Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 40 (1949)
Heft: 17

Artikel: Bildspeicherprobleme
Autor: Schröter, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056388

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: 23.08.2025

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

Quel que soit le système adopté, il peut arriver que le film soit défectueux et se craquèle pendant le pompage, rendant le tube inutilisable. Il est donc intéressant de contrôler d'avance sa qualité. Pour cela, pendant la pulvérisation, on dispose dans le voisinage immédiat de la plaque à métalliser, une bande de mica servant de témoin. Cette bande est soumise à des essais systématiques pour juger de la solidité du dépôt, et la plaque n'est montée dans le tube que si ces essais sont satisfaisants. On réduit ainsi le déchet de fabrication.

Résistance électrique de la plaque-signal

La résistance électrique d'un dépôt métallique d'absorption donnée varie assez fortement suivant la technique de pulvérisation.

Il se produit d'ailleurs un phénomène de vieillissement, au cours duquel la conductivité s'améliore. Ce vieillissement est très accéléré par une élévation de température, si bien qu'il est pratiquement achevé après l'étuvage sous vide par lequel débutent les opérations de pompage.

On peut suivre cette évolution en connectant à deux traversées de courant les deux extrémités opposées de la plaque signal, qui portent une métallisation plus épaisse servant de prise de contact (fig. 5).

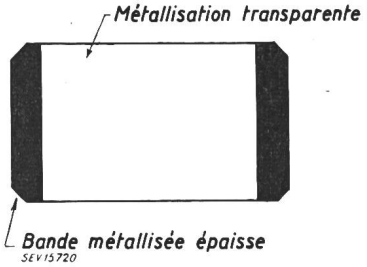

Fig. 5
Plaque-signal

A titre d'exemple, et pour un certain procédé de pulvérisation cathodique, des plaques 4,5 × 6 cm², métallisées à 35% d'absorption présentent des résistances (mesurées parallèlement au grand côté du rectangle), comprises entre 800 et 1500 Ω aussitôt après dépôt, qui tombent, après vieillissement à 300 ou 400 Ω, les valeurs finales étant moins dispersées que les valeurs initiales.

De telles valeurs ont une influence négligeable sur le mécanisme de l'analyse électrique de l'image, et n'apportent aucune perturbation. On ne rencontre aucune difficulté de ce côté.

Applications

Les iconoscopes à plaque-signal transparente et balayages symétriques ont surtout leur domaine d'application dans les dispositifs où l'on vise à la simplification de l'appareillage et à la diminution du poids, de l'encombrement, et du prix de revient.

Ils sont tout désignés pour les équipements simplifiés servant aux démonstrations ou à l'enseignement, et pour les dispositifs militaires d'aviation, ou de bombes volantes, où le poids a une importance majeure.

Ils permettent également l'emploi d'objectifs à très court foyer.

La diminution de sensibilité, due à l'absorption de la couche métallique, varie pratiquement de 20 à 50% suivant les procédés de fabrication. Pour beaucoup d'applications cela n'est guère gênant.

Il est d'ailleurs possible de diminuer cette perte de sensibilité en recouvrant la glace de la fenêtre optique de dépôts anti-réfléchissants, suivant le procédé bien connu. On regagne ainsi un peu de lumière. En outre, il est à noter que le vieillissement du dépôt signalé plus haut, s'accompagne dans certaines conditions, d'une augmentation de transparence très notable. La diminution de sensibilité par rapport à l'iconoscope classique est donc moins importante qu'on ne pourrait s'y attendre.

Il est à remarquer que les plaques de signal transparentes sont toujours utilisées dans les orthiconoscopes, la projection de l'image se faisant ici obligatoirement sur la face opposée à celle portant la mosaïque photosensible.

Adresse de l'auteur:
P. Tarbès, Chef de Laboratoire, La Verrerie Scientifique, 12, Avenue de Maine, Paris 15e.

Bildspeicherprobleme

Von *F. Schröter* *, Château de Corbeville sur Orsay

621.397.611.2

Die Elektronenemission einer belichteten Photokathode, die zu etwa 40% mit feinverteilten, einige μ grossen Körnchen isolierender Substanz bedeckt ist, lässt sich durch negative Aufladung dieser Partikel örtlich scharf begrenzt sperren. Bei gutem Vakuum bleibt diese Steuerwirkung viele Stunden lang bestehen. *G. Krawinkel* hat sie (1942) zur Speicherung von Kathodenstrahl-Oszillogrammen benutzt. Der Strahl ist gegen die Photokathode gerichtet und durch eine so hohe Spannung (U_a) beschleunigt, dass an den Isolatorteilchen ein Sekundäremissionsverhältnis

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} < 1$$

herrscht. Die folglich negative Aufladung genügte bei einer Strahlstromstärke von 100 μA und Schreibgeschwindigkeiten bis zu 10^4m/s zur vollen Abriegelung der Emissionsmöglichkeit in der Spur des Strahls. Diese konnte auf dem Leuchtschirm eines Elektronenbildwandlers durch Belichten der Photokathode und Einschalten der Konzentrationslinse als dunkle Schrift auf hellem Grunde sichtbar gemacht werden. Zur Löschung wurde U_a auf 1000 V herabgesetzt, was zu einem Sekundäremissionsverhältnis von $\eta > 1$ führt; der Strahl bestreicht dabei die ganze Kathodenfläche und hinterlässt überall, unabhängig vom voraufgehenden Ladungszustande, das $\eta = 1$ entsprechende Gleichgewichtspotential ($\approx U_a$).

Steuerbare lichtelektrische Emissionsschirme der beschriebenen Art gestatten dank den Fortschritten der Herstellungstechnik heutzutage auf Flächen von 20...40 cm² Bilder hoher Zeilenzahl ($k > 500$) zu speichern. Moduliert man den Schreibstrahl, was zweckmässig durch Variation der Einschaltdauer pro Bildelement bei konstanter Stromstärke geschieht, so werden auch Halbtöne wiedergegeben. Folglich lassen sich Bildtelegramme in einmaliger Abtastung mit Fernsehfrequenzbändern, also binnen 1/25 s, auf die Speicherfläche übertragen und dann sofort auf dem Leuchtschirm mit bleibender Helligkeit und Schärfe sichtbar machen: Ersatz der Photographie.

Es wäre denkbar, ein solches System im Fernsehempfang zu benutzen, um die Gesamtheit der leuchtenden Punkte des niederfrequent veränderlichen Helligkeitsrasters *gleichzeitig* und *stetig* darzustellen. Man würde z. B. zwei im Gegentakt arbeitende Speicherschirme vorsehen, deren einer empfängt, während der andere abbildet, und deren Bildflächen optisch (oder elektrisch) zur Deckung gebracht werden. Das ergäbe aber einen untragbaren Aufwand, besonders für das Umschalten.

Die Lösung des Problems mit einem einzigen Speicher habe ich im Jahr 1946 in der Zeitschrift «Die Optik» vorgeschlagen und seitdem gedanklich weiterentwickelt. Ihren heutigen Stand zeigt Fig. 1. Von der Kathode C ausgehend, durchläuft ein Elektronenstrahl F konstanter Stromstärke das Ablenkspulensystem D und das aus zeilenparallelen Haardrähten (∅ 10 μ) hergestellte, vorgespannte Gitter G, dem die Modulationsspannung mittels des Anodenwiderstandes R der Bildverstärker-Endstufe aufgedrückt wird. P bezeichnet eine von feinen Löchern gleichmässig durchbrochene, leitend zusammenhängende Photokathode, die auf der G zugewandten Seite mit einem hochisolierenden Überzug J äusserst geringer Schichtdicke (Grössenordnung 1 μ) bekleidet ist. Fig. 2 veranschaulicht ein extrem vergrössertes Flächenstück des Speichersystems. Der Bildwandlerteil ist in Fig. 1 schematisch angedeutet durch Anodenringe $A_0 ... A_m$ abgestuften Potentials, die ein achsenparalleles homogenes Absaugfeld mit höchstens 1 kV/cm an der Oberfläche von P erzeugen, sowie durch die magnetische Linse M und die statische Linse $A_m A_f$. Auf dem

* Vorgertragen durch *A. Karolus*, Prof. Dr. phil., Höhestrasse 52, Zollikon (ZH), Schweiz.

Leuchtschirm E, der mit einer lichtabsorbierenden, aber für 20 kV-Elektronen leicht durchlässigen Aluminiumhaut Al überzogen ist, entsteht bei passender Belichtung von P das Fernsehbild. Die Elektronenoptik dieses Bildwandlers bedarf noch eingehenden Studiums. Sie soll uns hier nicht interessieren.

Wie kommt nun die fortwirkende Steuerung der Photoemission von P zustande? Sie wird erzielt durch die mehr oder weniger sperrende Aufladung der Isolationsschicht J, deren vom zeilenschreibenden Kathodenstrahl F getroffenes Flächen-

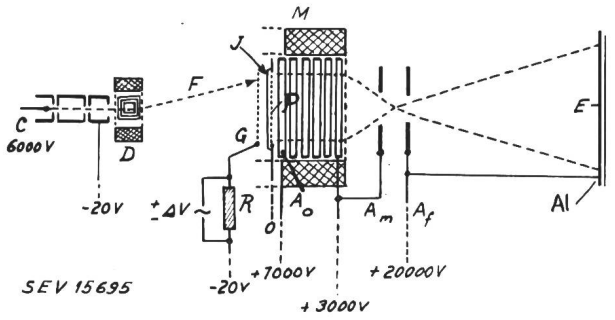

Fig. 1
Bild-Speichersystem mit einem einzigen Speicher
$A_0 \ldots A_m$ Anodenringe; A_m, A_f statische Linse; Al Aluminiumüberzug des Leuchtschirmes; C Kathode; D Ablenkspulensystem; E Leuchtschirm; F Elektronenstrahl; G Gitter; J Gitterüberzug (Isolationsschicht); M magnetische Linse; P Photokathode; R Anodenwiderstand

element nach bekannten Gesetzen der Sekundäremission (SE), das momentan auf G herrschende Potential anzunehmen sucht. Steigt dieses in positiver Richtung, so folgt J, weil seine SE nach G abgesaugt wird, fällt es, so kann die SE nicht von J fort, und der Isolator lädt sich negativ auf. In beiden Fällen geht die Ladungsänderung auf J bis zum Potentialgleichgewicht gegenüber G, und zwar momentan, falls die Zeitkonstante des Speichers dies zulässt. Nebeneffekte des Gitters G und der Strahlbreite auf J lassen sich, soweit diese störend wirken, hinreichend eliminieren. Im ganzen bildet sich die Helligkeitsverteilung des Übertragungsobjekts, dank der

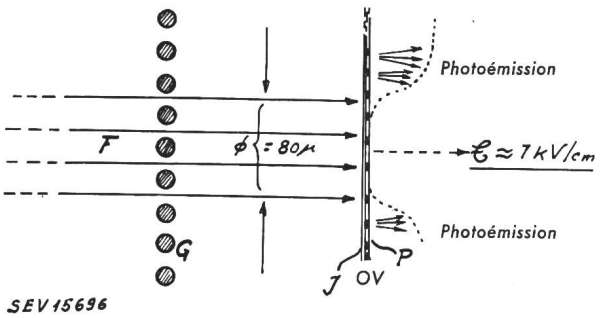

Fig. 2
Vergrössertes Teilstück des Speichersystems
(Bezeichnungen wie bei Fig. 1)

synchronen Strahlablenkung und der Potentialsteuerung des SE-Gitters vom Sender aus, auf J in Form akkumulierter Ladungen proportional ab. Diese Ladungen wirken statisch durch die Lücken der Photokathode P hindurch und neutralisieren auf den emissionsfähigen Flächenteilen mehr oder weniger das Absaugfeld des Bildwandlers. Daraus folgt eine Steuerung vermittelst rückwärtigen Durchgriffs, einstmals in Verstärkerröhren der «Plation»-Type benutzt.

Wir können die Photokathode P nun *dauernd* belichten, da die isolierten steuernden Ladungen sich auf J unverändert halten, bis der Sender ihren Betrag durch Modulation des Potentials von G für den betreffenden Bildpunkt, der gerade abgetastet wird, entsprechend dessen Intensitätsänderung im Originalbilde neu dosiert. So erfolgt die Korrektur in dem auf E ständig erzeugten Fernbilde durch *Überblendung* und *flimmerfrei*, bis hinunter zur kinematographisch zulässigen Mindestfrequenz, die bei etwa 16 Wechseln pro s liegt. Das zu übertragende Frequenzband könnte daher entsprechend reduziert werden, indem man die Bildfolge etwa von $n = 25$ pro s auf $n' = 16\,^2/_3 = 50/3$ pro s herabsetzt. Inwieweit sich die Hoffnung auf gesteigerte *Helligkeit* des Speicher-Empfangsbildes im Vergleich zum klassischen Bildschreibverfahren erfüllen lässt, hängt von der Ergiebigkeit und praktischen Belastbarkeit der Photoemissionsschicht P ab. Bei 5×6 cm² Grösse und 60% aktivierter Fläche kann zur Zeit eine maximale Gesamtemission von 150 μA als möglich angesehen werden, also 0,085 $\mu A/\text{mm}^2$. Mit $U_a = 20$ kV ergäbe dies mindestens das 6-...8fache der Schirmlichtstärke heutiger Braunscher Fernsehröhren, bezogen auf gleiche Rastergrösse, weil der Wirkungsgrad (in Hlm/W) der einschlägigen Luminophore bei der um 5 Zehnerpotenzen verringerten Beaufschlagungsdichte des Speicherbildes beträchtlich besser ist.

Einfache Berechnungen führen auf brauchbare Werte der Aufladungshöhe und der Zeitkonstanten, wenn man für die SE der Speicherschicht J (Fig. 1) $\eta = 1{,}5$ annimmt und die Dielektrizitätskonstante des Materials, $\varepsilon = 4$ setzt. Für $k = 600$ Bildzeilen, $n' = 16\,^2/_3$ Bilder pro s und einen Strahlquerschnitt an der Auftreffstelle auf J (also ein «Bildelement») von $64 \cdot 10^{-6}$ cm² wird die Aufladung, die der Strahl dieser Fläche bei einmaligem Überfahren erteilen kann:

$$U_c = \frac{9 \cdot 10^{17} \cdot i_p\,(\eta - 1) \cdot \pi \cdot d}{16\,n' \cdot k^2 \cdot \varepsilon} = 0{,}36 \cdot 10^{10} \cdot i_p \cdot d\,(\text{V}),$$

wo i_p die Strahlstromstärke in A und d die Dicke des Dielektrikums in cm bedeuten. Für $i_p = 10^{-5}$ A und $d = 2\mu = 2 \cdot 10^{-4}$ cm folgt:

$$U_c \cong 7{,}2 \text{ V}$$

Die Zeitkonstante der Umladung ergibt sich aus der Kapazität des angenommenen Bildelements und dem SE-Widerstand in der Grössenordnung

$$R \cdot C \cong 10^{-7} \text{ s}$$

Die gefundenen Werte liegen also für das gestellte Problem günstig, zumal wir für i_p einen erheblichen Variationsbereich zur Verfügung haben. Um die Feldstärke von 1 kV/cm an der Photokathode zu kompensieren, sind 7 V in einer mittleren Entfernung von $\approx 10\,\mu$ — die ja klein bleiben muss im Verhältnis zu den Dimensionen des Bildelements — überreichlich. *G. Wendt* hat hierüber orientierende Berechnungen angestellt.

Ersetzt man in der Ebene der Kathodenabbildung den Leuchtschirm durch eine zentrale Bildpunktblende mit dahinter angeordnetem SE-Vervielfacher und lenkt das Bündel der Photoelektronen über die Blende in Zeilen hinweg, so liefert der Ausgang des Vervielfachers das *regenerierte elektrische Bildsignal* (Dissektorprinzip, *Farnsworth*). Infolge der stetig überblendenden Speicherung sind aber die Zeilen- und Bildzahlen des aufgenommenen und des abgenommenen Rasters voneinander unabhängig. Das ermöglicht grundsätzlich die Überführung verschieden genormter Fernsehsendungen ineinander, die Beseitigung des Zwischenzeilenflimmerns beim Zeilensprungverfahren durch den der Empfangsröhre vorgeschalteten Speicher, sowie Frequenzbandkürzungen, die besonders wichtig für Farbfernsehen erscheinen, die aber auch in der Form ausnutzbar sind, dass man in den Zuleitungsnetzen die Bildfrequenz n auf das kinematographische Minimum herabsetzt, für die lokale Verteilung jedoch vom Speicher aus soweit vervielfacht, dass die in der hergebrachten Weise weiterarbeitenden vorhandenen Empfänger flimmerfrei funktionieren.

Wenn auch in dieser Verwendung als *Zwischenspeicher* vielleicht früher in die Praxis umsetzbare Möglichkeiten liegen, so bleibt trotzdem der betrachtete *direkte Empfangsbildspeicher* das wichtigste Ziel. Seine Verwirklichung als Seriengerät sollte alsbald eine der Hauptaufgaben der Fernsehentwicklung werden, zumal sie gleichzeitig die Lösung des *Differenzbild*-Problems und damit eine erhebliche Ersparnis an Frequenzbandbreite in Aussicht stellt. Beim Differenzbild-Verfahren, so wie ich es im Jahr 1936 beschrieben habe [1]), überträgt der Sender nur die Helligkeits*änderungen*, die von einer Abtastung zur nächsten erfolgt sind. Sie betreffen stets nur wenige Prozent (p) der Gesamtheit aller Flächenelemente. Das bedeutet, als erster Schritt, zeitlich verkürzte Anodenbelastung des Senders, daher stark erhöhte Momentanleistung desselben und ein entsprechend verbessertes Störverhältnis im Empfang. Wo örtlich

[1]) s. französische Patentschrift Nr. 825833. Im entsprechenden deutschen Patent Erfindernennung: F. Schröter.

eine Korrektur der Punkthelligkeit im Fernbild unnötig ist, also kein Bildsignal eintrifft, bleibt der Kathodenstral F des Empfangsspeichers (Fig. 1), gesperrt, und diese Flächenteile leuchten mit der bisherigen Intensität weiter.

Die Fortsetzung dieser Entwicklung hätte darauf aufzubauen, dass Sendung und Nichtsendung zwei vom Empfänger leicht unterscheidbare Zustände sind. Man kann ihnen daher — synchron mit der Zerlegung im Geber — zwei verschiedene Abtastgeschwindigkeiten zuordnen: v_o beim Differenzbild Null, d. h. Nichtsendung, und v_s bei vorhandenem Differenzbild, d. h. Sendung. Wäre v_m die für gleiche Rasterdaten beim klassischen Verfahren erforderliche (konstante) Abtastgeschwindigkeit, so soll jetzt gelten:

$$v_0 > v_m, \; v_s < v_m.$$

Das ist nur zulässig, weil eben die Zahl der Helligkeitsänderungen binnen $1/n$ s, verglichen mit der Gesamtheit der Bildpunkte, klein und somit für dasjenige, was übertragen werden muss, durch die Vorschrift $v_o > v_m$ mehr Zeit verfügbar geworden ist. $v_s < v_m$ bedeutet ein im Verhältnis v_s/v_m schmäleres Frequenzband. Im Falle optimaler Ausnutzung wird das Bandbreitenverhältnis:

$$a = \frac{f_{diff.}}{f_{Klass.}} = \frac{v_s}{v_o} \cdot \frac{100 - p\,(1 - v_o/v_s)}{100}\,.$$

Dies ergibt bei $p = 10$ und $v_o/v_s = 3$, die wir als Beispiel annehmen wollen,

$$a = 0{,}4,$$

mithin ein um 60% reduziertes Frequenzband für gleiche Bildschärfe.

Beim Filmgeber ist die Ermittlung des Differenzbildes durch Vergleich aufeinander folgender Bilder ersichtlich einfach. Direktes Fernsehen verlangt am Geber einen Zwischenspeicher, der funktionell etwa den Speicherröhren SDT und STE der RCA entsprechen könnte. Auf die Nebenerfordernisse, bei Beginn der Sendung zunächst *sämtliche* Bildpunkte auf den Empfangsspeicher zu übertragen, dort registrierte Störungen zu tilgen, die Ladungen des Speichermosaiks unauffällig aufzufrischen und den Umschlag der Abtastgeschwindigkeit zwecks Vermeidung von Koordinatenverzerrung, bedingt durch das schmälere Frequenzband, verzögerungsfrei zu veranlassen (Vorbereitungssignal), hoffe ich, gelegentlich einer ausführlichen Veröffentlichung über das Differenzbild eingehen zu können.

Adresse des Autors:
Prof. Dr. *Fritz Schröter*, Château de Corbeville sur Orsay, Seine et Oise (France).

Über die Leuchtschirm-Abtastung von Filmbildern in 875 Zeilen

Von *A. Karolus*, Zollikon

621.397.331.2

1. Einleitung

Für die Filmabtastung in der heute üblichen Norm stehen eine Reihe von Verfahren zur Verfügung: Ikonoskop, Bild-Sondenröhre (Dissector-Tube), Lichtstrahlabtaster mit mechanisch bewegtem Lichtpunkt und schliesslich Leuchtschirmabtaster, bei dem die Bewegung des Lichtpunktes durch elektrische oder magnetische Ablenkung des einen Phosphor anregenden Kathodenstrahls erfolgt. Solche Leuchtschirm-Abtaster haben sich bei 441 Zeilen ausgezeichnet bewährt. Da der Filmübertragung im jetzigen und im künftigen Fernsehbetrieb eine grosse Bedeutung zukommt, schien uns die Untersuchung wichtig, wie weit sich der Leuchtschirm-Abtaster für höchste Zeilenzahlen eignet. Die Güte des Leuchtschirm-Abtasters wird in erster Linie durch die Nachleuchtdauer des verwendeten Phosphors bestimmt. Deshalb habe ich in meinem Institut in Leipzig einige Messungen über den Abklingvorgang bzw. die Modulationsfähigkeit der bekannten Phosphore durchgeführt, von denen ich über einige Resultate berichten will. Ausserdem möchte ich kurz auf das Verhalten der Photozellen bei Frequenzen über 1 MHz eingehen. Es hat sich während der genannten Untersuchungen gezeigt, dass die Laufzeitunterschiede der Photoelektronen Verzerrungen des Bildsignals in gleicher Grösse erzeugen wie der Abklingvorgang des Nachleuchtens.

Die durch das Nachleuchten des Phosphors entstehenden Verzerrungen und die Möglichkeiten der Korrektur des Nachleuchtens sind behandelt worden von Bedford and Puckle (1934) [1], von J. Jaq. Müller (1939) [7], von F. Schröter und B. Bartels [4; 5], von Schnabel [2] und neuerdings von K. Brückersteinkuhl (1942) [6; 10]. Wie bekannt ist, lässt sich der Einfluss des Nachleuchtens nach 2 Verfahren beseitigen. Das erste Verfahren besteht in der Strommodulation des Kathodenstrahls der Abtaströhre mit einer Frequenz, die höher liegt als die höchste Bildfrequenz. Durch die Modulation des Kathodenstrahls entsteht eine wenn auch verringerte Modulation des Abtastlichtes, und die so erzeugte optische Trägerschwingung wird nach ihrer Nutzmodulation durch die verschiedenen Helligkeitswerte des Bildes verstärkt. Der Verstärker besitzt in diesem Fall eine Bandbreite, die der Trägerfrequenz und ihren Seitenbändern entspricht. Die frequenzmässig wesentlich tiefer liegenden Nachleuchtvorgänge liegen ausserhalb des verstärkten Frequenzbereiches, und daher benötigt dieses trägerfrequente Verfahren keine weiteren Entzerrungen.

Beim zweiten Verfahren zur Kompensation des Nachleuchtens bleibt die Intensität des abtastenden Lichtpunktes konstant. Die durch den angenähert exponentiellen Abfall des Lichtes entstandene Verzerrung wird durch geeignete Schaltelemente im Zug des Photoverstärkers entzerrt. Da der Verstärker in diesem Fall alle Frequenzen bis zur Bildfrequenz umfassen muss, bezeichnet man dieses Verfahren als niederfrequente Abtastung bzw. Entzerrung.

2. Grundsätzlicher Aufbau eines Leuchtschirm-Abtasters

Der Aufbau eines Leuchtschirm-Filmabtasters ist nahezu identisch, gleichgültig nach welchem der beiden genannten Verfahren das Nachleuchten kompensiert wird. Die Abtaströhre (Fig. 1) mit elektrischer oder magnetischer Fokussierung enthält den Leuchtschirm mit möglichst kleiner Nachleuchtdauer. Sie unterscheidet sich in ihrem Aufbau nicht von dem

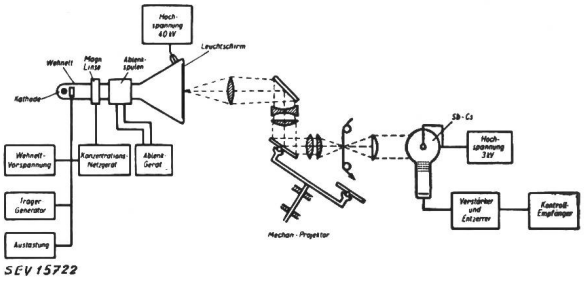

Fig. 1
Grundsätzlicher Aufbau eines Leuchtschirm-Abtasters

der üblichen Projektionsröhre. Die Anodenspannung beträgt 25 bis 40 kV. Die Rasterfläche ist ca. 60×90 mm gross. Der Aufwand für die Zeilenablenkung ist bei 875 Zeilen erheblich grösser als bei 441 Zeilen. Die anderen Geräte: Bildablenkung, Austastung des Rücklaufs, Netzgerät für die Strahlkonzentration, Wehneltvorspannung usw., sind wie üblich dimensioniert. Die Hochspannung muss im Gegensatz zur normalen Projektionstechnik über einen Röhrenregler oder durch ein anderes gleichwertiges Verfahren auf wenigstens 1% konstant gehalten werden, da, wie wir später aus den Messungen sehen werden, die Nachleuchtdauer, und damit die Entzerrung von der Anodenspannung abhängt. Die Wehneltvorspannung ist im Fall der niederfrequenten Abtastung fest eingestellt. Bei trägerfrequenter Abtastung wird der festen Vorspannung eine Wechselspannung von ca. 100 V überlagert, um den Strahlstrom völlig zu modulieren. Diese Trägerfrequenz liegt für 441 Zeilen bei 6...8 MHz, für 875 Zeilen höher als 20 MHz. Es ist nicht ganz einfach, diese Trägerschwingung so gut abzuschirmen, dass das Übersprechen auf den Photoverstärker genügend klein bleibt. Für den Filmtransport wurde der be-