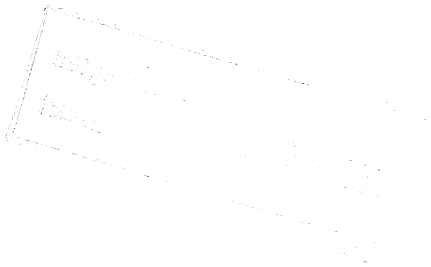
Bedienungsanleitung

EMT 266
Transienten-Limiter



Ausgabe März 1980

Gültig ab Serien-Nr. 43461

Änderungen vorbehalten!

EMT-FRANZ GMBH

Postfach 1520, D-7630 Lahr, Tel. 07825-1011, Telex: 754319

Meßtechnik 8. 2. 1983

Einstellanweisung für Transientenlimiter EMT 266

Bedeutung der einzelnen Leuchtdioden:

Rot = Begrenzungseinsatz
Grün = 6 dB vor Begrenzungseinsatz
Gelb = variable Höhenanhebung wird zurückgenommen (PRE - EMPHASIS)

Steckerposition	Schalterposition
Platine 4	Platine 2
DE = 50 µsec	ADPE = ON
DE = ON	
Platine 5	
REL = 3 sec	
COM = OFF	

1. Tongenerator mit ~~+9~~ +6 dBm 1 kHz an den Eingang legen.
   Eingangspoti so verändern, bis die rote LED gerade aufleuchtet.
2. Ausgangspoti so einstellen, bis ~~+9~~ +6 dBm am Ausgang anstehen.
3. Generatorpegel ca. 10 dB absenken.
   Begrenzung muß ausgeschlossen sein.
4. Mit Eingangspoti Ein- und Ausgangspegel auf gleichen Wert einstellen.
5. Begrenzungseinsatz überprüfen.
   Einstellung gegebenenfalls wiederholen.
6. Nennpegel ~~+9~~ +6 *) dBm 1 kHz einspeisen.
   Nach Erhöhung der Frequenz muß bei ca. ~~4,7~~ 6,8 kHz die gelbe LED aufleuchten (PRE - EMPHASIS)

*) Pegel bei 7 kHz = + 2 dBm

Inhalt

	Seite
Eigenschaften	4
Betriebsarten und Funktionsanzeige	5
Technische Daten	6
Technische Beschreibung	7
Anschluß und Inbetriebnahme	12
Zubehör	12
Netzspannung	12
Netzsicherung	12
Erdverbindung	12
NF-Anschlüsse	13
Externe Kontrollanschlüsse	13
Erste Funktionsprüfung	15
NF-Pegel (Limiter-Schwelle)	15
Pre-Emphasis- und Clipper-Schwelle	16
Pre-Emphasis-Zeitkonstante	17
Betriebseinstellungen	17
Übersicht über die Anschlüsse	13
Übersicht über die Einstellmöglichkeiten	14
Service	18
Benutzungshinweis	18
Blockschaltbild	19, 20
Funktionsprüfung	21
Schaltbild POWER SUPPLY	24
Schaltbild INPUT	26
Schaltbild OUTPUT	28
Schaltbild RECTIFIER	30
Schaltbild GAIN COMPUTER	32
Schaltbild PRE-EMPHASIS	35
Bestückungsplan INTERCONNECTION BOARD	38
Bestückungsplan POWER SUPPLY	39
Bestückungsplan INPUT	41
Bestückungsplan OUTPUT	43
Bestückungsplan RECTIFIER	45
Bestückungsplan GAIN COMPUTER	47
Bestückungsplan PRE-EMPHASIS	49

Eigenschaften

Der Transienten-Limiter EMT 266 ist ein Regelverstärker zur automatischen Pegelbegrenzung in Stereo- oder Mono-Tonkanälen. Er weist folgende Besonderheiten auf:

Vorverzögerung des Tonsignals

Das Tonsignal wird intern verzögert, damit die Regelschaltung die Gesamtverstärkung des Gerätes bereits zurücknehmen kann, bevor eine Übersteuerung den Ausgang erreicht – und nicht erst, wenn sie bereits vorliegt. So ist eine absolute Pegelbegrenzung ohne Überschwinger ("Transienten") gewährleistet.

Die Verzögerungszeit von 0,3 Millisekunden ist jedoch so kurz – z.B. etwa 1000mal kürzer als der Zeitversatz zwischen Vor-Band- und Hinter-Band-Signalen – daß er bei keiner Anwendung störend bemerkbar wird.

Adaptive Pre-Emphasis (Option)

Eine Höhenanhebung ("Pre-Emphasis") im nachfolgenden Übertragungsweg – wie sie z.B. bei UKW-Aussendung oder beim Schallplattenschnitt üblich ist – muß bereits im Limiter selbst berücksichtigt werden, damit nicht nachträglich Signalanteile über die Begrenzungsschwelle hinaus angehoben werden.

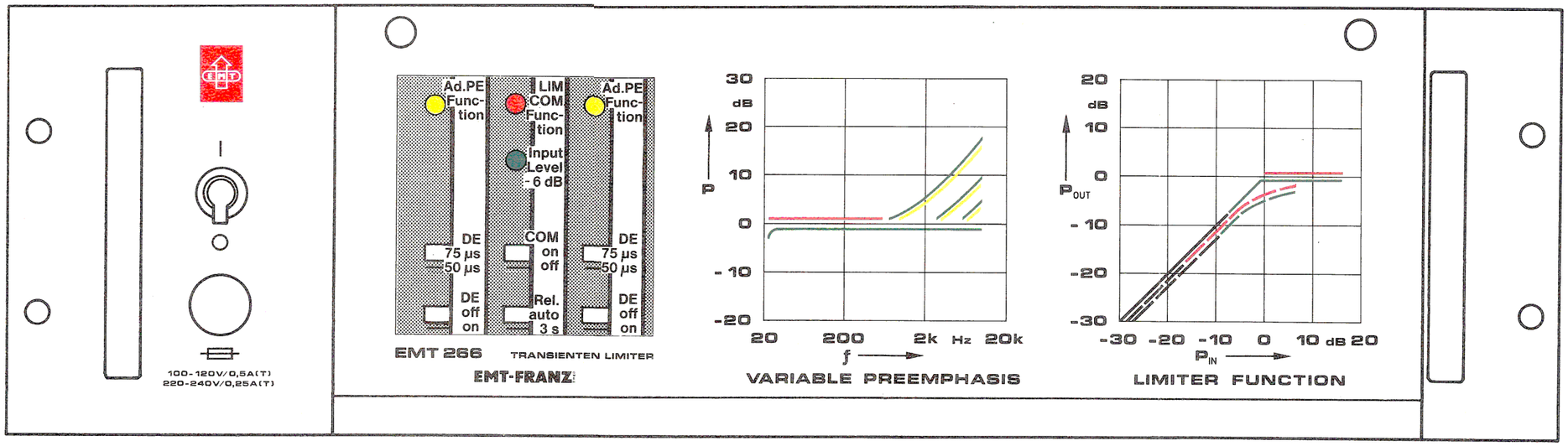
Der Transienten-Limiter EMT 266 berücksichtigt dies, indem er die Höhenanhebung selbst vornimmt. Wird hierdurch die Begrenzungsschwelle überschritten, so wird der Beginn der Anhebung zu höheren Frequenzen als dem Sollwert verschoben (angedeutet auf der linken Frontplatten-Grafik). Dies ist weit weniger störend als eine Reduzierung des gesamten Ausgangspegels.

Automatische Rückstellzeit-Regelung

Die Rückstellzeit ("Release Time") vom Ende einer Begrenzungsphase – und damit Verstärkungsreduzierung – bis zum Erreichen der ursprünglichen, vollen Verstärkung läßt sich auf 3 Sekunden fest einstellen oder aber automatisch durch den Signalcharakter selbst steuern: Kurze Pegelspitzen bewirken einen sehr schnellen, lang andauernde einen weit ausgedehnten Rückstellvorgang. Dadurch wird erreicht, daß z.B. Knacke, kurze Zischlaute bei Sprache oder ein trockener Schlagzeugeinwurf den Ausgangspegel nicht für unangemessen lange Zeit reduzieren, daß andererseits aber auch dynamische Feinheiten in längeren, lauten Passagen nicht einfach durch zu schnelle Rückregelung nivelliert werden.

Compressor-Charakteristik

Ein einfacher Limiter läßt alle Signale unverändert passieren, wenn ihr Pegel unterhalb der Begrenzungsschwelle liegt, begrenzt sie jedoch scharf, wenn ihr Pegel diese Schwelle überschreitet. Dies entspricht der scharf geknickten Kennlinie in der rechten Frontplatten-Grafik. Ein Tonmeister würde dagegen den Pegel schon "vorsichtig" zurücknehmen, sobald er in die Nähe der Begrenzungsschwelle kommt. Der Transienten-Limiter EMT 266 kann diesen Vorgang mit der gezeigten **verrundeten** Kennlinie nachahmen. Sein Verhalten im oberen Pegelbereich entspricht damit dem eines Compressors und sorgt dafür, daß auch bei Signalen oberhalb der Begrenzungsschwelle ein Teil der Dynamik erhalten bleibt.



Der Transienten-Limiter EMT 266 wird nach der Installation einmalig für seinen Verwendungszweck eingestellt (siehe "Betriebseinstellungen", Seite 8) und erfordert dann während des Betriebs keinerlei Bedienung. Alle Einstellelemente liegen deshalb als Schutz gegen unbeabsichtigtes Verstellen hinter der Frontplatte verborgen. Nur die Funktionsanzeigen und die wichtigsten Einstellungen sind durch das Fenster in der Frontplatte sichtbar.

LIM COM Function leuchtet, wenn Limiter oder Compressor in Funktion treten:
In Stellung **COM off** des unteren Steckers, wenn der Eingangspegel die Begrenzungsschwelle überschreitet, in Stellung **COM on** bereits bei Eingangspegeln ab ca. 20 dB unter der Begrenzungsschwelle.

Input Level −6 dB leuchtet, wenn der Eingangspegel höher ist als 6 dB unter der Begrenzungsschwelle.

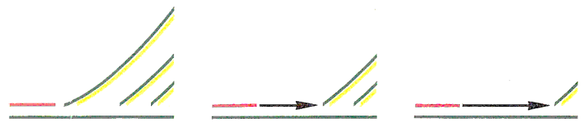
Rel auto In dieser Stellung wird die Rückstellzeit (Release Time) automatisch vom Signalcharakter gesteuert.

3 s In dieser Stellung hat die Rückstellzeit einen festen Wert von 3 Sekunden.

COM on In dieser Stellung arbeitet der Limiter nach der verrundeten Kennlinie in der rechten Frontplatten-Grafik. Der Regelvorgang beginnt also bereits bei Eingangspegeln ab ca. 20 dB unter der Begrenzungsschwelle und wird durch das Leuchten der LED **LIM COM Function** angezeigt.

off In dieser Stellung setzt der Regelvorgang des Limiters exakt dann ein, wenn der Eingangspegel die Begrenzungsschwelle überschreitet, und entspricht damit der eckigen Kennlinie in der rechten Frontplatten-Grafik.

Ad. P E Function leuchtet, wenn die adaptive Pre-Emphasis in Funktion tritt:
Der Beginn der Höhenanhebung wird von dem Nennwert (50 oder 75 µs) zu kürzeren Zeitkonstanten und damit höheren Frequenzen verschoben. Andeutung der Arbeitsweise in der linken Frontplatten-Grafik:



D E 75 µs 50 µs
Bitte nicht verändern!
Die De-Emphasis wurde zur Justage der Pre-Emphasis benutzt. An der Position des Steckers läßt sich daher die eingestellte Emphasis-Zeitkonstante ablesen.

D E off In dieser Stellung ist die De-Emphasis ausgeschaltet.

on In dieser Stellung ist die De-Emphasis wirksam, und das Gerät zeigt einen linearen "Über-Alles"-Frequenzgang für Eingangssignale, deren Pegel **mindestens 20 dB unter der Begrenzungsschwelle** liegen.

Bei höheren Eingangspegeln tritt die adaptive Pre-Emphasis in Funktion, die mit der **festen** De-Emphasis zusammen einen Höhenabfall bewirkt.

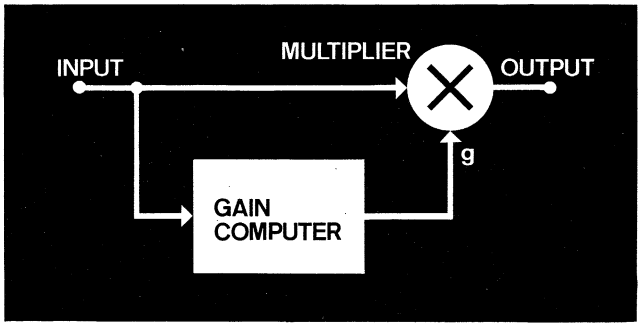
Benötigt wird die De-Emphasis

- zur Messung und Justage der Pre-Emphasis,
- zu Abhörzwecken,
- zum Betrieb, wenn die Pre-Emphasis des nachfolgenden Geräts, z.B. Sendegestell oder Schallplatten-Schneideanlage, nicht abschaltbar ist.

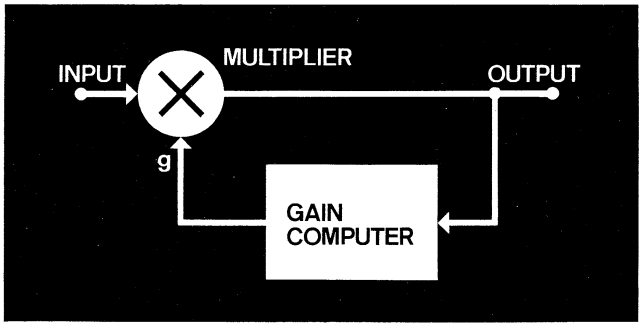
Technische Daten

Eingänge	symmetrisch, erdfrei
Eingangsimpedanz	min. 5 kOhm
Eingangs-Nennpegel	−20... +15 dB, kontinuierlich einstellbar in zwei umsteckbaren Bereichen: −20...0 und 0... +15 dB
Maximaler Eingangspegel	15 dB über Nennpegel, aber max. 24 dB absolut
Ausgänge	symmetrisch, erdfrei
Ausgangsimpedanz	max. 40 Ohm
Ausgangs-Nennpegel	−20... +15 dB, kontinuierlich einstellbar in zwei umsteckbaren Bereichen: −20...0 und 0... +15 dB
Maximaler Ausgangspegel	+22 dB absolut an min. 200 Ohm
Frequenzgang	
ohne adaptive Pre-Emphasis	30 Hz... 15 kHz±0,3 dB, an den Bandenden −0,5 dB
mit adaptiver Pre-Emphasis gemessen nach De-Emphasis	30 Hz... 15 kHz±0,3 dB, +0,3 / −1,3 dB
Adaptive Pre-Emphasis	einstellbar auf 50 oder 75 µs; Einstellung ab Werk: 50 µs
De-Emphasis	50 oder 75 µs, abschaltbar
Schwelleneinstellung	
Limiterschwelle (linear)	exakt auf Nennpegel
Schwelle der adaptiven Pre-Emphasis	einstellbar zwischen 0,5 und 5,5 dB oberhalb der Limiterschwelle; Einstellung ab Werk: 4,0 dB,
Clipper-Schwelle	einstellbar zwischen 1,0 und 6,5 dB oberhalb der Limiterschwelle; Einstellung ab Werk: 4,5 dB
Fremdspannungsabstand, bezogen auf Nennpegel,	
ohne adaptive Pre-Emphasis	75 dB eff., unbewertet
mit adaptiver Pre-Emphasis, gemessen nach De-Emphasis	73 dB eff., unbewertet
Geräuschspannungsabstand, bezogen auf Nennpegel,	
ohne adaptive Pre-Emphasis	71,5 dB nach DIN 45405 / 1967 66 dB nach CCIR 468-2 / 1978
mit adaptiver Pre-Emphasis, gemessen nach De-Emphasis	67 dB nach DIN 45405 / 1967 62 dB nach CCIR 468-2 / 1978
Klirrfaktor	
bei Nennpegel	max. 0,2 % im Bereich 60 Hz...15 kHz max. 0,3 % bei 30 Hz
Übersprechdämpfung zwischen beiden Kanälen im gesamten Frequenzbereich	min. 40 dB
Netzanschluß	100...120 und 220...240 V, 50...60 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 50 VA
Gewicht	ca. 11 kg
Abmessungen	
19"-Gestelleinschub, Höhe C	483 mm × 133 mm × 360 mm (Breite × Höhe × Tiefe)
in Tischgehäuse	504 mm × 153 mm × 400 mm

Ein "Limiter" oder "Begrenzer-Verstärker" läßt sich vereinfacht als ein Gebilde aus zwei Funktionsgruppen darstellen: Einem Multiplizierer, der das Tonsignal mit einem Faktor g multipliziert, und einem Rechner, der diesen Faktor g aus dem Tonsignal ermittelt. Für Eingangspegel, die unterhalb der Begrenzungsschwelle liegen, ist dieser **Faktor** konstant, nämlich g = 1. Für Eingangspegel, die die Begrenzungsschwelle überschreiten, muß der Faktor so reduziert werden, daß der **Ausgangpegel** konstant bleibt. Dabei ist es theoretisch unerheblich, ob die Regelinformation aus dem Eingangs- oder dem Ausgangssignal gewonnen wird ("Vorwärts"- oder "Rückwärts-Regelung"). In der Praxis jedoch kann nur eine rückwärts geregelte Limiterschaltung den Ausgangspegel zuverlässig und exakt auf der Begrenzungsschwelle halten. Der Grund ist einfach: Die Rückwärtsregelung gestattet einen Vergleich zwischen Soll- und Ist-Wert des Ausgangspegels; bei Vorwärtsregelung dagegen wird der Faktor g bestimmt, ohne daß Pegelabweichungen am Ausgang, z.B. durch Bauteiltoleranzen oder Temperaturdrift, überhaupt "bemerkt" werden können.



Vorwärts-Regelung



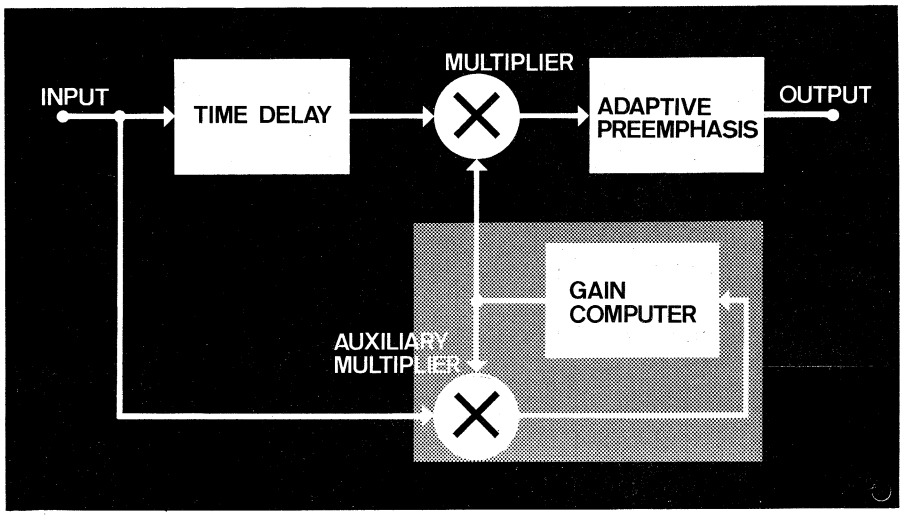
Rückwärts-Regelung

Ebenso offensichtlich ist der Nachteil der einfachen, rückwärts geregelten Schaltung: Der Regelvorgang kann erst dann beginnen, wenn eine Schwellenüberschreitung am Ausgang bereits vorliegt. Regelt der Begrenzer schnell, so bleibt die Schwellenüberschreitung gering. Dafür entstehen aber leicht hörbare Knacke oder ähnliche kurzzeitige Geräusche. Bei langsamer Regelung müssen dagegen größere, länger andauernde Schwellenüberschreitungen in Kauf genommen werden. Wegen der strengen technischen Forderungen an Sendebegrenzer muß der Kompromiß bei herkömmlichen Geräten zu Ungunsten des Ohrs ausfallen. Hier sind Ansprechzeiten von nur etwa 50 µs durchaus gebräuchlich: selbst damit können ganz kurzzeitige Pegelspitzen, als "Transienten" oder auch "Überschwinger" bezeichnet, nicht völlig vermieden werden.

Vorverzögerung

Lösen ließe sich dieses Problem, wenn man den Limiter von einer Übersteuerung unterrichten könnte, **bevor** diese auftritt. Die Möglichkeit hierzu bietet das Konzept der Vorwärtsregelung, wenn man es um ein Verzögerungsglied erweitert, das zwischen dem Anzapfungspunkt für die Regelinformation und dem Multiplizierer eingefügt wird. Wenn die Vorverzögerungszeit für das Tonsignal und die Ansprechzeit der Regelschaltung aufeinander abgestimmt sind, kann

der Regelvorgang bereits abgeschlossen sein, bevor das Tonsignal den Multiplizierer erreicht. Eine Übersteuerung am Ausgang läßt sich so prinzipiell vermeiden.



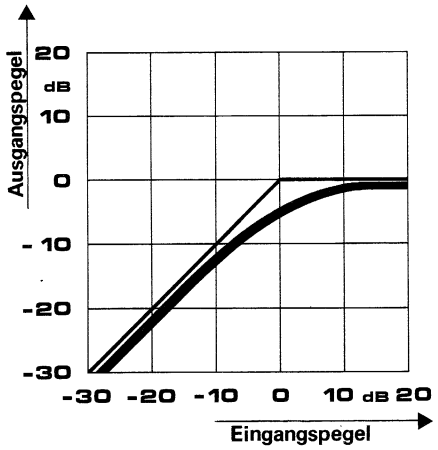
Blockschaltbild Transienten-Limiter EMT 266

Das Konzept des Transienten-Limiters EMT 266 entstand durch eine Kombination der genannten Prinzipien. Betrachtet man das Blockschaltbild von außen, so zeigt es ein vorwärts geregeltes System mit Vorverzögerung. Die Verzögerungszeit beträgt ca. 0,3 ms und ist ausreichend, um den Regelvorgang unabhängig von der Höhe der Übersteuerung am Eingang – und für das Ohr nahezu unhörbar – ausführen zu können und damit grundsätzlich jede Schwellenüberschreitung zu vermeiden. Betrachtet man jedoch das Innere des grauen Blocks für sich, so zeigt sich ein rückwärts geregeltes System, eine Art Hilfs-Regelschleife mit der geforderten Präzision. Stimmen Multiplizierer und Hilfs-Multiplizierer in ihren Eigenschaften exakt überein, so ergibt sich eine ebenso präzise Begrenzung für das Tonsignal hinter dem (Haupt-)Multiplizierer. Eine genügende Übereinstimmung wird im Transienten-Limiter EMT 266 dadurch erreicht, daß beide Multiplizierer aus den gleichen Bauelementen zusammengesetzt sind.

In der Stereo-Ausführung existieren zwei Haupt-Signalwege mit Vorverzögerung, Multiplizierer und adaptiver Pre-Emphasis. Um Verschiebungen in der Stereo-Balance zu vermeiden, muß der Pegel in beiden Kanälen immer um den gleichen Betrag reduziert werden. Der Transienten-Limiter arbeitet deshalb mit einem gemeinsamen Regelteil, der eine einzige Steuerspannung für beide (Haupt-)Multiplizierer erzeugt. Der Einsatz des Gerätes für zwei getrennte Mono-Programme ist deshalb nicht möglich.

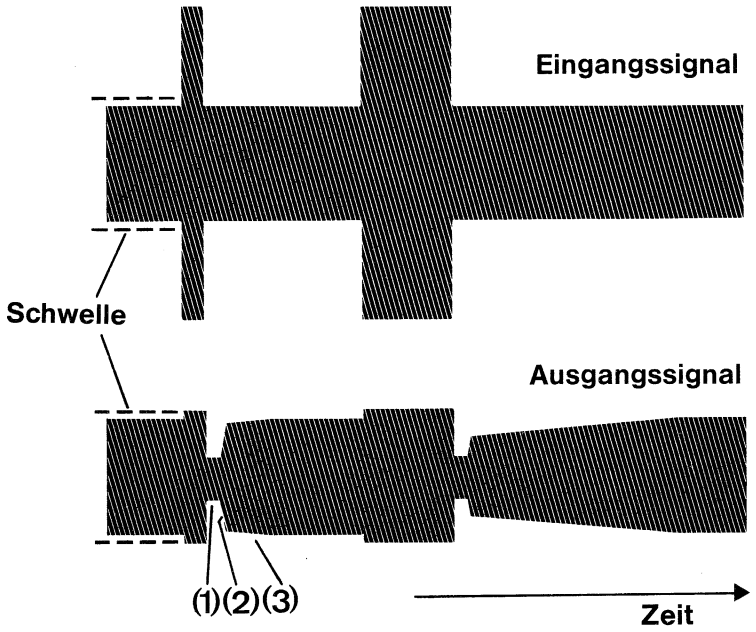
Statische und dynamische Eigenschaften

Die anfangs beschriebene Limiterschaltung läßt alle Tonsignale unverändert passieren, wenn ihr Pegel unterhalb der Begrenzungsschwelle liegt, begrenzt sie jedoch scharf, sobald ihr Pegel diese Schwelle überschreitet. Dies entspricht der dünn ausgezogenen, scharf geknickten Kennlinie in der Skizze (siehe auch die Grafik auf der Frontplatte des Geräts, Seite 5). Ein Tonmeister würde dagegen seinen Regler schon "vorsichtig" zurücknehmen, sobald der Pegel zu häufig in die Nähe der Begrenzungsschwelle kommt. Der Transienten-Limiter kann diesen Vorgang mit der stark ausgezogenen, verrundeten Kennlinie nachahmen, die sich bei einem hohen Mittelwert des Signalpegels einstellt: Sein Verhalten entspricht hierbei dem eines Compressors und sorgt dafür, daß auch bei Eingangssignalen, die längerfristig die Begrenzungsschwelle überschreiten, im Ausgangssignal noch ein Teil der dynamischen Unterschiede erhalten bleibt. Für sehr kurzfristige Schwellenüberschreitungen arbeitet der Limiter trotzdem entsprechend der scharf geknickten Kennlinie, so daß diese keinen Verlust an Lautheit bewirken.



Statische Kennlinien des Transienten-Limiters EMT 266

Von den dynamischen Eigenschaften interessiert besonders das Rückstellverhalten. Charakteristisch für den Transienten-Limiter EMT 266 ist eine dreifach gegliederte Rückstellkurve. Sie beginnt mit einer Haltephase (1) von ca. 40 ms. Dadurch wird vermieden, daß bei tieffrequenten Signalen jede Halbwelle einen neuen Regelvorgang auslöst, der zwangsläufig zu erhöhtem Klirrfaktor führen müßte. Unmittelbar danach schließt sich eine schnelle Rückregelphase (2) an, die vom Ohr als Regelvorgang kaum erkannt wird und einen allzu großen



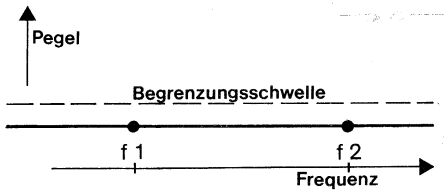
Rückstellcharakteristik des Transienten-Limiters EMT 266

Pegel- und Lautheitsverlust vermeidet. Die ursprüngliche Verstärkung wird jedoch erst nach einer sehr langen Phase (3) erreicht, die vom Gehör praktisch nicht wahrgenommen werden kann. Als weitere Besonderheit des Gerätes ist nicht nur das Verhältnis von zweiter und dritter Rückstellphase abhängig von der Häufigkeit und Höhe der Schwellenüberschreitungen, sondern es kann ebenso die gesamte Rückstellzeit vom Signalcharakter selbst gesteuert werden: Auf eine sehr kurzzeitige Übersteuerung bei sonst niedrigem Signalpegel folgt eine schnelle Rückregelung über einen weiten Bereich, während ein insgesamt hoher Signalpegel mit gelegentlichen Schwellenüberschreitungen einen sehr langen Rückstellvorgang bewirkt. So wird einerseits erreicht, daß z.B. ein kurzer Knack im Signal den Pegel nicht für unangemessen lange Zeit reduzieren kann. Andererseits wird bei häufigen Übersteuerungen das gefürchtete "Pumpen" weitgehend vermieden.

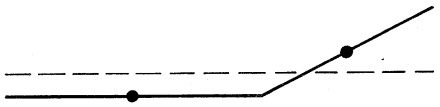
Adaptive Pre-Emphasis

Bei UKW-Übertragung werden im Sender die höheren Signalfrequenzen angehoben ("Pre-Emphasis"), um sie im Empfänger zugleich mit dem Rauschen auf der Übertragungsstrecke reziprok absenken zu können ("De-Emphasis"). Auch beim Schallplattenschnitt und bei Tonbandaufzeichnungen wird dieses Verfahren verwendet.

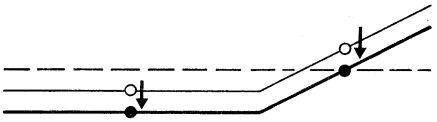
Durch eine solche Pre-Emphasis können nun aus einem ursprünglich einwandfrei begrenzten Signal hochfrequente Anteile bis über die Schwelle hinaus angehoben werden. Dies soll an einer Überlagerung von zwei Signalen unterschiedlicher Frequenz f1 und f2 verdeutlicht werden, deren (gleiche) Amplituden so weit unterhalb der Begrenzungsschwelle liegen, daß auch bei ungünstigster Addition keine Schwellenüberschreitung auftritt:



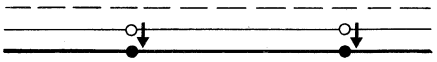
Durch eine Pre-Emphasis würde nun schon allein der Anteil von f2 zu einer Übersteuerung führen:



Man kann dies vermeiden, indem man die Pre-Emphasis-Kennlinie in der Regelschleife des Limiters selbst nachbildet. Dadurch wird der Pegel automatisch so weit zurückgenommen, bis keine Schwellenüberschreitung mehr entsteht:

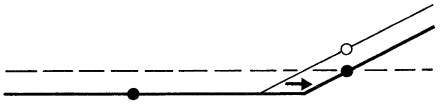


Die Methode ist einfach und hat den Vorteil, daß sich nach der De-Emphasis wieder ein linearer Frequenzgang ergibt:

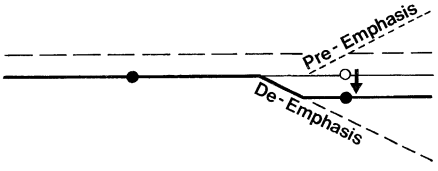


Das Amplitudenverhältnis von beiden Signalanteilen ist gleich geblieben. Schwerwiegender Nachteil ist jedoch, daß der gesamte Pegel – und damit auch die empfundene Lautstärke – deutlich reduziert werden mußte.

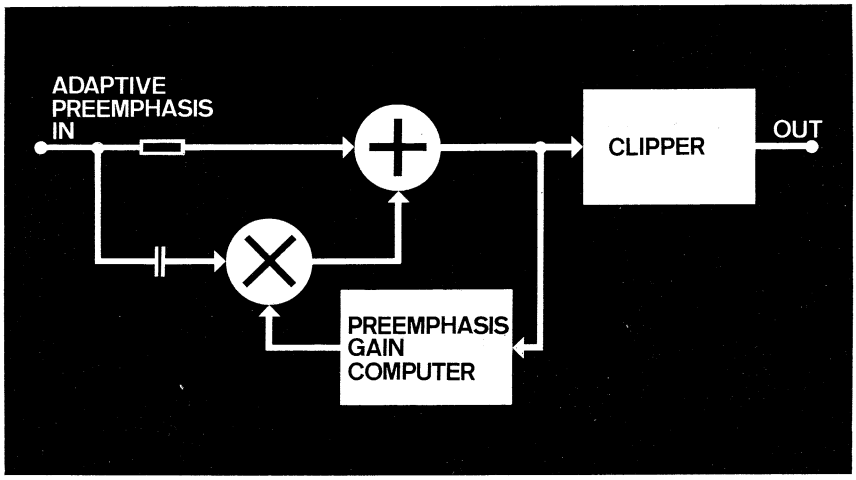
Mit dem Transienten-Limiter EMT 266 ist deshalb ein prinzipiell anderer Weg beschritten worden. Statt des Pegels wird hier die Pre-Emphasis-Zeitkonstante verkleinert und so der Beginn der Höhenanhebung zu höheren Frequenzen hin verschoben, bis die vorgegebene Schwelle eingehalten wird:



Hierdurch bleibt die Lautheit nahezu unverändert – nach der De-Emphasis (mit fester Zeitkonstante) ist lediglich der Pegel des höheren Frequenzanteils reduziert:

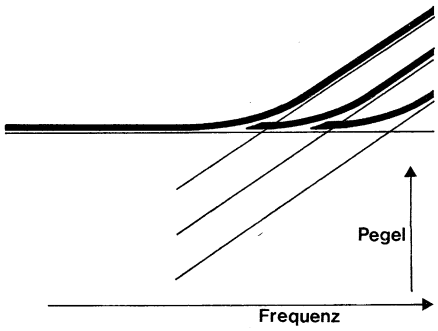


Der nichtlineare Frequenzgang stört wenig, weil er nur im Moment der Übersteuerung auftritt. Da nämlich die Regelung der Pre-Emphasis nur hohe Frequenzen beeinflußt, kann mit sehr kurzen Einschwing- und Rückstellzeiten gearbeitet werden.



Blockschaltbild der adaptiven Pre-Emphasis

Die variable Zeitkonstante kommt durch eine recht einfache Schaltung zustande: Zu einem linear übertragenen Signalanteil wird über einen zweiten Weg ein mit 6 dB pro Oktave ansteigender Anteil addiert. Über einen Multiplizierer wird der Pegel des ansteigenden Anteils und damit der Beginn der Höhenanhebung bei Addition beider Anteile verändert:



Der Aufwand für ein Regelungssystem mit Vorverzögerung – wie bei dem Limiter angewandt – wäre hier nicht gerechtfertigt. Die adaptive Pre-Emphasis arbeitet mit einer einfachen Rückwärtsregelung; die unvermeidlichen Schwellenüberschreitungen während des Einschwingens werden von einem nachgeschalteten Clipper abgefangen, der jede Spitze rigoros abschneidet. Hörbar ist dieser Vorgang nicht, da nur hochfrequente Signalanteile hiervon betroffen sind: Die Klirrprodukte liegen oberhalb des hörbaren Frequenzbereichs.

Anders als die Limiter-Regelung beeinflußt die Pre-Emphasis-Regelung auch nur solch hohe Frequenzen, die auf die Richtungsempfindung keinen Einfluß mehr haben. Eine Kopplung der Pre-Emphasis-Regelschaltungen kann deshalb entfallen.

Anschluß und Inbetriebnahme

① ZUBEHÖR

Das Standard-Zubehör besteht aus:

	Teile-Nr.
1 Glühlampe 7 V/0,3 A	4.107.091
2 Sicherungen 0,5 A/250 V, träge	4.190.051
2 Sicherungen 0,25 A/250 V, träge	4.190.091
1 Netzkabel mit Europa-Stecker	4.240.579
1 Netzkabel mit USA-Stecker	4.240.580
2 Gegenstecker, 3-polig, Typ NC-3 MC	4.203.067
2 Gegenstecker, 3-polig, Typ NC-3 FC	4.204.062
1 Gegenstecker, 24-polig, Typ Amphenol	4.203.209
1 Abdeckschild mit Beschriftung für nicht normgemäße NF-Anschlüsse	6.266.031

Vor Netzanschluß bitte in dieser Reihenfolge prüfen:

② NETZSPANNUNG

Der Netzspannungswähler ist ab Werk auf die Spannung eingestellt, die bei der Bestellung angegeben wurde, bei fehlender Angabe auf 220 Volt.

Einstellmöglichkeiten: 100, 110, 120 und 220, 230, 240 Volt.

③ NETZSICHERUNG

Wenn der Netzspannungswähler zwischen den beiden Bereichen 100/110/120 und 220/230/240 Volt umgeschaltet wurde, muß die Netzsicherung ausgetauscht werden:

100/110/120 Volt: 0,5 A, träge,
220/230/240 Volt: 0,25 A, träge.

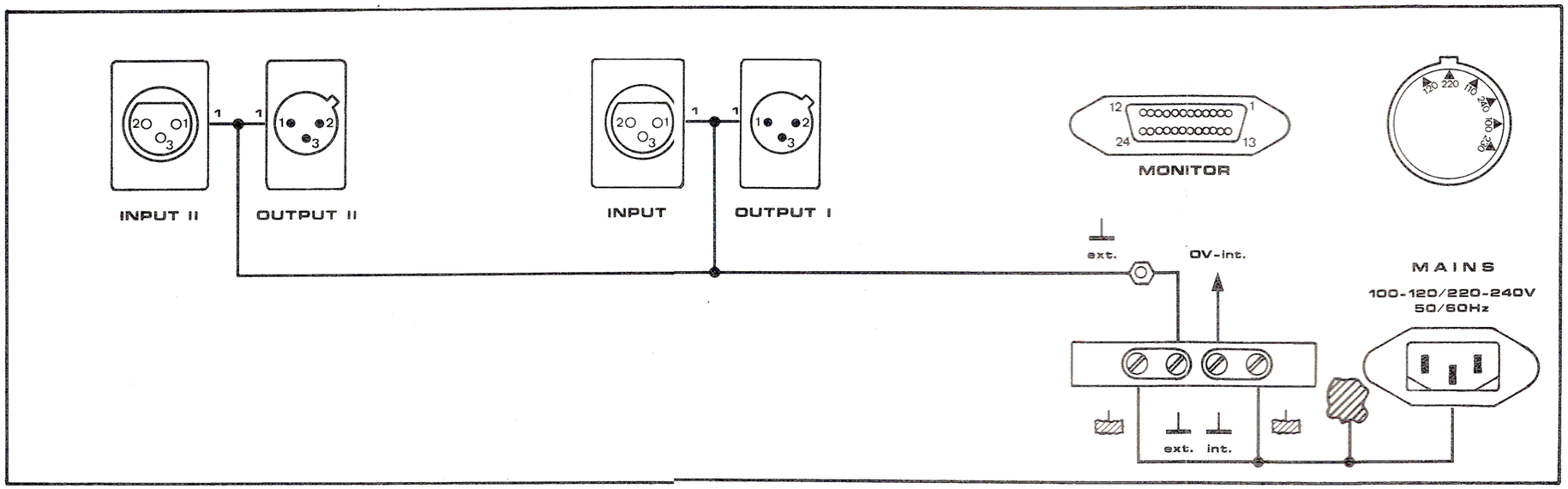
Erst jetzt Netz anschließen!

④ ERDVERBINDUNG

Der Transienten-Limiter EMT 266
ist ein Gerät der Schutzklasse 1 gemäß VDE 804 c.
Der Schutzleiter ist mit dem Gehäuse fest verbunden.

Ab Werk sind auch die Potentiale "0 Volt extern" (⊥ ext., Potential an den Abschirmungen der NF-Kabel) und "0 Volt intern" (⊥ int., stabilisierter Spannungsmittelpunkt der internen Stromversorgung) mit dem Schutzleiter ⏚ und damit auch dem Gehäuse verbunden. Um Störungen durch elektromagnetische Felder ("Brummschleifen") zu vermeiden, können diese Verbindungen durch zwei schraubbare Laschen aufgetrennt werden. Dabei lassen sich "0 Volt extern" und "0 Volt intern" durch eine der Laschen miteinander verbinden.

Das "0 Volt extern"-Potential steht an einer zusätzlichen Erdungsschraube zur Verfügung, z.B. zur zentralen Erdung aller Abschirmungen.



5 NF-ANSCHLÜSSE

Eingang
Einbaubuchse Cannon

a – Ader	Stift 2,
b – Ader	Stift 3,
Schirm	Stift 1.

Erforderlicher Gegenstecker: XLR-3-12c, A3M oder NC-3 MC.

Ausgang
Einbaustecker Cannon

a – Ader	Stift 2,
b – Ader	Stift 3,
Schirm	Stift 1.

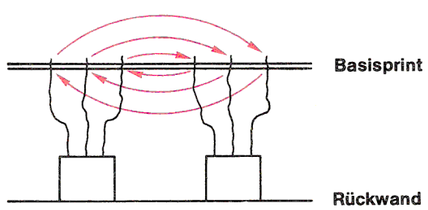
Erforderlicher Gegenstecker: XLR-3-11c, A3F oder NC-3 FC.

Durch ein Bypass-Relais sind bei fehlender Versorgungsspannung die Ein- und Ausgänge dirket miteinander verbunden.

NICHT NORMGEMÄSSE NF-ANSCHLÜSSE

Es lassen sich auch die eingebauten **Buchsen** für die Ausgänge und die eingebauten **Stecker** für die Eingänge verwenden:

- Oberes Abdeckblech entfernen.
- Anschlußdrähte für Ein- und Ausgang auf dem Basisprint spiegelbildlich vertauscht anlöten:

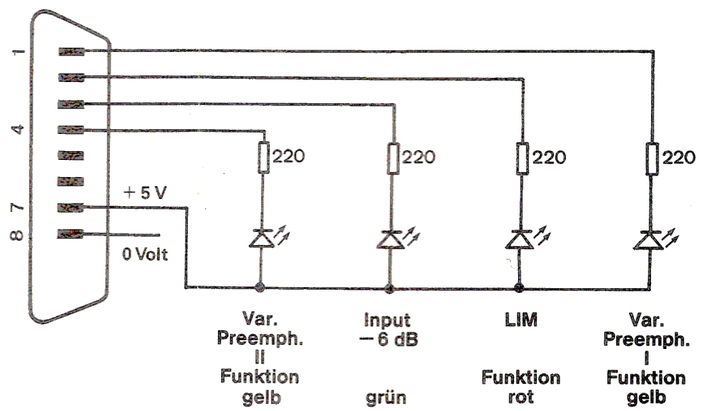


- Abdeckschild mit der geänderten Beschriftung (im Zubehör) unter den NF-Anschlüssen anschrauben.

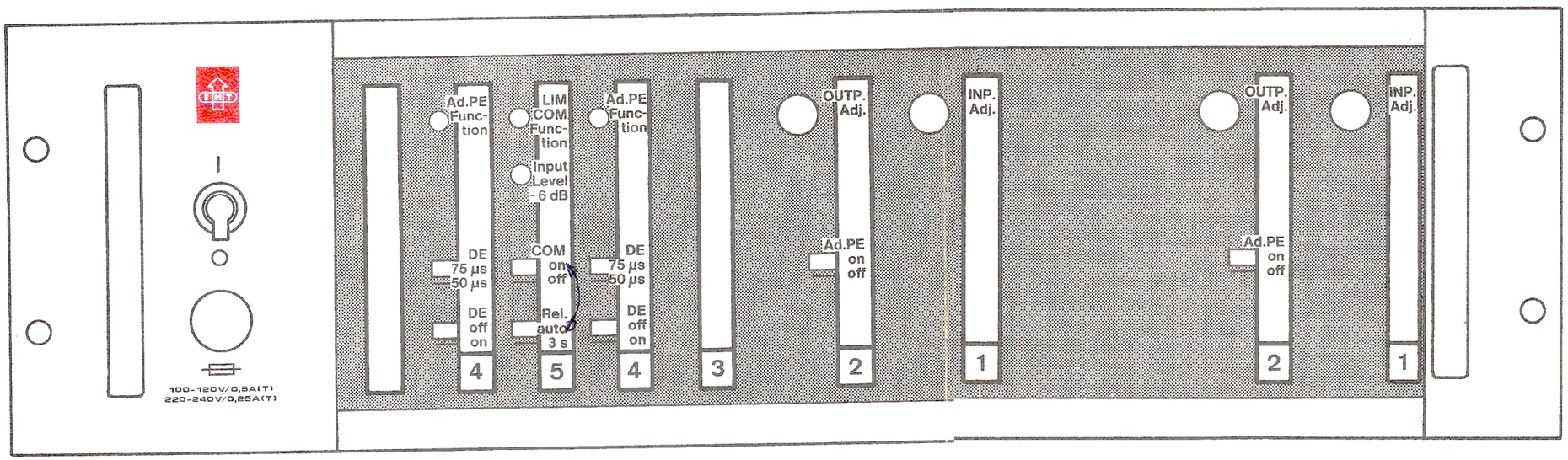
6 EXTERNE KONTROLLANSCHLÜSSE

An der MONITOR-Buchse (Amphenol, 24-polig) liegen die internen Versorgungsspannungen sowie die Anzeigespannungen der internen LED's "LIM COM Function", "Input Level — 6 dB" und "Ad.PE Function" I und II. Zur Überwachung und Auswertung lassen sich weitere interne Spannungen, z.B. Regelspannungen, an die unbenutzten Stifte der Buchse legen.

Anschluß einer externen Funktionsanzeige:



Einstellmöglichkeiten



Rel. auto In dieser Stellung wird die Rückstellzeit (Release Time) automatisch vom Signalcharakter gesteuert.

Günstig für nahezu alle Programmaterialien.

3 s In dieser Stellung hat die Rückstellzeit einen festen Wert von 3 Sekunden.

Wird in der Regel nur für Meßzwecke benutzt.

COM on In dieser Stellung arbeitet der Limiter nach der verrundeten Kennlinie in der rechten Frontplatten-Grafik. Der Regelvorgang beginnt also bereits bei Eingangspegeln ab ca. 20 dB unter der Begrenzungsschwelle und wird durch das Leuchten der LED **LIM COM Function** angezeigt.

Bevorzugte Stellung, wenn der Limiter häufigere Übersteuerungen abfangen soll, ohne die Empfindung der Lautstärkeverhältnisse stark zu beeinträchtigen.

off In dieser Stellung setzt der Regelvorgang des Limiters exakt dann ein, wenn der Eingangspegel die Begrenzungsschwelle überschreitet, und entspricht damit der eckigen Kennlinie in der rechten Frontplatten-Grafik.

Für Meßzwecke;
für den Betrieb nur dann zu empfehlen, wenn der Limiter lediglich zur Sicherheit in den Übertragungsweg gelegt wird und Übersteuerungen nur in Ausnahmefällen zu erwarten sind.

INP. Adj. Eingangs-Pegelsteller

OUTP. Adj. Ausgangs-Pegelsteller

Ad. P E on In dieser Stellung durchläuft das Signal die adaptive Pre-Emphasis.

Wird eingeschaltet, wenn der Limiter mit den Printkarten "Pre-Emphasis" (Option) ausgerüstet ist und vor Geräten mit Pre-Emphasis, z.B. Sendegestell oder Schallplatten-Schneideanlage, betrieben wird.

off In dieser Stellung ist die Variable Pre-Emphasis (einschließlich De-Emphasis) überbrückt.

Wird benötig, wenn das Gerät als einfacher, frequenzlinearer Limiter arbeiten soll.

D E 75 µs 50 µs Die De-Emphasis wurde zur Justage der Pre-Emphasis benutzt. An der Position des Steckers läßt sich daher die eingestellte Emphasis-Zeitkonstante ablesen.

Bitte nicht verändern!

D E off In dieser Stellung ist die De-Emphasis ausgeschaltet.

Bevorzugt, wenn sich die Pre-Emphasis des nachfolgenden Gerätes ausschalten läßt ("linear", "flat" oder ähnliche Bezeichnung).

on In dieser Stellung ist die De-Emphasis wirksam, und das Gerät zeigt einen linearen "Über-Alles"-Frequenzgang für Eingangssignale, deren Pegel **mindestens 20 dB unter der Begrenzungsschwelle** liegen.
Bei höheren Eingangspegeln tritt die adaptive Pre-Emphasis in Funktion, die mit der **festen** De-Emphasis zusammen einen Höhenabfall bewirkt.

Nötig, wenn die Pre-Emphasis des nachfolgenden Gerätes nicht abschaltbar ist;
ebenso für Meß- und Abhörzwecke.

⑦ ERSTE FUNKTIONSPRÜFUNG

Gerät einschalten: Die Netz-Kontrollampe leuchtet,
und nach ca. 3 Sekunden zieht das Bypass-Relais an
und verbindet statt des direkten Eingangssignals das limitierte Tonsignal zum Ausgang.

⑧ NF-PEGEL

Ab Werk ist das Gerät auf einen Nennpegel von +6 dB (= 1,55 V) eingemessen, wenn nicht in der Bestellung ausdrücklich ein anderer Pegel angegeben war.

Die Pegelsteller INP. Adj. und OUTP. Adj. ermöglichen die Anpassung an Nennpegel zwischen 0 und +15 dB. Durch Umstecken auf den Printkarten 1 und 2 (INPUT und OUTPUT, siehe Seite 41 und 43) läßt sich der Bereich auf −20 dB bis 0 dB verändern.

Auch Einstellungen auf ungleiche Ein- und Ausgangspegel sind möglich.

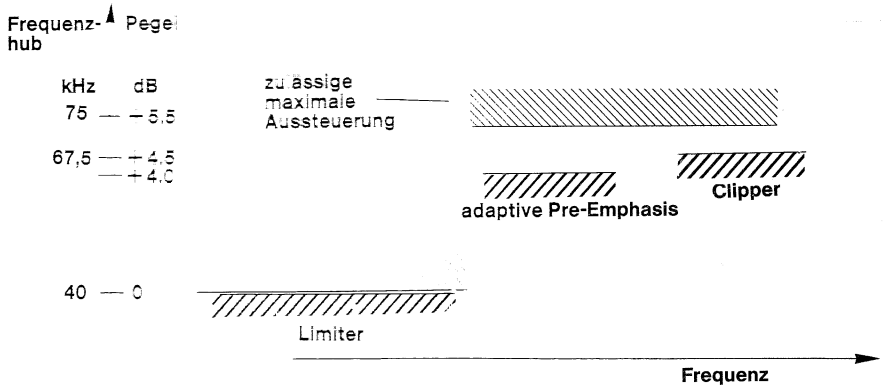
Einpegelung:

- NF-Generator und Millivoltmeter an Eingang I legen.
- Millivoltmeter an Ausgang I anschließen.
- Frontplatte öffnen.
- Stecker und Schalter in folgende Positionen bringen:
  Ad. PE off Rel. 3s COM off
- Falls nötig, Ein- und Ausgangs-Pegelbereich umstecken (s.o.).
- Generatorfrequenz auf 1 kHz stellen
  und den Pegel auf einige dB über den Wert erhöhen,
  bei dem die rote LED "LIM COM Function" zu leuchten beginnt.
- Mit Pegelsteller OUTP. Adj.I gewünschten Ausgangs-Nennpegel einstellen.
- Generatorpegel exakt 6 dB unter den gewünschten Eingangs-Nennpegel einstellen.
- Pegelsteller INP.Adj.I so einstellen,
  daß die grüne LED "Input Level −6 dB" soeben aufleuchtet.
- Verfahren für Kanal II wiederholen.

Der Transienten-Limiter begrenzt jetzt alle Übersteuerungen am Eingang exakt auf den Ausgangs-Nennpegel.

⑨ PRE-EMPHASIS- UND CLIPPER-SCHWELLE

Ab Werk ist die Schwelle der adaptiven Preemphasis um 4,0 dB höher als die Schwelle des linearen Limiters (= Nennpegel) eingestellt, der nachgeschaltete Clipper begrenzt kurzzeitige Pegelspitzen auf zusätzlich 0,5 dB oberhalb der Preemphasis-Schwelle, also 4,5 dB der Limiterschwelle (= Nennpegel). Dies entspricht den Verhältnissen bei den meisten europäischen UKW-Sendern, für die ein maximaler Frequenzhub von 40 kHz bei niedrigen und 75 kHz bei hohen Frequenzen zulässig ist und die einen Stereo-Pilotton von 19 kHz ≙ 7,5 kHz bei 19 kHz mitführen. Wegen der theoretisch möglichen linearen Addition der Spitzenwerte muß daher der Clipper um 1 dB ≙ 10 % unter der maximalen Aussteuerungsgrenze eingestellt sein.



Eine andere Einstellung kann für die Sender günstig sein, bei denen kein Stereo-Pilotton vorhanden ist. In diesem Fall kann die Schwelle der adaptiven Preemphasis auf 4,5 dB höher als die Schwelle des linearen Limiters eingestellt werden und der nachgeschaltete Clipper auf 5,5 dB.

Einstellung (korrekte Einpegelung vorausgesetzt):

- NF-Generator und Millivoltmeter an Eingang I legen.
- Millivoltmeter und Oszillograph an Ausgang I anschließen.
- Frontplatte öffnen.
- Stecker und Schalter in folgende Positionen bringen:
  Ad. P E off Rel. 3s COM off D E off
- Verlängerungsprint für die Printkarte Pre-Emphasis I benutzen; zum Auffinden der Testpunkte und Potentiometer Seite 49 aufklappen.
- Generator auf 7 kHz, 1 dB über Eingangs-Nennpegel, einstellen (rote LED "LIM COM Function" muß leuchten).
- Ausgangspegel kontrollieren und eventuell mit dem Pegelsteller OUTP. Adj.I exakt auf den Ausgangs-Nennpegel nachjustieren. Schalter "Ad. PE" auf "on" stellen.
- Potentiometer R 432 "Clipper Threshold" auf Rechtsanschlag drehen (Maximum; Sinus auf dem Oszillographen darf nicht geklippt sein!).
- Potentiometer R 439 "Pre-Emphasis Threshold" so einstellen, daß der gewünschte maximale Pegel für hohe Frequenzen am Ausgang erscheint.

Achtung!

Die Regelung der adaptiven Pre-Emphasis kann nur dann einwandfrei arbeiten, wenn die Pre-Emphasis-Schwelle mindestens 0,5 dB oberhalb der Limiter-Schwelle liegt.

— Eingangsempfindlichkeit des Oszillographen so einstellen, daß das Ausgangssignal exakt auf 4 Teilungen (Spitze/Spitze) abgebildet wird.
— Testpunkt K auf der Pre-Emphasis-Printplatte auf 0 V kurzschließen.
— Potentiometer R 432 "Clipper Threshold" so weit nach links drehen, bis die Sinusschwingung auf dem Oszillographen exakt auf 4,4 Teilungen (+2,2; −2,2!) begrenzt wird; die Clipper-Schwelle liegt damit um 10 % ≙ 0,83 dB oberhalb der Pre-Emphasis-Schwelle.

Achtung!

Eine zu niedrige Einstellung dieser Schwelle führt zu ständigem Klippen hoher Frequenzen und damit zu unzulässig hohen Klirrfaktoren.
Kurzschluß von Testpunkt K wieder aufheben.
Verfahren für Kanal II wiederholen.

PRE-EMPHASIS-ZEITKONSTANTE

Die Pre-Emphasis-Zeitkonstante ist ab Werk auf 50 µs eingestellt. Mit der eingebauten De-Emphasis läßt sie sich einfach auf 75 µs oder zurück auf 50 µs justieren.

Einstellung (korrekte Einpegelung vorausgesetzt):

— NF-Generator und Millivoltmeter an Eingang I legen.
— Millivoltmeter an Ausgang I anschließen.
— Frontplatte öffnen
und Verlängerungsprint für die Printkarte Pre-Emphasis I benutzen.
— Stecker "DE 75 µs/50 µs" auf den gewünschten Wert stecken, die übrigen Stecker und Schalter in folgende Positionen bringen:
Ad. P E on D E on COM off
— Generator auf 300 Hz, 20 dB unter Eingangs-Nennpegel, einstellen.
— Ausgangspegel kontrollieren und eventuell mit dem Pegelsteller "OUTP. Adj.I" exakt auf 20 dB unter den Ausgangs-Nennpegel nachjustieren.
— Generatorfrequenz auf 10 kHz erhöhen (auf unveränderten Eingangspegel achten!).
— Mit Potentiometer R 445 "Pre-Emphasis Adjust" den Ausgangspegel exakt auf 20,5 dB unter den Ausgangs-Nennpegel einstellen.
— Verfahren für Kanal II wiederholen.

BETRIEBSEINSTELLUNGEN

Wurden die Arbeiten nach den Punkten 1 bis 10 ausgeführt, so ist damit das Gerät fertig angeschlossen und eingemessen. Für den Betrieb müssen jetzt noch diejenigen Einstellungen der Stecker und Schalter gewählt werden, die für den Anwendungsfall richtig oder günstig sind; Hinweise hierauf sind in der Übersicht auf Seite 14 **rot** hervorgehoben.

Benutzungs-Hinweis

Das nebenstehende Blockschaltbild gibt Aufschluß über die Funktionsgruppen, ihre Zugehörigkeit zu den Printkarten und die Verbindungen der Signal-, Steuer- und Versorgungsspannungen.

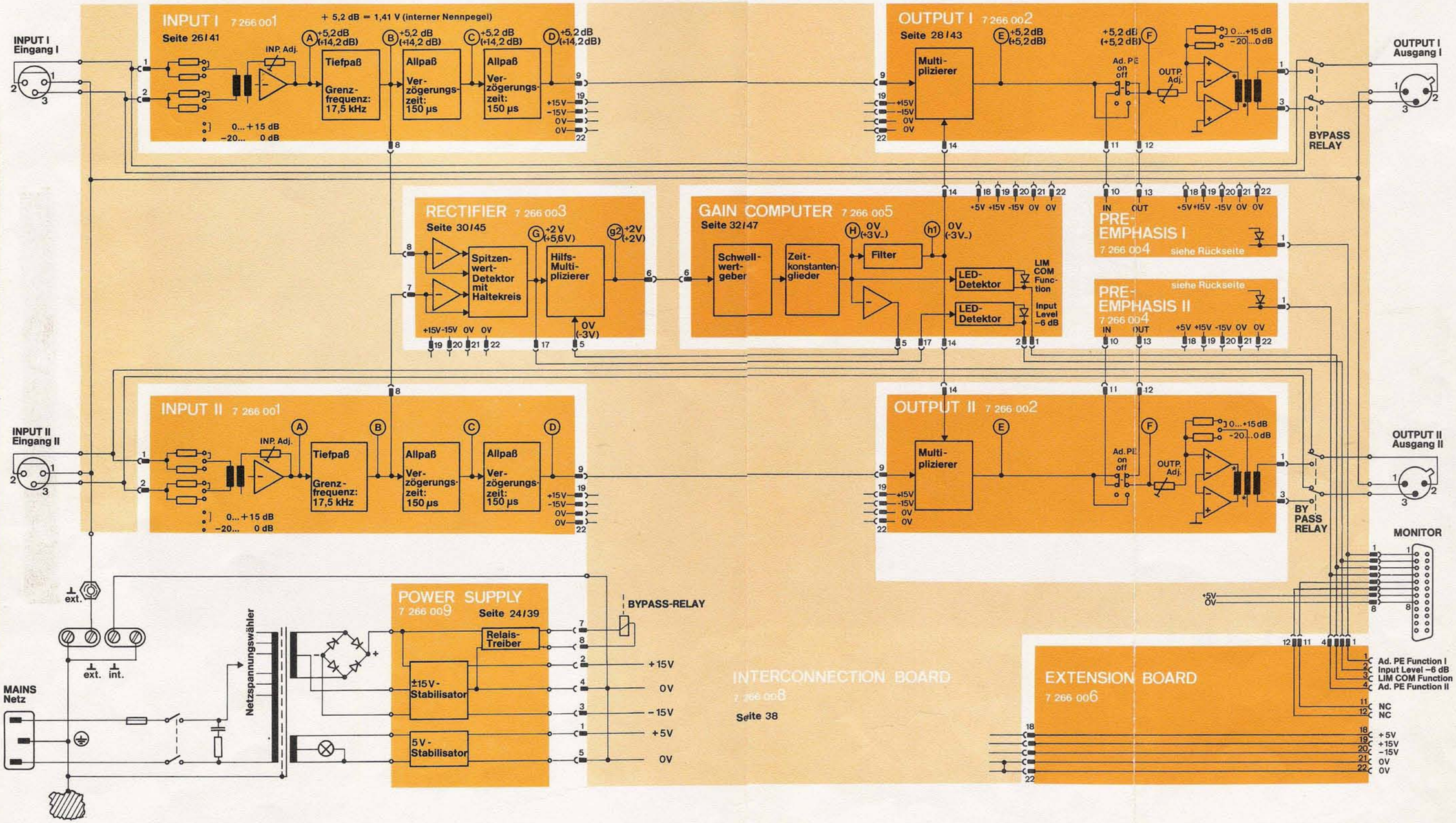
Seitenzahlen verweisen auf die zugehörigen Detailschaltbilder und die Bestückungspläne, die sich nach rechts ausklappen lassen.

Das Blockschaltbild erlaubt eine vollständige Funktionsprüfung des Gerätes und im Störungsfall eine schnelle Eingrenzung der Fehlerquelle auf eine bestimmte Printkarte. Erst für die exakte Lokalisierung von Defekten oder Fehljustagen müssen die Detailschaltbilder zu Rate gezogen werden. Sie enthalten eine kurze Schaltungsbeschreibung sowie Prüf- und Justierhinweise.

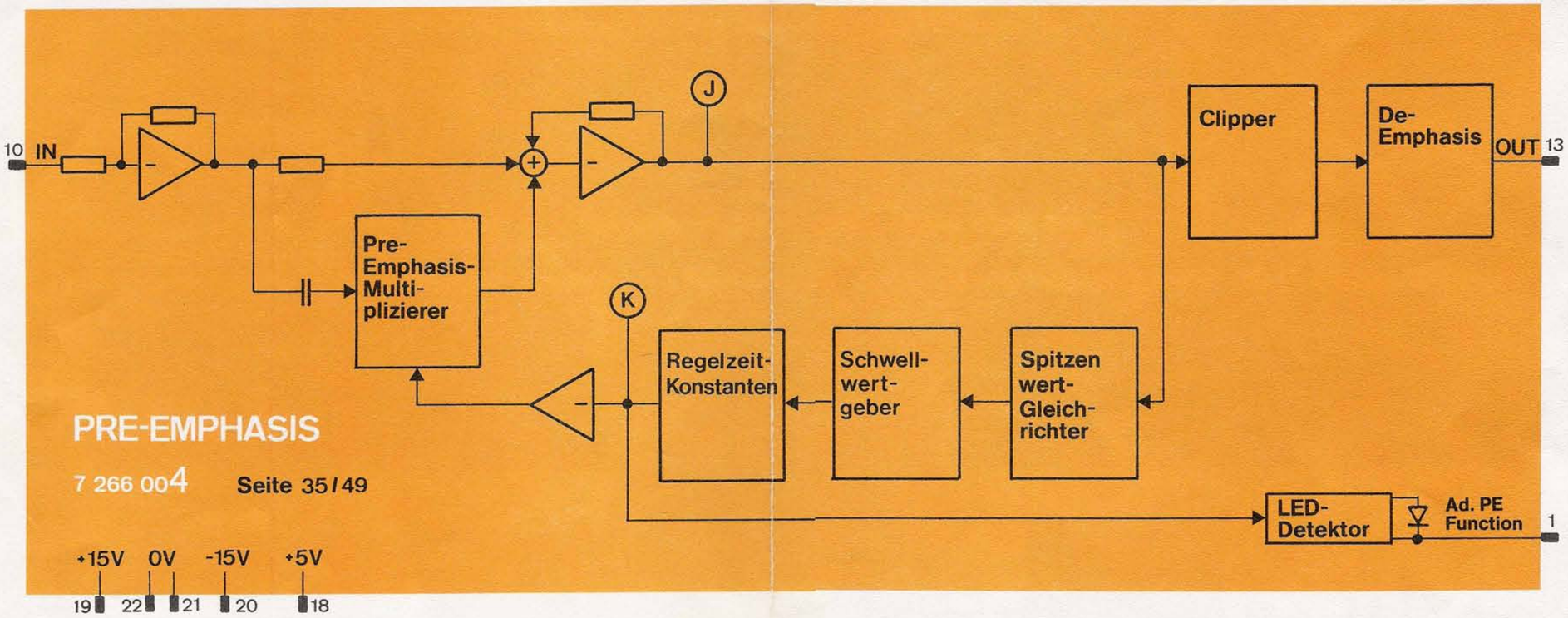
Für eine vollständige Prüfung des Gerätes werden folgende Meßgeräte benötigt:

- NF-Millivoltmeter 20 Hz...20 kHz.
- Gleichspannungs-Millivoltmeter (Vielfach-Meßinstrument).
- NF-Generator 20 Hz...20 kHz, klirrarm.
- Burst-Gate.
- Zweikanal-Speicher-Oszillograph (oder Oszillograph mit Nachleuchtröhre)
- Klirrfaktor-Meßbrücke.

Für eine grobe Überprüfung genügen auch NF-Generator, NF-Millivoltmeter und ein einfacher Oszillograph.


INPUT I 7 266 001
Seite 26/41
+ 5,2 dB = 1,41 V (interner Nennpegel)
INP. Adj.
A +5,2 dB (+14,2 dB)
B +5,2 dB (+14,2 dB)
C +5,2 dB (+14,2 dB)
D +5,2 dB (+14,2 dB)
Tiefpaß
Grenz-frequenz: 17,5 kHz
Allpaß
Ver-zögerungs-zeit: 150 µs
Allpaß
Ver-zögerungs-zeit: 150 µs
0...+15 dB
−20... 0 dB
+15V
−15V
0V
0V
INPUT I Eingang I
OUTPUT I 7 266 002
Seite 28/43
E +5,2 dB (+5,2 dB)
F +5,2 dB (+5,2 dB)
Multi-plizierer
Ad. PE on off
OUTP. Adj.
0...+15 dB
−20...0 dB
BYPASS RELAY
OUTPUT I Ausgang I
RECTIFIER 7 266 003
Seite 30/45
G +2V (+5,6V)
g2 +2V (+2V)
Spitzen-wert-Detektor mit Haltekreis
Hilfs-Multi-plizierer
0V (-3V)
GAIN COMPUTER 7 266 005
Seite 32/47
H 0V (+3V_)
h1 0V (-3V_)
Schwell-wert-geber
Zeit-konstanten-glieder
Filter
LED-Detektor
LED-Detektor
LIM COM Function
Input Level −6 dB
+5V +15V -15V 0V 0V
PRE-EMPHASIS I 7 266 004
siehe Rückseite
PRE-EMPHASIS II 7 266 004
siehe Rückseite
IN
OUT
INPUT II 7 266 001
INP. Adj.
Tiefpaß
Grenz-frequenz: 17,5 kHz
Allpaß
Ver-zögerungs-zeit: 150 µs
Allpaß
Ver-zögerungs-zeit: 150 µs
0...+15 dB
−20... 0 dB
INPUT II Eingang II
OUTPUT II 7 266 002
Multi-plizierer
Ad. PE on off
OUTP. Adj.
0...+15 dB
−20...0 dB
BY PASS RELAY
OUTPUT II Ausgang II
MONITOR
+5V
0V
ext.
ext. int.
MAINS Netz
Netzspannungswähler
POWER SUPPLY 7 266 009
Seite 24/39
Relais-Treiber
±15V-Stabilisator
5V-Stabilisator
BYPASS-RELAY
+15V
0V
−15V
+5V
0V
INTERCONNECTION BOARD 7 266 008
Seite 38
EXTENSION BOARD 7 266 006
Ad. PE Function I
Input Level −6 dB
LIM COM Function
Ad. PE Function II
NC
NC
+5V
+15V
−15V
0V
0V

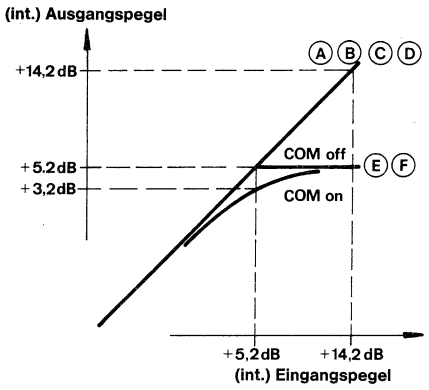
Blockschaltbild
PRE-EMPHASIS (Option)



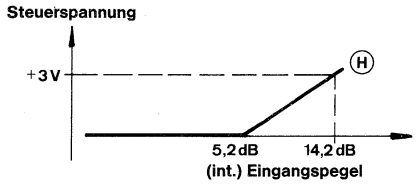
Funktionsprüfung

Statische Prüfung des Limiters

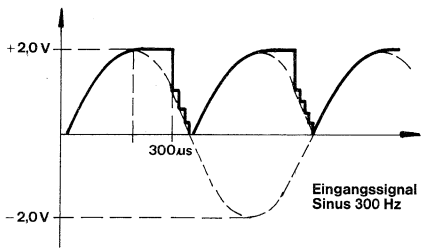
Die Limiter-Schwelle ist intern durch den Schwellwertgeber auf exakt 2,0 V Spitzenspannung festgelegt. Bei einem Sinussignal entspricht dies einem Spannungs-Effektivwert von $\sqrt{2}$ V = 1,41 V und damit einem internen Nenpegel von +5,2 dB.



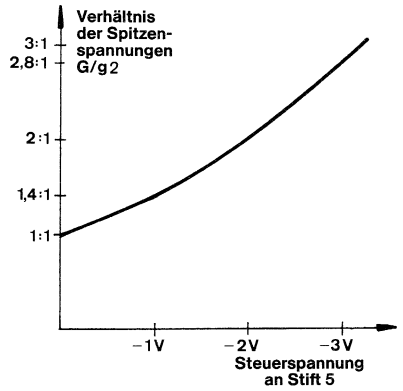
1. Bei Sinussignal 300 Hz mit Nennpegel am Eingang, Stecker auf "COM off" und "Rel. 3 s", ist der Pegel +5,2 dB an allen Testpunkten A bis F zu messen. In Stellung "COM on" liegt der Pegel an den Testpunkten E und F um 2 dB niedriger (wenn nicht anders eingestellt wurde; siehe Seite 32). Nach Prüfung Stecker wieder auf "COM off"!



2. Bei einem Eingangssignal 9 dB über Nennpegel beträgt der Pegel an den Testpunkten A bis D +14,2 dB, während der Pegel an E und F auf +5,2 dB bleibt. Bei Abweichungen ist die Steuerspannung an Testpunkt H und am Steuereingang des Multiplizierers (Anschlußstift 14 der "OUTPUT"-Printkarte) zu kontrollieren. Ist sie +3 V bzw. −3 V, so liegt der Fehler im Multiplizierer; andernfalls ist er in Spitzenwert-Detektor, Hilfs-Multiplizierer, Schwellwertgeber oder Zeitkonstanten zu suchen.



3. Das Signal an Testpunkt G hat nebenstehende Form und bleibt unverändert, wenn das Eingangssignal nur in Eingang I oder II oder in beide zugleich eingespeist wird.



4. Bei Nennpegel am Eingang sind die Signale an den Testpunkten G und g2 gleich. Bei einem um 9 dB höheren Eingangspegel steigt die Spitzenspannung an G auf +5,6 V, während die an g2 bei 2 V bleibt; andernfalls ist der Zusammenhang zwischen Spitzenspannung an G und g2 und Steuerspannung an Anschlußstift 5 der "Rectifier"-Printkarte zu prüfen. Stimmt er mit der nebenstehenden Kennlinie überein, so ist der Fehler auf der "Gain Computer"-Printkarte zu suchen, weicht er ab, so ist der Hilfs-Multiplizierer defekt.

Prüfung des Frequenzgangs

5. In Stellung "COM off" und "Ad. PE off" dürfen die Pegelabweichungen im Bereich zwischen 30 Hz und 15 kHz nicht größer sein als ±0,2 dB, unabhängig vom eingespeisten Pegel.
   In Stellung "COM on" ergeben sich durch den Haltekreis im Spitzenwert-Detektor unterschiedliche Spannungs-Mittelwerte für die Zeitkonstanten (siehe dort), so daß die Abweichungen systembedingt größer ausfallen. Für den Betriebsfall ist dies unerheblich.

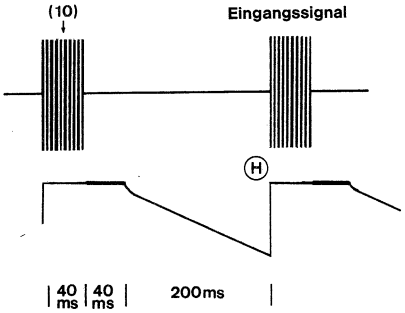
Prüfung des Klirrfaktors

6. Der Klirrfaktor, mit Nennpegel über alles gemessen, darf im Bereich zwischen 60 Hz und 15 kHz nicht größer sein als 0,2 %.
   Ursachen für höhere Klirrfaktoren können sein:
   Ungleiche Kennlinien der Transistorpaare in den (Haupt-) Multiplizierern.
   Fehler in den Ein- und Ausgangsstufen (vor allem Übertragern), oder ein Defekt der Zeitkonstanten-Schaltung, die die Haltephase in der Rückstellcharakteristik bewirkt.

Prüfung der Verzögerungszeit

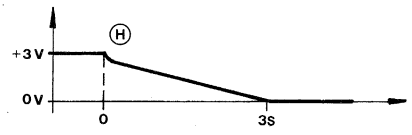
7. Da die Baukomponenten der Allpässe zugleich den Frequenzgang **und** den Phasengang bestimmen, so äußert sich ein Laufzeitfehler zugleich in einem nichtlinearen Frequenzgang. Umgekehrt läßt sich von einem linearen Frequenzgang auf eine korrekte Laufzeit schließen.
   Soll trotzdem die Laufzeit gemessen werden, so sind bei einem Sinussignal mit Nennpegel am Eingang die Testpunkte B und C (C und D)zu oszillographieren. Bildet man mit dem Oszillographen die Addition beider Signale, so ergeben sich Minima bei ca. $f_1 = 3{,}3$ kHz, $f_3 = 9{,}9$ kHz und $f = 16{,}5$ kHz (entsprechend einer Phasenverschiebung um $\pi/2$, $3\pi/2$, $5\pi/2$); bildet man die Subtraktion (Polarität eines Kanals vertauscht), so ergeben sich Minima bei ca. $f_2 = 6{,}6$ kHz und $f = 13{,}2$ kHz (entsprechend einer Phasenverschiebung um π und 2π). Nach exakter Messung der Frequenzen (Abweichungen von 2...3 % sind unkritisch) ergeben sich die exakten Verzögerungszeiten nach der Formel

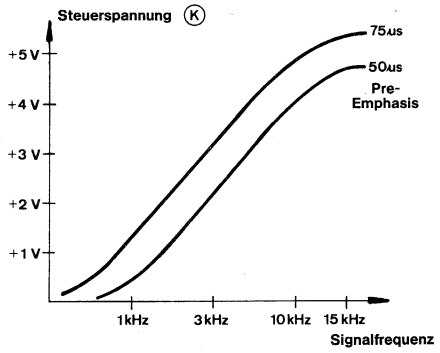
$$T = \frac{n}{2 \cdot f_n}$$



Dynamische Prüfung des Limiters

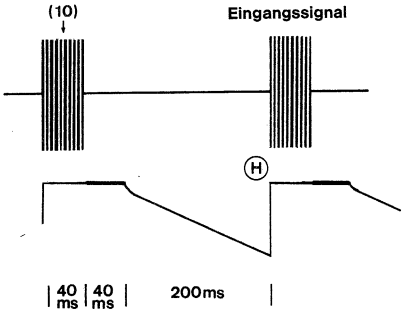
8. Die Haltephase in der Rückstellcharakteristik läßt sich prüfen, indem der NF-Generator auf 250 Hz, 10 dB über Nennpegel, eingestellt und über ein Burst Gate an den Eingang gelegt wird, das 10 Schwingungen überträgt (entsprechend einer Öffnungszeit von 40 ms) und 60 Schwingungen unterdrückt (entsprechend einer Sperrzeit von 240 ms). Auf dem Oszillographen wird das Eingangssignal, das zugleich zur Triggerung dient, und die Regelspannung an Testpunkt H dargestellt, die die Haltephase — in nebenstehender Skizze stark ausgezogen — deutlich zeigt.
   Steht kein Burst Gate zur Verfügung, so läßt sich der Rückstellvorgang als einmaliger Vorgang auf einem Speicheroszillographen darstellen, indem einfach der Generator abgeschaltet wird; eine saubere Triggerung ist hierbei jedoch kaum möglich.
9. Die gesamte Rückstellzeit läßt sich mit dieser Methode jedoch recht einfach messen. Zunächst wird der Stecker "Rel." auf "3 s" gesteckt und der Generator (250 Hz, 10 dB über Nennpegel) ausgeschaltet: Die Steuerspannung an Testpunkt H muß nach nebenstehender Skizze in 3 s auf 0 V zurückgehen (wenn nicht ein anderer Wert eingestellt wurde, siehe "Zeitkonstanten", Seite 33).
   Jetzt wird der Stecker "Rel." auf "auto" gesteckt und der Generator nicht aus-, sondern von 10 dB über Nennpegel auf den Nennpegel umgeschaltet:
   Die Rückstellzeit muß ca. 16 s betragen.
   Wird der Generatorpegel von 10 dB über Nennpegel auf 10, 15 und 20 dB unter Nennpegel umgeschaltet, so müssen sich zunehmend kürzere Rückstellzeiten ergeben.





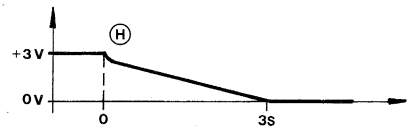
Prüfung der adaptiven Pre-Emphasis

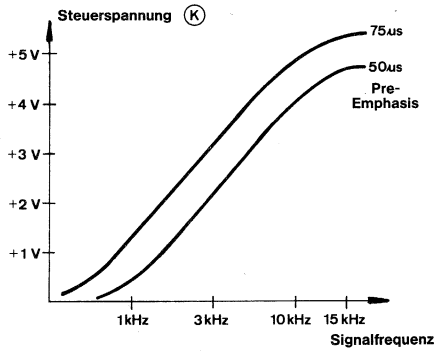
10. Hierzu wird der Testpunkt H auf der "Gain Computer"-Printkarte auf 0 V kurzgeschlossen; der Limiter arbeitet damit für alle Pegel als linearer Verstärker. Stecker und Schalter werden in die Positionen "Ad. PE on" und "DE off" gebracht und der Generatorpegel exakt auf die Schwelle der adaptiven Pre-Emphasis eingestellt. Fährt man nun die Generatorfrequenz von 30 Hz bis 15 kHz durch, so muß sich am Ausgang des Gerätes ein nahezu linearer Frequenzgang ergeben; die Regelspannung an Testpunkt K steigt dabei gemäß nebenstehender Skizze. Andernfalls müssen die Einstellungen "PRE THR" und "PRE Adj." überprüft werden (Seite 37).
    Wird der Generatorpegel um 20 dB erniedrigt und der Stecker "DE" auf "on" gesteckt, so muß sich am Geräteausgang wiederum ein linearer Frequenzgang mit typischen Abweichungen von —0,5 dB bei 10 kHz und —1 dB bei 15 kHz ergeben. Andernfalls die Einstellung von "PRE Adj." prüfen.
    Die Prüfung der Clipper-Schwelle geschieht,indem der Testpunkt K auf 0 V kurzgeschlossen wird; dadurch ist die Regelung außer Funktion gesetzt. Wird jetzt der Generator am Eingang des Gerätes auf Nennpegel und ca. 7 kHz eingestellt, so zeigt sich am Ausgang des Gerätes ein ständig geklippter Sinus. Auf dem Oszillographen kann die Spannung abgelesen und anschließend in Pegel umgerechnet werden (siehe auch die Justierhinweise auf Seite 37).



Dynamische Prüfung des Limiters

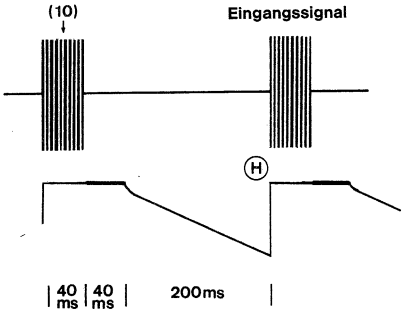
8. Die Haltephase in der Rückstellcharakteristik läßt sich prüfen, indem der NF-Generator auf 250 Hz, 10 dB über Nennpegel, eingestellt und über ein Burst Gate an den Eingang gelegt wird, das 10 Schwingungen überträgt (entsprechend einer Öffnungszeit von 40 ms) und 60 Schwingungen unterdrückt (entsprechend einer Sperrzeit von 240 ms). Auf dem Oszillographen wird das Eingangssignal, das zugleich zur Triggerung dient, und die Regelspannung an Testpunkt H dargestellt, die die Haltephase — in nebenstehender Skizze stark ausgezogen — deutlich zeigt.
   Steht kein Burst Gate zur Verfügung, so läßt sich der Rückstellvorgang als einmaliger Vorgang auf einem Speicheroszillographen darstellen, indem einfach der Generator abgeschaltet wird; eine saubere Triggerung ist hierbei jedoch kaum möglich.
9. Die gesamte Rückstellzeit läßt sich mit dieser Methode jedoch recht einfach messen. Zunächst wird der Stecker "Rel." auf "3 s" gesteckt und der Generator (250 Hz, 10 dB über Nennpegel) ausgeschaltet: Die Steuerspannung an Testpunkt H muß nach nebenstehender Skizze in 3 s auf 0 V zurückgehen (wenn nicht ein anderer Wert eingestellt wurde, siehe "Zeitkonstanten", Seite 33).
   Jetzt wird der Stecker "Rel." auf "auto" gesteckt und der Generator nicht aus-, sondern von 10 dB über Nennpegel auf den Nennpegel umgeschaltet:
   Die Rückstellzeit muß ca. 16 s betragen.
   Wird der Generatorpegel von 10 dB über Nennpegel auf 10, 15 und 20 dB unter Nennpegel umgeschaltet, so müssen sich zunehmend kürzere Rückstellzeiten ergeben.





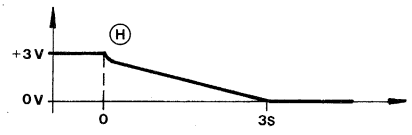
Prüfung der adaptiven Pre-Emphasis

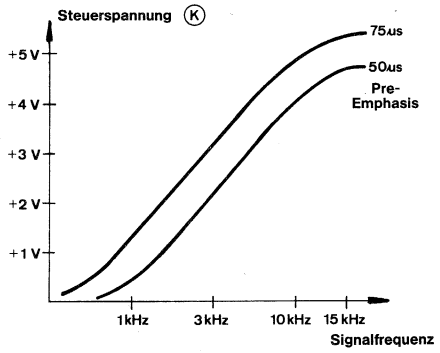
10. Hierzu wird der Testpunkt H auf der "Gain Computer"-Printkarte auf 0 V kurzgeschlossen; der Limiter arbeitet damit für alle Pegel als linearer Verstärker. Stecker und Schalter werden in die Positionen "Ad. PE on" und "DE off" gebracht und der Generatorpegel exakt auf die Schwelle der adaptiven Pre-Emphasis eingestellt. Fährt man nun die Generatorfrequenz von 30 Hz bis 15 kHz durch, so muß sich am Ausgang des Gerätes ein nahezu linearer Frequenzgang ergeben; die Regelspannung an Testpunkt K steigt dabei gemäß nebenstehender Skizze. Andernfalls müssen die Einstellungen "PRE THR" und "PRE Adj." überprüft werden (Seite 37).
    Wird der Generatorpegel um 20 dB erniedrigt und der Stecker "DE" auf "on" gesteckt, so muß sich am Geräteausgang wiederum ein linearer Frequenzgang mit typischen Abweichungen von —0,5 dB bei 10 kHz und —1 dB bei 15 kHz ergeben. Andernfalls die Einstellung von "PRE Adj." prüfen.
    Die Prüfung der Clipper-Schwelle geschieht,indem der Testpunkt K auf 0 V kurzgeschlossen wird; dadurch ist die Regelung außer Funktion gesetzt. Wird jetzt der Generator am Eingang des Gerätes auf Nennpegel und ca. 7 kHz eingestellt, so zeigt sich am Ausgang des Gerätes ein ständig geklippter Sinus. Auf dem Oszillographen kann die Spannung abgelesen und anschließend in Pegel umgerechnet werden (siehe auch die Justierhinweise auf Seite 37).



Dynamische Prüfung des Limiters

8. Die Haltephase in der Rückstellcharakteristik läßt sich prüfen, indem der NF-Generator auf 250 Hz, 10 dB über Nennpegel, eingestellt und über ein Burst Gate an den Eingang gelegt wird, das 10 Schwingungen überträgt (entsprechend einer Öffnungszeit von 40 ms) und 60 Schwingungen unterdrückt (entsprechend einer Sperrzeit von 240 ms). Auf dem Oszillographen wird das Eingangssignal, das zugleich zur Triggerung dient, und die Regelspannung an Testpunkt H dargestellt, die die Haltephase — in nebenstehender Skizze stark ausgezogen — deutlich zeigt.
   Steht kein Burst Gate zur Verfügung, so läßt sich der Rückstellvorgang als einmaliger Vorgang auf einem Speicheroszillographen darstellen, indem einfach der Generator abgeschaltet wird; eine saubere Triggerung ist hierbei jedoch kaum möglich.
9. Die gesamte Rückstellzeit läßt sich mit dieser Methode jedoch recht einfach messen. Zunächst wird der Stecker "Rel." auf "3 s" gesteckt und der Generator (250 Hz, 10 dB über Nennpegel) ausgeschaltet: Die Steuerspannung an Testpunkt H muß nach nebenstehender Skizze in 3 s auf 0 V zurückgehen (wenn nicht ein anderer Wert eingestellt wurde, siehe "Zeitkonstanten", Seite 33).
   Jetzt wird der Stecker "Rel." auf "auto" gesteckt und der Generator nicht aus-, sondern von 10 dB über Nennpegel auf den Nennpegel umgeschaltet:
   Die Rückstellzeit muß ca. 16 s betragen.
   Wird der Generatorpegel von 10 dB über Nennpegel auf 10, 15 und 20 dB unter Nennpegel umgeschaltet, so müssen sich zunehmend kürzere Rückstellzeiten ergeben.





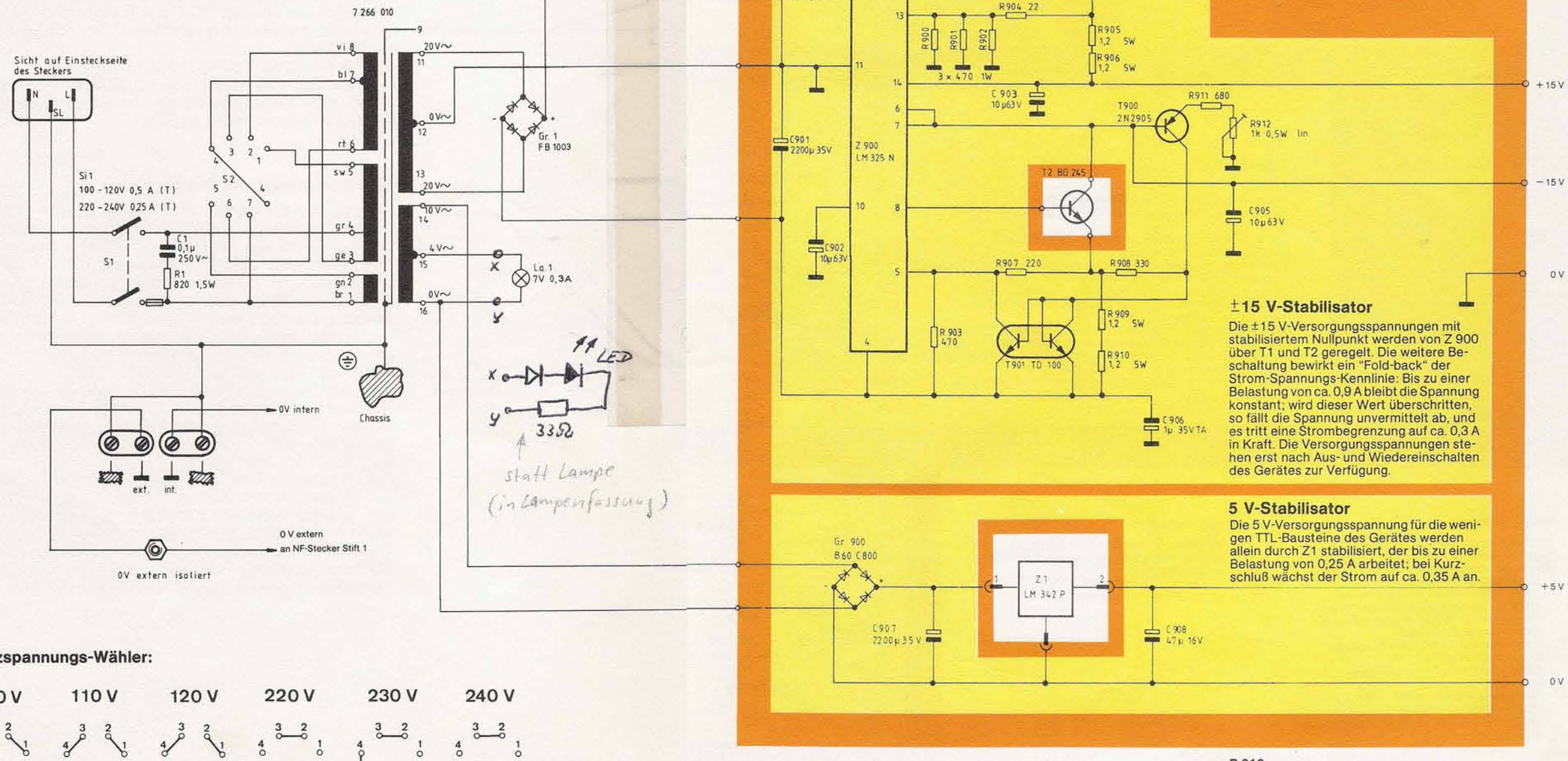
Prüfung der adaptiven Pre-Emphasis

10. Hierzu wird der Testpunkt H auf der "Gain Computer"-Printkarte auf 0 V kurzgeschlossen; der Limiter arbeitet damit für alle Pegel als linearer Verstärker. Stecker und Schalter werden in die Positionen "Ad. PE on" und "DE off" gebracht und der Generatorpegel exakt auf die Schwelle der adaptiven Pre-Emphasis eingestellt. Fährt man nun die Generatorfrequenz von 30 Hz bis 15 kHz durch, so muß sich am Ausgang des Gerätes ein nahezu linearer Frequenzgang ergeben; die Regelspannung an Testpunkt K steigt dabei gemäß nebenstehender Skizze. Andernfalls müssen die Einstellungen "PRE THR" und "PRE Adj." überprüft werden (Seite 37).
    Wird der Generatorpegel um 20 dB erniedrigt und der Stecker "DE" auf "on" gesteckt, so muß sich am Geräteausgang wiederum ein linearer Frequenzgang mit typischen Abweichungen von —0,5 dB bei 10 kHz und —1 dB bei 15 kHz ergeben. Andernfalls die Einstellung von "PRE Adj." prüfen.
    Die Prüfung der Clipper-Schwelle geschieht,indem der Testpunkt K auf 0 V kurzgeschlossen wird; dadurch ist die Regelung außer Funktion gesetzt. Wird jetzt der Generator am Eingang des Gerätes auf Nennpegel und ca. 7 kHz eingestellt, so zeigt sich am Ausgang des Gerätes ein ständig geklippter Sinus. Auf dem Oszillographen kann die Spannung abgelesen und anschließend in Pegel umgerechnet werden (siehe auch die Justierhinweise auf Seite 37).

POWER SUPPLY

Netzteil

7266009



±15 V-Stabilisator

Die ±15 V-Versorgungsspannungen mit stabilisiertem Nullpunkt werden von Z 900 über T1 und T2 geregelt. Die weitere Beschaltung bewirkt ein "Fold-back" der Strom-Spannungs-Kennlinie: Bis zu einer Belastung von ca. 0,9 A bleibt die Spannung konstant; wird dieser Wert überschritten, so fällt die Spannung unvermittelt ab, und es tritt eine Strombegrenzung auf ca. 0,3 A in Kraft. Die Versorgungsspannungen stehen erst nach Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes zur Verfügung.

5 V-Stabilisator

Die 5 V-Versorgungsspannung für die wenigen TTL-Bausteine des Gerätes werden allein durch Z1 stabilisiert, der bis zu einer Belastung von 0,25 A arbeitet; bei Kurzschluß wächst der Strom auf ca. 0,35 A an.

Netzspannungs-Wähler:

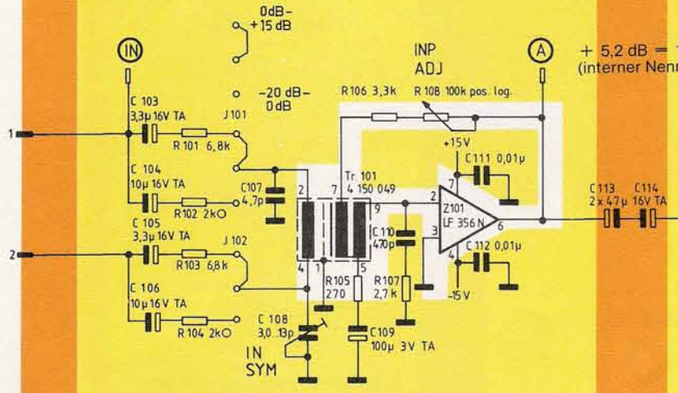
R 912

Mit R 912 wird der Fold-back-Einsatzpunkt der − 15 V-Versorgung an den der + 15 V-Versorgung angeglichen.
Einstellung bitte nicht verändern!

INPUT
Eingangsteil
7266001

Eingangsstufe

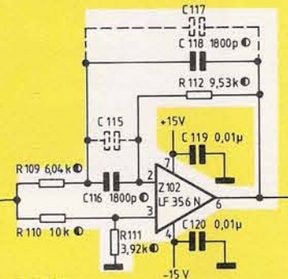
mit Übertrager (symmetrisch und erdfrei);
paßt den Eingangspegel an den internen Nennpegel an.



Zur Linearisierung ist der Übertrager
mit einer zweiten Sekundärwicklung (7/5)
in die Gegenkopplung einbezogen

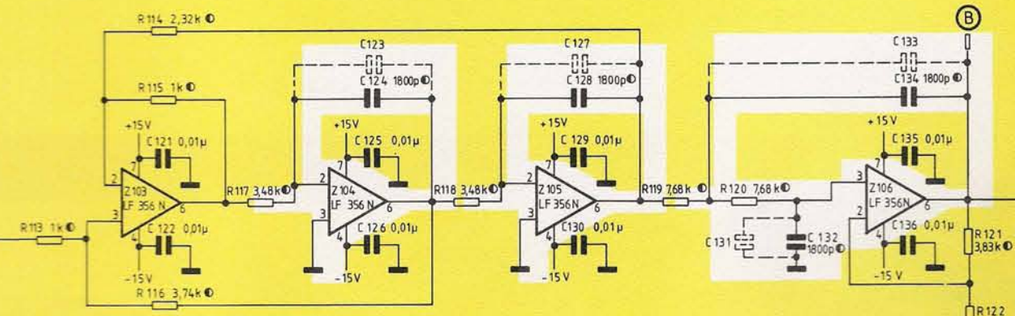
Tiefpaß mit Phasenkorrektur

begrenzt den Übertragungsbereich auf 17,5 kHz (– 3 dB),
da die nachfolgenden Allpässe für höhere Frequenzen
keine konstante Laufzeit aufweisen.
Bewirkt außerdem eine Signalverzögerung von ca. 70 µs.



Allpaß, 2-polig,

zur Phasenkorrektur.
Das Allpaß-Verhalten entsteht,
indem die Anpassung eines invertierenden Resonanzfilters
zu einem Teil der Eingangsspannung addiert wird:
Die Beschaltung des invertierenden Eingangs von Z 102 allein
bildet ein Resonanzfilter;
der nichtinvertierende Eingang
erhält zusätzlich über den Spannungsteiler R 110/R 111
den benötigten linearen Teil der Eingangsspannung.
Deshalb zur Prüfung
1. Pegel am Ausgang (6) des Z 102 kontrollieren: –6 dB.
2. Eingang (3) des Z 102 auf 0 V legen:
Resonanzfilter, Pegel ca. + 2,5 dB
bei Resonanzfrequenz 11,7 kHz.



Tiefpaß, 4-polig

2 Pole werden durch die Beschaltung von Z 103, Z 104 und Z 105 realisiert
(sog. "bi-quad"-Konfiguration):
An ihren Ausgängen zeigt sich nacheinander
Hochpaß- (Z 103), Bandpaß- (Z 104) und Tiefpaß-Charakter (Z 105)
mit Resonanzen zwischen ca. 15,7 und 17,5 kHz.

Prüfung:
Z 105, Ausgang (6):
Pegel + 2,5 dB bei 300 Hz,
ca. + 10 dB bei Resonanzfrequenz 15,7 kHz.

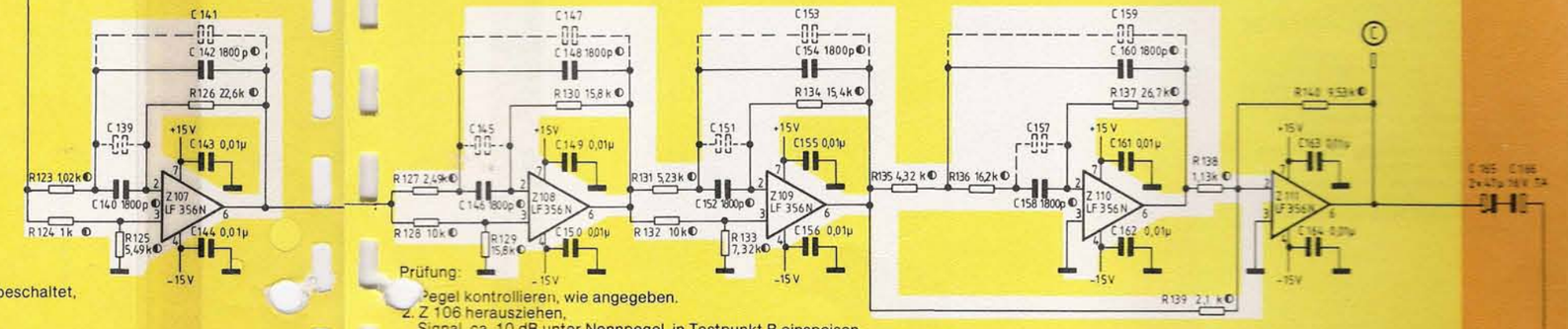
2 weitere Pole werden durch die Beschaltung
von Z 106 gebildet (Mitkopplung).

Testpunkt B:
Pegel + 5,2 dB zwischen 30 Hz und 15 kHz,
+ 2,2 dB bei 17,5 kHz,
Fernabdämpfung 24 dB/Oktave.

Allpaß, 8-polig

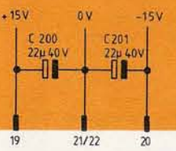
mit konstanter Verzögerungszeit von 150 µs
für Signalfrequenzen zwischen 0 und 17,5 kHz.

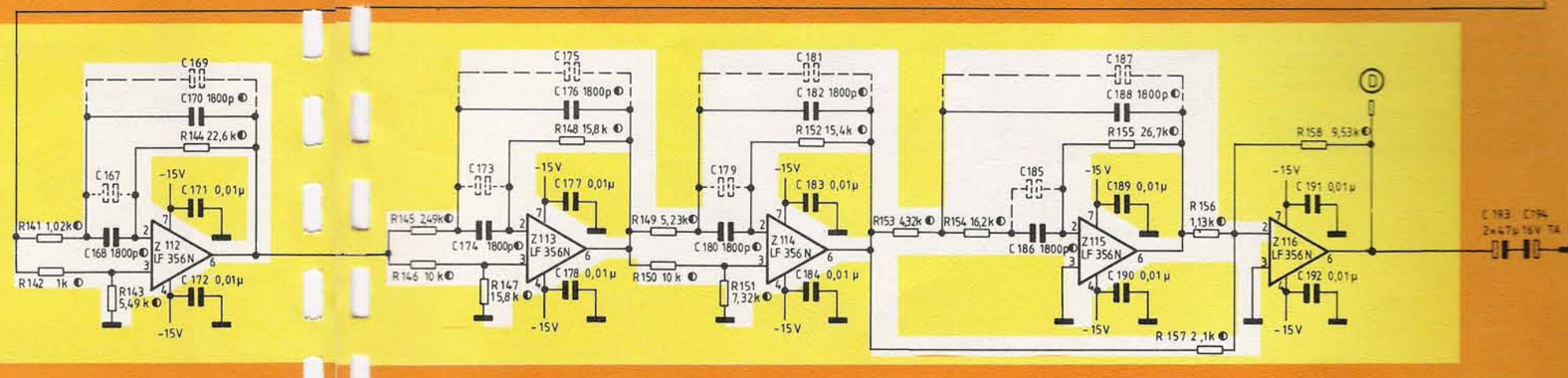
Serienschaltung von vier 2-poligen Allpaß-Gliedern.
Das Allpaß-Verhalten entsteht,
indem das Ausgangssignal eines invertierenden Resonanzfilters
zu einem Teil des Eingangssignals addiert wird.
Bei den ersten drei Gliedern werden die Resonanzfilter
durch die Beschaltungen der invertierenden Eingänge
von Z 107, Z 108 und Z 109 gebildet,
während die benötigten linearen Anteile der Eingangssignale
über die nicht-invertierenden Eingänge übertragen werden.
Bei dem vierten Glied ist Z 110 ausschließlich als Resonanzfilter beschaltet,
während ein Teil des Eingangssignals über R 139
an den Summier- und Aufhol-Verstärker Z 111 geführt wird.



Prüfung:
Pegel kontrollieren, wie angegeben.
Z. Z 106 herausziehen,
Signal, ca. 10 dB unter Nennpegel, in Testpunkt B einspeisen
und Eingänge (3) von Z 107, Z 108 und Z 109 **nacheinander** auf 0 V legen:
Resonanzen bei
18,3 kHz (Z 107) 14,1 kHz (Z 108) 9,8 kHz (Z 109) 6,5 kHz (Z 110)

◐ =0,5 %
○ =2 %





C 108 "IN SYM"

Einstellung der Eingangs-Symmetrie.
Bitte nur verändern, wenn der Eingangsübertrager ausgetauscht werden mußte!
NF-Generator anschließen:
0 V des Generators an 0 V (int.) des Gerätes, spannungsführenden Pol des Generators an **beide** (kurzgeschlossenen) Pole des Eingangs.
Generator auf 15 kHz und Eingangs-Nennpegel einstellen.
Millivoltmeter an Testpunkt A anschließen.
Restspannung an A mit C 108 auf Minimum abgleichen (Symmetriedämpfung mindestens 60 dB, bezogen auf internen Nennpegel).

R 108 "INP Adj."

NF-Generator an den Eingang legen und auf 1 kHz, 6 dB unter Eingangs-Nennpegel, einstellen.
R 108 so einstellen, daß die LED "Input Level –6 dB" soeben leuchtet.

R 203 "OFS 0 V"
R 214 "OFS −5 V"

Abgleich des Multiplizierer-Offsets.
Bitte nur verändern, wenn Bauelemente ausgetauscht werden mußten!

Stecker J 200 und J 201 in Stellung Adj.:
Gleichspannungs-Millivoltmeter an Testpunkt E anschließen und mit R 203 den Offset an E auf 0 V abgleichen.
Stützpunkt "−Vc (ext.)" auf −5 V legen, z.B. mit externem stabilisiertem Netzgerät (erdfreier Ausgang) oder Spannungsteiler 390 Ohm/750 Ohm o.ä. zwischen 0 V und −15 V, und mit R 214 den Offset an E auf 0 V abgleichen.
Beide Einstellungen im Wechsel wiederholen.
Stecker anschließend wieder in Position Norm. bringen.

R 215 "LIM Adj."

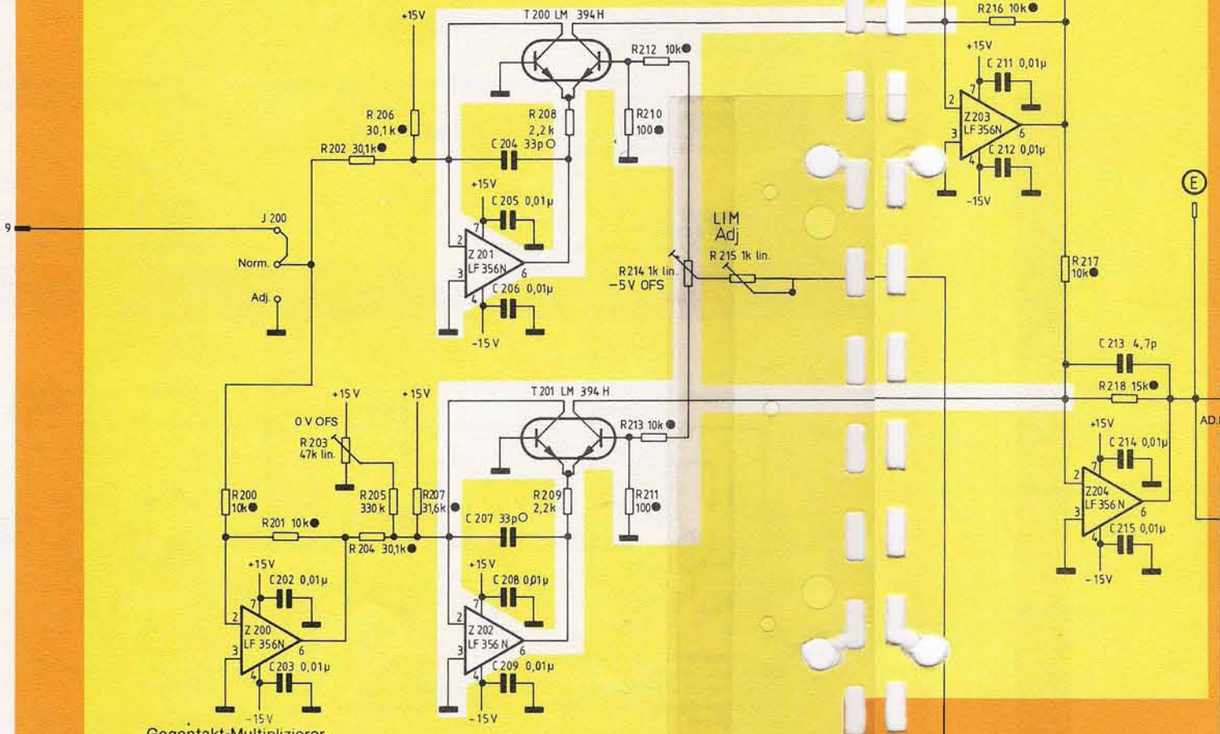
Einstellung des Gleichlaufs von Multiplizierer und Hilfs-Multiplizierer..
Stecker in die Positionen "COM off" und "Rel. 3 s" bringen.
NF-Generator an den Eingang legen und bei 1 kHz den Pegel so einstellen, daß die LED "LIM COM Function" soeben leuchtet (bei ca. 0,3 dB über Nennpegel).
NF-Millivoltmeter an Testpunkt E anschließen und Pegel kontrollieren: 5,2 dB; falls (geringfügig) abweichend, exakten Wert notieren.
Generatorpegel um 15 dB (aber max. +24 dB abs.) erhöhen und mit R 215 wieder den oben notierten Wert exakt einstellen.

Anmerkung

Wird der Generatorpegel vom Eingangs-Nennpegel an bis ca. 15 dB darüber stetig durchgefahren, so darf sich an Testpunkt E eine Pegeländerung von höchstens 0,3 dB ergeben. Größere Änderungen sind meist auf einen Defekt von T 200, T 201 oder T 301 (auf der "Rectifier"-Printkarte) zurückzuführen.
Fehler von T 200 und T 201 äußern sich in der Regel auch in erhöhten Klirrfaktoren größer als 0,2 %, (60 Hz... 15 kHz).

Multiplizierer

als Stellglied im Haupt-Signalweg.



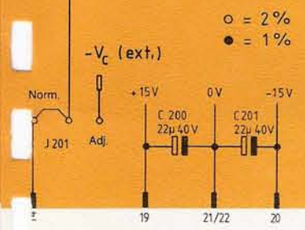
Gegentakt-Multiplizierer,
gebildet aus zwei untereinander gleichen 1-Quadranten-Multiplizierern
für positive (**nach** Multiplikation invertierte)
und negative (**vor** Multiplikation invertierte) Signal-Halbwellen.
Faktoren: Gleich oder kleiner als 1,
entsprechend Steuerspannungen gleich oder kleiner als 0 V.
Die Multiplikation geschieht folgendermaßen:
1. Logarithmierung der Eingangsspannung durch Gegenkopplung von Z 201 (Z 202) über einen Transistor des T 200 (T 201),
2. Addition einer Gleichspannung (Steuerspannung) über die Basis des zweiten Transistors T 200 (T 201),
3. De-Logarithmierung durch Strom/Spannungs-Wandlung mit dem nachfolgenden Z 203 (Z 204).

Der Zusammenhang zwischen Steuerspannung und Signal**pegel** (nicht -spannung) ist daher linear;

das Verhältnis ist durch den Spannungsteiler R 212/R 210 (R 213/R 211) grob festgelegt und wird durch R 215 exakt an das des Hilfs-Multiplizierers angeglichen: 3 dB/1 V.
R 214 stellt die Symmetrie der Halbwellenregelung ein.
R 206 und R 207 liefern die benötigten Vorströme für die Logarithmierung, die über R 203 und R 205 exakt aneinander angeglichen werden.

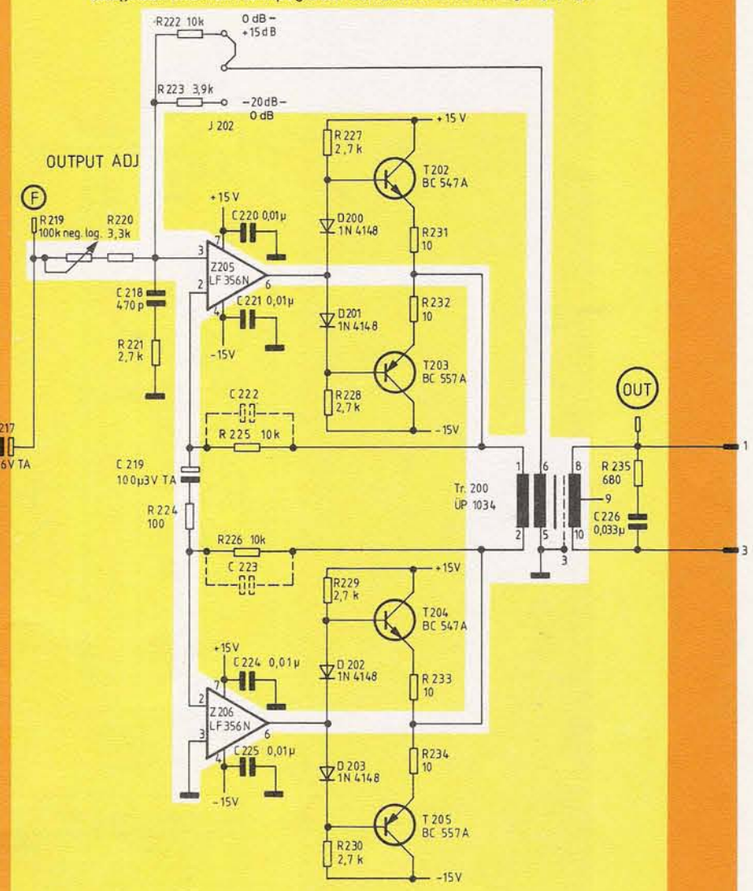
OUTPUT
Ausgangsteil
7266002

o = 2 %
● = 1 %



Ausgangsstufe

mit Übertrager (symmetrisch und erdfrei);
bringt den internen Nennpegel auf den gewünschten Ausgangspegel.



Gegentakt-Endstufe.

Jede einzelne Stufe ist in sich gegengekoppelt über R 225 und R 226.
Für Wechselspannungen sind beide über C 219 verbunden und insgesamt nochmals über eine zweite Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers gegengekoppelt.

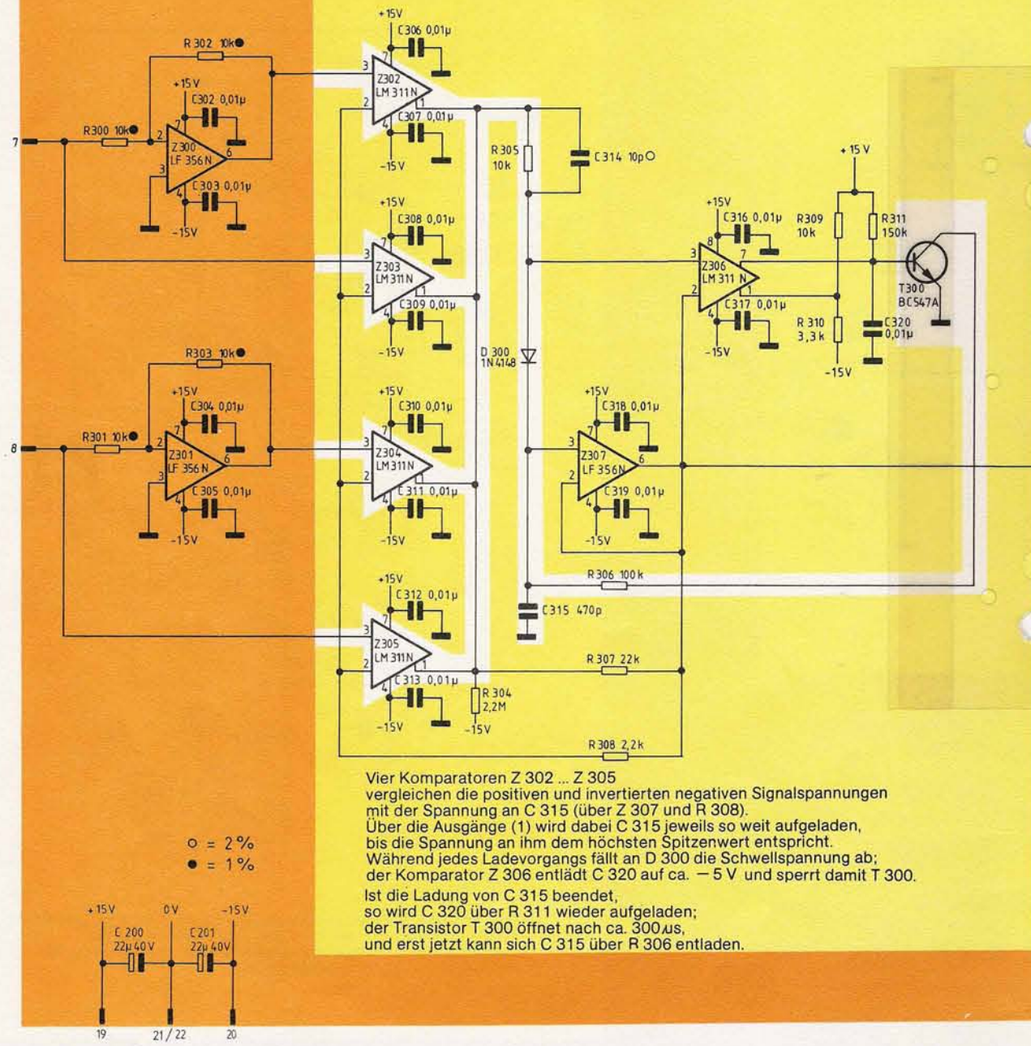
R 219 "OUTP. Adj."

Stecker und Schalter in die Positionen "COM off", "Rel. 3 s" und "Ad. PE off" bringen.
NF-Generator an den Eingang legen und bei 1 kHz den Pegel einige dB über den Eingangs-Nennpegel einstellen (LED "LIM COM Function" muß leuchten). NF-Millivoltmeter an den Ausgang anschließen und mit R 210 gewünschten Ausgangs-nennpegel einstellen.

RECTIFIER
Gleichrichter
7266003

Spitzenwert-Detektor mit Haltekreis

übernimmt jeweils den höchsten Betrag des Spitzenwerts
der positiven **oder** negativen Signalspannung
im linken **oder** rechten Kanal
und hält ihn für die Einschwingzeit der Regelschaltung
– ca. 300 µs – fest.

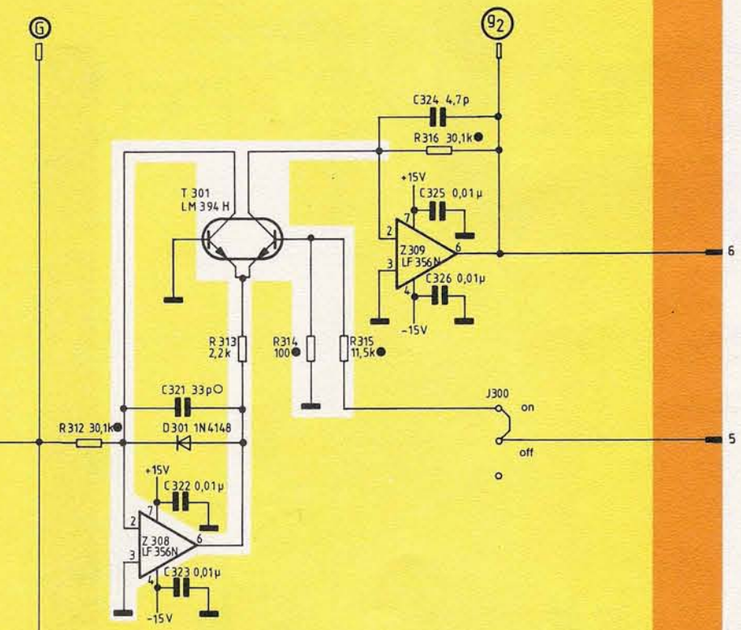


Vier Komparatoren Z 302 ... Z 305
vergleichen die positiven und invertierten negativen Signalspannungen
mit der Spannung an C 315 (über Z 307 und R 308).
Über die Ausgänge (1) wird dabei C 315 jeweils so weit aufgeladen,
bis die Spannung an ihm dem höchsten Spitzenwert entspricht.
Während jedes Ladevorgangs fällt an D 300 die Schwellspannung ab;
der Komparator Z 306 entlädt C 320 auf ca. – 5 V und sperrt damit T 300.
Ist die Ladung von C 315 beendet,
so wird C 320 über R 311 wieder aufgeladen;
der Transistor T 300 öffnet nach ca. 300 µs,
und erst jetzt kann sich C 315 über R 306 entladen.

o = 2 %
● = 1 %

Hilfs-Multiplizierer

als Stellglied in der Hilfs-Regelschleife



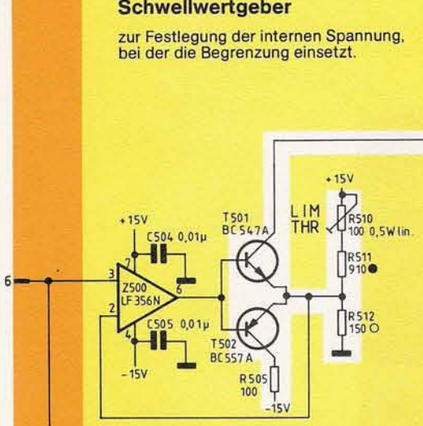
1-Quadranten-Multiplizierer
für positive Eingangsspannungen und negative Steuerspannungen.

Die Multiplikation geschieht folgendermaßen:
1. Logarithmierung der Eingangsspannung
   durch Gegenkopplung von Z 308 über einen Transistor des T 301,
2. Addition einer Gleichspannung (Steuerspannung)
   über die Basis des zweiten Transistors in T 301,
3. De-Logarithmierung durch Strom/Spannungs-Wandlung
   mit dem nachfolgenden Z 309.

Der Zusammenhang zwischen Ausgangsspannung und Steuerspannung
folgt daher einer e-Funktion.
Betrachtet man jedoch den Ausgangs**pegel**
– wichtig für die Multiplizierer im Signalweg –,
so ist dieser Zusammenhang linear;
das Verhältnis ist durch den Spannungsteiler R 315/R 314
auf 3 dB Dämpfung pro – 1 V Steuerspannung festgelegt.

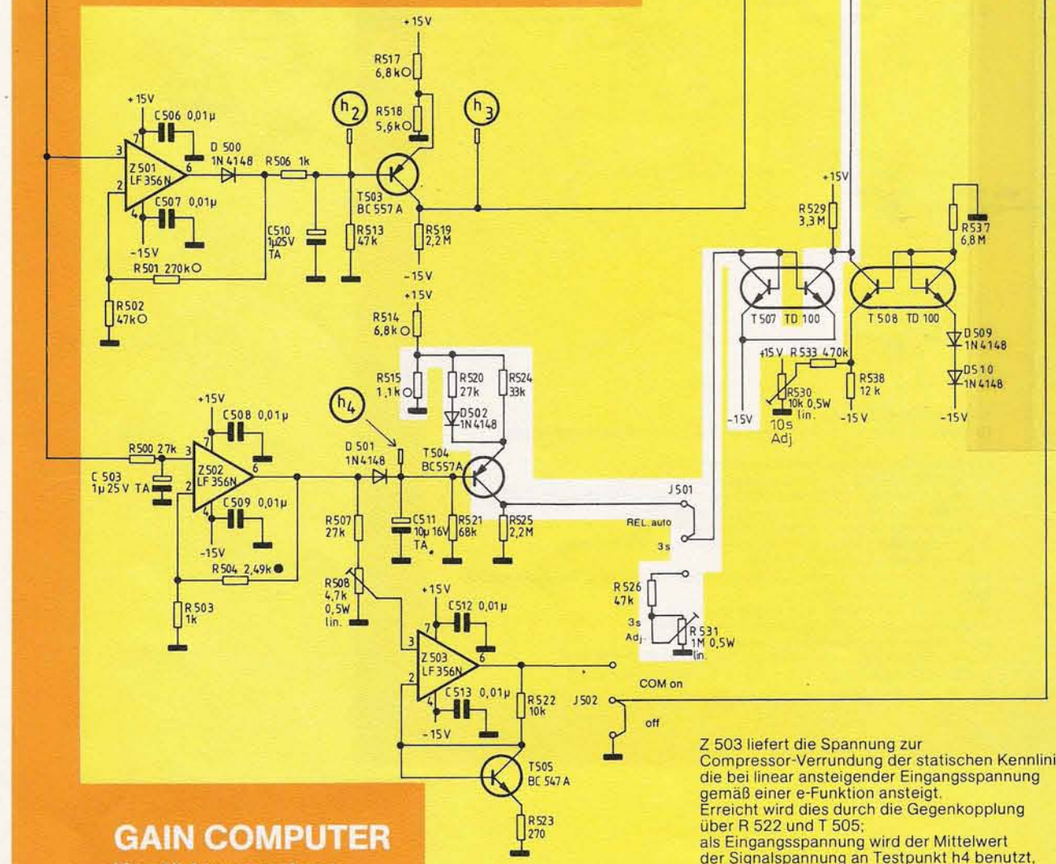
Schwellwertgeber

zur Festlegung der internen Spannung,
bei der die Begrenzung einsetzt.



Z 500 und das Komplementärpaar T 501/T 502
arbeiten als voll gegengekoppelte (1:1–) Verstärkerstufe.
Über den Spannungsteiler R 510 + R 511/R 512
wird eine Schwellenspannung von exakt 2 V vorgegeben.
Bleibt die Eingangsspannung unter diesem Wert,
so fließt der Ausgangsstrom über R 510, R 511 und T 502;
wird der Wert überschritten,
so fließt der Strom über T 500, T 501 und R 512.

Zeitkonstantenglieder



Z 503 liefert die Spannung zur
Compressor-Verrundung der statischen Kennlinie,
die bei linear ansteigender Eingangsspannung
gemäß einer e-Funktion ansteigt.
Erreicht wird dies durch die Gegenkopplung
über R 522 und T 505;
als Eingangsspannung wird der Mittelwert
der Signalspannung an Testpunkt h4 benutzt,
heruntergeteilt über R 507 und R 508.

GAIN COMPUTER
Verstärkungsrechner
7266005

Einschwing- (= Lade-) Zeitkonstanten

T 500 ist als Stromspiegel geschaltet:
Der rechte Transistor führt den gleichen Kollektorstrom wie der linke.
Bei einer Schwellenüberschreitung werden dadurch
die Kondensatoren C 516 und C 517 über D 503 und D 506 aufgeladen;
die Steuerspannung an Testpunkt H (gleich der Spannung an C 517) steigt,
und die invertierten Steuerspannungen an Testpunkt h1
und am Ausgang (6) von Z 507 fallen so weit,
bis die Multiplizierer die Signalspannung auf den Schwellwert reduziert haben
und damit T 500 wieder stromlos wird.
Der Vorgang ist innerhalb 300 µs abgeschlossen.
C 514 stellt die kurzzeitig benötigte hohe Ladungsmenge zur Verfügung.

In Stellung COM on (siehe unten)
erfolgt eine Ladung von C 516 und C 517 über Z 504 und D 507 bereits dann,
wenn der Mittelwert der Signalspannung sich der Begrenzungsschwelle nähert.
Hierdurch entsteht die Compressor-Verrundung der statischen Kennlinie.
Einschwingzeit des Compressors: 27 ms (Zeitkonstante R 500 × C 503).

Rückstell- (= Entlade-) Zeitkonstanten

Bei niedrigen Signalspannungen liegen die Testpunkte h2 und h3
über den Spannungsteiler R 517/R 518 und T 503 auf ca. +6 V,
[illegible] und ebenso T 506 leiten.
[illegible] arbeitet als ca. 6,7-facher Verstärker,
festgelegt durch R 501 und R 502.
Steigt das Eingangssignal auf Werte über ca. 0,9 V
entsprechend ca. 7 dB unter Nennpegel –,
so wird C 510 über D 500 und R 506 (Zeitkonstante 1 ms)
weiter aufgeladen: T 503 sperrt,
Testpunkt h3 fällt auf ca. – 13 V
und sperrt damit auch T 506
Sinkt die Eingangsspannung wieder unter 0,9 V,
so muß C 510 über R 513 (Zeitkonstante 47 ms) entladen werden;
T 503 und T 506 bleiben noch für ca. 40 ms gesperrt
und bewirken so eine Haltezeit der Regelspannung,
die erste Phase der Rückstellcharakteristik.

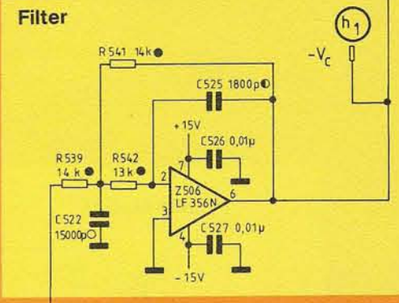
So lange T 506 sperrt,
ist nur eine kriechende Entladung von C 516 und C 517 über R 527 möglich.
Sobald T 506 öffnet,
wird zunächst C 516
und, nachdem die Schwellspannung von D 504 und D 505 überschritten ist, auch C 517
in den wesentlich größeren C 521 entladen,
bis die Spannungen an C 516 und C 521 annähernd gleich sind.
Hierdurch wird, nach einer kurzen Haltezeit durch D 504 und D 505,
die schnelle zweite Phase der Rückstellcharakteristik
(Zeitkonstante (C 516 + C 517) × R 528 = 69 ms) bewirkt.

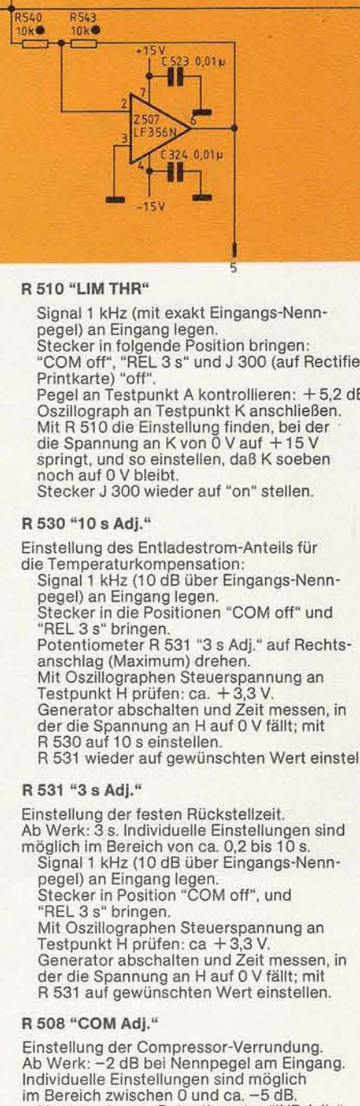
Während der langsamen dritten Phase
werden C 516, C 517 und C 521 gemeinsam
über den als Stromspiegel geschalteten T 507 entladen.
Die Kollektorströme beider Transistoren sind gleich;
in Stellung **"Rel. 3s"** ist die Zeitkonstante also durch R 526 und R 531 bestimmt.
[illegible]ufiger eine Schwellenüberschreitung auftritt,
[illegible]so mehr wird C 521 aufgeladen,
wodurch die schnelle Rückregelphase verkürzt
und die langsame, letzte Phase verlängert wird.

Über T 508 wird die Temperaturdrift von D 504 und D 505 kompensiert.
D 509 und D 510 beeinflussen den (wegen R 537 = 6,8 M sehr kleinen) Kollektorstrom
des rechten Transistors temperaturabhängig;
das Verhältnis beider Kollektorströme zueinander wird durch R 530,
R 533 und R 538 bestimmt.

In Stellung **"Rel. auto"** werden die Ströme durch T 507 von dem
Transistor T 504 bestimmt,
der als gesteuerter Widerstand arbeitet.
Kriterium ist der über 27 ms (Zeitkonstante R 500 × C 503)
gemittelte Wert der Signalspannung,
der von Z 502 mit R 504 und R 503 3,5-fach verstärkt wird.
Bei sehr niedrigen Signalspannungen wird der Schwellwert von D 501 nicht überschritten:
T 504 leitet, der Strom wird im wesentlichen durch R 520 und R 524 bestimmt,
und C 511 liegt über die Basis-Emitter-Strecke auf ca. + 1,1 V.
Steigt der Mittelwert der Signalspannung über ca. 0,5 V –
entsprechend Pegeln zwischen 15 und 10 dB unter Nennpegel –,
so wird C 511 über D 501 geladen, und T 504 sperrt zunehmend,
bis die Ströme in T 507 nur noch durch den sehr hochohmigen R 525 bestimmt sind.
Hierdurch ist vor allem die dritte, langsame Phase der Rückstellcharakteristik
vom Mittelwert des Signals abhängig.
Bei fallenden Signalpegeln wird T 504 nach Entladung von C 511 über R 521
(Zeitkonstante 680 ms) wieder leitend.

Filter





R 510 "LIM THR"

Signal 1 kHz (mit exakt Eingangs-Nennpegel) an Eingang legen.
Stecker in folgende Position bringen:
"COM off", "REL 3 s" und J 300 (auf Rectifier-Printkarte) "off".
Pegel an Testpunkt A kontrollieren: + 5,2 dB.
Oszillograph an Testpunkt K anschließen.
Mit R 510 die Einstellung finden, bei der die Spannung an K von 0 V auf + 15 V springt, und so einstellen, daß K soeben noch auf 0 V bleibt.
Stecker J 300 wieder auf "on" stellen.

R 530 "10 s Adj."

Einstellung des Entladestrom-Anteils für die Temperaturkompensation:
Signal 1 kHz (10 dB über Eingangs-Nennpegel) an Eingang legen.
Stecker in die Positionen "COM off" und "REL 3 s" bringen.
Potentiometer R 531 "3 s Adj." auf Rechtsanschlag (Maximum) drehen.
Mit Oszillographen Steuerspannung an Testpunkt H prüfen: ca. + 3,3 V.
Generator abschalten und Zeit messen, in der die Spannung an H auf 0 V fällt; mit R 530 auf 10 s einstellen.
R 531 wieder auf gewünschten Wert einstellen.

R 531 "3 s Adj."

Einstellung der festen Rückstellzeit.
Ab Werk: 3 s. Individuelle Einstellungen sind möglich im Bereich von ca. 0,2 bis 10 s.
Signal 1 kHz (10 dB über Eingangs-Nennpegel) an Eingang legen.
Stecker in Position "COM off", und "REL 3 s" bringen.
Mit Oszillographen Steuerspannung an Testpunkt H prüfen: ca + 3,3 V.
Generator abschalten und Zeit messen, in der die Spannung an H auf 0 V fällt; mit R 531 auf gewünschten Wert einstellen.

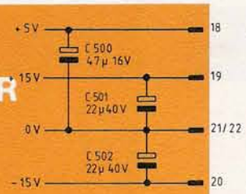
R 508 "COM Adj."

Einstellung der Compressor-Verrundung.
Ab Werk: –2 dB bei Nennpegel am Eingang.
Individuelle Einstellungen sind möglich im Bereich zwischen 0 und ca. –5 dB.
Voraussetzung: Potentiometer "INP Adj.." und "OUTP Adj." korrekt eingestellt.
Signal 200 Hz (exakt Eingangs-Nennpegel) an einen Eingang legen.
Millivoltmeter am zugehörigen Ausgang anschließen.
Stecker in die Positionen "COM on" und "REL 3 s" bringen.
Mit R 508 Ausgangspegel auf gewünschten Wert (in der Regel 2 dB unter Nennpegel) einstellen.

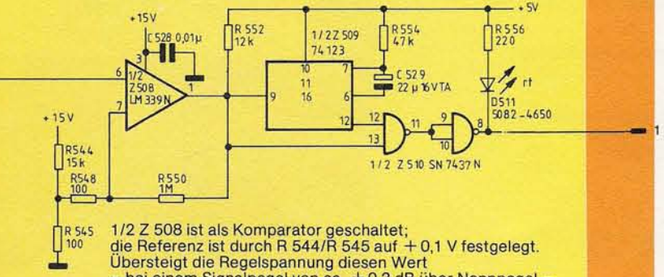
GAIN COMPUTER

Verstärkungsrechner

7266005

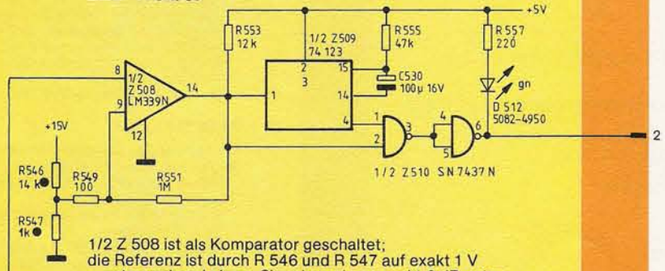


LED-Treiber



1/2 Z 508 ist als Komparator geschaltet;
die Referenz ist durch R 544/R 545 auf + 0,1 V festgelegt.
Übersteigt die Regelspannung diesen Wert
– bei einem Signalpegel von ca. + 0,3 dB über Nennpegel –,
so springen die Ausgangsspannungen von Z 508 (1),
des Monoflops 1/2 Z 509 (12) und des NAND-Gatters
1/2 Z 510 (8) von + 5 V auf 0 V: D 511 leuchtet.
Bei sinkender Steuerspannung fällt 1/2 Z 509 verzögert (Zeitkonstante R 554 × C 529 = 1 s) in den Ruhezustand zurück.

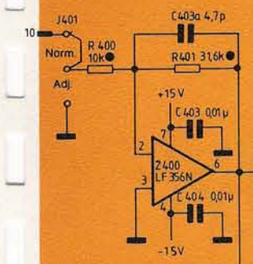
LED-Treiber



1/2 Z 508 ist als Komparator geschaltet;
die Referenz ist durch R 546 und R 547 auf exakt 1 V
– entsprechend einem Signalpegel von exakt 6 dB unter Nennpegel – festgelegt. Überschreitet die Signalspannung diesen Wert, so springen die Ausgangsspannungen von Z 508 (14), des Monoflops Z 509 (4) und des NAND-Gatters 1/2 Z 510 (6) von + 5 V auf 0 V: D 512 leuchtet.
Bei sinkenden Signalspannungen fällt 1/2 Z 509 verzögert (Zeitkonstante R 555 × C 530 = 4,7 s) in den Ruhezustand zurück.

PRE-EMPHASIS

7266004



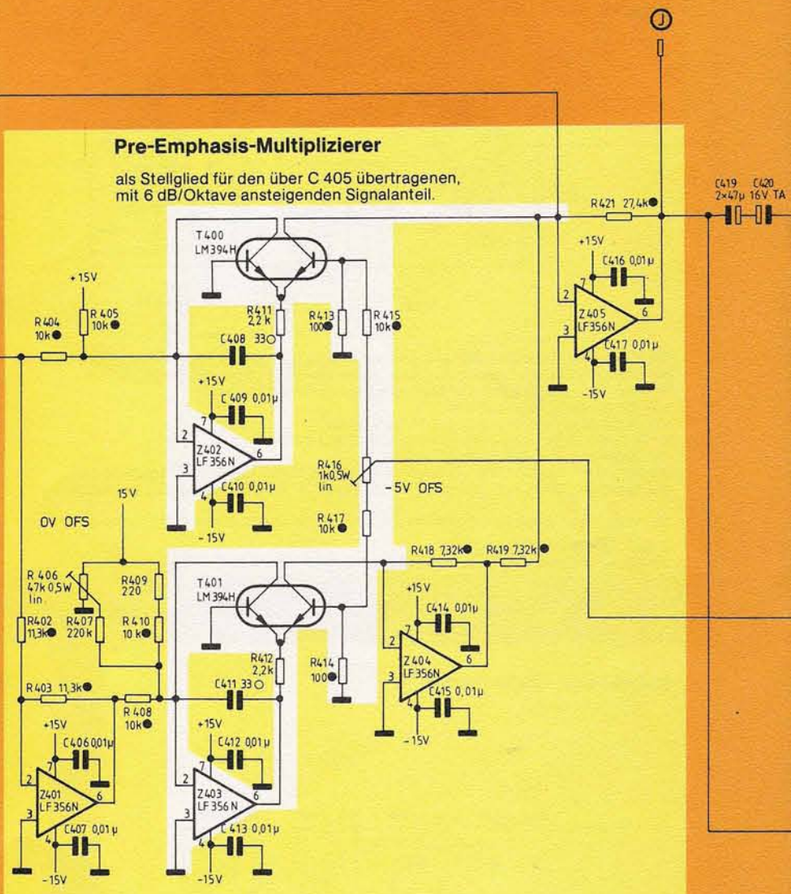
R 406 "OFS 0 V"
R 416 "OFS – 5 V"

Abgleich des Multiplizierer-Offsets.
Bitte nur verändern, wenn Bauelemente ausgetauscht werden mußten!

Stecker J 401 und J 402 in Stellung Adj.
Gleichspannungs-Millivoltmeter an Testpunkt J anschließen und mit R 406 den Offset an J auf 0 V abgleichen.
Stützpunkt "$-V_C$ (ext.)" auf −5 V legen, z.B. mit externem stabilisiertem Netzgerät (erdfreier Ausgang) oder Spannungsteiler 390 Ohm/750 Ohm o.ä. zwischen 0 V und −15 V, und mit R 416 den Offset an J auf 0 V abgleichen.
Beide Einstellungen im Wechsel wiederholen.
Stecker anschließend wieder in Position Norm. bringen.

Pre-Emphasis-Multiplizierer

als Stellglied für den über C 405 übertragenen, mit 6 dB/Oktave ansteigenden Signalanteil.



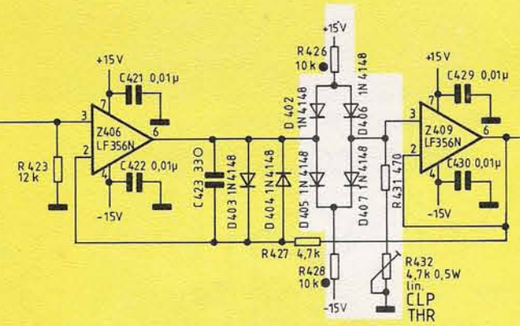
Gegentakt-Multiplizierer,
gebildet aus zwei untereinander gleichen 1-Quadranten-Multiplizierern
für positive und
– vor und nach der Multiplikation invertierte –
negative Signal-Halbwellen.
Steuerspannungen: negativ,
entsprechend Faktoren kleiner als 1.

Die Multiplikation geschieht folgendermaßen:
1. Logarithmierung der Eingangsspannung durch Gegenkopplung von Z 402 (Z 403) über einen Transistor des T 400 (T 401),
2. Addition einer Gleichspannung (Steuerspannung) über die Basis des zweiten Transistors T 400 (T 401),
3. De-Logarithmierung durch Strom/Spannungs-Wandlung mit dem nachfolgenden Z 404 (Z 405).

Der Zusammenhang zwischen Signalpegel und Steuerspannung ist durch R 415/R 413 (R 417/R 414) auf 3 dB Dämpfung pro − 1 V festgelegt.
− 2 V Steuerspannung bewirken also eine Dämpfung von 6 dB und – wegen des Anstiegs um 6 dB/Oktave – eine Verdopplung der Frequenz, bei der die Pre-Emphasis einsetzt.

Positive und negative Halbwellen des geregelten Signalanteils werden mit dem ungeregelten, über R 420 übertragenen Signalanteil am Eingang (2) des Summierverstärkers Z 405 zusammengeführt.

Clipper

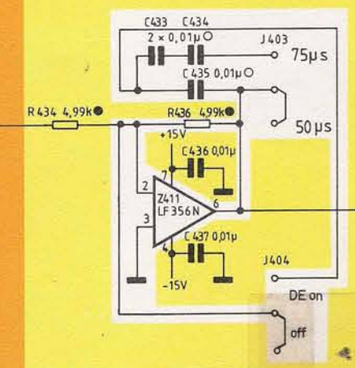


Die Dioden der Brückenschaltung werden als spannungsabhängige Widerstände benutzt.
Bei einer Signalspannung von 0 V fließt durch alle vier Dioden der gleiche Strom,
und der Eingang (3) von Z 409 liegt damit auf gleichem Potential
wie der Ausgang (6) von Z 406.
Steigt die Signalspannung zu positiven Werten,
so fließt der Strom vorwiegend durch D 405 und D 406;
die Spannung an Z 409 (3) folgt so weit,
bis der Strom durch D 406 nur noch durch R 426, R 431 und R 432 bestimmt wird:
die Spannung bleibt auf dem durch R 426/R 431 + R 432 festgelegten Wert stehen.

Bei negativen Signalspannungen treten entsprechend R 428 und D 407 in Funktion.

Z 409 dient als Trennverstärker;
die gesamte Schaltung ist zur Linearisierung nochmals über Z 406 gegengekoppelt.

De-Emphasis



In Stellung **"DE off"** ist Z 411
nur über R 436 gegengekoppelt
und arbeitet als linearer,
invertierender (1:1-) Verstärker.

In Stellung "DE on" liegen C 435
oder C 433 und C 434 zu R 436 parallel
und bewirken so die De-Emphasis
mit der gewünschten Zeitkonstante.

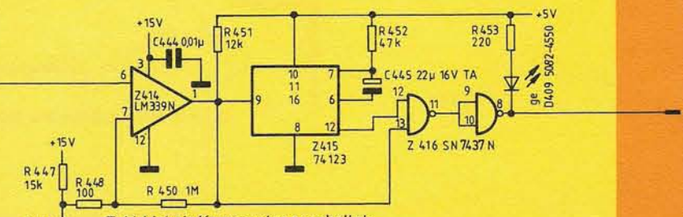
R 439 "PRE THR"
R 432 "CLP THR"

Einstellung von Pre-Emphasis- und Clipper-Schwelle.
Einstellung ab Werk:
Pre-Emphasis-Schwelle 4,0 dB, Clipper-Schwelle 4,5 dB oberhalb der Limiterschwelle (= Nennpegel).
Individuelle Einstellungen sind möglich:
für die Pre-Emphasis-Schwelle im Bereich von 0,5 dB und 5,5 dB, für die Clipper-Schwelle im Bereich von 1 dB und 6,5 dB oberhalb der Limiterschwelle.

Voraussetzung: Korrekte Einpegelung.
Stecker und Schalter in die Positionen "Ad. PE off","Rel. 3 s;" "COM off" und "DE off" bringen.
Generator an den Eingang legen und auf 7 kHz, 1 dB über Nennpegel, einstellen.
NF-Millivoltmeter und Oszillographen am Ausgang anschließen, Ausgangspegel kontrollieren und ggf. mit dem Potentiometer "OUTP. Adj." exakt auf Ausgangs-Nennpegel nachjustieren.
Schalter "Ad. PE" auf "on" stellen.
R 432 auf Rechtsanschlag drehen (Sinus darf nicht geklippt sein).
Mit R 439 den Ausgangspegel exakt auf die gewünschte Pre-Emphasis-Schwelle einstellen.

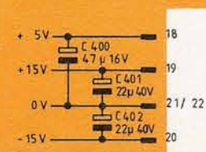
Eingangsempfindlichkeit des Oszillographen so einstellen, daß das Ausgangssignal exakt auf 4 Teilungen (Spitze/Spitze) abgebildet wird.
Testpunkt K auf 0 V kurzschließen.
R 432 so einstellen, daß die Sinusschwingung auf dem Oszillographen exakt auf 4,2 bis 4,4 Teilungen (± 2,1; ± 2,2!) begrenzt wird: Dies entspricht einer Clipper-Schwelle von ca. 0,5 dB bis 1 dB oberhalb der Pre-Emphasis-Schwelle. Kurzschluß von Testpunkt K wieder aufheben.

LED-Treiber

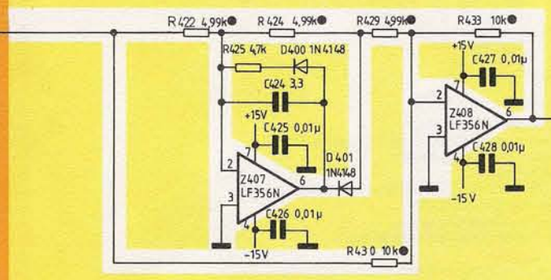


Z 414 ist als Komparator geschaltet;
die Referenz ist durch R 447/R 449 auf 0,5 V festgelegt
– entsprechend einer Steuerspannung,
die den Einsatzpunkt der Pre-Emphasis auf die 1,2-fache Frequenz verschiebt

Überschreitet die Steuerspannung diesen Wert,
so springen die Ausgangsspannungen von Z 414 (1),
des Monoflops Z 415 (12) und des NAND-Gatters Z 416 (8)
von + 5 V auf 0 V: D 409 leuchtet.
Bei sinkender Steuerspannung fällt Z 415 verzögert
(Zeitkonstante R 452 × C 445 = 1 s) in den Ruhezustand zurück.

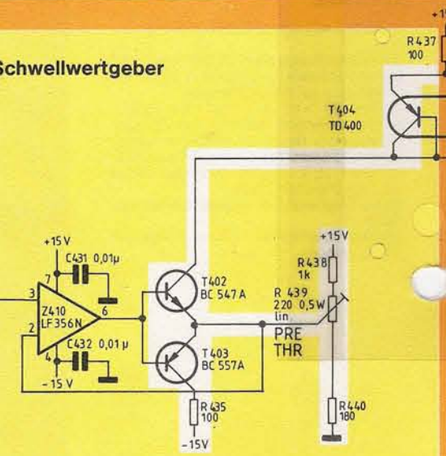


Spitzenwert-Gleichrichter



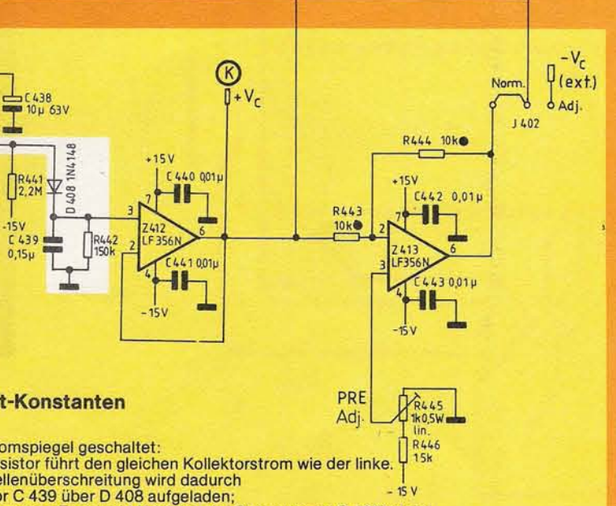
Z 407 invertiert die positiven Halbwellen des Signals;
negative Halbwellen werden wegen D 401 nicht übertragen.
Z 408 summiert an Eingang (2) das unveränderte Signal (R 430)
und den zweifachen Wert der invertierten positiven Halbwellen
(R 429 = 1/2 R 430) und invertiert nochmals:
An seinem Ausgang (6) erscheint damit das exakt gleichgerichtete Signal.

Schwellwertgeber



Z 410 und das Komplementärpaar T 402/T 403
arbeiten als voll gegengekoppelte (1:1-) Verstärkerstufe.
Über den Spannungsteiler R 438/R 439/R 440
wird eine positive Schwellenspannung festgelegt.
Bleibt die gleichgerichtete Signalspannung
unterhalb dieser Schwelle,
so fließt der Ausgangsstrom über R 438/R 439 und T 403;
überschreitet sie die Schwelle,
so fließt der Strom über T 404, T 402 und R 439/R 440.

Regelzeit-Konstanten



T 404 ist als Stromspiegel geschaltet:
Der rechte Transistor führt den gleichen Kollektorstrom wie der linke.
Bei einer Schwellenüberschreitung wird dadurch
der Kondensator C 439 über D 408 aufgeladen;
die Steuerspannung an Testpunkt K (gleich der Spannung an C 439) steigt,
und die von Z 413 invertierte Steuerspannung fällt so weit,
bis der Pre-Emphasis-Multiplizierer die Signalspannung auf den Schwellwert reduziert hat
und T 404 damit stromlos wird.
Die Ladezeit liegt in der Größenordnung von 100 µs;
die Entladung erfolgt über R 442 mit einer Zeitkonstanten von 22 ms.

Über den Spannungsteiler R 445/R 446
wird der invertierten Steuerspannung
eine konstante negative Spannung überlagert,
die die Grunddämpfung des Pre-Multiplizierers
und damit die Pre-Emphasis-Zeitkonstante
im Ruhezustand festlegt.

R 445 "PRE Adj."

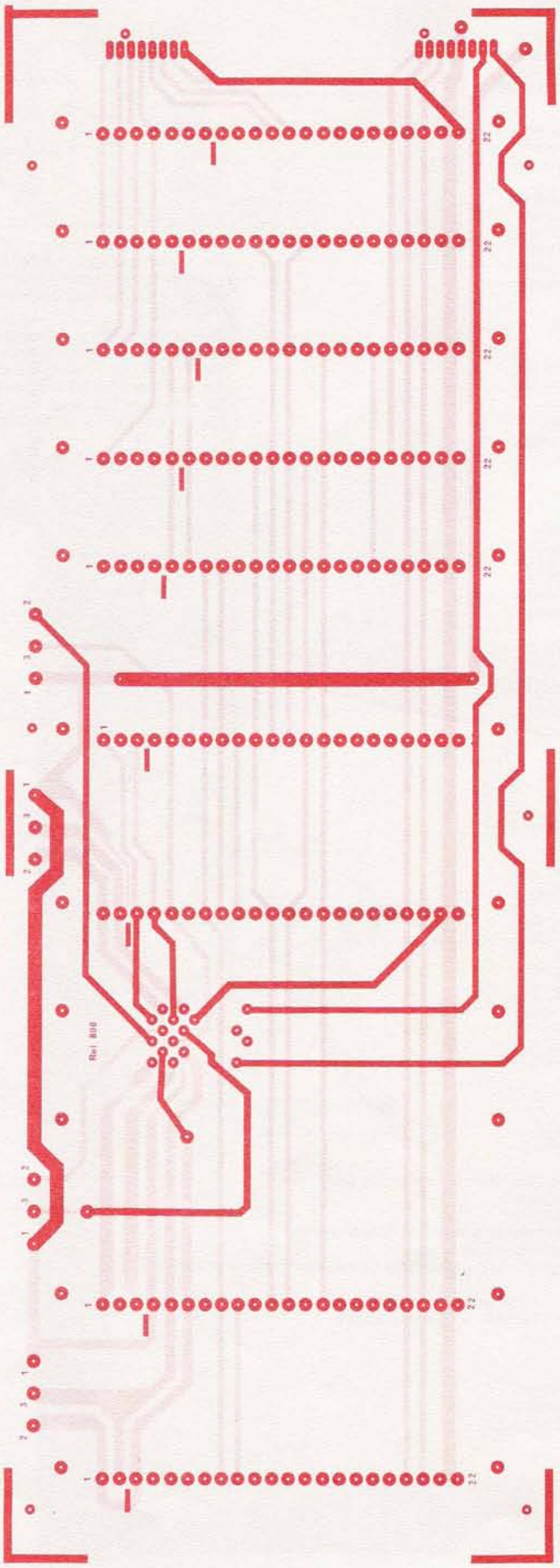
Einstellung der Pre-Emphasis-Zeitkonstante.
Voraussetzung: Korrekte Einpegelung.
Stecker "DE 75 µs/50 µs" auf den gewünschten Wert stecken, die übrigen Stecker und Schalter in die Positionen "Ad. PE on", "DE on", "COM off" bringen.
Generator an den Eingang legen und auf 300 Hz, 20 dB unter Eingangs-Nennpegel, einstellen.
NF-Millivoltmeter am Ausgang anschließen, Ausgangspegel kontrollieren und ggf. mit dem Potentiometer "OUTP. Adj." exakt auf 20 dB unter Ausgangs-Nennpegel nachjustieren
Generatorfrequenz auf 10 kHz stellen.
Mit R 445 den Ausgangspegel exakt auf 20,5 dB unter den Ausgangs-Nennpegel einstellen.

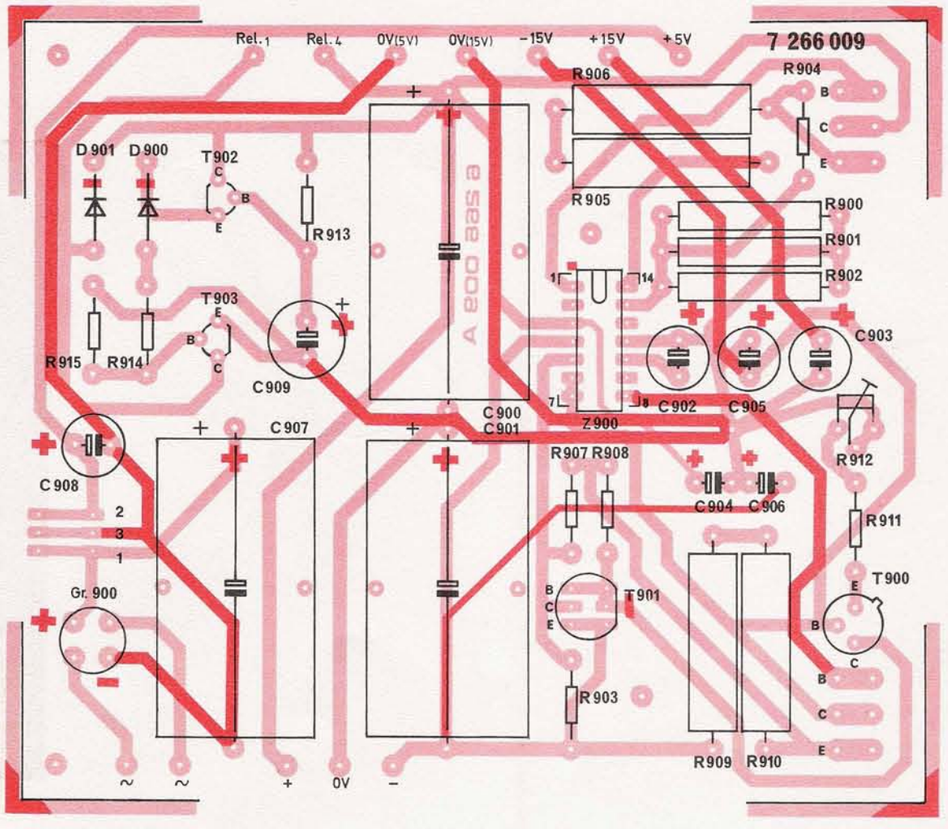
Anmerkung

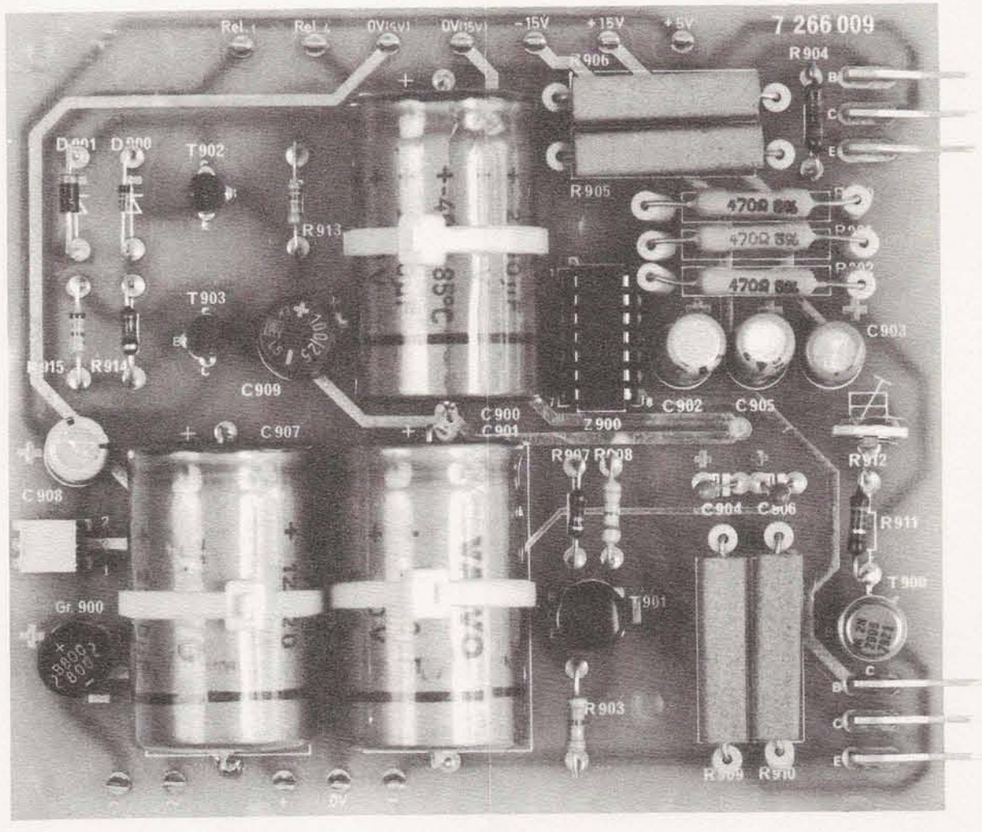
Die Anhebung der hohen Frequenzen mit 6 dB/Oktave geht nicht zu beliebig hohen Frequenzen, sondern endet bei ca. 30 kHz.
Festgelegt durch die Zeitkonstante
C 405 × R 404 ‖ R 402. Dadurch ergibt sich ein typischer Fehler im Pre-Emphasis-Frequenzgang von −0,5 dB bei 10 kHz und −1 dB bei 15 kHz.

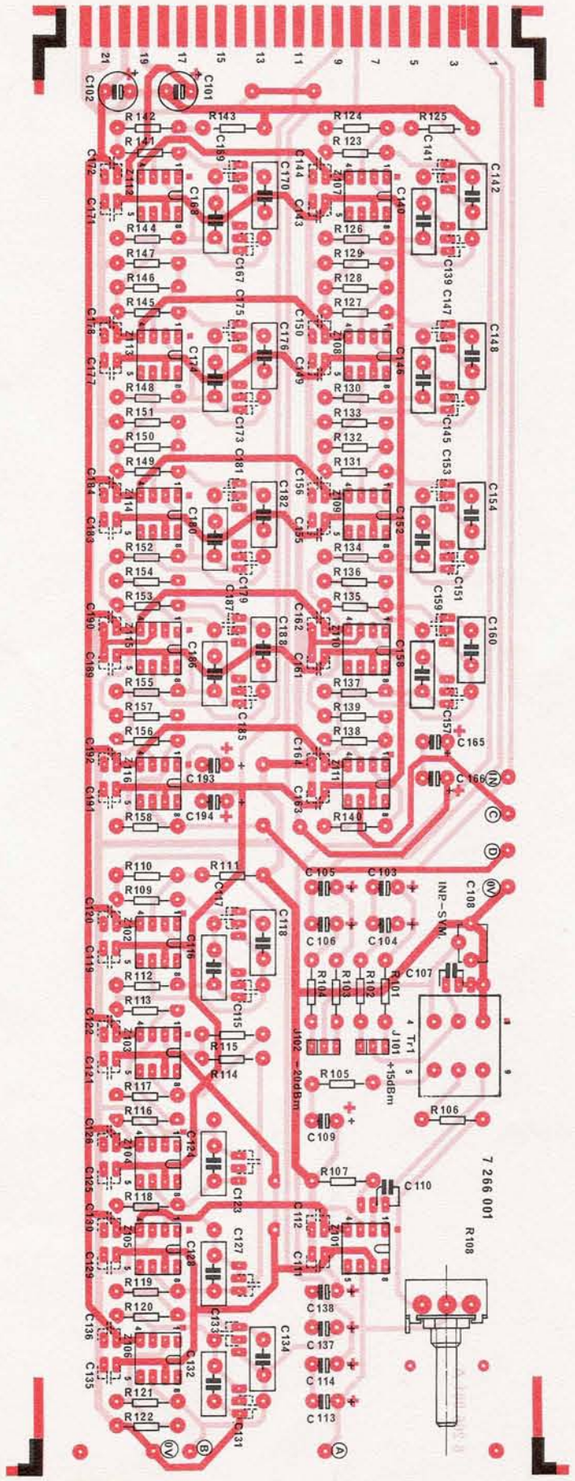
○ = 2% (2,5%)
● = 1%
◐ = 0,62%

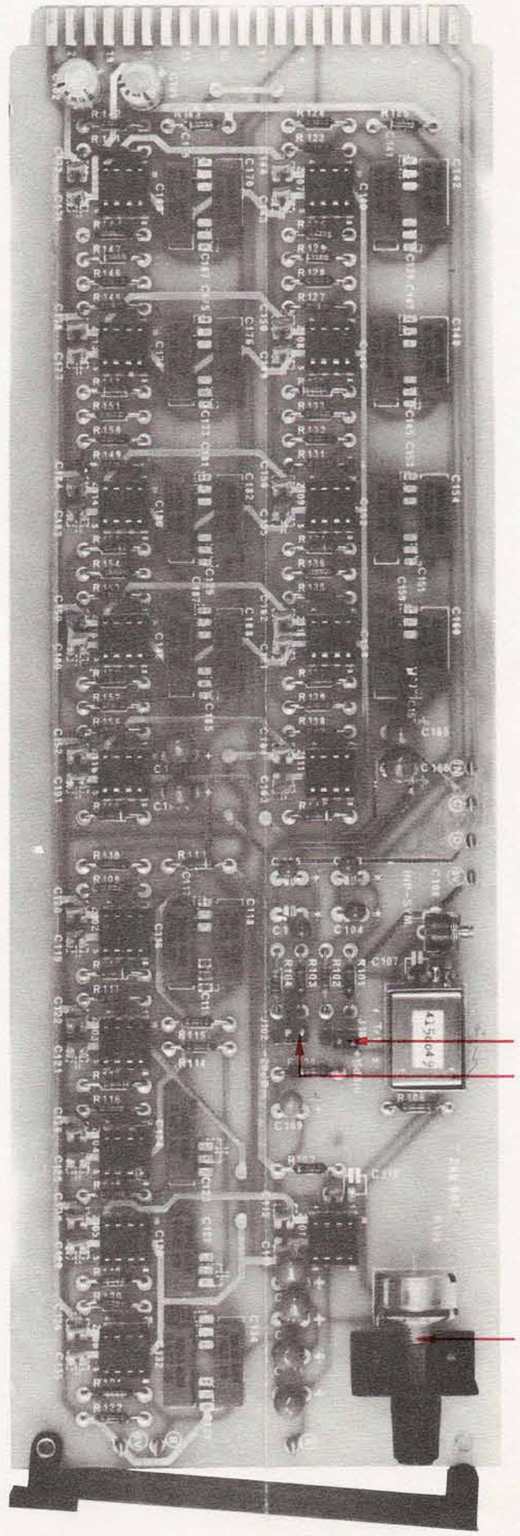
INTERCONNECTION BOARD
Basis Print

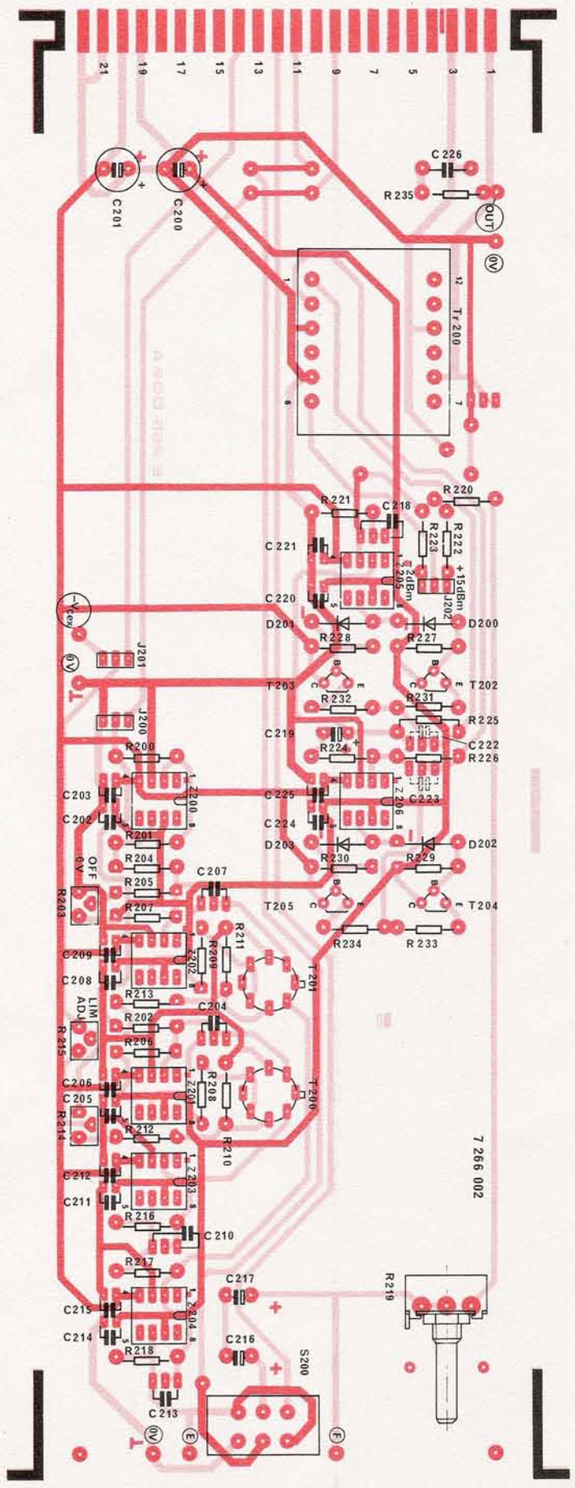


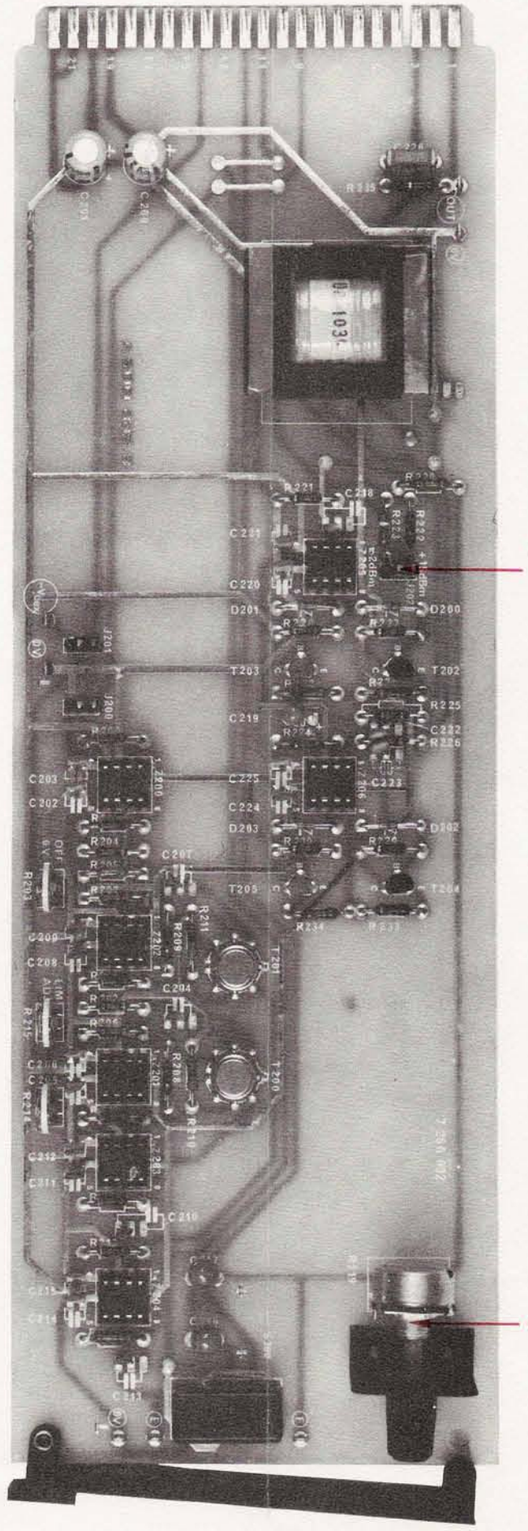

Rel.1
Rel.4
0V(5V)
0V(15V)
-15V
+15V
+5V
7 266 009
R906
R904
D901
D900
T902
R913
R905
R900
R901
R902
T903
R915
R914
C909
C903
C900
C901
C902
C905
Z900
C907
R907 R908
R912
C908
C904
C906
R911
T900
T901
Gr. 900
R903
R909
R910
~
~
+
0V
-

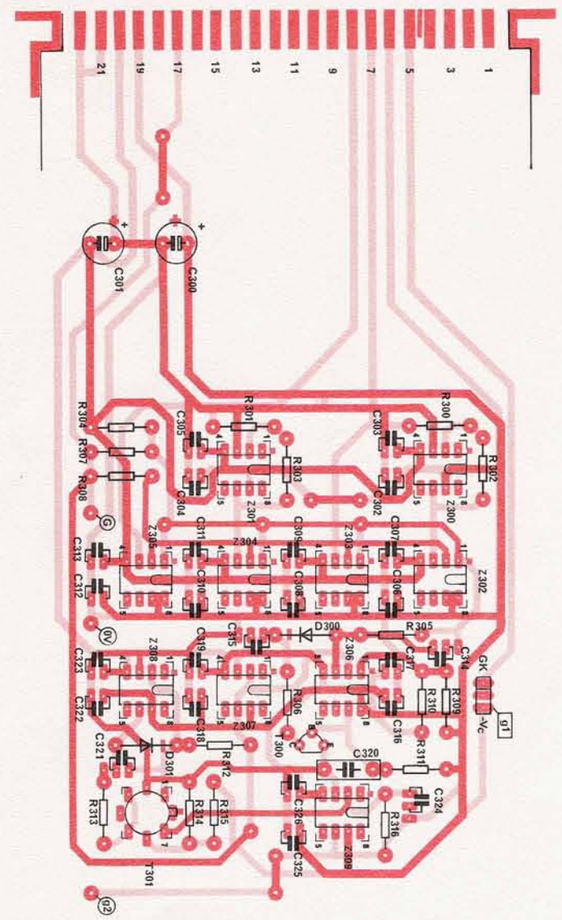

Rel.1
Rel.4
0V(5V)
0V(15V)
-15V
+15V
+5V
7 266 009
R906
R904
D901
D900
T902
R913
R905
T903
R915
R914
C909
C903
C900
C901
C902
C905
Z900
C907
R907 R908
R912
C908
C904
C906
R911
T900
T901
Gr. 900
R903
R909
R910
0V

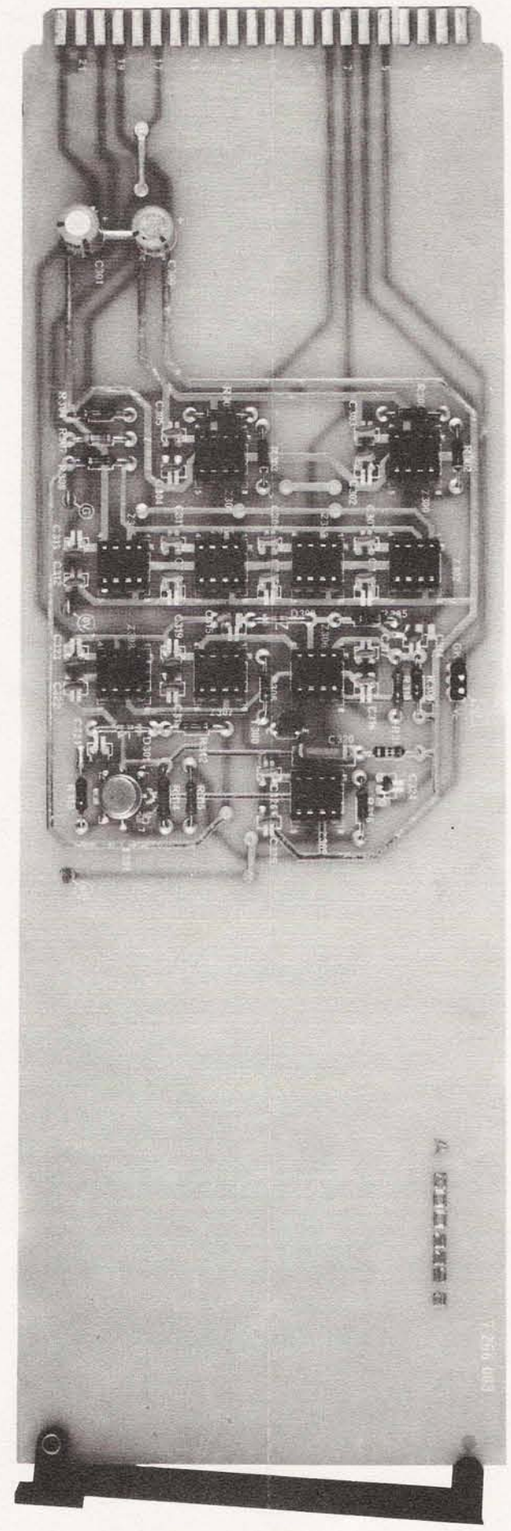

7 266 001


INPUT LEVEL RANGE
0 ↔ +15 dB
−20 ↔ 0 dB
INPUT LEVEL


21 19 17 15 13 11 9 7 5 3 1
C201
C200
C226
R235
OUT
0V
Tr200
R221
C218
R220
C221
R223
R222
+15dBm
J202
-24dBm
J205
C220
D201
D200
R228
R227
-Vkey
0V
J201
T203
T202
R232
R231
R225
C219
R224
C222
R226
J200
R200
C203
C202
C225
C224
C223
R201
R204
D203
D202
R230
R229
OFF
0V
R203
R205
R207
C207
T205
T204
R234
R233
C209
C208
R211
R209
R213
R202
C204
LIM
ADJ
R215
R206
C206
C205
R208
R214
R212
T201
T200
R210
C212
C211
R216
C210
R217
C217
R219
C215
C214
R218
C216
S200
C213
7 266 002


OUTPUT LEVEL RANGE
0 ↔ +15 dB
−20 ↔ 0 dB
OUTPUT LEVEL

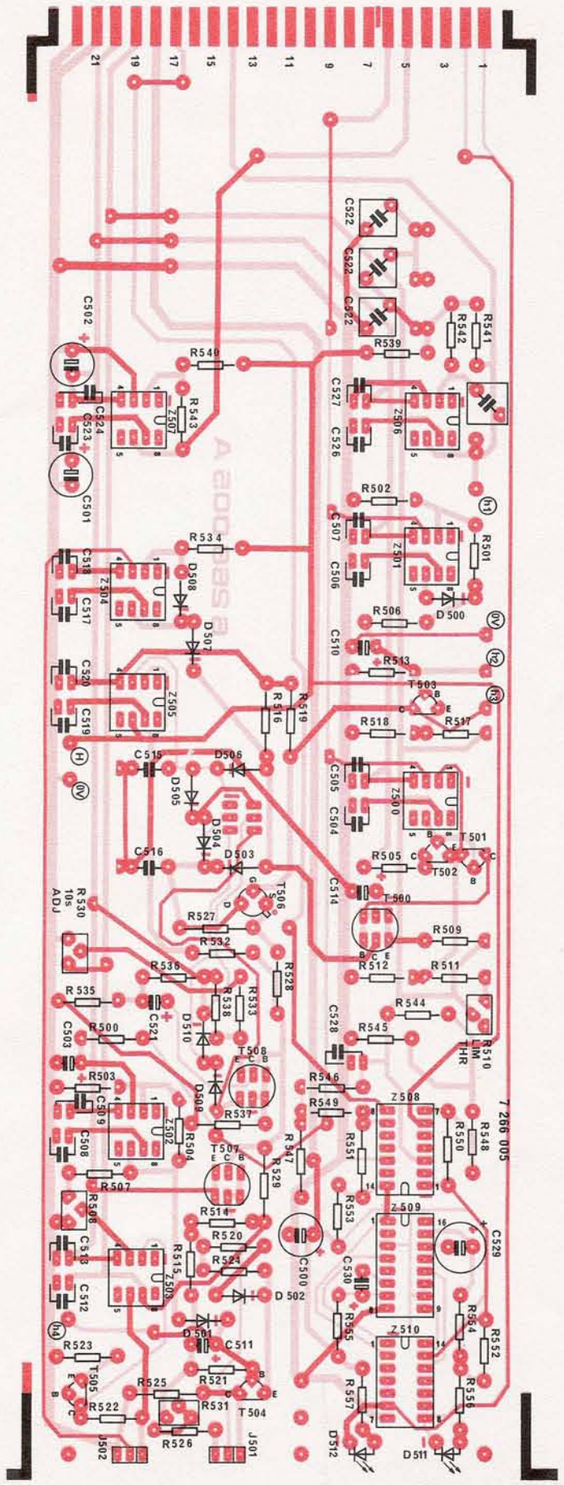


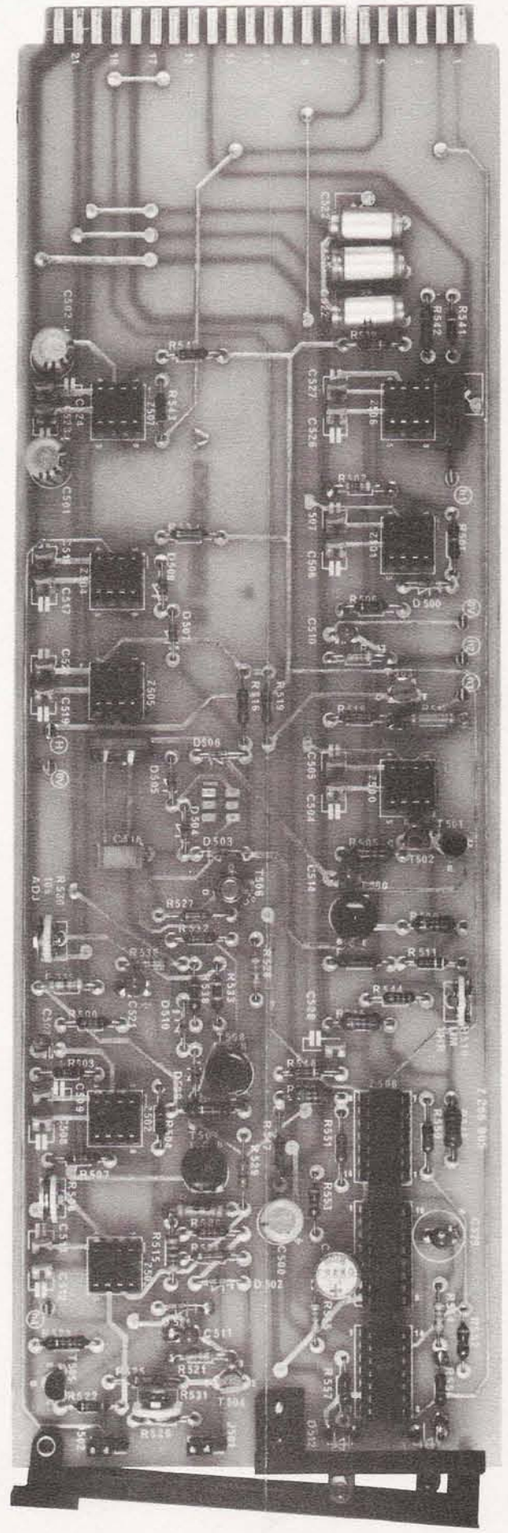


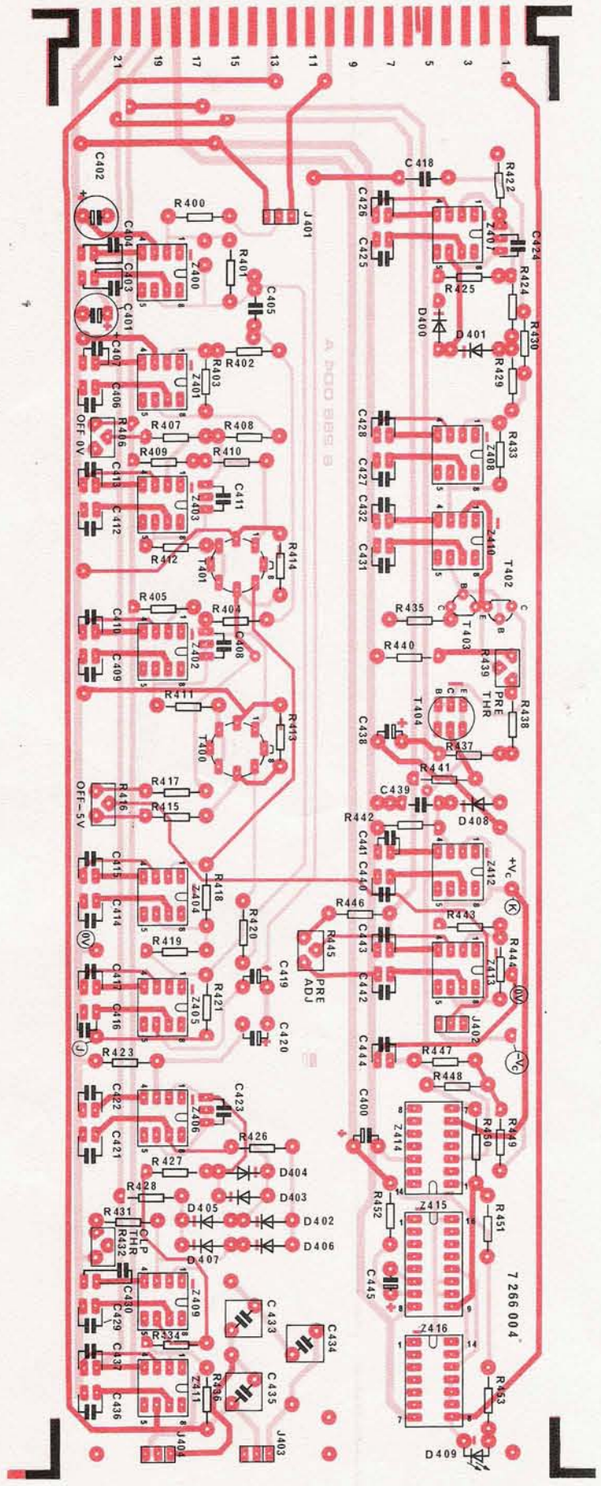
A 600885 a

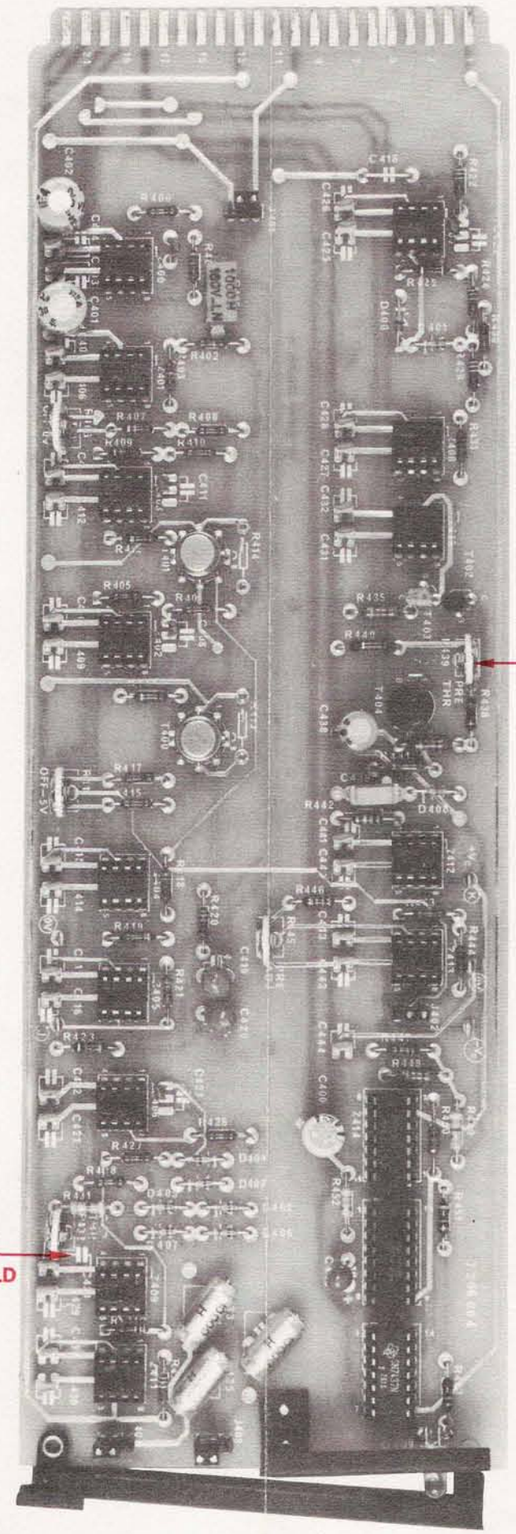
7 266 003

GAIN COMPUTER
Verstärkungsrechner






J401
C402
C418
R400
R422
Z400
C424
C425
R424
R425
R430
D400
D401
R429
R401
C405
R402
Z401
R433
C428
R403
R407
R408
R409
R410
C411
C427
C432
Z403
Z408
C412
R412
T401
T402
R414
C431
R405
R435
Z410
R404
C410
C408
C409
Z402
R440
T403
R439
PRE
THR
R438
R413
T400
T404
C438
R437
R417
R415
R441
C439
D408
R442
R416
C441
C440
+Vc
Z412
C115
R418
Z404
R446
R443
R420
R445
PRE
ADJ
C443
R444
Z411
C419
C442
J402
C414
R419
Z405
R421
C416
C417
C420
R447
R423
R448
C444
C400
C422
C423
Z406
R426
Z414
R450
R449
C421
R427
D404
R428
D403
R452
Z415
R451
D405
D402
R431
CLP
THR
R432
D406
D407
C430
Z409
C433
C434
C429
C437
R334
C435
C436
R436
Z411
J403
J404
D409
R453
7 266 004
OFF-5V
OFF-0V
0V
+Vc


PREEMPHASIS
THRESHOLD
CLIPPER
THRESHOLD