COMMENT FONCTIONNENT

Les tables de lecture

Nous arrivons au terme de l'étude sur les tables de lecture. Le chapitre que nous ouvrons aujourd'hui concerne les mécanismes. Leur rôle essentiel est de donner une vitesse déterminée et une rotation extrêmement régulière au plateau qui porte le disque. Pour assurer cette fonction, ainsi que d'autres, les constructeurs ont choisi des méthodes différentes. Dans les chapitres qui suivent nous en faisons l'analyse.

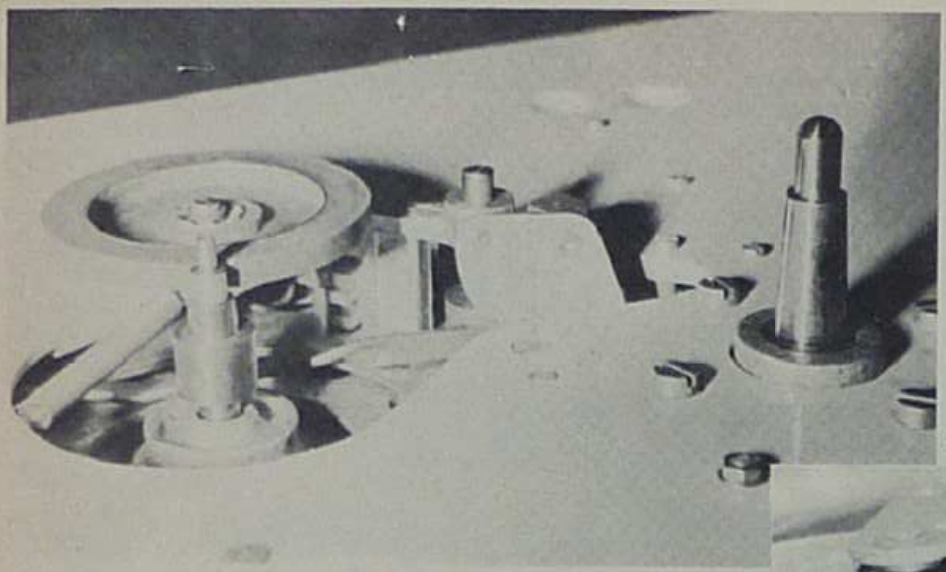
II. Les mécanismes

Le mécanisme du tourne-disque le plus élémentaire est constitué par un moteur, un système de transmission et un plateau. Elémentaire ne doit pas être pris ici dans un sens péjoratif mais dans son esprit, puisque les mécanismes des tourne-disques professionnels ne comportent que ces trois éléments, et rien d'autre. Les amateurs sont généralement plus exigeants et demandent que l'appareil soit au moins muni d'un dispositif d'arrêt automatique.

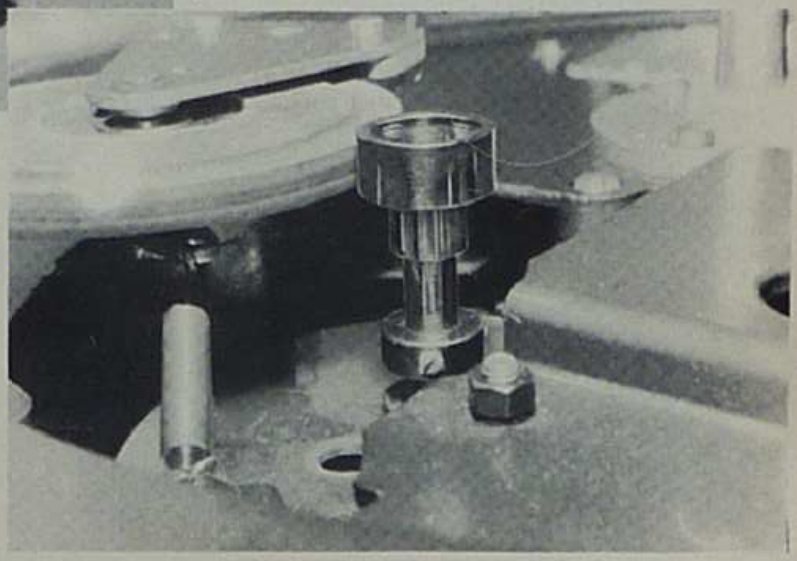
D'où vient cette répulsion des professionnels pour les dispositifs d'arrêt automatique ? Elle pouvait se comprendre et se justifier, il y a quelques années encore, parce que l'effort demandé à l'équipage mobile d'une cellule phonocaptrice très précieuse, pour déclencher un mécanisme d'arrêt, était trop grand pour elle. Aujourd'hui d'énormes progrès ont été faits dans ce domaine : certains systèmes d'arrêt et même de retour du bras sont commandés par cellules photo-électriques (en réalité des photodiodes) associées à des amplificateurs à transistors commandant des relais qui ne demandent aucun travail à la pointe de lecture. Ceci peut donc rassurer les plus pointilleux ; également les progrès faits dans ce domaine par les mécaniciens sont tels qu'on peut considérer comme négligeable l'effort demandé. En conséquence comme les équipages mobiles ne souffrent pratiquement pas, on peut envisager en plus du déclenchement du mécanisme d'arrêt, le déclenchement de mécanismes plus complexes : remise en place du bras et dispositifs changeurs de disques.

Revenons à notre mécanisme élémentaire et étudions par exemple la platine Garrard 401 (fig. 1), qui est un modèle dans le genre. Elle est livrée sans bras par le constructeur et son mécanisme répond parfaitement à la définition que nous donnions plus haut.

Le plateau est en aluminium fondu entièrement usiné et ensuite équilibré. Il pèse 2,7 kg et porte à sa périphérie des repères stroboscopiques. Ces derniers sont éclairés par une lampe au néon incorporée



Deux exemples de poulies à étages et de galet caoutchouté. En A, une poulie à 4 étages donnant 4 vitesses, en B, une poulie à 3 étages donnant 3 vitesses par déplacement en hauteur du galet caoutchouté.



dans le socle. Ils permettent de régler exactement la vitesse de défilement, c'est-à-dire la vitesse angulaire du plateau au moyen de frein à courant de Foucault (1). Le moteur est surpuissant, bien suspendu, parfaitement équilibré. Il ne transmet aucune vibration à la platine ou au plateau. L'absence de vibrations est due à la précision de l'usinage et aux masses importantes. L'axe du moteur porte une poulie à trois étages (fig. 2) sur laquelle vient s'engager une poulie intermédiaire en caoutchouc qui entraîne le plateau par le bord intérieur (fig. 4).

Et nous nous apercevons à la lecture de cette description que notre mécanisme est déjà beaucoup plus complexe que nous l'avions dit. En effet nous avons parlé d'ajustage de la vitesse par frein à courant de Foucault et de poulie à trois étages pour obtenir trois vitesses de rotation du plateau (33, 45, 78 tr/mn).

On remarquera que nous avons aussi parlé de l'absence de vibrations. C'est un des trois problèmes majeurs qui font l'objet des soucis des constructeurs de tourne-disques. Quels sont-ils ?

1° En fonctionnement, le mécanisme doit être absolument silencieux. Inutile de s'étendre sur ce point.

2° La vitesse de rotation doit être rigoureuse et stable. Rigoureuse pour que la reproduction musicale soit faite dans le ton. Stable pour qu'elle ne soit pas entachée de pleurage et de scintillement.

3° Le mécanisme en mouvement ne doit donner aucune vibration à la platine, au plateau ou au bras. Toute vibration est enregistrée par la cellule phonocaptrice et convertie en ronronnement par le haut-parleur.

Les constructeurs de platine ont un quatrième souci qui sort du domaine de la mécanique, c'est celui d'éviter les inductions parasites sur la cellule phonocaptrice.

Ceci étant exposé, il convient de regarder maintenant comment les différents constructeurs ont résolu tous ces problèmes. En fait nous n'étudierons pas toutes les platines mais nous parlerons plutôt de familles de platines, car dans une marque déterminée les solutions adoptées se retrouvent à peu près sur tous les modèles. De plus, nous nous excusons d'avance si nous avons oublié de parler d'un modèle ou d'une fabrication. Pour donner un fil conducteur à notre exposé nous allons sérier les mécanismes en quatre grandes catégories :

a) Les platines simples à transmission classique.

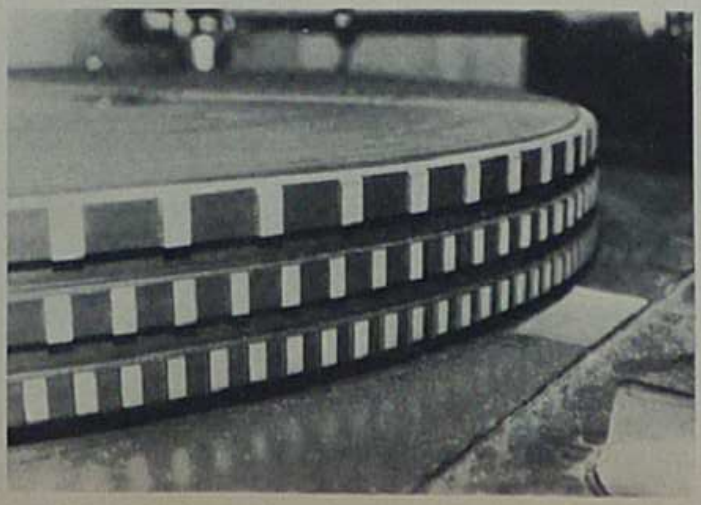
b) Les changeurs.

c) Les platines simples à moteur alternatif multipôle.

d) Les platines simples à micro-moteur asservi électroniquement.

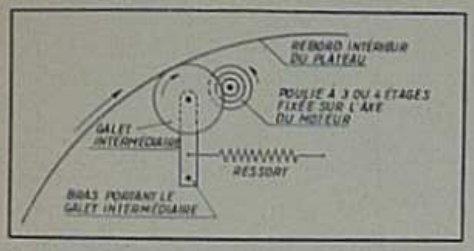
Les platines simples à transmission classique.

Avant de parler des transmissions, il convient de parler des moteurs. Dans tous les modèles Hi-Fi, ils sont à quatre poles



Pour permettre le réglage exact de la vitesse du plateau, on utilise un stroboscope éclairé par une lampe d'éclairage alimenté avec le secteur alternatif. Les constructeurs livrent avec les platines des stroboscopes du type publié dans notre numéro du 20 mai. Dans la platine Garrard 401, le stroboscope est taillé sur le bord du plateau et éclairé par une lampe incorporée dans la platine.

mais ils peuvent être du type synchrone ou du type asynchrone ou à hystérésis. Qu'ils possèdent quatre pôles fait que les moteurs synchrones tournent à 1 500 tours sans aucun glissement, et les moteurs asynchrones à une vitesse théorique de 1 440 tours. Dans les réalisations bon



Nous appellerons la formule d'entraînement représentée entraînement direct. Une poulie à 3 ou 4 étages est fixée sur l'axe du moteur. Un galet fou dont la circonférence est recouverte de caoutchouc est monté sur un bras. Un dispositif non représenté sur le dessin met le galet fou en contact à la fois avec un des étages de la poulie moteur et avec le rebord intérieur du plateau. C'est la formule généralement adoptée sur la majorité des tourne-disques.

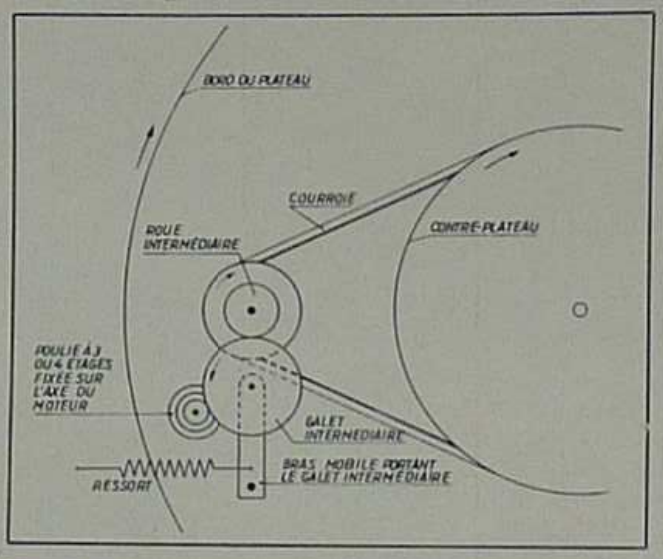
marché, donc non Hi-Fi, on utilise souvent des moteurs à deux pôles, tournant à 3 000 tr/mn environ, parce qu'ils sont moins coûteux et moins volumineux. Les moteurs à quatre pôles sont plus silencieux et plus faciles à équilibrer dynamiquement. Ils équipent non seulement les platines simples mais également les changeurs.

L'axe du moteur tourne donc à 1 500 tr/mn environ, le plateau doit pouvoir tourner suivant le cas à 16,66 tr/mn, 33,33 tr/mn, 45 tr/mn, 78 tr/mn. Il faut donc utiliser un système démultiplicateur à changement de vitesses.

Pour obtenir la démultiplication nous avons vu que sur la platine Garrard 401 un galet intermédiaire transmettait le mouvement d'une poulie de petit diamètre au bord interne du plateau (fig. 4). Etant donné le grand diamètre du plateau, on obtient facilement le rapport de démultiplication désiré : par exemple 1 500/33,33 soit environ 50. Ceci veut dire que dans ce cas particulier si le diamètre du plateau est de 300 mm, le diamètre de la poulie moteur sera de 6 mm environ ; par contre en examinant le cas où l'on veut la vitesse 16 tours, la poulie moteur devra avoir un diamètre de 3 mm, ce qui pose évidemment certains problèmes pour éviter les glissements.

Certains constructeurs ont cherché une deuxième solution. C'est celle que nous avons représentée dans la figure 5, très schématiquement.

Dans ce cas, le galet mobile n'entraîne pas directement le plateau mais une roue intermédiaire. Celle-ci entraîne au moyen d'une courroie en néoprène (caoutchouc synthétique) un contre plateau fixé au plateau. Ce système présente deux avantages. Le premier d'avoir deux démultiplications ; ce qui permet d'avoir des poulies de diamètre plus grand et d'éviter les glissements. Le deuxième,



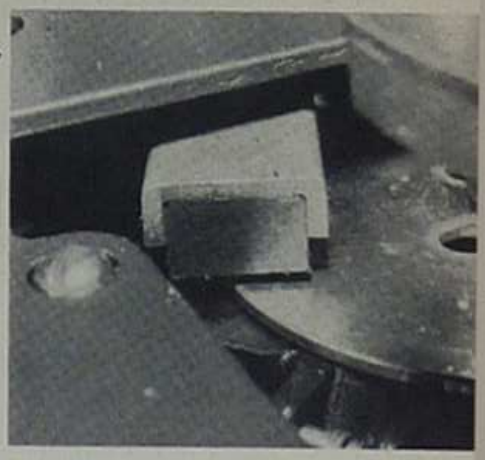
Ce système d'entraînement est directement dérivé de celui représenté dans la figure 4 mais pour éviter toute transmission de vibration au plateau portant le disque, le mouvement donné à la roue intermédiaire est transmis à un contre-plateau fixé sous le plateau principal. La courroie utilisée est généralement très fine et très souple pour ne transmettre aucune vibration.

beaucoup plus important de pouvoir séparer le châssis du plateau, du châssis portant le moteur, le système de changement de vitesses et de démultiplication. L'avantage est en effet très grand. La séparation des châssis fait que si le bras est fixé sur le châssis du plateau, aucune vibration ne pourra être transmise à la cellule phonocaptrice, car la courroie ne transmettra aucune vibration. Cette solution n'a pourtant pas que des avantages car elle fait intervenir une poulie folle qui peut prendre du jeu sur son axe dans le temps. Donc, on peut dire que les deux méthodes ont des avantages et des inconvénients. En fait, étant donné les soins apportés à la fabrication, les inconvénients sont toujours minimisés.

Le changement de vitesse est obtenu par le déplacement en hauteur du galet intermédiaire qui vient s'engager sur l'un ou l'autre des étages de la poulie. Ce galet intermédiaire est garni de caoutchouc synthétique puisque les poulies qu'il doit relier entre elles sont en acier. Pour pouvoir se déplacer en hauteur sans être détérioré le galet doit être dégagé. Le mouvement de changement de vitesse s'exécute donc en trois temps : dégagement du galet, mise à hauteur, engagement du galet.

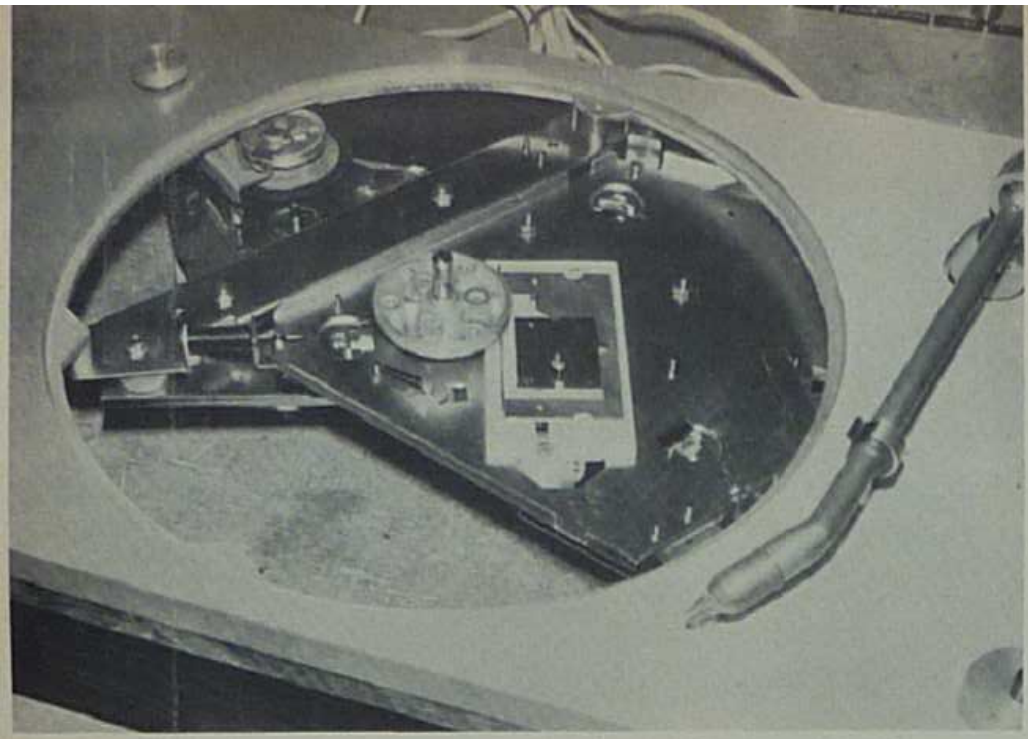
A l'arrêt le galet doit être désengagé, s'il ne l'était pas, il resterait coincé entre la poulie moteur et le bord interne du plateau (par exemple) et il pourrait se former

A ▶



B ▶

L'ajustage de la vitesse d'une platine tourne-disque peut être obtenu de trois façons.
a) Comme il est indiqué en A par le déplacement d'un aimant devant un plateau en métal non magnétique. Le réglage est alors obtenu par courant de Foucault (voir page 23). C'est la solution adoptée sur la Garrard 401.
b) En taillant en cône chaque étage de la poulie à étages placé sur l'axe du moteur. Le galet caoutchouté commandé par le mécanisme de réglage prend une position sur le cône qui donne la vitesse recherchée. C'est la solution adoptée par Dual représentée en B.
c) En faisant varier la vitesse du moteur par un asservissement électronique. Cette solution est adoptée sur la Philips 202 et la Thorens TD 125.



Les platines Bang & Olufsen sont équipées de moteur alternatif synchrone entraînant au moyen d'une courroie une poulie liée au plateau. Le réglage fin de la vitesse est obtenu par un frein en feutre appuyant plus ou moins fortement sur un plateau emmanché sur l'axe du moteur.

un « plat » à chaque point de contact. Ces « plats » seraient générateurs de pleurage. Il convient donc de toujours arrêter les platines en les mettant en position d'arrêt.

Les platines Lenco sont équipées d'un dispositif de changement de vitesse particulier. Le mécanisme est lié au plateau par une courroie mais la poulie folle n'est pas reliée à une poulie à étage placée sur l'axe du moteur. Le moteur entraîne un long axe conique sur lequel vient s'embrayer une roue caoutchoutée se déplaçant sur un axe. On obtient ainsi un changement de vitesse à variation continue. Les positions des vitesses standardisées sont repérées.

La plupart des platines de ce type sont équipées d'un dispositif d'arrêt automatique mécanique remettant le bras en position de repos. Dans ce dernier cas le déclenchement est obtenu par un doigt entrant en contact avec une pièce mécanique liée au plateau, donc en mouvement. Le processus des opérations à effectuer est dans sa première partie identique à celui utilisé dans les changeurs. C'est pourquoi beaucoup de platines de ce type déposent automatiquement la pointe de lecture dans le premier sillon du disque.

Les changeurs.

Il y a quelques années, le qualificatif « changeur » s'appliquait à des tourne-disques équipés de moteurs surpuissants, entraînant une mécanique lourde et compliquée. Les changeurs modernes sont très près des tourne-disques dont nous venons d'étudier les mécanismes, si près même que Garrard avec le même mécanisme construit une platine simple ou un changeur.

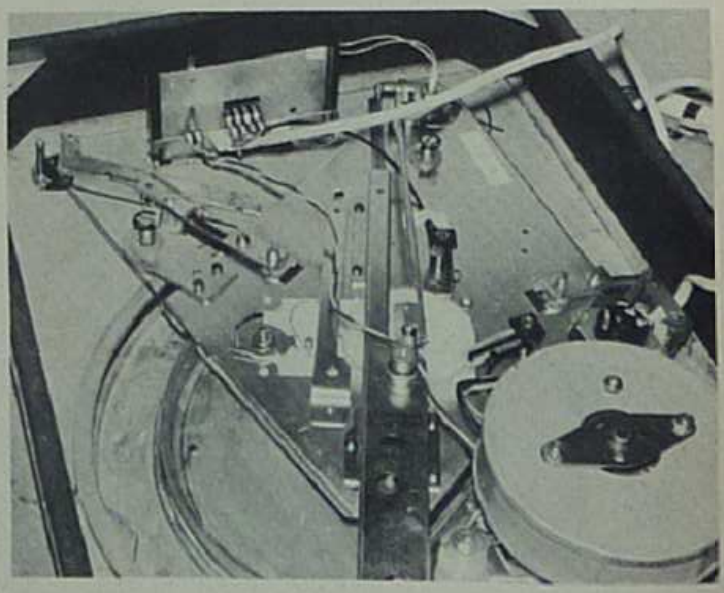
En fait, nous avons employé le terme changeur et cela va nous attirer bien des reproches, car à cette dénomination ancienne qu'on considère comme galvaudée, on préfère l'appellation tourne-disque automatique ou mieux encore table de lecture automatique. Nous comprenons mal cela car le mot automobile s'applique aussi bien aux Citroën B 14 de 1926 qu'aux DS 21.

Disons tout de suite des changeurs modernes qu'ils répondent à toutes les normes Hi-Fi. Les bras ne subissent aucune contrainte pendant la lecture de la plage gravée du disque. La contrainte exigée pour le déclenchement du processus de changement de disque est si faible que la pression de la pointe peut être réglée à 1 gramme.

Dans ce type d'appareil, les mécanismes d'entraînement du plateau sont très classiques. Dans la majorité des cas, on trouve cependant la première version d'entrainement dont nous avons parlé, c'est-à-dire : galet intermédiaire transmettant directement au bord interne du plateau.

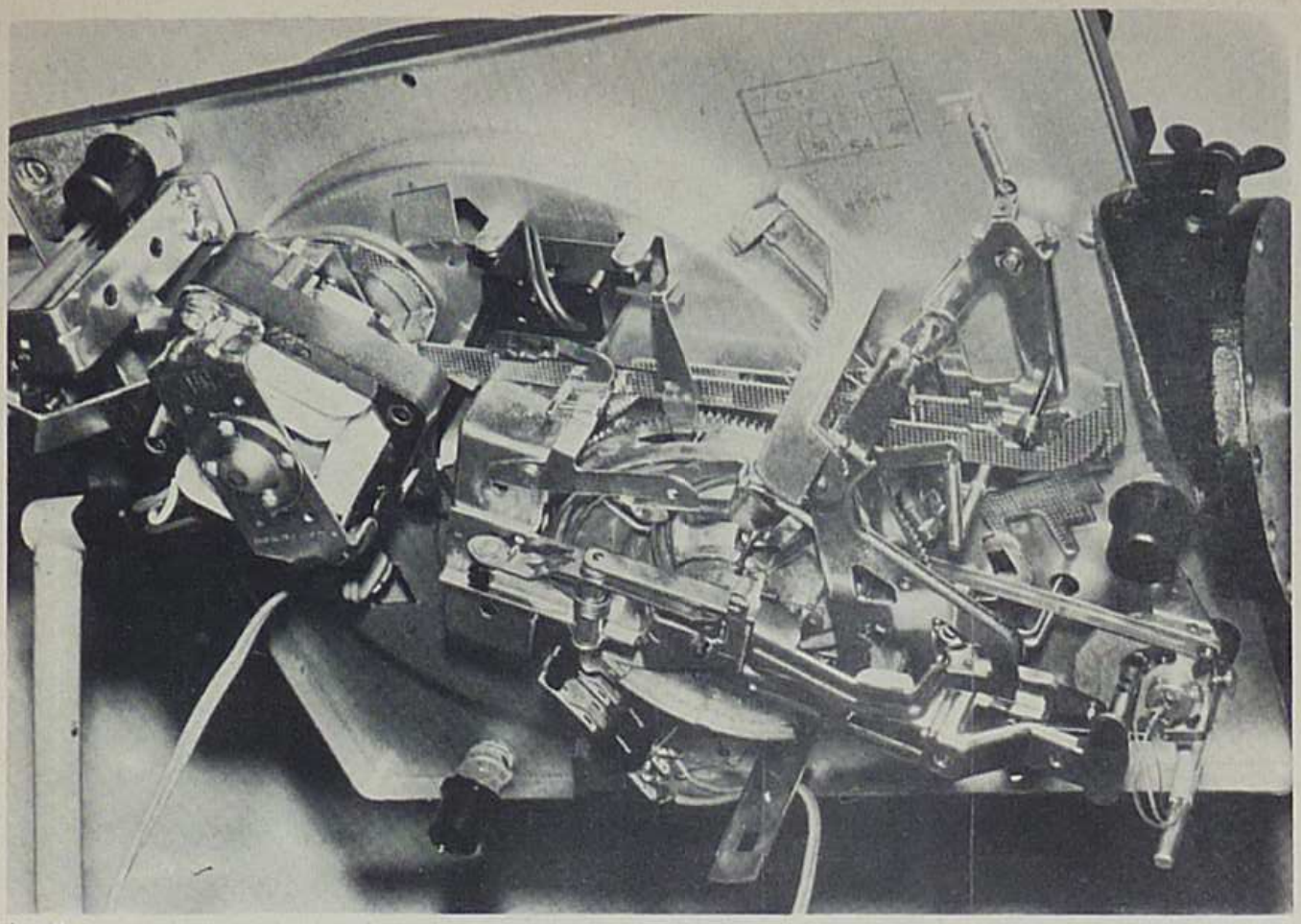
Le processus de changement de disque implique toute une série d'opérations et les mécanismes chargés de ce travail sont relativement complexes. Il serait fastidieux pour de nombreux lecteurs que nous développions cette question.

Il est utile de savoir que les dispositifs de stockage et de distribution des disques sont de deux types nettement différents : l'axe portant la pile de disques peut les retenir avec un ou avec trois ergots. On conçoit très bien que si la pile de disques est soutenue par trois ergots, les disques sont maintenus à l'horizontale. Au contraire s'ils sont soutenus par un seul ergot il est nécessaire d'utiliser un dispositif d'équilibrage qui peut se présenter de différentes façons. La tendance actuelle est d'avoir à côté du bras une béquille, escamotable quand le changeur est utilisé en tourne-disque. B.S.R. emploie un bras presseur. Sur le plan pratique le résultat est identique mais sur le plan esthétique il n'en est pas de même de l'avis de certains.



Les platines Bang et Olufsen sont munies d'un dispositif d'arrêt automatique déposant la pointe sur le premier sillon du disque et remettant le bras en position de repos à la fin du disque. On voit ici quelques détails de ce dispositif.

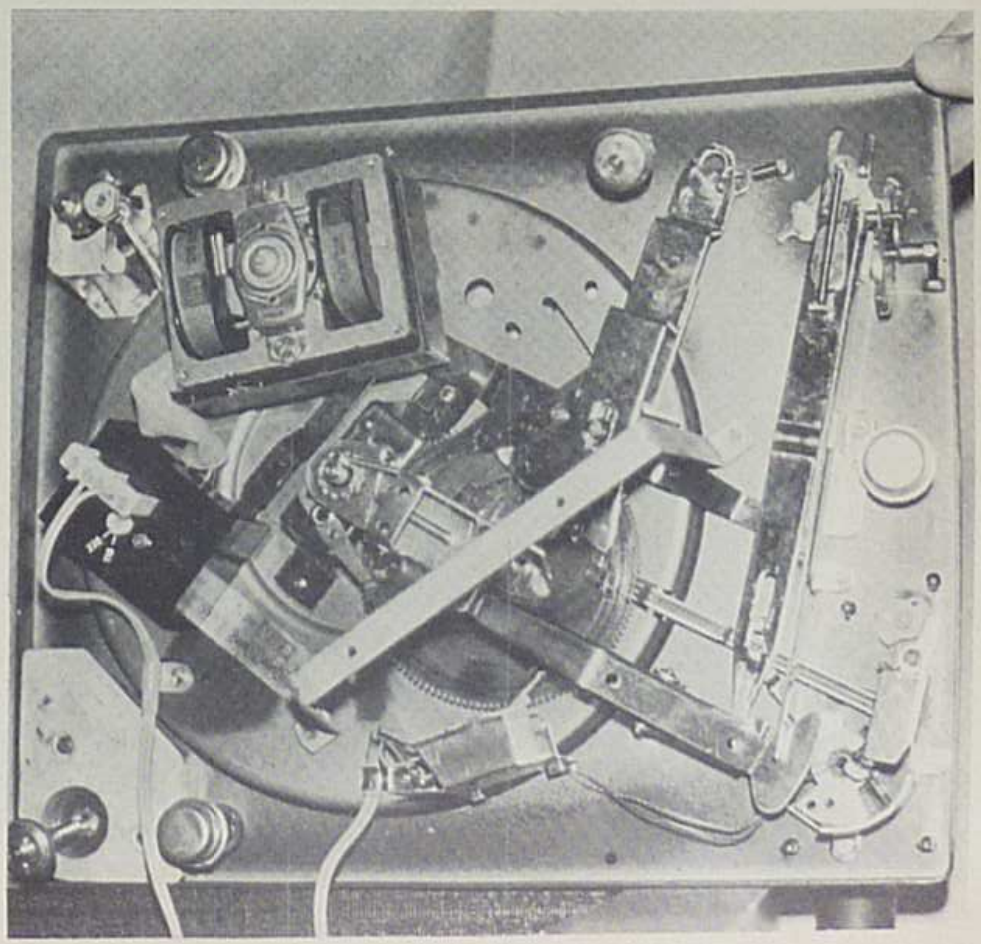
La plupart des changeurs ne fonctionnent correctement qu'a condition que tous les disques aient le même diamètre. Un sélecteur incorporé à la platine doit être positionné avant la mise en service pour que la pointe soit bien disposée dans le premier sillon. Cependant certaines platines sont munies de palpeurs qui permettent d'empiler des disques de 25 et 30 cm. Ils contrôlent le diamètre du disque qui va être joué et déterminent auto-



A ▲

Les mécanismes des changeurs de disque sont assez complexes comme le montre ces deux photographies. En A, le mécanisme d'une platine Perpetuum Ebner, en B, celui de la Dual 1209.

B ▶

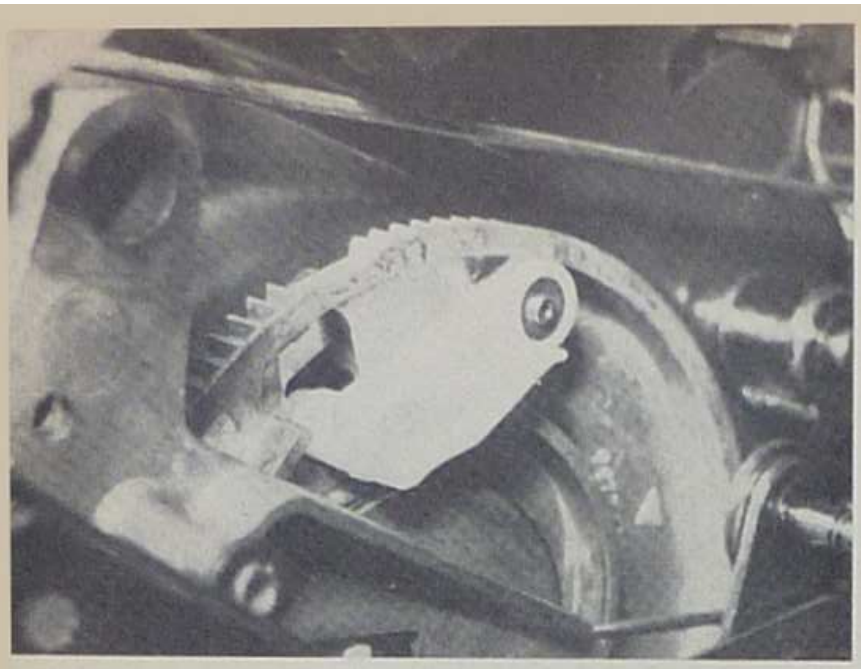


matiquement le point exact ou la pointe doit être déposée.

Dans tous les modèles, l'axe porte-disque peut se retirer et être remplacé par un axe de faible longueur qui permet d'utiliser le changeur en tourne-disque. D'où l'intérêt esthétique des axes à trois ergots, ou à compensateur escamotable.

Tous les changeurs sont équipés de dispositifs manuels permettant le remplacement à tout moment d'un disque par le suivant. Certains modèles permettent la répétition d'un disque.

Les facilités de travail offertes par les changeurs sont considérables et étant donné la haute qualité de leur mécanique et leur fiabilité, ils rencontrent un très grand succès auprès de nombreux amateurs.

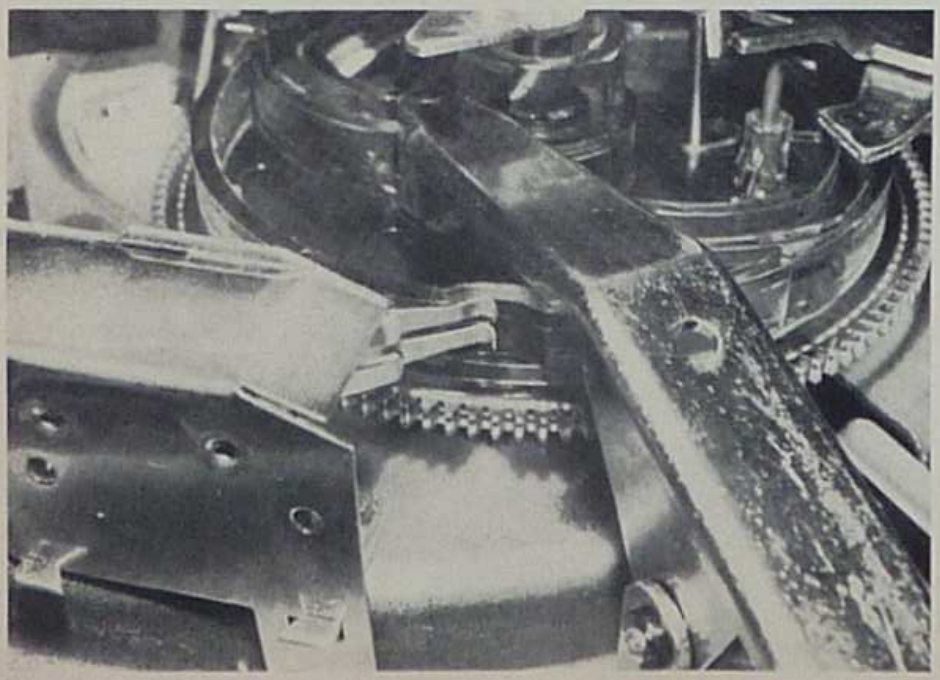


Détail des dispositifs de commande du mécanisme d'un changeur. En A, on aperçoit l'absence de quelques dents sur la roue dentée qui permettent le dégagement du mécanisme de changeur du système d'entraînement du plateau, en B et en C, les contacteurs coupant le son pendant le changement du disque et le courant pour arrêter la platine.

Les platines simples à moteur alternatif multipôle.

Depuis quelques années on sait admirablement fabriquer des moteurs alternatifs multipôles tournant à des vitesses lentes. Ces moteurs ont permis de réaliser des mécanismes d'entraînement nettement différents de ceux dont nous venons de parler. En effet si on fait un bilan de ce que nous venons de dire, on voit qu'avec certains dispositifs accessoires les tourne-disques manuels de type classique sont très proches des changeurs.

Pour donner satisfaction à une clientèle exigeant des performances professionnelles du matériel amateur, il fallait franchir un pas et les moteurs à vitesse lente l'ont permis. Ces moteurs à vitesse lente (250 ou 300 tr/mn), ne donnent de ce fait aucune vibration. D'ailleurs il

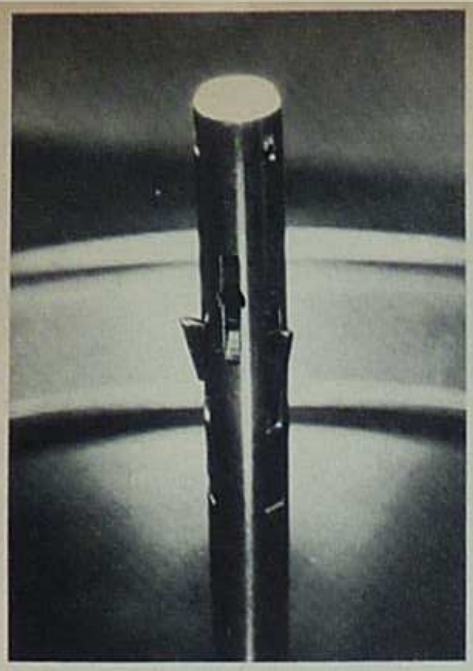


est facile de les séparer complètement du châssis portant le plateau et le bras puisque la transmission et la démultiplication se font par une longue courroie en neoprène. Le rapport de démultiplication est très petit : 8 à 10 (au lieu de 50).

Suivant les modèles, les moteurs multipôles sont de puissances différentes et certains constructeurs utilisent des mini-moteurs multipôles.

Ces derniers offrent encore un autre avantage : leur consommation est très faible, en conséquence, les fuites magnétiques sont insignifiantes, donc les rayonnements parasites sur les têtes magnétiques n'existent pas.

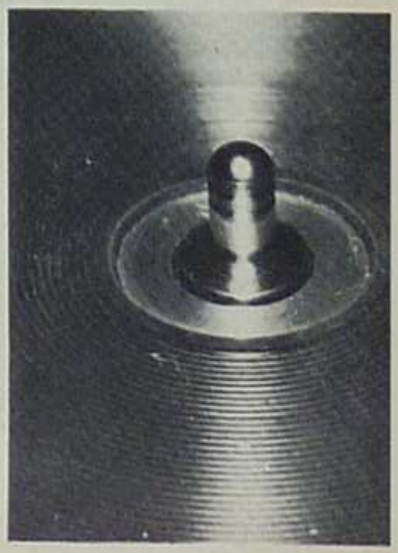
La puissance de ces moteurs est relativement faible et ils ne peuvent supporter des changements de vitesses complexes. C'est pourquoi, les platines de ce type n'ont que deux vitesses, le changement



Les axes des changeurs sont de deux types à 1 ergot ou à 3 ergots. Trois ergots permettent aux disques empilés de tenir en équilibre, c'est la solution adoptée par Elac, Dual, etc. Si l'axe n'a qu'un seul ergot, la platine doit être munie d'un système compensateur d'équilibrage, il peut être escamotable, solution Garrard, etc., ou constitué par un bras presseur, solution B.S.R., etc.

Les axes des changeurs portant les disques sont amovibles. Pour des raisons techniques, ils restent fixes pendant la rotation du plateau. Pour travailler en platine manuel, on remplace l'axe long par un axe court. Dans les platines Dual, cet axe court est fabriqué de telle sorte qu'il tourne avec le plateau. Ainsi, une platine Dual travaille exactement, dans ce cas, comme une platine manuelle.

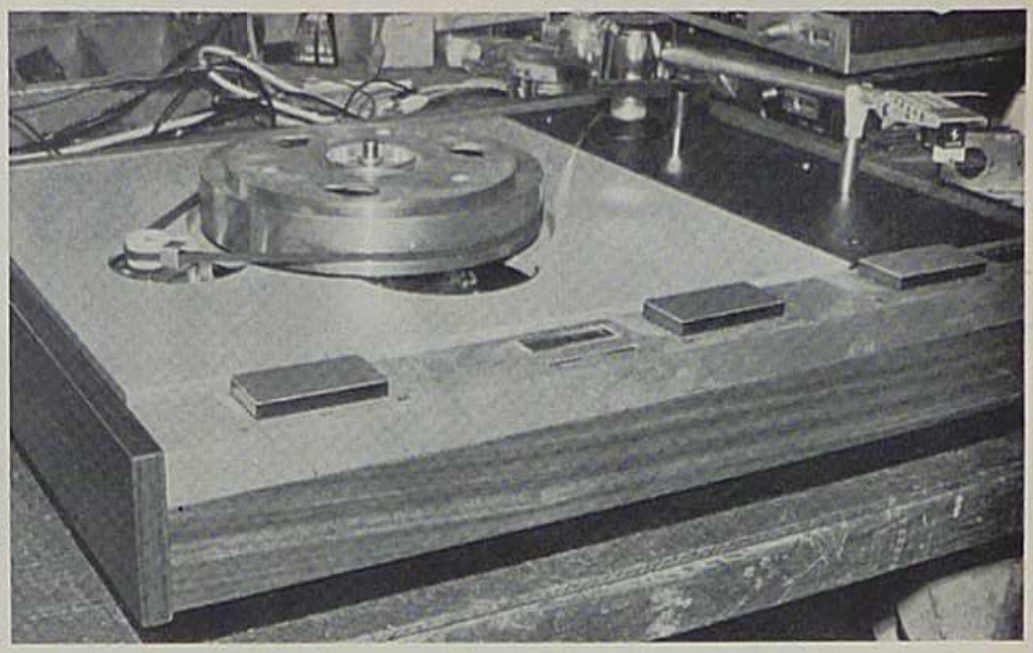
La platine TD 150 est équipée d'un micromoteur alternatif multipôle synchrone alimenté par le secteur. Il est muni d'une poulie à 2 gorges entraînant un contre-plateau au moyen d'une courroie plate.



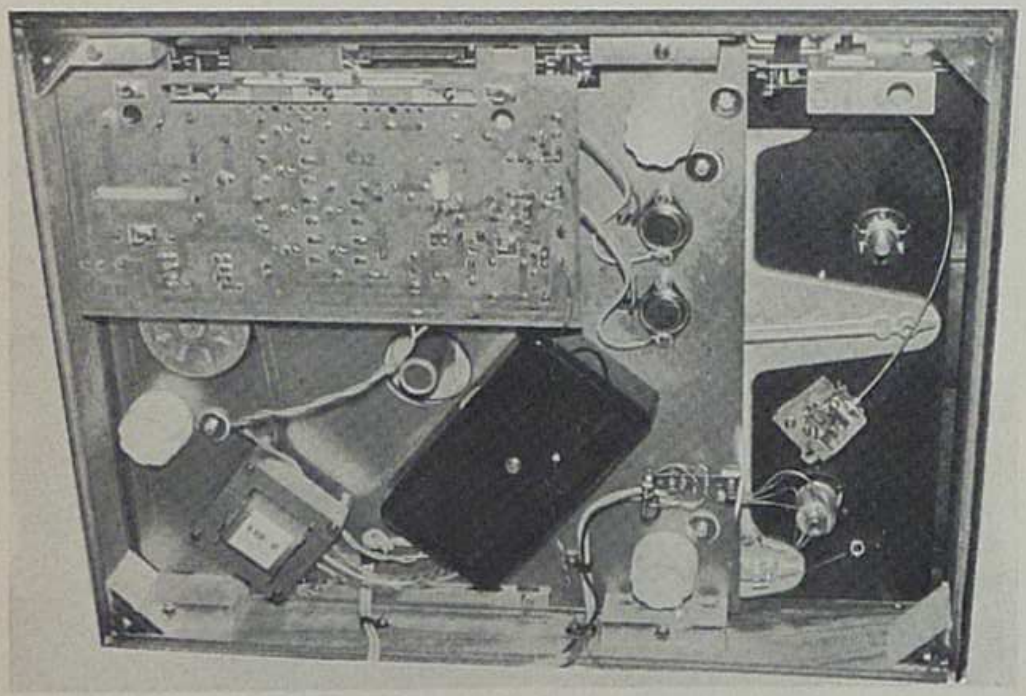
de vitesse s'opérant en déplaçant la courroie d'une gorge à l'autre de la poulie moteur. Dans presque tous les modèles ce changement est fait par un bouton commandant une fourchette de mise en position de la courroie, mais sur la platine Connoisseur le changement est manuel.

Dans cette gamme, il convient de signaler la platine Vulcain de Scientelec qui est équipé de deux micromoteurs à embrayage centrifuge. Un des moteurs donne la vitesse 45 tours, l'autre la vitesse 33 tours.

Le grand avantage de ces platines est l'absence de ronronnement (rumble), ce qui permet de les classer dans la catégorie semi-professionnelle. Désavantage : peu de platines à micromoteur ont des dispositifs d'arrêt automatique ; cependant les dernières présentées sur le marché en sont équipées. Ils sont commandés par photodiode et comportent quelquefois des dispositifs électroniques de remise en place du bras. En tous cas, ils ne demandent aucune force à la pointe de lecture ou au bras.



Le mécanisme de la Thorens TD 125 est semblable à celui de la TD 150 mais le moteur est asservi par un système électronique.



La platine Thorens TD 125 est équipée d'un micromoteur alternatif synchrone asservi par un dispositif électronique l'alimentant à 3 fréquences différentes. Cette photographie du dessous de cette platine montre le moteur, le circuit imprimé portant le système électronique, les transistors de puissance et le transformateur d'alimentation.

Les platines à micromoteur asservi électroniquement.

La pierre d'achoppement des platines dont nous venons de parler est incontestablement le changement de vitesse. Les solutions adoptées sont simplistes (Connoisseur) ou complexes (Scientelec) et malgré cela ces platines ne possèdent que deux vitesses. Ceci est à notre avis largement suffisant puisque les disques 16 tr/mn sont très rares et réservés aux enregistrements de pièces de théâtre parlé, et qu'on n'édite plus de disques 78 tr/mn.

Cependant, il existe une catégorie d'amateurs disposant d'une très importante discothèque en 78 tours, désireux de pouvoir reproduire les disques qu'elle contient. Ce désir ajouté, entre autres, au désir d'avoir une platine à vitesse ajustable a déterminé certains constructeurs à envisager la fabrication de platines à micromoteur asservi électroniquement.

Deux solutions sont présentées sur le marché : Thorens, dans son modèle TD 125 utilise un moteur alternatif synchrone. Chacun sait que la vitesse d'un tel moteur est fonction non pas de la tension d'alimentation et dans certaines limites de la charge, mais uniquement de la fréquence du courant d'alimentation. Le dispositif électronique d'asservissement du moteur est constitué par trois oscillateurs délivrant chacun une fréquence (ajustable) donnant au moteur une vitesse telle que le plateau tourne à 33, 45 ou 78 tr/mn.

Philips dans le modèle 202 a adopté une solution différente. Le moteur d'entraînement est un moteur à courant continu du même type que ceux adoptés dans ses magnétophones autonomes. La vitesse exacte est déterminée par la charge, d'une part, et, d'autre part, par la tension d'alimentation en courant continu. On peut considérer que dans un tourne-disque la charge est constante puisque lorsque la vitesse de rotation est atteinte, elle est constituée par la pression de la pointe sur le disque ; il suffit donc d'alimenter le moteur à une tension constante pour obtenir une vitesse de rotation constante. La partie électronique de la platine Philips est schématiquement une alimentation, délivrant trois tensions stabilisées ajustables. Ceci permet d'avoir une platine tournant à trois vitesses 33, 45 et 78 tr/mn.

La liaison entre le moteur et le plateau est réalisée dans les deux cas par une longue courroie en neoprène comme pour les platines du type précédent.

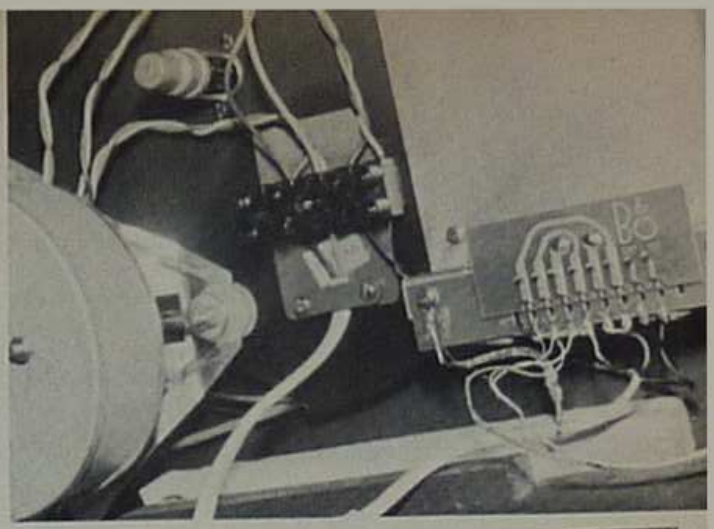
L'arrêt automatique est obtenu par une photodiode associée à un système électronique bloquant l'alimentation du moteur. Précisons le nom exact d'un tel système : système opto-électronique.

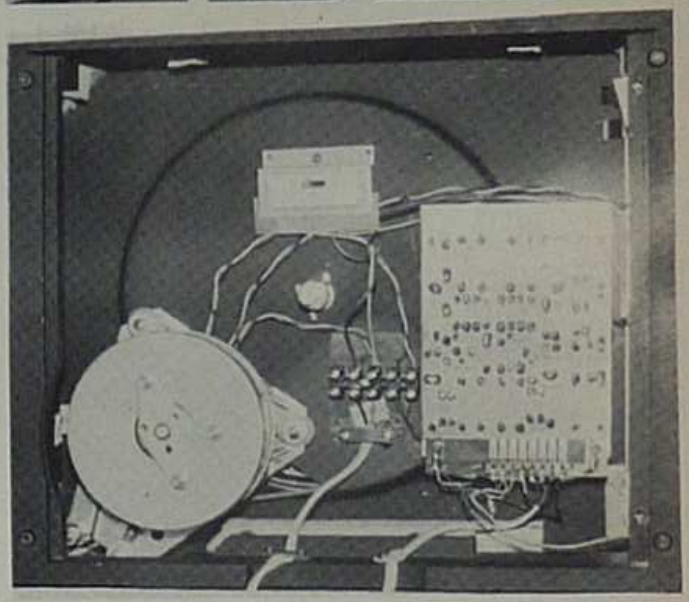
Conclusion

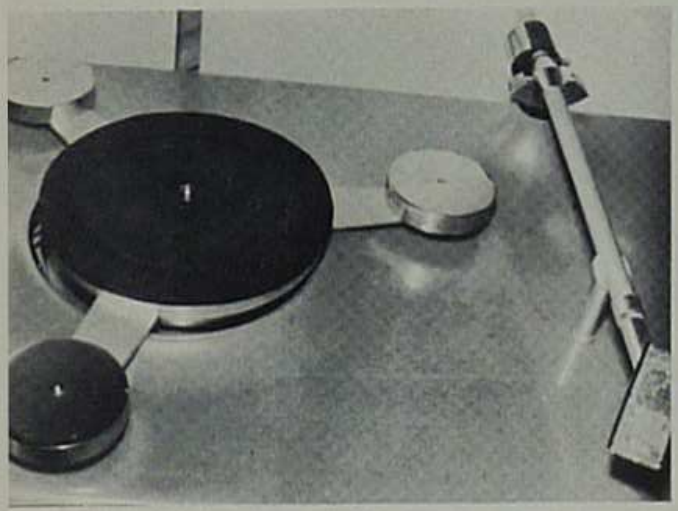
Comme le montre cette étude, les constructeurs ont le choix entre de nombreuses solutions pour réaliser un tourne-disque. Elles sont ou proches les unes des autres ou très différentes. Si on fait le bilan des essais que nous publions d'autre part, on voit qu'elles sont toutes valables.

La preuve en est donnée par le fait que les amateurs de haute fidélité répartissent leurs achats sur toutes les marques et sur tous les modèles. L'objection qu'on pouvait faire il a quelques années quant à l'emploi des changeurs dans les chaînes haute-fidélité n'a plus cours. Ce sera notre conclusion.

Certains constructeurs Philips, Bang et Olufsen, etc. ont prévu l'incorporation instantanée de préamplificateurs permettant l'emploi des platines Hi-Fi équipées de cellules phonocaptrices magnétiques avec des amplificateurs de puissance n'ayant pas d'entrée pour P.U. de ce type. C'est par exemple le cas de presque tous les magnétophones actuellement disponibles. Donc si l'on veut utiliser le magnétophone comme élément amplificateur d'une chaîne Hi-Fi, ce qui est très possible, cette solution est très intéressante. Une plaquette enfichée dans le connecteur (A) permet l'emploi de la platine seule. En B, un circuit imprimé portant le préamplificateur correcteur est enfiché dans le connecteur.







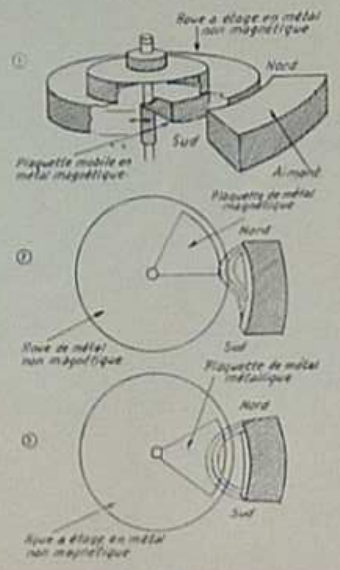
Le plateau de la platine tourne-disque incorporée dans la chaîne « Intégrale » de Scientelec est très original comme on peut le voir sur cette photographie.

Les courants de Foucault et leur rôle dans les tables de lecture

Dans de nombreuses platines de grand luxe, on rencontre des dispositifs de freinage basés sur l'utilisation des courants de Foucault. Rappelons avant d'étudier une réalisation, les principes de la loi des courants de Foucault.

« Les courants d'induction se produisent aussi bien dans une masse conductrice quelconque que dans un circuit filiforme. On donne à ces courants le nom de courants de Foucault (en anglais eddy current). Pour constater leur existence, il suffit de déplacer un disque de cuivre dans l'entrefer d'un électro-aimant. Les courants qui y sont induits s'opposent au déplacement, de telle sorte qu'on éprouve une grande difficulté à mouvoir le disque. En même temps, on constate qu'il s'échauffe par suite de l'effet Joule. »

La figure ci-contre montre le dispositif utilisé par Thorens pour ajuster la vitesse de rotation du plateau du tourne-disque. La roue à étage est en métal conducteur non magnétique. Elle est liée à un plateau passant devant un aimant. Les lignes de forces du champ magnétique créé par l'aimant peuvent être déformées par l'introduction d'une plaquette magnétique, placée au-delà du bord du plateau. Suivant la position de la plaquette en métal magnétique, la déformation du champ est plus ou moins grande. Le nombre de lignes de force rencontrées par le plateau non magnétique est donc plus ou moins grande.



La poulie à étage est calculée de telle sorte que sans freinage, le plateau du tourne-disque tournerait trop vite. Les courants de Foucault réduiront sa vitesse en fonction de la position de la plaquette en métal magnétique. On peut ajuster la vitesse du plateau au moyen d'un stroboscope.