

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

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

**Band:** 76 (1985)

**Heft:** 13

**Rubrik:** Im Blickpunkt = Points de mire

### **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:** 26.01.2026

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

# Im Blickpunkt Points de mire

## Informationstechnik Technique de l'information

### Blaulichtdiode marktreif

Halbleiterkristalle wie Gallium, Phosphor und Arsen strahlen seit über einem Jahrzehnt in roten, gelben und grünen Farben. Doch das blaue LED-Licht kam bislang über das Forschungsstadium nicht hinaus. Seit zwei Jahren verfügt Siemens jedoch über ein Herstellungsverfahren, mit dem Blaulichtdioden preisgünstig hergestellt werden können, ohne allerdings das Preisniveau der anderen Farben zu erreichen.

Die Blaulichtdiode (SLB 5410) strahlt mit 480 nm, Siliziumkarbid (SiC) ist das Ausgangsmaterial. SiC hat sich erst nach jahrelangen Forschungsarbeiten als optimaler Halbleiter für Blaulichtdioden herauskristallisiert. Gegenüber ZnSe oder GaN ist dieses Material zwar aufwendiger und teurer zu gewinnen, bringt jedoch einige wichtige Vorteile. So strahlt die SLB 5410 bei einer Flussspannung von typisch 4 V (20 mA), während für ZnSe oder GaN 10 V (20 mA) typisch sind. Unerreicht ist auch die Reinheit und Reproduzierbarkeit der blauen Strahlung mit 480 nm. Dazu

kommen eine hohe Impulsbelastbarkeit, eine enge spektrale Bandbreite und eine sehr niedrige Alterungsrate. Mit diesen Eigenschaften empfiehlt sich die neue Diode als Strahlungsquelle in der Spektroskopie, Biophysik oder Medizin, als Lichtquelle in der TV-Kameratechnik und Phototechnik und möglicherweise einmal auch für die blauen Leuchtpunkte flacher Bildschirme.

Für reine Anzeigenzwecke («Ein/Aus») dürfte die blaue LED allerdings weniger in Frage kommen als die roten, gelben und grünen LED. Von den höheren Kosten abgesehen sind im Vergleich zu herkömmlichen LED der Abstrahlwinkel und die Helligkeit eingeschränkt. Siemens gibt Werte von typisch 4 mcd (20 mA) in der optischen Mittelachse an, bei einem Halbwinkel von acht Grad.

(Mitteilung Siemens-Albis)

### Wanderwellen-FET auf GaAs

[Nach A.J. Holden et. al.: Gallium Arsenide Traveling-Wave Field-Effect Transistors, IEEE Trans. Electron Devices ED-32(1985)1, S. 61...66]

Das Konzept des Wanderwellenverstärkers ist seit langem bekannt. Nun wird es auch auf Verstärker mit GaAs-MES-

FET angewandt. In den letzten vier Jahren wurden einige monolithisch integrierte GaAs-Wanderwellenverstärker publiziert. Diese arbeiten mit einzelnen Transistoren, die über Mikrostripleitungen zusammengeschaltet sind. Im Gegensatz dazu ist der Wanderwellen-FET ein einzelner MES-FET mit sehr grosser Gatebreite. Die Wanderwellen laufen parallel zu der langen Kante des Gates; der Eingang ist an der einen Seite des Gates, der Ausgang an der anderen. Die Analyse dieser Struktur ist sehr kompliziert. Man geht in 3 Schritten vor (alle Berechnungen wurden numerisch auf dem Digitalrechner durchgeführt):

1. Die Gate-, Source- und Drainelektroden werden als System von gekoppelten Mikrostripleitungen analysiert. Es werden zunächst die Kapazitäts- und die Induktivitätsmatrix berechnet.

2. Der aktive Bereich des FET wird dadurch berücksichtigt, dass sein Ersatzschaltbild über die Gatebreite verteilt wird. Dadurch wird die Admittanzmatrix (1) um Terme ergänzt, welche die aktiven Elemente beschreiben.

3. Nun können die Eigenwerte und Eigenvektoren berechnet werden. Es ergeben sich 6 Moden (3 vorwärts und 3 rückwärts) entsprechend 3 unabhängige Eigenvektoren mit 3 Eigenwerten. Hierauf muss noch eine zusätzliche, verteilte Drain-Source-Kapazität mit gleicher Grösse wie die Gate-Depletionkapazität angebracht werden. Dadurch werden die Laufzeiten auf den Gate- und Drainleitungen gleich gross gemacht.

Damit findet man, dass einer der drei Moden in einem bestimmten Frequenzbereich tatsächlich einer zunehmenden Welle entspricht. Eine genauere Analyse dieses Modus zeigt, dass die Gate- und Drainspannung ungefähr gleiche Amplitude und eine Phasenverschiebung von näherungsweise 180° haben. Die Sourcespannung ist relativ klein. Deshalb hat man die folgende Beschaltung des Wanderwellen-FET gewählt: Die Source ist geerdet, Gate und Drain werden an einem Ende über einen Balun-Transformator mit zwei gegenphasi-

gen Spannungen gleicher Amplitude angesteuert, die Ausgangssignale werden am anderen Ende an Gate und Drain abgenommen und mit einem weiteren Balun kombiniert. Dabei muss noch eine gute Impedanzanpassung gewährleistet sein. Da diese nie ideal ist, wird die gesamte Struktur (Wanderwellen-FET und 2 Baluns) anschliessend analysiert. Vergleiche mit experimentellen Ergebnissen an einem FET mit 3,3 mm Gatelänge zeigten gute Übereinstimmung. Damit ist das Konzept des Wanderwellen-FET verifiziert. Es erlaubt potentiell hohe Verstärkung bei grosser Bandbreite (1-30 GHz) und könnte insbesondere bei mittleren Leistungen interessant sein.

E. Stein

### Mikrocomputer in den achtziger Jahren

[Nach P.L. Hazan: Microcomputing in the 80's. IEEE Computer 17(1984)10, p. 137...144]

In den letzten 15 Jahren haben sich die Mikrorechner vom 4-bit-Mikroprozessor mit 256 bit interner Speicherkapazität zum 32-bit-Supermikroprozessor mit einigen Mio Byte interner Speicherkapazität entwickelt. Neue Anwendungen, z.B. bei der Steuerung von Automaten oder bei Herzschrittmachern, prägen diese Entwicklungsphase. Die Verfügbarkeit grosser Speicherkapazitäten zu niedrigen Preisen, verbunden mit Netzanschlussfähigkeit, bestimmt die zukünftige Entwicklung. Während gestern noch Steuerungen von Vorrichtungen, Automaten, Unterhaltung im Vordergrund standen, richten sich zukünftige Entwicklungen auf Video-, Infrarot-, Optik-, Netzwerk- und Kommunikationstechnologien sowie auf Anwendungen im medizinischen Bereich aus. Neue Rechnerstrukturen und -algorithmen werden die zukünftige Entwicklung prägen. Ausfallsicherheit sowie Ausbau- und Anpassbarkeit werden wesentliche Kennzeichen von zukünftigen Entwicklungen sein, ebenso wie die vermehrte Anwendung von Firmware als Funktionseinheiten. Ähnlich einer Kompilation werden die Funktionseinheiten und ihre Verbindung je nach

### Apollo Computer

Die 1980 gegründete Apollo Computer Inc. mit Hauptsitz in Chelmsford (Massachusetts, USA) ist spezialisiert auf die Konzeption, die Herstellung und den Vertrieb von EDV-Systemen für den technisch-wissenschaftlichen Bereich. Nach eigenen Aussagen ist sie heute der führende Hersteller von Arbeitsstationen für den CAD/CAE-Bereich. Der weltweite Umsatz betrug 1984 215,9 Mio \$.

Anlässlich der Eröffnung ihres neuen Firmensitzes in Dietlikon ZH stellte die unter der Leitung von Claude L. Fer stehende schweizerische Tochterfirma ihre Marktstrategie und ihre Systeme der Presse vor. Danach sind die wichtigste Zielgruppe Anwender im technischen Bereich. Diese müssen sich auf eine hohe interaktive Rechenleistung abstützen und – über ein lokales Hochgeschwin-

digkeitsnetzwerk – auf gemeinsame Dateien, Programme und Grafiken zugreifen können. Die Apollo-Systeme decken hauptsächlich folgendes Anwendungsspektrum ab:

- die rechnergestützte Entwicklung (CAD) in Elektronik, Mechanik, Architektur, Konstruktion usw.,
- die Lösung komplexer technisch-wissenschaftlicher Probleme,
- die Informatik-Forschung,
- die Aufbereitung und Verarbeitung von integrierten Texten, Grafiken und 3D-Darstellungen,
- das Erstellen von Finanzmodellen, Simulationen und statistischen Analysen.

Die Domain-Systemarchitektur besteht aus einem lokalen Netz interaktiver Hochleistungsrechner mit einer gemeinsamen Dateistruktur, mit dem grosse Datenmengen äusserst rasch an eine grosse Zahl von Benutzern übermittelt werden können.



Zweck automatisch konfiguriert werden.

Die Entwicklungskosten für Rechneranwendungen werden wegen ihres grossen Komplexitätsgrades bedeutend höher ausfallen. Rechnergestützte Entwicklungshilfen müssen eingesetzt werden. Mit ihrer Hilfe werden automatisch logische Datenflusschartbilder aus Blockdiagrammen erzeugt. Kenngrössen von integrierten Schaltplättchen werden in einer Bibliothek gespeichert und können automatisch bei der Zusammenstellung zweckgebundener Schaltungskomplexe einbezogen werden. Auch Unterbaugruppen können so automatisch entworfen und in einigen Wochen vom Hersteller geliefert werden. Systembeschreibungssprachen gestatten auf einfache Art, Eingangs-/Ausgangskenngrössen, Formate, Folgesteuerungen usw. zu definieren. Fortschrittliche CAD-Werkzeuge werden die Entwicklung der notwendigen Funktionsblöcke, Logik, Schaltungstechnik, Bauteile und deren Vernetzung automatisch durchführen. Noch vor 1990 werden solche Entwicklungshilfen auf Mikrocomputern erhältlich sein. Sie werden die menschliche Kreativität wesentlich erweitern und die Zeiten zwischen Grundidee und Verwirklichung stark vermindern. Man schätzt, dass in den nächsten fünf Jahren mehr als 15 Mio Kleincomputer mit immer grösseren Lese-/Schreib-Speichern verkauft werden, und entsprechend wird auch das Softwareangebot, speziell dasjenige aus Japan, steigen. Ein beachtlicher Anteil an Entwicklungen wird der Komfort- und Ausbildungsverbesserung von Behinderten sowie dem Schulwesen im allgemeinen dienen.

C. Villalaz

#### EPFL: un superordinateur pour la recherche

En octobre prochain, un ordinateur CRAY 1 S 2000 prendra la place d'une des deux machines CYBER 855 au Centre de calcul de l'EPFL. Il s'agit du premier processeur haute performance – ou superordinateur – installé en Suisse. L'événement a une portée considérable pour l'EPFL, les hautes écoles suisses et l'industrie, puisqu'il donne enfin le moyen de déve-

lopper en Suisse les applications scientifiques et techniques de la simulation numérique.

L'avènement récent des ordinateurs équipés de processeurs à haute performance (PHP) rend accessible aux ingénieurs et aux chercheurs une grande variété de phénomènes jusqu'alors impénétrables à la théorie (par leur complexité) et à l'expérience (par le coût excessif des tests). La simulation numérique, troisième pilier de la recherche, confère à ceux qui la maîtrisent le pouvoir de progresser dans les disciplines qui sont pour la plupart à la clef du progrès scientifique et industriel moderne: la mécanique des fluides, la chimie moléculaire, la physique des semi-conducteurs, la science des matériaux, par exemple.

Or, la Suisse n'a pas de PHP. Il en existe déjà 40 en Europe occidentale et 130 dans le monde, les premières machines ayant été installées en 1976. Le retard pris par notre pays dans le domaine du génie informatique en général est particulièrement grave dans le cas des gros calculs numériques puisqu'il se répercute, amplifié, sur de nombreuses disciplines des sciences de l'ingénieur, ainsi que sur les sciences fondamentales.

Pour tirer parti de toutes les possibilités d'un PHP, il faut apprendre non seulement à construire des algorithmes et des programmes adaptés à l'architecture parallèle des ordinateurs, mais également analyser et structurer les problèmes différemment. L'ingénieur de la nouvelle génération doit avoir la possibilité de se former au calcul scientifique vectoriel et apprendre à se servir avec aisance du nouvel outil afin de pouvoir aider notre industrie et notre recherche scientifique à rester compétitives.

#### Simulation des Ethernet-Systems

[Nach W. Hoffmann, T. Kersting: Simulation von Ethernet unter Echtzeitbedingungen, rtp, 26(1984)11, S. 486...491]

Das serielle Bussystem Ethernet wird für mannigfaltige Aufgaben der Fertigungsleittechnik eingesetzt, z.B. für speicherprogrammierte Steuerungen, numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen, Roboter-Steuerun-

gen u. dgl. m. Die verschiedenen Teilnehmer, d.h. die Verarbeitungseinheiten, sind über die Sende- und Empfangs-RAM-Speicher, eine Anschalteinheit, Sende- und Empfangs-Zwischenspeicher und den Buskontroller mit dem Bus (Koaxialkabel) verbunden. Über diesen Bus werden Telegramme zwischen den Verarbeitungseinheiten und dem Prozessrechner ausgetauscht. Die entscheidenden Merkmale eines solchen Systems sind die Laufzeiten auf der Anschalteinheit und das Verhalten der Schnittstellen zu den Anwendersystemen. Für die Optimierung des Systems in konkreten Anwendungsfällen wurde seine vollständige Simulation mittels eines Grossrechners, auf Grund eines entsprechend definierten Modells, vorgenommen. Es wurden dabei folgende Annahmen getroffen: Anzahl der Teilnehmer 10 bis 120 (durchschnittlich etwa 60), Telegrammlänge 10 bis 512 Byte (durchschnittlich etwa 50 Byte), Datenrate auf dem Bus etwa 1000 kbit/s, maximale Telegrammhäufigkeit für einen Teilnehmer etwa 250 Telegramme pro Sekunde. Die Busauslastung beträgt etwa 2% (kritischer Wert etwa 40%). Das System kann auch Spitzenbelastungen bis 95% während etwa 3 ms verkraften. Die Simulation erlaubt die wesentlichen Zusammenhänge zu erkennen und das System demgemäss zu bemessen. Es wurde u.a. festgestellt, dass durch eine dezentralisierte Vorbehandlung der Daten die Belastung der zentralen Teile des Systems stark herabgesetzt werden kann. Ausserdem kann die Kapazität des Sende-Zwischenspeichers und der Sende- und Empfangsspeicher viel kleiner sein als diejenige des Empfangs-Zwischenspeichers.

J. Fabijanski

#### Telebanking über Videotex

Bereits im Rahmen des bis 1986 laufenden Videotex-Betriebsversuches bieten die Grossbanken ihren Kunden die Abwicklung von Bankgeschäften vom Fauteuil aus an. Täglich während zwanzig Stunden, an sieben Tagen in der Woche, steht den Teilnehmern z.B. das Telebanking-Angebot der SKA über die VTX-Nummer \*1900# unabhängig von Schalteröffnungszeiten zur Verfügung. Es

kann sowohl vom Büro als auch von zu Hause in Anspruch genommen werden. Es umfasst einerseits die öffentlich zugänglichen Daten und andererseits die geschützten Dienstleistungen, also die kundenbezogenen Daten. Ein speziell entwickeltes Sicherheitssystem, das die Zugriffsberechtigung zu den kundenspezifischen Daten prüft und Missbräuche verhindert, garantiert die Wahrung des Datenschutzes und des Bankgeheimnisses: Jeder Teilnehmer kann sein Passwort selbst wählen; dazu erhält er von der Bank eine Streichnummerliste. Allerdings erfolgt die Übermittlung unverschlüsselt.

Die allgemeinen Informationen beinhalten gegenwärtig die fortlaufend aktualisierten Deviseninformationen, die Edelmetall-, Münzen- und Notenkurse, das Konto- und Sparsortiment sowie die Reiseinformationen. Bei den geschützten, kundenbezogenen Daten umfasst das Startangebot die Zahlungsaufträge und Kontoauskünfte, wobei die aktuellen, aber auch die bis zu 90 Tage zurückliegenden Kontobewegungen abgerufen werden können. Ab Mitte Juli soll auch die Verarbeitung von Daueraufträgen und Stammlisten über Videotex möglich sein. Für den Herbst ist geplant, dass sogar Depotauskünfte eingeholt, Börsenaufträge erteilt und Obligationen sowie Kassenobligationen gezeichnet werden können. (Mitteilung SKA)

#### PTT fördern Videotex

Im Rahmen einer einmaligen Aktion beschaffen die PTT-Betriebe 500 Videotex-Terminals und geben diese interessierten Kunden vom 1. Juli an zu einem monatlichen Schnupperpreis von Fr. 43.- ab. Mit diesem Sonderangebot erhoffen die PTT eine weitere Belebung der Videotex-Nachfrage. Insbesondere soll so auch rasch die für den laufenden Betriebsversuch erhoffte Zahl von 2000 Teilnehmeranschlüssen erreicht werden. Zurzeit beteiligen sich rund 1500 Informationsbezüger und gegen 170 Informationslieferanten mit 20 Datenbanken am Versuch. Mit der kürzlich erfolgten Inbetriebnahme einer zweiten Videotex-Zentrale in Zürich verfügt das System über genügend Kapazität für über 3000 Anschlüsse. Die PTT



möchten den Betriebsversuch Ende Jahr abschliessen und dem Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement (EVED) Antrag über die definitive Gestaltung und Einführung des Videotex-Dienstes stellen.

(Aus PTT-Pressemitteilung)

## Energietechnik Technique de l'énergie

### Grenzen und Möglichkeiten elektrochemischer Stromspeicher

[Nach D. Berndt, Elektrische Bahnen 82(1984)11, S. 328...346]

Sekundärbatterien nützen elektrochemische Vorgänge zur Energieaufnahme und Abgabe aus. Verschiedene Randbedingungen schränken die Wahl von Elektroden- und Elektrolytkombinationen, welche hohe Zellenspannungen und grosse Energiedichten versprechen, sehr stark ein. Bis heute sind nur die altbekannten und bewährten Bleiakkumulatoren und Nickel/Cadmiumbatterien im praktischen Einsatz. Immerhin sind einige neue Systeme im Versuchsstadium und zum Teil schon in Erprobung.

Der Bleiakkumulator (Zellenspannung 2 V, Energiedichte etwa 40 Wh/kg) wird auch in absehbarer Zukunft das Feld beherrschen. Grosse Leistungssteigerungen sind nicht zu erwarten. Laufende Entwicklungen sollen die Zuverlässigkeit und den problemlosen Betrieb fördern. Neue Blei/Antimon/Selenlegierungen vermindern die Gitterkorrosion. Durch die Verwendung von neuen Glasvliesen mit Faserdurchmessern im  $\mu\text{m}$ -Bereich werden die dichten Bleiakkumulatoren neuen Auftrieb erhalten, welche absolut wartungsfrei sind. Allerdings müssen sie mit Ventilen ausgerüstet sein, welche den bei allen Bleiakkumulatoren entstehenden Wasserstoff ablassen.

Die Nickel/Cadmiumbatte-

rie (Zellenspannung 1,3 V, Energiedichte etwa 33 Wh/kg) hat sich ebenfalls auf breiter Basis durchgesetzt. Auch hier sind in Zukunft keine wesentlichen Leistungssteigerungen zu erwarten.

Die Nickelhydroxid/Zinkbatterie (Zellenspannung 1,72 V, Energiedichte etwa 60 Wh/kg) entspricht im Aufbau der klassischen Plattenbauart. Im Moment kann man nur mit etwa 200 Entladezyklen rechnen, weil sich die Zinkelektrode bei der Entladung im Elektrolyt löst und beim Wiederaufladen unkontrollierte Formen annimmt. Besondere Massnahmen zur Formstabilisierung müssen noch gefunden werden.

Batterien mit Schwefel/Lithium und Schwefel/Natrium schliessen die Verwendung von wässrigen Elektrolyten aus. Statt dessen kann man Salzsäuremelzen oder Festionenleiter verwenden. Diese sind aber erst bei Temperaturen von 350 bzw. 300 °C wirksam. Die erhöhte Temperatur stellt besondere Anforderungen an die Materialauswahl. Im Dauerbetrieb kann die Heizenergie aus den Verlusten gedeckt werden. Zum Anfahren muss sie von aussen zugeführt werden.

Die Schwefel/Lithiumbatterie (Zellenspannung 1,34 V, Energiedichte etwa 130 Wh/kg) ist als Plattenbatterie aufgebaut. Hitzebeständige Separatoren aus hochschmelzenden Verbindungen wie Bornitrit oder aus hochporösen Pulverschüttungen verhindern Kurzschlüsse, begrenzen aber den Ionenaustausch wenig. Als Elektrolyt dient eine Salzsäuremelze aus LiCl oder KCl.

Die Natrium/Schwefelbatterie (Zellenspannung 2,1 V, Energiedichte etwa 100 Wh/kg) ist rohrförmig aufgebaut. Als Separator und Elektrolyt dient ein zylindrischer Festionenleiter aus  $\beta$ -Aluminiumoxid mit eingelagerten Natriumionen. Bereits sind einige Versuchsfahrzeuge mit solchen Batterien in Erprobung.

Die Polymerbatterie (Zellenspannung 3,4 V, Energiedichte etwa 60 Wh/kg) basiert auf kürzlich entwickelten leitenden organischen Verbindungen. Als Elektrolyt wird Polycarbonat verwendet. Laden und Entladen geschieht durch Ein- und Auslagern von Fremdionen. Der Aufbau ist die klassische Plattenbauart, allerdings mit

sehr dünnen Folien und minimalen Elektrodenabständen. Die Entwicklung steckt noch in den Anfängen. Man kann aber schon jetzt voraussehen, dass dieser Batterietyp auf mittlere Belastungsstärken begrenzt bleiben wird.

Batterien mit getrennten Speichern für die Reaktionspartner sind ein Zwischenglied zu den Brennstoffzellen. Die eigentliche Zelle ist im wesentlichen der Reaktionsraum. Durch Umwälzpumpen werden die in positiven und negativen Elektrolyten gelösten Reaktionspartner durch die von einem ionendurchlässigen Separator unterteilte Zelle gepresst. In Entwicklung befinden sich Brom/Zinnbatterien (Zellenspannung 1,84 V, Energiedichte theoretisch bis 400 Wh/kg) und Chlor/Zinnbatterien (Zellenspannung 2,12 V, Energiedichte theoretisch bis 800 Wh/kg). Das Konstruktionsprinzip gestattet den Aufbau beliebig grosser Aggregate, aber der Aufwand an Pumpen, Rohrleitungen und Vorratsgefässen ist recht gross. Dazu kommen bei Chlor/Zinnbatterien Heiz- bzw. Kühleinrichtungen für die optimale Reaktionstemperatur beim Entladen bzw. Laden. Deswegen erscheint die Anwendung dieser Typen in Fahrzeugen fraglich.

-lbf-

### Systeme energetique pour station spatiale

[D'après A.F. Forestieri, C.R. Baraona: Space Station Power System. IEEE Trans. AES-20(1984)6, p. 666...671]

Le développement par la NASA d'une station spatiale habitée est un des plus anciens projets de cette organisation. Après les priorités données au programme Apollo puis à la navette spatiale, la NASA a reçu pour mission, en 1984, de «développer dans un délai de 10 ans une station spatiale occupée en permanence».

Le programme, d'un coût estimé à \$ 8 milliards, doit se réaliser en étroite collaboration avec les utilisateurs commerciaux, scientifiques et technologiques. Une participation internationale est d'une grande importance pour la réussite du projet. La station spatiale devra être habitable en permanence, autonome, fiable, évolutive, ré-

parable; elle remplira les missions les plus diverses: observatoire, laboratoire de recherche ou de production, atelier de réparation ou d'assemblage pour satellites, etc. Dans un premier temps, la station aura un équipage de 6 à 8 personnes; ses besoins énergétiques atteindront alors 75 kW en moyenne, dont 15 pour les besoins propres de la station et 60 pour ceux de la charge utile. Ultérieurement, ces chiffres sont susceptibles de doubler.

Les exigences posées au système d'alimentation en énergie sont multiples. Il doit pouvoir fournir une puissance élevée et présenter un encombrement minimum et un poids faible (notamment pour le stockage de l'énergie); il doit être aisé à entretenir, modulaire, d'une longue durée de vie, sûr et indépendant du sol; son coût doit être le plus bas possible.

Les sources d'énergie envisageables comprennent des panneaux solaires photovoltaïques de divers types, des machines thermodynamiques utilisant la chaleur solaire, ou encore, dans le futur, des systèmes nucléaires; une pile à combustible pourrait aussi être utilisée dans certains cas, de même qu'une transmission d'énergie depuis la terre par ondes laser ou micro-ondes. L'accumulation d'énergie pour la partie obscure de l'orbite pourrait se faire au moyen de cellules à combustible à régénération, de batteries NiH ou NiCd, d'un volant d'inertie ou de matériaux à changement de phase pour un stockage de chaleur.

Le système le mieux maîtrisé actuellement (cellules photovoltaïques et batteries NiCd) est aussi le plus encombrant: 290 kg et 30 m<sup>2</sup> par kW. Des valeurs 4 fois plus faibles pourraient être obtenues avec d'autres systèmes. Compte tenu du fait que la station spatiale sera autant que possible équipée des technologies les plus avancées à disposition avec une préférence pour les systèmes à faible risque, il est vraisemblable que l'option photovoltaïque soit retenue dans un premier temps. Le système «solaire thermique - cycle de Joule» ne sera probablement pas prêt à temps, tandis que la variante nucléaire, pour autant que les problèmes de coût et de sécurité puissent être résolus, est la plus attractive à long terme. P. Despons