

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 49 (1958)  
**Heft:** 24

**Rubrik:** Communications ASE

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.01.2025

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

darum, die mechanische Anordnung so zu treffen, dass dieser Verhältniswert wenn möglich ausserhalb von 2 liegt. Die Überprüfung der Verhältnisse unter Zugrundelegung der aus der statischen Berechnung erhaltenen Querschnittswerte und Isolatorabstände hat ergeben, dass hinsichtlich Resonanz keine Gefährdung der Sammelschiene zu erwarten ist.

Es sei noch kurz auf den Einfluss der beim Schweißen auftretenden hohen Temperatur auf die Festigkeit des Aluminiums hingewiesen. Das verwendete Reinaluminium hat eine so tiefe Streckgrenze, dass durch das Schweißen höchstens lokale Festigkeitsreduktionen eintreten. Nach Angaben der AIAG dürfte der Bereich, in welchem eine Schwächung auftreten kann, höchstens 1 bis 2 cm um die Schweissnaht herum liegen. Um diese etwas schwächeren Stellen nicht in Rechnung stellen zu müssen, wurden sie nach Möglichkeit in die Befestigungsstellen der Isolatoren verlegt. So kommt es, dass die Expansionsstellen hauptsächlich auf Isolatoren sitzen. Bei den Sammelschienen-Expansionsverbindungen kommt noch ein weiteres Problem hinzu. Die

Schienen sollen sich in der Längsrichtung ausdehnen können, dürfen sich aber in der Querrichtung bei Kurzschlüssen nicht ausbiegen. Um dies zu erreichen, wurden Kulissen angebracht, die vom einen freien Ende des Doppel-U-Schienenendes in das Innere des nächsten freien Endes reichen und so die Längsausdehnung erlauben, dagegen die seitliche Ausbiegung der freien Enden verhindern.

Wie eingangs erwähnt, wurden zwei Aluminium-U-Profile gewählt, welche zwecks guter Luftzirkulation und Erhöhung des Widerstandsmomentes über Aluminium-Distanzstücke zusammengeschweisst werden mussten. Diese Schweissarbeiten brachten beträchtliche Umtriebe. Heute ist es möglich, ein Hohlprofil herzustellen, bei welchem das Zusammenschweißen der Einzelprofile wegfällt, was die Anwendung dieser Schienenkonstruktion noch weiter erleichtert.

Adresse der Autoren:

H. Schiller, Vizedirektor, und E. Eichenberger, Oberingenieur der Motor-Columbus A.-G., Parkstrasse 27, Baden (AG).

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Eine bemerkenswerte Störung

621.315.62.004.6

Die versuchsmässig ermittelte Verminderung der Isolation wegen Verunreinigungen auf Isolatoren im betauten bzw. begregneten Zustand findet durch eine bemerkenswerte Störung, die sich an einer 25-kV-Transformatorstation der Oberösterreichischen Kraftwerke A.-G. (OKA), Linz, unter eigenartigen Verhältnissen zutrug, ihre Bestätigung:

Bei einer 25-kV-Transformatorstation musste an den beiden Wetterseiten der Aussenputz erneuert werden. Hiezu wurde der Mörtel einerseits mit einem dichtenden Zusatzmittel, andererseits im Hinblick auf die fortgeschrittene Jahreszeit mit einem Frostschutzmittel versetzt. Einige Stunden nach Fertigstellung dieser baulichen Instandsetzungsarbeiten trat unerwarteterweise ein heftiger Regenfall auf, der die ganze Nacht anhielt. Der durch starken Sturm gegen die Transformatorstation getriebene Regen verursachte nun ein starkes Abschwemmen der am Vortag aufgetragenen und noch nicht abgeordneten Färbelung. Die von der Giebelmauer gegen die Hochspannungseinführung abfliessende Mauerfarbe bildete auf den Glasfenstern und auf den Porzellandurchführungen einen zusammenhängenden Flüssigkeitsfilm; infolge seiner relativ starken Leitfähigkeit (sodahaltiges Frostschutzmittel) verursachte dieser einen zweipoligen Erdschluss, welcher sich zu einem Kurzschluss über alle drei Leiter ausweitete. Durch den entstandenen Lichtbogen wurden (ausser den zwei Drähten einer in unmittelbarer Nähe vorbeiführenden Fernspretleitung) alle drei Aluminium-Anschlussbügel abgeschmolzen sowie alle drei Glaseinführungsfenster einschliesslich Porzellandurchführungen zerstört. G. Irresberger

### L'électricité et l'éclairage à l'Exposition de Bruxelles

061.4(100) : 621.311 + 628.974

Quoique l'exposition ait fermé ses portes, il peut être intéressant de connaître les problèmes posés au point de vue alimentation en énergie électrique d'une semblable manifestation. M. Boereboom, Directeur des Travaux publics de la ville de Bruxelles donne les indications suivantes:

L'exposition de 1935 avait une puissance installée de 18 000 kVA. La première estimation pour 1958 atteignait 40 000 kVA, mais une fois les exigences exactes de chaque participant connues, la puissance totale raccordée a atteint 60 000 kVA. Le facteur d'utilisation a été fixé à 0,4 et les installations ont été calculées pour cette puissance, les câbles supportant en outre une surcharge de 20 %.

L'énergie électrique est livrée par une centrale distante de 4 km de l'exposition et transportée à celle-ci par 8 câbles  $3 \times 185 \text{ mm}^2$  11 kV. Elle arrive à deux stations distributrices haute tension, d'où elle repart au travers de l'exposition alimenter 103 cabines transformatrices de 50 à 3000 kVA de puissance. La puissance unitaire des transformateurs est de 400 kVA et la tension secondaire de 220 V. Chaque cabine peut être alimentée par l'une ou l'autre des stations distributrices. Les consommateurs ayant une puissance installée inférieure à 15 kVA sont alimentés directement en basse tension. Il a été posé en haute tension 11 kV: 43 km de câbles  $185 \text{ mm}^2$  et 24 km de câbles  $70 \text{ mm}^2$ , en basse tension 220 V: 26 km de câbles  $70 \text{ mm}^2$  et 70 km de câbles  $25 \text{ mm}^2$ .

Un groupe électrogène de secours d'une puissance de 400 kVA entre automatiquement en service en cas de panne. Il alimente avec 300 kVA un éclairage de secours, 100 kVA restant au service de l'atomium. Cet éclairage de secours fonctionne normalement toute la nuit sur le réseau normal en même temps que l'éclairage complet qui, lui, est déclenché au milieu de la nuit ou en cas de panne.

Des renseignements très intéressants sont donnés par l'orateur sur toutes les questions d'éclairage extérieur, les éclairages particuliers, ceux des façades, des places, des jeux d'eau et des parcs. Il serait trop long d'énumérer ces données.

J. Cuénoud

### Quelques considérations sur les Journées de l'Eclairage

organisées à Reims du 23 au 26 avril 1958 par L'Association Française des Eclairagistes

061.3(44) : 628.93

Les séances de travail ont eu lieu en présence de 250 délégués et 40 invités provenant de 9 pays au Théâtre de Reims. Les thèmes principaux développés ont été les suivants: Enseignement de l'éclairage, colorimétrie et anomalie dans la vision des couleurs, tendance actuelle en éclairage public dans les différents pays et la lumière à l'exposition de Bruxelles. Il n'est pas possible en quelques phrases de résumer chacun de ces sujets.

#### 1. Enseignement de l'Eclairage

Nous constatons que l'activité humaine se poursuit de plus en plus pendant la soirée et les heures avancées de la nuit. Cela n'a été possible que grâce au développement prodigieux de l'éclairage artificiel. Ce développement n'a pas toujours été suivi d'une utilisation rationnelle des sources lumineuses et il faut en rechercher la cause dans la complexité des pro-

blèmes à résoudre. En effet, s'il était relativement facile il y a quelque 40 ou 50 ans d'ajouter quelques lampes pour parfaire un éclairage désuet, sans rechercher la solution la meilleure, il n'en est plus de même maintenant que l'on possède des foyers de puissances élevées et que l'on exige des niveaux d'éclairage très supérieurs à ce qu'ils étaient précédemment.

La technique de l'éclairage est devenue une véritable science et il est intéressant de savoir comment celle-ci est enseignée dans les différents pays qui nous entourent. Quelles sont tout d'abord les personnes à instruire? En premier lieu, les techniciens et ingénieurs qui ont à résoudre les problèmes posés par les urbanistes, les architectes, les industriels, etc. La réalisation des solutions trouvées incombera à la seconde catégorie, soit aux fabricants et aux installateurs. Il faut en effet que ceux-ci comprennent la raison du choix de l'exécution décidée et qu'ils ne travaillent pas à l'aveuglette. Il reste enfin une troisième catégorie, celle des usagers, ouvriers d'usine, personnel de bureau, commerce, banque, école, etc., et encore le grand public, chez lui, dans son intérieur, au spectacle. Son éducation dans ce domaine peut être rudimentaire, mais elle doit lui éviter tout au moins des fautes élémentaires préjudiciables à une bonne vision.

#### a) France

L'enseignement aux techniciens et ingénieurs (non encore spécialisés en éclairagisme) se fera par cours donnés pendant les études ou par cours post-scolaires. Le nombre d'heures d'enseignement est très variable, il oscille entre 4 et 40 heures, accompagnées généralement d'interrogatoires et de projets. Les cours post-scolaires s'échelonnent soit sur quelques semaines avec cours journaliers complets ou sur quelques mois avec un ou deux cours par semaine.

Pour les futurs praticiens, on trouve tout d'abord les lois élémentaires relatives à la lumière et aux propriétés des sources lumineuses enseignées dans les écoles professionnelles, les centres d'apprentissage et les écoles techniques. Le candidat au professorat pour les écoles précitées sera formé d'une façon plus approfondie et s'exercera pour terminer un travail pratique d'installation d'éclairage.

Les connaissances du praticien seront développées par des cours organisés dans les différentes villes de France par l'Association Française des Eclairagistes (AFE), par des cours donnés par correspondance ou par des institutions privées (Philips).

Le public enfin constitue la grande masse des usagers de la lumière et, sans faire un spécialiste de tout un chacun, il faut lui inculquer au moins les notions de l'éblouissement, du niveau minimum de l'éclairage, etc. Il y a là un gros effort à accomplir, effort qui se poursuit ensuite par la présentation de films documentaires, de conférences, d'expositions, des stands de démonstration avec exemples de mauvais et de bons éclairages, etc. Cette vulgarisation est faite par les fabricants de lampes, de matériel d'éclairage, etc.

#### b) Suisse

Il n'est guère question d'éclairage dans les écoles du premier degré (primaires et collèges). Au second degré (écoles professionnelles) ces questions sont plus développées et enfin de cours complets sont donnés dans les écoles d'ingénieurs à raison de 20 à 30 heures de conférences et de 10 à 15 heures d'exercices pratiques. On utilise pour ces cours le Manuel Suisse de l'Eclairagisme. Enfin des cours et conférences sont organisés périodiquement par l'ASE.

#### c) Allemagne

Pas d'enseignement de l'éclairage dans les écoles primaires. Par contre, de nombreux cours sont organisés à l'intention des chefs d'entreprises d'installation et d'éclairage, des chefs et employés d'industrie, de spécialistes et urbanistes. Des cours spéciaux sont donnés dans la plupart des écoles polytechniques.

#### d) Belgique

Egalement pas d'enseignement de l'éclairage au degré primaire. Le Comité national belge de l'éclairage patronne des cours donnés aux installateurs-éclairagistes. Des cours du deuxième degré de 2 à 30 heures sont organisés dans les hautes écoles et universités belges.

#### e) Hollande

L'influence de Philips se fait sentir par ses conférences et démonstrations. Au 3<sup>e</sup> degré, l'Université d'Utrecht donne

un cours de 70 heures pendant 2 ans à des physiciens en éclairage. Enfin Philips organise des cours de perfectionnement pour son propre personnel supérieur.

Il serait trop long de continuer cette énumération. Concluons simplement qu'un gros effort doit et peut être fait en matière d'enseignement et de vulgarisation des problèmes de l'éclairage. Il faut attirer et retenir davantage l'attention des étudiants et chercher à former de véritables éclairagistes conscients de la beauté de cette tâche: répandre la lumière de façon rationnelle pour le bien et la joie de ses semblables.

## 2. Eclairage public

Les tendances et l'état de développement de l'éclairage public dans les différents pays ont été influencés par des considérations particulières à chacun de ceux-ci. Les différences de climat, les habitudes de la population, la densité du trafic et la qualité des routes sont autant de facteurs qui ont influencé ce développement. L'existence d'importantes fabriques de luminaires ou de lampes a donné une impulsion déterminée à l'éclairage public. On trouve ainsi certains pays fortement équipés de lampes à vapeurs de mercure ou de sodium, et d'autres où le tube à fluorescence a la prépondérance. Cependant, les caractéristiques principales, éclairage, uniformité, luminance, absence d'éblouissement, etc. gardent toutes leurs valeurs. Le rôle principal de l'éclairage public reste d'indiquer à l'usager de la route l'état de celle-ci et la direction à suivre et à lui montrer le mieux possible les dangers et les obstacles gênant la circulation.

Les appareils d'éclairage public peuvent être classés en trois catégories principales, suivant l'angle de réflexion, soit:

- 0 à 85° (par rapport à l'axe vertical), utilisés pour de grands espacements, danger d'éblouissement.
- 0 à 80°, pour des distances plus courtes, éblouissement moindre.
- 0 à 70°, pour de petits espacements, des chaussées mates, revêtements rugueux, aucun éblouissement.

Des prescriptions ou des recommandations pour l'exécution d'installations d'éclairage public existent dans la plupart des pays. Les indications importantes concernant le type d'armatures, l'intensité lumineuse des lampes prévues, l'espacement et la hauteur des foyers doivent être complètes et précises. On tend actuellement à une diminution de l'espacement des foyers donnant une meilleure courbe de répartition lumineuse et un confort visuel augmenté. Le rapport entre l'espacement des foyers et leur hauteur est de 3,5 à 4 pour les artères principales à grand trafic et atteint 5 à 7 pour les rues secondaires. L'éclairage recommandé est de 15 à 30 lux, respectivement 1 à 2 lux. Ces valeurs donnent un flux lumineux spécifique de 35 à 125 lm/m<sup>2</sup> resp. 3 à 10 lm/m<sup>2</sup>.

L'illumination des bâtiments, édifices publics, ponts, monuments ne peut être définie par des règles précises. Il faut tenir compte de la couleur du matériau à éclairer, pierre, métal, de la couleur et de la propreté des surfaces, du lieu, de l'éclairage ambiant, etc.

Une attention toute spéciale doit être donnée à l'éclairage des tunnels routiers. L'éclairage très fort de l'entrée diminuant ensuite progressivement permettra à l'œil de s'accoutumer à la transition entre l'éclairage naturel diurne et l'éclairage artificiel réduit régnant au centre du tunnel. Les valeurs de ces éclairages seront fonction de la longueur du tunnel, de la densité du trafic, de la vitesse moyenne des véhicules et du facteur de réflexion tant de la chaussée que des parois et du plafond.

J. Cuénoud

## Kühlluftbedarf — graphisch ermittelt

621 — 712 : 518.3

Bei einer Vielzahl von Aufgaben der Technik wird die entstehende Wärme zuletzt an die Luft der umgebenden Atmosphäre abgeführt. So werden z.B. Kraftmaschinen, grosse Getriebe und Lager, Transformatoren, elektrische Maschinen, Senderöhren u. a. m. mit Luft gekühlt. Aber auch die zum Zwecke der Lufterhitzung gebauten Wärmeaustauscher, wie sie bei der Raumheizung und selbst beim Haartrockner des Coiffeurs Verwendung finden, müssen hier erwähnt werden.

Aus dieser Auswahl erkennt man schon, wie häufig dieses Problem auftritt. Jeder Techniker weiss nun, dass man bis zur endgültigen Fixierung einer Lösung stets mehrere Möglichkeiten durchrechnen muss, und wird es daher, falls er mit

einer dieser Aufgaben zu tun hat, sicher begrüßen, wenn ihm dafür ein Rechenbehelf zur Verfügung steht. Diesen Rechenbehelf stellt das vorliegende Nomogramm dar, dessen Handhabung im folgenden gezeigt werden soll. Zunächst sollen aber die verwendeten Buchstabensymbole sowie die dargestellten Beziehungen besprochen werden.

Es bedeuten:

$Q_h$ [kcal/h]	stündlich überzuführende Wärmemenge
$P$ [kW]	abzuführende elektrische Leistung
$G_h$ [kg/h]	stündliches Durchsatzgewicht der Luft
$V_h$ [m <sup>3</sup> /h]	stündliches Durchsatzvolumen der Luft
$c_p$ [kcal/kg °C]	spezifische Wärme der Luft bei konstantem Druck
$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	spezifisches Gewicht der Luft
$\Delta t$ [°C]	Temperaturerhöhung der Luft
$t$ [°C]	Temperatur beim Ein- bzw. Austritt
$T$ [°K]	absolute Temperatur beim Ein- bzw. Austritt
$R$ [kgm/kg °C]	allgemeine Gaskonstante
$p$ [mm WS]	Druck der Luft
$b$ [mm Hg]	Barometerstand

Bei den Berechnungen wird reine und trockene Luft vorausgesetzt. Diese Annahme reicht in den meisten Fällen der Praxis aus und erlaubt die Verwendung der Gaskonstante mit  $R=29,27$  kgm/kg °C sowie der spezifischen Wärme mit  $c_p=0,24$  kcal/kg °C. Bei verunreinigter und feuchter Luft

müssen für genaue Berechnungen die Werte entsprechend korrigiert werden.

Es ist allgemein bekannt, dass jeder Körper — soweit er nicht gerade einer Zustandsänderung unterliegt — bei Wärmezufuhr eine Temperaturerhöhung erfährt. Diese Erhöhung ist proportional der zugeführten Wärmemenge, sowie umgekehrt proportional dem Gewicht und der spezifischen Wärme jenes Körpers. Findet die Übertragung der Wärme auf stetig strömende Luft statt und kann sie im Zeitraum der Betrachtung als stationär angesehen werden, so wird die Luft eine Temperaturerhöhung erfahren, die durch das Produkt aus dem reziproken Wert der spezifischen Wärme und dem Verhältnis der stündlichen Wärmezufuhr zum Durchsatzgewicht bestimmt wird:

$$\Delta t = \frac{Q_h}{G_h c_p} \tag{1}$$

Entsteht die überzuführende Wärme aus elektrischer Energie, so muss diese von kW in kcal/h umgerechnet werden:

$$Q_h = 860 P \tag{2}$$

Um das für die Dimensionierung der Leitungsquerschnitte wichtige, stündlich durchströmende Volumen — wie es aus der Gleichung

$$V_h = G_h / \gamma \tag{3}$$

folgt — bestimmen zu können, muss man das spezifische Gewicht der Luft ermitteln. Dieses ergibt sich aus der allgemei-

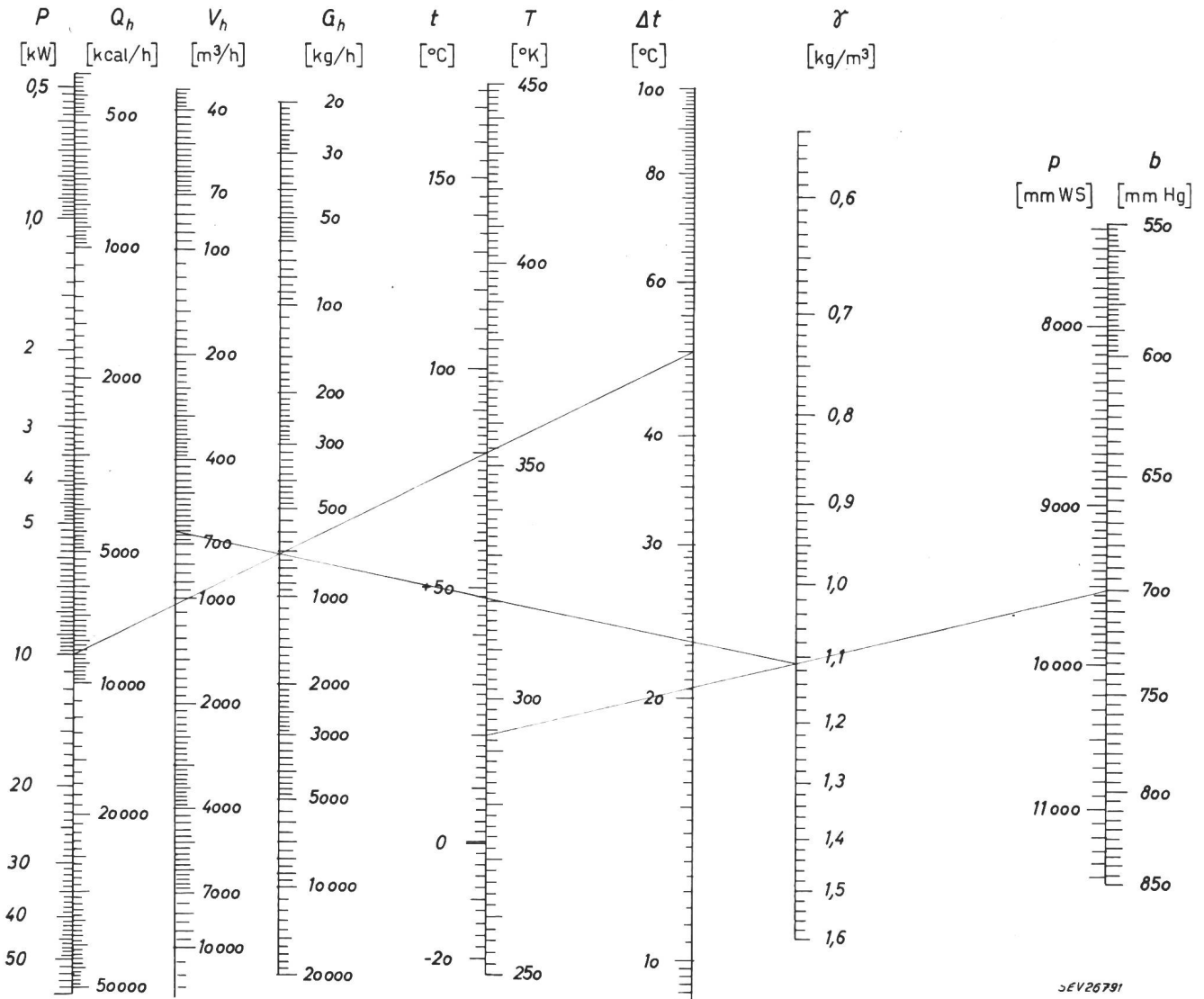


Fig. 1  
Nomogramm zur Ermittlung des Kühlluftbedarfs

nen Gasgleichung bei Kenntnis der Temperatur und des Druckes im betrachteten Zustand:

$$\gamma = \frac{P}{RT} \quad (4)$$

Da in manchen Fällen der Barometerstand berücksichtigt werden muss, soll noch die Umrechnung von [mm Hg] in [mm WS] vermerkt werden:

$$p = 13,6 b \quad (5)$$

Damit sind nunmehr alle für das Nomogramm benötigten Beziehungen zusammengestellt.

Bei der Berechnung des Kühlluftbedarfes mit Hilfe des Nomogrammes in Fig. 1 geht man nun wie folgt vor: Der Wert der abzuführenden Wärmemenge wird — je nach Angabe — auf der  $Q_h$ - bzw.  $P$ -Leiter markiert und mit dem der zulässigen Temperaturerhöhung auf der  $\Delta t$ -Leiter durch eine Gerade verbunden. Diese gibt im Schnitt mit der  $G_h$ -Skala das stündlich benötigte Luftdurchsatzgewicht an. Die Verbindungsgerade zwischen dem Wert des Barometerstandes auf der  $b$ -Leiter (bzw. des Luftdruckes auf der  $p$ -Leiter) und dem Temperaturwert der eintretenden Luft auf der  $t$ - bzw.  $T$ -Skala fixiert auf der  $\gamma$ -Leiter das zugehörige spezifische Gewicht. Zieht man nun von diesem  $\gamma$ -Wert durch den vorhin gefundenen Wert des stündlichen Durchsatzgewichtes eine Gerade, so kann man in ihrem Schnitt mit der  $V_h$ -Skala schliesslich das gesuchte stündliche Eintrittsvolumen der Luft ablesen.

Da die Austrittstemperatur leicht als Summe der Eintrittstemperatur und der Temperaturerhöhung ermittelt werden kann, ist es möglich, auf dem selben Weg wie vorhin, das spezifische Gewicht für die nunmehr erwärmte Luft zu bestimmen. Aus dem gleichbleibenden Durchsatzgewicht lässt sich damit aber auch das Austrittsvolumen finden, so dass danach die erforderlichen Strömungsquerschnitte bereits bemessen werden können.

An Hand des eingezeichneten Zahlenbeispiels soll nochmals der ganze Weg dargelegt werden: Die Verlustleistung eines Transformators beträgt  $P = 10$  kW, so dass zur Kühlung eine stündliche Wärmemenge  $Q_h = 8600$  kcal/h abgeführt werden muss. Das erforderliche Kühlluftvolumen ist also zu bestimmen. Der Zustand der Kühlluft beim Eintritt wird mit  $t = 20^\circ\text{C}$  ( $T = 293^\circ\text{K}$ ) bei einem Barometerstand  $b = 700$  mm Hg bzw.  $p = 9520$  mm WS festgestellt. Somit ist das spezifische Gewicht der eintretenden Luft  $\gamma = 1,11$  kg/m<sup>3</sup>. Wird nun eine Erwärmung der Kühlluft um  $\Delta t = 50^\circ\text{C}$  zugelassen, so folgt das benötigte Luftgewicht  $G_h = 716$  kg/h, das dem stündlichen Eintrittsvolumen  $V_h = 646$  m<sup>3</sup>/h entspricht.

Selbstverständlich kann die Rechnung auch bei Umkehrung der Fragestellung einfach durchgeführt werden. Man kann sogar — allerdings mit einiger Vorsicht — die Skalenergebnisse mit 10er Potenzen multiplizieren und erhält so einen weit grösseren Anwendungsbereich des Nomogrammes.

E. J. A. Stiasny

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Studie über Impulsphasenmodulation (PPM)

621.376.55

[Nach R. Kaenel, H. Pfyffer und H. E. Weber: Studie über die Impulsphasenmodulationsanlage. Techn. Mitt. PTT Bd. 36 (1958), Nr. 1, S. 1...12]

Die Güte eines Übertragungssystems lässt sich anhand der von Shannon definierten Kanalkapazität erfassen. In der statistischen Nachrichtentheorie nach Wiener und Shannon wird der Informationsgehalt  $i$  einer Nachrichtengruppe mit  $n$  einzelnen Informationen (Symbolen) wie folgt definiert:

$$i = k \cdot \ln(n)$$

wobei  $k$  eine Konstante ist.

Die Dauer der Nachrichtengruppe  $n$  sei  $t$  (wobei  $n$  seinerseits eine Funktion von  $t$  sein kann:  $n = n(t)$ ). Daraus erhält man den Nachrichtenfluss als Quotienten  $i/t$ . Es zeigt sich nun, dass in allen praktischen Fällen der Nachrichtenfluss für  $i$  gegen unendlich einem wohldefinierten Grenzwert zustrebt, vorausgesetzt, dass alle Nachrichtengruppen  $n$  der Dauer  $t$  a priori gleich wahrscheinlich vorkommen. Diesen Grenzwert benützt Shannon als Definition der Kanalkapazität:

$$c = k \cdot \lim_{t \rightarrow \infty} \left\{ \frac{\ln n(t)}{t} \right\}$$

Rechnet man im Logarithmus zur Basis 2 und setzt  $k = 1$ , so ergibt sich als Dimension der Kanalkapazität

$$c = \lim_{t \rightarrow \infty} \left\{ \frac{\log_2 n(t)}{t} \right\} \text{ [Bit/s]}$$

Eine der wichtigsten Störungsarten, die die Kanalkapazität eines Systems beschränken, ist das Rauschen. Im folgenden sollen deshalb die Kanalkapazitäten verschiedener, mit weissem Rauschen gestörter Übertragungssysteme verglichen werden.

Zuerst der *amplitudenmodulierte Kanal*: das amplitudenmodulierte, auf eine obere Grenzfrequenz  $f_0$  beschränkte NF-Signal kann durch eine Reihenentwicklung als amplitudenmodulierte Impulse der Repetitionsfrequenz  $2f_0$  dargestellt werden. Andererseits ist die durch die Statistik bestimmte Amplitudenstufenzahl gleich  $\sqrt{1 + P_S/P_R}$  ( $P_S$  Signalleistung im Nutzfrequenzband,  $P_R$  Rauschleistung im Nutzfrequenzband).

Daraus berechnet sich die Kanalkapazität zu

$$c = f_0 \cdot \log_2(1 + P_S/P_R)$$

Diese Beziehung ist aber nicht nur für amplitudenmodulierte Kanäle gültig, sondern für jede Übertragungsart, vorausgesetzt, dass der entsprechende Ausdruck für  $P_S/P_R$  eingesetzt wird.

Die Signalleistung  $P_S$  der zu übertragenden Information kann in Beziehung gebracht werden zur Leistung  $P_T$  des Trägers (HF-Welle, Impulsreihe). Ebenso lässt sich die Rauschleistung  $P_N$  im Übertragungsfrequenzband mit der Rauschleistung  $P_R$  im Nutzfrequenzband vergleichen, d. h. das gesuchte Verhältnis  $P_S/P_R$  lässt sich als Funktion von  $P_T/P_N$  angeben.

Für PPM sei der Berechnungsgang angedeutet:

Die Impulsfolgefrequenz sei  $2f_0$ , die Übertragungsbandbreite  $f_v$ . Für die Einschwingzeit  $t_g$  des Übertragungssystems gibt Küpfmüller die Abschätzungsformel

$$t_g = \frac{1}{2f_v}$$

Dies ist gleichzeitig der günstigste Wert für die Impulsbreite, denn die volle Steilheit des Einschwingens und die Amplitude  $U_p$  der ursprünglichen Rechteckimpulse werden noch erreicht, ohne dass andererseits die Impulsleistung wegen übermässiger Impulsbreite unnötig ansteigt. Es ergibt sich daraus in guter Näherung eine Flankensteigung  $2U_p f_v$ .

Der maximale Zeithub  $t_h$  ist:

$$t_h \leq \frac{1}{4f_0}$$

und damit die Signalleistung:

$$P_S \leq \frac{t_h^2}{2} = \frac{1}{32f_0^2}$$

Die Rauschamplitude  $\sqrt{P_N}$  wird bei der Auswertung der PPM durch Diskriminierung der Hinterflanke um die Steilheit dieser Flanke verringert. Berücksichtigt man ferner, dass bei weissem Rauschen die Rauschleistung proportional der Bandbreite ist, so erhält man für die Rauschleistung  $P_{N0}$  pro NF-Frequenzband

$$P_{N0} = P_N \frac{f_0}{f_v}$$

### Communications de nature économique

**Données économiques suisses**  
(Extraits de «La Vie économique» et du «Bulletin mensuel Banque Nationale Suisse»)

N°		Septembre	
		1957	1958
1.	Importations . . . . .	654,6	595,6
	(janvier-septembre) } en 10 <sup>6</sup> fr. {	(6417,7)	(5469,6)
	Exportations . . . . .	558,6	573,4
	(janvier-septembre) } en 10 <sup>6</sup> fr. {	(4903,0)	(4812,3)
2.	Marché du travail: demandes de places . . . . .	1 154	2 554
3.	Index du coût de la vie*)	179,9	182,9
	Index du commerce de gros*)	222,7	214,9
	Prix courant de détail*): (moyenne du pays) (août 1939 = 100)		
	Eclairage électrique ct./kWh	34 (92)	34 (92)
	Cuisine électrique ct./kWh	6,6 (102)	6,6 (102)
	Gaz ct./m <sup>3</sup> . . . . .	29 (121)	29 (121)
	Coke d'usine à gaz fr./100 kg	21,11(275)	19,89(259)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 42 villes . (janvier-septembre) . . . . .	1 282	2 229
		(11 920)	(12 443)
5.	Taux d'escompte officiel . . %	2,50	2,50
6.	Banque Nationale (p. ultimo)		
	Billets en circulation . . 10 <sup>6</sup> fr.	5 605	5 673
	Autres engagements à vue 10 <sup>6</sup> fr.	2 281	3 142
	Encaisse or et devises or 10 <sup>6</sup> fr.	7 869	8 888
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	92,74	94,98
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois)		
	Obligations . . . . .	90	100
	Actions . . . . .	357	430
	Actions industrielles . . . . .	512	582
8.	Faillites . . . . .	35	38
	(janvier-septembre) . . . . .	(281)	(372)
	Concordats . . . . .	17	16
	(janvier-septembre) . . . . .	(125)	(120)
9.	Statistique du tourisme		
	Occupation moyenne des lits existants, en % . . . . .	Août 1957	Août 1958
		76,3	70,9
10.	Recettes d'exploitation des CFF seuls		
	Recettes de transport Voyageurs et marchandises . . . . .		
	(janvier-août) . . . . .	78,0	76,5
	Produits d'exploitation . . . . .		
	(janvier-août) . . . . .	84,6	83,0
		(627,1)	(597,4)

\*) Conformément au nouveau mode de calcul appliqué par le Département fédéral de l'économie publique pour déterminer l'index général, la base juin 1914 = 100 a été abandonnée et remplacée par la base août 1939 = 100.

und davon als störenden Anteil

$$P_R = \left( \frac{\sqrt{P_N}}{U_p t_g} \right)^2 = \frac{P_N}{(2 f_v U_p)^2} = \frac{P_{N0}}{4 f_v f_0 U_p^2}$$

Die Impulsleistung errechnet sich aus dem Rechteckimpuls angenähert zu

$$P_T = t_g U_p^2 \cdot 2 f_0 = \frac{U_p^2 f_0}{f_v}$$

Somit wird

$$\frac{P_S}{P_R} = \frac{P_T f_v^2}{8 P_{N0} f_0^2}$$

und die Kanalkapazität

$$c = f_0 \cdot \log_2 \left( 1 + \frac{P_T f_v^2}{8 P_{N0} f_0^2} \right)$$

Auf Grund analoger Berechnungsgänge für die übrigen Übertragungsverfahren erhält man schliesslich die graphische Darstellung in Fig. 1.

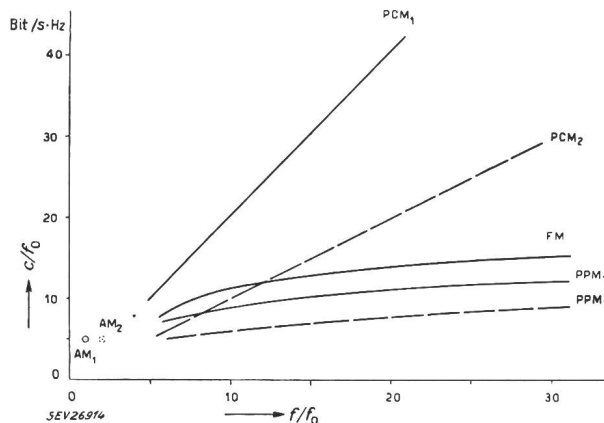


Fig. 1

Relative Kanalkapazität  $c/f_0$  in Abhängigkeit von der Übertragungsbandbreite  $f/f_0$  für verschiedene Modulationsarten

Das Verhältnis Träger zur Rauschleistung  $P_T/P_{N0}$  beträgt 16 db

- AM<sub>1</sub> Einseitenband-Amplitudenmodulation  $c/f_0 = \log_2(1 + P_T/P_{N0})$
- AM<sub>2</sub> Zweiseitenband-Amplitudenmodulation  $c/f_0 = \log_2[1 + P_T/P_{N0} g(f/f_0)^2]$  ( $m > 2 : g \approx 1; m = f/2f_0$ )
- PCM<sub>1</sub> Impulscodemodulation:  $c/f_0 = 2f/f_0$
- PCM<sub>2</sub> Zweiseitenband-Impulscodemodulation
- PPM<sub>1</sub> Impulsphasenmodulation:  $c/f_0 \approx \log_2[1 + P_T/P_{N0} (f/f_0)^2]$
- PPM<sub>2</sub> Zweiseitenband-Impulsmodulation

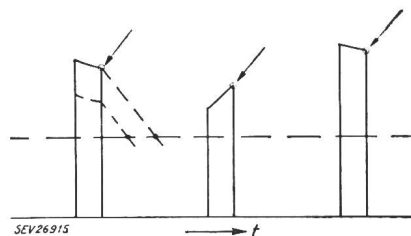


Fig. 2

PPM-Zeitmultiplex

Umwandlung der amplitudenmodulierten Impulse in lagemodierte mittels einer Verzögerungsschaltung (Der Pfeil zeigt die Unstetigkeit der hinteren Flanke an)

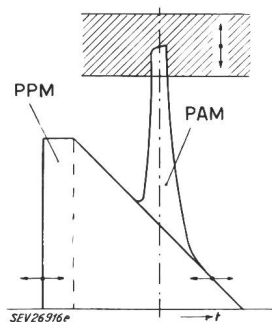


Fig. 3

Zurückverwandlung des zeitlagemodulierten Impulses in einen amplitudenmodulierten Impuls

Die PPM schneidet dabei recht ungünstig ab. Durch Verzerrung der NF lässt sich für einen PPM-Zeitmultiplex allerdings eine grössere Kanalkapazität erreichen als bei FM.

Dem Nachteil der geringen Kanalkapazität stehen bei der PPM jedoch schaltungstechnische Vorteile gegenüber. Einmal ist der Aufwand zur Erzeugung der PPM sehr gering, ferner

braucht bei einer Richtstrahlverbindung der UHF-Träger nur getastet zu werden.

Durch Verwendung moderner Elemente, wie Transistoren und Ferritkerne mit rechteckiger Hystereseschleife, lassen sich sehr einfache Grundbausteine erstellen. So wurde z. B. eine Vierkanal-Demonstrationsanlage nach folgenden Grundprinzipien aufgebaut:

Taktoszillator und magnetische Zählkette geben den wesentlichen Baustein für den Zeitmultiplex, der die NF-Kanäle zu einer amplitudenmodulierten Impulsfolge zusammenschaltet. Diese wird anschliessend in einer Zeitmodulationsstufe zur PPM umgerechnet. Durch diese Anordnung braucht

die ganze Anlage nur einen einzigen solchen Umrechner. Als solcher kann eine Impulsverzögerungsschaltung mit nachfolgendem Amplitudendiskriminator verwendet werden (Fig. 2).

Im Empfänger muss vorerst aus der PPM wieder eine amplitudenmodulierte Impulsfolge erzeugt werden. Dies erfolgt so, dass die PPM in derselben Verzögerungsstufe wie im Sender (gleiche Zeitkonstante) in eine zeitmodulierte Dreieckimpulsfolge verwandelt wird. Beim Aufsetzen der periodischen Zählkettenimpulse auf diese Dreieckimpulse (nahezu) konstanter Flankenneigung, ergeben sich amplitudenmodulierte Impulse, deren Höhe proportional zur Zeitauslenkung der PPM ist (Fig. 3).  
U. Spycher

## Miscellanea

### Persönliches und Firmen

**Paul Schröder**, Mitglied des SEV seit 1912 (Freimitglied), Gründer, Seniorchef und heute noch Mitglied der Geschäftsleitung der Schröder-Apparate K.-G. in Stuttgart-Feuerbach (Deutschland), vollendete am 5. November 1958 sein 85. Lebensjahr. Paul Schröder gründete sein Unternehmen, das sich auf die Herstellung von Schaltapparaten und Verbindungsmaterial für Freileitungen spezialisierte, im Jahre 1902. Der Jubilar erfreut sich in seinem hohen Alter guter Gesundheit und erfreulicher geistiger Frische.

**A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.** Zum Chef der Verkaufsabteilung 5 (Bahnen und Strassenfahrzeuge) wurde **W. Bohli**, Mitglied des SEV seit 1957, befördert.

«Elektro-Watt» Elektrische und Industrielle Unternehmungen **A.-G., Zürich.** **W. Bänninger**, Mitglied des SEV seit 1926 (Freimitglied), Mitglied des Vorstandes des SEV, und **Dr. H. Bruderer**, bisher stellvertretende Direktoren, sind zu Direktoren befördert worden. Kollektivprokura wurde erteilt **H.-F. L'Hardy** und **Dr. iur. A. Redard-Jacot**.

### Kleine Mitteilungen

#### Une retraite à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne

Le 15 octobre 1958 Monsieur **Ernest Juillard**, D<sup>r</sup> ès sc. techn., D<sup>r</sup> ès sc. techn. h. c., a donné sa démission de professeur ordinaire d'électrotechnique à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne; il garde toutefois une activité partielle à l'Ecole jusqu'au début du 1959 puisqu'un certain nombre de candidats au diplôme d'ingénieur électricien font en ce moment leur travail pratique avec lui.

Quelques lecteurs du Bulletin de l'ASE se rappelleront peut-être qu'on a fêté en 1956 ses 70 ans; les autres auront de la peine à croire que l'heure de la retraite a sonné pour lui, tant il est resté jeune de caractère et débordant d'activité. Une biographie de Monsieur Juillard ayant paru dans le Bulletin à l'occasion de son jubilé (Bull. ASE 1955, n° 26, p. 1260) nous nous bornerons à rappeler ici quelques traits particuliers de son enseignement.

Nommé le 15 octobre 1923 professeur extraordinaire à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne (ainsi qu'on l'appelait alors), il fut promu à l'ordinariat en 1940. En 1927 il soutint à l'Ecole une thèse de doctorat remarquable sur le sujet: Le régulateur automatique pour machines électriques pendant l'opération de réglage. Cette thèse, publiée en librairie et traduite aussi en allemand, est encore un classique du sujet.

Ses 35 ans d'enseignement à l'EPUL ont profondément marqué plusieurs générations d'ingénieurs. N'admettant jamais lui-même dans ses études une formule ou un calcul qu'il n'ait vérifié, il inculquait à ses étudiants un véritable culte de l'exactitude et de la probité scientifique. Jamais un de ses cours ex cathedra n'était lu: toujours le développement se

faisait logiquement sous les yeux des élèves, différent dans les détails d'une fois à l'autre. Si ses étudiants avaient parfois un peu de peine à prendre des notes, son enseignement était incomparablement plus vivant que celui obtenu en répétant mot à mot un texte déjà polycopié. Doué d'un sens pédagogique profond, Monsieur Juillard jugeait qu'il était inutile de remplir les têtes de formules; il préférait apprendre aux futurs ingénieurs à réfléchir en traitant quelques exemples bien choisis plutôt que de leur fournir une table de matière bien garnie. Grâce aux contacts qu'il n'a cessé d'avoir avec l'industrie, il a gardé le sens des réalités ne se perdant jamais en spéculations abstraites.



Son enseignement était plein d'humour et truffé de boutades telles que cette définition de la série: «Somme infinie de termes qui, pour l'ingénieur, se réduit à deux et dont le plus souvent il néglige le second!» Si d'aventure vous rencontrez un ingénieur qui s'exclame «Loi de Lenz» lorsque quelque chose ne va pas, vous pouvez être sûr que c'est un disciple de M. Juillard: vous lui demanderez alors l'énoncé de cette loi! N'admettant jamais une réponse vague, il obligeait toujours ses étudiants à préciser leur pensée, à tel point que l'un d'eux, exaspéré par le scepticisme de son maître, lui demanda un jour s'il n'était pas peut-être le patron de saint Thomas. Mais ceux qui avaient persévéré, qui avaient réussi à vaincre ce scepticisme avec lequel il accueillait chaque nouveau collaborateur, étaient largement récompensés par la richesse inépuisable de son savoir et la générosité avec laquelle il le partageait.

Ses collègues, ses collaborateurs à tous les degrés espèrent que sa leçon d'adieu du début du mois de décembre ne rompra pas les liens qui l'attachent à l'EPUL et qu'ils pourront bénéficier encore longtemps de sa riche expérience; tous lui disent: ad multos annos!  
H. et B.

#### Verein für ein technisches Museum in Winterthur

Der im Jahre 1947 gegründete und seit 1957 diese Bezeichnung tragende Verein veranstaltete anfangs November 1958 eine «Schaufensteraktion». In 33 Schaufenstern verschiedener Winterthurer Firmen wurden einzelne interessante Stücke des Sammelgutes neben ihren Brüdern in heutiger

Fortsetzung auf Seite 1163  
Es folgen «Die Seiten des VSE»