

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 62 (1971)
Heft: 23

Rubrik: Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

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: 14.01.2026

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

durch eine Diode parallel zum Glättungskondensator der Eingangsschaltung auf einen kleinen Wert begrenzt wird. Für Einsatz an Generatoren, die nach $n > n_s$ ausser Tritt gehen, müssen beide Dioden umgepolt werden.

Ausserdem wurde das Verhalten der Überwachungseinrichtung bei Variation der verschiedenen Versorgungsspannungen überprüft. Der Zweig 2: Drehzahl (Fig. 1) wird angesteuert, sobald an dem im Teilgerät A"2 befindlichen Lämpchen wenigstens 50 % der Nennspannung anliegen, der Zweig 1: Frequenz, sobald Teilgerät A1 mit wenigstens 35 % der Sollspannung angesteuert wird. Das Stromversorgungsgerät für die elektronischen Schaltungen ist für 220 V/50 Hz bemessen. Die Proportionalspannungen P weichen von der in Fig. 6 aufgezeichneten Kennlinie um höchstens $\pm 2\%$ ab für Spannungen am Versorgungsgerät im Bereich 175...275 V. Dabei weicht die Ausgangsspannung S des Differenzspannungsverstärkers um höchstens $\pm 3\%$ von der in Fig. 7 aufgezeichneten Kennlinie ab. Alle Werte entsprechen somit den praktischen Anforderungen mit Sicherheit.

3. Vergleich mit Geräten anderer Funktionsweise

Die in Abschnitt 2.4 beschriebene praktische Erprobung musste an einer Versuchsanlage durchgeführt werden, da derartige systematische Untersuchungen nicht an Industrieanlagen grosser Leistung (Nennleistung 500 kW und mehr) durchführbar sind. Alle Versuche zeigten, dass die hier beschriebene elektronische Anlage zur Schlupfüberwachung von Synchronmaschinen sehr gut geeignet ist. Die Versuchsausführung erwies sich als jederzeit betriebs- und funktionssicher. Weitere Untersuchungen, insbesondere der Vergleich mit den Überwachungsanlagen, die den Erregerstrom als Kriterium für den Zustand «Asynchronlauf» erfassen [1; 2; 3], wurden am Analogrechner durchgeführt.

Die Untersuchungen durch Simulation am Analogrechner wurden für Daten ausgeführter Antriebe⁴⁾ nach dem z. B. in [9] angegebenen Ersatzschema für die Maschine durchgeführt⁵⁾. Sie zeigten, dass die Überwachungsgeräte nach [1; 2; 3] den asynchronen Lauf der Maschine mit Sicherheit melden, wenn sie der zu überwachenden Maschine richtig angepasst sind. Es besteht eher die Gefahr, dass diese Geräte Störung melden, wenn die Maschine bei Netzstörungen um eine oder zwei doppelte Polteilungen schlüpft, der ganze Vorgang aber gerade noch stabil abläuft, oder wenn sie nach einer Störung mit

⁴⁾ Maschinen von 500 kW bis ca. 9000 kW Nennleistung zum Antrieb von Turbokompressoren ($2p = 4$), Umformern ($2p = 8$) und Kolbenkompressoren ($2p = 20$).

⁵⁾ Untersuchungen nach dem in [10] angegebenen Ersatzschema führen zu keinem — in diesem Sinne — prinzipiell anderen Ergebnis.

grosser Anfangsamplitude in eine neue Gleichgewichtslage einpendelt. Zur Unterbindung derartiger falscher Störmeldungen dürfen Geräte nach dem Funktionsprinzip «Erregerwechselstrom» nur Störmeldung geben können, wenn der Erregerwechselstrom so lange festgestellt wird, dass nur Asynchronlauf als Ursache möglich ist. Diese aus Gründen der Funktionssicherheit notwendige Verzögerung bringt keine Gefährdung der Maschine mit sich, bedeutet aber im allgemeinen, dass die Maschine abgeschaltet werden muss, weil Massnahmen wie Netzumschaltung und/oder Stösserregung nicht mehr zur Resynchronisation führen.

Im Gegensatz dazu braucht das hier beschriebene elektronische Gerät zur unmittelbaren Schlupfüberwachung von Synchronmaschinen nicht auf die jeweilige Maschine eingestellt zu werden, es ist eine für praktisch alle in Frage kommenden Maschinen bzw. Anlagen gleiche Einstellung möglich. Die für diese universelle Einstellung zu wählende Verzögerung ist kleiner, als die bei den Geräten anderer Bauart zur Funktionssicherheit notwendige. Liegen spezielle Untersuchungen über die zu überwachende Maschine vor, so kann dieses Gerät, das unmittelbar die zu überwachende Grösse erfasst, sehr knapp, d. h. auf sehr schnelle Abgabe der Störmeldung eingestellt werden, ohne dass die Funktionssicherheit gefährdet ist, also in Grenzfällen vorzeitig Störung gemeldet wird.

Der Autor dankt Prof. Dr.-Ing. W. Scheuring für die Anregung zu dieser Studie und für die ihm gewährte Unterstützung.

Literatur

- [1] A. H. Hoffmann, C. Raczkowski und R. B. Squires: Relaying for synchronous motor pullout protection. Trans. AIEE Power Apparatus and Systems 78(1959)– p. 618...624.
- [2] K. Bonfert: Verhalten und Schutz von Drehstrommotoren bei Spannungseinbrüchen und Spannungsunterbrechungen. VDE-Fachberichte 23(1964), S. 210...225.
- [3] W. Horn und H. Witte: Asynchronlaufschutz. AEG Mitt. 54(1964)3/4, S. 234...238.
- [4] A. Haböck und G. Kracke: Rotierende Gleichrichtererregung von Synchronmotoren. Siemens Z. 42(1968)11, S. 930...939.
- [5] D. Cords: Das neue Schlupffrequenz-Messgerät. BBC-Nachr. 51(1969)12, S. 684...686.
- [6] H. Leibold: Schnellumschaltgerät für Hochspannungsanlagen. Siemens Z. 35(1961)3, S. 154...159.
- [7] W. Groenewald und W. Brackmann: Automatische Schnellumschaltung mit einem neuen elektronischen Phasenvergleichsgerät. BBC-Nachr. 49(1967)12, S. 651...657.
- [8] A. Frank: Polradwinkel-Messgerät aus Mitteln der BBC-Elektronik. BBC-Nachr. 44(1962)8/9, S. 361...363.
- [9] K. Bonfert: Betriebsverhalten der Synchronmaschine. Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer Verlag, 1962.
- [10a] M. Canay: Ersatzschemata der Synchronmaschine zur Berechnung von Polradgrössen bei nichtstationären Vorgängen sowie asynchronem Anlauf. Teil I: Turbogeneratoren. Brown Boveri Mitt. 56(1969)2, S. 60...71.
- [10b] M. Canay: Ersatzschemata der Synchronmaschine zur Berechnung von Polradgrössen bei nichtstationären Vorgängen sowie asynchronem Anlauf. Teil II: Schenkelpolmaschinen. Brown Boveri Mitt. 57(1970)3, 135...145.

Adresse des Autors:

PD Dr.-Ing. E. Rietcus, Nordendstrasse 28, D-8 München 13.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Réunions du CE 3, Symboles graphiques et de ses Sous-Comités SC 3A, Symboles graphiques pour schémas, SC 3B, Etablissement des schémas, diagrammes et tableaux, et SC 3C, Symboles graphiques utilisables sur le matériel, du 24 août au 9 septembre 1971 à Helsinki

CE 3, Symboles graphiques

Le comité plénier a siégé brièvement à la fin des réunions, le 9 septembre 1971, sous la présidence de M. E. Georgii (Suisse). Il a approuvé le procès-verbal de sa réunion tenue à Zurich le 19 no-

vembre 1970 et pris connaissance des rapports du Groupe de Travail Mixte CEI/CCI, Symboles graphiques pour équipements de télécommunications, du Sous-Comité 3A et de ses Groupes de Travail et des Sous-Comités 3B et 3C.

Le Groupe de Travail Mixte CEI/CCI a tenu une réunion à Rome du 30 mars au 2 avril 1971. A cette séance M. Bondessen (Suède), secrétaire du Groupe de Travail Mixte depuis sa fondation en 1961, a demandé à être relevé de ses fonctions. M. Nordelöf (Suède) a accepté de lui succéder. La France qui n'a pas de délégué du côté CEI dans le Groupe de Travail s'efforcera d'en désigner un. Le Groupe de Travail n'a pas encore décidé d'une prochaine réunion.

Au Groupe de Travail 2 du SC 3A, Symboles graphiques pour le traitement de l'information, M. van Poeteren (Pays-Bas), président, a présenté sa démission. Le CE 3 a ratifié la nomination de M. Eversdyk (Pays-Bas) à sa succession. Ce Groupe de Travail a tenu une séance à Munich du 5 au 11 mai 1971. Il se réunira à nouveau du 19 au 23 octobre 1971 à Scheveningen. Le Groupe de Travail a décidé de mettre à son programme l'élaboration de symboles pour le traitement analogique de l'information et de restreindre momentanément son activité concernant les symboles binaires.

M. Schönfeld (Allemagne), président du SC 3B, et membre du CE 3 et du SC 3A a été empêché de prendre part aux réunions de Helsinki pour raison de santé. Le CE 3 lui a adressé ses meilleurs vœux de rétablissement. Il est possible que M. Schönfeld ne reprenne pas toutes ses activités au CE 3.

Le CE 3 a encore pris connaissance de l'activité déployée par le SC 3C depuis sa dernière séance tenue le 18 novembre 1970 à Zurich. Plusieurs documents ont été publiés, résultat entre autres d'une réunion d'un groupe consultatif le 17 décembre 1970. Le SC 3C a demandé de pouvoir se réunir à nouveau durant 2 jours lors de la prochaine Réunion générale de la CEI en 1972.

Pour terminer le CE 3 a décidé de présenter une demande pour se réunir avec ses Sous-Comités 3A et 3C lors de la Réunion générale de la CEI en 1972, qui aura probablement lieu à Athènes.

M. Ducommun

SC 3A, Symboles graphiques pour schémas

Ce Sous-Comité a siégé du 2 au 8 septembre 1971 à Helsinki sous la présidence de M. Georgii (Suisse). Il a pris connaissance des résultats du vote selon la Règle des Six Mois des documents 3A(*Bureau Central*)5, Symboles pour relais polarisés, 3A(*Bureau Central*)6, Symboles élémentaires pour tores de ferrite et matrices à mémoire magnétique, 3A(*Bureau Central*)9, Dispositifs à seuils, correcteurs de distorsion. Tous ces documents ont obtenu le pourcentage nécessaire de voix favorables permettant leur publication. Le Sous-Comité a décidé des corrections d'ordre rédactionnel à leur apporter pour tenir compte des commentaires reçus. La demande sera présentée au Comité d'Action de la publier comme Recommandations de la CEI soit comme nouvelles publications de la série 117, soit comme compléments aux publications existantes.

Une longue discussion s'est engagée au sujet des documents 3A(*Secrétariat*)8, Symboles pour contacts et commutateurs, 3A(*Secrétariat*)9, Symboles pour clés téléphoniques et commutateurs similaires et 3A(*Secrétariat*)10, Symboles pour commutateurs à plusieurs positions. Il semble que ces pourparlers ont permis de parvenir à une entente sur une forme unique de symboles pour les contacts, tant pour le domaine du courant fort que pour celui des télécommunications. Il s'agit là certainement d'un pas important dans la normalisation. Les 3 documents seront fondus en un seul pour une nouvelle publication secrétariat. Le chapitre C du document 3A(*Secrétariat*)10 ayant traité aux symboles pour commutateurs complexes à plusieurs positions a été retourné au Groupe de Travail Mixte CEI/CCI pour un nouvel examen.

Le document 3A(*Secrétariat*)6, Symboles pour les installations électrothermiques industrielles résultant d'un document de CE 27 a été retourné à ce dernier Comité pour un nouvel examen au vu des nombreux commentaires reçus.

Après avoir pris connaissance des nombreux commentaires reçus au sujet du document 3A(*Secrétariat*)7, Symboles pour dispositifs de mesure de rayonnement, il a été décidé de former un nouveau Groupe de Travail avec M. Shapiro (USA) comme secrétaire. Ce Groupe de Travail qui devra être formé jusqu'à fin novembre 1971, a été invité à présenter un nouveau document pour ensembles de mesure de rayonnements ionisants jusqu'à fin avril 1972. Le Groupe de Travail coopéra avec des experts du CE 45.

Le document 3A(*Secrétariat*)11, Symboles graphiques supplémentaires pour opérateurs logiques binaires a été retourné avec les

commentaires reçus au Groupe de Travail 2 du SC 3A pour nouvel examen. Afin de publier aussi rapidement que possible un document sous la Règle des Six Mois, le GT 2 a été invité à éliminer les symboles contestés. Le document sera étudié lors de la réunion du GT 2 à Scheveningen en octobre 1971 et le projet du nouveau document devra être présenté pour la fin de 1971.

Les symboles pour installations électriques à bord d'aéronefs, document 3A(*Secrétariat*)12 préparé par le Groupe de Travail 1 du SC 3A, ont donné lieu à une longue discussion. Après avoir épuré le document, le SC 3A propose sa publication sous la Règle des Six Mois.

M. Ducommun

SC 3B, Etablissement des schémas, diagrammes et tableaux – désignation des éléments

Le Sous-Comité 3B a siégé du 24 au 30 août 1971 à Helsinki. En l'absence de M. Schönfeld (Allemagne) président, retenu par la maladie, MM. Amos (Royaume-Uni) et Fricke (U.S.A.) se sont partagé la présidence.

Le Sous-Comité a approuvé le procès-verbal de sa dernière réunion le 17 novembre 1970 à Zurich, puis a passé à l'étude du document 3B(*Secrétariat*)3, Principes directeurs pour l'établissement des schémas des circuits qui l'a occupé durant toute la réunion. Se basant sur les nombreux commentaires reçus, le Sous-Comité propose une nouvelle version du document comprenant les chapitres principaux suivants:

- objet du schéma des circuits
- composition du schéma des circuits
- principes directeurs
- utilisation des symboles sur les schémas
- représentation des circuits
- repères et inscriptions
- notes descriptives
- inscription de données techniques
- exemples de schémas de circuits complets

Les Comités qui ont envoyé des schémas de circuits à titre d'exemples à joindre à ce document ont été invités à les examiner encore en détail, afin qu'ils correspondent en tous points aux recommandations de la publication révisée et que les symboles utilisés soient tous conformes aux recommandations de la CEI.

Le secrétariat est chargé d'arranger les chapitres dans un ordre convenable et de désigner ceux qui sont de nature générale, c'est-à-dire qui peuvent s'appliquer également à d'autres genres de schémas. Vu les nombreuses corrections apportées au document et l'importance de ce dernier, le Sous-Comité a décidé de publier un nouveau document secrétariat.

Une date pour la prochaine réunion de SC 3B n'a pas encore pu être fixée.

M. Ducommun

SC 3C, Symboles graphiques utilisables sur le matériel

Le Sous-Comité 3C s'est réuni à Helsinki les 31 août et 1^{er} septembre 1971 sous la présidence de M. Funk (Allemagne). Depuis sa dernière réunion tenue à Zurich le 18 novembre 1970, le Sous-Comité a publié 9 documents Secrétariat et 10 documents Bureau Central. Une lettre a été adressée par le Bureau Central à tous les Comités d'Etudes, Sous-Comités et Comités nationaux les invitant à collaborer aux travaux du SC 3C.

Les dates limites étaient à peine atteintes en ce qui concerne les documents soumis au vote selon la Règle des Six Mois. Vraisemblablement les documents suivants devraient pouvoir être publiés comme recommandation de la CEI:

3C(*Bureau Central*)4, Domaine d'application et principes généraux; 3C(*Bureau Central*)10, Symboles d'usage général; 3C(*Bureau Central*)11, Symboles pour mise à la terre et mise à la masse; 3C(*Bureau Central*)7, Symboles pour polarité, courants, entrée, sortie; 3C(*Bureau Central*)5, Symboles pour matériel radio-électrique; 3C(*Bureau Central*)8, Symboles pour matériel de télévision; 3C(*Bureau Central*)9, Symboles pour matériel électro-acoustique; 3C(*Bureau Central*)6, Symbole pour lampe de signalisation. Le document 3C(*Bureau Central*)13 sera corrigé et devra être soumis au vote une nouvelle fois.

Les documents 3C(*Secrétariat*)7, Symboles graphiques pour interrupteurs et 3C(*Secrétariat*)9, Symboles pour réglages d'ajustement seront remaniés et pourront être publiés sous la Règle des

Six Mois. Les documents 3C(*Secrétariat*)6, Symbole pour connexion équipotentielle et 3C(*Secrétariat*)8, Symbole pour commande automatique d'accord feront l'objet de nouvelles publications du secrétariat. Le document 3C(*Secrétariat*)10, Symboles pour connexion de haut-parleurs et microphones en stéréophonie a été renvoyé au secrétariat pour une nouvelle étude. Quant aux symboles pour matériel radar, document 3C(*Secrétariat*)11, ils ont été l'objet d'une vive critique de la part du délégué du C.I.R.M. (Comité International de Radio Maritime). Le C.I.R.M. a de son côté

soumis un document sur ce sujet à l'I.M.C.O. (Intergovernment Maritime Consultative Organisation). Ce document a été rapidement discuté en séance. Au vu de la situation, le SC 3C a décidé de confier la mise au point d'un document à une Groupe de Travail préparatoire comprenant des experts de l'équipement radar travaillant en étroite collaboration avec l'I.M.C.O.

Le Sous-Comité 3C a présenté une demande pour se réunir durant 2 jours dans le cadre de la prochaine Réunion générale de la CEI.

M. Ducommun

Réunion du CE 64, Installations électriques des bâtiments, du 13 au 17 septembre 1971 à Londres

Le Comité d'Etudes 64 (CE 64) a tenu sa 4^e séance sous la présidence de Monsieur Middlecote (Afrique du Sud), le secrétariat étant assuré par Monsieur Winkler (Allemagne).

La séance a été ouverte par des paroles de bienvenue de Lord Nelson, président de l'Association des Ingénieurs Electriciens du Royaume-Uni (IEE), de M. Melling, président du comité des règles d'installation de l'IEE de M. Goodall, président de la CEI. Après avoir approuvé le procès-verbal de la séance de Baden-Baden (juillet 1970), le CE a accepté la création d'un nouveau groupe de travail (GT 6) qui, en collaboration avec une délégation du CE 61, étudiera les règles de sécurité relatives à l'installation de câbles ou d'autres éléments destinés au chauffage de bâtiments. La Suisse s'est annoncée pour participer aux travaux de ce nouveau GT.

L'assemblée s'est préoccupée ensuite de la coordination de ses travaux avec ceux d'autres CE. En effet, il est important d'éviter que des divergences apparaissent (sauf nécessité absolue) entre les spécifications élaborées par le CE 64 et celles émanant des autres CE. Il s'agit en particulier des mesures de sécurité à prendre dans les installations de couplage basse tension préfabriquées (SC 17 D), dans les installations de chauffage industriel (CE 27), dans celles à but médical (CE 62) et dans les mines à ciel ouvert (CE 71); le comité s'est préoccupé aussi de la manière de désigner les conducteurs (CE 16) et de ses rapports avec les CE 31, 50, 65, 70, SC 32 B, CE 61, 44 et 26.

Il a pris encore connaissance des rapports que la CEI entretient avec diverses institutions internationales; il a pris acte, en particulier, du fait que la commission économique européenne à l'ONU a été renseignée par le bureau central sur l'état d'avancement des travaux du CE 64, puis, se référant à une demande de l'ISO, le CE 64 a décidé de ne pas s'occuper de l'équipement électrique des ascenseurs, mais d'inclure ultérieurement dans ses spécifications des règles pour l'installation des lignes d'alimentation de tels engins. Enfin pour donner suite à une demande de la fédération internationale du caravaning (FICC), le CE 64 a mis sur pied un nouveau groupe de travail (GT 7), chargé d'établir un projet de règles de sécurité simples pour le raccordement des caravanes aux installations fixes de camping.

Le CE s'est ensuite penché sur le document 64(*Secrétariat*)41 «Résumé des réponses au questionnaire 64(*Secrétariat*)28 concernant l'utilisation d'un seul et même conducteur comme conducteur neutre et de protection (PEN) et la question de son repérage». Il s'est déclaré favorable à la couleur jaune/verte pour la désignation du conducteur de protection. Il a également admis la couleur bleue claire pour le conducteur neutre, en précisant néanmoins que lorsqu'une installation ne comporte pas de tels conducteurs, la couleur bleue claire peut être utilisée pour désigner d'autres fils, à l'exclusion cependant du fil de protection. Un agrément général n'a pas pu être obtenu en ce qui concerne la désignation d'un conducteur PEN. Temporairement et à titre de compromis, il a été décidé de permettre qu'un tel conducteur soit désigné en jaune ou en jaune/vert pour autant que ses extrémités ainsi que les bornes de raccordement correspondantes soient désignées de façon telle que la double fonction du conducteur en question ressorte clairement.

Le CE a passé ensuite à l'examen du document 64(*Secrétariat*)34, second projet relatif aux définitions des termes utilisés dans la partie 2, chapitre 1: «Principes fondamentaux – Protection pour assurer la sécurité». Après avoir décidé de ne pas définir les différents modes d'isolation (fonctionnelle, supplémentaire, etc.) tant que l'ACOS ne s'est pas prononcé à ce sujet, le CE 64 a remanié la définition du terme «circuit», qui devient «Ensemble de milieux au travers des-

quels un courant peut circuler», une note précisant que «Dans les articles concernant la protection contre les surintensités (3.42), ce terme désigne la partie protégée contre les surintensités (3.42) par le ou les même(s) dispositif(s) de protection». La définition de «courant admissible d'un conducteur» (3.41) devient «Intensité constante du courant que peut supporter un conducteur, dans des conditions d'installation données, sans que sa température stationnaire dépasse la valeur spécifiée». Il a également été décidé de remplacer les deux expressions «courant de fuite» (3.48) et «courant différentiel-résiduel en l'absence de tout défaut» par une seule: «Courant de fuite à la terre», définie comme suit: «Courant qui s'écoule à la terre en l'absence de tout défaut du circuit électrique». L'expression «courant différentiel-résiduel» (3.50) devient «courant résiduel» et est définie comme suit: «Valeur efficace de la somme des valeurs instantanées du courant parcourant tous les conducteurs actifs d'un même circuit en un point de l'installation». Il a enfin été décidé de renoncer à définir les termes «Sécurité» (3.9), «Protection» (3.92) et «Installation» (3.93). Enfin, les notions de protection contre les contacts directs, respectivement indirects, ont été plus clairement définies: on distinguera à l'avenir la «protection contre le choc électrique en service normal (protection fondamentale ou protection contre les contacts directs)» et la «protection contre le choc électrique en cas de défaut (protection supplémentaire ou protection contre les contacts indirects)».

Puis le CE a entendu un exposé de M. Rémond (F) sur l'état d'avancement des travaux du Groupe de Travail 5 «domaine de tension». Après une courte discussion, il a été décidé de prier les Comités Nationaux de se prononcer sur le document 64(*Secrétariat*)44 «Rapport du GT 5 – Domaine de tension» le 1^{er} décembre 1971 au plus tard et de reprendre la discussion sur ce sujet au cours de la prochaine réunion du Comité d'Etudes.

M. le Dr Hauf (D) a ensuite commenté le rapport (document 64(*Secrétariat*)43 du Groupe de Travail 4 «courant de choc». Ce GT a élaboré une courbe «courant-temps» indiquant la limite au-delà de laquelle le courant peut être physiologiquement dangereux pour le corps humain. Il a été précisé cependant que pour être utilisable sur le plan pratique, cette courbe doit tenir compte d'un certain nombre de facteurs non encore déterminés. Le CE a pris acte du fait que le GT 4 continuera ses travaux et qu'il soumettra prochainement, pour examen, aux Comités nationaux, de nouvelles propositions.

Se référant au document 64(*Royaume-Uni*)26, relatif à la conception même des travaux du CE, il a été décidé de s'en tenir, dans l'ensemble, au schéma décrit dans le document 64(*Secrétariat*)18, mais de donner mandat au secrétariat d'élaborer un nouveau document plus détaillé que le précédent.

Le CE passa ensuite à l'étude du document 64(*Secrétariat*)35 «Règles fondamentales». Parmi les quelques modifications qui seront apportées à ce document, le CE a accepté la proposition suisse tendant à ne pas permettre de brancher au conducteur de protection du circuit primaire, soit un conducteur actif du circuit secondaire, soit les masses des matériels raccordés à ce dernier lorsque la tension du circuit secondaire ne doit en aucun cas dépasser la valeur de 25 V (ch. 5.1.4 du projet) et qu'elle est produite par l'intermédiaire d'un transformateur à enroulements séparés.

Le CE examina ensuite les remarques faites au sujet du document 64(*Secrétariat*)36: «Protection contre les contacts directs». En ce qui concerne la mesure de protection au moyen de barrières ou d'enveloppe, il a été décidé de compléter, par un certain nombre de

précisions, le texte qui pour l'essentiel subsistera dans sa teneur actuelle. Le texte du ch. 1.3.4 sera remanié pour le mettre en accord avec celui proposé par le SC 17D pour les installations de couplage préfabriquées; contrairement à la proposition suisse, le recouvrement partiel (et non total) d'éléments sous tension situés près d'organes à manœuvrer occasionnellement restera permis.

Puis le document 64(*Secrétariat*)37: «Protection contre les contacts indirects» a retenu l'attention du CE. La clause 1 relative à la protection par isolation supplémentaire subira quelques modifications. La clause 2 relative à une mesure de protection destinée à empêcher le contact simultané de personne avec des parties susceptibles d'être portées à des potentiels différents subsistera, bien qu'il s'agisse là d'une mesure de protection inusitée. Quelques améliorations seront également apportées à la clause 3 qui traite de la protection par séparation. La clause 4 du document relate les mesures de protection par coupure automatique de l'alimentation, telles que la mise à terre directe et la mise au neutre. Le CE accepta un certain nombre de propositions mais n'arriva pas à obtenir un agrément général sur les valeurs maximales admissibles des temps de déclenchements des dispositifs de protection. Il prit donc la décision de mettre sur pied un nouveau Groupe de Travail (GT 9) qui sera chargé d'étudier ce problème, au besoin en corrélation avec le GT 4. En ce qui concerne plus particulièrement le système de protection «TP» (mise au neutre), le CE a admis le principe des liaisons équi-

potentielles entre toutes les masses métalliques d'un bâtiment. Enfin dans le cas du système «TT» (mise à la terre directe), on précisera, sous ch. 4.3.3, que le dispositif de coupure automatique peut être (et non «doit être») un disjoncteur différentiel, et que l'emploi d'autres genres de dispositifs est à l'étude.

Après de longues discussions le CE a finalement décidé que les documents 64(*Secrétariat*)34 à 37 seront remaniés sur la base des décisions prises, que le document 64(*Secrétariat*)37 sera remplacé par deux documents distincts (l'un traitant des clauses 1, 2 et 3, le second ne contenant que la clause 4) et que tous ces documents seront soumis à la règle des 6 mois en vue de leur publication en tant que rapport (et non recommandation) de la CEI. Outre le GT 9 dont nous venons de faire mention, le CE 64 a encore mis sur pied le GT 8, chargé d'étudier les problèmes de mise à la terre en connexion avec le matériel de traitement électronique de l'information.

Le CE a encore précisé les tâches futures du Groupe de Travail 2 (charge admissible des conducteurs); il a, en outre, chargé son secrétariat de se mettre cette année encore en rapport avec le secrétariat du SC 23C pour mettre sur pied de nouvelles propositions relatives à l'emploi des dispositifs conjoncteurs. Enfin, avant la clôture de sa séance, le CE 64 a été convié à tenir sa prochaine séance en avril 1972 au Venezuela, la suivante devant avoir lieu en automne de la même année, si possible au cours de la réunion générale de la CEI, à Athènes.

Ch. Ammann

Réunion du CE 56, Fiabilité des composants et des matériels électroniques, du 16 au 21 septembre 1971, à Horgen, près de Zurich

La réunion du CE 56 fut ouverte par son distingué Président, M. J. Eldin (France), assisté de M. E. G. D. Paterson (Etats-Unis), Secrétaire adjoint, en présence de 58 délégués et observateurs provenant de 14 pays. Les CES était représenté par 3 délégués (2 en permanence, 1 temporairement) et 2 observateurs (temporairement). M. Kretz, remplaçant M. Marti malade — en fin de réunion, le CE 56 devait apprendre avec stupeur et consternation le décès de M. Marti —, exprima les souhaits de bienvenue au CE 56 de la part du CES. Le Président du CE 56 y répondit avec autant d'élégance que de poésie.

Le procès-verbal de la réunion de Washington, en mai 1970, fut approuvé après de légères corrections de nature rédactionnelle.

Avant de résumer les travaux accomplis durant cette réunion très active, il paraît important de souligner qu'une évolution est en train de se produire dans les activités du CE 56. En effet, initialement, le CE 56 s'est essentiellement consacré aux problèmes inhérents à la fiabilité des composants et des équipements; cette activité semble avoir atteint un niveau acceptable sur le plan de la normalisation. Le CE 56 aborde maintenant une étape nouvelle se rapportant aux domaines plus complexes de la maintenabilité, de la disponibilité et aux problèmes spécifiques de la fiabilité des équipements. En outre, le GT 7 est appelé à une tâche difficile et de grande envergure dans l'action à entreprendre en vue de l'établissement d'un système d'assurance de la qualité des composants électroniques dans le cadre de la CEI.

L'état d'avancement des documents suivants, diffusés soit selon la Règle des Six Mois, soit selon la Procédure des Deux Mois, 56(*Bureau Central*)20, 21, 22, 26, 29, 30 et 31, est l'objet de quelques commentaires. En particulier, le document 56(*Bureau Central*)29. Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs, est l'objet de critiques fondées émanant de la France, de l'Italie et du Japon, au sujet de l'application limitée de ces plans dans le cas du contrôle de lots isolés. Il est finalement décidé de publier ce document après lui avoir apporté les corrections nécessaires de nature rédactionnelle, de faire circuler sous la forme d'un document du Secrétariat un préambule à ce document, déjà rédigé par le Royaume-Uni, et de faire élaborer deux nouveaux documents du Secrétariat concernant les problèmes d'échantillonnage à rédiger respectivement par les Etats-Unis et le Japon.

La nécessité de publier aussi bien le texte anglais que le texte français des documents mis en circulation est l'objet d'une longue discussion. Il est aussi demandé à tous les Groupes de Travail de diffuser leurs documents dans ces deux langues.

Le CE 56 aborde ensuite l'un des sujets les plus importants de cette réunion à savoir le domaine d'activité du GT 7. Plan de certification pour composants électroniques. Après avoir élaboré le document 56(*Secrétariat*)51, Proposition concernant un système d'assurance de la qualité pour les composants électroniques, le GT 7 prenant en considération les commentaires reçus au sujet de ce document, prépara le document 56(*Secrétariat*)53, Projet-Système d'assurance de la qualité pour les composants électroniques et le document 56(*Secrétariat*)52. Rapport du GT 7 du CE 56 relatif à une proposition concernant un plan de certification. Le Président du GT 7, M. Podolsky (Etats-Unis) commenta l'activité très intense du Groupe de Travail et les décisions consécutives du Comité d'Action, publiées dans le document 02(*Bruxelles/Bureau Central*)47, juin 1971, page 14, paragraphe XIII, et du Conseil, publiées dans le document 01(*Bruxelles/Bureau Central*)11, juin 1971, page 3, paragraphe X. M. Podolsky, soutenu par son Comité National, les Etats-Unis, soumet alors au CE 56 des propositions concrètes en vue de la poursuite active des tâches du GT 7. La plupart des délégations présentes émettent de sérieuses réserves quant aux propositions des Etats-Unis, estimant que certaines d'entre elles outrepassent les compétences du CE 56. Après avoir obtenu des informations écrites de la part des Etats-Unis et un délai de réflexion suffisant, le CE 56 aborde à nouveau le problème du plan de certification pour les composants électroniques, mais d'une manière indirecte. En effet, dans un document élaboré dans cet entre-temps par la Suède, le domaine d'activité du GT 7 est divisé en deux parties, la première, de nature technique, sous la responsabilité du CE 56, la seconde de nature administrative et exécutive dépassant les compétences du CE 56. Le document suédois plus modéré que le document américain fut cependant l'objet de nombreuses retouches permettant la rédaction d'un document du Secrétariat du CE 56 dont la teneur intégrale sera la suivante:

Proposition du CE au Comité d'Action au sujet du plan de certification des composants électroniques

Le CE 56 a pris connaissance des décisions du Comité d'Action et du Conseil, en juin 1971, concernant un plan de certification des composants électroniques.

En vue de faciliter la réalisation de ces décisions, le CE 56 suggère de recourir aux conseils des membres de son GT 7. Dans cette intention, le CE 56 propose que le Comité d'Action:

1. confirme le domaine d'activité du GT 7 en tant que Groupe de Travail du CE 56, de la façon suivante:

- 1.1 suivre attentivement le développement et l'activité du système harmonisé du Comité Européen de Coordination de Normes Electro-

techniques (CENEL) concernant le système d'assurance de la qualité des composants électroniques et garder un étroit contact avec le «CENEL Electronic Components Committee» (CECC).

1.2 considérer le problème de la mise en place de méthodes techniques convenables en vue de l'élaboration de spécifications, de méthodes d'échantillonnage, etc., appropriées pour les composants.

1.3 reformuler la partie technique du document 56(*Secrétariat*)53 pour obtenir un système logique de règles et de méthodes nécessairement conformes aux résultats de 1.2 dans le cadre du système de certification des composants électroniques.

2. mettre à la disposition du Comité ad hoc devant être formé par le Président de la CEI, les contributions suivantes des spécialistes du GT 7 qui en répondront devant ce Comité ad hoc:

2.1 poursuivre les études et établir des propositions en vue de l'organisation appropriée d'un système de certification des composants électroniques dans le cadre de la CEI.

2.2 estimer le coût total d'une telle organisation internationale à supporter par les pays participant à ce système.

2.3 reformuler et compléter la partie de nature administrative et exécutive du document 56(*Secrétariat*)53 de façon à construire un système logique de statuts, règles, méthodes et directives à disposition de l'organisme directeur du système de certification des composants électroniques.

3. établir une liaison formelle entre le CECC et la CEI.

Cette proposition fut soumise à l'examen des délégations présentes. Lors du vote consécutif, les 14 pays représentés à Horgen se déclarèrent favorables au document ci-dessus. Il sera donc transmis au Comité d'Action par la voie du Bureau Central.

Le CE 56 examina et discuta ensuite les rapports et documents établis par les différents Groupes de Travail qui eurent l'occasion de se réunir maintes fois à Horgen. Auparavant, la considération des documents 56(*Secrétariat*)55, Projet de révision de l'Annexe A de la Publication 319 de la CEI — Méthodes pour mettre en évidence des variations des caractéristiques des composants, et 56(*Secrétariat*)56, Nouveau texte proposé du paragraphe 2.3 et texte des paragraphes 2.3.2, 2.3.3 et 2.3.4 des Recommandations de la CEI, Publication 319 (1970), donna lieu à des discussions nourries. Les délégations de la France et du Royaume-Uni avaient d'ailleurs rédigé des commentaires très complets à propos de ces deux documents. Un Groupe de Travail ad hoc fut alors constitué, sous la présidence de la France, avec pour objectifs, d'une part d'établir un inventaire détaillé de tous les procédés actuellement disponibles de présentation des données de fiabilité et, d'autre part, de présenter une rédaction remaniée de la Publication 319. A l'issue de la réunion, ce GT ad hoc fut transformé en GT 8 du CE 56; son Secrétariat fut attribué à la France; l'Allemagne, le Royaume-Uni, les Etats-Unis délèguèrent un de leurs membres; l'Italie et le Japon demandent d'être membres correspondants. Le domaine d'activité du GT 8 correspond essentiellement à celui du GT ad hoc constitué au cours de la réunion.

L'activité débordante du GT 1. Termes et définitions, fut exposée par son Président, M. Brewer (Royaume-Uni). Certains documents sont demeurés en souffrance à la suite de retards subis dans la traduction française, de manque de coordination et de divers impondérables. Plusieurs délégations émettent des doutes et des réserves au sujet de la clarté et de la compréhension de la succession prévue de compléments à la Publication 271, Liste préliminaire de termes de base et de définitions applicables à la fiabilité des matériels électroniques et de leurs comparants. Il est en tout cas recommandé de séparer la terminologie concernant la fiabilité de celle concernant la maintenabilité et la disponibilité. Il est ensuite proposé d'éviter la définition de termes évidents et de recourir le plus souvent possible aux termes introduits par d'autres organisations parallèles telles que l'ISO et le CCITT. Une coordination plus étroite est suggérée entre ces organisations. La présence et les interventions de M. J. Lalou, délégué-observateur du CCITT, se sont avérées particulièrement opportunes et appréciées, notamment lors de l'établissement des projets de définitions relatives à la maintenabilité et à la disponibilité. Il s'est avéré enfin extrêmement utile d'établir des liaisons très étroites entre les divers GT du CE 56 et le GT 1. Lors de l'élaboration de documents par d'autres GT du CE 56, il est décidé que la terminologie du GT 1 soit retenue en priorité; s'il s'avère nécessaire d'utiliser une terminologie spéciale ou nouvelle, les GT du CE 56 devraient la mettre au point avant de la soumettre au GT 1 pour la faire introduire dans le répertoire approprié.

Le GT 3, Vérification de la fiabilité des matériels, s'est consacré à la révision des documents 56(*Secrétariat*)43, Proposition préli-

minaire pour une série de documents sur les essais de fiabilité des équipements, et 56(*Secrétariat*)44, Plans de tests et d'échantillonnage statistique. Le GT 3 se plaint du nombre insuffisant d'observations des Comités Nationaux au sujet de ces deux documents. Un appel est donc adressé à tous les pays n'ayant pas encore exprimé leur opinion et leurs observations de le faire sans délai.

Le GT 4, Guide pour l'inclusion des clauses de fiabilité dans les spécifications, annonce la prochaine publication du document 56(*Bureau Central*)21, Guide pour l'inclusion de clauses de fiabilité dans les spécifications de composants pour l'équipement électronique. Afin d'améliorer la compréhension de ce document, il est prévu de rédiger un guide convenable contenant un exemple schématique d'application. Ce travail sera l'objet d'un document du Secrétariat.

Les travaux du GT 5, Définitions mathématiques des termes relatifs à la fiabilité, s'effectuent en collaboration avec les autres GT du CE 56, notamment les GT 1 et 6. Deux documents diffusés selon la Règle des Six Mois. 56(*Bureau Central*)35, Guide mathématique des termes et définitions applicables à la fiabilité des matériels électroniques et de leurs composants, et 56(*Bureau Central*)36, Liste des symboles qu'il est recommandé d'utiliser dans tous les documents relatifs à la fiabilité, sont issus du GT 5. Le GT 5 s'intéresse à la définition mathématique des concepts de maintenabilité et de disponibilité et a besoin de directives précises de la part des GT 1 et 6. L'assistance bienvenue de M. J. Lalou, représentant du CCITT, a facilité la compréhension de certains concepts considérés par les spécialistes des télécommunications s'intéressant dans l'ordre de priorité, à la disponibilité, à la maintenabilité et à la fiabilité alors que la CE 56 a, inversement, abordé les problèmes de fiabilité, de maintenabilité et de disponibilité. Le GT 5 a l'intention de préparer une liste d'estimateurs des caractéristiques de fiabilité avant le milieu de l'année prochaine.

Le GT 6, Maintenabilité, a une tâche particulièrement difficile à accomplir. Au cours d'une réunion commune des GT 1, 5 et 6, il fut possible de constater la divergence des points de vue sur les concepts fondamentaux se rapportant à la maintenabilité, les utilisateurs donnant des interprétations différentes de termes identiques. Cette situation confuse nécessite un éclaircissement qui ne sera réalisable qu'après une étude extensive et approfondie du problème. Il semble important que les autres Groupes de Travail, notamment les GT 1 et 5, ne précèdent pas le GT 6 dans la définition des termes de maintenabilité et de disponibilité: L'unanimité ne peut cependant pas se faire sur cette opinion exprimée par la majorité des délégations. C'est ainsi qu'un document, élaboré par le GT 5, sur la manière de concevoir la disponibilité sera soumis à l'examen des Comités Nationaux. Les documents 56(*Secrétariat*)48, Proposition d'une liste préliminaire de termes et de définitions concernant la disponibilité et la maintenabilité, et 56(*Secrétariat*)54, Définitions proposées pour la disponibilité, sont l'objet de vives critiques, la publication du second étant notamment considérée comme prématurée. Le Président du CE 56 demande instamment la diffusion d'un nouveau document du Secrétariat corrigeant et annulant ces deux documents.

Le document 56(*Secrétariat*)46, Méthode de prédiction de la fiabilité, émanant du Comité National Suédois, ne semble pas avoir retenu l'attention des autres Comités Nationaux. Seuls, le Royaume-Uni et la France ont soumis des observations. Ce document sera remanié après modification de son titre en «Méthode de prédiction de la fiabilité des équipements». Le Président du CE 56 prie les Comités Nationaux qui ne se sont pas encore exprimés sur le document original, de le faire le plus rapidement possible.

Le Secrétaire du CE 56 s'est, à nouveau, penché sur le problème de la numérotation des Publications du CE 56 de la CEI dans le document 56(*Secrétariat*)58. Ses propositions sont admises sans commentaire par les délégations présentes.

Le programme des travaux futurs du CE 56 est, par contre, l'objet d'une plus longue discussion, compte tenu de l'évolution constatée dans ses activités. Le Président du CE 56 proposa que le Secrétaire établisse un document du Secrétariat servant de guide et de référence pour les activités futures du CE 56. Ce document devrait présenter, également sous forme schématique, une liste des documents du CE 56 repérés par leur référence numérique et leur titre et situés quant à leur état d'avancement. Ce document serait distribué directement par le Secrétaire du CE 56 aux autres Secrétaires des Comités de l'ACET et par le Bureau Central à tous les autres Comités de la

CEI, au CCITT et au CCIR. Les destinataires seraient instamment priés d'exprimer leurs remarques et leurs recommandations sur l'activité présente et future du CE 56, en prenant en considération les documents diffusés jusqu'ici; les suggestions relatives à une meilleure adaptation de ces documents à leurs propres activités seraient également bienvenues. Cette méthode a été unanimement approuvée. Elle permettra l'élaboration d'un guide sûr et efficace pour les activités futures du CE 56.

Le CE 56 exprima finalement son désir de se réunir en novembre 1972, lors de la prochaine réunion Générale de la CEI qui se tiendra probablement à Athènes. La réunion suivante fut prévue pour le printemps de 1974, soit à Tel Aviv, soit en Australie. Après échanges de félicitations, de compliments et de remerciements, adressés notamment au Comité National Suisse pour l'organisation remarquable de cette session, le Président prononça la clôture de la réunion.

P. L. Boyer

Commission Internationale de Réglementation en vue de l'Approbation de l'Équipement Électrique (CEE)

Tagung des ad hoc CT 229, Electronic control means, vom 28. bis 30. September 1971 in London

Das ad hoc CT 229, Electronic control means, der CEE kam unter dem Vorsitz von L. Gosland (UK) zu seiner 2. Arbeitssitzung zusammen, um das aufgrund der Sitzung vom 23. und 24. Februar 1971 ausgearbeitete Dokument und die dazu eingegangenen Kommentare zu behandeln. Wie heikel dieses Thema der «Sicherheit in Haushaltgeräten, die elektronische Steuerungen und Regelungen enthalten» ist, geht schon daraus hervor, dass nach wenigen Diskussionsvoten der ungewöhnliche Weg beschlossen wurde, vorerst den Inhalt des Dokumentes detailliert durchzuberaten und erst abschliessend den Titel sowie den Geltungsbereich zu überprüfen und endgültig festzulegen.

Allein der kurze Abschnitt betreffend Schutz gegen elektrischen Schlag wurde über mehrere Stunden diskutiert, da die Meinungen sehr stark voneinander abwichen. Die Ansichten teilten sich vor allem bei der Anwendung der sog. «safe current impedance» auf die Gehäuseklassen I (Schutzerdung) und II (doppelte und verstärkte Isolation). Es musste klargestellt werden, dass «safe current» und der hinlänglich bekannte «earth leakage current» nicht identisch sind. Schliesslich einigten sich die Oppositionsparteien auf eine komplette Neufassung dieses Paragraphen. 2 Abschnitte, nämlich «Radioestörung» und «Funktion unter normalen Betriebsbedingungen», wurden weggelassen, da man übereinkam, dass beide nicht für die Sicherheit direkt verantwortlich sind, sondern vielmehr heute bereits weitgehend verlangte Qualitätsmerkmale darstellen.

Der stark umstrittene Paragraph «Dauerversuch» wird inskünftig in denjenigen elektronischen Steuerungen und Regelungen Anwendung finden, in denen Komponenten enthalten sind, über die zu wenig Erfahrung hinsichtlich «Fail Safety» vorhanden ist.

Die Behandlung des Paragraphs «Funktion unter dem Einfluss von Netzspannungsspitzen» (Mains perturbations) zeigte deutlich, dass hinsichtlich der Höhe und des Energieinhaltes der Spannungsspitzen praktisch keine Erfahrung, dagegen stark divergierende Ansichten vorhanden sind. Wohl haben zum Beispiel die Holländer Versuche zur Ermittlung von Spannungsspitzen, verursacht durch das Durchschmelzen von Sicherungen, durchgeführt, jedoch entspricht der Schaltungsaufbau nicht den praktischen Voraussetzungen wie sie in einer normalen Haushaltverteilung anzutreffen sind. Die so erzeugten Spannungsspitzen wurden denn auch allgemein als zu energiereich betrachtet. Der Schweizer Delegierte machte den eher etwas unorthodoxen Vorschlag, es sei eine entsprechende Arbeitsgruppe zu bilden und damit zu beauftragen, diesen Paragraph komplett zu überarbeiten und einen für die Prüfung geeigneten Spike-Generator vorzuschlagen, der die zu ermittelnden häufigsten Spannungsspitzen erzeugen kann. Obwohl dieser Vorschlag nicht überall auf Gegenliebe gestossen ist, wurde eine Arbeitsgruppe, zusammengesetzt aus Vertretern Deutschlands, Dänemarks, Englands, Italiens, der Niederlande und der Schweiz, mit Sekretariat in England zusammengestellt. Diese WG wurde beauftragt, sämtliche erhältliche Informationen über im normalen Verteilnetz auftretende Spannungsspitzen (Amplitude und Energieinhalt) zu sammeln und zentral auszuwerten.

Wie schon an der letzten Sitzung musste auch diesmal immer wieder an die Zielsetzung dieser Empfehlungen erinnert werden und es zeigten sich, ebenso wie früher, zwischen Prüf- und Entwicklungstechnikern Meinungsverschiedenheiten. Das durchberatene Dokument wird nun vom Sekretariat überholt werden.

R. Spaar und E. Ruosch

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Grundlagen und Theorie Techniques de base, théorie

Elektrische Entladungen im Vakuum

537.525

[Nach A. Boulland: Les recherches sur les décharges dans le vide. RGE 80(1971)7-8, S. 563...564]

Das Hochvakuum stellt das ideale Isoliermaterial dar: Keine Leitfähigkeit beim Fehlen von eingespritzten Ladungen, keine Verluste, keine dielektrische Hysterese und ausserordentlich hohe Durchschlagfestigkeit in der Grössenordnung von 10^5 bis 10^6 V/cm. Andererseits ist das Vakuum anfänglich sogar als Leiter benützt worden, denn die eingeführten Ladungen sind völlig frei beweglich, so dass sie sich ausschliesslich unter dem Einfluss der elektrischen und magnetischen Felder bewegen.

Geschichtlich gesehen begann das Studium der elektrischen Entladungen im Vakuum mit der Untersuchung der Edelgase. Die Her-

stellung der Röntgenröhren stellte bald technische Probleme mit der Isolierung von einigen Hundert Kilovolt, während die Entwicklung der Elektronenröhren auf der thermoelektrischen Emission im Vakuum basierte. Auf einem anderen Gebiet war die Wellenmechanik um 1925 bald von einer Fülle von Publikationen begleitet, welche sich mit der kalten Emission bei Raumtemperatur unter dem Einfluss hoher elektrischer Felder befassten. Nach dem zweiten Weltkrieg begannen die Kernforschung und die Elektronenmikroskopie die Untersuchungen erneut auf die Isolation durch das Hochvakuum zu lenken. Selbst die Raumforschung wurde darin einbezogen, denn hier bietet sich das kosmische Vakuum kostenlos an und der Ionenantrieb stellt eine weitere Anwendung dar.

Die verbesserte bisherige Technik und ganz neue Untersuchungsmethoden sowie der Einsatz von Grossrechnern gestatten, die neuen Theorien über die Natur der Entladungen genau vorzuberechnen und auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Eine Hoffnung der letzten Jahre muss allerdings bereits fallengelassen werden, nämlich dass es