Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 52 (1961)

Heft: 11

Rubrik: Communications ASE

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: 12.12.2025

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

Literatur — Bibliographie

621.395.625.3 + 681.14.083.8 *Nr. 11 688*

Technik der Magnetspeicher. Unt. Mitarb. zahlr. Fachleute hg. von *Fritz Winckel.* Berlin u. a., Springer, 1960; 8°, XVI, 614 S., 325 Fig., Tab. — Preis: geb. DM 72.—.

Das Buch befasst sich mit der magnetischen Informationsspeicherung im allgemeinsten Sinn und vermittelt durch eine Reihe von Beiträgen verschiedener Autoren eine sorgfältige Behandlung aller wichtigen Aspekte der Speicherung von Ton, Bild und digitalen Daten in Magnetbändern, Magnettrommeln und Magnetkernen. Nach einem einführenden Kapitel über magnetische Grundbegriffe folgt eine Behandlung der Theorie und der Technik der Schallaufzeichnung auf Band nebst konstruktiven Angaben über Tonband-, Tonfilm- und Diktiergeräte. Anschliessend wird die Fernsehaufzeichnung beschrieben. Zwei Kapitel befassen sich mit digitalen Rechenanlagen, ein erstes mit der Konstruktion, ein zweites mit der organisatorischen Eingliederung von Digitalspeichern. Ein Abschnitt ist der Messtechnik gewidmet, ein weiterer der Theorie der Tonaufzeichnung. Das Buch wird beschlossen durch ein Kapitel über die Herstellung von Magnetbändern und ein Kapitel über die Normung in der Magnetspeichertechnik, wobei alle Fragen der Bänder, der Geräte und der Aufzeichnung angeschnitten sind.

Durchwegs stellt man eine seriöse und gründliche Behandlung der angeschnittenen Fragen fest, und das Buch ist — besonders für das Gebiet der Magnetbandtechnik — als eine wertvolle Bereicherung der Fachliteratur anzusehen.

A. P. Speiser

538.116 : 621.318.124 + 621.318.134 *Nr. 11 724*

Theory and Application of Ferrites. By *Ronald F. Soohoo.* Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1960; 8°, IV, 280 p., fig. — Prentice-Hall Electrical Engineering Series — Price: cloth $ 12.—.

Der Autor ist Forschungsdirektor im Massachusetts Institute of Technology. Dem Buch liegen seine Forschungen und Veröffentlichungen in der Literatur zu Grunde. Es besteht aus einem die Theorie der Ferrite und aus einem ihre Anwendung enthaltenden Teil.

In Kapitel 1 werden die chemische Zusammensetzung, die metallographische Struktur und die Herstellung der Ferrite kurz behandelt. Die folgenden Kapitel behandeln: Die allgemeine Theorie des festen Körpers. Die allgemeinen elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Ferrite. Den Permeabilitätstensor, die ferromagnetische Resonanz und den gyromagnetischen Effekt. Die Ummagnetisierungsverluste, die Koerzitivkraft, die Remanenz, die Anfangspermeabilität und die Grenzfrequenz. Die Messung dieser und anderer Eigenschaften der Ferrite. Die Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen in anisotropen Medien und in Wellenleitern. Die Anwendung der Ferrite unterhalb des Mikrowellengebietes in Filtern, Antennen, Magnetverstärkern, Speicherkernen und Schaltkernen. Die Anwendungen auf Grund des Faradayeffektes und der Eigenschaften der Ferrite im Mikrowellengebiet wie in Richtungsleitungen, Phasenschiebern, Modulatoren und Circulatoren bei longitudinaler und transversaler Magnetisierung. Die Vergrösserung der Bandbreite und der Wirkung von Richtungsleitungen und Phasenschiebern durch dielektrische Belastung und durch inhomogene Magnetisierung. Richtungsleitungen, die darauf beruhen, dass das elektrische Feld bei den beiden Fortpflanzungsrichtungen an verschiedenen Stellen null ist. Das Phenomen der Grenzfrequenz. Geräte, in denen die Nichtlinearität ausgenützt wird, wie Frequenzverdoppler und Leistungsbegrenzer. Es folgen ein Kapitel über die Anwendung der Geräte, die Ferrite enthalten, und 5 Anhänge mit mathematischen Formeln und Ableitungen sowie Umrechnungen von elektromagnetischen cgs-Einheiten auf die im Buch verwendeten Giorgi-Einheiten.

Angaben über die numerischen Werte der Eigenschaften der Ferrite fehlen fast ganz. *R. Risch*

621.3.029.65 : 061.3 *Nr. 11 727*

Proceedings of the Symposium on Millimeter Waves, New York, March 31, April 1, 2, 1959. Ed. by *Jerome Fox.* Brooklyn, N.Y., Polytechn. Press of the Polytechnic Institute of Brooklyn; New York & London, Interscience Publ., 1960; 8°, XIX, 656 p., fig., tab. — Microwave Research Institute Symposia Series Vol. IX — Price: cloth $ 6.—.

Das Buch enthält 39 Vorträge, die am Microwave Research Institute von Amerikanern, Engländern, Franzosen, Holländern, Japanern und Russen gehalten worden sind.

Das Gebiet der Millimeter-Wellen ist noch im Fluss und von höchster Aktualität für Forschung und Technik, soll doch hier eine der Lücken im Spektrum der elektromagnetischen Wellen geschlossen werden. Die Millimeterwellentechnik ist einerseits für rein wissenschaftliche Fragen von Bedeutung: mit ihrer Hilfe lassen sich Molekül-Rotationsspektren von Gasen, Vibrationsspektren von Festkörpern und die Hyperfeinstruktur von Atomspektren ermitteln. Ausserdem ist sie für die Erforschung von Elektronenresonanzen und für die Plasmaphysik von grosser Wichtigkeit. Anderseits wird die Millimeterwellentechnik in die Nachrichtenübermittlung Eingang finden, wenn auch die Fortpflanzung im Sinne der gewöhnlichen Radiowellen wegen der Absorption durch Sauerstoff und Wasserdampf in der Atmosphäre und aus anderen Gründen weniger von Bedeutung ist. Die Ausbreitung entlang von Wellenleitern ist besonders interessant.

Eine der grössten Schwierigkeiten ist die (wirtschaftliche) Erzeugung von Millimeterwellen bis zu Wellenlängen von etwa 1 mm. Meist kommen obere Harmonische von anderen Schwingungen in Frage. Die Herstellung entsprechender Röhren (Magnetron, Reflex-Klystron, O-Carcinotron) ist etwa eine Aufgabe der Uhrmachertechnik. Die Erzeugung von Millimeterwellen ist allerdings auch auf ganz andere Weise möglich, z. B. durch Schwingungserregung eines Elektronenstrahls im Plasma, durch Cerenkow-Strahlung, mit Hilfe von Whisker-Kristallen oder in Halbleiter-Resonatoren. Die Entwicklung hat hier das letzte Wort noch nicht gesprochen. Für die Ausbreitung dieser Wellen sind besondere Wellenleiter entwickelt worden mit neuartigen Formen und Eigenschaften.

Das sehr reichhaltige und gut ausgestattete Buch gibt einen ausgezeichneten Überblick über den Stand der Technik und kann Nachrichtentechnikern, Elektroingenieuren und Physikern sehr empfohlen werden. *R. Fichter*

621.396.61–181.4 *Nr. 541 005*

Subminiatursender. Theoretische Grundlagen, Konstruktionsprinzipien und ausführliche Bauanleitungen. Von *Werner W. Diefenbach.* Berlin, Schneider, 6. erw. Aufl. 1960; 8°, 78 S., 95 Fig., Konstruktionspläne u. Verdrahtungsskizzen — Deutsche Radio-Bücherei Bd. 106 — Preis: brosch. DM 4.80.

Das vorliegende Bändchen über Schaltungstechnik und konstruktiven Aufbau von Subminiatursendern will dem Sendeamateur ein Betätigungsgebiet zeigen, das durch die Fortschritte in der Konstruktionstechnik interessante Möglichkeiten eröffnet. Speziell die Entwicklungen in der Transistortechnik gestatten den Bau von sehr kleinen Sendeanlagen, die bequem in einer Rocktasche Platz finden. Diese sechste Auflage enthält denn auch bereits Bauanleitungen für solche Geräte.

Die Grundlagen der Schaltungstechnik sowie der konstruktive Aufbau werden in anschaulich beschreibender Form dargeboten und mit vielen Skizzen, Photos und Tabellen ergänzt. Ein Kapitel beschreibt sehr ausführlich zwei bewährte Subminiatursender in Taschen- und Schreibtischformat.

Die allgemein leicht verständliche und sehr ausführliche Darstellungsweise erfordert vom Leser keine besonderen Vorkenntnisse, so dass die Broschüre beim Anfänger wie beim Fortgeschrittenen ihren Zweck erfüllen wird. *H. Hügli*

Communications des organes de l'Association

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels de l'ASE

Comité Technique 14 du CES

Transformateurs de puissance

Le CT 14 du CES a tenu sa 3e séance le 7 mars 1961, à Berne (conformément au désir d'un membre suisse-romand), sous la présidence de M. E. Dünner. Il a confirmé le désir exprimé lors de la 2e séance, d'examiner avec le CT 38, Transformateurs de mesure, les problèmes de l'essai d'ionisation de transformateurs de puissance. Dans ce but, MM. A. Goldstein et H. Hartmann collaboreront aux travaux préliminaires nécessaires, tandis que le CT 38 a été invité à en charger également deux de ses membres, dont M. E. Buchmann, de la Station d'essai des matériaux de l'ASE, si possible.

M. H. Lutz donna des renseignements sur l'activité du Comité d'Etudes 12, Transformateurs, de la CIGRE. Il indiqua que, pour l'instant, huit spécialistes ont accepté de participer aux Journées de travail qui se tiendront en Italie, au début de septembre 1961, et où l'on discutera des facteurs qui déterminent le comportement thermique des enroulements de transformateurs imprégnés d'huile, ainsi que de la détection des effets de couronne dans les transformateurs et de la résistance aux courts-circuits de grands transformateurs.

Le CT s'occupa ensuite du projet de revision de la publication 76 de la CEI, Recommandations pour les transformateurs de puissance. Il décida de prendre position à ce sujet et chargea MM. H. Hartmann et H. Lütolf de l'élaboration du texte. Outre des observations d'ordre rédactionnel, on attirera l'attention sur le fait que les limites prévues de l'échauffement des huiles de transformateurs en service permanent sont, à notre avis, de 5 °C trop élevées. On proposera également d'introduire la classe d'isolants F dans le texte et de prévoir des indications sur la mesure des pertes en court-circuit dans le cas des transformateurs à plusieurs enroulements. L'examen du projet international de Recommandations pour les interrupteurs sous charge donna lieu à de nombreuses critiques. Le temps manqua toutefois pour examiner ce document en détail, aussi M. Cl. Rossier accepta-t-il d'élaborer les observations suisses en tenant compte des remarques qui lui seront adressées.

Pour terminer, le CT détermina à l'intention du CES la composition de la délégation à la réunion de la CEI qui se tiendra à Interlaken, en juin 1961. A la réunion du CE 14 participeront probablement cinq membres et à celle du SC 14B trois membres.

H. Lütolf

Comité Technique du CES pour le CISPR

(CISPR = Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques)

Le CT pour le CISPR a tenu sa 19e séance le 11 mars 1961, à Zurich, sous la présidence de M. W. Druey, président. Il a pris connaissance de trois rapports relatifs à des mesures de tensions perturbatrices, que M. J. Meyer de Stadelhofen, Direction générale des PTT, lui avait remis à titre d'orientation.

Le travail au sein du CT pour le CISPR étant réparti entre les membres, conformément à l'organisation internationale, chacun d'eux s'occupant d'un domaine particulier, des échanges d'idées eurent lieu sur l'état des différents problèmes. Ce faisant, on constata qu'il conviendrait de requérir les services d'un spécialiste de la S. A. Radio-Suisse pour s'occuper de la question 29, Effet des perturbations sur divers types de systèmes de télécommunications. Le Secrétariat a donc été chargé d'entreprendre les démarches nécessaires.

Après une discussion approfondie le CT pour le CISPR décida de repousser les documents CISPR(Bureau Central) 307 et 309, Chapitre 4.4, Appareils à haute fréquence pour applications industrielles, scientifiques et médicales, ainsi que les documents CISPR(Bureau Central)308 et 310, Chapitre 4.5, Lignes à haute tension, des Spécifications de l'appareil de mesure CISPR. Le texte du Chapitre 4.4 n'a pas été accepté parce que l'appareil d'alimentation prévu pour l'appareil de mesure introduit d'importantes erreurs dans les résultats des mesures entre 1000 et 3000 kHz. Quant au texte du Chapitre 4.5, il a été repoussé parce que d'importantes décisions du Groupe de Travail international, qui avait élaboré ce texte, n'y figurent pas, de sorte que sa teneur est incomplète. MM. W. S. Ehrenberg et E. Simmen ont été chargés d'élaborer les objections suisses, qui devront être très prochainement diffusées, car des réunions des Groupes de Travail internationaux se tiendront déjà au début d'avril, à Francfort, et au cours desquelles il convient que ces objections soient présentées. Une délégation suisse, qui comptera probablement quatre membres, participera à ces réunions.

H. Lütolf

Comité Suisse de l'Eclairage (CSE)

GE 7, Eclairage de terrains de sports

Le Groupe d'Etudes 7, Eclairage de terrains de sports, du CES a tenu sa 19e séance le 16 mars 1961, à Berne, sous la présidence de M. H. Kessler, président. M. S. Zorny assistait à cette séance en qualité de représentant de l'Association suisse de tennis. Le Groupe d'Etudes s'est occupé en détail du 3e projet de «Recommandations pour l'éclairage de courts de tennis en plein air ou couverts», puis d'un premier projet de «Recommandations pour l'éclairage d'installations de saut à ski», en présence de MM. F. Bögli et E. Looser, représentants de la Fédération suisse de ski.

W. Nägeli

Nouvelle Publication de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

123 **Recommandations relatives aux sonomètres**
(1re édition 1961) Prix: Fr. 8.—

Cette publication peut être obtenue auprès du Bureau d'administration de l'ASE, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8, au prix indiqué.

Nouvelle publication de la Commission internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'Equipement Electrique (CEE)

19 Spécifications pour les **Petits disjoncteurs** pour usages domestiques et analogues.

Specification for **Miniature circuit-breakers** for domestic and similar purposes.

Prix Fr. 14.— (12.—)

Cette publication peut être obtenue auprès du Bureau d'administration de l'ASE, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8, au prix indiqué. Le prix indiqué entre parenthèses est valable pour les membres de l'ASE.

Estampilles d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE

Les estampilles d'essai et les procès-verbaux d'essai de l'ASE se divisent comme suit:
1. Signes distinctifs de sécurité; 2. Marques de qualité; 3. Estampilles d'essai pour lampes à incandescence; 4. Signes «antiparasite»; 5. Procès-verbaux d'essai

5. Procès-verbaux d'essais

Valable jusqu'à fin mars 1964.

P. N° 5349.

Objet: **Vibro-masseur**

Procès-verbal d'essai ASE:
O. N° 37824a, du 9 mars 1961.

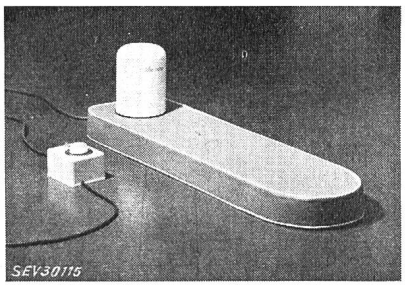
Commettant: Walter Marti, Construction d'appareils, Bienne (BE).

Inscriptions:

ARO — VITAL
W. Marti, Biel Pat. angem.
220 V 70 W 50 Hz 0,42/0,35 A
Typ KAEO 4/2 No. 4563

Description:

Vibro-masseur, selon figure. Moteur blindé à pôle fendu, avec corps disposé excentriquement sur coussin en caoutchouc mousse de 920 mm de longueur, 230 mm de largeur et 80 mm de hauteur, qui est mis en vibration. Interrupteur horaire et commutateur pour deux amplitudes de vibrations, dans boîtier en matière isolante, inséré dans l'amenée de courant. Cordon de raccordement à double gaine isolante, fixé à l'appareil, avec fiche 2 P + T.



Ce vibro-masseur est conforme aux «Prescriptions et règles pour les appareils électriques pour le traitement des cheveux et pour les massages» (Publ. n° 141). Utilisation: dans des locaux secs.

Valable jusqu'à fin février 1964.

P. N° 5350.

Objet: **Récepteur de radiodiffusion et de télédiffusion**

Procès-verbal d'essai ASE:
O. N° 38880, du 20 février 1961.

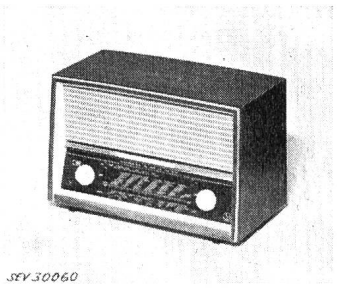
Commettant: Velectra S. A., Bienne (BE).

Inscriptions:

BIENNOPHONE
CELERINA
SA — VELECTRA — AG
Biel — Bienne
110—250 V 50 Hz 54 VA

Description:

Récepteur de radiodiffusion et de télédiffusion à haute fréquence, selon figure. Gammes: 150 à 350 kHz, 515 à 1640 kHz et 87 à 100,5 MHz. Manipulations par boutons rotatifs et touches. Tube d'accord. Antenne ferrite rotative et antenne pour ondes ultracourtes, incorporées. Haut-parleur électrodynamique à aimant permanent. Transformateur de réseau à enroulements séparés, commutable à 110 et 250 V. Petit fusible précédant le redresseur au sélénium pour la tension anodique. Douilles pour terre d'antenne, antenne OUC, télédiffusion à haute fréquence, tourne-disque et haut-parleur séparé. Cordon de raccordement méplat, fixé au récepteur, avec fiche 2 P. Ebénisterie avec paroi arrière en presspahn vissée.



Ce récepteur de radiodiffusion et de télédiffusion est conforme aux «Prescriptions pour appareils de télécommunication» (Publ. n° 172).

Valable jusqu'à fin janvier 1964.

P. N° 5351.

Objet: **Moteur**

Procès-verbal d'essai ASE:
O. N° 37868a/I, du 12 janvier 1961.

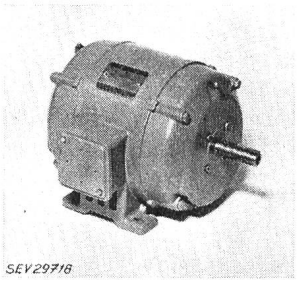
Commettant: Union des syndicats agricoles de Berne et des cantons limitrophes, 12, Speichergasse, Berne.

Inscriptions:

Associated Electrical Industries Limited
Motor & Control Gear Division,
Birmingham, England
A. C. Motor B. S. 2613 Typ KNX — C 162
No. SW 46793 H
HP 1 cont Volts 380 A 2
Ph 3 Cyc 50 RPM 1390
BRGS Hoffmann or Equiv. DE 320 NDE 320
Made in England

Description:

Moteur triphasé, ventilé, à induit en court-circuit, avec paliers à roulements à billes, selon figure. Six extrémités d'enroulement conduites à une plaque de bornes disposée latéralement. Vis de mise à la terre.
Ce moteur est conforme aux «Règles pour les machines électriques tournantes» (Publ. n° 188). Utilisation: dans des locaux secs.



Valable jusqu'à fin janvier 1964.

P. N° 5352.

Objet: **Moteur**

Procès-verbal d'essai ASE:
O. N° 37868a/II, du 12 janvier 1961.

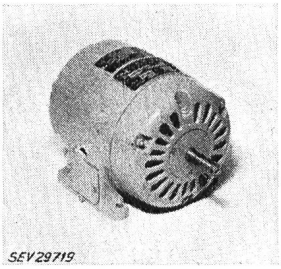
Commettant: Union des syndicats agricoles de Berne et des cantons limitrophes, 12, Speichergasse, Berne.

Inscriptions:

H M E
Hopkinson Motors & Electric Co. Ltd.
London and Cardiff
No. 86840 HP·5
Volts ⅄ 380 — 420 Δ 220 — 240 Amps ⅄ ·9 Δ 1,5
3 Phase 50 Cycles R.P.M. 1425 cont. Rating
Gebrüder Meier A. G. Bern
Fa. No. 117165 — 5
Volt 380 Amp. 0,9
Tour 1425 Per. 50 PS 0,5

Description:

Moteur triphasé, ouvert, ventilé, à induit en court-circuit, avec paliers à roulements à billes. Enroulements en fil de cuivre émaillé. Six extrémités des enroulements conduites à une plaque de bornes disposée latéralement. Vis de mise à la terre.
Ce moteur est conforme aux «Règles pour les machines électriques tournantes» (Publ. n° 188). Utilisation: dans des locaux secs.



Recommandations pour le blocage de courants à fréquence musicale à l'entrée de condensateurs raccordés à des réseaux de distribution munis d'installations de télécommande centralisée (Recommandations pour le blocage de condensateurs)

Le 15 novembre 1952, le Comité de l'ASE avait mis en vigueur, sous forme de chapitre F des Recommandations pour l'emploi de condensateurs de grande puissance destinés à améliorer le facteur de puissance d'installations à basse tension, un complément relatif aux télécommandes centralisées par ondes porteuses à fréquence musicale (Publ. n° 185/1). Depuis lors, de nombreuses installations de télécommande centralisée ont été mises en service en Suisse et à l'étranger, de sorte que l'on a pu faire de plus amples expériences également avec la neutralisation de condensateurs de déphasage et l'application des dispositions de la publication 185/1.

Le Comité Technique 33 (Condensateurs)[1]) a donc procédé à un remaniement complet de la Publ. 185/1, avec le concours de sa sous-commission pour la neutralisation de condensateurs. Le nouveau texte ayant été approuvé par le CES, le Comité de l'ASE soumet aux membres le projet des «Recommandations pour le blocage de courants à fréquence musicale à l'entrée de condensateurs raccordés à des réseaux de distribution munis d'installations de télécommande centralisée». Il invite les membres de l'ASE à examiner ce projet et à adresser leurs observations éventuelles, *par écrit, en deux exemplaires,* au Secrétariat de l'ASE, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8, jusqu'au *24 juin 1961,* au plus tard. Si aucune objection n'est formulée dans ce délai, le Comité de l'ASE admettra que les membres sont d'accord avec son projet. Il mettra alors ces Recommandations en vigueur, conformément aux pleins pouvoirs qui lui ont été donnés dans ce but par la 76e Assemblée générale de 1960, à Locarno.

[1]) La composition du CT 33 (Condensateurs), qui a élaboré le présent projet des Recommandations pour le blocage de courants à fréquence musicale à l'entrée de condensateurs raccordés à des réseaux de distribution munis d'installations de télécommande centralisée, est la suivante:

G. von Boletzky, Prokurist, Emil Haefely & Cie. AG, Postfach Basel 2,
O. Büchler, Ingenieur, Starkstrominspektorat, Seefeldstrasse 301, Zürich 8,
M. Egli, Elektrotechniker, Materialprüfanstalt des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8,
H. Elsner, Direktor, Condensateurs Fribourg S. A., Fribourg (Protokollführer),
E. Ganz, Elektrotechniker, AG Brown, Boveri & Cie., Materialprüfung Phl, Baden (AG),
Ch. Jean-Richard, Ingenieur, Bernische Kraftwerke AG, Viktoriaplatz 2, Bern (Präsident),
G. Naef, Ingenieur, Standard Telephon & Radio AG, Seestrasse 395, Postfach Zürich 38,
J. Piguet, Dr ès sc. chim., directeur technique, Leclanché S. A, Yverdon (VD),
R. Pilicier, Chef d'exploitation, S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, 12, Place de la Gare, Lausanne,
P. Troller, Ingenieur, Elektrizitätswerk Basel, Margarethenstrasse 40, Basel,
E. Trümpy, Dr. sc. techn., Direktor, Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten (SO),
K. Vollenweider, Elektrotechniker, Xamax AG, Birchstrasse 210, Zürich 11/50,
E. Wettstein, Dr. sc. nat., Micafil AG, Postfach Zürich 48,
J. Wild, Oberbetriebsleiter, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Dreikönigstrasse 18, Postfach Zürich 22,
H. Marti, Sekretär des CES, Seefeldstrasse 301, Zürich 8 (ex officio).
Bearbeitender Ingenieur ist E. Schiessl, Ingenieur, Sekretariat des SEV, Zürich 8.

La sous-commission pour la neutralisaton de condensateurs se compose du président, du secrétaire, de MM P. Troller, J. Wild et de l'ingénieur du Secrétariat chargé des travaux administratifs, ainsi que de MM.:

J.-R. Charpié, Directeur, Cie des Compteurs S. A., Case postale Stand 370, Genève,
H. Fenner, Ingenieur, Zellweger AG, Apparate- und Maschinenfabriken, Uster (ZH),
G. Isay, Ingenieur, Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, Basel,
H. Schmid, Dr. sc. techn., Landis & Gyr AG, Zug.

Projet

Recommandations pour le blocage de courants à fréquence musicale à l'entrée de condensateurs raccordés à des réseaux de distribution munis d'installations de télécommande centralisée (Recommandations pour le blocage de condensateurs)

1 Domaine d'application

Les présentes recommandations s'appliquent au blocage de courants à fréquence musicale à l'entrée des condensateurs (indiqué par la suite avec «blocage de condensateur» ou «blocage» tout court) placés dans des installations à basse tension, surtout à l'entrée des condensateurs prévus pour l'amélioration du facteur de puissance.

Elles ne s'appliquent pas

a) au blocage de condensateurs placés dans des installations d'éclairage avec lampes à décharge (dans ce cas, on applique les Recommandations relatives au facteur de puissance et à l'impédance à fréquence musicale des lampes à décharge lumineuse, publication n° 0199 de l'ASE),

b) au blocage d'installations complètes ou à des parties de celles-ci.

Remarque: Dans le cas b), on doit consulter l'entreprise électrique compétente, ainsi que le constructeur de l'installation de télécommande centralisée.

2 Définitions

Le *blocage* de condensateurs se compose d'éléments de circuits électriques qui provoquent une augmentation de l'impédance à fréquence musicale à l'entrée des condensateurs.

L'*impédance à fréquence musicale* Z_C *d'un condensateur* est l'impédance du condensateur à une tension sinusoïdale à fréquence musicale .

L'*impédance à fréquence musicale* Z_f *d'un ensemble bloqué* est l'impédance du condensateur, blocage y compris, à une tension sinusoïdale à fréquence musicale.

La *bobine d'inductance de blocage* (voir fig. 1) est un blocage à fréquence musicale, consistant en une bobine de self-induction L.

L'*impédance de blocage* Z_L *d'une bobine d'inductance de blocage* est l'impédance (impédance à fréquence musicale) de la bobine d'inductance L à une tension sinusoïdale à fréquence musicale.

Le *circuit de blocage* (voir fig. 2) est un blocage consistant en une bobine d'inductance L et en un condensateur C_p (respectivement C_p'), branchés en parallèle. On dénomme *condensateur du circuit de blocage* le condensateur branché en parallèle à la bobine d'inductance.

L'*impédance de blocage* Z_p *d'un circuit de blocage* est l'impédance (impédance à fréquence musicale) du circuit de blocage à une tension sinusoïdale de la fréquence de résonance parallèle f_p. Dans le cas de l'ajustage exact, l'impédance de blocage représente une *résistance de blocage* purement ohmique.

La *fréquence de résonance parallèle* f_p d'un circuit de blocage est la fréquence pour laquelle l'impédance du circuit de blocage est la plus élevée.

La *fréquence de résonance série* f_s d'un condensateur bloqué est la fréquence pour laquelle l'impédance à fréquence musicale Z_f de l'ensemble bloqué est la plus faible.

Le *coefficient de surtension* Q d'un circuit de blocage est le degré de l'effet de résonance du circuit de blocage. Il est représenté par le rapport entre l'impédance de blocage Z_p d'un circuit de blocage et la réactance X d'un de ses deux éléments (réactance X_L de la bobine d'inductance ou réactance X_{Cp} du condensateur du circuit de blocage) à une tension sinusoïdale de la fréquence de résonance parallèle f_p.

Le *facteur d'impédance* n_Z (voir fig. 1 et 2) d'un blocage (facteur de blocage) est le degré de son effet de blocage à une fréquence f quelconque. Il est représenté par le rapport entre l'impédance Z_f de l'ensemble bloqué à une tension sinusoïdale de fréquence f quelconque et l'impédance Z_{C1} du condensateur à bloquer à une tension sinusoïdale de la fréquence f_1 du réseau.

La *réactance nominale relative p du blocage* (voir fig. 1 et 2) est le rapport entre la réactance X_{L1} de la bobine d'inductance L

nécessaire au blocage et la réactance C_{C1} du condensateur C à bloquer à une tension sinusoïdale de la fréquence f_1 du réseau.

Le *courant nominal* I_n d'un blocage est le courant nominal du condensateur à bloquer.

La *tension nominale* U_n d'un blocage est la tension nominale du condensateur à bloquer.

Comme *condition d'exploitation*, sur la base de laquelle on réalisera l'essai des blocages, ces derniers doivent être chargés simultanément

a) avec le courant nominal I_n du condensateur,

b) avec la somme de tous les courants harmoniques,

c) avec un courant I_t à fréquence musicale, dû à la tension de commande U_t d'un niveau égal à 5 % de la tension du réseau.

Par *caractéristique rectiligne de magnétisation* (induction en fonction de l'intensité du champ), on indique la propriété de cette dernière d'être presque rectiligne dans un domaine limité de l'intensité du champ.

La *fréquence de commande* f_t (dans la gamme des fréquences musicales) est la fréquence convenue pour la commande des récepteurs d'une installation de télécommande centralisée.

La *tension de commande* U_t est la valeur de la tension à fréquence musicale mesurée en un endroit déterminé d'un réseau de distribution avec installation de télécommande centralisée (référée à la tension U_Y du réseau).

La *tension de démarrage* d'un récepteur de télécommande centralisée est la tension à fréquence musicale qui garantit le démarrage sûr d'un récepteur de télécommande centralisée.

La *tension minimale* (tension minimale de commande) est la tension à fréquence musicale nécessaire à la commande d'un récepteur de télécommande centralisée. Elle est quelque peu plus élevée que la tension de démarrage, la différence, compte tenu d'une marge appropriée, étant fixée par le constructeur de l'installation de télécommande centralisée.

3 Généralités

Le poste émetteur d'une installation de télécommande centralisé lance dans le réseau de distribution des impulsions à fréquence musicale, qui agissent sur les récepteurs branchés à ce réseau et provoquent ainsi l'exécution de manœuvres déterminées. Afin que ces récepteurs puissent fonctionner sans défaillance, les impulsions à fréquence musicale doivent présenter à chaque instant et à chaque endroit du réseau une certaine tension minimale (tension minimale de commande), qui ne doit pas être inférieure à la tension de démarrage des récepteurs, compte tenu d'une marge appropriée. D'autre part, les postes émetteurs ne doivent pas être surchargés par des phénomènes de résonance.

Les condensateurs non bloqués d'un réseau de distribution peuvent être préjudiciables à l'exploitation des installations de télécommande centralisée de deux façons différentes, soit par une tension inférieure à celle de démarrage, soit par l'augmentation de la tension de commande.

Dans le premier cas, un condensateur d'un réseau à basse tension est tel que, à la fréquence de commande employée dans le réseau considéré, son impédance est sensiblement inférieure à celle des lignes et des transformateurs existant entre le poste émetteur à fréquence musicale et le condensateur. Dans le voisinage du condensateur la tension de commande peut alors diminuer de telle façon, qu'une commande irréprochable n'y est plus possible.

Dans le second cas, l'impédance du condensateur à la fréquence de commande est égale ou presque à l 'impédance des lignes et des transformateurs existant entre le poste émetteur et le condensateur. Cet état provoque un phénomène de résonance, qui conduit, dans le voisinage du condensateur, à une augmentation de la tension de commande. En même temps, des pertes fâcheuses d'énergie à fréquence musicale peuvent se produire.

Dans les deux cas, il peut être nécessaire d'augmentation l'impédance des condensateurs au moyen de blocages. La nécessité et l'étendue du blocage doivent être éclaircies par l'entreprise électrique en collaboration avec le constructeur de l'installation de télécommande centralisée.

L'augmentation de l'impédance du condensateur peut être atteinte par:

a) le montage d'une bobine d'inductance L en amont du condensateur C (fig. 1).

Commentaire: Les bobines d'inductance de blocage ont une impédance qui croît proportionnellement avec la fréquence; partant, elles sont efficaces dans une gamme très étendue de fréquences. Afin d'obtenir une efficacité de blocage suffisante, les bobines d'inductance doivent avoir une inductance relativement élevée. Dans le cas de gros condensateurs, elles ne sont donc plus économiques. Les bobines d'inductance devraient donc être employées seulement pour les condensateurs d'une puissance de 3 kVar triphasé, respectivement de 1 kVar monophasé.

Le couplage en série d'une bobine d'inductance de blocage L avec un condensateur C représente un circuit électrique susceptible d'entrer en résonance avec la fréquence série f_s déterminée par l'inductance L de la bobine de self-induction et la capacité C du condensateur. Cette fréquence de résonance ne doit pas coïncider avec une harmonique supérieure du réseau (par exemple, avec la 5e ou la 7e harmonique, c'est-à-dire à 250 ou 350 Hz pour une fréquence du réseau de f_1 = 50 Hz).

Les bobines d'inductance de blocage et les condensateurs à bloquer devraient être livrés seulement comme entité, compte tenu de la nécessité de leur ajustage exact.

Il faut tenir compte, en outre, de ce que la fréquence effective de résonance série est abaissée par l'inductance des lignes et des transformateurs branchés en amont.

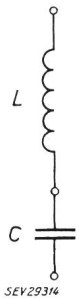


Fig. 1

$$L = p\,\frac{10^{10}}{4\,\pi^2 f_1^2\,C}$$

$$L = q_1\,\frac{U_n^2}{Q_C} \qquad q_1 = p\,\frac{10^4}{2\,\pi f_1}$$

$$C = \frac{Q_C}{2\,\pi f_1\,U_n^2}\,10^6 \quad {}^{1)}$$

$$p = \frac{X_{L1}}{X_{C1}}$$

$$\Delta U \approx p = \left(\frac{f_1}{f_s}\right)^2 100$$

$$n_Z = \frac{Z_f}{Z_{C1}} \approx \frac{p}{100}\cdot\frac{f}{f_1} - \frac{f_1}{f} \quad {}^{2)}$$

C [3])	Capacité par phase du condensateur à bloquer [μF]
L	Inductance de la bobine de self-induction avec noyau en fer [μH]
f	Fréquence (f sert, par exemple, au calcul général du facteur d'impédance n_Z à une fréquence quelconque)
f_1	Fréquence du réseau (fréquence fondamentale du réseau: en général 50 Hz) [Hz]
f_s	Fréquence de résonance série de l'ensemble bloqué [Hz]
U_n	Tension nominale du condensateur C à la fréquence f_1 du réseau [V]
ΔU	Chute de tension aux bornes de la bobine d'inductance L et augmentation de la tension aux bornes du condensateur bloqué à la fréquence f_1 du réseau, en % de la tension nominal ($\Delta U \approx p$) [%]
Z_f [3])	Impédance de l'ensemble bloqué à une fréquence f quelconque [Ω]
Z_{C1} [3])	Impédance du condensateur C à la fréquence f_1 du réseau [Ω]
X_{L1} [3])	Réactance de la bobine d'inductance L à la fréquence f_1 du réseau [Ω]
X_{C1} [3])	Réactance du condensateur C à la fréquence f_1 du réseau [Ω]
Q_C	Puissance nominale du condensateur C à la fréquence f_1 du réseau [Var]
p	Réactance nominale relative de blocage = réactance X_{L1} de la bobine d'inductance L en % de la réactance X_{C1} du condensateur C à la fréquence f_1 du réseau [%]
q_1	Facteur pour le calcul de l'inductance L de la bobine de self à la fréquence f_1 du réseau
n_Z	Facteur d'impédance

[1]) Dans le cas de batteries triphasées de condensateurs, on doit employer pour U_n la tension composée du réseau et pour Q_C la puissance triphasée des condensateurs [Var].

[2]) L'influence des pertes de la bobine, qui est insignifiante, est négligée dans cette formule.

[3]) Par phase: valeurs composées converties en valeurs par phase.

b) **Montage en amont d'un circuit de blocage, constitué**

α) **d'une bobine d'inductance L avec un condensateur C_p du circuit de blocage (fig. 2a) branché en parallèle,**

β) **d'un couplage équivalent avec un transformateur en série (fig. 2b).**

Commentaire: Les circuits de blocage réalisent un meilleur effet de blocage avec une bobine de self de plus faible inductance. Un blocage de ce genre est toutefois efficace, en général, seulement pour une fréquence de commande f_t comprise dans une petite étendue de fréquences, c'est-à-dire dans une bande de fréquences d'une largeur d'environ 10 %.

La fréquence de résonance parallèle f_p est déterminée par la bobine d'inductance L et par le condensateur C_p du circuit bloqué, branché en parallèle; elle doit correspondre à la fréquence de commande f_t. Le circuit de blocage représente alors pour la fréquence de commande f_t une résistance ohmique de blocage relativement élevée. Pour des fréquences plus basses, le circuit de blocage a un caractère inductif. Pour une certaine fréquence f_s, inférieure à celle de résonance parallèle f_p, l'impédance inductive du circuit de blocage est numériquement égale à l'impédance capacitive du condensateur à bloquer, c'est-à-dire il y a résonance série pour le circuit bloqué.

Lorsqu'une entreprise électrique a déjà pris des décisions au sujet de la fréquence de commande, le choix du blocage n'offre pas de difficultés particulières. Si, par contre, la fréquence de blocage n'a pas encore été fixée, il est possible de prévoir, pour les petits condensateurs, des bobines d'impédance de blocage, selon fig. 1, capables d'augmenter suffisamment l'impédance pour plusieurs, même pour toutes les fréquences de commande entrant en considération. S'il s'agit de grands condensateurs, il est recommandable de ne monter les circuits de blocage que lorsque la fréquence de commande aura été fixée. Souvent, il convient même d'attendre jusqu'à la mise en service de l'installation de télécommande centralisée avant de monter le blocage, afin d'éviter des installations superflues et, par conséquent, de maintenir les frais le plus bas possible.

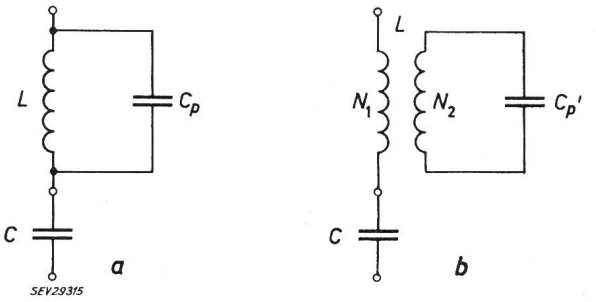


Fig. 2

$$L = p\,\frac{10^{10}}{4\,\pi^2 f_1^2\,C}$$

$$L = q_1\,\frac{U_n^2}{Q_C} \qquad q_1 = p\,\frac{10^4}{2\,\pi f_1}$$

$$C = \frac{Q_C}{2\,\pi f_1\,U_n^2}\,10^6 \quad {}^{1)}$$

$$\Delta U \approx p = \left[\left(\frac{f_1}{f_s}\right)^2 - \left(\frac{f_1}{f_p}\right)^2\right] 100$$

$$C_p = \frac{100}{p}\left(\frac{f_1}{f_p}\right)^2 C = \frac{10^{12}}{4\,\pi^2 f_p^2\,L}$$

$$C_{p'} = \ddot{u}^2\,C_p \qquad \ddot{u} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{U_{C_p\,max}}{U_Y} = \frac{p\left(\frac{f_p}{f_1}\right)^2}{p\left(\frac{f_p}{f_1}\right)^2 + 100}$$

$$U_{C_{p'}max} = U_{C_p\,max}\,\frac{1}{\ddot{u}}$$

$$f_s = \frac{f_p}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_p}{f_1}\right)^2 \frac{p}{100}}}$$

$$n_{Z_p} = \sqrt{\left(\frac{Z_p}{Z_1}\right)^2 + \left(\frac{f_1}{f_p}\right)^2} = \sqrt{p^2\,Q^2\left(\frac{f_p}{f_1}\right)^2 10^{-4} + \left(\frac{f_1}{f_p}\right)^2}$$

$$n_{Z_p} \approx \frac{Z_p}{Z_1} \approx \frac{p\,Q}{100}\cdot\frac{f_p}{f_1} \quad {}^{4)}$$

C_p Capacité du condensateur du circuit de blocage, selon le couplage de la fig. 2a [µF]

C_p' Capacité du condensateur du circuit de blocage, selon le couplage de la fig. 2b [µF]

f_p Fréquence de résonance parallèle du circuit de blocage (égale, en général, à la fréquence de commande f_t) [Hz]

U_Y Tension de phase du réseau [V]

$U_{Cp\,max}$ Tension maximale aux bornes de C_p à l'enclenchement (selon la fig. 2a) [V]

$U_{Cp'\,max}$ Tension maximale aux bornes de C_p' à l'enclenchement (selon la fig. 2b) [V]

Z_1 [3]) Impédance de l'ensemble bloqué, à la fréquence f_1 du réseau [Ω]

Z_p [3]) Impédance du circuit de blocage, à la fréquence f_p [Ω]

$\ddot{u}$ Rapport de transformation du transformateur en série $= N_1/N_2$

n_{Zp} Facteur d'impédance, à la fréquence $f = f_p$

N_1, N_2 Nombre des spires du transformateur en série

Q Coefficient de surtension du circuit de blocage à la fréquence f_p (= nombre indicatif pour les pertes ohmiques de l'ensemble bloqué)

Pour les autres dénominations voir fig. 1.

[1]) Voir sous [1]) à la fig. 1.

[3]) Voir sous [3]) à la fig. 1.

[4]) L'approximation s'accorde bien pour les fréquences $f_p > 450$ Hz.

4 Données techniques requises

4.1 Facteur d'impédance

Tout en nécessitant les frais les plus bas possible, les blocages de condensateurs doivent offrir une efficacité de blocage suffisante. La valeur de l'effet de blocage est donnée par le facteur d'impédance (facteur de blocage) n_Z.

Des valeurs d'orientation du facteur d'impédance à diverses fréquences de commande f_t sont indiquées aux tableaux I et II.

Valeurs d'orientation pour bobines d'impédance de blocage

Tableau I

Ligne n°	Fréquence de résonance série f_s Hz	Réactance nominale relative de blocage p %	Facteur q_1 pour $f_1 = 50$ Hz	Fréquence de commande f_t [Hz]							
				485	600	750	1050	1350	1600	1800	2000
				Facteur d'impédance n_Z							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	214	5,5	175,1	0,43	0,58	0,76	1,11	1,45	1,73	1,95	2,18
2	316	2,5	79,6				0,48	0,64	0,77	0,87	0,98

Valeurs d'orientation pour circuits de blocage

Tableau II

Ligne n°	Fréquence de commande [1]) $f_t = f_p$ Hz	Réactance nominale relative de blocage p %	Facteur q_1 pour $f_1 = 50$ Hz	Fréquence de résonance série f_s Hz	Facteur d'impédance n_{Zp} pour $Q = 10$	Augmentation maximale de la tension aux bornes du condensateur du circuit de blocage [2]) $\frac{U_{Cpamx}}{U_Y}$ %
1	2	3	4	5	6	7
1	291	0,5	15,9	269	0,34	14,5
2	309	0,5	15,9	283	0,35	16
3	388	1,0	31,8	306	0,80	37,6
4	412	1,0	31,8	318	0,85	40,6
5	485	0,5	15,9	400	0,50	32
6	500	0,5	15,9	408	0,51	33,3
7	582	0,5	15,9	449	0,59	40,6
8	600	0,5	15,9	457	0,61	42
9	725	0,5	15,9	506	0,73	51,3
10	750	0,5	15,9	514	0,75	53
11	1050	0,4	12,7	631	0,84	64
12	1350	0,35	11,1	717	0,95	72
13	1600	0,35	11,1	747	1,12	78,3
14	1800	0,35	11,1	765	1,26	82
15	2000	0,35	11,1	778	1,40	85

[1]) En général, la fréquence de résonance parallèle f_p du circuit de blocage est égale à la fréquence de commande f_t.

[2]) Référée à la tension du réseau.

Dans le cas de batteries de condensateurs, enclenchées graduellement selon les besoins, il est permis, en général, d'employer un seul blocage, commun à plusieurs unités de condensateurs, pourvu que la fréquence de résonance série f_s, correspondant à la valeur de la capacité la plus élevée, soit supérieure aux harmoniques dangereuses. Les circuits de blocage doivent donc être prévus pour la batterie de condensateurs entièrement enclenchée. Si, seulement une capacité partielle est enclenchée, il est possible que le facteur d'impédance n_Z conseillé ne soit pas atteint, ce qui est admissible lorsque les impédances des transformateurs et des lignes placés entre le poste émetteur et le condensateur, qui sont déterminantes pour la chute de tension de commande, restent invariées. En cas de doute, on doit consulter l'entreprise électrique compétente et le constructeur de l'installation de télécommande centralisée.

4.2 Réactance nominale relative de blocage

Des valeurs d'orientation de la réactance nominale relative de blocage p pour différentes fréquences de commande f_t sont indiquées aux tableaux I et II. La réactance nominale relative de blocage p a aussi une valeur pratique, car elle indique, avec une bonne approximation, à la fréquence f_1 du réseau, la tension aux bornes de la bobine d'inductance L, référée en % à la tension du réseau. Cette tension correspond aussi à l'augmentation en % de la tension aux bornes du condensateur C.

Compte tenu de la sécurité en exploitation du condensateur, l'augmentation de la tension à la fréquence du réseau doit être la plus faible possible. Dans le cas de condensateurs fabriqués sans tenir compte du montage de blocages, lors de blocages montés après coup, seul des circuits de blocage peuvent être employés.

4.3 Coefficient de surtension d'un circuit de blocage

Dans un circuit de blocage selon fig. 2, avec une bobine de self inductance déterminée, plus faibles seront les pertes des éléments du circuit de blocage et plus élevée sera la résistance du blocage à une fréquence de résonance f_p. Puisque, en général, la fréquence de commande f_t n'est pas constante, mais variable en % au moins autant que la fréquence f_1 du réseau, le blocage doit être efficace pour une certaine bande de fréquences. Il n'y a donc aucun sens de prévoir des blocages avec un coefficient de surtension Q extrêmement élevé et avec une impédance de blocage Z_p élevée en correspondance, car, dans le cas que la fréquence de commande f_t s'écarterait de la fréquence de résonance parallèle f_p de façon relativement faible, l'impédance de blocage Z_p diminuerait de manière relativement forte. En outre, un coefficient de surtension élevé impose de sévères conditions non seulement en ce qui concerne la caractéristique rectiligne de la courbe de magnétisation, mais aussi pour la constance, dans le temps, de l'inductance de la bobine et de la capacité du circuit de blocage et requiert un ajustage exact du circuit. D'autre part, le facteur de surtension ne devrait pas être par trop inférieur à $Q = 10$. Pour les besoins pratiques, on conseille donc un coefficient de surtension de $Q = 10...15$.

4.4 Charge due aux harmoniques supérieures (Echauffement)

A cause des harmoniques supérieures, toujours présentes dans les réseaux, il résulte une charge additionnelle de courants harmoniques des blocages et des condensateurs.

Dans les condensateurs usuels, la valeur effective du courant, y compris les courants harmoniques, peut atteindre 1,3 fois celle du courant nominal. Les blocages aussi doivent supporter en permanence ces intensités de courant. Evidemment, il faut tenir compte de ce que les courants harmoniques ont une fréquence d'ordre supérieur et qu'ils produisent dans les bobines d'inductance des pertes additionnelles dans le fer et dans le cuivre.

4.5 Caractéristique rectiligne de la courbe de magnétisation

Lorsque le fer est saturé, l'inductance est plus faible. Dans le cas de bobines d'inductance fortement saturées, on encourt donc le risque d'un désaccord des blocages et, partant, de la diminution de l'impédance de blocage de l'ensemble de blocage. Il est donc nécessaire de faire particulièrement attention à ce que la caractéristique rectiligne de la courbe de magnétisation soit maintenue à la charge de la bobine d'induction par la somme du courant du condensateur, des courants harmoniques et des courants à fréquence musicale. Dans ce but, les noyaux en fer de telles bobines d'inductance doivent avoir un entrefer.

4.6 Rigidité diélectrique

La rigidité diélectrique à la terre des isolations des blocages est vérifiée par un essai de tension. Toutefois, des sollicitations additionnelles par choc se produisent aux blocages lors de l'enclenchement, ce dont on doit tenir compte.

4.6.1 *Rigidité diélectrique des bobines d'inductance de blocage*

Au premier instant de l'enclenchement d'un condensateur muni d'une bobine d'inductance de blocage, celui-ci n'est pas encore chargé, si bien que toute la tension du réseau est appliquée aux bornes de la bobine d'inductance. Donc, la tension aux bornes de la bobine d'inductance correspond lors de l'enclenchement à un multiple de sa tension stationnaire d'exploitation, c'est-à-dire que la tension entre les spires est élevée. Les isolations des spires doivent par conséquent être dimensionnées de façon à pouvoir supporter pendant de brefs instants la pleine tension du réseau.

4.6.2 *Rigidité diélectrique des circuits de blocage*

Lors de l'enclenchement de condensateurs munis de circuits de blocage selon la fig. 2a, une subdivision de la tension U_Y du réseau se produit au premier instant sur les condensateurs C_p et C. Le rapport des tensions aux bornes des deux condensateurs est inversément égal au rapport de leurs capacités. La tension maximale aux bornes du condensateur C_p au moment de l'enclenchement est indiquée par le rapport $U_{Cp\,max}/U_Y$ en % dans le tableau II. Lorsque le circuit de blocage est couplé selon la fig. 2b, il faut tenir compte de ce que, au moment de l'enclenchement, le condensateur C_p' est sollicité par la tension d'enclenchement $U_{Cp'\,max}$, élevée par transformation.

5 Détermination des données techniques

Dans les tableaux I et II sont indiquées les valeurs numériques que l'on obtient avec les fréquences de commande qui sont employées actuellement le plus souvent. Pour des fréquences de commande qui ne sont pas mentionnées dans ce tableau, les valeurs numériques peuvent être calculées avec les formules indiquées dans les présentes recommandations. Dans le cas de fréquences de commande inférieures à 290 Hz, il faut consulter l'entreprise électrique compétente, ainsi que le constructeur de l'installation de télécommande centralisée.

Pour les bobines d'inductance selon la fig. 1, on ne peut employer que les fréquences de résonance série de 214 et de 316 Hz indiquées au tableau I. Puisque ces deux fréquences de résonance série, pour une fréquence du réseau de 50 Hz, se trouvent dans le voisinage de la 5e, respectivement de la 7e harmonique supérieure, il faut prévoir un dimensionnement et un ajustage soigneux de la bobine d'inductance de blocage. Les bobines d'inductance de blocage qui produisent une fréquence de résonance série de 316 Hz ne doivent être employées qu'exceptionnellement et avec l'accord du constructeur de l'installation de télécommande centralisée.

Pour les circuits de blocage selon la fig. 2, des valeurs du facteur d'impédance n_{Zp} sont indiquées dans le tableau II, colonne 6, valeurs qui peuvent être atteintes avec un coefficient de surtension $Q = 10$. Selon l'expérience faite jusqu'ici, ces valeurs sont en général suffisantes. Si les valeurs d'un blocage envisagé sont fortement inférieures à celles du tableau II, colonne 6, de trop fortes chutes de tension de commande peuvent en résulter. Dans le cas de conditions difficiles du réseau, on doit examiner si les valeurs du tableau II, colonne 6, doivent être augmentées de façon adéquate.

6 Exécution

Les bobines d'inductance de blocage et les circuits de blocage doivent être calculés normalement sur la base des tableaux I et II. En outre, il faut tenir compte des chiffres **6.1...6.6**.

6.1 Saturation

Pour éviter des phénomènes de saturation, les noyaux des bobines d'inductance doivent avoir un entrefer suffisamment grand. Il faut faire attention que les entrefers ne soient pas court-circuités par des pièces métalliques proches.

6.2 Ajustage de l'inductance

Pour pouvoir ajuster les bobines d'inductance, elles doivent être construites de façon que l'inductance puisse être variée dans des limites suffisamment grandes au moyen de prises intermédiaires ou de variation de l'entrefer.

6.3 Charge due aux harmoniques supérieures (Echauffement)

L'expérience permet de tenir compte de l'échauffement additionnel des blocages dû aux courants harmoniques, en considérant, lors du dimensionnement, outre le courant nominal du condensateur, un courant à fréquence supérieure, circulant simultanément, égal au moins au courant nominal. On doit tenir compte aussi de l'accumulation de la chaleur par la carcasse et par les coffrages. Comme limite d'échauffement, les prescriptions contenues dans les Règles pour les machines électriques, publication n° 188 de l'ASE, doivent être appliquées de façon correspondante.

6.4 Caractéristique rectiligne de magnétisation

Afin de pouvoir maintenir une caractéristique suffisamment rectiligne de magnétisation, lors du dimensionnement du noyau en fer de la bobine d'inductance, on doit tenir compte de la somme du courant nominal du condensateur, des courants harmoniques et du courant de commande à fréquence musicale. L'expérience permet d'admettre comme valeur équivalente 2,5 fois celle du courant nominal du condensateur à la fréquence du réseau.

6.5 Rapport de transformation et surtensions d'enclenchement

Les circuits de blocage des condensateurs doivent être exécutés de préférence selon la fig. 2b, c'est-à-dire le condensateur C_p' du circuit de blocage est branché à un enroulement secondaire de la bobine d'inductance. La tension aux bornes du condensateur C_p' est donc supérieure conformément au rapport de transformation. Afin que les pointes de tension survenant aux bornes du condensateur C_p', au moment de l'enclenchement, soient maintenues dans des limites convenables, il vaut mieux de ne pas choisir un rapport de transformation par trop élevé. Dans le cas de circuits de blocage de condensateurs pour des réseaux à 380 V, respectivement à 500 V, il convient de ne pas dépasser des rapports de transformation d'environ 1 : 20 (pour 380 V), respectivement de 1 : 10 (pour 500 V). Pour la protection contre les surtensions d'enclenchement, il peut être avantageux de prévoir à l'enroulement secondaire, c'est-à-dire en parallèle au condensateur du circuit de blocage, un éclateur de protection convenable. Lors du dimensionnement de l'enroulement secondaire et du condensateur du circuit de blocage, les sollicitations additionnelles dues aux courants harmoniques et aux courants à fréquence musicale doivent être considérées.

6.6 Disposition mécanique

La disposition mécanique des blocages doit être la plus stable possible afin que l'inductance de la bobine de self ne change

pas sensiblement pendant l'exploitation et que les bourdonnements soient les plus faibles possible.

7 Montage et mesures de protection

A l'emplacement du montage, les entrefers des bobines ne doivent pas être court-circuités par des pièces métalliques.

En ce qui concerne le montage et les mesures de protection, on doit tenir compte, de façon adéquate, des prescriptions de l'ASE relatives aux Installations électriques intérieures (Publication N° 1000), particulièrement de celles relatives à la mise à la terre des appareils, aux coupe-circuits à fusible, aux transformateurs et à leur protection contre les contacts accidentels.

Après le montage d'un blocage à l'entrée du condensateur, on doit mesurer la valeur effective du courant du condensateur. Il ne faut toutefois pas négliger que les courants harmoniques peuvent varier fortement avec le temps. Dans les cas limites, on conseille d'examiner la valeur effective du courant du condensateur durant quelques jours avec un instrument enregistreur. Si la valeur admissible pour le condensateur de 1,3 I_n est dépassée, on doit contrôler les données du blocage, éventuellement les modifier. Dans ces cas spéciaux, on peut s'écarter, avec le consentement du constructeur de l'installation de télécommande centralisée, des directives données par les tableaux I et II.

8 Plaque signalétique

Les bobines d'inductance de blocage et les bobines d'inductance assemblées de manière fixe à des circuits de blocage doivent être munies d'une plaque signalétique qui, à part les indications requises par les prescriptions de l'ASE relatives aux Installations électriques intérieures, doivent porter les inscriptions suivantes:

a) Constructeur
b) Désignation du type
c) Numéro de fabrication

Données de blocage:

d) Courant nominal à 50 Hz, en A
e) Fréquence de blocage, en Hz
f) Valeur de p, en %
g) Capacité du condensateur du circuit de blocage, en µF

Données pour le montage:

h) Destinée à un condensateur $\frac{\text{mono-}}{\text{tri}}$ phasé d'une puissance de ... kVar *ou* d'une capacité ... µF
i) Tension du réseau, en V

Il convient de pourvoir, par des indications adéquates (marques en couleur, chiffres, etc.), à ce que les condensateurs et les blocages interdépendants ne puissent être confondus.

9 Essais

9.1 Prescriptions pour les essais

9.1.1 *Conditions relatives à l'effet de blocage*

a) L'inductance des bobines de self doit être ajustée de façon que, aux conditions d'exploitation définies sous chiffre 2, la fréquence de résonance série d'une bobine d'inductance de blocage et de son condensateur ne s'écarte pas de plus de ± 3 % de la valeur nominale.

b) La fréquence de résonance parallèle des circuits de blocage ne doit pas s'écarter, aux conditions d'exploitation définies sous chiffre 2, de plus de ± 2 % de la fréquence de blocage, c'est-à-dire de la fréquence nominale de commande.

c) Le facteur d'impédance des circuits de blocage ne doit pas être de plus de 30 % inférieur et de plus de 60 % supérieur aux valeurs d'orientation selon tableau II.

d) La réactance nominale relative du blocage ne doit pas s'écarter de plus de ± 10 % des valeurs d'orientation indiquées au tableau II.

9.1.2 *Conditions relatives à la rigidité thermique*

Lors d'un essai de type, il faut démontrer que, l'échauffement des bobines d'inductance de blocage et des circuits de blocage reste dans les limites admissibles aux conditions existant (ouvert ou protégé) à l'endroit de leur installation. Pendant l'essai d'échauffement, les blocages doivent être parcourus simultanément par le courant nominal du condensateur et par un courant harmonique au moins égal, à une fréquence proche de la fréquence de résonance série de l'ensemble bloqué, toutefois de 350 Hz au maximum.

9.2 Exécution des essais

La réalisation pratique des essais selon les conditions d'exploitation définies sous chiffre 2 demande un matériel relativement important. L'expérience toutefois, montre qu'il est admissible, quant à l'effet de magnétisation, et quant à celui d'échauffement par la somme des courants, de simplifier ces essais, avec une exactitude suffisante, en substituant l'essai complet par une mesure convenable à la fréquence du réseau (50 Hz) et par une mesure seulement à fréquence musicale. Il faut toutefois veiller à ce que, pour la mesure à fréquence musicale, des instruments de mesure adéquats, par exemple des instruments à cadre mobile avec redresseurs branchés en amont soient employés.

9.2.1 *Essai des propriétés magnétiques à la fréquence du réseau et détermination de la réactance nominale relative du blocage*

a) La caractéristique de magnétisation de la bobine d'inductance doit être déterminée, normalement, par une mesure du courant et de la tension à la fréquence du réseau. Comme les résistances ohmiques sont petites par rapport aux réactances pour les coefficients de surtension prescrits, on peut admettre, avec une bonne approximation, que:

$$X_{L1} \approx Z_{L1} = \frac{U}{I}$$

où Z_{L1} est l'impédance de la bobine d'inductance à la fréquence f_1 du réseau [Ω] et X_{L1} la réactance de la bobine d'inductance à la fréquence f_1 du réseau [Ω].

Au courant égal à 2,5 fois le courant nominal I_n du condensateur (voir chiffre **6.4**), cette valeur de X_{L1} ne doit différer de plus de 3 % pour les bobines d'inductance de blocage et de plus de 2 % pour les circuits de blocage de la valeur au courant nominal simple I_n du condensateur.

b) La réactance nominale relative p se calcule alors immédiatement par la formule:

$$p = \frac{X_{L1}}{X_{C1}} \approx \frac{Z_{L1}}{Z_{C1}}$$

où X_{C1} est la réactance du condensateur C à la fréquence f_1 du réseau [Ω] et Z_{C1} l'impédance du condensateur C à la fréquence f_1 du réseau [Ω].

9.2.2 *Essai avec fréquence musicale: ajustage et contrôle du point de résonance, détermination du facteur d'impédance et du coefficient de surtension*

a) *Bobines d'inductance de blocage:* A l'ensemble de blocage en série, composé de la bobine d'inductance de blocage et du condensateur bloqué, il faut appliquer une tension constante à la fréquence de résonance série, d'un niveau égal à 1...2 % de la tension du réseau. Le point de résonance est ajusté en faisant varier soit l'entrefer, soit la prise intermédiaire de la bobine d'inductance de blocage. Le point de résonance est atteint lorsque le courant de mesure à fréquence musicale est à son maximum.

b) *Circuits de blocage:* Aux circuits de blocage il faut appliquer une tension constante à fréquence de résonance parallèle, d'un niveau égal à 3...5 % de la tension du réseau. Le point de résonance est ajusté en faisant varier soit l'entrefer, soit la prise intermédiaire de la bobine d'inductance de blocage et, dans des cas exceptionnels, aussi en faisant varier le condensateur du circuit de blocage. Le point de résonance est atteint lorsque le courant de mesure à fréquence musicale est à son minimum. L'impédance Z_p du circuit de blocage est donnée par le rapport entre la tension et le courant, à la fréquence de résonance parallèle f_p.

Le facteur d'impédance n_{Zp} des circuits de blocage résulte immédiatement, avec une bonne approximation, de la formule:

$$n_{Zp} \approx \frac{Z_p}{Z_1}$$

Le coefficient de surtension Q des circuits de blocage peut être calculé, avec les valeurs mesurées, selon la formule suivante:

$$Q = \frac{Z_p}{Z_{L1}} \cdot \frac{f_1}{f_p}$$

9.2.3 Essai d'échauffement

La somme des augmentations de températures déterminées pendant les essais d'échauffement selon les chiffres **9.2.3.1** et **9.2.3.2** à la fréquence du réseau et à la fréquence musicale, ne doit pas dépasser les limites admissibles selon les prescriptions de l'ASE (voir chiffre **6.3**).

9.2.3.1 Essai à la fréquence du réseau

L'essai d'échauffement à la fréquence du réseau doit être exécuté avec un courant égal à 1,1 fois le courant nominal I_n du condensateur.

9.2.3.2 Essai à fréquence musicale

Pour l'essai d'échauffement, la charge due aux courants harmoniques peut être substituée par celle d'un courant de même grandeur que le courant nominal du condensateur mais à une fréquence se trouvant dans le voisinage de la fréquence de résonance série de l'ensemble bloqué, toutefois de 350 Hz au maximum.