

GRAPHIC-EQUALISER

In der professionellen Technik findet der Equaliser schon geraume Zeit eine breite Verwendung.

Immer häufiger ist er jetzt aber auch im privaten Gebrauch anzutreffen.

Dennoch besteht viel Unklarheit darüber, wozu ein solches Gerät benutzt werden kann.

Am wirkungsvollsten kann der Equaliser in Stereoanlagen zur elektrischen Korrektur unzureichender akustischer Raumeigenschaften eingesetzt werden. Durch entsprechende Pegelstellungen in genau umgrenzten Frequenzbereichen lassen sich Raumresonanzen, zu niedrige und zu hohe Raumabsorption so ausgleichen, daß ein linearer Frequenzgang des Übertragungssystems Verstärker — Lautsprecheranlage — Raum entsteht.

Zur physikalisch richtigen Einstellung sind allerdings noch einige Zusatzgeräte wie Schallpegelmesser und Filtersatz notwendig, die in den wenigsten Fällen vorhanden sind.

Auch der objektiv richtige Abgleich des Frequenzganges eines Lautsprechersystems mit dem Equaliser ist nur mit diesen zusätzlichen Geräten möglich.

Nun könnte der Eindruck entstehen, die sachgerechte Verwendung eines Equalisers sei mit soviel zusätzlichem Aufwand verbunden, daß er sich für normale HiFi-Anlagen nicht lohne.

Doch an dieser Stelle kann die Frage gestellt werden, wer denn überhaupt seine Geräte so einregelt, daß die Übertragung mit näherungsweise linearem Frequenzgang stattfindet. — Kaum jemand —.

Fast jeder hat seine eigenen Vorstellungen davon, wie Musik klingen soll. Und nach diesen Vorstellungen und mit Hilfe des Gehörs wird das Klangbild eingestellt.

Die Möglichkeiten, die der Verstärker bietet, sind beschränkt. Frequenzbeeinflussungen sind nur an bestimmten Punkten (z.B. Rausch- und Rumpelfilter) oder sehr breitbandig (Klangregelung) möglich. Hier bietet nun der Equaliser die Möglichkeit, durch gezielte Einstellung der Pegel in bestimmten Oktav- oder Terzbändern die Übertragungseigenschaften der elektrischen Kette und des Raumes so zu verändern, daß eine größtmögliche Annäherung an den gewünschten Höreindruck erzielt wird.

Aber nicht nur in HiFi-Anlagen ist der Equaliser eine nützliche Ergänzung.

Immer häufiger wird er von Musikgruppen benutzt, die bei unterschiedlichsten akustischen Bedingungen ihren „charakteristischen Sound“ erzeugen wollen.

In vielen Räumen lassen sich auch durch Verwendung von extrem richtungsempfindlichen Mikrofonen akustische Rückkopplungen nicht vermeiden. Auch hier hilft der Equaliser, mit dem die kritischen Frequenzanteile schmalbandig bedämpft werden können.

Je feiner die Unterteilung des gesamten beeinflussbaren Frequenzbereiches wird, d.h., um so schmalbandiger die Einzelfilter aufgebaut sind, um so gezielter läßt sich eine Frequenzbeeinflussung durchführen.

Der Preis solcher Geräte wächst damit aber ebenfalls stark an.

Ein guter Kompromiß, der für die meisten Anwendungsfälle ausreicht, ist eine Unterteilung des Audibereiches in Oktavbänder (Filter mit relativ konstanter Bandbreite).

Im folgenden wird ein derart konzipierter graphischer Equaliser beschrieben. Dabei stellt die Positionierung der Einstellregler auf der Frontplatte des Gerätes die akustische „Korrektur“ dar.

Die Erweiterung des Gerätes auf Terzfilterbandbreiten ist ohne weiteres möglich, da die hierzu notwendigen hohen Induktivitätswerte durch Gyrotorschaltungen gebildet werden können.

Aufbau

Die Bauelemente werden; vorerst jedoch ohne die Flachbahnregler, gemäß Bestückungsplan auf die Leiterplatte gelötet. Dann sollte die Platine unbedingt noch einmal sorgfältig auf richtige Bestückung überprüft werden, denn wenn die Schieberegler erst einmal eingelötet sind, kommt man an nichts mehr heran!

Zur Befestigung der Potis auf der Platine werden an jeden der Endanschlüsse und den Schleiferkontakt verzinnte Drahtstückchen von ungefähr 5 cm Länge angelötet.

</

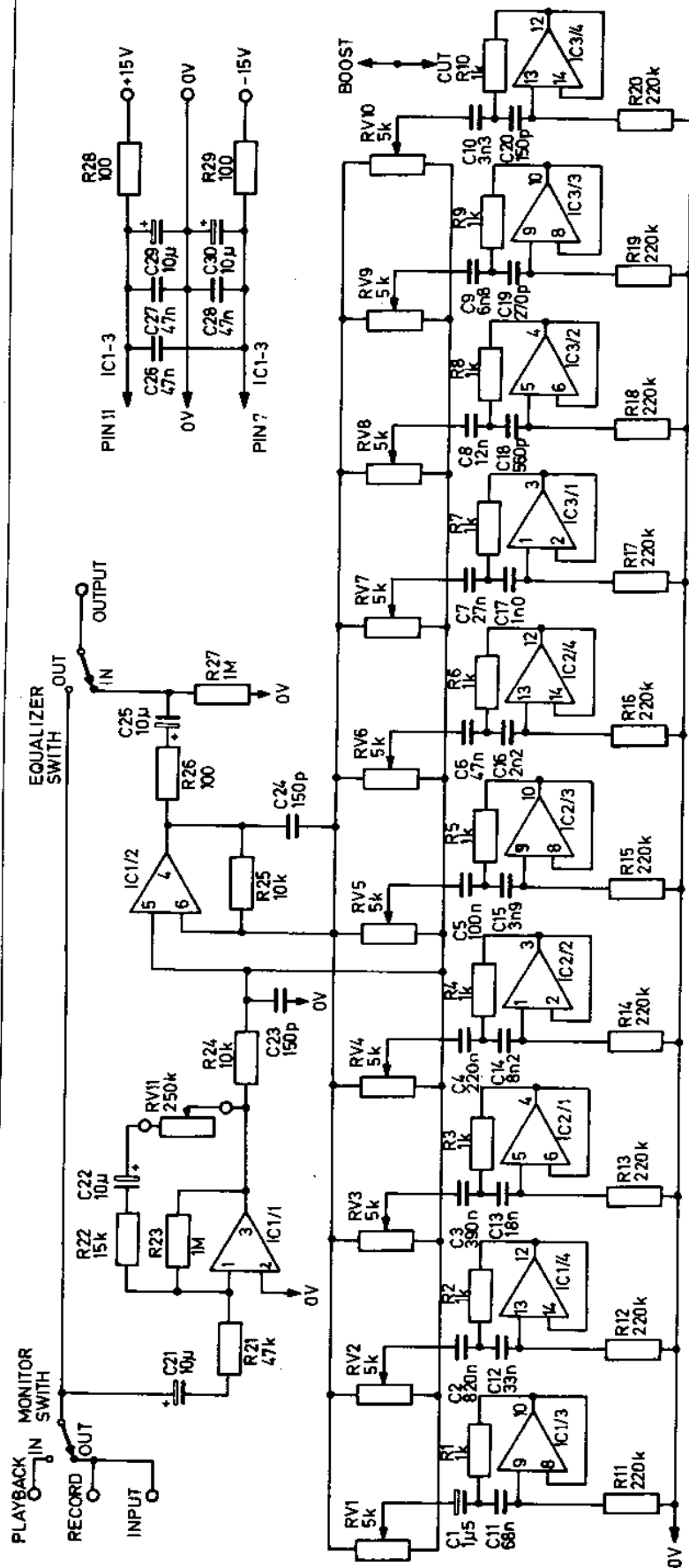
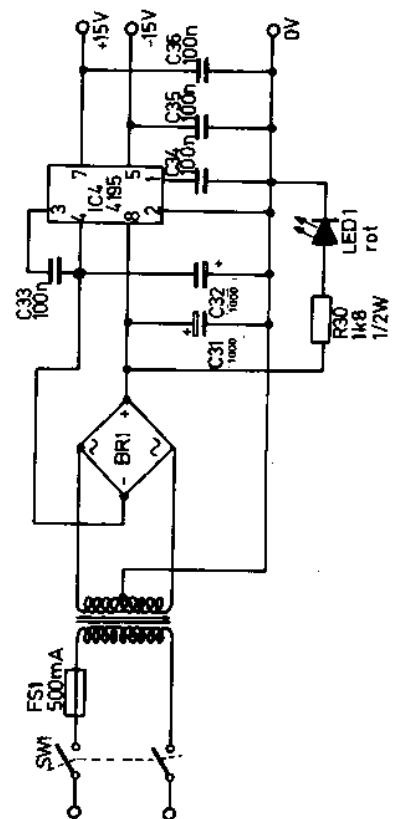


Fig. 1. Schaltbild für einen Kanal des Equalisers



Stückliste

Widerstände

R 1—R 10	1 k
R 11—R 20	220 k
R 21	47 k
R 22	15 k
R 23, 27	1 M
R 24, 25	10 k
R 26, 28, 29	100
R 30	1 k 8

RV 1—RV 10	5 k lin
RV 11	250 k log

Kondensatoren

C 1	1 μ 5 Tantal
C 2	820 n Polyester
C 3	390 n "
C 4	220 n "
C 5, 33, 34, 35, 36	100 n "
C 6	47 n "
C 7	27 n "
C 8	12 n "
C 9	6 n 8 "
C 10	3 n 3 "
C 11	68 n "
C 12	33 n "
C 13	18 n "
C 14	8 n 2 "
C 15	3 n 9 "
C 16	2 n 2 "
C 17	1 n "
C 18	560 p ker.
C 19	270 p "
C 20, 23, 24	150 p "
C 21, 22, 25, 29, 30	10 μ 25 V
C 26—C 28	47 n Polyester
C 31, 32	1000 μ 25 V

Halbleiter

IC 1—IC 3	4136
IC 4	4195
LED 1	TIL 209

Trafo

T 1	220 V/12-0-12 V, 100 mA
-----	----------------------------

Daten

Frequenzgang

Equaliser aus	konstant
Equaliser ein	10 Hz — 20 kHz $\pm$ 0,5 dB
und alle Regler auf 0 dB	

Regelbereich

Filter	$\pm$ 13 dB
Pegel	+14 dB $\div$ -9 dB

Maximale Ausgangsspannung

bei <0,1% Klirrfaktor	6 V
-----------------------	-----

Maximale Eingangsspannung

10 V

Klirrfaktor

werden. Eine über die hier dargestellte einfache Abschirmung hinausgehende Schirmung der ganzen Netzteileinheit wirkt sich beträchtlich auf die Klangqualität aus.

Terzfilter

Obwohl diese Schaltung nicht dafür ausgelegt ist, sehen wir keinerlei Gründe, warum nicht auch Terzfilter eingesetzt werden könnten.

Die Schaltung kann ohne weiteres um die zusätzlich notwendigen Stufen erweitert werden. Es ist dabei nur zu beachten, daß die Güte der Bandfilter so verändert werden muß, daß sie schmalbandiger werden.

Bei der angegebenen Dimensionierung beträgt die Impedanz der Kondensatoren und „Induktivitäten“ (Gyratoren) ungefähr 3000 Ohm für die Filtermittenfrequenz.

Sie sollte zum Aufbau von Terzfiltern auf ungefähr 8000 Ohm erhöht werden.

Die Kapazitäten und Induktivitäten können wie folgt berechnet werden:

$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot X_C} \quad L = \frac{X_L}{2\pi f}$$

mit $X_C = X_L = 8000 \text{ Ohm}$

und f = Mittenfrequenz des Terzfilters.

Es ist empfehlenswert, die Eingangsbelastung von IC 1/2 durch Verwendung von 10 kOhm-Potentiometern zu verringern.

Wie funktioniert's?

Diese Schaltung kommt vollständig ohne Spulen aus. Die Induktivitäten werden durch elektronische Schaltungen (Gyratoren) nachgebildet. Darauf wird später aber noch näher eingegangen. Vorerst nehmen Sie einmal an, daß Gyratoren nichts anderes als Induktivitäten sind.

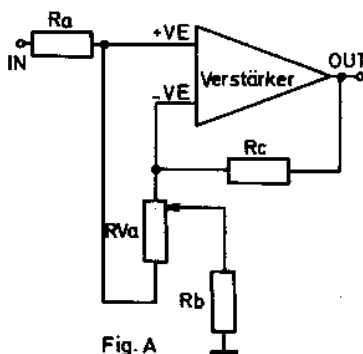
Diese Equaliserschaltung ist etwas ungewöhnlich, da mit dem Filternetzwerk der Rückkopplungsweig des Verstärkers (IC 1/2) beeinflusst wird.

Wenn eine Filterstufe betrachtet wird, so besitzt das LCR-Netzwerk bei der Resonanzfrequenz einen Widerstand von 1 kOhm. Zu beiden Seiten der Resonanzstelle steigt die Impedanz (in Abhängigkeit von der Netzwerk Güte Q , die hier 3 beträgt) an. Der Blindwiderstand (Reaktanz) wird oberhalb der Resonanzfrequenz induktiv und unterhalb kapazitiv.

Die Equaliserschaltung kann demnach unter der Bedingung, daß nur eine Filterstufe bei Resonanzfrequenz betrachtet wird, durch folgendes Ersatzschaltbild dargestellt werden.

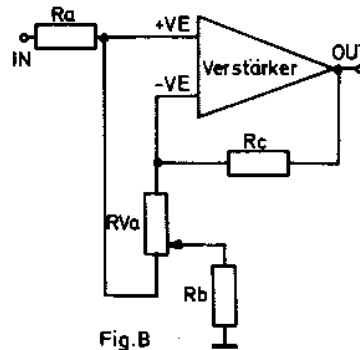
In den Ersatzschaltbildern werden die Widerstände gegenüber der Schaltung in Fig. 1 zur Vermeidung von Verwechslungen mit zusätzlichen Buchstaben gekennzeichnet.

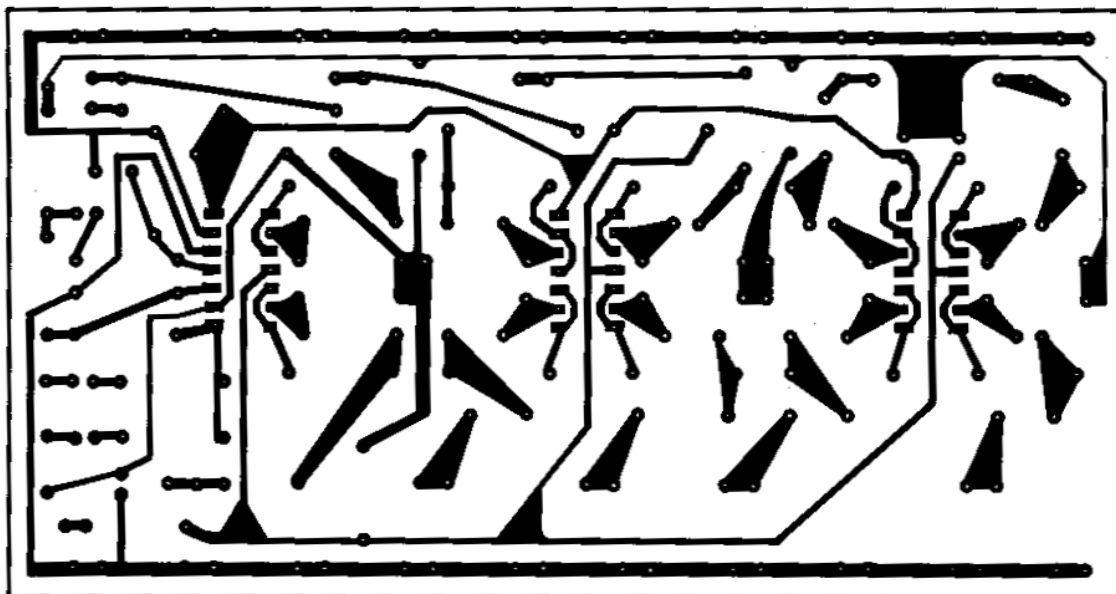
Steht der Abgriff des Potentiometers am oberen Anschlag von RVa (Fig. A), liegt ein Widerstand von 1 kOhm zwischen Masse und dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers und ein 5k-Ohm-Widerstand zwischen den beiden Verstärkereingängen.



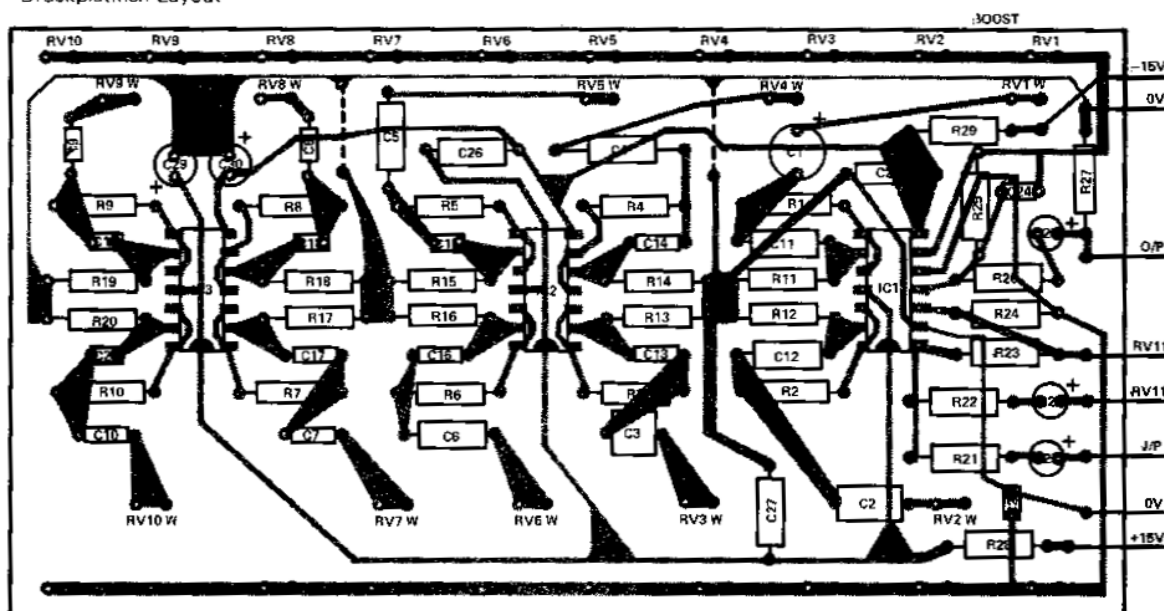
Über die Rückkopplung wird die Spannung zwischen den beiden Eingängen auf 0 V gehalten, so daß durch RVa kein Strom fließen kann. Demnach kann RVa in diesem Fall vernachlässigt werden.

Die Spannung am Eingang der Verstärkerschaltung und die Spannung am nicht-invertierenden Eingang des OP's sind

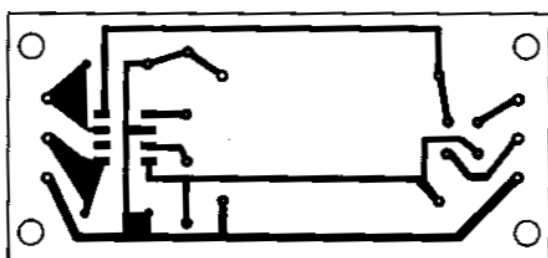




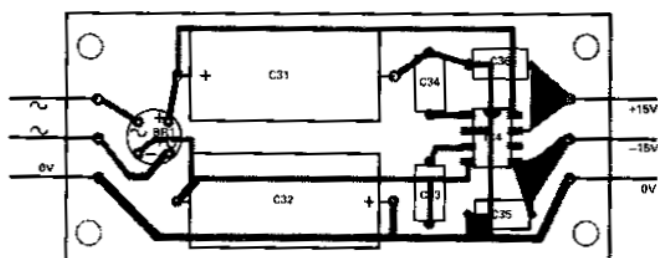
Druckplatten-Layout



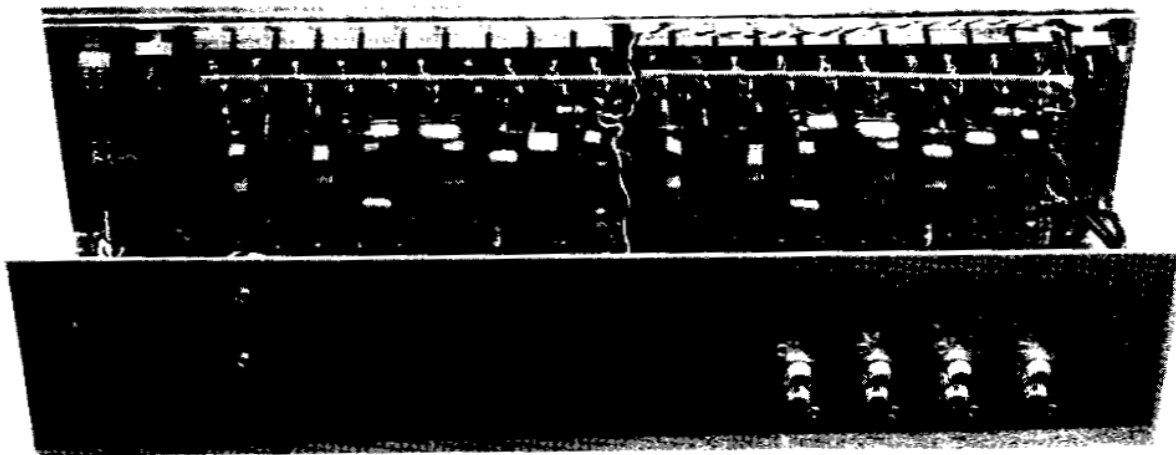
Bestückungsplan



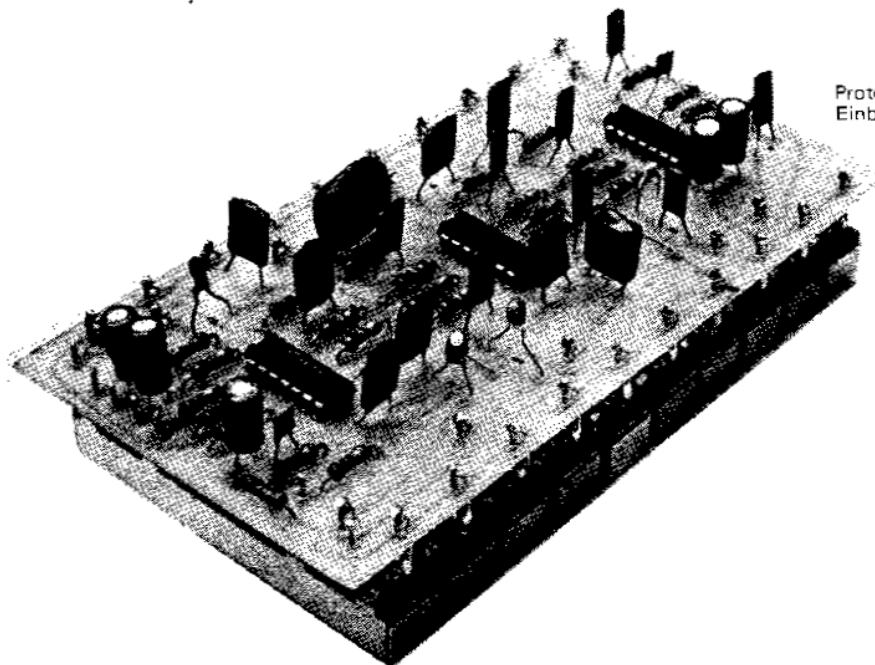
Netzteil Druckplatte



Netzteil Bestückungsplan



Fertig aufgebauter Equaliser. Nur der Monitorschalter muß noch verdrahtet werden. Signalführende Leitungen können unter den Flachbahnreglern verlegt werden, um sie so weit wie möglich vom Netzteil entfernt zu halten.



Prototyp des Equaliser-Bausteins vor dem Einbau in das Chassis.

Ansicht des Equalisers von oben. Die Abschirmung des Netzteils wurde abgenommen. Netzteilplatine und LED sind mit einem links im Bild erkennbaren verdrehten Kabel verbunden.

