Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 71 (1980)

Heft: 3

Artikel: Netzoberschwingungen durch Fernsehempfänger

Autor: Goldberg, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905223

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: 12.12.2025

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

Netzoberschwingungen durch Fernsehempfänger

Von G. Goldberg

621.317.353

Die Masse der Fernsehempfänger bildet eine der wichtigsten Quellen von Oberschwingungen in den Elektrizitätsnetzen. Die Vorgänge bei der Erzeugung dieser Oberschwingungen und die sich im Netz ergebenden Verhältnisse werden erläutert. Es werden einige Überlegungen zu einer Begrenzung der Oberschwingungsströme von Fernsehgeräten angestellt.

Les récepteurs de télévision forment, dans les réseaux de distribution d'électricité, une des plus importantes sources de courants harmoniques. L'auteur étudie leur origine et leur action dans les réseaux. Il conclut par quelques remarques concernant une limitation de ces courants.

1. Eigenschaften der von Fernsehempfängern erzeugten Oberschwingungen

Die Fernseh-(TV-)Empfänger haben wie viele andere elektronische Geräte zur Gleichstromversorgung ihrer Kreise einen Speiseteil, der im wesentlichen aus einem Gleichrichter, einem Glättungskondensator und gegebenenfalls einer nachgeschalteten Spannungsregulierungseinrichtung besteht. Wie in Fig. 1 dargestellt, nimmt diese Schaltung Strom auf, wenn die Speisespannung grösser als die Kondensatorspannung ist, und es entstehen Stromimpulse, die angenähert die Form einer halben Sinuswelle aufweisen. Die einzelnen Stromoberschwingungen (Strom-OS) lassen sich aufgrund einer Fourier-Analyse gemäss folgender Formel berechnen [1]:

$$I_\nu = \frac{k\,\alpha\,\hat{I}}{\pi}\;\frac{\cos \alpha\nu\pi}{1-4\,\alpha^2\nu^2}\;\cos \nu\omega t \qquad \begin{array}{ll}\text{Einweggleichrichter} & k=4\\ \text{Zweiweggleichrichter} & k=8\end{array}$$

α ist die relative Dauer des Stromimpulses in bezug auf die Periode der Netzfrequenz; normalerweise $\alpha = 0{,}12...0{,}18$.

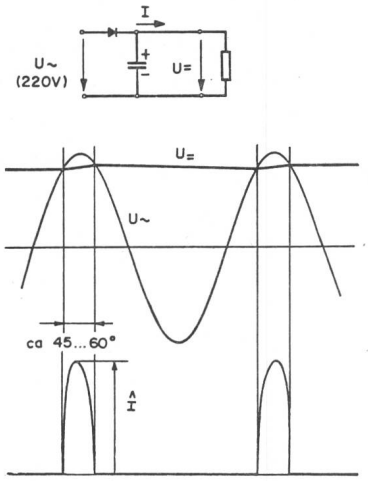

Fig. 1 Grundsätzliches Schema, Spannungen und Strom des Speiseteils eines Fernsehempfängers

Das Spektrum von Einweggleichrichtern enthält alle ungeradzahligen und geradzahligen OS sowie eine Gleichstromkomponente, wobei die Umhüllende der OS-Stromamplituden einen eigentümlichen Verlauf mit einer Reihe von abnehmenden «Glocken» aufweist (Fig. 2). Die Lage der Senken hängt von α ab, variiert also je nach dem Gerät, befindet sich aber in der Regel in den Gebieten um 500 Hz, 900 Hz usw.

Bei symmetrischen Schaltungen mit Vollweggleichrichtern entstehen keine geradzahligen OS und keine Gleichstromkomponente. Ebenso verhalten sich zwei gegenpolig geschaltete Einweggleichrichter, und man kann im Netz mit einer statistischen Kompensation rechnen.

Die TV-Empfänger verhalten sich wie OS-Stromquellen; die OS-Ströme erzeugen in bekannter Weise über die Netzimpedanz OS-Spannungen. Um den Einfluss der Frequenzabhängigkeit der Netzimpedanz und ein charakteristisches Bild dieser OS-Spannungen zu zeigen, wurde ein auf Fig. 2 dargestelltes Beispiel mit der CENELEC-Referenzimpedanz [2] berechnet. Die höchsten OS-Spannungen entstehen im Gebiet von 150...350 Hz; bei höheren Frequenzen sind sie kleiner und verschwinden beinahe ganz in den Senken bei 500 Hz und 900 Hz. Da, wie später erläutert wird, bei den höheren Frequenzen eine mehr oder weniger starke «Phasenkompensation» hinzukommt und die geradzahligen OS in Zukunft an Bedeutung verlieren dürften, werden in der Folge hauptsächlich die 3., 5. und 7. OS betrachtet.

Die Hersteller von TV-Empfängern wenden verschiedene Schaltungen an, wovon die wichtigsten und charakteristischsten in Fig. 3 dargestellt sind:

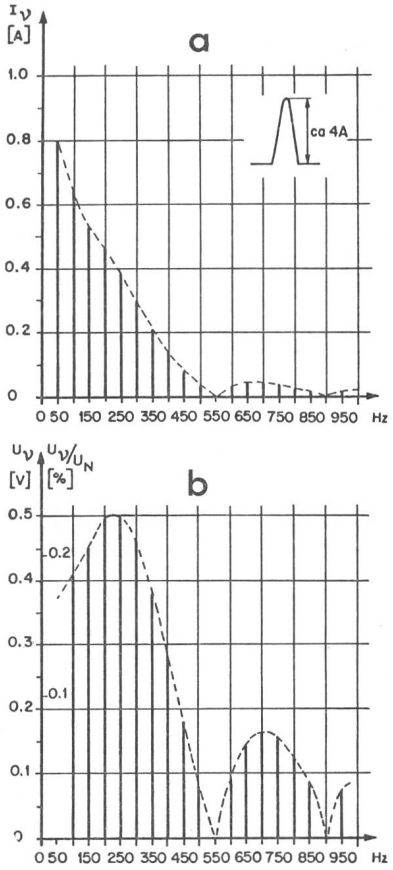

Fig. 2 Typische Oberschwingungsstrom- und Oberschwingungsspannungs-Spektren eines Fernsehempfängers (180 W, Einweggleichrichter)

a Stromspektrum

b Spannungsspektrum an der CENELEC-Referenzimpedanz

OS-Ströme (A) von typischen Fernsehempfängern 1976 und 1979 Tabelle I

Jahr	Typ der TV-Empfänger	P	150 Hz		250 Hz		350 Hz	
		W	⌀	max	⌀	max	⌀	max
1976	Schwarzweissempfänger (Röhren)	140...200	0,32	0,40	0,20	0,26	0,10	0,14
1976	Farbempfänger (Transistoren)	185...225	0,62	0,88	0,48	0,60	0,21	0,35
1976/1979	Berechneter Durchschnitt Schweizer Fernsehempfänger (40% SW + 60% F)		0,50		0,38		0,17	
1979	Farbempfänger Vollweggleichrichter + switched mode control	180	0,55	0,60	0,43	0,46	0,25	0,30
	Farbempfänger Vollweggleichrichter + Thyristorregulierung	150	0,75	0,85	0,65	0,72	0,50	0,56

⌀: Durchschnitt verschiedener Modelle
max: Höchstwert unter den gemessenen Modellen

– Einweggleichrichter ohne Spannungsregulierung für Schwarz-Weiss-Geräte
– Einweggleichrichtung mit Thyristor-Spannungsregulierung für einfache Farbempfänger
– Vollweggleichrichter mit Thyristor-Spannungsregulierung
– Vollweggleichrichter mit Schaltnetzteil bzw. «Switched Mode Control» SMC; die Spannungsregulierung erfolgt mit einem Chopper-Transistor bei einer Frequenz von 15...200 kHz, wodurch die nachgeschalteten Transformatoren kleiner werden.

Die beiden letzten Schaltungen werden in verschiedenen Varianten in den modernen Empfängern verwendet, wo, aus Isolationsgründen, für den Anschluss von Peripheriegeräten, wie Videorecorder, Isoliertransformatoren notwendig sind [3]. Bei einfachen Geräten, z.B. bei den Schwarzweissempfängern, besteht eine direkte Verbindung zwischen einem Pol des Steckers und dem Gerätechassis, so dass dieses je nach Polarität unter Spannung stehen kann.

Amplitude und Phasenlage der OS-Ströme der verschiedenen Geräte hängen von der Schaltung, von der Leistungsaufnahme und von der Speisespannung ab:

Man stellt einen charakteristischen Unterschied zwischen den Schaltungen mit «Geradeaus»-Gleichrichtung (Einweggleichrichter oder SMC-Schaltungen) und den Schaltungen mit Thyristoren fest. Wie aus Fig. 3 oder den Oszillogrammen in Fig. 4 ersichtlich, ergibt sich eine andere Lage der Stromimpulse in bezug auf die Spannungswelle: bei «Geradeaus»-Gleichrichtern befindet sich der Impuls ungefähr in der Mitte der Spannungswelle, bei Thyristorschaltungen ist er stark phasenverschoben.

Bei sonst gleichem Schema ist die Amplitude der OS-Ströme im Prinzip direkt proportional zur aufgenommenen Leistung [4]. In der Praxis ist diese Regel wegen den Schemaverschiedenheiten etwas verwischt. Thyristorschaltungen haben bei gleicher Leistung normalerweise höhere OS-Ströme.

In Fig. 5 sind die Ergebnisse von Messungen an 2 typischen Geräten und bei variabler Spannung wiedergegeben [1]: bei «Geradeaus»-Gleichrichtern sind Amplitude und Phasenlage wenig spannungsabhängig; dagegen stellt man bei Thyristorschaltungen eine grosse Spannungsabhängigkeit der Amplitude und der Phase fest. Die Phasenlage der OS-Ströme der beiden

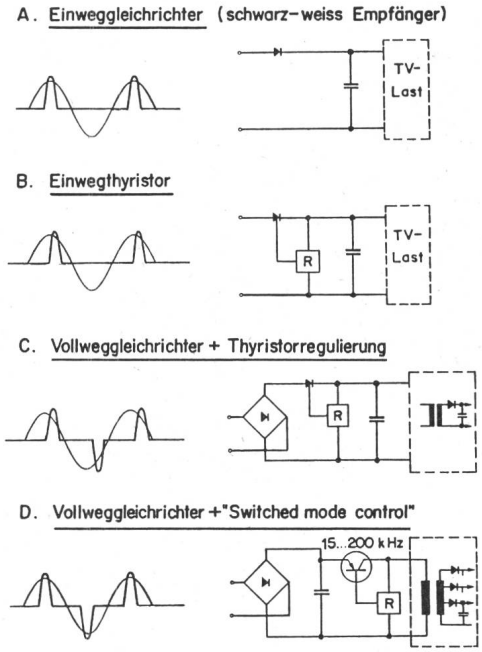

Fig. 3 Grundschaltungen von Fernsehempfänger-Speiseteilen

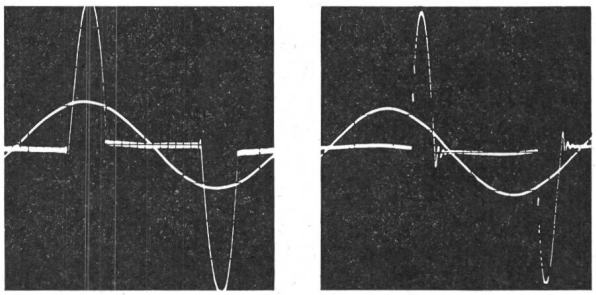

Fig. 4 Oszillogramme des Stromes eines Fernsehempfängers
Links: Vollweggleichrichter mit «Switch mode control»
Rechts: Vollweggleichrichter mit Thyristorregulierung

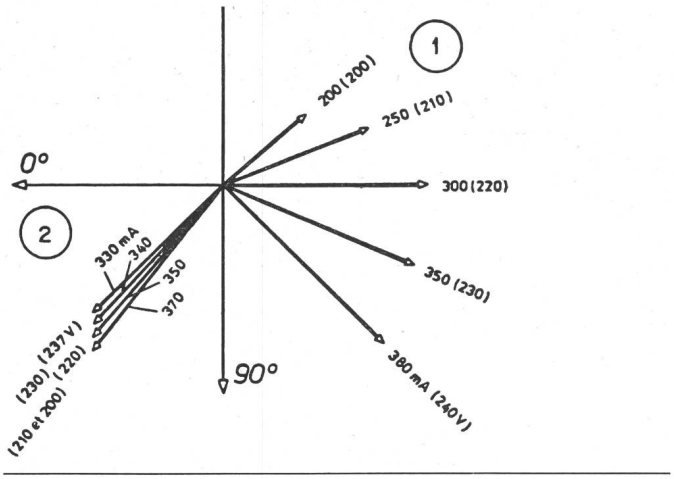

Fig. 5 Variation der OS-Ströme bei verschiedenen Schaltungen und Speisespannungen

$f = 350$ Hz, $U_N = 200...240$ V, I in mA

1 Speiseschaltung mit Seriethyristor
2 Speiseschaltung mit Vollweggleichrichter

Geräte ist stark verschieden, und die geometrische Summe der Einzelströme mehrerer Geräte ist dank dieser Phasenstreuung kleiner als deren arithmetische Summe. In Fig. 5 wurden Beispiele bei 350 Hz aufgezeichnet; wie zu erwarten ist, entstehen bei höheren Frequenzen grössere Phasenstreuungen; im Grenzfall können sich die Einzelströme mehrerer Geräte weitgehend oder vollständig kompensieren.

In Tabelle I sind für die 3., 5. und 7. OS die Ergebnisse von Messungen an mehreren Reihen von TV-Empfängern verschiedener Fabrikate angegeben. Es wurden jeweils der Mittelwert und der maximale Wert der Messreihe eingetragen. Die Geräte des Jahres 1976 können als Mittelwert und somit als repräsentativ für die in den letzten Jahren installierte und sich zurzeit im Netz befindende TV-Empfänger-Population betrachtet werden. Aus den Einzelmessungen wurde für globale Netzüberlegungen ein «Durchschnitts-Schweizer-TV-Empfänger» definiert, bestehend, 1979, aus 40% «Schwarzweiss»-Anteil und 60% «Farb»-Anteil.

2. Verhalten der Fernsehempfänger-Population im Netz

Gemäss offiziellen Statistiken war 1974 bzw. 1978 die aus Tabelle II ersichtliche Anzahl von TV-Empfängern installiert. In diesen Jahren hat sich die TV-Empfängerdichte kaum geändert, doch ist der Anteil der Farb-Empfänger sehr stark gestiegen. Wie verhält sich nun diese TV-Empfänger-Population im Netz?

Registrierungen von OS-Spannungen bei mehreren Frequenzen bis 1000 Hz in verschiedenen Niederspannungs (NS)-, Mittelspannungs (MS)- und Hochspannungs (HS)-Netzen über mehrere Tage zeigen, dass die TV-Empfänger eindeutig die prädominierende OS-Quelle darstellen, wenn nicht spezielle Quellen wie die Fluoreszenz-Beleuchtung von Bürogebäuden oder Tramgleichrichter vorhanden sind. Dies wird durch die Beispiele in Fig. 6 illustriert, die in zwei Wohnquartieren der Stadt Zürich aufgenommen wurden. Das eine Netz, Luchsweg, hat eine reine Haushaltlast; das andere Netz, Rieterstrasse, hat eine gewisse Bürolast, und es werden vom MS-Netz her Tram-OS aufgedrückt.

Eine besondere Erscheinung lässt sich abends bei 350 Hz im letzten Oszillogramm beobachten: die Fernseh-OS (TV-OS) glätten und vermindern die Tram-OS, was eine Folge verschiedener Phasenlagen ist; diese Erscheinung wurde auch in anderen Fällen, bei anderen Frequenzen festgestellt [1], muss aber als Sonderfall betrachtet werden.

Aus Registrierungen in verschiedenen städtischen und ländlichen Netzen der Schweiz wurden die höchsten Werte der TV-OS bestimmt; als TV-OS wird dabei der Anteil der TV-Empfänger am Gesamtpegel, d.h. der Unterschied zwischen der maximalen OS-Spannung und der «Back-ground»-OS-Spannung, betrachtet. Die Höchstwerte in den NS-Netzen sind in Fig. 7 zusammengefasst und betragen bei den hier am meisten interessierenden Frequenzen

150	250	350	Hz
2,2	2,4	0,75	% von U_N

Obwohl mit diesen Registrierungen nur ein kleiner Teil der Schweizer Netze erfasst wurde, dürften diese Werte repräsentativ für die maximalen, im Lande auftretenden TV-OS-Spannungen sein. Im Auslande sind teilweise noch höhere Werte festgestellt worden.

Aus den Fig. 6 und Fig. 7 lassen sich einige interessante Feststellungen ablesen:

- die maximalen Werte folgen einigermassen dem Verlauf des in Fig. 2 dargestellten Spannungsspektrums an der CENELEC-Referenzimpedanz;
- dementsprechend weisen die 3. und 5. OS die höchsten Werte auf; die 7. OS ist dagegen erstaunlicherweise klein, auch in Belgien und Holland, was möglicherweise auf eine starke Phasenkompensation zurückzuführen ist;
- die 8. und 9. OS sind vernachlässigbar klein;
- die 4. OS ist trotz der erwähnten Polaritätskompensation recht hoch; da aber die zukünftigen TV-Empfänger symmetrische Speiseteile haben werden, dürfte sich diese OS-Spannung in den kommenden Jahren zurückbilden.

Es wurden auch Sondierungsregistrierungen auf der MS-Ebene einiger Netze durchgeführt und TV-OS-Spannungen in der Grössenordnung von

150	250	350	Hz
0	1,7...2,0	0,55	% von U_N

gemessen. Die homopolaren 150-Hz-Spannungen der NS-Netze treten nicht auf die MS-Ebene über. Bei 250 Hz misst man noch recht hohe Pegel.

Gleichzeitig mit den Registrierungen von OS-Spannungen wurden in den erwähnten Netzen der Stadt Zürich OS-Stromregistrierungen in den Transformatorzuleitungen der betreffenden Netze durchgeführt. Der tägliche Stromverlauf ist dem Spannungsverlauf ziemlich ähnlich. Daraus wurden die durchschnittlichen TV-OS-Ströme pro Abnehmer berechnet (Tab. III), und man stellte fest, dass diese Werte viel kleiner sind als die OS-Ströme des «Durchschnitts-Schweizer-TV-Empfängers» gemäss Tab. I.

Zahl der installierten TV-Empfänger Tabelle II

	1974	1978
Schwarzweissempfänger	1 250 000	800 000
Farbempfänger	510 000	1 080 000
Total	1 760 000	1 880 000
Anzahl Wohneinheiten	2 300 000	2 400 000
TV-Empfängerdichte	77%	79%

Messung von OS-Strömen im Netz der Stadt Zürich Tabelle III

	150 Hz	250 Hz	350 Hz
Totale OS-Ströme im Netz (A/Phase bezogen auf NS 0,4 kV)			
TS-Luchsweg 0,4 kV (970 Abnehmer)	60	30	17
UW-Aubrugg 11 kV (13 650 Abnehmer)	~ 0	480	260
Durchschnittliche OS-Ströme pro Abnehmer (A)			
TS Luchsweg	0,185	0,095	0,053
UW Aubrugg	~ 0	0,105	0,057
Gemessene durchschnittliche OS-Ströme pro TV-Empfänger	0,44	0,30	0,22
Berechnete durchschnittliche OS-Ströme pro TV-Empfänger 1976–1979	0,50	0,38	0,17

Eine Analyse dieser Erscheinung wies darauf hin, dass zwischen «durchschnittlichen OS-Strömen pro Abnehmer» und «durchschnittlichen OS-Strömen pro TV-Empfänger» mehrere Reduktionsfaktoren zu berücksichtigen sind:

a) die schon erwähnte relative TV-Empfängerdichte von ca. 79%;

b) der Gleichzeitigkeitsfaktor der Geräte in Betrieb. Dieser Faktor ist schwierig abzuschätzen; man nimmt an, dass er normalerweise 60 bis 70%, bei Spitzenprogrammen bis 85% beträgt; ähnliche Werte werden auch in Belgien angenommen [4].

c) der Einfluss der beschriebenen Phasenstreuung, die aufgrund von Messungen wie folgt geschätzt werden kann:

Hz:	150	250	350
k_φ:	0,85	0,75	0,65

d) der Einfluss der Induktivität des Speisenetzes im Zusammenhang mit der durch die Glättungskondensatoren während des Stromflusses gebildeten kapazitiven Last, die gemäss Messungen [1] wie folgt abgeschätzt werden kann:

Hz:	150	250	350
k_L:	0,95	0,85	0,70

Ein weiterer Einfluss sollte im Prinzip noch berücksichtigt werden: die Reduktion der Netzimpedanz durch die parallele Netzlast. Bei den tiefen OS-Frequenzen ist dieser Einfluss, wie aus einer einfachen Rechnung hervorgeht, vernachlässigbar; er wirkt sich erst bei den höheren OS-Frequenzen aus.

Nach Berücksichtigung aller dieser Faktoren konnte ein «gemessener Durchschnitts-Schweizer-TV-Empfänger» bestimmt werden. Die Übereinstimmung mit dem «berechneten» Empfänger ist recht zufriedenstellend (Tab. III); die bei der 3. und 5. OS gefundenen kleineren Werte sind möglicherweise auf die Anwesenheit im Netz von kleinen Geräten mit kleineren Bildschirmen als 66 cm zurückzuführen.

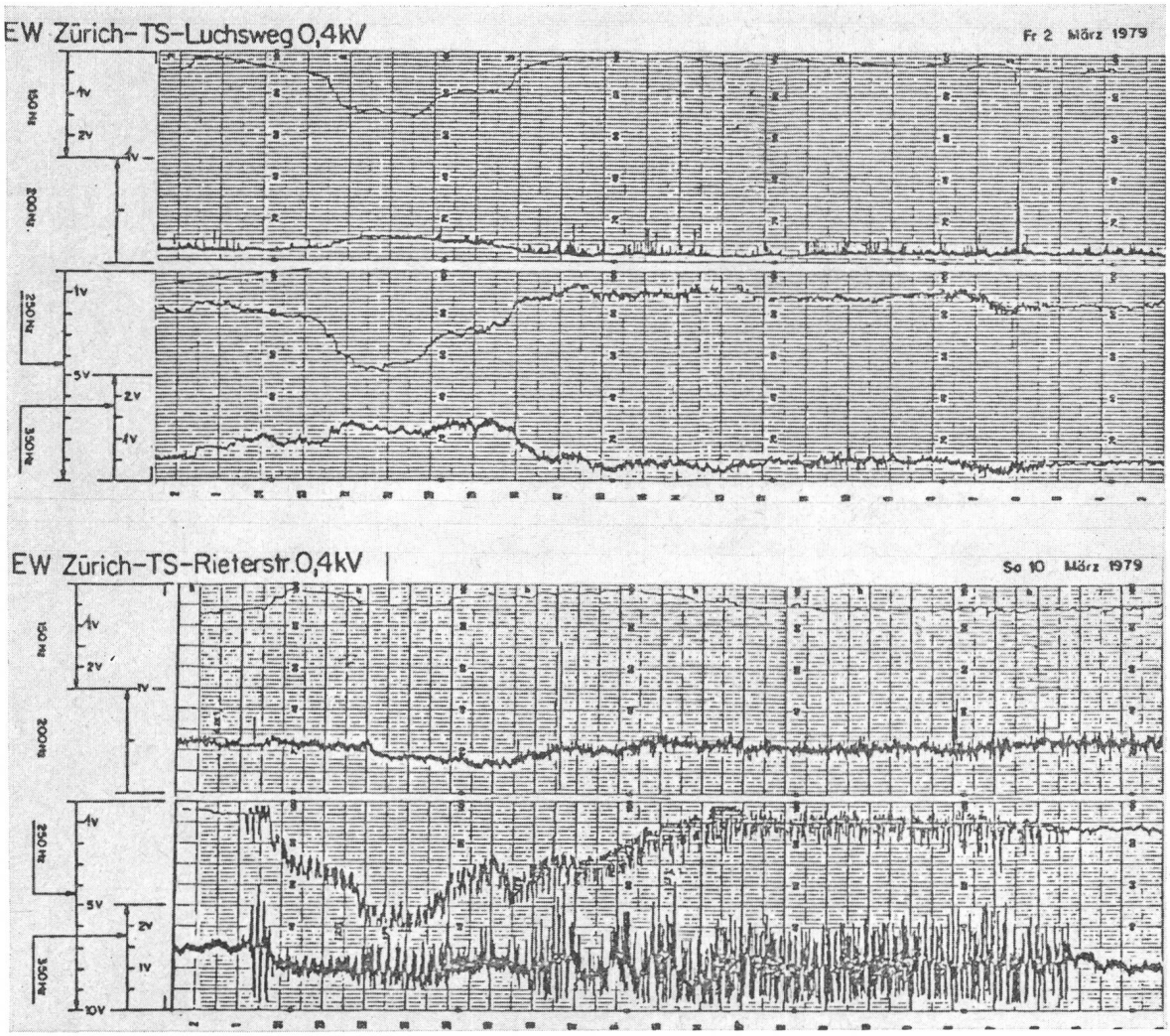

Fig. 6 Registrierung von TV-Oberschwingungs-Spannungen
TS–Rieterstrasse: 2 × 1000 kVA; 1000 kW; 670 Abnehmer TS–Luchsweg: 2 × 1000 kVA; 1050 kW; 970 Abnehmer

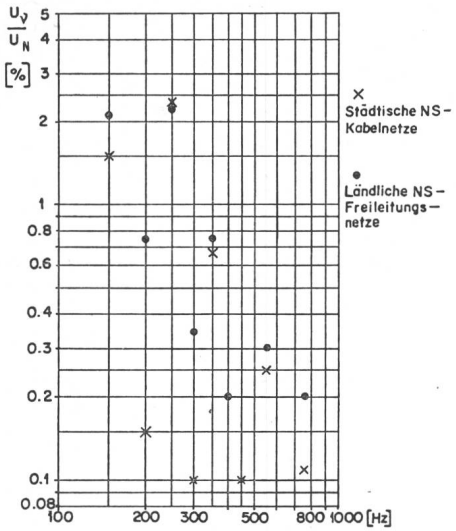

Fig. 7 Maximale TV-Oberschwingungsspannungen in Schweizer NS-Netzen
(bezogen auf die Netzspannung U_N)

3. Weitere Entwicklung; Festlegung von zulässigen Grenzen

Die sich in der Schweiz mit den OS-Problemen beschäftigenden Fachleute sind der Meinung, dass die durch die TV-Empfänger erzeugten OS-Spannungen nicht mehr oder nur in begrenztem Masse anwachsen dürfen. So könnte nach Meinung des Verfassers aufgrund der Bemerkung in Abschnitt 2 eine gewisse Zunahme der 7. OS zugelassen werden. Es muss aber innerhalb des total zulässigen OS-Spannungspegels, der z. B. wie folgt angesetzt werden kann:

bei	150	250	350	Hz
	4,0	5,0	5,0	% von U_N,

noch Platz für weitere, schon bestehende OS-Quellen, wie Tram-OS oder OS der Fluoreszenz-Beleuchtung sowie für neue OS-Quellen, insbesondere für die zu erwartende Verbreitung von elektronischen Geräten in Haushalt und Industrie, reserviert werden. Dies hat zur Folge, dass der totale relative TV-OS-Strom bezogen auf den Netzstrom nicht mehr anwachsen und, wie noch zu erläutern ist, der durchschnittliche OS-Strom pro TV-Empfänger reduziert werden sollte.

Es stellen sich also die Fragen, wie die Situation sich entwickeln wird und ob eine Limitierung der OS-Ströme der TV-Empfänger notwendig ist.

Was die Anzahl der TV-Empfänger betrifft, strebt man in der Schweiz gegen eine gewisse Sättigung hin. Es werden wohl sog. Zweitapparate angeschafft werden, aber es dürfte sich dabei eher um kleine, eventuell um Schwarzweissapparate mit kleiner Leistungsaufnahme handeln. Eine zahlenmässige Zunahme in «66-cm-Einheiten» um ca. 10...20 % in den nächsten Jahren erscheint als eine realistische Annahme; allerdings macht man die vielleicht zu vorsichtige Voraussetzung, dass in Zukunft alle Geräte Farbempfänger sein werden.

In bezug auf die Leistung bzw. die OS-Stromaufnahme ist zu bemerken, dass die Gerätehersteller sowohl aus technischen Gründen (Herabsetzung der Gerätetemperatur und Erhöhung der Betriebszuverlässigkeit) wie aus Kostengründen (kleinere Bauelemente) eine Reduktion der Geräteleistung anstreben. Eine kontinuierliche und bemerkenswerte Verbesserung ist im Laufe der letzten Jahre erzielt worden (Fig. 8). Die sich zurzeit auf dem Markt befindenden modernen Farb-TV-Empfänger haben Leistungen von 90 bis 135 W, wobei gewisse neue Funktionen, wie Fernbedienung, Hifi-Ton, Teletext, ... schon ganz oder teilweise einbezogen sind [5]. Die weitere Entwicklung ist allerdings noch unbestimmt.

Im Prinzip kann man eine proportionale Abnahme der OS-Ströme annehmen, wobei eine gewisse Streuung infolge der verschiedenen Schaltungen zu berücksichtigen ist. Als Schaltungen werden in Zukunft die beiden unteren Schaltungen von Fig. 3 angewendet werden, wobei nach Meinung gewisser Hersteller sich die Schaltung mit «Geradeaus»-Gleichrichtung und Switched Mode Control eher verbreiten dürfte. In diesem Falle muss man aber, wie aus Fig. 4 hervorgeht, mit einer kleinen Phasenstreuung, im Grenzfall sogar mit keiner Phasenreduktion rechnen. In dieser Hinsicht sind Thyristorschaltungen günstiger.

Im weiteren muss man mit der Verbreitung zusätzlicher Funktionen in den TV-Empfängern selber oder in Peripheriegeräten, wie Videorecordern, Spielen usw. rechnen, die eine verhältnismässig hohe Leistung (bis 50 W) beanspruchen können. Allerdings dürfte der Gleichzeitigkeitsfaktor solcher Anwendungen klein sein (vielleicht 10...20 %).

Tabelle IV gibt Hinweise zur möglichen Evolution des OS-Stromes der Farb-TV-Geräte in den kommenden Jahren. Verglichen mit dem «berechneten» Durchschnitts-Schweizer-TV-Empfänger sollten Geräte mit «Geradeaus»-Gleichrichtung um ca. 20 % kleinere Ströme für die 3. und 5. OS erzeugen und ungefähr gleich grosse Ströme bei der 7. OS. Thyristorschaltungen weisen grössere Ströme auf, doch kann eine gewisse Phasenstreuung zugrunde gelegt werden. Eine 50/50 %-Mischung ergibt ungefähr den gegenwärtigen Durchschnitts-Schweizer-TV-Empfänger. Zusammenfassend kann man mit einer gewissen Verminderung der OS-Ströme des zukünftigen Durchschnitts-Schweizer-Empfängers um zwischen 0 und ca. 20 % rechnen.

Gesamthaft muss man berücksichtigen:

– einerseits eine Erhöhung der Anzahl der TV-Empfänger um 10...20 %, eine Erhöhung des Phasenreduktionsfaktors um

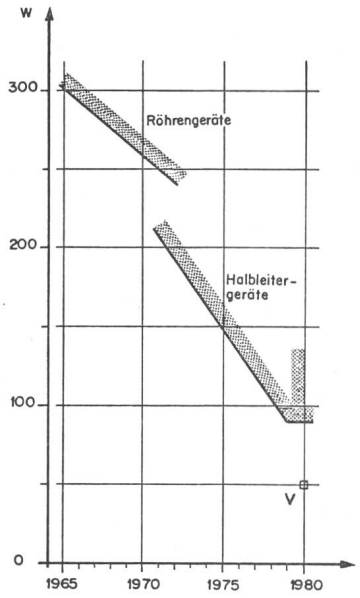

Fig. 8 Leistungsaufnahme von Farbfernsehgeräten (66-cm-Bildröhre)
V Videorecorder

OS-Strombereich (A) von modernen Fernsehempfängern Tabelle IV

Typ der TV-Empfänger	150 Hz	250 Hz	350 Hz
«Berechneter» Durchschnitts-Schweizer-TV-Empfänger 1976–1979	0,50	0,38	0,17
Farb-TV-Empfänger 1979 (66 cm)			
– Vollweggleichrichter mit «Switched Mode Control» ≦ 120 W	≦ 0,40	≦ 0,30	≦ 0,20
– Vollweggleichrichter mit Thyristor-Spannungsregulierung ≦ 120 W	≦ 0,57	≦ 0,48	≦ 0,40
– Durchschnitt 50/50 %	≦ 0,50	≦ 0,40	≦ 0,30

ca. 15...50 % je nach Frequenz, das Auftreten von Peripheriegeräten, welche eine mittlere Leistungserhöhung pro TV-Empfänger um 5...10 % bewirken können;

– andererseits eine Verminderung der durchschnittlichen OS-Ströme pro Gerät um bis 20 % und eine mehr oder weniger parallel einhergehende Erhöhung der Netzleistung bzw. Reduktion der Netzimpedanz.

Eine Prognose über die Weiterentwicklung der TV-OS-Spannungen ist unter diesen Bedingungen schwierig; der Gesamteindruck ist jedoch der, dass eine weitere Erhöhung der 3. und 5. OS um 10...20 % und eher mehr für die 7. OS zu erwarten ist.

Die Zielsetzung, die TV-OS-Spannungen auf ihrem gegenwärtigen Niveau zu halten, scheint also nicht ohne weiteres eingehalten werden zu können. Derartige Erhöhungen in der Grössenordnung von 10...20 % wären unter Berücksichtigung der statistischen Verteilung der OS-Spannungen im Netz möglicherweise noch tragbar, aber es besteht auch die Gefahr, dass noch stärkere Erhöhungen entstehen.

Die «Working Group 5» des «Technical Committee 77» der CEI beschäftigt sich mit der Festlegung von Grenzen für die OS-Ströme von TV-Empfängern, ähnlich wie dies für elektronische Haushaltgeräte in anderen Working Groups gemacht wird, bzw. früher im CENELEC erfolgte [2].

Nach Meinung des Verfassers können die Werte von Tabelle IV, unter Berücksichtigung einer gewissen Marge für die Verschiedenheiten der Schaltungen, als Richtwerte für Grenzen bei 150 Hz, 250 Hz bzw. 350 Hz dienen. Für höhere Frequenzen werden sich entsprechende Grenzen automatisch ergeben.

Man stellt nun fest, dass diese Werte viel kleiner sind als die für elektronische Haushaltgeräte zugelassenen Ströme gemäss EN 50006 [2]:

150	250	350	Hz
2,30	1,14	0,77	A

Dies scheint berechtigt, da die TV-Empfänger bezüglich Erzeugung von OS-Spannungen wegen der grösseren Verbreitung, des viel grösseren Gleichzeitigkeitsfaktors und der kleineren Phasenkompensation viel kritischer sind als die Haushaltgeräte.

Von einem allgemeinen Standpunkt aus muss man sich vergegenwärtigen, dass die TV-Empfänger repräsentativ sind für Geräte mit diesen drei Eigenschaften und dass eine Begrenzung ihrer OS-Ströme als Beispiel für eine Begrenzung bei zukünftigen ähnlichen Geräten, z.B. Ladegeräten für elektrische Autos, dienen kann.

Literatur

[1] *J. Blommaert, R. de Vré* et *R. Kniel:* Etude du foisonnement des harmoniques produits dans les réseaux basse-tension par les récepteurs de télévision. Bull. Soc. Roy. Belg. Electr. 95(1979)1, p. 7...19.

[2] Begrenzung von Rückwirkungen in Stromversorgungsnetzen, die durch Elektrogeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke mit elektronischen Steuerungen verursacht werden. SEV-EN 50006.1976.

[3] *W. Otten* und *G. Onken:* Netztrennung in Fernsehempfängern. Funkschau 48(1976)22, S. 949...952.

[4] *R. de Vré:* Composantes harmoniques dues à l'alimentation d'un ensemble de récepteurs de télévision en couleurs. Rapport Laborelec No 3/3645/Gl RD Rhode-Saint-Genèse (Belgique), Laborelec, 1975.

[5] *W. Riechmann:* Farbfernsehgerät mit niedrigem Stromverbrauch. Funkschau 49(1977)18, S. 832...834.

Adresse des Autors

George Goldberg, dipl. Ing. ETH, Schulhausstrasse 57, 8002 Zürich.