



Un système d'entraînement revolutionnaire applique dans le DUAL 701

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Entraînement :** système d'entraînement direct à régulation électronique Dual EDS1000.
- Temps de démarrage :** 2 à 2,5 s à 33-1/3 t/m pour atteindre la vitesse de rotation nominale.
- Vitesses de rotation :** 33-1/3 et 45 t/m, commutation électronique.
- Réglage de hauteur du son :** ajustable séparément pour les deux vitesses de rotation à l'aide de deux potentiomètres à échelles étalonnées; plage de réglage 8 %.
- Contrôle de la vitesse :** au moyen d'un stroboscope éclairé pour 33-1/3 et 45 t/m, réglable à 50 et 60 Hz. Sensibilité du stroboscope 0,1 % de variation de vitesse, 6 raies/minute pour 50 Hz et 7,2 raies/minute pour 60 Hz.
- Taux de fluctuation total :** inférieur à $\pm 0,03$ % (selon DIN 45507).
- Taux de ronronnement :** meilleur que -50 dB.
- Taux de bruit :** meilleur que -70 dB.
- Bras de lecture :** bras tubulaire indéformable extra long à suspension à la Cardan en quatre points, contrepoids à double amortissement (2x antirésonnants); longueur du bras active 222 mm; frottement de paliers par rapport à la pointe de l'aiguille respectivement moins de 0,007 g (vertical) et moins de 0,015 g (horizontal); courbure du bras $25^{\circ}20'$.
- Force d'appui :** ajustable de 0 à 3 g avec une précision de 1/10 g de 0 à 1,5 g et de 0,25 g de 1,25 à 3 g. Fonctionnement fiable à partir d'une force d'appui de 0,25 g.
- Erreur de piste tangentielle :** 0,16%/cm.
- Cellule de lecture :** Ortofon M20E à pointe elliptique et travaillant suivant le principe magnéto-dynamique; force d'appui recommandée 1 g (0,75-1,25 g); réponse en fréquence de 10 Hz à 20 kHz; séparation des canaux meilleure que 25 dB à 1 kHz.
- Plateau :** en matériau non-magnétique, amovible, équilibré dynamiquement, poids 2,5 kg, diamètre 305 mm, poids total plateau et rotor 4,4 kg.
- Alimentation et consommation :** 110-130 V, 220-240 V, 50/60 Hz commutable, 2,5 Watts, consommation du moteur pendant la lecture inférieure à 50 mW.
- Dimensions et poids :** 420 x 150 x 365 mm; 10,9 kg environ.

Le système d'entraînement direct à régulation électronique EDS 1000

Le nouveau système d'entraînement développé par Dual pour son nouveau tourne-disques 701 utilise un moteur à courant continu à vitesse lente, sans collecteur, qui tire son énergie d'une alimentation secteur stabilisée. La commutation mécanique/électrique généralement assurée dans d'autres moteurs à courant continu par le collecteur, s'opère avec ce moteur à l'aide de deux générateurs de Hall. Ces générateurs de Hall commandent, selon la position instantanée du rotor, quatre transistors de commutation qui assurent à leur tour, la présence d'un champ tournant magnétique dans les bobines de champ du rotor, par suite de quoi les quatre paires d'aimants du rotor sont continuellement attirées, puis repoussées. Le couple de rotation ainsi créé, procure au rotor et au plateau qui en est solidaire, un mouvement de rotation uniforme.

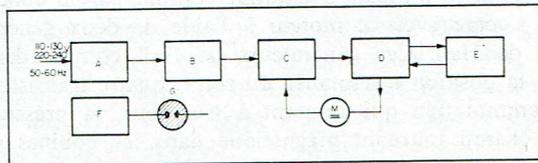
Une tension (ici tachométrique) induite dans l'enroulement non connecté à ce moment, du moteur, tension qui est donc fonction de la vitesse de rotation, est utilisée pour la commande d'un circuit de régulation électronique, grâce auquel même le plus petit écart de la vitesse nominale est neutralisé en une fraction de seconde par une variation du courant fourni au moteur. Les fluctuations sont ainsi pratiquement supprimées, tandis que le maintien absolu de la vitesse de rotation nominale ne présente plus de problème.

Le générateur de Hall dont question ci-dessus est un élément semi-conducteur pouvant être commandé magnétiquement et qui doit son nom au physicien E. Hall. Dans l'effet de Hall, l'influence d'un champ magnétique sur le générateur de Hall donne naissance à une tension qui est presque proportionnelle à la puissance du champ magnétique et dont la polarité dépend du sens du flux magnétique. Le générateur de Hall est parcouru par un courant de commande. Si l'on crée perpendiculairement au plan du générateur de Hall un champ magnétique, on obtient une tension dite de Hall. Pour un courant de commande constant, cette tension dépend du sens et de la force du champ magnétique. Si l'on inverse la polarité du champ, la polarité de la tension de Hall s'inverse également et en l'absence de champ magnétique cette tension est nulle.

Comme le moteur du Dual 701 est alimenté par l'intermédiaire d'une alimentation stabilisée, son fonctionnement est indépendant des variations de tension et de fréquence du réseau.

Le moteur lui-même comprend un rotor-disque à 8 pôles. Le rotor est muni du côté interne d'un aimant annulaire en ferrite de barium, magnétisé en 8 pôles du côté dessous. Un disque d'acier sans couture, solidaire du rotor, sert de circuit de retour magnétique. Les enroulements de champ du moteur sont enrobés dans une matière synthétique ; il s'agit de 16 bobines bifilaires, disposées en deux plans superposés. Les huit bobines du plan inférieur sont décalées de $22,5^\circ$ par rapport aux bobines du plan supérieur. Et dans chaque plan se trouve un générateur de Hall au centre d'une bobine. Les deux générateurs de Hall sont également décalés de $22,5^\circ$ l'un par rapport à l'autre.

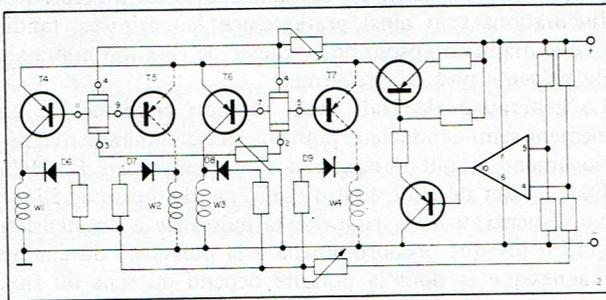
Les différents enroulements, qui sont 16 au total, sont interconnectés de manière à former quatre circuits d'enroulement circulaires. Contrairement à d'autres tourne-disques à entraînement direct, il n'y a dans le moteur Dual EDS 1000 aucune attraction ou répulsion magnétique, comme on peut d'ailleurs le constater en faisant tourner le rotor. Les bobines de champ sans fer ne donnent lieu, en outre, à aucune perte par hystérésis ou par courant de Foucault ou encore fréquences parasites dues à des solutions de continuité. Il en résulte un fonctionnement complètement exempt de vibrations ainsi qu'une faible consommation pendant la lecture, ce qui permet un montage rigide du moteur sur la platine.



La partie électronique proprement dite peut être subdivisée en ses sections circuits, commutation et régulation, voir schéma synoptique de la fig. 1.

Description des fonctions

Les quatre groupes de bobinages W1, W2, W3, W4 se trouvent chaque fois dans le circuit collecteur de quatre transistors de commutation T4, T5, T6, T7, voir fig. 2,



et sont réunis en étoile en un seul point. Ce point commun est relié au moins de la tension d'alimentation. La position du rotor telle que représentée par la fig. 3 a pour effet que le champ magnétique du pôle sud d'une paire de pôles donne naissance, au point de connexion 11 du générateur de Hall H1, à un maximum de tension de Hall de polarité négative.

Le transistor T4, dont la base est reliée au point 11 du générateur H1, reçoit de ce fait, une tension base-émetteur négative et devient complètement conducteur. Ce qui met sous tension le groupe de bobines qui se trouve dans le circuit collecteur (W1). Le transistor T5, dont

la base est reliée au point 9 du générateur de Hall, est bloqué par le potentiel positif de la tension de Hall.

Comme le générateur de Hall se trouve, pendant ce temps dans la zone neutre de la paire de pôles magnétiques, aucune tension de Hall ne se crée à ses bornes 7 et 5. Les transistors T6 et T7 reliés à ces bornes sont, par conséquent, également bloqués.

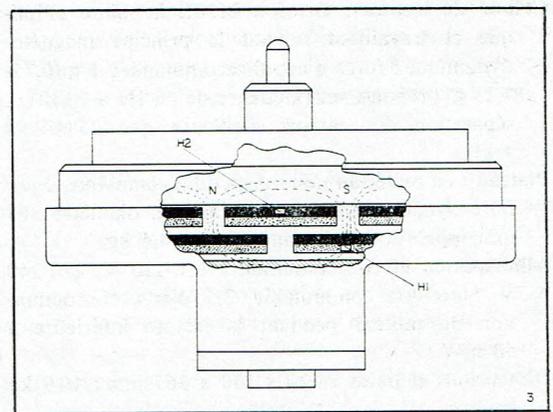
Le groupe de bobines sous tension, W1, provoque un mouvement de rotation du rotor dans le sens des aiguilles d'un montre et sur un arc de $22-1/2^\circ$. Ce cycle se reproduit successivement et chaque fois décalé de 90° dans les quatre groupes de bobines. On obtient ainsi le jeu suivant :

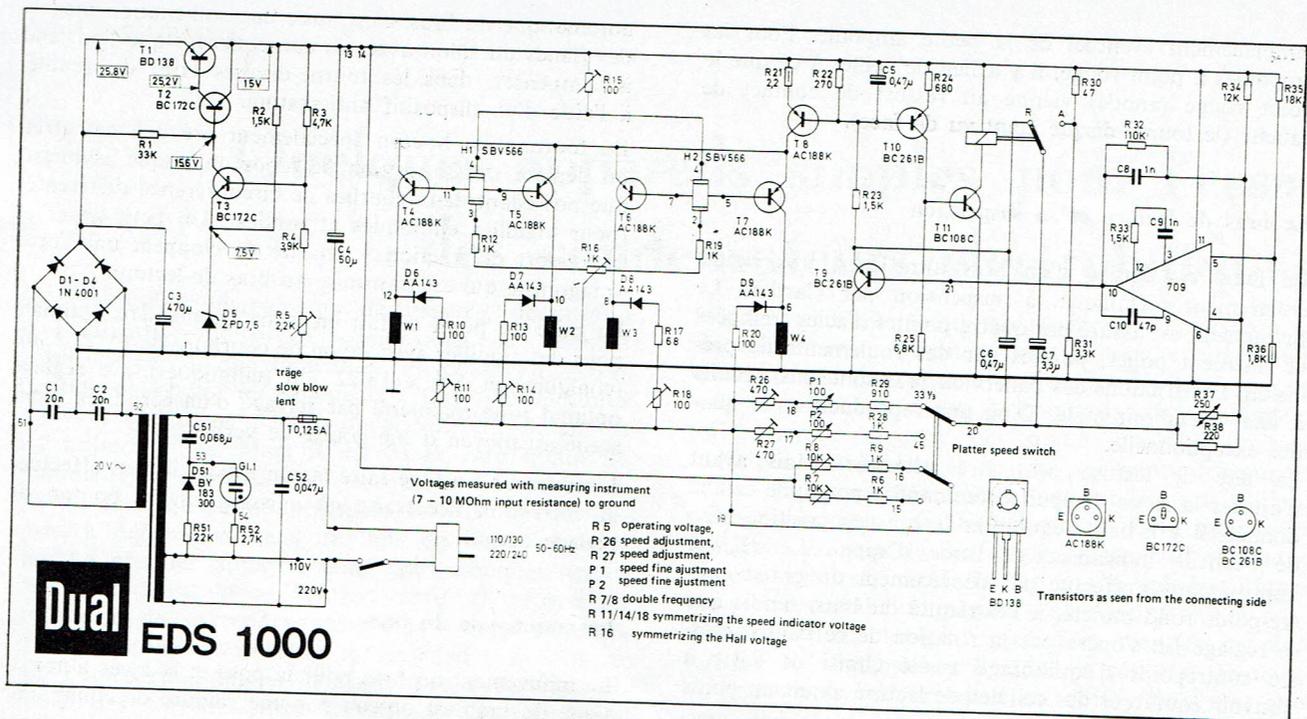
Après la première pause de rotation, le générateur de Hall H1 se trouve dans la zone neutre d'une paire de pôles magnétiques. A cet instant précis, un pôle sud se trouve au-dessus du générateur de Hall H2 et produit à sa borne 7 un maximum de tension de sens négatif, ce qui met le groupe W3 sous tension via T6. Tous les autres transistors sont bloqués. Le rotor avance de nouveau de $22-1/2^\circ$ à cause de champs magnétiques créés dans W3. Quand cette deuxième phase de rotation est terminée, le générateur de Hall H2 se trouve dans la zone neutre d'une paire de pôles. Le générateur de Hall H1 se trouve alors exactement sous un pôle nord et il se crée une tension de Hall inversée, ce qui signifie qu'un maximum de tension de Hall de sens négatif se trouve au point 9, mettant sous tension W2 via T5. Les autres transistors sont bloqués et le rotor avance de nouveau de $22-1/2^\circ$.

Après cette troisième phase de rotation, le générateur de Hall se trouve dans une zone neutre. Face au générateur de Hall H2 se trouve un pôle nord, qui crée au point 5 une tension de Hall négative, mettant sous tension W4 via T7. Les autres transistors sont bloqués et le rotor avance derechef de $22-1/2^\circ$.

Cette dernière phase terminée, tout recommence, ce qui crée un champ tournant continu qui entraîne régulièrement le rotor.

Si le rotor se trouve, par exemple, entre deux paquets de bobinages, les deux générateurs de Hall sont parcourus chacun par une partie du flux d'une paire de pôles magnétiques, et deux transistors de commutation sont alors rendus partiellement conducteurs. Le courant se répartit alors sur deux sections d'enroulements qui concourent simultanément à la formation du couple et donnent naissance ensemble au même couple de rotation qu'un seul enroulement complètement engagé. Le couple est par conséquent à peu près constant dans chaque position du rotor.





Régulation de la vitesse

Le mouvement de rotation du rotor induit dans les bobines non utilisées pour l'entraînement, des tensions qui sont prélevées via les diodes D6 à D9 pour être redressées. On obtient ainsi une tension tachymétrique dont la valeur est proportionnelle à la vitesse de rotation. Via un diviseur de tension, cette tension tachymétrique est transmise à la borne 4 de l'amplificateur opérationnel dans la section de régulation, où elle s'oppose à la tension présente à cet endroit. A la borne 5 du OPAMP est appliquée une tension stabilisée.

Lors du démarrage, c'est-à-dire lors de la mise sous tension, la tension à la borne 4 du OPAMP est plus ou moins positive par rapport à la borne 5. Dans cette condition, le OPAMP commande via T9 le transistor T8 pour le débloquer complètement. Ce dernier se trouve comme résistance réglable dans le circuit d'émetteur commun des quatre transistors de commutation, dans lesquels circule ainsi à tour de rôle pratiquement tout le courant de commutation.

La vitesse de rotation nominale, c'est-à-dire régulée, est alors atteinte quand à la borne 4 du OPAMP se trouve la même tension qu'à la borne 5, puisqu'à ce moment l'amplificateur opérationnel bloque T8 via T9. Ce qui augmente la résistance de T8, le courant du moteur diminue et la vitesse de rotation ne peut plus augmenter. Par la commutation et la modification du diviseur de tension dans le circuit de régulation, on peut modifier et ajuster la vitesse régulée.

Dans le cas d'une réduction de la vitesse de rotation, la tension au point 4 se modifie de telle manière que T8 est rendu immédiatement de nouveau complètement conducteur, via T9. Le courant dans le moteur augmente de ce fait considérablement, ainsi que la vitesse de rotation.

Comme cette action de régulation commence à agir déjà pour un écart minime de la vitesse nominale, on obtient une vitesse de rotation constante et entièrement indépendante des variations de charge.

Le stroboscope

Le réglage exact des vitesses de rotation de 33-1/3 et 45 t/m peut être contrôlée à l'aide du dispositif stroboscopique, également pendant la reproduction des disques. Quand le plateau tourne exactement aux vitesses indiquées, l'image des raies du stroboscope reste apparemment immobile. Si les raies défilent dans le même sens que le plateau, c'est que la vitesse est trop élevée ; si les raies reculent, cela signifie que le plateau n'atteint pas la vitesse nominale. L'ajustement précis s'opère à l'aide des deux potentiomètres P1 et P2 (voir schéma de principe), repérés sur le tourne-disque par l'indication « Pitch ». Les raies du stroboscope sont visibles à travers une bague, au bas et à gauche de la platine. On peut modifier l'angle de vision par un mouvement de rotation de cette bague.

Il peut arriver que les raies du stroboscope semblent se déplacer dans une faible mesure, bien que le réglage exact de la vitesse de rotation avec raies immobiles n'ait pas été modifié. Cette contradiction apparente peut s'expliquer comme suit : le moteur à courant continu régulé électroniquement tourne de façon entièrement indépendante de la fréquence du secteur, tandis que l'on fait usage, pour la mesure de la vitesse de rotation au moyen du stroboscope, de la fréquence du secteur qui n'est que d'une précision relative.

Les fluctuations répétées de la fréquence du secteur de $\pm 0,2\%$ (selon les déclarations des sociétés de distribution d'électricité, des écarts de fréquence momentanées de 1% sont même possibles) n'influencent que les indications du stroboscope et non la vitesse de rotation qui est absolument précise.

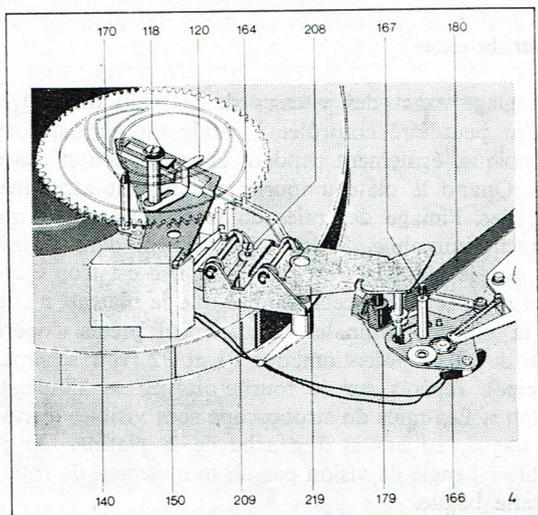
Pour approprier le stroboscope pour une fréquence de réseau de 50 ou 60 Hz, il y a lieu de déposer le plateau, de desserrer les deux vis servant à fixer le boîtier du stroboscope et de déplacer le boîtier jusqu'à placer la petite flèche, près de la vis de droite, sur le repère « 50 » ou « 60 » ; on peut ensuite resserrer les deux vis. Si l'on dépose entièrement les deux vis, il est possible de déposer également le boîtier du stroboscope, pour le

remplacement éventuel de la petite ampoule. Pour les ampoules à point rouge, il y a lieu de veiller à ce que le point rouge (anode) vienne au ressort de contact de gauche (le tourne-disque étant vu de face).

Le bras de lecture et sa suspension

Le Dual est équipé d'un bras ultra-léger, très rigide, entièrement métallique, à suspension par Cardan. Le pivotement est assuré par quatre pointes d'acier trempées et finement polies, portées par des roulements de précision. Les frictions des paliers du bras sont ainsi réduits à une valeur minimale. D'où une reproduction de qualité exceptionnelle.

La tête de lecture peut être détachée. Mais avant d'ajuster la force d'appui recommandée pour une cellule donnée, il y a lieu d'équilibrer le bras en position zéro de l'échelle indicatrice de force d'appui. Le réglage approximatif s'effectue par déplacement du grand contre-poids rond moleté, à l'extrémité du bras, tandis que le réglage fin s'opère par la rotation de ce contre-poids. Le contre-poids d'équilibrage a été choisi de sorte à pouvoir équilibrer des cellules de lecture ayant un poids



allant de 2 à 10 g. Le contre-poids est conçu comme anti-résonateur double, pour l'absorption des vibrations dans le domaine des fréquences propres du bras et de la platine. Le poids interne est accordé sur la résonance du bras et agit, en vibrant en opposition de phase, comme anti-résonateur. La partie externe accordé sur une fréquence plus élevée agit en anti-résonateur pour empêcher la transmission des résonances partielles de la platine sur le bras.

Le poids est relié de manière élastique à la tige filetée et assuré contre une rotation intempestive. La tête du bras est appropriée pour toutes les cellules à fixation normalisée internationale 1/2".

Le dispositif anti-skating

La poussée latérale dépend de la géométrie du bras de lecture, de la force d'appui et du rayon de courbure de la pointe de la cellule. La force due à l'effet de la poussée latérale, qui tend à faire mouvoir constamment le bras vers le centre du plateau est non seulement la cause d'un désagréable dérapage lors de la pose manuelle ou

automatique du bras, c'est aussi une sollicitation inégale des flancs du sillon avec ses conséquences que l'on tend à compenser, dans les tourne-disques HiFi de qualité, à l'aide d'un dispositif anti-skating.

En tournant le bouton spécialement prévu à cet effet, on déplace de sa position de repos un disque asymétrique possédant deux courbes de circonférence différentes (pour aiguilles elliptiques et rondes). Un petit levier et un ressort de traction y attaché développent une force antagoniste qui est transmise au bras de lecture.

La mise au point se fait en usine de manière optimale pour des aiguilles avec rayon de courbure de $15 \pm 2 \mu\text{m}$ (coniques) et $5/6 \times 18/22 \mu\text{m}$ (elliptiques). Ce réglage optimal reste maintenu par serrage d'un écrou six pans, scellé au moyen d'une goutte de vernis.

L'utilisateur n'a à se faire aucun souci ; il peut effectuer la correction nécessaire en agissant sur le bouton de réglage prévu.

La commande du bras

Le mouvement du bras pour la pose et la levée automatique du bras est obtenu par une rainure de commande située à l'intérieur de la roue dentée, quand celle-ci tourne de 360° . Comme organes de commande pour la pose et la levée du bras, on se sert du levier de commande (170), du levier principal (219) et du poussoir (47), tandis que pour le déplacement horizontal il y a le levier de commande (170) ; le levier de levée (219) et le coupleur sur le segment (166) (voir fig. 4). Le pose-bras automatique est conçu pour les disques de 30 et 17 cm et couplé à la commutation des vitesses de rotation (30 cm pour les 33-1/3 t/m et 17 cm pour les 45 t/m).

La limitation du mouvement horizontal (point de pose) est obtenu par l'arrêt de la tige du segment (166) sur la butée (179) fixée sur la glissière de réglage (180). Le levier principal (219) soulève uniquement pendant la pose la glissière (180) et la butée (179) qui arrive ainsi dans la plage de pivotement de la butée fixée au segment (166).

Le mouvement de pose étant terminé (descente du bras sur le disque) la glissière de réglage (180) est libérée et retourne à sa position normale. La butée (179) sort de la plage de pivotement de la butée, de sorte que le bras devient entièrement libre pour être déplacé dans le sens horizontal.

Lève-bras et commande manuelle

Quand on tire le levier vers l'avant, une tige transmet ce mouvement au poussoir qui soulève le bras. Après avoir amené le bras à l'endroit désiré au-dessus du disque, on repousse le levier vers l'arrière. Ce qui libère la tige et le poussoir et fait descendre le bras en douceur, grâce à l'huile siliconée qui se trouve dans le petit tube de levée. La hauteur de l'aiguille au-dessus du disque peut être réglée à l'aide d'une vis.

La mise en route du Dual 701 peut se faire également à la main. Pour ce faire, on déplace le bras en direction du centre du disque : l'interrupteur secteur se ferme jusqu'au moment où l'aiguille atteint la fin du sillon et le bras retourne à sa position de départ.