

ToolMod Pro-Audio Modulsystem

Benutzerhandbuch

TM235

Harmonics Generator



Der TM235 ist ein aufwendiger Generator zur Erzeugung von reinem k2 und k3 mit zahlreichen zusätzlichen Features in Stereoausführung. Filter ermöglichen die Begrenzung des Frequenzbandes in dem Harmonische erzeugt werden. Ferner kann über Equalizer der Frequenzgang der Harmonischen verändert werden. Die Zumi-schung kann alternativ zum normalen Stereobetrieb nur zum Monoanteil oder nur zum Raumanteil erfolgen. Das Gerät ist in horizontaler und vertikaler Ausführung lieferbar. Beide Versionen unterscheiden sich nur durch die Beschriftung der Front-platte. Der TM235 kann in 1HE und 4HE-ToolMod Rahmen eingebaut werden.

Inhalt

Funktionsprinzip....	2
Getting Started....	2
Sinn und Zweck des Harmonics Generators....	6
Funktionen der Bedienelemente....	7
Betriebsarten....	11
Blockschaltbild....	14
Wärmeentwicklung und Lüftung....	15
Anschlüsse....	16
technische Daten....	17

Hinweis

Wir setzen voraus, dass Sie mit der grundsätzlichen Terminologie der Pro-Audio-Technik und den elektrischen und physikalischen Hintergründen vertraut sind. Die Erläuterungen in diesem Manual beschränken sich daher auf die Beschreibung der speziellen Funktionen. Sie finden allgemeinen Informationen zu vielen Themen im White-Paper-Bereich unserer Webseiten: www.adt-audio.de/Pro_Audio.html

Dieses Manual ist eine Ergänzung zum **ToolMod Benutzerhandbuch**, das ausführliche Informationen und Sicherheitshinweise zum Pro-Audio Modulsystem **ToolMod** von **adt-audio** enthält. Falls Ihnen dieses Handbuch nicht vorliegt, können Sie es bei uns anfordern oder im PDF-Format von unseren Webseiten downloaden. **Bitte beachten Sie unbedingt die Hinweise im ToolMod Benutzerhandbuch, die wir hier, bei der Beschreibung einzelner Module, nicht wiederholen.**



analoge + digitale Tonstudioteknik Karl Jüngling

Inh. Dipl.-Ing. Gerd Jüngling e. K.

Scholtwiese 4-6 • D45966 Gladbeck • Deutschland

Tel.: 0(049) 2043 51061 • Fax: 0(049) 2043 56844

E-Mail: info@adt-audio.com • Internet: www.adt-audio.com + www.adt-audio.de

Funktionsprinzip

Der TM235 ist ein sehr aufwendiges Modul zur **Generierung und Zumischung der Klirrkoeffizienten k2 und k3**. Im Gegensatz zu Kennlinien-Generatoren wie dem TM234 erzeugt der TM235 reine Oktaven und Quinten über der Oktave und kein Gemisch, in dem viele Obertöne enthalten sind. **Weitbereichs-Höhen-Tiefensperren** und zusätzliche **Hoch-Tief-Entzerrer** ermöglichen die Begrenzung der erzeugten Harmonischen auf einen beliebigen Frequenzbereich und die Einstellung einer Frequenzabhängigkeit. Über die in jeden Generatorzug integrierten Dual-Slope **Stereo-Kompressoren** kann die Dichte der Harmonischen - also der Anstieg des Anteils der Harmonischen im Verhältnis zum Eingangspegel - in weiten Bereichen angepasst werden. Die **Betriebsartenwahl** ermöglicht darüber hinaus interessante Raumeffekte durch die Generierung und/oder Zumischung der Harmonischen aus dem Monoanteil und dem Raumteil des Stereosignals.



Getting Started

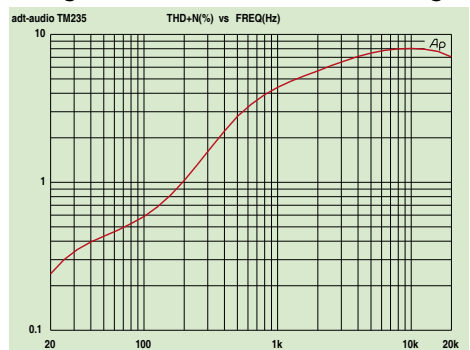
So machen Sie sich im Schnellverfahren mit dem Gerät vertraut:

- Anfangseinstellungen:**
 Stellen Sie die **FROM**-Schalter auf L/R und die **TO**-Schalter auf ++
 Stellen Sie die Regler **SQUEEZE**, **SHIFT** in beiden Generatoren in die Mitte
 Stellen Sie die Regler **ADD k2** und **ADD k3** in die Mittenrastung
 Drehen Sie die Tiefensperren **HPF** auf Linksanschlag
 Drehen Sie die Höhengesperren **LPF** auf Rechtsanschlag
 Stellen Sie die **LOW** und **HI** Regler in die Mittenrastung
 Vergewissern Sie sich, dass die Tasten **x40** und **÷40** nicht gedrückt sind
 Schalten Sie beide Generatoren mit den weißen **ON**-Tasten ein
 Legen Sie ein Stereo-Signal auf den Eingang des Gerätes und hören Sie den Ausgang ab.
- Je nach dem Pegel Ihres Signals sollten Sie nun auf den **LEDs SHIFT** und, bei höherem Pegel, auf den **LED-Ketten** eine Anzeige sehen können. Wenn auf den **LED-Ketten** keine Anzeige erscheint, drehen Sie die **SHIFT**-Regler so lange nach rechts, bis die Anzeige im Bereich zwischen -6 dB bis 0 dB liegt.
- Addieren Sie mit dem Regler **ADD-k2** die generierten Harmonischen. Bei Rechtsdrehung addieren Sie gleichphasig, bei Linksdrehung gegenphasig. Je nach Ihrem Programm ergeben sich abhängig von der Phasenlage mehr oder weniger unterschiedliche Effekte. Mit dem Regler **ADD-k2** mischen Sie reine Oktaven hinzu. Die Hörbarkeit ist abhängig von der Frequenz; bei ca. 2 kHz werden die Harmonischen früher hörbar als im Bass und Höhenbereich. Bei geringen Zumischungen wird das Signal ‚gefüllt‘, im Bereich ab ca. 3 % Zumischung empfindet man k2 als Verzerrung oder Verfremdung



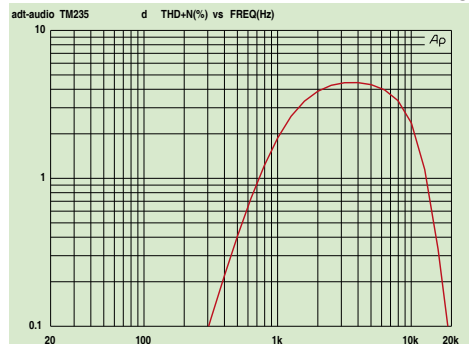
- Stellen Sie nach diesem ersten Test den Regler **ADD k2** wieder in die Mitte und addieren Sie nun mit dem Regler **ADD k3** Quinten über der Oktave. Auch hier ändert sich die Phasenlage der Zumischung mit der Drehrichtung des Potis (rechts - in Phase, links - phasengedreht). Die Hörbarkeit von k3 ist deutlich größer als die von k2. Zumischungen im Bereich von 1 % sind im mittleren Frequenzbereich bereits gut hörbar. Spätestens ab ca. 3 % empfindet man k3 als Verzerrung.
- Testen Sie den Effekt des **Hi-Low-EQs**. Verwenden Sie k2 oder k3, addieren Sie Harmonische mit dem **ADD-k2** bzw. **ADD-k3** Regler und verändern Sie die Stellungen des Equalizers mit den Reglern **HI** und/oder **LOW**. Die erzeugten Harmonischen verändern sich nun abhängig von der Frequenz und der EQ-Einstellung, die Sie gewählt haben. Sie können z. B. den Bassbereich mit **ADD-k3** ‚aufrauen‘, indem Sie im k3-Generator die Tiefen anheben. Bei einer Höhenanhebung im k2 Generator erhält das Programm ‚Brillanz‘, solange Sie nicht zuviel anheben und die Zumischung vorsichtig wählen.

Die Grafik zeigt ein Beispiel für eine Tiefenabsenkung und gleichzeitige Höhenanhebung und den resultierenden Frequenzgang des Klirrfaktors.



- Mit den **Höhen-Tiefen-Sperren** (Regler **HPF** und **LPF**) können Sie den Frequenzbereich, in dem die Harmonische generiert werden, nach Belieben beschneiden. Die Sperren haben eine Flankensteilheit von 12 dB/Okt.. Durch die Bereichsumschaltung mit den Tasten **x40** und **÷40** kann man die Tiefensperre bis 16 kHz hochregeln und die Höhengrenze bis 25 Hz herunter regeln. Dadurch kann man beliebige Frequenzbereiche ausschneiden.

- **So erhalten Sie eine variable Exciter-Funktion:**
Verwenden Sie den k2 Generator und drücken Sie Taste **x40** der Tiefensperre. Stellen Sie den Regler **HPF** auf 11 Uhr ein. Wenn die Anzeige der **LED-Kette** deutlich absinkt, verwenden Sie





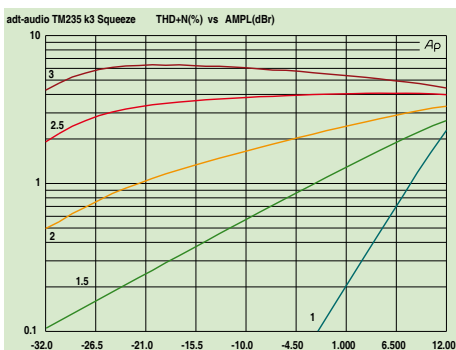
den **SHIFT**-Regler um den Pegel des Multiplizierers zu erhöhen. Addieren Sie dann mit dem **ADD-k2**-Regler Klirrfaktor. Begrenzen Sie mit dem Regler **LPF** die obere Grenzfrequenz nach Gehör und Geschmack. Mit dieser Einstellung ergibt sich der typische Exciter-Effekt, den Sie durch die Stellung von **ADD-k2** abschwächen oder verstärken können. Variieren Sie die Einstellungen von **SQUEEZE** und **ADD-k2** sowie die Frequenzeinstellungen der Sperren (Potis **LPF** und **HPF**) um den Effekt anzupassen und zu optimieren. Die Grafik auf der vorigen Seite zeigt ein Beispiel für die in einer solchen Einstellung generierten Harmonischen über die Frequenz.

- **So fügen Sie dem Bassbereich Farbe hinzu:**

Verwenden Sie den **k3**-Generator und drücken Sie die Taste **±40** der Hörsperre. Stellen Sie den Regler **LPF** zunächst auf ca. 10 Uhr. Sofern die **LED-Kette** nichts anzeigt, erhöhen Sie durch Rechtsdrehung des Reglers **SHIFT** den Pegel, bis Sie eine Anzeige im Bereich von 0 dB erhalten. Mischen Sie nun mit dem Regler **ADD-k3** Harmonische hinzu. Probieren Sie, ob die gleichphasige Zumischung (Rechtsdrehung) oder die gegenphasige Zumischung (Linksdrehung) bessere Ergebnisse liefert. Variieren Sie die Einstellungen von **SQUEEZE**, **SHIFT**, **ADD-k3** und **HPF** um den Effekt anzupassen und zu optimieren. Die Grafik zeigt den Frequenzgang des Klirrfaktors, der sich bei einer solchen Einstellung ergibt.



- Mit den **SQUEEZE**-Reglern können Sie die Dichte der Harmonischen verändern. Stehen diese Regler auf Linksanschlag, wird der Pegel der Harmonischen bei kleineren Pegeln sehr schnell geringer. Der hörbare Effekt ist stark vom Pegel des Eingangssignals abhängig. Dies entspricht dem Verhalten von realen Geräten, die Verzerrungen produzieren. Je weiter Sie den **SQUEEZE**-Regler nach rechts drehen, umso mehr Harmonische erhalten Sie auch bei kleineren Pegeln. In der 3-Uhr-Position ist der Pegel der Harmonischen über einen Bereich von etwa 30 dB nahezu konstant. Bei Rechtsanschlag steigt der





Pegel der Harmonischen bei kleineren Pegeln leicht an. Mit **SQUEEZE** regeln Sie das Kompressionsverhältnis (Ratio) der **Stereo-Kompressoren**, die vor den Multiplizierern angeordnet sind. Durch diese Regelung können Sie den Effekt in weiteren Grenzen beeinflussen. Die Grafik auf der vorherigen Seite zeigt die Abhängigkeit des Klirrfaktors vom Eingangspiegel bei verschiedenen Einstellungen des **SQUEEZE**-Reglers im k3-Generator. Der Squeeze-Regler des k2 Generators arbeitet analog.

- Mit den **SHIFT**-Reglern können Sie den Pegel am Eingang der Multiplizierer anpassen. Der Pegel wird über eine **3-Farben-LED** unter dem **SHIFT**-Regler angezeigt. Wenn die LED grün leuchtet, ist ein verwertbarer Pegel vorhanden. Sie liegen im optimalen Arbeitsbereich, wenn die LED orange leuchtet. Bei Rotfärbung ist der Eingang der Multiplizierer übersteuert. Drehen Sie dann den Regler **SHIFT** nach links. Da bei Verwendung der Höhen-Tiefensperren erhebliche Pegelunterschiede zwischen dem Eingangspiegel und dem Ausgangspiegel der Sperren auftreten können, ist es wichtig, den Eingangspiegel mit dem **SHIFT**-Regler anzupassen. Die Stellung des **SHIFT**-Reglers verschiebt auch den Regelbereich der Regler **ADD-k2** und **ADD-k3**. Wenn in der aktuellen Einstellung diese Regler zu empfindlich oder zu unempfindlich reagieren, können Sie den Bereich mit dem **SHIFT**-Regler verschieben.
- Sie können mit den Schaltern **FROM** und **TO** insgesamt 16 verschiedene **Betriebsarten** pro Generator wählen. Die Betriebsarten sind ab Seite 11 ausführlich beschrieben. Hier die wichtigsten Einstellungen:
 - ➔ Steht der **FROM**-Schalter auf **L/R** und der **TO** Schalter auf **++** arbeitet der Generator im Normalbetrieb. Harmonische werden in beiden Stereokanälen getrennt generiert und den zugehörigen Kanälen zugemischt.
 - ➔ Wählt man mit dem **TO**-Schalter die Stellung **--** oder **+-**, erfolgt die Zumischung gegenphasig. Bei gegenphasiger Zumischung erscheinen die Harmonischen überwiegend im Raumanteil des Stereosignals.
 - ➔ In der Stellung **R/L** des **FROM**-Schalters werden die Harmonischen für beide Kanäle getrennt erzeugt, aber mit vertauschten Seiten dem Eingangssignal zugemischt.
 - ➔ Die Stellungen **M** und **S** wählen den Ausgang der integrierten LR-MS-Matrix an.

In der Stellung **M** wird das Mitten-Signal, also der Mono-Anteil, zur Generierung der Harmonischen verwendet, während in der Stellung **S** das Seitensignal, also der Raumanteil, genutzt wird. In beiden Fällen werden beide Kanäle des Generators parallel angesteuert.
- ➔ **Bitte beachten Sie, dass bei Ansteuerung der Generatoren in der Stellung **S** der**



Pegel 10 bis 20 dB geringer ist als in den anderen Stellungen. In dieser Stellung wird nur der Raumteil des Stereosignals verwendet, der, abhängig von der Räumlichkeit des Signals einen deutlich geringeren Pegel hat. Korrigieren Sie den geringeren Pegel mit dem Regler SHIFT.

- ➔ Wählt man mit **M** oder **S** am **TO**-Schalter ++ oder --, erscheinen die Harmonischen nur in der Mitte des Stereopanoramas.
- ➔ Wählt man dagegen +- oder -- werden die Harmonischen nur dem Raumanteil zugemischt. Diese Einstellung erzeugt sehr interessante Effekte.

Eine ausführliche Beschreibung der Betriebsarten finden Sie ab Seite 11.

Sinn und Zweck des Harmonics Generators

Durch die nichtlinearen Kennlinien von Trioden, Pentoden, Transistoren und FET's, sowie die bei der analogen Bandaufzeichnung auftretenden Sättigungseffekte entsteht Klirrfaktor bei höherer Aussteuerung von mit diesen Bauteilen ausgeführten Geräten. Hierbei gilt der Grundsatz, dass die Konstrukteure dieser Geräte aus den 50er bis 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts in aller Regel versucht haben, Verzerrungen zu minimieren. Je nach Zweck eines Gerätes und den Kosten stellt jedes Gerät einen Kompromiss zwischen den technischen Eigenschaften und dem Preis dar. Da Klirrfaktor, abhängig von den Pegeln der geradzahigen und der ungeradzahigen Harmonischen erst ab Werten von einigen Prozent als Verzerrung hörbar wird, wurde bei vielen Geräten dieser Ära ein deutlicher Anstieg des Klirrfaktors in einem Bereich von 3 bis 6 dB unterhalb der Übersteuerungsgrenze als akzeptabler Kompromiss angesehen. Durch die Hörgewohnheit über viele Jahrzehnte empfinden wir die Abwesenheit solcher Verzerrungen auch heute noch als unnatürlich. Klirrfaktor in einem Bereich, der noch nicht als Verzerrung hörbar wird, wird oft als ‚satt‘, ‚analog‘, oder ‚klar‘ gehört. Dies ändert sich allerdings dann, wenn die Hörschwelle der Verzerrung überschritten wird.

Alle realen Geräte produzieren ein Gemisch aus Harmonischen, dass im Wesentlichen die Klirrkoeffizienten k_2 (d. h. Oktaven über dem Grundton) und k_3 (d. h. Quinten über der Oktave) enthält. Harmonische höherer Ordnung, k_4 , k_5 , usw., werden ebenfalls erzeugt, jedoch mit deutlich geringeren Pegeln. Einfache Transistor- und FET-Schaltungen sowie Trioden bei kleinen Pegeln, jeweils mit geringer Gegenkopplung produzieren überwiegend k_2 und deutlich weniger k_3 , während Pentoden, Übertrager und die analoge Bandaufzeichnung überwiegend k_3 mit einem nur geringen Anteil an k_2 erzeugen. Hoch ausgesteuerte Trioden mit geringer Gegenkopplung erzeugen ein Gemisch aus k_2 und k_3 . In jedem realen Gerät bzw. bei jedem realen Verfahren steigt der Klirrfaktor mit zunehmendem Pegel an. Abhängig von den verwendeten Bauteilen und dem Schaltungsaufwand bzw. dem Verfahren ist der Klirrfaktor außerdem mehr oder



weniger stark frequenzabhängig.

Durch den Fortschritt im Bereich der Verstärkertechnik, der einerseits durch die geringen Kosten für hochwertige Transistoren und andererseits durch das immer umfangreicher werdenden Angebot an auch für die Audiotechnik mehr oder weniger bedingt einsetzbarer integrierter Operationsverstärker zustande kam, ist seit den 80er Jahren Klirrfaktor in der Verstärkertechnik kein Thema mehr. Selbst bei völlig abgespeckten Konstruktionen, bei denen man aus Kostengründen alles, was ein Gerät verbessern könnte, weglässt, bekommt man einen Klirrfaktor im Bereich von 0.0... % sozusagen gratis dazu. Wir gehen an dieser Stelle nicht näher auf das Thema anderer störender Effekte ein. Unabhängig von der verbesserten Verstärkertechnik blieben jedoch die durch die analoge Bandaufzeichnung verursachten Effekte bis zur Verbreitung digitaler Aufzeichnungsverfahren in der zweiten Hälfte der 90er Jahre Standard bei jeder Aufzeichnung. Ein typischer Klirrfaktor bei Vollaussteuerung einer analogen Bandmaschine liegt im Bereich von 3 %; zusätzlich verursacht die sogenannte Kopfspiegelresonanz eine Welligkeit im Bassbereich. Durch die Frequenzabhängigkeit der Bandsättigung entstehend ein Abfall bei hohen Pegeln bei hohen Frequenzen. Im Handbuch zum ToolMod Tape-Simulator TM233 sind diese Effekte ausführlich beschrieben.

Fügt man im Bereich unterhalb der Hörbarkeit von Verzerrungen einem ‚cleanen‘ Signal Harmonische hinzu, erhält man in vielen Fällen eine subjektiv hörbare Verbesserung.

Anders als beim Curve-Shaper TM234 oder Geräten mit ähnlicher Funktion, die die Kennlinien von mit den oben genannten Bauteilen aufgebauten Schaltungen nachbilden, erzeugt der Harmonics Generator TM235 reine Klirrkoeffizienten k_2 und k_3 . Damit sind die bei der realen Arbeit mit diesen Verfahren auftreten Effekte variabler einsetzbar und auf vielfältige Art und Weise kontrollierbar.

Funktionen der Bedienelemente

Zwei getrennte Generatoren sind im TM235 vorhanden.

Die beiden Generatoren haben eigene Bypass-Schalter und werden parallel von der Eingangsstufe des Moduls angesteuert. Generator 1 erzeugt die Klirrkoeffiziente k_2 , Generator 2 erzeugt k_3 . Der Funktionsumfang beider Generatoren ist gleich. Ein Blockschaltbild des gesamten Moduls finden Sie auf der Seite 14.

FROM - Eingangswahl der Generatoren

Diese Schalter bestimmen, welches Signal den Generatoren zugeführt wird. Anwählbar sind die Kombinationen L/R (Stereo normal), R/L (Stereo mit vertauschten Kanälen),



M (Mitten-Ausgang der integrierten MS-Matrix / Monoanteil) und S (Seiten-Ausgang der integrierten MS-Matrix / Raumanteil). In den Stellungen M und S werden beide Kanäle der Generatoren parallel angesteuert. Zusammen mit der Einstellung der TO-Schalter (siehe unten) ergeben sich insgesamt 16 mögliche Betriebsarten pro Generator. Eine ausführliche Beschreibung der Betriebsarten finden Sie ab Seite 11.

HPF-LPF

Die Höhen-Tiefensperren ermöglichen es den Frequenzbereich, in dem Harmonische generiert werden, beliebig zu beschneiden. Beide Sperren haben eine Flankensteilheit von 12 dB/Okt.. Die Regelbereiche der Potis HPF und LPF mit einer Variation von 1 zu 40 können durch die Drucktasten x40 und ÷40 um den Faktor 40 verschoben werden. Beide Sperren überdecken somit das gesamte Audioband. Die Begrenzung auf beliebige Bandbreiten ist möglich.

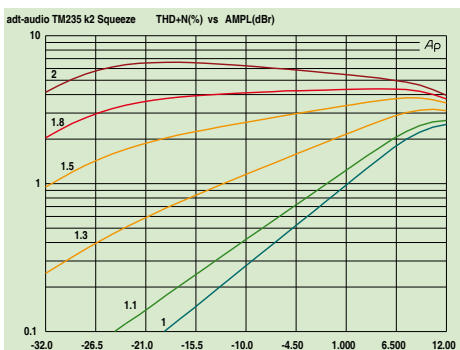
Regelbereiche: Tiefensperre, 10 Hz bis 400 Hz, mit Taste x40 400 Hz bis 16 kHz
Höhensperre, 40 kHz bis 1 kHz, mit Taste ÷40 1 kHz bis 25 Hz

HIGH-LOW-EQ

Die High-Low-EQ's sind als Shelving Filter mit einem Regelbereich von ± 12 dB und den Auslauffrequenzen 40 Hz und 20 kHz ausgeführt. Die EQs sind hinter den Höhen-Tiefensperren angeordnet. Sie ermöglichen es, die Generierung der Harmonischen frequenzabhängig zu verändern.

SQUEEZE

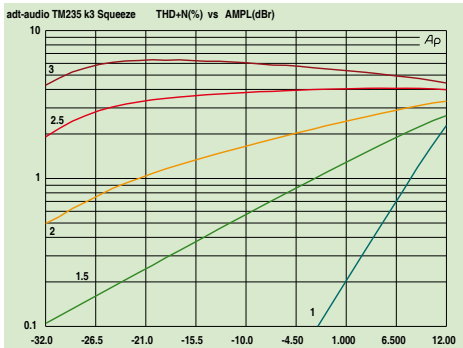
Zur Veränderung der Dichte der Harmonischen sind zwei komplette Dual-Slope Stereo-Kompressoren im Modul integriert. Die Kompressoren arbeiten mit programmabhängigen Attack- und Releasezeiten und sind mit einer Auto-Crest-Funktion ausgestattet. Die SQUEEZE-Regler verändern die Ratio im unteren Bereich der Kennlinie. Diese Regler bestimmen, um welchen Betrag sich der Pegel der Harmonischen in der Relation zum Eingangspegel verändert. Steht dieser Regler in der Stellung 1 (Linksanschlag) ist das Verhältnis zwischen der Pegeländerung der Harmonischen und der Pegeländerung des Eingangssignals beim k2 Generator 1 zu 2². Sinkt der Eingangspegel um 6 dB, sinkt der Pegel am Ausgang des Generators um 12 dB. Damit verringert sich der Klirrfaktor bei 6 dB weniger Pegel am Eingang auf 1/4. Beim k3-Generator beträgt dieses Verhältnis 1 zu





3². Ein um 6 dB geringerer Eingangspegel reduziert den Pegel der Harmonischen um 18 dB; der Klirrfaktor verringert sich auf 1/8 des ursprünglichen Wertes.

In beiden Generatoren sind die Regelbereiche der **SQUEEZE**-Regler so abgestimmt, dass in der 4-Uhr-Position die Pegel der Harmonischen im Verhältnis zum Eingangspegel konstant bleiben; damit bleibt bei dieser Einstellung der Klirrfaktor unabhängig vom Eingangspegel konstant. Bei Rechtsanschlag der **SQUEEZE**-Regler arbeiten die Kompressoren im Over-Easy-Mode, d. h. der Klirrfaktor steigt bei kleineren Pegeln geringfügig an. Die Kompressoren arbeiten über einen Bereich von ca. 35 dB. Unterhalb dieses Bereiches setzt eine Expanderfunktion ein die verhindert, dass Störungen, Rauschen, usw. in die Generierung der Harmonischen eingehen. Bei hohen Pegeln arbeiten die Kompressoren im Begrenzerbetrieb, um starke Übersteuerungen der Multiplizierer zu verhindern.



Die Grafiken zeigen die Abhängigkeit zwischen Eingangspegel und Klirrfaktor bei verschiedenen Einstellungen des **SQUEEZE**-Reglers für den k2- und den k3-Generator.

Technischer Hintergrund

Für die Generierung der Harmonischen werden präzise Vierquadranten-Multiplizierer verwendet. Mit diesen Bausteinen ist es mit einem aufwendigen Abgleich möglich, reine Oktaven und Quinten über der Oktave zu erzeugen, ohne das zusätzliche Obertöne erzeugt werden. Der k2-Generator verwendet einen als Quadrarier geschalteten Multiplizierer. Für den k3-Generator wird ein Multiplizierer verwendet, der das Eingangssignal in die 3te Potenz hebt. Somit wird die Eingangsfrequenz im k2-Generator verdoppelt und im k3-Generator verdreifacht. Allerdings werden natürlich auch die Spannungen multipliziert. Verdoppelt sich die Eingangsspannung des k2-Multiplizierers, so vervierfacht sich die Ausgangsspannung. Analog dazu verringert sich die Ausgangsspannung auf ein Viertel, wenn die Eingangsspannung halbiert wird. Beim k3-Generator bewirkt eine Verdopplung der Eingangsspannung die 8-fache Ausgangsspannung; eine Halbierung der Eingangsspannung bewirkt ein Absinken des Ausgangs auf ein Achtel. Ohne die Kompressoren und die Regelmöglichkeit durch die **SQUEEZE**-Regler wäre somit ein festes und gleichzeitig ungünstiges Verhältnis zwischen Eingangssignal und erzeugten Harmonischen vorgegeben.



SHIFT

Da bei Einsatz der Höhen-Tiefensperren und/oder der Equalizer erhebliche Pegeländerungen möglich sind, die zu einer zu geringen Aussteuerung oder auch Übersteuerung der Multiplizierer führen würden, ist eine Pegelregelung vor den Multiplizierern zusätzlich zur Kompressorfunktion unverzichtbar. Der **SHIFT**-Regler ermöglicht es den Pegel im Bereich von -6 dB bis +20 dB zu regeln. Der Regler ist mit einer Mittenrastung ausgeführt. In der Mittelstellung ist die Verstärkung auf 0 dB kalibriert. Zur Anzeige der verschiedenen Pegel sind eine Multicolor-LED und eine LED-Kette vorhanden.

SHIFT-LED

Die **SHIFT-Led** zeigt den Pegel am Eingang des Multiplizierers an. Sie ist als 3-Farben-LED ausgeführt. Bei einem nutzbaren Eingangspiegel leuchtet die LED grün. Bei höheren Pegeln verändert sich die Farbe der LED nach Orange. In diesem Bereich werden die Multiplizierer optimal ausgesteuert. Bei Umfärbung nach Rot wird der Eingang des Multiplizierers übersteuert. Dadurch ändert sich das Spektrum des Ausgangssignals. Es werden dann außer k2 und k3 zahlreiche weitere Oberwellen erzeugt. Vermeiden Sie diesen Bereich, es sei denn, die entstehenden Effekte sind klanglich interessant.

LED-Kette

Die LED-Ketten messen den Ausgangspegel des Generators in einem Bereich von +2 dB (ca. 2 dB unterhalb der Übersteuerungsgrenze des Multiplizierers) bis -9 dB. Im Bereich der optimalen Aussteuerung der Multiplizierer ergibt sich ein Wert im Bereich von 0 dB. Je nach den Schwankungen des Eingangspiegels und der Einstellung der Regler **SHIFT** und **SQUEEZE** treten am Ausgang der Multiplizierer mehr oder wenige große Pegelschwankungen bei sich veränderndem Eingangspiegel auf. Bewerten Sie daher die Anzeige nur bei hohen Eingangspiegeln.

ADD k2 und ADD k3

Mit diesen Reglern mischt man die erzeugten Harmonischen dem Eingangssignal zu. Die neutrale Stellung dieser Regler befindet sich in der kalibrierten Mittelstellung, die mit einer Mittenrastung ausgeführt ist. Die Regler ermöglichen die gleichphasige und gegenphasige Zumischung der Harmonischen. Bei Rechtsdrehung erfolgt die Zumischung gleichphasig, bei Linksdrehung gegenphasig. Abhängig von der Phasenlage der Harmonischen sind die klanglichen Resultate unterschiedlich. Probieren Sie also immer beide Drehrichtungen. Der Regelbereich dieser Regler hängt vom Ausgangspegel der Generatoren ab, die durch die Regler **SHIFT** und **SQUEEZE** in weiteren Bereichen verändert werden können. Ferner beeinflusst die Phasenlage der Harmonischen den Klirrfaktorwert, der sich bei der Zumischung ergibt. Bei 0 dB Anzeige der **LED-Ketten** liegt der Klirrfaktor bei Rechtsanschlag oder Linksanschlag im Bereich von etwa 9%. Dies ist wegen der Abhängigkeiten von den Reglerstellungen allerdings nur ein grober Richtwert.



Je nachdem ob Sie den Harmonics-Generator für Feinarbeiten beim Mastering oder für drastische Verfärbungen bei der Bearbeitung von Einzelsignalen oder Subgruppen verwenden benötigen Sie unterschiedliche Regelbereiche. Sie können den gesamten Regelbereich einfach durch die **SHIFT**-Regler in beide Richtungen verschieben.

Wenn Sie mit den Standardausführungen der Regelbereiche der **ADD**-Regler für Ihre Anwendungen nicht gut zurecht kommen, kontaktieren Sie uns bitte. Durch Trimpotis und steckbare Widerstandsarrays kann sowohl der Bereich wie auch der Skalenverlauf der **ADD**-Regler nach Ihren Vorgaben angepasst werden.

Wahl der Betriebsart durch die Schalter **FROM** und **TO**

➔ Nutzen Sie die Schalter **FROM** und **TO** unter anderem um Harmonische nur in der Mitte oder nur im Raum erscheinen zu lassen und oder zu generieren.

Durch die Schalter **FROM** und **TO** ergeben sich eine Reihe von zusätzlichen Möglichkeiten. Der Schalter **FROM** wählt das Eingangssignal des jeweiligen Generators, während der Schalter **TO** das Ausgangssignal des jeweiligen Generators zuordnet. Es wird damit möglich die Harmonischen mit vertauschten Kanälen zuzumischen oder Harmonische nur aus dem Monoanteil oder dem Raumanteil des Stereo-Eingangssignals zu generieren. Durch den Schalter **TO** können die generierten Harmonischen gleich- oder gegenphasig dem Ausgang zugemischt werden. Wählt man als Eingangssignal **M** oder **S**, erscheinen bei gegenphasiger Zumischung die Harmonischen nur im Raum; die Mitte bleibt unbeeinflusst, während bei gleichphasiger Zumischung die Harmonischen nur im Monoanteil erscheinen.

Hier zunächst die Funktionen des Eingangsschalter **FROM**:

- L/R:** Normalbetrieb, die Zuordnung der Kanäle bleibt erhalten
- R/L:** Seitentausch, die Stereokanäle werden vertauscht weiter verarbeitet
- M:** Mitte, der Mono-Ausgang der im Modul integrierten MS-Matrix wird auf beide Eingänge des Multiplizierers geschaltet. Harmonische werden nur aus dem Mono-Anteil generiert.
- S:** Seite, der Seiten-Ausgang (Raumsignal) der im Module integrierten MS-Matrix wird auf beide Eingänge des Multiplizierers geschaltet. Harmonische werden nur aus dem Raumanteil generiert.



Der Ausgangswahlschalter TO verändert die Phasenlage der generierten Harmonischen, jeweils bezogen auf das Eingangssignal

- ++: Links und Rechts sind gleichphasig
- +-: Links ist gleichphasig zum Eingangssignal, Rechts ist gegenphasig
- + : Links ist gegenphasig, Rechts ist gleichphasig
- : Links und Rechts sind gegenphasig

In der Kombination der Schalterstellung FROM und TO ergeben sich folgende Betriebsarten. Da die Zumischung mit den Reglern ADD-k2 bzw. ADD-k3 sowohl gleichphasig wie auch gegenphasig erfolgen kann, sind einige der möglichen Kombinationen obsolet. Diese Kombination sind in der folgenden Tabelle unten aufgeführt und grau dargestellt.

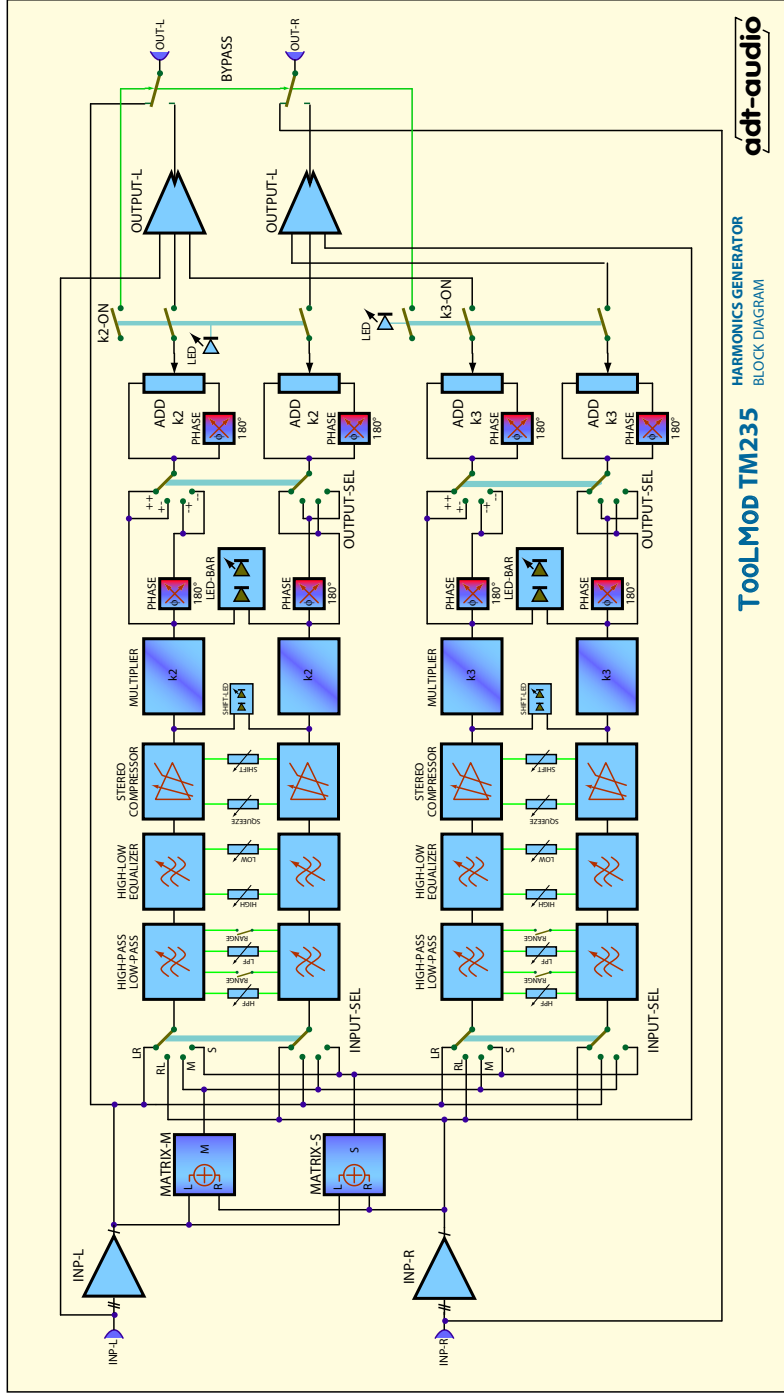
FROM	TO	Betriebsart
L/R	++	Normalbetrieb , Harmonische werden pro Kanal getrennt erzeugt und den zugehörigen Kanälen gleichphasig zugemischt
R/L	++	Seitentausch , Harmonische werden pro Kanal getrennt erzeugt und mit vertauschten Kanälen gleichphasig zugemischt. Die Harmonischen des linken Kanals erscheinen also Rechts und umgekehrt
L/R	+-	Normalbetrieb , Harmonische werden pro Kanal getrennt erzeugt und den zugehörigen Kanälen gegenphasig zugemischt
R/L	+-	Seitentausch , Harmonische werden pro Kanal getrennt erzeugt und mit vertauschten Kanälen gegenphasig zugemischt. Die Harmonischen des linken Kanals erscheinen also Rechts und umgekehrt mit gedrehter Phase
M	++	Harmonische werden nur aus dem Monoanteil erzeugt und erscheinen nur im Monoanteil des Ausgangssignals. Der Raumanteil wird nicht beeinflusst
S	++	Harmonische werden nur aus dem Raumanteil erzeugt und erscheinen nur im Monoanteil des Ausgangssignals. Der Raumanteil wird nicht beeinflusst
M	+-	Harmonische werden nur aus dem Monoanteil erzeugt und erscheinen nur im Raumanteil des Ausgangssignals. Der Monoanteil wird nicht beeinflusst



- | | | |
|-----|----|--|
| S | +- | Harmonische werden nur aus dem Raumanteil erzeugt und erscheinen nur im Raumanteil des Ausgangssignals. Der Monoanteil wird nicht beeinflusst |
| M | -- | Identisch mit M/++, jedoch mit gedrehter Phase. Harmonische werden nur aus dem Monoanteil erzeugt und erscheinen nur im Monoanteil des Ausgangssignals. Der Raumanteil wird nicht beeinflusst. |
| S | -- | Identisch mit S/++, jedoch mit gedrehter Phase. Harmonische werden nur aus dem Raumanteil erzeugt und erscheinen nur im Monoanteil des Ausgangssignals. Der Raumanteil wird nicht beeinflusst |
| M | -+ | Identisch mit M/+-, jedoch mit gedrehter Phase. Harmonische werden nur aus dem Monoanteil erzeugt und erscheinen nur im Raumanteil des Ausgangssignals. Der Monoanteil wird nicht beeinflusst |
| S | -+ | Identisch mit S/+-, jedoch mit gedrehter Phase. Harmonische werden nur aus dem Raumanteil erzeugt und erscheinen nur im Raumanteil des Ausgangssignals. Der Monoanteil wird nicht beeinflusst |
| L/R | -- | identisch mit L/R ++ aber mit vertauschter Phase |
| R/L | -- | identisch mit R/L ++ aber mit vertauschter Phase |
| L/R | -+ | identisch mit L/R +- aber mit vertauschter Phase |
| R/L | -+ | identisch mit R/L +- aber mit vertauschter Phase |



Blockschaltbild



HARMONICS GENERATOR
BLOCK DIAGRAM

ToolMod TM235

adt-audio



Wärmeentwicklung und Belüftung

Der Harmonics Generator TM235 erfordert eine große Anzahl aktiver Bauelemente und hat daher etwa die doppelte Stromaufnahme eines ‚normalen‘ Stereo-Moduls, wie z. B. des Stereo-Equalizers TM204. Die Leistungsaufnahme ist etwas abhängig von den Ein- und Ausgangspegeln und den Einstellungen und kann bis zu 20 Watt betragen. Die Ruheleistung liegt bei ca. 17 Watt. Diese Leistung wird im Modul fast vollständig in Wärme umgesetzt. Um eine Überhitzung und das Ansprechen der Übertemperatur-Sicherungen zu verhindern ist eine angemessene Belüftung unbedingt erforderlich.

Da alle ToolMod Module für den Betrieb in Trägerschassis eingebaut werden müssen und Trägerschassis üblicherweise in Racks eingebaut werden, ist die Luftzu- und -abfuhr im Rack zusammen mit der Wärmeentwicklung aller im Rack eingebauten Geräte entscheidend für die im Betrieb entstehende Temperatur. Ohne die Verwendung von Lüftern, die mit einer nicht akzeptablen Geräuschentwicklung verbunden wären, ist eine ausreichende Wärmeabfuhr ohne ausreichende Belüftung im Rack in den Modulen nicht möglich.

Wenn im Rack viele Geräte direkt übereinander eingebaut werden, ist die Luftzu- und -abfuhr in vielen Fällen nicht ausreichend. Bei einer angenommenen Leistung von nur 20 Watt pro Höheneinheit arbeitet ein volles 6HE-Rack wie ein Backofen mit einer Leistung von 120 Watt. Die Wärmeabfuhr über die Frontplatten, die Verkleidungsplatten der Geräte und des Racks selbst sind allein nicht ausreichend für eine Wärmeabfuhr bei der die im Betrieb entstehende Wärme vollständig abgeführt wird. **Eine zusätzliche Belüftung ist daher erforderlich; besonders dann, wenn die Geräte über längere Zeiträume eingeschaltet bleiben bzw. im Dauerbetrieb arbeiten.**

Auch bei einer geringen Anzahl von Geräten in einem völlig geschlossenen Rack erhöht sich die Temperatur in den Geräten bereits nach 1 bis 2 Betriebsstunden auf 100 °C oder mehr. Viele elektronische Bauteile haben eine maximale Betriebstemperatur im Bereich von 70 °C. Oberhalb dieses Temperaturbereichs ist es Glücksache ob Geräte weiter funktionieren oder nicht. Temperaturen im Bereich von 100 °C reduzieren die Lebensdauer zahlreicher Bauteile beträchtlich und erhöhen die Ausfallwahrscheinlichkeit. Ebenso arbeiten viele Bauteile in diesem Temperaturbereich nicht nur nicht mehr innerhalb der Parameter sondern schalten u. U. ab oder werden defekt.

- Bauen Sie ToolMod Rahmen nicht in Racks ohne Belüftung ein
- Bauen Sie keine Geräte mit großer Wärmeentwicklung nicht direkt unterhalb von ToolMod Rahmen ein.
- Bei 1HE-Geräten ist eine Belüftung nur über Lüftungsschlitze in den Seitenteilen möglich. Achten Sie darauf, dass die Belüftung an den Seiten des Rack ausreichend ist.
- Bauen Sie wo immer möglich Lüftungsblenden zwischen den Geräten ein; mindestens aber ganz unten und ganz oben im Rack.
- Überprüfen Sie Temperatur bei längerem Betrieb. Wenn die Temperatur der Frontplatten höher als 50 °C ist, ist die Innentemperatur normalerweise zu hoch.

Weitere Hinweise finden Sie im ToolMod System-Handbuch.



Anschlüsse

Der TM235 ist ein ToolMod 4U-Modul, das zwei benachbarte Steckplätze in einem 1HE-ToolMod Rahmen oder zwei übereinander liegende Steckplätze in einem 4HE-Rahmen benutzt. Der Ein- und Ausgänge der beiden Stereokanäle nutzen die XLR-Anschlüsse.

Lage der Anschlüsse im 1HE-Rahmen und 4HE-Rahmen

In diesem Beispiel ist der Harmonics-Generator auf den Rahmenplätzen 1 und 2 eingebaut. Verwendet man andere Rahmenplätze, verschieben sich die Anschlüsse entsprechend.

Eingang links:

XLR IN1a

Ausgang links:

XLR OUT1a

Eingang rechts:

XLR IN2a

Ausgang rechts:

XLR OUT2a



Die Belegungen beim Einbau in einen 4HE-Rahmen sind identisch. Die Anschlüsse für den linken Kanal sind hier unten angeordnet, die des rechten Kanals oben.





Technische Daten

Ausführung	ToolMod Modul Größe 4U
Versionen	TM235h - horizontale Frontplatte TM235v - vertikale Frontplatte
Stromversorgung	Tool-Serie Standard Versorgungsspannungen +/- 25 V und + 48 V Phantom Stromaufnahme +/- 250 mA bis 300 mA, einstellungsabhängig
Eingänge	erdsymmetrisch, Stereo Nennpegel + 6 dBu - Gain maximaler Pegel $\geq + 30$ dBu - Gain Eingangsimpedanz 20 Hz - 20 kHz, > 7 k Ω Nenn-Quellimpedanz ≤ 50 Ω Symmetrie 15 kHz > 65 dB, typisch 75 dB 1 kHz > 80 dB, 40 Hz > 90 dB
Ausgänge	erdsymmetrisch, Stereo Nennpegel + 6 dBu maximaler Pegel $\geq + 30$ dBu Quellimpedanz 20 Hz - 20 kHz, < 50 Ω Lastwiderstand ≥ 1200 Ω für $P_{\max} + 30$ dBu, ≥ 600 Ω für $P_{\max} + 27.5$ dBu, ≥ 300 Ω für $P_{\max} + 22$ dBu Lastkapazität ≤ 6 nF 2 k Ω @ 20 kHz THD = 1 %, + 30 dBu ≤ 15 nF 2 k Ω @ 20 kHz THD = 1 %, + 26 dBu ≤ 20 nF 2 k Ω @ 20 kHz THD = 1 %, + 22 dBu Symmetrie (IEC) > 40 dB, 40 Hz - 15 kHz
Verstärkung	intern kalibriert auf 0 dB +/- 0.3 dB ohne Regelung, k2-Regler und k3-Regler in Mittelstellung
Frequenzgang	3 dB Grenzen < 10 Hz bis > 150 kHz (ohne Regelung) Leistungsbandbreite für Headroom $\geq + 30$ dBu von 10 Hz bis > 50 kHz Linearität $\leq \pm 0.2$ dB ohne Regelung zwischen 20 Hz und 50 kHz
Phasengang	20 Hz-20 kHz $< +10/-15^\circ$ bei linearer Einstellung
Klirrfaktor	$< + 28$ dBu, 40 Hz ... 20 kHz, < 0.1 %, maximaler Klirrfaktor bei + 30 dBu < 1 % jeweils ohne Regelung / k2- und k3-Regler in Mittelstellung - der Einsatz der Generatoren beeinflusst gewollt den Klirrfaktor
Übersprechen	> 70 dB, 40 Hz ... 15 kHz
Fremdspannung	≤ -94 dBu k2- und k3-Regler in Mittelstellung ≤ -90 dBu bei Einsatz der Generatoren mit 5 % Klirrfaktor (RMS Messung 22Hz-22kHz)
Geräuschspannung	≤ -98 dBu k2- und k3-Regler in Mittelstellung ≤ -94 dBu bei Einsatz der Generatoren mit 5 % Klirrfaktor (Messung mit A-Bewertungsfilter /AVG)
Dynamikumfang	≥ 124 dB k2- und k3-Regler in Mittelstellung ≥ 120 dB bei Einsatz der Generatoren mit 5 % Klirrfaktor (mit Bezug auf den RMS Wert 22Hz-22kHz)

>= 128 dB k2- und k3-Regler in Mittelstellung
>= 124 dB bei Einsatz beider Generatoren mit 5 % Klirrfaktor
(mit Bezug auf den dBA Wert)

Klirrkoeffizienten-Generatoren

2 unabhängige Generatoren zu Generierung von k2 und k3
mit Weitbereichs-Höhen-Tiefensperren, Hoch-Tief-Entzerrern,
und Stereo-Kompressoren im Signalpfad

Spektrum Unterdrückung aller Klirrkoeffizienten außer k2 im k2-Generator > 33 dB
Unterdrückung aller Klirrkoeffizienten außer k3 im k3-Generator > 33 dB
bezogen auf den Pegel von k2 bzw. k3 = 0 dB

Eingangswahl (FROM) Stufenschalter mit 4 Stellungen
L/R - Normalbetrieb
R/L - Seitentausch
M - M-Signal aus Eingang L und Eingang R
S - S-Signal aus Eingang L und Eingang R

Tiefensperren begrenzt den Frequenzbereich,
in dem Harmonische generiert werden
Regelbereich: 10 Hz bis 400 Hz, umschaltbar auf 400 Hz bis 16 kHz,
Flankensteilheit 12 dB/Okt.

Höhensperren begrenzt den Frequenzbereich,
in dem Harmonische generiert werden
Regelbereich: 40 kHz bis 1 kHz, umschaltbar auf 1 kHz bis 25 Hz,
Flankensteilheit 12 dB/Okt.

HI-LOW-EQ's Hoch-Tief Entzerrer vor den Vierquadranten-Multiplizierern
Beeinflusst wird der Frequenzgang der Klirrfaktor-Generierung,
nicht den Frequenzgang über alles
Regelbereiche +/- 12 dB, Shelving Charakteristik
LOW, Auslauf bei 40 Hz, HIGH, Auslauf bei 20 kHz

KOMPRESSOREN (SQUEEZE) (SHIFT) Stereo-Kompressoren vor dem Eingang der Vierquadranten-Multiplizierer
ausgeführt als Dual-Slope-Compressor mit regelbarer Ratio, übergehend
in Begrenzer-Kennlinie, mit programmabhängigen Attack- und Releasezeiten
SQUEEZE: regelt die Ratio im unteren Kennlinienteil,
Bereiche: 1:1 bis 2:1 im k2-Generator, 1:1 bis 3:1 im k3-Generator
SHIFT: Verstärkungsregelung - 6 dB über + 20 dB, 0 dB Punkt gerastert
SHIFT-LED: 3-Farben-Peak/Present-Anzeige am Eingang des Multiplizierers

Ausgangswahl (TO) bestimmt die Phasenlage der Harmonischen für die Kanäle L und R
++ L und R, positiv, 0°, +- L positiv, 0°, R negativ, 180°
-+ L negativ, 180°, R positiv, 0°, -- L und R negativ, 180°

Klirrfaktor-Zumischung:

(ADD k2/ADD k3) Zumischung der Ausgangssignale der Vierquadranten-Multiplizierer
zum Eingangssignal mit gerasteter, kalibrierter Nullstellung
Zumischung bei Rechtsdrehung in Phase, bei Linksdrehung gegenphasig

Anzeige: LED-Kette mit 5 LED's und einem Anzeigebereich von 11 dB
Misst den Ausgangspegel der Multiplizierer, typische Klirrfaktor-Werte
bei +2 dB Anzeige und k2- / k3-Regler auf Rechts- oder Linksanschlag >10 %

Bypass-Schalter getrennte Bypass-Schalter für beide Generatoren,
sind beide Bypass-Schalter nicht gedrückt, ist der Hardbypass aktiv



Allgemeines

Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen stellen keine zugesicherten Eigenschaften im juristischen Sinne dar und sind keine Garantie für bestimmte Ergebnisse beim Einsatz der Geräte. Maßgebend ist der technische Stand der jeweiligen Baueinheit, der von den hier enthaltenen Beschreibungen durch Weiterentwicklung und Verbesserung der Produkte abweichen kann. Technische Änderungen bleiben, auch ohne vorherige Ankündigung, vorbehalten.

Urheberrecht

Dieses Handbuch ist urheberrechtlich geschützt. Kopieren, Vervielfältigen, die Übersetzung und die Umsetzung in elektronische Medien im Ganzen oder in Teilen, bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung von adt-audio Karl Juengling. Alle Rechte bleiben vorbehalten.

Warenzeichen und Marken

adt-audio und ToolMod sind beim deutschen Patentamt eingetragene Warenzeichen der Fa. Karl Juengling. Alle anderen Produktnamen und Warenzeichen gehören den jeweiligen Inhabern.

CE-Konformitätserklärung

Hersteller: Fa. Karl Juengling
Produkttyp: Elektroakustisches Gerät
Produkt: ToolMod Pro-Audio Modulsystem, bestehend aus Modulen, Trägerrahmen, Netzgeräten und Zubehörteilen
Prüfingenieur: Gerd Juengling
Prüfgrundlagen:
EN50081-1:1992, EN50082-1:1992, EN60065:1993 Schutzklasse 1,
EN61000-3-3:1995, EN61000-3-2:2000, EN60065:2002, EN55013:2001,
EN55020:2002, Niederspannungsrichtlinie 73/23 EWG; 93/68 EWG

Hiermit erklären wir, dass die Bauart des ToolMod Systems den aufgelisteten Richtlinien entspricht.

Entsorgung und Umweltschutz

Ausgediente Elektro- und Elektronikgeräte dürfen nicht als Hausmüll entsorgt werden. Sie können Elektro- und Elektronikschrott an den örtlichen Sammelstellen oder Recycling-Zentren abgeben. Informationen erhalten Sie bei den örtlichen Behörden.
WEEE-Registrierung: DE 59049716

analoge + digitale Tonstudioteknik Karl Jüngling

Inh. Dipl.-Ing. Gerd Jüngling e. K.

Scholtwiese 4-6 • D45966 Gladbeck • Deutschland

Tel.: 0(049) 2043 51061 • Fax: 0(049) 2043 56844

E-Mail: info@adt-audio.com • Internet: www.adt-audio.com + www.adt-audio.de
