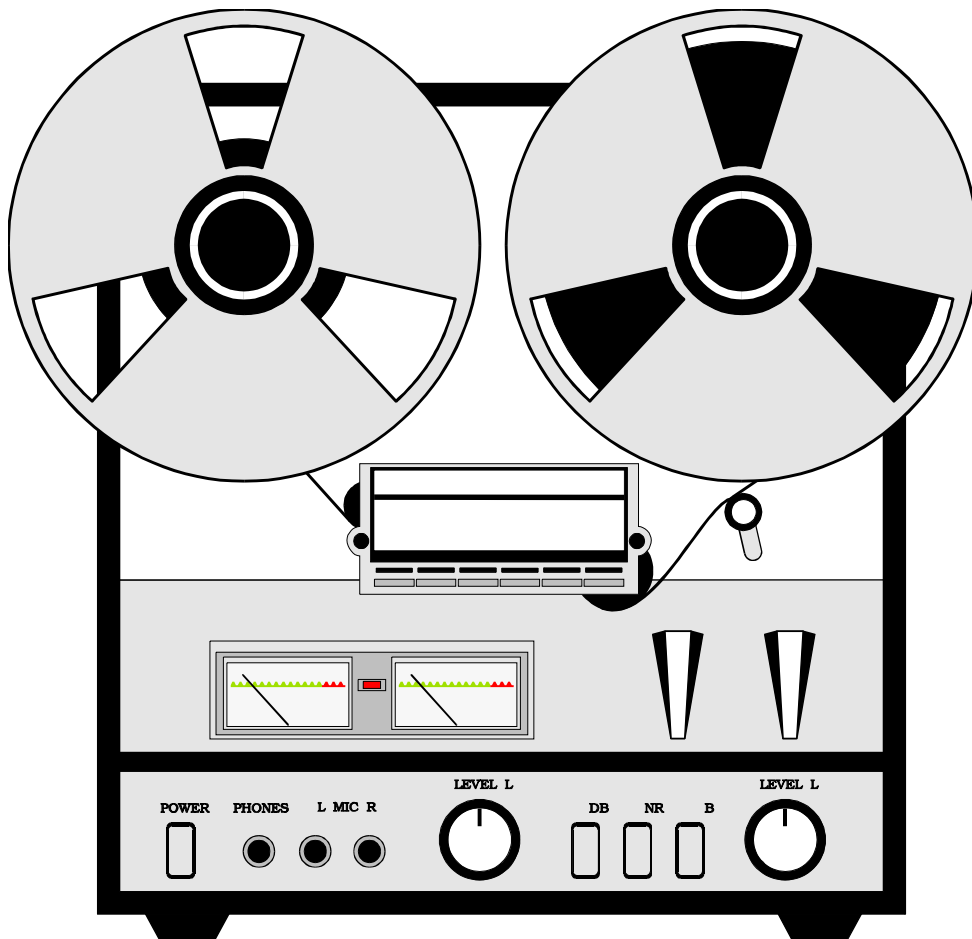


Bandmaschinen-Service



Bandmaschinen-Service mit NTI A1 und A2

NTI's Audio Test Systeme A1 und A2 konnten sich in den letzten Jahren einen vorderen Platz in Service-Werkstätten und Meßlabors erobern. Ein nicht unerheblicher Anwenderkreis sind Rundfunkanstalten und Tonstudios, bzw. sie betreuende Techniker. Was man mit A1/A2 im Studio so alles machen kann, zeigt der folgende praxisnahe Bericht aus der Sicht des Anwenders.

Für interessierte Leser, denen die Bezeichnung A1 noch nichts sagen sollte, zuerst eine kurze Übersicht der zur Verfügung stehenden Meßarten:

- Level: Pegelmessung in Volt oder dBu/dBV/dBm
- Level Relativ: wie Level, durch 'Set Ref' wird der aktuelle Wert zu 0 dB
- THD+N: Klirrfaktor in Prozent oder dB
- Gleichlaufschwankungen nach NAB und IEC
- Noise: Wie Level, aber mit Quasi-Peak Gleichrichtung und Bewertung
- Noise Relativ: wie Noise, durch 'Set Ref' wird der aktuelle Wert zu 0 dB
- Crosstalk: Übersprechen mit selektivem Bandpass
- Frequenz: in allen Modi (10 Hz bis 150 kHz)

Das A2 verfügt darüber hinaus über eine volle Zweikanaligkeit und weitere Meßfunktionen:

- Intermodulationsverzerrungen nach allen Normen
- Level Selektiv: wie Level, aber mitlaufender Bandpass
- Phase: Phasenmessung bis $\pm 180^\circ$
- Frequenz: 2-Kanal simultan in allen Modi (10 Hz bis 200 kHz)

A1 und A2 können außer W&F alle Messungen als Frequenzsweep ausführen, das A2 sowohl über die Frequenz, Amplitude als auch die Zeit. Bei W&F ist dagegen nur ein Sweep über die Zeit möglich und sinnvoll. Die am häufigsten benötigten Funktionen sind per Tastendruck direkt aktivierbar (**Bild 1**), weitere stehen beim A2 durch einen Doppelklick in Menüs bereit. Die Bedienungsfreundlichkeit, leichte Handhabung und hervorragende Meßgenauigkeit wurde bereits in mehreren Tests einschlägiger Magazine gelobt, und soll hier nicht weiter erörtert werden. Die im folgenden beschriebenen Messungen sind alle sowohl mit A1 als auch mit A2 problemlos durchführbar. Lediglich im Abschnitt Azimuth ist für eine Phasenmessung beim A1 das optionelle Phasenboard nötig.

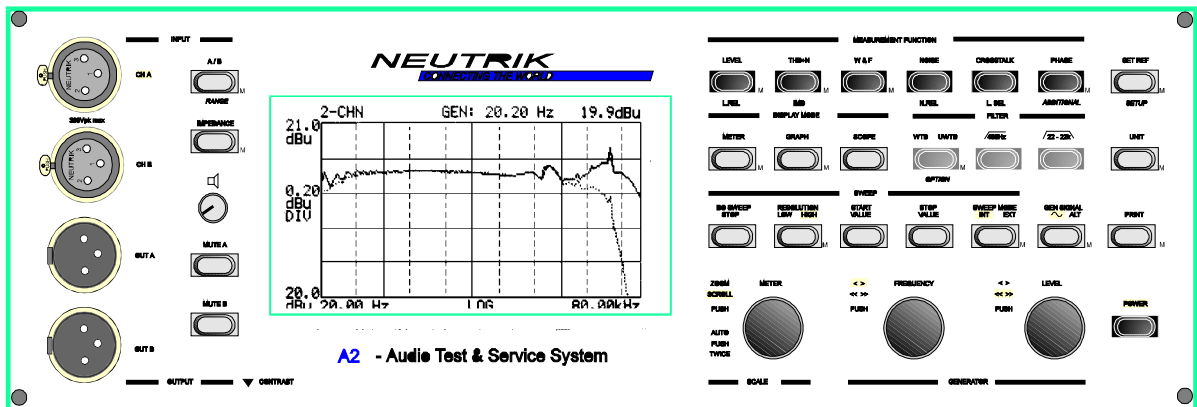


Bild 1 Frontansicht A2

Beispiel: Kopfwechsel

Das tägliche Brot des Studio-Technikers: Überprüfung des Frequenzganges und komplettes Einmessen von Bandmaschinen aller Art. A1 und A2 stellen alle dafür benötigten Funktionen bereit. Besonders deutlich wird dies am Beispiel eines Kopfwechsels.

Nach Einbau der neuen Köpfe und der mechanischen Vorarbeiten (Neigungsjustage mit Lehre, grober Azimuth-Vorabgleich, Kopfhöheneinstellung, Bandlaufüberprüfung), kommt das obligatorische Vollspur-Meßband zum Einsatz. Das Abspielen eines im Bereich 1 kHz liegenden Pegeltones sollte an den Aussteuerungsanzeigen der Bandmaschine bereits jetzt eine gleichmäßige Anzeige mit geringen Abweichungen der Kanäle ergeben. Dann beginnt die Feinarbeit.

Azimuth

Zuerst erfolgt der Azimuth-Abgleich. Dazu mißt man die Phase zwischen Kanal 1 und 2, justiert mittels der Azimuth-Schraube auf möglichst nah an 0°. Ein Feinabgleich ergibt sich automatisch bei größer werdendem Abstand zwischen den Kanälen, also 1 und 3, 1 und 4 etc. Bei einer Master-Zweispurmaschine erfolgt der Abgleich grob nach fein über die auf dem Meßband vorhandenen Frequenzen. Beginnend bei 1 kHz kann bis hinauf zu 16 kHz problemlos justiert werden. Anders bei Mehrspurmaschinen, denn eine Azimuth-Einstellung bei 16 kHz und Spur 1 mit 16 ist praktisch nicht möglich, da das bloße Berühren der Einstellschraube schon große Änderungen bewirkt.

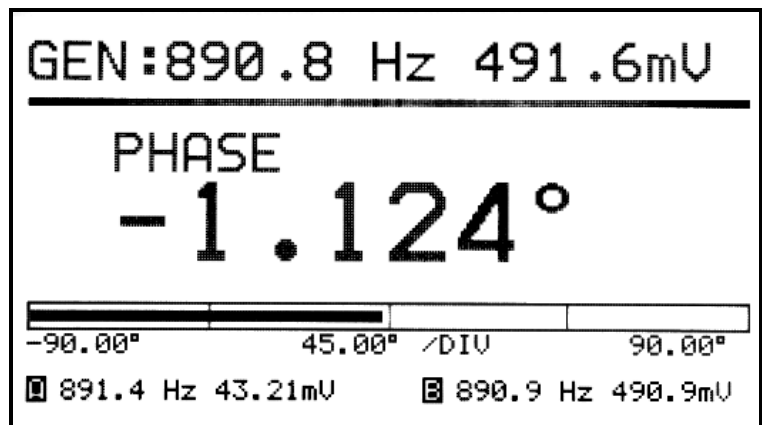


Bild 2 Phasenmessung Azimuth

Hier muß sich der Techniker über höhere Frequenzen wie beschrieben immer weiter vortasten, bis eine sinnvolle Verbesserung nicht mehr möglich ist. Die Anzeige der Phase am A2 zusammen mit dem quasi analogen Bargraph ist auch aus größerer Entfernung gut zu erkennen, erleichtert den Abgleich dadurch wesentlich (**Bild 2**).

PB / Sync Abgleich

Nachdem Sync- und Repro-Kopf eine vorbildliche Position eingenommen haben, geht es an die Einstellung der zugehörigen Wiedergabeverstärker. Je nach Maschine beginnt man mit 400 Hz oder 1 kHz, ebenfalls je nach Maschine ist der zu erreichende Ausgangspegel +4 dBu, -10 dBV oder +6 dBm, falls nötig auch mit 600 Ohm Belastung. A1 und A2 bieten per Tastendruck neben 600 Ohm Eingangsimpedanz auch alle drei Einheiten, am bequemsten erweist sich jedoch das Arbeiten mit der Funktion LEVEL RELATIV. Dazu ist der Generatorausgang auf den Eingang zu schleifen, der gewünschte Pegel einzustellen, und im LEVEL RELATIV Modus die Taste SET REF zu drücken. Der Bezugspegel erscheint jetzt in der Anzeige als 0 dBr, Abweichungen nach unten oder oben sind leicht zu erkennen und zu korrigieren. Abhängig von der vorhandenen Wiedergabe-Elektronik ist danach im Hochtonbereich abzugleichen, schließlich - falls möglich - im Tieftonbereich. Grobe Equalizer führen leider oft zu einer Pegeländerung im mittleren Frequenzbereich, so daß die ganze Prozedur einer Wiederholung bedarf. Während des Abgleichs sollte man auch ein Auge auf die Pegelanzeigen der Bandmaschine werfen, und sie eventuell gleich mit einstellen.

Wow & Flutter

Dank des im Meßgerät integrierten Monitor-Lautsprechers ist der Techniker immer im Bilde, was er gerade tut oder bewirkt. Sollte die Maschine Gleichlaufprobleme aufweisen, ist dies bei den höherfrequenten Pegeltönen wahrscheinlich schon bemerkt worden. Bevor man das Meßband aber von der Maschine nimmt, sollte auf jeden Fall der 3 kHz Testton (oder auch 3.15 kHz, siehe **Bild 3**) zur Gleichlaufprüfung Verwendung finden. A1 und A2 verhalten sich hier wieder mustergültig: Ein Tastendruck auf W&F, eventuell ein Doppelklick zur Anwahl der korrekten Norm (beim A1 per Dipschalter), schon erscheinen Drift und Wow & Flutter im Display. Die Drift-Anzeige basiert auf der sehr schnellen und mit 0.05 % Toleranz sehr genauen Frequenzmessung des A2, die in allen Meßarten (wenn auch etwas kleiner dargestellt) im Display abzulesen ist. Sie erweist sich in vielen Fällen als große Hilfe, auch wenn wegen der kleineren Darstellung sicher einige Anwendungsbeispiele zunächst unbemerkt bleiben. Beispielsweise muß bei einem Wechsel des Capstanmotors oft ein Tachoabgleich auf eine bestimmte Frequenz erfolgen. Die Frequenzmessung macht nicht nur in diesem Fall einen externen Frequenzzähler überflüssig.

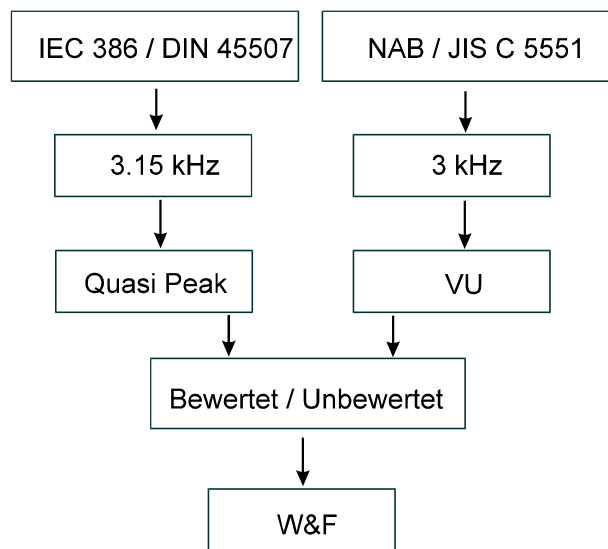


Bild 3 W&F Normen

Doch zurück zu den Gleichlaufschwankungen. Liegt der ermittelte Wert deutlich über den Herstellerangaben, kommen fast alle bandberührenden Teile als Verursacher in Betracht. Neben ausgeschlagenen Lagern von Führungsrollen, falsch eingestelltem Bandzug (Aufwickel- und Bremskraft) und einer deformierten Andruckrolle (leider nicht immer auf Anrieb sichtbar), ist natürlich auch der Capstanmotor eine Untersuchung wert.

Record Abgleich

Nach den Wiedergabeverstärkern folgen die Aufnahmeverstärker. Eine stark 'verkurbelte' Maschine erfordert mehrmaliges Einstellen von Bias und Aufnahmepegel, ansonsten beginnt man mit der Vormagnetisierung. 10 kHz und ein circa 20 dB unter dem Bezugspegel liegendes Signal sind am A2 in Sekundenschnelle konfiguriert.

Beim Bias-Abgleich kommt LEVEL RELATIV erneut zum Zug. Der übliche Vorgang (2 bis 3 dB rechts vom maximalen Pegel) läßt sich hier wieder anwenderfreundlich gestalten: Bei jeder Spur und jedem Maximum wird SET REF gedrückt, -2 bis -3 dB sind so nicht ungefähr (oder mit ständiger Konzentration und Kopfrechnen), sondern höchst genau und übersichtlich einstellbar. Nach der Vormagnetisierung erfolgt die Justage des Grundpegels, das A2 ist wie beim Wiedergabeverstärker beschrieben einzustellen. Nach 400 Hz oder 1 kHz folgt die Einstellung des Hochton- und des Tieftonbereiches.

Im gesamten Aufnahmeteil geht der Abgleich mit etwas Überlegung noch zügiger voran. Zur Justierung des BIAS wurde ein Pegel von circa 20 dB unter dem nominellen Arbeitspunkt der Maschine gewählt. Tatsächlich ist dieser Wert recht unkritisch, da nur Cassettenrecorder aufgrund der geringen Spurbreite starke Probleme mit der pegelabhängigen Bandbreite aufweisen. Eine +4 dBu Maschine kann also bequem bei -10 dBu abgeglichen werden, was einfach besser ablesbar ist. Nichts spricht zudem dagegen, auch den Frequenzgang bei diesem Pegel abzugleichen. Damit reduzieren sich die am A2 vorzunehmenden Bedienschritte auf ein Minimum. Schritt für Schritt am Beispiel einer professionellen Bandmaschine mit +4 dBu Arbeitspegel:

- ☑ Der Generator des A2 steht im Level-Mode auf -10 dBu, Frequenz 10 kHz. Die (3-Kopf) Maschine läuft im Record/Repro-Mode.
- ☑ Taste L.REL drücken. BIAS Trimmer auf höchste Anzeige am A2 stellen, Taste SET REF drücken. Trimmer so weit nach rechts drehen, daß am Display -2 dBr (oder anderer gewünschter Wert) erscheint.
- ☑ Taste LEVEL drücken, mit schneller Linksdrehung des Frequency-Drehgebers springt der Generator auf 1 kHz. Trimmer Level auf -10 dBu einstellen.
- ☑ Mit schnellem Rechtsdrehen des Frequency-Drehgebers springt der Generator zu 10 kHz, mit zwei oder drei weiteren Rasterschritten zu der gerätespezifischen optimalen Frequenz für den Höhenabgleich. Trimmer HiEQ auf -10 dBu justieren.
- ☑ Zwei bis drei Raster zurück auf 10 kHz, Taste L. REL drücken, der ganze Vorgang beginnt von neuem für die nächste Spur. Oft kann man sich SET REF sparen, da die Höhenaussteuerbarkeit für alle Spuren sehr ähnlich ist. Gleichzeitig erkennt man so größere Abweichungen zwischen den Kanälen, und kann sie direkt in dB ablesen!

Die oft gestellte Forderung nach einer speziellen AMSL zum Einmessen von Bandmaschinen entpuppt sich so in der Praxis schnell als unnötig. Tatsächlich würde der Abgleich sehr viel langsamer und umständlicher vonstatten gehen! Sinnvoll ist dagegen eine AMSL zur Erfassung aller Frequenzgänge, sprich aller eingemessenen Spuren. Dafür stellt NTI eine Datei bereit, die eine komfortable, schnelle und übersichtliche Dokumentation bietet. Natürlich ist ein PC samt der Steuersoftware AS03 Voraussetzung (siehe nächstes Kapitel).

Wer sich etwas Zeit nimmt kann an dieser Stelle auch einmal die tatsächlichen Unterschiede zwischen der BIAS-Einstellung -1 dB und -3 dB messen und über den eingebauten Lautsprecher kontrollieren. Verzerrungen gehen unhörbar im Rauschen unter, das Rauschen selbst ist so breitbandig, daß die in den Arbeitskennlinien (**Bild 4**) vorhandenen Unterschiede verwischen. In der Praxis bleibt es also der persönlichen Vorliebe des Technikers überlassen, wie weit 'rechts' er den Arbeitspunkt festlegt.

Hochwertige moderne Bandmaschinen besitzen ausgefeiltere Möglichkeiten der Frequenzgangkorrektur, so daß sich die Einmeßprozedur entsprechend arbeitsintensiver gestaltet. Gerade im Höhenbereich gibt es oft zwei Trimmer: Mit einem wird der EQ breitbandig angepaßt, mit dem anderen nur der Bereich über 16 kHz. Damit ist eine gezielte Korrektur der durch den unvermeidlichen Kopfabrieb entstehenden Höhendämpfung möglich. Dank der gelungenen Bedienoberfläche von A1 und A2 ist der Abgleich jedoch wie im beschriebenen Beispiel schnell und problemlos durchführbar.

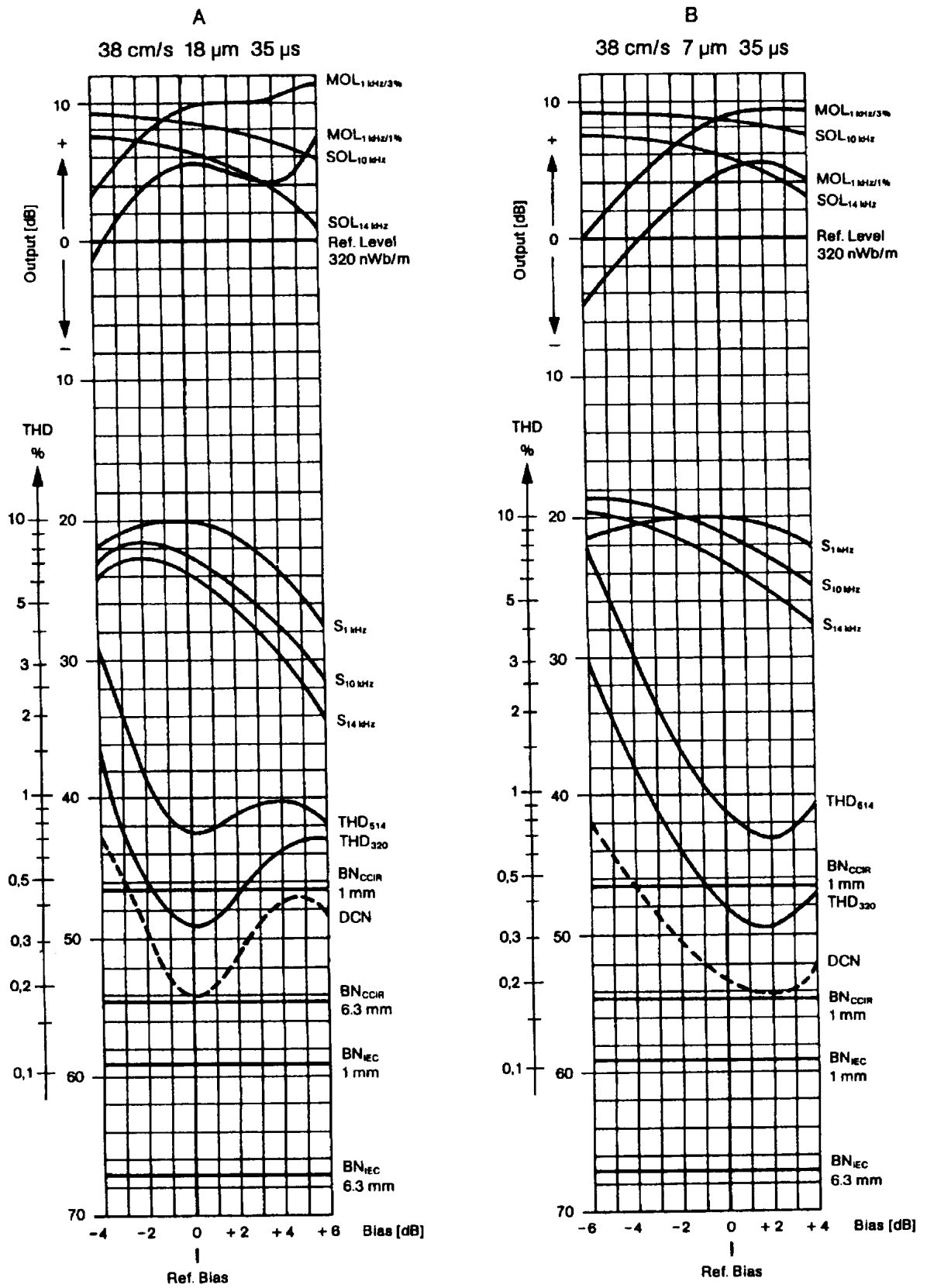


Bild 4 Arbeitskennlinien von Magnetband

Frequenzgang Messungen...

Als Techniker weiß man zwar, daß sich bei Bandmaschinen der Frequenzgang mit wenigen Einzelmessungen gut linearisieren läßt, aber nur ein Sweep über den gesamten Bereich schafft vollends Klarheit über die erreichte Leistungsfähigkeit. A1 und A2 besitzen hier gleich mehrere nützliche Features. So läßt sich die Anzahl der Meßschritte während des Sweeps umschalten, der Sweep dadurch beschleunigen. 200 Schritte machen im mittleren Frequenzbereich bei Bandmaschinen keinen Sinn, da hier der Frequenzgang nur sehr geringen und gleichmäßigen Amplitudenänderungen unterworfen ist.

Noch mehr Zeit kann man allerdings mit einem selbst erstellten Table-Sweep sparen. Dazu benötigt man die PC-Software AS03. In dieser definiert man alle gewünschten Meßpunkte einzeln, und überträgt die erstellte Tabelle entweder dauerhaft in das A2, oder steuert A1/A2 über die Software (und beispielsweise ein Notebook) mit dieser Tabelle. In der Praxis heißt das: Im welligen Tieftonbereich circa 20 Schritte im 200er Raster, im linearen Mittenbereich 10 Schritte im 30er Raster, und im steilflankig endenden Hochtonbereich wieder 20 Schritte im 200er Raster. Selbst wenn man insgesamt 59 Schritte verwendet, entspricht das sichtbare Ergebnis einem 200 Punkte Sweep, nur eben schneller und speichersparend, da die Meßwerte speziell an die Problemzonen angepaßt sind.

Ein solcher Table Sweep, der TONBAND.SWT heißen könnte, ist am A2 per Doppelclick der SWEEP MODE Taste anwählbar. Im Display Mode GRAPH erscheint der Name in der unteren Statuszeile, so daß der Benutzer jederzeit über die verwendete Sweep-Art informiert ist. **Bild 5** zeigt eine mit 59 Punkten gemessene Kurve einer Studer 16-Spur, die in ihrer Qualität und Aussagekraft bei konstanten Schritten mindestens 200 Punkte erfordert hätte. Dank einer an typischen Eigenschaften von Bandaufnahmen angepaßten Schritt-Tabelle konnte der Sweep mit deutlich weniger Meßpunkten in einem Bruchteil der Zeit erfolgen.

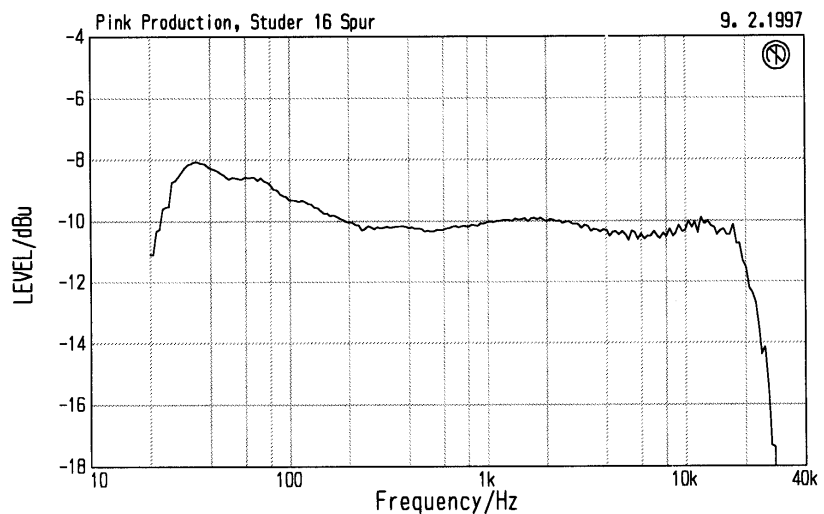


Bild 5 Frequenzgang mit 59-Punkte Sweep Table

...und Dokumentationen

Natürlich freut sich jeder Studiobesitzer, wenn man ihm nach erfolgtem Abgleich einen Meßschieb übergibt, der den hervorragenden Zustand seiner Maschine bestätigt. Das A2 bietet dazu drei Möglichkeiten:

- ☑ Im internen Grafikspeicher des A2 lassen sich - je nach Auflösung - mehrere Kurven ablegen. Diese können später an einem PC mittels der Software AS03 kommentiert und ausgedruckt werden. Interessant sind dabei sicher die Randspuren und ein oder zwei mittlere Kanäle.
- ☑ Man nimmt einen modernen, kleinen und leichten Tintenstrahldrucker mit ins Studio. Jeder Kanal wird 'gesweept', das Ergebnis sogleich ausgedruckt und per Hand nummeriert. Kein Problem, da A1 und A2 einen Druckeranschluß und die passende Druckeremulation an Bord haben.
- ☑ Im Handgepäck befindet sich kein Drucker, sondern ein Notebook. Wenn dieses einen Coprozessor besitzt, reicht selbst ein günstiges 386/25 Modell aus, die AS03 läuft dann bereits flott und ohne Warteschleife. Die gemessenen Kurven werden zum Notebook übertragen, dabei bereits nummeriert (Namensvergabe) und später nachbearbeitet.

Die Nachbearbeitung hat es in sich. So sind problemlos bis zu 8 Kurven in einem Diagramm unterzubringen, beispielsweise mit 5 dB Abstand. Dank der enormen Rechen- und Manipulationsmöglichkeiten der AS03 ist dabei jede 5 dB Linie die exakte 0 dBr Referenz. Dieser Umgestaltungsvorgang läßt sich über die AMSL, eine vom Benutzer leicht erlernbare Programmiersprache, sogar automatisieren und während der Messung ausführen. **Bild 6** zeigt ein Beispiel einer mit der AMSL Band_8 an einer LYREC 24-Spur vorgenommenen Messung. Für ein Gerät mit 24 Spuren sind dann insgesamt nur drei Ausdrücke nötig.

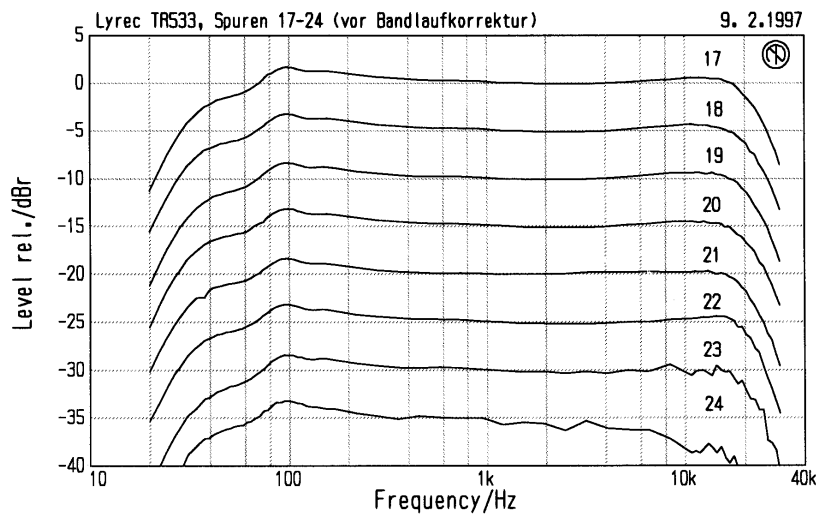


Bild 6 Mehrspurmessung mit der AMSL Band-8

Das Funktionsprinzip einer solchen Mehrspur-AMSL (**Bild 7**) ist denkbar einfach. Der Anwender gibt zuerst an, welchen Arbeitspegel die Maschine besitzt, und welchen 'Block' von Spuren er messen möchte. Dann erfolgt ein Sweep mit dem bereits beschriebenen optimierten TON-BAND.SWT. Nach einer Abfrage, ob die Messung wiederholt werden soll, verschiebt die AS03 die gemessene Kurve innerhalb der Grafik auf den obersten Querstrich. Die nächste Messung landet auf dem Querstrich darunter, und so weiter. Komfortable Statusanzeigen, Kommentare und eine einfache aber effektive Benutzerführung runden das 'Programm' ab. Diese AMSL steht natürlich allen A1 und A2 Besitzern kostenlos zur Verfügung.

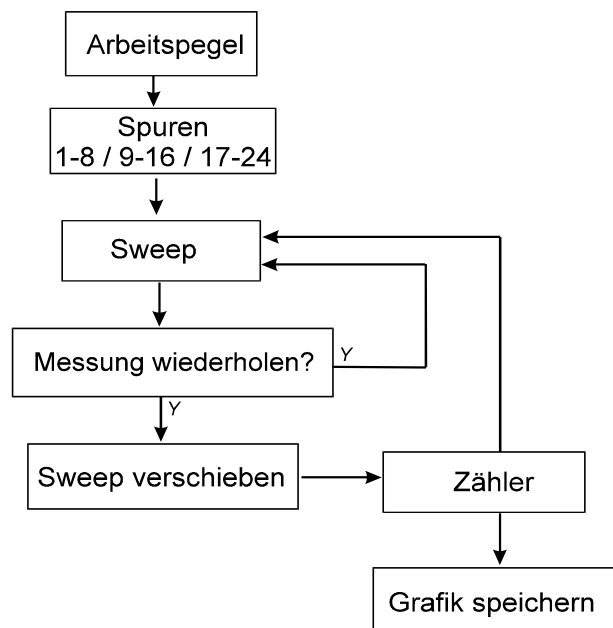


Bild 7 Ablaufdiagramm der Mehrspur-AMSL

Löschdämpfung

Zu den weniger alltäglichen Aufgaben gehört eine Prüfung der Löschdämpfung. Dabei wird festgestellt, ob der Löschkopf das bespielte Band in ausreichendem Maße löscht. Ein Fehlableich bringt oft in beiden Richtungen Nachteile, entweder eine unzureichende Löschung vorhandenen Materials, oder eine Einwirkung auf Vormagnetisierung und Frequenzgang. Informationen dazu sollten im Manual der jeweiligen Bandmaschine vorhanden sein. Prinzipiell nimmt man einen 1 kHz Ton mit hohem Pegel auf (circa +10 dB über Bezugspegel). Danach löscht man ihn, kontrolliert gleichzeitig über den Repro-Kopf das Restsignal. Wie immer sind hier 3-Kopf Maschinen im Vorteil, bei nur zwei Köpfen kommt man um ein langwieriges 'Trial and Error', sprich vor- und zurückspulen plus Kontrollmessung nicht herum.

Eine moderne Bandmaschine, eingemessen auf 510 nWb/m, erreicht einen unteren Rauschpegel von circa -62 dBu (RMS, Audio-Bandpass). Wie soll das A2 dann eine Löschdämpfung von typisch 80 dB messen können? Selbst mit einer Aussteuerung von +10 dB müßte das Restsignal doch im Rauschen untergehen! Stimmt, allerdings handelt es sich hier ja um einen breitbandig ermittelten Wert, der die effektive Energie des gesamten Rauschteppichs beschreibt. Eine FFT würde dagegen diesen 'Teppich' bei einem sehr viel niedrigeren Pegel zeigen. Ähnliches erreicht man mit dem selektiven Bandpass von A1/A2 über die Meßfunktion LEVEL SELEKTIV. Aus dem gesamten Rauschspektrum, welches im Hochtonbereich am energiereichsten ist, filtert der Bandpass einen schmalen Bereich um 1 kHz heraus. So ist die Löschdämpfung problemlos zu überprüfen und einzustellen. Eine zusätzliche Aktivierung des Hochpass und des Audio-Bandpass kann in diesem Zusammenhang nicht schaden.

Der im Sweep-Modus von LEVEL SEL mitlaufende Bandpass ermöglicht es auch, die spektrale Rauschverteilung der Bandmaschine darzustellen. Zwar bewirkt die Güte von 'nur' 5 eine Art Mittelung, das heißt einzelne Störfrequenzen und harte Pegelsprünge verwischen, das A2 kann mit üblichen 30-Band Audio-Analysern aber nicht nur mithalten, sondern übertrifft deren Analysemöglichkeiten sogar. Ein Beispiel zeigt **Bild 8**. Das Diagramm einer (laufenden) 24-Spur Maschine ohne Rauschunterdrückung zeigt Rauschminima von deutlich unter -70 dBu. Ebenfalls im Bild: Rest eines 1 kHz Sinus nach einmaligem Löschen. Wichtig zum Verständnis dieser Meßfunktion ist lediglich, daß der Generator über die interne Kopplung zwar den Bandpass über die Frequenz bewegt, jedoch das Generatorsignal selbst nicht interessiert, also auch nicht angeschlossen sein darf.

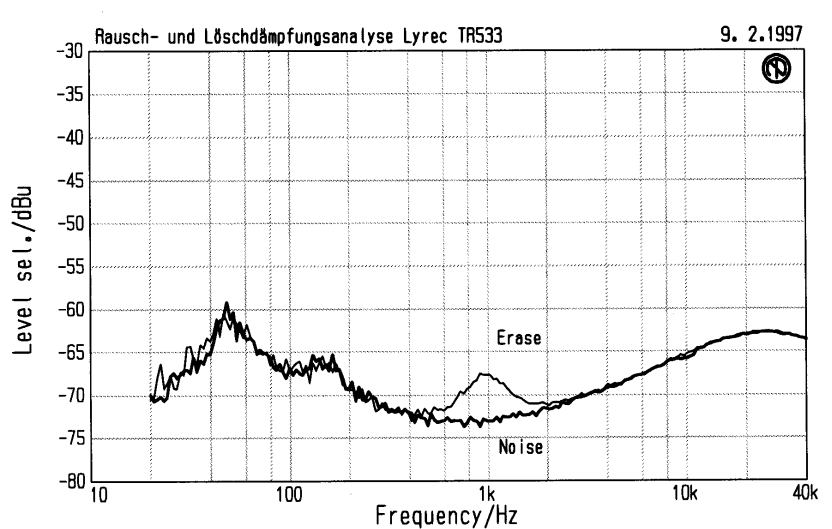


Bild 8 Messung von Löschdämpfung und Rauschspektrum

Mit dieser Methode kann man auch die Pilottonreste am Ausgang eines Stereotuners messen. Generator auf 19 kHz stellen, eine etwas ruhigere Passage abwarten (falls kein Prüfsender zur Hand ist), der niedrigste Wert ist in diesem Fall der richtige. Brummeinstreuungen in die A/W-Köpfe von Cassettenrecordern lassen sich durch geschickte Ausrichtung des eingebauten Netztransformators verringern. Um wirklich nur die 50 Hz des Trafos zu messen, ist der Generator auf 50 Hz einzustellen, und schon ergibt sich eine auf diesen Anwendungsfall spezialisierte Meßmethode.

Aussteuerbarkeit und Klirrfaktor

Wegen der starken Konkurrenz durch digitale Aufnahmesysteme sind in den letzten Jahren verbesserte Bandsorten vorgestellt worden. Deren Vorteile lassen sich mit dem A2 nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch überprüfen, und damit die Einhaltung der vollmundigen Werbeversprechen auch auf der eigenen Bandmaschine nachvollziehen. Mit der Meßart THD+N kann - natürlich - der Klirrfaktor der Maschine gemessen werden. Dies unterscheidet sich jedoch erheblich von üblichen Klirrmessungen an Verstärkern. Wegen des relativ starken Rauschens gehen die vom Band verursachten Nebenprodukte bei 'normalen' Pegeln im Rauschen unter, man mißt im Grunde nur Noise und nicht THD. Erst bei Überschreitung des Arbeitspegels ergeben sich sauber detektierbare Oberwellen, die jedoch nicht schlagartig ansteigen, sondern über einen weiten Bereich langsam zunehmen. Die vom Band bei Übersteuerung erzeugten Obertöne sind also pegel- oder genauer magnetisierungsabhängig. Außerdem unterscheidet sich das erzeugte Obertonspektrum deutlich von verzerrten Verstärkerstufen.

Während herkömmliche Elektronik auf Übersteuerung mit hauptsächlich ungeradzahligem Oberwellen reagiert (kalt und hart, unangenehm), ergibt eine Übersteuerung des Magnetbandes ein vollkommen anderes Obertonspektrum mit weicherem Einsatz. Viele Toningenieure benutzen den hierbei entstehenden Kompressoreffekt gezielt bei der Aufnahme. Wenig verwunderlich also, wenn die Industrie die 'überragenden' Eigenschaften ihrer Bänder auf einen Klirrfaktor von 3 % bezieht. Der dazugehörige Pegel ist von Maschine zu Maschine verschieden.

Mit dem A1/A2 ist eine Prüfung der maximalen Dynamik im Verhältnis zum Klirrfaktor einfach durchzuführen:

- Nach der Einmessung Audio-Bandpass aktivieren, um hochfrequente Rauschanteile oder Vormagnetisierungsübersprechen auszublenden.
- Meßfunktion LEVEL. Den Generatorpegel bei 1 kHz so weit erhöhen, bis 3% THD+N erreicht sind.
- Nun per Tastendruck zu L.REL wechseln (der aktuelle Generatorpegel bleibt erhalten), und SET REF drücken.
- Ein Druck auf MUTE ergibt eine direkte Anzeige der verfügbaren Dynamik, wie sie auch die Hersteller propagieren.

Ein mit +4 dBu / 510 nWb/m arbeitendes Gerät zeigt einen Referenzwert von circa +12 dBu an. Der Toningenieur besitzt also nach oben genug Headroom. Die neuen Bänder erreichen nach Druck auf MUTE erstaunliche 70 dB SNR (Signal to Noise Ratio). Da zur Schönung der Ergebnisse gerne auch Angaben mit A-Bewertungsfilter erfolgen, sei hier angemerkt, daß man damit circa 73 dB erreicht. Standard-Bänder weisen ungefähr 3 dB niedrigere Werte auf.

Über die bisher beschriebenen Messungen hinaus lassen sich natürlich noch weitere mit den As(sen) durchführen. Interessant ist sicher der maximale Ein- und Ausgangspegel der Hardware einer Bandmaschine. Da die gutmütigen Bandverzerrungen recht hohe Pegelspitzen erlauben, sollte die Elektronik einen ausreichenden Headroom besitzen. Zum Test gibt es zwei Möglichkeiten. Im Monitor-Mode wird das Signal innerhalb der Maschine durchgeschliffen, es läßt sich so schnell der an den Eingangs- und Ausgangsstufen maximal mögliche Pegel bestimmen. Dieser wird meist im Bereich der Versorgungsspannung heutiger OP-Amps liegen (± 15 V), so daß unsymmetrisch +21 dBu, symmetrisch +27 dBu möglich sind.

Unberücksichtigt bleiben hier Record- und Sync/Repro Elektronik, deren gelungene Anpassung eigentlich reine Sache des Herstellers ist. Es ist aber durchaus möglich, durch einen geräteinternen Fehlableich (z. B. der VU-Meter und des Pegels der Ausgangsstufe) den vorgesehenen Dynamikbereich so zu verschieben, daß statt weich einsetzender Bandverzerrungen echtes Clipping hörbar wird! Da sich die Maschine nach außen relativ normal verhält, muß dies auch nicht unbedingt sofort auffallen. Mit dem A2 allerdings ist der Unterschied leicht zu detektieren. Die Mithörfunktion im THD+N Modus zusammen mit dem Bargraph läßt keinen Zweifel daran, ob es sich um 'weiche' Verzerrungen oder hartes Clipping handelt. Bei der Überprüfung der maximalen Bandaussteuerbarkeit ist also über den eingebauten Lautsprecher eine weitere wichtige Kontrollmöglichkeit vorhanden.

Cassettenrecorder

Tape-Decks sind aus verschiedensten Gründen auch im professionellen Bereich ein 'Muß'. Auch sie erfordern eine ständige Pflege und Wartung. Wegen der - verglichen mit Profi-Bandmaschinen - nur sehr bescheidenen Dynamik und Aussteuerbarkeit des Bandes sind bei Messungen jedoch einige Besonderheiten zu beachten.

Internationaler Standard ist der Dolby-B-Pegel, gemessen bei Wiedergabe einer Referenzcassette mit 200 nWb/m bei 400 Hz. Genauere Spezifikationen des jeweiligen Gerätes enthalten Bedienungsanleitung oder Manual, üblich ist hierbei jedoch eine Anzeige von +3 dB auf den Aussteuerungsanzeigen. Oft ist der Wiedergabepegel identisch mit dem des Dolby-ICs, so daß am Ausgang der Cinchbuchsen -2 dBu bis -3 dBu liegen.

Wegen der geringen Spurbreite neigt das Cassettenband sehr früh zur Pegelkompression, besonders im Hochtonbereich erfordert die geringe Höhenaussteuerbarkeit ein Arbeiten bei deutlich reduzierten Pegeln. Für einen sauberen Abgleich von Grundpegel und Frequenzgang empfiehlt es sich daher, den Sweep 20 dB unter dem Referenzpegel zu fahren. Da viele Tapedecks nur einen A/W-Kopf und somit keine Hinterbandkontrolle besitzen, ist ein spezieller Sweep erforderlich, damit A1/A2 sich bei der Wiedergabe auf diesen synchronisieren können. Dazu dient der Tape Sweep, welcher zuerst einen 1 kHz Startton aufzeichnet, und danach in festen Schritten von 0,5s bis 10s den gewählten Frequenzbereich durchläuft.

Leider weisen Cassettenrekorder meist auch recht hohe Gleichlaufschwankungen auf. Insbesondere 4- bis 8-kanalige Mehrspurgeräte erweisen sich als unfähig, einen Ton von 3.15 kHz ohne hörbare Modulation abzuspielen. Dies macht sich wiederum negativ bei der Messung des Frequenzganges bemerkbar, denn natürlich erschwert eine Frequenzmodulation die Erkennung der gemessenen Frequenz, und die Amplitudenmodulationen verhindern eine Erfassung gültiger Meßwerte.

Das Resultat dieser Widrigkeiten besteht in ungültigen oder fehlerhaften Sweeps, bei denen man schon während des Messens anhand der großen Sprünge auf dem Display erkennt, daß einige Frequenzen falsch erkannt oder sogar ausgelassen wurden. Allerdings bringen A1/A2 auch erweiterte Möglichkeiten mit, um in solchen Fällen trotzdem zu einem vernünftigen Ergebnis zu kommen. Zum einen empfiehlt sich eine Erhöhung der Zeit über 'Tape Freq - Setup'. Schritte mit nur 0.5s Dauer lassen sich in der Praxis nur auf digitalen Medien anwenden, da dort die Wiedergabe keinerlei Modulation unterworfen ist. Für Cassettenrekorder empfehlen sich 1s oder 2s pro Schritt.

Darüberhinaus läßt sich der Sweep über die Schrittzahl (RESOLUTION LOW/HIGH) an die Problemzonen des Bandes anpassen. Wie auch bei professionellen Bandmaschinen ist der Frequenzgang nur im Bass- und Hochtonbereich größeren Änderungen unterworfen. Um Zeit zu sparen, und den Sweep spürbar zu beschleunigen, kann der Anwender jederzeit die Schrittzahl verändern.

Der gesamte Vorgang läuft dann wie folgend ab:

- Der Generator des A2 steht im LEVEL-Mode auf 1 kHz, Pegel -10 dBu, die (2-Kopf) Maschine pausiert im Record-Mode.
- Tape-Deck auf +3 dB aussteuern, Dolby wahlweise ein- oder ausschalten. Generatorpegel auf -30 dBu senken.
- Nach Doppelklick auf SWEEP MODE den Modus Tape Freq aktivieren, im Setup 1.0 Sec/Step einstellen. Frequenzbereich 20 Hz bis 20 kHz definieren.
- RESOLUTION auf High, Display im GRAPH Modus.

Die unterste Zeile des Graph-Displays zeigt nun 'Tape 1.0 Sec/Step'. Das Tape-Deck wird gestartet, und zeichnet den 1 kHz Startton auf. Nach wenigen Sekunden aktiviert ein Druck auf DO SWEEP den Tape Sweep. Da das Einschwingen und Messen der Generatorfrequenz bei der späteren Wiedergabe dieser Aufzeichnung im Bereich 20 Hz bis 100 Hz besonders problematisch ist, erfolgt dieser Teil in kleinen Schritten. Sind 100 Hz erreicht, kann man problemlos zu 30 Schritten (LOW) wechseln. Ab 10 kHz sollten wieder kleinere Schritte im 200er Raster erfolgen, da dieser Bereich sonst sowohl durch das W&F als auch den starken Pegelabfall nicht korrekt dargestellt wird.

War das Meßgerät während der Aufzeichnung mit dem Ausgang des Rekorders verbunden, ist der Frequenzgang im Monitor-Betrieb, also beim Durchschleifen des Signales, bereits erfaßt. Diese Kurve kann im A2 schon gespeichert werden. Nach dem Zurückspulen des Bandes beginnt die Wiedergabe des 1 kHz Signals. Ein Wechsel von SWEEP MODE INT auf EXT startet den automatischen Meßvorgang. Das Meßgerät erkennt den 1 kHz Sinus als Startreferenz und gibt im Display 'Tape STARTING' aus. Der erkannte Beginn des Sweeps wird mit 'Tape RUNNING' gemeldet.

Damit die kleinen Schritte im Bassbereich auch alle zu Meßwerten führen, ist während der Wiedergabe die RESOLUTION unbedingt auf HIGH zu stellen. Das A2 erwartet sonst größere Schritte, und läßt viele Meßpunkte unberücksichtigt. Das Beibehalten der Einstellung HIGH während der schnelleren Phase mit großen Schritten ist jedoch ohne Nachteile.

Messungen bis 40 kHz erweisen sich in der Praxis als wenig nützlich. Über 16 kHz ist bei den wenigsten Tape-Decks noch ein brauchbarer Pegel zu messen, dafür aber verrät der Monitorlautsprecher das Vorhandensein von Spiegelfrequenzen, die das Meßergebnis verfälschen, und sogar deutlich sichtbar im Sweep auftauchen können.

Der gemessene Frequenzgang des Cassettenrekorders kann (wie alle Messungen) natürlich auch direkt vom A1/A2 auf einen Drucker ausgegeben werden. Dazu stehen mehrere Standard-Drucker Emulationen bereit, wie beispielsweise HP Deskjet. So stehen als Ausgabegerät nicht nur Tintenstrahldrucker, sondern alle mit einer Laserjet-Emulation versehenen Drucker bereit. **Bild 9** zeigt einen mit einem HP4P Laserjet erzeugten Ausdruck.

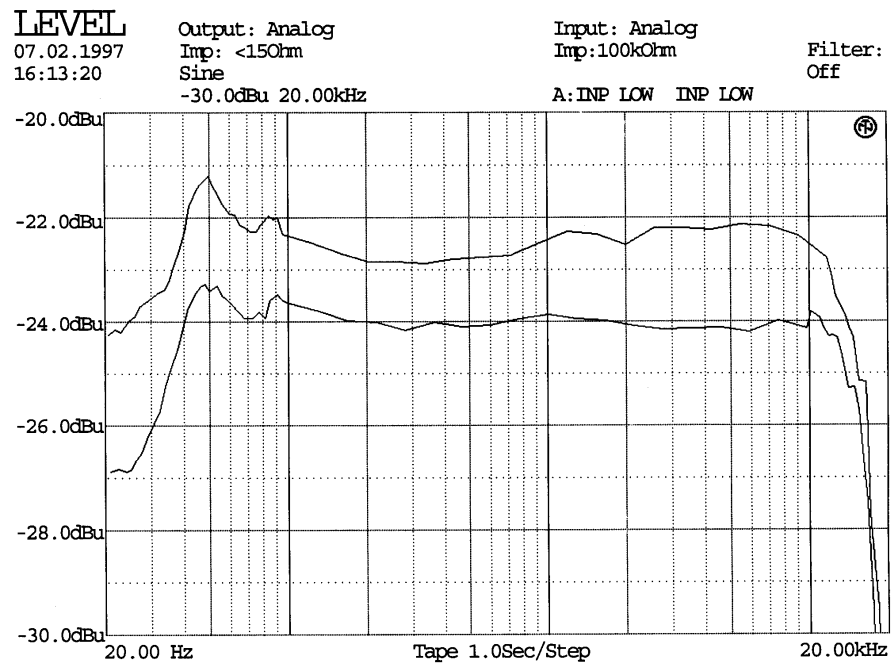


Bild 9 Direkter Ausdruck des A2 auf HP Laserjet

Fehlersuche und Reparatur

Damit sind aber noch längst nicht alle Möglichkeiten der effektiven Nutzung des A1/A2 beschrieben. Als weiteres Beispiel sei hier auf die praxisgerechte Nutzung bei Fehlersuche und Reparatur verwiesen. Dazu verwendet man einen üblichen Oszilloskoptastkopf (1:1) und einen XLR/BNC Adapter. Schon haben sich A1/A2 in einen selbsteinstellenden Signalverfolger verwandelt, der dank Autoranging, schaltbarer Filter und wählbarer Einheit (Volt, dBu, dBV) alle in Werkstätten üblichen Signalverfolger weit hinter sich läßt. Dies gilt insbesondere für Klirrfaktormessungen. Defekte ICs (beliebt und schwer zu finden sind OP-Amps, die nur bei Signalanregung Störgeräusche produzieren) lassen sich dank des Monitorlautsprechers, über den nur das vom Notchfilter bearbeitete Restsignal zu hören ist, schnell lokalisieren.

Zusammenfassung

Aus der Sicht des Anwenders bilden A1 und A2 begeisternde Meßsysteme, sei es mit oder ohne PC-Interface. Mit ihnen ist der komplette Service an Bandgeräten auf schnelle und komfortable Weise möglich. Dabei arbeitet der Techniker mit nur *einem* Gerät, welches alle nötigen Meßfunktionen unter einer intuitiv und einfach zu bedienenden Oberfläche vereint. Das mühselige Umstecken von Kabeln und Wechseln zwischen mehreren Geräten entfällt. Dank hoher Meßgenauigkeit bleibt an den erzielten Meßergebnissen kein Zweifel.

NTIs Audio und Testsysteme stellen für den Studio- und Rundfunkbetrieb uneingeschränkt empfehlenswerte Geräte dar, welche helfen Zeit und Kosten zu sparen. Die Auf-listung der reinen Meßarten zu Beginn vermittelt wenig von den umfassenden, universellen und selbst den erfahrenen Meßtechniker immer wieder erstaunenden Möglichkeiten.