

PFLICHTENBLATT 2.1

Tonspezifikationen von Geräten und Anlagen

Stand: 23.3.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Spezifikationen für analoge Tonanlagen	2
2	Spezifikationen für digitale Tonanlagen und Geräte	5
3	Spezifikationen für Regietische	8
4	Gerätespezifikation.....	17

TA1 / Harald Lessnig

1 Spezifikationen für analoge Tonanlagen

Die folgenden Spezifikationen sollen eine Übertragungsqualität gewährleisten, die auch beim wiederholten Durchlaufen von Übertragungspfaden eine möglichst geringe Veränderung des Ausgangssignales gegenüber dem Eingangssignal ergibt.

Die nachstehenden Spezifikationen und technischen Werte gelten für analoge Tonanlagen und für den analogen Teil von digitalen Tonanlagen im Hörfunk- und Fernsehbereich.

Zwischen allen Ton Ein- und Ausgängen muss eine einheitliche und gleiche Polungsbeziehung in Bezug auf die festgelegte Beschaltung der Schnittstelle, wie Stecker, Buchsen und Anschlussfelder bestehen.

1.1 Allgemein

Die Spezifikationen gelten für die typischen hochqualitativen Haupt-Tonwege bei nachfolgenden Anlagentypen:

Regieplätze (Abwickelregieplätze, Produktionsregieplätze):

Regieanlage Ausgänge - Studio

Mikro-Eingänge - Regieanlage Ausgänge

Hochpegel Eingänge - Regieanlage Ausgänge

Abhörausgänge - Schallwandler

Hauptkontrollräume (HKR):

Telekomübergabepunkt Eingänge - Telekomübergabepunkt Ausgänge

Eingänge - zentrale Kreuzschiene

zentrale Kreuzschiene - Ausgänge

Abhörausgänge - Schallwandler

Die genannten Haupttonwege einer Anlage müssen an den oben beschriebenen Schnittstellen, wenn nicht ausdrücklich anders spezifiziert, grundsätzlich trafosymmetrisch und erdfrei ausgeführt sein.

Innerhalb einer Gerätegruppe ist je nach Projekt und Anwendungsfall nach Rücksprache mit dem verantwortlichen Planer auch elektronische Symmetrierung zulässig.

Abschlüsse für Messungen (analog, wenn nicht ausdrücklich anders spezifiziert)

- Eingang: 600 Ohm
- Ausgang: ≥ 200 Ohm parallel dazu 0-22 nF
- Pegel: 0 dBu = 0,775 V
- Normalpegel: + 6 dBu = 1,55 V = 100 %
- Maximalpegel: + 15 dBu

1.2 Frequenzgang

Innerhalb des Übertragungsbereiches:

20 - 20.000 Hz $\leq \pm 0,5$ dB, Bezugsfrequenz 1.000 Hz

Außerhalb des Übertragungsbereiches:

monoton abfallend mit mindestens 6dB/Oktave

jedoch höchstens 18dB/Oktave

1.3 Phasendifferenz

Zwischen 2 gleichartigen Tonwegen

innerhalb 125 - 10.000 Hz: $\leq 3^\circ$

1.4 Nichtlineare Verzerrungen

Normalpegel: + 6 dBu

Klirrfaktor im Bereich von 40 - 5.000 Hz: $\leq 0,5$ % (Kges)

Differenztonverzerrung IMD nach SMPTE/DIN

60 Hz, 3000 Hz, Pegelverhältnis 4 : 1 : $\leq 0,5$ %

Maximalpegel: + 15 dBu

Klirrfaktor im Bereich von 40 - 5.000 Hz: $\leq 1,0\%$ (Kges)

Differenztonverzerrung IMD nach SMPTE/DIN

60 Hz, 3000 Hz, Pegelverhältnis 4:1 : $\leq 1,0$ %

1.5 Störspannung

Fremdspannungsabstand ausgenommen bei Mikrophoneingängen, im Bereich bis 20.000 Hz, Effektivwert, unbewertet gemessen:

bezogen auf +6 dBu (1,55 V) ≥ 75 dB.

Das Oszillogramm der Fremdspannung hat im Wesentlichen ein den Verstärkern typisches weißes Rauschen zu zeigen. Brumm und andere Störungen dürfen optisch und akustisch nicht wahrzunehmen sein.

Knackstörungen beliebigen Ursprungs und Einflüsse der Netzsteuerung dürfen im Verstärkerrauschen (weißes Rauschen), welches einem Fremdspannungsabstand von 65dB entspricht, akustisch und optisch nicht wahrnehmbar sein.

HF-Einstreuungen (Frequenzen oberhalb des Übertragungsbereiches) müssen mindestens 50 dB unter Normalpegel liegen und dürfen auch nach einer etwaigen Demodulation keine Verschlechterung der Spezifikationen bewirken.

In einem homogenen magnetischen Störfeld von 5 μ T und 50 Hz darf bei ungünstiger Orientierung eine Verschlechterung des Fremdspannungsabstandes um maximal 3 dB eintreten.

1.6 Übersprechen zwischen zwei vollkommen unabhängigen Tonwegen

Dämpfung mind. 95 dB im Frequenzbereich bis 10 kHz,

Dämpfung mind. 100 dB im Frequenzbereich bis 5 kHz

Übersprechen zwischen linkem und rechtem Kanal eines Stereo-Tonweges:

mind. 40 dB Dämpfung im Frequenzbereich bis 10.000 Hz.

1.7 Telekom-Übergabepegel (bezogen auf Normalpegel)

Ankommend:

Empfangsleitung (EL): -9 dBu, wenn nicht anders spezifiziert

Vierdraht Empfangsleitung (EL): -9 dBu

Abgehend:

Sendeleitung (SL): +15 dBu, wenn nicht anders spezifiziert

Vierdraht Sendeleitung (SL): +6 dBu

2 Spezifikationen für digitale Tonanlagen und Geräte

2.1 AES/EBU Schnittstelle: Grundlagen für die Spezifikationen

- EBU Tech. 3250-E Third Edition 2004: Specification of the Digital-Audio-Interface
- EBU Technical Recommendation R68-2000.
- Guidelines for the use of the AES 3 Interface/AES-3id-1991, 1996, 2003; AES information document for digital audio engineering
- AES Standard method for digital audio engineering - measurement of digital audio-equipment AES 17-1991 (ANSI S4.51-1991)

2.2 Ergänzung der technischen Daten, Studio-Anlagen und Geräte

Die untenstehend abweichenden oder ergänzenden ORF Spezifikationen sind gegenüber den im Pkt. 2.1 angeführten Normen vorrangig gültig.

Beim ORF gelangt grundsätzlich die AES/EBU-Schnittstelle mit mindestens 24 Bit und 48 kHz Samplerate zur Anwendung.

Bei entsprechender Anforderung, vor allem bei Anlagen im Produktionsbereich Hörfunk, muss die Studio-Anlage auch für eine Samplerate von 96kHz ausgelegt werden können.

Kabel für AES/EBU, Stecker

Wellenwiderstand: nominal 110 Ohm, zulässige Abweichung 80 - 150 Ohm im Frequenzbereich von 0,1 - 6 MHz

Dämpfung: max. 35 dB/km bei einer Frequenz von 6 MHz

Maximale Kabellänge ohne Signalregenerierung: 150 m

XLR-Stecker: Steckerbelegung,

3-polig: Stift 1: Schirm, Stift 2: Hin-Ltg. (+) Stift3: Rück-Ltg. (-)

Geräteausgänge sind mit Steckern (Stifte), Geräteeingänge mit Buchsen zu versehen. Kontaktoberfläche: Gold

Impedanzen, Abschluss für Messungen

Eingangs-Impedanz: 110 Ohm im Frequenzbereich von 0,1 - 6 MHz

Ausgangs-Impedanz: 110 Ohm +/-20 % im Frequenzbereich von 0,1 - 6 MHz

Pro Quellenausgang ist nur ein Verbraucher zulässig. Bei Signalverteilung sind AES/EBU-Verteil-Verstärker zu verwenden.

Amplitude des digitalen Signals

Die Signalamplitude muss zwischen 3 und 10 V Spitze/Spitze, gemessen bei einem reellen Abschluss von 110 Ohm, liegen.

Anstiegs- und Abfallzeiten

Die Anstiegs- und Abfallzeit am Ausgang eines Leitungstreibers, Abschluss 110 Ohm, gemessen zwischen 10 % und 90 % der Amplitude soll zwischen 10 und 30 ns liegen.

Clockjitter

Der maximale Jitter der clock-Periode ist +/-10 ns bei einer minimalen Spannung von 200 mV, gemessen im Augendiagramm.

$T_{\min} : 0,5 \times T_{\text{nom}}$

$V_{\min} : 200 \text{ mV}$

T_{nom} : one half of the biphasic symbol period = Clockperiode

$\text{Clock-Period (ns)} = 1/2 \times ((32 \text{ bit} \times 2) \times \text{Sample-rate-Frequenz})$

z.B.: Clock-Period bei 48 KHz Sample-rate-Frequenz

$\text{Clock-Period} = 1/2 \times (64 \cdot 48 \cdot 10^3) = 162,8 \text{ ns}$

$162,8 \text{ ns} = 6,144 \text{ MHz Clock-Frequenz}$

$\text{Clock-Period max.} = 162,8 \text{ ns} + 20 \text{ ns} = 182,8 \text{ ns}$

$\text{Clock-Period min.} = 162,8 \text{ ns} - 20 \text{ ns} = 142,8 \text{ ns}$

$T_{\min} = 0,5 \times \text{Clock-Period min.} = 0,5 \cdot 142,8 \text{ ns} = 71,4 \text{ ns}$

Dither

Ist ein Dither vorhanden, so ist dieser einzuschalten und in den Meßprotokollen zu vermerken.

Emphasis

Ist eine Emphasis vorhanden, so soll diese entsprechend den Angaben des Herstellers ein- oder ausgeschaltet sein. Fehlt diese Anweisung, so ist die Emphasis auszuschalten. Auf jeden Fall ist der gewählte Emphasis-Zustand im Meßprotokoll anzugeben.

2.3 MADI Schnittstelle

Grundlage für die Spezifikation der MADI - Multichannel - Schnittstelle:
AES 10 -1991 (ANSI S4.43 -1991), Revision AES10 -2003,

Technische Daten (Auszug)

Datenrate	125 Mbit/sec
Audiodaten	24 Bit / 48kHz Sampling Rate (vorbereitet 96 kHz)
Eingänge	1 - 64 automatische Erkennung / 48kHz 1 - 32 bei 96kHz
Elektrisch	Stecker: BNC 75 Ohm, galvanisch getrennt
Optisch	Stecker: SC; Faser: 50/125µm oder 62,5/125µm, 1310nm
Ausgänge	1 - 64 / 48kHz 1 - 32 bei 96kHz
Elektrisch	Stecker: BNC 75 Ohm, galvanisch getrennt
Optisch	Stecker: SC; Faser: 50/125µm oder 62,5/125µm, 1310nm
Leitungslänge	Elektrisch: BNC: 50m Optisch: SC, Faser 62/125µm: 2km
Eigenschaften	Bittransparent, Nachweis der Dolby E Kompatibilität

3 Spezifikationen für Regietische

Die nachstehenden Pflichtenwerte gelten für analoge sowie für digitale Regietische.

Die messtechnische Erfassung hat sowohl analog als auch digital, je nach Meßkriterium zu erfolgen. Die spezifischen Pflichtenwerte des Digitalteiles von Regietischen sind Punkt 2 zu entnehmen.

3.1 Eingangspegel

Eingangspegelbereich -70 bis +20 dBu

Quellenwiderstand 0 bis 200 Ohm

Eingangspegel fix eingestellt (Line) +6 dBu (0 dBu = 0,775 V)

3.2 Eingänge

Empfindlichkeit einstellbar im Bereich von -70 bis +15 dBu in Stufen von ca. 10 dB. Toleranz bei allen Stellungen ± 2 dB, Zwischenwerte kontinuierlich einstellbar. Bevorzugt wird ein kontinuierliches Einstellen in max. 2 dB-Schritten über den gesamten Bereich von -70 bis +15 dBu. Eingangsimpedanz in den Stellungen des Empfindlichkeitsschalters -70 bis -20 dBu mindestens 1 kOhm, von -20 bis +15 dBu mindestens 10 kOhm im Frequenzbereich von 40 Hz - 15 kHz.

Die Eingänge sind, wenn nicht anders spezifiziert, trafosymmetrisch auszuführen.

3.3 Ausgang des Regietisches

Ausgänge trafosymmetrisch und erdfrei:

Impedanz ≤ 30 Ohm im Frequenzbereich 40 Hz - 20 kHz,

Ausgänge elektronisch symmetrisch:

Impedanz ≤ 100 Ohm im Frequenzbereich 40 Hz - 20 kHz,

3.4 Pegel

Normalpegel: +6 dBu analog entspricht -9 dBFs digital (alle im Tonweg liegenden Regler sind messtechnisch auf -10 dB vor der Endstellung einzustellen).

Pegelunterschied bei 1.000 Hz zwischen linkem und rechtem Kanal eines Stereoweges: $\leq \pm 0,5$ dB.

3.5 Frequenzgang

Bei allen Programmwegen beträgt die Streifenbreite max. $\pm 0,5$ dB, Bezugsfrequenz 1000 Hz, Übertragungsbereich 20 - 20.000 Hz, außerhalb des

Übertragungsbereiches: monoton abfallend mit mindestens 6 dB/Okt., jedoch höchstens 18 dB/Okt.

3.6 Klirrfaktor

Gemessen bei Normalpegel und betriebsmäßigen Bedingungen:

40 bis 5.000 Hz nach DIN 45.403: $\leq 0,5 \%$,

Differenztonverzerrungen nach SMPTE/DIN:

60 Hz, 3000 Hz, Pegelverhältnis 4:1 : $\leq 0,5 \%$.

Der Klirrfaktor beträgt bei einem Ausgangspegel von + 15dBu, der nur durch Erhöhung der Eingangsspannung gewonnen wird, bei unveränderter Reglerstellung max. 1,0%, die Differenztonverzerrungen max. 1,0 %.

Der Klirrfaktor beträgt bei einem Ausgangspegel von + 6dBu und einem um 20 dB über dem Normalwert erhöhten Eingangsspiegel, wobei nur der Summenregler zurückgenommen wird, Stellung -30 dB, maximal 1,0 %, die Differenztonverzerrungen max. 1,0%.

3.7 Fremdspannungsabstand

Quasi-Spitzenwert, unbewertet im Bereich von 20 Hz bis 20.000 Hz gemessen, bezogen auf +6 dBu.

Das Oziilogramm der Fremdspannung zeigt im Wesentlichen ein den Verstärkern typisches weißes Rauschen. Brumm und andere Störungen dürfen weder optisch noch akustisch wahrzunehmen sein.

Fremdspannungsabstand unbewertet, für Mikrofonwege

Bei einer eingestellten Verstärkung von $V=64$ dB muss der Fremdspannungsabstand, bezogen auf eine Ausgangsspannung von +6 dBu ≥ 63 dB sein. Der Eingang ist mit 200 Ohm abzuschließen.

Fremdspannungsabstand unbewertet für Leitungswege

Ein Kanal, Eingangs- und Summenregler in Position 0 dB, Verstärkung Eingang - Ausgang = 1, ohne Filter: ≥ 94 dB,

16 Kanäle, alle Regler in Position 0 dB, Verstärkung Eingang - Ausgang = 1, ohne Filter: ≥ 85 dB

32 Kanäle (Einstellung wie oben): $\geq 83,5$ dB

64 Kanäle (Einstellung wie oben): ≥ 81 dB

3.8 Knackstörungen

Knackstörungen beliebigen Ursprungs und Einflüsse der Netzsteuerung dürfen in einem weißen Rauschen, das einem Fremdspannungsabstand von 65 dB entspricht, akustisch und im Oszillogramm nicht wahrnehmbar sein.

3.9 Durchsprechdämpfung der Regler

Über einen geschlossenen Regler: mindestens 100 dB (der Dämpfungswert wird aus dem Verhältnis der Pegel "ganz geöffneter" zu "ganz geschlossener" Regler bestimmt:

Meßfrequenz bis 10.000 Hz).

Weitere Pflichten siehe Pkt. 3.3.13.

3.10 Übersprechdämpfung

Übersprechdämpfung zwischen zwei vollkommen unabhängigen Tonwegen, wenn im Programm keine Sonderschaltung durchgeführt wird:

Dämpfung im Frequenzbereich bis 10 kHz:

analoge Technik ≥ 80 dB

digitale Technik ≥ 100 dB

Dämpfung im Frequenzbereich bis 5 kHz:

analoge Technik ≥ 85 dB

digitale Technik ≥ 100 dB

Übersprechdämpfung zwischen linkem und rechtem Kanal eines Stereo-Tonweges mindestens 40 dB im Frequenzbereich bis 10 kHz.

3.11 Phasenunterschiede

Bei Stereo-Betrieb betragen die Phasenunterschiede in den Stereokanälen ohne Filter max. 3° von 60 Hz bis 10.000 Hz, mit Filter max. 10° im Frequenzbereich 1,5 fu bis 1/1,5 fo. Frequenzgangabweichung zwischen zwei gleichen Tonwegen (einschl. Stereo-Tonwegen):

ohne Filter innerhalb des Übertragungsbereiches $\pm 0,6$ dB

mit Filter im Bereich 1,5 fu bis 1/1,5 fo $\pm 0,6$ dB

3.12 Modulausführungen

In der nachfolgenden Beschreibung sind die minimal erforderlichen Betriebs- und Bedienfunktionen in Anlehnung an die klassische Modultechnik beschrieben.

Die einzelnen Betriebsfunktionen wie Filter, Equalizer, Kompressor- Expander-Deesser und zwei Einschleifpunkte, sind im Signalfluss vom Eingang zur Ausgangssumme eines Haupttonweges vom Bediener in deren Reihenfolge frei anordenbar auszuführen.

Bevorzugt wird ein Aufbau mit steckbaren Modulen.

Je nach Ausführung und Anforderung gemäß Leistungsverzeichnis kann diese Technik in Einzelmodultechnik oder zusammengefasst in 4er, 8er, 10er und 16er Gruppen und/oder in assignable Technik mit zentralem Bedienpanel ausgeführt sein. Modultypen mit Flachbahnstellern müssen zwischen den einzelnen Flachbahnstellern (Fader) einen Mindestabstand von 30mm bzw. einen maximalen Abstand von 40mm aufweisen.

Der Ersatz der klassischen Bedienelemente durch graphische Darstellung derselben auf Bildschirmen mit Bedienung in Form von Touchscreens ist zulässig.

3.12.1 Eingangsmodule Mono und Stereo (Kanalzug)

Eingänge umschaltbar zwischen:

- a) Eingängen mit Vordämpfung
- b) Leitungseingängen + 6 dBu
- c) Gruppeneingang / Summeneingang

- Für Mikrophoneingänge ist Phantomspeisung (48 V) vorzusehen (bei Stereo-Modulen in beiden Eingängen)
- Verstärkung des Mikrofon Einganges regelbar von -70 bis 15 dBu in Grobstufen von ca. 10 dB (Toleranz ± 2 dB), Zwischenwerte kontinuierlich einstellbar.
- Der Eingangsmodul hat über einen Verpolungsschalter im Mikrofonweg zu verfügen.
- Verstärkung des Leitungseinganges einstellbar von -20 bis +15 dBu mittels Drehregler.
- Eingangsimpedanz in den Stellungen des Empfindlichkeitsschalters von -70 bis -20dBu mindestens 1 kOhm, von -20 bis +20 dBu mindestens 10 kOhm (im Frequenzbereich 40 Hz - 15 kHz).

Filter

Die Trittschaltfilter sind mit einer Steilheit von mindestens 18 dB/Oktave für die Nennfrequenzen 40Hz, 80 Hz und 160 Hz auszulegen.

Einschleifpunkte

Die geforderte Regietechnik hat über analoge und digitale Ein und Ausgänge zu verfügen, die auch als Einschleifpunkte frei in Haupttonwegen und Nebentonwegen vom Bediener angeordnet werden können.

Pegelüberwachung

Vorzugsweise sollte die Regietechnik über eine, vom Bediener örtlich im Tonweg frei anordenbare Pegelkontrolle mittels LED-Anzeige oder ähnlichem verfügen, um eine Übersteuerung des Tonweges zu verhindern.

Diese Pegelüberwachung sollte den Spitzenwert über einen gewissen Zeitraum (Hold Funktion) speichern und über eine Summenmeldung verfügen, die dem Bediener die Möglichkeit gibt den Verursacher nachträglich zu finden.

Equalizer

Der Equalizer muss mindestens über drei, bevorzugt über vier sich gegenseitig überlappende, möglichst durchstimmbare Frequenzbereiche verfügen, welche eine Anhebung und Absenkung des jeweiligen Frequenzbereiches um mindestens 15dB besser 18 dB ermöglichen.

Die Steilheit des Filters soll 12 dB/Oktave sein, die beiden Endbereiche sollen eine Versteilerung, umschaltbar auf 18 oder 24 dB/Oktave, zulassen.

Im Stereobetrieb sollen die gleichen Filter mit den gleichen Bedienelementen in gleicher Anordnung verwendet werden, wobei die Bedienung der Stereo-Filter mittels jeweils eines Bedienelementes für beide Kanäle erfolgt

- Die Gleichlauf toleranz beträgt bei 12 dB/Oktave ± 1 dB, bei 18 dB/Oktave $\pm 1,5$ dB.

Die regelbare Filtergruppe soll überbrückbar sein und im Tonweg frei anordenbar sein

Panoramaregler

In der rastenden Mittelstellung ist der linke wie der rechte Ausgang mit -3 dB (im Hinblick auf die Kompatibilität) beaufschlagt.

Beide Drehrichtungen des Reglers müssen mit logarithmischem Verlauf einstellbar sein. Der Panoramaregler soll für den Zweikanalbetrieb möglichst abschaltbar sein.

- Im Stereobetrieb sind ein Basisregler, sowie ein Schalter zum Tauschen der Kanäle l <> r vorzusehen.
- Der Basisregler ist mit einer Einrichtung zur Erzielung einer elektrischen "Überbreite" auszustatten (Panorama- und Basisbreitenregler).

Ausgänge des Kanalzugs

Hauptausgang:

Dieser ist nach dem Panoramaregler auf die Ausgangssummen frei konfigurierbar auszuführen. Es muss eine „CUT“ Funktion vorhanden sein, mit welcher die Modulation dieses Kanalzugs von der angewählten Mischschiene weg geschaltet werden kann.

Direktausgang:

Für jeden Kanalzug muss ein Direktausgang konfiguriert werden können. Dieser muss auch „n“, „n-1“ und „off“ schaltbar sein.

Nebensummenausgang:

Nebensummenausgänge müssen in mono und stereo frei konfigurierbar ausgeführt sein, vor und nach Regler schaltbar und abschaltbar sein, sowie einem Pegelregler und für Stereonebensummen einem Panoramaregler der Bedienoberfläche zugeordnet werden können. Werden von Stereowegen Mono-Hilfsausgänge konfiguriert, so sind diese Mono zu matrizen.

Abhörfunktionen des Kanalzuges

Vorabhören PFL:

Vorabhören ist nur bei geschlossenem Flachbahnregler wirksam und wird vor diesem abgegriffen. Das Öffnen des jeweiligen Einzelreglers unterbricht das Vorabhören. Es muss entweder summierend oder gegenseitig auslösend zentral für die Regieanlage konfigurierbar sein.

Vorabhören AFL:

Dabei ist das Vorabhörsignal nach dem Regler aber vor der Summenaufschaltung abzugreifen und wird bei geöffnetem Regler nicht abgeschaltet. Die Umstellung von PFL auf AFL Betrieb erfolgt zentral konfigurierbar.

Solo:

In der Stellung "Solo" wird jeweils nur die Modulation dieses Moduls auf die Abhör-schiene geschaltet (Solo in Place). In der zentralen Konfiguration soll diese Funktion auf Solo summierend umschaltbar sein.

Maximale Pegelschwankungen bei Schaltungen von Straßen, Panoramareglern usw. $\leq 0,5$ dB. (knackfrei!)

Regler-Kontakte zur Signalisierung:

Die Regler der Eingangsmodule müssen potentialfreie Endkontakte haben, mit denen Tonträgergeräte und Studiosignale ferngesteuert werden können.

3.12.2 Summenmodule Mono und Stereo

Routinedaten laut 4.2 mit folgenden Änderungen und Ergänzungen:

- Die Summenmodule liefern ein hochpegeliges, niederohmiges Summensignal
- Pegelregelung mit Flachbahnregler
- Regler-Endkontakt wie Eingangsmodul
- Vorabhörtasten wie Eingangsmodul
- Einschleifpunkte wie beim Eingangsmodul müssen auch hier vorhanden sein.

3.13 Mehrkanal Betrieb der Regieanlagen

Ist die Mehrkanalfähigkeit einer Regieanlage für 5.1 Produktionen und oder Abwicklungen gefordert, so ist für die Regieanlage folgendes zu beachten:

3.13.1 Eingänge

Mehrkanal-Zuspielungen müssen auf zwei Arten an die Regieanlage angeschlossen werden können und zwar als analoges oder digitales **lineares diskret mehrkanaliges** Audiosignal.

Die Umsetzung aus anderen Methoden (Dolby E, ac-3, dts..) erfolgt in separaten Einheiten vor der Regieanlage. Obwohl manche Kanäle bei 5.1-Abspielung mit eingeschränktem Frequenzgang benutzt werden (LFE), sind alle Kanäle vollkommen **gleichwertig** in Phase, Frequenzgang und Pegel durch das Pult zu führen und auf Mischwegen einzuspeisen.

6-Kanal Analog: Sechs analoge Eingänge für die Signale L, R, C, LFE, Ls und Rs sind derartig zusammenzufassen, dass sie für die Bedienung (Kanalzug wie im Stereofall beschrieben), das Routing und allgemeine Schalt- und Messvorgänge als eine einzige Signalquelle behandelt werden können. So wie bei Stereo dürfen auch hierbei die Grenzwerte für Pegel-, Frequenzgang- und Phasenunterschiede zwischen den Kanälen nicht überschritten werden. In der Phase werden wie bei Stereo zwei Grad bei 1 kHz als maximale Abweichung zwischen den 6 Kanälen gefordert.

6-Kanal Digital: Drei separate AES/EBU Eingänge sind ebenso zusammenzufassen wie im obigen Absatz für die analogen Eingänge beschrieben. Ein bittransparente Übernahme von 24-bit AES-Signalen ist gefordert, dies kann ein Dolby-E Datenstrom sein, der nicht gemischt werden muss, jedoch unverändert an einen Anlagenausgang durchgeschaltet werden können soll.

Die Kanalreihenfolge muss wie in EBU R91-2004 aufgelegt werden. Auszug:

1	2	3	4	5	6	7	8
L	R	C	LFE (falls vorhanden)	LS oder MS(-3dB)	RS oder MS(-3dB)	A (falls vorhanden)	B (falls vorhanden)

Legende:	Symbol	Tonsignal
	L	Left
	R	Right
	C	Centre
	LFE	Low frequency effects
	LS	Left surround
	RS	Right surround
	MS	Monophonic surround
	A	Left (two channel stereo)
	B	Right (two channel stereo)

3.13.2 Die 5.1 Kanalzüge

Ein 5.1-Kanalzug kann entweder direkt einer analogen oder digitalen Eingangsschnittstelle entsprechen, oder ein intern im Pult erzeugte Mehrkanal-Bündel darstellen. Beispiele für ersteres sind DVD-Player (analog) und Radiomax (digital), Beispiel für zweiteres ist das Mono-Moderatormikrofon, das mit Raummikrofonen kombiniert eine Mehrkanal-Raumabbildung des Studios ermöglichen soll. Weiters ist mindestens eine 5.1-Gruppe vorzusehen, um ein externes Downmixgerät optimal anspeisen zu können.

Demgemäß ist eine Aufschaltung eines 5.1-Kanalzuges auf folgende Senken nötig:

- 5.1-Sendesumme direkt
- 5.1-Gruppe als Zuführung zum externen Downmixgerät
- Stereo-Summe mit internem Downmix nach ITU-R BS.775-1
- VCA-Regler oder Motorregler, der einzelne Monokanäle zu einem Mehrkanalbündel zusammenfasst

5.1-Quellen müssen mit einem Fader im Pegel regelbar sein. Auch ein „Gain“ muss vor dem Fader angeboten werden.

Mono - Mikrofoneingänge müssen verkoppelbar sein (z.B. durch einen VCA-Regler), wobei aber jedes einzelne Mikrofon unabhängig von den anderen Bündelteilnehmern in Pegel, Panorama und EQ regelbar bleiben muss.

Die Basisfunktion von PFL und SOLO muss erhalten bleiben.

Die 5.1-Sendesumme muss mit einem internen Downmix nach ITU-R BS.775-1 für Kopfhörerwege angeboten werden.

3.13.3 Routing und Richtungszuordnung in 5.1 Technik

Die Position von Mono-, Stereo- und Mehrkanalquellen muss für den Bedienenden graphisch aufgelöst werden, dazu werden die 5 Lautsprecher an ihren Positionen angezeigt, die Quelle entsprechend den Einstellungen dazwischen. Als Stellelemente sind drei Potentiometer anzubieten, ein Joystick oder Touchscreen ist nicht erforderlich, wird aber bevorzugt. Für MONO-Quellen wird folgende Funktion der drei Steller angestrebt:

- L-R Position: stellt zwischen L/R bzw. Ls/Rs
- V-H Position: stellt zwischen vorderem und hinterem Bereich
- Breite (=Divergenz): bestimmt die Verteilung zwischen L, C und R

Damit sollt es möglich sein, Mikrofone eindeutig zu positionieren, es soll bei Diskussionen z.B. möglich sein, einen Moderator bewusst nur im Center, oder bewusst als Phantommittle nur mit L und R abbilden zu können, hier konkrete Beispiele:

- L-R exakt in Mitte, V-H ganz Vorne, Breite Minimal = Nur CENTER
- L-R exakt in Mitte, V-H ganz Vorne, Breite Maximal = Nur LR-Phantommittle
- L-R halblinks, V-H ganz Vorne, Breite Maximal = L,C,R werden benutzt
- L-R halblinks, V-H ganz Vorne, Breite Minimal = nur L und R benutzt
- L-R Mitte, V-H ganz hinten, Breite unerheblich = nur Ls und Rs benutzt

Stereo-Quellen sollen zumindest zwischen L-R und Ls-Rs richtungsmäßig zugeordnet werden können (4-Punkt-Verschiebung).

Es muss damit zumindest ein Steller (V-H) angeboten werden.

3.13.4 Abhören und Messen:

Das Hauptabhören sollte auf 6 Kanäle erweitert werden, und einen fließenden Übergang des Abhörens von Stereo- und 5.1 Signalen anbieten. In jedem Falle müssen mindestens drei L/R-Ableitungen von 5.1-Quellen angeboten werden. Bevorzugt wird eine nahtlose Integration des Abhörens von Mono, Stereo und 5.1-Quellen.

Es ist eine 6-Kanal Aussteuerungsanzeige vorzusehen (siehe 4.3.5).

Für die sechs Abhörlautsprecher sind einzelne „Solo“-Tasten vorzusehen, optional auch die Umschaltung auf ein alternatives Lautsprecherpaar.

4 Gerätespezifikation

4.1 Analoge Vierpol-Daten (Routinedaten)

Die Module und Einzelgeräte sind als Vierpole mit genau bestimmten Übertragungsdaten aufzufassen. Grundsätzlich sind die Vierpoleingänge mittels Übertrager erdfrei und symmetrisch mit einer Betriebssymmetrie von ≥ 65 dB bis 10kHz, die Vierpolausgänge ebenfalls über Übertrager, erdfrei und symmetrisch mit einer Betriebssymmetrie von ≥ 50 dB zu erstellen. Bei den einzelnen Gerätetypen werden nur die von dieser Routine abweichenden Daten angegeben.

4.1.1 Eingangsimpedanz

≥ 10 kOhm im Bereich von 40 bis 15.000 Hz

Quellenwiderstand 0 bis 600 Ohm

4.1.2 Pegel

Normalpegel (lt. EBU Tec.Rec R68-2000):

+ 6 dBu = 1,55 V = 100 % , Toleranz: $\pm 0,5$ dB

Maximalpegel: + 15 dBu

Frequenz: 1.000 Hz

4.1.3 Ausgangsimpedanz

Ausgänge trafosymmetrisch und erdfrei:

Impedanz ≤ 30 Ohm im Frequenzbereich 40 Hz - 20 kHz,

Ausgänge elektronisch symmetrisch:

Impedanz ≤ 100 Ohm im Frequenzbereich 40 Hz - 20 kHz,

Die Übersteuerung und/oder das Kurzschließen von Ausgängen dürfen nicht zur Zerstörung von Bauteilen bzw. Abschalten von Sicherungen führen.

4.1.4 Frequenzgang

Innerhalb des Übertragungsbereiches:

20 - 20.000 Hz $\leq \pm 0,5$ dB, Bezugsfrequenz 1.000 Hz

Außerhalb des Übertragungsbereiches:

monoton abfallend mit mindestens 6dB/Oktave jedoch höchstens 18dB/Oktave

Die Spezifikationen für den Frequenzgang müssen auch im Übertragungsbereich bei Ausgangsabschluß mit komplexer Last Z , $R \geq 200 \text{ Ohm}$ parallel dazu wahlweise $0 - 22\text{nF}$ erfüllt werden.

4.1.5 Nichtlineare Verzerrung

Normalpegel: + 6 dBu

Klirrfaktor im Bereich von 40 - 5.000 Hz: $\leq 0,5 \%$ (Kges)

Differenztonverzerrung IMD nach SMPTE/DIN

60 Hz, 3000 Hz, Pegelverhältnis 4 : 1 : $\leq 0,5 \%$

Maximalpegel: + 15 dBu

Klirrfaktor im Bereich von 40 - 5.000 Hz: $\leq 1,0\%$ (Kges)

Differenztonverzerrung IMD nach SMPTE/DIN

60 Hz, 3000 Hz, Pegelverhältnis 4:1 : $\leq 1,0 \%$

4.1.6 Störspannung

Das Oszillogramm muss die Störspannung als homogenes Rauschen ohne sichtbare periodische Anteile (z.B. Brumm) zeigen.

Fremdspannungsabstand, bezogen auf +6dBu gemessen effektiv, im Bereich von 40 bis 20.000 Hz: $\geq 75 \text{ dB}$.

Geräuschspannungsabstand, bezogen auf +6dBu gemessen mit Ohrenkurvenfilter (CCIR 468-3) spitzenbewertet: $\geq 72 \text{ dB}$.

Impulsstörungen ("Knacke") als eindringende Störungen durch irgendwelche Schaltvorgänge, sowie niederfrequente Netzsteuerungssignale dürfen im Verdeckungsrauschen (weißes Rauschen) von 65 dB unter Normalpegel beim Abhören nicht vernehmbar sein.

4.1.7 Hochfrequenzeinstreuungen

müssen mindestens 50 dB unter Normalpegel liegen und dürfen auch nach einer etwaigen Demodulation keine Verschlechterung der Werte bewirken.

4.1.8 Übersprech-Dämpfung

zwischen beliebigen Tonwegen, bezogen auf Normalpegel

40 bis 5.000 Hz: $\geq 80 \text{ dB}$

5.000 bis 10.000 Hz: $\geq 75 \text{ dB}$

4.1.9 Magnetischer Störfeldeinfluß

In einem homogenen Störfeld von 50 Hz (einschließlich Oberwellen) und 5 μ T darf sich der Störspannungsabstand bei ungünstiger Orientierung um nicht mehr als 3 dB verschlechtern.

4.1.10 Phasengang

Phasendifferenz zwischen zwei gleichen Tonkanälen innerhalb des Übertragungsbereiches von 60 Hz bis 10.000 Hz: $\leq 1^\circ$

Bei gleichartigen Ein- und Ausgängen, sowie Einschleifpunkten muss die gleiche phasenmäßige Polung herrschen, sodaß beim Zusammenschalten keine Auslöschung eintritt. Sinngemäß müssen auch gleichartig wiederholte Verdrahtungspunkte phasenrichtig sein, sodaß beim Austausch von Elementen keine Umpolung eintritt.

4.2 Digitale Vierpoldaten

Die Module und Einzelgeräte sind als Vierpole mit genau bestimmten Übertragungsdaten aufzufassen. Die Geräte haben über AES/EBU Ein und Ausgänge gemäß Spezifikationen nach Punkt 2 zu verfügen.

Die Geräte haben sich eingangsseitig auf den AES Leerrahmen zu synchronisieren.

Zur externen Synchronisation der Geräte hat ein getrennter Sync- Eingang vorhanden zu sein.

Sync Signale sind: AES/EBU, WCLK, optional analog Video Black-Burst (BB)

4.2.1 Amplitude des digitalen Signals

Die Signalamplitude muss zwischen 3 und 10 V Spitze/Spitze, gemessen bei einem reellen Abschluss von 110 Ohm, liegen.

4.2.2 Pegel

f = 997 Hz

Analog-Pegel:

+ 15 dBu

+ 6 dBu

- 3 dBu (Pegelton)

entspricht

entspricht

entspricht

Digital-Pegel:

0 dBFS

- 9 dBFS

-18 dBFS

In der EBU-Tech. Rec.. R68-2000 ist für alle digitalen Tongeräte ein Headroom von 9dB vorgegeben.

4.2.3 Sync - Signal

Video-Sync: Composite-Sync, Black-Burst oder Composite-Video

Pegel: 0,3 – 2 V_{ss} bei 75 Ohm-Abschluss

Time-Code: EBU-SMPTE 0,5-10 V_{ss} an 10 KOhm

Word-Sync: TTL mit 75 Ohm-Abschluss (unsymm. BNC-Stecker)

4.2.4 Impedanzen

Eingangs-Impedanz: 110 Ohm im Frequenzbereich von 0,1 - 6 MHz

Ausgangs-Impedanz: 110 Ohm +/-20 % im Frequenzbereich von 0,1 - 6 MHz

4.2.5 Frequenzgang (mit und ohne Emphasis)

Bezugspegel: -20 dBFS bei einer Frequenz von 997 Hz

Frequenzbereich: 20 Hz-20 KHz

Abweichung des Ausgangspegels vom Bezugspegel: + 0,2 dB /- 0,5 dB

4.2.6 Aliasing - Unterdrückung

Analoger Bezugspegel -5 dBu (= -20 dBFS) bei einer Frequenz von 997 Hz.

Sweepbereich des analogen Eingangssignals 20 KHz bis 4x Samplefrequenz:

20 KHz - 192 KHz

Unterdrückung gemessen an einem analogen Ausgang: mindestens 75dB

4.2.7 Total harmonic Distortion + Noise (THD + N)

THD + N über Pegel

Frequenz 997 Hz

Obere Grenzfrequenz (Bandpaßfilter) des Messgerätes 20 KHz

Digital: Pegelsweep von 0 dBFS bis - 80 dBFS

Analog: Pegelsweep von + 15 dBu bis - 65 dBu

Anstelle eines Pegelsweep kann auch in Schritten von 10 dB gemessen werden.

THD+N bei einem Eingangspegel von 0 dBFS bis - 50 dBFS: ≤ -85 dBFS

THD+N bei einem Eingangspegel von -50 dBFS bis - 80 dBFS: < - 96 dBFS

THD+N über Frequenz

Frequenzbereich: 20 Hz - 20 kHz (Sweepgenerator mit mitlaufendem Bandsperre)

Obere Grenzfrequenz (Bandpassfilter) des Messgerätes 25 KHz

Digitalpegel: 0 dBFS bis -10 dBFS

entsprechend Analogpegel: +15 dBu bis +5 dBu THD+N Pegel: ≤ -85 dBFS

Digitalpegel: -10 dBFS bis -20 dBFS

entsprechend Analogpegel: +5 dBu bis -5 dBu THD+N Pegel: ≤ -90 dBFS

Digitalpegel: -20 dBFS bis -90 dBFS

entsprechend Analogpegel: -5 dBu bis -75 dBu THD+N Pegel: ≤ -96 dBFS

4.2.8 Übersteuerungsverhalten

Frequenz: 997 Hz

Der analoge Eingangspegel wird so lange erhöht bis ein THD+N-Wert von 1%

gemessen wird oder der analoge Ausgangspegel um 0,3 dB komprimiert wird, Der analoge Eingangspegel muss $\geq +15$ dBu sein.

4.2.9 Noise

Bezugspegel analog: +15 dBu entspricht digital: 0 dBFS

Bandbreite des Pegelmessers 20 Hz - 20 KHz linear

Bei 16 Bit - Auflösung: ≤ -90 dBFS (theor. -97,8 dBFS)

Bei 20 Bit - Auflösung: ≤ -110 dBFS (theor. -121,8 dBFS)

Bei 24 Bit - Auflösung: ≤ -120 dBFS (theor. -144 dBFS)

4.2.10 Phasendifferenz zweier zusammengehöriger Tonwege über die Frequenz

Messpfad: Analog-Eingänge-A/D-Wandler-digitaler Prüfling-D/A-Wandler

Frequenzbereich: 20 Hz - 20 KHz $\leq 3^\circ$

Die Polarität eines Tonsignales an verschiedenen Stellen eines Tonweges darf sich nicht vom Eingangssignal unterscheiden.

4.2.11 Übersprechen zwischen zwei beliebigen Tonwegen

Übersprechen zwischen zwei beliebigen Tonwegen: ≤ -110 dBFS

Eingangspegel analog: -5 dBu

digital: -20dBFS

Frequenzbereich: 10 Hz - 20 kHz

Die nicht betönten analogen Eingänge sind mit 200 Ohm, die digitalen mit 110 Ohm abzuschließen.

4.2.12 Linearität zwischen Ein- und Ausgangspegel

Frequenz: 997 Hz

Eingangspegel von -100 dBFS bis 0 dBFS

Fehler : +/- 0,5 dB

4.3 Gerätetypen

Im nachfolgenden Abschnitt sind analoge wie digitale Geräte und solche mit analogen und digitalen Schnittstellen angeführt, wie sie in Tonanlagen typischerweise erforderlich sind (die Aufzählung hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit)

4.3.1 Trennverstärker (Leitungsverstärker):

Verstärkung mindestens 0 - 30 dB in 3 dB Stufen (Stufenschalter)

Feinregelung der Verstärkung $\pm 2,5$ dB mittels Schraubenziehereinstellung

Ausgang 1: +6 dBu

Ausgang 2: +6 dBu/+15 dBu vom selben Ausgangstrafo je nach Anforderung

Bei Reduzierung der Verstärkung bleibt die auf den Eingang bezogene Störspannung weitgehend gleich.

4.3.2 Mikrofonverstärker:

- Eingangsimpedanz von 40 bis 20.000 Hz ≥ 1.000 Ohm
- Eingangspegel -70 dBu übersteuerbar bis -27 dBu
- Eingangsabschluß 0 bis 200 Ohm (Quellenwiderstand)
- Verstärkung 30 bis 65 dB in 5 dB Stufen mit Feinregler
- Fremdspannungsabstand bei Maximalverstärkung und einem Eingangspegel von -63 dBu ≥ 62 dB
- Phantomspeisung 48V schaltbar

Bei Reduzierung der Verstärkung muss die auf den Eingang bezogene Störspannung weitgehend gleich bleiben.

4.3.3 Dynamikgeregelte Mikrofonverstärker (Kommandoverstärker):

Verwendung in Nebentonwegen (Intercom) mit eingeschränkten technischen Daten:

- Frequenzbereich mindestens 200 bis 6.000 Hz.
- Frequenzgang: 3 dB Streifenbreite
- Außerhalb des Übertragungsbereiches in allen Betriebsfällen monoton abfallend.
- Normalpegel: +6 dBu/600 Ohm
- Klirrfaktor (200 - 5.000 Hz): $\leq 1 \%$
- Maximalpegel: + 12 dBu/an 600 Ohm
- Klirrfaktor: $\leq 5 \%$
- (Dynamikregelung abschaltbar, z.B. Lötbrücke, Jumper)

a) Ansprechzeit der Dynamikregelung

Bei einem Pegelsprung von +10 dB über den Einsatzpunkt der Regelung muss die Ausgangsspannung in einer Zeit von ca. 3 ms auf 10,76% (entspricht 1 dB) des Pegelsprungs abgesunken sein.

b) Rückstellzeit der Dynamikregelung

Wird ein Übersteuerungspegel, der 10 dB über dem Einsatzpunkt der Dynamikregelung liegt, sprunghaft um 10 dB vermindert, so soll innerhalb einer Zeit von $\geq 1,5$ s der Ausgangspegel 89,2 % (entsprechend 9 dB) seines ursprünglichen Wertes wieder erreichen.

4.3.4 Leitungsschutzbegrenzer (Limiter)

Routinedaten lt.Pkt.4.1 mit folgenden Ausnahmen und Ergänzungen:

a) Pegel bei $f = 1$ kHz

Normalpegel: 100 % = +6 dBu = 1,55 V

Limiterbereich: ≥ 20 dB

Toleranz des Regeleinsatzpunktes im Langzeitverhalten: $\pm 0,25$ dB

b) Einstellbare Ansprechzeit lt. Definition 4.2.3 a: 0,2 bis 0,5 ms

c) Einstellbare Rückstellzeit lt. Definition 4.2.3 b: 0,5 bis 5 s, bevorzugt 1,5 s.

d) Steilheit des geregelten Astes der Regelkennlinie max.2 dB für 20 dB Übersteuerung

Die Regeltiefe muss an einem Instrument, der Einsatzpunkt an einem Lämpchen am Gerät angezeigt werden. Abschaltbare Stereoverkopplung der Regelverstärker.

4.3.5 Kompressor

Kompressionsgrad als Neigung k der $UA = f(UE)$ - Kennlinie mindestens 1,5 : 1 bis 8 : 1 Eingangspegel entsprechend Einschleifpunkt: + 6dBu.

4.3.6 Verteilverstärker (niederohmiger Trennverstärker)

Routinedaten lt.Pkt.3.2 mit folgenden Ausnahmen und Ergänzungen:

a) Ausgangsimpedanz von 40 bis 15.000 Hz: $\leq 3 \text{ Ohm}$

Ausgangsabschluß: $\leq 16 \text{ Ohm}$

b) Nennleistung

Ohne Verschlechterung der nichtlinearen Verzerrungen 1 Watt. Das Übersteuern des Verstärkers, sowie das Kurzschließen der Ausgangsklemmen darf nicht zur Zerstörung des Gerätes oder zum Abschalten von Sicherungen führen.

4.3.7 Analoger Tonmesser

Zur Überprüfung der Modulation sind Tonmesser (Lichtzeiger-, Leuchtdioden oder Glimmzeiger) nach DIN 45406 vorzusehen.

Skalenverlauf etwa dB-linear

Anzeigebereich: - 50+5 dB

Toleranzen (-40...-5 dB) $\pm 2 \text{ dB}$

(-5...+5 dB) $\pm 1 \text{ dB}$

Normalpegel 0 dB = 6 dBu = 1,55 V

Frequenzgang 20 - 20.000 Hz: $\pm 1,5 \text{ dB}$, unter 20 Hz gleichmäßig abfallend.

Die Ansprechzeiten für digitalen- oder analogen Betrieb sollen umschaltbar sein.

Fehlanzeige bei Impulsen:

Rechteckimpuls 10 ms, Sprung von -20 dB auf 0 dB: $-1 \text{ dB} \pm 0,5 \text{ dB}$

Rechteckimpuls 3 ms, Sprung von 20 dB auf 0 dB: $-4 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$

4.3.8 Tongeneratoren

zur rascheren Überprüfung der Anlage ist ein eingebauter Tongenerator notwendig.

a) Sinusgenerator, bei Fixfrequenzen mindestens 60, 1.000, 12.000 Hz

Nennpegel: 6 dBu Pegel justierbar, Frequenzgang: $\pm 0,5 \text{ dB}$

Langzeitpegelstabilität: $\pm 0,1 \text{ dB}$, Klirrfaktor: $\leq 1,0 \%$

Ausgangsimpedanz: $\leq 30 \text{ Ohm}$, Abschlußwiderstand: $\geq 200 \text{ Ohm}$

b) Rauschgenerator, rosa Rauschen 25 Hz bis 16 kHz regelbar

Ausgangsspannung: max. 6 dBu (effektiv)

Langzeitpegelstabilität: $\pm 0,1$ dB

Ausgangsimpedanz: ≤ 30 Ohm , Abschlußwiderstand: ≥ 200 Ohm

4.3.9 AES Verteilverstärker

Routinedaten nach 4.2

Mindestanforderung: Ein Eingang auf drei Ausgänge.

Bei Einzelgeräten 1HE mit Netzteil müssen mindestens zwei, besser drei Einheiten zu je einem Eingang auf drei Ausgänge vorhanden sein.

4.3.10 Digitaler Spitzenwertmesser

Zur Überprüfung der Modulation sind Tonmesser (Lichtzeiger-, Leuchtdioden oder Glimmzeiger) vorzusehen.

Ein AES/EBU Eingang, ein AES/EBU Ausgang nach Punkt 2

Skalenverlauf dB-linear , Anzeigenbereich: - 60 bis 0 dBFS, deutliche

Einstellbarer Headroombereich von -20 dB bis -5dB, ORF Nominal -9dB FS optische Markierung bei -9dBFS

Übersteuerungsanzeige, Ansprechzeit, Pegelschwelle und Wortlänge einstellbar

Integrationszeit : Sample, zusätzlich wählbar: Slow Mode: 10ms

Rücklaufzeit von 0 auf -20 dB Anzeige: $1,5 \pm 0,2$ s

Überschwingen max. 1.5dB bei einem Pegelsprung von -50dBFS auf -10dBFS (Skalanzeige)

Skala für waagrechten oder senkrechten Einbau.

4.3.11 Digitale Loudnessmessung:

Gerät zur Loudnessmessung nach ITU R 1770 in digitalen Tonanlagen