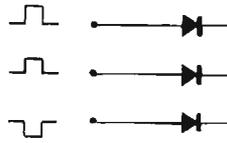


OUI



NON

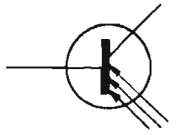
$$1 + 1 = 10$$

$$10 + 10 = 100$$

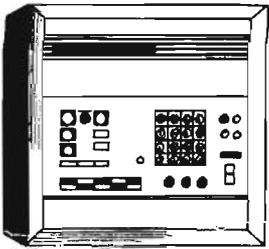
$$1000 - 100 = 100$$

$$11 \times 11 = 1001$$

ET



OU



INITIATION AU CALCUL ELECTRONIQUE

L'ORDINATEUR A L'USINE

A la dernière Biennale de la Machine-Outil, qui s'est tenue au C.N.I.T. en avril dernier, la S.T.A.D. (Société de traitement automatique des données) exposait un terminal de time-sharing relié par ligne téléphonique ordinaire à un ordinateur Univac 1108.

Ce terminal permet le fonctionnement, sous la commande de l'ordinateur, d'oxycoupeuses à commande numérique Messer-Guisheim. Grâce à un programme appelé Mingo, qui permet d'écrire les diverses instructions de la commande, dans un langage simplifié, l'utilisateur peut décrire, la forme de la pièce à usiner directement à l'ordinateur installé à

distance : l'ordinateur exécute le programme et renvoie par téléphone au terminal des instructions traduites sur place en ruban perforé. Ce ruban perforé sert à la commande de l'oxycoupeuse.

LA MACHINE-OUTILS A ORDINATEUR

L'oxycoupeuse à commande numérique est une application, parmi tant d'autres, de l'utilisation de l'informatique dans les ateliers de production et de fabrication. La commande numérique de machines-outils a permis de façonner des formes les plus complexes, ce qui était impossible à obtenir avec les méthodes conventionnelles.

Des langages orientés vers la production ont été mis au point dans lesquels on définit la géométrie et la technologie des pièces à usiner. A la fin des années 1950, plus de cent programmes ont été ainsi développés, principalement aux Etats-Unis, par l'industrie aéronautique. A l'époque, on ne parlait que d'A.P.T. (Automatically Programmed Tool, soit : « outils à programmation automatique »).

Un système APT complet a été, en 1957, développé d'abord au Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) puis ce travail s'est poursuivi dans une autre université américaine : l'Illinois Institute of Technology Research Institute (I.I.T.R.I.) située à Chicago. Le système en question permet à l'utilisateur de définir sous forme numérique chaque aspect de la pièce à traiter, même les surfaces les plus complexes.

La production « commerciale » des machines à commande numérique date de 1957-1958 en Europe occidentale, avec un retard de six ans sur les Etats-Unis. Ce n'est

qu'en 1965 que la production européenne commença à prendre une certaine importance dans les statistiques.

Bien que la France ait été le second pays européen à entreprendre la construction de machines à commande numérique, elle a accompli au départ peu de progrès, ce qui a conduit à une très faible production de telles unités industrielles : cette part représente la moitié de ce qu'elle est en Italie et au Royaume-Uni.

Des techniciens estiment que, plus de la moitié des postes de travail peuvent être équipés de la commande numérique : les perspectives à long terme apparaissent, par conséquent très favorables. Selon Eurofinance, société internationale d'études et de conseils économiques, associée à quinze des plus grandes banques européennes et américaines, en Europe occidentale, la part de la commande numérique, dans la production des machines-outils, se situera à 14-16 % au-dessous du niveau américain en 1974.



Photos n° 1 : (a) Voici une machine d'oxy coupage à commande numérique ; (b) Son fonctionnement peut être commandé par une bande perforée créée par ordinateur.

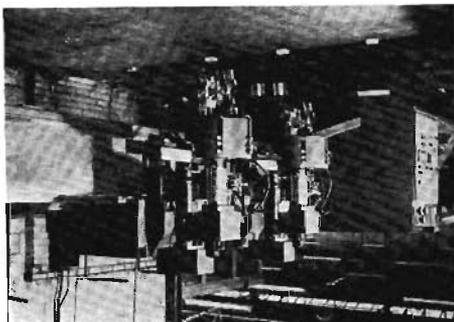


Photo n° 2 : Cette machine à percer, à fileter et à aléser a une commande numérique de position lui conférant une très grande précision de travail.



	1969		1964		Taux de croissance annuelle en 1964 et 1969
	Valeur en millions de dollars	Pourcentage de la production nationale de machines-outils	Valeur en millions de dollars	Pourcentage de la production nationale de machines-outils	
Italie.....	27,0 MS	9,0 %	2,4 MS	1,4 %	60,22 %
Royaume-Uni	40,9 MS	9,0 %	6,5 MS	1,9 %	44,2 %
Allemagne....	46,8 MS	5,0 %	5,5 MS	0,8 %	50,4 %
France.....	13,3 MS	4,5 %	0,9 MS	0,4 %	70,1 %
Etats-Unis....	303,9 MS	18,4 %	105,4 MS	9,1 %	22,8 %

Photo n° 3 : La machine à commande numérique effectue ici des gros travaux de fraisage.

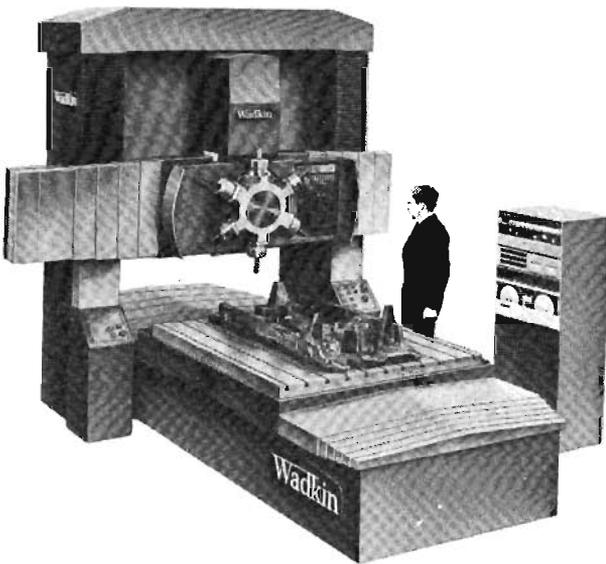
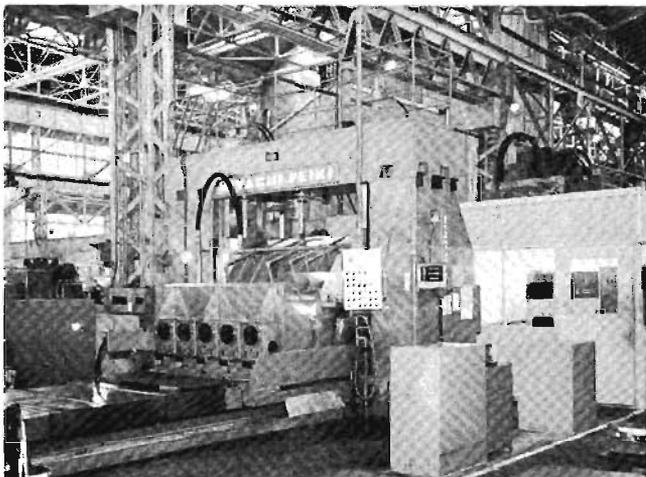


Photo n° 4 : Les aubes de turbines sont, parmi les produits industriels, ceux dont la forme géométrique est la plus complexe. Les constructeurs (ici : Hitachi) développent des unités numériques capables de définir les formes des aubes, avec une précision de l'ordre de quelques microns, et de fournir les données digitales nécessaires à la commande numérique des machines-outils.



MEME LE SOUDAGE EST CONTRÔLÉ PAR L'ORDINATEUR

En 1970, la consommation de machines à commande numérique a porté, à concurrence des trois quarts du total, sur les machines travaillant par enlèvement, celles travaillant par formage n'en assurant que le dernier quart.

Le soudage, jusqu'à présent, avait échappé au mouvement vers l'informatique. Le Los Alamos Scientific Laboratory (L.A.S.L.), dans le Nouveau Mexique, vient de franchir une étape en associant, non pas une bande perforée, mais un vrai mini-ordinateur à une unité de soudage par faisceaux d'électrons. Dans une telle unité, le canon à électrons bombarde les pièces métalliques à souder par des électrons de grande énergie, localisés sur une faible surface de l'interface entre ces deux pièces ; l'énergie cinétique des électrons est convertie en chaleur, suffisamment importante pour fondre les

métaux en présence. Pour que le joint de soudure soit résistant, et pour l'empêcher de s'oxyder, il faut effectuer le soudage à l'abri de l'air, dans une enceinte contenant une atmosphère inerte.

L'éloignement de l'opérateur par rapport à la soudure, isolée dans l'enceinte à vide, la rapidité du déplacement du canon à électrons, le nombre de paramètres de fonctionnement de la machine, font que l'automatisation d'une opération de soudage est indispensable.

Le mariage des soudeuses à bombardement d'électrons et des mini-ordinateurs est donc maintenant réalisé au L.A.S.L., et une nouvelle génération de machines de soudage fait son apparition outre-Atlantique. Selon Sale Hanks, qui dirige l'opération au L.A.S.L., le soudage devient dix fois plus rapide qu'avec les soudeuses à électrons classiques, et la précision est considérablement accrue.

L'ASSEMBLAGE EST CONTRÔLÉ PAR L'ORDINATEUR...

L'ordinateur intervient également dans l'assemblage des divers composants qui viennent d'être fabriqués, usinés, ou soudés.

L'ordinateur intervient tout d'abord en donnant des instructions permettant d'optimiser et de faciliter le travail des ouvriers travaillant dans les ateliers d'assemblage. Par exemple, aux Etats-Unis, une expérience vient d'être entreprise : l'ordinateur donnait directement des instructions de

Photo n° 5 : Soudeuse à bombardement électronique. (Cliché Alcatel)

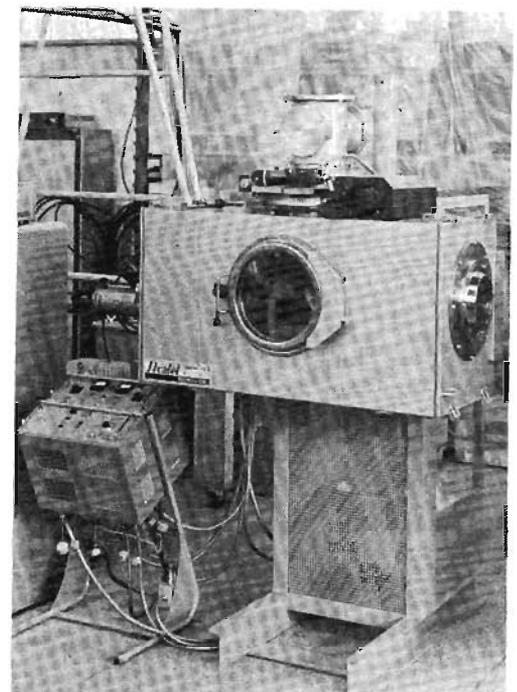




Photo n° 6 : L'ordinateur indique à l'opératrice les instructions de câblage sous forme orale.

(Cliché Bell Telephone Laboratories)

câblage à une opératrice travaillant dans le câblage des installations téléphoniques. L'expérience devait, il faut le reconnaître, montrer les possibilités de conversation orale des unités informatiques, plutôt que la commande vocale des opérations à effectuer.

... GRACE AUX ROBOTS INDUSTRIELS (1)

En fait, l'assemblage par ordinateur ne peut être vraiment réalisé que par les robots industriels. Ces robots sont considérés comme des machines-transfert programmables, dont le « cerveau » est constitué par un mini-ordinateur, plus ou moins évolué. Les premières générations de robots industriels, l'Unimate et le Versatran sont pourvues d'une mémoire et d'un bras commandé par des signaux digitaux pour accomplir des fonctions programmées.

Les robots ne servent pas qu'à l'assemblage. Machines-transfert, les robots peuvent charger un four, une presse ou une soudeuse... pour un prix relativement élevé : 25 000 dollars. Par contre, de telles machines sont capables d'accomplir des travaux difficiles : transporter des charges lourdes, les positionner, souder dans des environnements dangereux, etc., tous travaux impossibles à effectuer par un ouvrier, en raison des dangers qu'ils lui feraient courir.

(1) Voir *Electronique Professionnelle* n° 1348, du 23 mars 1972.

La seconde génération de robots industriels, celle qui est en train de naître actuellement pourra parler, voir, planifier... Ces machines sont dotées d'un comportement que grand nombre d'enthousiastes qualifieraient d'intelligent. A Tokyo, à Edinbourg, à Stanford, des chercheurs mettent au point une discipline nouvelle, la robotique, chargée de décrire l'environnement du robot, et de spécifier les tâches à effectuer.

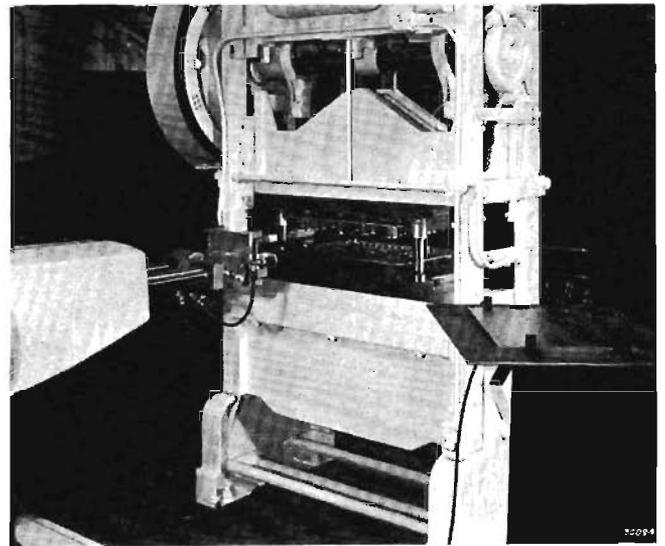
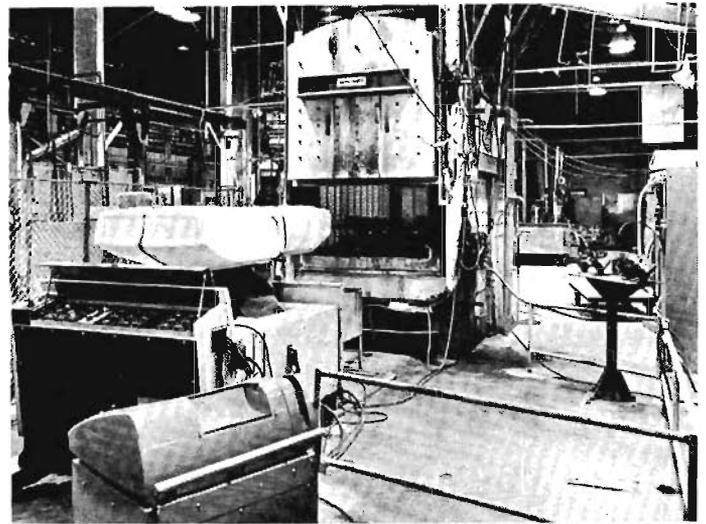
Pour ces robots, le problème n° 1 est celui de l'efficacité : comment obtenir du robot qu'il cumule les résultats de ses « expériences » dans les divers contextes — ou « univers » — correspondant à ses tâches successives.

LA F.A.O. SUCCEDE A LA C.A.O.

En somme, l'ordinateur peut commander toutes les tâches fastidieuses dans l'usine. Certains spécialistes de prospective n'hésitent d'ailleurs pas à affirmer que l'usine entièrement automatique pourrait devenir opérationnelle au cours de la présente décennie.

Les techniques, les technologies qui aboutiront à l'automatisation complète des usines font partie d'une discipline : la C.A.M., soit « Computer-arded manufacturing » ou fabrication assistée par ordinateur (F.A.O.).

On pourrait même envisager d'associer la conception assistée par ordinateur (C.A.O.) à la F.A.O. : l'entreprise industrielle



Photos n° 7 : (a) Le robot industriel Unimate charge un four... ; (b) ... Une presse... ; (c) Tandis que le robot Hivip, muni d'une main spéciale est capable de sentir la forme des objets, et de les ranger suivant la disposition demandée par l'utilisateur.

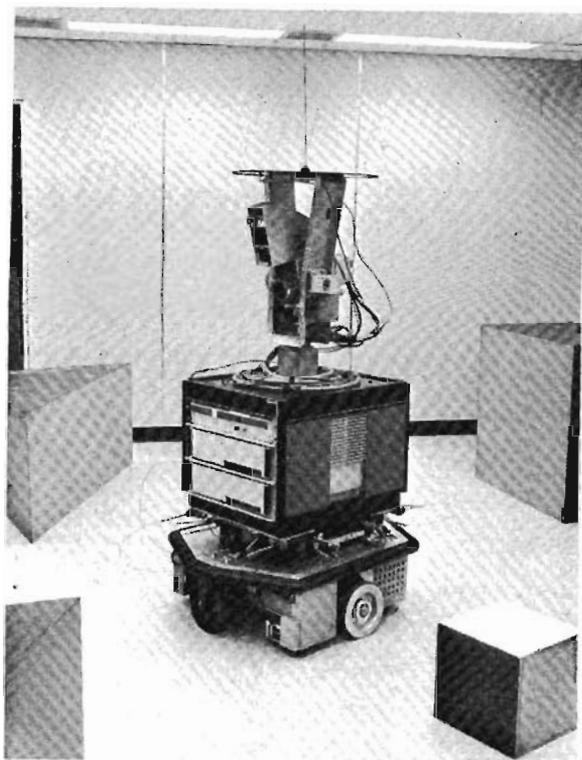


Photo n° 8 : Shakey voit grâce à sa caméra et résout des problèmes à l'aide d'un ordinateur auquel il est relié par ondes hertziennes. (Cliché S.R.I.)

serait alors entièrement sous le contrôle de l'ordinateur. Certes, les possibilités offertes par une association C.A.O./F.A.O. sont très prometteuses : les produits, et leurs méthodes de fabrication seraient optimisés ; néanmoins, ces produits coûteraient excessivement cher s'ils venaient à être entièrement conçus et fabriqués par l'ordinateur. En effet, si le hardware est déjà en soi fort onéreux, la mise au point d'un software complet de F.A.O. et de C.A.O. devient exorbitant. Des dizaines d'ingénieurs, de techniciens, d'analystes et de programmeurs, seraient nécessaires pour l'étude, le développement, la réalisation d'un tel système, dont la durée peut s'étendre sur plusieurs années. Il n'existe pas de firmes industrielles désirant investir massivement dans cette voie : il vaut certainement mieux progresser très lentement, et faire davantage confiance à l'intelligence, à la « manière de faire », au tour de main de l'ingénieur qui conçoit, de l'ouvrier qui fabrique... L'usine automatique n'est pas pour demain !

Marc FERRETTI.

UN WATTMÈTRE ET IMPÉDANCEMÈTRE SIMPLIFIÉ (Suite de la page 127)

Les résistances de R_{12} à R_{22} sont du type demi-watt ; elles ont pour valeurs : $R_{12} = 3\,900$ ohms ; $R_{13} = 5\,600$ ohms ; $R_{14} = 8\,200$ ohms ; $R_{15} = 12\,000$ ohms ; $R_{16} = 18\,000$ ohms ; $R_{17} = 27\,000$ ohms ; $R_{18} = 39\,000$ ohms ; $R_{19} = 56\,000$ ohms ; $R_{20} = 82\,000$ ohms ; $R_{21} = 120\,000$ ohms ; $R_{22} = 180\,000$ ohms.

S_1 est un sélecteur rotatif tripolaire à trois positions ; S_2 un contacteur unipolaire à une direction.

METHODES D'ETALONNAGE

Cet appareil utilise le rapport entre le carré de la tension et la résistance E_2/R pour la mesure de la puissance, et le circuit de base employé est indiqué sur la figure 2-A.

La puissance dissipée par la résistance R_4 est E_2^2/R . Si la résistance R_4 est de 100 ohms, et si le voltmètre indique 5 V, la puissance est ainsi de $5^2/100$, soit 1/4 de watt.

En raison du fait que la puissance est proportionnelle au carré de la déviation de l'appareil de mesure, l'échelle n'est pas linéaire. Par exemple, si l'indication totale désirée pour toute l'étendue du cadran est de 2 W, l'indication correspondante pour 1 W est de $1/\sqrt{2}$ soit 0,707 de l'échelle totale.

Supposons que l'appareil de mesure de la figure 2-A indique une valeur de 10 V pour la totalité de l'échelle ; avec une résistance de 100 ohms, la puissance est de 1 W ; si la valeur de la résistance est élevée à 500 ohms, la puissance pour 10 V est de $10^2/500$, soit 1/5 de W ; dans ces conditions, s'il était étalonné en watts, le voltmètre donnerait des indications exactes seulement pour une valeur particulière de la résistance de charge.

R_4 (ohms)	E (volts)	R_M calculée (K. ohms)	R_M (Pratique en K. ohms)
4,7	3,742	3,7	3,9
10	5,48	5,5	5,6
22	8,12	8,1	8,2
47	11,87	11,8	12
100	17,32	17,3	18
220	26,67	25,7	27
470	37,42	37,4	39
1 000	54,8	54,8	56
2 200	81,2	81,2	82
4 700	118,7	118,7	120
10 000	173,2	173,2	180

La solution du problème consiste à ne pas considérer les mesures de tension, et à étudier les valeurs des courants nécessaires pour produire une déviation complète sur toute l'échelle de l'appareil de mesure.

Avec un appareil de mesure de 1 mA on peut réaliser le montage de façon à obtenir le passage d'un courant de 1 mA à travers l'appareil de mesure, lorsque nous voulons que celui-ci indique la valeur maximale sur toute l'échelle, de 1 W ou 3 W, par exemple ; un montage simplifié permettant d'obtenir ce résultat est indiqué sur la figure 2-B.

Pour une déviation totale de l'appareil de mesure sur tout le cadran, pour 3 W, et avec une résistance de charge de 100 ohms, la tension aux bornes de R_4 serait de : \sqrt{VWR} ou 17,32 V

Pour que l'appareil de mesure de 1 mA présente alors une déviation sur toute l'étendue de l'échelle, la résistance totale dans le circuit

de l'appareil de mesure formé par la résistance R_M et la résistance interne de l'appareil de mesure, doit être de 17,320 ohms. D'une manière analogue, si la résistance de charge est de 500 ohms la tension à ses bornes est de 38,73 V, et la résistance du circuit de mesure doit être de 38 730 ohms.

Les valeurs utilisées pour déterminer la résistance R_M montée dans l'appareil, sont indiquées sur le tableau 2. Dans chaque cas, la valeur calculée de cette résistance est assez approchée d'une valeur de résistance standard, de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'employer des résistances spéciales. L'adoption d'une déviation totale pour toute l'échelle correspondant à 3 V permet de bénéficier de cet avantage ; dans ce cas l'appareil de mesure a une résistance interne de l'ordre seulement de 100 ohms, et elle peut être négligée en pratique.

R.S.