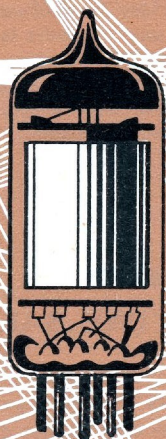


L'ELECTRONIQUE**COMMANDE****LA VIE MODERNE**

FASCICULE N° 12

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRONIQUE AU PESAGE

Le pesage des objets ou la comparaison des masses est une des plus anciennes mesures que pratiqua l'humanité.

Grâce au perfectionnement de l'usinage mécanique, les balances modernes sont parvenues à un haut degré de précision. Par l'utilisation de l'électronique, les balances classiques sont désormais susceptibles d'assurer automatiquement les opérations annexes du pesage : mise en place des récipients, tarage, écoulement de produit, transfert des objets pesés.

L'électronique a permis également de concevoir de nouvelles méthodes de pesage en opposant au poids à mesurer une force tout à fait différente, par exemple une action électrodynamique. La pesée se ramène alors à la mesure d'un courant. Enfin, en permettant la pesée en continu, le dosage automatique et la sélection gravimétrique, l'électronique contribue à l'amélioration de la productivité dans bien des domaines.

LE PESAGE ÉLECTRONIQUE

Le pesage est une opération très fréquente dans les fabrications de grande série, par exemple pour le contrôle de pièces mécaniques, ou le conditionnement de produits industriels ou alimentaires. Dans toutes ces industries, surtout dans celles où la plupart des opérations sont effectuées automatiquement, on constate souvent un goulot d'étranglement à l'endroit où est effectué une opération de pesage. En effet la balance dite « automatique » ne fait qu'éliminer la manipulation des poids pour la recherche de l'équilibre, mais la lecture et l'interprétation de cette lecture exige la présence d'un opérateur. Or, nous savons que, d'une manière générale, les servo-mécanismes ont des temps de réponse bien inférieurs à ceux de l'homme. De plus il faut tenir compte du fait qu'un opérateur, quelles que soient sa conscience et sa valeur professionnelles, peut commettre des erreurs. On s'est donc efforcé de rendre complètement automatique les opérations de pesées, en ayant recours aux méthodes électroniques.

Des équipements très divers ont été réalisés permettant : soit le pesage à poids constant avec, s'il y a lieu, tarage automatique du récipient ; soit le triage des pièces par poids, en valeur absolue ou en pourcentage ; soit le pesage avec marquage au poids réel ; soit le dosage simple ou multiple avec autorégulation ; soit le pesage en continu pour contrôle et régulation de débit.

Sans entrer dans le détail des équipements réalisés, nous donnons ci-après les principes généraux utilisés pour résoudre le problème du pesage électronique.

D'une manière très générale, on peut classer les équipements électroniques de pesage en deux catégories : celles dans lesquelles l'électronique permet d'apprécier automatiquement, et avec précision, l'équilibre d'une balance ou d'une bascule d'un modèle classique et celles dans lesquelles la pesée elle-même est faite électroniquement.

I. UTILISATION DE L'ÉLECTRONIQUE POUR LE CONTRÔLE DE L'ÉQUILIBRE D'UNE BALANCE

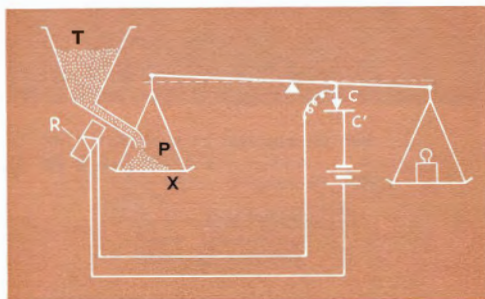


Fig. 1. - Balance à commande électrique.

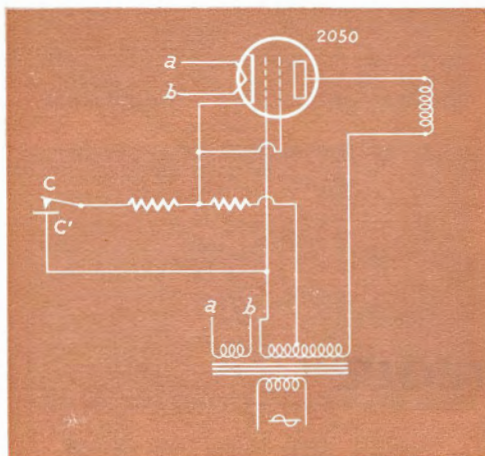


Fig. 2. - Schéma de principe du circuit de la balance à commande électronique.

La balance utilisée peut être d'un des types habituels.

Le problème est d'apprécier avec le plus d'exactitude possible le passage du fléau ou de l'aiguille indicatrice par la position d'équilibre s'il s'agit d'une balance simple, ou la position de l'aiguille devant une certaine graduation s'il s'agit d'une balance automatique.

Une solution simple du problème est de munir le fléau d'un doigt C appuyant sur un contact fixe C' tant que l'équilibre n'est pas obtenu. Par exemple, dans le cas de la pesée d'un poids déterminé P d'un produit s'écoulant d'une trémie T dans le plateau X, tant que le plateau X n'a pas reçu une charge égale à P. Le contact C-C' est inséré dans le circuit d'un relais R commandant l'écoulement du produit dans le plateau X.

Au moment précis où la charge du plateau X est égale à P, le contact C-C' est ouvert ce qui provoque l'arrêt de l'écoulement du produit P. C'est ainsi qu'ont été réalisées des balances à pesée automatique. Ces balances sont sujettes à des irrégularités de fonctionnement par suite de la difficulté de maintenir un parfait contact entre l'aiguille et le contact fixe (pression trop faible, rupture très lente, étincelles destructrices). Il en résulte une perte de précision de la balance.

Le système peut être au contraire rendu extrêmement précis en intercalant le contact porté par l'aiguille, dans le circuit grille d'un tube électronique (fig. 2). Le courant coupé par le contact devient négligeable. Le contact C-C' ne sert qu'à supprimer la polarisation du tube électronique et à provoquer ainsi son déblocage.

Le courant anodique s'établit alors, formé d'alternances successives.

Il est particulièrement intéressant d'utiliser comme tube électronique un thyatron 2050 ou 2 D 21. Lors de l'amorçage le thyatron ne laisse passer que les alternances positives de la tension anodique. Le courant ondulé qui parcourt le circuit peut actionner directement le vibreur agitant le couloir par lequel s'écoule le produit. Dans d'autres cas un relais commandera une électrovanne.

On peut réaliser des balances automatiques permettant d'obtenir jusqu'à 1.000 pesées à l'heure, pour des produits s'écoulant facilement : poudre, graines, granulés, comprimés, pastilles ou petites pièces mécaniques, d'horlogerie, décolletage (1).

Certaines de ces balances sont munies d'un double dispositif d'alimentation du plateau, l'un à gros débit, l'autre à faible débit ; le premier permet d'arriver rapidement aux environs de l'équilibre, le second, qui entre alors en jeu permet de faire l'appoint : ainsi sont obtenues la rapidité et la précision des pesées (fig. 3).

La précision varie suivant l'importance de la pesée à effectuer. Elle peut atteindre un demi-milligramme.

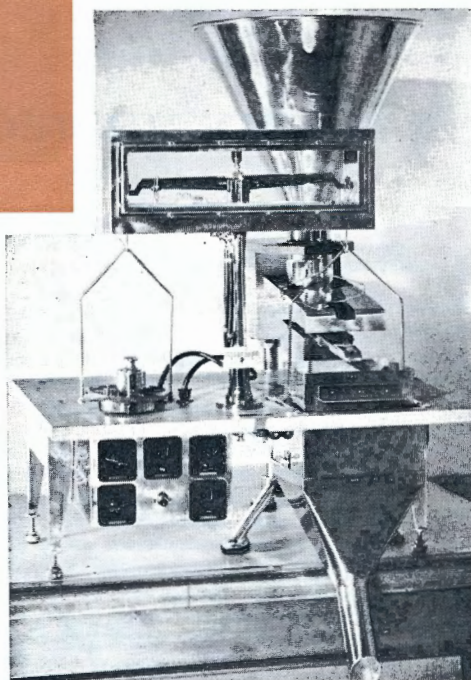


Fig. 3. - Balance à commande électronique, à double alimentation.
Ph. Baudin (SECAMP, constructeur).

(1) Constructeur Établissements SECAMP, 11, rue R. Hantelle, LE PLESSIS-BOUCHARD (S.-et-O.).

DISPOSITIF PHOTO-ÉLECTRIQUE

Dans le cas d'utilisation d'une balance automatique il est particulièrement pratique de recourir à un dispositif photo-électrique organisé de la manière suivante:

Une source lumineuse envoie un faisceau sur une cellule photo-électrique. Lorsque le faisceau est interrompu un relais électromagnétique est actionné. C'est le passage de l'aiguille qui provoquera l'occultation du faisceau.

Pour cela la cellule et la source lumineuse sont disposées de part et d'autre du cadran. Une ouverture est percée dans le cadran pour permettre le passage de la lumière. Le boîtier enfermant la lampe et celui enfermant la cellule comportent une fente étroite à travers laquelle passe le flux lumineux. C'est la largeur de cette fente qui détermine la précision d'action. Une fente de largeur réglable permet de modifier la tolérance sur la pesée.

En perçant une série de trous dans le cadran rendant réglable la position du système photo-électrique, il est possible d'effectuer des pesées à diverses valeurs. Si les divers trous successifs sont des fentes obliques par rapport au sens radial on peut régler d'une manière continue la position de commande.

Il est possible d'éclairer la cellule par réflexion de la lumière sur l'aiguille rendue noire ou brillante suivant le genre de commande adoptée (par augmentation ou diminution du flux lumineux).

En utilisant plusieurs cellules photo-électriques, il est possible par exemple de vérifier si le poids d'un objet est compris entre deux limites déterminées, l'enclenchement des relais correspondant aux diverses cellules commandant les dispositifs d'amenée et d'évacuation des objets à contrôler ainsi que leur classement en plusieurs catégories : trop léger, normal, trop lourd.

REPLISSAGE AUTOMATIQUE

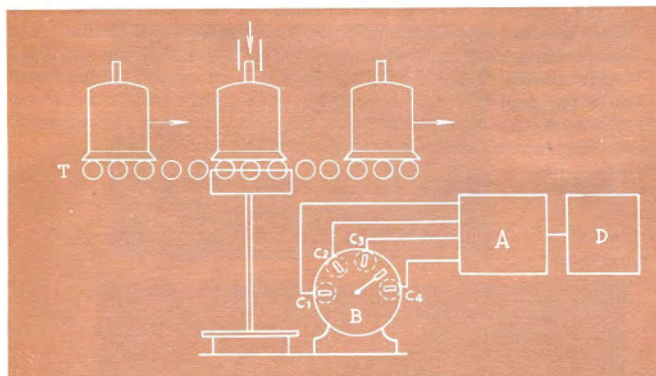


Fig. 4. - Principe d'un dispositif de remplissage automatique à commande photo-électrique.

T : Transporteur à rouleaux.
B : Balance automatique.
C₁, C₂, C₃, C₄ : Cellules photo-électriques.
A : Amplificateur photo-électrique.
D : Commande de l'électrovanne du système de tarage et des diverses sections du transporteur.

Pour le remplissage automatique d'un récipient on peut utiliser le passage de l'aiguille devant une première cellule pour arrêter une alimentation rapide, et le passage devant une seconde cellule pour arrêter une alimentation d'appoint, ce qui permet d'effectuer rapidement une pesée de précision.

A titre d'exemple, nous décrivons un dispositif d'embidonage automatique applicable lorsqu'il est possible d'amener le produit par des canalisations munies d'électrovannes (liquides, matières en poudre ou en grains).

L'équipement comprend : (fig. 4)

- 1° Une bascule à cadran
- 2° Quatre cellules photo-électriques à thyratrons et relais de commande
- 3° Un amplificateur à thyratrons et relais électromagnétiques
- 4° Un transporteur à rouleaux fractionné en 3 éléments :
 - 1° avant la bascule
 - 2° sur la tablier de la bascule
 - 3° en aval de la bascule.

Les quatre cellules photo-électriques sont réparties sur le cadran de la manière suivante :

- C₁ à la graduation « zéro »
- C₂ à une graduation légèrement inférieure au poids du récipient vide le moins lourd ; par exemple pour une bouteille de butane dont la plus légère pèse 5 kg, la cellule C₂ sera placée en face de la graduation 4,8 kg
- C₃ à une graduation légèrement supérieure au poids du récipient vide le plus lourd ; par exemple pour une bouteille de butane dont la plus lourde pèse 5,4 kg, la cellule C₃ sera placée en face de la graduation 5,6 kg valeur de tarage
- C₄ à une graduation égale à la valeur de tarage majorée du poids du produit que doit contenir le récipient.

Le fonctionnement est le suivant :

Aucun bidon ne se trouvant sur la bascule, l'aiguille de la bascule est à zéro : la cellule C₁ est masquée, le relais correspondant ferme le circuit du transporteur amenant un récipient vide sur la bascule. L'aiguille se déplace sur le cadran. En passant devant la cellule C₂ elle déclenche le tarage automatique. De l'eau s'écoule alors dans un récipient auxiliaire solidaire du tablier de la bascule, jusqu'au moment où l'aiguille vient masquer la cellule C₃. Le tarage est terminé et la vanne de remplissage de la bouteille s'ouvre, la bouteille se remplit jusqu'au moment où l'aiguille vient masquer la cellule C₄. La vanne de remplissage se ferme, le transporteur du tablier de la bascule se met en route et évacue la bouteille pleine,

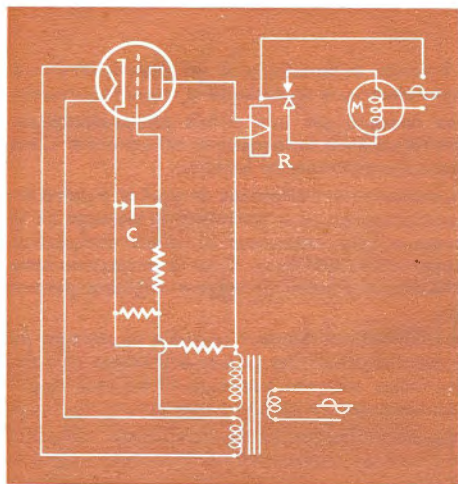


Fig. 5. - Schéma de principe d'une balance, enregistreuse à commande électronique.

C : Contact entraîné par le moteur à 2 sens de marche.
R : Relais inverseur commandant le moteur.
M : Moteur à 2 sens de marche.

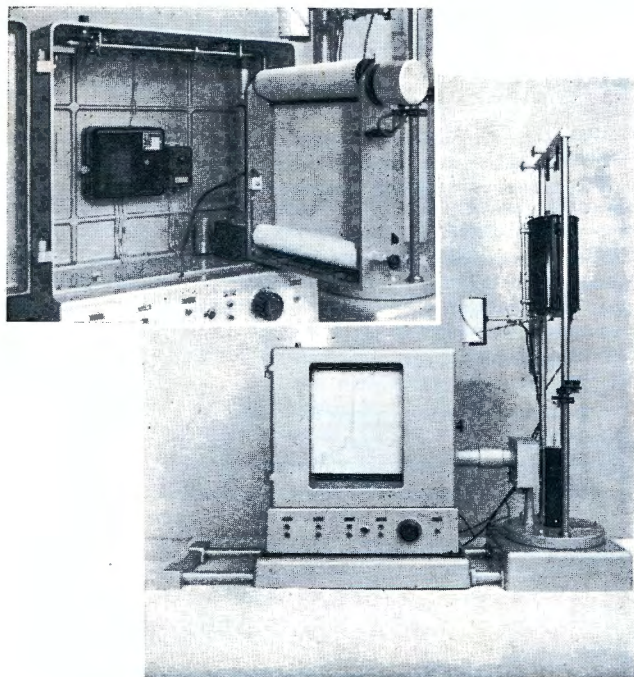


Fig. 6. - Thermo-balance ADAMEL. a) Vue d'ensemble. b) Enregistreur ouvert montrant la simplicité de l'équipement électronique utilisé.

tandis que le réservoir de tarage se vide et que l'aiguille revient à zéro. Le passage de l'aiguille devant les cellules C_3 et C_2 , pendant son retour, ne produit aucun effet grâce à un dispositif de blocage momentanément commandé par le déclenchement du relais commandé par la cellule C_4 .

ENREGISTREMENT DES MASSES

Pour de nombreuses opérations de recherches scientifiques, ou même de contrôles industriels, il est nécessaire de procéder à l'enregistrement continu des masses, permettant de mettre en évidence des phénomènes risquant de passer inaperçus lors de mesures discrètes, échelonnées dans le temps.

On utilise alors des balances automatiques permettant d'actionner un enregistreur. Le principe de la méthode est de maintenir le fléau de la balance en oscillation constante de part et d'autre de la position d'équilibre statique. Un contact contrôlant l'équilibre du fléau est inséré dans la grille d'un tube électronique. Dans le circuit de l'anode de ce tube est monté un relais inverseur commandant la marche dans l'un ou l'autre sens du servomoteur amenant constamment la balance aux environs de sa position d'équilibre. La figure 5 donne le schéma de principe d'une telle balance. Ce type de balance peut être associé à des fours à haute température, à atmosphère contrôlée, pour l'enregistrement des changements de poids d'échantillons et pour l'étude de réactions chimiques.

Il est alors particulièrement précieux pour l'analyse thermique des aciers et des alliages ainsi que pour celle de produits divers : carbonate de calcium et de magnésium, dolomie, phosphate de calcium, etc.

La figure 6 montre la réalisation d'une telle balance : la thermobalance A.D.A.M.E.L. (1), permettant d'étudier des échantillons dont la masse peut varier entre 100 mg et 10 g. La sensibilité de l'appareil est telle qu'une variation de masse de 1 mg peut être représentée sur le diagramme par 5 mm ou même, exceptionnellement par 10 mm. La figure 7 reproduit un diagramme fourni par la thermobalance.

(1) A.D.A.M.E.L., 4, passage Louis-Philippe, PARIS (11^e).

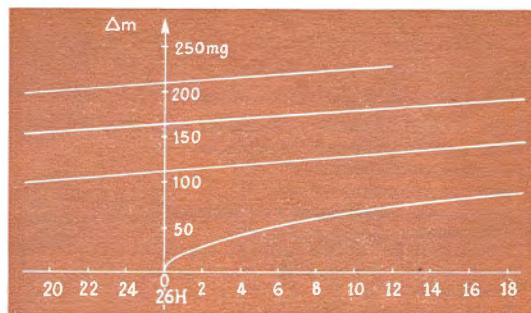


Fig. 7. - Exemple de diagramme fourni par la thermobalance.

PESAGE PAR EXTENSOMÉTRIE

Le principe de mesure de contraintes par extensométrie à jauges résistantes s'applique naturellement à la mesure des poids (voir bulletin n° 11).

Il est important de signaler ici que la précision obtenue par la méthode extensométrique est telle qu'il est facile de réaliser des équipements satisfaisants aux exigences du Service des Instruments de Mesure.

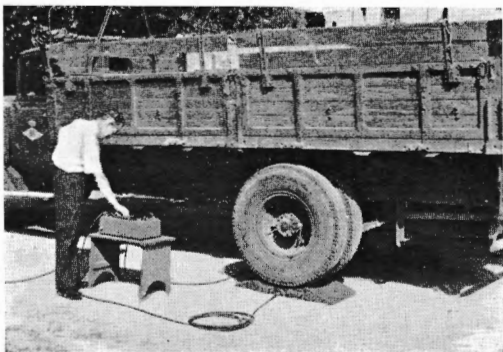


Fig. 8. - Mesures par extensométrie de la charge de l'essieu arrière d'un camion.



Fig. 9. - Plate-forme de pesée.



Fig. 10. - Valise de mesure.
(Brevet TRAYVON-SEXTA).

- (1) SEXTA, 1, avenue Pasteur, BAGNEUX (Seine).
(2) TRAYVON, LA MULATIERE (Rhône).

Par l'application de ces principes on réalise des balances ou bascules électroniques simples, robustes et précises.

Une bascule électronique comprend essentiellement deux parties, le dispositif de pesage dynamométrique et la tête de lecture électronique.

Le dispositif de pesage comporte, suivant les cas, un ou plusieurs dynamomètres auxquels est suspendu le poids à mesurer. Le dynamomètre est lui-même constitué par une lame ou un barreau (portées au delà d'une tonne) sur lequel sont montées en pont de Wheatstone, les jauges résistances alimentées en courant alternatif.

Les jauges spéciales utilisées permettront d'obtenir une précision supérieure au 1/1000 à la mise en service et conserver une précision supérieure au 1/500 en service.

La tête de lecture électronique comporte un amplificateur amplifiant la tension de déséquilibre et un servo-mécanisme actionnant un appareil indicateur robuste.

Le dispositif dynamométrique et la tête de lecture sont reliés par des câbles électriques de type courant pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres de longueur, ce qui permet de faire la lecture des poids à distance. Un intérêt supplémentaire de ce type d'appareil est de permettre facilement l'enregistrement des pesées ou l'affichage des résultats à une certaine distance du point de mesure.

Le dispositif de pesage peut être simplement fixé au-dessus du crochet d'un appareil de levage quelconque, palan, pont roulant ou grue, permettant ainsi d'effectuer instantanément la pesée au cours même de la manutention des charges (1).

Il est possible de réaliser des plates-formes de pesage dynamométrique pour des charges considérables et de très faible encombrement (fig. 9). Ces plates-formes, par simple connexion à un équipement électronique portable, permettent d'effectuer rapidement des pesées précises (fig. 8 et 10) (2).

Le même principe de pesage par extensométrie permet de réaliser le pesage de véhicules en marche, par exemple de camions circulant à vitesse normale sur une route. La bascule comporte alors une dalle en béton reposant sur quatre cellules à jauges résistances. Chaque cellule comporte un pont de Wheatstone à quatre jauges ; les cellules actives sont montées en parallèle de sorte que l'amplificateur mesure le déséquilibre total des quatre cellules. Cette disposition permet d'obtenir l'indication exacte du poids quelle que soit sa position sur le plateau.

L'amplificateur électronique alimente finalement un oscillographe dont le tube cathodique présente une légère persistance. On rend ainsi possible l'observation du poids de chaque essieu d'un véhicule ; on peut également enregistrer photographiquement l'image apparaissant sur l'écran du tube : l'élongation du spot est proportionnelle au poids de l'essieu tandis que la distance qui sépare le tracé relatif à chaque essieu est proportionnelle à la vitesse du véhicule. Un tel dispositif peut présenter un intérêt pour les services du contrôle de la circulation routière. En faisant suivre l'amplificateur d'un relais commandant un signal d'arrêt, il est possible de réaliser un dispositif interdisant automatiquement l'accès d'un ouvrage d'art aux véhicules dont la charge totale, ou la charge par essieu dépasse la limite autorisée.

Pesage de réservoirs, trémies, silos

Une application intéressante des dynamomètres électroniques à jauges résistances est le pesage de réservoirs trémies ou silos. Les dynamomètres sont alors intégrés dans la charpente supportant les réservoirs. Les avantages de ce procédé sont manifestes : la quantité de produit stocké est connue en permanence et peut être affichée en autant de lieux qu'on le désire. Le système se prête particulièrement à la commande d'un dispositif enregistreur.

Ponts-basculés

Le pesage par dynamomètres à jauges résistances permet de réaliser des ponts-basculés présentant sur les appareils jusqu'ici classiques des avantages considérables.

En effet les capteurs système dynamométrique possèdent un très faible encombrement (quelques décimètres dans leur plus grande dimension) ce qui permet de les loger facilement sous la plate-forme du pont bascule ; au contraire les ponts-basculés classiques exigent pour l'installation de leur timonerie une fosse bétonnée de grande dimension et d'une réalisation onéreuse.

D'autre part, sous l'effet de la charge correspondant à la portée nominale de la bascule le déplacement vertical de la plate-forme est négligeable (de l'ordre de 1/10 de mm, soit 10 à 100 fois moins que pour une bascule mécanique. Il en résulte que le pont-basculé électronique constitue un ensemble pratiquement rigide ;

on pourra donc relier l'objet à peser et les structures environnantes par des liaisons presque rigides, tuyauterie, commandes mécaniques, etc., sans diminuer sensiblement la précision des pesées. L'inertie du système étant relativement faible la durée d'une pesée est extrêmement réduite, on peut donc aborder le domaine du *pesage en marche* des wagons (isolés ou en rames), lingotières, bennes, etc., et cela à des vitesses dépassant notablement celles qui limitent l'utilisation des bascules mécaniques dans ce domaine.

D'une manière générale il y a lieu de souligner que les dispositifs de pesages dynamométriques présentent, du fait du fort couple disponible sur l'axe de l'aiguille indicatrice, l'avantage de faciliter l'enregistrement des poids, la commande d'un dispositif imprimeur et des relais nécessaires au conditionnement et au transfert automatique des pièces à peser.

II. LE PESAGE AUTOMATIQUE PAR MÉTHODE ÉLECTRONIQUE

(Document " Le Pesage Automatique ").

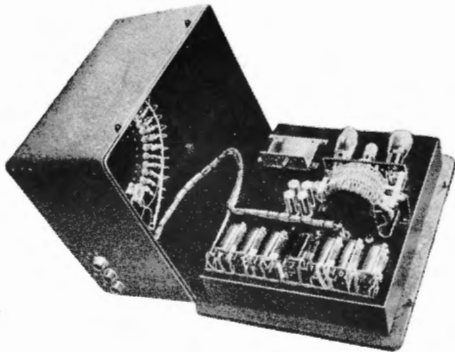


Fig. 11. - Sélectionneur pas à pas envoyant les impulsions de courant au moteur électrodynamique d'un système automatique de pesage.

Une autre technique de pesage permise par l'électronique consiste à utiliser une balance à fléau, mais à remplacer le poids par des impulsions électriques calibrées jusqu'à l'obtention de l'équilibre. La méthode s'applique surtout aux balances dites de comparaison, chaque fois que l'on veut peser en série et à grande vitesse.

Grâce à l'exploration discontinue utilisée, il est possible de résoudre automatiquement un grand nombre de problèmes de fabrication qu'il était difficile d'aborder avec les anciennes méthodes de pesage. L'utilisation de ce principe permet de réaliser des machines trieuses-classeuses permettant de distinguer jusqu'à 60 catégories de l'objet contrôlé avec la précision désirée. La précision du dispositif est en principe celle des appareils de pesage sur lesquels il est adapté, mais le mode d'action par poussée constante fait que la précision utile est toujours plus grande en automatique qu'en pesée manuelle.

Principe utilisé

Imaginons que, sur une balance de comparaison destinée à peser un objet de poids P_x , on ait placé dans le plateau des poids une tare fixe T égale au poids théorique P_0 de l'objet diminué de ΔP , tolérance maximum sur le poids. Supposons que l'opérateur ajoute successivement et jusqu'à obtention de l'équilibre n fractions de poids élémentaires dp . Lorsque l'équilibre sera établi on aura la relation

$$P_x = P_0 - \Delta P + n dp.$$

En pratique la force $P_0 - \Delta P$ est fournie par un courant continu I parcourant la bobine d'un moteur électrodynamique à champ permanent. La valeur de ce courant continu augmente par bonds ΔI , automatiquement jusqu'à ce que l'équilibre soit établi et la mesure du courant permet d'en déduire le poids P_x . Les bonds d'intensité ΔI sont provoqués par un sélectionneur pas à pas, chaque plot du sélectionneur correspondant à une variation ΔI en courant ou dp en poids. Le nombre N total des plots et la variation dp correspondant à un plot sont évidemment liés par la relation

$$N dp = 2 \Delta P.$$

Le dispositif est surtout destiné à peser des objets en série et à les classer dans l'intervalle des poids explorés (de $P_0 - \Delta P$ à $P_0 + \Delta P$). En même temps diverses opérations annexes, marquage, comptage, statistique et même régulation peuvent être commandées automatiquement (fig. 11).

La pesée automatique faite par ce procédé est

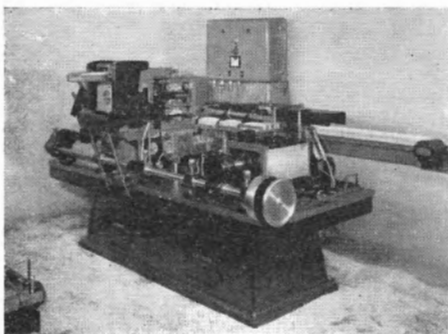


Fig. 12. - Machine automatique à peser le sucre. (Machines CHAMBON, équipement " Le Pesage Automatique ").

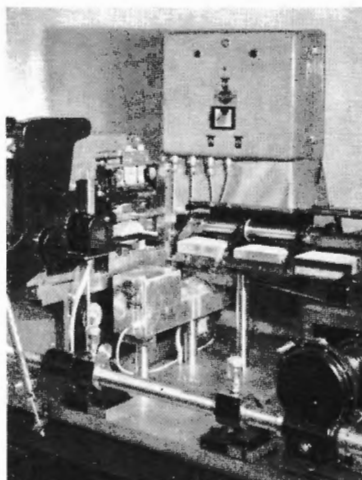


Fig. 13. - Équipement SÉLECT-O-MATIC intercalé sur le dispositif de transfert des paquets de sucre.

très rapide : demi-seconde dans le cas de l'exploration de 20 points. Dans le cas où l'on désire explorer plus de 20 points la durée de la pesée est augmentée, par exemple 1,5 seconde pour 60 points.

La figure 12 montre une machine à peser le sucre. On voit sur la figure 13 le dispositif de pesage automatique inséré sur le système de transfert des boîtes de sucre (1).

L'utilisation de balances électroniques commandant un dispositif de classement automatique permet d'obtenir un contrôle statistique d'une fabrication avec tracé automatique des courbes de Gauss correspondant à une dispersion déterminée. Ce contrôle statistique permet même de résoudre des problèmes de fabrication restés jusqu'ici sans solution.

On sait par exemple que, dans certains cas, il est difficile d'assurer une pesée à charge constante ; c'est le cas du tabac par exemple, dont l'écoulement ne s'arrête pas aussi commodément que celui d'une matière pulvérulente. Au lieu de chercher à fabriquer des paquets de tabac pesant N grammes, on réalisera des boudins de tabac d'un poids moyen de $\frac{N}{2}$ grammes, ces boudins seront classés en catégories symétriques par rapport à l'axe de la courbe de Gauss et la machine reconstituera la charge totale par appariage automatique d'éléments de $\frac{N}{2}$ grammes choisis dans deux catégories symétriques.

Dans certaines réalisations de balances électroniques à sélection gravimétrique on utilise, au lieu d'une balance à fléau, un simple plateau P supporté par un moteur électrodynamique dont l'enroulement est parcouru par un courant continu convenable (fig. 14).

Le fonctionnement du système est alors le suivant. Sous l'influence de la charge C le plateau P tend à descendre. Un détecteur d'écart à courant porteur fournit un signal à un amplificateur-démodulateur. Le signal issu du démodulateur commande un amplificateur de puissance fournissant le courant alimentant le moteur électrodynamique. Finalement le moteur fournit une force antagoniste de celle exercée sur le plateau P .

On voit que l'on peut considérer le système comme un servomécanisme de position réagissant pour s'opposer à tout déplacement du plateau P , le courant de sortie de l'amplificateur caractérisant le poids qui s'exerce sur le plateau.

Le principe du pesage électronique permet de résoudre de très nombreux problèmes restés jusqu'ici sans solution. A titre d'exemple signalons l'application qui en a été faite à la pesée des lettres.

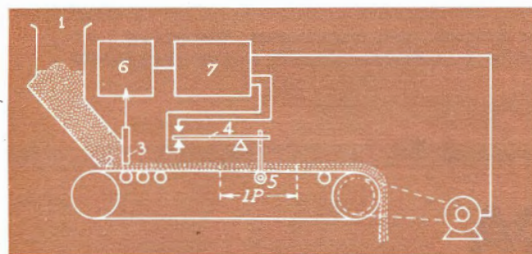
Dans un bureau de poste important plusieurs milliers de lettres doivent être manipulées en quelques heures ; le contrôle des taxes postales insuffisantes est pratiquement impossible car il exigerait l'utilisation d'un trop nombreux personnel.

Il serait donc très intéressant de réaliser une balance automatique rapide. C'est à quoi s'est efforcé le C.N.E.T. qui a réalisé un modèle expérimental capable d'une cadence de 20 à 50 mille lettres à l'heure. Dans ces machines les lettres, entraînées par un système de convoyage, passent à la vitesse de 4 m/s sur le plateau du pese-lettre. Un faisceau lumineux, alors démasqué, déclenche la mesure. Le plateau agit sur un dispositif électronique à contre-réaction fournissant un courant proportionnel à la force appliquée. Il suffirait donc de mesurer le courant passant à cet instant dans le moteur pour connaître le poids de la lettre. En réalité un relais différentiel commande un aiguillage mécanique rejetant les lettres pesant plus de 20 grammes.

(1) LE PESAGE AUTOMATIQUE, 2 bis, rue Trarieux, ASNIÈRES (Seine).

Fig. 14. - Schéma de principe d'une balance électronique sans poids.
P. Plateau porte-objet.
D. Détecteur d'écart.
O. Oscillateur.
A. Amplificateur démodulateur.
M. Moteur électrodynamique.

Fig. 15. - Dosomètre.
1 - Silo.
2 - Goulotte.
3 - Trappe.
4 - Romaine.
5 - Rouleau peseur.
6 - Servo-mécanisme de commande de la trappe 3.
7 - Equipement électronique.



PESAGE EN CONTINU

Les méthodes de fabrication discontinue ont longtemps été conservées parce qu'elles permettaient d'effectuer des dosages précis, par des détermination en poids.

Pour passer à la fabrication continue, il était nécessaire de réaliser des dispositifs de pesée continue précise, ce qui jusqu'à l'avènement de l'électronique s'est avéré pratiquement impossible ; il fallait avoir recours au dosage volumétrique dont on connaît l'imprécision foncière (jusqu'à 10 ou 15 % d'erreur).

Grâce à l'électronique il a été possible de réaliser des dosomètres, c'est-à-dire des appareils permettant le pesage continu précis.

Le dosomètre électronique

Le dosomètre (fig. 15) se compose essentiellement d'un transporteur à courroie caoutchoutée placée directement sous la couche d'un silo. Le moteur entraînant la courroie est commandé par un variateur de vitesse.

La veine du produit extrait du silo 1, est conduite sur le transporteur par une

Fig. 16. - Dosage d'un mélange de produits. 1, 2, 3, 4. - Silos. 5 - Couches successives des produits. 6, 7, 8, 9. - Dosomètres. 10 - Bande collectrice. 11 - Sortie du mélange.

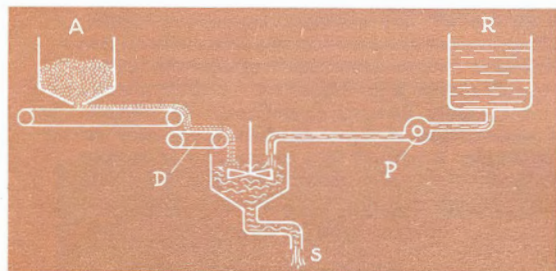
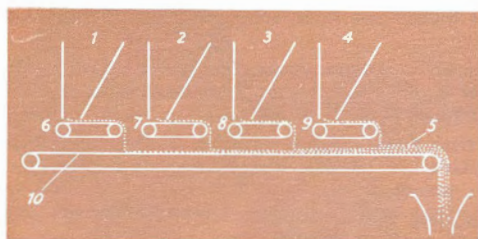


Fig. 17. - Mélange d'un produit solide et d'un liquide. A. Trémie contenant le produit solide. D. Dosomètre. R. Réservoir contenant le liquide. P. Pompe volumétrique. S. Sortie du mélange.

goulotte 2 calibrée en hauteur par une trappe 3 ; une balance romaine 4 supporte par l'intermédiaire d'un rouleau peseur 5 une certaine longueur IP de la courroie, dite longueur de pesage, sur laquelle se trouve le poids P du produit à doser. Un servo-mécanisme 6 permet de régler la hauteur de la trappe 3.

La balance romaine 4, agissant en détecteur de poids, commande le mécanisme de la trappe par l'intermédiaire de l'équipement électronique 7, pour que le poids de produit sur la bande transporteuse soit maintenu constant. On conçoit que toute variation du poids spécifique du produit est compensée automatiquement par une variation du volume dosé par la trappe. Le débit instantané du dosomètre peut être ajusté très facilement par modification du réglage de la balance romaine et, automatiquement, par réglage de la vitesse de la bande caoutchoutée. Cette vitesse est normalement maintenue constante par le variateur compris dans l'équipement électronique 7. Le dosomètre assure la pesée continue avec une précision de 1 %. Cette précision peut en cas de besoin être portée à 0,5 % (1).

L'utilisation d'un dispositif de pesage automatique incorporé à une bande transporteuse et connectée à un système intégrateur des poids permet de réaliser un pesage continu en cas d'alimentation discontinue (cas de trémies alimentées par wagonnets).

Pour certaines applications le réglage du poids supporté par la longueur de pesage IP de la bande transporteuse n'est pas obtenu par la trappe de sortie de la trémie, mais par le réglage d'un autre organe commandant le débit du produit : par exemple, en sucrerie, on peut régler la vitesse des coupe-racines pour maintenir constant le débit des cossettes de betteraves. Dans ce cas les impulsions électroniques fournies par la romaine agissent sur le variateur des moteurs actionnant les coupes-racines.

(1) SIRELEC, 21, rue Kléber, ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine).

Dosage d'un mélange de produits

Plusieurs dosomètres affectés chacun à un silo et se déversant sur une bande transporteuse collectrice permettent d'alimenter directement des appareils récepteurs tels que fours, mélangeurs, malaxeurs, broyeurs (fig. 16). Cette possibilité permet d'assurer d'une manière automatique et précise des fabrications en continu.

Il est possible de corriger très exactement les proportions du mélange pour tenir compte des qualités différentes des produits.

Certains équipements de dosage comportant au lieu d'une trappe de calibrage de la veine du produit, un vibreur agitant le couloir de sortie de la trémie. Le servomécanisme comporte alors un convertisseur de la fréquence des courants appliqués à chacun des vibreurs.

Cette fréquence est réglable suivant la nature des divers produits, par exemple celle qui convient au sucre en poudre peut ne pas convenir à la semoule. Le servomécanisme règle ensuite la fréquence pour maintenir constant le poids du produit supporté par la bande du transporteur. Le réglage du débit horaire est assuré par le variateur de vitesse du moteur entraînant le transporteur.

Lorsque certains des constituants du mélange sont des liquides ils sont débités à l'aide de pompes volumétriques dont les moteurs munis de variateurs de vitesse ont en permanence la vitesse correspondant au débit désiré (fig. 17).

Totalisation du poids du produit débité

Le dosomètre équipé d'un système intégrateur permet de totaliser le poids du produit dosé avec une précision du même ordre de grandeur que celle de la régularité des débits, c'est-à-dire de l'ordre de 1 à 0,5 %.

Variation du débit total d'un mélange

La grande souplesse de réglage des dosomètres permet de faire varier le débit total d'un mélange sans modifier la proportion de chacun des constituants. Cette manœuvre peut se faire à distance, depuis un poste central de commande par la simple manœuvre d'un potentiomètre.

Les dosomètres apportent aux méthodes de fabrications en continu de telles facilités qu'il est permis de prévoir que ces méthodes vont trouver un nouvel essor dans les industries alimentaires, chimiques, pharmaceutiques, céramiques, les faisant bénéficier d'une amélioration de la qualité des produits et d'un abaissement des prix de revient.

LAMPE MAZDA

COMPAGNIE DES LAMPES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 13 680 000 N.F.

DÉPARTEMENT TUBES ÉLECTRONIQUES

29, RUE DE LISBONNE - PARIS (VIII^e)

Tél. : LAB. 72-60 à 68 • Adr. Tél. MAZDALAMP-PARIS • R.C. Seine 54 B 5088