

Technische Beschreibung

Entwicklung und
Konstruktion
von Plattenspielern
mit Direktantrieb



Technics

Plattenspieler mit Direktantrieb — Ungekannte Präzision bei Drehbewegungen



© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Der erste Plattenspieler mit Direktantrieb—der Technics SP-10:	
Die Grundaufgabe des Plattenspielers	4
Die Geburt des direktangetriebenen Plattenspielers	5
Entwicklung der direktantreibenden Motoren:	
Grundlegende Konstruktion von direktantreibenden Motoren	6
Wechselstrom- oder Gleichstrom- motor	6
Drehzahlregelung	7
Quarzugeregelte Phasenregelungen	8
Verfahren zur Auffindung von Drehzahlabweichungen	8
Die sieben wesentlichen Merkmale eines Plattenspielers mit Direkt- antrieb der Spitzenklasse	9
Die Hauptmerkmale des Technics SL-1310MK2:	
Drehzahl-Feinregulierung mit Quarzsynthesizer und	
Digitalanzeige	12
Phasengeregelte Quarz- Servoschaltung	13
Heteropolarer Motor und bidirektionale Ganzwellen- Treiberschaltung	14
Plattentelleraufbau mit FG-Servoschaltung	15
Tonarm-Rückführautomatik und volle Logiksteuerung	15
Vermeidung von akustischer Rückkopplung im SL-1310MK2	16
Fortschrittlicher Hochleistungs- Tonarm	17
Gerade und S-förmige Tonarme im Vergleich	20

Einleitung

In relativ kurzer Zeit hat sich der Plattenspieler mit Direktantrieb als das Spitzengerät des derzeitigen HiFi-Angebotes etabliert. Störgeräusche (besonders Motorrumpeln) und Gleichlaufschwankungen (Jaulen und Tonhöhenschwankungen) gehören der Vergangenheit an, dank der fast unglaublichen Präzision der Motorherstellung und dem Wegfall von Untersetzungen, die ja unvermeidlich Drehzahlabweichungen mit sich bringen (z.B. Riemen- oder Reibradantriebe).

Im Prinzip zeichnet sich der Direktantrieb durch geniale Einfachheit aus. Der Motor ist über die Plattentellerwelle direkt mit dem Plattenteller verbunden und dreht diesen mit der genau erforderlichen Drehzahl von 33-1/3 bzw. 45 U/min. Auf jegliche Untersetzungs-systeme (wie Riemen, Reibräder oder Getriebe) kann damit verzichtet werden.

In der Praxis jedoch war die Entwicklung und Herstellung von Direktantrieben mit schier unüberwindlichen Problemen verbunden. Es mußten Präzisionssysteme konstruiert und Drehzahl-Feinregulierungen entwickelt werden, die auch bei schwankender Belastung (z.B. bei unterschiedlichen Plattengrößen) sowie Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen konstante Drehbewegung garantieren.

Technics, einer der führenden Hersteller von HiFi-Bausteinen der Spitzenklasse und in der HiFi-Welt für Originalität und hohe Leistungsstandards wohl bekannt, befaßte sich bereits im Jahre 1967 mit dem Prinzip des Direktantriebes von Plattenspielern. Als Tochtergesellschaft der Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. hatte Technics praktisch unbegrenzt technisches Fachwissen auf dem Gebiet der Elektronik zur Verfügung, so daß es den Ingenieuren und Technikern bereits im Jahre 1970 gelang, einem staunenden Publikum den ersten Plattenspieler mit Direktantrieb der Welt vorzustellen—den Technics SP-10. Mit einem Rumpel-Geräuschspannungsabstand von 60 dB (70 dB nach DIN 45539B) und Gleichlaufschwankungen von nur 0,03% (Mittelwert, bewertet) setzte der SP-10 neue Qualitätsnormen, die für lange Zeit das Ziel aller anderen HiFi-Hersteller blieben.

Heute stellen fast alle namhaften HiFi-Hersteller Plattenspieler mit Direktantrieb her (z.Z. sind mehr als 100 verschiedene Modelle im Fachhandel erhältlich). Und alle diese Modelle basieren auf dem Grundprinzip des SP-10, wenn auch zur Drehzahlregelung verschiedene Systeme zur Anwendung gelangen.

In den vergangenen Jahren ist es Technics gelungen, die Spitzenposition nicht nur beizubehalten, sondern sogar noch weiter auszubauen, indem immer fortschrittlichere Systeme und Elektronik-Komponenten entwickelt wurden, zu welchen z.B. auch die einzigartige Quarzsynthesizer-Drehzahl-Feinregulierung gehört. Dieses ständige Streben nach nicht zu überbietender Perfektion hat zu der z.Z. wohl besten am Markt erhältlichen Plattenspieler-Serie mit Direktantrieb geführt, die aus den Modellen Technics SL-1310MK2 und SL-1410MK2 besteht.

Die wichtigsten Vorteile und Merkmale der Plattenspieler mit Direktantrieb im allgemeinen und des Technics SL-1310MK2 im besonderen sind auf den folgenden Seiten ausführlich beschrieben.



(1) Der erste Plattenspieler mit Direktantrieb — der Technics SP-10

Die Grundaufgabe des Plattenspielers

Um alle in den Rillen der Schallplatten gespeicherten Musikinformationen unverfälscht abnehmen zu können, muß der Plattenspieler die Schallplatte mit genau der richtigen Drehzahl (33-1/3 oder 45 U/min) drehen und darf keinerlei unerwünschte Signale den Musikinformationen hinzufügen. Die nicht von den Schallplattenrillen herstammenden Signale (wie z.B. die durch Motorschwingungen verursachten) werden als Rumpeln oder Fremdschwingungen bezeichnet, wogegen periodische Abweichungen von der Nenn Drehzahl als Gleichlaufschwankungen bekannt sind.

Bei Plattenspielern mit Riemen- oder Reibradantrieb (der Motor dreht dabei mit höheren Drehzahlen und erzeugt daher auch stärkere Schwingungen) war es daher fast unmöglich, den Einfluß des Rumpelns und der Gleichlaufschwankungen auf die Klangqualität von HiFi-Plattenspielern völlig zu unterbinden. Auch bei Einsatz der modernsten und fortschrittlichsten Techniken kann Schlupf und Einfluß von Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen auf Riemen und Reibräder nicht völlig eliminiert werden.

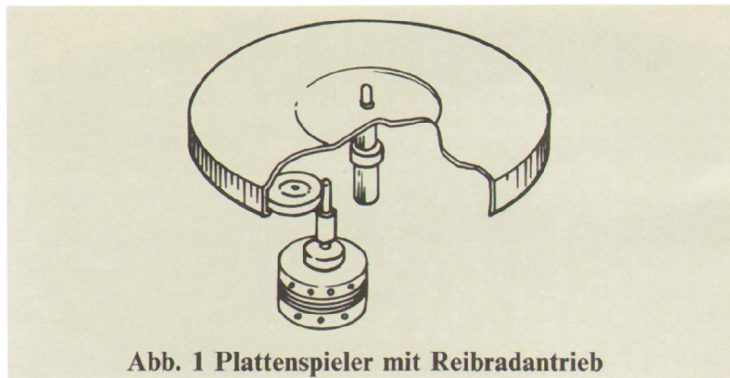


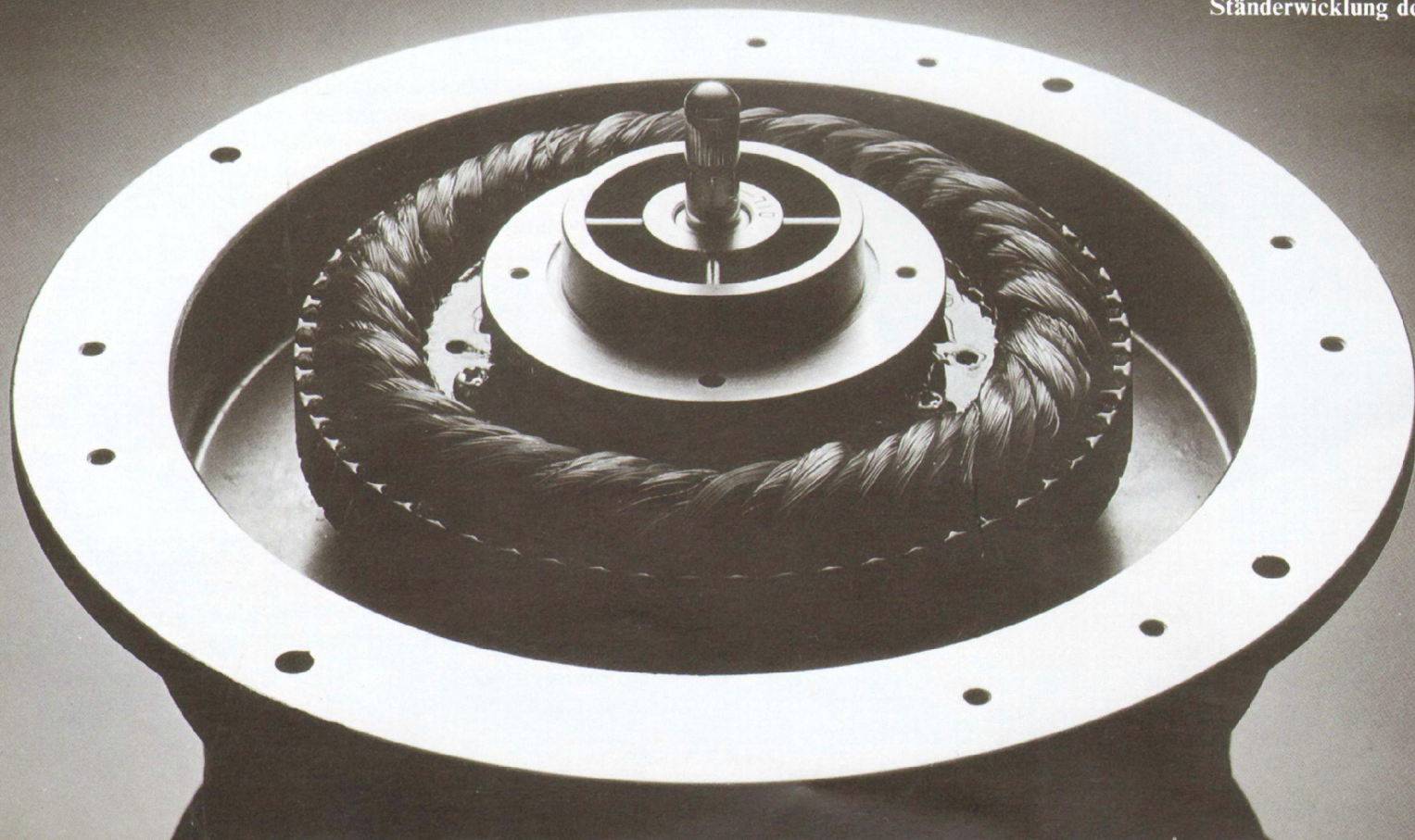
Abb. 1 Plattenspieler mit Reibradantrieb



Abb. 2 Plattenspieler mit Riemenantrieb

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classics.de

Ständerwicklung des SP-10



Die Geburt des direktangetriebenen Plattenspielers

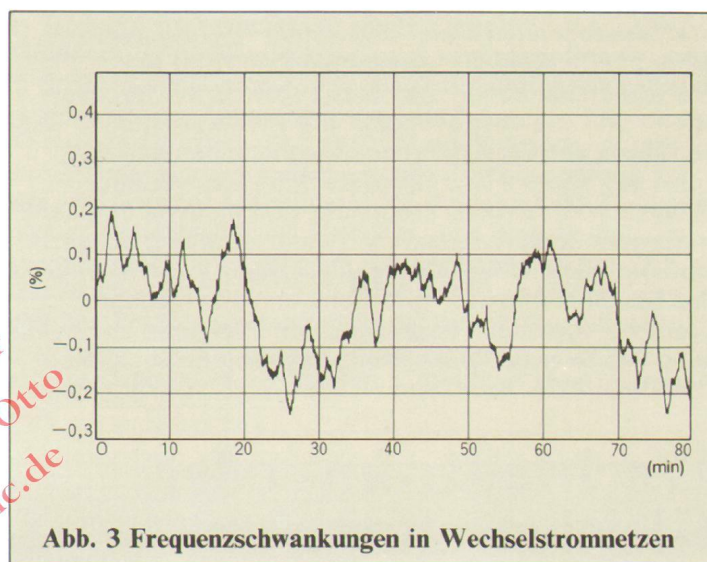
Im Jahre 1967 entstand bei Technics die Idee, auf alle Untersetzungselemente wie Riemen, Reibrad usw. zu verzichten (um die diesen Antriebssystemen eigenen Nachteile auszuschalten) und den Plattenteller direkt von einem langsam drehenden Motor anzutreiben. Diese Idee setzte voraus, daß ein völlig neuer Motor mit präziser Drehzahlregelung entwickelt werden mußte. Im Jahre 1970 war es dann soweit: den Ingenieuren von Technics war es gelungen, alle wesentlichen Probleme zu lösen. Der erste Plattenspieler mit Direktantrieb in der Welt, der Technics SP-10, wurde vorgestellt.

Neue Leistungsnormen

Die erfolgreiche Entwicklung des SP-10 stellte eine Wendepunkt in der Geschichte des HiFi-Plattenspielers dar. Die Gleichlaufschwankungen konnten auf einen nie gekannten, fast nicht mehr wahrnehmbaren Wert vermindert werden. Der Rumpel-Geräuschspannungsabstand des SP-10 lag mit einem Wert von 60 dB (oder 70 dB nach DIN 45539B) noch über dem Rumpel-Geräuschspannungsabstand der besten damals am Markt erhältlichen Testschallplatten. Technics mußte daher selbst spezielle Lackschallplatten schneiden, die für die Messung des Rumpel-Geräuschspannungsabstandes von Modell SP-10 geeignet waren. Die Gleichlaufschwankungen stellten mit 0,03% (Mittelwert bewertet) zu dieser Zeit ebenfalls einen nicht gekannten Leistungsfaktor dar.

Aber dies waren nicht die einzigen Vorteile, die durch den direktangetriebenen Plattenspieler SP-10 gewonnen wurden. Der neue Motor wies ein so hohes Hochlaufmoment auf, daß die Nenndrehzahl von 33-1/3 U/min innerhalb einer Sekunde (bzw. innerhalb der ersten halben Plattendrehung) erreicht wurde. Weitere Merkmale dieses kollektorlosen Gleichstrommotors waren: unbeeinflusst von Netzfrequenzschwankungen, geringste Wärmeerzeugung und Verzicht auf 50/60 Hz-Umschalteneinrichtungen.

Hier ist noch zu erwähnen, daß Technics den Rumpel-Fremd- bzw. den Rumpel-Geräuschspannungsabstand immer unter normalen Betriebsbedingungen mißt. Diese Werte entsprechen daher nicht den von manchen Herstellern unter unrealistischen Bedingungen (z.B. Verwendung einer Glasplatte usw.) gewonnenen Werten.



(2) Entwicklung der direktantreibenden Motoren

Grundlegende Konstruktion von direktantreibenden Motoren

Der Aufbau aller direktantreibenden Motoren besteht im wesentlichen aus dem eigentlichen, die elektromotorische Kraft erzeugenden Motor und einem Regelsystem zur Aufrechterhaltung der konstanten Drehzahl. Als Antriebsmittel dienen die beiden Motorarten Wechselstrom- und Gleichstrommotor, die wiederum gemäß dem Verfahren zur Erzeugung des Magnetfeldes bzw. der Form des Läufers und Ständers unterteilt werden. Zusätzlich zur Drehzahlregelung sind manche direktantreibenden Motoren auch mit Phasenregelung ausgerüstet, um noch höhere Drehzahlpräzision zu gewährleisten. Der Hauptunterschied zwischen den verschiedenen Drehzahlregelungen liegt jedoch im Verfahren zur Auffindung von Drehzahlabweichungen (siehe nachfolgende Tabelle).

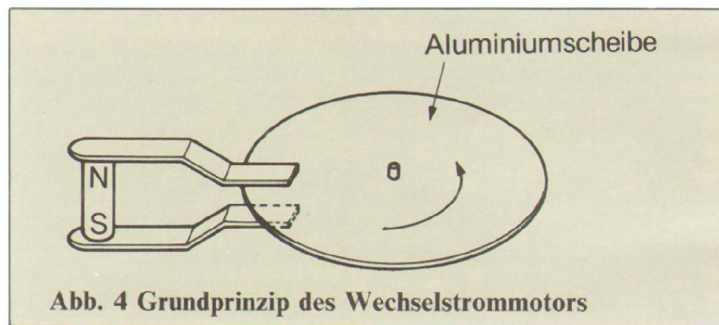


Abb. 4 Grundprinzip des Wechselstrommotors

sich in einem drehenden Magnetfeld befindet, wobei die elektromotorische Kraft durch Induktion gewonnen wird. Obwohl Wechselstrommotoren im Prinzip und in der Konstruktion relativ einfach sind, arbeiten sie unter geringer Last nicht sehr stabil, da keinerlei elektromagnetische Regelung zwischen Läufer und Ständer vorhanden ist. Wechselstrommotoren müssen daher mit einer Bremsvorrichtung versehen werden. Auch Überströme haben negative Wirkung auf den Wirkungsgrad, so daß Motoren mit hohem Drehmoment nur sehr schwierig zu konstruieren sind.

Im Gegensatz dazu weist der Gleichstrommotor nur relativ wenige Nachteile auf, die noch dazu durch das Konzept des Technics-Direktantriebes auf ein Minimum begrenzt wurden. Der Wirkungsgrad des Gleichstrommotors ist hoch, die Leistungsaufnahme sehr gering, die Wärmeentwicklung minimal, und es können sehr hohe Drehmomente erzielt werden. Drehzahl- und Phasenre-

Wechselstrom- oder Gleichstrommotor

Wechselstrommotoren sind mit einem metallischen Läufer (Kupferläufer oder Aluminiumscheibe) ausgerüstet, der

	Motortyp	Verfahren zur Erzeugung des Magnetfeldes	Läuferform	Ständerform
Antriebs-system	Wechselstrommotor Gleichstrommotor	Induktionsmotor Bürsten Elektronischer Kollektor (Wechselstrom-Kopplung Hallelemente magnetische Sättigung)	Kupferläufer Aluminiumscheibe Mehrpoliger Kern Ringmagnet	Mehrpoliger Kern Ringmagnet Schrägungsabgleich des Wicklungsfaktors Wechselpolig Kernlos Nutenfrei Uni-Torque
Regel-system	Drehzahlregelung Phasenregelung	Drehzahl-Detektorsystem Gegenelektromotorische Kraft Frequenzgenerator	Detektorart	
			Generatorwicklung Nuten Gegenkopplungs-Zahnräder BFG Magnetimpulse Gedruckte Wicklung Kammförmiges Joch	

Die verschiedenen Arten der Antriebsmotoren von heute erhältlichen Plattenspielern mit Direktantrieb

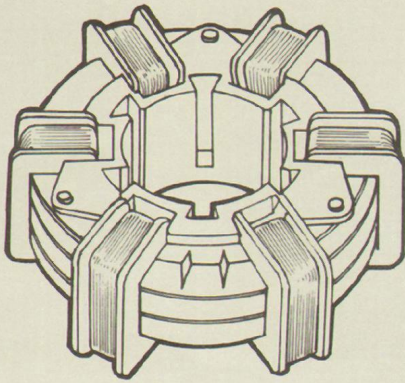


Abb. 5 Nutenfreier Ständer

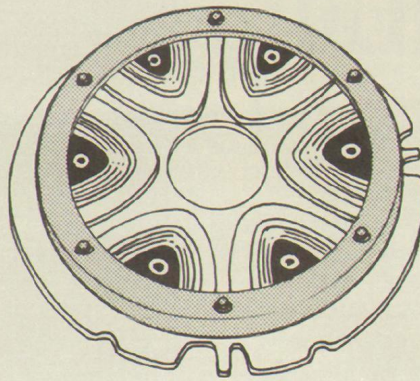


Abb. 6 Kernloser Ständer

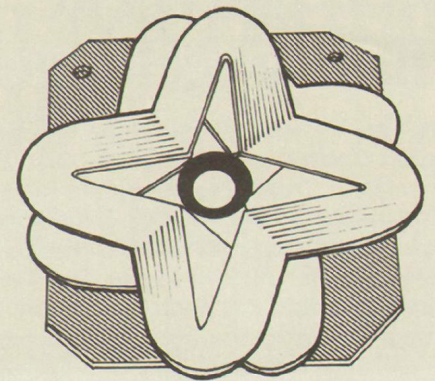


Abb. 7 Uni-Torque-Ständer

gelingen können relativ einfach in Gleichstrommotoren integriert werden. Das am Beginn der Entwicklung auftretende, einzige ernsthafte Problem war der auf die Gegenwirkung zwischen Läufer und Ständer zurückzuführende „Ruckeffekt“, der jedoch heute aufgrund ausgeklügelter Anordnung der Magnete und erhöhtem Massenträgheitsmoment des Plattentellers weitgehendst ausgeschaltet wurde.

Bei der Entwicklung des Technics-Direktantriebes wurde immer besonderes Augenmerk auf hohen Wirkungsgrad und hohe Wirtschaftlichkeit gelegt—der Gleichstrommotor war daher die logische Wahl für alle Plattenspieler mit Direktantrieb von Technics.

Obwohl zwischen den in der obigen Tabelle aufgeführten fünf verschiedenen Ständerformen nur geringe Unterschiede bestehen, was Rumpeln und Gleichlaufschwankungen betrifft, so ist doch das mit den nutenfreien und kernlosen (ringförmigen) Ständern sowie das mit der „Uni-Torque“ Ausführung erzielbare Drehmoment relativ gering (etwa 350 gcm). Daneben besteht noch der Nachteil, daß das von diesen Motoren erzeugte Drehmoment nicht konstant ist. Dagegen beträgt das mit Hilfe der heteropolaren oder wechsellipoligen Ausführung (Läufer und Ständer haben unterschiedliche Polzahlen) erzielbare Drehmoment hohe 1,5 cm·kg. Die letztgenannte Motor-Konfiguration findet auch beim Technics SL-1310MK2 Anwendung.

Drehzahlregelungen

Alle zur Einhaltung konstanter Drehzahl verwendeten Regelsysteme bestehen aus den folgenden Stufen:

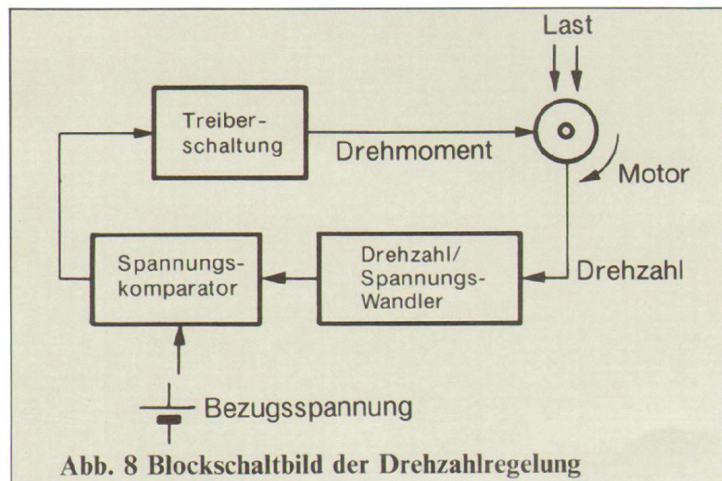


Abb. 8 Blockschaltbild der Drehzahlregelung

(a) Detektor für Drehzahlabweichung und Spannungswandlerstufe, (b) Bezugsspannung-Komparatorstufe und (c) Drehomentgenerator, d.h. die Drehzahlregelschaltung ist eine Art von Rückkopplungssystem.

Mit anderen Worten, die Drehzahlregelung erfolgt anhand der Wechselwirkung zwischen dieser Rückkopplung und dem Massenträgheitsmoment des Plattentellers. In einem solchen Regelsystem ist Stabilität über längere Zeit das ausschlaggebende Kriterium. Um jegliche Art von Drift auszuschließen, sind die Drehzahlregelungen von Technics-Plattenspielern mit Direktantrieb mit Differentialverstärkern und Temperatur-Kompensierschaltungen versehen, die in integrierten Schaltkreisen untergebracht sind.

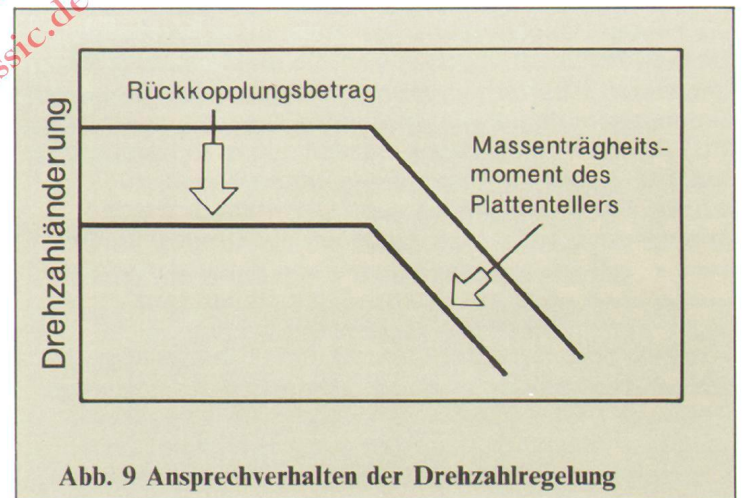
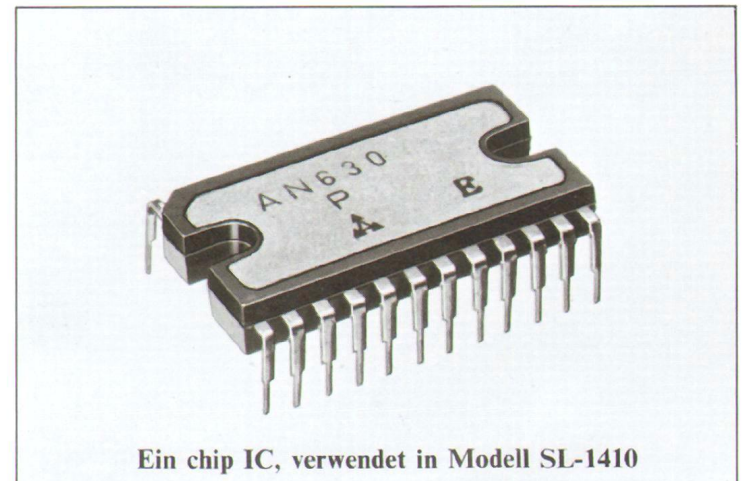


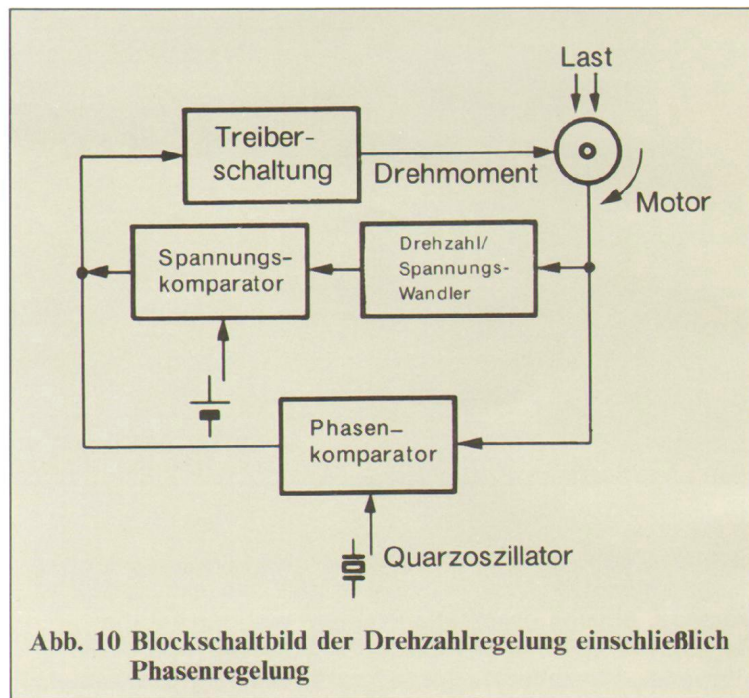
Abb. 9 Ansprechverhalten der Drehzahlregelung



Ein chip IC, verwendet in Modell SL-1410

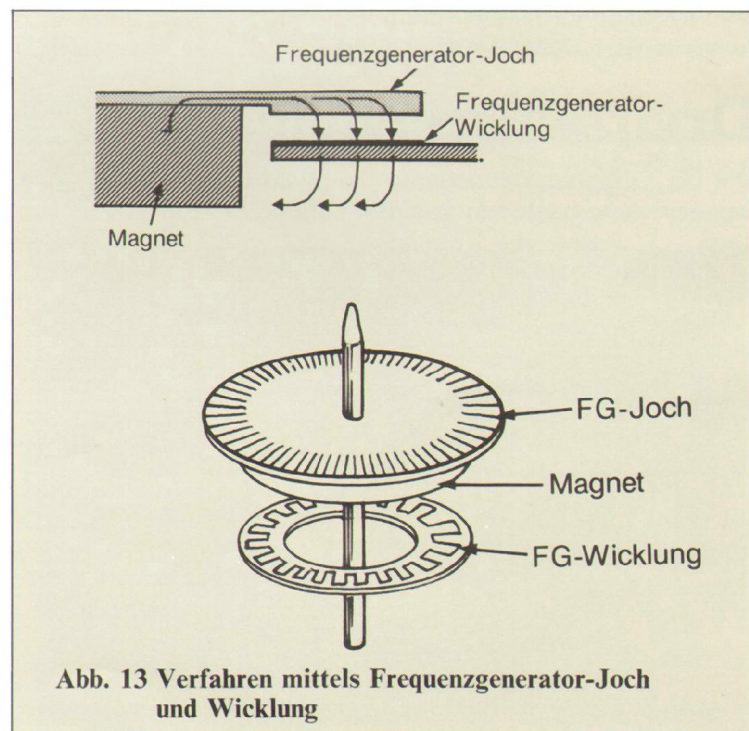
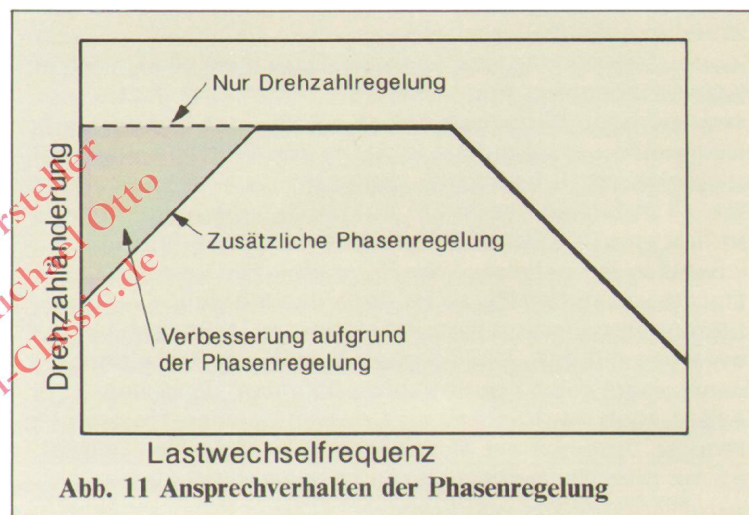
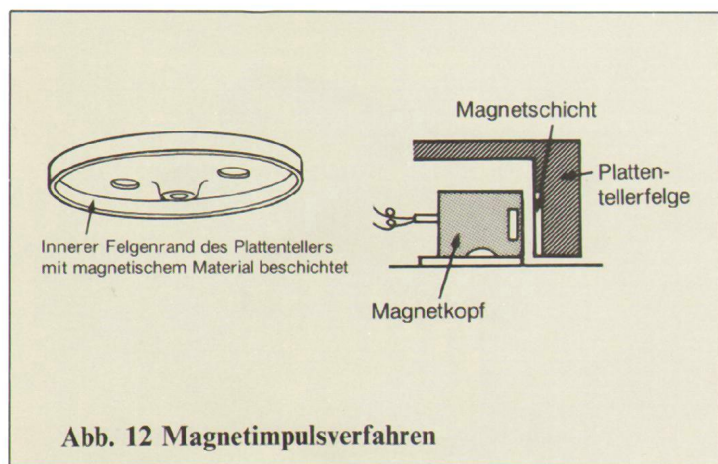
Quarzgeregelte Phasenregelungen

Durch zusätzliche Verwendung einer Phasenregelung wurden Drehzahlabweichungen fast völlig unterbunden; die erzielte Drehzahlgenauigkeit liegt in der Größenordnung von $\pm 0,002\%$, das entspricht einer maximalen Abweichung von 0,036 Sekunden beim Abspielen einer 30-Minuten Schallplattenseite. Die Nennzahl des Motors ist dabei mit einer von einem Quarzoszillator erzeugten Bezugsfrequenz (einem der genauesten der in elektronischen Schaltkreisen verwendeten Oszillatoren) verriegelt. Genauer ausgedrückt, die Frequenz des Ausgangssignals des Drehzahldetektors wird mit der Bezugsfrequenz verglichen; jeglicher Phasenunterschied wird sofort dem Motor über die Rückkopplungsschleife mitgeteilt, so daß die Drehzahlstabilität der Stabilität des Quarzoszillators entspricht. Wie dem folgenden Diagramm zu entnehmen ist, liegt die Hauptfunktion der quarzgeregelten Phasenregelung in präziser Drehzahl-Feinregulierung, d.h. sie kann nur in Verbindung mit einer ausgezeichneten Drehzahlregelung wirksam eingesetzt werden.



Verfahren zur Auffindung der Drehzahlabweichungen

Die beiden Hauptverfahren zur Auffindung von Drehzahlabweichungen machen sich die elektromotorische Gegenkraft (Drehzahländerungen werden direkt in Spannungen umgeformt) bzw. den Frequenzgenerator (FG) (Drehzahländerungen werden zuerst in Frequenzen und erst danach in Spannungen umgewandelt) zu Nutzen. Beim weitverbreiteten FG-Verfahren werden verschiedene Mittel zum Auffinden der Drehzahländerung benutzt, z.B. Magnetimpulse, die von einem Aufnahmekopf anhand einer am inneren Plattentellerkranz angebrachten Magnetschicht erzeugt werden. Falls jedoch bei dem eben genannten Verfahren die Magnetschicht sich von der Plattentellerfelge ablöst, entstehen ernsthafte Probleme. Ein zuverlässigeres Verfahren gelangt in Modell SL-1310MK2 zur Anwendung; dabei wird jede Drehzahlabweichung ohne Zeitverzögerung durch zwei gegenüberliegende Zahnräder (die sich jedoch nicht berühren) aufgespürt.



(3) Die sieben wesentlichen Merkmale eines Plattenspielers mit Direktantrieb der Spitzenklasse

Wenn die Vor- und Nachteile der heute am HiFi-Markt erhältlichen Plattenspieler mit Direktantrieb besprochen werden, so ist es unbedingt notwendig, die Gesamtqualität des entsprechenden Gerätes zu betrachten und nicht nur einige markante Daten. Mit anderen Worten, auch nicht direkt mit dem Antriebssystem in Verbindung stehende Bauteile oder Merkmale (z.B. Tonarm oder akustische Eigenschaften) sind zu vergleichen, wenn man sich ein tatsächliches Gesamtbild verschaffen möchte.

1. Rumpeln und Gleichlaufschwankungen

Seit der Vorstellung des SP-10 wurden diese beiden für einen Plattenspieler so wichtigen Werte immer weiter verbessert, so daß diese Werte heute nicht mehr die frühere Bedeutung haben. Wichtig ist jedoch das Verfahren, nach dem diese Werte ermittelt werden. Manche Hersteller verwendet eine Glasscheibe anstelle einer Schallplatte, um das Rumpeln zu bestimmen, und eine Magnetscheibe und einen Aufnahmekopf (d.h. keine Schallplatte, keinen Tonabnehmer und auch keinen Tonarm), wenn die Gleichlaufschwankungen gemessen werden. Die so gewonnenen Ergebnisse sind natürlich besser als unter realistischen Bedingungen gemessene Werte. Da es aber die Aufgabe eines Plattenspielers ist, Schallplatten und nicht Glasscheiben abzuspielen, mißt Technics den Rumpel-Geräuschspannungsabstand und die Gleichlaufschwankungen immer unter realistischen Bedingungen, d.h. mit Schallplatte, Tonabnehmer und Tonarm.

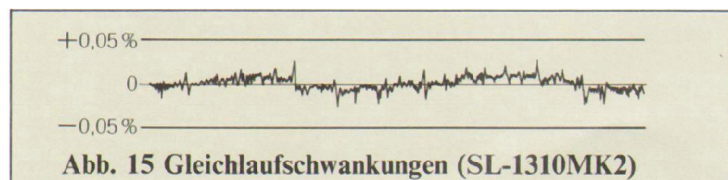
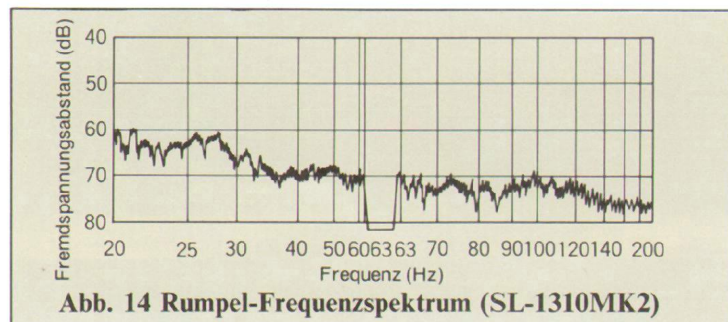
Die Ergebnisse für Modell SL-1310MK2:

Rumpel-Geräuschspannungsabstand 73 dB

(DIN 45539B)

Gleichlaufschwankungen 0,025%

(Mittelwert, bewertet)

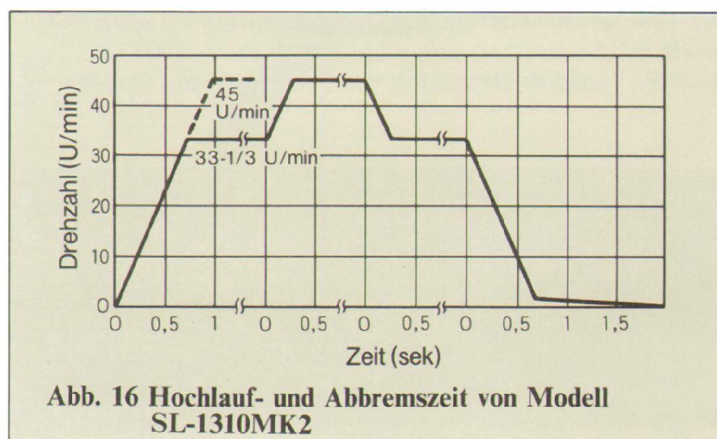


2. Hochlaufzeit

Einer der großen Unterschiede zwischen Plattenspielern mit Direktantrieb von verschiedenen Herstellern liegt im Motor und der aus dessen Anfahrmoment abgeleiteten Hochlaufzeit. Bei Antriebssystemen mit geringem Drehmoment muß das Gewicht des Plattentellers klein gehalten werden, um die vorgeschriebene Nenndrehzahl in relativ kurzer Zeit erreichen zu können. Leichte Plattenteller (d.h. Plattenteller mit geringem Massenträgheitsmoment) werden aber durch äußere Kräfte stark beeinflusst und sind daher weniger stabil. Zu schwere Plattenteller dagegen führen zu langen Hochlauf- und Abbremszeiten und üben übermäßige Belastung auf die Lagerung der Plattentellerachse aus (was natürlich zu schnellerem Verschleiß der Lager führt).

Eines der wichtigsten Kriterien ist es daher, einen Motor mit hohem Anfahrmoment mit einem genau abgestimmten Massenträgheitsmoment des Plattentellers zu verbinden. Die für den Technics SL-1310MK2 optimalen Konstruktionsparameter wurden mit den folgenden Werten festgelegt:

Drehmoment:	1,5 cm·kg
Plattentellergewicht:	2,5 kg
Massenträgheitsmoment:	340 kg·cm²
Hochlaufzeit:	0,7 Sekunden (etwa 1/4 Umdrehung, um die Nenndrehzahl von 33-1/3 U/min zu erreichen)
Elektronische Bremse:	Zweirichtungs-Antrieb



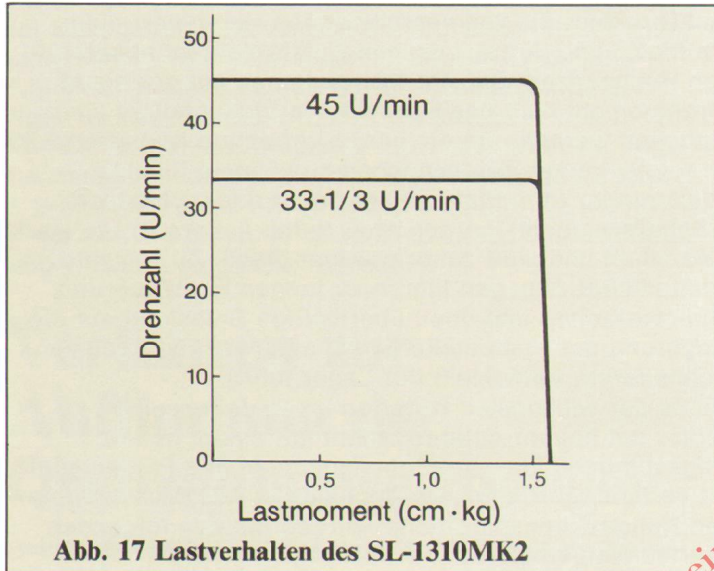
3. Drehverhalten unter wechselnder Last

Die Gesamtauflagekraft ist ein Maß für die Fähigkeit des Plattenspielers, die Nenndrehzahl unter wechselnder Belastung einzuhalten, wenn z.B. Plattenreiniger oder -besen während des Abspielens einer Schallplatte

verwendet werden sollen. Und da die eigentliche Abtastnadel-Auflagekraft auch vom eingesetzten Tonabnehmer abhängt, müssen all diese Punkte schon bei der Konstruktion eines hochwertigen Plattenspielers berücksichtigt werden.

Selbst bei einem Lastmoment von bis zu 1,5 cm·kg (das entspricht einer Auflagekraft von 300 Gramm in der Einlaufrille!) werden bei Modell SL-1310MK2 keinerlei Drehzahländerungen oder Tonhöhenschwankungen verursacht.

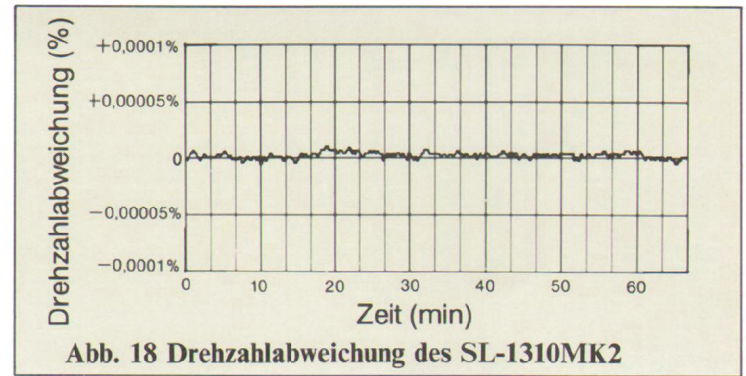
Ein hochwertiger Plattenspieler muß die Nenndrehzahl auch dann konstant halten, wenn der Plattenteller versehentlich mit der Hand berührt wird. Der SL-1310 MK2 erzielt diese Stabilität durch ausreichend hohen Wechselstrom-Gewinn in der Servoregelschleife.



4. Drift

Der Einfluß von Zeitablauf und Temperatur auf die Genauigkeit der Drehzahlregelung muß auf ein absolutes Minimum beschränkt werden. Sogar ohne die Phasenregelung bürgen die Differentialverstärkung und der Temperatur-Kompensationsschaltkreis für eine Drehzahlabweichung von nicht mehr als $\pm 0,02\%$. Wird die Motordrehzahl mit der Frequenz des Quarz-

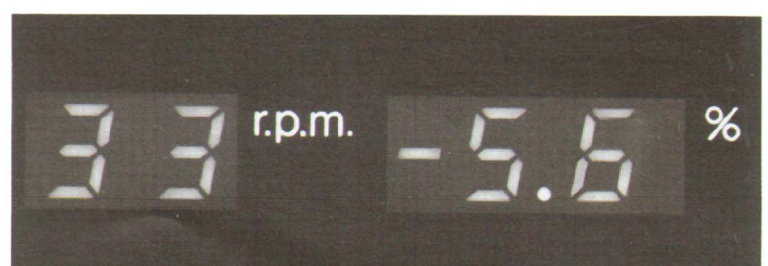
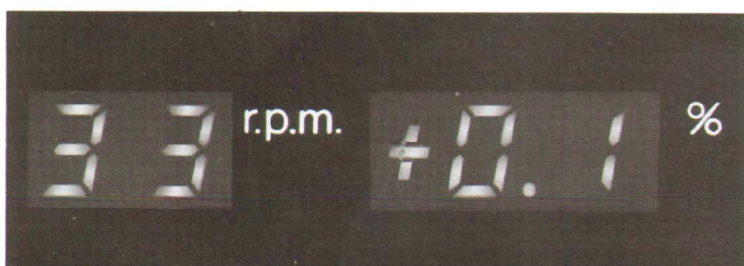
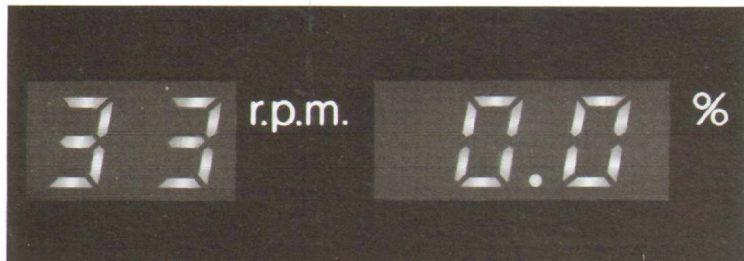
oszillators verriegelt, dann wird dieser Wert sogar auf $\pm 0,002\%$ reduziert, das entspricht $\pm 0,036$ Sekunden beim Abspielen einer 30-Minuten Schallplattenseite.



5. Drehzahl-Feinregulierung

Wie wir später noch sehen werden, gelangt in Modell SL-1310MK2 die wohl fortschrittlichste Drehzahl-Feinregulierung zur Anwendung. International ist die Tonhöhe auf A=440 Hz festgelegt (wenn auch zwischen verschiedenen Orchestern geringe Abweichungen festgestellt werden können). Bei der Herstellung von Schallplatten gibt es einige Produktionsschritte, bei welchen diese Tonhöhe etwas abgeändert werden konnte. Einige wenige Musiker und HiFi-Liebhaber, die über die Gabe des „absoluten Gehörs“ verfügen, können solche Änderungen feststellen und werden daher die präzise Drehzahl-Feinregulierung des SL-1310MK2 willkommen heißen.

Aber auch die meisten nicht so musikalischen HiFi-Enthusiasten werden über dieses Konstruktionsmerkmal begeistert sein, erlaubt die Drehzahl-Feinregulierung des SL-1310MK2 doch ein „Stimmen“ des Gerätes um mehr als einen Halbton in beiden Richtungen. Bei anderen mit Quarzregelung versehenen Plattenspielern wird die quarzgeregelte Phasenregelung abgeschaltet, sobald die Drehzahl-Feinregulierung betätigt wird (wonach die einjustierte Drehzahl von der Genauigkeit eines weniger stabilen Oszillators abhängt, wie z.B. von einem CR-Oszillator). Bei einigen wenigen Platten-



spielern wurde dieses Problem teilweise gelöst, indem die Kenndaten des Quarzfrequenzteilers variiert werden; der bei diesem Verfahren mögliche Feinregelbereich ist jedoch sehr begrenzt (etwa 440 Hz \pm 6 Hz). Die Drehzahl-Feinregulierung des SL-1310MK2 dagegen bleibt immer mit dem Quarzoszillator verriegelt und weist u.a. die folgenden Kenndaten auf.

Bereich: \pm 9,9% (in 0,1%-Schritten, plus Digitalanzeige)
 $\left. \begin{array}{l} +5,9\% \\ -5,6\% \end{array} \right\}$ entsprechen einem Halbton.

6. Vermeidung von akustischer Rückkopplung

Die Klangqualität eines Plattenspielers hängt nicht unwesentlich von seiner Eigenschaft ab, von außen übertragene Schwingungen (sei dies nun durch den Fußboden übertragener Trittschall oder durch die Luft übertragener Schall) möglichst wirkungsvoll zu unterdrücken (vorausgesetzt, daß der Plattenspieler bereits auf einer stabilen Unterlage angebracht und nicht in Ecken des Raumes aufgestellt ist, in denen sich bekanntlich Schallwellen konzentrieren). Die unten beschriebene, doppelte Aufhängung des SL-1310MK2 macht diesen praktisch unempfindlich gegen derartige akustische Rückkopplung.

7. Einfluß des Tonarms

Wie immer auch ein Plattenspieler der Spitzenklasse konstruiert ist, ohne eine hochqualitativen Tonarm ist kein HiFi-Plattenspieler perfekt. Die Güte eines Tonarmes wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt und nicht nur durch seine Form (S- oder J-förmig) oder sein Gewicht.

Zu den ausschlaggebenden Faktoren zählen (a) geringste Reibung in den beiden Bewegungsebenen (d.h. die Qualität der Tonarm-Lagerung), (b) die Verwindungssteifigkeit des Tonarms (um Teilschwingungen unterdrücken zu können), (c) optimale Festlegung der bewegten Masse (um niederfrequente Resonanzen bei der Verwendung von Tonabnehmern mit verschiedener Nadelnachgiebigkeit auf ein Minimum zu beschränken),

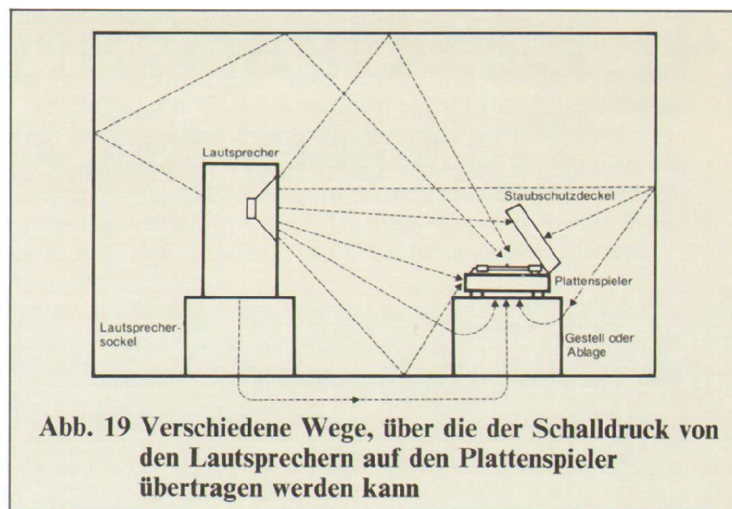
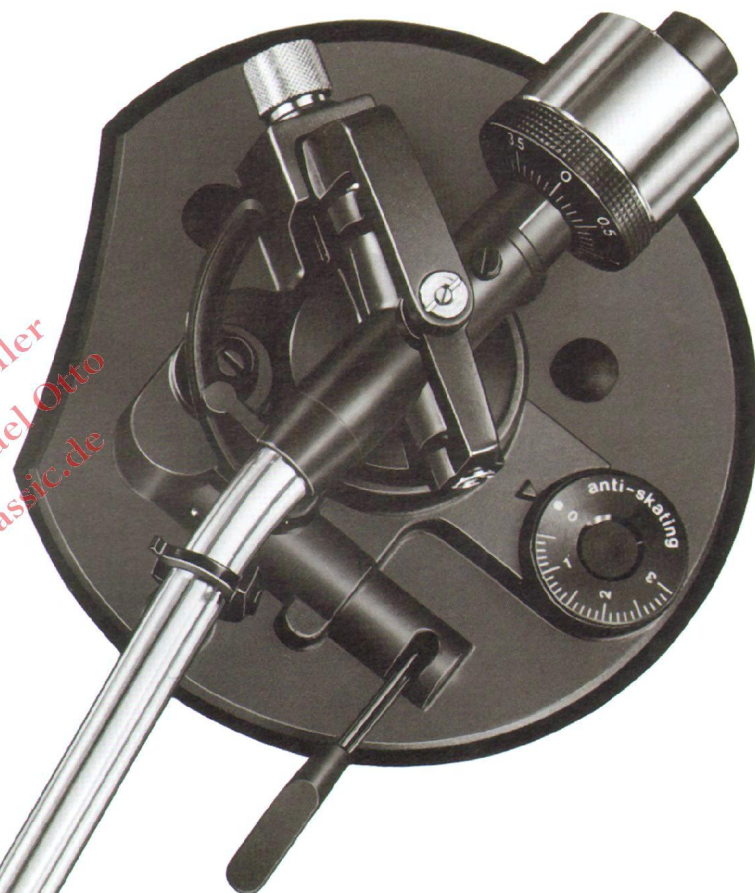


Abb. 19 Verschiedene Wege, über die der Schalldruck von den Lautsprechern auf den Plattenspieler übertragen werden kann



Tonarm von Modell SL-1310MK2

(d) gute Lateralbalance, (e) minimaler Spurfehlwinkel und (f) Verwendungsmöglichkeit einer Vielzahl verschiedener Tonabnehmer (d.h. Universal-Kopfmuschel). Daneben müssen automatische Funktionen (wenn vorhanden) ruhig und geräuschfrei ablaufen; und jeder Plattenspieler muß mit präzisen und einfach zu bedienenden Antiskating- und Auflagekraft-Einstellvorrichtungen versehen sein.

Der hochwertige Tonarm des SL-1310MK2 ist in allen Einzelheiten in einem späteren Abschnitt beschrieben. Der Grund dafür, warum die Modelle Technics SL-1310MK2 und SL-1410MK2 zu den besten heute am HiFi-Markt erhältlichen Plattenspielern zählen, liegt im hervorragenden Gesamtverhalten und nicht nur in einigen wenigen, hervorstechenden Merkmalen.

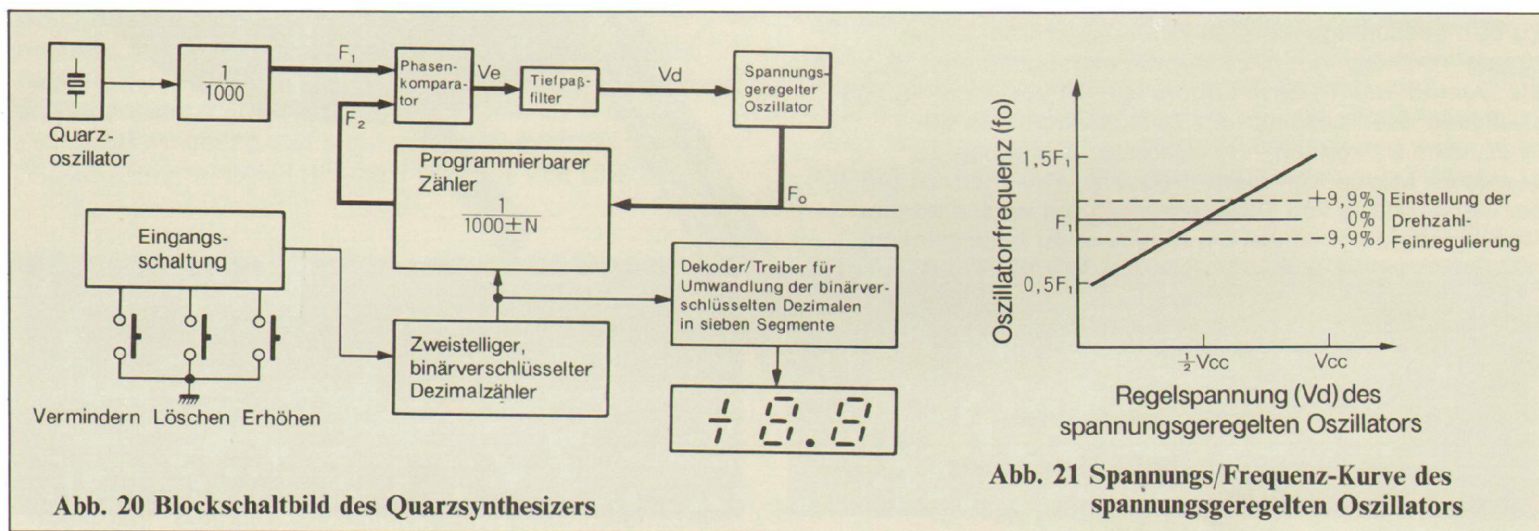
(4) Die Hauptmerkmale des Technics SL-1310MK2

1. Drehzahl-Feinregulierung mit Quarzsynthesizer und Digitalanzeige

Anders als bei herkömmlichen, phasenstarrten Quarzregelungen (die automatisch abgeschaltet werden, wenn die Drehzahl-Feinregulierung betätigt wird), arbeitet die Drehzahl-Feinregulierung des SL-1310MK2 bei allen Drehzahl-Einstellungen mit der präzisen Quarzregelung. Die Drehzahl kann dabei in 0,1%-Schritten bis zu $\pm 9,9\%$ variiert werden und wird durch die Quarzregelung auf jedem eingestellten Wert unverrückbar festgehalten. Sie können damit Ihre Schallplatten „stimmen“ oder die Tonhöhe um z.B. einen Halbton ($-5,6\%$) absenken, wenn auf eine Stimmlage Rücksicht genommen werden muß. Eine Anhebung um einen Halbton ($+5,9\%$) kann bei manchen Musikstücken interessante Effekte erzielen. Eine besonders für die professionelle Studio-Technik wichtige Möglichkeit besteht darin, eine bestimmte Schallplatte in einer vorgegebenen Zeitspanne abzuspielen oder eine 32-Minuten Schallplatte z.B. auf ein 30-Minuten Tonband zu überspielen. Die Tonhöhe wird in

den genannten Fällen natürlich geändert, aber es gibt Fälle, in welchen die zur Verfügung stehende Zeitspanne das ausschlaggebende Kriterium ist. Anders ausgedrückt, die Drehzahl-Feinregulierung des SL-1310MK2 kann auch manche Aufgabe eines Tontechnikers erleichtern.

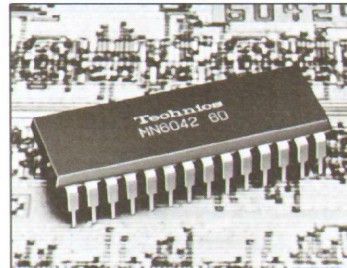
Im nachfolgenden Blockschaltbild ist das Funktionsprinzip dargestellt. Um die Drehzahl in 0,1%-Schritten nachjustieren zu können, wird die Frequenz des Quarzoszillators durch 1.000 dividiert (Frequenz F_1). Die Phasen der beiden Wechselstrom-Eingangssignale (F_1 und F_2) werden im Phasenkomparator (PC) verglichen, wobei der Phasenunterschied in eine Ausgangsspannung (V_e) umgewandelt wird. Diese Spannung wird durch ein Tiefpaßfilter (LPF) geleitet, wo sie die Regelspannung V_d bildet, die danach an den spannungsgeregelten Oszillator (VCO) angelegt wird. Die Spannung V_d wird gemäß der in Abb. 21 gezeigten Kurve in ein Frequenzsignal (F_0) umgewandelt. Die Frequenz F_0 wird danach im programmierbaren Zähler durch $1.000 + N$ dividiert, wobei N die Einstellung der Drehzahl-Feinregulierung darstellt (ausgedrückt als ganze Zahl). Wenn die Beziehung $F_1 = F_2$ besteht, dann ist die mittels Drehzahl-Feinregulierung eingestellte Frequenz mit der geteilten Quarzoszillatorfrequenz verriegelt, so daß die gleiche Präzision wie für den Quarzoszillator gewährleistet wird. Wenn z.B. die Drehzahl-Feinregulierung auf 5,9% eingestellt ist, dann dividiert der programmierbare Zähler die Frequenz F_0 durch den Wert 1059.



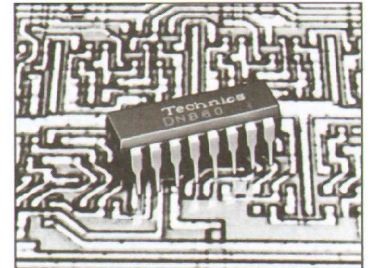
2. Phasengeregelte Quarz-Servoschaltung

Wie dem folgenden Blockschaltbild zu entnehmen ist, sind die wichtigsten Bauteile der Phasenregelung in vier integrierten Schaltkreisen untergebracht. MN6042 ist ein CMOS-LSI, der die oben beschriebene Drehzahl-Feinregulierung mit Quarzsynthesizer übernimmt, DN860 enthält den Quarzoszillator und einen mit I^2L -ECL bestückten Frequenzteiler, AN660 ist ein bipolarer IC, der für Phasen- und Drehzahlregelung über einen Abtast- und Haltekreis konstruiert ist, und AN640 stellt eine Dreiphasen- Ganzwellen-Treiberstufe in Zweirichtungs-Technik dar. Diese vier integrierten Schaltkreise ersetzen mehr als 3.000 Bauteile und tragen maßgebend zur hohen Präzision und Zuverlässigkeit dieses direktangetriebenen Plattenspielers bei. Sobald die Starttaste betätigt wird, beginnt sich der Motor aufgrund eines von der Startlogik ausgegebenen Signals zu drehen. Das Ausgangssignal des Frequenzgenerators, das direkt proportional zur Drehzahl ist, wird durch ein Bandpaßfilter (BPF) geleitet, in einem Schmitt-Trigger geformt und im Abtast- und Haltekreis in eine Gleichspannung umgeformt. Sobald sich die Motordrehzahl der gewünschten Drehzahl nähert, wird die Phasenregelung in Betrieb gesetzt, wonach die präzise Drehzahl in kürzester Zeit angesteuert wird. Im Gegensatz zu herkömmlichen Phasenregelschal-

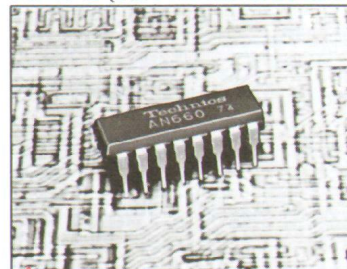
tungen gibt es hier keinen Einpendelvorgang (öfters Über- bzw. Unterschreiten der Nenndrehzahl, bevor diese stabilisiert ist). Sobald die eingestellte Drehzahl erreicht ist, wird das Ausgangssignal der Phasenregelung mit dem des Frequenz/Spannungs-Wandlers gemischt und bildet die Regelspannung E_R , die an den Eingang von AN640 angelegt und mit der Bezugsspannung E_S verglichen wird. Daraus resultieren die Befehls-signale für den Vorwärts-/Rückwärts-Drehsinn des Antriebsmotors.



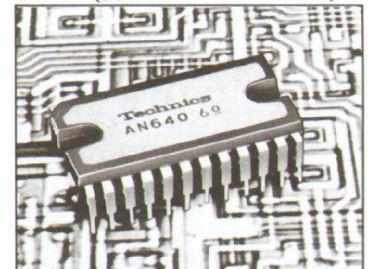
MN6042 (1856 Halbleiterelemente)



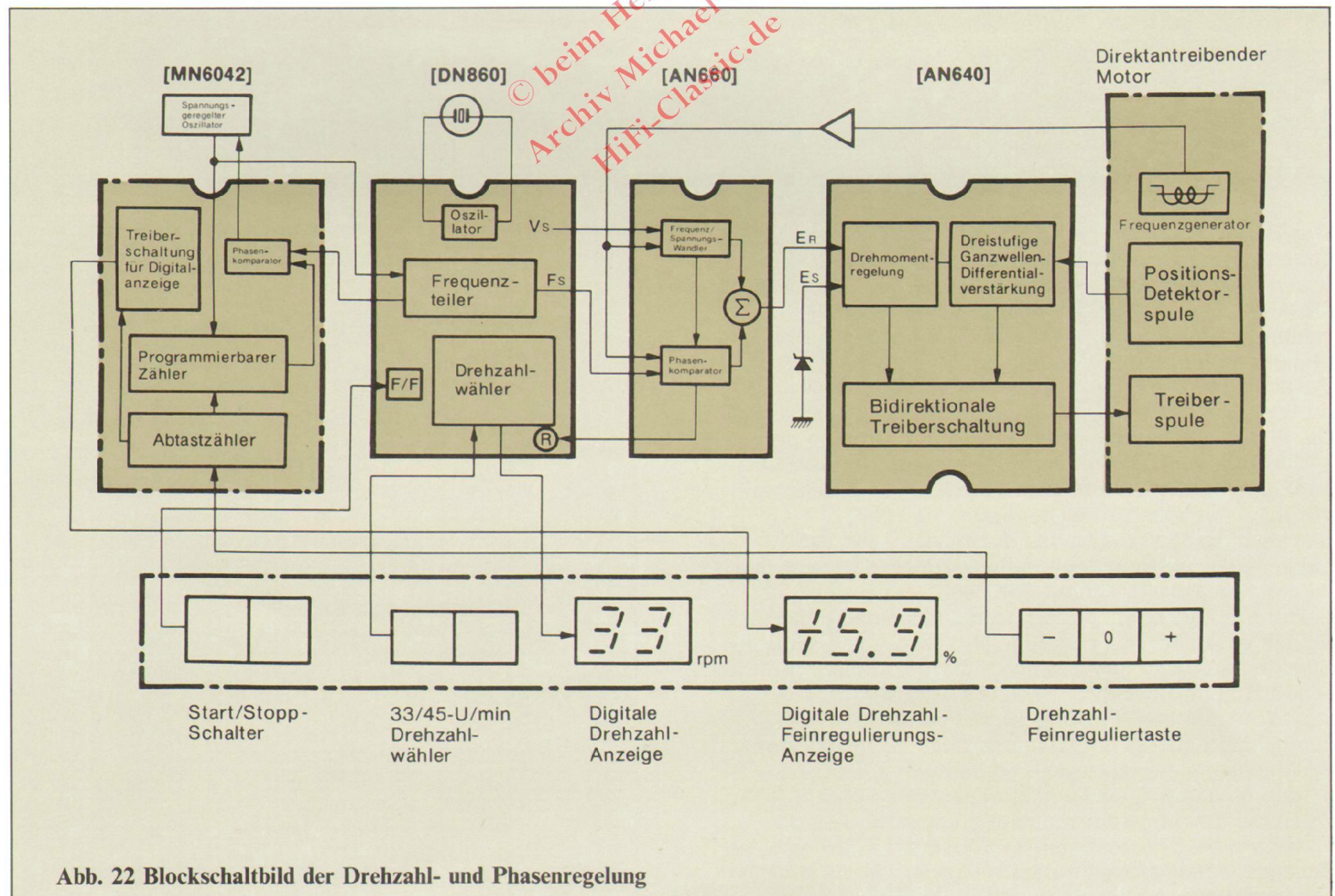
DN860 (380 Halbleiterelemente)



AN660 (427 Halbleiterelemente)



AN640 (340 Halbleiterelemente)



3. Heteropolarer Motor und bidirektionale Ganzwellen-Treiberschaltung

Der wechselfolige, direktantreibende Motor mit hohem Wirkungsgrad findet nun fast in allen Technics-Plattenspieler mit Direktantrieb Anwendung. Der Motor von Modell SL-1310MK2 ist in 16-Pol 12-Nuten Konstruktion gehalten. Dieses Verhältnis von 4:3 zwischen den Magnetpolen und den Ständerzähnen erwies sich als ideal für einen direktantreibenden Motor mit hohem Drehmoment.

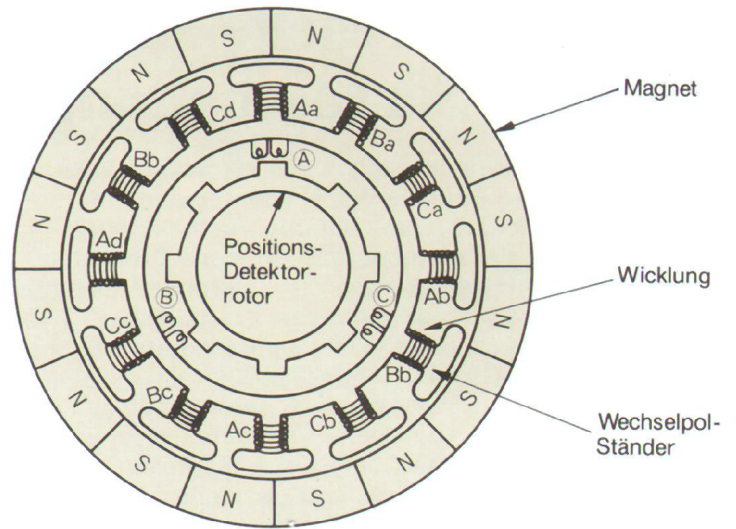


Abb. 23 Querschnitt des direktantreibenden Wechselfolmotors

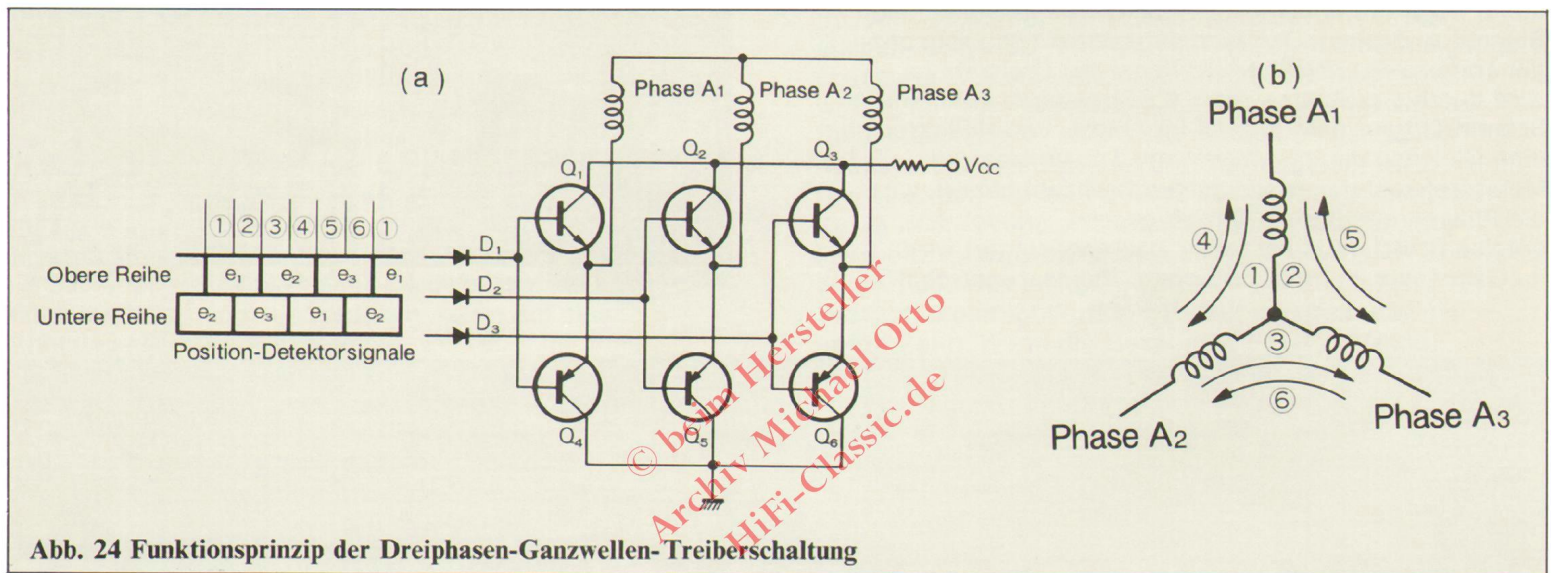
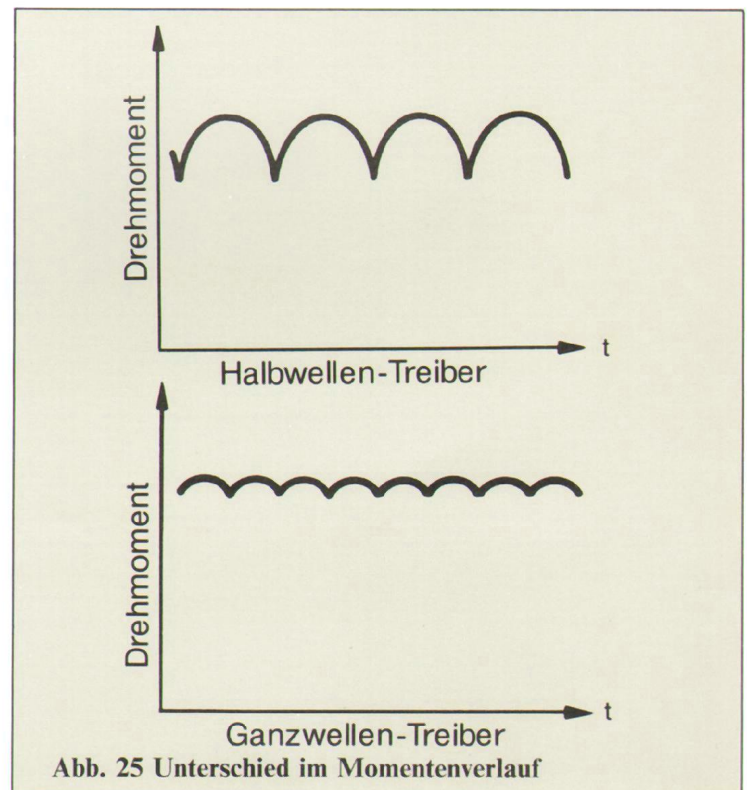


Abb. 24 Funktionsprinzip der Dreiphasen-Ganzwellen-Treiberschaltung

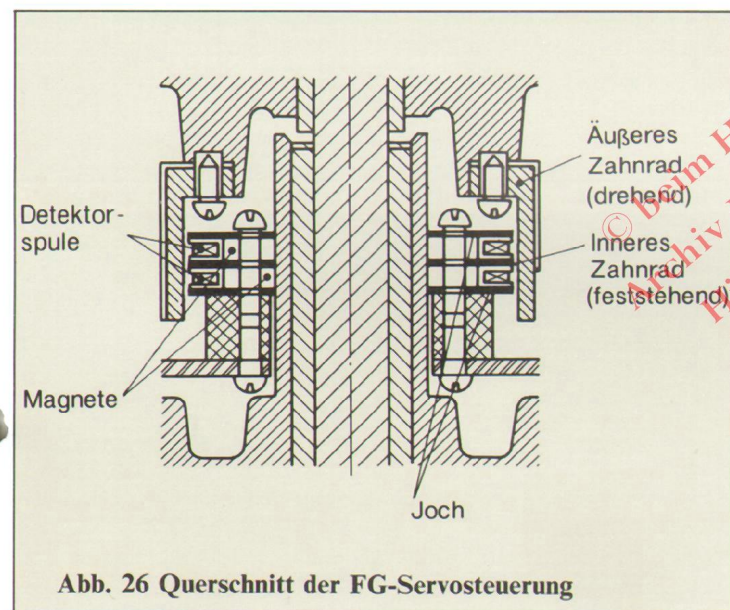
Das Funktionsprinzip der bidirektionalen Dreiphasen-Ganzwellen-Treiberschaltung des integrierten Schaltkreises AN640 ist in der obigen Abbildung dargestellt (Abb. 24). Die Signale des oberen Positionsdetektors treiben die aus den NPN-Transistoren Q₁ bis Q₃ bestehende Differentialschaltung an, wogegen die unteren Positionsdetektorsignale die aus den PNP-Transistoren Q₄ bis Q₆ bestehende, dreistufige Schaltung ansteuern. Durch diese Schaltungstechnik wird der Strom in der in der Abbildung (Einzelheit [b]) gezeigten Reihenfolge durch zwei Gruppen von Treiberwicklungen geleitet, ein Vorgang, der präzise Zeitsteuerung erfordert. Das resultierende Drehmoment ist wesentlich ausgeglichener, wenn mit dem einer Halbwellen-Treiberstufe (siehe Abb. 25) verglichen; der Pegel ist um den Faktor $\sqrt{2}$ höher, wenn die gleiche Stromstärke den beiden Wicklungsgruppen zugeführt wird. Der integrierte Schaltkreis AN640 enthält auch eine h_{FE} -Kompensationschaltung (entwickelt von Technics), die h_{FE} -Variationen in den drei Differentialtransistoren kompensiert und so nicht unwesentlich zu reduzierten Drehmomentschwankungen und damit den mit 0,025% extrem niedrigen Gleichlaufschwankungen beiträgt. Wenn die Eingangsregelspannung E_R (siehe Abb. 22) höher als die Bezugsspannung E_S ist, dann wird ein Beschleunigungs-, wenn diese niedriger als die Bezugsspannung ist, ein Verzögerungsmoment erzeugt.



4. Plattentelleraufbau mit FG-Servoschaltung

Ein weiteres entscheidendes Merkmal des SL-1310MK2 liegt in der Präzision der Plattenteller- und Läufer-Konstruktion—diese beiden Bauteile wurden zu einer Einheit zusammengefaßt, so daß präzise Fertigung in engsten Toleranzen gewährleistet wird. Die FG-Servoschaltung besteht aus zwei ringförmigen Zahnrädern (mit je 91 Zähnen), die gegenüberliegend rund um die Plattentellerwelle angeordnet sind, sich aber nicht berühren. Die Änderung der Reluktanz (magnetischer Widerstand) zwischen dem äußeren und inneren Zahnrad wird durch ein Spulenpaar aufgespürt, das pro Umdrehung 91 Impulse erzeugt. Die Spulen und Magnete sind so angeordnet, daß ihre Gegenwirkung induzierten Brumm aufhebt.

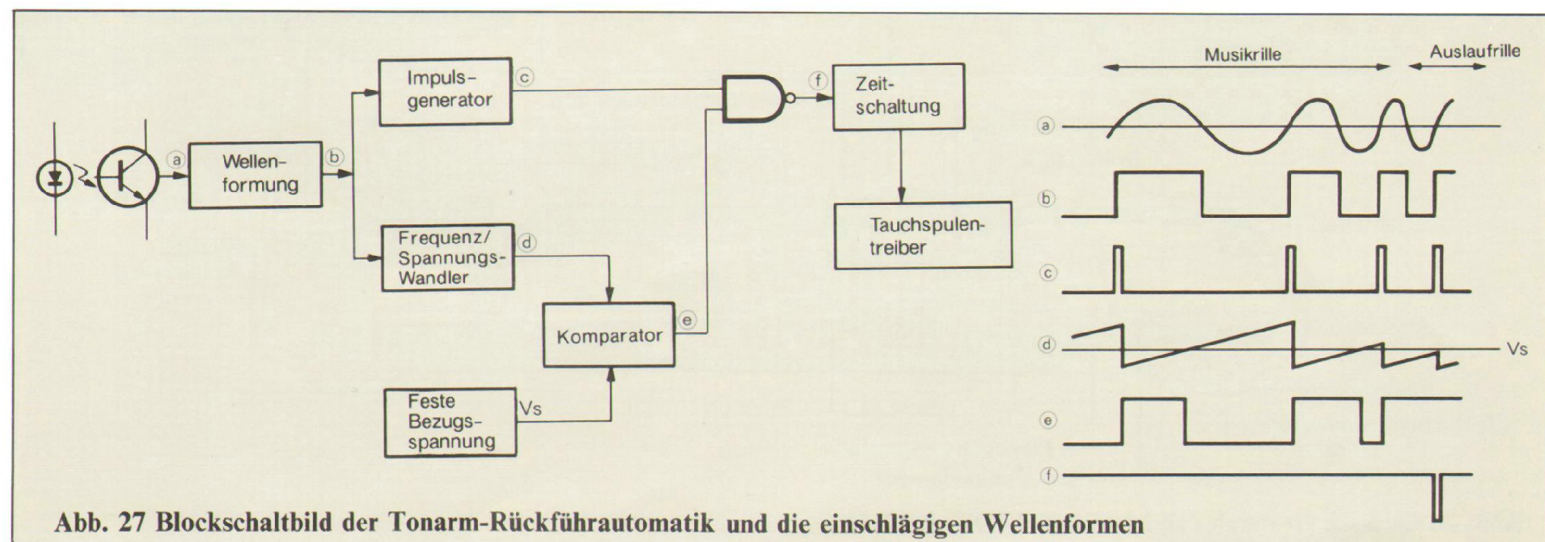
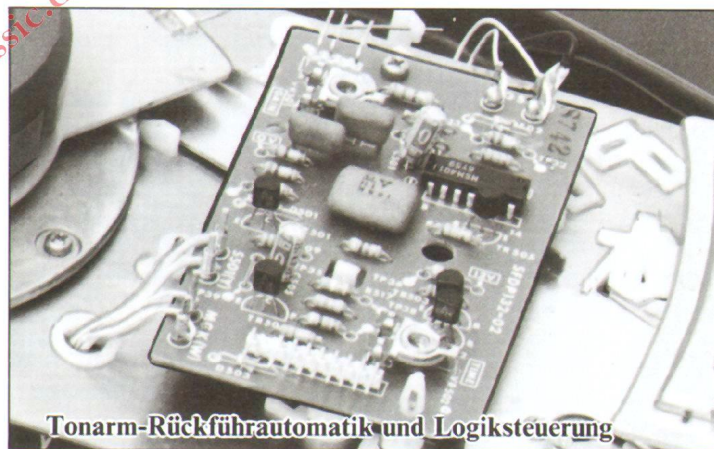
Die Bedeutung dieses Aufbaus liegt in der Tatsache, daß das so resultierende Signal einen Mittelwert darstellt. Jegliche Exzentrizität oder Drehzahlabweichung zwischen dem äußeren und inneren Zahnrad wird dadurch auf ein Minimum begrenzt, wodurch die Genauigkeit der FG-Regelschaltung noch weiter erhöht wird.



5. Tonarm-Rückführautomatik und volle Logiksteuerung

Im Gegensatz zu mechanischen Detektorsystemen für das Platteneende stellt der elektronische LED/Photo-transistor-Detektor im SL-1310MK2 außergewöhnliche Genauigkeit und Stabilität vom Beginn bis zum Ende der Automatikfunktion sicher. Solange sich der Tonarm noch in den Schallplattenrillen mit Musikinformation befindet, ist der Vorschub gegen die Plattenmitte sehr gering, so daß die Periode der Ausgangswellenform des Photo-transistors relativ lang ist. Daher befindet sich der Ausgangspegel des Sägezahngenerators weit über dem festen Bezugspegel, so daß kein Detektorimpuls ausgegeben wird. Sobald jedoch der Tonarm in die Auslaufrille läuft, nimmt der Vorschub gegen die Plattenmitte plötzlich zu, wodurch die Periode der Ausgangswellenform verkürzt und der Sägezahnausgang unter den festen Bezugspegel abgesenkt werden, was wiederum zur Erzeugung eines Detektorimpulses führt. Dieses Impulssignal setzt eine Zeitschaltung in Betrieb, die über eine Tauchkernschaltung die Tonarm-Rückführautomatik in Gang setzt.

Ein weiteres Merkmal des SL-1310MK2 ist ein spezieller Schalter, mit dessen Hilfe die Rückführautomatik außer Betrieb gesetzt werden kann, wenn der Tonarm von Hand bedient werden soll.



(5) Vermeidung von akustischer Rückkopplung im SL-1310MK2

Die exklusiv von Technics entwickelte „schwimmende“ Laufwerksaufhängung, ein besonderes Zargenmaterial und die doppelt bedämpften Gerätefüße machen den SL-1310MK2 praktisch immun gegen akustische Rückkopplung.

a) Doppelt isolierte Laufwerk-Aufhängung

Der direktantreibende Motor (einschließlich Plattenteller) und die Tonarmeinheit (einschließlich Rückführautomatik) sind auf dem aus glasfaserverstärktem Kunststoff (gemischt mit anderen, resonanzdämpfenden Werkstoffen) hergestellten, inneren Chassis montiert. Diese Einheit ist in der äußeren Aluminium-Spritzguß-Zarge mit Hilfe elastischer Werkstoffe und abgestimmten Metallfedern federnd gelagert. Die äußere Zarge wiederum ist auf den mit Filz bezogenen und trittschallbedämpften Gerätefüßen montiert. Akustische Rückkopplung durch den Fußboden und die Luft kann zwar zu Schwingungen am Staubschutzdeckel oder an der Unterlage des Plattenspielers führen; aber praktisch keine Schwingungen werden dank der doppelt isolierten Laufwerk-Aufhängung auf das Laufwerk selbst übertragen.

b) Konstruktion aller Dämpfungselemente aufgrund von Vibrationsprüfungen

Alle Bestandteile der Laufwerk-Aufhängung und der Zarge wurden mit besonderem Augenmerk auf Vibrationsdämpfung konstruiert. Der Tonarmsockel z.B. ist in schwerer Zink-Spritzguß-Ausführung gehalten, der Plattenteller selbst wiegt 2,5 kg. Sogar die Gummimatte des Plattentellers wurde für besonders guten Kontakt mit den Schallplatten und für zusätzliche Schwingungsdämpfung ausgelegt.

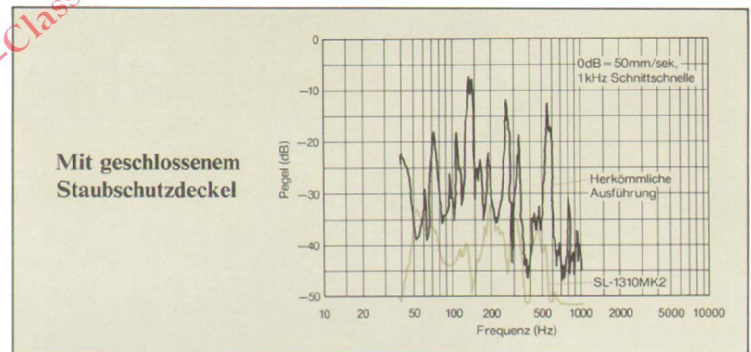
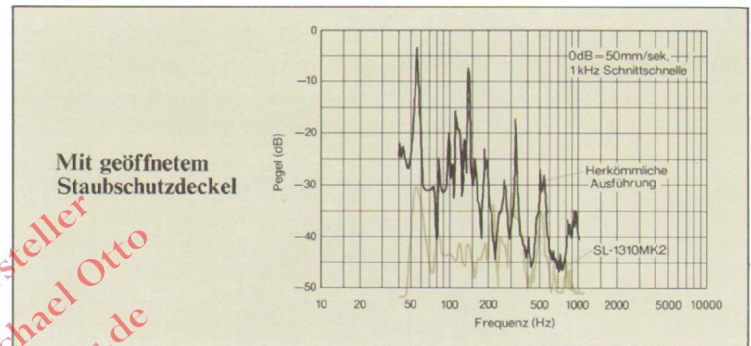
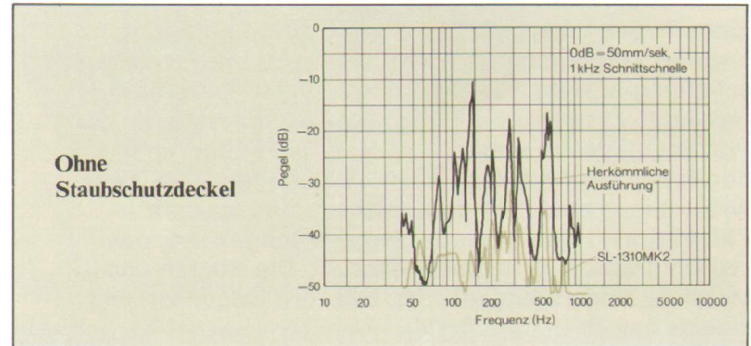


Abb. 29 Vibrationsanalyse der federnden und starren Aufhängung

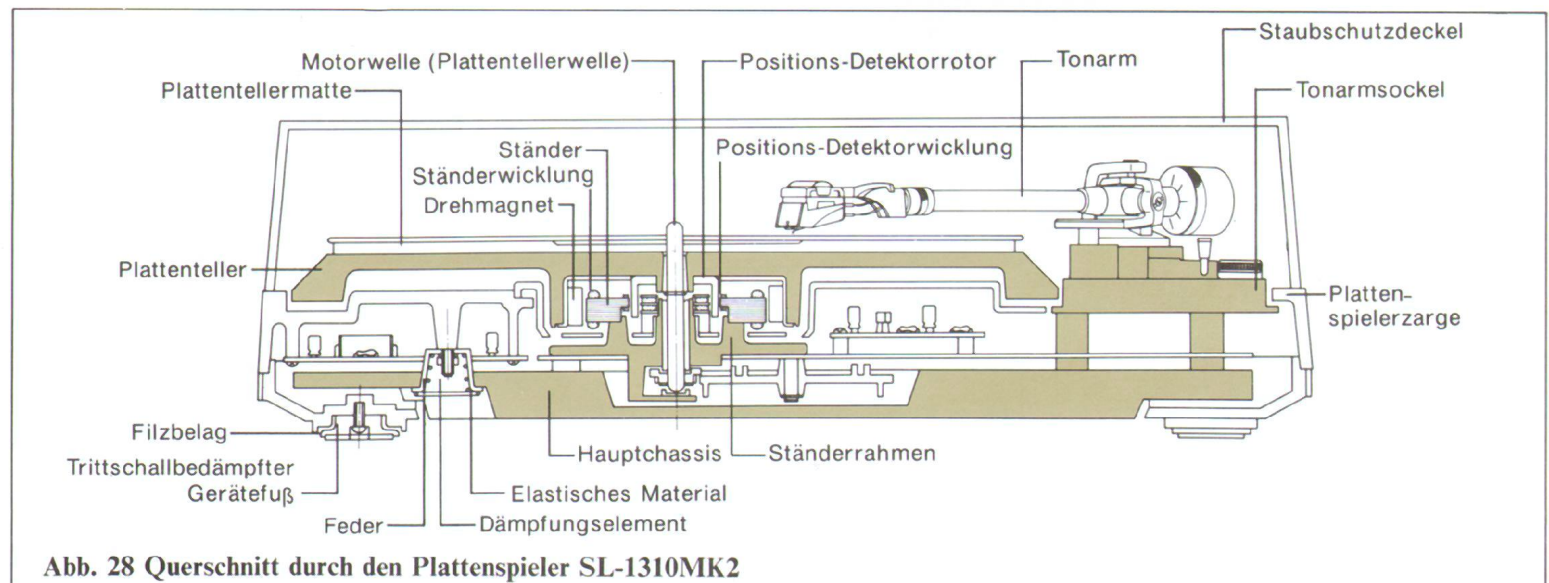


Abb. 28 Querschnitt durch den Plattenspieler SL-1310MK2

(6) Fortschrittlicher Hochleistungs-Tonarm

Technics kann auf mehr als 40-jährige Erfahrung bei der Herstellung von hochqualitativen Tonarmen zurückgreifen; der erste Technics Tonarm wurde bereits im Jahre 1934 hergestellt. Nachfolgend ist die jüngere Geschichte der von Technics erzeugten HiFi-Tonarme aufgelistet:

- 1954: Der erste HiFi-Tonarm mit Magnettonabnehmer.
- 1958: Integrierter Magnet-Tonabnehmer für LP-Schallplatten.
- 1959: Magnet-Tonabnehmer (MM) für Stereo-Schallplatten.
- 1966: Linear abtastender Tonarm (mit mechanischer Servo-Regelung)
- 1970: Entwicklung des Spitzen-Tonarms EPA-99 (konstruiert zur Verwendung in Modell SP-10)
- 1974: Entwicklung des kardanisch gelagerten Tonarms EPA-130.
- 1976: Entwicklung des dynamisch bedämpften Tonarms EPA-100.

Modell EPA-100 ist einer unserer neuesten Tonarme, der von HiFi-Liebhabern in aller Welt bewundert wird. Dieser Tonarm ist mit „dynamischer Dämpfung“ versehen, die die Resonanz der Tonarm/Tonabnehmer-Kombination in Abhängigkeit von der Masse und der Nadelnachgiebigkeit des Tonabnehmers optimal bedämpft und die Verwendung einer Vielzahl verschiedener Tonabnehmer ermöglicht. Andere Konstruktionsmerkmale schließen ein: verwindungssteifer, leichter Titan-Nitrid-Rohrarm und kardanische Tonarm-Aufhängung mit vier Kugellagern (mit je fünf Rubinkugeln), die die Reibung in den beiden Bewegungsebenen auf minimale 5 mg reduziert. Der in Modell SL-1310MK2 verwendete Tonarm ist auf

optimale Gesamtleistung zugeschnitten, d.h. kein einziges Konstruktionsmerkmal wurde durch Vernachlässigung anderer Eigenschaften erkaufte. Geringste bewegte Masse, hohe Verwindungssteifigkeit und ausgezeichnete Dämpfungseigenschaften machen diesen Tonarm zu einem Universal-Gerät für die Verwendung einer Vielzahl verschiedener Tonabnehmer. Im Vergleich dazu ist es eine beinahe kinderleichte Aufgabe, einen auf einen bestimmten Tonabnehmer zugeschnittenen Tonarm zu konstruieren. Aber ein solches Konstruktionskonzept würde dem HiFi-Liebhaber um die Möglichkeit berauben, in der Zukunft entstehende, noch bessere Tonabnehmer verwenden zu können.



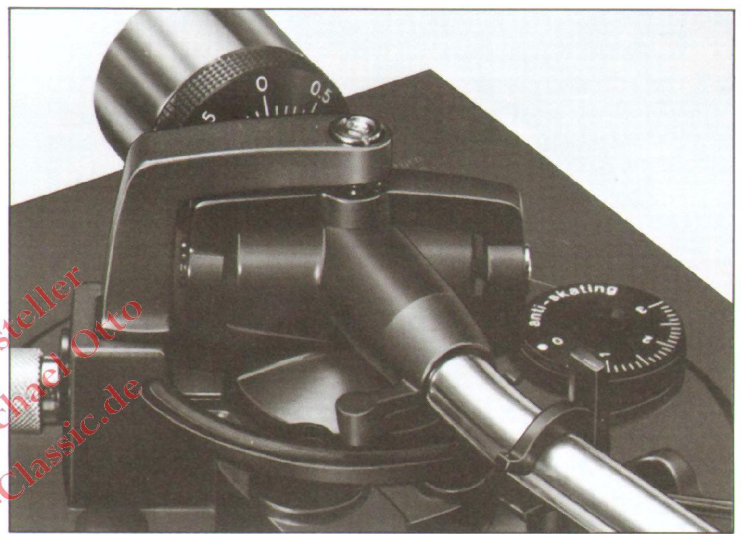
EPA-100



Die Hauptmerkmale des Tonarms von Modell SL-1310MK2 kurz zusammengefaßt:

1. Reibungsarme Kardanaufhängung

Mit den in Toleranzen von $\pm 0,5\mu$ präzisionsgefertigten Kugellagern (in Technics-eigenen Werkstätten) weist die 30mm-Kardanaufhängung dieses Tonarms sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Bewegungsebene einen maximalen Reibungswiderstand von nur 7 mg auf.



2. Verwindungssteifer Aluminium-Rohrarm und extra starre Kopfmuschel

Alle auftretenden Teilschwingungen werden durch diesen extrem verwindungssteifen Rohrtonarm unterdrückt, der auf einem präzisionsgefertigten, schwingungsunempfindlichen Zink-Spritzguß-Sockel montiert ist. Die starre, leichte Spritzguß-Kopfmuschel ist mit Hilfe von vibrationsabsorbierendem Material bedämpft.

3. Optimale bewegte Masse für die Verwendung von Tonabnehmern hoher Nadelnachgiebigkeit

In jüngster Zeit durchgeführte Versuche haben ergeben, daß die bewegte Masse des Tonarmes optimal auf die Nadelnachgiebigkeit des Tonabnehmers abgestimmt sein muß, um niederfrequente Tonarmresonanzen zu vermeiden. Falls die Resonanzfrequenz im Bereich von 0,5 bis zu 6 Hz liegt, kann die Resonanz durch gewellte Schallplatten verstärkt werden, so daß die Gefahr von Kreuzmodulationsverzerrungen im Tieftöner besteht.

In Extremfällen kann dies dazu führen, daß der Tonabnehmer die Schallplattenrillen nicht mehr richtig abtastet. Resonanzen über 15 Hz dagegen wirken sich negativ auf den unteren, hörbaren Frequenzbereich aus. Die optimale Resonanzfrequenz liegt daher bei etwa 10 Hz.

Da die Resonanzfrequenz der Tonarm/Tonabnehmer-Kombination durch die Formel

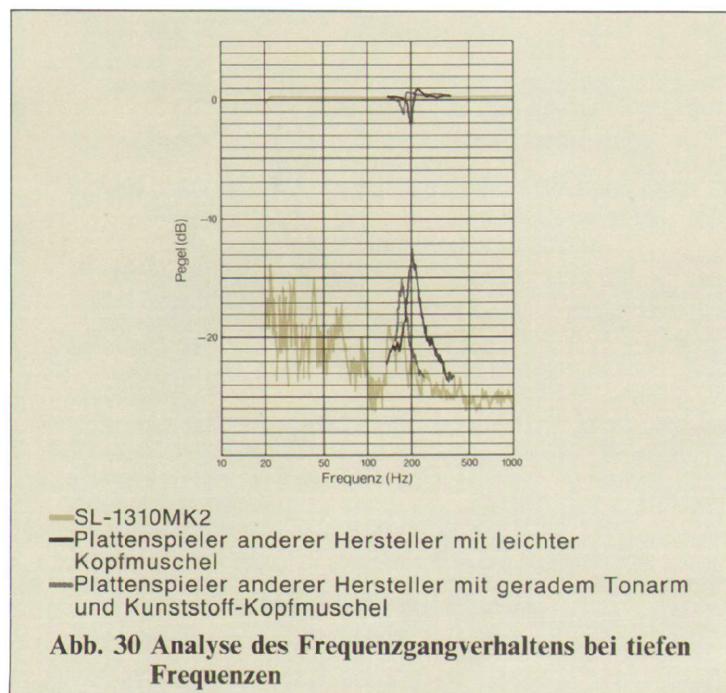
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{MC}}$$

gegeben ist (wobei M die effektive Masse und C die Nadelnachgiebigkeit des Tonabnehmers darstellen),

ist ersichtlich, daß mit zunehmender Nadelnachgiebigkeit oder mit zunehmender effektiver Masse die Resonanzfrequenz f_0 sinkt (und umgekehrt). Dies bedeutet, daß ein Tonabnehmer hoher Nadelnachgiebigkeit in Verbindung mit einem Tonarm großer effektiver Masse eine zu niedrige Resonanzfrequenz f_0 ergibt; ein Tonabnehmer niedriger Nadelnachgiebigkeit (z.B. ein dynamischer Tonabnehmer (MC)) führt dagegen in Verbindung mit einem Tonarm geringer effektiver Masse zu einer zu hohen Resonanzfrequenz f_0 .

Das Streben nur nach geringster effektiver Masse führt zu verminderter Verwindungssteifigkeit; in Verbindung mit den erforderlichen, extrem leichten und daher nicht starren Kopfmuscheln oder mit aus besonders leichtem aber nicht starrem Werkstoff hergestellten Kopfmuscheln ergibt sich daher ein vermindertes Verarbeitungsvermögen von Einschwingvorgängen, in manchen Fällen kann dies sogar zu Einbrüchen in der Frequenzgangkurve führen (siehe Abb. 30).

Die effektive Masse des SL-1310MK2 Tonarms beträgt 22 g bei Verwendung eines Tonabnehmers mit 6,5 g und einer Auflagekraft von 1,25 g. Dies ist weder zu hoch noch zu gering für einen Universal-Hochleistungs-Tonarm (diese Werte gelten für ein Kopfmuschelgewicht von 9,5 g, was der mitgelieferten Kopfmuschel entspricht). Durch Verwendung einer gelochten Kopfmuschel kann natürlich die effektive Masse des SL-1310MK2 Tonarms reduziert werden; wir empfehlen dies jedoch ausdrücklich nicht, wenn die Verwindungssteifigkeit dieser Kopfmuschel nicht ausreichend ist, um Teilschwingungen zu vermeiden.

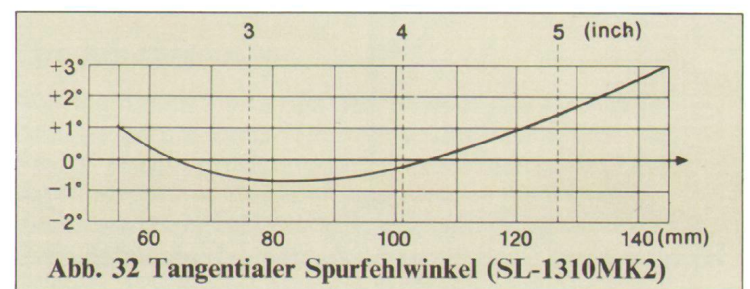
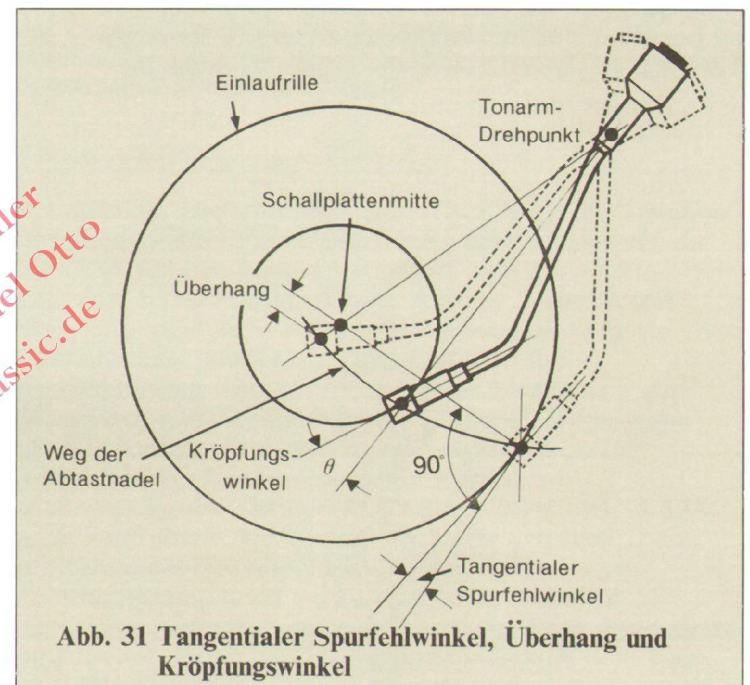


4. Optimale Lateralbalance und geringster tangentialer Spurfehlwinkel

Die Lateralbalance oder die Gewichtsverteilung symmetrisch zu der aus Nadelspitze und Tonarm-Drehpunkt gebildeten Achse (von oben gesehen) stellt bei manchen J-förmigen Tonarmen ein Problem dar. Nicht so bei dem S-förmigen Tonarm von Technics, der aufgrund langjähriger Erfahrung optimal ausgelegt wurde.

Der tangentielle Spurfehlwinkel ist zwar ein unvermeidliches Übel, kann aber durch eine relative lange, effektive Tonarmlänge (230 mm) und einen optimalen Kröpfungswinkel auf ein Minimum begrenzt werden (der tangentielle Spurfehlwinkel beim SL-1310MK2 Tonarm beträgt $+3^\circ$ an der Einlaufrille und $+1^\circ$ an der Auslaufrille).

Der vertikale Spurfehlwinkel kann jeweils in Abhängigkeit des verwendeten Tonabnehmers berichtigt werden, da der Tonarm in der Höhe um 6 mm verstellbar ist.



5. Universal-Kopfmuschel

Die mit diesem Tonarm mitgelieferte Universal-Kopfmuschel (vier Anschlußstifte) macht das Auswechseln des Tonabnehmers zu einer einfachen Sache. Auch die Überhang-Einstellung ist für alle handelsüblichen Tonabnehmer einfachst durchzuführen. Die präzise Antiskating-Vorrichtung bürgt bei fast allen Tonabnehmern für optimale Abtastbedingungen und daher ausgezeichnete Klangqualität.

Gerade und S-förmige Tonarme im Vergleich

Wenn die relativen Vor- und Nachteile von geraden und S-förmigen Tonarmen verglichen werden, sollte immer das Gesamtleistungsvermögen dieser beiden Typen und nicht nur ein oder zwei Merkmale betrachtet werden.

Aus gutem Grund hat Technics immer S-förmige Tonarme vorgezogen. Die für gerade Tonarme in Anspruch genommenen, sogenannten Vorteile sind in Wirklichkeit nicht so bedeutend, wie es vielleicht auf den ersten Blick erscheint. Genauere Betrachtung einige dieser Ansprüche zeigt Ihnen warum.

Anspruch (a): Die effektive Masse eines geraden Tonarms ist geringer als die eines S-förmigen mit der gleichen effektiven Länge (angenommen, daß Werkstoff, Durchmesser usw. ebenfalls gleich sind). Dieser Vorteil ist jedoch minimal, wenn man bedenkt, daß die effektive Masse nur um 0,5% kleiner ist und der Einfluß auf die Resonanzfrequenz ganze 0,2% beträgt.

Anspruch (b): Die Lateralbalance eines geraden Tonarms ist besser. Eines der Merkmale unserer S-förmigen Tonarme ist die ausgewogene Lateralbalance. Im

Gegensatz zu J-förmigen Tonarmen erfordert ein gut konstruierter S-förmiger Tonarm keine Lateralbalancevorrichtung, so daß er gleichwertig mit einem gut konstruierten, geraden Tonarm einzustufen ist. Mit anderen Worten, es handelt sich nur um ein Problem der präzisen Konstruktion und um nichts anderes.

Anspruch (c): S-förmige Tonarme sind nicht verwindungssteif. Wir meinen, daß dies gerade auf den geraden Tonarm zutrifft, sieht man doch solche Tonarme oft mit Kunststoff-Kopfmuscheln bestückt, um die effektive Masse zu reduzieren. Viele der geraden Tonarme leiden auch unter Teilschwingungen im Bereich der Tonabnehmer-Befestigung.

Anspruch (d): Die Bearbeitungsgenauigkeit von S-förmigen Tonarmen ist nicht so gut wie bei geraden Tonarmen. Ein Anspruch der wohl auf minderwertige Verarbeitungsmaschinen zurückzuführen ist. Mit geeigneten Werkzeugmaschinen und strikten Qualitätsnormen kann nämlich jede beliebige Kurve gleich präzise wie eine gerade Linie bearbeitet werden.

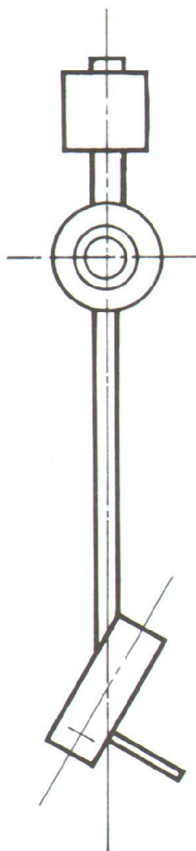


Abb. 33 Gerader Tonarm

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classik.de

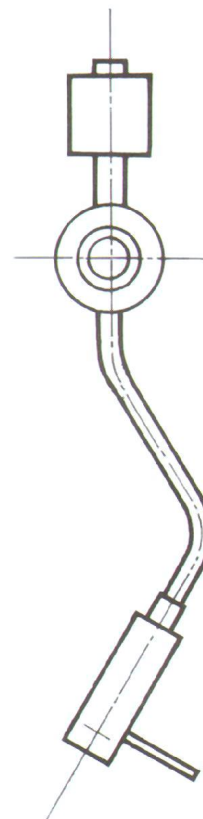


Abb. 34 S-förmiger Tonarm

Die Kunst des Lesens und Auswertens von technischen Daten

Plattenspieler

Bauart	Vollautomatischer Plattenspieler (SL-1310MK2) Halbautomatischer Plattenspieler (SL-1410MK2)
Antriebsmotor	Kollektorloser Gleichstrom-Langsamläufer
Plattenteller	Aluminium-Spritzguß Durchmesser 330 mm Gewicht 2,5 kg <u>Massenträgheitsmoment</u> 340 kg·cm ²
Drehzahlen	33 $\frac{1}{3}$ und 45 U/min.
Drehzahl- Feinregulierung	Quarzugeregelte Feinregulierung in einem Bereich von $\pm 9,9\%$ mit Digital-Anzeige der Abweichung von der Nenn Drehzahl
Hochlaufmoment	1,5 cm·kg
Drehzahlabweichung aufgrund von Lastschwankungen	0% bis 1,5 cm·kg
Drehzahlabweichung Gleichlaufschwankungen	weniger als $\pm 0,002\%$ 0,025% (JIS C5521) bewertet $\pm 0,035\%$ (DIN 45507), bewertet halber Spitzenwert
Rumpel-Fremdspannungsabstand	-50 dB (DIN 45539A)
Rumpel-Geräuschspannungsabstand	-73 dB (DIN 45539B)
Tonarm	
Bauart	S-förmiger Universal-Rohrtonarm mit Gegengewicht, direkt ablesbarer Auflagekraft-Einstellskala, Anti-Skatingvorrichtung und ölbedämpftem Tonarmlift
Effektive Tonarmlänge	230 mm
Überhang	15 mm
Tangentialer Spurfehlwinkel	+1° an der Auslaufrille +3° an der Einlaufrille
Haftreibung	7 mg (in beiden Bewegungsebenen)
Effektive Masse	22 g (mit einem Tonabnehmergewicht von 6,5 kg und einer Auflagekraft von 1,25 g)
Kröpfungswinkel	21,5°
Tonarm-Höhen-einstellung	6 mm
Einstellbare Auflagekraft	0-3 g
Gewicht der Systemhalterung	9,5 g
Empfohlenes Gewicht des Tonabnehmers	5-11 g
Allgemeine Daten	
Leistungsaufnahme	13 W
Stromversorgung	110/120/220/240 V, 50/60 Hz
Abmessungen (B x H x T)	453 x 145 x 384 mm
Gewicht	11,8 kg

Plattenspieler

Massenträgheitsmoment

Das Massenträgheitsmoment ist ein Maß für die Wucht oder den Schwungradeneffekt des Plattentellers. Je größer dieser Wert ist, umso geringer sind die Einflüsse von Lastschwankungen. Falls jedoch der Plattenteller ein zu großes Massenträgheitsmoment (proportional zum Gewicht und quadratisch proportional zum Durchmesser) aufweist, dann sind zu lange Hochlauf- und Abbremszeiten erforderlich und es kommt zu raschem Verschleiß der Lager. Daher müssen Massenträgheitsmoment, Hochlaufmoment des Motors und Servoregelung optimal aufeinander abgestimmt werden.

Drehzahl-Feinregulierung

Mit Hilfe der Drehzahl-Feinregulierung wird die Tonhöhe der abgespielten Platte angehoben bzw. abgesenkt, da die Drehzahl des Motors verändert wird. Wenn das Laufwerk eines Plattenspielers von der Nenn Drehzahl abweicht, dann kann mittels der Feinregulierung die Nenn Drehzahl wieder einjustiert werden (bei herkömmlichen Ausführungen mittels Stroboskop). Dient auch zum „Stimmen“ des Plattenspielers, wenn ein Musikstück mit einem Musikinstrument gering abweichender Tonhöhe begleitet werden soll. (Abänderung der Nenn Drehzahl um +5,9% bzw. -5,6% entspricht einem Halbton der Tonleiter.) In der professionellen Studio-Technik kann die Drehzahl-Feinregulierung auch verwendet werden, um ein gegebenens Musikstück in eine vorbestimmte Zeitspanne einzubauen (wenn die Tonhöhengenaugigkeit nicht von ausschlaggebender Bedeutung ist).

Hochlaufmoment

Mit Hochlaufmoment bezeichnet man das maximale Anfahrmoment eines Motors, mit dem der Motor die Nenn Drehzahl erreichen kann; das Hochlaufmoment wird in cm·kg angegeben und steht in direktem Zusammenhang mit der Hochlaufzeit. Je höher das Hochlaufmoment, umso schneller wird die Nenn Drehzahl erreicht. Ein großes Hochlaufmoment ermöglicht die Verwendung eines schweren Plattentellers, der sich durch größeren Schwungradeneffekt und dadurch ruhigeren Lauf auszeichnet.

Drehzahlabweichung aufgrund von Lastschwankungen

Damit kann der Einfluß der Auflagekraft oder eines zusätzlichen Plattenreinigers auf die Nenn Drehzahl beurteilt werden. Ein Plattenspieler mit zu geringem

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de



Technics
Matsushita Electric