

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 30 (1939)
Heft: 6

Artikel: Le trolleybus de Winterthour
Autor: Werdenberg, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058344>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

S. A. du Four Electrique, Delémont: Elektrische Oefen. — Fours électriques.

Fours Industriels Borel S. A., Peseux/Neuchâtel: Elektrische Industrie-Oefen. — Fours électriques industriels.

F. Freitag, Zürich: Näh- und Leselampe. — Lampe à coudre et à lire.

Appareillage Gardy S. A., Genf: Installationsmaterial und Starkstromapparate. — Matériel pour installations électriques et appareils à courant fort.

Les Hoirs d'Auguste Gehr, Renens: Beleuchtungskörper usw. — Lustrerie, etc.

Fr. Ghielmetti & Cie. A.-G., Solothurn: Elektrische Schalter aller Art. — Appareillage électrique; commutateurs de tous genres.

Glühlampenfabrik A.-G., Fribourg: Glühlampen. — Lampes à incandescence.

Glühlampenfabrik Gloria A.-G., Aarau: Glühlampen und Draht. — Lampes à incandescence et filaments.

«*Jura*», *Fabrik elektrischer Apparate, L. Henzirohs, Niederbuchsiten/Olten*: Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

Jansen & Co., Oberriet/St. Gallen: Röhren aller Art. — Tuyauterie de tous genres.

A.-G. Kummler & Matter, Aarau: Freileitungs- und Fahrleitungsmaterial usw. — Matériel pour lignes aériennes et de contact, etc.

Landis & Gyr, Zug: Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

Leclanché S. A., Yverdon: Elektrische Batterien aller Art. — Batteries électriques de tous genres.

Carl Maier & Cie., Schaffhausen: Elektrische Apparate und Schaltanlagen. — Appareils électriques et installations de couplage.

Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon.

Moser-Glaser & Cie., Basel: Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

Alfred R. Müller, Basel 7: Beleuchtungskörper. — Lustrerie.

Prometheus A.-G., Liestal: Elektrische Apparate aller Art. — Appareils électriques de tous genres.

Le Rêve S. A., Genf: Elektrische Kochapparate. — Appareils électriques de cuisson.

Gesellschaft der Ludwig von Roll'schen Eisenwerke, Gerlafingen: Installationsmaterial für elektrische Freileitungen. — Matériel d'installation pour lignes électriques aériennes.

Fabrik elektrischer Apparate Fr. Sauter A.-G., Basel: Elektrische Bedarfsartikel. — Appareils électriques.

Aktiengesellschaft für Schaltapparate, Bern: Schaltapparate; Automaten. — Commutateurs; appareils automatiques, etc.

H. A. Schlatter & Co., Zollikon-Zürich: Elektrische Schweissmaschinen. — Machines à souder électriques.

Sprecher & Schuh A.-G., Aarau: Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

Ernst Schudel, Basel: Fahrradlampen und -dynamos. — Lampes pour bicyclettes et dynamos.

Schweizerische Isola-Werke, Breitenbach/Solothurn: Isoliermaterialien. — Matériaux isolants.

Sécheron-Werke A.-G., Genf: Elektrische Schweissapparate und Maschinen. — Appareils pour la soudure électrique.

Ernst Selmoni, Basel: Bodendosen für verschiedene elektrische Zwecke. — Prises de courant pour divers usages.

A. Siegrist, Zürich: Waschmaschinen aller Art, Zentrifugen. — Machines à laver de tous genres, centrifuges.

«*Sodeco*» und «*Vibrosan*», *Genf*: Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich 10: Elektrische Messinstrumente und wissenschaftliche Apparate. — Instruments de mesure électriques et appareils scientifiques.

Tybag A.-G., Küsnacht/Zürich: Härteöfen; Industrie-Oefen. — Fours pour trempe, creusets.

Emil Weidmann, Basel: Holzleuchter. — Lampes et pieds de lampes en bois.

Oskar Woertz, Basel: Elektrotechnische Materialien. — Matériel électrotechnique.

Zenith, Fabrique de montres, Le Locle: Elektrische Uhren; Kontrollapparate; Grauguss und Spritzguss; Mutter- und Nebenuhren. — Horloges électriques; appareils de contrôle; fonte grise et fonte injectée; horloges mères et secondaires.

Les trolleybus de Winterthour.

Par *W. Werdenberg*, Winterthour.

629.113.62(494)

L'auteur décrit en détail la ligne de trolleybus Winterthour-Wülflingen, longue de 3,1 km: le rendement économique en comparaison avec le tramway et l'autobus, la ligne de contact et le matériel roulant. Le matériel roulant et la ligne de contact présentent quelques innovations constructives intéressantes.

Die 3,1 km lange Trolleybusanlage Winterthur-Wülflingen wird in allen Einzelheiten beschrieben: Wirtschaftlichkeit im Vergleich mit Strassenbahn und Autobus, Fahrleitung und Rollmaterial. Das Rollmaterial und das Fahrleitungsmaterial weisen einige interessante Neukonstruktionen auf.

(Traduction.)

I. Généralités.

La première ligne de trolleybus de Winterthour, d'une longueur de 3,1 km, a été mise en exploitation le 28 décembre 1938, après une série de courses journalières qui durèrent pendant 4 semaines.

Cette ligne de trolleybus relie la gare des CFF de Winterthour au centre du village de Wülflingen; elle remplace l'ancienne ligne de tramways à voie unique. La fig. 1 montre le tracé de cette nouvelle ligne.

Ce changement de mode de transport a été nécessité par la prochaine correction de l'artère qui conduit du passage sous voies au centre du village de Wülflingen. Les voies du tramway installées en 1915 étaient si usées qu'elles auraient dû être

remplacées, de même qu'une partie de la ligne de contact. Dans ces conditions, il fallait examiner quel pourrait être le mode de transport le plus avantageux. Les modes de transport suivants furent donc étudiés avec le plus grand soin:

- 1° Tramway: a) à voie unique; b) à double voie.
- 2° Trolleybus: à double voie.
- 3° Autobus: a) à essence; b) Diesel.

Les résultats de cette étude sont relevés sur le tableau I.

Ces résultats montrent que le trolleybus est plus avantageux que les autres modes de transport, malgré un taux d'amortissement important. L'introduction du service par trolleybus sur le tronçon

allant de la gare de Winterthour à Wülflingen fut donc décidée pour cette raison et pour les avantages techniques qu'offre ce mode de transport: grande vitesse commerciale, service silencieux et inodore, utilisation de l'énergie indigène, etc.

II. La ligne de contact.

1^o Installation.

La ligne de contact aérienne est double. L'exécution à un seul fil n'aurait permis que de faibles éco-

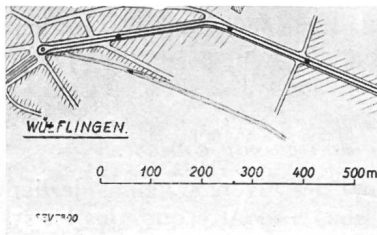


Fig. 1.
Plan de situation de la ligne de trolleybus
Winterthour-Wülflingen.

Cette nouvelle ligne supprime par contre la relation directe entre Seen et Wülflingen. Les statistiques indiquent toutefois que cette relation directe

Comparaison des différents modes de transport.

Tableau I.

	Tramway		Trolleybus à double voie	Autobus	
	à voie unique	à double voie		à essence	Diesel
Longueur de la ligne (km)	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Fréquence des courses (min)	10	10	10	10	10
Durée du trajet (min)	15	15	10	10	10
Vitesse de parcours (km/h)	12,4	12,4	18,6	18,6	18,6
Nombre de voitures en service	3	3	2	2	2
en réserve	1	1	1	1	1
au total	4	4	3	3	3
Kilométrage annuel par voiture (km-voiture)	75 555	75 000	111000	111000	111000
Frais d'exploitation:	cts/km-v	cts/km-v	cts/km-v	cts/km-v	cts/km-v
Administration . . .	7,4	7,4	7,4	6,1	6,1
Entretien et surveillance	7,0	7,0	1,1	1,1	1,1
Service de traction et d'ateliers	53,2	53,2	38,4	49,6	38,6
Charges sociales et impôts	5,3	5,3	5,0	7,1	7,1
Total	72,9	72,9	51,9	63,9	52,9
Intérêts à 4½ % . . .	15,5	28,3	6,8	5,1	5,1
Amortissements ¹⁾ . . .	11,5	14,3	9,3	12,1	12,1
Dépenses totales . . .	99,4	115,5	68,0	81,1	70,1

¹⁾ Tramway: Infrastructure 2 %, superstructure 3 %.
ligne de contact 3 %, matériel roulant 4 %.
Trolleybus: Ligne de contact 3 %, mat. roulant 8 %.
Autobus: Matériel roulant 12 %.

n'était guère utilisée que par quelques passagers qui devront changer de voiture. Il est d'ailleurs prévu de remplacer par un service de trolleybus la ligne allant de la gare de Winterthour à Seen.

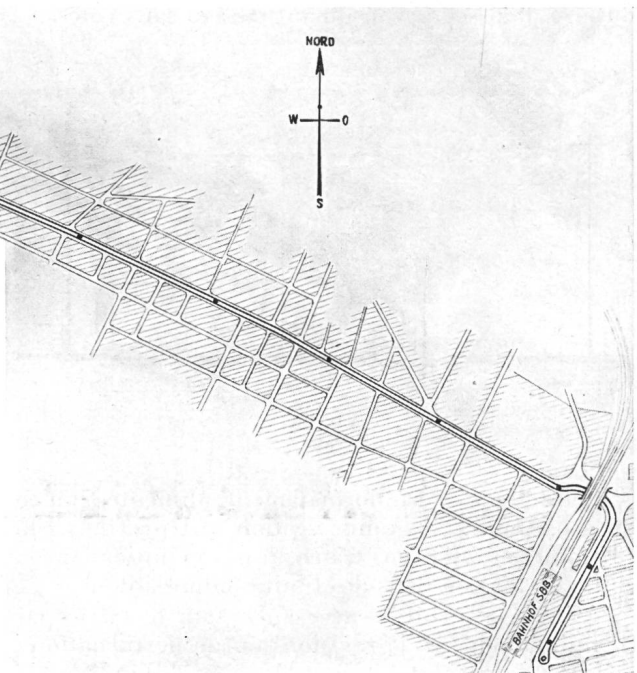


Fig. 2.
Trolleybus remorqué par une voiture de tramway
entre le dépôt et la station terminus.

qués chaque matin à la place de la gare par une voiture de tramway et ramenés le soir au dépôt après la dernière course. La fig. 2 montre un trolleybus remorqué par un tramway. Ce système a donné jusqu'ici d'excellents résultats.

L'axe de chaque ligne de contact a été choisi de façon que les trolleybus puissent se déplacer sur tout le trajet avec la plus grande facilité. La fig. 3 montre le profil du tracé, avec indication des principaux supports. La hauteur de la ligne de contact au-dessus du sol est en moyenne de 6 m. Elle n'a dû être abaissée à 4 m qu'au passage sous voies.

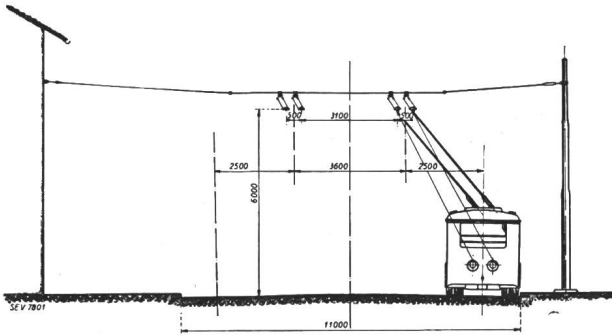


Fig. 3.
Profil transversal.

Cette ligne n'est normalement alimentée qu'en un seul point. Sa grande section (fil profilé CFF, 107 mm²) et 3 liaisons transversales maintiennent la chute de tension dans des limites admissibles.

Afin de pouvoir assurer au besoin le trafic par fil unique, en cas de revisions ou de perturbations, la ligne de contact est couplée comme l'indique le schéma de la fig. 4. Les dispositifs de sectionnement

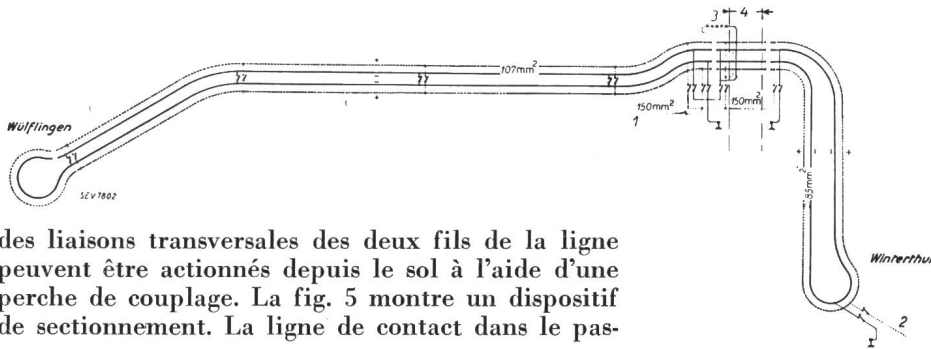


Fig. 4.
Ligne de contact Winterthur
gare CFF - Wülflingen.
Schéma de couplage.
1 Feeder du réseau de distribu-
tion communal.
2 Ligne de contact du tramway.
3 Lampes de signalisation.
4 Passage sous voies.

des liaisons transversales des deux fils de la ligne peuvent être actionnés depuis le sol à l'aide d'une perche de couplage. La fig. 5 montre un dispositif de sectionnement. La ligne de contact dans le pas-

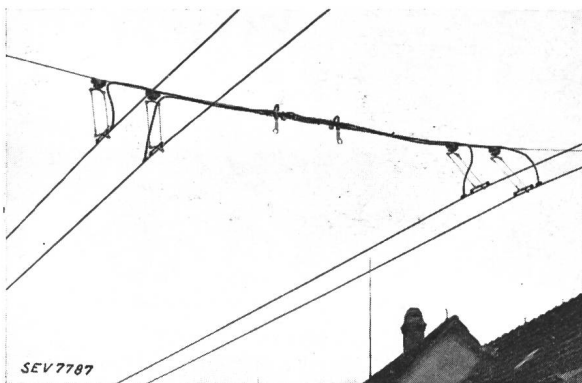


Fig. 5.
Connexion transversale avec sectionneurs ouverts.

sage sous voies des CFF étant passablement rapprochée du sol, elle peut être mise hors tension lorsque le passage de véhicules à gabarit élevé l'exige.

Das ce cas, les trolleybus traversent le passage en dérive. Les deux pôles de la ligne de contact sont protégés contre les surtensions par deux limiteurs de tension placés aux deux extrémités et comportant un éclateur à plaques et une résistance dépendant de la tension.

Les isolements de la ligne de contact sont toujours doubles; leur tension de claquage atteint 7000 V courant continu à l'état mouillé.

2° Système de ligne de contact.

L'examen personnel des divers systèmes de ligne de contact existants nous a montré que tous les systèmes offerts permettent un service parfait des trolleybus. Nous désirions cependant une ligne de contact très économique et qui trouble aussi peu que possible l'aspect des rues. Nous voulions en outre que cette ligne permette partout de conduire les trolleybus comme s'ils n'étaient pas liés à cette ligne de contact. Le conducteur du trolleybus doit pouvoir adapter librement la marche de son véhicule selon les exigences du trafic, tout comme les autres usagers de la chaussée. Enfin, les supports de cette ligne devaient également servir à porter les installations d'éclairage public. L'écartement entre les supports devait donc répondre aux exigences d'un éclairage correct.

Ces conditions nous ayant paru être les mieux satisfaites par le système de la S. A. Kummler &

Matter, à Aarau, la commande fut adjugée à cette entreprise. Les essais de réception et les expériences faites jusqu'ici ont montré que ce système de ligne de contact installé pour la première fois à Winterthur est excellent.

Le système Kummler & Matter présente sur les autres systèmes les importants avantages suivants:

1° La ligne de contact est suspendue en zigzag, même sur les tronçons rectilignes, comme le montre la figure 6. Cette suspension en zigzag permet de maintenir constante la flèche qui varie selon la température. Elle a également permis de porter sans crainte de 25 à 30—35 m l'écartement des suspensions transversales. L'aspect de la rue est plus dégagé, les frais de la ligne sont réduits et les supports peuvent être écartés aux distances exigées par l'éclairage public. La figure 7 montre la différence entre un système normal à 25 m d'écartement entre les suspensions transversales et le système Kummler & Matter à 30 m d'écartement.

L'expérience a montré en outre que cette disposition en zigzag permet un passage très doux des points de suspension

et que les oscillations de la ligne sont néanmoins très vite amorties. Cette disposition a permis également de faire circuler les trolleybus à la vitesse de 40 km/h à 4 m de dis-

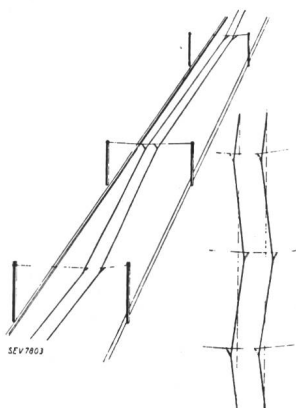


Fig. 6.

Schéma de principe de la suspension en zigzag.

tance de l'axe de la ligne et de procéder à de brusques freinages, sans que les patins des trolleybus ne quittent la ligne de contact. Enfin, cette disposition en zigzag est probable-

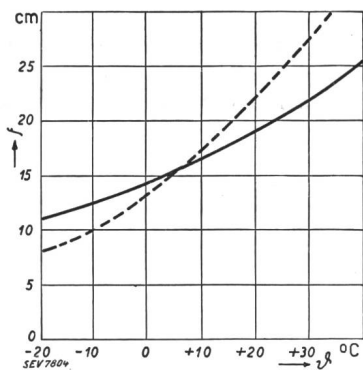


Fig. 7.

Flèche (f) en fonction de la température du fil ϑ .
 ---- Portée de 25 m, sans compensation.
 ——— Portée de 30 m, avec compensation.

ment la raison pour laquelle la durée des charbons des patins est jusqu'à présent beaucoup plus grande que les durées indiquées par d'autres exploitations. En traitant soigneusement ces patins, nous arrivons à 3000 km par voiture et par patin, cette valeur ayant été atteinte en partie par temps de gel et de pluie.

2° Dans les courbes à faible rayon, la ligne de contact n'est pas en fil profilé, mais en pièces tubulaires. On évite ainsi l'emploi de nombreuses suspensions transversales, qui

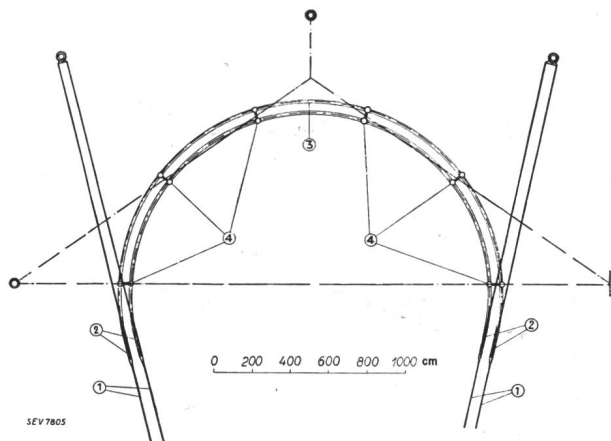


Fig. 8.

Boucle.

1 Fil de contact. 2 Pince de transition. 3 Tube incurvé. 4 Isolateurs.

alourdiraient l'aspect de la ligne de contact aérienne, surtout aux boucles des terminus. La figure 8 montre le principe d'une boucle de ce genre et la figure 9 son exécution.

A côté de ces particularités, ce système répond également aux autres exigences résultant des expé-

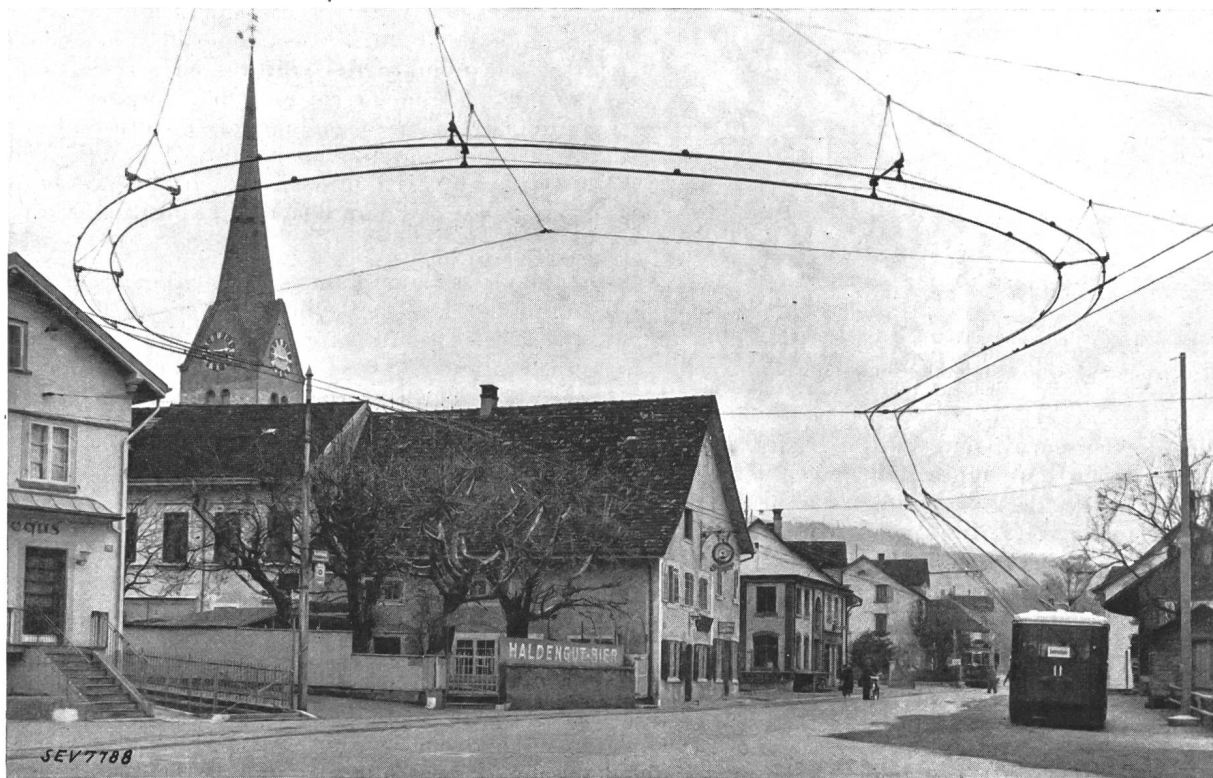


Fig. 9.

La boucle en tête de ligne à Wülflingen.

riences faites dans d'autres exploitations, telles que la suspension pendulaire du fil de contact et sa liberté de déplacement. Le danger d'un culbutage des griffes qui maintiennent le fil est évité par leur suspension parallèle. L'isolateur en porcelaine est

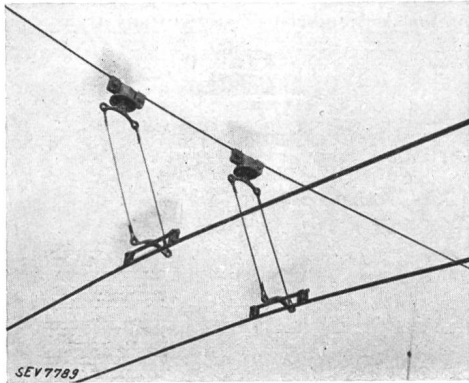


Fig. 10.
Suspension normale du fil de contact.

situé à environ 35 cm au-dessus de la ligne de contact, de sorte que l'isolateur et la suspension transversale ne risquent pas d'être rompus au cas où la prise de courant aérienne du trolleybus viendrait à quitter la ligne.

La fig. 10 montre une de ces suspensions.

Les croisements des lignes de contact des trolleybus avec celles des tramways à archets présentent une grande légèreté. On a pu renoncer complètement aux fils supplémentaires, même lorsque les

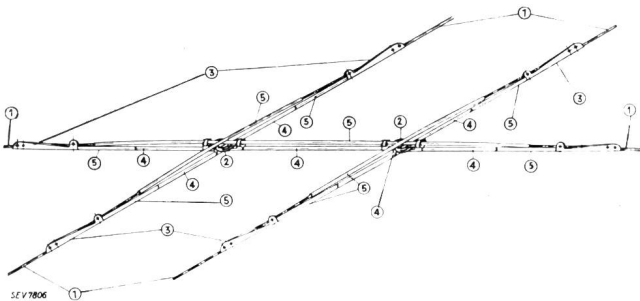


Fig. 11.
Croisement de la ligne de trolleybus avec une ligne de tramway.
1 Fil de contact. 2 Pièce de croisement. 3 Pince de transition.
4 Pièce de raccordement tubulaire. 5 Isolation.

angles de croisement sont de 45°. La fig. 11 représente le dessin d'un croisement. Avec cette exécution, aucun des fils de contact n'a besoin d'être sectionné, ce qui facilite grandement les déplacements et les réparations des lignes.

3° Installations de garage.

Deux voies ont été prévues dans le dépôt des tramways pour le garage des trolleybus. Ces véhicules se trouvant sur des fosses, on a dû installer des rails de guidage, afin que les roues ne puissent pas tomber par mégarde dans ces fosses.

A l'entrée du dépôt, les lignes de contact de ces deux voies se terminent par deux embouts, dont les

extrémités sont suffisamment rapprochées pour que l'une ou l'autre des deux voies puisse être utilisée pour l'entrée en déplaçant simplement la prise de courant du véhicule, ce qui évite le montage d'aiguillages.

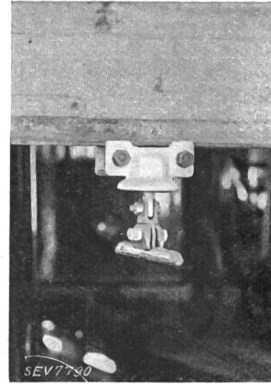


Fig. 12.
Dispositif sur le rouleau
d'une porte d'accès au
dépôt.

Les portes d'accès à rouleaux peuvent être traversées sans interruption du courant. Dans ce but, les rouleaux portent des segments de ligne isolés, qui s'adaptent parfaitement aux deux tronçons des lignes de contact, comme le montre la fig. 12.

III° Matériel roulant.

(Fig. 13 et 14.)

1° Généralités.

Les trolleybus permettent de ramener de 15 à 10 minutes la durée du trajet. Pour une pente moyenne de 5 ‰, une distance entre deux arrêts de 250 mètres et une durée d'arrêt de 10 secondes par arrêt, les trolleybus atteignent une vitesse commerciale de 20 km/h. Ceci a permis de ramener de 3 à 2 le nombre des voitures en service, tout en conservant la même capacité de transport. L'exploitation normale n'exige donc que 2 voitures. Les trolleybus sont toutefois au nombre de 4, afin d'avoir une réserve suffisante en cas d'affluence et pour pouvoir exposer l'un d'eux à l'Exposition Nationale de Zurich.

La vitesse maximum est de 40 km/h, sous tension nominale. Les trolleybus peuvent démarrer avec une accélération maximum de 1,9 m/s². Cette forte accélération n'éprouve pas les voyageurs debouts, car elle est très progressive. Le voyageur a donc le temps de s'adapter à la position dictée par l'accélération.

Le freinage est assuré par un frein électrique à résistance (frein rhéostatique), un frein à air comprimé sur les quatre roues et un frein à main. L'effort de freinage exercé par le frein électrique dépend de la vitesse de rotation des roues, de sorte que ce frein empêche tout patinage de la voiture, même lorsque la chaussée est très glissante. Le frein électrique sert donc de frein normal de service. Il permet d'autre part de réaliser d'importantes économies de garnitures des freins. Il ne fonctionne toutefois efficacement qu'à des vitesses supérieures à environ 5 km/h. L'arrêt complet du trolleybus

doit donc être assuré par le frein à air comprimé. Or, l'expérience faite dans d'autres exploitations a montré que, lorsqu'il est prévu une pédale pour le frein électrique et une autre pédale pour le frein

à air comprimé. La pédale du frein à air comprimé proprement dit n'est utilisée qu'en cas de nécessité. Pour que le conducteur soit immédiatement libre à l'arrêt pour procéder aux encaissements, le frein

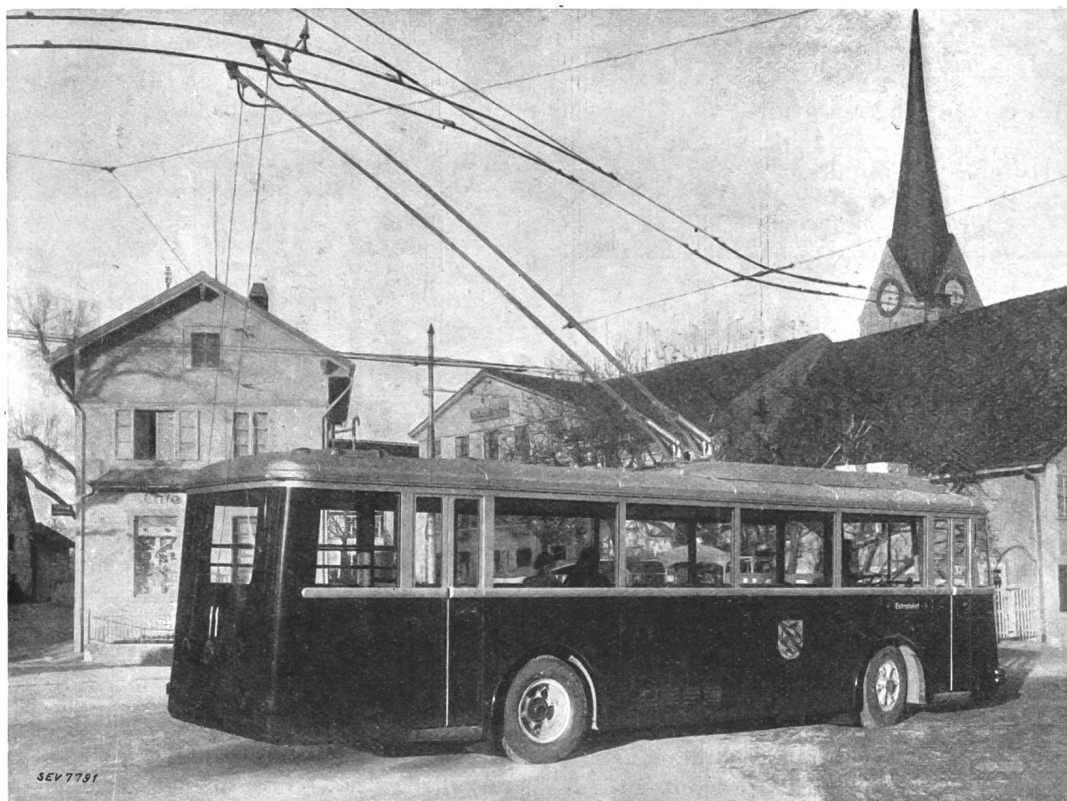


Fig. 13.

à air comprimé, le conducteur trouve plus commode de n'utiliser que le frein à air comprimé pour le freinage normal. Pour éviter ces abus, nous avons

à air comprimé de la pédale du frein électrique est combiné aux portes du trolleybus, de telle sorte que ce frein à air comprimé fonctionne quand les portes sont ouvertes. Cette disposition interdit en outre le démarrage du véhicule avant que les portes soient fermées, ce qui évite des accidents dus à la montée ou à la descente du véhicule en marche. Quant au frein à main, il ne sert qu'à bloquer le trolleybus pendant les arrêts de longue durée.

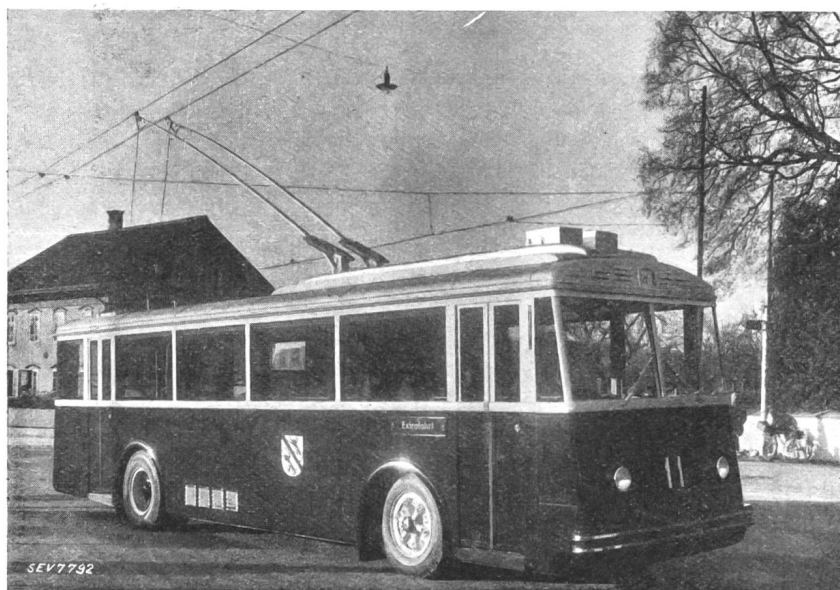


Fig. 14.

combiné pour la première fois le frein électrique au frein à air comprimé, la pédale du frein électrique actionnant en fin de course une soupape à

tes, nous avons renoncé aux banquettes transversales qu'affectionnent généralement les voyageurs et nous n'avons prévu que des banquettes en long.

Le rendement d'une telle exploitation étant d'autant meilleur que le nombre des voitures est plus restreint, les voitures ont été dimensionnées de façon à offrir une place suffisante en cas d'affluence. Les statistiques indiquaient que les tramways de la ligne de Wülflingen transportaient en moyenne 10 passagers par course; le nombre des passagers ne dépassait qu'exceptionnellement 50. Dans ces conditions et du fait que le parcours le plus long ne dure que 10 minutes,

Les expériences des premières journées d'exploitation ont prouvé que ces voitures à 26 places assises et 34 places debout peuvent transporter au besoin plus de 100 voyageurs, bien que leurs dimensions soient assez réduites.

2° Construction des voitures.

Les voitures ont été construites par la S. A. Adolphe Saurer à Arbon. Le tableau II en indique les caractéristiques essentielles.

Données constructives.

Tableau II.

Nombre d'essieux	2
Nombre de pneumatiques	6
Dimensions des pneumatiques	9,75—20
Nombre de places (assisés et debout)	26 + 34
Longueur de la voiture	9,6 m
Largeur de la voiture	2,4 m
Hauteur totale de la voiture	2,75 m
Hauteur du plancher	700 mm
Empattement	4,75 m
Rayon minimum de virage	8,75 m
Poids à vide	7,9 t
Poids en ordre de marche	12,4 t
Transmission	cardan, différentiel, engrenages obliques
Rapport de transmission	10,6 : 1
Carrosserie	anticorodal, aluman, acier

Nous attachions une importance toute particulière à un braquage très réduit, qui permette de virer commodément sur la place du village de Wülflingen. — Le nombre des voyageurs variant beaucoup d'une course à l'autre, la suspension devait être prévue de façon à être souple à toutes les charges, ce qui fut obtenu par des ressorts à lames semi-elliptiques logés dans des paliers spéciaux. — La disposition des banquettes indiquée sur le plan de la fig. 15 est visible sur les fig. 16 et 17. La hauteur

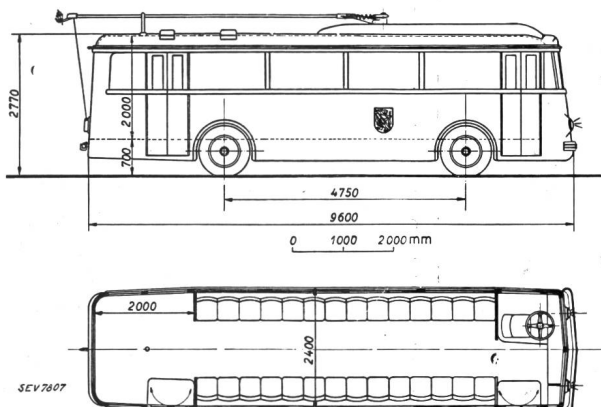


Fig. 15.

Dimensions et disposition des banquettes.

des banquettes est la même partout, même sur les caissons des roues, car l'essieu arrière est coudé et les roues sont munies d'un renvoi à engrenages. — Les entrées sont fermées par des portes à glissières commandées électropneumatiquement depuis le pu-

pitre du conducteur. Par rapport aux portes coulissantes, ces portes à glissières offrent les avantages suivants: pas de double paroi, possibilité de disposer les entrées devant l'essieu avant, fermeture sans danger en cas de presse. Jusqu'à la hauteur

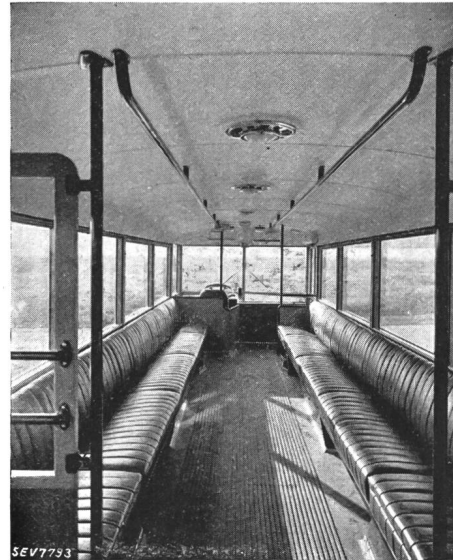


Fig. 16.

L'intérieur d'une voiture vers l'avant.

des fenêtres, toutes les entrées sont entièrement revêtues de matière isolante. Les passagers qui pénètrent dans la voiture ne risquent donc pas d'être électrocutés en cas d'un défaut d'isolement de l'appareillage électrique. Le toit en aluman, constitué par plusieurs panneaux, est d'une construction bre-

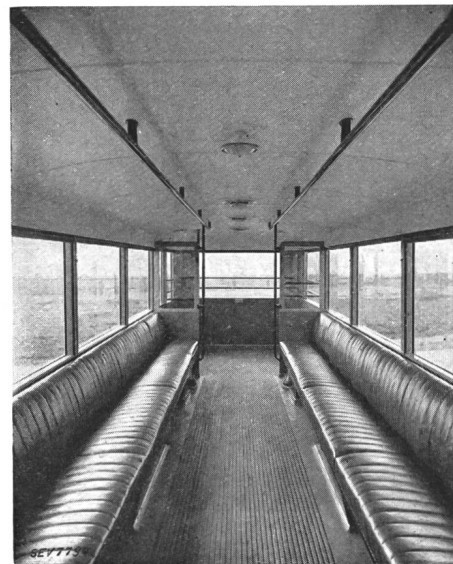


Fig. 17.

L'intérieur d'une voiture vers l'arrière.

vetée étanche à la pluie et protégée contre les dilatations thermiques.

Grâce à un revêtement de matière insonore appliqué au pistolet, les trolleys ne produisent aucun bruit à l'intérieur de la voiture. — Le champ de vi-

sibilité du conducteur est extrêmement étendu, comme le montre la fig. 19, où l'on voit que le conducteur peut surveiller sans gêne toute la chaussée. Les fenêtres étant fermées à demeure, la ventilation

3^o Equipement électrique.

L'équipement électrique a été fourni par la S. A. Brown, Boveri & Cie, à Baden. Les données principales figurent au tableau III.

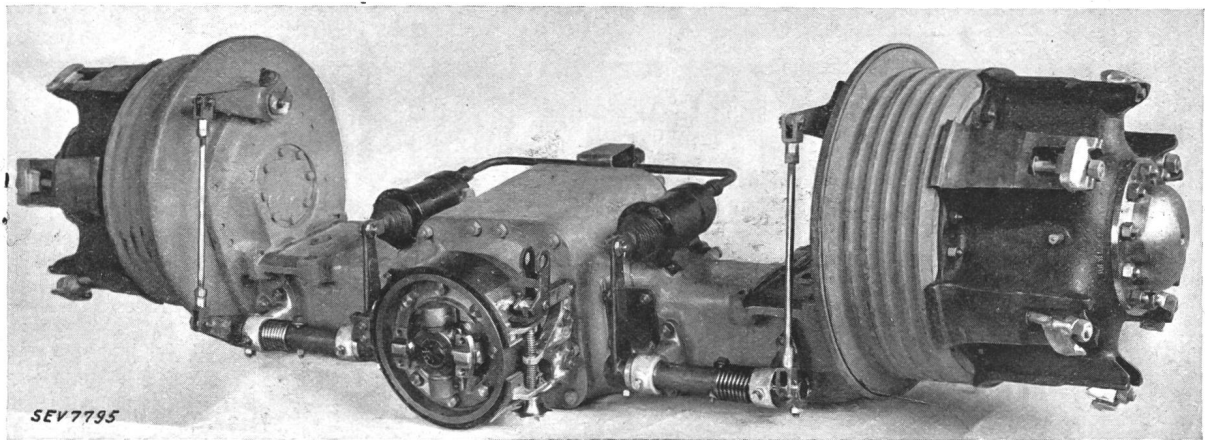


Fig. 18. Essieu arrière spécial.

se fait comme suit: Au-dessus et au-dessous du pare-brise de l'avant, des fentes de ventilation réglables ont été prévues, tandis que des manches à air aménagés dans le plafond à l'arrière de la voiture assurent l'évacuation de l'air. L'air frais circule ainsi sous le plafond et évacue en premier lieu l'air le plus chaud qui s'y accumule; les voyageurs ne sont donc pas assis dans un courant d'air.

Les voitures sont chauffées électriquement par le courant de la ligne de contact. Les corps de chauffe sont fixés à la paroi verticale sous les banquettes

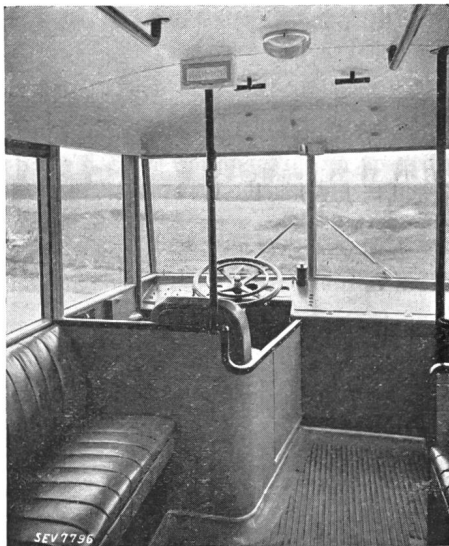


Fig. 19. Cabine du conducteur.

en long. Afin que l'air chaud ne s'accumule pas sous les banquettes, un passage continu a été prévu entre la paroi et le dos des banquettes. L'air chaud peut ainsi s'écouler le long des fenêtres, où le refroidissement est le plus intense.

Le moteur série ordinaire a été adopté à cause de sa construction simple et robuste. La récupéra-

Données électriques. Tableau III.

Genre de moteur	Moteur à courant continu série autoventilé
Puissance unihoraire	64 kW sous 550 V
Vitesse en régime unihor.	1660 t/min
Poids du moteur	540 kg
Commande	Combinateur à cames avec rupteur de ligne
Echelons de démarrage	21
Echelons de freinage	21
Chauffage électrique	3 kW, 600 V
Eclairage et circuits de commande	24 V, batterie Cd-Ni, 60 Ah
Poids de l'équipement électrique complet	1450 kg

tion n'offrait aucun avantage sur ce trajet pratiquement plat. Une marche sur résistance ne se présente également pas en pratique, car le combinateur pos-

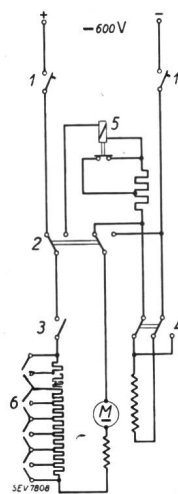


Fig. 20.

Schéma de principe de la commande du moteur.

- 1 Interrupteur à maximum de courant.
- 2 Commutateur de freinage.
- 3 Rupteur de ligne.
- 4 Inverseur du sens de marche.
- 5 Limiteur du courant de freinage.
- 6 Combinateur (21 touches).

ède un nombre d'échelons suffisamment élevé pour permettre une grande accélération, de sorte que la vitesse maximum est atteinte en quelques secondes.

On a donc renoncé pour cette raison à un couplage série-parallèle. La commande électrique est ainsi très simple et aisée. La fig. 20 indique le schéma de principe de la commande. Le démarrage et le freinage s'effectuent comme suit:

freinage, le rupteur de ligne est enclenché et les contacts du combinateur sont ensuite fermés. Dès que la pression exercée sur la pédale de freinage se relâche, le rupteur de ligne déclenche le courant de freinage et le combinateur hors-circuit est ra-

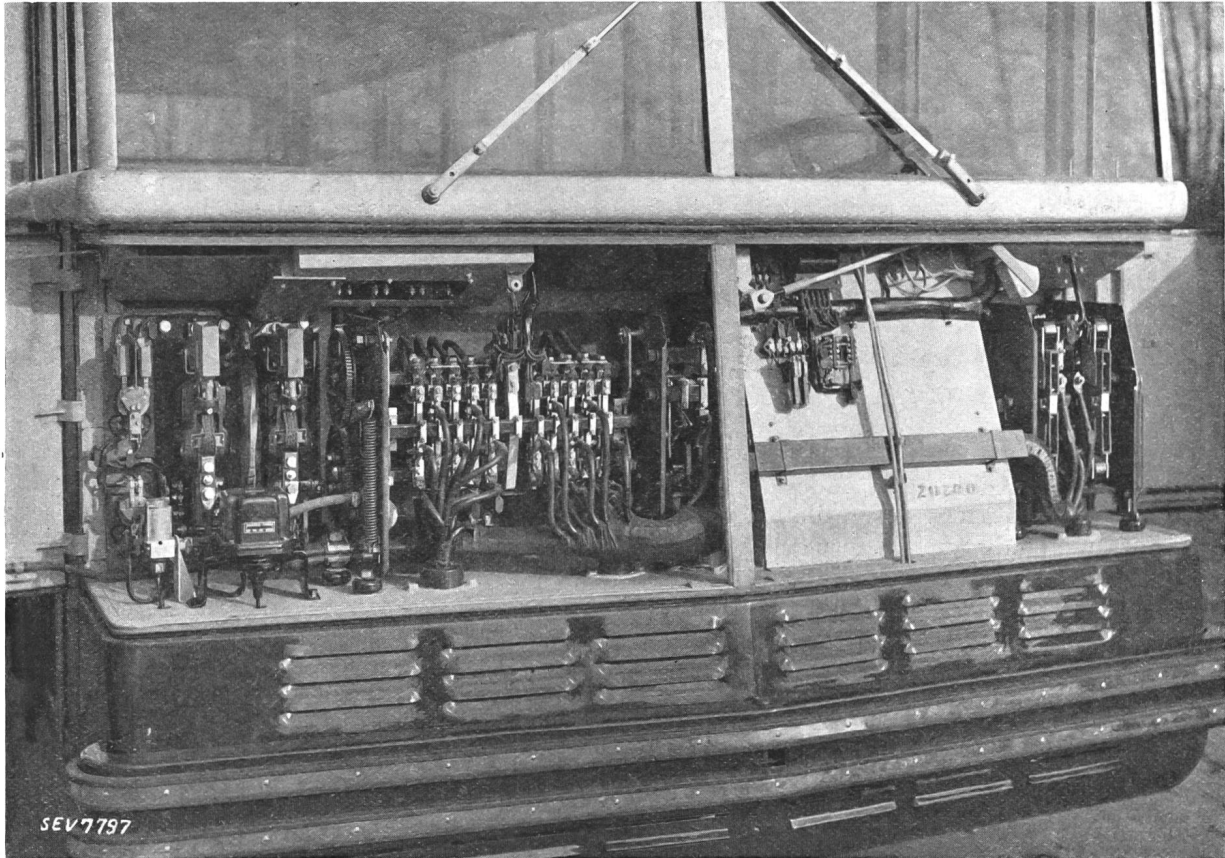


Fig. 21.
Appareillage de commande sous le pupitre, vu de l'extérieur.

Suivant le sens de marche, le sens du courant dans le champ est commuté à l'aide de l'inverseur à commande mécanique. Au moment du démarrage, le rupteur de ligne est tout d'abord shunté par un contact auxiliaire fixé à la pédale de commande, puis le combinateur est shunté mécaniquement par échelons. Quand la vitesse désirée est atteinte, il suffit de relâcher quelque peu la pression exercée sur la pédale pour que le rupteur de ligne s'ouvre et que le combinateur sans courant soit ramené électropneumatiquement en position zéro. Un passage direct d'un échelon de vitesse élevée à celui d'une vitesse plus faible est donc impossible. Ce désavantage apparent ne trouble aucunement la conduite du trolleybus. Le conducteur est au contraire obligé de démarrer aussi vite que possible, puis de laisser le véhicule aller en dérive. Cette disposition permet en outre de ne prévoir un arc de soufflage que dans le rupteur de ligne, dont seuls les contacts doivent être changés. En appuyant sur la pédale de freinage, qui s'actionne avec le même pied que la pédale de marche, le commutateur de freinage est amené mécaniquement en position de

mené en position zéro. Afin que le courant de freinage n'augmente pas exagérément lors d'un freinage brusque, une résistance additionnelle a été prévue dans le circuit de freinage. Cette résistance est normalement shuntée en partie et elle n'est entièrement enclenchée que si l'intensité dépasse la valeur admissible. Cette disposition est excellente, car elle permet un freinage très doux. Il va de soi que des verrouillages mécaniques et électriques interdisent une marche et un freinage simultanés et ne permettent l'actionnement de l'inverseur de marche que lorsque le combinateur est en position zéro et le rupteur de ligne ouvert. Le combinateur de dimensions réduites et d'un faible poids (47 kg seulement avec l'inverseur de marche adossé) est visible sur la fig. 21 à gauche de la direction.

A l'exception du disjoncteur à maximum d'intensité qui se trouve sur le toit de la voiture, tous les appareils sont disposés dans le pupitre de commande. Ils sont aisément accessibles par des parois mobiles et par deux grands portillons. La fig. 21 montre le pupitre ouvert. Les résistances de démarrage et de freinage sont suspendues directement

en-dessous du plancher. Ce groupement de tout l'appareillage à 600 V a permis de réduire au minimum la longueur des lignes de connexion et par conséquent le danger d'une avarie d'isolation.

Les perches des trolleys sont en tubes d'acier étirés, coudés à leur base. Ce cou dage permet de

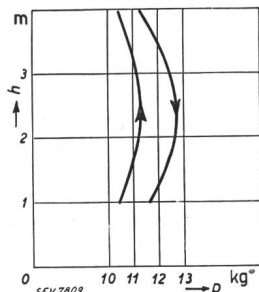


Fig. 22.

Pression de contact (p) en fonction de la hauteur du patin au-dessus de la base du trolley (h).

tourner à volonté les trolleys et de virer par conséquent la machine en une seule courbe, c'est-à-dire sans manœuvre de marche arrière, dans les trajets rectilignes à condition que la chaussée soit suffisamment large. L'écartement maximum par rapport à l'axe de la ligne de contact peut atteindre

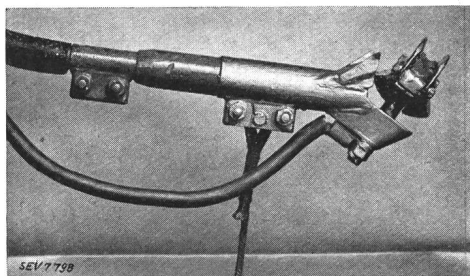


Fig. 23a.
Patin du trolley.

pendant la marche 4,5 m. Le poids d'un trolley complet est de 62 kg. La pression de contact peut être réglée de 8 à 12 kg. Pour l'instant, cette pression est de 10 kg, mais elle sera prochainement réduite. Comme l'indique la fig. 22, cette pression de con-

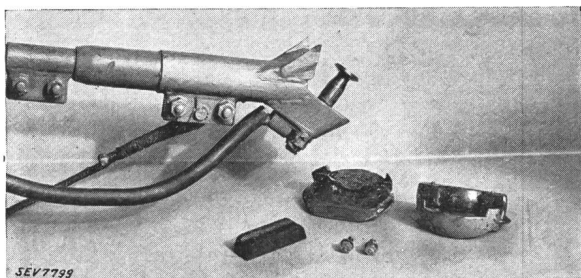


Fig. 23b.
Patin démonté en ses éléments constitutifs, avec pièce de charbon.

tact est sensiblement la même à toutes les positions du trolley. La fig. 23 montre un patin de trolley.

Tous les appareils et toutes les lignes de connexion sont à double isolement. Entre chacune des deux isolations se trouve une couche conductrice.

Les parties sous tension, les couches intermédiaires et la carrosserie sont reliées à des bornes d'essai, qui permettent de contrôler commodément et en tout temps la valeur d'isolement de chaque isolation. On a pu renoncer ainsi à d'autres dispositifs de sécurité. Les circuits à 24 V sont alimentés par

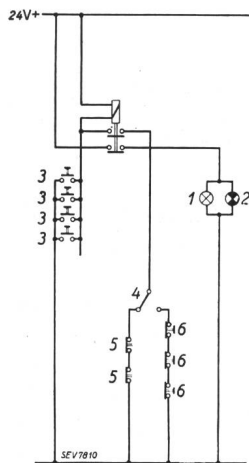


Fig. 24.

Schéma de principe du dispositif pour les signaux d'arrêt.

- 1 Lampe-signal.
- 2 Inscription lumineuse.
- 3 Boutons-poussoirs pour les passagers.
- 4 Commutateur service à 1 agent (position gauche) — service à 2 agents (position droite).
- 5 Contacts aux portes.
- 6 Signal de départ pour le contrôleur.

une batterie cadmium-nickel, chargée par une dynamo montée sur le bout d'arbre du moteur. Cette installation à 24 V alimente tout l'éclairage, les circuits de commande des appareils à 600 V et de l'installation à air comprimé, ainsi que les circuits de signalisation.

Les signaux d'arrêt sont donnés par les voyageurs eux-mêmes et non pas par le conducteur, ce qui évite des réclamations. Le signal d'arrêt consiste en une lampe qui s'allume sur le pupitre du conducteur et en une inscription lumineuse qui indique à tous les passagers que la voiture s'arrêtera au prochain arrêt. Douze boutons-poussoirs désignés par «Arrêt» et judicieusement répartis permettent aux passagers assis ou debouts de donner le signal d'arrêt. Ce signal brille jusqu'à ce que le conducteur ait ouvert la porte de sortie (en cas de service à un seul agent) ou que l'agent des billets (en cas de service à deux agents) chargé de donner le signal du départ, arrête le signal lumineux en appuyant sur l'un des 4 boutons-poussoirs prévus à cet effet. La fig. 24 montre le couplage de ce dispositif. Un usage abusif des boutons-poussoirs destinés exclusivement au service à deux agents est rendu impossible par un commutateur que le conducteur amène soit sur «1 agent», soit sur «2 agents», selon le genre de service prévu. Le dispositif est aménagé de telle sorte que la demande d'arrêt par un voyageur peut se faire dans les deux cas de la même façon. Le conducteur d'une voiture à un seul agent n'a qu'à observer, avant de repartir, si les voyageurs sont descendus.

IV. Expériences de service.

Ce nouveau mode de transport n'étant exploité que depuis quelques semaines seulement, il est encore trop tôt pour parler d'expériences de service.

Nous pouvons néanmoins constater que la ligne de contact et le matériel roulant nous ont donné pleine satisfaction. Les nouvelles voitures sont fort appréciées par les voyageurs et il semble qu'après la pre-

mière période de curiosité le nombre des voyageurs des trolleybus sera plus grand sur cette ligne que du temps des tramways. La vente des abonnements a sensiblement augmenté.

Betriebsuntersuchungen an einem Lasttrenner mit selbsttätiger Druckluftherzeugung.

Von G. F. Ruegg, Sissach.

621.316 57.064.45

Im Hochspannungsraum des Fernheizkraftwerkes wurden von Herrn Prof. Dr. Bruno Bauer Untersuchungen über den Abschaltvorgang in Lasttrennern durchgeführt. Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Prüfprotokolle über die Hauptergebnisse auszugsweise berichtet.

Dans le local à haute tension de la centrale de chauffage à distance de l'EPF, le professeur Bauer a procédé à des recherches sur le phénomène de rupture dans les sectionneurs en charge. L'étude ci-après, basée sur les procès-verbaux d'essai, donne un aperçu des principaux résultats.

Während noch vor wenigen Jahren in den Schaltanlagen von Kraft- und Unterwerken bis hinaus in die letztverzweigte Ortstransformatorenstation der Oelschalter anzutreffen war, zeigt sich heute bei Neuanlagen ein vollständig verändertes Bild. Das Bestreben, jeder Schaltstelle im Verteilnetz den technisch und wirtschaftlich günstigsten Schaltertyp zu geben, führte neben der Weiterentwicklung des Oelschalters zur Schaffung neuer Schalterkonstruktionen mit Luft als Löschmittel. Es kommen daher in modernen Verteilanlagen je nach Eigenart der örtlichen Betriebsverhältnisse der betreffenden Schaltstelle folgende Schalterarten zur Verwendung:

Oelschalter längstbewährter Konstruktionen,
Oelarme Schalter,
Lasttrenner mit selbsttätiger Druckluftherzeugung,
Druckluftschalter mit separater motorischer Druckluftherzeugung.

Ein besonderes Anwendungsgebiet schuf sich der Lasttrenner in den letzten Jahren überall dort, wo in Orts- und Fabriktransformatorenstationen, sowie in kleineren Verteilstationen geringer Schalthäufig-

keit, auf die Vermeidung jeglicher Brandgefahr und eine einfache, übersichtliche und platzsparende Anordnung der Schalter Wert gelegt wird.

Da im Lasttrenner Schalter und Trenner im gleichen Apparat vereinigt sind, erübrigen sich separate Trenner. Wird ein spezieller Kurzschluss-Schutz verlangt, so können Hochleistungs-Sicherungen am Schalter angebaut werden.

Der Aufbau eines R & S-Lasttrenners¹⁾ ist aus Fig. 1 zu erkennen. Der bewegliche Kontakt des Schalters ist mechanisch direkt mit einem Leichtmetallkolben verbunden. Beim Ausschalten bewegt sich dieser Kolben in einem Luftzylinder und erzeugt dort Druckluft, welche durch einen Kanal in der Kolbenstange direkt in die Mitte des unteren Kontaktklotzes gelangt und dort aus einer Düsenöffnung gegen den oberen festen Kontakt ausgeblasen wird. Im Zylinder wird die Luft auf einen Druck von ca. 0,3 kg/cm² verdichtet. Sie strömt aus der Düse mit einer mittleren Geschwindigkeit von ca. 150 m/s.

Die Abschaltgeschwindigkeit wird möglichst gross gehalten, indem die Handbetätigung des Schalters durch ein Hebelsystem mit zwischengeschalteten starken Federn bewerkstelligt wird. Dieses Hebelsystem ist so disponiert, dass beim Abschalten zunächst die Federn gespannt werden, worauf nach Erreichen einer bestimmten Hebelstellung mit Hilfe der aufgespeicherten Zugkraft der Feder über einen geschwindigkeitsvergrössernden Hebel das Trennen der Kontakte stattfindet. Die Ausschaltfeder ist also in dieser Konstruktion bei ein- und ausgeschaltetem Lasttrenner dauernd im ungespannten Zustand, wodurch jede Ermüdungserscheinung der Feder vermieden wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher der untere Kontakt sich vom oberen entfernt, beträgt ca. 0,7 m/s. Fig. 2 zeigt das Weg-Zeitdiagramm dieser Kontaktbewegung.

Zur Verbesserung des Stromüberganges im eingeschalteten Zustand sind die eigentlichen Abschaltkontakte durch stark federnde flache Fingerkontakte überbrückt. Die Zuleitung des Stromes von der unteren Klemme zum beweglichen unteren Kontakt ist durch ähnliche Kontakte für den eingeschalteten Zustand ebenfalls gesichert.

Ein Lasttrenner dieser Konstruktion wurde im Hochspannungsraum des Fernheizkraftwerkes der

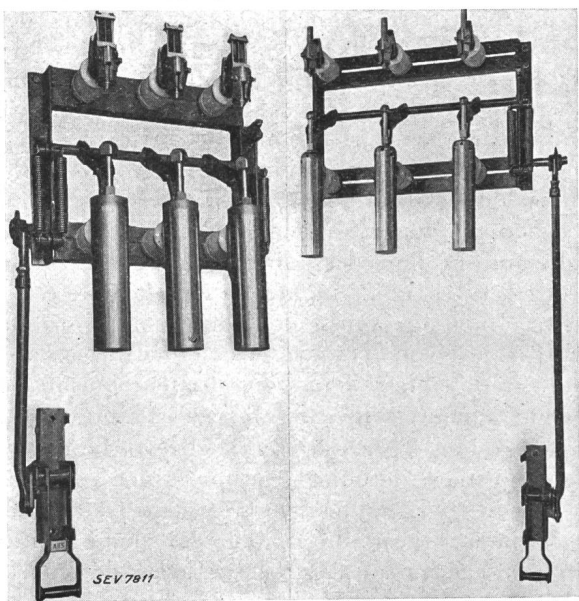


Fig. 1.

R & S Lasttrenner der Reihe STML.

Links: Typ für 3000 V Nennspannung und 200 A Nennstrom.
Rechts: Typ für 6000 V Nennspannung und 200 A Nennstrom.
Beide Lasttrenner wurden untersucht und schalten 4000 kW bei $\cos \varphi = 1$ anstandslos ab. Die Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird, beziehen sich auf den Prüfling rechts.

¹⁾ Fabrikat der Firma Rauscher & Stoeklin A.-G., Sissach.