

Inhoud

	blz.
Betrouwbaarheid en levensduur van professionele versterkbuizen . . .	
..... K. Rodenhuis, H. Santing en H. J. M. van Tol	145
Een radiotoestel met transistors, gevoed uit een thermozuil	
..... J. van Hengel en J. Volger	158
Een lichtstipfaster voor uitzending per televisie van 35 mm-film . . .	
..... F. H. J. van der Poel	161
Entropie in wetenschap en techniek, IV. Entropie en Informatie	
..... J. D. Fast en F. L. H. M. Stumpers	170
Een magnetodynamische groeftaster, II. Frequentiekenmerken	
..... N. Wittenberg	183
Overzicht van recente wetenschappelijke publikaties	189



COPYRIGHT N.V. PHILIPS' GLOELAMPENFABRIEKEN - EINDHOVEN
OVERNEMEN VAN ARTIKELEN IS TOEGESTAAN, MITS VOORAF
MEDEDELING HIERVAN WORDT GEDAAN AAN DE REDACTIE
EN MITS DE BRON VOLLEDIG WORDT VERMELD;
PHILIPS TECHNISCH TIJDSCHRIFT

OP AANVRAGE KUNNEN CLICHE'S VAN DE
IN DIT TIJDSCHRIFT VOORKOMENDE AFBEEL-
DINGEN BESCHIKBAAR WORDEN GESTELD

PHILIPS TECHNISCH TIJDSCHRIFT VERSCHIJNT MAANDELIJKS IN
VIER EDITIES, NL IN DE NEDERLANDSE, DUITSE, ENGELSE EN
FRANSE TAAL, DE INHOUD VAN DEZE EDITIES IS DEZELFDE.

Inhoud

	blz.
Een magnetodynamische groeftaster, I. Constructie . . . N. Wittenberg	113
Een automatische indicator van de ruisfactor	
..... F. L. H. M. Stumpers en N. van Hurck	122
Toepassing van ferroxcube voor niet-reciproke golfgeleiders	
..... H. G. Beljers	126
De hogedrukkwiklamp 50 jaar	135
Overzicht van recente wetenschappelijke publikaties	141



COPYRIGHT N.V. PHILIPS' GLOELAMPENFABRIEKEN - EINDHOVEN
OVERNEMEN VAN ARTIKELEN IS TOEGESTAAN, MITS VOORAF
MEDEDELING HIERVAN WORDT GEDAAN AAN DE REDACTIE
EN MITS DE BRON VOLLEDIG WORDT VERMELD;
PHILIPS TECHNISCH TIJDSCHRIFT

OP AANVRAGE KUNNEN CLICHE'S VAN DE
IN DIT TIJDSCHRIFT VOORKOMENDE AFBEEL-
DINGEN BESCHIKBAAR WORDEN GESTELD

PHILIPS TECHNISCH TIJDSCHRIFT VERSCHIJNT MAANDELIJKS IN
VIER EDITIES, NL IN DE NEDERLANDSE, DUITSE, ENGELSE EN
FRANSE TAAL, DE INHOUD VAN DEZE EDITIES IS DEZELFDE.

Uitgevers voor het Nederlandse Rijkgebied
Meulenhoff & Co. N.V.
Beulingstraat 2-4, Amsterdam-C.

ABONNEMENTSPRIJS PER JAAR (exclusief porto) f 12.50
LOSSE NUMMERS f 1.50

CORRESPONDENTIE BETREFFENDE ABONNEMENTEN UITSLUI-
TEND AAN DE BOEKHANDEL OF AAN BOVENGENOMENDE
UITGEVERS, ALLE ANDERE CORRESPONDENTIE AAN N.V. PHILIPS'
GLOELAMPENFABRIEKEN - EINDHOVEN, AFD. TECHNISCHE EN
WETENSCHAPPELIJKE LITERAATUUR.

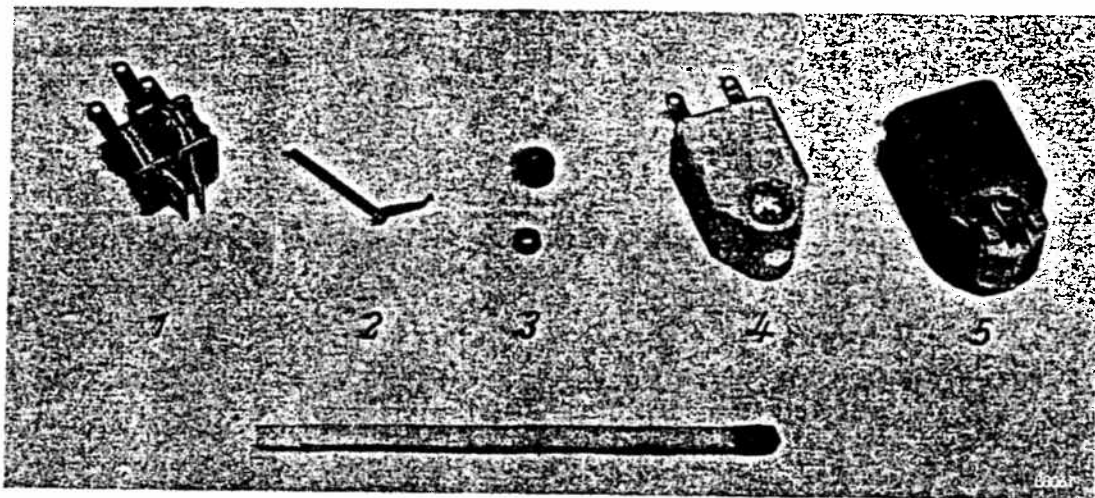


Fig. 4. De voornaamste onderdelen van de magnetodynamische groeftaster. 1 juk met spoelen. 2 magneet met naaldarm en naald. 3 legers van de magneet. 4 blokje van polyesterhars, waarin juk en spoelen zijn ingegoten, met uitsparing voor magneet en legers. 5 het blokje 4, voorzien van legers en magneet, en vastgeplakt in een kapje voor magnetische en elektrische afscherming; aan weerszijden van de naaldarm de stuitnokken.

De magneet

Uit (1) volgt dat het voor het verkrijgen van een hoge spanning uit de groeftaster (gunstige verhouding van signaal tot uit de versterker afkomstige ruis) wenselijk is, de flux Φ_m van de magneet zo sterk mogelijk te maken. Tevens moet de magneet voldoen aan de volgende eisen:

- 1) Het traagheidsmoment van de magneet om zijn lengteas moet zo klein mogelijk zijn, met het oog op de grote versnellingen die optreden.
- 2) De magneet moet ongevoelig zijn voor uitwendige magnetische velden. Wanneer de naald versleten is, moet namelijk de magneet met de naald vervangen kunnen worden, en de losse magneten mogen door aanraking met ijzeren onderdelen of gereedschap, of door het spreidingsveld van transformatoren e.d., niet ontmagnetiseerd kunnen worden.
- 3) De fabricage moet eenvoudig en goedkoop zijn.

Om de magneet een klein traagheidsmoment te geven, hebben wij de zeer ongebruikelijke constructie gekozen van een dun staafje dat loodrecht op zijn as is gemagnetiseerd. Wegens de grote ontmagnetiseringsfactor van zulk een „korte” magneet is deze constructie alleen goed uitvoerbaar met een materiaal dat een grote coërcitieve veldsterkte heeft. Zulk een materiaal is ferroxdure³⁾. De coërcitieve veldsterkte hiervan is ca. 80 kA/m (ca. 1000 oersted), in vergelijking met ca. 50 kA/m voor „Ticonal” staal⁴⁾. Ook in andere opzichten is

ferroxdure gunstig voor het beoogde doel. De dichtheid is ca. 4000 kg/m³, tegen ca. 7000 kg/m³ bij „Ticonal” staal (een kleine dichtheid is gunstig om het traagheidsmoment klein te houden). De fabricage van ferroxdurestaafjes kan geschieden door spuiten, gevolgd door sinteren. Deze procédés lenen zich voor massafabricage beter dan het gieten van staafjes van magneetstaal. Na het sinteren worden de ferroxdurestaafjes centerloos geslepen, daar zij bij het sinteren onvermijdelijk enigszins kromtrekken. Tevens is aan het slijpen te danken dat de staafjes nauwkeurig op maat en dus goed verwisselbaar zijn, en dat het richtkoppel voldoende reproduceerbaar is.

Uit de aard der zaak moet tussen een grote beschikbare flux en een kleine massa een gunstig compromis worden gezocht. Dit is gevonden in een staafje van 1 mm dik en 12 mm lang (werkzame lengte 8 mm). De flux heeft de boven gevonden waarde van 0,7 μ Vs, de massa is ca. 40 mg, en de effectieve massa aan de naaldpunt, welke grootte de optredende massakrachten bepaalt, is slechts 3 mg (de effectieve massa is een equivalente massa, geconcentreerd gedacht in de naaldpunt en in het bezit van hetzelfde massatraagheidsmoment ten opzichte van de as van de magneet als het bewegende systeem).

De kracht die een ijzeren draaischijf op een dergelijke kleine magneet uitoefent, is volkomen verwaarloosbaar ten opzichte van de minimumkracht waarmee de naald op de plaat moet rusten om niet te kunnen ontsporen. Dit is één van de grote voordelen van het magnetodynamische systeem boven het elektrodynamische.

³⁾ J. J. Went, G. W. Rathenau, E. W. Gorter en G. W. van Oosterhout, Philips techn. T. 14, 33-48, 1952.

⁴⁾ B. Jonas en H. J. Meerkamp van Embden, Philips techn. T. 6, 8-11, 1941.

De magnetodynamische groeftaster (fig. 6) wordt gefabriceerd in twee uitvoeringen, die alleen verschillen in naald en in een gekleurd kenmerk, en die gemakkelijk onderling verwisselbaar zijn: type AG 3020 (met groene stip) voor normale 78-toerenplaten, met als naald een saffier met de voor dit soort platen gebruikelijke afrondingsstraal van 75μ , en type AG 3021 (met rode stip) voor microgroefplaten, met een naald van diamant, waarvan de punt een afrondingsstraal van 25μ heeft.

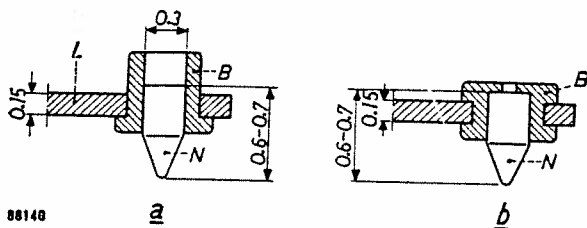


Fig. 5. Bevestiging van de naald N aan de naaldarm L door middel van een felsbusje B van aluminium, a) vóór, b) na het felsen. Maten in mm.

Dat in het laatstgenoemde geval diamant is gekozen, heeft de volgende reden. De kleinere afrondingsstraal — nodig om de naaldpunt in de smallere groef te doen passen — veroorzaakt bij de kracht van $0,1 \text{ N}$ waarmee de punt op de grammofoonplaat rust, een druk die zo groot is dat een saffier betrekkelijk snel slijt. Deze slijtage heeft distorsie van de weergave tot gevolg, vooral in de hoge tonen. Gebruikt men de groeftaster in combinatie met een versterker en luidsprekers die in staat zijn zeer hoge audiofrequenties weer te geven⁵⁾, dan is de

⁵⁾ Zie b.v. J. J. Schurink, De elektrodynamische dubbelconusluidspreker, Philips techn. T. 16, 289-298, 1954.

slijtage van een saffierpunt al na het spelen van enkele tientallen platen als hinderlijke distorsie merkbaar. Diamant slijt tientallen malen minder snel dan saffier. Daar komt nog bij dat bij minder slijtage van de naaldpunt ook de platen minder zullen slijten. De plaatslijtage wordt namelijk niet door de hardheid of slijtvastheid van de naaldpunt bepaald in die zin dat een hardere punt de plaat sneller zou doen slijten, maar is in hoofdzaak afhankelijk van de vorm van de naaldpunt, en wel neemt de plaatslijtage toe naarmate de naaldpunt verder van de bolvorm afwijkt. Het is duidelijk dat de hardste en meest slijtvaste naald het langst de bolvorm zal blijven benaderen, zodat bij gebruik van zulk een naald ook de plaatslijtage het geringst zal zijn.

De legers van de magneet

De magneet moet zodanig gelegerd zijn dat hij om zijn lengteas draaibaar is en tevens een zeker richtkoppel ondervindt, dat hem naar een gedefinieerde evenwichtsstand tracht terug te draaien. Dit richtkoppel is noodzakelijk, daar de naaldarm, wanneer de naald in een ongemoduleerde groef rust en de magneet zich dus in de ruststand bevindt, evenwijdig met de raaklijn aan deze groef moet staan. Indien aan deze voorwaarde is voldaan, is de zg. aftastingsdistorsie het kleinst⁶⁾.

Het richtkoppel is verkregen doordat één eind van de magneet in een rubberring (R , fig. 1) is

⁶⁾ Het valt buiten het bestek van dit artikel, hier nader op in te gaan. Vermeld zij slechts dat de arm van de groeftaster zo geconstrueerd moet zijn dat het symmetrievlak van het aftaststelsel steeds evenwijdig met de raaklijn aan de ongemoduleerde groef staat (zie b.v. B. B. Bauer, Tracking angle in phonograph pickups, Electronics 18, 110-115, maart 1954). In ons geval komt dit erop neer dat de naaldarm aan deze voorwaarde moet voldoen.

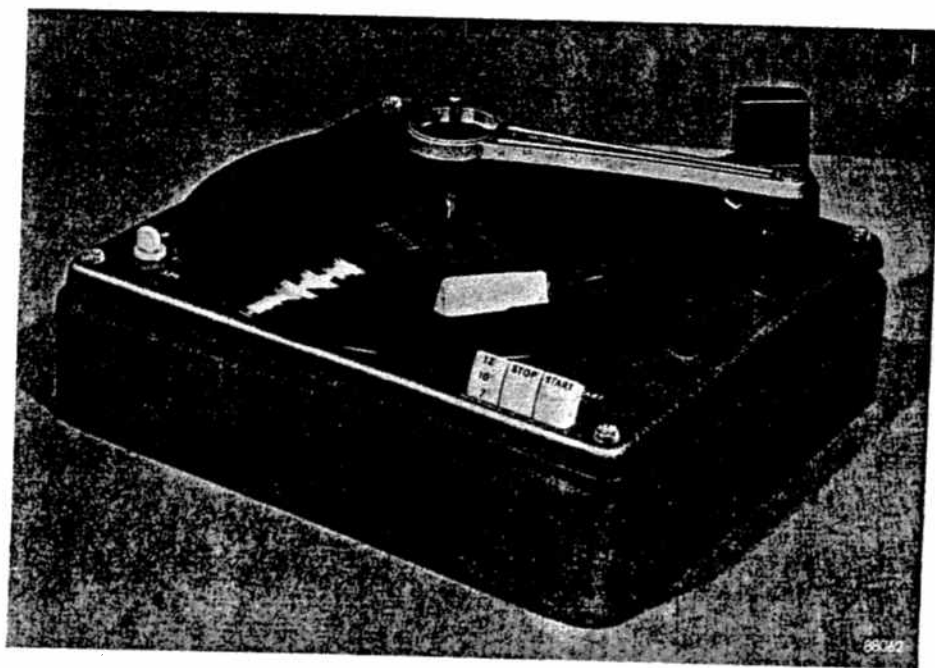


Fig. 6. Philips platenwisselaar type AG 1003, voorzien van de magnetodynamische groeftaster AG 3021.

Contents

Page

A magnetodynamic gramophone pick-up, I. Construction	N. Wittenberg 101
The noise emission of ballasts for fluorescent lamps	E. W. van Heuven 110
The gyrator, an electric network element	B. D. H. Tellegen 120
Levitation by static magnetic fields	A. H. Boerdijk 125
Cold-cathode trigger tubes	C. H. Tosswill 128
An automatic noise figure indicator	F. L. H. M. Stumpers and N. van Hurck 141



ALL RIGHTS RESERVED BY N.V. PHILIPS' GLOEILAMPEN-
FABRIEKEN EINDHOVEN, NETHERLANDS. ARTICLES MAY
BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, PROVIDED THAT
THE EDITORS ARE FIRST NOTIFIED AND THE SOURCE
"PHILIPS TECHNICAL REVIEW" IS MENTIONED IN FULL.

PHILIPS TECHNICAL REVIEW IS PUBLISHED MONTHLY IN
FOUR EDITIONS: ENGLISH, DUTCH, FRENCH AND GERMAN
ALL IDENTICAL IN CONTENTS

SEND SUBSCRIPTION ORDERS
AND SUBSCRIPTION CORRESPONDENCE TO
N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN
Technical and Scientific Literature Department
Eindhoven (Netherlands)

SUBSCRIPTION RATE PER ANNUM: US \$ 5.00 POST FREE (12 ISSUES)
SINGLE ISSUES 60 ¢

Payment by cheque (preferably banker's cheque)

or
by paying in our favour into the account of our bankers
"De Amsterdamsche Bank N.V.", with the Chase National Bank
of the City of New York, or into the same account with the
National City Bank of New York.

Contents

Page

Ferroplana, hexagonal ferromagnetic iron-oxide compounds for very high frequencies	G. H. Jonker, H. P. J. Wijn and P. B. Braun 145
A transistor radio receiver powered by a thermopile	J. van Hengel and J. Volger 155
The application of ferroxcube in unidirectional waveguides and its bearing on the principle of reciprocity	H. G. Beljers 158
Fifty years of the high-pressure mercury vapour lamp	W. Elenbaas 167
A magnetodynamic gramophone pick-up, II. Frequency characteristics	N. Wittenberg 173
Abstracts of recent scientific publications	178



ALL RIGHTS RESERVED BY N.V. PHILIPS' GLOEILAMPEN-
FABRIEKEN EINDHOVEN, NETHERLANDS. ARTICLES MAY
BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART, PROVIDED THAT
THE EDITORS ARE FIRST NOTIFIED AND THE SOURCE
"PHILIPS TECHNICAL REVIEW" IS MENTIONED IN FULL.

PHILIPS TECHNICAL REVIEW IS PUBLISHED MONTHLY IN
FOUR EDITIONS: ENGLISH, DUTCH, FRENCH AND GERMAN
ALL IDENTICAL IN CONTENTS

SEND SUBSCRIPTION ORDERS
AND SUBSCRIPTION CORRESPONDENCE TO
N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN
Technical and Scientific Literature Department
Eindhoven (Netherlands)

SUBSCRIPTION RATE PER ANNUM: US \$ 5.00 POST FREE (12 ISSUES)
SINGLE ISSUES US \$ 0.60

Payment by cheque (preferably banker's cheque)

or
by paying in our favour into the account of our bankers
"De Amsterdamsche Bank N.V.", with the Chase National Bank
of the City of New York, or into the same account with the
National City Bank of New York.

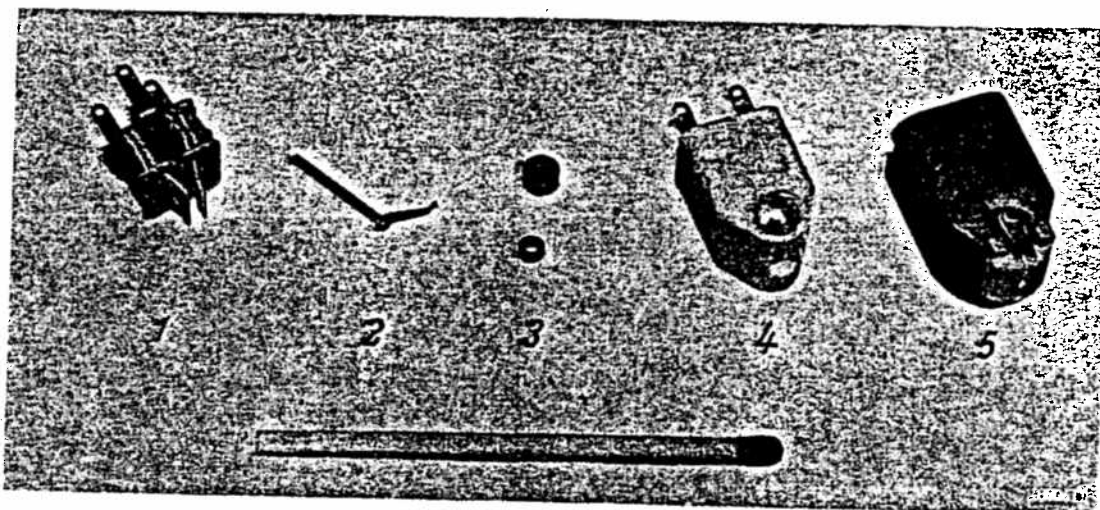


Fig. 4. Component parts of the magnetodynamic pick-up. 1 yoke with coils; 2 magnet with needle arm and needle; 3 rubber bush and p.v.c. bearing; 4 block of polyester resin which is cast around the yoke and coils, place being left for the insertion of magnet and bearings; 5 the block 4 complete with bush, bearing and magnet and shrouded in metal housing for magnetic and electrostatic screening; on either side of the needle arm are protective shoulders.

3. The magnet must be easy and cheap to manufacture.

In order to give the magnet a small moment of inertia an unusual design was adopted: a thin rod magnetized perpendicular to its axis. A "short" magnet such as this has a high demagnetization factor and this design was therefore made feasible only by using a material that has a high coercive force. Ferroxdure³⁾ is such a material. Its coercive force is about 80 kA/m (about 1000 oersted), in comparison with about 50 kA/m for "Ticonal" steel⁴⁾. Ferroxdure is suitable for the purpose in mind in other respects as well. Its density is about 4000 kg/m³, as against about 7000 kg/m³ for "Ticonal" (a low density is desirable from the point of view of a small moment of inertia). Thin rods of ferroxdure can be manufactured by extrusion, followed by sintering. These processes lend themselves better to mass production than the casting of rods from magnet steel. After sintering, the ferroxdure rods are ground in a centreless-grinder, since they inevitably become somewhat distorted in the course of the sintering operation. Accurately dimensioned rods are thus obtained which are easily interchangeable and have a restoring couple which is satisfactorily reproducible.

A compromise necessarily has to be made between giving the magnet small mass and making it supply a big flux. The best form has been found to be a rod 1 mm in diameter and 12 mm long, its effective

length being 8 mm. The flux has the value derived above, namely 0.7 μ Vsec; the mass is about 40 mg, and the effective mass at the needle point, which determines the magnitude of the inertia forces set up, is only 3 mg. (The effective mass is the equivalent mass considered to be concentrated in the needle point and possessing a moment of inertia with respect to the magnet axis equal to that of the whole moving system.)

The attraction between an iron turntable and a magnet of this small size is quite negligible compared with the minimum force with which the needle must rest on the record in order not to jump the groove. This constitutes one of the great advantages of the magnetodynamic system over the electrodynamic system.

The needle arm and the needle

The function of the needle arm is to communicate to the magnet the movements of the needle point. There are two components of the latter: a lateral movement corresponding to the modulation of the groove, and a vertical movement resulting from the so-called "pinch-effect" (a sinusoidal groove, for example, is narrower in the flanks than at the peaks, with the result that the needle is borne up in the former and sinks down in the latter; see article cited in footnote 1)). Only the lateral movement of the needle has to be communicated (without distortion or loss) as an angular movement of the magnet; this implies that the needle arm must be so rigid in a lateral sense that resonance of the needle arm and magnet in the lateral direction occurs only at a frequency higher than the range that has to be

³⁾ J. J. Went, G. W. Rathenau, E. W. Gorter and G. W. van Oosterhout, Philips techn. Rev. 13, 194-208, 1951/52.

⁴⁾ B. Jous and H. J. Meerkamp van Embden, Philips tech. Rev. 6, 8-11, 1941.

of the order of 300 g is found for the fundamentals of the higher frequencies (see article cited in footnote²). However a third harmonic of about 40% is then present in the velocity³), and consequently one of $3 \times 40 = 120\%$ in the acceleration. Taking this into consideration, we arrive at a maximum value of the total acceleration of $(100 + 120)\%$ of 300 g, that is, of $660 \text{ g} \approx 6600 \text{ m/sec}^2$. This, with the effective mass of 3 mg, produces a maximum lateral force of inertia of $3 \times 10^{-6} \times 6600 \text{ N} \approx 20 \text{ mN}$ ($\approx 2 \text{ g weight}$).

Oscillograph measurements of the voltage delivered by the pick-up shows that accelerations even greater than 6600 m/sec^2 — and hence correspondingly greater forces of inertia — sometimes occur at the needle point. The higher accelerations may be caused by higher modulation velocities (where $q < R$), giving overmodulation, which brings about a big increase in distortion; this in its turn again increases the acceleration owing to the harmonics involved. A further cause of the increased accelerations may be the building up of high amplitude needle vibrations due to groove-needle resonance⁴).

There are two other lateral forces besides the force of inertia just stated. Firstly, owing to the frictional drag of the needle on the record and the geometry of the pick-up arm, there is a constant inward force on the pick-up across the record; in Philips gramophones this is about 15 mN. Secondly there is the stiffness force which was shown earlier to have a maximum value of 20 mN at the lower frequencies for normal 78 r.p.m. records, this being the product of the stiffness $s = 200 \text{ N/m}$ and maximum needle displacement $\hat{y}_{\text{max}} = 100$ microns. Such large displacements occur only at low frequencies, but the higher frequencies and their harmonics can also be present in the groove at the same time. These three forces can therefore be additive and in this way we arrive at a maximum of $20 + 15 + 20 = 55 \text{ mN}$ for the lateral force F_l ; this, then, is the lowest value permissible for F_v . There is still a further point to be considered, however: the pinch effect causes a periodic variation

in the magnitude of F_v . The amplitude of the alternating component may amount to about 10 mN so that a static value of at least $55 + 10 = 65 \text{ mN}$ is required for F_v .

This calculation is by its very nature only an approximation to the real state of affairs. However, bearing in mind that all the unfavourable circumstances are rarely present in combination, the minimum value of 65 mN, as calculated, agrees well with the value found by experiment. In fact a force of from 60 to 70 mN appears to be just sufficient for records with large modulation amplitudes to be faultlessly played, provided that the greatest attention is paid to the bearings and the balancing of the pick-up arm. Extreme care in production is not an insuperable objection in the making of professional equipment but, in the case of gramophones for domestic use, it is required that efficient tracing of the groove be obtained with pick-up arm that is simple and inexpensive. For these reasons F_v is given a somewhat higher value, viz. 100 mN (about 10 g weight). This value not only guarantees stable operation but also minimum wear, for it has been shown experimentally that with a weaker force there is again an increase in wear.

Part II of this article will deal with some properties of the magnetodynamic pick-up, including its frequency characteristic.

Summary. The new magnetodynamic pick-up type AG 3020/21 has a small rod-shaped magnet as its moving system; the rod is magnetized perpendicularly to its axis, about which it can turn, and is mounted between the ends of a yoke of magnetically soft material. A needle arm is fixed to the rod magnet whereby the lateral movement of the needle as it follows the groove in the record is converted into an angular movement of the magnet. An alternating flux is thus produced in the yoke, giving rise to a signal voltage in the coils wound on it. The angular movement of the magnet is provided for by an upper flexible bush of rubber and a bearing at the lower end of polyvinyl chloride. The rubber bush gives the magnet a restoring couple and the p.v.c. bearing provides the necessary damping against undesired resonances. The pick-up is manufactured in two models, type AG 3020 with a sapphire needle fitting the groove in standard 78 r.p.m. discs, and type AG 3021 with a diamond needle for microgroove discs. The departure from linearity between the angular movement of the magnet and the induced signal voltage is extremely slight. The sensitivity of the pick-up (ratio of r.m.s. voltage to peak needle velocity) is about 4 mV per cm/sec. A study of F_v , the force with which the needle presses on the disc, yields an optimum value of F_v of 100 mN ($\approx 10 \text{ g weight}$) in gramophones for domestic use, this value being sufficient to prevent de-tracking and giving minimum wear. The pick-up is proof against tropical climatic conditions.

²) J. A. Pierce and F. V. Hunt, On distortion of sound reproduction from phonograph records, *J. Acoust. Soc. Amer.* 10, 14-28, 1938/39; W. D. Lewis and F. V. Hunt, A theory of tracing in sound reproduction from phonograph records, *J. Acoust. Soc. Amer.* 12, 348-365, 1940/41.

³) J. B. S. M. Kerstens, Mechanical phenomena in high-note reproduction by gramophone pick-ups, *Philips tech. Rev.* 18, 89-97, 1956/57, in particular pp. 000. See also Part II of present article.