

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 36 (1963)
Heft: 3

Artikel: Die Elektronik in Weltraumfahrzeugen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-562629>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

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

Die Elektronik in Weltraumfahrzeugen

Weder die «Eroberung» des Weltraumes noch seine Erforschung und auch nicht einmal die ersten tastenden Erkundungen im Weltraum wären ohne Elektronik möglich. Das ist ebenso bekannt wie die Tatsache, dass das «Klima» im Weltraum extrem lebensfeindlich ist. Aber auch für elektronische Geräte sind die Bedingungen im Weltraum nicht gerade freundlich. Noch längst sind für die Elektronik im Weltraum nicht alle Probleme gelöst und einheitliche Techniken zur Aufbereitung und Übertragung der Messwerte oder für die Geräte gefunden. Selbstverständlich müssen elektronische Geräte für Erdsatelliten und Weltraumsonden extrem klein sein, man kommt so zur Transistorisierung und hat dabei noch den Vorteil der kleinen Betriebsspannung und der kleinen Betriebsleistungen. Die geringen Betriebsleistungen sind nicht etwa wegen der sonst manchmal problematischen Wärmeabfuhr in den elektronischen Geräten, sondern wegen der Belastung der an Bord des Raumfahrzeuges erforderlichen Batterien wichtig. Eine kleine Betriebsspannung verringert die Gefahr von Überschlüssen, wobei zu bedenken ist, dass bei mittleren Höhen für Satellitenbahnen, die durch die Ionosphäre verlaufen, Überschlüsse viel leichter auftreten können als am Erdboden. Allerdings enthalten Erdsatelliten und Raumfahrzeuge meist ihre eigene Atmosphäre, die also nicht nur für den Astronauten, sondern ebenfalls für die Elektronik von Bedeutung ist.

Nicht nur dem Menschen, sondern auch der Transistorelektronik drohen Gefahren durch die radioaktive Strahlung in den Van-Allen-Gürteln und im Weltraum. Deshalb gehörte die Erprobung elektronischer Bauelemente unter den Bedingungen und der Strahlung des Weltraums zu den wichtigen Aufgaben des Telstar-Versuches. Natürlich hat dieser Auftrag weniger Aufsehen erregt als die Fernsehübertragungen zwischen den Kontinenten. Für wie schwierig Fachleute die Umweltbedingungen für die Elektronik im Weltraum halten, zeigt der Unterschied der Lebensdauererwartungen. Die Bell Telephone Laboratories rechnen mit einer Lebensdauer von 20 Jahren für Verstärker, die mit den Transatlantik-Telephonkabeln versenkt werden, während man bei der Satellitenelektronik froh ist, wenn man einen ungestörten Betrieb von fünf Jahren erwarten kann. Es gibt allerdings einige Satelliten, deren Elektronik wesentlich länger arbeitet, als man eigentlich gedacht hatte. Sind diese Erdumkreiser weder mit einer automatischen Ausschaltvorrichtung noch mit einer Ausschaltmöglichkeit von der Bodenstation versehen, so kann die von ihnen einmal belegte Frequenz für unerwünscht lange Zeit blockiert sein. Deshalb werden neuere Erdsatelliten nur mit hochgradig gesicherten Ausschaltern für die Sender in ihre Umlaufbahn gebracht.

Zur Stromversorgung der Weltraumelektronik dienen Energiespeicher, häufig Nickelkadmium-Akkumulatoren, die über Solarzellen nachgeladen werden. Die Siliziumzellen, die mit einem Wirkungsgrad von etwa 10 % arbeiten, sind sowohl gegenüber radioaktiver Strahlung als auch gegen Mikro-Meteoriten empfindlich. Gegen beides können Abdeckungen aus Saphir schützen, wie sie zum Beispiel bei dem Telstar-Experiment verwendet wurden. Ausserdem werden die Satellitenstromversorgungen grundsätzlich so aufgeteilt, dass bei Ausfall der einen oder anderen Solarzelle die Elektronik zwar mit verringerter Leistung, aber überhaupt weiter im Betrieb bleiben kann. Ähnliche Kunstgriffe zum Erhöhen der Betriebssicherheit finden sich in den einzelnen Schaltungsbausteinen

des elektronischen Systems der verschiedenen Satelliten. Da nach dem Abschuss keine Instandsetzung mehr möglich ist, soll die Gesamtfunktion durch redundante Schaltungen vom Ausfall eines einzelnen Bauelementes soweit wie möglich unabhängig sein. Bei zwei parallel geschalteten Widerständen bleibt so beim Ausfall des einen meist noch der andere in Betrieb. Hier ist allerdings immer ein Kompromiss zwischen der erzielbaren Betriebszuverlässigkeit und dem Gewicht erforderlich. Weitere zusätzliche Beanspruchungen für die Elektronik im Satelliten entstehen durch unvermeidliche Temperaturschwankungen und durch die mechanischen Beanspruchungen beim Start.

Beim Entwurf des Nachrichten-Übermittlungssystems zwischen Satellit und Bodenstation müssen vor allen Dingen die im Satelliten unterzubringende Sendeleistung und die an einer modernen Bodenstation mögliche Rauschfreiheit berücksichtigt werden. Diese Daten führen dann zu der höchstzulässigen Bandbreite und dem optimalen Modulationsverfahren, um die anfallenden Nachrichtenmengen mit genügender Sicherheit übertragen zu können. In manchen Fällen müssen die Messwerte im Satelliten erst auf Band gespeichert werden, damit ihre Dichte bei der Übermittlung der Kapazität des Nachrichtenkanals angepasst werden kann oder damit die Teile der Umlaufzeit, während derer keine Verbindung zwischen Satellit und Bodenstation besteht, überbrückt werden können. Ein typisches Beispiel für die Anpassung der Nachrichtenbandbreite an die Übertragungskapazität des Kanals ist die verlangsamte Übermittlung von Fernsehbildern zwischen Satellit und Bodenstation. So wurden zum Beispiel die Fernsehbilder von der Rückseite des Mondes mit geringer Übertragungsgeschwindigkeit zur Erde gefunkt. Auch die beiden letzten russischen Raumschiffe waren mit einem Fernsehsystem verringerter Bandbreite ausgestattet. Man arbeitete nur mit 10 Bildern pro Sekunde statt sonst 25 und mit 400 statt normal 625 Zeilen und konnte sich so mit einer Gesamtbandbreite von 300 kHz begnügen.

Die Antennen des Satelliten haben im allgemeinen eine ungerichtete oder eine nur wenig gerichtete Strahlung, da die Satelliten auf ihrer Bahn trudeln oder sich nur ungenau stabilisieren lassen. Richtantennen findet man erst bei den Satelliten der jüngsten Zeit. So trägt Telstar zwei um seinen Äquator angeordnete Antennen und ist durch einen Kreisel derart im Raum stabilisiert, dass die Richtung zur Empfangsstation niemals mit dem Strahlungsminimum dieser Antenne zusammenfällt. Auch die amerikanische Venussonde Mariner II trägt für die Übermittlung der Messwerte eine Richtantenne. Demgegenüber sind grundsätzlich alle Bodenstationen mit extrem bündelnden Antennen ausgestattet, um das Signalrauschverhältnis soweit wie irgend möglich anzuheben.

Bei allen Ähnlichkeiten in den Grundbedingungen für die Elektronik an Bord von Satelliten haben sich für die unterschiedlichen Aufgaben die verschiedensten Ausführungsformen entwickelt. Das zeigen einige typische Beispiele für die Elektronik im Weltraum: Übermittlung von Nachrichten über Satelliten, Weltraumsonden, Ausnutzung der Satelliten zu Navigation und Fernmessung beim Raketenstart.