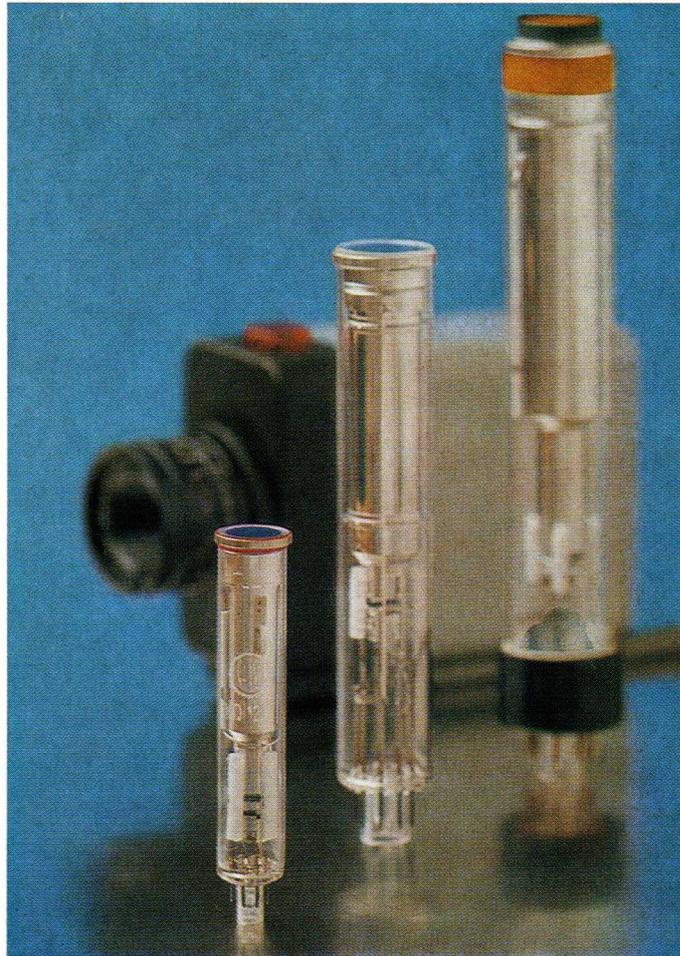


VALVO

brief

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

13. NOVEMBER 1974



VALVO-2/3''-Kameraröhren



Die Entwicklung kleiner Kameraröhren mit einem Durchmesser von nur 2/3'' (max. 18 mm) hat den Bau handlicher und preiswerter Fernsehkameras möglich gemacht, die sich in ihren äußeren Abmessungen und ihrem Gewicht kaum von einer Amateur-Schmalfilmkamera unterscheiden. Die auf dem Titelbild erkennbare Philips-Fernsehkamera LDH 25 kann überall dort eingesetzt werden, wo es auf Kleinheit, leichte Bedienbarkeit, Unauffälligkeit in der Anwendung oder geringen Stromverbrauch, aber nicht so sehr auf das Erkennen letzter Bildfeinheiten ankommt.

Anwendungsgebiete sind zum Beispiel

- Überwachung: Tore und Eingänge, Treppenhäuser, Kaufhallen, Lager, Straßen und Spielplätze
- Schulung: Aufnahme von Theatereinstudierungen, von simulierten Kundengesprächen; Übertragung von Experimenten und Schriftvorlagen
- Sport und Spiel: Aufzeichnen von Bewegungsabläufen bei gymnastischen Übungen, Selbstkontrolle beim Leistungssport
- Freizeit, Hobby: Festhalten von Erinnerungen usw.

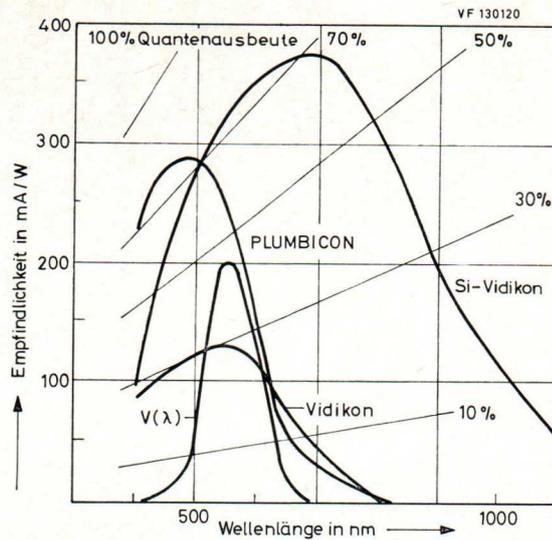


Bild 1. Spektrale Empfindlichkeitsverteilung der VALVO-2/3"-Kameraröhren einschließlich der gemittelten Empfindlichkeitsverteilung $V(\lambda)$ des menschlichen Auges

Die selbständig arbeitende Elektronik ist weitgehend mit integrierten Schaltungen aufgebaut. Besonders wirksam ist die automatische Lichtwertregelung ^{*}), die das Ausgangssignal über einen Helligkeitsbereich von 1 : 5000 konstant hält, so daß bei fast allen praktisch vorkommenden Beleuchtungsverhältnissen gearbeitet werden kann.

Die Entwicklung einer so kleinen Fernsehkamera wurde möglich durch die Verwendung der 2/3"-Kameraröhren vom Vidikon-Typ. In der Grundausführung ist die Kamera mit einem Vidikon XQ 1270 ausgerüstet. Mit gewissen Einschränkungen kann jedoch auch bei dieser Kamera eine Umrüstung auf eine 2/3"-PLUMBICON®-Kameraröhre oder ein 2/3"-Silizium-Vidikon vorgenommen werden. Diese drei Röhrentypen sind in den Abmessungen gleich und gegeneinander austauschbar. Da die Röhren sich in ihren optisch-elektrischen Eigenschaften unterscheiden, ist vor der Wahl der geeigneten Röhre die jeweilige Situation zu prüfen, in der die Kamera arbeiten soll, wobei die Lichtverhältnisse eine wichtige Rolle spielen.

Eine automatische Helligkeitsregelung ist nur mit dem Vidikon möglich, da sein Signalstrom stark von der Signalelektrodenspannung abhängt und deshalb über eine Variation dieser Spannung zwischen etwa 8 V und 60 V das Empfindlichkeitsniveau, das heißt der Signalstrom der Kamera den Beleuchtungsverhältnissen entsprechend geregelt werden kann. Bei der PLUMBICON-Kameraröhre und beim Silizium-Vidikon ist eine solche Abhängigkeit im vorgegebenen Arbeitsbereich gering bzw. nicht vorhanden. Deshalb wird bei diesen Röhren die Signalelektrodenspannung abhängig vom Beleuchtungsniveau und der Exemplarstreuung auf einen bestimmten Wert innerhalb des Arbeitsbereichs (PLUMBICON-Kameraröhre: 45 V, Silizium-Vidikon: ≈ 15 V) fest eingestellt.

^{*}) nur bei Ausrüstung mit Vidikon XQ 1270 oder XQ 1271

Die Empfindlichkeit — bezogen auf eine Farbtemperatur von 2856 K — ist bei den drei Röhrentypen sehr verschieden. Die PLUMBICON-Kameraröhre ist empfindlicher als das Vidikon, und das Silizium-Vidikon ist wiederum (8- bis 10mal) empfindlicher als die PLUMBICON-Kameraröhre — solange keine Gradationskorrektur verlangt wird. Da das Silizium-Vidikon sehr rot-empfindlich ist, sieht es Glühfadenlampen heller als das menschliche Auge. Verwendet man zum Beispiel ein Infrarotsperfilter, so wird seine Rotempfindlichkeit stark herabgesetzt und ist dann nur noch doppelt so groß wie die der PLUMBICON-Kameraröhre. Durch weitere Gradationskorrekturen wird die Gesamtempfindlichkeit noch besser der PLUMBICON-Kameraröhre angeglichen.

Nähere Einzelheiten liefert die Betrachtung der spektralen Empfindlichkeitsverteilungen (Bild 1). Die Spektralempfindlichkeit der PLUMBICON-Kameraröhre paßt sich dem menschlichen Auge am besten an. Auch das Vidikon weicht nicht sehr davon ab. Es hat sein Maximum im grünen Bereich (550 nm, gemessen bei 20 nA Strahlstrom und 20 nA Dunkelstrom). Das Silizium-Vidikon geht weit ins Infrarot hinein (bis 1100 nm, Maximum bei ca. 700 nm).

Die PLUMBICON-Kameraröhre und das Silizium-Vidikon haben eine lineare Übertragungskennlinie ($\gamma \approx 1$), deshalb werden diese Röhren leichter übersteuert als das Vidikon. Das führt bei Spitzlichtern, zum Beispiel Reflexionen von spiegelnden Flächen oder Direktlicht von Lampen und Scheinwerfern, zur Erscheinung des "blooming" oder "comet tail". Zur weitgehenden Vermeidung dieser Effekte wird der Strahlstrom doppelt so hoch eingestellt, als zur Stabilisierung des Bildweiß normalerweise erforderlich ist. Das Vidikon ist weitgehend unempfindlich gegen Überstrahlung; es zeigt eine automatische Signalstrombegrenzung, da seine Kennlinie gekrümmt ist ($\gamma = 0,7$).

Der Dunkelstrom der PLUMBICON-Kameraröhre ist vernachlässigbar klein. Seine geringe Abhängigkeit von Signalelektrodenspannung und Temperatur kann deshalb unberücksichtigt bleiben. Beim Vidikon steigt der Dunkelstrom mit der Signalelektrodenspannung stark an und führt zur Untergrundaufhellung des Bildes (veränderlicher Schwarzwert). Der Dunkelstrom des Silizium-Vidikons hat bei einer Signalelektrodenspannung von 15 V einen Wert um 15 nA. Bei beiden Vidikons ist der Dunkelstrom temperaturabhängig (Verdopplung je 8 K Temperaturanstieg in der Signalelektrode).

Da die abgetastete Fläche auf der Speicherschicht bei 2/3"-Röhren nur halb so groß ist wie bei 1"-Röhren, kann auch die Detailerkennbarkeit nicht die gleichen Werte aufweisen. Eine typische Grenzauflösung von mindestens 400 Zeilen reicht jedoch für Überwachungsaufgaben und Aufzeichnung von Bewegungsstudien voll aus.

Das Silizium-Vidikon hat mit einer typischen Grenzauflösung von 400 Zeilen den kleinsten, die PLUMBICON-Kameraröhre mit einer minimalen Auflösung von mehr als 600 Zeilen den größten Wert. Dazwischen liegen die Werte der verschiedenen Vidikon-Typen (siehe Daten). Da sich die Empfindlichkeit des Silizium-Vidikons über einen großen Spektralbereich erstreckt, kann sich — wegen der Beeinträchtigung der Auflösung durch die chromatische Aberration der Objektive — die Beschränkung auf einen Teilbereich durch Filter vorteilhaft auswirken.

Der Erfolg bei der Übertragung von Fernsehbildern mit 2/3"-Kameraröhren wird wesentlich durch eine gute Abstimmung der Röhreneigenschaften mit den Einsatzbedingungen bestimmt. Um die Auswahl des richtigen Röhrentyps zu erleichtern, folgt eine Tabelle mit schlagwortartiger Gegenüberstellung der Vorzüge und Nachteile der drei Röhrentypen:

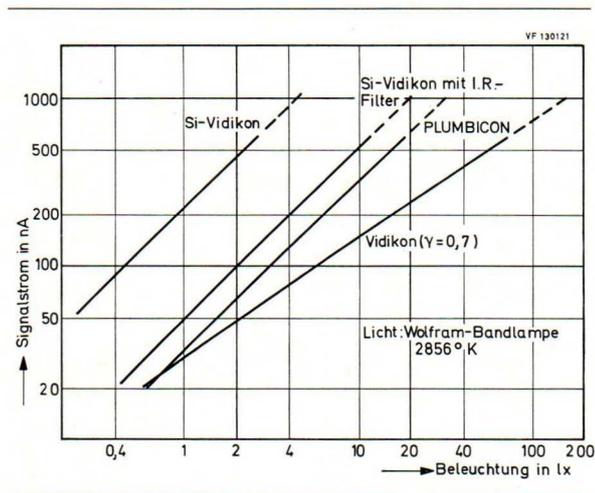


Bild 2. Übertragungskennlinien der VALVO-2/3"-Kameraröhren

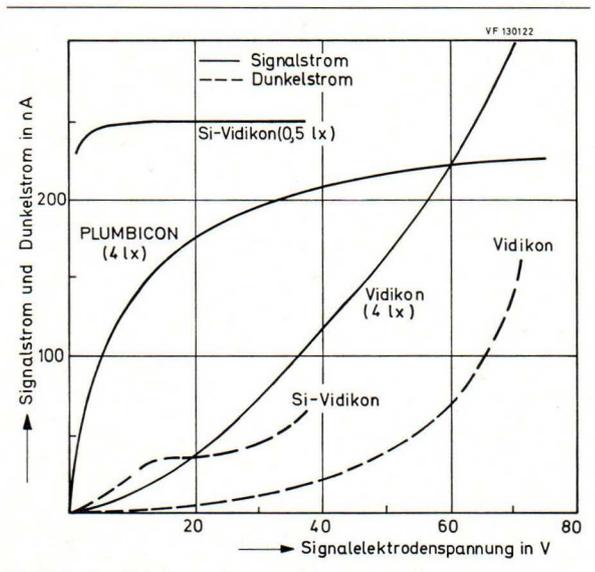


Bild 3. Signalstrom und Dunkelstrom der VALVO-2/3"-Kameraröhren in Abhängigkeit von der Signalelektrodenspannung

Situation

Übertragung:

einer bewegten Szene (Trägheit) $P > S > V$

eines stehenden Bildes (Einbrennen) $S > V > P$

Beleuchtung:

Glühlampen (erhöhter Rotanteil) $S > P \sim V$

Leuchtstofflampen (mehr Blauanteil) $V > P \sim S$

stark wechselnde Helligkeit $V > P \sim S$

Eigenschaften der Röhren

Empfindlichkeit $S > P > V$

Überstrahlungsempfindlichkeit $S \sim P < V$

Einbrennen $V < P < S$

Auflösung $P > V > S$

Trägheit:

bei normaler Beleuchtungsstärke $V < S < P$

bei niedriger Beleuchtungsstärke $V \ll S < P$

Bildqualität $V \sim P > S$

Gradation (bezogen auf menschliches Auge) $V \sim P > S$

Preis („... billiger als ...“) $V < S < P$

V Vidikon

P PLUMBICON-Kameraröhre

S Silizium-Vidikon

> besser als
< schlechter als
~ etwa gleichwertig

Daten der VALVO-2/3"-Kameraröhren

	Vidikon			PLUMBICON-Kameraröhre ¹⁾ 37 XQ	Si-Vidikon 20 PE 15
	XQ 1270	XQ 1271	XQ 1272		
Heizung	U_F I_F	$6,3 V \pm 10\%$ 95 mA	$6,3 V \pm 10\%$ 95 mA	$6,3 V \pm 5\%$ 95 mA	$6,3 V \pm 10\%$ 95 mA
nutzbare Bildfläche		6,6 mm x 8,8 mm	6,6 mm x 8,8 mm	6,6 mm x 8,8 mm	6,6 mm x 8,8 mm
nutzbare Bilddiagonale		max. 11 mm	max. 11 mm	max. 11 mm	max. 11 mm
Kapazität ²⁾	c_a	2,0 pF	2,0 pF	2,0 pF	2,0 pF
Fokussierung		magnetisch	magnetisch	magnetisch	magnetisch
Ablenkung		magnetisch	magnetisch	magnetisch	magnetisch
Sperrspannung an G_1	$-U_{G1}$	20 ... 80 V	20 ... 80 V	35 ... 100 V	35 ... 80 V
Austastspannung an G_1 an K	$U_{G1 MM}$ $U_{K MM}$	50 V 20 V	50 V 20 V	50 V 25 V	75 V 20 V
Spannung an G_5	U_{G5}	—	—	—	—
Spannung an G_4	U_{G4}	—	400 V	—	300 V
Spannung an $G_3 G_4$	$U_{G3 G4}$	250 ... 300 V	—	—	—
Spannung an G_3	U_{G3}	—	250 ... 300 V	—	240 V
Spannung an $G_2 G_3$	$U_{G2 G3}$	—	—	—	—
Spannung an G_2	U_{G2}	300 V	300 V	300 V	300 V
Signalektrodenenspannung	U_A	25 (10 ... 40) V	25 (10 ... 40) V	45 V	10 ... 15 V
Signalstrom	I_A	150 (≥ 80) nA ⁴⁾	150 (≥ 80) nA ⁴⁾	> 145 nA ⁵⁾	300 nA ⁶⁾
Dunkelstrom	I_0	20 nA	20 nA	< 3 nA	10 nA
γ -Wert		0,7 ³⁾	0,7 ³⁾	1	1
Maximum der spektralen Empfindlichkeit bei		550 nm	550 nm	480 nm	700 nm
Grenzauflösung in Zeilen nominal		450	600	—	450
minimal		400	550	> 600	—

¹⁾ mit Antireflexionsscheibe
²⁾ ohne Spulensatz

³⁾ mittlerer Wert
⁴⁾ bei $E = 8 \text{ lx}$ (2856 K), $I_0 = 20 \text{ nA}$

⁵⁾ bei $E = 8 \text{ lx}$ mit Infrarot-Filter
⁶⁾ bei $E = 1 \text{ lx}$