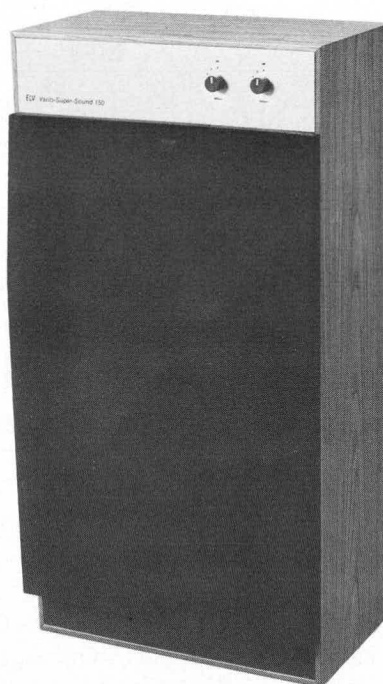


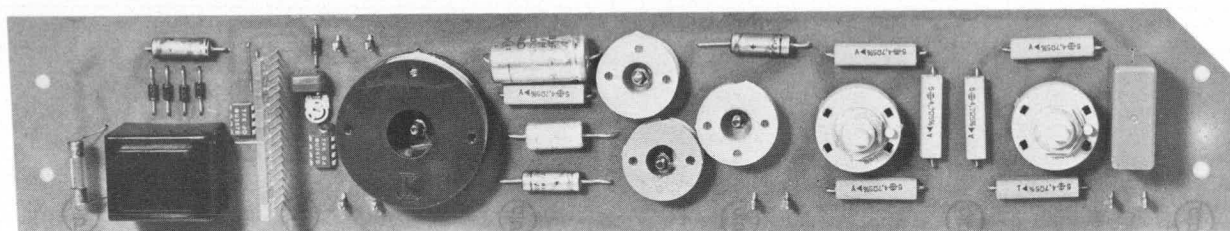
# ELV-HiFi-Labor

3. Teil einer Serie, die ausführlich den Nachbau einer kompletten HiFi-Anlage beschreibt



## 3. Teil:

Baubeschreibung der Präzisions-Frequenzweiche mit Individualreglern und aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige für HiFi-Lautsprecherbox bis 150 W.



*Die Artikel in den vorangegangenen Ausgaben ELV Nr. 13 und 14 gingen auf die Grundlagen sowie den Aufbau einer phasenlinearen 150 W HiFi-Lautsprecherbox mit Varieinschub ein.*

*In dem hier vorliegenden Beitrag stellen wir eine Präzisions-Frequenzweiche mit Individualreglern und aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige vor, die unsere phasenlineare 150 W HiFi-Lautsprecherbox VSS 150 zu einer echten Spitzenbox macht. Selbstverständlich kann diese Frequenzweiche auch für andere Lautsprecherboxen eingesetzt werden.*

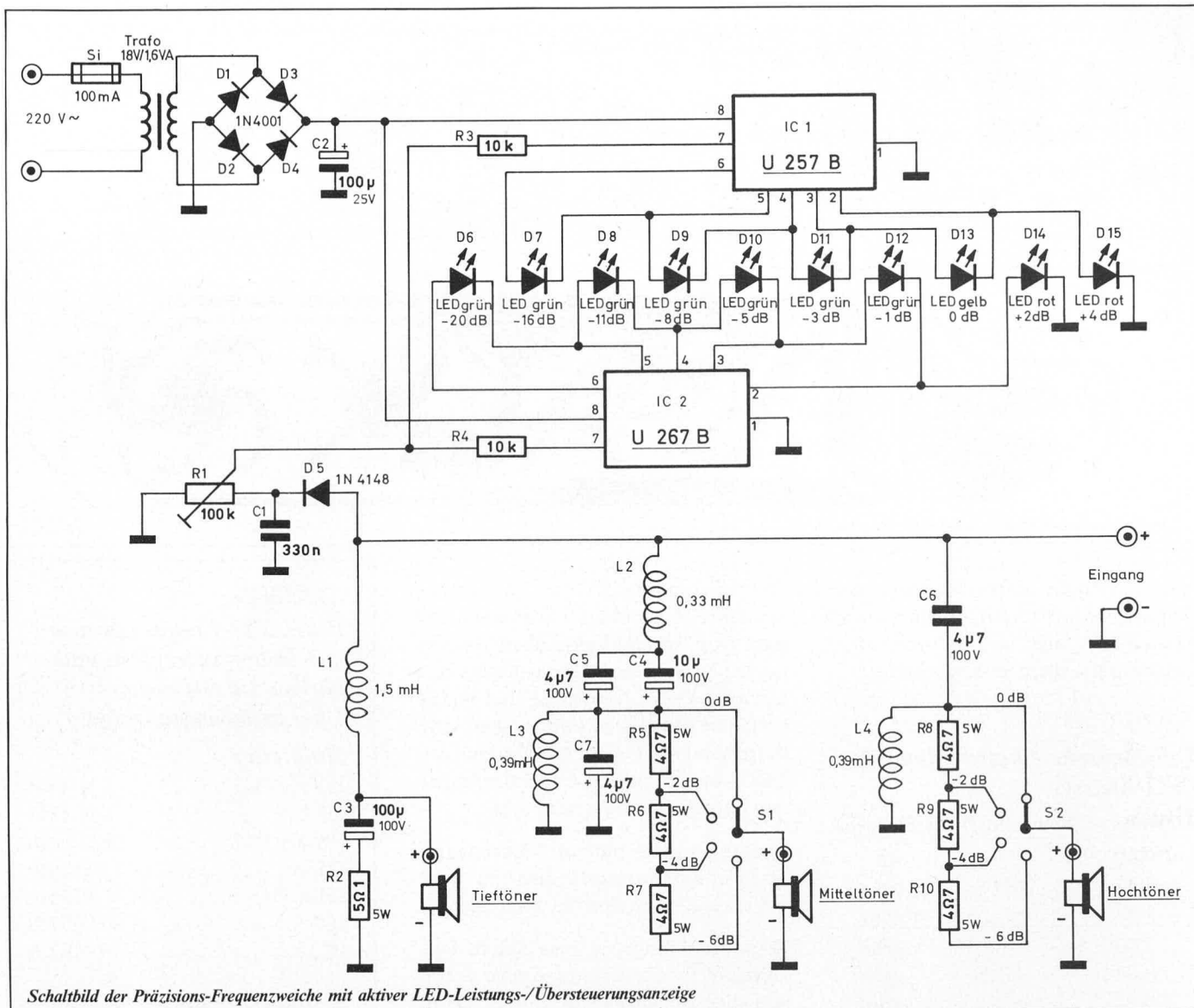
Wie wir bereits in den früheren Artikeln in den Ausgaben Nr. 13 und Nr. 14 des ELV-Journals ausführlich dargelegt haben, ist die Aufgabe einer HiFi-Lautsprecherbox, elektrische Energie in akustische Energie umzuwandeln. Eine Lautsprecherbox wird hochwertig oder HiFi (Abk. für High Fidelity = hohe Wiedergabegenauigkeit) genannt, wenn sie elektrische Schwingungen im gesamten hörbaren Frequenzbereich von

ca. 20 Hz—20 000 Hz mit minimalen Verzerrungen in akustische Schwingungen umwandeln kann.

Meistens wird der hörbare Frequenzbereich in drei Bereiche unterteilt. Die einzelnen Bereiche werden dann durch Speziallautsprecher (Baß-, Mittel- und Hochtonlautsprecher) abgestrahlt. Die Unterteilung erfolgt durch eine 3-Wege-Frequenzweiche. Je präziser die Unterteilung erfolgt, um so weniger Leistung

dringt aus dem benachbarten Frequenzbereich zu den Speziallautsprechern.

Hochentwickelte moderne Speziallautsprecher wie z. B. die Typen SS 300, SS 130 und SS 80 verursachen minimale Verzerrungen im „erlaubten Leistungsbereich“. Es ist also sehr wichtig, daß man im Betrieb von Lautsprecherboxen darauf achtet, daß die maximal zugelassene Leistung — auch kurzfri-



Schaltbild der Präzisions-Frequenzweiche mit aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige

stig — keinesfalls überschritten wird. Denn ähnlich wie beim Verstärker nehmen die Verzerrungen bei den Lautsprechern nach Überschreitung der Leistungsgrenze extrem stark zu. So kann eine Überlastung von 2—5% die Verzerrung verdoppeln. Was nützen die „Traumdaten“ einer hochwertigen Anlage, wenn durch Übersteuerung die Verzerrungen, also der Klirrfaktor 10—20% beträgt?

Ein weiterer Nachteil der Überlastung von Lautsprecherboxen liegt in den möglichen mechanischen Schäden, die dadurch entstehen: überhöhte Leistung führt zu starker Erwärmung der Schwingspule und zu übergroßen Schwingungen der Membrane. Dort entstandene Schäden können eine Funktionsunfähigkeit des Lautsprechers zur Folge haben.

Sowohl von der hochwertigen Wiedergabe als auch von der langen Lebensdauer der Systeme her gesehen, ist es also entscheidend, daß die maximale zugelassene Leistung auch kurzfristig

nicht überschritten wird. Um dies zu verhindern, muß die jeweilige augenblickliche Leistung durch geeignete Meßinstrumente kontrolliert werden. Da die Impedanz der Lautsprecher konstant ist, erfolgt die Leistungsüberwachung durch die Kontrolle der Spannung an den Lautsprechern. Dabei ist es sehr wichtig, daß auch kurzfristige Leistungsspitzen erfaßt und angezeigt werden. Somit scheidet Zeigerinstrumente wegen der Trägheit des Zeigers als geeignetes Meßinstrument aus. Sowohl aus technischer, als auch wirtschaftlicher Sicht sind LED-Ketten mit elektronischer Ansteuerung als Leistungsspitzenwertanzeigen am besten geeignet.

Um den vorhin beschriebenen Forderungen gerecht zu werden, wurde der erste Aufbau-Bausatz des HiFi-Entwicklungssystems SS 150

- mit logarithmischer LED-Kettenanzeige
- mit einer Präzisions-Frequenzweiche sowie

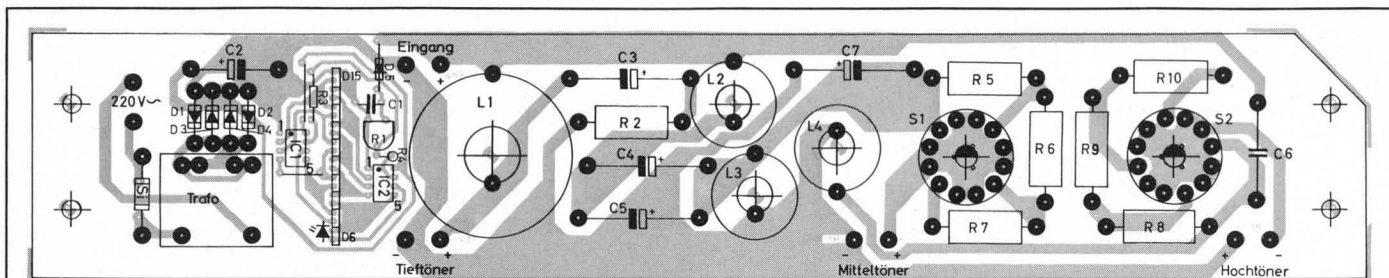
- mit Individualreglern für den Mittel- und Hochtonbereich ausgestattet.

Das LED-Anzeigenfeld besteht aus 10 viereckigen Leuchtdioden.

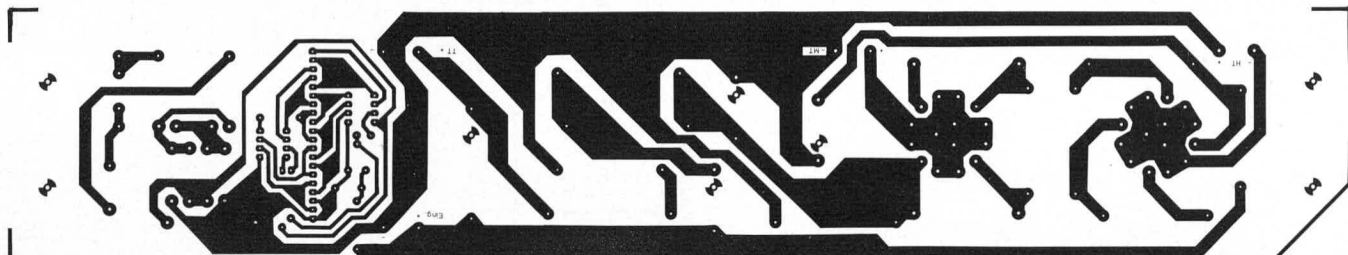
Beim Betrieb im erlaubten Bereich leuchten grüne LEDs auf. Eine orange leuchtende Diode zeigt an, daß der Grenzbereich erreicht ist. Bei Überschreitung der maximalen Leistung leuchten rote LEDs auf.

Die Anzeige ermöglicht somit das Ablesen der Anzeigen auch von größeren Entfernungen.

Die LEDs werden von den ICs U 257 B und U 267 B der Firma AEG-Telefunken angesteuert. Diese ICs sind so konzipiert, daß sie Spannungsschwellen erkennen, diese sofort anzeigen, den angezeigten Wert kurz speichern und dann löschen. Mit anderen Worten heißt das, daß die LED-Anzeige eine kurze Anlaufzeit und eine lange Abklingzeit hat. Auch Impulse mit einer Dauer von 1—10mSekunden, welche ausreichen würden, die Systeme zu zer-



Bestückungsseite der Platine (Originalgröße: 380 x 70 mm)



Leiterbahnseite der Platine (verkleinert dargestellt)

stören, werden 100—150mSekunden lang angezeigt, d. h. lange genug für das menschliche Auge, welches sonst kurze Lichtimpulse nicht erfassen kann.

### Tabellarische Skalenteilung der LED-Anzeige

Schwelle (V) Schwelle (dB) LED-Farbe

2,00	+ 6	rot
1,41	+ 3	rot
1,19	+ 1,5	orange
1,00	0	grün
0,84	- 1,5	grün
0,71	- 3	grün
0,50	- 6	grün
0,32	- 10	grün
0,18	- 15	grün
0,10	- 20	grün

Die in der tabellarischen Skalenteilung der LED-Anzeige angegebenen Werte beziehen sich auf die Eingänge der ICs (Pin 7). Die Anzeige wird mit dem Stellwiderstand R1 geeicht. Die Eichung erfolgt bei abgeklemmten Lautsprechern mit einer sinusförmigen Wechselspannung von  $24,5 V_{\text{eff}} = 0\text{dB}$ . Die Wechselspannung mit einer Frequenz von 50 Hz—500 Hz wird am Eingang der Frequenzweiche angelegt. Die Stromversorgung der LED-Anzeige erfolgt aus dem 220 V-Netz über einen Netztrafo. Da die Leistungsaufnahme eines ICs maximal 0,6 Watt beträgt, haben wir auf einen Netzschalter verzichtet.

Abschließend möchten wir noch auf den besonderen Vorteil der aktiven Leistungs-/Übersteuerungsanzeige hinweisen.

Der Leistungsbedarf der Anzeigeeinheit mittels Leuchtdioden ist zwar nicht sehr groß, bedenkt man aber, daß im normalen Betrieb die Lautsprecherboxen mit wesentlich weniger als 1 W angesteuert werden, so kommt man sehr schnell mit der Leistungsaufnahme der LEDs in die gleiche Größenordnung der Lautsprechersysteme.

Dies führt aufgrund von Nichtlinearitäten in der Anzeigeeinheit zu mehr oder weniger großen Verzerrungen.

Setzt man hingegen eine aktive Leistungs-/Übersteuerungsanzeige ein, wie dies im vorliegenden Fall getan wurde, ist durch Verwendung von integrierten Schaltkreisen (IC1, IC2), die einen hohen Eingangswiderstand besitzen, die Belastung der dem Lautsprecher zugefügten Leistung vernachlässigbar.

Durch das besondere Echo, das diese wirklich hervorragende Lautsprecherbox hervorgerufen hat, haben wir uns entschlossen, nicht nur die neue Frequenzweiche einzeln sondern auch einen Aufbau-Bausatz anzubieten, mit dessen Hilfe unter Verwendung der Bauteile aus der Frequenzweiche in unserer Ausgabe ELV Nr. 14 nun die neue Präzisionsfrequenzweiche mit aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige zu erstellen ist.

Selbstverständlich sind auch von dieser neuen HiFi-Lautsprecherkombination mit Box und der neuen Frequenzweiche Bausätze und Fertigboxen lieferbar, die aufgrund ihrer qualitativ hochwertigen Verarbeitung und ihrer Leistung, wohl in die Spitzenklasse einzureihen sind.

### Stückliste:

**Präzisions-Frequenzweiche mit Individualreglern und aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige**

#### Halbleiter

D1 bis D4 ..... 1 N 4001  
 D5 ..... 1 N 4148  
 D6 bis D12 ..... LED grün  
 D13 ..... LED gelb  
 D14, D15 ..... LED rot  
 IC1 ..... U 257 B  
 IC2 ..... U 267 B

#### Kondensatoren

C1 ..... MKS 0,33  $\mu\text{F}$  RM 7,5  
 C2 ..... ELKO 100  $\mu\text{F}/25\text{ V}$   
 C3 ..... ELKO 100  $\mu\text{F}/100\text{ V}$   
 C4 ..... ELKO 10  $\mu\text{F}/100\text{ V}$   
 C5 ..... ELKO 4,7  $\mu\text{F}/100\text{ V}$   
 C6 MKC 4,7  $\mu\text{F}/100\text{ V}$  Wima  
 C7 ..... ELKO 4,7  $\mu\text{F}/100\text{ V}$

#### Induktivitäten (Spulen)

L1 ..... 1,5 mH  
 L2 ..... 0,33 mH  
 L3, L4 ..... 0,39 mH

#### Widerstände

R1 ..... 100 k $\Omega$ /8 mm  
 R2 ..... 5,1  $\Omega$ /5 W  
 R3, R4 ..... 10 k $\Omega$ /0207  
 R5 bis R10 ..... 4,7  $\Omega$ /5 W

#### Sonstiges

1 Trafo 1,6 VA/18 V  
 1 Sicherung 100 mA, T  
 1 Platinensicherungshalter  
 S 1, Drehschalter 1 x 4 Stellung  
 S 2, Drehschalter 1 x 4 Stellung