

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 52 (1961)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Lecture photoélectronique d'enveloppes codées  
**Autor:** Moschytz, G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059076>

### **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:** 16.01.2026

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

schalter. Mit 3 ist die Umschalteneinrichtung auf 500 bzw. 380 V skizziert. 4 ist der Niederspannungsschalter für 2500 A Nennstrom und 600 V Nennspannung. Zur Strommessung dienen die Stromwandler 5 mit verschiedenen Messbereichen. Der Zuschalter ist in Fig. 13 mit 6, die Induktivitäten und Ohmschen Widerstände sind mit 7 bzw. 8 bezeichnet. 9 stellt das Prüfobjekt dar. Die Drosselspulen 7 und die Widerstände 8 sind für Ströme von 50...16 000 A ausgelegt, die Widerstände ebenfalls für Ströme von 50...15 000 A, wobei eine Einstellung von 5 zu 5 A möglich ist. Durch die richtige Wahl der induktiven und Ohmschen Widerstände

kann ein beliebiger  $\cos \varphi$  des Prüfkreises eingestellt werden.

Da in der Kaverne hauptsächlich die Widerstände eine sehr grosse Wärme entwickeln, musste eine besondere Entlüftung mit einem kräftigen Ventilator direkt ins Freie vorgesehen werden.

Die MP des SEV schätzt sich glücklich, über zwei neue Prüfeinrichtungen zu verfügen, welche den grössten zur Zeit gestellten Anforderungen entsprechen.

Adresse des Autors:

A. Gantenbein, Oberingenieur der Materialprüfanstalt und der Eichstätte des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

## Lecture photoélectronique d'enveloppes codées

Par G. Moschytz, Zurich

621.187 : 621.383.49

*L'article décrit un appareillage permettant la lecture rapide des enveloppes de CCP des PTT suisses aux fins de classement. Le chiffre codé est imprimé en même temps que l'adresse sur l'enveloppe. Le fait que l'émission lumineuse des caractères du chiffre et celle des porteurs de caractères se trouvent dans des domaines différents du spectre visible, permet de discerner les caractères au moyen d'éléments photoélectriques sélectifs tels que les photorésistances au sulfate de cadmium. La grande sensibilité de ces éléments dans la région du spectre aux ondes longues et par conséquent dans le domaine de réémission des porteurs de caractères dépasse de loin celle du domaine aux ondes courtes, qui contient la réémission de la plupart des couleurs du code. L'émission spectrale des lampes à incandescence éclairant la surface de l'enveloppe fut limitée aux moyens d'écrans lumineux au même domaine aux ondes longues du spectre. Afin de réduire l'inertie des photorésistances à des valeurs acceptables, l'intensité de l'éclairage à leur surface fut maintenue au-dessus de 100 lx. L'appareillage décrit plus haut a permis la lecture correcte des caractères codés de différentes couleurs avec une vitesse de 5,1 m/s pour le passage des enveloppes. Le temps de lecture correspondant est donc inférieur à 200  $\mu$ s, ce qui permet la lecture de 110 000 enveloppes de longueur normale (165 mm) à l'heure.*

*Eine Abtasteinrichtung wird beschrieben, mit welcher codierte Postcheckumschläge der schweizerischen PTT zwecks Sortierung abgetastet werden können. Der Code wird gleichzeitig mit der Adresse maschinell auf die Umschläge gedruckt. Die Lichtemission beleuchteter Codezeichen und diejenige der Codezeichenträger liegen in verschiedenen Gebieten des sichtbaren Spektrums. Dadurch können die Codezeichen mittels selektiver Photoelemente, nämlich mit Cadmiumsulfid-Photowiderständen erkannt werden. Die hohe Empfindlichkeit dieser Elemente im langwelligen Gebiet des sichtbaren Spektrums und damit im Remissionsgebiet der Codezeichenträger überwiegt weitgehend diejenige im kurzwelligen Bereich, welcher die Remission der meisten Codefarben enthält. Die spektrale Emissionsverteilung der Glühlampen, welche die Umschlagoberfläche beleuchten, wurde mittels Lichtfilter auf dasselbe langwellige Gebiet des Spektrums beschränkt. Um die Trägheit der Photowiderstände auf zulässige Werte zu reduzieren, wurde die Beleuchtungsstärke an ihrer Oberfläche über 100 lx gehalten. Mit der aufgebauten Vorrichtung liessen sich strichförmige Codezeichen verschiedener Farben bei einer Durchgangsgeschwindigkeit der Umschläge von 5,1 m/s einwandfrei abtasten. Die entsprechende Ableszeit beträgt weniger als 200  $\mu$ s. Somit lassen sich 110 000 Umschläge normaler Länge (165 mm) in der Stunde nacheinander abtasten.*

(Traduction)

### 1. Introduction

Pour permettre de trier les lettres de manière rationnelle, il est souhaitable de rendre entièrement automatique cette opération qui prend toujours énormément de temps. Un des problèmes posé par le tri automatique des lettres consiste à trouver un dispositif de lecture capable de reconnaître la destination des lettres. Ce problème est tout d'abord simplifié en ne cherchant pas à lire l'adresse, mais un code imprimé sur l'enveloppe. Cette simplification est particulièrement justifiée lorsqu'un expéditeur particulier expédie des lettres à de nombreux destinataires dont l'adresse est imprimée sur les enveloppes au moyen d'une machine à adresser. Le code peut alors être imprimé sur l'enveloppe en même temps que l'adresse.

L'Office des chèques postaux des PTT est un tel expéditeur: il fait parvenir aux possesseurs de comptes de chèques postaux des communications y relatives dans des enveloppes jaunes préimprimées. Les adresses sont imprimées à l'aide d'une machine à adresser qui peut être utilisée avec des bandes imprimées de différentes couleurs. Les PTT emploient le plus souvent la bande imprimée violette. L'adresse de l'abonné correspondant est gravée sur une plaque métallique normalisée, en laissant un espace libre d'environ  $12 \times 40$  mm pour y insérer un code.

On a développé une méthode qui permet de lire le code imprimé sur les enveloppes de comptes de chèques par la machine à adresser, à une vitesse d'écoulement de plus de 5 m/s. La méthode d'impres-

sion, la couleur de la bande imprimée ainsi que celle de l'enveloppe ont été considérées, pour ce faire, comme données initiales. Il est prévu de lire 30 000 enveloppes codées par heure au moyen de ce procédé, afin de pourvoir les trier alors en 100 directions différentes.

Des essais de lecture ont été exécutés au moyen d'un modèle de lecteur monté à cet effet. Il a été ainsi démontré que le procédé développé est suffisamment sensible pour qu'une bonne généralisation des données initiales mentionnées plus haut puisse être admise.

### 2. Lecture au moyen d'un émetteur et d'un récepteur sélectifs de lumière

On a tout d'abord examiné l'influence du choix de la couleur d'imprimerie sur le contraste des couleurs entre celle-ci et un support jaune. (La désignation de »contraste« ne doit pas être prise — comme en général dans le cas de la technique de la lumière — dans le sens d'une différence ou d'une gamme de luminosité, mais représente ici la différence entre deux couleurs qu'un système de lecture électronique est capable de distinguer.)

La couleur d'un corps se manifeste par le fait que le corps ne réémet, c. à d. ne rayonne à nouveau que les couleurs du spectre qui sont propres à lui-même et à la source de lumière, par laquelle il est éclairé.

Le signal lumineux produit par un caractère du code est compris principalement dans la portion du

spectre visible qui correspond à sa couleur visible. De manière analogue, la lumière réémise par le support jaune occupera la partie du spectre visible qui lui appartient. L'impression en couleur actuelle se distingue du support jaune, la source de lumière étant donnée, par le fait que son domaine de réémission est situé dans un autre intervalle du spectre visible que celui de l'enveloppe jaune.

Si l'on emploie des couleurs d'imprimerie pour les caractères du code, dont les domaines de réémission sont tous compris dans une région *C* du spectre visible et une couleur du papier de l'enveloppe, dont le domaine de réémission est situé dans une région *U* nettement séparée de la région *C*, une cellule photoélectrique sélective peut alors entreprendre la lecture des caractères. Sa courbe de sensibilité spectrale doit pour cela se trouver soit dans la région *C*, soit dans la région *U*, afin qu'elle ne réponde qu'aux signaux lumineux des couleurs des caractères (région *C*), ou alors seulement au signal lumineux de l'enveloppe (région *U*). Aucune cellule photoélectrique ne possédant une courbe de sensibilité spectrale idéale, c.-à-d. avec des flancs verticaux, la séparation des domaines de réémission particuliers peut être obtenue mieux, et leur sélection rendue plus aisée, en employant une source de lumière sélective, dont la répartition spectrale de l'énergie a le même aspect que la répartition de la sensibilité de la cellule photoélectrique sélective. Ainsi, des impressions en couleurs qui sont moins opaques (support apparaissant à travers l'impression translucide) ou d'autres, dont le domaine de réémission est situé en partie dans la même portion du spectre visible que le domaine de réémission du porteur des caractères, peuvent être distinguées également sans ambiguïté par la cellule photo. De telles sources sélectives de lumière peuvent être obtenues p. ex. sous forme de lampes spectrales, mais aussi constituées à moindres frais, par une combinaison de lampes à incandescence et d'écrans lumineux.

### 3. Les courbes de réémission

La courbe de réémission spectrale d'une couleur indique le rapport, exprimé en pour-cent, entre l'intensité lumineuse réémise et l'intensité d'éclairage pour les longueurs d'ondes du spectre visible.

Les courbes de réémission spectrales des impressions en couleurs mentionnées et celle du support jaune ont été mesurées par rapport à une source lumineuse idéale blanche. Si l'on soustrait individuellement les courbes de réémission des couleurs d'imprimerie de la courbe de réémission du papier jaune, on s'aperçoit que la différence entre celle-ci et toutes les couleurs d'imprimerie au-dessus de 0,5  $\mu\text{m}$  est particulièrement élevée. Ces courbes de différences sont représentées superposées dans la fig. 1. Entre environ 0,55 et 0,7  $\mu\text{m}$  le papier jaune se distingue par une réémission particulièrement riche en comparaison de «toutes» les couleurs de code. Ce domaine de réémission, propre à la couleur du papier jaune, est identique avec la région *U*.

La différence des courbes, et ainsi le contraste visible des couleurs, sont, selon la fig. 1, les plus prononcés, entre la couleur d'imprimerie violette (36 %) et les plus faibles entre la couleur d'imprimerie rouge (25 %), et le papier jaune. La couleur d'imprimerie violette est donc la plus favorable pour la lecture.

### 4. Le récepteur sélectif de signaux lumineux

Certaines photorésistances au sulfate de cadmium (CdS) que l'on obtient dans le commerce, présentent une répartition spectrale de sensibilité sélective con-

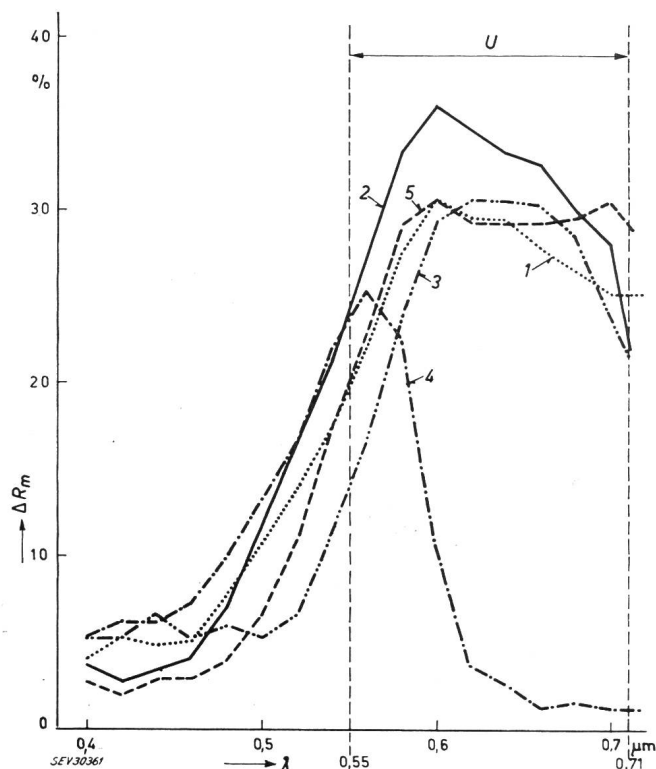


Fig. 1  
Courbes des différences de réémission entre un support jaune et différentes couleurs d'imprimerie  
 $\Delta R_m$  différence de réémission;  $\lambda$  longueur d'onde; Région *U*: domaine de la différence de réémission maximale;  
1 courbe de différence entre jaune-bleu; 2 jaune-violet; 3 jaune-vert; 4 jaune-rouge; 5 jaune-noir

forme à la fig. 2, courbe *B*. La courbe *A* des différences du jaune-violet, également portée sur la même figure (enveloppe de la famille de courbes représentée dans la fig. 1), indique clairement que ces photo-

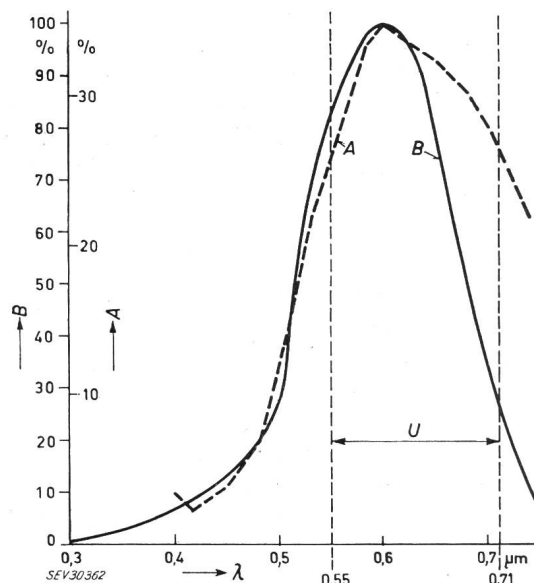


Fig. 2  
Adaptation optique entre la réémission spectrale des caractères de code et le spectre de sensibilité des photoéléments  
*A* différence de réémission entre jaune-violet; *B* courbe de sensibilité spectrale de photorésistance CdS; Région *U*: domaine de la différence de réémission maximale;  $\lambda$  longueur d'onde

résistances CdS conviennent particulièrement pour être utilisées comme récepteur de signaux lumineux pour la lecture en question. En plus, celles-ci se distinguent, comme la plupart des photorésistances, par de grandes sensibilités dépassant 1 A/lm.

Si  $R_g$  indique la valeur de la photorésistance éclairée par le papier jaune et  $R_v$  celle pour l'éclairage par la surface de code violette, le rapport

$$\frac{R_v - R_g}{R_v} = \frac{\Delta R}{R_v} \quad (1)$$

représente alors la variation relative de photorésistance, aussi appelée indice de modulation. Cette quantité facilement mesurable est la relation la plus importante dans la présente application, le signal électrique produit lui étant directement proportionnel.

Si  $R_g$  indique la valeur de la photorésistance éclairée par le papier jaune et  $R_v$  celle pour l'éclairage la couleur d'imprimerie, exprimée en pour-cent, l'indice de modulation peut être obtenu en fonction de cette densité d'impression. On a la relation:

$$\frac{\Delta R}{R_v} = 1 - \left[ 1 - \delta \left( 1 - \frac{V_v}{V_g} l_v \right) \right]^a \quad (2)$$

dans laquelle:

$V_g, V_v$  tiennent compte de la sensibilité spectrale de la photorésistance,

$a$  de la pente de la photorésistance et

$l_v$  de la répartition spectrale de l'émission de la lampe incandescente utilisée pour l'éclairage,

et où:

$$a = - \frac{\Delta R}{R_v} \cdot \frac{E_v}{\Delta E} = \text{const.} \quad (3)$$

avec:

$\Delta E$  pour la variation d'intensité lumineuse à la surface sensible de la photorésistance, produite par le caractère du code, et

$E_v$  pour l'intensité lumineuse stationnaire à la surface sensible de la photorésistance, produite par le caractère du code.

Si la photorésistance et la densité d'impression sont données, l'indice de modulation est donc constant, c.-à-d. indépendant de l'intensité d'éclairage. (Il existe, néanmoins, par l'intermédiaire de  $l_v$ , un certain rapport avec cette intensité. Le terme  $l_v$  dépend lui-même de la température du filament incandescent de la lampe d'éclairage. La température de la couleur détermine la position de la courbe de répartition spectrale de l'énergie de la lampe d'éclairage. Dans le cas des lampes à incandescence considérées ici, la température de la couleur ne variera pas dans une mesure pouvant provoquer un déplacement notable de la courbe de répartition de l'énergie).

L'indice de modulation des différentes photorésistances que l'on peut obtenir dans le commerce et qui ont une sensibilité spectrale telle qu'indiquée sur la fig. 2, a été mesuré. On a alors utilisé pour la lecture le type possédant l'indice de modulation le plus élevé, soit une valeur moyenne de 37,5 %.

La relation calculée à l'aide de l'équation (2), pour la photorésistance employée et une source de lumière donnée, est représentée graphiquement dans la fig. 3. Au moyen de la courbe et de l'indice de modulation mesuré on obtient la valeur de la densité d'impression moyenne  $\delta$ , soit 0,44. Avec le dispositif d'impression considéré, seulement environ 44 % de la surface

du code est recouverte de couleur d'imprimerie. Cette valeur représente, toutefois, une limite inférieure, car la densité d'impression dépend en outre des dimensions et de la géométrie de la surface imprimée. Les indications ci-dessus se rapportent à un caractère de code carré de 4 mm de côté, qui peut être considéré comme limite supérieure de la dimension de la surface

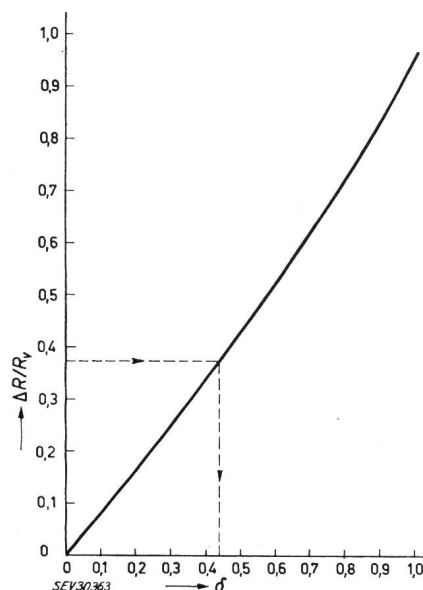


Fig. 3  
Indice de modulation  $\Delta R/R_v$  en fonction de la densité d'impression  $\delta$

d'impression. Des surfaces d'impression plus petites, qui ont été également examinées ici et soumises à la lecture, montraient des densités d'impression considérablement plus élevées, qui, à leur tour, dépendaient de nouveau de la forme particulière du timbre.

L'inertie de la photorésistance utilisée est, en première approximation, indirectement proportionnelle à la racine de l'intensité d'éclairage. L'intensité d'éclairage de la surface sensible a été par conséquent maintenue à 100 lx en moyenne, tout en employant des photorésistances de valeur ohmique aussi élevée que possible. L'inertie des photorésistances est également réduite par le fait qu'elles sont soumises, lors de la lecture, non seulement aux signaux lumineux, mais aussi à un éclairage constant. Cette diminution de l'inertie joue un grand rôle en liaison avec la vitesse de lecture.

En ce qui concerne l'influence de la température sur la valeur des photorésistances, on voit de la fig. 2, courbe B, que celles-ci sont de toute manière déjà très peu sensibles aux rayons infrarouges. La sensibilité à la température diminue avec l'augmentation de l'intensité d'éclairage. Pour une intensité de 100 lx à la surface sensible, la valeur de la résistance reste constante entre environ -10 et +40 °C. On a constaté qu'à des températures encore plus élevées la courbe de sensibilité spectrale B, fig. 2, est soumise à un déplacement vers la droite, ce qui provoque l'accroissement de l'indice de modulation mentionné et avec lui de la sensibilité de lecture du code.

## 5. L'émetteur sélectif de lumière

L'éclairage de la surface de l'enveloppe qui doit être lue a été effectué au moyen de lampes à incandescence. Il a été fait en sorte que l'éclairage de la

surface sensible des photorésistances ait une intensité de 100 lx. La surface du code éclairée a été projetée par un système de lentilles sur le plan des photorésistances situé au-dessus, et grossie deux fois.

La fig. 4 montre la répartition spectrale de l'émission d'une lampe à incandescence (température de la couleur env. 2500 °K). Pour éviter un accroissement

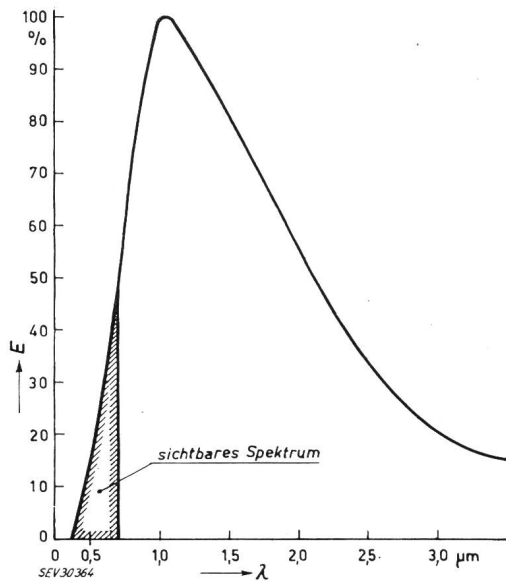


Fig. 4

Répartition spectrale de l'émission d'une lampe à incandescence de 25 W (Température de la couleur: 2500 °K)

$E$  répartition de l'énergie de la lampe;  $\lambda$  longueur d'onde

de la température inadmissible des photorésistances et des lentilles, provoqué par l'absorption dans la région de l'infrarouge, un filtre à interférences a été placé devant la lentille. Celui-ci laisse passer les rayons du spectre visible et réfléchit les rayons infrarouges, suivant la position du flanc supérieur du filtre. Tenant compte de la région de réémission spectrale  $U$  mentionnée, ainsi que de la répartition spectrale de la sensibilité de la photorésistance, le flanc supérieur de la bande passante du filtre a été placé à 0,7  $\mu\text{m}$

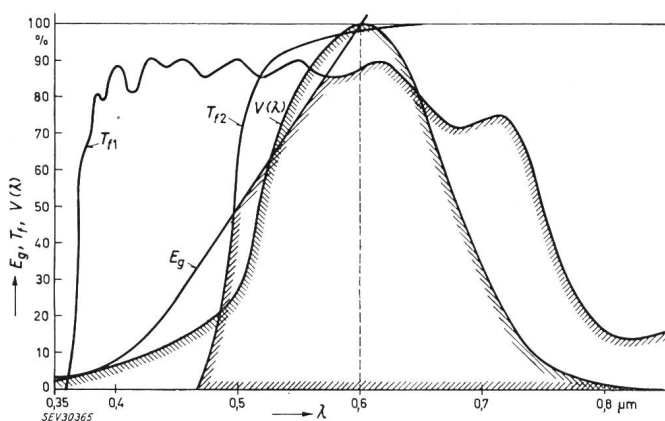


Fig. 5

Emission relative de la lampe et transmission de filtre en comparaison de la courbe de sensibilité spectrale de la photorésistance  $\lambda$  longueur d'onde;  $T_{f1}$  transmission relative du filtre à interférences;  $T_{f2}$  transmission relative du filtre coloré;  $V(\lambda)$  sensibilité spectrale de la photorésistance;  $E_g$  émission spectrale de la lampe en rapport avec la valeur d'émission à 0,6  $\mu\text{m}$

(diminution de 50 % à 0,75  $\mu\text{m}$ ). En vue d'adapter aussi en ce sens la région des ondes courtes du spectre de la source de lumière, on a absorbé la lumière en

dessous de 0,55  $\mu\text{m}$  par un filtre coloré (coloration par des additifs de CdS et CdSe). La fig. 5 montre la position des courbes des bandes passantes des deux écrans lumineux par rapport à la courbe de sensibilité de la photorésistance au CdS et du spectre d'émission de la lampe à incandescence pour une valeur d'émission donnée de 0,6  $\mu\text{m}$ .

## 6. Le signal électrique

La transformation des caractères du code, balayés par un procédé optique sur l'enveloppe des chèques postaux, en signaux électriques d'un diviseur de tension, constitué par la photorésistance et une résistance de travail, est indiquée schématiquement dans la fig. 6. Dans la partie inférieure de la figure on voit une enveloppe de chèques postaux. La désignation de l'expéditeur et son indicatif sont situés dans le compartiment gauche de l'enveloppe, tandis que celui de droite est réservé à l'adresse du destinataire. En outre, dans le compartiment de droite apparaît maintenant la marque constituée par des signes séparés qui caractérisent le lieu de destination. L'enveloppe imprimée traverse à la vitesse  $v$  le dispositif de lecture indiqué dans la partie supérieure de la fig. 6.

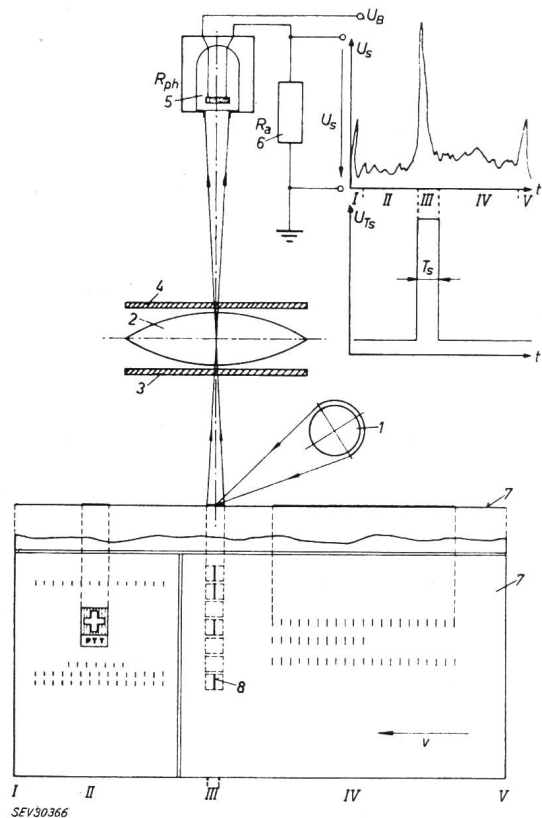


Fig. 6

Transformation des caractères du code lus en signaux électriques 1 source de lumière; 2 lentille; 3 filtre à interférences; 4 filtre coloré; 5 photorésistance  $R_{ph}$ ; 6 résistance de travail  $R_a$ ; 7 enveloppe de chèque postal; 8 caractère de code;  $t$  temps;  $U_s$  tension du signal;  $U_B$  tension de la batterie;  $T_s$  temps d'ouverture;  $U_{Ts}$  impulsion de contrôle;  $v$  vitesse de l'enveloppe; I...V zones des signaux perturbateurs et signaux utiles (III) de l'enveloppe soumise à la lecture

La tension  $U_s$  du signal obtenu de la lecture est représentée schématiquement aux bornes de la résistance de travail. A titre de comparaison on a indiqué cinq zones d'activité sur le diagramme du signal et sur l'enveloppe. On voit que le signal du code ou signal utile est situé dans la zone III. Les signaux

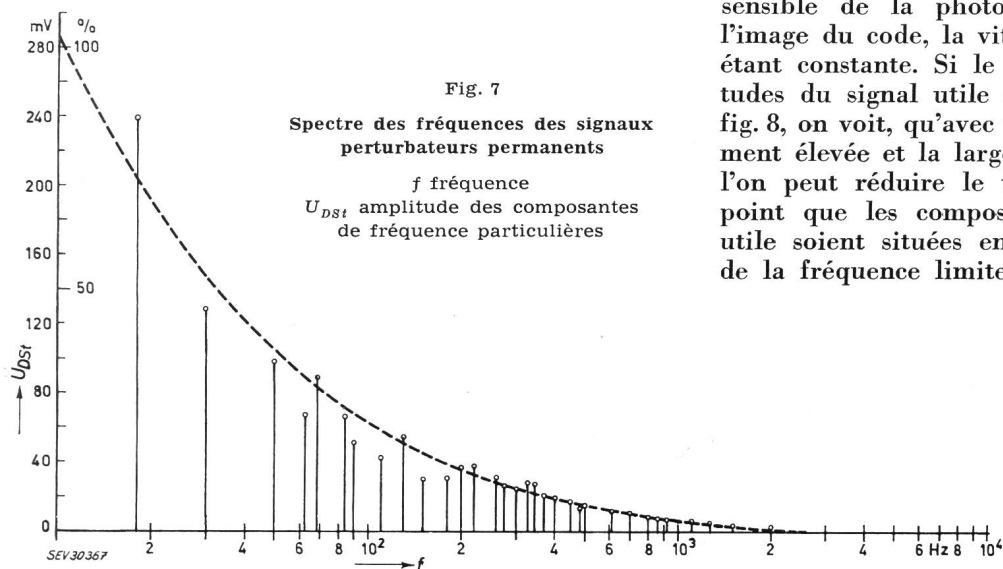


dans les zones I et V proviennent des bords de l'enveloppe, tandis que les signaux qui occupent les zones II et IV sont produits par les désignations de l'expéditeur et du destinataire.

### 6.1. Les Signaux perturbateurs

Les signaux compris dans les zones I, II, IV et V de la fig. 6 sont des signaux perturbateurs en liaison avec une position déterminée de l'enveloppe. Pour les rendre inefficaces la lecture dans la zone III est limitée dans le temps par une impulsion de contrôle  $U_{Ts}$ . Le temps d'ouverture peut être déclenché d'une manière quelconque (bord avant ou arrière de l'enveloppe, signal de déclenchement, etc.). La durée du temps d'ouverture est choisie telle qu'elle correspond au temps nécessaire à la lecture du code, compte tenu de la vitesse de passage de l'enveloppe et, en plus, des inégalités éventuelles dans la position des caractères du code sur les différentes enveloppes.

A part les «signaux perturbateurs de position» mentionnés ci-dessus, des «signaux perturbateurs con-



tinus» se présentent lors de la lecture. Ceux-ci sont ou continuellement présents (lumière alternative), ou alors apparaissent sporadiquement à n'importe quel instant (impression défectueuse, irrégularités dans le papier, souillure, etc.). Au contraire des perturbations de position ces signaux perturbateurs continus apparaissent également dans la zone d'activité III, soit pendant la période au cours de laquelle le signal utile est délivré.

On peut démontrer que le spectre des fréquences des signaux perturbateurs continus  $U_{DSt}$ , qui dépend de la vitesse de lecture  $v$ , a qualitativement l'aspect indiqué dans la fig. 7. La fréquence  $f_{0St}$  peut être définie comme étant celle au-dessus de laquelle les signaux perturbateurs continus sont négligeables. Comme les signes perturbateurs sur l'enveloppe provoquent des signaux perturbateurs qui ont des composantes de fréquence croissant avec la vitesse de lecture, la fréquence  $f_{0St}$  est donc proportionnelle à la vitesse de lecture. La relation pour la fréquence limite, déterminée de manière empirique, est la suivante:

$$f_{0St} [\text{Hz}] \approx 25 v [\text{m/s}] \quad (3)$$

### 6.2. Le signal utile

Le signal utile en forme d'impulsion dans la zone III de la fig. 6 a en somme un caractère exponentiel. A l'aide d'un circuit fictif simplifié de la photorésistance on obtient, selon fig. 8, le flanc de départ du signal utile par l'approximation suivante:

$$U_{NS}(t) = U_m (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{pour } t \leq T_a \quad (4)$$

où:

$$U_m = \frac{U_B}{2} \cdot \frac{\frac{\Delta R}{R_v}}{2 - \frac{\Delta R}{R_v}}$$

L'amplitude du signal est alors:

$$U_{NS}(T_a) = \hat{U}(T_a) = U_m (1 - e^{-\frac{T_a}{\tau}}) \quad (5)$$

où  $\tau$  est la constante de temps de la photorésistance introduite et qui dépend de l'intensité d'éclairage, et  $T_a$  représente le temps pendant lequel la surface sensible de la photorésistance est recouverte par l'image du code, la vitesse de passage de l'enveloppe étant constante. Si le spectre de Fourier des amplitudes du signal utile est calculé conformément à la fig. 8, on voit, qu'avec une vitesse de lecture suffisamment élevée et la largeur du code étant donnée, que l'on peut réduire le temps de lecture  $T_a$  à un tel point que les composantes de fréquence du signal utile soient situées en plus grande partie au-dessus de la fréquence limite  $f_{0St}$ , introduite plus haut. Le

signal utile se laisse donc sortir du signal produit par la lecture, pendant le temps de lecture  $T_s$  limité, au moyen d'un filtre passe-haut dimensionné en conséquence, puis amplifier.

Si l'on donne une structure périodique au signe qui doit être lu, p. ex. |||| la sécurité de fonctionnement peut

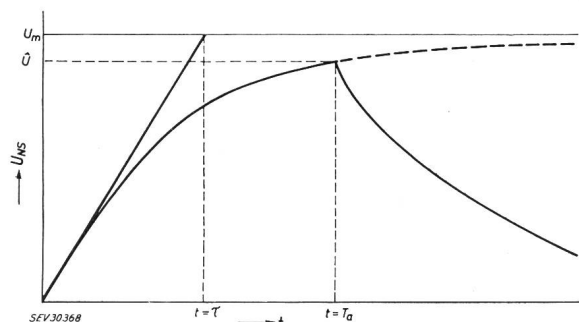


Fig. 8  
Signal utile idéalisé provenant de la lecture effectuée par la photorésistance

$U_{NS}$  signal utile;  $U_m$  variation de tension pour une lecture statique du code;  $\hat{U}$  amplitude de la variation de tension pour une lecture dynamique du code;  $\tau$  constante de temps de la photorésistance (en liaison avec l'intensité d'éclairage);  $T_a$  durée du recouvrement de la photorésistance par l'image du code, l'effet produit par la fente étant négligé;  $t$  temps

être augmentée, avec une vitesse de lecture donnée, par une intégration (corrélation) après la cellule photo. L'intégration effectuée, p. ex. au moyen d'une ligne à retard, fait que le récepteur des signaux ne répond qu'après un nombre déterminé de signes séparés, dans

le présent exemple, quatre. La complexité plus grande de ce procédé est en partie compensée par le fait qu'il n'est alors plus nécessaire de tenir compte de l'emplacement du code sur l'enveloppe.

### 7. Le circuit électrique

Pour vérifier la sécurité de fonctionnement du système de lecture décrit, on a monté une installation, composée d'une tête de lecture et d'un mécanisme d'entraînement des enveloppes, avec laquelle des enveloppes codées ont pu être lues à vitesse d'écoulement variable. On a construit un circuit transistorisé capable d'amplifier les signaux électriques de commande (relais, commutateurs, aiguilles, etc.) pris sur un diviseur de tension, constitué par la photorésistance  $R_{ph}$  et de la résistance de travail adaptée,  $R_a$ . C'est ainsi, par exemple, que pour l'installation de triage prévue, une combinaison de code lue par 7 photorésistances devrait actionner une série de 7 relais de telle manière qu'entre les  $2^7$  ( $= 128$ ) positions d'aiguillage possibles, seule celle qui correspond à la combinaison du code lue soit mise en circuit. A la place de la série de relais on a utilisé des lampes témoins pour contrôler la sécurité de fonctionnement du dispositif de lecture.

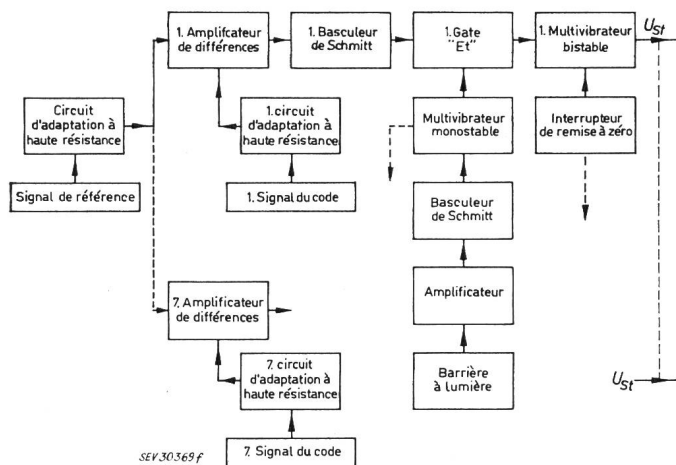


Fig. 9  
Schéma de principe de l'appareil de lecture  
 $U_{St}$  signal de commande

Le procédé mentionné dans le chapitre précédent pour reconnaître le signal utile n'aurait pas satisfait pour le montage d'essai, car il suppose une vitesse de lecture constante. Afin de pouvoir quand même saisir les caractères du code d'une manière sûre, qui ne soit pratiquement pas influencée ni par des irrégularités des enveloppes, ni par leur couleur, ni encore par des dispersions dans les circuits et de la température, on a formé la différence entre chacun des sept signaux qui apparaissent lors de la lecture du code sur le diviseur de tension correspondant et un signal de référence. Celui-ci est délivré par une huitième photorésistance et provient d'une lecture continue de l'enveloppe, le long d'une ligne non imprimée. Cette sélection du signal utile est indépendante de la vitesse de lecture et ainsi de la fréquence du signal.

Dans la fig. 9 on a représenté le schéma de principe de l'un des sept canaux attribués aux sept photorésistances servant à la lecture du code. Le signal du code du canal considéré et le signal de référence obtenu de la lecture continue de l'enveloppe sont conduits à un amplificateur de différences pour former la différence déjà mentionnée et dans lequel le

signal de différence est amplifié. Pour ne pas influencer le rapport optimum du diviseur de tension  $R_{ph}-R_a$  par l'impédance d'entrée relativement basse de l'amplificateur de différences on a introduit, entre chaque diviseur de tension et chaque amplificateur de différences, un circuit adaptateur d'une valeur ohmique élevée, sous forme d'un circuit collecteur de Darlington à contre-réaction de courant.

Le signal amplifié parvient à un circuit basculeur de Schmitt qui constitue un seuil de tension, si bien que seuls les signaux dépassant la valeur du seuil parviennent au circuit suivant. En plus, une normalisation du signal a lieu dans le circuit Schmitt, ce qui permet de lui adapter les circuits qui succèdent et qui sont ainsi indépendants de la lecture photoélectronique proprement dite.

Le signal normalisé parvient à un «gate» du type «et», auquel est en plus amené le signal de contrôle  $U_{Ts}$  (fig. 6). Ce signal de contrôle en forme d'impulsion est déclenché — comme déjà indiqué — p. ex. par le bord arrière de l'enveloppe, et cela par une barrière à lumière constituée par une photodiode. Le signal ainsi produit est amplifié, conduit à un basculeur de Schmitt pour lui donner la forme convenable et, enfin, amené à un multivibrateur monostable qui produit le signal de contrôle  $U_{Ts}$ . Les dispositifs produisant cette impulsion de contrôle  $U_{Ts}$  appartiennent, bien entendu, en commun à tous les sept canaux de signaux du code. Si les deux entrées du gate «et» sont attaquées simultanément, celui-ci fournit un signal au multivibrateur bistable dont le signal de sortie  $U_{St}$  peut exécuter la commande désirée, c.-à-d. dans le cas actuel, commander les aiguilles qui procèdent au triage des lettres conformément à leur lieu de destination.

### 8. Résultats obtenus

Les enveloppes à trier ont été passées par le dispositif de lecture à une vitesse d'environ 5,1 m/s. Des caractères codés qui variaient entre des carrés de 4 mm de large jusqu'à des traits de 4 mm de haut et à peine 1 mm de large ont été lus et déchiffrés de manière entièrement correcte. Un trait de 1 mm de large correspond à la vitesse de passage de 5,1 m/s à un temps de lecture de moins de 200  $\mu$ s. A cette vitesse et avec une longueur d'enveloppe normale de 16,5 cm, on a pu lire environ 110 000 enveloppes se succédant immédiatement, par heure. Si, prenant en considération le mécanisme de triage, les enveloppes sont présentées au dispositif de lecture avec un espace entre elles double de la longueur de l'enveloppe, on peut encore lire et trier environ 37 000 enveloppes par heure, soit plus de 10/s.

Au cours des essais on a utilisé, à la place des caractères imprimés par la machine à adresser, aussi p. ex. des traits de 4 mm de haut et de moins de 1 mm de large, exécutés avec un crayon de couleur violet, vert, rouge ou bleu, avec un stylo à bille noir ou bleu, à l'encre ou au crayon: A l'exception de la couleur rouge toutes les couleurs de code sur le support jaune furent détectées correctement par le dispositif de lecture, et ceci à la vitesse de passage de 5,1 m/s. En employant des enveloppes blanches des caractères rouges furent aussi détectés. Avec des enveloppes grises les résultats ont été moins bons, en ce sens que les caractères devaient avoir une largeur d'au moins 1 mm.

Dans les exemples décrits les caractères du code ont été lus simultanément. Pour certaines applications il peut être cependant plus favorable de lire ceux-ci successivement. Dans ce cas, les caractères du code devront, en prenant en considération l'inertie des photorésistances dont on dispose aujourd'hui et en tenant compte de la vitesse de passage de 5 m/s, avoir un espacement minimum d'environ 5 mm pour permettre la détection des caractères particuliers. La fréquence correspondante des signaux produits par les caractères est de l'ordre de 1 kHz.

Le succès de la lecture des traits, indiquée plus haut, traits au crayon de couleur, au stylo à bille, à

la plume et au crayon, laisse supposer qu'un dispositif de lecture du genre décrit pourrait lire et trier de manière sûre aussi des lettres codées à la main de la poste courante.

L'occasion est saisie ici pour remercier sincèrement M. le Prof. *H. Weber*, sous la direction duquel ce travail a été exécuté à l'Institut pour la Technique des Télécommunications de l'EPF à Zurich, de son intérêt et de ses précieux conseils; de même à l'égard de Standard Téléphon et Radio S. A. Zurich, à la demande de laquelle le travail fut entrepris.

Adresse de l'auteur:

G. Moschytz, ingénieur diplômé, Mainaustrasse 31, Zurich 8.

## Die Fabrikation von Hochfrequenz-Koaxialkabeln

Von K. H. Hahne, Köln

621.315.212.029.5.002.2

*Die Anforderungen an Kabel zur Übertragung elektrischer Hochfrequenzleistung werden in einem grossen Frequenzgebiet durch den Koaxialtyp erfüllt. Je nach den vorliegenden Erfordernissen ergibt sich eine Vielzahl von Ausführungsformen, die sich in den 3 Aufbauelementen Innenleiter, Dielektrikum und Aussenleiter unterscheiden und verschiedene Fabrikationsmethoden erfordern. Z. T. können dazu übliche Kabelmaschinen verwendet werden. Weiterhin sind Sondermethoden und Sondermaschinen entwickelt, die beschrieben und in typischen Beispielen gezeigt werden.*

*Les exigences posées aux câbles destinés à la transmission d'une puissance électrique à haute fréquence sont satisfaites, pour une gamme de fréquences étendue, par le type coaxial. Selon les cas particuliers on a recours à différentes formes et méthodes d'exécution des trois éléments constitutifs: conducteur intérieur, diélectrique et conducteur extérieur. Les machines de câblage usuelles sont en partie utilisables, sinon il faut se servir de méthodes et de machines spéciales, que l'auteur décrit en indiquant des exemples typiques.*

### 1. Das Hochfrequenz-Koaxialkabel

Für die Übertragung elektrischer Hochfrequenzleistung wird in einem Frequenzbereich, der sich von etwa 50 kHz bis zu einigen GHz erstreckt, bevorzugt das Koaxialkabel verwendet. Unterhalb dieses Bereiches sind die bekannten Zweileiter-, Dreileiter- und Vierleiterkonstruktionen meist vorteilhafter. Oberhalb des erwähnten Bereiches beginnt entsprechend der kurzen Wellenlänge das Anwendungsgebiet der Hohlleiter.

Die Ausführungsformen des Hochfrequenz-Koaxialkabels sind vielfältig und unterscheiden sich voneinander nach Herstellung, Form, Material und Anwendung in den drei Aufbauelementen: Innenleiter, Dielektrikum und Aussenleiter.

### 2. Ausführungsformen von Hochfrequenz-Koaxialkabeln

#### 2.1 Innenleiter

Infolge des Skineffekts nimmt beim Innenleiter praktisch nur eine Oberflächenschicht bestimmter Tiefe an der Stromleitung teil. Um den vollen Querschnitt des Innenleiters ausnützen zu können, kann man ihn daher in voneinander isolierte Einzeldrähte aufteilen, deren Durchmesser dieser Tiefe entspricht. Diese, kabeltechnisch auf Hochfrequenz-Litzenverseilmaschinen hergestellte Form ist kostspielig und wird im allgemeinen nur verwendet, wenn gleichzeitig von einem Kabel eine hohe mechanische Biegefähigkeit gefordert wird.

Im allgemeinen reicht die Oberfläche des Innenleiters zur Erzielung einer genügenden Leitfähigkeit aus, wenn er als massiver Draht oder, da er ohnehin nur in der Oberfläche leitet, als Rohr ausgeführt wird.

Das für den Innenleiter benutzte Metall ist vorwiegend Kupfer. Bei kleineren Durchmessern wird zur

Erzielung besserer Leitfähigkeit auch Silber verwendet, ferner versilbertes Kupfer. In selteneren Fällen findet man Aluminium oder versilbertes Aluminium.

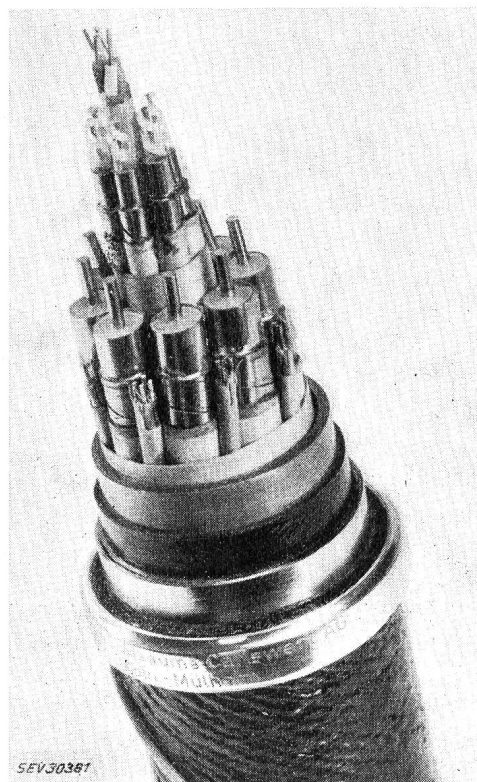


Fig. 1

Fernkabel mit 8 grossen und 6 kleinen Koaxialtuben

#### 2.2 Dielektrikum

Im einfachsten Falle besteht das Dielektrikum aus einem massiven Hohlzylinder, der beispielsweise durch Extrudieren thermoplastischen Materials auf den be-