

SOCIETE NATIONALE
DES
CHEMINS DE FER

Livret HLT
Fascicule 12
Chapitre XII

LOCOMOTIVE ELECTRIQUE
Co-Co Série 20

PREMIERE PARTIE : DESCRIPTION DE LA LOCOMOTIVE
DEUXIEME PARTIE : FONCTIONNEMENT DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE

Direction du Matériel
Bureau M. 24-01





SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES

Direction du Matériel
Bureau 24-01 E
Section 8

Bruxelles, le 24 mars 1980.

AVIS 2 M.

(Distribution prévue pour le livret HLT,
fascicule 12)

Liste-type n° 5

LIVRET DES INSTRUCTIONS CONCERNANT LE SERVICE DES CONDUCTEURS
DE TRACTION DIESEL ET DE TRACTION ELECTRIQUE.

La réglementation en annexe comprend les nouvelles instructions relatives aux locomotives électriques Co-Co série 20 et constitue les 1ère et 2ème parties du chapitre XII du fascicule 12 du livret HLT relatif à ces locomotives.

Cette réglementation est d'application immédiate et doit être distribuée, dès sa parution, contre décharge sur D 24 au personnel intéressé.

Le Directeur: M,

J. NERUEZ



OFFICE OF THE SECRETARY OF THE ARMY
WASHINGTON, D.C. 20315

DATE: 10/10/68
BY: [Signature]

10/10/68

MEMORANDUM FOR THE SECRETARY OF THE ARMY
SUBJECT: [Illegible]

[Several paragraphs of illegible typed text]

10/10/68

[Handwritten signature]

10/10/68

LOCOMOTIVE ELECTRIQUE Co-Co SERIE 20.Table des matières.1re PARTIE - DESCRIPTION DE LA LOCOMOTIVE.

	<u>Pages</u>
A. <u>Généralités.</u>	
1. Caractéristiques principales.	I 1
2. Caractéristiques électriques.	I 1
B. <u>Description de la partie mécanique.</u>	
3. Bogies.	I 2
3.1. Châssis de bogie.	I 2
3.2. Essieux.	I 3
3.3. Boîte d'essieu et suspension primaire.	I 3
3.4. Suspension secondaire.	I 3
3.5. Disposition des moteurs de traction.	I 4
4. Transmission.	I 4
4.1. Entraînement des essieux. Transmission	I 4
5. Caisse.	I 4
5.1. Entraînement de la caisse.	I 4
5.2. Châssis.	I 5
5.3. Faces latérales et toiture.	I 5
5.4. Appareils de choc et traction.	I 5
6. Ventilation.	I 5
7. Installation à air comprimé	I 5
8. Frein.	I 6
C. <u>Equipement électrique.</u>	I 7
9. Description des circuits de puissance à 3 kV	I 7
10. Description des circuits auxiliaires à 3 kV protégés par le DUR	I 8
11. Description des circuits auxiliaires à 380 v.	I 9
12. Description des circuits basse tension	I 10

D. <u>Description de l'appareillage.</u>	I 11
13. Pantographes.	I 11
14. Disjoncteur ultra-rapide - DUR.	I 12
15. Moteurs de traction.	I 15
16. Résistances de freinage.	I 16
17. Manipulateur.	I 17
18. Contacteurs haute tension.	I 19
18.1. Contacteurs électropneumatiques KP 38.	I 19
18.2. Contacteurs électromagnétiques KM 315 - KM 306	I 20
19. Inverseur de marche et commutateur 1,5/3 kV du groupe moteur alternateur 2 CT 200.	I 20
20. Sectionneurs.	I 21
20.1. Sectionneurs éliminateurs des moteurs de traction.	I 21
20.2. Sectionneurs éliminateurs des hacheurs.	I 21
20.3. Sectionneurs éliminateurs des pantographes	I 22
21. Appareillage de coupure triphasé.	I 22
21.1. Contacteurs type W 2 S 139	I 22
21.2. Contacteurs type KT 4	I 23
21.3. Contacteurs type KT 2	I 23
21.4. Disjoncteurs magnétothermiques	I 23
22. Type de relais.	I 23
22.1. Le relais de tension nulle RTN.	I 23
22.2. Les relais de protection et d'asservis- sement.	I 24
23. Description des différents types de relais.	I 27
23.1. Relais type Q.	I 27
23.2. Relais type RASZ.	I 28
23.3. Relais RASZ temporisé à l'enclenchement.	I 28
23.4. Relais Q 72 - W 50	I 29
23.5. Relais temporisé au déclenchement type CA1 CR 103.	I 29
23.6. Relais industriels type CA 2 - F	I 29
24. Contacteur W 300	I 30

25. Le Control-Switch.	I 31
26. Le déclencheur rapide du DUR - D.R. DUR.	I 31
27. Le capteur de vitesse.	I 32
28. La batterie et chargeur de batterie.	I 33
28.1. Chargeur de batterie.	I 33
E. <u>Protection du personnel.</u>	I 34
29. Dispositif de veille automatique.	
29.1. Description.	I 34
29.2. Préparation et conduite de la locomotive.	I 35
29.3. Remarques.	I 36
30. Dispositif de sécurité.	I 36
30.1. Robinet à 3 voies.	I 36
30.2. Dispositif de mise à la terre.	I 37
30.3. Boîte à clés.	I 39
30.4. Conclusions.	I 40
30.5. Accès aux coupleurs de chauffage	I 41
30.6. Remarque importante.	I 42

IIe PARTIE - FONCTIONNEMENT DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE.

A. <u>Circuit de puissance en traction.</u>	II 1
31. Thyristors.	II 1
31.1. Généralités.	II 1
31.2. Courbes caractéristiques d'un thyristor.	II 1
31.3. Limitation du thyristor.	II 2
31.4. Groupement de thyristors.	II 3
32. Le hacheur.	II 4
32.1. Schéma de puissance de principe.	II 4
32.2. Rôle du filtre d'entrée.	II 5
32.3. Fonctionnement du hacheur.	II 6
32.4. Choix de la fréquence pilote.	II 8

33. Démarrage de la locomotive.	II 8
33.1. Manipulateur en position manoeuvre.	II 8
33.2. Manipulateur sur position 1 à 16.	II 8
34. Inverseur de sens de marche.	II 9
35. Elimination des moteurs de traction.	II 9
36. Elimination des hacheurs.	II 10
B. <u>Circuit de puissance en freinage.</u>	II 10
37. Freinage rhéostatique.	II 10
C. <u>Dispositions en vue d'augmenter la capacité de traction.</u>	II 11
38. Disposition mécanique.	II 11
39. Dispositions électriques.	II 11
39.1. Compensation électrique du cabrage de caisse.	II 11
39.2. Commande du démarrage par hacheur.	II 11
39.3. Enrayage ultra-rapide du patinage.	II 12
D. <u>Circuits auxiliaires à 3 kV.</u>	II 12
40. Groupe moteur-alternateur.	II 12
41. Chauffage de la locomotive.	II 13
42. Relais différentiel.	II 13
43. Chauffage du train.	II 13
44. Voltmètre HT - RTN - Parafoudres	II 13
E. <u>Circuits auxiliaires à 380 V - 60 Hz.</u>	II 14
45. Alternateurs des auxiliaires.	II 14
46. Groupe moteur-compresseur.	II 14
47. Groupes moteurs ventilateurs des moteurs de traction.	II 15
48. Groupes moteurs ventilateurs des selfs de lissage et de la self du filtre d'entrée.	II 15
49. Groupes moteurs ventilateurs des hacheurs et de la self de lissage SGA.	II 16
50. Eclairage électroluminescent des appareils de mesure.	II 16
51. Thermo Box.	II 16

52. Déclenchement ultra-rapide du DUR.	II 16
F. <u>Circuits de commande.</u>	II 17
53. Description générale.	II 17
54. Préparation de la locomotive.	II 17
55. Commande des pantographes.	II 18
56. Mise en service du groupe auxiliaire 2 CT 200.	II 18
56.1. Couplage du moteur 2 CT 200	II 18
56.2. Démarrage du groupe à la fermeture du DUR	II 19
56.3. Fonctionnement de l'armoire de régulation du 2 CT 200.	II 20
56bis Fonctionnement du relais de masse RM	II 23
57. Charge batterie.	II 24
58. Commande du compresseur.	II 24
59. Commande des ventilateurs.	II 25
59bis Détection et signalisation d'un manque de ventilation. Elimination d'un groupe de ven- tilation.	II 26
60. Commande du chauffage de la locomotive.	II 28
61. Commande du chauffage train.	II 29
62. Commande de l'éclairage.	II 30
63. Freinage.	II 31
64. Sablage et frein antipatinage.	II 32
65. Appareils enregistreurs et indicateurs de vitesse.	II 32
65.1. Contrôle de la vigilance aux signaux	II 33
65.2. Veille automatique.	II 34
65.3. Elimination coffret PW 18	II 35
66. Divers.	II 35
G. <u>Circuits de contrôle.</u>	II 36
67. L'électronique de commande.	II 36
68. Fonctions principales du tiroir H 3430.	II 37
69. Mise sous tension de l'électronique de commande des hacheurs.	II 39
70. Fermeture du DUR.	II 41
70.1. Excitation du relais RAQ 72.	II 41
70.2. Excitation du relais Q 72.	II 42
70.3. Enclenchement du DUR.	II 42

71. Décharge du filtre d'entrée.	II 45
72. Fermeture du DUR dans deux cas particuliers	II 46
72.1. En cas de manque de basse tension	II 46
72.2. Dans le régime Planton.	II 47
73. Fonctions du tiroir H 3432.	II 47
73.1. Décel de thyristors avariés.	II 47
73.2. Oscillateur 400 Hz et transducteur.	II 48
73.3. Contrôle du courant de traction.	II 48
73.4. Changement de régime sur le réseau NS.	II 49
73.5. Contrôle de la tension moteurs.	II 49
73.6. Contrôle de l'état des fusibles.	II 50
73.7. Contrôle de la ventilation du hacheur.	II 51
73.8. Générateur d'impulsions pour le déclenchement rapide du DUR.	II 52
74. Contrôles non électroniques sur l'enclenchement de la traction.	II 53
75. Fonctions du tiroir H 3433.	II 54
75.1. Construction des variables de verrouillage du hacheur.	II 54
75.2. Commande logique du hacheur.	II 56
75.3. Choix de la fréquence de hachage	II 57
75.4. Régulation du hacheur et du pont d'excitation.	II 57
75.5. Alimentation des ampèremètres.	II 59
75.6. Intervention du relais différentiel QD.	II 59
76. Fonctions du tiroir H 3431.	II 60
77. Fonctions du tiroir H 3434.	II 61
77.1. Les mesures de vitesse et les fonctions dérivées.	II 61
77.2. Régulation de l'effort de freinage électrique.	II 65
78. La protection du rhéostat de freinage.	II 68

79. Les fonctions de la commande électronique Oerlikon.	II 68
80. Fonctionnement du relais de purge automatique.	II 69
81. Fonctionnement et asservissement des ponts d'excitation.	II 70
<u>H. Les lampes de signalisation.</u>	
82. Signalisation dans les postes de conduite.	II 73
83. Signalisation sur l'armoire basse tension.	II 74
84. Signalisation sur les tiroirs électroniques.	II 75

LOCOMOTIVES Co Co SERIE 20

1re partie

DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES

A. Généralités.

1. Caractéristiques principales.

Les locomotives CoCo série 20 de la S.N.C.B. sont destinées à la remorque des trains de voyageurs et de marchandises. Leur vitesse maximum est de 160 km/h.

Longueur totale (entre tampons) :	19 504 mm
Empattement total (distance d'axe en axe des essieux extrêmes) :	14 500 mm
Distance entre appui de caisse :	10 900 mm
Distance entre points de rotation des bogies :	10 900 mm
Empattement d'un bogie :	4 200 mm
Diamètre des roues (neuves) :	1 250 mm
Hauteur du rail au pantographe abaissé :	4 185 mm
Masse totale en ordre de marche :	110 t

Ces locomotives sont munies d'une cabine à chaque extrémité.

2. Caractéristiques électriques.

La locomotive est équipée de 6 moteurs de traction développant une puissance totale continue de 4 900 kW.

Le réglage continu de la tension aux bornes des moteurs est réalisé par hacheurs à thyristors.

La locomotive comporte deux hacheurs, dont le fonctionnement est décalé d'une demi-période, alimentant chacun en série les 3 induits des moteurs d'un bogie.

Les moteurs sont à excitation indépendante mais avec "image série".

Le réglage de champ des moteurs de traction est réalisé de manière continue grâce à l'excitation indépendante lorsque les induits sont alimentés à la tension maximum.

Le réglage de la tension des moteurs par hacheur, joint à l'excitation indépendante et à la traction basse des bogies confère à ces locomotives d'excellentes propriétés adhérentes.

La détection du patinage est assurée par des capteurs statiques mesurant la vitesse et l'accélération de chacun des 6 essieux. L'enrayage du patinage est sélectif par bogie par réduction de la tension grâce au hacheur concerné.

La conduite de la locomotive est simplifiée grâce à un équipement de vitesse affichée en traction; l'effort développé par la locomotive est réglable de 40 à 320 kN par le conducteur.

Ces locomotives sont équipées d'un frein rhéostatique.

Ce frein est combiné avec le frein pneumatique de manière à freiner la locomotive au maximum par le frein électrique, le frein pneumatique de la locomotive n'assurant que le complément indispensable à la réalisation de l'effort de freinage demandé.

En outre, il peut être mis en service indépendamment du frein pneumatique au gré du conducteur. Son effort est réglable et peut atteindre 170 kN.

L'appareillage est disposé dans la partie centrale de la caisse. De part et d'autre de l'appareillage, un couloir joint les deux cabines de conduite.

B. Description de la partie mécanique.

3. Bogies.

L'ensemble du bogie est représenté schématiquement aux figures 1 a/b.

Les bogies sont à 3 essieux commandés individuellement par des moteurs de traction entièrement suspendus et munis chacun d'une transmission élastique ACEC du type G pour chaque essieu.

Les bogies sont équipés d'un système de graissage des roues Sécheron agissant uniquement sur les essieux extrêmes des bogies.

3.1. Châssis de bogie.

Le châssis de bogie est constitué de tôles en acier AE 235 G découpées et assemblées par soudure.

Il se compose de :

- 2 longerons assemblés en forme de caisse;
- 2 traverses centrales en caisson et reliées aux longerons par soudure et servant de support pour les moteurs de traction, l'attache de la bielle de réaction de la transmission élastique et des supports de traction basse;
- 2 traverses de tête en forme de caisson reliées aux longerons par soudure et servant de support pour l'appareillage du frein.

3.2. Essieux montés.

Les roues sont du type monobloc, à table de roulement traitée, en acier laminé de la nuance R 7 de la fiche UIC 812-3 et d'un diamètre au roulement de 1 250 mm.

Les essieux en acier C 40.2 V sont forés intérieurement au diamètre de 60 mm.

Chaque essieu comporte un dispositif de retour de courant au rail.

3.3. Boîte d'essieu et suspension primaire.

Les boîtes à rouleaux sont équipées de 2 roulements à rouleaux cylindriques SKF n° 241979 à calage direct sur la fusée. Les roulements sont lubrifiés à la graisse.

Les roulements des essieux extrêmes du bogie peuvent se déplacer latéralement sur leur bague intérieure de ± 10 mm, afin de faciliter l'inscription en courbe du bogie et de réduire les efforts transversaux au contact rail/roue lors de la circulation en courbe ou dans les appareils de voie. Ce déplacement est contrôlé par des ressorts en hélice montés avec précontrainte.

Le guidage des boîtes d'essieu est du type Winterthur, c'est-à-dire, à guidage cylindrique à bain d'huile coulissant dans des silentblochs à axe vertical, calés dans les assises des ressorts de suspension sur boîte. Les ressorts en hélice, flexibilité 0,2025 mm/kN bogie, entourent ces guides et des amortisseurs à friction sont placés aux extrémités des assises des ressorts (fig 2 a).

Toute présence d'huile doit être soigneusement évitée sur le caoutchouc des silentblochs et sur les rondelles des amortisseurs.

3.4. Suspension secondaire - figure 2 b.

Les longerons de la caisse, prolongés vers le bas par des appuis, reposent, par l'intermédiaire de rotules et de patins de glissement, sur des cuvettes d'appui. Celles-ci sont sup-

portées par les ressorts de suspension, flexibilité 0,24 mm/kN bogie, reposant eux-mêmes sur des sommiers suspendus au châssis du bogie par l'intermédiaire d'anneaux de suspension.

Les cuvettes d'appui sont reliées longitudinalement aux châssis de bogie par l'intermédiaire de bielles à silentblochs et verticalement aux sommiers par des amortisseurs hydrauliques afin d'amortir les déplacements verticaux de la caisse.

Le déplacement transversal de la caisse est de ± 50 mm. Des amortisseurs hydrauliques horizontaux placés entre caisse et bogie contrôlent ce déplacement permis par l'inclinaison des anneaux de suspension.

3.5. Disposition des moteurs de traction.

Chaque bogie est équipé de 3 moteurs de traction entièrement suspendus et rendus solidaires du châssis de bogie par 3 appuis par moteur. Chaque appui est amovible et emboîté à serrage dans le châssis de bogie soit au niveau des traverses centrales soit au niveau des traverses de tête.

Un intercalaire élastique réglable est interposé entre support sur châssis et le bras du moteur.

Un boulon de forte section assure la rigidité de l'assemblage.

4. Transmission.

4.1. Entraînement des essieux. Transmission "G" (fig. 3).

L'induit du moteur, par l'intermédiaire d'un arbre de torsion entraîne le pignon moteur et l'engrenage calé sur l'essieu. Un carter en tôle protège pignon et engrenage. Il est aménagé, ainsi que l'arbre de torsion, pour absorber le déplacement latéral de ± 10 mm, permis aux essieux extrêmes.

Le carter est relié également au châssis de bogie par l'intermédiaire d'une bielle de réaction munie à chacune de ses extrémités d'articulations élastiques.

5. Caisse.

5.1. Entraînement de la caisse.

L'entraînement entre bogie et caisse est réalisé à l'aide d'un dispositif à traction basse.

Celui-ci est constitué de deux parties par bogie :

- deux tringles de traction, respectivement à l'avant et à l'arrière du bogie, articulées d'une part au châssis de bogie à sa partie inférieure et d'autre part à des supports spéciaux de la caisse;
- de tirants de liaison réunissant les points d'articulation de la traction basse du bogie.

Les tringles de traction travaillent alternativement pour un sens de marche ou pour l'autre.

Chaque tringle de traction comporte, à son articulation au châssis de caisse, un jeu longitudinal afin que l'autre tringle ne travaille pas en compression lors de la circulation du véhicule.

5.2. Châssis.

Les deux longerons principaux ainsi que les traverses intermédiaires sont constitués par des caissons en tôles soudées en acier AE 235 C.

Un caniveau central pour le logement des câbles fait partie du châssis proprement dit.

5.3. Faces latérales et toiture.

a) Faces latérales.

Les ossatures sont en tôles pliées et soudées et forment corps avec les tôles de revêtement en acier AE 235 B de 4 mm d'épaisseur.

b) Toiture.

En acier; l'ossature est constituée de tôles pliées et de plats soudés; le tôleage en acier au cuivre est fixé à l'ossature par cordons discontinus.

5.4. Appareils de choc et traction.

a) Appareils de choc.

Le système mécanique est identique à celui des appareils de choc utilisés sur les locomotives électriques série 22 à 28, 15 et 16, c.à.d.: tampons à ressort (bagues "Ringfeder").

b) Appareils de traction.

Attelage muni du caisson "Stabeg" à éléments amortisseurs formés de bagues à volute et bicônes (type Python) en vue de l'application de l'attelage central automatique et pourvu d'un crochet fauchant, identique à celui des autres locomotives.

6. Ventilation.

Des ventelles, ou ouïes sont prévues de chaque côté de la locomotive, dans les tôles de faces latérales pour permettre l'aspiration de l'air.

7. Installation à air comprimé.

L'installation pneumatique de la locomotive est représentée au schéma 20/x 01.00.13 feuilles 44, 45, 46.

Les divers appareils sont installés dans la caisse ou sous le châssis. Les locomotives sont équipées d'un seul groupe moteur-compresseur monté sur bâti, fixé à la caisse par l'intermédiaire de silentbloks et placé à l'intérieur de la caisse. La pression

de service est de 10 bar.

L'air comprimé est refoulé dans 2 réservoirs principaux d'une capacité totale de 1000 l. Des robinets d'isolement sont placés sur la conduite à l'entrée et à la sortie de chaque réservoir principal; chaque réservoir principal peut donc être isolé.

Les réservoirs principaux alimentent via un sécheur d'air la conduite d'alimentation placée sur toute la longueur de la locomotive et raccordée sur les traverses de tête par des boyaux d'accouplement.

Cette conduite alimente:

- les robinets du mécanicien du frein direct et du frein automatique de chaque cabine de conduite;
- les réservoirs auxiliaires du frein automatique par un clapet de retenue;
- les électrovalves des sablières;
- les essuie-glaces, les trompes pneumatiques et les lave-glaces;
- la conduite qui alimente les électrovalves du disjoncteur;
- les électrovalves des contacteurs de chauffage et l'électrovalve du frein antipatinage par le réservoir de contrôle dont la pression est maintenue à 5 bar par un détendeur.

Les appareils indiqués ci-dessous sont installés dans chaque cabine de conduite:

- un manomètre double qui indique la pression dans les cylindres de frein des bogies avant et arrière;
- un manomètre double qui indique la pression de la conduite d'alimentation et la pression de la conduite générale du frein automatique.

L'armoire d'une des cabines de conduite contient le gonfleur (avec manomètre) qui permet de lever les pantographes et d'enclemer le disjoncteur, si la pression dans les réservoirs principaux est insuffisante à la prise de service.

8. Frein.

La locomotive est équipée:

- d'un frein direct qui agit sur les freins de la locomotive et de la locomotive accouplée;
- d'un frein automatique, qui agit sur les freins de la locomotive et de la rame accouplée;
- d'un frein rhéostatique;
- d'un robinet de secours monté sur la conduite automatique.

Les robinets du mécanicien sont les suivants:

- pour le frein direct: robinet du mécanicien Oerlikon type FD1;
- pour le frein automatique: robinet du mécanicien Oerlikon type FV 4 muni d'un réservoir combiné à 3 compartiments.

Le frein rhéostatique est actionné par la chute de pression dans la conduite générale.

Le frein pneumatique est neutralisé dans un degré proportionnel à l'effort de freinage réalisé par le frein rhéostatique. Grâce à une centrale électronique, la somme des deux efforts de freinage est à chaque instant proportionnelle à la chute de pression dans la conduite générale.

L'alimentation des cylindres des blocs frein, montés sur les bogies se fait par l'intermédiaire de deux distributeurs Oerlikon type LSt 403 (pourvu de 2 transducteurs) chacun des deux bogies étant alimenté par un distributeur distinct.

Chaque bogie est équipé de 6 blocs frein "SAB" type BF 2, agissant chacun sur 1 porte-semelle muni de 2 semelles en fonte.

Les **cylindres** des blocs frein BF 2 sont alimentés à une pression maximum :

- de 7 bar pour le freinage d'urgence, le frein direct et la veille automatique;
- de 4 bar pour le frein automatique.

Lorsque la poignée du robinet de mécanicien se trouve dans la position "freinage d'urgence", elle agit sur un interrupteur fin de course de façon à ouvrir une paire de contacts, qui provoque le déclenchement du disjoncteur ultra-rapide.

La locomotive comporte, en outre, un frein antipatinage commandé par un bouton-poussoir; ce frein antipatinage permet d'alimenter les cylindres de frein de la locomotive sous une pression voisine de 1 **bar**. Par ce procédé, les roues sont légèrement freinées et la tendance au patinage est réduite du fait que la surface de roulement des roues est nettoyée par le frottement des blocs frein.

C. Equipement électrique.

9. Description des circuits de puissance à 3000 V.

Le courant est capté sur la ligne caténaire au moyen de 2 prises de courant à pantographe PT 1 et PT 2 (schéma n°20/x.01.00.13, **feuilles 10 et 11**).

Les pantographes sont reliés aux sectionneurs de pantographes SP 1 et SP 2 disposés dans la caisse.

Un sectionneur de mise à la terre ST permet de mettre à la terre la sortie des sectionneurs de pantographes et de court-circuiter les différents condensateurs des hacheurs (condensateurs du filtre d'entrée 68.1. à 68.17, condensateurs des circuits d'extinction 68.21/1 à 68.24/1 et 68.21/2 à 68.24/2). **Ce sectionneur fait partie du dispositif de sécurité.**

Après les sectionneurs panto, on trouve d'une part : les circuits

auxiliaires non protégés par le disjoncteur ultra rapide (DUR), comprenant, le parasurtension ET, le circuit du relais de tension nulle (RTN) et le circuit des voltmètres HT. Ces deux derniers circuits sont protégés par le fusible FV **et d'autre part**, les circuits protégés par le DUR, comprenant les circuits de puissance à 3000 V et des circuits auxiliaires.

Les circuits de puissance comprennent :

- le filtre d'entrée composé de la self d'entrée SF, des condensateurs 68.1 à 68.17 et des résistances de décharge 70.15. La limitation du courant de charge de ce filtre d'entrée est assurée par la résistance RCF mise en service par le contacteur KCHF. Dès que le filtre est chargé le maintien du circuit est assuré par le DUR, le contacteur KCHF étant maintenu ouvert;
- les deux hacheurs, alimentés en parallèle.
- les deux groupes de moteurs M1 - M2 - M3 et M4 - M5 - M6 alimentés chacun par un hacheur au travers d'une self de lissage S1 ou S2; les sectionneurs SMS1 et SMS2 à commande manuelle à 3 positions réalisent les couplages suivants :
 - alimentation normale des moteurs par le hacheur correspondant;
 - élimination des moteurs en même temps que le hacheur correspondant par son **propre éliminateur**;
 - mise en série des 6 moteurs sur un hacheur; couplage pouvant être utilisé en cas de défaut d'un hacheur pour conserver la totalité de l'effort de démarrage, ou en cas de double traction pour limiter le courant caténaire;
 - sur chaque groupe de moteurs, un rhéostat de freinage RF1 ou RF2 mis en service par le contacteur KF1 ou KF2 est ventilé par les moteurs ventilateurs VF1, VF2 ou VF3, VF4. Le contrôle de la ventilation est assuré par le relais différentiel QVF;

L'ensemble des circuits de puissance est protégé par le relais différentiel QD.

10. Description des circuits auxiliaires à 3000 V protégés par le DUR (schéma feuille 11).

Les circuits auxiliaires à 3000 V protégés par le DUR comprennent :

- l'alimentation de la conduite de chauffage train, commandée par deux contacteurs électropneumatiques CCH1 et CCH2 et protégée par le relais à maxima QCHT provoquant l'ouverture du DUR. Un accouplement de chauffage comportant une boîte d'accouplement fixe, un coupleur à fiche et une boîte de repos est installé sur chaque extrémité de la locomotive. Un sectionneur de mise à la terre de la conduite de chauffage Sch est prévu; **ce sectionneur fait partie du dispositif de sécurité;**
- le chauffage des cabines de conduite des locomotives; les résistances de chauffage RC11 - RC12 - RC21 - RC22 sont commandées par le contacteur K1 et protégées par le fusible FchC;
- le moteur **MGA entraînant l'alternateur d'alimentation du réseau auxiliaire 380 V 60 Hz.**
Ce moteur à double induit, comprend une excitation série ainsi qu'une excitation indépendante alimentée par la régulation de vitesse. Les résistances de démarrage R2 et R4 sont court-circuitées à la fin du démarrage par les contacteurs K2D et K3D.

Les deux induits sont normalement couplés en série sous 3000 V par le commutateur CTen.

Afin de permettre une alimentation normale des auxiliaires 380 V en cas de circulation sous une caténaire 1500 V (entre Essen et Roosendaal), ces induits peuvent être couplés en parallèle par le commutateur CTen.

La mise sous tension du moteur est effectuée par le contacteur K1D.

Ce moteur ainsi que d'ailleurs les résistances de chauffage des cabines sont protégés par le relais différentiel auxiliaire QDA.

11. Description des circuits auxiliaires à 380 V (schéma feuilles 12, 13, 14).

Un réseau 380 V - 60 Hz est produit par un alternateur entraîné à vitesse constante par le moteur auxiliaire à 3000 V. La tension de ce réseau est maintenue constante à 380 V grâce à une régulation.

L'ensemble du réseau triphasé est protégé par le disjoncteur magnéto-thermique tripolaire DCA.

Le neutre de l'alternateur est relié à la borne positive CB de la batterie via le sectionneur SNT et la bobine du relais de masse RM.

Le réseau triphasé alimente:

- deux ponts triphasés complets à thyristors Exc1 et Exc2 fournissant chacun une tension redressée continue réglable pour l'alimentation des 3 inducteurs du groupe de moteurs correspondant (feuille 14).

Les contacteurs Kex1 et Kex2 réalisent une coupure électromécanique du circuit, permettant d'annuler l'effort de traction, même en cas de commande électronique intempestive.

L'inversion du sens de marche est réalisée par l'inverseur INV assurant l'inversion du sens du courant dans les 6 inducteurs.

- Le chargeur de batterie, protégé par le disjoncteur magnéto-thermique tripolaire DCB ;
- Le moteur asynchrone triphasé MCP d'entraînement du compresseur par l'intermédiaire du disjoncteur magnéto-thermique tripolaire DK2 et du contacteur tripolaire K2 ;
- Les moteurs asynchrones MV1 à MV3 et MV4 à MV6 d'entraînement des ventilateurs des moteurs de traction M1 à M3 et M4 à M6 par l'intermédiaire respectivement des contacteurs tripolaires K4 et K5 ;
- Les moteurs asynchrones MVH1.1 à MVH1.4 et MVH2.1 à MVH2.4 d'entraînement des ventilateurs de chacun des deux hacheurs par l'intermédiaire respectivement des contacteurs KVH1 et KVH2 ;
- Les moteurs asynchrones MVF et MVS d'entraînement des ventilateurs de la self du filtre d'entrée et des selfs de lissage, par l'intermédiaire du contacteur tripolaire K6 ;
- Le moteur triphasé MVSGA d'entraînement du ventilateur de la self de lissage du groupe MGA par l'intermédiaire du disjoncteur magnétothermique DSGA ;
- Entre deux phases le dispositif de déclenchement rapide du DUR, le pont redresseur d'alimentation des thermo-boxes de cabine par l'intermédiaire des disjoncteurs magnéto-thermiques DTHB1 et DTHB2 ainsi que le moteur ventilateur MVEL de l'armoire électronique des hacheurs ;
- Entre une phase et le neutre les cadrans électro-luminescents des appareils de mesure de cabine par l'intermédiaire du disjoncteur magnéto-thermique DLEC.

12. Description des circuits basse tension.

Les circuits basse tension assurent plusieurs fonctions :

- commande à distance de tous les appareils qui ne sont pas manœuvrés à la main ;
- alimentation de toutes les servitudes de la locomotive (éclairage, phares, indication et enregistrement des vitesses, veille automatique, signalisation) ;
- alimentation des circuits électroniques.

Ces circuits permettent d'effectuer la conduite de l'une ou l'autre cabine de conduite de la locomotive.

Ils sont alimentés par une batterie d'accumulateurs du type alcalin de 54 éléments en série et d'une capacité de 70 Ah.

La charge de la batterie et la régulation de tension est assurée par un pont triphasé mixte à thyristors alimenté par le réseau triphasé 380 V par l'intermédiaire d'un transformateur adaptateur.

D. Description de l'appareillage.

13. Pantographes.

Les locomotives série 20 sont équipées de deux pantographes type Faiveley.

Ils sont à abaissement automatique en cas d'insuffisance de pression d'air comprimé.

Leur structure représentée sous forme simplifiée se compose essentiellement (fig. 4):

- d'un bâti B portant les ressorts de levage R et l'arbre de commande A tournant sur des paliers à billes. Le bâti B est fixé sur les isolateurs de toiture I;
- du bras inférieur constitué, d'une part, d'un tube 1 de gros diamètre solidement fixé sur l'arbre de commande et, d'autre part, d'un tube 2 de diamètre réduit articulé au bâti;
- du bras supérieur constitué, d'une part, d'un cadre 3 en forme de trapèze allongé dont la petite base est encastrée dans un levier coudé L et dont la grande base porte l'archet et, d'autre part, d'une bielle secondaire 4 articulée d'un côté sur le tube 2 et de l'autre côté sur le support d'archet qu'elle maintient vertical;
- de deux palettes fixées sur l'archet par l'intermédiaire de suspensions élastiques à ressorts et comportant des frotteurs en carbone enrobé de cuivre.

Les cornes de l'archet sont métalliques.

Les points d'articulation de tout le système sont agencés de telle sorte que lorsque les bras pivotent sur leurs appuis, l'archet se déplace sur une verticale.

Des connexions souples assurent le passage du courant aux articulations.

L'effort statique au fil de contact est réglé à 90 N.

Fonctionnement.

Lorsque le moteur pneumatique M, fixé sur la toiture, est alimenté en air comprimé, le piston en se déplaçant comprime le ressort de descente D.

La bielle isolée, en suivant le mouvement, fait avancer la coulisse C qui libère le maneton E.

Les ressorts de levage R en tirant sur le levier F, obligent le bras inférieur à se lever.

Le tube 2, par sa réaction sur le levier coudé L, fait soulever le bras supérieur 3 jusqu'au contact de l'archet avec la caténaire.

Le piston étant à fond de course, le maneton E peut se déplacer librement dans la coulisse C permettant au pantographe de suivre toutes les variations de hauteur sur la ligne. Quand le cylindre

du moteur est mis à l'atmosphère, le ressort de descente D, plus puissant sur les ressorts de levage R, **pousse**, par la bielle isolée, sur le maneton E et fait descendre le pantographe.

La levée du pantographe doit être assez lente pour éviter un contact trop violent avec la caténaire, tandis que la descente doit être rapide sans occasionner une chute brutale de l'archet sur les butées de repos.

Ces conditions sont réalisées par la boîte à clapet disposée entre l'électrovalve de commande et le moteur pneumatique.

Boîte à clapet (fig. 5).

Montée du pantographe.

Un clapet P obture, sous la pression d'un ressort R, réglable par la vis VR, la canalisation 2 vers le moteur pneumatique, tandis que l'air **venant** de l'électrovalve de commande du pantographe s'écoule, d'une part vers le moteur en passant par l'orifice E dont l'ouverture est réglable par une vis à pointeau VP et, d'autre part, vient renforcer l'action du ressort R pour maintenir le clapet V sur son siège, ce qui coupe également la communication du cylindre de pantographe avec l'atmosphère. On voit donc que la vitesse de déplacement du piston et donc aussi celle de levée de la raquette est **conditionnée** par le débit de l'orifice E.

Descente.

Quand l'électrovalve de commande du pantographe est désexcitée, la pression qui règne dans le moteur pneumatique est supérieure à celle existant sous le clapet P. Celui-ci quitte son siège mettant le cylindre à l'atmosphère par un orifice de grande ouverture, ce qui permet au piston un déplacement rapide entraînant la descente aussi rapide du pantographe.

Mais dès que la pression d'air dans le cylindre n'est plus suffisante pour combattre l'action du ressort R, celui-ci réapplique le clapet sur son siège et l'air restant dans le cylindre ne peut plus s'évacuer que lentement à travers l'orifice calibre E, vers le trou d'échappement de l'électrovave.

La vitesse du piston s'en trouve ralentie permettant à l'archet de venir se poser doucement sur les butées de repos.

Un réglage correct de la boîte à clapet, à faire en atelier seulement, doit donner les temps de fonctionnement ci-après, pour une température ambiante supérieure à +15° C.

Levée du pantographe de 1,50 m	6 sec.
Descente-phase rapide	3,5 sec.
Descente-phase lente	2,5 sec.

14. Disjoncteur ultra-rapide - DUR.

Le DUR protège l'ensemble des circuits à haute tension.

Il déclenche directement:

- a) lorsqu'il est traversé par un courant de surcharge qui atteint sa valeur de réglage;
- b) lorsque la bobine de calibrage est alimentée par un courant supérieur à sa valeur de réglage; ce courant est fourni par la décharge d'un condensateur sur ordre des circuits de protection des hacheurs à la suite d'une détection d'une surintensité de courant d'induit des moteurs de traction, d'une fusion d'un fusible de protection, d'un hacheur ou d'un pont d'excitation ou d'un fonctionnement du relais différentiel QD.

La décharge de ce condensateur provoque une ouverture extrêmement rapide du disjoncteur.

Il déclenche indirectement:

- a) lors du fonctionnement du relais de substitution Q 72 consécutif au fonctionnement du relais différentiel QD, du relais à maxima QCHT du chauffage train, du relais de tension nulle RTN, du relais auxiliaire RAQ 72, du relais de protection Rd2 du groupe MGA, du relais de survitesse RDS ou du relais RMVA de la veille automatique et vigilance.

Le fonctionnement du relais auxiliaire RAQ 72, du relais de substitution Q 72 est consécutif à l'intervention des relais totalisateurs défaut hacheur RDH 1 et RDH 2.

- b) Lors de l'ouverture des interrupteurs "Urgence", "Pantographe" ou "disjoncteur de protection d A ou d A 15".

Enclenchement du DUR

L'enclenchement du DUR s'opère en deux phases :

- a) La première phase est le réarmement pendant lequel les points suivants sont réalisés ou contrôlés;
 - réarmement éventuel des relais de protection qui ont été maintenus après un fonctionnement;
 - contrôle de la présence de la haute tension;
 - charge du condensateur du filtre d'entrée;
 - chatouillage des relais QD, QVF et QCHT;
 - contrôle de la bonne position des sectionneurs d'élimination des moteurs de traction et des hacheurs.
- b) La seconde phase est l'enclenchement.

Le DUR ne peut être enclenché en outre que si:

- à la suite de certains défauts (tel que la fusion des fusibles des hacheurs ou des ponts d'excitation) qui ne sont pas réarmables, les circuits en cause ont été éliminés par les sectionneurs correspondants;
- la temporisation de la charge du filtre d'entrée est écoulée.

Description.

En principe, le DUR est constitué par une armature mobile T portant un contact C' et par une armature magnétique fixe F, sur laquelle sont enroulées trois bobines (fig. 6):

- une bobine de maintien M, alimentée en basse tension;
- une bobine B, parcourue par le courant total du circuit à protéger (bobine de déclenchement)
- une bobine I de déclenchement rapide ou de calibrage qui est alimentée sur ordre des circuits de protection du hacheur par un condensateur.

Cette bobine sert également à contrôler en basse tension les points de réglage du DUR (d'où le terme "bobine de calibrage").

L'enclenchement du disjoncteur est réalisé au moyen d'une commande pneumatique. Son maintien est assuré par la bobine M.

En cas de surintensité ou par alimentation de la bobine de calibrage, les bobines B ou I en opposition avec la bobine M, annulent l'action de celle-ci, et permet au ressort R de déclencher le DUR.

Dans le circuit de la bobine M est inséré le contact du relais totalisateur défaut Q 72, l'intervention de ce dernier coupe l'alimentation de la bobine de maintien M et provoque le déclenchement du DUR.

A cause de l'inertie relativement grande du levier mobile T relié dans tous ses mouvements au piston P, le déclenchement serait trop lent pour assurer une coupure énergique de courants à grande intensité si des précautions spéciales n'étaient pas prises.

C'est pourquoi le contact mobile C' (fig. 7) est porté par un levier B, à faible inertie, pivotant autour de l'extrémité H de l'armature mobile L, pivotant elle-même autour du point fixe O, solidaire du bâti.

Un piston P se déplaçant dans le cylindre à air comprimé A, tout en sollicitant un fort ressort de rappel R, fait pivoter le levier Z autour de l'axe fixe Q, et amène l'armature B contre l'armature magnétique L.

La bobine de maintien M étant alimentée, l'armature mobile L est maintenue contre l'armature fixe F.

Deux groupes de contacts auxiliaires (DUR 1 et DUR 2) sont commandés respectivement par les leviers B et Z.

L'enclenchement s'opère en deux temps :

En excitant l'électrovalve E, l'air comprimé admis dans le cylindre repousse le piston P qui comprime le ressort (r). La tige du piston fait pivoter le levier Z, entraînant les interlocks DUR 2 autour de l'axe Q, ce qui, dans la première partie de la course du piston, fait pivoter le levier B autour du point H et bande le ressort R (fig. 7a-7b).

Pendant la seconde partie de la course du piston, l'ensemble constitué par le levier B et l'armature L, pivote autour de l'axe O,

ce qui amène le contact mobile C' tout proche du contact fixe C; l'armature L est appliquée mécaniquement contre le noyau de la bobine de maintien (fig. 7c).

L'un des interlocks DUR 1 manoeuvré par le levier H, ferme à ce moment le circuit d'alimentation de la bobine de maintien M maintenant l'armature mobile collée contre l'armature fixe F par attraction magnétique.

En lâchant le bouton poussoir "réarmement" l'électrovalve d'enclenchement du DUR n'est plus alimentée et le cylindre est mis à l'atmosphère.

Le piston revient en arrière sous l'action de son ressort de rappel r, entraînant le levier Z.

Le ressort R qui avait été bandé dans la première phase fait brusquement pivoter le levier B autour de l'extrémité H de l'armature L.

Le contact mobile C' est appliqué sur le contact fixe C, la pression de contact est assurée par la tension du ressort R, le DUR est enclenché fermé (fig. 7d).

Le retour en arrière du levier Z a pour effet d'ouvrir les interlocks DUR 2.

Dès que l'attraction de l'armature L due au flux produit par la bobine M est annulée, soit parce que la bobine n'est plus alimentée, soit parce qu'à son flux s'oppose un flux antagoniste important (produit soit par une surintensité dans la bobine série S, soit par la décharge du condensateur de la bobine de calibrage I), l'action du ressort R devient prépondérante, et le disjoncteur déclenche en un temps excessivement court (1/100 seconde).

En parallèle sur la barre de disjonction S se trouve un shunt résistif (fig. 7d) qui dérive une partie du courant total; le même calibrage de la barre de disjonction permet ainsi d'étendre la plage d'utilisation du disjoncteur.

15. Moteurs de traction.

Les moteurs sont à excitation indépendante. Ils sont au nombre de six par locomotive, chaque moteur entraînant un essieu. Les trois moteurs d'un même bogie ont leurs excitations ainsi que leurs inducts connectés en permanence en série. Les inducteurs sont alimentés, au départ d'un alternateur triphasé, via un pont redresseur complet à thyristors, les inducts sont alimentés via un hacheur.

Chaque moteur possède : 6 pôles principaux
6 pôles auxiliaires

Les caractéristiques du moteur sous 950 V sont les suivantes :

Régime continu.

- Puissance : 855 kw
- Courant induit : 945 A Tension induit : 950 V
- Courant excitation : 151 A
- Vitesse : 1 080 T/min.
- Vitesse correspondante de la locomotive (roues mi-usées) 80 km/h.
- Effort : 225 kN.

Régime unihoraire.

- Puissance : 903 kw
- Courant induit : 990 A Tension induit : 950 V
- Courant excitation : 158 A
- Vitesse : 1 070 t/min.
- Vitesse correspondante de la locomotive (roues mi-usées) 79 km/h.
- Effort : 240 kN.

Régime grande vitesse.

- Puissance : 870 kw.
- Courant induit : 1 000 A Tension induit 950 V
- Courant excitation : 50 A
- Vitesse : 2 160 t/min ; vitesse correspondante de la locomotive (roues mi-usées) 160 km/h.
- Effort : 118 kN.

D'autres caractéristiques sont :

- courant de démarrage dans les moteurs : 1 200 A.
- Effort maximum : 314 kN
- Rapport de réduction : 3,077.

Les courbes de la fig. 44 donnent les performances du moteur en traction.

La courbe fig. 45 donne les performances de la locomotive en freinage.

L'isolement des moteurs est de la classe F.

16. Résistances de freinage.

Les résistances de freinage sont constituées par des grilles en tôles déployées en acier inoxydable (acier Nickel Chrome) groupées en caisses.

Par locomotive il y a deux groupes de résistances de freinage, ils sont enfermés dans une même armoire et placés dos à dos. Chaque groupe de résistances est formé de 16 caisses de résistances.

Les caisses de résistance, d'un même groupe, montées sur isolateurs sont disposées sur deux rangs superposés à raison de 8 par rang.

Chaque groupe de résistances possède 2 ventilateurs hélicoïdes qui soufflent de bas en haut en travers des paquets de grilles; l'air de refroidissement est pris dans la caisse et refoulé dans le haut de la caisse.

Les moteurs des ventilateurs sont du type VR 13 A - 75 V - 122,5 A - 4 500 t/min. ils sont connectés 2 par 2 en parallèle sur un taton de la résistance de freinage.

De ce fait, ils sont mis en service automatiquement lors de chaque freinage et s'adaptent automatiquement à la puissance à dissiper dans les résistances de freinage. La surveillance du fonctionnement de ces ventilateurs est assurée par un relais différentiel (1 bobine par groupe de 2 moteurs).

17. Manipulateur.

Le manipulateur installé dans chaque cabine de conduite comporte (fig. 8) :

- une manette de sens de marche;
- un volant de vitesse, affichant la vitesse désirée ou l'effort de freinage désiré;
- une manette de réglage de l'effort de traction.

Ces organes sont verrouillés mécaniquement entre eux afin d'éviter les fausses manoeuvres.

Le volant de vitesse peut occuper les positions suivantes :

zéro;

position à droite du zéro dans la zone de traction;

position à gauche du zéro dans la zone de freinage.

- Dans la zone de traction Tr, on distingue la position manoeuvre M (pour permettre les manoeuvres d'approche et d'accostage..) et au delà de celle-ci des positions repérées 1 à 16 correspondant à des vitesses de 10 à 160 km/h.

La position choisie par le volant de vitesse affiche une vitesse locomotive. La traction sera maintenue jusqu'à ce que la vitesse de la locomotive corresponde à la vitesse affichée par le volant.

- Dans la zone de freinage Fr, la position du volant de vitesse affiche une consigne d'effort de freinage rhéostatique à réaliser, cet effort de freinage peut être réglé de 0 à 17 tonnes.

Une butée effaçable empêche d'atteindre directement la zone Fr de freinage; pour l'atteindre, il faut effacer la butée en appuyant sur le bouton placé sur le couvercle du manipulateur.

Le volant de vitesse commande, d'une part, un tambour à cames, actionnant des contacts insérés dans le schéma d'asservissement (x) la plage utile de l'un correspond à la zone traction du volant des vitesses, la plage utile de l'autre correspond à la zone freinage de ce volant. Ces variateurs de champ magnétique fournissent à l'électronique les consignes analogues de traction ou de freinage.

La manette d'effort se présente sous forme d'un levier à boule. Elle permet de régler l'effort de démarrage de la locomotive en traction (elle n'a pas d'influence sur le freinage rhéostatique) La manette d'effort permet de régler l'effort de démarrage de 40 à 320 kN (indiqué par 4 à 32 t).

Dans sa rotation, la manette d'effort entraîne un variateur de champ magnétique, lequel fournit à l'électronique la consigne analogique de l'effort de démarrage.

En principe, un variateur de champ magnétique est constitué d'un transformateur dont on fait varier le flux embrassé par son secondaire.

Le primaire est alimenté à tension et à fréquence constante (400 Hz) par un oscillateur faisant partie de l'électronique de commande.

En fonction de la position de l'axe de commande, la tension secondaire peut varier de 0 à une valeur maximum. C'est cette tension qui est injectée à l'électronique, et qui lui sert de consigne.

La manette de sens de marche peut occuper trois position AV - 0 - AR.

La manette de sens de marche est amovible et conçue de telle manière que, pour passer d'un sens de marche à l'autre, il faut nécessairement revenir à zéro, l'enlever, la retourner, l'introduire et faire choix du nouveau sens de marche. Une valve pneumatique, intervenant dans le circuit pneumatique de la veille automatique, est fermée sur la position 0 de l'inverseur de marche et ouverte sur les deux autres positions.

(x) d'autre part deux variateurs de champ magnétique

La manette de sens de marche commande un tambour à cames actionnant des contacts, insérés dans les circuits d'asservissement.

La manoeuvre des différents organes du manipulateur se résume comme suit :

- a) lorsque la manette du sens de marche se trouve en position 0, les manettes de vitesse et de réglage d'effort sont bloquées en position 0;
- b) la manette de sens de marche placée sur une position de marche ne peut être replacée à zéro que si la manette de vitesse se trouve elle-même sur la position 0.

18. Contacteurs haute tension.

Sont utilisés 2 types de contacteurs haute tension :

- a) contacteurs électropneumatiques;
- b) contacteurs électromagnétiques.

18.1 Contacteurs électropneumatiques KP 38 PM.

Ce type de contacteur fonctionne comme suit (fig. 9).

L'excitation d'une électrovalve (1) permet l'admission de l'air comprimé dans un cylindre (2); l'air comprimé repousse le piston (3) et la tige de piston (5).

Dans son mouvement, la tige de piston (5) déplace la chape (7) en la faisant pivoter autour d'un axe (6) solidaire du support fixe (8); le déplacement de la chape entraîne celui du support (9) du doigt de contact mobile HT (10); lorsque ce dernier entre en contact avec le contact fixe HT (11); le support (9) pivote autour de l'axe (18) solidaire de la chape et entraîne la tige (12) qui comprime le ressort (4) assurant la pression des contacts.

Lorsque l'électrovalve (1) est desexcitée, le ressort de rappel (4) assure le retour en position normale du piston et, de là, l'ouverture des contacts HT. Les contacts HT sont enfermés dans une boîte de soufflage (15); la bobine de soufflage (13) assure le soufflage magnétique de l'arc vers les cornes de soufflage (14).

Lors de son mouvement, la tige de piston (5) fait basculer un ou plusieurs micro-switch (17) dont les contacts assurent certains verrouillages dans les circuits d'asservissement.

Appartiennent à ce type de contacteurs :

- les contacteurs du chauffage train (avec joue polarisée magnétiquement);
- les contacteurs du freinage rhéostatique.

18.2 Les contacteurs électromagnétiques KM 315 - KM 306.

Le contacteur électromagnétique comprend 2 circuits isolés électriquement l'un de l'autre, le circuit haute tension et le circuit basse tension d'enclenchement du contacteur.

Ce type de contacteur fonctionne comme suit (fig. 10) :

L'alimentation de la bobine basse tension provoque, par attraction magnétique, le collage de l'armature mobile (Am) sur l'armature fixe (A).

Dans son mouvement, l'armature mobile (Am) entraîne un support isolant (I) qui lui est solidaire et, sur lequel est fixé un support métallique (B) du doigt de contact mobile HT (C), lorsque ce dernier entre en contact avec le contact fixe HT (C 1), il pivote autour du téton (T), qui comprime le ressort (R 1) assurant la pression de contact.

Lorsque la bobine est désexcitée, le ressort de rappel (R) assure le retour en position normale de l'ensemble, armature mobile (Am) et du support isolant (I) porte contact et, de là l'ouverture des contacts H.T.

Les contacts haute tension sont enfermés dans une boîte de soufflage (Pf); la bobine de soufflage (B.S.) assure le soufflage magnétique de l'arc vers les cornes de soufflage (Cf).

L'armature entraîne pendant son mouvement une série de contacts qui réalisent certains verrouillages dans les circuits de commande.

A ce type de contacteurs appartiennent :

- le contacteur KM 306 du chauffage du poste de conduite ;
- les contacteurs de démarrage KM 315 du MGA.

19. Inverseur de marche et commutateur 1,5/3 KV du moteur alter- nateur 2 CT 200.

L'appareil (fig. 11 et 11_A) dénommé IB 35 est à commande électropneumatique.

Le moteur alimenté en air comprimé par deux logi-vannes (1) actionne un arbre central (a) dont les déplacements sont de $22^{\circ} 30'$ de part et d'autre de la position centrale, chacun de ces déplacements correspondant à l'une des positions :

- pour l'inverseur Sens I - Sens II
- pour le commutateur : 1,5 Kv - 3 Kv.

Le boîtier constitué de flasques latéraux et longitudinaux porte les douilles de raccordement (r), lesquelles servent de contacts IS fixes. Sur les 4 douilles situées dans le même plan, deux sont équipées d'un contact mobile (m) articulé sur rotule et qui, basculé d'un côté ou de l'autre vient en contact avec l'une ou l'autre douille de contact fixe. Le basculement du contact mobile est obtenu par la manoeuvre de l'arbre central sur lequel sont montées

deux paires de coulisseaux (f) avec galet (g) et ressort (r) lequel assure la pression des contacts.

20. Sectionneurs.

20.1 Sectionneur éliminateur des moteurs de traction.

Chaque groupe de 3 moteurs est pourvu d'un sectionneur d'élimination et de couplage série entre deux groupes de moteurs (fig.12):

Le sectionneur peut occuper 3 positions :

1. couteau vers le bas : mise en service normale des 6 moteurs;
2. couteau perpendiculaire au panneau : 3 moteurs correspondants éliminés;
3. un couteau vers le haut, l'autre vers le bas : mise en serv. des 6 moteurs sur un seul hacheur.

Chaque sectionneur est formé d'un couteau. Ces couteaux s'engagent dans des gâches fixes montées sur isolateurs eux-mêmes fixés sur un panneau métallique.

Le couteau placé dans la position perpendiculaire au tableau (moteurs éliminés) est emprisonné dans des pinces d'accrochage, ce qui verrouille celui-ci contre tout déplacement du couteau pouvant provenir des vibrations mécaniques. Chaque couteau de sectionneurs commande sur les positions 1 et 3 un interrupteur auxiliaire.

En cas d'élimination ou de mise en série des moteurs de traction, les contacts de ces interrupteurs auxiliaires assurent des consignes ou verrouillages dans le circuit d'asservissement.

20.2 Sectionneur éliminateur des hacheurs.

Chaque hacheur est pourvu d'un sectionneur d'élimination à 2 couteaux réunis à leur partie supérieure par un barreau en matière isolante. Au centre de ce barreau isolant se trouve une colonnette à extrémité sphérique, qui dans la position isolement du sectionneur, est maintenue prisonnière dans une pince gâchette.

Ces couteaux, dans la position en service, s'engagent dans des gâches fixes, montées sur isolateurs, eux-mêmes fixés à un tableau métallique.

Chaque sectionneur commande un interrupteur auxiliaire.

En cas d'élimination d'un hacheur, les contacts de ces interrupteurs auxiliaires assurent des verrouillages et consignes, dans le schéma d'asservissement, nécessaires au bon fonctionnement.

20.3 Sectionneurs de pantographes.

Le rôle du sectionneur de pantographes, est de séparer électriquement le pantographe ainsi que la ligne de toiture, de la connexion d'entrée du DUR (fig. 13).

Le sectionneur est formé de deux couteaux en parallèle (C) s'appuyant sur des contacts fixes (C 1) par l'intermédiaire de pastilles en argent massif (x).

La manoeuvre de ces couteaux s'opère comme suit :

La traverse en métal (S) est, par l'intermédiaire de vis et ressorts (R), solidaire des couteaux.

La traverse (S) reçoit la commande via le pivot (j) et bras de transmission (B), lequel est relié à l'arbre de commande (A) par un maneton (M).

Les couteaux sont guidés, très librement par une boutonnière à une de leurs extrémités, par un pivot (P), autour duquel ils peuvent pivoter.

L'ensemble, couteaux, contacts fixes, arbres de commande, est assemblé par 2 flasques (F), en matière isolante et, sont eux-mêmes fixés à un jeu de cornières servant de châssis de fixation.

Lorsqu'à la fermeture du sectionneur par le levier à boule (L) le bras de commande (B) s'appuie sur l'arbre (A) (limitant ainsi la course de rotation de l'arbre), le maneton (M) est situé à $+ 10^\circ$ au delà de l'axe vertical du sectionneur le maintenant bloqué dans cette position. La pression de contact des couteaux étant assurée par les ressorts (R).

Pour ouvrir le sectionneur, un certain effort est nécessaire sur le levier à boule pour basculer le maneton (M) au delà de l'axe du sectionneur.

21. Appareillage de coupure du réseau triphasé 380 V.

21.1 Contacteurs type W 2 S 139 (K 4 et K 5).

Ces contacteurs triphasés sont utilisés pour la mise sous tension des 3 moteurs asynchrones d'entraînement des ventilateurs des moteurs de traction d'un bogie. Ces contacteurs ont une puissance de coupure de 75 kw sous 380 V.

Le circuit magnétique comporte deux parties : une première partie magnétique en forme de E est fixe et possède sur la branche centrale la bobine d'enclenchement; la deuxième partie également en forme de E est mobile.

A l'excitation de la bobine, le circuit mobile se déplace; il

porte 3 lamelles mobiles porte contact; chaque lamelle comporte deux points de contact.

21.2. Contacteurs type KT 4 (K2 et K6).

Ces contacteurs ont une puissance de coupure de 37 kW sous 380 V. La construction est semblable à celle des W 2 S 139, mais plus légère. Ils sont utilisés pour la mise sous tension du moteur compresseur et des moteurs ventilateurs des selfs de lissage.

21.3. Contacteurs KT 2 (KVH 1 et KVH 2).

Ces contacteurs ont une puissance de coupure de 10 kW sous 380 V. Ils sont utilisés pour la mise sous tension des moteurs asynchrones de ventilation des hacheurs.

21.4. Disjoncteurs magnétothermiques.

Ils existent en différentes exécutions.

Les disjoncteurs employés ici sont de 3 types

type F 32 (DSGA)
type F 70 (DK2-DCB)
type C 500 (DCA)

22. Types de relais.

22.1. Le relais de tension nulle - RTN.

Son rôle est de provoquer l'ouverture du disjoncteur DUR en cas de manque de haute tension au pantographe. Il oblige par là même, de ramener le circuit de traction à zéro avant d'autoriser la fermeture du DUR dès la réapparition de la tension caténaire.

Il est du type électronique et formé de deux circuits électriques isolés l'un de l'autre. Le circuit haute tension mesure la tension caténaire, le circuit basse tension alimente la partie électronique et par voie de conséquence le relais terminal RTN, dont les contacts sont insérés dans les circuits du DUR et d'autres intervenant dans le schéma d'asservissement.

Le principe de fonctionnement est le suivant (fig. 14) :

Un onduleur alimenté par la basse tension + 72 V, attaque le primaire P 1 du transformateur T 1 (isolé pour 9 kV). Le secondaire S 1, d'une part fabrique le + 12 - 12 V nécessaire à l'alimentation de l'ampli-opérationnel A et, d'autre part, alimentera le primaire P 2 du transformateur T 2 pour autant que le transistor Tr soit saturé (ce transistor joue le rôle d'interrupteur).

Une tension de référence est prélevée sur un diviseur de tension DR, alimenté par la tension caténaire + HT, dès que cette tension de référence est au-dessus de la limite de réglage (2,1 kV), l'ampli A bascule et sature le transistor Tr.

Le transformateur T 2 étant alimenté, son secondaire S 2 attaque à son tour un amplificateur à transistors, lequel excite le relais terminal RASZ.

22.2 Relais de protection et d'asservissement.

a) On distingue les relais de protection suivants :

Repère du schéma	Désignation du relais	Type
Q CHT	Relais à maxima du circuit de chauffage train	Q
Q VF	Relais différentiel des moteurs ventilateurs des résistances du freinage rhéostatique	Q
Q D et Q DA	Relais différentiel des circuits haute tension (Traction et auxiliaires H.T).	Q Q
DR DUR	Montage permettant le déclenchement rapide, par la bobine de calibrage, du DUR	

b) les relais d'asservissement intervenant dans les circuits de contrôle à basse tension.

Repère du schéma	Désignation du relais	Type
RT 20	Relais temporisé au déclenchement 20" Verrouillage de la boîte à clefs et sectionneur de mise à la terre	TE - CA 1 CR 103
RSAE 1) RSAE 2)	Temporisé à l'enclenchement 2" - Alimentation de l'électronique des hacheurs	RASZ
RE	Temporisé à l'enclenchement 2" - Relais de mise en service des hacheurs	RASZ
RAD	Temporisé à l'enclenchement 2" - Relais auxiliaire du DUR	RASZ
RCHF	Temporisé à l'enclenchement 2" - Relais de commande de la précharge du filtre d'entrée	RASZ
RADE	Temporisé à l'enclenchement 2" - Relais de démarrage du groupe moteur-alternateur	RASZ
RK 2	Relais auxiliaire de commande du contacteur du moteur compresseur	RASZ
RK 6	Relais auxiliaire de commande du contacteur du moteur ventilateur self de lissage	RASZ
RK 4	Temporisé à l'enclenchement 2" - Relais de commande du contacteur du ventilateur des moteurs de traction de 1 à 3 et hacheur 1	RASZ
RK 5	Temporisé à l'enclenchement 2" - Relais de commande du contacteur du ventilateur des moteurs de traction 4 à 6 et hacheur 2	RASZ

REH 1)	Relais d'élimination du hacheur 1	RASZ
REH 2)	Relais d'élimination du hacheur 2	RASZ
RMS 1 (Relais auxiliaire de mise en série des	RASZ
RMS 2 (moteurs de traction de 1 à 6	
RMS 3)	Relais auxiliaire de surveillance du cou-	RASZ
RMS 4)	plage normal des moteurs de traction	
RGM	Relais de contrôle pour commande sur	RASZ
	réseau 1,5 kV	
REE	Relais de mise hors service temporaire	RASZ
	de l'électronique basse tension	
RP1	Relais de fermeture du DUR dans le ré-	RASZ
	gime "Planton"	
RAT	Relais auxiliaire de RT 20 de verrouil-	RASZ
	lage de la boîte à clefs	
RTE	Relais de test du capteur de vitesse	RASZ
RT	Relais test des temps de signalisation	RASZ
Q 72	Relais de substitution	W 50
RAQ 72	Relais auxiliaire du Q 72	RASZ
RAQD	Relais auxiliaire du relais différentiel QD	RASZ
R 1,5	Relais de commande sur réseau 1,5 kV	RASZ
RNS	Relais d'autorisation à fonctionner sur	RASZ
	1,5 kV	
Rd1	Relais temporisé 5,5 sec à l'enclenchement	RASZ
	Contrôle le démarrage normal du groupe	
	moteur alternateur	
Rd2	Relais de défaut de la régulation de vi-	RASZ
	tesse du groupe moteur alternateur	
Ru2	Relais électronique de contrôle de la fré-	FW 2
	quence; fonctionne à 38 Hz	
Ru3	Relais électronique de contrôle de la fré-	FW 2
	quence; fonctionne à 70 Hz	
Ru4	Relais électronique de contrôle de ten-	WK 3-2
	sion; attire de 180 V à 260 V	
RIN 1)	Relais auxiliaires de la manette de l'in-	RASZ
RIN 2)	version du manipulateur	
RO	Relais auxiliaire de l'interrupteur	RASZ
	"Urgence"	
RBC 2	Relais de surveillance de la mise en ser-	RASZ
	vice du chauffage train	
RSMC 1 (Relais de signalisation "maxima" courant	RASZ
RSMC 2 (des moteurs de traction	
RDH 1)	Relais totalisateur tout défaut des ha-	RASZ
RDH 2)	chateurs	
RAM 1 (Relais auxiliaire de la manette de l'in-	RASZ
RAM 2 (version du manipulateur	
RMan	Relais de commande "manoeuvre"	RASZ
RTra	Relais de commande "traction"	RASZ

RFre	Relais de commande "freinage rhéostatique	RASZ
RSec	Relais temporisé 3,5 sec au déclenchement relais de sécurité utilisé pour la coupure de la traction	CA1-CR103
RASec	Relais auxiliaire du RSec	RASZ
RRM	Relais de réarmement de la traction	RASZ
RPu	Relais de purge automatique	CA1-CR103
RMAE 1) RMAE 2)	Relais à maxima courant, de surveillance de l'alimentation électronique	RASZ
RSA	Relais de sablage sur ordre du décel de patinage	RASZ
RMT 1 () RMT 2 ()	Relais à maxima de tension aux bornes des moteurs de traction	RASZ
RAE 1) RAE 2) RAE 3) RAE 4) RAE 5) RAE 6)	Relais de l'anti-enrayage des roues de la locomotive	RASZ
RDS	Relais de protection contre la survitesse	RASZ
RSCS 1	Relais temporisé 5 sec. au déclenchement relais de détection d'un capteur statique défectueux dans le bogie 1	CA2 FR211
RSCS 2	Relais temporisé 5 sec au déclenchement relais de détection d'un capteur statique défectueux dans le bogie 2	CA2 FR211
RMVA	Relais terminal de l'appareillage PW 18, pour le contrôle de la vigilance et de la veille automatique	RASZ
RQVF	Relais auxiliaire de signalisation du relais QVF (diff. moteur ventilat. résist. frein)	RASZ
RKF	Relais de fermeture des contacteurs de freinage rhéostatique	RASZ
RMC 1 () RMC 2 ()	Relais auxiliaire des maxima courant des moteurs de traction	RASZ
RFH 1) RFH 2)	Relais auxiliaire de surveillance des fusibles de protection des thyristors des hacheurs	RASZ
RVH 1 () RVH 2 ()	Relais pour ventilation hacheur	RASZ
RSV	Relais auxiliaire de la signalisation d'un manque de ventilation	RASZ
RDV	Relais temporisé 9 sec à l'enclenchement; relais de protection d'un manque de ventilation des moteurs de traction ou des selfs de lissage	CA2 FT211
RDV 1	Relais auxiliaire du RDV	CA2 FN244

23. Description des différents types de relais.

23.1. Relais type Q (fig. 15)

En principe, ce relais se compose d'une armature magnétique constituée par deux noyaux (1) parallèles réunis à leur base par un barreau (2). Au sommet des noyaux sont fixés des épanouissements polaires (3) ayant un entrefer (4). Devant cet entrefer se déplace une palette magnétique (5) solidaire d'un balancier (6) portant les contacts (7). Un ressort de rappel (8) ramène le balancier en position normale.

Un capot transparent protège tout l'équipage mobile. Suivant la fonction du relais, l'armature porte une ou plusieurs bobines, qui peuvent n'être qu'une barre ou câble traversant l'armature, parcouru par le courant du circuit haute tension à protéger et, en plus une ou des bobines basse tension dont l'alimentation maintient ou provoque l'attraction de la palette magnétique (5).

a) Relais QCHT maxima du chauffage train (fig. 15)

Sur un des noyaux un enroulement de quelques spires de forte section est traversé par le courant de chauffage du train, sur l'autre noyau deux bobines basse tension. La palette (5) sera attirée lorsque le courant de chauffage parcourant la bobine H.T. atteint la valeur correspondant au réglage du relais.

Par le jeu des contacts auxiliaires et l'intervention du Q 72, le DUR déclenchera.

Le réglage du relais sera fonction de la distance d'entrefer à la palette magnétique réglable par le contact butée (9) et de l'effort de rappel réglable par le ressort (10).

Une des bobines basse tension maintient l'attraction de la palette lorsque la cause qui a provoqué son fonctionnement a disparu, tandis que l'autre bobine, dite de chatouillage provoque le fonctionnement du relais pendant un court instant à chaque manoeuvre de réarmement du DUR.

b) Relais QD et QDA différentiel des circuits haute tension (fig. 16).

L'armature est traversée par deux conducteurs (barre de forte section) dont le premier est parcouru par le courant entrant dans les circuits de traction et l'autre, par le courant sortant. Elle porte deux bobines dont la première est parcourue par le courant entrant dans le circuit du groupe moteur alternatif et l'autre par le courant sortant.

Le sens du courant dans les conducteurs et dans les bobines est tel que les flux développés aux épanouissements polaires des noyaux sont égaux et en opposition (s'annulent).

Lorsque, par suite d'un défaut d'isolement dans l'un des circuits, une partie du courant est déviée vers la masse, les flux développés n'étant plus égaux, leur différence provoquera l'at-

traction de la palette magnétique, ce qui, par le jeu des contacts auxiliaires et l'intervention du Q 72, entraînera le déclenchement du DUR.

Une bobine basse tension dite de chatouillage, provoque le fonctionnement du relais pendant un court instant à chaque manœuvre de réarmement du DUR.

c) Relais QVF, différentiel des moteurs ventilateurs des résistances du freinage rhéostatique.

Ce relais est conçu suivant un principe similaire à celui du relais QD.

L'armature porte deux bobines de courant. L'une des bobines est traversée par le courant d'un groupe moteur ventilateur, alors que l'autre bobine est traversée par le courant de l'autre groupe moteur ventilateur.

Le sens du courant dans les conducteurs est tel que les flux développés aux épanouissements polaires des noyaux sont égaux et en opposition.

Un défaut dans l'un des groupes moteurs ventilateurs (manque de courant de freinage dans un des groupes de moteurs ou déséquilibre important de courant de freinage entre les 2 groupes de moteurs) entraînant une différence des courants de circulation dans les bobines aura pour conséquence que les flux développés n'étant plus égaux, leur différence provoquera l'attraction de la palette magnétique, qui, par le jeu des contacts, allumera une lampe de signalisation.

Ce relais possède également une bobine de "chatouillage" remplissant la même fonction que les relais QD et QCHT.

23.2. Relais RASZ (fig. 17)

Le relais RASZ est du type électromagnétique à fonctionnement rapide. Il comporte une armature mobile attirée par un électro.

L'enclenchement du relais est réalisé par l'excitation de la bobine et son déclenchement après coupure de l'alimentation de la bobine, par un ressort de rappel comprimé lors de l'enclenchement.

Ces relais sont équipés de 4 contacts normalement ouverts ou de 4 contacts normalement fermés, chacun à double coupure. Les contacts fixes et mobiles sont en bimétal.

Le relais s'embroche dans un socle fixé à demeure sur un support auquel viennent se connecter, par souliers Faston les différents câbles. L'embrochage entre relais et socle est codé de manière à éviter les permutations de relais de type différent.

23.3. Relais RASZ, temporisé à l'enclenchement (fig. 18)

C'est le même relais RASZ, avec adjonction d'une plaquette de temporisation réalisée électroniquement.

Cette temporisation est réglable.

En principe, la temporisation à l'enclenchement est réalisée par un groupe R.C. (résistance capacité), dont la constante de temps est liée à la valeur de R.

Cet élément RC commande un transistor unijonction. Après écoulement de la temporisation l'unijonction se sature, attaque la gâchette d'un thyristor qui s'allume et excite le relais RASZ, qui restera excité, pendant tout le temps de l'alimentation.

Ce relais s'embroche dans un socle fixé à demeure sur un support, auquel viennent se connecter, par souliers de câble Faston les différents câbles.

L'embrochage est codé; le code est tel que seul un relais temporisé à l'enclenchement puisse être placé sur le support.

23.4. Relais Q 72 - W 50 (fig. 19).

Ce relais comporte une armature fixe (a) portant la bobine (b), les deux supports cavaliers (s) et les flasques (f) en matière isolante.

L'équipage mobile (e) est solidaire du contact mobile (C) par l'intermédiaire du ressort (r).

Entre l'équipage mobile (e) et l'armature fixe (a) sont placés deux ressorts de rappel (R).

Les flasques (f) portent la bobine de soufflage (E) sur laquelle se trouve le contact fixe (c'), la boîte de soufflage (B) et les contacts fixes des interlocks (ii').

Lorsque la bobine (b) est mise sous tension, l'équipage (e) est attiré et pivote autour du point (A) en comprimant les ressorts de rappel (R), jusqu'au moment où le contact mobile (C) vient contre le contact fixe (c'). L'équipage mobile continuant d'être attiré, le ressort (r) se comprime assurant la pression des contacts.

23.5. Relais temporisé au déclenchement type C A1 - CR 103 (fig. 20).

Ce type de relais comporte un électro-aimant à courant continu entraînant un contact auxiliaire à rupture brusque. Lors de la désexcitation de la bobine, l'armature libérée attaque une commande pneumatique réalisant la temporisation, elle est réglable de 0,2 à 180 secondes, un bouton moleté est prévu à cette fin.

Sur le même relais des contacts non temporisés peuvent également être montés. Les relais RT 20, RSec et RPu sont de ce type.

23.6. Relais industriel type CA 2-F.

Dans cette famille, on distingue les types suivants :

a) Type CA 2 - FN 244 (relais RDV1),

Ce relais est non temporisé et comprend 4 contacts normalement ouverts et 4 contacts normalement fermés.

b) Type CA 2 - FR 211 (relais RDV),

Ce relais est temporisé à la chute. Un bouton de réglage permet d'installer une temporisation variable de 1 à 10 sec.

Ce relais comporte un inverseur temporisé ainsi qu'un contact NO et NF non temporisé.

c) Type CA 2 - FT 211 (relais RSCS1 et RSCS2)

Ce relais est temporisé à l'enclenchement. Un bouton de réglage permet d'installer une temporisation pneumatique variable de 1 à 10 sec.

Ce relais comporte un inverseur temporisé, plus un contact NO et un contact NF non temporisé.

24. Contacteur W 300 (fig. 21).

Ce contacteur (KEX1 - KEX2) alimente les inducteurs des moteurs de traction et a un pouvoir de coupure de 300 A/750 V.

Ce contacteur est du type électromagnétique avec soufflage magnétique. L'armature (A) portant la bobine (B), le support de fixation (P), les contacts auxiliaires (CAX).

L'équipage mobile (E) est solidaire du contact mobile (C) par le bras (T) et par l'intermédiaire du ressort (R). Les flasques portent la bobine de soufflage (S) sur laquelle se trouvent le contact fixe (C 1), la boîte de soufflage (SP).

La boîte de soufflage en matière à haute résistance thermique, est pourvue de cornes de soufflage (F) dont la mobile est à la même tension que le contact mobile (C) et la fixe à la tension du contact fixe (C 1). Des fers de champ portant les dispositifs de localisation de la boîte de soufflage sont fixés à celle-ci.

Lorsque la bobine (B) est mise sous tension, l'équipage mobile (E) est attiré magnétiquement, il pivote autour du point (J) en comprimant le ressort de rappel (R) jusqu'au moment où le contact (C) entraîné par le support (T) pivotant autour du point (K), vient contre le contact fixe (C 1). L'équipage mobile continuant d'être attiré, le ressort (R) se comprime davantage, assurant la pression des contacts.

Lors de la désexcitation de la bobine (B), le déclenchement du contacteur est dû, d'une part, à l'action de la pesanteur de l'armature et, d'autre part, par la détente du ressort (R).

Les contacts auxiliaires sont au nombre de 2 NF - 2 NO à rupture double portant des pastilles en argent. Le levier mobile porte-contacts est entraîné par l'armature mobile (E) au moyen d'une bielle isolante (L).

25. Le control-switch (fig. 22).

Le control-switch a pour but:

- d'empêcher que l'on puisse démarrer une locomotive alors que la conduite générale du frein automatique est vide;
- d'empêcher que le courant ne puisse être appliqué aux moteurs de traction alors que les freins sont serrés;
- d'interrompre automatiquement le courant de traction en cas de freinage si le conducteur a omis de le faire avant de freiner.

C'est un relais pneumatique branché sur la conduite générale du frein automatique. L'air comprimé est admis dans l'espace limité par le diaphragme (D). Il en résulte une certaine déformation transmise par un poussoir (P) à un levier (L) prenant appui en (A).

Un ressort antagoniste (R) dont la tension est réglable par la vis (V), permet de faire varier la valeur de la pression d'air pour laquelle le diaphragme se déforme. Le mouvement du levier agit par l'intermédiaire de la butée (B) sur le dispositif des contacts à rupture brusque établi suivant le principe du ressort de basculement désaxé. Dès que l'amplitude du mouvement du levier est suffisante pour faire passer le centre du ressort K au-dessus de l'axe de la lame flexible (F), le ressort fera renverser la courbure de la lame entraînant l'ouverture des contacts (C). La pression d'air commandant l'ouverture des contacts est réglée par la vis (V) tandis que la vis (Rd) permet de régler l'écart entre les pressions d'air d'ouverture et de fermeture.

26. Déclencheur rapide du DUR - D.R. Dur (fig. 23).

Comme il a été expliqué à l'article 14, le disjoncteur ultra-rapide, la bobine de calibrage joue deux rôles:

- celui de vérifier la valeur de déclenchement du DUR en utilisant de la basse tension;
- celui de provoquer rapidement l'ouverture du DUR sur ordre donné par les circuits de contrôle des hacheurs.

Ce dispositif a pour principe de fonctionnement:

Un condensateur (C) est chargé en permanence au départ de la tension 380 V de l'alternateur, via un transformateur d'isolement (T) et d'un pont redresseur à diodes (R).

Sur ordre donné par les circuits de contrôle des hacheurs, une impulsion est transmise via un transformateur (t), à la gâchette d'un thyristor (Th) lequel s'allume et provoque la décharge du condensateur dans la bobine de calibrage (Ca) du DUR, lequel déclenche instantanément.

Par suite de l'oscillation qui prend naissance dans le circuit résonnant (Ca-C) le thyristor voit apparaître une tension inverse à ses bornes, ce qui a pour effet de l'éteindre. Le courant ainsi appliqué dans la bobine de calibrage est important mais de courte durée.

27. Le capteur de vitesse.

Le capteur de vitesse réalise les fonctions ci-après:

a) en traction.

- Il fournit la mesure de la vitesse de la locomotive, qui est comparée dans le régulateur de vitesse à la consigne affichée par le manipulateur;
- Il détecte les patinages en mesurant l'accélération de chaque essieu. Au-delà d'un seuil, le capteur fournit l'information "patinage" à la régulation qui commande une réduction de la consigne de courant sur le groupe des moteurs dont un ou plusieurs des moteurs patinent ou broutent. Ce seuil choisi est tel qu'une accélération de 0,5 m/sec² n'est jamais considérée comme patinage tandis qu'une accélération de 0,8 m/sec² l'est toujours;
- Il détecte la survitesse d'un ou plusieurs moteurs correspondant à 180 km/h pour la locomotive, en donne l'information à la régulation qui bloque les hacheurs.

b) en freinage.

Il détecte immédiatement un enrayage ou une décélération trop brutale de l'une quelconque des roues (seuil réglé à 4 m/sec²). Un relais d'antienrayage par essieu excite l'électrovalve de désenrayage du cylindre de frein correspondant à l'essieu enrayé.

c) Le capteur de vitesse réalise donc 4 fonctions, décel de patinage, décel d'enrayage, décel de survitesse et mesure de la vitesse de la locomotive, toutes fonctions nécessitant une réponse rapide de la part de l'équipement. C'est pourquoi, il est fait usage d'un dispositif électronique.

La fig. 24 donne le schéma bloc du dispositif contrôlant les 3 moteurs d'un même bogie. Sur le carter d'engrenage est monté un "capteur statique" comptant le nombre de dents de l'engrenage qui défile par unité de temps et délivrant un signal dont la fréquence est directement proportionnelle à ce nombre de dents, c.à.d. proportionnelle à la vitesse.

Ce signal à fréquence variable, après amplification, est converti en tension continue, dont la valeur est directement proportionnelle à la fréquence, c.à.d. à la vitesse de la locomotive.

Cette tension est traitée de manière à fournir les différentes informations nécessaires à la régulation (vitesse, accélération, décélération).

28. Batterie et chargeur de batterie.

Cette batterie SAFT type KPM 70, comporte 54 éléments "cadmium nickel" groupés en série d'une capacité de 70 ampères-heures.

La batterie d'accumulateurs est formée de 9 bacs de 6 éléments. Chaque élément est enfermé dans un bac en acier soudé.

La particularité de cette batterie est d'avoir une courbe tension de décharge quasi plate, la tension par élément ne variant que de 1,25 V à 1,2 V pour 10 à 90 % de sa capacité. De plus, en charge elle ne présente qu'un seul palier de montée de tension, se produisant à environ 90 % de capacité chargée. Comme cette élévation de tension est peu élevée, la tension de charge peut être abaissée diminuant ainsi la fourchette de tension.

28.1. Chargeur de batterie (fig. 25).

Il fournit le courant de charge batterie et le courant nécessaire à l'asservissement.

Le courant charge batterie est prélevé au 380 V 60 Hz triphasé de l'alternateur.

Il se compose essentiellement:

- A l'entrée, un transformateur triphasé abaisseur de tension connecté à la ligne 380 V par un contacteur triphasé. Le secondaire du transformateur alimente, via des fusibles de protection, le pont redresseur mixte triphasé, formé de diodes et de thyristors commandés;
- A la sortie du pont un filtre L.C., une diode pour l'alimentation de charge batterie, un départ vers l'alimentation de l'asservissement.
- Dans la branche batterie, un shunt d'ampèremètre pour la lecture du courant de charge ou décharge de la batterie;

- Des bilames branchés en parallèle sur les fusibles de protection des diodes et thyristors attaquant des déclencheurs automatiques dont les contacts auxiliaires font brûler une lampe de signalisation.

Lorsque le DUR s'ouvre ou que la tension alternative devient trop basse, le contacteur triphasé d'alimentation s'ouvre.

Le circuit de commande et de régulation automatique de la charge batterie se compose de plaquettes électroniques dont les fonctions sont les suivantes :

- a) limiter le courant débité par le chargeur, la prise de signal de commande est effectuée aux bornes d'un shunt, connecté en série dans la sortie du chargeur;
- b) limiter le courant de charge de la batterie; le signal de mesure est pris aux bornes d'un shunt en série avec la batterie;
- c) réguler et limiter la tension de sortie; la commande de régulation est fournie par une prise de tension à la sortie du chargeur. Cette plaquette de régulation tension attaque un déphaseur, dont le rôle est d'autoriser la fabrication des impulsions de commande aux gâchettes des thyristors.

La valeur moyenne du courant continu sortant des chargeurs est directement liée à l'angle d'allumage des thyristors.

- d) fabriquer le + 12 V, - 12 V nécessaire à l'alimentation des plaquettes ci-avant et, les impulsions de commande des gâchettes de thyristors.
- e) retarder l'ordre des impulsions de commande, à la mise sous tension du chargeur pour établir progressivement le courant débité.

Un interrupteur permet d'éliminer l'automatisation du régulateur et de passer à une régulation manuelle grâce à un potentiomètre prévu à cet usage.

Le potentiomètre agit directement sur le déphaseur de commande des impulsions des gâchettes des thyristors.

E. Protection du personnel.

29. Dispositif de veille automatique.

29.1. Description.

Le dispositif de veille automatique a pour but de provoquer l'arrêt du train en cas de suppression du contrôle du conducteur.

Il interrompt automatiquement la traction par déclenchement et provoque la mise à l'échappement de la conduite d'alimentation générale du frein automatique.

Le dispositif de veille automatique comprend (fig. 26, 27) :

- une pédale du type à zone d'équilibre (une dans chaque cabine de conduite) PVA1 et PVA2;
- un interrupteur à 3 positions de substitution de la pédale dans chaque cabine de conduite IVA1 et IVA2, de manière à permettre au conducteur de regarder par la fenêtre latérale pendant les manoeuvres par exemple;
- les contacts CFD1 et CFD2 commandés par les robinets d'isolement du frein direct;
- un signal acoustique par poste de conduite SVA1 et SVA2;
- une temporisation de 4 sec. et 60 sec. réalisée électroniquement dans le coffret MEMOR et un relais final RMVA;
- un interrupteur d'élimination IVA et un robinet d'élimination pneumatique RIVA;
- l'électrovalve inverse de veille automatique EVIVA;
- une valve d'urgence;
- une valve pilote de l'inverseur dans chaque cabine de conduite.

Lorsque le contrôle du conducteur fait défaut, l'ouverture des contacts du relais RMVA provoque la coupure de la traction (ouverture du DUR) et interrompt l'alimentation de l'électrovalve inverse de veille automatique EVIVA. La conduite derrière la valve d'urgence se vide à l'atmosphère; celle-ci fonctionne, la conduite générale se vide et les freins sont appliqués.

29.2. Préparation et conduite de la locomotive.

Le dispositif de veille automatique est mis en service par la mise en position de marche de l'inverseur (électriquement par les contacts de la manette d'inversion 661 - 878 A ou 661 - 878 B suivant le poste de conduite, pneumatiquement par l'ouverture de la valve pilote).

D'autre part, les robinets d'isolement du frein direct dans les deux cabines de conduite doivent être dans leur position normale (en service dans le poste occupé, hors service dans le poste non occupé) sinon les interlocks CFD1 et CFD2 empêchent toute alimentation de l'électrovalve inverse EVIVA.

A la mise en position de marche de la manette d'inversion, le signal acoustique fonctionne; le conducteur doit placer la pédale en position réarmement puis en position d'équilibre afin d'exciter l'électrovalve inverse EVIVA.

Lors de la conduite, le conducteur est tenu de maintenir la pédale en zone d'équilibre. Après 60 sec. le ronfleur est mis sous tension; le conducteur dispose alors de 4 sec. pour enfoncer complètement la pédale et réarmer la temporisation de 60 sec. Sinon le relais RMVA se désexcite; ce relais interrompt à son tour l'électrovalve inverse EVIVA de sorte que la conduite automatique est mise à l'atmosphère.

29.3. Remarques.

- Les mêmes fonctions peuvent être obtenues avec un des deux interrupteurs IVA1 ou IVA2, plutôt qu'avec la pédale, pour autant que celle-ci soit dans sa position libre.
- En cas d'avarie, le dispositif de veille automatique peut être isolé par l'interrupteur IVA, qui ponté la partie veille automatique du coffret MEMOR (PW 18).

Quand le coffret MEMOR doit être complètement isolé (avec les interrupteurs IVA et IM), le robinet pneumatique RIVA doit également être fermé.

- Quand le robinet d'élimination RIVA est fermé sans que les interrupteurs IVA et IM n'aient été manoeuvrés, les ronfleurs sont alimentés en permanence.

30. Dispositif de sécurité.

L'appareillage haute tension qui peut être manoeuvré en ligne par le conducteur est rendu inaccessible lorsque la locomotive est sous tension. A cette fin, il est logé dans des armoires fermées à clé. Les clés d'accès aux armoires sont logées dans une boîte spéciale appelée boîte à clés.

La boîte à clés fait partie d'un ensemble dénommé "dispositif de sécurité" qui comprend :

- a) un robinet à 3 voies intercalé dans la conduite pneumatique d'alimentation des pantographes;
- b) un dispositif de mise à la terre de l'équipement électrique HT;
- c) une boîte à clés.

30.1. Robinet à 3 voies.

Ce robinet à 3 voies (fig. 28) permet :

- dans une première position, de mettre en communication avec la conduite d'alimentation les 2 cylindres des pantographes, toute communication avec l'atmosphère étant coupée (fig. 28a);
- dans une seconde position, de mettre en communication avec l'atmosphère les 2 cylindres des pantographes, toute communication avec la conduite d'alimentation étant coupée (fig. 28b).

Ce robinet comporte (fig. 29) :

- une première serrure dans laquelle on introduit la clé A de la boîte à interrupteurs verrouillés.

Cette clé peut occuper les positions 1 et 2. Elle ne peut être engagée et enlevée qu'en position 1.

Dans la position 2, un ressort la rappelle automatiquement en 1, si on ne la retient pas.

- une deuxième serrure dans laquelle s'engage une manette B.

La manette B peut occuper 2 positions :

- L : qui correspond aux pantographes levés (fig. 28a)
 Dans cette position la manette B est verrouillée.
- A : qui correspond aux pantographes abaissés (fig. 28b).
 Dans cette position la manette B peut être enlevée.

La manoeuvre s'effectue comme suit :

- introduire la clé A en position 1;
- déplacer la clé A de la position A à la position 2 et l'y maintenir;
- déplacer la manette B de la position L à la position A;
- dans la position A enlever la manette B;
- lâcher la clé A qui revient automatiquement de la position 2 à la position 1;
- dans la position 1, enlever la clé A.

L'ordre de ces manoeuvres est indiqué à la fig. 29.

Une fois ces manoeuvres effectuées, les pantographes sont abaissés, vu que :

- l'interrupteur verrouillé "pantographe" a dû être remis en position "ouvert" pour permettre d'enlever la clé A de la boîte d'interrupteurs verrouillés dont on s'est servi sur le robinet à 3 voies; on a donc coupé le circuit d'alimentation des pantographes ce qui, normalement, provoque l'abaissement des pantographes;
- les cylindres des pantographes ont été mis à l'atmosphère ce qui assure l'abaissement des pantographes même si électriquement, pour une cause anormale, les pantographes n'avaient pas été coupés.

Lorsqu'on désire relever les pantographes, il faut remettre la manette B en position L.

30.2. Dispositif de mise à la terre.

Le dispositif de mise à la terre manoeuvre 4 sectionneurs de façon à mettre simultanément à la terre, la ligne de toiture, les condensateurs du filtre d'entrée et les condensateurs d'extinction de chacun des deux hacheurs.

Avant de procéder à la mise à la terre, il faut permettre au condensateur de se décharger; aussi, le dispositif est-il complété par un verrouillage électrique et deux lampes de signalisation; avant l'écoulement d'une temporisation de 20 secondes, une lampe rouge s'allume si l'on veut déplacer le sectionneur de mise à la terre; après l'écoulement de la temporisation de 20 secondes, la butée électrique du verrouillage s'efface et une lampe verte s'allume lorsqu'on veut déplacer le sectionneur de mise à la terre.

Le dispositif comporte 3 serrures (fig. 30) :

- dans la première, on introduit la clé A de la boîte à interrup-

teurs verrouillés, que l'on vient de retirer du robinet à 3 voies.

Cette clé peut occuper 3 positions : 1, 2 et 3;

- dans la seconde, on introduit la manette B qu'on a retirée du robinet à 3 voies.

Cette manette peut occuper les 2 positions O et T; elle ne peut être engagée et enlevée qu'en position O; en position T, elle est verrouillée.

La manoeuvre de O à T de cette manette B commande la mise à la terre de la ligne de toiture ainsi que des condensateurs du hacheur par l'intermédiaire de 4 sectionneurs.

- dans une troisième est emprisonnée une clé C qui peut occuper 2 positions : 4 et 5.

En position 4, la clé C est bloquée.

En position 5, elle peut être retirée et engagée.

La manoeuvre de mise à la terre s'effectue comme suit (fig. 30a) :

- introduire la clé A en position 1 et la manette B en position O;
- déplacer la clé A en position 3. Dans cette position, elle est verrouillée et elle entraîne la fermeture du **micro-Switch** SWst, ce qui provoque l'allumage de la lampe verte, si la temporisation de 20 sec. est écoulée et l'excitation de l'électro de verrouillage EVHT;
- l'électro de verrouillage étant excité, il est possible de déplacer la manette B de la position O à la position T; cela étant, la clé A peut être lâchée; elle revient automatiquement en 2 où elle reste bloquée. La clé A ne peut plus revenir de 2 en 1;
- la clé A étant en 2 et la manette B en T, la clé C peut être déplacée de la position 4 à la position 5;
- déplacer la clé C de la position 4 à la position 5. Ceci a pour conséquence de bloquer la manette B en position T et par contre de libérer la clé A;
- retirer la clé C;
- éventuellement, retirer la clé A en position 2. Ceci n'est justifié que si l'on désire faire un essai à blanc.

La manoeuvre du dispositif de mise à la terre après celle du robinet à 3 voies donne l'assurance que :

- les pantographes sont abaissés;
- l'équipement électrique HT est mis à la terre.

Il n'y a donc plus aucun danger d'accéder aux appareils HT.

La manoeuvre de remise en position normale s'effectue comme suit (fig. 30b) :

- engager simultanément la clé C en position 5 et la clé A en position 2 (si cette clé A a été éventuellement retirée);
- déplacer la clé A de 2 à 3 et l'y maintenir afin de pouvoir déplacer la clé C de 5 à 4;
- déplacer la clé C de 5 à 4. Après cette manoeuvre, la clé A reviendra automatiquement de 3 en 2. Les clés A et C seront alors **verrouillées**.
- ramener la manette B de T en 0 et l'enlever dans cette position. La clé C est bloquée en position 4 et la clé A peut être ramenée de 2 à 1.

Remarque.

La manoeuvre de remise en position normale s'effectue donc dans l'ordre inverse de la manoeuvre en position "terre".

30.3. Boîte à clés.

Cette boîte comporte (fig. 31) :

- une serrure dans laquelle s'engage la clé C retirée du dispositif de mise à la terre. Cette clé peut occuper les 2 positions **1 et 2**;
- une manette fixe D pouvant occuper 2 positions 1 et 2. Cette manette commande le tambour BCI permettant de court-circuiter le contact du relais de tension nulle RTN lors de l'essai à blanc;
- une clé E donnant accès aux coupleurs de chauffage et pouvant occuper 3 positions En - 0 - Hors. Cette clé commande le tambour BC2 avec touches de commande pour l'asservissement du chauffage du train.

Cette clé étant en position 0, une lampe disposée sur la boîte à clés s'allume. Cette clé ne peut être enlevée qu'en position "Hors";

- une manette fixe S qui commande le sectionneur de mise à la terre des circuits de chauffage.

Cette manette peut occuper les 2 positions :

Terre : qui correspond au sectionneur de mise à la terre du chauffage fermé;

Service : qui correspond au sectionneur de mise à la terre du chauffage ouvert;

- 4 clés qui donnent accès aux compartiments H.T.

Ces clés peuvent occuper 2 positions :

- position inclinée à 135° sur l'horizontale qui correspond à la position verrouillée;
- position horizontale qui correspond à la position libre : dans cette position les clés peuvent être enlevées.

Pour enlever une ou plusieurs des clés d'accès à la HT, on procède comme suit (fig. 32):

- introduire la clé C en position 1, dans la serrure qui lui correspond;
- déplacer la clé C de la position 1 à la position 2. Il est alors seulement possible de déplacer la manette D de la position 1 à la position 2;
- déplacer la manette D de 1 en 2; cette manette étant en 2, il est impossible de déplacer la clé C de 2 en 1;
- déplacer la clé E de la position En à la position O. Ceci rend possible la manoeuvre de la manette S. La lampe de la boîte clés s'allume;
- déplacer la manette S de la position "Service" à la position "Terre";
- tourner une ou plusieurs des 4 clés d'accès à la HT de 135° dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, ce qui les amène en position horizontale et permet de les enlever.

La clé C et les manettes D et S sont alors bloquées.

Pour remettre la boîte à clés en position normale, la manoeuvre se fait exactement dans l'ordre inverse de ce qui est indiqué ci-dessus, c.à.d.:

- remettre les 4 clés d'accès à la haute tension en position horizontale et les tourner de 135° dans le sens des aiguilles d'une montre. Ceci ne permet la manoeuvre des clés C et manettes D et E que pour autant que les 4 clés d'accès à la HT aient été effectivement placées en position verrouillée;
- déplacer la manette S de "Terre" en "Service". Ceci n'est possible que pour autant que la clé E soit en O;
- déplacer la clé E de O en "En";
- déplacer la manette D de 2 en 1. Il est alors seulement possible de déplacer la clé C de 2 en 1;
- déplacer la clé C de 2 en 1;
- enlever la clé C à partir de sa position 1.

30.4. Conclusions.

Si le dispositif de sécurité et les divers verrouillages ont fonctionné normalement:

- lorsqu'on a en main une ou plusieurs des clés d'accès aux armoires à appareillage HT, on a l'assurance non seulement que les pantographes sont abaissés et que l'équipement HT est mis à la terre, mais encore que les pantographes ne peuvent être relevés et l'équipement HT coupé de la terre vu que les manettes de commande du sectionneur de mise à la terre et de manoeuvre du robinet à 3 voies sont bloquées;
- les clés d'accès à la HT ne pouvant être retirées des serrures des armoires à appareillage HT, que pour autant que ces armoires soient refermées, ceci donne l'assurance que toute la HT est inaccessible dès que l'équipement est remis sous HT.

Remarque.

Des plaquettes portant un numéro et une flèche sont fixées sur le dispositif de sécurité et la boîte à clés.

Elles indiquent l'ordre et le sens des manoeuvres à effectuer lorsqu'on veut retirer les clés d'accès à la HT.

Lorsqu'on veut remettre en position normale le dispositif de sécurité (pantographes levés), ces manoeuvres se font en ordre et sens inverses.

30.5. Accès aux coupleurs de chauffage.

Pour accéder aux coupleurs de chauffage sans danger, il n'est pas nécessaire que les pantographes soient abaissés: il suffit que les contacteurs de chauffage et le sectionneur de chauffage soient mis à la terre.

Pour retirer la clé de verrouillage de chauffage, on procède comme suit, toutes les clés et manettes du dispositif de sécurité étant dans la position normale (pantographes levés):

- amener la clé E de la position "En" à la position O; la lampe de signalisation de la boîte à clés s'allume si les contacteurs de chauffage sont ouverts;
- amener la manette S du sectionneur de chauffage de la position F à la position O. Le sectionneur de chauffage est alors à la terre;
- amener la clé E de la position O à la position "Hors". La lampe de signalisation s'éteint et la clé peut être retirée.

Les opérations de remise en position normale (chauffage en service) se font exactement dans l'ordre inverse.

NOTE I.

Si la lampe de signalisation ne s'est pas allumée pendant les opérations prescrites à l'article précédent, le conducteur doit déclencher le DUR et abaisser les pantographes avant de remettre la clé au manoeuvre, il ne peut alors relever les pantographes qu'après être rentré en possession de la clé de verrouillage du chauffage.

Le conducteur doit immédiatement avertir le dépanneur, sinon le répartiteur M, de cette anomalie; celui-ci prendra ses dispositions pour faire examiner la locomotive le plus rapidement possible.

NOTE II.

Pendant la période d'été, la manette S du sectionneur de chauffage sera laissée sur la position "Terre" et la clé E de chauffage sera mise sur la position "Hors"; un dispositif mécanique est prévu pour qu'elle ne risque pas de tomber hors de la boîte dans cette position.

NOTE III.

Le sectionneur de mise à la terre du chauffage est enfermé dans le capot et est donc inaccessible sans démontage, même lorsque les portes des compartiments d'appareillage sont ouvertes.

30.6. Remarque importante.

Les agents sont avisés que toute manoeuvre ayant pour but de paralyser un des dispositifs de sécurité montés sur la locomotive, dispositifs destinés à protéger non seulement les agents eux-mêmes, mais encore les **usagers des trains**, constitue en même temps qu'un danger mortel, une faute d'une extrême gravité pouvant entraîner la révocation des agents fautifs.

Le dispositif de sécurité et les divers verrouillages quoique surveillés tout spécialement, sont susceptibles de s'avaries (bris d'une pièce, défaut de graissage, etc...).

Le conducteur ne doit donc pas y accorder une confiance aveugle mais dans tous les cas, il doit se conformer INTEGRALEMENT aux prescriptions du fascicule 11.

IIe PARTIE

FONCTIONNEMENT DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE.

A. Circuits de puissance en traction.

31. Thyristors.

31.1. Généralités.

Le thyristor (encore appelé redresseur au silicium contrôlé) est un élément semi-conducteur de trois jonctions en série dont la représentation schématique est donnée à la fig. 33.

Il possède trois électrodes dont deux sont de grosse section : l'anode et la cathode (l'analogue de l'anode et de la cathode des diodes au silicium classiques); la troisième électrode, appelée électrode de commande (ou gâchette, grille, porte) constituée de fil fin est particulière au thyristor. Son rôle sera d'allumer le thyristor lorsque celui-ci sera polarisé dans le sens direct.

En effet, le thyristor empêche non seulement la circulation de courant quand il est polarisé dans le sens bloquant, mais aussi dans certaines limites, lorsqu'il est polarisé dans le sens direct. L'envoi d'une impulsion, de niveau relativement faible entre l'électrode de commande et la cathode autorisera la circulation du courant dans le sens direct. Toutefois, dès que le thyristor est passant, cette électrode ne joue plus aucun rôle et il est notamment impossible d'éteindre le thyristor par son électrode de commande.

Il n'est pas question dans le cadre de cette brochure de donner la technologie fort délicate de fabrication d'un thyristor.

31.2. Courbes caractéristiques d'un thyristor.

a) Polarisation inverse.

Si on applique entre la cathode et l'anode une tension négative progressivement croissante (en valeur absolue), le thyristor se comporte comme une diode, il y a blocage de la tension, seul un faible courant de fuite circule entre l'anode et la cathode. Au-delà d'un certain seuil, Vi il y a "avalanche" ou claquage (voir fig. 34).

b) Polarisation directe (fig. 34).

Si on applique entre la cathode et l'anode une tension positive croissante, en l'absence de tout signal sur l'électrode de commande, il ne circulera qu'un très faible courant de fuite, c'est le blocage direct. Pour une certaine valeur V_D (de même ordre de grandeur que V_i) le courant croît brusquement et la chute de tension aux bornes du thyristor tombe à une valeur très faible (1 à 2 V); c'est la caractéristique passante du thyristor analogue à celle d'une diode.

Si, par contre, on polarise positivement l'électrode de commande, on constatera le même phénomène, mais pour une tension V_a beaucoup plus faible que V_D .

Dans l'état de conduction, le signal sur l'électrode de commande n'a plus d'influence sur la caractéristique du thyristor. Le thyristor ne peut reprendre son état bloqué qu'après inversion de la tension aux bornes du thyristor, ou annulation de son courant par un moyen extérieur.

C'est l'obligation de polariser négativement le thyristor pour le bloquer qui explique la plus grande difficulté d'utiliser le thyristor en courant continu qu'en courant alternatif, où l'on dispose toujours d'une tension négative (l'alternance négative) pour bloquer le thyristor.

31.3. Limitation du thyristor.

Tout comme la diode, le thyristor possède des valeurs limites d'utilisation :

- Tension de blocage maximum (en direct et en inverse); on fabrique actuellement des thyristors ayant jusque 2 000 V de tension de blocage en régime répétitif.
- Courant maximum admissible; la chute de tension directe est responsable de l'énergie dissipée dans le sens passant. Tout comme pour les diodes, l'intensité maximum admissible dépend du mode de refroidissement (ventilation forcée, refroidissement naturel, présence ou absence d'un radiateur), car en fin de compte c'est la température de la jonction (au maximum 125 à 140° C) qui limite les performances d'un thyristor dans le sens passant. On fabrique actuellement des thyristors autorisant une intensité de 500 A (courant moyen, d'une onde carrée avec un angle de passage de 360°).

Ces valeurs limites ont leur équivalent pour les diodes au silicium.

Pour les thyristors il faut encore considérer :

- la vitesse d'accroissement du courant principal après l'allumage du thyristor. Il faut limiter actuellement cette vitesse aux environs de 20 A / μ s sous peine de destruction du thyristor par échauffement localisé;

- les variations brutales de tension directe; elles peuvent entraîner l'allumage intempestif du thyristor par effet capacitif sur la grille;
- le temps d'inversion, c-à-d pendant lequel la tension inverse doit être appliquée au thyristor pour que celui-ci retrouve ses qualités de blocage direct. Pour les thyristors les plus rapides, on peut atteindre des temps d'inversion de 25 μ s, mais au détriment d'autres qualités (tension de blocage maximum, courant maximum).

Le montage classique de la protection du thyristor contre les effets dynamiques est donné à la fig. 35. La self L limite la vitesse d'accroissement du courant et empêche la transmission brutale d'une surtension; la capacité écoule la surtension; la résistance empêche l'oscillation de la self et de la capacité. Le groupe RC limite également comme pour une diode la surtension de commutation lors du blocage inverse du thyristor.

31.4. Grouperment de thyristors.

Lorsque les conditions de fonctionnement sont supérieures aux performances d'un seul thyristor, il est nécessaire de grouper un certain nombre de thyristors en série et en parallèle afin de supporter les tensions appliquées et admettre l'intensité demandée.

Dans le cas de montage en parallèle de thyristors, comme la dispersion de leurs caractéristiques (notamment la chute de tension directe) est plus grande que pour les diodes, il est nécessaire, afin d'équilibrer les courants directs, de classer les thyristors en fonction de leur chute directe. L'équilibre des courants en régime transitoire est assuré par des selfs d'équi-répartition.

Dans le cas de montage en série de thyristors, les tensions aux bornes de chacun des thyristors sont équilibrées grâce à un diviseur potentiométrique comme dans le cas des diodes d'ailleurs.

Le grouperment de thyristors en série et en parallèle impose une grande précision dans la commande de l'allumage. En effet, le dernier thyristor à s'allumer dans une chaîne de thyristors en série supporte à lui seul toute la tension tandis que le premier thyristor à s'allumer dans un ensemble de thyristors en parallèle conduit à lui seul tout le courant. L'expérience montre qu'une précision de 2 μ s dans la commande de l'allumage est indispensable lorsqu'il faut allumer simultanément plusieurs thyristors en série et en parallèle.

Les thyristors utilisés dans les hacheurs des locomotives série 20 sont du type :

- T 502 A/14 (thyristors principaux);

- T 402/12 (thyristors d'extinction), dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

T 502 A/14	: tension directe	: 1 400 V
	tension inverse	: 800 V
	courant moyen	: 500 A
T 402/12	: tension directe	: 1 200 V
	tension inverse	: 800 V
	courant moyen	: 400 A.

32. Hacheur.

32.1. Schéma de puissance de principe.

Le hacheur qui n'est en fait rien d'autre qu'un interrupteur électronique fermé périodiquement pendant un temps donné va permettre de faire varier la tension aux bornes des moteurs au cours du démarrage sans la présence d'un rhéostat. Si cet interrupteur est fermé périodiquement pendant un temps T_e et ouvert le restant de la période $T - T_e$ (fig. 36), la tension moyenne à la sortie du hacheur vaudra

$V_{\text{moy}} = V_{\text{cat}} \frac{T_e}{T}$: il suffira de faire varier le T_e , tout en gardant T constant pour disposer d'une tension moyenne variable.

Le rhéostat de démarrage, sa batterie de contacteurs d'élimination et les contacteurs de couplage des moteurs de traction vont ainsi disparaître du schéma.

Pour les locomotives série 20, on trouve en fait 2 hacheurs, chacun alimentant les induits des moteurs d'un bogie.

Afin de réduire le dimensionnement du filtre d'entrée, qui est de toute façon indispensable vu l'inductance non négligeable de la source d'alimentation (circuit sous-station + caténaire), le fonctionnement des deux hacheurs est déphasé de 180° l'un sur l'autre.

Ainsi, la fréquence de base de l'oscillation apparaissant aux bornes du filtre d'entrée vaut le double de la fréquence individuelle de fonctionnement de chacun des hacheurs; c'est-à-dire qu'à mêmes harmoniques de tension aux bornes du filtre, ou du courant dans la caténaire, la dimension du filtre peut être sérieusement réduite.

D'autre part, il faut aussi prévoir une self de lissage S1 (ou S2) qui réduira l'ondulation du courant moteur à une valeur acceptable.

On obtient ainsi le schéma de puissance de principe de la fig. 37.

32.2. Rôle du filtre d'entrée.

La raison d'être du filtre d'entrée est de limiter les surtensions apparaissant à l'entrée du hacheur lors des coupures périodiques du courant caténaire par le thyristor principal, surtensions dues à l'inductivité non négligeable de la source d'alimentation (sous-station + caténaire). Le dimensionnement de ce filtre d'entrée est fort complexe car il doit satisfaire à une série de contraintes parfois contradictoires :

- a) Limitation de la surtension à l'entrée des hacheurs provoquée par le fonctionnement des hacheurs (problème de résonance entre la fréquence de pilotage du hacheur et la fréquence propre du filtre).
- b) Limitation de la surtension à l'entrée des hacheurs provoquée par la coupure définitive du courant de traction par les hacheurs.
- c) Limitation de la surtension à l'entrée des hacheurs provoquée par les surtensions de manoeuvre présentes sur la caténaire.
- d) Limitation des harmoniques du courant de traction en ligne (condition imposée par les relais de signalisation de voies).
- e) Limitation de la composante de courant caténaire à 50 Hz provoquée par la tension résiduelle à 50 Hz présente sur la caténaire (condition imposée par les relais de signalisation de voies).
- f) Limitation du courant de charge de ce filtre à des valeurs admissibles pour le réglage des disjoncteurs en sous-station.

L'ensemble de ces contraintes conduit au filtre d'entrée complet comprenant la résistance de charge RCF', la self principale SF, les condensateurs principaux 68.1 à 68.14, et un circuit résonant série accordé à 50 Hz constitué des condensateurs 68.18 à 68.20 et d'une self S 50.

Les éléments SF, 68.1 à 68.14, 68.18 à 68.20 et S 50 constituant un filtre passe bas amorti, répondent aux conditions a, b, c, d, e.

La résistance RCF' court-circuitée après l'enclenchement par le DUR répond à la condition f.

Le filtre tel qu'il est défini répond aux divers critères dans les deux situations d'exploitation suivantes :

- les deux hacheurs en service dans les conditions de courant et de tension les plus défavorables, le fonctionnement de l'un étant décalé d'une demi-période sur le fonctionnement de l'autre;
- un hacheur éliminé, l'autre étant en fonctionnement dans les conditions de courant et de tension les plus défavorables.

32.3. Fonctionnement du hacheur.

Le schéma de principe du hacheur est donné à la fig. 38.

Th1 est le thyristor principal, Th2 est le thyristor d'extinction, les éléments Sex, Cex, Rex constituent le circuit d'extinction, la diode D3 une diode de blocage et la diode D la diode de déversement (ou de roue libre).

La fig. 39 donne l'évolution des potentiels aux points A et C du circuit, et des courants I1 débités par le filtre d'entrée et I_L du circuit d'extinction.

Le fonctionnement du hacheur peut être décomposé dans les phases suivantes :

- On suppose à l'instant initial les thyristors Th1 et Th2 bloqués et la tension nulle aux bornes de la capacité Cex. D'autre part, l'inductivité du circuit moteur est supposée suffisante pour que le courant moteur puisse être considéré comme constant, pendant une période de fonctionnement.
- On débloque le thyristor principal Th1 au travers duquel circule le courant I1; le moteur est alimenté à la tension caténaire; il y circule le courant moteur IM égal à I1.
- A un moment donné (c'est le paramètre avec lequel on va pouvoir régler la tension moteur), on débloque le thyristor Th2. Il se produit alors une oscillation dans le circuit oscillant Cex, Sex, alimenté à la tension caténaire. La capacité Cex se charge au double de la tension du filtre d'entrée (qui fournit le courant de charge) au travers du thyristor Th2, puis se décharge dans le circuit moteur. Ce circuit étant à courant constant (présence d'une inductivité suffisante) le courant de décharge de la capacité Cex remplace au fur et à mesure le courant du thyristor principal Th1.
- Quand le courant de décharge de la capacité dépasse le courant moteur IM, le surcroît de courant IL est poussé au travers de la diode D1 et est récupéré par le filtre d'entrée; le thyristor Th1 est alors polarisé négativement par la chute de tension directe de la diode D1 pendant tout le temps où le courant de décharge de la capacité est supérieur au courant moteur.

Il faut que ce temps X soit supérieur au temps de recouvrement du thyristor Th1 dans les conditions les plus difficiles (courant moteur maximum, tension caténaire minimum, température maximum, ...) pour être certain de l'extinction du thyristor Th1. On remarque que le thyristor Th2 s'éteint également durant cette phase et la phase précédente puisqu'il est polarisé négativement par la chute de tension directe de la diode D2 depuis le début de la décharge du condensateur Cex.

- Quand le courant de décharge repasse par la valeur du courant I_M , le circuit de moteur est découplé du réseau, la diode D1 et le thyristor Th1 étant tous les deux bloqués. Il n'y a plus de circuit oscillant, le potentiel du point A n'étant plus fixé. La capacité Cex se décharge à courant constant dans le moteur. Le potentiel du point A vaut celui du point C.
- Quand le potentiel du point A passe par zéro (à partir de ce moment la tension est nulle aux bornes des moteurs), la diode de déversement D devient passante et le circuit Sex, Cex forme de nouveau un circuit oscillant (le potentiel du point A étant fixé à nouveau), amorti cette fois par la résistance Rex (la tension aux bornes de Cex étant maintenant négative, la diode Dex devient passante).

Le courant I_L du circuit oscillant amorti ne peut plus changer le sens après son passage par zéro (thyristor Th2 bloqué) et la capacité Cex se décharge complètement dans la résistance Rex. Le courant dans la diode de déversement croît au fur et à mesure que décroît le courant I_L et il devient finalement égal au courant moteur.

La période de fonctionnement est terminée, les thyristors Th1 et Th2 sont éteints et la tension aux bornes de la capacité d'extinction Cex est nulle. Le cycle peut recommencer par l'allumage du thyristor Th1.

Cette description du fonctionnement montre qu'on ne peut appliquer au moteur ni une tension moyenne nulle, ni une tension moyenne égale à la tension caténaire.

En effet, le thyristor principal Th1 ne peut être éteint qu'après un certain temps (au moins le temps de charge de la capacité Cex au double de la tension caténaire) et la tension caténaire est donc appliquée au moins pendant ce temps-là de la période aux moteurs; de même, on ne peut allumer le thyristor Th1 qu'un certain temps après son extinction (au moins le temps de décharge de la capacité Cex) et pendant ce temps-là, les moteurs ne sont plus alimentés par la caténaire: les deux rapports cycliques (on appelle ainsi le rapport $\frac{t_e}{T}$) correspondants constituent les "butées" minimum et maximum du hacheur.

La butée minimale est déterminée pour réaliser un effort de 40 kN à l'arrêt de la locomotive sur le cran manoeuvre.

La butée maximale est égale à 0,95; toutefois, lorsque la tension caténaire est supérieure à 3 000 V, la butée maximum limite la tension aux bornes des moteurs à 2 850 V.

32.4. Choix de la fréquence pilote.

Le choix d'une faible fréquence de hachage est favorable à l'obtention d'une butée minimale faible (limitation de l'effort à l'arrêt), mais péjore le dimensionnement du filtre d'entrée et des selfs de lissage des moteurs de traction.

Le compromis adopté ici comporte deux fréquences :

- l'une relativement faible (69 Hz) utilisée pour les rapports cycliques faibles (moins de 0,07). La fréquence de base apparaissant aux bornes du filtre d'entrée vaut donc 138 Hz, lorsque les deux hacheurs sont en service;
- l'autre plus élevée (117 Hz) utilisée pour les rapports cycliques plus élevés. La fréquence de base apparaissant aux bornes du filtre d'entrée vaut donc 234 Hz lorsque les deux hacheurs sont en service.

33. Démarrage de la locomotive.

La locomotive comporte deux unités de traction comportant chacune les 3 inducts des moteurs d'un bogie en série, alimentés par un hacheur.

Les deux hacheurs sont normalement alimentés en parallèle par le filtre d'entrée; le fonctionnement de chacun des deux hacheurs est déphasé d'une demi-période sur l'autre.

Les inducteurs des moteurs de chacune des unités de traction sont connectés en série et alimentés par un pont de redressement triphasé complet à thyristors branché sur le réseau auxiliaire triphasé.

Le couplage des hacheurs et des moteurs est immuable pendant le fonctionnement en traction.

Le manipulateur côté traction comporte une position manoeuvre, repérée M et les positions de marche normale repérées 1 à 16.

33.1. Manipulateur en position manoeuvre.

Cette position correspond à un fonctionnement des hacheurs à butée minimum et excitation réduite; elle réalise à l'arrêt un effort de 40 kN.

Cette position du manipulateur s'utilise pour les manoeuvres d'accostage et de compression des butoirs.

33.2. Manipulateur sur position de marche 1 à 16.

Ces positions correspondent à un fonctionnement de la locomotive à vitesse imposée en traction, c'est-à-dire que l'équipement de traction de la locomotive ajuste la tension aux

bornes des moteurs et l'excitation de ceux-ci de manière à réaliser la vitesse affichée sur le manipulateur (1 correspondant à 10 km/h, 2 à 20 km/h et ainsi de suite jusque 16 correspondant à 160 km/h).

Les limitations suivantes existent :

- l'effort développé par la locomotive est limité à l'effort affiché par la boule d'effort, graduée de 40 à 320 kN;
- le courant moyen total absorbé par un hacheur ne peut dépasser 950 A;
- l'excitation des moteurs est proportionnelle au courant de l'induit pendant toute la période de réglage de la tension par le hacheur (excitation indépendante réalisant l'image série); l'excitation des moteurs n'est réduite que quand ceux-ci sont alimentés à tension maximum. L'excitation ne peut être inférieure à 30 % du courant d'induit.

Il faut noter que le freinage n'intervient pas automatiquement si la vitesse de la locomotive dépasse la vitesse imposée.

34. Inversion du sens de marche (fig. 40).

L'inverseur de marche permet de modifier le sens du courant dans les inducteurs des moteurs de traction.

En position I, qui correspond au sens de marche "Avant" pour la cabine I, l'inverseur réalise les connexions suivantes :

145 - 144; 141 - 147) Fig. 40 a
155 - 154; 151 - 157.)

En position II, qui correspond au sens de marche "Avant" pour la cabine II, l'inverseur réalise les connexions suivantes :

147 - 144; 141 - 145) Fig. 40 b
157 - 154; 151 - 155.)

35. Élimination des moteurs de traction (fig. 41).

Les moteurs de traction peuvent être éliminés par groupe de 3 grâce aux sectionneurs SMS 1 ou SMS 2, à mettre en position intermédiaire, et à manoeuvrer conjointement avec le sectionneur du hacheur correspondant ELH1 ou ELH2, de manière à réaliser une élimination bipolaire. Ces sectionneurs sont à commande manuelle.

Les inducteurs des 3 moteurs éliminés sont maintenus hors tension par le blocage du pont d'excitation correspondant.

36. Elimination des hacheurs (fig. 42).

Chacun des deux hacheurs peut être éliminé par un sectionneur manuel ELH1 ou ELH2.

Avec un hacheur éliminé, il existe une position de secours permettant d'alimenter les 6 moteurs de traction en série par l'autre hacheur; on bénéficie ainsi de la totalité de l'effort de démarrage, la puissance est toutefois réduite de moitié, les moteurs de traction ne pouvant être alimentés qu'à mi-tension. Pour réaliser ce couplage, il suffit de placer le sectionneur SMS1 ou 2 des moteurs correspondant au hacheur en service sur sa position extrême.

Vu la puissance encore disponible, ce couplage permet de remorquer à 60 km/h les trains de marchandises sans perte de temps.

B. Circuit de puissance en freinage (fig. 43).

37. Freinage rhéostatique.

Les locomotives série 20 sont équipées d'un frein rhéostatique à excitation indépendante, pouvant développer un effort de retenue réglable d'après la position du manipulateur côté freinage.

L'effort maximum réalisable, variable avec la vitesse atteint 170 kN de 35 à 75 km/h.

Ce frein rhéostatique est en outre combiné avec le frein pneumatique, c'est-à-dire que lors d'une demande de freinage par une dépression dans la conduite générale, l'effort de freinage pneumatique est automatiquement réduit de la part réalisée par le frein rhéostatique; la régulation tend à réaliser le maximum possible par le freinage rhéostatique.

Pendant la marche en freinage, les inducteurs des 3 moteurs de traction de chacun des deux bogies sont excités par le pont triphasé d'excitation correspondant; les induits des 3 moteurs sont mis 3 par 3 en série et débitent chacun dans un rhéostat de freinage RF1 ou RF2, mis en service par la fermeture des contacteurs KP1 ou KP2. Les deux rhéostats de freinage sont respectivement ventilés par les moteurs ventilateurs VF1, VF2 et VF3, VF4 alimentés en talon sur une prise des rhéostats.

Le contrôle de la ventilation est assuré par le relais différentiel QVF.

Les hacheurs ne sont pas isolés pendant la marche en freinage; leurs thyristors sont simplement maintenus bloqués, par la commande électronique.

Le frein rhéostatique n'est mis en service que lorsque les deux hacheurs et les 6 moteurs sont en service.

C. Dispositions en vue d'augmenter la capacité de traction.

Plusieurs dispositions tant d'ordre mécanique que de l'ordre électrique ont été adoptées en vue de conférer à ces locomotives une excellente capacité de traction.

38. Disposition mécanique.

Au repos, le poids total de la locomotive est réparti également sur les essieux (la construction est conduite pour qu'il en soit ainsi).

Dès que la locomotive exerce un effort de traction, cette égale répartition des charges se modifie; certains essieux se déchargent et d'autres se surchargent: c'est le phénomène de cabrage de caisse et de bogie dont la cause est l'inégale hauteur d'application de l'effort moteur (exercé au niveau du rail) et de l'effort résistant (exercé au niveau du crochet de traction).

Afin d'utiliser au mieux l'adhérence, il y a lieu de proportionner l'effort de chaque moteur à la charge réelle de son essieu.

La réalisation de cette condition est facilitée si la conception de la transmission de l'effort entre la caisse et le bogie est telle que la charge des 3 essieux de chaque bogie reste égale quand la locomotive exerce un effort de traction. Une telle transmission, qui annule le cabrage de bogie, est dénommée "traction basse" et est appliquée sur les locomotives série 20. Elle utilise pour la transmission de l'effort entre caisse et bogie des barres de traction inclinées.

39. Dispositions électriques.

39.1. Compensation électrique du cabrage de caisse.

Du fait de la traction basse, les charges des essieux de chacun des bogies restent égales en traction, mais il subsiste le cabrage de caisse c'est-à-dire une surcharge des essieux de bogie arrière vis-à-vis des essieux du bogie avant.

Afin de rétablir la proportionnalité entre les efforts moteurs développés et les charges réelles, les 3 moteurs du bogie avant sont légèrement désexcités, tandis que les 3 moteurs du bogie arrière sont légèrement surexcités, grâce à une commande appropriée des deux ponts d'alimentation des excitations.

39.2. Commande du démarrage par hacheur.

Grâce aux hacheurs, la commande du démarrage est continue; les pointes d'effort du démarrage traditionnel par rhéostat

ont disparu; dès lors l'effort moyen de démarrage, qui détermine la capacité de traction est rendu égal à l'effort maximum développé pendant le démarrage qui, lui, est limité par l'adhérence.

39.3. Enrayage ultra rapide du patinage.

Les locomotives sont équipées d'un système de décel de patinage ultra rapide électronique dont le temps de réponse est inférieur à 0,5 sec; son rôle est de commander l'enrayage du patinage le plus vite possible; à cette fin, le décel de patinage commande la réduction de la tension aux bornes du groupe de moteurs qui patine, ce qui enraye énergiquement tout patinage naissant.

Les moteurs de l'autre groupe de moteurs ne subissent aucune réaction et maintiennent leur effort intact.

D. Circuits auxiliaires à 3 000 V.

40. Groupe moteur-alternateur.

Les locomotives série 20 comportent un groupe moteur-alternateur fournissant l'alimentation d'un réseau auxiliaire triphasé 380 V 60 Hz.

Le moteur MGA est en fait un moteur double comportant deux demi-moteurs montés sur un seul arbre.

Chaque demi-moteur comprend :

- un induit de tension nominale 1 500 V;
- un enroulement d'excitation série;
- un enroulement d'excitation indépendante assurant la régulation de la vitesse du moteur;
- une résistance de démarrage R2 ou R4 court-circuitée par un contacteur d'élimination K2D ou K3D.

Les deux demi-moteurs peuvent être mis soit en série quand la tension d'alimentation est de 3 000 V, soit en parallèle quand la tension d'alimentation est de 1 500 V, à l'intervention du commutateur CTen. Le couplage parallèle est utilisé lors de la circulation jusque Roosendaal; il devait être prévu pour permettre l'excitation normale des moteurs de traction.

Le moteur est mis sous tension par le contacteur K1D.

La self de lissage très importante SGA empêche toute montée de courant anormale dans le moteur quand il se produit une surtension sur la caténaire (par exemple au blocage des hacheurs).

Les diodes DS1 - DS2 - DS3 empêchent la décharge de l'énergie magnétisante de la self du filtre d'entrée dans le moteur lors de l'ouverture sous défaut du DUR.

Les caractéristiques du moteur 2 CT 200 sont les suivantes :

Nombre d'induits : 2	courant d'excitation
Tension nominale : 2 x 1 500 V	indépendante : 40,9 A.
Courant nominal : Induit : 110 A	
Vitesse de rotation : 1 800 tr/min.	

41. Chauffage de la locomotive.

Les deux cabines de conduite sont chauffées simultanément; les radiateurs RC 11 - RC 21 - RC 12 et RC 22 sont connectés en série parallèle et alimentés par le contacteur K1; la protection de l'installation est assurée par un fusible HT (FChC).

Les radiateurs sont de deux types, l'un à chauffage direct (RC 11 ou RC 21 : 1 800 W, 1 500 V), l'autre à chauffage à air pulsé (RC 12 ou RC 21 : 1 800 W, 1 500 V) disposé sous le plancher. La ventilation de ces derniers radiateurs est assurée par un groupe moteur ventilateur à BT, dont les caractéristiques sont : tension 80 V, courant 0,4 A, débit 2 m³/min.

42. Relais différentiel.

Les circuits précédents (groupe moteur alternateur et chauffage cabine de conduite) sont protégés par le relais différentiel QDA. Celui-ci comporte deux bobines 11-24 et 35-36 placées respectivement en amont et en aval des circuits protégés.

43. Chauffage du train.

Le circuit de chauffage du train, dérivé à la sortie du DUR comporte les organes suivants :

- un relais à maxima de chauffage (QChT) provoquant le déclenchement du DUR en cas de surintensité;
- deux contacteurs électropneumatiques CCh1 et CCh2 ; leur ouverture est signalée par une lampe installée sur la boîte à clés juste avant la manoeuvre du sectionneur de mise à la terre du chauffage;
- un sectionneur de mise à la terre du chauffage Sch faisant partie du dispositif de sécurité.

44. Voltmètre HT - Relais de potentiel - Parasurtension.

L'installation des circuits auxiliaires à 3 000 V est complétée par :

- 2 voltmètres HT (un par cabine de conduite) mesurant la tension de la ligne, sur un talon de la résistance voltmétrique RV;

- un relais de potentiel RTN, qui déclenche en cas de disparition ou de chute importante de la tension de ligne.

Ces deux circuits sont protégés par le fusible FV;

- un parasurtension ET à éclateur et résistance variable destiné à protéger l'équipement contre les contacts à une haute tension alternative.

E. Circuits auxiliaires à 380 V - 60 Hz.

45. Alternateur des auxiliaires.

Les locomotives série 20 comportent un alternateur d'alimentation des circuits auxiliaires à 380 V - 60 Hz entraîné à vitesse constante par le moteur MGA. Cet alternateur, du type brushless, c'est-à-dire ne comportant ni bagues ni balais, possède une régulation de tension pilotant l'excitation d'un alternateur secondaire calé en bout d'arbre. L'induit de cet alternateur, bobiné sur son rotor, alimente, via un redresseur tournant, l'enroulement inducteur de l'alternateur des auxiliaires, se trouvant sur son rotor.

Le réseau triphasé possède un neutre qui est relié à la masse par l'intermédiaire d'un relais détecteur de masse et au travers de la batterie. En cas de masse d'un point quelconque du réseau triphasé, le relais de masse va s'exciter et provoquer le déclenchement du DUR.

Le sectionneur SNT permet d'isoler le relais de masse et de relier le neutre de l'étoile à la masse via une résistance de limitation.

Le réseau triphasé est protégé par le disjoncteur magnétothermique tripolaire DCA.

Les caractéristiques principales de l'alternateur sont :

Puissance : 300 kVA
 Cos φ : 0,8
 Tension : 380 V
 Fréquence : 60 Hz
 Vitesse de rotation : 1 800 tr/min.

46. Groupe moteur-compresseur.

Il y a 1 groupe moteur-compresseur.

Les caractéristiques du compresseur, du type Westinghouse 243 VC sont :

Débit : 2 500 l/min
 Pression de refoulement : 8 kg/cm²
 Nombre de cylindres : 4
 Refroidissement : par air.

Le compresseur est entraîné directement par un moteur asynchrone triphasé du type AK 180 dont les caractéristiques sont :

Puissance : 22 kW
 Tension d'alimentation : 380 V
 Fréquence : 60 Hz
 Vitesse de rotation : 1 155 tr/min.

Le groupe moteur-compresseur est protégé par un disjoncteur dK2 et est enclenché par un contacteur triphasé K2 commandé à l'intermédiaire d'un relais auxiliaire RK2, lui-même sous le contrôle d'un régulateur de pression.

47. Groupes moteurs-ventilateurs des moteurs de traction.

Il y a 6 groupes moteurs-ventilateurs par locomotive, soit 1 par moteur de traction, constitués d'une roue de ventilation entraînée par un moteur asynchrone triphasé.

Les caractéristiques et point de fonctionnement de chaque groupe moteur-ventilateur sont les suivants :

Moteur type : AH 112
 Tension : 380 V
 Puissance : 6,3 kW
 Vitesse de rotation : 3 540 tr/min
 Fréquence : 60 Hz
 Roue de ventilation type: ACEC
 Débit : 110 m³/min
 Hauteur manométrique : 200 mm CE.

Les 3 groupes moteurs-ventilateurs de chaque bogie sont mis sous tension par le contacteur triphasé K4 (ou K5) commandé par l'intermédiaire d'un relais auxiliaire RK4 ou RK5.

48. Groupes moteurs ventilateurs des selfs de lissage et de la self du filtre d'entrée.

Il y a un groupe moteur-ventilateur pour les 2 selfs de lissage et un autre pour la self du filtre d'entrée.

Les caractéristiques et point de fonctionnement de ces groupes sont les suivants :

Moteur type AH 112
 Tension : 380 V, 60 Hz
 Puissance : 6,7 kW
 Vitesse de rotation : 3 500 tr/min
 Roue de ventilation type : Rateau H 13-40/51
 Débit : 90 m³/min
 Hauteur manométrique : 140 mm CE.

Ces deux groupes sont mis sous tension par le contacteur triphasé K6 commandé par l'intermédiaire d'un relais auxiliaire RK6.

49. Groupes moteurs-ventilateurs des hacheurs et de la self de lissage SGA.

Chaque hacheur est ventilé en circuit fermé par 4 ventilateurs entraînés chacun par un moteur asynchrone triphasé.

Les caractéristiques de ces groupes de ventilation sont les suivantes :

Moteur type : AH 80

Tension : 380 V - 60 Hz

Puissance : 1,3 kW

Vitesse de rotation : 3 360 tr/min

Roue de ventilation type : ALVI/HU 49.9.10.

Débit : 1 m³/sec

Hauteur manométrique : 40 mm CE.

Les 4 groupes de chacun des hacheurs sont mis sous tension par le contacteur triphasé KVH1 (KVH2), commandé par l'intermédiaire du relais auxiliaire RK4 (RK5) et le sectionneur de mise en service du hacheur correspondant (ELH1 - ELH2).

La self de lissage SGA est ventilée par un groupe identique.

50. Eclairage électroluminescent des appareils de mesure.

Entre une phase et le neutre du réseau triphasé auxiliaire est alimenté, via le potentiomètre de réglage PEC 1 (PEC 2 pour le poste de conduite 2) et le disjoncteur de protection DLEC, l'éclairage électroluminescent des cadrans des appareils de mesure de chacun des postes de conduite.

51. Thermo Box.

Les Thermo Box des postes de conduite sont alimentés entre deux phases du réseau auxiliaire par l'intermédiaire d'un disjoncteur de protection DTHB en transformateur et un pont de redressement ATHB.

52. Déclenchement ultra-rapide du DUR.

Derrière le disjoncteur de protection DDEC un autre circuit assure la charge d'un condensateur.

La décharge de ce condensateur dans la bobine de calibrage du DUR qui est commandée par l'allumage d'un thyristor, provoque le déclenchement ultra-rapide du DUR.

Ce déclenchement ultra-rapide est commandé par les protections du hacheur.

F. Circuits de commande

53. Description générale.

Les circuits de commande sont connectés entre les bornes de la batterie (fils CB et TB) et protégés par des disjoncteurs magnétothermiques.

Le pôle négatif TB de la batterie est mis à la masse en TT par l'intermédiaire d'une barrette BMT.

Des interrupteurs placés sur le pupitre de commande de la cabine de conduite permettent le contrôle des divers circuits d'asservissement. Tous ces interrupteurs sont réunis dans une même boîte, qui comprend :

a) Dix interrupteurs verrouillés assurant les fonctions suivantes :

- urgence
- panto I
- panto II
- DUR
- réarmement
- compresseur
- compresseur secours
- ventilateurs
- antibuée
- chauffage train.

La commande des interrupteurs verrouillés ne peut se faire qu'après déverrouillage de la boîte à l'aide d'une clef spéciale. Cette clef ne peut être retirée que si tous les interrupteurs sont remis en position de repos.

b) Neuf interrupteurs non verrouillés assurant les fonctions suivantes :

- couplage du groupe auxiliaire à 1,5 kV
- éclairage de la cabine de conduite
- éclairage du couloir
- éclairage des appareils de bord
- test
- planton
- chauffage de la cabine de conduite
- allumage des phares
- interrupteur à sélection blanc/rouge.

54. Préparation de la locomotive.

Les manipulations à effectuer en vue de la mise en service de la locomotive sont les suivantes :

- levée du (des) pantographe(s) (boutons urgence + panto);
- fermeture du DUR (boutons DUR et réarmement);
- enclenchement du compresseur.

La locomotive se trouve alors en "stand by".

Pour procéder à la traction, il faut :

- enclencher les ventilateurs;
- commander la traction.

55. Commande des pantographes (feuille 21).

Lorsque le conducteur ferme les interrupteurs "Urgence" et "Panto I" ou "Panto II", l'électrovalve correspondante est alimentée depuis le fil CB, via le disjoncteur dA, l'interrupteur "Urgence", l'interrupteur "Panto I" (ou II), et le disjoncteur dA 4 (ou dA 5), vers l'électrovalve EVP 1 (ou EVP 2).

Le pantographe se lèvera pour autant que la pression d'air dans la conduite d'alimentation atteigne au moins 3,5 kg/cm². Si la pression est insuffisante, on peut utiliser le compresseur basse tension MP (voir article : "divers").

56. Mise en service du groupe auxiliaire 2 CT 200 lors de la fermeture du DUR.

Dès que le conducteur ferme le DUR, le groupe auxiliaire 2 CT 200 démarre et l'alternateur fournit un courant triphasé de 380 V / 60 Hz.

Parmi les circuits de commande du groupe auxiliaire, nous distinguons :

1. Les circuits de commande du commutateur pneumatique de la tension d'alimentation du groupe auxiliaire (3 kV ou 1,5 kV).
2. Les circuits de contrôle commandant le démarrage du groupe.
3. Les circuits de régulation du groupe auxiliaire.

56.1. Couplage de la tension d'alimentation du groupe auxiliaire (feuille 23).

Le commutateur série ou parallèle du groupe auxiliaire est commandé pneumatiquement par l'intermédiaire de l'électrovalve CTen P ou CTen S.

Sur le réseau 3 kV, l'électrovalve CTen S est alimentée via le contact 626 - 756 du relais de tension nulle excité.

La position série du commutateur est toujours commandée dans les cas suivants :

- lorsque le relais de tension nulle a été éliminé par l'interrupteur I3;
- après la descente du pantographe (relais RGM désexcité; contact 626 - 756 fermé).

Sur le réseau 1,5 kV des NS, les opérations de contrôle ci-après sont exécutées avant la réalisation du couplage en parallèle :

1. Sur le réseau 1,5 kV, le conducteur doit demander le passage au couplage en parallèle en appuyant pendant quelques instants sur le bouton "1,5 kV" de la boîte Faiveley.
 Cette demande de passage au couplage en parallèle est enregistrée par l'excitation du relais R 1,5 kV (via le contact 601 - 627 du bouton BP 1,5 kV, le contact 627 - 750 du relais RGM, si les pantographes sont montés, le contact 750 - 752 du relais de tension nulle non excité).
 Le relais R 1,5 kV reste excité pendant tout le parcours sur le réseau NS, par son contact de maintien 626 - 627.
2. Après l'excitation du relais R 1,5 kV, le couplage en parallèle peut être réalisé. L'électrovalve CTen P est excitée via le contact normalement fermé 626 - 753 du sectionneur I3 et le contact 753 - 754 du R 1,5 kV.
3. Lorsque le couplage en parallèle a été réalisé complètement, le relais RNS est excité via l'interlock 754 - 763 du commutateur en position "Parallèle".

56.2. Démarrage du groupe auxiliaire 2 CT 200 lors de la fermeture du DUR.

Pour que le groupe auxiliaire puisse démarrer, le DUR et le contacteur K1D doivent être fermés. Ce contacteur K1D n'est en fait qu'un sectionneur, car, vu la présence de la self de lissage importante SGA, la coupure du courant de charge du 2 CT 200 s'accompagne d'une surtension dangereuse pour ce contacteur. La coupure du circuit du 2 CT 200 doit s'effectuer exclusivement par le DUR; dès lors le circuit de commande du contacteur K1D doit satisfaire aux conditions suivantes :

1. La fermeture du contacteur K1D est seulement autorisée quand le commutateur de tension CTen occupe la position correcte.

Sur le réseau 3 kV, le contacteur peut être alimenté de 2 façons différentes :

- ou bien via le contact 620 - 759 du relais de tension nulle excité et l'interlock 759 - 760 du commutateur en position "Série" ;
- ou bien via le contact 620 - 758 de l'interrupteur I3 lorsque le RTN est éliminé (ou via le contact 620 - 758 de l'interrupteur IEB pendant les essais à blanc), le contact 758 - 759 du relais R 1,5 kV en position de repos (lorsque le RTN est désexcité, il est tout-à-fait interdit au conducteur de demander le couplage en parallèle) et l'interlock 759 - 760 du commutateur en position "Série".

L'interlock 759 - 760 du commutateur contrôle la réalisation complète du couplage en série.

Sur le réseau 1,5 kV, le contacteur K1D est alimenté via le contact 620 - 760 du relais RNS. Comme nous avons vu, ce relais contrôle la réalisation complète du couplage en parallèle.

2. Le déclenchement du K1D n'est possible qu'après le déclenchement du DUR; le circuit de maintien 620 - 574 du RAD et interlock 574 - 760 du K1D est prévu à cet effet. Quand par exemple le DUR déclenche par une désexcitation fugitive du RTN, le K1D ne s'ouvrira que 2 sec. après l'ouverture, à l'intervention du relais RAD (voir article 71).
De plus il a fallu prendre la précaution d'alimenter le K1D à partir du fil 620 : ce fil reste en effet sous tension 20 sec après l'ouverture du bouton "Urgence" (à l'intervention du contact 712 - 620 du relais retardé au déclenchement RT 20. Dès lors, même lors d'une coupure du bouton "Urgence", le contacteur K1D ne s'ouvre que 2 sec après le DUR.

Signalons cependant que dans le cas très rare du déclenchement du disjoncteur dA2, le DUR (via le relais RAQ 72) et le K1D s'ouvriront ensemble.

3. Le contacteur K1D doit obligatoirement être ouvert pendant le réarmement du DUR. Il faut en effet éviter pendant la phase de charge du filtre d'entrée, qui se fait via une résistance importante, qu'un circuit de relativement faible impédance en parallèle sur le condensateur n'empêche sa charge.

L'interlock normalement fermé DUR 2 760 - 737 impose l'ouverture du K1D pendant le réarmement du DUR.

Quand le DUR est finalement fermé, le K1D se ferme également et le groupe démarre.

56.3. Fonctionnement des circuits de régulation du groupe moteur 2 CT 200 (feuilles 12 et 23).

Les circuits de régulation du groupe auxiliaire 2 CT 200 réalisent le réglage de la vitesse du groupe moteur-alternateur à exactement 1 800 tr/min. Pour l'alternateur quadri-polaire, cela correspond à une fréquence de 60 Hz.

Les circuits de régulation sont alimentés entre le neutre et une phase de l'alternateur. Dans la partie "puissance", nous distinguons :

- un disjoncteur magnétothermique de I;
- un transformateur 220 / 60 V;
- un pont redresseur contrôlé composé de deux thyristors SN4 et SN5 et de deux diodes SN1;
- deux diodes de roue libre SN2.

Le courant fourni par le redresseur à l'excitation indépendante du groupe moteur est fonction de l'angle d'amorçage des thyristors et il est donc fixé par le régulateur PID Ru 1.

Ce régulateur possède 4 potentiomètres de réglage :

- 1er potentiomètre : pour le réglage de la fréquence de 60 Hz;
- 2ème potentiomètre : pour le réglage de la composante proportionnelle du régulateur (stabilité);
- 3ème potentiomètre : pour le réglage de la composante différentielle du régulateur (limitation du dépassement au démarrage);
- 4ème potentiomètre : pour le réglage de la composante intégrale du régulateur (retour à l'équilibre après une perturbation).

A côté de ce régulateur, sont prévus trois relais de protection électronique:

- un relais de sous-fréquence Ru2, réglé à 38 Hz;
- un relais de surfréquence Ru3, réglé à 71,5 H 2 ;
- un relais de surveillance de tension, enclenché entre 190 V et 245 V (entre neutre et phase).

La séquence de démarrage s'effectue de la manière suivante :

Dès la fermeture du DUR, le groupe démarre grâce à l'excitation série; les résistances de démarrage R2 et R4 sont en service car les contacteurs K2D et K3D sont encore ouverts.

Lorsque le groupe atteint la vitesse de 1 140 tr/min (38 Hz), le relais Ru2 s'enclenche; la fermeture du contact 764 - 765 du Ru2 met sous tension le relais retardé à l'enclenchement (6 sec) RADE; pendant cette temporisation de 6 sec, le démarrage du moteur se poursuit et à la fermeture des contacts du RADE, le moteur en principe à 1 800 tr/min et les contacteurs K2D, K3D se ferment, éliminant ainsi les résistances de démarrage du moteur.

Le régulateur Ru1 stabilise la vitesse à 1 800 tr/min par réglage de l'excitation indépendante du moteur.

Entretemps, le régulateur de tension de l'alternateur (encasté complètement dans l'alternateur) règle la tension de sortie à 380 V entre phases.

Le relais de tension Ru4 (commandé électroniquement) est enclenché lorsque sa tension d'alimentation est comprise entre les tolérances précitées. Le contact normalement fermé 1111 - 1064 du Ru4 doit s'ouvrir avant la fin de la phase de démarrage, matérialisée par le contact 1064-1080 du RADE.

Le relais de protection Rd1 est excité quand l'alternateur ne délivre pas de tension (à cause d'un défaut).

Le relais Ru2 joue ici le rôle de détecteur de tension.

A la fermeture du DUR le relais Rd1 est excité via le contact NF 764 - 1114 du Ru2. Si l'alternateur ne donne pas de tension, la temporisation du Rd1 (5,5 sec) va s'écouler, sans que le relais Ru2 ne soit alimenté (ce relais est alimenté par une phase de l'alternateur). Le contact 626 - 1080 du Rd1 va se fermer, ce qui excitera le Rd2 qui à son tour ouvrira le disjoncteur.

Le contact de maintien 620 - 1114, maintiendra le Rd1 excité, après le déclenchement du DUR; le maintien se faisant depuis le fil 620, le réarmement ne sera possible qu'après avoir coupé le bouton "urgence" et avoir attendu 20 sec (relais RT 20).

Cette protection contre une non apparition de la tension à l'alternateur est importante, car si le 2 CT 200 démarre sans qu'il n'y ait de tension à l'alternateur (c'est-à-dire sans excitation indépendante), il va s'emballer (sans intervention du Ru3 puisqu'il n'y a pas de tension); la temporisation du Rd1 est choisie de sorte que le déclenchement se produise avant que ne soit atteinte une vitesse dangereuse; le maintien à partir de 620 est nécessaire pour que le groupe ait suffisamment ralenti avant une nouvelle tentative.

Le relais de protection Rd2 peut s'enclencher dans 5 cas :

1. le disjoncteur de1 des circuits de régulation a fonctionné (interlock 626 - 1080 fermé);
2. l'interrupteur de test IER pour le contrôle du relais électronique est resté dans la position "test";
3. le relais de protection Rd1 est excité lors d'un démarrage sans apparition de tension alternative;
4. le relais de surfréquence Ru3 a travaillé (survitesse du groupe) et a fermé son contact 1111 - 1080);
5. le relais de tension Ru4 est resté déclenché ou bien a déclenché après la fin de la phase de démarrage (matérialisée par le contact 1064 - 1080 du RADE);

Lorsque le relais de protection Rd2 s'enclenche, il est maintenu par son contact 1111 - 1080; un autre contact 745 A - 746 interrompt l'alimentation du Q72 et le DUR s'ouvre. En même temps le contact 1111 - 1113 du Rd2 allume la lampe de signalisation ALT dans chaque cabine de conduite et la lampe LDef sur l'armoire de régulation.

Pour le réarmement du Rd2, il y a lieu de distinguer les 3 cas suivants :

- déclenchement par de1 ou IER : le réarmement est seulement

possible lorsque la cause du déclenchement a disparu : réenclenchement du de1 ou remise de IER sur N;

- déclenchement par Ru3 ou Ru4 : le réarmement s'effectue lors du réarmement du DUR;
- déclenchement par Rd1 : le réarmement n'est possible que 20 sec. après la coupure du bouton "Urgence".

Remarquons encore que la bobine du relais Rd2 est pontée par un circuit RC; le rôle du condensateur est de décharger dans la bobine du Rd2 lors notamment d'un fonctionnement rapide de Ru3 et de donner le temps au contact de maintien du Rd2 de se fermer.

56 bis. Fonctionnement du relais de protection de masse RM (feuille 13).

Le potentiel du neutre 103 du réseau auxiliaire est fixé au positif de la batterie (fil 910 après le disjoncteur dS2) via la bobine du relais de masse, une résistance de limitation RNT et le couteau du sectionneur SNT.

En cas d'une masse quelconque sur le réseau triphasé, le relais RM va être excité. Etant donné qu'une seule masse sur le réseau triphasé ne peut avoir de conséquences dangereuses, il est permis au conducteur d'isoler le relais de masse par le sectionneur SNT.

Le contact 853 - 802 assure le maintien du relais RM via les contacts 802 - 929 du relais RDS et 929 - TB du relais REE. Cet automaintien est indispensable, sinon lorsque l'alternateur tourne, le relais RM vibrerait, sous l'influence de la tension alternative.

Des mesures particulières sont prises afin de tester le fonctionnement du relais de masse à l'aide du bouton-poussoir Faiveley "Test". Le contact 110 - 823 du relais de test RT relie une phase du réseau triphasé à la masse via une résistance de limitation RTM. Le maintien du relais RM est assuré par son contact 853 - 802 et le contact 802 - TB du relais de test.

A la fin du test, la masse volontaire disparaît, de même que l'automaintien du relais RM, puisque lors du test le relais RDS de survitesse fonctionne (contact 802 - 929 ouvert) et reste maintenu jusqu'au réenclenchement suivant du DUR. L'interlock 929 - TB du relais REE est nécessaire si l'on fait le test alors que l'interrupteur IEE est tourné (cfr art. 72); sans cet interlock le relais RM resterait maintenu après le test empêchant tout réenclenchement ultérieur du DUR.

Le fonctionnement du relais RM est signalé dans le poste de conduite par la lampe LMRA (interlock 576 - 698).

Quand une véritable masse se produit pendant le fonctionnement de la locomotive, le contact 576.698 du relais RM provoque l'allumage de la lampe LMRA dans le poste de conduite. Le conducteur peut poursuivre normalement sa route. Il doit toutefois prendre les mesures nécessaires au retour de la locomotive à l'atelier à la meilleure convenance du service.

57. Charge de la batterie (feuilles 13 et 19).

La batterie est chargée par le réseau triphasé de 380 V. Le chargeur de batterie est protégé par le disjoncteur tripolaire DCB et il comporte d'autre part un transformateur d'isolement, un pont redresseur à thyristors commandé par un régulateur, et une cellule de filtrage. Les thyristors sont protégés par 6 fusibles ultra-rapides 80 A.

La batterie est chargée à la mise en service du groupe moteur alternateur, dès que la tension de phase atteint 190 V (fermeture du contacteur du chargeur).

Le régulateur remplit deux fonctions :

- au début de la charge (basse tension batterie), le courant de charge de la batterie est limitée à 30-40 A (selon le nombre d'utilisateurs BT enclenchés);
- en fin de charge, la tension batterie est limitée à 82 V;

La diode DB entre le chargeur de batterie (fil CB 1) et la batterie (fil CB) empêche la décharge de la batterie par certains appareils, lorsque le conducteur quitte la locomotive.

La batterie elle-même est protégée par le disjoncteur dB de 70 A. Dans chaque cabine de conduite il y a un ampèremètre indiquant le courant de charge ou de décharge de la batterie ainsi qu'un voltmètre indiquant la tension de la batterie.

58. Commande du compresseur (feuilles 24 et 13).

Dès que les interrupteurs "Urgence", "Panto" et "DUR" sont fermés, le fil 609 est mis sous tension. Lorsque le démarrage du groupe auxiliaire est terminé, le fil 613 est également mis sous tension via le disjoncteur DA 155 et les interlocks 767-786 et 786-613 du K2D et du K3D.

Dès que l'interrupteur "Compresseur" est fermé, le relais RK2 est excité via le disjoncteur dA 153, le contact 615-768 du

régulateur de pression et le contact 768 - 616 du sectionneur I15. Le contact 124 - 165 du relais RK2 excite enfin le contacteur à courant alternatif tripolaire K2 à condition qu'il y ait une tension alternative de 380 V. Par la fermeture du contacteur K2, le moteur asynchrone MCP est mis sous tension et le compresseur démarre. Le moteur asynchrone est encore protégé par le disjoncteur tripolaire DK2.

Le régulateur de pression est réglé pour fermer son contact pour une pression de 7,5 kg/cm² et pour l'ouvrir pour une pression atteignant 9 kg/cm² dans les réservoirs principaux. En cas d'avarie au régulateur de pression, il peut être éliminé par l'interrupteur I 15. Le relais RK2 est alors commandé directement par la fermeture intermittente de l'interrupteur "Compresseur Secours".

59. Commande des ventilateurs des moteurs de traction, des selfs de lissage et des armoires à thyristors (feuilles 24 et 13).

Les interrupteurs "Urgence", "Panto" et "DUR" étant fermés, le fil 609 est mis sous tension. Lorsque le groupe auxiliaire est démarré, le fil 613 est sous tension (voir l'article 58).

Dès la fermeture de l'interrupteur "Ventilateurs", les relais RK 6, RK 4 et RK 5 sont excités suivant une séquence déterminée. Ainsi, les ventilateurs des trois groupes sont mis en marche l'un après l'autre, ce qui limite la pointe de courant totale lors du démarrage des moteurs asynchrones.

a) Mise en marche des deux ventilateurs des selfs de lissage.

A la fermeture du bouton Faiveley "Ventilateurs", le relais RK 6 est excité via le contact NF 617 - 770 du relais de protection RDV. Le contact 111 - 176 du relais RK 6 excite finalement le contacteur triphasé K6 à condition que l'interrupteur d'isolement I 14 soit en position normale (N) et que la tension triphasée soit présente.

Les moteurs asynchrones MVF et MVS sont mis sous tension par la fermeture du contacteur K6, et les deux ventilateurs sont mis en marche.

b) Mise en marche des trois ventilateurs des moteurs de traction 1 - 2 - 3, et des autres ventilateurs de la caisse de thyristors du hacheur I.

En même temps le relais RK 4 est mis sous tension via le contact NF 617 - 772 A du relais RDV et le sectionneur I 12. Vu que ce relais est temporisé de 2 secondes à l'attraction, ses contacts se fermeront 2 secondes après le K6.

La fermeture du contact 161 - 163 du RK 4 permet la fermeture du contacteur alternatif K 4 et les moteurs asynchrones

MV 1, MV 2 et MV 3 pour les ventilateurs des moteurs de traction sont mis sous tension. La fermeture du contact 161 - 163 du RK 4 permet la fermeture du contacteur alternatif KVH1, à condition que le hacheur 1 ne soit pas isolé (interlock 162 - 163 de ELH1 fermé).

Les moteurs asynchrones MVH1-1, MVH1-2, MVH1-3, MVH1-4 d'entraînement des ventilateurs de l'armoire à thyristors I sont mis sous tension.

c) Mise en marche des trois ventilateurs des moteurs de traction 4 - 5 - 6 et des quatre ventilateurs de la caisse de thyristors du hacheur II.

Le relais RK 5 est mis sous tension via le sectionneur I 13 lors de la fermeture du contact 775 A - 774 du RK 4 (lors de l'élimination de la ventilation du groupe de traction I, le RK 5 est alimenté via le second contact du sectionneur I 12).

Le relais RK 5 étant temporisé 2 sec à l'enclenchement, ses contacts se fermeront 2 sec après les contacteurs K 4 et KVH1.

La fermeture du contact 167 - 166 du RK 5 permet la fermeture du contacteur alternatif K 5, et les moteurs asynchrones MV 4, MV 5 et MV 6 des ventilateurs des moteurs de traction sont mis sous tension. La fermeture du contact 167 - 166 du RK 5 permet également la fermeture du contacteur alternatif KVH2, à condition que le hacheur II ne soit pas isolé (interlock 166 - 168 de ELH2 fermé). Les moteurs asynchrones MVH2-1, MVH2-2, MVH2-3 et MVH2-4 d'entraînement des ventilateurs du hacheur II sont mis sous tension.

59 bis. Détection et signalisation d'un manque de ventilation - Possibilité d'élimination des moteurs-ventilateurs (feuilles 32 et 35).

La présence de la ventilation est contrôlée par

- 6 manocontacts (à membrane) QV1 à QV6 placés dans les gaines de ventilation des 6 moteurs de traction;
- 2 manocontacts (à membrane) QV7 et QV8 placés dans les gaines de ventilation des selfs du filtre d'entrée et des selfs de lissage;
- 2 relais RVH1 et RVH2, de ventilation des hacheurs excités en cas de manque de ventilation (cfr article 73.7).

Ces dix contrôles de ventilation sont électriquement groupés en 3 :

- ceux relatifs au groupe de traction I (RVH1, QV1, QV2 et QV3) plus l'interrupteur d'élimination I 12. La signalisation est conçue de façon qu'un manque de ventilation de ce groupe soit

signalé par l'allumage des lampes LSV et LDH1 dans le poste de conduite;

- ceux relatifs au groupe de traction II (RVH2, QV4, QV5 et QV6) plus l'interrupteur d'élimination I 13. La signalisation est conçue de façon qu'un manque de ventilation de ce groupe soit signalé par l'allumage des lampes LSV et LDH2 dans le poste de conduite;
- ceux relatifs aux selfs (QV7 et QV8) plus l'interrupteur d'élimination I 14. Un manque de ventilation de ces selfs est signalé seulement par l'allumage de la lampe LSV.

A l'enclenchement du bouton Faiveley "Ventilateurs", le relais auxiliaire de la signalisation ventilation RSV est excité; les contacts 576 - 576 D et 576 - 576 E allument les lampes LDH1 et LDH2 pendant la temporisation des relais RK 4 et RK 5; le dernier contact 576 B - 576 A du relais RSV permet de mettre en service le contrôle de la présence de la ventilation.

Pendant le démarrage de la ventilation, les manocontacts QV1 à QV8 sont encore fermés; les fils 669 B, 789 A, 790 A, 576 B sont donc sous tension; le relais temporisé à l'enclenchement de défaut ventilation RDV est alimenté, mais comme sa temporisation est plus longue que le démarrage des ventilateurs, ce relais RDV ne s'enclenchera normalement pas.

En cas d'un manque de ventilation dans le groupe I, un contact 576 - 789 se ferme (par QV1, QV2, QV3 ou RVH1); via l'interlock I 12, le fil 789 A est sous tension.

Dès lors

- le relais RK 5 est maintenu, via la diode D 38;
- la lampe de signalisation LSV est allumée, via les diodes D 40 et 42;
- le relais défaut ventilation RDV est alimenté via la diode D 40 et le contact 576 B - 576 A du relais RSV; si le manque de ventilation dure plus de 8 secondes, le relais RDV s'enclenche de même que le relais auxiliaire RDV1; l'interlock 576 - 576 A de RDV1 assure la maintien de RDV et RDV1.

Lors de l'enclenchement des relais RDV et RDV1, les interlocks 617 - 770, 617 - 772 A, 617 - 775 A du relais RDV1 vont interrompre l'alimentation des relais RK6, RK4 et RK5 (feuille 24).

Le déclenchement du relais RK 6 a pour conséquence l'arrêt de toute la ventilation; en effet ses interlocks 111 - 161, 111 - 176 et 111 - 167 interrompent l'alimentation des contacteurs K 4, KVH1, K 6, K 5, KVH2; la traction disparaît à cause de l'arrêt de la ventilation des hacheurs.

Le déclenchement de RK 4 provoque l'allumage de la lampe de signalisation LDH1 via le contact 576 - 576 D de RSV, le con-

tact 576 - 648 A de RK 4 et l'interrupteur d'élimination I 12 (LDH1 + LSV = signalisation typique d'un manque de ventilation du groupe I).

Le relais RK 5, lui, ne déclenche pas, malgré le contact 617 - 775 A de RDV1 à cause du maintien par son interlock 774 A - 774, la diode d38, l'interrupteur d'élimination I 12 et l'interlock défaut de ventilation du groupe I; le contact ouvert 576 E - 649 A de RK 5 empêche l'allumage de LDH2.

Le conducteur dans ce cas doit manoeuvrer l'interrupteur d'élimination I 12 pour éliminer le ventilateur défectueux et éliminer le hacheur I; la traction peut alors reprendre. L'interrupteur I 12 élimine les détecteurs d'un manque de ventilation du groupe I et ainsi empêche l'enclenchement du relais RK 4 et l'allumage de la lampe LDH1. Si le conducteur utilise le couplage 6 moteurs sur le hacheur II, le contact 576 - 699 A du relais RMS4 et l'interlock 699 A - 699 de l'interrupteur I 12 en position I provoquant l'allumage de la lampe LSV, rappelle ainsi au conducteur qu'il y a lieu d'appliquer les consignes de manque de ventilation des moteurs de traction.

En cas d'un manque de ventilation dans le groupe II, la signalisation est exactement pareille, mais avec LDH2, le groupe ventilateur défectueux doit être isolé par l'interrupteur I 13.

En cas d'un manque de ventilation d'une self, les relais RK 5 et RK 4 sont tous les deux maintenus; par contre les lampes LDH1 et LDH2 restent éteintes; seule la lampe LSV s'allume; le groupe moteur-ventilateur défectueux doit être isolé par la manoeuvre de l'interrupteur I 14. En outre, il y a lieu d'isoler un hacheur au choix afin que le relais RDV ne soit pas excité (il faut le contact 669 - 669 A de RMS3 ou 669 A - 669 B de RMS4 ouvert), autrement la traction reste impossible (via RK 6 et le manque ventilation hacheur). De cette manière le courant dans la self du filtre d'entrée est diminué de moitié et l'échauffement de ces selfs est réduit.

La manoeuvre de l'interrupteur I 14 sur la position I allume la lampe LSV (contact 576 - 699 de I 14) afin de rappeler au conducteur qu'il faut appliquer une consigne de manque de ventilation.

60. Commande du chauffage de la locomotive (feuille 20).

Le contacteur K 1 est alimenté à partir du fil CB, via le disjoncteur d 14, les deux interrupteurs à deux directions "chauffage cabine", les deux paires de thermostats (une paire de thermostats de réglage et une paire de thermostats de sécurité), l'interlock 623 A - 843 du DUR 1 et l'interlock 847 - 843 du DUR 2.

Il y a également une fermeture automatique du contacteur K 1 pendant une seconde après le déclenchement du DUR, dans le but de décharger le condensateur du filtre d'entrée des ha- cheurs immédiatement après chaque déclenchement (voir plus loin, à l'article 71).

En plus, il y a dans chaque cabine de conduite un ventilateur BT. Ce dernier est alimenté via le disjoncteur DCh, branché à la borne CB 1 du chargeur de batterie et non à la batterie elle-même. De cette façon, l'alimentation des ventilateurs est coupée automatiquement lorsque le conducteur quitte la locomotive, ce qui évite que la batterie ne soit déchargée (diode DE). En cas d'arrêt prolongé de la locomotive une disposition spéciale est prévue (voir art. 72.2).

61. Commande du chauffage du train (feuille 24).

Les bobines des contacteurs CCh1 et CCh2 sont alimentées de la façon suivante :

Lorsque les interrupteurs "Urgence", "Panto" et "DUR" sont fermés, le fil 609 est alimenté. Lorsqu'on ferme l'interrupteur "Chauffage train", le fil 619 est également alimenté. Les contacteurs CCh1 et CCh2 seront alimentés pour autant que le DUR soit fermé (interlocks 619 - 1052 du DUR 1 et 1052 - 776 du DUR 2) et que la boîte à clefs des contacteurs de chauffage soit en service (relais RBC 2 excité via le fil 601, le disjoncteur dA 9 et l'interlock 787 - 780 de la boîte à clefs en position "EN").

Une lampe de signalisation LBC 2, encastrée dans la boîte à clefs, indique que les contacteurs CCh1 et CCh2 sont ouverts et que l'on peut actionner sans danger le sectionneur de chauffage.

Cette lampe de signalisation est alimentée via l'interrupteur "Urgence", le disjoncteur dA 9, le contact 787 - 781 de la boîte à clefs et les interlocks 782 - 783 et 783 - TB des contacteurs CCh1 et CCh2.

Si le relais à maxima QChT fonctionne, sa bobine de maintien est excitée via le contact de maintien 787 - 784. Lors du réarmement, la bobine de maintien est désexcitée par l'interlock 784 - 785 du DUR 2.

Dans chaque cabine de conduite il y a une lampe de signalisation L Ch T qui est allumée dans trois cas :

1. Signalisation d'un défaut dans le chauffage du train. La lampe L Ch T est alimentée via le contact de maintien 787 - 784 du QChT, l'interlock 784 - 785 du DUR 2 et la diode D 22.
2. Signalisation d'une position inexacte du sectionneur et de l'interrupteur Faiveley "chauffage" dans le cas suivant :

"On désire chauffer, mais le sectionneur se trouve dans la position hors service".

Dans les positions "0" et "HORS" de la clef, le relais RBC 2 n'est pas excité. Lorsqu'on enclenche néanmoins l'interrupteur "chauffage train", la lampe L Ch T est allumée via le fil 619, le contact fermé 619 - 778 du RBC 2 et les interlocks fermés du CCh1 et du CCh2.

3. Signalisation d'une position inexacte du sectionneur et de l'interrupteur Fèveley "Chauffage" dans le cas suivant : le sectionneur chauffage est dans la position "en service" mais le bouton "chauffage" n'a pas été enclenché.

Lorsque la clef se trouve dans la position "EN", le relais RBC 2 est excité. Dès que le DUR est enclenché, la lampe L Ch T est allumée via le fil 618, le contact fermé 618 - 788 du relais RAD, le contact 788 - 778 du RBC 2 et les interlocks fermés du CCh1 et du CCh2 ouverts.

62. Commande de l'éclairage.

L'installation d'éclairage comprend :

a) Les phares (feuille 28).

Chaque cabine de conduite possède son circuit séparé pour l'alimentation des phares.

Dans la cabine de conduite I, par exemple, le circuit est protégé par le disjoncteur dP 1. En outre, on distingue les interrupteurs non verrouillés suivants :

- "allumage phares";
- interrupteur à sélection blanc/rouge;
- interrupteur à sélection "code ou route" ICR 1.

Chaque phare blanc est protégé en outre par son propre disjoncteur dP 11 (12) et est pourvu de son propre stabilisateur de tension RPh G 1 (RPh D 1).

Sur le pupitre de commande il y a, en outre, un bouton rouge ICL 1 faisant clignoter les phares lorsqu'il est enfoncé (mise en service du clignoteur CL 1 avec relais RCL 1).

b) Les tubes fluorescents dans le couloir de la locomotive (feuille 31).

Les tubes fluorescents sont alimentés par l'interrupteur non verrouillé "Eclairage couloir" et protégés par le disjoncteur d 13.

L'allumage des tubes fluorescents se fait en deux phases : application de la tension aux bornes des tubes et, ensuite,

amorçage des tubes en appuyant pendant quelques instants sur le bouton-poussoir "amorçage".

c) Eclairage de la cabine de conduite (feuille 20).

Le plafonnier LPC de la cabine de conduite est alimenté par l'interrupteur "éclairage cabine" et protégé par le disjoncteur DC.

d) Eclairage des appareils de bord (feuille 20).

La lampe LPH éclairant le tableau des horaires peut être branchée sur l'interrupteur IPH.

L'interrupteur Faiveley non verrouillé "éclairage appareils" alimente :

- les lampes d'éclairage de l'indicateur de vitesse et des manomètres dans la cabine de conduite occupée (intensité réglable par potentiomètre RAE);
- la lampe d'éclairage de l'appareil enregistreur de vitesse;
- le relais RLEC pour la mise en service de l'éclairage fluorescent des voltmètres et des ampèremètres est alimenté (à 380 V - 60 Hz).

Les circuits sont protégés par le disjoncteur dC 1 et dC 2.

63. Freinage (feuille 27).

Les électrovalves EVA 1 et 2 pour le "régime de freinage à haute pression" sont alimentées à partir du fil CB via le disjoncteur d 11, le contact 851 - 856 du relais RO (excité lorsque le bouton Faiveley "Urgence" est enclenché) et lorsque le relais terminal RLVa du dispositif MEMOR a déclenché, c'est-à-dire lors :

- du fonctionnement de la veille automatique;
 - de pointage incorrect des signaux;
 - de chute importante de pression (moins de 2,5 bar dans la conduite automatique) provoquant l'ouverture du relais de pression MC (feuille 30).
- Lorsque le commutateur de freinage "marchandises - voyageurs" se trouve en position "marchandises", l'électrovalve EVMV (marchandises - voyageurs) est excitée.

La purge des cylindres de frein peut se faire à partir de la cabine de conduite occupée en appuyant sur le bouton-poussoir BPP. De cette façon, les électrovalves EVP 1 et 2 sont excitées via le fil CB, le disjoncteur d 11, un des contacts RAM (le relais RAM est excité lorsque la manette de sens de marche est sur une position de marche) et le bouton-poussoir BPP. En même temps, les locomotives éventuellement accouplées sont également purgées via le fil d'accouplement.

D'autre part, il peut arriver qu'après l'exécution d'un freinage, il subsiste, même avec le robinet de frein en position de marche, un léger déséquilibre dans le distributeur de frein.

A cause du système de commande du frein combiné (voir article 79), il subsiste alors une demande de freinage électrique et la traction ne peut pas reprendre.

Pour éviter cela, il est prévu un circuit qui provoque la purge des distributeurs de frein de la locomotive, pendant 4 sec, chaque fois que le manipulateur est déplacé de la position zéro à la position manoeuvre ou à une position de traction. Cette purge élimine le déséquilibre du distributeur et la demande de freinage électrique disparaît.

Le circuit comprend deux relais temporisés RSec et RPu; le relais RSec est excité quand le manipulateur est placé sur une position de marche; par l'ouverture non temporisée du contact 856 - 856 B du RSec, l'alimentation du relais RPu est interrompue. Dès lors le fil de purge 641 est alimenté pendant 4 sec par le contact temporisé à l'ouverture du relais RPu.

64. Sablage et frein anti-patinage (feuille 27).

L'électrovalve de sablage EVS 1 (EVS 2 pour l'autre sens de marche) est alimentée à partir du fil CB via le disjoncteur d 11, le contact fermé 851 - 852 du relais RTE (ce relais est désexcité pour autant que l'essai d'anti-patinage n'est pas exécuté), le contact 852 - 1075 du relais RIN 1 (désexcité lors de la mise en service de l'inverseur du poste de conduite 1), le contact 1075 - 637 A du relais RIN 2 (excité lors de la mise en service de la manette d'inversion du poste de conduite 1), le bouton-poussoir "sablage" et l'interlock de l'inverseur de marche en position I.

Le sablage est commandé également lorsque le dispositif de décel de patinage électronique fonctionne: le relais RSA est excité et le contact 637 A - 638 se ferme. Les interlocks de l'inverseur de marche provoquent l'excitation de l'électrovalve correspondant au sens de marche.

L'électrovalve anti-patinage EVFA du frein anti-patinage est alimentée à partir du fil 637 A ou 637 B, selon la cabine de conduite occupée, et via le bouton-poussoir BPA.

65. Appareils enregistreur et indicateur de vitesse - Dispositif de vigilance MEMOR et de veille automatique (feuille 30).

Un transmetteur GT, monté en bout d'un essieu, est alimenté à partir du fil CB, par le disjoncteur dT, un des contacts 886 - 890 du RAM 1 ou du RAM 2 (selon la cabine de conduite où la manette d'inversion est en service), via la résistance de réglage RGT et le régulateur d'intensité RG.

Le transmetteur GT transforme le courant continu en courant triphasé à fréquence variable en fonction de la vitesse (fils 891 - 892 - 893). Il alimente les moteurs synchrones d'un des appareils indicateurs de vitesse (type Hasler A 50) des cabines de conduite et de l'appareil enregistreur de vitesse (type Hasler RT 13, monté dans l'armoire-vestiaire). Seul l'appareil indicateur de vitesse de la cabine de conduite occupée est enclenché, vu qu'il n'y a qu'un seul des relais RIN 1 ou RIN 2 qui est excité (selon la manette d'inversion qui est en service).

Les circuits de vigilance et de veille automatique sont regroupés dans un coffret électronique PW 18. Le coffret PW 18 est alimenté en parallèle soit depuis le fil 601 (bouton "urgence") soit depuis le fil 890 (sous tension quand une manette d'inversion est en service).

Dès qu'une de ces alimentations est présente, le contrôle de la vigilance et la veille automatique est mis en service.

65.1. Le contrôle de la vigilance aux signaux (MEMOR à 3 informations) (feuille 30).

Pour capter l'information présente sur le crocodile placé dans la voie, la locomotive est équipée à ses deux extrémités d'une brosse métallique. La brosse côté poste occupé est mise en service par l'un des relais RAM 1 ou RAM 2 et est reliée à la borne 28 du coffret PW 18. Par cette voie, l'appareillage MEMOR reçoit une impulsion venant de la voie.

Celle-ci peut être

- soit une impulsion négative par rapport au rail (signal vert);
- soit une impulsion positive par rapport au rail (avertisseur à l'arrêt);
- soit un court-circuit avec le rail (signal rouge).

Sans entrer dans les détails (voir pour cela la réglementation particulière), on peut résumer le contrôle de la vigilance comme suit :

1. Lors du passage sur un crocodile positif, le conducteur doit marquer la vigilance par le bouton MEMOR dans un délai maximum de 4 sec; après cela la lampe jaune MEMOR brille en permanence, rappelant au conducteur qu'il a passé un avertisseur à l'arrêt. Le conducteur peut éteindre cette lampe à son gré en poussant sur le bouton incorporé à la lampe.
2. Lors du passage sur un crocodile négatif, la lampe bleue dans l'indicateur de vitesse va s'éclairer 2 secondes; la lampe jaune MEMOR va s'éteindre pour autant qu'elle soit allumée (par le passage précédent d'un avertisseur à l'arrêt ou suite à l'enfoncement volontaire par le conducteur du bouton MEMOR).

3. Lorsqu'il y a lieu de franchir un signal à l'arrêt (crocodile en court-circuit avec le rail), il faut mettre l'équipement MEMOR hors service temporairement suivant la réglementation prévue.

D'autre part les principales informations provenant de l'équipement MEMOR sont enregistrées sur la bande de l'appareil RT 13.

L'information vitesse de la locomotive rentre dans l'équipement MEMOR par les bornes 17 et 18 du PW 18 (fils 892 et 893 du transmetteur GT).

Lorsque le conducteur réagit correctement aux indications des signaux, les bornes 4 et 6 du PW 18 sont reliées entre elles (relais interne MEMOR excité); lorsque les réactions du conducteur sont incorrectes, la liaison entre les bornes 4 et 6 est interrompue, le relais RMVa est excité ce qui provoque le déclenchement de l'électrovalve inverse et du relais Q72.

Il faut encore remarquer que les fonctions de vigilance du MEMOR sont mises hors service lorsque les deux robinets FV4 sont en position hors service (borne 26 sous tension); cette disposition est prévue lorsque la locomotive n'est pas utilisée comme premier véhicule du train.

A la prise de service de la locomotive, les fonctions MEMOR peuvent être testées par l'enfoncement d'un bouton spécial de test, qui déclenche un programme automatique.

Enfin, en cas de panne ou de fonctionnement intempestif, les fonctions MEMOR peuvent être éliminées par la manoeuvre de l'interrupteur d'élimination IM, qui court-circuite extérieurement les bornes 4 et 6.

65.2. La veille automatique (feuille 30).

La veille automatique est mise en service lorsque la manette d'inversion est mise en position de marche (borne 22 désexcitée). A partir de ce moment, la pédale PVA ou l'interrupteur IVA doivent être correctement desservis, c'est-à-dire que

- la pédale doit être maintenue dans sa position d'équilibre (ou l'interrupteur dans sa position de travail) : fil 664 (borne 21 du PW 18) alimenté;
- toutes les 60 sec. au maximum, il faut effectuer un réarmement en alimentant un court instant le fil 665 (borne 20 du PW 18).

L'alimentation de la pédale est prise à partir du CB, vu le disjoncteur dVA, l'interrupteur d'élimination IVA, le fil 661, la manette d'inversion du poste occupé en position de marche et les interrupteurs fin de course des robinets d'élimination du frein direct en position correcte.

Lorsque la pédale (ou l'interrupteur) est correctement desservi(e), les bornes 2 et 4 du PW 18 sont reliées entre elles (relais interne de veille automatique excité), ce qui permet de maintenir le relais RMVA.

En cas de desserte incorrecte, le conducteur reçoit d'abord un avertissement sonore (ronfleur alimenté depuis la borne 1 du PW 18, l'interrupteur d'élimination IVA et la diode R 92) et lumineux (lampe LSD via le fil 885); après un délai de 4 sec, pendant lequel le conducteur peut reprendre la desserte normale, la liaison entre les bornes 4 et 2 du PW 18 est interrompue de sorte que le relais RMVA déclenche entraînant le déclenchement de l'électrovalve inverse et du Q72.

En cas de panne ou de fonctionnement intempestif des circuits de veille automatique, ces circuits peuvent être éliminés par la manoeuvre de l'interrupteur IVA établissant une liaison externe entre les bornes 2 et 4; cet interrupteur en position isolée, permet l'alimentation de l'électrovalve non plus depuis le fil 661, mais en parallèle sur l'alimentation du PW 18. Le relais RMVA ne contrôle alors plus que la vigilance correcte aux signaux.

65.3. Elimination du coffret PW 18.

Le coffret PW 18 peut également être isolé entièrement par la manoeuvre simultanée des interrupteurs IM et IVA; comme alors l'électrovalve inverse EVIVA n'est plus alimentée, il y a lieu de manoeuvrer également le robinet d'isolement pneumatique RIVA.

66. Divers.

Les circuits de commande comportent encore (feuilles 19 et 30):

- deux antibuées AB montés dans chaque cabine de conduite, alimentés par le fil CB 1, protégés par le disjoncteur d a et commandés par l'interrupteur Faiveley "Antibuée";
- quatre prises de courant, protégées par le disjoncteur d 5;
- un groupe moteur-compresseur BT (MP) pour la levée des pantographes en cas d'insuffisance d'air comprimé, alimenté à partir de la borne CB et protégé par le disjoncteur d 6;
- dans chaque poste de conduite, une lanterne de secours chargée, alimentée par le fil CB 1 et protégée par le disjoncteur d a;
- un panneau à deux lanternes de queue chargées, alimentées par le fil CB 1 et protégées par le disjoncteur d a;
- un graisseur de boudin, alimenté à partir du fil CB, via un contact du RAM 1 ou du RAM 2 et le disjoncteur dT1. Les électrovalves EVGB 1 et 2 permettent l'entrée de l'air comprimé dans les appareils de dispersion.

La fréquence des dispersions est déterminée par la fréquence de la tension entre deux phases du transmetteur GT des appareils de vitesse Hasler (régleur RGS).

G. Circuits de contrôle .

67. Les commandes électroniques (feuilles 14 à 30).

Parmi les circuits de contrôle, une position importante est occupée par les diverses commandes électroniques. Les fonctions principales de ces circuits de commande consistent, d'une part, à régler les deux hacheurs en vue de déterminer le courant d'induit des moteurs et, d'autre part, à régler le courant d'excitation des moteurs à excitation indépendante.

Chaque hacheur est commandé par une série de cinq boîtiers électroniques (les deux séries de boîtiers sont identiques); commandant les hacheurs suivant les ordres donnés par le manipulateur et par la manette d'effort. En outre, chaque groupe de moteurs est équipé d'un pont redresseur commandé par thyristors et fournissant un courant d'excitation correspondant à une consigne de commande donnée par un des cinq boîtiers.

En résumé, la fonction de chacun des appareils est la suivante:

1. Boîtier H 3430 : alimentation stabilisée en ± 24 V.
2. Boîtier H 3431 : amplificateur d'impulsions pour l'allumage des thyristors.
3. Boîtier H 3432 : - mesure du courant moteur;
 - contrôle de la tension sur les moteurs;
 - contrôle des fusibles et de la ventilation du hacheur;
 - déclenchement ultra-rapide du DUR;
 - décel de thyristors avariés.
4. Boîtier H 3433 : - réglage du rapport cyclique du hacheur;
 - élaboration de la consigne de commande pour l'excitation entraînement;
 - construction des variables de verrouillage;
 - compensation du cabrage de la caisse.
5. Boîtier H 3434 : - mesure de la vitesse des essieux;
 - décel de patinage et de survitesse;
 - décel de glissement des roues et désenrayage;
 - exécution d'un ordre de freinage électrique;
 - réglage de la consigne de commande de l'excitation pendant le freinage;
 - mesure de l'effort de freinage réalisé.

6. Pont redresseur commandé : au départ d'une tension alternative triphasée de 380 V, le courant d'excitation est produit, dont la valeur est proportionnelle à la consigne de commande reçue à partir du boîtier H 3433 (traction) et H 3434 (freinage).

Remarque.

Les lampes de signalisation et les interrupteurs se trouvant sur les boîtiers précités ne sont pas accessibles au conducteur. Ils servent au dépannage. Une seconde série de lampes de signalisation, se trouvant sur l'armoire aux relais de basse tension, fournissent au conducteur toute la signalisation voulue pour la localisation d'un défaut.

Il y a enfin une troisième série de lampes dans les postes de conduite, fournissant au conducteur la signalisation dont il doit pouvoir disposer pendant la circulation.

68. Fonctions principales du boîtier H 3430.

La fonction du boîtier H 3430 consiste à fournir les tensions stabilisées 0 V, + 24 V et - 24 V pour l'alimentation des autres boîtiers au départ d'une tension de batterie pouvant varier entre 60 V et 90 V.

La tension de la batterie est prise aux bornes CB (+) et TB (-) et passe par le disjoncteur dE 3. Ensuite, l'alimentation est dédoublée en passant, d'une part, par les contacts dédoublés 932 - 933 et 934 - TB du relais RSAE 1 pour l'alimentation I et, d'autre part, par les contacteurs dédoublés 932 - 935 et 936 - TB du relais RSAE 2 pour l'alimentation II. Les circuits d'alimentation sont donc mis sous tension par l'enclenchement de leurs relais d'alimentation respectifs RSAE 1 et RSAE 2 (voir art. 69).

Dans le bloc d'alimentation, la tension de la batterie est tout d'abord transformée par un convertisseur en une tension alternative crénelée 50 Hz. Cette tension alternative alimente l'enroulement primaire d'un transformateur, qui est en même temps connecté à un circuit oscillant LC accordé à 50 Hz et assurant la stabilisation des diverses tensions secondaires. Les tensions de sortie sont sinusoïdales, 50 Hz, et elles sont constituées de :

- a) Un enroulement double de 2 x 24 V.

Ces tensions sont redressées et filtrées et elles fournissent l'alimentation stabilisée en + 24 V. L'allumage de la lampe verte DS 1 sur le boîtier signale la présence des tensions de sortie + 24 V.

b) Un enroulement fournissant 200 V.

Cette tension est fournie au boîtier H 3431 où, après redressement, elle sert de source d'énergie pour la fourniture d'impulsions d'allumage aux thyristors (voir le fonctionnement du boîtier H 3431).

c) Un enroulement fournissant 15 V.

Cette tension est fournie également au boîtier H 3431 où, après redressement; elle sert à donner une polarisation aux modules à thyristors.

d) une sortie à ± 24 V mise sous tension par l'intermédiaire du relais RMS1 (ou RMS2). Cette sortie est prévue pour l'alimentation du circuit imprimé contenant l'antipatinage et le contrôle de la survitesse de l'autre commande électronique dans le cas où le conducteur s'est placé dans le couplage 6 moteurs sur un hacheur (donc relais RMS1 ou RMS2 excité).

Enfin, le bloc d'alimentation comporte encore un circuit de déclenchement fonctionnant dans les cas ci-après :

- a) lorsque la valeur du courant pris de la batterie par le bloc d'alimentation est trop élevée;
- b) lorsque la tension de la batterie sort des limites normales de 60 à 90 V.

L'élément de déclenchement réagit par excitation d'un relais "Reed" Rr MAE à deux contacts.

Le premier contact provoque le blocage du hacheur (voir plus loin, le boîtier H 3433). Le deuxième contact provoque l'excitation du relais de déclenchement RMAE. Ainsi, par exemple, le relais RMAE 1 du hacheur I est excité depuis le fil CB, via le disjoncteur d7, le fil 800, le contact 800 - 1062 du relais RAT, le contact 1062 - 931 du relais REH1 (désexcité quand le hacheur I est en service) et enfin le contact Rr MAE dans le bloc d'alimentation et le fil 937, le contact 620 - 714 du RMAE 1 désexcite alors le relais RSAE 1. Ce relais étant déclenché, le bloc d'alimentation est mis hors tension et un peu plus tard le relais Rr MAE sera également déclenché. Pour éviter une remise sous tension immédiate du bloc d'alimentation, il est nécessaire de maintenir l'excitation du relais RMAE 1 via les contacts en parallèle 931 - 938 du DUR 2 et du RAT et le contact de maintien 938 - 937 du RMAE 1. Les autres fonctions du RMAE 1 ainsi que les possibilités de réarmement de ce relais, sont décrites à l'art. 69 sur la mise sous tension de la commande électrique.

Pour conclure, observons que la tension de la batterie est présente, via le fil 931, sur la borne 53 de la commande électronique I et les bornes 54 et 53 de la commande électro-

nique II. Ce potentiel positif servira ensuite à la commande de tous les relais du type RASZ commandés par des contacts de la commande électronique.

69. Mise sous tension de la commande électronique des hacheurs.

Avant de permettre la haute tension sur les hacheurs (par la fermeture du DUR), il faut d'abord mettre sous tension leurs commandes électroniques. On évite ainsi les phénomènes transitoires accompagnant la mise sous tension des boîtiers électroniques, qui peuvent avoir des conséquences graves pour les thyristors.

Les commandes électroniques sont alimentées depuis la batterie par la fermeture des contacts des relais d'alimentation RSAE 1 et RSAE 2 (feuille 21).

Dès enclenchement du bouton-poussoir "Urgence", les fils 600 et 601 sont alimentés. Le relais RT 20 est excité depuis le fil 601 via le disjoncteur d A 3 et les contacts normalement fermés 705 - 706 et 706 - 707 des RMAE 1 et RMAE 2. Le fil 620 est alimenté depuis le fil 600 via le disjoncteur d A 2 et le contact 712 - 620 du relais RT 20. Le relais RSAE 1 est excité depuis le fil 620 via le contact normalement fermé 620 - 718 du REE, le contact normalement fermé 718 - 714 du RMAE 1 et le contact normalement fermé 714 - 716 du REH 1.

Le relais RSAE 2 est excité d'une façon analogue.

Le but du relais REE et de l'interrupteur EE sera explicité à l'article 72.

Les relais RSAE 1 et RSAE 2 sont temporisés de 2 secondes à l'enclenchement. La commande électronique ne sera donc mise sous tension que deux secondes après l'enfoncement du bouton-poussoir "Urgence" ce qui fait durer pendant au moins deux secondes toute interruption de la tension d'alimentation, de façon à éviter des phénomènes transitoires dangereux dans le bloc électronique d'alimentation.

Lors de l'isolement d'un hacheur (le hacheur 1, par exemple), le contact auxiliaire ELH 1 sur les sectionneurs se ferme, excitant ainsi le relais REH 1 dont le contact 714 - 715 empêche l'excitation du relais RSAE 1. La commande électronique du hacheur isolé est donc également éliminée automatiquement.

Lorsqu'un défaut est décelé dans un des blocs d'alimentation, le relais RMAE correspondant est enclenché et se maintient (voir l'art. 68).

Lorsque le relais RMAE 1, par exemple, sera excité :

- a) le contact 718 - 714 s'ouvrira et le RSAE 1 sera désexcité : l'alimentation de la commande électronique sera coupée;

- b) le contact 705 - 706 s'ouvrira et le relais RT 20 sera désexcité. Puisque ce relais est temporisé au déclenchement, cette désexcitation n'aura pas de conséquences immédiates, mais elle jouera un rôle lors du réarmement, comme nous le verrons plus loin;
- c) le contact 910 - 924 se ferme et allume la lampe de signalisation LMAE 1 sur l'armoire basse tension;
- d) le contact 816 - 819 s'ouvrira et le relais RDH 1 sera désexcité. Le contact 576 - 648 de ce relais se fermera et dans chaque cabine de conduite la lampe LDH 1 s'allumera, signalant le défaut au hacheur I; le DUR s'ouvrira via les relais RDH 1 et RAQ 72;
- e) le contact 576 - 659 se fermera et allumera dans chaque cabine de conduite la lampe LMAE, signalant qu'il s'agit d'un défaut dans un bloc d'alimentation;
- f) le contact 938 - 937 se fermera et assurera le maintien du relais depuis le fil 800 via l'interlock normalement fermé 800 - 938 du DUR 2.

La mise hors tension du bloc d'alimentation peut être due à un phénomène de caractère passager. Pour cette raison, il est prévu une manoeuvre de réarmement en cas de déclenchement RMAE.

Le réarmement du relais RMAE est conçu de façon à ne permettre ce réarmement qu'après un délai de 20 secondes après le déclenchement. Cette précaution est nécessaire, parce qu'une nouvelle mise sous tension du bloc de commande en défaut ne peut être permise avant la décharge complète du filtre d'entrée du hacheur. Cette décharge s'effectue pendant les 20 secondes de la temporisation au déclenchement du relais RT 20. En actionnant le bouton-poussoir "réarmement", on ouvre l'interlock 800 - 938 du DUR 2, ce qui provoque normalement le déclenchement du relais RMAE. Cependant, aussi longtemps que le contact 712 - 620 du relais temporisé RT 20 ne sera pas déclenché, le relais RAT sera excité. Pendant ce temps, l'interlock 931 - 938 du DUR 2 sera donc shunté par le contact fermé du RAT et n'aura pas d'effet.

Si le bouton-poussoir "réarmement" était actionné endéans les 20 secondes, le piston du DUR mettrait bien le levier au premier cran (les contacts auxiliaires du DUR 2 seraient actionnés), mais le relais RMAE ne serait pas encore déclenché, ce qui empêchera le maintien du DUR.

Le déclenchement du RMAE n'est possible qu'après un délai de 20 secondes; à ce moment les relais RDH 1/2 et le relais RAQ 72 se réenclencheront; lorsque le relais RE fermera son contact 736 - 799, le processus d'enclenchement du DUR s'achèvera automatiquement. Si un réarmement est suivi d'une nouvelle mise hors tension, le hacheur concerné devra être éliminé.

Le relais RT 20 aura également un rôle à jouer lors de la mise hors tension des circuits de contrôle au moment où le conducteur quitte la locomotive. Après l'ouverture du DUR, il est nécessaire de décharger d'abord complètement le filtre d'entrée avant de couper l'alimentation de la commande électronique (ainsi des phénomènes transitoires dans le bloc de commande ne pourront causer aucune avarie). Lorsqu'on ouvre le bouton-poussoir "Urgence", le relais RT 20 est désexcité. Cependant, les relais RSAE 1 et 2 seront encore excités pendant 20 secondes jusqu'au moment de l'ouverture du contact 712 - 620 du RT 20. La commande électronique ne sera donc mise hors tension que lorsque le filtre d'entrée aura déjà été déchargé.

70. Fermeture du DUR.

En ce qui concerne la fermeture du DUR, il y a lieu de distinguer trois phases :

1. L'excitation du relais auxiliaire RAQ 72 lors de l'enclenchement des boutons-poussoirs "Urgence".
2. L'excitation du relais auxiliaire Q 72 lors de l'enclenchement des boutons-poussoirs Panto et DUR.
3. La fermeture du DUR lors de l'enfoncement du bouton-poussoir "réarmement".

Les séquences de la fermeture du DUR présentent certaines différences selon qu'il y a élimination ou non d'un hacheur et selon qu'il y a isolation ou non des commandes électroniques.

70.1. Excitation du relais RAQ 72 (feuille 22).

- a) Quand, après la fermeture du bouton urgence, les relais RSAE 1 et RSAE 2 s'enclenchent, leurs contacts 620 - 715 et 715 - 720 se ferment également. Le relais RE est excité et son contact 712 - 724 se fermera deux secondes plus tard (relais temporisé à l'enclenchement).

Au cas où il y aura un hacheur éliminé (excitation d'un des relais REH 1/2), le contact correspondant des relais RSAE 1/2 sera shunté par un contact des REH 1/2, de sorte que le RE sera excité normalement.

- b) S'il n'y a aucun défaut dans le hacheur, les relais RDH 1 et RDH 2 se fermeront dès que le bouton-poussoir "Urgence" sera enfoncé et le contact 800 - 801 du relais RO fermé. En effet, les relais RMT 1/2, RFH 1/2, RMC 1/2 et RMAE 1/2 sont désexcités.
- c) Le relais auxiliaire RAQ 72 est maintenant alimenté via le disjoncteur dA2, le fil 712, le contact 712 - 724 du relais RE excité et les contacts 724 - 727 et 727 - 728 des relais RDH 1 et RDH 2 excités. Le relais RAQ 72 contrôle donc le bon état de tous les relais de protection de l'électronique.

70.2. Excitation du relais Q 72 (feuilles 21 et 22).

A la fermeture du bouton-poussoir "panto", le fil 603 est alimenté; via le disjoncteur dA6, ce fil alimente

- a) le relais de tension nulle RTN du type électronique, côté basse tension;
- b) le relais auxiliaire RGM des pantographes (ce relais intervient lors du choix de couplage de 1,5 kV pour le groupe de moteurs 2 CT 200).

Lors de la fermeture du bouton-poussoir "DUR", le fil 609 est mis sous tension. Via le disjoncteur dA 152, le relais Q 72 sera excité, à condition :

- que le relais de tension nulle soit enclenché, ou que le relais de tension nulle soit éliminé par l'interrupteur I 3 ou qu'on se trouve sur le réseau NS (relais 1,5 kV excité : voir article 56a), ou encore que l'essai à blanc soit exécuté (contact EC 1 dans la boîte à clefs fermé en position essai à blanc);
- que le relais QD et QChT se trouvent en position de repos;
- que le relais RAQ 72 décrit ci-dessus soit excité, et que le contact 745 - 745 A soit donc fermé;
- que le relais de protection Rd2 du groupe auxiliaire 2 CT 200 ne soit pas excité (voir article 56.1) et donc que le contact 745 A - 746 soit fermé;
- que le relais de survitesse RDS ne soit pas excité (voir article 77.1.c) et donc que le contact 746 - 798 soit fermé;
- que le contrôle de la vigilance et la veille automatique soit assuré (relais RMVA excité) ou que le coffret PW 18 soit complètement isolé par les interrupteurs IM et IVA.

Remarque : l'interrupteur IEB a pour but de rendre possible l'exécution des essais à blanc de l'électronique. En position I, il court-circuite diverses sécurités. Par mesure de sécurité le contact 741 - 741 A de l'interrupteur IEB est prévu dans l'alimentation de Q 72 de manière à rendre impossible l'enclenchement du DUR si l'interrupteur IEB a été oublié sur sa position I.

70.3. Enclenchement du DUR (feuille 22).

Lorsque le relais Q 72 a été fermé, il est possible de fermer le DUR en enfonçant quelques instants le bouton-poussoir "réarmement". Par la manoeuvre de ce bouton-poussoir, l'électrovalve EVD est normalement excitée pendant une durée bien déterminée (pendant laquelle les condensateurs du filtre d'entrée sont chargés). Par cette électrovalve l'air comprimé est admis dans le cylindre du DUR, et le contact mobile accomplit la première partie de sa course (interlocks DUR 1 et DUR 2 fermés). Dans cette position la bobine de maintien EKD du DUR est alimentée par

le contact 741 - 747 du Q 72, l'interlock 747 - 748 du DUR 1 et la résistance de limitation RKD. Quand l'électrovalve EVD est désexcitée, le DUR se ferme complètement (interlocks DUR 1 fermés).

Toutefois, pour que la manoeuvre du bouton-poussoir "réarmement" provoque l'excitation de l'électrovalve EVD, les conditions ci-après devront être remplies.

a) La présence de la haute tension est requise.

En effet, pendant la phase de réarmement les condensateurs du filtre d'entrée sont chargés. Nous devons donc avoir la certitude de la présence de la haute tension pendant la durée de l'enclenchement. Pour cette raison, l'alimentation se fera via le contact 741 A - 742 du relais de tension nulle. Si le RTN est éliminé (interrupteur I 3) ou si nous nous trouvons sur le réseau NS (relais 1,5 kV), le conducteur s'assurera personnellement de la présence de la haute tension avant de procéder à l'enclenchement.

b) Le hacheur I et les moteurs 1 - 2 - 3 doivent être en service ou le hacheur I doit être éliminé ou les six moteurs doivent être couplés en série avec le hacheur I (connexion entre les potentiels 742 et 731).

- contact 742 - 803 du RMS 2 fermé, à condition que les six moteurs ne soient pas couplés en série avec le hacheur II;
- fils 803 - 731 connectés, soit par le contact du RMS 3, lorsque les moteurs 1, 2, 3 sont en service normal, soit par le contact du RMS 1, lorsque les six moteurs sont couplés en série avec le hacheur I.

Lorsqu'une de ces conditions n'est pas remplie, le conducteur est tenu d'éliminer le hacheur I (la connexion est alors réalisée par le contact 742 - 731 du REH 1, shuntant tous les contacts précités).

c) Le hacheur II et les moteurs 4 - 5 - 6 doivent être en service ou le hacheur II doit être éliminé ou les six moteurs doivent être couplés en série avec le hacheur II (connexion entre les potentiels 731 et 734).

- fils 805 - 731 connectés, soit par le contact du RMS 4, lorsque les moteurs 4 - 5 - 6 sont en service normal, soit par le contact du RMS 2, lorsque les six moteurs sont couplés en série avec le hacheur II,
- contact 805 - 734 du RMS 1 fermé, à condition que les six moteurs ne soient pas couplés en série avec le hacheur I.

Lorsqu'une de ces conditions n'est pas remplie, le conducteur est tenu d'éliminer le hacheur II (la connexion est alors réalisée par le contact 731 - 734 du REH 2, shuntant tous les contacts précités).

Remarques (voir feuille 21).

- Les relais REH 1 et REH 2 sont excités, lorsque les hacheurs correspondants sont éliminés, leur alimentation s'effectuant alors via les contacts auxiliaires ELH 1 et ELH 2 sur les sectionneurs se fermant en position d'isolement.
- Les relais RMS 3 et RMS 4 sont excités, lorsque les sectionneurs des groupes de moteurs se trouvent en position normale, leur alimentation s'effectuant via les contacts auxiliaires SMS 1 et SMS 2 sur les sectionneurs se fermant en position normale. Si un groupe de moteurs est éliminé, on est obligé d'éliminer également le hacheur correspondant.
- Le relais RMS 1 est excité, lorsque le sectionneur du groupe de moteurs 1 - 2 - 3 se trouve en position "série", les six moteurs étant alors couplés en série avec le hacheur I; l'alimentation du RMS 1 s'effectue via le contact auxiliaire SMS 1 sur le sectionneur se fermant en position "série". Dans ce cas on est tenu d'éliminer le hacheur II.
- Le relais RMS 2 est excité, lorsque le sectionneur du groupe de moteurs 4 - 5 - 6 se trouve en position "série", les six moteurs étant alors couplés en série avec le hacheur II; l'alimentation du RMS 2 s'effectue via le contact auxiliaire SMS 2 sur le sectionneur se fermant en position "série". Dans ce cas, on est tenu d'éliminer le hacheur I.
- Après un déclenchement par relais RMAE 1 ou RMAE 2, le relais RT 20 se désexcite après 20 secondes; il provoque le déclenchement des relais REH 1, REH 2, RMS 1, RMS 2 éventuellement attirés. Pour rendre le réarmement possible, les contacts 803 - 805 des relais RMAE 1 et RMAE 2 pontent les contacts 803 - 731 du relais RMS 1 et 731 - 805 de RMS 2.

d) Contrôle de la position zéro du manipulateur.

Le contact 734 - 610 du relais RMan est fermé à condition que le manipulateur se trouve à zéro.

Lorsque le fil 610 est alimenté, la séquence d'enclenchement du DUR et de la charge de filtre d'entrée est la suivante :

- a) Dès fermeture du bouton-poussoir "réarmement", les bobines de chatouillage des relais QD, QChT et QVF sont alimentées pendant quelques instants seulement, depuis le fil 611, via les interlocks 611 - 738 du DUR 1, afin d'assurer le nettoyage de leurs contacts.
- b) L'électrovalve EVD est excitée via le fil 610, le bouton-poussoir "réarmement", le fil 611, l'interlock normalement fermé du DUR 1, le fil 736. Le piston se déplace et

- l'alimentation continue à s'effectuer via l'interlock 611 - 736 du DUR 2. Le DUR se trouve alors dans la première phase de sa fermeture.
- c) Lorsque le bouton-poussoir "réarmement" est relâché, l'alimentation de l'EVD continue à s'effectuer via le fil 610, le contact 610 - 735 du DUR 2, les interlocks 735 - 1077 et 1077 - 1051 des relais RDH 1 et RDH 2 excités et le contact 1051 - 611 du RChF (encore fermé, à cause de la temporisation).
- d) Quand on réarme le DUR après un déclenchement d'une des protections des hacheurs, un des contacts précités 735 - 1077 ou 1077 - 1051 des relais RDH 1 ou RDH 2 est ouvert; le conducteur devra pousser sur le bouton réarmement jusqu'à ce que le relais de protection reprenne sa position normale (quelques dixièmes de secondes de plus que d'habitude), sinon le DUR revient à sa position ouverte au lâcher du bouton réarmement.
- e) En même temps que l'excitation de l'électrovalve, le contact KChF s'excite via l'interlock 736 - 799 du RAQ 72 (les relais de protection doivent être revenus dans leur position normale) et l'interlock 799 - 799 A du contacteur K1D (le K1D a été ouvert par l'interlock 760 - 737 du relais DUR 2).
A partir de ce moment, le filtre d'entrée des hacheurs est chargé via le fusible FChF, le contacteur KChF et la résistance de limitation RCF.
- f) Lors de la fermeture du KChF, son contact auxiliaire 735 - 743 met également sous tension le relais RChF, temporisé de deux secondes à l'enclenchement. C'est cette temporisation qui détermine la durée de charge du filtre d'entrée.
- g) Après 2 secondes, le contact 1051 - 611 du RChF s'ouvre. Le KChF et l'EVD sont désexcités. Le DUR se ferme complètement et le circuit de charge du filtre d'entrée est également désexcité. Pendant un court instant le relais RChF se maintient par son contact 735 - 743 jusqu'à ce que le piston du DUR ait suffisamment reculé pour ouvrir l'interlock 610 - 735 du DUR 2.

71. Décharge du filtre d'entrée lors de l'ouverture du DUR.

Lors de l'ouverture du DUR, les condensateurs du filtre d'entrée se déchargent en tout cas via la résistance de décharge permanente de 5 kilo-ohms spécialement prévue à cet effet. Cette décharge durerait environ 60 secondes. Pour réduire cette durée de décharge à moins de 20 secondes, le chauffage des cabines de conduite est mis en service après l'ouverture du DUR (pour autant qu'il n'ait pas encore été mis en service volontairement).

Les condensateurs débitent alors également sur les résistances du circuit de chauffage.

Le contacteur de chauffage K 1 est enclenché à l'aide du relais RAD (filles 20-21). Lorsque le DUR est enclenché, le RAD est désexcité. Lorsque le DUR est déclenché, l'interlock 620 - 722 du DUR 1 se ferme et le relais RAD est excité. Ce relais est toutefois temporisé de 2 secondes à l'enclenchement. Après cette temporisation, le contacteur K 1 est alimenté depuis le fil CB via le contact 602 - 847 du RAD, et l'interlock 847 - 843 du DUR 2. La temporisation de 2 secondes a été réalisée pour éviter que le DUR n'ait à couper que le courant de chauffage cabine.

Le contacteur K 1 restera fermé jusqu'au déclenchement du relais RT 20, qui aura lieu 20 secondes après l'ouverture de l'interrupteur "Urgence".

Lors du réenclenchement de l'interrupteur "Urgence", le K 1 commencera par être excité (dès la fermeture des contacts du RAD). Toutefois, lors de l'enclenchement du DUR, le circuit d'alimentation concerné du K 1 sera coupé, d'abord par les contacts auxiliaires du DUR 2, ensuite par le contact 602 - 847 du RAD.

72. Fermeture du DUR dans certaines circonstances particulières.

72.1. Fermeture du DUR pour une tension de batterie trop peu élevée (feuilles 21 et 22).

Lorsque la tension de la batterie est inférieure à 60 V, il est impossible de fermer le DUR de la façon habituelle. En effet, la tension de la batterie est contrôlée dans le bloc d'alimentation électronique H 3430. Cette tension étant trop peu élevée, le relais RMAE sera excité, provoquant à son tour le déclenchement du DUR.

L'interrupteur EE permet l'isolement des commandes électroniques et ensuite de fermer le DUR et de charger ainsi la batterie. On met l'interrupteur EE en position I. Par son contact 620 - 723, le relais FEE est excité via le contact 723 - 721 du RE (en repos) et se maintient par son contact 620 - 721. Le contact 620 - 718 du REE désexcite les relais d'alimentation RSAE 1/2. L'enclenchement du DUR est maintenant possible, le contact 712 - 724 du RE étant shunté par un contact de l'interrupteur EE. Lorsque la batterie sera suffisamment chargée, le conducteur devra remettre au repos l'interrupteur EE et ouvrir également le bouton Faiveley "Urgence". Par l'intervention du contact de maintien 620 - 721 du REE, ce relais ne sera déclenché que 20 secondes plus tard. Le filtre d'entrée du hacheur est alors complètement déchargé. A partir de ce moment-là, le conducteur pourra entamer un nouveau cycle d'enclenchement suivant le procédé habituel.

72.2. Fermeture du DUR dans le régime "PLANTON".

Il est prévu dans la boîte Faiveley l'interrupteur "PLANTON" permettant de fermer le DUR et de chauffer le poste de conduite sans faire tourner le groupe 2 CT 200 (en vue de diminuer le bruit). Ce bouton doit être enfoncé après la fermeture du bouton "Urgence" et avant la fermeture du bouton "PANTO" (dans le cas contraire, ce bouton n'a pas d'effet). Quand le fil 620 est alimenté, DUR ouvert, le relais RAD est excité, et par son contact 576 - 646, la lampe de signalisation LSD est alimentée.

Si maintenant le bouton "Planton" est enfoncé, le relais RPL est alimenté depuis le fil 646 via un disjoncteur 646 - 646 A, une diode et le contact 646 B - 721 A du relais de tension nulle désexcité.

Le relais RPL est maintenu par son contact 620 - 721 B. Les actions de ce relais sont les suivantes :

- alimentation du relais REE par son contact 620 - 621; les commandes électroniques sont ainsi éliminées (feuille 21);
- interruption du circuit d'alimentation du K1D par le contact 760 - 760 A; le 2 CT 200 ne démarre donc pas (feuille 23);
- transfert de l'alimentation des ventilateurs MVCh des postes de conduite du fil CB 1 au fil CB (feuille 20);
- interdiction de mettre en service le chauffage train par l'interlock 780 - 780 A interrompant l'alimentation du relais RBC 2 (feuille 24).

Pour remettre la locomotive dans les conditions normales (par exemple pour faire tourner le compresseur et charger la batterie), il suffit d'ouvrir le bouton "Urgence" et d'attendre 20 secondes (retombée des relais RPL et REE). A partir de là, le conducteur peut remettre la locomotive normalement en service.

73. Les fonctions du boîtier H 3432 (feuille 35).

Les fonctions du boîtier H 3432 consistent en général à protéger le hacheur et les moteurs.

73.1. Décel de thyristors avariés.

En cas de court-circuit d'un thyristor, un déséquilibre de tension se manifeste sur le primaire du transformateur de décel, dont le secondaire envoie une tension alternative vers une des entrées du boîtier H 3432. Ce boîtier comporte, pour chaque branche de thyristors, un relais bistable et une lampe-témoin (les lampes rouges DS 1, DS 2 pour les thyristors principaux et la lampe DS 3 pour les thyristors d'extinction).

Lorsqu'une des entrées recevra une tension, le relais bistable correspondant sera désexcité et la lampe correspondante s'allumera. En même temps, le relais terminal du boîtier H 3432 sera

excité; par le contact de ce relais, le fil 677 sera mis sous tension et dans chaque poste de conduite la lampe LSDEC s'allumera signalant le court-circuit d'un thyristor.

Les relais bistables sont remis dans leur situation normale soit par enfoncement du bouton-poussoir D du tiroir H 3432, ou par réarmement du disjoncteur (interlock 971 - 972 du DUR 2).

73.2. Oscillateur 400 Hz et transducteur.

Le boîtier H 3432 comporte un oscillateur fournissant une tension alternative crénelée 400 Hz, qui alimente les transformateurs de positionnement des manipulateurs (voir l'art. 75.4) et le transducteur mesurant le courant de traction.

Les transducteurs mesurant le courant de traction comportent deux noyaux en fer à haute perméabilité, sous forme de tores. Les deux tores sont traversés par le conducteur dans lequel on désire mesurer le courant. Chaque tore est pourvu d'un enroulement secondaire de 240 spires. Ces deux enroulements sont couplés en série en sens inverse et alimentés par l'oscillateur 400 Hz. Cet oscillateur fournit une tension alternative crénelée au transducteur. Dans ces conditions, le transducteur est traversé par un courant alternatif, également crénelé, variant entre $+1/240$ et $-1/240$ du courant continu à mesurer. Enfin, ce courant est transformé en tension aux bornes d'une résistance de mesure. Après redressement et filtrage, on obtient une tension continue dont la valeur est proportionnelle au courant à mesurer (signal de courant I m : échelle 1 V/200 A).

73.3. Manipulation du courant de traction.

Dans un circuit comparateur on vérifie, au moyen du signal I m, si l'intensité maximum n'est pas dépassée. Cette intensité maximum est de :

- 1 800 A en traction;
- 1 050 A en freinage rhéostatique.

Lorsque le courant dépasse cette valeur, la variable de verrouillage V3 est enclenchée, ce qui provoque :

1. le blocage immédiat du hacheur en traction ou l'interruption du freinage rhéostatique;
2. l'ouverture du DUR au moyen du dispositif de déclenchement ultra-rapide;
3. l'allumage de la lampe rouge DS 4 sur le boîtier H 3432;
4. la fermeture du contact du relais "Reed", mettant sous tension le fil 954 (955). De cette façon, le relais RMC 1 (RMC 2) est excité;
 - le contact 815 - 816 du RMC 1 (file 25) fait déclencher le relais RDH 1. L'ouverture du contact 724.727 de ce relais provoque la désexcitation du RAQ 72 (file 22), ce qui ouvre le DUR par

une deuxième voie. En même temps, le contact 576 - 648 du RDH 1 se ferme, allumant ainsi dans chaque poste de conduite la lampe LDH 1, qui signale au conducteur le hacheur I en défaut (feuille 32);

- le contact 801 - 812 du RMC 1 excite le relais de signalisation RSMC 1, qui se maintient (aussi après le réarmement). Le contact 910 - 920 du RSMC 1 allume la lampe LSMC 1 sur le coffret basse tension (feuille 33), signalant ainsi que le défaut concerne une surintensité de courant dans le hacheur I.

Après un déclenchement par surintensité de courant, le conducteur peut effectuer le réarmement en enfonceant un instant le bouton-poussoir "réarmement". Le contact 971 - 972 du DUR 2 déclenche la variante de verrouillage V3 dans le boîtier H 3432. Le relais RMC est déclenché; le RDH est réexcité et le DUR est réenclenché.

73.4. Modification de l'échelle des signaux de mesure sur le réseau NS.

Sur le réseau NS, le relais RNS est excité et ferme ainsi son contact 969 - 970. Ce contact transmet l'information aux deux commandes électroniques et provoque une amplitude doublée de tous les signaux de mesure (courant moteur, tension à la caténaire et condensateur d'extinction, ...), à l'exception de la mesure de la tension du moteur.

Ainsi, le réglage des comparateurs construisant les variables de verrouillage peut rester inchangé. Par l'amplitude doublée des signaux de mesure, les valeurs de déclenchement réelles sur le réseau NS s'élèveront à la moitié de celles requises sur le réseau S.N.C.B.

Le réglage du relais à maxima courant sur le réseau NS est donc de 900 A (réglage en traction).

Par contre, le freinage rhéostatique n'est pas autorisé sur le réseau NS. Il est empêché par le contact 917 - 218 du relais RNS (voir plus loin tiroir H 3434).

73.5. Manipulation de la tension du moteur.

La tension de chaque groupe de moteurs est mesurée au moyen d'un diviseur de tension, par 1000. Le signal de tension V_m entre dans le boîtier H 3432 par les fils 1333 - 1335 (1334 - 1336). Dans un circuit comparateur on vérifie si la tension maximum de 3 000 V n'est pas dépassée.

Si la tension du moteur devait tout de même dépasser cette valeur, la variante de verrouillage V4 est enclenchée, ce qui provoque :

1. le blocage du hacheur en traction ou l'interruption du freinage rhéostatique;

2. l'allumage de la lampe rouge DS 5 sur le boîtier H 3432;
3. la fermeture du contact du relais "Reed", mettant sous tension le fil 945 (946). De cette façon, le relais RMT 1 (RMT 2) est excité;
 - le contact 801 - 814 du RMT 1 fait déclencher le relais RDH 1. L'ouverture du contact 724 - 727 de ce relais provoque la désexcitation du RAQ 72, ce qui ouvre le DUR. En même temps, le contact 576 - 648 du RDH 1 se ferme, allumant ainsi dans chaque poste de conduite la lampe LDH 1 qui signale au conducteur le défaut dans le hacheur I;
 - le contact 910 - 916 du RMT 1 allume la lampe LMT 1 sur l'armoire basse tension qui signale qu'il s'agit d'une surtension sur les moteurs du hacheur I.

Après un déclenchement par surtension, le conducteur peut afficher un réarmement en enfonçant le bouton Faiveley "Réarmement".

L'interlock 971 - 972 du DUR 2 annule l'action de la variable de verrouillage V4; le relais RMT se désexcite; le relais RDH peut donc être réenclenché, et le DUR peut être réarmé.

Pendant les essais à blanc, la variable de verrouillage V4 peut être réarmée par le bouton S du tiroir H 3432.

Le relais RMT est également enclenché quand la fréquence de hachage de 69 Hz n'est pas commutée à 117 Hz en temps utile (variable de verrouillage V117).

73.6. Contrôle de l'état des fusibles.

Chaque branche de thyristors principaux comporte un fusible ultra-rapide pour la protection des thyristors.

De plus, chaque pont d'excitation possède 3 fusibles ultra-rapides et 4 relais de protection électroniques (voir plus loin article 81).

Si toutes ces protections sont en bon état, la borne 28 de la commande électronique est mise à la masse via les contacts de signalisation des fusibles hacheur 1329 - 1331 (1330 - 1332), les contacts de signalisation des fusibles du pont d'excitation 1331 - 769 (1332 - 769), les contacts auxiliaires 769 - 823 et 823 - 668 des sectionneurs moteurs de traction en position normale et le contact 668 - 668 A du relais RAQD excité (voir plus loin article 75.6).

Tant que la borne 28 de la commande électronique est reliée à la masse, le relais RFH1 (RFH2) reste désexcité. Quand une protection fonctionne, la tension à la masse est interrompue; le relais "Reed" correspondant s'enclenche et le fil 956 (957) est mis sous tension.

Le relais RFH 1 (RFH 2) est excité, ce qui provoque :

1. l'ouverture du DUR au moyen du dispositif de déclenchement ultra-rapide;
2. le déclenchement du relais RDH 1, à l'intervention du contact 814 - 815 du RFH 1. L'ouverture de contact 724 - 727 de ce relais provoque la désexcitation du RAQ 72, ce qui ouvre le DUR par une deuxième voie.
En même temps, le contact 576 - 648 du RDH 1 se ferme, allumant ainsi dans chaque poste de conduite la lampe LDH 1, qui signale au conducteur le défaut dans le hacheur I;
3. l'allumage, à l'intervention du contact 910 - 912 du RFH 1, de la lampe LFH 1 sur l'armoire basse tension, qui signale ainsi que les fusibles du hacheur I ont sauté.

Après un déclenchement dû à la fusion d'un fusible hacheur, le conducteur doit éliminer le hacheur correspondant.

Après un déclenchement dû à un défaut d'un pont d'excitation (fusible ou relais), la signalisation LDE 1 (ou LDE 2) apparaît en plus sur l'armoire basse tension. Pour certains relais de protection du pont d'excitation, la signalisation du relais RFH 1 (RFH 2) est immédiatement éteinte et le réarmement du DUR est possible (voir article 81).

D'autre part, dans le couplage 6 moteurs sur un hacheur (le hacheur I par exemple), la borne 28 de la commande électronique est reliée à la masse par les protections des deux ponts d'excitation (contact 823 - 668 du SMS 1 ouvert, contact 668 - 1332 du relais RMS 1 fermé). Dans ce cas en effet, la commande du hacheur II est hors service, et les protections des deux ponts d'excitation doivent agir sur la commande du hacheur I.

73.7. Contrôle de la présence de la ventilation sur le hacheur.

Chaque hacheur est ventilé par quatre ventilateurs, entraînés par des moteurs asynchrones. Dans chaque canal de ventilation se trouve un contact en bimétal qui peut être légèrement chauffé par un élément chauffant. Lorsque les ventilateurs sont enclenchés, il y a mise en service simultanée des éléments chauffants sur le réseau 380 V. A défaut de ventilation, les contacts en bimétal déclencheront après quelque temps par échauffement; la ventilation étant enclenchée, ils resteront fermés. Par hacheur, il y a quatre contacts en bimétal, couplés en série avec le contact d'un relais s'enclenchant sur la tension alternative et contrôlant ainsi que les contacts en bimétal sont bien sous tension.

Ainsi, lors d'un fonctionnement correct de la ventilation, les bornes 27 des commandes électroniques seront mises à la masse via cinq contacts fermés.

A l'ouverture d'un des contacts, le relais "Reed" est excité dans un délai de 10 sec. Le fil 958 (959) est mis sous tension et le relais RVH 1 (RVH 2) est excité.

En même temps, la variable de verrouillage V10 est enclenchée, ce qui provoque :

1. le blocage immédiat du hacheur;
2. la fermeture du contact 642 A - 648 du RVH 1, allumant dans chaque poste de conduite la lampe LDH 1, qui signale au conducteur le défaut dans le hacheur I;
3. la fermeture du contact 910 - 928 du RVH 1, allumant sur l'armoire basse tension la lampe LVH 1, qui signale qu'il s'agit d'une mauvaise ventilation dans le hacheur I.

Le hacheur restera bloqué aussi longtemps que la ventilation correcte n'aura pas été rétablie. Le conducteur devra éliminer le hacheur concerné.

73.8. Générateur d'impulsions pour le déclenchement ultra-rapide du DUR.

Pour obtenir le fonctionnement du dispositif de déclenchement ultra-rapide du DUR, ce dispositif doit recevoir une impulsion d'allumage allumant un thyristor (voir l'art.26).

Cette impulsion est générée par le générateur d'impulsions du boîtier H 3432.

Une impulsion de $140 \mu s$ est générée par le générateur d'impulsions, lorsque :

- la variable de verrouillage V3 fonctionne (surintensité dans les moteurs de traction);
- la variable de verrouillage Fu fonctionne (les fusibles dans le hacheur ayant sauté);
- le bouton-test T sur le boîtier H 3432 est enfoncé, simulant ainsi de façon artificielle une surintensité dans les moteurs de traction.

L'impulsion de $140 \mu s$ est transmise par les fils 906 et 907 au transformateur d'impulsions du dispositif de déclenchement ultra-rapide. Enfin, les générateurs d'impulsions des deux boîtiers H 3432 sont couplés en parallèle via les bornes 47 et 50 des commandes électroniques.

Pour le contrôle du bon fonctionnement de cette partie du boîtier H 3432, on a prévu la lampe rouge DS 6. On enfonce un instant le bouton-test T, simulant ainsi une surintensité. Pendant l'impulsion de $140 \mu s$, un condensateur est chargé. Après l'impulsion, le condensateur se décharge très lentement via la lampe DS 6, qui reste allumée pendant un temps suffisant pour permettre une perception facile.

74. Contrôles non électroniques de l'enclenchement de la traction (feuille 26).

Pour la commande de la traction, le volant de démarrage doit avoir été placé au moins en position "manoeuvre", le relais R Man doit avoir été enclenché et le relais RRM avoir été déclenché.

La traction sera soit interrompue, soit empêchée, dans les cas ci-après :

1. la conduite du frein automatique n'est pas remplie; le Control-Switch est donc ouvert (contact 634 - 729 ouvert);
2. un freinage électrique est commandé (éventuellement par l'intervention de l'appareillage Oerlikon du frein combine - voir article 77.2 a) et donc le contact 729 - 861 du RFre ouvert;
3. les contacteurs d'excitation KEX 1 et KEX 2 ne sont pas fermés tous les deux (contacts 962 - 1035 et/ou 1035 - 861 ouverts).

Nous faisons encore observer que les contacteurs d'excitation KEX 1 et KEX 2 sont en principe toujours fermés, lorsque les trois conditions ci-après sont remplies :

- la manette de sens de marche se trouve dans une position de marche (fil 632 ou fil 633 alimenté);
- l'inversion est achevée (fil 809 alimenté);
- ou bien le manipulateur est en position traction (relais RSec alimenté de même que le relais RASec et donc contact 826 - 1092 du relais RKF et contact 809 - 826 A et 826 A - 826 du relais RASec fermés), ou bien un freinage électrique est commandé (soit par le manipulateur, soit par l'appareillage Oerlikon) de sorte que le relais RKF est excité par la commande électronique (voir plus loin article 77.2 a) et ses contacts 630 - 1092 A et 630 - 1092 B fermés.

Le relais RSec (avec le relais RASec) est un relais de sécurité; il est commandé par le manipulateur et il interrompt la traction par une voie purement électronique à savoir l'ouverture des contacteurs d'excitation KEX.

Quand on place le manipulateur à zéro, la commande électronique interrompt la traction et le courant d'excitation s'annule en un temps maximum de 3 sec. Pour éviter que les contacteurs d'excitation n'ouvrent brutalement le circuit (surtension!) le relais RSec est temporisé 3,5 sec. à la chute.

Pour une raison analogue, en freinage, le relais RKF est temporisé après le passage du courant d'induit en-dessous d'une valeur faible (200 A).

Pour empêcher qu'une inversion ne soit effectuée quand du courant circule encore dans les inducteurs (par exemple immédiatement après un freinage rhéostatique), des interlocks NF 632 - 850 et 633 - 881 des contacteurs KEX 1 et KEX 2 sont placés dans l'alimentation des électrovalves EVIN 1 et EVIN 2 : l'inversion n'est donc possible que contacteurs d'excitation ouverts.

4. Le relais RRM est excité (interlocks 909 - 2000 et 915 - 915 A ouverts.

Ce relais est excité dans les cas suivants :

- quand un freinage rhéostatique est commandé (à l'intervention de l'appareillage Oerlikon) alors que le manipulateur est en position de traction (relais RRM excité depuis le fil 634, via le contact fermé 634 - 634 a du relais de purge RPu et le contact 634 A - 890 C du relais frein RFre). Même après la fin du freinage, le relais RRM reste attiré par son contact de maintien. Le conducteur doit remettre le manipulateur à zéro avant de pouvoir reprendre la traction;
- quand un capteur de mesure de vitesse ne donne aucun signal et que donc un des relais RSCS 1 ou RSCS 2 est désexcité avec le manipulateur en position de traction (voir plus loin article 77.1.d).

Lorsque, dans la suite, le volant de démarrage est placé dans une position de vitesse, le relais R Tra est excité. L'excitation de ce relais est empêchée, lorsqu'un des contacteurs KF 1/2 pour l'enclenchement du rhéostat de freinage est fermé, ou lorsqu'ils sont fermés tous les deux. Ainsi, on empêche la traction à une vitesse plus élevée avec les rhéostats de freinage couplés en parallèle avec les moteurs.

75. Les fonctions du boîtier H 3433 (feuille 38).

La fonction du boîtier H 3433 consiste d'une manière générale à contrôler le hacheur et l'excitation pendant la traction.

75.1. Construction des variantes de verrouillage du hacheur.

Le fonctionnement du hacheur est contrôlé de façon permanente. Un ordre de blocage du hacheur est donné dans les cas ci-après :

1. Verrouillage V1 : $I_{ac} \leq 250 \text{ A}$.

Le hacheur sera bloqué lorsque le courant sollicité est inférieur à 250 A.

2. Verrouillage AL : Lors de l'excitation du relais Rr MAE.
Le hacheur sera bloqué lorsqu'il y a un défaut dans le bloc d'alimentation H 3430.
3. Verrouillage V3 : $I_m \geq 1\ 800\ \text{A}$ en traction;
ou $I_m \geq 1\ 050\ \text{A}$ en freinage.
Ce signal à maxima de courant provient du boîtier H 3432.
4. Verrouillage V4 : $U_{\text{mot}} \geq 3\ 000\ \text{V}$.
Ce signal à maximum de tension provient du boîtier H 3432.
5. Verrouillage V5 : $V_r \geq 3\ 800\ \text{V}$.
Le hacheur sera bloqué lorsque la tension de la caténaire dépasse $3\ 800\ \text{V}$ (signal provenant d'un diviseur de tension sur le filtre d'entrée).
6. Verrouillage V6 : $V_r \leq 2\ 000\ \text{V}$.
Le hacheur sera bloqué lorsque la tension de la caténaire est inférieure à $2\ 000\ \text{V}$.
7. Verrouillage V7.
Le hacheur sera bloqué lorsque le courant du moteur répond à l'équation :
$$I_m + 100\ \text{A} \geq 0,75 (V_r - V_c).$$
Dans ce cas, le condensateur d'extinction ne pourra plus être chargé suffisamment pour éteindre les thyristors principaux.
8. Verrouillage V8 : $V_c \geq 700\ \text{V}$.
Le hacheur sera bloqué lorsque la tension restant sur le condensateur d'extinction après un cycle d'extinction dépasse $700\ \text{V}$.
9. Verrouillage V9 : $N \geq 180\ \text{km/h}$.
Le hacheur sera bloqué lorsqu'un des essieux atteint la survitesse de $180\ \text{km/h}$. Cette information provient du boîtier H 3434.
10. Verrouillage V10.
Le hacheur sera bloqué lors du décel d'une ventilation défectueuse. Cette information provient du boîtier H 3432.
11. Verrouillage V117 : fréquence différente de $117\ \text{Hz}$ avec $\delta > 0,3$
Le hacheur sera bloqué lorsque la transition de $69\ \text{Hz}$ à $117\ \text{Hz}$ ne s'est pas produite pour un rapport cyclique de plus de $0,3$.

12. Verrouillage V12 : $V_{MAX} - V_{MIN} \geq 25$ km/h.

Le hacheur sera bloqué quand par suite d'un patinage à accélération lente, une différence de plus de 25 km/h existe entre l'essieu le plus lent et le plus rapide.

Remarque.

Un interrupteur de test V_7 sur le boîtier permet de simuler une tension de caténaire de 3 600 V pendant l'essai à blanc. Ainsi, la variante de verrouillage V6 ne fonctionnera plus.

75.2. Fonction logique du hacheur.

Le boîtier H 3433 comporte un oscillateur, fonctionnant dès la mise sous tension de la commande électronique, permettant la synchronisation des circuits de commande et de contrôle, et ayant comme fréquence 69 Hz à vitesse très basse ou 117 Hz à vitesse plus élevée (voir le par. 75.3 : choix de la fréquence pilote).

Un circuit discriminateur "travail - blocage" détermine le moment de fonctionnement du hacheur et le moment de son blocage :

- le fonctionnement du hacheur est commandé, lorsque le contact 908 - 2000 du relais RMan se ferme (et que le contact 2000 - 909 du RRM reste fermé), c'est-à-dire quand le manipulateur est sur une position de traction;
- le hacheur se bloque quand le contact 908 - 2000 du relais RMan s'ouvre ou quand le contact 2000 - 909 du RRM s'ouvre (voir article 74) ou quand une variable de verrouillage intervient

Après un verrouillage par V1, V5, V6, V7, V8 et V12, le hacheur est remis automatiquement en fonction après un temps de blocage de 700 ms, pour autant que la cause du verrouillage ait disparu. Le conducteur ne doit donc pas intervenir.

Après un verrouillage par AL, V3, V4, V9, V10 ou V117, le conducteur devra intervenir de la façon prévue pour chacun des différents cas (réarmement);

- le hacheur est également bloqué lorsque le freinage est commandé. Cette information provient du boîtier H 3434 (voir plus loin).

Lorsque le conducteur demande la position "manoeuvre", les valeurs de réglage du hacheur et l'excitation sont limitées à une valeur minimum au moyen de la variante logique Ma, afin de limiter ainsi la vitesse et l'effort des moteurs. Lorsque le contact 913 - 915 A du relais R Tra se ferme, ces limitations disparaissent et les régulateurs peuvent s'ouvrir davantage.

Dès la commande de fonctionnement du hacheur, les impulsions I5 sont produites à la fréquence de l'oscillateur et, après amplification, elles allumeront les thyristors principaux.

Après chaque impulsion I5, une impulsion d'extinction I6 est générée. Après amplification, ces impulsions d'extinction allumeront les thyristors d'extinction et provoqueront donc l'extinction du hacheur. Les impulsions I6 sont générées à la même fréquence que celle des impulsions I5, mais elles se manifestent avec un certain retard par rapport à ces dernières. En fait, le moment d'allumage des thyristors d'extinction constitue la variable de réglage du hacheur, et il est donc déterminé par le régulateur analogique (voir plus loin : commande analogique du hacheur).

Sur le boîtier H 3433 se trouvent trois lampes de signalisation vertes :

- la lampe DS 1 s'allume pour signaler la présence d'une tension d'alimentation de ± 24 V;
- la lampe DS 2 s'allume pour signaler la génération d'impulsions I5;
- la lampe DS 3 s'allume pour signaler la génération d'impulsions I6.

75.3. Choix de la fréquence pilote.

Pendant la première phase de démarrage de la locomotive, l'oscillateur fonctionne à une fréquence de 69 Hz, imposant donc cette fréquence pilote au hacheur. Lorsque la vitesse (et donc également le rapport cyclique) augmente, il y a passage à la fréquence pilote de 117 Hz. Le passage de fréquence se situe à un rapport cyclique d'environ 7 %.

L'utilisation de la fréquence de 69 Hz pour des vitesses basses permet l'application d'une tension plus basse aux moteurs.

75.4. Commande analogique du hacheur et du pont redresseur d'excitation.

Les courants des moteurs sont réglés essentiellement par un régulateur double :

- le régulateur A détermine le rapport cyclique du hacheur et règle ainsi le courant d'induit des moteurs;
- le régulateur B détermine la consigne de courant pour le pont redresseur et règle ainsi le courant d'excitation des moteurs.

Le fonctionnement des régulateurs est tel que la caractéristique des moteurs se rapproche autant que possible de celle de moteurs série.

Les consignes de la régulation sont déterminées par la position des manettes du manipulateur, à l'intervention de transformateurs de positionnement.

Un transformateur de positionnement est un petit transformateur de mesure dont les enroulements primaires et secondaires font fonction de stator et de rotor. Au moyen d'un mécanisme de leviers, le rotor suit le mouvement de la manette dont on désire mesurer la position. Lorsque le stator est alimenté par une tension alternative d'une amplitude constante, le rotor fournit une tension alternative dont l'amplitude est fonction du déplacement angulaire du rotor.

Le manipulateur comporte trois transformateurs de positionnement :

- le premier, relié à la manette d'effort, signale l'effort de démarrage désiré;
- le second, relié au volant des vitesses, signale la vitesse désirée;
- le troisième relié également au volant des vitesses, signale l'effort de freinage désiré dans la zone du freinage rhéostatique. Ce signal intervient dans le boîtier H 3434.

Les enroulements primaires des transformateurs de positionnement sont alimentés sous une fréquence de 400 Hz venant du boîtier H 3432 (fils d'alimentation 592 et 591).

Aussi longtemps que le hacheur 2 fonctionne, les fils 591 et 592 sont alimentés par le boîtier H 3432 du hacheur 2 via les contacts normalement fermés 921 - 592 et 925 - 591 du relais REH 2.

Lorsque le hacheur 2 est éliminé, les fils 591 et 592 sont alimentés par le boîtier H 3432 du hacheur 1 via les contacts 927 - 592 et 983 - 591 du relais REH 2, qui est maintenant enclenché. Ensuite, au moyen d'un contact sur la manette de sens de marche, la tension d'alimentation est appliquée aux transformateurs du manipulateur dans le poste de conduite occupé.

Le signal de vitesse, donné par le manipulateur, commandera au régulateur la vitesse finale de la locomotive; le signal d'effort commandera l'effort de traction de la locomotive en vue d'atteindre la vitesse précitée.

A part des fonctions principales, le régulateur a également quelques fonctions secondaires, telles que :

1. La limitation du courant pris à la caténaire à 1 900 A (= 2 x 950 A); les locomotives 2016 à 2025 possèdent un interrupteur ILC supplémentaire sur l'armoire basse tension, limitant sur sa position I le courant caténaire à 2 x 550 A = 1 100 A (feuille 38 bis).
2. La compensation du cabrage de la caisse (le sens de marche est donné aux deux hacheurs au moyen des contacts auxiliaires de l'inverseur de marche, dans les fils 980 - 981 - 982).

3. La diminution de courant de traction pendant le patinage (information provenant du boîtier H 3434).

75.5. Alimentation des ampèremètres.

Les six ampèremètres sont alimentés depuis le boîtier H 3433 (trois ampèremètres dans chaque poste de conduite) :

- les ampèremètres AT 1 (fils 691 - 692) indiquent le courant des moteurs 1 - 2 - 3;
- les ampèremètres AT 2 (fils 693 - 694) indiquent le courant des moteurs 4 - 5 - 6;
- les ampèremètres IMT (fils 699 - 679) indiquent le courant pris à la caténaire par l'ensemble des deux hacheurs.

75.6. Interventions du relais différentiel QD.

Le relais différentiel QD attire quand la différence entre le courant à l'entrée et à la sortie des circuits de tension atteint 150 A.

Ce relais possède deux contacts auxiliaires normalement fermés (feuille 22) :

- le premier 742 - 744 ouvre, en cas de fonctionnement, le relais Q72, provoquant l'ouverture du DUR;
- le second 620 - 620 A interrompt le maintien du relais RAQD (précédemment maintenu par son contact 620 A - 620 B).

Ce relais a les interventions suivantes :

- a) contacts 1341 - 1343 et 1342 - 1344 (feuille 38) produisent un court-circuit aux pieds diviseurs qui mesurent la tension V_f sur le filtre d'entrée. Les deux hacheurs se bloquent donc immédiatement par V6;
- b) le contact 668 - 668 A (feuille 35) interrompt la continuité entre la borne 28 du boîtier H 3432 et la masse; les circuits de contrôle des fusibles donnent donc une impulsion commandant le déclenchement rapide du DUR (voir article 73.6).
Immédiatement après le déclenchement du DUR, le contact 668 - 668 A du RAQD est court-circuité par un contact NF du K 3 D, afin d'éviter une signalisation permanente LFH + LDH;
- c) le contact 1081 - 1081 D (feuille 33) alimente un compteur qui compte le nombre de déclenchements QD depuis le dernier entretien;
- d) le contact 1081 - 1081 C allume la lampe de signalisation LSQD sur l'armoire basse tension.

A la mise sous tension de la locomotive, de même qu'au réarmement du DUR, le relais RAQD doit être réarmé.

Cela se produit comme suit (feuille 22) :

- a) A la fermeture du bouton "Urgence", le fil 620 est mis sous tension. Le relais RAQD est immédiatement alimenté via le contact 620 - 620 B du relais RE et le contact de maintien

620 A - 620 B se ferme. Quand 4 secondes plus tard, le relais RE est attiré, le relais RAQD est uniquement alimenté par le contact auxiliaire 620 - 620 A du QD et son contact de maintien 620 A - 620 B.

- b) Quand le relais RAQD est retombé suite à un fonctionnement QD, il doit être réarmé lors du réarmement du DUR. Cela se produit grâce au contact auxiliaire 620 A - 620 B du **KChF**, placé en parallèle sur le contact de maintien.

Lors d'un réarmement du DUR, il faut encore éviter la chute du RAQD pendant le chatouillage du QD; cela est obtenu en pontant le contact 620 - 620 A du QD par un contact NF du K2D.

76. Les fonctions du boîtier H 3431 (feuille 34).

Le boîtier H 3431 est un amplificateur d'impulsions. A l'entrée, le boîtier reçoit les faibles impulsions I5 et I6 en provenance du boîtier H 3433. A la sortie, il fournit les impulsions de puissance pour l'allumage des 16 thyristors principaux et des 8 thyristors d'extinction.

La grille de chaque thyristor est reliée à l'enroulement secondaire d'un transformateur d'impulsions. L'enroulement primaire de ces transformateurs est constitué par le passage d'un câble à travers le noyau toroidal de tous les transformateurs d'impulsions. Les impulsions d'allumage sont alors obtenues en appliquant pendant un bref instant une tension continue de 200 V entre les extrémités du câble.

Il y a donc un câble assurant l'allumage des 16 thyristors principaux et un deuxième câble assurant l'allumage des 8 thyristors d'extinction.

Le bloc d'alimentation H 3430 fournit, sur un enroulement de sortie séparé, une tension de 200 V - 50 Hz au boîtier H 3431. Après redressement, cette tension est utilisée pour charger un condensateur à 200 V (le tube au néon DS 4 indique que le condensateur est chargé), tension qui est alors appliquée pendant un bref instant aux câbles d'impulsions.

Le bloc d'alimentation fournit également une tension de débit de 15 V, envoyant un petit courant de repos par le câble d'impulsions des thyristors principaux. Ainsi ces transformateurs d'impulsions sont polarisés.

La lampe-témoin DS 1 (verte) s'allume pour signaler la présence d'une tension d'alimentation de ± 24 V.

La lampe-témoin DS 2 (verte) s'allume pour signaler la génération d'impulsions d'allumage des thyristors principaux.

La lampe-témoin DS 3 (verte) s'allume pour signaler la génération d'impulsions d'allumage des thyristors d'extinction.

La lampe-témoin DS 4 (néon) s'allume pour signaler que le condensateur 200 V est chargé.

77. Les fonctions du boîtier H 3434 (feuille 36).

La fonction de ce boîtier consiste à mesurer les vitesses, et à déceler ainsi l'enrayage des freins, le patinage et la survitesse. Ce boîtier règle également l'effort de freinage.

77.1. La mesure des vitesses et les fonctions qui en sont dérivées.

a) La mesure des vitesses.

La vitesse des trois essieux, desservis par le même hacheur, est mesurée au moyen d'un émetteur de signaux monté sur le carter du moteur. L'émetteur de signaux décèle une modification de champ magnétique dans un entrefer à l'occasion de chaque passage d'une dent de l'engrenage devant l'émetteur de signaux, ce passage donnant lieu chaque fois à l'envoi d'une impulsion en direction du boîtier H 3434. Dans ce boîtier se trouve encore, pour chaque essieu, un convertisseur de fréquence débitant à la sortie une tension continue proportionnelle à la vitesse mesurée (V_1 , V_2 , V_3).

b) Décel de l'enrayage des freins pendant le freinage.

Avant chaque signal de vitesse se trouve un circuit de décel d'enrayage des freins. Lorsque la décélération pendant le freinage atteint 4 m/s^2 , le relais anti-enrayage RAE de l'essieu correspondant est enclenché pendant 3 secondes. Ce relais provoque la vidange du cylindre de frein correspondant (feuille 25).

c) Décel de survitesse.

Des trois signaux de vitesse V_1 , V_2 , et V_3 , celui avec la plus grande amplitude est utilisé comme signal de réglage N pour le boîtier H 3433, au moyen duquel on règle la vitesse de la locomotive.

Ce signal est également introduit dans un comparateur, qui enclenchera la variante de verrouillage V9 lorsque le niveau de survitesse de 180 km/h sera atteint. La variante V9 bloquera le hacheur dans le boîtier H 3433. En même temps, un relais "Reed" est excité et le fil 978 est mis sous tension, ce qui excite le relais RDS. Ce relais est maintenu par son contact 761 - 978.

Les actions du relais RDS sont les suivantes :

- déclenchement du DUR via le Q72 (interlock 746 - 798, Feuille 22);
- allumage de la lampe LDS dans le poste de conduite (interlock 576 - 676, feuille 32);
- interruption du maintien du relais de masse RM lors d'un test, de façon à rendre possible le réenclenchement du DUR (feuille 13).

Le relais RDS est relâché au premier réarmement du DUR (interruption de son maintien par l'interlock 626 - 761 du KChF. Feuille 23).

d) Test de la continuité pendant la marche.

Dans un autre circuit, celui des trois signaux de vitesse V1, V2, V3 qui a la plus petite amplitude est utilisé. Ce signal est introduit dans un circuit comparateur. Dès que la vitesse minimum de 5 km/h est dépassée, un relais Reed est excité dans chacune des électroniques, de façon que les bornes 182 et 185 soient reliées. Quand, suite à un défaut d'un capteur ou d'un convertisseur fréquence-tension, un signal de vitesse disparaît, le relais "Reed" retombe.

Cette information vitesse minimum, obtenue par voie électronique est comparée avec l'information vitesse donnée par un contact "15 km/h" de l'indicateur de vitesse Hasler du poste occupé.

En cas de non compatibilité entre les deux informations, c'est-à-dire le plus souvent en cas de défaut à un capteur de vitesse, le bogie du capteur défectueux est immédiatement signalé par l'allumage d'une lampe LDH 1 ou LDH 2 (à partir de 15 km/h évidemment).

Il est en effet très important de signaler au conducteur le bogie concerné afin de pouvoir éliminer les moteurs correspondants; un essieu dont la vitesse n'est plus mesurée n'est en effet plus protégé contre la survitesse ni l'enrayage.

Le schéma de contrôle utilise deux relais RSCS 1 et RSCS 2, temporisés 5 sec. au déclenchement. Ces relais s'enclenchent normalement avec le bouton "Urgence" et restent enclenchés, sauf défaut, tant que la locomotive est en service.

- Au départ, l'alimentation des relais RSCS 1 et RSCS 2 se fait par dE4, contact 940 - 1063 du relais R0 (qui se ferme avec le bouton "Urgence"), le contact 1063 - 1094 de l'interrupteur IECS, le contact NF 1094 - 1095 du relais RTRA, le contact 1095 - 1068 du relais RTC et les diodes D 33 et D 34.

- A la mise en service de la manette d'inversion, le contact NF 1094 - 1095 du relais RTra est ponté par un contact RAM 1 ou RAM 2 en série avec un contact de vitesse 15 km/h de l'indicateur du poste occupé. Maintenant le relais RTra peut être enclenché sans que l'alimentation des relais RSCS 1 et RSCS 2 ne disparaisse.
- Lorsque la vitesse de la locomotive atteint 5 km/h, les relais RSCS 1 et RSCS 2 sont alimentés par une deuxième voie; celle-ci part du fil 1063, via le contact 1063 - 1067 de l'IECS et le contact entre les bornes 185 - 182 de la commande électronique du hacheur I pour RSCS 1 et le contact entre les bornes 185 - 182 de la commande électronique du hacheur II pour RSCS 2.
- Lorsque la vitesse de la locomotive dépasse 15 km/h, le contact de vitesse 15 km/h bascule; d'une part la lampe LTCS du poste de conduite s'allume via les fils 1069 A, 1069 B et 1069 (ce qui indique que le contrôle des capteurs est en service), d'autre part, la première voie d'alimentation des relais RSCS 1 et RSCS 2 est interrompue; ces relais ne sont plus alimentés que par les contacts de la commande électronique.
- Supposons maintenant par exemple que le signal de vitesse du capteur 1 disparaisse. La commande électronique du hacheur I va interrompre la liaison entre les bornes 182 - 185, le fil 675 sera donc hors tension, et le relais temporisé RSCS 1 va déclencher; ses actions sont :
 - a) allumer, par son contact non temporisé 576 - 848, la lampe LDH 1 du poste de conduite;
 - b) exciter le relais RRM (feuille 26), ce qui coupe la traction, par son contact temporisé 647-890 C.

La temporisation de 5 sec. est indispensable pour éviter des déclenchements intempestifs pendant un patinage de l'essieu entraînant le transmetteur Teloc.

- Quand après la coupure de la traction, le conducteur met son manipulateur à zéro (ou en manoeuvre), les relais RSCS 1 et RSCS 2 sont à nouveau excités par le contact 1094 - 1095 du relais RTra. Le conducteur peut effectuer une nouvelle tentative de traction; si le capteur est toujours défectueux, la lampe LDH 1 va s'allumer immédiatement et la traction ne sera possible que 5 secondes.
- Il est possible que le schéma de contrôle lui-même présente une panne (par exemple contact de vitesse 15 km/h défectueux) sans qu'un signal de vitesse aux capteurs ne soit absent; dans ce cas, le conducteur doit placer l'interrupteur IECS sur la position I.

La lampe LTCS indique alors simplement que les 6 signaux de vitesse sont présents; l'alimentation de la lampe se fait depuis le fil 1063 via le contact 1063 - 675 du IECS, les contacts 182 - 185 de la commande I et 182 - 185 de la commande II et le contact 1066 - 1069 du IECS.

- Il y a encore un circuit d'alimentation prévu pour effectuer un test à l'arrêt. A l'enfoncement du bouton "Test", 6 signaux de vitesse sont construits, de sorte que les contacts 185 - 182 des commandes électroniques sont fermés et que les relais RSCS 1 et RSCS 2 sont excités. La lampe LTCS est donc alors alimentée via les fils 1094 - 1099 - 1098 et 1069.

e) Décel de patinage en traction.

A l'aide d'un circuit dérivateur, la quantité $\frac{dN \text{ max}}{dt}$ est construite. On estime qu'il y a patinage lorsque $\frac{dN \text{ max}}{dt} > 0,8 \text{ m/sec}^2$.

Lorsque le comparateur décèlera le dépassement de ce seuil d'accélération, il y aura, d'une part, enclenchement du relais de sablage RSA (fil 944) et, d'autre part, réduction de la consigne courant du régulateur dans le boîtier H 3433. En même temps, le contact 576 - 680 du relais RSA allume la lampe LSP du poste de conduite et un autre contact 637 A ou B - 638 alimente les électrovalves de sablage.

f) Test des appareils pendant l'arrêt.

Sur la boîte Faiveley se trouve l'interrupteur "test" (fil 621). Lorsque cet interrupteur est actionné, le fil 621 est mis sous tension et les relais de test RTE et RT sont enclenchés. Ces relais réalisent les fonctions ci-après :

1. Le contact 973 - 974 du RTE se ferme.

De cette façon, une certaine vitesse est simulée à l'entrée des divers comparateurs du boîtier H 3434, ce qui fait donner une indication positive par les circuits ci-après :

- 6 décelés de calage des freins.
Lorsque tous les relais RAE sont enclenchés, le fil 650 est alimenté et la lampe LTAE sur la table de conduite est allumée;
 - décel de survitesse : la lampe LDS sur la table de conduite doit être allumée;
 - fonctionnement du test de la continuité : la lampe LTCS doit être allumée;
 - décel de patinage : la lampe LSP doit être allumée.
2. Quelques contacts du relais RTE empêchent l'alimentation des électrovalves de désenrayage malgré l'excitation des relais RAE, et des électrovalves de sablage malgré l'excitation du relais RSA.
 3. Quelques contacts du relais RT réalisent le test du relais de masse du réseau 380 V.
 4. Quelques contacts des relais RTE et RT allument les lampes LMAE, LSOEC et LIFF en vue du contrôle de ces lampes

étant donné qu'elles ne s'allument que dans des circonstances exceptionnelles.

Le bouton "test" sur la boîte Faiveley permet donc, lors de la mise en service de la locomotive, de contrôler le fonctionnement normal de cette partie de l'appareillage.

g) Isolement des circuits de décel de patinage et d'enrayage des freins.

Si le décel de patinage ou d'enrayage des freins ne fonctionne pas normalement, il peut être éliminé avec les interrupteurs IEDP 1 ou IEDP 2; par contre, le décel de survitesse ne peut pas être mis hors service.

Si l'on place l'interrupteur IEDP 1 sur la position I, le contact 1081 - 941 est ouvert et l'alimentation de tous les relais RAE et RSA depuis la commande I est interrompue. D'autre part le contact 942 - 943 de l'IEDP 1 est fermé, ce qui bloque la sortie des comparateurs de la commande I.

h) Cas du couplage de 6 moteurs en série sur un hacheur.

Si l'on place par exemple les 6 moteurs sur le hacheur I, la commande du hacheur II est alors hors service. Toutefois les circuits de contrôle de vitesse des moteurs 4 - 5 - 6 restent sous tension, car ils sont alimentés par la sortie spéciale ± 24 V du boîtier H 3430 de la commande I (voir article 68) par l'intermédiaire du relais RMS 1.

La plus grande des vitesses des essieux 4 - 5 - 6 est alors introduite comme 4^e signal de vitesse dans la commande du hacheur I (via la liaison entre les bornes 199). De cette manière le contrôle de la vitesse des 6 essieux est conservée.

77.2. Le réglage de l'effort de freinage électrique (feuille 37).

a) Ordre d'enclenchement du rhéostat de freinage.

Les résistances de freinage RF1 et RF2 sont connectées en parallèle avec les moteurs de traction par la fermeture des deux contacteurs KF1 et KF2. La fermeture de ces contacteurs s'effectue sous le contrôle du boîtier H 3434 et requiert les conditions ci-après :

1. L'ordre de freinage doit avoir été donné.

Cet ordre est donné au circuit de réglage électronique par la fermeture du contact 917 - 919 du relais RFre. Le relais: RFre est enclenché (feuille 26) :

- soit en mettant le volant de démarrage du manipulateur dans une position de freinage (fil 636 sous tension);
- soit en réalisant une réduction de pression d'au moins 0,300 kg dans la conduite générale du frein. Dans ce

dernier cas, le contact 630 - 636 dans le distributeur "Oerlikon" se ferme, alimentant ainsi également le fil 636.

Lorsque la commande électronique reçoit l'ordre de freinage, tout ordre de traction éventuellement existant est annulé.

2. On contrôle le courant moteur, qui doit être inférieur à 200 A (variante de verrouillage V2 du boîtier H 3433).

Lorsque les deux conditions sont remplies simultanément, le fil 953 est mis sous tension par l'enclenchement d'un relais "Reed", ce qui enclenche le relais RKF.

3. Les deux hacheurs doivent être en service.

Le contacteur KF1 (feuille 27) est alors alimenté depuis d10 via le contact 834-797 du RKF, le contact auxiliaire 797-837 du couteau d'élimination ELH 1 du hacheur 1 en service, le contact NF 837-838 du relais de protection RQVF.

Le contacteur KF2 est alimenté d'une manière analogue.

Ensuite, il est contrôlé par une série de contacts auxiliaires la mise en service du rhéostat, la fermeture des contacteurs d'excitation, la ventilation des moteurs de traction.

Ces contrôles réalisent la mise à la masse de la borne 115 de la commande électronique (via les contacts 975 - 975 A du RKF, 975 A - 975 B du KEX 1, 975 B - 975 C du KEX 2 et les interlocks 975 C - 976 et 976 - 979 des KF 1 et KF 2.

Dès que la commande électronique reçoit cette information, il est procédé au réglage de l'effort de freinage rhéostatique.

- b) Construction de la valeur de consigne de l'effort de freinage.

L'effort de freinage désiré par le conducteur doit être traduit dans une tension électrique correspondante.

1. Lorsque le freinage est commandé au moyen du volant de démarrage, la tension de consigne est construite à l'aide du transformateur de positionnement du manipulateur, fonctionnant dans le secteur "freinage" (voir également le boîtier H 3433).
2. Lorsque le freinage est commandé au moyen du robinet de frein (donc, par réduction de la pression dans la conduite générale du frein), la tension de consigne est construite au moyen des deux transducteurs de pression TS1 et TS3 du distributeur Oerlikon. Ces transducteurs donnent une tension proportionnelle à la différence de

pression entre le réservoir de commande et le réservoir d'expansion. Ces deux signaux sont reçus dans la commande électronique qui sélectionne le plus grand des deux (fils 995 et 999 du H 3434).

C'est à l'aide de cette tension que la tension de consigne pour l'effort de freinage est construite.

3. Si, à certains moments, les deux consignes existent simultanément, le tiroir H 3434 utilise la plus grande des deux.

c) Mesure de l'effort de freinage rhéostatique réalisé.

Au moyen d'un circuit électronique et au départ des mesures I_m (courant moteur boîtier H 3433) et N (vitesse boîtier H 3434), on construit une tension correspondant à l'effort de freinage électrique réalisé suivant la formule :

$$F = c. \frac{I_m^2}{N} \quad (c = \text{constante}).$$

Cette tension sera utilisée dans le régulateur de l'effort de freinage rhéostatique et elle alimente en même temps l'appareil électronique "Oerlikon" qui commande le freinage pneumatique (fils 900 et 901 pour les moteurs 1-2-3, et 862-863 pour les moteurs 4-5-6).

d) Réglage de l'effort de freinage rhéostatique.

Dans le boîtier H 3434, nous disposons, d'une part, de la valeur de consigne de l'effort de freinage (voir par. b) et, d'autre part, de l'effort de freinage effectivement réalisé (voir par. c). Au moyen d'un circuit de régulation ayant ces deux signaux comme entrée, la tension pour la commande du pont redresseur d'excitation des moteurs de traction (tournant maintenant en génératrices) est élaboré. Le juste effort de freinage est obtenu grâce à l'excitation appropriée.

A vitesse très élevée, comme à vitesse très basse, il se peut que la puissance du frein rhéostatique soit trop faible pour réaliser l'effort de freinage désiré. Dans ce cas, l'effort complémentaire sera fourni par le frein pneumatique, à l'intervention de l'appareillage électronique "Oerlikon" (voir l'article 79).

e) Les lampes de consigne du boîtier H 3434.

- La lampe verte DS 1 s'allume pour signaler la présence d'une tension d'alimentation de ± 24 V.
- La lampe verte DS 2 s'allume lorsque la commande électronique régle le freinage rhéostatique.
- La lampe verte DS 3 s'allume lorsque le pont d'excitation est commandé (soit en traction, soit en freinage).

78. La protection du rhéostat de freinage.

Chaque résistance de freinage est ventilée par 2 ventilateurs, entraînés par des moteurs du type VR 13. Un relais différentiel QVF examine l'identité des courants d'alimentation des deux groupes de moteurs; tout défaut éventuel créera un déséquilibre et enclenchera le relais QVF.

Le contact 834 - 835 du QVF enclenche le relais RQVF (feuille 27) qui se maintient par son contact de maintien 835-1061. D'autre-part, les contacteurs de freinage KF 1 et KF 2 s'ouvrent. Le DUR restera enclenché.

Dans chaque poste de conduite, la fermeture du contact 792 - 699 du RQVF provoque l'allumage de la lampe LSV, signalant ainsi un défaut de ventilation (feuille 32).

Le relais RQVF est réarmé (ouverture du contact 1061 - 836 du RCHF, lorsque le conducteur déclenche le DUR.

En tout cas le relais RQVF retombe à l'abaissement des pantographes (contact 834 - 836 du relais RGM).

79. Les fonctions de l'appareillage électronique "Oerlikon" (feuille 39).

Lorsqu'un freinage est sollicité par la voie pneumatique, l'appareillage enclenchera de préférence, dans toute la mesure du possible, le frein électrique. Toutefois, le frein électrique est insuffisant à vitesse élevée (limitation du courant d'induit à 868 A) et à faible vitesse (limitation du courant d'excitation à 176 A).

L'effort de freinage complémentaire est alors fourni par le frein pneumatique. La fonction de l'appareillage électronique "Oerlikon" consiste à déterminer la pression requise dans les cylindres de frein pour la fourniture de l'effort de freinage total désiré.

Chaque bogie est équipé d'un distributeur de frein du type "LST 1 mod". Les transducteurs de pression TS 1 et TS 2 se trouvent dans le distributeur de frein du bogie 1 (TS 3 et TS 4 pour le bogie 2). Le TS 1 mesure la différence de pression entre le réservoir d'expansion et le réservoir de commande et fournit donc un signal proportionnel à l'effort demandé. Ce signal est envoyé à la régulation du frein rhéostatique, qui tendra à réaliser l'effort demandé.

TS 2 mesure la pression dans le réservoir de compensation du distributeur; la mise sous pression de ce réservoir a pour conséquence de diminuer de la même valeur la pression dans les cylindres de frein. L'appareillage Oerlikon reçoit également la valeur de l'effort électrique réalisé (fils 900 - 901 et 862 - 863).

Les régulateurs assurent l'égalité entre l'effort électrique réalisé et la pression dans le réservoir de compensation, par l'action des électrovalves EV 1 et EV 2 pour le bogie 1, et EV 3 et EV 4 pour le bogie 2.

Ces électrovalves peuvent admettre l'air comprimé et elles peuvent le laisser s'échapper d'une chambre de compensation dans le distributeur de frein, diminuant ainsi l'effort de freinage pneumatique d'une valeur précisément égale à l'effort de freinage électrique réalisé.

Enfin, dans les appareils "Oerlikon" un relais est enclenché lorsque les transducteurs TS 1 ou TS 3 enregistrent une différence de pression d'au moins 0,300 kg. La fermeture du contact 809 A - 636 de ce relais provoque l'enclenchement du relais RPre, ce qui fait fonctionner le frein électrique.

80. Fonctionnement du relais de purge automatique (feuille 27).

En cas de léger dérèglement dans les circuits électroniques, il peut arriver qu'après le desserrage des freins, il subsiste une légère différence de pression entre le réservoir de commande et le réservoir d'expansion. Le contact 809 A - 636 reste dans ce cas fermé et le relais RPre excité; ce relais bloque la traction.

Pour éviter des fonctionnements irréguliers, un relais de purge RPu est installé, qui excite les électrovalves de purge pendant 4 secondes chaque fois que le manipulateur est déplacé de la position zéro à une position de traction.

Durant ces 4 secondes, les électrovalves réalisent une communication entre les réservoirs d'expansion et de commande grâce à laquelle la pression entre ces deux réservoirs s'égalisent et le relais RPre retombe.

Il a été fait usage de 2 relais temporisés au déclenchement :

- le relais RSec existant (3,5 sec. de temporisation);
- le relais RPu (4 sec. de temporisation).

Le schéma a été élaboré de manière qu'une interruption quelconque de l'alimentation d'un relais n'ait jamais comme conséquence la mise sous tension permanente des électrovalves de purge.

Le relais de purge est excité quand le manipulateur est encore à zéro (RSec déclenché), via le contact NF 856 - 856 B de RSec. Le relais RPu ferme son contact 856 - 641, mais les électrovalves ne sont pas encore alimentées car le contact 856 - 856 A de RSec est ouvert.

Lorsqu'on place le manipulateur sur une position de traction, le contact 856 - 856 A se ferme, et les électrovalves de purge

sont excitées tant que le contact temporisé du relais RPu ne tombe. Durant ces 4 secondes, il est nécessaire d'interrompre l'alimentation du relais RRM afin d'éviter son maintien après 4 secondes (rôle du contact NF 634 - 634 A du relais RPu. Feuille 26).

81. Fonctionnement et asservissement des ponts d'excitation (feuille 14).

Les ponts d'excitation sont des ponts triphasés à thyristors qui fournissent le courant d'excitation des moteurs de traction.

La partie puissance comprend 6 thyristors et leur circuit RC, et 3 fusibles Ferraz ultra-rapides. Le refroidissement est assuré par un petit ventilateur alimenté entre deux phases. Pour éviter les surtensions, une résistance de 132 Ω est branchée à la sortie du pont.

La partie basse tension comprend une alimentation stabilisée qui fournit + 22 V, + 15 et - 15 V à partir du 380 V alternatif. Ces tensions alimentent les circuits de régulation, l'amplificateur d'impulsions et les sécurités.

Les circuits de régulation reçoivent d'une part une tension de consigne (fils 1025 - 1026 pour le pont I et 1029 - 1030 pour le pont II) et d'autre part la mesure des courants réellement débités, par l'intermédiaire de transformateurs de mesure. Ces circuits de régulation réalisent l'angle d'allumage correct pour que le courant mesuré soit égal à la tension de consigne à l'échelle de 3 V pour 207 A.

Pour que le pont débite effectivement quelque chose, il faut alimenter l'amplificateur d'impulsions; pour cela la tension de + 22 V doit être présente et les contacts 1040 - 1041 du K2D (pont I) ou 1070 - 1073 du K3D (pont II) fermés, assurant que la phase de démarrage du 2 CT 200 est terminée.

De plus, il faut un ordre logique émanant de la commande électronique des hacheurs (liaison 1027 - 1028 du pont I ou 1031 - 1032 du pont II) par un contact d'un relais de la commande du hacheur correspondant. Alors seulement le régulateur du pont entre en action.

Dans le pont d'excitation, il y a 5 protections différentes :

- les 3 fusibles ultra-rapides Ferraz;
- la protection par minima courant;
- la protection par maxima courant;
- la surveillance de l'alimentation stabilisée;
- la surveillance de la présence et du bon ordre de succession des 3 phases d'alimentation.

Chaque protection provoque le déclenchement du DUR et donne une signalisation au conducteur. La signalisation et la possibilité de réarmement du DUR diffèrent suivant les protections.

a) Les 3 fusibles ultra-rapides Ferraz.

Chaque fusible possède un contact auxiliaire avec interlock NF et un interlock NO. Ces contacts sont actionnés quand le fusible fond.

Les interlocks NF sont mis en série et assurent (avec les autres protections) la continuité entre les fils 769 et 1331 (pont I) ou 769 - 1332 (pont II).

Quand un fusible fond, cette liaison reste interrompue; ainsi dans le hacheur associé (tiroir H 3432) la protection fusible fonctionne (voir article 73.6); le déclenchement ultra-rapide du DUR est commandé et les lampes LDH 1 et LFH 1 (LDH 2 et LFH 2) s'allument. En même temps, le contact NO du fusible allume la lampe de signalisation LDE 1 (ou LDE 2) montrant une avarie dans un pont d'excitation.

Le conducteur ne peut évidemment réarmer (défaut permanent); il doit éliminer le pont d'excitation en isolant le hacheur et les moteurs correspondants.

b) La protection par minima courant.

Cette protection contrôle si en traction, il existe bien un courant d'excitation suffisant (en freinage cette protection est mise hors service par un contact du relais **RKF** entre les bornes 13 et 15 du pont d'excitation).

La présence d'un courant d'excitation est contrôlée deux secondes après que le signal logique de déblocage du pont en traction ait été donné.

Si un courant minimum n'est pas présent, un relais normal et un relais bistable sont excités.

- Le relais normal RL 4 interrompt avec son contact NF la continuité entre les fils 8 et 10 du pont et aussi entre les fils 769 - 1331 (ou 769 - 1332) ce qui provoque le déclenchement rapide du DUR. Immédiatement après le déclenchement, la continuité est rétablie par le contact 1049 - 1050 (ou 1071 - 1072) de RADE qui est désexcité. Le conducteur peut ainsi réarmer le DUR; les signalisations LDH et LFH disparaissent (le hacheur n'est en fait pas avarié).

- Le relais bistable B4 alimente, par l'intermédiaire d'un relais auxiliaire la lampe de signalisation LDE 1 (ou LDE 2) indiquant qu'il s'agit d'un défaut à un pont d'excitation.

Cette lampe de signalisation continue à brûler tant que l'on n'envoie pas une impulsion sur la bobine de réarmement du relais; cette impulsion est envoyée en enfonçant le bouton "Reset" sur la paroi de l'armoire haute tension (fils 817 - 818).

c) La protection par maxima courant.

Cette protection contrôle si la valeur réelle du courant d'excitation ne dépasse pas une valeur de 400 A environ.

En cas de dépassement de cette valeur, un relais normal et un relais bistable seront excités.

Le relais RL 5 interrompt la continuité entre les bornes 8 et 10 du pont et donc aussi entre les fils 769 - 1331 (ou 769 - 1332), ce qui provoque le déclenchement ultra-rapide du DUR.

Immédiatement après, la continuité entre les fils 769 - 1331 (ou 769 - 1332) est rétablie par le contact 1049 - 1050 (ou 1071 - 1072) du relais RADE déclenché; le conducteur peut ainsi réarmer le DUR; la signalisation LDH et LFH disparaît.

Le relais bistable B5 alimente, par l'intermédiaire d'un relais auxiliaire la lampe de signalisation LDE 1 (ou LDE 2) montrant qu'il s'agit d'un défaut dans un pont d'excitation. Cette signalisation persiste tant que le relais bistable n'est pas réarmé en poussant sur le bouton "Reset" sur la paroi de la cabine haute tension.

d) Contrôle de la présence de l'alimentation stabilisée.

Quand les tensions stabilisées + 22 V, + 15 V et - 15 V (fabriquées à partir du 380 V) sont présentes, le relais RL 2 est alimenté. Ce relais ferme son contact et assure la continuité entre les bornes 8 et 10 du pont.

Quand une tension disparaît, le relais RL 2 retombe, ce qui provoque le déclenchement du DUR. Immédiatement après, le contact 1049 - 1050 (ou 1071 - 1072) du RADE rétablit la continuité, permettant le réenclenchement du DUR et la disparition des signalisations LDH et LFH.

Pour signaler le fonctionnement de cette protection, le relais RL 2 alimente un relais bistable B2; ce relais allume, via un relais intermédiaire la lampe LDE 1 ou LDE 2 montrant qu'il s'agit d'un défaut pont d'excitation. Cette signalisation persiste tant que le relais bistable n'a pas été réarmé en poussant sur le bouton "Reset" sur la paroi de la cabine haute tension.

Afin d'éviter une signalisation intempestive du relais B2 pendant le démarrage normal du groupe moteur-alternateur, le circuit du relais bistable B2 est seulement alimenté quand le 2 CT 200 tourne grâce au contact 1057 - 1041 A (1058 - 1073 A) du relais RADE; de même lors des essais à blanc, l'alimentation du relais B2 est cumulée, grâce à l'interrupteur IEB sur une alimentation 22 V construite à partir du 380 V.

e) Surveillance de la présence des 3 phases et de leur bon ordre de succession.

Un circuit, branché sur les 3 phases RST contrôle aussi bien la tension que l'ordre de succession des phases. Ce contrôle est essentiel après une intervention à l'atelier (mauvais raccordement des câbles triphasés).

Quand une faute est détectée, le relais bistable B3 est excité (pour cela le 2 CT 200 doit tourner et les contacts 1057 - 1041 A et 1058 - 1073 A du RADE doivent être fermés). Le relais bistable interrompt la continuité entre les bornes 8 et 32 des ponts d'excitation, de sorte que le DUR déclenche; les lampes de signalisation LDH et LFH vont s'allumer; la lampe LDE ne s'allumera pas dans ce cas, et sauf rétablissement de la continuité entre les bornes 8 et 32, le conducteur ne pourra réarmer le DUR. Le réarmement ne sera possible que lorsque le relais B3 aura reçu une impulsion sur son enroulement de Reset (pousser sur le bouton "Reset" sur la paroi de la cabine HT).
Les lampes LDH et LFH s'éteindront.

H. Les lampes de signalisation.

82. Dans chaque poste de conduite se trouvent les lampes de signalisation ci-après :

1. Signalisation des circuits de contrôle de la traction :

- LTN : relais de tension nulle déclenché.
- LSD : DUR ouvert ou veille automatique à réarmer.
- ALT : défaut dans la régulation du 2 CT 200 ou dans la régulation de l'alternateur.
- LDH 1 : défaut dans le hacheur I ou absence d'un signal de vitesse dans le groupe I.
- LDH 2 : défaut dans le hacheur II ou absence d'un signal de vitesse dans le groupe II.
- LSDEC : thyristor en court-circuit ou dispositif de déclenchement ultra-rapide du DUR hors service.
- LMAE : défaut dans l'alimentation électronique d'un des deux hacheurs, ou batterie inférieure à 60 V.
- LMRA : masse dans le réseau triphasé ou neutre de l'alternateur isolé.
- LCHT : fonctionnement du relais à maxima chauffage ou positions non cohérentes du sectionneur de chauffage et du bouton Faiveley chauffage.
- LSV : manque de ventilation d'un moteur de traction, d'un hacheur, d'une self ou du rhéostat de freinage.

2. Signalisation des contrôles de vitesse.

LTCS : contrôle de la présence des mesures de vitesse en service.

LSP : patinage.

LTAE : fonctionnement de l'anti-enrayage.

LDS : survitesse.

3. Divers.

CFL : traction autorisée sur réseau CFL (= deux hacheurs en service).

LSWC : fonctionnement du switch contrôl (dépression dans la conduite générale).

LIFF : fonctionnement de l'indicateur de fuite.

LSCL 1-2 : fonctionnement des clignoteurs.

4. Lampes pour conduite en double traction.

Lampe P : panto levé.

Lampe T : manipulateur en position de traction.

Lampe R : freinage commandé.

5. Appareillage MEMOR.

Lampes jaune et rouge sur table de bord, lampe bleue dans l'indicateur : voir les instructions particulières.

83. Sur l'armoire de l'appareillage à basse tension se trouvent les lampes de signalisation ci-après :

Ces lampes de signalisation sont dédoublées en deux séries. Chaque hacheur dispose d'une série séparée de lampes, constituée chacune des lampes ci-après :

LSMC 1 (ou 2) : maximum de courant dans les moteurs du hacheur 1 (ou 2).

LDE 1 (ou 2) : défaut pont d'excitation 1 (ou 2).

LFH 1 (ou 2) : les fusibles pour haute tension du hacheur 1 (ou 2) ont sauté.

LVH 1 (ou 2) : défaut de ventilation du hacheur 1 (ou 2).

LMAE 1 (ou 2) : défaut dans le boîtier H 3430 du hacheur 1 (ou 2).

LMT 1 (ou 2) : surtension sur les moteurs du hacheur 1 (ou 2) ou non transition du 69 Hz en 117 Hz.

LSQD (placé côté 1) : fonctionnement du relais QD.

Remarque importante.

Ces lampes de signalisation ne continuent à éclairer que si le bouton "Urgence" n'a pas été déclenché.

Ces lampes peuvent être testées grâce aux interrupteurs ITL 1 et ITL 2 (bouton urgence enfoncé).

84. Sur les boîtiers de la commande électronique.

Les lampes de signalisation sur ces boîtiers sont destinées au dépannage. Voir à ce sujet les instructions spéciales concernant la commande électronique.

TABLEAU DES SUPPLEMENTS
EN VIGUEUR AU LIVRET HLT,
Fascicule 12.

N° du supplément	N° et année de l'avis	N° des pages modifiées	Texte modifié	Remarques

