PRODUCTION PARTNER
Fachmagazin für Veranstaltungstechnik

Test
aus Ausgabe 09/2017



Digital-Mischpult
Yamaha Rivage PM10

Yamaha kann als Pionier bei der Entwicklung digitaler Mischpulte gelten. Yamahas neue Konsole der Oberklasse ist die Rivage PM10: Kann auch dieses Pult als Maßstab dienen?

» ... Das PM10 verkörpert das Spitzenprodukt bei Yamahas digitalen Mischpulten. ...«

Das Nachrichtenportal rund um die Medienwelt und -Technik

PRODUCTION PARTNER



Digital-Mischpult

Yamaha Rivage PM10

Yamaha kann als Pionier bei der Entwicklung digitaler Mischpulte gelten. Yamahas neue Konsole der Oberklasse ist die Rivage PM10: Kann auch dieses Pult als Maßstab dienen?



Text, Fotos und Messungen: Anselm Goertz | Zeichnung: Yamaha

Yamaha-Mischpulte finden sich praktisch in jedem Vermietbestand, diese Digitalkonsolen haben die Veranstaltungstechnik entscheidend geprägt. Was einige Zeit fehlte, war ein prestigeträchtiges „Topmodell“, das Yamaha nun mit dem PM10 anbietet. Dieses „Rivage PM10 Mixing- System“ nutzt als Flaggschiff der Yamaha-Mischpulte als Basis – und wie heute gängige Praxis – die drei Komponenten Console, DSP Engine und I/O-Rack. Die Verbindung zwischen diesen Komponenten erfolgt auf Basis von zwei ringförmig aufgebauten Netzwerken.

Vernetzte Mischpultstruktur

Die einfachste und auch minimale Konfiguration besteht aus der DSP Engine als Kern des Systems, einer über Netzwerkkabel angebundenen Console und einem über das optische TWINLANe-Netzwerk angebundenen I/O-Rack. Beide Arten von Netzwerk sind als Ring angelegt und bestehen so bei nur jeweils zwei zu verbindenden Geräten aus einer Hin- und einer Rückleitung. Durch die Ringstruktur wird die Redundanz sichergestellt. Ein Stand-Alone-Betrieb nur der Console ist nicht möglich, da diese als reine Bedieneinheit mit einigen wenigen Ein- und Ausgängen für periphere Aufgaben konzipiert ist und die gesamte Signalverarbeitung in der DSP Engine stattfindet.

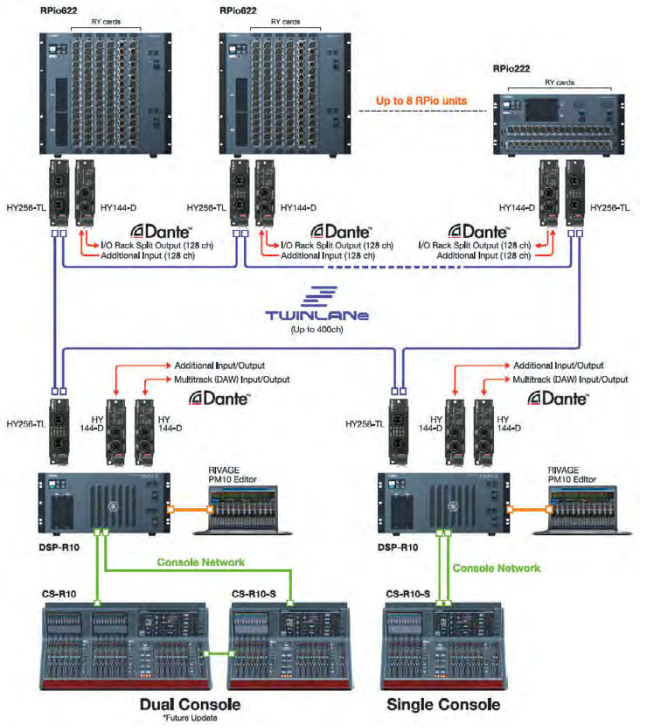
Ein etwas komplexeres System mit drei Consolen, zwei DSP-Einheiten und drei I/O-Racks zeigt Abb. 1. Die DSP Engines und die drei I/O-Racks sind über den blauen TWINLANe-Glasfaserring verbunden. Die Consolen sind über normale Netzwerkkabel, das Console Network, mit den DSP Engines verbunden. In der aktuellen Version noch nicht verfügbar, aber in Zukunft vorgesehen, ist der Betrieb von zwei Consolen an einer DSP Engine, die dann über den Console-Network-Ring mit Kabel verbunden werden. Die Kabellänge kann bis zu 100 m betragen. Das kann zur Erweiterung genutzt werden oder als Spiegelung zum Backup der Bedienoberfläche dienen. Werden zwei Consolen an separaten Standorten, z. B. FOH und Monitor, eingesetzt, wo es nur eine TWINLANe-Verbindung gibt, dann benötigen diese auch je eine lokale DSP Engine. Innerhalb eines TWINLANe-Rings können in der aktuellen Version maximal zwei DSP Engines und acht I/O-Racks eingebunden werden. Die Kapazität des TWINLANe



I/O Rack RPIO622 *mit sechs RY Card Slots und zwei Slots für MY-Karten auf der Frontseite*

liegt bei 400 Kanälen mit 96 kHz Samplerate und 32 Bit Auflösung. Das Console Network transportiert maximal 109 Kanäle. Ebenfalls als zukünftige Option wird auch die Spiegelung der DSP Engine in Aussicht gestellt, was natürlich nur konsequent ist, wenn man schon mit zwei Consolen ein redundantes System aufbauen möchte.

Für die Handhabung der großen Anzahl von Kanälen war das bekannte Yamaha MY-Card-Format nicht mehr geeignet. Für das Rivage-System wurde daher das neue HY-Kartenformat entwickelt, über das bis zu 256 Kanäle bidirektional übertragen werden können. Trotzdem verfügen aber alle Geräte aus dem Rivage-System zusätzlich noch über je zwei MY Card Slots, in denen alle Karten der bisherigen Pulte eingesetzt werden können. Für das neue HY-Format gibt es die TWINLANe-Karte in zwei Ausführungen für Multimode- (bis maximal 300 m) und Singlemode- (bis max. 2 km) Fasern sowie eine Dante-Karte. Die Dante-Karte kann bis zu 144 Kanäle



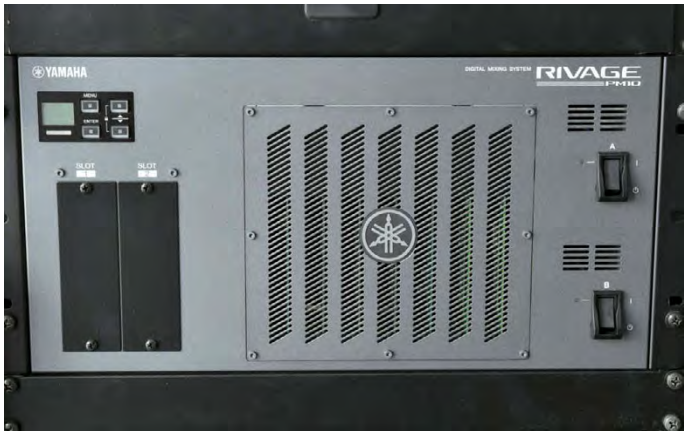
PM10 Rivage System *in einer großen Beispielkonfiguration mit drei Consolen, zwei DSP-Einheiten und drei I/O-Racks. Die Vernetzung des Kernsystems erfolgt über einen Yamaha TWINLANe-Ring. Verbindungen zu externen Geräten mit Audiosignalen erfolgen via Dante-Netzwerk. Die Consolen sind mit dem Console Network, ebenfalls als Ring, mit den DSP Engines verbunden. (Abb. 1)*

bidirektional mit 96 kHz verarbeiten, womit auch die Anbindung an größere Dante-Netze kein Problem darstellt. Die DSP Engine verfügt über vier HY Card Slots und die I/O-Racks über zwei.

Neben den proprietären Netzen sind alle Geräte auch noch mit klassischen Ethernet-Netzwerkanschlüssen ausgestattet. Ist das System so in ein PC-Netzwerk eingebunden, dann kann zusätzlich zur Bedienung auch noch ein Notebook oder Tablet mit der Rivage PM10 Editor Software genutzt werden.

Modulare IO-Boxen

Für das PM10 System wurden neben vielen anderen Neuerungen auch zwei neue I/O-Racks und neue Slot-Karten dazu entwickelt. Bei den Racks gibt es das RPio622 und das RPio222. Die Typenbezeichnung verrät direkt auch welche Slots in welcher Anzahl vorhanden sind. 622 steht so für sechs RY Slots, zwei HY Slots und zwei MY Slots. Das kleinere RPio222 I/O-Rack verfügt dementsprechend über zwei RY Slots. Für die RY Slots gibt es Karten mit 16 analogen Eingängen, 16 analogen Ausgängen oder mit je 16 digitalen Ein- und Ausgängen im AES/EBU-Format mit SRC (Sample Rate Converter). Die Karten können in beliebiger Kombination in den I/O-Racks eingesetzt werden. Ein Tausch während des Betriebs ist nicht möglich. Möchte man lokal noch weitere Geräte oder Recording-Equipment einbinden, dann kann das je nach gewünschter Anzahl der Kanäle über eine HY-Dante-Karte oder mit einer MY-Dante-Karte erfolgen. Die MY-Karten sind jedoch auf maximal 16 Ein- und Ausgänge limitiert.





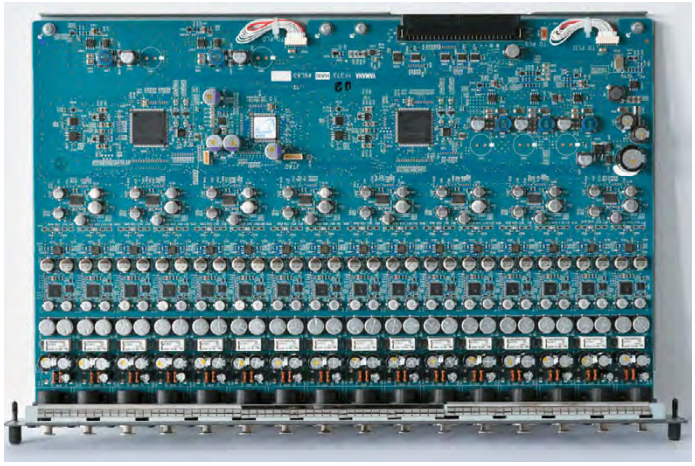
DSP Engine *von der Front- und Rückseite. Auf der Frontseite gibt es zwei Slots für Karten im bekannten MY-Format. Auf der Rückseite können bis zu vier HY-Karten für TWINLANe oder Dante-Karten eingesetzt werden. Die HY-Karten können bis zu 256 (TWINLANe) bzw. 144 (Dante) Kanäle übertragen. Die DSP Engine ist selbstverständlich mit zwei Netzteilen ausgestattet.*



I/O Rack RPio622 *von der Rückseite mit zwei HY Slots, auch hier finden sich die obligatorischen zwei Netzteile*

ADC und DAC als Schnittstellen zur analogen Welt

Mikrofone und Lautsprecher agieren nach wie vor in der analogen Welt. Daher bedarf es für jedes digitale Gerät, Netzwerk oder Mischpultsystem unweigerlich immer auch entsprechender A/D- und D/A-Umsetzer (meist als „Wandler" bezeichnet, was theoretisch nicht ganz korrekt ist: man bleibt letztendlich bei elektrischen Signalen – ein Mikrofon oder ein Lautsprecher sind dagegen echte Wandler, die akustische bzw. mechanische Energie in elektrische wandeln oder umgekehrt). Ohne Frage kommt aber den A/D- und D/A-Umsetzern eine entscheidende Bedeutung zu. Nicht ohne Grund werden in Tonstudios für spezielle, besonders sensible Quellen externe hochwertige A/D-Umsetzer mit entsprechenden Preamps eingesetzt. Da auch im Live-Einsatz der überwiegende Anteil der Signale für ein Pult analoger Natur ist, haben die A/D-Umsetzer eine wichtige Rolle: Was hier an Qualität verloren geht, ist unwiederbringlich weg. Nicht ganz so kritisch zu sehen ist die andere Seite der Signalkette mit den D/A-Umsetzern. Die Bausteine für die D/A-Umsetzung sind durchweg schon seit langer Zeit in sehr guter Qualität erhältlich und die nachfolgende Analogschaltung muss nicht mehr machen, als einen hinreichend hohen Signalpegel symmetrisch stabil liefern zu können. Auch hier kann man zwar noch einiges falsch machen, die Aufgabe ist aber deutlich einfacher, als einen guten ferngesteuerten Preamp für den A/D-Umsetzer zu entwickeln. Hinzu kommt, dass im Live-Einsatz die dem Pult folgenden Komponenten wie Systemcontroller oder Endstufen häufig auch schon über digitale



RY16-ML-SILK *Karte mit 16 analogen Eingängen mit Mic-Preamps und Silk-Prozessor*

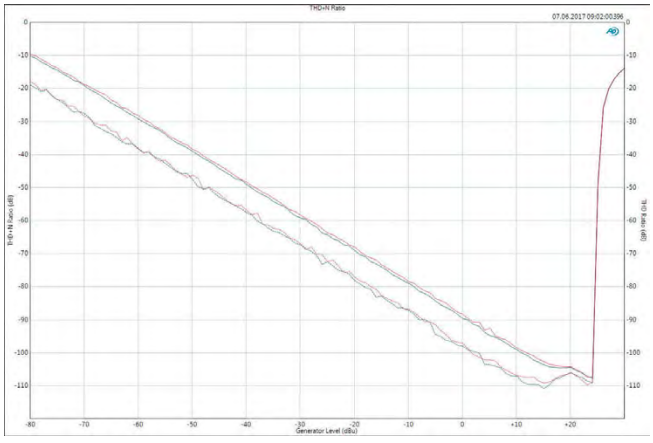
Eingänge im AES/EBU-Format oder auch mit Dante verfügen und die analogen Ausgänge dann obsolet werden. Aussagekräftige Messungen von Preamps, ADCs und DACs sind daher ein wichtiger Bestandteil eines jeden PRODUCTION PARTNER-Mischpulttests.

Wir erfassen dazu im Rahmen der Möglichkeiten den Störabstand, die harmonischen Verzerrungen (THD) abhängig vom Pegel und von der Frequenz, das Klirrspektrum und die transienten Verzerrungen (DIM oder TIM). Für den A/D-Umsetzer mit Preamp erfolgen die Messungen einmal bei niedrigem Gain für typische Line-Pegel-Signale und einmal bei hohem Gain für Mikrofonsignale.

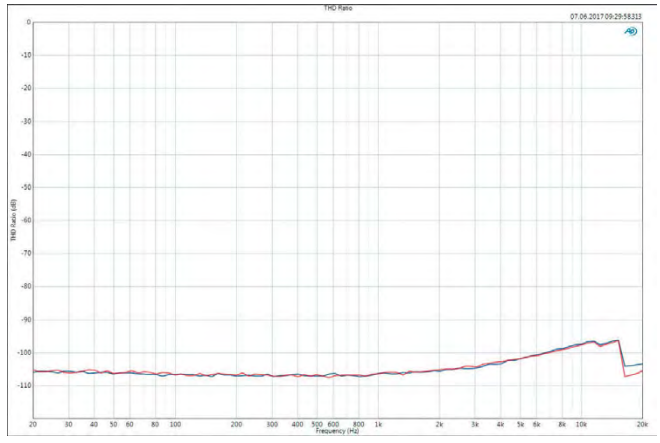
Preamp Gain	max. input	Noise
[dB]	[dBu]	[dBfs]
–6	+30	–115
0	**+24**	**–113**
6	+18	–111
12	+12	–115
24	0	–114
36	–12	–111
48	–24	–101
60	–36	–90
66	–42	–84

Tabelle der Gain-Werte *für den Preamp mit maximalem Eingangspegel und dem dabei zu messenden Störpegel auf der digitalen Seite in dBfs (Tabelle 1)*

Tabelle 1 zeigt dazu zunächst die Gain-Einstellungen, die in einem sehr großen Bereich von –6 bis +66 dB in 1-dB-Schritten möglich sind. Für 0 dB Gain wird bei +24 dBu Vollaus-



THD und THD+N *von Preamp und ADC bei 1 kHz und 0 dB Gain in Abhängigkeit vom Eingangspegel. Die Clip-Grenze liegt bei +24 dBu. Die durchgezogene Linie zeigt die THD+N Werte, die gestrichelte Kurve nur THD (Abb. 2)*



THD *von Preamp und ADC bei 1 kHz und 0 dB Gain in Abhängigkeit von der Frequenz bei –6 dBfs Aussteuerung entsprechend +18 dBu analogem Eingangspegel (Abb. 3)*

steuerung auf der digitalen Seite (0 dBfs) erreicht. Bei Gain-Werten bis ca. 30 dB wird der Störabstand vom ADC dominiert und beträgt ca. 114 dB. Nimmt die Verstärkung im Preamp weiter zu, dann beginnt dessen Störabstand den Wert maßgeblich zu beeinflussen. Für den Extremwert von 66 dB Gain ist das ein S/N von 84 dB. Zusammen mit der Aussteuerungsgrenze von −42 dBu errechnet sich daraus ein äquivalentes Eingangsrauschen von −126 dBu. Mit A-Bewertung liegt der Störpegel noch 3 dB niedriger. Die Werte entsprechen den Angaben aus dem Datenblatt.

Die Kurven in Abb. 2 zeigen die THD- und THD+N-Werte in Abhängigkeit vom Eingangspegel. Für die THD-Messung werden nur die harmonischen Verzerrungen berücksichtigt und für THD+N alle nicht zum Anregungssignal gehörenden Komponenten und somit auch das Rauschen (+N). Die nur THD-Werte fallen entsprechend immer etwas besser aus. In Abb. 2 erreichen die THD-Werte ein Minimum von sehr guten −110 dB und bleiben auch bis zum Erreichen der Clipgrenze bei +24 dBu unterhalb von −105 dB. Die Messung erfolgte bei 1 kHz. Wie sich Preamp und ADC bei anderen Frequenzen verhalten, erkennt man in der Messung aus Abb. 3. Hier wurde mit konstantem Pegel von +18 dBu mit variabler Frequenz gemessen. Bei 1 kHz finden sich die −107 dB aus Abb. 2 wieder. Für tiefere Frequenzen bleibt der Wert weitgehend konstant und zu hohen Frequenzen hin gibt es einen leichten Anstieg bis auf −98 dB bei 10 kHz. Die Sprungstellen oberhalb von 10 kHz entstehen durch das FFT basierte Messverfahren mit 96 kHz Samplerate, wo die k_3-Komponente oberhalb von 16 kHz aus dem Messbereich herausfällt. Der grundsätzliche Anstieg der THD-Werte zu hohen Frequenzen hin entsteht unvermeidlich durch die nachlassende Gegenkopplung in analogen Schaltungsteilen.

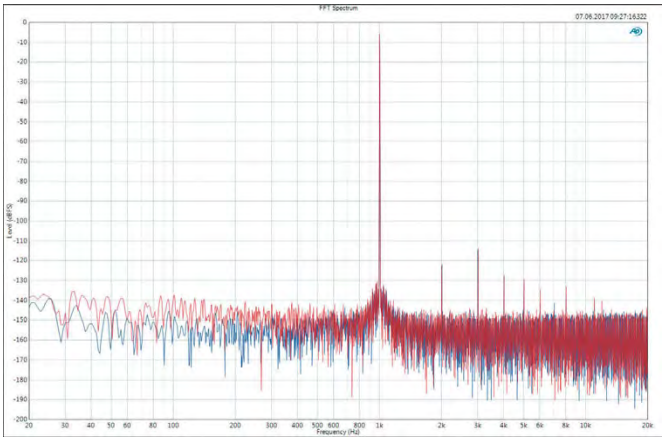
Auch wenn man bei Werten von −100 dB und weniger von vernachlässigbaren Verzerrungen spricht, soll ein grundsätzlicher Blick auf das Klirrspektrum in Abb. 4 nicht ausbleiben. Gezeigt werden die Spektrallinien bezogen auf 0 dBfs. Die Grundwelle bei 1 kHz liegt bei −6 dBfs und die größte Oberwelle k_3 bei −113 dBfs entsprechend bei −107 dB. Die anderen harmonischen Verzerrungen fallen noch geringer aus. Die leichte Jitter-Glocke um die Grundwelle bei 1 kHz könnte durch den SRC im Signalweg verursacht worden sein.

Die letzte Messung in dieser Einstellung betrifft die transienten Intermodulationsverzerrungen (DIM). Abb. 5 zeigt auch hier die Werte in Abhängigkeit vom analogen Eingangspegel. Ein Minimum von −100 dB und −92 dB direkt an der Clipgrenze sind exzellente Ergebnisse.

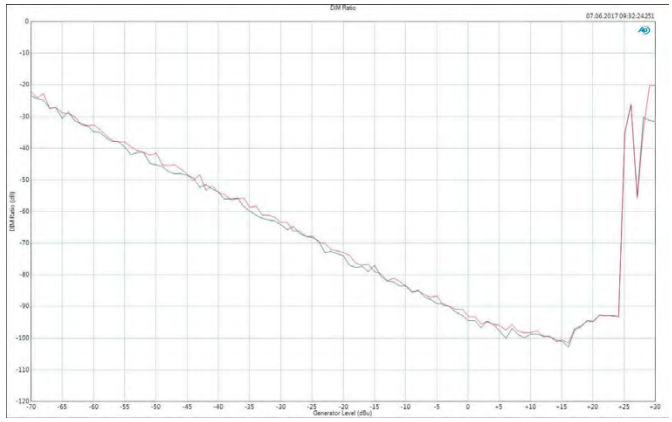
30 Jahre Yamaha-Mischpulte

Yamaha gehört seit über 40 Jahren zu den weltweiten Marktführern bei professionellen Mischpulten. Die analogen Pulte der PM-Serie bildeten ebensolche Meilensteine, wie die nun schon seit 30 Jahren verfügbaren Yamaha-Digitalpulte. Das erste – natürlich noch analoge – PM-Pult wurde 1972 auf den Markt gebracht und injizierte eine bis heute währende Reihe, die aktuell mit dem PM10 ihr neues Spitzenprodukt gefunden hat. Nach dem Urvater aller PM-Pulte – dem PM200 – folgten noch einige kleinere Modelle als Keyboard-Mixer oder für die kleine Combo, bis mit dem PM1000, das heute noch einen sehr guten Ruf genießt, 1974 das erste große FOH-Pult in modularer Bauweise vorgestellt wurde. Danach folgten mit dem PM2000, 3000 und 4000 weitere große Live-Pulte. Speziell das PM4000 wurde neben den bekannten großen englischen Marken zu einer Art Standard auf großen Bühnen. 2003, und somit schon weit im digitalen Zeitalter, wurde die analoge PM-Serie noch einmal mit dem PM5000 gekrönt. Bereits zwei Jahre zuvor wurde auch schon das PM1D als erstes großes und voll digitales Live-Pult vorgestellt. Der digitale Ursprung war das DMP7 als kompakter Keyboard-Mixer. 1991 kam mit dem DMC1000 schon das erste digitale Studiopult hinzu, das teilweise bis heute im Einsatz ist und für seine gute Audioqualität geschätzt wird. Als Durchbruch auf dem breiten Markt könnte man das 1995 erschienene 02R bezeichnen, das in modernisierter Form als 02R96 zusammen mit dem DM1000 und DM2000 sich auch heute noch im aktuellen Portfolio von Yamaha befindet und in vielen Studios weltweit im Einsatz ist.

Erweitert wurde die PM-Serie dann noch einmal 2004 mit dem etwas kompakteren PM5D. Danach dauerte es zwölf lange Jahre, bis 2016 mit dem PM10 Rivage ein neues „großes“ Live-Pult präsentiert wurde. Das „D“ in der Typenbezeichnung lässt man heute weg, da es keiner besonderen Erwähnung mehr bedarf, dass es sich um ein Digitalpult handelt und einfach nur von einem Mischpult zu sprechen, passt eigentlich auch nicht mehr: „Mixing-System“ ist der wohl passendere Begriff, wenn man sich den Umfang und die Ausstattung des PM10 einmal näher ansieht. Die Geschichte der PM-Serie geht somit weiter und man blickt gespannt in die Zukunft. Die aktuellen Live-Pulte finden sich in der TF-, QL- und CL-Serie.



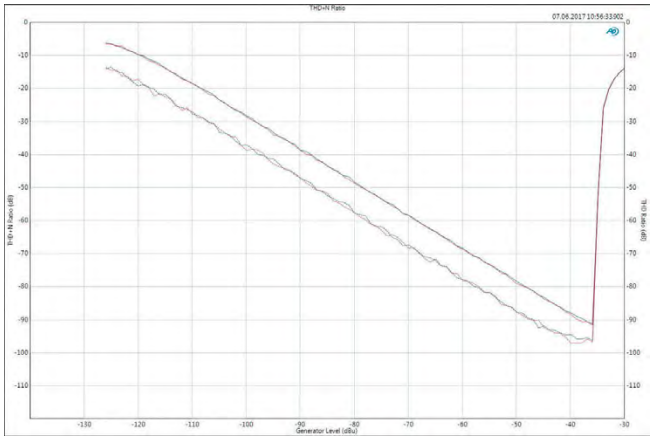
Klirrspektrum *von Preamp und ADC bei 1 kHz und 0 dB Gain,. Aussteuerung –6 dBfs entsprechend +18 dBu analogem Eingangspegel (Abb. 4)*



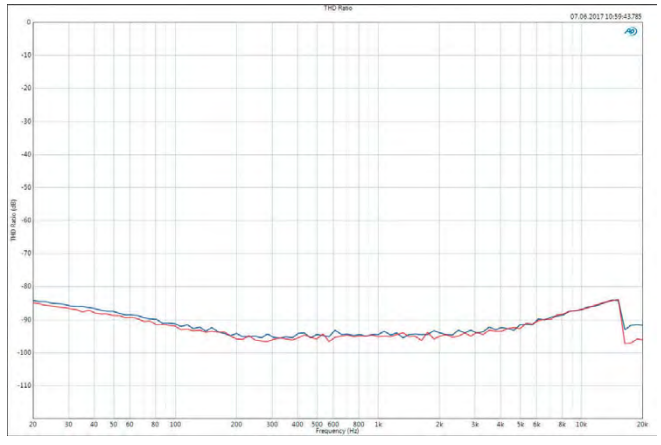
DIM *(Transiente Intermodulationsverzerrungen) von Preamp und ADC bei 0 dB Gain in Abhängigkeit vom Eingangspegel (Abb. 5)*

Eine identische Messreihe wurde anschließend bei einer sehr hohen Verstärkung von +60 dB im Preamp durchgeführt. Die Clip-Grenze wird jetzt in Abb. 6 bei –36 dBu auf analoger Seite erreicht. Die THD- und DIM-Werte fallen erwartungsgemäß etwas schlechter aus, sind aber immer noch als sehr gut zu bezeichnen. Der THD-Wert an der Clip-Grenze beträgt –97 dB und der DIM-Wert –90 dB. Beide Werte würden sogar ohne die 60 dB Gain im Preamp noch als sehr gut durchgehen. Das saubere Klirrspektrum in Abb. 8 mit ausschließlichen k_2- und k_3-Anteilen bestätigt das gute Gesamtergebnis ebenso wie die THD-Messung in Abhängigkeit von der Frequenz in Abb. 7.

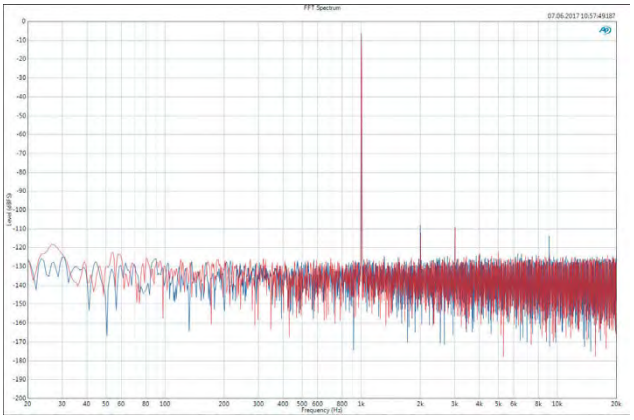
Für die Schaltungstechniker unter den Lesern wäre noch zu erwähnen, dass für die ADCs Cirrus CS5381 eingesetzt werden und der Remote Preamp mit einem THAT 1570



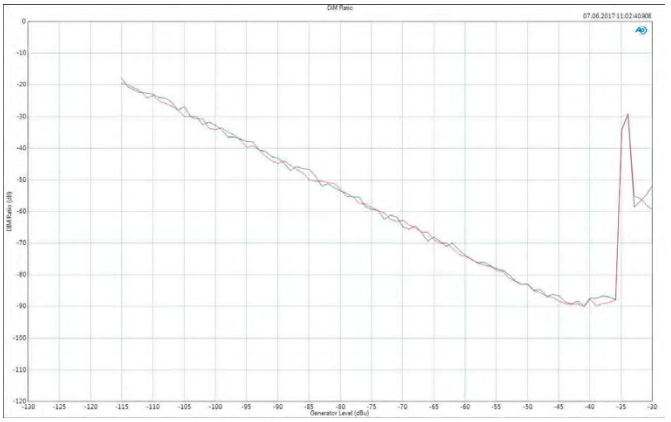
THD und THD+N *von Preamp und ADC bei 1 kHz und 60 dB Gain in Abhängigkeit vom Eingangspegel. Die Clip-Grenze liegt jetzt bei –36 dBu. Die durchgezogene Linie zeigt die THD+N Werte, die gestrichelte Kurve nur THD. (Abb. 6)*



THD *von Preamp und ADC bei 1 kHz und 60 dB Gain in Abhängigkeit von der Frequenz bei –6 dBfs Aussteuerung entsprechend –42 dBu analogem Eingangspegel (Abb. 7)*



Klirrspektrum *von Preamp und ADC bei 1 kHz und 60 dB Gain. Aussteuerung –6 dBfs entsprechend –42 dBu analogem Eingangspegel (Abb. 8)*

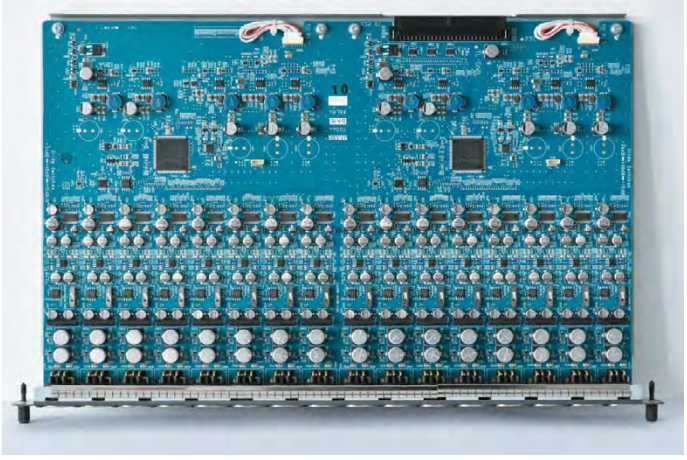


DIM *(Transiente Intermodulationsverzerrungen) von Preamp und ADC bei 60 dB Gain in Abhängigkeit vom Eingangspegel (Abb. 9)*

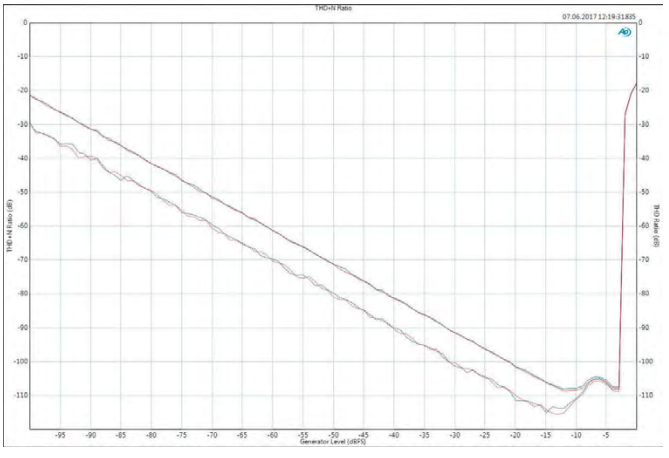
Verstärkerbaustein und einem zugehörigen THAT 5171 Controller-Baustein aufgebaut ist. Zusätzlich gibt es noch einen per Relais geschalteten passiven 18-dB-Abschwächer. Der spezielle Silk-Prozessor auf der RY16-ML-SILK Karte wird in einem eigenen Themenkasten besprochen.

Auf der Ausgangsseite übernehmen die DACs mit den nachfolgenden analogen Ausgangsstufen die Signalübertragung.

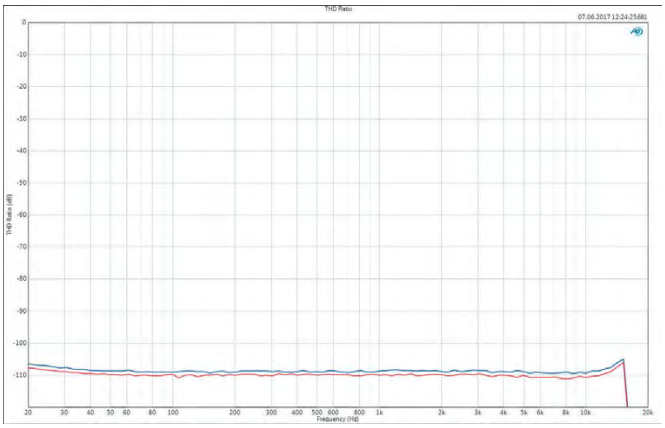
Auch hier zunächst ein schneller Blick auf die Hardware. Als D/A-Umsetzer werden CS 4398 von Cirrus eingesetzt, wobei für jeden Ausgang ein zweikanaliger DAC genutzt wird. Der S/N lässt sich damit um 3 dB verbessern. Kleine Schalter auf der Platine ermöglichen es, die maximale Ausgangsspannung auf 15, 18 oder 24 dBu einzustellen. Die gemessenen Werte lagen etwas höher. In der +24 dBu-Einstellung lag der Wert für den maximalen Ausgangspegel bei +25,2 dBu. Der



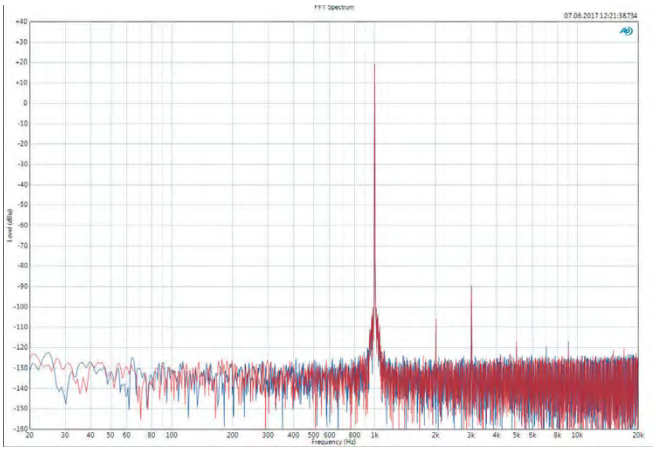
RY16-DA *Karte mit 16 analogen Ausgängen; mit den kleinen Schiebeschaltern kann für jeden Ausgang individuell die maximale Ausgangsspannung eingestellt und für das dort folgende Gerät angepasst werden*



THD und THD+N *des DACs und der analogen Ausgangsstufe bei 1 kHz in Abhängigkeit vom Pegel auf digitaler Seite. Die Messung erfolgte mit 3 dB Gain auf digitaler Seite, die durchgezogene Linie zeigt die THD+N Werte, die gestrichelte Kurve nur THD. (Abb. 10)*



THD *des DACs und der analogen Ausgangsstufe in Abhängigkeit von der Frequenz bei +19 dBu Ausgangspegel (Abb. 11)*



Klirrspektrum *des DACs und der analogen Ausgangsstufe bei 1 kHz und +19 dBu Ausgangspegel. Die leichte Jitter-Glocke bei 1 kHz entsteht vermutlich durch den SRC (Sample Rate Converter) im Signalweg. (Abb. 12)*

demgegenüber gemessene Störpegel an den analogen Ausgängen betrug –93 dBu bzw. –95 dBu(A), woraus ein sehr guter S/N von 120 dB resultiert. Durch die Möglichkeit der Pegelanpassung lässt sich der gute S/N dann auch für nachfolgende Geräte weitgehend erhalten.

Für die DACs gibt es im Prinzip vergleichbare Messungen, wie sie auch für die ADCs gemacht wurden, aber nur für eine Pegeleinstellung, in diesem Fall für +24 dBu. Die Abbildungen 10 bis 12 zeigen den THD und THD+N in Abhängigkeit vom Pegel, THD in Abhängigkeit von der Frequenz und das Klirrspektrum bei 1 kHz. Die beiden letztgenannten wurden jeweils 6 dB unter Vollaussteuerung gemessen. Werte von –110 dB über das gesamte Frequenzband kann man hier guten Gewissens als perfekt bezeichnen. Das Klirrspektrum zeigt wieder die leichte Jitter-Glocke um die Grundwelle. Ein SRC im Signalweg könnte auch hier die mögliche Ursache sein.

Kurz zusammengefasst kann man den A/D- und D/A-Karten des PM10-Systems eine exzellente Audioqualität bescheini-



PM10 System *an unserem Messplatz*



Eine von drei 12-kanaligen Fader Bays *auf der Oberfläche der PM10 Console, rechts oben im Bild die Channel Section*



Rivage PM10 Editor-Software *Einstellungen für einen Channel EQ (Abb. 13)*

gen. Die analogen Eingänge bieten einen sehr weiten Gain-Bereich, so dass Werte für Vollaussteuerung zwischen −42 und +30 dBu möglich sind. Damit gelingt die Anpassung an jede mögliche Quelle. In allen Einstellungen sind die Messwerte bestens. Gleiches gilt für die analogen Ausgänge, die dank der einstellbaren Ausgangspegel jetzt auch eine gute Anpassung an nachfolgende Geräte aller Art ermöglichen.

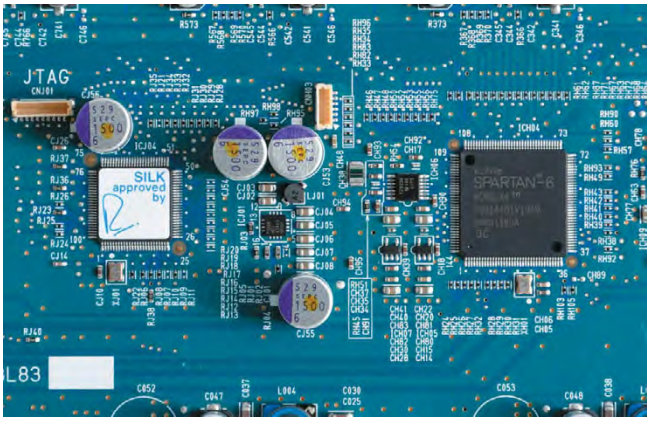
Consolen und Remote

Viel DSP-Power und tolle Funktionen in einem Pult sind nur dann eine wirkliche Hilfe, wenn sie auch schnell, sicher und einfach zu bedienen sind. Das gilt für den meist zeitkritischen Live-Einsatz noch deutlich mehr als für die Produktion im Studio. Entsprechend wichtig ist die Gestaltung einer guten Bedienoberfläche. Große und gut ablesbare Bildschirme, eine nicht zu hohe Dichte der Bedienelemente und klare Strukturen gehören ebenso dazu wie ein gutes und wertiges Design der Bedienelemente und der Console insgesamt. Optisch und auch haptisch wird man vom PM10 hier nicht enttäuscht. Die Console kommt mit einem edlen Erscheinungsbild daher und vermittelt sofort einen übersichtlichen Eindruck. Drei Fader Bays mit je zwölf Kanälen, zwei große 15"-Touch-Displays und die großzügig ausgelegte Channel Section, wie man es schon vom PM1D kannte, geben einen guten Überblick. Für den jeweils selektierten Kanal enthält die Channel Section alle Funktionen und Einstellmöglichkeiten im direkten Zugriff und erzeugt so das von analogen Pulten bekannte Gefühl alles im Blick zu haben.

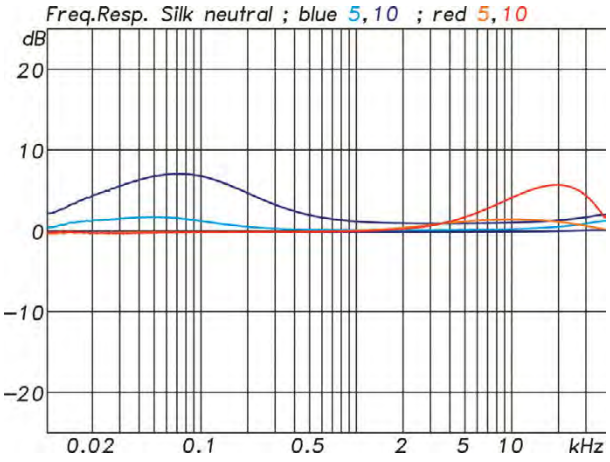
Die Testbedingungen im Labor sind immer auch ein weiterer Maßstab für die Bedienbarkeit eines Pultes: Häufig ist das der erste Kontakt mit dem Gerät und die benötigten Konstellationen für die Messungen sind kein Standard, müssen also explizit erstellt werden. Gelingt sogar das – so wie beim PM10 – mehr oder weniger intuitiv, ohne fremde Hilfe und ohne langes Suchen in Handbüchern oder YouTube-Videos, dann ist das schon ein erster Pluspunkt. Zu bearbeiten gibt es auf der Oberfläche des PM10-Systems reichlich: 144 Kanäle, 72 Mix Busse, alle mit reichhaltigen Funktionen, ein Plug-in-System mit mehr als 50 bekannten „Geräten", ein Automixer und ein groß angelegtes Szenen-Management. Alles aufzählen zu wollen, wäre an dieser Stelle unmöglich. Nicht



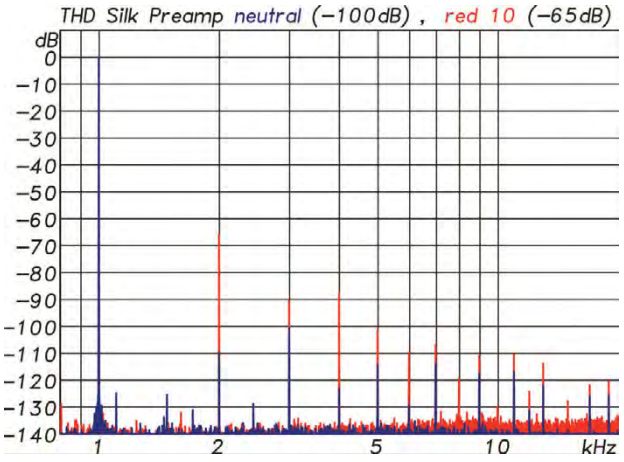
Silk-Einstellung *mit der Auswahl „blue" für tieffrequent und „red" für hochfrequent sowie der Texture-Einstellung für die Intensität des Silk Processings*



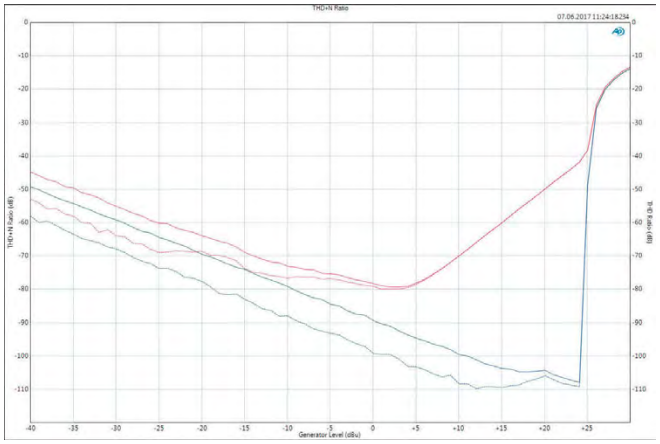
Silk Prozessor *auf dem analogen Input Board, der Silk-DSP stellt das Verhalten des analogen Preamps mit Übertrager aus der Entwicklung von Rupert Neve nach*



Einfluss des Silk *auf den Frequenzgang (Abb. 14)*



Klirrspektrum *ohne (blau) und mit aktivem Silk (rot), reichlich k_2 sorgt für den gewünschten Sound (Abb. 15)*



THD und THD+N *von Preamp und ADC bei 1 kHz mit (rot) und ohne (blau) Silk in Abhängigkeit vom Eingangspegel. Die jeweils durchgezogene Linie zeigt die THD+N Werte, die gestrichelte Kurve nur THD. (Abb. 16)*

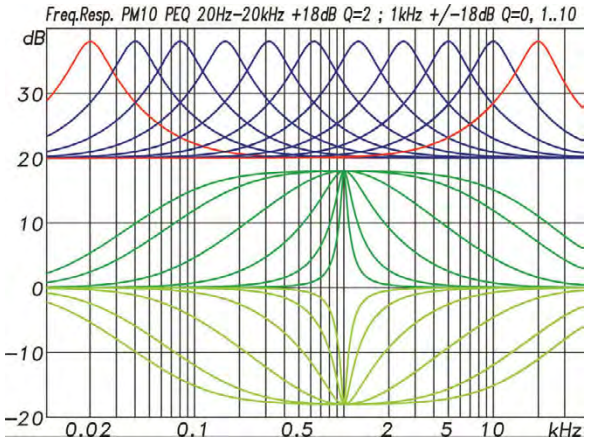
unerwähnt bleiben sollten aber die vielen speziellen Rupert Neve Plug-ins mit EQs und Compressoren sowie der Eventide Ultra-Harmonizer und tc electronic Hall-Prozessoren. Der Automixer ist selbstverständlich das legendäre Dan-Dugan-Design.

Die Console gibt es seit kurzem in zwei Ausführungen: Die CS-R10, wie zum Testsystem gestellt, mit drei Fader Bays und zwei Bildschirmen und einer Breite von 1,55 m sowie die CS-R10-S mit zwei Fader Bays, einem Bildschirm und einer Breite von 1,13 m. Neben den Consolen kann auch ein PC oder Tablet zusammen mit der Editor-Software als Remote oder für die Konfiguration vorab genutzt werden.

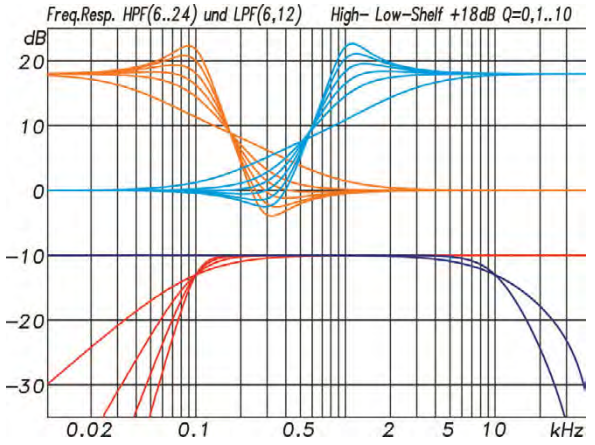
Für das Live-Recording bietet das PM10 einmal die Möglichkeit, den Stereo-Mix ganz einfach auf ein USB Flash Drive aufzuzeichnen oder das volle Programm mit allen Kanälen via Dante-Karte direkt auf eine DAW zu übertragen. Die HY-Dante-Karten des PM10 könnten bis zu 144 Kanäle übertragen. Je nach Dante-Interface an der DAW mit einem PCIe-Interface oder der Virtual Soundcard können davon 128 oder 64 verarbeitet werden.

Für die Verarbeitung der Signale aus den I/O-Racks in mehreren DSP Engines oder Recording Devices gibt es noch die praktische Funktion der Gain Compensation. Diese wird immer dann notwendig, wenn eine Quelle für mehrere Anwendungen genutzt wird. Das können bei einem Live-Act der FOH-Mischer, der Monitor-Mischer und vielleicht noch ein Recording sein. Würde jetzt vom FOH aus das analoge Preamp Gain verändert, dann hätte das möglicherweise unerwünschte Auswirkungen auf den Monitor-Mix und das Recording. Die Gain-Kompensation sorgt jetzt dafür, dass der Ausgangspegel des I/O-Racks immer konstant bleibt. Wird das analoge Gain vom FOH aus erhöht, dann wird das automatisch durch ein nachfolgendes digitales Gain im I/O-Rack wieder kompensiert. Um am FOH trotzdem den Eingangspegel für den betreffenden Kanal zu verändern, kann dann das digitale Gain in der lokalen DSP Engine für diesen Kanal genutzt werden.

Eine weitere wichtige Funktion im Hintergrund ist die Delay Compensation. Je nach Signalweg in den Kanälen mit oder ohne Inserts, Plug-ins oder EQs verändern sich die Laufzeiten geringfügig. Die Delay Compensation berechnet die Laufzeiten in den Wegen, vergleicht diese und fügt bei Bedarf kleine Delays ein, so dass unabhängig von den einzelnen Einstellungen die Laufzeiten zueinander unverändert bleiben. Ein aktivierter Insert im Eingang bedingt so z. B. ein zusätzliches Delay von 1,08 ms. Die Delay Compensation kann separat



Bell-Filter *im parametrischen EQ, die Filterkurven bleiben auch bei hoher Mittenfrequenz in ihrem Verlauf unverändert (Abb. 17)*

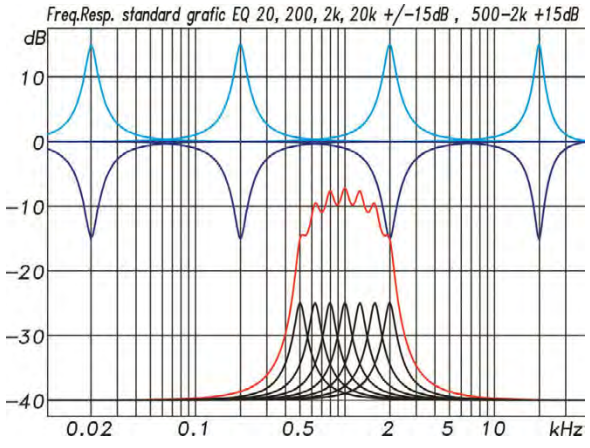


Hoch- und Tiefpassfilter *sowie Shelf-Filter in den Eingangswegen. Die Hochpässe können zwischen 1. bis 4. Ordnung ausgewählt werden. Die Tiefpässe gibt es nur mit 1. und 2. Ordnung. Die Shelf-Filter ermöglichen einen weiten Einstellbereich für die Filtergüte von 0,1 bis 10 und bis maximal ±18 dB Gain. (Abb. 18)*

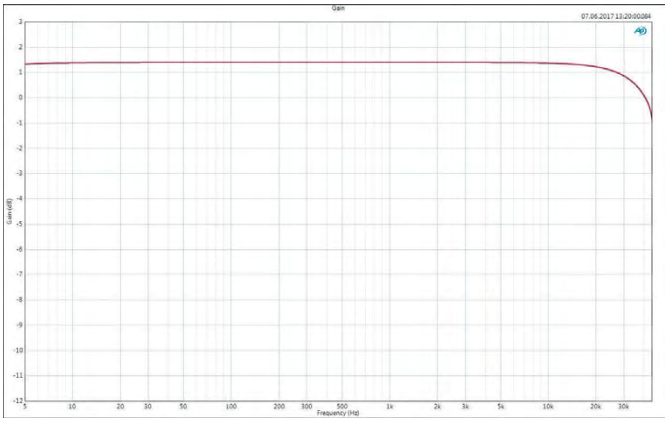
für die Input Inserts, die Ausgangs-Bus-Struktur und die Output Inserts aktiviert werden.

SILK Preamps

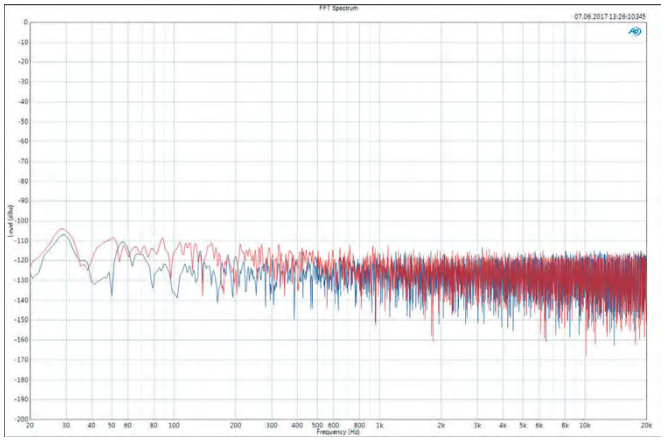
Wie die Messergebnisse eindrucksvoll gezeigt haben, verarbeiten die Preamps und ADCs des PM10 die analogen Signale in höchster Perfektion. Nun kann es aber sein, dass man einen speziellen Sound eines historischen Pultes oder auch separaten Preamps vermisst. Ähnlich wie in der analogen Aufnahmetechnik gezielt mit Bandsättigung gearbeitet wurde, um einen speziellen Sound zu erzeugen, wurde das auch mit Übertragern praktiziert, die lange Zeit in allen Ein- und Ausgängen professioneller Geräte üblich waren. Je nach



Grafischer Terzband EQ *Zu den hohen Frequenzen hin werden die Filter geringfügig schmaler. Betätigt man mehrere benachbarte Filter, dann kann es zu einer starken Überhöhung in der Summenkurve kommen. (Abb. 19)*



Frequenzgang *über alles vom analogen Eingang zum analogen Ausgang gemessen bei 0 dB Gain (Abb. 20)*



Störspektrum *am analogen Ausgang mit einem Gesamtpegel von –87 dBu bzw. –89 dBu (A-bew.), für die Messung war jeweils ein Eingangskanal auf einen Ausgang geroutet (Abb. 21)*

Aussteuerung konnte man mit den Übertragern „Sound“ machen. Konkret bedeutet das: Oberwellen hinzufügen und ein wenig den Frequenzgang manipulieren.

Der heute 91-jährige Rupert Neve gilt als der Experte auf dem Gebiet der Preamps und Übertragertechnik. Unter dem Markennamen Rupert Neve Designs werden eine Reihe exklusiver Preamps, EQs und Compressoren angeboten. Das dort in einigen Geräten zu findende „Silk“-Feature findet sich auch in den Eingangswegen des PM10 wieder. In der Channel-Sektion der PM10 Console gibt es dazu ein Feld mit Drehgeber und zwei Tastern sowie der Signatur von Rupert Neve. Mit einem Taster lässt sich die Silk-Funktion aktivieren, mit dem anderen kann man zwischen blue und red Silk wählen. Der Drehgeber steuert die Intensität. Da es immer schwer fällt, die klanglichen Auswirkungen zu beschreiben, sei hier der originale Text von Yamaha zitiert: „Red for sparkling energy, and Blue for solidity and power.“ Silk im analogen Original wirkt über die Gegenkopplung auf das Sättingungsverhalten des Überträgers und erzeugt so die gewünschten Effekte.

Im PM10 wird der Silk-Effekt mit Hilfe von Yamahas digitaler VCM-Technik umgesetzt, die in einem eigenen Prozessor schon auf der RY16-ML-SILK-Karte implementiert ist. Dass man bei Yamaha mächtig stolz auf diese Technik ist, zeigt sich schon daran, dass sogar der Prozessor die Rupert-Neve-Signatur trägt. VCM steht für „Virtual Circuitry Modeling“ und bedeutet nicht nur eine nachgeahmte Bedienoberfläche und ähnliche Parameter, sondern einen kompletten digitalen Prozessor, der vor einigen Jahren vom Team um „Dr.K“ Toshifumi Kunimoto entwickelt wurde und analoge Schaltungen bis hin zur Charakteristik passiver Bauteile wie Kondensatoren und Widerstände exakt nachbildet. „Exakt“ bedeutet hier auch inklusive aller Unzulänglichkeiten, die teilweise den speziellen Charakter dieser Geräte ausmachen. Schon bei der Entwicklung des VCM-Prozessors vor einigen Jahren gab es eine enge Zusammenarbeit mit Rupert Neve Design, in deren Rahmen zunächst der 5033 EQ und der 5043 Compressor aus der Portico-Serie von Neve implementiert wurden. Da Yamaha natürlich auch reichlich eigene Klassiker aus der analogen Welt zu bieten hat, wurden mit dem EQ-1A oder dem Compressor OPT-2A auch einige hauseigene Geräte wieder zum Leben erweckt. Die Silk-Funktion ist nun erstmals im PM10 realisiert worden und steht dort für alle analogen Eingänge in den I/O-Racks und auch für die Omni-Inputs an der Console zur Verfügung.

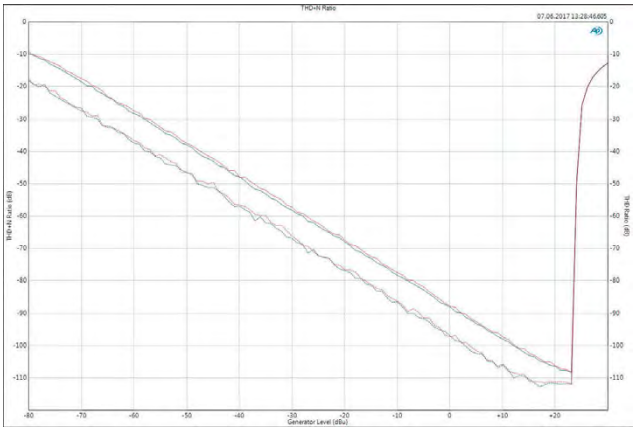
Was hier genau passiert, ist messtechnisch nicht ganz so einfach zu erfassen. Abb. 14 zeigt dazu die Frequenzgänge mit Silk blue und red für die Intensitäten 5 und 10. In der Einstellung 5 gibt es eine leichte Höhen- bzw. Tiefenanhebung. In der Maximalstellung 10 verstärkt sich beides deutlich.

In der Einstellung red 10 nimmt zudem der Oberwellenanteil im Signal merklich zu. Liegen diese ohne Silk bei –100 dB und weniger, dann nehmen mit Silk vor allem die geradzahligen Oberwellen kräftig zu. Abb. 15 zeigt die Klirrspektren mit und ohne Silk. Das typische pegelabhängige Sättigungsverhalten erkennt man in Abb. 16 mit der THD-Kurve in Abhängigkeit vom Eingangspegel mit und ohne Silk.

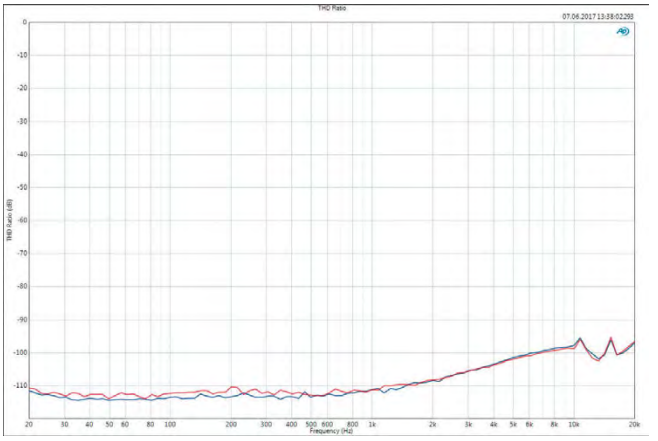
Aus messtechnischer Sicht erzeugt Silk red somit in Abhängigkeit von der Intensität und Aussteuerung wohl dosierte, geradzahlige harmonische Verzerrungskomponenten. Bei hoher Intensität wird der Effekt durch eine Anhebung der hohen Frequenzen noch etwas verstärkt. Silk blue macht sich vor allem durch eine Anhebung tiefer Frequenzen bemerkbar. Beides passt somit gut zur anfangs zitierten klanglichen Beschreibung.

Grafische und parametrische EQs

Die Filter der Yamaha-Pulte gaben aufgrund ihrer speziellen Charakteristik lange Zeit Anlass zu Diskussionen. Der ungewöhnliche Verlauf entstand primär durch die fehlende



THD und THD+N *in Abhängigkeit vom Eingangspegel bei 1 kHz über alles vom analogen Eingang zum analogen Ausgang gemessen bei 0 dB Gain. Die jeweils durchgezogene Linie zeigt die THD+N Werte, die gestrichelte Kurve nur THD. (Abb. 22)*



THD in Abhängigkeit von der Frequenz *über alles vom analogen Eingang zum analogen Ausgang gemessen bei 0 dB Gain und +19 dBu Eingangspegel (Abb. 23)*

Kompensation bei hohen Frequenzen, wo die Filter bei hohen Frequenzen zusehends schmalbandiger wurden. In Abb. 17 sind dazu die Filterkurven der parametrischen Bell-Filter im PM10 dargestellt. Wie sich an der oberen Messreihe mit blauen und roten Kurven gut erkennen lässt, ist dieses Verhalten hier nicht mehr zu erkennen. Die Filter verhalten sich bis zu den höchsten Frequenzen quasi „analog", d. h. ohne Stauchung der Filterkurve.

In jedem Eingangskanal findet sich ein parametrischer 4-Band-EQ, wo die Filter neben der Bell-Charakteristik auch als Low- oder High-Shelfs definiert werden können. Zusätzlich gibt es noch je ein Hoch- und Tiefpassfilter, bei dem die Steilheit für den Hochpass zwischen 6 und 24 dB/Oct und für den Tiefpass zwischen 6 und 12 dB/Oct eingestellt werden kann. Neben den EQ-Funktionen verfügt jeder Eingangskanal noch über zwei Dynamik-Sektionen, zwei Inserts für Plug-ins und ein Delay. In den Ausgangswegen ist die Ausstattung ähnlich reichhaltig. Der parametrische EQ hat hier sogar acht Bänder, dafür gibt es dann aber nur eine Dynamik-Sektion.

Bei den Plug-ins stellt das PM10 auch noch reichlich grafische EQs mit wahlweise 8, 15 oder 31 Bändern bereit. Die Filterkurven des grafischen Terzband-EQs zeigt Abb. 19. Hier ist der vorab beschriebene Effekt der Stauchung der Filterkurven noch ansatzweise zu erkennen. Auf eine Kompensation wurde verzichtet, was bei 96 kHz aber nicht mehr so deutlich auffällt. Die Filterkurve bei 20 kHz ist daher etwas schmaler als die anderen Kurven mit tieferen Mittenfrequenzen. Betätigt man mehrere benachbarte Filter, dann kommt es aufgrund der relativ großen Bandbreite der einzelnen Filter zu einer in der Summe deutlich stärkeren Anhebung oder Absenkung, wie es auch in Abb. 19 unten dargestellt ist. Da alle Filterkurven auch auf dem Display des PM10 angezeigt werden, ist jedoch immer sofort klar, wie sich die gewählten Einstellungen in der Summe auswirken.

Messwerte der Gesamt-Performance

Alle bisher besprochenen Messungen bezogen sich auf einzelne Sektionen des Pultes wie Preamps mit ADCs, die Filter oder die DACs mit den analogen Ausgangsstufen. Dieser Art der Messung ist komfortabel und erlaubt eine dezidierte Bewertung der einzelnen Bereiche, die das Audiosignal durchläuft. Als Anwender interessiert man sich jedoch mehr für das Über-alles-Verhalten. Mit einigen abschließenden Messungen soll daher noch der komplette Signalweg durch das PM10 vom analogen Eingang bis zum analogen Ausgang beschrieben werden.

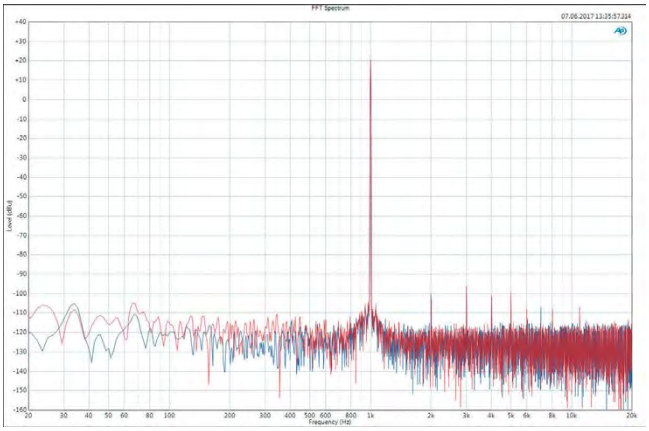
Sind alle Fader und auch das Preamp Gain in der 0-dB-Stellung, dann misst man einen nahezu perfekten Frequenz-



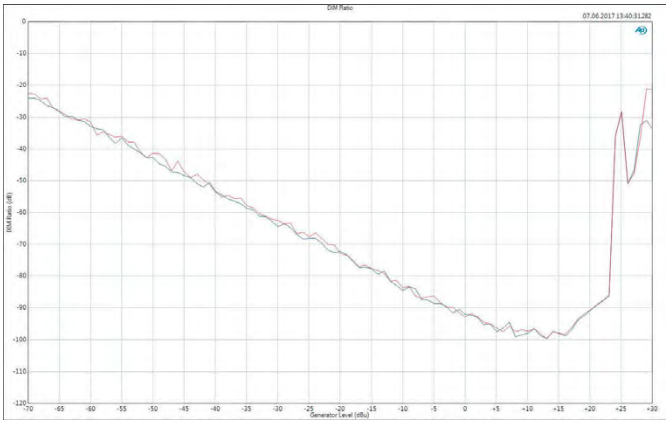
gang, wie er in Abb. 20 gezeigt wird. Die leichte Verstärkung von ca. 1,2 dB entsteht durch die Differenz zwischen Vollaussteuerung im Eingang bei +24 dBu für 0 dBfs und der maximalen Ausgangsspannung von +25,2 dBu auf der Ausgangsseite.

Der Summenpegel des Störspektrums am Ausgang aus Abb. 21 liegt bei –87 dBu bzw. –89 dBu mit A-Bewertung. Für den kompletten Signalweg steht damit ein Dynamikumfang von 112 dB zur Verfügung. Der Wert ergibt sich aus den 113 dB im Eingang bei 0 dB Preamp Gain und einer leichten Verschlechterung um 1 dB durch die 120 dB S/N in den Ausgangswegen. Die für die Ein- und Ausgänge separat gemessenen sehr guten Verzerrungswerte spiegeln sich erwartungsgemäß so auch in der Messung über alles wider. In Abhängigkeit vom Pegel verlaufen die THD-Kurven perfekt gleichmäßig bis zu einem ebenso perfekten Minimum von –112 dB. Zu höheren Frequenzen hin steigen die THD zwar geringfügig an, man spricht hier aber immer noch von Werten um die –100 dB bei 10 kHz, wo es überhaupt keiner Diskussion bedarf. Besser geht es kaum. Interessant ist das Klirrspektrum aus Abb. 24, wo trotz der jetzt von analog zu analog durchgeführten Messung immer noch der Hauch einer Jitter-Glocke um die Grundwelle bei 1 kHz zu erkennen ist. Die SRCs der AES/EBU-Ein- oder Ausgänge sind jetzt nicht mehr im Signalweg.

Abb. 25 zeigt noch eine finale DIM-Messung, die eine noch bestehende kleine Lücke bei den Messungen füllt. Da eine DIM-Messung mit dem APx555 von digital nach analog leider nicht möglich ist, fehlte diese Kurve noch. Die Messung aus Abb. 25



Klirrspektrum *über alles vom analogen Eingang zum analogen Ausgang gemessen bei 0 dB Gain und +19 dBu Eingangspegel (Abb. 24)*



DIM *(Transiente Intermodulationsverzerrungen) über alles vom analogen Eingang zum analogen Ausgang gemessen bei 0 dB Gain in Abhängigkeit vom Eingangspegel (Abb. 25)*

zeigt dafür das Verhalten der Ein- und Ausgänge zusammen. Die sehr guten Werte der Eingänge von –102 dB im Minimum und –93 dB direkt an der Clip-Grenze verschlechtern sich durch den zusätzlichen Ausgangskanal im Signalweg nur geringfügig auf –99 dB im Minimum und –87 dB an der Clip-Grenze. Auch hier ist somit alles bestens.

Fazit

Das Rivage PM10 verkörpert das Spitzenprodukt bei Yamahas digitalen Mischpulten. Das Mixing-System – bestehend aus Consolen, DSP Engines und I/O-Racks – wird mit dem neuen TWINLANe-Glasfasernetzwerk und dem kabelgebundenen Console Network betrieben. Beide Netzwerke sind für eine Ringstruktur vorgesehen und bieten somit Redundanz und einen einfachen Aufbau. Mit nur wenigen Komponenten und einer einfachen Verkabelung lässt sich ein extrem leistungsfähiges und flexibles System aufbauen, wo es kaum eine Anforderung im Live-Einsatz geben dürfte, der das PM10-System nicht gewachsen ist. Die neuen 16-kanaligen Karten mit analogen oder digitalen Ein- und Ausgängen erlauben zudem eine flexible Konfiguration der I/O-Racks und bieten eine exzellente Audioqualität. Hinzu kommen die neuen HY-Karten für das TWINLANe-Glasfasernetzwerk mit bis zu 400 Kanälen und für Dante-Verbindungen mit bis zu 128 Ein- und Ausgangskanälen. Die zurzeit in zwei Größen verfügbaren Consolen zum PM10-System sind in bekannter Form mit Channel Bays für je zwölf Kanäle und einer sehr großzügigen Channel Section schnell und intuitiv für jeden zu bedienen. Alle Komponenten des PM10 Mixing-Systems machen erwartungsgemäß einen soliden und wertigen Eindruck, so wie man es von einem Mischpultsystem, dessen einfachste Konfiguration sich schon deutlich in sechsstelligen Preiskategorien befindet, auch erwartet.-