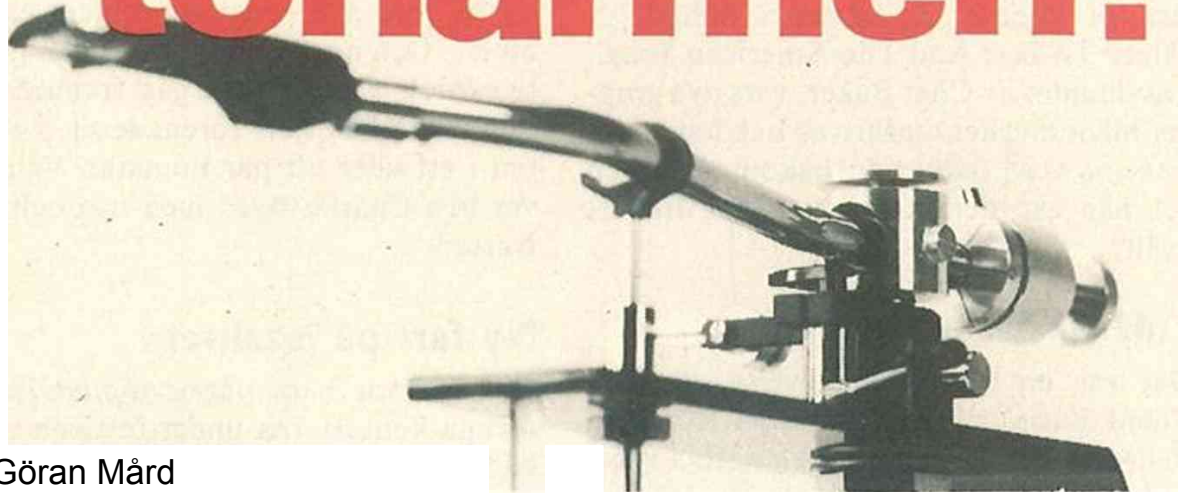


Har Du tänkt på tonarmen?



Av Göran Mård

En skivspelare kan man dela in i några större block som visserligen samverkar, men likafullt har vitt skilda funktioner. Vi har i en sådan blockindelning naturligtvis det kanske mest påtagliga, nämligen *drivverket*. Men vi har också något egentligen mycket viktigare, nämligen *tonarmen med sin pickup*. Och vi har som ett tredje block de mekaniska *upphängnings- och dämpningsanordningar* som skall till för att dels dämpa vibrationer som alstras inuti drivverket och dels dämpa stötar och störningar som kommer utifrån.

Skivspelarens viktigaste del ...

Vad beträffar tonarmen, så skulle vi vilja påstå att egentligen är det den som är skivspelarens viktigaste del. Kontroversiellt?

Ja, kanske det, eftersom så gott som allt prat om skivspelare brukar gälla drivverket. Hur mycket detta svajar. Hur litet rumble det har osv.

Och så vill vi påstå en annan sak samtidigt. Det är att *tonarmen och pickupen alltid samverkar!* Den meningen borde man sätta många utropstecken efter. Det här betyder nämligen, att vid byte av pickup i en viss tonarm, så ändrar sig en del viktiga saker. T ex *resonansfrekvenserna*. Och vad är då resonansfrekvenserna?

Jo, varje mekaniskt system har alltid en eller flera resonansfrekvenser. Frekvenser där systemet har extra lätt för att röra sig. Sådana resonanser kan ge upphov till förändringar i tonkurvan i form av toppar i denna. Och sådana toppar kan man i olyckliga fall höra och störas av. När det

En skivspelares tonarm betraktas ofta enbart som en standarddel som följer med skivspelaren. Största intresse brukar ägnas skivspelarens rumble och svajning. Men detta är egentligen fel. Utan tvekan kan man nämligen utnämna tonarmen till skivspelarens viktigaste del.

gäller tonarmar och pickuper, så försöker man förlägga resonansfrekvenserna *utanför* det hörbara området, men som sagt i olyckliga fall kan man vid vissa kombinationer hamna innanför det som är hörbart.

Mätningar

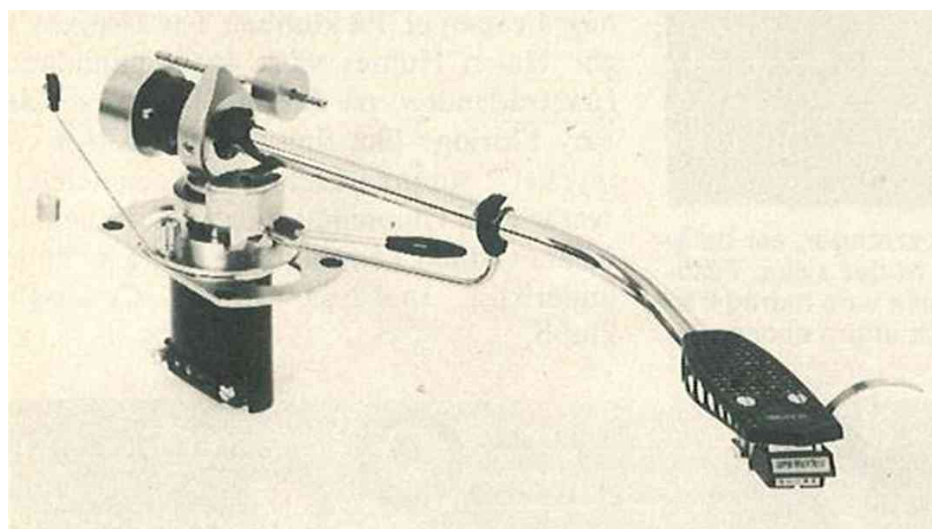
Man kan kontrollera det här med mätningar. Och det gör vi vid alla våra test av skivspelare. Man spelar då upp en mätskiva som innehåller toner med alla hörbara frekvenser. Skivans toner är exakt lika starkt inspelade, oberoende av frekvens. Om allt är riktigt kan man med en nivåskrivare registrera dessa nivåer som ett rakt streck. Men finns det resonanser, så ser man omedelbart detta, liksom man också ser vid vilken frekvens resonansen inträffar.

Nu är det förstås litet svårt att mäta upp alla kombinationer av pickuper och tonarmar. Det är i och för sig inte själva mätningen som är svår att utföra, men den tar så lång tid att göra. Därför brukar vi på Stereo Hifi nöja oss med att mäta med antingen den pickup som sitter i skivspelarens tonarm vid leveransen, eller också sätter vi i en sådan pickup som är lämplig och som brukar användas ofta i förekommande tonarm.

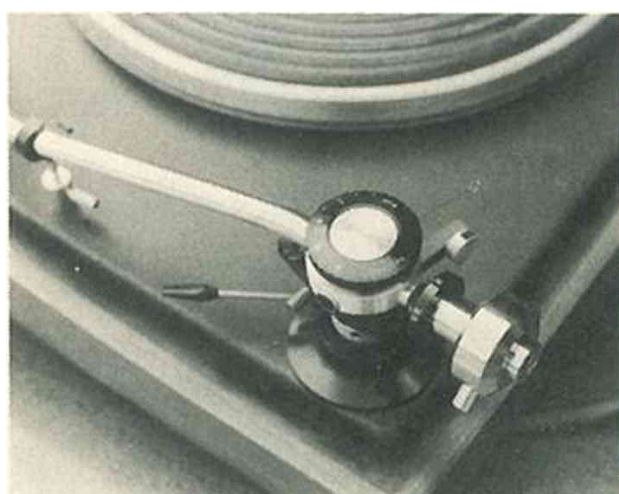
Rörliga massor

För tonarm och pickup gäller att man har att göra med två *rörliga massor* som samverkar. Dels är det *tonarmens massa* (vikt), dels är det den rörliga massan i pickupens rörliga delar, överreducerade till nålspetsen brukar dessa kallas för *ekvivalent nålspetsmassa*. Ekvivalent nålspetsmassa är alltså inte bara nålspetsens egen massa, utan också en hel del andra rörliga delars bidrag.

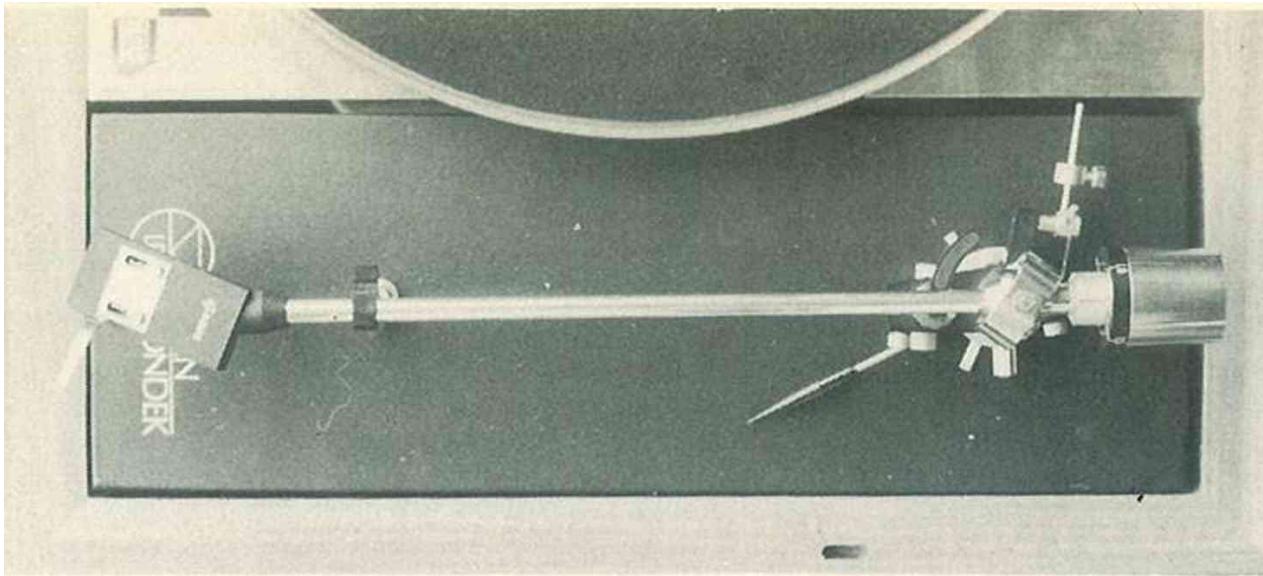
Som en viktig faktor ingår det *dämpmaterial* som finns inuti pickupen. Detta dämpmaterial är till för att minska inverkan av mekaniska resonanser av den typ vi talade om i början. Men problemet med dämpmaterialet är att det inverkar på den



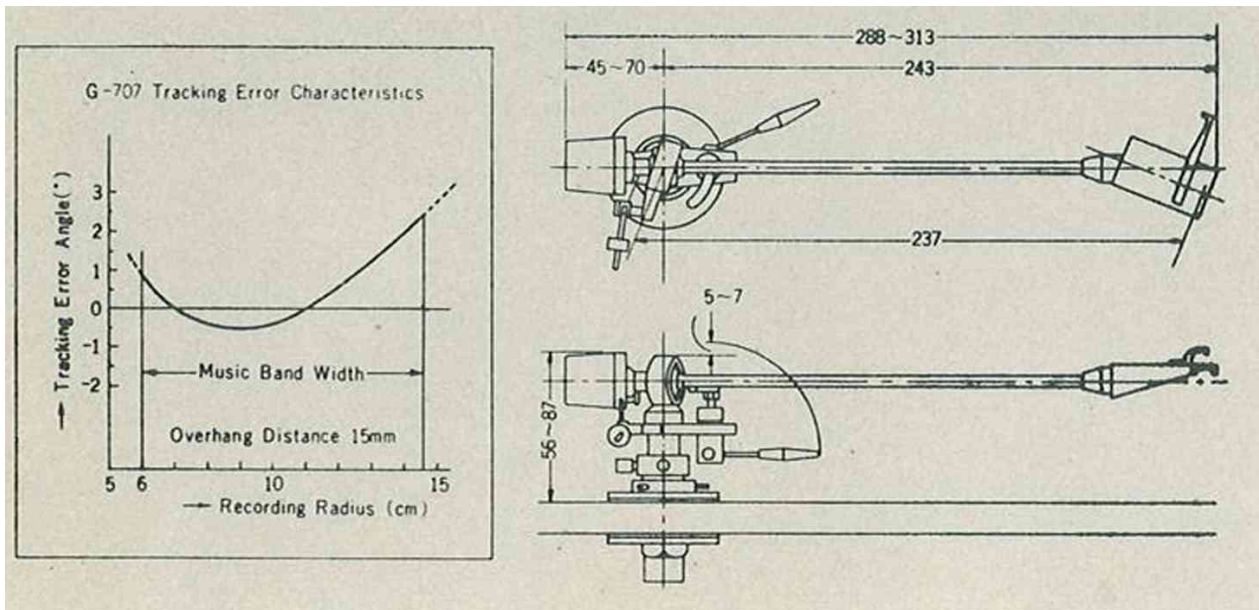
Den tonarm som utan tvekan gjort sig mest känd för sin förmåga att spela alla typer av pickuper är SME-armen. Den tillverkas i England av SME Limited, Steyning, Sussex och är så väl genomtänkt att den vunnit de flesta HiFi-entusiasternas hjärtan. Vi visar den här som ett exempel på den mycket noggranna finmekanik som kännetecknar en bra tonarm.



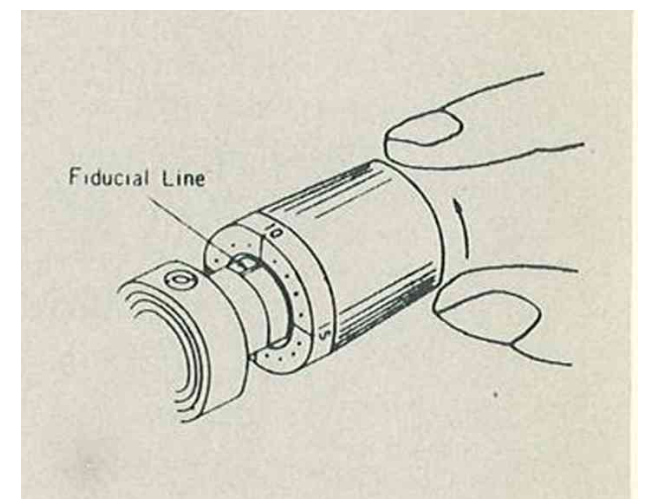
De flesta Hi-Fi-tonarmar är gjorda i metall. De flesta har också utbalansering av pickupen i form av en motvikt längst bak. Denna vikt flyttas tills pickupen balanserats ut, varefter vikten finjusteras för inställning av nålanlignningskraften. Bilden visar en japansk Microarm som har en extra liten vikt framför den stora motvikten. Med den lilla vikten ställer man in nålanlignningskraften. Armen har också en sofistikerad inställning av anti-skatingkraften med hjälp av en stor vridbar platta över lagringen och en liten spiral fjäder med en tråd som är kopplad till tonarmens bakre del. Anordningen syns t h om lagringen.



Den här tonarmen kommer från Grace och tillverkas av Shinagawa Musen Co Ltd i Japan. Armen sitter bl a på den Linn Sonden-skivspelare som vi testat (klicka HÄR för att läsa). Armen är ett bra exempel på hur en avancerad tonarm ser ut. Här använder man ett rakt rör till själva armen, medan den s k förställningsvinkeln för pickupen (för att minska vinkelfel) sker genom att pickuphuset bildar en vinkel med tonarmsröret. Armen är kardanupphängd i sin bakre del, vilket betyder låg lagerfriktion i både horisontal och vertikallid.



Vid inställning av nålanliggningskraften har man god hjälp av den gradering som brukar finnas på motvikten.



ekvivalenta nålspetsmassan. Och det på ett frekvensberoende sätt. Vid låga och medelhöga frekvenser inverkar fjädningen i dämpmaterialet, medan dämpmaterialets egen massa inverkar vid höga frekvenser. Det här kan ställa till med problem om inte pickupen är välgjord.

Nå vad har nu ekvivalenta nålspetsmassan med det hela att göra? Jo, den påverkar i hög grad pickupens förmåga att spåra ordentligt, dvs nålens möjligheter att följa med i skivspåret när detta rör sig.

Fjädringsmjukhet

Fjädringsmjukheten som heter *compliance* på engelska, inverkar på pickupens spårningsförmåga vid låga frekvenser. Fjädringsmjukheten säger hur stor kraft man måste lägga på avspelningsnålen för att den skall flytta sig ett visst stycke. Den mäts numera i pm/mN - mikrometer per millinewton. Alltså hur många mikrometer nålen flyttar sig när man ansätter en kraft av en millinewton. Tidigare mättes den här storheten i cm/dyn - centimeter per dyn, men det måttssystemet överger man nu för det internationellt antagna SI-systemet.

I ett skivspår uppstår det s k **dynamiska krafter**. Det är helt enkelt de krafter som gör att avspelningsnålen accelererar. Man måste för att nålen skall kunna spåra, dvs stanna kvar i spåret hela tiden, motverka dessa maximala dynamiska krafter med en **statisk kraft - nålanliggningskraften** (nåltrycket) - som är **minst** lika stor som den maximala dynamiska kraften.

Praktiskt sett kan man säga som så, att

Philips har utvecklat en massproducerad tonarm som är gjuten i en speciell sorts plast. Vi visar den som ett exempel på hur man kan kompromissa mellan massproduktion och de krav som ställs på en bra tonarm. Den här armen är avsedd för mellanklasspickuper.



ju starkare skivan är inspelad, desto större nålanliggningskraft måste man ha, ty desto större blir de dynamiska krafterna i skivspåret.

Man kan matematiskt ställa upp några villkor som visar hur **acceleration** och **spår-amplitud** samverkar med massor och nålanliggningskrafter.

$$a_s < \frac{F_s}{m_s}$$

$$x_s < C_s \cdot F_s;$$

där a_s är högsta tillåtna acceleration i skivspåret för en vald nålanliggningskraft F_s vid en viss massa m_s och x_s är den största amplitud som för förekomma med en nålspets med fjädningen C_s och en vald nålanliggningskraft F_s .

Med andra ord så **måste** nålanliggningskraften alltid vara tillräckligt stor för att klara av skivspårets amplitud och acceleration.

Om vi har en viss acceleration i skivans spår och om vi har en viss spår-amplitud, så finner vi att om vi ökar tonarmens massa, så måste vi samtidigt öka nålanliggningskraften för att avspelningsnålen skall stanna kvar i skivspåret. Och om vi använder en pickup med förbättrad fjädning, (större fjädringsmjukhet) så kan vi sänka nålanliggningskraften **och ändå spåra samma spår-amplitud**.

Samverkan

Tonarmens massa och pickupens fjädringsmjukhet samverkar alltså. Det betyder att det inte går bra att sätta s k hög-

komplianta pickuper med små nålanligningskrafter i tunga tonarmar. Man *måste* helt enkelt ha en tillräckligt bra tonarm (lätt och lätttrölig) för att kunna använda de finaste pickuperna! Man *måste* montera högkomplianta pickuper med små nålanligningskrafter i speciella lättvikts-tonarmar. Annars kan de inte arbeta!

Horisontella vinkelfel

En tonarm som är lagrad i sin bakre del och består av en mer eller mindre böjd arm, vrider sig vid lagerpunkten. Det betyder att pickupens avspelningsnål kommer att beskriva en cirkelbåge utefter skivyten. Cirkelbågen närmar sig en rät linje ju längre tonarmen är och detta vill man eftersträva. Ett annat sätt att få nårörelsen utefter skivyten så rak som möjligt är att, som just nämnts, böja tonarmen.

Problemet i det här fallet är att skivan vid inspelningen graverades med en dosa som rörde sig utefter en helt rät linje, från skivans periferi mot dess centrum. Alla cirkelbågsrörelser vid avspelnningen avviker alltså från rörelserna vid inspelningen. Av detta bildas det distorsion, ty det uppstår s k *horisontella vinkelfel* mellan pickupens lägen i förhållande till skivspåret och graverdosans motsvarande lägen vid inspelningen.

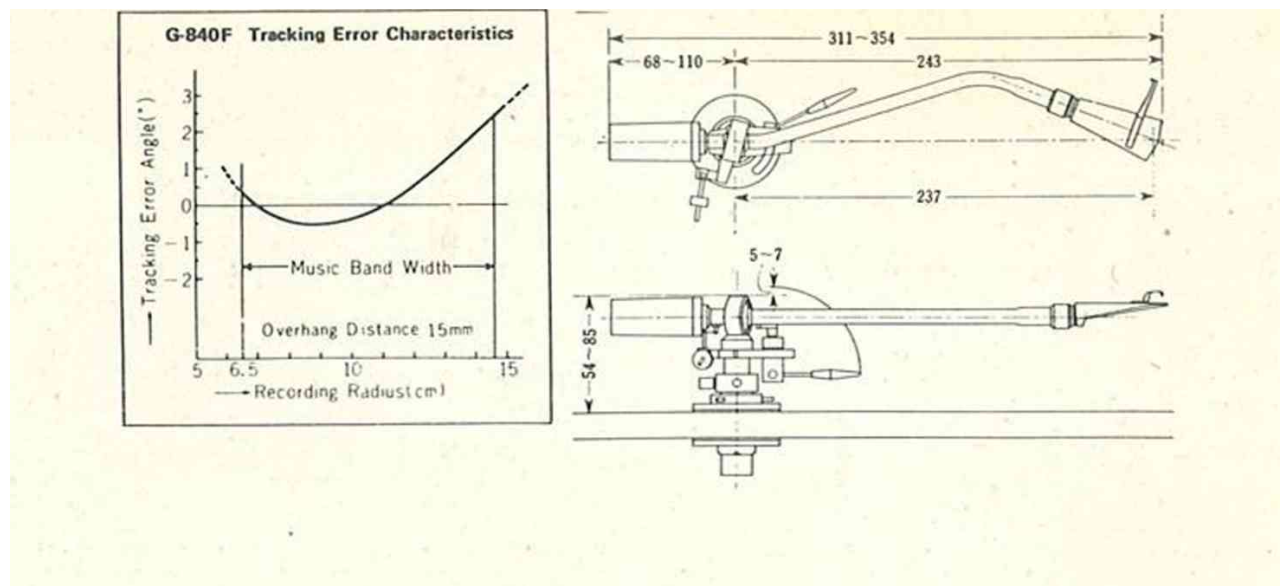
Det finns ett fåtal skivspelare som har helt raka tonarmar som rör sig med hjälp av *servosystem* och helt efterbildar inspelnings/graveringstillfället. (Bang & Olufsens tonarm i modellerna 4000 och 6000, Rabcotonarmen och några till). Garrard har en tonarm där pickupen vrider sig och kompenserar ut vinkelfelet allteftersom tonarmen förflyttar sig. (Vi har ingående beskrivit denna tonarm i Stereo Hifi nr 9/72).

Utbalansering

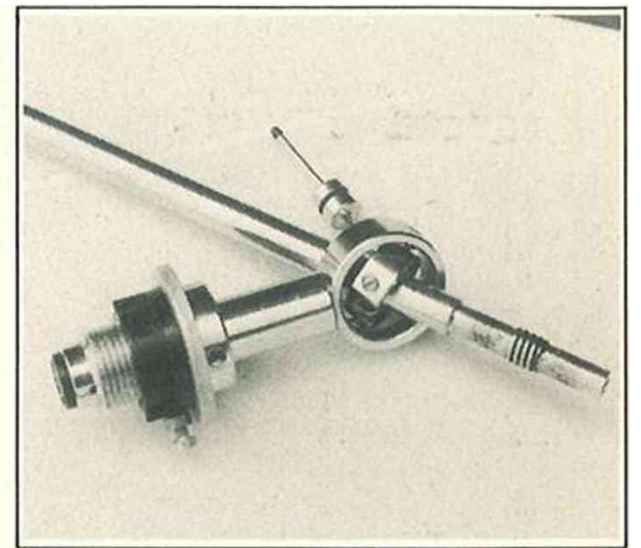
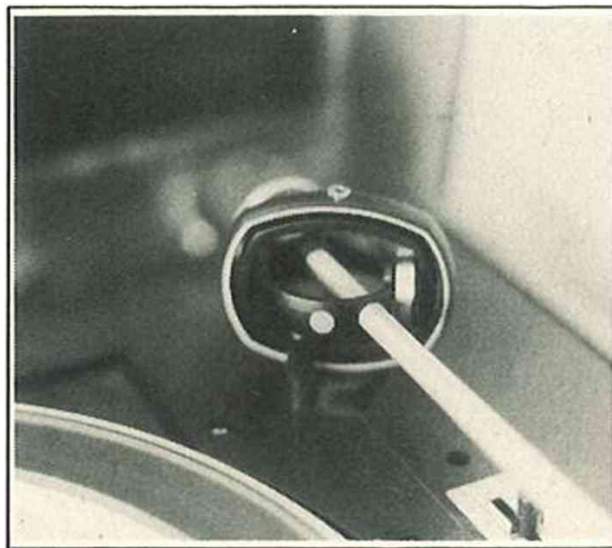
För att erhålla önskad nålanligningskraft *balanserar* man ut tonarmen. Det vanligaste är att man använder en *motvikt* i dess bakre del. Den är förskjutbar och den flyttas tills pickupens vikt är utbalanserad. På enklare tonarmar flyttar man så vikten en liten aning framåt, varefter pickupen "tynger ned" precis så mycket som behövs för den statiska nålanligningskraften. Oftast är vikten graderad, men är man noga, så kan man använda en *nålvåg* som placeras under avspelningsnålen och exakt mäter nålanligningskraften.

En mera sofistikerad och bättre (noggrannare) metod är att använda en liten förskjutbar vikt på tonarmens främre del. Med den kan man ställa in nålanligningskrafter inom delar av mN. (Eller pond eller gram, som egentligen är felaktigt att kalla det, men likafullt används överallt).

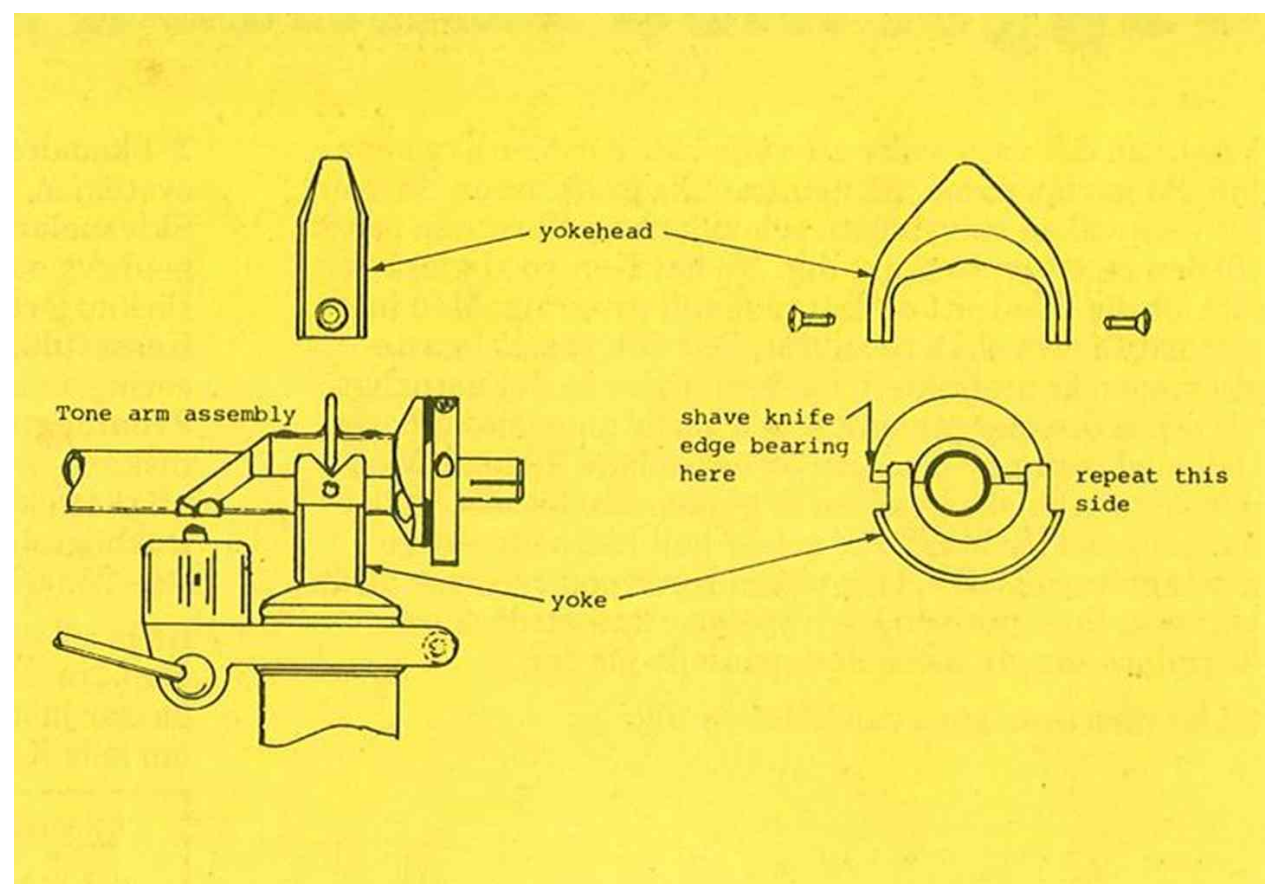
Men den finaste metoden är att alstra nålanligningskraften med hjälp av en liten fjäder inbyggd i tonarmens lagerdel. Varför? Jo, för att det ger minsta massan. Man slipper extra vikter och som vi just vi-



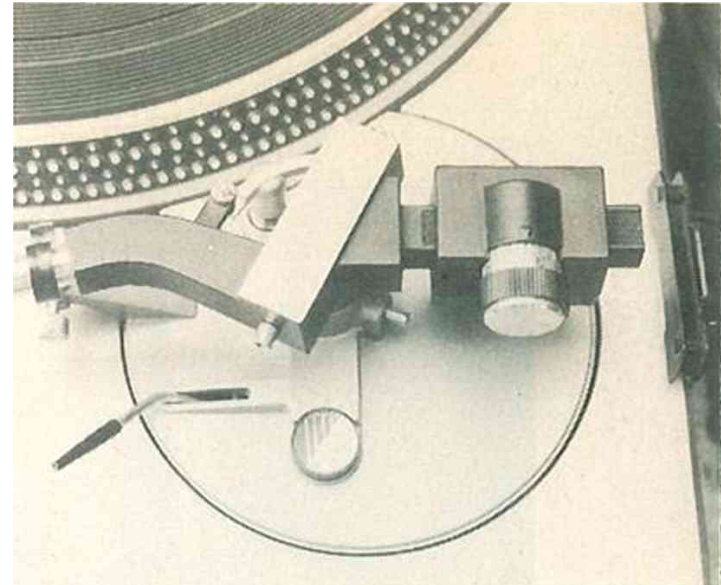
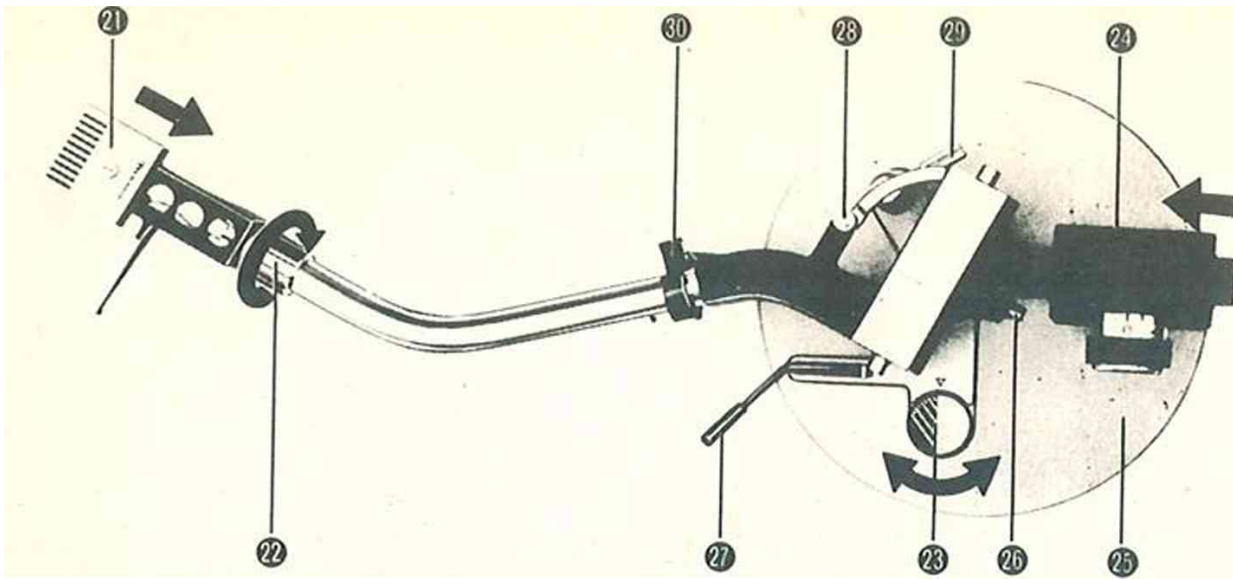
Vi har nämnt begreppet förställningsvinkel och vinkelfel. Här visar Grace exakt hur deras tonarm ser ut samt de vinkelfel som uppkommer vid spelningen. Tracking Error Angle heter vinkelfelet. Music Band Width är det inspelade området på skivan mätt i radien räknat från skivcentrum. Overhang Distance 15 mm är det överhäng som utgörs av att pickupens nål intar ett läge som ligger 15 mm framför skivans centrum. Även detta är viktigt för att erhålla minsta vinkelfel och därmed lägsta avspelningsdistorsion.



Tonarmens lagring är viktig. De flesta tillverkare lägger ned stort arbete på att få såväl den vertikala som den horisontella lagerfriktionen så liten-som möjligt. Kardanupphängning är vanlig. Här visar vi två exempel. Det övre en arm från PE - Perpetuum Ebner och det undre en arm från Connoisseur som tillverkas av Sugden & Co i England.

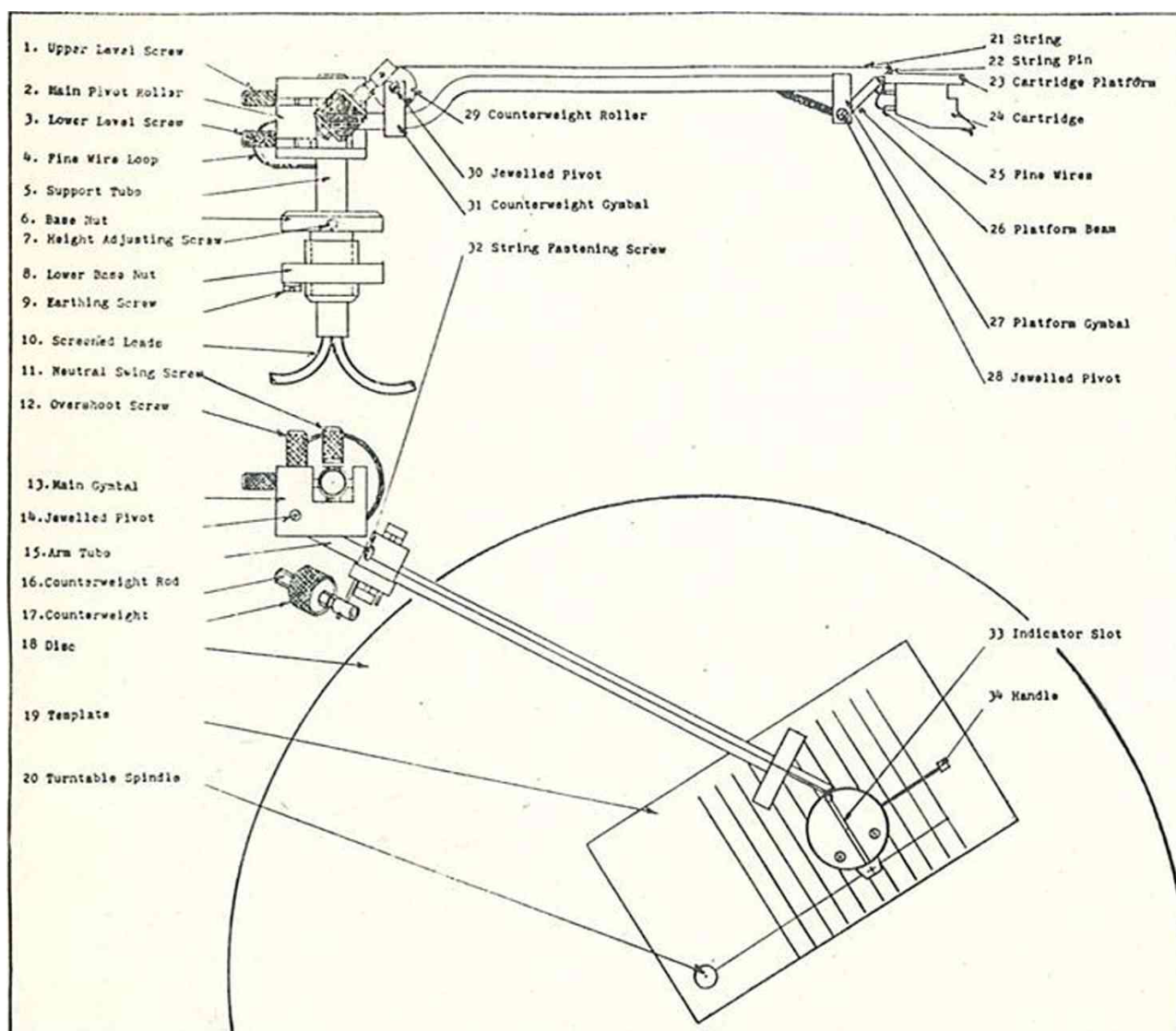


Det används en hel del olika lagertyper. På billiga tonarmar är tapplager vanliga. Mera påkostade armar har spetslager eller knivlager. Den här ritningen från SME:s servicemanual visar hur ett knivlager fungerar. En platta är i två kanter slipad till två knivvassa egg. Dessa vilar i en brygga med v-formade spår. Någon lagerfriktion kan man knappast tala om. Man behöver mindre än 0,02 mN tryck på avspelningsnålen för att hela armen skall röra sig!



Statisk utbalansering av en tonarm gör att armen inte blir känslig för om skivspelaren står rakt eller inte. De här bilderna visar en Technics-arm som är så konstruerad att den är "osymmetrisk" och därmed statistiskt utbalanserad. Dels hjälper det S-formade tonarmsröret till, dels den något säregna konstruktionen vid tonarmens lager. Statiskt utbalanserade armar brukar annars ha en sidställd liten vikt för den statiska balanseringen. Vi låter den här bilden också visa en modern tonarms viktigaste delar. 21 är pickuphuset. Detta skall vara så lätt

som möjligt. 22 är låsringen för huset. Så bör pickupen vara fästad vid armen, så att man lätt kan ta bort den. 23 är antiskatinginställning. 24 motvikten med inställning av nålanliggningskraften. 26 är en skruv för inställning av tonarmshöjden i förhållande till verkplattan. 27 en hydraulisk tonarmslyftare. 28 är finjusteringskruv för lyftaren och 29 grovjustering av samma sak. 30 till sist är tonarmsstödet. Här är det inte låsbart. Många tonarmar har låsbara tonarmsstöd, vilket är bra bl a vid transport av skivspelaren.



sat är det ytterst fördelaktigt att ha så låg tonarmsmassa som möjligt. Och i tonarmsmassan ingår förstas motvikter och andra vikter.

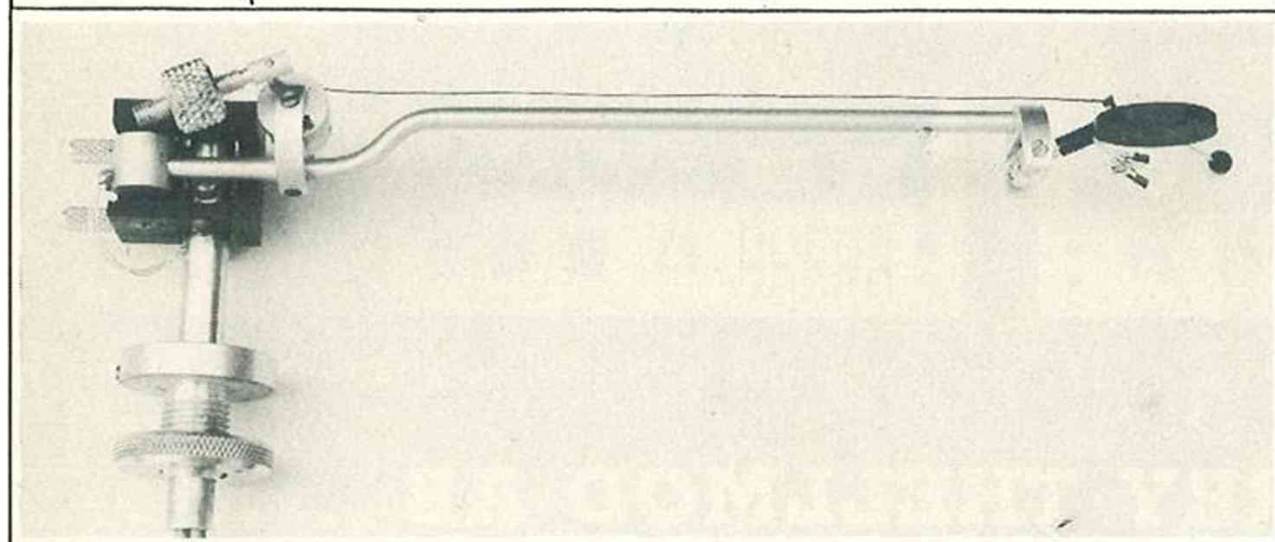
Förutom den utbalansering som görs för pickupen i vertikal led har man också på finare tonarmar en s k *statisk utbalansering*, varvid man också balanserar ut tonarmen med sin pickup i horisontell led. En perfekt statisk utbalansering betyder att man kan spela med skivspelaren i stort sett stående "hur snett som helst". Nåja, inom rimliga gränser. Och snedställningen påverkar i så fall *inte* spårningen. (Ett fint exempel på detta är EMT:s studioskivspelare för professionellt bruk; med den kan man spela av skivor i vilket läge som helst, så länge skivan bara stannar kvar på skivtallriken och inte ramlar av centrum-pinnen!)

Den här statiska utbalanseringen ser man i två grundläggande former. Dels som en *S-formad tonarm*, dels som en liten *sidställd vikt* i tonarmens bakre del. Denna sidställda vikt har i allmänhet *inte* med den vertikala utbalanseringen att göra (även om den *kan* ingå i kombination med den stora bakre motvikten).

Lagren

Och så till sist några ord om *tonarmens lagring*. Det finns många olika lagertyper. *Spet slager, tapp lager, knivlager* osv. Alla har de ett gemensamt. De måste ha *mycket* låg lagerfriktion. Denna friktion går att mäta, men det är svårt.

Ett enkelt praktiskt prov vill vi i stället rekommendera. Spela en bucklig respektive skev skiva. Syfta med ett öga i höjd med pickupen och se efter om avspelningsnålen rör sig i förhållande till pickups undersida. Rör den sig inte är tonarmens massa och lagerfriktion liten respektive låg och rör den sig så får man se upp. Stora rörelser ger nämligen upphov till mycket lågfrekventa signaler från pickopen och dessa signaler kan både över-



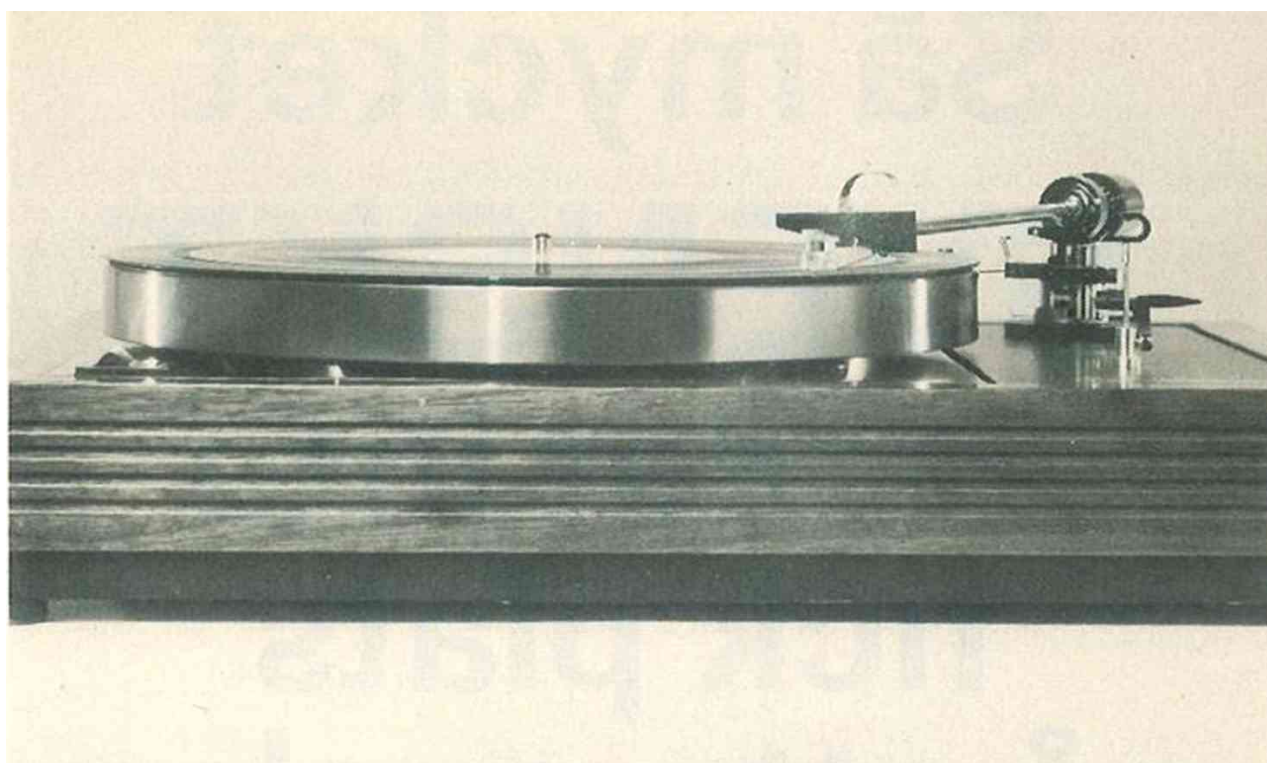
En av de mest avancerade lättviktsarmarna är Vestigal Arm. Den kommer från Transcriptors Ireland Limited och är utan tvekan den lättaste tonarmen hittills. Den kan spela med nålanliggningskrafter ned till tiondelar av en mN. Den här armen är för verkliga finsmakare. Den skall skötas om mycket omsorgsfullt, är rätt ömtålig, men ger i gengäld bästa möjliga utbyte av skivspelningen. Armen köps lös och man får montera den själv. Med en sådan här arm är det enbart pickupen som sätter gränsen för spårningen.

styra pickupförstärkaren eller senare förstärkarsteg och också göra så att t ex en högtalarkon rör sig i stora långsamma rörelser tillsammans med de mycket mindre signalerna och detta alstrar distorsion. Dessutom är det inte särskilt bra för skivorna om tonarmen inte kan "följa med".

En högklassig HiFi-skivspelare *skall* helt enkelt vara utrustad med en så bra tonarm att det skall gå att spela buckliga och skeva skivor utan den här beskrivna extra när rörelsen i förhållande till pickupen. Men det är väl bäst att tillägga att vi nu talar om de finaste skivspelarna.

Fyrkanalspelning

Och så som hastigast några ord om CD4-skivavspelning, dvs fyrkanaliga skivor enligt bärfrekvenssystemet. Här fordras det tre ting. Liten tonarmsmassa, små vinkelfel (helst noll) och mycket noggrann skärmning respektive låga kabelkapacitanser. Vi skall inte denna gången orda mera om detta, utan enbart nöja oss med att slå fast att det mycket väl kan gå bra att spela tvåkanaliga stereoskivor och s k matrisfyrkanalsskivor (SQ och QS/RM) på en viss skivspelare med en viss tonarm, men likafull *kan* det hända att det är svårt att distorsionsfritt spela av CD4-skivor på samma skivspelare och med samma ton-



Om man själv vill kontrollera om en tonarm är tillräckligt lätt och har tillräckligt låg lagerfriktion kan man spela en bucklig och en skev skiva. Man syftar så i höjd med skivan och pickupens undersida och ser efter om pickupnålen rör sig i förhållande till pickupen. Det bör den inte göra om tonarmen är bra. Det är armen som skall följa med skivans rörelser. Jämför SME 0,02 mN för att armen skall röra sig. (Skivspelare: Linn Sondek).

arm. Förutom att man måste använda en speciell CD4-pickup förstås. Men det visste Du väl redan?

Tänk på det här så länge. Så kommer vi

tillbaka framöver med flera undervisande rådgivningar om andra saker på skivspelaren. Glöm alltså inte hur viktig tonarmen är! ■

Loud and Proud

HIFIGOTEBORG.se a

Pickuper

WANT TO RELAX TO BEAUTIFUL
MUSIC
WELCOME
WE HAVE GOOD HIFI AT YOUR
SERVICE
PLEASE WAIT HERE & A MEMBER
OF OUR TEAM WILL BE WITH
YOU SHORTLY.
Or press finger HERE

