Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 24 (1933)

Heft: 7

Artikel: Les installations électriques intérieures : Quelques remarques sur la façon de les projeter et de les exécuter

Autor: Roesgen, Marcel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057231

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: 22.08.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A., Zurich 4
Stauffacherquai 36/38

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXIVe Année | N° 7 | Vendredi, 31 mars 1933

Les installations électriques intérieures.
Quelques remarques sur la façon de les projeter et de les exécuter.

Par *Marcel Roesgen*, ingénieur au Service de l'électricité de Genève.

621.315.3

Pour compléter notre compte-rendu de l'assemblée organisée à Neuchâtel par l'Elektrowirtschaft (Bull. ASE 1932, No. 24, p. 658), nous reproduisons ci-dessous un article relatif à quelques problèmes d'installations intérieures. — En se basant sur l'expérience acquise dans ce domaine par le Service de l'Electricité de Genève, l'auteur examine l'introduction de la tension normale de l'ASE (220/380 V) et les avantages nombreux des plans d'installation, compare les montages sur et sous crépi, montre la nécessité de sections de conducteurs suffisantes et des prises de courant nombreuses et judicieusement placées, discute à cette occasion la question des prises de courant dans les chambres de bains et termine en rappelant quels grands progrès ont été accomplis dans la construction du matériel d'installation.

Zur Ergänzung unseres Berichtes über die Neuenburger Tagung der «Elektrowirtschaft» (Bull. SEV 1932, Nr. 24, S. 658) stellten wir nachstehenden Artikel in Aussicht, in dem auf Grund der Erfahrungen der Installationsabteilung des Elektrizitätswerkes Genf einige Fragen über Hausinstallationen behandelt werden. Der Autor berührt darin unter anderem die Einführung der Normalspannung des SEV (220/380 V), die vielen Vorteile, welche die Forderung der Vorlage von Ausführungsplänen bietet, vergleicht die Auf- und Unterputzmontage, verlangt grosse Querschnitte der Leitungen, zweckmässige Steigleitungen und Steckdosen in genügender Zahl an sorgfältig gewählten Stellen, und weist auf die grossen Fortschritte in der Konstruktion des Installationsmaterials hin.

La technique des installations électriques intérieures, établie à l'origine en vue de l'éclairage seul, a été profondément modifiée par l'application de l'électricité aux appareils ménagers. Les qualités maîtresses des ustensiles électriques, la propreté, la souplesse et l'automaticité, les ont, en effet, introduits dans un nombre sans cesse croissant de familles. Tous ces appareils électroménagers doivent être alimentés par la distribution intérieure d'une manière qui offre à l'usager toute garantie de securité, sans toutefois réduire les facilités d'emploi et de déplacement. Ils peuvent se classer en deux grandes catégories:

D'une part, les appareils légers, essentiellement mobiles, peu puissants (maximum 500 à 750 W); ce sont les plus nombreux; le fer à repasser, l'aspirateur et le radiateur parabolique en sont les exemples les plus répandus.

D'autre part, les appareils lourds, installés à poste fixe, et absorbant généralement de 1 à 10 kW; ce sont le réchaud, la cuisinière, le chauffe-eau, l'armoire frigorifique, la machine à laver, les poëles.

Les uns et les autres exigent pour leur alimentation des prises de courant, installées dans les différentes parties de l'appartement et indépendantes des appareils d'éclairage proprement dits; ces prises doivent être dimensionnées de façon à pouvoir fournir sans difficulté une puissance bien supérieure à celle de l'éclairage. C'est cette nécessité qui a modifié la technique primitive de l'installation intérieure et posé, depuis quelques années, des problèmes très complexes aux centrales et aux installateurs, problèmes que l'introduction de nouvelles méthodes de bâtir a encore compliqués.

L'exécution des installations domestiques est réglementée en Suisse par les «Prescriptions pour l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques intérieures» de l'Association Suisse des Electriciens (ASE), édition de 1927 et suppléments. Ces prescriptions donnent des renseignements précis sur la façon d'établir les schémas, de poser les lignes et de prendre les mesures de sécurité les plus complètes. Il importe, en effet, que l'usager puisse obtenir de son installation le maximum de services, sans que des dangers le menacent et sans que des défauts de fonctionnement, des perturbations, des courts-circuits, des variations de tension ou des interruptions de courant accidentelles viennent le gêner, l'irriter et quelquefois le faire renoncer à l'emploi d'appareils eux-mêmes en parfait état.

Tension d'alimentation.

Un des points essentiels en matière d'installation intérieure est le choix de la tension de distribution; il est extrêmement désirable que les multiples ten-

sions en usage [1]) soient unifiées dans le plus bref délai possible, afin de faire disparaître les nombreux inconvénients de l'état de chose actuel, dont souffrent abonnés, centrales, installateurs, fabricants et vendeurs.

La tension de 220/380 V, adoptée comme normale par l'ASE, a suscité bien des discussions. Certains la trouvent trop élevée et partant, dangereuse. Mais il faut remarquer que cette idée même incite les abonnés à avoir des installations mieux faites ou mieux entretenues et à prendre plus de précautions dans la manipulation des appareils, deux facteurs qui contribuent incontestablement à réduire les accidents. D'autre part, l'adoption d'une tension plus élevée permet d'augmenter sans grands frais la capacité d'installations devenues insuffisantes.

En revanche, il faut reconnaître que le système triphasé rend plus difficile encore que les systèmes monophasé 3 fils et biphasé, le problème de l'équilibrage des charges sur les phases. Par contre, la possibilité d'utiliser pour la mise à terre le conducteur neutre a grandement simplifié les installations et permis d'augmenter la sécurité dans de nombreux cas où la pose d'une ligne de terre séparée aurait été trop coûteuse. Toutefois, avant de procéder à la mise à terre normale d'un réseau par le neutre, il faut examiner soigneusement si celui-ci s'y prête sans danger et prendre éventuellement des dispositions spéciales pour permettre cette opération.

Plans d'installation.

Quelques centrales exigent des installateurs des plans d'installation établis selon certaines règles et soumis aux organes de contrôle avant le commencement des travaux. Cette procédure présente de nombreux avantages. Tout d'abord, elle permet à la centrale d'examiner le projet de l'installateur et de s'assurer si toutes les prescriptions ont bien été observées, si les sections de conducteurs sont suffisantes, si la puissance totale installée correspond bien à la demande faite, etc. Au moment de la mise en service, la centrale, qui conserve un double du plan, possède des éléments précis qui facilitent énormément son contrôle. Enfin, et c'est là peut-être l'avantage le plus important, la centrale constitue peu à peu un dossier de toutes les installations de son réseau, que sont autorisés à consulter les électriciens appelés à exécuter un travail d'adjonction ou de modification; grâce aux plans déjà établis, ils peuvent réunir en quelques instants les renseignements indispensables qu'ils devraient sans cela rechercher sur place, avec plus ou moins de facilité. Tous ces avantages compensent amplement le travail et les frais supplémentaires qu'entraîne naturellement la confection de ces plans. Ces derniers sont quelquefois remplacés par des schémas ne rappelant que de loin la disposition topographique des lieux; mais ces schémas ne rendent pas les mêmes services, car ils ne permettent pas de retrouver l'emplacement des tubes, des boîtes ou des coupe-circuit dissimulés dès l'origine ou accidentellement.

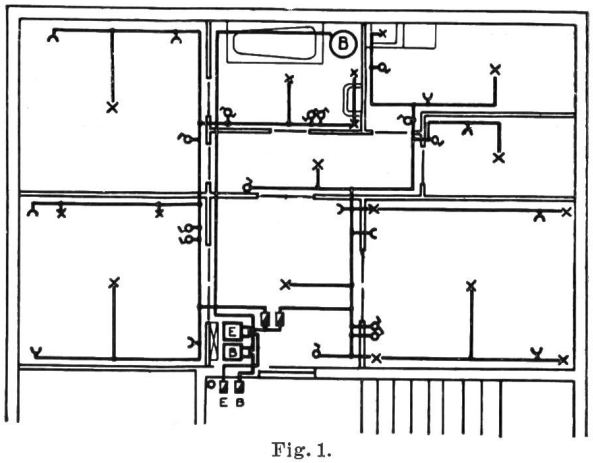

Fig. 1.
Exemple de plan d'installation montrant la répartition des lampes et prises.

Montage apparent ou noyé.

Les installations intérieures peuvent être exécutées en montage apparent ou en montage noyé (sous crépi). Le premier est le plus simple, donc le moins coûteux; il permet de repérer immédiatement l'emplacement des lignes et appareils, de localiser aisément les défauts, d'exécuter sans grandes difficultés des adjonctions et des modifications. Mais on lui reproche d'être inesthétique, surtout depuis que la moulure de bois est abandonnée. Ce reproche est quelquefois exagéré si l'on pense aux canalisations du chauffage central, mais il faut reconnaître que le montage apparent n'est guère conciliable avec les exigences du style actuel.

Le montage noyé entraîne de nombreuses difficultés qui le rendent de 50 à 100 % plus coûteux. Il faut, en effet, que tous les tubes soient posés avant la finition des murs, plafonds et planchers, ce qui exige une étude préalable très poussée et une entente avec les autres corps de métiers. L'obligation du dépôt des plans est alors très utile, car elle force l'installateur, et en même temps l'architecte et l'abonné, à préciser leurs projets avant qu'il ne soit trop tard.

De plus, la recherche des défauts, leur réparation, les adjonctions et les modifications entraînent toujours des dégâts considérables et des rhabillages coûteux. Il en résulte que les usagers renoncent au montage noyé et font exécuter les installations nouvelles en montage apparent, en laissant de côté les raisons esthétiques. Là encore, l'exécution des plans permet à la centrale de donner des conseils précieux pour prévoir les adjonctions éventuelles, et rend ensuite de grands services lors du repérage des installations cachées.

Le montage noyé se heurte à de très grandes difficultés pratiques dans les bâtiments en béton armé. Comme on sait, les colonnes, les poutrelles

[1]) Voir «Das Vorkommen der verschiedenen Niederspannungen in der Schweiz», Bull. ASE 1931, No. 17, p. 445.

et les dalles sont calculées et exécutées avec une telle économie de matériaux qu'il est pour ainsi dire impossible de pratiquer ultérieurement des saignées ou des percées profondes; d'ailleurs la présence du ferraillage à quelques millimètres de profondeur s'y oppose absolument. L'électricien qui peut préparer son projet assez à l'avance, demande à l'architecte de réserver les gaînes et passages indispensables. Mais, dans la plupart des cas, il faut mener les lignes sur le béton terminé; l'encastrement des tubes et surtout des boîtes, n'est alors plus toujours possible dans la mince épaisseur de plâtre et de béton qu'il est permis de creuser. Il en est de même dans les galandages de briques minces que la moindre saignée traverse; l'emploi de boîtes d'interrupteurs, de prises ou de dérivation peu profondes facilite considérablement l'installation. Ces difficultés essentiellement pratiques échappent le plus souvent à l'architecte; aussi est-il à souhaiter que celui-ci se préoccupe davantage des conséquences qu'entraîne pour les autres corps de métiers l'adoption de nouvelles méthodes de construction.

Puissance installée.

L'électricien et son client qui projettent une installation électrique sont, à l'heure actuelle, généralement préoccupés en premier lieu de la dépense immédiate et se soucient assez peu de l'avenir. C'est donc à la centrale à le faire pour eux; elle exigera des lignes largement dimensionnées en vue d'extensions futures ou simplement pour permettre l'emploi des appareils ménagers les plus répandus. Le dépôt préalable des plans facilitera cette mission.

La colonne montante et le raccordement au compteur seront donc largement calculés; le calibre du compteur correspondra à celui du coupe-circuit d'origine et à la section des conducteurs, afin de permettre à l'abonné de disposer du maximum de puissance; l'emploi des compteurs surchargeables facilite la chose sans compromettre l'exactitude de la mesure.

Dans l'installation même, la centrale veillera à ce que les circuits ne soient pas dès l'origine complètement chargés; elle exigera, par exemple, que le nombre de lampes ou de prises, comptées chacune pour 60 W, ne dépasse pas 16 par coupe-circuit 6 A 220 V dans l'installation neuve. Elle laissera ainsi une réserve de puissance de 6 lampes ou prises, qui rendra de grands services à l'abonné ou à ses successeurs qui désireraient ajouter des appliques ou des prises de courant. En outre, le fait que les 16 ou 22 lampes et prises par circuit ne fonctionnent jamais toutes à la fois permet d'employer un appareil isolé de plusieurs centaines de watts sans crainte de surcharge. Ce système semble préférable à l'emploi de petits disjoncteurs thermiques, au moins en ce qui concerne les appartements.

Une autre règle, qui dérive d'ailleurs des dispositions ci-dessus, consiste à imposer l'établissement de 2 circuits distincts dès que le nombre des lampes et prises dépasse un certain chiffre, par exemple 9 à 125 V ou 16 à 220 V. Non seulement on assure la réserve désirable, mais encore on augmente la sécurité de fonctionnement; en effet, la fusion d'un coupe-circuit, provoquée par une surcharge accidentelle ou par un défaut, ne prive pas de lumière la totalité de l'installation; la réparation est dès lors plus facile et plus rapide, ou peut même être différée. Pour la même raison, les armoires frigorifiques, les moteurs de chauffage au mazout, les robinets à eau chaude, les chauffe-eau à accumulation, les réchauds seront alimentés par un circuit particulier, pour autant naturellement que l'application d'un tarif spécial n'exige pas déjà un raccordement distinct (fig. 1).

Prises de courant.

L'emploi des appareils électro-ménagers transportables rend indispensable l'installation de prises en différents endroits de l'appartement. Il en faut au moins une dans chaque chambre, pour éviter l'emploi dangereux de cordons trop longs.

La cuisine doit en particulier être dotée d'une prise judicieusement placée; le bouchon-prise souvent utilisé devient dès lors inutile et les dangers qu'impliquent son emploi et l'enlèvement des bagues de protection, disparaissent. La prise de cuisine facilite d'ailleurs la manutention du fer à repasser, de l'aspirateur et des autres appareils mobiles; la suppression de la «douille-voleuse» permet enfin de munir la lampe d'un diffuseur plus rationnel que le classique petit abat-jour en émail.

En revanche, l'installation d'une prise de courant dans la chambre de bain est discutable. Elle est, il est vrai, nécessaire à l'abonné qui désire utiliser une douche d'air chaud, un fer à friser ou un radiateur; d'autre part, son emploi devant un lavabo, loin des tuyauteries, donc dans un cabinet de toilette spacieux, n'offre pas de très grands risques. Mais elle devient véritablement dangereuse dans les chambres de bains minuscules, juste assez grandes pour renfermer la baignoire et où l'usager est exposé à toucher simultanément les robinets et la prise. On ne devrait alors tolérer cette dernière qu'à une distance d'au moins 1 ou 1,5 m de la baignoire. Pour plus de sécurité, on peut mettre à terre les appareils transportables utilisés dans la chambre de bain. On emploie, par exemple, une prise à 2 alvéoles et 1 broche, cette dernière servant à la mise à terre. Seuls peuvent alors être connectés les appareils munis d'une fiche à deux broches et 1 alvéole de forme appropriée; par contre, cette fiche s'adapte aux prises normales à 2 alvéoles, installées dans les autres locaux. Pour augmenter la sécurité, on pourrait aussi prescrire l'installation d'un transformateur abaissant la tension à 36 V; mais il n'est pas facile de trouver des appareils électrodomestiques construits pour une tension aussi basse.

En disposant les prises dans un appartement, on songera à l'emploi toujours plus répandu des

lampes mobiles et des bibelots lumineux, ainsi qu'à l'utilisation des aspirateurs et des cireuses dans les vestibules et les escaliers.

Matériel d'installation.

La concurrence des prix, la recherche de la réduction de la main d'œuvre et les prescriptions et normes de l'ASE de plus en plus sévères ont agi, dans des sens différents, sur la construction du matériel d'installation électrique. Quand on compare un interrupteur moderne, à un interrupteur d'il y a 20 ou 30 ans, par exemple, on est frappé du progrès accompli. Mais on constate encore souvent que des éléments, très bien étudiés en eux-mêmes au point de vue électrique et mécanique, se prêtent mal au montage et au raccordement; les entrées des conducteurs sont trop étroites ou présentent des courbures trop accusées pour les fils; les bornes, mal assurées, se dévissent sous un serrage trop énergique, les vis ou les canons sont difficilement accessibles, etc. Pour éviter ces inconvénients, les fabricants doivent compléter leurs études de construction par des essais de montage dans des conditions identiques à celles qui se présentent dans la pratique.

Un autre genre de difficulté provient de l'application du système de courant triphasé. Avec le monophasé 3 fils et le biphasé, les coupe-circuit se répartissent naturellement en deux groupes que l'on place de part et d'autre de la boîte de dérivation; on peut alors connecter les différents éléments au moyen de rails qui permettent une construction simple et une disposition claire. Avec le triphasé, cette possibilité n'existe plus si l'on répartit en trois groupes les différents coupe-circuits; il faut alors établir des connexions transversales ou des boucles de fils, d'où une disposition peu claire et dangers de courts-circuits. Pour éviter ces inconvénients, on a créé des coupe-circuit monophasés à barrette traversés par 4 rails; chaque coupe-circuit peut être ainsi connecté sur le rail neutre et sur l'un ou l'autre des 3 rails actifs. Une boîte de dérivation appropriée reçoit les 4 rails et les connecte aux 4 câbles de la ligne principale. On peut ainsi répartir les coupe-circuit sur les 3 phases, pour équilibrer les charges, non seulement lors de l'installation, mais encore ultérieurement; il suffit pour cela de déplacer une vis de connexion d'un rail à l'autre (fig. 2 et 3).

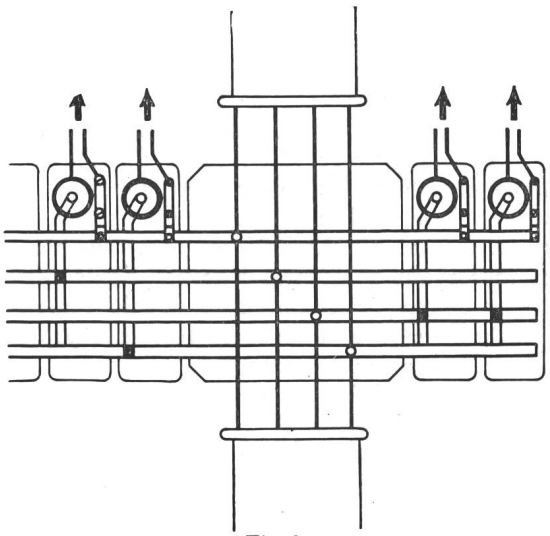

Fig. 2.
Combinaison d'une boîte de dérivation et de coupe-circuit permettant le raccordement de ces derniers sur les différentes phases.

La normalisation du matériel électrique par l'ASE constitue un progrès important; elle permet de réduire les stocks de certaines pièces, facilite les réparations et les remplacements et conduit à une baisse du prix de revient. La création de la marque de qualité de l'ASE est un autre progrès; elle facilite la tâche des centrales et des installateurs en les renseignant sur la qualité de la marchandise qu'ils achètent; elle augmente, d'autre part, la sécurité des installations en imposant des conditions sévères au matériel essayé. Mais l'introduction de la marque de qualité présente aussi un inconvénient: elle limite la possibilité qu'avaient autrefois les centrales de n'accepter sur leur réseau qu'un ou deux types de matériel, afin de simplifier et de faciliter les réparations. Aujourd'hui un même appareil est fourni par de nombreuses fabriques sous la forme d'autant de modèles tous conformes aux normes; tous peuvent donc raisonnablement prétendre à être autorisés par la centrale, qui ne voit pas sans inquiétude les difficultés qu'entraînera le remplacement ou la réparation de ces multiples modèles.

Un autre progrès important à signaler réside dans l'application toujours plus étendue des isolants synthétiques, de la bakelite. Celle-ci permet de construire des éléments d'appareils, des boutons, des poignées, des boîtiers et des couvercles, plus solides que les exécutions en fonte ou en porcelaine et offrant, sous certaines conditions, toutes les garanties demandées à un isolant industriel. Le moulage de la matière pressée rend possible la réalisation des formes les plus compliquées, y compris des fi-

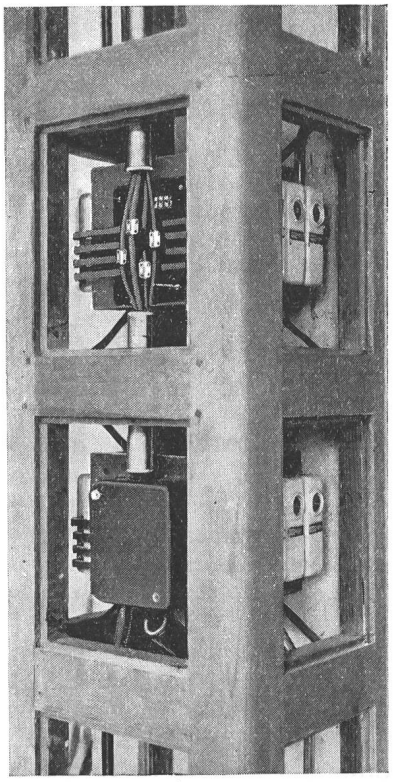

Fig. 3.
Disposition des éléments de la fig. 2 à l'intérieur d'un encaissement de bois.

letages pareils à ceux qu'on obtient dans le métal. L'aspect des objets en bakelite est parfaitement propre et fini, et s'harmonise parfaitement avec les tendances de l'art moderne.

Enfin, la possibilité de donner à la matière des couleurs unies ou bigarrées et même d'imiter à la perfection les veines du bois, permet d'assortir les appareils électriques au mobilier, aux tentures et aux vernis des appartements.

Il est à prévoir que la bakelite se substituera peu à peu au métal et à d'autres matériaux, non seulement dans la construction électrotechnique mais aussi dans les domaines les plus variés.

Die Berechnung eisenloser Schutzdrosselspulen.

Von Prof. Ing. *Robert Edler*, Wien.

Die Nennstromstärke I und die Induktivität L_s cm ($L_s \cdot 10^{-6}$ Millihenry) kann nach den «Leitsätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Ueberspannungen» (Sonderdruck VDE 323) gewählt werden. Ausser den Grundformeln von Stefan und von Hemmeter stehen die bequemeren Näherungsformeln von Korndörfer zur Verfügung; erstere erfordern umständliche Rechnungen, letztere sind viel einfacher und doch hinreichend genau. Alle haben aber den für die praktische Berechnung schwerwiegenden Nachteil, dass sie den Einfluss der Erwärmung im Dauerbetriebe (Nennstrom I) und bei Kurzschluss (Kurzschlußstrom I_K) nicht unmittelbar erkennen lassen, so dass oft Umrechnungen nötig werden, bis man zu einem in jeder Hinsicht befriedigenden Ergebnis gelangt. Der Wunsch, das Kupfergewicht der Spule möglichst klein zu machen, hat nur für den Dauerbetrieb mit dem Nennstrom eine Berechtigung, weil ja eine hohe thermische Kurzschlussfestigkeit der Spule nur durch ein grosses Kupfergewicht erreicht werden kann. Endlich spielen die Werkstätteneinrichtungen und die Geschicklichkeit des Wicklers eine grosse Rolle, weil von ihnen die Ausnutzung der Wickelfläche (Kupferfüllfaktor) abhängt; damit hängt auch der Durchmesserzuwachs des Kupferdrahtes durch die Isolation (Umspinnung, Papierbandumwicklung, Umflechtung) zusammen, der durch die Normblätter für isolierte Drähte (DIN-VDE 6436, April 1926) bestimmt ist.

Der neue Berechnungsweg stützt sich auf die allgemeinen Formeln von Stefan und von Hemmeter und berücksichtigt alle oben erwähnten Einflüsse, er führt aber dabei in sehr einfacher Weise und mit einem nur sehr geringen Aufwand von Rechnungen in jedem Falle unmittelbar zum Ziele, und zwar mit einer für technische Rechnungen vollständig ausreichenden Genauigkeit, da die Fehler, die infolge der herangezogenen Vereinfachungen entstehen, kaum 1 % erreichen.

L'intensité nominale I et l'inductivité L_s cm ($L_s \cdot 10^{-6}$ millihenrys) peuvent être choisies selon les «directives pour la protection des installations électriques contre les surtensions» (tirage à part VDE 323). Outre les formules fondamentales de Stefan et de Hemmeter, on dispose des formules plus pratiques de Korndörfer, donnant une bonne approximation; les premières demandent des calculs compliqués, les secondes sont bien plus simples, tout en étant suffisamment exactes. Néanmoins, toutes ces formules possèdent, pour les calculs pratiques, le grave inconvénient qu'elles ne laissent pas reconnaître sans autre l'influence de l'échauffement en régime permanent (courant nominal I) et lors de courts-circuits (courant de court-circuit I_K), de sorte qu'il est souvent nécessaire d'entreprendre des calculs assez longs pour arriver à un résultat satisfaisant à tous les points de vue. La tendance à réduire le poids du cuivre de la bobine ne se justifie que pour le régime permanent sous le courant nominal, car une haute résistance de la bobine aux courts-circuits ne peut être obtenue qu'en augmentant le poids du cuivre. Finalement, les installations de l'atelier et l'adresse du bobineur jouent un rôle important, car c'est de ces facteurs que dépend l'utilisation de la section de bobinage (facteur de remplissage du cuivre); l'augmentation du diamètre du fil par l'isolement (guipage, tresse, bandage de papier), fixé par les normes pour conducteurs isolés (DIN-VDE 6436, avril 1926) a également son importance.

Le nouveau mode de calcul repose sur les formules générales de Stefan et de Hemmeter et tient compte de tous les facteurs mentionnés plus haut; il conduit dans chaque cas droit au but, très simplement et sans peine, avec une exactitude suffisante pour des calculs techniques, l'erreur causée par les simplifications n'atteignant pas 1 %.

I. Grundformeln.

a) Formel von Stefan.

Die Formel von *Stefan* gilt für die Grenzen $0 \leqq \frac{c}{b} \leqq 1$, also für $c \leqq b$ (Fig. 1). Alle Masse in cm.

Nach *Stefan* [1]) ist dann mit $w =$ Windungszahl:

$$L_s\,(\text{cm}) = w^2 \cdot 4\,\pi \cdot r \cdot \left[\left(1 + \frac{3\,b^2 + c^2}{96 \cdot r^2}\right) \cdot \text{lognat}\,\frac{8 \cdot r}{\sqrt{b^2 + c^2}} - y_1 + \frac{b^2}{16 \cdot r^2} \cdot y_2\right] + K \qquad (1)$$

[1]) *Stefan*, Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften 88/2 (1883), S. 1201; Wiedemanns Annalen der Physik 22 (1884), S. 107; *Orlich*, Kapazität und Induktivität, Verlag Vieweg, Braunschweig (1909), S. 85, Gl. 48a und S. 286, Zahlentafel; *Strecker*, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Verlag Springer, Berlin (1925), 10. Auflage, Bd. I, S. 83. — *Stefans* Formel ist eine Vereinfachung der Formel von *Weinstein* (Wiedemanns Annalen der Physik, Bd. 22 [1884], S. 107; vgl. *Glage*, Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, Bd. 2, S. 509.

y_1 und y_2 sind Funktionen von $\frac{c}{b}$; ihre Werte sind an zahlreichen Literaturstellen zu finden, z. B. bei *Orlich* [2]).

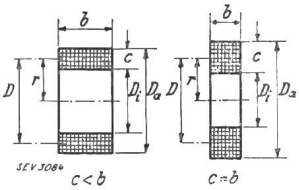

Fig. 1.

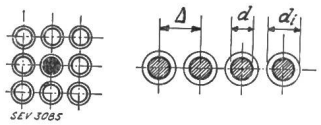

Fig. 2.

K ist ein Korrektionsglied für Runddraht; nach *Stefan* ist bei Berücksichtigung der 8 Nachbardrähte (Fig. 2):

$$K = 4\,\pi \cdot r \cdot w \cdot \left(\text{lognat}\,\frac{\Delta}{d} + 0{,}15494\right) \qquad (2)$$

[2]) *Orlich*, Kapazität und Induktivität, S. 286.