

Les nouvelles locomotives européennes polycourant

(Suite)

Dans le précédent numéro, nous avons exposé le problème des engins de traction polycourant et nous avons décrit les locomotives quadricourant CC 40 100 de la Société Nationale des Chemins de fer Français.

Nous poursuivons en décrivant les locomotives quadricourant BB 160 de la Société Nationale des Chemins de fer Belges.

LOCOMOTIVES BB 160 DE LA S.N.C.B.

La traction électrique s'étant développée dans les pays d'Europe occidentale d'une manière telle que les quatre systèmes utilisés en grande traction (continu 1,5 et 3 kV et monophasé 15 kV-16 2/3 Hz et 25 kV-50 Hz) se trouvent représentés dans l'ensemble formé par la Belgique (continu 3 kV) et les pays qui l'entourent (continu 1,5 kV aux Pays-Bas, monophasé 25 kV-50 Hz en France et au Grand-Duché du Luxembourg ⁽⁹⁾,

FIG. 22. — Locomotive quadricourant BB 160 de la S.N.C.B.



(9) A l'exception de la section Luxembourg-frontière belge qui est électrifiée en courant continu 3 kV, afin d'éviter une gare bi-courant sur la relation Bruxelles-Namur-Luxembourg.

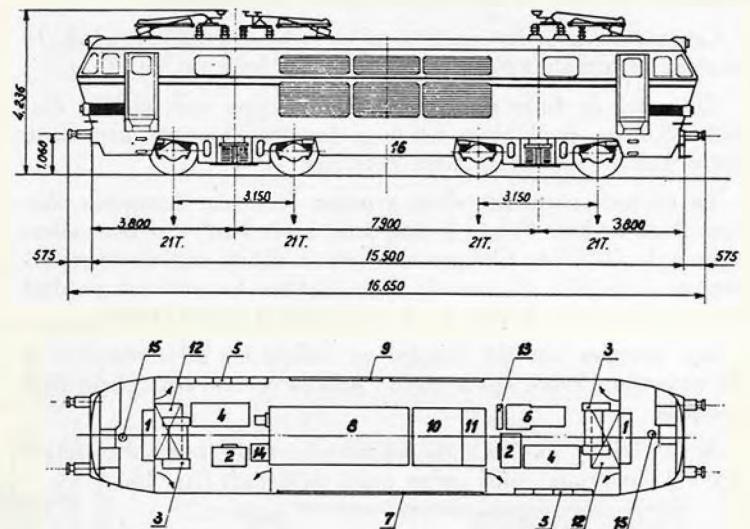


FIG. 23 et 24. — Diagramme des locomotives quadricourant BB 160 de la S.N.C.B.

1, armoire d'appareillage; — 2, shunts inductifs; — 3, ventilateurs des moteurs de traction, selfs de lissage et redresseurs; — 4, armoire des redresseurs; — 5, batterie d'accumulateurs; — 6, groupe moto-compresseur de l'équipement de freinage; — 7, ouies de ventilation; — 8, bloc traction; — 9, ouies de ventilation avec réfrigérants; — 10, compartiment d'appareillage; — 11, disjoncteur courant continu; — 12, selfs de lissage; — 13, tableau d'équipement pneumatique; — 14, armoire à relais; 15, commande manuelle de secours des contacteurs; — 16, transformateur principal.

monophasé 15 kV-16 2/3 Hz en Allemagne), la S.N.C.B. devait tout particulièrement s'intéresser aux engins polycourant et, dès le début de 1960, elle mit à l'étude, en vue d'assurer en traction électrique les relations Trans-Europ-Express Paris-Bruxelles-Amsterdam, les locomotives tricourant BB 150 qui furent mises en service en 1963 après l'électrification de la ligne Paris-Bruxelles (continu 3 kV sur la section belge-monophasé 25 kV-50 Hz sur la section française).

L'électrification des lignes Bruxelles-Liège-Cologne, Cologne-Amsterdam et ultérieurement celle de la ligne Paris-Liège-Cologne ⁽¹⁰⁾, en courant monophasé 15 kV-16 2/3 Hz sur les sections allemandes, ont conduit la S.N.C.B. à étudier un type de locomotives quadricourant directement dérivé du type de locomotives tricourant BB 150, précédemment cité.

(10) Les relations internationales à travers la Belgique actuellement assurée en traction électrique sont :

- Ostende-Bruxelles-Liège-Aix-la-Chapelle-Cologne.
- Ostende-Bruxelles-Namur-Luxembourg-Strasbourg-Bâle.
- Amsterdam-Bruxelles-Paris.
- Paris-Namur.

La section Namur-Liège est en cours d'électrification.

Les gares frontières de systèmes d'électrification sont :

- Roosendaal (continu 1,5 kV et 3 kV);
- Aix-la-Chapelle (continu 3 kV-monophasé 15 kV 16 2/3 Hz);
- Quévry et Jeumont (continu 3 kV-monophasé 25 kV 50 Hz).

Nous examinerons successivement la partie mécanique et la partie électrique de ce nouveau type de locomotive (fig. 22 à 24) dont l'indice de série est BB 160 et dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

Longueur hors tampons	(m)	16,630
Empattement des bogies	(m)	3,150
Ecartement des pivots de bogies	(m)	7,900
Diamètre des roues neuves	(m)	1,250
Masse totale en ordre de marche	(t)	84
Effort maximal au démarrage	(kN)	200
	(20 t)	
Puissance en régime continu	(kW)	2 656
	(3 600 ch)	
Puissance en régime unihoraire	(kW)	2 764
	(3 750 ch)	
Vitesse maximale	(km/h)	160

Partie mécanique

Comme pour les locomotives de la série BB 150, la construction de la partie mécanique a été confiée à la Société La Brugeoise et Nivelles.

Châssis-caisse. — Le châssis-caisse, en acier doux soudé, est à revêtement travaillant. Les panneaux amovibles de toiture, les panneaux de revêtement intérieur des cabines de conduite, les portes et certains équipements sont en alliage léger.

Les profils d'extrémité de caisse et de toiture ont été particulièrement étudiés en vue d'assurer une captation correcte du courant par les pantographes aux vitesses les plus élevées, ainsi qu'un faible coefficient de traînée. De plus les glaces frontales traitées à l'or comme celles de la voiture panoramique des rames du *Rheingold* évitent à la fois les réflexions et l'effet de serre dans les cabines sans nuire à l'aérodynamisme (11).

Les appareils de choc et de traction sont montés sur les traverses de tête : tampons à ressorts-bagues (ringfeder) et crochets montés sur ressorts en caoutchouc.

Bogies. — Les bogies dérivent étroitement de ceux des locomotives BB 150 : châssis en H de construction soudée à structure en caisson et traverses extrêmes tubulaires. Toutefois les ressorts en caoutchouc de la suspension primaire ont été remplacés par des ressorts hélicoïdaux en acier conjugués à des amortisseurs à friction. Les boîtes d'essieu sont guidées par colonnes-guides SLM Winterthur. La suspension secondaire est à bielles pendulaires verticales et ressorts hélicoïdaux avec amortisseurs hydrauliques. En outre, un amortisseur hydraulique est disposé entre la traverse de bogie et la traverse dansseuse pour amortir les oscillations transversales.

Les moteurs de traction sont entièrement suspendus et reposent en trois points sur le châssis de bogie par l'intermédiaire d'appuis en caoutchouc. L'entraînement des essieux est bilatéral et s'effectue, comme sur les locomotives BB 150, par arbre creux, anneau dansant et bielles de liaison, suivant le système Alsthom.

Freinage. — L'équipement de freinage est le même que celui des locomotives BB 150 : frein direct de manœuvre agissant seulement sur la locomotive ; frein automatique modérable au serrage et au desserrage avec deux régimes de freinage suivant la vitesse ; frein à main ; enfin, frein d'antipatinage commandé par un bouton-poussoir et permettant d'alimenter les cylindres de frein de la locomotive sous une pression de 1 bar.

L'effort de freinage est appliqué sur chacune des roues par deux sabots à double semelle.

Les timoneries de frein munies de régleurs automatiques SAB sont indépendantes et commandées pour chacun des bogies par deux cylindres montés sous le châssis.

Partie électrique

La construction de la partie électrique a été confiée aux Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, comme pour les locomotives de la série BB 150.

Schéma général. — La conception de la partie électrique est celle des locomotives BB 150, c'est-à-dire qu'aux éléments d'une locomotive à courant continu bitension (1,5 et 3 kV) s'ajoute un transformateur à deux secondaires connectés chacun à un redresseur semi-conducteur en pont de Graetz alimentant sous tension de 1,5 kV les deux moteurs d'un même bogie (fig. 25).

Les schémas de la figure 26 donnent les connexions des circuits de puissance dans les quatre cas d'alimentation. On remarque tout d'abord que pour chacun des deux groupes de deux moteurs $M_1 M_2$ et $M_3 M_4$ on a prévu les couplages série et parallèle avec transition par la méthode du pont pour le démarrage et les marches à vitesse réduite, alors que dans l'équipement des locomotives BB 150, les deux moteurs d'un même groupe sont constamment connectés en parallèle et le démarrage s'effectue uniquement par élimination des résistances de démarrage. Les deux groupes de deux moteurs sont indépendants et alimentés chacun par un redresseur semi-conducteur au silicium en pont de Graetz connecté à un des secondaires du transformateur. Ainsi pour les marches en courant continu sous 1,5 kV ou en courant monophasé, il est possible, en cas d'avarie sur un des groupes moteurs de circuler, dans les limites

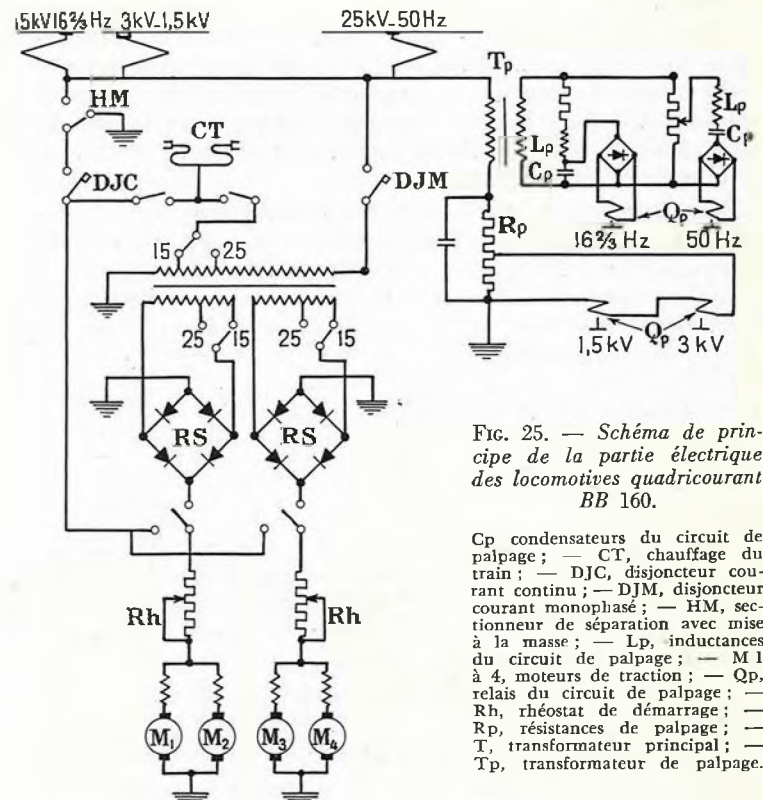


FIG. 25. — Schéma de principe de la partie électrique des locomotives quadricourant BB 160.

Cp condensateurs du circuit de palpage ; — CT, chauffage du train ; — DJC, disjoncteur courant continu ; — DJM, disjoncteur courant monophasé ; — HM, sectionneur de séparation avec mise à la masse ; — Lp, inductances du circuit de palpage ; — M1 à M4, moteurs de traction ; — Qp, relais du circuit de palpage ; — Rh, rhéostat de démarrage ; — Rp, résistances de palpage ; — T, transformateur principal ; — Tp, transformateur de palpage.

d'adhérence, à vitesse réduite avec un seul groupe moteur ou même à vitesse normale en cas de faible charge, et, dans le cas d'avarie sur un redresseur de circuler à vitesse réduite et charge normale avec les moteurs de chaque groupe en série et les deux groupes en parallèle alimentés par un seul redresseur. Si la charge est faible, on peut comme dans le cas précédent circuler à vitesse normale avec un groupe de deux moteurs en parallèle. Enfin, des contacteurs permettent la marche avec trois moteurs en série pour le fonctionnement sous 3 kV afin d'offrir un cran de marche économique supplémentaire.

Comme sur les locomotives BB 150, les selfs de lissage SL restent en circuit dans les cas de marche en courant continu, afin de réduire le plus possible l'appareillage de commutation. Ce maintien en circuit des selfs de lissage dans les cas de marche en courant continu offre d'ailleurs l'avantage d'apporter un très bon amortissement, des phénomènes transitoires et permet de

(11) Ces rames ont été décrites dans le *Génie Civil* du 15 janvier 1963.

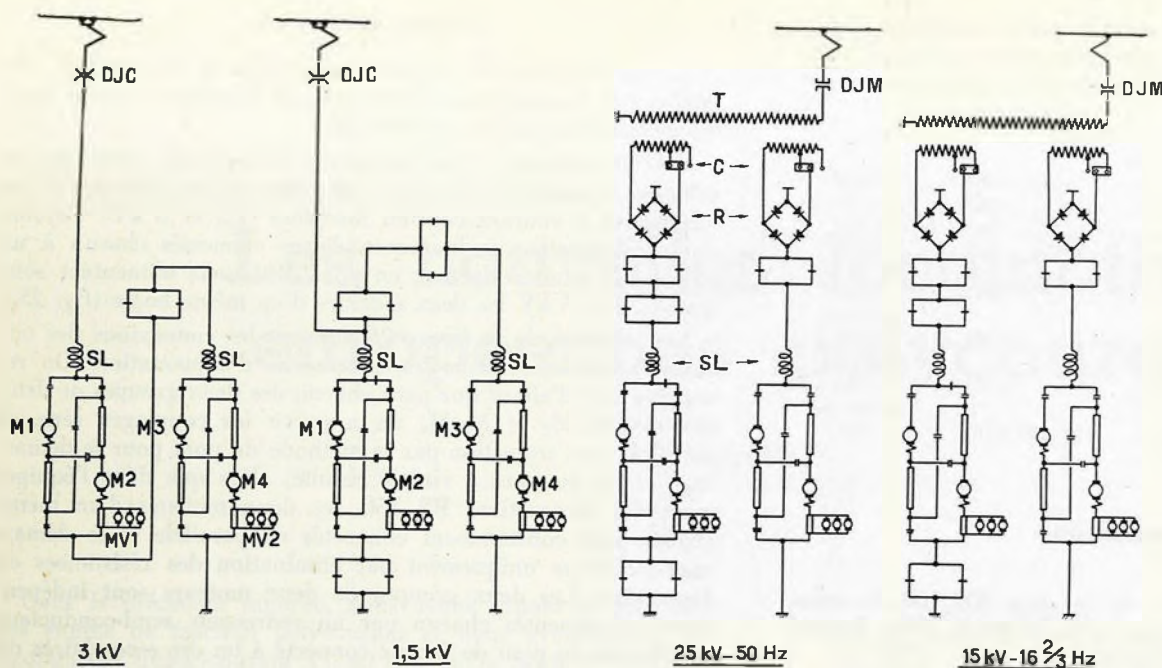


FIG. 26. — Schémas de principe simplifiés des locomotives quadricourant BB 160 dans les quatre cas d'alimentation.

C, contacteurs pour marche en courant monophasé 15 et 25 kV; — DJC, disjoncteur courant monophasé; — M 1 à 4, moteurs de traction; — MV 1 et 2, moteurs d'entraînement des ventilateurs de refroidissement des résistances de démarrage; — R, redresseurs semi-conducteur silicium d'alimentation des moteurs de traction; — SL, selfs de lissage.

réduire sensiblement l'encombrement et le poids des shunts inductifs.

Moteurs de traction. — Les moteurs de traction sont identiques à ceux des locomotives BB 150, mais l'expérience acquise dans la construction des moteurs à courant ondulé a permis, d'une part d'abandonner le shuntage permanent des inducteurs principaux par une résistance, d'autre part de porter à 62,5 % le taux de shuntage maximal.

Rappelons que les moteurs sont à carcasse massive, 4 pôles principaux et 4 pôles auxiliaires feuilletés, sans enroulement de compensation. L'isolation est de classe H. La masse totale en ordre de marche est de 4 150 kg. Les régimes de définition au taux de shuntage de 21 % et sous la tension nominale de 1,5 kV sont les suivants :

Régime	Puissance (kW)	Intensité (A)	Vitesse (tr/mn)
Continu	650	470	1 325
Unihoraire	700	490	1 305

Les crans de shuntage correspondent aux taux de 28 %, 47 %, 56 % et 62,5 %, soit avec la marche à plein champ, 5 crans économiques. La figure 27 indique les courbes effort-vitesse pour les deux couplages série et parallèle des deux moteurs d'un même groupe.

Le débit d'air de ventilation forcée par moteur est de 125 m³/mn.

Ainsi, aux points de vue de la conception générale du schéma et des moteurs de traction, la partie électrique des locomotives BB 160 diffère peu de celle des locomotives BB 150, mais elle en diffère plus nettement en ce qui concerne les éléments dont le dimensionnement dépend directement de la fréquence du courant d'alimentation, c'est-à-dire le transformateur, les selfs de lissage, et le dispositif de palpage, ainsi que l'appareillage de commutation qui est un peu plus important afin d'assurer les commutations de prise aux deux secondaires du transformateur et au troisième pantographe dont les locomotives BB 160 sont équipées pour la circulation en Allemagne sous les caténaires 15 kV-16 2/3 Hz. Enfin l'évolution de la technique des redresseurs semi-conducteurs a conduit à abandonner la protection par court-circuiteur dont sont équipées les locomotives BB 150, et à modifier en conséquence la composition (nombres de diodes en série et en parallèle) des branches de pont de Graetz.

Nous examinerons successivement le transformateur, les selfs de lissage, les redresseurs, le dispositif de palpage, les panto-

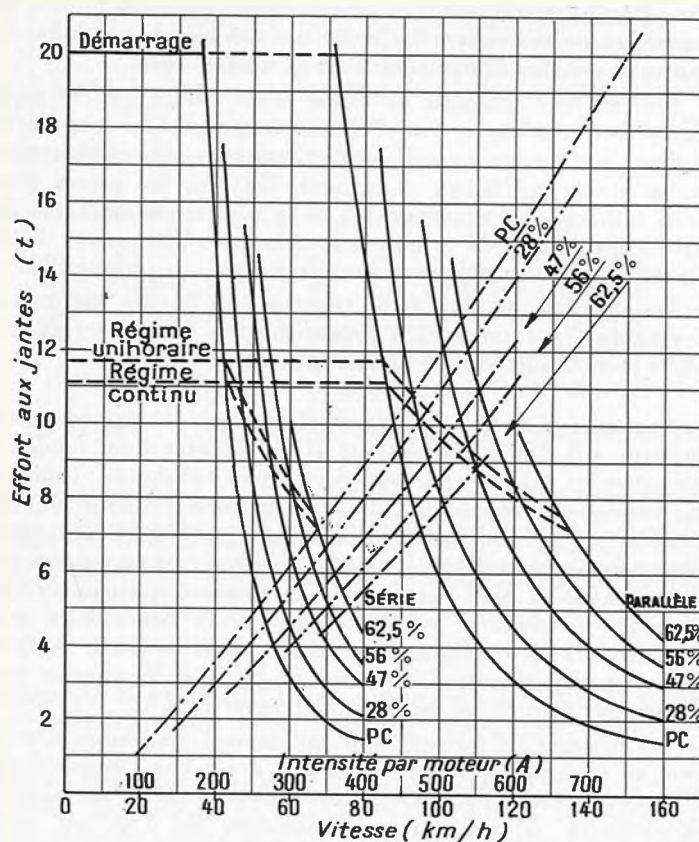


FIG. 27. — Caractéristiques Effort aux jantes - Vitesse et intensité par moteur des locomotives quadricourant BB 160.

graphes, l'appareillage de commutation et l'alimentation des auxiliaires.

Transformateur. — Ainsi que nous l'avons déjà signalé, le fonctionnement en courant monophasé 15 kV-16 2/3 Hz impose une importante augmentation de poids du transformateur en raison du dimensionnement du circuit magnétique, trois fois plus important à induction égale, et de la section de l'enroulement du primaire qui doit être dans le rapport inverse des tensions d'alimentation, c'est-à-dire 1,66 fois plus grande sous 15 kV que sous 25 kV. Le poids total en ordre de marche atteint ainsi 7 850 kg au lieu de 5 180 kg pour le transformateur des locomotives BB 150.

La disposition à deux secondaires déjà adoptée pour les locomotives BB 150 offre l'avantage d'assurer une meilleure protection des redresseurs silicium en cas de court-circuit.

Le primaire du transformateur comporte deux prises pour le chauffage du train sous tension de 1,5 kV dans le cas de marche sous caténaire 25 kV-50 Hz et de 1 kV dans le cas de marche sous caténaire 15 kV-16 2/3 Hz ; la puissance disponible sur ces prises est de 600 kW.

Comme sur les locomotives BB 150 le transformateur est fixé sous le châssis entre les bogies.

Sels de lissage. — Comme sur les locomotives BB 150, une seule self de lissage est prévue par groupe de deux moteurs. D'une self inductance de 17 mH elles permettent de limiter le taux d'ondulation à environ 15 % pour la fréquence 50 Hz et 38 % à la fréquence 16 2/3 Hz.

Redresseurs. — Les redresseurs semi-conducteurs silicium sont montés chacun dans une armoire parallélépipédique et leur construction a été confiée pour 4 des locomotives (BB 160 001 à 4) à Siemens Schuckert Werke et pour les 4 autres (BB 160 021 à 24) aux Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi. Comme dans le cas des 5 locomotives BB 150, pour lesquelles la fourniture des redresseurs était également fractionnée, les deux constructeurs ont adopté pour les diodes des coefficients de sécurité légèrement différents et ont ainsi été conduits à des compositions de branches de pont de Graetz légèrement différentes :

— Dans la construction Siemens Schuckert Werke (S.S.W.), chaque branche de pont se compose de 36 cellules (6 séries et 6 parallèles), soit 144 cellules par redresseur.

— Dans la construction des Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, sous licence S.S.W., chaque branche de pont se compose de 42 cellules (7 série et 6 parallèle), soit 168 cellules par redresseur.

Les figures 28 et 29 montrent les schémas de branche de pont adoptés par les deux constructeurs pour assurer la protection contre les surtensions, la répartition des tensions inverses et la détection des courts-circuits internes.

La protection contre les surtensions résultant de l'effet de redressement des diodes est assurée par une résistance et une capacité connectées en série aux bornes de chaque

groupe de diodes en parallèle, le schéma Siemens Schuckert Werke comporte en outre une diode. La protection contre les surtensions résultant des manœuvres du disjoncteur général ou des contacteurs est assurée sur chacun des secondaires du transformateur par un groupe résistance-capacité directement connecté aux bornes. La protection contre les surtensions d'origine externe est assurée par un parafoudre connecté entre la ligne de toiture et la masse.

La répartition des tensions inverses est assurée par des résistances connectées en parallèle sur les groupes des diodes.

La protection contre les courts-circuits internes résultant du claquage d'une ou plusieurs diodes est assurée, d'une part en majorant d'une unité le nombre de cellules en série, ce qui élimine toute perturbation en cas de claquage d'une seule diode, d'autre part en prévoyant un dispositif de détection des courts-circuits internes qui provoque le déclenchement du disjoncteur général dès que deux diodes d'une série sont en court-circuit. Les deux constructeurs ont adopté des systèmes différents de détection des courts-circuits internes :

— Les Ateliers de Construction Electrique de Charleroi ont adopté un système basé sur l'égalité des tensions aux bornes de chacune des 7 rangées de diodes en parallèle (fig. 25). La tension aux bornes de chacune des rangées est constamment comparée, par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement, à une tension de référence fournie par un potentiomètre connecté aux extrémités de la branche de pont. Ainsi tout claquage de diode est immédiatement signalé.

— Siemens Schuckert Werke a adopté un système dans lequel le primaire d'un transformateur est connecté aux bornes de chacune des 6 rangées de diodes en parallèle (fig. 26). Les secondaires sont connectés en parallèle avec interposition d'une diode sur chaque secondaire. La tension aux bornes de l'ensemble est ainsi affectée par la présence d'une ou plusieurs diodes avariées et cette tension commande un dispositif qui déclenche à partir d'un seuil correspondant au court-circuit de deux diodes.

Pour la protection contre les courts-circuits externes, c'est-à-dire en aval des redresseurs, l'emploi d'un court-circuiteur auquel on avait eu recours pour les premières applications des redresseurs au silicium et qui avait encore été appliqué pour

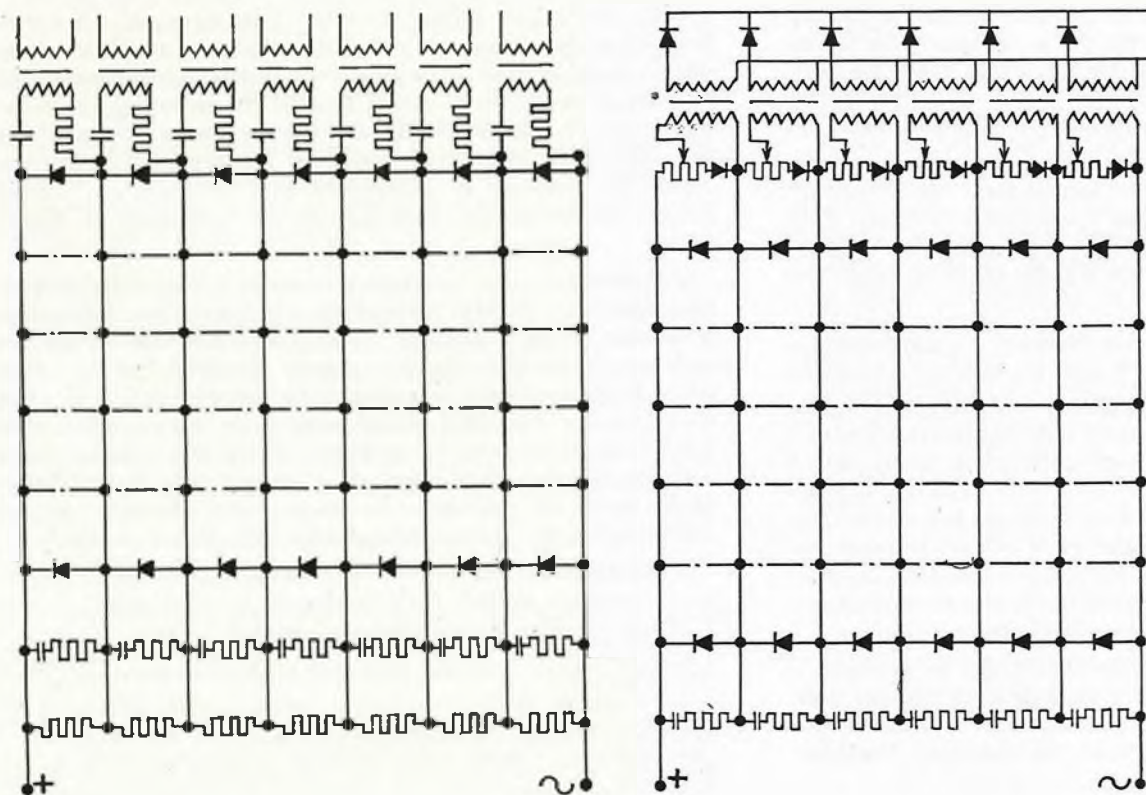


FIG. 28 et 29. — Schémas de principe des circuits de protection sur un bras de pont de Graetz.

A gauche, branche de pont de redresseur des Ateliers de Construction Electrique de Charleroi.

A droite, branche de pont de redresseur Siemens - Schuckert Werke.

les locomotives de la série BB 150, a été abandonné en raison des très fortes sollicitations que ce mode de protection impose au transformateur pendant le temps compris entre l'apparition du court-circuit et le déclenchement du disjoncteur général. Ces sollicitations imposent une construction renforcée du transformateur qui en augmente la masse et le prix.

Les progrès réalisés dans la fabrication des diodes au silicium et les résultats en exploitation de divers types de locomotives pour lesquels la protection est assurée par des caractéristiques appropriées de réactance des transformateurs, notamment les dernières unités de la série BB 12 000, qui furent les premières à être dispensées de protections spéciales, permettent en effet de limiter l'échauffement des diodes à une valeur admissible jusqu'au déclenchement du disjoncteur général. La disposition du transformateur avec un secondaire pour chaque redresseur est d'ailleurs favorable à la limitation du courant de court-circuit comme nous l'avons précédemment indiqué.

Pantographes et appareillage de toiture. — Les dispositions adoptées pour les lignes de contact par les divers réseaux sur lesquels les locomotives doivent circuler a imposé de les équiper de trois pantographes différents :

— un pantographe à deux frotteurs pour les réseaux belge et néerlandais ;

— un pantographe avec un frotteur métallique pour le réseau français ;

— un pantographe avec un frotteur de carbone sur le réseau allemand.

Ces trois pantographes étant constamment connectés sur la ligne de toiture sont tous constamment sous tension et ont ainsi dû être tous munis de cornes isolées en raison des circulations sur le réseau français pour lequel les distances d'éclatement au passage des ouvrages d'art doivent être respectées. Le disjoncteur pour courant continu n'étant pas isolé pour les tensions de 15 et 25 kV, un sectionneur avec mise à la masse a été prévu (fig. 25).

La protection contre toute fausse manœuvre de levée des pantographes est assurée par un dispositif de palpage comportant deux relais de tension (1,5 et 3 kV) à courant continu Q_1 et Q_2 et deux relais de fréquence 50 et 16 2/3 Hz Q'_1 et Q'_2 , suivant le schéma de la figure 25 très analogue à celui adopté pour les locomotives CC 40 100 et dont le fonctionnement est le même. Le transformateur de palpage T_p est naturellement prévu pour être parcouru en permanence par le courant continu traversant la résistance R_p qui assure par prise potentiométrique l'excitation des relais Q_p 1,5 kV et 3 kV (fig. 25).

Appareillage des circuits de traction. — L'appareillage des circuits de traction se compose de :

— l'appareillage classique des locomotives BB à courant continu (résistances de démarrage, contacteurs de ligne, d'élimination des résistances de démarrage, de couplage des moteurs de traction, d'inversion de sens de marche et de shuntage des inducteurs) ;

— de l'ensemble des contacteurs assurant les commutations nécessaires pour le fonctionnement sous les quatre systèmes de traction.

Tous ces contacteurs sont à commande par arbres à cames entraînés par des moteurs électriques commandés par un jeu de relais suivant le système Jeumont-Heidmann (J.H.) à l'exception de l'inversion du sens de marche qui est assurée par un tambour à touches de contact, lequel est d'ailleurs entraîné par un des arbres à cames, comme nous l'indiquons ci-dessous, et de la commutation 15-25 kV aux secondaires du transformateur qui s'effectue par un tambour à commande électropneumatique.

Les contacteurs de ligne et d'élimination des résistances de démarrage, au nombre de 19 par groupe de deux moteurs, sont commandés par un premier arbre à cames J.H. 1, lequel assure aussi par l'intermédiaire d'une chaîne cinématique, l'entraînement du tambour d'inversion du sens de marche.

Les contacteurs assurant les commutations nécessaires pour le fonctionnement sous les quatre systèmes de traction sont au nombre de 27 et sont commandés par un second arbre à cames J.H. 2, qui assure aussi l'élimination des moteurs de traction et redresseurs en cas d'avarie, ainsi que la mise hors circuit d'un moteur pour la marche avec trois moteurs en série seulement dans les cas de marche en courant continu 3 kV. Cet arbre commande également 8 contacteurs qui assurent les changements de couplage des circuits des auxiliaires.

L'élimination des éléments en défaillance a été spécialement étudiée pour offrir de larges possibilités en exploitation sans introduire une trop grande complexité d'appareillage. Elle permet d'éliminer les moteurs par groupe de deux et un quelconque des deux redresseurs. Dans ce dernier cas, il est possible soit d'alimenter les quatre moteurs en série parallèle, ce qui permet de disposer de l'effort de traction normal, mais à vitesse réduite puisque les moteurs sont utilisés sous 750 V, soit d'alimenter deux moteurs en parallèle, ce qui permet une marche à vitesse normale, mais bien entendu seulement dans la mesure où les charges remorquées sont assez réduites.

Les contacteurs de shuntage des inducteurs, au nombre de 6 par groupes de deux moteurs, sont commandés par un troisième arbre à cames J.H. 3.

Les résistances de démarrage sont constituées de grilles en acier inoxydable ventilées par 6 groupes moto-ventilateurs hélicoïdes, alimentés par connexion directe en dérivation sur les dernières résistances de démarrage (talon de rhéostat). Dans cette disposition, appliquée pour la première fois sur les prototypes BB 9 003 et 9 004 de la S.N.C.F., puis sur de nombreux types de locomotives à courant continu, notamment BB 9 200 et 9 400 de la S.N.C.F., et polycourant, notamment BB 30 001 et 2, CC 40 001 à 4, BB 25 100, 25 150 et 25 200 de la S.N.C.F., et 2, CC 40 101 à 4, BB 25 100, 25 150 et 25 200 de la S.N.C.F. (12), BB 150 de la S.N.C.B., la vitesse, donc le débit des ventilateurs, croît avec l'intensité qui circule dans les résistances de démarrage et assure ainsi une autorégulation de la ventilation. Sous la tension de 55 V, la vitesse de rotation est de 2 900 tr/mn et l'intensité de 50 A.

Suivant une technique d'origine Jeumont-Schneider qui tend à devenir générale, l'ensemble des résistances de démarrage et des contacteurs est disposé en un seul bloc, dénommé « bloc traction » (fig. 30 et 31), entièrement monté et câblé en usine, et fixé dans la partie centrale de la caisse de la locomotive.

Cette technique offre, en effet, l'avantage de permettre l'exécution du montage et du câblage dans les meilleures conditions et de réduire ainsi le prix de revient. La réalisation en bloc fermé assure au mieux la sécurité du personnel, en même temps que l'ensemble de l'appareillage se trouve protégé de la poussière, d'où une réduction sensible des dépenses d'entretien. Enfin, les révisions et réparations sont facilitées par l'accès facile à l'ensemble de l'appareillage et des résistances de démarrage.

Auxiliaires. — Les auxiliaires commun à la marche en courant continu et courant monophasé sont ceux d'une locomotive à courant continu bitension 1,5 et 3 kV. Les ventilateurs des moteurs de traction, un par groupe de deux moteurs d'un même bogie, sont entraînés chacun par un moteur 1,5 kV. Ces moteurs sont alimentés directement pour les marches sous 1,5 kV, en série pour les marches sous 3 kV. Chacun d'eux entraîne un autre ventilateur qui assure, en série, la ventilation de l'armoire de redresseurs et de la self de lissage assurant l'alimentation du groupe correspondant de deux moteurs.

Le compresseur est entraîné par un moteur à double induit avec connexion en série des deux induits pour les marches sous 3 kV, en parallèle pour les marches sous 1,5 kV.

(12) Les locomotives prototypes BB 9003 et 4 ont été décrites dans le *Génie Civil* du 15 janvier 1956.

Les locomotives BB 9200 constituent la version courant continu 1,5 kV des locomotives BB 16000 à courant monophasé 25 kV-50 Hz qui ont été décrites dans le *Génie Civil* du 15 mars 1959.

Les locomotives bicourant (continu 1,5 kV — monophasé 25 kV-50 Hz) des séries 25100 et 25200, qui dérivent des types BB 9200 et BB 16000, ont été décrites dans le *Génie Civil* des 1^{er} et 15 janvier et 1^{er} février 1966.

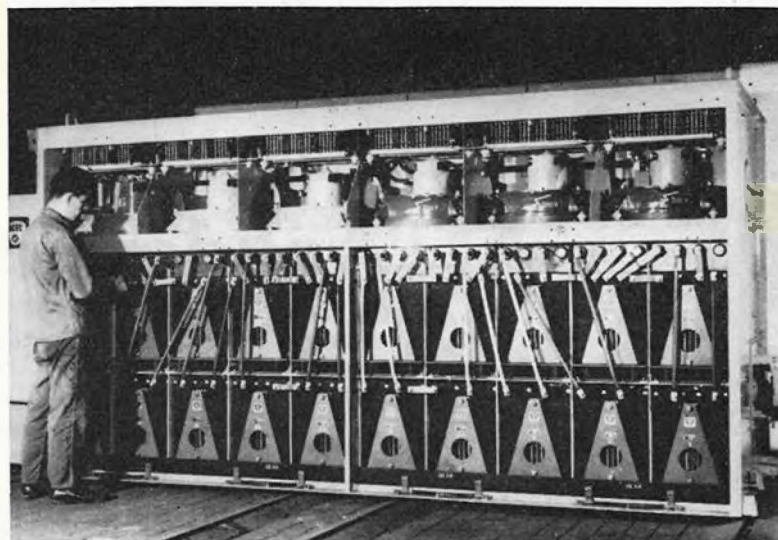
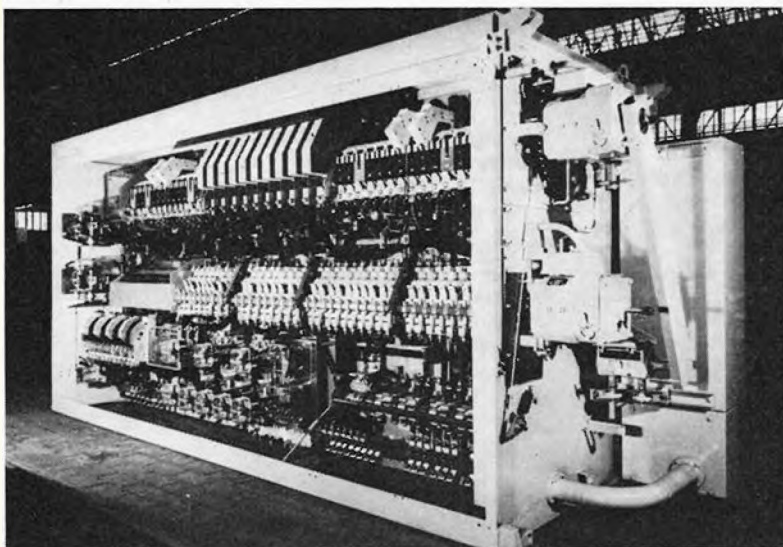


FIG. 30 et 31. — Bloc traction des locomotives BB 160 de la S.N.C.B. vu du côté contacteurs (à gauche) et du côté rhéostat (à droite).

Le maintien en charge de la batterie d'accumulateurs (54 éléments cadmium-nickel de capacité 80 Ah) est assuré par un redresseur et un alternateur triphasé de 3,8 kVA entraîné par courroies trapézoïdales à partir d'un des groupes moto-ventilateurs des moteurs de traction. L'autre groupe moto-ventilateur entraîne un alternateur triphasé qui alimente le moteur asynchrone entraînant la pompe de circulation d'huile du transformateur. Par ces entraînements mécaniques, on évite de petits moteurs spéciaux d'auxiliaires à 3 kV.

Ainsi les auxiliaires sont en nombre très réduit et l'accessibilité à tous les organes et leur disposition dans cette caisse de longueur limitée est particulièrement remarquable, ce qui est aussi une conséquence de la disposition du transformateur entre les bogies, comme sur les locomotives des séries BB 12 000, à l'origine, puis 16 500, 25 100, 25 200, 25 500 et 17 000.

C'est pourquoi l'installation de l'équipement des BB 160 apparaît spécialement simple, bien qu'il s'agisse d'un engin quadricourant.

Chauffage du train. — Le chauffage du train est assuré :

- en courant continu par alimentation directe à la tension de la caténaire sous 1,5 kV dans le cas de circulation sur le réseau néerlandais, sous 3 kV dans le cas de circulation sur le réseau belge ;

- en courant monophasé par prise sur le primaire du transformateur à la tension de 1,5 kV dans le cas de circulation sur le réseau français et à la tension de 1 kV dans le cas de circulation sur le réseau allemand.

Équipement des cabines de conduite. — Comme sur les autres types de locomotives électriques de la S.N.C.B., plus particulièrement les locomotives tricourant BB 150, l'automatisme a été poussé très loin afin de permettre au conducteur de concentrer toute son attention sur la signalisation. En particulier, la commande des vitesses est automatique après le choix par le conducteur du cran de marche économique, le réglage du relais d'accélération étant à la disposition du conducteur qui peut ainsi faire varier l'effort de démarrage de 0 à 200 kN (20 t) d'une façon continue. Le conducteur conserve donc l'initiative des ordres, mais l'équipement n'exécute pas une manœuvre aberrante.

Les pupitres de commande comportent les appareils de mesure et les voyants qui permettent au conducteur de s'assurer à tout instant de l'exécution des commandes et du fonctionnement de l'automatisme.

En plus des commandes usuelles (manipulateur, manette d'inversion du sens de marche, robinets de frein, etc.), les cabines comportent :

- un sélecteur de tension avec positions 0, 1,5 kV, 3 kV avec 3 ou 4 moteurs, 25 kV et 15 kV avec deux redresseurs et 4 moteurs ou un redresseur et 2 ou 4 moteurs ;

- un sélecteur d'élimination des moteurs de traction à 5 positions : tous les moteurs en service et chacun des moteurs éliminés. Les moteurs ne pouvant être éliminés que par groupe de deux en raison des marches sous tension 3 kV et des démarrages série-série-parallèle (3 kV) ou série-parallèle-parallèle (1,5 kV), la mise en position du sélecteur sur une position correspondant à un moteur éliminé entraîne automatiquement l'élimination du moteur qui lui est associé.

En outre, deux sélecteurs d'élimination des redresseurs sont disposés sur chacune des armoires correspondantes.

Comme sur les locomotives BB 150, les cabines sont aménagées en vue d'offrir au personnel le plus grand confort et une très bonne visibilité. Le pupitre de commande est prévu pour la conduite en position assise. Les baies frontales sont équipées d'essuie-glace et de glaces chauffantes assurant le dégivrage total même dans les conditions les plus sévères. Le chauffage est assuré par une batterie de chauffe à air pulsé et un radiateur.

La conduite des engins de traction électrique de la S.N.C.B. s'effectuant par un seul agent, les cabines sont équipées d'un dispositif de veille automatique, qui est du type à réarmement précédemment adopté pour les locomotives de la série BB 150. Son fonctionnement est le suivant : le conducteur est tenu de maintenir son pied sur une pédale dans une zone d'équilibre et de la réarmer toutes les minutes. Le défaut d'exécution de l'une ou l'autre de ces manœuvres provoque le fonctionnement d'un signal acoustique et, en cas de non exécution, 4 secondes plus tard le déclenchement du disjoncteur général et du freinage d'urgence.

Conformément aux règlements des divers réseaux sur lesquels les locomotives sont appelées à circuler, les cabines sont équipées des dispositifs de répétition des signaux fermés, de vigilance et d'arrêt automatique, à brosse de contact (circulations sur les lignes S.N.C.F. et S.N.C.B.) ou à induction (circulation sur les lignes du Chemin de fer Fédéral Allemand).

**

Dans un prochain numéro, nous décrirons les locomotives quadricourant BB de la série E 410 du Chemin de fer Fédéral Allemand qui relèvent de la conception de l'engin polycourant dérivé de l'engin à courant alternatif.

Y. MACHEFERT-TASSIN.