Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 52 (1961)

Heft: 12

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: 22.08.2025

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

échelon brusque, l'accomplissement soit réalisé, par exemple à 90%:

$$T_r = -\frac{\ln 0{,}1}{\delta}\tau' = \frac{2{,}303}{\delta}\tau'$$

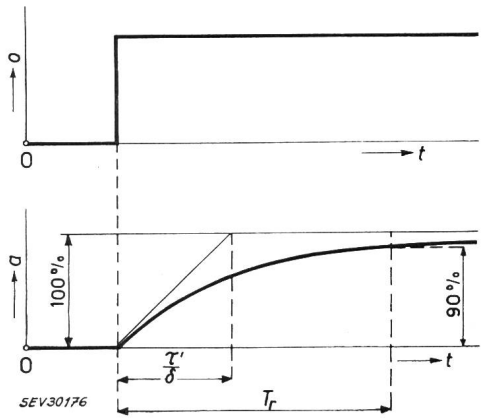

Fig. 5
Ordre o dicté au régulateur de vitesse et son accomplissement a en fonction du temps t

$\frac{\tau'}{\delta}$ Quotient du temps caractéristique de la promptitude par le statisme; T_r Temps nécessaire pour que l'accomplissement soit réalisé à 90 %

Tableau IV indique les valeurs de ce temps T_r, en fonction de celle du temps τ', dans le cas d'une valeur moyenne de 5% ($\delta = 0{,}05$) du statisme.

Valeurs du temps T_{r_τ} en fonction du temps

Tableau IV

τ' s	$\frac{\tau'}{\delta}$ s	T_r s
0,5	10	23
1	20	46
1,5	30	69
2	40	92
2,5	50	115

Au vu des chiffres du tableau IV et sur la base d'expériences acquises dans la pratique auprès de divers exploitants, il ne nous semble pas judicieux de dépasser, pour le temps τ' caractéristique de la promptitude, une valeur supérieure à 1,5 s, voire 2 s au plus. Cependant, cette opinion et ces expériences sont de nature personnelle et nous les soumettons au jugement des exploitants directement intéressés.

Dans la Journée de discussions du 19 janvier 1961, M. *F. Seeberger* a déjà posé les questions que nous venons de soulever. Les membres de la Commission d'Etudes de l'ASE pour le Réglage des Grands Réseaux seraient particulièrement heureux de recevoir des intéressés des réponses à ces questions, voire des remarques ou des critiques.

Adresse de l'auteur:
D. Gaden, professeur, directeur des Ateliers des Charmilles S. A., Genève.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Tagungen in Neu Delhi vom 30. Oktober bis 12. November 1960

061.3(54)CEI «1960» : 621.3

SC 12–7, Klimatische und mechanische Prüfmethoden für Material der Nachrichtentechnik

Die Sitzungen des SC 12–7 fanden vom 9. bis 11. November 1960 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, P. D. Canning (Grossbritannien) statt, wobei 51 Delegierte von 17 verschiedenen Ländern anwesend waren. Das CES wurde durch den Berichterstatter vertreten.

Zu einer eingehenden Diskussion führte das Dokument 22–7(Secretariat)4, Procedures for environmental testing of electronic equipment, first part: General. Insbesondere führte der Begriff «Umgebungstemperatur» zu grossen Meinungsverschiedenheiten, indem von der Mehrheit der Delegierten der in Ulm festgelegte Text als zu unbestimmt betrachtet wurde. Da das Dokument sowohl kleine Apparate ohne künstliche Kühlung als auch grosse Apparate mit künstlicher Luft- oder Wasserkühlung (wobei in verschiedenen Teilen des Apparates die Kühlungsverhältnisse verschieden sein können) erfassen soll, war es nicht leicht, einen allgemein gültigen und verständlichen Begriff zu entwerfen. Es wurde festgelegt, dass in normalen Fällen als Umgebungstemperatur der Durchschnitt der Temperaturen gilt, die in 1 m Distanz vom Apparat oder in der halben Distanz zwischen der Wand des Prüfraumes und dem zu prüfenden Apparat gemessen werden, und dass in Sonderfällen die Apparatebeschreibung die speziellen Bedingungen festzulegen hat (Art der Messung, Anzahl der Meßstellen). Auch der im Sekretariatsdokument festgelegte Begriff «Temperaturgleichgewicht» wurde als unbefriedigend angesehen, da die während einzelnen Messungen mögliche unbeabsichtigte Variation der Umgebungstemperatur unberücksichtigt war. Da während den Sitzungen keine Einigkeit erreicht werden konnte, wurde aus Vertretern von Frankreich, Grossbritannien und Italien eine Arbeitsgruppe zur Klärung des Problems gebildet. Dem von dieser Gruppe vorgelegten Neuentwurf wurde zugestimmt. Weiterhin wurde von verschiedener Seite der im letzten Jahr in Ulm gefasste Beschluss beanstandet, die Festlegung der Reihenfolge der durchzuführenden Prüfungen vollständig wegzulassen, da dadurch allzugrosse Freiheiten entstehen und eine gute Reproduzierbarkeit der Gesamtheit der Prüfungen nicht mehr gewährleistet werden kann. Dies ist besonders dann der Fall, wenn bei grossen oder kostspieligen Apparaten aus wirtschaftlichen Gründen sämtliche Prüfungen am gleichen Prüfling ausgeführt werden müssen. Das Sekretariat erhielt den Auftrag, erneut ein Normal-Prüfprogramm aufzustellen, das jedoch lediglich als Anhang dem Dokument beigegeben werden soll.

Zu den beiden Dokumenten 12–7(Secretariat)5, Test EHH: Humid heat, und 12–7(Secretariat)6, Test EWHS: Warm humid storage, hat das ungarische Nationalkomitee einen Gegenvorschlag unterbreitet, in dem diese beiden Prüfungen kombiniert wurden. Dieser Vorschlag hat die Zustimmung der Mehrheit der Delegierten gefunden und wurde deshalb an Stelle der beiden Sekretariatsdokumente als Diskussionsbasis verwendet. Auch das CES hat in seiner schriftlichen Stellungnahme beanstandet, dass nicht eindeutig klar ist, unter welchen Bedingungen die eine oder die andere Prüfmethode anzuwenden sei, insbesondere da die beiden Methoden voneinander nur geringfügige und unverständliche Abweichungen aufweisen; der Berichterstatter hat deshalb den ungarischen Gegenvorschlag unterstützt.

Das Dokument 12–7(Secretariat)7, Test EHP: Humid preconditioning, wurde auf Antrag des SC 12–2 aufgestellt, um in die Sammlung verschiedener Prüfmethoden auch die von der CEE festgelegte Feuchtigkeitsprüfung (CEE-Publikation REC 1, Mai 1958) aufzunehmen (speziell zur Prüfung der sicherheitstechni-

schen Faktoren von z. B. Radio- und Fernsehempfängern). Von verschiedener Seite wurde diese Methode als ungenügend und unzweckmässig für derart komplizierte Prüflinge angesehen. Da das SC 12–7 jedoch nicht befugt ist, die von der CEE aufgestellte Methode abzuändern, diese aber andererseits von verschiedenen europäischen Ländern zur sicherheitstechnischen Prüfung bzw. Vorbehandlung vor der Prüfung benützt wird, wurde beschlossen, diese Methode unverändert zu lassen, sie jedoch nur im Anhang aufzuführen.

Zum Dokument 12–7(Secretariat)8, Test ED: Dry cold, beanstandete das CES in seiner schriftlichen Stellungnahme, dass die beiden grundsätzlich verschiedenen Prüfungen wie «Low temperature storage» und «Use at low temperature» kombiniert wurden. Das SC 12–7 wollte aber in seiner Mehrheit der Argumentation nicht folgen und vertrat die Ansicht, dass in jedem Fall neben der Funktionsprüfung bei der für den Apparat garantierten Minimaltemperatur auch noch eine Lagerungsprüfung bei einer um 15 °C tieferen Temperatur durchgeführt werden müsse, um für allfällige unterwartet tiefe Temperaturen während des Transportes des Apparates vom Fabrikanten zum Kunden eine gewisse Sicherheitsmarge der Tieftemperaturbeständigkeit zu gewährleisten. Gegenüber dem ursprünglichen Sekretariatsvorschlag wurde hingegen die normale Lagerungsdauer von 72 Stunden auf 16 Stunden reduziert aus der Überlegung heraus, dass zur Feststellung mechanischer Fehler diese Prüfdauer durchaus ausreiche, zur Feststellung von chemischen Effekten jedoch eine Prüfdauer von gegen 1 Jahr notwendig wäre, was natürlich nicht in Frage kommen kann. In besonderen Fällen soll jedoch die Möglichkeit bestehen, die Prüfdauer auf 72 Stunden auszudehnen, da nach niederländischen Erfahrungen diese Zeit notwendig ist, um z. B. eine bleibende metallurgische Veränderung an qualitativ ungenügenden Bimetallstreifen von Temperaturreglern feststellen zu können.

Auch bei der Diskussion des Dokumentes 12–7(Secretariat)9, Test EDH: Dry heat, hatte der Vorschlag des CES, die Lagerungsprüfung von der bei maximaler Temperatur durchzuführenden Funktionsprüfung zu trennen, keinen Erfolg, da aus prinzipiellen Gründen der Aufbau gleich sein soll wie bei der Kälteprüfung, obwohl hier nicht die gleichen Gesichtspunkte massgebend sind. Weiterhin hat die niederländische Delegation vorgeschlagen, die niedrigste Prüftemperatur 30 °C für Wärmeprüfungen zu streichen und an Stelle der bisher festgelegten Temperatur 40 °C die neuen Werte 35 °C und 45 °C festzulegen, so dass folgende Wertreihe entsteht: 35, 45, 55, 70, 85, 100 ... °C. Insbesondere der Berichterstatter, unterstützt vom italienischen Delegierten, hat sich gegen dieseAbänderung ausgesprochen, da diese neuen Werte nicht mehr mit den für die Prüfung von Bauelementen gültigen, in der Neuauflage der Publikation 68 der CEI festgelegten Werten übereinstimmen, und der Wert 40 °C inzwischen von verschiedenen Ländern als Normaltemperatur insbesondere für die Prüfung der Sicherheit elektrischen Materials festgelegt worden ist. Der niederländische Vorschlag für Änderung der Werte wurde demzufolge abgelehnt, wogegen dem Antrag, die niedrigste Prüftemperatur 30 °C zu streichen, zugestimmt wurde.

Zum Dokument 12–7(Secretariat)10, Test ELA: Low air pressure, hatte das schwedische Nationalkomitee eine umfangreiche theoretische Abhandlung eingereicht, mit der dargestellt werden sollte, dass die im Sekretariatsdokument festgelegten Prüfwerte für reduzierte Luftdrucke unzweckmässig gewählt seien. Dieser Vorschlag führte zu einer mehrstündigen Diskussion, in welcher nochmals alle in der Praxis vorkommenden Möglichkeiten (Einsatz im Hochgebirge, in der Zivil- und Militäraviatik mit verschiedenen Flugzeugtypen, für Wettersonden und Raketen usw.) eingehend in Erwägung gezogen wurden. Zum Schluss wurde festgestellt, dass die im Sekretariatsdokument niedergelegten Werte (die übrigens mit jenen der Publikation 68 der CEI übereinstimmen) doch im allgemeinen richtig gewählt worden sind und somit kein Grund zu einer Änderung besteht. Lediglich der höchste Prüfwert 800 mbar (entsprechend 2000 m ü. M. bei guten bzw. 1100 m ü. M. bei schlechten Wetterbedingungen) wurde gestrichen, da allgemein alles elektronische Material ohne Schwierigkeit bis ca. 2000 m ü. M. verwendet werden kann, ohne dass zu dieser Feststellung eine spezielle Prüfung notwendig ist.

Bei der Besprechung des Dokumentes 12–7(Secretariat)11, Test EMG: Mould growth, ergab sich eine gegensätzliche Auffassung zwischen dem französischen Delegierten und dem Berichterstatter über die Frage, ob die Beurteilung der Beständigkeit von Apparaten gegen Schimmelpilze lediglich visuell (Ansicht des Berichterstatters) oder mittels Messung der Veränderungen der charakteristischen elektrischen Daten unabhängig von einer visuellen Prüfung (Ansicht des französischen Delegierten) erfolgen soll. Da zur Klärung dieser Frage Gutachten von Experten zugezogen werden müssen, wurde beschlossen, dieses Problem einer neu zu bildenden Arbeitsgruppe zu überweisen.

Am Dokument 12–7(Secretariat)12, Test EG: Gastightness, wurden nur kleine, unbedeutende Änderungen vorgenommen.

Bei der Diskussion des Dokumentes 12–7(Secretariat)13, Test EDS: Dust and sand, wurde von der Mehrheit der Delegierten die Auffassung vertreten, dass die Prüfung der Staubdichtheit in möglichst trockener Luft (rel. Feuchtigkeit $< 30\ \%$) auszuführen sei, um einerseits Zusammenballungen der Staubpartikel zu verhindern und andererseits die z. B. in Wüstengegenden auftretenden Bedingungen weitmöglichst nachzubilden. Die indische Delegation erklärte jedoch, dass in Indien mit Sandstürmen hauptsächlich während der Monsun-Periode zu rechnen sei, wobei dann relativ hohe Feuchtigkeiten von 60...80 % auftreten, und dass Schäden an Apparaten nicht nur auf mechanische Effekte des eingedrungenen Sandes, sondern ebensosehr auf dessen Hygroskopizität (dadurch z. B. Verschlechterung der Spannungsfestigkeit über Luft- und Kriechdistanzen) zurückgeführt werden müssen. Diese Überlegungen führten zum Beschluss, nach der Prüfung der Staubdichtheit den Prüfling noch zusätzlich einer kurzzeitigen Feuchtigkeitsbehandlung auszusetzen.

Zum Dokument 12–7(Secretariat)14, Vibration test, wurde beschlossen, dieses Arbeitsgebiet der entsprechenden Arbeitsgruppe des SC 40–5 zur Bearbeitung zu überweisen.

Vor Abschluss der Sitzungen machte der Vorsitzende darauf aufmerksam, dass sich das SC 12–7 nun zusammen mit dem SC 40–5 selbständig machen und das neue CE 50 bilden werde. Von verschiedenen Delegierten wurde in diesem Zusammenhang die Frage aufgeworfen, ob dieses neue Komitee sich nur auf das Gebiet der Elektronik beschränken soll oder ob es zweckmässig wäre, die Verfahren für allgemeine mechanische und klimatische Prüfungen für die ganze Elektrotechnik auszuarbeiten. Diese Frage soll jedoch erst anlässlich der ersten Zusammenkunft des neuen CE 50 (voraussichtlich im Herbst 1961) diskutiert werden.

SC 40–4, Steckverbindungen und Schalter

Die Sitzungen des SC 40–4, Connecteurs et interrupteurs, die am 5., 7. und 8. November 1960 in New Delhi stattfanden, wurden von seinem Präsidenten, H. Mayr (Italien), geleitet; das Sekretariat führte L. van Rooij (Niederlande). 31 Delegierte aus 15 verschiedenen Ländern nahmen teil. Das CES war durch den Berichterstatter vertreten.

Zu den unter der 2-Monate-Regel verabschiedeten Änderungsanträgen 40–4(Bureau Central)16, Modifications aux Recommandations pour les commutateurs rotatifs, wurde festgestellt, dass 14 Länder ihre Zustimmung gegeben haben und keine ablehnenden Antworten erhalten wurden. Einige redaktionelle Anträge wurden diskutiert, aber es wurde lediglich einem indischen Vorschlag zur besseren Formulierung der Bestimmungen über die Messung des Isolationswiderstandes zugestimmt. Die im Dokument enthaltenen Bestimmungen wurden zusammen mit jenen des Basisdokumentes 40–4(Bureau Central)10 zum Druck freigegeben. Auch die unter der 2-Monate-Regel angenommenen Änderungsanträge 40–4(Bureau Central)17, Modifications aux Recommandations pour les interrupteurs à bascule, und 40–4(Bureau Central)18, Modifications aux Recommandations pour les connecteurs utilisés aux fréquences jusqu'à 3 MHz, konnten nach kurzer Diskussion, bei der lediglich kleinere redaktionelle Änderungen beschlossen wurden, zusammen mit den entsprechenden Basisdokumenten zum Druck freigegeben werden.

Das unter der 6-Monate-Regel verabschiedete Dokument 40–4(Bureau Central)14, Connecteurs pour équipments radioélectriques et acoustiques, wurde von 12 Ländern angenommen, wogegen 3 Länder (Deutschland, UdSSR und die Schweiz) eine

ablehnende Stimme abgegeben haben. Die Schweiz lehnte das Dokument ab, da der für Antennen- und Erdungsanschluss vorgeschlagene 2polige Stecker mit dem festgelegten Stiftabstand von 12,7 mm in unsere neuen 2 P + E-Netzsteckdosen zwischen Phasen- und Erdungsbuchse eingesteckt werden kann und somit entsprechend dem Sicherheitszeichen-Reglement des SEV nicht zulässig ist. Das CES beantragte, entweder generell zwischen die beiden Steckerstifte einen Blindstift aus Isoliermaterial einzufügen, oder aber, falls diesem Antrag nicht zugestimmt werden könne, in einer «Bemerkung» deutlich darauf aufmerksam zu machen, dass für das Gebiet der Schweiz solche Stecker nur mit einem derartigen Blindstift zulässig sind. Einer derartigen «Bemerkung» wurde im Prinzip zugestimmt.

Weiterhin hat das CES in seiner schriftlichen Eingabe das Fehlen verbindlicher Masse für die Steckdosen-Öffnungen beanstandet und darauf hingewiesen, dass bei eventuell zu grossen Toleranzen dieser Öffnungen die Unverwechselbarkeit nicht mehr gewährleistet wird. Das Komitee stimmte der Ansicht der schweizerischen Delegation, das Dokument sei ohne diese Feststellungen noch nicht vollständig, im Prinzip zu, möchte aber deshalb das Dokument nicht aufhalten, um so rasch als möglich eine internationale Norm der Basisdimensionen dieses Steckkontakte-Systems zu erhalten. Es wurde beschlossen, in einer «Bemerkung» darauf hinzuweisen, dass die Dimensionen der Öffnungen noch studiert und später festgelegt werden. Auf Grund eines französischen Antrages werden die Zeichnungen so verbessert, dass die Gefahr einer zufälligen Berührung der Steckerstifte während des Einsteckens oder Ausziehens des Steckers aus der Buchse verhindert wird. Mit diesen beschlossenen Ergänzungen soll das überarbeitete Dokument unter die 2-Monate-Regel gestellt werden.

Zum Dokument 40–4(Secretariat)24, Proposal for vibration-test for connectors, wurde vom CES in seiner schriftlichen Eingabe die Festlegung gewünscht, dass auch bei Steckverbindungen ohne besondere Verriegelungsvorrichtungen sich der Stecker in der Steckdose durch die Vibrationsprüfung nicht lockern dürfe. Diesem Antrag wurde zugestimmt. Ein weiterer Antrag des CES auf eindeutigere Formulierung der Bestimmungen über die Art der Befestigung des freien Endes des in den Stecker eingezogenen Kabels wurde an das internationale Redaktionskomitee überwiesen. Das in dieser Art korrigierte Dokument wird nun unter die 6-Monate-Regel gestellt.

Auch das Dokument 40–4(Secretariat)31, Connectors for radio and sound equipment, testing procedures and requirements — wird nach Überarbeitung entsprechend den gefassten Beschlüssen unter die 6-Monate-Regel gestellt. Das neue Dokument wird für die Prüflehren polierten Stahl vorschreiben, und für die Steckprüfung wird die Zahl der pro Zeiteinheit durchzuführenden Steckungen auf ein Drittel reduziert.

Zu einer ausgedehnten Diskussion führte das Dokument 40–4(Secretariat)34, Specification sheet for multiple connectors for printed wiring boards. Da das deutsche Nationalkomitee als Gegenvorschlag zwei in Deutschland gebräuchliche Steckertypen zur internationalen Normalisation vorgeschlagen hatte, musste vorerst die Frage geklärt werden, welcher spezielle Steckertyp vorzuziehen sei. Das Komitee kam zum Schluss, es sei kaum möglich, eine diesbezügliche internationale Einigung für irgend einen existierenden Steckertyp zu erreichen, und dass man deshalb versuchen müsse, einen vollständig neuen internationalen Stecker zu entwerfen.

Die Diskussion des Dokumentes 40–4(Secretariat)32, Specification sheet for battery connectors, wurde vom Vorsitzenden auf die rein technischen Abänderungsanträge beschränkt, und die redaktionellen Anträge wurden diskussionslos an das Sekretariat zur Erledigung überwiesen. Es stellte sich unter anderem die Frage, ob auch sogenannte «Snap-fastener»-Steckverbindungen genormt werden sollen. Verschiedene Delegierte waren damit nicht einverstanden, da mit solchen z. B. in transistorisierten Apparaten verwendeten Steckertypen schlechte Erfahrungen gemacht worden seien, indem zufolge der ruckartigen Bewegung bei der Kontakttrennung Schäden an den empfindlichen Apparaten entstanden sind. Die Mehrheit der Delegierten glaubt jedoch, dass sich bei richtiger Dimensionierung solcher Steckverbindungen dieser Fehler beheben lasse, dass aber vor einer internationalen Normung vorerst noch weitere Erfahrungen mit verschiedenen solchen Typen gesammelt werden müssen. Das Sekretariat erhielt den Auftrag, ein neues Dokument aufzustellen.

Durch das Dokument 40–4(Secretariat)33, Questionary on three and five pole connectors for general purpose application as standardized in Germany, wurden die verschiedenen Nationalkomitees um ihre Meinungsäusserung gebeten, ob der vom deutschen Nationalkomitee vorgeschlagene Steckertyp für die internationale Normung geeignet sei. Lediglich das CES unterstützte diesen Vorschlag, wogegen die Nationalkomitees von Dänemark, den Niederlanden, Grossbritannien und Österreich die Frage verneinten. Die Gegner des deutschen Vorschlages führten aus, der Steckertyp sei bisher lediglich in Deutschland eingeführt und hätte somit keine weltweite Bedeutung, und überdies bestünden hiefür ausgearbeitete DIN-Blätter, so dass jedes Land, das diesen Steckertyp als nationale Norm zu übernehmen gedenke, hiefür als Basis diese DIN-Blätter übernehmen könne. Falls man jedoch diesen speziellen Typ international norme, müsse man damit rechnen, dass noch verschiedene andere Länder mit dem gleichen Recht ihre national festgelegten Typen vorschlagen könnten und man solcherart mit der Zeit einen ganzen Katalog verschiedener Steckertypen erhalte, was unbedingt zu vermeiden sei. Die Befürworter des deutschen Vorschlages hingegen waren von der guten Qualität des Steckers und von seiner zweckmässigen Konstruktion (kleine Dimensionen, sicherheitstechnisch einwandfrei) beeindruckt. Da die der Diskussion folgende Abstimmung 7 Stimmen gegen den Vorschlag und nur 5 befürwortende Stimmen ergab, wurde der deutsche Antrag von der deutschen Delegation zurückgezogen.

Das unter der 6-Monate-Regel verabschiedete Dokument 40–4(Bureau Central)15, Feuille particulière No. 1 pour les commutateurs rotatifs, wurde von 9 Ländern explizite angenommen, wogegen das Nationalkomitee der USA eine ablehnende Stimme abgegeben hat. Die amerikanische Delegation erklärte, dass nach ihrer Ansicht das Dokument wertlos sei, so lange kein Normalschema für die vom Kunden gewünschte Kontaktanordnung bestehe. Das Komitee war mit dem amerikanischen Einwand, dass ein derartiges Normal-Bestellblatt unbedingt notwendig sei, um Missverständnisse zwischen Abnehmer und Hersteller zu vermeiden, im Prinzip einverstanden. Es möchte aber deshalb die Fertigstellung des Dokumentes nicht verzögern. So wurde beschlossen, in das Dokument ein zusätzliches Kapitel aufzunehmen, das vorderhand die für eine Bestellung notwendigsten Kriterien beschreibt und später durch das Normal-Bestellblatt ersetzt werden soll. Durch diesen Kompromiss ist zu hoffen, dass nun auch das Nationalkomitee der USA dem Dokument zustimmen kann. Nachdem noch weitere, geringfügigere Verbesserungen des Dokumentes festgelegt worden sind, wurde beschlossen, den Entwurf der 2-Monate-Regel zu unterstellen.

Im Dokument 40–4(Secretariat)29, Rotary wafer switches, relevant specification sheet No. 2, wurde ein britischer Stufenschalter und im Dokument 40–4(Secretariat)30, Relevant specification sheet No. 3, ein ähnlicher deutscher Schalter mit je 24 Schaltstellungen für die internationale Normung vorgeschlagen. Die niederländische Delegation verlangte vor Beginn der Detaildiskussion die Abklärung der Frage, ob diese beiden Schaltertypen tatsächlich neben dem bereits genormten Typ gemäss «Relevant specification sheet No. 1» (mit 12 Schaltstellungen) notwendig sei und ob nicht auf eine entsprechende Festlegung verzichtet werden könne, da solche Schalter nur vereinzelt verwendet würden. Die Mehrheit der Delegierten bestätigte jedoch diese Notwendigkeit, wünschte aber nur die Normung eines dieser beiden vorgeschlagenen Schaltertypen, daneben jedoch noch die Festlegung eines Miniatur-Stufenschalters. Es wurde beschlossen, den deutschen Schaltertyp zu normen. Das britische Nationalkomitee wird einen Vorschlag für einen Miniaturschalter ausarbeiten.

Mit dem Dokument 40–4(Italy)3, Revised proposal of the Italian National Committee for the measurement of noise produced by ionization and by variation of contact resistance in rotary and toggle switches, wurde der Vorschlag gemacht, in Schaltern während des normalen Betriebes eventuell entstehende Störspannungen mit dem vom CISPR festgelegten Störspannungsmessgerät zu messen. Um die Zweckmässigkeit einer derartigen

Prüfung abzuklären, waren die Nationalkomitees mit Dokument 40–4(Secretariat)23, Questionary concerning noise measurement on switches, um ihre Meinungsäusserung gebeten worden. Die grosse Mehrheit der Antworten zeigte, dass die Aufnahme einer derartigen Prüfung in das allgemeine Prüfprogramm als unnötig betrachtet wird, da bei den in Betracht zu ziehenden Schaltertypen die Nennspannung so klein ist, dass mit Ionisations- oder Koronaeffekten nicht gerechnet werden muss und die Variation des Kontaktwiderstandes auf andere, zweckmässigere Art gemessen werden kann. Der italienische Vorschlag wurde deshalb abgelehnt. Dagegen stellte die Delegation der USA in Aussicht, Informationen über in den USA ausgeführte Messungen der durch Schaltfunken entstandenen Störspannungen zur Verfügung zu stellen, da eventuell eine Notwendigkeit bestehe, diese Störspannungen zu messen, beziehungsweise hiefür verbindliche Grenzen festzulegen. Es wurde beschlossen, vor einer weiteren Diskussion vorerst diese versprochenen Messresultate abzuwarten.

Die zum Dokument 40–4(Secretariat)25, Proposal for a test on the operating force for toggle switches, vom CES eingereichten Verbesserungsvorschläge wurden praktisch diskussionslos angenommen und das Dokument kann nun unter die 6-Monate-Regel gestellt werden.

Zum Dokument 40–4(Secretariat)27, First draft, Recommendation for sensitive switches (sogenannte Micro-Switches), erklärte der Sekretär des SC 40–4, dieses Dokument sei lediglich herausgegeben worden, um die Nationalkomitees herauszufordern, dem Sekretariat weitere Informationen zu liefern, da die bisher erhaltenen Unterlagen zur Aufstellung eines kompletten Dokumentes nicht ausgereicht hätten. So erwartete er dringend konkrete Unterlagen insbesondere über die Betätigungskraft, die Rückstellkraft, den Schaltweg und den Nachlaufweg. Die Delegation der USA erklärte sich bereit, dem Sekretariat diese Unterlagen zu liefern. Das Sekretariat wird dann fähig sein, einen neuen, vollständigeren Entwurf auszuarbeiten, und es wird gleichzeitig die zu vorliegendem Dokument eingegangenen Änderungs- und Ergänzungsvorschläge in eigener Kompetenz so weit als möglich berücksichtigen. Eine Detaildiskussion soll erst an Hand des neuen Entwurfes im nächsten Jahr stattfinden.

Das Dokument 40–4(Secretariat)37, Connectors for earphones for small portable radio sets, basiert auf einem amerikanischen Vorschlag und enthält zwei verschiedene Stecker mit einem Stiftdurchmesser von 2,5 mm bzw. 3,5 mm. Da der Unterschied dieser beiden Steckertypen jedoch klein ist und der kleine Typ als mechanisch zu schwach angesehen wurde, hat das Komitee beschlossen, nur den grösseren Typ zu normen. Das Sekretariat erhielt den Auftrag, hierfür ein neues, vollständiges Dokument auszuarbeiten. Weiterhin soll aber dennoch auch noch ein Subminiaturtyp geeigneter Konstruktion festgelegt werden, und die deutsche Delegation erklärte sich bereit, zusammen mit dem niederländischen Sekretariat einen entsprechenden Vorschlag aufzustellen.

Die britische Delegation machte unter dem Traktandum «Zukünftige Arbeiten» den Vorschlag, das SC 40–4 soll auch internationale Empfehlungen über Press- und Wickelverbindungen (crimped or wrapped connections) aufstellen. Es wurde beschlossen, das Sekretariat solle vorerst zusammen mit dem britischen Nationalkomitee einen Fragebogen ausarbeiten, um von den verschiedenen Ländern konkrete Vorschläge zu erhalten. Der französische Delegierte stellte in Aussicht, dem Sekretariat jetzt schon ein vollständiges entsprechendes Dokument zur Verfügung stellen zu können.

SC 40–5, Grundlagen für Prüfverfahren

An den Sitzungen des SC 40–5, Méthodes pour les essais fondamentaux, am 1., 2. und 4. November 1960 in New Delhi, haben 47 Delegierte aus 16 verschiedenen Ländern teilgenommen. Das CES wurde durch den Berichterstatter vertreten. Den Vorsitz führte H. J. Geisler (USA) an Stelle des verhinderten Präsidenten E. F. Seaman (USA).

Das der 6-Monate-Regel unterstellte Dokument 40–5(Bureau Central)12, Essai R: Herméticité, wurde von 13 Ländern angenommen; lediglich die Niederlande haben das Dokument abgelehnt. 6 Länder haben gleichzeitig noch Vorschläge zu Verbesserungen unterbreitet; diese Vorschläge wurden einzeln durchbesprochen. Die 3 verschiedenen im Dokument festgelegten Prüfmethoden zur Feststellung der Dichtheit von Bauelementen wurden zum Teil neu redigiert, wodurch nun klarer ersichtlich wird, welche Methode in einem speziellen Fall gewählt werden soll, und überdies eine bessere Reproduzierbarkeit der Prüfungen gewährleistet ist.

Zu einer ausgedehnten und prinzipiellen Diskussion führte das Dokument 40–5(Secretariat)28, Secretariat memorandum on the component classification in IEC Publication 68. Bisher wurde die Basis-Klimabeständigkeit eines Bauelementes mit einer Codenummer, bestehend aus 3 Ziffern, bezeichnet, wobei die erste Ziffer den entsprechenden Strengegrad der Kältebeständigkeit, die zweite Ziffer den Strengegrad der Wärmebeständigkeit und die letzte Ziffer den Strengegrad der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit darstellte. Es zeigte sich nun aber im Laufe der Zeit, dass dieses System unpraktisch ist und zu Schwierigkeiten führt. Insbesondere wenn aus speziellen Gründen zusätzliche, neue Strengegrade eingeführt werden mussten, konnte eine logische Ordnung der Strengegradnummern nicht mehr eingehalten werden. Überdies mussten die anwesenden Delegierten eingestehen, dass es ihnen noch immer nicht möglich ist — trotz jahrelanger Praxis — sich den Codeschlüssel im Kopf zu behalten, so dass auch aus diesem Grunde eine Änderung als zweckmässig erscheint. Das Sekretariat hat deshalb gemäss einem letztjährigen Beschluss das System der Bezeichnung der Klimafestigkeit von Grund auf sehr sorgfältig studiert und ein neues unverschlüsseltes System vorgeschlagen. Dieser Vorschlag bildete eine ausgezeichnete Diskussionsbasis, so dass nur noch geringfügige Änderungen und Verbesserungen vorgenommen werden mussten. Es wurde beschlossen, die Kältebeständigkeit mit einer unverschlüsselten Zahl entsprechend der effektiven garantierten Minimaltemperatur, jedoch immer mit 2 Ziffern, zu bezeichnen. Die Bezeichnung der Wärmebeständigkeit ist analog durchzuführen, jedoch immer mit 3 Ziffern; wenn nötig ist eine Null vor einen 2ziffrigen Temperaturwert zu setzen, um zu 3 Ziffern aufzufüllen. Für die Bezeichnung der Feuchtigkeitsbeständigkeit wird die unverschlüsselte Zahl der Anzahl Tage der durchgeführten genormten Lagerung in Feuchtigkeit verwendet; im Falle von weniger als 10 Tagen ist ebenfalls eine Null der Zahl vorauszusetzen, um zu zwei Ziffern aufzufüllen. Die Reihenfolge der Bezeichnungen bleibt unverändert: Minimaltemperatur — Maximaltemperatur — Dauer der Feuchtigkeitslagerung. So bedeutet z. B. nach dem neuen System die Angabe 10/070/28 eine Kältebeständigkeit von — 10 °C, eine Wärmebeständigkeit von + 70 °C und eine Feuchtigkeitsbeständigkeit von 28 Tagen Lagerung in der Feuchtigkeitskammer. Zum Schluss wurde beschlossen, das so verbesserte Dokument unter die 6-Monate-Regel zu stellen.

Bei diesem neuen System können nun bei sämtlichen Prüfungen der Publikation 68 die mit fortlaufenden Ziffern bezeichneten Strengegrade weggelassen und durch die entsprechenden unverschlüsselten Prüfwerte ersetzt werden. Lediglich die Bezeichnung der Strengegrade der Vibrationsprüfung erfordert noch ein gewisses Studium, da hier pro Strengegrad verschiedene Werte (Amplitude, Umschaltfrequenz, Beschleunigung, Maximalfrequenz) zur Charakterisierung notwendig sind.

Zum Dokument 40–5(Secretariat)30, Revised Secretariat proposal for a revision of Test J: Mould growth, wurde beschlossen, deutlich vorzuschreiben, dass während der Prüfung der Beständigkeit gegen Schimmelpilze keine Kondensation von Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Prüflinge auftreten dürfe, um ein Abwaschen der Nährlösung und der Sporen oder Pilze zu vermeiden. Überdies wurden die Bedingungen zur Lagerung der Sporen zwischen einzelnen Prüfungen eindeutiger festgelegt. Das revidierte Dokument soll ebenfalls unter die 6-Monate-Regel gestellt werden.

Zum Dokument 40–5(Secretariat)31, Secretariat proposal for a revision of Test M: Low air pressure, wurde von verschiedenen Ländern eine Korrektur der Prüfwerte verlangt. Die Diskussion dieser Vorschläge zeigte aber, dass Änderungen nur zusammen mit dem SC 12–7 vorgenommen werden können, da unbedingt anzustreben ist, dass für Bauelemente und Apparate die Prüfbedingungen und Prüfwerte gleich sind, und dass für diese Bearbeitung dem SC 12–7 die Priorität zu geben ist. Man wird also die Revision dieser Prüfbedingungen erst dann wieder weiter-

bearbeiten, wenn es sich endgültig zeigt, dass das SC 12–7 von der jetzigen Publikation 68 abweichende Bestimmungen festgelegt hat. Die indische Delegation hat ferner den Vorschlag unterbreitet, als zusätzliche Alternative die Prüfungen unter reduziertem Luftdruck bei der maximalen Garantietemperatur statt bei Raumtemperatur durchzuführen. Da die Notwendigkeit solcherart verschärfter Prüfungen nicht allgemein anerkannt wurde und zudem kein konkreter Vorschlag für die Prüfbedingungen unterbreitet werden konnte, erhielt das indische Nationalkomitee den Auftrag, diesen Vorschlag vorerst schriftlich niederzulegen und den verschiedenen Ländern zu unterbreiten.

Das Dokument 40–5(Secretariat)32, Secretariat proposal for test Nb: Change of temperature (short term), wurde auf Grund eines vor einem Jahr eingereichten niederländischen Vorschlages aufgestellt. Diese neue Methode weist gegenüber der bestehenden Prüfung «Na», Rapid change of temperature, einen wesentlich langsameren Temperaturwechsel auf und entspricht nach niederländischer Auffassung eher den praktischen Einsatzbedingungen. Die bisherige Prüfung «Na» führe zufolge des scharfen Temperatursprunges zu wirklichkeitsfremden Ausfällen von Bauelementen (insbesondere Sprünge an Gehäusen und Durchführungen), die sich im schärfsten praktischen Einsatz jedoch vollauf bewährt hätten. Dieser Argumentation wurde nach langer Diskussion im Prinzip zugestimmt und es wurde festgelegt, dass bei dieser neuen Prüfung 5 Zyklen zwischen der Maximal- und Minimaltemperatur durchzuführen sind, wobei die Lagerungsdauer bei diesen Extremaltemperaturen je nach Gewicht des Prüflings zu wählen ist. Bei den Extremaltemperaturen wird somit nicht das thermische Gleichgewicht des ganzen Bauelementes abgewartet, sondern lediglich eine Erwärmung bzw. Abkühlung der äusseren Umhüllung angestrebt. Zwischen jeder Lagerung bei maximaler bzw. minimaler Temperatur ist überdies der Prüfling während 10...15 min in Raumtemperatur zu lagern. Das in dieser Weise abgeänderte Dokument wird den Nationalkomitees unter der 6-Monate-Regel zur Stellungnahme unterbreitet.

Die Diskussion des Dokumentes 40–5(Secretariat)33, Revised Secretariat proposal for Test L: Dust, wurde vertagt, da allgemein die Ansicht bestand, die Prüfung der Staubdichtheit sei in erster Linie eine Angelegenheit der Apparateprüfung, indem im wesentlichen das Apparategehäuse den Staubschutz übernehmen müsse. Man will deshalb zuerst die diesbezüglichen Beschlüsse des SC 12-6 abwarten, das sich mit der Prüfung elektronischer Apparate befasst.

Bei der Behandlung des Dokumentes 40–5(Secretariat)34, Secretariat proposal for Test Fa: Vibration resonance search, wurde nach einer ausgedehnten Diskussion festgestellt, dass verschiedene Delegierte zum Teil direkt gegensätzliche Ansichten über den Zweck dieser Prüfung vertreten, und deshalb vorerst die der Prüfung zugrunde liegende Philosophie eindeutig geklärt und festgehalten werden müsse. Es wurde deshalb beschlossen, dieses Dokument der vor einigen Jahren gebildeten Arbeitsgruppe «Shock and bump testing» des SC 40–5 zur Bearbeitung zu überweisen, da eine erfolgreiche Diskussion dieses sehr komplizierten Fragenkomplexes nur in einem kleinen Kreis von Experten möglich ist.

Gemäss Dokument 40–5(Secretariat)35, Secretariat proposal for additional severities for Test Fb: Vibration fatigue, haben Deutschland, die Niederlande und die UdSSR Vorschläge für je einen zusätzlichen Strengegrad gemacht. Da der Beurteilung dieser Vorschläge ein gründliches Studium unter Berücksichtigung der in der Praxis auftretenden Bedingungen (Vibrationen in Fahrzeugen, Flugzeugen, an Maschinen usw.) vorausgehen muss, wurde auch dieses Problem der Arbeitsgruppe «Shock and bump testing» zur Bearbeitung übergeben.

Im Dokument 40–5(Secretariat)29, Additional sizes of soldering irons, wurden Vorschläge unterbeitet, deren Sinn und Zweckmässigkeit nicht eindeutig einzusehen war. Der Antragsteller, das SC 40–2 (HF-Übertragungsleitungen und Zubehör), wird gebeten, den Antrag und den Zweck desselben nochmals genauer zu formulieren.

Das Dokument 40–5(Secretariat)36, Proposal by the SC 40–4/40–5 Working Group on corrosion tests for a revised Test K, Salt mist, ist das Ergebnis von ausgedehnten Vergleichsversuchen, ausgeführt durch die Mitglieder der Arbeitsgruppe. Dieses Dokument wurde mit geringfügigen Änderungen genehmigt und soll unter der 6-Monate-Regel den Nationalkomitees vorgelegt werden. Gleichzeitig wurde auch der «Report on the activities of the SC 40–4/5 Working Group on corrosion testing», Dokument 40–5(Secretariat)40, genehmigt.

Die beiden Dokumente 40–5(Secretariat)37, Secretariat memorandum on artificial solar radiation, und 40–5(Secretariat)38, Secretariat proposal for a torsion test for radial lead components, benötigen nochmals eine Überarbeitung durch das britische Sekretariat und sollen an den Sitzungen 1961 nochmals besprochen werden.

Vor Abschluss der Sitzungen wurde noch die vorgesehene Neuorganisation besprochen, nach welcher die beiden SC 12–7 und SC 40–5 zusammen ein neues TC 50 bilden sollen. Es wurde in diesem Zusammenhang die Frage gestellt, ob die bisherige Aufteilung des Arbeitsgebietes (SC 12–7: Prüfmethoden für Apparate, bzw. SC 40-5: Prüfmethoden für Bauelemente) sich wirklich bewährt habe oder ob nicht folgende Aufteilung zweckmässiger wäre: klimatische Prüfungen für Apparate *und* Bauelemente einerseits und mechanische Prüfungen für Apparate *und* Bauelemente andererseits. Diese Frage muss durch die Nationalkomitees sehr sorgfältig überprüft werden und soll einen der wichtigsten Traktandenpunkte der ersten Zrsammenkunft des neuen TC 50 bilden. *E. Ganz*

Ionisationsmessung

[Nach *G. S. Kutschinskij* und *O. O. Tapupere:* Registrierung der Ionisationscharakteristiken von Isolationen. Elektritschestwo, Bd. - (1960), Nr. 11, S. 42...48]

621.317.333.6

Für die Dimensionierung der Isolation in Hochspannungs-Konstruktionen ist die Kenntnis der Ionisations-Charakteristiken der Isolation um so wichtiger, je höher das Spannungsniveau und die Spannungsbeanspruchung liegen. In vielen Fällen wird die Wahl der Betriebsbeanspruchung heute nicht durch äussere Stossüberspannungen, sondern durch innere Überspannungen und durch die lang andauernde Betriebsspannung bestimmt. Diese Verhältnisse treffen besonders für die Isolation von Leistungskondensatoren zu, und es ist deshalb verständlich, dass gerade für das Kondensatoren-Dielektrikum die ersten Untersuchungen über den Ionisationseinsatz durchgeführt und die wertvollsten Resultate erzielt worden sind. Analoge Untersuchungen werden heute für praktisch alle Arten der Isolation durchgeführt (Kabel, Leistungs- und Mess-Transformatoren, Durchführungen, Generatoren usw.).

Untersuchungen an verschiedenen Isoliermaterialien und Konstruktionen führten zur Unterscheidung folgender Ionisations-Charakteristiken.

Die Einsatzspannung der Anfangs- oder der unstabilen Ionisation ist die unterste Spannungsgrenze für die Entstehung einer schwachen, in vielen Fällen unbeständigen Ionisation. Diese Ionisationsart zeichnet sich dadurch aus, dass ihr Auftreten zu keinem schroffen Abfall der Ionisationsspannung führt. Bei längerem Aufrechterhalten der Spannung (bis zu 1 h) ist ein Verschwinden und Wiederauftreten der Ionisation möglich. Beim Herabsetzen der Spannung um einen geringen Betrag hört die Ionisation auf (Erlöschen der Ionisation). Ein längeres Bestehen der unstabilen Ionisation (während 10^2...10^3 h und mehr) führt zu einer relativ langsamen Zersetzung der Isolationskomponenten und wirkt sich im Anwachsen des $\operatorname{tg}\delta$ aus.

Die Einsatzspannung der kritischen oder der stabilen Ionisation ist die unterste Spannungsgrenze für die Entstehung einer Ionisation hoher Intensität, die zu einer raschen (im Laufe von 10...10^2 s) Verschlechterung der Isolation führt und von einer schroffen Erniedrigung der Ionisationseinsatzspannung begleitet

Vergleichsdaten über die Empfindlichkeit verschiedener Ionisations-Meßschaltungen

Tabelle I

Meßschaltung nach...	Empfindlichkeit V/pC [1])	Kleinste feststellbare Ladung ΔQ_{min} pC [1])	Durchlass-Frequenzband des Verstärkers Δf kHz	Verstärkungsfaktor des Verstärkers
A. E. W. Austen und *W. Hacket* [Journ. IEE —(1944), pt. I, p. 298]	—	0,17	88...92	10^6
A. K. Gerzik [Iswestija NIIPT, Bd. 3 (1958), S. 62]	0,8	12	—	10^5
E. J. Adolphson und *F. J. Vogel* [Power Apparatus and Systems, Vol. 76 (1957), Oct., p. 797]	10^{-3}	—	—	—
Laboratorium f. Hochspannungstechnik der Technischen Hochschule in Leningrad	75	0,13	5...1000	10^5
Laboratorium f. Hochspannungstechnik der Technischen Hochschule in Leningrad	33	0,3	80...100	10^6

[1]) 1 pC = 1 Pikocoulomb = 10^{-12} Coulomb.

ist. Die Intensität der stabilen Ionisation ist in der Regel um einige Grössenordnungen höher als die Intensität der unstabilen Ionisation.

Die minimale Ionisationsspannung ist die unterste Spannungsgrenze, bei der das Auftreten der Ionisation in der Isolation noch möglich ist.

Die bekannten Schaltungen für die Untersuchung der Ionisationserscheinungen in der Isolation beruhen alle auf der Registrierung der hochfrequenten Schwingungen des Stromes oder der Spannung. Es besteht jedoch keine Einheitlichkeit im Aufbau der Meßschaltungen und in den quantitativen Bestimmungsgrössen der Ionisation. Infolgedessen entstehen manchmal falsche Beurteilungen beim Vergleich verschiedener Schaltungen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit.

Im Laboratorium für Hochspannungstechnik der Technischen Hochschule Leningrad wurden Ionisations-Meßschaltungen auf einheitlicher Grundlage der messbaren Ladungseinheiten miteinander verglichen. In Tabelle I sind die Vergleichsdaten über die Empfindlichkeit der von verschiedenen Autoren verwendeten Schaltungen zusammengestellt.

Die Daten der Tabelle I zeigen, dass die Empfindlichkeit einiger angewandter Schaltungen etwa in derselben Grössenordnung liegt. Ferner ergeben Berechnungen, dass für die Feststellung der Anfangsstadien der Ionisation eine Ansprechempfindlichkeit auf Ladungsänderungen in der Grössenordnung von 10^{-13} C erforderlich ist, so dass eine weitere Empfindlichkeitssteigerung der Meßschaltungen kaum rationell sein dürfte.

G. v. Boletzky

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Graphisches Verfahren zur Berechnung von elektrischen Schaltungen

003.63 : 621.316.31

[Nach *R. F. Hoskins:* Signal Flow Graphs. Electronic & Radio Engr. Bd. 36(1959), Nr. 8, S. 298...304]

Bei der Berechnung von elektrischen Schaltungen wird vor allem die Erfassung der Ausgangsgrösse im Verhältnis zur Eingangsgrösse berücksichtigt. Vom Eingang der Schaltung ausgehend führen oft sehr zahlreiche und umständliche algebraische Ausdrücke zum gewünschten Resultat. Das folgend erläuterte Verfahren umgeht die herkömmliche Methode nicht, übersetzt sie aber in Vektor-Bilder und gestattet durch eine Anzahl Regeln die mühelose Reduktion eines Gleichungssystems bis auf den gesuchten Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangssignal.

In der graphischen Darstellung werden elektrische Grössen wie Spannungen oder Ströme als Punkte durch gerichtete Verbindungs-Geraden (Vektoren) oder -Kurven verbunden, die Sinnbilder von Impedanzen oder Verstärkungsgraden bedeuten. Der algebraische Ausdruck der Fig. 1a lautet $x_2 = k \cdot x_1$, worin z. B. $x_2 = U$ (Spannung), $x_1 = I$ (Strom) und $k = R$ (Widerstand) bedeuten können. Zur graphischen Methode gelten folgende Regeln:

a) Eine Umkehrung der Richtung der Verbindungskurve drückt sich als Inversion der zugeordneten Grösse aus. So bedeutet Fig. 1b $x_1 = x_2/k$, d. h. die Inversion der Fig. 1a.

b) Werden 2 Punkte durch mehrere Kurven verbunden, entsteht ein äquivalentes Bild mit einer Verbindungsgeraden, wobei der neue Koeffizient der Summe der ursprünglichen Koeffizienten gleich ist (Fig. 1c und 1d).

c) Die Beziehung zwischen 2 Punkten x_1 und x_3 über einen Punkt x_2 (Fig. 1e) kann als unmittelbare Beziehung zwischen beiden äusseren Punkten ausgedrückt werden, indem das Produkt der Teilkoeffizienten gebildet wird (Fig. 1f).

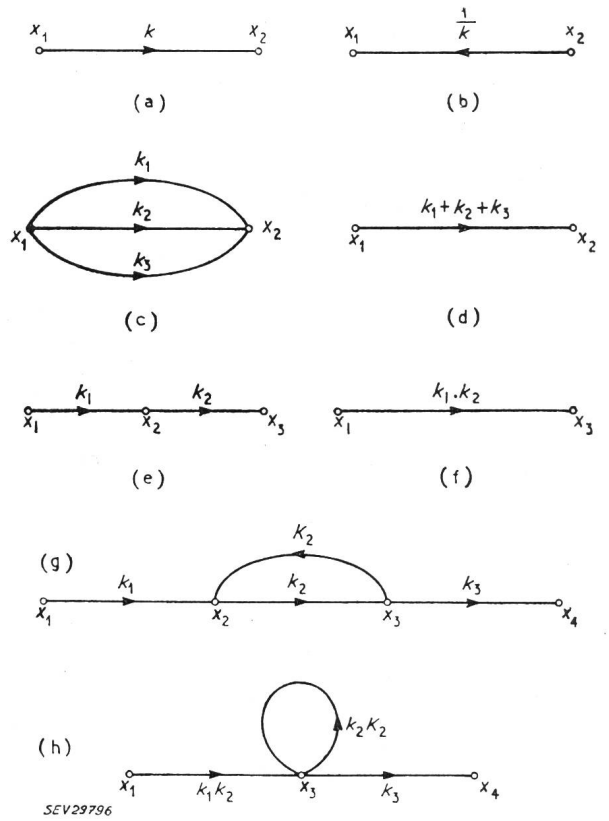

Fig. 1

Prinzip der graphischen Darstellung

a einfachste Darstellung; *b* Inversion von *a*; *c* mehrfache Verbindung; *d* Vereinfachung von *c*; *e* Hintereinanderschaltung; *f* Elimination des mittleren Punktes in *e*; *g* Rückführung; *h* Transformation der Rückführung aus *g* in eine Schleife

d) In Fällen einer Rückführung wie in Fig. 1g dargestellt ergibt sich bei der Elimination eines Punktes eine Schleife. Diese lässt sich folgendermassen algebraisch ableiten: das Gleichungssystem der Ausgangsfigur lautet

$$\left.\begin{aligned} x_2 &= k_1 x_1 + K_2 x_3 \\ x_3 &= k_2 x_2 \\ x_4 &= k_3 x_3 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

durch Elimination von x_2 folgt

$$\left.\begin{aligned} x_3 &= k_1 k_2 x_1 + k_2 K_2 x_3 \\ x_4 &= k_3 x_3 \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Das zweite Gleichungssystem entspricht Fig. 1h.

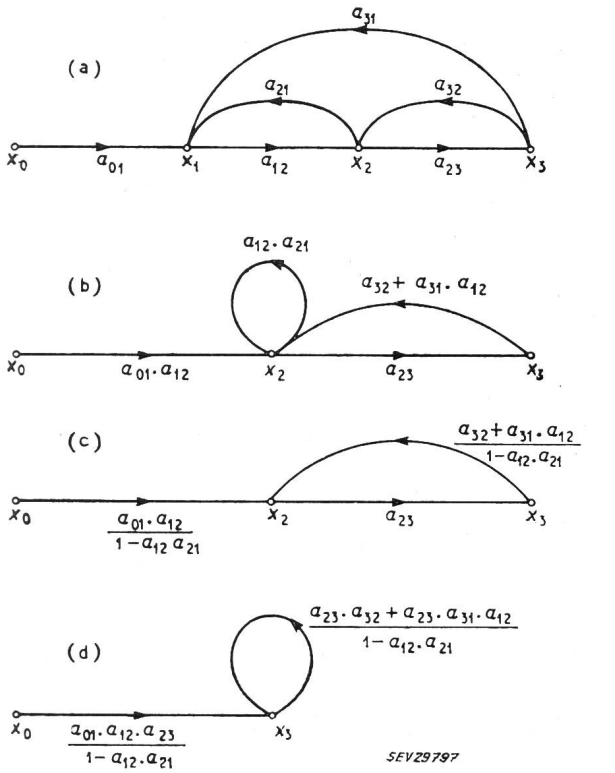

Fig. 2

Vereinfachung durch Elimination der mittleren Knotenpunkte

a ursprüngliche Darstellung; *b* Elimination des Knotenpunktes x_1; *c* Elimination der Schleife in x_2; *d* Elimination des Knotenpunktes x_2

Wird ein Punkt mit Schleife eliminiert, so erscheint ausser den Faktoren nach Regel (c) ein weiterer Faktor $1/(1-g)$, wenn g die Schleife kennzeichnet. Als Beispiel soll x_3 aus dem Gleichungssystem (2) eliminiert werden. Es ergibt sich:

$$x_4 = k_1\, k_2\, k_3 \cdot \frac{1}{1 - k_2 K_2} \qquad (3)$$

f) Ferner wird bei Elimination einer Schleife mit dem Faktor g jeder Faktor der auf den betreffenden Knotenpunkt gerichteten Verbindung mit $1/(1-g)$ multipliziert.

In dem in Fig. 2a dargestellten Schaltungs-Ausdruck soll als Beispiel die Beziehung zwischen Eingangs- und Ausgangsgrösse ermittelt werden. Durch Elimination des Punktes x_1 entsteht Fig. 2b durch Anwendung der Regeln (c) für den Übergang von x_0 zu x_2, (d) zur Elimination von x_1 in Bezug auf x_2, (a) für die Rückführungen von x_3, wobei die Rückführung von x_3 auf x_1 ausserdem nach (d) behandelt wird, so dass der Faktor a_{31} mit a_{12} multipliziert wird. Unter Anwendung von Regel (f) ergibt sich das Bild Fig. 2e. Schliesslich erhält man die Darstellung für die Punkte x_0 und x_3 allein (Fig.2d) durch Elimination von x_2. Der algebraische Ausdruck lautet nun

$$x_3 = a_{23}\left(\frac{a_{01}\, a_{12}}{1 - a_{12}\, a_{21}}\, x_0 + \frac{a_{32} + a_{31}\, a_{12}}{1 - a_{12}\, a_{21}}\, x_3\right) \qquad (4)$$

Durch Inversion lässt sich ein Punkt algebraisch explizit ausdrücken. Z. B. x_3 in Fig. 3a von dem die Verbindungslinien nur weggehen ist in einer Gleichung implizit enthalten:

$$x_4 = k_1 x_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3 \qquad (5)$$

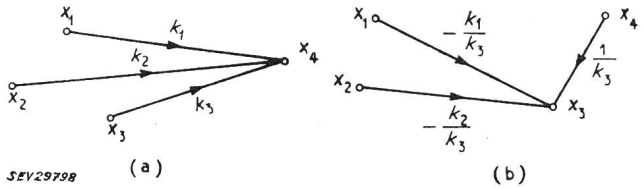

Fig. 3

Inversion der Richtung einer Verbindungskurve

a ursprüngliche Darstellung; *b* Inversion des Astes zwischen x_3 und x_4

Fig. 3b zeigt das Inverse in Bezug auf die Verbindung $x_3\, x_4$, so dass x_3 diesmal ausgedrückt wird:

$$x_3 = \frac{1}{k_3}\, x_4 - \frac{k_1}{k_3}\, x_1 - \frac{k_2}{k_3}\, x_2 \qquad (6)$$

Folgendes Beispiel zeigt eine einfache Anwendung des graphischen Verfahrens. Aus der Spannungsteiler-Schaltung Fig. 4a soll das Verhältnis der Ausgangsspannung zur Eingangsspannung ermittelt werden. Fig. 4b zeigt die graphische Darstellung der elektrischen Grössen. Der Strom I wird eliminiert und man erhält Fig. 4c, woraus die Gleichung abgelesen werden kann:

$$U_2 = \frac{Z_2}{Z_1}\, U_1 - \frac{Z_2}{Z_1}\, \mathbf{U}_2 \qquad (7)$$

oder anders ausgedrückt (Fig. 4d)

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{-\dfrac{Z_2}{Z_1}}{1 + \dfrac{Z_2}{Z_1}} = \frac{Z_2}{Z_1 + \mathbf{Z}_2} \qquad (8)$$

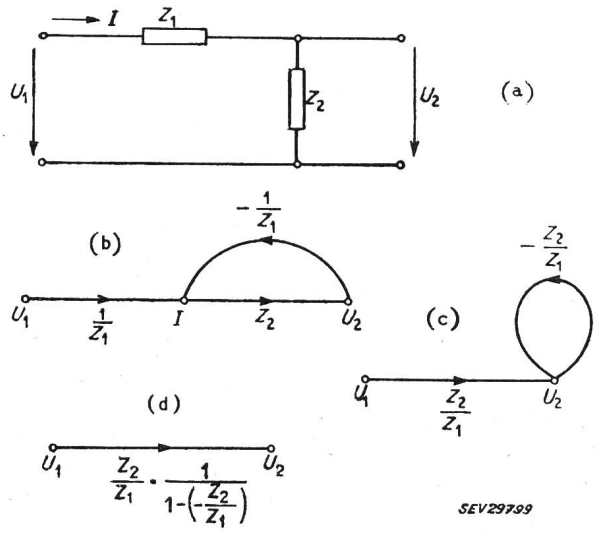

Fig. 4

Graphische Lösung einer einfachen Schaltung

a Schaltschema; *b...d* graphische Reduktion
U_1, U_2 Spannung; I Strom; Z_1, Z_2 Impedanz

Bei komplexeren Schaltungen ist vor allem eine Schrittweise Elimination von grösster Bedeutung, da solche Eliminationen derjenigen von entsprechend vielen algebraischen Gleichungen gleichbedeutend sind. *B. Hammel*

Transistorverstärker mit Gegenkopplung

621.375.432

[Nach *E. R. Hauri:* Transistorverstärker mit Gegenkopplung. Techn. Mitt. PTT 38(1960), Nr. 6, S. 185...200; Nr. 7, S. 228...236]

Die Gegenkopplung (GK) hat bei Transistorverstärkern eher höhere Bedeutung als bei Röhrenverstärkern, da die Vierpolparameter der Transistoren heute noch stärkere Streuungen aufweisen und ferner temperaturabhängig sind. Die GK kann auch gleichstrommässig zur Stabilisierung des Arbeitspunktes eingesetzt werden. Im Gegensatz zur Elektronenröhre weist der Transistor schon bei niedrigen Frequenzen eine innere Rückwirkung auf; sie wirkt sich dahin aus, dass die inhärente Rückführungsdifferenz (return difference)

$$F_0 = 1 - (h_{12}h_{21} / h_{11}h_{22}) \qquad (1)$$

von 1 verschieden ist. Die Rückwirkung kommt durch h_{12} zum Ausdruck. Während in allen drei Grundschaltungen des Transistors h_{11}, h_{12} und h_{22} positive Grössen sind, ist die Stromverstärkung h_{21} nur in der Emitterschaltung positiv, in der Basis- und Kollektorschaltung aber negativ. In der Emitterschaltung ist daher $F_0 < 1$, in der Basis- und Kollektorschaltung $F_0 > 1$; das heisst, dass in den beiden letzteren Grundschaltungen die interne Rückwirkung bei niedrigen Frequenzen eine GK ergibt, in der Emitterschaltung aber eine Mitkopplung (bei höheren Frequenzen werden die Parameter komplex, und die interne Rückwirkung erscheint in allen drei Grundschaltungen als Mitkopplung). Über eine einzige Stufe wird daher nur die Emitterschaltung gegengekoppelt. Die Eigenschaften der Basisschaltung als stabilste Grundschaltung werden noch zu wenig ausgenützt. Bei mehrstufigen GK-Verstärkern können alle drei Grundschaltungen innerhalb der GK-Schleife auftreten.

Wird der Transistor durch einen Generator mit dem Innenwiderstand R_g gespeist und mit dem Leitwert G_L belastet, so wird die Rückführungsdifferenz

$$F = 1 - \frac{h_{12}\,h_{21}}{(h_{11} + R_g)\,(h_{22} + G_L)} \qquad (2)$$

Bei höheren Frequenzen können alle Grössen in (2) komplex sein; damit der Verstärker nicht ins Schwingen gerät, darf der Realteil von F nicht negativ werden.

Neben Leistungs- und Betriebsverstärkung sowie Eingangswiderstand und Ausgangsleitwert eines Verstärkers sind besonders folgende vier Grössen von Bedeutung, die je bei einer der vier GK-Grundschaltungen stabilisiert werden: die Stromverstärkung $A_i = I_2/I_1$ (bei Parallel-Serie-GK); die Spannungsverstärkung $A_u = U_2/U_1$ (bei Serie-Parallel-GK); der Übertragungswiderstand $R_{21} = U_2/I_1$ (bei Parallel-Parallel-GK) und der Übertragungsleitwert $G_{21} = I_2/U_1$ (bei Serie-Serie-GK). Wo (in der Klammer) «Serie» steht, wird die Impedanz erhöht, wo «Parallel», wird sie erniedrigt, wobei sich der erste Term auf den Eingang und der zweite auf den Ausgang bezieht; bei der Serie-Parallel-GK z. B. wird also die Eingangsimpedanz erhöht und die Ausgangsimpedanz erniedrigt.

Wie der Transistor kann auch das GK-Netzwerk als Vierpol dargestellt werden. Zur Berechnung von GK-Verstärkern ist es üblich, aus dem aktiven Vierpol (Transistor) und dem GK-Vierpol einen einzigen Vierpol zu bilden, dessen Vierpolparameter durch die der Ausgangsvierpole bestimmt sind. Diese transformierten Parameter können entweder mit Hilfe der Matrizenrechnung (Addition der z-, y-, h- oder l-Parameter und darauf folgende Umrechnung in die h'-Parameter nach bekannten Regeln) ermittelt werden, oder indem man von den (im allgemeinen allein bekannten) h-Parametern ausgeht und mit Hilfe der Maschen- und Knotenregeln die transformierten h'-Parameter berechnet. (Grössen des resultierenden GK-Verstärkers werden durch $'$ bezeichnet, zum Beispiel h_{11}' oder A_u'.)

Bei Transistorverstärkern wird es mit wenigen Ausnahmen vorgezogen, die GK mit Hilfe von Widerständen statt Transformatoren zu erzielen. Bei der Serie-Serie-GK und der Parallel-Parallel-GK ist dies mit einem einzigen Widerstand möglich, für die Serie-Parallel-GK und die Parallel-Serie-GK sind zwei Widerstände nötig. Im Grenzfall sehr starker GK sind die oben erwähnten Grössen A_i, A_u, R_{21} oder G_{21} nur durch die GK-Widerstände bestimmt. Als einfaches Beispiel erwähnen wir die Serie-Serie-GK bei einem Transistorverstärker in Emitterschaltung, wobei ein unüberbrückter Widerstand R_f in der Emitterleitung liegt. Die transformierten h'-Parameter werden:

$$h_{11}' = h_{11} + R_f\,(1 + h_{21})\,(1 - h_{12}) / (1 + R_f h_{22}) \qquad (3)$$

$$h_{12}' = (h_{12} + R_f h_{22}) / (1 + R_f h_{22}) \qquad (4)$$

$$h_{21}' = (h_{21} - R_f h_{22}) / (1 + R_f h_{22}) \qquad (5)$$

$$h_{22}' = h_{22} / (1 + R_f h_{22}) \qquad (6)$$

Wenn Generatorwiderstand R_g und Belastungswiderstand R_L klein sind, wird bei grosser Stromverstärkung h_{21} der Übertragungsleitwert:

$$G_{21}' = 1/R_f \qquad (7)$$

Ähnlich werden die transformierten Parameter und die daraus folgenden Verstärkereigenschaften bei den drei andern GK-Grundschaltungen als Funktionen der GK-Widerstände ermittelt.

Wendet man kombinierte GK an, so kann man ausser den oben erwähnten vier Übertragungsgrössen auch die Leistungsverstärkung sowie Eingangs- und/oder Ausgangswiderstand stabilisieren. Kombiniert man eine GK-Art, die die Eingangsimpedanz erniedrigt, mit einer andern, die diese erhöht, so wird die Eingangsimpedanz stabilisiert. Dasselbe gilt für die Ausgangsimpedanz.

Bei mehrstufigen Verstärkern mit GK über mehr als eine Stufe hinweg besteht die Gefahr der Selbsterregung infolge Phasendrehung des Signals in den einzelnen Stufen. Bei zweistufigen Verstärkern ist dies im allgemeinen noch nicht der Fall; bei dreistufigen Verstärkern ist die maximale GK auf weniger als 20 dB beschränkt, wenn man nicht zusätzliche Massnahmen zur Verhütung von Schwingungen trifft.

Die Anwendung der angeführten Prinzipien ermöglicht den Bau von GK-Verstärkern mit den verschiedensten Eigenschaften (zahlreiche Schaltungsbeispiele). Trotzdem der Transistor verhältnismässig niederohmig ist, können mit Hilfe der GK sehr hohe Eingangswiderstände erzielt werden; es ist auch möglich, die GK mit positiver Rückkopplung zu kombinieren, um den Einfluss der Spannungsteilerwiderstände aufzuheben, die am Eingang zur Einstellung des Arbeitspunktes nötig sind. Mit frequenzabhängiger GK kann die obere Grenzfrequenz eines Verstärkers höher geschoben oder eine Bandfiltercharakteristik erzielt werden. Durch Brückenschaltungen am Eingang und Ausgang des Verstärkers wird die GK von Generator- und Lastimpedanz unabhängig. *Arf.*