

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 59 (1968)  
**Heft:** 18  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **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:** 21.01.2026

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

# Analog-Digital-Umsetzer

621.3.087.92

[Nach D. N. MacLennan und F. H. Wells: A wide range digitizer for direct coupled analogue signals. J. of Scientific Instr. 2,1(1968)3, S. 284...288]

Ein Analog-Digital-Umsetzer zur Umsetzung eines Stromes in eine Impulsfolge mit einer dem Wert des Stromes entsprechenden Folgefrequenz weist eingangsseitig einen Kondensator auf, der von dem umzusetzenden Strom aufgeladen wird. Die dadurch am Kondensator entstehende Spannung wird über einen nachgeordneten Gleichspannungsverstärker zwei Diskriminatoren zugeführt, von denen der eine auf positive und der andere auf negative Spannungen anspricht.

Erreicht die Ausgangsspannung des Gleichspannungsverstärkers einen vorbestimmten Wert, dann wird in Abhängigkeit von der Polarität dieser Spannung einer der beiden Diskriminatoren getriggert. Von diesem Diskriminator wird daraufhin ein nachgeordneter 5-MHz-Oszillator solange zur Abgabe von Impulsen veranlasst, wie die Ausgangsspannung des Gleichspannungsverstärkers höher als der vorbestimmte Wert ist. Die Impulse werden einerseits zur weiteren Verarbeitung an eine Ausgangsklemme des Umsetzers geführt und andererseits in eine Rückkopplungsschaltung eingespeist. Von dieser Schaltung wird auf jeden eintreffenden Impuls hin eine genau definierte Ladungsmenge an den Kondensator abgegeben, wobei die Polarität dieser Ladung von der abweicht, die durch den umzusetzenden Strom im Kondensator erzeugt wird. Der Vorgang der Ladungseinspeisung in den Kondensator von der Rückkopplungsschaltung aus erfolgt solange, bis die Ausgangsspannung des Gleichspannungsverstärkers unter den vorbestimmten Wert gesunken ist.

Die beschriebenen Vorgänge wiederholen sich in kurzer, von der Grösse des umzusetzenden Stromes bestimmter Folge, so dass die Folgefrequenz der dadurch an der Ausgangsklemme des Umsetzers entstehenden Impulsfolge der Amplitude des umzusetzenden Stromes entspricht.

Zur Umsetzung einer Spannung in eine Frequenz ist dem Strom-Frequenz-Umsetzer eine Anpassungsschaltung, z. B. ein Serienwiderstand oder eine über den Gleichspannungsverstärker zurückgekoppelte Verstärkerschaltung, vorzuordnen. D. Krause

## Elektronische Schaltungsanordnungen zur medizinischen Implantation

[Nach J. T. Prentice: Electronic Implants. Electronics World 79(1968)6, S. 46...48 und 75, 76]

Elektronische Schaltungsanordnungen zur Implantation in den menschlichen Körper lassen sich in dynamische und passive Systeme unterteilen.

Bei den dynamischen Systemen handelt es sich um Anordnungen, die zur Unterstützung oder Ersetzung von kranken Kör-

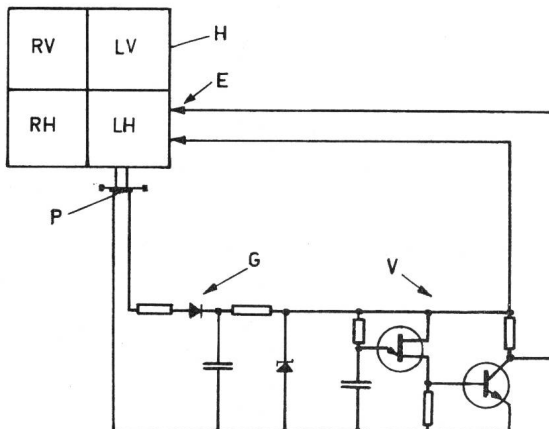


Fig. 1

### Piezoelektrischer Herzschrittmacher

H Herz; RV rechte Vorkammer; LV linke Vorkammer; RH rechte Herzkammer; LH linke Herzkammer; E Elektroden; P piezoelektrischer Wandler; G Gleichrichterschaltung; V Verstärker

perorganen geeignet sind. Zu diesen Anordnungen gehören unter anderem die sog. Herzschrittmacher, die bei gestörter Herzfunktion eingesetzt werden. Diese Schrittmacher werden in einem chirurgischen Eingriff beispielsweise in die Brust eingepflanzt, und ihre Anschlusselektroden werden innerhalb des Körpers mit dem Herzen verbunden.

Schaltungstechnisch gesehen, bestehen die heute verwendeten Herzschrittmacher im wesentlichen entweder aus einem Relaxationsoszillator oder aus einem Sperrschwinger. Sie liefern konstante, elektrische Impulse mit einer festen Impulsfolgefrequenz. Nachteilig sind diese Schrittmacher vor allem insofern, als sie zur Energieversorgung eine Batterie benötigen, wodurch ihre Funktionsdauer auf etwa fünf Jahre begrenzt ist.

Zur Vermeidung dieses Nachteils soll die Entwicklung eines piezoelektrischen Herzschrittmachers (Fig. 1) beitragen. Bei diesem Schrittmacher wird ein piezoelektrischer Kristall mechanisch mit dem Herzen verbunden, um die Muskelkontraktionen in elektrische Energie umzuwandeln.

Die vom technischen Standpunkt vorteilhaften Herzschrittmacher mit fester Impulsfolgefrequenz erfordern aus medizinischen Gründen mitunter eine Verbesserung. Diese kann in einem eingangsseitig vorgesehenen Schaltverstärker bestehen, der durch eine bei der Herzfunktion entstehende Spannung angesteuert wird. Bei plötzlich einsetzender, normaler Herztätigkeit wird dieser Schrittmacher durch den Schaltverstärker abgeschaltet und erst dann wieder eingeschaltet, wenn die normale Herztätigkeit wieder aufhört.

Passive, elektronische Schaltungsanordnungen dienen vor allem zur Messwertgewinnung von Vorgängen, die innerhalb des Körpers ablaufen. D. Krause

## Interferometrische Präzisionsmessungen an Glasplatten

531.715.1:531.717.11

[Nach A. R. Tynes und D. L. Bisbee: Precise Interferometry of Glass Plates. IEEE J. Quantum Electronics QE-3(1967)11, S. 459...463]

Es ist seit langem bekannt, durch interferometrische Messungen Änderungen der Dicke und des Brechungsindex von Glasplatten zu bestimmen. Dabei geht man im allgemeinen so vor, dass man das in einem Zweig des Interferometers angeordnete Messobjekt mit einem breiten Lichtstrahl bestrahlt und zunächst bei eingeschalteten Interferometer-Spiegeln und danach bei abgedeckten Spiegeln die sich aufgrund der Unvollkommenheit des Messobjektes bildenden Interferenzstreifen aufnimmt. Aus den Abständen der Streifen kann auf die Änderung der Dicke und des Brechungsindex in den einzelnen Bereichen der untersuchten Glasplatte geschlossen werden.

Sollen sehr kleine Änderungen der Dicke und des Brechungsindex bestimmt werden, bei denen keine Streifen mehr beobachtet werden können, dann müssen die bekannten Interferometer verfeinert werden. Eine solche verfeinerte Messeinrichtung, die eine sehr präzise quantitative Bestimmung der Lichtintensität ermöglicht, arbeitet mit einem scharf gebündelten Laserstrahl, mit dem das Messobjekt abgetastet wird. Der aus dem Interferometer austretende Lichtstrahl bildet einen Eingangsstrahl einer optischen Zweistrahl-Messeinrichtung, deren anderer Eingangsstrahl mittels eines Strahlungsteilers unmittelbar aus dem Laserstrahl abgeleitet wird. Bei der Abtastung der Glasplatte ändert sich entsprechend ihrer Dickenschwankung die von einem Detektor registrierte Lichtintensität, die durch eine nachgeordnete elektronische Schaltung ausgewertet wird.

Um eine möglichst hohe Empfindlichkeit zu erreichen, sind die Spiegel des Interferometers auf piezoelektrischen Wandlern befestigt. Dadurch lässt sich durch Anlegen einer geeigneten Spannung an den hinter dem Messobjekt liegenden Wandler der günstigste Arbeitspunkt einstellen und ausserdem durch Änderung dieser Spannung feststellen, ob einem Ansteigen der Lichtintensität eine grössere oder kleinere Dicke der Glasplatte entspricht.

Zur Feststellung, ob bei der Messung der Lichtintensität bei abgedeckten Spiegeln einer ansteigenden Lichtintensität eine abnehmende oder wachsende Dicke der Glasplatte entspricht, wird ein abstimmbarer Laser eingesetzt.

Mit dem verfeinerten Messverfahren lässt sich die Messung von Änderungen der Dicke auf  $\lambda/1000$  und die des Brechungsindex auf  $10^{-7}$  genau vornehmen.

D. Krause

## Neue Halbleiterbauelemente

621.382

[Nach R. Dahlberg: Neue Halbleiterbauelemente. Neue Technik 10(1968)A3, S. 182...185]

Unipolare Bauelemente wie Schottky-Dioden und Feldeffekt-Transistoren, bei denen nur eine Ladungsträgerart zur Funktion erforderlich ist, wurden zwar verschiedentlich schon vor den heute in der Mehrzahl eingesetzten bipolaren Anordnungen beschrieben, aber erst die ausgedehnten technologischen Erfahrungen mit diesen versprechen eine erfolgreiche Auswertung der alten Konzepte. Dank verbesserter Vakuumtechnik und Material-Säuberungsverfahren ist es gelungen einen definierten, flächenhaften Metall-Halbleiter-Sperrkontakt herzustellen der gegenüber der alten Spitzendiode eine höhere Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit aufweist. Schaltzeiten von unter 100 ps lassen sich erreichen, und Schottky-Dioden nach einer neuen Technologie hergestellt, können im Sperrdurchbruch bei 60...70 V Sperrspannung mit 10...20 mA belastet werden.

Erst die Planartechnik erlaubte die rationelle Herstellung von Feldeffekt-Transistoren, deren hoher Eingangswiderstand beim Junction-FET je nach Material (Ge oder Si)  $10^6$ ... $10^9 \Omega$  bzw. 20...100 pF und beim MOS-FET  $10^9$ ... $10^{15} \Omega$  und bei gleichem Durchgangsleitwert 1...2 pF beträgt.

Ein weiteres, viel versprechendes unipolares Bauelement ist der Gunn-Oszillator und dessen Variante der LSA-Mode (limited space-charge accumulation). Das Phänomen dass ein Stück Halbleitermaterial welches mit zwei nichtsperrenden Kontakten versehen ist unter bestimmten Bedingungen eine negative Widerstandscharakteristik hat, tritt nur bei einigen Verbindungshalbleitern, am aussichtsreichsten bei GaAs auf. In der sog. LSA-Mode wird der gesamte Kristall zum negativen Widerstand. Die Frequenz hängt dann nicht mehr von der Geometrie der Probe, sondern nur noch vom externen Schwingkreis ab und theoretisch sollen einige 100 kW bei 30...300 GHz erreichbar sein.

Die Injektionslumineszenz, das auftretende Leuchten bei der Injektion von Ladungsträgern über einen pn-Übergang bei gewissen Halbleitern, wo die Rekombinationsenergie zu einem grossen Teil in Form von Lichtquanten abgegeben wird, kann zur schnellen Steuerung räumlich kleiner Lichtquellen benutzt werden. Die Kombination mit Si-Photodioden oder Phototransistoren ergibt interessante Möglichkeiten der galvanischen Trennung und der rückwirkungsfreien Verkoppelung von Bauelementen und integrierten Schaltkreisen.

Als Mass der Miniaturisierung diene die Natur, die mit dem organischen Makromolekül im menschlichen Gehirn eine Neuronendichte beherrscht, die noch mindestens 3 Grössenordnungen höher liegt als die Packungsdichte die mit anorganischen Halbleitern je erwartet werden kann.

H. Baumann

## Halbleitermosaik ersetzt Vidicon

[Nach R. A. Anders u. a.: Developmental Solid-State Imaging System, IEEE Transactions on Electron Devices, ED 15(1968)4, S. 191...196]

Die Vidiconröhre in einer transistorisierten Schaltung ist ein Anachronismus! Seit 1962 richten sich die Bemühungen auf dem Gebiet der Bildübertragung aus dem Weltraum auf die Erforschung eines geeigneten Ersatzes der Bildaufnahmeröhren. Diese weisen bekanntlich alle Nachteile auf, welche sie für Anwendungen in Satelliten ungeeignet machen, wie hoher Energieverbrauch, grosses Volumen und andere mehr. Die Technik der integrierten Schaltungen ermöglicht auch hier neue Wege, indem es gelingt, auf ein Siliziumplättchen von etwa  $3 \text{ cm}^2$  12 800 Phototransistoren zu diffundieren. Die 128 Transistoren einer Zeile sind durch eine gemeinsame Kollektorzone verbunden, während ein metallisierter Steg die Emitter der 100 Transistoren einer Kolonne zusammenfasst. Diese Stege führen ihrerseits zu je einem diskreten

Feldeffekttransistor, welcher mit allen anderen gemeinsam an einen Lastwiderstand arbeitet.

Der Phototransistor  $T_{mn}$  wird nun abgefragt, indem gleichzeitig Lesesignale auf die Kollektoren der Zeile m und die Feldeffekttransistoren der Kolonne n gegeben werden. Am gemeinsamen Lastwiderstand erscheint dann ein Impuls, dessen Höhe im wesentlichen der Beleuchtungsstärke am betreffenden Bildpunkt proportional ist. Interessant ist ferner, dass die Phototransistoren die pro Bildperiode durch Licht und Leckstrom erzeugte Ladung an ihrer Kollektor-Basis-Kapazität speichern, wodurch sich dank der zeitlichen Integration eine erhöhte Empfindlichkeit ergibt. Bis jetzt sind etwa 7 Grautöne unterscheidbar. Für die Qualität des Bildes ist nicht nur die Anzahl der einzelnen Bildpunkte wichtig, sondern auch eine möglichst geringe Streuung der relevanten Eigenschaften der Photo- und Feldeffekttransistoren. H. Schlaepfer

## Jenseits des Transistors

[Nach P. Duru: Au-delà du transistor, Revue française de l'électricité, 41(1968)1, S. 47...51]

Neben den bekannten Materialien, Germanium und Silizium, existieren noch weitere Möglichkeiten für Halbleiter-Bauelemente. Eine davon ist eine Verbindung von drei- und fünfwertigen Elementen, eine sog. A3-B5-Verbindung. Eine solche stellt Gallium-Arsenid dar. Die Herstellung von Einkristallen dieser Verbindung ist aber nicht einfach. Der Schmelzpunkt der Verbindung liegt bei 1240 °C. Arsen selbst ist aber bei diesen hohen Temperaturen sehr flüchtig und Gallium bei Raumtemperaturen flüssig. Man ist daher gezwungen, die Verbindung in Vakuumöfen herzustellen. Bei den dabei benötigten hohen Temperaturen sind Verunreinigungen durch das Silizium des Ofenrohres sehr leicht möglich.

Einkristalle lassen sich nach dem Zonenschmelzverfahren herstellen. Die Orientierung der Kristalle bleibt dabei allerdings dem Zufall überlassen, kann aber beim Schneiden berücksichtigt werden. Gegenüber den bekannteren Halbleitermaterialien hat Gallium-Arsenid einen sehr hohen spezifischen Widerstand von  $10^9 \Omega \text{ cm}$ , gegenüber  $40 \Omega \text{ cm}$  bei Germanium und  $2,5 \cdot 10^5 \Omega \text{ cm}$  bei Silizium.

Die Herstellung von N- und P-leitendem Gallium-Arsenid geschieht durch Dopen. N-Leitung kann durch Ersetzen eines dreiwertigen Galliumatoms durch ein vierwertiges Siliziumatom, oder besser durch Ersatz des fünfwertigen Arsenatoms durch ein sechswertiges Atom, z. B. Schwefel oder Tellur erreicht werden. Dagegen kann P-Leitung durch Ersatz des Arsens durch Silizium erfolgen, oder besser durch Ersatz des Galliums durch Zink.

Die Vorteile des Gallium-Arsenids gegenüber den herkömmlichen Materialien liegen einerseits in seinem hohen spezifischen Widerstand, anderseits in seiner höheren Temperaturgrenze: 300 °C gegenüber 70 °C bei Germanium und 130 °C bei Silizium. Die Wärmeleitfähigkeit ist dreimal grösser als bei Silizium.

Obwohl die Beweglichkeit der Ladungsträger dreimal grösser ist als bei Silizium, lassen sich die Möglichkeiten nicht ausnützen, da die Lebensdauer der Minoritätsträger sehr klein ist. Dadurch beschränken sich die Möglichkeiten vorläufig auf reine Majoritätsträgeranwendungen, unter anderem Dioden. Trotzdem ist das Anwendungsgebiet enorm.

P-N-Übergänge in Gallium-Arsenid zeigen ein interessantes Phänomen, die Elektrolumineszenz. Das ausgestrahlte Licht liegt im nahen Infrarot und ist proportional der Stromstärke. Die Erscheinung lässt sich mit dem Bändermodell erklären.

Gallium-Arsenid-Dioden lassen sich auch als Laser-Dioden ausbilden. Solche können im Impulsbetrieb oder bei Kühlung mit flüssigem Stickstoff im Dauerbetrieb eingesetzt werden. Es werden Wirkungsgrade bis 50 % und Leistungen bis 50 W erreicht.

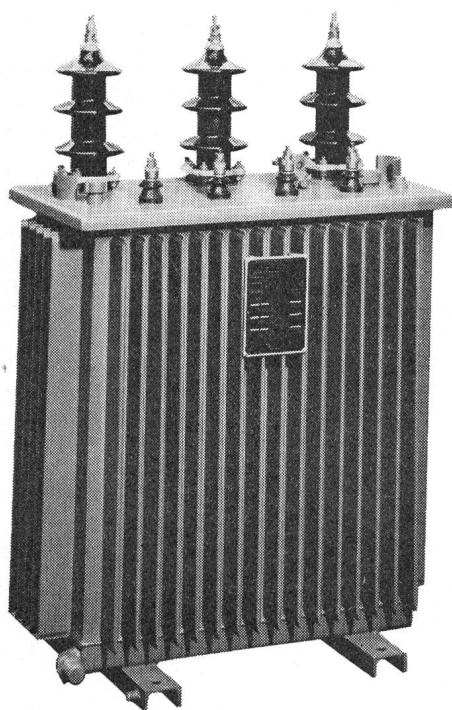
Ein weiteres interessantes Arbeitsgebiet ist der Gunn-Effekt. Durch ein Gebiet negativen Widerstandes lassen sich Schwingungen erzeugen, die abhängig von den Abmessungen des Kristalls in der Grössenordnung von einigen zehn GHz liegen.

Schliesslich sind auch Anwendungen als Photodioden möglich.

Die Möglichkeiten der A3-B5-Verbindungen sind noch bei weitem nicht erschöpft, scheitern aber z. T. noch an technologischen Schwierigkeiten.

D. Kretz

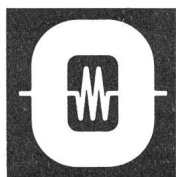
# Wirtschaftlich und geräuscharm...



sind die hauptsächlichsten Merkmale der neuen Reihen von Netztransformatoren 63 - 1000 kVA, welche die Maschinenfabrik Oerlikon in Anlehnung an die neuesten SEV-Empfehlungen für 17 KV-Verteiltransformatoren entwickelt hat.

Wirtschaftlich, weil die Eisen- und Kupferverluste sehr tief sind dank zweckmässiger Konstruktion des Eisenkörpers und der Verwendung von sehr gutem Blech (nur 1,4 W pro kg bei 16500 Gauss). Hoher Füllfaktor des Kernschnittes, absolut runde Kernform und 45° Verschachtelung sind weitere Vorteile.

Geräuscharm, weil unsere Messwerte weit unter den Vorschriften der NEMA-Norm liegen. Das heisst, dass wir zum Beispiel bei einem 63 kVA Transformator 42 Decibel garantieren können, während die NEMA-Norm 51 Decibel vorschreibt.

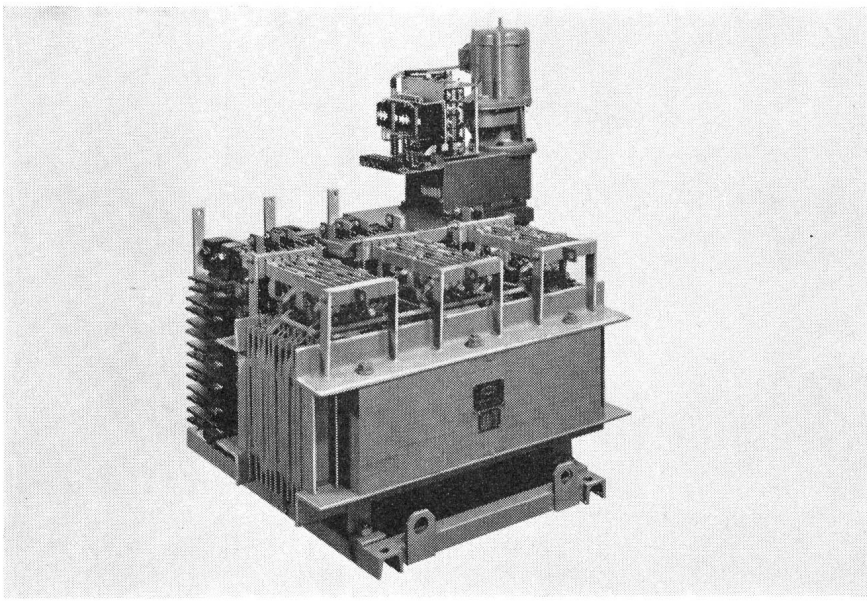


**Maschinenfabrik Oerlikon 8050 Zürich**



Wenn Sie etwas Spezielles benötigen,  
dann gehen Sie bestimmt zum Spezialisten,  
für Transformatoren also zu GUTOR

Transformatoren bis 500 kVA  
Typenleistung für spezielle  
Anwendung



Eine Stärke unserer  
Transformatorenfabrik ist  
die Herstellung von diversen  
Spezialtypen wie:  
Schweisstransformatoren für  
Widerstandsschweis-  
maschinen, Dreiphasen-  
Reguliertransformatoren  
mit Stufenschalter und  
Motorantrieb für  
Induktionsöfen,  
Ein- und Dreiphasen-  
Öltransformatoren,  
Kopplungstransformatoren  
in Autoschaltung usw.  
Als Kunde geniessen Sie  
den Vorteil unserer  
grossen Erfahrung.

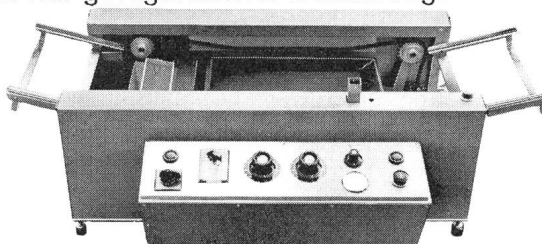
GUTOR AG 5430 Wettingen

Telephon 056.62525



## KENNEN SIE DIE WUNDERLÖTMASCHINE?

So heisst bei unseren Kunden die ZEVA-Schleplötmaschine. Kein Wunder, denn sie lötet gedruckte Schaltungen zuverlässig und gleichmässig, ohne Brücken- und Eiszapfenbildung. Dabei ist der Anschaffungspreis niedrig, die Aufheizzeit kurz und der Zinnverbrauch dank dem Prinzip des ruhenden Zinnbades sehr klein. Die ZEVA-Schleplötmaschine arbeitet ohne Ölbeimischung, wodurch auch das Waschen der gelöteten Platten entfällt. Sie lohnt sich bereits bei kleinen Plattenserien oder nur gelegentlicher Benützung.



(P.S. In der Schweiz löten schon über 20 Firmen auf einer ZEVA-Schleplötmaschine!)



*Verlangen Sie mit diesem Coupon Unterlagen, Probelötungen oder eine Vorführung*

- ☐ Senden Sie uns bitte Unterlagen über die ZEVA-Schleplötmaschine Firma .....
- ☐ Löten Sie uns bitte die beiliegende Platte auf der ZEVA-Schleplötmaschine Adresse .....
- ☐ Wir interessieren uns für eine unverbindliche Vorführung der Maschine Ort .....
- Sachbearbeiter .....

82.06

**SAUBER + GISIN AG Höschgasse 45 8034 Zürich Tel. 051 34 80 80**

**SAUBER + GISIN**