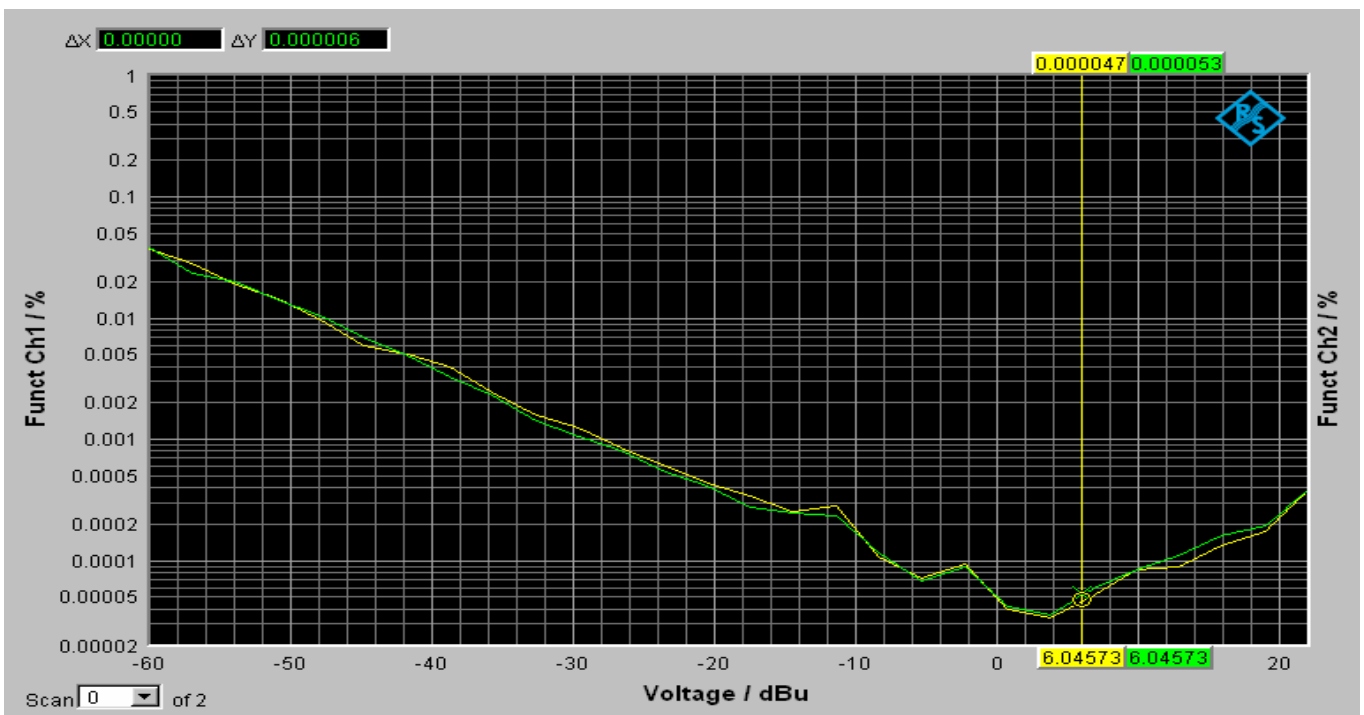


AUDIO-SIGNALQUALITÄT ANALOG

Dieser Messschrieb zeigt kanalgetrennt die typischen, extrem geringen Nichtlinearitäten bei einer Verstärkung von 1 [0 dB] und verschiedenen Eingangspegeln von -60...+22 dBu am MTX-Monitor.V3a.

Untere Skala zeigt den Pegel, linke Skala die zugehörigen THD-Werte berechnet aus $k_{2..k9}$ in %. Von -8...+10 dBu Leitungspiegel liegen die THD-Werte beider Kanäle unter 0.0001%! Selbst bei Signalen um -60 dBu, dies entspricht z.B. den leisesten, kaum noch hörbaren Stellen in einer Symphony-Orchester-Aufnahme, betragen die gesamten THD-Verzerrungen nur 0,04%. Das Minimum liegt bei Eingangssignalen von 0...+6,0 dBu (ca. 1,55 Volt), durch Cursor markiert, in der Größenordnung von 0,00005% und ist für Pegelsteller im Digital-Audiobereich bis heute nicht erreichbar. Die meisten der im HiFi-Bereich verwendeten Verstärker zeigen bei solch einem Test Verzerrungen die 1..2 Größenordnungen höher liegen. Selbst der verwendete "Rhode & Schwarz" Audio-Analyzer UPV, der zu den besten Testgeräten für solche Messungen überhaupt gehört, stößt hier fast an seine Auflösungsgrenzen. Die Stufen im Messschrieb werden durch die automatische Messbereichsumschaltung des Analyzers während der Messung erzeugt und stammen nicht vom MTX-Monitor.



Das Massekonzept im MTX-Monitor V3a

Voraussetzung für die exzellente Kanaltrennung der Eingänge des MTX-Monitor.V3a von über 120 dB bei 1kHz ist das außergewöhnliche Massekonzept dieses Gerätes. Störströme oder ungenutzte Eingänge werden bei anderen Konzepten üblicherweise nach Masse geschaltet. Diese Störsignale bleiben auch bei stärksten Leiterbahnen und großflächigsten Schirmflächen auf der Platine. Das Ergebnis sind teilweise deutlich hörbares Übersprechen oder zusätzlich eingestreute Verzerrungskomponenten.

Im MTX-Monitor.V3a wurde ein völlig neuer Weg beschritten um diese Problematik weitgehend zu beseitigen. Störströme und Signalanteile von nicht angewählten Signalquellen werden nicht in die Audiomasse abgeleitet sondern über eine getrennte virtuelle „Dummy-Masse“, die keine ohmsche Verbindung zur Audiomasse hat, kurzgeschlossen. Selbst relativ hohe Signalströme im Kopfhörerverstärker gelangen nicht, wie sonst üblich, auf die Audiomasse. Diese Ströme werden durch eine aktive, künstliche Masse abgefangen und durch Rückspeisung ins Netzteil unschädlich gemacht. Ohne diese Schaltungstechnik wäre eine hohe Kanaltrennung auf solch kleinem Raum kaum möglich. Die erreichten Verbesserungen gegenüber üblichen Entwicklungen liegen ca. beim Faktor 10.

Zusätzlich wurde erheblicher Aufwand in der Stromversorgung geleistet um auch noch so geringe Störungen nicht in die Audiomasse zu speisen. Das Netzteil erzeugt extrem stabile und reine Versorgungsspannungen (das Rauschen bei Vollast liegt bei ca. 30µV!). Die digitalen Steuerungen haben eine eigene Masse und Stromversorgung. „Ultra-Low-Drop“- Schaltungen für alle Versorgungsspannungen lassen nur geringe Wärme im Gerät entstehen. Trotz hohem Aufwand und digitaler Pegelsteuerung kommt der MTX-Monitor.V3a mit nur 12 Watt Leistungsaufnahme aus. Dies kommt der Umwelt und auch der Lebensdauer des Gerätes zu Gute.

AUDIO-SIGNALQUALITÄT ANALOG

Phasenreinheit im MTX-Monitor.V3a

Der MTX-Monitor besitzt einige Funktionen die man bei gewöhnlichen „High-End“-Verstärkern vergeblich sucht, die aber im Tonstudio oder im Masteringbereich unverzichtbar sind. Dies ist z.B. die Phasendreher-Funktion. Theoretisch wird ein Signal ausgelöscht, wenn es mit einem gleichartigen, um 180° phasengedrehten und absolut pegelgleichen Signal gemischt wird.

Beim MTX-Monitor ist diese Funktion realisierbar durch gleichzeitiges Aktivieren der Mono- und Phasendreher-Tasten. Bei einem Monosignal wird der Pegel jetzt um ca. 60 dB absinken (abhängig von der Pegelgleichheit der beiden Kanäle der Signalquelle). Außerdem beeinflusst der relative Phasengang der beiden Kanäle den Klang (Frequenzgang) bei dieser Testeinstellung.

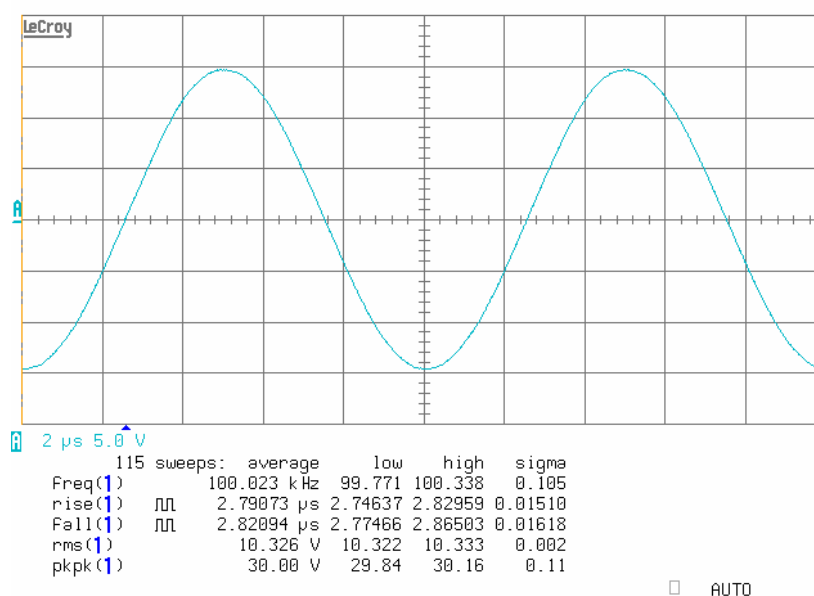
Mit dieser Funktion lassen sich Pegelungleichheiten einer Signalquelle schnell erkennen (je größer die Auslöschung um so besser die Kanalgleichheit) und je geringer der Klangunterschied zwischen dieser Testfunktion und dem Normalbetrieb um so phasenreiner ist der relative Phasengang der Audioquelle. Falls das sendende Gerät Pegelunterschiede zwischen links und rechts erzeugt und die Ausgänge dieses Gerätes abgleichbar sind, kann durch Abhören mit dieser Funktion die Signalquelle auch ohne Verwendung von genauen Messinstrumenten auf Pegelgleichheit (in dieser Testfunktion auf minimale Lautstärke) abgeglichen werden!

Die extrem geringe relative Phasendrehung des MTX-Monitor.V3a von unter 0,5° zwischen links und rechts sowie die hervorragende Pegelgleichheit von typisch 0,01..0,02 dB erlauben solch außergewöhnliche Tests der angeschlossenen Audiogeräte.

Frequenzgang des MTX-Monitor.V3a

Der MTX-Monitor hat einen typischen Frequenzgang von unter 1Hz...500 kHz +/- 1 dB. Selbst extrem kurze, aber hohe Signalimpulse werden daher sauber verarbeitet und können den Verstärker nicht überfordern. Transiente Intermodulationsverzerrungen treten durch die sehr schnell arbeitenden Verstärkerstufen praktisch nicht auf.

Testsignal Bild 1: Großsignalbandbreite des MTX-Monitor. Sinussignal 100 kHz bei einem Pegel von ca. 10V rms bzw. 30Vpp (entspricht ca. +22 dBu Leitungspegel). Selbst größte Audiosignale mit höchsten Frequenzen weit über dem Hörbereich können die Verstärker sauber übertragen. Diese Messkurve zeigt, dass das Gerät ideal auch für die neuesten Digital-Audio-Quellen, welche mit bis zu 192 kHz Abtastrate arbeiten, eingesetzt werden kann.

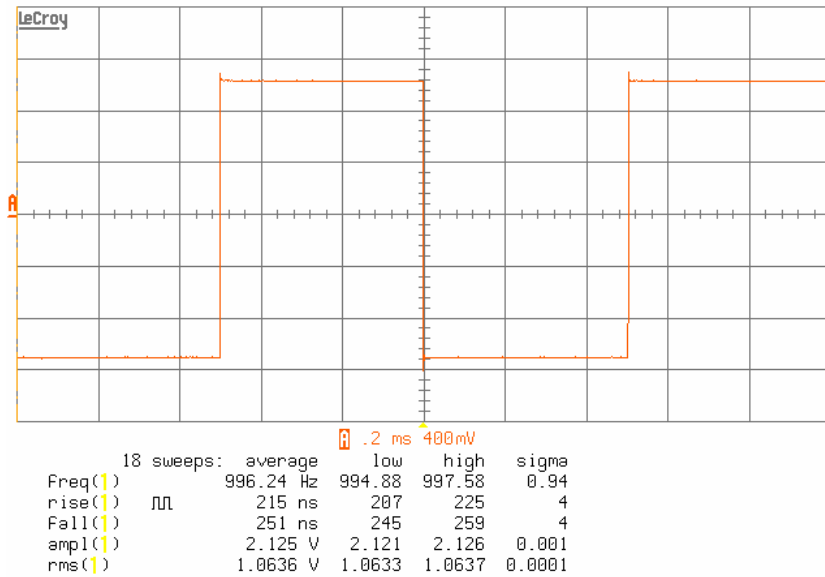


AUDIO-SIGNALQUALITÄT ANALOG

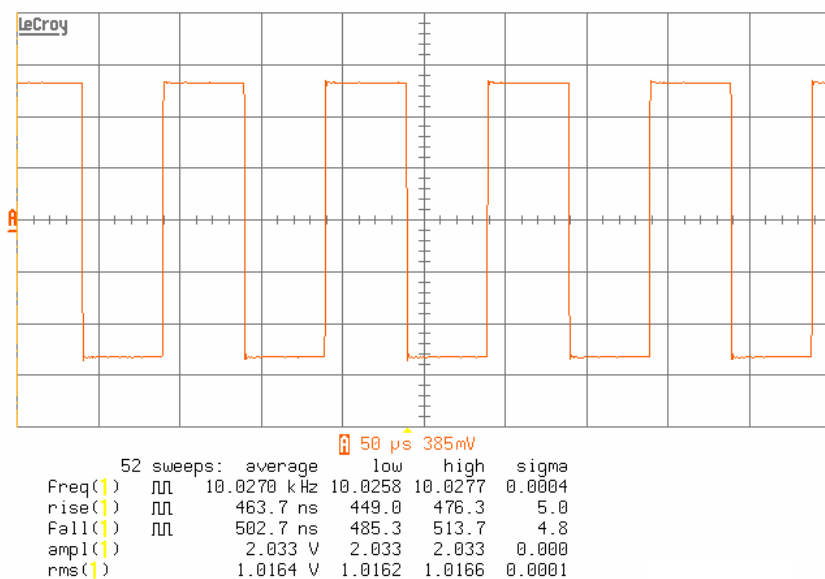
VERSTÄRKERPFAD E :

Der MTX-Monitor.V3a ist mit sehr breitbandigen Verstärkerzügen ausgestattet die eine außergewöhnliche Signalübertragung gewährleisten. Dies belegen eindrucksvoll nachfolgende Messschriebe. Angesteuert wurde der auf 0 dB Verstärkung (Eingangssignalpegel = Ausgangssignalpegel) eingestellte MTX-Monitor.V3a mit Rechtecksignalen eines schnellen Pulsgenerators.

Testsignal Bild 1: 1 kHz bei einem Pegel von ca. 2V Spitze-Spitze an einem typ. Lastwiderstand von 10 k Ω . An der kaum sichtbaren Dachschräge ist der weite Frequenz- und saubere Phasengang im Bassbereich erkennbar.



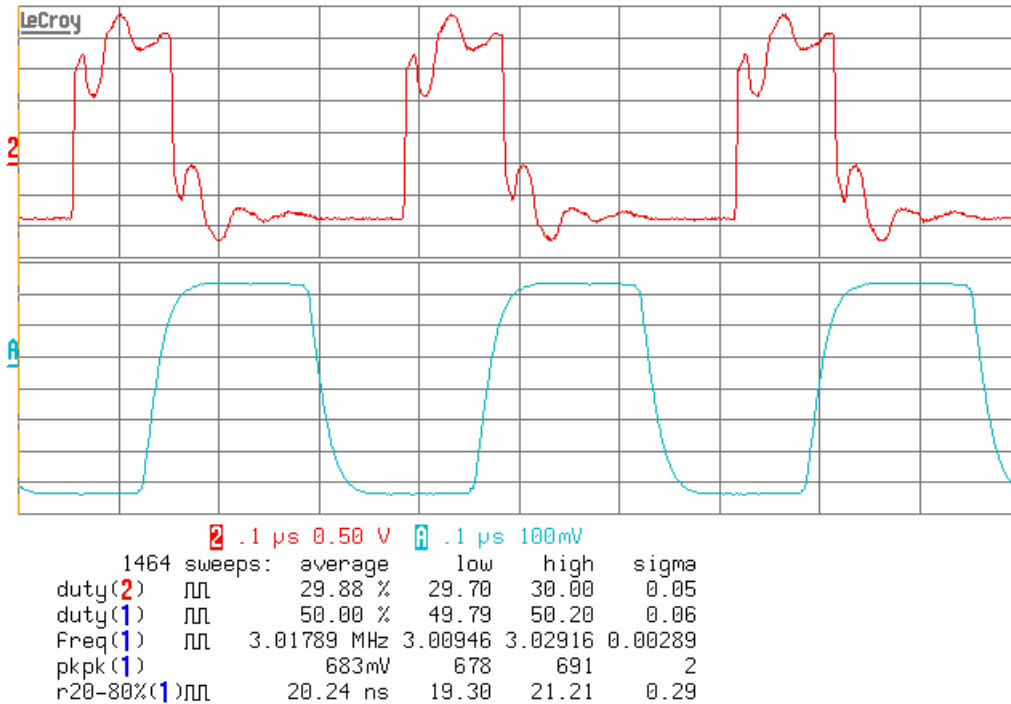
Testsignal Bild 2: 10 kHz bei einem Pegel von ca. 2V Spitze-Spitze. Lastwiderstand des Oszilloskop bei dieser Messung: 50 Ω . Die sehr steilen Flanken lassen auf den weiten Frequenzgang und die sehr geringen Phasendrehungen des MTX-Monitor.V3a im Hochtonbereich schließen. Auch schnellste Impulse werden exakt wiedergegeben!



AUDIO-SIGNALQUALITÄT DIGITALE ROUTER

EIN- und AUSGANGSVERSTÄRKER :

AMS-2 DAR und PAS-8 sind nicht nur als Aufnahmesignal-Umschalter, sondern vor allem als hochwertige **Monitor-Matrix** in Verbindung mit einem externen D/A-Wandler konzipiert. Um die dafür erforderliche hohe Signalqualität zu garantieren, arbeiten alle Ausgänge dieser Router mit einer automatischen "Duty-Cycle"-Nachregelung (positive und negative Pulsweiten werden einander angeglichen). Dadurch wird die Bit-Breite (Tastverhältnis) auch bei sehr unterschiedlichen Eingangspegeln und verschiedenen Anstiegs- und Abfallzeiten des am Eingang anliegenden Signals weitgehend konstant gehalten. Dies gilt auch für den Insert (Einschleifweg) im PAS-8.



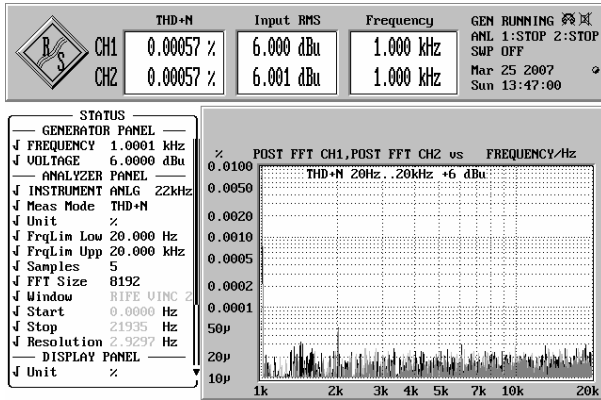
Oben stehendes Diagramm veranschaulicht die Arbeitsweise der Duty-Cycle-Regelung. Die obere rote Kurve zeigt ein stark fehlangepasstes Eingangssignal mit zusätzlich im Verhältnis 30/70 stark verschobenem Tastverhältnis (oberste Zeile der Messwerte). Der Signalpegel beträgt ca. 3,5V_{ss}. Die untere blaue Kurve zeigt das vom PAS-8 korrigierte, saubere Ausgangssignal mit einem Tastverhältnis (Duty-Cycle-Symmetrie) von typisch 50 % (2..5. Zeile der Messwerte) !

Gut zu erkennen sind auch die genau definierten, überschwingerfreien Anstiegs- und Abfallzeiten sowie die Verzögerungszeit zwischen Ein- und Ausgang. Die Verzögerungszeit für den Monitorweg von einem Eingang direkt zum Ausgang beträgt ca. 60 nS (Nano-Sekunden) und ca. 70 nS für den Recordweg. Bei zugeschaltetem Insert im PAS-8 addieren sich weitere 30 nS. Durch diese extrem kurzen Verzögerungszeiten ist selbst das Einfügen in vernetzte, synchrone Studioanlagen möglich.

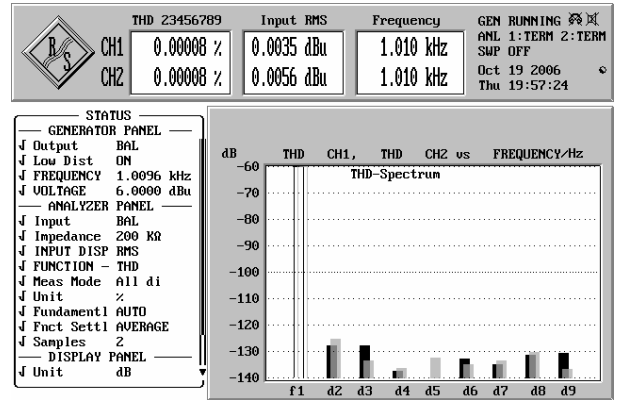
Alle Verstärkerstufen sind auf minimalstes Jitter optimiert.

MTX-MONITOR.V3a Technische Daten (typische Messwerte)

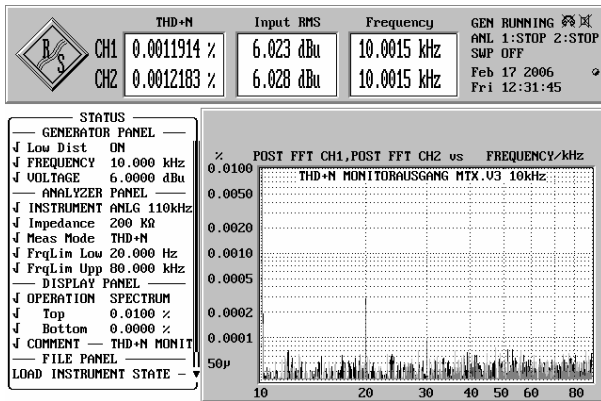
Nachfolgende typische Messergebnisse wurden an einem Seriengerät MTX-MONITOR.V3a am symmetrischen Monitorausgang gemessen mit üblichem Lastwiderstand von 10 kΩ bei Leitungspegeln von +6,0 dBu und 0,0 dB Verstärkung, soweit nicht anders angegeben. Symmetrische Einspeisung über XLR-Buchsen Eingang 1. Die genaue Konfiguration des Analyzers ist jeweils im linken Block angegeben.



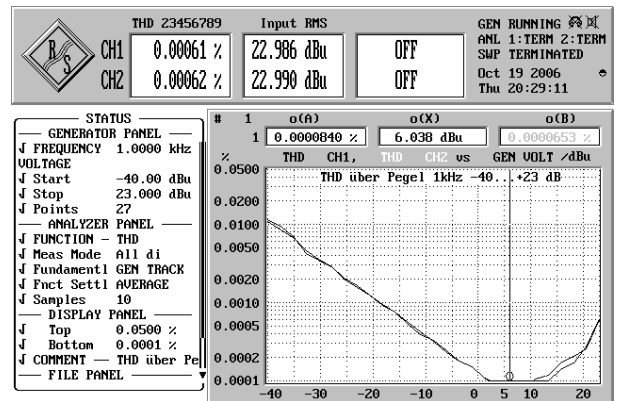
THD+N Spektrum Monitor,sym. Eingang bei 1 kHz



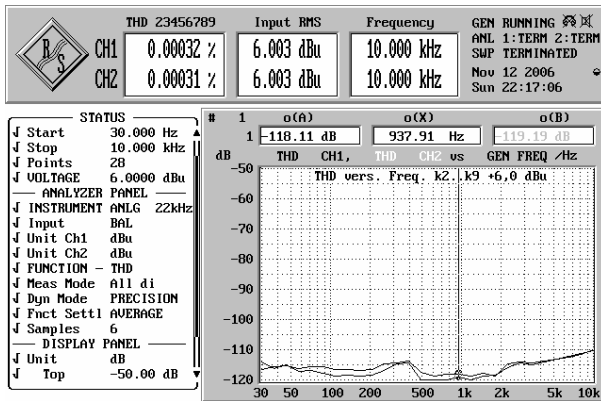
THD bei 1 kHz Record, sym. Eingang (k2..k9 bewertet)



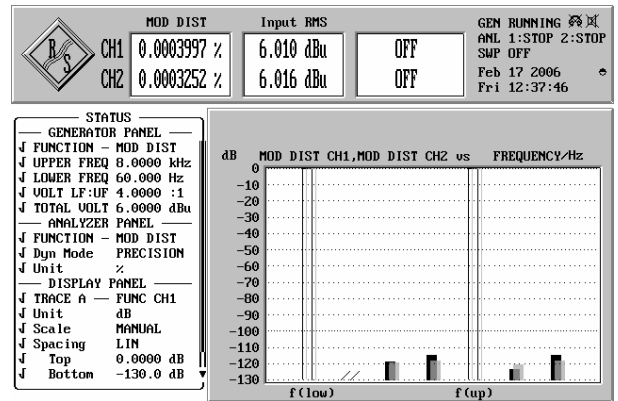
THD+N Spektrum Monitor 10 kHz (bew. von 20 Hz...80 kHz)



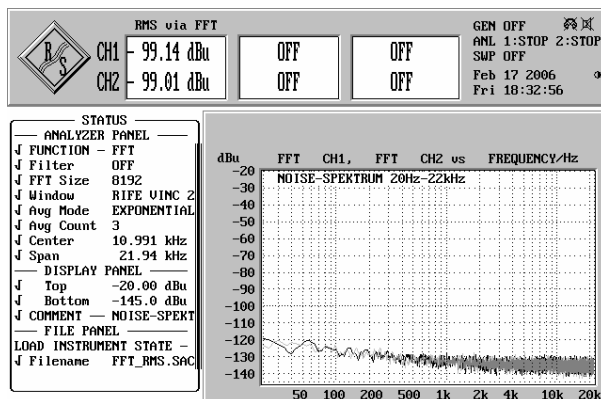
THD über Pegel bei 1 kHz von -40..+23 dBu (k2..k9 bewertet)



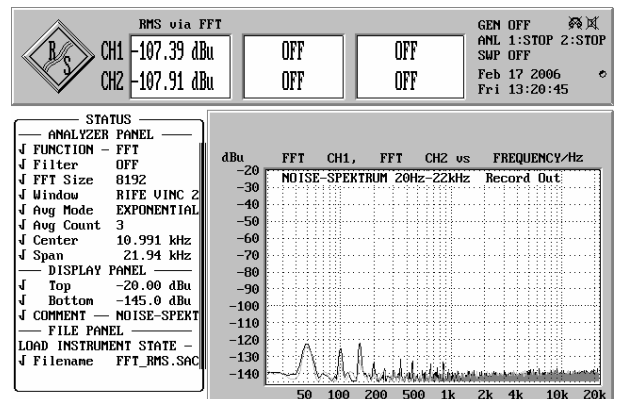
THD über Frequenz sym. In > sym. Out (400Hz-Spitze vom Analyzer)



Intermodulation 8kHz/60Hz

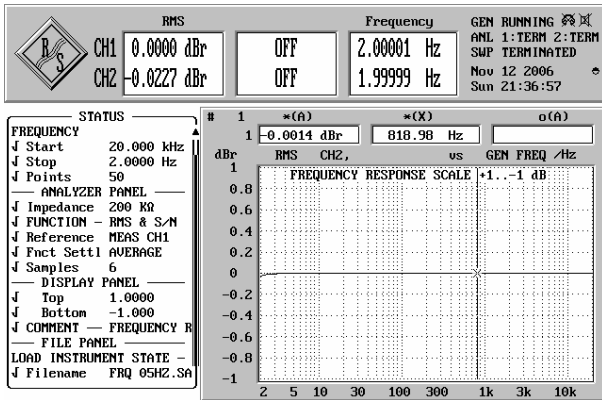


„Noise“-Spektrum sym. Monitorausgang (Verstärkung 0,0 dB)

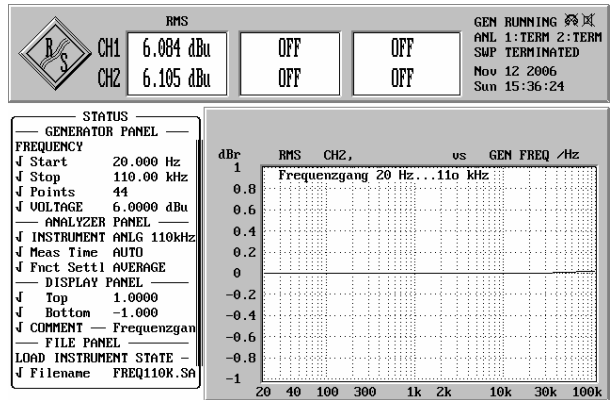


„Noise“-Spektrum Recordausgang

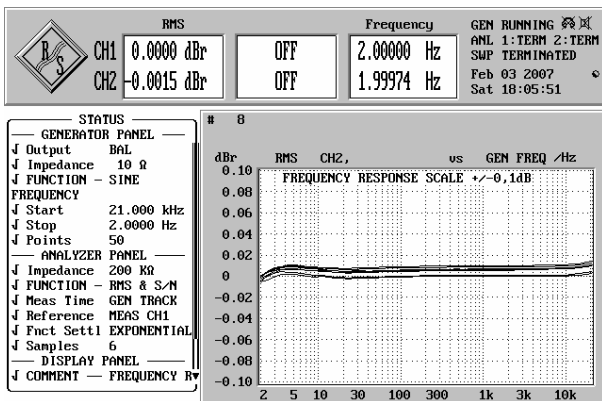
MTX-MONITOR.V3a Technische Daten (typische Messwerte)



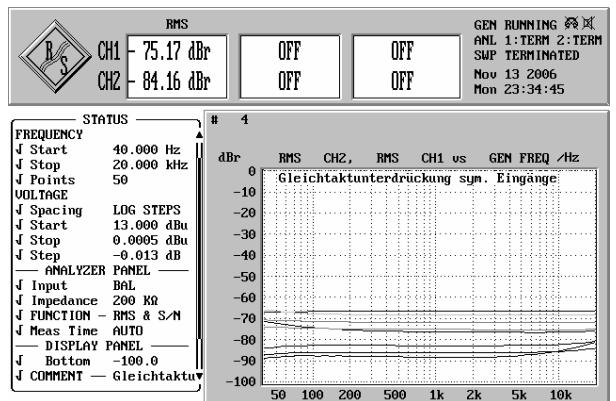
Frequenzgang Monitorweg 2 Hz...20 kHz Skala: +/- 1dB



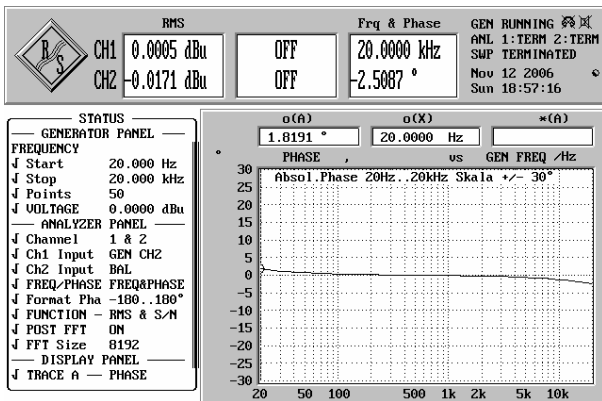
Frequenzgang Monitorweg 20 Hz...110 kHz Skala: +/- 1dB



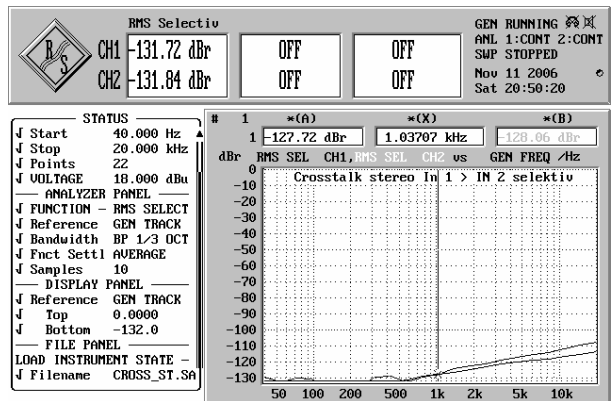
Pegeldifferenzen der 4 sym. Stereoeingänge über Frequenz



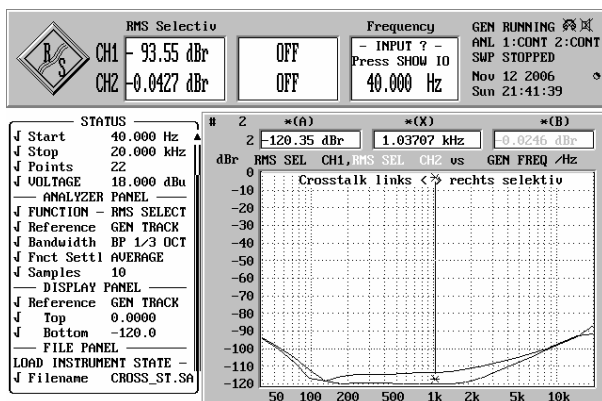
Gleichtaktunterdrückung aller sym. Eingänge über Frequenz



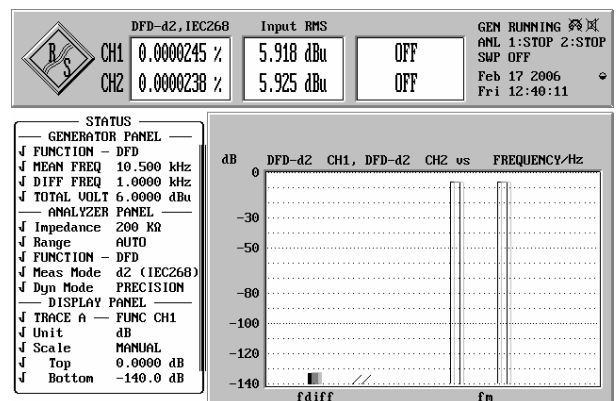
Phasengang Monitorweg 20 Hz... 20 kHz



Übersprechen Eing. 1 L+R auf Eing. 2 (mit 470hm abgeschlossen)



Übersprechen links > rechts und rechts > links 40Hz...20kHz



Differenzfrequenz-Verzerrungen bei +6 dBu Leitungspegel

JITTERANALYSEN :

Bei der digitalen Audiosignalübertragung wird die Tonqualität hauptsächlich durch kurzzeitige Zeitverschiebungen (Jitter) der einzelnen Flanken verschlechtert. Für hochwertige Übertragung sollte der Jitter daher so gering wie möglich sein.

Die im Router angewandte aktive Schaltungstechnik garantiert geringen Jitter und ist daher auch für die Verwendung vor einem DA-Wandler bestens geeignet. Durch die zusätzliche DUTY-CYCLE-Korrektur wird unabhängig von Signalpegeln und Tastverhältnis (Mittelwert des Zeitverhältnisses der „positiven“ und „negativen“ Bits) der angewählten Quelle ein gleichspannungsfreies Signal ausgegeben und mögliche Jitterbildung durch die Tiefpasswirkung einer angeschlossenen Leitung verringert. Nachfolgende Messkurven eines Jitter-Analyzers am PAS-8 bzw. AMS-2 DAR gemessen belegen die extrem jitterarme Signalverarbeitung.

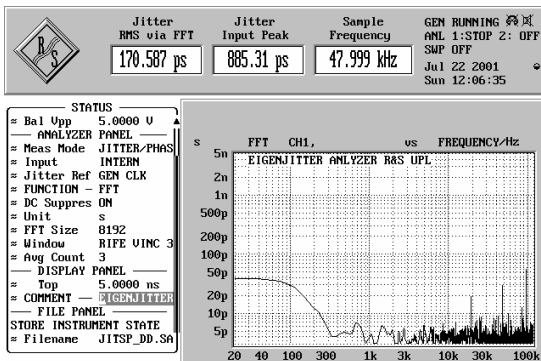


Bild 1 :
 Auf dem Messschrieb links ist das Jitterspektrum des Testgerätes (Rhode & Schwarz UPL) selbst dargestellt. Alle Skalierungen der Messschriebe sind identisch. Es wurde der Messbereich von wenigen Hz bis zu 120 kHz ausgewertet.

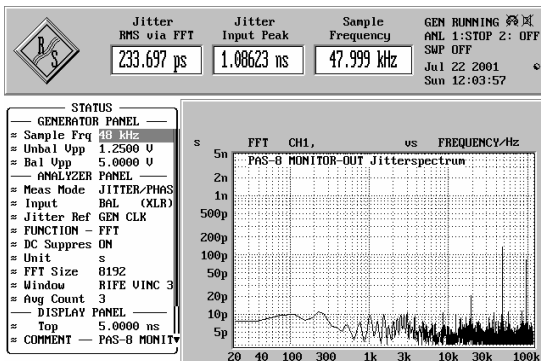


Bild 2 :
 Messung am Monitorausgang des PAS-8. Trotz der sehr hohen Auflösung des Messgerätes ist kaum eine Erhöhung des Jitters am Spektrum auszumachen. Die Messwerte liegen nahe an den Messgrenzen des Testgerätes. Der Spitzenwert des Jitters liegt bei etwa 1 Nano-Sekunde und der Effektive Jitter liegt unter 300 pS (10^{-12} Sekunden!). Die Einspeisung erfolgte über Eingang 1.

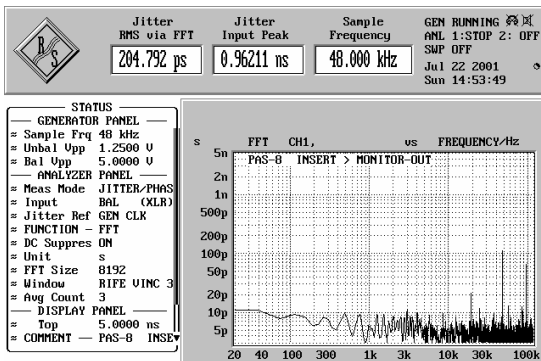


Bild 3 :
 Messung am Monitorausgang des PAS-8. Einspeisung erfolgte über Insert return. Trotz der sehr hohen Auflösung des Messgerätes ist kaum eine Erhöhung des Jitters am Spektrum gegenüber Bild 1 auszumachen. Auch hier liegt der RMS-Jitter unter 300 pS ! Der Spitzenwert des Jitters liegt bei etwa 1 Nano-Sekunde (10^{-12} Sekunden!).

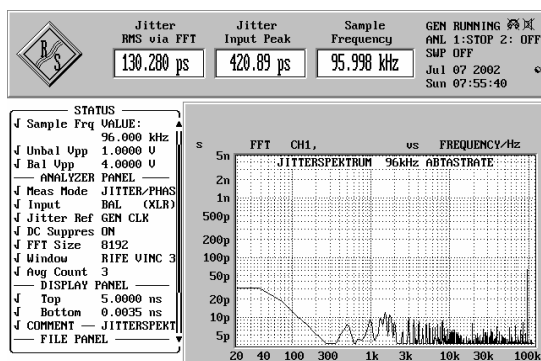


Bild 4 :
 Messung am Monitorausgang des PAS-8. Einspeisung des Audiosignals erfolgte über Eingang 1 mit 96 kHz Abtastfrequenz und einem Pegel von ca. 4Vss. Alle verwendeten AES/EBU-Kabel ca. 2m lang. Der RMS-Jitter liegt unter 150 pS ! Der Spitzenwert des Jitters liegt bei etwa 420 pS.