

**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:** 70 (1979)

**Heft:** 23

**Artikel:** Les microprocesseurs : un outil pour le futur : compte rendu des Journées d'Electrotechnique 1979 à l'EPFL

**Autor:** Nicoud, J. D. / Hufschmid, J. / Lanthemann, B.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-905455>

### **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:** 17.03.2025

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

bis zu 140 Mbit/s. Die angegebenen Werte dürften mit Gradientenfasern kaum zu überschreiten sein. Man experimentiert aber bereits mit optischen Übertragungssystemen der zweiten Generation, die Monomode-Fasern verwenden. Hier hat man im Wellenlängenbereich von 1300...1600 nm mit Dämpfungen  $< 0.5$  dB/km zu rechnen; die Bandbreite bei 1 km Faserlänge beträgt ungefähr 50 GHz. Für dieselben Informationsflüsse resultieren die erstaunlichen Repeaterlängen von 80...100 km. Monomode-Fasern verlangen eine Lichteinspeisung durch Laser. Im erwähnten Wellenbereich stehen InGaAsP-Laser zur Verfügung, deren Lebensdauer und Zuverlässigkeit aber noch nicht ganz den nachrichtentechnischen Anforderungen genügen. Die Referenten

liessen jedoch durchblicken, dass es sich nur um eine Frage der Zeit handle, bis alle technologischen Probleme im Zusammenhang mit der Realisierung von optischen Übertragungssystemen der zweiten Generation gelöst seien und dass deren weltweite Verbreitung in wenigen Jahren zu erwarten sei.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Technische Symposium des Telecom '79 einen guten Querschnitt durch die heutigen Möglichkeiten, Aktivitäten und Probleme auf dem gesamten Gebiet der Nachrichtentechnik aufgezeigt hat. Mit Spannung darf man den weiteren Fortschritten entgegensehen, über die am Telecom '83 berichtet werden wird.

Prof. P. E. Leuthold, Zürich

## Les microprocesseurs : un outil pour le futur

### Compte rendu des Journées d'Electronique 1979 à l'EPFL

Les Journées d'Electronique 1979 ont réuni 490 participants, 7 conférenciers invités et 22 conférenciers de l'industrie et de l'Enseignement Supérieur. Les exposés généraux du premier jour ont permis d'introduire les notions importantes liées à la technologie, au logiciel, aux interfaces, à la standardisation, aux systèmes de développement et à la tolérance aux pannes. Les 7 sessions qui ont suivi ont montré différents points de vue dans les domaines des applications industrielles, du traitement d'information, du contrôle des composants, de l'architecture des commandes, de l'éducation et du développement des programmes. Deux tables rondes ont permis des échanges fructueux.

#### 1. Introduction

Pour la dixième fois, les Journées d'Electronique ont été organisées à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne par les professeurs *Dessoulavy* et *de Coulon*. Le thème des microprocesseurs a été choisi, comme en 1974, et le professeur *Nicoud* a été responsable du programme. En 5 ans, les microprocesseurs ont évolué de façon significative et ont pénétré dans tous les domaines de l'ingénieur électricien. L'appel aux conférenciers lancé à fin 78 avait apporté 55 propositions, dont seulement 22 ont pu être incorporées dans le programme final. Ces contributions ont été complétées par 7 conférences générales invitées le premier jour. Un programme intéressant recouvrant assez bien l'ensemble des problèmes actuels liés aux microprocesseurs en est résulté<sup>1)</sup>. La participation s'est élevée à 490 personnes inscrites, avec environ 90% de Suisses et 40% des conférenciers suisses.

#### 2. Exposés généraux

L'allocation de bienvenue par le professeur *B. Vittoz*, Président de l'EPFL a été suivie de 7 exposés de synthèse recouvrant les principaux problèmes associés aux microprocesseurs.

*J. D. Nicoud* (EPFL) a introduit quelques concepts importants et mis en évidence les étapes d'évolution de chaque microprocesseur. Ces étapes tendent à s'allonger, en particulier le temps séparant l'annonce d'un nouveau processeur et sa disponibilité effective.

Les possibilités de l'intégration à large échelle ont été présentées par *K. Ziebert* (Siemens Munich). Le propos a été illustré par un film étonnant, réalisé au microscope électronique, montrant, grâce à un contraste de tension, les pulsations d'un microprocesseur en fonctionnement.

Le problème important de la programmation a été traité par *H. Lienhard* (Landis et Gyr). Celui-ci a insisté sur la nécessité de langages adaptés au temps réel et a montré que seuls des langages bien structurés comme le PORTAL, par opposition à des langages dits naturels, permettent la résolution de problèmes complexes.

Le domaine des interfaces a été traité par *H. Schmid* (General Electric USA). Des progrès significatifs sont en train d'être effectués tant pour les interfaces digitaux complexes (processeurs satellites) que pour des interfaces et processeurs analogiques ou pour des interfaces humains, par exemple pour la reconnaissance et synthèse de la parole.

L'effort un peu tardif sur les standards a été décrit par *P. Kraeger* (Université de Pulmann, USA). La rapidité de l'évolution empêche les grands organismes de standardisation de réagir en temps voulu. Aux USA, des groupes d'ingénieurs encouragés par l'IEEE ont standardisé le bus S-100 et le Multibus et préparent maintenant des bus futurs parallèles ou série, ainsi que des standards sur les nombres en virgule flottante et les langages de bas et de haut niveau.

Le développement et le test d'un système microprocesseur est une opération importante, qui a été développée par *B. Hordos* (Millenium Systems, USA). Les oscilloscopes et analyseurs logiques nécessitent une connaissance approfondie du matériel et de l'application. Pour la maintenance, l'émulation et l'analyse par signature permettent une action plus rapide, mais doivent être prévues lors de la conception du système.

Le dernier exposé général a été donné par Madame *G. Saucier* (Université de Grenoble) sur le problème de la tolérance aux pannes dans les systèmes à microprocesseurs. Un tel système peut être conçu de façon à optimiser la fiabilité (retarder l'apparition d'une panne), ou la sécurité (diminuer l'intervalle de temps entre une panne et la détection de celle-ci), ou encore la disponibilité (diminuer la durée des pannes). Le problème de la sécurité, aussi bien du matériel que du logiciel, est le plus difficile à résoudre. Dans la plupart des applications, un compromis entre la fiabilité, la sécurité et la disponibilité doit être fait, et des points de reprise, suivant un sauvetage de l'état du système, doivent être prévus pour augmenter la sécurité.

#### 3. Exposés techniques

##### 3.1 Méthodologie pour les applications industrielles

Six papiers, dont quatre représentant les points de vue de grandes entreprises de notre pays, ont montré que les microprocesseurs sont des outils efficaces pour la commande de processus complexes. Des interfaces «intelligents» résolvent les problèmes de communication entre plusieurs processeurs reliés entre eux. Dans la conception de ces systèmes multiprocesseurs, une méthode descendante (top-down) est recommandée avec une politique de contrôle décentralisé. Ceci implique le partage des différentes tâches du système à des sous-systèmes autonomes, de façon à réduire les transmissions de données et améliorer le temps de réponse lors d'un défaut survenant à un niveau inférieur.

##### 3.2 Applications en informatique

La liaison de terminaux variés et de systèmes d'acquisition de données avec un gros ordinateur n'est jamais évidente. Avec des interfaces à microprocesseurs, une très grande souplesse est obtenue,

<sup>1)</sup> Les comptes rendus des Journées d'Electronique peuvent être obtenus pour le prix de Fr. 50.- au Secrétariat des Journées d'Electronique, Bellerive 16, 1007 Lausanne.

si une conception correcte du logiciel des interfaces permet de suivre les évolutions du système d'exploitation et des protocoles de communication. Dans les équipements informatiques eux-mêmes, en particulier les stations clavier-écran-imprimante, les microprocesseurs trouvent de très nombreuses applications.

### 3.3 Fiabilité et contrôle des composants

Trois présentations ont permis de considérer ce problème très important pour les entreprises soucieuses de la qualité de leurs équipements. La complexité des composants rend difficile leur qualification. L'analyse du test du microprocesseur 8085 a mis en évidence cette affirmation. Le coût du test, relativement élevé à cause du coût élevé des installations de test, doit être comparé aux coûts de fabrication et de dépannage avant et après livraison du produit.

La table ronde qui a suivi est revenue sur le problème des coûts du test, en liaison avec les quantités testées. Ce coût dépend essentiellement de la longueur du programme de test et de son apprentissage par la machine. Il faut, bien entendu, que le nombre de pièces testées soit suffisamment élevé. L'apprentissage peut se monter dans le meilleur des cas à une centaine de francs. Dans le cas général, on effectue un test paramétrique suivi d'une analyse fonctionnelle: son coût peut être compris entre 2 et 5 francs suisses. Le test de déverminage statique (haute température et chocs thermiques) est très bon marché. On peut aussi essayer le microprocesseur avec quelques périphériques: coût très variable (de 4 à 40 francs par pièce). L'analyse fonctionnelle ne permet pas de déterminer les causes matérielles des pannes. A cet effet, on effectue un examen physique au microscope. Les défauts les plus fréquents sont dus à un mauvais alignement de masquage. Les autres anomalies les plus fréquentes sont visibles lors du fonctionnement aux limites de la tension d'alimentation ou fréquence d'horloge proche du maximum. Elles sont détectables par des «shmoos plots» effectués dans des conditions limites.

Le problème du test des composants par les fabricants eux-mêmes a aussi été évoqué. La raison majeure de l'absence de test est économique. Les composants sont fabriqués en très grande quantité et doivent être livrés dans des délais très courts: cela s'oppose à un test qui prendrait du temps et serait coûteux. D'autre part, ces composants sont aussi utilisés sur des marchés à basse qualité et il est toujours possible de se procurer de la qualité militaire, nettement plus chère. Il est d'autre part conseillé de tester de façon complète les composants entrant dans la fabrication de plaques, afin d'éviter des pannes précoces: test régulier des lots de composants et échantillonnage des grandes quantités.

### 3.4 Architectures spéciales

Trois approches différentes ont fait l'objet de cette session. La première conférence sur l'utilisation des circuits processeurs en tranches n'a pas pu être présentée. La seconde a montré l'utilisation de microprocesseurs pour une centrale téléphonique privée. La troisième a développé l'aspect très intéressant du microprocesseur horloger. La conception de celui-ci pose un ensemble de problèmes nouveaux en microinformatique, en particulier le problème de la consommation de puissance, qui oblige à une architecture particulière de l'unité de commande.

### 3.5 Commande de moteurs

Les moteurs alternatifs, continus ou pas à pas se prêtent bien à une commande par microprocesseur. Pour un bras de robot, par exemple, un microprocesseur Z80 a permis une précision élevée et une grande flexibilité de mouvements par modification du programme ou de ses paramètres. Pour l'étude des moteurs eux-mêmes, le microprocesseur apporte une meilleure connaissance du comportement dynamique et de ses instabilités. Il permet également de définir les caractéristiques d'un moteur accouplé à une charge.

### 3.6 Education

L'éducation dans le domaine des microprocesseurs concerne aussi bien les étudiants que les ingénieurs déjà dans la pratique. Un matériel adéquat incluant des interfaces et des dispositifs réels doit être prévu pour concrétiser les notions d'architecture, de technologie des interfaces et de logiciel. La méthodologie de l'enseignement de la programmation est particulièrement importante: technique d'analyse du problème et programmation structurée sont les mots-clés de méthodes encore en plein développement.

### 3.7 Développement des programmes

Le microprocesseur est également un outil important pour le développement de programmes pour microprocesseurs. Seul ou associé à un ordinateur central, il permet d'accélérer l'assemblage ou la compilation de programmes, et le transfert du code produit dans le système lié à l'application.

La liaison entre le système de développement et le système d'application selon une approche maître-esclave est plus simple que l'émulation et permet une mise au point rapide.

La table ronde qui a suivi a permis de débattre plusieurs problèmes liés au développement d'un système à microprocesseur.

Une première question concernait l'avenir des bus actuels, tels que Multibus, en face des bus futurs en développement. Une certaine compatibilité sera garantie au moyen d'adaptateurs, mais il faut réaliser que les bus futurs visent un objectif différent des bus actuels employés de manière interne pour la communication entre processeur et mémoire. Les bus futurs serviront à la communication entre systèmes. Ils pourront être classés en deux groupes: les bus multi-processeurs et les bus pour réseaux locaux. Les transmissions de données s'effectueront par paquets (blocs) de bits, le bus série étant réservé aux moyennes distances (environ 2 km). Le bus IEEE 488, orienté vers l'instrumentation, sera partiellement remplacé par ces nouveaux bus pour les applications à haute performance.

Une question concernant l'utilisation de l'assembleur ou du langage évolué dans les applications futures n'a pas reçu la réponse binaire que certains attendaient. Les deux approches ne sont pas incompatibles ou exclusives et le langage d'assemblage conservera de larges champs d'application. Toutefois, la formulation en langage évolué doit exister, comme commentaire et pour mieux mettre en évidence la structuration du problème ou même forcer celle-ci.

L'impact des processeurs 16 bits sur le marché a également été une source de questions. En ce qui concerne le logiciel, la tendance actuelle restera de vigueur pour les processeurs 16 bits. Les processeurs 8 bits ne sont cependant pas appelés à disparaître complètement (le 8080 existe déjà depuis 5 ans et est toujours utilisé); ils seront principalement utilisés par les industries (les nouveaux développements coûtent cher et il faut amortir les développements passés), en tous cas pour les deux à trois ans à venir. Les processeurs 16 bits seront réservés, dans un premier temps, aux contrôles de procédés.

Une question relative aux bibliothèques de programmes a suscité bon nombre de commentaires. Comme il n'existe pas de bibliothèque centrale (banque de programmes), le programmeur passe généralement près de 60% de son temps à refaire ce que d'autres ont déjà fait. Une bibliothèque de programmes n'est vraiment utile que si ceux-ci sont clairement expliqués, car il est souvent plus difficile d'essayer de comprendre un programme écrit par quelqu'un d'autre que de la récrire.

Une question très intéressante demandait quel devait être le rapport matériel/logiciel dans le développement d'un projet. Il est à remarquer que le matériel coûte de moins en moins cher, tandis que le logiciel voit son prix augmenter de manière quasi exponentielle. Pour le développement du logiciel, de petits groupes de une à trois personnes sont préférables à de grandes équipes.

Une dernière question demandait comment acquérir de l'expérience dans le domaine des microprocesseurs et combien de temps cela prenait. L'expérience s'acquiert en suivant des cours (université, indépendants) ou des séminaires de un ou de plusieurs jours, souvent organisés par les fabricants de microprocesseurs. Pour avoir une formation d'ingénieur (débutant) en logiciel, il faut compter 700 à 1000 heures de travail.

J. D. Nicoud, J. Hufschmid, B. Lanthemann,  
J. Rakotomalala, H. Radlet, H. Cattin, EPFL