

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 38 (1947)  
**Heft:** 6

**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:** 17.05.2025

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

thoden noch im Laboratoriumsstadium. Auch sie bedürfen, trotz des ersichtlichen Erfolges, noch der Erprobung an mehreren Objekten, bevor sie zur Stossprüfung an fertigen Transformatoren zugelassen werden dürfen. Wir werden auf diese Kontrollmethoden, die den Vorteil der Verwendung eines direkt zeigenden Messinstrumentes aufweisen, zu gegebener Zeit ausführlicher zurückkommen.

Seit meiner Veröffentlichung habe ich auch die Arbeit von *Strigel* zu Gesicht bekommen <sup>1)</sup>. Zu seinen Untersuchungen an Transformatoren hat *Strigel* u. a. die Feststellung gemacht, dass in manchen Fällen trotz deutlicher Fehleranzeige in den Kathodenstrahl-Spannungszosillogrammen keine Scha-

<sup>1)</sup> *Strigel, R.*: Ueber Grundfragen der Stoßspannungstechnik. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 63(1946), Nr. 3/4, S. 66...76.

denstelle an der Wicklung gefunden wurde, dass aber auch trotz einwandfreier Oszillogramme doch noch eine Fehlerstelle in der Wicklung aufgedeckt worden ist. Auch *Strigel* kommt zum Schluss, dass eine Stossprüfung fertig gestellter Transformatoren so lange zu unterlassen sei, als nicht ein eindeutiges Mittel gefunden wurde, das mit Sicherheit einen Schaden bei der Stossprüfung entdecken lässt.

Es ist sehr erfreulich, festzustellen, dass drei von einander unabhängige Forschungsstellen in bezug auf den Stand der Stossprüfung von Transformatoren zu praktisch gleichen Schlussfolgerungen kommen — nämlich, dass sich diese Prüfungen noch im Laboratoriumsstadium befinden.

Adresse des Autors:

*F. Beldi*, Ingenieur, Burghalde 7, Baden (AG).

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Die heutige Technik der Rundspruchempfänger

Von *T. Vellat*, Ste-Croix

621.396.62

(Fortsetzung von Nr. 5, S. 131)

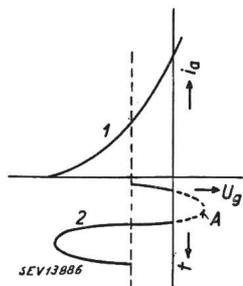
#### 4. Nichtlineare Verzerrungen

Zum Kapitel «Qualität eines Empfängers» gehört auch die Betrachtung der nichtlinearen Verzerrungen, die im Gerät entstehen. Liegen im Verstärkungskanal nichtlineare Glieder, so entstehen neue, in der Eingangsspannung nicht vorhandene Frequenzen. Legt man an den Eingang eines Verstärkers eine Frequenz  $\omega_1$ , so entstehen am Ausgang ausser dieser Frequenz mit der Amplitude  $a_1$  noch die Obertöne  $2\omega_1, 3\omega_1$  usw. mit den Amplituden  $a_2, a_3$  usw. Als Mass für die Verzerrung gilt der Klirrfaktor, gegeben durch

$$K = \frac{\sqrt{a_2^2 + a_3^2 + \dots}}{a_1} \quad (10)$$

Es zeigte sich bald, dass der Klirrfaktor nicht ein Mass für die akustisch empfundenen Verzerrungen darstellt.

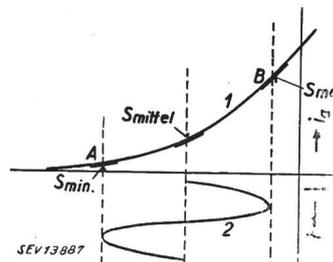
Bei reinen Sinustönen wird sich durch das Hinzutreten der Oberharmonischen das Klangbild wohl verändern, aber noch lange nicht vom Ohr als unangenehm empfunden werden. Bei 2 Frequenzen aber bilden sich durch die Nichtlinearitäten Kombinationstöne, die unharmonisch zu den Grundtönen liegen und daher physiologisch bei kleinsten Werten als



**Fig. 13**  
Uebersteuerung des Eingangsgitters einer Verstärkerröhre  
1 Kennlinie der Röhre. 2 an das Eingangsgitter der Röhre gelegte Wechselspannung.  $U_g$  Gitterspannung.  $i_a$  Anodenstrom.  $t$  Zeit.  $A$  abgeschnittener Teil der Wechselspannung

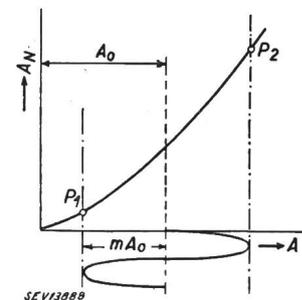
äusserst unangenehm empfunden werden. Besonders störend sind z. B. Uebersteuerungen von Verstärkern, in denen die Gitterwechselspannung so gross wird, dass Gitterstrom fliesst (Fig. 13 und 14). Die Kuppe  $A$  der Wechselspannung wird dadurch abgeschnitten. Klirrfaktormässig würden diese stark empfundenen Verzerrungen gar nicht zum Ausdruck kommen, wie eine Rechnung leicht beweist. Ein besseres Mass stellt der Modulationsfaktor dar. Man definiert ihn als

$m_f = \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{max} + S_{min}}$ . Dabei sind  $S_{max}$  und  $S_{min}$  die grösste bzw. kleinste Steilheit des Teiles der gekrümmten Charakteristik, den die Wechselspannung bestreicht.



**Fig. 14**  
Darstellung zur Definition des Modulationsfaktors  
1 Röhrenkennlinie. 2 an das Eingangsgitter der Röhre gelegte Wechselspannung.  $U_g$  Gitterspannung.  $i_a$  Anodenstrom.  $A$  Arbeitspunkt mit der Steilheit  $S_{min}$ .  $B$  Arbeitspunkt mit der Steilheit  $S_{max}$ .  $t$  Zeit

Im Hochfrequenzteil des Empfängers können Verzerrungen vor allem in den Röhren entstehen. Dabei sind nur die Modulationsverzerrungen von Interesse. Denn die Harmonischen des Trägers werden sowieso durch die folgenden Siebmittel unterdrückt. Auf ähnliche Weise wie für die Kreuz-



**Fig. 15**  
Verzerrungen im Hochfrequenzteil  
 $A$  Amplitude der Gitterwechselspannung  
 $A_N$  Proportionalitätsfaktor der nach Gleichrichtung entstehenden Nutzspannung.  
 $m$  Modulationsgrad  
 $A_0$  maximal zulässige Gitterwechselspannungsamplitude

modulation findet man (Fig. 15), wenn  $\mathfrak{A}_{a1}$  die Amplitude des Anodenwechselstromes,  $A$  die Amplitude der Gitterwechselspannung,  $m$  den Modulationsgrad bedeuten:

$$\mathfrak{A}_{a1} = \left[ f'(U_0) + \frac{1}{8} f'''(U_0) A^2 + \dots \right] A \quad (11)$$

Nach der Gleichrichtung entsteht die Nutzspannung proportional

$$A_N = \left[ f'(U_{g0}) + \frac{1}{8} f'''(U_{g0}) A^2 \right] A \quad (12)$$

Aus der Definition des Modulationsfaktors findet man

$$m_t = \frac{3}{4} \frac{f'''(U_{g0}) A_0^2 m}{f'(U_{g0})} \quad (13)$$

Wie weiter unten gezeigt wird, setzt sich die Kennlinie der Hochfrequenzregelmethoden angenähert aus mehreren Exponentiallinien zusammen. Für die Exponentiallinie können wir schreiben

$$i_a = I_0 e^{\frac{U_{g0}}{U_T}} = f(U_{g0}) \quad (14)$$

$$f'(U_{g0}) = \frac{I_0}{U_T} e^{\frac{U_{g0}}{U_T}} \quad (15)$$

$$f'''(U_{g0}) = \frac{I_0}{U_T^3} e^{\frac{U_{g0}}{U_T}} \quad (16)$$

$$m_t = \frac{3}{4} m_0 \left( \frac{A_0}{U_T} \right)^2 \quad (17)$$

Für eine gute Uebertragung kann man einen Modulationsfaktor von 20 % zulassen. Mit  $m = 100\%$  ergibt sich dann

$$A_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} 0,5 U_T V_{\text{eff}} \quad (18)$$

Die modernen Hochfrequenzpentoden haben ein  $U_T$  von ungefähr 8. Es sind also am Gitter Hochfrequenzspannungen bis zu  $\frac{1}{\sqrt{2}} 0,5 \cdot 8 = 2,7$  V mit 100 %iger Modulation zulässig.

Als zweite Verzerrungsquelle im Hochfrequenzteil des Empfängers können die Selektionsmittel in Erscheinung treten. Im vorigen Kapitel wurden nur die symmetrischen Bandfilter behandelt. Sind Unsymmetrien vorhanden oder ist der Träger nicht genau auf Lochmitte abgestimmt, so treten in den Seitenbändern des modulierten Trägers unsymmetrische

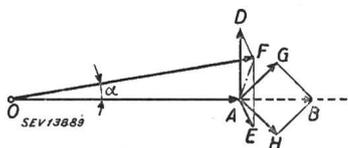


Fig. 16

Vektordiagramm zur Erklärung von Verzerrungen durch unsymmetrische Phasendrehung bei ungenauer Abstimmung des Empfängers

OA Vektor der Trägerspannung. AG und AH Spannungsvektoren der Seitenbänder. OB Vektor der modulierten HF-Spannung. AD und AE Vektoren der Seitenbänder bei ungenauer Abstimmung. OF Vektor der verzerrten modulierten HF-Spannung.  $\alpha$  Phasenverdrehung

Phasenverdrehungen und ungleichmässige Uebertragungen auf, die zur Folge haben, dass zur ursprünglichen Amplitudenmodulation eine Phasenmodulation hinzutritt (Fig. 16). Die Seitenbänder AG und AH liegen symmetrisch zum Träger OA. Die Richtung des momentanen resultierenden

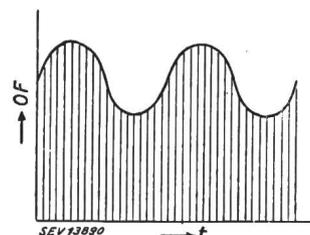


Fig. 17

Der Modulation entsprechende zeitliche Änderung des Vektors OF

OF Vektor der verzerrten HF-Spannung (aus Fig. 16). t Zeit

Vektors OB fällt immer zusammen mit der des Trägers OA. Nach Durchgang durch den Hochfrequenzteil sollen die Seitenbänder in die Lage AD und AE gelangen. Der resultierende Vektor OF weicht um den zeitlich veränderlichen Winkel  $\alpha$  vom Träger OA ab. Es liegt also eine gemischte

Modulation vor. Der lineare Gleichrichter tastet nun die Umhüllende des Vektors OF ab. Diese verläuft nicht mehr sinusförmig (Fig. 17), mit anderen Worten, es treten nichtlineare Verzerrungen auf. Diese sind in hohem Masse von der Kopplung der Bandfilter abhängig (Fig. 18). Nehmen wir z. B.

eine überkritische Kopplung von  $\frac{k}{d} = 1,6$ , so beträgt die Einsattelung  $\frac{U_0}{U_H} = 1,12$ . Ferner sollen im Empfänger 3 Bandfilter enthalten sein. Dann zeigt es sich, dass für einen maxi-

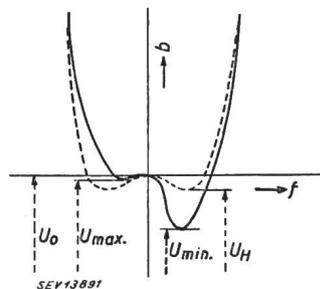


Fig. 18  
Dämpfungscharakteristik eines unsymmetrischen Bandfilters

b Dämpfung. f Frequenz  $\frac{U_0}{U_H}$  Einsattelungsfaktor für symmetrische Filtereinstellung.  $\frac{U_{\text{max}}}{U_{\text{min}}}$  Unsymmetrie des verstimmt Filters.

mal zulässigen Klirrfaktor von 5 % und einen Modulationsgrad von 80 % die Unsymmetrie pro Bandfilter  $\frac{U_{\text{max}}}{U_{\text{min}}} \leq 1,22$

bleiben muss. Sind die Bandfilter symmetrisch, der Träger aber nicht genau auf Bandmitte eingestellt, so treten in ähnlicher Weise Verzerrungen auf. Hat der Empfänger z. B. eine Bandbreite von  $\pm 3000$  Hz, so darf bei derselben Kopplung von  $\frac{k}{d} = 1,6$  und 100%iger Modulation die Verstimmung

höchstens  $\pm 500$  Hz betragen. Der Mittelwellenbereich umfasst ein Frequenzband von 500...1500 kHz. Bei einer Skalenlänge von 250 mm entsprechen 500 Hz 0,083 mm auf der Skala. Das ist ein Wert, der wohl an der Grenze dessen liegt, was man von der Geschicklichkeit des Besitzers eines Rundspruchgerätes bezüglich Abstimmung erwarten kann. Mindestens ebenso genau müssen die Antriebsmittel des Abstimmzeigers und des Drehkondensators arbeiten.

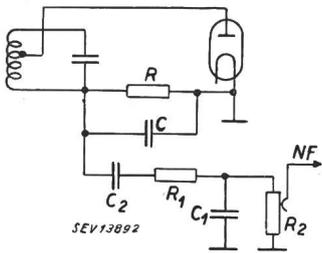
Die Schiefe der Bandfilter kann seine Ursache erstens im ungenauen Abgleich der Schwingkreise, zweitens in einer nicht phasenreinen induktiven Kopplung haben. Diese kommt z. B. dadurch zustande, dass der Isolationswiderstand zwischen den beiden Spulen relativ niedrig liegt; drittens durch natürliche Kapazitäten von Spule zu Spule, so dass eine gemischt induktiv-kapazitive Kopplung entsteht und viertens, wie schon erwähnt, durch die Rückwirkung der Anode der Röhre auf die Gitterseite. Ja, man kann sagen, dass der letzte Umstand von dem Geräteentwickler besonders lästig empfunden wird. Eine Entwicklung im Röhrenbau zu noch kleineren Gitteranoden-Kapazitäten wäre durchaus zu begrüssen, da es nur an diesen liegt, dass die Verstärkung der Zwischenfrequenzstufen nicht höher getrieben werden kann.

Als zweite Entstehungsmöglichkeit von nichtlinearen Verzerrungen beachten wir den Gleichrichter. Die früher meist angewandte Audionschaltung wird jetzt nur in ganz kleinen Geräten verwendet. Sie hat den Nachteil, dass sie bei kleinen Amplituden im quadratischen Teil der Charakteristik arbeitet und bei grösseren Amplituden eine zusätzliche Anodengleichrichtung einsetzt, die den Wirkungsgrad herabsetzt und zu grossen Verzerrungen Anlass gibt.

Heute wird fast ausschliesslich zur Gleichrichtung die Diodenschaltung benutzt. Bei kleinen Hochfrequenzamplituden an der Diode arbeitet auch diese im quadratischen Teil der Charakteristik. Bei grösseren Amplituden aber, von ungefähr 2 V an, arbeitet diese vollkommen linear. Trotzdem müssen bei ihrer Anwendung gewisse Gesichtspunkte beachtet werden, sonst können auch hier Verzerrungen auftreten. Der lineare Gleichrichter stellt einen Demodulator mit 100%igem Wirkungsgrad dar. Daraus folgt leicht, dass die Diode für die Trägerfrequenz eine Wechselstrombelastung von  $R \approx \frac{R}{2}$  darstellt (Fig. 19). Durch die Gleich-

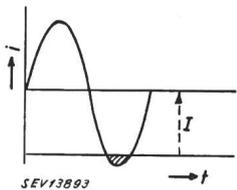
richtung des Trägers fliesst über R ein Gleichstrom, der den Kondensator C auf eine Gleichspannung aufladet, die der Trägerspitze gleich ist. Durch die Modulation überlagert sich

diesem Gleichstrom  $I$  ein niederfrequenter Wechselstrom  $i$ , der um so grösser ist, je kleiner der Wechselstromwiderstand der Kombination  $R, C$  wird. Ist daher der Träger ursprünglich 100%ig moduliert, so würde, nach der Demodulation, das Verhältnis aus Wechselstrom und Gleichstrom grösser



**Fig. 19**  
**Diodenschaltung zur Demodulation**  
 $R, C$  Schaltelemente des Diodenkreises.  $R_1, C_1$  Siebglieder für HF.  $C_2$  Kopplungskondensator.  $R_2$  Potentiometer

als eins werden, d. h. in gewissen Zeitpunkten, während einer Periode, müsste der resultierende Strom seine Richtung umkehren. Das ist aber nicht möglich, da der Gleichrichter nur in einer Richtung durchlässig ist. Der schraffierte Teil der Modulation in Fig. 20 würde abgeschnitten werden und so zu starken Verzerrungen Anlass geben. Um das zu verhindern, müsste durch die vorhergehende Hochfrequenzselektion der Modulationsgrad so herabgesetzt werden, dass im Gleich-



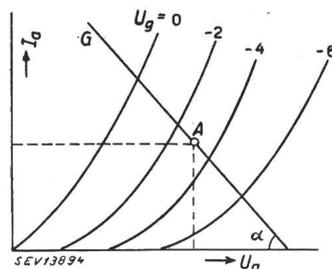
**Fig. 20**  
**Uebersteuerung eines linearen Demodulators**  
 $i$  niederfrequenter Wechselstrom  
 $I$  Diodengleichstrom.  
 $t$  Zeit

richter ein Modulationsgrad von über 100 % nicht entstehen kann. Es gilt also der Satz: Für einwandfreie Demodulation muss die Zeitkonstante der Gleichrichterbelastung ( $\tau = RC$ ) so gewählt werden, dass die Hochfrequenzselektion grösser ist als die Niederfrequenzselektion dieses Diodenkomplexes.

Betrachtet man die Schaltung in Fig. 19, so bemerkt man, dass eine Minderung des niederfrequenten Wechselstromwiderstandes im Vergleich zum Gleichstromwiderstand auch durch die Belastung  $R_1$  und  $R_2$  zustande kommt. Aus denselben Gründen wie oben tritt eine Vergrösserung des Modulationsgrades ein. Soll dieser 100 % nicht überschreiten, so darf die Modulation des Senders nicht grösser sein als

$$m \leq \frac{R_1 + R_2}{R + R_1 + R_2} \quad (19)$$

Diese Formel gilt angenähert, da der Innenwiderstand der Hochfrequenzquelle nicht berücksichtigt ist. ( $R_1$  und  $C_1$  dienen der Siebung von Hochfrequenzresten, die am Kondensator  $C$  noch vorhanden sind.) Will man diese Bedingungen einhalten, so bedeutet dies einen starken Verstärkungsverlust, besonders wenn man die Diode an eine Anzapfung

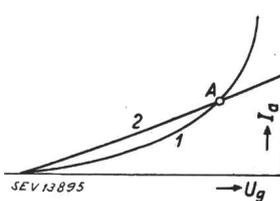


**Fig. 21**  
 **$I_a - U_a$ -Kennlinien einer Triode**  
 $I_a$  Anodenstrom  
 $U_a$  Anodenspannung  
 $U_g$  Gittervorspannung  
 $G$  Arbeitsgerade  
 $A$  Arbeitspunkt  
 $\text{tg } \alpha = \frac{1}{R_a}$  ( $R_a$  Anodenwiderstand)

des letzten Schwingkreises legt, um ihn nicht zu stark zu dämpfen.

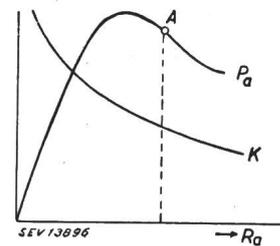
Verzerrungen entstehen ebenfalls im Niederfrequenzverstärker. Hier ist es besonders die Endstufe, die bei starker Aussteuerung daran beteiligt ist. In Fig. 21 ist das Anodenspannungs-Anodenstrom-Kennlinienfeld einer Triode aufgetragen. Mit einem Aussenwiderstand  $R_a$  an der Anode wird das Feld längs der Geraden  $G$  angesteuert. Die Schnitt-

punkte mit den einzelnen Kennlinien sind nicht äquidistant, so dass man im  $I_a - U_g$ -Kennlinienfeld als «dynamische» Kennlinie eine Kurve erhält (Fig. 22). Es treten also Verzerrungen auf, die bei der Triode hauptsächlich aus der 2. Harmonischen bestehen.



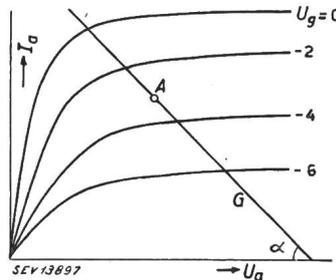
**Fig. 22**  
**Statische und dynamische Kennlinie einer Triode**  
 $I_a$  Anodenstrom  
 $U_g$  Gittervorspannung  
1 statische Kennlinie  
2 dynamische Kennlinie  
 $A$  Arbeitspunkt

Um die maximal entnehmbare Wechselstromleistung zu erreichen (bis zum Einsatz des Gittertrommes), wird man mit möglichst grosser Anodenspannung arbeiten, die durch die Isolation der Röhre beschränkt ist. Durch die zulässige Anodenverlustleistung ist dann der Arbeitspunkt  $A$  im Kennlinienfeld bestimmt. Mit zunehmendem Aussenwiderstand



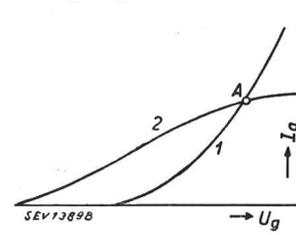
**Fig. 23**  
**Verzerrungscharakteristik einer Triode**  
 $R_a$  Anodenwiderstand  
 $P_a$  abgegebene Leistung  
 $K$  Klirrfaktor  
 $A$  Arbeitspunkt

wird die dynamische Kennlinie linearisiert, d. h. die Verzerrungen nehmen ab. Den Verlauf der abgegebenen Leistung  $P_a$  zeigt Fig. 23. Man wird  $R_a$  praktisch so wählen, dass man im Punkte  $A$  arbeitet, also etwas nach dem Maximum von  $P_a$ .



**Fig. 24**  
 **$I_a - U_a$ -Kennlinien einer Pentode**  
(Bezeichnungen siehe Legende Fig. 21)

Fig. 24 zeigt das Kennlinienfeld einer Pentode. Mit Hilfe der Aussteuerungsgeraden  $G$  ist in Fig. 25 die dazugehörige dynamische Kennlinie aufgetragen. Mit wachsendem  $R_a$  wird der obere Teil der Kennlinie immer mehr nach unten gebogen.



**Fig. 25**  
**Statische und dynamische Kennlinie einer Pentode**  
(Bezeichnungen siehe Legende Fig. 22)

In Fig. 26 sind maximal abgebbare Leistung und die Klirrfaktoren der 2. und 3. Harmonischen aufgetragen. Man wird den Arbeitspunkt  $A$  so wählen, dass der resultierende Klirrfaktor  $K$  ein Minimum wird. In diesem Punkt überwiegt die 3. Harmonische.

An und für sich sind die Verzerrungen einer Pentode grösser als die einer Triode. Man kann sie aber mit Hilfe der Gegenkopplung herunterdrücken. Für kleine Verzerrungen lässt sich beweisen, dass die Verminderung proportional dem Verstärkungsverlust ist. Für grosse Werte der Verzerrung wird

die Verminderung immer unwesentlicher. In Fig. 27 ist der Klirrfaktor  $K$  mit und ohne Gegenkopplung als Funktion der Aussteuerung aufgetragen. Mit Gegenkopplung bleibt zuerst der Klirrfaktor sehr klein, um dann mit einem scharfen Ruck steil anzusteigen. Betreibt man den Empfänger an der Grenze der Aussteuerung, so scheint dieser steile Anstieg

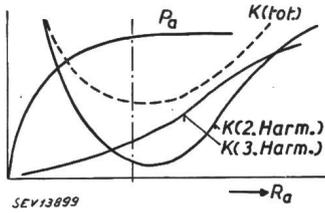


Fig. 26  
Verzerrungscharakteristik einer Penthode (Bezeichnungen siehe Legende Fig. 23)

physiologisch sehr unangenehm zu sein, so dass die Anwendung der Gegenkopplung aus diesem Grunde mit Vorsicht geschehen soll. Bei mittlerer Aussteuerung (Zimmerlautstärke) ist die Gegenkopplung unbedingt eine wertvolle Hilfe gegen zu grosse Verzerrungen.

Das Auftreten geradzahlgiger Harmonischen kann durch Gegentaktschaltungen vermieden werden und ist bei Endtrioden besonders angebracht. Will man Triode und Pen-

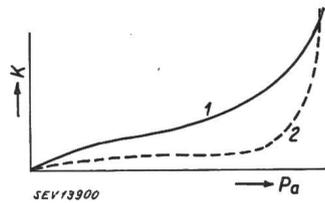


Fig. 27  
Klirrfaktor einer Penthode mit und ohne Gegenkopplung  
 $K$  Klirrfaktor  
 $P_a$  abgegebene Leistung  
1 Charakteristik ohne Gegenkopplung  
2 Charakteristik mit Gegenkopplung

thode vergleichen, so kann man folgendes sagen: Die Endtriode hat den kleineren Klirrfaktor, dafür den kleineren Wirkungsgrad und benötigt viel grössere Gitterwechselspannungen. Da man durch Gegenkopplung die Penthode entzerren kann, ist es begreiflich, dass die Penthode sich in den letzten Jahren fast restlos durchgesetzt hat.

Für Spezielschaltungen wird die Triode im Gegentaktschaltung wie zuvor verwendet. Für manche Zwecke (Autosuper, Batteriegerät) will man den Anodenleistungsverbrauch möglichst herabsetzen. Zu dem Zwecke lässt man die Endröhren als B-Verstärker arbeiten. Der Ruhepunkt liegt ganz unten am Knick der Kennlinie, so dass der Anodenruhestrom sehr

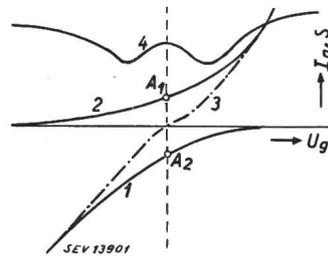


Fig. 28  
Kennlinien einer Gegentaktschaltung  
1 und 2  $I_a - U_g$ -Kennlinien  
3 Kennlinie des resultierenden Anodenstroms  $I_a$   
4 Kennlinie der resultierenden Steilheit  $S$

klein ist (Fig. 28). Bei wachsender Aussteuerung wächst auch der Anodengleichstrom. Im Mittel ist aber der Verbrauch viel geringer. Durch die Gegentaktschaltung tritt, wie man der resultierenden Steilheitskurve entnehmen kann, bei grossen Aussteuerungen eine Verminderung der Verzerrungen ein gegenüber der einfachen Schaltung. Bei kleinen Aussteuerungen aber werden die Verzerrungen nicht ebenfalls kleiner, wie aus der schmetterlingsähnlichen Ausbildung der Steilheitskurve ersichtlich ist. Dieser «Schmetterlingseffekt» ist akustisch sehr deutlich hörbar und unangenehm. Er kann bei sorgfältiger Einstellung der Gittervorspannung auf ein Minimum gebracht werden. Die unvermeidlichen Streuungen der Röhren und Betriebsspannungen aber machen die Beherrschung dieses Effektes sehr schwierig. In den Röhren EDD 11 und DDD 11 sind beide Systeme in einem Kolben vereint. Um diese Röhren voll auszunutzen, muss man sie ins Gitterstromgebiet aussteuern. Dadurch treten aber zusätzliche Verzerrungen durch die wechselnde Anodenbelastung der Vorröhre (Treiberröhre) auf. Man muss den Innenwiderstand dieser Röhre klein halten, also ebenfalls Trioden verwenden.

(Fortsetzung folgt)

### Ordonnance n° 29 El

de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail concernant l'emploi de l'énergie électrique (Relâchement des restrictions concernant l'emploi d'énergie électrique dans les exploitations industrielles et artisanales et pour la préparation d'eau chaude)

(Du 5 mars 1947)

L'Office de guerre pour l'industrie et le travail

arrête:

#### Article premier

##### Exploitations industrielles et artisanales

Est abrogée l'ordonnance n° 27 El de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail du 4 février 1947 concernant l'emploi de l'énergie électrique (accentuation des restrictions imposées aux exploitations industrielles et artisanales) <sup>1)</sup>.

Seront désormais de nouveau applicables aux exploitations industrielles et artisanales les dispositions de l'ordonnance n° 24 El de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail du 15 novembre 1946 concernant l'emploi de l'énergie électrique (restrictions à la consommation des exploitations industrielles et artisanales) <sup>2)</sup> à l'exception toutefois de celles de l'article 9.

Les exploitations devront faire en sorte de ne pas dépasser la quantité d'énergie électrique qu'elles sont autorisées à consommer.

<sup>1)</sup> voir Bull. ASE t. 38(1947), N° 4, p. 99.  
<sup>2)</sup> voir Bull. ASE t. 37(1946), N° 24, p. 718...719.

#### Art. 2

##### Préparation d'eau chaude dans les ménages, ainsi que dans les hôtels, auberges et pensions

Est abrogée l'ordonnance n° 28 El de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail du 19 février 1947 concernant l'emploi de l'énergie électrique (accentuation des restrictions à la préparation d'eau chaude) <sup>3)</sup>.

Seront désormais de nouveau en vigueur, pour la préparation d'eau chaude dans les ménages, ainsi que dans les hôtels, auberges et pensions, les dispositions non modifiées des articles 3 et 4 de l'ordonnance n° 25 El de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail du 27 décembre 1946 concernant l'emploi de l'énergie électrique (interdiction du chauffage des locaux; restrictions à l'éclairage public, aggravation des restrictions à la préparation d'eau chaude, à l'éclairage des vitrines et à l'emploi des réclames lumineuses) <sup>4)</sup>.

#### Art. 3

##### Entrée en vigueur

La présente ordonnance entrera en vigueur le 7 mars 1947. Les faits qui se sont passés sous l'empire des dispositions abrogées demeurent régis par elles.

<sup>3)</sup> voir Bull. ASE t. 38(1947), N° 5, p. 135.  
<sup>4)</sup> voir Bull. ASE t. 38(1947), N° 1, p. 20...21.

## Ordonnance n° 30 El

### de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail concernant l'emploi de l'énergie électrique

(Nouveau relâchement des restrictions)

(Du 12 mars 1947)

*L'Office de guerre pour l'industrie et le travail*  
arrête:

#### Article premier

Sont abrogées les Ordonnances n° 24 El<sup>1)</sup>, 25 El<sup>2)</sup> et 26 El<sup>3)</sup> de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail des 15 novembre 1946, 27 décembre 1946 et 4 février 1947 concernant l'emploi de l'énergie électrique, ainsi que les Ordonnances d'exécution qui s'y rapportent. Les faits qui se sont passés sous l'empire des dispositions abrogées demeurent régis par elles.

L'emploi de l'énergie électrique n'est désormais plus soumis qu'aux restrictions prescrites dans les articles 2 et suivants de la présente ordonnance.

#### Art. 2

##### Interdiction du chauffage électrique des locaux

L'emploi d'énergie électrique pour le chauffage des locaux est interdit, sous réserve des dérogations du 2<sup>e</sup> alinéa ci-dessous.

Il est permis d'employer un radiateur électrique, aussi économiquement que possible, dans les ménages qui comprennent des enfants de moins de 2 ans, des personnes de plus de 65 ans ou des personnes gravement malades, ainsi que pour le chauffage des salles de consultation et de traitement des médecins et dentistes.

#### Art. 3

##### Exploitations électrochimiques et électrométallurgiques

La section de l'électricité (appelée ci-après section) est autorisée à contourner l'énergie électrique pouvant être em-

<sup>1)</sup> Bull. ASE t. 37(1946), N° 24, p. 718...719.

<sup>2)</sup> Bull. ASE t. 38(1947), N° 1, p. 20... 21.

<sup>3)</sup> Bull. ASE t. 38(1947), N° 4, p. 99.

ployée dans les exploitations électrochimiques et électrométallurgiques.

#### Art. 4

##### Installations combinées

L'emploi d'énergie électrique pour les installations de préparation d'eau chaude pouvant aussi fonctionner au moyen de combustibles liquides ou solides, ainsi que pour les chaudières électriques et autres installations combinées, est subordonné à une autorisation préalable du fournisseur de ladite énergie.

#### Art. 5

##### Dispositions pénales

Les contraventions à la présente Ordonnance ou aux prescriptions d'exécution et décisions d'espèce qui s'y réfèrent, seront réprimées selon l'arrêté du Conseil fédéral du 17 octobre 1944 concernant le droit pénal et la procédure pénale en matière d'économie de guerre.

Indépendamment des sanctions pénales ci-dessus le contrevenant pourra être l'objet de mesures administratives, conformément à l'article 8, 2<sup>e</sup> alinéa de l'Ordonnance n° 20 du département fédéral de l'économie publique du 23 septembre 1942 restreignant l'emploi des carburants et combustibles liquides et solides, ainsi que du gaz et de l'énergie électrique (emploi de l'énergie électrique)<sup>4)</sup>.

#### Art. 6

##### Entrée en vigueur et exécution

La présente Ordonnance entre immédiatement en vigueur. La section est chargée d'en assurer l'exécution; elle édictera les prescriptions nécessaires à cet effet.

<sup>4)</sup> Bull. ASE t. 33(1942), N° 20, p. 551...552.

## Suppression de toutes les restrictions de la consommation d'électricité

Par l'Ordonnance n° 31 El, publiée seulement après la clôture de la rédaction, toutes les restrictions de la consommation d'électricité encore en vigueur ont été reportées avec effet immédiat.

## Miscellanea

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

**Prof. Dr. F. Tank**, Rektor der Eidg. Techn. Hochschule, Vorstand des Institutes für Hochfrequenztechnik der ETH, Mitglied des Vorstandes des SEV, feiert am 29. März 1947 sein 25jähriges Dozentenjubiläum.

**Generalversammlung des Schweizerischen Energiekonsumenten-Verbandes.** An der 27. ordentlichen Generalversammlung vom 27. März 1947, 14.15 Uhr, Kongresshaus Zürich, Konzertfoyer, Eingang T, Claridenstrasse, referieren Prof. Dr. B. Bauer, ETH, über «*Besinnung und Ausblick in der schweizerischen Energiewirtschaftspolitik*», und dipl. Ing. F. Kuntschen, Vizedirektor des eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft, über *den weiteren Ausbau unserer Wasserkräfte*.

### Kleine Mitteilungen

**Ausnützung des Greinasees im Kanton Graubünden.** Der Tagespresse ist zu entnehmen, dass sich ein *Syndikat für die Ausnützung des Greinastawerkes auf dem Gebiet des Kantons Graubünden* gebildet hat. Ihm gehören an die Kraftwerke Sernf-Niederbach A.-G., St. Gallen, die Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern, und der Kanton Graubünden. Der Beitritt weiterer Mitglieder stehe in Aussicht. Dem Syndikatskomitee, das sich am 6. März 1947 konstituierte, soll Regierungsrat W. Liesch, Vorsteher des Bau- und Forstdepar-

tements des Kantons Graubünden, vorstehen. Mit dem Bau soll, sagt die Pressemitteilung, schon in kurzer Zeit begonnen werden.

**Kraftwerk Vernayaz der SBB.** Im Januar 1947 eröffnete der Verwaltungsrat einen Kredit von 1,8 Millionen Franken für die Anschaffung und den Einbau eines weiteren Generators mit Transformator und Schaltanlage im Kraftwerk Vernayaz, das seit 20 Jahren im Betrieb steht. Beschreibungen dieses Kraftwerkes sind zu finden in SBB Nachr.-Bl. Bd. 4 (1927), Nr. 1 und Schweiz. techn. Z. Bd. 3(1928), Nr. 51/52.

**Projekt des Spölwerkes.** Die Tagespresse berichtet, dass Italien der Schweiz den sofortigen gemeinsamen Ausbau des Spölwerkes nach dem Projekt des Konsortiums für Engadiner Kraftwerkprojekte vorgeschlagen haben soll. Auf italienischem Boden, in Livigno, würde ein Stausee entstehen, dessen Wasserkraft in Werken auf schweizerischem Gebiet auszunützen wäre. Der Schweiz soll auf diese Weise ein Anteil von 100 GWh<sup>1)</sup> Winter-Speicherenergie zukommen.

Am 8. März 1947 fand in Chur unter dem Vorsitz des Bündner Regierungspräsidenten eine Aussprache zwischen dem Kleinen Rat des Kantons Graubünden und einer Delegation des Kraftwerk-Konsortiums einerseits, und Vertretern von Natur-, Heimatschutz und Nationalpark-Kommission andererseits statt. Obschon die betroffene Gemeinde, die ganze Talschaft und der Kanton das Projekt begrüßten, meldeten

<sup>1)</sup> 1 GWh = 10<sup>9</sup> Wh = 10<sup>6</sup> kWh (1 Million kWh).

die Heimatschutzverbände gewisse Bedenken an. Regierungsrat Liesch liess durchblicken, dass der Kleine Rat mit allem Nachdruck gegen die Opposition aufzutreten werde. Die einsprechenden Verbände seien zu direkten Verhandlungen an das Kraftwerk-Konsortium verwiesen worden.

### Die neue internationale Organisation für die Normung ISO

Nach vorausgegangenen Besprechungen in Paris wurde im Oktober 1946 in London eine neue internationale Organisation für die Normung gegründet. Sie trägt die Bezeichnung «International Organization for Standardization», abgekürzt «ISO», und ist hervorgegangen aus der seit 1926 bestehenden «International Federation of National Standardizing Associations», deren Kurzbezeichnung «ISA» war, sowie aus dem während des Krieges unter der Führung der angelsächsischen Staaten gebildeten «United Nations Standards Coordinating Committee» (UNSCC).

Die starke Beteiligung an der Konferenz in London, die vom 14. bis 26. Oktober 1946 stattfand, lässt die grosse Bedeutung erkennen, die in allen Industriestaaten der Normung als Mittel zur wirtschaftlichen Hebung der Produktion und zur Verbesserung der Arbeitsmethoden beigemessen wird. Es waren in London 25 Staaten aus allen Erdteilen mit über 60 Delegierten vertreten. Als Vertreter der schweizerischen Normung nahmen *F. Streiff*, Vorsitzender der Normalienkommission des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller, und *W. Kuert*, Chef des VSM-Normalienbüros und Sekretär der Schweizerischen Normen-Vereinigung, an den Verhandlungen teil.

Die Arbeit der Konferenz konzentrierte sich hauptsächlich auf die Bereinigung der Statuten und Ausführungsbestimmungen, die an der 1. Generalversammlung vom 24. Oktober 1946 unter Vorbehalt der Ratifikation durch die nationalen Normenvereinigungen genehmigt wurden. Ausserdem ist über die Organisation der technischen Arbeiten gesprochen worden, die jedoch nicht abschliessend behandelt werden konnte.

Die ISO bezweckt die Erleichterung der Koordination und Vereinheitlichung von Normen, die von den nationalen Normenvereinigungen herausgegeben werden, und sieht einen ständigen Austausch von Informationen über die Normungsarbeiten in den Mitgliederländern vor. Sie stellt ferner Grundsätze zur Unterstützung der Normungsbestrebungen der Mitglieder auf. Die ISO kann zusammenarbeiten mit anderen internationalen Organisationen, die sich mit verwandten Aufgaben befassen, und kann, sofern kein Mitglied dagegen ist, internationale Normen herausgeben.

Die Mitgliedschaft steht grundsätzlich jeder nationalen Normenorganisation offen, wenn diese die Aufnahmebedingungen erfüllt und bereit ist, die Statuten und Ausführungsbestimmungen anzuerkennen. Von jedem einzelnen Land kann aber nur *eine* Organisation Mitglied werden, nämlich die, welche am umfassendsten die normenden Stellen des Landes vertritt.

Die oberste Instanz in der ISO ist die Generalversammlung, die aus der Versammlung der Vertreter aller Mitglieder besteht. Sie wird in der Regel alle drei Jahre zusammentreten. Ihre Beschlüsse in technischen Angelegenheiten gelten für die Mitglieder als Empfehlungen, die bei der Aufstellung von nationalen Normen übernommen werden können, aber nicht übernommen werden müssen. Diese Freiheit ist wichtig, damit nicht der Fall eintreten kann, dass ein Land Festlegungen in sein Normenwerk hineinnehmen muss, die den Bedürfnissen seiner Industrie entgegenstehen.

Die Generalversammlung bestimmt den Präsidenten der Organisation. Als erster Präsident der ISO wurde in London *Howard Coonley*, New York, Vorsitzender des Executive Committee of the American Standards Association, gewählt. Howard Coonley ist eine hervorragende Persönlichkeit, aus der Industrie seines Landes hervorgegangen. Er war während langer Jahre an leitender Stelle in der amerikanischen Röhren- und Fittingsindustrie tätig. Während des Krieges diente er im Auftrage von Präsident Roosevelt als Berater für die Aufrüstung bei der chinesischen Regierung.

Ausführendes Organ der ISO ist ein Rat, bestehend aus dem Präsidenten und zehn weiteren Mitgliedern, die zusam-

men elf verschiedene Mitglieder-Länder vertreten. Dieser Rat ist mit weitgehenden Kompetenzen ausgerüstet, und ihm ist die Führung der ISO zwischen den Generalversammlungen übertragen. Für die ersten fünf Jahre haben China, Frankreich, Grossbritannien, die Sowjetunion und die Vereinigten Staaten von Nordamerika einen permanenten Sitz im Rat. Die übrigen sechs Sitze sind in London auf folgende Mitglieder verteilt worden: Australien, Belgien, Brasilien, Indien, Norwegen und die Schweiz. Die Sitze werden gemäss festgelegtem Turnus nach Ablauf der Amtsdauer durch die Generalversammlung neu bestimmt.

Der Rat wählt aus seinen Reihen einen Vizepräsidenten und einen Trésorier. Zum Vizepräsidenten für die erste Amtsperiode wurde *Gustave L. Gérard*, Belgien, und zum Trésorier *F. Streiff*, Schweiz, bestimmt.

Zur Besorgung der Geschäfte der Organisation ist ein Generalsekretariat eingesetzt, dem ein Generalsekretär vorsteht. Dieser wird vom Rat gewählt und ist ihm unterstellt. Ein Arbeitskomitee, bestehend aus dem Präsidenten, dem Vizepräsidenten und dem Trésorier, überwacht im Auftrag des Rates die Tätigkeit des Generalsekretariates.

An der Konferenz in London wurde als Sitz der ISO Genf bestimmt. Das Generalsekretariat wird in der nächsten Zeit in Genf eingerichtet, worauf dann die neue internationale Organisation für die Normung in regulärer Weise funktionieren kann.

Als offizielle Sprachen der ISO sind in London nach ausführlichen Diskussionen das Englische, Französische und Russische angenommen worden. Publikationen und Dokumente der ISO mit offiziellem Charakter müssen in allen drei Sprachen abgefasst sein. Korrespondenzen der Mitglieder unter sich können auch in anderen Sprachen geführt werden.

In den Ausführungsbestimmungen ist festgehalten, dass die Arbeiten der früheren internationalen Normenvereinigung, der ISA, in Berücksichtigung gezogen und ihre Publikationen in Bezug auf die Uebernahme oder Revision geprüft werden sollen. Das Programm der technischen Arbeiten in der neuen Organisation ist im wesentlichen das der ISA, ergänzt durch eine Anzahl neuer Aufgaben aus Gebieten, denen heute ganz besonderes Interesse zukommt.

Der gegenwärtige Vorschlag sieht 64 Technische Komiteen vor, von denen sich etwa ein Drittel mit Gegenständen aus der Maschinenindustrie befasst, während die anderen zwei Drittel Aufgaben aus den verschiedensten Gebieten zu bearbeiten haben, z. B. Kohlenprodukte, Konservbehälter, Eigenschaften und Klassierung der Hölzer, Kautschuk, Luftschiffahrt, Luftfahrt, landwirtschaftliche Produkte, Textilindustrie, Bauwesen, Kanalisationsrohre, Photographie, Kine-matographie usw.

Für die Zuteilung der Technischen Sekretariate an die nationalen Normenausschüsse und für die Dringlichkeitsliste der in Angriff zu nehmenden Arbeiten liegen Vorschläge vor, die noch bereinigt werden müssen.

Aus der Ueberzeugung heraus, dass für die schweizerische Industrie und Wirtschaft eine aktive Teilnahme an den internationalen Normungsbestrebungen von grosser Bedeutung ist, haben sowohl die Normalienkommission des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller als auch die Schweizerische Normen-Vereinigung an ihren Januarsitzungen beschlossen, der ISO beizutreten und den vorliegenden Statuten zuzustimmen. Die Normenorganisation eines Landes, das wie die Schweiz sehr stark auf den Export angewiesen ist, muss den Kontakt mit den ausländischen Normenstellen mit allen Mitteln suchen und pflegen. Durch die Mitgliedschaft in der ISO sind diese unerlässlichen Verbindungen hergestellt, so dass die Schweiz an der Lösung der internationalen Aufgaben wird mitwirken können.

Genz besonders erfreulich ist für uns die Bestimmung von Genf als Sitz der neuen Organisation, die Wahl in den ISO-Rat und die Uebertragung des Trésorieramtes. Diese Beschlüsse der Londoner Konferenz bezeugen die Wertschätzung, die unserem Land und im besonderen der schweizerischen Normung in internationalen Kreisen entgegengebracht wird. Sie sollen für die schweizerischen Normungsorgane ein Ansporn sein, bei der Durchführung der ISO-Arbeiten nach besten Kräften mitzuhelfen.

VSM-Normalienbureau.  
Schweizerische Normen-Vereinigung.

## 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

### International Organization for Standardization ISO

A Londres, en octobre 1946, fut fondée la nouvelle Organisation Internationale de Standardisation, l'ISO; elle remplace l'ancienne ISA. Nous prions nos membres de se reporter au rapport page 161.

### Journée de la technique des isolants organisée par l'ASE

L'ASE organisera probablement le 24 avril 1947 une Journée consacrée au plus récent développement de la technique des isolants. Des conférences sont prévues sur les isolants et leur application. Nous invitons les intéressés désirant présenter un court exposé à cette Journée, de s'adresser au Secrétariat de l'ASE, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

## Recommandations générales pour l'éclairage électrique en Suisse

Le Comité Suisse de l'Eclairage a publié, dans le Bulletin ASE 1946, N° 25, pages 747...750, le projet de modification des Recommandations générales pour l'éclairage électrique en Suisse. Sur la base d'une observation émise dans le délai déterminé, il fut envisagé une nouvelle rédaction du texte sous chiffre 45 (Impression naturelle des couleurs) reproduite ici.

Le Comité de l'ASE invite les membres à examiner le nouveau projet sous chiffre 45 et à adresser leurs observations éventuelles, en double exemplaire, au

Secrétariat de l'ASE, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, jusqu'au 12 avril 1947.

### Projet

#### 45. Impression naturelle des couleurs

La couleur de la lumière naturelle du jour est très variable. On considère comme lumière moyenne, celle qui provient de l'hémisphère nord, par temps couvert, et l'on admet que les couleurs des objets éclairés par cette lumière sont naturelles. C'est également le cas pour un éclairage artificiel, de composition spectrale identique ou très analogue à celle de la lumière naturelle du jour. Voir aussi chiffre 52

## Règles pour les turbines hydrauliques

A la demande du CES, le Comité de l'ASE a publié dans le Bulletin de l'ASE 1946, n° 14, un projet de Règles pour les turbines hydrauliques et invité les membres de l'ASE d'adresser leurs observations éventuelles au Secrétariat de l'ASE, jusqu'au 20 août 1946. Plusieurs membres ayant présenté des observations, le CT 4 du CES qui avait élaboré ce projet les a examinées lors de deux séances plénières et d'une séance en petit comité, avec la participation de délégués des fabricants de turbines hydrauliques et de génératrices, ainsi que de délégués de la clientèle. Les fabricants de pompes ayant exprimé le désir que le domaine d'application de ces règles soit également étendu aux pompes, notamment à celles utilisées pour les bassins d'accumulation, un délégué d'une autre importante fabrique de pompes a également assisté à ces délibérations, qui ont abouti à toute une série de modifications. Celles-ci ayant été approuvées par le CES, le Comité de l'ASE les publie ci-après et invite les membres à les examiner et à adresser leurs observations éventuelles, en double exemplaire, au Secrétariat de l'ASE, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, jusqu'au 12 avril 1947.

### Projet

### Modifications et compléments apportés au projet de Règles pour les turbines hydrauliques publié dans le Bulletin de l'ASE 1946, n° 14

#### 1. Domaine d'application

Les présentes Règles s'appliquent aux turbines hydrauliques en chambre ouverte ou en bêche, de tous les types

actuellement en usage, destinées à fonctionner avec de l'eau propre, notamment:

- a) aux turbines à réaction: Francis,  
à hélice,  
Kaplan,
- b) aux turbines à action: Pelton,

comme aussi, par analogie, aux turbines d'anciens types (Henschel, Jonval, Girard, par exemple).

Ces règles sont également applicables par analogie:

- c) aux pompes centrifuges refoulant de l'eau froide.

#### 3. Table des grandeurs à mesurer

Cette table reste inchangée sauf pour:

- p Pression kg/cm<sup>2</sup>; kg/m<sup>2</sup>

#### 7. Définitions générales

a) La chute totale disponible d'une installation hydraulique est la différence de niveau entre le plan d'eau d'amont et le plan d'eau d'aval du parcours concessionné.

b) La chute nette  $H$  est la différence de niveau des lignes d'énergie à l'amont et à l'aval de la turbine (Fig. 1).

c) La chute nominale  $H_n$  est la chute nette pour laquelle la turbine est calculée.

#### 9. Définitions particulières

(texte sans modification)

Fig. 1...11

Croquis illustrant les définitions mentionnées au chiffre 9

$M_0$  Section de mesure à l'arrivée de l'eau

$M_1$  Section de mesure à la sortie de l'eau

$E_0$  Ligne d'énergie avant la turbine

$E_1$  Ligne d'énergie après la turbine

Chute nette  $H = E_0 - E_1$

(voir fig. 1)

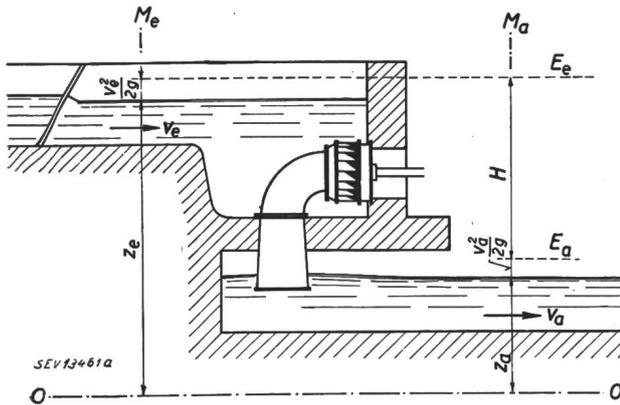


Fig. 1  
(légende sans modification)

Fig. 9  
(nouvelle légende:)

**Turbine à action**

A deux injecteurs. Arbre horizontal.

$$\text{Chute nette } H = \frac{Q_1(z_0 - z_{s1}) + Q_2(z_0 - z_{s2})}{Q_1 + Q_2} + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g}$$

**12. Pertes de débit**

- a) (pas de modification)
- b) Le débit d'eau nécessaire au refroidissement des paliers de la turbine n'est à la charge de celle-ci que s'il est prélevé sur celui qui alimente la turbine. Pour les paliers chargés à la fois par la turbine et par la génératrice, seule la part du débit d'eau de refroidissement qui correspond à la charge des paliers provoquée par la turbine doit être attribuée à celle-ci (voir chiffre 14a, b)
- c) (pas de modification)
- d) (pas de modification)
- e) (pas de modification)

**14. Pertes de puissance mécaniques**

- a) Les pertes par frottement dans les paliers de la turbine sont à la charge de celle-ci. Pour les paliers chargés à la fois par la turbine et par la génératrice, en particulier pour les pivots des groupes à axe vertical, seule la part des pertes par frottement qui correspond à la charge des paliers ou des pivots provoquée par la turbine doit être attribuée à celle-ci (voir chiffres 159 et 160),
- b) La puissance d'entraînement des pompes de refroidissement des paliers de la turbine est à la charge de celle-ci. Si les pompes de refroidissement sont communes à la génératrice et à la turbine, seule la part de leur puissance d'entraînement provoquée par la turbine est à la charge de celle-ci (voir chiffres 159 et 160),
- c) La puissance d'entraînement du régulateur n'est pas à la charge de la turbine; elle doit toutefois être spécifiée et garantie lors de la commande.
- d) Les pertes dues au volant, par ventilation et frottement dans les paliers, ne sont pas à la charge de la turbine.
- e) Les pertes mécaniques résultant de la transmission de la puissance utile, par courroie, engrenages, etc., ne sont pas à la charge de la turbine.

**18. Définitions**

- a) (pas de modification)
- b) La vitesse d'emballlement est la vitesse maximum de rotation pouvant être atteinte par la turbine fonctionnant sous la chute nette maximum, lorsque la turbine n'est soumise qu'au couple résistant dû à ses propres pertes. La vitesse d'emballlement à indiquer ne tiendra donc pas compte des puissances absorbées par des organes accouplés à la turbine, tels que: génératrices, pompes, régulateurs, etc.
- Dans le cas des turbines Kaplan la vitesse d'emballlement à indiquer est celle qui correspond à la position réciproque des aubes du distributeur et de celles de la roue mobile qui donne lieu à la vitesse de rotation la plus élevée, ce qui suppose que l'asservissement entre distributeur et roue est hors service.
- c) (pas de modification)

**19. Sens de rotation**

- a) Conformément aux Règles de l'ASE pour machines électriques, le sens de rotation des turbines est réputé «à droite» s'il correspond à celui des aiguilles d'une montre et «à gauche» dans le cas contraire.
- b) Le sens de rotation des turbines est déterminé comme suit:
  - 1) c'est celui que constate l'observateur qui, étant placé du côté moteur (côté accouplement) regarde vers la turbine.
  - 2) si la notion côté moteur (accouplement) est ambiguë, le sens de rotation de la turbine sera fixé par convention, de préférence au moyen d'un croquis.
- c) Les volants à main, comme aussi les leviers de commande des régulateurs et des organes de fermeture doivent toujours être manœuvrés «à droite», lorsqu'ils doivent provoquer une «fermeture» des organes correspondants.

**21. Dispositions concernant la garantie**

- a) (pas de modification)
- b) (pas de modification)
- c) Ces garanties ne seront données que pour des décharges aboutissant à zéro.
- d) (pas de modification)
- e) (pas de modification)
- f) Dans le cas où un «pompage» (oscillations périodiques non amorties) interviendrait, les fournisseurs de la turbine et de la génératrice chercheront, en collaboration avec le client, à établir les causes de cette perturbation; ils arrêteront en commun les mesures à prendre pour l'éliminer ainsi que l'attribution des frais que ces mesures entraîneront.

**24. Inscriptions**

- a) (pas de modification)
- b) Sur cette plaque figureront, d'une manière lisible et durable, les indications suivantes:
 

	Valeurs nominales de:
Nom du fournisseur	Chute
Année de construction	Débit
Numéro de fabrication	Puissance
	Vitesse de rotation
	Vitesse d'emballlement
- c) Exemple d'une plaque signalétique:

Nom du fournisseur	
Année . . . . .	n° de fabrication
Chute . . . . .	m
Débit . . . . .	m <sup>3</sup> /s
Puissance . . . . .	kW
Vitesse . . . . .	/min
Vitesse d'emballlement	/min

**28. Rendement de la génératrice**

- a) Le client procurera au fournisseur de la turbine, si celui-ci le demande, le droit d'assister à ceux des essais de réception de la génératrice qui ont une influence sur la détermination du rendement de celle-ci; dans ce cas le fournisseur de la génératrice invitera celui de la turbine à assister à ces essais.
- Si le fournisseur de la turbine n'assiste pas aux essais de la génératrice, une copie du procès-verbal original des essais de réception de ces machines devra lui être adressée.
- b) Dans le cas où les dispositions du paragraphe 28 a) ci-dessus ne seraient pas appliquées et si le fournisseur de la turbine demande que l'on procède à des essais de rendement de la génératrice, les frais de ces essais ne seront à la charge du dit fournisseur que si les rendements mesurés atteignent ou dépassent ceux qui lui auront été préalablement communiqués.

**29. Puissance**

- a) (pas de modification)
- b) Si la puissance nominale n'est pas atteinte, la tolérance sera de - 2% de la valeur nominale (voir chiffre 162).

**30. Rendement**

La tolérance applicable au rendement du fait de l'imprécision des mesures est de ± 2% (pourcents absolus ou «points»).

Cependant, dans le cas où l'imprécision des mesures électriques serait particulièrement importante, cette tolérance devra être augmentée en conséquence (voir chiffre 162).

**32. Augmentation de pression**

La tolérance applicable à l'augmentation garantie de pression  $\delta_H$ , lors de diminution de la charge, est de + 20 % de la valeur garantie.

**41. Mise à disposition**

Pour des mesures exécutées en Suisse, le fournisseur mettra gratuitement à disposition les instruments hydrauliques qu'il possède, ainsi que le personnel nécessaire au service de ces instruments.

**49. Revision**

a) (pas de modification)

b) En cas d'usure de pièces importantes provoquée notamment par du sable entraîné par l'eau, le fournisseur doit avoir la possibilité de procéder, avant les essais, aux travaux de remise en état nécessaires; la répartition des frais provoqués par ces travaux fera l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Par contre et pour autant que les conditions d'exploitation et l'exploitation elle-même auront été normales, le fournisseur, sauf accord préalable avec le client, ne sera pas autorisé à procéder, avant les essais, à la réparation de défauts éventuels dus à la cavitation.

**62. Domaine d'application**

Ces «Règles spéciales» s'appliquent aux turbines hydrauliques de tous genres actuellement en usage.

Elles peuvent également s'appliquer, par analogie, aux anciens types de turbines (Henschel, Jonval, Girard, etc.), comme aussi aux pompes centrifuges qui refoulent de l'eau froide.

**64. Généralités**

Le contrôle des garanties données pour la turbine exige la mesure des grandeurs suivantes:

- Débit
- Chute nette
- Puissance de la turbine
- Vitesse de rotation
- Variations de vitesse
- Variations de pression

**93. Zone périphérique**

L'allure de la vitesse dans la zone périphérique s'obtiendra en traçant un arc de cercle tangent à la paroi et à la courbe des vitesses au dernier point de mesure, la tangente en ce point étant donnée par:

$$\text{tg } \alpha = \frac{v_1}{7a} \quad (\text{voir fig. 26})$$

Il s'agit là d'une simplification admissible par rapport à la loi

$$v_x = v_1 \left( \frac{\alpha_x}{\alpha} \right)^{1/7}$$

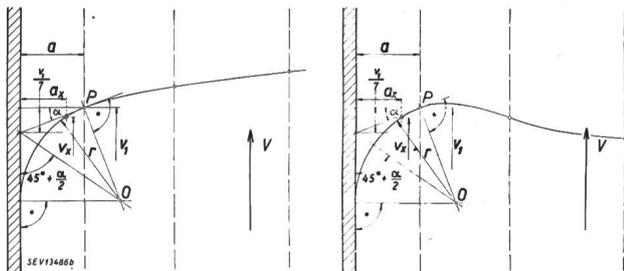


Fig. 26

Allure de la vitesse dans la zone périphérique (voir chiffre 93)

$a$  distance entre la paroi et l'axe du moulinet le plus rapproché (point  $P$ )

$v_1$  vitesse au point de mesure  $P$ , le plus rapproché de la paroi

$r$  rayon de courbure de la courbe des vitesses

$\alpha$  angle d'inclinaison de la tangente en  $P$

**105. Canal de fuite, à l'aval du déversoir**

Le niveau de l'eau, à l'aval du déversoir, devra être situé au moins à 0,3 m ou à 0,5  $h_{\text{max}}$  en dessous de l'arrêt du déversoir (déversement parfait, voir chiffre 98), donc

$$0,3 \text{ m} \leq s_1 \leq 0,5 h_{\text{max}} \quad (\text{voir fig. 29})$$

**118. Formule de Rehbock (1929) pour déversoir sans contraction latérale [Lit. 2]**

La formule simplifiée de Rehbock conduit pratiquement aux mêmes résultats:

(formule sans modification)

où  $h_e$  est la charge fictive sur la crête donnée par:

$$h_e = h + 0,0011 \text{ m.}$$

Dans les formules qui précèdent les valeurs de  $b$ ,  $s$ ,  $h$  et  $h_e$  doivent être introduites en m et  $Q$  sera exprimé en  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Le coefficient  $\mu$  qui découle de ces formules et qui doit être introduit dans la formule générale donnée sous chiffre 116, a la valeur suivante:

(formule sans modification)

**153. Influences de la différence de pression barométrique et de la compressibilité de l'eau**

Le texte figurant dans la colonne de gauche, en bas de la page 420, reste inchangé. La suite de ce texte, dans la colonne de droite, en haut, a la teneur suivante:

$H_w$  est exprimée en m

$H_G = 10 p$  est exprimée en m où  $p$ , mesuré par le manomètre à poids, est exprimé en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Pour une altitude de l'emplacement du manomètre à poids, comprise entre 100 et 2000 m au-dessus du niveau de la mer, le facteur  $k$  est donné par:

$$k = \frac{1,1}{1000}$$

Ce facteur  $k$  variant très peu avec l'altitude, on peut, dans les limites d'altitude qui viennent d'être indiquées, adopter sans autre la valeur de  $k$  ci-dessus.

**159. Pertes totales**

Au sens des présentes Règles, on entend par pertes totales de la génératrice, la différence entre la puissance absorbée et la puissance active débitée.

Les pertes de la génératrice ainsi définies englobent donc aussi les pertes par frottement provoquées par la génératrice dans les paliers (voir chiffre 14).

**160. Mesures des pertes**

La mesure des rendements ou des pertes des génératrices se fera conformément aux Règles de l'ASE pour les machines électriques (actuellement en préparation).

Les pertes par frottement provoquées dans les paliers par la génératrice devront être ajoutées aux pertes de la génératrice découlant de l'application des dites Règles, pour autant qu'il n'en aura pas été déjà tenu compte dans l'établissement du rendement de la génératrice.

**162. Appareils de mesure**

a) La puissance utile sera mesurée à l'aide d'un appareillage spécial prévu dans ce but, qui ne comprendra que des appareils de précision, alimentés par des transformateurs de mesure de précision étalonnés. Cet appareillage devra être aménagé de manière à exclure toutes sources d'erreurs.

b) Si l'on dispose de quatre fils, la mesure du courant triphasé se fera par la méthode des trois wattmètres.

Les transformateurs de mesure devront servir exclusivement aux appareils prévus pour cette mesure.

c) Dans certains cas, on pourra utiliser des compteurs qui, cependant devront être étalonnés avec les transformateurs correspondants. En principe, les appareils à aiguille sont préférables aux compteurs.

d) Si les shunts utilisés pour la mesure de courant continu d'intensité considérable accusent une erreur d'environ  $\pm 1\%$ , la tolérance pour la puissance et le rendement des turbines devra être portée de 2 % à 3 %. Si l'erreur des shunts est supérieure à  $\pm 1\%$ , ces tolérances seront augmentées en conséquence (voir chiffres 29 et 30).

e) Les appareils et les transformateurs de mesure de tableau ne sont pas admissibles pour les essais de réception.

**166. Régulateur**

Si le régulateur est directement entraîné par la turbine, la puissance qu'il absorbe et qui intervient dans le calcul de la puissance de la turbine sera celle que le constructeur a garantie (voir chiffre 14c).

Pour juger du régulateur à ce point de vue, on pourra cependant mesurer cette puissance.