**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 58 (1967)

**Heft:** 13

**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:** 12.07.2025

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

| | |
|---|---|
| stade de Madrid | 700 lx |
| stade de Barcelone | 575 lx |
| stade de Renne | 300 lx |
| stade de Manchester | 220 lx |
| stade d'Elsinki | 340 lx |

En Suisse, l'équipement le plus récent se trouve à Bienne, au stade du Gurzelen, où l'éclairage est concentré sur deux pylônes de 63 m supportant chacun 60 projecteurs équipés de lampes à ballon fluorescent de 2 kW et 10 projecteurs avec lampes à incandescence de 3 kW de façon à assurer une meilleure couleur de lumière et, en cas de chute de tension brusque, de prévenir une obscurité totale jusqu'au réamorçage des lampes à décharge. Une telle installation représente tout de même une puissance installée de 310 kW, en tenant compte des pertes dans les appareillages auxiliaires, soit environ le ¼ de la puissance de l'éclairage public de la ville de Lausanne. L'éclairement moyen obtenu est supérieur à 500 lx et est même de 700 lx devant les buts. On voit par cet exemple qu'il n'est pas question d'utiliser une telle énergie sans discernement et qu'il est nécessaire dans le cas de grands stades de faire des études très poussées quant à la disposition des projecteurs pour avoir le meilleur éclairement possible sur le terrain sans gêner les spectateurs et les joueurs.

A ce propos, les recommandations pour l'éclairage des stades qui vont être prochainement rééditées avec quelques modifications tenant compte de l'évolution actuelle, sont très prudentes quant aux éclairements puisque, pour des stades de plus de 20 000 spectateurs, elles indiquent un éclairement moyen minimum de 300 lx et recommandent simplement plus de 300 lx sans fixer de limite. Elles laissent ainsi la possibilité à ceux qui disposent de suffisamment d'énergie, donc de moyens financiers, de pousser les éclairements selon leur gré. Il faut d'ailleurs laisser aussi la possibilité de profiter des progrès techniques qui se dessinent dans la construction des lampes à décharge. La lampe à vapeur de mercure n'a pas encore dit son dernier mot. Il existe actuellement déjà des lampes à vapeur de mercure sur le marché de 2 kW dont le tube de quartz à mercure contient des halogénures métalliques qui suppriment l'emploi de toute substance fluorescente et permettent d'obtenir une source lumineuse plus ramassée se prêtant particulièrement bien à l'équipement de projecteurs. Ces lampes qui contiennent des dosages judicieux d'iodures de thallium, de sodium et d'indium fournissent une efficacité lumineuse d'environ 100 lm/W et donnent, par superposition d'un spectre d'incandescence au spectre caractéristique de la vapeur de mercure, une belle lumière, assurant un rendu correct des couleurs. Il existe déjà en Suisse des installations avec des lampes de ce type, mais on manque encore un peu de recul pour avoir suffisamment d'expérience quant à leur durée de vie. Il est cependant concevable que leur construction ira en s'améliorant et que nous disposerons dans un proche avenir d'une source lumineuse permettant avec la même dépense d'énergie de doubler les éclairements.

**Adresse der Autoren:**
*H. Kessler,* Ingenieur, Prokurist der Philips AG, Edenstrasse 20, Postfach, 8027 Zürich, und *G. Treyvaud,* chef du service de l'éclairage public, Service de l'électricité de la ville de Lausanne, 23, Place Chauderon, 1000 Lausanne.

# Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

## Das synchronisierte Zuschalten von 525- und 765-kV-Leitungen

621.316.5 : 621.311.1

[Nach *E. Maury:* La fermeture synchronisée des disjoncteurs 525 et 765 kV, moyen de réduire les surtensions de manœuvre sur lignes à vide. CIGRE-Bericht 143, Session 1966]

Die Isolationsniveaus und damit die Dimensionierung von Höchstspannungsnetzen stehen in direkter Abhängigkeit von der Höhe der Schaltüberspannungen. Das Problem der durch Abschaltvorgänge entstehenden Überspannungen darf auf Grund der modernen Druckluft-Leistungsschalterkonstruktionen als gelöst betrachtet werden, die Reduzierung der Überspannungsspitze beim Einschaltvorgang auf leerlaufende Leitungen harrt jedoch noch einer besseren Lösung.

Man weiss, dass ohne spezielle Dispositionen 3...5fache Überspannungen an den Leitungsenden beim Einschalten auf eine leerlaufende Leitung auftreten können, insbesondere beim Schalten auf ein Netz, das noch eine geringe Belastung beibehalten hat. Solche Überspannungen sind in 500...700-kV-Netzen selbstverständlich nicht zulässig.

Um solche Überspannungen zu verhindern, verwendet man heute vielfach Druckluftschalter mit Widerstandsüberbrückungen der Schaltstrecke. Eine weitere Möglichkeit besteht im Schliessen der Schaltkontakte im Moment des Spannungs-Nulldurchgangs an den Schalterklemmen. Diese Synchronisation der Schaltzeit kann bei Schaltertypen mit oder ohne Widerstandsbrücken bewerkstelligt werden. Versuche zeigen, dass ein gut synchronisierter Schalter kleinere Überspannungen erzeugt, falls er keine Widerstände besitzt. Falls jedoch der Schalter nicht ausreichend auf den Spannungs-Nulldurchgang synchronisiert ist, liegt der Vorteil bei dem mit einer Widerstandsbrücke ausgerüsteten Schalter.

Eine gute Synchronisation ist dann vorhanden, wenn der Einschaltmoment nicht mehr als ± 1 ms vom Spannungs-Nulldurchgang entfernt liegt. Bis zu Abweichungen von ± 2 ms ist immerhin noch eine erhebliche Verminderung der Spannungsspitze erreichbar.

Beim heutigen Stand der Technik sind Streuungen in der Schaltzeit bei Druckluft-Schnellschaltern innerhalb der Grenzen von ± 1,5 ms möglich, allerdings noch unter begrenzenden Bedingungen wie geringe Schwankungen in der Temperatur, im Luftdruck und in der Speisespannung der Spule. *J. Mutzner*

## Unvollkommener Erdschluss im Mittelspannungs-Freileitungs-Netz

621.316.5

[Nach *A. W. Issajenko:* Bestimmung der defekten Phase beim Erdschluss, Energetik 14(1966)10, S. 29...30]

Manchmal wird irrtümlich angenommen, dass die defekte Phase beim Erdschluss die kleinste Spannung gegen den Nullpunkt führen muss. Tatsächlich ist es aber nicht immer der Fall.

In der Fig. 1 stellen die Vektoren $\boldsymbol{U}_A$, $\boldsymbol{U}_B$ und $\boldsymbol{U}_C$ die drei Phasenspannungen eines Drehstromsystems im Normalbetrieb (vor dem Erdschluss) dar. Bei unvollkommenen Erdschlüssen in Freileitungen für 6...10 kV darf der Übergangswiderstand in der Regel als Wirkwiderstand angenommen werden. Der entsprechende Ohmsche Leitwert $G$, der dem kapazitiven Leitwert $j\omega C$ des Leiters gegen Erde parallel geschaltet ist, kann sich im Verlaufe des Defektes von $G = 0$ gegen $G = \infty$ ändern. Dabei bewegt sich die Spitze des Spannungsvektors $\boldsymbol{U}_N$ (Nullpunktverlagerung) auf einem Halbkreis, der über dem Spannungsvektor der defekten

Phase als Durchmesser gezeichnet ist (Phase A). Dieser Halbkreis wird durch die Gleichung dargestellt:

$$\boldsymbol{U}_N = \frac{\boldsymbol{U}_A}{1 + j\,3\,\dfrac{\omega C}{G}}$$

Bei $G = 0$ besteht keine Nullpunktverlagerung, und es ist dann $\boldsymbol{U}_N = 0$, während bei $G = \infty$ sie am grössten und $\boldsymbol{U}_N = \boldsymbol{U}_A$ ist.

Je nachdem, wo die Spitze des Spannungsvektors $\boldsymbol{U}_N$ auf dem Halbkreis liegt, wird die Spannung $\boldsymbol{U}_{A\text{-}n}$ grösser, gleich oder kleiner als die Spannung $\boldsymbol{U}_{B\text{-}n}$ sein.

Wird über dem Spannungsvektor $\boldsymbol{U}_B$ der gesunden Phase ebenfalls ein Halbkreis gezogen, so schneiden sich die beiden Halbkreise im Punkt 0′. In diesem Punkt 0′ sind die beiden Spannungen einander gleich, $\boldsymbol{U}_{A\text{-}n} = \boldsymbol{U}_{B\text{-}n}$, und betragen je die Hälfte der verketteten Spannung.

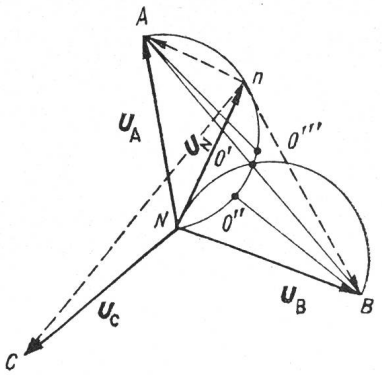


Fig. 1
**Vektordiagramm mit Nullpunktverlagerung bei Änderung des Ohmschen Leitwertes in einer Phase des Drehstromsystems**

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass auf dem Wege der Nullpunktverlagerung von N nach 0′ der Spannungswert $\boldsymbol{U}_{A\text{-}n}$ der defekten Phase grösser bleibt als $\boldsymbol{U}_{B\text{-}n}$. Auf dem Wege von 0′ nach A hingegen wird die Spannung der defekten Phase kleiner als der gesunden Phase.

Die Spannung der defekten Phase im Punkt 0‴ ist gleich der Spannung der gesunden Phase im Punkt 0″. Deshalb kann es im Bereich N—0‴ nur an Hand des Diagrammes bestimmt werden, welche Phase defekt ist. In diesem Bereich ist der kleinere Wert der Phasenspannung kein Merkmal dafür, dass die betreffende Phase einen Erdschluss hat. Dieses Merkmal gilt nur im Bereich 0‴—A, d. h. bei genügend grossen Leitwerten $G$.

In den Anfangsstadien eines Defektes gegen Erde kann also die Spannung der gesunden Phase kleiner sein als diejenige der defekten Phase.

Steigt im weiteren Verlaufe der Störung der Leitwert $G$, so geht das Minimum der Spannungsanzeige von der einen Phase auf die andere über. Dies gibt oft Anlass zur falschen Schlussfolgerung, dass angeblich «der Erdschluss in einer Phase entstanden und auf die andere Phase übergetreten ist».

*G. v. Boletzky*

## Verlustbewertung im Zusammenhang mit Angeboten auf Transformatoren

621.314.21.017

[Nach *I. Herlitz:* Evaluation of losses in conjunction with the purchasing of transformers. ASEA-Research (1966), Nr. 9, S. 155...165]

Seit Jahren ist der Einfluss der Verluste in Transformatoren auf die Betriebskosten bekannt. Das hatte zur Folge, dass sowohl der Anschaffungspreis wie auch die Verluste zum Zwecke der Bewertung von Angeboten berücksichtigt werden müssen.

Für den Käufer sind oft die jährlichen Verlustkosten günstiger, während der Hersteller des Transformators auf die kapitalisierten Verlustwerte angewiesen ist, da er für den zu wählenden Kapitalisierungsfaktor keine Richtlinien hat.

Die Verluste des Transformators können in konstante Leerlauf- und in Lastverluste zerlegt werden, von denen die zweiten mit dem Quadrat der abgegebenen Leistung schwanken, sofern von Schwankungen der Spannung abgesehen wird.

Sowohl theoretische als auch praktische Untersuchungen zeigten, dass die Anschaffungskosten eines Transformators etwa mit der 0,75ten Potenz der Leistung steigen, und dass die Verlustkosten etwa in derselben Grössenordnung wie der Anschaffungspreis liegen. Ferner stellte sich heraus, dass stärkere Abweichungen in den Anschaffungs- bzw. Verlustkosten sich bei der Bildung der totalen Kosten weitgehend ausgleichen.

Für die Verlustbewertung wurden durch Untersuchungen während 5 Jahren Werte von 725...9000 sKr./kW für die Leerlaufverluste und 300...3000 sKr./kW für die Lastverluste gefunden. In Schweden waren die Abweichungen etwas geringer und die Werte lagen zwischen 2200...6000 bzw. 500...2500 sKr./kW. Diese stark voneinander abweichenden Werte stellen sich einer anzustrebenden Vereinheitlichung der Verlustbewertung auf internationaler Ebene entgegen. Es zeigte sich jedoch, dass man zur groben Abschätzung mit einigen wenigen Werten gut vergleichbare Ergebnisse findet. Als Mittelwert für die Kosten der Leerlaufverluste können etwa 4000 sKr./kW und für die Lastverluste 1000...3500 sKr./kW angenommen werden. Werte von unter 1000 sKr./kW, welche Betriebszeiten von unter 700 h/Jahr entsprechen können nicht zur Reduktion der Anschaffungskosten dienen, da damit zu hohe Werte für die Stromdichten verbunden wären.

Die hier angegebenen Vereinfachungen können nur zum Vergleich von Angeboten herangezogen werden. Für genaue Kostenrechnungen muss der Besteller jene Kosten einsetzen, welche für seinen Fall zutreffen.

*W. Stering*

## Gasinnendruckkabel für Hochspannungsübertragungen

621.315.211.4

[Nach *H. Sünderhauf* und *V. Zagorni:* Gasinnendruckkabel für Hochspannungsübertragungen. Siemens-Z. 41(1967)1, S. 38...44]

Die Betriebssicherheit der Hochspannungskabel beruht darauf, dass die hohe dielektrische Festigkeit der Isolierung im gesamten Bereich der Betriebstemperaturen gewährleistet ist. Dies bedingt, dass bei den Öl- und Massekabeln, sowie bei den Gasaussendruckkabeln stets ein ausreichend hoher Tränkmittelüberdruck herrscht, welcher die Bildung von Hohlräumen geringer Durchschlagfestigkeit infolge thermischer Ausdehnung und radialer Tränkmittelströmung verhindert. Die Isolation der Gasinnendruckkabel dagegen ist mit zahlreichen, sehr fein verteilten Hohlräumen durchsetzt, welche die gesamte thermische Ausdehnung des Tränkmittels aufzunehmen vermögen. Um elektrische Entladungen in diesen Hohlräumen zu verhindern, werden sie mit einem inerten Gas, normalerweise Stickstoff unter etwa 15 atü Druck gefüllt. Entsprechend steigt ihre Durchschlagfestigkeit gemäss dem Paschenschen Gesetz mit dem Druck auf Werte, welche weit genug über der Betriebsbeanspruchung liegen. Als Tränkmittel wird eine sehr zähe Masse verwendet, welche unterhalb 120 °C praktisch erstarrt. Da die Betriebstemperatur des Kabels bei 85 °C liegt, ist dadurch die gefährliche Masseabwanderung in Längsrichtung wirksam verhindert. Gasinnendruckkabel können somit ohne Einschränkung auf geneigten oder senkrechten Strecken beliebiger Höhenunterschiede eingesetzt werden.

Bei Verwendung von Stickstoff als billigstem Füllgas, können 110-kV-Kabel für eine Betriebsfeldstärke von 9 kV/mm dimensioniert werden. Durch Zugabe von Schwefelhexafluorid ($SF_6$) kann die Betriebsfeldstärke von 220-kV-Kabeln auf 12...13 kV/mm erhöht werden, sodass bei 16 atü Druck des Gasgemisches eine Ionisierungsfeldstärke von 27 kV/mm erreicht wird. Der Verlauf des dielektrischen Verlustfaktors wird dadurch ganz wesentlich verbessert. Ausserdem kann bei der Lecksuche als Spürgas das Schwefelhexafluorid benützt werden, indem dem Boden entnommene Proben in einem eigens dafür entwickelten Massenspektrographen rasch analysiert werden. Die Stoßspannungsfestigkeit der Gasinnendruckkabel ist mit 120...150 kV/mm maximaler Feldstärke am Leiter besonders bemerkenswert.

*A. Baumgartner*

# Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

## Halbleiterdioden als Lichtquellen

621.382.2 : 535.376

[Nach *M. R. Lorenz* und *M. H. Pilkuhn:* Semiconductor-diode light sources. IEEE Spectrum 4(1967)4, S. 87...96]

Elektrolumineszenz kann entstehen, wenn an einem geeignet dotierten Kristall mit p-n Übergang eine Gleichspannung angelegt wird. Durch Rekombination der Ladungsträger im Halbleiter werden Photonen und Wärme erzeugt. Der innere Quantenwirkungsgrad ist das Verhältnis der erzeugten Photonen zum Totalstrom. Leider haben Materialien wie Silizium und Germanium, die technologisch gut beherrschbar sind, einen sehr kleinen Quantenwirkungsgrad. Bei schwierigeren Materialien wie Galliumarsenid ist er ziemlich hoch. Der äussere Quantenwirkungsgrad berücksichtigt das aus dem Kristall austretende Licht. Da im Kristallinnern viel Licht absorbiert und ein Bruchteil des Lichtes an der Oberfläche ins Innere zurückreflektiert wird, ist er bedeutend kleiner (ca. 6 % für GaAs bei Raumtemperatur).

Solche Lichtquellen sind für verschiedene Anwendungen sehr gut geeignet. Da sie sehr klein angefertigt werden können, sind sie beinahe ideale Punktlichtquellen. Das emittierte Licht ist fast monochromatisch und liegt im Spektrum irgendwo zwischen infrarot und ultraviolett je nach Material und Temperatur. Die Lichtquellen können sehr schnell geschalten werden. Bei GaAs liegen die Ein- und Ausschaltzeiten bei ungefähr 1 ns. Für optische Datenübertragung und für Lichtlogik sind sie hervorragend geeignet. Dank der niedrigen Betriebsspannung (1,5...2,5 V) und den kleinen Strömen (ca. 10 mA) lassen sie sich sehr gut mit integrierten logischen Schaltungen kombinieren. Am meisten angewendet werden sie wahrscheinlich für Anzeigelampen bei elektronischen Schaltungen, bei Computern usw. und als Kombination vieler Lichtpunkte zur Anzeige alphanumerischer Zeichen und fernsehartiger Bilder.

Für GaAs-Dioden erwartet man heute eine Lebensdauer von über 10 000 h, hofft aber, diese Zahl durch eine andere Fabrikationstechnik um ein Bedeutendes zu steigern. Am Ende der Lebensdauer nimmt der Wirkungsgrad ab. Es tritt aber kein plötzlicher Ausfall auf.

1962 hat man entdeckt, dass für gewisse Materialien (z. B. GaAs) ein Betrieb als Injektionslaser möglich ist. Diese Emission wird im Gegensatz zur oben beschriebenen spontanen Emission stimuliert genannt. Der Lichtstrahl ist hier gebündelt. Die Spektrallinie ist sehr schmal ($\Delta\lambda$ ist kleiner als $10^{-3}$ Å). Laserbetrieb ist aber nur möglich oberhalb einer kritischen Stromdichte. Für GaAs beträgt sie 50...1000 A/mm² bei Raumtemperatur, sodass kein kontinuierlicher Betrieb möglich ist. Der äussere Quantenwirkungsgrad erreicht für GaAs-Laser bis zu 70 % bei tiefen, bis zu 20 % bei Raumtemperatur. *H. P. von Ow*

## Integrierte Schaltungen in Computern

621.38–181.4 : 681.3

[Nach *R. A. Henle* und *L. O. Hill:* Integrated Computer Circuits — Past, Present and Future. Proceedings of the IEEE, 54(1966)12, S. 1849...1860]

Beim Bau von Computern sind die konventionellen diskreten Elemente durch hybride oder monolithische integrierte Schaltungen ersetzt worden. Im folgenden werden Auswirkungen auf Preis, Packungsdichte, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit betrachtet.

Integrierte Schaltungen sind in den vergangenen Jahren erheblich billiger geworden, z. B. ist der Preis eines relativ langsamen Gates in den letzten 5 Jahren auf ein Zehntel gesunken. Das ist möglich geworden durch die fast automatische Herstellung.

Durch die Verkleinerung der Abmessungen hat die Geschwindigkeit der Schaltungen stark zugenommen. Man kann es auch anders ausdrücken: Die früher erreichbaren Geschwindigkeiten lassen sich mit viel weniger Verlustleistung herstellen. Durch die Fortschritte der Masken- und Diffusionstechnik können heute Basisschichtdicken von 0,2 µm beherrscht werden, was kleiner ist als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes.

Um die Laufzeit auf Leitungen (ca. 1 ns pro 15 cm) zu halbieren, müssen die Abmessungen im linearen Maßstab auf die Hälfte reduziert werden. Das entspricht einer Volumenreduktion von einem Achtel. Der Leistungsverbrauch pro Element muss stark reduziert werden. Eventuell ist zusätzliche Kühlung notwendig. Die integrierten Schaltungen werden immer komplizierter und die Anzahl Elemente pro Siliziumplättchen (Chip) steigt ständig an. Man erwartet, dass 1968 im Entwicklungsstadium 10 000 Komponenten pro Chip möglich sind. Allerdings ist die Entwicklung der Produktionstechnik im allgemeinen um 3...4 Jahre voraus. Es wird geschätzt, dass 1970 die minimalen Kosten pro Element für eine käufliche integrierte Schaltung bei ca. 1000 Komponenten pro Chip liegen. Anschlüsse und Testen bieten schwierige Probleme. Die Entwicklungskosten sind so hoch, dass die Typenzahl beschränkt werden sollte.

Es ist schwierig, die Zuverlässigkeit von Halbleitern zu testen. Die Ausfallrate verdoppelt sich ungefähr mit der Temperatur. Ein Hersteller erwartet 5 % Ausfall bei 200 °C in 400 Jahren! Die Zuverlässigkeit des ganzen Computers steigt nicht im gleichen Mass infolge der störanfälligen Verbindungen usw. Es wurde eine Steigerung um den Faktor 6...30 gegenüber konventionellen Elementen berechnet. *H. P. v. O.*

## Digital-Analog-Konverter mit aktiven Stromteilern

621.3.087.92

[Nach *H. Schmid:* Current dividers convert digital signals into analog voltages. Electronics 39(1966)23, S. 142...148]

Das Problem, ein Digitalsignal in einen Analogwert umzuwandeln, wurde schon auf verschiedene Weise gelöst. Eine erste Möglichkeit (nach Fig. 1) besteht darin, mit Hilfe gewichteter

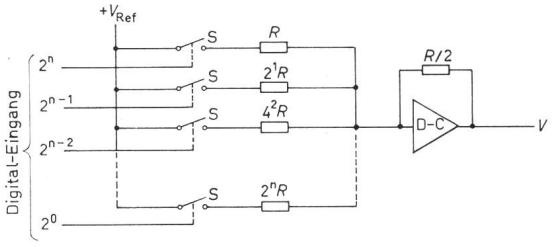


Fig. 1
**Wandler mit gewichteten Widerständen**
Die Widerstandswerte betragen $2^{-1}R$, $2^0R$, $2^1R$...$2^nR$
$n$ Anzahl bit; $S$ Halbleiterschalter; $V$ Ausgangsspannung; $+V_{Ref}$ Referenzspannung; $D$-$C$ Operationsverstärker

Widerstände entsprechende Ströme zu erzeugen, die von einem nachfolgenden Operationsverstärker aufsummiert und in ein analoges Spannungssignal umgesetzt werden. Für das gewählte Beispiel eines 10-Bit-Wandlers benötigt man nach dieser Methode eine Reihe hochpräziser Widerstände mit Werten in der Grössenordnung von Kiloohm bis Megohm, entsprechend den Potenzen $2^0$ bis $2^n$ mal dem Grundwert ($n$ = Anzahl Bit). Zudem werden die Schalter S je nach Binärstelle verschieden belastet, was Genauigkeitseinbussen zur Folge hat.

Die Lösung nach Fig. 2 vereinfacht einen Teil dieser Probleme durch die Verwendung eines Leiternetzwerkes mit identischen

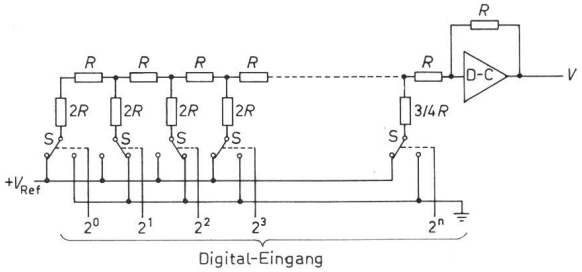


Fig. 2
**Wandler mit Leiternetzwerk**
$R$ Widerstandwert; $S$ Halbleiterumschalter; $D$-$C$ Operationsverstärker; $V$ Ausgangsspannung; $+V_{Ref}$ Referenzspannung

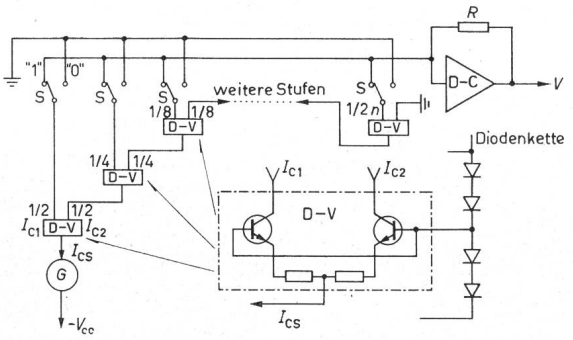


Fig. 3
**Wandler mit Transistor-Stromteiler**
$-V_{CC}$ Spannungsquelle; *G* Konstantstromschaltung; *D-C* Operationsverstärker; *D-V* Differentialverstärker; *S* Stromschalter
Weitere Bezeichnungen siehe im Text

Widerständen, jedoch wird bei dieser Lösung die doppelte Anzahl Schalter benötigt.

Fig. 3 zeigt die neue vorgeschlagene Schaltung im Prinzipschema.

Der Wandler besteht aus einer Kaskadenschaltung von Differentialverstärkern, von denen jeder derart konzipiert ist, dass die Kollektorströme $I_{C1}$ und $I_{C2}$ möglichst identisch und in der Summe dem gemeinsamen Emitterstrom $I_{Cs}$ gleich sind. Die vom Operationsverstärker zu summierenden Teilströme betragen dann ½, ¼, . . ., $½^n$ des Einspeisestromes.

Auf diesem Prinzip beruhend, wurde mit diskreten Bauelementen ein 10-bit-Wandler hergestellt. Er besteht aus 10 Differentialverstärkern in Kaskade in der Stromteilerkette, die von einer Konstantstromquelle gespeist werden. Die jeweiligen Basispotentiale werden einer unkritischen Diodenkette entnommen. Der Summenstrom wird der Binärzahl entsprechend, ebenfalls mit Dioden, auf den Eingang des Operationsverstärkers geschaltet. Am Ausgang des (integrierten) Verstärkers erscheint eine maximale Spannung von 10 V. Die Wandlergenauigkeit wurde gemessen und ergab sehr gute Werte: Bei 25 °C (Raumtemperatur) besser als ± 0,05 % des Endwerts, zwischen 0 °C und 75 °C besser als ± ¼ % des Endwerts.

Die Schaltung eignet sich gut, um in integrierter Technik monolithisch ausgeführt zu werden. *M. S. Buser*

## Aus der Geschichte der Telegraphie

9 : 621.394

Die Bezeichnung «Telegraph» (= Fernschreiber) ist 1793 für die mit rein optischen Mitteln arbeitenden Geräte von *Claude Chappe* [1]) in Frankreich eingeführt worden. Buchstaben oder Kürzungen wurden durch die Stellung von Signalarmen codiert angezeigt, mit einem Fernrohr beobachtet und ausgewertet.

Nach Entdeckung der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes durch *H. Ch. Oersted* (1820) und der elektrischen Induktionswirkung durch *M. Faraday (1831)* [2]) begann eine lebhafte Entwicklung elektrischer Telegraphen. Zurückblickend lassen sich 4 Hauptgruppen elektromagnetischer Telegraphen unterscheiden:

1. *Nadeltelegraph:* Die zweiseitige Ablenkbarkeit einer Kompassnadel in östliche und westliche Richtung durch das Magnetfeld einer Spule ermöglicht die Nachrichtenelemente (Buchstaben, Zahlen, Satzzeichen) durch vereinbarte Ausschlagskombinationen (Codierung) darzustellen; erstmalig beim Telegraphen von *C. Fr. Gauss* und *W. Weber,* 1833 [3]), angewendet.

2. *Zeigertelegraph:* Der synchron mit einem Sendemechanismus elektromagnetisch fortgeschaltete Zeiger des Empfängers markiert durch Stillstehen das gemeinte Nachrichtenelement auf einem Zeichenkranz; z. B. die Zeigertelegraphen von *Ch. Wheatstone,* 1839; Werner von Siemens, 1847 [4]).

3. *Schreibtelegraph:* Eine elektromagnetisch betätigte Vorrichtung schreibt die aus Punkten oder Punkten und Strichen codierten Nachrichtenelemente auf einen Papierstreifen nieder; z. B. der Schreibtelegraph von *C. A. Steinheil,* 1836; Morseapparat, 1840.

4. *Drucktelegraph:* Das synchron mit dem Sender umlaufende Typenrad druckt durch elektromagnetische Betätigung einer Andruckrolle Klarschrift auf einen Papierstreifen; z. B. Hughes-Apparat, 1855; Siemens-Schnelltelegraph, 1912.

Die modernen Telegraphen, die Fernschreiber, gehören zu den Drucktelegraphen. Mit dem Fernschreiber vollzog sich zugleich eine Wandlung in der Anwendung: Aus dem «amtlichen» Telegraphenverkehr wurde der unmittelbare Teilnehmerverkehr. Heute können über ein internationales Telex-Netz Teilnehmer aus aller Welt in direkten fernschriftlichen Nachrichtenaustausch treten. *W. Brill*

[1]) s. Bull. SEV 55(1964)5, S. 222.
[2]) s. Bull. SEV 57(1966)20, S. 930.
[3]) s. Bull. SEV 57(1966)18, S. 850.
[4]) s. Bull. SEV 57(1966)12, S. 537.

# Literatur — Bibliographie

681.32 SEV-Nr. S 1/B 6

**Einführung in die Methoden der Digitaltechnik.** Von *W. Weber.* Berlin, Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, 1966; 8°, 140 S., 93 Fig., 71 Tab. — AEG Handbücher Bd. 6 — Preis: geb. Fr. 20.80.

Der Verfasser behandelt in übersichtlicher Weise die Methoden des Entwurfes von digitalen Schaltkreisen. Das Handbuch geht dazu insbesonders auf die Boolesche Algebra (Schaltungs-Algebra) ein und entwickelt damit die Prinzipien der Digitaltechnik, wie Zahlensysteme, Codes, Schaltungssysteme mit und ohne Speicherelemente. Gerätetechnische Fragen werden praktisch nicht angeschnitten.

In sechs Abschnitten wird der Fragenkomplex des Schaltungsentwurfes digitaler Kreise (logical design) umfassend behandelt. Der erste Teil gibt eine Einführung in die Rechenregeln der Booleschen Algebra und die Grundlagen der digitalen Informationstechnik. Der anschliessende Abschnitt behandelt die Realisierung digitaler Systeme ohne Speicherelemente anhand bekannter Probleme aus der Praxis. Der dritte Teil befasst sich nochmals mit der Theorie der Digitaltechnik und tritt besonders auf spezielle vereinfachte Lösungen Boolescher Funktionen ein. Die folgenden beiden Abschnitte führen den Leser vollends in die Digitaltechnik ein, indem verschiedenste Formen der statischen Speicherung, die Ein- und Auszählschaltungen und eine kurze Einführung in die theoretische Behandlung von Systemen mit Speicherelementen erklärt wird. Am Schluss des Buches findet man einen allgemein gehaltenen Hinweis auf die Schaltungssynthese, die sich Prinzipien der Theorie der Automaten zunutze macht. Das handliche Werk ist ergänzt mit einem Literaturverzeichnis und einem übersichtlichen Sachregister.

Dem Ingenieur gibt das Handbuch einen reichen Überblick über die Möglichkeiten der theoretischen Behandlung digitaler Schaltungsprobleme. *W. Langhart*

Fortsetzung auf Seite 575
Suite voir page 575