Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 52 (1961)

Heft: 13

Rubrik: Communications ASE

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: 22.08.2025

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

Betriebsgesellschaft getragen werden; daher ist eine Zusammenarbeit aller interessierten Länder notwendig. Die Gesamtkosten sind zwar sehr hoch. aber auch Fernsprechseekabel durch die Ozeane sind ausserordentlich teuer. Die Lebenszeiten der Kabel werden allerdings voraussichtlich länger sein, als die der Satelliten in mittleren Höhen. Dafür können die über die Satelliten verlaufenden Nachrichtenverbindungen aber schätzungsweise 600 Kanäle gleichzeitig und zu allen Teilen der Welt übertragen.

Nach Schätzungen in den USA (Space Technology Laboratories) glaubt man, dass in etwa 3...4 Jahren die ersten aktiven Nachrichtensatelliten die Erde umkreisen können. Dazu ist allerdings noch notwendig, dass die Geräte, die in die aktiven Satelliten mit Leistungen von einigen 100 W eingebaut werden, noch als Langlebenszeitgeräte gezüchtet und erprobt werden. Das technische Gerät in den Satelliten muss doch mindestens so lange halten, wie die Satelliten in ihrer Umlaufbahn verbleiben. Die Lebensdauer der zunächst mit mittleren Flughöhen (4000 Meilen) geplanten Satelliten werden auf etwa 8...10 Jahre geschätzt.

Sollen sich die Projekte aber wirklich lohnen, müssen über die Satellitenverbindungen Vielkanalsprechsysteme geführt werden. Der Verkehr muss dann aber auch die zur Verfügung gestellten Kanäle ausnützen können. Wie die amerikanische Bell-Laboratories [7] allerdings annehmen, dürfte der Bedarf an internationalen Fernsprechkanälen sich bald ausserordentlich steigern. Die Gesellschaft schliesst dies daraus: In den USA entspringt bei nur 6 % Anteil der Weltbevölkerung z. Zt. etwa 55 % des Weltnachrichtenverkehrs. Die für die Wirtschaftlichkeit der Satelliten-Nachrichtenverbindungen notwendige Steigerung des Verkehrs wird bei weiter anhaltender Industrialisierung der weiteren 94 % der Weltbevölkerung zwangsläufig erreicht werden.

Soweit bekannt, sind die ersten Vorverhandlungen zwischen einigen europäischen Fernmeldeverwaltungen zur gemeinsamen Ausnützung der über Satelliten möglichen Nachrichtenwege im Gange; denn eine gemeinsame Ausnützung ist, wie erwähnt, wegen der hohen Kosten unvermeidlich und auch eine entsprechende Sammlung des Verkehrs an den etwa 13 paarweise angeordneten Bodenstationen muss zwangsläufig stattfinden, um die vorhandenen Kanäle zu füllen.

8. Ausblick

Nicht nur für Nachrichtensatelliten ist eine gemeinsame Erforschung und ein gemeinsamer Betrieb notwendig, sondern allgemein auch für alle anderen Anwendungsgebiete, insbesondere aber für die weitere Weltraumforschung. So fand z. B. vom 8. bis 11. Mai 1961 eine Tagung der Deutschen Gesellschaft für Raketentechnik und Raumfahrt e. V. in Konstanz am Bodensee statt, wo Referate über die möglichen Beiträge der westeuropäischen Länder zur Raumfahrtforschung und -Technik gehalten wurden.

Die Raumfahrt ist im Kommen. Künstliche Erdsatelliten werden in noch grösserer Zahl die Erde umkreisen. Viele Forschungs- und Anwendungsgebiete werden sich dieser Satelliten und der Raumstationen bedienen. Nachrichtensatelliten werden in einigen Jahren den Nachrichtenaustausch zwischen den Völkern der Erde erleichtern und viele Sprechkanäle zwischen den Kontinenten zur Verfügung stellen.

Raumfluggeräte, die bemannt oder unbemannt die Erdanziehung überwinden, müssen mit grösseren Sendegeräten ausgerüstet werden, um in dauernder Funkverbindung mit der Erde bleiben zu können; denn der Pioneer V, den man bisher am weitesten mit Funk verfolgen konnte, konnte gerade noch bei einer Entfernung von 40 Millionen Meilen empfangen werden. Die aufnahmbare Bandbreite war aber dabei so gering geworden, dass nur noch 1 Bit, d. h. ein Telegraphieschritt pro Sekunde (eine Information in einer Sekunde) übertragen werden konnte. Nach dieser Entfernung riss die Funkverbindung ab. Wie weit das sowjetische Raumfluggerät, das in Richtung Venus abgeschossen wurde, noch funkmässig kontrolliert werden kann, ist dem Verfasser unbekannt.

Literatur

[1] *Schädlich, A.:* Der Erde-Weltraumfunk rückt näher. Fernmeldepraxis 38(1961)4, S. 134...137.
[2] *Fleischer, H.:* Geräte und Methoden des Fernmeldetechnischen Zentralamtes zur Messung der Funkausstrahlung künstlicher Erdsatelliten. Fernmeldepraxis 37(1960)24, S. 969...982.
[3] *Haley, A. G.:* A Basic Program for the 1963 Extraordinary Administrative Radio Conference on Space Communications. General Council, American Rocket Society.
[4] *Space Communication Primer.* General Electric Company.
[5] *Haviland, R. P.:* The Communication Satellite. 8. Internationaler Astronautischer Kongress, Barcelona, 6....12. Okt. 1957.
[6] *The Space Tracking and Navigation Network.* Los Angeles: Space Technology Laboratories Inc.
[7] *Project Echo Transmits Telephone Messages Via Satellite.* Bell Labor. Rec. 38(1960)9, S. 334...337.

Adresse des Autors:

Dr.-Ing. *H. Fleischer,* Oberpostrat im Fernmeldetechnischen Zentralamt der deutschen Bundespost, Rheinstrasse 110, Darmstadt.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Die Verringerung der Spanne zwischen Anzug und Abfall von Relais

621.318.5

[Nach *R. L. Ives:* «Reducing Relay Pull-In Drop-Out Gap». Electronics, Bd. 33(1960), Nr. 4, S. 62...64]

Bei handelsüblichen Relais beträgt das Verhältnis der Spannungen für Anzug und Abfall des Ankers etwa 5 : 3. Ein 6-V-Relais beispielsweise zieht bei etwa 5,5 V an und lässt den Anker bei etwa 3,3 V fallen; die Arbeitsspanne liegt demnach bei 2,2 V. Relais, welche z. B. bei 115 V anziehen und bei 110 V abfallen, sind mit einer Toleranz von 1 V nur schwierig zu bauen.

Es ist versucht worden, niedergespannte Relais bei höheren Spannungen zu betreiben unter Vorschaltung eines nichtlinearen Widerstandes, wie z. B. einer passenden Glühlampe. Man kann hierdurch bezüglich der Arbeitsspanne zwar gewisse Resultate erzielen, doch bewährt sich die Methode nicht. Wegen der zu grossen Spanne zwischen Zünd- und Arbeitsspannung scheitert auch die Anwendung von Gasentladungsröhren nach Art der bekannten Glimmstabilisatoren für den vorliegenden Zweck.

Relais mit Zener-Dioden

Die Zenerdiode [1]) hingegen, das Halbleiter-Analogon zur Glimmentladungsröhre, weist keine erhöhte Zündspannung auf; der Einsatz des Zenerstroms erfolgt im Gegenteil sozusagen spon-

[1]) Zener-Dioden sind Siliziumdioden, die in Sperrichtung gepolt betrieben werden. Zufolge einer hohen Dotierung des Si-Kristalls erfolgt der Zener-Durchbruch in der Regel im Gebiet zwischen 5 und 30 V, je nach Typ bzw. Dotierung. Die individuelle Zenerspannung ist durch den Kristallbau eindeutig festgelegt; jedes Exemplar eines Typs weist eine vom andern etwas unterschiedliche, jedoch zeitlich konstante Zenerspannung auf. Der differentielle (dynamische) Widerstand liegt bei 6...8 V am tiefsten und wächst insbesondere ab etwa 15 V wesentlich stärker als proportional an. Aus diesem Grunde würden z. B. 100-V-Zenerdioden (mit schwachdotiertem Si) sehr schlechte Kennlinien aufweisen. Durch Reihenschaltung von Zenerdioden niedrigerer Spannungen erhält man bessere Eigenschaften, als bei Verwendung einzelner Dioden mit höhern Spannungswerten.

tan bei Erreichen der Durchbruchsspannung; die Verwendung von Zenerdioden in Reihenschaltung mit Relais ist daher aussichtsreich.

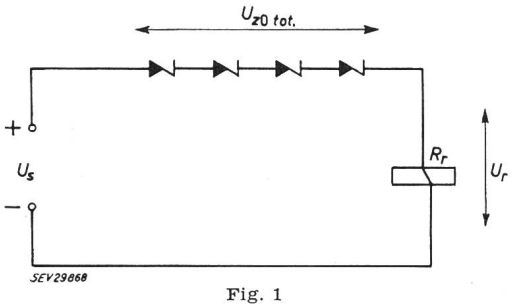

Fig. 1
Die Serieschaltung eines Niederspannungsrelais mit passenden Zenerdioden lässt ein geringeres Spannungsdifferential der Anordnung erzielen

Versuche zeigten, dass sich die Spanne zwischen Anzug und Abfall eines Relais durch Zuschalten passender Zenerdioden in der Tat erheblich verringern lässt. In Fig. 1 ist die Prinzipschaltung angegeben. Würde die Zenerdiode im Sperrgebiet einen unendlichen Widerstand und im Zenergebiet den Widerstand null aufweisen, so würde die Anzugsspannung U_{an} einer derartigen Relaisschaltung gleich der Relaisanzugsspannung $U_{r\,an}$ plus der Zenerspannung U_z sein; die Abfallsspannung U_{ab} wäre gleich der Relaisabfallsspannung $U_{r\,ab}$ plus der Zenerspannung U_z. Derartige ideale Zenerdioden gibt es indessen nicht, sondern sie weisen im Zenergebiet einen bestimmten Widerstand auf. Dieser sog. differentielle Widerstand R_z kann bei den handelsüblichen 5-W-Typen höherer Spannungen bei 10...20 % des maximal zulässigen Zenerstroms mit etwa 1...2 Ω/V typisierter Zenerspannung eingesetzt werden (z. B. für einen 25-V-Typ also 25...50 Ω). Für eine exaktere Berechnung in der nachfolgend skizzierten Weise ist allerdings die Kenntnis des genaueren Wertes des Zenerwiderstandes nach Katalogangaben unerlässlich.

Arbeitsweise der Schaltung

Die Arbeitsweise der Schaltung kann am besten anhand eines Beispiels vergegenwärtigt werden. Angenommen, es sei ein 6-V-Relais mit Wicklungswiderstand R_r = 22 Ω, Anzugsspannung $U_{r\,an}$ = 5,5 V und Abfallspannung $U_{r\,ab}$ = 3,3 V an 115 V zu betreiben. Der Relaisstrom für den Anzug, $I_{r\,an}$ beträgt etwa 5,5/22 = 0,25 A = 250 mA. Es sind also Zenerdioden zu wählen, die 250 mA dauernd aushalten (5-W-Typ). Die totale Zenerkniespannung $U_{zo\,tot}$ der in Serie liegenden Dioden soll 90 V betragen; man wählt z. B. 4 Dioden zu 22 V Nennspannung (Mittenwert). Da jede dieser Dioden eine zwischen etwa 20 und 24 V liegende, individuelle Zenerspannung aufweist, ist es notwendig, passende Exemplare zu einer Kette von 90 V zu gruppieren, was nicht schwierig ist. Nun verläuft aber der Zenerstromeinsatz nicht plötzlich, d. h. das Zenerknie ist nicht rechtwinklig, sondern zufolge des Widerstandes der Diode steigt die Zenerspannung mit zunehmendem Zenerstrom etwas an. Dieser sog. differentielle Widerstand R_z beläuft sich bei den meistverbreiteten legierten Typen der 5-W-Kategorie bei ca. 22 V auf etwa 20 Ω pro Diode, d. h. etwa 1 Ω/V Zenerspannung. Bei 20 Ω und 250 mA ist also die Zenerspannung $U_{z\,tot}$ unserer Kette um 4 × ca. 5 V = rd. 20 V höher als die Zenerkniespannungen $U_{zo\,tot}$, so dass erst bei etwa 115 V ein für den Relaisanker-Anzug genügender Strom (hier 250 mA) auftritt. Erhöht man also die an der Anordnung liegende Spannung langsam auf den Wert 115 V, so setzt ziemlich plötzlich ein Strom von 250 mA ein, der das Relais betätigt. Unterschreitet die Spannung den Wert 115 V um eine kleine Spanne, so sperren die Dioden ebenso rasch und das Relais fällt ab. Die Anzugs- und Abfalls-Spannungen ergeben sich demnach aus den folgenden Formeln:

Anzugsspannung der Anordnung,

$$U_{an} = U_{zo\,tot} + (R_{z\,tot} \cdot I_{r\,an}) + U_{r\,an} \qquad (1)$$

$$\text{Da } I_{r\,an} = \frac{U_{r\,an}}{R_r} \qquad (2)$$

so ergibt sich

$$U_{an} = U_{zo\,tot} + \left(R_{z\,tot}\,\frac{U_{r\,an}}{R_r}\right) + U_{r\,an} \qquad (3)$$

Die Abfallsspannung der Anordnung ergibt sich dementsprechend zu:

$$U_{ab} = U_{zo\,tot} + \left(R_{z\,tot}\,\frac{U_{r\,ab}}{R_r}\right) + U_{r\,ab} \qquad (4)$$

In diesen Formeln bedeuten:
U_{an} die Anzugsspannung der Anordnung, $U_{r\,an}$ die Anzugsspannung des Relais, U_{ab} die Abfallsspannung der Anordnung, $U_{r\,ab}$ die Abfallsspannung des Relais, $U_{zo\,tot}$ die Total-Zenerkniespannung aller in Reihe liegenden Dioden, $R_{z\,tot}$ der totale differentielle Widerstand aller in Reihe liegenden Dioden, $I_{r\,an}$ der Relais-Anzugsstrom, und R_r der Widerstand der Relaiswicklung.

Die Zahlenwerte [2]) in die Gl. (3) und (4) eingesetzt, ergeben für die Anzugsspannung der Anordnung 115,5 V und die Abfallsspannung 105,3 V; die Differenz beträgt somit 10,2 V. Wie man sieht, liegt dieser Wert nicht sonderlich günstig.

Anwendung höherohmiger Relais

Um das Spannungsdifferential der Relaisanordnung vorteilhafter zu gestalten, muss der Relaiswiderstand höher gelegt werden, d. h. hoch verglichen mit dem Widerstand der Zenerdioden im Durchbruchbereich. Wählt man z. B. den etwa zehnfachen Relaiswiderstand als im gezeigten Exempel, also 200...300 Ω, so gelangt man zu kleineren Relais- und damit Zenerdiodenströmen; bei einem 300-Ω-Relais mit 5,5 V $U_{r\,an}$ und 3,3 V $U_{r\,ab}$ ergibt sich ein Relaisanzugsstrom von ca. 18 mA. Für diesen Strom entspricht gerade noch ein 1,5/5-W-Diodentyp [3]). Wählt man wiederum 4 Dioden zu 22 V Mittenzenerspannung, so ergibt sich nach Gl. (3) eine Anzugsspannung U_{an} von 97 V und nach Gl. (4) eine Abfallsspannung U_{ab} von 94 V; die Differenz ist also jetzt auf nur noch ca. 3 V reduziert, ein recht brauchbares Resultat.

Wählt man den Relaiswiderstand noch höher, z. B. 5500 Ω, so beträgt der Relais- und somit Zenerdiodenstrom noch ca. 1 mA. Es müssen nun kleinere Zenerdioden gewählt werden, damit der Arbeitsbereich nicht völlig im abgerundeten Teil des Zenerknies liegt; Viertelwatt-Typen sind entsprechend [4]). Die Diodenkette muss jetzt wegen des kleineren Stroms eine höhere Totalspannung $U_{z\,tot}$ aufweisen, denn der Spannungsabfall an $R_{z\,tot}$ ist bei nur ca. 1 mA viel geringer; schätzungsweise seien 110 V gewählt (5 × 22-V-Typ). Deren R_z liegt bei etwa 100 Ω pro Diode, so dass man $R_{z\,tot}$ zu etwa 500 Ω einsetzen kann (natürlich muss man sich je nach Diodenfabrikat anhand der Katalogdaten von Fall zu Fall orientieren). Nach Gl. (3) ergibt sich U_{an} zu 116 V und nach Gl. (4) U_{ab} zu 113,6 V. Die Differenz ist 2,4 V. Dass der Wert nicht noch günstiger liegt, ist im höhern R_z der angenommenen, kleineren Zenerdioden begründet. Immerhin ist das Resultat sehr günstig. In der Praxis wird man durch geeignete Wahl der Relaiswiderstände und -spannungen, sowie der günstigsten Zenerdiodenkombination ein Optimum zu erreichen suchen.

Eine derartige Relais-Anordnung kann sich als empfindlich auf Netz-Überspannungswellen erweisen, denn die Dioden arbeiten als Gleichrichter und liefern bei Einfall von Hochfrequenz eine Gleichspannung, die das Relais vorspannt. Um dem vorzubeugen, baut man zwischen Netz und Relais passende HF-Filter ein.

Wechselstromrelais

Obschon sich das beschriebene Prinzip auch auf Wechselstromrelais übertragen lässt, indem man Doppel-Zenerdioden [5]) in Verbindung mit Niederspannungs-Wechselstromrelais benützt, bewährt sich das System hier anscheinend wenig. Es wird daher die Verwendung von Gleichspannungsrelais-Anordnungen unter Vorschaltung eines Vollweg-Gleichrichters empfohlen.

G. Lohrmann

---

[2]) $U_{z\,tot}$ = 90 V; $R_{z\,tot}$ = 80 Ω; $U_{r\,an}$ = 5,5 V; R_r = 22 Ω.

[3]) 1,5 W Verlustleistung in freier Luft, 5 W bei Montage auf Kühlblech.

[4]) In der vorliegenden Anwendung arbeiten Zenerdioden nicht mehr richtig, wenn man unter 1 mA/W Diodenverlustleistung geht; schon beim 1/4-W-Typ liegt der Wert von 1 mA nicht mehr im linearen Zenergebiet; R_z ist dann höher.

[5]) Doppelpolige Zenerdioden (mit 2 Anoden) oder auch zwei Einzeldioden, deren Kathoden in Serie verbunden sind. In jeder Stromrichtung addiert sich die Zenerspannung der einen und die Vorwärtsspannung (ca. 0,7 V) der zweiten Diode.