Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 56 (1965)

Heft: 22

Artikel: Traitement de l'information à bord de satellites

Autor: Dessoulavy, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916421

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: 10.07.2025

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

Zusammenfassung

Durch die Einführung eines Sperrstromkreises über eine Differenzstrombrücke kann der bekannte Spannungsdifferentialschutz bis zu praktisch sehr grossen Unterschieden in den Stromwandlerübersetzungen verwendet werden.

Bei innen liegendem Kurzschluss wirkt gar kein Sperrstrom. Bei aussen liegendem Kurzschluss dagegen wirkt er hundertprozentig. Sowohl Auslöse- wie Sperrstrom können zur besseren Bewältigung extremer Bedingungen eine nicht lineare Charakteristik erhalten. Dank den elektronischen Komponenten arbeitet der Schutz sehr rasch.

Die kleinste erreichbare «Aus»-Befehlszeit liegt, bei sehr starken Kurzschlüssen, je nach Einstellung und gewählten Sicherheitsbedingungen, bei ca. 1 Periode.

Es ist pro Phase und Stromwandlerübersetzung — unabhängig von der Anzahl der angeschlossenen Leitungen — nur 1 Hilfswandler nötig, ferner pro Phase (ebenfalls unabhängig von der Anzahl der Leitungen) nur 1 Relais.

Literatur

[1a] *E. Schindler:* Ergebnis der neuen VDEW-Störungs- und Schadenstatistik für die Hochspannungsnetze der Bundesrepublik. Bull. SEV 56(1965)6, S. 195...198.

[1b] *F. Schär:* Dispositifs de démarrage de relais de protection du point de vue de la capacité de surcharge de réseaux interconnectés. Cigré-Rapport 322, 1964.

[2] *J. W. Hodgkiss:* Comportement des transformateurs d'intensité soumis à des courants asymétriques transitoires et effets sur les relais de protection reliés à ces transformateurs. Cigré-Rapport 329, 1960.

[3] *D. E. Marshall* and *P. O. Langguth:* Current Transformer Excitation under Transit Conditions. Trans. AIEE 48(1929)4, S. 1464...1474.

[4] *F. L. Hamilton:* Effects of Transients in Instrument Transformers. A. Reyrolle & Co. Ltd. Hebburn, County Durham 1961.

[5] *H. T. Seeley* and *F. van Roeschlaub:* Instantaneous Bus-Differential Protection Using Bushing Current Transformers. Trans. AIEE Applications and Industry 67(1948)–, S. 1709...1719.

[6] *F. Schär:* Sammelschienen-Differentialschutz. Bull. SEV 45 (1954)18, S. 733...735.

[7] Steuerbare Siliziumgleichrichter (Thyristoren). Elektr. Verwertg. 39(1964)11, S. 275...280 + Nr. 12, S. 295...303.

[8a] *I. Somos:* Switching Characteristics of Silicon Power-Controlled Rectifiers. Trans. IEEE Communication and Electronics 83(1964)75, S. 861...871.

[8b] *J. Rumberg:* Über die dynamischen Eigenschaften von Thyristoren. ETZ-A, 86(1965)8, S. 226...230.

Adresse des Autors:

F. Schär, Aare-Tessin AG für Elektrizität, 4600 Olten.

Traitement de l'information à bord de satellites

Conférence, donnée à la 28e Journée de la haute fréquence de l'ASE le 20 mai 1965 à Lausanne,

par *R. Dessoulavy,* Lausanne

681.14 : 629.783

1. Introduction

Un satellite est pour l'homme une sorte de troisième œil ouvert sur l'univers. Tel le périscope qui permet au sous-marinier de prendre connaissance du monde extérieur, il ouvre un nouvel horizon sur un monde de radiations caché aux terriens par l'opacité de l'atmosphère qui les entoure et les protège. Les multiples expériences spatiales ont donc pour but d'élargir nos connaissances sur l'univers, sur le soleil, et aussi sur notre planète qu'il est possible d'observer avec un recul inusité auparavant.

La fig. 1 indique les lignes générales du traitement de l'information au cours d'une expérience spatiale. Les phénomènes physiques à observer sont décelés par des capteurs dont les signaux doivent subir certaines transformations (conditionnement) les mettant sous une forme normalisée utilisable par la suite. La télémétrie permet la transmission au sol de ces signaux normalisés. Elle nécessite un groupement adéquat des nombreuses données en vue de la modulation d'un ou de plusieurs émetteurs. Au sol, les données doivent être séparées à nouveau en vue de leur analyse et de leur exploitation.

En supprimant la télémesure, ce diagramme correspond à celui de toute expérience au sol. Dans cette dernière, l'expérimentateur peut agir beaucoup plus librement sur tous les stades de la mesure, éventuellement sur l'objet même de l'expérience. Dans l'espace, une telle intervention reste très limitée et nécessite un système de télécommande analogue en principe à celui de la télémesure.

L'absence d'expérimentateur à bord du satellite a nécessité l'automatisation complète des organes qui y sont situés. L'automatisation elle-même a permis un accroissement considérable des données observées et transmises, de sorte que l'analyse et l'exploitation des données reçues au sol ne peut plus se faire manuellement. Il faut recourir au traitement automatique des informations par des centres de calcul spécialisés. Pour donner une idée de l'importance de ce flux d'information, on donnera deux exemples:

NIMBUS, le satellite météorologique recueille au cours d'une orbite plus de données que n'en peuvent rassembler dans le même temps et par des moyens conventionnels toutes les stations météorologiques des USA [1][1]); on prévoit qu'OGO, le satellite pour observations géodésiques, transmettra au cours de sa durée de vie environ $2 \cdot 10^{11}$ données [2].

Les satellites-relais, utilisés en télécommunications, convoient également de grandes quantités d'information. Les transformations subies par l'information y sont toutefois minimes, étant donné que la nature des signaux émis est la même que celle des signaux reçus.

Les problèmes liés à la transmission correcte du flux d'information, tout au long de la chaîne décrite à la fig. 1 sont multiples. On se bornera ici à examiner la partie située en amont de la modulation.

2. Capteurs et conditionnement des signaux

Le capteur est l'organe sensible permettant de traduire en un signal électrique le phénomène physique observé. Il peut englober parfois tout un appareillage destiné à sélectionner le phénomène physique désiré, par exemple lunette astronomique suivie d'un spectromètre. Renonçant à décrire tous les capteurs utilisés en recherche spatiale, on se bornera

[1]) Voir bibliographie à la fin de l'article.

34230-238

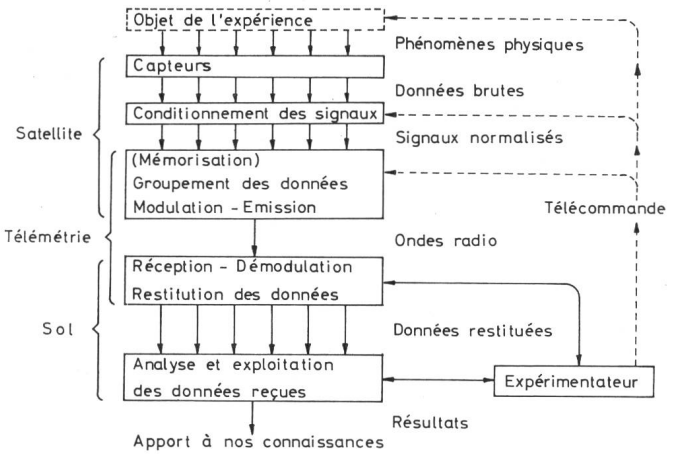


Fig. 1
Diagramme fonctionnel du traitement de l'information au cours d'une expérience spatiale

à examiner, à l'aide d'exemples concrets, les différentes formes que peuvent prendre les signaux à l'issue d'un capteur. Soit le cas d'un capteur destiné à déceler l'impact de micrometéorites sur un satellite [3]. Une première solution consiste à revêtir une plaquette d'une couche de fil très fin (0,05 mm); l'impact d'un micrométéorite provoquera la rupture du fil et l'ouverture directe d'un circuit. Une deuxième solution fait appel à une cellule pressurisée dont l'enveloppe sera crevée par le micrométéorite; la baisse de pression résultante actionne un interrupteur par l'intermédiaire d'une capsule barométrique. Dans une troisième solution, l'impact du micrométéorite est décelé par une plaque métallique agissant comme la membrane d'un microphone sur un transducteur piézo-électrique. Dans les deux premiers cas, le capteur fonctionne par tout ou rien et garde la mémoire de l'événement passé. On obtient directement une information de 1 bit par capteur, utilisable sans autre par la suite. Dans le troisième exemple, le choc produit un signal plus complexe ressemblant à une oscillation amortie. Pour connaître la répartition des chocs, on triera les impulsions selon leur amplitude en différentes classes. A cet effet, le signal sera amplifié, redressé, puis aiguillé par des dispositifs à seuil sur plusieurs compteurs répondant chacun à une catégorie de chocs. Par ailleurs, pour actionner avec sûreté un compteur (électronique), le signal doit avoir une forme et une amplitude bien déterminées, ce qui est obtenu à l'aide d'un circuit de mise en forme, généralement associé au discriminateur de niveau. L'ensemble des opérations décrites plus haut constitue le «conditionnement des signaux». Il permet d'une part de discriminer les signaux en provenance des capteurs et d'autre part de les mettre sous la forme normalisée exigée par le traitement subséquent de l'information.

On a souligné dans l'introduction l'importance de la mesure des radiations non observables au sol du fait de l'absorption de l'atmosphère. Toute une gamme de capteurs, ou détecteurs, permet de couvrir le spectre allant de l'infrarouge aux rayons cosmiques, en passant par le visible, l'ultra-violet et les rayons X [4; 5]. Certains détecteurs, tel le compteur Geiger-Müller, fonctionnent selon le principe de l'ionisation d'un gaz. Chaque événement se traduit alors par une impulsion distincte qui sera comptée si son amplitude dépasse un niveau fixé d'avance. C'est la même technique que celle décrite plus haut pour la détection des chocs. Lorsque la cadence des impulsions est très élevée, la mesure du courant moyen donne une indication de l'intensité du rayonnement. Nous constatons donc qu'un même phénomène physique peut êre analysé, soit par un comptage d'événements discrets, ce qui constitue une mesure digitale, soit par la transmission d'une valeur moyenne fluctuant au cours du temps et appelée signal analogique.

Un tube photomultiplicateur peut également être utilisé dans ces deux modes fondamentaux de fonctionnement: détection des impulsions issues de chaque photon incident, ou mesure du courant moyen proportionnel à l'intensité lumineuse. La première méthode convient particulièrement pour déceler de très faibles intensités lumineuses (étoiles lointaines) et permet de mieux s'affranchir des effets du courant noir du photomultiplicateur [6]. Lorsque la deuxième méthode est utilisée et que l'intensité lumineuse varie dans de grandes limites, par exemple dans le rapport de 1 à 10^6, on recourt à un amplificateur logarithmique.

En résumé, l'expérimentateur dispose d'une grande variété de capteurs pour déceler ou mesurer les grandeurs physiques qui l'intéressent: température, densité électronique, particules, champ magnétique, rayonnement, etc. Les signaux issus de ces capteurs renferment l'information sous une forme primaire et constituent les données brutes de l'expérience. Le conditionnement des signaux effectue le tri désiré par l'expérimentateur et permet d'obtenir l'information sous la forme normalisée exigée par le traitement ultérieur des données. Cette information revêt soit la forme digitale, soit la forme analogique.

Un exemple de capteurs montés à bord d'un satellite est donné par les fig. 2 et 3 représentant ARIEL, premier satellite international, lancé en 1962 [7].

3. Traitement des signaux en vue de la télémétrie

La télémesure assure la liaison entre le satellite et la (ou les) station terrestre chargée de recueillir les informations.

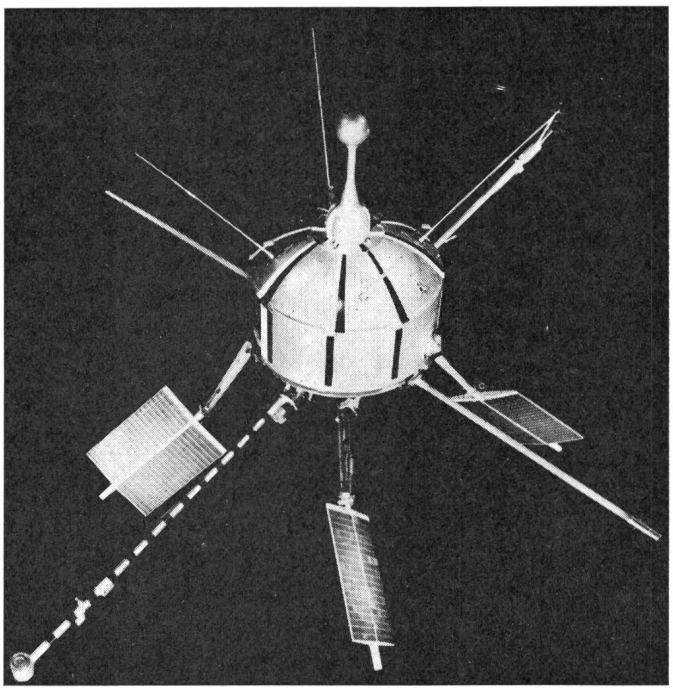


Fig. 2
Ariel I, premier satellite international

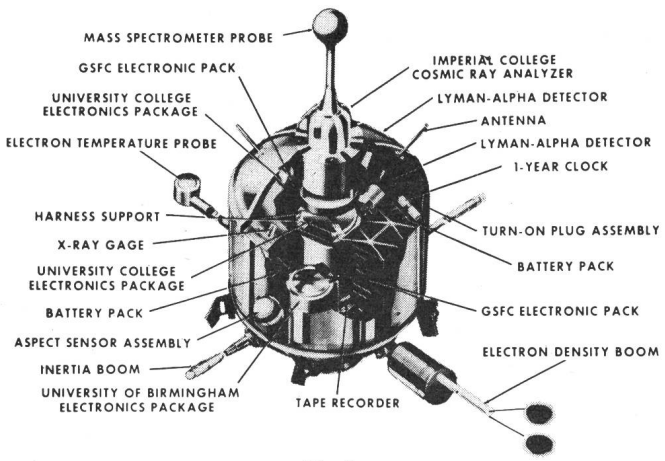


Fig. 3
Ariel I, vue en coupe du satellite

Cette liaison ne pouvant avoir lieu que pendant une fraction de la durée d'une révolution, il faut prévoir un moyen de stocker l'information à bord du satellite pour la restituer au moment du passage à portée de la station terrestre. Ce stockage constitue une mémorisation de l'information. Diverses techniques peuvent être utilisées: compteur électronique à flip-flops, mémoire magnétique à tores, mémoire magnétostrictive, enregistrement sur bande magnétique, enregistrement photographique, etc.

Selon le système de télémétrie adopté, les signaux y accédant doivent être du type analogique ou digital. Il faudra donc disposer de convertisseurs «digital-analogique» ou «analogique-digital» (par exemple volmètre digital).

La modulation elle-même peut exiger une transformation de l'amplitude des signaux analogiques en durée ou en fréquence, ce qui se fait avec des convertisseurs appropriés. Les différentes données peuvent être transmises successivement d'après le principe du multiplexage dans le temps. Suivant l'importance relative des mesures, certaines données doivent être transmises plus fréquemment que d'autres. Un programme prévoit la distribution des données selon une séquence appropriée. La commutation est effectuée dans une ensemble appelé «encodeur», le programme étant fixé par la «matrice d'encodage» [7; 8]. Ces principes sont illustrès par les figures suivantes représentant ce qui se passe à bord du satellite ARIEL. A gauche de la fig. 4, on distingue les capteurs (probes) suivis des circuits de conditionnement. Deux modes de fonctionnement sont prévus: le premier, à grande vitesse, transmet directement les informations au sol sans les stocker, le deuxième accumule les données à faible vitesse dans un enregistreur magnétique, tout au long d'une orbite, pour les restituer sur commande du sol.

La télémétrie illustrée à la fig. 5 est du type PFM/FM. Le groupement des données donne lieu à une suite d'impulsions de fréquence variable (5 à 15 kHz) selon la valeur des signaux analogiques. En ce qui concerne les données digitales on groupe 3 bit, ce qui donne 8 possibilités (en haut à droite de la fig. 5) auxquelles sont attribuées 8 fréquences distinctes. Les impulsions de synchronisation sont caractérisées par une durée plus longue et une fréquence donnant le rang de la séquence. L'enregistrement des données tout au cours de l'orbite se fait à une cadence 48 fois plus lente que celle de la transmission directe (diagramme du milieu de la fig. 5). La vitesse de défilement de la bande magnétique est alors très faible, environ 1/4″ par s. A la lecture, la bande défile avec une cadence 48 fois plus rapide (12″ par s) de sorte que les données sont retransmises au sol au même rythme et avec la même gamme de fréquences que pour la transmission directe rapide. Pendant les deux minutes nécessaires à cette retransmission, la transmission directe des données est interrompue (voir le programme de télémétrie au bas de la fig. 5).

La fig. 6 décrit le programme séquentiel de l'encodeur à grande vitesse. Les données sont réparties en séquences de 16 canaux, dont un de synchronisation permettant d'identifier la séquence (rang de la ligne du tableau). Seize de ces séquences forment le cycle complet, soit 256 canaux transmis en environ 5 s. Ce procédé de transmission rappelle le procédé d'analyse ligne par ligne d'une image en télévision, les 256 canaux constituant une image complète.

4. Exigences posées aux dispositifs à bord de satellites

La réussite d'une expérience spatiale est liée au bon fonctionnement de chacun des éléments intervenant dans la transmission de l'information. Il va de soi que c'est à bord du satellite, où une intervention humaine n'est généralement pas possible, si ce n'est par une télécommande très limitée dans ses possibilités, que les exigences posées sont les plus sévères. Par ailleurs, l'augmentation de la complexité des équipements a pour corollaire la nécessité d'une amélioration de la fiabilité de chacun des sous-ensembles et composants utilisés. Pour avoir une idée de l'ordre de grandeur des conditions imposées, on citera quelques chiffres concernant le système de conditionnement des données scientifiques de MARINER II, la sonde spatiale envoyée en 1962 en direction de la planète Vénus [9.] Ce système comprend environ

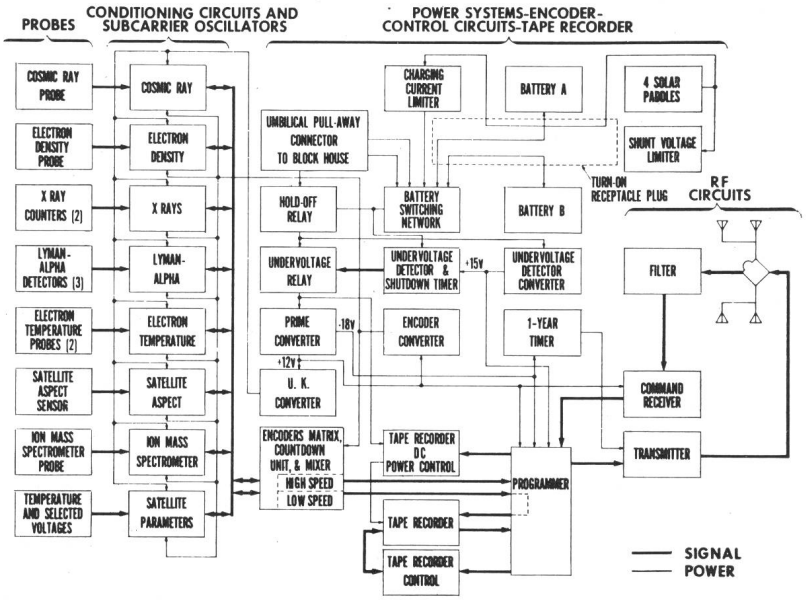


Fig. 4
Diagramme fonctionnel du traitement de l'information à bord du satellite Ariel I

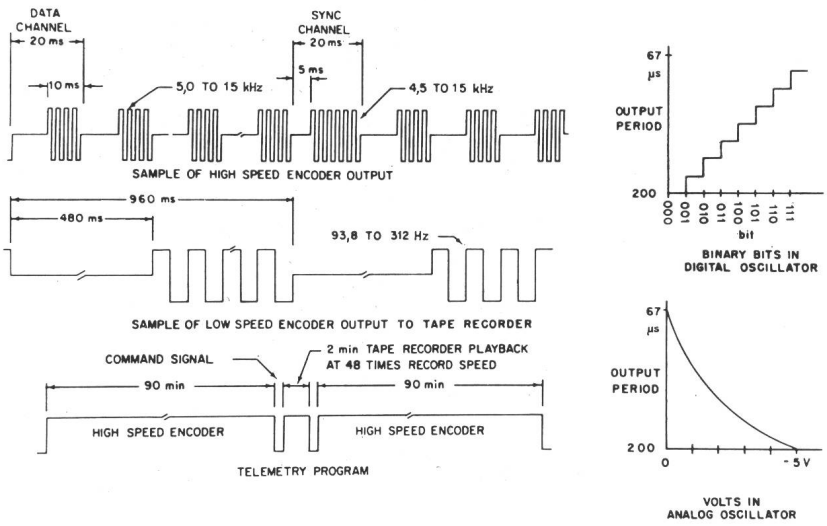


Fig. 5
Caractéristiques de la télémétrie du satellite Ariel I

3000 composants. Pour assurer une probabilité de 95 % de fonctionnement parfait du dispositif pendant 4 mois, il faut que la durée de vie moyenne de chacun des composants dépasse 20 000 ans, ce qui correspond à un taux de défaillance de 0,00057 % par mille heures. Un tel degré de fiabilité ne peut être obtenu que par une sélection de composants dûment éprouvés et dont les performances au cours du temps sont bien connues.

D'autres exigences, non moins faciles à satisfaire, sont celles concernant le poids et le volume des équipements ainsi que leur consommation de puissance. Par ailleurs, depuis la fabrication jusqu'à la mise sur orbite, le satellite est fortement sollicité, par des chocs lors du transport par des vibrations au cours du lancement, par de fortes variations de température, par les radiations, etc. La simulation de ces diverses ambiances permet de déceler sur les prototypes les défaillances éventuelles et de s'assurer le maximum de chances de réussite de l'expérience.

5. Technologie des dispositifs

Les exigences posées plus haut ont pour conséquence la nécessité non seulement d'utiliser du matériel à haute fiabilité, mais encore de procéder à une étude très soignée du fonctionnement de chacun des circuits et de l'ensemble du système. Chaque circuit sera calculé avec des marges de tolérance très larges. Le système présentera si possible une certaine redondance telle que la défaillance éventuelle d'une partie ne soit pas catastrophique pour l'ensemble de l'expérience. Une certaine flexibilité du système est souhaitée pour permettre de remédier par télécommande à une panne éventuelle ou de modifier l'expérience. La réalisation des circuits fait appel essentiellement à des dispositifs à semi-conducteurs: diodes et transistors au silicium, pour la plupart. Exceptionnellement un tube à vide sera utilisé (tube électromètre, par exemple). Les diverses formes de microminiaturisation, circuits intégrés ou à couches minces permettent de réduire considérablement le volume et d'améliorer la fiabilité [10]. Il faut s'attendre encore à de larges progrès dans ce domaine.

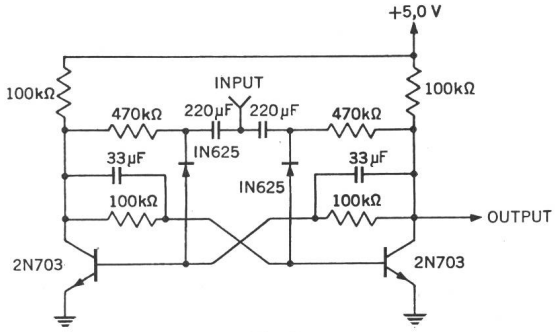


Fig. 7
Circuit flip-flop conventionnel

En ce qui concerne l'assemblage des circuits, la soudure par points — technique éprouvée dans la fabrication des tubes — est remise à l'honneur. Elle permet de gagner du poids et s'avère plus robuste que la soudure à l'étain.

Dans le domaine de la réduction de puissance consommée, de gros progrès ont été réalisés, ainsi que le montrent les quelques exemples présentés plus loin. Le flip-flop classique de la fig. 7 consomme environ 1 mW et est capable de travailler à une cadence de 5 kHz. Celui de la fig. 8 utilise un système de transistors complémentaires réduisant le courant consommé pratiquement au courant dans la charge extérieure [2]. Un gain appréciable est obtenu car, pour la même consommation de courant, il permet de travailler jusqu'à 250 kHz. On cite par ailleurs dans la littérature [9] des performances encore meilleures: 0,17 mW pour une fré-

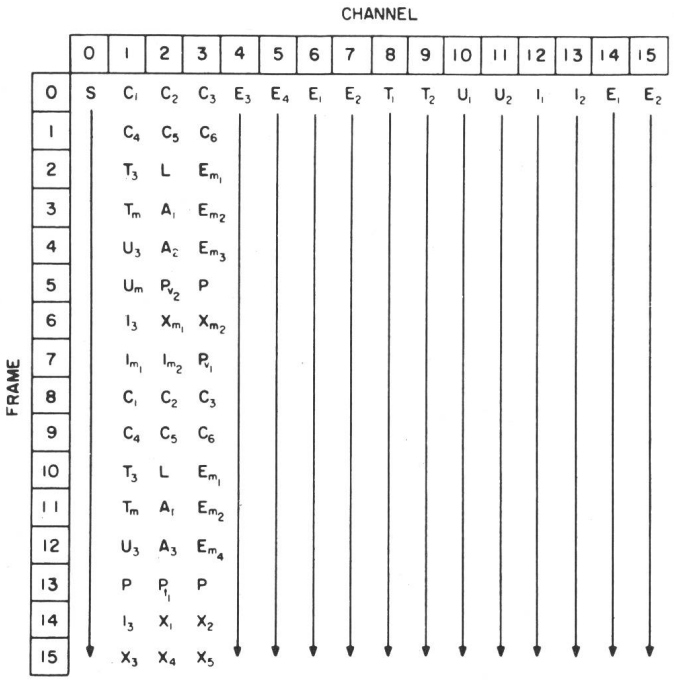


Fig. 6
Programme séquentiel de transmission des données
Les différents canaux, à l'entrée de l'encodeur, sont désignés par des lettres correspondant aux diverses expériences (cf. fig. 4):
U Electron temperature n° 1; *T* Electron temperature n° 2; *I* Ion mass spectrometer; *L* Lyman-alpha; *A* Satellite aspect; *P* Satellite parameter; *X* X-ray; *C* Cosmic rays; *E* Electron density

quence de travail de 30 kHz. Des circuits consommant une fraction de microwatt ont été expérimentés au Laboratoire d'Electronique de l'EPUL [11]. Il faut cependant être extrêmement prudent pour éliminer dans de tels circuits l'effet de parasites. La limitation de la fréquence de travail est donnée par les capacités parasites des éléments et par celles des connections [13; 14; 15].

Il est intéressant d'indiquer les performances obtenues dans un autre domaine, celui de l'enregistrement magnétique. L'enregistreur magnétique représenté à la fig. 9 est capable d'enregistrer environ 100 000 bit/m de bande, sur chacune des deux pistes, ce qui est le double de la densité généralement adoptée pour les équipements magnétiques standard [15]. La vitesse de défilement de la bande est d'environ 1 m/s à la lecture. L'enregistrement se fait à une cadence d'environ 5000 bit/s, la restitution au rythme d'environ 110 000 bit/s. Au cours de la durée maximum d'enregistrement de 4 h, environ $73 \cdot 10^6$ bit peuvent être accumulés et restitués au sol en 11 min seulement. Le taux d'erreur indiqué est inférieur à 1 sur 10^5 bit. Ces performances sont obtenues grâce à un système d'enregistrement diphasé. Le poids de cet enregistreur, monté à bord de la capsule GEMINI, est d'environ 7 kg, sa consommation d'environ 12,5 W.

6. Conclusions

La complexité croissante des expériences réalisées à bord de satellites ou autres engins spatiaux est accompagnée d'une augmentation considérable des informations à transmettre au sol. Les systèmes de télémesure sont toutefois limités dans leurs possibilités de transmission, ne serait-ce que par des raisons de largeur de bande disponible et d'interférence. Placé devant la nécessité de réduire le flux d'informations à transmettre au sol, sans en perdre le contenu, l'expérimentateur est conduit à faire exécuter à bord du satellite une partie du travail de dépouillement et d'exploitation des données qui serait effectué normalement au sol. Ceci revient à installer à bord un calculateur électronique approprié et à ne transmettre au sol que les résultats significatifs de l'expérience [2]. L'importance des équipements électroniques montés à bord du satellite en est augmentée d'autant, ce qui impose des conditions encore plus draconniennes à la fiabilité des composants et des systèmes utilisés [16]. La microminiaturisation sous forme de circuit intégré et de films à couche mince jouera à l'avenir, sans aucun doute, un rôle de plus en plus grand dans la réalisation des équipements spatiaux.

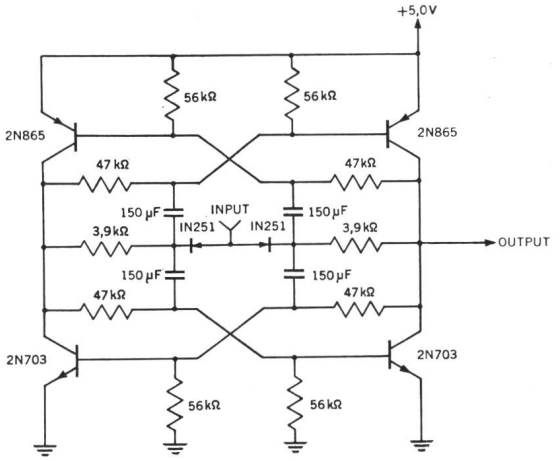


Fig. 8
Circuit flip-flop à symétrie complémentaire

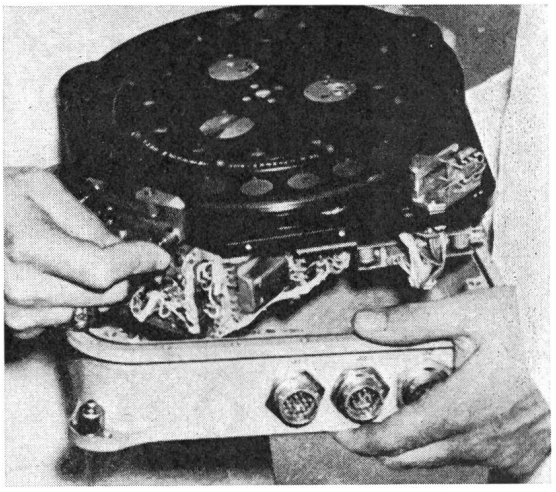


Fig. 9
Enregistreur magnétique miniature RCA, à hautes performances pour usage dans le satellite Gemini

Bibliographie

[1] *R. A. Stampfl:* The Nimbus Spacecraft and its Communication System as of September 1961. NASA TN D-1422, Washington, January 1963.

[2] *G. H. Ludwig:* Spacecraft Information Systems. NASA TN D-1348, Washington, October 1962.

[3] *C. T. D'Aiutolo:* The Micrometeoroid Satellite Explorer XII (1961 CHI). NASA TN D-2468, Washington, November 1964.

[4] *G. H. Ludwig:* Signal Conditioning for Satellite-Borne Energetic-Charged-Particle Experiments. NASA TN D-1080, Washington, August 1961.

[5] *U. D. Desai, R. L. Van Allen* and *G. Porreca:* Explorer XII Satellite Instrumentation for the Study of the Energy Spectrum of Cosmic Rays. NASA TN D-1698, Washington, May 1963.

[6] *E. H. Eberhardt:* Photomultiplicateurs pour le comptage d'électrons isolés. Rev. Télécommun. 40(1965)1, p. 116...126.

[7] *Goddard Space Flight Center:* ARIEL I — The First International Satellite — the Project Summary. NASA Sp-43, Greenbelt/Maryland 1963.

[8] *H. D. White:* On the Design of PFM Telemetry Encoders. NASA TN D-1672, Washington, June 1964.

[9] *R. C. Baron:* Designing Minimum Power Digital Circuits for Mariner II and other Spacecraft, in *E. Keonjian:* Micropower Electronics. AGARDograph No. 77, Pergamon London, 1964.

[10] *P. M. Feinberg:* The MRIR-PCM Telemetry System, a Practical Example of Microelectronic Logic Design. NASA TN D-2311, Washington, July 1964.

[11] *D. Mange:* Diviseur de fréquence à très faible consommation de puissance. Bull. techn. Suisse. rom. 90(1964)19, p. 334...336.

[12] *J. C. Sturman:* Micropower Transistor Logic Circuits. NASA TN D-1462, Washington, February 1963.

[13] *W. W. Gaertner, M. Schuller* and *H. Foodman:* Minimum-Power Microelectronic Space Systems. Trans. IEEE Aerospace AS-2 (1964)2, p. 241...251.

[14] *C. Husson:* Integrated Micropower Circuits. Trans. IEEE Aerospace AS-2(1964)2, p. 235...240.

[15] *A. S. Katz:* Space-Borne Recorder Triples Packing Density. Electronics 37(1964)23, p. 84...88.

[16] *L. N. St. James:* Economics Dictates Reliability. Trans. IEEE Aerospace AS-2(1964)2, p. 308...311.

Adresse de l'auteur:

R. Dessoulavy, professeur ordinaire à l'EPUL, titulaire de la Chaire d'Electronique, Chemin de Bellerive 16, 1000 Lausanne.

Fortsetzung auf Seite 1013

Suite voir page 1013

100:2

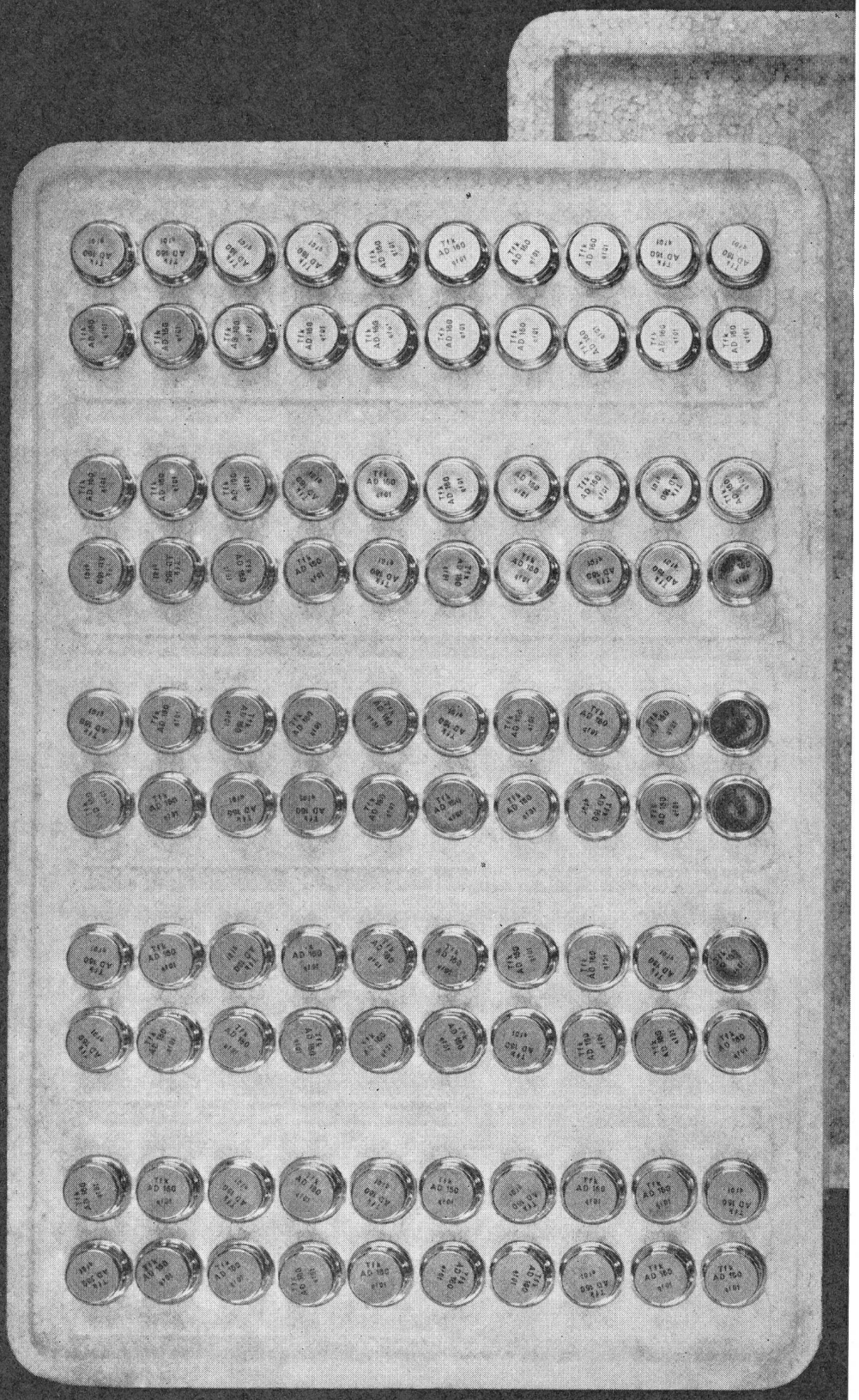
Diese Relation spricht für STYROPOR!

Bitte zählen Sie nach:
100 Kleinteile,
nicht nur rüttelsicher,
sondern auch übersichtlich,
in zwei aus STYROPOR gefertigten
Schaumstoff-Halbschalen verpackt.

Schaumstoffverpackungen
aus STYROPOR
bieten aber noch eine Reihe
weiterer Vorteile.
Niedrige Frachtkosten
durch geringes Verpackungsgewicht.
Zeitgewinn
durch schnelles Verpacken,
Entleeren und Wiederverpacken.
Raumersparnis durch Stapelfähigkeit
und geringen Platzbedarf
der Verpackung.
Leichte Übersichtlichkeit.

Haben Sie für Ihre Erzeugnisse
schon die richtige
Schaumstoffverpackung
aus STYROPOR?

Ausführliche Unterlagen
lassen wir Ihnen gerne zukommen,
ebenso Adressen von Firmen,
die Verpackungen
aus STYROPOR herstellen.
Bitte schreiben Sie uns.



BASF 1865 1965

adische Anilin- & Soda-Fabrik AG
00 Ludwigshafen am Rhein

®Styropor BASF

Vertretung für die Schweiz:
Organchemie AG
Bellerivestraße 67
8034 Zürich

Bitte senden Sie mir
weiteres Informationsmaterial

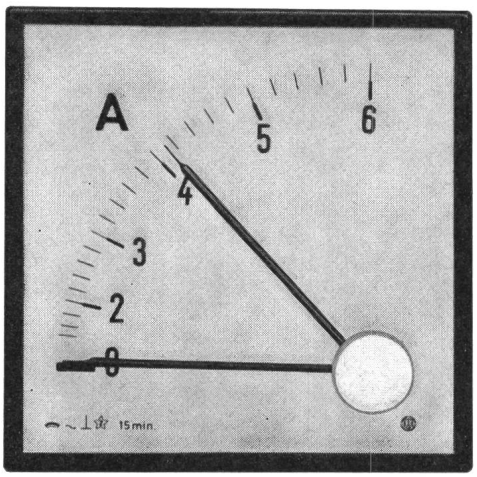
SEV 4502

Name

Beruf

Adresse

Neue Schalttafel-Instrumente



Bimetall-Strommesser

zur Überwachung der thermischen Belastung von Transformatoren, Kabeln, Maschinen usw.

- Klare, übersichtliche Skala
- Grössere Skalenlänge
- Keine störenden Skalenschrauben
- Neue DIN-Beschriftung
- Farbige Frontrahmen
- Einfachste Schalttafelmontage
- Einfacher Klemmenanschluss
- Eingebauter roter Schleppzeiger
- Rückstellknopf des Schleppzeigers plombierbar
- Preisgünstig dank wirtschaftlicher Fertigung

TRÜB, TÄUBER & CO. AG HOMBRECHTIKON/ZÜRICH

Solis Sonne

die modernste Quarzlampe

Nr. 142

Klein, leicht transportierbar, aber mit grosser Leistung. Kabel und Schutzbrille sind im Schaltergehäuse untergebracht — kein Kabel aufwickeln, kein Kabel nachschleppen. Brenner und Reflektor vollkommen geschützt — kein Staub, kein Bruchrisiko beim Aufbewahren. Die gefällige Form in neuzeitlichen Farben passt in jeden Wohnraum.

Fr. 98.—

Nr. 143

gleiche Ausführung, aber mit Kurzzeitmesser (1—15 Min.) zur Kontrolle der Bestrahlungszeit

Fr. 112.—

SOLIS Apparatefabriken AG 8042 Zürich

Stüssistrasse 48-52 Tel. (051) 26 16 16 (7 Linien)