

SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES



LIVRET HLT

FASCICULE 12 — Traction électrique.

Instructions techniques.

Chapitre XXIII

Locomotives électriques
quadricourant BoBo série 16

1^{re} partie : Description de la locomotive.

2^e partie : Fonctionnement de l'équipement électrique.

TABLE DES MATIERES.

Ire PARTIE - DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES.

<u>A. Généralités.</u>	Numéro des articles
- Caractéristiques principales	1
- Caractéristiques électriques	2
<u>B. Description de la partie mécanique.</u>	
- Bogie :	3
- Trains de roues	3.1.
- Boîtes d'essieux	3.2.
- Châssis de bogie	3.3.
- Suspension de caisse	4
- Pivotage et lisoirs latéraux	5
- Disposition des moteurs de traction	6
- Entraînement des essieux	7
- Châssis	8
- Longs-pans et toiture	9
- Ventilation	10
- Appareils de choc et traction	11
- Installation à air comprimé	12
- Frein	13
<u>C. Equipements électriques.</u>	
- Principe général de fonctionnement des circuits HT	14
- Description des circuits HT de traction	15
- Description des circuits auxiliaires HT	16
- Circuit auxiliaire HT de palpage	17
- Circuits auxiliaires propres au courant alternatif	18
- Circuits d'asservissement basse tension	19
<u>D. Description de l'appareillage.</u>	
- Pantographes	20
- Disjoncteur ultra-rapide à courant continu	21
- Disjoncteur courant alternatif 50 pér/sec. et 16 pér/sec.	22
- Borne condensateur	23
- Transformateur	24
- Redresseurs au silicium	25
- Généralités	25.1.
- Détermination du nombre de cellules redresseuses	25.2.
- Calcul des cellules nécessaires pour la tension	25.2.1.
- Calcul des cellules nécessaires pour le courant	25.2.2.

- Montage des cellules	25.3.
- Surtension de commutation	25.3.1.
- Répartition de tension	25.3.2.
- Montage	25.3.3.
- Protection des cellules contre les surtensions transmises par le secondaire du transformateur	25.3.4.
- Moteurs de traction	26
- Self de lissage et shunt inductif	27
- Résistances de démarrage	28
- Manipulateur et interrupteur de choix de couplage	29
- Contacteurs haute tension	30
- Commutateur 15 - 25 kV	31
- Mécanisme moteur de l'arbre à cames	32
- Commande du servo-moteur de l'arbre à cames	33
- Principe	33.1.
- Autorupteur	33.2.
- Relais flux	33.3.
- Comparaison des 2 servo-moteurs	33.4.
- Règles de fonctionnement des servo-moteurs	33.5.
- Cylindre d'asservissement	33.6.
- Inverseur de marche	34
- Dispositif de palpation	35
- Commutateur "Terre - courant"	36
- Source d'énergie basse tension	37
- Relais de protection et d'asservissement	38
- Relais type DB 694	38.1.
- Relais type Q	38.2.
- Cas des relais à maxima Q1 à Q4 - QchTc - Qchl-2	38.3.
- Cas des relais différentiels QD1 et 2, QDA	38.4.
- Cas des relais différentiels QDV1 et QDV2	38.5.
- Cas des relais d'accélération QA1 et QA2	38.6.
- Relais RRX	38.7.
- Relais type RW	38.8.
- Relais type AB 849	38.9.
- Relais type W50	38.10.
- Relais type JHC	38.11.
- Relais flux ϕ	38.12.
- Relais anémométrique	38.13.
- Control-switch	38.14.

E. Protection du personnel.

- Dispositif de veille automatique	39
- Description	39.1.
- Préparation et conduite de la locomotive	39.2.
- Remarques	39.3.

- Dispositif de sécurité	40
- Robinet à 3 voies	40.1.
- Dispositif de mise à la terre et boîte à clefs	40.2.
- Sectionneur de chauffage	40.3.

IIe PARTIE - FONCTIONNEMENT DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE.

A. Circuits de puissance.

- Position du manipulateur	41
- Règles de progression et de régression	42
- Commande manuelle de secours	43
- Inversion du sens de marche	44
- Elimination des moteurs de traction et des redresseurs	45

B. Circuits auxiliaires HT communs aux 4 systèmes.

- Groupe moteur-compresseur	46
- Groupe moteur ventilateur des moteurs de traction, redresseurs et self de lissage	47
- Chauffage des cabines de conduite	48
- Relais différentiel	49
- Chauffage du train	50
- Palpeur-voltmètre HT - Parafoudre	51

C. Circuits de retour de courant et de mise à la terre.

- Principe et description du schéma	52
- Dispositif de retour de courant	53

D. Circuits auxiliaires propres au système courant alternatif et leur commande.

- Circuits de refroidissement	54
-------------------------------	----

E. Circuits de commande des appareils communs aux 4 systèmes.

- Description générale	55
- Préparation de la locomotive	56
- Choix du couplage	57
- Manoeuvre du sectionneur terre-courant	58
- Commande des pantographes	59
- Levée du pantographe à courant continu	59.1.
- Levée du pantographe 25 kV	59.2.
- Levée du pantographe 15 kV	59.3.
- Maintien de l'excitation des électrovalves des pantographes	59.4.
- Pantographe 3 kV - 1,5 kV	59.4.1.
- Pantographe 25 kV	59.4.2.
- Pantographe 15 kV	59.4.3.

- Commande du compresseur	60
- Commande des ventilateurs des moteurs de traction	61
- Commande du chauffage des cabines de conduite	62
- Commande du chauffage train	63
- Commande de l'éclairage	64
- Lampes de vigilance	65
- Appareils enregistreurs et indicateurs de vitesse	66
- Freinage	67
- Freinage électropneumatique	67bis
- Sablage et antipatinage	68
- Divers	69

F. Circuits de contrôle.

- Alimentation des servo-moteurs des arbres à cames JH1, JH2, JH3	70
- Alimentation du servo-moteur JH1	70.1.
- Alimentation du servo-moteur JH2	70.2.
- Alimentation du servo-moteur JH3	70.3.
- Commande du JH2	71
- Réalisation des différents couplages conjointement à l'élimination de moteurs ou d'un redresseur	72
- Couplage 1,5 kV	72.1.
- Couplage 3 kV	72.2.
- Couplage 15 ou 25 kV	72.3.
Changement de couplage dans les tensions d'alimentation de 15 et 25 kV	72.4.
- Commande du JH1	73
- Progression	73.1.
- Régression	73.2.
- Commande du JH3	74
- Progression	74.1.
- Régression	74.2.
- Commande du disjoncteur	75
- Cas du courant continu - Manoeuvre du DUR	75.1.
- Cas du courant alternatif - Manoeuvre du DJ	75.2.
- Essai à blanc du disjoncteur	75.3.
- Démarrage de la locomotive	76
- Préparation et réalisation du sens de marche	76.1.
- Démarrage en manoeuvre	76.2.
- Démarrage série plein champ (position 4 du manipulateur)	76.3.
- Démarrage en parallèle plein champ (position 10 du manipulateur)	76.4.
- Régression	76.5.
- Shuntage	76.6.
- Asservissement des relais d'accélération QA3-1 et QA2-4	76.7.

G. Protection et signalisation des circuits.

- Commutateur de couplage JH2	77
- Contrôle des positions du JH2	77.1.
- Dépassement des positions extrêmes	77.2.
- Relais de vigilance Q47.2	77.3.
- Equipement de démarrage et de shuntage JH1 et JH3	78
- Signalisation des positions	78.1.
- Dépassement des positions extrêmes	78.2.
- Relais de vigilance Q47-1 et relais RQ47	78.3.
- Disjoncteurs	79
- Signalisation	79.1
- Relais de substitution Q72.1 et Q72.2 et relais auxiliaire CS	79.2.
- Signalisation et maintien des relais à maxima	79.3.
- Chatouillage des relais de protection	79.4.
- Sectionneur CTC	80
- Ventilateur des moteurs de traction des résistances de démarrage	81
- Transformateur	82
- Niveau d'huile insuffisant	82.1.
- Echauffement exagéré ou manque de pression d'huile	82.2.
- Freinage	83
- Dispositif de veille automatique	84
- Dispositif d'arrêt automatique des trains	84bis
- Sectionneur de chauffage	85
- Décel de patinage et de survitesse	86
- Armoires à redresseurs	87
- Principe des protections et signalisations	87.1.
A. Armoires à redresseurs A.C.E.C.	
- Ventilation	87.2.
- Court-circuit externe	87.3.
- Court-circuit interne	87.4.
- Mise en service de l'armoire	87.5.
- Réarmement après défaut	87.6.
- Essai des protections et de la signalisation	87.7.
B. Armoires à redresseurs Siemens	
- Ventilation	87.8.
- Court-circuit externe	87.9.
- Court-circuit interne	87.10.
- Réarmement après défaut	87.11.
- Mise en service de l'armoire	87.12
- Essai des protections et de la signalisation	87.13
- Essai des lampes de signalisation	88

LOCOMOTIVE ELECTRIQUE QUADRICOURANT BOBO TYPE 160.

Cette brochure est destinée au personnel chargé de la préparation, de l'entretien et de la réparation des locomotives, ainsi qu'au personnel chargé de la conduite.

Le texte bâtonné de la 1re partie ainsi que le texte intégral de la 2e partie ne s'adressent qu'au personnel électricien.

1re PARTIE.

DESCRIPTION DES LOCOMOTIVES.

A. Généralités.

1. Caractéristiques principales.

Les locomotives BoBo type 160 de la S.N.C.B. sont des locomotives quadricourant aptes à circuler à pleine puissance sur les réseaux électrifiés :

- En courant continu à la tension de 1500 V;
- En courant continu à la tension de 3000 V;
- En courant alternatif monophasé à la tension de 25 000 V et à la fréquence de 50 Hz;
- En courant alternatif monophasé à la tension de 15000V et à la fréquence de 16 2/3 Hz.

Ces locomotives, d'une vitesse maximum de 160 km/h, sont destinées à la remorque de trains de voyageurs rapides; la remorque de certains trains de marchandises à vitesse élevée peut être autorisée dans des conditions à préciser.

Ci-dessous les caractéristiques principales de ces locomotives :

- Longueur totale (entre butoirs)	16,650 m.
- Distance entre pivots de bogie	7,900 m.
- Empattement d'un bogie	3,150 m.
- Diamètre des roues	1,250 m.
- Hauteur du rail aux pantographes abaissés :	
- pantographe pour courant continu :	4,173 m.
- pantographe pour courant alternatif 15 000 V 16 2/3 Hz :	4,215 m.
- pantographe pour courant alternatif 25 000 V - 50 Hz :	4,215 m.
- Poids total en ordre de marche	82,6 tonnes.
- Hauteur pivot bogie (roue neuve)	655 mm.

Son gabarit répond à la fiche UIC 505 et au document ORE A3/RP 5/F. Pour ce dernier, cependant, le profil de pantographe de 1,450 m recommandé pour la circulation sur le réseau 25 000 V 50 Hz de la S.N.C.F. a été remplacé, d'accord avec la S.N.C.F., par le profil standard S.N.C.F. de 1,600 m de largeur hors tout.

2. Caractéristiques électriques.

Dans sa conception de principe, la locomotive est une locomotive à courant continu à laquelle on a adjoint une installation de conversion de courant.

Sur les réseaux à courant continu, son alimentation ne pose pas de problème.

Sur les réseaux à courant alternatif, le courant capté à la caténaire est envoyé vers cette installation de conversion qui comporte :

- Un transformateur qui adapte les tensions secondaires;
- Des redresseurs au silicium qui convertissent le courant alternatif en courant ondulé;
- Des selfs de lissage qui réduisent l'ondulation de ce courant redressé à la valeur acceptable pour le moteur.

Les moteurs de traction sont du type traditionnel à courant continu; certaines dispositions complémentaires sont cependant prises pour permettre son bon fonctionnement avec un courant qui n'est pas rigoureusement continu mais modérément ondulé.

Suivant le réseau d'alimentation, le transformateur, les moteurs de traction, l'alimentation du chauffage des trains et les services auxiliaires doivent être différemment couplés et l'installation de conversion de courant doit être mise en ou hors service.

Ces changements sont opérés par l'intermédiaire de commutateurs commandés automatiquement à distance par le conducteur.

Les couplages des moteurs de traction et des auxiliaires en 1500 V courant continu et en alternatif sont identiques; cela signifie que l'installation de conversion de courant a été conçue pour produire sur la locomotive du courant ondulé à la tension moyenne de 1500 V pour une tension de ligne caténaire de 25 kV - 50 Hz ou 15 kV - 16 2/3 Hz.

L'équipement de démarrage de la locomotive, considéré comme à courant continu, est du type Jeumont-Heidmann (JH) à contacteurs commandés par arbre à cames entraîné par servo-moteur électrique.

L'ensemble des contacteurs de résistance et de couplage, nécessaire au démarrage, est commandé par un arbre à cames dénommé JH1.

L'ensemble des contacteurs de shuntage des inducteurs de moteurs de traction est commandé par un second arbre à cames dénommé JH3.

Un troisième arbre à cames dénommé JH2 constitue l'un des commutateurs dont question ci-dessus; il commande les contacteurs nécessaires aux différentes commutations des circuits de moteurs, services auxiliaires et installations de conversion de courant. Un second commutateur à commande électropneumatique fait le choix des prises du transformateur en alternatif 15 kV ou 25 kV.

L'élimination des résistances de démarrage est manuelle ou automatique. Les relais d'accélération commandant l'élimination automatique des résistances sont réglables à distance par le conducteur : ils permettent de faire varier l'effort de démarrage de 0 à 18 tonnes.

La locomotive est équipée de 4 moteurs de traction du type série à courant continu, pouvant fonctionner également en courant ondulé et développant une même puissance unihoraire totale de 3780 ch sur les réseaux à courant continu 1500 V et 3000 V et alternatif 25 kV - 50 Hz et 15 kV - 16 2/3 Hz.

La commande des essieux moteurs est individuelle, aucune liaison mécanique n'existant entre essieux.

L'appareillage est disposé dans la partie centrale de la caisse. De part et d'autre de cette bande centrale, un couloir joint les 2 cabines.

B. Description de la partie mécanique.

3. Bogie.

L'ensemble schématique de bogie est représenté à la fig. 1 a.

3.1. Trains de roues.

Les roues sont du type monobloc en acier laminé qualité 50 T.S. (trempée superficiellement au chemin de roulement) d'un diamètre de 1,250 m.

Les essieux en acier C 40 m V sont forés intérieurement au diamètre de 60 mm.

Les extrémités des essieux sont pourvues d'un dispositif de retour du courant au rail.

3.2. Boîtes d'essieux.

Les boîtes d'essieux sont équipées d'un seul roulement à rouleaux à rotule S.K.F. n° 23238 CK/C 4 avec manchon de calage n° AH 3238.

Les rouleaux sont lubrifiés à la graisse.

Sur un même essieu, l'une des boîtes est montée avec un certain jeu par rapport au roulement, l'autre sans jeu.

Cette particularité permet le montage du train de roues sur les guides de boîtes sans jeu latéral, les efforts transversaux sont repris exclusivement par la boîte montée sans jeu.

Le guidage des boîtes (fig. 2) est du type Winterthur, c'est-à-dire, à guides cylindriques à bain d'huile coulissant dans deux silentblochs à axe vertical, calés dans les assises des ressorts de suspension sur boîte. Les ressorts en hélice (flexibilité 0,675 mm/locomotive) entourent ces guides et des amortisseurs à friction sont placés aux extrémités des assises de ressort.

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

3.3. Châssis de bogie.

Le châssis de bogie est constitué par des tôles en acier A 37 SC découpées et assemblées par soudure pour former caisson.

Les tolérances sur les écartements des guides cylindriques des boîtes d'essieux doivent être rigoureusement respectées pour obtenir un parallélisme correct des essieux.

4. Suspension de caisse (fig. 1).

Les longerons de la caisse, prolongés vers le bas par des béquilles (rep. 1) sont supportés par la traverse danseuse (rep. 2), sur des lisoirs latéraux. La traverse danseuse repose sur les ressorts en hélice (rep. 3) (flexibilité 2,56 mm/tonne-locomotive) qui s'appuient sur une traverse inférieure (rep. 4) suspendue au châssis de bogie par l'intermédiaire de bielles de suspension (rep. 5).

La traverse danseuse coulisse dans le châssis de bogie entre des frottoirs (rep. 12) dont les surfaces en contact sont pourvues de plaques en acier au manganèse.

Le déplacement vertical de la traverse danseuse est contrôlé par des amortisseurs hydrauliques (rep. 6).

Le déplacement transversal de la traverse danseuse contrôlé par le rappel des bielles de suspension et freiné par un amortisseur horizontal est limité par une bielle après 35 mm de course.

5. Pivotage et lisoirs latéraux (fig. 1).

La traverse danseuse (rep. 2) reçoit le pivot de bogie (rep. 7) en son centre. Ce pivot est destiné uniquement à l'entraî-
nement de la caisse. Il est calé dans la traverse de pivot de
caisse et est équipé, côté traverse danseuse, d'une rotule en
fonte (rep. 8) immergée dans un bain d'huile.

La rotule permet les rotations de la traverse danseuse dans tous les sens. L'alimentation du réservoir d'huile réalisée par une tuyauterie est accessible de l'extérieur du bogie.

La traverse danseuse possède en ses extrémités des plaques de glissement (rep. 9), sur lesquelles prennent appui les béquilles de caisse, par l'intermédiaire de grains sphériques en bronze (rep. 10) travaillant dans un bain d'huile. Les grains sphériques permettent la rotation de la traverse danseuse dans tous les sens.

6. Disposition des moteurs de traction.

Chaque bogie supporte 2 moteurs de traction attaquant chacun un essieu, par l'intermédiaire d'un arbre creux et d'une transmission élastique.

Les moteurs sont fixés en trois points au châssis de bogie, un sur la traverse de tête et 2 sur la traverse centrale; ils se déplacent verticalement avec le châssis de bogie et subissent les déflexions de la suspension primaire.

Chaque point de suspension est constitué par un support amovible, emboîté, à serrage dans le châssis de bogie, et sur lequel s'appuie un bras du moteur. Un intercalaire élastique réglable est interposé entre le support sur châssis et le bras du moteur. L'ensemble est rendu solidaire par un boulon de forte section.

7. Entraînement des essieux (fig. 3).

La transmission de l'effort moteur aux roues est du type "Alsthom" et est bilatérale.

Le pignon du moteur (rep. 1), calé en bout d'arbre d'induit, entraîne une couronne dentée (rep. 2) fixée à un arbre creux (rep. 3) qui entoure l'essieu (repère 4). L'arbre creux est équipé de portées (rep. 5) recevant les coussinets du moteur. Solidaire du moteur, et donc du châssis de bogie, l'arbre creux doit présenter par rapport à l'essieu le jeu suffisant pour permettre les débattements de la suspension.

L'arbre creux est muni, à chacune de ses extrémités, de 2 bielles (rep. 6) qui commandent un anneau dansant (rep. 7) entourant également l'essieu. Les anneaux dansants sont eux-mêmes reliés au voile de la roue voisine (rep. 9) par 2 bielles (rep. 8) identiques aux précédentes.

Chaque extrémité de bielle est pourvue d'une articulation élastique "Silentbloc" et d'un pivot approprié pour sa fixation sur l'arbre creux (rep. 10), sur l'anneau dansant (rep. 11) ou sur le voile de la roue (rep. 12), selon le cas.

8. Châssis.

Les 2 longerons principaux sont constitués :

- a) Entre les traverses de pivot par des fers I;
- b) Au-delà des traverses de pivot par des caissons en tôles soudées.

Les 2 longerons sont reliés entre eux par des traverses intermédiaires composées de tôles soudées formant caisson.

Des caniveaux en tôles prévus pour le logement des câbles sont fixés par soudure au châssis proprement dit.

9. Longs-pans et toiture.

- a) Longs-pans : les ossatures sont en tôles pliées et soudées; les tôles de revêtement en acier au cuivre sont fixées à l'ossature par boutonniers et cordons de soudure discontinus;
- b) Toiture :
 - en acier A 37 au cuivre pour les cabines de conduite ainsi que pour l'élément de toiture formant cintre amovible; situé au-dessus du compartiment appareillages et D.U.R.;
 - en Al Mg 3 recuit pour les autres éléments.

Les ossatures sont constituées de tôles pliées et de plats soudés; le tôleage est fixé à l'ossature par des cordons de soudure discontinus.

10. Ventilation.

Des ventelles ou ouïes sont prévues de chaque côté de la locomotive, dans la partie centrale des _____ longs-pans, pour permettre l'aspiration de l'air.

11. Appareils de choc et traction.

- a) Appareils de choc : type allégé; les tampons et boisseaux sont constitués de pièces entièrement soudées; le système mécanique reste cependant identique à celui des appareils de choc utilisés sur les locomotives électriques types 101, 120 à 126, 140 et 150, c.à.d. : tampons à bagues (Ringfeder);
- b) Appareils de traction : crochets fauchants montés sur ressort en caoutchouc.

12. Installation à air comprimé.

L'installation pneumatique de la locomotive quadricourant BoBo type 160 est représentée au plan 160/G.00.01.01.

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 silentblocs et placé à l'intérieur de la caisse. La pression de service est de 9 kg/cm².

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 la conduite d'alimentation placée sur toute la longueur de la locomotive et raccordée sur les traverses de tête par des boyaux d'accouplement souples.

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 et les trompes pneumatiques;
- La conduite qui alimente les électrovalves des disjoncteurs, les électrovalves du sectionneur d'isolement CTC;
- Les électrovalves des contacteurs de chauffage et l'électrovalve du frein antipatinage par le réservoir de contrôle dont la pression est maintenue à 5 kg/cm² par un détendeur.

Dans chaque cabine se trouvent :

- Deux manomètres simples qui indiquent 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.

Dans une armoire d'une des cabines de conduite se trouve le gonfleur (avec manomètre) qui permet de lever les pantographes, de manoeuvrer le commutateur 15 - 25 kV, le commutateur terre - courant CTC et d'enclencher le disjoncteur, si la pression dans les réservoirs principaux est insuffisante à la prise de service.

13. Frein.

La locomotive type 160 est équipée d'un frein direct qui agit seulement sur la locomotive, d'un frein automatique qui agit sur les freins de la locomotive et de la rame accouplée et 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 FD 1;
- Pour le frein automatique : robinet du mécanicien Oerlikon type FV 4 muni d'un réservoir combiné à 3 compartiments.

L'alimentation des cylindres de frein se fait par l'intermédiaire du distributeur Oerlikon type LSt.

Pour les vitesses inférieures à 70 km/h, les cylindres de frein, à plein freinage, sont alimentés à une pression maximum de 4 kg/cm².

Pour les vitesses supérieures à 70 km/h, la pression maximum des cylindres de frein peut atteindre 8 kg/cm².

Ces deux étages de pression sont commandés par un contact électrique de vitesse du boîtier Deuta ES 59, type D.

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 à l'effet de provoquer le déclenchement du disjoncteur ultra-rapide.

La locomotive comporte, en outre, un frein antipatinage commandé par un bouton-poussoir; ce frein d'antipatinage permet d'alimenter les cylindres de frein de la locomotive sous une pression voisine de 1 kg/cm². 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 de frein.

C. Equipements électriques.

14. Principe général de fonctionnement des circuits H.T.

La locomotive doit pouvoir fonctionner à sa pleine puissance :

- Sur le réseau des "Nederlandsche Spoorwegen" électrifié en courant continu à la tension de 1500 V;
- Sur le réseau de la S.N.C.F. électrifié en courant alternatif à la tension de 25 000 V et la fréquence de 50 périodes par seconde;
- Sur le réseau de la "Deutsche Bundesbahn" électrifié en courant alternatif à la tension de 15 000 V et à la fréquence de 16 2/3 Hz;
- Sur notre réseau électrifié en courant continu à la tension de 3000 V.

Pour satisfaire à cette condition : fig. 4.

1) Du point de vue traction.

Les 4 moteurs (M1, M2, M3, M4) de la locomotive sont des moteurs de 1500 V de tension nominale pouvant être alimentés indifféremment en courant continu et en courant moyennement ondulé.

Chaque groupe de 2 moteurs d'un bogie, ses résistances de démarrage et de shuntage, sa self de lissage, ses ventilateurs et son redresseur constitue un équipement de traction.

Dans cet équipement de traction, les 2 moteurs sont d'abord couplés en série et ensuite en parallèle.

Il y a 2 équipements de traction.

En courant continu, ces 2 équipements sont connectés :

- En série sur le réseau 3000 V;
- En parallèle sur le réseau 1500 V.

En courant alternatif, l'objectif est de transformer le courant alternatif en courant continu à la tension de 1500 V de façon à pouvoir alimenter les équipements à leur tension nominale.

Les 2 équipements sont alors couplés en parallèle comme pour le 1500 V continu.

La conversion du courant alternatif en courant continu pour l'alimentation des moteurs se fait au moyen d'un groupe transformateur-redresseur. Un redresseur, représenté symboliquement comme indiqué fig. 5 est un appareil qui laisse passer le courant dans un sens (celui indiqué par la flèche) et pas dans l'autre. C'est donc en quelque sorte une soupape.

Le courant alternatif collecté à la ligne caténaire aux tensions de 25 000 V - 50 Hz ou 15 000 V - 16 2/3 Hz (fig. 6) alimente le primaire d'un transformateur installé sur la locomotive. Au secondaire du transformateur, on obtient une tension alternative de l'ordre de 1950 volts.

Cette tension, qui par définition même du courant alternatif, circule dans un sens, puis dans l'autre, traverse un pont de redresseurs. Les fig. 6a et 6b indiquent pour chaque sens de la tension dans le secondaire du transformateur, le circuit emprunté par le courant qui parcourt le moteur.

On constate que, nonobstant le changement de la tension alternative, le courant qui parcourt le moteur circule toujours dans le même sens : le but est ainsi atteint.

Toutefois, on constate que ce courant est loin d'être constant : il est très fortement ondulé. C'est pourquoi pour l'admettre dans le moteur, il faut réduire cette ondulation au moyen de ce qu'on appelle une "self de lissage". Ce courant ainsi devenu moyennement ondulé peut alors être admis dans le moteur au même titre qu'un courant continu.

2) Du point de vue services auxiliaires.

Compresseur.

Il n'y a qu'un seul compresseur. Il est entraîné par un moteur à 2 induits MC 1 et MC 2 (en fait un seul rotor à double collecteur et 2 enroulements d'induit) du type série à courant continu de 1500 V de tension nominale et de deux paires de pôles inducteurs.

Ventilateur.

Les ventilateurs des moteurs de traction sont entraînés, par groupe de 2 ventilateurs, par 2 moteurs du type série à courant continu M V 1 et M V 2 de 1500 V de tension nominale.

Chauffage des cabines de conduite.

Chacune des cabines de conduite est équipée de radiateurs RCh. Les radiateurs de chaque cabine sont à un total de 1500 V de tension nominale.

Les moteurs des ventilateurs et des compresseurs et les radiateurs de cabine de conduite sont connectés :

- En série sur le réseau 3000 V continu;
- En parallèle sur le réseau 1500 V continu et sur les réseaux alternatifs 25 kV - 50 Hz et 15 kV - 16 2/3 Hz.

Sur les réseaux alternatifs, comme c'est le cas pour les moteurs de traction, les services auxiliaires sont en réalité alimentés par un courant ondulé de 1500 V de tension moyenne. L'alimentation est prise sur l'un des deux groupes transformateurs-redresseurs alimentant l'un des groupes des moteurs de traction. Pour cette raison, l'ensemble des moteurs compresseur et ventilateur sont alimentés au travers d'une self de lissage qui réduit l'ondulation du courant.

Les divers changements de couplage dont question ci-dessus sont réalisés par les différents contacteurs représentés à la fig. 4. Ces contacteurs sont manoeuvrés, à vide, par l'arbre à cames JH2 inséré dans le bloc JH. La manoeuvre de cet arbre à cames, appelé "commutateur de tension" est commandée à distance à partir de la cabine de conduite.

Le conducteur effectue la manoeuvre au passage d'un réseau à l'autre, à l'intervention d'une signalisation appropriée.

Une section neutre sépare les réseaux de tension différente; cette section neutre :

- est située à l'entrée de la gare de Roosendaal pour la séparation des réseaux 1500 V et 3000 V continu. Elle consiste en un espace de 10 m dépourvu de caténaire avec, de part et d'autre, un tronçon de quelques centaines de mètres où la caténaire est progressivement relevée;

- est située en gare de Quévy pour la séparation des réseaux 3000 V continu et 25 000 V alternatif 50 Hz. Elle consiste, en voies principales, en une section d'une centaine de mètres dont la caténaire placée au niveau normal et mise à la terre, est séparée par des isolateurs des caténaires voisines;
- est située en gare de Aachen pour la séparation des réseaux 3000 V continu et 15 000 V alternatif 16 2/3 Hz. En fait, la gare de Aachen constitue un point d'arrêt obligé où plusieurs voies sont équipées de sections neutres et de voies commutables susceptibles d'être alimentées aux 2 tensions.

3) Du point de vue chauffage du train.

Le chauffage électrique des voitures internationales a fait l'objet d'accords internationaux.

Plusieurs tensions d'alimentation sont admises. C'est ainsi que la tension d'alimentation des circuits de chauffage se fait :

- A 1500 V courant continu sur le réseau à 1500 V continu;
- A 3000 V courant continu sur le réseau à 3000 V continu;
- A 1500 V alternatif 50 Hz sur le réseau 25 000 V - 50 Hz;
- A 1000 V alternatif 16 2/3 Hz sur le réseau 15 000 V - 16 2/3 Hz.

La locomotive met la ligne de chauffage à la tension convenable sans autre intervention du conducteur que la commande pure et simple du chauffage.

La commutation des circuits de chauffage des différentes voitures suivant la tension d'alimentation se fait à partir d'un appareil, dénommé commutateur ou sélecteur de tension, installé sur chacune des voitures. La description de ce sélecteur sort du cadre de la présente notice.

15. Description des circuits H.T. de traction.

Le circuit de traction est figuré au plan 160/A.00.01.01.

Le courant est capté à la ligne caténaire :

- Sur le réseau à courant alternatif 15 kV 16 2/3 Hz par un pantographe P1;
- Sur les réseaux à courant continu 1,5 kV ou 3 kV par un pantographe P2;
- Sur le réseau à courant alternatif 25 kV - 50 Hz par un pantographe P3.

Il n'y a donc possibilité de lever qu'un pantographe par réseau.

Les 3 pantographes P1, P2 et P3 sont connectés en parallèle et sont de ce fait isolés tous les trois pour la tension de 25 kV.

Les conditions de coupure de courant sur les réseaux continus et alternatif sont complètement différentes de par :

- la nature des courants;
- la valeur des tensions.

C'est pourquoi un seul appareil de coupure, un seul disjoncteur donc, ne peut remplir les 2 conditions. Il y a 2 disjoncteurs :

- Un disjoncteur DJ pour l'alimentation et la coupure des circuits sur les réseaux alternatifs 25 kV et 15 kV;
- Un disjoncteur DUR pour l'alimentation et la coupure des circuits sur les réseaux continus 1,5 kV et 3 kV.

Ce disjoncteur DUR est de construction identique à celui existant sur les locomotives 3000 V de la S.N.C.B. Toutefois, la distance entre contacts ouverts de ce disjoncteur est insuffisante que pour tenir les tensions alternatives. C'est pourquoi ce disjoncteur est précédé d'un sectionneur CTC qui lui est asservi. Après son ouverture, le DUR entraîne l'ouverture à vide du sectionneur CTC qui réalise une distance de coupure suffisante pour éviter les contournements en alternatif.

Un sectionneur de mise à la terre SMT, inséré dans le dispositif de sécurité dont il sera question plus loin, permet de mettre tout l'équipement H.T. de la locomotive à la terre.

Comme nous l'avons dit plus haut, le circuit de traction est en fait constitué de 2 équipements.

Chaque équipement est composé de 2 moteurs de traction et de leurs résistances de démarrage et de shuntage.

Dans chaque équipement, les 2 moteurs de traction (M1 et M2 d'une part, M3 et M4 d'autre part) sont groupés d'abord en série et ensuite en parallèle.

Sur chacun des réseaux, les moteurs sont donc démarrés en 2 couplages : dans le 1^{er} couplage ils ont d'abord 750 V à leurs bornes et ensuite 1500 V dans le 2^e couplage.

Chaque équipement de 2 moteurs de traction est mis en service par 5 contacteurs de couplage A, B, C, D, E; chaque équipement comporte ses résistances de démarrage RD1 - RD2 et RD3 - RD4 permettant de limiter et de régler l'intensité du courant absorbé pendant le démarrage. L'élimination progressive de ces résistances se fait au moyen des 28 contacteurs de résistance numérotés de 10 à 16, 20 à 26, 30 à 36 et 40 à 46.

L'inverseur de marche réalise le changement du sens de marche de la locomotive par inversion du sens du courant dans les inducteurs de chaque moteur de traction.

Les inducteurs des moteurs de traction peuvent être shuntés par une résistance de shuntage Rsh1 à Rsh4 et un shunt inductif ShI1 et ShI4 au moyen de 12 contacteurs de shuntage S11-S21-S31, S12-S22-S32, S13-S23-S33, S14-S24, S34.

Six groupes moteurs ventilateurs (MVR1 à MVR6), connectés en parallèle par groupe de 3 et insérés en série dans le circuit de traction, ventilent les résistances de démarrage. Les 2 x 3 moteurs ventilateurs peuvent être arrêtés une fois le démarrage terminé si on court-circuite leurs résistances de réglage GA-GB et GH-GI. Ils peuvent également être maintenus en service à vitesse réduite si on court-circuite seulement une partie de leurs résistances de réglage.

L'ensemble des 10 contacteurs de couplage et des 28 contacteurs de résistance, soit au total 38 contacteurs, est commandé par un arbre à cames unique dénommé JH1.

L'ensemble des 12 contacteurs de shuntage est commandé par un 2e arbre à cames dénommé JH3.

Les 4 moteurs de traction M1 à M4 sont numérotés de 1 à 4 en commençant par celui situé près de la cabine 1.

Chaque groupe des 2 moteurs est alimenté par l'intermédiaire d'une self de lissage SL1 et SL2 nécessaire sur les réseaux alternatifs (voir l'article 26 : moteur de traction).

En cas d'avaries aux moteurs de traction, on peut éliminer certains moteurs de traction; cette élimination doit se faire par groupe de 2 moteurs : ces groupes sont différents en 3 kV continu d'une part, en 1,5 kV continu et alternatif d'autre part.

En cas d'élimination de moteurs pour avaries, on ne peut donc fonctionner qu'à 50 % des moteurs.

Dans le fonctionnement en courant alternatif, il est possible, en cas d'avarie, d'éliminer une des 2 batteries de redresseurs; dans ce cas, la marche peut se faire indifféremment à partir du manipulateur avec 4 ou 2 moteurs en service; dans le cas de la marche avec 4 moteurs, leur couplage est automatiquement limité à série parallèle en vue de ne pas dépasser la demi-puissance de la locomotive, l'élimination d'une batterie de redresseur ne permettant pas d'aller au-delà. La marche avec 4 moteurs permet de démarrer avec l'effort normal de démarrage mais ne permet pas à la locomotive d'atteindre des vitesses supérieures à ± 100 km/h. La marche avec 2 moteurs ne permet de disposer que de la moitié de l'effort normal de démarrage mais permet par contre d'atteindre les grandes vitesses avec trains

légers, En combinant ces 2 possibilités, on peut, dans une certaine mesure, respecter l'horaire pour les trains légers, notwithstanding l'élimination d'une batterie de redresseurs.

Ces différentes possibilités d'élimination sont réalisées par un ensemble de contacteurs commandés par un 3e arbre à cames dénommé JH2. Cet arbre à cames, toujours manoeuvré à vide est donc à la fois un commutateur de tension et l'éliminateur des moteurs de traction et des redresseurs.

Il commande au total 35 contacteurs soit : 27 pour le circuit de traction et 8 pour les circuits auxiliaires HT qui subissent également des changements de couplage.

Les différentes combinaisons possibles de mise en et hors service sont les suivantes :

- Sous 1,5 kV :

- Fonctionnement avec les 4 moteurs M1 - M2 - M3 - M4 (Série parallèle et Parallèle);
- Fonctionnement avec les 2 moteurs M1 + M2 (série et parallèle);
- Fonctionnement avec les 2 moteurs M3 + M4 (série et parallèle).

- Sous 25 kV et 15 kV :

- Fonctionnement à pleine puissance avec les 2 redresseurs R1 et R2 et les 4 moteurs M1, M2, M3, M4;
- Fonctionnement à demi-puissance lors d'une avarie :
 - a) soit avec 2 moteurs :
 - marche avec les 2 seuls moteurs M1 + M2 alimentés par le redresseur R1;
 - marche avec les 2 seuls moteurs M3 + M4 alimentés par le redresseur R2.

Le redresseur d'alimentation du groupe de moteurs éliminés reste sous tension mais ne débite pas;

b) soit avec un redresseur :

- marche avec 1 redresseur (R1 ou R2) et les 4 moteurs couplés en série parallèle, l'autre redresseur étant éliminé;
- marche avec 1 redresseur + 2 moteurs de traction (R1 avec M1 + M2; R2 avec M3 + M4), l'autre groupe redresseur + 2 moteurs de traction étant hors service.

- Sous 3 kV :

- Fonctionnement avec les 4 moteurs M1 - M2 - M3 - M4;
- Fonctionnement avec les 2 moteurs M1 + M3 en série;
- Fonctionnement avec les 2 moteurs M2 + M4 en série;

La commande des arbres à cames JH1, JH2 et JH3 se fait par des servo-moteurs électriques alimentés en basse tension.

Dans le circuit de traction sont encore intercalés :

- Les relais à maxima Q1 à Q4 de chaque moteur de traction;
- Les relais d'accélération QA1 et QA2 de chaque groupe de moteurs de traction;
- Les relais différentiels QD1 et QD2 de chacun des 2 équipements de traction;
- Le relais à maxima général QHT lors de la circulation en alternatif;
- Les ampèremètres A1-2, A3-4 des moteurs de traction.

16. Description des circuits auxiliaires H.T. (plan 160/A.00.01.01).

Sur tous les systèmes 3 kV, 1,5 kV, 25 kV et 15 kV, il faut :

- a) Produire l'air comprimé nécessaire au fonctionnement des freins et des appareils électropneumatiques.

Un groupe moteur compresseur entraîné par un moteur à double enroulement d'induit MC1 et MC2 est prévu à cette fin. Ces enroulements sont connectés en série ou en parallèle suivant le réseau par les contacteurs 0,3 et 4 du JH2. La commande du compresseur s'effectue par les contacteurs électromagnétiques K1 et K4, la protection est assurée par le disjoncteur magnétothermique DTC 12.

- b) Assurer la ventilation des moteurs de traction, des redresseurs et des selfs de lissage.

Deux groupes ventilateurs MVM1 et MVM2 composés chacun d'un moteur à 1500 V et de 2 ventilateurs sont prévus à cette fin. Sur chaque groupe, l'un des ventilateurs assure la ventilation vers 2 moteurs de traction et l'autre la ventilation du groupe redresseurs et de la self de lissage de ces 2 moteurs de traction.

Chaque groupe ventilateur entraîne par courroies un alternateur triphasé ACB et APH, l'un ACB est utilisé pour la charge de la batterie par l'intermédiaire de redresseurs au silicium et d'un régulateur statique, l'autre APH pour l'alimentation d'un moteur à courant triphasé entraînant le moteur de la pompe à huile du transformateur.

Les moteurs des ventilateurs sont connectés en série ou en parallèle suivant le réseau par les contacteurs 1, 2 et 5 du JH2. La commande des ventilateurs s'effectue par les contacteurs électromagnétiques K2 et K5.

c) Assurer le chauffage des cabines de conduite.

Chaque cabine de conduite comporte un ensemble radiateur et batterie de chauffe Rch 1 pour la cabine I et Rch 2 pour la cabine II d'une tension nominale de 1500 V.

Ces ensembles sont couplés en série ou en parallèle suivant le réseau par les contacteurs électromagnétiques K3, K6 et K7 qui jouent également le rôle de contacteurs d'alimentation; la protection est assurée par les relais de surintensité Qch 1/2.

d) Assurer le chauffage du train.

A chaque extrémité de la locomotive est disposé un accouplement de chauffage comportant une boîte d'accouplement fixe, un coupleur à fiche et une boîte de repos.

Ces 2 accouplements de chauffage réunis par un câble permettent d'établir la liaison avec la conduite de chauffage de la rame, quelle que soit l'orientation de la locomotive.

La conduite de chauffage est mise sous tension :

- En courant continu : par les contacteurs électropneumatiques Cch1 et Cch2. La protection est assurée par le relais à maxima QchTC.

La tension d'alimentation est celle de la ligne caténaire continue : 1500 ou 3000 V suivant le réseau.

- En courant alternatif : par l'intermédiaire d'un branchement en autotransformateur sur le primaire du transformateur principal. Les prises sur l'autotransformateur sont faites par l'intermédiaire de deux contacteurs électropneumatiques Cch3, Cch4 de manière à délivrer aux bornes :

- Une tension de 1000 V - 16 2/3 Hz sur le réseau à 15 000 V - 16 2/3 Hz;
- Une tension de 1500 V - 50 Hz sur le réseau à 25 000 V - 50 Hz,

qui sont les tensions internationales dans ces systèmes.

La protection est assurée par le relais à maxima QchTA lequel est alimenté par un transformateur de courant, et le fusible HT ultra-rapide FCHT.

Les contacteurs Cch3, Cch4 étant seulement isolés pour 1500 V, il est nécessaire de leur adjoindre un contacteur complémentaire, également isolé pour 1500 V afin que le circuit vers le transformateur soit effectivement isolé à 3000 V - tension qui sera appliquée lors de l'alimentation en 3000 V continu - un contacteur 7 manoeuvré par le JH2 est fermé en

ourant alternatif et ouvert en courant continu.

Quelle que soit la tension d'alimentation, la conduite de chauffage peut être mise à la terre par le sectionneur Sch.

Les circuits auxiliaires HT comprennent en outre : un parafoudre Pf assurant la protection contre les coups de foudre en courant continu un parafoudre PFT jouant un rôle analogue en courant alternatif et un parafoudre Soulé assurant la protection de l'équipement contre un mélange de tension.

Remarque : Les contacteurs Cch₃ et Cch₄ ne peuvent s'enclencher que si la pompe à huile est en service.

17. Circuit auxiliaire H.T. de palpage.

La locomotive quadricourant possède un circuit spécial, qui lui est particulier, dénommé "circuit de palpage" dont le but est de détecter le type de tension d'alimentation de la caténaire.

On a vu, en effet (fig. 4) que les couplages de la locomotive sont différents suivant le système d'alimentation. On risque des avaries très importantes si on alimente la locomotive, couplée pour un système, à partir d'un autre système.

Le dispositif de palpage a pour but d'éviter les conséquences de fausses manoeuvres.

Ramené à ses dispositions de principe (plan 160/A 00.01.01) le dispositif de palpage agit comme suit :

Les disjoncteurs DJ et DUR étant ouverts, on lève l'un des pantographes. La tension est ainsi appliquée sur l'ensemble de palpage.

Si la tension est alternative, toute la tension se porte aux bornes du primaire du transformateur TFPAL, la capacité CAPUL en parallèle sur les résistances RUL offrant un circuit de faible impédance pour le courant alternatif.

De ce fait, la tension est élevée aux bornes du primaire du transformateur TFPAL et faible aux bornes de la résistance RUL.

Il apparaît également une tension élevée aux bornes du secondaire du transformateur TFPAL : à partir de là, il s'agit de détecter si la tension de la caténaire est 15 kV/16 2/3 Hz ou 25 kV/50 Hz. On dispose à cette fin de l'ensemble détecteur de fréquence DF1-DF2. Comme en courant alternatif les impédances sont fonction de la fréquence, on exploite cette possibilité pour faire la sélection.

Détection du 15 kV - 16 2/3 Hz.

Dans le cas du 25 kV - 50 Hz, le condensateur BI-BK a une impédance nulle et la tension aux bornes du relais QCA15 est donc nulle : ce relais ne s'enclenche pas; en 15 kV - 16 2/3 Hz, cette impédance n'est plus nulle et la tension totale du secondaire s'y établit au prorata des impédances respectives de la self et de la résistance en série avec ce condensateur : la tension aux bornes du condensateur BK-BI est alors suffisante pour exciter le relais QCA15.

Détection du 25 kV - 50 Hz.

Le courant circulant dans le relais QCA25 est fonction des impédances de la self et du condensateur en série avec ce relais : ces impédances sont telles qu'en 16 2/3 Hz l'impédance totale est élevée et le courant circulant dans le relais QCA25 est insuffisant que pour l'enclencher; en 50 Hz par contre, l'impédance totale est faible et le courant circulant dans le relais peut l'enclencher.

Si la tension est continue, la tension aux bornes du transformateur TFPAL est faible et toute la tension se reporte aux bornes des résistances RUL et de la capacité CAPUL. De ce fait, le relais QCC s'enclenche.

Ainsi donc :

- Une tension alternative de la caténaire enclenche l'un des relais QCA1 ou QCA2;
- Une tension continue enclenche le relais QCC.

La fermeture des disjoncteurs alternatif DJ et continu DUR est assujettie au contrôle de la tension par les relais QCA et QCC. Ainsi donc, il n'est possible de fermer :

- Le disjoncteur alternatif DJ que si l'un des relais QCA s'est enclenché et que l'on a contrôlé que les commutateurs de tension occupent bien la position correspondante;
- Le disjoncteur continu DUR que si le relais QCC est enclenché, c.à.d. que l'on a préalablement vérifié que la tension était effectivement continue. Cela n'est cependant pas suffisant vu que la tension peut être de 1500 ou de 3000 V : une seconde vérification s'impose.

C'est ainsi que la fermeture du relais QCC ne permet en fait que la fermeture du sectionneur CTC qui accompagne le DUR. Une fois CTC fermé, on met sous tension les circuits des relais de potentiel RTN.

Si la tension est de 3 kV, le RTN 3 kV s'enclenche; il reste ouvert si la tension est de 1500 V. Si le JH2 est sur la position 1,5 kV, le contacteur 6 est fermé et les deux relais de potentiel sont alimentés; si la tension est de 1500 V, seul le RTN 1,5 kV s'enclenche; si la tension est de 3000 V, les deux RTN s'enclenchent.

Ce n'est qu'après que l'asservissement ait contrôlé la concordance entre le relais RTN enclenché et la position du commutateur de tension JH2 que le DUR a la possibilité de s'enclencher. On évite ainsi l'avarie qui consisterait à mettre sous la tension de 3000 V un équipement couplé pour 1500 V.

Des voltmètres mesurant la tension de la ligne caténaire dans chaque cabine de conduite : VC1 et VC2 en courant continu, VA1 et VA2 en courant alternatif, sont branchés avec le circuit de palpage.

18. Circuit auxiliaire propre au courant alternatif.

Comme nous l'avons vu plus haut, les selfs de lissage, les redresseurs et les radiateurs de circulation d'huile du transformateur sont ventilés par l'air aspiré par les groupes moteurs ventilateurs, qui ventilent en même temps les moteurs de traction.

Il reste, dans ces conditions, un seul circuit propre au courant alternatif : c'est le groupe moto-pompe qui fait circuler l'huile nécessaire au refroidissement du transformateur. Le moteur d'entraînement de la pompe est un moteur alternatif asynchrone alimenté par l'alternateur APH, entraîné par courroies par l'un des groupes moteur ventilateur des moteurs de traction.

19. Circuits d'asservissement basse tension.

A part le sectionneur de mise à la terre SMT et les sectionneurs SER1 et SER2 de mise hors service des redresseurs, qui sont manoeuvrés à la main, tous les autres appareils des circuits de traction et auxiliaires sont à commande électrique et électropneumatique.

Cette commande est assurée à distance par l'intermédiaire d'un faisceau de conducteurs électriques dont l'ensemble constitue le circuit d'asservissement de la locomotive. Ces câbles sont mis successivement sous tension dans un ordre convenable par des appareils disposés dans les cabines de conduite.

Ce faisceau de conducteurs permet la conduite de l'une ou l'autre des cabines de conduite. Les circuits basse tension sont alimentés par une batterie d'accumulateurs chargée par l'ensemble alternateur-redresseur et le régulateur statique. La tension nominale est de 72 V; l'équipement basse tension est conçu pour pouvoir fonctionner pour des tensions comprises entre 60 et 100 volts.

Dans chaque cabine de conduite est installée une boîte d'interrupteurs comportant :

- Des interrupteurs verrouillés pour la commande des pantographes, des disjoncteurs, des ventilateurs des moteurs de traction, des selfs de lissage et redresseurs, des compresseurs, du chauffage train, du système de démarrage JH, des glaces chauffantes et de l'Indusi;
- Des interrupteurs non verrouillés, pour la commande des phares, de l'éclairage des cabines, des appareils de mesure, des lampes de couloir, du compresseur-secours, du chauffage de la locomotive et de l'Indusi.

Il y a en plus :

- Un interrupteur de choix de couplage, à manoeuvrer par manette amovible, pour la commande des commutateurs de tension et de certaines positions spéciales.
- Un manipulateur pour la commande du sens de marche et de la vitesse.

D. Description de l'appareillage.

20. Pantographes.

Les locomotives série 16 sont équipées de trois pantographes. Le premier, côté cabine I, comporte un archet monopalette avec frotteurs en charbon pour capter le courant alternatif 15 kV. Le second, côté cabine I, comporte un archet bipalette avec frotteurs en cuivre et acier pour capter le courant continu. Le troisième, côté cabine II, comporte un archet monopalette avec frotteurs en acier pour capter le courant alternatif 25 kV.

Ils se distinguent des pantographes ordinaires par leur forme asymétrique qui les fait ressembler à des demi-pantographes. Ils sont néanmoins du type à abaissement automatique en cas d'insuffisance d'air.

Leur structure représentée sous une forme simplifiée se compose essentiellement (fig. 7) :

- 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;
- D'une ou de deux palettes fixées sur l'archet par l'intermédiaire de suspensions élastiques à ressorts.

Les trois pantographes étant branchés sur les mêmes barres de toiture sont tous isolés pour 25 kV; afin de réaliser des distances suffisantes d'isolement à la masse, les archets doivent être munis de cornes isolées.

Les cornes de l'archet du pantographe II (courant continu) sont en bois comprimé tandis que celles des pantographes I et III (courant alternatif) sont en tissu de verre aggloméré.

Les points d'articulation de tout le système sont pris 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.

Les pressions statiques au fil de contact sont réglées à : 9 kg pour le pantographe II (courant continu) et à 6,5 kg pour les pantographes I et III (courant alternatif).

Le poids d'un pantographe est de 264 kg.

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 de la ligne. Les boîtes à ressorts 5 permettent à l'archet de suivre les faibles dénivellations de la ligne.

Quand le cylindre du moteur est mis à l'atmosphère, le ressort de descente D, plus puissant que les ressorts de levage R, tire, 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.

La hauteur maximum de déplacement du pantographe à courant continu est limitée sur le réseau des N.S. par une butée qui réduit la course du piston; cette butée est asservie au commutateur de tension JH2 sur la position 1500 Volts.

Le dépassement de la position N.S. dans le cas d'un non-fonctionnement de la butée est signalé dans la cabine de conduite au moyen d'un signal sonore mis sous tension par une fin de course (F) actionnée par un levier J solidaire de la tige de piston.

Boîte à clapet, fig. 8.

Montée du pantographe.

Un clapet P, sous la pression d'un ressort R, réglable par la vis VR, obture la communication entre l'atmosphère et 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 P sur son siège. On voit donc que la vitesse de déplacement du piston et donc aussi de la levée du pantographe est conditionnée par le débit de l'orifice E.

Descente.

Quand l'électrovalve 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 de l'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 calibré E, vers le trou d'échappement de l'électrovalve désexcitée.

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 :

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

21. Disjoncteur ultra-rapide à courant continu.

Le DUR protège l'ensemble des circuits à haute tension, lorsque la locomotive fonctionne sur les réseaux à courant continu.

Il déclenche directement lorsqu'il est traversé par un courant de surcharge qui atteint sa valeur de réglage.

Il déclenche indirectement :

a) Lors du fonctionnement :

- d'un des relais de substitution Q72-1 et Q72-2 consécutif au fonctionnement des relais à maxima Q1 - Q2 - Q3 - Q4 des moteurs de traction, des relais QCHTC, Qch1-2 du chauffage train et cabines de conduite, des relais différentiels QD1 et QD2, du relais à maxima QC1-2 et du relais différentiel QDA, du relais de décel de survitesse RDS et des relais de vigilance Q47-1 et Q47-2;
- du relais de potentiel (RTN3 ou RTN1,5 suivant couplage);
- du dispositif de veille automatique;
- du freinage d'urgence provoqué par le robinet du mécanicien;

b) Lors de l'ouverture :

- des interrupteurs "Urgence", ou "pantographe" ou "disjoncteur";
- de l'interrupteur "choix de couplage";
- de l'un des disjoncteurs BT de protection d1 ou d15;

c) La valeur du courant de déclenchement du DUR est différente sur les réseaux 3 kV et 1,5 kV. Dans ce dernier cas, les équipements de traction et auxiliaires étant couplés en parallèle, les courants pris à la ligne caténaire sont doublés par rapport au couplage 3 kV; le réglage du DUR est donc augmenté sur le réseau 1,5 kV.

Le courant dans la bobine de maintien doit être augmenté; un relais est mis sous tension lorsque l'interrupteur de choix de couplage est placé sur 1,5 kV et court-circuite une partie des résistances mises en série avec la bobine de maintien.

En principe, le DUR est constitué par une armature mobile T portant un contact mobile C' et par une armature magnétique fixe A, sur laquelle sont enroulées deux bobines : (fig. 9)

- Une bobine de maintien M, alimentée à basse tension;
- Une bobine B, parcourue par le courant total du circuit à protéger (bobine de déclenchement).

L'enclenchement est réalisé au moyen d'une commande électropneumatique.

Le disjoncteur est normalement maintenu enclenché par l'action de la bobine M.

En cas de surintensité, la bobine B, en opposition avec la bobine M, annule l'action de celle-ci et permet au ressort R de déclencher le DUR.

Dans le circuit de la bobine M sont insérés les contacts des différents relais; le fonctionnement de ceux-ci coupe donc l'alimentation de la bobine de maintien 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 prises.

C'est pourquoi le contact mobile C' (fig. 10) est porté par un levier B, à faible inertie, pivotant autour de l'extrémité H de l'armature 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 enclenche ainsi le disjoncteur.

En alimentant la bobine M, l'armature mobile L est maintenue contre l'armature fixe.

Deux groupes de contacts auxiliaires ou d'interlocks (DUR1 et DUR2) 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 DUR2 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. 10a - 10b).

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' à quelques millimètres du contact fixe C; l'armature L est appliquée mécaniquement contre le noyau de la bobine de maintien (fig. 11).

L'un des interlocks DUR1, manoeuvré par le levier H, ferme à ce moment le circuit de la bobine de maintien, et l'armature L est maintenue par attraction magnétique contre le noyau de la bobine de maintien.

En lâchant le bouton-poussoir "réarmement", l'électrovalve d'enclenchement 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 et le DUR est fermé (fig. 12).

Le retour en arrière du levier Z a pour effet d'ouvrir les interlocks DUR2.

Dès que l'attraction de l'armature L due au flux produit par la bobine de maintien est annulée, soit parce que la bobine n'est plus alimentée, soit parce qu'à son flux s'oppose un flux antagoniste important produit par une surintensité dans la bobine série S (fig. 10), 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 I (fig. 12) qui dérive une partie du courant total traversant la barre; le même calibrage de la barre de disjonction permet ainsi d'étendre l'utilisation du DUR dans diverses plages de courant.

Stabilisateur de courant de maintien.

La valeur du courant HT, déterminant le déclenchement du DUR, dépend de l'intensité du courant BT dans la bobine de maintien. Ce courant varie avec la tension de batterie; de plus, la résistance de la bobine de maintien varie avec son échauffement. Le courant de maintien pourrait donc varier dans de larges mesures entraînant de larges variations du courant de déclenchement.

Le stabilisateur de courant de maintien remédie à cet inconvénient (fig. 13).

La bobine de maintien KD est en série avec 5 résistances R1, R2, R3, R4, R5 dans le couplage 3 kV; elle est en série avec 2 résistances R2 et R5 dans le couplage 1,5 kV, les résistances R1, R3, R4 étant court-circuitées par les contacts du relais CKD excité lorsque l'interrupteur de choix de couplage est placé sur 1,5 kV. La valeur de ces résistances est déterminée de manière à obtenir le courant voulu dans la bobine de maintien KD lorsque la tension de la batterie est maximum.

Les résistances R4 et R5 sont shuntées par une résistance R11 en série avec le transistor T3. La valeur de la résistance est telle que lorsque T3 est totalement conducteur (lorsque la batterie est à sa tension minimum) le courant de maintien conserve la valeur désirée.

La conductibilité du transistor T3 est contrôlée par le transistor T2, lui-même contrôlé par le transistor T1.

Le transistor T3 est pleinement passant lorsque le transistor T2 est pleinement passant; ce dernier est pleinement passant lorsque le T1 est complètement bloquant. T1 reste bloquant aussi longtemps que le point L' (356) base du transistor ne devient pas négatif par rapport à son émetteur K (350), c'est-à-dire aussi longtemps qu'il ne passe pas un courant suffisamment grand dans la branche KLP constituée d'une diode Zener en série avec les résistances R6 et R7.

Lorsque la tension de batterie augmente et que le courant de maintien passant par les résistances R2, R3 tend à augmenter, le potentiel entre les points K et P, c.à.d. entre les bornes 350 et 351 des résistances R2 et R3 du circuit principal, augmente. Il circule alors un courant dans la branche KLP tel que le point L devienne plus négatif qu'auparavant par rapport à K.

T1 devenant de plus en plus conducteur lorsque le potentiel entre K et L augmente, diminue de plus en plus la conductibilité du transistor T2; en effet, le potentiel de la base 372 de ce transistor augmente de plus en plus. En même temps, le transistor T3 voit sa base se polariser positivement par rapport à son émetteur (351) et devient de moins en moins conducteur.

Au fur et à mesure que la tension de batterie augmente, la portion de courant de maintien passant par T3 et R11 diminue progressivement.

En cas d'avarie au stabilisateur, il est possible de l'éliminer, par un interrupteur; celui-ci branche en même temps en série avec la bobine de maintien une résistance R12 calibrée pour donner la valeur maxima de courant de déclenchement du DUR. Dans ce cas, le courant de maintien n'est plus réglé.

22. Disjoncteur à courant alternatif 50 pér./sec. et 16 pér./sec.

Le disjoncteur DJ, du type DBTF (Brown-Boveri) protège l'ensemble des circuits à haute tension, lorsque la locomotive est en service sur les couplages C.A.

Il déclenche uniquement par manque de tension aux bornes de la bobine de maintien, dite bobine à minima tension. La désexcitation de cette bobine est produite :

a) Par le fonctionnement :

- d'un des relais de substitution Q72.1 et Q72.2 consécutif au fonctionnement des relais à maxima Q1, Q2, Q3 et Q4 des moteurs de traction, des relais QCHTA, Qchl-2 du chauffage train et cabine de conduite, des relais différentiels QD1 et QD2, du relais de décel de survitesse RDS, des relais de vigilance Q47-1 et Q47-2 et du relais différentiel QDA;
- des relais auxiliaires RCA de la détection de courant alternatif, faisant office de relais de potentiel;
- du relais auxiliaire CS de protection en courant alternatif (maxima de courant dans le primaire du transformateur et fonctionnement du relais différentiel QD1);
- d'une des protections des armoires à redresseurs signalant un court-circuit interne de 2 diodes ou externe, ou encore une absence de ventilation des cellules;
- du dispositif de veille automatique;
- du freinage d'urgence provoqué par le robinet du mécanicien;
- par intervention de l'Indusi via le relais RDS en 16 2/3 Hz seulement;
- du relais de potentiel (RCA 15 ou 25 suivant le couplage);

- du contact du relais pneumatique du DJ : RPDJ.

b) Lors de l'ouverture :

- des interrupteurs "Urgence" ou "Pantographe" ou "Disjoncteur";
- de l'interrupteur "choix de couplage" quittant l'une des positions alternatives;
- de l'un des disjoncteurs BT de protection dl ou dl5.

Description.

Le disjoncteur type DETF est un appareil électropneumatique à soufflage par air comprimé. Il se compose :

- du dispositif de coupure haute tension;
- du bloc de commande.

Dispositif de coupure haute tension.

Ce dispositif comprend (fig. 14) :

- Les contacts principaux fixe (76) et mobile (75) enfermés dans une chambre d'extinction. Lors d'une coupure, l'air comprimé est admis dans la chambre d'extinction au travers de l'isolateur creux (78-79). La tuyère (75) avec piston (14) est écartée du contact fixe (76) et comprime le ressort de rappel (10). L'arc qui jaillit à la séparation des contacts est violemment soufflé par l'air comprimé qui pénètre dans la tuyère du contact mobile. Les gaz de la coupure sont évacués à l'atmosphère par les orifices d'échappement (8). Un faible courant passe alors par la résistance (17) montée en parallèle avec les contacts (75-76);
- Le sectionneur (24) commandé par un servo-moteur pneumatique. Ce sectionneur s'ouvre "6/100" après les contacts principaux et coupe ainsi le courant résiduel de la résistance (17).

Après ouverture du sectionneur, les contacts principaux se referment sous l'action du ressort de rappel (10) du contact mobile. Le disjoncteur ouvert a donc toujours ses contacts de disjoncteur (75-76) refermés, l'alimentation des circuits étant interrompue uniquement par le sectionneur (24).

Bloc de commande.

Le bloc de commande comprend 2 dispositifs analogues (l'un pour l'enclenchement et l'autre pour le déclenchement), un servo-moteur, un arbre de remontage et un dispositif de blocage à minimum de pression.

a) Dispositif d'enclenchement et dispositif de déclenchement.

Chacun d'eux comporte une partie pneumatique et un mécanisme de commande :

- La partie pneumatique (fig. 15) comprend un clapet (87) et une soupape (88). Lorsque sous l'action du mécanisme de commande, le poussoir du clapet (87) est soulevé, l'air comprimé de la chambre (85) est admis sous la soupape principale (88) qui, en quittant son siège, alimente par un orifice de grande section, le dispositif de coupure ou le dispositif de fermeture;
- Le mécanisme de commande est constitué par un encliquetage schématisé à la fig. 15. Lorsque le mécanisme est armé, le levier (68) est maintenu par l'encliquetage comme l'indique cette figure.

Enclenchement (fig. 15).

Lorsqu'on excite l'électroaimant d'enclenchement (90), le déplacement du levier (89) entraîne le décrochage au point a du cliquet de retenue (62). Le levier 62B est libéré et pivote suivant la flèche. Le levier (68) rappelé par son ressort R vient frapper le poussoir du clapet (87). L'air est admis ensuite dans le servo-moteur d'enclenchement.

Déclenchement (fig. 16).

Lorsque l'alimentation de la bobine à minima tension (82) est coupée (soit volontairement, soit par l'action des relais de protection), l'armature (64) de cette bobine libérée vient frapper la rampe du cliquet (62), sous l'effet du ressort r, qui se déverrouille au point a. Le levier 62B est libéré et pivote suivant la flèche. Le levier (68) se trouve libéré et sous l'action de son ressort R de rappel soulève le poussoir du clapet (87) admettant ainsi l'air sous la soupape principale et, de là, au dispositif de coupure.

b) Servo-moteur (fig. 17).

Le servo-moteur est un cylindre à double chambre : dans la plus grande se meut le piston principal (49) et dans la plus petite se meut le piston amortisseur (45).

Enclenchement (fig. 17).

Lorsque l'air admis par le dispositif d'enclenchement arrive sur la face du piston (49) ce dernier se déplace vers la gauche. D'autre part, l'air comprimé est admis sur la face du piston amortisseur (45) par l'intermédiaire du clapet de retenue (46).

Lorsque l'épaulement (e) de la tige du piston atteint la tige creuse du piston amortisseur, ce dernier est entraîné dans le même sens que le premier. L'air emprisonné par le clapet de retenue (46) entre le piston amortisseur (45) et la paroi médiane, s'évacue par l'orifice calibré (0) pratiqué dans le piston amortisseur, réalisant ainsi l'amortissement à la fin de la fermeture du sectionneur.

La tige du piston entraîne la rotation de l'arbre de commande du sectionneur (36) dont la position aux extrémités de la course est fixée par un basculeur à ressort (40). L'arbre de commande du sectionneur (36) actionne les interlocks (34).

Déclenchement (fig. 18).

L'air admis par le dispositif de déclenchement commande une soupape à grand orifice (53). L'air du réservoir du disjoncteur alimente alors :

- D'une part, directement, la chambre de coupure par le canal (79) de l'isolateur creux;
- D'autre part, le servo-moteur de commande du sectionneur, par l'intermédiaire de la soupape à retardement (59). Le diaphragme (60) de cette soupape se soulève entraînant l'ouverture du clapet (61). L'air comprimé arrive ainsi sur la face du piston (49) opposée à la tige et, d'autre part, dans la chambre d'amortissement grâce au clapet de retenue (43). Le piston (49) se déplace vers la droite tandis que le piston amortisseur (45) est maintenu contre la paroi médiane jusqu'au moment où il est entraîné par le piston principal butant contre la tige creuse. L'air contenu dans la chambre d'amortissement passe alors par le trou calibré (0) du piston amortisseur assurant ainsi l'amortissement du sectionneur en fin de course d'ouverture. C'est la soupape à retardement (59) qui assure la manoeuvre successive, dans le temps du contact de disjonction (75) et du sectionneur (24).

c) Arbre de remontage (fig. 18bis).

Après un fonctionnement du disjoncteur et en vue d'un fonctionnement ultérieur, il faut réarmer le dispositif d'encliquetage. Ce réarmement est réalisé par l'arbre de remontage (132), portant deux cames (65 et 91) décalées de 90° l'une par rapport à l'autre. Cet arbre est entraîné par un maneton (35) de l'arbre de commande (36) du sectionneur.

Le réarmement des cliquets s'opère donc par le mouvement du sectionneur qui suit l'ordre d'enclenchement ou l'ordre de déclenchement (fig. 15 et 16).

Au cours du réencliquetage, le levier de commande de soupape (68) est entraîné par les leviers 62 B qui reprennent leur position sous la commande des cames et cesse ainsi d'agir sur le poussoir du clapet de la soupape, du dispositif de déclenchement ou d'enclenchement coupant ainsi l'arrivée d'air.

d) Dispositif de blocage à minimum de pression (fig. 15 et 16).

Un dispositif à membrane raccordé sur le réservoir du DJ entraîne 2 arbres de verrouillage (69 et 71). Par manque de pression :

- à l'enclenchement, voir fig. 15. L'arbre 69 commande un poussoir, lequel lève le levier 89 qui ne peut dès lors plus accrocher le cliquet 62. Toute impulsion de l'électro-aimant 90 est donc inopérante et le DJ est bloqué à l'enclenchement;
- au déclenchement, voir fig. 16. L'arbre 71 pivote et vient maintenir l'armature 64. Si l'alimentation de la bobine minima de tension 82 est interrompue, l'armature 64 ne peut se déplacer. Le DJ est bloqué au déclenchement.

Ces blocages ont pour but de mettre le DJ à l'abri d'une destruction inévitable, si la pression d'air comprimé était insuffisante pour souffler l'arc apparaissant entre les contacts au moment de la coupure (article 22, Dispositif de coupure haute tension).

Le réglage est tel que l'enclenchement est impossible pour une pression inférieure à 5 kg/cm², tandis que le déclenchement par contre est impossible pour une pression inférieure à 4,5 kg/cm².

23. Borne condensateur.

A la sortie du disjoncteur DJ, la tension alternative est amenée au transformateur au travers de la borne condensateur. Celle-ci est conçue de façon à permettre un raccordement entre deux points susceptibles de se déplacer relativement l'un par rapport à l'autre d'une faible distance, pendant la marche de la locomotive. D'autre part, sa partie condensateur réalise une répartition uniforme du champ électrique autour du conducteur.

Elle est constituée de 3 parties (fig. 19) :

- La partie fixe qui s'adapte au toit de la locomotive est formée de l'isolateur de toiture (1) et du tube central (2) au centre desquels est logée la tige de raccordement (3). Le tube central est constitué de papier bakélinisé, de soie de verre et d'araldite;
- La partie mobile, qui s'adapte sur le transformateur et qui comprend : le dispositif de raccordement (4) et le tube extérieur (5).

Ce tube extérieur qui peut coulisser sur le tube central (2) est constitué de papier bakélinisé, de fibre de verre d'araldite. Des feuilles de papier d'argent sont enroulées entre les différentes couches de papier bakélinisé, de façon à former un véritable tube condensateur. Entre le tube central (2) et le tube extérieur (5), un joint de caoutchouc (6) assure l'étanchéité, tout en permettant une certaine souplesse du dispositif;

- La connexion souple en cuivre (8) raccordée d'une part à la tige de raccordement (3) et au dispositif (4) qui reçoit la connexion du transformateur. Cette connexion est protégée par le canon isolant (7). Ce canon baigne dans l'huile du transformateur de façon à empêcher l'entrée d'humidité dans celui-ci.

24. Transformateur.

Le transformateur principal (fig. 20) est du type imbriqué SHELL. C'est un transformateur monophasé d'une puissance nominale de 3310 kVA (chauffage train non compris).

Le primaire est raccordé à la sortie du disjoncteur DJ par l'intermédiaire de la borne condensateur, l'autre extrémité de l'enroulement étant raccordée à la terre TT (châssis de la locomotive).

Du côté secondaire, il y a (fig. 21) :

- Deux enroulements de traction avec prise intermédiaire (pour 25 kV primaire). La tension à vide est de 1950 V;
- Un talon sur l'enroulement primaire alimente le chauffage train, la tension à vide est de 1461 V pour 25 kV primaire et 1000 V pour 15 kV primaire.

(Le circuit du chauffage train ne peut être établi que si la pompe à huile est mise en service).

Les enroulements du transformateur sont constitués par des bobines rectangulaires ou galettes disposées verticalement et dont les groupes sont alternés (HT et BT) en un ensemble dont l'axe est horizontal. Ces galettes sont constituées de conducteurs en cuivre méplat, guipés au papier, et enroulés sur champ.

Des intercalaires isolants sont placés entre les différentes galettes.

Les tôles constituant le circuit magnétique sont empilées horizontalement les unes sur les autres, directement autour des enroulements. L'ensemble est calé par la forme appropriée de la cuve.

Le refroidissement du transformateur est assuré par une circulation d'huile entre les différentes galettes. Cette circulation d'huile est obtenue grâce à une pompe à huile actionnée par un moteur triphasé. La pompe à huile aspire l'huile à la partie supérieure de la cuve au travers d'un réfrigérant ventilé et la refoule à la partie inférieure de cette cuve. Une avarie au circuit de refroidissement de l'huile du transformateur est renseignée par l'allumage d'une lampe de signalisation. Celle-ci éclaire lorsque la température de l'huile dépasse la valeur de réglage du thermomètre ou du manoccontact ou par l'indicateur du niveau d'huile.

25. Redresseurs au silicium.

25.1. Généralités.

Pour la conversion du courant alternatif en courant continu, on a utilisé des redresseurs au Silicium dont les avantages essentiels sont les suivants :

- Ils permettent de réduire très sensiblement le poids et l'encombrement de la partie conversion de courant;
- Ils conservent leurs caractéristiques redresseuses dans une gamme étendue de température;
- Ils se contentent d'un circuit de refroidissement rudimentaire constitué par un simple débit d'air.

Il ne peut être question dans le cadre de la présente brochure, d'entrer dans le détail du semi-conducteur au silicium. La théorie et la mise en oeuvre de cette technique est entièrement nouvelle.

Qu'il suffise de savoir que l'élément actif, la pastille de silicium se présente comme une pièce de 1 franc. Cette pastille est du silicium (élément extrêmement répandu dans la nature) purifié à l'échelle atomique à raison de 1 atome d'impuretés seulement pour 1 milliard d'atomes de silicium. Dans ce silicium ainsi purifié, on injecte alors des atomes d'antimoine ou d'indium, généralement dans la proportion de 1 atome étranger par 100 000 atomes de silicium. Cette pastille (fig. 22) est ensuite introduite dans une douille et y est soudée au fond par une de ses faces. Cette face et la douille constituent l'un des pôles du redresseur; l'autre face constitue l'autre pôle et est soudée à une connexion souple qui traverse la douille au travers d'un scellement isolant.

L'appareil ainsi constitué, généralement appelé cellule redresseuse au silicium, constitue un redresseur, c'est-à-dire en quelque sorte une soupape, qui laisse passer le courant dans un sens et pas dans l'autre.

En d'autres termes :

- Dans le sens passant, l'appareil présente une faible résistance et le courant peut y passer;
- Dans le sens non passant, l'appareil présente une très grande résistance et le courant n'y passe pas.

Dans le sens passant, le passage du courant va engendrer un échauffement de la pastille. Vu les faibles dimensions de celle-ci et par là son manque total d'inertie thermique, il faut prendre des dispositions spéciales sous peine de voir la pastille atteindre des températures exagérées et le redresseur détruit. C'est pourquoi un radiateur est fixé à la douille.

Il doit évidemment y avoir contact intime entre pastille, douille et radiateur pour que la chaleur dégagée dans la pastille se transmette par conductibilité au radiateur. Le radiateur est alors ventilé par l'air produit par un ventilateur faisant partie du complexe ventilateurs des moteurs de traction, self de lissage et redresseurs.

En cas de non-fonctionnement de cette ventilation forcée, il ne subsiste que la ventilation naturelle qui est nettement insuffisante que pour assurer un bon refroidissement : le redresseur prendrait rapidement des températures exagérées; c'est pourquoi les circuits de la locomotive sont prévus de façon à déclencher le disjoncteur en cas de manque de ventilation des redresseurs.

4 locomotives sont équipées de redresseurs au silicium type Siemens (160.001 à 160.004).

4 locomotives sont équipées de redresseurs au silicium type A.C.E.C. (160.021 à 160.024).

25.2. Détermination du nombre de cellules redresseuses.

Deux éléments interviennent pour fixer le nombre de cellules redresseuses; ce sont :

- La valeur de la tension à produire du côté continu;
- La valeur du courant à débiter du côté continu.

25.2.1. Calcul des cellules nécessaires pour la tension.

Nous avons vu qu'en courant alternatif, les équipements sont couplés comme pour le 1500 V continu. Pour avoir la même puissance en alternatif et en continu, il faudra donc s'arranger pour que, en courant alternatif, la tension U_{cc} du côté continu soit de 1500 V.

La théorie des redresseurs en électricité enseigne que dans le montage en pont de Grätz (fig. 23) la tension continue U_{cc} et la tension efficace aux bornes du secondaire du transformateur U_{2eff} sont liées par la relation $U_{eff} = 1,11 U_{cc}$

Pour une tension efficace donnée, la tension continue donnée par la formule ci-dessus doit être diminuée en charge des chutes de tension dans les redresseurs. Dans le cas de la présente locomotive, les calculs ont été conduits pour que la tension continue soit égale à 1500 V lorsque le courant débité est égal au courant du régime continu. Dans ces conditions, la tension efficace du secondaire du transformateur à vide $U_{2 eff} = 1950$ Volts.

Considérons la fig. 23a par exemple : le courant y passe comme indiqué; la résistance des redresseurs dans le sens passant étant très faible, il s'ensuit que les potentiels des points C et B sont pratiquement égaux; il en résulte que la tension totale $U_{2 eff}$ est appliquée entre les bornes A et C.

On pourrait faire le même raisonnement pour les bornes D et B.

L'ensemble des redresseurs compris entre A et C est donc soumis à la tension $U_{2 eff}$ soit à une tension maxima de $U_{2 eff} \times \sqrt{2}$.

Or, nous avons dit plus haut qu'une cellule redresseuse présentait une résistance extrêmement grande dans le sens non passant.

Cela n'est vrai que jusqu'à une certaine tension.

Autrement dit, si nous soumettons une cellule redresseuse dans le sens non passant à une tension (tension inverse, comme on l'appelle) croissante, on observe des courants extrêmement faibles, pratiquement nuls, et ce, jusqu'à une certaine valeur de la tension inverse.

Pour une valeur, appelée tension de claquage, le courant inverse devient brusquement considérable : la cellule est alors claquée : elle est détruite, elle a perdu son caractère redresseur, elle est devenue passante dans les 2 sens, donc impropre à l'usage.

Il faut donc se garder de solliciter les cellules redresseuses au-delà d'une certaine tension sous peine de les détruire.

Dans une application pratique, on peut difficilement prendre cette tension comme base du calcul vu qu'à côté des éléments connus (tels que les tensions nominales) existent des éléments assez mal définis tels que les valeurs des surtensions dont la ligne de contact est le siège.

C'est la raison pour laquelle cette tension inverse est affectée d'un coefficient de sécurité; celui-ci tient également compte de la confiance plus ou moins grande du constructeur en ses cellules. Si la valeur de la tension appliquée exige de mettre plusieurs cellules en série, il est nécessaire de faire intervenir un second coefficient de sécurité pour tenir compte d'une éventuelle répartition inégale des tensions de claquage des différentes cellules mises en série.

La tension maximum au secondaire du transformateur, donc aux bornes d'une branche bloquée du pont est de $U_2 \text{ eff} \times \sqrt{2} = 1950 \times \sqrt{2}$ et ce, pour la tension nominale de la caténaire.

Les normes internationales autorisent dans le système d'électrification à courant alternatif une majoration de 10 % de la tension nominale; pour plus de sécurité, on a pris 15 %.

Dans ce cas, la tension la plus élevée pouvant être atteinte aux bornes du secondaire du transformateur est donc de :
 $1950 \times \sqrt{2} \times 1,15 = 3\ 170 \text{ V.}$

Nombre de cellules Siemens

Aux essais les cellules ont été soumises individuellement à une tension inverse maximum de 1400 V

Nombre de cellules A.C.E.C.

Aux essais les cellules ont été soumises individuellement à une tension inverse maximum de 1200 V.

On prend un coefficient de sécurité de 2 pour cellule travaillant seule. La tension inverse maximum admissible est donc de :

$$\frac{1400}{2} = 700 \text{ V}$$

$$\frac{1200}{2} = 600 \text{ V}$$

S'il y a plusieurs cellules en série, on prend seulement les 90 % de cette tension, soit :

$$700 \times 0,9 = 630 \text{ V}$$

$$600 \times 0,9 = 540 \text{ V.}$$

Nombre total de cellules en série dans une branche du pont :

$$\frac{3\ 170}{630} = 5$$

soit 5 cellules en série

$$\frac{3\ 170}{540} = 5,9$$

soit 6 cellules en série.

Le coefficient de sécurité est donc de

$$\frac{1\ 400}{\frac{3\ 170}{5}} = 2,2$$

$$\frac{1\ 200}{\frac{3\ 170}{6}} = 2,28$$

L'ensemble redresseur peut donc fonctionner dans ces conditions. Toutefois, comme on le verra plus loin, on a voulu qu'en cas de claquage d'une cellule, la locomotive puisse continuer son service sans restrictions, d'où la nécessité de majorer d'une unité les cellules en série.

Chaque branche du pont comporte donc en série :

6 cellules,

7 cellules,

ce qui lui donne, en service normal, un coefficient de sécurité de :

$$\frac{1\ 400}{\frac{3\ 170}{6}} = 2,65$$

$$\frac{1\ 200}{\frac{3\ 170}{7}} = 2,65$$

25.2.2. Calcul des cellules nécessaires pour le courant.

Calcul au courant de régime.

Un courant variable traverse chaque branche du pont pendant une demi-période $\frac{T}{2}$, avons-nous vu. Si le circuit transformateur-redresseur était purement résistif, ce courant serait l'image de la tension (fig. 23a) et le courant serait très fortement ondulé.

Le courant ondulé aurait une valeur moyenne, définie sur la fig. 23a par :

Surface du rectangle ayant comme hauteur I moyen moteur et comme base la période entière = Surface des deux demi-sinusoïdes hachurées.

Le courant moyen par élément redresseur aurait une valeur, définie sur la figure 23a par :

Surface du rectangle ayant comme hauteur le courant moyen par élément redresseur et comme base la période entière = Surface hachurée de la demi-sinusoïde considérée.

$$D'où I \text{ moyen par élément redresseur} = \frac{I \text{ moyen moteur}}{2}.$$

En fait, le courant est déformé par la présence du moteur, de la self propre du circuit redresseur-moteur et de la self de lissage que l'on ajoute dans ce circuit pour réduire l'ondulation du courant. Sans entrer dans le détail, nous dirons que le courant a finalement la forme représentée à la fig. 23b.

Si la self totale est suffisante, et la construction est dimensionnée pour qu'il en soit ainsi en traction, on pourrait montrer que du point de vue échauffement, tout se passe comme si le courant efficace traversant le transformateur et le courant redressé moyen étaient égaux.

Chaque cellule est capable de supporter un certain I moyen.

Si le courant absorbé dépasse cette valeur, il faut mettre plusieurs cellules en parallèle.

Vu le manque total d'inertie thermique de la cellule, il faut évidemment faire le calcul en partant du courant instantané maximum que la locomotive est susceptible de prendre dans les conditions les plus défavorables.

Ce courant calculé pour une armoire redresseuse est de 1755 A et comprend :

- Le courant de démarrage maximum des moteurs de traction;
- Le courant nécessaire à la marche des 2 groupes moteurs-ventilateurs des moteurs de traction;
- Le courant de démarrage du groupe moteur compresseur;
- Le courant de chauffage des cabines de conduite.

Pendant une demi-période, chaque branche du pont débite donc dans les conditions les plus défavorables un courant de 1755 A.

Nombre de cellules Siemens.

Pendant une période, une cellule Siemens isolée peut supporter un courant moyen = 210 A soit un courant de 420 A pendant la demi-période seule.

Nombre de cellules A.C.E.C.

Pendant une période, une cellule A.C.E.C. isolée peut supporter un courant moyen = 240 A, soit un courant de 480 A pendant la demi-période seule.

Si plusieurs cellules sont branchées en parallèle, un coefficient de sécurité de 0,85 intervient pour tenir compte d'inégales répartitions de charge.

Nombre total de cellules en parallèle dans une branche du pont :

$$\frac{1755}{420 \times 0,85} = 4,9$$

$$\frac{1755}{480 \times 0,85} = 4,3$$

Calcul au courant de court-circuit.

En cas de court-circuit, les redresseurs sont durement sollicités vu leur manque d'inertie.

Une première méthode (celle utilisée dans les locomotives tricourant (série 15)) consiste à prévoir une installation spéciale : "le court-circuiteur" dont le rôle est de reporter le court-circuit en amont des redresseurs en un temps extrêmement court; de ce fait, les cellules n'ont pas à souffrir du court-circuit et dans ce cas le nombre de cellules en parallèle déterminé ci-dessus serait le nombre à placer effectivement.

Une seconde méthode (celle utilisée dans les locomotives quadricourant (série 16)) consiste à ne rien prévoir de spécial; dans ce cas, c'est le disjoncteur de la locomotive qui va interrompre le court-circuit suivant les règles habituelles. Mais l'ouverture du disjoncteur prend un certain temps pendant lequel les cellules doivent supporter le courant de court-circuit.

Connaissant :

- Le temps nécessaire au disjoncteur pour s'ouvrir,
- Le courant de court-circuit,
- La courbe de surcharge des cellules utilisées,

on peut déterminer le nombre de cellules à mettre en parallèle pour résister au courant de court-circuit sans dommages.

Ce calcul est extrêmement complexe et sortirait du cadre de la présente brochure.

Ce calcul a conduit à l'obligation d'avoir 6 cellules en parallèle, aussi bien chez Siemens que chez A.C.E.C.

Au total, il y a donc :

Nombre de cellules par branche du pont	Siemens	A.C.E.C.
Série	6	7
Parallèle	6	6
Total	36	42
Nombre de cellules par pont	144	168
Nombre de cellules par locomotive	288	336

25.3. Montage des cellules.

Nous venons de déterminer le nombre de cellules à prévoir en série et en parallèle dans chacune des branches du pont. Ces groupements série-parallèle sont complétés par des dispositions permettant de parer aux surtensions de commutation et de répartir ces tensions.

25.3.1. Surtension de commutation.

La fig. 23 nous a montré que, dans une même branche de redresseur, le courant passe pendant une demi-période $\frac{T}{2}$ et cesse de passer pendant une autre demi-période $\frac{T}{2}$.

Cette brusque interruption de courant engendre, suivant les règles générales de l'électricité, une surtension. De ce fait, la tension inverse nominale qui existerait est majorée de la valeur de cette surtension.

Si on n'adoptait pas de dispositions spéciales, il faudrait multiplier le nombre de cellules en série pour pouvoir résister à ces surtensions.

Pour réduire et amortir ces surtensions, on monte en parallèle sur les cellules, un circuit résistance + capacité.

25.3.2. Répartition de tension.

Les cellules redresseuses ont des caractéristiques légèrement différentes; il en résulte que la tension inverse totale pourrait être inégalement répartie entre cellules en série.

Pour parer à cet inconvénient, on monte en parallèle sur les cellules, des résistances ou des groupes résistance-capacité destinés à équilibrer ces tensions.

25.3.3. Montage.

Compte tenu des dispositifs de surtension et de répartition de tension, l'ensemble d'un pont redresseur se présente comme indiqué fig. 24.

Ces ensembles sont alors répartis de façon analogue chez les 2 constructeurs.

La totalité des cellules d'un pont redresseur est installée dans une armoire divisée en 4 quarts (fig. 25).

Chaque quart comprend les cellules d'une branche du pont. L'un des ventilateurs du groupe moteur ventilateurs des moteurs de traction aspire à travers le redresseur l'air extérieur.

Les cellules sont réparties dans l'armoire de manière que les cellules réunies en série soient situées sur une même horizontale.

Cette technique permet d'assurer une meilleure répartition des tensions entre les cellules mises en série, il faut que ces dernières se trouvent à la même température, ce que la disposition Siemens garantit.

25.3.4. Protection des cellules contre les surtensions transmises par le secondaire du transformateur.

Des surtensions apparaissent aux bornes des armoires à redresseurs :

- Lors de la fermeture et de l'ouverture du disjoncteur de la locomotive;
- Lorsqu'une onde mobile due à l'enclenchement ou au déclenchement de disjoncteurs de sous-stations ou encore d'origine atmosphérique arrive sur le primaire du transformateur.

Pour amortir ces surtensions, on a placé :

- Un parafoudre PFT entre barre H.T. de la toiture et la terre;
- Entre bornes de chaque enroulement secondaire "traction" du transformateur un ensemble résistance-capacité;
- Entre chaque borne de chaque secondaire traction et la terre un ensemble résistance-capacité.

26. Moteurs de traction.

Les 4 moteurs de traction sont du type série et sont placés dans les bogies et entraînent chacun un essieu.

Ils possèdent 4 pôles principaux et 4 pôles auxiliaires de commutation.

Pour remédier aux conséquences néfastes du courant ondulé lors de leur utilisation sur les réseaux alternatifs, les dispositions suivantes ont été prises :

- Masses feuilletées des pôles principaux;
- Entrefer progressif aux pôles principaux (il est minimum dans l'axe du pôle);
- Insertion dans le circuit de chaque groupe de 2 moteurs d'une self de lissage.

Les caractéristiques du moteur sous 1500 volts (définies à 21 % de shuntage) sont :

Régime unihoraire.

Puissance : 945 ch.

Courant : 490 amp.

Vitesse : 1305 tours/minute.

Vitesse correspondante de la locomotive (roues mi-usées) : 89,5 km/h.

Régime continu.

Puissance : 890 ch.

Courant : 470 amp.

Vitesse : 1325 tours/minute.

Vitesse correspondante de la locomotive (roues mi-usées) : 91 km/h.

Les inducteurs peuvent être shuntés à 28,5, 47, 56 et 62,5 %. Les courbes 160/F.02.02.1.11 et 160/F.02.02.1.12 représentent les caractéristiques de la locomotive dans le cas où les roues sont mi-usées (diamètre 1205 mm).

Les caractéristiques "vitesse-courant" sont légèrement différentes en couplage alternatif du fait que la tension aux bornes des moteurs varie avec le courant absorbé (influence des impédances du transfo et self de lissage et de la chute de tension dans les redresseurs).

Les courbes 160/F.02.01.1.11 à 160/F.02.01.1.16 représentent respectivement les caractéristiques de démarrage et de shuntage de la locomotive dans les différents couplages.

L'isolement des moteurs est de la classe H aussi bien pour les induits que pour les électros.

27. Self de lissage et shunt inductif.

La self de lissage (fig. 26) est constituée de deux noyaux magnétiques feuilletés (1) sur lesquels sont placées 4 bobines, 2 à 2, concentriques et connectées en série (2 et 3). Les bobines sont façonnées de barre d'aluminium isolé. Les différentes spires sont isolées entre elles sur champ par des intercalaires.

Les bobines sont séparées par des réglettes isolantes (5) ménageant entre bobines un conduit de ventilation (6) de façon à permettre un refroidissement des bobines par les faces latérales des spires. Le circuit magnétique se ferme dans l'air.

Le caisson renfermant la self est ventilé par le groupe moteur ventilateur.

Les selfs de lissage dont la présence n'est justifiable qu'en courant ondulé, c'est-à-dire sur le réseau alternatif sont maintenues en service sur les réseaux "continu".

Les moteurs ainsi protégés par la self de lissage supportent mieux les phénomènes transitoires et cela permet ainsi de réduire le poids des shunts inductifs.

Le shuntage des pôles principaux de chaque moteur de traction est réalisé par des résistances en série avec un shunt inductif. Chaque shunt est constitué d'un noyau magnétique feuilleté sur lequel est calée une bobine. Les 4 shunts sont réunis sur une même charpente. Le circuit magnétique se ferme dans l'air et l'ensemble est à ventilation naturelle.

28. Résistances de démarrage.

Les résistances de démarrage sont constituées par des grilles en tôle inoxydable (acier au Nickel-Chrome) groupées en 20 caisses.

Les caisses montées sur des isolateurs sont disposées sur 2 rangées superposées.

Six ventilateurs hélicoïdes soufflent de haut en bas en travers des paquets de grilles : l'air de refroidissement est aspiré au travers de ventelles sans filtre ménagées dans le long-pan de la caisse et évacué sous la locomotive par l'ouverture prévue sous le compartiment des résistances.

Les moteurs des ventilateurs sont du type série 55 V - 50 A - 2900 tr/min, et sont connectés en parallèle dans le circuit de traction; leur vitesse croît automatiquement avec l'intensité qui les traverse, donc avec l'intensité qui traverse les résistances de démarrage.

De ce fait, le débit de ces ventilateurs s'adapte automatiquement à la puissance à dissiper dans les résistances de démarrage.

En traction, une fois les résistances de démarrage éliminées, les ventilateurs ne s'arrêtent pas afin d'évacuer les calories emmagasinées dans le rhéostat pendant le démarrage.

29. Manipulateur et interrupteur de choix de couplage.

Le manipulateur installé dans chaque cabine de conduite comporte (fig. 27) :

- Une manette de sens de marche;
- Une manette de vitesse;
- Une manette de réglage d'effort;
- Une manette de choix de couplage.

Ces organes seront verrouillés mécaniquement entre eux afin d'éviter les fausses manoeuvres, sauf la manette de choix de couplage et la manette de réglage de l'effort.

La manette de vitesses se présente sous la forme d'un volant tronqué; elle fixe la position finale que l'équipement doit atteindre automatiquement.

Elle peut occuper 14 positions :

- 0 : arrêt;
- 1-2-3 : manoeuvre;
- 4 : série plein champ;
- 5-6-7-8 : série shunté;
- 9 : parallèle plein champ;
- 10-11-12-13 : parallèle shunté.

Une butée effaçable empêche d'atteindre directement les positions "shunté"; pour les atteindre, il faut effacer la butée lorsque le manipulateur est sur la position série ou parallèle à l'aide du bouton-poussoir placé sur le couvercle du manipulateur.

La manette de sens de marche possède 3 positions : AV, 0, AR.

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.

Le réglage de l'effort de démarrage s'obtient par une alimentation à tension variable (par l'intermédiaire d'un rhéostat manoeuvré par la manette d'effort) de la bobine de réglage des relais d'accélération.

Dans la position 0, la manette d'effort suspend l'action du relais d'accélération et arrête la progression.

La manette d'effort permet un réglage de 5 tonnes à 18 tonnes de l'effort de démarrage. Toutefois, il est possible d'obtenir un effort de démarrage de 20 t, en poussant la manette d'effort au-delà de la butée à ressort prévue en fin de course de cette manette. En cessant la pression sur cette butée, la manette revient automatiquement à l'effort de 18 tonnes.

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

- a) La manette de sens de marche doit être sur une position de marche (AV ou AR) pour que l'on puisse manoeuvrer la manette de vitesses.

Pour que la manette de sens de marche puisse être ramenée en position 0, la manette vitesses doit se trouver en position 0.

Il n'existe aucun verrouillage entre la manette d'effort et la manette de vitesses;

- b) La position de la manette de vitesses détermine la position finale de marche de l'équipement, en progression comme en régression.

L'équipement se trouve donc toujours sur la position indiquée par la manette de vitesses, quelles que soient les manoeuvres préalables.

Le démarrage progresse jusqu'à la position finale déterminée par la manette de vitesses, à effort constant, fixé par la position de la manette d'effort.

Pour accélérer la cadence de passage des crans en augmentant l'effort de traction, il faut tirer davantage sur la boule.

Pour ralentir la cadence, il faut pousser la boule.

Pour arrêter la cadence de progression du démarrage, il faut ramener la manette d'effort à 0.

Il est ainsi possible de réaliser un démarrage manuel, cran par cran, jusqu'à la position finale donnée par la manette de vitesses, en agissant uniquement sur la manette d'effort.

Pour provoquer la régression et diminuer instantanément l'effort de traction, il faut appuyer verticalement sur la boule de la manette d'effort.

L'équipement régresse aussi longtemps qu'on appuie sur la boule : la position la plus extrême qu'il est possible d'atteindre par cette manoeuvre est le premier cran série plein champ. (cran 1 du JH1).

La manette du choix de couplage (fig. 28), installée sur chaque pupitre de conduite, commande la position du commutateur JH2. Elle comporte 7 positions.

Elles sont figurées à la fig. n° 28.

Chacune de ces positions fait occuper au JH2 la position adéquate pour réaliser les couplages des moteurs de traction, des redresseurs et des services auxiliaires compatibles avec la tension d'alimentation de la caténaire.

30. Contacteurs haute tension.

Les contacteurs des circuits de puissance sont de 2 types.

A. Contacteurs commandés par arbre à cames.

Quoique de légères différences existent d'un type de contacteur à l'autre, ils s'inspirent tous du principe décrit ci-dessous.

Un contacteur comporte (fig. 29) :

- Un contact fixe en cuivre (1) fixé par vis sur un support en bronze;
- Un contact mobile en cuivre (2) tourillonnant sur la rotule (3) d'un support en bronze.

Le contact mobile porte un pivot (4) avec tige (5) recevant un ressort (6) qui assure la fermeture et un galet (7) qui, actionné par la came (8) provoque la fermeture.

Les contacts fixes et mobiles en cuivre sont garnis à leur point de contact d'une pastille en argent (9) qui constitue la pièce d'usure et de remplacement.

Les contacts sont enfermés dans une boîte de soufflage mobile (10); l'arc est étouffé par des chicanes dans la boîte.

Le soufflage est réalisé de la manière classique : bobine sur circuit magnétique (12).

Selon sa forme, la came peut :

- Pousser le galet (7), faire tourner le balancier (11) et le contact mobile (2) qui lui est solidaire autour de la rotule (3), ouvrant ainsi le contact en comprimant le ressort (5);
- Faire tourner le balancier (11) sous l'action du ressort (6); le contact mobile (2) tourne autour de sa rotule (3); le galet rentre dans une encoche de la came et le contacteur se ferme.

On distingue les différents contacteurs suivants :

a) Commandés par l'arbre à cames JH1 :

10 contacteurs de couplage A1 B1 C1 D1 E1 - A2 B2 C2 D2 E2

28 contacteurs de résistancel0 à 16 - 20 à 26 - 30 à 36 - 40 à 46;

b) Commandés par l'arbre à cames JH2 :

28 contacteurs de commutation et d'élimination des moteurs de traction et des redresseurs :

90 à 96 - 90' à 96'

50 à 53 - 60 à 62 - 70 à 72 - 80 à 83;

8 contacteurs de commutation des services auxiliaires :
0 à 7;

c) Commandés par l'arbre à cames JH3 :

12 contacteurs de shuntage :

S11 à S14

S21 à S24

S31 à S34

B. Contacteurs électropneumatiques de chauffage.

Ce type de contacteur fonctionne comme suit (fig. 30) :

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 (19) assurant la pression des contacts.

Lorsque l'électrovalve (1) est désexcitée, 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) entraîne un blochet isolant (16) sur lequel sont serties des touches de contact en cuivre : le déplacement de ce blochet devant les doigts de contact (17) permet d'assurer certains verrouillages du circuit d'asservissement.

Appartiennent à ce type de contacteur les 2 contacteurs d'alimentation en courant continu du circuit de chauffage du train.

Les deux contacteurs d'alimentation du chauffage train en courant alternatif fonctionnent suivant le même principe mais leur construction diffère en ce qui concerne le soufflage : il n'y a pas de flasques magnétiques et la bobine de soufflage est d'un encombrement plus important; elle est divisée en 2 bobines placées de part et d'autre de la boîte de soufflage.

31. Commutateur 15-25 kV.

Description (fig. 31).

Le commutateur 15-25 kV est un appareil à commande électropneumatique. Il comporte :

- 2 électrovalves 15 et 25 kV d'admission de l'air comprimé dans le cylindre C;
- Dans le cylindre C se meut un piston dont l'axe porte une crémaillère qui actionne un secteur D;
- Le secteur entraîne un tambour isolant T sur lequel sont montés des segments en cuivre se déplaçant devant des contacts fixes F;
- Un dispositif de positionnement M complète l'appareil ainsi qu'une poignée p pour la commande manuelle.

Fonctionnement.

L'air admis par l'une des électrovalves 15 (ou 25 kV) déplace le double piston vers la gauche (ou la droite), celui-ci entraînant le tambour réalise les connexions désirées. Les deux électrovalves ne sont jamais commandées simultanément, grâce aux verrouillages électriques. De plus, les circuits HT ne sont pas franchement établis si le commutateur occupe une position intermédiaire; ils ne le sont qu'au moment où le positionnement M est bien engagé.

32. Mécanisme moteur de l'arbre à cames.

L'arbre à cames en acier est monté sur paliers à roulements à billes à ses deux bouts. Il est supporté en outre par plusieurs paliers intermédiaires en tissu bakélinisé. Les cames sont en tissu bakélinisé.

Un plateau (1), portant une couronne dans laquelle sont taillées autant de rainures radiales équidistantes que l'arbre à cames comporte de crans, est calé en bout d'arbre (fig. 32).

Vis-à-vis de ce plateau est placé un servo-moteur électrique (3) dont l'arbre porte une manivelle (4). Le bouton de la manivelle porte à son tour un galet (5) qui s'engage tangentiellement dans les rainures du plateau; il actionne également, par une bielle (6) un second galet (8) assurant le verrouillage du plateau.

Quand le servo-moteur fait un tour, le plateau est saisi par le galet de la manivelle et déverrouillé par la bielle (fig. 33), entraîné d'une dent (fig. 34), reverrouillé, et abandonné par la manivelle (fig. 35).

Le plateau est ainsi saisi à vitesse nulle, accéléré, puis arrêté par la manivelle, le galet de verrouillage ne faisant que fixer le plateau préalablement immobilisé.

L'arrêt du servo-moteur, lorsqu'il a immobilisé et verrouillé le plateau, est obtenu par freinage électrique; un ressort empêche d'autre part tout mouvement spontané et intempestif.

Le servo-moteur actionne, en même temps que le verrou, un petit contacteur dit autorupteur (14) dont le rôle est d'assurer l'alimentation directe du servo-moteur lorsque le galet de la manivelle est engagé dans une rainure du plateau. On a ainsi l'assurance que tout cran commencé doit obligatoirement s'achever.

33. Commande du servo-moteur de l'arbre à cames.

33.1. Principe.

Le servo-moteur (fig. 36) commandant l'arbre à cames est un moteur shunt à 2 inducteurs, l'un ou l'autre de ces 2 circuits étant utilisé suivant le sens de rotation désiré.

Les inducteurs consomment un courant du même ordre de grandeur que l'induit.

Le choix du sens de rotation se fait à l'intervention d'un relais à bascule E, appelé relais d'inversion, ne comportant aucun ressort. L'alimentation du servo-moteur se fait en basse tension par le contact d'un relais d'alimentation F, normalement ouvert.

En cas de coupure de l'alimentation du servo-moteur, celui-ci devient une génératrice mise en court-circuit, qui se freine automatiquement sans retard.

L'excitation de la bobine f.1 du relais d'alimentation F se fait par l'intermédiaire du relais verrou V (fig. 37).

Ce relais réalise l'excitation de F :

- Par le courant du fil m1 pour la progression;
- Par le courant du fil n1 pour la régression.

Ce sont ces 2 mêmes fils qui commandent le relais d'inversion E, respectivement par les bobines b.1 pour la progression, b.2 pour la régression.

Côté régression, le relais verrou V est rappelé par un ressort.

Côté progression, il est fermé par le fil m11 et maintenu fermé par ce même fil, excitant la bobine v.1.

Ainsi, le relais verrou V s'oppose à l'excitation de E en progression, et à l'excitation de F par m1, aussi longtemps que m11 n'est pas alimenté; il s'oppose aussi à l'excitation de E en régression, et à l'excitation de F par n1, aussi longtemps que m11 est alimenté.

Le servo-moteur démarre donc dans l'un ou l'autre sens suivant que n1 ou m11, m1 sont excités.

Une fois l'alimentation effectuée, les bobines d'alimentation (fig. 38) f1, b1, b2, v1 sont doublées par les bobines de maintien f2, b3, b4, v3 parcourues par le courant du servo-moteur.

On est ainsi assuré de maintenir les mêmes connexions aussi longtemps que le servo-moteur n'a pas terminé complètement sa manoeuvre de démarrage et freinage.

Le servo-moteur reçoit le courant par 2 chemins différents (fig. 39) :

- a) Au début du mouvement par le contact du relais d'alimentation F;
- b) Ensuite, par le contact de l'auto-rupteur A.

33.2. Autorupteur.

L'autorupteur A est un contacteur fermé mécaniquement par le servo-moteur lorsque celui-ci est en prise avec l'arbre à cames. Il s'ouvre lorsque le servo-moteur abandonne l'arbre à cames dûment verrouillé.

Le relais d'alimentation F est ouvert par la bobine d'arrachement f3, traversée par le courant de l'autorupteur; cette manoeuvre est facilitée par le shuntage de la bobine de maintien f2 par l'autorupteur.

L'effort de la bobine d'arrachement f3 est toutefois insuffisant pour ouvrir le relais F si la bobine de manoeuvre f1 est encore excitée.

Cette disposition présente les avantages suivants :

- a) Les coupures sont toujours effectuées par l'autorupteur;
- b) L'alimentation du servo-moteur est assurée pendant toute la durée du mouvement de l'arbre à cames; donc tout cran commencé sera sûrement achevé.

33.3. Relais flux.

Lorsqu'on applique le courant à un moteur shunt, le flux s'établit progressivement (en un dixième de seconde environ); l'induit démarre donc à flux réduit et peut, de ce fait, prendre une vitesse exagérée. S'il est à vide, ou à couple résistant négatif, le moteur termine son cran à vitesse exagérée et à flux réduit, circonstances défavorables pour un freinage correct.

Pour pallier ce défaut, on dispose sur le circuit de l'induit du moteur (fig. 40) un relais flux qui comporte un contact fermé par le flux du moteur lorsque ce flux a atteint une valeur convenable. Ce contact s'ouvre en fin de freinage lorsque le flux est tombé en dessous de cette valeur.

En résumé, un tour du servo-moteur s'effectue comme suit :

- a) Simultanément et sur autorisation de V : manoeuvre du relais E et fermeture du relais F; excitation progressive du servo-moteur;
- b) Fermeture du relais flux; démarrage à vide sur $\frac{1}{4}$ de tour;
- c) Fermeture de l'autorupteur A, avec ou sans ouverture de F; entraînement de l'arbre à cames sur $\frac{1}{2}$ tour - l'arbre à cames fait 1 cran;
- d) Ouverture de l'autorupteur :
 - Si F a été ouvert : freinage sur $\frac{1}{4}$ de tour et arrêt avec ouverture du relais flux;
 - Si F est resté fermé grâce à l'excitation continue de la bobine de manoeuvre : continuation du mouvement à vide sur $\frac{1}{4}$ de tour sans ralentissement sensible, puis reprise d'un nouveau cycle.

L'alimentation des fils ml, mll, nl est faite par les appareils de conduite, sous le contrôle des tambours d'asservissement et des relais d'asservissement.

33.4. Comparaison des 3 servo-moteurs.

Le schéma du servo-moteur SM1 du JH1 correspond à la description faite ci-dessus.

La progression est commandée par les fils :

- mll : bascule le relais V côté progression et le bloque dans cette position à l'encontre de son ressort de rappel;
- ml : bascule le relais E côté progression et enclenche le relais F sous le contrôle des relais d'accélération.

La régression est commandée par le fil nl : dès que le fil mll n'est plus alimenté, le relais verrou V est basculé automatiquement côté régression par son ressort et le fil nl bascule le relais E côté régression et ferme le relais F. Les commandes ml et mll sont en réalité opérées par les fils repérés l'E et lL sur le schéma 160/D.00.01.01 (feuille 16).

Le fonctionnement des servo-moteurs SM2 et SM3 des arbres à cames JH2 et JH3 répond en principe à la même description. Il y a toutefois quelques différences.

Pour le JH1, les notions "progression" et "régression" sont liées aux divers stades du démarrage des moteurs de traction allant depuis l'insertion de la totalité des résistances de démarrage jusqu'à leur élimination et vice versa.

Le JH2 est un organe déterminant un couplage défini des équipements H.T. pour une position déterminée de l'arbre à cames, position qu'il atteint par une rotation dans un sens ou dans l'autre selon la position qu'il occupait avant la manoeuvre. Les notions "progression" et "régression" n'ont plus la même signification et sont ici uniquement liées au sens de rotation de l'arbre à cames. Une même position finale du JH2 peut donc être atteinte aussi bien par une commande "progression" que par une commande "régression".

Pour le JH3, les notions "progression" et "régression" sont liées aux divers taux de shuntage des moteurs de traction, allant depuis le couplage plein champ (position 0) au couplage avec taux de shuntage maximum (position 8).

Alors que pour le JH1 et le JH3 on prévoit une régression automatique (fils nl et n 3 alimentés en permanence) dès que les fils de progression ml et mll, m3 et m33 ne sont plus excités, il faut, pour le JH2, alimenter le fil nl à bon escient. C'est pourquoi le relais verrou V2 ne possède pas de ressort de rappel côté régression mais bien une bobine de commande v4 en régression (fig. 41) ainsi qu'une bobine de maintien v2. De plus, il n'y a pour commander la progression qu'un seul fil m. Les deux fils m et n ne sont jamais alimentés simultanément alors qu'ils peuvent l'être pour le JH1 qui respecte les règles énoncées ci-dessus.

33.5. Règles de fonctionnement des servo-moteurs.a) JH1.

Commandé par les fils m1, m11, n1 et contrôlé par les relais, le servo-moteur obéit aux règles suivantes :

Règle I - bonne fin.

Tout cran commencé s'achève.

Règle II - Rôle des fils m et n :

- L'alimentation du fil n 1 seul commande la régression;
- L'alimentation simultanée des fils m1 et m11 commande la progression;
- Si le fil n1 est alimenté simultanément avec les fils m1 et m11, la priorité est donnée à la commande de progression;
- L'alimentation du fil m11 seul ou simultanément avec le fil n1 assure le maintien dans la position acquise.

Règle III - Continuité.

La continuité d'alimentation de m1, lorsque la progression est commencée suffit pour assurer la continuité de la progression même si le fil n1 vient à être alimenté.

b) JH2.

Commandé par les fils m1 et n1 (repérés 6D et 6N sur le schéma 160/D.00.01.01 - feuille 14) le servo-moteur obéit aux deux règles suivantes :

Règle I - Bonne fin.

Tout cran commencé s'achève.

Règle II - Rôle des fils m et n :

- Le fil m (6D) commande la progression;
- Le fil n (6N) commande la régression;
- L'alimentation simultanée des fils m et n n'est pas possible de par la constitution du schéma de commande.

c) JH3.

Commandé par les fils m3 (3D), m33 (3F), n3 (50X) le servo-moteur obéit aux règles suivantes :

Règle I - Bonne fin.

Tout cran commencé s'achève.

Règle II - Rôle des fils m et n.

- L'alimentation du fil n3 seul commande la régression;
- L'alimentation simultanée des fils m3 et m33 commande la progression;
- Si le fil n3 est alimenté simultanément avec les fils m3 et m33, la priorité est donnée à la commande de progression;
- L'alimentation du fil m33 seul ou simultanément avec le fil n3 assure le maintien dans la position acquise.

Règle III - Continuité.

- La continuité d'alimentation de m3, lorsque la progression est commencée suffit pour assurer la continuité de la progression même si le fil n3 vient à être alimenté.

33.6. Cylindre d'asservissement.

Chaque arbre à cames entraîne dans son mouvement un cylindre d'asservissement qui agit sur le circuit de commande.

L'axe de ces tambours est dans le prolongement des arbres à cames. Ces différents cylindres sont commandés en même temps que l'arbre à cames de chacun des JH. L'asservissement comporte un cylindre garni de touches de cuivre et une série de doigts de contact en acier.

Le nombre de positions du cylindre d'asservissement correspond au nombre de positions de l'arbre à cames, soit :

Pour JH1	(0 à - 2	: commande de l'inverseur
	(0 à 27	: commande des contacteurs de résistance et de couplage (couplage série)
	(28 à 30	: commande des contacteurs de résistance et de couplage pour la transition entre le couplage série et le couplage série parallèle
	(31 à 43	: commande des contacteurs de résistance et de couplage (couplage série parallèle)
	(44 à 46	: position de sécurité.

- (0 : Position de remorquage.
 (1 : couplage 3 kV moteurs 1 et 3 éliminés.
 (3 - 4 : couplage 3 kV, tous moteurs en service
 (5 : couplage 3 kV, moteurs 2 et 4 éliminés
 (8 : couplage 1,5 kV, moteurs 3 et 4 éliminés
 (10 - 11 : couplage 1,5 kV, tous moteurs en service
 (13 : couplage 1,5 kV, moteurs 1 et 2 éliminés
 Pour le JH2 (15 : couplage alternatif, moteurs 1 et 2 éliminés ainsi que redresseur R1 et moteurs 1 et 2 éliminés
 (17 : couplage alternatif, redresseur R1 éliminé, tous moteurs en service
 (18 - 19 : couplage alternatif, tous redresseurs et tous moteurs en service
 (20 : couplage alternatif, redresseur R2 éliminé, tous moteurs en service
 (22 : couplage alternatif, moteurs 3 et 4 éliminés, ainsi que redresseur R2 et moteurs 3 et 4 éliminés
 (23 - 24 : position de sécurité
- (- 2 : position de shuntage à 53 % pour le démarrage
 (- 1 : position de shuntage à 25 % pour le démarrage
- Pour le JH3 (0 : position plein champ
 (1 et 2 : commande taux de shuntage 1
 (3 - 4 : commande taux de shuntage 2
 (5-- 6 : commande taux de shuntage 3
 (7 - 8 : commande taux de shuntage 4
 (9 - 14 : position de sécurité.

34. Inverseur de marche.

L'inverseur de marche se compose de 2 flasques (1) entretoisés par 2 supports isolés (2) (fig. 42a). Chacun de ces supports porte 8 doigts (3) à haute tension du type à rotule analogue aux contacts mobiles des contacteurs, et plusieurs doigts basse tension (4). Ces doigts de contact s'appuient sur un tambour (5) en matière isolante portant des touches de contact en cuivre (6).

L'arbre (7) de ce tambour tourne dans des paliers logés dans les flasques.

La pression des doigts principaux sur les touches de contact est réalisée par un ressort (8)

Le mécanisme d'entraînement du tambour, monté en bout d'arbre est actionné par le servo-moteur du JH1.

Le tambour peut prendre 4 positions : sens II - sens I - sens II - sens I.

Ce tambour est entraîné de $1/8$ de tour, toujours dans le même sens, par l'arbre à cames lorsque celui-ci se déplace de la position 0 à -2.

L'inversion du sens de marche est ainsi obtenue en imposant à l'arbre à cames par un asservissement convenable, le mouvement 0-1-2, -2 à 0, 0-1-2, -2 à 0.

L'entraînement du tambour d'inversion est réalisé comme l'indique la fig. 42b.

L'arbre à cames du JH1 entraîne par un maneton (1) la tête de bielle (2), guidée dans une rainure par l'intermédiaire du levier de réglage (3); la tête de bielle se prolonge par une tige (4), fixée par un tendeur (5).

Cette tige transmet alors le mouvement à un flasque mobile (6) qui agit sur le cliquet (7) lequel pousse la roue à rochet (8) calée sur l'arbre du tambour de l'inverseur. Lorsque l'arbre à cames revient à zéro, tête de bielle, tige, bielle et cliquet reprennent leur position initiale sous l'action du ressort (9).

35. Dispositif de palpage.

Le dispositif de palpage comporte les appareils suivants.

Dans le compartiment appareillage :

- Le transformateur TFPAL du type réducteur de tension 25 000/250 Volts, 1200 VA, à isolement dans l'air. Les bornes primaires sortent par deux isolateurs formant corps avec le capot de protection moulé en araldite. Les bornes secondaires sont fixées latéralement;
- Le condensateur CAPUL de forme cylindrique ayant une capacité de 2,5 microfarad. Les armatures sont isolées au papier dans l'huile. La connexion côté HT, est sortie par une borne montée sur isolateur, l'autre est raccordée à la masse du boîtier.
- Le jeu de résistances RUL de valeurs ohmiques diverses, bobinées sur porcelaine et vitrifiées, groupées suivant le schéma de connexions sur une dalle en matière isolante;
- Le relais de palpage Qcc du type à armature pivotante montée sur crapaudine à rubis, un ressort de rappel en spirale dont la tension est réglable permet d'ajuster le fonctionnement à la valeur voulue (fig. 43);
- Les circuits sélecteurs de fréquences comportant uniquement les selfs et résistances réunis dans un seul boîtier;
- Les relais de palpage des fréquences QCA15 et QCA25 du type téléphonique groupés avec les condensateurs et redresseurs au sélénium sous un même boîtier;
- Les relais auxiliaires Rcc et Rca15 et Rca25 du type à armature mobile rappelée par ressort. Les contacts sont à double coupure (fig. 44).

36. Commutateur "Terre- Courant".

Cet appareil a pour fonctions :

- a) Sur les réseaux 1,5 et 3 kV, de connecter le DUR, le circuit des RTN et le parafoudre 3 kV à la ligne de toiture alimentée par les pantographes;
- b) Sur les réseaux 15 et 25 kV de couper et de mettre à la masse ces mêmes circuits.

Description.

L'appareil est un sectionneur-inverseur unipolaire à commande électropneumatique. Il comporte deux parties, le moteur pneumatique disposé à l'intérieur contre le plafond de la locomotive et le sectionneur disposé sur le toit.

Le moteur comporte (voir fig. 45) :

- Un cylindre (1) alimenté en air comprimé par l'intermédiaire de l'une ou l'autre des électrovalves EVcc et EVca fixées aux extrémités du cylindre;
- Dans le cylindre, deux pistons (2) et (3) solidaires d'une crémaillère (4); ils se déplacent dans l'un ou l'autre sens suivant l'électrovalve excitée;
- Un axe (5) pourvu d'une roue dentée engrenant sur la crémaillère (4).
Cet axe débouche, à travers le plafond, sur le toit de la locomotive et porte un isolateur haute tension sur lequel est fixé le couteau (6) du sectionneur. Une connexion souple relie le couteau à la prise de courant allant au DUR. L'extrémité de ce couteau vient s'engager dans l'une ou l'autre des deux gâches à mâchoire, fixées sur la toiture, l'une (7) isolée est connectée à la ligne des pantographes, tandis que l'autre (8) est à la terre TT.
- Une petite transmission à engrenages, fixée sur le cylindre, transmet le mouvement de la crémaillère à un tambour à came sur lequel sont disposés les contacts basse tension d'asservissement de l'appareil.

Fonctionnement.

Vu son rôle de protection, ce sectionneur ne peut être connecté à la ligne des pantographes (position "courant") qu'après que le dispositif de palpage ait détecté le courant continu. La position de repos de ce sectionneur doit donc être la position "terre", chaque fois que le pantographe est abaissé ou que la tension disparaît sur la ligne caténaire. Comme dans ces deux cas, le DUR déclenche, des interlocks de ce dernier ferment le circuit de l'électrovalve EAcA qui admet l'air comprimé sur la face du piston (1) et le commutateur se met en position "terre".

Dans le couplage 25 kV, le DUR restant toujours ouvert, l'électrovalve EVca reste alimentée en permanence et la position "terre" du CTC est assurée. En couplage courant continu, l'électrovalve EVca est alimentée chaque fois que le DUR est décroché.

Lorsque maintenant l'équipement de la locomotive étant commandé pour le couplage courant continu, le relais Qcc du dispositif de palpation détecte une tension continue, un contact de ce relais prépare l'alimentation de l'électrovalve EVcc. Celle-ci est mise sous tension (et le circuit de EVca est interrompu) lorsqu'on enclenche le DUR par un de ses interlocks. La face du piston (2) est mise à l'atmosphère tandis que celle du piston (3) est mise sous pression; le commutateur se met en position "courant".

Remarque.

L'extrémité de l'axe (5), côté moteur, donc à l'intérieur de la locomotive, est à embout carré afin de permettre le placement d'une clef à manette de commande manuelle (après avoir éliminé l'alimentation pneumatique).

37. Source d'énergie basse tension.

La batterie d'accumulateurs est du type alcalin. Elle comporte 54 éléments groupés en série d'une capacité de 80 ampères-heures.

Elle est alimentée par la tension redressée d'un alternateur triphasé entraîné par l'un des moteurs de ventilateur des moteurs de traction.

Un régulateur statique intervient dans la régulation de l'alternateur.

38. Relais de protection et d'asservissement.

On distingue :

a) Les relais de protection suivants :

Repère du schéma	Désignation du relais	Type	Fig. n°
	<u>Dispositif de palpation.</u>		
Qcc	Relais de détection du courant continu	DU	43
Qca15	Relais de détection du courant alternatif 15 kV - 16 2/3 Hz	(Type Hasler	
Qca25	Relais de détection du courant alternatif 25 kV - 50 Hz	(téléphonie	
Rcc	Relais auxiliaire du circuit de détection du courant continu	KS4	44
Rca15	Relais auxiliaire du circuit de détection du courant alternatif 15 kV	KS4	44

Rca25	Relais auxiliaire du circuit de détection du courant alternatif 25 kV	KS4	44
RTN1,5	Relais de potentiel à 1,5 kV	DB 694	46
RTN3	Relais de potentiel à 3 kV	DB 694	46
	<u>Relais à maxima de courant.</u>		
QHT	Relais à maxima général des circuits 15 et 25 kV	DU	43
Q1 à Q4	Relais à maxima des moteurs de traction	Q	47-47c
Qch1	Relais à maxima du chauffage de la cabine 1	Q	47-47c
Qch2	Relais à maxima du chauffage de la cabine 2	Q	47-47c
QchTc	Relais à maxima du chauffage train en courant continu	Q	47-47c
QchTa	Relais à maxima du chauffage train en courant alternatif	DU	43
D101	Relais à maxima des armoires redresseurs		
DTC 1-2	Relais à maxima des groupes moteur-compresseur		
QD1	Relais différentiel du circuit des moteurs de traction 1-2	DP1Q	47-47a
QD2	Relais différentiel du circuit des moteurs de traction 3-4	DP1Q	47-47a
QDA	Relais différentiel des circuits auxiliaires à courant continu	DP1Q	47-47a
QDV1	Relais différentiel des ventilateurs de démarrage 1-2-3	Q	47-47a
QDV2	Relais différentiel des ventilateurs de démarrage 4-5-6	Q	47-47a
Q47.1	Relais de vigilance du JH1	RRX	48
Q47.2	Relais de vigilance du JH2	RW	49
CS	Relais auxiliaire des relais de protection des circuits à courant alternatif	RW	49
RVA4"	Relais temporisé à 4 secondes du dispositif de veille automatique	RRX	48
RVA60"	Relais temporisé à 60 secondes du dispositif de veille automatique	AB 849	50
RQchTA	Relais auxiliaire du relais QchTC		

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

C100	Contacteur d'alimentation générale des servo-moteurs JH	W 50	51
F1 et F2-F3	Relais d'alimentation des servo-moteurs JH1 et JH2-JH3	JHC	52
E1 et E2-E3	Relais d'inversion des servo-moteurs JH1 - JH2 - JH3	JHC	52
V1, V2, V3	Relais de verrouillage des servo-moteurs JH1 - JH2 - JH3	JHC	52
RF1 et RF2-RF3	Relais flux des servo-moteurs JH1 - JH2 - JH3	JH	53
QA3+1	Relais d'accélération des moteurs de traction 3-1	Q	47-47b
QA2+4	Relais d'accélération des moteurs de traction 2-4	Q	47-47b
Q72.1	Relais totalisateur des relais de protection	RW	49
Q72.2	Relais totalisateur des relais de protection	RW	49
RVR	Relais de verrouillage en shuntage	JHC	52
RVA	Relais de verrouillage des circuits auxiliaires	W50	51
CKP	Relais auxiliaire du circuit de maintien du DUR à 1,5 kV	-	
RE	Relais auxiliaire d'enclenchement du DJ	RW	49
D90	Relais auxiliaire de signalisation des armoires redresseurs	RW	49
ANM1-2	Relais anémométrique signalant la ventilation des moteurs de traction 1-2, 3-4	W	54
RTE	Relais auxiliaire du Télloc	RW	49
RDS	Relais de survitesse et intervention Indusi	RW	49
RDP	Relais de décel de patinage	RW	49
RSA	Relais de sablage	RW	49
RQA	Relais auxiliaire des relais d'accélération et de verrouillage des positions JH1 en commande manuelle de secours	RSS	
RACH	Relais auxiliaire de commande du chauffage des cabines de conduite	RASZ	
RTPH1 et RTPH2	Relais auxiliaires de commande de la pompe à huile	RASZ	
Rb91/1 et 2	Relais auxiliaire de ventilation des armoires à redresseurs	RASZ	

Description des différents types de relais.

Relais type DU.

La description de ce relais a été donnée à l'art. n°35, dispositif de palpage.

Relais type KS4.

La description de ce relais a été donnée à l'art. n°35, dispositif de palpage.

38.1. Relais type DB 694.

Ce relais (fig. 46) comporte un support en fonte A portant un noyau N sur lequel est enroulée une bobine B alimentée en série avec une résistance de limitation, par la ligne de contact.

Le support A porte une armature E mobile autour d'un axe O. Un dispositif de réglage relie le support A au talon de l'armature. Des contacts CC' montés sur un axe I sont suspendus au support par des biellettes b; un ressort de rappel r maintient l'écartement entre le support A et l'axe I.

Pour une certaine valeur du courant d'alimentation de la bobine (B), donc de la tension de ligne, l'armature (E) est attirée et colle au noyau (N).

Dans son déplacement, l'extrémité de (E) a chassé vers la gauche l'axe (I), support des contacts mobiles, en comprimant le ressort (r), ce qui provoque la fermeture des contacts CC'.

Lors d'une chute importante ou de disparition de la tension de ligne, l'armature (E) revient en position initiale et les contacts (CC') s'ouvrent, provoquant le déclenchement du DUR.

38.2. Relais type Q (fig. 47 et 47a), (47b et 47c).

En principe, ce relais se compose d'un circuit magnétique formé par une culasse 1 supportant deux noyaux 2 sur lesquels sont disposés les différents enroulements ou bobines 3 (quelquefois un simple conducteur, câble ou barre du circuit de traction) correspondant à la fonction du relais.

Les noyaux du circuit magnétique portent les épanouissements polaires 4 séparés par un entrefer 5. Au-dessus de cet entrefer, se trouve une palette magnétique 6 dont le déplacement entraîne un balancier 7 en matière isolante portant les contacts 8. L'ensemble de cet équipement mobile est monté sur une base isolante 15 fixée sur les épanouissements polaires.

La palette magnétique, retenue par le ressort 9 du balancier sera attirée ou maintenue au collage suivant que le flux dans l'entrefer atteint ou conserve une valeur suffisante pour vaincre l'effort de rappel du ressort.

La disposition de l'équipage mobile comporte trois variantes suivant la fonction du relais.

Variante Ia fig. 47a.

La palette magnétique 6 est solidaire du balancier 7. Le ressort de rappel 9 du balancier ne porte pas d'index de réglage. L'entrefer de la palette aux épanouissements polaires 4 est relativement petit.

Variante Ib fig. 47b.

Même disposition de la palette magnétique qu'en Ia. Un écrou moleté 10 solidaire d'un index 11 permet le réglage du ressort de rappel 9 du balancier.

L'entrefer de la palette aux épanouissements polaires 4 est relativement petit.

Variante IIa fig. 47c.

La palette magnétique, dont l'entrefer est relativement plus grand et réglable par un index butée 14, entraîne le balancier par l'intermédiaire d'un ressort 12.

Quand la palette arrive à mi-course, une butée 13 entraîne le balancier.

La disposition du ressort de rappel du balancier est identique à la variante Ia.

Le réglage de la valeur du courant à contrôler par le relais se fait par réglage de l'entrefer au moyen de la butée 14.

L'équipage mobile de tous ces relais est protégé par un capot en plexiglas.

38.3. Cas des relais à maxima Q1 à Q4 - QchTc - Qchl-2.

Disposition de l'équipage mobile : fig. 47c.

La palette magnétique sera attirée par le flux résultant du passage du courant à contrôler soit dans une barre (cas du circuit de traction), soit dans une bobine (cas des circuits auxiliaires H.T.). Elle sera maintenue au collage par le flux d'une bobine de maintien qu'un des contacts du relais sera venu substituer au flux ayant attiré la palette, celui-ci ayant disparu par suite du déclenchement du DUR à l'intervention du relais Q72 dont l'alimentation aura été interrompue par un autre contact du relais.

La palette sera remise au repos par l'interruption du courant de la bobine de maintien au moyen de l'interrupteur de réarmement.

Une troisième bobine, dite de chatouillage, alimentée à chaque enclenchement du DUR fait battre le relais pour entretenir la fraîcheur des contacts.

L'index de réglage de la valeur du courant à contrôler fait varier l'entrefer de la palette magnétique. La tension du ressort de rappel est invariable.

38.4. Cas des relais différentiels QD1 et 2, QDA.

Disposition de l'équipage mobile : fig. 47a.

La palette magnétique sera attirée par le flux résultant de deux bobines identiques à flux discordants, la première mesurant le courant à l'entrée du circuit, la seconde celui à la sortie.

Lorsque ces deux courants sont de valeurs égales, le flux résultant est nul et le relais reste inerte.

Par contre, si la différence entre les courants d'entrée et de sortie atteint la valeur prédéterminée par le réglage du relais (par exemple en cas d'une fuite de courant vers la masse), le flux résultant attirera la palette et un contact fera déclencher le DUR via le relais Q72.

Ces relais comportent également une bobine de chatouillage.

La valeur du courant différentiel étant définie par l'étalonnage du relais en usine, le réglage en est invariable.

38.5. Cas des relais différentiels QDV1 et QDV2.

Disposition de l'équipage mobile : fig. 47a.

Ces relais se distinguent des précédents par leur bobine de courant.

En effet, la bobine qui contrôle le courant de deux ventilateurs n'a que la moitié du nombre de spires de celle qui contrôle un seul ventilateur.

Le courant parcourant la première bobine étant égal à 2 I, il en résulte que le nombre d'ampères-tours des deux bobines est le même.

$$2 I \times 0,5 n \text{ (spires)} = I \times n' \text{ (spires)}.$$

D'autre part, les flux développés par ces bobines étant en opposition, toute différence de courant d'une certaine importance entre les trois ventilateurs donnera naissance à un flux résultant qui fera fonctionner le relais.

Le contact allumera une lampe de signalisation.

38.6. Cas des relais d'accélération QA1 et QA2.

Disposition de l'équipage mobile : fig. 47b.

Ces relais se caractérisent par la présence d'une bobine supplémentaire C dite de réglage dont la fonction est de fournir un flux de maintien f_2 complémentaire au flux de maintien f_1 de l'enroulement principal parcouru par le courant de traction.

La palette magnétique étant amenée au collage par le courant du servo-moteur JH1 passant dans une des bobines de levage (A), la condition du maintien au collage de la palette est que $f_1 + f_2 >$ effort de rappel.

Il en découle qu'en faisant varier f_2 , ce qui s'obtient par le rhéostat d'effort, on contrôle, dans de larges limites, le courant de traction engendrant f_1 . Par ce fait, la progression du JH, dont le passage des crans n'est autorisé que par la fermeture des contacts du relais au repos, dépendra de la valeur du courant de traction choisi par la position de la manette du rhéostat d'effort.

Une autre bobine de levage (B), en série avec l'inducteur régression du servo-moteur JH, tient le relais ouvert pendant une manoeuvre de régression empêchant ainsi toute commande intempes- tive de progression.

38.7. Relais RRX - Fig. 48.

Les relais RRX sont des relais à déclenchement retardé par temporisation magnétique.

Le retard au déclenchement est obtenu par l'action de bagues de réglage en cuivre, placées entre la carcasse de la bobine de commande et le noyau.

Au moment de l'ouverture du circuit de la bobine, un courant induit prend naissance dans les bagues et maintient l'armature collée aussi longtemps que ce courant n'est pas amorti. La durée de la temporisation dépend uniquement du nombre de bagues conduc- trices enfilées sur le noyau.

Ce relais comporte un support A portant un noyau N sur lequel sont enfilées des bagues en cuivre C et concentriquement la bobine d'enclenchement et (sur le relais Q47-1 uniquement) la bobine de maintien.

Le support A porte une armature E mobile autour du point O qu'un ressort R rappelle en position de repos.

Lorsque l'armature est attirée, elle actionne l'axe I sup- port des contacts mobiles des interlock i, provoquant leur fer- meture ou leur ouverture.

Lors de la disparition de la tension aux bornes de la bobine de maintien, l'armature E revient en position initiale avec un certain retard dû à la temporisation du relais.

38.8. Relais type RW - Fig. 49.

Ce relais est constitué d'une armature magnétique (1) en forme de U fermé par une armature mobile maintenue en place par le ressort (7) pivotant sans frottement sur une articulation (3) du type à couteau.

Au centre de l'armature, un noyau (5) porte la bobine d'attraction (4).

L'envoi de courant dans la bobine provoque l'attraction de l'armature (2) entraînant le déplacement des lames flexibles de contact (6) fermant ou ouvrant les contacts suivant la disposition de ceux-ci.

Un capot en plexiglass met le relais à l'abri des poussières.

38.9. Relais type AB 849 - Fig. 50.

Ce relais est à temporisation pneumatique. Il se compose d'un solénoïde (1) monté dans une armature (2) comportant un noyau plongeur (3) retenu par un ressort (4).

Sous le noyau, un système à soufflet (5) en caoutchouc synthétique et comportant une soupape de vidange (6) permet au soufflet de se vider sous l'action du plongeur lorsque le solénoïde est excité.

Dans cette position, les contacts sont fermés.

Dès que le courant du solénoïde est coupé, le plongeur remonte sous l'action du ressort (4), ce qui permet au soufflet de se détendre par la poussée du ressort intérieur (7). La dépression créée dans le soufflet par cette détente applique la soupape (6) sur l'orifice de vidange et l'air ne peut plus pénétrer dans le soufflet que par le petit orifice calibré au moyen de la vis à pointeau (8) en passant à travers un filtre (9). Lorsque le soufflet aura repris sa forme initiale, les contacts à rupture brusque s'ouvriront.

38.10. Relais type W 50 - Fig. 51.

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

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 (i').

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 entre les contacts (c) et (c').

A ce moment, les interlocks mobiles (i) solidaires de l'équipage mobile (e) sont en contact avec les interlocks fixes (i') et leur pression de contact est assurée par la compression du ressort (r).

38.11. Relais type JHC - Fig. 52.

A ce type de relais appartiennent :

- Les relais d'alimentation F1, F2, F3;
- Les relais d'inversion pour servo-moteur E1, E2, E3;
- Les relais de verrouillage V1, V2, V3;
- Le relais de verrouillage en shuntage RVR.

En principe, ce relais est un inverseur monopolaire, constitué par un balancier (1) sollicité soit à droite, soit à gauche, par un ressort (2), et un circuit magnétique excité par un jeu de bobines (3).

L'action du ressort et du jeu de bobines permet de manoeuvrer l'inverseur en fonction de quantité de paramètres traduits chacun par l'excitation d'une bobine.

Le relais fonctionne sans aucun graissage grâce au jeu ménagé sur l'axe du fléau; étant donné la faible amplitude du mouvement, ce jeu est choisi de manière que le fléau roule sur son axe sans frotter.

38.12. Relais flux \emptyset - Fig. 53.

Le relais flux est monté sur le servo-moteur et protégé par un capot étanche. Il se compose d'un levier (1) pivotant autour de l'axe (2). Ce levier porte à son extrémité le contact mobile (3) alimenté par une connexion souple (4). Normalement, les contacts du relais sont ouverts sous l'action du ressort (5).

Un noyau plongeur (6) coulisse dans un trou borgne percé dans le pôle du servo-moteur. Il est attelé au levier par l'intermédiaire d'une chape (7).

Lorsque le flux du pôle du servo-moteur atteint une valeur suffisante pour assurer en toute sécurité le freinage du servo-moteur, le noyau plongeur (6) est aspiré et le relais ferme ses contacts.

L'arc aux contacts est soufflé par l'action d'un aimant permanent (8).

38.8. Relais type RW - Fig. 49.

Ce relais est constitué d'une armature magnétique (1) en forme de U fermé par une armature mobile maintenue en place par le ressort (7) pivotant sans frottement sur une articulation (3) du type à couteau.

Au centre de l'armature, un noyau (5) porte la bobine d'attraction (4).

L'envoi de courant dans la bobine provoque l'attraction de l'armature (2) entraînant le déplacement des lames flexibles de contact (6) fermant ou ouvrant les contacts suivant la disposition de ceux-ci.

Un capot en plexiglass met le relais à l'abri des poussières.

38.9. Relais type AB 849 - Fig. 50.

Ce relais est à temporisation pneumatique. Il se compose d'un solénoïde (1) monté dans une armature (2) comportant un noyau plongeur (3) retenu par un ressort (4).

Sous le noyau, un système à soufflet (5) en caoutchouc synthétique et comportant une soupape de vidange (6) permet au soufflet de se vider sous l'action du plongeur lorsque le solénoïde est excité.

Dans cette position, les contacts sont fermés.

Dès que le courant du solénoïde est coupé, le plongeur remonte sous l'action du ressort (4), ce qui permet au soufflet de se détendre par la poussée du ressort intérieur (7). La dépression créée dans le soufflet par cette détente applique la soupape (6) sur l'orifice de vidange et l'air ne peut plus pénétrer dans le soufflet que par le petit orifice calibré au moyen de la vis à pointe (8) en passant à travers un filtre (9). Lorsque le soufflet aura repris sa forme initiale, les contacts à rupture brusque s'ouvriront.

38.10. Relais type W 50 - Fig. 51.

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

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 trouvent le contact fixe (c'), la boîte de soufflage (B) et les contacts fixes des interlocks (i').

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 entre les contacts (c) et (c').

A ce moment, les interlocks mobiles (i) solidaires de l'équipage mobile (e) sont en contact avec les interlocks fixes (i') et leur pression de contact est assurée par la compression du ressort (r).

38.11. Relais type JHC - Fig. 52.

A ce type de relais appartiennent :

- Les relais d'alimentation F1, F2, F3;
- Les relais d'inversion pour servo-moteur E1, E2, E3;
- Les relais de verrouillage V1, V2, V3;
- Le relais de verrouillage en shuntage RVR.

En principe, ce relais est un inverseur monopolaire, constitué par un balancier (1) sollicité soit à droite, soit à gauche, par un ressort (2), et un circuit magnétique excité par un jeu de bobines (3).

L'action du ressort et du jeu de bobines permet de manoeuvrer l'inverseur en fonction de quantité de paramètres traduits chacun par l'excitation d'une bobine.

Le relais fonctionne sans aucun graissage grâce au jeu ménagé sur l'axe du fléau; étant donné la faible amplitude du mouvement, ce jeu est choisi de manière que le fléau roule sur son axe sans frotter.

38.12. Relais flux \emptyset - Fig. 53.

Le relais flux est monté sur le servo-moteur et protégé par un capot étanche. Il se compose d'un levier (1) pivotant autour de l'axe (2). Ce levier porte à son extrémité le contact mobile (3) alimenté par une connexion souple (4). Normalement, les contacts du relais sont ouverts sous l'action du ressort (5).

Un noyau plongeur (6) coulisse dans un trou borgne percé dans le pôle du servo-moteur. Il est attelé au levier par l'intermédiaire d'une chape (7).

Lorsque le flux du pôle du servo-moteur atteint une valeur suffisante pour assurer en toute sécurité le freinage du servo-moteur, le noyau plongeur (6) est aspiré et le relais ferme ses contacts.

L'arc aux contacts est soufflé par l'action d'un aimant permanent (8).

38.13. Relais anémométrique - Fig. 54.

Sur une embase (1) en communication avec la gaine de ventilation est fixé un soufflet en caoutchouc (2) fermé par un couvercle (3).

Une petite tige fixée au centre de ce couvercle attaque un levier (5) articulé sur l'axe (6). Un ressort en hélice bandé sur cet axe maintient le levier (5) vers le bas.

Deux ampoules à mercure (7) fixées sur le levier réalisent, suivant leur inclinaison, l'ouverture ou la fermeture de leurs contacts.

On voit que l'admission d'air, à une certaine pression, dans le soufflet, fait soulever celui-ci et porte le levier en position horizontale, d'où fermeture des contacts par le mercure des ampoules.

Dès que la pression d'air disparaît ou devient insuffisante, le ressort en hélice bandé sur l'axe (6) ramène le soufflet vers le bas provoquant l'ouverture des contacts à mercure.

38.14. Control-Switch - Fig. 55.

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 oublié de le faire avant de freiner.

Il comporte (fig. 55) un relais pneumatique branché sur la conduite générale du frein automatique.

L'air comprimé est admis dans l'espace limité par le diaphragme (D) (en caoutchouc toilé résistant à l'huile). 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.

Ce relais pneumatique agit sur un relais électrique. Celui-ci empêche la progression des servo-moteurs ou arrête leur progression et provoque leur régression, ramenant ainsi le système de démarrage à zéro, au cas où la pression dans la conduite générale du frein automatique n'atteint pas sa valeur normale.

E. Protection du personnel.

39. Dispositif de veille automatique.

39.1. Description.

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

Il interrompt automatiquement l'alimentation des moteurs de traction par déclenchement du disjoncteur (DUR ou DJ) et provoque la mise à l'échappement de la conduite d'alimentation générale du frein automatique quelques secondes après son intervention.

Le dispositif de veille automatique comprend (fig. 56 et 57) :

- Une pédale du type à zone d'équilibre (une dans chaque cabine de conduite);
- Un interrupteur à rappel doublant la pédale (un dans chaque cabine de conduite);
- Un panneau à relais temporisés;
- Une électrovalve inverse;
- Un contact de vitesse (15 km/h), actionnant un relais auxiliaire (RTE);
- Deux sifflets;
- Un signal acoustique (un dans chaque cabine de conduite);
- Un robinet d'élimination;
- Une valve d'urgence;
- Une valve pneumatique (SMT) raccordée au dispositif de sécurité (boîte à clés).

La pédale de part et d'autre de la zone d'équilibre, occupe directement les positions d'intervention du dispositif de veille automatique; elle est ramenée automatiquement dans la zone supérieure sous l'action d'un ressort.

Elle comporte deux contacts électriques (microswitch) actionnés par came :

a) Un premier contact inséré dans le circuit du signal acoustique :

- 1) Quand la pédale est en position de repos (vers le haut) ou est enfoncée vers le bas;

- 2) Lorsque la pédale est maintenue dans la zone d'équilibre, mais, dans ce cas, via un contact du relais temporisé RVA60".

Le déclenchement temporisé du RVA 60" est donc signalé acoustiquement (contact RVA 60" fermé 60" après réception de l'impulsion);

b) Un deuxième contact qui :

- 1) Est inséré dans le circuit d'alimentation du relais RVA 4" via un contact du relais RVA 60" quand la pédale est maintenue dans la position d'équilibre. Le relais RVA 4" est un relais temporisé à 4 secondes au déclenchement et qui assure le maintien du disjoncteur (DUR ou DJ) ainsi que l'alimentation de l'électrovalve inverse EVIVA;
- 2) Est inséré dans le circuit d'alimentation du relais temporisé RVA 60" quand la pédale se trouve en position enfoncée vers le bas (réarmement).

La zone d'équilibre est définie mécaniquement par un marquage de cran placé au droit de chacune des limites de cette zone.

Le panneau à relais comprend :

- a) Un relais RVA 60 pneumatique et à réarmement par électroaimant. Ce relais est temporisé à 60 secondes au déclenchement; il actionne deux contacts :
 - Un contact 261-262 dans le circuit du relais auxiliaire RVA 4" se ferme lorsque le relais RVA 60" reçoit une impulsion. Il reste fermé 60" et s'ouvre à fin de course du plongeur du relais RVA 60 dont la bobine de réarmement n'a plus été alimentée;
 - Un contact 255-256 dans le circuit du signal acoustique qui se ferme lorsque le relais RVA 60 est arrivé à fin de course après 60";
- b) Un relais RVA 4" temporisé à 4 secondes actionne 2 contacts :
 - Un contact dans le circuit du disjoncteur (DUR ou DJ);
 - Un contact dans le circuit de l'électrovalve inverse.

Ces 2 contacts s'ouvrent 4 secondes après que la bobine d'enclenchement du relais n'est plus alimentée.

L'alimentation du dispositif se fait par le disjoncteur d7 et l'élimination par l'interrupteur I5 (normalement plombé).

Pneumatiquement, le dispositif peut être isolé par un robinet, plombé en position ouverte.

Le relais RTE est alimenté via un contact Te, commande un contact de vitesse fermé jusqu'à une certaine vitesse (15 km/h). Le contact 275-262 du relais RTE alimente le relais RVA4" quand la manette d'inversion est placée en position zéro. Sur les positions AV ou AR de la manette d'inversion, ce contact est inopérant. Cette disposition oblige, pendant la marche du train (au-delà d'une certaine vitesse), le maintien en service du dispositif de veille automatique (pédale en zone d'équilibre).

Lorsque le contrôle du conducteur fait défaut, l'ouverture des contacts du relais RVA4" provoque le déclenchement du disjoncteur (DUR ou DJ) et interrompt l'alimentation de l'EVIVA. En même temps, l'air contenu dans la conduite derrière la valve d'urgence se vide à l'atmosphère par les sifflets. Le piston de la valve d'urgence est refoulé par la pression de la conduite automatique des freins. Dès lors, la conduite d'alimentation générale se vide par l'orifice (O) et les freins sont appliqués.

Dans chaque cabine de conduite, le sifflet de l'arrêt automatique des trains est raccordé via une électrovalve EVT1 ou EVT2 à la conduite d'alimentation. Le franchissement d'un signal avertisseur à l'arrêt muni d'un crocodile, provoque le fonctionnement du dispositif de V.A. (veille automatique). Le crocodile excite l'électrovalve EVT1 ou EVT2 qui met la conduite d'alimentation à l'atmosphère par le sifflet. Le conducteur est averti de cette façon du passage sur un avertisseur à l'arrêt.

En même temps, l'excitation de l'électrovalve EVT1 ou EVT2 a pour conséquence l'ouverture du contact EVT1 ou EVT2 situé dans le circuit du RVA4". La désexcitation de ce relais provoque la mise à l'atmosphère de la conduite automatique par la désexcitation de l'EVIVA.

Les contacts EVT1 et EVT2 sont des microswitch actionnés par le plongeur de l'électrovalve EVT1 ou EVT2.

Le conducteur doit donc arrêter le fonctionnement du sifflet immédiatement pour annuler l'intervention du dispositif de veille automatique. De plus, si le conducteur oublie de mettre le frein direct en service, le dispositif fonctionne dès que la manette d'inversion est placée sur une position de marche.

39.2. Préparation et conduite de la locomotive.

Après mise en service du dispositif de sécurité (art. 39), le contact 3 de la boîte à clés alimente, via les contacts des manettes d'inversion en position 0, le relais RVA 4" , son contact 265-264 alimente l'électrovalve inverse EVIVA. Un contact (82-12) du relais RVA 4" prépare l'enclenchement du disjoncteur. Lors de la mise sur position AV ou AR de la manette d'inversion, le signal acoustique est actionné et le relais RVA60" enclenche. Si, endéans les 4" , le conducteur ne place pas la pédale en zone d'équilibre, le relais RVA 4" déclenche et l'électrovalve inverse s'ouvre.

Lors de la conduite de la locomotive, le conducteur est tenu de maintenir la pédale en zone d'équilibre.

De plus, le relais RVA 60" arrivant à fin de course 60 secondes après avoir reçu l'impulsion, interrompt l'alimentation du relais RVA 4" , ce qui va provoquer :

- L'alimentation du signal acoustique;
- Et 4 secondes après, le déclenchement du disjoncteur et l'ouverture de l'électrovalve inverse.

Pour éviter ce déclenchement, le conducteur doit réarmer le relais en manoeuvrant la pédale à fond de course vers l'avant.

Une lampe de signalisation LTE renseigne le conducteur sur le bon fonctionnement du contact Télloc. La lampe s'allume dès que le contact est fermé. En cours de route, cette lampe doit toujours être éteinte, dès que la vitesse dépasse 15 km/h.

Lors de l'abandon ou de la remorque de la locomotive, le dispositif de veille automatique est éliminé par l'interrupteur à valve SMT (circuits électriques et pneumatiques).

39.3. Remarques.

1. Avarie au dispositif de veille automatique.

L'élimination du dispositif se fait par la manoeuvre :

- a) De l'interrupteur plombé I 5 : son contact 240-250 interrompt le circuit électrique du dispositif, son contact 82-12 se substitue au relais RVA 4" dans le circuit de maintien du disjoncteur H.T.;
- b) Du robinet plombé qui isole le circuit pneumatique. L'élimination de ce circuit maintient la lampe LTE éclairée en permanence.

2. Avarie à l'appareil enregistreur de vitesse.

L'arrêt de l'appareil enregistreur de vitesse causé par une avarie au circuit de sa génératrice entraîne la fermeture du contact Te quelle que soit la vitesse de la locomotive. Le contact RTE est fermé en permanence sans pour cela rendre inopérant le dispositif de veille automatique. En effet, les relais RVA 60" et RVA 4" continuent à être alimentés par les contacts de la pédale.

L'arrêt de l'appareil enregistreur est signalé par l'allumage de la lampe LTE.

3. Relation entre dispositif Indusi et veille automatique.

La description de l'appareil Indusi sort du cadre de cette brochure.

Son rôle est de se substituer au conducteur lorsque celui-ci n'observe pas les règles de sécurité (respect de la signalisation et de la vigilance) en provoquant :

- Le déclenchement du DJ par interposition du relais RDS;
- Le freinage d'urgence de la rame;
- Le déclenchement d'un signal acoustique.

a) Le relais RDS est alimenté au départ par le fil 14 A des interrupteurs "réarmement relais" via l'interlock S du DUR2, 14 A - 14 B, un contact NO du relais de sécurité Indusi BM 14 B - 14 D et un contact du relais Indusi RID 14 D - 68 B.

b) Le freinage d'urgence est obtenu par l'intervention d'un relais pneumatique commandé par le relais de sécurité Indusi BM et agissant sur la valve d'urgence.

La liaison entre relais pneumatique BM et valve d'urgence est assurée par une électrovalve EVID qui est excitée lors de la mise en service de l'Indusi.

Le robinet plombé d'élimination pneumatique de la valve d'urgence RIVA commande deux contacts, l'un N.O. et l'autre N.F. En position normale du RIVA, le contact N.F. 500-501 permet la mise en service de l'Indusi. Le conducteur peut, par les lampes de signalisation placées dans les cabines de conduite, constater qu'après avoir fermé l'interrupteur Indusi, ce dernier est en service. Si le robinet RIVA est placé en position "Elimination", le conducteur s'aperçoit d'une part qu'il lui est impossible de mettre l'Indusi en service et d'autre part, que la lampe LTE s'éclaire en permanence, étant alimentée par le second contact 72 - 268 du robinet RIVA.

Lors de la conduite de la locomotive, le conducteur est tenu de maintenir la pédale en zone d'équilibre.

De plus, le relais RVA 60" arrivant à fin de course 60 secondes après avoir reçu l'impulsion, interrompt l'alimentation du relais RVA 4" , ce qui va provoquer :

- L'alimentation du signal acoustique;
- Et 4 secondes après, le déclenchement du disjoncteur et l'ouverture de l'électrovalve inverse.

Pour éviter ce déclenchement, le conducteur doit réarmer le relais en manoeuvrant la pédale à fond de course vers l'avant.

Une lampe de signalisation LTE renseigne le conducteur sur le bon fonctionnement du contact Télloc. La lampe s'allume dès que le contact est fermé. En cours de route, cette lampe doit toujours être éteinte, dès que la vitesse dépasse 15 km/h.

Lors de l'abandon ou de la remorque de la locomotive, le dispositif de veille automatique est éliminé par l'interrupteur à valve SMT (circuits électriques et pneumatiques).

39.3. Remarques.

1. Avarie au dispositif de veille automatique.

L'élimination du dispositif se fait par la manoeuvre :

- a) De l'interrupteur plombé I 5 : son contact 240-250 interrompt le circuit électrique du dispositif, son contact 82-12 se substitue au relais RVA 4" dans le circuit de maintien du disjoncteur H.T.;
- b) Du robinet plombé qui isole le circuit pneumatique. L'élimination de ce circuit maintient la lampe LTE éclairée en permanence.

2. Avarie à l'appareil enregistreur de vitesse.

L'arrêt de l'appareil enregistreur de vitesse causé par une avarie au circuit de sa génératrice entraîne la fermeture du contact Te quelle que soit la vitesse de la locomotive. Le contact RTE est fermé en permanence sans pour cela rendre inopérant le dispositif de veille automatique. En effet, les relais RVA 60" et RVA 4" continuent à être alimentés par les contacts de la pédale.

L'arrêt de l'appareil enregistreur est signalé par l'allumage de la lampe LTE.

3. Relation entre dispositif Indusi et veille automatique.

La description de l'appareil Indusi sort du cadre de cette brochure.

Son rôle est de se substituer au conducteur lorsque celui-ci n'observe pas les règles de sécurité (respect de la signalisation et de la vigilance) en provoquant :

- Le déclenchement du DJ par interposition du relais RDS;
- Le freinage d'urgence de la rame;
- Le déclenchement d'un signal acoustique.

a) Le relais RDS est alimenté au départ par le fil 14 A des interrupteurs "réarmement relais" via l'interlock S du DUR2, 14 A - 14 B, un contact NO du relais de sécurité Indusi BM 14 B - 14 D et un contact du relais Indusi RID 14 D - 68 B.

b) Le freinage d'urgence est obtenu par l'intervention d'un relais pneumatique commandé par le relais de sécurité Indusi BM et agissant sur la valve d'urgence.

La liaison entre relais pneumatique BM et valve d'urgence est assurée par une électrovalve EVID qui est excitée lors de la mise en service de l'Indusi.

Le robinet plombé d'élimination pneumatique de la valve d'urgence RIVA commande deux contacts, l'un N.O. et l'autre N.F. En position normale du RIVA, le contact N.F. 500-501 permet la mise en service de l'Indusi. Le conducteur peut, par les lampes de signalisation placées dans les cabines de conduite, constater qu'après avoir fermé l'interrupteur Indusi, ce dernier est en service. Si le robinet RIVA est placé en position "Elimination", le conducteur s'aperçoit d'une part qu'il lui est impossible de mettre l'Indusi en service et d'autre part, que la lampe LTE s'éclaire en permanence, étant alimentée par le second contact 72 - 268 du robinet RIVA.

40. Dispositif de sécurité.

L'attention du personnel est spécialement attirée sur le fait que certains appareils H.T. sont simplement protégés par des tôles perforées et qu'il y aurait danger mortel à vouloir y accéder à l'aide d'instruments quelconques alors que la locomotive est **sous tension**, pantographes levés.

Pour le reste, l'appareillage haute tension monté dans la locomotive est logé dans des armoires fermées à clé.

L'accès aux pièces sous tension des moteurs auxiliaires haute tension logés dans la locomotive, doit également être rendu inaccessible. Les trappes de visite de ces moteurs sont également verrouillées par clés.

L'échelle d'accès à la toiture ne peut être mise en place que moyennant déverrouillage préalable. Les 4 clés d'accès aux armoires d'appareillage, aux moteurs auxiliaires et à l'échelle sont identiques et sont logées dans une boîte spéciale appelée "boîte à clés".

La boîte à clés, logée à l'intérieur de la locomotive, 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 H.T.;
- c) Une boîte à clés.

40.1. Robinet à 3 voies.

Ce robinet à 3 voies (fig. 58) permet :

- Dans une première position, de mettre en communication avec la conduite d'alimentation les 3 cylindres des pantographes, toute communication avec l'atmosphère étant coupée;
- Dans une seconde position, de mettre en communication avec l'atmosphère les 3 cylindres des pantographes, toute communication avec la conduite d'alimentation étant coupée.

Ce robinet comporte :

- 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. 59a).

Dans cette position la manette B est verrouillée.

A : qui correspond aux pantographes abaissés (fig. 59b).

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 1 à la position 2 et l'y maintenir;
- Déplacer la manette B de la position L à la position A (de droite à gauche);
- 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. 59.

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 de la boîte d'interrupteurs verrouillés la clé A 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.

40.2. Dispositif de mise à la terre et boîte à clés.

Ce dispositif comprend :

- Une serrure (2) dans laquelle vient se loger la clé amovible B du robinet à 3 voies;
- Une serrure (1) dans laquelle vient se loger la clé amovible C du coupleur de chauffage;
- Quatre serrures (F) (clés Fichet) dans lesquelles sont introduites les clés d'accès aux compartiments haute tension;

- Une manette à 2 poignées (D) non amovible commandant le sectionneur de mise à la terre;
- Un boîtier à six contacts électriques commandés par la manœuvre de la manette D;
- Un robinet inséré dans la conduite d'alimentation en air comprimé du dispositif de veille automatique qui isole pneumatiquement ce dispositif quand la manette B se trouve en position "Bas", c'est-à-dire quand les manœuvres d'abandon de la locomotive sont effectuées.

La manœuvre de mise à la terre s'effectue comme suit :

- Introduire la clé C (chauffage) dans la serrure 1 et la clé B (robinet à 3 voies) dans la serrure 2 en position "haut" (fig. 60);
- Déplacer la clé C de la position "haut" à la position "bas" pour permettre la manœuvre de la clé B (fig. 61). La clé C est prisonnière;
- Déplacer la clé B de la position "haut" à la position "bas" (fig. 62). Dans cette position, la clé C est bloquée et la clé B est prisonnière;
- Tourner dans le plan horizontal, d'un angle de 180°, la manette D (de droite à gauche dans le sens des aiguilles d'une montre), suivant le sens de la flèche (fig. 63). Ceci a pour conséquence d'établir par le sectionneur, la mise à la terre de l'installation haute tension, de bloquer les clés B et C dans les serrures 1-2, de permettre le retrait des quatre clés de verrouillage.

La manœuvre de remise en position normale s'effectue comme suit :

- replacer les quatre clés F dans la position horizontale;
- faire tourner la manette D de gauche à droite suivant la flèche. Cette manœuvre bloque les clés F;
- manœuvrer la clé B de la position "Bas" à la position "Haut". Ce qui bloque la manette D. La clé B peut être enlevée dans cette position;
- manœuvrer la clé B de la position "Bas" à la position "Haut". Elle peut maintenant être enlevée.

Les clés B et C peuvent être retirées des serrures.

Remarque.

La manœuvre de remise en position normale s'effectue donc dans l'ordre inverse de la manœuvre de mise à la terre.

La manœuvre du dispositif de mise à la terre et de 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 H.T.

Clés d'accès à l'appareillage haute tension (fig. 60 à 64).

Ces clés, au nombre de quatre, sont prisonnières dans la boîte à clés. Elles sont disposées verticalement et occupent une position horizontale.

Le retrait d'une ou plusieurs clés implique les manoeuvres de mise à la terre comme ci-avant.

Pour retirer une clé, il faut tourner celle-ci de droite à gauche suivant la flèche (sens contraire des aiguilles d'une montre), dès qu'une seule des clés a pivoté d'un petit angle, la manette D est bloquée.

La remise en place de toutes les clés F est nécessaire pour remettre le dispositif de sécurité en position normale de marche de la locomotive.

40.3. Sectionneur de chauffage (fig. 65).

Cet appareil n'est pas incorporé dans le dispositif de sécurité, mais sa clé amovible C est nécessaire pour manoeuvrer le dispositif de sécurité (comme expliqué ci-avant).

Pour retirer la clé C du sectionneur 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 C de la position "En" à la position O; la lampe de signalisation du sectionneur de chauffage s'allume, ce qui signifie que les contacteurs de chauffage sont ouverts;
- Amener la manette S du sectionneur de chauffage de la position "en service" à la position "terre". Le sectionneur de chauffage est alors à la terre.
- Amener la clé C 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.

Remarques.

- Lorsque le dispositif de sécurité est branché sur terre, la clé C du chauffage est maintenue prisonnière dans la serrure du dispositif.
- La clé ne peut être enlevée du sectionneur de chauffage que si le conducteur a effectivement constaté que la lampe de signalisation du sectionneur s'est allumée en position "O" et éteinte en position "Hors".

Si cette lampe ne s'est pas allumée en position "0", le conducteur doit déclencher le DUR ou DJ et abaisser les pantographes avant d'enlever la clé et de la remettre au manoeuvre préposé à la manipulation des coupleurs de chauffage; il ne peut relever les pantographes qu'après être rentré en possession de la clé du sectionneur de chauffage.

Le conducteur doit immédiatement avertir le répartiteur M.A. de cette anomalie.

- Pendant la période d'été, la manette S du sectionneur de chauffage sera laissée sur la position terre et la clé C d'accès aux coupleurs de chauffage sera mis sur la position "hors".
- Le sectionneur de chauffage est enfermé dans un capot et est donc inaccessible sans démontage même lorsque les portes des compartiments d'appareillage sont ouvertes.

Note importante.

Les agents sont avisés que toute manoeuvre ayant pour but de paralyser un des dispositifs de sécurité monté 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'avarier (bris d'une pièce, défaut de graissage, etc). Un conducteur ne doit donc pas y accorder une confiance aveugle, mais dans tous les cas, il doit se conformer intégralement aux prescriptions en vigueur.

Conclusions.

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

- Lorsqu'on a en main une ou plusieurs des clés d'accès aux armoires à appareillage HT, aux portes de visite des moteurs auxiliaires HT ou à l'échelle, on a l'assurance non seulement que les pantographes sont abaissés, que l'équipement HT est mis à la terre, mais encore que les pantographes ne peuvent être relevés, 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, portes de visite des moteurs auxiliaires HT et échelle d'accès à la toiture que pour autant que ces armoires et portes de visite soient refermées et l'échelle remise en place, ceci donne l'assurance que toute la HT est bien inaccessible dès que l'équipement est remis sous HT.

2e PARTIE.FONCTIONNEMENT DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE
(ne s'adresse qu'au personnel
électricien).A. Circuit de puissance.41. Positions du manipulateur.

La fig. 4 représente les schémas des couplages des circuits de traction et auxiliaires réalisés sur les 4 réseaux : 1,5 kV, 3 kV, 15 kV et 25 kV.

Le manipulateur commandé par le conducteur possède 14 positions :

- 0 - 3 positions de manoeuvre - 1 position série plein champ -
- 4 positions série shunté - 1 position parallèle plein champ -
- 4 positions parallèle shunté.

Les tableaux d'enclenchement du plan 160/A.00.01.01 renseignent la position des contacteurs de résistance de couplage et de shuntage pour les différents crans des arbres à cames JH1 et JH2.

Les figures 160/B.00.01.01 à 160/B.00.01.031 illustrent les différentes phases du démarrage. Ces figures ont été dessinées sans établir de liaison entre les 2 équipements de traction, attendu que ces 2 équipements sont reliés en parallèle sur les réseaux 1,5 kV, 15 kV et 25 kV et en série sur le réseau 3 kV (fig. 4).

Le fonctionnement de la locomotive se résume ainsi :

a) Manipulateur en position 0.

JH1 est en position 0, JH3 est en position -2.

Tous les contacteurs de couplage A1, B1, C1, D1, E1 qui établissent les liaisons entre moteurs de traction et avec la ligne sont ouverts.

b) Manipulateur en la position manoeuvre M1.

JH3 étant en position -2, JH1 passe de la position 0 à la position 1. Les contacteurs A1, B1, A2, B2 se ferment et mettent en service les 4 moteurs, les 2 moteurs d'un équipement de traction étant connectés en série.

Chaque groupe de 2 moteurs possède en série une résistance de 3,995 ohms.

Les inducteurs des 4 moteurs de traction sont shuntés à 56 % de façon à réduire l'effort de traction sur ce premier cran.

Le courant de traction circulant dans chaque équipement de traction passe dans les 3 moteurs ventilateurs MVR ventilant l'ensemble des résistances de démarrage d'un équipement de traction.

c) Manipulateur en 2e position Manoeuvre M2.

JH1 étant toujours en position 1, JH3 passe de -2 à -1; on se retrouve dans les mêmes conditions que pour M1 mais les inducteurs des moteurs de traction ne sont plus shuntés qu'à 28 %, ce qui augmente légèrement l'effort de traction.

d) Manipulateur en 3e position Manoeuvre M3.

JH1 étant toujours en position 1, JH3 passe de -1 à 0. On se retrouve dans les mêmes conditions que pour M1 mais les inducteurs des moteurs de traction ne sont plus shuntés du tout ce qui augmente légèrement l'effort de traction.

Cette astuce du shuntage permet de disposer facilement de 3 crans de manoeuvre.

e) Manipulateur en position Série Plein Champ.

JH3 étant en 0, JH1 passe progressivement de 1 à 27 sous le contrôle du relais d'accélération contrôlé par la manette d'effort.

On élimine ainsi successivement un gradin de résistance dans chaque équipement de traction. A la position 27 la totalité du rhéostat est éliminée.

f) Manipulateur en série shunté.

En série, le manipulateur comporte 4 positions de shuntage correspondant à des taux de shuntage des inducteurs des moteurs de traction de 28,47, 56 et 62³ %.

Le processus de shuntage est toujours le même :

- 1) JH1 régresse de 27 à 21 de manière à réintercaler une partie du rhéostat de démarrage après que le JH3 ait progressé d'une position paire à une position impaire (position de préparation du /cran suivant.
- 2) JH3 progresse ensuite :
 - Sur la 1re position de shuntage: de 1 à 2 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs des moteurs de traction à 28 %;
 - Sur la 2e position de shuntage : de 3 à 4 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs des moteurs de traction à 47 %;
 - Sur la 3e position de shuntage : de 5 à 6 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs des moteurs de traction à 56 %;

- Sur la 4^e position de shuntage : de 7 à 8 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs des moteurs de traction à 62⁵ %.

3) JH1 progresse ensuite de 21 à 27 sous le contrôle du relais d'accélération de manière à éliminer la partie du rhéostat ré-intercalée.

g) Transition de Série à Parallèle.

Lorsque le manipulateur passe d'une position série à une position parallèle, dans chaque équipement de traction, les 2 moteurs initialement couplés en série, sont alors couplés en parallèle.

La transition s'effectue par la méthode du pont en plusieurs étapes.

- 1) JH1 passe d'abord de 27 à 28 ce qui n'affecte en rien le couplage des moteurs qui restent couplés en série toutes résistances éliminées;

Ce cran constitue un cran de préparation;

- 2) JH1 passe de 28 à 29.

Dans chaque équipement de traction, les moteurs sont shuntés par des résistances valant 3,995 ohms.

A ce moment, la branche centrale contenant le contacteur C est parcourue par 2 courants différents :

- Le courant I des moteurs allant de M1 vers M2;
- Le courant des résistances $\frac{1500 \text{ V}}{3,995} = 375 \text{ A}$ allant en sens inverse du précédent.

Nous disons 1500 V car comme nous l'avons vu précédemment, quel que soit le réseau, c'est 1500 V que l'on a aux bornes d'un équipement de traction.

Les contacteurs 26 et 46 ne sont plus court-circuités et les moteurs ventilateurs MVR bénéficient de leur plein débit.

- 3) JH1 passe de 29 à 30.

Dans chaque unité de traction, le contacteur C s'ouvre et les 2 moteurs de traction se trouvent ainsi couplés en parallèle avec la totalité de leur rhéostat : 1,955 ohm pour l'un et 2,04 ohms pour l'autre.

De par le processus du pont décrit plus haut, le contacteur C, lors de son ouverture coupe seulement un courant (I - 375) A.

h) Manipulateur en position Parallèle Plein Champ.

JH3 étant en 0, JH1 passe progressivement de 30 à 43 sous le contrôle du relais d'accélération contrôlé par la manette d'effort.

On élimine simultanément le même gradin de résistance dans chaque équipement de traction; dans chaque équipement de traction l'élimination est successive dans chacune des 2 branches du rhéostat.

A la position 43, la totalité du rhéostat est éliminée.

i) Manipulateur en Parallèle Shunté.

En parallèle comme en série, le manipulateur comporte 4 positions de shuntage correspondant à des taux de shuntage des inducteurs des moteurs de traction de 28, 47, 56 et 62⁵ %.

Le processus de shuntage est toujours le même :

1) JH1 régresse de 43 à 38 de manière à réintercaler une partie du rhéostat de démarrage après que le JH3 ait progressé d'une position paire à une position impaire (position de (préparation)

2) JH3 progresse ensuite

- Sur la 1re position de shuntage de 1 à 2 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs des moteurs de traction à 28 %;
- Sur la 2e position de shuntage : de 3 à 4 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs de moteurs de traction à 47 %;
- Sur la 3e position de shuntage : de 5 à 6 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs des moteurs de traction à 56 %;
- Sur la 4e position de shuntage : de 7 à 8 réalisant ainsi le shuntage simultané des 4 inducteurs des moteurs de traction à 62⁵ %

3) JH1 progresse ensuite de 38 à 43 sous le contrôle du relais d'accélération de manière à éliminer la partie du rhéostat réintercalée.

42. Règles de progression et de régression.

Progression.

- Lors de la progression de 0 vers un couplage série shunté ou parallèle shunté :

- 1) On progresse vers le couplage plein champ,
- 2) On shunte.

- Lors de la progression d'un couplage série shunté vers un couplage série parallèle plein champ, moins shunté ou plus shunté :

- 1) On déshunte en même temps que l'on passe la transition;

- 2) On progresse vers parallèle plein champ;
- 3) On shunte à partir de parallèle plein champ.

Régression.

Lors de la régression de fin parallèle plein champ jusqu'à série shunté :

- 1) On régresse jusque série plein champ ;
- 2) On shunte.

Lors de la régression de parallèle shunté à série plein champ, moins shunté ou plus shunté ou à zéro :

- 1) On régresse et on déshunte simultanément;
- 2) On shunte (si c'est un couplage série shunté qui est demandé).

43. Commande manuelle de secours.

En cas d'avaries aux circuits électriques, il est possible de manoeuvrer à la main l'arbre à cames JH1 à partir de l'une quelconque des cabines de conduite par l'intermédiaire d'un ensemble de tringles et d'embrayages.

On peut, de ce fait, pour un couplage déterminé des moteurs, exécuter manuellement les mêmes couplages plein champ que ceux exécutés automatiquement par l'intermédiaire du manipulateur.

Un relais RQA contrôle les positions du JH1. Il provoque le déclenchement des disjoncteurs, DJ ou DUR, dans le cas où le JH1 serait amené sur une position non compatible avec le couplage des moteurs.

Le dispositif de commande manuelle de secours comporte :

- Un commutateur de commande manuelle de secours CMS (fig. 66) qui comprend :
 - Une manivelle pouvant occuper 2 positions N et S et enlevable dans la position S;
 - Un levier de verrouillage pouvant également occuper 2 positions N et S;
 - Un tambour à touches de contact commandé par le levier de verrouillage commandant divers circuits basse tension;
- Une chaîne d'accouplement (C) (fig. 67) entraînée par un pignon denté (R) monté sur le bout d'arbre du servo-moteur. Ce pignon est normalement libre; lorsque la commande manuelle est mise en service, ce pignon doit être embrayé par l'entraîneur E, portant le bouton B qui s'engage dans une encoche correspondante du pignon;
- 2 renvois mécaniques à arbres télescopiques (T1 et T2) avec cardans (fig. 68) vers chacune des cabines de conduite. L'embrayage mécanique de ces arbres vers l'une ou l'autre des cabines de conduite s'effectue à l'aide d'un levier L de la boîte de renvoi à 2 directions. La boîte de renvoi possède 2 arbres à plateaux (P1 et P2) à trous multiples pour accouplement avec des plateaux (P'1 et P'2) des arbres télescopiques;

- 2 potelets de commande disposés dans chaque cabine de conduite et sur lesquels on vient placer la manivelle du CMS;
- 2 boîtiers à lampe disposés devant le conducteur dans chaque cabine de conduite, indiquant la progression du JH1.

La commande manuelle de secours à partir de la cabine de conduite agit seulement sur l'arbre à cames JH1. Elle n'agit pas sur les arbres à cames JH2 et JH3 ni sur l'inverseur du sens de marche.

Pour appliquer la commande manuelle de secours, les manoeuvres à effectuer sont les suivantes :

- 1) Ouvrir l'interrupteur de commande "JH";
- 2) Mettre la manivelle du commutateur de commande manuelle de secours dans la position S.

Le levier de verrouillage se met automatiquement dans la position S, entraînant le tambour à contacts BT qui établit les connexions électriques nécessaires pour la marche en commande manuelle de secours et coupe les circuits d'asservissement des JH.

- 3) S'assurer que l'inverseur de marche est bien dans la position désirée.

Une flèche solidaire de l'arbre du tambour d'inversion indique la position de l'inverseur. Le sens I correspond au sens "Avant" pour la cabine de conduite I.

Le sens II correspond au sens "Avant" pour la cabine de conduite II.

Si l'inverseur n'est pas dans la position désirée, l'y ramener à l'aide de la manivelle.

- 4) S'assurer de la position des JH1 et JH3; des numéros sont apposés à cet effet sur le plateau crénelé des JH1 et JH3.

S'ils ne sont pas à 0, les y ramener à l'aide de la manivelle.

- 5) Contrôler la position du JH2 et, en alternatif, du commutateur 15/25 kV.
- 6) Embrayer la chaîne sur l'extrémité de l'arbre du servo-moteur JH1, le bouton B de l'entraîneur E étant engagé dans le logement de la roue dentée.
- 7) Embrayer la transmission mécanique vers la cabine de conduite à occuper après avoir fait coïncider le repère du plateau de la tringlerie avec le repère correspondant de la boîte de renvoi.

- 8) Se rendre dans la cabine de conduite à occuper, embrayer la manivelle sur le potelet de commande de la cabine de conduite en position verticale vers le bas et la fixer à l'aide de la vis papillon placée sur la manivelle.

La manivelle doit toujours s'embrayer en position verticale vers le bas.

- 9) Fermer les interrupteurs Faiveley (sauf interrupteur JH) et mettre la manette d'inversion en position de marche de façon à mettre notamment en service la signalisation de la progression JH et la signalisation de la veille automatique;
- 10) Afin de réduire l'effort à exercer sur la manivelle, il faut par cran du JH1, effectuer 2 tours continus à la manivelle .

Progresser en suivant les indications du boîtier à lampes jusqu'à atteindre une position économique (la lampe blanche du boîtier est alors allumée seule).

Remarques.

Des butées établies sur les crans 44, 45, 46 du JH1 empêchent d'aller au-delà des positions - 2 et 43 lors de la commande de secours.

Elles limitent également la course du JH1 en commande automatique si celui-ci, par suite d'un mauvais fonctionnement, tentait de dépasser les positions de service.

Lors de la manoeuvre du commutateur de commande manuelle de secours CMS de N sur S, le disjoncteur continu ou alternatif déclenche : il n'y a donc lieu d'enclencher le DUR qu'après manoeuvre du commutateur CMS.

Au cas où l'arbre à cames JH1 est sur une position (-1) ou (- 2) la manivelle et le levier de verrouillage ne peuvent atteindre la position S. Dans cette position intermédiaire, la manivelle peut être enlevée mais le tambour solidaire du levier de verrouillage est resté dans une position intermédiaire et les contacts électriques pour la commande de secours ne sont pas établis : le disjoncteur ne peut être enclenché.

44. Inversion du sens de marche.

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

Les bornes des inducteurs de chaque moteur sont reliées à l'appareil inverseur (figure n° 160/B.00.01.032).

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

H1-F1; E1-MA; H2-E2; F2-MB; H3-F3; E3-MC; H4-E4; F4-MD.

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

H1-E1; F1-MA; H2-F2; E2-MB; H3-E3; F3-MC; H4-F4; E4-MD.

45. Elimination des moteurs de traction et des redresseurs.

Le programme d'élimination des moteurs de traction est ici plus complexe que dans une locomotive monocourant, il a été énoncé à l'article 15 de la Ire partie et nous n'y reviendrons pas.

Nous rappellerons seulement qu'en cas d'avaries aux moteurs de traction, l'élimination d'un seul moteur n'est pas possible : on élimine les moteurs par ensemble de 2, encore que ces 2 moteurs ne soient pas quelconques. Le fonctionnement de la locomotive n'est donc possible qu'à 100 % ou à 50 % des moteurs.

En outre :

- Sur les réseaux à courant alternatif, on donne également la possibilité d'éliminer l'une ou l'autre des 2 armoires à redresseurs R1 ou R2 et dans ce cas, on donne la possibilité de fonctionner avec 4 ou 2 moteurs de traction en série;

Les schémas réalisés par l'élimination des moteurs, et également des redresseurs, sont représentés aux figures 160/B.00.01.033 à 160/B.00.01.042.

L'élimination des moteurs et redresseurs est commandée par l'arbre à cames JH2 à 24 positions qui joue ainsi un double rôle, à savoir :

- Commutateur de tension;
- Elimination de moteurs de traction et de redresseurs.

Dans les 2 cas, la manoeuvre du JH2 n'est possible qu'à vide et hors tension.

Les positions fonctionnelles du JH2 sont résumées dans le tableau ci-après :

Couplage	4 moteurs en service	M1 + M2 éliminés	M3 + M4 éliminés	M1 + M3 éliminés	M2 + M4 éliminés	R1 éliminé 4 moteurs en service	R1 + M2 éliminés	R2 éliminé 4 moteurs en service	R2 + M3 + M4 éliminés
3 kV	2 ou 3	-	-	1	4	-	-	-	-
1,5 kV	10 ou 11	13	8	-	-	-	-	-	-
25 kV et 15 kV	18 ou 19	15	22	-	-	17	15	20	22

Les positions 25 kV et 15 kV qui sont communes d'après ce tableau, sont en fait différenciées par le commutateur électro-pneumatique agissant sur les prises du secondaire du transformateur.

Toutes les autres positions intermédiaires sont des positions de préparation ou de sécurité. La position 0 est celle qu'il y a lieu de réaliser à la main pour toute sécurité lors de la remorque de la locomotive en tant que véhicule (fig. 160/B.00.01.043).

Pour assurer au JH2, les positions correspondant aux couplages 3, 1,5, 15 et 25 kV, le conducteur manoeuvre l'interrupteur de choix de couplage (sélecteur de tension) installé sur chaque pupitre de conduite et le met sur la position désirée : 1,5 kV, 3 kV, 15 kV ou 25 kV.

Pour assurer au JH2 les positions correspondant à 2 moteurs éliminés, le conducteur manoeuvre le sélecteur d'élimination des moteurs de traction installé dans une des cabines de conduite. Ce sélecteur comporte 5 positions : tous les moteurs en service et chacun des moteurs éliminés.

Comme nous l'avons dit, on ne peut éliminer les moteurs que par groupe de 2; cela signifie que si on met ce sélecteur sur une position correspondant à un certain moteur éliminé, le second moteur qui lui est associé dans le couplage considéré s'élimine automatiquement.

Ainsi, par exemple, si on place le sélecteur sur le position correspondant à l'élimination du moteur M1, le JH2 va occuper :

- En 3 kV : la position 1 qui correspond à l'élimination de M1 + M3;
- En 1,5 kV : la position 13 qui correspond à l'élimination de M1 + M2;
- En 15 kV et 25 kV : la position 15 qui correspond à l'élimination de M1 + M2.

Pour assurer au JH2 la position correspondant à l'une des armoires à redresseurs éliminée, le conducteur manoeuvre :

- L'interrupteur à 2 positions (En service et Hors service) installé dans chaque armoire à redresseur;
 - Le sectionneur H.T. qui lui est associé et qui évite de mettre sous tension un redresseur éliminé. L'accès à ce sectionneur nécessite les déverrouillages H.T. (situé dans l'armoire à appareillage HT).
- Le JH2 se place alors dans les positions 15, 17, 20 ou 22 correspondant au fonctionnement avec une seule armoire à redresseurs.

Pour assurer au JH2, les positions correspondant au fonctionnement :

- Avec 2 ou 4 moteurs en service en 15 ou 25 kV, une armoire à redresseurs éliminée,

le conducteur manoeuvre l'interrupteur de choix de couplage (sélecteur de tension) qui, outre les positions correspondant aux couplages normaux de chaque réseau, comporte également des positions spéciales.

Alors que la manoeuvre du sélecteur de tension d'un réseau à un autre exige l'abaissement préalable des pantographes, la manoeuvre de ce sélecteur sur un même réseau, en vue d'obtenir des positions différentes exige seulement que le JH1 soit en position 0, les pantographes pouvant rester levés et le disjoncteur enclenché.

En cas d'avarie aux circuits de commande du JH2, il est possible de commander celui-ci à la main de l'intérieur de la locomotive en plaçant la manivelle sur le bout d'arbre du servo-moteur de commande du JH2 : cette manoeuvre ne peut se faire qu'à vide, pantographes abaissés.

Lorsqu'on pratique la commande manuelle de secours (du JH1) comme indiqué à l'article 43, la commande automatique du JH2 est coupée et la commande éventuelle du JH2 doit se faire comme indiqué ci-dessus.

Au chapitre de l'élimination des moteurs de traction, on notera pour terminer :

Relais d'accélération.

Il y a 2 relais d'accélération QA 3-1 et QA 2-4; chacun d'eux possède 2 bobines en série avec les moteurs correspondants : par exemple QA 2-4 possède une bobine en série avec le moteur 2 et une bobine en série avec le moteur 4.

Que les 4 moteurs ou 2 moteurs seulement soient en service, il n'y a toujours qu'un total de 2 bobines de relais d'accélération en service.

Equipement de traction.

En 1,5 kV, 15 kV et 25 kV, ce sont les 2 moteurs d'un même équipement de traction que l'on élimine; en 3 kV, au contraire, c'est un moteur dans chaque équipement de traction que l'on élimine.

Il en résulte que :

- En 1,5 kV, 15 kV et 25 kV, les 2 moteurs de l'équipement de traction restant en service démarrent en série et ensuite en parallèle;
- En 3 kV le démarrage ne peut se faire qu'avec les 2 moteurs de traction en série.

Ventilation des résistances de démarrage.

En cas d'élimination d'un équipement de traction, le rhéostat correspondant est hors service et n'est plus ventilé. Une cloison verticale sépare les rhéostats de chaque équipement de traction pour éviter que l'air soufflé par les ventilateurs du bloc voisin s'échappe sans passer sur les résistances en service.

B. Circuits auxiliaires H.T. communs aux 4 systèmes.

Les circuits auxiliaires sont représentés sur le schéma 160/A.00.01.01.

46. Groupe moteur compresseur.

Il n'y a qu'un seul compresseur entraîné par un moteur à double enroulement d'induit et double collecteur; l'ensemble est monté sur un bâti rigide, lui-même fixé au châssis de caisse par l'intermédiaire de supports antivibratoires.

Les caractéristiques du compresseur du type Westinghouse 242 VBZ sont :

Vitesse : 2300 tr/min (rapport de réduction : 1/1)

Débit : 1350 l/min (ramené à la pression de 1 kg/cm² et à la température de 20°C)

Pression de refoulement : 9 kg/cm²

Nombre de cylindres : 4 (en V)

Nombre d'étages : 2

Refroidissement : par air.

Le compresseur est entraîné par un moteur à double enroulement d'induit de 1500 V de tension nominale par induit et double collecteur ainsi que par deux paires de pôles inducteurs. Les inducteurs de même polarité sont raccordés en série avec un enroulement d'induit. Le moteur possède une puissance de 17 kW et tourne à 2300 tr/min. lors de son alimentation à tension nominale.

Chaque enroulement d'induit M01 et M02 est précédé d'une résistance, de 68 ohms, qui limite le courant de démarrage et la tension aux bornes de l'induit. Chaque induit est enclenché par un contacteur électromagnétique K1 et K4; l'ensemble est protégé par un disjoncteur magnétothermique DTC 1-2.

Les 2 induits sont reliés (fig. 4) :

- En série sur le réseau 3 kV;
- En parallèle sur les réseaux 1,5 kV, 15 kV et 25 kV, par l'intermédiaire des contacteurs 0, 3, 4 du JH2.

Le fonctionnement du disjoncteur magnétothermique provoque l'alimentation de la bobine basse tension du relais différentiel auxiliaire QDA : ce relais déclenche provoquant le déclenchement du disjoncteur général.

Le réarmement du DTC 1-2 après fonctionnement doit se faire manuellement.

47. Groupe moteur ventilateur des moteurs de traction, redresseurs et self de lissage.

Il y a 2 groupes moteurs ventilateurs par locomotive.

Chaque groupe comporte un moteur et 2 roues de ventilation différentes placées en bout d'arbre de part et d'autre du moteur. Une roue de ventilation assure le refroidissement en parallèle des 2 moteurs de traction : l'autre roue assure le refroidissement en série de l'armoire à redresseurs et de la self de lissage correspondant à ces 2 moteurs.

Chaque moteur MV1 et MV2 de 1500 V de tension nominale est alimenté par 2 contacteurs électromagnétiques connectés en parallèle K2A-K2B et K5A-K5B et précédé d'une résistance de 22,5 ohms qui limite le courant de démarrage et la tension aux bornes du moteur.

Ventilateur des redresseurs et self.

Type : centrifuge

Vitesse : 2300 tr/min.

Débit : 120 m³/min.

Les moteurs de ventilateurs ne possèdent d'autre protection que celle assurée par le disjoncteur en surcharge directe; on considère que la probabilité extrêmement faible de calage du moteur ne justifie pas la présence de fusibles HT ou de relais de protection.

Les moteurs sont reliés (fig. 4) :

- En série sur le réseau 3 kV;
 - En parallèle sur les réseaux 1,5 kV et 25 kV,
- par l'intermédiaire des contacteurs 1, 2 et 5 du JH2.

Ventilateur des moteurs de traction.

Type : centrifuge.

Vitesse : 2300 tr/min.

Débit : 250 m³/min. (pour 2 moteurs de traction).

Le moteur entraînant ces 2 ventilateurs possède une puissance de 34 ch.

Chaque groupe moteur ventilateur entraîne par courroie un alternateur basse tension.

Le groupe I entraîne l'alternateur ACB qui, par l'intermédiaire de redresseurs, charge la batterie. Ses caractéristiques sont :

Type : triphasé étoile.

Puissance : 3,8 kVA,

Vitesse : 3600 tr/min.

Fréquence : 80 Hz

Tension entre phases : 50 Volts

Courant par phase : 45 A.

Côté continu le régulateur statique est défini pour fournir 27,5 A sous 85 V.

Le groupe II entraîne l'alternateur APH dont les caractéristiques sont les suivantes :

Type : triphasé étoile

Vitesse : 3600 tr/min.

Fréquence : 60 Hz.

Tension entre phases : 60 volts

Courant par phase : 25 A.

Puissance : 2,8 kVA.

Cet alternateur alimente un moteur asynchrone triphasé entraînant la pompe de circulation de l'huile du transformateur.

48. Chauffage des cabines de conduite.

Les 2 cabines de conduite sont chauffées simultanément.

Chaque cabine comporte un radiateur à chauffage direct (1800 watts - 750 volts) installé dans la cabine et une batterie de chauffe à air pulsé (1800 watts - 750 volts) installée dans le sous-plancher. Les caractéristiques du ventilateur à air pulsé sont les suivantes :

Tension : 80 V;

Courant : 0,4 A;

Débit : 2 m³/min.

Vitesse : 1650 tr/min.

Dans chaque cabine, le radiateur à chauffage direct est en série avec la résistance de la batterie de chauffe : l'ensemble est dénommé Rch1 pour la cabine 1 et Rch2 pour la batterie 2.

Chaque ensemble d'une cabine est alimenté et connecté :

- En série sur le réseau 3 kV;
- En parallèle sur les réseaux 1,5 kV et 25 kV, par 3 contacteurs électromagnétiques K3, K6, K7.

Chaque ensemble est protégé par un relais à maxima Qchl.

Ce relais possède en fait 2 bobines insérées dans chaque circuit mais placées sur la même armature magnétique.

On notera d'autre part que la température et conséquemment les contacteurs d'enclenchement sont contrôlés par 2 thermostats : un thermostat d'ambiance et un thermostat de sécurité placé sur la tôle du plancher.

Self de lissage.

On notera que les circuits auxiliaires ci-dessus : compresseur - ventilateur - sont mis en série avec une self de lissage SLA qui réduit l'ondulation du courant d'alimentation en alternatif. Cette self est cependant en service sur tous les réseaux. La self SLA est raccordée après la self principale SLI.

49. Relais différentiel.

Les circuits HT sont protégés par les relais différentiels ci-après :

- QD1 pour l'équipement de traction formé par les moteurs M1 et M2;
- QD2 pour l'équipement de traction formé par les moteurs M3 et M4;
- QDA pour les services auxiliaires suivants : compresseur - ventilateur - chauffage cabine;
- QDI est formé par les bobines LI - LD et GB - GD s'assurant que le courant entrant dans l'équipement de traction est égal au courant sortant;

- QD2 est formé par les bobines LX - LH et GI - GL s'assurant que le courant entrant dans l'équipement de traction est égal au courant sortant;
- QDA est formé par les bobines LI-TR et TQ-TI s'assurant que le courant entrant dans les circuits auxiliaires est égal au courant sortant.

50. Chauffage du train.

Le circuit de chauffage du train est dérivé immédiatement après les disjoncteurs et comporte les organes suivants :

- Côté alternatif : une alimentation en autotransformateur sur le primaire TFP . La prise de l'autotransformateur est faite par l'intermédiaire des contacteurs CCH3 et CCH4 de manière à délivrer :
 - Une tension de 1000 V - 16 2/3 Hz sur le réseau à 15 000 V, 16 2/3 Hz;
 - Une tension de 1500 V - 50 Hz sur le réseau à 25 000 V, 50 Hz,

qui sont les tensions internationales dans ces systèmes.

Cet autotransformateur est capable de fournir une puissance nominale de 600 kW aux tensions nominales ci-dessus.

La protection se fait par un/relais à maxima QchTA alimenté par un transformateur de courant et un fusible HT ultra-rapide de conception tout à fait spéciale qui provoquent le déclenchement du disjoncteur à courant alternatif DJ en cas de surintensité.

Le contacteur 7 manoeuvré par l'arbre à cames JH2 est seulement fermé sur les réseaux alternatifs. Son ouverture sur les réseaux continus assure l'isolement du transformateur.

51. Palpeur - Voltmètre H.T. - Parafoudre.

L'installation des circuits auxiliaires H.T. est complétée par :

- Un circuit de palpage destiné à détecter la tension de la ligne et à autoriser en conséquence les couplages de puissance.

Ce circuit de palpage a été décrit à l'art. 17 de la 1re partie.

- 2 voltmètres VC1 et VC2 (un par cabine) mesurant la tension de la ligne en courant continu;
- 2 voltmètres VA1 et VA2 (un par cabine) mesurant la tension de la ligne en courant alternatif.

Ces voltmètres sont imbriqués dans le circuit de palpage.

- Un parafoudre Pf assurant la protection contre les coups de foudre et les surtensions en courant continu;
 - Un parafoudre PFT jouant un rôle analogue en courant alternatif.
 - Un parafoudre Soulé assurant la protection des circuits continus contre un mélange de tension continue et alternative.
- C. Circuits de retour de courant et de mise à la terre.

52. Principe et description du schéma.

L'intensité du courant de traction retournant au rail dans le cas de circulation sur les réseaux à 1,5 et 3 kV ne permet pas de le laisser passer par les roulements des boîtes d'essieu; si le cas se produisait, les roulements seraient avariés par le passage du courant et deviendraient rapidement inutilisables. Il faut donc conduire le courant après son passage dans les moteurs de traction et également celui des engins auxiliaires vers les trains de roues par un chemin évitant les roulements des boîtes d'essieu. Le courant de retour est amené par un dispositif spécial appelé "dispositif de retour de courant" directement sur la fusée du train de roues d'où il s'écoule vers le rail au travers du centre de roue. L'équipement de la boîte d'essieu sera décrit à l'article suivant.

En courant alternatif, les courants qui vont de la locomotive au rail sont :

- 1° Le courant venant de la caténaire et traversant le primaire du transformateur (de faible valeur);
- 2° Le courant plus important alimentant les circuits de chauffage des voitures remorquées. En effet, ce courant envoyé par la borne de l'autotransformateur "chauffage" vers la canalisation électrique de chauffage des voitures revient à la borne TT du primaire du transformateur par les trains de roues des voitures, les rails et les trains de roues de la locomotive.

Ne passent pas par les rails sur les réseaux alternatifs les courants de traction et des auxiliaires (compresseur, ventilateurs, chauffage cabine) qui circulent en circuit fermé partant d'une borne des redresseurs pour revenir à l'autre borne des redresseurs.

Les connexions de retour de courant et de mise à la terre sont représentées au schéma 160/A.00.05.01.

Les bornes TI ou de "terre isolée" sont celles qui conduisent les courants de retour au rail via 4 fusées de trains de roues; les bornes TT ou de "terre train" connectent au rail via 1 fusée de trains de roues la "masse" de la locomotive fixant ainsi au même potentiel que le rail toutes les parties métalliques de la locomotive. En vue d'assurer une sécurité parfaite contre les interruptions du circuit de retour, une liaison par câble TI-TT est établie. Le retour de courant se fera par les circuits TI, grâce à l'emploi de balais de retour de courant à chute de tension très faible ($< 0,2$ V), inférieure à la tension de percement de la graisse des roulements d'essieux.

Sont connectées à la terre isolée TI placée dans le bloc JH (voir également le schéma 160/A.00.01.01) :

- les bornes de sortie des relais QD1, QD2 et QDA par où passent les courants des moteurs de traction et des moteurs des groupes auxiliaires.

Ces bornes TI sont reliées par câbles isolés à 4 dispositifs de retour de courant fixés sur les couvercles des 4 boîtes d'essieu.

On remarquera que les redresseurs R1 et R2 ont leur borne négative connectée à TI; en fait, cette connexion n'a rien à voir avec le retour de courant vers le rail; elle connecte la sortie des 2 redresseurs avec la sortie du bloc JH réalisant le bouclage du circuit du courant de traction et des auxiliaires entre les redresseurs et les moteurs lorsque l'équipement est couplé pour l'alternatif.

Sont connectés à la terre TT placée dans le bloc JH :

- La charpente du bloc JH;
- Le châssis de la locomotive par un câble nu courant sous le châssis et y connecté en quelques points;
- Les bâtis de moteurs auxiliaires et les boîtiers d'appareillage;
- Le primaire du transformation;
- Les sectionneurs SMT et CTC;
- Les parafoudres 3 et 25 kV;
- La borne négative de la batterie d'accumulateurs;
- Les bornes négatives des relais RTN 1,5 et 3 kV;
- Les bornes négatives du dispositif de palpage.

La borne TT est connectée par câble souple à 1 dispositif de retour de courant.

53. Dispositif de retour de courant.

5 boîtes d'essieux sont équipées d'un dispositif de retour de courant suivant la fig. 69.

Le dispositif est constitué comme suit :

- Dans la boîte d'essieu, un levier 1, isolé de la masse, porte, par brasure, un balai en carbo bronze 2;
- A ce levier est fixé le câble 3 amenant le courant de retour;
- Le balai 2 frotte sur le plateau 4; un ressort 5 assure la pression de contact et permet de rattraper l'usure du balai;
- Le plateau 4 est fixé à l'essieu.

Du fait de l'isolement du levier 1, aucun courant ne peut traverser les roulements 6 pour retourner à l'essieu.

On remarquera que le levier 1 est percé d'un orifice pour permettre le passage de la transmission à cardans qui entraîne le générateur servant au dispositif de survitesse et de décel de patinage. Cette transmission à cardans n'a pas de contact avec le levier 1; dans la chaîne de la transmission est intercalé un isolant afin d'éviter de shunter le circuit préférentiel de retour de courant indiqué ci-dessus.

D. Circuits auxiliaires propres au système courant alternatif et leur commande.

54. Circuits de refroidissement.

Dans ce type de locomotive, la conception a été conduite de façon à réduire au maximum les groupes auxiliaires propres au courant alternatif.

C'est ainsi que :

- Les selfs de lissage des moteurs de traction et les redresseurs sont ventilés par le même groupe qui entraîne les ventilateurs des moteurs de traction;
- Les réfrigérants d'huile du transformateur consistent en des radiateurs placés le long du long pan en face des ventelles d'aspiration de l'air nécessaire aux moteurs de traction, selfs de lissage et redresseurs. En conséquence, l'air aspiré pénétrant dans la caisse lèche les radiateurs et les refroidit.

En conséquence, il ne reste à entraîner sous courant alternatif que la pompe pour la circulation de l'huile du transformateur.

Cette pompe est entraînée par un moteur asynchrone triphasé dont l'alimentation est fournie par l'alternateur APH entraîné par l'un des groupes moteurs ventilateurs des moteurs de traction. En cas d'avarie à l'alternateur APH, il est possible, grâce au commutateur CPH, d'alimenter la pompe à huile à partir de l'alternateur charge batterie (position "secours" du CPH).

Les caractéristiques du groupe moto-pompe sont les suivantes :

Tension entre phases : 60 V.

Courant nominal : 13,5 A;

Fréquence : 60 Hz.

Le démarrage du groupe se fait dans les conditions suivantes :

Une fois sur le réseau alternatif, le + batterie alimente l'excitation 741-TB de l'alternateur APH entraîné par le groupe ventilateur II. Cette excitation est ensuite auto-entretenu par l'alternateur par le canal d'une batterie de redresseurs.

Dès que le relais RTPH1 a constaté la présence de tension aux bornes de l'alternateur (bornes 708-709-710), il ferme son contact 740-727 qui autorise l'alimentation de la bobine 729-TB du contacteur KPH.

La fermeture de ce contacteur alimente le moteur asynchrone d'entraînement de la pompe et autorise l'alimentation des contacteurs Cch3 et Cch4 du chauffage train : la protection en est assurée par le disjoncteur dPH.

E. Circuits de commande des appareils communs aux quatre systèmes.

55. Description générale.

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

Le fil négatif batterie TB est connecté à la masse de la locomotive (châssis) par l'intermédiaire d'une barrette. Des interrupteurs placés sur le pupitre de la cabine de conduite permettent la commande des divers circuits.

Ces interrupteurs sont réunis dans une même boîte qui comprend respectivement :

- Une rangée d'interrupteurs verrouillés;
- Une rangée d'interrupteurs non verrouillés.

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

56. Préparation de la locomotive.

Les opérations à effectuer pour mettre la locomotive en service sont les suivantes :

- Choix du couplage;

- Levée du pantographe;
- Enclenchement du disjoncteur;
- Démarrage des services auxiliaires;
- Commande de la traction.

57. Choix de couplage.

Le dispositif de commande du choix de couplage possède sept positions. À savoir :

- position zéro,
- position 3 kV,
- position 1,5 kV,
- position 15 kV - 16 $\frac{2}{3}$ Hz 1 ou 2 armoires à redresseurs en service avec les 4 moteurs;
- position 15 kV - 16 $\frac{2}{3}$ Hz, 1 armoire à redresseurs et 2 moteurs;
- position 25 kV - 50 Hz, 1 ou 2 A.R. en service avec les 4 moteurs;
- position 25 kV - 50 Hz, 1 A.R. et 2 moteurs.

La manoeuvre des différents contacteurs s'effectue à vide et hors tension par le JH2.

Le JH2 peut toutefois se déplacer sans abaissement du panto des positions 15 à 17 et 20 à 22 pour passer du couplage 1 AR et 4 moteurs à 1AR et 2 moteurs dans les deux régimes alternatifs.

De cette façon, la manoeuvre est simplifiée dans une large mesure.

Il n'y a pas de danger dans ce cas de manoeuvrer les contacteurs du JH2 sous tension, car la manoeuvre de l'I.C. de couplage ne sera suivie d'effet que si le JH1 se trouve sur 0 - 1 ou -2, c.à.d. contacteurs A B C D E ouverts.

Dans tous les autres cas, le disjoncteur HT déclenche et le panto s'abaisse lors d'une manoeuvre intempestive du JH2 par le Q 47-2.

L'ordre est donné au JH2 par l'intermédiaire de l'I.C. de choix de couplage (art. 72). La commande du JH2 sera décrite aux art. 71 et 72. Le conducteur a dû, pour cela, fermer l'interrupteur "JH" et placer l'I.C. de choix de couplage sur la position désirée.

58. Manoeuvre du sectionneur terre-courant (schéma n° 160/D.00.01.01, feuille 9).

Par l'intermédiaire du disjoncteur de protection de l'asservissement général dl, le positif CB de la batterie parvient à la borne CG de l'interrupteur "Urgence". La fermeture de cet interrupteur alimente le fil CH et de là, le fil 47 au travers du disjoncteur dl3. Dès lors, l'électrovalve EVCA du commutateur terre-courant est alimentée via les interlocks H et X du DUR (47-49 du DUR1 et 49-49A du DUR2), interlocks fermés lorsque le DUR est ouvert.

Le commutateur terre-courant se place sur la position "terre" s'il n'y était déjà. (Sa position de repos est normalement la position terre, mais il peut occuper l'autre position par suite d'une manoeuvre à la main lors des travaux d'entretien).

La ligne H.T. de toiture est ainsi séparée du DUR et des circuits de mesure à courant continu.

En couplage 25 kV et 15 kV, il ne se passe rien et l'électrovalve EVCA reste excitée assurant ainsi la constance de la position "terre" du sectionneur tant que l'interrupteur "Urgence" reste fermé.

En couplage courant continu, le CTC se ferme en position "courant" lors de l'enclenchement du DUR à condition que le palpeur ait détecté du courant continu.

L'excitation de l'électrovalve EVCC s'effectue après fermeture de l'interrupteur "Urgence" par le disjoncteur dl3, le fil 47, l'interlock V (47-48) du DUR2 (fermé pendant l'enclenchement du DUR), interlock 48-48A du relais RCC (ce relais RCC est excité à partir du fil 47, par l'interlock 47-380 du relais palpeur continu QCC et par les interlocks NF 380-380A et 380A-380B des relais palpeurs alternatifs RCA 15 et RCA 25. Le CTC se place en position "courant" branchant la ligne HT de toiture sur le DUR et sur le circuit des relais RTN.

L'électrovalve EVCC est désexcitée dès que la manoeuvre d'enclenchement du DUR est terminée (contact V du DUR2 qui s'ouvre). Mais comme l'électrovalve EVCA n'est pas alimentée (contact 47-49 du DUR1 ouvert), le sectionneur reste sur la position courant.

En couplage courant continu, le CTC se replacera automatiquement en position "terre" par l'alimentation de l'électrovalve EVCA) chaque fois que le DUR aura déclenché, soit :

- Volontairement;
- Par intervention d'une protection;
- Par disparition de la tension;
- Par abaissement du pantographe.

Il s'ensuit que le CTC s'ouvre toujours hors courant et que, notamment, dans les 2 derniers cas, les circuits à courant continu (DUR, RTN, parafoudre 3 kV) sont toujours séparés de la ligne de toiture avant réapparition de la tension sur la locomotive.

Une lampe LCTC indique la position du CTC. Son interprétation sera décrite à l'article 80.

59. Commande des pantographes. (schéma 160/D.00.01.01 - feuille 8).

Chacun des pantos est commandé par un seul et même interrupteur de la boîte Faiveley marqué PANTO.

Le pantographe est choisi par l'interrupteur de commande de choix de couplage.

- a) On passe par l'interrupteur "Urgence" pour des raisons évidentes d'action rapide lors d'incidents;
- b) Le JH2 doit être arrêté afin d'éviter la manoeuvre sous tension de ses contacteurs sauf dans les cas dont question à l'article 58;
- c) Le DJ et le sectionneur CTC doivent être ouverts, d'une part pour éviter d'envoyer de la tension continu dans le transfo et , d'autre part, pour éviter d'appliquer la tension alternative de 15 kV ou de 25 kV sur le DUR et les circuits de mesure et RTN à courant continu.

59.1. Levée du panto à courant continu.

Le conducteur ayant fermé l'interrupteur PANTO, l'électrovalve EVP 1,5/3 de ce panto est excitée comme suit:

- CB, d1, Urgence, CH, Q47-2 (contact CH-300) ou bien CB, d1, Urgence, CH, JH2 (contact CH-300 sur les positions 2 à 4, 15 à 17, 20 à 22); ensuite, PANTO (300-311), d15, contact 80A-313 du CTC en position ouvert (terre), interlock 313-314 du DJ en position ouvert.

Les contacts du RCC et RCA sont ouverts car le panto n'a pas encore touché le fil. Le DJ doit être ouvert ainsi que le CTC (conditions c) ci-dessus).

De 314 on passe par l'I.C. du choix de couplage. La touche 314-315 est fermée pour toutes les positions "courant continu", ouverte pour toutes les autres. De 315 à 319 on passe par un interrupteur SP qui permettra au cas où on installerait un deuxième panto à courant continu de discriminer un des deux pantos (SP étant actuellement inopérant, contacts 315-319 court-circuités).

Ensuite de 319 à EVP 1,5/3 et TB.

Si le couplage 1,5 kV a été choisi, on alimente à partir du bouton "Urgence" le fil CH et par le contact CH-316 du JH2 sur les positions 1,5 kV, via le disjoncteur d18 316-316a, l'EVB 1,5 kV, 318-TB.

L'EVB de la butée du panto à courant continu limite la hauteur de déploiement de ce panto sur le réseau N.S. c.à.d. 1,5 kV, correspondant au JH2 sur les positions 8 à 13.

En cas de non-intervention de la butée, il y a un dispositif à fin de course, situé sur le toit de la loco, qui actionne une sonnerie dans le P.C. Le conducteur est averti de cette façon du non-fonctionnement de la butée et du danger qu'il y a d'arracher la caténaire lors de la sortie d'une section sans fil qui est passée à grande vitesse avec panto levé.

L'article 80 détaille entre autres, l'opération à laquelle le conducteur doit se livrer afin d'éliminer la sonnerie d'alarme et se mettre sous le régime de "consigne à respecter".

La butée ne pouvant être manoeuvrée que panto abaissé, le verrouillage de la butée par les positions du JH2 assure aussi cette condition.

Le contact CH-300 du Q47-2, relais qui est branché aux bornes de l'induit du S.M. JH2, est fermé aussi longtemps que le SM du JH2 est alimenté, c.à.d. qu'aussi longtemps que le JH2 n'a pas terminé sa course, la levée du panto est empêchée. Comme dit à l'article 58, cela ne vaut que dans les cas où la manoeuvre du JH2 est consécutive à un changement de tension.

Sur les positions 2 à 4, 15 à 17 et 20 à 22 du JH2, le déplacement du JH2 ne nécessite pas l'abaissement du panto car il s'agit de couplage réalisé sous le même régime de tension, le JH1 étant à zéro.

59.2. Levée du panto 25 kV.

L'excitation de l'EVP 25 se fait de la même façon que l'EVP 3/1,5. On passe par l'interrupteur de choix de couplage sur une des deux positions "courant alternatif" c.à.d. le contact 314-317, ensuite par le SP 317-320. (actuellement courtcircuités).

EVP 25 est finalement alimentée via l'interlock du combinateur (25 kV - 15 kV) sur la position 25 kV, c.à.d. contact 320-322-EVP 25 - TB.

La commande du combinateur est décrite à l'article 73,3.

C'est la position du combinateur, issue du choix de la tension et de la réponse du JH2, qui fait la discrimination entre les deux pantos du régime "courant alternatif".

Le panto se lève à condition que le CTC et le disjoncteur DJ soient ouverts, que le JH2 ait terminé sa course

59.3. Levée du panto 15 kV.

Elle est analogue à celle du panto 25 kV. Cette fois-ci on passe par l'interlock 320-321 du combinateur sur 15 kV pour alimenter l'EVP 15, 321-TB.

59.4. Maintien de l'excitation des électrovalves des pantos.

59.4.1. Panto 3 kV - 1,5 kV.

Le panto touche le fil. Il détecte une tension continue qui agit sur le dispositif de palpage. Le relais QCC du palpage (voir art. 17 et 35) se ferme. Le relais auxiliaire RCC est alimenté via l'interlock 47A-380 du QCC, 380-380A du RCA15, 380A-380B du RCA25, la résistance de limitation de la consommation 380-381.

A l'enclenchement, le courant d'alimentation passe d'abord par l'interlock 380-381 du RCC qui s'ouvrira ensuite après excitation du RCC.

Le panto est maintenu levé après fermeture du CTC c.à.d. l'ouverture du contact 80A-313 du CTC, par le contact fermé 80A-313 du RCC qui est excité. On contrôle l'ouverture du DJ en passant par l'interlock 313-314 du DJ qui est fermé lorsque le DJ est ouvert. De cette façon, on est certain qu'il est exclu d'appliquer une tension continue sur le transfo dont la résistance est quasi nulle en courant continu.

S'il y a application accidentelle des tensions alternative et continue en même temps sur la ligne, il y aura déclenchement instantané des disjoncteurs par le jeu des interlocks des différents relais du dispositif de palpage.

59.4.2. Panto 25 kV.

Le panto touche le fil. Le dispositif de palpage détecte 25 kV - 50 Hz. Le QCA 25 ferme son contact 47 A - 384 et alimente le RCA 25 via un contact NF 47 - 47 A du QCC, l'interlock RCA 25 384-385, normalement fermé lorsque le RCA 25 n'est pas excité, et ensuite via la résistance de limitation 384-385. Le RCA 25 étant excité, le contact 313-314 du RCA 25 est fermé dans le circuit de l'EVP 25. De ce fait, il sera possible de fermer le DJ (interlock 313-314 du DJ est alors ouvert) tout en maintenant le panto levé. On passe par l'interlock 80A-313 du CTC qui contrôle l'ouverture du CTC avant d'aller, via 313-314 du RCA 25, 314-317 du choix de couplage, le SP 317-320 et le combinateur en position 25 kV 320-322 à l'EVP 25.

59.4.3. Panto 15 kV.

Analogue à l'article 59.4.2.

Le QCA 15 ferme 47A-382 et alimente le RCA 15 via 382-383 dans le dispositif de palpage. Le RCA 15 313-314 se ferme dans le circuit de l'EVP 15 ce qui permet de fermer le DJ tout en maintenant le panto levé.

60. Commande du compresseur (schémas 160/D.00.01.01 - feuille 30 et 160/A.00.01.01).

Le moteur du groupe ayant deux enroulements d'induit électriquement distincts et deux paires de pôles, mais qui doivent être alimentés simultanément, les bobines des contacteurs K1 et K4 sont placées en série, leur excitation est ainsi rendue simultanée.

La borne 180 de l'interrupteur "compresseur" est mise sous tension au travers du contact CB-178 du relais RVA (relais de verrouillage des circuits auxiliaires, qui est maintenu enclenché pour autant que l'un des disjoncteurs DUR ou DJ soit fermé) et du disjoncteur d04.

La fermeture de l'interrupteur "compresseur" commande l'alimentation des bobines des contacteurs K1 et K4 par l'intermédiaire des contacts de l'interrupteur I15 et du régulateur de pression RP.

En cas d'avarie au régulateur de pression, il peut être éliminé par l'interrupteur bipolaire I15. L'alimentation des contacteurs K1 et K4 se fait alors directement par la fermeture intermittente de l'interrupteur "compresseur secours".

Le régulateur RP est réglé pour fermer son contact pour une pression de 8 kg/cm² et l'ouvrir pour une pression de 9,5 kg/cm² dans les réservoirs principaux.

61. Commande des ventilateurs des moteurs de traction (schéma 160/D.00.01.01 - feuille 30 et 160/A.00.01.01).

Les contacteurs des deux moteurs des ventilateurs des moteurs de traction, redresseurs et selfs de lissage sont dédoublés en 2 contacteurs connectés en parallèle et fonctionnent en cascade, respectivement K2A, K2B et K5A-K5B.

La fermeture d'un contacteur A entraîne celle du contacteur B correspondant; l'ouverture d'un contacteur B entraîne celle du contacteur A correspondant.

La commande de ces contacteurs doit, en outre, tenir compte de ce que :

- En couplage 3 kV, les 2 induits étant connectés en série, les 2 groupes de contacteurs doivent être alimentés simultanément. Cette sujétion a comme inconvénient que toute avarie à un moteur ou à un des contacteurs ou encore au circuit de commande entraîne l'arrêt des 2 groupes ventilateurs et donc l'arrêt de la locomotive;
- En couplage 1,5 kV, 15 ou 25 kV les moteurs étant alimentés en parallèle, il doit être possible d'éliminer un groupe moteur-ventilateur avarié. Dans ce cas, il faut veiller à ce que les 2 moteurs normalement ventilés par ce groupe soient également éliminés.

Les bobines des contacteurs K2A et K5A sont normalement connectées en série. Pour éliminer une bobine du circuit, il est prévu un interrupteur Iv d'élimination de la ventilation d'un bogie. Cet interrupteur a 2 positions : la position 1 est la position normale mettant les 2 bobines en série; la position 0 est la position d'élimination. On voit qu'il n'y a qu'une seule position d'élimination; l'élimination correcte de la commande du contacteur à éliminer se fera par le tambour d'asservissement du JH2; en effet, ce dernier doit être commandé pour éliminer le groupe correspondant de moteurs de traction. Il suffira par conséquent pour éliminer un groupe ventilateur :

- 1° De placer l'interrupteur Iv sur la position 0;
- 2° De placer l'interrupteur IEM d'élimination des moteurs de traction sur une position d'élimination d'un moteur non ventilé.

Si ces deux interrupteurs ne sont pas manoeuvrés ensemble, le circuit de commande est conçu de façon que l'élimination du ventilateur n'ait pas lieu.

La borne 170 de l'interrupteur "Ventilateur" est mise sous tension au travers du contact CB-178 du relais RVA (voir n° 61) et du disjoncteur d011. La fermeture de l'interrupteur "Ventilateurs" alimente, via la diode R10 (171-179), les bobines des contacteurs K2A et K5A connectées en série par le contact 174-175 de l'interrupteur Iv en position 1.

Cet interrupteur est court-circuité par le contact 174-175 du JH2 (contact fermé pour les positions 1-5, 10-11, 17-21 du JH2), de telle façon que la mise en série des bobines de K2A et K5A soit réalisée même si IV a été oublié sur la position 0 et que l'on est en couplage 3 kV ou avec les 4 moteurs en service.

L'alimentation des bobines des contacteurs K2A et K5A entraîne celle des bobines des contacteurs K2B et K5B, par les interlocks 171-188 et 171-189 des contacteurs K2A et K5A, les interlocks 170-179 des contacteurs K2B et K5B alimentent alors directement les bobines des contacteurs K2A et K5A sans passer par l'interrupteur "Ventilateur".

L'ouverture de l'interrupteur "Ventilateur" désexcite d'abord les bobines des contacteurs K2B et K5B dont les interlocks 170-179 coupent l'alimentation des bobines des contacteurs K2A et K5A. Le redresseur R10 empêche l'auto-alimentation des bobines des contacteurs K2B et K5B par leurs interlocks 170-179.

Vu le contact 174-175 du JH2, il est impossible d'éliminer un groupe ventilateur dans le couplage 3 kV.

Par contre, dans les autres couplages, la mise de l'interrupteur Iv sur 0 et les contacts 172-175 ou 174-176 du JH2 (contacts respectivement fermés dans le cas d'élimination du groupe de moteurs M1 M2 ou du groupe M3 M4 dans les couplages 1,5, 15 ou 25 kV) assure l'alimentation du groupe ventilateur correspondant : ainsi, quand le groupe ventilateur des moteurs M3 et M4 est défectueux, il faut placer l'interrupteur Iv sur 0 et commander l'élimination de ces moteurs par l'IEM; ainsi, seuls les contacteurs K2 restent en service. Le retour à TB de l'alimentation de la bobine de K2A s'effectue par les touches 174-176 du JH2, le contact 176-177 de Iv sur 0 et la résistance RK2A dont la valeur ohmique est égale à celle de la bobine du contacteur K5A; la bobine du contacteur K2B est alors alimentée via l'interlock 171-188 du contacteur K2A. On a de même RK5A branché en série avec K5A et les bobines des contacteurs K5A et K5B sont seules alimentées lors de l'élimination du groupe ventilateur des moteurs de traction M1 et M2.

Une lampe de signalisation LSV indique le fonctionnement des groupes ventilateurs (article 81).

62. Commande du chauffage des cabines de conduite (schémas 160/D.00.01.01 - feuilles 25 et 30 et 160/A.00.01.01).

L'alimentation des ventilateurs (feuille 25) est prélevée au point CH après le bouton urgence.

De cette façon, à l'abandon de la locomotive, on évite de décharger la batterie.

Cette alimentation se fait par l'intermédiaire du disjoncteur dD et des interrupteurs à deux directions "chauffage loco".

L'alimentation des contacteurs K3, K6, K7 (feuille 30) se fait par le fil CB, le contact CB-178 du relais RVA, le disjoncteur d02, un contact 220 C - 220 B du relais RACH, les interlocks propres aux contacteurs et par des touches basse tension du JH2.

Les touches basse tension du JH2 réalisent l'ordre d'enclenchement des contacteurs K correspondant au couplage choisi,

- pour 1,5 kV continu et alternatif, les chauffages des cabines de conduite sont connectés en parallèle par K6 et K7;
- pour 3 kV continu, les chauffages des cabines de conduite sont connectés en série par K3.

Les contacteurs K se verrouillent entre eux par le jeu de leurs interlocks précités.

Le relais RACH est alimenté depuis le fil 220 B par 4 contacts de thermostats de contrôle (fermés quand la température est inférieure à la température limite) et par les interrupteurs à 2 directions "chauffage loco".

63. Commande du chauffage train (schéma 160/D.00.01.01 -
feuille 30 et 160/A.00.01.01).

L'installation comporte 4 contacteurs pour la mise en service du chauffage train : (Sur certaines locomotives, le contacteur Cch3 est supprimé, et le contacteur Cch4 est utilisé en 15 kV et 25 kV).
- Les contacteurs Cch1 et Cch2 sont utilisés pour les couplages 3 kV et 1,5 kV;

- Le contacteur Cch3 est utilisé pour le couplage 15 kV;
- Le contacteur Cch4 est utilisé pour le couplage 25 kV.

L'alimentation des bobines de ces contacteurs est réalisée comme suit : lorsque l'interrupteur "chauffage train" est enclenché, le fil 191 est mis sous tension par le positif CB, les contacts CB-178 du relais RVA, le disjoncteur d01; il alimente par les contacts 191-192, du relais auxiliaire RBC2 de la boîte à clefs du sectionneur de chauffage :

- En couplage 3 kV ou 1,5 kV : les contacteurs Cch1 et Cch2 via le contact 192-193 du JH2 placé en couplage 3 ou 1,5 kV;
- En couplage alternatif : le fil 194b par le contact du JH2 sur les positions alternatives, l'interlock 194-194A du KPH (pour avoir l'assurance que la pompe à huile tourne), l'interlock 194A-194B du Cch1 (interlock fermé quand le contacteur est ouvert)

En couplage 25 kV, le fil 194b alimente le contacteur Cch4 via l'interlock 194b-196 du C15/25 en position 25 et un verrouillage 196-197 du Cch3.

En couplage 15 kV, le fil 194b alimente le contacteur Cch3 via l'interlock 194b-198 du C15/25 en position 15 et un verrouillage 198-199 du Cch4.

Une lampe de signalisation LBC placée dans la boîte à clés s'allume lors de la manoeuvre de la clé C (article 40.3) quand les contacteurs Cch2, Cch3 et Cch4 sont ouverts. L'allumage de la lampe indique que la mise à la terre du sectionneur de chauffage se fera hors tension, c.à.d sans danger. L'alimentation de cette lampe est réalisée par le positif CB, le disjoncteur d1, le bouton d'urgence, le disjoncteur d17, le contact 72-195 du contact de la boîte à clés. Le retour au négatif étant assuré par les interlocks fermés des contacteurs de chauffage Cch4, Cch3 et Cch2 quand ceux-ci sont ouverts.

Remarque.

Le verrouillage entre les contacteurs Cch1 d'alimentation en courant continu et Cch3, Cch4 en courant alternatif est une précaution prise pour éviter que la tension alternative du transfo de chauffage ne soit appliquée sur le circuit de traction.

En effet, si en couplage alternatif, les contacteurs Cch1, Cch2, et Cch3 ou Cch4 étaient fermés simultanément, le transfo de chauffage serait branché directement aux bornes "courant continu du redresseur R1 (ou R2 suivant la position du JH2) ce qui constitue un court-circuit franc.

En couplage continu, le verrouillage n'est pas nécessaire puisque le contacteur de commutation 7 du JH2 isole le transfo de chauffage du circuit à courant continu.

64. Commande de l'éclairage (schéma 160/D.00.01.01).

L'installation de l'éclairage comprend :

Feuille 26 :

- Les phares, protégés par les disjoncteurs d8, dPhd et dPhg. On distingue :
 - a) Le phare NS commandé par l'interrupteur "Phare NS";
 - b) Les phares rouges "gauche" et "droit" commandés chacun par un interrupteur;
 - c) Les phares blancs "gauche" et "droit" commandés chacun par un interrupteur et protégé chacun par un disjoncteur dPhd (ou dPhg).

Chacun de ces phares blancs comprend : un feu code et un feu de route. La commutation de l'un à l'autre s'effectue à l'aide du commutateur.

A l'aide des interrupteurs individuels par phare G et D et par couleur "Blanc et rouge", il est possible au conducteur de signaler, suivant un code convenu, le service effectué par la locomotive (par exemple, 1 gauche rouge et 1 droit blanc pour machine à vide);

Feuille 27 :

- Le plafonnier de la cabine de locomotive LPC alimenté par l'interrupteur "éclairage cabine" et protégé par le disjoncteur d9;

Feuille 25 :

- Les tubes fluorescents LF installés dans les couloirs intérieurs de la caisse, alimentés par les interrupteurs à deux directions "éclairage fluorescent" et protégés par le disjoncteur d3.

L'allumage des tubes fluorescents se fait en 2 phases : application de la tension aux bornes des tubes et ensuite, amorçage des tubes en appuyant quelques instants sur le bouton-poussoir "Allumage" repéré BPT;

Feuille 27:

- Les lampes d'éclairage de la boîte d'interrupteurs de commande (LBI) de l'appareil indicateur de vitesse (LE) et des manomètres LMan1 et LMan2, alimentées par l'interrupteur "Eclairage appareils" et protégées par le disjoncteur d9. L'éclat de ces lampes peut être réglé par une résistance variable. La lampe porte-document (LPD) est également commandée par l'interrupteur "Eclairage appareils". Un interrupteur supplémentaire IPD permet d'éteindre cette lampe;
- L'éclairage des voltmètre et ampèremètre est pris directement sur l'alternateur via dAB, l'interrupteur IE et un transformateur TE. Ce transformateur est à prises multiples et permet de régler l'éclairage de ces appareils.

65. Lampes de vigilance (schéma 160/D.00.01.01 - feuille 28).

Quatre lampes de vigilance LV sont allumées aux 4 coins de la locomotive lorsque la manette d'inversion se trouve en position de marche (AV ou AR). La protection de ces lampes est assurée par le disjoncteur d14. Ces lampes sont actuellement mises hors service.

66. Appareils enregistreurs et indicateurs de vitesse (schéma 160/D.00.01.01 - feuille 29).

Un groupe transmetteur GT monté en bout de l'un des essieux est alimenté par le positif CB, le disjoncteur D7, le contact auxiliaire 239-263 du sectionneur de mise à la terre (BC4), le disjoncteur d122, la résistance de réglage RGT et un régulateur de courant RC (lampe fer-hydrogène).

Le groupe transmetteur GT convertit le courant continu en courant alternatif triphasé à fréquence variable selon la vitesse de la locomotive. Il alimente alors le moteur synchrone d'entraînement de l'appareil Télloc enregistreur et indicateur de vitesse TEi installé dans une armoire au dos d'une des cabines de conduite.

Chacune des cabines de conduite est, en outre, équipée d'un voltmètre tachymétrique TI1 et TI2, alimenté par un alternateur Deuta GT monté en bout d'un essieu. La tension alternative de GT est convertie en courant continu par des cellules redresseuses incorporées aux voltmètres tachymétriques.

Le Télloc enregistreur TEi est équipé pour enregistrer le passage du train sur le crocodile ou transmetteur inductif, appuyant un signal avertisseur, selon le réseau sur lequel roule la locomotive.

La génératrice Deuta GT alimente en plus des indicateurs de vitesse type EQ6 14 A, un boîtier électronique type ES 81 (enfermant le contact 0 - 10 km/h de la veille automatique), trois boîtiers électroniques type ES 59a (assurant les contacts intervenant dans le dispositif Indusi décrit à l'article 84 et les contacts du frein haute puissance dénommé autovariable).

L'alimentation en courant continu de ces boîtiers est assurée par le fil 269 après le disjoncteur d122.

67. Freinage (schéma 160/D.00.01.01, feuille 28).

L'électrovalve EVA pour le régime haute puissance du frein est alimentée par le positif CB par l'intermédiaire des disjoncteurs d1, d14 du contact 244-248 de l'inverseur de marche, pour autant que le contact du ES 59 A soit fermé.

Le contact du ES 59 A, placé en bout d'essieu, ferme les contacts à partir de 70 km/h. La fermeture de ce contact allume la lampe LA et permet ainsi de contrôler son bon fonctionnement.

La purge des cylindres de frein peut se faire à distance, à partir de chacune des cabines de conduite en poussant le bouton-poussoir BPPF ce qui provoque l'alimentation de l'électrovalve EVPF par les disjoncteurs s1, dl2 et le contact 249-CS1 (249-CS2) du cylindre commandé par la manette d'inversion.

67bis. Freinage électropneumatique.

L'alimentation du convertisseur pneumatique-électrique EPA 700 se fait de la manière suivante par l'intermédiaire des relais RFA 1 et RFA 2 de mise en service du frein électropneumatique et de l'interrupteur SFE de sélection du frein électropneumatique.

Cet interrupteur possède 3 positions :

- position a : frein électropneumatique hors service, avec à-coups de remplissage;
- position b : frein électropneumatique hors service, sans à-coups de remplissage;
- position c : frein électropneumatique en service.

L'alimentation du relais de mise en service du frein électropneumatique RFA 1 pour le poste 1, RFA 2 pour le poste 2, se fait depuis le CB disjoncteur dCFE, disjoncteur dAFE, interlock AFE - AFE 1 (AFE 2) du robinet du mécanicien en position de marche dans le poste 1 (poste 2) le retour au TB passant l'interlock AFE 3 (AFE 4) - TB du robinet du mécanicien en position hors service dans le poste 2 (poste 1).

Ce relais excité permet, d'une part, l'alimentation du fil M du convertisseur (fil L pour le poste 2) via ses interlocks AFE - AFE 5 et AFE 5-M, d'autre part, de l'un des fils K ou E du convertisseur suivant la position de l'interrupteur de choix SFE (fil K alimenté sur la position b, fil E alimenté sur la position a); sur la position c, les interlocks CFE-CFE 1 et CFE 1 - CFE 3 (CFE - CFE 2 et CFE 2 - CFE 4 pour le poste 2) du relais RFA 1 (RFA 2) donne l'alimentation du fil A du convertisseur.

68. Sablage et antipatinage (schéma 160/D.00.01.01 -
feuille 28).

L'électrovalve de sablage EVS1 (ou EVS2 pour l'autre poste de conduite) est alimentée par le positif CB, par l'intermédiaire des disjoncteurs d1 et d12, du contact 249-CS1 (ou 249-CS2) de l'inverseur de marche et du contact CS1-SAA (ou CS2-SBA) du bouton-poussoir de sablage ou de l'interlock du relais RSA. Cet interlock se ferme chaque fois que le système de décel de patinage a détecté le patinage d'un essieu.

L'électrovalve d'antipatinage EVFA est également excitée à partir des fils CS1 ou CS2, par l'intermédiaire du bouton-poussoir "antipatinage" ou de l'interlock CS1-FA (CS2-FA) du relais RSA.

69. Divers (schéma 160/D.00.01.01).

Les circuits de commande comportent encore :

Feuille 25.

- Deux antibuée installés dans chaque poste de conduite, alimentés par la borne + A de l'alternateur charge batterie, protégés par le disjoncteur dA et mis en service par l'interrupteur "antibuée" du pupitre de commande;
- Une prise de courant (PC) dans chaque cabine de conduite, protégée par le disjoncteur d5;
- Un voltmètre BT (Vm1, Vm2) dans chaque cabine de conduite protégé également par le disjoncteur d5 donnant la tension de la batterie;
- Un groupe moteur-compresseur basse tension MP servant à lever les pantographes, alimenté à partir de la borne CB et protégé par le disjoncteur d6;
- Deux groupes moteurs-ventilateurs MV1 et MV2 pour la ventilation forcée du chauffage de la locomotive, alimentés par la borne CH, protégés par le disjoncteur dD et commandés par les boutons-poussoirs à 2 directions "Ventilation loco".

F. Circuits de contrôle.

70. Alimentation des servo-moteurs des arbres à cames JH1,
JH2, JH3 (schéma 160/D.06.01.01 - feuille 18).

Les servo-moteurs sont alimentés par le contacteur C100 dont la fermeture est assurée par l'enclenchement de l'interrupteur JH via :

- Le positif CB, le disjoncteur d1, fil CG, disjoncteur d10, les fils 51, 50, le contact 50C-50C du commutateur de commande manuelle secours sur la position "automatique", le contact 50C-50S sur les positions -2 à 44 du JH1, le contact 50S-50T sur les positions 1 à 22 du JH2.

Toutefois, la bobine du contacteur est court-circuitée par le contact 50C-TB sur les positions 11 et 14 du JH3 (déclenchement du disjoncteur d1c).

Le contacteur C100 déclenche donc et empêche toute alimentation des servo-moteurs JH1, JH2, JH3 :

- En cas de commande manuelle de secours,
- En cas de dépassement des positions 44 du JH1, 22 du JH2 et 10 du JH3.

L'enclenchement du contacteur C100 met sous tension le fil 102 protégé par le disjoncteur d2 (CB-101).

70.1. Alimentation du servo-moteur JH1.

Par le fil 102, le contact 102-106 du relais d'alimentation F1, la bobine de maintien 106-107 de ce relais, la résistance RSM1, on alimente le fil 108. Ce fil est également alimenté lorsque l'autorupteur s'enclenche; le courant traverse les bobines de levage 102-103 et 103-104 des relais d'accélération QA2-4 et QA3-1, le contact 104-105 de l'autorupteur A1 et la bobine d'arrachement 105-108 du relais F1.

Le fil 108 alimente l'inducteur progression (régression) du servo-moteur par la résistance RSM3, le contact 128-111 (128-114) du relais E1, la bobine de maintien 111-112 (114-115) du relais E1 basculé côté progression (régression), la bobine de maintien 112-113 du relais V1 basculé côté progression, l'inducteur progression 113-TB (115-110). Côté régression, le circuit se ferme par les bobines de levage 110-121 et 121-TB des relais d'accélération QA2-4 et QA3-1; le levage de ces relais a pour but d'empêcher une commande intempestive de progression pendant une manœuvre commandée de régression.

En parallèle sur l'inducteur régression se trouvent la bobine 115-144 du relais de vigilance Q47-1 et le contact 114-110 du RQ47, relais dont le rôle sera expliqué à l'article 78.3.

Le fil 108 alimente l'induit du servo-moteur par la résistance RSM5, le contact 108A-108B du relais flux. Le circuit se ferme par la bobine 109-TB du relais RQ47.

70.2. Alimentation du servo-moteur JH2.

Par le fil 102, le contact 102-117 du relais F2 supposé enclenché, la bobine de maintien 117-118 du relais F2, la résistance RSM2 on alimente le fil 119. Ce fil est également alimenté lorsque l'autorupteur se ferme, par son contact 102-116 et la bobine d'arrachement 116-119 du relais F2.

Ce fil 119 alimente l'inducteur progression (ou régression) par RSM4 - fil 129, le contact 129-122 (125) du relais E2, la bobine de maintien 122-123 (125-126) du relais E2, la bobine de maintien 123-124 (126-130) du relais V2, l'inducteur progression 124-TB (ou régression 130-TB).

L'induit est alimenté par 119 - la résistance RSM6, le contact 119A-120 du relais flux RF2.

En parallèle sur l'induit se trouve la bobine 119A-TB du relais Q47.2. Ce relais, alimenté en même temps que le servo-moteur JH2, empêche, lorsqu'il est excité, la levée du pantographe par son interlock CH-300 (article 60).

(Cet interlock est toutefois ponté par un contact sur certaines positions du JH2, pour permettre les changements de couplage dans une même tension d'alimentation (voir n° 72. B)).

Un autre interlock 1T-1B dans l'alimentation de la bobine progression du JH1 interdit la progression du JH1 à partir de 0 quand le JH2 est alimenté.

70.3. Alimentation du servo-moteur JH3.

Par le fil 102, le contact 102-127 du relais F3, la bobine de maintien 127-133 de ce relais, la résistance RSM7, on alimente le fil 131. Le fil est également alimenté lorsque l'autorupteur s'enclenche, par son contact 102-139 et la bobine d'arrachement 139-131 du relais F3.

Ce fil 131 alimente l'inducteur progression (ou régression) par RSM8 - fil 132, le contact 132-136 (132-135) du relais E2, la bobine de maintien 137-138 du relais V3 basculé côté progression, l'inducteur progression 138-TB (régression 140-141). Côté régression, le circuit se ferme par la bobine du relais RVR3 (relais de verrouillage pour la régression du JH3). L'induit est alimenté par 131 - la résistance RSM9, le contact 131A-B4 du relais flux RF3.

71. Commande du JH2 (schéma 160/D.00.01.01 - feuille 14).

Le JH2 est asservi

- A l'interrupteur de choix de couplage Ic,
- A l'interrupteur d'élimination des moteurs de traction I 2,
- A l'interrupteur d'élimination des redresseurs.

La progression du JH2 est commandée par la mise sous tension du fil 6D; la régression par la mise sous tension du fil 6N. Ces deux fils sont alimentés de la manière suivante : CB, disjoncteur d1 CG, disjoncteur d10, interrupteur JH, fil 50, interrupteur CMS sur la position automatique, fil 50C, touches du JH1 sur les positions 0 à -2, fil 50B, interlock 50 B-598 du RCC (fermé quand pas de tension continue présente au dispositif de palpage), interlock 598-599 du RCA 15 (fermé quand pas de 15 kV 16 2/3 Hz présent au dispositif de palpage), interlock 599-600 du RCA 25 (fermé quand pas de 25 kV 50 Hz présent au dispositif de palpage), fil 600.

Le fil 600 alimente soit le fil 6N, soit le fil 6D, soit aucun des deux d'après la position des différents commutateurs de choix de couplage et la position du JH2 (voir n° 72).

Le verrouillage par le dispositif de palpage est prévu pour que le JH2 ne soit manoeuvré que hors tension (pantographes abaissés), sauf dans quelques cas particuliers expliqués au 72.B. pour lesquels l'alimentation des fils 6D et 6N vient directement du fil 50 via les fils 50B, 620.

Quand le fil 6D est sous tension, celui-ci enclenche le relais verrou V2 dans le sens progression par sa bobine 6D-6F; la bobine 6D-6E de progression du relais E2 est ainsi alimentée, le retour à la terre se faisant par l'interlock 6E-6T du relais V2 en série avec la bobine 6T-6S du relais verrou F2.

Les relais V2, E2 étant enclenchés dans le sens progression et le relais F2 étant fermé, le JH2 progresse.

Quand le fil 6N est sous tension, celui-ci enclenche le relais verrou V2 dans le sens régression par sa bobine 6N-6U; la bobine 6N-6P de régression du relais E2 est ainsi alimentée, le retour à la masse se faisant par l'interlock 6P-6T du relais V2 en série avec la bobine 6T-6S du relais F2.

Les relais V2 et E2 étant enclenchés dans le sens régression et le relais F2 étant fermé, le JH2 régresse.

Un ronfleur dans chaque poste de conduite protégé par le fusible dl91, signale l'alimentation de la bobine du relais f2.

72. Réalisation des différents couplages, conjointement à l'élimination des moteurs ou d'un redresseur.

A. Positions 3 kV, 1,5 kV, 15 kV, 25 kV de l'Ic, correspondant à une nouvelle tension d'alimentation.

La commande du JH2 pour réaliser le couplage des circuits pour une nouvelle tension d'alimentation ne peut se faire que pantos abaissés.

En effet, le fil 600 est alimenté par CB, disjoncteur dl, fil CG, disjoncteur dl0, bouton-poussoir JH, fil 50 et interlocks 50-598, 598-599, 599-600 des relais RCC, RCA 15, RCA 25 (les interlocks de ces relais sont fermés pour autant qu'aucune de ces tensions n'apparaissent au système de palpage).

72.1. Couplage 1,5 kV.

L'interlock 600-604 de l'Ic sur 1,5 kV met sous tension le fil 604.

Celui-ci alimente un des fils suivants :

- 612 si 1'I2 est sur sa position normale; le fil 612 amène le JH2 en progression sur la position 10 (touche 612-6D sur les crans 1 à 9 du JH2) ou en position 11 en régression (touche 612-6N sur les crans 11 à 22 du JH2);
- 614 si 1'I2 est sur la position moteur 1 ou 2 éliminé; le fil 614 amène le JH2 en position 13 (touche 614-6D ou 6N);
- 609 si 1'I2 est sur la position moteur 3 ou 4 éliminé; le fil 609 amène le JH2 en position 8 (touche 609-6D ou 6N).

72.2. Couplage 3 kV.

L'interlock 600-603 de 1'Ic sur 3 kV met sous tension le fil 603.

Celui-ci alimente un des fils suivants :

- 605 si 1'I2 est sur sa position normale; le fil 605 amène le JH2 en progression sur la position 3 (touche 605-6D sur les crans 1 et 2 du JH2) ou en position 4 en régression (touche 605-6N sur les crans 5 à 22 du JH2);
- 606 si 1'I2 est sur la position moteurs 4 ou 2 éliminés; le fil 606 amène le JH2 en position 5 (touches 606-6N ou 6D);
- 602 si 1'I2 est sur la position moteurs 3 ou 1 éliminés; le fil 602 amène le JH2 en position 1 (touche 602-6N).

72.3. Couplage 15 ou 25 kV.

Dans le cas de couplage alternatif, 1' Ic asservit :

- 1) Le commutateur C15/25 qui prend la position 15 kV ou 25 kV;
- 2) Le JH2 qui réalise en plus le couplage entre les armoires et les moteurs d'après la position des interrupteurs d'élimination des armoires redresseurs (b 92.1 et b 92.2) et de 1'I2.

1° Commande du commutateur C15/25.

Le commutateur est commandé par les électrovalves EVC15 (pour la position 15 kV) et EVC25 (pour la position 25 kV) et il est asservi à prendre la position déterminée par 1'Ic.

Chacune des électrovalves (EVC15 ou 25) n'est alimentée que si 1'Ic se trouve sur la position correspondante et le JH2 sur une des positions 6 ou 7.

Quand 1'Ic et le C15/25 sont dans des positions concordantes, les électrovalves EVC15 et EVC25 ne sont jamais alimentées et le C15/25 reste dans sa position correcte. Quand 1'Ic et le C15/25 sont dans des positions inverses, le fil 608 est alimenté (par le contact 600-615 (625 de 1'Ic sur 15 kV (25 kV) et le contact 615 (625)-608 du C 15/25 sur 25 kV (15 kV) qui amène le JH2 en position 6 en progression (par la touche 608-6D) ou 7 en régression (par la touche 608-6N)

Une fois le JH2 en 6 ou en 7, l'électrovalve EVC15 (EVC25) est alimentée via les contacts 600-615 (625) de l'Ic en position 15 kV (25 kV).

Le commutateur inverse alors sa position et prend celle déterminée par l'Ic, ce qui coupe l'alimentation du fil 608 (qui commande le JH2 en 6 ou 7) et de l'électrovalve EVC15 ou EVC25.

2° Commande du JH2.

Quand l'Ic et le C15/25 sont dans des positions correspondantes, le fil 611 est alimenté (via les contacts 600-615 (625) de l'Ic sur 15 kV (25 kV) et 615 (625)-611 du C15/25 sur 15 kV (25 kV)).

Le fil 611 alimente un des fils suivants :



- 619: via les contacts de l'I2, 4 moteurs en service, et des interrupteurs d'alimentation des redresseurs (b 92/1, b 92/2) en service; ce qui amène le JH2 en position 18 en progression (touche 619-6D) ou 19 en régression (touche 619-6N);
- 621 : via les contacts de l'I2, 4 moteurs en service et des interrupteurs b 92/1 en service et b 92/2 hors service, ce qui amène le JH2 en position 20 (touche 621-6N ou 6D);
- 618 : via les contacts de l'I2, 4 moteurs en service et de l'interrupteur b 92/1 hors service, ce qui amène le JH2 en position 17 (touche 618-6N ou 6D). Toutefois, il n'y aura de la traction que si l'armoire redresseurs 2 n'a pas été éliminée;
- 623 : via le contact du relais Rb91,2; ce relais n'est excité que si les moteurs 3 et 4 sont éliminés (relais alimenté depuis le positif 14 par l'I2 sur les positions moteurs 3 et 4 éliminés). Le JH2 est ainsi amené en position 22 (touche 623-6N ou 6D). Toutefois, il n'y aura de traction que si l'AR 1 n'a pas été éliminée.
- 616 : via le contact du relais Rb91,1; ce relais n'est excité que si les moteurs 1 et 2 sont éliminés (relais alimenté depuis le positif 14 par l'I2 sur les positions moteurs 1 et 2 éliminés). Le JH2 est ainsi amené en position 15 (touche 616-6B ou 6D). Toutefois, il n'y aura de traction que si l'AR2 n'a pas été éliminée.

B. Position 15 kV, 25 kV correspondant à un changement de couplage dans la même tension d'alimentation.




Dans chacun des couplages 15 kV, 25 kV, il existe un autre couplage qui ne peut être atteint qu'à partir du couplage dans la même tension d'alimentation avec 4 moteurs en service. Ces changements de couplage peuvent être effectués avec panto levé et disjoncteur enclenché (comme il a été dit aux paragraphes 57 et 59, ce qui simplifie les manoeuvres à effectuer), mais avec l'équipement de traction hors tension (contact 50C-50B du JH1 sur 0, -1, -2) et les 4 moteurs en service (contact 50B-620 de l'I 2). Le fil 620 est ainsi alimenté.

72.4. Changement de couplage dans les tensions d'alimentation de 15 et 25 kV.

Le dernier couplage prévu en 15 ou 25 kV est le couplage de 2 moteurs en série ou en parallèle, sur l'armoire redresseur correspondante. Il permet de rouler à grande vitesse avec une armoire redresseur éliminée après un démarrage avec une armoire redresseur alimentant 4 moteurs couplés en série-parallèle, sans manipulation de l'I2 (en effet, le couplage de 4 moteurs en parallèle et une armoire en service est interdit et impossible à réaliser à cause du schéma d'asservissement).

L'interlock 620-613 de l'Ic sur la position 15 kV ou 25 kV, 1- , 2- , met sous tension le fil 613. Celui-ci, par l'interlock 613-6N du JH2 en positions 16 et 17, commande la régression du JH2 du cran 17 au cran 15, si le JH2 se trouvait sur la position 17 (armoire redresseur R2 et 4 moteurs en service).

Par contre, si le JH2 se trouve en position 20 (armoire redresseur R1 et 4 moteurs en service), l'interlock 613-6D commande la progression du JH2 du cran 20 au cran 22.

En remettant l'Ic sur la position 15 kV ou 25 kV, 1- , 2- , 4- , on commande le mouvement inverse du JH2 par l'interlock 620-607 de l'Ic et 607-6N ou 6D du JH2.

73. Commande du JH1 (schéma 160/D.00.01.01 - feuille 16).

73.1. Progression.

Le relais V1, qui à l'état de repos est toujours basculé par un ressort de rappel dans le sens de régression du servomoteur, est basculé dans le sens de progression par sa bobine 1L-1G (bobine A).

L'alimentation du fil 1L se fait à partir de la borne 50 par l'intermédiaire des interlocks 50-50C du CMS sur la position AUT, 50C-56 du RDP (fermé quand il n'y a pas de patinage détecté, 56-57 du control switch (SWC). Le fil 57 peut alimenter finalement le fil 1L d'après la position du manipulateur et des équipements JH1 et JH3 (voir article 75).

Le control switch (SWC) est enclenché lorsque la pression dans la conduite du frein automatique atteint 4,5 kg/cm² et est déclenché lorsque la pression est en dessous de 3,9 kg/cm². En cas de freinage ou de pression insuffisante dans la conduite, le relais V1 ne peut donc pas basculer côté progression et commande donc toujours une régression du JH1. L'interrupteur I1 permet de chaque cabine de conduite l'élimination d'un control switch avarié.

Le relais E1 est basculé côté progression par l'alimentation du fil 1E qui excite sa bobine A (1E-1F). Celle-ci est placée en série, via le contact 1F-50R du relais V1 basculé côté progression, avec la bobine A (50R-50S) du relais d'alimentation F1.

Comme la progression doit, lors des démarrages, s'effectuer cran par cran, le relais F1 doit être successivement fermé et ouvert à chaque cran. L'alimentation du fil 1E est, dans ce but, contrôlée par les relais d'accélération QA3-1 et QA2-4 (1 relais dans chaque groupe de moteurs). Le fil 1E est donc finalement alimenté via les contact 1E-1X et 1X-1D des relais d'accélération par le fil 1D.

Pour que le JH1 effectue une progression, il faut donc que soient mis sous tension :

- le fil 1L,
- le fil 1D.

73.2. Régression.

Lorsque le fil 1L n'est pas alimenté, le relais V1 est basculé par son ressort de rappel en position régression. Son contact 50P-50R permet au fil 50N d'alimenter la bobine H (50N-50P) du relais E1 qui bascule du côté régression. Le circuit est fermé via la bobine d'enclenchement du relais F1. Le servomoteur tourne dans le sens régression.

Pour que le JH1 effectue une régression, il faut donc uniquement interrompre l'alimentation du fil 1L. En effet, sur toutes les positions de démarrage (1 à 44), le fil 50C alimente en permanence le fil 50N. La régression s'effectue donc jusqu'au cran 0. On verra plus loin (article 76.1) qu'une régression au-delà de 0 (vers la position -1 et -2) est également possible pour réaliser le changement de position de l'inverseur de marche des moteurs de traction.

74. Commande du JH3 (Shuntage) (Schéma 160/D.00.01.01 - feuille 17).

74.1. Progression.

Le relais V3, qui à l'état de repos est toujours basculé par un ressort de rappel dans le sens régression du servo-moteur, est basculé dans le sens progression par sa bobine 3F-3G (bobine A). Cette bobine est alimentée par le fil 3F (M33) recevant son alimentation par le jeu des touches de contact du tambour d'asservissement du JH3, lorsque l'ordre de shunter est donné par le manipulateur. Pendant toutes les phases de shuntage, le relais V3 sera maintenu basculé côté progression.

Le relais E3 est basculé côté progression par l'alimentation du fil 3D qui excite sa bobine A (3D-3E). Celle-ci est placée en série, via le contact 3E-50Y du relais V3 basculé côté progression, avec la bobine A (50Y-50Z) du relais d'alimentation F3. Le retour au négatif s'effectue par une résistance 50Z-TB de 270 ohms.

L'alimentation du fil 3D (M3) est contrôlée par les relais d'accélération QA3-1 et QA2-4 (un relais par groupe de moteurs), pour que le shuntage (simultané) des 4 moteurs ne soit autorisé que si le courant HT ne dépasse pas la valeur de réglage imposée par la bobine C des deux relais d'accélération.

Le fil 3D est donc finalement alimenté via les touches de contact 4-16 du JH1 (après recul de celui-ci sur les bonnes positions correspondant au couplage choisi, série ou parallèle), les contacts du manipulateur sur les positions de shuntage choisies, les contacts 3A-3B et 3B-3C des relais d'accélération, contacts 3C-3D du relais de verrouillage du déshuntage RVR3.

Pour que le JH3 effectue une progression, il faut donc que soient mis sous tension :

- le fil 3D,
- le fil 3F.

74.2. Régression.

Lorsque le fil 3F n'est plus alimenté, le relais V3, sous l'effet du ressort de rappel, bascule en position régression. Son contact 50Q-50Y permet au fil 50X d'alimenter la bobine H (50Q-50X) du relais E3 qui bascule du côté régression; le circuit est fermé via la bobine d'enclenchement du relais F3. Le servo-moteur tourne dans le sens régression.

Pour que le JH3 effectue une régression, c'est-à-dire un déshuntage, il faut donc :

- Uniquement interrompre l'alimentation du fil 3F.

En effet, sur toutes les positions de progression du JH3, de 1 à 11, le fil 50C alimente en permanence le fil 50X. La régression s'effectue donc jusqu'au cran 0. On verra plus loin (article 76) qu'une régression au-delà de 0 (vers les positions -1, -2) est également possible pour réaliser les crans manoeuvres

à effort réduit.

75. Commande du disjoncteur (schéma 160/D.00.01.01 - feuilles 10, 11, 12).

La commande des disjoncteurs, aussi bien le DUR (courant continu), que le DJ (courant alternatif) s'effectue par les mêmes interrupteurs de la boîte Faiveley; il y a pour les manoeuvres :

- Un interrupteur "disjoncteur";
- Un interrupteur "enclenchement".

Comme seul un disjoncteur peut être fermé, et cela en fonction du couplage choisi, la sélection entre les 2 disjoncteurs se fera automatiquement par les positions de l'interrupteur de choix de couplage et du JH2, positions qui devront être compatibles.

Rappelons qu'interviendront dans les circuits de commande respectifs, des contacts des relais de protection énoncés aux articles 21 et 22.

De plus, le disjoncteur ne pourra être fermé que si :

- L'équipement de démarrage est en position de départ, c.à.d. circuit des moteurs de traction ouvert (JH1 de 0 à -2);
- Le JH2 a complètement terminé ses manoeuvres; toutefois, cette condition est levée si le JH2 commande un changement de couplage dans la même tension d'alimentation (contact CH-300 du Q47.2, ponté sur les positions 15 à 17, 20 à 22 du JH2; voir article 72).

Le fil 311 est sous tension dès que les interrupteurs "urgence" et "panto" sont fermés et que le JH2 a terminé ses manoeuvres (deuxième condition réalisée) (voir article 59); celui-ci, par l'intermédiaire du disjoncteur d15 et du "sélecteur panto" SP actuellement court-circuité, alimente la borne 80 de l'interrupteur disjoncteur.

L'interrupteur "Disjoncteur" fermé met sous tension le fil 81, le fil 82, par le contact normalement fermé du fin de course du robinet du mécanicien (CRM) et le fil 12 au travers d'un contact du relais RVA4" de veille automatique (ce contact s'ouvre 3" après que le dispositif de veille automatique a fonctionné et provoque alors l'ouverture du disjoncteur).

Le fil 12 alimente deux circuits :

- Le circuit d'enclenchement (fil 13) à condition que le JH1 se trouve en 0, -1, -2 (1re condition réalisée);
- Le circuit de maintien (fil 338) par les interlocks des relais de substitution Q72.1 et Q72.2 supposés fermés.

75.1. Cas du courant continu - Manoeuvre du DUR.

- a) Le conducteur appuie sur l'interrupteur "enclenchement".

L'IC étant sur une position 1,5 kV ou 3 kV, le fil 13B est mis sous tension et par l'interlock 13B-13C du DUR1, l'électro -

valve d'enclenchement du DUR est alimentée. Le piston du DUR se déplace, entraînant le bras des interlocks DUR2.

Dès que les interlocks du DUR2 sont fermés (article 58) nous avons vu que le sectionneur CTC s'enclenchait, mettant sous tension le circuit des RTN.

En couplage 3 kV, le RTN 3 kV se fermant et le JH2 se trouvant sur une des positions 1 à 5 (verrouillage contrôlant que le JH occupe une position commandée par l'IC), le fil 338 alimente la bobine KD de maintien par les interlocks et contacts suivants : 338-335 de l'IC de couplage, 335-341A du RTN 3 kV, 341A-341 du CTC en position courant, 341-340 du JH2, 340-336 du DUR2.

Le courant dans la bobine KD est maintenu à une valeur constante par le stabilisateur placé entre les bornes 336 et 342 (voir article 21).

En couplage 1,5 kV, le RTN 1,5 kV se fermant, le RTN 3 kV étant déclenché (verrouillage contrôlant que la caténaire n'est pas sous 3 kV), le CTC fermé et le JH2 se trouvant sur une des positions 8 à 13 (verrouillage contrôlant que le JH2 occupe une position commandée par l'IC), le fil 338 alimente la bobine KD de maintien par les interlocks et contacts suivants : 338-353 de l'IC de couplage, 353-351 du RTN 1,5 kV, 351-352A du RTN 3 kV, 352A-352 du CTC, 352-340 du JH2.

Dès que l'IC de couplage est sur 1,5 kV, le relais CKD s'enclenche et modifie le réglage du DUR. Ce relais est alimenté par le fil 353.

L'armature du DUR est donc maintenant amenée au collage, mais les contacts principaux ne se ferment pas encore. Toutefois, l'ensemble des interlocks DUR1 et DUR2 se sont abaissés et il en résulte ce qui suit :

- L'alimentation de l'électrovalve EVD se continue par l'interlock 13B-13C du DUR2 (qui se ferme avant que ne s'ouvre l'interlock 13B-13C du DUR1);
- L'alimentation de la bobine de maintien est assurée également par l'interlock 340-336 du DUR1, interlock qui restera fermé.

b) Le conducteur lâche l'interrupteur "enclenchement".

Le fil 13A est coupé et l'électrovalve d'enclenchement n'est plus alimentée. Le piston du DUR revient en arrière et le bras de contact mobile du DUR achève son mouvement de fermeture. Le bras des interlocks DUR2, dont le mouvement est solidaire du piston, se lève; il s'ensuit que :

- La bobine EVD ne peut plus être alimentée, même si le conducteur appuie une seconde fois sur l'interrupteur "enclenchement". Le libre déclenchement du DUR est ainsi assuré;
- L'interlock 340-336 du DUR2 est ouvert, mais la bobine KD reste alimentée par l'interlock 340-336 du DUR1.

75.2. Cas du courant alternatif - Manoeuvre du DJ.

a) Dès que le conducteur a fermé l'interrupteur "disjoncteur" nous avons vu que les fils 13 et 338 étaient alimentés. Le fil 338 met sous tension l'électrovalve de maintien EVM et le relais d'enclenchement RE par le fil 354 de la manière suivante :

- Par des contacts entre les fils 338 et 347 contrôlant que la position de l'Ic de couplage, des relais RCA 15, RCA 25 et du C15/25 sont compatibles (voir ci-après);
- Par les contacts 347-349b du relais auxiliaire CS du QHT (relais à maxima de protection en alternatif), 349a-349 du QCHTa (relais à maxima de protection du chauffage train en alternatif), 349-348 du relais de pression du disjoncteur RPDJ (contrôlant que la pression d'air est suffisante pour que le DJ puisse effectuer sa coupure avec certitude; ce relais est réglé à la pression de 6 kg/cm²), 348-350 du JH2 sur les positions 15 à 22 (contrôlant que le JH2 occupe une position de couplage alternatif);
- Par des contacts entre les fils 350 et 354 contrôlant pour chaque armoire, soit son élimination correcte, soit le non-fonctionnement de toutes ses protections (voir ci-après).

b) Le conducteur appuie sur l'interrupteur "enclenchement".

La bobine d'enclenchement EVE est alimentée à partir du fil 13 par le contact 13-13A de l'interrupteur "enclenchement", 13A-13D du relais d'enclenchement RE, et d'un contact NF du DJ, qui s'ouvre dès que le DJ est fermé (de cette manière, l'alimentation de la bobine d'enclenchement est coupée dès que le DJ est fermé, même si le conducteur n'a pas lâché immédiatement l'interrupteur DJ). Le DJ se ferme donc.

Les verrouillages de l'Ic de couplage, des relais RCA15, RCA25 et du C15/25 s'effectuent de la manière suivante.

Si le couplage 15 kV est commandé, on trouve entre les fils 338 et 347 les contacts 338-343 de l'Ic de couplage sur 15 kV, 343-345 du relais de palpage RCA15, 345-347 du C15/25 sur 15 kV; si le couplage 25 kV est commandé, on trouve entre les fils 338 et 347 les contacts 338-344 de l'Ic de couplage sur 25 kV, 344-346 du relais de palpage RCA25, 346-347 du C15/25 sur 25 kV. De cette manière, le fil 347 ne sera alimenté que si la tension à la caténaire correspond à celle affichée par l'Ic de couplage et par le combinateur C15/25.

Les verrouillages concernant les protections des armoires redresseurs entre les fils 350 et 354 sont les suivants :

- Le fil 586 est mis sous tension, soit par les contacts 350-542 du Sectionneur d'élimination des Redresseurs de l'armoire 1 (SER1), en position "armoire en service", 542-999 du relais d101 de décel de court-circuit externe (fermé quand il n'y a pas de court-circuit), et 999-586 du relais totalisateur de défaut de court-circuit d51 (fermé quand il n'y a pas de court-circuit),

soit par les contacts 350-543 du SER1 en position armoire "hors service" et 543-586 du b92/1 en position hors service (interrupteur d'élimination basse tension de l'armoire 1). Le fil 586 n'est donc mis sous tension que s'il n'y a pas de court-circuit ou si l'armoire 1 est mise hors service par les interrupteurs d'élimination haute tension et basse tension des armoires;

- Le fil 686 est alimenté à partir du fil 586 par la touche de contact 586-686 du JH1 sur les positions de 0 à -2 (circuits de traction ouverts), ou par les interlocks 586-584 et 684-686 des relais d91 de contrôle de ventilation quand le circuit de traction est sous tension (JH1 sur une position autre que 0 à -2) Quand une armoire redresseur est mise hors service, l'interlock du relais correspondant de contrôle de ventilation est évidemment court-circuité par son interrupteur d'élimination basse tension b92. La touche 586-686 du JH1 sur les positions 0 à -2 est nécessaire pour permettre l'enclenchement du DJ et de la ventilation de l'armoire. Le maintien du DJ se fera via les contacts des relais d91 de ventilation.

Pour permettre l'enclenchement du DJ sans devoir éliminer une armoire à redresseur par les SER, lors de l'élimination d'un groupe ventilateur moteur de traction, le d91 sera maintenu excité par le relais Rb91/1 ou 2 (voir article 72.3 2°).

- Entre les fils 686 et 354 on rencontre, pour l'armoire redresseur 2, les mêmes verrouillages qu'entre les fils 350 et 586 pour l'armoire 1. Le fil 350 met encore sous tension le relais d90 intervenant dans la signalisation des armoires (voir ce paragraphe).

75.3. Essai à blanc du disjoncteur.

Le contrôle en atelier du fonctionnement du disjoncteur s'effectue moyennant les manoeuvres suivantes :

- Mettre la boîte à clés du dispositif de sécurité sur la position "locomotive abandonnée";
- Eliminer la veille automatique par l'interrupteur I5 (on court-circuite ainsi le contact 82-12 du relais RVA 4 dans le circuit de maintien du disjoncteur);
- Court-circuiter les relais de tension nulle par l'interrupteur IEB à placer sur la position correspondant au couplage du JH2 (et éventuellement du C15/25).

76. Démarrage de la locomotive (schéma 160/D.00.01.01 - feuille 16).

76.1. Préparation et réalisation du sens de marche.

La manoeuvre des interrupteurs de choix de couplage et JH a amené le JH2 et le commutateur 15/25 sur la position choisie (article 72). Le pantographe s'est levé après fermeture des interrupteurs "urgence" et "pantos" (article 59). Le disjoncteur correspondant au couplage choisi s'est enclenché par la manoeuvre des interrupteurs "Disjoncteur" et "enclenchement disjoncteur" (article 75); le sectionneur CTC s'est fermé dans le cas des couplages 1,5 et 3 kV (article 58).

Le conducteur place la manette d'inversion sur le sens avant et le volant du manipulateur sur une position de marche.

Le fil 50 de l'interrupteur JH met sous tension le fil 50 C par un contact du commutateur de commande manuelle de secours en position normale (commande automatique), le fil 56 par le contact 50C-56 du RDP (relais de patinage) supposé fermé, le fil 57 par le contact 56-57 du switch control, le fil 11 par le cylindre du manipulateur (contact 57-11) et les fils 1 ou 0 par le contact 11-1 ou 11-0 du tambour de la manette d'inversion.

Supposons le conducteur dans la cabine I, la manette d'inversion sur AV et le tambour d'inversion sur le sens II (marche arrière pour la cabine I); le tambour d'asservissement de l'inverseur se trouve alors en position 3.

Le fil 1 alimente le fil 0 B par un contact du tambour d'inversion; le JH1 étant à 0, le fil 0 B met le fil 50 N sous tension et le JH1 effectue une régression (art. 73) et se place en position -1 où le fil 50C alimente directement le fil 50N par la touche de contact 50C-50N du tambour d'asservissement du JH1; ce dernier régresse jusqu'en -2 entraînant pendant cette régression de 0 à -2 le tambour d'inversion d'un huitième de tour. Le tambour d'asservissement de l'inverseur est maintenant sur la position 4. Le JH1 étant en -2, le fil 50N n'est plus alimenté, mais le fil 50^C alimente les fils 1D et 1L, le JH1 progresse de -2 à -1.

En position -1, le fil 1L n'est plus alimenté, le fil 1E est alimenté se substituant à 1D et malgré l'alimentation du fil 50N, le JH1 progresse jusqu'en 0 (voir article 32.5, règle de continuité pendant la progression).

Pendant la manoeuvre de progression de -2 à 0, l'inverseur de marche n'a pas été entraîné. Son tambour d'asservissement resté en position 4 et le tambour d'asservissement du JH1 en 0 permettent au fil 50C d'alimenter uniquement le fil 50 N et une nouvelle régression a lieu comme ci-dessus. L'inverseur de marche est entraîné d'un huitième de tour dans le même sens que précédemment et se place ainsi sur la position correspondant au sens I; son tambour d'asservissement se plaçant en position 1.

Arrivé en -2, le JH1 effectue une nouvelle progression vers 0.

On a effectué 2 fois la manoeuvre 0, -1, -2 et -2, -1, 0 et l'inversion du sens de marche est terminée.

Le tambour d'asservissement de l'inverseur de marche permet au fil 1 d'alimenter le fil 1A.

Si l'inverseur de marche s'était trouvé dès le début en position I (sens avant pour la cabine I), les manoeuvres précédentes n'auraient pas eu lieu et le fil 1 aurait directement alimenté le fil 1A.

76.2. Démarrage en manoeuvre.

- a) Le conducteur place le volant de vitesse du manipulateur sur la position M1.

La position de départ (manipulateur à 0) de l'équipement JH1, JH3 est la suivante : JH1 sur 0, JH3 sur -2 (ce qui correspond à un shuntage de 53 % des inducteurs des moteurs de traction). En effet, dès que le JH1 se trouve sur une des positions de -2 à 1, le fil 50X de régression du JH3 est alimenté par le fil 50C, le contact 50C-50A du JH1 sur les positions 1 à -2, le contact 50A-50X du JH3 sur les positions 0 et -1. Le JH3 régresse donc jusqu'en -2.

Le fil 1A alimente le fil 1T par le contact du relais Q47-1, relais de vigilance du JH1, qui s'est au préalable enclenché, par le fil 50C, les contacts 50C-56 du RDP, 56-57 du SWC, la touche de contact 57-11 du manipulateur, la touche 11-11A du tambour d'asservissement sur les positions -1 à 28 et 31 à 45.

Le fil 1T met sous tension le fil 1B pour autant que le relais Q47-2 (relais de vigilance du JH2) ne soit plus excité, c'est-à-dire que le servo-moteur du JH2 ait terminé son mouvement.

Le JH1 étant à 0, le fil 1B alimente les fils 1D et 1L et le JH1 passe en position 1 où seul le fil 1L reste alimenté ce qui assure le maintien du JH1 sur la position 1 (remarquons que le 50N de commande de régression est constamment sous tension sur les positions 1 à 44 du JH1).

La première position manoeuvre est ainsi réalisée (JH1 sur 1 et JH3 sur -2).

- b) Le conducteur met le volant de vitesse du manipulateur sur la position M2.

Le JH1 reste sur la position 1, puisque seuls les fils 1L et 50N sont alimentés.

Par contre, le manipulateur sur la position M2 alimente par son contact 57-2 le fil 2 qui met sous tension le fil 3A (JH3 sur -2) et le fil 3F (JH3 sur -2 et -1); ce qui provoque le passage du JH3 sur -1, position où il reste puisque l'alimentation du fil 3A est coupée.

- c) Le conducteur met le volant de vitesse du manipulateur sur la position M3.

Le JH1 reste sur la position 1, puisque seuls les fils 1L et 50N sont alimentés.

Par contre, l'alimentation du fil 3 (par le contact 57-3 du manipulateur sur la position M3) fait progresser le JH3 jusqu'à la position 0, où il reste, l'alimentation du fil 3A étant alors coupée.

76.3. Démarrage série plein champ (position 4 du manipulateur).

A partir de la position 4 du volant des vitesses, le fil 4 est alimenté à partir du fil 57 par le contact 57-58 de la manette d'effort et le contact 58-4 du volant de vitesses, le JH1 étant en position 1 (voir art. 76.2), le fil 1D alors est alimenté pour autant que le JH3 soit sur 0 ou -1 (verrouillage qui vérifie que le JH3 ne se trouve pas sur une des positions de shuntage); le fil 1L est sous tension par 1B, le JH1 progresse jusqu'en 2 pour autant que les contacts des relais d'accélération soient fermés (voir asservissement de ces relais au paragraphe 76.7).

A partir de la position 2, et jusqu'à la position 26, le fil 1D est alimenté par le fil 1H et le contact 1H-1D sur le tambour du JH3; le fil 1L est alimenté par le fil 4, 1C et le contact 1C-1L du JH3. Le JH1 progresse ainsi cran par cran sous le contrôle des relais d'accélération jusqu'au cran 27, position pour laquelle le fil 1L est toujours alimenté, mais le fil 1D ne l'est plus, ce qui assure le maintien du JH1 sur cette position.

Le JH3 reste sur la position 0, puisque seul le fil 3F est alimenté.

Le couplage série plein champ est ainsi atteint.

76.4. Démarrage en parallèle plein champ (position 9 du manipulateur).

Le démarrage jusqu'au couplage série plein champ (cran 27 du JH1, cran 0 du JH3) s'est effectué comme expliqué à l'article 76.3. A partir de la position 9 du manipulateur le fil 5 est alimenté.

Le fil 5A est mis sous tension par le fil 5, par le contact 5-5A du JH2 (contact fermé pour autant que le couplage réalisé par le JH2 autorise la progression en parallèle). Le JH1 étant en 27 et le JH3 à 0, le fil 1L est alimenté par le fil 4, le fil 1D par les fils 1H et 5 A; il progresse donc jusqu'en 28 (sous le contrôle des relais d'accélération). Des crans 28 à 30 (crans de transition entre les couplages série et parallèle), le fil 1E est alimenté directement par le fil 50C ce qui fait progresser le JH1 jusqu'au cran 31 (règle III de continuité du servo-moteur JH1 : n° 33.5). Le contrôle des relais d'accélération est levé pendant le passage des crans de transition (fil 1E alimenté directement); de plus, bien que la bobine 11A-TB du relais Q47-1 ne soit plus alimentée, celui-ci maintient ses contacts fermés, vu sa temporisation.

Au cran 31, le fil 1D est alimenté à partir du fil 5A via 1K et pour autant que le JH3 soit sur 0 ou -1 (verrouillage qui vérifie que le JH3 ne se trouve pas sur une position de shuntage); de même, le fil 1L est sous tension via 1C; le JH1 progresse jusqu'en 32 sous le contrôle des relais d'accélération.

A partir de la position 32 et jusqu'en 42, le fil 1D est alimenté par le fil 1H et le contact 1H-1D du JH3 (verrouillage qui contrôle que le JH3 ne se trouve pas sur une position impaire. On verra la nécessité de ce verrouillage dans le paragraphe consacré au shuntage); le fil 1L est alimenté par le fil 1C et le contact 1C-1L du JH3. Le JH1 progresse ainsi cran par cran (sous le contrôle des relais d'accélération) jusqu'au cran 43, position pour laquelle le fil 1L est toujours alimenté, mais le fil 1D ne l'est plus ce qui assure le maintien du JH1 sur cette position.

Le JH3 reste toujours sur la position 0, puisque seule le fil 3F est alimenté.

Le couplage parallèle plein champ est ainsi atteint.

76.5. Régression (la régression à partir de positions shuntées ou vers des positions shuntées sera expliquée au paragraphe 76.6).

On provoque la régression du JH1 en coupant l'alimentation des fils de progression du servo-moteur, c'est-à-dire finalement des fils 4 et 5 (fil 4 sur les crans 1 à 27 du JH1 et fil 5 sur les crans 31 à 43). En effet, le fil de régression 50N est alimenté sur toutes les positions du JH1 de 1 à 44.

La coupure de l'alimentation du fil 5 se fait

- En ramenant le manipulateur sur 0, sur une des positions de manoeuvre, sur la position série ou sur une des positions série shunté;
- En appuyant sur la boule d'effort (contact 57-58 rompu).

La coupure de l'alimentation du fil 4 se fait

- En ramenant le manipulateur sur 0 ou une des positions de manoeuvre;
- En appuyant sur la boule d'effort (contact 57-58 rompu).

La coupure d'alimentation du fil 5 provoque la régression du JH1 jusqu'au cran 27, où le fil 4 assure éventuellement le maintien du JH1. La coupure d'alimentation du fil 4 provoque la régression du JH1 jusqu'au cran 1.

Arrivé là, si le manipulateur se trouve sur une des positions de manoeuvre, le JH1 reste sur 1 (le fil 1L est alimenté à partir de 1B) et le JH3 régresse éventuellement vers la position commandée (le fil 50X de régression du JH3 est alimenté quand le JH1 se trouve sur 1 à -2 par son contact 50-50A) où il s'arrêtera, le fil 3F étant alimenté dans cette position.

Si le manipulateur se trouve sur 0, le JH1 régresse encore de 1 à 0 (le fil 1B n'est plus alimenté) en même temps que le JH3 régresse vers -2. L'équipement est ainsi arrivé à la position de départ.

Si la régression a été provoquée en appuyant sur la boule d'effort, le JH1 reste sur 1 (le fil 1L est alors alimenté par 1B), et le JH3 reste sur 0 (le fil 3F est toujours alimenté).

Si on réalimente le fil 4 ou (et) le fil 5 (en relâchant la boule d'effort ou en replaçant le manipulateur sur une position de marche), la régression est immédiatement stoppée et le JH1 se remet à progresser, comme décrit ci-avant jusqu'à la position commandée.

76.6. Shuntage (schéma 160/D.00.01.01 - feuilles 16 et 17).

a) Shuntage en progression.

Le fil 16 est le fil général de commande du shuntage en couplage série; il est mis sous tension par le fil 4 et le contact 4-16 du JH1 sur les positions 19 à 27.

Le fil 15 est le fil général de commande du shuntage en couplage parallèle; il est mis sous tension par le fil 5A et le contact 5A-15 du JH1 sur les positions 36 à 44.

Il y a 4 taux de shuntage dans chacun des couplages : 28 %, 47 %, 56 %, 62,5 % (positions 5, 6, 7, 8 du manipulateur pour le couplage série; 10, 11, 12, 13 pour le couplage parallèle).

Le shuntage, pour chaque cran, quel que soit le couplage, se fait de la manière suivante : réinsertion d'une partie des résistances de démarrage (recul du JH1 de 27 à 21 dans le couplage série, recul du JH1 de 43 à 38 dans le couplage parallèle), shuntage simultané des 4 moteurs et élimination des résistances sous le contrôle des relais d'accélération (progression du JH1 jusque 27 ou 43).

Par exemple, supposons que l'on commande le couplage série, 1^{er} taux de shuntage (position 5 du manipulateur) :

le JH1 arrive en position 27 comme décrit au paragraphe 76.3,
le JH3 se trouvant sur 0.

Pendant la progression du JH1 du cran 19 jusqu'au cran 27, le fil 3H est sous tension (fil 16, fil 16A, contacts 16A-6 du manipulateur en position 5, touche de contact 6-3H du JH3 sur la position 0).

Le fil 3F, lui, est toujours sous tension à partir du fil 3.

Quand le JH1 est arrivé en 27 (fin de couplage) le fil 3A est mis sous tension par la touche de contact 3H-3A du JH1 en position 27. Le JH3 progresse donc de 0 à 1 (sous le contrôle des relais d'accélération), position sur laquelle il se maintient puisque l'alimentation du fil 3H est coupée, mais non celle du fil 3F (à partir du fil 6, cette fois).

Mais, quand le JH3 se trouve sur 1, l'alimentation des fils 1D et 1L est coupée (contacts 1H-1D et 1C-1L rompus); le JH1 régresse donc. Quand il arrive à la position 21, simultanément sont remis sous tension le fil 1L, ce qui arrête la régression du JH1, le fil 3A (par le contact 6-3K du JH3 et 3K-3A du JH1) ce qui fait progresser le JH3 jusque 2 (sous le contrôle des relais d'accélération), position sur laquelle il reste, l'alimentation du fil 3F, le fil 3A étant à nouveau coupé.

Par contre, les fils 1D et 1L sont de nouveau alimentés (contacts 1H-1D et 1C-1L du JH3 en position 2) et le JH1 va progresser jusqu'au cran 27 sous le contrôle des relais d'accélération.

La commande des autres crans de shuntage (en couplage série ou parallèle) est effectuée de la même manière; il faut encore noter que le JH3 n'entame la réalisation d'un taux de shuntage supérieur que quand les résistances d'approche du cran de shuntage précédent ont été complètement éliminées (rôle de la touche de contact 3H-3A sur le tambour du JH1 en position 27 ou 43).

b) Shuntage en régression.

Supposons que l'on régresse de parallèle plein champ à série avec shuntage maximum (position 8 du manipulateur).

La régression se fait de parallèle plein champ à série plein champ comme indiqué au 76.5.

A partir de série plein champ, le shuntage se fait alors comme indiqué ci-dessus (littéra a).

c) Déshuntage dans le même couplage.

Lorsqu'on commande un déshuntage, sans changement de couplage, on coupe un ou plusieurs fils 6 à 9 (qui sont les fils de commande des différents taux de shuntage). De ce fait, les fils 3A et 3F ne sont plus excités et le JH3 régresse.

Pendant que le JH3 régresse, le relais RVR3 (relais de verrouillage de régression du JH3) ferme son contact 1C-1L, ce qui empêche la régression du JH1, notamment chaque fois que le JH3 passe sur une position impaire (le maintien du JH1 quand le JH3 est sur une position paire est déjà assuré par la touche de contact 1C-1L du JH3 sur les positions paires).

Le JH3 arrête sa régression lorsque le fil 3F sera réalimenté par l'un des 8, 7, 6 (si l'on a commandé un plus petit taux de shuntage) ou 3 (si l'on a commandé le couplage plein champ).

d) Progression vers un couplage supérieur, à partir d'une position shuntée.

Si, étant en position série shuntée, on commande une position

quelconque parallèle, on coupe l'alimentation des fils 6 à 9 (rupture du contact 16A-6; par le manipulateur, le contact éventuel 15A-6 (si l'on a commandé une position parallèle shuntée) ne met de toute façon pas le fil 6 sous tension, car le fil 15A n'est alimenté qu'à partir de la position 36 du JH1), ce qui provoque la régression du JH3.

Dès que le JH3 régresse, le relais RVR3 ferme ses deux contacts 1C-1L et 1H-1D; d'autre part, le fil 5A étant alimenté (puisqu'on a commandé un couplage parallèle) le JH1 passe de 27 en 28; ensuite, il progresse de 28 à 31 (crans de transition) comme expliqué au paragraphe 76.4.

Arrivé en 31, le JH1 s'arrête (le fil 1D n'est plus alimenté car le contact 5A-1H a été rompu; tandis que le fil 1L, sous tension, à partir du fil 5A et du contact 1C-1L du relais RVR3, maintient le JH1 sur la position 31).

Ce n'est que quand le JH3 est arrivé à 0 (deshuntage complet) que le fil 1D est réalimenté par 1K et le contact 5A-1K du JH1; le JH1 peut alors progresser jusqu'au cran 43, comme expliqué au paragraphe 76.4.

A partir de la position 43 du JH1, le shuntage éventuel se fait comme au paragraphe 76.6.a.

e) Régression d'un couplage shunté vers 0 ou vers un couplage inférieur (plein champ ou shunté).

Si, étant en position shuntée, on ramène le manipulateur sur un couplage inférieur, ou à zéro, ou si l'on pousse la boule de la manette d'effort

- On coupe l'alimentation des fils 5 et (ou) 4 (également 1B si le manipulateur est sur 0), ce qui provoque le recul du JH1;
- On coupe l'alimentation des fils 6 à 9, ce qui provoque, simultanément, le recul du JH3 jusque 0, où l'alimentation du fil de régression 50X est coupée.

Le JH1 recule jusqu'en 27 si l'on a commandé un couplage série (cf 76.5); le shuntage éventuel se fait alors comme au paragraphe 76.6.a.

Le JH1 recule jusqu'à 1 si le manipulateur a été placé sur 0 ou sur l'une des positions de manoeuvre ou si l'on a appuyé sur la boule d'effort (cf 76.5). La suite du recul se fait comme expliqué au 76.5.

76.7. Asservissement des relais d'accélération QA3-1 et QA2-4 (schéma 160/D.00.01.01, feuille 15).

Le relais d'accélération QA3-1 contrôle le courant du moteur 3, (du moteur 1 en cas d'élimination du moteur 3, dans les couplages 1,5 kV, 15 kV et 25 kV).

Le relais d'accélération QA2-4 contrôle le courant du moteur 2 (du moteur 4 en cas d'élimination du moteur 2, dans les couplages 1,5 kV, 15 kV et 25 kV).

Les contacts 1D-1X du QA2-4 et 1X-1E du QA3-1 sont placés en série dans le circuit de commande de la progression du JH1. D'autres contacts 3A-3B et 3B-3C sont placés dans le circuit de commande pour la progression du JH3.

Les contacts sont normalement maintenus fermés par le ressort de rappel des relais d'accélération.

Chaque relais d'accélération comporte : (schéma 160/D.00.01.01
(feuille 18)

- 1 barre HT parcourue par le courant d'un moteur de traction;
- 1 bobine BT de réglage (bobine C);
- 1 bobine BT (bobine A) parcourue par le courant total du servo-moteur JH1 dès que l'auto-rupteur s'est fermé. Cette bobine est appelée bobine de levage; parcourue par le courant du servo-moteur, elle attire l'armature du relais qui ouvre son contact. On est ainsi assuré que le JH1 effectue sa progression tour par tour, c.à.d. cran par cran. En régression, cette bobine est également parcourue par le courant du servo-moteur, mais elle n'a pas de fonction déterminante dans ce cas;
- 1 bobine BT (bobine B) parcourue par le courant des inducteurs régression. Cette bobine est capable d'ouvrir le relais; elle empêche de commander la progression pendant une manoeuvre de régression; une alimentation intempestive du fil 1D ne risque pas de perturber une manoeuvre commencée de régression; le freinage électrique du servo-moteur doit être achevé avant que la chute des relais d'accélération ne permette l'élimination du fil 1E et, par là, le basculement du relais E côté progression.

Une fois ouvert, le contact du relais d'accélération est maintenu ouvert :

- Par la bobine de réglage seule, quel que soit le courant H.T., si la manette d'effort est sur la position stop 0;
- Par le courant dans la barre H.T. si sa valeur dépasse celle fixée par la bobine de réglage; les flux de la barre H.T. et de la bobine C s'ajoutent pour maintenir le relais ouvert.

Les bobines de réglage C des deux relais d'accélération (feuille 15) sont alimentées par le fil 50 derrière l'interrupteur JH et mises sous tension par le volant de vitesse du manipulateur sur les positions 3 à 14. Derrière une première résistance 142-143, le circuit se divise en 2 tronçons.

- Un premier tronçon comprenant 2 résistances en parallèle 10-10A et les bobines C des deux relais d'accélération (10A-10C et 10C-TB);

- Un deuxième tronçon 143-TB comportant une résistance réglable dont les prises sont connectées au tambour de la manette d'effort. Cette résistance est mise en parallèle sur le circuit des bobines de réglage; la tension à ses bornes détermine la tension aux bornes des bobines de réglage.

En position "Stop" de la manette d'effort, le contact 142-143 court-circuite la résistance série 142-143 et les bobines C sont alimentées à la tension maximum.

Dès que la manette d'effort quitte la position Stop, la résistance réglable est progressivement réduite, ce qui réduit la tension du tronçon 10-10A-TB des bobines de réglage.

Plus la manette d'effort est placée sur une position éloignée du Stop, plus petite est la résistance entre les bornes 143-TB du rhéostat d'effort de sorte que la tension aux bornes du circuit des bobines de réglage diminue de plus en plus.

Le courant dans les bobines C devenant de plus en plus réduit, les relais QA3-1 et QA2-4 referment leur contact pour un courant HT de plus en plus grand.

Lors du passage du JH1 du cran 0 au cran 1, les bobines de levage A ouvrent les relais QA2-4 et QA3-1. Les bobines restent levées si la boule d'effort est en position "Stop". Cependant, le passage des crans M2 et M3 s'effectue sans l'intervention des relais d'accélération puisque c'est le JH3 qui travaille, de même que le passage du cran 1 au cran 2 du JH1, puisque les bobines C sont court-circuitées. Quand on tire la manette d'effort, les relais retombent dès que la valeur du circuit HT devient inférieure à la valeur de réglage et permettent la commande du cran 3 du JH1. Plus la manette est tirée vers les positions des grands efforts, plus rapidement le JH1 passera ses divers crans pour atteindre une position économique. Pour toute position de la manette d'effort, le JH1 effectue sa progression cran par cran, les relais QA3-1 et QA2-4 levés à chaque passage du cran retombent lorsque le courant de traction est descendu en dessous de la valeur fixée par leur bobine de réglage C.

Dans le cas de moteurs éliminés, le travail du ou des relais d'accélération en service est le même.

Lorsque la manette d'effort est tirée à fond dans le couplage série 3 kV, le passage des crans s'effectue pour un courant de 680 A.

Cependant, pour réduire la pointe de courant lors des crans d'approche des 3 derniers taux de shuntage, le courant dans les bobines C est augmenté en y envoyant un supplément de courant venant par la résistance 10B-10A et le contact 50C-10B du JH3 sur les positions 4 à 8, ce qui diminue la valeur du courant de reprise.

Dans tous les autres couplages (3 kV série parallèle, 1,5 kV, 15 kV ou 25 kV) le courant de reprise est légèrement diminué en envoyant dans les bobines C des relais QA3-1 et QA2-4 un supplément de courant venant par les résistances 10D-10B et 10B-10A, et le contact NF 50C-10D du relais RQA (le relais RQA n'est, en effet, excité, en commande automatique, que dans le couplage 3 kV, série). (l'effort maximum est ainsi réduit de 18 T à 16 T). Le relais RQA verrouille les positions du JH1 en commande manuelle secours (feuille 20).

G. Protection et signalisation des circuits.

77. Commutateur de couplage JH2.

77.1. Contrôle des positions du JH2 (schéma 160/D.00.01.0. feuille 23).

Une lampe LC dans chaque poste de conduite contrôle si l'équipement JH2, C15/25 et l'interrupteur Ic de choix de couplage se trouvent sur des positions compatibles.

L'alimentation se fait, dès que l'interrupteur "Urgence" est fermé par le fil 72.

Quand l'interrupteur du choix de couplage est sur 3 kV, le fil 360 est mis sous tension et alimente le fil 372 et la lampe LC si le JH2 se trouve sur une des positions 1, 3, 4, 5 (positions normales du JH2 dans le couplage 3 kV).

Quand l'interrupteur de choix de couplage est sur 1,5 kV, le fil 361 est mis sous tension et alimente le fil 372 et la lampe LC si le JH2 se trouve sur une des positions 8 à 13 (seules positions du JH2 en couplage 1,5 kV).

Quand l'interrupteur de choix de couplage est sur 15 kV, le fil 362 est sous tension et alimente le fil 372 et la lampe LC, si le C15/25 se trouve sur la position 15 kV et le JH2 sur une des positions 15-17-18-19-20-22 (positions du JH2 dans les couplages 15 et 25 kV).

Quand l'interrupteur de choix de couplage est sur 25 kV, le fil 364 est sous tension et alimente le fil 372 et la lampe LC si le C15/25 se trouve sur la position 25 kV et le JH2 sur une des positions 15-17-18-19-20-22 (positions du JH2 dans les couplages 15 et 25 kV).

Quand l'interrupteur de choix de couplage est sur une position correspondant à des couplages ne pouvant être atteints qu'à partir d'un autre couplage dans la même tension d'alimentation, le fil 371 est sous tension et alimente le fil 372 et la lampe LC si le JH2 se trouve sur une des positions 15, 22 (positions du JH2 correspondant à ces couplages).

Cette lampe LC doit donc toujours être allumée, son extinction signifie que le JH2 s'est arrêté sur une position anormale ou que le C15/25 ne se trouve pas dans la position commandée.

77.2. Dépassement des positions extrêmes (schéma 160/D.00.01.01, feuille 18).

Si le JH2 dépasse ses positions extrêmes autorisées en commande automatique (positions extrêmes 1 et 22), le contacteur C100 d'alimentation des servo-moteurs des JH s'ouvre et le JH2 s'arrête par freinage électrique (la bobine d'enclenchement du C100 est en effet alimentée par le contact 50S-50T du JH2 disposé sur les positions 1 à 22).

Le JH2 doit, dans ce cas, être ramené à la main sur une position de marche.

77.3. Relais de vigilance Q47.2 (schéma 160/D.00.01.01, feuille 18).

La bobine du Q47.2 est branchée aux bornes du circuit d'alimentation du servo-moteur du JH2. Le relais est enclenché aussi longtemps que le JH2 ne s'est pas complètement arrêté.

Ce relais possède 2 contacts, ouverts quand le relais est excité, l'un CH.300, dans le circuit des électrovalves des pantographes, l'autre 1T-1B dans un des circuits d'alimentation de la bobine progression du relais verrou V1 (voir n° 71.2). Le rôle de ces deux contacts a déjà été expliqué.

78. Equipement de démarrage et shuntage JH1 et JH3.

78.1. Signalisation des positions (schéma 160/D.00.01.01, feuille 23).

Trois lampes, blanche, rouge et verte renseignent la position du JH1. Ces 3 lampes sont alimentées par le fil 72 qui met sous tension les fils 301, 302, 303 d'alimentation des lampes par des touches de contact du cylindre d'asservissement JH1.

En position 0, aucune lampe n'est allumée.

Sur les positions économiques (JH1 sur 27 ou 43, plein champ ou les 4 crans de shuntage), seule la lampe blanche est allumée.

Sur les 3 crans manoeuvres (JH1 sur 1), la lampe rouge est allumée.

Pendant la progression vers les positions plein champ, la lampe verte est allumée; toutefois, la lampe rouge est également allumée quand le JH1 se trouve sur 2, 31, 32; de même la lampe blanche est allumée quand le JH1 se trouve sur 26 et 42.

Pendant la transition, (JH1 de 28 à 30) de même que pendant les manoeuvres d'inversion (JH1 sur -1 et -2), les 3 lampes s'allument simultanément.

Au-delà de la position extrême (JH1 sur 44, 45, 46), les lampes blanche et rouge s'allument.

78.2. Dépassement des positions extrêmes (schéma 160/D.00.01.01, feuille 18).

Si le JH1 dépasse les positions -2 ou 43, le contacteur C100 s'ouvre et le servo-moteur freine électriquement.

Si le JH3 dépasse la position 10 (en progression) ou 15 (en régression), le fil 50C est mis à la masse, le disjoncteur d10 déclenche et le servo-moteur freine électriquement.

Le JH1 et le JH3 doivent, dans ces cas, être ramenés à la main.

78.3. Relais de vigilance Q47.1 et relais RQ47 (schéma 160/D.00.01.01, feuille 18).

Le rôle de ces relais est de provoquer le déclenchement du disjoncteur :

- Lorsque le manipulateur étant remis à 0, le JH1 est resté en panne sur une position de traction et n'a donc pas coupé le courant des moteurs de traction;
- Lorsque le JH1 dépasse ses positions extrêmes (-2, 45) ou lorsqu'il reste sur un cran de transition (29 et 30).

Le relais Q 47.1 temporisé à l'ouverture comporte :

- Une bobine d'enclenchement 11A-TB alimentée par le fil 50 derrière l'interrupteur JH, une touche de contact du commutateur CMS, l'interlock du relais RDP, du control switch, un contact sur le manipulateur sur toutes les positions de marche et la touche de contact 11-11A du JH1 entre les positions -1 et 28, 31 et 45 (feuille 16);
- Une bobine de maintien 115-144 branchée en parallèle sur l'inducteur régression du JH1. Elle maintient le relais fermé lorsque le manipulateur étant sur 0 (la première bobine est donc désexcitée), le servo-moteur effectue sa régression jusque 0, position sur laquelle l'action de ce relais est annulée. Pour que cette bobine soit excitée, il faut non seulement que l'inducteur côté régression soit sous tension, mais aussi que le servo-moteur effectue réellement sa régression, auquel cas le relais RQ47 est excité et ferme son contact 110-144 (la diode en // sur le RQ47 court-circuite le relais RQ47 lors du freinage du servo-moteur en génératrice pour ne pas modifier les caractéristiques de freinage de celui-ci;
- 2 contacts, l'un 12-12 A dans le circuit d'alimentation des relais de substitution Q72 de maintien des disjoncteurs (l'action de contact est suspendue sur les positions de non-traction (0, -1, -2' du JH1), l'autre 1A-1T empêche la progression de 0 à 1 du JH1 si le relais n'est pas enclenché; ceci constitue une protection contre le déclenchement intempestif du disjoncteur lors de la progression du JH1 si le circuit du Q47.1 était avarié.

79. Disjoncteurs.

79.1. Signalisation (schéma 160/D.00.01.01, feuille 23).

Une seule lampe LSD, par cabine de conduite, signale le déclenchement du DUR ou du DJ.

En couplage 1,5 ou 3 kV, (fil 366 est mis sous tension par le fil 72 et la touche de contact 72-366 du JH2) la lampe s'allume :

- Lorsque le DUR est déclenché (interlock 366-367 du DUR1);
- Pendant l'enclenchement du DUR (interlock 366-367 du DUR2).

En couplage alternatif (le fil 363 est mis sous tension par le fil 72 et la touche de contact 72-363 du JH2), la lampe s'allume quand le DJ est déclenché (interlock 368-367 du DJ). Le redresseur R2 évite que la lampe LTF ne s'allume en même temps que la lampe LSD en couplage continu.

79.2. Relais de substitution Q72.1 et Q72.2 et relais auxiliaire CS (schéma 160/D.00.01.01, feuille 20).

Vu le nombre de relais provoquant le déclenchement des disjoncteurs, il n'est pas souhaitable de les mettre tous en série dans le circuit de maintien du disjoncteur ce qui créerait des chutes de tension importantes dans ce circuit. Les contacts des relais de protection sont répartis dans le circuit d'alimentation des 2 relais de substitution Q72-1 et Q72-2.

Ces deux relais, dont le contact est placé dans le circuit de maintien des disjoncteurs, sont alimentés par le fil 12 de commande des disjoncteurs.

En commande automatique, le fil 12 alimente le fil 12 C par :

- Un contact du relais de vigilance Q47-1 du JH1, contact fermé lorsque le Q47-1 s'est enclenché dès que le manipulateur est mis sur une position de marche;
- Un contact du commutateur CMS en position de marche automatique (position N).

Le contact 12-12A du relais Q47-1 est court-circuité par une touche de contact du JH1 sur les positions 0, -1, -2. Dans ces positions qui peuvent être occupées par le JH1, lorsque le manipulateur est à zéro (ou a été remis à zéro pendant la manoeuvre d'inversion), le relais Q47-1 n'est pas ou ne reste pas enclenché.

En commande manuelle, le fil 12C est alimenté par une touche de contact du commutateur CMS en position S, un contact du tambour de l'inverseur qui doit être mis sur une position de marche AV ou AR, et une touche de contact du JH3 qui doit être sur 0 ou -1, un contact NO du relais RQA (Ce relais RQA, en commande manuelle, est excité uniquement sur les positions 1 à 27 du JH1, ce qui correspond au couplage série). Ce contact du RQA est ponté par une touche de contact du JH2 sur les positions 3, 4, 8 à 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22 (de cette façon, même en commande manuelle de

secours, il est impossible de passer au couplage parallèle, si ce couplage est interdit par suite de l'élimination de moteurs ou d'une armoire-redresseur).

La bobine du Q72-1 est contrôlée par les contacts des relais à maxima Q1, Q2, Q3, Q4 et des relais différentiels QD1 et QD2.

La bobine du Q72.2 est contrôlée par les contacts des relais QCh1-2 (relais à maxima pour chauffage loco), QDA (relais différentiel des auxiliaires), QChTC (relais à maxima chauffage train en courant continu), RDS (relais de survitesse).

Le relais QHT (maxima haute tension en alternatif) excite, lorsqu'il se ferme, le relais auxiliaire CS qui possède un interlock dans le circuit de maintien du DJ (347-349a).

79.3. Signalisation et maintien des relais à maxima.

Son signalisés par l'allumage d'une lampe dans chaque cabine de conduite, les déclenchements des relais suivants : schéma 160/D.00.01.01, feuille 22 :

- Q1, Q2, Q3, Q4 des moteurs de traction par les lampes LM1, LM2, LM3, LM4;
- CH1-2 du chauffage loco par la lampe LCH1-2;
- QChTC et QChTA (relais à maxima de chauffage train dans les couplages continus et alternatifs) par la lampe LChT;
- FchTA (fusible de protection du chauffage train en courant alternatif) par la lampe LChT.

Schéma 160/D.00.01.01, feuille 21 :

- QDA par la lampe LSA;
- CS, QD1, QD2, niveau d'huile du transfo (accessoirement) par la lampe LD. La discrimination des 3 premières causes se fait par le maniemment de l'interrupteur ITQD (cet interrupteur, normalement placé sur la position N, provoque alors l'allumage de la lampe LD pour un fonctionnement d'un de ces 3 relais; placé sur la position CS, il n'allume la lampe que si le relais CS a fonctionné; de même, pour les positions QD1 et QD2). Si le niveau d'huile est en cause, la lampe LD s'allume sur la position CS et la lampe LNIV s'éclaire en permanence;
- DTC1-2 des moteurs compresseurs par les lampes LSA et LC1-2; cependant, le relais DTC1-2 n'est pas maintenu; seule la lampe LSA donne une signalisation permanente;
- Niveau d'huile du transfo par la lampe LNIV qui s'éclaire en permanence.

Toutes ces lampes sont alimentées par le fil 14B derrière les interrupteurs "réarmement" des relais et l'interlock 14A-14B du DUR2.

Le contact de signalisation 14B-60 à 65, 67, 69, 75A, 75B alimente la lampe et en même temps la bobine de maintien. Le circuit de la lampe passe par un contact normalement fermé de l'interrupteur I9d'essai des lampes.

Le circuit des relais QCHTA et DTC1-2 est différent; le relais QCHTA en déclenchant, ouvre le circuit de maintien du disjoncteur, ferme le contact 12-64 qui met sous tension la bobine de maintien du relais RQCHTA qui s'enclenche et reste maintenu et il alimente aussi la bobine de maintien du relais QCHTC. Après ouverture du disjoncteur, le relais QCHTA retombe; le relais QCHTC qui est un relais relativement lent n'aurait pas eu le temps de s'exciter pendant la fermeture du relais QCHTA sans l'introduction du RQCHTA (rapide). De même, le DTC1-2 déclenchant, ferme le contact CH-66 qui met sous tension la bobine de maintien du relais QDA qui s'enclenche et reste maintenu lorsque, après ouverture du disjoncteur, le relais DTC1-2 est retombé.

En couplage courant continu, lorsque le DUR est réenclenché, l'interlock 14A-14B du DUR2 coupe un instant l'alimentation du fil 14B : la bobine de maintien du relais qui a déclenché est désexcitée; le relais retombe et la lampe de signalisation s'éteint également.

En couplage courant alternatif, le réarmement des relais n'est pas automatique, la construction du DJ ne le permettant pas. Avant de réenclencher le DJ, il faut manoeuvrer l'interrupteur "réarmement".

79.4. Chatouillage des relais de protection (schéma 160/D.00.01.01, feuille 20).

Les relais Q1 à Q4, QD1, QD2, QDA, QCHTC et QCH1-2 possèdent une bobine de chatouillage dont le rôle est de faire jouer les contacts des relais de protection à chaque enclenchement du disjoncteur DUR. Ces relais sont, en effet, amenés par leur nature à fonctionner très rarement ce qui risque de compromettre le bon contact de leur interlock.

Le chatouillage des relais est uniquement réalisé en couplage courant continu et ne s'effectue pas lors de l'enclenchement du DJ dont le mode de fonctionnement ne permet pas cette manoeuvre.

Les bobines de chatouillage sont alimentées par l'interrupteur "enclenchement" du disjoncteur lorsque le JH2 se trouve sur les couplages 1,5 kV ou 3 kV (contact 13A-13B) par un interlock 13B-139A (du DUR1) qui ne donne l'alimentation aux bobines que pendant une fraction de la course du bras porte-contact du DUR.

Les bobines de tous les relais étant alimentées, ces relais s'enclenchent; par conséquent :

- les relais Q72 vont battre;
- les contacts de maintien des relais à maxima vont battre aussi, mais les relais ne vont pas rester accrochés, le contact 14 A-14B du DUR2 coupant l'alimentation du circuit de maintien;
- les lampes de signalisation vont s'allumer un court instant.

Lorsque l'interrupteur "enclenchement" est relâché, le DUR s'enclenche, les bobines de chatouillage ne peuvent plus être alimentées tant que le DUR est enclenché (contact 13B-139A du DUR1 ouvert).

80. Sectionneur CTC (schéma 160/D.00.01.01, feuille 21).

L'alimentation de la lampe LCTC est prise sur le circuit de la lampe LSD de signalisation du disjoncteur. Un contact 367-369 du commutateur CTC est inséré dans le circuit. Ce contact est fermé lorsque le CTC est fermé côté "courant", c'est-à-dire lorsqu'il connecte le DUR à la ligne HT de toiture.

La lampe LCTC n'est normalement jamais allumée en permanence :

- A la mise en service de la cabine de conduite : dès que l'interrupteur "Urgence" est fermé, le CTC se met en position "Terre" s'il n'y était déjà (art. 59), le contact 367-369 est donc ouvert;
- En couplage 25 kV, 15 kV le CTC est côté terre;
- En couplage courant continu, lorsque le DUR est enclenché, l'interlock 366-367 du DUR1 coupe l'alimentation de la lampe LCTC.

La lampe s'allume un instant pendant la phase d'enclenchement du DUR tant que l'interrupteur "enclenchement" n'est pas relâché; en effet, le CTC est en position "courant" et l'interlock 366-367 du DUR2 est fermé (l'interlock 366-367 du DUR1 est déjà ouvert). Dès que l'interrupteur "enclenchement" est relâché, la lampe LCTC s'éteindra par suite de l'ouverture de l'interlock 366-367 du DUR2.

La lampe LCTC reste allumée dans le cas anormal où le circuit de l'électrovalve EVCA du CTC est défectueux :

- En couplage courant continu : le CTC restant fermé côté courant, après déclenchement du DUR alors que normalement le CTC devrait se placer automatiquement sur terre. La lampe LCTC brûle en même temps que la lampe LSD. Cette avarie n'est pas préjudiciable tant que la tension continue subsiste sur la caténaire. Si cette tension disparaît, ce qui déclenche le dispositif de palpage, le circuit de l'électrovalve de pantographe est interrompu par le contact 80A-313 du relais RCC, le pantographe s'abaisse et vu que le contact 80A-313 du CTC est ouvert, il est impossible de relever le pantographe. De même si on abaisse le pantographe après déclenchement du DUR, il est impossible de le relever. Par conséquent, si le CTC refuse de s'ouvrir, il est impossible de remettre l'équipement sous tension;
- En couplage alternatif : cette avarie ne se conçoit que lorsqu'on passe du couplage courant continu au couplage 15 ou 25 kV. Il est impossible pour la même raison que ci-dessus de lever le pantographe.

80bis. Butée de pantographe sur 1,5 kV (schéma 160/D.00.01.01, feuille 23).

Afin de limiter la hauteur de déploiement du panto sur le réseau NS, il a été prévu une butée EVB (voir article pantographe). En cas de raté de la butée, la tige de piston du cylindre de panto actionnera un fin de course qui déclenchera un signal acoustique dans le PC. Le circuit de surveillance est le suivant : CH - disjoncteur dl7 - Ic de couplage sur 1,5 kV (72-361) - un interrupteur ICP (361-361A) - sonnerie dans PC et contact NO du fin de course (FCB) 361B-TB.

Lors d'un raté de la butée de panto, le FCB ferme son contact et la sonnerie retentit. Afin d'éliminer le signal acoustique, le conducteur met l'interrupteur ICP sur 1 et coupe de cette façon la sonnerie mais il alimente la lampe jaune "consigne" LSC via 361-376A de l'ICP sur 1. De cette façon, il est rappelé au conducteur qu'il doit abaisser son panto sur les tronçons de voie NS sous caténaire et le relever seulement sous le fil.

81. Ventilateur des moteurs de traction et des résistances de démarrage (schéma 160/D.00.01.01, feuille 23).

La lampe LSV (allumée en cas de défaut) indique :

- Un manque de ventilation sur l'un ou l'autre groupe de moteurs de traction;
- Une dissymétrie dans le fonctionnement des ventilateurs des résistances de démarrage;
- La non-fermeture de l'une ou l'autre porte du couloir ventilé par où passe l'air de refroidissement des résistances de démarrage. Ces portes doivent être fermées sinon la dépression provoquée par les ventilateurs des résistances de démarrage perturberait la ventilation des autres circuits.

La lampe est allumée par le fil 73 mis sous tension :

- Par le contact 72-73 des interrupteurs des portes du couloir ventilé, contact fermé si l'une ou l'autre porte est ouverte;
- Par le contact 72-73 d'un des deux relais QDV, contact fermé si l'un des moteurs des ventilateurs des résistances de démarrage a une avarie;
- Par les contacts 72-71 et 72-70 des interrupteurs d'élimination des ventilateurs des moteurs de traction, en série respectivement avec les anémostats Aném. 1-2 et Aném. 3-4 des ventilateurs des moteurs 1-2 et 3-4. Les contacts des interrupteurs IV sont normalement fermés; les contacts des anémostats s'ouvrent quand la ventilation est correcte.

L'interrupteur IV et des touches de contacts sur le tambour d'asservissement du JH2 éliminent la signalisation du ventilateur éliminé.

En 3 kV, même si l'interrupteur IV est mis sur la position 0, la signalisation reste en service car il est impossible d'éliminer un groupe ventilateur. La continuité du circuit de signalisation est assurée par les contacts 72-71 et 72-70 du JH2 sur les positions 3 kV (1 à 5).

En 1,5, 15, 25 kV, il faut manoeuvrer les deux interrupteurs IV et I 2 pour éliminer un groupe moteur-ventilateur et les moteurs correspondants. Sur ces couplages, lorsque tous les moteurs sont en service, les touches 72-71 et 72-70 du JH2 fermées sur les positions "tous moteurs en service" assurent la signalisation même si l'interrupteur IV a été oublié sur la position 0.

Si le groupe ventilateur 1-2 est éliminé et que le JH2 se trouve sur les positions moteurs 1-2 éliminés (13 ou 15), le circuit de l'anémostat 3-4 reste en service par le contact 72-70 du JH2 tandis que le circuit de l'anémostat 1-2 du ventilateur des moteurs 1 et 2 est coupé par le contact 72-71 ouvert du JH2 en position 13 et 15.

Si le groupe ventilateur 3-4 est éliminé, les touches de contact du JH2 laissent l'anémostat Aném. 1-2 en service et éliminent l'anémostat aném. 3-4.

82. Transformateur (160/D.00.01.01, feuille 23).

82.1. Niveau d'huile insuffisant (feuille 21).

En cas de niveau d'huile insuffisant, une lampe spéciale LNV s'allume sur le tableau de bord, en même temps que la lampe LD.

Si l'avarie arrive sur un réseau continu, il n'y a pas de consigne spéciale.

Si l'avarie se présente sur un réseau alternatif, le disjoncteur déclenche par l'intermédiaire du relais CS, et il est impossible de le réarmer. La locomotive est en détresse.

82.2. Echauffement exagéré ou manque de pression d'huile (feuille 23).

La lampe rouge LTF est allumée par le fil 363 dans les cas suivants :

- Manque de pression d'huile : le manostat ferme le contact 363-377;
- Echauffement du transformateur au-delà des limites permises : le thermostat Th inséré dans le circuit d'huile ferme son contact 363-377.

La lampe jaune LSC est allumée par le fil 376. Lorsque le manoccontact est en position "pression" et que le relais RTPH2 n'est pas enclenché (tension insuffisante aux bornes de la pompe à huile), ce qui indique une avarie dans les circuits de signalisation de la pompe à huile.

Dans le cas d'allumage de la lampe rouge LTF ou la lampe jaune LSC le conducteur soit se référer à ses consignes.

Remarque.

Lors de la mise en service des ventilateurs sur les réseaux alternatifs, on a successivement les signalisations suivantes :

- A l'arrêt des ventilateurs : lampe rouge LTF allumée;
- Au démarrage des ventilateurs : extinction de la lampe LTF et allumage de la lampe LSC dès que le manocontact a inversé son contact;
- Après une temporisation d'environ 10 sec, extinction de la lampe LSC quand le RTPH2 est excité.

En cas de signalisation non conforme, le conducteur doit se référer à sa consigne.

83. Freinage (160/D.00.01.01, feuille 23).

Lorsque la pression dans la conduite générale du frein automatique est insuffisante par suite de non-alimentation ou de freinage, le relais pneumatique SWC ferme son contact 72-74 et allume la lampe LSWC. On se rappellera que le relais SWC provoque la régression du JH1 si le freinage est effectué alors que la locomotive tractionne ou qu'il empêche le démarrage si la conduite générale du frein automatique n'est pas sous pression normale.

La lampe LA alimentée par le contact 248-T s'allume lorsque le dispositif de coupure ES 59 s'est enclenché à partir de 70 km/h, mettant en action le régime haute puissance du frein. Le circuit de cette lampe est dérivé sur celui des lampes de vigilance.

84. Dispositif de veille automatique (160/D.00.01.01, feuille 13).

Le fonctionnement en a été décrit à l'article 39 auquel on se reportera.

Le signal acoustique du dispositif est mis en branle :

- Si la pédale quitte la zone d'équilibre;
- Lorsque la temporisation arrive à sa fin. Dès qu'il entend le signal, le conducteur doit réarmer le dispositif.

Rôle du relais RTE.

La lampe LTe (schéma 160/D.00.01.01, feuille 23) est raccordée au fil 72 via un contact 268-72 du relais RTE ou un interlock du robinet RIVA. L'interlock du RIVA est fermé lorsque la veille automatique est isolée pneumatiquement par RIVA. Le fil 72 étant lui-même alimenté au fil CH par un disjoncteur d17. Le relais RTE est alimenté lorsque le contact Te, lié à la vitesse de la locomotive, est fermé.

L'alimentation du relais RTE s'effectue : (feuille 13)

- Lorsque le sectionneur de mise à la terre SMT se trouve sur position ligne;
- Par fil CB disjoncteur d7, 239-240 du contact d'asservissement du SMT et boîte à clefs BC3, 240-250 de l'interrupteur d'élimination I5 en position normale, 250-267 du contact de vitesse Te (fermé de 0 à 15 km/h).

Au-delà de la vitesse de 15 km/h, le contact Te de l'appareil ES 81 (boîtier électronique sous contrôle d'une génératrice Deuta) est ouvert. Le relais RTE n'étant plus alimenté, son contact 275-262 est ouvert, il n'alimente donc plus le relais RVA4".

A ce moment, la manette de l'inverseur de marche doit se trouver sur une position de marche.

Si le conducteur laisse la manette d'inversion sur 0, l'alimentation du relais RVA4" n'est plus assurée ce qui provoque la désexcitation de l'électrovalve inverse et, par conséquent, le freinage d'urgence.

Si la lampe LTE ne s'éteint pas lorsque la vitesse est supérieure à 15 km/h, le contact Te reste fermé, indique une anomalie de fonctionnement du boîtier électronique ES 81 ou que le robinet RIVA est fermé et que la veille automatique est éliminée pneumatiquement.

Le boîtier électronique ES 81 consiste en un dispositif transistorisé qui, pour une tension de la génératrice Deuta correspondant à la vitesse de 15 km/h, commande une bascule électronique excitant un relais comportant le contact Te.

Un interrupteur à trois positions (réarmement, zéro, travail) permet de remplacer la fonction de la pédale dans certains cas.

84bis. Dispositifs d'arrêt automatique des trains.

La locomotive est équipée de deux dispositifs d'arrêt automatique, l'un fonctionnant sur les réseaux S.N.C.B. et S.N.C.F., l'autre sur le réseau D.B. (INDUSI).

D'autre part, ces dispositifs enregistrent sur la bande enregistreuse de l'appareil de vitesse Télloc, des fonctions qui leur sont dévolues.

La description complète des dispositifs d'arrêt automatique est reprise dans la brochure JC/BDK du bureau 24-11 (n° 2/1.792.3-791.1).

85. Sectionneur de chauffage (160/D.00.01.01, feuille 23).

La lampe LBC apposée sur le boîtier du sectionneur de chauffage est mise sous tension par le fil 72 lorsque la clef internationale de chauffage est placée sur la position "0" lors de la manoeuvre du sectionneur de chauffage. La lampe s'allume lorsque les contacteurs de chauffage Cch2 (chauffage en courant continu) et CCH3, CCH4 (chauffage en courant alternatif) sont ouverts; dans ce cas, leurs interlocks 201-202, 202-202a et 202a-TB sont fermés. On a ainsi l'assurance que le sectionneur de chauffage est manoeuvré hors tension et que les contacteurs de chauffage sont réellement ouverts.

Dans le cas contraire, il faut se conformer aux prescriptions de l'article 40.3.

D'autre part, la mise en service du chauffage treain est subordonnée à la manoeuvre de la clé de chauffage et du bouton poussoir de la boîte Faiveley. En vue de signaler l'oubli d'une des deux manoeuvres, la lampe LchT s'allume lorsque :

- la clé de chauffage est en position chauffage mais que les contacteurs sont restés ouverts, par le circuit 14a, contact 14a-191a du relais RBC2 (relais auxiliaire de la boîte à clés), interlocks 191a-191b-191c-64 des contacteurs de chauffage en position "ouvert";
- le bouton chauffage est en position "chauffage", mais que la clé de chauffage est restée en position hors service, par le circuit 191, contact NF du relais RBC2, interlocks 191a-191b-191c-64 des contacteurs de chauffage.

86. Décel de patinage et de survitesse (schéma 160/D.00.01.01, feuille 19).

La locomotive est équipée d'un système de détection du patinage ultra-rapide protégé par le disjoncteur dDs :

- On mesure l'accélération de la vitesse des roues; cette méthode est plus sûre que toute autre qui compare la vitesse de deux essieux différents;
- On utilise un dispositif électronique pour calculer l'accélération et déclencher les relais de décel de patinage.

Les accélérations atteintes par la locomotives lors d'un démarrage normal sont généralement tout au plus égales à 0,5 m/sec². Le dispositif est conçu pour intervenir lorsque l'accélération d'une des roues atteint une valeur réglable comprise entre 0,6 et 0,8m/sec².

D'autre part, le dispositif est complété par une protection contre la survitesse des moteurs de traction. Dès que la locomotive atteint 180 km/h, un relais de décel de survitesse agit et fait déclencher le disjoncteur.

Sur chaque essieu est montée une génératrice tachymétrique qui fournit une tension proportionnelle à la vitesse. Cette tension est redressée et filtrée (de cette façon, la tension a toujours le même signe quel que soit le sens de circulation de la locomotive) et envoyée dans un circuit dérivateur qui détermine donc l'accélération de l'essieu considéré. Les signaux fournis par les 4 circuits dérivateurs sont chacun, amplifiés et si un quelconque atteint le seuil de fonctionnement du dispositif, le relais de décel de patinage RDP est enclenché en même temps que le relais RSA (de sablage automatique).

Le relais RDP excité provoque le recul du JH1 et du JH3 (par l'ouverture du contact 50C-56) dans les mêmes conditions qu'une remise à zéro du manipulateur (voir n° 76), ce qui interrompt immédiatement l'effort de traction; la lampe de signalisation LSP s'allume (fermeture du contact 72-68 du relais RDP).

Le relais RSA excité, provoque le sablage automatique (excitation de l'électrovalve EVSI ou EVSII, d'après le sens de marche par la fermeture des contacts CS1-SAA et CS2-SBA), et la mise en action de l'antipatinage pneumatique (excitation de l'électrovalve EVFA par la fermeture des contacts CS1-FA et CS2-FA). (EVFA provisoirement hors service).

Lorsque l'accélération de la roue qui patine descend en dessous du seuil fixé, les relais RDP et RSA se désexcitent, ce qui interrompt le sablage et l'antipatinage pneumatique, et autorise l'équipement de démarrage JH1, JH3 à recommencer sa progression, sous le contrôle des relais d'accélération.

La protection contre la survitesse est réalisée de la manière suivante : la plus grande tension sortant du filtrage (c'est-à-dire le plus grand signal vitesse) est sélectionnée par un système à diodes et est appliquée à l'entrée de plusieurs "bascules" mises en cascade; la dernière de ces bascules enclenchera le relais RDS, si le signal vitesse appliqué dépasse le seuil de fonctionnement fixé.

Le relais RDS excité provoque le déclenchement du disjoncteur par le relais de substitution Q72.2 (contact 92-93 du relais RDS dans l'alimentation de la bobine de Q72.2), l'allumage de la lampe LSP (contact 72-68 du relais RDS), et son propre maintien (alimentation de la bobine de maintien 68B-TB du relais RDS).

Le relais RDS a encore une autre fonction : faire déclencher immédiatement le disjoncteur en cas de fonctionnement de l'Indusi. On excite pour ce faire directement le relais RDS par les interlocks 14B-14D et 14D-68B des relais de l'Indusi.

Un interrupteur d'alimentation I 6 (dans le fil 734) permet d'éviter le fonctionnement du relais RDS, seulement en cas d'avarie au système de décel.

Le bon fonctionnement du dispositif se contrôle de la manière suivante :

A l'arrêt : un interrupteur de test BPTD est prévu sur le pupitre de conduite : en manoeuvrant cet interrupteur, on envoie un signal de test à l'entrée des circuits électroniques de décel de patinage et de survitesse. Les relais RDP et RDS fonctionnent et les lampes de décel de patinage et de survitesse s'allument (le relais RSA lui n'excitera pas malgré la détection d'un patinage car le retour à la masse de sa bobine est interrompu par l'enfoncement des boutons-poussoirs de test).

En cours de route : la continuité du circuit des dynamos est vérifiée en permanence.

87. Armoires à redresseurs.

87.1. Principe des protections et signalisations.

Une avarie aux armoires à redresseurs est signalée dans chaque cabine de conduite par la lampe LAR (schéma 160/D.00.01.01, feuille 21).

Ces lampes s'allument dans les cas suivants :

- Manque de ventilation des armoires;
- Court-circuit interne;
- Court-circuit externe.

On appelle "court-circuit externe" une surcharge en courant des cellules du redresseur due soit à un court-circuit dans les appareils alimentés par le courant redressé, soit par une mise à la masse dans une branche de cellules du redresseur.

Le "court-circuit interne" est dû au claquage d'une ou de plusieurs cellules, c.à.d. que cette cellule a perdu son effet de soupape. Dans ce cas, pendant la demi-période de passage de courant, celui-ci circule dans la cellule claquée comme dans les cellules saines. Pendant la demi-période de blocage, la tension inverse se répartit sur les cellules saines. Cette augmentation de la tension à bloquer par les cellules saines risque de provoquer à la longue, un claquage en chaîne de celles-ci. C'est pourquoi une surveillance est prévue, surveillance qui signalera le claquage d'une cellule et commandera l'ouverture du disjoncteur DJ lors du claquage de deux cellules.

En cas de court-circuit externe, la protection doit intervenir très rapidement. En effet, la pastille de silicium ne possède aucune capacité calorifique.

Deux transformateurs d'intensité (un sur chaque barre alternative) attaquent un relais de protection qui fait déclencher le DJ. Le DJ coupe le court-circuit endéans les 120 ms.

En cas de manque de ventilation, le circuit de surveillance provoque l'ouverture du disjoncteur DJ.

Toutes ces avaries provoquent dans le poste de conduite l'allumage de la lampe LAR et sur chacun des panneaux de signalisation des armoires l'allumage de lampes mémoire indiquant le genre de défaut.

Le déclenchement du d51 commande aussi l'ouverture du disjoncteur, tandis que la lampe de signalisation d'avarie aux armoires à redresseurs s'allume dans le P.C.

Les panneaux de signalisation des armoires sont équipés :

a) Armoire à redresseurs Siemens :

- D'une lampe de défaut de ventilation : h91;
- D'une lampe de signalisation de court-circuit externe : h71;
- D'une lampe de signalisation d'un double claquage de cellules (c.à.d. 2 cellules qui ne sont pas connectées en parallèle et qui sont percées) : h104;
- De 4 lampes de signalisation d'un simple claquage de cellule : h64/1, h64/2, h64/3 et h64/4.

Chaque lampe concerne une des 4 branches du pont redresseur.

Les lampes h104 et h64/1, h64/2, h64/3, h64/4 signalent donc un court-circuit interne.

b) Armoires à redresseurs A.C.E.C. :

Dans cette armoire, nous trouvons 28 lampes de signalisation h64 qui signalent le claquage d'une seule cellule. Comme il y a 7 cellules en série dans une armoire A.C.E.C., nous avons $4 \times 7 = 28$ lampes h64 par pont, qui indiquent la rangée concernée.

Nous trouvons de même que chez Siemens et avec les mêmes fonctions, les lampes h104, h91 et h71

Nous avons en plus une lampe totalisatrice h51 qui signale soit un défaut de ventilation (en plus de h91), soit un court-circuit interne (en plus de h64 ou h104), soit un court-circuit externe (en plus de h71) ou lorsqu'elle brûle seule, un déclenchement du d51.

La signalisation (h71, h51, h104, h91, LAR) est reprise sur CB via l'IC (couplage) le fil 553, le disjoncteur d05, les contacts du relais d90 et le b92.

Le test de la signalisation de l'armoire est repris sur le fil 555 après le D05.

Le réarmement sur l'armoire est repris après le disjoncteur H51 dont l'alimentation passe par le b92 en venant de 553 à l'IC (couplage) sur les positions alternatives.

Le réarmement à partir des PC s'alimente à partir du fil 13 via le bouton poussoir "Réarmement Redresseurs" 13-13F, l'IC 13F-591, le coupleur de l'armoire 591-91, le b92 et le contact du b73 (NF).

Le réarmement à partir du PC n'est opérant que si le JH1 a été ramené à zéro (fil 13 sous tension).

A. Armoires à redresseurs A.C.E.C.

87.2. Ventilation.

Un relais anémométrique b91 contrôle le débit du ventilateur de l'armoire. Un relais thermique Th1 contrôle la température de l'air de refroidissement.

Dès que le débit est suffisant et pour autant que la température ne soit pas trop élevée, ces relais ferment leur contact et alimentent le relais de ventilation d91 (temporisé à la désexcitation pour éviter d'éventuels fonctionnements intempestifs) (chocs, vibration) dont les contacts sont insérés dans le circuit :

- de maintien du DJ;
- des lampes h91 (manque de ventilation) et h51 (totalisatrice);
- des lampes LAR dans les postes de conduite.

Remarque.

Lorsqu'on élimine 2 moteurs de traction, l'AR correspondante se trouve automatiquement à vide; le contrôle de sa ventilation n'est donc plus nécessaire.

Le relais Rb91.1 (ou 2), excité quand on commande l'élimination de deux moteurs, court-circuite dans ce cas les contacts du relais de ventilation de l'armoire correspondante.

87.3. Court-circuit externe.

Cette protection comporte deux transformateurs d'intensité de rapport différent (3000 à 5 A et 3000 à 10 A) placé l'un sur une barre d'alimentation alternative de l'armoire et l'autre sur l'autre barre. Les enroulements secondaires de chacun des TI sont connectés en parallèle sur la bobine du relais d'intensité d101.

Ce relais basculera donc en cas de surcharge importante sur le circuit d'utilisation continu (à cause du rapport de transformation différent des deux transfos), de même qu'en cas de surcharge asymétrique sur une des deux barres alternatives (mise à la masse accidentelle par exemple).

Le relais d101 possède deux contacts :

- L'un NF dans le circuit de maintien du DJ. Il fera déclencher le disjoncteur lorsque d101 est excité;

- L'autre NO, dans le circuit de la bobine du relais d71 (relais de court-circuit externe); celui-ci, en cas d'excitation, ouvre le circuit de la bobine du relais totalisateur de défaut de court-circuit d51, il s'automaintient par un premier interlock et provoque par un second interlock l'allumage de la lampe h71. Un 3e interlock interrompt l'alimentation du relais d51 qui coupe à son tour l'alimentation du maintien du DJ. La lampe totalisatrice h51 s'allume.

87.4. Court-circuit interne.

La détection du court-circuit interne dans une branche du pont est basée sur la surveillance de l'égalité des tensions apparaissant aux bornes de chacune des 7 rangées de diodes en parallèle.

Chaque tension aux bornes d'une rangée de diodes est opposée, par l'intermédiaire de transformateurs d'isolement à une tension prélevée sur un diviseur résistif (de rapport 1 à 7) branché aux extrémités de la branche.

Quand toutes les diodes d'une branche sont saines, il n'apparaît donc aucune tension aux 7 sorties Ai Mi du dispositif de comparaison. Par contre, quand une ou plusieurs diodes sont court-circuitées, il apparaît, aux bornes correspondantes AM de la rangée où une diode est percée une tension non nulle.

Chaque sortie Ai Mi est appliquée, après passage dans un circuit redresseur, à une bascule à transistors, possédant 2 positions stables, l'une ne faisant apparaître aucune tension de sortie, quand toutes les diodes de la rangée sont saines (correspondant à une tension nulle à l'entrée de la bascule), l'autre donnant une tension de sortie sur une résistance R10 commune aux 7 bistables de la branche, quand une diode de la rangée considérée est percée (correspondant à une tension positive à l'entrée de la bascule).

Le basculement du bistable a également pour conséquence d'allumer sur l'armoire une lampe de repérage indiquant la rangée en défaut.

Si une diode d'une seconde rangée dans la même branche du pont perce, le bistable correspondant à cette rangée bascule, ce qui provoque, outre l'allumage de la lampe de signalisation de la deuxième rangée en défaut, le doublement de la tension aux bornes de la résistance R10.

La tension aux bornes de la résistance R10 attaque un circuit totalisateur à 2 niveaux :

Le premier niveau est atteint pour une diode en défaut et provoque l'excitation d'un relais auxiliaire, totalisateur de défaut de court-circuit interne d'une diode de la branche considérée. Ce relais possède un contact NF placé en série avec les contacts NF des relais auxiliaires "défaut 1 diode" des 3 autres branches du pont. Le relais de sortie de l'armoire "Défaut 1 diode" (dl02) est excité par la tension de 24 V stabilisée de l'armoire via ces 4 contacts NF.

Le deuxième niveau est atteint pour 2 diodes en défaut et provoque l'excitation d'un relais auxiliaire, totalisateur de défaut de court-circuit interne de deux diodes de la branche considérée. Ce relais possède également un contact NF placé en série avec les contacts NF des relais auxiliaires "défaut 2 diodes" des 3 autres branches. Le relais de sortie de l'armoire "Défaut 2 diodes" (d103) est excité via ces 4 contacts NF.

Le relais d102 (défaut 1 diode), désexcité en cas de défaut, possède un contact NF qui alimente le relais d64, relais de signalisation "défaut 1 diode" de l'armoire. Ce relais s'automaintient et allume, par un second interlock, la lampe totalisatrice de défaut h51 sur l'armoire.

Le relais d103 (défaut 2 diodes), désexcité en cas de défaut, possède un contact NF qui alimente le relais d104, relais de détection de court-circuit de 2 cellules. Ce relais s'automaintient, allume la lampe h104 de court-circuit externe et désexcite le relais totalisateur de court-circuit d51. (N.B.- L'interlock 926-982 (d 104) est provisoirement court-circuité).
Ce relais d51, quand il est désexcité, ouvre le circuit de maintien du DJ et allume la lampe totalisatrice de défaut h51 sur l'armoire.

Il faut noter que la mise sous tension de la lampe h51 d'une des deux armoires provoque en même temps l'allumage de la lampe LAR dans chaque poste de conduite.

Tout le système de décel électronique est alimenté à partir d'une tension stabilisée fournie à partir de la tension de batterie.

87.5. Mise en service de l'armoire.

Dès que le couplage haute tension est réalisé, le DJ peut être enclenché.

Après enfoncement du bouton "Maintien disjoncteur", les lampes h91, h51 de chaque armoire et les lampes LAR s'allument (excitation du relais d90 dont des interlocks autorisent l'alimentation du circuit de signalisation des armoires redresseurs).

Quand le DJ est effectivement fermé, les ventilateurs peuvent être mis en service. Le relais de ventilation s'enclenche alors, éteint les lampes h51 et h91 et autorise la progression du JH1 sans que le DJ ne déclenche (continuité du circuit de maintien assurée entre les bornes 586 et 686).

87.6. Réarmement après défaut.

Après fonctionnement d'une protection, la remise en position normale de l'équipement s'effectue soit de la cabine de conduite, par l'interrupteur Faiveley "Réarmement armoire à redresseurs", soit du panneau de l'armoire par le bouton poussoir b73.

Le réarmement à partir de la cabine de conduite n'est opérant que si le JH1 a été ramené à zéro (fil 13 sous tension).

Le relais de réarmement d63 interrompt le circuit d'automaintien des relais d71, d64 et d104, ce qui ramène à l'état initial tout l'équipement de protection.

Il est interdit de manoeuvrer simultanément les interrupteurs Faiveley "enclenchement disjoncteur" et "réarmement armoire à redresseurs" de manière à éviter le pompage du DJ sur un défaut.

Remarque :

Si, lors de la mise en service de la locomotive sur un couplage alternatif, le DJ ne voulait pas s'enclencher, il y a lieu d'actionner l'interrupteur Faiveley "réarmement armoire à redresseurs"; en effet, il se pourrait que les relais d71 ou d104 basculés lors d'essais à blanc empêchent ainsi l'enclenchement du relais totalisateur d51. Ces relais doivent donc être réarmés.

87.7. Essai des protections et de la signalisation.

Ces essais se font bouton "Maintien disjoncteur" enclenché et interrupteur d'essai à blanc IEB sur 15 ou 25 (relais d90 enclenché).

Le bouton poussoir b74 effectue le test de toutes les lampes de signalisation, y compris la lampe LAR du poste de conduite.

Le contrôle des protections contre les court-circuits externes se fait en atelier en envoyant dans un troisième enroulement des TI un signal de test à 50 Hz qui provoque le déclenchement de la protection contre les court-circuits externes.

Le contrôle du dispositif de protection contre les court-circuits internes se fait au moyen de deux commutateurs placés sur le fronton de l'armoire :

- Un premier, b105, à 4 positions permet de sélectionner la branche du pont que l'on teste;
- Un second, commutateur à 3 positions, simule la mise en court-circuit d'une diode (position 1), de deux (position 2) ou de toutes les diodes (position 7) de la branche sélectionnée. Le résultat du contrôle s'observe par l'allumage nécessaire de 1, 2 ou 7 lampes de signalisation de rangée en défaut et le fonctionnement des diverses sécurités décrites plus haut.

B. Armoires à redresseurs Siemens.87.8. Ventilation.

Un relais anémométrique b91 contrôle le débit de ventilation de l'armoire.

En cas de ventilation insuffisante, le b91 ouvre ses contacts et interrompt l'alimentation du d91. De ce fait, le maintien du DJ est interrompu, les lampes LAR s'allument dans les postes de conduite et sur l'armoire concernée la lampe h91 est allumée.

De même que sur les AR A.C.E.C., le contact du relais anémométrique b91 est ponté par un interlock du relais Rb91 dès que l'AR se trouve à vide du fait de l'élimination des moteurs de traction correspondants.

87.9. Court-circuit externe.

Identique à 87.3, sauf en ce qui concerne le relais d71 (MA G8). Ce relais est un relais bistable qui, après basculement, doit être réarmé par alimentation de sa bobine de réarmement (MA G8) (voir 87.11). Il n'y a pas de lampe totalisatrice h51 sur les armoires Siemens.

87.10. Court-circuit interne.

SPERKOG 10 : cas de la signalisation d'une seule diode claquée.

Dans 1 A.R. il y a 4 branches connectées en pont de Graetz. Dans chaque branche, il y a 6 diodes en série.

Aux bornes de chaque rangée, on a connecté un transformateur de décel (branche 1 : m10 de 1 à 6, branche 2 : m20 de 1 à 6, branche 3, etc....).

Il y a donc 24 transfos de décel.

Chaque secondaire attaque un petit pont redresseur (formé par les diodes n 1/1 à n 1/4 pour la 1re diode en série) alimentant un relais d 1/1. Chaque relais comporte 2 interlocks NF.

Aux bornes des enroulements secondaires, donc aux bornes des relais apparaît normalement une tension correspondant au 1/6 de la tension d'une branche totale, tension suffisante pour enclencher les relais d 1/1. Par contre, en cas de défaut à une diode, le relais d 1/1 correspondant n'est plus excité et retombe.

En cas de court-circuit interne à 1 diode par branche, un seul relais d 1/1 à d 1/6 est désexcité et par le jeu de leurs interlocks, une des entrées au moins des "Sperkog 10" 930, 931, 932 ou 933 est mise sous tension tandis que l'entrée 931 du "Sperkog 11" est hors tension.

En cas de court-circuit interne à 2 diodes par branche, deux relais d 1/1 à d 1/6 sont désexcités, et par le jeu de leurs interlocks, une des entrées au moins des "Sperkog 10" est sous tension de même que l'entrée 931 du "Sperkog 11".

Le principe de fonctionnement des Sperkog 10 et 11 est identique : la tension sur le fil d'entrée charge les capacités k65 jusqu'au seuil de percement de la diode Zener n 66, ce qui permet d'exciter un relais d 102 (Sperkog 10) ou d 103 (Sperkog 11). Ces relais excitent chacun un relais bistable d64.

Le relais d64 correspondant à un Sperkog 10 allume sur l'armoire la lampe h64 (court-circuit 1 diode) correspondant à la branche où se trouve la diode avariée, ainsi que la lampe LAR des postes de conduite.

Le relais d64 correspondant au Sperkog 11 allume la lampe h 104 (court-circuit interne double) sur l'armoire concernée. De plus, en ouvrant le contact NF 987A-982, il coupe l'alimentation du relais d51 ce qui provoque le déclenchement du disjoncteur.

Remarque.

Afin d'autoriser l'enclenchement du disjoncteur, la mise sous tension des entrées des Sperkogs est subordonnée à l'excitation du relais d65 (à cause de son interlock 926-926/1), qui n'est réalisée que disjoncteur fermé (interlock 555-556 ou 655-656 du DJ).

En effet, l'état hors tension de l'armoire correspond à la position "défaut" des relais d 1/1 à d 6/1.

87.11. Réarmement après défaut.

Il est possible de réarmer les deux Sperkog 10 au moyen du bouton-poussoir b72 situé sur le Sperkog. En effet, en fermant le b72 on injecte du courant dans les bobines de réarmement des relais bistables d64.

La diode n2 permet de réarmer séparément les Sperkog 10 car il n'y a pas de réflexion possible.

Le réarmement des deux Sperkog 10 peut aussi se faire à partir du b73.

Le réarmement du Sperkog 11 se fait à partir du b73 (voir MA G 8). En effet, l'enfoncement du b73 excite la bobine de réarmement du d104 ce qui rétablit l'alimentation du d51.

Le réarmement à partir de la cabine de conduite n'est opérant que si le JH1 a été ramené à zéro (fil 13 sous tension).

Le fil réarmement (broche 12 du coupleur), contact 91-978 du b92 de l'armoire concernée alimente, via le contact NF du b73, toutes les bobines de réarmement des Sperkog 10 et 11 ainsi que le d71.

Il est strictement défendu de manoeuvrer simultanément les interrupteurs Faiveley "Enclenchement disjoncteur" et "Réarmement Armoires à redresseurs" afin d'éviter le pompage du DJ sur défaut.

Remarque.

Si, lors de la mise en service de la locomotive sur un couplage alternatif, le DJ ne voulait pas s'enclencher, il y a lieu d'actionner l'interrupteur Faiveley "réarmement armoire à redresseurs"; en effet, il se pourrait que les relais d71 ou d104 basculés lors d'essais à blanc empêchent ainsi l'enclenchement du relais totalisateur d51. Ces relais doivent donc être réarmés.

87.12. Mise en service de l'armoire.

Identique à 87.5

Sur les armoires Siemens, il n'y a pas de lampe totalisatrice h51.

87.13. Essai des protections et de la signalisation.

L'essai se fait avec le bouton "maintien" du DJ enfoncé et l'IEB sur 25 kV ou 15 kV (d90 enclenché).

L'essai des protections se fait sur Sperkog 10 au moyen du b64 qui alimente les relais d102/1 et d102/2.

Sur le Sperkog 11 l'essai se fait au moyen du b104, qui alimente le d103.

L'essai des lampes du MA G8 se fait par le b73 (identique au b73 du réarmement sur armoire). En effet, b73 alimente aussi les lampes h71 et h91 et LAR.

b64 allume les lampes h64 en même temps qu'il excite les d102 et d64.

b104 allumera de même h104.

Le test de la protection contre court-circuit externe se fait en atelier par envoi de courant dans l'enroulement auxiliaire des transfos d'intensité attaquant le d101. De ce fait, on excite le d101 qui ferme son contact dans l'alimentation du d71 (MA G8).

Le relais bistable d71 bascule et interrompt l'alimentation du d51.

Le disjoncteur doit déclencher.

Le réarmement peut se faire à partir du poste de conduite ou au moyen du b73 (MA G8) qui excitera la bobine de réarmement du relais d71. Le d71 reprend ainsi sa position normale.

88. Essai des lampes de signalisation.

Dans chaque cabine de conduite, deux interrupteurs de test (I9A et I9B) permettent de vérifier le bon état des lampes de signalisation installées soit sur le pupitre de conduite, soit sur le panneau derrière le conducteur.

Ces lampes sont les suivantes :

LCTC : du commutateur terre-courant.

LD : des relais différentiels QD1, QD2 et relais CS.

LSP : des relais de décel de patinage et de survitesse.

LAR : des relais totalisateurs des défauts armoires à redresseurs.

LSA : du relais différentiel des circuits auxiliaires.

LC1-2 : du relais de protection des compresseurs.

LCH1-2 : du relais de protection du chauffage des cabines de conduite.

LCHT : du relais de protection du chauffage du train.

LM4, LM3, LM2, LM1 du relais à maxima de chaque moteur de traction.

Comme ces lampes ne s'allument que dans des circonstances exceptionnelles, il est bon d'en vérifier le bon fonctionnement.

Le fil 72 alimenté après la fermeture "Urgence" met sous tension les bornes 72 des interrupteurs I9 par l'intermédiaire d'un disjoncteur de protection dl7 installé sur le tableau d'asservissement TAL.

Ces interrupteurs peuvent occuper 4 positions:

- Position 0 : position normale où les lampes de signalisation sont raccordées au circuit des relais de protection.
- Position 1 : essai des lampes LM2, LM1, LC1-2, LSA.
- Position 2 : essai des lampes LM3, LM4, LAR, LSP.
- Position 3 : essai des lampes LCH1-2, LCHT, LCTC, LD.

Il n'en est pas de même des autres lampes, lesquelles sont contrôlées automatiquement à chaque mise en service d'un poste de conduite ou pendant le fonctionnement de l'équipement; elles ne sont donc pas testées par les interrupteurs I9.

Ce sont les lampes suivantes :

- LV1, LV2, LV3, LV4 : lampes de vigilance.
- LA : lampe de signalisation du fonctionnement de l'autovariable.
- LC : lampe de signalisation des positions du JH2 et du commutateur 15/25 kV correspondantes au couplage choisi.
- LBC : lampe de signalisation de la position du sectionneur de chauffage et de l'ouverture des contacteurs de chauffage train.
- LSV : lampe de signalisation des ventilateurs.
- LSWC : lampe de signalisation du switch control.
- LTE : lampe de signalisation du contact de vitesse de la veille automatique Te.
- LTF : lampe de signalisation des protections du transformateur.
- LSC : lampe consigne.
- LSD : lampe de signalisation du DJ ou DUR.
- LNIV : lampe niveau d'huile.

Les lampes ci-après sont testées au départ de chaque armoire à redresseurs:

- h71 : lampe de signalisation de décel des court-circuits externes.
- h51 : lampe totalisatrice des défauts armoire (seulement A.C.E.C.).
- h104 : lampe de décel de court-circuit deux diodes.
- h91 : lampe de signalisation de la ventilation des redresseurs.
- h64 : lampe de décel de claquage d'une diode (28 lampes par A.R. chez A.C.E.C., 4 chez Siemens).



LIVRET HLT
Fascicule 12
Chapitre XXIII
1^{re} et 2^e parties

Locomotives électriques quadricourant BoBo série 16

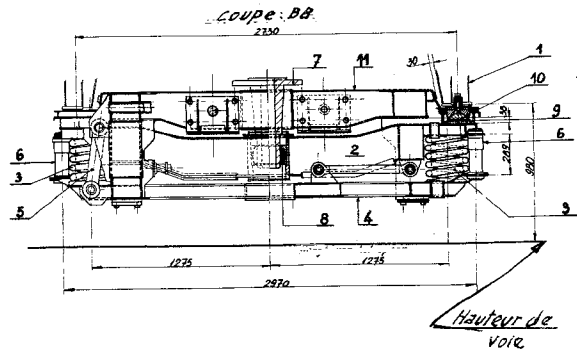
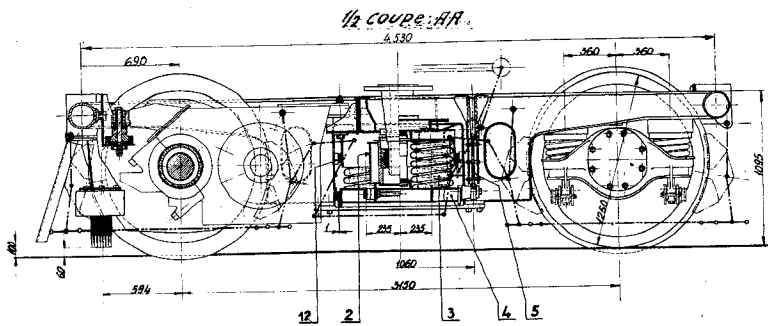


Fig. 1.a.

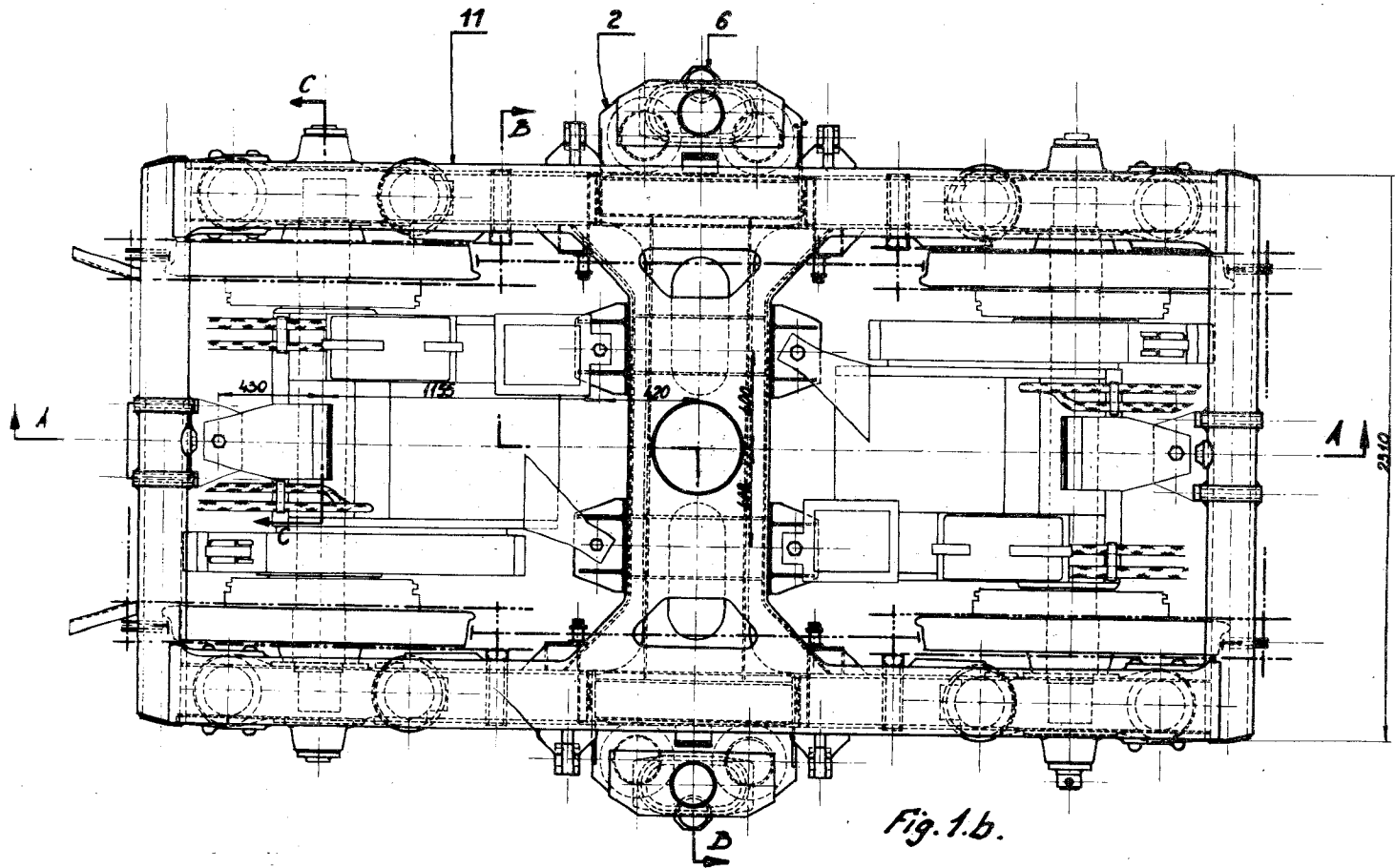
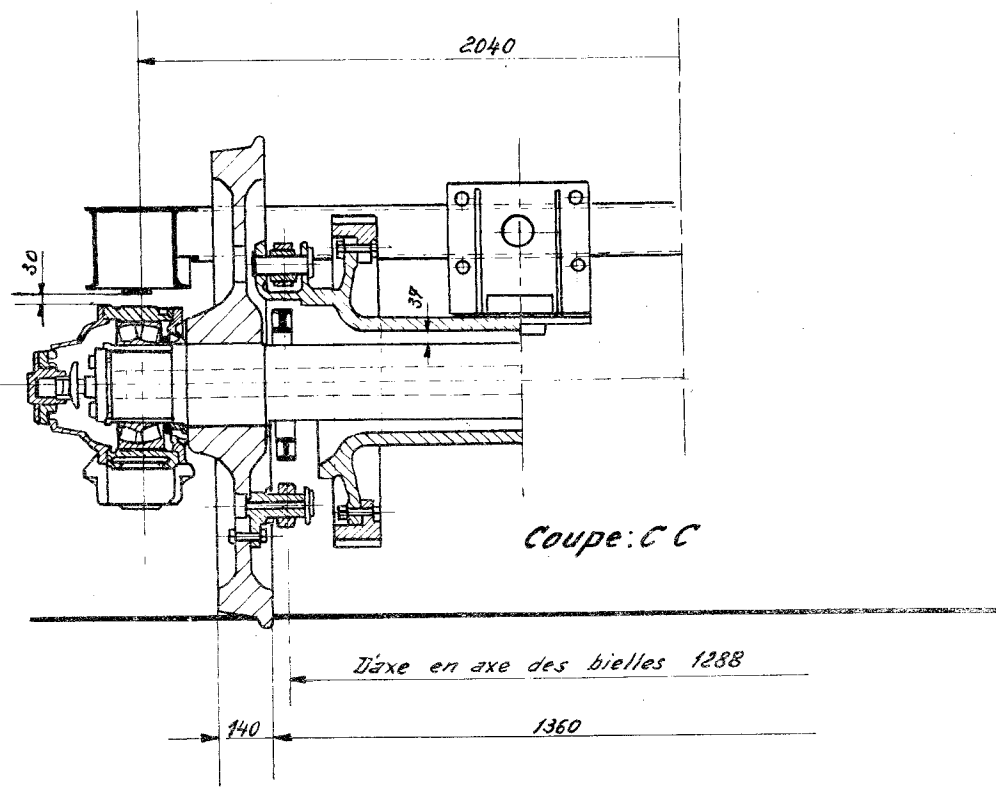


Fig. 1.b.

Fig. 1c



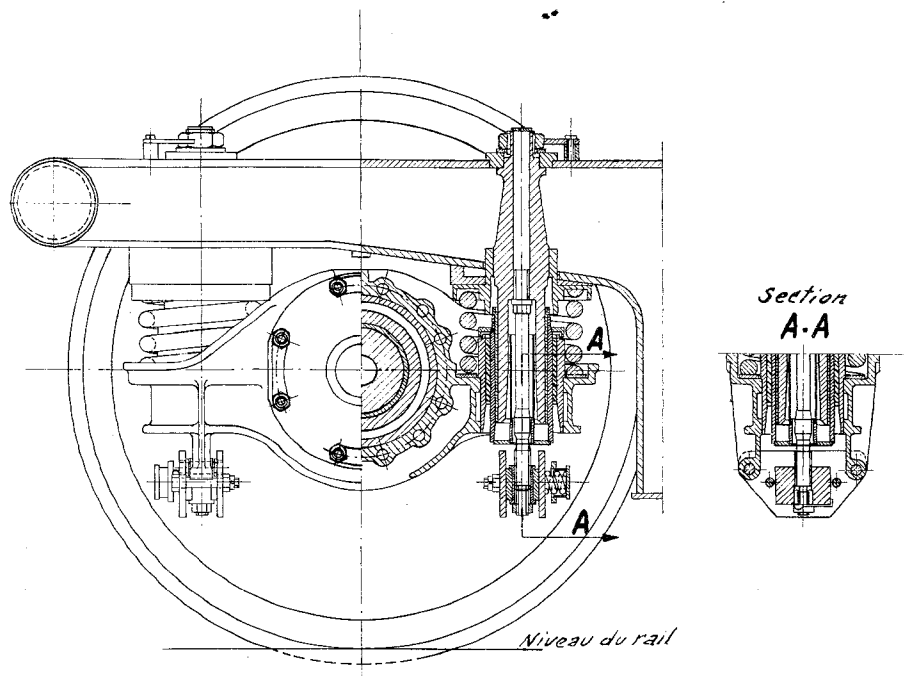
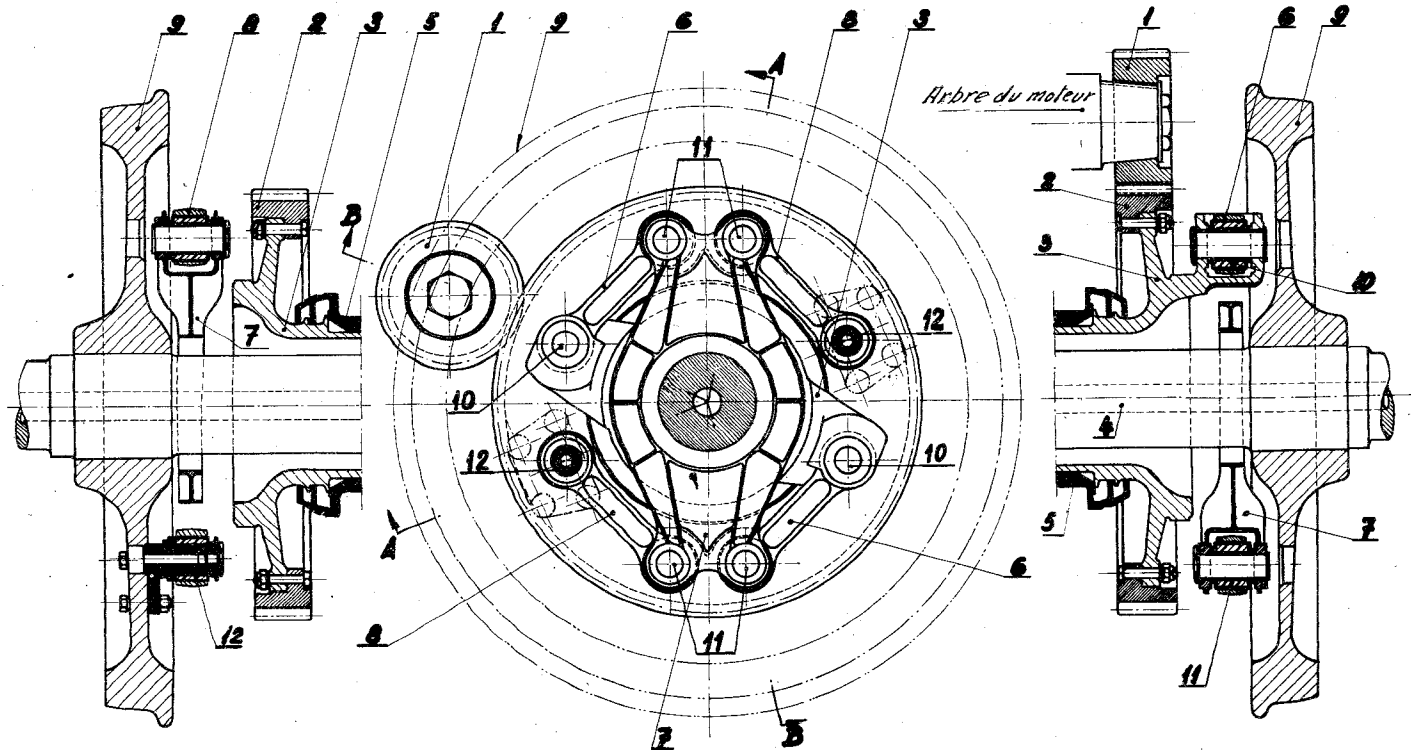


Fig. 2



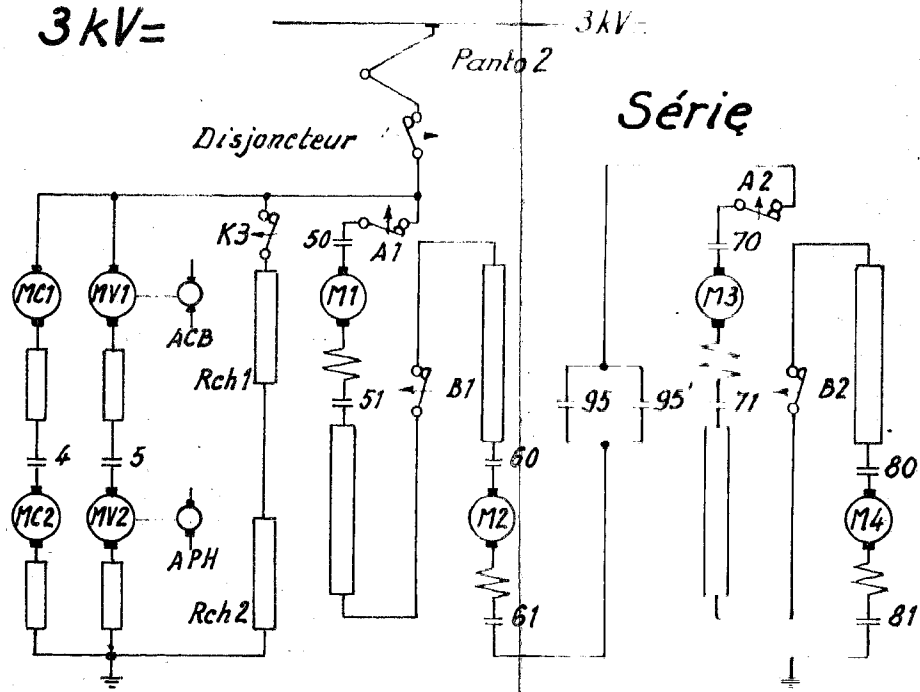
Coupe: AA

Fig. 3

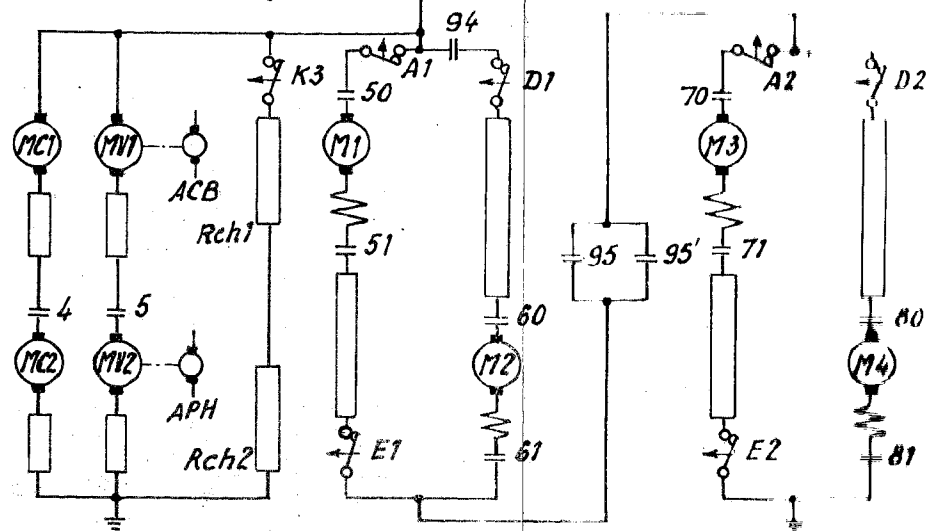
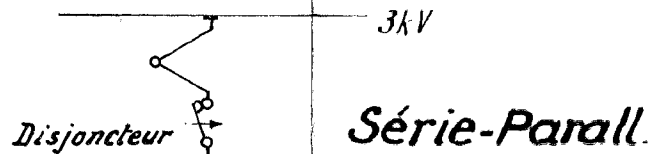
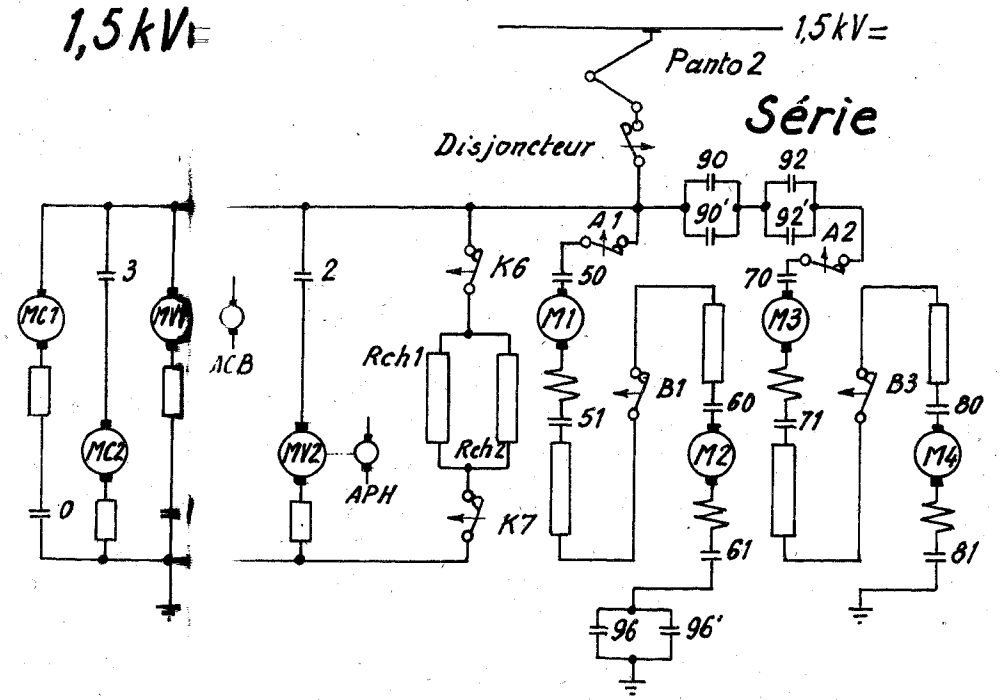
Coupe: BB



3 kV=



1,5 kV=



1,5 kV=

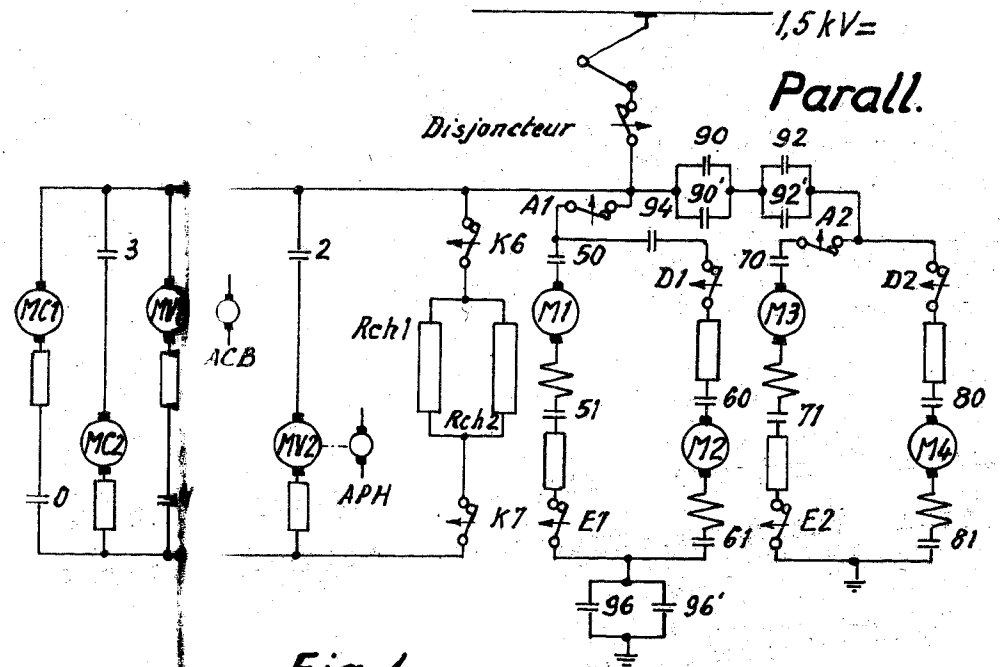
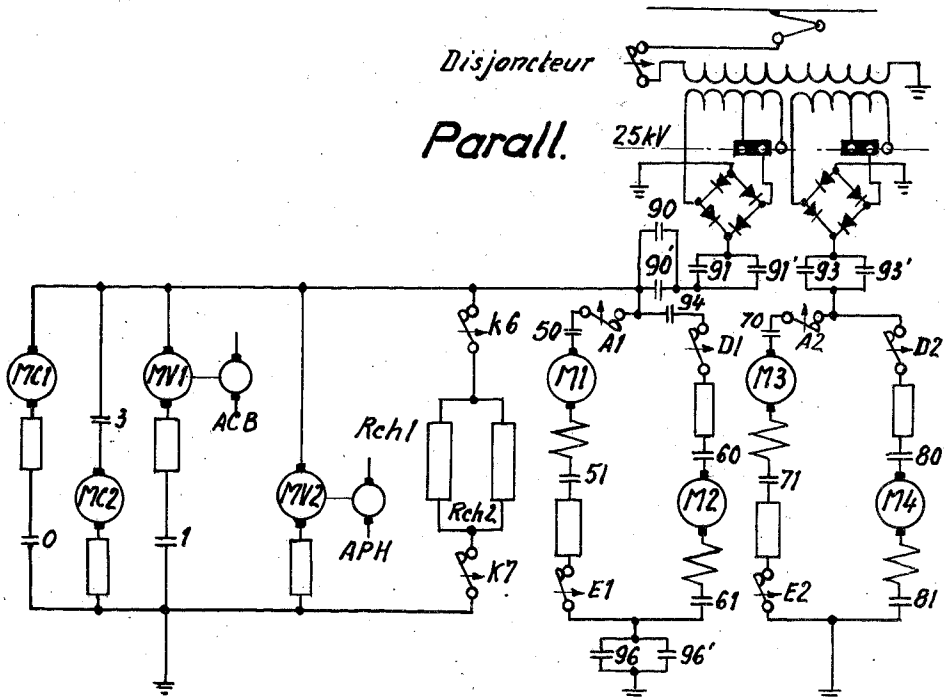
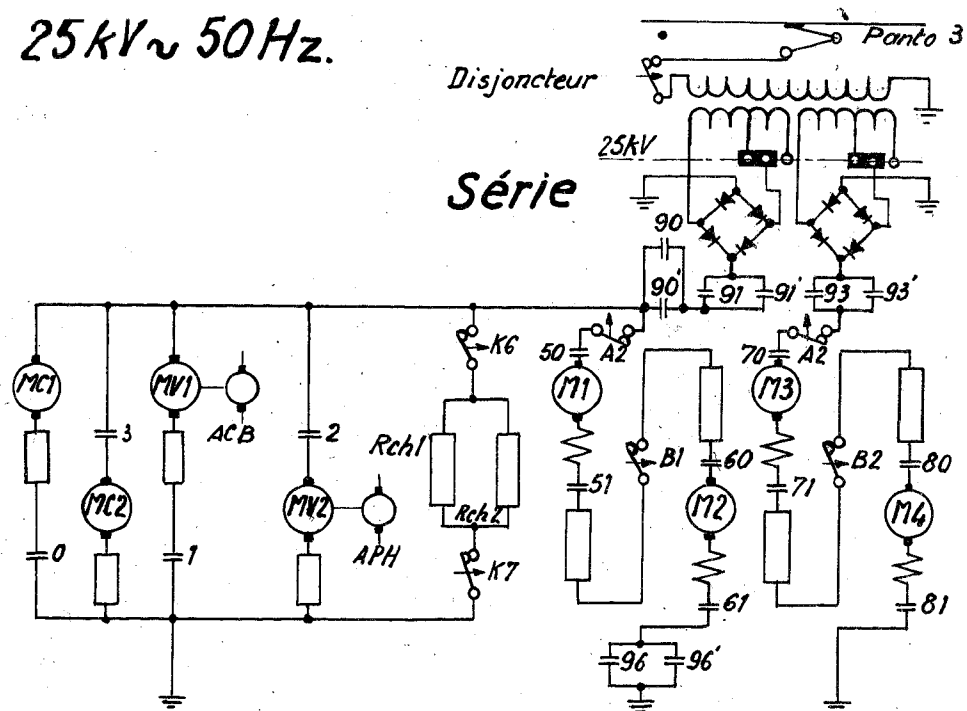


Fig. 4.

25 kV ~ 50 Hz.



15 kV ~ 10 2/3 Hz.

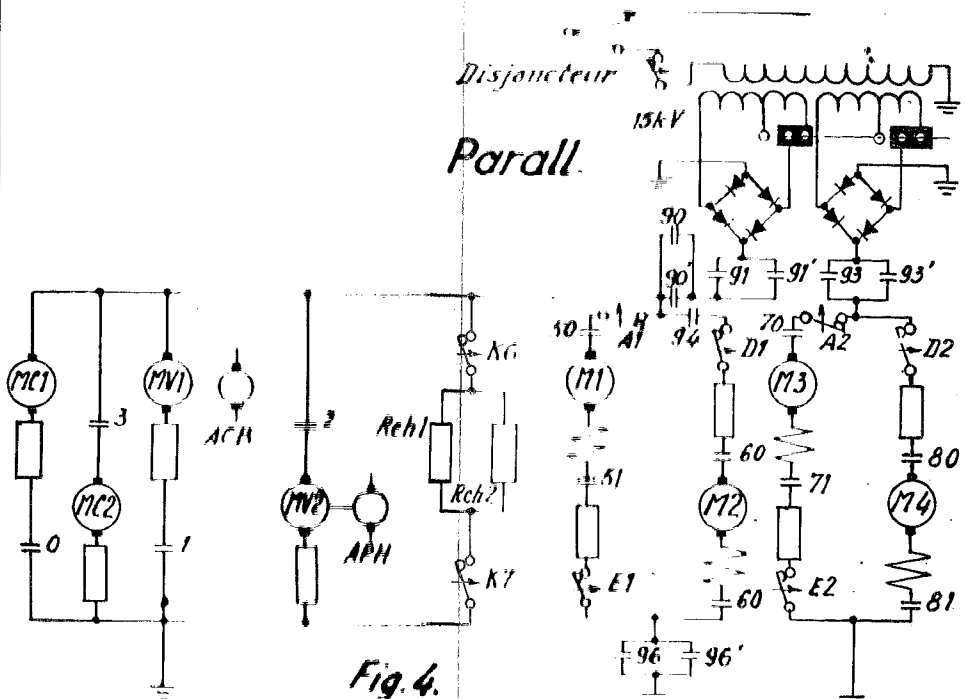
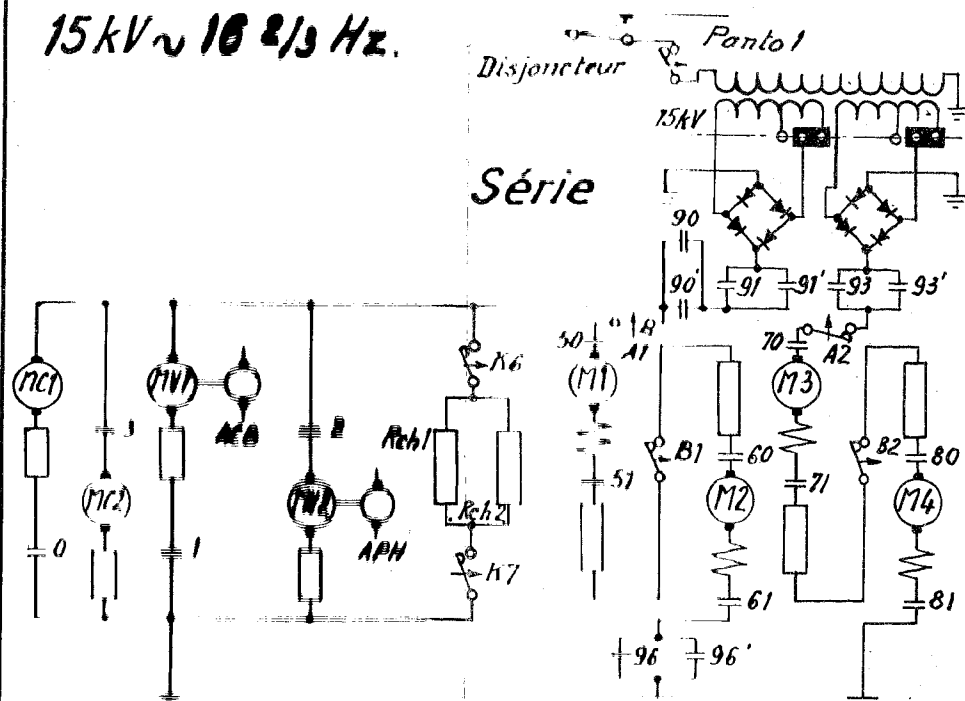
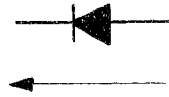


Fig. 4.

Fig. 5

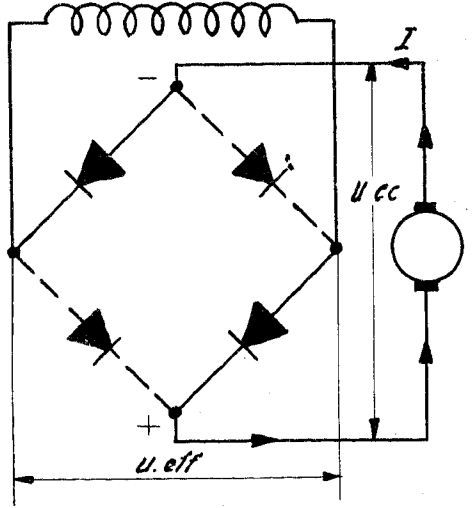
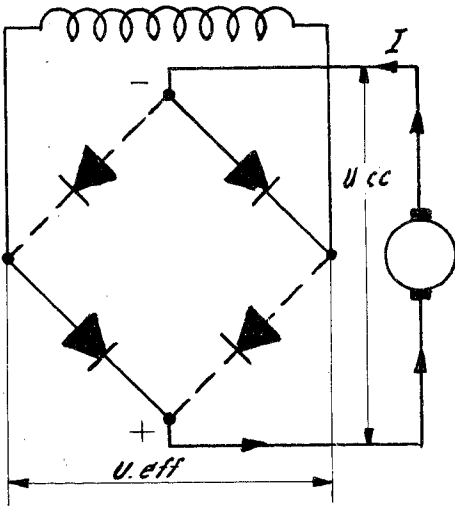
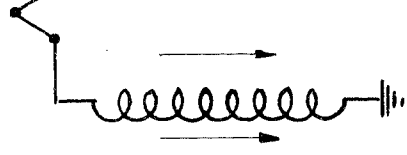
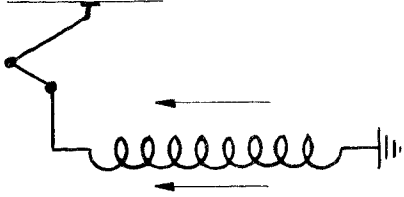


Première demi-période

Deuxième demi-période

25kV. ou 15kV.

25kV. ou 15kV.



-A-

$$U_{eff} = 1,11 U_{cc}$$

-B-

Fig. 6.

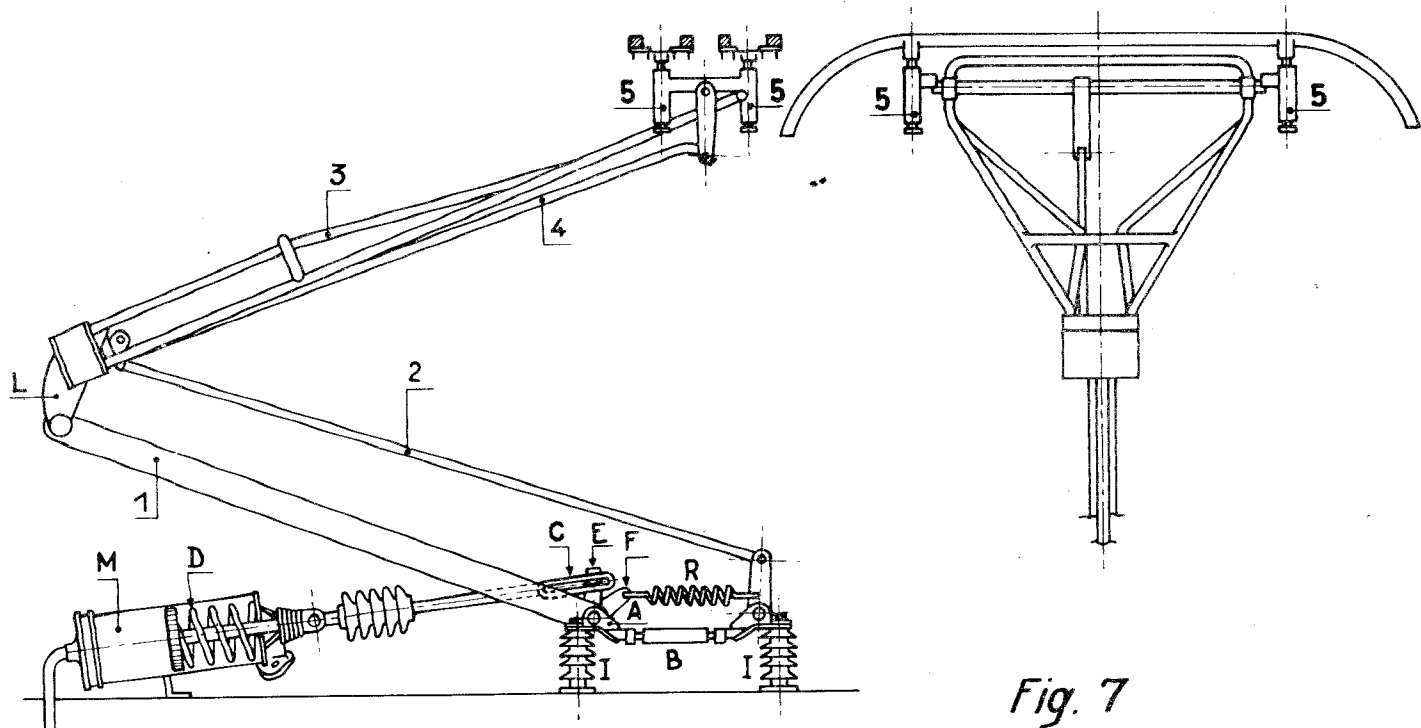


Fig. 7

Fig. 8

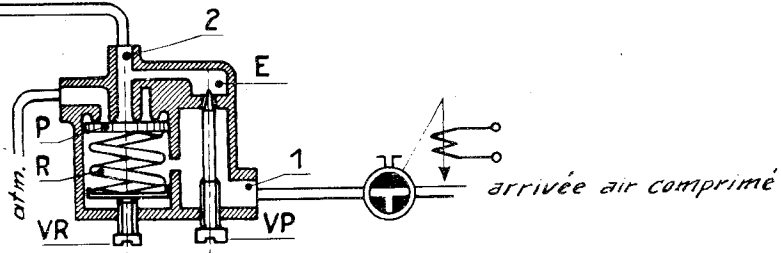
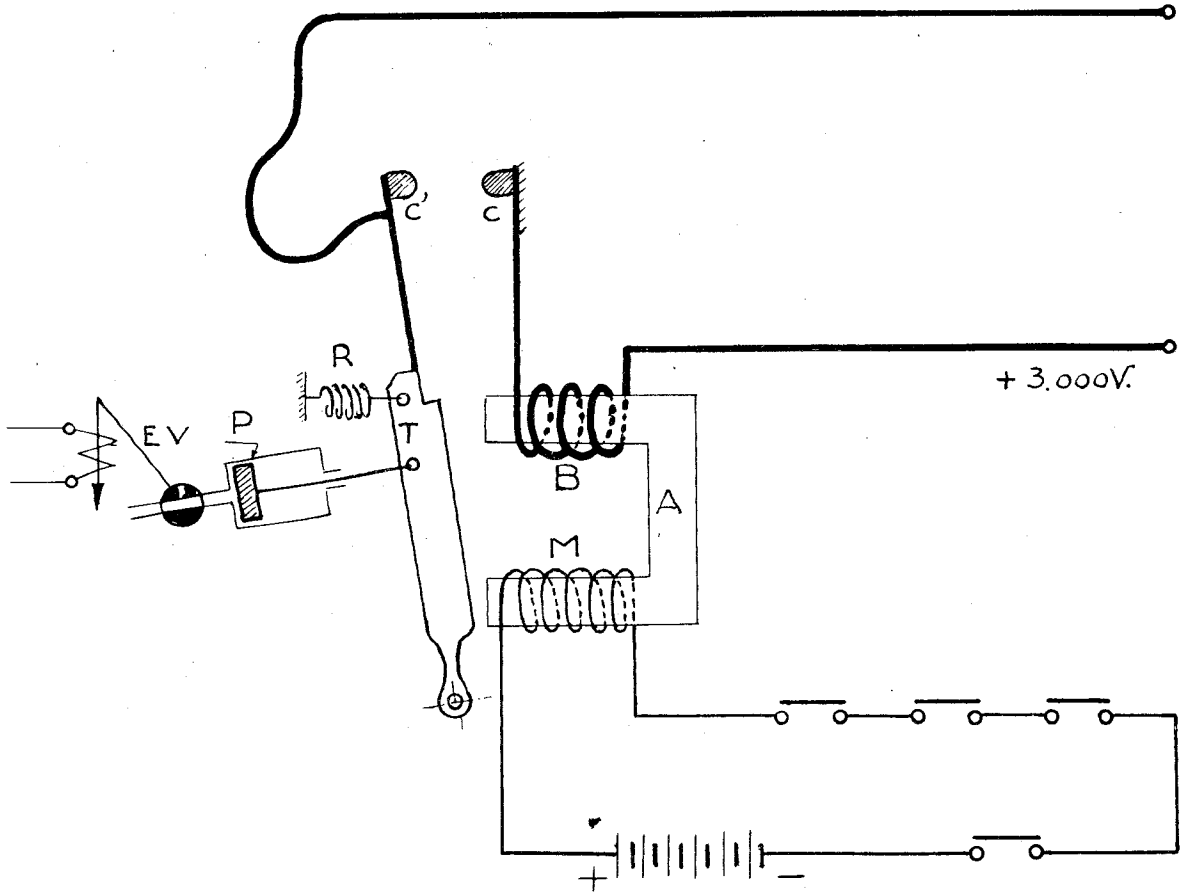


Fig. 9.



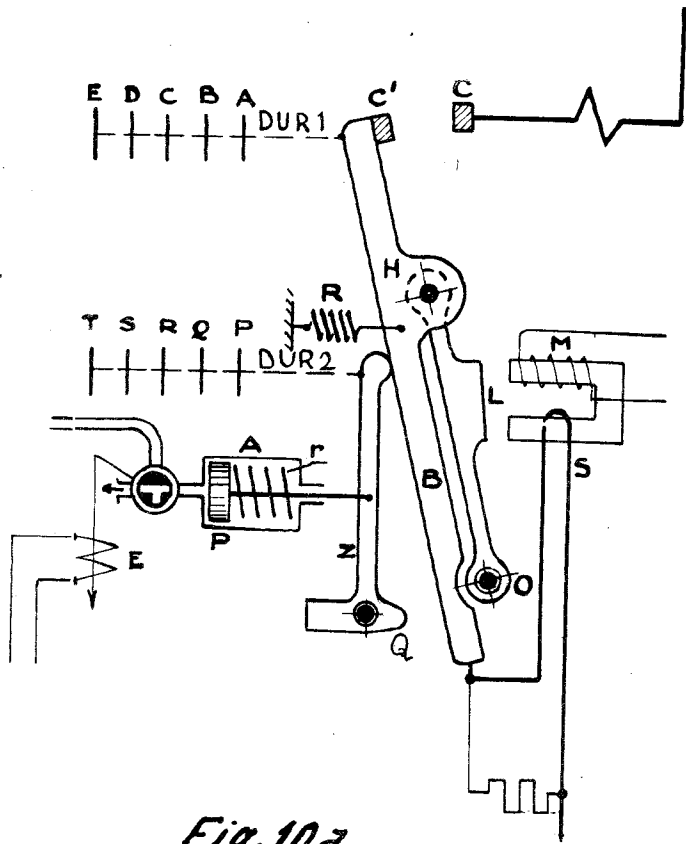


Fig. 10a.

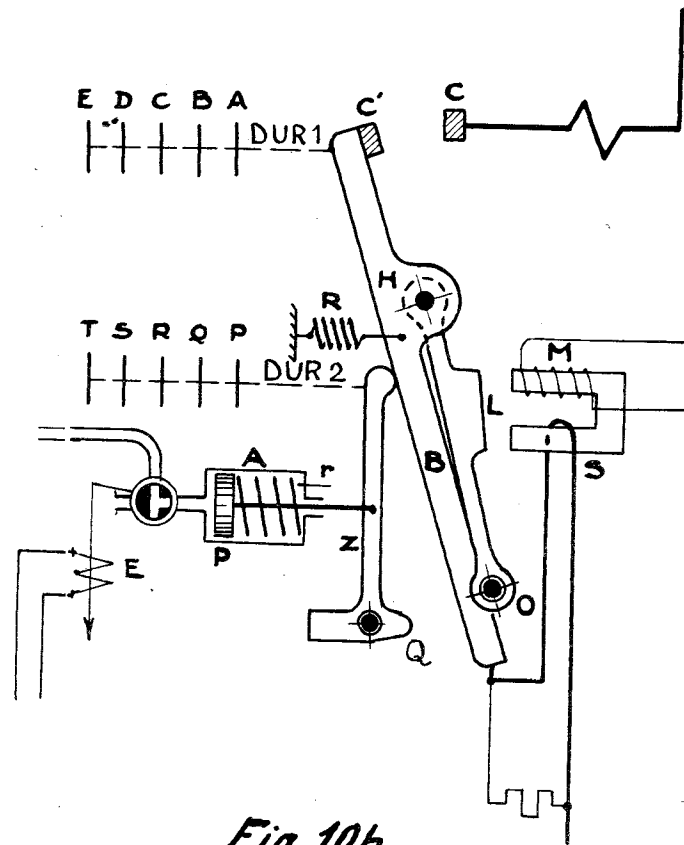


Fig. 10b.

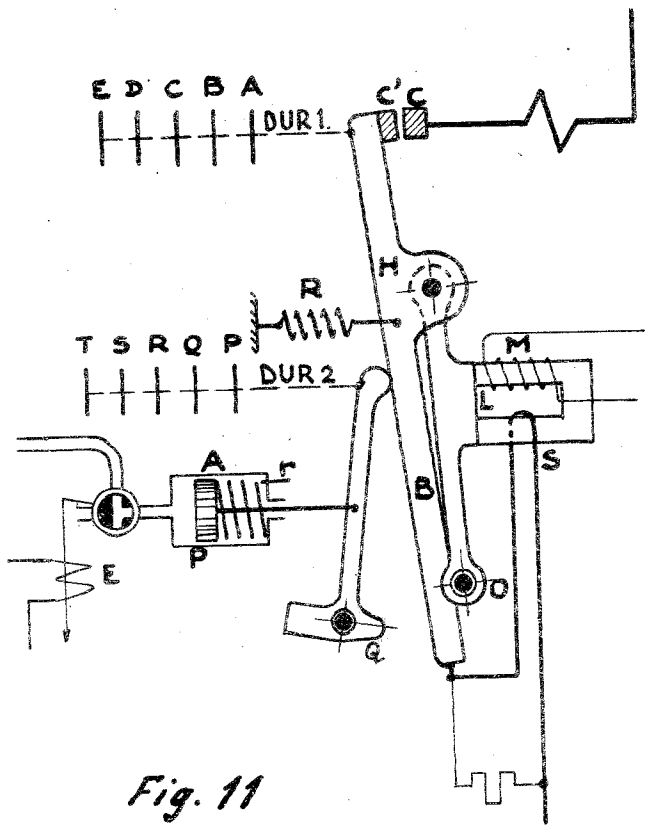


Fig. 11

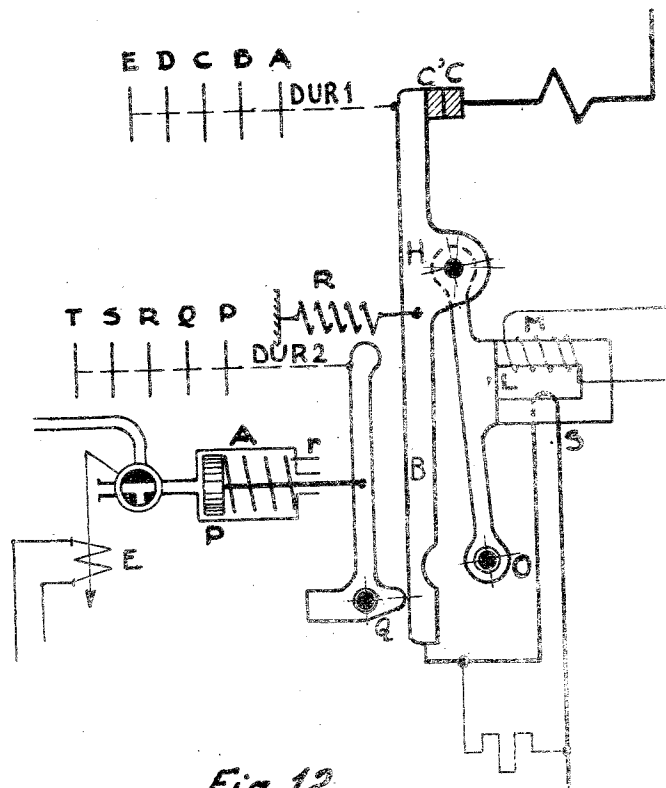


Fig. 12

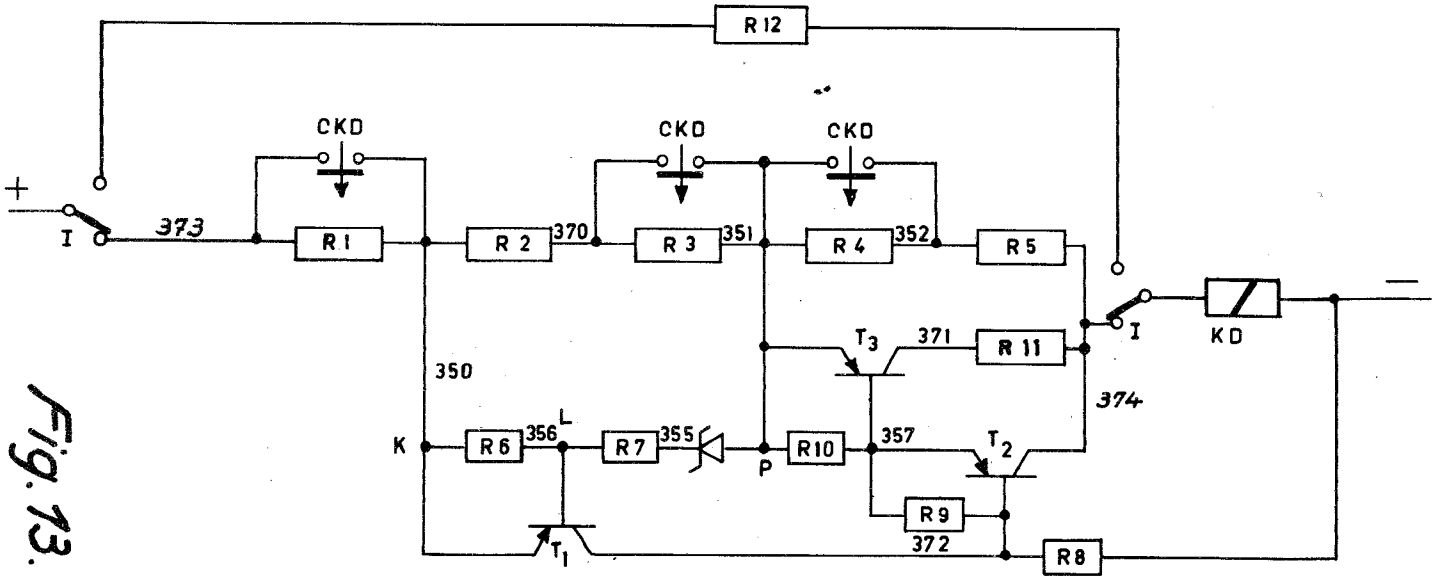


Fig. 13.

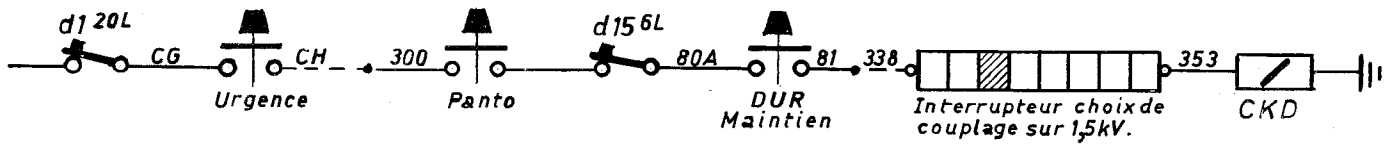


Fig. 14

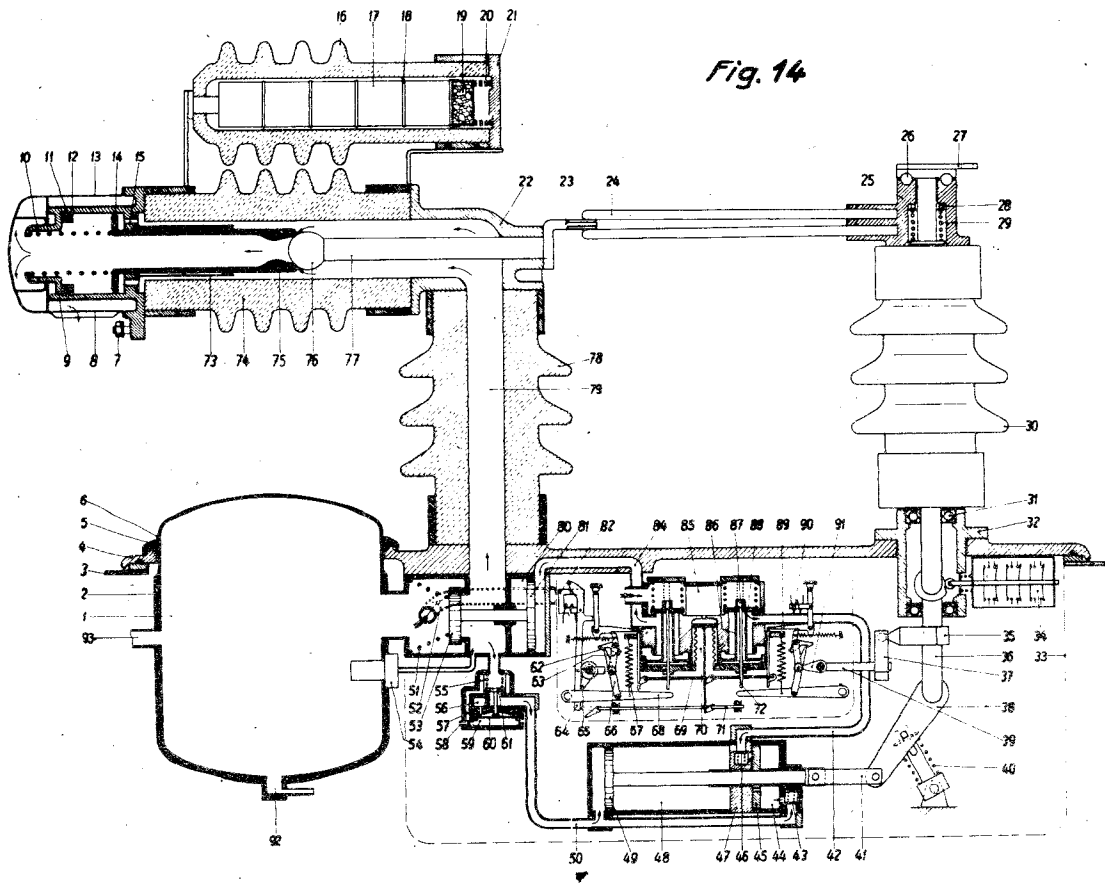


Fig. 15

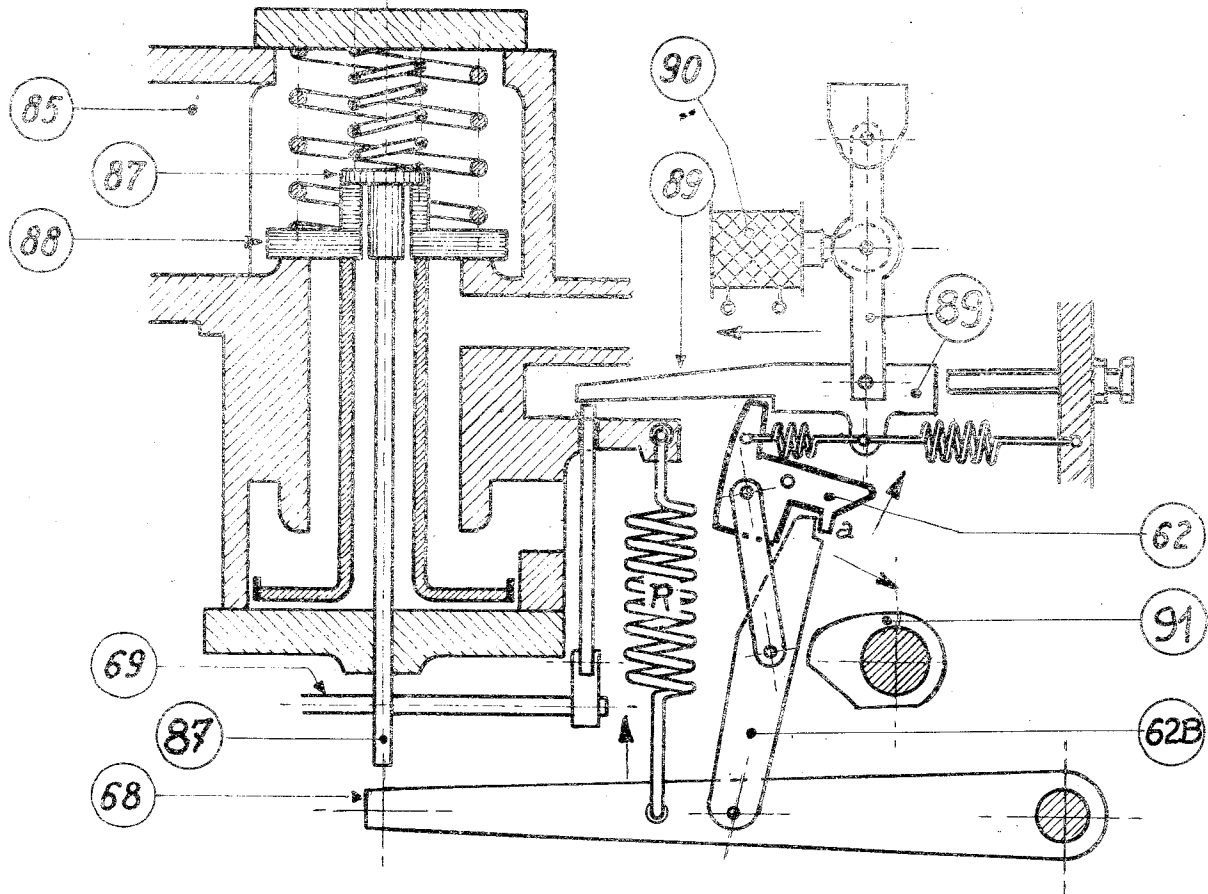
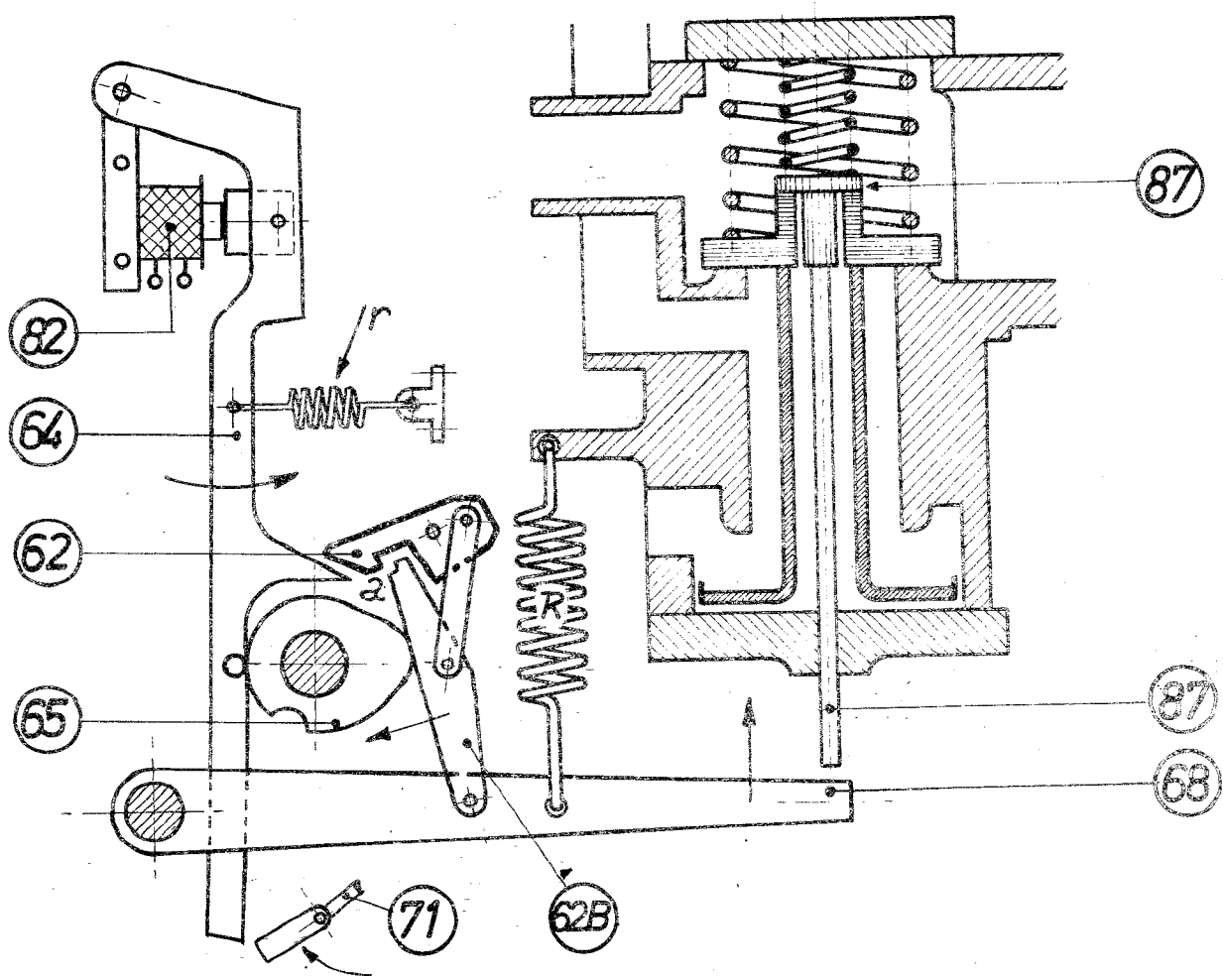


Fig. 16



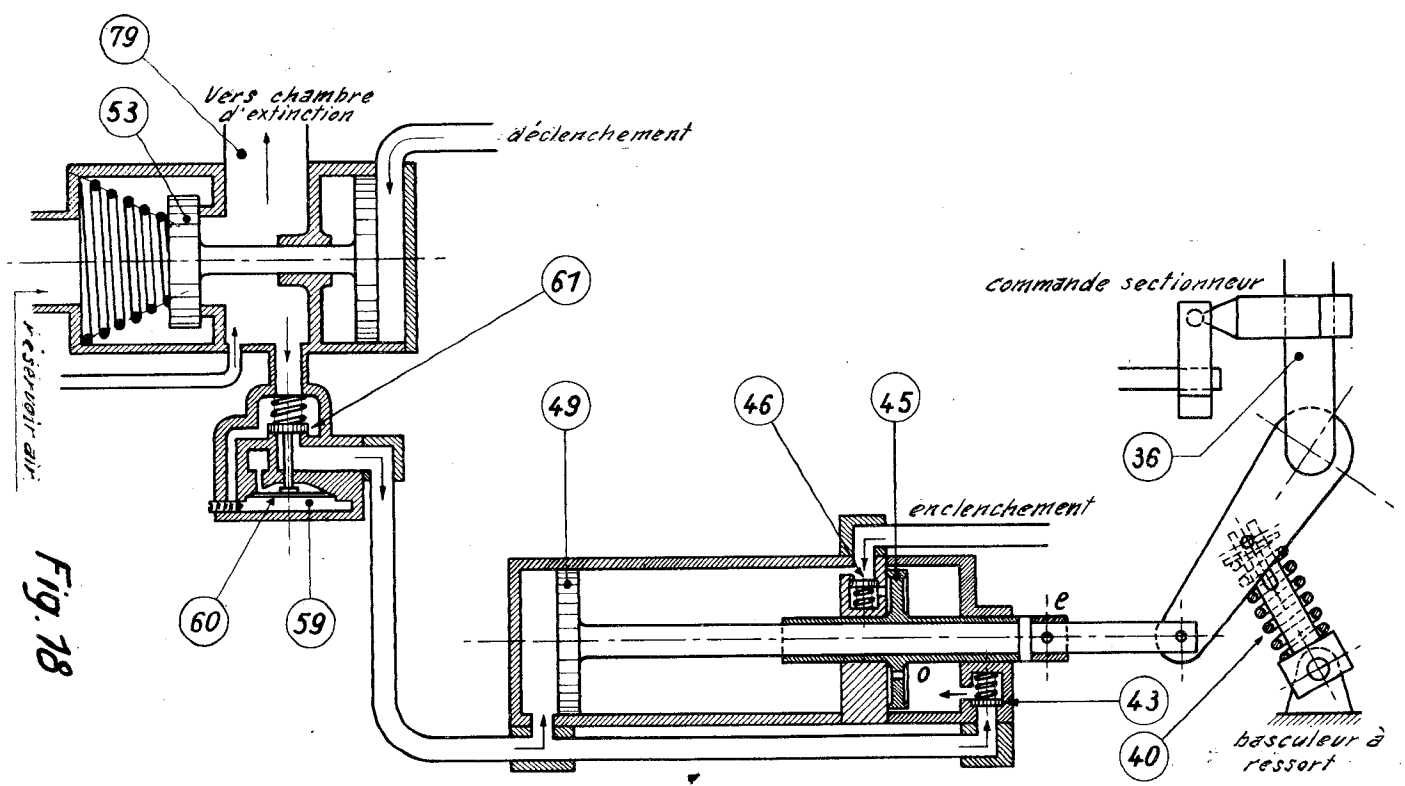
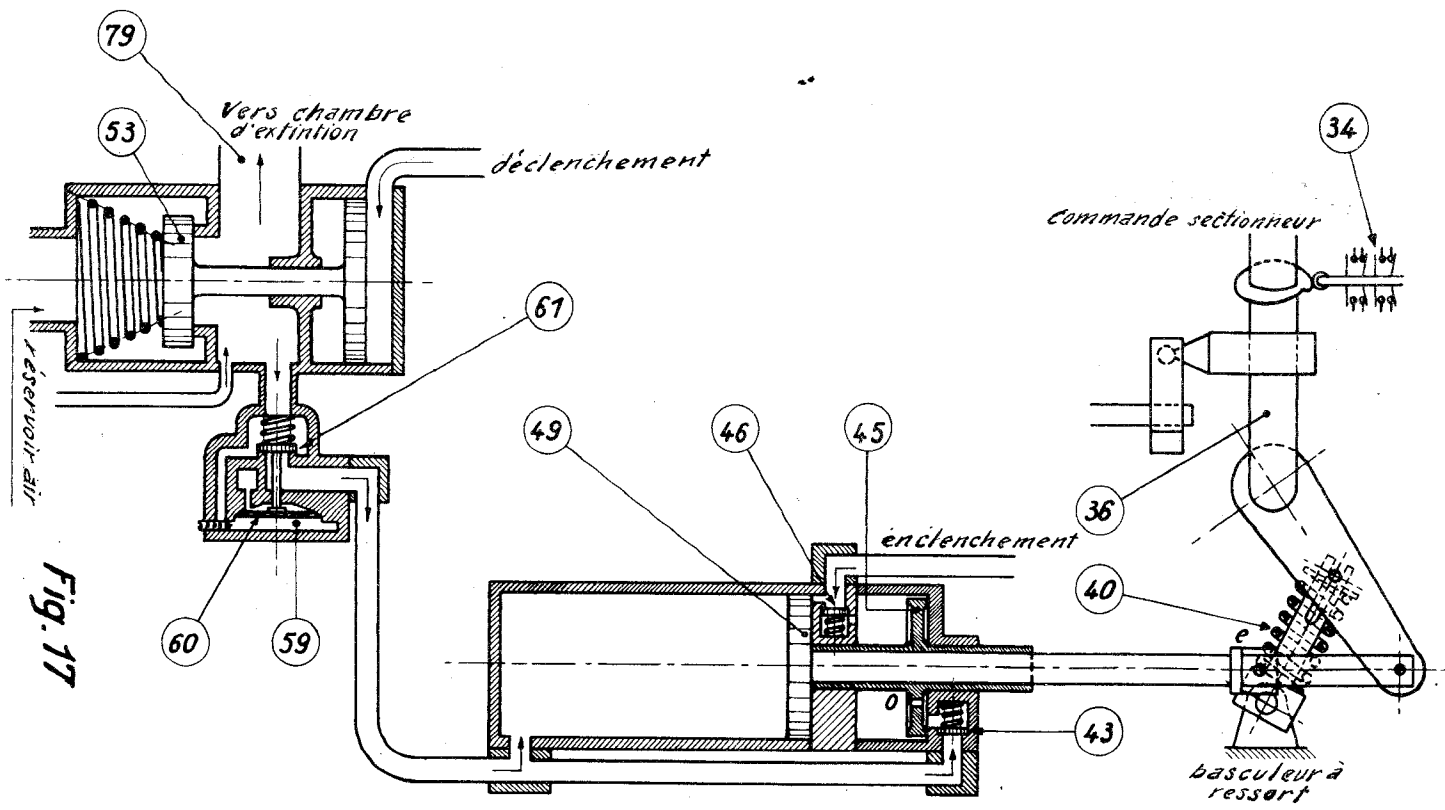


Fig. 18bis.

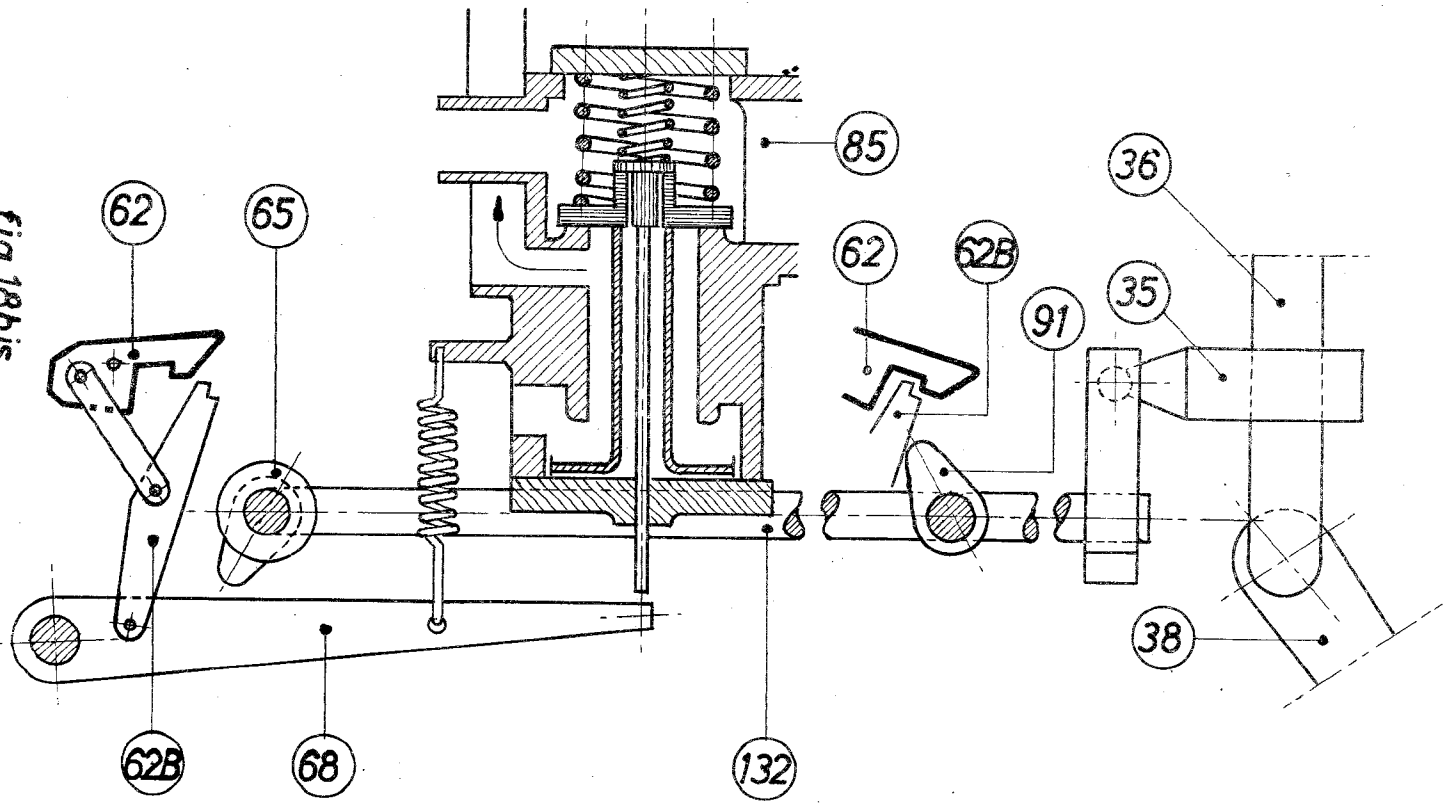
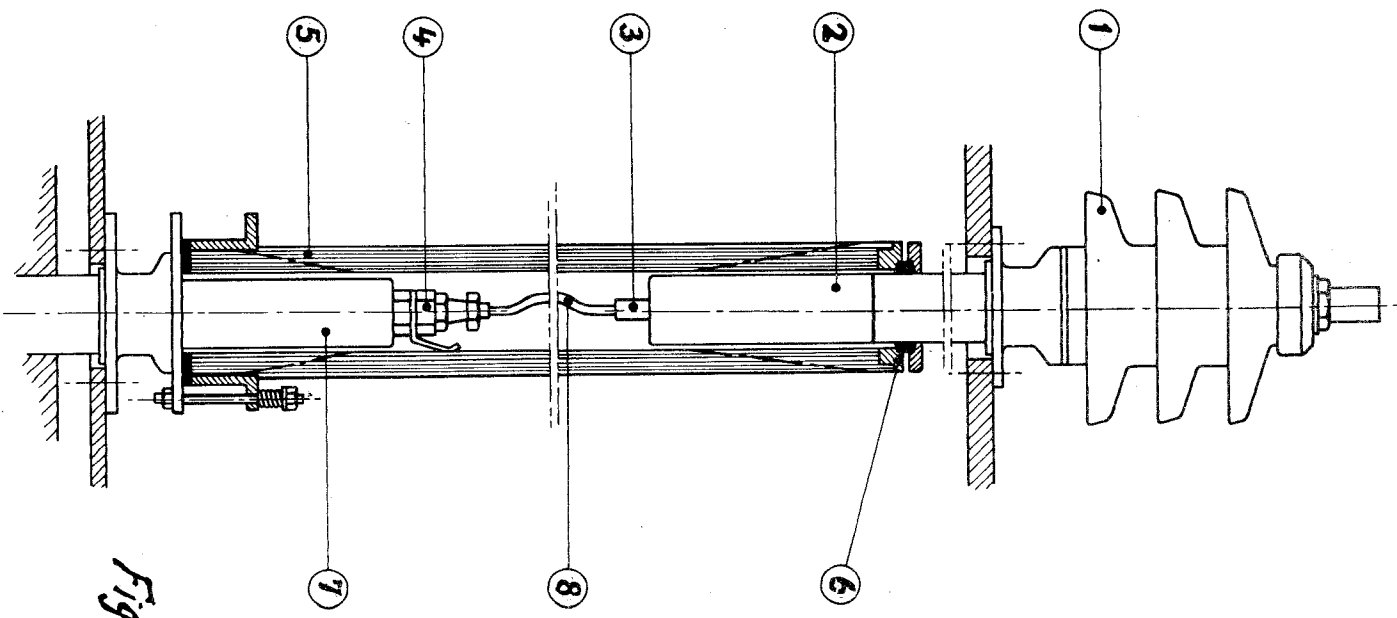


Fig. 19



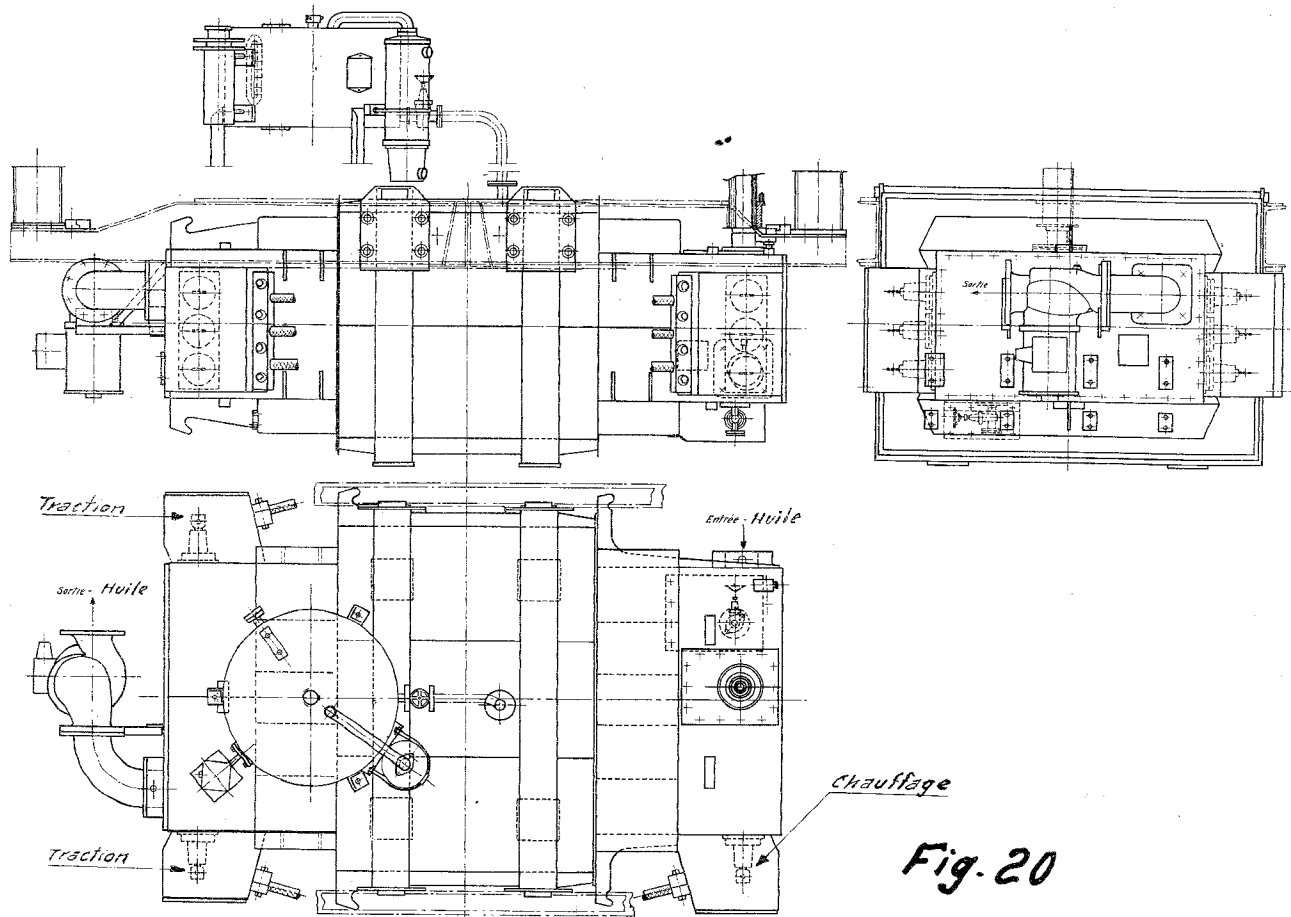


Fig. 20

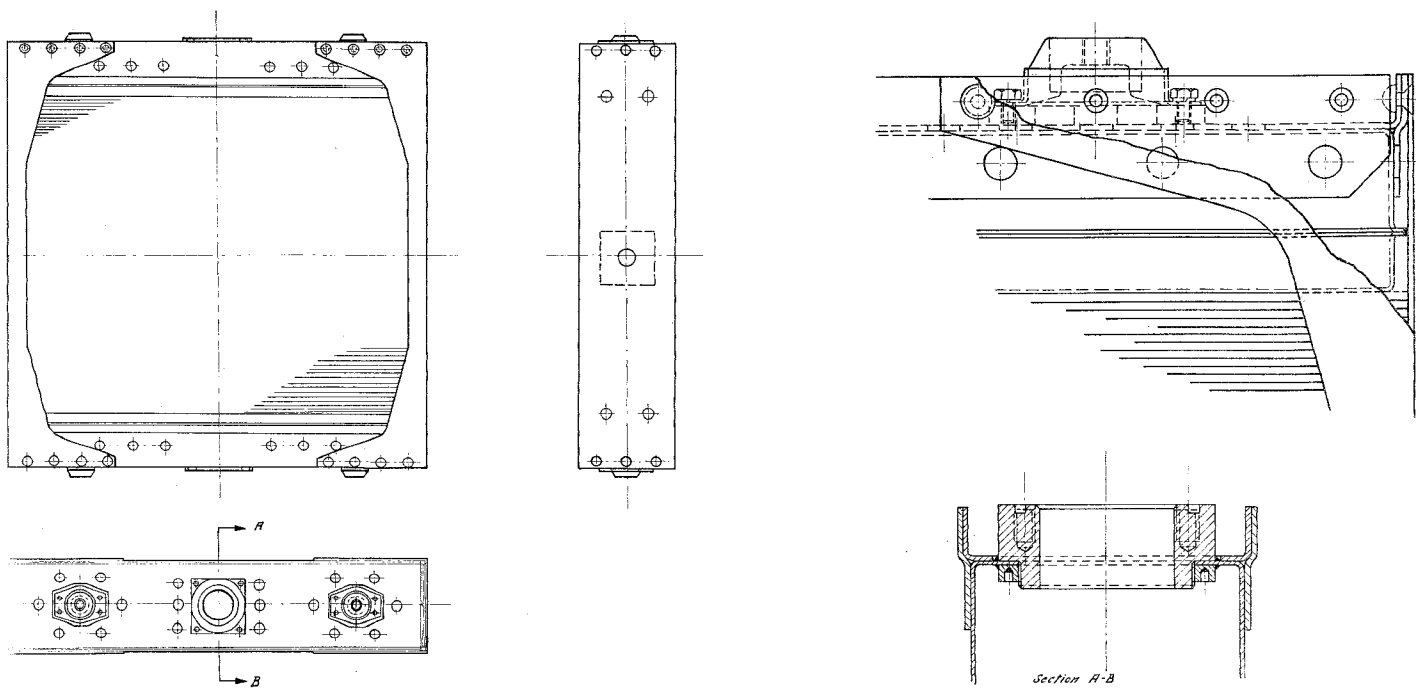
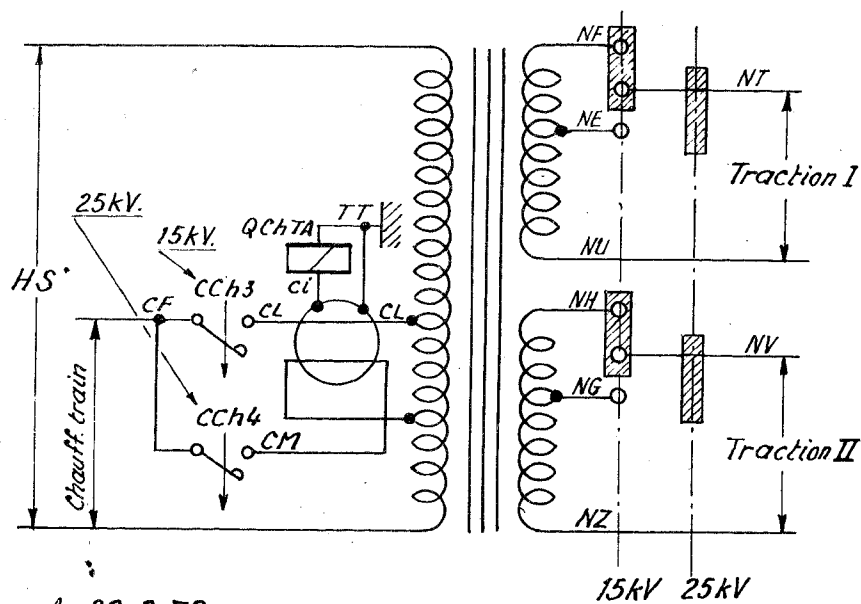


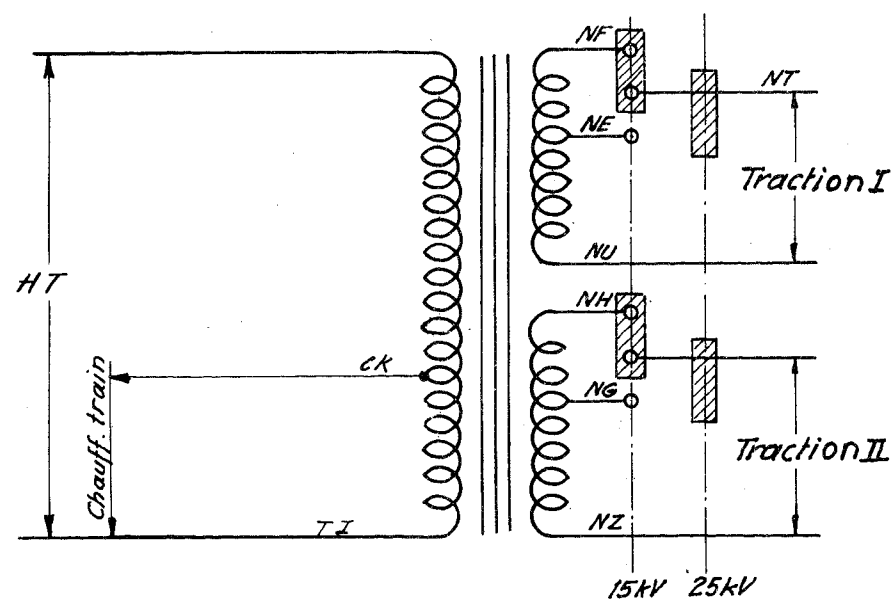
Fig. 20a.



Au 22-2-72
HL.E. 1604. 1605. 1607

	50 Hz		16 $\frac{2}{3}$ Hz	
	E	I	E	I
HT	25kV	154A	15kV	257A
Traction I ou II.	1947V	850A	1947V	850A
Chauff. train	1461V	411A	1006,5V	597A

Fig. 21. A.



Au 22-2-72
HL.E. 1601. 1602. 1603. 1606. 1608

	50 Hz		16 $\frac{2}{3}$ Hz	
	E	I	E	I
HT	25kV	154A	15kV	257A
Traction I ou II	1947V	850A	1947V	850A
Chouff. train	1569V	382,4A	941,5V	637,2A

283944

Fig. 21. B.

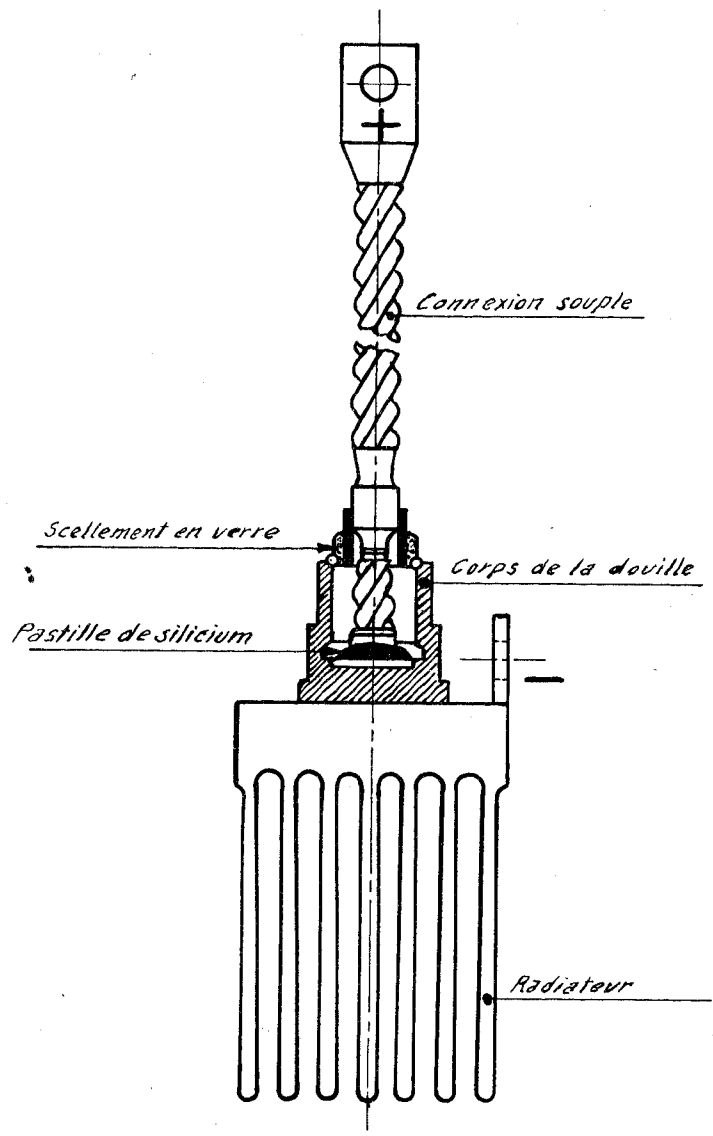
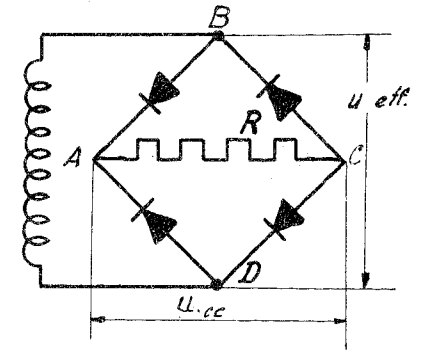
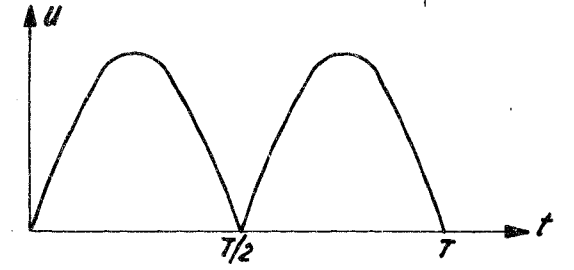


Fig. 22.

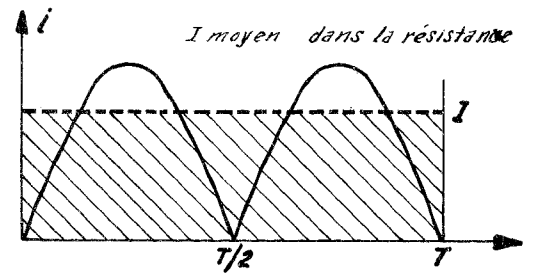
Redressement avec charge résistive.



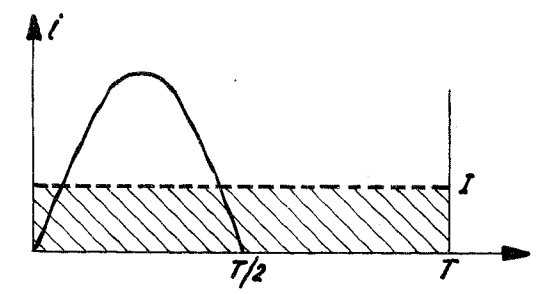
Tension aux bornes de la résistance.



Courant dans la résistance



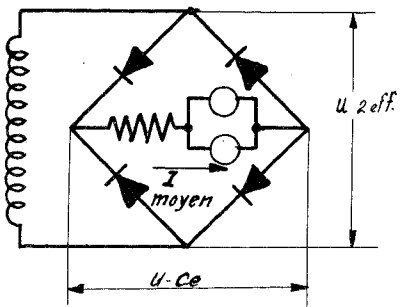
Courant dans une branche du pont redresseur



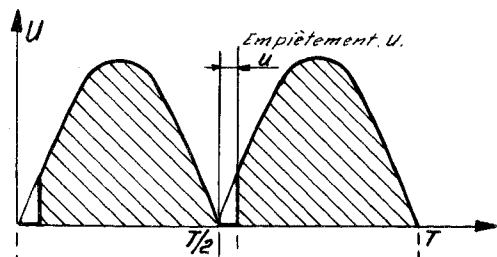
$I_{\text{moyen par branche du redresseur}} = \frac{I_{\text{moyen résist.}}}{2}$

Fig. 23a.

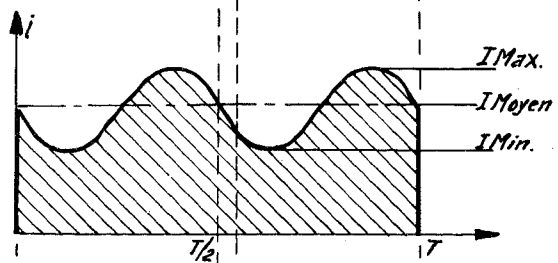
Redressement avec circuit
moteur (moteur), self de lissage



Tension aux bornes du
circuit self et moteurs.



Courant dans le moteur.
Ripple à 100 Hz.
Taux d'ondulation:
 $\alpha = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \times 100\%$



Courant dans une branche
du redresseur

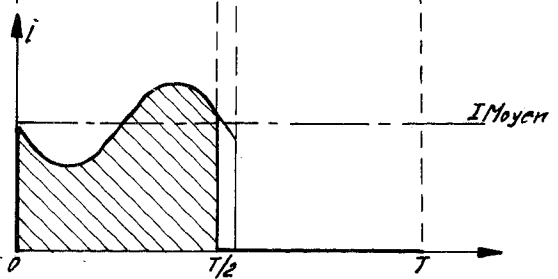
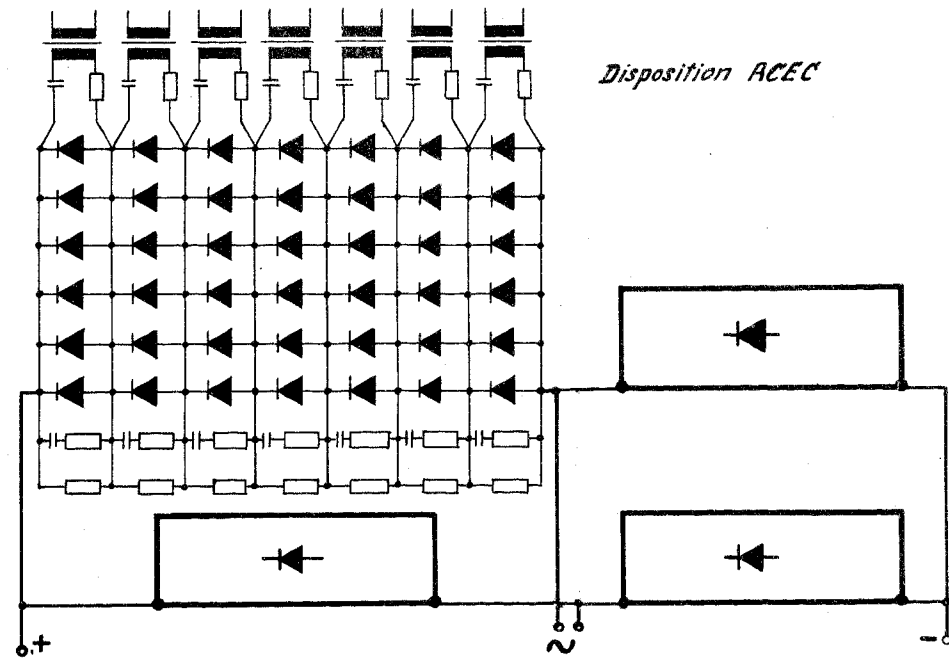
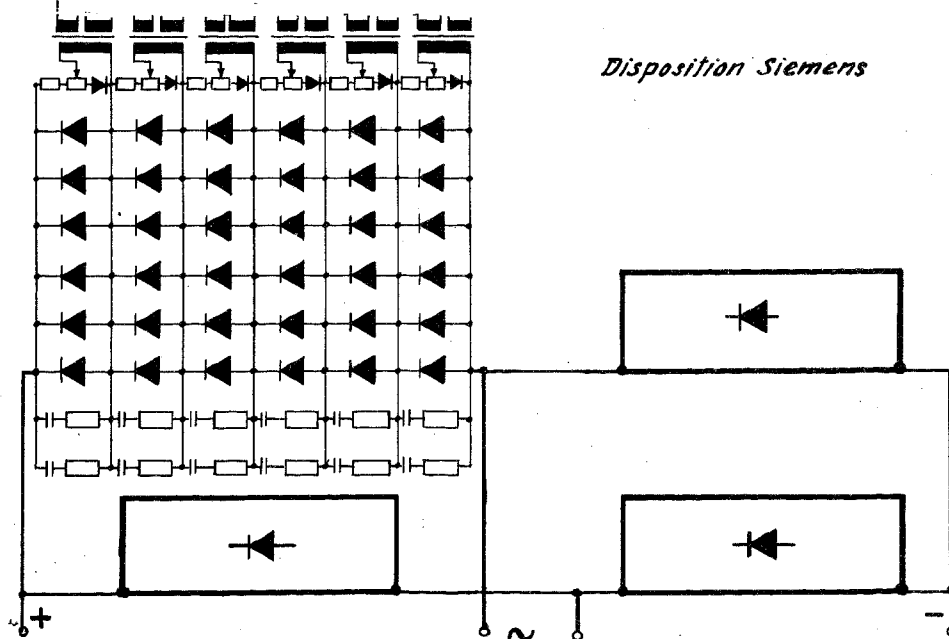


Fig. 23b.



Disposition ACEC



Disposition Siemens

Fig. 24

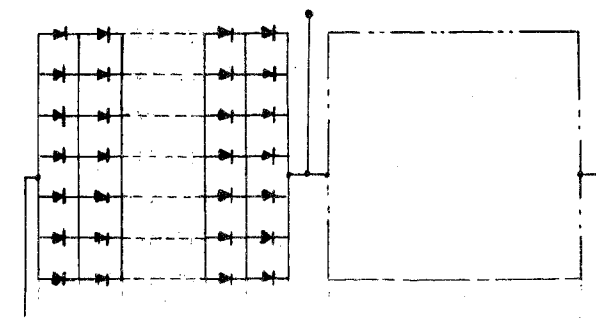
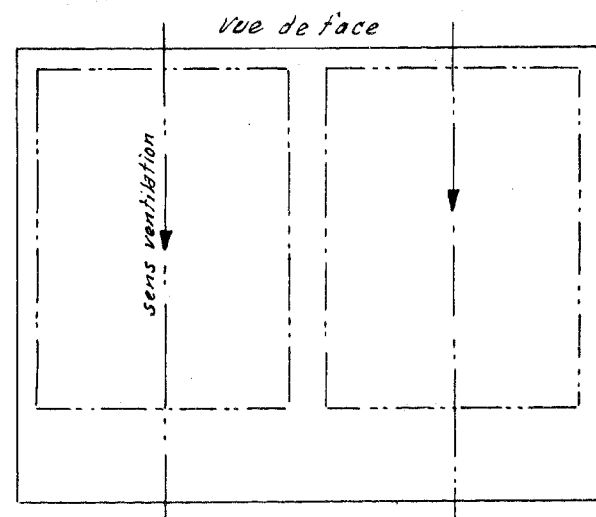
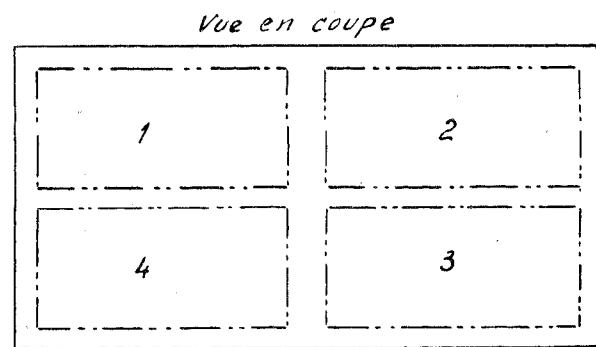


Fig. 25

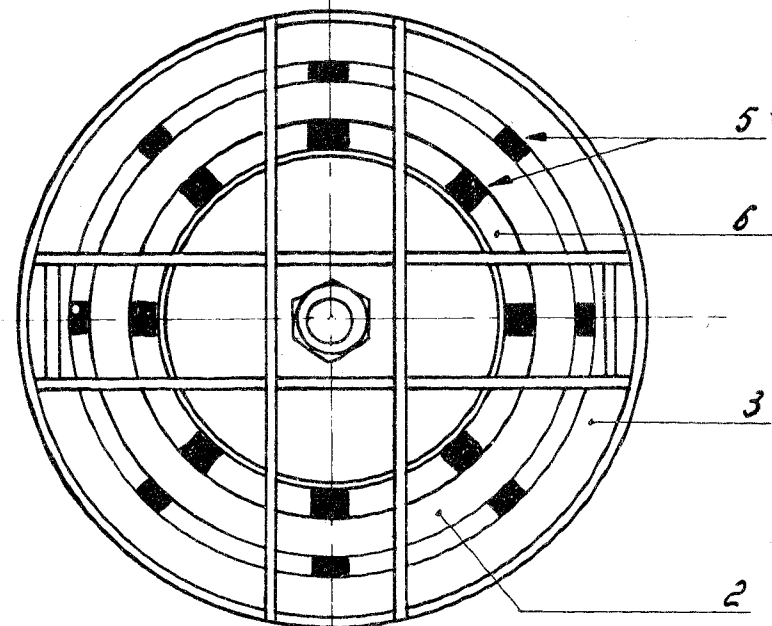
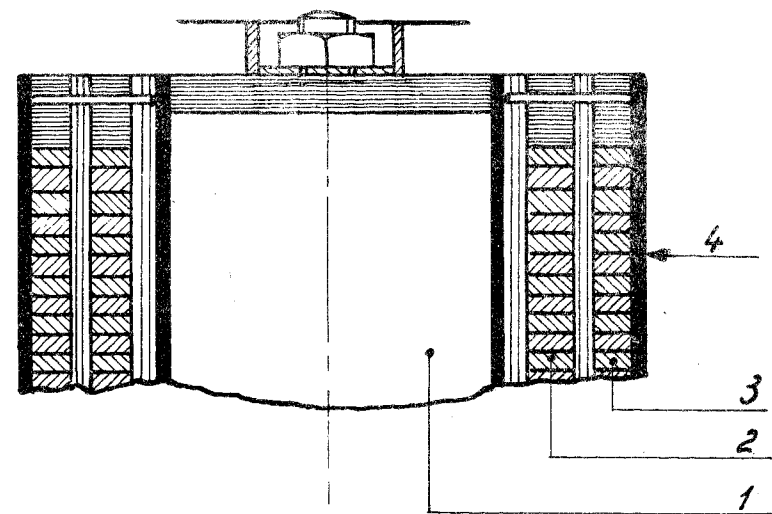
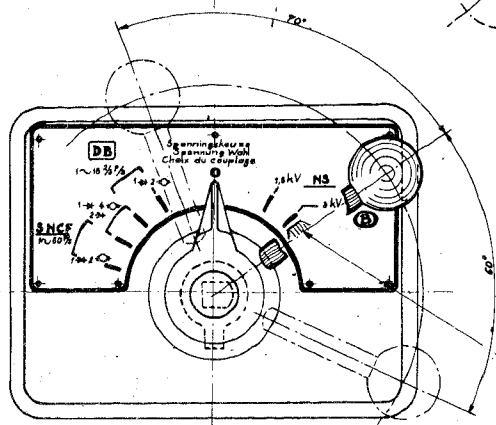
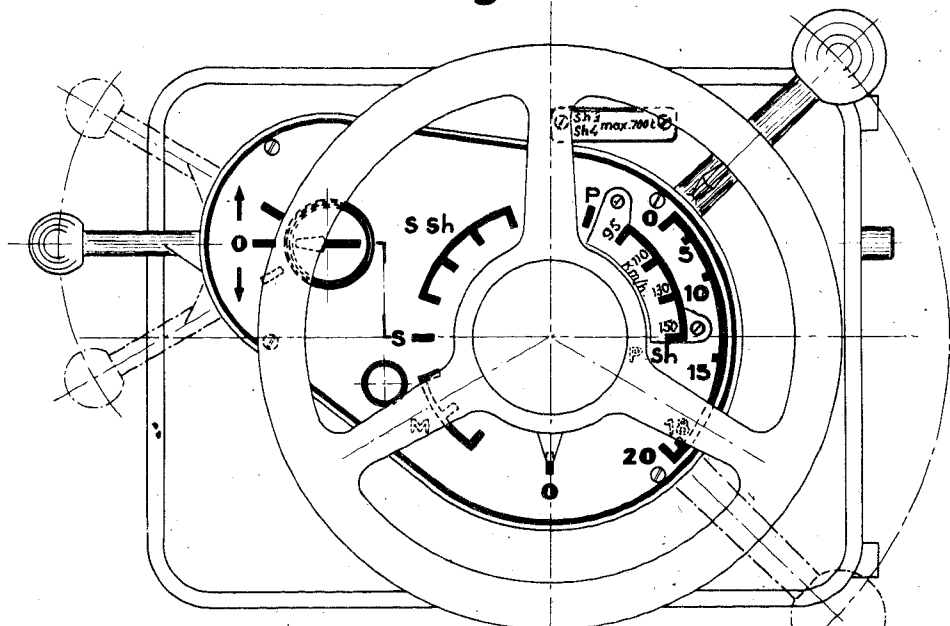


Fig. 26.

fig.27



Butée
incorporée

fig.28

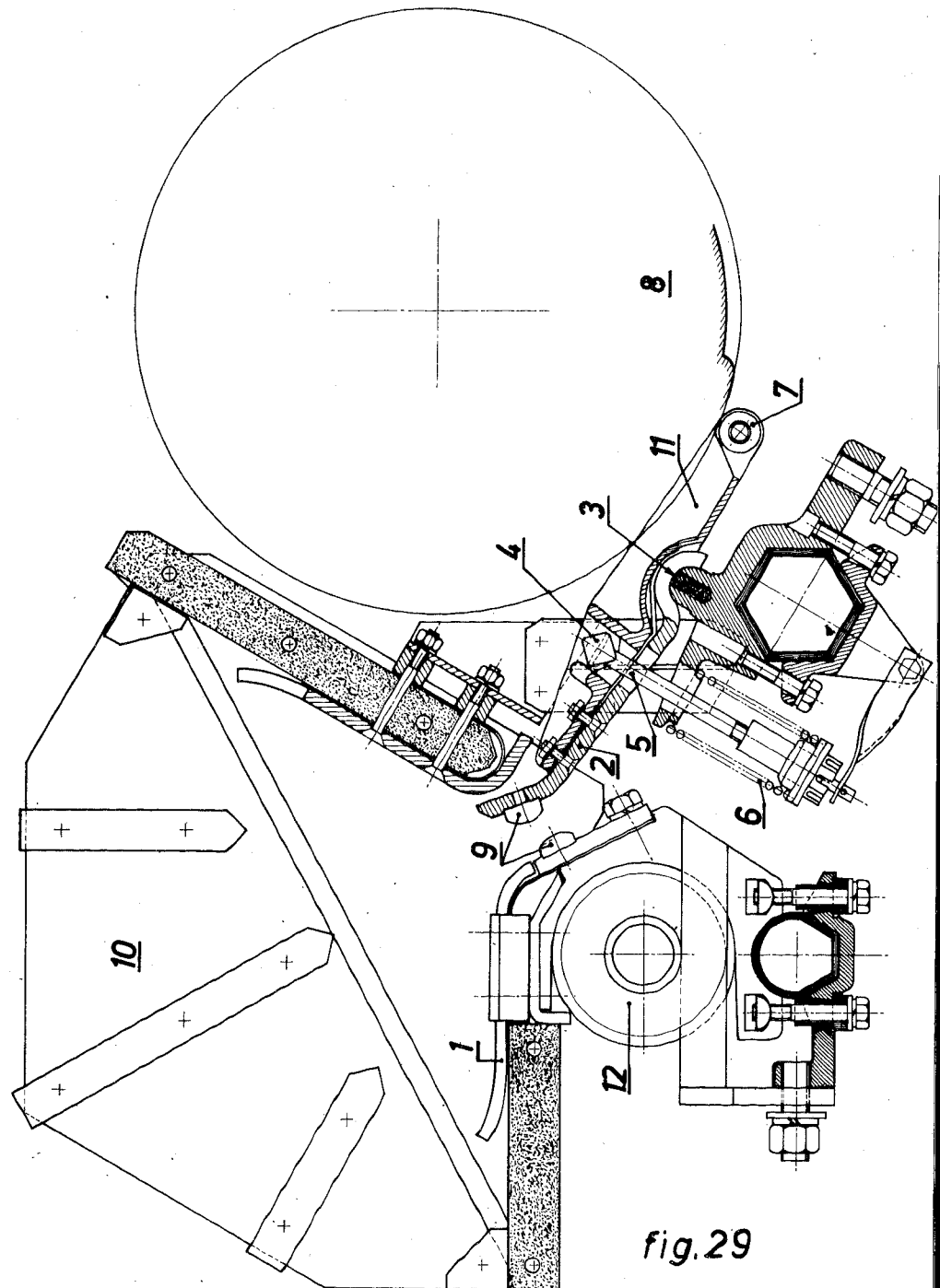


fig.29

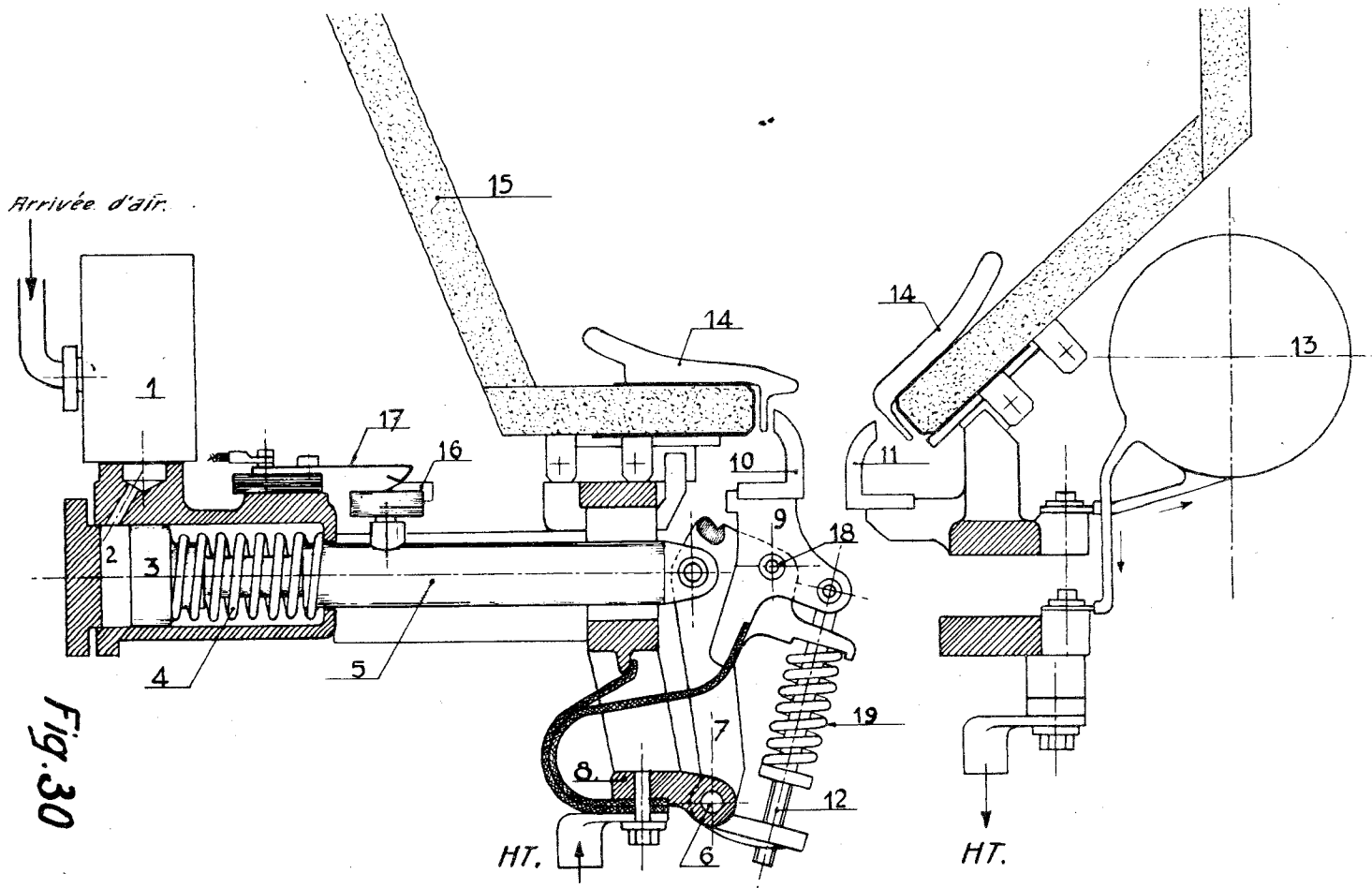


Fig. 30

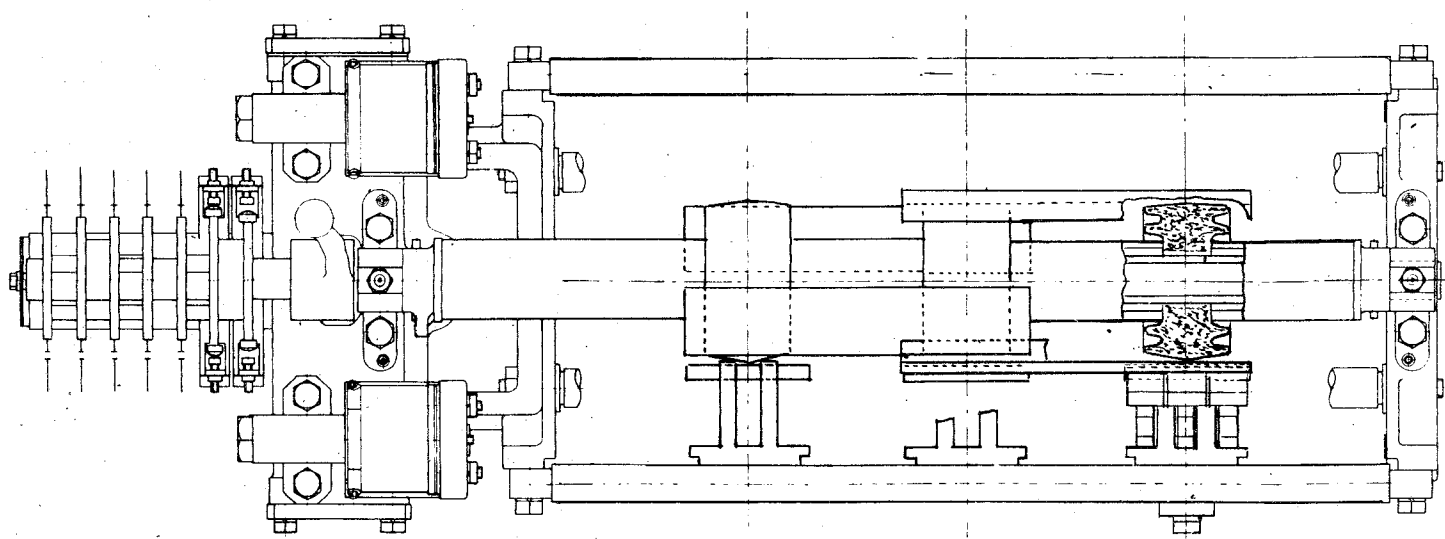


Fig. 31.a.

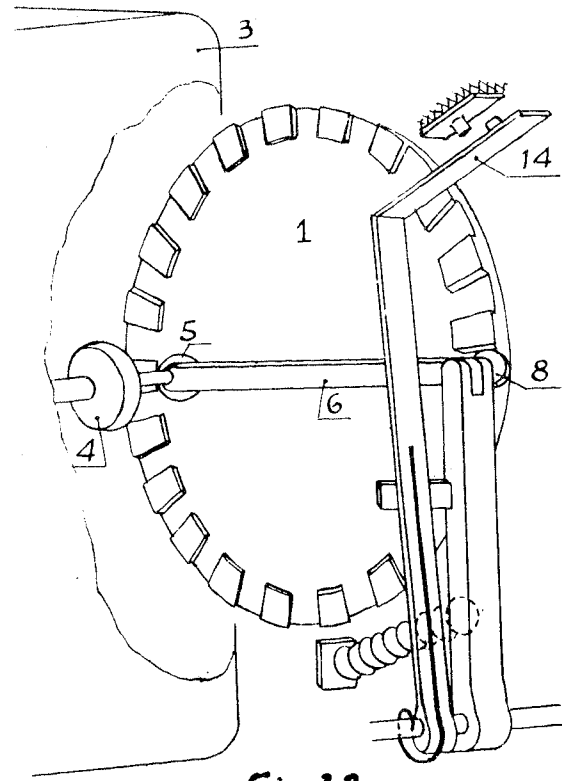
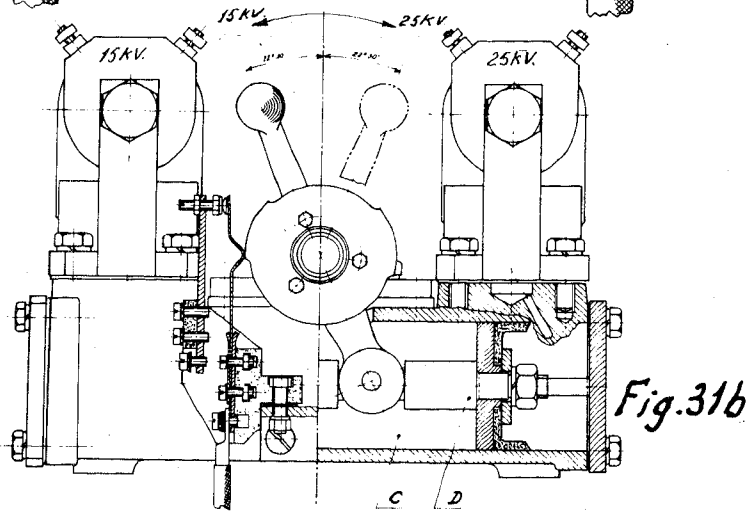
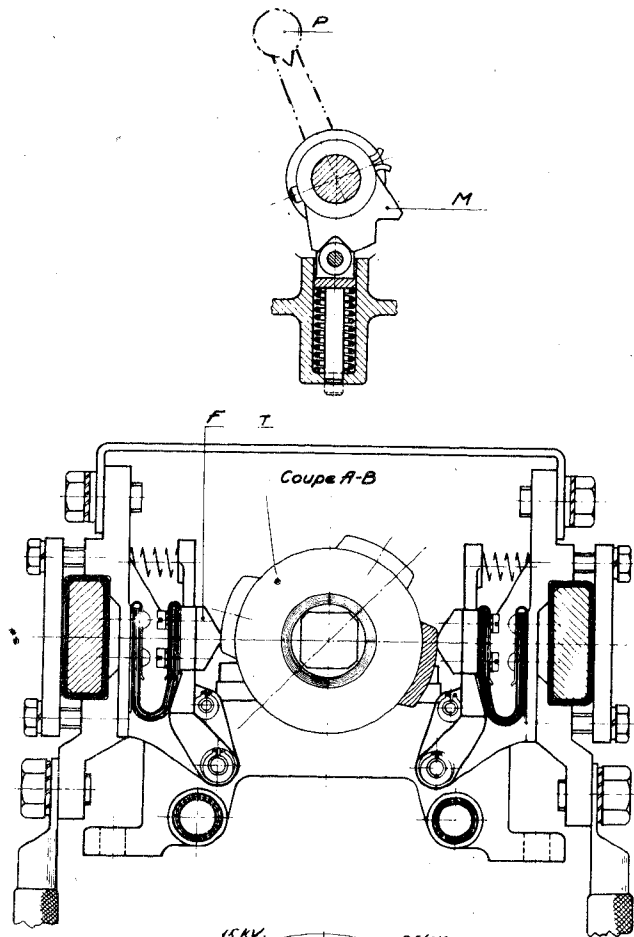


Fig. 32.

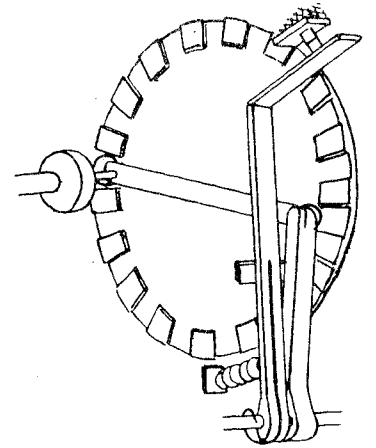


Fig. 33.

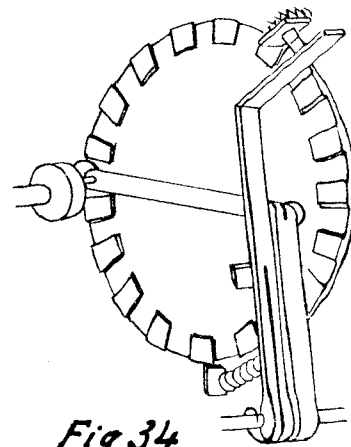


Fig. 34.

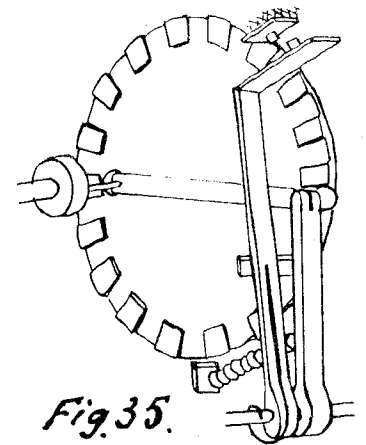


Fig. 35.

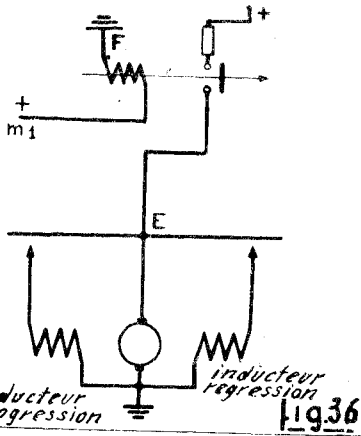


fig.36

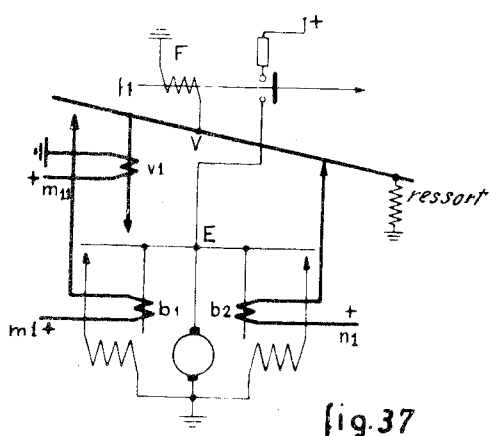


fig.37

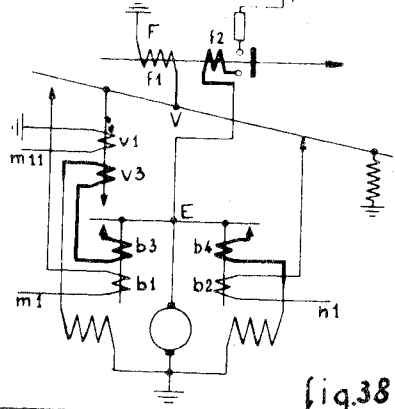


fig.38

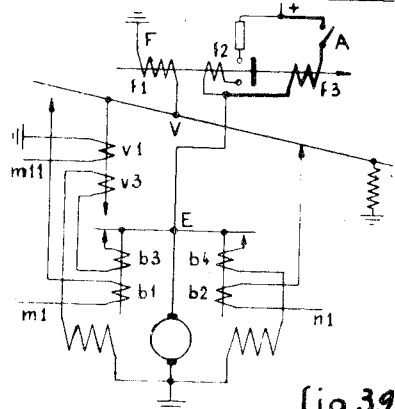


fig.39

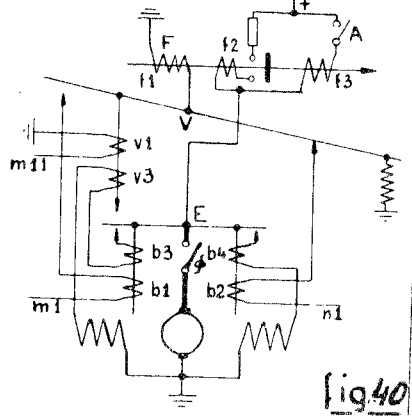


fig.40

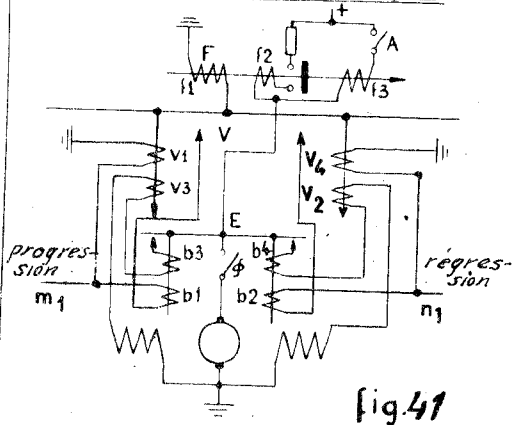
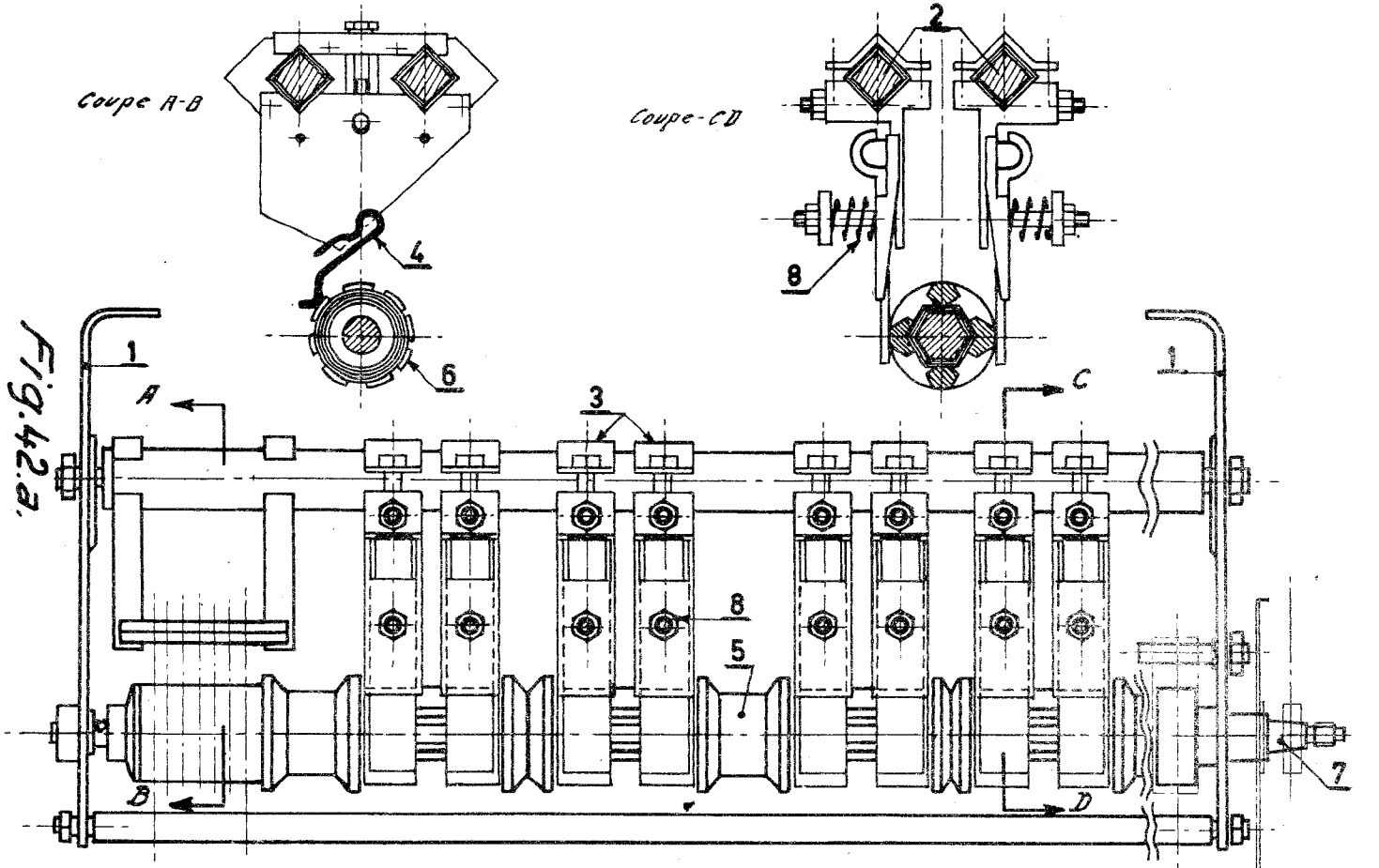


fig.41

Fig. 42.a.

Coupe A-B

Coupe C-D



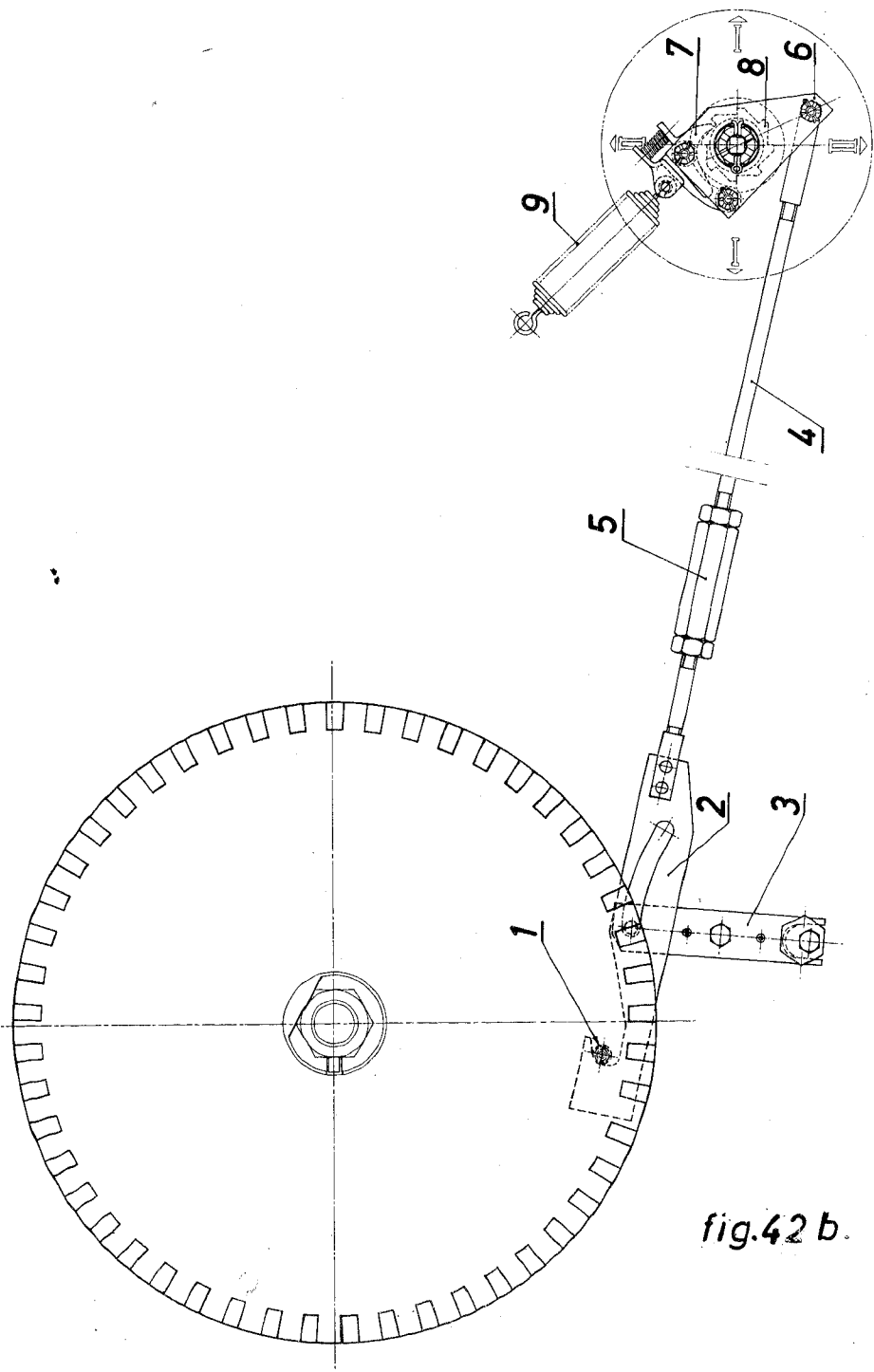


fig.42 b.

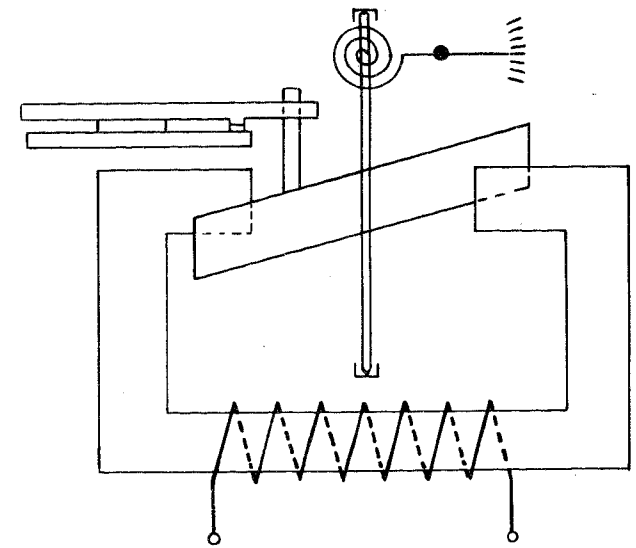


Fig.43

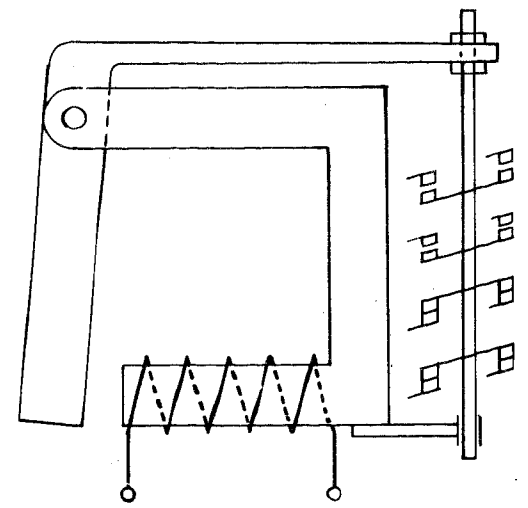
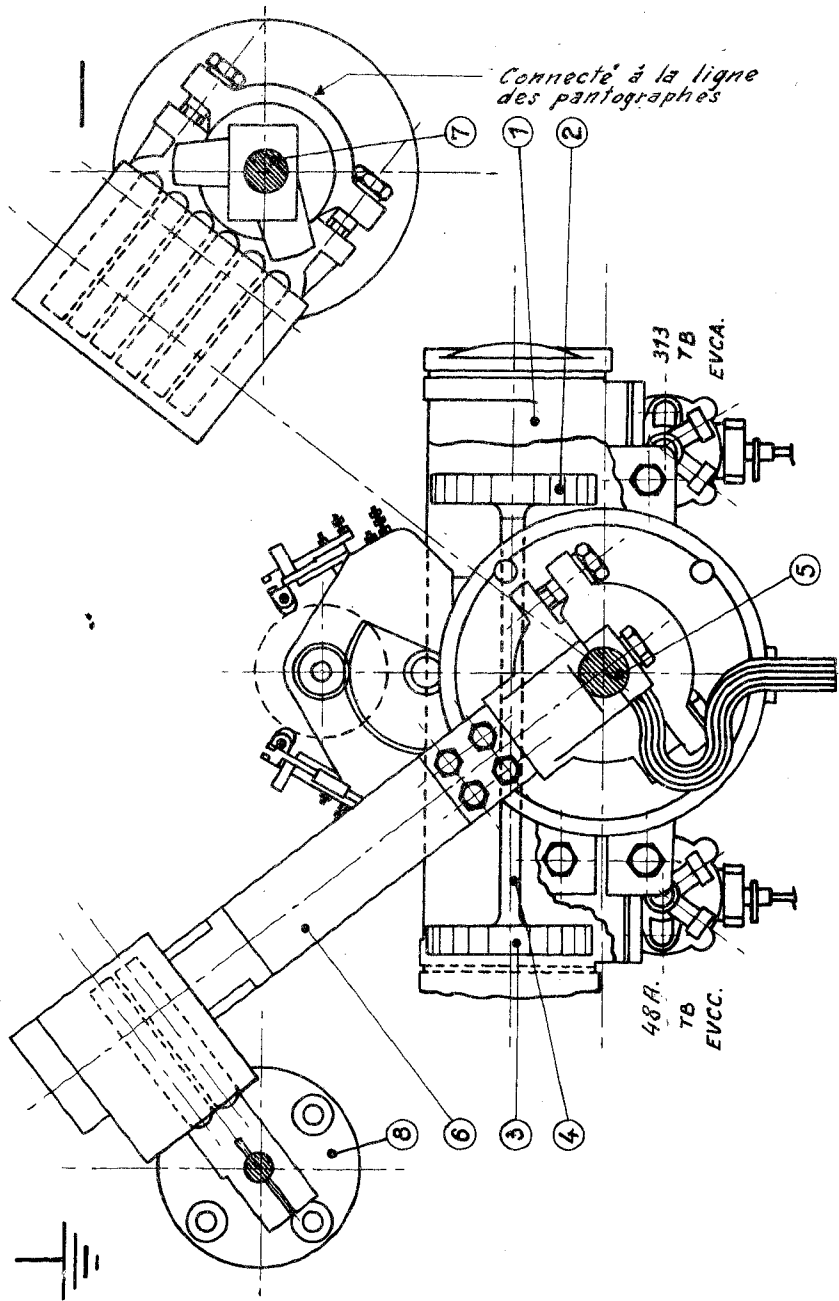
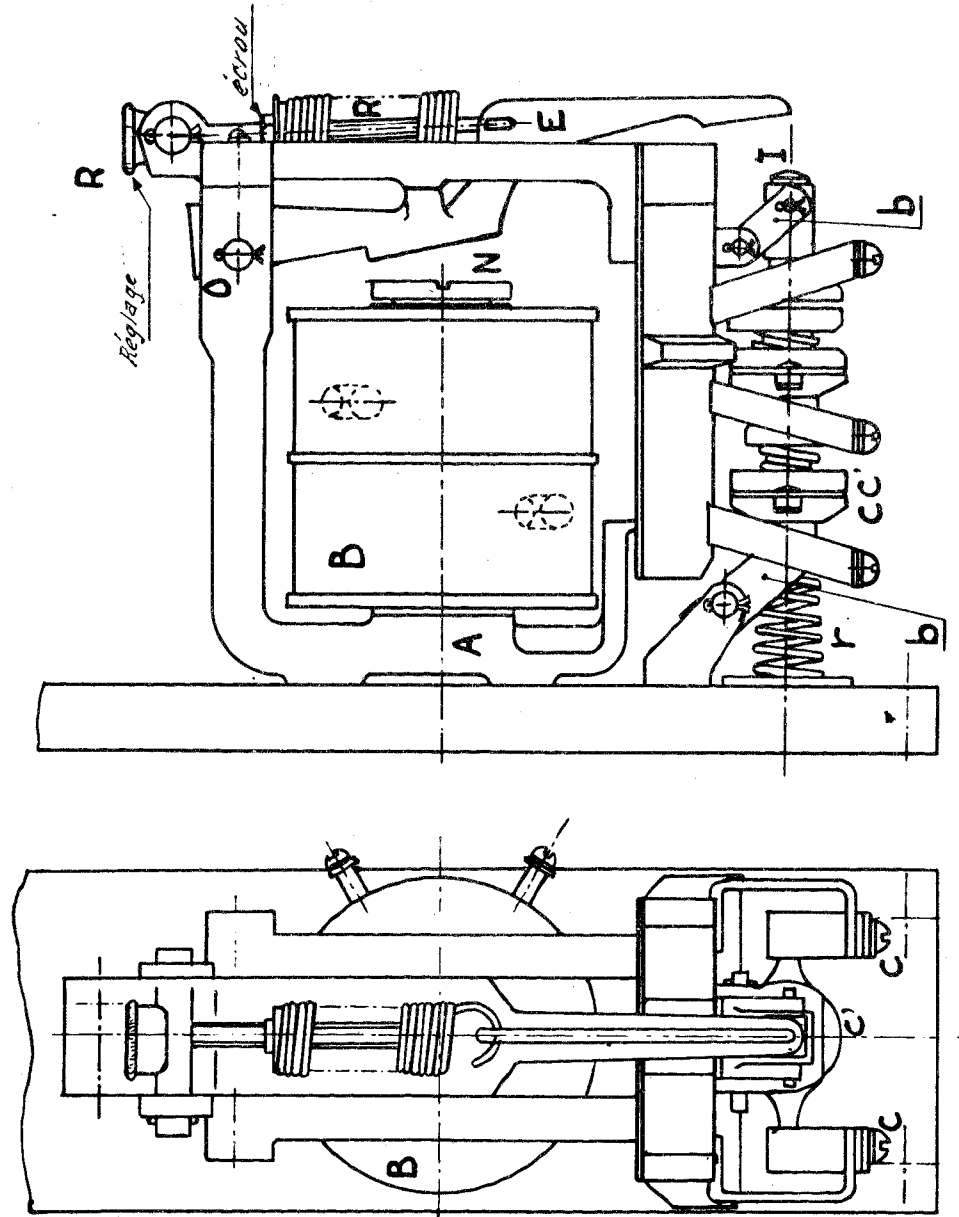


Fig. 44.



Connexion souple vers prise de courant pour DUR.



Equipem. suiv. fig 47a. ou 47b. ou 47c.

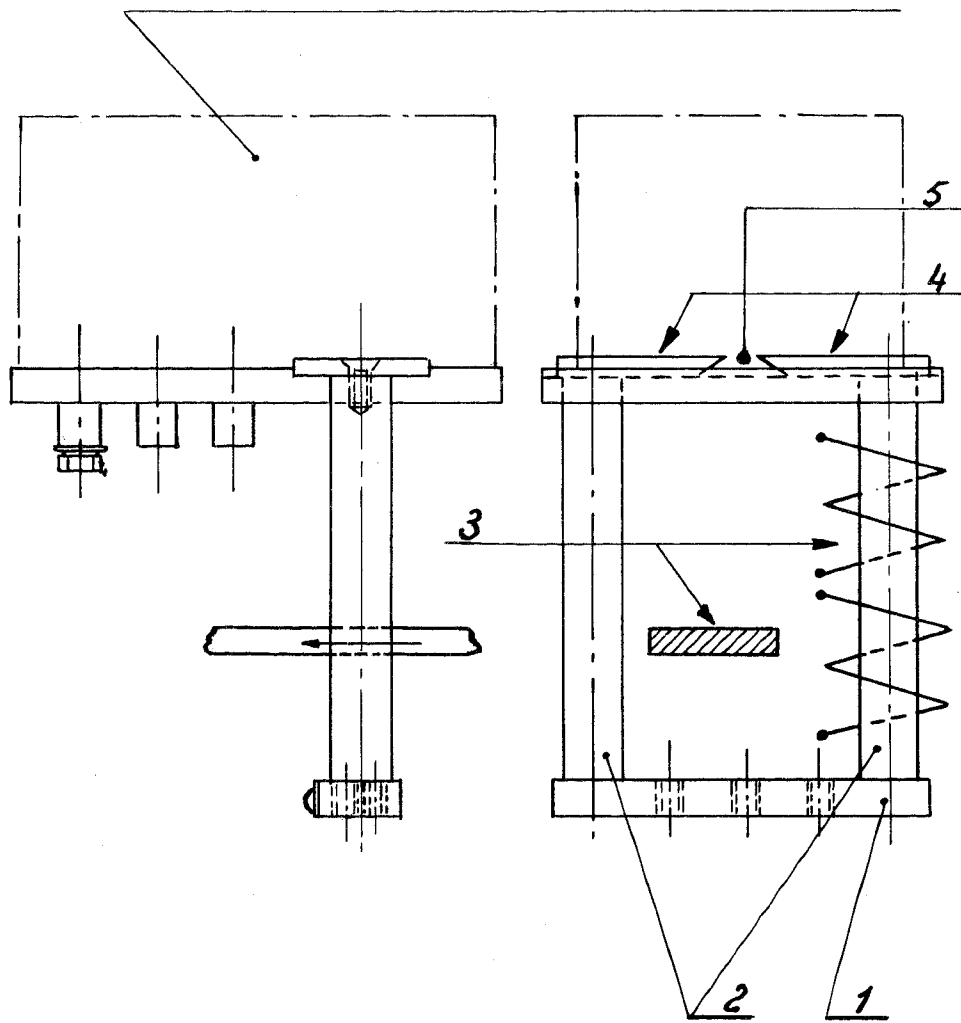
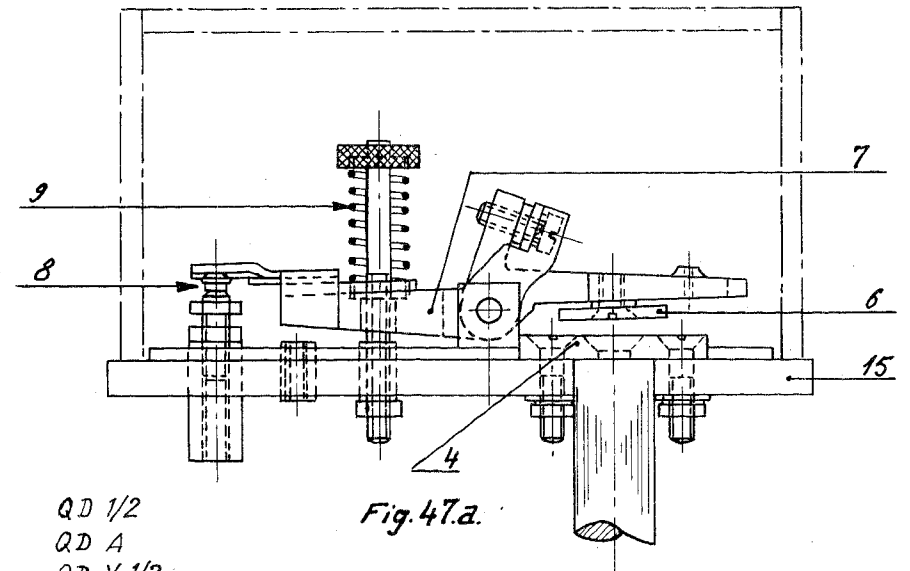
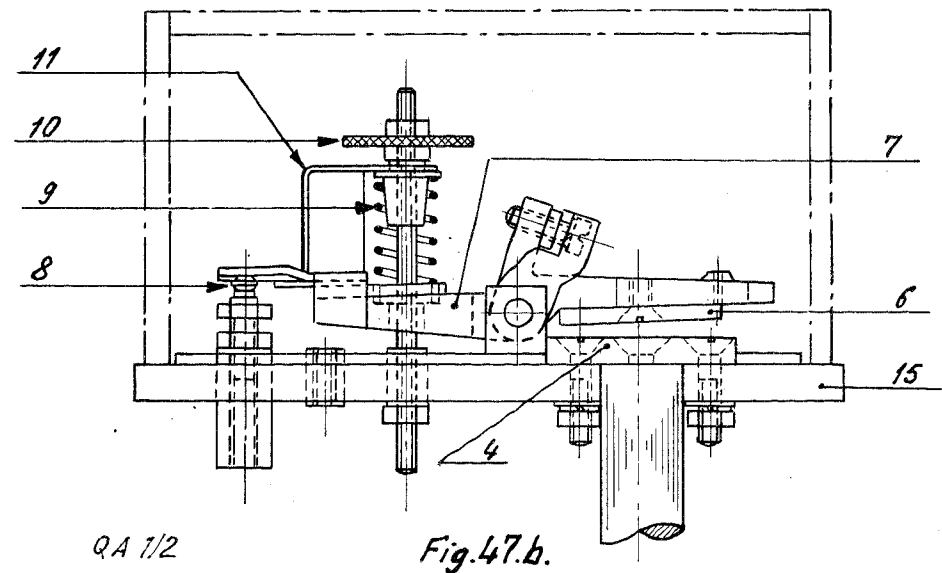


Fig. 47.



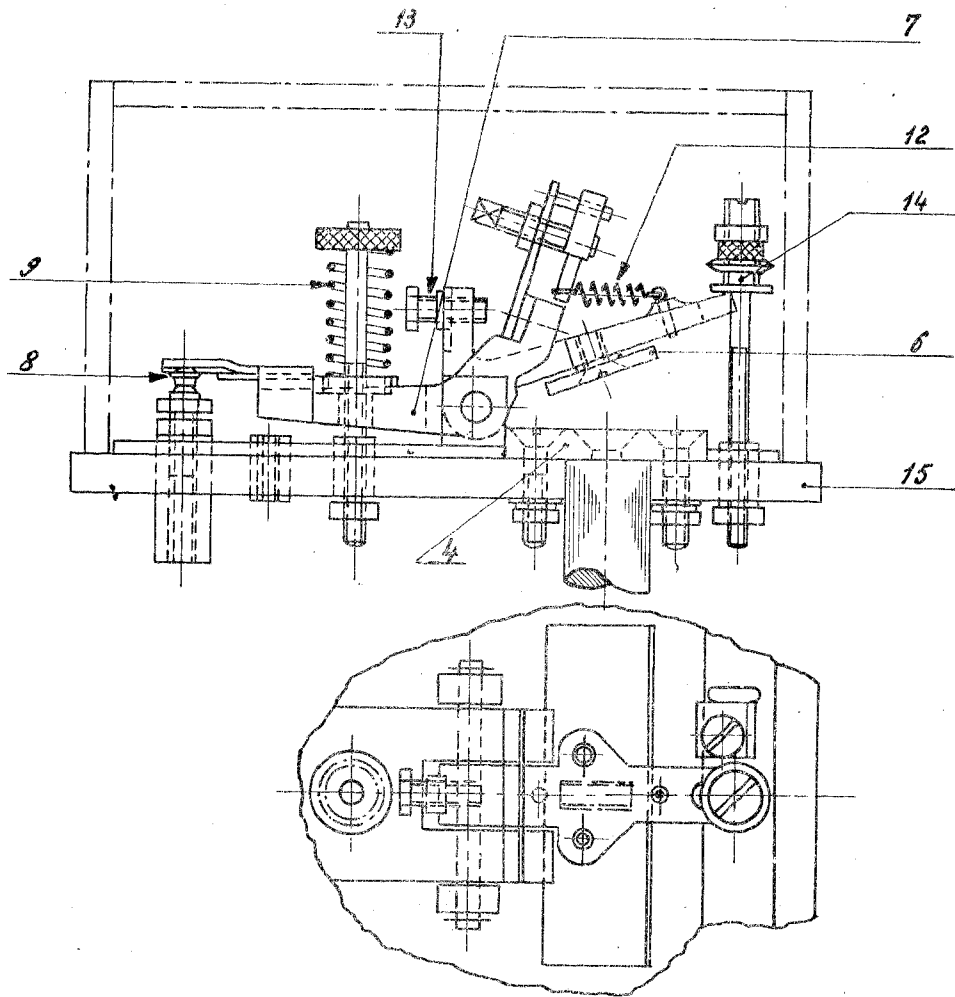
QD 1/2
QD A
QD V 1/2

Fig. 47.a.



QA 1/2

Fig. 47.b.



Q 1.2.3.4
Q Ch

Fig. 47.C.

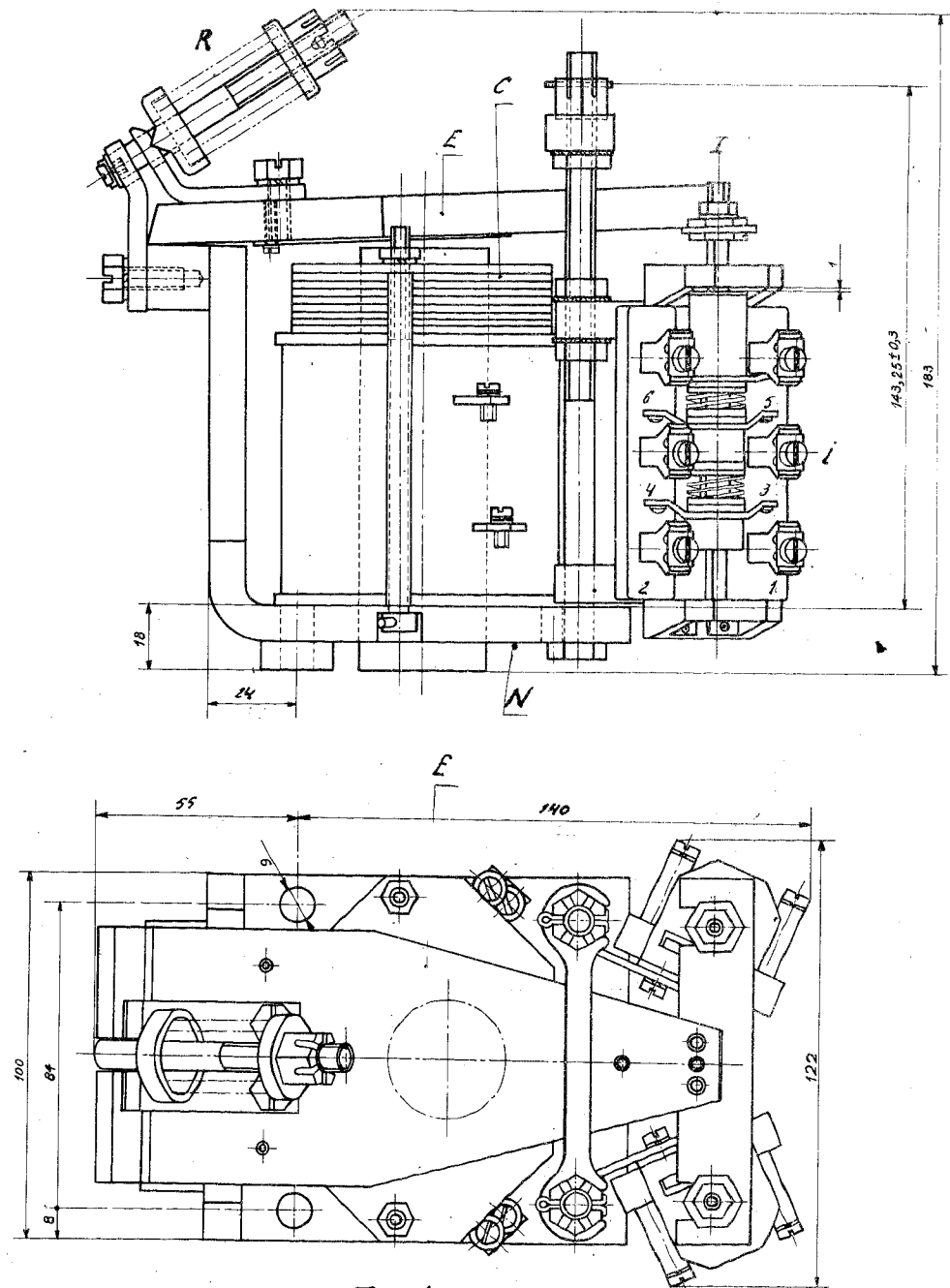


Fig. 48.

Relais type RW.

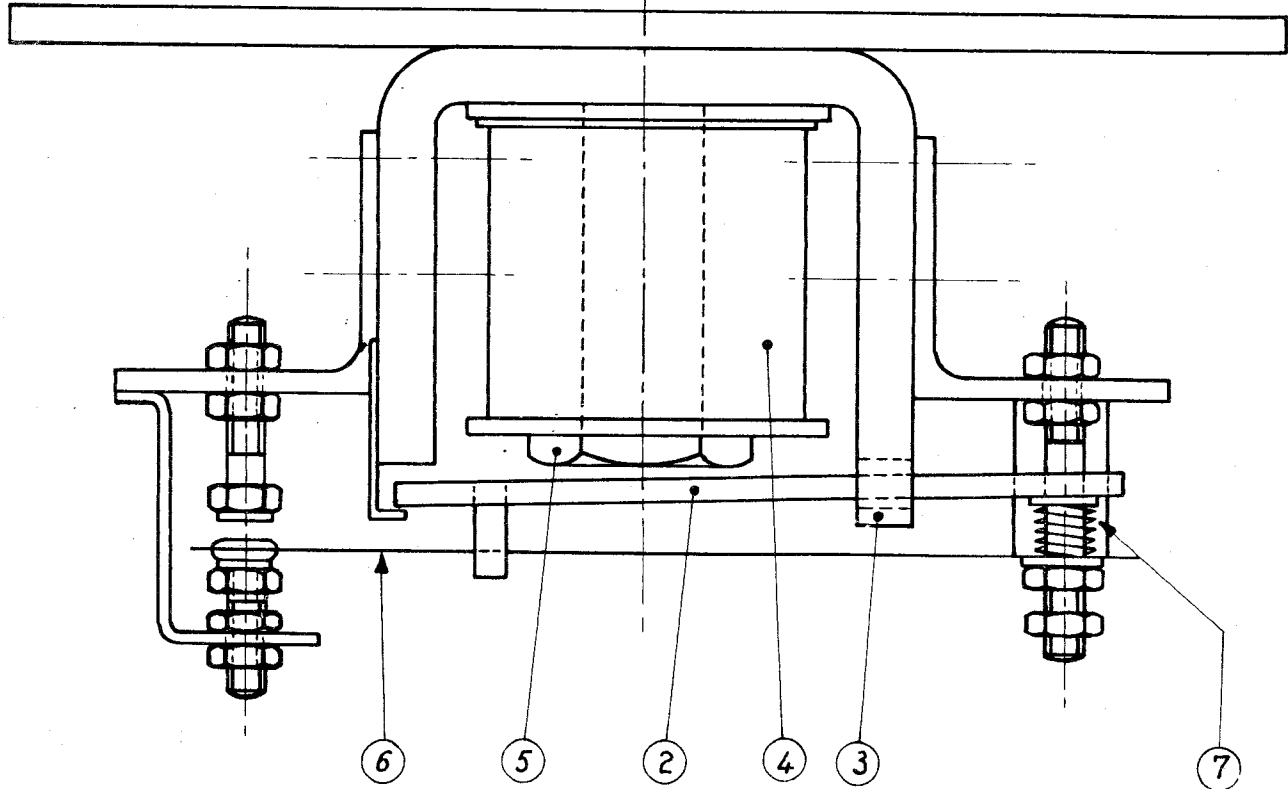


Fig. 49.

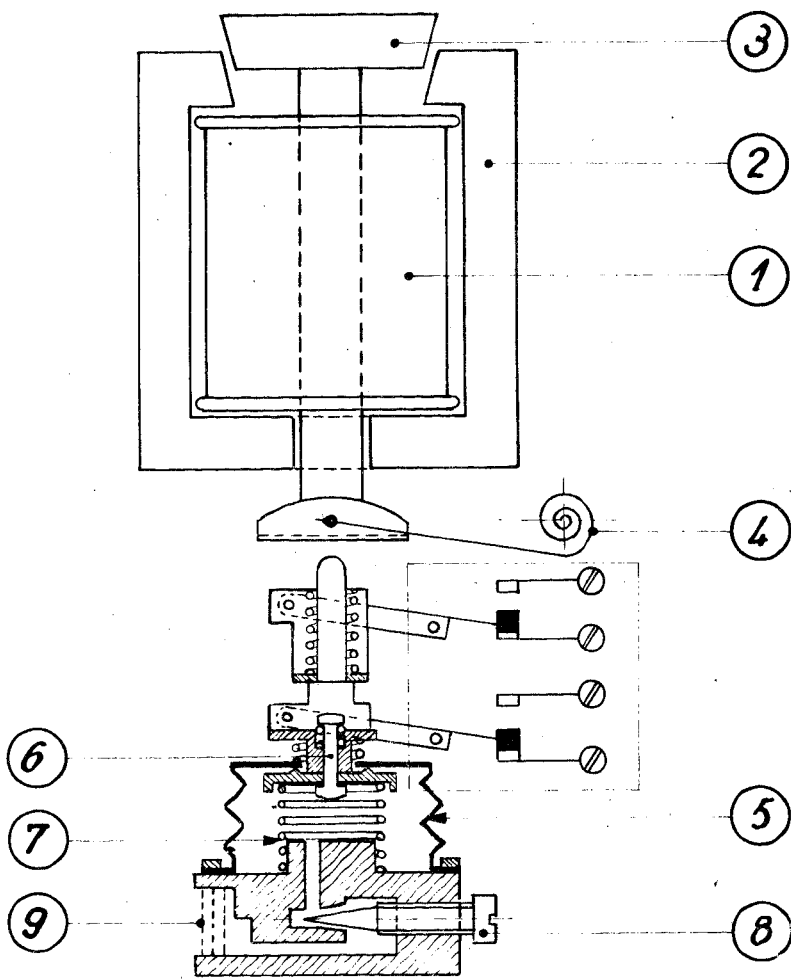


Fig. 50

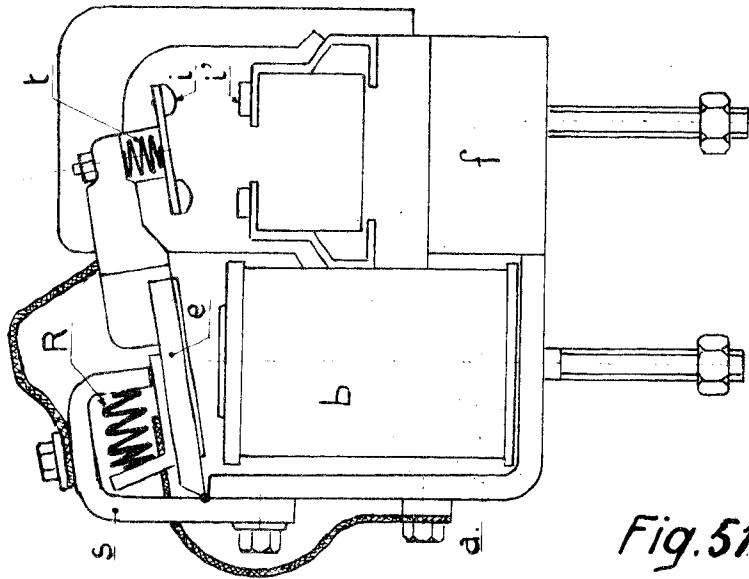
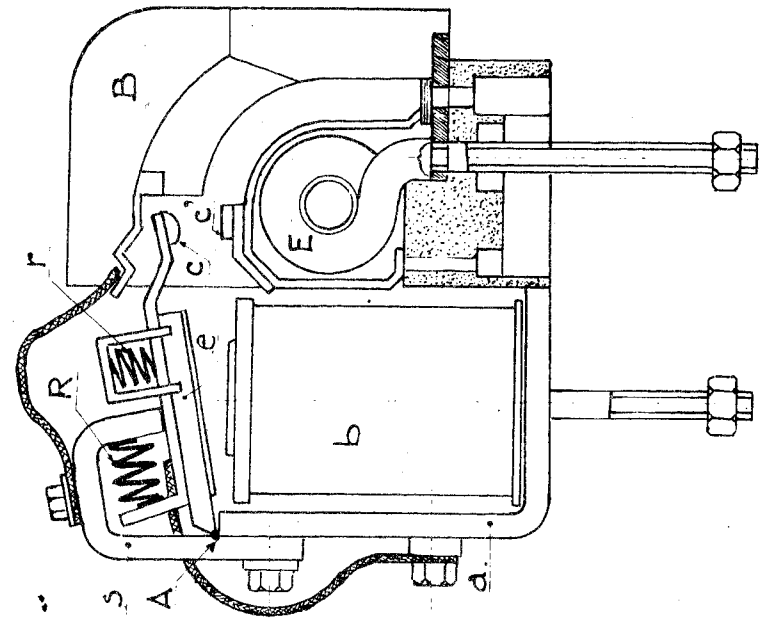


Fig. 51.

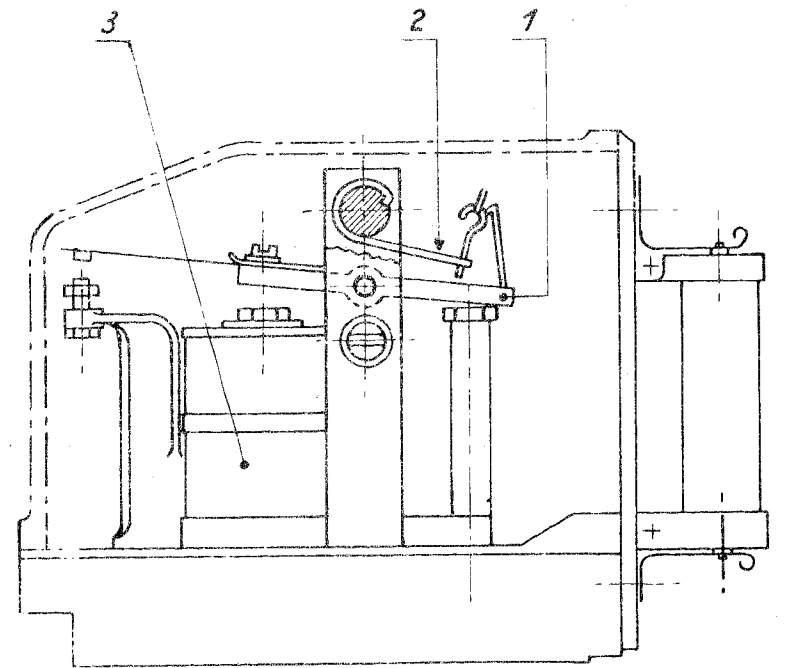
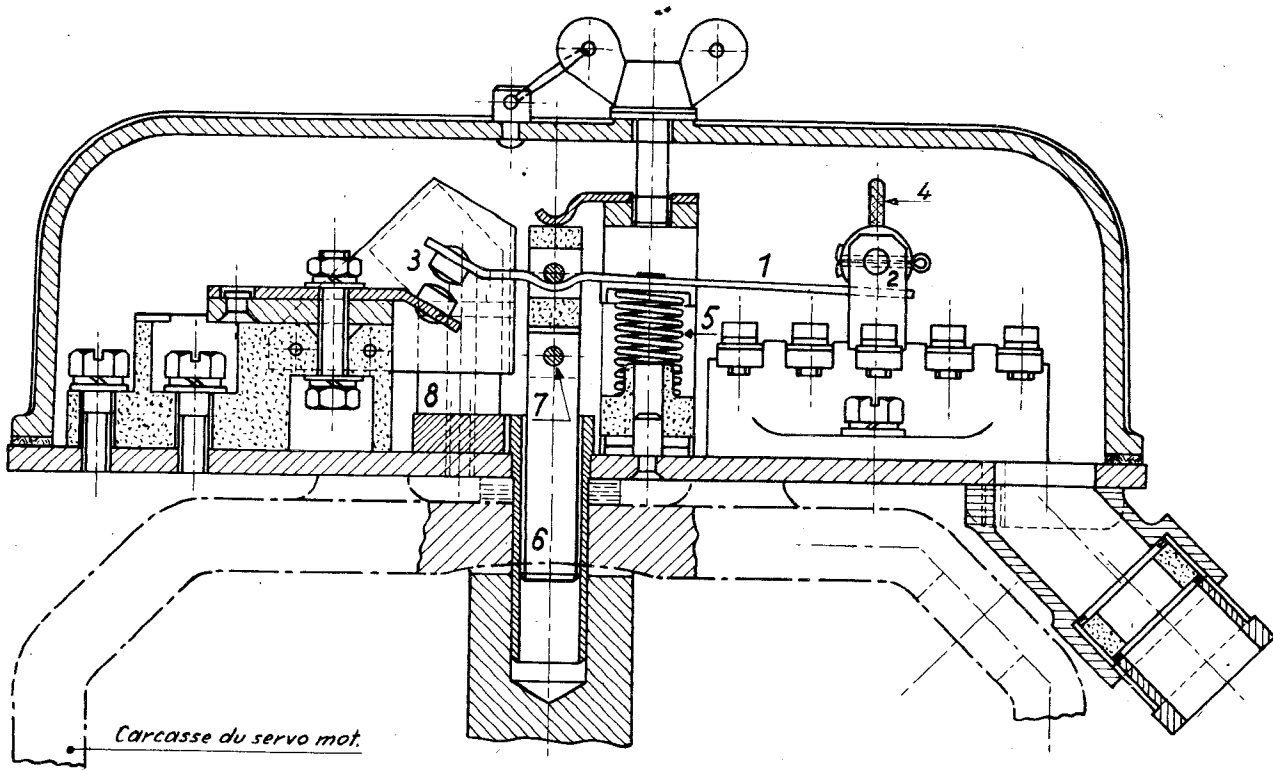


Fig. 52.

Fig. 53.



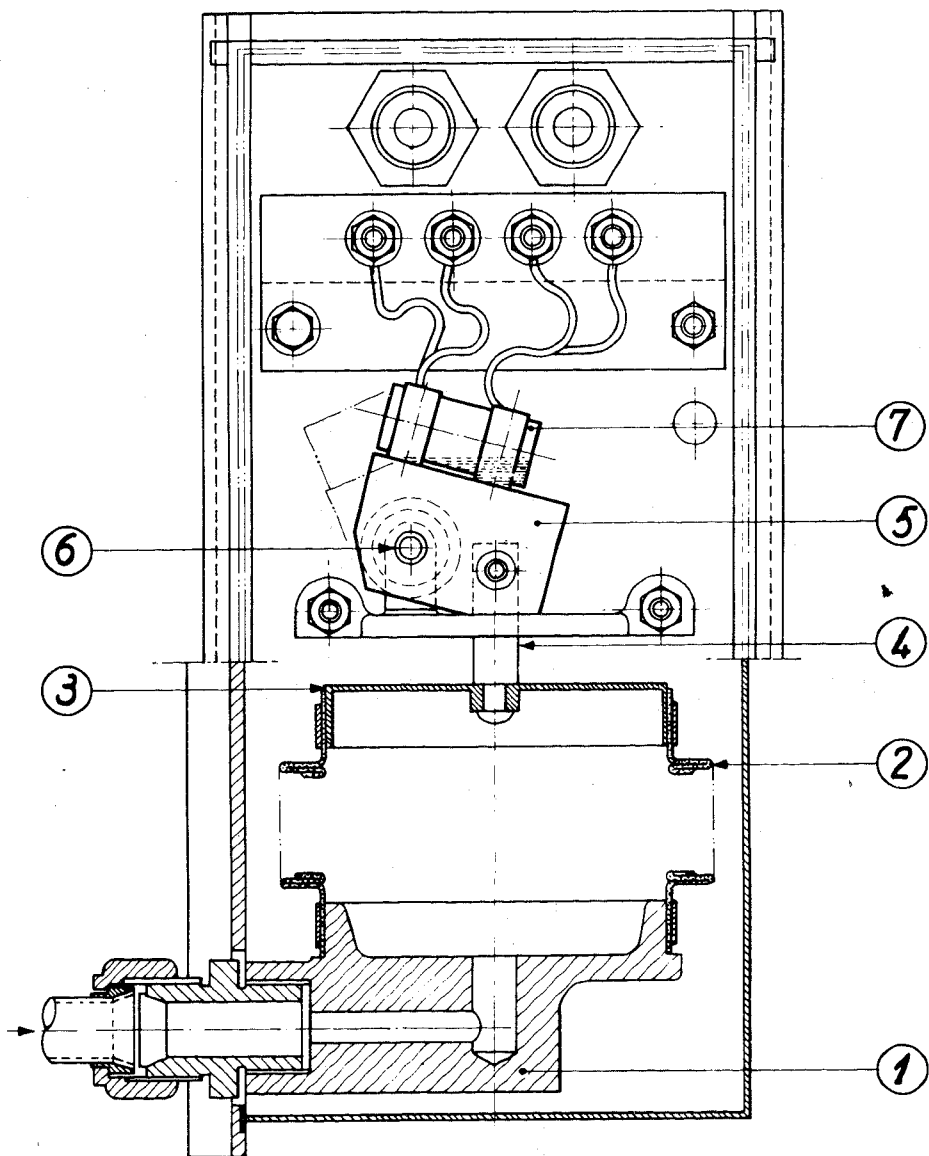


Fig. 54

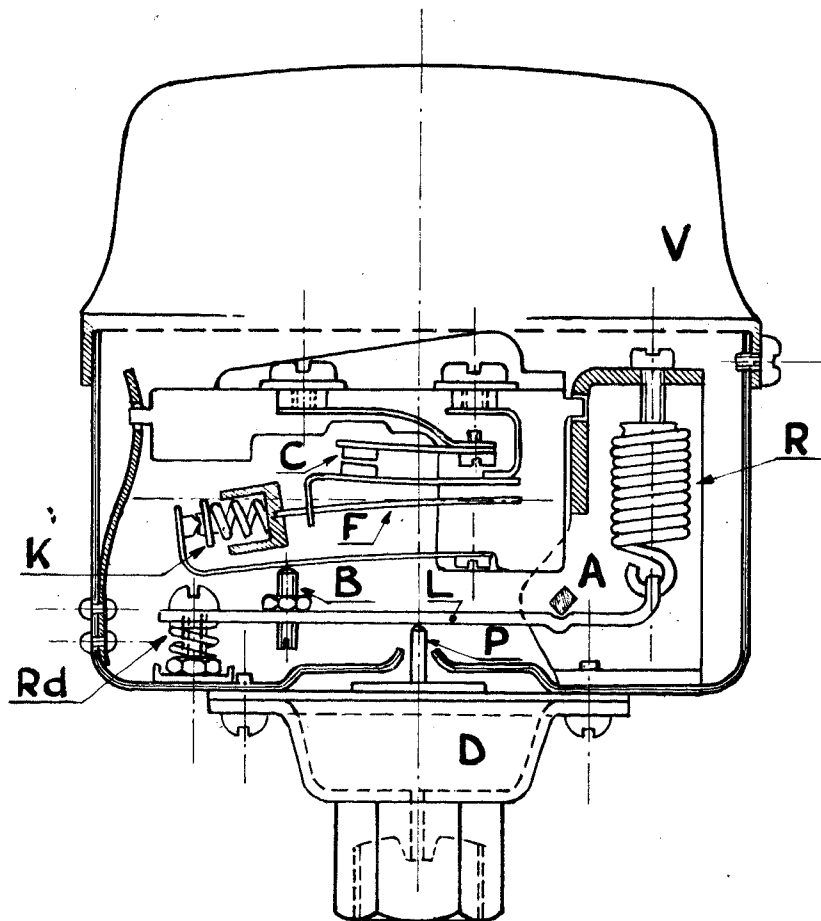
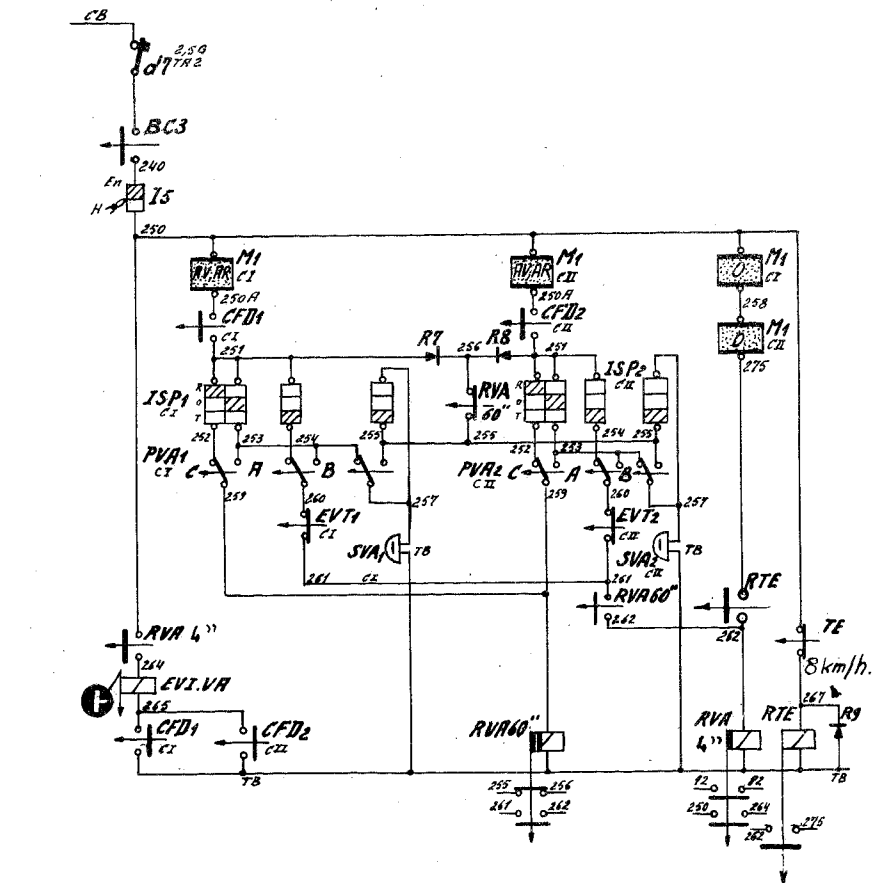
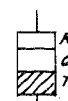
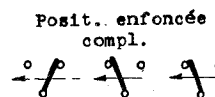
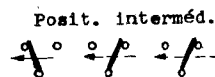
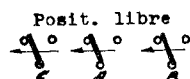


Fig. 55.



Positions de la pédale VA.



Interrupteur à 3 positions, fermé dans la position "T".
La position "0" est la position habituelle.

LEGENDE.

- CFD 1/2 Contact sur robinet d'isolement frein direct.
- EVI VA Electro-valve inverse du veille aut.
- EVT 1/2 Electro-valve du sifflet Deuta.
- I 5 Int. d'isolement VA.
- ISP 1/2 Int. de substitution de PVA 1/2.
- M 1 Manette d'inversion.
- PVA 1/2 Pédale veille aut.
- RVA 4'' Relais temporisé au déclench. de 4 sec.
- RVA 60'' Relais temporisé au déclench. de 60 sec.
- RTE Relais auxil. ES 81
- SVA 1/2 Sonnerie VA.
- Te Contrôle de vitesse (Téloc).

fig. 56

fig. 57

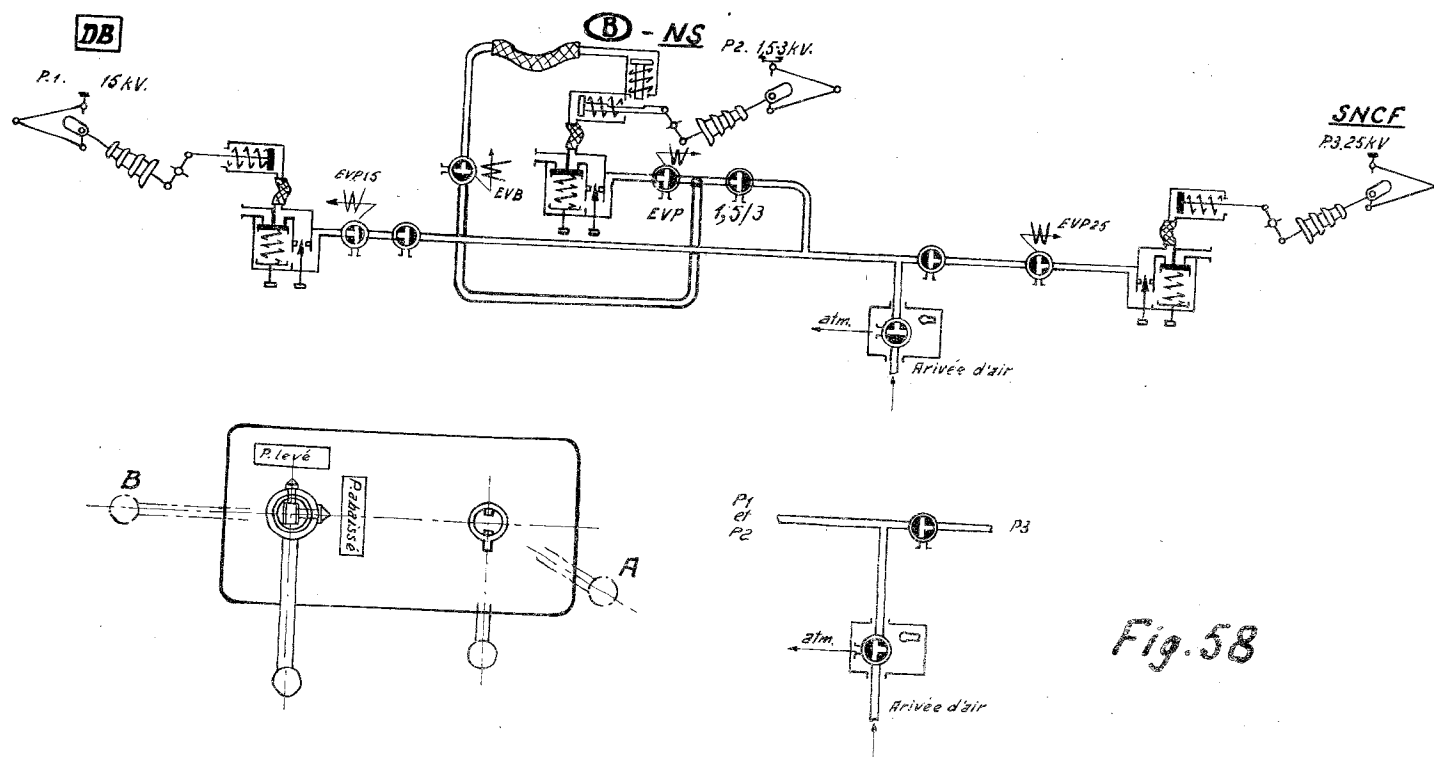
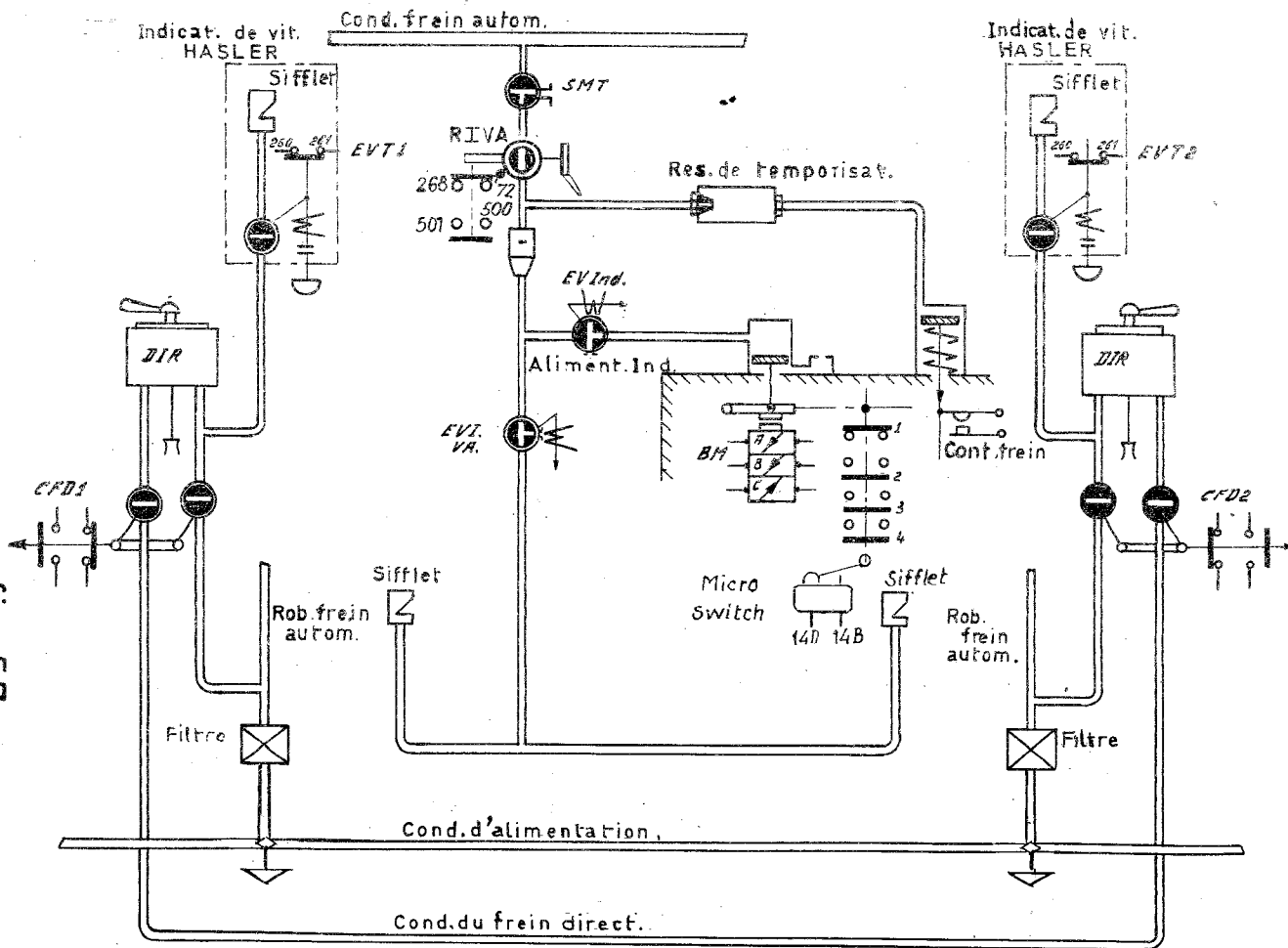
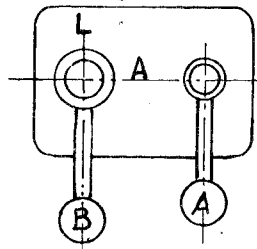
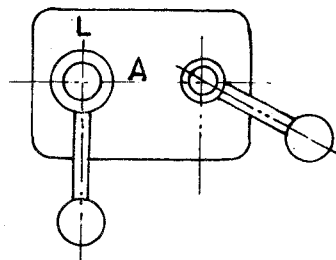


Fig. 58

Fig. 59 a.

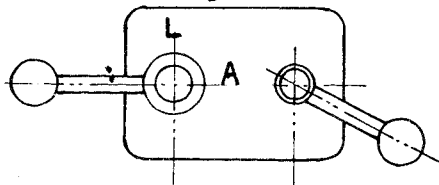


①

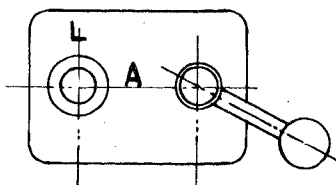


②

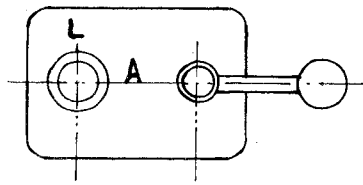
Fig. 59 b.



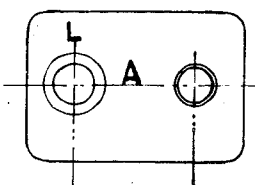
③



④



⑤



⑥

Fig. 59.

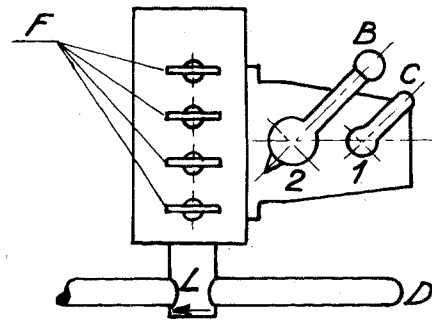


Fig. 60

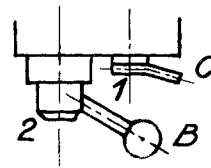


Fig. 61

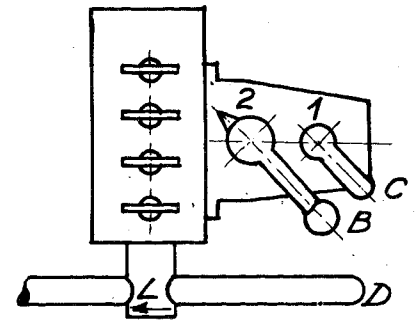


Fig. 62

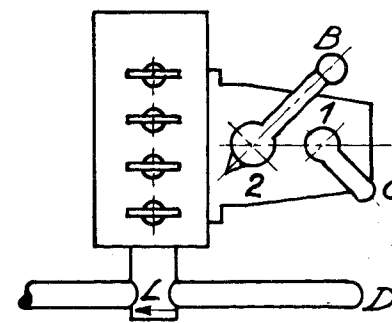


Fig. 63

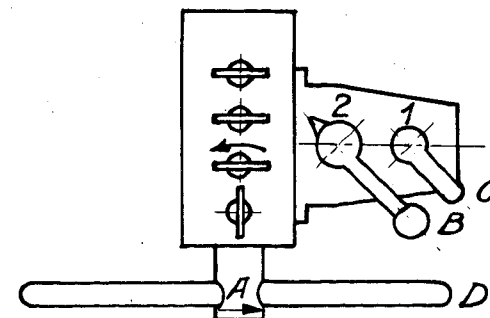


Fig. 64.

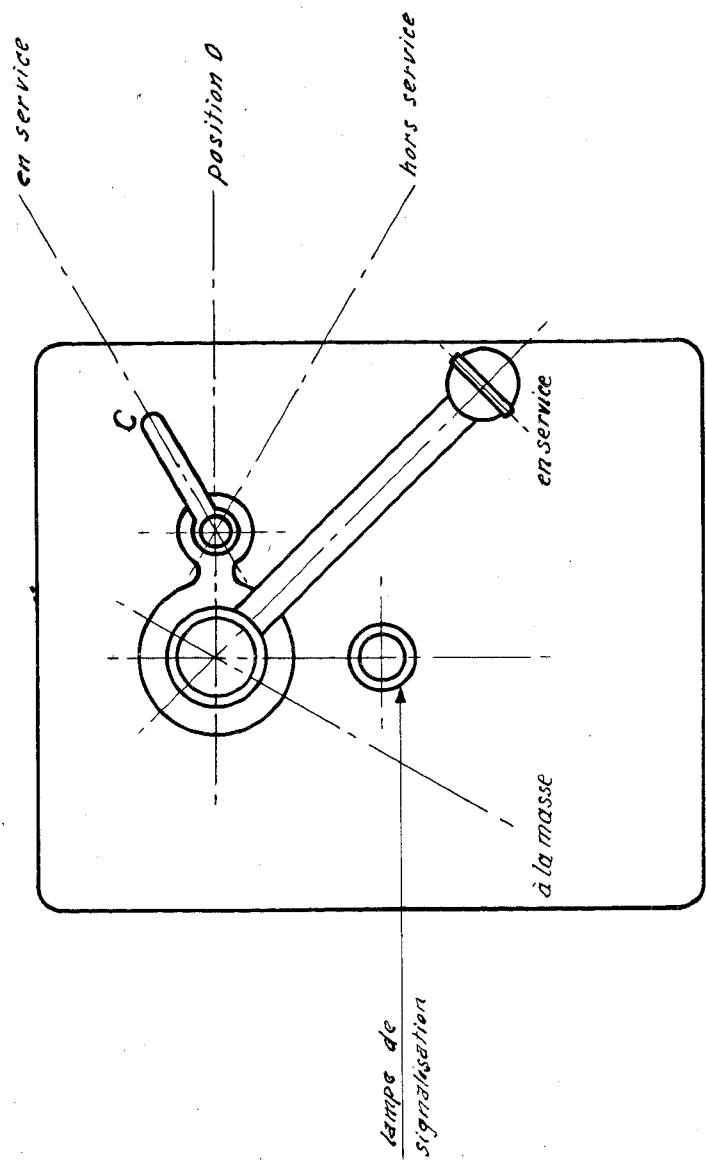


Fig. 65

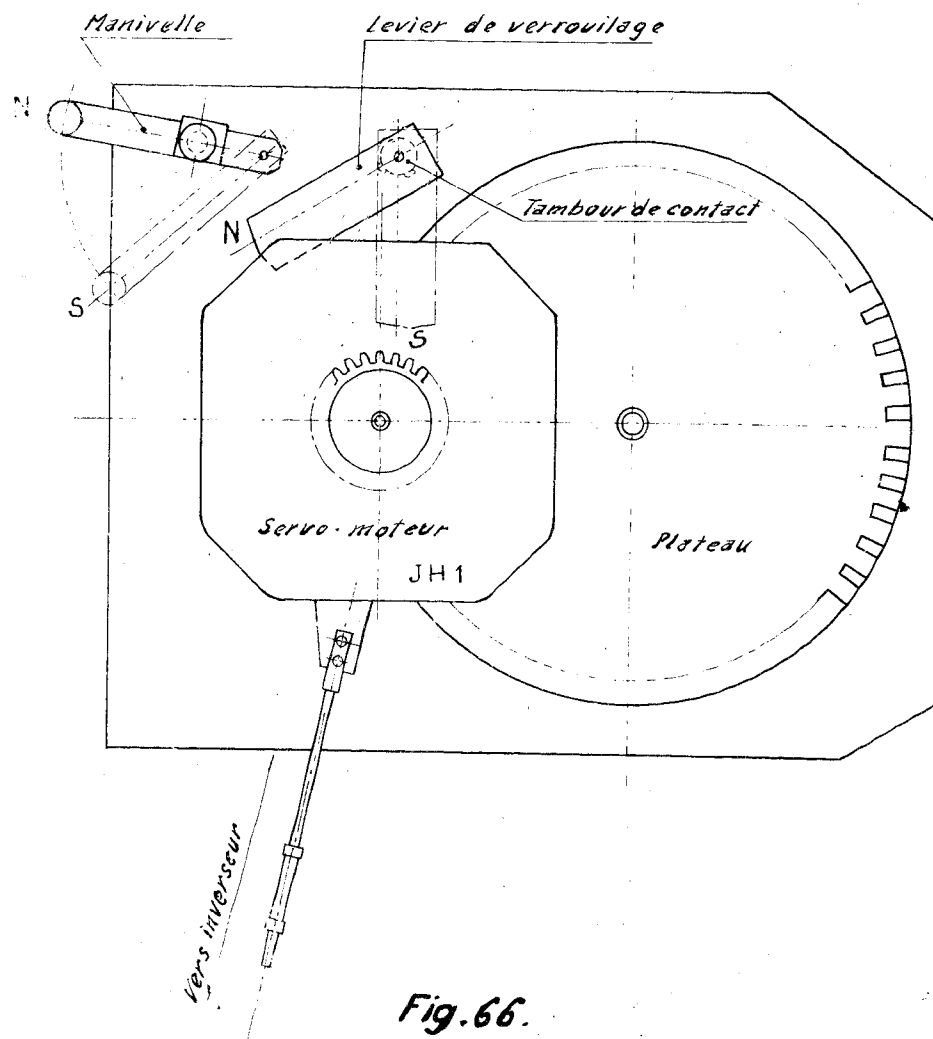


Fig. 66.

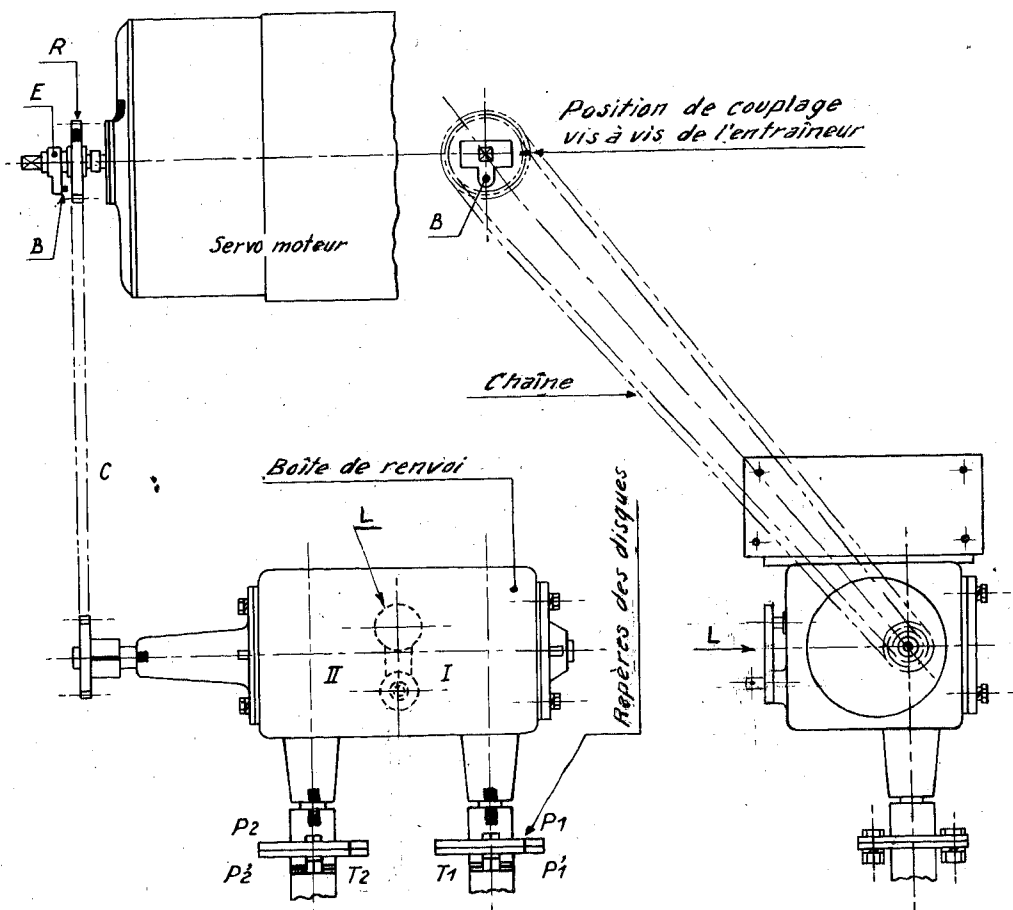


Fig. 67

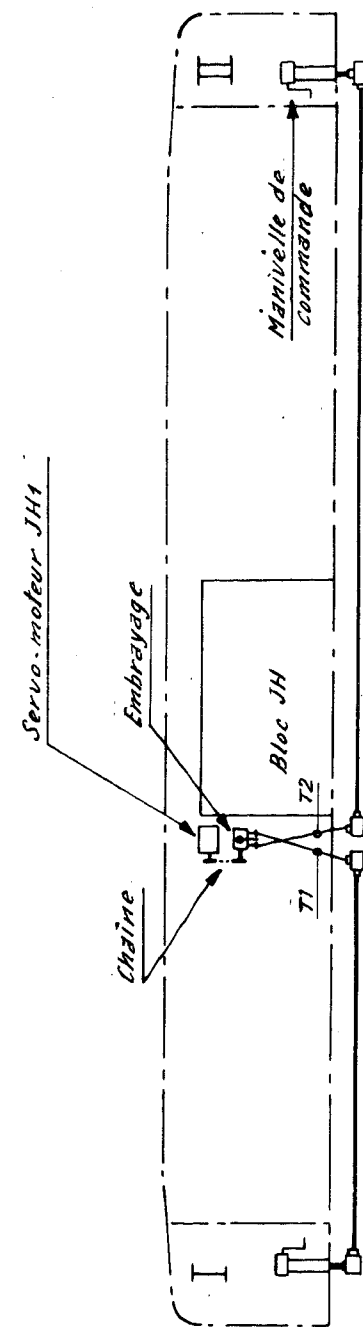


Fig. 68.

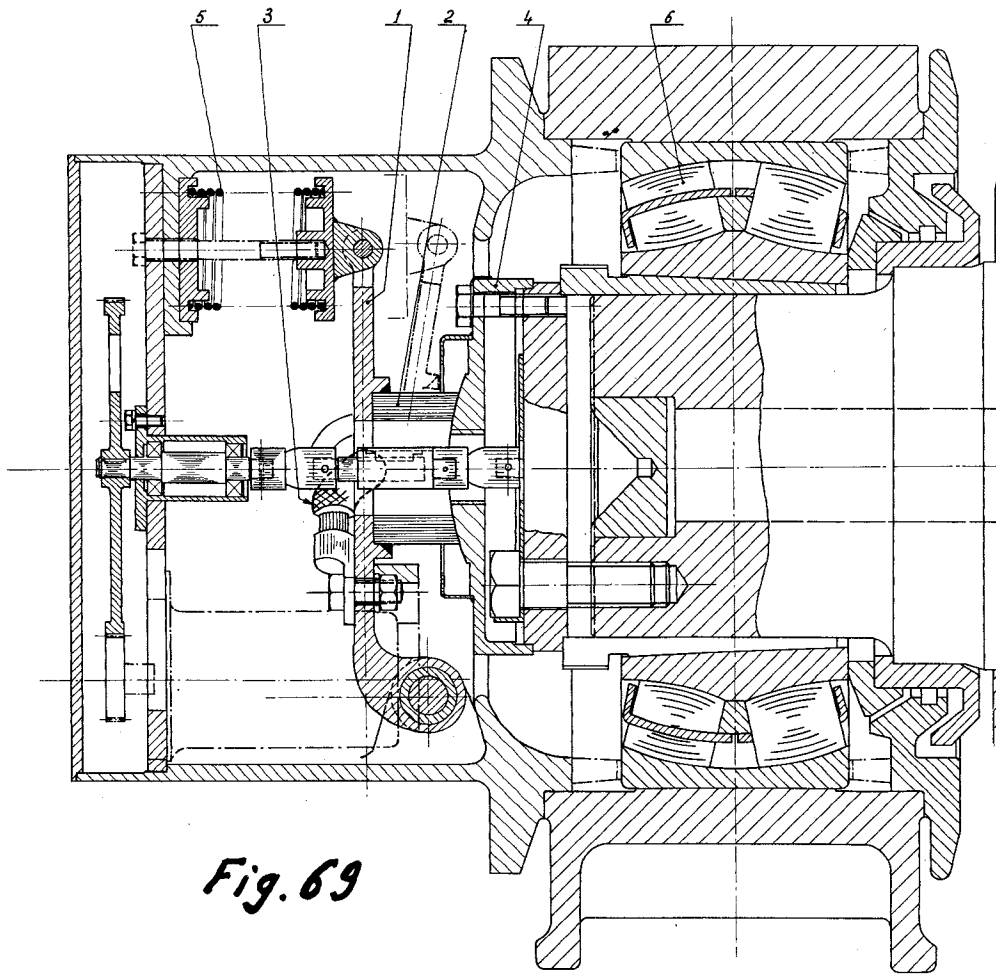
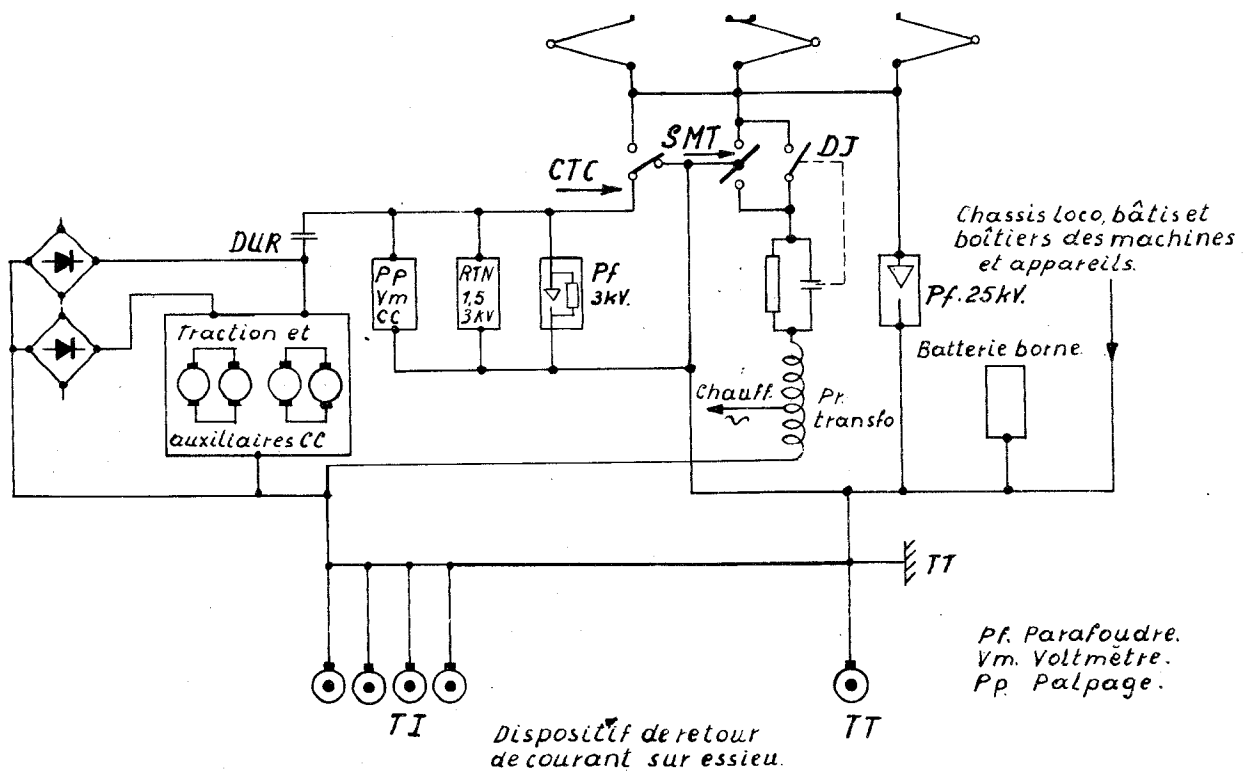


Fig. 69

160/A00.05.01

Câblage de retour de courant.



Manipulat. en posit. 0

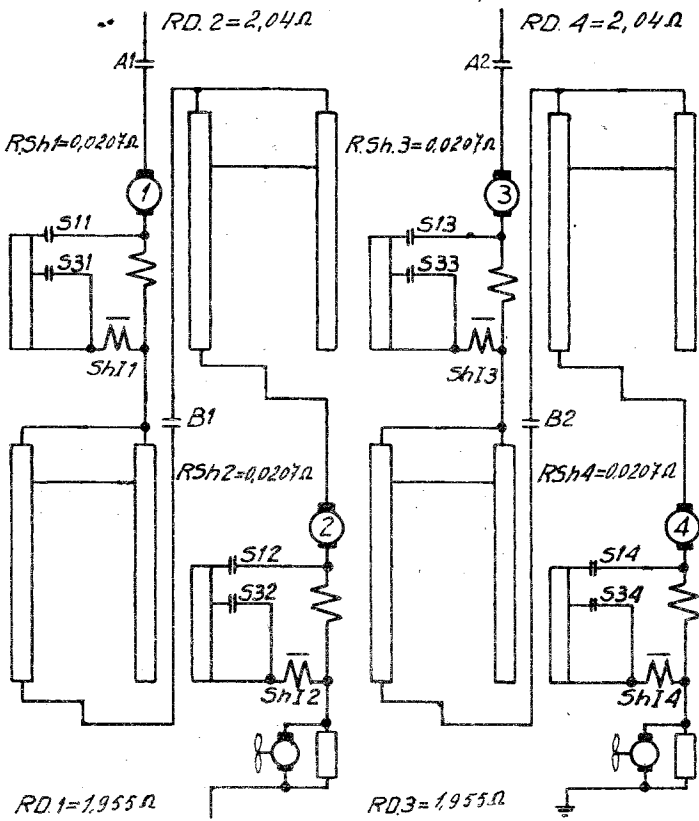
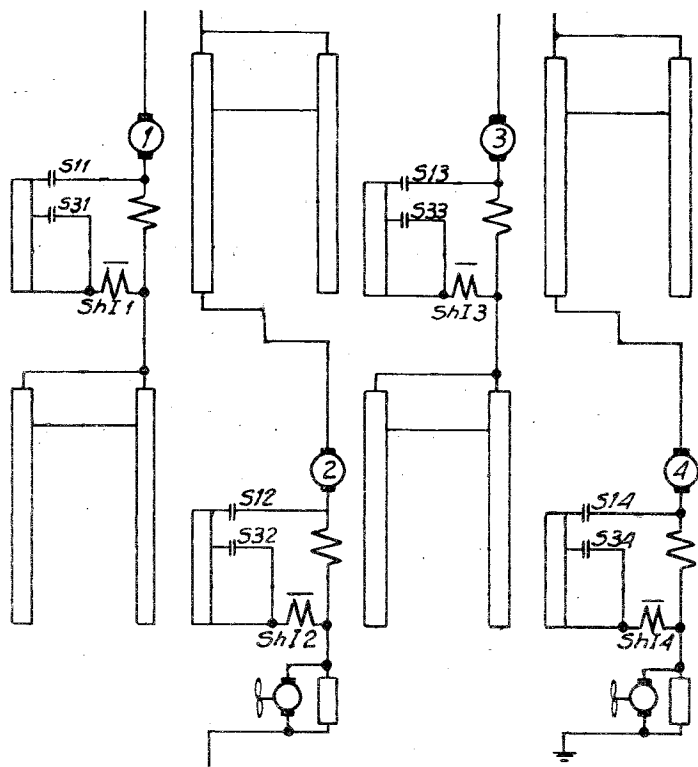
JH.1 en 0

JH.3 en -2

Manipulat. en 1^{ère} posit. M.

JH.1 en 1

JH.3 en -2



Manipulat. en 2^{ème} posit. M.

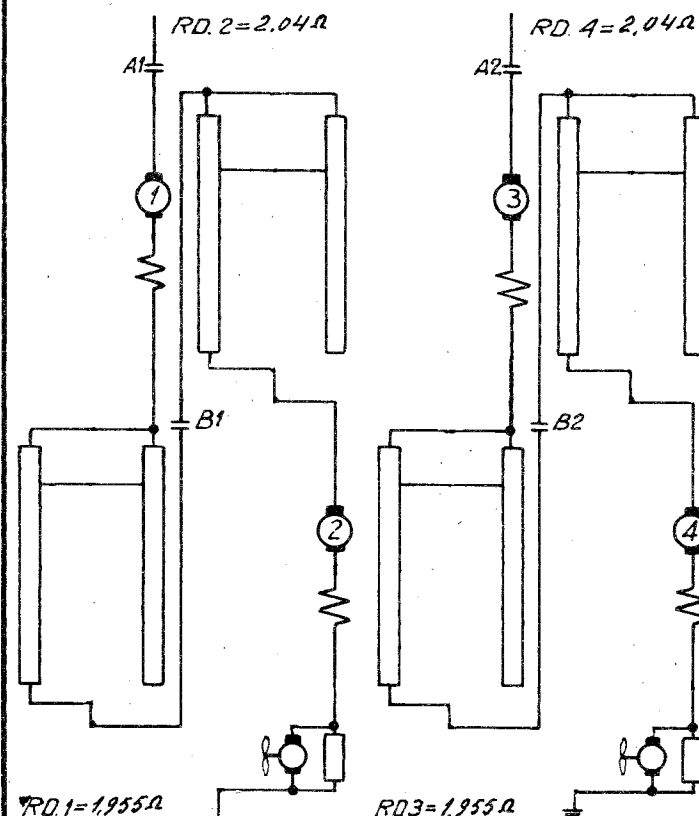
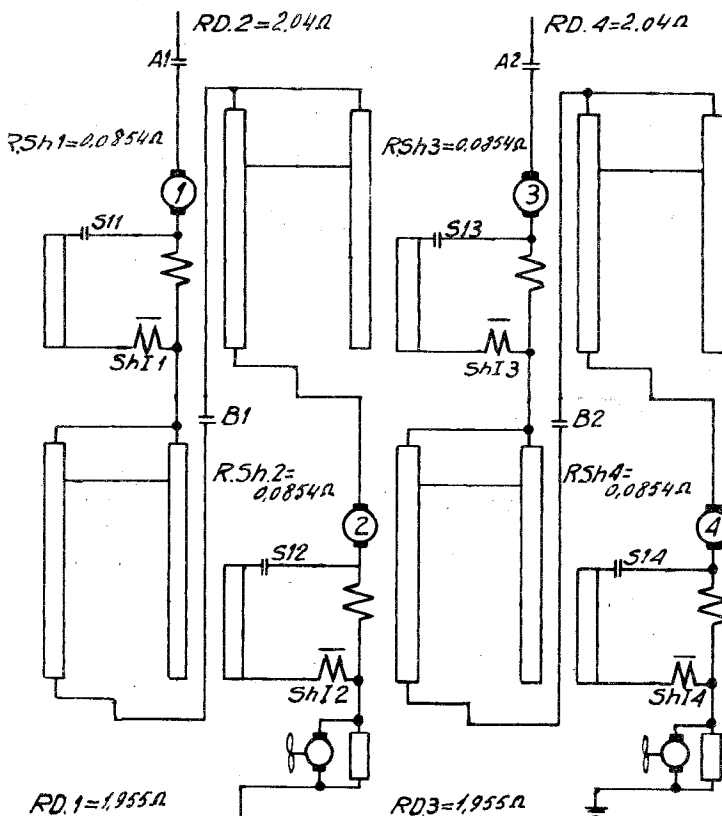
JH.1 en 1

JH.3 en -1

Manipulat. en 3^{ème} posit. M.

JH.1 en 1

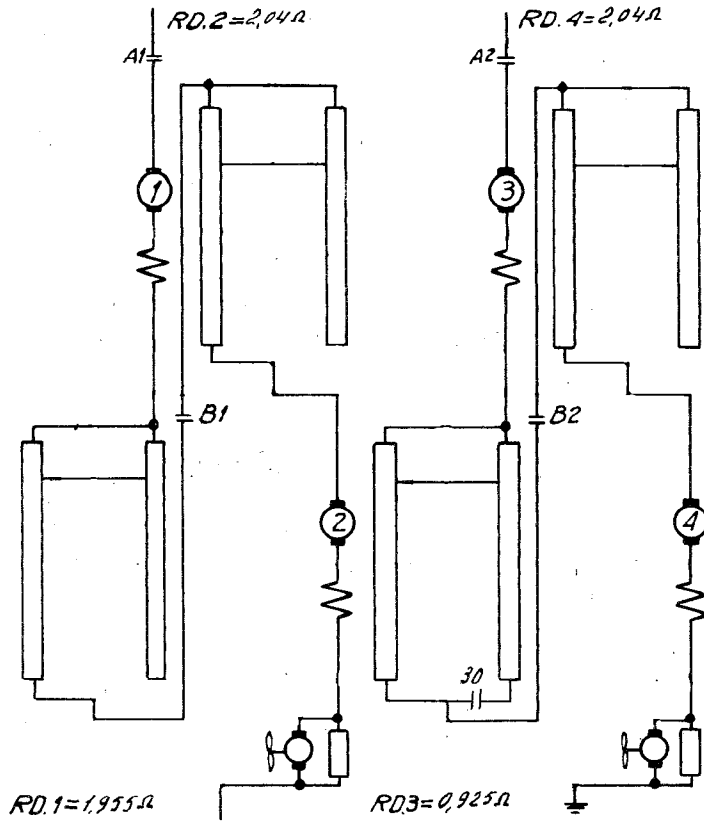
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 2

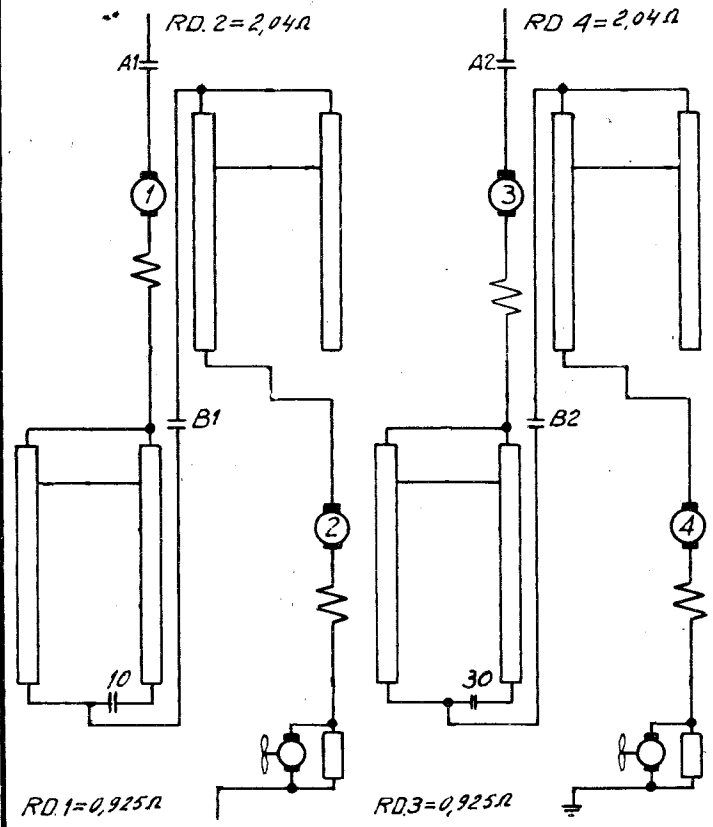
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 3

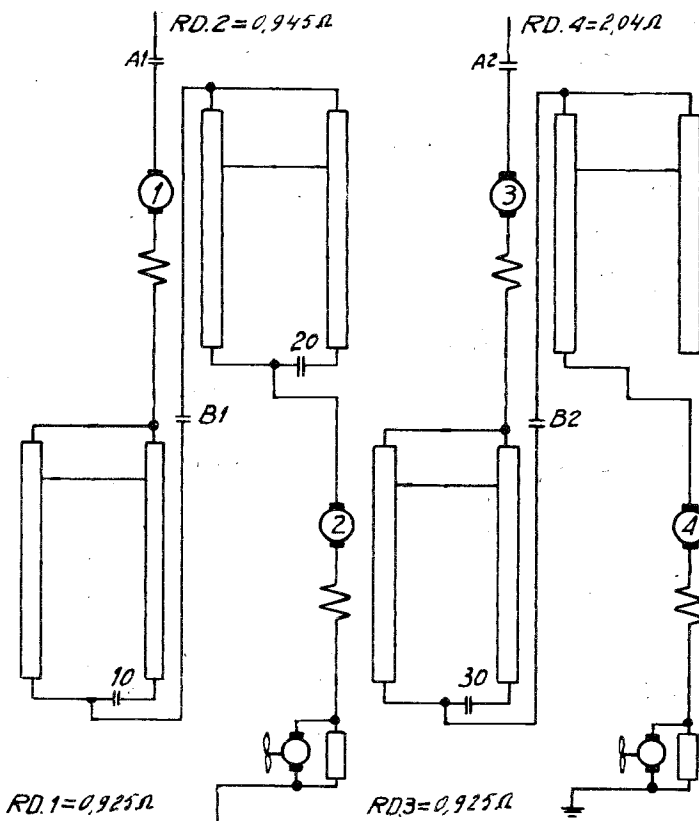
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 4

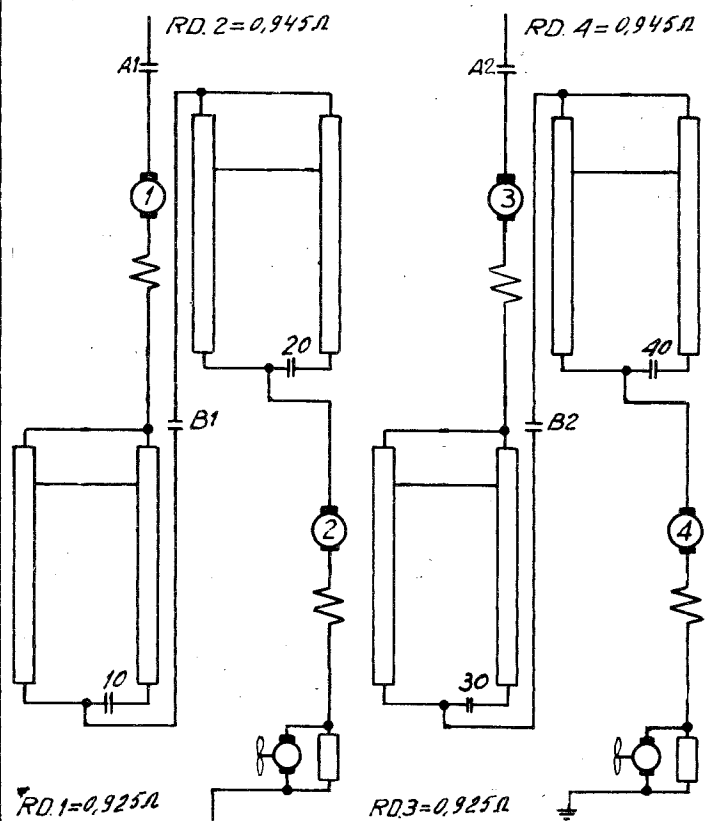
JH.3 en 0



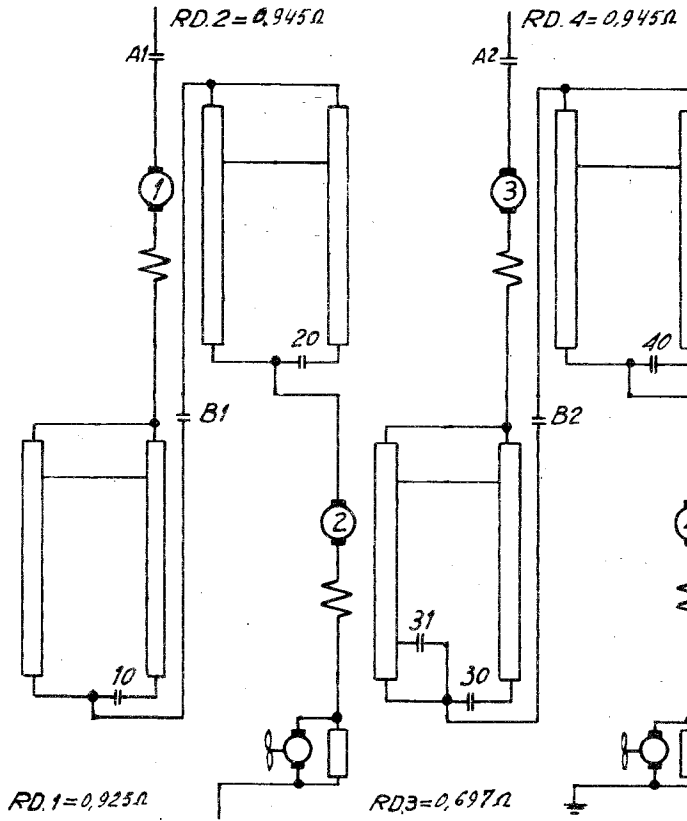
Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 5

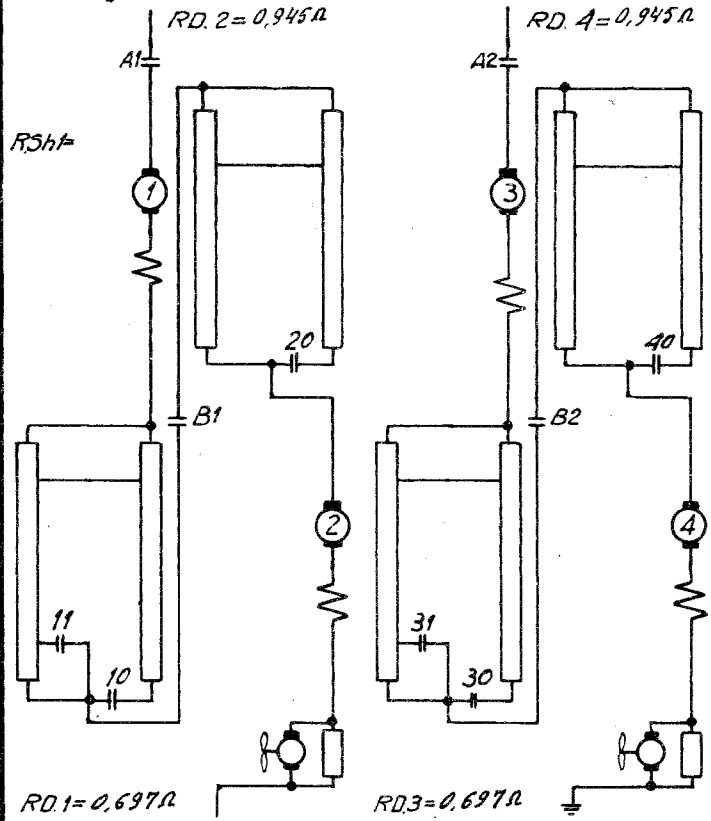
JH.3 en 0



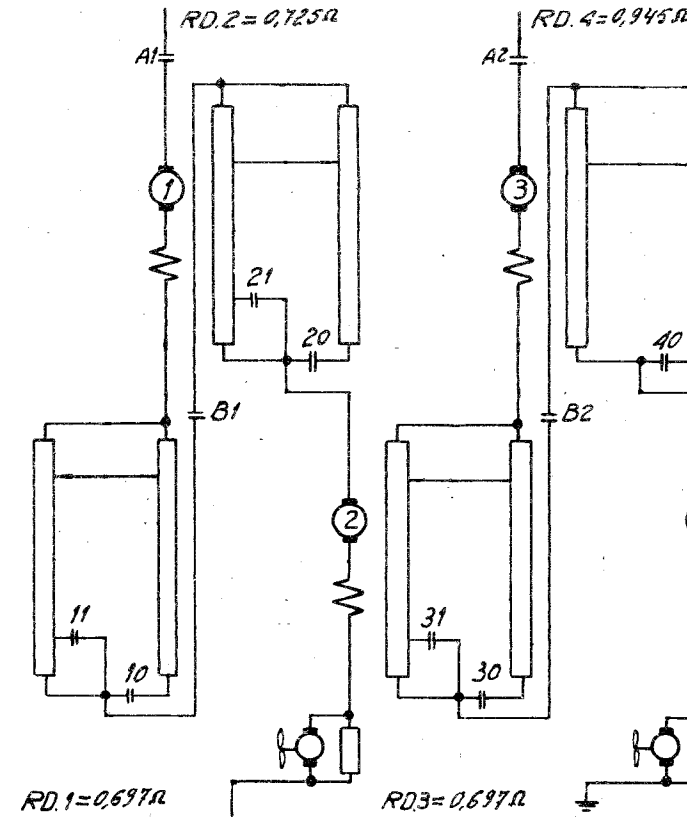
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 6 JH.3 en 0



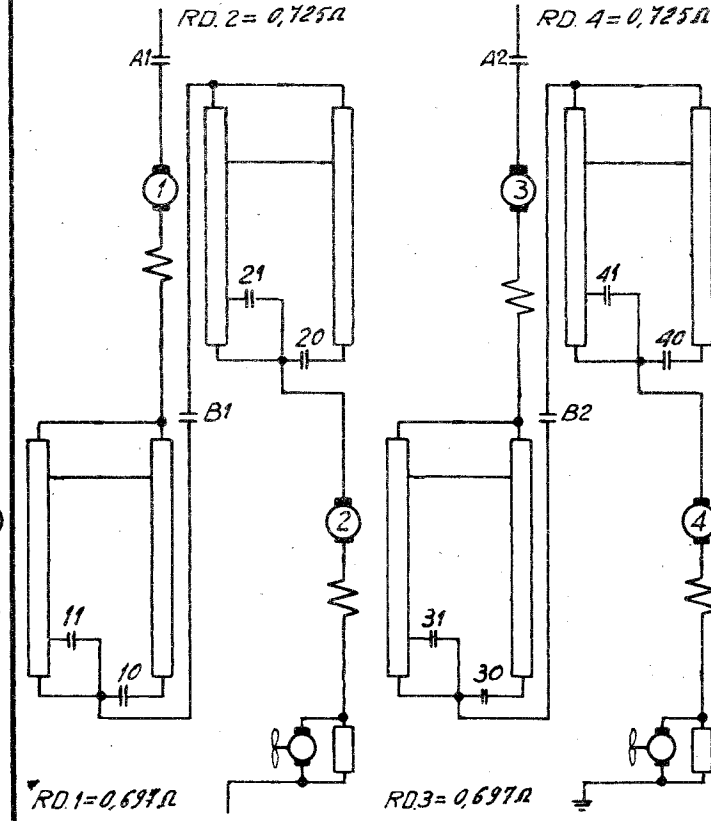
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 7 JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 8 JH.3 en 0



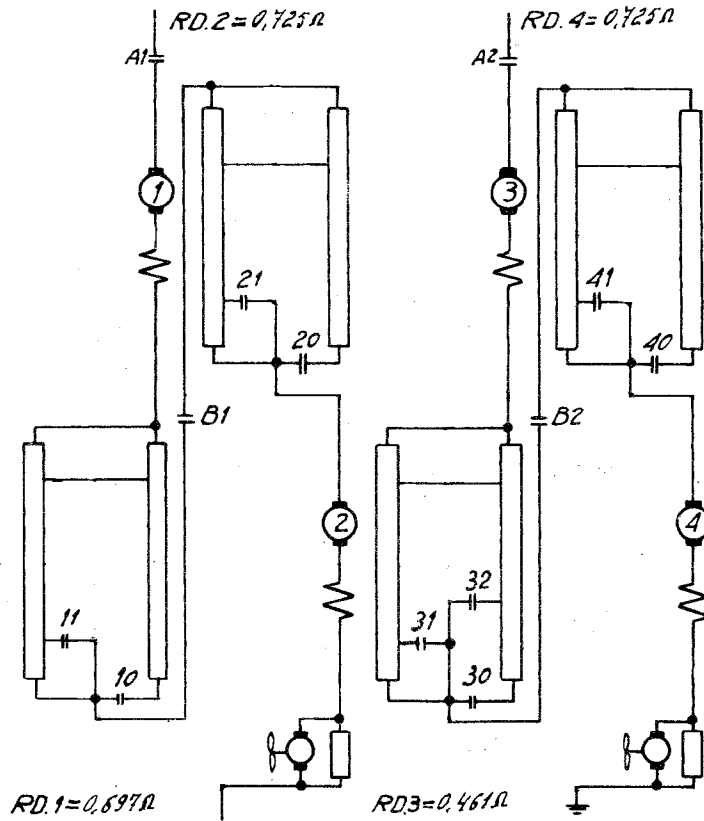
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 9 JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 10

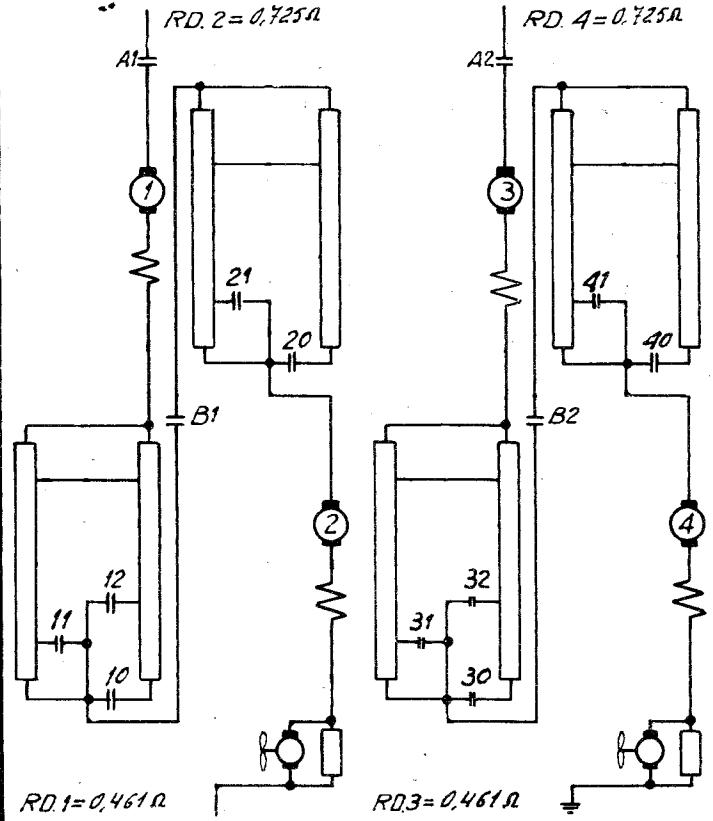
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 11

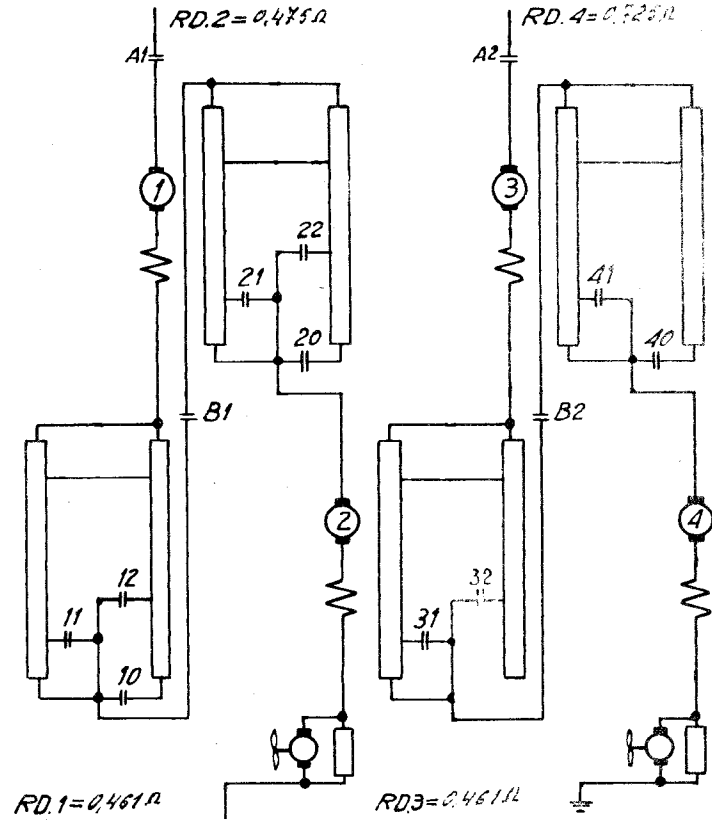
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 12

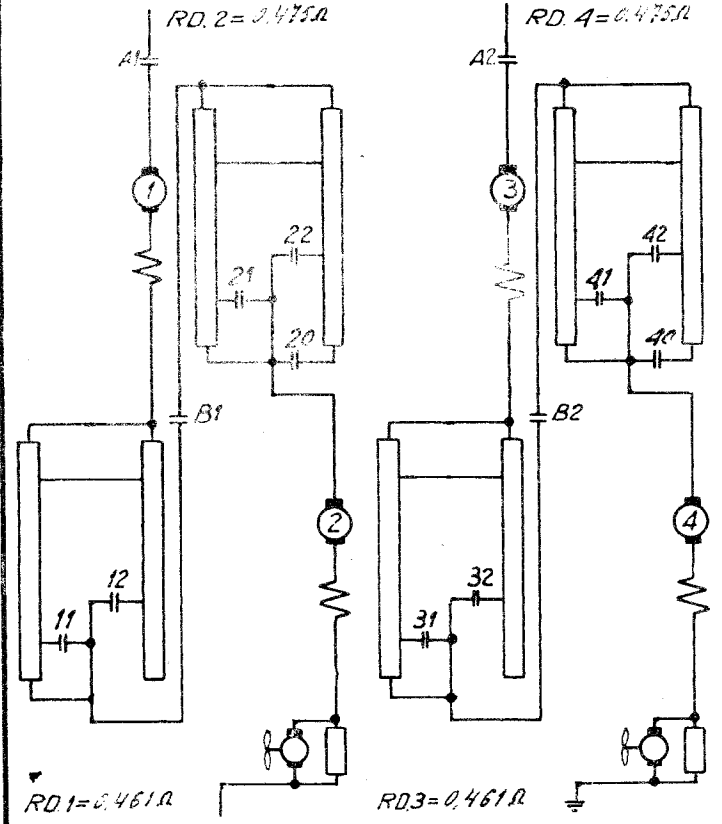
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 13

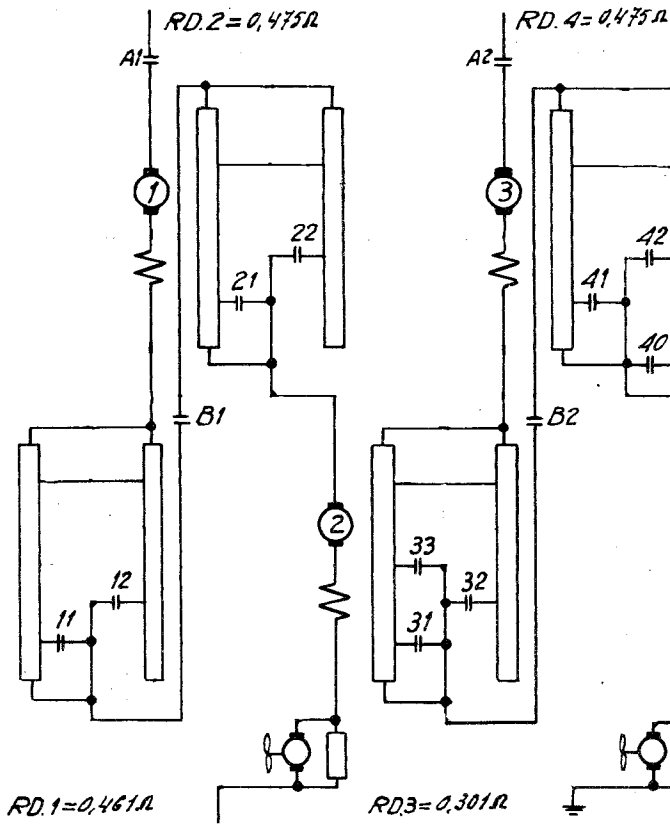
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 14

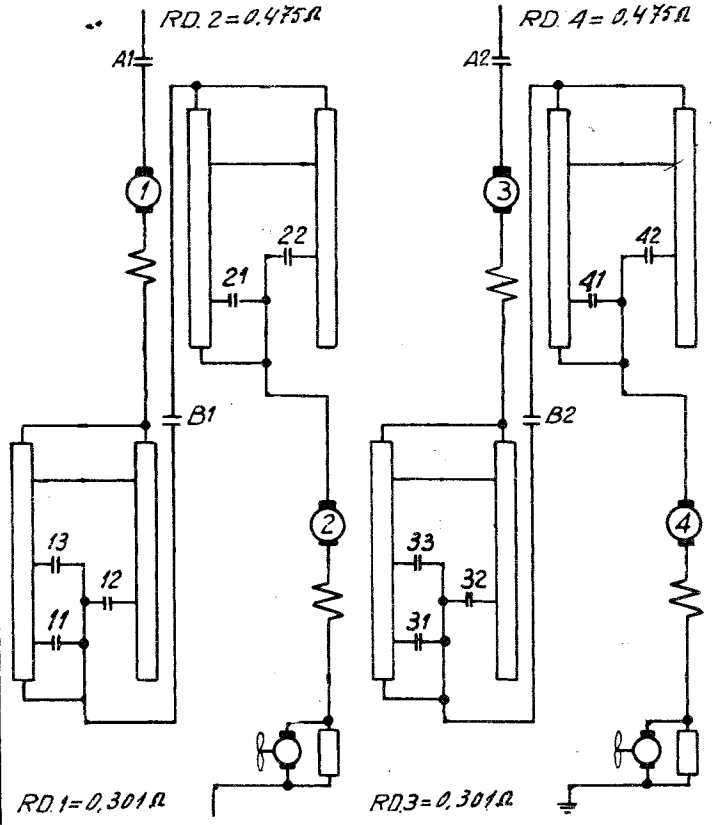
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 15

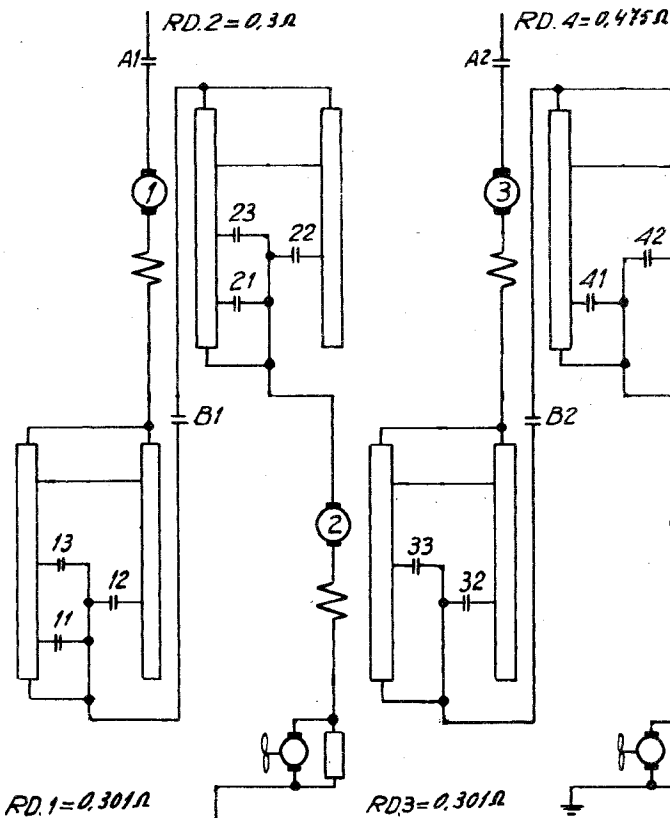
JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Série - Plein champ

JH.1 en 16

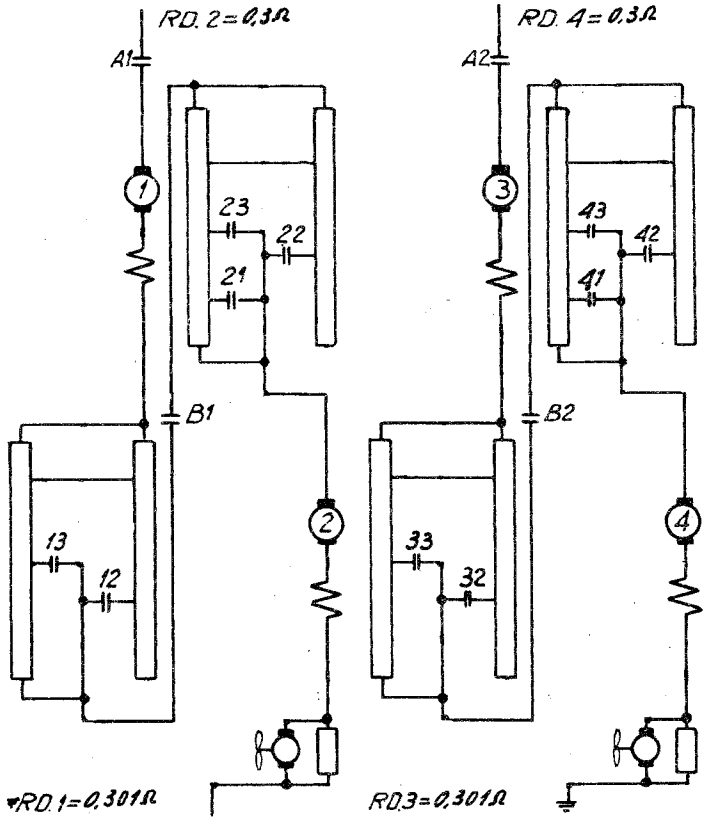
JH.3 en 0



Manipulat. en position Série - Plein champ

JH.1 en 17

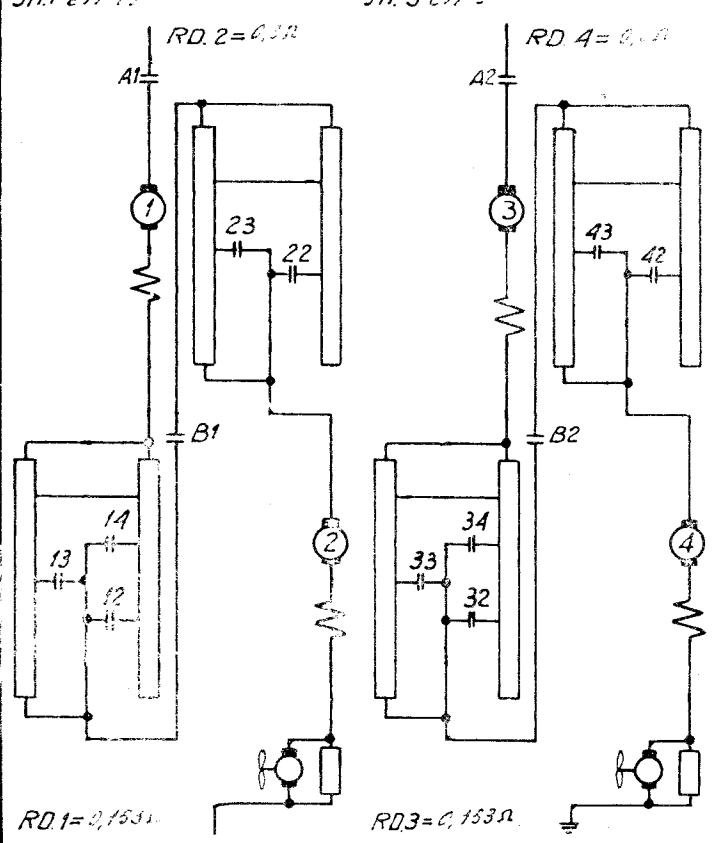
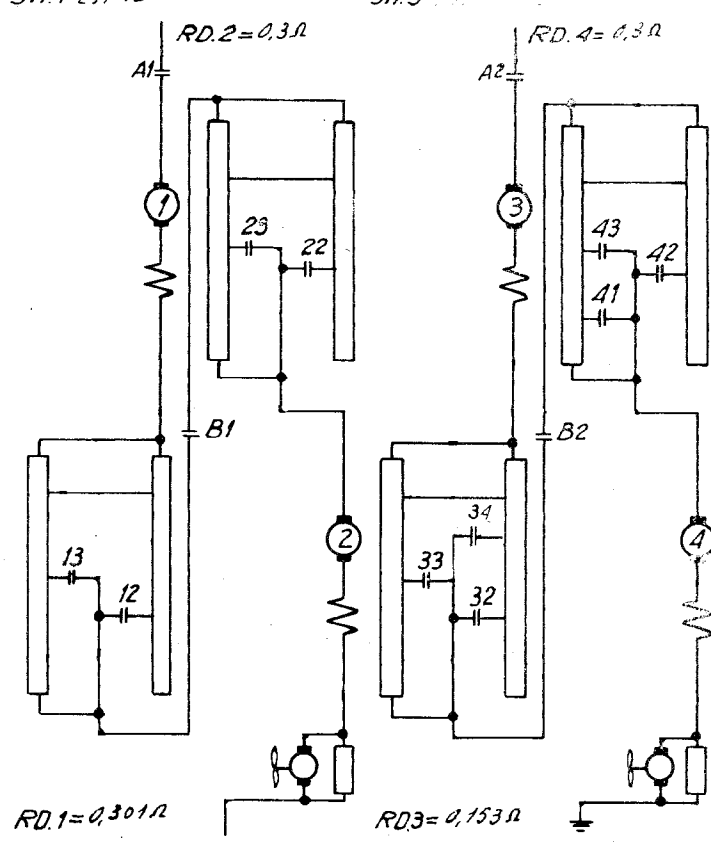
JH.3 en 0



160/B.00.01.011

Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 13 JH.3 en 1

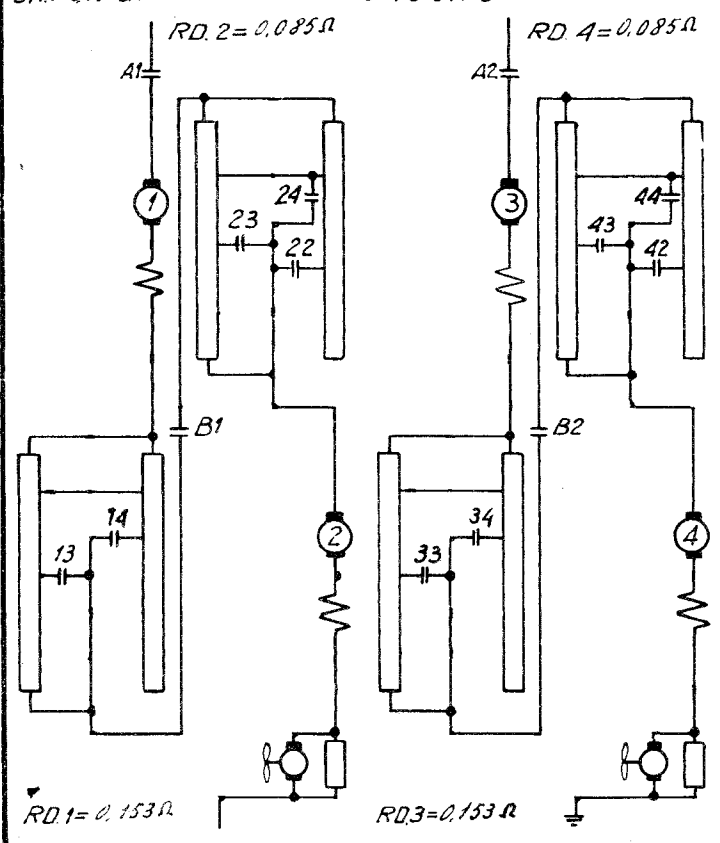
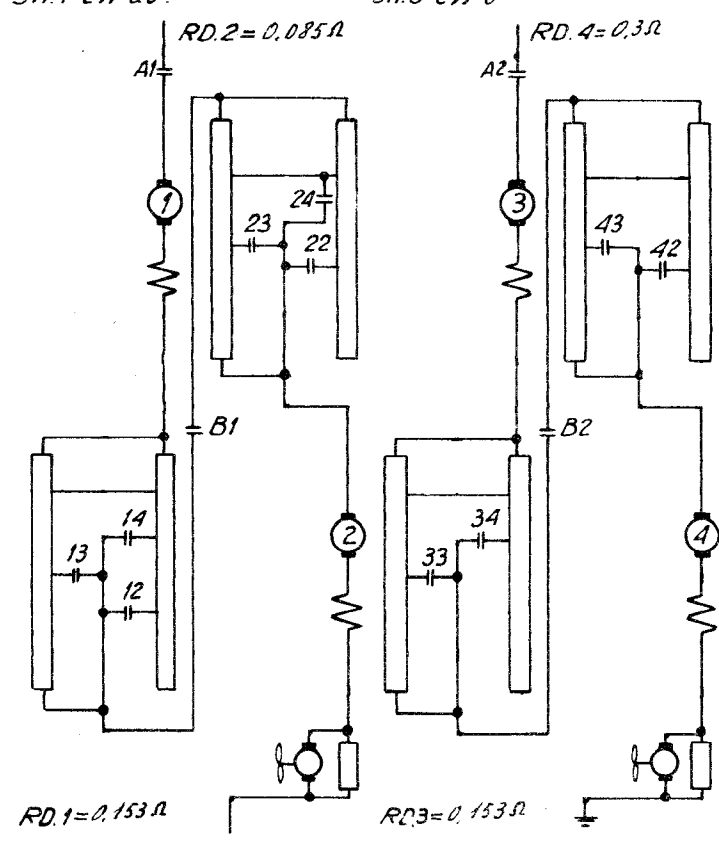
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 13 JH.3 en 1



160/B.00.01.012

Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 20 JH.3 en 0

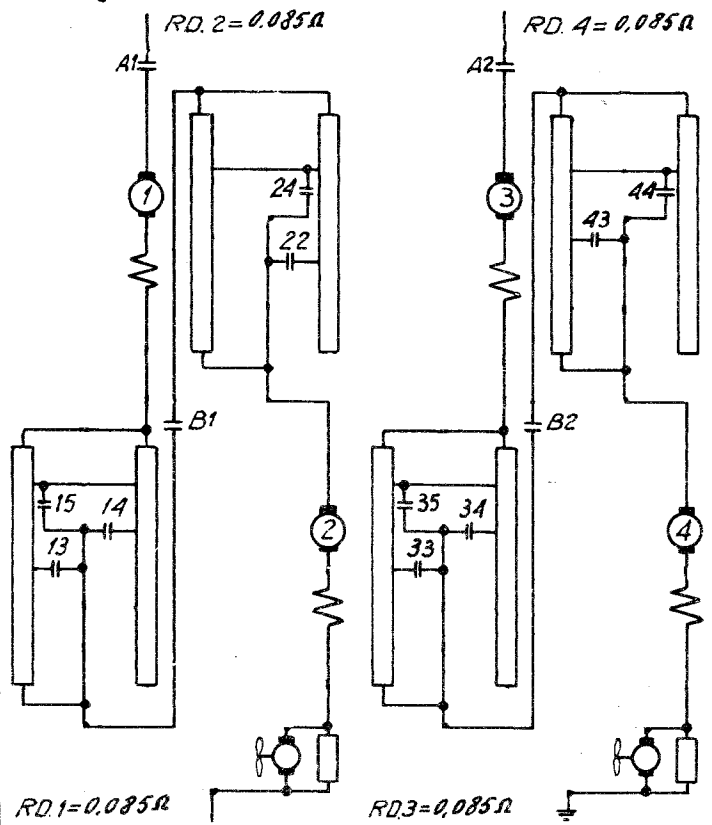
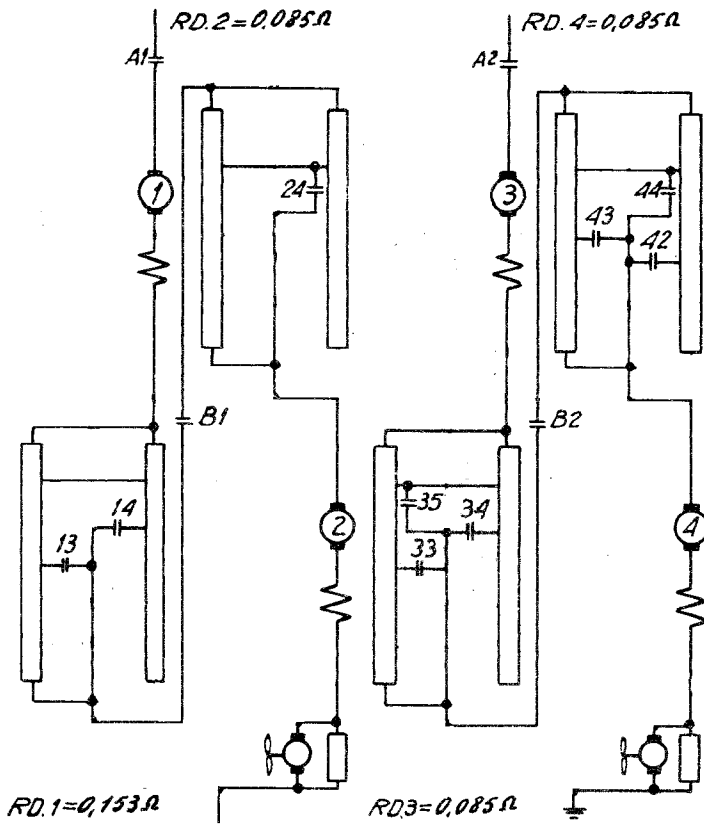
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 21 JH.3 en 0



160/B.00.01.013

Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 22 JH.3 en 0

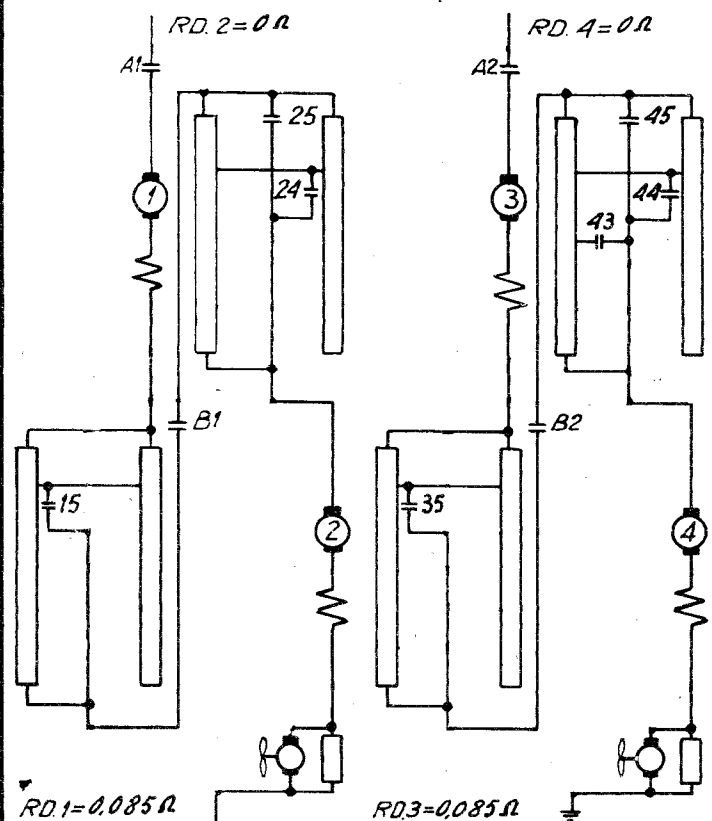
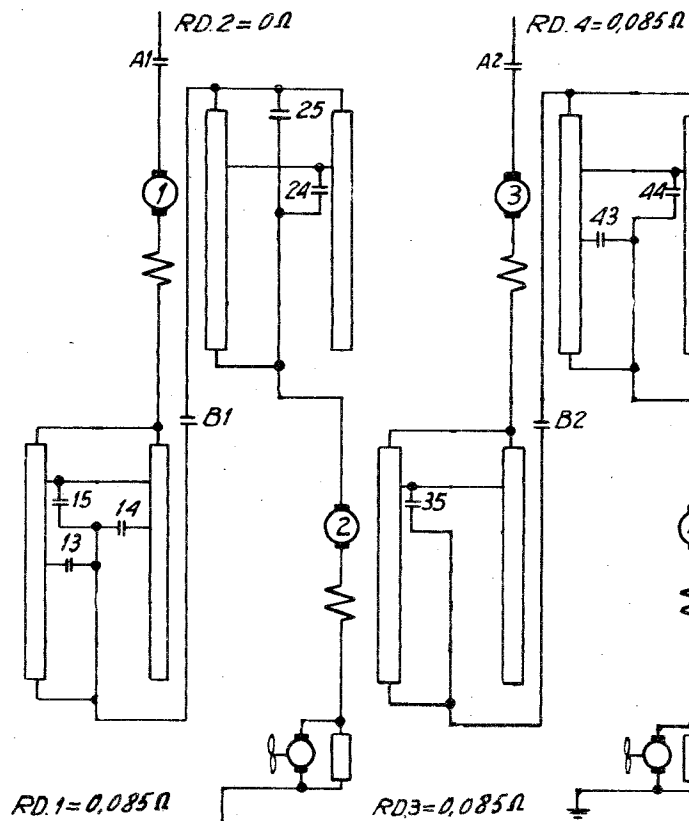
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 23 JH.3 en 0



160/B.00.01.014

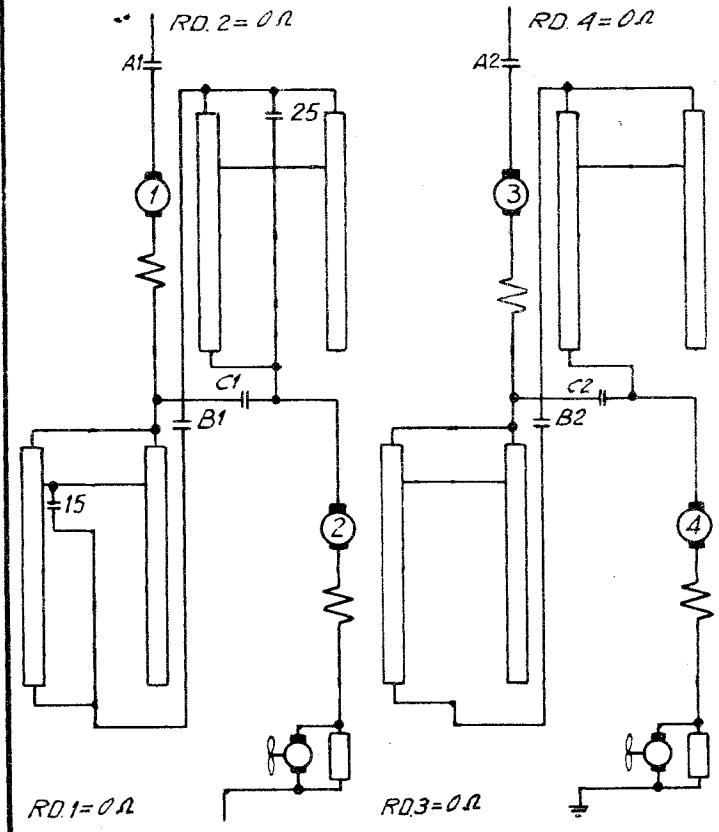
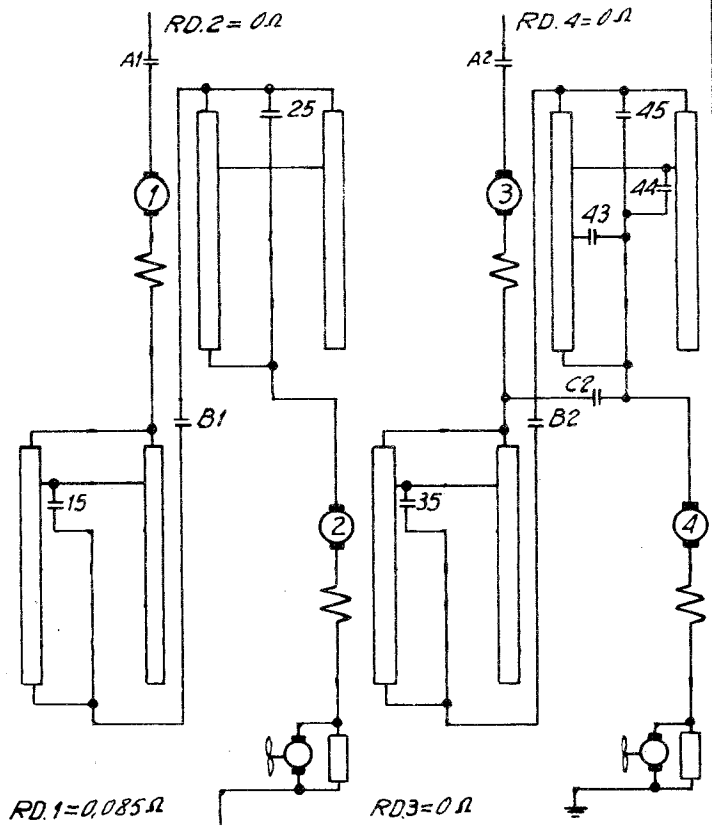
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 24 JH.3 en 0

Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 25 JH.3 en 0



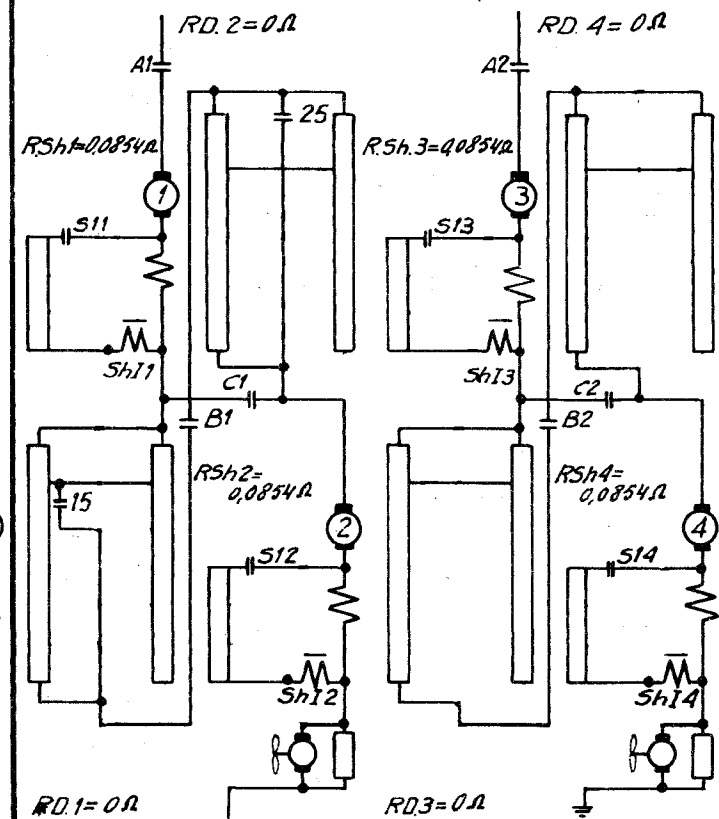
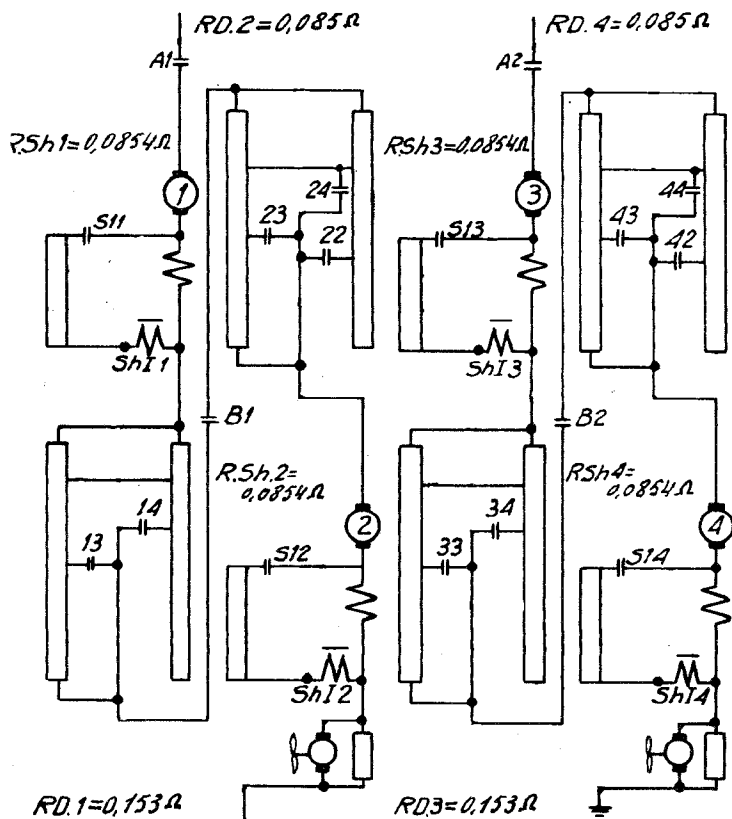
Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 26 JH.3 en 0

Manipulat. en posit. Série - Plein champ
 JH.1 en 27 JH.3 en 0



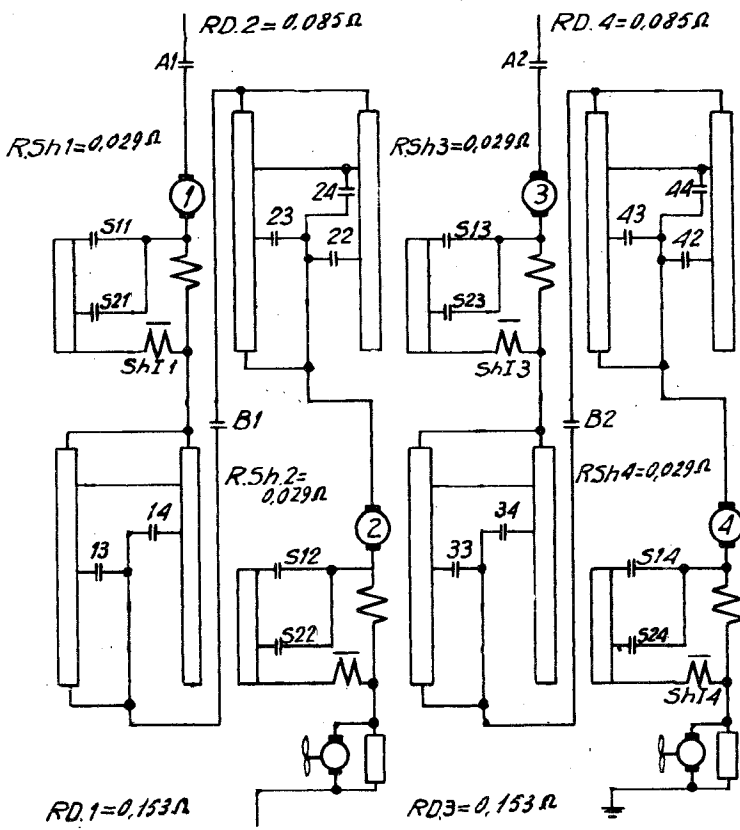
Manipulat. en posit. Série - Shuntage 28%
 JH.1 en 21 JH.3 en 2

Manipulat. en posit. Série - Shuntage 28%
 JH.1 en 27 JH.3 en 2

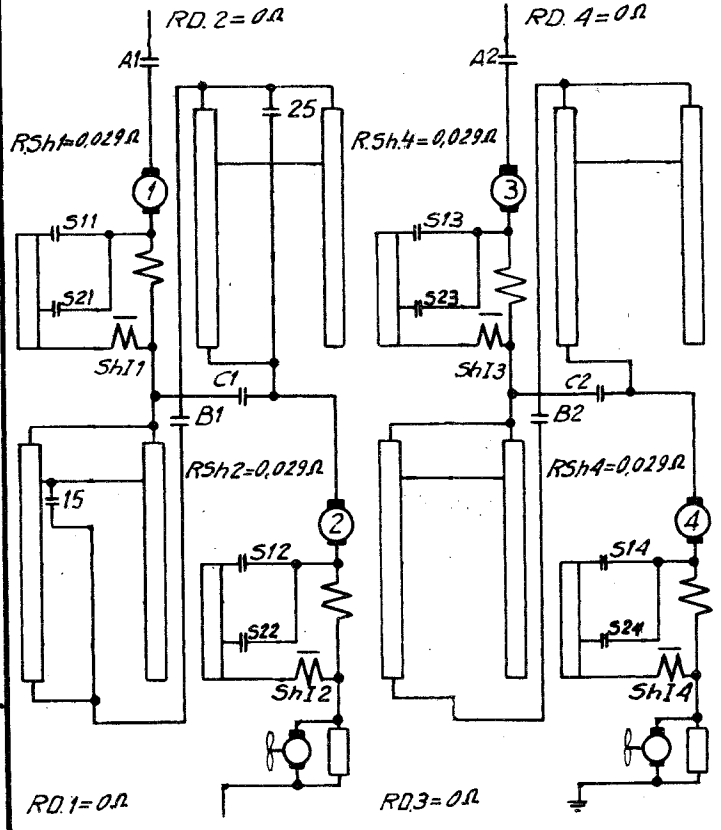


160/B00.01.017

Manipulat. en posit. Série - Shuntage 47%
 JH.1 en 21 JH.3 en 4

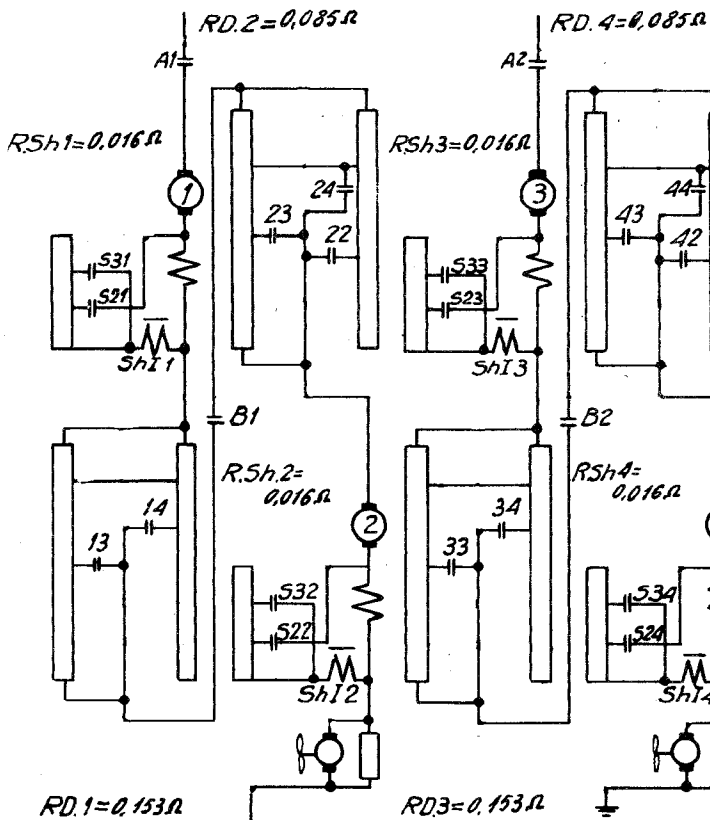


Manipulat. en posit. Série - Shuntage 47%
 JH.1 en 27 JH.3 en 4

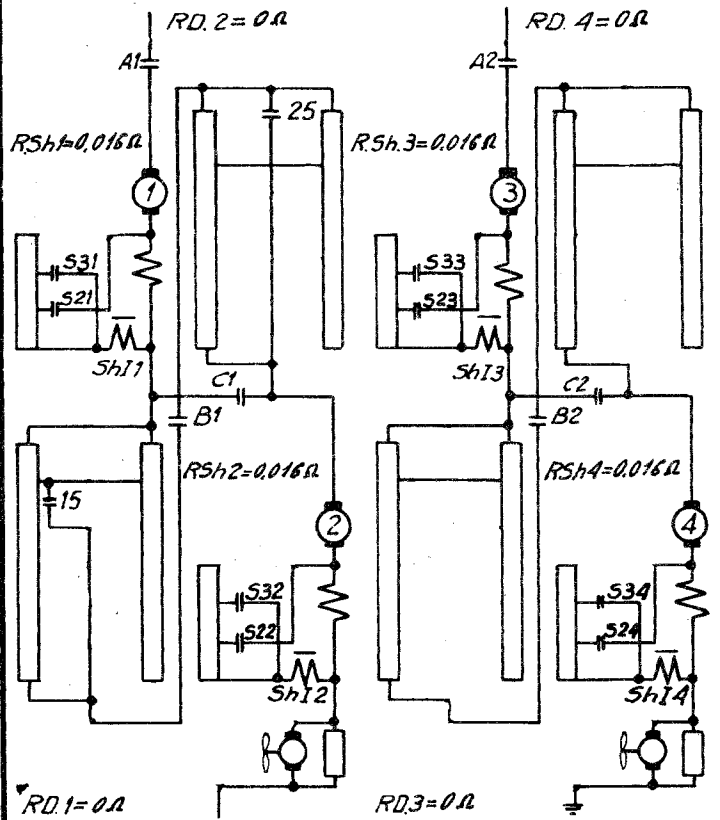


160/B.00.01.018

Manipulat. en posit. Série - Shuntage 56%
 JH.1 en 21 JH.3 en 6



Manipulat. en posit. Série - Shuntage 56%
 JH.1 en 27 JH.3 en 6



Transition Série-Parallèle

160/B.00.01.021

Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ

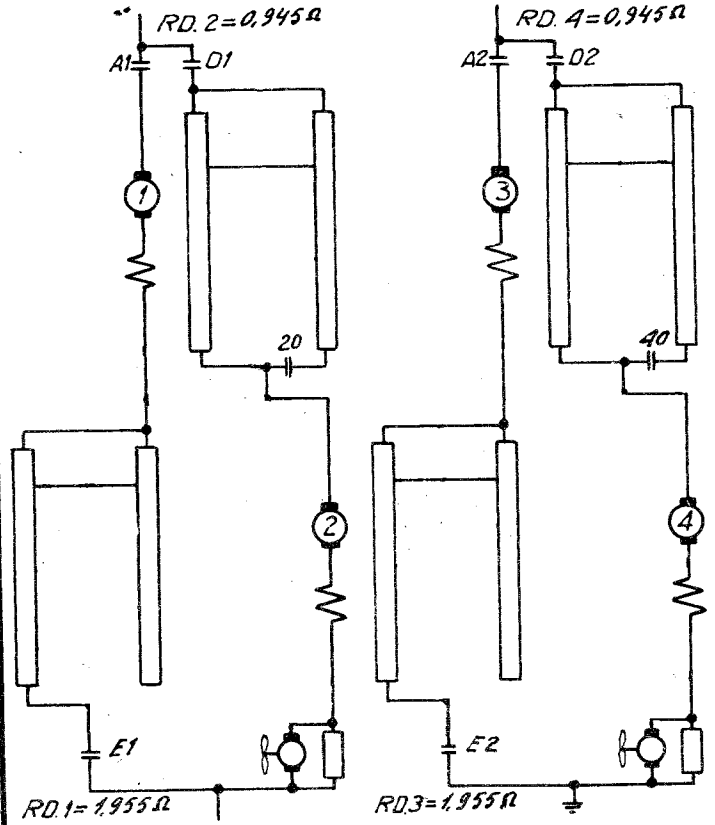
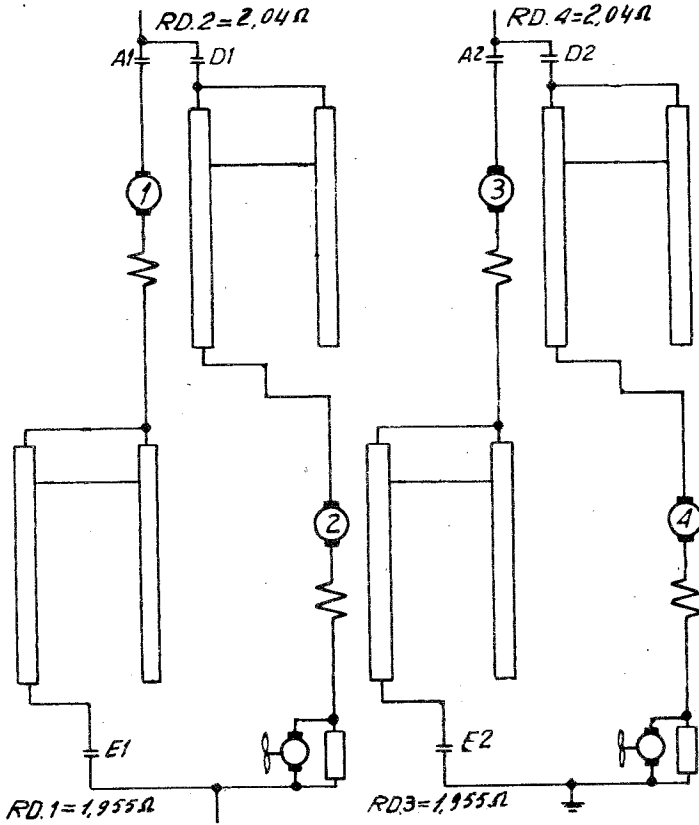
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ

JH.1 en 30

JH.3 en 0

JH.1 en 31

JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ

Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ

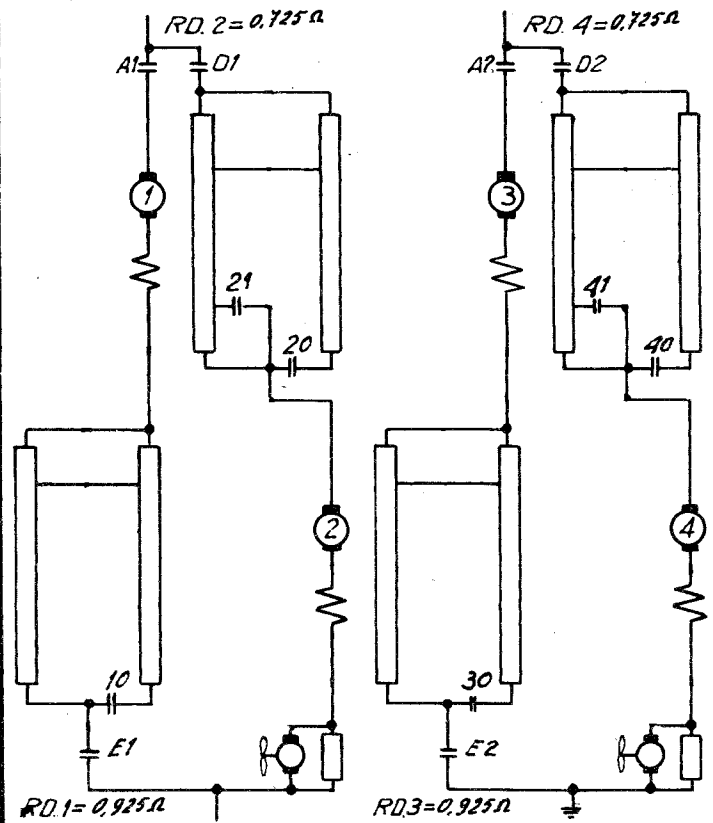
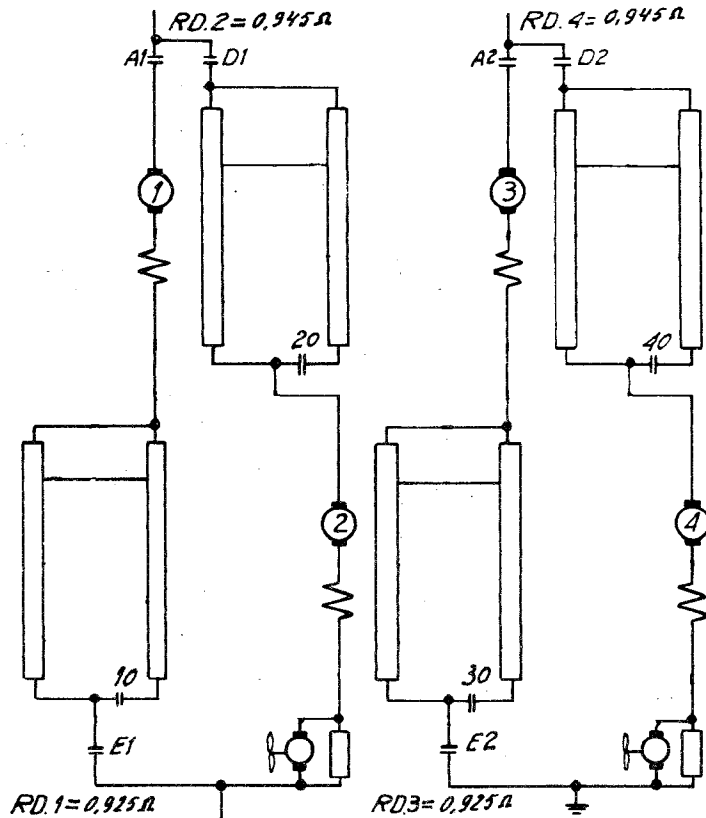
JH.1 en 32

JH.3 en 0

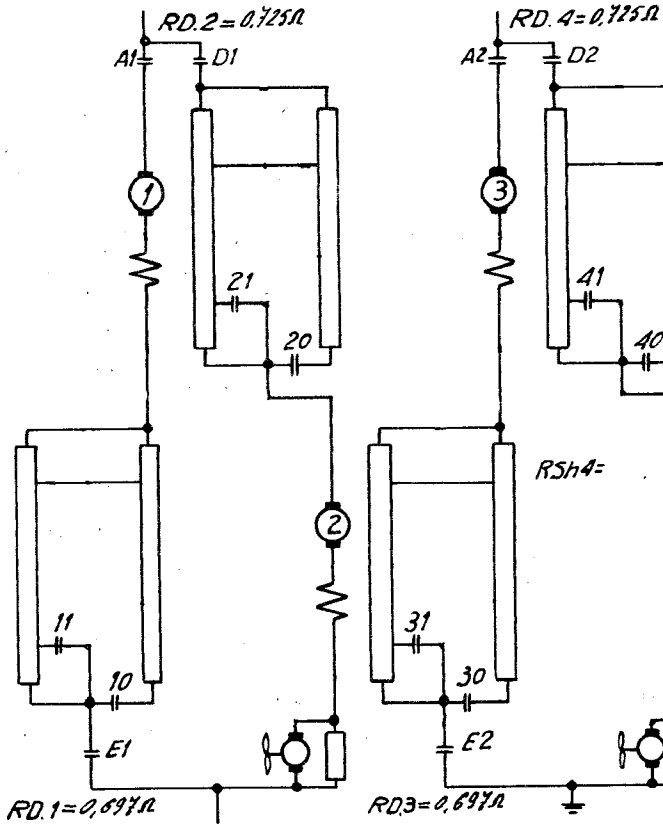
JH.1 en 33

JH.3 en 0

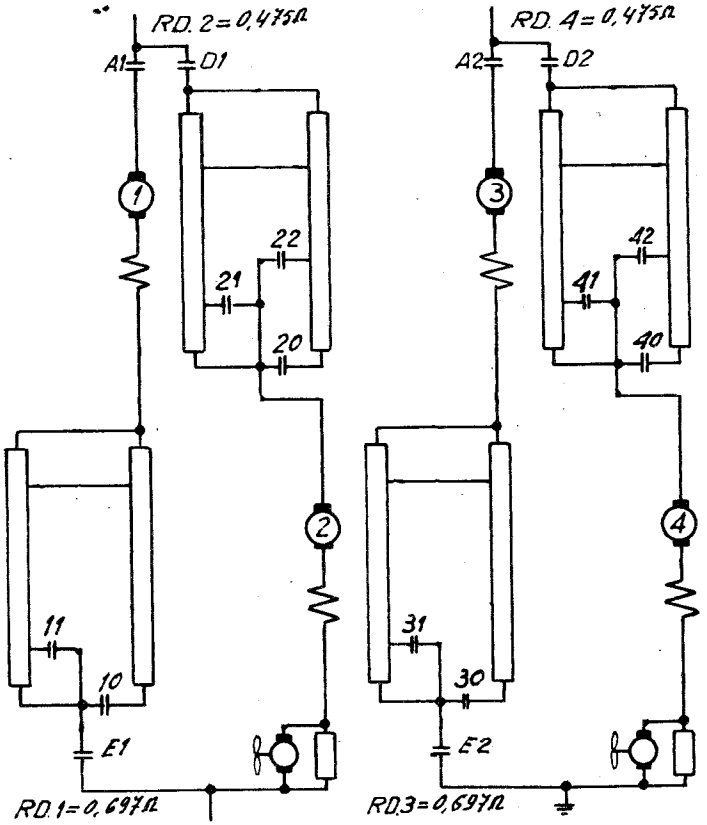
160/B.00.01.022



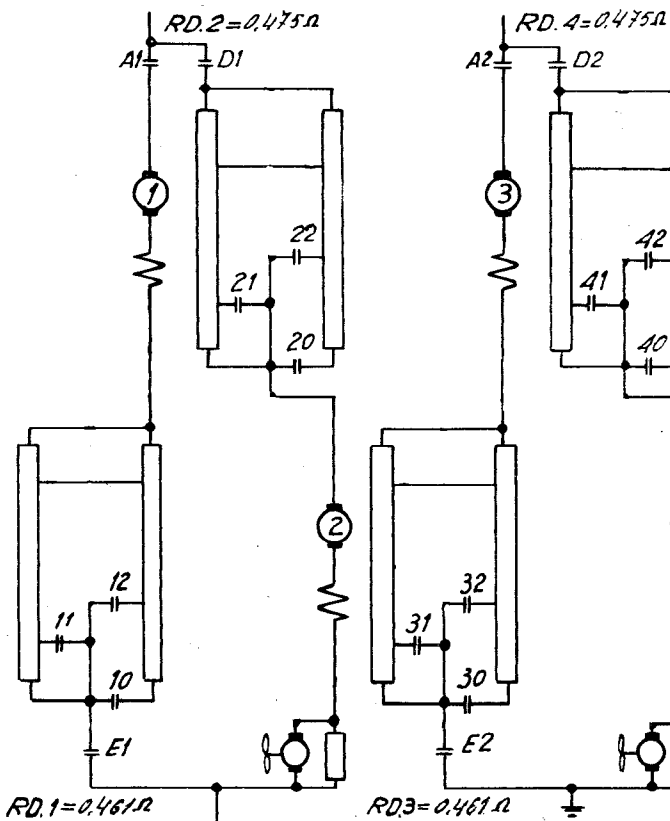
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 34 JH.3 en 0



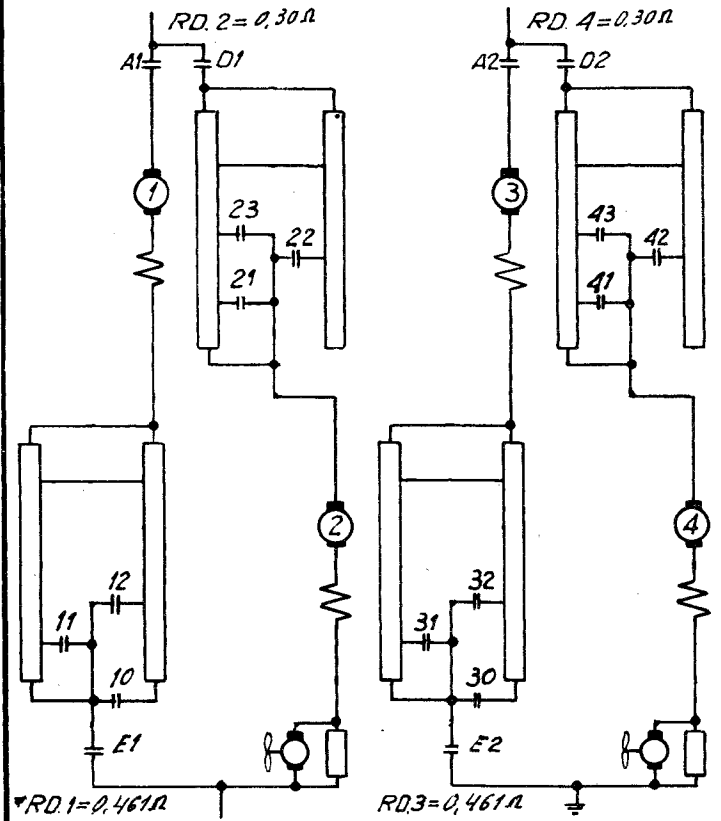
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 35 JH.3 en 0



Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 36 JH.3 en 0

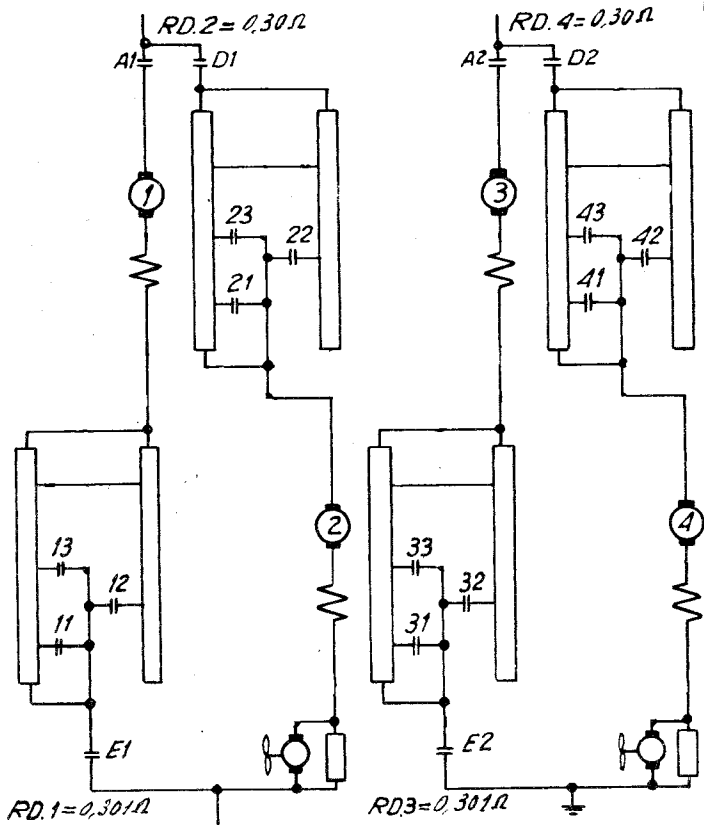


Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 37 JH.3 en 0

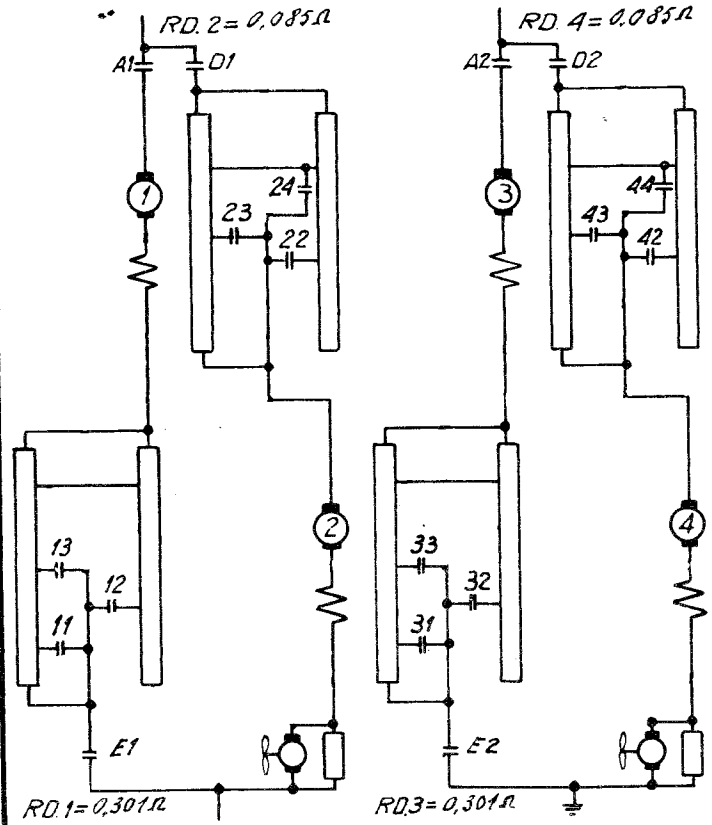


160/B.00.01.025

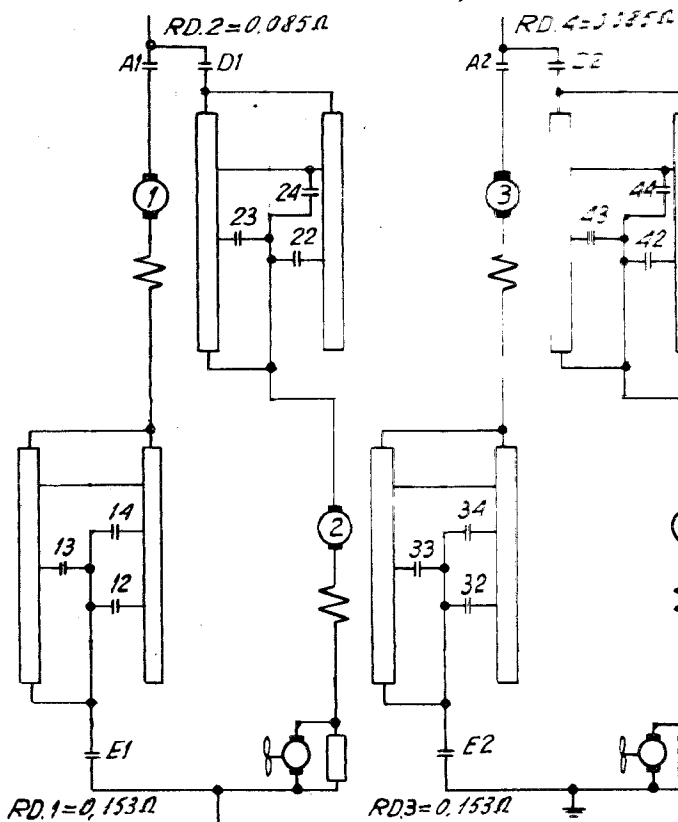
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 38 JH.3 en 0



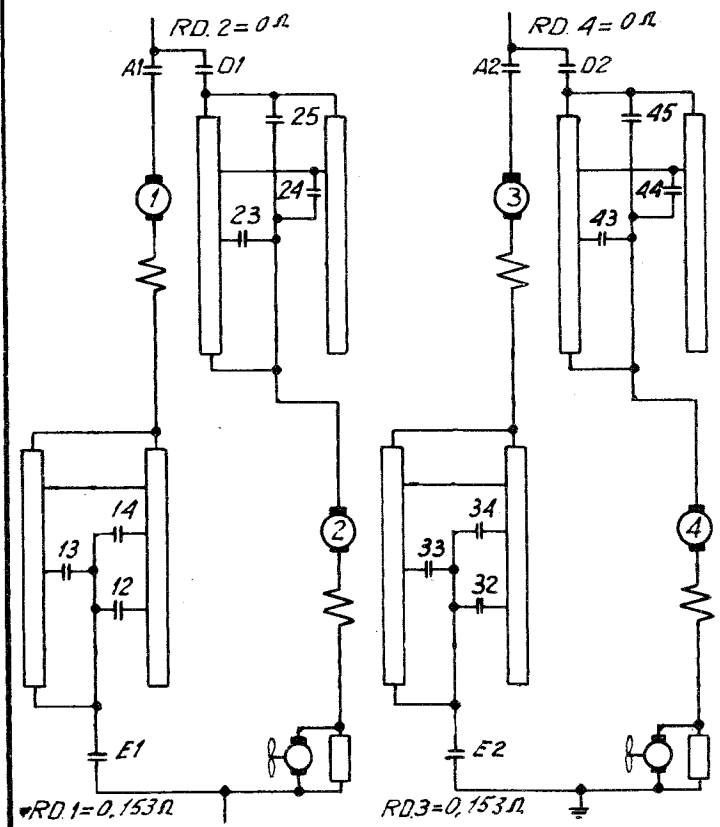
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 39 JH.3 en 0



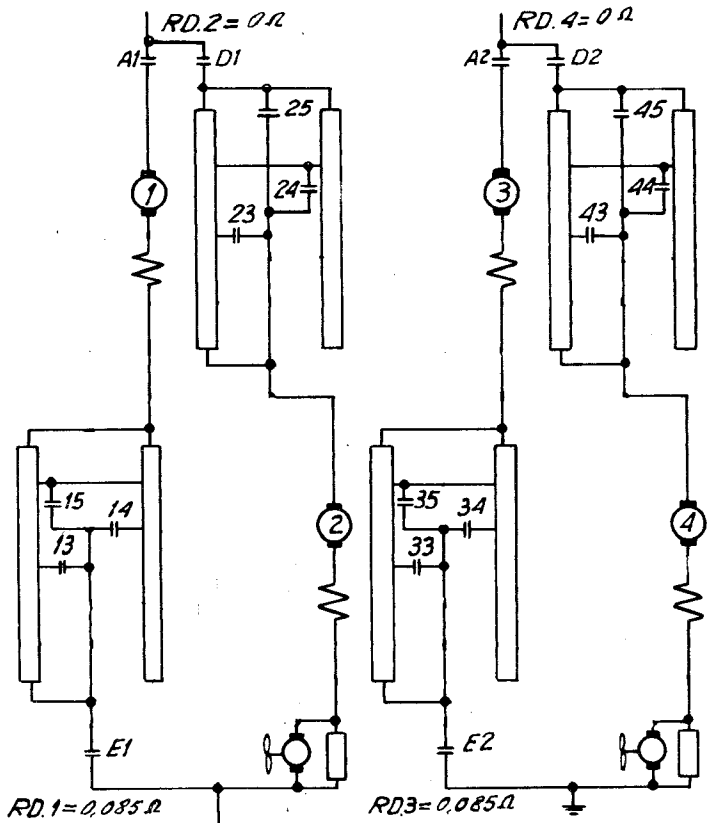
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 40 JH.3 en 0



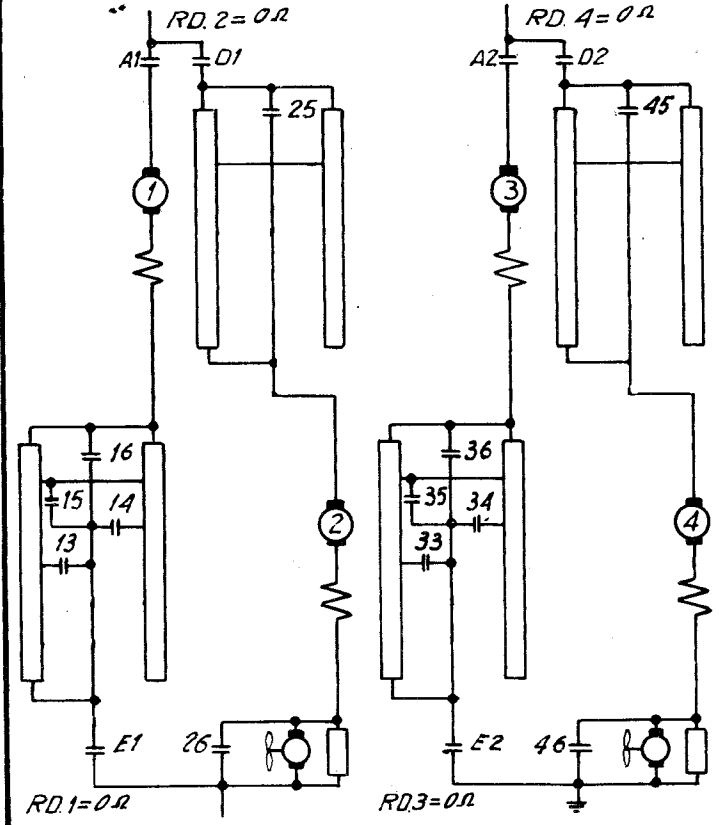
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 41 JH.3 en 0



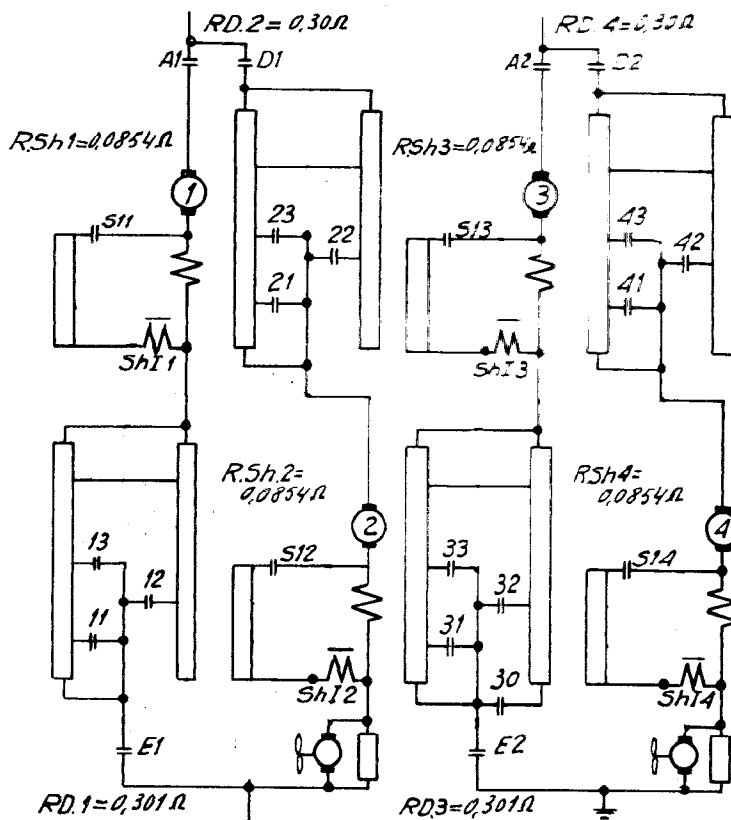
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 42 JH.3 en 0



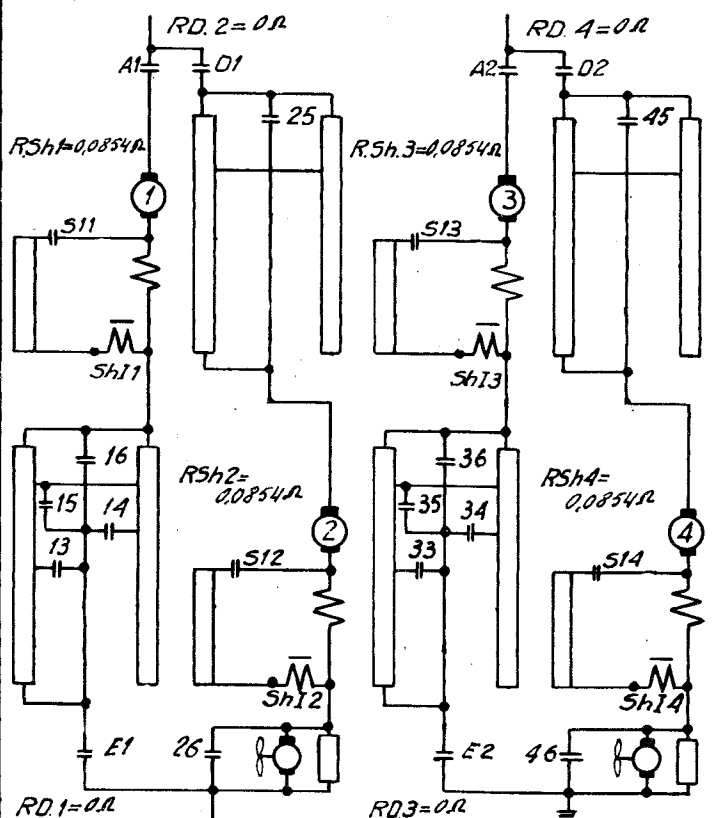
Manipulat. en posit. Parallèle - Plein champ
 JH.1 en 43 JH.3 en 0



Manipulat. en posit. - Parallèle - Shuntage 23%
 JH.1 en 38 JH.3 en 2



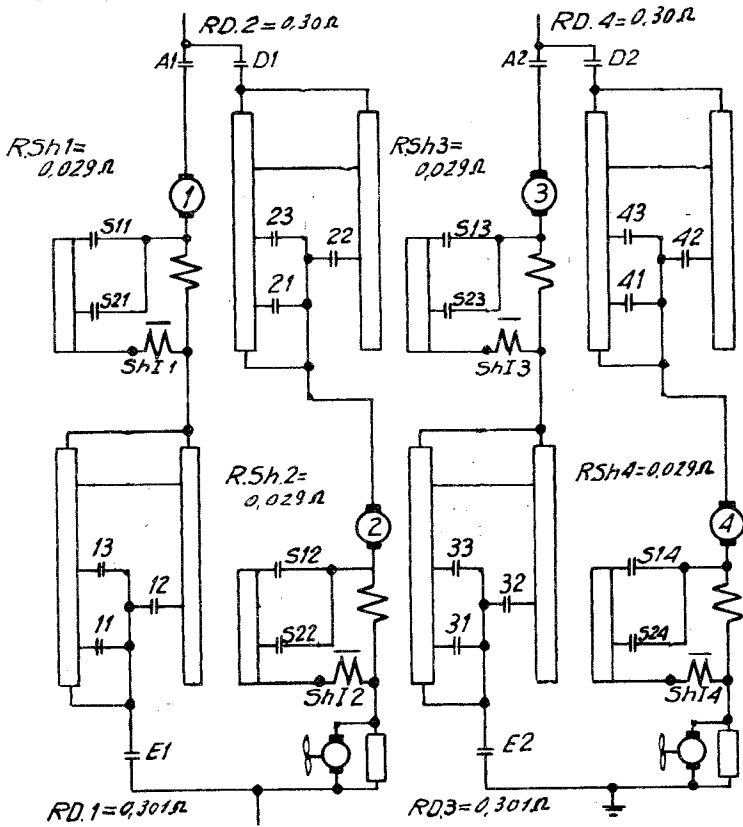
Manipulat. en posit. - Parallèle - Shuntage 28%
 JH.1 en 43 JH.3 en 2



Manipulat. en posit. Parallèle - Shuntage 47%

JH.1 en 38

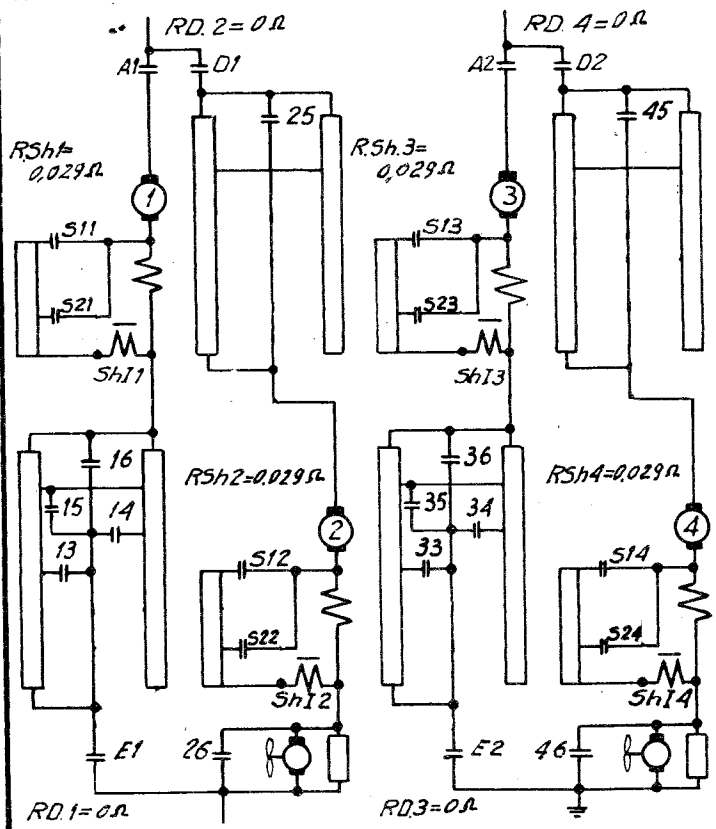
JH.3 en 4



Manipulat. en posit. Parallèle - Shuntage 47%

JH.1 en 43

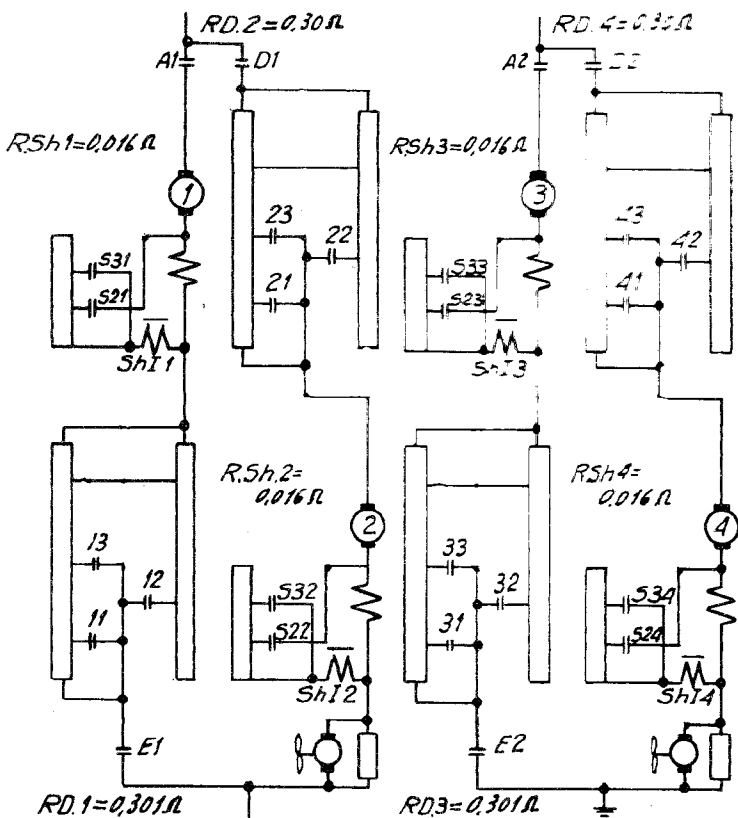
JH.3 en 4



Manipulat. en posit. Parallèle - Shuntage 56%

JH.1 en 38

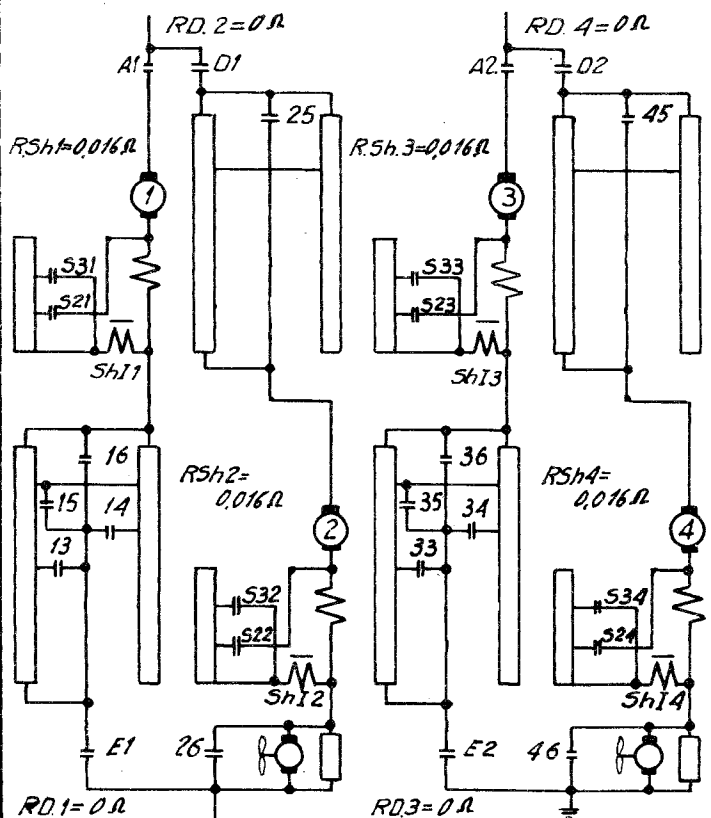
JH.3 en 6



Manipulat. en posit. Parallèle - Shuntage 56%

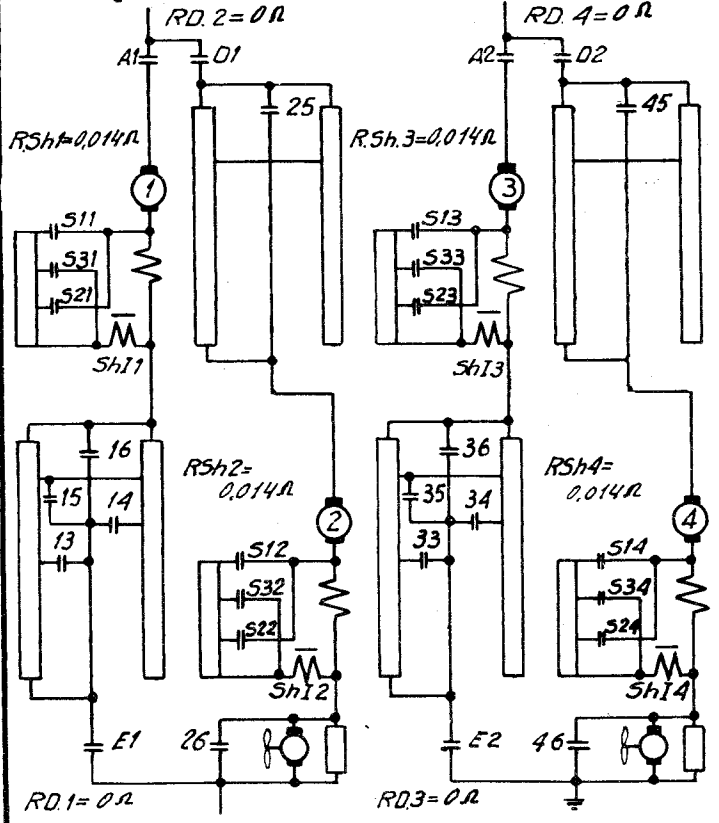
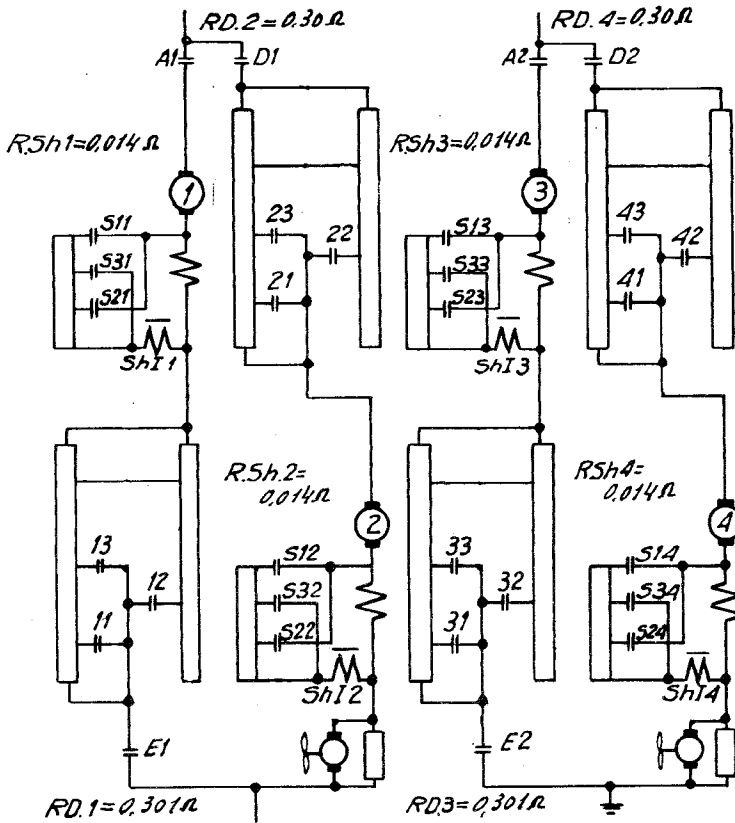
JH.1 en 43

JH.3 en 6



Manipulat. en posit. Parallèle - Shuntage 62,5%
 JH.1 en 38 JH.3 en 8

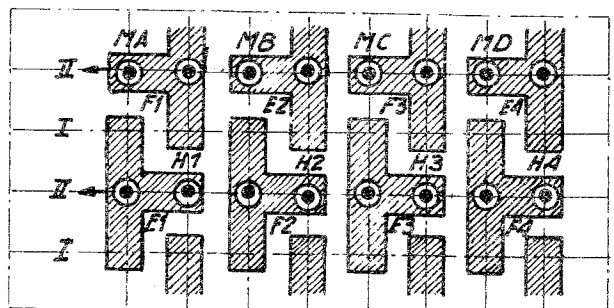
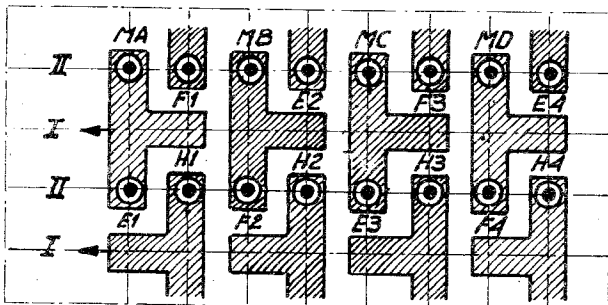
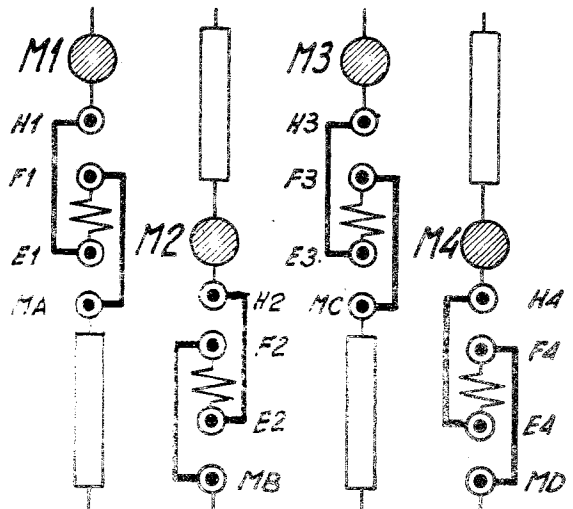
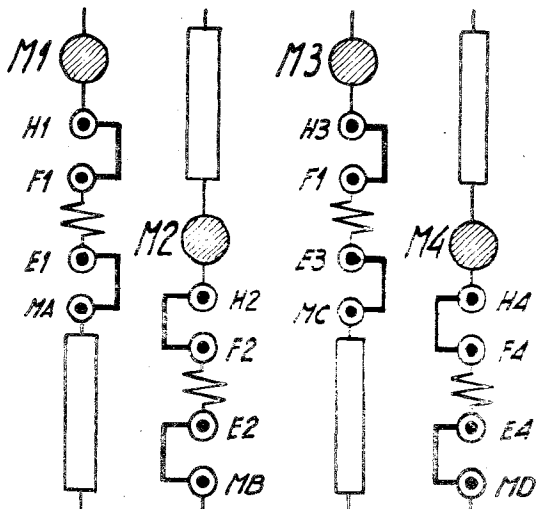
Manipulat. en posit. Parallèle - Shuntage 62,5%
 JH1 en 43 JH.3 en 8



inverseur de sens de marche.

sens I

sens II



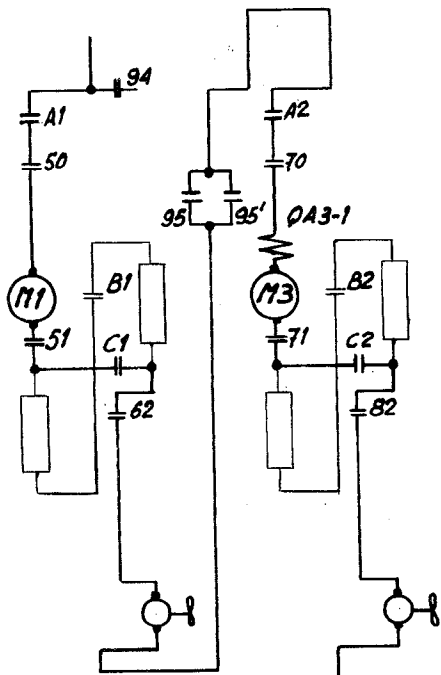
Elimination des moteurs de traction sous 3kv. 160/B.00.01.033

Série

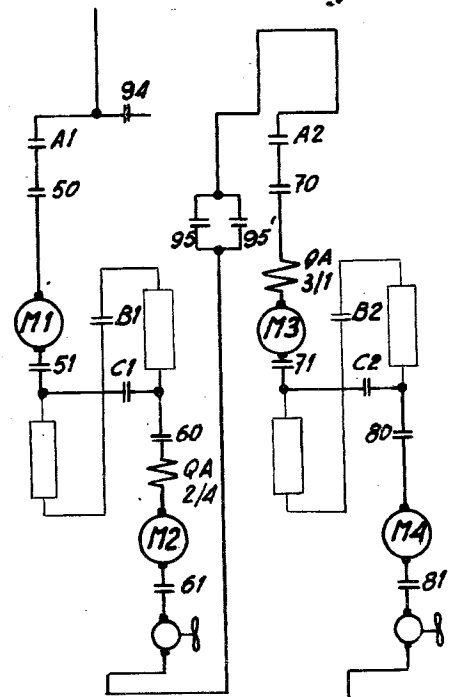
M1+M3

M1+M2+M3+M4

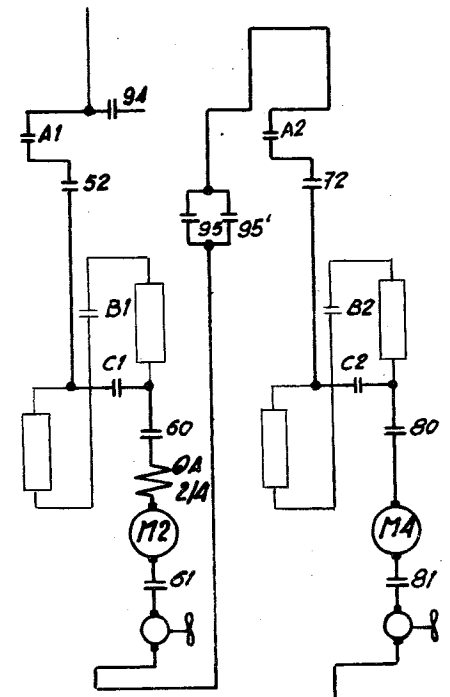
M2+M4



JH2 en 5
JH1 de 0 à 27



JH2 en 3 ou 4
JH1 de 0 à 27



JH2 en 1
JH1 de 0 à 27

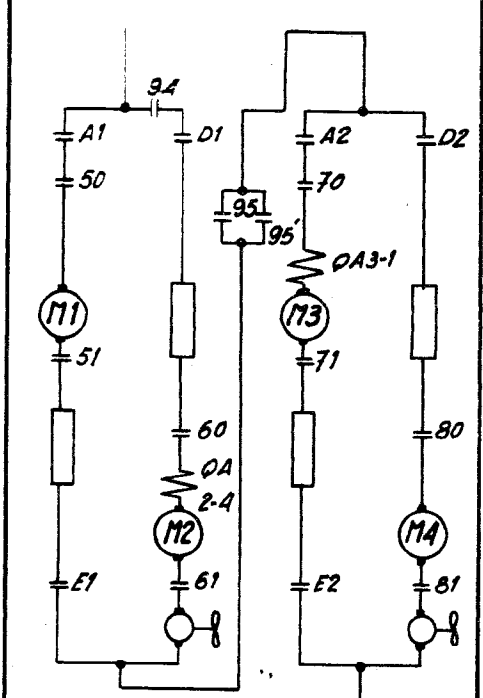
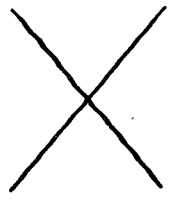
Elimination des moteurs de traction sous 3kv. 160/B.00.01.034

Série - Parall.

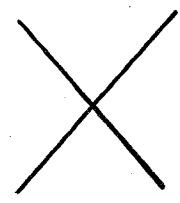
M1+M2+M3+M4

M1+M3

M2+M4



JH2 en 3 ou 4
JH1 de 28 à 43



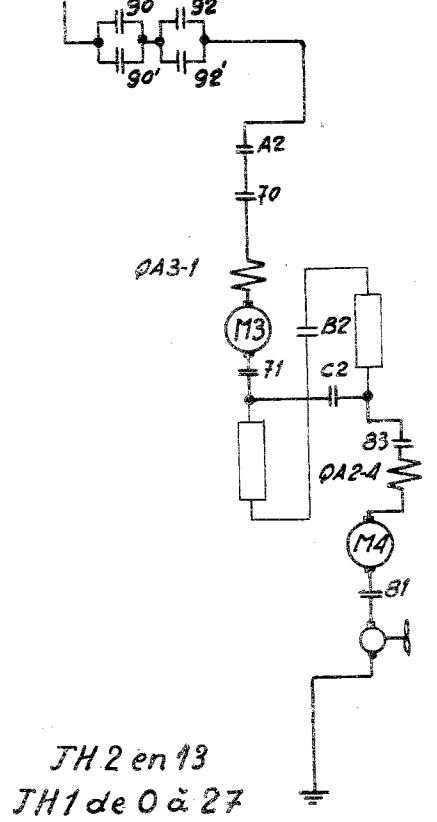
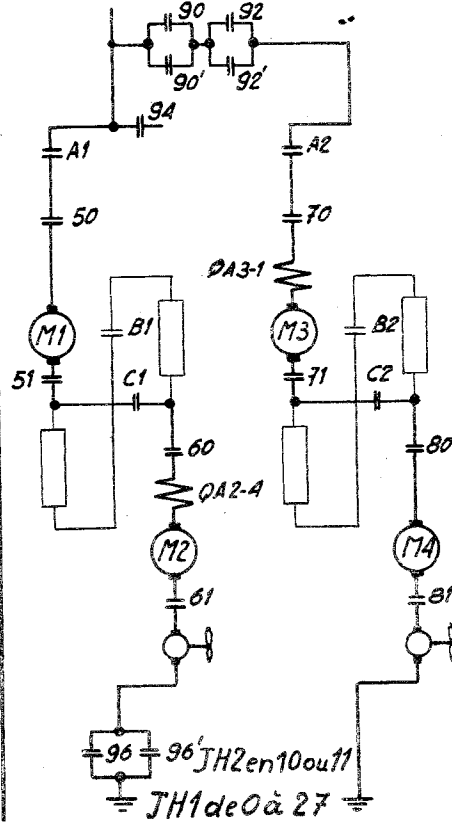
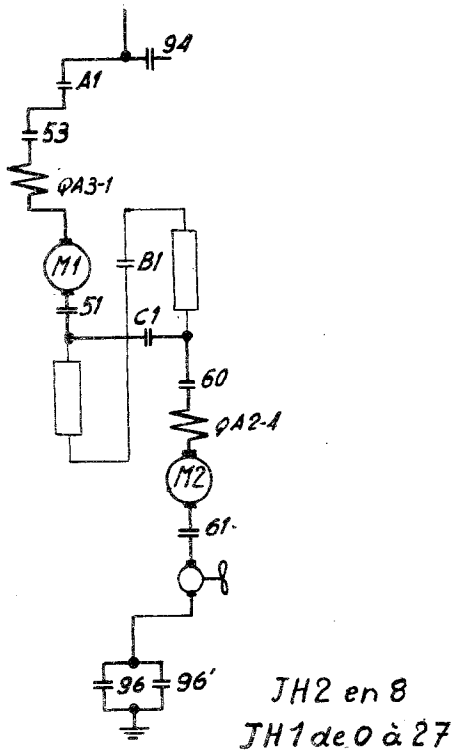
Elimination des moteurs de traction sous 15kV

160/B.00.01.035

Série M1+M2

M1+M2+M3+M4

M3+M4 en



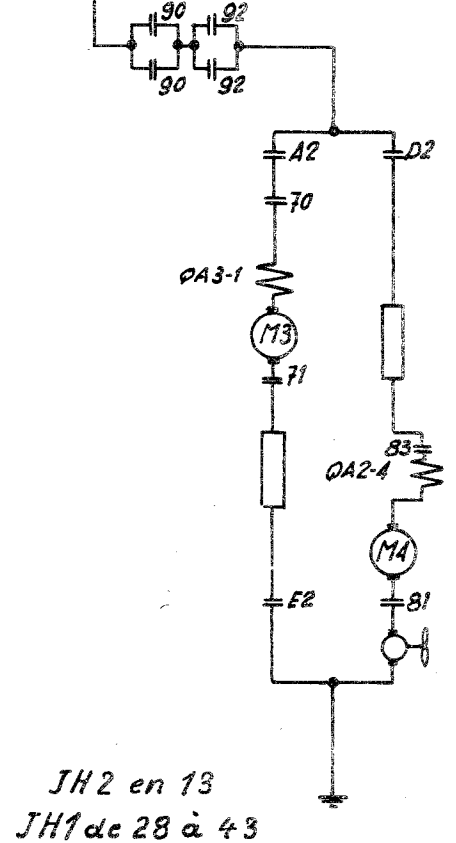
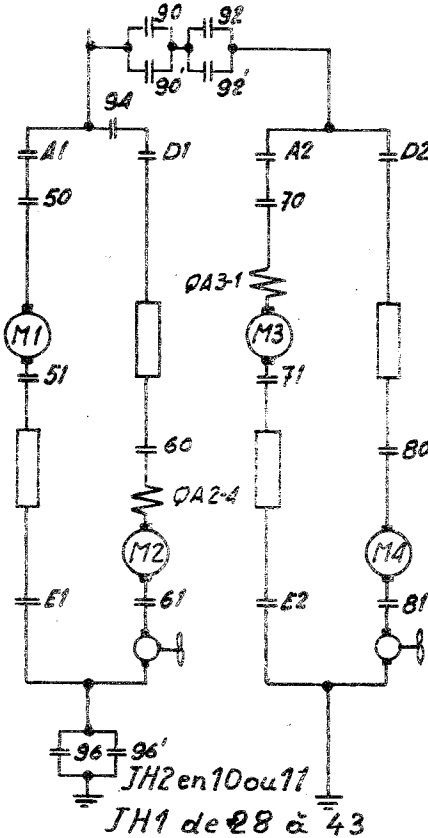
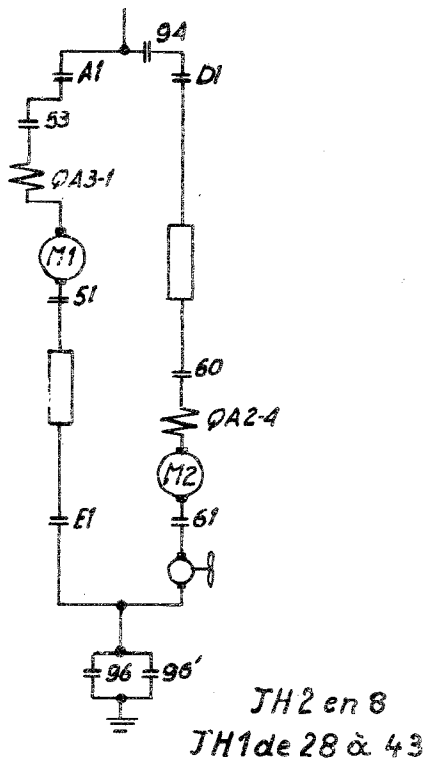
Elimination des moteurs de traction sous 15kV

160/B.00.01.036

Parall. M1+M2

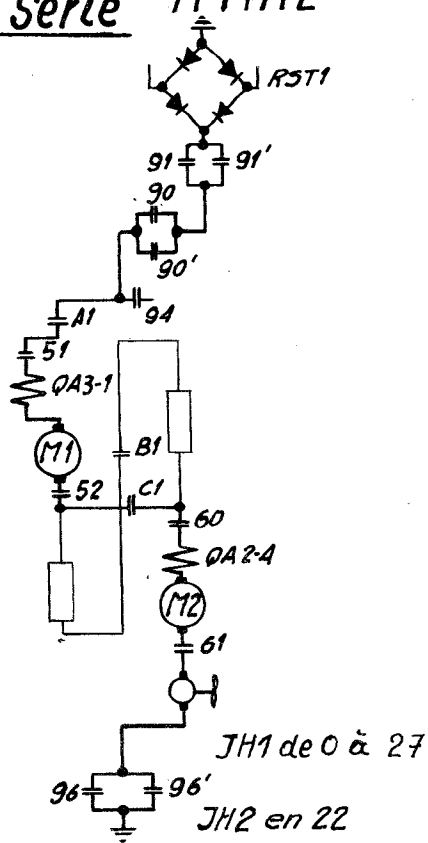
M1+M2+M3+M4

M3+M4

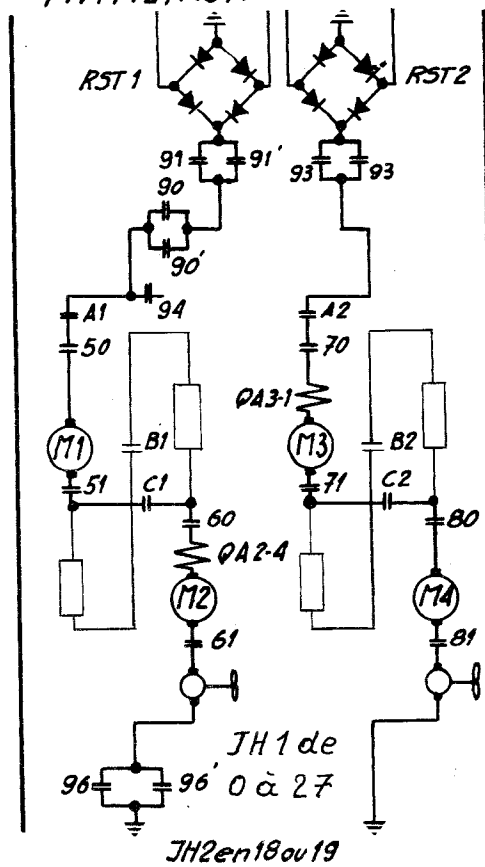


Elimination des moteurs de traction sous 15 et 25kV. 160/B.00.01.037.

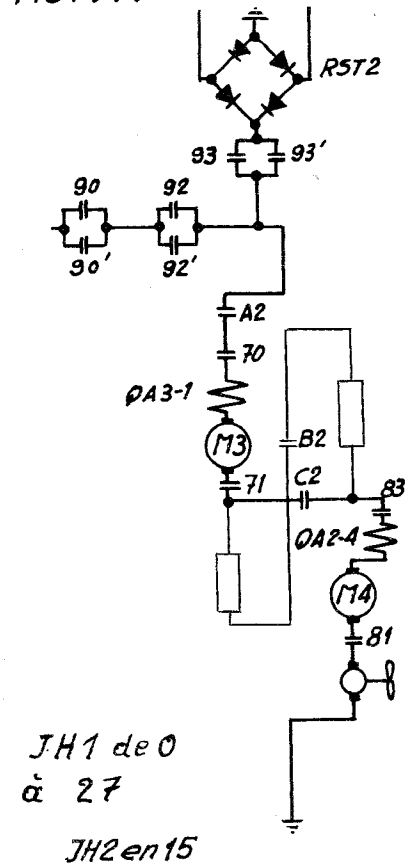
Série M1+M2



M1+M2+M3+M4

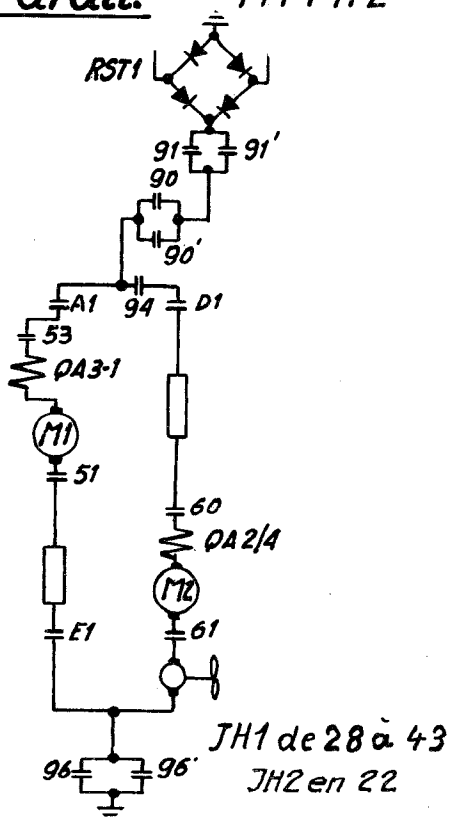


M3+M4

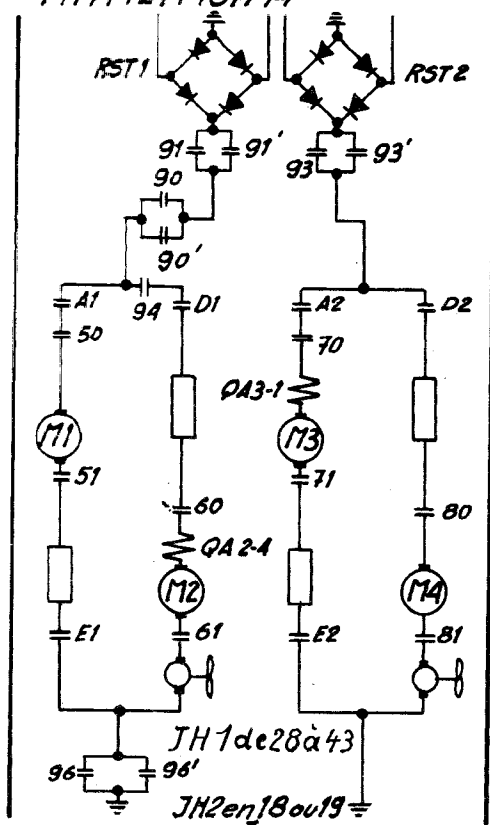


Elimination des moteurs de traction sous 15 et 25kV. 160/B.00.01.038.

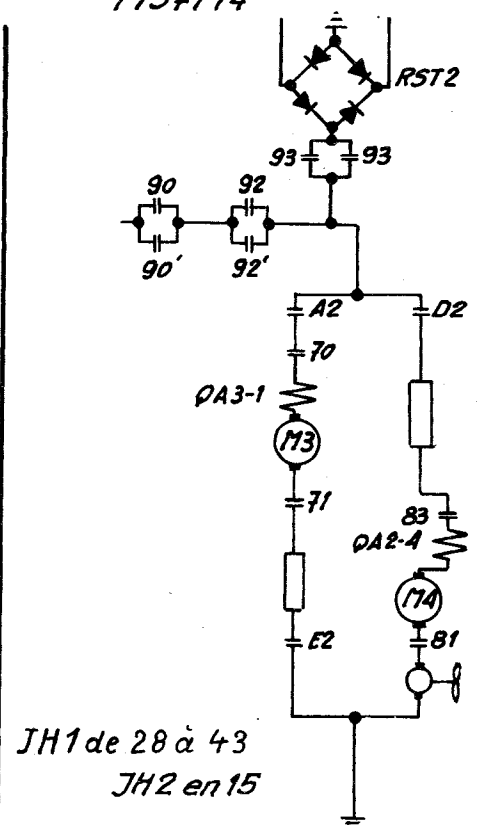
Parall. M1 + M2



M1+M2+M3+M4



M3+M4



Elimination de redreseurs sous 15 et 25 kV

160/B.00.01.039

Fonctionnement avec 4 moteurs en service.

Armoire R1 en service.

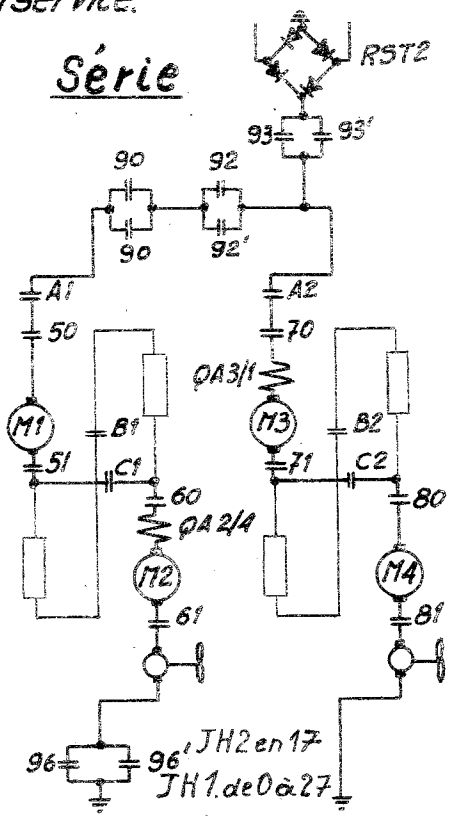
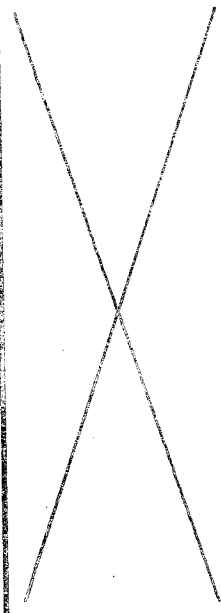
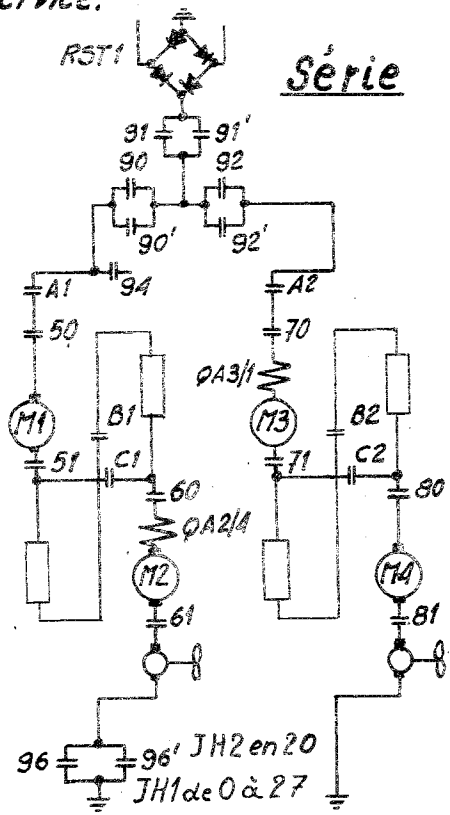
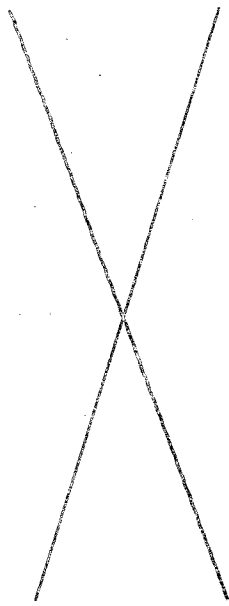
Armoire R2 en service.

Parall.

Série

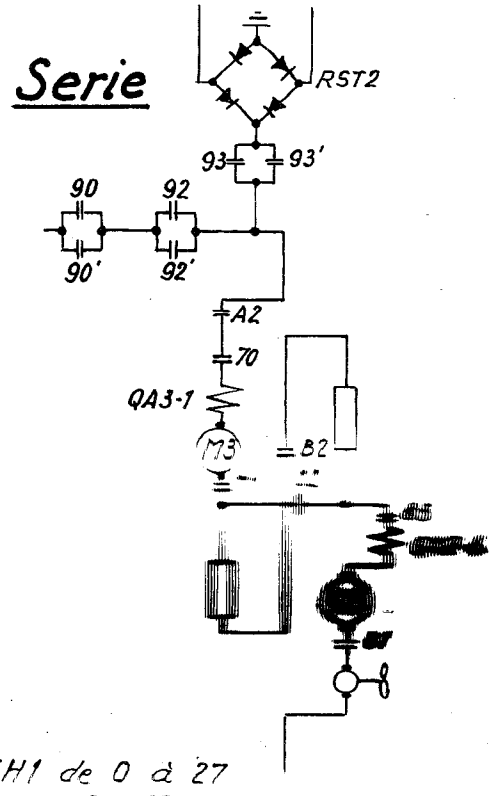
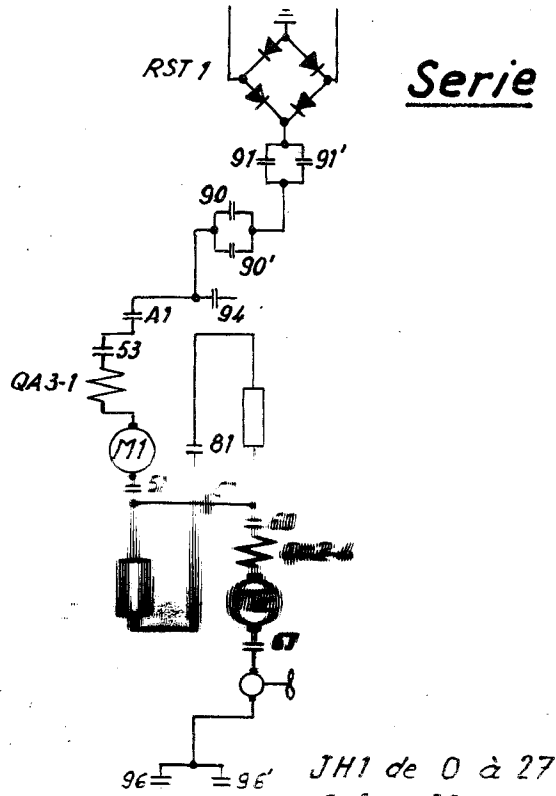
Parall.

Série



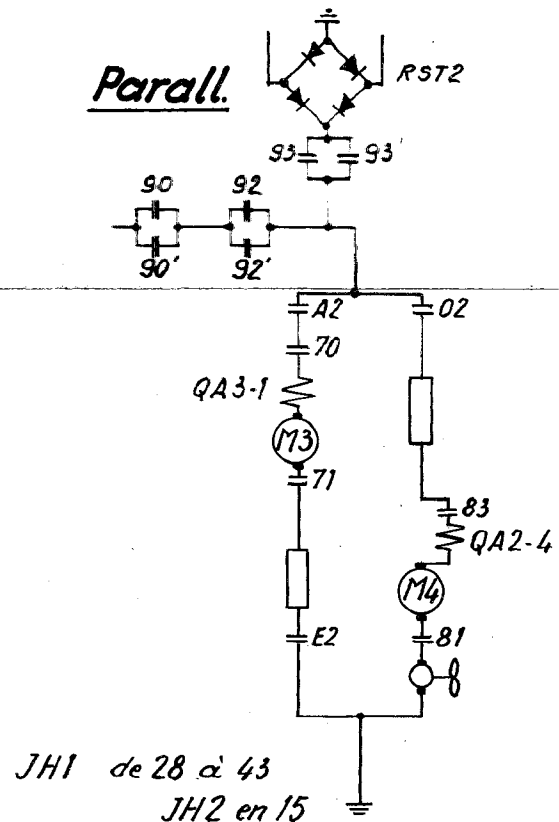
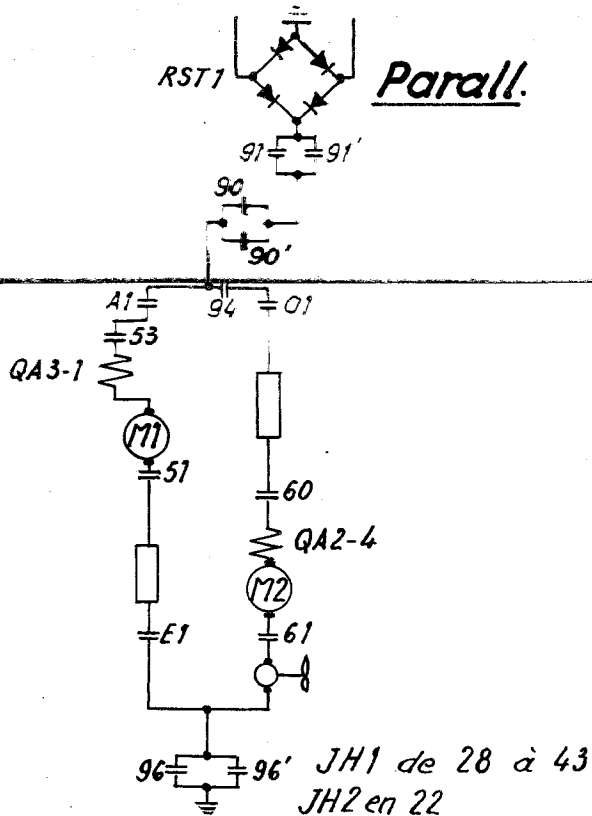
Fonctionnement avec 2 moteurs en service

160/B.00.01.040



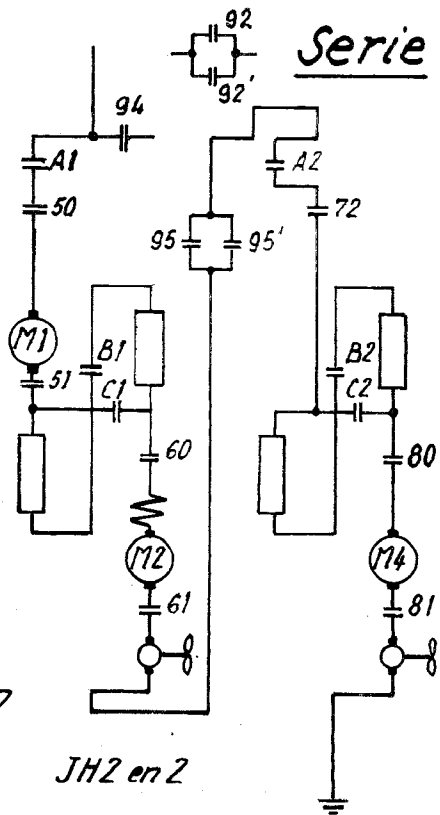
Fonctionnement avec 2 moteurs en service

160/B.00.01.041



Fonctionnement à 3kV avec 3 moteurs en service

160/B.00.01.042



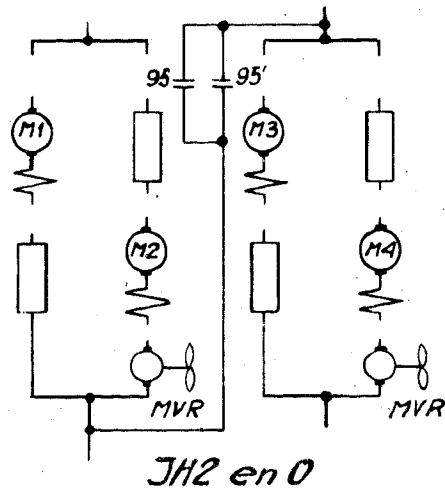
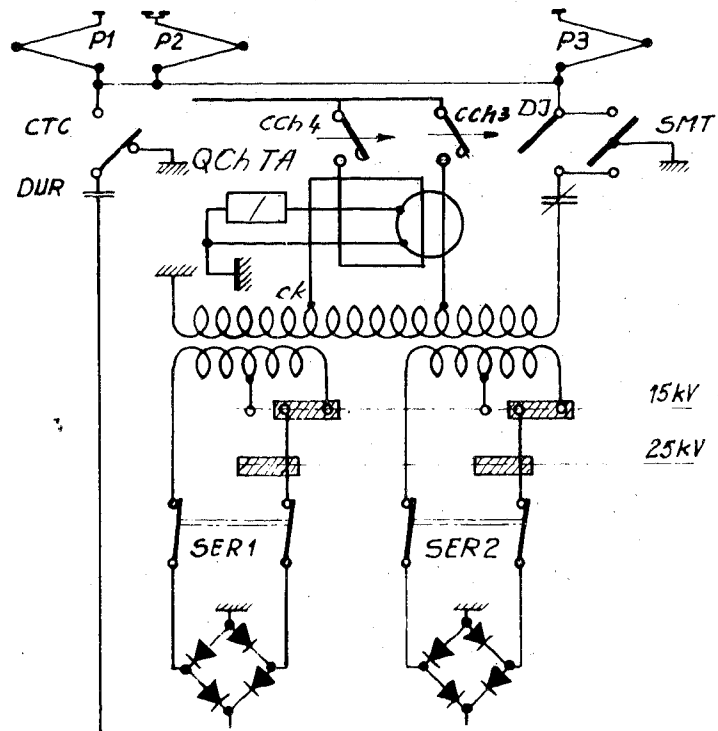
Parall.



160/B.00.01.043 A

Position de remorque de la loco.

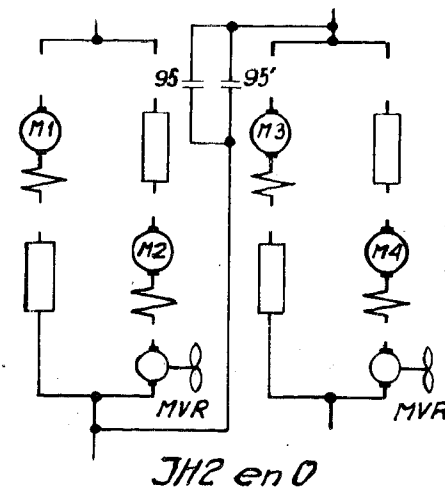
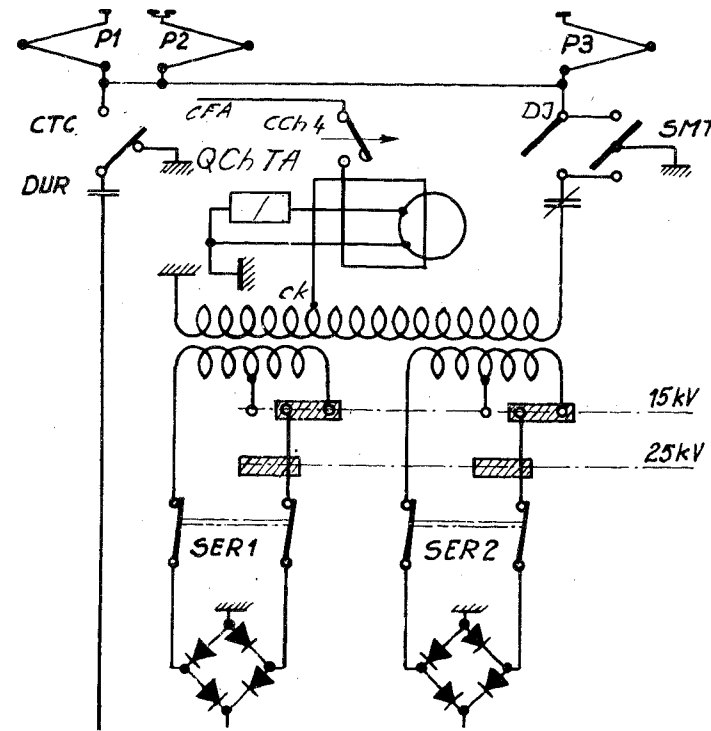
Au. 22. 2. 72
H.L.E. : 1604 - 1605 - 1607



160/B.00.01.043 B

Position de remorque de la loco.

Au 22. 2. 72
H.L.E. : 1601.1602.1603
1606. 1608



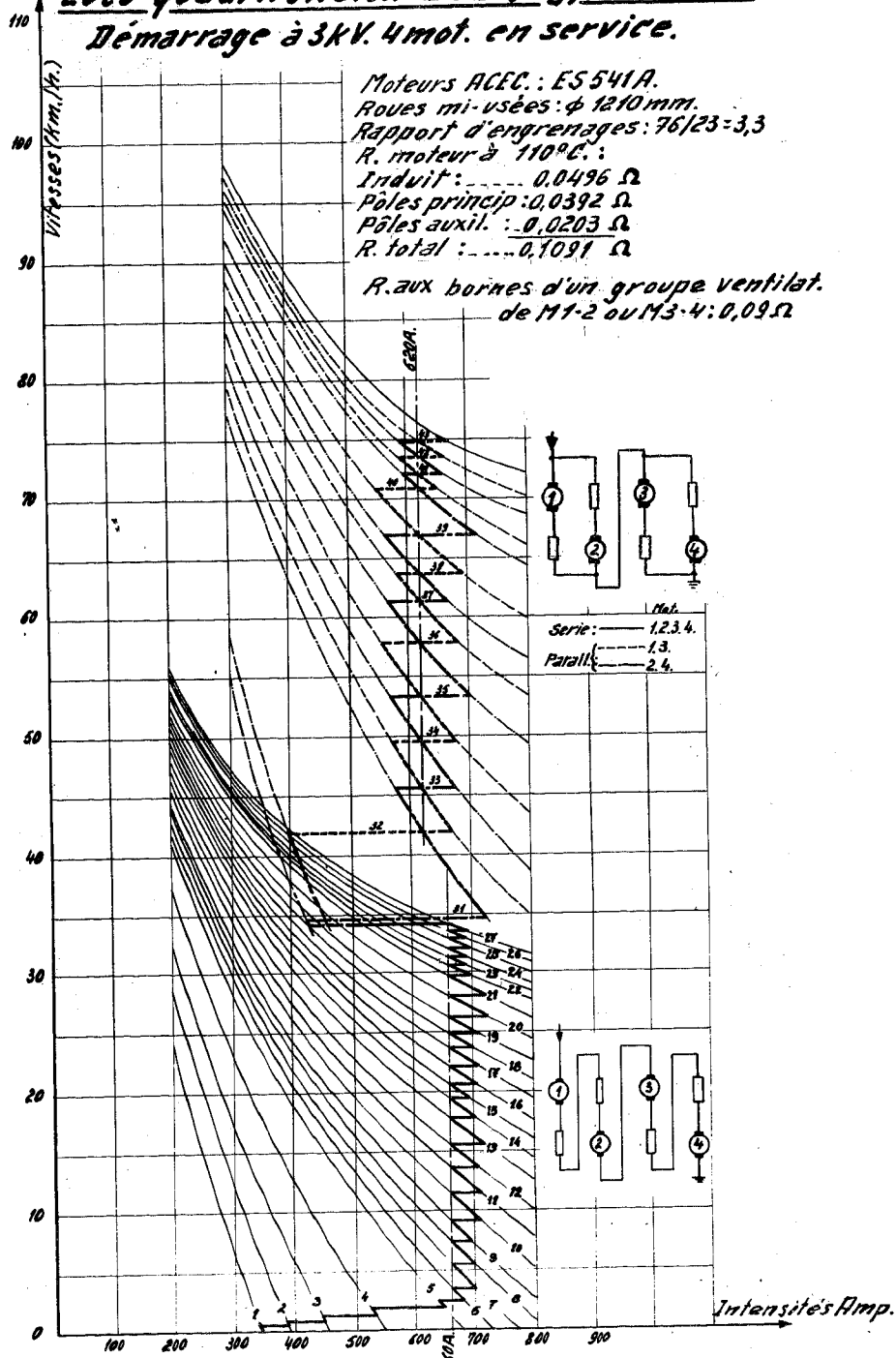
160/F.02.01.1.11

Loco quadritension BoBo, type 160.

Démarrage à 3kV. 4 mot. en service.

Moteurs ACEC: ES 541 A.
 Roues mi-usées: ϕ 1210 mm.
 Rapport d'engrenages: 76/23 = 3,3
 R. moteur à 110°C: :
 Induit: 0,0496 Ω
 Pôles princip: 0,0392 Ω
 Pôles auxil. : 0,0203 Ω
 R. total : 0,1091 Ω

R. aux bornes d'un groupe ventilat.
 de M1-2 ou M3-4: 0,09 Ω



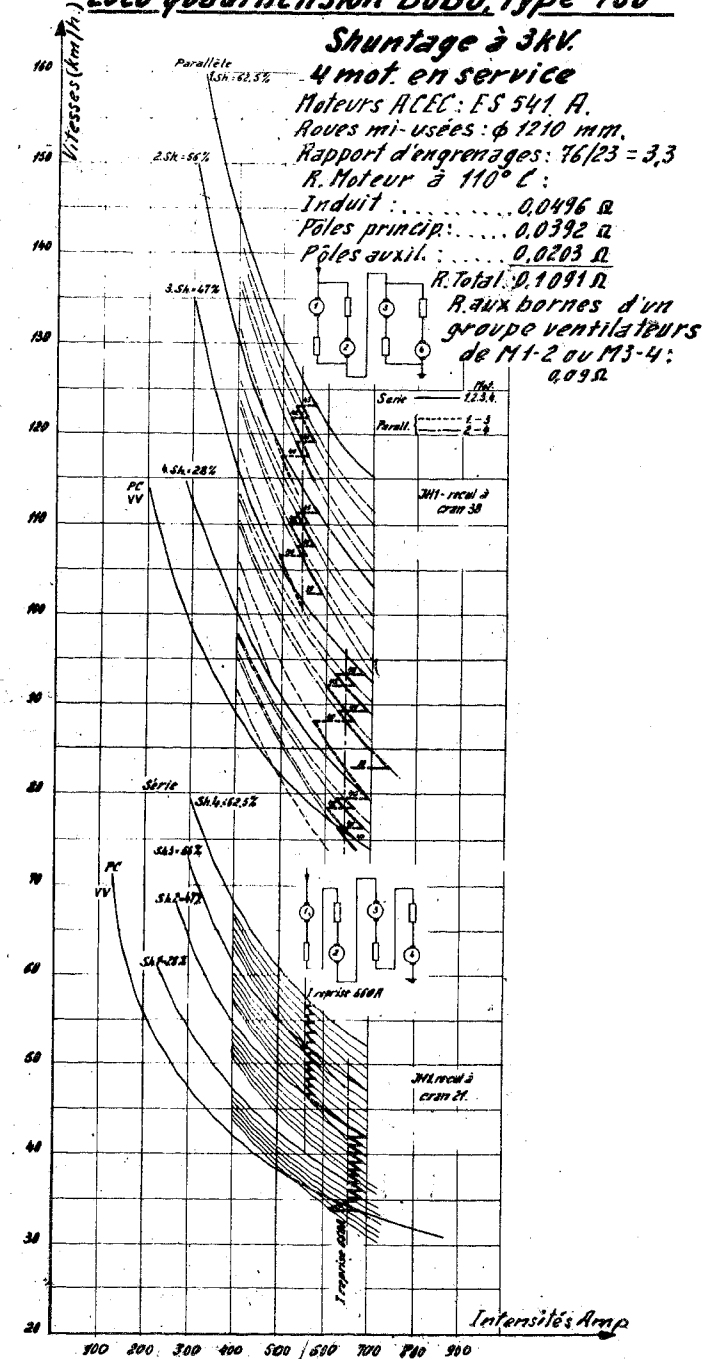
160/F.02.01.1.12

Loco quadritension BoBo, type 160

**Shuntage à 3kV.
 4 mot. en service**

Moteurs ACEC: ES 541 A.
 Roues mi-usées: ϕ 1210 mm.
 Rapport d'engrenages: 76/23 = 3,3
 R. Moteur à 110°C: :
 Induit: 0,0496 Ω
 Pôles princip: 0,0392 Ω
 Pôles auxil. : 0,0203 Ω
 R. Total: 0,1091 Ω

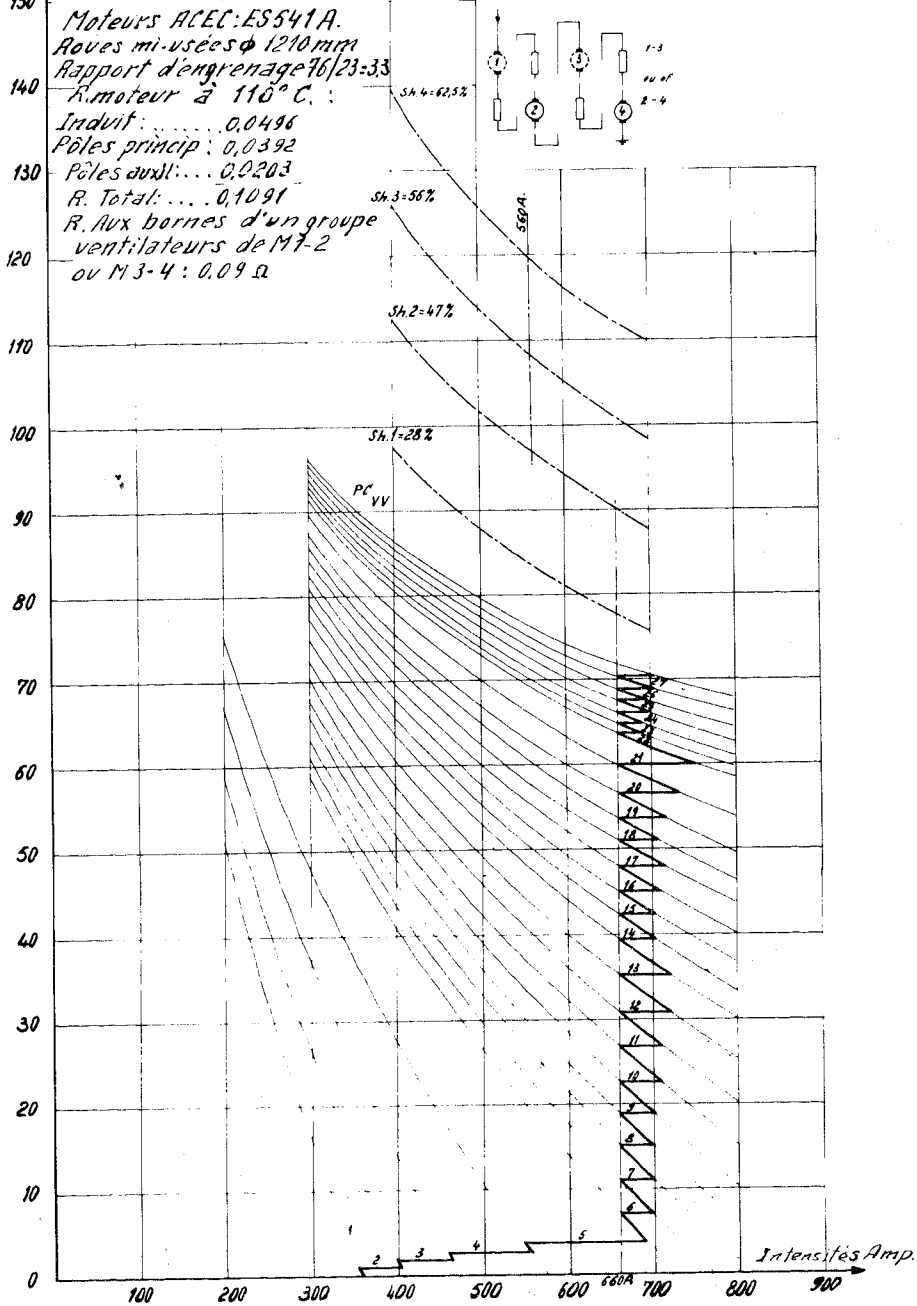
R. aux bornes d'un
 groupe ventilateurs
 de M1-2 ou M3-4:
 0,09 Ω



160/F02.01.1.1.14

Loco quadritension BoBo, type 160

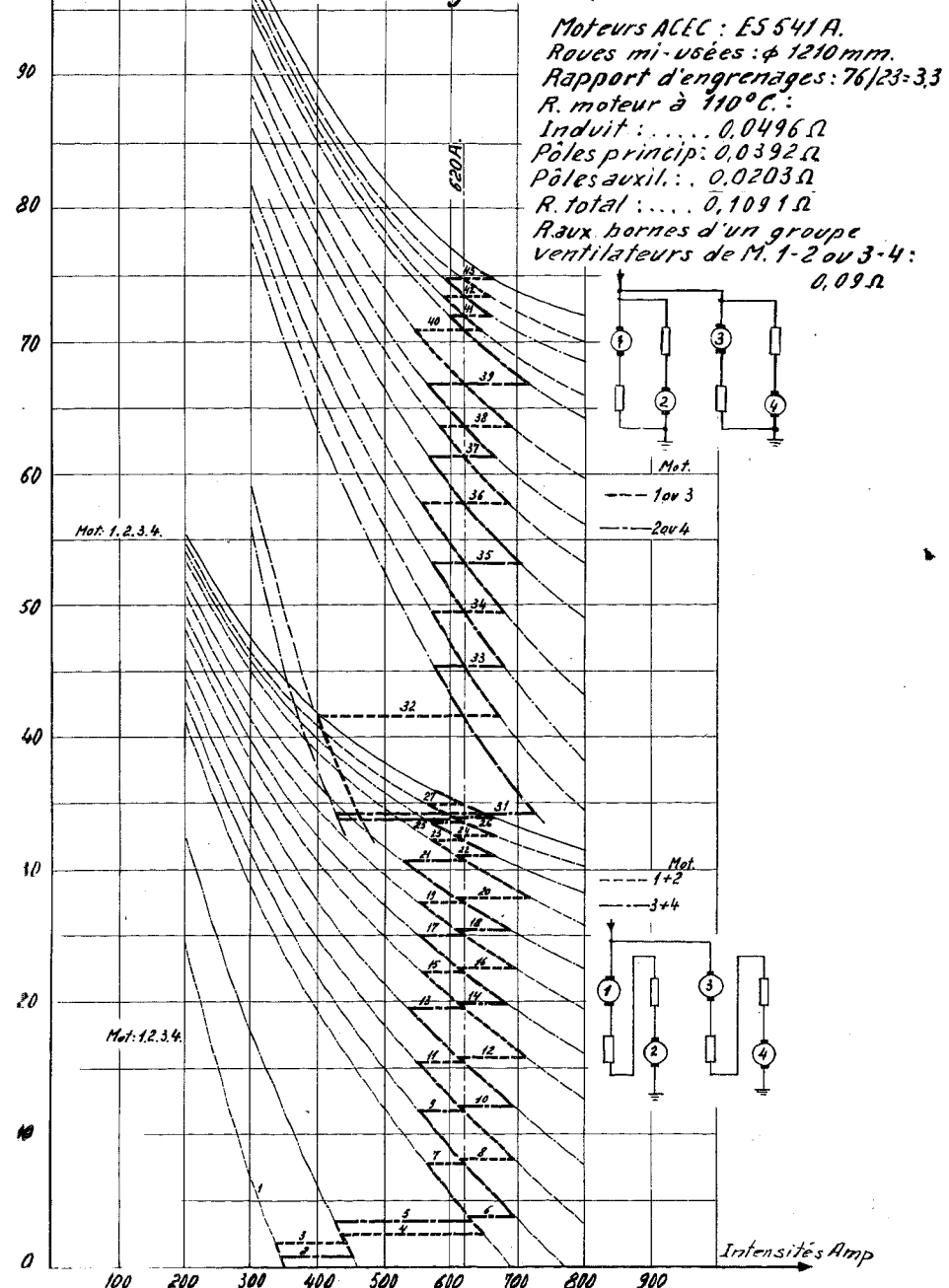
Démarrage à 3KV.- 2moteurs en service



160/F02.01.1.1.15

Loco quadritension BoBo, type 160

Démarrage à 1,5, 15 ou 25 KV.

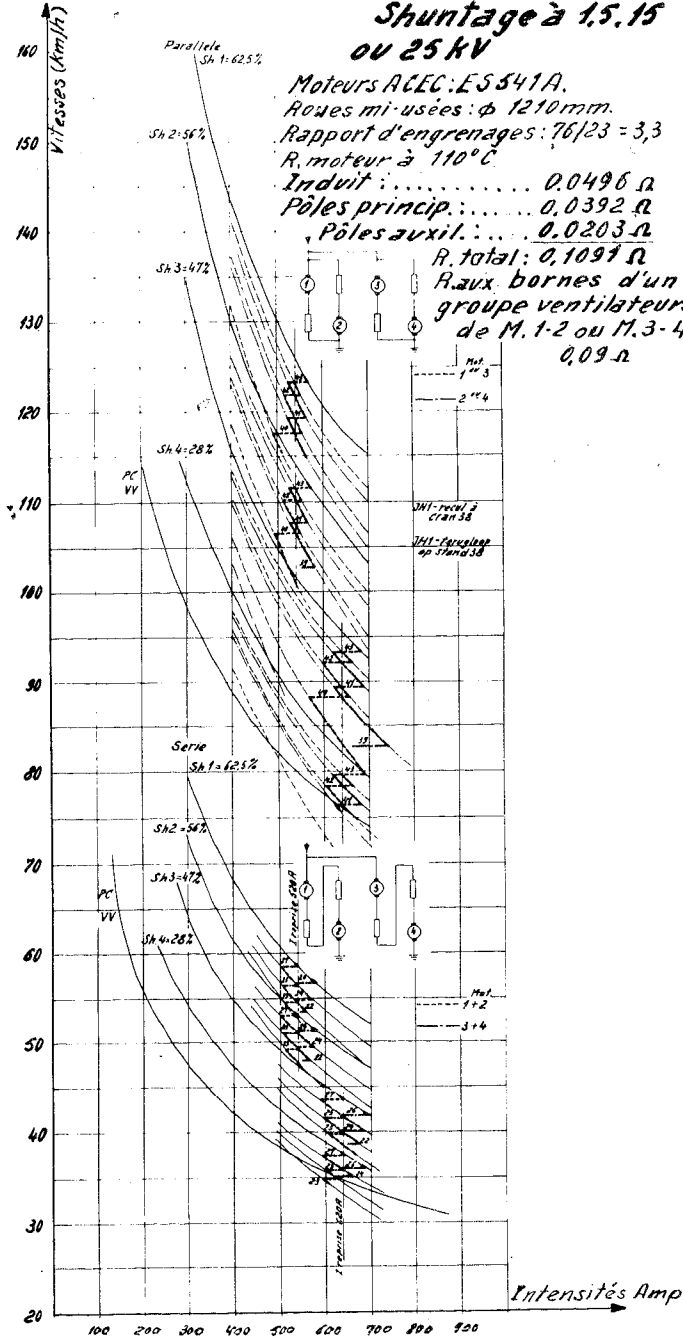


160/F.02.01.1.16

Loco quadritension BoBo type 160

Shuntage à 1.5, 15 ou 25 kV

Moteurs ACEC: ES 541A.
 Roues mi-usées: ϕ 1210 mm.
 Rapport d'engrenages: 76/23 = 3,3
 R. moteur à 110°C
 Induit: 0,0496 Ω
 Pôles princip.: 0,0392 Ω
 Pôles auxil.: 0,0203 Ω
 R. total: 0,1091 Ω
 Raux. bornes d'un groupe ventilateurs de M. 1-2 ou M. 3-4: 0,09 Ω

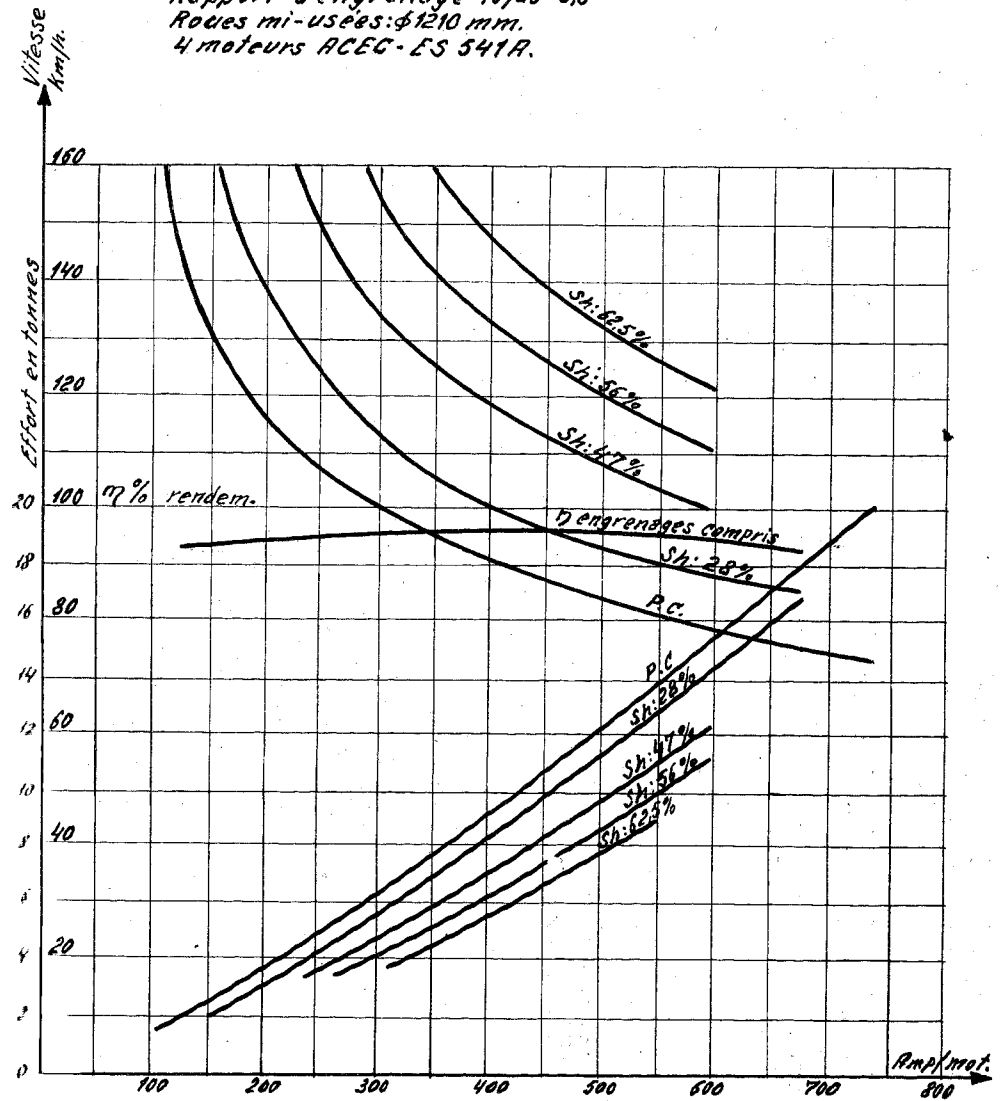


160/F.02.02.1.11.

Locomotive BB quadricourant type 160

Courbes caractéristiques: - 1.5 kV. et 3 kV. -

Régime continu 1500V. - 470A. - 1340 tr./min. - Sh: 21%
 Régime unihoraire 1500V. - 490A. - 1310 tr./min. - Sh: 21%
 Rapport d'engrenage 76/23 = 3,3
 Roues mi-usées: ϕ 1210 mm.
 4 moteurs ACEC - ES 541A.



160/F.02.02.1.12.

Locomotive BB quadricourant type 160.

Vièssè en km/h.

Courbes caractéristiques : 15kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz. et 25kV, 50Hz. ~.

Régime contenu : 1500 V. - 490 A. - 1340 tr./mm. - sh. 21%

Régime unihoraire : 1500 V. - 490 A. - 1310 tr./mm. - sh. 21%

Rapport d'engrenage : 76/23 = 3,3

Roues mi-usées : ϕ 1210 mm.

4 mot. A.C.E.C. - ES. 541A.

