

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 45 (1954)
Heft: 1

Rubrik: Communications ASE

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 14.01.2026

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

Schon 12 Stunden nach dem Betonieren kann der Schlauch aus dem hart gewordenen Beton herausgezogen werden. Beim Ablassen der Luft führt der Schlauch eine dreidimensionale Bewegung aus; er nimmt seine ursprüngliche Gestalt wieder an, also kleineren Durchmesser und grössere Länge, wobei er dank einem zwischen der doppelten Gummiwand liegenden Diagonalhanfgeflecht gleichzeitig eine zusätzliche Drehbewegung ausführt. Durch diese Drehung löst sich der Schlauch allseitig vom Beton, worauf er mühelos aus dem Beton-Kanal gezogen werden kann. Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, dass sich die Zementmilch des Be-

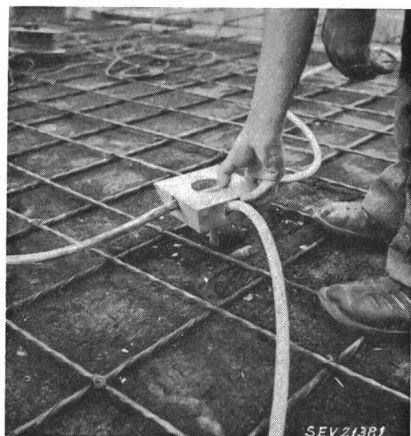


Fig. 2
Verwendung bei Lampendübeln

tons um den Schlauch sammelt, wodurch im Kanal nach dem Erhärten eine saubere und glatte Wandoberfläche entsteht. Beim Entfernen des Schlauches wird in den allermeisten Fällen gleichzeitig am einen Ende ein Stahldraht befestigt, der auf diese Weise in den Kanal eingezogen und für den späteren Drahteinzug benützt werden kann.

Der besondere Vorzug des Ductube-Schlauches besteht in erster Linie darin, dass der Materialverbrauch gering ist, indem die Schläuche immer wieder für neue Installationen verwendet werden können. Von diesem Vorteil sollte in Zukunft überall dort vermehrter Gebrauch gemacht werden, wo früher verhältnismässig hohe Kosten für leere Reserveleitungen aufgewendet wurden. Der kleinste zur Zeit gebräuchliche Schlauchdurchmesser misst 19...21 mm. Praktisch können somit sämtliche im Wohnungsbau vorkommenden Leitungen in die damit ausgeführten Kanäle eingezogen werden, was vor allem die Lagerhaltung ganz wesentlich vereinfacht.

Muss aus irgendwelchen Gründen ein solcher Rohrkanal nachträglich aufgespitzt werden, so kann er durch einfaches Wiedereinführen und Aufpumpen des entsprechenden Schlauches bequem und fachgemäss repariert werden. Be-

deutend kleiner ist ebenfalls die Gefahr chronischer «Wassersäcke» durch Kondenswasserbildung, weil das Wasser im besser durchlüfteten Kanal verhältnismässig schnell verdunstet oder im Beton versickert, was besonders bei Wasserleitungsbrüchen von Vorteil ist. Kleiner ist aber auch die Gefahr allfälliger Isolationsdefekte, wenn sich der Strom punktförmig von der Störungsquelle ausbreitet und nicht wie bei einbetoniertem Stahlrohr direkt auf die gesamte Länge der Leitung und eventuell der damit metallisch verbundenen Armierung überträgt. Als letzter und besonderer Vorzug, an welchem Elektroinstallateur wie Bauherr gleichermassen

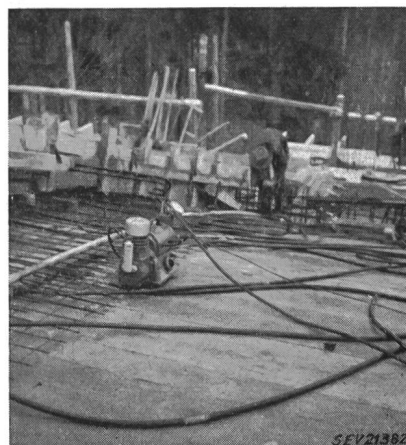


Fig. 3
Benzinmotor-Kompressor, mit welchem die Schläuche an der Baustelle aufgepumpt werden

interessiert sein dürften, sei bemerkt, dass die allgemeinen Installationskosten durch weitere Arbeits- und insbesondere Materialersparnis gesenkt werden können.

Nach den ermutigenden Anfangserfolgen hat die Hausinstallationskommission des SEV und VSE beschlossen, die Verwendung von Ductube, unter der Bedingung, dass über den Leitungskanälen allseitig eine Betonhöhe von mindestens 2 cm vorhanden sein muss, für trockene und zeitweilig feuchte Räume mit T- oder Gi-Leitern, in feuchten und nassen Räumen mit Tv- oder Giv-Leitern auf Zusehen hin zu gestatten. Es ist natürlich klar, dass die neue Verlegungsart die Verwendung bisher bekannter Rohre niemals verdrängen wird, weil überall, wo der Verlauf elektrischer Leitungen allgemein zugänglich ist, die einzelnen Leiter weiterhin in geschlossene Rohre eingezogen werden müssen.

Adresse des Autors:

E. Stahl, Elektrotechniker, Hohlenbaumstrasse 6, Schaffhausen.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Regler und Regelprobleme im Kraftwerk Harspränget

621.316.72.078 : 621.313.322 : 621.224.525.3

[Nach S. E. Hedström, K. E. Johansson, G. Lindén und B. Olsson: Regulators and Regulator Problems in the Harspränget Power Plant. ASEA Journ., Bd. 26(1953), Nr. 3—4, S. 52...64]

Im schwedischen Kraftwerk Harspränget, das mit 3 Hauptgeneratoren von je 105 MVA Leistung bei 167 U./min ausgerüstet ist, wurde im Hinblick auf die speziellen Betriebsanforderungen dem Problem der Spannungs- und Turbinenregelung besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Spannungsregler

Das Prinzip der verwendeten Spannungsregler basiert auf den von ASEA seit Jahren gebauten Transduktor-Reglern in Verbindung mit Impulserregern. Der Haupterregers sitzt auf der Welle des Hauptgenerators, hat eine Nennleistung von

400 kW bei 325 V und liefert Spitzenspannungen bis zu 550 V. Um die gewünschten dynamischen Eigenschaften zu erhalten sind Pole und Statorjoch des Haupterregers geblecht, ebenso ist eine Seriwicklung eingebaut. Die Widerstandsgerade des Generatorfeldes fällt mit dem geradlinigen Teil der Erregercharakteristik zusammen, so dass der Erreger für alle Spannungen seinen eigenen Erregerstrom liefert. Der Impulserreger ist in den Nebenschlusskreis geschaltet und wirkt als Verstärker der vom Transduktor herkommenden Regelimpulse. Zur Erzielung eines hohen Verstärkungsgrades ist der Impulserreger 2stufig ausgeführt. Er besteht aus 2 separat aufgestellten Maschinengruppen, die von je einem Gleichstrommotor angetrieben werden, wobei die 2. Stufe, der Haupt-Impulserreger, eine Leistung von ± 35 kW bei ± 400 V aufweist. Ein geschlossener Regelschrank enthält zur Hauptsache den Transduktor-Regler, Einstellwiderstände für die Dämpfung, Hand-Automatisch-Umschalter sowie den Nachlaufregler für den Hand-Regelwiderstand und einige

weitere Hilfsapparate. Bei Handregelung wird das Haupterregfeld von der 220-V-Akkumulatorenbatterie über den Hand-Regelwiderstand gespiesen. Dieser wird bei automatischem Betrieb durch einen Nachlaufregler in die dem jeweiligen Betriebszustand richtige Stellung nachgesteuert, um ein eventuelles Umschalten auf Handbetrieb, das bei gewissen Störungen selbsttätig erfolgt, stossfrei zu gestalten. Im Kontrollpult im Kommandoraum befinden sich die beiden Spannungseinsteller, wovon der eine zur Einstellung der Betriebsspannung dient und einen Einstellbereich von $\pm 10\%$ aufweist, wogegen der zweite Spannungseinsteller für das unter Spannung Setzen der Übertragungsleitungen dient und einen Einstellbereich von 20...100 % besitzt. Das Reglermeßsystem ist über eine Kompensationseinrichtung derart an die Generatorspannung angeschlossen, dass der Regler nur auf Änderungen der direkten Komponente des Drehfeldes anspricht. Eine dreiphasige Compoundierungs-Impedanz, einstellbar bis zu 20 % Ohmscher und reaktiver

aufgestellt und durch einen gemeinsamen Gleichstrommotor angetrieben. Der Impulserreger ist einstufig ausgeführt als Verstärkermaschine mit einer Leistung von $\pm 0,7$ kW bei ± 130 V.

Die beiden Batterieladegeneratoren werden ebenfalls von Transduktoren geregelt, jedoch ohne Impuls-Erreger. Jeder der beiden Gleichstromgeneratoren trägt zwei Erregerwick-

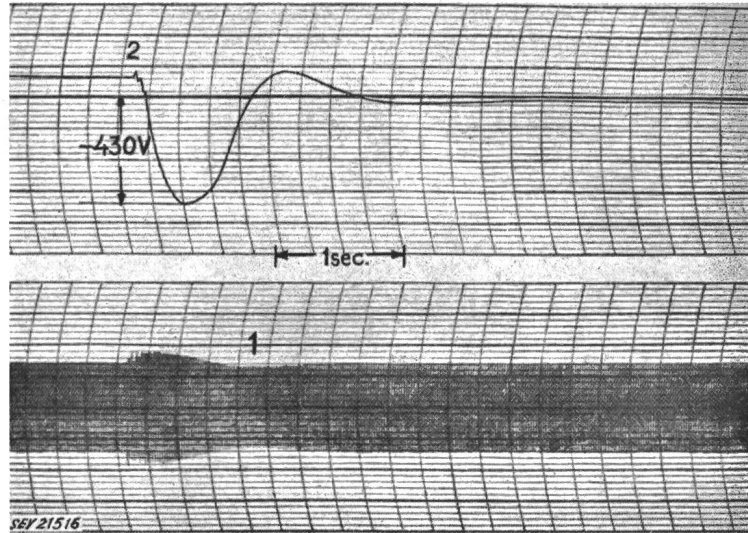


Fig. 1

Einschaltung der 380-kV-Übertragungsleitung Harspränget—Midskog und zweier Reaktanzen auf einen der Harspränget-Generatoren

Die Belastung entspricht einer kapazitiven Reaktanz von 60 %

1 Generatorspannung; 2 Erregerspannung

Kompensation, erlaubt die Deckung des Spannungsabfalles von Transformator und Leitung.

Die 3 Hausgeneratoren von je 1200 kVA Leistung, direkt gekuppelt mit den Hauptgeneratoren, sind mit gleichen Spannungsreglern ausgerüstet wie die Hauptgeneratoren. Hier wird aber der Erreger, der eine Leistung von 12,5 kW bei 115 V aufweist, zusammen mit dem Impulserreger separat

lungen, wobei die eine mit einem fixen Widerstand in Nebenschluss geschaltet ist und die Leerlauferregung liefert. Die andere Wicklung gibt die Zusatzerregung bei Belastung und wird gespiesen durch den Transduktor.

Mit den Spannungsreglern der Hauptgeneratoren wurden verschiedene Stabilitätsversuche durchgeführt. Die Versuche mit leerlaufenden langen Leitungen haben ergeben, dass es mit dem ASEA-Transduktorregler möglich ist, die Spannung bis gegen das Gebiet der dynamischen Stabilitätsgrenze sicher zu beherrschen. Fig. 1 zeigt ein Oszillogramm der Einschaltung der 380-kV-Leitung Harspränget—Midskog von 476 km Länge und von zwei Reaktanzen von je 40 MVar auf einen Hauptgenerator, was einer kapazitiven Belastungsreaktanz von 60 % entspricht.

Die synchrone Stabilität bei stationären Betriebsbedingungen ist ein wichtiger Faktor in bezug auf die Leistungsübertragung. Die Versuche in Harspränget haben ergeben, dass die übertragbare Leistung mit Hilfe des automatischen Spannungsreglers erhöht werden kann, sofern eine entsprechend starke Reglerdämpfung eingestellt wird. So wird bei Handregelung die Lastgrenze bei ca. 75° totalem Lastwinkel erreicht, bei automatischer Regelung mit schwacher Reglerdämpfung bei ca. 70°; mit starker Reglerdämpfung liegt die Lastgrenze erst bei ca. 90° totalem Lastwinkel.

Das Verhalten des Spannungsreglers wurde ebenfalls untersucht im Falle von Leistungsstörungen. Diese werden dadurch produziert, dass dem auf die Leitung belasteten Generator zwei Reaktanzen von 80 MVar zugeschaltet werden. Der totale Lastwinkel betrug bei dem einen Versuch 60° vor der Zuschaltung. Im Momente der Zuschaltung ergibt sich ein erster Winkelausschlag von ca. 20° bei Handregelung und konstanter Erregung, jedoch bei automatischer Regelung je nach Reglerdämpfung nur ca. 8...9°.

Turbinenregler

Die Francisturbinen haben eine Nennleistung von rd. 98 000 kW (133 000 PS) und sind für ein Gefälle von 105 m bestimmt. Jede Turbine ist zur Verstellung des Leitapparates mit zwei Hauptservomotoren ausgerüstet, welche von einem gemeinsamen Ventil gesteuert werden. Dieses Ventil ist über ein Gestänge mit dem im Generatorraum aufgestellten Steuerpult verbunden (Fig. 2). Das Steuerpult enthält zur Hauptsache zwei Hauptservomotoren, dessen Steuerventil von einem elektro-hydraulischen System betätigt wird, welches die elektrischen Regelimpulse in mechanisch-hydraulische Impulse umformt unter gleichzeitiger Verstärkung. Sodann ist eine

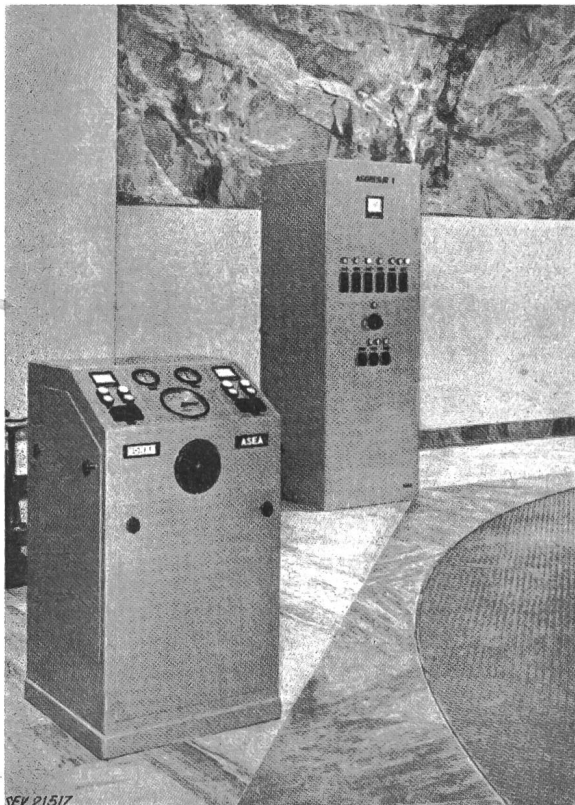


Fig. 2

Steuerpult im Generatorraum für die Turbine (links) und Turbinenschrank (rechts hinten) enthaltend den elektronischen Regler und die Schutzrelais

Einrichtung zur Öffnungsbegrenzung eingebaut, sowie eine Blockiereinrichtung für den Leitapparat. Die Frontplatte des Steuerpultes ist mit verschiedenen Instrumenten zur Anzeige der Drehzahl, der Turbinenöffnung und des Öldruckes ausgerüstet, sowie mit den Druckknöpfen für Anlauf und Stillsetzung. Die auf das Steuerpult einwirkenden Regelimpulse werden vom elektronischen Regler erzeugt, welcher im Turbinenschrank eingebaut ist. Dieser enthält ausserdem die Schutzrelais und einige weitere Hilfsapparate. Die Einstellorgane für den Turbinenregler sind im Kommandoraum montiert. Es befinden sich in jedem Generatorfeld 3 Einstellpotentiometer zur Einstellung der Leistung, der Drehzahl und der Statik im Bereiche von 0...3 %, sowie die Steuerschalter zur Betätigung der Öffnungsbegrenzung, Blockierung, Einzel-Parallelbetrieb, Leerlauf- oder Betriebsdämpfung. Die Betriebsdämpfung kann zudem ebenfalls vom

Generatorfeld aus durch verschiedene Wahl der vorübergehenden Statik und der Dämpfungszeitkonstanten den Betriebsverhältnissen angepasst werden. Bei Parallelbetrieb der 3 Generatoren erfolgt die Einstellung der Leistung, der Frequenz und der Statik an je einem für alle 3 Generatoren gemeinsamen Potentiometer. Der Leistungseinsteller ist daher geeicht in 0...350 MW, der Frequenzeinsteller von 48,4...50,6 Hz und der Statikeinsteller ist nicht mehr in % der Statik, sondern in der sog. Regelleistungs-Konstanten, im MW/Hz, geeicht. Die 3 getrennten Einstellorgane erlauben die Betriebsführung z. B. derart zu gestalten, dass die Turbinenöffnung nur dann reduziert wird, wenn die Frequenz einen vorgewählten Wert z. B. 50,4 Hz überschreitet. Frequenzregistrierstreifen zeigen, dass bei Frequenzregelung durch das Kraftwerk Harspränget die Frequenzänderung 0,1 Hz nie überschreitet.

H. Bolleter

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Abschirmung von Messräumen und Messgeräten gegen elektromagnetische Felder

621.3.013.78

[Nach J. Deutsch und O. Zinke: Abschirmung von Messräumen und Messgeräten gegen elektromagnetische Felder. Frequenz Bd. 7(1953), Nr. 4, S. 94...101]

Die Aufgabe der Abschirmung gegen störende elektromagnetische Felder kann sich auf zwei verschiedene Arten stellen:

- a) Abschirmung von Geräten oder ganzen Räumen gegen störende Felder, welche von aussen her in diese eindringen wollen.
- b) Einschliessung elektromagnetischer Störquellen in eine wirksame Abschirmung, sodass keine störenden Felder in die äussere Umgebung dieser Abschirmung gelangen können.

In Fig. 1 sind die grundsätzlichen Möglichkeiten zur Abschirmung elektrischer und magnetischer Felder schematisch dargestellt. Dabei gelten die Figuren a, b, und c für elektrische, d, e und f für magnetische Felder. Die Anordnungen a, b, c und d schirmen sowohl statische als auch Wechselfelder bis zu den Dezimeter- und Zentimeter-Wellen ab; die Anordnungen nach e und f dagegen nur magnetische Wechselfelder.

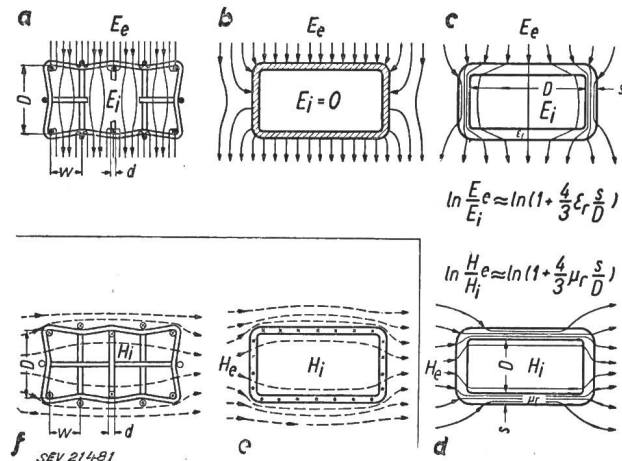


Fig. 1

Abschirmung elektrischer und magnetischer Felder durch Gehäuse aus Maschendraht, Metallfolie oder aus Stoffen mit hoher Dielektrizitätskonstante ϵ_r oder grosser Permeabilität μ_r

E_e bzw. H_e Feldstärke ausserhalb der Abschirmung
 E_i bzw. H_i Feldstärke innerhalb der Abschirmung
 D lichte Weite des abgeschirmten Raumes
 Weitere Bezeichnungen siehe im Text

Als Mass für die Schirmwirkung definiert man die sog. Schirmdämpfung $A_s = \ln \frac{E_e}{E_i}$ bzw. $\ln \frac{H_e}{H_i}$ in Neper. E_e , bzw. H_e bedeuten dabei die Feldstärke ausserhalb E_i , bzw. H_i die Feldstärke innerhalb der Abschirmung. Für die in Fig. 1 dargestellten Anordnungen können die Schirmdämpfungen nach den folgenden Formeln berechnet werden:

1. Abschirmung elektrischer Felder

Für einen Faraday-Käfig nach Fig. 1a, bei einer lichten Weite D , Maschenweite w , Drahtdurchmesser d beträgt die statische Schirmdämpfung

$$A_s = \ln \frac{E_e}{E_i} \approx \ln \frac{D}{w} \cdot \frac{\pi}{\ln \left(\frac{w}{\pi d} + 0,683 \right)}$$

Für $E_i = 0$ nach Fig. 1b wird $A_s = \infty$. Die Hochfrequenz-Schirmdämpfung von Käfigen geht aus Fig. 2 hervor. Die Schirmdämpfung völlig geschlossener Gehäuse der lichten Weite D aus Material mit einer Wandstärke s und mit der Dielektrizitätskonstante ϵ_r (Fig. 1c) beträgt:

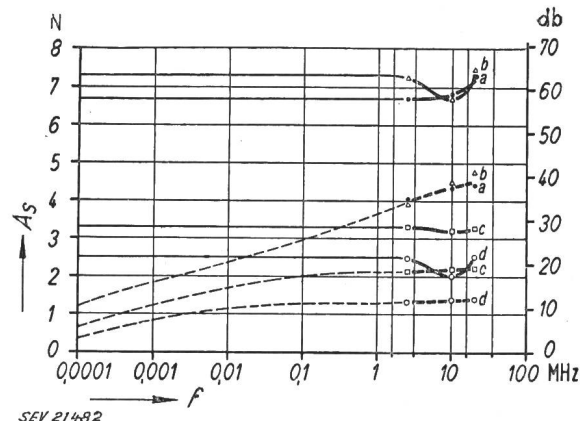


Fig. 2

Elektrische und magnetische Schirmdämpfung A_s (in Neper od. in Dezibel) von einfachen Maschendrahtwänden

- a Kupfergewebe, vollbadverzinkt, quadratische Maschen, Maschenweite 2 mm
- b Eisengewebe, galvanisch verkupfert, quadratische Maschen, Maschenweite 2 mm
- c Eisengewebe, vollbadverzinkt, Sechseckmaschen, Maschenweite 15 mm
- d Eisengewebe, vollbadverzinkt, Sechseckmaschen, Maschenweite 30 mm

— elektrische Schirmdämpfung
 - - - magnetische Schirmdämpfung

$$A_s = \ln \frac{E_e}{E_i} \approx \ln \left(1 + 1,33 \epsilon_r \frac{s}{D} \right) \quad \text{N}$$

Für eine wirksame Schirmung muss $\epsilon_r s \gg D$ sein.

2. Abschirmung magnetischer Felder

Für völlig geschlossene Gehäuse nach Fig. 1d aus hochpermeablen Werkstoffen (Permeabilität μ_r) beträgt die statische Schirmdämpfung:

$$A_s = \ln \frac{H_e}{H_i} \approx \ln \left(1 + 1,33 \mu_r \frac{s}{D} \right) \quad \text{N}$$

Für wirksame Schirmung muss $\mu_r s \gg D$ sein (Material mit hoher Permeabilität, z. B. Permalloy oder Mu-Metall). Die Schirmwirkung von Faraday-Käfigen und unmagnetischen Blechgehäusen steigt mit der Frequenz und erreicht bei hohen Frequenzen und für $w > d$ folgenden Grenzwert:

$$A_{s \max} = \left(\ln \frac{H_e}{H_i} \right)_{\max} \approx \ln \frac{D}{w} \cdot \frac{\pi}{\ln \left(\frac{w}{\pi d} + 0,683 \right)} \quad N$$

Für einen geschlossenen Kasten gilt $w = d$.

In Fig. 3 ist die magnetische Schirmdämpfung eines allseitig umschlossenen Raumes in Abhängigkeit von der Frequenz bei verschiedenen Abschirmungsmaterialien dargestellt. Die Schirmdämpfung wird mit steigender Frequenz grösser, die Kurven für Kupferfolien und Eisenfolien überschneiden sich, wobei für tiefere Frequenzen die Kupferfolien bessere Schirmwirkung ergeben.

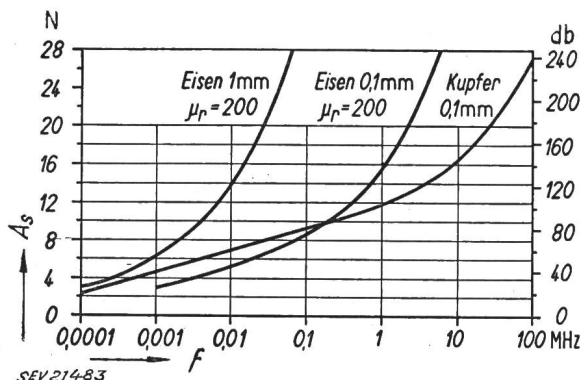


Fig. 3

Magnetische Schirmdämpfung A_s eines allseitig mit Blech oder Folie umschlossenen Raumes (Raumweite 5...10 m)
Bezeichnungen siehe Fig. 2

Richtlinien für die Konstruktion geschirmter Räume

Nach den im folgenden beschriebenen Konstruktionsprinzipien wurde ein Laborraum mit 4 Fenstern und 80 m² Bodenfläche gegen hochfrequente elektrische und magnetische Störfelder abgeschirmt. Die Störungen wurden durch mehrere Sender in der Nähe von total 200 kW Leistung in einem Frequenzbereich von 150 kHz...1000 MHz verursacht.

a) *Wände*: Abschirmung mittelst Kupferfolie von 0,1 mm Dicke, Fugen dicht verlötet. Grundsätzlich können auch Folien aus Aluminium, Eisen, Zink, Zinn, Messing oder anderen Metallen verwendet werden.

b) *Fenster*: Wirksame Abschirmung mittelst Maschendraht kann nur erreicht werden, wenn engmaschige Gitter oder Doppelgitter verwendet werden. Diese besitzen aber eine schlechte Licht- und Luftdurchlässigkeit. Besser geeignet sind Wabengitter. Die seitlichen Wände der einzelnen wabenförmig angeordneten Zellen bestehen aus Maschendraht von 0,7 mm Durchmesser mit 6...9 mm Maschenweite. Statt Maschendraht kann auch perforiertes Blech verwendet werden.

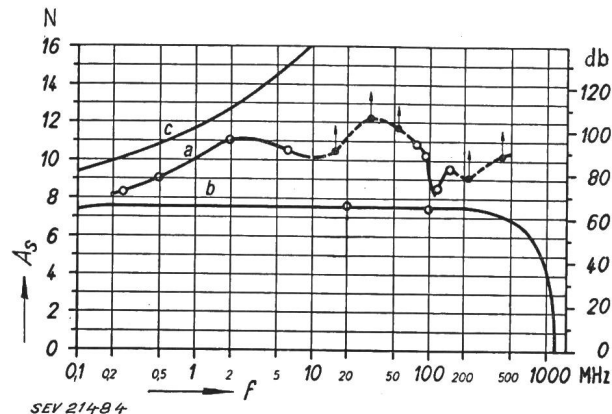


Fig. 4

Dämpfungskurven des Laboratoriums mit 4 Fenstern und 80 m² Grundfläche. Störquelle: 200-kW-Sender, 150 kHz...100 MHz

a gemessene magnetische Schirmdämpfung des Raumes

—○— Messwerte, ---+--- Mindestwerte

b Schirmdämpfung der Waben (125 mm breit)

c Schirmdämpfung der Kupferfolie 0,1 mm

Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 2

c) An Türen und Fensterfugen entstehen lange Spalten in der Abschirmung. Gegen Störfelder, die quer zu den Fugen laufen, genügt ein weites Überlappen der Stoßstellen. Verläuft aber das Störfeld in Richtung des Spaltes, so muss für sehr guten Kontakt der Stoßstellen gesorgt werden. Durch Doppelkontakt-Federbleche kann eine wirksame Abschirmung erreicht werden.

d) Auch elektrische Leitungen, die in den Raum eingeführt werden, sind z. B. durch Drosselspulen und Kondensatoren zu entstoren, da sonst die Störspannungen entlang dieser Leitungen in den Raum gelangen. Auf Gas-, Wasser- und Pressluftleitungen sind Rosetten aufgelötet und diese mit der Abschirmung des Raumes verschweisst.

Fig. 4 zeigt die gemessene magnetische Schirmdämpfung des fertigen Laboratoriums.

H. Rohrer

Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

Die Wirtschaftlichkeit der Pumpspeicherung

621.294.003

[Nach H. Vogt: Die Wirtschaftlichkeit der Pumpspeicherung. Elektr.-Wirtsch. Bd. 52 (1953), Nr. 9, S. 225...230 und Nr. 12, S. 305...309]

Die Heranziehung thermischer Energiequellen in einem Kraftwerk-Verbundsystem für den Betrieb von Pumpspeicherwerken scheint zuerst nicht in Betracht zu kommen, haben doch die thermischen Kraftwerke, im Gegensatz zu den Laufwerken, keine überschüssige Energie zu verwerten. Im allgemeinen aber eignen sich thermische Werke eher für die Lieferung einer konstanten Grundlast als für die Deckung der Spitzen des Belastungsdiagrammes, einerseits aus betrieblichen Gründen (lange Anfahrzeiten, stärkere Abnutzung der Anlage bei schwankender Last und Temperaturen usw.), andererseits wegen der Zunahme des spezifischen Kohlenverbrauchs mit zurückgehender Benützungsdauer. Es zeigt sich nun, als Folge der zweiten Tatsache, dass es sich unter günstigen Umständen lohnen kann, die thermischen Werke auf eine konstante hohe Last arbeiten zu lassen und in den Belastungstälern die nunmehr überschüssige Energie zum Betrieb von

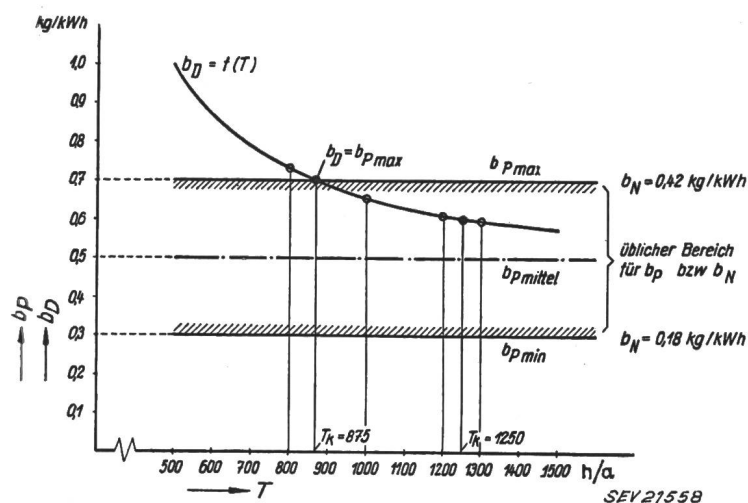
Pumpspeicherwerken zu verwenden. Die durch den gleichmässigen Betrieb der thermischen Anlagen erreichte Verbesserung des spezifischen Kohlenverbrauchs ist derart, dass trotz den im Pumpspeicherwerk entstehenden Verlusten die Gesamtbilanz des Kohlenverbrauchs des Verbundsystems nicht beeinträchtigt wird, sondern sogar erniedrigt werden kann. Dabei kann es sich um reine Pumpspeicherwerke ohne nennenswerte natürliche Zuflüsse handeln. Durch ihre Heranziehung zur Erzeugung der Spitzenenergie verschwinden noch die Nachteile betrieblicher Natur; es sei z. B. erwähnt, dass eine 55 200-kW-Wasserturbine in 1,5 min von Stillstand auf Vollast gebracht werden kann, während der Wechsel von Turbinen auf Pumpbetrieb in 3 min vollzogen wird (Schluchseewerke).

Die erwähnte, eigentlich bemerkenswerte Feststellung über die Kohlenbilanz eines solchen Verbundbetriebes besagt jedoch noch nichts über dessen Wirtschaftlichkeit. Diese soll im folgenden untersucht werden; am zweckmässigsten bietet sich ein Vergleich der Spitzenenergie-Erzeugungskosten in einem zu diesem Zweck ausgelegten Dampfkraftwerk mit den Kosten in einem Pumpspeicherwerk an.

Rechnerische Grundlagen

Wir benützen folgende Bezeichnungen:

Index P	Pumpenspeicherwerk
Index D	Vergleichs-Dampfkraftwerk
k_a	Spezifische Ausbaukosten inkl. Anschlussanlagen in DM/kW ¹⁾
p	Jahresfestkostenansatz in %
q	Betriebsbereitschaftsfaktor in %
b	bewegliche Energieerzeugungskosten, in Steinkohle-Einheiten (kg/kWh) ausgedrückt
b_N	Preis der der Pumpspeicherung zugeführten Primärenergie in kg/kWh
η_P	Wirkungsgrad der Pumpspeicherung ab und bis Übergabestelle der Energie gerechnet, ca. 60 %
k_e	Durchschnittliche Energiegestehungskosten Pfg/kWh
k_K	Steinkohlenpreis in DM/t, gegenwärtig ca. 80 DM/t
T	Jahresbenutzungsdauer.



Die durchschnittlichen Energiegestehungskosten errechnen sich in bekannter Weise zu:

$$k_e = k_a \frac{p}{q} \cdot \frac{1}{T} + b k_K \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

Für das Pumpspeicherwerk gilt insbesondere:

$$b_P = \frac{b_N}{\eta_P}$$

Wenn die Pumpenergieerzeugung wirtschaftlicher als die Energieerzeugung im Dampfkraftwerk sein soll, so muss $k_{eP} \leq k_{eD}$ erfüllt sein. Durch Einsetzen von Gl. (1) erhält man für die wettbewerbsfähigen Ausbaukosten des Pumpspeicherwerkes den folgenden oberen Grenzwert:

$$k_{aP} = k_{aD} \frac{p_D}{q_D} \cdot \frac{q_P}{p_P} + \left(b_D - \frac{b_N}{\eta_P} \right) T \frac{q_P}{p_P} k_K \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

oder in vereinfachter Form

$$k_{aP} = k_{aD} c_a + \Delta b \cdot T \frac{1}{p_P} k_K \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

Die Ausbaukosten des Pumpspeicherwerkes sind also durch die Ausbaukosten des Vergleichsdampfkraftwerkes sowie durch die kapitalisierte Differenz der beweglichen Kosten der beiden Erzeugungsarten bestimmt.

Untersuchen wir nun, welchen Wert die einzelnen Komponenten der Gl. (2) einnehmen:

a) Die Jahresbenutzungsdauer: Erfahrungsgemäss $T = 800 \dots 1200$ h entsprechend 3...5 h pro Einsatztag (Kraftwerke Koepcher und Waldeck).

¹⁾ 1 DM \approx 1 sFr.

b) Die beweglichen Kosten b_P des Pumpspeicherwerkes: Die in diesem Werk verbrauchte Energie kann aus verschiedenen Quellen — Laufwerke, Braunkohle-, Steinkohlewerke — stammen und ihr Wert variiert in breitem Masse. Die obere Grenze wird durch die stark frachtbelastete Steinkohlenenergie bestimmt: der spezifische Kohlenverbrauch eines an sich schon in Betrieb gehaltenen Dampfkraftwerkes lässt sich zu $b_N = 0,42$ kg/kWh schätzen. Die untere Grenze wird durch den Marktwert der Laufwerk-Abfallenergie bestimmt, die in Deutschland zu 1,5 Pfg./kWh ($b_N = 0,188$ kg/kWh) anzunehmen ist. Je nach Zusammensetzung der bezogenen Energie wird b_P zwischen 0,3 und 0,7 kg/kWh variieren.

c) Die beweglichen Kosten b_D des Vergleichsdampfkraftwerkes: Mit rückläufiger Benützungsdauer erhöht sich der spezifische Wärmeverbrauch eines Dampfkraftwerkes. Es liegen verschiedene Untersuchungen über das Teillastverhalten thermischer Kraftwerke vor, deren Ergebnisse jedoch voneinander etwas abweichen. Für den hier betrachteten Fall dürfte b_D in guter Näherung nach Gl. (4) geschätzt werden:

$$b_D = \frac{290}{T} + 0,33 \quad (\text{kg/kWh}) \quad (4)$$

Die Verhältnisse sind in Fig. 1 zusammengestellt.

d) Die übrigen Faktoren: Es können die folgenden, sich im Rahmen des Normalen bewegenden Ansätze gemacht werden:

$$\begin{aligned} p_P &= \text{ca. } 14 \% & p_D &= \text{ca. } 19 \% \\ q_P &= \text{ca. } 100 \% & q_D &= \text{ca. } 90 \% \end{aligned}$$

Somit wird der Faktor c_a in Gl. (3) zu 1,51

Fig. 1

Bereiche für die beweglichen Kostenbestandteile des Pumpspeicherwerkes und des Vergleichs-Dampfkraftwerkes

b_P spezifische Kosten des Pumpspeicherwerkes
 b_D spezifische Kosten des Dampfkraftwerkes
 T Benützungsdauer

Weitere Bezeichnungen siehe im Text

Ergebnisse der Untersuchung

Nach Einsetzen der Gl. (4) in Gl. (3) nimmt diese folgende Gestalt an:

$$k_{aP} = 169,4 + 1,51 k_{aD} + T(0,216 - 0,985 b_N) \quad (5)$$

Die sich ergebenden Kostengeraden sind in Fig. 2 aufgetragen. Für k_{aD} sind z. Z. Werte von 400...500 DM/kW anzunehmen. Die Kurven gestatten für beliebige Preise der zur Aufladung des Pumpspeicherwerkes benötigten Schwachlastenergie sowie für die in Betracht kommenden Ausbaukosten des Vergleichsdampfkraftwerkes und der Jahresbenutzungsdauer T die wirtschaftlich tragbaren Ausbaukosten des Pumpwerkes abzuleiten; umgekehrt ist es auch möglich den aus der Projektierung ermittelten Ausbaukosten des Pumpspeicherwerkes die wirtschaftlich tragbaren Energiebezugskosten zuzuordnen.

Die abfallenden Kurven weisen darauf hin in welchem Masse mit steigenden Energiepreisen die wettbewerbsfähigen Ausbaukosten und die Wirtschaftlichkeit des Pumpspeicherwerkes zurückgehen. Im Bereich der hauptsächlich in Betracht kommenden Preise für die benötigte Schwachlastenergie ($b_N > 0,22$ kg/kWh, bzw. $b_P > 0,37$ kg/kWh) verkleinert sich die Differenz der beweglichen Kosten mit zunehmender Benützungsdauer derart, dass die sich aus dieser Differenz ergebenden Vorteile sich mit der Benützungsdauer verringern. Die Pumpspeicherung erweist sich somit wieder nicht nur in technischen sondern auch in wirtschaftlichen Hinsichten vordringlich zur Deckung des obersten Teiles der Belastungsspitzen als geeignet.

Die spezifischen Ausbaukosten von Pumpspeicherwerken stellen sich gegenwärtig zu ca. 700 DM/kW, ein Preis der gemäss Fig. 2 die Wettbewerbsfähigkeit solcher Werke in vielen Fällen zulassen könnte.

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page

	Elektrizitätswerk der Gemeinde St. Moritz, St. Moritz		Elektrizitätswerk Schwanden, Schwanden		Société des Usines de l'Orbe, Orbe		Elektrizitätsversorgung Zollikon, Zollikon	
	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51	1951/52	1950/51
1. Production d'énergie . kWh	11 364 400	11 717 310	8 478 750	7 549 735	4 465 000	5 024 000	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh	4 208 905	3 243 370	27 249 373	27 071 344	966 000	454 800	9 465 200	8 620 150
3. Energie distribuée . . kWh	14 781 810	13 778 790	35 728 123	34 117 636	5 431 000	5 478 800	8 739 873	7 992 938
4. Par rapp. à l'ex. préc. . %	+ 7,3	+ 9,9	+ 4,7	+ 3,8	— 0,9	+ 7,7	+ 9	?
5. Dont énergie à prix de déchet kWh	571 450	1 000 485	7 530 570	7 845 331	953 000	1 045 000		
11. Charge maximum . . kW	3 860	3 800	9 880	10 540	1 940	1 940	1 160	1 055
12. Puissance installée totale kW	30 400	28 000	30 116	29 167	6 921	6 771	23 317	22 108
13. Lampes { nombre kWh	52 635 2 510	52 510 2 479	27 635 1 056	26 794 1 014	19 900 597	12 324 421	56 034 2 430	54 628 2 344
14. Cuisinières { nombre kWh	851 4 685	830 4 525	1 556 7 380	1 493 7 007	365 2 510	363 2 498	877 6 596	832 6 235
15. Chauffe-eau { nombre kWh	720 1 495	679 1 410	774 650	532 602	308 513	297 505	1 857 5 315	1 717 4 800
16. Moteurs industriels . { nombre kWh	1 179 2 181	1 133 2 137	590 907	586 895	379 1 410	386 1 473	4 961 1 748	4 626 1 681
21. Nombre d'abonnements . . .	2 900	2 735	4 595	4 575	2 174	2 105	2 341	2 251
22. Recette moyenne par kWh cts.	6,93	6,86	4,3	4,3	6,6	6,3	8,18	8,26
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social fr.	—	—	—	—	712 000	712 000	—	—
32. Emprunts à terme . . . »	—	—	—	—	625 000	650 000	—	—
33. Fortune coopérative . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »	2 650 000	2 650 000	—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. »	2 085 850	2 173 000	425 000	500 000	543 000	583 000	927 859	876 939
36. Portefeuille et participat. »	—	—	545 000	—	54 845	197 350	/	/
37. Fonds de renouvellement . »	82 600	64 600	450 000	400 000	?	?	/	/
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . . fr.	1 074 231	984 099	1 560 149	1 525 387	489 101	516 342	780 123	741 213
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »	—	—	11 399	—	4 749	4 559	—	—
43. Autres recettes »	—	—	9 501	19 046	282 196	267 850	—	—
44. Intérêts débiteurs »	—	—	—	—	22 130	23 005	34 234	32 480
45. Charges fiscales »	234 283	199 322	11 189	9 408	12 987	12 664	—	—
46. Frais d'administration . . »	76 801	76 017	126 579	121 535	59 715	72 093	83 461	81 123
47. Frais d'exploitation . . . »	212 556	203 789	238 162	254 160	220 262	262 512	116 189	108 312
48. Achat d'énergie »	157 072	146 106	901 322	935 011	38 966	16 276	348 295	317 047
49. Amortissements et réserves »	153 322	139 552	300 000	300 000	67 000	50 000	174 289	180 046
50. Dividende »	—	—	—	—	42 720	49 840	—	—
51. En % »	—	—	—	—	6	7	—	—
52. Versements aux caisses pu- bliques »	s. Ziff. 45	s. Ziff. 45	206 500	166 500	21 739	20 811	—	—
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice fr.	3 280 463	3 280 463	1 906 241	1 981 241	1 000 000	1 000 000	3 568 616	3 343 406
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice »	1 194 613	1 107 263	1 481 241	1 481 241	457 000	417 000	2 640 756	2 466 466
63. Valeur comptable »	2 085 850	2 173 200	425 000	500 000	543 000	583 000	927 859	876 939
64. Soit en % des investisse- ments »	65	66,3	22	25	54,3	58,3	26	26,2

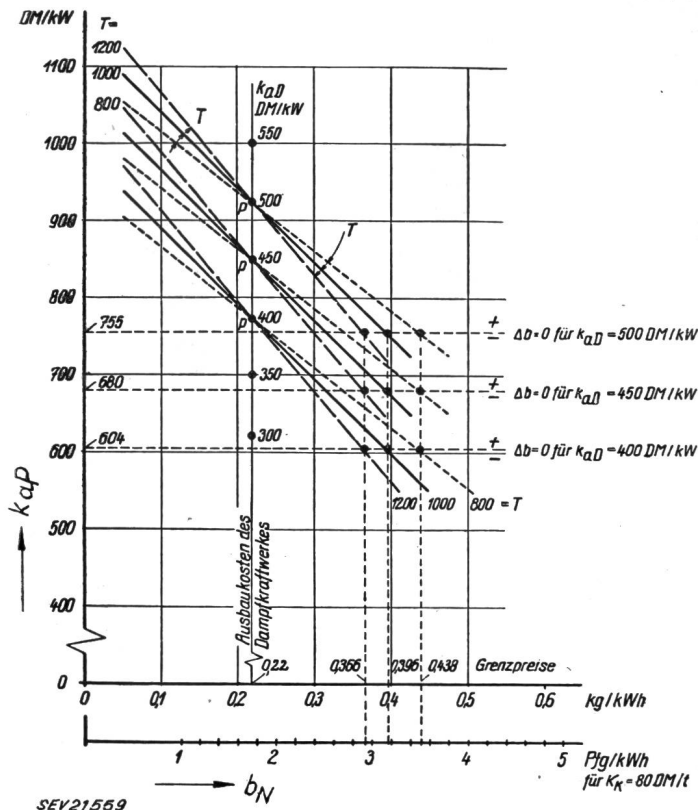


Fig. 2

Wettbewerbsfähige Ausbaukosten des Pumpspeicherwerkes in Abhängigkeit vom Preis der benötigten Schwachlastenergie. Die Geraden scheinen um die Punkte p zu drehen; dies rührt daher, dass für $b_N = 0,22$ kg/kWh das Produkt $\Delta b \cdot T$ ungefähr konstant bleibt.

k_{aD} Ausbaukosten des Pumpspeicherwerkes; b_N Preis der Schwachlastenergie

--- $T = 1200$ h; — $T = 1000$ h; ---- $T = 800$ h

Die kombinierte Pumpspeicherung

Nachdem im Vorhergehenden die reine Pumpspeicherung untersucht wurde, bedarf noch der Fall der «kombinierten Pumpspeicherung» einer besonderen Betrachtung. Darunter versteht man die Speicherung von Pumpwasser in Saisonspeicherbecken, wodurch der Saisonspeicherung der natürlichen Zuflüsse eine Tages- und eine Wochenspeicherung überlagert wird oder wodurch sogar eine zusätzliche Saisonspeicherung ermöglicht wird.

Die kombinierte Pumpspeicherung bewirkt hauptsächlich eine Werterhöhung ΔE der gespeicherten Energie und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist gewährleistet, wenn diese Werterhöhung die entstehenden festen Jahreskosten zu decken vermag. Diese sind nur auf die von den Pumpaggregaten verursachten Kosten zu beziehen, da die übrigen Anlagen des Saisonspeicherwerkes schon vorhanden sind. Diese Mehrkosten dürften auf ca. 20 % der Ausbaukosten eines reinen Pumpspeicherwerkes, d. h. auf ca. 120...160 DM/kW zu stehen kommen.

Die Werterhöhung der veredelten Energie errechnet sich pro kW installierte Pumpleistung und für jede Energiekategorie zu:

$$\Delta E/\text{Jahr} = b T' (\eta_P - x) 10^{-3} \quad \text{DM/kW}$$

wobei x Verhältnis des Marktwertes der bezogenen Primärenergie zum Marktwert der veredelten Energie

b Marktwert der veredelten Energie (in DM)

η_P Pumpwirkungsgrad (wofür bei Saisonspeicherung noch ein Becken-Wirkungsgrad von ca. 95 % zu berücksichtigen ist)

T' Benützungsdauer des Pumpaggregates (für die betreffende Energiekategorie)

Die von den verschiedenen Energiekategorien (Sommer-Schwachlastenergie die in Winterspitzenenergie oder Winter-Schwachlastenergie, die in Winterspitzenenergie usw. umgewandelt wird) gelieferten Gewinne sind zu addieren.

Allgemeine Beziehungen lassen sich hier nicht aufstellen, sondern es muss jeder Fall für sich behandelt werden.

G. Goldberg

Miscellanea

In memoriam

Friedrich Müller †. Friedrich Müller, gewesener Montage-Inspektor der Elektra Birseck, Münchenstein, Mitglied des SEV seit 1920, wurde am 24. Oktober 1880 in Roggwil (BE) geboren, wo er seine Jugendzeit verlebte. Nach abgeschlossener Lehre durchlief er das Technikum Burgdorf. Hierauf begab er sich in eine Firma nach Bern, welche sich der damaligen Zeit entsprechend auf die Herstellung medizinischer Apparate, u. a. Ruhmkorff-Induktoren, Röntgenanlagen usw. spezialisierte.

Im Jahre 1905 trat Friedrich Müller in die Dienste der Elektra Birseck als Montage-Inspektor. Dies war zu einer Zeit, als viele Ortschaften noch gar keine Elektrizität hatten und deshalb der Beamte einer Elektrizitäts-Unternehmung mit Begeisterung begrüsst wurde. Der Erwerb der Durchleitungsrechte für Freileitungen machte Herrn Müller damals noch weniger Sorgen als heute, weil man aus dem Bedürfnis nach elektrischem Licht heraus das Stellen von Stangen recht gerne zuliess, besonders wenn zugleich die anstrengende Arbeit des Bewegens eines Webstuhls von Hand durch einen kleinen Elektromotor übernommen wurde. Bei seinem Amtsantritt wurden z. B. die Ortschaften Breitenbach, Brislau, Kleinlützel, Zullwil, Liesberg, sowie das Neubadquartier im Kanton Baselstadt neu an das Netz der Elektra Birseck angeschlossen.

Es war zur damaligen Zeit noch sehr schwierig, die Industrie zu überzeugen, die alten Dampfbetriebe aufzugeben und sich elektrisch einzurichten, stak doch die Entwicklung der Elektromotoren noch ziemlich in den Anfängen. Man stiess sich an den immerhin wesentlich anderen mechanischen Eigenschaften im Vergleich zu den Dampfbetrieben oder der vorhandenen Wasserkraftanlage.

1913 wurde in Basel die erste Elektrizitätsausstellung durchgeführt, an welcher sich auch die Elektra Birseck (im landwirtschaftlichen Teil) beteiligte, einem Gebiet, in welchem sich der Verstorbene besonders auskannte. Zur gleichen Zeit wurde die Metalldrahtlampe immer weiter entwickelt



Friedrich Müller
1880—1953

und damit der elektrischen Beleuchtung ein starker Auftrieb gegeben. Friedrich Müller konnte sich zu seiner Zeit also als Pionier betätigen, was er mit grosser Ausdauer und ganzem Einsatz tat. Die zeitlich günstigen Verhältnisse mit dem

grossen Bedarf nach elektrischen Einrichtungen kamen ihm dabei sehr zu Hilfe.

Infolge eines Herzleidens liess sich Friedrich Müller nach 39jähriger Dienstzeit in den Ruhestand versetzen.

9 Jahre später, nach einem in Zurückgezogenheit verbrachten Lebensabend, starb er im Alter von beinahe 73 Jahren in Arlesheim. Mit ihm ist wieder einer von der «alten Garde» dahingegangen. *W.R.*

Literatur — Bibliographie

621.313.07

Nr. 11 039

Electric Control Systems. By *Richard W. Jones*. New York, Wiley; London, Chapman & Hall, 1953; 8°, XIV, 511 p., fig. — Price: cloth \$ 7.75.

Das vorliegende Werk bildet eine willkommene Bereicherung der Literatur für den Studierenden und den Fachmann der Regeltechnik.

Nach einer kurzen Definition der Steuerung und der Regelung werden die diversen Motorarten und Antriebssysteme eingehend erklärt. Viele Charakteristiken sind dargestellt und die wichtigsten Gleichungen entwickelt. In gleich ausführlicher Weise werden die Schaltmittel behandelt. Als elektromagnetische Mechanismen werden die Schalter, Schütze und Relais klassifiziert. Konstruktionsprinzipien, Kontaktprobleme und Schaltverzögerungseinrichtungen sind erwähnt. Die elektronischen Schaltmittel, d. h. die Thyratrons und die Ignitrons werden genau beschrieben und einige prinzipielle Schaltbilder für deren Steuerung gezeigt. Leider weniger ausführlich sind die Verstärker behandelt. Die Maschinenverstärker werden als dynamoelektrische benannt und sind nur prinzipiell beschrieben. Es folgt die Beschreibung der magnetischen Verstärker, dagegen vermisst man in diesem Kapitel die Darstellung der elektronischen Verstärker. Auch die

wichtigen hydraulischen Kraft- und Drehmomentverstärker blieben unerwähnt. Dafür sind ausführlich behandelt die allgemeinen Schaltungsprobleme und Kombinationsmöglichkeiten, welche bei Rechenmaschinen vorkommen.

Dem Titel des Buches entsprechend erwartet man, dass die Kapitel über Steuerung und Regelung als Hauptthematika behandelt würden, jedoch ist dies nicht der Fall. Es werden nur das Anlassen und die Steuerung der Drehzahl von Motoren beschrieben für Gleichstrom und Wechselstrom, (auch von Synchronmotoren). Von den Steuerungsproblemen sind ferner erwähnt diejenigen für die Spannung. Es folgt ein Kapitel über Bremsarten und deren Eigenschaften. Im Kapitel über die Regelung sind einige Gleichungen abgeleitet und charakteristische Kurven dargestellt. Für die Untersuchung der Stabilität ist die modernste Methode, jene durch graphische Darstellung der Übergangsfunktionen, erklärt. Es folgt zuletzt ein Kapitel über Motorschutz.

Zahlreiche Literaturangaben befinden sich am Schluss jedes Kapitels, allerdings vorwiegend über Werke in englischer Sprache. Über alle behandelten Gebiete werden Übungsaufgaben gestellt, die zum richtigen Durcharbeiten des Stoffes anregen. Ein Anhang zeigt die in Amerika genormten Symbole für Schemata. *E. Baer*

Communications des organes des Associations

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels des organes de l'ASE et de l'UCS

II^e édition des

Règles et recommandations pour les symboles littéraires et les signes

(Publication n° 192 df)

En 1950, l'ASE a publié pour la première fois les «Règles et recommandations pour les symboles littéraires et les signes», qui eurent un tel succès, que cette édition fut épuisée en moins de trois ans.

Entre-temps, le Comité Technique 25 du Comité Electrotechnique Suisse (CES) a fixé les symboles mathématiques utilisés pour les calculs de probabilités et la statistique mathématique. Ces symboles ont fait l'objet de la Publication complémentaire 192/10^{df}. Ils figurent désormais dans la II^e édition des «Règles et recommandations pour les symboles littéraires et les signes», qui vient de paraître. En outre, quelques compléments ont été apportés aux listes, de sorte que celles-ci renferment tous les symboles littéraires recommandés par la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) dans la troisième édition du Fascicule 27 «Symboles littéraires internationaux utilisés en électricité», qui a paru en 1953. Ces symboles sont désignés par la note «CEI» dans les colonnes «Symbole principal» et «Symbole de ré-

serve». Enfin, quelques autres symboles ont été introduits et diverses améliorations apportées, qui avaient été proposées par divers milieux, que nous remercions ici de leur utile collaboration.

Cette Publication est en vente auprès de l'Administration commune de l'ASE et de l'UCS (301, Seefeldstrasse, Zurich 8), au prix de fr. 6.— par exemplaire (fr. 4.— pour les membres). Une remise sera accordée pour les commandes de plusieurs exemplaires.

Communication aux abonnés aux compléments du recueil des prescriptions de l'ASE

De nouvelles Prescriptions seront envoyées prochainement aux abonnés. Nous attirons leur attention sur le fait que les diverses Prescriptions doivent être placées dans le tome correspondant, conformément aux indications qui figurent sur le bulletin de livraison b'eu, joint à chaque envoi, et que les publications périmées doivent être enlevées. Par cette communication, nous espérons recevoir de moins nombreuses demandes concernant l'emplacement des diverses Prescriptions dans le recueil, demandes qui nous parviennent encore trop souvent après chaque envoi de ce genre.

Administration commune de l'ASE et de l'UCS

Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, édité par l'Association Suisse des Electriciens comme organe commun de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité. — **Rédaction:** Secrétariat de l'Association Suisse des Electriciens, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12, compte de chèques postaux VIII 6133, adresse télégraphique Elektroverein Zurich. — La reproduction du texte ou des figures n'est autorisée que d'entente avec la Rédaction et avec l'indication de la source. — Le Bulletin de l'ASE paraît toutes les 2 semaines en allemand et en français; en outre, un «annuaire» paraît au début de chaque année. — Les communications concernant le texte sont à adresser à la Rédaction, celles concernant les annonces à l'Administration. — **Administration:** case postale Hauptpost, Zurich 1 (Adresse: S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Stauffacherquai 36/40, Zurich 4), téléphone (051) 23 77 44, compte de chèques postaux VIII 8481. — **Abonnement:** Tous les membres reçoivent gratuitement un exemplaire du Bulletin de l'ASE (renseignements auprès du Secrétariat de l'ASE). Prix de l'abonnement pour non-membres en Suisse fr. 45.— par an, fr. 28.— pour six mois, à l'étranger fr. 55.— par an, fr. 33.— pour six mois. Adresser les commandes d'abonnements à l'Administration. Prix de numéros isolés en Suisse fr. 3.—, à l'étranger fr. 3.50.

Rédacteur en chef: H. Leuch, ingénieur, secrétaire de l'ASE.
Rédacteurs: H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf, ingénieurs au secrétariat.