

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 60 (1969)  
**Heft:** 22  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **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:** 21.05.2025

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

## Elektrische Energie-Technik und -Erzeugung Technique et production de l'énergie

### Die Vorarlberger Illwerke AG setzte die Anlage Kops in Betrieb

621.311.21 : 621.221.4 (436,44)

In Anwesenheit des österreichischen Bundespräsidenten Franz Jonas stellte die Vorarlberger Illwerke AG einen breiten Kreis von Fachleuten am 19. Juni 1969 die Kraftwerkanlage Kops vor, eine technisch und wirtschaftlich interessante Hochdruckan-

lage, die zur Deckung des Spitzenstrombedarfes der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke AG, der Energieversorgung Schwaben AG, der Österreichischen Verbundgesellschaft und der österreichischen Bundesländer Tirol und Vorarlberg fühlbar beitragen wird.

10,7 km Länge realisiert wurden; der anschliessende Druckstollen hat eine Länge von 4,8 km und einen Durchmesser von 3,2 m. Das Zweikammerwasserschloß beherrscht das Gefälle von rund 780 m. Der gepanzerte Druckwasserschacht hat die schräge Länge von 1227 m, sein Durchmesser beträgt 2,6 m. Im Kraftwerk Kops, einem Kavernenkraftwerk von  $70 \times 26 \times 29$  m, sind von den drei in Aussicht genommenen Maschinensätzen in horizontaler Anordnung (Generator und zwei zweidüsige Freistrahlturbinen) vorerst zwei aufgestellt; die Turbinennennleistung pro Satz beträgt 84,6 MW, die Generatornennleistung je 102 MVA. Die Kote der Maschinennachse ist 1030,5 m. Das im Kopswerk verwendete Was-

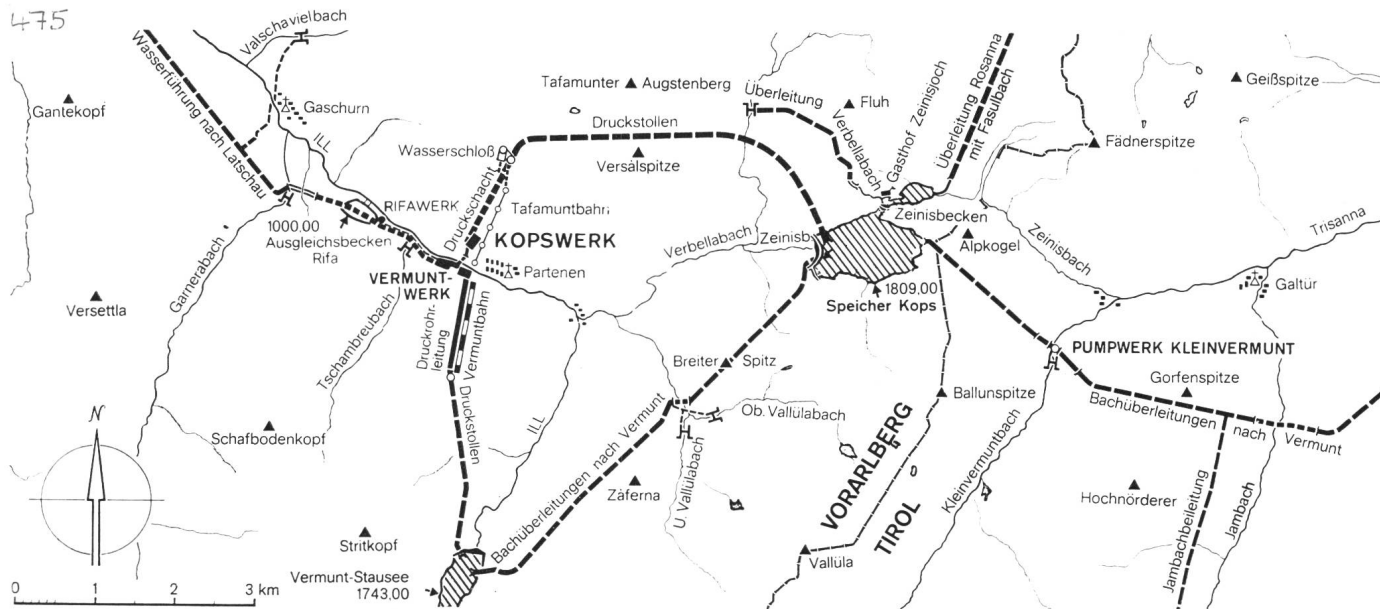


Fig. 1  
Kopswerk-Lageplan

ser gelangt in das vergrößerte Ausgleichsbecken Partenen (Fig. 1).

Das Kopswerk wurde in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes Vermunt errichtet, das aus dem Speicher gleichen Namens versorgt wird. Der Abfluss beider Werke wird im neuerrichteten Ausgleichsbecken Rifa (mit einem Fassungsvermögen von 700 000 m<sup>3</sup>) gesammelt. Die Höhendifferenz der zwei Becken von 34 m wird im 8-MW-Kraftwerk Rifa genutzt.

Die Anlage Kops wird bei Vollausbau im Jahr 390 GWh erzeugen. Damit wird die installierte Leistung der Vorarlberger Illwerke AG auf 1,1 GW und das Erzeugungspotential auf 1,65 TWh gesteigert.

Die weiteren Pläne des Unternehmens sind auf die Nutzung der Ill vom untersten Kraftwerk Rodund bis zur Mündung in den Rhein ausgerichtet.

Die weiteren Pläne des Unternehmens sind auf die Nutzung der Ill vom untersten Kraftwerk Rodund bis zur Mündung in den Rhein ausgerichtet.

Die Anlage Kops wird bei Vollausbau im Jahr 390 GWh erzeugen. Damit wird die installierte Leistung der Vorarlberger Illwerke AG auf 1,1 GW und das Erzeugungspotential auf 1,65 TWh gesteigert.

Die weiteren Pläne des Unternehmens sind auf die Nutzung der Ill vom untersten Kraftwerk Rodund bis zur Mündung in den Rhein ausgerichtet.

Die weiteren Pläne des Unternehmens sind auf die Nutzung der Ill vom untersten Kraftwerk Rodund bis zur Mündung in den Rhein ausgerichtet.

K. Kralupper, Wien.

## Übertragung, Verteilung und Schaltung Transmission, distribution et couplage

### Tiefgekühlte Hochleistungskabel

621.315.2 : 537.312.62

[Nach K. Matsuura: Basic Design of Cryogenic Power Cables. Sumitomo Electric Technical Rev. (1969)12, S. 17...20]

Bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs (20,4 °K) beträgt der spezifische Widerstand der konventionellen Leitermaterialien Kupfer und Aluminium — in ihrer höchsten technisch verwendeten Reinheit — nur mehr ca. 1 % seines Wertes bei 20 °C. Das Niobium wird bei der Sprungtemperatur von 9,22 °K supraleitend d. h. sein spezifischer Widerstand sinkt praktisch auf Null. Sowohl die Leiterwerkstoffe mit einem Restwiderstand (Cu

und Al) bei tiefsten Temperaturen, der übrigens mit dem Gehalt an Verunreinigungen stark ansteigt, als auch Supraleiter wie Niobium (Nb) könnten mit Vorteil in Kabeln zur Übertragung hoher Leistungen verwendet werden. Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben ergeben, dass oberhalb einer Übertragungsleistung von 1000 bis 1500 MVA tiefgekühlte Kabel vorteilhafter als konventionelle Kabel sind. Im allgemeinen rechnet man für die Kosten der Kühlung ca. 50 % der Gesamtkosten des tiefgekühlten Kabels. Die Minimalisierung dieser Kühlungskosten ist daher sehr bedeutungsvoll. Bei vorgegebener Übertragungsleistung sind dazu die optimalen Werte für Spannung und Stromstärke zu bestimmen.

Ein sehr anschauliches Bild vermittelt die Gegenüberstellung der Optimalwerte eines tiefgekühlten Aluminium-Kabels und eines supraleitenden Kabels in Tabelle I.

Die Daten der verglichenen Kabel sind:

Frequenz: 50 Hz  
 Länge: 15 km  
 Leiterwerkstoff 99,999 % Al Nb  
 Kühltemperatur 20,4 °K 4,2 °K  
 Kühlmittel flüssiger Wasserstoff flüssiges Helium

*Optimalwerte für Strom, Spannung und Kühlleistung*

Tabelle I

Leiter-Material	Übertragene Leistung MVA	Strom kA	Spannung kV	Kühl-Leistung MW
Al	3000	3,2	545	8,9
Al	5000	4,1	700	14,9
Nb	3000	13,8	125	2,64
Nb	5000	15,0	195	5,55
Nb	7500	16,1	270	10,4

Die Optimalwerte des Stromes sind beim supraleitenden Kabel ca. das Vierfache dessen beim Aluminiumkabel und die der Spannungen betragen nur ein Viertel. Das bedeutet, dass die Isolierung des supraleitenden Kabels wesentlich leichter wird als die des Aluminiumkabels. Auch die Kühlleistungen für das supraleitende Kabel erreichen nur ein Drittel desjenigen für Aluminiumkabel. Für eine abschliessende Beurteilung der wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten sind noch eingehende Untersuchungen zur Klärung folgender Fragen nötig:

- a) Eigenschaften der Leiterwerkstoffe Kupfer, Aluminium und die Wechselspannungsverluste von Supraleitern im tiefgekühlten Zustand.
- b) Mechanische und elektrische Eigenschaften von Leiter- und Isolations-Werkstoffen bei tiefsten Temperaturen.
- c) Strömungseigenschaften der Kühlflüssigkeit.
- d) Zuverlässigkeit der Tiefkühlleinrichtung.

G. Tron

**Elektrische Regelungstechnik, Fernwirktechnik  
 Réglage électrique, télécommande**

**Automatische Zählmethode (Skalierung)  
 von Hybridrechnern**

681.34 : 511.1

[Nach C. R. Hall und S. J. Kahne: Automated Scaling for Hybrid Computers. IEEE Trans. on Comp. C-18(1969)5, S. 416...423]

Für eine gute Ausnutzung der Rechengenauigkeit müssen die auf dem Analogrechner programmierten Gleichungen so skaliert werden, dass die maximal auftretenden Spannungen  $\pm 10$  V bzw.  $\pm 100$  V nicht überschreiten. Der Maximalwert muss entweder geschätzt oder mit Hilfe einer Zwischenrechnung ermittelt werden. Werden sich nun im Laufe der Rechnung mehrere Parameter ändern, so kann sich auch der Maximalwert verschieben. Das bedingt eine neue Skalierung der Gleichungen und entsprechend neue Einstellungen am Analogrechner. Im Hybridrechner hat man neben dem analogen auch ein digitales Rechensystem, das für arithmetische und logische Aufgaben eingesetzt wird. Werden nun die Ausgangsgrößen der Verstärker im Analogrechner regelmässig vom Digitalrechner gemessen, so kann damit kontinuierlich festgestellt werden, ob die Grenzen im analogen Rechen teil nicht überschritten werden. Falls der Analogrechner vom Digitalrechner aus gestartet und gestoppt werden kann, wird die Neuskalierung der Potentiometer und der Verstärker-Eingänge direkt vom Digitalrechner aus durchgeführt. Man muss beim automatischen Skalieren die Nebenbedingung berücksichtigen, dass die Verstärkungsfaktoren des Analogrechners entweder 1, 10 oder 100 sind. Deshalb ist es notwendig, Potentiometer und Verstärker-eingänge getrennt einzustellen. Mit der automatischen Skalierung kann wesentlich an Rechenzeit gespart und an Genauigkeit gewonnen werden. Ähnlich wie das Überprüfen von Potentiometer-Einstellungen kann die Software für automatisches Skalieren in die allgemeinen Vorbereitungs- und Prüfroutinen eingebaut werden.

E. Handschin

**Elektrische Lichttechnik, Lampen  
 Technique de l'éclairage, lampes**

**Lichtleiter mit Linsenwirkung**

621.372.8 : 535

[Nach: Light is conducted and focused by optical cable. Int. Electronics 16(1969)1, S. 6]

Schon seit längerem ist es bekannt, dass eine optische Faser mit einem von innen nach aussen allmählich zunehmenden Brechungsindex ein in mancher Hinsicht vorteilhafter optischer Lichtleiter sein müsste. Jedoch standen der Entwicklung und der Herstellung einer solchen Faser bislang ausserordentlich grosse technische Schwierigkeiten entgegen, die jedoch kürzlich überwunden werden konnten.

Bei dem neuentwickelten Lichtleiter handelt es sich um eine flexible, optische Faser mit einem Durchmesser von weniger als 1 mm und einem nach aussen stetig zunehmenden Brechungsindex. Der Lichtleiter hat die vorteilhafte Eigenschaft, dass sich ein zentrisch eintretender Lichtstrahl in Richtung der Längsachse des Lichtleiters fortpflanzt, während ein seitlich einfallender Lichtstrahl infolge Beugung und Reflexion bei der Fortpflanzung um die Längsachse schwingend den Lichtleiter durchläuft. Trotzdem durchlaufen beide Lichtstrahlen den Lichtleiter in derselben Zeit, so dass bei einer Bildübertragung keine Verzerrung hinsichtlich Wellenform und Phasenlage eintritt. Der neue Lichtleiter ist deshalb gut als Übertragungsmittel in Laser-Nachrichtenübermittlungssystemen geeignet.

Weitere Einsatzmöglichkeiten des neuentwickelten Lichtleiters beruhen auf seiner weiteren Eigenschaft, exzentrisch einfallende Lichtstrahlen zu sammeln und entlang seiner Längsachse zu führen. Aufgrund dieses Merkmals lassen sich durch Zerschneiden des Lichtleiters in Stücke unterschiedlicher Länge konvexe und konkave Linsen herstellen. Die Brennweite der Linsen ist dabei durch die jeweilige Länge der Stücke bestimmt.

Da seitlich einfallende Lichtstrahlen in dem neuen Lichtleiter gegenseitig unbeeinflusst (ohne Interferenzerscheinungen) geführt werden, lässt sich mittels des Lichtleiters auch ein neues Multiplex-Verfahren zur Nachrichtenübermittlung entwickeln.

D. Krause

**Messgerät für räumliche Lichtstärke-Indikatrices**

535.242.2

[Nach H.-G. Wagner: Über ein Gerät zur Messung räumlicher Lichtstärke-Indikatrices. Lichttechn. 21(1969)6, S. 66A...67A]

Durch die räumliche Leuchtdichte- und Lichtstärke-Indikatrices kann das lichttechnische Verhalten reflektierender und transmittierender Baustoffe beschrieben werden. Ein am Lichttechnischen Institut der Universität Karlsruhe neu entwickeltes Gerät ermöglicht die Messung der räumlichen Lichtstärke-Indikatrices solcher Baustoffproben, die unter beliebigen Winkeln angeleuchtet sein können.

Probenhalterung, Beleuchtungseinrichtung und Messarm bilden die Hauptelemente des Gerätes. Zur Ausleuchtung des Messfeldes (maximal 70 mm Durchmesser) und zur Vermeidung von Streulicht dient ein spezieller Beleuchtungsprojektor mit einer Xenonlampe von 250 W, die durch ein Spiegel-Linsen-Kondensorsystem über ein Teleobjektiv und eine Gesichtsfeldblende mit variablem Durchmesser die Probenfläche ausleuchtet.

Die maximale Beleuchtungsstärke auf der Probe beträgt bei senkrechtem Lichteinfall und maximaler Blendenöffnung 40000 lx. Als Messempfänger dient ein ortsfest eingebauter Photomultiplier, der mit einem flexiblen Lichtleiter gekoppelt ist. Der Lichtleiter wird durch einen Schwenkarm in einer zur Probe konzentrischen und senkrechten Kreisbahn geführt. Dadurch wird auf einer konzentrisch zur Probe gedachten Kugelschale die Beleuchtungsstärkeverteilung ermittelt, die ein Mass für die Lichtstärke-Indikatrices ist. Probe und Beleuchtungseinrichtung sind auf Schwenkarmen aufgebaut und ermöglichen die Einstellung be-

liebiger Beleuchtungs- und Messwinkel. Das Gerät hat sich im praktischen Einsatz, zum Beispiel bei Reflexstoff-Folien, gut bewährt.

H. Hauck

**Elektronik, Röntgentechnik — Electronique, radiologie**

**Messbereichserweiterung durch Treppenrasteroszillographen**

621.317.755

[Nach Dr. M. Held: Messbereichserweiterung durch Treppenrasteroszillographen. *Elektronik* 18(1969)6, S. 165...168]

In der Kurzzeitphysik, der dynamischen Hochdruckphysik und der Detonationsphysik kann es vorkommen, dass man eine Reihe von mechanischen Vorgängen, die mit kurzen zeitlichen Abständen innerhalb eines kurzen Zeitabschnittes ablaufen, beobachten und messen muss. Für diese Messung eignet sich ein Kathodenstrahloszillograph sehr gut. Nur ist das Auflösungsvermögen für Zeitmessungen nicht gross, wenn man für diese Messungen nur einen horizontalen Durchgang des Kathodenstrahles verwenden kann. Wenn man mehrere Hin- und Herbewegungen des Kathodenstrahles für die Zeitmessungen benutzt, kann man das Auflösungsvermögen steigern.

Eine Möglichkeit der Messbereichserweiterung eines Kathodenoszillographen ist durch die Treppenrasterung gegeben. Der Kathodenstrahl wird nach jedem horizontalen Durchgang um eine Treppenstufe gehoben. So kann man beispielsweise den Kathodenstrahl zehnmal hin- und herlaufen lassen und nach jedem Horizontaldurchgang um eine Treppenstufe heben, so dass man auf dem Oszillographenschirm zehn horizontale Linien übereinander erhält. Der Vertikalablenkung werden ausser dem Treppenraster zwei Signale zugeführt. Erstens Impulse mit genau definierten zeitlichen Abständen — z. B. Abständen von  $1 \mu s$  — und zweitens Impulse der Zeitsignale, die gemessen werden sollen. Zur Unterscheidung der beiden Signale kann man die Amplitudenhöhen beider Signale verschieden gross machen. Bei einer horizontalen Bildbreite von 10 cm und einer horizontalen Strahlgeschwindigkeit von  $0,1 \mu s/cm$  kann man mit zehn Treppenstufen während einer Dauer von  $10 \mu s$  die Zeiten einer grossen Zahl mechanischer Vorgänge mit hoher Genauigkeit messen.

H. Gibas

**Elektrische Nachrichtentechnik — Télécommunications**

**Eine Fernseh-Aufnahme-Röhre für schlechte Lichtverhältnisse**

621.397.331.2

[Nach D. P. Mouser: The Image Isocon — A low light television tube. *Trans. IEEE Broadcasting*, 15(1969)2, p. 39...63]

Das Image Orthicon gestattet zwar bis zu Beleuchtungsstärken von einigen zehn Lux einwandfreie Bildaufnahmen, wenn aber die Beleuchtung unter  $10 \text{ lx}$  sinkt, verunmöglicht das Signal/Rauschverhältnis ein brauchbares Signal zu erhalten. Durch die von P. K. Weimer untersuchte Isocon-Abtastung lassen sich selbst noch bei  $10^{-2} \text{ lx}$  gute Bilder erzeugen.

Im Image Isocon besteht der reflektierte Abtastelektronenstrahl, der die Bildinformation dem Photovervielfacher zuführt, im Grunde genommen aus zwei Komponenten. Die eine ist eine Spiegelreflexion, die durch den Schroteffekt vom Abtaststrahl her einen hohen Rauschanteil enthält. Die andere besteht aus dem gestreuten Strahl, der dem auf der Antikathode absorbierten Strahl direkt proportional ist und daher nur Bildinformation enthält. Die Isocon-Abtastung trennt den gespiegelten vom gestreuten Strahlenteil. Dieses Signal, das in den schwarzen Bildteilen praktisch rauschfrei ist, wird dem Photovervielfacher zugeführt.

Der Abtaststrahl geht von der Öffnung der 1. Dynode durch die Öffnung des Separators. Durch Steuerplatten erhält er eine transversale Geschwindigkeit, so dass er wendelförmig die Antikathode mit kleinen Auftreffwinkel erreicht. Hier spaltet er sich

in drei Teile. Der erste Teil als Spiegelreflexion ist ebenfalls wendelförmig von gleicher Steigung wie der Abtaststrahl. Beim zweiten Passieren der Steuerplatten erhält er nochmals eine zusätzliche transversale Komponente, wodurch der Durchmesser des Wendels soweit vergrössert wird, dass er auf den Separator auftrifft und von diesem absorbiert wird. Der zweite Teil dient zum Entladen der Photoantikathode. Der dritte Teil ist der gestreute Strahl. Dieser hat drei wichtige Eigenschaften: Er ist proportional zur positiven Ladung des abgetasteten Punktes auf der Antikathode, enthält kein Schrotrauschen des Abtaststrahls mehr und hat keine wendelförmige Bewegung. Erst beim rückläufigen Passieren der Steuerplatten erhält er eine Spiralkomponente, die aber so klein ist, dass er durch die Öffnung des Separators auf die 1. Dynode auftrifft.

Eine typische Aufnahmeröhre nach diesem Prinzip, P 884, erreicht bereits bei einer Beleuchtung der Photokathode von  $10^{-2} \text{ lx}$  eine volle Aufladung der Antikathode. An den weissen Bildstellen im Knick der Kennlinie wird ein Signal/Rauschverhältnis von 40 dB festgestellt, in den schwarzen Bildteilen von 50 dB. Diese Röhre ergibt Bilder von normaler Fernsehqualität bei Beleuchtungen, bei denen das normale Image Orthicon längst versagt.

D. Kretz

**Ein einfacher Spannungsanalysator**

621.317.72

[Nach E. S. Yang: A Probability Density Analyser. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, IM-18(1969)1, S. 15...18]

Bevor man in der Nachrichtentechnik an die Entstörung von Übertragungskanälen gehen kann, ist oft eine Analyse der Störspannungen nötig. Um solche statistischen Aufschlüsse zu erhalten, benötigt man ein Gerät, welches das zeitliche Auftreten, die Wahrscheinlichkeitsdichte bestimmter Spannungsbereiche von zufälligen Störsignalen registriert. Fig. 1 zeigt das Blockscheema eines einfachen Analysators. Es soll z. B. vom Eingangssignal festge-

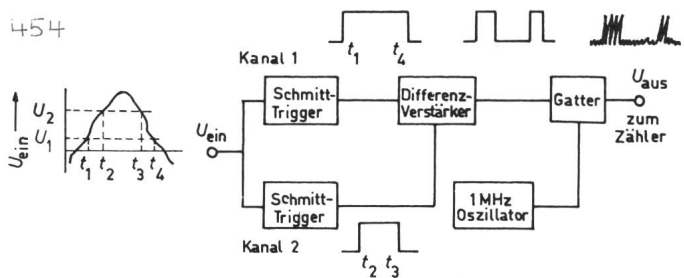
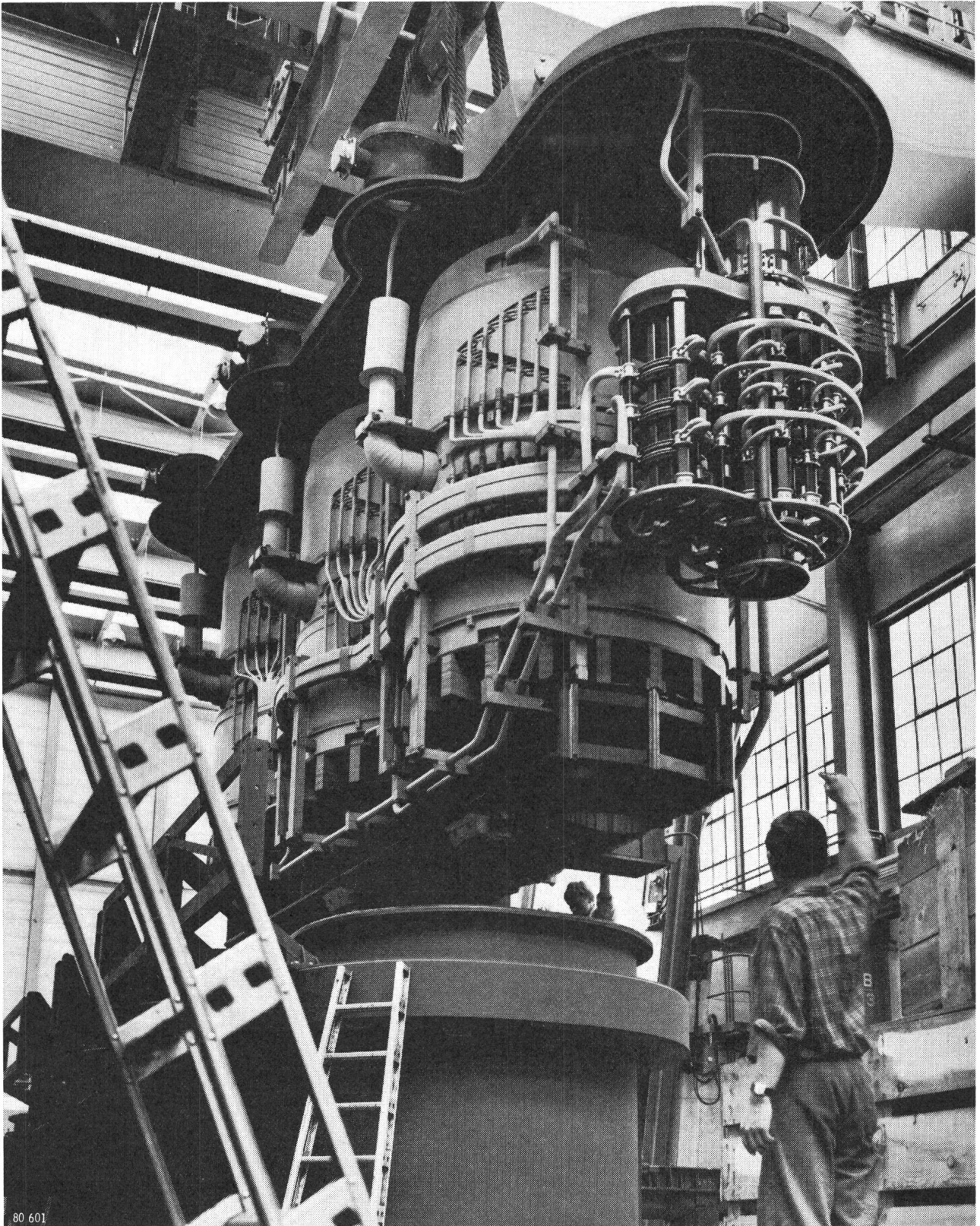


Fig. 1  
Blockschaltbild des Spannungsanalysators  
t Zeit

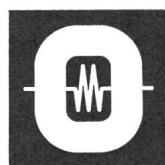
stellt werden, wie lange die Spannung im Bereich  $U_1$  bis  $U_2$  auftritt. Die Impulsbreite am Ausgang des Kanals 1 entspricht der Zeitdauer während der die Spannung grösser als  $U_1$  ist ( $t_1$  bis  $t_4$ ). Die Impulsbreite am Ausgang des Kanals 2 entspricht der Zeitdauer während der die Spannung den Wert  $U_2$  übersteigt ( $t_2$  bis  $t_3$ ). Ein Differenzverstärker zieht vom Impuls des Kanals 1 denjenigen des Kanals 2 ab. Das Gatter gestattet gemäss diesem Differenzsignal die Abgabe eines Ausgangssignals von 1 MHz. Ein an den Ausgang anzuschliessender Zähler stellt die Anzahl der in einer bestimmten Zeit abgegebenen Schwingungen fest. Diese Schwingungszahl ist proportional der Zeitdauer, während der das Eingangssignal einen Wert zwischen  $U_1$  und  $U_2$  besitzt.

Die Hysterese der Schmitt-Trigger beträgt weniger als 20 mV. Für die ganze Einrichtung sind als aktive Elemente nur 13 Transistoren nötig. Spannungs- und Temperaturabhängigkeit betragen wenige Promille. Um eine hohe Genauigkeit zu erreichen, muss der Spannungsbereich grösser als 250 mV sein. Praktische Versuche mit Eingangssignalen von 50 Hz bis 500 kHz ergaben eine gute Übereinstimmung mit den theoretisch berechneten Werten. Dieser einfache und billige Analysator ist sicher ein nützliches Instrument zur Analyse von Störspannungen in Signalleitungen.

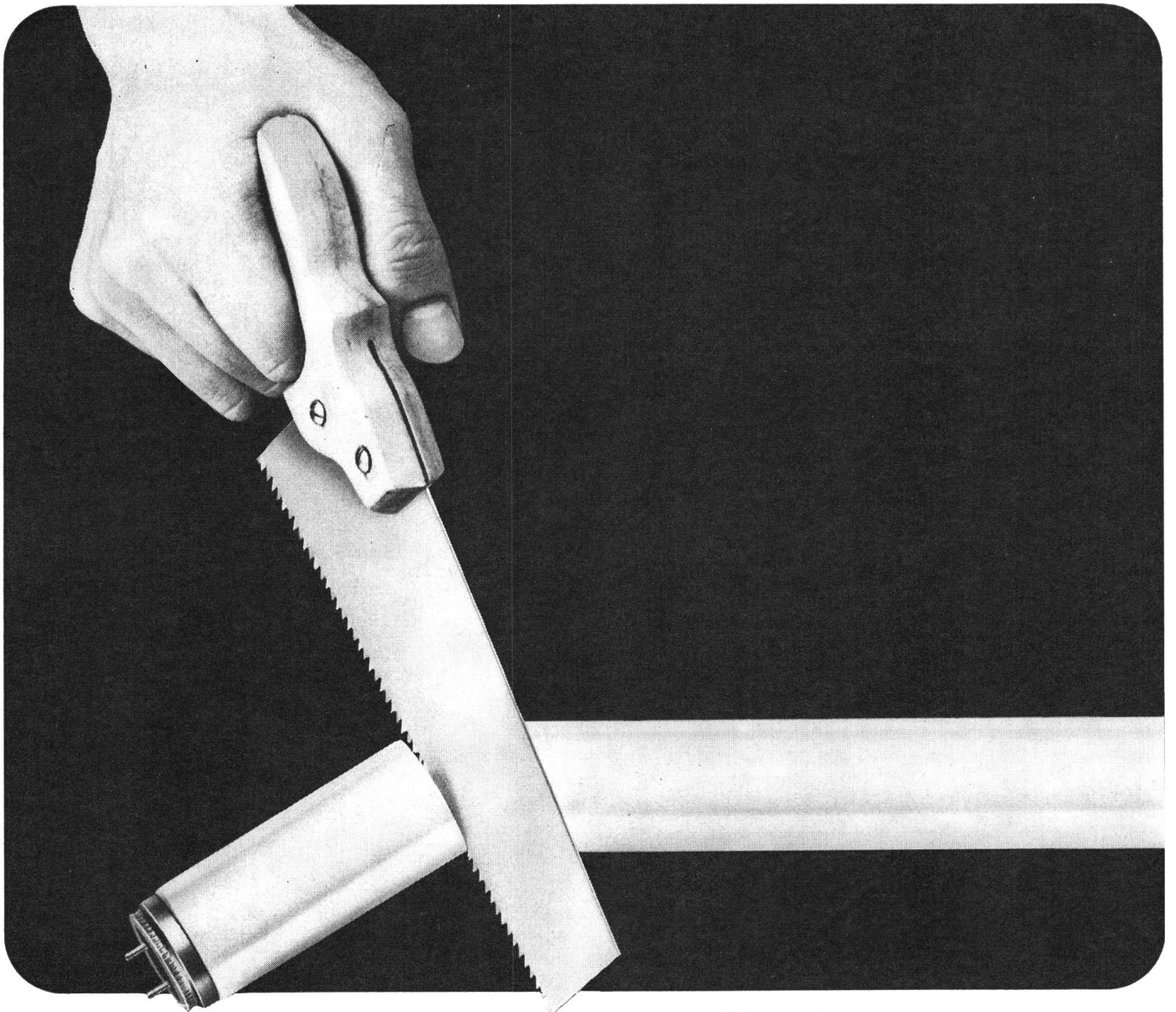
G. Tron



Montage eines 200 MVA Dreiphasen-Reguliertransformators, bestimmt für Vattenfallsverk, Anlage Bredåker (Schweden).



**Maschinenfabrik Oerlikon 8050 Zürich**  
*ein Mitglied des Brown Boveri Konzerns*



## «Aufschneiden» kann jeder!

wenn es um die Qualität von Fluoreszenzlampe geht.

Aber die wahre Güte einer Leuchtstofflampe liegt in ihrem Innern verborgen. Unter einem weissen Glasrohr. Nichts geht also leichter, als bei einer Fluoreszenzlampe aufzuschneiden. Wie Münchhausen. Bei Philips TL-Lampen braucht Herr Münchhausen nicht aufzuschneiden. Da kann mit scharfer Säge aufgeschnitten werden. Zum Beweis der inneren Güte.

Philips TL-Lampen haben 3fach gewendelte Elektroden und sind darum wenig schaltempfind-

lich. Elektroden mit solch idealen Zündeigenschaften ergeben eine verlängerte Lebensdauer. Ein zusätzlicher Elektrodenring verunmöglicht praktisch dunkle oder schwarze Stellen an den Röhrenenden.

Auch bei der chemischen Zusammensetzung des Leuchtstoffs hat Philips nicht gespart. Bei optimaler Lichtausbeute und minimalem Lichtrückgang bleibt die Lichtfarbe sozusagen konstant.

Konstant wie das Qualitätsniveau der Philips TL-Lampen. (Damit Sie jede aufschneiden können, ohne Überraschungen zu erleben.)



# PHILIPS

