

# Komfort-Signalverfolger

## SVF 7000

### Teil 2

Im vorliegenden zweiten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen das komplette Schaltbild dieses komfortablen mikroprozessorgesteuerten Signalverfolgers vor.

#### Zur Schaltung

Wie aus der Bedienungs- und Funktionsbeschreibung des SVF 7000 ersichtlich, besitzt dieser Komfort-Signalverfolger umfangreiche Leistungsmerkmale, die eine entsprechend anspruchsvolle Schaltungstechnik erfordern. Zur besseren Übersicht wurde die komplexe Schaltung daher in 6 Teilschaltbilder zerlegt, die jedes für sich eine sinnvolle funktionelle Einheit bilden und wie folgt aufgeteilt sind:

Bild 1: Eingangsschaltung mit Meßverstärker und AC/DC-Wandler

Bild 2: Entzerrer, ALC, Endstufe und Ausfall-Indikator

Bild 3: Generator-/Ausgangsschaltung

Bild 4: Prozessorschaltbild

Bild 5: Digital-Anzeigeinheit mit Tastenabfrage

Bild 6: Netzteilschaltbild

Nachfolgend sollen nun die einzelnen Teilschaltbilder chronologisch im Detail besprochen werden.

#### Eingangsschaltung mit Meßverstärker und AC/DC-Wandler

Wir beginnen unsere Schaltungsbeschreibung mit der in Abbildung 1 dargestellten Eingangsschaltung einschließlich Meßverstärker sowie AC/DC-Wandler.

Für die Signaleinspeisung stehen 3 Ankoppelmöglichkeiten zur Verfügung:

- Anschluß des Eingangssignals über die Spolige DIN-Buchse BU 1,
- Signaleinkopplung über Cinch-Buchsen (BU 2 für den rechten Kanal und BU 3 für den linken Kanal),
- Signaleinspeisung über eine BNC-Buchse, welche mit den Platinenanschlußpunkten ST 1, ST 2 verbunden ist.

Die beiden Cinch-Buchsen BU 2, 3 sind direkt zu den entsprechenden Anschlußstiften 3, 5 der DIN-Buchse BU 1 parallelschaltbar, da jeweils nur eine Buchsenart (DIN oder Cinch) für den Test eines Prüfings zum Tragen kommt.

Die vom rechten Stereokanal eingespeisten Prüfsignale (entweder BU 2 oder BU 1 Pin 5) gelangen über C 85, R 179, R 142-R 144 sowie RE 2 auf den invertierenden (-)Eingang (Pin 2) des Operationsverstär-

kers IC 30 A. C 85 dient hierbei der Gleichspannungsentkopplung, während R 179 eine Schutzfunktion bei Impulsspitzen übernimmt. R 142-R 144 bilden den wesentlichen Anteil des Eingangs-Meßwiderstandes, wobei hier zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit 3 Widerstände in Reihe geschaltet wurden. Parallel dazu ist der Kondensator C 73 geschaltet, wodurch das Eingangsrauschen minimiert wird. Die schnellen und kapazitätsarmen Schutzdioden D 60, D 61 des Typs DX 400 begrenzen die Spannung am linken Relaiskontakt auf maximal +/- 0,7 V, und zwar auch dann, wenn dieser Kontakt geöffnet ist.

Für die weitere Beschreibung der Eingangsschaltung gehen wir zunächst davon aus, daß RE 2 geschlossen und alle übrigen in diesem Schaltbild eingezeichneten Relaiskontakte geöffnet sind. Der Ausgang (Pin 1) des IC 30 A wird sich nun so einstellen, daß die Eingangsspannung an Pin 2 gleich der Eingangsspannung an Pin 3 ist, d.h. in unserem Fall ungefähr 0 V. Da der im Rückkoppelzweig des IC 30 A (von Pin 1 nach Pin 2) liegende Widerstand R 152 ungefähr den 10fachen Wert des Eingangswiderstandes, bestehend aus R 179, R 142-R 144, besitzt, wird sich am Ausgang dieses ICs die 10fache NF-Spannung wie am Eingang (BU 2 oder Pin 5 von BU 1) einstellen. C 104 dient hierbei zur Frequenzkompensation und Rauschunterdrückung.

Wird der Relaiskontakt RE 8 geschlossen, liegen im Rückkoppelzweig des IC 30 A die Widerstände R 150, R 151 parallel zu R 152, woraus ein Gesamtrückkoppelwiderstand von 100 k $\Omega$  resultiert, entsprechend einer Verstärkung von Eingangs- zu Ausgangsspannung von exakt 1 (0 dB).

Wird RE 7 anstelle von RE 8 geschlossen, beträgt der Rückkoppelwiderstand mit guter Genauigkeit 10 k $\Omega$  (R 152 kann aufgrund des großen Widerstandsverhältnisses vernachlässigt werden), und die Verstärkung liegt bei -20 dB (0,1fach). Ist RE 6 anstelle von RE 7 oder RE 8 geschlossen, liegt die Verstärkung bei -40 dB, entsprechend 0,01fach.

Die letztgenannte Schalterstellung wird z. B. im größten Meßbereich (255 V) benötigt, wobei dann am Ausgang (Pin 1 des IC 30 A) eine Spannung von 2,55 V<sub>eff</sub> ansteht. Im kleinsten Meßbereich hingegen wird der Endwert von 2,55 mV auf

25,5 mV hochverstärkt.

Ziel des Eingangs-Meßverstärkers ist es, am Ausgang (Pin 7) der zweiten, mit IC 30 B aufgebauten Stufe einen Meßbereichsendwert von 255 mV<sub>eff</sub> bereitzustellen. Aus diesem Grunde kann mit der zweiten Stufe die Verstärkung von +/-20 dB eingestellt werden. Sind die Kontakte RE 9, RE 10 geöffnet, beträgt die Verstärkung +20 dB, entsprechend 10fach. Wird RE 10 geschlossen, ergibt sich eine einfache Verstärkung (0 dB), während beim Öffnen von RE 10 und Schließen von RE 9 die Verstärkung -20 dB (0,1fach) beträgt.

Die einzelnen Relaisstellungen können sowohl manuell angewählt als auch automatisch durch den Prozessor gesteuert werden.

Nachdem wir die Meßbereichsumschaltung mit den rauscharmen Verstärkerstufen IC 30 A, B erläutert haben, wollen wir nochmals zur Eingangsschaltung zurückkehren. Ist RE 2 geschlossen, werden die Eingangs-Meßsignale des rechten Kanals durchgeschaltet, während alternativ dazu durch Schließen von RE 3 die Eingangssignale des linken Kanals verarbeitet werden (RE 1, RE 2 und RE 4 sind dann geöffnet). Außerdem kann durch Schließen von RE 4 das Eingangssignal der BNC-Buchse zur Auswertung herangezogen werden. Eine BNC-Buchse eignet sich z. B. besonders zum Anschluß eines Tastkopfes, mit dem komfortabel innerhalb der zu prüfenden Geräte gemessen werden kann.

An allen 3 vorstehend beschriebenen Eingängen können Meßspannungen im Bereich von 0-255 V<sub>eff</sub> angelegt werden, wobei der kleinste Bereich mit einem Endwert von 2,55 mV eine Auflösung von 10  $\mu$ V (!) besitzt. Daß in diesem kleinsten Meßbereich bei dieser enormen Auflösung auch bei überbrückten Eingangsklemmen einige Digit auf der Anzeige erscheinen sowie ein leichtes Rauschen im Kontroll-Lautsprecher hörbar ist, liegt daran, daß wir uns mit diesem anspruchsvollen Gerät an die Grenze des technisch Machbaren begeben haben. Denn es darf nicht vergessen werden, daß auch bei einer Spannung von 255 V noch mit der identischen Eingangsschaltung gemessen werden soll, entsprechend einer Dynamik von 25,5 Million : 1 (255 V zu 10  $\mu$ V, entsprechen 148 dB !). Allein an diesem Zahlenbeispiel läßt sich der außergewöhnliche Anspruch dieses vielseitigen



Signalverfolgers erkennen.

Die Beschreibung der Eingangsschaltung ist damit nahezu abgeschlossen. Es bleibt noch der mit „OUT“ bezeichnete Eingang zu erläutern. Hierbei handelt es sich um die Möglichkeit einer geräteinternen Rückkopplung des Generatorausgangssignals über C 88, C 98, R 172 sowie RE 1. In der entsprechenden Stellung von RE 1 gelangt dieses vom Testgenerator des SVF 7000 bereitgestellte Ausgangssignal auf den Meßverstärker des Geräts und kann exakt bestimmt werden.

Fahren wir nun mit der weiteren Signalverarbeitung fort. An den Ausgang (Pin 7) der zweiten, mit IC 30 B aufgebauten Verstärkerstufe schließt sich eine dritte, über C 77 gleichspannungsmäßig entkoppelte Pufferstufe an. Diese mit IC 31 realisierte

Stufe dient der Entkopplung zu dem empfindlichen Meßverstärker. Mit dem Trimmer R 160 wird ein Gleichspannungsabgleich, d. h. die Offset-Kompensation vorgenommen, damit ohne anliegendes Eingangssignal am Ausgang (Pin 6) des IC 31 auch tatsächlich exakt 0 V anstehen. Vorausgesetzt, daß die Verstärkungsfaktoren der Eingangsstufen, d. h. die Meßbereiche korrekt angewählt wurden, bewegt sich am Ausgang des IC 31 die Meßspannung in einem Bereich von 24,2 mV bis 255 mV. Dieser Wert von 24,2 mV, kommt dadurch zustande, daß von dem rechnerisch untersten Spannungswert von 1/10 der Maximalspannung, also 25,5 mV, nochmals 5 % zur Meßbereichsüberlappung subtrahiert werden. Wird die Spannung von 255 mV überschritten, schaltet bei automatischer

Meßbereichswahl der Prozessor die Verstärkung um 20 dB herunter, entsprechend einer Meßspannung an Pin 6 des IC 31 von nun 25,5 mV (bei unverändertem Eingangswert). Sinkt die am Eingang des SVF 7000 entstehende Eingangsspannung ab, wird erst bei 5%iger Differenz, entsprechend 24,2 mV, wieder heraufgeschaltet. Auf diese Weise wird ein unnötig häufiges Umschalten verhindert.

Vom Ausgang des IC 31 wird die Meßspannung über die Signalleitung „VOR“ auf den weiteren, in Abbildung 2 dargestellten Schaltungsteil gegeben, der zu Verstärkung, Entzerrung, Regelung und Ausgabe über einen Kontrolllautsprecher vorgesehen ist. Außerdem gelangt die Ausgangsspannung des IC 31 auf den Eingang (Pin 4) des AC/DC-Wandlers IC 18

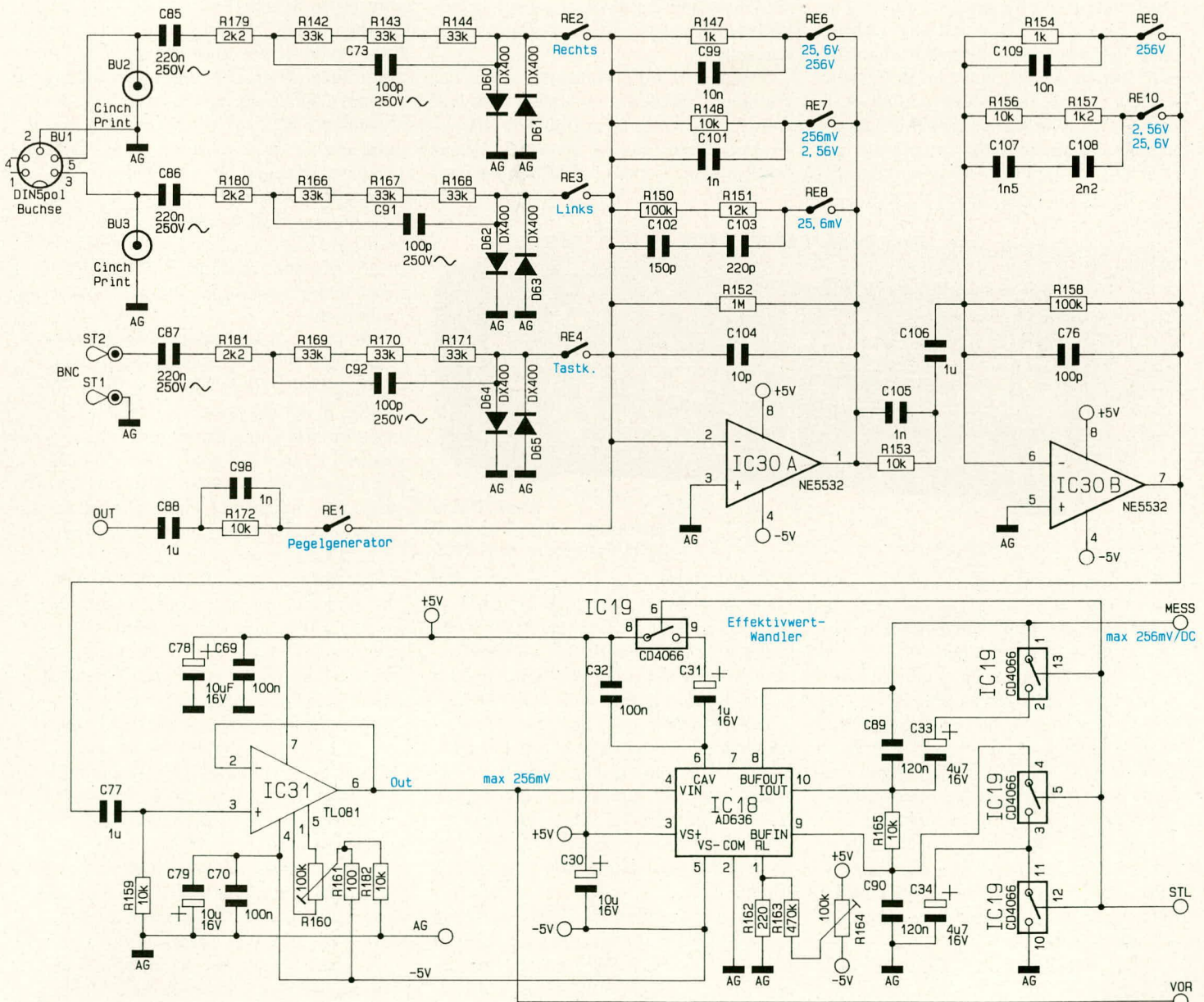


Bild 1: Eingangsschaltung mit Meßverstärker und AC/DC-Wandler



des Typs AD 636. Hierbei handelt es sich um einen echten Effektivwert-Meßgleichrichter, der eine Eingangs-Wechselspannung (Pin 4) in einen dazu proportionalen Gleichspannungswert umwandelt und an seinem Ausgang (Pin 8) bereitstellt. Eine Besonderheit dieses in Abbildung 1 rechts unten dargestellten Schaltungsteiles stellt die mit IC 19 realisierte Umschaltung der Zeitkonstanten dar.

Zum Test von Verstärkern und anderen Audiogeräten wird häufig die Testfrequenz von 1 kHz eingesetzt. Zur Umwandlung einer Wechselspannung in eine Gleichspannung werden bei guter Genauigkeit rund 10 Perioden benötigt, entsprechend einer Zeitspanne von mindestens 10 ms (bei 1 kHz). Für diese und höhere Frequenzen ist der AC/DC-Wandler mit geöffneten Schaltern (im IC 19) ausgelegt, d. h. der Gleichspannungsmesswert „MESS“ steht blitzartig zur Verfügung. Auch die daran anschließende A/D-Wandlung (Abbildung 4) und die Auswertung über den zentralen Mikroprozessor (IC 7) erfolgt extrem schnell, so daß die Meßbereichsumschaltung im Bruchteil einer Sekunde erfolgt und der optimierte Meßwert bereitsteht.

Wird hingegen bei sehr niedrigen Fre-

zeitkonstanten vergrößert werden.

Das erforderliche Steuersignal bekommt IC 19 vom Zwischenspeicher IC 4 Pin 19 (Abbildung 5).

Das Gleichspannungs-Meßsignal „MESS“ liegt in einem Bereich von 0-255 mV und wird mit dem DC-Verstärker IC 24 A und Zusatzbeschaltung gemäß Abbildung 2 weiterbearbeitet. Hierauf gehen wir an der entsprechenden Stelle noch näher ein.

## Entzerrer, ALC, Endstufe, Ausfall-Indikator

Die vom Vorverstärker aufbereiteten NF-Wechselspannungssignale mit einer maximalen Amplitude von 255 mV<sub>eff</sub> gelangen vom Schaltungspunkt „VOR“ zum einen auf Pin 12 des elektronischen Umschalters IC 22 A und zum anderen über C 35 auf den Entzerrer-Vorverstärker, aufgebaut mit IC 21 A und Zusatzbeschaltung. Dieser Schaltungsteil ist in Abbildung 2 links oben dargestellt.

Wenn ein Schallplattengerät mit magnetischem Tonabnehmersystem getestet werden soll, ist zur Beurteilung des Klangeindrucks die Einschaltung eines Entzerrers sinnvoll. Der SVF 7000 nimmt dies

gang (Pin 7) auf den Eingang (Pin 2) des elektronischen Umschalters IC 22 B.

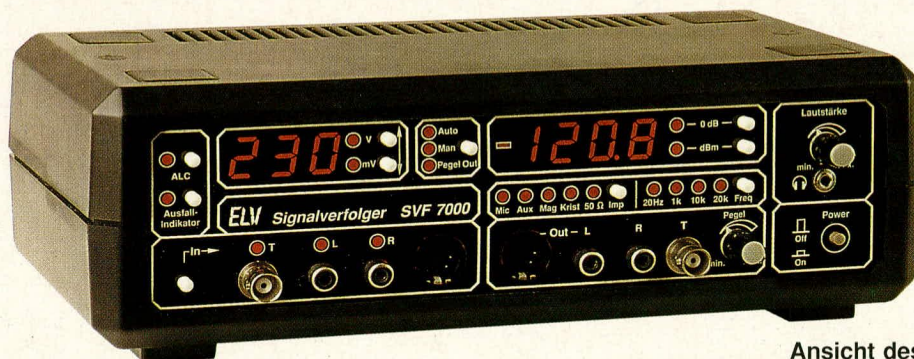
Auf den zweiten Eingang (Pin 1) dieses Schalters ist das Ausgangssignal des IC 23 A (Pin 1) geführt. Dieser Operationsverstärker erhält seine Eingangsspannung ebenfalls über C 39, jedoch zusätzlich mit dem Spannungsteiler R 110, R 111 heruntergeteilt, an seinem Anschlußpin 3 zugeführt. IC 23 A bildet in Verbindung mit IC 23 B, dem FET des Typs BF 245 B und Zusatzbeschaltung einen automatischen elektronischen Pegelregler, auch Aussteuerautomatik (ALC) genannt. Wesentliche Aufgabe ist die Konstanzhaltung der Ausgangsspannung (an Pin 1 des IC 23 A), und zwar unabhängig von der Größe des Eingangssignals. Die Funktionsweise sieht im einzelnen wie folgt aus:

Die Verstärkung des IC 23 A wird festgelegt durch R 113 sowie R 112 in Reihe zum Drain-Source-Widerstand von T 24. Je weiter der FET durchsteuert, desto größer wird die Verstärkung der mit IC 23 A aufgebauten Stufe. Die Ausgangsspannung gelangt über C 40 auf den Eingang des Verstärkers IC 23 B, wird dort in Verbindung mit C 42, C 43 sowie D 41, D 42 gleichgerichtet und auf die Schaltungsmasse geklemmt. Die so erzeugte negative Steuerspannung gelangt über R 118 auf das Gate des FETs T 24. C 41, R 117 dienen in diesem Zusammenhang der Kennlinienlinearisierung und somit zur Klirrfaktorminimierung.

Sinkt nun die Spannung am Ausgang (Pin 1) des IC 23 A, wird auch der Betrag der negativen Steuerspannung für T 24 kleiner, d. h. das Gate erhält eine weniger negative Eingangsspannung. Hierdurch steuert T 24 weiter durch, und die Verstärkung des IC 23 A steigt, d. h. die Ausgangsspannung an Pin 1 wird wieder größer.

Mit dem elektronischen Umschalter IC 22 B kann nun zwischen geregelter, d. h. elektronisch konstant gehaltener Signalamplitude und ungeregelter Amplitude gewählt werden. Die Verstärkungsfaktoren sind so ausgelegt, daß bei geregelter Signalamplitude die Endstufe maximal ca. 2 W an 4  $\Omega$  abgibt, und zwar unabhängig von der Eingangsamplitude. Bei ungeregeltem Betrieb (ohne ALC) ist die Verstärkung so gewählt, daß sich auch bei kleinen Eingangsamplituden eine ausreichend große Lautstärke ergibt. Bei größter Signalspannung und vollaufgedrehtem Lautstärkereglern (R 135) wird es ohne ALC daher verständlicherweise zur Übersteuerung der Endstufe kommen. Dies kann durch die Lautstärkeeinstellung wieder ausgeglichen werden.

An dieser Stelle sei erwähnt, daß der Vorverstärker im automatischen Meßbetrieb die Bereiche selbsttätig umschaltet. Soll ein NF-Wiedergabegerät mit Musiksignalen anstatt mit einem konstanten, vom



**Ansicht des betriebsfertigen Komfort-Signalverfolgers SVF 7000**

quenzen gemessen, nehmen allein 10 Perioden einer Frequenz von 20 Hz eine Zeitspanne von 0,5 sek ein. Durch Schließen der im IC 19 integrierten Schalter wird die Einschwingzeitkonstante des AC/DC-Wandlers IC 18 darauf eingestellt, und die Umschaltung von einem zum nächsten Meßbereich benötigt in der Automatikstellung gut eine halbe Sekunde, während dies bei den höheren Frequenzen fast verzögerungsfrei erfolgt. Die Umschaltung der Zeitkonstanten mit IC 19 erfolgt automatisch durch Anwahl der Generator-Ausgangsfrequenzen, d. h. bei 20 Hz ist die lange und bei Frequenzen ab 1 kHz die kurze Zeitkonstante gewählt.

Durch Schließen der im IC 19 integrierten Schalter wird C 31 zu C 32 parallelgeschaltet sowie C 33 zu C 89 und C 34 zu C 90, so daß durch die Erhöhung der betreffenden Kapazitätswerte die jeweiligen

automatisch dann vor, wenn der Anwender zum einen die manuelle Meßbereichswahl und zum anderen am Generatorteil „Phono magnetisch“ eingestellt hat. Als Meßbereich ist der Endwert von 25,5 mV für diesen Betriebsfall sinnvoll.

Der mit dem IC 21 A aufgebaute Entzerrer nimmt eine normgerechte, frequenzabhängige Verstärkungsanpassung vor. Bei einer Frequenz von 1 kHz beträgt die Verstärkung 0 dB (ca. 1fach), während bei 20 Hz eine Verstärkung von 20 dB (10fach) und bei 20 kHz von -20 dB (0,1fach) auftritt.

Je nach Stellung des elektronischen Umschalters IC 22 A wird anschließend über C 39, je nach Erfordernis, entweder das frequenzgangkorrigierte oder das linearverstärkte Signal auf den Eingang (Pin 5) des IC 21 B gegeben. Das mit dieser Stufe 2fach verstärkte Signal gelangt vom Aus-



NF-Generator kommenden Signal getestet werden, ist es empfehlenswert, die manuelle Bereichswahl anzuwählen, damit aufgrund schwankender Eingangssignale der Meßbereich nicht permanent umschaltet. Der manuell eingestellte Bereich ist dann so zu wählen, daß der jeweilige Endwert nicht oder nur kurzzeitig überschritten wird, da bei längerer Bereichsüberschreitung (>5 sek) auch im Manuell-Modus in den nächsthöheren Bereich geschaltet wird.

Kommen wir nun als nächstes zur Beschreibung der Endstufe. Über den elektronischen Umschalter IC 22 C kann die Endstufe „stumm geschaltet“ werden, was z. B. bei Meßbereichüberschreitungen sinnvoll ist und automatisch erfolgt. In der eingezeichneten Schalterstellung von IC 22 C gelangt das entsprechend aufbereitete NF-Signal über R 136 und den Lautstärkereglern R 135 auf den Eingang des Leistungsverstärkers.

In der entgegengesetzten Position des IC 22 C wird die Endstufe abgeschaltet. Dies wird vom Mikroprozessor automatisch veranlaßt, wenn der Meßbereich in den Überlauf geht, was z. B. dann auftreten kann, wenn zwischen 2 Meßpunkten gewechselt wird, deren Amplitudenunterschied

den Meßbereich des SVF 7000 überschreitet. Die Einstellzeit wird um so größer, je mehr Meßbereiche durchlaufen werden müssen. Aufgrund der extrem schnellen Bereichsumschaltung fällt dies im allgemeinen praktisch nicht auf. Lediglich bei der sehr niedrigen Meßfrequenz von 20 Hz, bei der für die AC-/DC-Wandlung auch mehrere Perioden abgewartet werden müssen, können Wartezeiten in der Größenordnung von 1 sek. auftreten. Während dieser Zeit kommt verständlicherweise ein übersteuerter Signalton zustande, der sich jedoch durch Abschalten der Endstufe nicht störend auswirkt. Erst wenn die Amplitude am Ausgang des Vorverstärkers wieder im zulässigen Bereich liegt, wird die Endstufe freigegeben.

Die Endstufe ist mit dem integrierten Schaltkreis TDA 2003 realisiert. Durch die Widerstände R 138, R 139 wird eine Verstärkung von 34 dB, entsprechend 48fach, vorgegeben. C 50 und R 137 dienen als obere Bandbegrenzung und damit der Schwingneigungsunterdrückung. C 80 und R 140 tragen ebenfalls zur Stabilität bei.

Das Ausgangssignal wird über C 51 wahlweise auf den im Gerät integrierten Lautsprecher, die externe Lautsprecherbuchse BU 8 oder

die Kopfhörerklippenbuchse BU 9 gegeben.

Der im SVF 7000 integrierte Lautsprecher hat eine Impedanz von 45  $\Omega$ , wodurch die Leistung bei Vollaussteuerung der Endstufe auf ca. 0,2 W begrenzt wird. Dies ist sinnvoll, da der verhältnismäßig kleine Lautsprecher nur zu Kontrollzwecken dienen soll und für den 1 kHz-Testton gut geeignet ist. Möchte man bei den 3 anderen möglichen Testfrequenzen arbeiten bzw. sind höhere Schallpegel gewünscht, kann über die Ausgangsbuchse BU 8 ein externer Lautsprecher angeschlossen werden, in den über das SVF 7000 bei 4  $\Omega$  eine Leistung von bis zu 2 W eingespeist werden kann. Wird hier ein Lautsprecher angeschlossen, erfolgt automatisch die Abschaltung des Innenlautsprechers. Die Kopfhörerbuchse BU 9 besitzt auch gegenüber der Lautsprecherbuchse Priorität, so daß der Anschluß eines Kopfhörers sowohl den Innenlautsprecher als auch den externen Lautsprecher abschaltet.

Kommen wir jetzt zum links in Bild 2 dargestellten Ausfall-Indikator. Am Schaltungspin „MESS“ wird das vom Eingangsverstärker kommende und bereits gleichgerichtete Meßsignal eingespeist und über R 173 auf den Eingang (Pin 3) des DC-

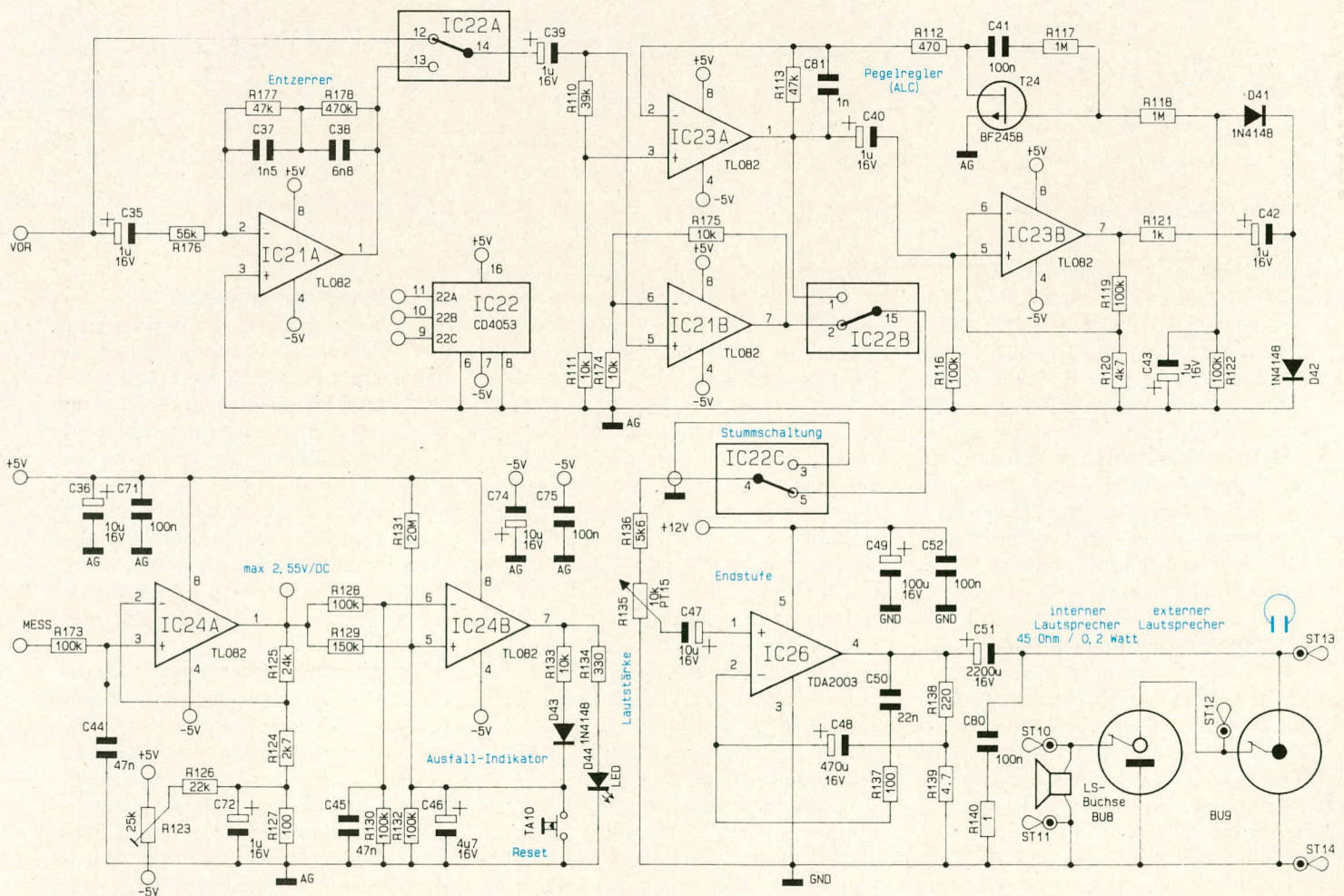


Bild 2: Entzerrer, ALC, Endstufe und Ausfall-Indikator



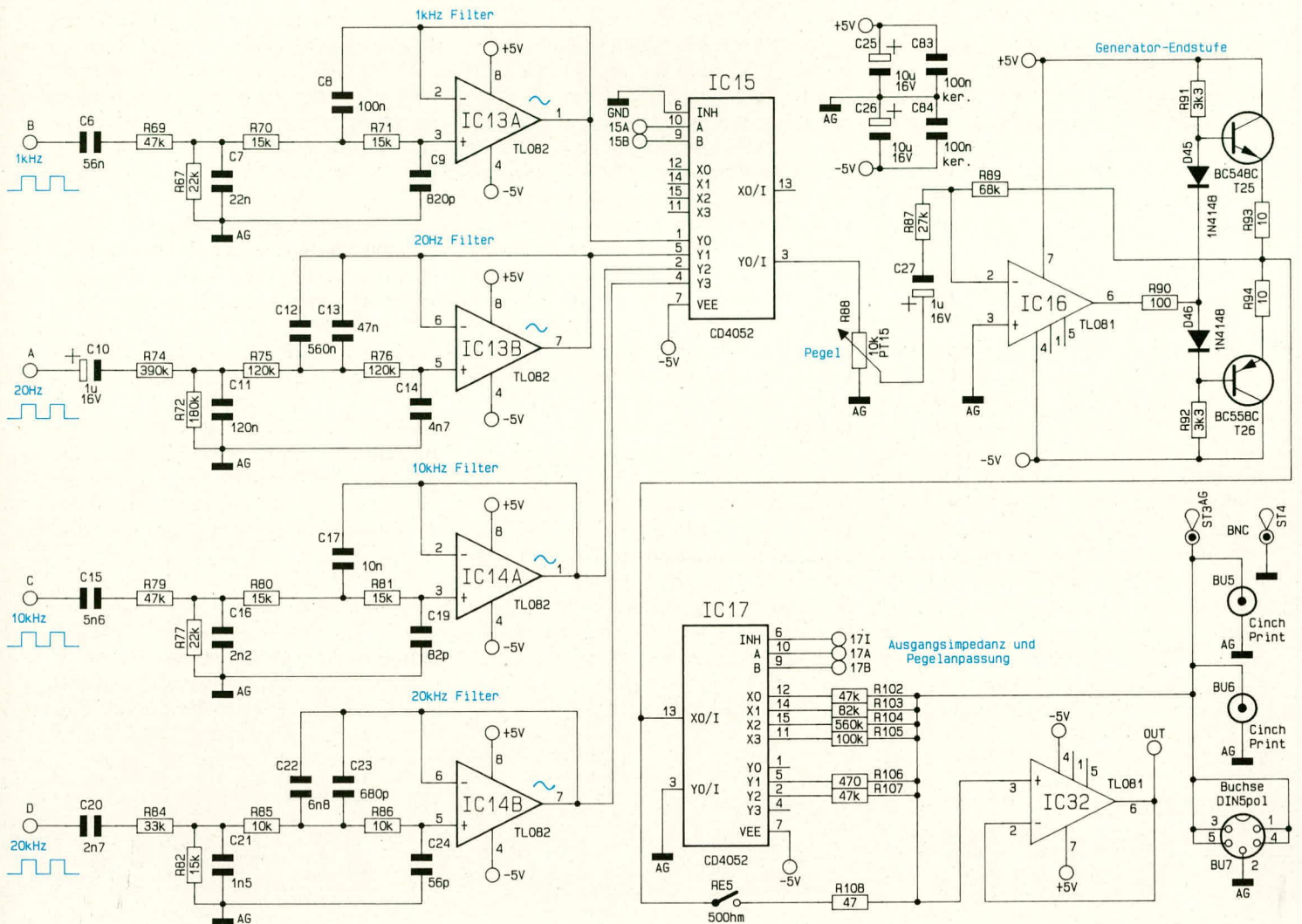


Bild 3: Generator-/Ausgangsschaltung

Verstärkers IC 24 A gegeben. Den Verstärkungsfaktor von 10 bestimmen die Widerstände R 124, R 125. Die Offset-Spannung wird mit dem Trimmer R 123 in Verbindung mit R 126, R 127 eingestellt.

Das an Pin 1 anliegende Ausgangssignal dieser Stufe wird auf den Eingang des A/D-Wandlers (Abbildung 4, IC 8) gegeben, welcher eine Spannung zwischen 0 und 2,55 V verarbeiten kann. Dies wird im Zusammenhang mit dem entsprechenden Schaltbild noch genauer erläutert.

Weiterhin gelangt das Ausgangssignal von Pin 1 über den Spannungsteiler R 129, R 132 auf den Pufferkondensator C 46 und damit auf den nichtinvertierenden (+)-Eingang (Pin 5) des als Komparator arbeitenden IC 24 B. In gleicher Weise wird die Meßspannung über den Spannungsteiler R 128, R 130 auf den Kondensator C 45 gegeben, der am invertierenden (-)-Eingang (Pin 6) des IC 24 B liegt.

Steht ein ausreichend großes Gleichspannungs-Meßsignal am Ausgang (Pin 1) des IC 24 A an, so stellt sich aufgrund der Spannungsteilerdimensionierung (R 129,

R 132 bzw. R 128, R 130) an Pin 6 des IC 24 B ein höheres Spannungspotential als an Pin 5 ein, d. h. der Ausgang (Pin 7) nimmt Low-Potential an, und die Kontroll-LED D 44 ist erloschen.

Kommt es zu einem Spannungseinbruch, so reagiert der Kondensator C 45 hierauf nahezu verzögerungsfrei, während C 46 aufgrund des deutlich höheren Kapazitätswertes der Eingangsspannungsschwankung langsamer folgt. Hierdurch unterschreitet die Spannung an Pin 6 des IC 24 B das Potential an Pin 5, und der Ausgang (Pin 7) springt von Low auf High - die LED D 44 leuchtet auf. Gleichzeitig wird auch D 43 leitend, so daß die Spannung an Pin 5 über R 133 hochgezogen wird und damit dieser Zustand festgeschrieben ist. Erst durch Betätigen des Tasters TA 10 erfolgt ein Reset des Ausfall-Indikators.

Damit sich auch dann ein definierter Zustand einstellt, wenn kein Eingangssignal vorliegt, wird mit R 131 eine geringfügige positive Vorspannung auf Pin 5 des IC 24 B gegeben, so daß auch in diesem Fall D 44 aufleuchtet.

### Das Generatorschaltbild

Die Generierung der 4 Sinusfrequenzen von 20 Hz, 1 kHz, 10 kHz und 20 kHz zur definierten Speisung der mit dem SVF 7000 zu testenden Geräte ist in Abbildung 3 gezeigt. Damit die Frequenzen quartzgenau und stabil anstehen, werden sie aus dem quartzgesteuerten Takt des Prozessorteils gewonnen. Hierauf gehen wir im nächsten Abschnitt der Schaltungsbeschreibung (Prozessorschaltbild) noch ausführlich ein. An dieser Stelle nehmen wir zunächst einfach das Vorhandensein der 4 entsprechenden Rechteckfrequenzen an.

Grundgedanke beim vorliegenden Generatorsteil ist die Tatsache, daß ein Rechtecksignal mathematisch zerlegt werden kann in sinusförmige Kurvenverläufe mit unterschiedlicher Frequenz und Amplitude. Bei einem Rechteck von 1 kHz ist die zugehörige Sinus-Grundwelle mit 1 kHz dominierend, und die erste Oberwelle mit deutlich kleinerer Amplitude tritt bei der dreifachen Frequenz (hier: 3 kHz) auf. Werden also Frequenzanteile oberhalb 1 kHz her-



ausgefiltert, steht am Ausgang des Filters (hier: Pin 1 des IC 13 A) ein sinusförmiger Kurvenverlauf mit exakt der Frequenz des Rechtecksignals zur Verfügung. Je hochwertiger das Filter, desto geringer ist der Klirrfaktor der Sinusfrequenz, der im vorliegenden Fall bei ca. 1 % liegt.

Mit dem Operationsverstärker IC 13 A und der Zusatzbeschaltung aus C 6 bis C 9 sowie R 67, R 69 - R 71 ist ein steilflankiges 1 kHz-Tiefpaßfilter aufgebaut, das nur die Grundwelle (hier: 1 kHz) passieren läßt. Die Oberwellen werden mit hoher Qualität ausgefiltert.

In gleicher Weise ist das Filter für die 20 Hz-Frequenz mit IC 13 B und C 10 bis C 14 sowie R 72, R 74 bis R 76 aufgebaut, das Filter für 10 kHz mit IC 14 A und C 15-C 17, C 19 sowie R 77, R 79 - R 81 und letztendlich das Filter für 20 kHz mit IC 14 B und C 20 bis C 24 sowie R 82, R 84 - R 86.

Durch den elektronischen 4fach-Umschalter IC 15 kann, vom Prozessor angesteuert, eine der 4 Eingangsfrequenzen auf den Ausgang (Pin 3) durchgeschaltet werden. Die entsprechende Steuerkombination für die Schalterstellung des IC 15 wird an Pin 9, 10 eingespeist.

Die am Ausgang (Pin 3) des IC 15 anstehende Sinusfrequenz mit einer Amplitude

von ca. 1,7 V<sub>SS</sub> wird auf das Poti R 88 gegeben, mit dem von der Frontplatte aus die Amplitudeneinstellung erfolgt.

Über C 27, R 87 gelangt das Signal auf den Eingang (Pin 2) des Endverstärkers. Dieser ist mit dem Operationsverstärker IC 16 sowie den Endstufentransistoren T 25, T 26 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut. Die Verstärkung wird durch das Verhältnis von R 89 zu R 87 festgelegt und beträgt hier ca. 2,5, d. h. die Ausgangsamplitude liegt bei 4,25 V<sub>SS</sub>, entsprechend 1,5 V<sub>eff</sub>.

Damit für unterschiedliche Anwendungsfälle normgerechte Signalpegel zur Verfügung stehen, die sowohl in ihrer Amplitude als auch bezogen auf ihren Innenwiderstand den Erfordernissen entsprechen, ist der Endstufenausgang auf einen Analogschalter (IC 17) des Typs CD4052 geführt. In Verbindung mit den Widerständen R 102-R 108 werden die entsprechenden Ausgangsbedingungen hergestellt. Für den sehr niedrigen Innenwiderstand von ca. 50 Ω kann der CMOS-Schalter IC 17 nicht herangezogen werden, so daß hierfür ein separater Signalweg mit RE 5 und R 108 vorgesehen wurde.

Die so erzeugten Ausgangssignale werden auf die Cinch-Buchsen BU 5, 6 sowie die DIN-Buchse BU 7 gegeben. Zusätzlich

gelangen diese Signale über ST 3 auf eine BNC-Buchse, so daß alle gängigen Anschlußkonfigurationen verfügbar sind.

Damit die Ausgangssignale exakt gemessen werden können, ist der Pufferverstärker IC 32 vorgesehen, dessen Ausgang (Pin 6) auf den Eingang des Meßverstärkers geschaltet werden kann.

## Das Prozessorschaltbild

Abbildung 4 zeigt das Prozessorschaltbild. Zentraler Baustein ist der Mikroprozessor IC 7 des Typs 8039, der in Verbindung mit dem Programmspeicher IC 5 des Typs ELV 9033 und dem Speicher IC 6 des Typs 74LS373 das Herzstück der digitalen Schaltung des Komfort-Signalverfolgers SVF 7000 bildet. Über die Busleitung steuert der Mikroprozessor sowohl die in Abbildung 5 gezeigte Anzeigeeinheit mit der Tasterabfrage und der Relaisansteuerung als auch den kompletten Meßablauf in Verbindung mit dem 8-Bit-A/D-Wandler (IC 8) des Typs µPD7001.

Eine an seinem Eingang AO (Pin 10) anliegende Gleichspannung im Bereich zwischen 0 und 2,55 V wird in einen entsprechenden Digitalwert mit einer Auflösung von 8 Bit, entsprechend 10 mV, um-

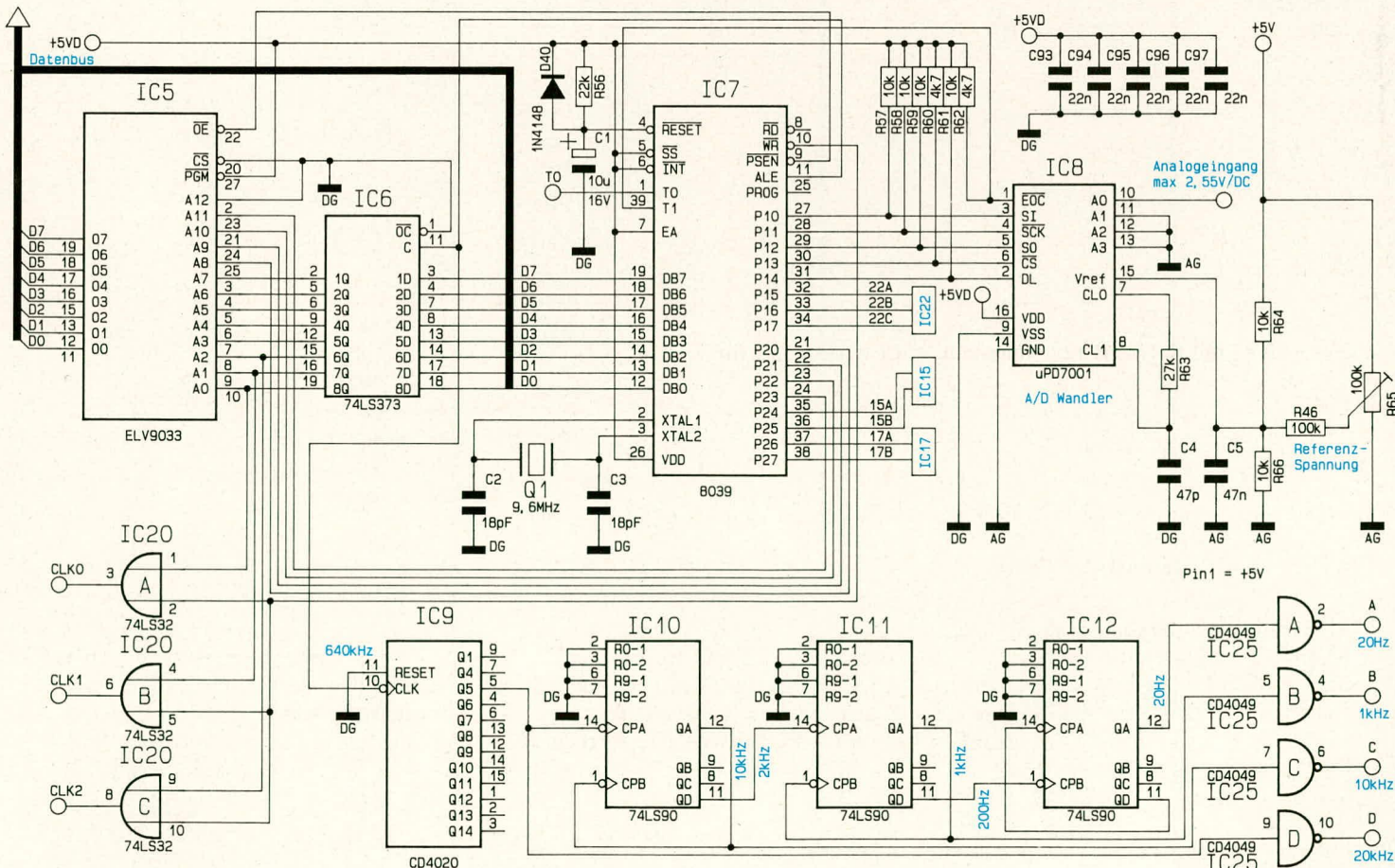
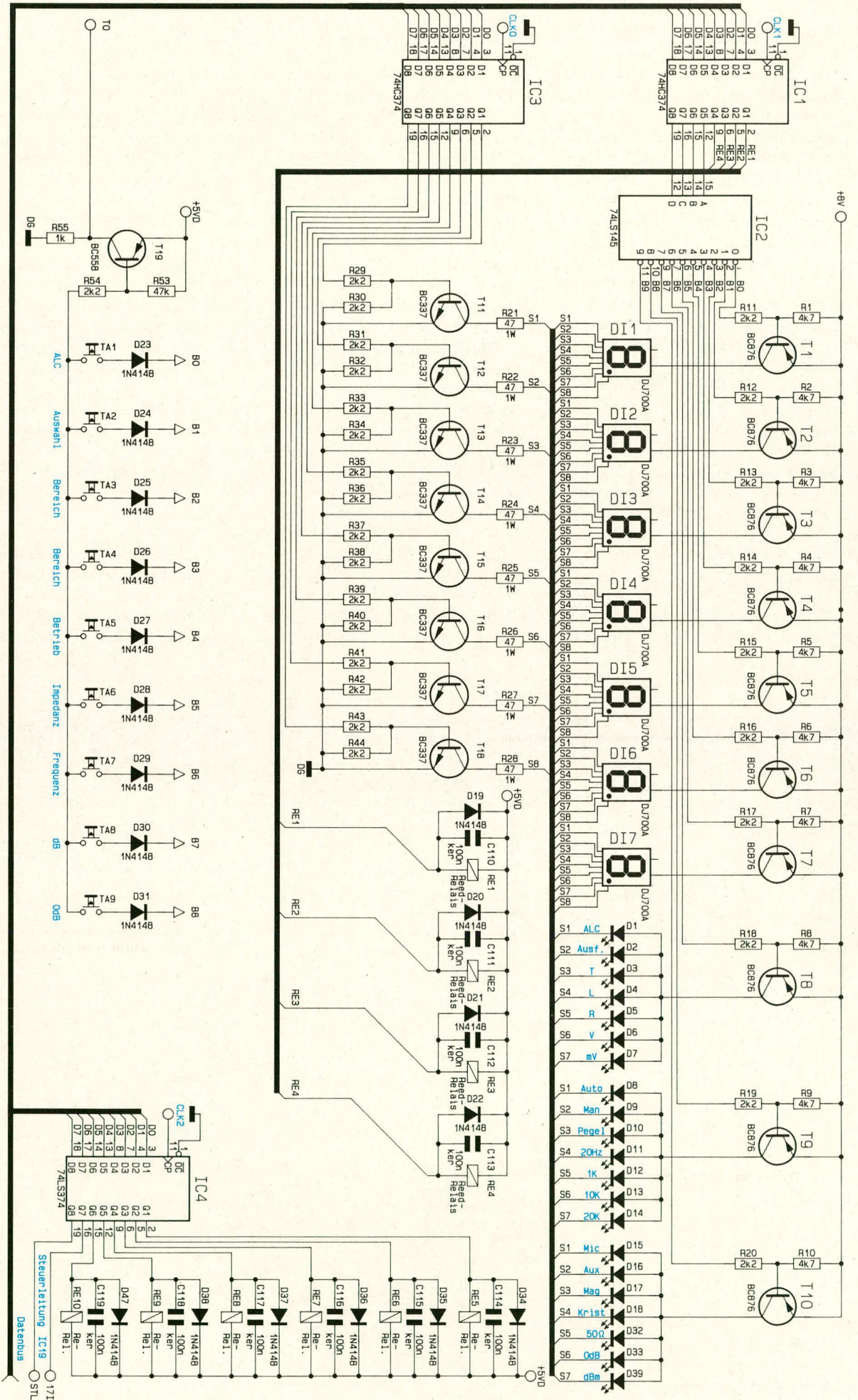


Bild 4: Prozessorschaltbild



Bild 5. Digital-Anzeige-einheit mit Tastenabfrage





gesetzt. Die zugehörige Referenzspannung wird dem IC 8 an Pin 15 zugeführt, wobei ein Feinabgleich mit dem Trimmer R 65 möglich ist.

Darüber hinaus stellt der Prozessor in Verbindung mit den 3 in IC 20 integrierten Gattern die Clocksignale CLK0, CLK1 sowie CLK2 zur Verfügung, welche den ICs 1, 3, 4 (Abbildung 5) als Takt dienen. Ebenfalls vom Prozessor IC 7 werden die elektronischen Schalter IC 15, 17, 22 direkt angesteuert.

Die Sinus-Ausgangsfrequenzen des im SVF 7000 integrierten Generatorteils von 20 Hz, 1 kHz, 10 kHz sowie 20 kHz werden quazgenau aus einem Rechtecksignal erzeugt, das seinen Ursprung im Taktoszillator des zentralen Mikroprozessors IC 7 hat.

Der Prozessor erzeugt mit Hilfe der externen Beschaltung, bestehend aus dem Quarz Q 1 sowie den beiden Kondensatoren C 2, C 3, eine Frequenz von 9,6 MHz. Diese wird intern durch 15 geteilt und dient dem Prozessor als Taktsignal. Zusätzlich ist diese Frequenz von 640 kHz am ALE-Ausgang (Pin 11) herausgeführt. Von dort wird sie auf den Eingang des IC 9 gegeben und zunächst durch 32 geteilt. Am Ausgang dieses ICs steht dann die höchste der 4 Generatorfrequenzen, in unserem Fall 20 kHz, zur Verfügung. Die weiteren ICs (IC 10, 11, 12) nehmen eine entsprechende zusätzliche Teilung vor, so daß auch 10 kHz, 1 kHz sowie 20 Hz bereitstehen. Mit Hilfe der 4 Inverter (IC 25 A, B, C, D) erfolgt eine Pegelanpassung, damit den nachfolgenden, in Abbildung 3 dargestellten Filterstufen ein exakt definierter Pegel zuge-

führt werden kann.

Zum Abschluß der Beschreibung des Prozessorschaltbildes bleibt noch die automatische Reset-Schaltung zu erwähnen. Im Einschaltmoment zieht der Kondensator C 1 den Reset-Eingang (Pin 4) des Prozessors (IC 7) auf Low-Potential, wodurch definierte Anfangs-Bedingungen erzeugt werden. Über R 56 wird C 1 aufgeladen, und der Prozessor geht in seinen Betriebsmodus über.

### Die Anzeigeeinheit

In Abbildung 5 ist das Schaltbild der digitalen Anzeigeeinheit mit der Tastenabfrage und der Relaisansteuerung gezeigt. Die Informationen erhält dieser Schaltungsabschnitt vom Prozessorteil, der seine Steuerimpulse auf die 3 Speicher IC 1, 3, 4 gibt.

IC 2 steuert daraufhin über die Vorwiderstände R 11 bis R 20 die Basen der Digit-Treibertransistoren T 1 bis T 10 an. Über deren Kollektoren werden die 7 Digits der im Multiplexverfahren betriebenen Digitalanzeigen sowie die Anoden der Leuchtdioden D 1 bis D 18, D 32, D 33, D 39 gespeist.

Die Ausgänge Q1-Q4 des IC 1 steuern die Relais RE 1 bis RE 4 direkt an.

Das IC 3 treibt mit seinen 8 Ausgängen Q 1-Q 8 über Vorwiderstände die Basen der Segment-Treibertransistoren T 11-T 18. In deren Kollektorleitungen liegen die Strombegrenzungswiderstände R 21-R 28.

IC 4 erhält seine Steuerinformationen ebenfalls vom Datenbus und treibt über seine Ausgänge direkt die Relais RE 5 bis RE 10.

Die Abfrage der 9 Steuertasten TA 1 bis TA 9 erfolgt mit Hilfe des Prozessor-Steuerengangs T 0. Hierzu liegen die betreffenden Taster über die Entkopplungsdioden D 23 bis D 31 an den Ausgängen B 0-B 8 des IC 2. Sobald ein Taster betätigt wurde, schaltet in einem definierten Zeitraaster T 19 durch und zieht den Prozessor-eingang T 0 auf High-Potential. Hierdurch erkennt der Prozessor, welche Taste betätigt wurde, und benötigt dafür nur eine einzige Steuerleitung (T 0).

### Das Netzteil Schaltbild

Voraussetzung für die Funktion jedes elektronischen Gerätes ist die Betriebsspannung. Der Stromversorgungsteil des SVF 7000 ist in Abbildung 6 dargestellt.

Die 230 V-Netzwechselspannung wird der Schaltung an den Platinenanschlußpunkten ST 25 und ST 30 zugeführt und gelangt über die Schmelzsicherung SI 1 sowie den Netzschalter S 1 auf die Primärwicklung des Netztransformators TR 1. Dieser besitzt 2 Sekundärwicklungen, von denen die eine (ST 19, 22) für die positive 12 V-Versorgungsspannung zuständig ist. Über die als Brückengleichrichter geschalteten Dioden D 48 bis D 51 erfolgt eine Gleichrichtung und mit C 54 die anschließende Siebung. Der Festspannungsregler IC 27 generiert daraus in Verbindung mit C 55 bis C 57 eine stabilisierte +12 V-Versorgungsspannung, die unter anderem zum Betrieb der Lautsprecher-Endstufe dient.

Aus der zweiten Sekundärwicklung wird in Verbindung mit D 52, C 58 eine positive und mit D 53, C 62 eine negative Spannung erzeugt, woraus dann mit Hilfe der nachgeschalteten Festspannungsregler IC 28 (+5 V) und IC 29 (-5 V) die positive und die negative 5 V-Betriebsspannung gewonnen wird. Die Kondensatoren C 59 bis C 61 sowie C 63 bis C 65 dienen der Stabilisierung und Störpulsunterdrückung.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, daß direkt am Ausgang des IC 28 (Pin 3) der Strompfad aufgeteilt wurde, und zwar in den Zweig „+5 VD“ und „+5 V“. Letzterer ist separat geführt, so daß eine möglichst geringe Störbelastung für besonders empfindliche Schaltungsteile sichergestellt ist. Ähnlich verhält es sich mit der Masseführung, die in „AG“ (Analog-Ground) und „DG“ (Digital-Ground) aufgeteilt wurde.

Die Spulen L 1 und L 2 verhindern, daß hochfrequente Störungen, die vom Prozessor herrühren, zur analogen Spannungsversorgung gelangen.

Damit ist die Beschreibung der komplexen Schaltung des SVF 7000 abgeschlossen. Im dritten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen dann den Nachbau und die Inbetriebnahme dieses anspruchsvollen Signalverfolgers vor.

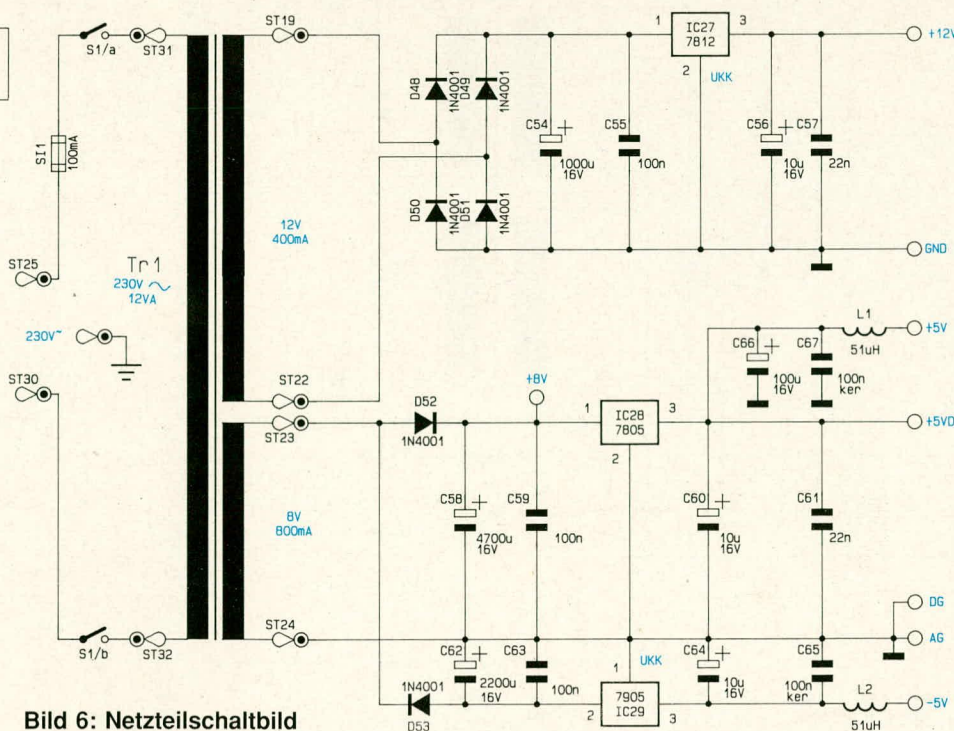


Bild 6: Netzteil Schaltbild