la mise en marche et l'arrêt du réchauffeur ? A quelle température agit-il ?
  4. Quelles sont les protections prévues pour le réchauffeur ?
  5. A l'aide de la planche 4, expliquez le processus de mise en marche du réchauffeur.
  6. A l'aide des planches 5 à 6, expliquez le cycle de fonctionnement du réchauffeur.
- x
- x x
7. A quel moment le circuit d'alarme du réchauffeur est-il alimenté ?
  8. Quel est le rôle des fusibles de 15 ampères dans le circuit électrique du réchauffeur ?
  9. A quel moment le relais d'allumage retardé du réchauffeur intervient-il ?
  10. Quand et comment entre en service le limiteur de température d'eau du réchauffeur ?
  11. Quand intervient le contact HT de température de cheminée et que s'ensuit-il ? Que doit-on faire pour remettre le réchauffeur en service ?
  12. Quels sont les vérifications à effectuer avant la mise en service du réchauffeur ?



129e, 130e, 131e, 132e, 133e, 134e leçons.

LA CHAUDIERE DE CHAUFFAGE " VAPOR HEATING ".

Voir la notice éditée par la Don M.22-01, concernant le générateur de vapeur "VAPOR HEATING - OK 4616".

L'ALIMENTATION EN EAU DES CHAUDIERES.

134.0<sup>0</sup>. Traitement de l'eau.

Les eaux naturelles ne sont jamais chimiquement pures. Elles contiennent des substances étrangères telles que sels dissous et parcelles solides de différentes natures. Le pourcentage de ces substances détermine la dureté de l'eau.

Pour éliminer ces matières dissoutes, on a recours au traitement de l'eau.

Ce traitement consiste à y ajouter des réactifs spéciaux capables de faire précipiter à l'intérieur de la chaudière ces éléments nuisibles. Grâce à ce traitement, les particules solides deviennent des boues non adhérentes. Ces dernières sont évacuées au moyen des purges et des lavages de la chaudière.

Le traitement de l'eau permet une meilleure utilisation de la chaudière en diminuant l'entartrement des serpentins et en prolongeant leur vie.

Différents produits de réaction, tels que TIA, Diskro, PCM 905 ou Nalco peuvent être ajoutés à l'eau.

La quantité de produit à ajouter à chaque approvisionnement en eau varie suivant l'endroit de ravitaillement. Sur chaque bras est placée une plaque indiquant la dose de produit à ajouter par m<sup>3</sup> d'eau et ce, pour chacun des réactifs pouvant être utilisés.

134.0<sup>1</sup>. Approvisionnement en eau.

Lors de l'alimentation en eau du réservoir de la chaudière, le conducteur diesel présent au moment de la prise d'eau a pour obligation d'ajouter personnellement la dose prescrite. Il s'assure au préalable de la quantité d'eau manquante.

Les ateliers font connaître aux conducteurs les emplacements où les prises d'eau doivent se faire de préférence. Celles-ci sont choisies suivant la durée du chauffage à effectuer et la qualité de l'eau de l'endroit.

134.0<sup>2</sup>. Lavage des chaudières.

Pour déterminer la nécessité du lavage des serpentins de la chaudière, on se base principalement sur la pression de l'eau refoulée par la pompe.

Dès que cette pression atteint 25 kg/bar, l'atelier doit prendre ses dispositions pour laver la chaudière.

Les essais effectués par le laboratoire ont montré qu'avec les produits de traitement utilisés, il est possible de vaporiser 300 m<sup>3</sup> d'eau avant de laver la chaudière.

Pour une bonne utilisation de la chaudière, il est indispensable que les conducteurs fassent correctement les ajoutés du produit de traitement et procèdent aux purges de la chaudière.

134.03

#### Mesure de la pression de refoulement de la pompe.

Le conducteur doit relever journallement la pression d'eau de la chaudière et l'indiquer au rapport journalier M 712. Le service d'entretien suit l'évolution de la pression d'eau.

La chaudière étant en fonctionnement, la mesure de la pression de l'eau s'effectue comme suit:

- fermer complètement la vanne (19) pour isoler le régulateur de by-pass (111);
- fermer la vanne (15) jusqu'au moment où le manomètre placé sur le séparateur de vapeur indique une pression de 5 kg/bar;
- lire ensuite la pression d'eau sur le manomètre prévu;
- remettre les vannes (15) et (19) en position normale.

Cette mesure doit être effectuée de préférence lorsque la locomotive est accouplée à une longue rame. Si la rame est courte, il faut relever la pression au moment de l'accouplement à la rame.

Si l'aiguille du manomètre à eau vibre trop, il y a lieu de laminer l'eau au moyen de la vanne d'isolement du manomètre.

QUESTIONNAIRE.

1. Décrivez brièvement la constitution de la chaudière de chauffage équipant les locomotives diesel de ligne;
2. Quelle est la production maximale horaire de vapeur de la chaudière ?
3. Quelle est la consommation de gasoil correspondante ?
3. Quand utilise-t-on le fonctionnement en "stand-by" de la chaudière ?
4. A l'aide de la planche 1, expliquez le circuit de l'eau de la chaudière en fonctionnement normal;
5. A l'aide de la planche 1, expliquez le circuit de la vapeur de la chaudière en fonctionnement normal.
6. A l'aide de la planche 1, expliquez le circuit de l'eau de la chaudière lors de la marche en "stand-by".
7. A l'aide de la planche 1, expliquez le circuit du combustible de la chaudière en fonctionnement normal.
8. A l'aide de la planche 1, expliquez le circuit du combustible lors de la marche en "stand-by";
9. A l'aide de la planche 1, expliquez le circuit de l'air comprimé de pulvérisation de la chaudière.

x  
x x

134<sup>0</sup>.0.1.

Quelles sont les raisons qui justifient le traitement de l'eau des chaudières de chauffage ?

134<sup>0</sup>.0.2.

Quelle est la quantité de produit de traitement à ajouter à l'eau lors de l'approvisionnement du réservoir ?  
Comment le conducteur en a-t-il connaissance ?

134<sup>0</sup>.1.1.

Quel est l'agent qui doit ajouter le produit de traitement de l'eau de la chaudière ?  
Peut-on s'approvisionner en eau à n'importe quel endroit du réseau ?

134<sup>0</sup>.3.1.

Comment le conducteur effectue-t-il la mesure de la pression de refoulement de la pompe à eau de la chaudière ?

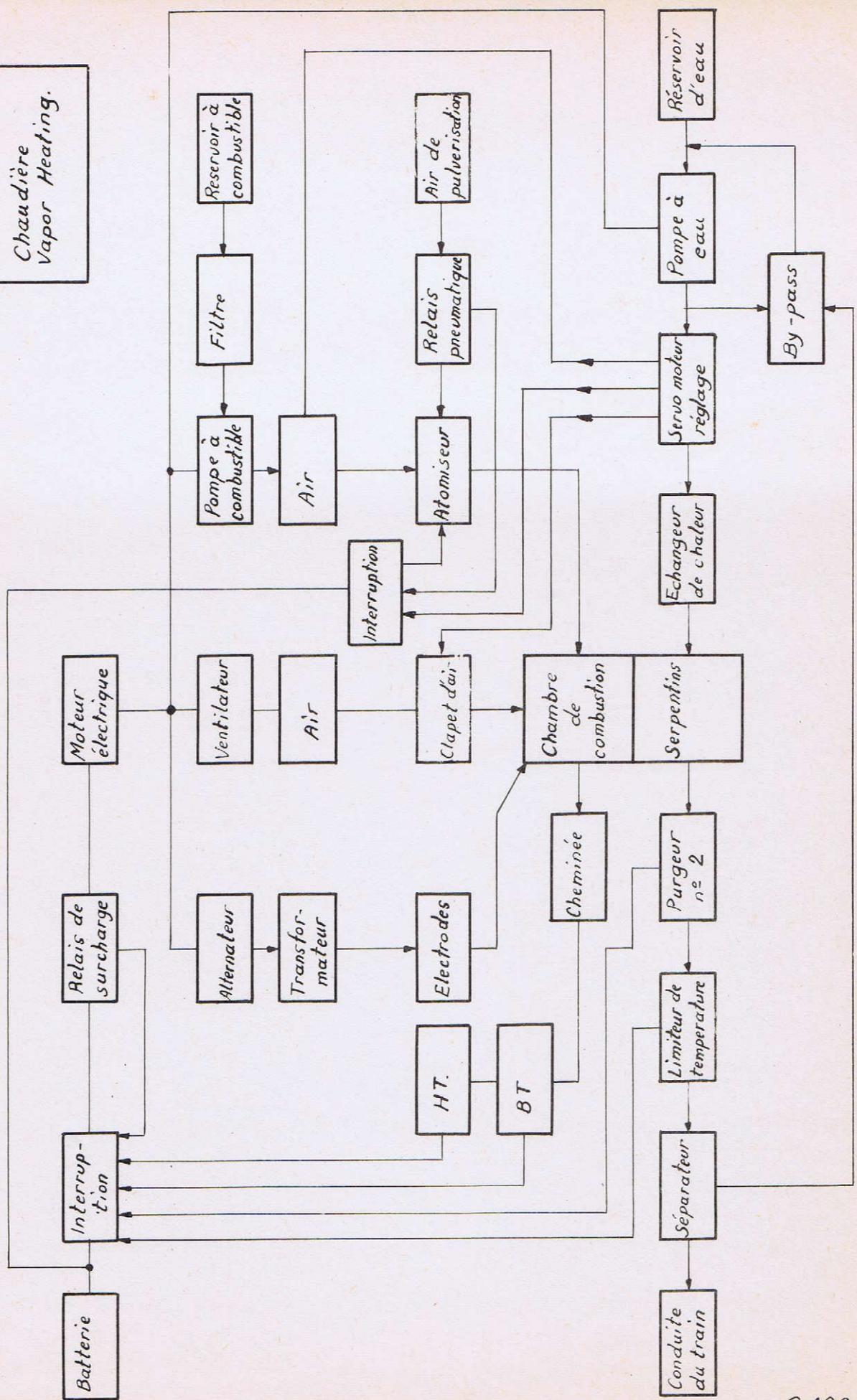


QUESTIONNAIRE.

1. Quels sont les différents appareils électriques se trouvant dans l'armoire attenante à la chaudière Vapor-Heating?
2. A l'aide de la planche 9, expliquez ce qui se passe lorsque l'interrupteur (102) étant sur la position "arrêt", on ferme le sectionneur principal de la chaudière.
3. A l'aide des planches 10 et 11, expliquez le fonctionnement du circuit électrique lors des opérations de remplissage de la chaudière.
4. A l'aide des planches 12 à 16, expliquez le fonctionnement du circuit électrique lors de la mise en marche de la chaudière.
5. Que se passe-t-il, au point de vue électrique, lorsque la pression maximale de vapeur est atteinte et quand cette pression diminue d'une certaine valeur ?
6. A l'aide des planches 17 et 18, expliquez le fonctionnement du circuit électrique lorsque l'interrupteur (102) de la chaudière est placé en position "Stand-by".
7. Que se passe-t-il lorsque le relais de ligne (LR) est désexcité par l'intervention d'une sécurité ? Comment le conducteur en est-il prévenu ?
8. Quelles sont les protections prévues pour les circuits électriques de la chaudière ?
9. Quel est le rôle du relais de surcharge (OE) de la chaudière ?  
Quand et comment intervient-il ?
10. Quelles sont les sécurités prévues pour le circuit d'eau de la chaudière Vapor-Heating ?  
Que se passe-t-il lorsque il y a manque d'eau ou lorsque la pression de refoulement de la pompe est trop élevée ?
11. Comment la protection contre une mauvaise fermeture de la purge des serpentins, intervient-elle dans le fonctionnement de la chaudière ?
12. Quelles sont les sécurités prévues dans le circuit de vapeur de la chaudière ? Que se passe-t-il en cas de pression trop élevée ?
13. Quel sont les dispositifs de protection utilisés contre une température trop élevée de la vapeur ?  
Expliquez leur intervention dans le fonctionnement de la chaudière.

14. Quelle est la sécurité prévue dans le circuit d'air de pulvérisation de la chaudière ? Comment intervient-elle ?
15. Quelles sont les sécurités prévues concernant la température des gaz de la combustion de la chaudière ?
16. Quel est le rôle du contact (BT) "basse température" de l'interrupteur de cheminée ? Quand et comment intervient-il ?
17. Quand et comment le contact (HT) "haute température" de l'interrupteur de cheminée intervient-il ?  
Que faut-il faire avant de remettre la chaudière en marche ?
18. Quelle est la sécurité prévue contre une pression excessive de gasoil au refoulement de la pompe ?
19. Qu'y a-t-il de prévu comme dispositif de protection de la chaudière contre les explosions dues à un allumage tardif du combustible ?
20. Comment le conducteur peut-il repérer facilement les vannes devant être ouvertes ou fermées dans les circuits de la chaudière ?  
Quelle est la précaution à prendre avant la mise en marche du générateur ?
21. Quelles sont les opérations à effectuer avant le remplissage de la chaudière Vapor-Heating ?
22. Quelles sont les opérations à effectuer pour le remplissage des serpentins de la chaudière ?
23. Quelles sont les opérations de mise en marche de la chaudière ?
24. Quelles sont les opérations à effectuer pour le fonctionnement en "Stand-by" de la chaudière ?
25. Comment le conducteur agit-il lors des arrêts de courte ou de longue durée de la chaudière ?
26. Comment le conducteur est-il tenu au courant du dépannage qu'il peut effectuer à la chaudière ?
27. Quelles sont les précautions à prendre en temps de gel pour la chaudière Vapor-Heating ?
28. Comment effectue-t-on la vidange des circuits de la chaudière Vapor-Heating ?
29. Quelles sont les opérations à effectuer par le conducteur pour l'arrêt à distance de la chaudière ?

Chaudière  
Vapor Heating.





LE DEPANNAGE

137.00 Généralités.

On entend par "panne" toute cause qui empêche un véhicule moteur de continuer la remorque de son train.

Etant donné la diversité des types d'engins de traction, l'organisation d'un service de dépannage centralisé est difficile. Il est évidemment impossible d'étudier dans ce cours toutes les avaries pouvant se présenter.

Un carnet de dépannage est créé pour chaque type d'engin. Celui-ci traite des pannes possibles qu'elles se soient déjà produites ou non. Chaque cas de dépannage y est exposé théoriquement après avoir été préalablement contrôlé par un essai pratique sur le véhicule.

Les pannes les plus fréquentes sont commentées par les S.C.S.T.I. à chaque occasion favorable.

137.01 Il est fait une distinction entre les termes "incident" et "détresse".  
Quand s'agit-il d'un "Incident" ?

L'engin moteur est considéré comme ayant subi un "incident" aussi longtemps que le temps dont dispose le conducteur pour se dépanner n'est pas écoulé (30 minutes). Le conducteur juge s'il a la possibilité de se dépanner.

Quand s'agit-il d'une "détresse" ?

Si le conducteur estime qu'il ne peut pas se dépanner ou que le temps prévu sera dépassé, il se déclare en "détresse". Dans ce cas, il respecte les instructions en vigueur.

En cas de détresse le conducteur peut être amené à prendre des mesures supplémentaires, tels que lutte contre l'incendie ou de protection contre le gel.

137.02 Constatation d'une panne.

Les irrégularités de fonctionnement sont généralement accompagnées d'une indication que le conducteur peut observer par l'oeil, l'oreille, le nez ou le toucher.

Parmi les indications visuelles, on peut citer :

- la variation de la position de l'aiguille au manomètre, au thermomètre, à l'indicateur de vitesse, à l'ampèremètre ou au voltmètre ;
- l'allumage ou l'extinction d'une lampe de contrôle ;
- le changement de couleur des gaz d'échappement ;
- la diminution ou l'augmentation d'un niveau d'eau, de gasoil ou d'huile.

2.

Parmi les phénomènes sensibles, citons :

- les chocs pendant le fonctionnement de l'engin;
- les vibrations anormales;
- la température excessive de certains organes constitutifs.

Parmi les phénomènes auditifs, on peut mentionner :

- le fonctionnement d'une sonnerie, d'un sifflet, d'un hurleur ou d'un klaxon;
- le grincement, le grippement, le battement ou le sifflement provenant d'organes en fonctionnement ou d'appareils sous pression;
- les cognements dûs à des jeux excessifs;
- le bris ou l'éclatement de certaines pièces;
- l'explosion.

Parmi les phénomènes odorants, mentionnons l'odeur :

- des gaz;
- de la combustion d'huile, de peinture, de caoutchouc, d'isolants, etc...;
- de gasoil vaporisé.

### 137.03. Causes possibles.

D'après les constatations effectuées, on peut bien souvent définir sur le champ la ou les causes de la panne  
Ce résultat n'est obtenu que par une connaissance approfondie de l'engin.

La perte de temps doit être restreinte par la localisation rapide de la panne. Seul le conducteur, bien au courant du type d'engin considéré, peut se dépanner en un minimum de temps.

Certaines pannes sont classiques et se présentent régulièrement. Les avaries survenues sont portées rapidement à la connaissance du personnel par l'utilisation du tableau noir. Cette inscription permet aux conducteurs de les discuter.

### 137.04. Recherche de la panne.

Si la cause présumée est connue, le conducteur doit localiser la panne et ceci dans un ordre chronologique.

Cette méthode donne généralement une solution rapide.

La recherche de l'avarie peut se faire par les opérations ci-après :

- l'élimination de certains circuits électriques;
- la manoeuvre de robinets;
- l'isolement d'appareils;

- l'arrêt du moteur diesel pour la recherche de fuites d'air;
  - la création de certaines situations pour constater la réaction de certains organes;
  - la manoeuvre manuelle d'organes déterminés;
  - la modification de régime, de vitesse, de pression ou de température.
-



LE DEPANNAGE (suite).

138.00

Sortes de pannes.

Les différentes pannes se présentant sur un engin diesel peuvent être classées en plusieurs catégories. Lorsque le conducteur a pu déterminer à quelle catégorie appartient la panne, il est déjà à mi-chemin de la localisation de celle-ci.

Les catégories principales sont :

- le moteur diesel;
- l'asservissement du moteur diesel;
- la transmission;
- l'asservissement de la transmission;
- l'équipement pneumatique;
- l'équipement de chauffage et de préchauffage;
- les circuits de contrôle et d'éclairage.

Il se présente parfois qu'une avarie qui survient ne donne pas naissance à une panne. C'est le cas, notamment, lorsque cette avarie n'est pas la cause d'une interruption ou d'un retard dans la remorque du train.

Exemple. Le compresseur étant entraîné par cinq courroies, une de celles-ci se brise. Le compresseur reste entraîné. Il y a une avarie mais pas de panne.

138.01

Pannes au moteur diesel.a) Bris.

Le moteur diesel est en panne s'il survient un bris au vilebrequin, à un piston, à une culasse, à une pompe d'injection, à la pompe à eau, à la pompe à huile, etc.

b) Irrégularités dans les circuits.

Le moteur diesel est aussi considéré comme étant en panne si la pression dans les circuits de graissage ou de combustible est nulle ou insuffisante.

Il en est de même si une défectuosité se présente au circuit d'admission d'air ou au groupe de refroidissement.

c) Fonctionnement des appareils de sécurité.

Lorsqu'un appareil de sécurité intervient, il en résulte, dans certains cas, un retard dans la remorque du train.

d) Irrégularités dans l'asservissement.

Des défectuosités peuvent survenir dans les électrovalves, les électro-aimants, les circuits d'asservissement élec-

triques, pneumatiques ou hydrauliques. Ces irrégularités donnent généralement naissance à des pannes.

138.02

### Pannes à la transmission.

#### a) Bris.

Des bris peuvent avoir lieu à la génératrice principale aux moteurs électriques, aux contacteurs, aux câbles ou à l'intérieur de la transmission mécanique ou hydraulique.

#### b) Irrégularités dans l'asservissement et les contrôles.

Les circuits d'asservissement et de contrôle sont souvent une source de pannes. Les difficultés dépendent de la complexité des circuits, ou (et) du manque de soin.

La manière dont les conducteurs desservent les engins de traction a également une influence.

#### c) Fonctionnement des appareils de sécurité.

Les appareils de sécurité interviennent lorsqu'une irrégularité de fonctionnement a lieu. Malgré l'intervention de la sécurité la situation anormale peut persister dans certains cas.

138.03

### Pannes à l'installation pneumatique.

#### a) Bris.

Il peut se produire un bris aux parties constitutives du compresseur, aux organes d'entraînement, aux circuits ou aux asservissements.

#### b) Irrégularités dans les circuits.

Dans les circuits pneumatiques, les soupapes de sûreté, les soupapes d'alimentation et les soupapes de fin réglage peuvent se dérégler.

Des fuites importantes peuvent se présenter aux appareils ou aux conduites.

Il peut se produire des calages d'organes constitutifs; Des membranes se fissent ou se détériorent.

138.04

### Pannes à la chaudière.

La chaudière et le préchauffeur sont considérés comme des auxiliaires indépendants. Les pannes connues, qui peuvent se présenter à ceux-ci, sont reprises dans un carnet de dépannage spécial.

Pannes diverses.

En dehors des pannes classiques, des avaries exceptionnelles et mêmes inconnues à ce jour, peuvent survenir.

On peut citer comme exemple :

- un bris d'essieu;
- un décalage de bandage de roue;
- une fissure d'un réservoir à bombustible;
- un calage d'une timonerie de frein ou d'un régulateur;
- une explosion dans le carter du moteur diesel ou à un endroit quelconque;
- un incendie dans la salle des machines, dans l'armoire électrique ou dans les moteurs de traction;
- un bris des boulons de fixation du moteur diesel ou de la génératrice principale.

Ces avaries, étant des cas spéciaux, doivent être suivies et étudiées de près pour tenter d'éviter que se présentent des pannes similaires.

---



LE DÉPANNAGE (suite).139.00 Carnet de dépannage.

Pour chaque type d'engin moteur, la Direction rédige un carnet de dépannage. Chaque conducteur est en possession de ceux qui concernent les véhicules qu'il dessert régulièrement. Il est évident que toutes les pannes pouvant se présenter, ne figurent pas dans ce livre.

Le sommaire des différents groupes de pannes constitue la page centrale du carnet de dépannage et indique les numéros de la page correspondante qui traite de ce cas.

En principe chaque panne est accompagnée d'un schéma.

139.01 Obligations du conducteur en cas de panne.

Lorsqu'une panne se présente, le conducteur en est avisé par un avertissement déterminé.

Après la constatation le conducteur doit se demander quelle peut être la cause de cet avertissement. Aussi longtemps que cette dernière n'est pas connue, il est difficile de se dépanner.

Dès que le conducteur présume les causes possibles, il commence à rechercher la panne.

Quand celle-ci est localisée, deux cas peuvent se présenter :

- la panne peut être levée, c'est-à-dire qu'on peut se dépanner;
- la panne persiste.

Dans ce dernier cas, deux possibilités existent :

- le conducteur peut continuer la remorque du train tout en donnant lieu à une certaine perte de temps sur l'horaire. De plus, des mesures de sécurité sont à prendre;
- le conducteur juge qu'il ne peut continuer et il se déclare en détresse. Le conducteur doit consulter son carnet de dépannage le plus souvent possible.

139.02 Utilisation du carnet de dépannage.

En principe chaque page contient les rubriques suivantes:

- A. Constatations.
- B. Causes possibles.
- C. Recherche de la panne.
- D. Dépannage.

Prenons un exemple concret. Supposons un arrêt intempestif du moteur diesel.

Dès l'arrêt du moteur, le conducteur doit faire le plus possible de constatations afin de classer la panne dans une certaine catégorie. Il sait que le moteur s'est arrêté. Cependant, il n'a pas entendu de bruits anormaux. Il n'a pas eu d'indications préalables c'est-à-dire lampes ou signaux acoustiques.

Après l'arrêt complet du moteur diesel, le conducteur entend la sonnerie ou constate l'allumage d'une ou de plusieurs lampes. Dans ce cas, il ne doit pas supposer que la cause de l'arrêt résulte d'un fusible fondu.

Il vérifie si l'appareil de survitesse n'est pas déclenché. Il constate ensuite que l'aiguille du manomètre de pression de gasoil indique 0 kg : cm<sup>2</sup>. A partir de ce moment, il sait quelle panne il doit consulter au sommaire. Il s'agit du "manque de pression de gasoil".

### 139.<sup>03</sup> Constatations.

Le sommaire du carnet de dépannage pose la question suivante : "Le moteur de la pompe à combustible tourne-t-il ?"

Nous supposons que le moteur de la pompe à combustible tourne. En consultant la page indiquée, on y trouve : "en plaçant l'interrupteur intéressé dans la position prévue, le moteur de la pompe tourne mais la pression de gasoil est nulle ou insuffisante".

Par la comparaison du texte et des constatations faites on en déduit que l'on suit le bon chemin.

Quelles sont maintenant les causes possibles ?

### 139.<sup>04</sup> Causes possibles.

La rubrique B de la même page signale :

1. manque de gasoil dans le réservoir;
2. accouplement avarié entre le moteur électrique et la pompe à combustible;
3. aspiration d'air par la pompe entre celle-ci et le réservoir;
4. fuite de gasoil à la tuyauterie entre la pompe à combustible et les pompes d'injection;
5. dérèglement d'une des soupapes de sûreté;
6. obstruction d'un filtre.

139.<sup>0</sup>5Recherche de la panne.

Il faut rechercher la panne dans un ordre chronologique. Par conséquent, on agit comme ci-après :

- 1 vérifier le niveau de combustible dans le réservoir;
- 2 arrêter le moteur électrique et contrôler manuellement si la pompe à combustible est encore raccordée;
3. rechercher, après avoir arrêté la pompe, les fuites éventuelles à la conduite d'aspiration;
4. rechercher, la pompe tournant, les fuites à la conduite de refoulement;
- 5-6 ces points sont difficiles à constater et doivent être considérés comme possibles.

139.<sup>0</sup>6Dépannage.

4. Un conducteur soigneux ne tombe pas sans combustible sauf s'il se présente une avarie au réservoir.
2. Lorsque l'accouplement entre le moteur électrique et la pompe à combustible ne peut être réparé, il faut enlever le pivot du servo d'arrêt. Ensuite, il faut lancer le moteur diesel et essayer d'atteindre un endroit où le remplacement de la locomotive est possible.
- 3-4. Essayer de comater les fuites.
5. Frapper légèrement les soupapes de sûreté avec le manche du marteau tandis que la pompe tourne.
6. Enlever l'élément du filtre fin et replacer le couvercle avec soin.

Remarque. Le dépannage n° 3 ne peut être efficace que si les conduites<sup>s</sup> de combustible sont suffisamment étanches et si les filtres offrent peu de résistance au passage du combustible.



QUESTIONNAIRE.

- 137.00.1 Quelle est la définition du mot "panne" ?
- 137.00.2 Existe-t-il un service de dépannage à la traction diesel ?  
Quelle est la manière efficace pour se dépanner ?
- 137.01.1 Quand considère-t-on un engin diesel impliqué dans un "incident" ?
- 137.01.1 Quand considère-t-on un engin diesel en détresse ?
- 137.02.1 Quelles sont les phénomènes qui accompagnent généralement une irrégularité sur un engin diesel ?
- 137.03.1 De quoi dépend la durée du dépannage dans la plupart des cas ?
- 137.04.1 De quelle façon favorable, le conducteur peut-il déceler une panne ?

\* \* \*

- 138.00.1 Comment peut-on grouper les différentes pannes possibles d'un engin diesel ?
- 138.01.1 Quelles sont les pannes qui peuvent se présenter au moteur diesel ?
- 138.02.1 Quelles sont les pannes qui peuvent se présenter à la transmission ?
- 138.03.1 Quelles sont les pannes qui peuvent se présenter à l'installation pneumatique ?
- 138.05.1 Quelles sont les pannes diverses pouvant éventuellement se présenter ?

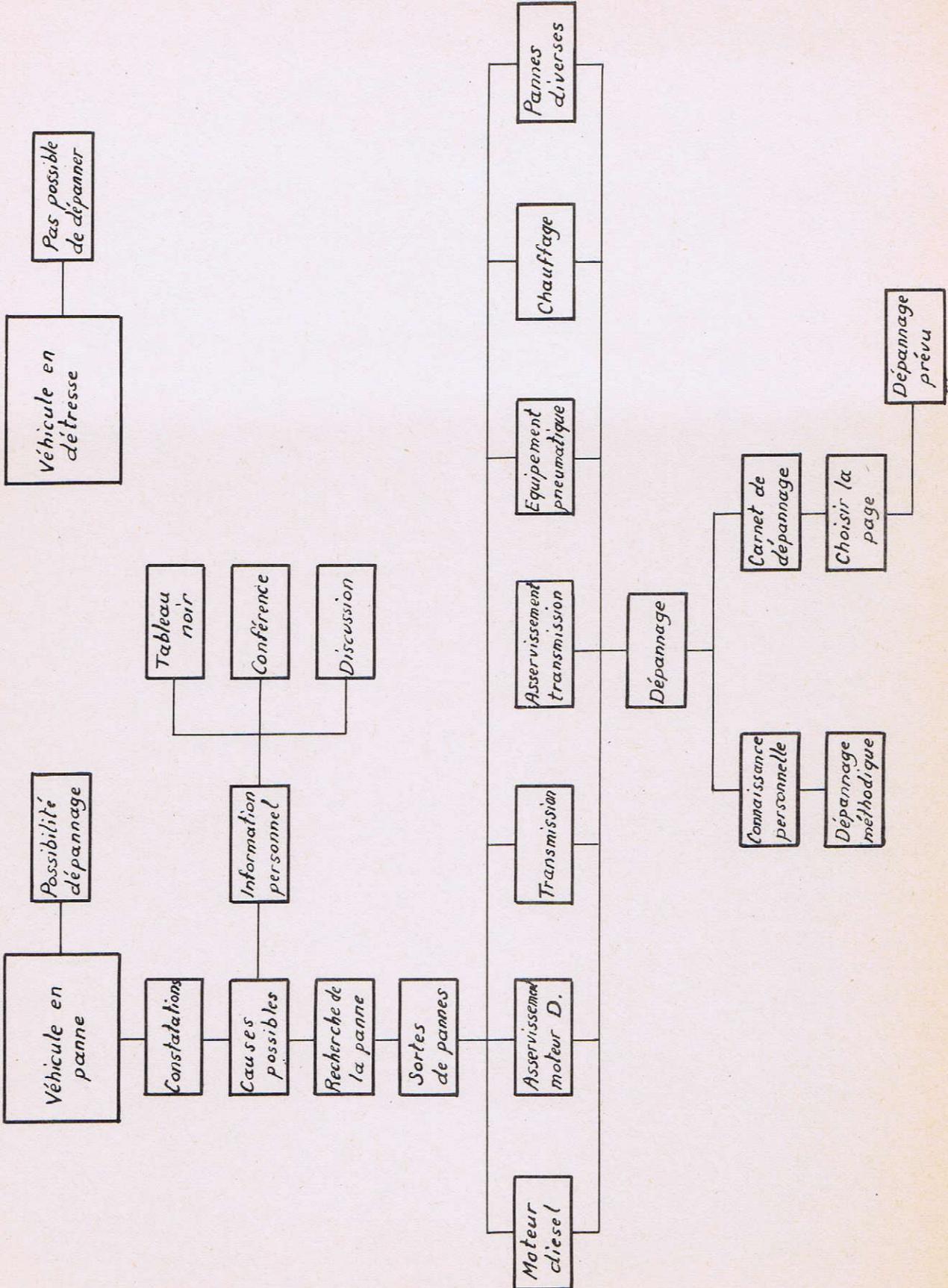
\* \* \*

- 139.00.1 Comment le carnet de dépannage d'un engin diesel est-il réalisé ?
- 139.01.1 Quelles sont les opérations à effectuer par le conducteur lors d'une panne à son engin de traction ?
- 139.02.1 Quelles sont les rubriques différentes se trouvant sur chaque page du carnet de dépannage ?
- 139.02.2 Comment le conducteur opère-t-il lors d'un arrêt intempestif du moteur diesel en cours de route ?  
Expliquez l'ordre chronologique des opérations à effectuer.

- 139.03.1 Comment le conducteur trouve-t-il dans le carnet de dépannage, le groupe et la page sur lesquels il doit se baser pour se dépanner ?
- 139.04.1 Quelles sont les causes possibles lorsque la pression de gasoil indiquée par le manomètre est nulle ou insuffisante ?
- 139.05.1 Quelle est la manière efficace pour la recherche de la panne si les causes possibles sont connues ?
- 139.06.1 Est-il possible de faire tourner le moteur diesel alors que la pompe à combustible ne fonctionne plus ?

\*  
\* \* \*

Cours 122.50  
140e leçon





CHAUFFAGE ELECTRIQUE SUR LIGNE NON ELECTRIFIEE.

141.00 Généralités.

Les voitures constituant les rames à chauffer étant équipées de radiateurs électriques pour le chauffage, il n'était pas rentable de maintenir en service un deuxième type de chauffage tel que le chauffage vapeur.

De plus, le matériel de ce chauffage (chaudière, conduite, demi accouplement) allait, vu sa longévité, imposer un entretien onéreux voir même son remplacement.

Ce qui a surtout influencé par ce type de chauffage, c'est le fait que la plupart des pays limitrophes n'utilisent plus le chauffage vapeur.

Leurs voitures, circulant sur notre réseau sont dépourvues de l'appareillage nécessaire. Afin de pouvoir assurer le chauffage de ces trains sur les lignes non électrifiées il a été prévu:

- dans un premier temps, le groupe électrogène installé dans un bagage et appelé "fourgon de chauffage".
- dans un deuxième temps, dééquiper les locomotives, diesel-électriques d'un dispositif permettant le chauffage électrique. Ces locomotives sont reconnaissables à la bande bleue horizontale tracée sur la caisse.

141.01 Fourgons générateurs de courant (fig. 141.01.1).

Les fourgons générateurs de courant, prévus, uniquement pour le chauffage électrique des rames voyageurs sont équipés d'un groupe moteur Diesel-alternateur. Ils sont conçus pour pouvoir chauffer une rame de 10 à 12 voitures.

Le moteur "MAYBACH" entraîne un alternateur principal (418 KW) et un alternateur auxiliaires incorporé.

La puissance électrique est fournie par l'alternateur principal sous forme de courant triphasé.

Le courant redressé au moyen de diodes alimente le circuit de chauffage des voitures sous une tension comprise entre 2.200 et 3.600 Volts ; le retour du courant s'effectue par le rail. Ce courant de retour par le rail pose deux problèmes à savoir :

- Perturbation des circuits de voie, si ceux-ci sont à courant de continu
- En cas d'avarie dans le groupe de diodes, une composante alternative importante apparaît dans le courant de chauffage. Cette composante peut perturber les circuits de voie à courant alternatif et il faut donc couper le chauffage électrique dès que cette composante alternative apparaît.

2.

Pour parer à ces problèmes il a été prévu :

1e cas :

de n'autoriser la circulation des fourgons de chauffage en service que sur certaines lignes.

2e cas :

Des dispositifs de protection sont prévus et doivent surveiller les défauts de :

- a) diode avariée (coupure)
- b) disconnection dans le câblage
- c) disparition d'une phase

En principe, le fourgon n'est pas accompagné. Le conducteur de la locomotive effectue les manoeuvres de démarrage et d'arrêt du groupe. Aucun contrôle de fonctionnement du groupe n'est prévu sur la locomotive.

#### 141.02 Fonctionnement du groupe Diesel-générateur.

Le chauffage électrique ne peut être établi qu'après que la température de l'eau de refroidissement du moteur ait atteint 40°C (extinction de la lampe rouge HEL).

Après avoir disposé la boîte à clé comme prévu l'interrupteur de chauffage à la boîte Faiveley est fermé, la lampe HAL s'éteint et la lampe jaune HL s'allume, le moteur augmente de vitesse du fait de l'excitation des solénoïdes du régulateur de vitesse et la tension de l'alternateur principal s'élève. Le relais de tension HVR enclenche à 3200 Volts. Le contacteur de protection des diodes DPR est fermé et le relais HC est excité et :

- ferme un contact (HC) sur le circuit d'alimentation de la rame ;
- ouvre un contact qui éteint la lampe jaune à la boîte à clés (chauffage en service)
- ferme un contact sur le circuit d'allumage des lampes extérieures HL 1-2-3-4 qui s'allument, prévenant ainsi les agents de la mise en service du chauffage.

La génératrice principale alimente le train avec une intensité de  $\pm 10$  A par voiture et la tension descend à 3000 Volt.

Le régulateur de charge OLR, commandé par le régulateur Woodward, qui en fonction du débit d'injection modifie la valeur de la résistance W9 ( $0\Omega - 15\Omega$ ). Celle-ci est insérée dans le circuit d'excitation de l'alternateur et règle l'excitation en fonction de l'énergie demandée par les thermostats des voitures.

### 141.03 Chauffage électrique des trains.

Un alternateur MA à 3 enroulements triphases-étoile, a été monté en lieu et place de l'alternateur GM d'origine. Deux enroulements HT servent au chauffage et donne chacun une tension nominale de 1112,5 Volts entre phases. Un contacteur HC hexapolaire connecte ces enroulements à deux ponts de Graetz HD qui donnent chacun  $1112,5 \times 1,35 = 1500$  V. Un commutateur à barettes HVS permet de coupler les deux redresseurs en série pour sortir 3000 V ou en parallèle pour 1500 V. Une boîte à clés ESC met la ligne chauffage à la terre quand on ne s'en sert pas.

Le 3e enroulement BT, alimente les ventilateurs TMB1 des moteurs de traction (6 x 3,68 Kw) et les ventilateurs EB1 de l'eau de refroidissement du moteur Diesel (2 x 18,4 Kw) via des contacteurs TMBC, EBC1 et 2 et des régulateurs à thyristors TMBD, EBD1 et 2.

L'excitation de l'alternateur est assurée par la batterie 75 V et la génératrice auxiliaire AG via les fusibles FU1 et FU3, les diodes V6 et V 36, le contacteur ABFC et la résistance ABFRS ou par un pont redresseur semi-commande AFD connecté au réseau alternatif BT par un contacteur ASFC et des fusibles ultra-rapides AFFu.

Des selfs AFS1 les protègent.

Des protections détectent et neutralisent :

1. des surcharges en courant de chaque enroulement HT (MCR 1 à 4) ou de chaque groupe ventilateurs (MCR 5 à 10) ;
2. des contacts accidentels entre HT et BT alternative (GR 2) ou HT et BT continue 75 V (GR 1) ;
3. des tensions de chauffage non conformes : moins de 2500 V (VTs) ou plus de 3400 V (HVR) ;
4. des coupures de phases ou avarie de diodes HT (VTs) ;
5. un déséquilibre des courants de chaque pont en 1500 V (CTs 1 et 2).

Le fonctionnement des thyristors est entièrement contrôlé par un équipement électronique.

### 141.04 Utilisation de la boîte à clés.

A la face latérale de l'armoire électrique chauffage (côté droit), se trouve la boîte à clés.

La clé 4 n'est pas utilisée par le conducteur de traction Diesel. Une manette HLS (5) peut occuper deux positions.

- 1) Elle reste placée et plombée en position verticale. Elle n'est manoeuvrée que par le service d'entretien avant l'ouverture de l'armoire haute tension.

La position inclinée vers la gauche empêche le lancement ou provoque la mise à l'arrêt du M.D. aux fourgons de chauffage cette poignée se trouve toujours inclinée vers la gauche.

- 2) Quatre clés (51) qui peuvent occuper deux positions :
- inclinée à 135°, position verrouillée qu'elles doivent occuper ;
  - horizontale, pour l'enlèvement éventuel lorsqu'elles sont utilisées pour l'ouverture des portes.
- 3) Une clé de chauffage HAS, type RIC, qui permet l'asservissement du chauffage par le conducteur. Elle peut occuper trois positions :
- HORS, pour enlèvement de la clé lorsque le chauffage est coupé et avec le sectionneur ECS fermé ;
- 0, coupure du chauffage, la lampe verte HAL est allumée ;
- EN, mise en service du chauffage par le conducteur.  
 Cette manoeuvre n'est possible qu'après le déplacement de la manette ESC sur la position "chauffage en service".
- 4) La manette ESC de commande du sectionneur qui peut occuper deux positions :
- chauffage à la terre : le sectionneur est en position fermée pour la mise à la terre du circuit de chauffage et le verrouillage de la clé HAS ;
- chauffage en service : sectionneur ouvert, la clé HAS peut être placée sur la position EN pour la mise en service du chauffage électrique.  
 La fermeture d'un contact auxiliaire provoque l'accélération du M.D. à 435 t/m.

#### 141.05 Opération de mise en service du chauffage électrique.

1. Accouplement de la locomotive à la rame :
- le chauffage ne peut pas être en service ;
  - la clé HAS (RIC) de la boîte à clés doit être remise à l'agent de l'exploitation chargé de l'accouplement. Ce dernier la remet au conducteur après terminaison des opérations.
2. Mise en service du chauffage :
- remettre la clé HAS en place et l'amener en position "0". La lampe verte HAL s'allume ;
  - les interrupteurs "Chauffage" des boîtes Faiveley qui sont raccordés en série doivent être fermés ;

- ouvrir le sectionneur ESC en amenant la manette sur la position "chauffage en service".

Le moteur Diesel accélère à 435t/mm excitation du solénoïde CV dans le régulateur WW.

- placer la clé HAS en position "EN". La lampe verte s'éteint. Le processus de mise en service du chauffage s'effectue.

A partir de ce moment la tension indiquée au voltmètre atteint  $\pm 3000$  Volts. L'ampèremètre indique une valeur de courant en fonction du nombre de voitures à chauffer.

### 3. Coupure du chauffage à partir de la cabine de conduite.

Il est possible en cours de route ou avant l'arrivée du train au terminus de couper le chauffage à partir de la cabine en ouvrant l'interrupteur à la boîte Faiveley.

Le chauffage peut ensuite être remis en service par simple fermeture de l'interrupteur ouvert.

### 4. Coupure du chauffage :

- placer la clé HAS en position "0", la lampe verte s'allume ;
- fermer le sectionneur ESC en plaçant la manette sur la position "chauffage à la terre".

Le moteur Diesel revient au ralenti ;

- amener la clé HAS sur la position "HORS".

### 5. Découplément de la locomotive ou modification de la composition de la rame.

- placer la clé HAS sur HORS, l'enlever et le remettre au manoeuvre chargé du découplément de la locomotive ou dans la rame ;
- après les opérations, remettre la clé HAS en place à la boîte à clés.

### Opérations à effectuer dans le cas d'utilisation d'un fourgon chauffage.

Les opérations à effectuer en cas d'utilisation d'un fourgon de chauffage sont pratiquement les mêmes que celles décrites ci-avant pour les locomotives.

- diriger le tromblon vers le foyer à éteindre en s'en approchant aussi près que possible dans les limites de la sécurité; tenir le tromblon par la poignée prévue;
- appuyer à fond et brusquement sur le levier, de façon à faciliter l'échappement de l'anhydride carbonique à l'état liquide. Une ouverture très faible facilite la formation de particules de neige carbonique qui obstruent l'échappement;
- attaquer directement la base des flammes.

Lorsque la vanne est ouverte, l'anhydride carbonique se détend dans le tromblon et reprend partiellement sa forme gazeuse. Il donne aussi naissance à de l'anhydride carbonique solide (neige) très froid, dont la température est d'environ  $70^{\circ}$  C sous zéro à la pression atmosphérique.

Cet appareil a une action extinctrice puissante et il convient pour les différentes catégories de feux. Le gaz et la neige carbonique ne sont pas conducteurs de l'électricité. Ils ne causent pas de dégâts au matériel. Ils ne sont ni toxiques, ni dangereux pour ceux qui les utilisent.

Les extincteurs à anhydride carbonique ( $\text{CO}_2$ ) sont insensibles à la gelée. Par contre, il faut éviter de les exposer à des températures trop élevées (plus de  $35^{\circ}$  C).

Après l'utilisation de l'appareil, celui-ci doit être remplacé.

#### 143.03 Action de l'extincteur à anhydride carbonique sur l'incendie.

La formation de la neige carbonique à très basse température, facilite l'approche du foyer d'incendie.

L'extinction est provoquée par trois effets distincts :

- une action de souffle;
- une action d'étouffement, l'atmosphère devenant inapte à maintenir la combustion;
- une action de réfrigération.

#### 143.04 Extincteur à poudre (fig. 143.04.1).

Cet appareil consiste en un réservoir (1) rempli d'une poudre (2) très fine à base de bicarbonate de soude.

L'expulsion de la poudre est provoquée par la mise sous pression du réservoir au moyen d'anhydride carbonique ( $\text{CO}_2$ ).

Généralités.

142.00

La combustion ne peut se produire qu'à partir d'une certaine température propre à chaque corps. Elle ne peut se poursuivre que s'il y a un apport suffisant d'oxygène.

La température de combustion est moins élevée avec l'air qu'avec de l'oxygène pur. Cette température peut devenir insuffisante si, par un moyen quelconque, on diminue la quantité d'oxygène.

Pour éteindre un incendie, on peut :

- abaisser la température des corps qui brûlent;
- priver ces corps d'air (étouffement);
- réduire l'influence de l'oxygène par l'apport d'un gaz inerte.

Tous les moyens d'extinction sont basés sur un de ces trois principes ou sur leur combinaison.

Les incendies peuvent être classés en plusieurs catégories :

- feux de bois, de papier ou de déchets organiques;
- feux de matières grasses ou de liquides combustibles plus ou moins volatils;
- feux dans les appareils électriques;
- feux aux engins diesel.

Obligations du conducteur.

142.01

Dès qu'un incendie se déclare, le conducteur doit le combattre sans tarder. Eventuellement, il fait appel aux pompiers (tf 900).

Le conducteur d'un engin diesel doit être particulièrement attentif au danger d'incendie.

Il doit avoir une connaissance parfaite du maniement des différents types d'extincteurs équipant l'engin qu'il dessert. Il doit aussi connaître l'emplacement occupé par ces appareils,

En cas de début d'incendie, le train doit être arrêté à un endroit où il n'y a aucun danger d'extension (en dehors des stations, des formations ou des ateliers). Décrocher ensuite la locomotive et l'éloigner du train. Serrer le frein et arrêter la M.D. Le conducteur ouvre alors le sectionneur ou contacteur de batterie afin d'éviter l'alimentation des circuits basse tension.

A sa prise de service, le conducteur doit vérifier la présence des extincteurs et s'assurer que les plombs sont intacts.



attend la première rentrée à l'atelier pour demander une visite approfondie.

Dans tous les cas où un extincteur a été utilisé, le remplacement doit en être assuré dans les délais les plus courts, éventuellement lors du passage dans le premier atelier atteint.

---

En outre, il vérifie si les appareils sont bien étanches. La non étanchéité se décèle par la présence éventuelle d'un peu de neige carbonique à l'intérieur du tromblon.

Chaque fois qu'un conducteur constate une anomalie à un extincteur (déplombé ou fuite) il demande soit le remplacement de l'appareil soit un contrôle de celui-ci.

#### Précautions à prendre pour éviter les incendies.

142.02

En vue de diminuer les risques d'incendie, il est prescrit au conducteur de prendre les mesures ci-après :

- maintenir les cabines de conduite et la salle des machines en parfait état de propreté;
- utiliser pour le nettoyage des lavettes ou des chiffons et ne pas les laisser traîner partout. Eliminer ceux qui sont imprégnés d'huile ou de gasoil;
- s'assurer de l'étanchéité des conduites de combustible et d'huile. Si un chiffon doit être laissé en place pour absorber la fuite, il faut le fixer afin qu'il ne soit pas entraîné par les pièces tournantes;
- ne pas employer d'essence pour le nettoyage. Ce produit est très volatil et constitue une source d'explosion et d'incendie;
- ne pas fumer dans la salle des machines ou sous le capot moteur;
- utiliser la torche électrique pour s'éclairer lors de la visite de la locomotive;
- ne pas remplacer les fusibles défectueux par des moyens de fortune mais bien par ceux qui sont en réserve;
- ne pas stationner aux environs immédiats d'une source de chaleur à feu ouvert;
- ne pas laisser couler le gasoil le long de la caisse lors de l'approvisionnement du réservoir.

#### Mesures à prendre après l'extinction de l'incendie.

142.03

La lutte contre le feu n'est considérée comme terminée que lorsque l'on a l'assurance qu'il n'y a plus de danger de reprise.

En ce qui concerne la continuation du service, le conducteur se référera à l'avis du contremaître diesel de l'atelier d'attache ou du plus proche.

S'il s'agit d'un incendie superficiel, n'ayant atteint aucun organe essentiel, le conducteur continue le service et

LES MESURES A PRENDRE CONTRE L'INCENDIE (suite)

143.00 Moyens d'extinction en général.

Dans la plupart des cas, l'eau est le meilleur liquide extingueur d'incendie. Cependant, il faut pouvoir disposer de la quantité suffisante à l'endroit où elle est nécessaire.

Il faut aussi savoir comment s'en servir pour obtenir les meilleurs résultats.

L'eau peut être utilisée de différentes façons pour lutter contre l'incendie, c'est-à-dire au moyen :

- d'un seau;
- d'une bouche d'alimentation en eau sous pression;

En plus des extincteurs placés dans les cabines de conduite, on dispose également du sable se trouvant sur la locomotive. On peut aussi utiliser toute matière, non combustible, qui peut étouffer l'incendie (terre, cendrées, mousse, laitier, etc.).

L'emploi de sable ou de cendrées est bien indiqué dans le cas où le liquide enflammé s'écoule en nappe peu épaisse sur le sol.

Les extincteurs pouvant être utilisés contre l'incendie sont d'une grande diversité. On parlera ci-après de ceux qui sont en usage sur nos locomotives.

143.01 Précautions à prendre lors de l'utilisations d'eau comme moyen d'extinction à proximité d'installations électriques.

Il est autorisé d'utiliser de l'eau pulvérisée à proximité d'installations électriques sous tension à condition de respecter les prescriptions de sécurité prévues.

143.02 Extincteur à anhydride carbonique (fig. 143.02.1).

Cet appareil contient de l'anhydride carbonique (CO<sub>2</sub>) liquéfié emmagasiné sous forte pression dans une bonbonne (1) (65 kg : cm<sup>2</sup> à 15° C). Cette bonbonne est fermée par une vanne à levier (2). Un cône diffuseur (3) appelé "tromblon" est relié à la bonbonne par un boyau (4).

Pour utiliser l'extincteur, il faut :

- décrocher l'appareil;
- déplomber et enlever la sécurité du levier;



143.04

Ce dernier se trouve à l'état gazeux dans un petit récipient (3) se trouvant à l'intérieur du réservoir et est libéré par l'enfoncement du percuteur (6).

Un boyau flexible (4), se terminant par un diffuseur (5) avec gâchette, est raccordé au réservoir. A la partie supérieure de l'extincteur se trouve une soupape de sûreté.

Pour utiliser l'appareil il faut :

- enlever l'extincteur de son support;
- déplomber l'appareil et enlever la sécurité du percuteur (6)
- devant le feu, prendre en main la gâchette du diffuseur;
- enfoncer le percuteur et appuyer sur la gâchette;
- attaquer le feu à la base des flammes.

La gâchette peut être relâchée pour arrêter le jet.

On maintient ainsi une réserve du mélange poudre-CO<sub>2</sub>, pouvant être utilisé en cas de reprise éventuelle de l'incendie.

Il convient de faire renouveler la charge de CO<sub>2</sub> et de poudre, le plus tôt possible.

Il ne faut jamais toucher à la soupape de sûreté. Ces extincteurs conviennent pour toutes les catégories de feux. Ils sont insensibles à la gelée. Ils n'ont aucun effet corrosif.

143.05

#### Action de l'extincteur à poudre sur l'incendie.

L'action extinctrice de l'appareil est provoquée par :

- l'effet de souffle;
- la projection violente de la poudre sur la matière combustible;
- la projection d'anhydride carbonique;
- le refroidissement résultant de la décomposition, au contact de la flamme, du bicarbonate de soude en carbonate et en anhydride carbonique.

143.04

Ce dernier se trouve à l'état gazeux dans un petit récipient (3) se trouvant à l'intérieur du réservoir et est libéré par l'enfoncement du percuteur (6).

Un boyau flexible (4), se terminant par un diffuseur (5) avec gâchette, est raccordé au réservoir. A la partie supérieure de l'extincteur se trouve une soupape de sûreté.

Pour utiliser l'appareil il faut :

- enlever l'extincteur de son support;
- déplomber l'appareil et enlever la sécurité du percuteur (6)
- devant le feu, prendre en main la gâchette du diffuseur;
- enfoncer le percuteur et appuyer sur la gâchette;
- attaquer le feu à la base des flammes.

La gâchette peut être relâchée pour arrêter le jet.

On maintient ainsi une réserve du mélange poudre-CO<sub>2</sub>, pouvant être utilisé en cas de reprise éventuelle de l'incendie.

Il convient de faire renouveler la charge de CO<sub>2</sub> et de poudre, le plus tôt possible.

Il ne faut jamais toucher à la soupape de sûreté. Ces extincteurs conviennent pour toutes les catégories de feux. Ils sont insensibles à la gelée. Ils n'ont aucun effet corrosif.

143.05

#### Action de l'extincteur à poudre sur l'incendie.

L'action extinctrice de l'appareil est provoquée par :

- l'effet de souffle;
- la projection violente de la poudre sur la matière combustible;
- la projection d'anhydride carbonique;
- le refroidissement résultant de la décomposition, au contact de la flamme, du bicarbonate de soude en carbonate et en anhydride carbonique.

QUESTIONNAIRE.

- 141.0.1 Quelles sont les conditions qui doivent être remplies pour donner naissance à une combustion ?
- 141.0.2 Comment peut-on éteindre un incendie ?
- 141.0.3 Comment peut-on classer les catégories d'incendie ?
- 141.1.1 Quelles sont les obligations du conducteur en ce qui concerne le service d'incendie ?
- 141.2.1 Quelles sont les précautions à prendre pour éviter les incendies ?
- 141.3.1 Quelles sont les mesures à prendre après l'extinction de l'incendie ?
- +  
+ +
- 142.0.1 Quels sont les moyens d'extinction pouvant être utilisés pour lutter contre l'incendie ?
- 142.1.1 Expliquez la constitution et le fonctionnement de l'extincteur à anhydride carbonique.
- 142.1.2 Comment utilise-t-on l'extincteur à anhydride carbonique ?
- 142.1.3 L'extincteur à anhydride carbonique convient-il pour toutes les catégories de feux ?  
Est-il sensible au gel et aux températures élevées ?
- 142.2.1 Quels sont les effets de l'anhydride carbonique sur l'incendie ?
- 142.3.1 Expliquez la constitution et le fonctionnement de l'extincteur à poudre.
- 142.3.2. L'extincteur à poudre est-il sensible à la gelée ?  
Comment l'utilise-t-on ?
- 142.4.1 Quelle est l'action de l'extincteur à poudre sur l'incendie ?
- +  
+ +
- 143.0.1 Expliquez la constitution et le fonctionnement de l'extincteur à eau pulvérisée.
- 143.0.2 Comment utilise-t-on l'extincteur à eau pulvérisée ?
- 143.1.1. Quels sont les effets de l'extincteur à eau pulvérisée sur l'incendie ?
- 143.2.1 Des précautions sont-elles à prendre pour utiliser les extincteurs à eau pulvérisée ou la pompe à incendie à proximité des installations électriques sous tension ?
- + + +  
+ + +

QUESTIONNAIRE.

- 141.0.1 Quelles sont les conditions qui doivent être remplies pour donner naissance à une combustion ?
- 141.0.2 Comment peut-on éteindre un incendie ?
- 141.0.3 Comment peut-on classer les catégories d'incendie ?
- 141.1.1 Quelles sont les obligations du conducteur en ce qui concerne le service d'incendie ?
- 141.2.1 Quelles sont les précautions à prendre pour éviter les incendies
- 141.3.1 Quelles sont les mesures à prendre après l'extinction de l'incendie ?
- +  
+ +
- 142.0.1 Quels sont les moyens d'extinction pouvant être utilisés pour lutter contre l'incendie ?
- 142.1.1 Expliquez la constitution et le fonctionnement de l'extincteur à anhydride carbonique.
- 142.1.2 Comment utilise-t-on l'extincteur à anhydride carbonique ?
- 142.1.3 L'extincteur à anhydride carbonique convient-il pour toutes les catégories de feux ?  
Est-il sensible au gel et aux températures élevées ?
- 142.2.1 Quels sont les effets de l'anhydride carbonique sur l'incendie ?
- 142.3.1 Expliquez la constitution et le fonctionnement de l'extincteur à poudre.
- 142.3.2. L'extincteur à poudre est-il sensible à la gelée ?  
Comment l'utilise-t-on ?
- 142.4.1 Quelle est l'action de l'extincteur à poudre sur l'incendie ?
- +  
+ +
- 143.0.1 Expliquez la constitution et le fonctionnement de l'extincteur à eau pulvérisée.
- 143.0.2 Comment utilise-t-on l'extincteur à eau pulvérisée ?
- 143.1.1. Quels sont les effets de l'extincteur à eau pulvérisée sur l'incendie ?
- 143.2.1 Des précautions sont-elles à prendre pour utiliser les extincteurs à eau pulvérisée ou la pompe à incendie à proximité des installations électriques sous tension ?
- + + +



Imprimerie Centrale SNCB  
— rue des Deux Gares 128 —  
— 1070 BRUXELLES —  
791102.5.79 (800)