

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-  
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 55 (1982)  
**Heft:** 3

**Artikel:** La mesure automatique des circuits à basse fréquence  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-561622>

### **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:** 13.04.2026

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

Motorola gefertigt und ist in verschiedenen Farben erhältlich. Der metallene Gehäuseeteil des PAGEBOY wirkt zugleich als Antenne.

Der PAGEBOY ist serienmässig mit einem Anrufspeicher ausgerüstet. In der Mittelposition des Betriebsartenschalters wird ein Anruf nicht sofort signalisiert, sondern gespeichert und erst bei der Abfrage dem Benutzer angezeigt. Auch in dieser Memoryfunktion werden zwei verschiedene Adressen ausgewertet und angezeigt.

Um dem Benutzer die Möglichkeit zu geben, auch diskret alarmiert zu werden, kann der PAGEBOY zusätzlich mit einem stillen Alarm ausgerüstet werden. Ein Alarm äussert sich bei dieser Betriebsart nicht mehr akustisch, sondern durch ein starkes Vibrieren des Empfängers. Damit bleibt der Anruf andern Personen verborgen. Zudem wird über eine blinkende Anruflampe (LED) ein Anruf angezeigt. Der PAGEBOY wird durch eine Batterie UM3 oder einen Akkumulator gespeist. Zur Erhöhung der Betriebsdauer wird er im Normalfall mit einer Stromsparschaltung ausgerüstet. Diese entfällt, wenn anstelle der automatischen Alarmrückstellung (nach rund 8 Sekunden) die

manuelle Rückstellung gewählt wird. Ein Unterschreiten der Batteriespannung wird durch einen besonderen Alarmton signalisiert.

---

## Ortsrufempfänger METRX von Motorola

---

(Vgl. Titelbild dieser Nummer)

Beim METRX handelt es sich um einen kompakten Ortsrufempfänger. Die Auswertung des Rufcodes erfolgt durch einen digitalen Zählbaustein. Der METRX wird von Motorola hergestellt. Der Empfänger arbeitet mit einer Ferritantenne.

Der METRX ist mit einem Anrufspeicher ausgerüstet. In der Memoryposition des Betriebsartenschalters werden die Anrufe gespeichert und auf Abruf signalisiert. Sind zwei verschiedene Adressen gespeichert, signalisiert dies der Empfänger durch zwei alternierende Töne (kurz-lang-kurz).

Für die Speisung wird eine handelsübliche Bat-

terie der Grösse UM3 verwendet. Eine Überwachungsschaltung löst beim Unterschreiten einer Minimalspannung einen Alarm aus, welcher sich von den übrigen Tönen unterscheidet. Der METRX wird ebenfalls im Normalfall mit einer Stromsparschaltung ausgerüstet, welche wegfällt, wenn manuelle Alarmrückstellung gewünscht wird.

---

## Kosten

---

Der Ortsrufempfänger wird vom Abonnenten gekauft oder gemietet (Kosten vgl. Technische Daten). Für das Abonnement müssen den PTT-Betrieben pro Monat Fr. 8.– entrichtet werden. Wird der Dual-Call benützt, erhöhen sich die Gebühren auf Fr. 16.–. Wird der gleiche Ortsrufempfänger auch in einer weiteren Region betrieben, so verdoppeln sich die Kosten wiederum (Dual-Call für Zürich und Bern Fr. 32.–). Jedem Anrufer wird im übrigen die minimale Gesprächstaxe pro Anruf belastet, in der Regel 10 Rappen. ●

---

## TÉLÉCOMMUNICATIONS CIVILES

---

Schmid Fernmeldetechnik Zürich

# La mesure automatique des circuits à basse fréquence

La mesure des paramètres de transmission en basses fréquences entre les points d'entrée et de sortie BF est une méthode qui offre l'avantage d'un contrôle global d'un système de transmission. Aujourd'hui l'on dispose d'instruments qui mesurent tous ces paramètres automatiquement et les comparent avec des limites mémorisées d'avance. Ils impriment au choix tous les résultats de mesure ou seulement ceux dépassant les limites tolérées.

---

## Introduction

---

Afin d'assurer un service de bonne qualité, les lignes téléphoniques et radiophoniques doivent être contrôlées régulièrement. Des mesures périodiques permettent souvent de détecter des détériorations à temps pour intervenir avant que la liaison ne tombe en panne. L'utilisateur ne s'intéresse qu'à la qualité du signal reçu et, pour cette raison, il est plus avantageux d'effectuer les mesures de routine au niveau des basses-fréquences, c'est-à-dire entre les points d'entrée et de sortie BF.

L'équipement de transmission entre ces points peut se composer de systèmes à multiplexage par répartition en fréquence, de systèmes à modulation par impulsions, et les lignes peuvent comporter des fils, des câbles coaxiaux ou optiques et des faisceaux hertziens.

Tant que les paramètres de transmission BF mesurés restent dans des limites nominales prédéterminées, on peut supposer que le système de transmission dans son ensemble est en bon état. On peut donc se passer de mesures plus détaillées des sous-ensembles digitaux ou à haute fréquence. On examinera les circuits plus à fond seulement si les mesures

BF fournissent des résultats en dehors des valeurs nominales.

La manière la plus économique d'effectuer des contrôles de routine est donc celle de déterminer les paramètres de transmission à basse fréquence.

Grâce aux progrès étonnants de l'électronique, l'industrie spécialisée offre des instruments de mesure de haute qualité contenant tous les circuits nécessaires dans un seul boîtier compact et très facile à l'emploi.

---

## SZ 311/SZ 331: Générateur de signaux/récepteur de mesure pour des analyses automatiques

---

Les mesures de maintenance comprennent le contrôle de la réponse en fréquence, du bruit – du bruit de quantification pour des trajets à modulation par impulsions – et pour des systèmes de téléphonie, la mesure de la distorsion des impulsions de sélection. Pour la localisation des défauts, on mesure également la diaphonie et la dissymétrie.

Jusqu'à présent, la mesure de tous les paramètres mentionnés ci-dessus nécessitait plusieurs appareils spécialisés, ce qui rendait la tâche des techniciens assez complexe et longue. Les nouveaux instruments de mesure de la maison SCHMID TÉLÉCOMMUNICATION ZÜRICH contiennent, réunis sous deux boîtiers, tous les circuits nécessaires pour générer les signaux voulus et ceux pour les analyses. Ces appareils, très faciles à utiliser et de dimensions réduites, fournissent tous les résultats sous une forme clairement lisible et satisfont à des exigences de qualité et de précision très élevées. Tous les signaux nécessaires pour la mesure des paramètres précités sont générés par le générateur SZ 311. Il fournit à ses bornes de sortie de haute symétrie des signaux sinusoïdaux dans une gamme de 20 Hz à 20 kHz, avec des niveaux entre  $-70$  et  $+22$  dB et un facteur de distorsion inférieure à 0,2%. La fréquence peut être fixe ou wobulée sur toute la gamme sélectionnée (téléphonie: 200 à 4000 Hz ou radiophonie: 20 Hz à 20 kHz). Le balayage de la plage des fréquences se fait alternativement du bas vers le haut de la gamme et inversement; sa durée peut être choisie entre 0,5 et 64 secondes. Le générateur fournit également un signal quasi-aléatoire selon CCITT O.131 pour la mesure du bruit de quantification ainsi que des impulsions de sélection en courant continu ou en courant alternatif 50 Hz. Pour ces dernières, la phase du «courant porteur» 50 Hz peut être choisie à volonté, ou alors elle peut varier continuellement avec une vitesse de 180°/s.

Les signaux de sortie peuvent être supprimés tout en gardant l'impédance de sortie symétrique. Ceci permet d'utiliser le générateur comme terminaison de la ligne lors des mesures du bruit de fond. Pour mesurer la dissymétrie, l'un des pôles de la source interne est relié au travers de deux résistances de précision 300 Ohm à chacune des sorties du générateur, tandis que l'autre pôle est relié à la masse du châssis.



Générateur de signaux SZ 311

Le récepteur de mesure SZ 331 contient tous les circuits nécessaires pour déterminer les paramètres de transmission. La dissymétrie de ses circuits d'entrée est supérieure à 100 dB dans la gamme téléphonique, et sa sensibilité s'étend jusqu'au bruit propre. Cet appareil mesure le niveau des signaux reçus qui peuvent se situer entre  $-100$  et  $+20$  dB et les affiche sous forme numérique et analogique. Le récepteur sélectionne automatiquement l'échelle. La précision de mesure est supérieure à  $\pm 0,2$  dB. En même temps il mesure la fréquence entre 20 Hz et 20 kHz et l'affiche également sous forme numérique avec une précision de  $\pm 1\%$ . Le temps utilisé pour mesurer la fréquence est extrêmement court (typiquement 5 à 10 ms). Les niveaux du bruit peuvent être mesurés de trois façons: en valeur effective avec des temps d'intégration de 0,2 s ou 1 s, et en valeur de crête selon DIN. Pour ces mesures on peut choisir des temps d'observation entre 2 et 164 secondes, pendant lesquels l'appareil détermine la moyenne arithmétique des valeurs effectives ou la valeur de crête maximale apparue. Il est possible d'insérer des filtres psophométriques selon les normes CCITT pour la téléphonie ou CCIR pour la radiophonie. La limite inférieure de la bande passante peut être élevée à 30 Hz pour éliminer d'éventuelles perturbations causées par le courant des chemins de fer de 16 $\frac{2}{3}$  Hz. A l'aide des signaux quasi-aléatoires fournis par le générateur SZ 311, le récepteur mesure le rapport signal/bruit PCM. Grâce au microprocesseur incorporé, il est très facile de mémoriser dans le récepteur SZ 331 des limites supérieures et inférieures spécifiées qui peuvent même varier en fonction de la fréquence. Le récepteur compare ensuite les valeurs mesurées avec les limites mémorisées et signale tout dépassement de ces limites. En outre, tous les niveaux mesurés peuvent être affichés soit sous forme absolue, soit en valeur relative par rapport à un niveau de référence mesuré au préalable.



Récepteur de mesure SZ 331

En fonction des mesures à effectuer, les appareils SZ 311 et SZ 331 peuvent opérer de trois manières différentes:

#### Opération manuelle

Le générateur de signaux et le récepteur de mesure sont équipés de panneaux de commande permettant leur opération manuelle exactement comme les appareils conventionnels. Grâce aux inscriptions claires et logiques des éléments de commande, l'utilisateur peut se familiariser avec les appareils en très peu de temps. Des diodes lumineuses incorporées dans les touches indiquent la condition de service actuelle des instruments; les affichages numériques et analogiques indiquent sans délai les signaux émis par le générateur, resp. les signaux mesurés par le récepteur. Les manipulations des organes de commande sont prises en charge par des microprocesseurs qui empêchent des opérations erronées.

#### Opération semi-automatique

Tous les ajustages commandés manuellement peuvent être mémorisés dans les microprocesseurs incorporés dans les instruments en pressant une seule touche nommée «Insert». De cette façon, il est possible de mettre en mémoire  $2 \times 99$  pas de programme, chacun d'eux contenant tous les ajustages nécessaires pour un type de mesure. Dans le cas du récepteur, la bande de tolérance de la courbe de réponse est simulée discrètement par la mémorisation des limites supérieures et inférieures de 10 points de fréquence au maximum par courbe. Le premier groupe de 99 pas de programme est accessible depuis le panneau de commande et peut être modifié en tout temps. Le deuxième groupe, dit «programme protégé», est accessible seulement après avoir ouvert le boîtier ou à l'aide d'instructions spéciales reçues à travers le bus IEEE-488 (voir ci-dessous). Dans ce deuxième groupe de 99 pas de programme on mémoriserait des mesures de routine fixes à effectuer selon un plan prescrit, et qui doivent être protégées contre toute modification non voulue.

Pour effectuer des mesures semi-automatiques, on sélectionne à l'aide des touches de commande la section du programme de mesure désirée en introduisant les numéros du premier et du dernier pas de programme choisis. Cette section peut ensuite être lue pas à pas et répétée à volonté. Le passage au pas suivant est commandé soit par une touche du panneau de commande, soit par une impulsion émise manuellement, ou à l'aide d'un générateur d'impulsions, dans un câble de télécommande.

#### Opération automatique

Tant le générateur SZ 311 que le récepteur SZ 331 sont munis d'un interface IEEE-488 (IEC-625), au travers desquels ils peuvent être intégrés dans un système de mesure commandé par un ordinateur. Tous les ajustages possibles à l'aide des panneaux de commande peuvent également être télécommandés à travers le bus IEEE-488. De cette manière, le calculateur peut appeler des pas de programme mémorisés dans le générateur et le récepteur dans un ordre aléatoire, ce qui permet d'effectuer des mesures automatiques. Les résultats des mesures sont transmis du récepteur vers le calculateur qui les imprime ou les traite ultérieurement (p. ex. pour établir des statistiques).

Mais le grand avantage du récepteur SZ 331 réside dans sa capacité d'assumer le rôle de contrôleur dans le système de bus IEEE-488. Ainsi, il est possible d'assembler un système de mesure automatique sans avoir besoin d'un ordinateur externe, comme le montre le schéma bloc suivant.

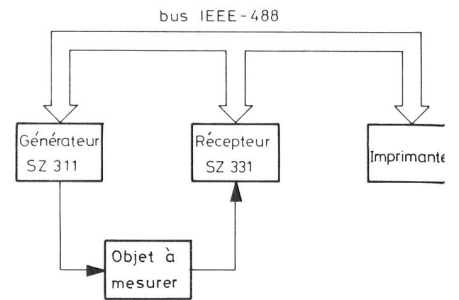


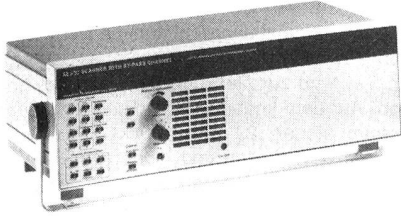
Schéma bloc d'un système de mesure automatique autonome

L'opération de ce système présuppose que le générateur et le récepteur aient mémorisé les pas de programme correspondant à une certaine mesure sous de numéros identiques. Après avoir déterminé manuellement à l'aide du clavier du récepteur le numéro du premier pas du programme et celui du dernier pas désiré, l'opérateur peut mettre en marche la mesure automatique en pressant la touche «Run». A ce moment, le récepteur appelle chez lui-même et chez le générateur le premier pas de programme, effectue les mesures voulues et commande éventuellement l'impression des résultats de mesure sur l'imprimante connectée au bus IEEE-488. Ces tâches terminées, le récepteur actionne le pas de programme suivant, et ainsi de suite jusqu'à ce que le dernier pas soit exécuté.

Si la mémoire du récepteur contient des valeurs nominales mémorisées d'avance, il compare les résultats de la mesure actuelle avec les valeurs limites nominales. Les indicateurs «go» ou «no-go» s'allument en fonction du résultat de cette comparaison, et l'imprimante imprime ces mêmes mots. Afin d'éviter l'impression d'une grande quantité de résultats inutiles pour des mesures de routine, on peut commander par une touche du récepteur de n'imprimer que les résultats se situant en dehors des valeurs limites.

### SZ 350: Coupleur/balayeur de groupes de lignes

La portée du bus IEEE-488 est limitée à 20 m. Pour cette raison, un système de mesure selon le schéma bloc ci-dessus ne peut être utilisé que pour des mesures en laboratoire ou pour analyser des lignes à 4 fils bouclées à leur extrémité éloignée. Pour commander le générateur à des distances élevées, il est nécessaire de «rallonger» le bus IEEE-488. Ceci est possible moyennant le coupleur/balayeur SZ 350 qui transforme les signaux IEEE-488 parallèles en des signaux sériels et les module dans un modem incorporé selon la norme CCITT V21. En incorporant un SZ 350 au récepteur SZ 331 ainsi qu'au générateur SZ 311, ce dernier peut être télécommandé sur des distances quelconques à travers une ligne de commande à deux ou à quatre fils.



Coupleur/balayeur SZ 350

Le coupleur/balayeur SZ 350 est utilisé surtout pour l'analyse automatique de groupes de lignes comme le montre le schéma bloc suivant.

15 lignes à deux ou à quatre fils (resp. mono ou stéréo pour la radiophonie) peuvent être connectées simultanément au coupleur/balayeur. De plus, une ligne de réserve peut également être reliée aux SZ 350 si une telle est disponible. La ligne de commande transmet les signaux de commande entre le récepteur (assumant le rôle du contrôleur IEEE-488) et le générateur de signaux, ainsi que les informations nécessaires aux coupleurs/balayeurs. Les SZ 350 contiennent également des interphones, à l'aide desquels on peut utiliser la ligne de commande pour des conversations de service (pendant ces conversations, la transmission des données est interrompue).

Des touches sur la face avant du coupleur/balayeur permettent de programmer quelles lignes branchées doivent être mesurées et s'il y a éventuellement une ligne déterminée qui doit être exclue de l'analyse. L'appareil de commande (le SZ 331 ou un ordinateur externe) donne ensuite aux coupleurs/balayeurs les instructions de passer d'une ligne à l'autre jusqu'à ce que toutes les lignes soient mesurées.

Si une ligne de réserve est disponible, les mesures peuvent être réalisées n'importe quand sans déranger le service, car les signaux utiles de la ligne mesurée sont commutés automatiquement et sans interruption sur la ligne de réserve.

Dans les cas où il n'y a pas de ligne de réserve, il faut mesurer en dehors des heures de service. Pour ce faire, les techniciens branchent les appareils aux lignes pendant les heures de travail et ils ajustent l'interrupteur horaire interne de l'un des coupleurs/balayeurs à une heure fixée pour le début des mesures se situant en dehors du temps de service des lignes. Le système de mesure effectuera ensuite les mesures automatiquement au temps voulu sans nécessiter la présence de personnel.

S'il n'y a ni lignes de réserve disponibles ni d'heures hors service, les lignes doivent être interrompues pendant leur analyse. Mais, grâce à la rapidité de mesure des appareils SZ 311/331, cette interruption ne durera qu'au maxi-

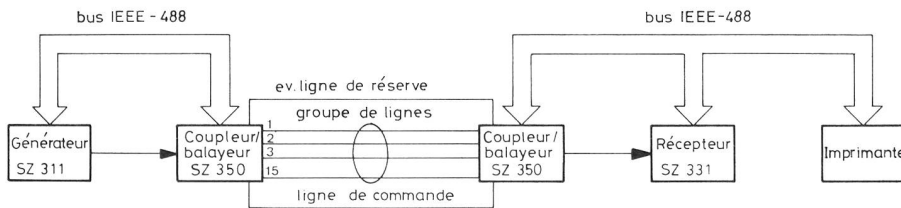
mum 30 secondes pour des mesures de lignes téléphoniques, resp. 1 minute pour l'analyse d'une liaison stéréophonique. Afin de limiter le nombre de personnes dérangées par ces mesures, on effectuera de préférence ces contrôles durant la nuit.

## Conclusions

Les instruments de mesure SZ 311, SZ 331 et SZ 350 constituent des outils modernes qui facilitent sensiblement les tâches des spécialistes des mesures. Ils permettent d'effectuer des séries de mesures dans un temps prédéterminé, ils comparent les signaux mesurés avec des valeurs nominales mémorisées d'avance et signalisent tout dépassement des valeurs limites nominales, tout ceci automatiquement et sans surveillance.

### Zusammenfassung

Für Unterhaltungsmessungen an Telefon- und Rundspruch-Übertragungsausrüstungen misst man mit Vorteil die Übertragungsparameter in der NF-Ebene vom NF-Einspeisepunkt bis zum NF-Ausgangspunkt. Dazu stehen heute kompakte und leicht zu bedienende Messinstrumente zur Verfügung, welche alle Messungen vollautomatisch vornehmen und die Resultate mit vorher abgespeicherten Grenzwerten vergleichen. Sie drucken alle Messresultate aus oder aber auf Wunsch nur diejenigen, welche ausserhalb der Sollgrenzwerte liegen.



Configuration pour mesurer des groupes de lignes

## PANORAMA

### Sach- und Autorenverzeichnis PIONIER 1981

Zentralrat der Kommunikation **pionier**

Sach- und Autorenregister PIONIER 54, Jahrgang 1981

Titel	Ausgabe	Seite	Titel	Ausgabe	Seite
<b>EDITORIAL</b>					
Demerits nel Tullio	4	1	Digitale Spracherschlüsselung	10	2
Die "heilige Kuh"	11-12	1	Eine ganz neue Kommunikationsform: Telex	3	6
Erde und Holz werden nicht mehr	6	1	Ein Sprechgerät für die Zukunft	6	2
EM: Gesellschaften werden oder parallelisierte Plazatiker?	10	1	<b>REZENSIONEN, STUDIES</b>		
EM: Zahlen stimmen noch nicht	3	1	Das 10. Biennale Elektronique 11-12	4	
Feedback	1	1	Expérience Télécel 3 V	10	6
Generatoren	9	1	Le Système Milleon (1) - les télécommunications par satellites (II)	2	8
Informatik - eine Herausforderung?	7-8	1	Planification des réseaux de télécommunications	7-8	7
Kontinuität - Loyalität - Produktivität	5	1	Télécommunications françaises	1	8
Neid der Besitzlosen	2	1	Télécommunications françaises: Télé, Télécel, Milleon (II)	3	7
<b>MULTIPLIERTE SCHWELCHTECHNIK</b>			Télécommunications françaises (IV): France, fibres optiques, CBDS semi-wire et télé-alarme	5	5
Eine neue Generation von Kurzwellen-Empfänger- und Übertragungsanlagen von AEG-Telefunken	11-12	3	<b>30 JAHRE THESE DE TRANSMISSION</b>		
SZ 195 - Ein neues Übertragungsmessgerät für Feld Einsatz	5	2	Groupes de transmission et services de transmission	9	16
<b>ZIVILE SCHWELCHTECHNIK</b>			<b>SCHWELCHER APPARE</b>		
Differenzier Dr-Linien-Formfaktorverfahren über Kurzwellen für Marine und Luftwaffe	7-8	2	Informationslogik rund um die Übermittlungstrassen	9	4
Die Park- und Notrufzentrale der Stadtplanen Zürich	2	2	Kurzwellen-Alarmfunksystem S-510/B-646	1	2
			Unsere Armee hat eine echte Chance	10	4

Das Sach- und Autorenregister PIONIER 54, Jahrgang 1981 ist gratis bei der Redaktion PIONIER Industriestrasse 39, 8302 Kloten erhältlich.

### In eigener Sache

sp. Zum drittenmal ist für den PIONIER ein ausführliches Sach- und Autorenregister erschienen. Getrennt nach Rubriken- und Artikeltiteln sowie nach Autoren werden auf 10 Druckseiten alle Publikationen mit genauen Angaben über Ausgabe und Seite angegeben. Zusammen mit dem PIONIER-Sammelordner kann damit eine wertvolle Bibliothek aufgebaut werden, welche raschen Zugriff auf die gesuchten Artikel erlaubt. Das Sach- und Autorenregister 1981 kann mit einer Postkarte gratis bei der Redaktion PIONIER, Industriestrasse 39, 8302 Kloten bestellt werden.

Die PIONIER-Sammelordner, welche sich bereits gut bewährt haben, sind jetzt auch mit der neuen einschiebbaren Etikette PIONIER 1982 zum Preis von Fr. 6.50 (zuzüglich Porto und Versandkosten) ebenfalls bei der Redaktion erhältlich.

## EVU-Band

Ein EVU-Mitglied, Trompetenspieler, hatte die Idee, mit einigen weiteren Kameraden liesse sich vielleicht eine EVU-Band gründen, welche bei geeigneten Anlässen (beispielsweise CAPI-

TO 82) mit Musikdarbietungen das Geschehen bereichern könnte. Wir leiten diese Idee im Sinne eines Aufrufs an alle Mitglieder weiter und bitten Interessenten, sich mit Angabe des oder der beherrschten Instrumente, der Adresse und der Sektionszugehörigkeit beim Zentralsekretär zu melden. Wir werden bei Gelegenheit wieder darüber informieren, ob zumindest ein Versuch zustande gekommen ist.

Zentralsekretariat EVU

## Neuer Katalog über Schrittmotoren

pri. Im neuen, dreisprachigen Katalog über Schrittmotoren von AEG-Telefunken werden dem Benutzer anwendungstechnische Hinweise gegeben. Neben den technischen Erläuterungen über die Funktionen der Schrittmotoren wird auch die Anwendung in feinwerktechnischen Geräten behandelt. Ein besonderes Kapitel ist der Steuerelektronik mit verschiedenen Details der Motorsteuerung gewidmet. Tabellen zur Auswahl sowie zur Umrechnung von Dreh- und Massenträgheitsmomenten sind ebenfalls enthalten wie Getriebe für Schrittmotoren.