

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 32 (1941)
Heft: 9

Artikel: Nouveautés dans l'équipement électrique d'installations de levage et de manutention
Autor: Rochat, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057627>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.01.2026

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

sich dieselbe Sicherungsart mit Erfolg von 100 bis 100 000 Volt verwenden lässt. Auch bei der bisher üblichen Niederspannungs-Sicherung von 200...500 Volt lässt sich die Uebergangsspitze mit der progressiv schaltenden Sicherung vermeiden.

Den weiteren Fortschritt im Bau von Sicherungen für grosse Stromstärken zeigt Fig. 14. Es ist dies eine Sicherung für 100 A und 15 000 V Nennspannung.

Anwendung des elektrischen Antriebes in Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Haushalt.

Bericht

über die Diskussionsversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) vom 10. Juni 1939 in der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.

(Fortsetzung von Seite 174 und Schluss.)

Nouveautés dans l'équipement électrique d'installations de levage et de manutention.

Conférence donnée lors de l'assemblée de discussion de l'ASE du 10 juin 1939 par G. Rochat, Baden.

621.34 : 621.86

Les conditions de service toujours plus sévères auxquelles sont soumis les engins de levage et de manutention nécessitent entre autre l'emploi de couplages de freinage électrique et d'appareils réglables pour la manœuvre des freins mécaniques. L'auteur étudie un couplage de freinage mis sur le marché il y a quelque temps déjà, le couplage de freinage combiné hyper- et hypo-synchrone, sans position de chute libre. Ce nouveau couplage, combiné avec l'emploi du contrôleur à cames et du vérin électro-hydraulique — qui sont également décrits brièvement — permet d'améliorer la capacité horaire des installations de manutention tout en augmentant leur sécurité de service et en réduisant leurs frais d'entretien au minimum.

Die immer strengeren Betriebsbedingungen, denen die Hebezeuge unterworfen werden, nötigen u. a. zur Anwendung von Bremsschaltungen und von regelbaren Apparaten für die Betätigung der mechanischen Bremsen. Der Autor beschreibt eine Bremsschaltung, die bereits vor einiger Zeit auf den Markt gekommen ist, nämlich die kombinierte über- und untersynchrone Bremsschaltung, die keine Freifallstellung enthält. Diese neue Schaltung, die mit der Verwendung von Kurvenscheibenkontrollern und elektrohydraulischem Drücker — beides ebenfalls kurz beschrieben — kombiniert ist, gestattet, die Umschlagsleistung der Hebezeuge zu vergrössern bei gleichzeitiger Steigerung der Betriebssicherheit und Reduktion der Unterhaltskosten.

L'augmentation constante de la capacité horaire des installations de levage et de manutention, due en première ligne à la nécessité de réduire le temps d'escale des navires dans les ports, a conduit à une forte augmentation des puissances installées. De nos jours, des puissances de levage de 150 à 250 kW ne sont plus rares et il est bien évident que ces fortes puissances ont nécessité un perfectionnement des dispositifs de freinage et de sécurité. A titre d'exemple, je voudrais mentionner que les installations d'extraction dans les mines travaillent aujourd'hui couramment à des vitesses atteignant 25 m/s, c'est-à-dire 90 km/h. Ce chiffre seul permet de se faire une idée des dispositifs de freinage et de sécurité nécessaires.

Si, dans le domaine des engins de levage, les vitesses ne sont pas aussi grandes, le service est, par contre, beaucoup plus chargé et la fréquence des manœuvres atteint plusieurs centaines à l'heure. La charge doit pouvoir être conduite avec une sécurité parfaite au-dessus de navires, de wagons, de places de stock, etc. Le temps accordé à l'entretien de l'engin devient toujours de plus en plus court. Seule, la commande électrique, simple, élégante et sûre, permet de remplir des conditions de service aussi sévères.

A l'aide d'une figure, je voudrais décrire un engin de levage à grande puissance, en service dans le port du Rhin à Bâle, et exposer grâce à quels moyens la commande électrique permet de remplir les conditions de service que je viens de mentionner.

La fig. 1 montre une grue pivotante à flèche mobile, montée sur un semi-portique roulant. Ce

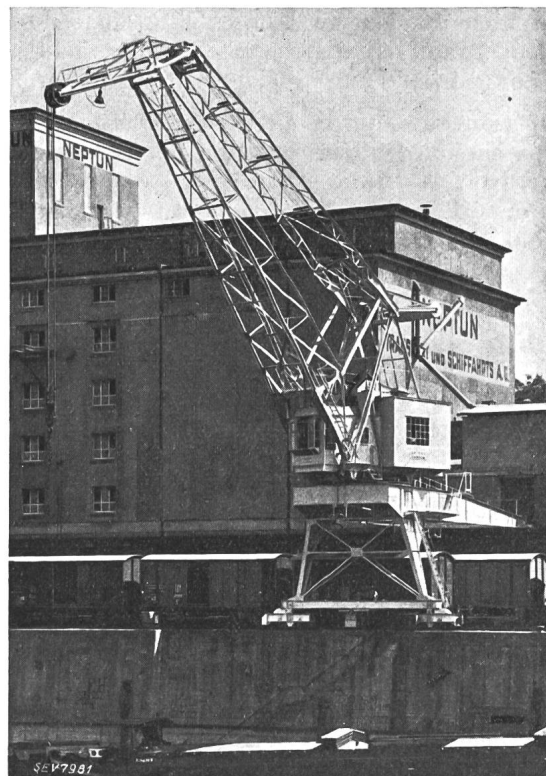


Fig. 1.

Grue pivotante à portique dans le port du Rhin à Bâle.

type d'engin à flèche mobile s'introduit de plus en plus dans les ports, car il permet, avec une dépense minimum d'énergie et le maximum de rapidité, de transporter par exemple la cargaison d'un navire de haute mer dans une péniche accostée bord à bord avec lui. A la partie postérieure de la cabine, visible sur la figure, sont montés les treuils de levage, alors que l'appareillage de commande est disposé à la partie antérieure. La grue représentée ici sert normalement à la manutention de charbon et de céréales, c'est-à-dire, selon l'expression consacrée, de «matières en vrac».

L'emploi du couplage d'inversion normal, connu depuis des années, et l'arrêt de la charge à l'aide du seul frein de blocage, ne permettent plus une conduite sûre des charges importantes qui se présentent de nos jours et qui, dans le cas de grues à grappin, varient de 3 à 15 tonnes pour des vitesses de levage de 0,8 à 2 m/s. Il est nécessaire d'adopter des couplages de freinage électrique qui permettent non seulement de descendre la charge à des vitesses supérieures à la vitesse de levage, mais encore de la descendre à des vitesses inférieures à celle de régime, voire même à freiner la charge descendante électriquement jusqu'à l'arrêt. Les freins mécaniques ne servent alors plus que pour retenir la charge pendant l'arrêt, c'est-à-dire lorsque le moteur est déclenché, et il est bien évident que dans ce cas l'usure des sabots de freins ainsi que les contraintes auxquelles sera soumise la partie mécanique de l'engin, seront réduites au minimum. Le moteur asynchrone, que l'on emploie toujours volontiers par suite de sa simplicité et de sa robustesse, permet bien une marche en régime hyper-synchrone lorsqu'il est entraîné par la charge, mais malheureusement pas un réglage avantageux de la vitesse dans le domaine de l'hypo-synchronisme. Il est vrai que l'on peut obtenir un tel réglage à l'aide du freinage à contre-courant, c'est-à-dire en inversant deux phases de l'alimentation. Ce couplage demande toutefois, pour pouvoir être appliqué aux engins de levage, d'importantes résistances rotoriques, ainsi que des dispositifs supplémentaires de sécurité.

Il n'en est pas de même avec le nouveau couplage qui a été mis il y a un certain temps sur le marché, sous la dénomination *couplage de freinage combiné hyper- et hypo-synchrone avec inversion d'une phase*. Comme cette dénomination l'indique, on pro-

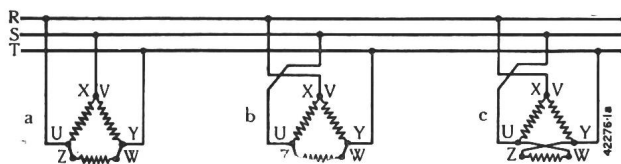


Fig. 2.

Schéma de principe du couplage combiné hyper- et hypo-synchrone avec inversion d'une phase. a) Levage. b) Descente. c) Freinage.

cède aussi à une inversion de phase, mais — et c'est là la différence avec le couplage de freinage à contre-courant — cette inversion n'intéresse qu'une seule phase du moteur. La fig. 2 montre le principe du couplage. A gauche, l'enroulement statorique

d'un moteur triphasé enroulé en triangle, tel qu'il est raccordé au réseau dans le domaine de levage. Au milieu, le même enroulement statorique raccordé au réseau pour la descente; par rapport au levage, deux phases de l'alimentation ont été inversées. A droite, le couplage du moteur pour le freinage, une phase étant inversée. On voit que deux des phases de l'alimentation sont restées inchangées par rapport au couplage pour la descente, alors que la troisième phase — la phase d'inversion — a été inversée de 180°. L'inversion de cette phase provoque un renversement du sens de rotation du champ tournant, c'est-à-dire que le moteur développera un couple dans le sens de levage, correspondant à un couple de freinage par rapport à la charge descendante. La figure montre clairement que lors du passage des positions de descente (figure du milieu) aux positions de freinage (figure de droite), une seule phase est séparée des autres et inversée de 180°. Les deux autres phases restent raccordées au réseau pendant cette inversion, de sorte que le champ du moteur ne disparaît pas et que la machine continue à développer un couple; en autres termes, le couplage ne présente pas de position de chute libre, ce qui augmente dans une très sensible mesure la sécurité de service.

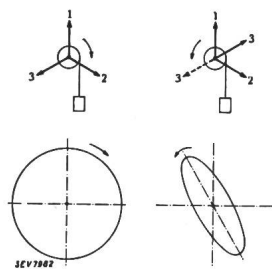


Fig. 3.

Diagramme vectoriel et champs tournants correspondants du couplage de freinage combiné hyper- et hypo-synchrone avec inversion d'une phase.

à gauche: descente.
à droite: freinage.

Dans la fig. 3 les tensions dans les trois phases du moteur asynchrone normal sont représentées par des vecteurs. Comme il s'agit de courant triphasé, il se produit dans le moteur un champ tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Le tambour, représenté schématiquement sur la diagramme, et la charge qui lui est suspendue, seront donc déplacés dans le sens de la descente. Si, comme il ressort du diagramme de droite, on sépare la phase 3 des deux autres phases, et qu'on l'inverse de 180°, on obtient le nouveau diagramme de vecteurs représenté à droite par des vecteurs en traits pleins. Le champ du moteur tournera dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre et la charge descendante sera freinée électriquement par le moteur. Nous avons représenté sur le même cliché les champs tournants correspondant aux deux diagrammes de vecteurs. A gauche, un cercle, c'est-à-dire un champ tournant d'amplitude constante, à droite une ellipse dont l'amplitude moyenne est plus petite que celle du champ normal. Les couples de freinage du couplage par inversion d'une phase seront par conséquent plus faibles que ceux du couplage de freinage à contre-courant, et il sera possible d'employer des résistances normalement dimensionnées et de se passer de dispositifs auxiliaires de sécurité.

On voit sur la fig. 4 l'allure favorable des courbes caractéristiques — vitesse en abscisses, couple en ordonnées —; si l'on suppose un rendement d'environ 80 % de la partie mécanique de la grue, le couple maximum à la descente sera de $0,80^2$, c'est-à-dire de 64 %. Les courbes représentées sur le diagramme montrent qu'il sera possible de descendre

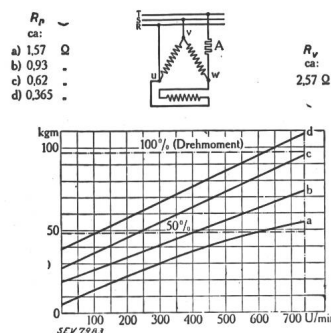


Fig. 4.

Couples de freinage en fonction de la vitesse pour le couplage combiné de freinage hyper. et hypo-synchrone par inversion d'une phase. R_r Résistance du rotor par phase. R_v Résistance A.

la pleine charge à une vitesse égale à environ 40 % de la vitesse normale. Bien entendu, les charges partielles pourront être descendues plus lentement encore. D'autre part, en choisissant de façon appropriée le moteur et les résistances à insérer dans son circuit rotorique, on peut aussi obtenir que la pleine charge soit descendue à une vitesse encore plus faible.

Il intéressera peut-être d'apprendre que, malgré l'asymétrie du champ du moteur, les courants absorbés par les trois phases du stator sont ramenés à une valeur à peu près égale grâce à une résistance statorique additionnelle. Cette résistance additionnelle est le seul appareil supplémentaire nécessaire pour réaliser le couplage de freinage hypo-synchrone. Le nouveau couplage, qui permet au conducteur d'avoir constamment la charge de l'engin bien en main, assure une manutention rapide, ce qui correspond à une augmentation de la fréquence de manœuvres. Ce détail a rendu nécessaire l'emploi d'appareils de commande dont la manipulation soit aisée et qui n'occasionne pas une fatigue physique exagérée du conducteur. Comme les contrôleurs à tambour sont relativement difficiles à manœuvrer, par suite du frottement de leurs segments sur les doigts de contact — entre parenthèse: la même constatation s'impose pour les contrôleurs pilotes servant au contrôle des équipements à contacteurs — Brown Boveri emploie de façon générale, pour la commande des mécanismes principaux des engins de levage à grande puissance, un type spécial de contrôleur: le contrôleur à cames que l'on appelle aussi contrôleur à contacts à marteau. Les contacts de cet appareil ne frottent pas l'un sur l'autre, mais ils sont exécutés sous forme de plots qui viennent se heurter comme un marteau frappe sur l'enclume. Ces appareils sont construits de telle sorte qu'ils peuvent commander directement, et en évitant l'emploi de contacteurs, les moteurs des plus grandes puissances que l'on rencontre aujourd'hui dans le domaine des engins de levage, de l'ordre d'environ 200 kW sous 500 V triphasé.

Fig. 5 montre un tel contrôleur à cames. L'élément de contact se compose d'un marteau fixe et

d'un marteau mobile; ce dernier est commandé par une came qui ouvre ou ferme le contact au moment voulu. En outre, chaque contact est muni de sa propre bobine de soufflage, de sorte que la rupture du courant est très rapide, ce qui a comme résultat de diminuer les brûlures des contacts. Il n'est pas rare que de tels appareils puissent effectuer plus

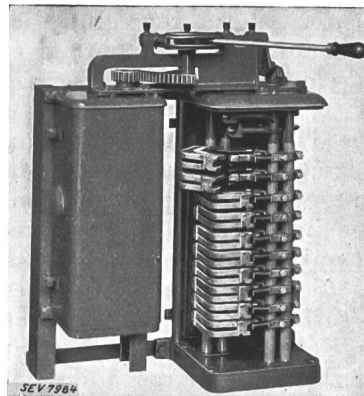


Fig. 5.

Contrôleur à cames type UN avec contacts à marteau.

d'un million de couplages avant que l'on doive remplacer les contacts; je voudrais souligner tout spécialement que ce chiffre est atteint sans qu'il soit nécessaire de procéder au moindre entretien du contrôleur; il serait même nuisible pour le bon fonctionnement de l'appareil de le faire et, en particulier, de toucher quoi que ce soit aux plots de contact avant qu'ils soient mis hors service. On se fera immédiatement une idée plus exacte du chiffre d'un million, que je viens de mentionner, lorsque j'aurai dit que ce nombre de manœuvres correspond, en service non interrompu de jour et de nuit, à la cadence de 400 couplages à l'heure, à une durée de plus de trois mois avant qu'il faille remplacer les contacts. Il est évident que la commande directe des moteurs de grande puissance augmente très sensiblement la sécurité de service de l'installation. En outre, les exploitants donnent la préférence à ce type d'appareil non seulement à cause de son prix de revient moins élevé et de son encombrement réduit, mais aussi par suite de la diminution des frais d'entretien qu'il permet de réaliser.

Je voudrais maintenant dire encore quelques mots d'un appareil de conception nouvelle, qui est employé principalement pour le déblocage des freins d'arrêt des engins de levage et des dispositifs analogues. On n'ignore pas que jusqu'à maintenant on employait à cet effet des électro-aimants de déblocage de freins, dont la fig. 6 donne un exemple et dont on connaît certainement les désavantages. Ce nouvel appareil, le vérin électro-hydraulique, travaille selon un principe entièrement différent (fig. 7).

Comme on le voit, cet appareil comporte un système de trois pistons soulevés par pression d'huile. Cette pression est produite par une pompe à huile logée dans le bac inférieur et entraînée par un petit moteur à rotor en court-circuit d'une puissance d'environ $1/3$ kW.

Lorsque le moteur est mis sous tension, il démarre en entraînant la pompe. L'huile sous pression souève alors les trois pistons et provoque le déblocage du frein. Lorsque le moteur est déclenché, la pression disparaît, les pistons retombent et le frein est serré sous l'effet de son contre-poids. A l'aide d'un dispositif de réglage, visible à gauche de l'appa-

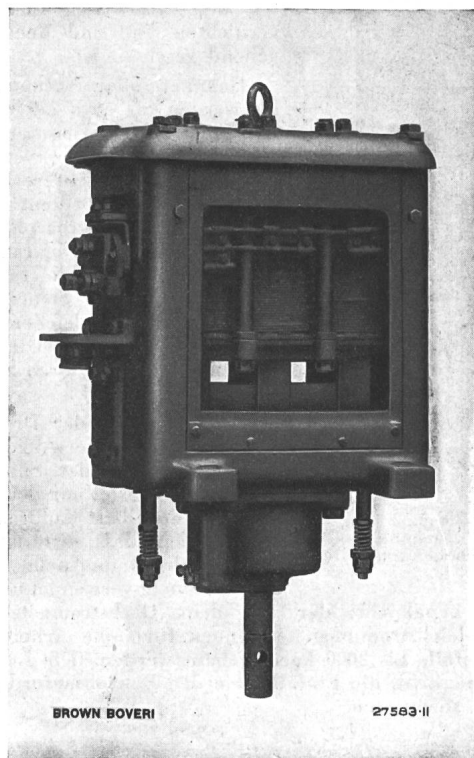


Fig. 6.

Electro-aimant triphasé de déblocage de frein. (Tôle de protection enlevée.)

reil, le temps de chute peut être réglé dans de larges limites. Il est possible, en outre, d'obtenir pour la chute une caractéristique brisée, c'est-à-dire que l'on peut obtenir dès le déclenchement du moteur une chute rapide et, à partir d'un moment déterminé, une chute amortie. Pour la commande du frein mécanique, cette caractéristique brisée a une importance particulière attendu qu'elle permet de réduire au minimum le temps mort qui s'écoule entre le moment où le moteur est déclenché et celui où les sabots du frein viennent en contact avec la jante de freinage. L'amortissement se produit au moment où les sabots sont en contact avec la jante, ce qui évite tout rebondissement de ces derniers.

A l'encontre des électro-aimants de déblocage, le vérin électro-hydraulique travaille de façon douce, sans chocs, ce qui diminue les contraintes auxquelles est soumise la partie mécanique de l'engin. La consommation d'énergie est très faible et le moteur peut être protégé efficacement contre les surcharges, ce qui n'est pas le cas pour les électro-aimants. On sait que ces derniers appareils absorbent à l'enclenchement un courant qui peut atteindre 60 à 80 fois leur courant permanent, ce qui rend illusoire l'emploi de fusibles. C'est cette particularité des

électro-aimants qui provoque les grillages si fréquents de leurs bobines.

Le vérin électro-hydraulique est construit en différentes grandeurs, jusqu'à un travail de levage de 2000 kg cm, et pour une fréquence de manœuvres pouvant atteindre 600 à l'heure ou plus. Je me permettrai de signaler qu'un tel appareil est exposé au

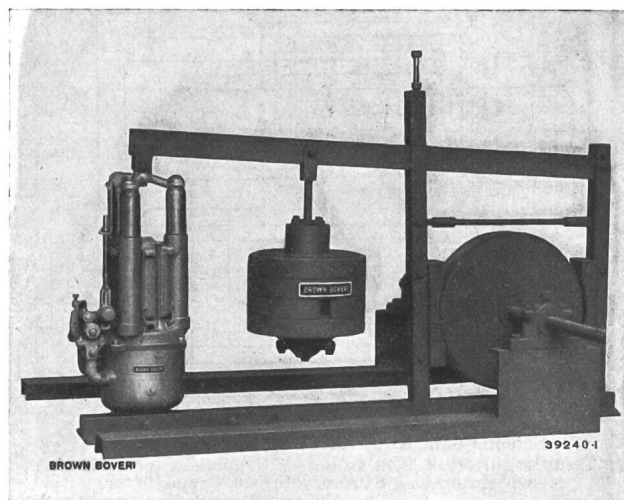


Fig. 7.

Vérin électro-hydraulique servant au déblocage d'un frein.

pavillon de l'Electricité de l'Exposition Nationale et qu'il peut être mis en service sans autre par le public. Veuillez, au cas où vous iriez l'examiner, remarquer spécialement la courte durée du levage et de la chute, et aussi la douceur de la manœuvre. Peut-être, dans un avenir plus ou moins rapproché, le vérin électro-hydraulique permettra-t-il de réaliser le vœu de la majorité des exploitants: «Evitons les électro-aimants!»

C'est sur ces mots que je voudrais terminer mon exposé, en soulignant que le temps limité dont je dispose ne me permet malheureusement pas de faire ressortir de façon encore plus frappante certains détails intéressants des dispositifs mentionnés.

Diskussion.

P. Schönbucher, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon: Der Herr Referent hat eine Sonderart der Drehstrom-Gegenstrom-Senkbremsschaltung beschrieben. Diese bezweckt, das Gegenmoment klein zu halten, um einen unerwünschten Rücklauf der Last zu erschweren, und mit möglichst kleinem Widerstand im Rotorstromkreis auszukommen. Ähnliches wird auch erreicht, indem man den Stator beim Heben in Dreieck und beim Senken in Stern schaltet und Strom im Hubsinne gibt. Dadurch wird das Gegenmoment ebenfalls klein. Bei Anlagen, wo bestimmt mit einer ständigen und nennenswerten Hakenlast gerechnet werden kann, wie z. B. bei Greiferanlagen, ist diese Art Senkbremsschaltung zweckmässig. Sie benötigt aber dauernd Energie aus dem Netz. Wo aber kleine Lasten gesenkt werden müssen, wird der Betrieb etwas unsicher (wegen Rücklaufgefahr) und man wendet mit Vorteil Drehstrom-Gleichstrom-Senkbremsschaltungen an. Der Gleichstrom wird entweder mittels am Hubmotor angekuppelter Dynamo erzeugt oder mittels Trockengleichrichter dem

Drehstromnetz entnommen. Der Stator des Hubmotors wird beim Senken vom Netz abgetrennt und vom Gleichstrom durchflossen, wodurch der Hubmotor zu einer Bremsmaschine

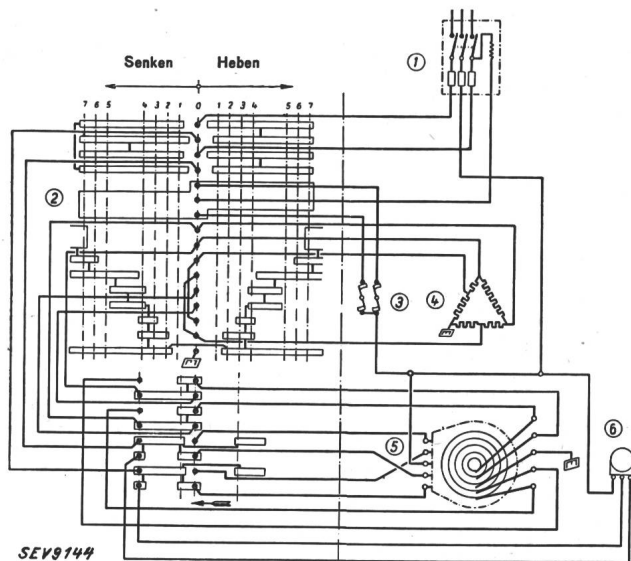


Fig. 1.

Schema zum Kontroller für Zweistufenmotor.

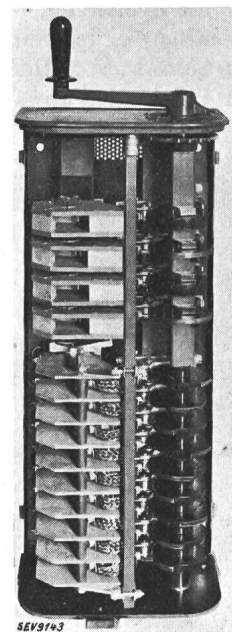
1 Hauptschalter. 2 Kontroller. 3 Grenzscharter. 4 Anlasswiderstand. 5 Stufenmotor. 6 Bremslüfter.

wird. Die erste Methode braucht keine Netzenergie; man kann mit ihr bis auf etwa $\frac{1}{4}$ der normalen Drehzahl herunterregulieren. Die zweite Methode verwendet Netzenergie, aber man kann damit sehr weit gegen die Drehzahl Null herunterbremsen. Eine Rücklaufmöglichkeit der Last ist nicht vorhanden, da kein Gegenmoment entsteht. Eine weitere Senkbremsmöglichkeit bietet der Stufenmotor, wobei eine übersynchrone Bremsung stattfindet, also keine Netzenergie

nötig ist und vor allem eine von der Belastung unabhängige Bremsung erreicht wird. Schädliche Stromstösse treten nicht auf, weil ein dazu speziell gebauter Kontroller eine Schaltung ermöglicht, die den Uebergang von einer Polzahl auf die andere stossfrei gestattet. Man kann bei einem Polzahlverhältnis 1 : 4 oder 1 : 6 bis auf 1 : 4, bzw. auf 1 : 6 herunterbremsen, so dass die Haltebremse nurmehr $\frac{1}{16}$, bzw. $\frac{1}{36}$ der kinetischen Energie zu vernichten hat und damit weitgehend geschont ist.

Hammer- oder Nockenkontroller werden bis etwa 250 kW sehr zweckmässig für Hebezeuge und ähnliche Antriebe verwendet. Wenn aber z. B. mehrere Controller gleichzeitig bedient werden müssen, so werden die physischen Anstrengungen des Kranführers ziemlich hoch und die Frage der Verwendung von Steuercontrollern, die natürlich leichter bedienbar sind, wird akut. Die Schaltbarkeit wird dann durch Schützen besorgt.

Die Nachteile der Drehstrommagnete, wie grosser Anzugsstrom und Verbrennen der Spulen bei unrichtiger Einstellung der Bremse können vorteilhaft dadurch beseitigt werden, dass man an Stelle der Drehstrommagnete Gleichstrommagnete verwendet und diese

Fig. 2.
Ansicht
eines Nockenkontrollers.

via Trockengleichrichter aus dem Drehstromnetz speist. Solche Gleichstrommagnete können für hohe Arbeitsvermögen, ebenfalls bis 2000 kgcm gebaut werden. Die Luftdämpfung ermöglicht, die Einfallkurve den Betriebsanforderungen sehr gut anzupassen.

Elektrische Mehrmotorenantriebe von Papiermaschinen.

Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 10. Juni 1939 in Zürich,
von A. Auer, Baden.

621.34 : 676.2.05

Begründung der wirtschaftlichen Bedeutung des elektrischen Mehrmotorenantriebes und seiner Einführung an Stelle des früheren Einmotorenantriebes mit Riemenvorlege und konischen Riemenscheiben. Darstellung des elektrischen Mehrmotorenantriebes mit Gleichstrommotoren und seines wichtigsten Teiles, der Reguliereinrichtung für die Aufrechterhaltung des Papierzuges zwischen den Teilmaschinen sowie der erforderlichen Schnellregulierung für die Konstanthaltung der Papiergeschwindigkeit. Weitere Ausführungsformen des elektrischen Mehrmotorenantriebes.

Importance économique de la commande électrique sectionnelle et de son introduction à la place de l'ancienne commande par moteur unique avec renvois à courroies trapézoïdales. Description de la commande électrique sectionnelle à moteurs à courant continu et de ses parties essentielles, dispositif de réglage de la tension du papier entre les diverses sections de la machine, réglage rapide de la vitesse du papier. Autres formes de commandes électriques à plusieurs moteurs.

Der elektrische Mehrmotorenantrieb von Papiermaschinen ist von grosser wirtschaftlicher Bedeutung für die Papierindustrie geworden, da es nur durch ihn möglich war, die Produktion durch Aufstellen grosser, d. h. entsprechend breiter und rasch laufender Papiermaschinen bei gleichzeitiger Verbesserung der Qualität, was besonders zu betonen ist, in ungeahntem Masse zu steigern, um so den ständig, manchmal sogar sprunghaft wachsenden Bedarf befriedigen zu können. Durch die Verwendung grosser Maschinen war es auch zugleich möglich, die Wirtschaftlichkeit der Betriebe wesentlich zu erhöhen. Im Laufe der Zeit wurde aber der Mehrmotorenantrieb auch für kleinere Maschinen verwendet, da er auch für diese grosse Vorteile bietet, so dass heute der Mehrmotorenantrieb in der Pa-

pierindustrie ganz allgemein Eingang gefunden hat.

Zum leichteren Verständnis sei der Aufbau einer Papiermaschine kurz skizziert. Eine solche Maschine besteht aus einzelnen, voneinander unabhängigen Teilmaschinen, die direkt aneinander gereiht die gesamte Maschine bilden, und zwar im Sinne der Produktionsrichtung aus dem umlaufenden Langsieb, 2 bis 3 Nasspressen, der Trockenpartie, dem Kalandrier und dem Rollapparat. Der durch Wasser stark verdünnte Papierstoff fliesst in gleichmässiger Folge auf das Sieb auf, wo ihm der grösste Teil des Wassers entzogen wird und die Bildung des Papierbandes erfolgt; durch Schütteln des Siebes wird die Verfilzung der Papierfasern erreicht. Dieses noch lose zusammenhängende Papierband passiert dann die Nasspressen, die ihm noch soviel