Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 48 (1957)

Heft: 4

Artikel: La caractérisation de la résistance climatique de pièces détachées pour équipements électroniques

Autor: Ganz, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058661

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

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

48e année N° 4 Samedi, le 16 Février 1957

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

ORGANE COMMUN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS (ASE) ET DE L'UNION DES CENTRALES SUISSES D'ELECTRICITE (UCS)

La caractérisation de la résistance climatique de pièces détachées pour équipements électroniques

Par *E. Ganz*, Baden (AG)

620.193.21 : 621.38/.389

Exposé d'un système de caractérisation élaboré par la Commission Electrotechnique Internationale, au sujet de la résistance climatique de pièces détachées pour équipements électroniques, avec exemples d'application pratiques à l'appui. En combinant dans un code à trois chiffres les exigences climatiques maxima admissibles pour un matériel et les conditions d'essais normalisées, il devient possible de juger d'une façon uniforme de la résistance de ce matériel aux influences climatiques.

Ein von der Commission Electrotechnique Internationale ausgearbeitetes System zur Kennzeichnung der Klimafestigkeit von Bauelementen der Elektronik wird erklärt und an Hand von praktischen Anwendungsbeispielen näher erläutert. Durch die Verkopplung der maximal zulässigen Klimaanforderungen eines Materials mit international genormten Prüfbedingungen in einem aus 3 Ziffern bestehenden Code wird die Gewähr einer einheitlichen Beurteilungsmöglichkeit der Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse gegeben.

A. Introduction

Dans un article précédent [1][1]), nous avons démontré en détail que la notion de «tropicalisation» est insuffisante pour caractériser la résistance climatique de matériaux, pièces détachées et appareils (ce que nous appellerons globalement «matériel»), car il n'existe pas de climat tropical uniforme et que, même dans des zones dites tempérées, le matériel peut parfois être soumis à des conditions climatiques bien plus sévères que dans des zones tropicales, sans compter que la résistance au froid ou à des altitudes élevées, par exemple, n'entre guère en ligne de compte dans des pays tropicaux. C'est pourquoi une dénomination aussi simplifiée ne suffit pas pour caractériser d'une façon générale les possibilités d'utilisation d'un matériel. De plus, la notion de tropicalisation ne peut avoir une importance pratique que si elle est liée à des conditions d'essais et à des spécifications clairement et nettement définies, ce qui n'est toutefois que difficilement réalisable, du fait de la grande variété des conditions climatiques.

En se basant sur ces considérations, le Comité d'Etudes n° 40, Pièces détachées pour équipements électroniques, de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), a élaboré un code pour caractériser la résistance climatique de pièces détachées pour équipements électroniques, qui — comme nous le verrons dans un instant — est directement basé sur les valeurs de garantie du matériel pour les caractéristiques climatiques les plus importantes, ainsi que sur les conditions d'essais qui s'y rapportent. Dans la Publication n° 80 de la CEI «Spécification pour condensateurs au papier pour courant continu» [2], qui a paru récemment, on a tenté pour la première fois d'appliquer pratiquement ce code; d'autres publications sur d'autres pièces détachées, telles que résistances, condensateurs en matière céramique, interrupteurs, connecteurs, etc., sont en préparation et paraîtront successivement durant ces prochaines années. On cherchera également à appliquer ce code aux appareils électroniques, appareils de mesure, etc., de sorte qu'il paraît utile de faire d'ores et déjà connaître ce code à un plus grand nombre d'intéressés.

[1]) Voir la bibliographie à la fin de l'article.

B. Le principe du code

La résistance climatique d'un matériel électrique est déterminée en premier lieu par la température (valeurs minimum et maximum) et le degré d'humidité auxquels le matériel est soumis passagèrement ou en permanence. Outre ces deux facteurs climatiques les plus essentiels, il faut également tenir compte en technoclimatologie, pour le dimensionnement et le comportement du matériel, des autres facteurs climatiques, tels que la pression atmosphérique, les radiations ultraviolettes, l'empoussiérage, la formation de glace, les impuretés agressives de l'air, etc. Nous ne considérerons toutefois, pour commencer cet exposé sur le principe du code destiné à caractériser la résistance climatique, que les deux premiers facteurs essentiels. Nous verrons ensuite qu'une partie des autres facteurs sont en corrélation directe avec ces facteurs essentiels, selon la construction et le genre du matériel.

Le code international de la CEI [2] est constitué par des nombres de trois chiffres arabes, à chacun desquels correspond un degré de sévérité (chiffres romains) d'un paramètre climatique ou d'essai, dans l'ordre suivant (tableau I):

Premier chiffre: Température minimum admissible

Second chiffre: Température maximum admissible

Troisième chiffre: Durée du séjour d'essai en atmosphère très humide et à une température plus élevée

Degrés de sévérité, avec valeurs climatiques et d'essais, correspondant aux nombres-code

Tableau I

Chiffre des nombres-code	Degrés de sévérité correspondants des essais	Valeurs climatiques et d'essais correspondantes
Premier chiffre:		
3	III	— 65 °C [1]
4	IV	— 55 °C
5	V	— 40 °C
6	VI	— 25 °C
7	VII	— 10 °C
Second chiffre:		
2	II	+ 155 °C [1]
3	III	+ 125 °C [1]
4	IV	+ 100 °C
5	V	+ 85 °C
6	VI	+ 70 °C
7	VII	+ 55 °C
8	VIII	+ 40 °C [1]
Troisième chiffre:		
4	IV	+ 35 °C et 95...100 % d'humidité relative durant 84 jours
5	V	+ 35 °C et 95...100 % d'humidité relative durant 28 jours
6	VI	+ 35 °C et 95...100 % d'humidité relative durant 7 jours, suivis d'un séchage durant 6 heures dans des conditions climatiques normales, avant la mesure des valeurs électriques et mécaniques [1]
7	VII	+ 30 °C et 85...90 % d'humidité relative durant 28 jours [1]

[1]) Ces valeurs ne sont pas encore définitives et n'ont pas encore été acceptées internationalement ou sont actuellement soumises à une revision.

Un matériel caractérisé, par exemple, par le nombre-code climatique 454, doit supporter avec succès les essais suivants, pour les conditions spécifiques qui lui sont posées:

a) Essai de résistance au froid, selon degré de sévérité IV, à — 55 °C.

b) Essai de résistance à la chaleur sèche, selon degré de sévérité V, à + 85 °C.

c) Essai de résistance à l'humidité, selon degré de sévérité IV, à + 35 °C et 95...100 % d'humidité relative, durant 84 jours.

Si ce matériel ne supportait, par exemple, l'essai de résistance à l'humidité que durant 28 jours, du fait que sa résistance d'isolement aurait diminué inadmissiblement au bout de 28 jours, par suite d'une trop forte absorption d'humidité, il devrait porter le nombre-code 455. Cet exemple montre que le code en question n'acquiert toute sa valeur pratique que si l'on connaît également les conditions électriques et mécaniques minima exigées à la suite de l'essai, pour chaque catégorie de matériel (condensateurs au papier, condensateurs en matière céramique, condensateurs électrolytiques, résistances, potentiomètres, connecteurs, etc.). Pour illustrer cela, le tableau II donne un aperçu de quelques-unes des exigences posées, par exemple, à des condensateurs au papier pour courant continu, durant les essais climatiques ou à la suite de ceux-ci selon la Publication n° 80 de la CEI [2].

Quelques exigences typiques posées à des condensateurs au papier d'une capacité $\leqq 0{,}33\ \mu F$, sans matière d'imprégnation chlorée, pour différents groupes de résistance climatique (nombres-code)

Tableau II

1. *Exigences concernant la capacité:*
   a) Avant l'essai climatique: La capacité ne doit pas dépasser les limites de la tolérance garantie.
   b) Après l'essai de résistance à la chaleur durant 16 heures, à une température correspondant au degré de sévérité de l'essai: Ecart admissible ± 5 % par rapport à la valeur mesurée avant l'essai (mesure à la température du local).
   c) Après l'essai de résistance au froid durant 6 heures, à une température correspondant au degré de sévérité de l'essai: Ecart admissible ± 2 % par rapport à la valeur mesurée avant l'essai (mesure à la température du local).
   d) Après l'essai de résistance à l'humidité conformément au degré de sévérité de l'essai: Ecart admissible ± 5 % par rapport à la valeur mesurée avant l'essai.
2. *Résistance d'isolement minimum exigé entre bornes du condensateur, mesurée à la température du local:*
   a) Avant l'essai climatique pour les groupes:
      454, 554, 564, 654, 664 . . . . . 12 000 MΩ
      455, 456, 555, 556, 565, 566, 655, 665 . 6 000 MΩ
      776, 777 . . . . . 900 MΩ
   b) Immédiatement à la suite de l'essai de résistance à la chaleur durant 16 heures, mesuré à la température correspondant au degré de sévérité de l'essai, pour les groupes:
      454, 455, 456, 554, 555, 556, 654, 655 . 45 MΩ
      564, 565, 566, 664, 665 . . . . . 90 MΩ
      776, 777 . . . . . 45 MΩ
   c) A la suite de l'essai de résistance à l'humidité conformément au degré de sévérité de l'essai, pour les groupes:
      454, 554, 564, 654, 664 . . . . . 6 000 MΩ
      455, 555, 565, 655, 665 . . . . . 1 500 MΩ
      456, 556, 566, 776, 777 . . . . . 30 MΩ

La CEI procède actuellement, d'une façon analogue, à l'élaboration de spécifications pour d'autres pièces détachées d'équipements électroniques, et il faut espérer que d'autres publications paraîtront désormais au fur et à mesure. Par contre, en ce qui concerne les codes pour appareils de mesure et autres matériels électriques non utilisés en électronique ou qui le sont moins souvent, l'élaboration internationale d'un tel code ou d'un code analogue n'en est malheureusement que tout au début. Il serait évidemment très utile, surtout pour les usagers des matériels, de connaître pour toutes les catégories différentes de matériels les exigences minima sur la base d'un code uniforme, mais il n'est guère probable que l'on puisse établir des spé-

cifications aussi détaillées pour tous les matériels qui entrent pratiquement en considération. En effet, l'élaboration minutieuse de telles spécifications exige un travail si considérable qu'elle doit nécessairement être limitée aux matériels les plus courants.

Le code en question peut toutefois s'appliquer également, avec quelques restrictions, aux matériels pour lesquels il n'existe pas encore de règles ou de prescriptions internationales ou nationales pour les valeurs à observer. Les modalités précises pour l'exécution des essais climatiques figurant dans une publication spéciale de la CEI, n° 68 «Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées» [3] (actuellement en revision), les essais peuvent être exécutés selon les normes, même lorsqu'il n'existe pas de prescriptions spéciales. Pour permettre dans ces cas aux usagers des matériels d'interpréter le code climatique, il est toutefois nécessaire que les fabricants indiquent, par exemple dans leurs catalogues, les valeurs extrêmes dont ils tiennent compte lors des essais en usine. Ces valeurs extrêmes représentent naturellement des valeurs garanties.

C. Le code combiné

Ainsi que nous l'avons déjà mentionné au chapitre B, d'autres facteurs climatiques, tels que la pression atmosphérique, les impuretés de l'air, etc., peuvent également avoir de l'importance pour les sollicitations climatiques du matériel, outre les deux facteurs climatiques essentiels: la température et l'humidité. Dans de nombreux cas, ces facteurs secondaires sont en corrélation sous une forme ou une autre avec les deux facteurs essentiels, de sorte que l'on peut obtenir un code combiné, sans nécessiter de chiffres supplémentaires ou de transpositions. Ainsi, on peut admettre qu'un matériel du groupe XX4 (X = valeur quelconque pour la température maximum et la température minimum, 4 = essai de résistance à l'humidité durant 84 jours), qui doit donc présenter une très bonne résistance à l'humidité, sera utilisé grâce à sa propriété essentielle dans des climats où il faut compter avec une forte humidité de l'air, en permanence ou durant de longues périodes. Or, dans un climat humide, les parties métalliques sont soumises à un danger de corrosion accru, outre différents autres effets; de même, les spores de moisissures y trouvent des conditions favorables à leur multiplication et à leur propagation [4]. Il s'ensuit logiquement que ce matériel doit être soumis non seulement à l'essai de résistance à l'humidité, mais aussi à un essai de résistance à la formation de spores de moisissures, ainsi qu'à un essai accéléré de résistance à la corrosion (par exemple un essai au brouillard salin). Or, selon la Publication n° 68 de la CEI [3], l'essai au brouillard salin doit être exécuté avec une solution saline correspondant à la composition moyenne du sel marin et renfermant par conséquent des sels hydrophiles (chlorure de magnésium, chlorure de calcium). Lorsque ces sels se déposent sur des matériaux isolants, dans des chemins de fuite entre parties métalliques sous tension à des potentiels différents, la résistance au courant de cheminement peut être fortement réduite par ces sels hydrophiles, comme cela se constate facilement par un essai de rigidité diélectrique faisant suite à l'essai au brouillard salin. Une telle combinaison d'essais permet donc de considérer comme très résistant à l'humidité, incorrodable, résistant aux moisissures et, dans un certain domaine, insensible aux dépôts de matières hydrophiles dans les chemins de fuite, un matériel du groupe XX4, qui a subi avec succès les essais en question. On a ainsi le maximum d'assurance que ce matériel se comportera impeccablement dans des locaux humides, sur des mers salées, dans un climat maritime, dans des régions marécageuses, en atmosphère industrielle humide, etc.

Un autre exemple est la possibilité de combinaison entre des températures extrêmement basses et une pression atmosphérique réduite, mais cette combinaison ne peut s'appliquer qu'à certains types de matériels, par exemple à des pièces détachées et à quelques appareils utilisés en électronique. Il est extrêmement probable que la grande majorité des pièces détachées prévues et désignées pour résister à des températures très basses, de —55 ou —65 °C par exemple (groupe 4XX ou 3XX), sont utilisées dans l'aviation militaire. Il est donc utile d'essayer également ces pièces détachées pour se rendre compte si elles conviennent à une pression atmosphérique fortement réduite (rigidité diélectrique et échauffement à 64 mm Hg, par exemple). Les pièces détachées prévues pour supporter une température de —40 °C (groupe 5XX) sont essayées en conséquence sous une pression atmosphérique un peu moins réduite (225 mm Hg) et ne sont donc appropriées que pour l'aviation civile, etc., ou pour utilisation en haute montagne (à plus de 1000 m d'altitude). L'emploi de ce matériel au sol, dans la zone arctique, ne nécessite toutefois pas l'essai sous pression atmosphérique réduite, mais étant donné que la demande pour un emploi de ce genre demeure bien inférieure à celle pour les emplois en aviation militaire et civile, l'utilité de cette combinaison se justifie pleinement au point de vue économique pour la majorité des pièces détachées des équipements, électroniques. Si la conquête technique des territoires arctiques devait progresser plus rapidement qu'on ne le pense, il va de soi que cette combinaison particulière devrait être remaniée.

Alors que le principe du code en question peut s'appliquer sans grandes difficultés aux matériels pour lesquels il n'existe pas encore de règles ou prescriptions internationales ou nationales, le système combiné exige des spécifications parfaitement mises au point, sinon les personnes qui ne sont pas des spécialistes auraient de grandes difficultés à l'interpréter. Par contre, s'il existe des spécifications détaillées pour le matériel, des tableaux synoptiques permettent alors de reconnaître aisément toute la constitution du système d'essais. Le tableau III indique, à titre d'exemple, le programme des essais pour des condensateurs au papier, selon la Publication n° 80 de la CEI [2], dans quelques groupes typiques de résistance climatique.

Les essais indiqués au tableau III doivent naturellement être toujours adaptés, en ce qui concerne leur sévérité (température, durée, etc.), au degré de sévérité de l'exigence posée pour l'essai, selon le nombre-code (voir également tableau I).

Exemple d'un programme d'essai complet
(Condensateurs au papier pour courant continu)
Les essais doivent être exécutés dans l'ordre indiqué

Tableau III

Essais	Groupe climatique (nombres-code)						
	454	455	456	556	654	665	777
Essai électrique général avec tous les condensateurs (30 au total)	x	x	x	x	x	x	x
1er groupe d'essais (1/3 = 10 cond.)							
Essai mécanique	x	x	x	x	x	x	x
Résistance aux variations rapides de température	x	x	x	x	—	—	—
Résistance aux trépidations	x	x	x	x	x	x	x
Essai d'étanchéité	x	x	x	x	x	x	x
Essai de résistance à la chaleur	x	x	x	x	x	x	x
Essai accéléré de résistance à l'humidité, 1er cycle	x	x	—	—	x	x	—
Essai de résistance au froid	x	x	x	x	x	x	x
Pression atmosphérique réduite	x	x	x	x	—	—	—
Essai accéléré de résistance à l'humidité, reste des cycles	x	x	—	—	x	x	—
Essai de résistance aux moisissures	x	—	—	—	x	—	—
Essai au brouillard salin	x	—	—	—	x	—	—
2e groupe d'essais (1/3 = 10 cond.)							
Essai de résistance à l'humidité	x	x	x	x	x	x	x
3e groupe d'essais (1/3 = 10 cond.)							
Essai de durée de vie	x	x	x	x	x	x	x

C'est ainsi, par exemple, que l'essai de durée de vie du dernier tiers des condensateurs qui doivent être essayés selon le tableau III a lieu d'une façon générale durant 250 h à une tension et une température d'essai adaptées au groupe climatique; les condensateurs de moins de 0,5 J d'énergie emmagasinée et d'une tension nominale de 1000 V— du groupe climatique X5X, par exemple, seront essayés à + 85 °C avec 1,4 fois la tension nominale, les condensateurs du groupe climatique X6X à + 70 °C avec 1,8 fois la tension nominale et les condensateurs du groupe climatique X7X à + 55 °C avec 2,0 fois la tension nominale. La tension d'essai doit être adaptée dans ce cas à la température d'essai, afin de pouvoir toujours procéder aux essais avec le même degré de sécurité, car la fatigue diélectrique augmente, comme on le sait, avec la température. On obtient ainsi pour tous les condensateurs, quelle que soit la température maximum admissible pour les différents types, un essai de durée de vie avec charge diélectrique constante et avec des résultats comparables entre eux, tout en tenant pleinement compte des différentes sollicitations climatiques admissibles. En d'autres termes, la *sécurité de service* d'un matériel est indépendante du groupe climatique auquel il appartient (à la condition qu'il soit toujours utilisé dans l'étendue climatique admissible), tandis que la *qualité* du matériel peut être estimée à une valeur plus élevée, au fur et à mesure que les conditions des essais sont plus sévères. Il va de soi que plus ces conditions sont sévères, plus les frais de production et les prix de vente augmentent.

Il existe, bien entendu, des cas où les facteurs climatiques présents ne peuvent pas tous être directement combinés avec les deux facteurs essentiels de la température et de l'humidité de l'air. Dans ces cas, il faudrait éventuellement songer à compléter par d'autres chiffres le code à trois chiffres, ce que la CEI a toutefois repoussé jusqu'ici, comme étant peu approprié et pouvant donner lieu à des complications. Lorsque des cas de ce genre se présentent, le fabricant peut d'ailleurs indiquer ces données supplémentaires de garantie à côté du nombre-code climatique, dans ses catalogues ou, au besoin, également sur l'emballage, de sorte que la situation redevient absolument claire pour le client. Il est toutefois essentiel que ces garanties supplémentaires soient également basées sur des conditions d'essais normalisées et généralement connues, telles qu'elles figurent dans la Publication nº 68 de la CEI.

D. Le choix convenable des groupes climatiques

En examinant le tableau I, on pourrait facilement avoir l'impression que le code en question permet un nombre innombrable de variantes, alors que l'industrie tient, pour des raisons de rationalisation, à limiter à un minimum le nombre des différents types. Si l'on possède quelques connaissances spéciales en climatologie et en technologie, on peut se rendre immédiatement compte que quelques-unes des combinaisons doivent être éliminées, parce qu'elles sont sans objet ou qu'elles ne conviennent pas. L'exemple des résistances en carbone permet de le montrer très nettement:

La résistance aux basses températures ne présente aucune difficulté pour ces pièces détachées, de sorte que l'on peut d'emblée grouper toutes les résistances en carbone dans le groupe climatique 4XX pour la température minimum de — 55 °C qui entre pratiquement en considération, et l'on n'a plus besoin de tenir compte des autres températures minima. En outre, pour les résistances à couche de graphite (résistances de précision constituées par une couche de graphite déposée par évaporation sur un tube en matière céramique), presque tous les fabricants peuvent garantir une température maximum de service de + 125 °C, voire même de + 155 °C en utilisant des vernis de protection spéciaux. Il paraît donc normal de prévoir, pour ces deux températures maxima, deux groupes climatiques 43X (— 55 à + 125 °C) et 42X (— 55 à + 155 °C). Selon les indications des fabricants, l'essai de résistance à l'humidité durant 28 jours, à + 35 °C et à 95...100 % d'humidité relative, ne présente aucune difficulté, mais pour l'essai de 84 jours il faut prendre des précautions spéciales (traitement amélioré de surfaces métalliques, couche supplémentaire de vernis, etc.). Pour la résistance à l'humidité, il est également né-

cessaire de prévoir deux groupes climatiques XX5 et XX4. Dans le cas des résistances à couche de graphite, on n'obtient ainsi que les quatre groupes climatiques 424, 425, 434 et 435, qui suffisent pour répondre à la très grande majorité des exigences et permettent une fabrication rationnelle. Il va de soi qu'aucun fabricant n'est obligé de fabriquer tous ces quatre types et qu'il peut se borner à un nombre limité de types les plus courants, voire même à un seul type, les autres étant alors fabriqués par la concurrence. Pour d'autres matériels, le nombre des groupes climatiques peut également être réduit d'une façon analogue, même si cela n'est pas aussi simple.

E. Conclusions

Le système de caractérisation de la résistance climatique de matériels électriques (notamment des pièces détachées pour équipements électroniques), créé par le Comité d'Etudes n° 40 de la CEI en utilisant un code à trois chiffres, permet à l'usager d'un matériel de juger de la qualité de résistance climatique de celui-ci et de comparer au point de vue de la qualité des offres provenant de différents pays. Le principe de ce système de caractérisation peut également s'appliquer sans grande difficulté à des matériels pour lesquels il n'existe pas encore de règles ou de prescriptions spéciales, à la condition que les fabricants indiquent dans leurs catalogues, etc., les limites des valeurs mécaniques et électriques servant de base aux essais. Par contre, le système combiné, qui donne le maximum d'information sur la qualité du matériel, doit être limité à des règles ou prescriptions complètes, en raison de la multiplicité de ses possibilités d'interprétation.

L'importance pratique de ce système de code réside dans les étroites relations qui existent entre les valeurs garanties, les méthodes d'essais normalisées internationalement et les spécifications concernant les essais. Cela permettra, espérons-le, de mettre progressivement fin aux désignations individuelles des matériels, qui ne permettent pas aux usagers de se rendre compte de l'ensemble des qualités d'un matériel donné. C'est ainsi que l'on devrait éviter désormais d'utiliser dans les prospectus et les annonces les expressions «tropicalisé» et «tropicalisation» appliquées jusqu'ici à de multiples matériels, ou du moins les compléter par des indications concrètes concernant la résistance climatique, basées sur des méthodes d'essais normalisées.

Le code en question est constitué de telle sorte que la sécurité de service du matériel demeure sensiblement constante (à la condition que celui-ci ne soit pas soumis à des sollicitations climatiques exagérées) et indépendante des valeurs garanties de la résistance climatique. Par contre, si l'on désire accroître encore la sécurité de service, il y a lieu de prendre d'autres mesures, dont nous ne nous sommes pas spécialement occupés dans cet exposé, par exemple un surdimensionnement des matériels utilisés, par rapport aux sollicitations prévues.

Une objection que l'on peut formuler à propos de ce code est qu'il faut consulter une clé pour le décodage, ce qui n'est pas toujours immédiatement possible. Diverses personnalités de l'industrie avaient d'ailleurs demandé que l'on introduise une désignation abrégée pouvant être lue sans l'aide d'une clé. Ce désir n'est toutefois guère réalisable en pratique, du fait de l'extrême complexité des exigences en corrélation avec ce code. On demandait en outre que cette désignation abrégée soit apposée sur le matériel, à côté des autres indications, ce qui présente déjà pour le code en question de grandes difficultés, surtout dans le cas des pièces détachées miniature.

Bibliographie

[1] *Ganz, E.* und *K. Michel:* Die Berücksichtigung klimatischer Einflüsse bei der Planung und Konstruktion elektronischer Geräte. Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 10, S. 441...458.

[2] *Commission Electrotechnique Internationale:* Spécification pour condensateurs au papier pour courant continu. Publ. Nr. 80, 1956. Genève: Bureau Central de la CEI 1956.

[3] *Commission Electrotechnique Internationale:* Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées. Publ. Nr. 68, 1954. Genève: Bureau Central de la CEI 1954.

[4] *Ganz, E.* und *O. Wälchli:* Schimmelpilze in elektronischen Apparaten. Bull SEV Bd. 46(1955), Nr. 6, S. 233...239.

Adresse de l'auteur:

E. Ganz, Laboratoire de physique de la S. A. Brown, Boveri & Cie, Baden (AG).

Darstellung der Stoßspannungsversuche im Deutschen Museum in München

Von *H. Heindl,* München

069.2(43-2.6) : 621.317.333.82

Als Abschluss der bisherigen Veröffentlichungen über die Ausgestaltung der Abteilung Starkstromtechnik im Deutschen Museum in München [1...20] [1]) wird nochmals über die Stossversuche der Hochspannungsanlage berichtet, wobei vor allem auf die Stoßspannungstechnik eingegangen wird, die für einen technisch reiferen Besucherkreis gedacht ist. Ausgehend von der für das Deutsche Museum entwickelten Demonstration von Stosswellen in der Zusammenarbeit zwischen einem Repetitionsstossgenerator und einem Kathodenstrahloszillographen werden nach einer kurzen Erläuterung des Messkreises die grundsätzlichen Oszillogramme der Stossversuche am Blitzmodell gezeigt.

Pour terminer la série de publications au sujet de l'aménagement de la Section de la technique du courant fort au Deutsches Museum de Munich [1...20] [1]), l'auteur fait à nouveau un exposé des essais de chocs de l'installation à haute tension, en considérant toutefois ceux des essais qui sont destinés à un public mieux au courant de la technique. Partant de la démonstration d'ondes de choc, mise au point pour le Deutsches Museum, au moyen d'un générateur de chocs répétés et d'un oscillographe cathodique, il décrit brièvement le circuit de mesure, puis présente les oscillogrammes typiques des essais de chocs avec la maquette servant à démontrer les effets de la foudre.

1. Allgemeines

Bei der Gestaltung des Vorführungsprogrammes der 1-MV-Stossanlage in der Abteilung Starkstromtechnik im Deutschen Museum wurde davon ausgegangen, sowohl einen grossen Personenkreis mit weniger technischer Vorbildung durch einfache und klare Versuche anzusprechen, als auch darüber

[1]) siehe Literaturverzeichnis am Schluss der Arbeit.