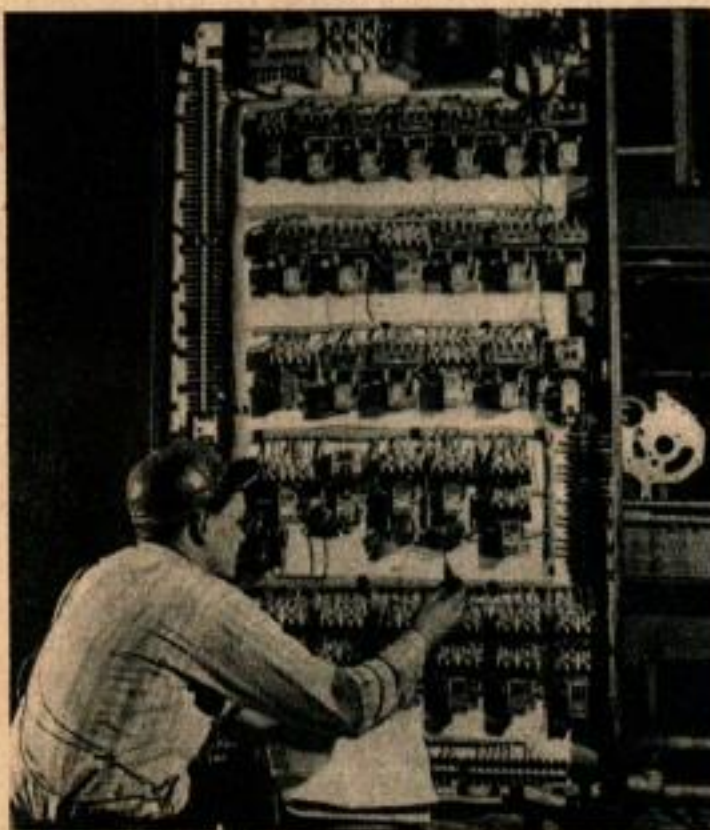


Photos Ford Motor Co.

Les pistons s'avancent le long d'une « chaîne » automatique qui les dirige vers les machines qui les rectifient et les alésent automatiquement.

## L'Usine automatique est-elle pour aujourd'hui ?

Le cerveau électrique d'une chaîne de blocs-moteurs reçoit les renseignements, prend les décisions de base, donne des ordres.



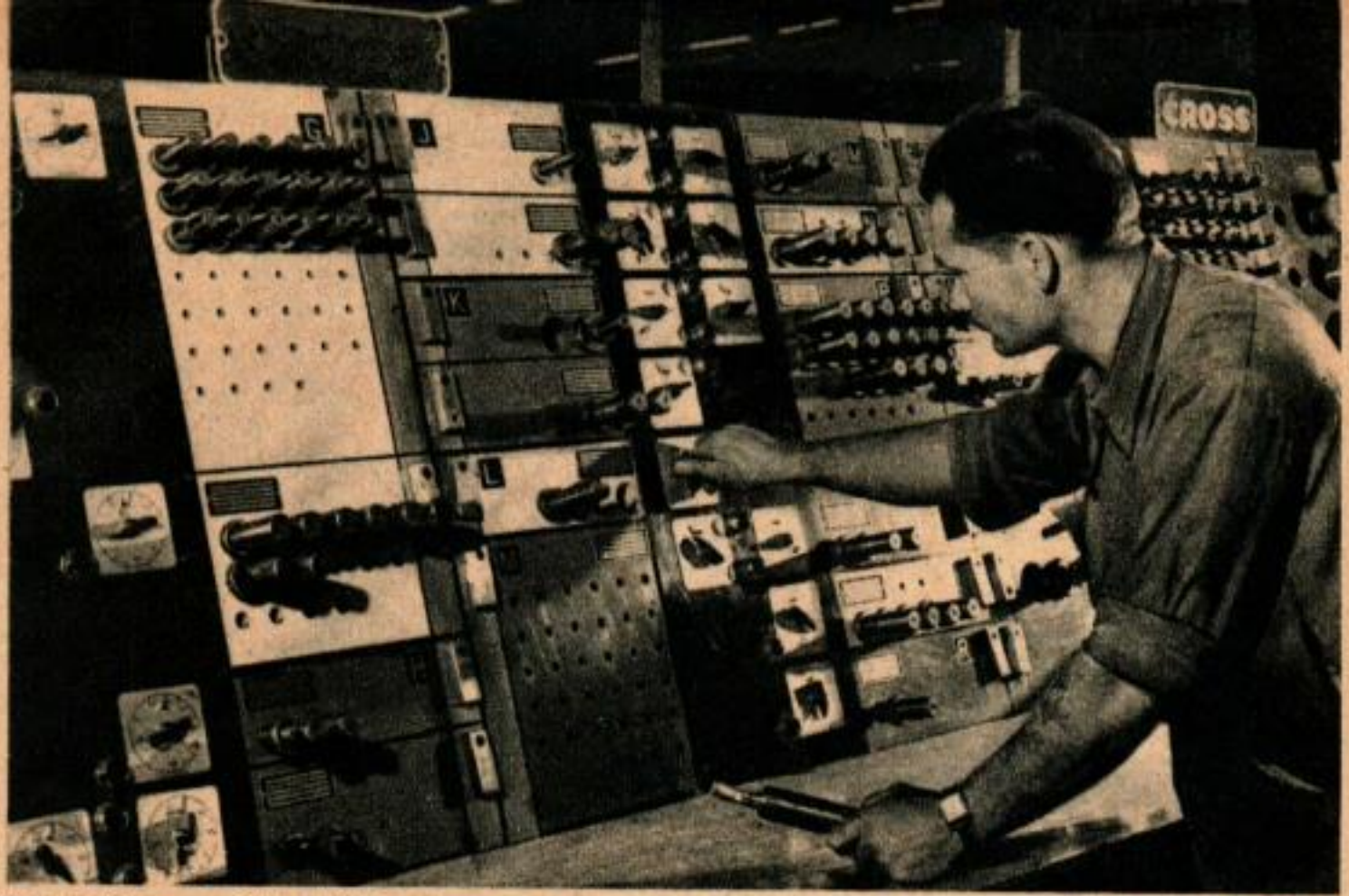
**L**E bras d'acier de l'inspecteur de finition poussa l'appareil ménager défectueux sur la courroie d'évacuation des rebuts et son cerveau électronique envoya au directeur de production une réclamation pour défaut d'isolement.

Dans le bureau principal, le directeur de la Production actionna une demi-douzaine de relais pour réprimander l'inspecteur de l'Isolément. Ce dernier exigea immédiatement des rapports de ses subordonnés. Le bain de trempe répondit de façon satisfaisante, ainsi que la machine à immerger. Le séchoir était en faute. Quelques-unes de ses lampes étaient grillées. Immédiatement l'inspecteur de l'Isolément alluma le signal rouge d'alarme pour demander l'aide d'un humain.

Fiction scientifique? Eh bien, quoique les incidents ci-dessus ne se soient jamais produits, un bon nombre de ces robots : ouvriers, inspecteurs et directeurs de production peinent déjà à leur travail. Considérez les exemples suivants :

Un cerveau électronique muni d'un enregistreur à ruban magnétique, dirige chaque mouvement compliqué d'une fraiseuse.

Pour préparer le cerveau à son travail, un ouvrier guide la fraiseuse pour lui faire exécuter

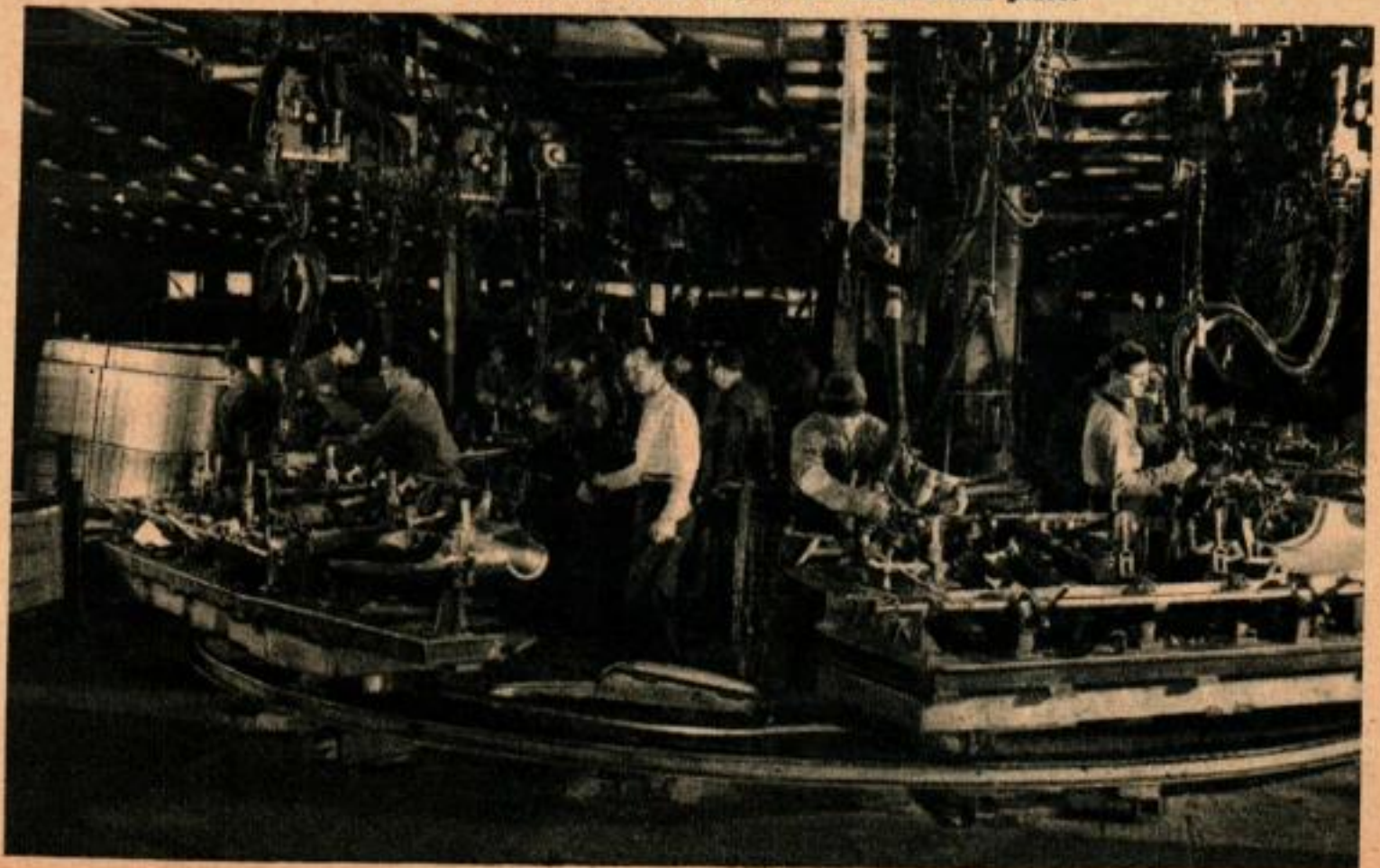


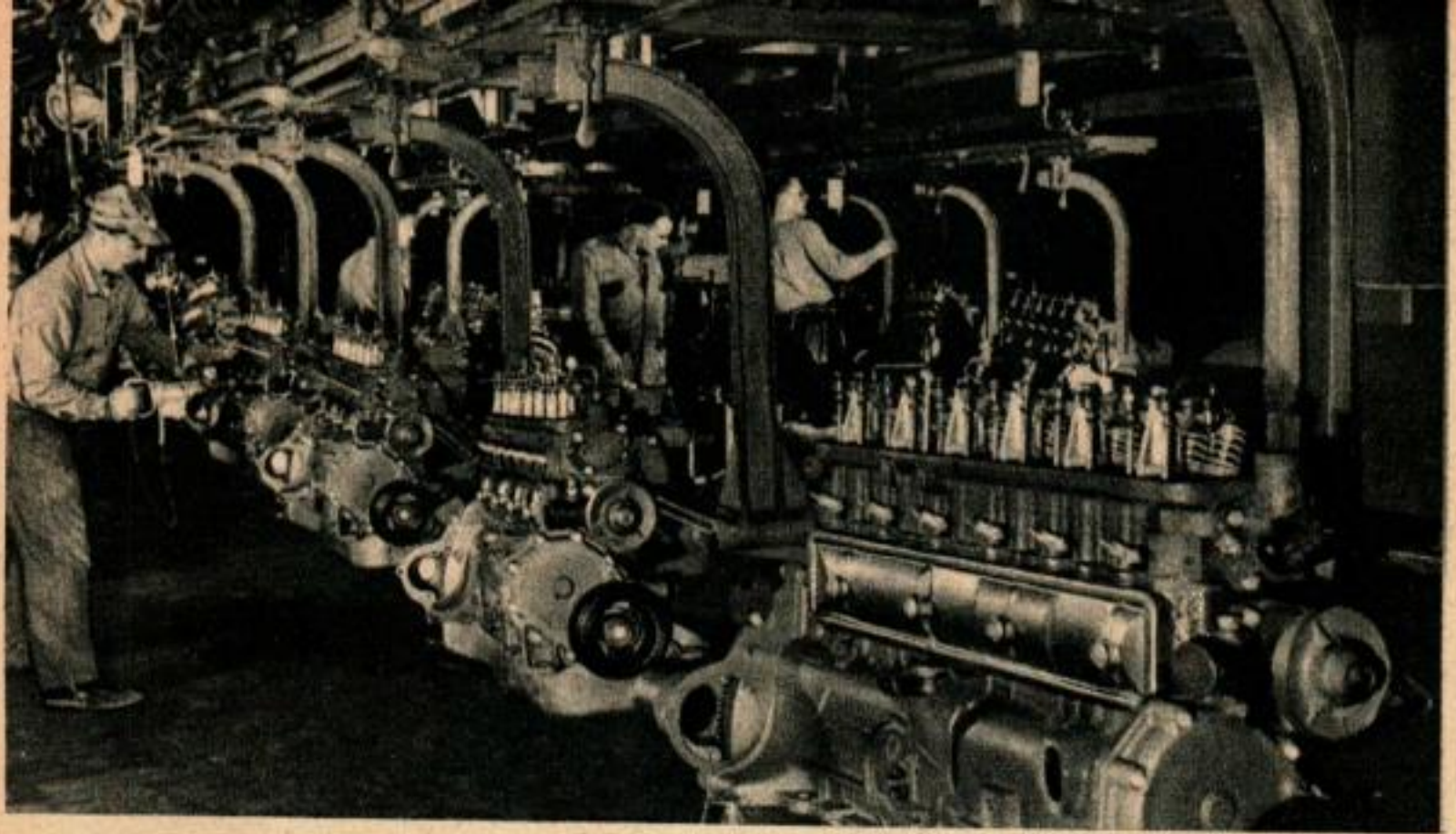
Les machines se vérifient d'elles-mêmes. Le tableau de contrôle a des commutateurs pré-réglés arrêtant la machine quand l'outil est hors d'usage.

ter un travail précis. Au même moment, les mouvements complexes de la fraise sont enregistrés sur ruban et toutes les fois que l'on fait rejouer ce ruban, la machine reproduit ses mouvements originaux et sort une pièce de la même façon qu'un antique piano mécanique martèle un air. Contrairement aux ouvriers humains, ce cerveau n'a besoin ni de nourriture, ni de repos, ni de compagnons.

Un seul homme a pratiquement, au bout de ses doigts, le contrôle d'une nouvelle usine de produits chimiques. Des milliers de compteurs, de jauges, de relais et d'appareils de contrôle travaillent comme des humains et prennent leurs décisions à l'instant voulu, pour transformer l'essence ordinaire en produits chimiques. L'opérateur assis devant un tableau de contrôle vérifie, poste par poste,

Un dispositif automatique aide les ouvriers travaillant aux carrosseries de voiture; il soutient et déplace les plaques de tôle, en même temps qu'il dispose les outils à leur place.





Photos Ford Motor Co.

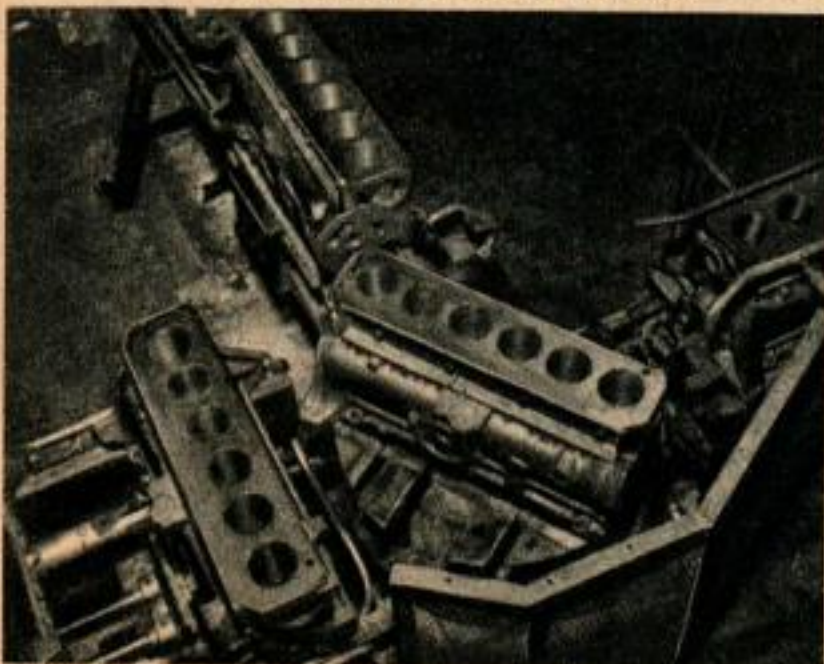
En poussant des boutons, l'ouvrier peut diriger des bras d'acier et faire pivoter ou incliner de lourds moteurs dans n'importe quelle position.

toute la chaîne de production chimique. Les indications des appareils de mesure s'illuminent devant lui, à travers un panneau de verre, cependant que les ouvriers-robots et leurs contrôleurs transmettent les rapports de leurs postes éloignés.

A la nouvelle usine de la Westinghouse, à Columbus (Ohio), des pièces détachées de réfrigérateurs et de chambres froides se déplacent sur 43 km (27 ml) sur des transporteurs automatiques. De nombreuses pièces sont montées par des assembleuses automatiques. Les accessoires terminés sont émaillés automatiquement, puis passent dans une machine à emballer qui dispose autour d'eux et cloue les panneaux de la caisse.

Les cerveaux et les outils automatiques s'évadent même des ateliers pour envahir les

Des blocs moteurs en double file passent sur une « plaque tournante », non manœuvrée, qui leur fait décrire une rotation de 90 degrés.



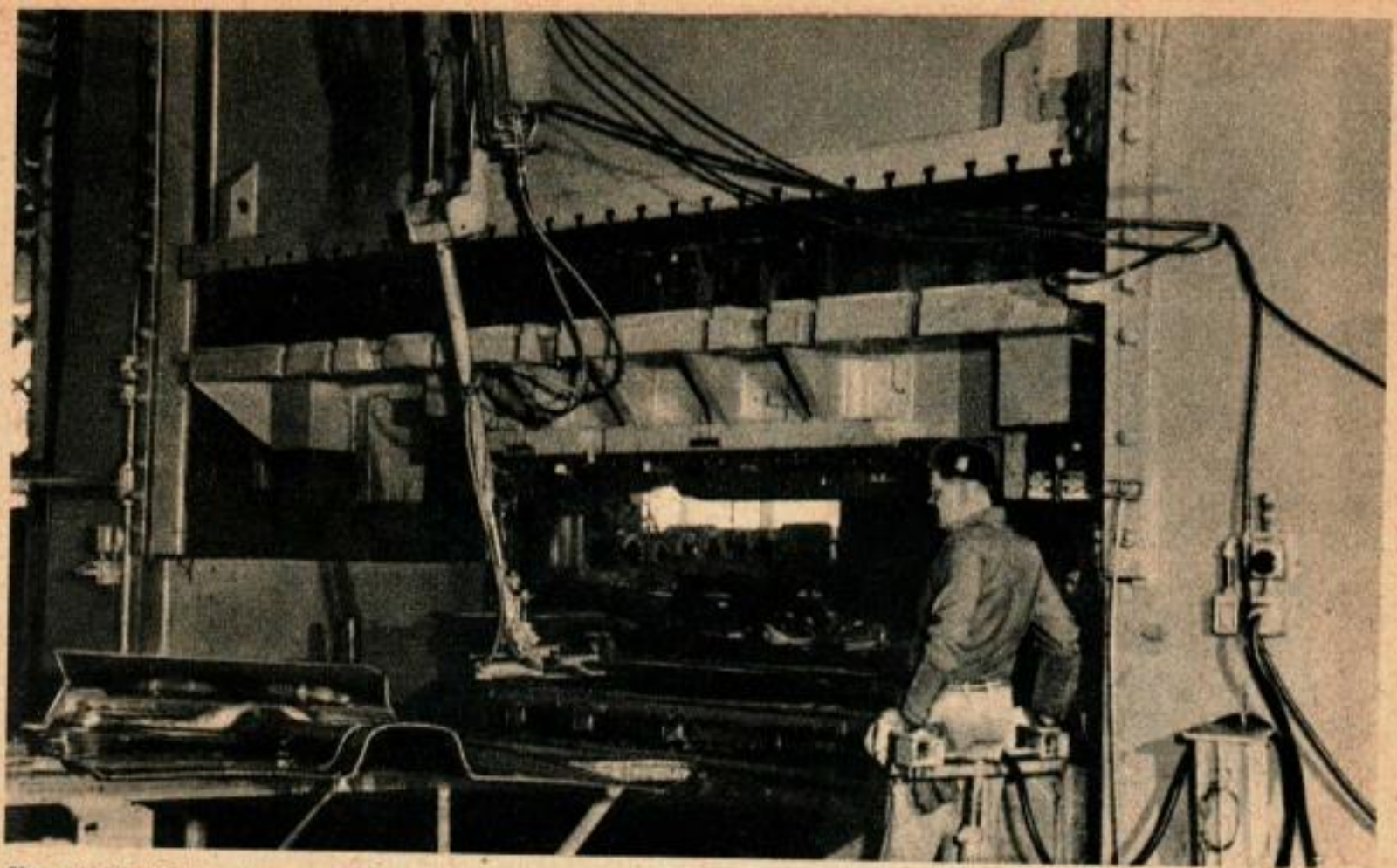
bureaux. Dans une firme, spécialisée dans les ventes par correspondance, une nouvelle machine électronique avale successivement les commandes passées sur catalogue, aussi vite que dix opérateurs peuvent appuyer sur des touches. En beaucoup moins d'une seconde, un opérateur peut obtenir le nombre total de commandes faites pour un objet déterminé. La machine fait le travail de 39 000 machines à additionner, et une grande partie du travail cérébral des quarante jeunes filles qui auparavant classaient et enregistraient les commandes.

De nos jours, les machines automatiques, avec leurs cerveaux électroniques, sont l'avant-garde d'une nouvelle légion de travailleurs. Un mot approprié s'est introduit dans le langage pour désigner ces travailleurs et penseurs « synthétiques », un mot qui d'ici cinq ans sera probablement aussi utilisé que le mot électronique. Ce mot est « automation ».

Des ingénieurs, des contrôleurs, et même des hommes d'affaires, deviennent experts en « automation ». Ce n'est ni un rêve d'illuminé, ni la « technocratie » niaise des années trente, mais une nouvelle révolution industrielle, une révolution qui vient lentement, mais sûrement.

La première révolution industrielle remplaça le muscle humain par la machine. Les experts en « automation », croient, pour la plupart, que la nouvelle révolution substituera des machines à la routine du cerveau humain.

Pour voir comment un cerveau synthétique peut être institué en une chaîne d'assemblage complète, considérez deux types d'usines qui sont aussi automatisées qu'il est possible de l'être actuellement. Le produit de l'une pèse plusieurs centaines de kg, celui de l'autre quelques grammes (ou onces) seulement.



Une « main d'acier » à commande pneumatique pénètre dans une grande presse, saisit une feuille d'acier et la dépose sur un transporteur.

Lorsqu'Henry Ford commença à faire tirer par une corde le châssis d'une voiture tout au long d'une chaîne d'assemblage, il introduisit « l'automation » dans son affaire.

Aujourd'hui, la Ford Motor Co. est reconnue pour être un géant en matière d'automation. Les ingénieurs de Ford brandissent d'impressionnantes statistiques et exultent d'enthousiasme chaque fois que le mot « automation » est mentionné. En 1947, une importante section entièrement nouvelle d'« automations » fut introduite dans l'organisation Ford. De nos jours, aucune usine de la Ford Co. n'est projetée, construite ou modernisée, sans qu'il ait été particulièrement insisté sur le rôle de l'automation.

Ford a récemment construit plusieurs installations qui sont aussi automatisées qu'il est économiquement possible de le faire.

Les deux exemples marquants sont les fabriques de moteurs de Cleveland et de Dearborn (Mich.).

Le monstrueux « cerveau-robot » de ces usines est la machine à transformations, une énorme unité combinant plusieurs machines différentes. Les machines à transformations sont établies pour réaliser différentes sortes de travaux. L'une d'elles, par exemple, prend brute de fonderie, la pièce destinée à devenir un vilebrequin, la pousse, la fait pivoter et la met en place suivant une trajectoire compliquée. Les outils de coupe descendent au bon moment pour percer six trous de graissage, six trous de repérage et six trous d'équilibrage, en des points précis. Par la suite, le vilebrequin est amené sur un vérificateur électronique qui le fait tourner pour voir s'il est dynamiquement équilibré. Si le travail n'est pas parfait, le cerveau miniature indique à la ma-



A droite, les balances pèsent des barres de connexion et règlent les couteaux de la découpeuse pour qu'elle enlève une quantité précise de métal.

Un ouvrier observe, sur le tableau de contrôle, l'allumage des lampes indiquant la marche des pièces de fonte sur une perceuse.





Photos National Bureau of Standards

Une presse découpe des plaquettes de céramique par milliers, vérifie leur précision, et rejette celles qui sont défectueuses.

chine l'endroit précis où du métal doit être enlevé. « Un jour, dit l'ingénieur spécialiste en automation, il est tout à fait possible que les pièces moulées entrent dans la chaîne par un bout et qu'une voiture complète sorte à l'autre bout, 1 600 m (1 ml) plus loin ».

La chaîne des blocs-moteurs de l'usine de Cleveland peut produire, chaque jour, 4 600 blocs-moteurs, nouveau modèle. C'est, en fait, un seul outil de 464 m (1 545 ft) de long. Il y a 42 machines automatiques incorporées dans cet outil incroyablement complexe, reliées ensemble par le plus moderne des transporteurs automatiques. Les pièces de fonte brutes, s'avancent, par poussées successives, à travers cet outil qui les refoule, les tire, les tourne sens dessus dessous. Puis elles passent à travers 42 machines automatiques qui réalisent 530 opérations précises de coupe et de perçage. Si quelque défaut se produit dans n'importe laquelle des opérations, le bloc est aisément détecté et réajusté.

La chaîne automatique ne se contente pas de faire le travail et d'en vérifier la précision, elle s'inspecte elle-même.

A côté de chaque grosse machine à transformations se trouve un tableau de contrôle automatique d'outillage. Chaque outil de coupe y est représenté par un indicateur à cadran, pré-réglé au nombre exact de coupes correspondant à la longévité moyenne, connue, de l'outil. Quand celui-ci a terminé sa carrière, la grosse machine-transfert s'arrête d'elle-même; un opérateur vérifie les indicateurs et insère un nouvel outil de coupe à la place qu'il doit occuper.

Vous trouverez le deuxième exemple remarquable d'automation dans une petite usine cachée derrière de plus grands bâtiments à Arlington, en Virginie. Ici, pratiquement sans intervention humaine, des machines automatiques produisent des pièces entrant dans la composition des radars et d'autres appareils électroniques.

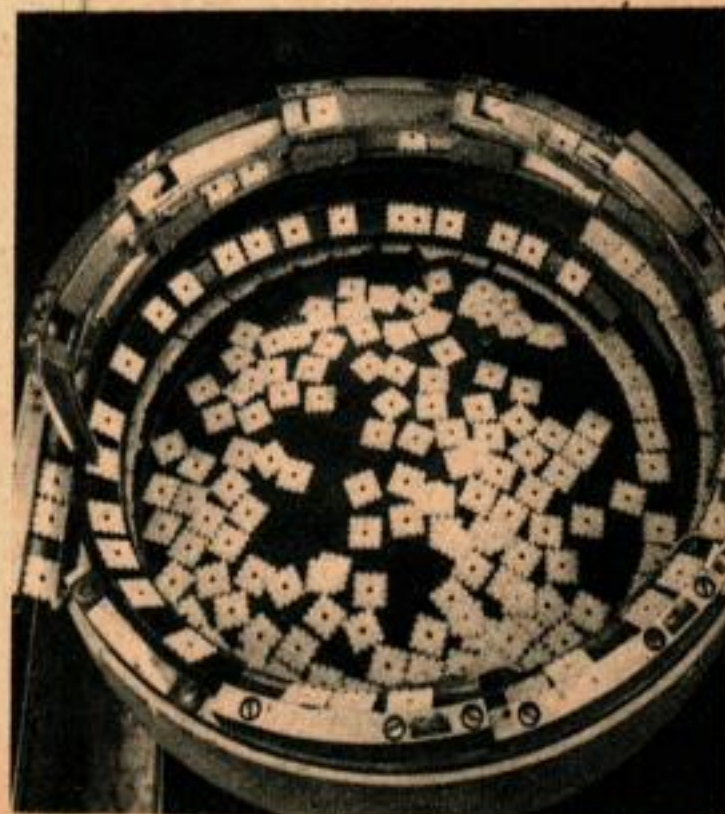
Revenons pour un instant en 1950, quand des chasseurs dont on avait désespérément besoin en Corée, étaient alignés sur les pistes. Les avions étaient produits plus rapidement que le matériel de radio et de radar qui devait les équiper.

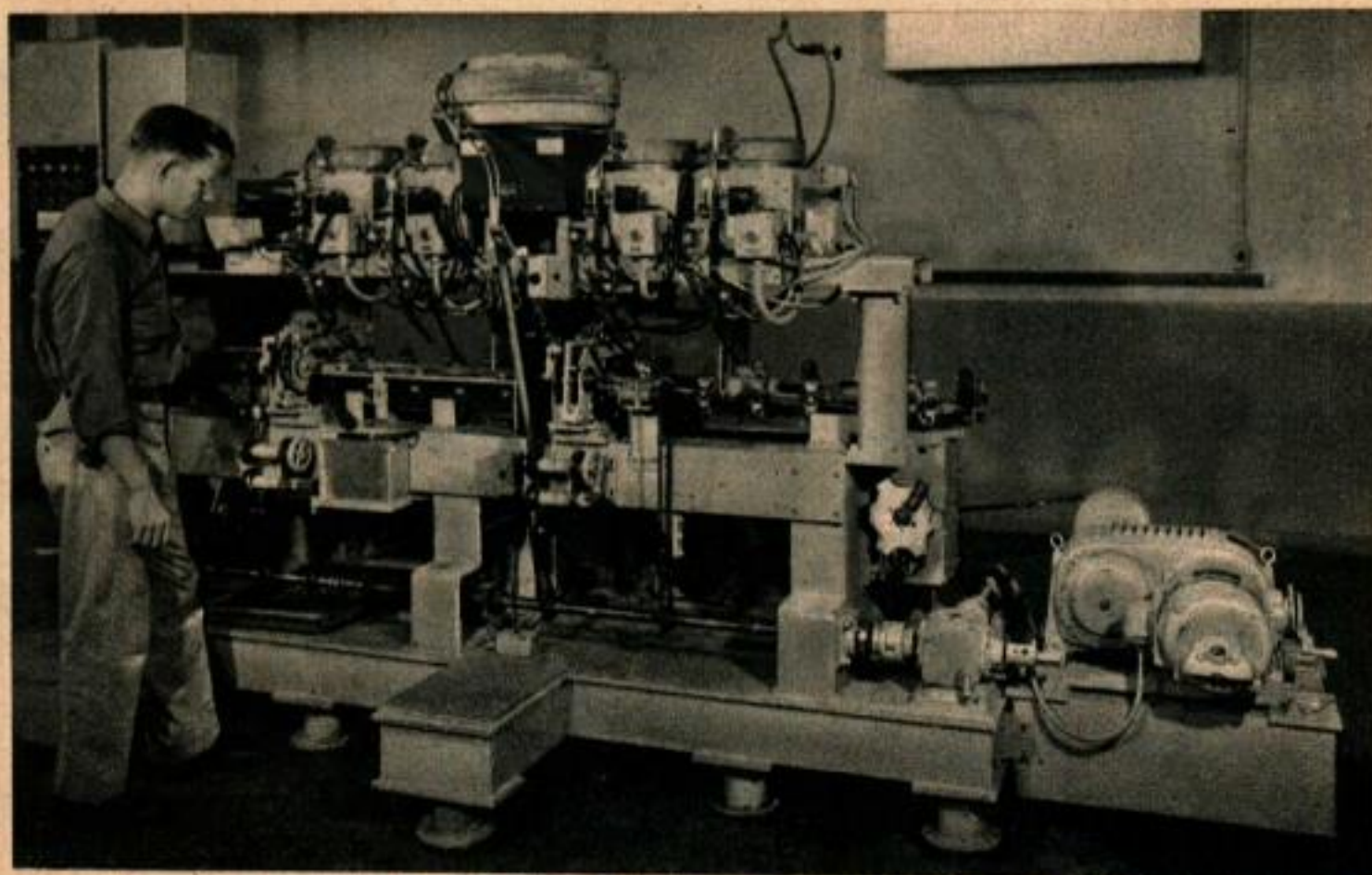
Le Service Aéronaval savait qu'il était trop tard pour remédier dans l'immédiat à cette carence électronique, mais il demanda au National Bureau of Standards de l'aider à résoudre le problème pour les futurs cas d'urgence. Le Bureau désigna pour ce travail Robert Henry, l'un des plus distingués techniciens de l'électronique. Le projet fut nommé en code « Tinkertoy ». Aujourd'hui ce mot provoque les commentaires excités de presque tous les fabricants de radio.

La N.B.S. savait que la production devait être établie sur des bases entièrement nouvelles afin d'éliminer un laborieux travail manuel. Jetez un coup d'œil sur le fond d'embase d'un châssis de télévision ordinaire, ou sur l'arrière d'un tableau de radar et vous verrez une jungle de fils, de condensateurs et de résistances. Il semble impossible que ces ensembles soient jamais réalisés par des machines automatiques. Une somme surprenante de travail manuel a toujours été nécessaire pour réaliser un simple appareil de radio. Chaque résistance et chaque condensateur doivent être installés à la main, chaque fil doit être soudé à sa borne par un fer à souder manuel.

Henry et ses collaborateurs avaient décidé que la seule chose à faire était de changer les

Les plaquettes de céramique placées au fond montent graduellement la rampe d'une approvisionnementneuse à vibration qui les dirige vers la machine suivante.





Un ouvrier surveille simplement, pendant qu'une machine compliquée met en place de petits condensateurs et les relie aux plaquettes.

bases de fabrication des équipements électroniques. Leur solution, présentée de nombreux mois plus tard, fut un système nouveau « tridimensionnel ».

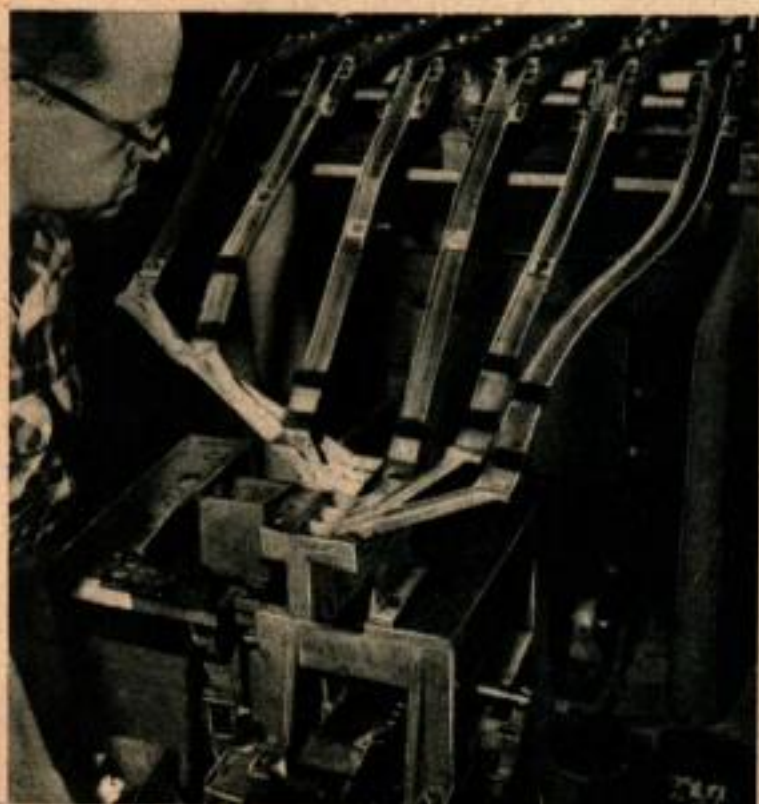
Les ingénieurs commencèrent par empiler les éléments — circuits, résistances et capacités — les uns sur les autres puis à en surmonter l'ensemble par une lampe de radio.

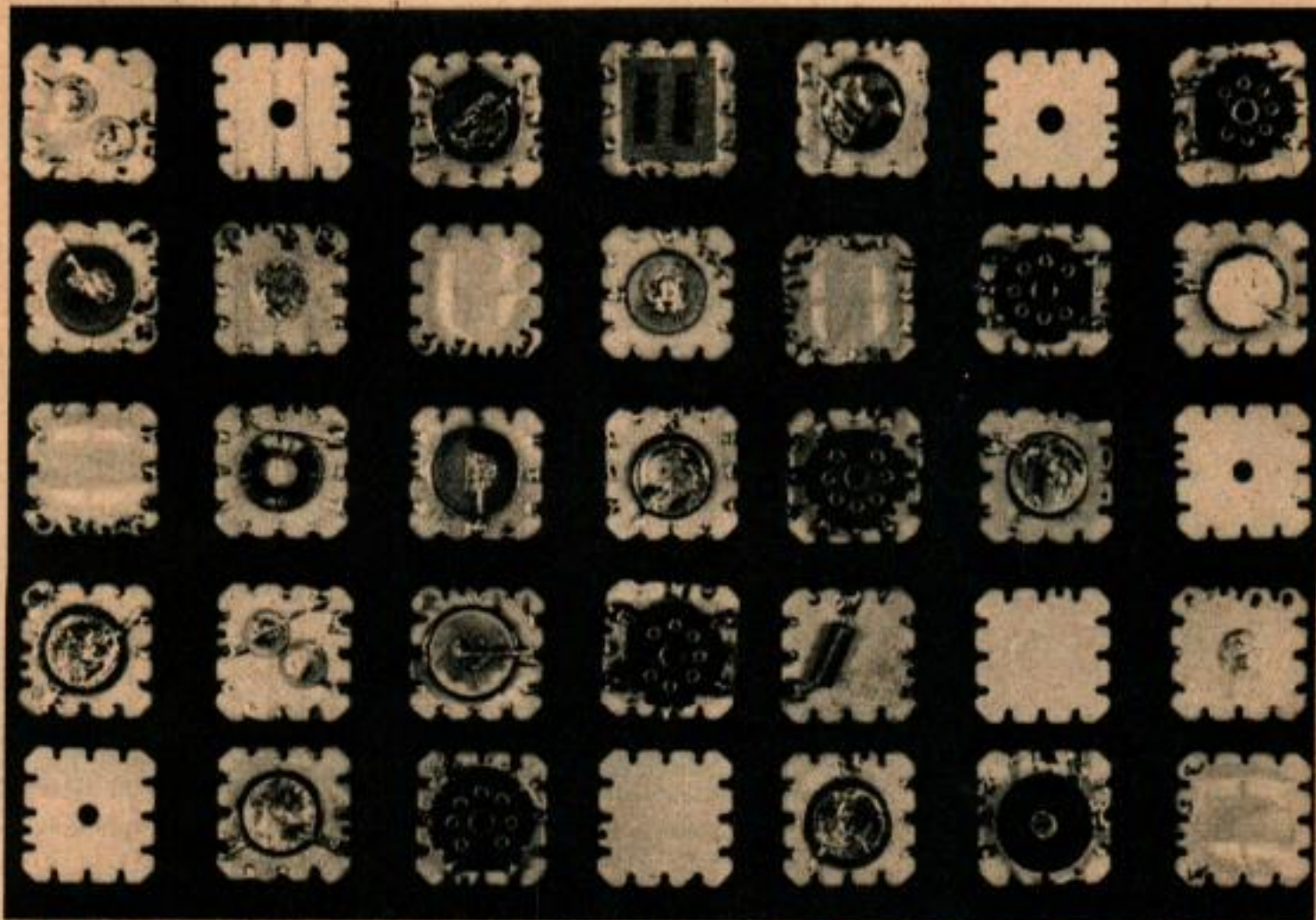
Ces lampes, pensaient-ils, pouvaient être connectées à recouvrement pour réaliser

Les plaquettes glissent sur des toboggans et s'empilent dans un gabarit. Les conducteurs se placent automatiquement et sont soudés dans les encoches.

n'importe quel ensemble électronique, d'un récepteur à deux lampes jusqu'à la plus compliquée des installations de radar. Pour pouvoir superposer les éléments, ils firent de menues plaquettes de céramique carrées de 22 mm (7/8 in.) de côté et de 1,5 mm (1/16 in.) d'épaisseur, chaque plaquette ayant treize encoches sur ses bords — trois sur chacun des côtés et une servant de repère pour guider la plaquette au cours du montage. Un petit

Henry, chargé de l'organisation du système, tient un module, entièrement terminé et vérifié mécaniquement.





Des plaquettes, sur lesquelles des circuits sont imprimés, sont empilées pour constituer un module. Voici quelques-unes des combinaisons possibles, qui peuvent varier à l'infini.

circuit est imprimé, avec de l'argent, sur chaque plaquette. On y monte également des résistances à ruban adhésif, des condensateurs au titanate, des socles de lampes et toutes autres pièces détachées utilisées en électronique. Les plaquettes sont alors empilées à 3 mm (1/8 in.) les unes des autres, et les fils soudés dans les encoches; ces fils, non seulement concourent à la solidité de l'ensemble, mais ils s'insèrent dans le circuit qui suit le tracé, réalisé en impression métallique

et aboutissant à une encoche, d'où le fil le conduit, soit à la prochaine plaquette, soit à toute autre plaquette de la pile. Le résultat est une unité petite, robuste et plus facile à manipuler qu'un dédale de fils sortant d'un socle de lampe.

Henry et son équipe n'ont pas seulement conçu ce dispositif électronique entièrement nouveau, mais ils ont aussi tracé les plans de la machinerie d'automatisation.

(Suite page 120)



Ci-dessus, un altimètre radio fabriqué à la main, comme à l'ordinaire. L'ensemble de droite, plus simple et plus robuste, a été réalisé par assemblage de modules «Tinkertoy».

## L'usine automatique est-elle pour aujourd'hui ?

(Suite de la page 28)

Aujourd'hui, à son entreprise, la stéatite, une matière céramique, est déversée dans une trémie à un bout de la chaîne. A l'autre bout, sortent des modules électroniques complets pouvant être rapidement connectés à chevauchement et réaliser des détecteurs pour la marine, des appareils radars ou n'importe quel instrument électronique.

Voici la progression du travail :

Une presse découpe automatiquement des plaquettes en céramique, à la vitesse de 2 300

Schémas des tubes de tubes nus de dispositifs

Comment...

RÉPARER à domicile

INSTALLER les antennes et les haut-parleurs

CONSTRUIRE des amplificateurs et des postes modernes

RÉGLER les postes de télévision

FAIRE vos débuts dans l'émission

TRANSFO UNIVERSEL À SORTIE POUR HAUT-PARLEUR

HAUT-PARLEUR À AIMANT PERMANENT DE 125 MM

NOTA : LES TRANSFO. UNIVERSELS DE MF, T1 ET T2 MINIATURE 455 KHZ

**RADIO - TÉLÉVISION ET ÉLECTRONIQUE**

160 PAGES DE CONSEILS ET DE SCHÉMAS

NUMÉRO HORS-SÉRIE

EN VENTE PARTOUT 200 fr.

MÉCANIQUE POPULAIRE

154, rue du Faubourg St-Denis PARIS (10<sup>e</sup>)

FIG. 3

à l'heure. Ces plaquettes sont transportées mécaniquement à travers un four-tunnel, où elles sont cuites, pendant neuf heures à 1 260° C. (2 300° F).

Les plaquettes sont ensuite basculées dans un appareil de contrôle qui palpe chacune d'elles. Les doigts extraordinaires de ce « contrôleur » mécanique rejettent tous les éléments dont les dimensions s'écartent des normes au delà de 2/10 mm (0,008 in.) pour l'épaisseur, et de 7/100 mm (0,003 in.) sur chaque côté. Ces plaquettes vérifiées traversent une machine qui recouvre chaque encoche avec une peinture d'argent. S'il y a lieu, ces plaquettes traversent ensuite une machine à peindre dans laquelle des rouleaux compresseurs à commande par chaîne, pressent, à travers un stencil, de la peinture d'argent, suivant le schéma désiré pour réaliser le circuit exact.

Pendant ce temps les condensateurs ont été fabriqués par une chaîne similaire. Faits d'une tout autre matière céramique, ils ont 12 mm de côté (1/2 in.) et seulement 0,5 mm d'épaisseur (2/100 in.). Un circuit y est aussi imprimé; 2,265 kg (5 lbs) de matières premières en fournissent 100 000.

Le problème des résistances a été résolu par l'utilisation d'un procédé indiqué par le Bureau National des Standards et mis en œuvre il y a plusieurs années.

Du charbon pulvérisé ou un mélange graphite-résine est projeté sur un ruban de papier d'amiante adhésif. Le ruban est séché puis coupé en cinq ou six bandes étroites, qui

deviennent alors des résistances à ruban adhésif. Tout ceci est réalisé par des machines automatiques. Un rouleau de ruban de 22,8 m (75 ft) fait 10 000 résistances, automatiquement collées en bonne place sur les plaquettes.

Les plaquettes et les capacités étant imprimées, les résistances à ruban préparées, reste le problème de leur assemblage. Au stade final, six approvisionneuses à vibrations distribuent les plaquettes à un jeu de mors qui les maintient très précisément séparées à la distance voulue. La machine dirige les fils dans les encoches et les soude.

Tout ce qui reste à faire est de placer une lampe miniature sur l'élément ainsi réalisé. Les unités sont elles-mêmes utilisées comme des cubes d'un jeu de construction pour en faire des postes de radio, de radar ou d'autres appareils électroniques.

Le National Bureau of Standards, à l'automne dernier, montra fièrement aux représentants des industries électroniques américaines les merveilles enfantées par les cerveaux de son équipe. Des fabricants, habitués à engager et à former des milliers d'ouvriers, virent les machines d'Arlington produire, par milliers, des assemblages de lampes. Surveiller les machines était à peu près tout ce que faisaient les ouvriers. Les industriels quittèrent l'usine, après la démonstration, avec, selon un rapport, « leurs lampes fortement illuminées » ! Nombre d'entre eux expérimentent des plaquettes « Tinkertoy » et ont fait savoir qu'ils produiront, dans la suite, des postes

# APPRENEZ L'ANGLAIS

## I'Espagnol, I'Allemand I'Italien, le Russe, I'Arabe

L'ÉCOLE UNIVERSELLE vous offre le moyen le plus pratique et le plus rapide d'apprendre les langues de votre choix.

Suivez chez vous, aux moindres frais, nos Cours pratiques de Langues étrangères par correspondance: au bout de peu de mois, vous serez capable de soutenir une conversation courante; de lire des romans, les articles d'information des journaux, etc.; d'écrire des lettres simples.

Ce résultat, qui vous émerveillera, vous l'obtiendrez avec la plus grande aisance.

Vous connaîtrez rapidement de nombreux mots du vocabulaire usuel.

Vous n'aurez pas à apprendre de règles grammaticales arides. Vous retiendrez sans effort les simples remarques qui vous seront faites à propos de chaque leçon.

Des professeurs spécialistes corrigeront vos exercices de traduction et de conversation. Ces devoirs

vous seront retournés, soigneusement annotés, et accompagnés des « corrigés-types », entièrement rédigés par le professeur.

Les Cours pratiques de Langues de l'Ecole Universelle vous enseigneront non seulement à lire et à écrire, mais surtout à parler la langue de votre choix.

La prononciation de tous les mots est en effet exactement indiquée.

Il ne suffit pas d'entendre les mots pour les reproduire exactement.

Des milliers d'élèves adressent chaque année à l'ÉCOLE UNIVERSELLE des lettres d'éloges et de reconnaissance. Celles de ces lettres qui sont publiées dans notre brochure vous apporteront la preuve de l'efficacité de nos cours pratiques de langues étrangères.

Notre méthode de prononciation figurée, originale et simple, est la seule, grâce à laquelle, dès le début de vos études, vous pourrez parler avec la certitude d'être compris.

Demandez l'envoi gratuit, par retour du courrier, de la brochure N° **L.V.7**

## ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (XVI<sup>e</sup>). — 11 et 12, place Jules-Ferry, LYON. — Chemin du Fabron, NICE

**Pour 600 francs par mois seulement !**



**VOUS  
POUVEZ  
RÉUSSIR !**

## **VOUS POUVEZ AMÉLIORER VOTRE SITUATION !**

Tous les ouvriers qualifiés peuvent y arriver en suivant des cours par correspondance.

**MÉCANIQUE APPLIQUÉE - TECHNIQUE DU  
BATIMENT - ÉLECTROTECHNIQUE - MANIEMENT  
DE LA RÉGLE A CALCUL**

Sur simple demande, sans engagement de votre part  
envoi de notre documentation

**INSTITUT TECHNIQUE SUISSE  
D'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE**

**PARIS - XV<sup>e</sup>, M.P. 56, 88, rue de la Convention  
SAINT-LOUIS, M.P. 56, Haut-Rhin**

Adresse pour la Belgique et le Luxembourg  
Éts TELEVA, 184, Chaussée de la Croix  
OTTIGNIES - BRABANT - BELGIQUE

**MÉCANIQUE  
POPULAIRE**

# **L'AUTOMOBILE**

**144 pages - 500 photos - 150 francs**



Le guide indispen-  
sable à tous les  
automobilistes

**MÉCANIQUE POPULAIRE**

154, rue du Faubourg Saint-Denis  
**PARIS (X<sup>e</sup>)**  
C.C.P. 5.409-16

de radio et de télévision en employant cette technique. Ceci signifie vraisemblablement deux choses pour le consommateur américain.

Les récepteurs de télévision seront moins chers, parce qu'ils nécessiteront moins de travail manuel, et les réparations de ces nouvelles unités seront bien moins coûteuses. Le dépanneur radio remplacera simplement une unité plutôt que de chercher quel est le condensateur ou la résistance qui est la cause précise des ennuis. Ainsi, on acquerra la certitude que le poste tout entier sera composé de pièces détachées neuves, non susceptibles, pendant un certain temps, de rester en panne.

Le National Bureau of Standards n'envisage pas de construire des modules électroniques sur une grande échelle. La petite usine est simplement le résultat d'une année de recherches qui ont doté l'industrie électronique de l'« automation ». Le Bureau espère que par la suite, tous les fabricants de matériel radio transformeront leurs usines, pour adopter le système Tinkertoy. Ainsi, en cas de guerre ou de grave danger pour le pays, chaque constructeur pourrait virtuellement convertir, du jour au lendemain, sa production ordinaire en production militaire en fabriquant d'autres circuits imprimés sur plaquettes.

Des autorités en la matière déclarent qu'il n'y a pas de raison, dans l'état actuel de nos connaissances, pour qu'on ne puisse édifier une usine complètement automatique, capable de produire n'importe quel produit manufacturé. Cependant une telle « automation » ne serait pas rentable. Dans de nombreux cas, il est plus avantageux de payer quelqu'un pour fournir la matière première à une machine, plutôt que de mettre au point et d'utiliser un système compliqué de manutention automatique des matières premières. De plus, un être humain est capable d'apprendre à changer de travail, tandis que la plupart des machines automatiques ont des facultés d'adaptation très restreintes pour se plier à d'autres travaux.

L'automation peut éviter des travaux pénibles et de dures besognes manuelles. Avec son processus de pensée élémentaire, elle peut même diriger des machines et prendre des décisions à un échelon inférieur. Mais il faut qu'il y ait quelqu'un pour établir le matériel et pour l'entretenir. Il faut quelqu'un pour songer à de nouvelles productions et modifier l'appareillage en conséquence. La plupart des experts pensent que, dans l'avenir, grâce à l'automation, les heures de travail seront réduites et que le travail lui-même offrira plus d'intérêt.