

# L'ingénieur en microtechnique, une nouvelle formation académique

Autor(en): **Burckhardt, C. W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **73 (1982)**

Heft 19

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-905026>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# L'ingénieur en microtechnique, une nouvelle formation académique

C.W. Burckhardt

621.38-051:378.6(494);

## La microtechnique, un exemple de coopération

Depuis le milieu du siècle dernier, la Suisse a acquis une renommée mondiale dans le domaine des produits de la microtechnique tels que les appareils pour les télécommunications, les produits horlogers, les instruments électriques et beaucoup d'autres appareils de petite dimension.

Jusque dans les années 1960, la formation dans les écoles polytechniques tenait peu compte des exigences de l'industrie microtechnique, alors que les écoles d'ingénieurs ont toujours fait des efforts pour former des ingénieurs en microtechnique. Sur l'initiative de l'ASMT (Association suisse de microtechnique), des chaires de microtechnique ont été créées en 1968 à l'EPF-Zurich et en 1969 à l'EPF-Lausanne, l'enseignement étant placé dans le cadre des études d'ingénieur mécanicien. Cependant, cette solution était peu satisfaisante; en particulier, le nombre des ingénieurs avec spécialisation dans le domaine de la microtechnique est resté insuffisant. C'est pourquoi l'ASMT a mis tout en œuvre pour qu'un nouveau diplôme spécialisé et orienté vers la microtechnique soit créé. Le plan d'études d'ingénieur en microtechnique, mis au point par l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne et l'Université de Neuchâtel, répond bien à la demande de l'industrie. Ce type d'études s'étend sur quatre ans; il a été offert aux étudiants à partir de l'automne 1978. Dès cette date, l'enseignement universitaire en microtechnique, restructuré sur le plan suisse, est organisé de la manière suivante:

- Le premier cycle d'études (deux ans) peut être accompli à Neuchâtel, à Lausanne ou à l'EPF-Zurich.
- Le deuxième cycle (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années) se fait uniquement à Lausanne, avec le concours de professeurs de l'Université de Neuchâtel.
- Le diplôme (titre d'ingénieur en microtechnique) est délivré par l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Tandis que le premier cycle d'études vise à assurer une bonne formation scientifique de base, l'enseignement du

deuxième cycle est appuyé par l'activité de recherche menée par différents instituts de l'EPFL, notamment par l'Institut de Microtechnique, l'Institut Interdépartemental de Micro-Electronique, le Laboratoire de Physique Appliquée et par l'Institut de Microtechnique de l'Université de Neuchâtel.

La coordination de la microtechnique en Suisse ne se limite pas à la formation des ingénieurs en microtechnique, elle concerne aussi la recherche. La Fondation Suisse pour la Recherche en Microtechnique, avec siège à Neuchâtel, a pour but de rechercher de nouvelles technologies, de diffuser et au besoin d'adapter les technologies inventées ailleurs et de promouvoir la microtechnique dans l'industrie. A cette fin, elle établit une collaboration organique et durable entre les Ecoles Polytechniques Fédérales de Lausanne et de Zurich, l'Université de Neuchâtel, le Centre Electronique Horloger S.A., le Laboratoire Suisse de Recherches Horlogères et tout autre centre de recherche ou entreprise intéressée qui désire s'y associer. Elle recherche d'autres collaborations par voie contractuelle (mandats de recherche).

## Qu'est-ce que la microtechnique? <sup>1)</sup>

Les machines développées par l'ingénieur et, en particulier, par celui de l'industrie peuvent être groupées grossièrement en trois catégories selon l'objet principal concerné, à savoir:

- l'énergie (par exemple générateurs, moteurs, turbines),
- la matière (par exemple machines-outils, machines textiles, installations de génie chimique),
- l'information (par exemple montres, téléphones, instruments de mesure).

La microtechnique s'occupe, quant à elle, principalement des machines (instruments, appareils) qui acquièrent et traitent l'information. De plus, on inclut dans les produits de la microtechnique des machines de petites dimensions qui transforment l'énergie (par exemple les petits moteurs) ou la matière (par exemple les appareils électro-ménagers). L'incorporation de ces petites machines dans le même groupe se justifie sur le plan de la technologie qui caractérise la microtechnique. En effet, les appareils ou leurs composants sont de petites dimensions et ils sont fabriqués en séries généralement importantes.

Ces deux aspects conduisent aux considérations technologiques suivantes:

- On utilise des procédés de fabrication particuliers qui tiennent compte des petites dimensions des éléments et de leur production en série.
- Les dimensions et la forme des éléments dépendent davantage des possibilités de fabrication que des exigences strictes de leur fonction.

<sup>1)</sup> La définition qui suit est extraite de l'étude «Objectif Microtechnique 77» de l'ASMT.



Fig. 1 Capteur de force inductif à 6 composants

(Diamètre réel: 90 mm.) Placé dans un système mécanique (p.ex. le poignet d'un robot) et relié à un microordinateur, il mesure les efforts développés au cours d'une manipulation.

On constate donc que dans la microtechnique, l'aspect *fabrication* d'un appareil est, dès l'abord, aussi important que celui de sa *fonction*.

Ces quelques considérations montrent que loin d'être purement une branche académique, la microtechnique est orientée d'abord vers certains produits de l'industrie. Remarquons aussi que plusieurs disciplines sont souvent réunies dans un appareil de microtechnique. Parmi celles-ci la mécanique, l'électro-mécanique, l'électronique et l'optique jouent un rôle important. Les tendances actuelles exigent une miniaturisation continue susceptible de créer des appareils de petites dimensions facilitant une production rentable, économisant l'énergie et offrant une grande fiabilité. Ce développement est aujourd'hui fortement favorisé et accéléré par les progrès de la micro-électronique.

L'étude «Objectif Microtechnique 77» montre également que l'industrie microtechnique revêt une importance comparable à celle de l'industrie des machines ou de l'industrie chimique pour l'économie suisse d'exportation. C'est un fait dont on a, jusqu'à maintenant, pris trop peu conscience, tant pour la formation que pour la recherche dans nos hautes écoles.

Depuis quelques années, on constate une forte pénétration de l'électronique et, en particulier, de la micro-électronique dans les produits microtechniques. Le programme de formation d'ingénieurs en microtechnique tient largement compte de cette tendance tout en étant suffisamment souple pour s'adapter à l'évolution rapide dans ce domaine. *Il élimine, en particulier, la séparation classique entre l'électronique et la construction mécanique* et insiste sur les aspects technologiques dans la formation de l'étudiant.

### Profil de l'ingénieur en microtechnique

La tâche fondamentale d'un ingénieur universitaire de ce type est la conception de produits spécifiques de la microtechnique. Comme tous les ingénieurs des écoles polytechniques, il doit avoir une bonne base théorique en mathématiques et en physique. De plus, il doit être à l'aise dans les questions technologiques. Il faut donc, dès le début de ses études, l'habituer au travail de conception et le familiariser avec les procédés de fabrication.



Fig. 2 Papillomètre, instrument utilisé en ophtalmologie

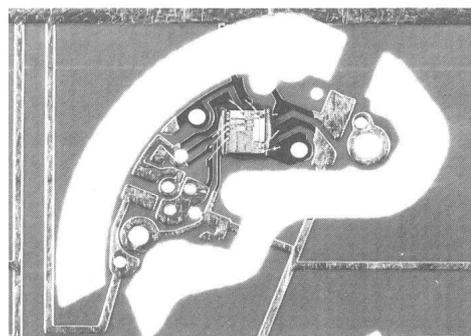


Fig. 3 Circuit intégré relié à un circuit imprimé de montre par le procédé «wire bonding» (bonding par fil)

Les produits de la microtechnique font de plus en plus appel à des techniques mixtes comprenant à la fois des éléments mécaniques et électroniques. L'ingénieur microtechnicien doit donc connaître les possibilités et les limites d'une construction mécanique aussi bien que celles d'un système électronique. Il doit être en mesure de tracer de manière optimale, fonctionnellement et économiquement parlant, la frontière entre ces deux domaines.

Comme tout ingénieur de formation universitaire, l'ingénieur microtechnicien doit pouvoir maîtriser une méthode de travail lui permettant d'acquérir rapidement les connaissances d'une nouvelle technologie.

### Caractéristiques du nouveau plan d'études

Pour donner, dès le début, le caractère «microtechnique» à ce plan d'études, un cours avec exercices de six heures par semaine consacré aux «composants de la microtechnique» est donné durant le deuxième et le troisième semestre. Il traite d'un grand nombre d'éléments de la microtechnique mécanique (paliers, engrenages, boîtiers, etc.), ainsi que des composants mécaniques de la micro-électronique. Son but est d'assurer la sensibilisation de l'étudiant à des problèmes de la microtechnique. A l'aide d'études à la planche à dessin, il doit le familiariser avec la construction en microtechnique et lui donner la maîtrise du langage du dessin. Une formation de base en électronique et en physique des semi-conducteurs est également comprise dans le premier cycle d'études.

L'enseignement de la micro-électronique, prévu au deuxième cycle, met l'accent sur la technologie. Cet enseignement permet à l'étudiant, s'il le désire, de faire un projet en micro-électronique au 8<sup>e</sup> semestre et, éventuellement, un travail de diplôme dans ce domaine.

Le deuxième cycle comprend dans la troisième année les cours de base nécessaires à la profession. La quatrième année est réservée essentiellement à deux grands projets comprenant environ 200 heures chacun, l'un pendant le 7<sup>e</sup> semestre et l'autre durant le 8<sup>e</sup> semestre. Ce cycle comprend également un cours d'optique. Cette branche est essentielle

pour l'ingénieur en microtechnique: le cours commence par l'optique géométrique classique et conduit jusqu'à l'optique cohérente et aux bases de l'optique intégrée.

Dans son esprit, le plan d'études est conforme aux recommandations du rapport «Objectif Microtechnique 77», élaboré par l'ASMT, l'un de ses buts essentiels étant la suppression de la barrière entre l'électronique et la mécanique telle qu'elle existe encore dans les plans d'études des écoles polytechniques.

En résumé, l'objectif est d'assurer une formation cohérente et de haut niveau en micro-mécanique, électro-mécanique, électronique, micro-électronique et optique.

### **Premiers résultats**

Actuellement, la répartition des étudiants dans la nouvelle section de microtechnique est la suivante:

Nombre d'étudiants	
1 <sup>re</sup> année	50
2 <sup>e</sup> année	20
3 <sup>e</sup> année	10
4 <sup>e</sup> année	10

Le succès remporté auprès des jeunes est donc remarquable. Il semble que l'afflux se stabilise autour de 50 étudiants, ce qui correspond à peu près à l'estimation de la demande de l'industrie suisse. Pour le moment, la réaction de l'industrie n'est pas connue, car aucun diplômé n'a encore quitté l'Ecole. Il est en tout cas réjouissant de constater que le nombre des inscriptions dans la section de microtechnique est actuellement comparable à celui des sections de mécanique et de génie civil.

### **Adresse de l'auteur**

*C.W. Burckhardt*, professeur EPFL, Institut de Microtechnique, EPF-Lausanne, 1015 Lausanne.