

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 53 (1962)
Heft: 26

Artikel: Mathematische Auslegung der EDS-Werte
Autor: Dassetto, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-917006>

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: 17.02.2026

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

Trotz hoher Stossfestigkeit des Drehspulgerätes sind starke Vibrationen kritisch. Hier treten noch wenig geklärte Querbeanspruchungen des Spannbandes auf, welche zum Bandriss führen können.

Bis jetzt war durchwegs mit einem ausgenützten Ausschlagwinkel von 90° gerechnet worden. Lichtzeigergeräte kommen jedoch meist mit Winkelbereichen von 30° und weniger aus. Für die Gütezahl bei der Spannbandlagerung gilt in Näherung:

$$\frac{M_{90^\circ}}{S^3} \geq \Gamma_S \left(\frac{2\varphi}{\pi} \right)^2 \quad (19)$$

d. h. bei kleinen Winkelbereichen nimmt die Gütezahl stark ab. Bei der Spitzenlagerung gilt, wenn man ebenfalls den Fehler auf Vollausschlag bezieht:

$$\frac{M_{90^\circ}}{S^{1,5}} \geq \Gamma_K \left(\frac{2\varphi}{\pi} \right) \quad (20)$$

Hier ist nur eine Abnahme in der ersten Potenz festzustellen.

4. Vergleich zwischen Spitzen- und Spannbandlagerung

Zusammengefasst und verglichen liefern die Dimensionierungsgesetze für Spitzen- und Spannbandlagerungen folgende Ergebnisse:

a) Für normale Benützung, Stossfestigkeit und Vibrationsfestigkeit können mit beiden Konstruktionen etwa gleichwertige Geräte hergestellt werden.

b) Bei hochempfindlichen Geräten (kleiner Eigenverbrauch) führt die Spannbandlagerung zu besseren Ergebnissen (kleines notwendiges Drehmoment). Man kommt dabei zu kurzen und dünnen Spannbandern.

c) Messgeräte, die unter rauen Betriebsbedingungen (Fahrzeuge u. ä.) arbeiten müssen, werden mit Spitzen ausgerüstet. Ursache ist die starke Verschlechterung der Spannbandgütezahl durch Beschleunigungen [s. Gl. (4) und (18)] und die noch wenig geklärte Anfälligkeit des Spannbandes bei Querbeanspruchungen.

d) Bei kleinen Drehwinkeln (Lichtzeigergeräte) wird die Spannbandlagerung besser. Für 270°-Messwerke ist die Spitzenlagerung im Vorteil.

Literatur

- [1] Keinath, Gg.: Gütefaktor der beweglichen Organe von Messgeräten. ATM Lfg. 27 (September 1933), Bl. J 011-1, S. T 121.
- [2] Merz, L.: Physikalische Grundlagen des mechanischen Gütefaktors in Spitzen gelagerter Messgeräte. ATM Lfg. 168 (Januar 1950), Bl. J 011-2, S. T 3...T 4.
- [3] Bubert, J.: Betrachtungen über den Keinath-Gütefaktor, die Einstellsicherheit und den Reibungsfehler bei elektrischen Messgeräten. Feinwerktechn. 65 (1961) 7, S. 235...242.
- [4] Samal, E.: Statik der Spannbandlagerung. ATM Lfg. 273 (Oktober 1958), Bl. J 013-6, S. 213...216.
Samal, E.: Dynamik der Spannbandlagerung. ATM Lfg. 277 (Februar 1959), Bl. J 013-7, S. 31...34.
Samal, E.: Einstell- und Nullpunktsicherheit von Band- und Spannbandlagerungen I. ATM Lfg. 279 (April 1959), Bl. J 013-8, S. 79...82. II. ATM Lfg. 282 (Juli 1959), Bl. 013-9, S. 149...150.
- [5] Götze, S.: Hat das Drehspulgalvanometer noch eine Bedeutung? Sonderheft Interkama 1957, Hartmann & Braun AG, Frankfurt/Main, S. 37...40.

Adresse des Autors:

S. Götze, Diplomphysiker, Camille Bauer Messinstrumente AG, Wohlen (AG).

Mathematische Auslegung der EDS-Werte

Von G. Dassetto, Zürich

621.315.1.056 : 531.391.1

Nach Erklärung des Sinnes der «Everyday Stress» und einer kurzen Darstellung der Arbeiten einer sich nur mit dieser Frage beschäftigenden Arbeitsgruppe der CIGRE wird versucht, eine mathematische Grundlage über die aus statistischen Erhebungen bei zahlreich in Betrieb stehenden Freileitungen erhaltenen Ergebnisse abzuleiten. Dies führt zur Anwendung einer Konstante $k = 0,55$, durch welche die praktischen Ergebnisse bestätigt werden und sich Schlussfolgerungen allgemeiner Tragweite ergeben.

Après avoir expliqué la signification de «Everyday Stress» et présenté un aperçu des travaux faits par un Groupe de Travail de la CIGRE, qui s'occupe uniquement de ce problème, on essaie de donner une interprétation mathématique aux résultats obtenus par des recherches statistiques faites sur de nombreuses lignes en exploitation. C'est ainsi que l'on est amené à introduire une constante $k = 0,55$, qui permet de confirmer très exactement ces résultats pratiques et de formuler des conclusions de portée générale.

1. Everyday Stress (EDS)

Unter «Everyday Stress» (EDS) versteht man die höchstzulässige Beanspruchung, welche an einem Leiter bei der Temperatur, die in einem bestimmten Land während der längsten Zeit des Jahres herrscht, vorkommt, ohne dass Schäden an den Leitern durch Schwingungen auftreten. Der EDS-Wert wird in Prozentsen der Leiterbruchlast ausgedrückt.

Auf Grund statistischer Erhebungen, die sich auf eine grosse Anzahl im Betrieb stehender Freileitungen erstrecken, hat die Arbeitsgruppe EDS des Studienkomitees Nr. 6 der CIGRE^{1,2)} im Jahre 1959 die für verseilte, geschützte oder ungeschützte Leiter aus Aluminium, Aldrey, Stahlaluminium und Kupfer zu emp-

fehlenden EDS-Werte festgelegt, die dann im Jahre 1961 bestätigt wurden. Diese Werte sind in Tabelle I angegeben.

Von der Arbeitsgruppe EDS des Studienkomitees Nr. 6 der CIGRE empfohlene EDS-Werte

Tabelle I

| Material der Leiter | Unge- schützte Leitungen % | Leitungen mit Armour rods % | Leitungen mit Schwin- gungsdämp- fern % | Leitungen mit Armour rods und Schwingungs- dämpfern % |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Aluminium | 17 | — | — | — |
| Aldrey | 18 | — | 26 | — |
| Stahlaluminium | 18 | 22 | 24 | 24 |
| Kupfer | 26 | — | — | — |

Isolatoren (Typ);

Maste (Baustoff);

Aufbau, Durchmesser und Querschnitt der Leiter;

Montagespannung und -Temperatur;

Typ, Gewicht und Hauptabmessungen der Tragklemmen;

Tatsächlicher EDS-Wert;

Schutzumwicklungen (Band oder Armour rods³⁾);

Schwingungsdämpfer;

Eventuell eingetretene Schwingungsbeschädigungen;

Topographische Hinweise.

³⁾ Armour rods = bikonische Aluminiumdrähte, die um den Leiter bei den Aufhängestellen eingebaut werden, um seinen Widerstand gegen Wechselbiegefestigkeit zu erhöhen.

¹⁾ Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques.

²⁾ Bis Mai 1961 verfügte diese Arbeitsgruppe u. A. über Angaben von

274 Kupferleitungen (wovon 9 mit Hohlseilen) . . . 23 400 km

421 Stahlaluminiumleitungen . . . 95 700 km

40 Aluminiumleitungen . . . 2 300 km

81 Aldrey-Leitungen . . . 2 200 km

816 Leitungen . . . 123 600 km

die eingereicht waren nach:

Land;

Baujahr;

Länge der Leitung und der mittleren Spannweite;

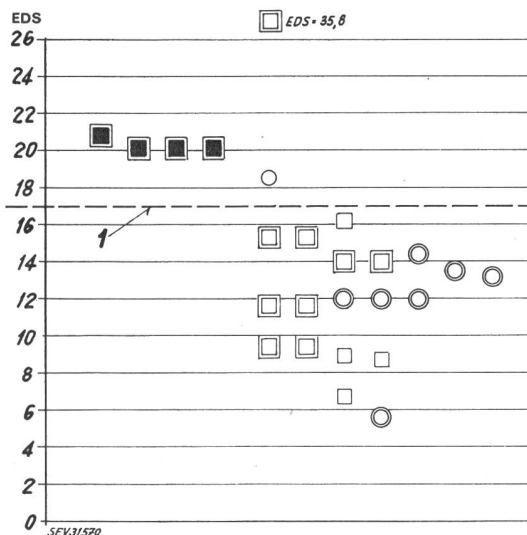


Fig. 1

Ungeschützte Aluminiumleiter

Tatsächliche EDS-Werte, mit Angabe der Betriebsdauer sowie des von der Arbeitsgruppe und vom Autor vorgeschlagenen EDS-Wertes (1)

Zeichenerklärung

| Betriebsjahre | ohne Schwingungsbeschädigungen | Mit Schwingungsbeschädigungen |
|---------------|--------------------------------|-------------------------------|
| ≤ 5 | ○ | ● |
| > 5 ≤ 10 | ⊙ | ⊗ |
| > 10 ≤ 20 | □ | ■ |
| > 20 | ◻ | ◼ |

Zwischen den für *ungeschützte Leiter* empfohlenen Werten und denjenigen, die man aus den im Jahre 1961 aufgestellten Figuren 1, 2, 3 und 4 entnehmen kann (wobei der EDS-Wert durch die Grenze bestimmt ist, oberhalb welcher sich die Schwingungsbeschädigten Leitungen befinden), sind Unterschiede vorhanden, die, was die Stahlaluminiumleiter anbelangt, sehr gross sind. Um untersuchen zu können, ob es sich dabei um einen reinen Zufall infolge zu alten Leitungen, die unter Verwendung von minderwertigen Leitern und von unpassenden Armaturen seinerzeit schlecht erstellt wurden, oder ob es sich um eine ganz bestimmte physikalische Tatsache handelt, soll im folgenden mathematisch untersucht werden.

2. Theoretische Erwägungen

Die Eigenfrequenz eines gespannten Seiles lässt sich durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$f = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \cdot \frac{n}{l} \quad (1)$$

worin

- F mechanische Seilspannung [kg]
- ρ spezifische Masse des Leitermaterials [kg s² cm⁻⁴]
- A Leiterquerschnitt [cm²]
- l Seillänge [cm]
- n ganze Zahl.

Der Wert $n = 1$ entspricht dem Grundton des Seiles, während die Werte $n > 1$ den Harmonischen der Grundwelle entsprechen.

Das Seil tritt in Resonanz bei sämtlichen Schwingungsvorgängen der Frequenz f . Um die Resonanzbedingungen zu ändern, muss man also F variieren.

Gl. (1) lässt sich auch für Leiter einer Übertragungsleitung anwenden. Sie erhält dann die Form:

$$f = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{Fg}{G}} = \frac{1}{2\lambda} \sqrt{\frac{Fg}{G}} \quad (2)$$

worin

- F mechanische Seilspannung [kg]
- l Länge der Spannweite [m]
- g Erdbeschleunigung [s⁻² m]
- G Leitergewicht [kg m⁻¹]
- λ Wellenlänge (zwischen zwei Knotenpunkten) [m]

Die Schwingungsvorgänge, die durch Resonanz Leiterschwingungen erzeugen, werden von Windgeschwindigkeiten von 1...6 m/s, durch Druckunterschiede der Luft oberhalb und unterhalb des Leiters verursacht. Die Frequenz f_1 dieser Vorgänge lässt sich nach *Karman* mit folgender Formel ausdrücken:

$$f_1 = k \frac{v}{D} \quad (3)$$

worin

- k Konstante, gleich 0,185...0,210 je nach Seilbeschaffenheit
- v Windgeschwindigkeit [cm s⁻¹]
- D Leiterdurchmesser [cm]

Resonanz tritt ein, wenn:

$$f = f_1 \quad (4)$$

Ein Leiter mit bestimmtem Durchmesser wird eine grössere «Schwingungsenergie» benötigen, wenn λ kleiner wird, d. h. wenn n zunimmt, da die Energie des schwingenden Systemes hauptsächlich in den Knotenpunkten, infolge innerer Reibung, aufgebraucht wird. Es ist ja klar, dass diese Energieaufnahme mit zunehmender Drahtzahl wächst. Dazu kommt, dass

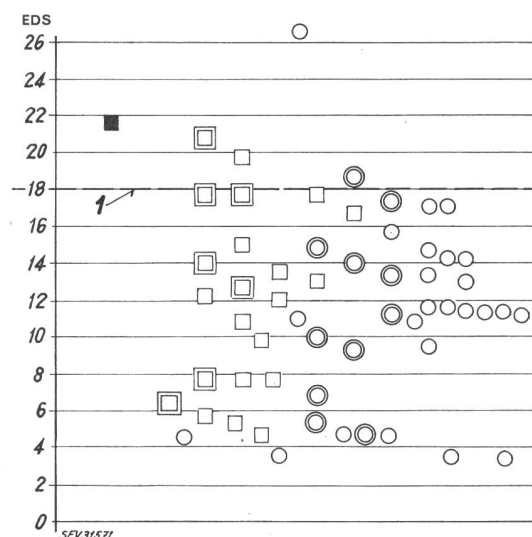


Fig. 2

Ungeschützte Aldrey-Leiter

Tatsächliche EDS-Werte, mit Angabe der Betriebsdauer sowie des von der Arbeitsgruppe und vom Autor vorgeschlagenen EDS-Wertes (1)

Bezeichnungen siehe Fig. 1

bei gegebenem Querschnitt die Energieaufnahme grösser wird je kleiner der Drahtdurchmesser ist.

3. Anwendung der Theorie zur EDS

Wenn man einen der für *ungeschützte Seile* empfohlenen Werte (Tabelle I), gleichgültig welchen, zu Grunde legt, sollte es möglich sein, mathematisch zu prüfen, ob die Werte der anderen, ebenfalls ungeschützten Leiter, gerechtfertigt sind und den gleichen Sicherheitsgrad aufweisen.

Unter den von der erwähnten Arbeitsgruppe angefertigten graphischen Aufstellungen liefern einzig diejenigen über das Aldrey und das Aluminium einwandfreie EDS-Werte (18% bzw. 17%), die zu keiner Diskussion Anlass geben können, wie aus den Fig. 1 und 2 hervorgeht.

3.1 Seile mit gleichem Durchmesser und Aufbau

Wenn man z. B. als Vergleichsbasis den Wert für das Aldrey (18%) nimmt und wenn man berücksichtigt, dass die Resonanzbedingung erfüllt wird wenn $f = f_1$, und dass ferner der Wert von f_1 zweier Leiter mit gleichem Durchmesser (gleichgültig welchen Materials) und bei gleicher Windgeschwindigkeit identisch ist, so kann man bei derselben mechanischen Sicherheit schreiben:

$$f_1 = f_0 = f_x$$

also:

$$\frac{1}{2\lambda_0} \sqrt{\frac{F_0 g}{G_0}} = \frac{1}{2\lambda_x} \sqrt{\frac{F_x g}{G_x}} \quad (5)$$

wobei der Index 0 dem Aldrey und der Index x dem Vergleichsleiter zugeordnet sind.

Es folgt, dass:

$$F_x = \left(\frac{\lambda_x}{\lambda_0}\right)^2 \frac{G_x}{G_0} F_0$$

Da aber:

$$F = \sigma A$$

$$G = \gamma A l$$

erhält man:

$$\sigma_x = \left(\frac{\lambda_x}{\lambda_0}\right)^2 \frac{\gamma_x}{\gamma_0} \sigma_0$$

d. h.:

$$\sigma_x = \frac{\gamma_x}{\gamma_0} \sigma_0 k \quad (6)$$

worin

- γ spezifisches Gewicht des Leiters [kg dm^{-3}]
- σ spezifische Leiterbeanspruchung [kg mm^{-2}]
- k Konstante, die auch den mechanischen Eigenschaften der verglichenen Seile (d. h. Elastizitätsmodul, Streckgrenze 0,2% usw.) sowie den Verseilcharakteristiken und dem Aufeinanderschliessen der Drähte Rechnung tragen muss.

3.3 Elektrisch äquivalente Seile

Gl. (6) berücksichtigt jedoch die Tatsache nicht, dass die Energieaufnahme des schwingenden Systemes mehr oder weniger gross ist, wenn Drahtanzahl und -Durchmesser der verglichenen Seile nicht gleich sind, wie dies z. B. bei elektrisch äquivalenten Seilen der Fall ist. Es ist also notwendig, auf Grund der unter

Ziff. 2 gemachten Erwägungen, in diese Formel Parameter betreffend Drahtdurchmesser und -Anzahl einzuführen.

Die neue Formel nimmt infolgedessen folgende Endform an:

$$\sigma'_x = \sigma_x \sqrt{\frac{d_0}{d_x}} \cdot \sqrt{\frac{n_x}{n_0}} \quad (7)$$

worin

d Drahtdurchmesser [mm]

n Drahtzahl

3.4 Mittlere Temperatur

Wenn man die Tabellen und die graphischen Aufstellungen, die von der Arbeitsgruppe EDS angefertigt wurden, prüft, so stellt man fest, dass die EDS-Werte, welchen die Leitungen tatsächlich ausgesetzt sind, sich nicht auf eine gleiche mittlere Temperatur beziehen, die z. B. im Falle der Stahlaluminiumleiter zwischen 0°C und 26,7°C schwankt. Es ist ja klar, dass bei hohen

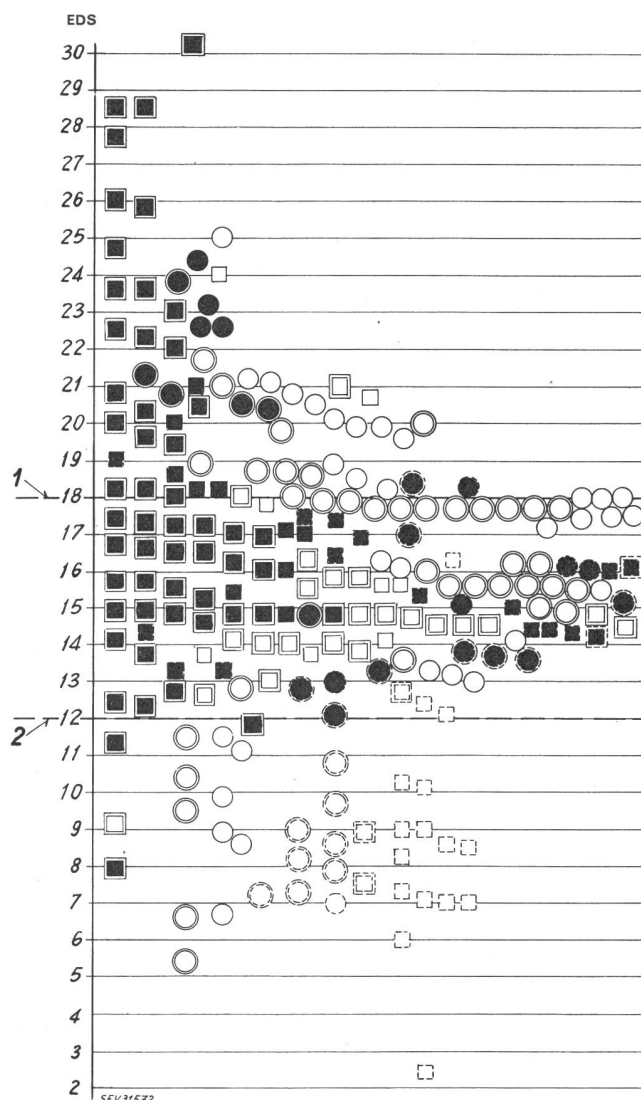


Fig. 3

Ungeschützte Stahlaluminiumleiter

Tatsächliche EDS-Werte, mit Angabe der Betriebsdauer sowie der von der Arbeitsgruppe (1) und vom Autor (2) vorgeschlagenen EDS-Werte

Die gestrichelten Zeichen beziehen sich auf Leitungen der URSS Bezeichnungen siehe Fig. 1

Fig. 4

Ungeschützte Kupferleiter

Tatsächliche EDS-Werte, mit Angabe der Betriebsdauer sowie der von der Arbeitsgruppe (1) und vom Autor (2) vorgeschlagenen EDS-Werte

Bezeichnungen siehe Fig. 1 und 3

mittleren Temperaturwerten und dauernd tiefen Temperaturen Überbeanspruchungen der Leiter eintreten können, wobei die empfohlenen EDS-Werte stark und gefährlich überschritten werden. Es ist also notwendig, diese für eine Grundtemperatur festzulegen und einen Reduktionsparameter für höhere mittlere Temperaturen einzuführen.

Die vorgeschlagenen EDS-Werte (Tabelle I) gelten für eine mittlere Temperatur von etwa 10°C. Bei Überschreitung um mehr als 5°C sind sie bei Vorhandensein von Schwingungen zu hoch. Ein Reduktionsparameter nach dem Gesetz

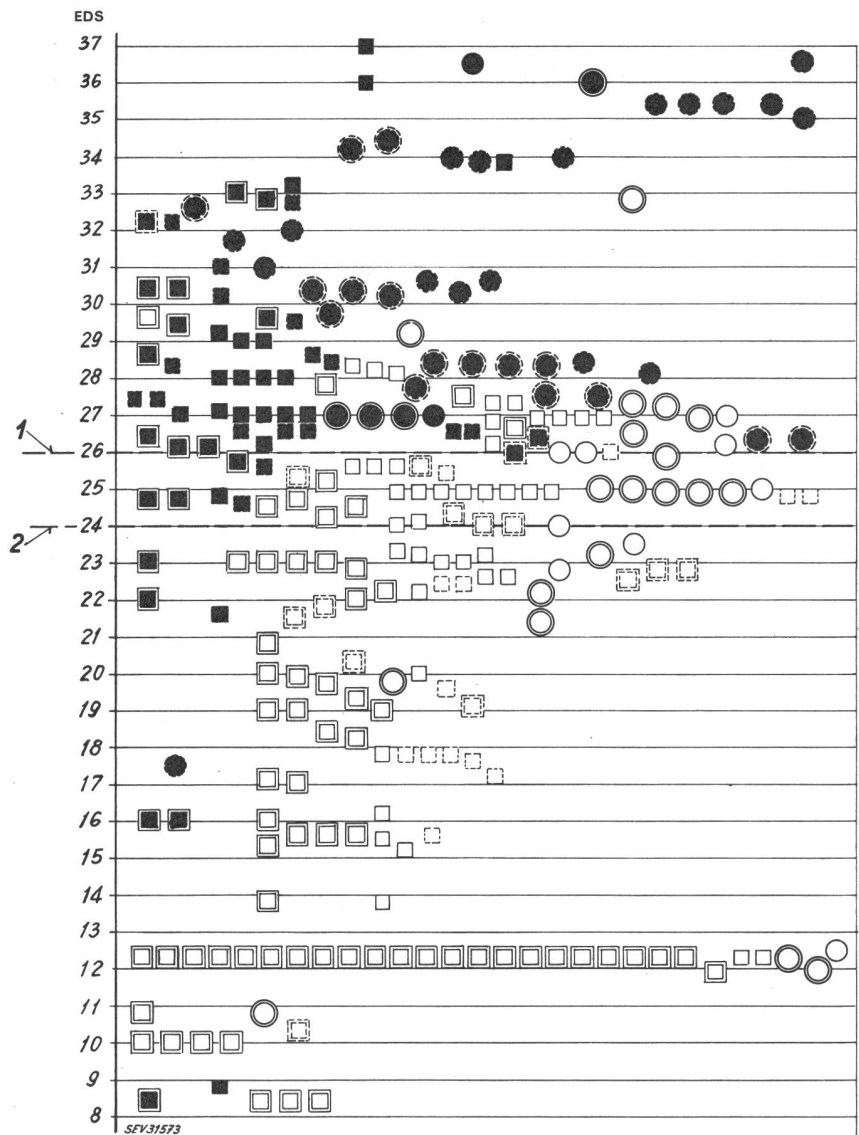
$$\sqrt[3]{\frac{t_x - t_{10}}{t_{10}}}$$

scheint hiezu ganz geeignet zu sein.

4. Berechnung der EDS-Werte

4.1 Zahlenmässige Grundwerte

In Tabelle II sind die für die Anwendung der Gl. (6) und (7) notwendigen zahlenmässigen Grundwerte enthalten.



Zahlenmässige Grundwerte

Tabelle II

| | Einheit | Aldrey | Aluminium | Kupfer | Stahlaluminium | | |
|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | 1 + 6 | 7 + 30 | 7 + 54 |
| σ_B | kg/mm ² | 30 ¹⁾ | 18 ¹⁾ | 40 ¹⁾ | 32 ²⁾ | 36,5 ²⁾ | 29,3 ²⁾ |
| k | — | — | 0,55 ³⁾ | 0,55 ³⁾ | 0,55 ³⁾ | 0,55 ³⁾ | 0,55 ³⁾ |
| σ_0 (18%) | kg/mm ² | 5,6 | — | — | — | — | — |
| γ_0 | kg/dm ³ | 2,7 | — | — | — | — | — |
| γ_x | kg/dm ³ | — | 2,703 | 8,9 | 3,48 | 3,77 | 3,39 |
| γ_x/γ_0 | — | — | 1,001 | 3,22 | 1,29 | 1,40 | 1,26 |
| d_0/d_x | — | — | 1,061 | 1,34 | 0,91 | 0,91 | 0,91 |
| n_x/n_0 | — | — | — | 0,6 ⁴⁾ | — | — | — |

1) Von der Arbeitsgruppe-EDS angenommene Werte.
2) Werte, die auf Grund des Normenentwurfes der «Conductor Working Group» des Studienkomitees Nr. 7: Aluminium der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) für Drähte von 2,5 mm Durchmesser berechnet wurden.
3) Die Konstante $k = 0,55$ ergibt sich aus dem direkten Vergleich zwischen Aldrey und Aluminium. Ihre Gültigkeit wurde dann durch den Vergleich mit dem Kupfer bestätigt. Infolgedessen wurde sie auch für die verschiedenen Konstruktionen von Stahlaluminiumleitern angenommen.
4) Mittelwert.

4.2 Leiter mit gleichem Querschnitt und Aufbau

(also mit sämtlichen Drähten gleichen Durchmessers)

Unter Anwendung der Gl. (6) und bei einer mittleren Temperatur von 10°C erhält man die in Tabelle III enthaltenen EDS-Werte.

EDS-Werte für Leiter mit gleichem Querschnitt und Aufbau

Tabelle III

| Leiter | σ_x kg/mm ² | EDS % |
|----------------------|----------------------------------|----------|
| Aluminium | 3,09 | 17,1 |
| Kupfer | 9,70 | 24,8 |
| Stahlaluminium 1 + 6 | 3,97 | 12,4 |
| 7 + 30 | 4,30 | 11,8 |
| 7 + 54 | 3,87 | 13,2 |
| Mittelwert | — | 12,5 |

4.3 Elektrisch äquivalente Leiter mit gleichem Aufbau (also mit gleicher Drahtzahl, jedoch von verschiedenen Durchmessern)

Unter Verwendung der Gl. (7), jedoch ohne den Parameter $\sqrt{n_x/n_0}$ und bei einer mittleren Temperatur von 10°C, erhält man die in Tabelle IV angegebenen EDS-Werte.

EDS-Werte für elektrisch äquivalente Leiter mit gleichem Aufbau

Tabelle IV

| Leiter | σ_x' kg/mm ² | EDS % |
|----------------|-----------------------------------|----------|
| Aluminium | 3,18 | 17,6 |
| Kupfer | 11,49 | 28,7 |
| Stahlaluminium | | |
| 1 + 6 | 3,79 | 11,9 |
| 7 + 30 | 4,10 | 11,3 |
| 7 + 54 | 3,69 | 12,5 |
| Mittelwert | | 11,9 |

4.4 Elektrisch äquivalente Leiter mit verschiedener Drahtzahl

Bei Verwendung der Gl. (7) und bei einer mittleren Temperatur von 10°C, erhält man z. B. für das Kupfer den in Tabelle V enthaltenen EDS-Wert.

EDS-Wert für elektrisch äquivalenten Kupferleiter mit verschiedenem Aufbau

Tabelle V

| Leiter | σ_x' kg/mm ² | EDS % |
|--------|-----------------------------------|----------|
| Kupfer | 8,89 | 22,2 |

5. Schlussfolgerungen

Während die unter 4.2 und 4.3 für Aluminiumleiter und unter 4.2 und 4.4 für Kupferleiter berechneten Werte praktisch denjenigen entsprechen, die bis heute von der Arbeitsgruppe der CIGRE empfohlen wurden, was eine Bestätigung darstellt, dass die Konstante k in einsichtsvoller Weise gewählt wurde, weichen die unter 4.2 und 4.3 für Stahlaluminiumleiter berechneten Werte stark davon ab. Diese entsprechen jedoch genau den Folgerungen, die aus Fig. 3 gezogen werden müssen.

Die Erfahrung und die aus den Gl. (6) und (7) erhaltenen Berechnungsergebnisse führen also zur Schlussfolgerung, dass für ungeschützte Leiter EDS-Werte laut Tabelle VI empfohlen werden sollten:

Vorgeschlagene EDS-Werte für ungeschützte Leiter

Tabelle VI

| Leiter | EDS % |
|----------------|----------|
| Aluminium | 17 |
| Aldrey | 18 |
| Stahlaluminium | 12 |
| Kupfer | 24 |

Es folgt daraus, dass unter Annahme der in Tabelle II angegebenen σ_B -Werte, die ungeschützten Leiter bei der mittleren Temperatur von 10°C nicht höher gespannt werden sollten als dies in Tabelle VII angegeben ist.

Maximale Beanspruchungen von ungeschützten Leitern

Tabelle VII

| Leiter | Maximale Beanspruchung kg/mm ² |
|----------------|--|
| Aluminium | 3,06 |
| Aldrey | 5,40 |
| Stahlaluminium | |
| 1 + 6 | 3,84 |
| 7 + 30 | 4,38 |
| 7 + 54 | 3,52 |
| Kupfer | 9,60 |

Ohne gewisse, wenn auch sehr wichtige Faktoren, wie Windrichtung und -Stärke, Art und Bewaldung des Geländes, Schnee-, Rauhref-, Eis- und Windzusatzlasten, alles Elemente, die nicht immer gut bekannt sind, zu berücksichtigen, kommt man ferner zu folgenden interessanten Feststellungen:

1. Die Schwingungsbrüche von ungeschützten Seilen sind im allgemeinen beim Vorhandensein von höheren EDS-Werten als die vorgeschlagenen, bei mittleren Temperaturen höher als 10°C oder bei Verwendung unpassender Tragklemmen eingetreten. Man muss also annehmen, dass die Leitungen, deren EDS oder mittlere Temperatur zu hoch ist oder die mit ungeeigneten Armaturen ausgerüstet sind und keinen Schaden erlitten haben, keinen oder wenig Schwingungsbeanspruchungen ausgesetzt waren.

2. Das Alter ungeschützter Leiter, die Schwingungen ausgesetzt sind, scheint eine wichtige Rolle zu spielen. Die Grenze für das Eintreten von Schwingungsbeschädigungen scheint je nach Leitermaterial zwischen 15 und 20 Jahren zu liegen.

3. Die Länge der Leitung ist nicht zu vernachlässigen, denn je länger sie ist, um so mehr kann sie durch die Veränderung der örtlichen Verhältnisse beeinflusst werden.

4. Die Wahl der mittleren Spannweite scheint im allgemeinen keinen besonderen Einfluss zu haben. Man muss jedoch bemerken, dass für zahlreiche Leitungen ein einheitlicher Wert der Seilbeanspruchung, gültig für eine theoretische mittlere Spannweite, gewählt wurde, ohne den tatsächlichen Längen der einzelnen Spannweiten besondere Achtung zu schenken. Beim Eintreten tieferer Temperaturen, nimmt ein solcher Wert bei den kleinen Spannweiten rasch zu, was eine ernste Gefahr bilden kann.

5. Holzmasten scheinen ein gewisses Dämpfungsvermögen zu besitzen. Ihr Verhalten den Schwingungen gegenüber ist besser als dasjenige der Beton- und besonders der Eisengittermasten.

6. Typ und Gewicht der Armaturen, besonders der Tragklemmen, sind von grösster Bedeutung für die Lebensdauer einer Leitung. Leichte und sehr bewegliche Tragklemmen, zusammen mit einem mässigen Deckeldruck, haben bedeutend weniger Schwingungsbeschädigungen verursacht als schwere, wenn auch bewegliche Klemmen. Schwingende und halb-schwingende Tragklemmen sind bedeutend besser als starre. Die ersteren zwei Sorten sind praktisch gleichwertig. Es ist interessant zu bemerken, dass die relative Lage der Rotationsachse der Klemme zu der Längsachse des Seiles praktisch keine Bedeutung hat.

Unter Verwendung der vorgeschlagenen EDS-Werte für ungeschützte Leiter und geeigneter Tragklemmenkonstruktion kann man im allgemeinen von Schwingungsschutzvorrichtungen absehen.

7. Bei schwingungsgefährdeten Leitungen bildet die Verwendung von Bandumwicklungen keinen Schutz: sie können sogar infolge von Hämmerungserscheinungen schädlich sein. Die «Armour rods» hingegen können die Leitungssicherheit erhöhen, wenn sie sehr sorgfältig montiert werden; sie scheinen jedoch allein nicht imstande zu sein, Schwingungsbeschädigungen bekämpfen zu können. Einzig richtig konstruierte Schwingungsdämpfer sowie, nach französi-

chem Brauch, Beiseile als Unterschlaufe angeordnet, können tatsächlich wirksam sein. Beweis dafür bieten gewisse ungeschützte Leiter mit viel höheren EDS-Werten als den empfohlenen, die nach dem Einbau solcher Schutzarmaturen keine Beschädigung mehr aufwiesen.

Adresse des Autors:

G. Dassetto, dipl. Ingenieur ETH, Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft, Feldeggstrasse 4, Postfach Zürich 34.

Literatur — Bibliographie

621.382.004.15

SEV 10 082

Semiconductor Reliability. Based on the Conference on Reliability of Semiconductor Devices, 1961, sponsored by The Working Group on S' D'... Em. By John E. Shwop and Harold J. Sullivan. New York, Reinhold; London, Chapman & Hall, 1961; 8°, IX, 309 p., fig., tab. — Price: cloth \$ 8.50.

Der Wunsch nach einer möglichst genau bekannten Lebensdauer der Halbleiter ist in Hinsicht auf die stark anwachsende Verwendung dieser Produkte verständlich. Leider sind bis heute die diesbezüglichen Untersuchungen noch spärlich. Nun ist aber ein Studium der Prüfmethoden zur Bestimmung der Lebensdauer von Transistoren nur dann interessant, wenn nachher auch eine genaue Analyse der prinzipiellen technologischen und anderen zweitrangigen Fehlern folgt.

Die Mikroanalyse, der Wiederätzprozess und die Röntgenanalyse stellen moderne Hilfsmittel dar, um die aufgeworfenen Probleme einigermaßen lösen zu können. Das vorliegende Buch schildert in einer Reihe von Aufsätzen diese Probleme, wobei darin einige interessante Beiträge, z. B. von L. E. Miller und I. M. Machintosh zu finden sind. Eine Kurzprüfung zur Bestimmung der Lebensdauer wird von den Autoren in der Anwendung hoher Junctiontemperaturen gesehen. Es ist aber auch hier zu bemerken, dass die Meinungen darüber stark auseinandergehen.

Das Buch behandelt Untersuchungen, die sich vom einfachen legierten Transistor bis zu den modernen Planartransistoren erstrecken.

Dem Prüfer, der die voraussichtliche Lebensdauer von Transistoren zu bestimmen hat, wird wieder einmal die Erkenntnis vor Augen geführt, dass die Lebensdauer kein mathematisches Problem, sondern in erster Linie ein technisches ist. B. Kurz

621.372.5

SEV 11 795

Linear Graphs and Electrical Networks. By Sundaram Seshu and Myril B. Reed. Reading, Mass.; London, Addison-Wesley, 1961; 8°, X, 315 p., fig., tab. — Addison-Wesley Series in the Engineering Sciences, Electrical and Control Systems. — Price: cloth \$ 9.75.

La théorie des circuits ou réseaux électriques, fondée au siècle passé avec les équations de Kirchhoff, a subi ces dernières décennies un essor réjouissant. On peut actuellement la considérer comme dérivant d'une théorie mathématique plus générale, la théorie des graphes. C'est la raison pour laquelle les auteurs consacrent un premier bon tiers de leur ouvrage à l'étude détaillée de la théorie des graphes, spécialement en vue de son application aux réseaux électriques. Rappelons que cette théorie a pour objet les propriétés d'un ensemble de points qui, reliés entre eux par des «branches», forment un «graphe».

Aux premiers chapitres (1 à 3) on trouve des définitions précises des divers concepts utilisés et des démonstrations rigoureuses des nombreuses lois en découlant. Les chapitres 4 et 5 établissent un pont important avec les mathématiques par l'introduction des diverses matrices des graphes. Ainsi la théorie dispose du puissant outil mathématique que représente le calcul matriciel.

Fortsetzung auf Seite 1287

Le deuxième tiers de l'ouvrage concerne l'application des théories précédentes aux réseaux électriques, que ce soit leur analyse (chap. 6) ou, problème plus délicat, leur synthèse (chap. 8). Ce dernier problème se restreint d'ailleurs aux réseaux passifs sans couplages inductifs.

Dans la dernière partie de l'ouvrage sont traitées plus succinctement d'autres applications de la théorie générale des graphes: circuits à contacts, systèmes à séquence, circuits logiques, réseaux de communication, graphes de fluence, etc. (chap. 9 et 10).

Les auteurs, tous deux professeurs dans de hautes écoles américaines, destinent cet ouvrage aux étudiants avancés ayant déjà des connaissances de base sur la théorie des circuits et sur le calcul matriciel. Chaque chapitre est suivi d'une liste de problèmes s'y rapportant. A la fin de l'ouvrage, un appendice donne l'énoncé de toute une série de problèmes, les uns à titre d'exercice, les autres non encore résolus pouvant faire l'objet de recherches avancées (suggérés comme thèses de doctorat).

Une abondante liste bibliographique (200 références) clôture cet ouvrage d'une tenue et présentation irréprochables. Il satisfait tout lecteur désireux d'approfondir ses connaissances dans cette discipline encore en plein développement. R. Dessoulay

539.163 : 621.384.2

SEV 11 872

International Directory of Radioisotopes. Part I: Unprocessed and processed radioisotope preparations and special radiation sources. Part II: Compounds of carbo-14, hydrogen-3, iodine-131, phosphorus-32 and sulphur-35. Vienna, 2nd ed. 1962; 8°, XL, 700 p., tab. — Price: cloth Fr. 31.50.

Bereits drei Jahre nach Erscheinen der ersten Auflage hat die Internationale Atomenergie-Agentur in Wien sich veranlasst gesehen, die zweite erscheinen zu lassen. Dies weist einerseits auf die gute Aufnahme hin, die dieser Katalog in den interessierten Kreisen gefunden hat, andererseits auf die rasche Entwicklung dieses Gebietes, die auch in den vergangenen Jahren angehalten hat.

Der Aufbau des Katalogs ist im wesentlichen derselbe geblieben. Er zerfällt in einen ersten Teil, der alle aufgearbeiteten und unaufgearbeiteten Radioisotope, sowie besondere Strahlenquellen aufführt, und einen zweiten, in dem die mit C-14, I-131, P-32 und S-35 markierten Moleküle zu finden sind. Im Gegensatz zur ersten Auflage sind beide Teile in einem Band von normalem Buchformat zusammengefasst und somit handlicher. Neu hinzugekommen ist im ersten Teil eine Aufstellung der Zentren, die unaufgearbeitete (unprocessed) Radioisotope und Service-Be-strahlungen offerieren. Hingegen wurden diesmal alle Radioisotope weggelassen, deren Halbwertszeit weniger als zwei Stunden beträgt, oder die nur in unaufgearbeitetem Zustand erhältlich sind. Die Angaben über Halbwertszeit, Strahlung und Wirkungsquerschnitt wurden überarbeitet und ergänzt.

Die Tabellen enthalten die Namen der Hersteller, Bestellnummer, spezifische und totale Aktivität, die geliefert werden kann, und die Preise. Druck und Aufmachung sind einwandfrei.

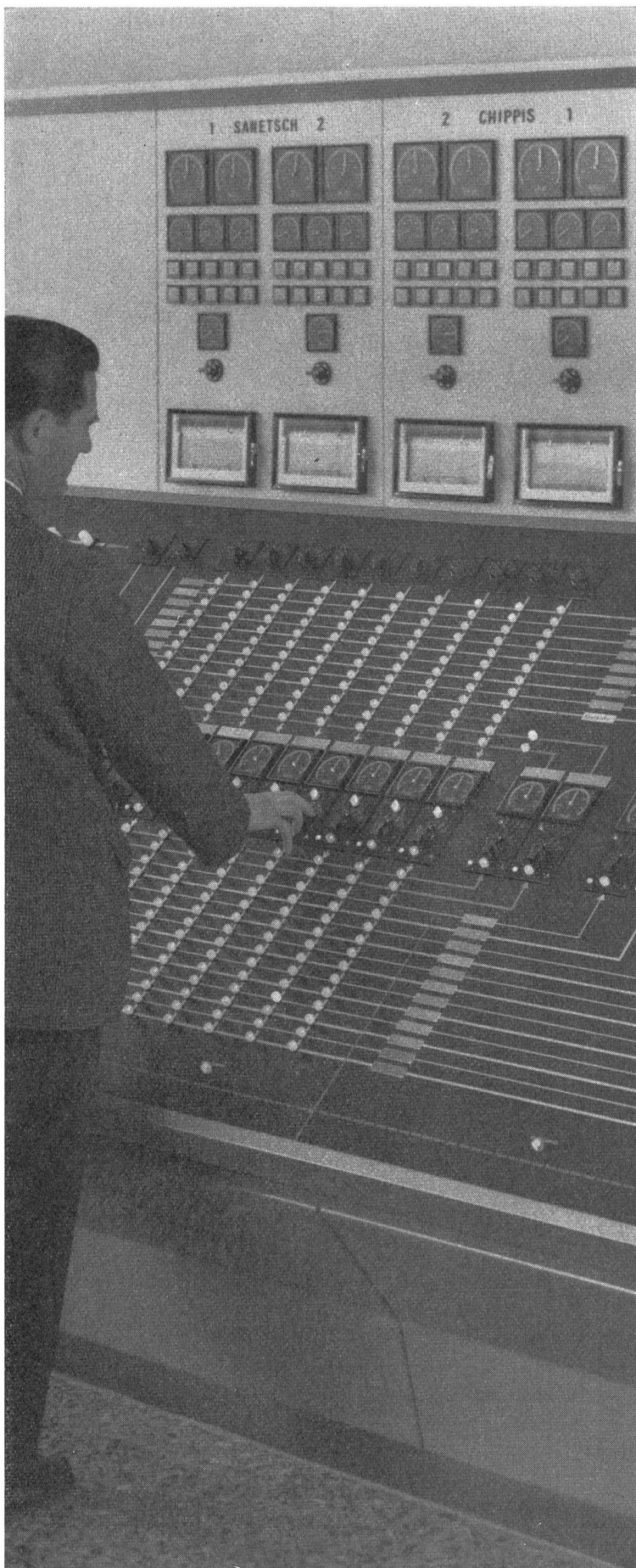
Der Katalog ist jedem zu empfehlen, der mit Radioisotopen zu tun hat. P. Tempus

Suite voir page 1287



Unseren Geschäftsfreunden
wünschen wir
ein glückliches und erfolgreiches
Neues Jahr

AG. Brown, Boveri & Cie., Baden



Wir planen und liefern
Mess- und
Summierungseinrichtungen
für Kraftwerke und
Unterstationen nach
modernsten Prinzipien
unter Verwendung
bewährter, wartungsfreier
Geräte und Bauteile

camille bauer

Camille Bauer AG, Basel, Dornacherstrasse 18, Telefon (061) 34 24 40, Telex 62159

EOS Poste de couplage de Chamoson