

Komfort-Signalverfolger SVF 7000

Teil 1

Signalverfolger, Signalgenerator, Ausfallindikator und mV-/Voltmeter mit echter Effektivwertmessung in einem Gerät - das sind die Eckdaten des mikroprozessorgesteuerten SVF 7000, der zudem vergleichsweise einfach selbst aufgebaut werden kann.

Allgemeines

In Zusammenarbeit mit führenden Zulieferern der Radio- und Fernsehindustrie wurde von ELV ein Signalverfolger/Signalinjektor der Spitzenklasse entwickelt.

Verschiedene quarzgenaue Sinus-Testfrequenzen mit wählbaren, normgerechten Ausgangsimpedanzen werden dem zu prüfenden Gerät angeboten. Nach Durchlaufen des Testgerätes erfolgt die Wiedergabe wahlweise über einen internen oder externen Lautsprecher oder über Kopfhörer. Hierbei wird die Lautstärke vollautomatisch angepaßt und auch bei extremen Pegelunterschieden optimiert.

Ein integrierter Ausfall-Indikator ermöglicht das sichere Erkennen von Pegel einbrüchen, z. B. aufgrund von Wackelkontakten.

Zur präzisen Messung der NF-Pegel stehen 2 getrennte Digital-Displays zur Verfügung. Hiermit können sowohl Absolutpegel als auch Verstärkungsfaktoren (in dB), bezogen auf einen frei wählbaren Bezugspegel, abgelesen werden. Die Meßbereiche werden dabei mikroprozessorgesteuert im Sekundenbruchteil vollautomatisch den Erfordernissen angepaßt.

Darüber hinaus ist dieses anspruchsvolle Gerät auch als extrem breitbandiges NF-mV-/Voltmeter einsetzbar, und zwar in einem Bereich von mehr als 7 Dekaden (!). Der größte Meßbereich beträgt 256 V, d.h. auch die 230 V-Wechselspannung ist noch meßbar, während der kleinste Meßbereich mit 2,56 mV eine Auflösung von 0,01 mV besitzt.

Ein weiteres Feature, das zwar nicht unbedingt zu einem Signalverfolger gehört,

aber trotzdem im Audio-Bereich recht interessant und nützlich ist, stellt die Pseudo-Wattmeterfunktion des SVF 7000 dar. In diese Meßart gebracht, zeigt das Gerät auf dem linken Display den Spitzenwert und auf dem rechten Display den Momentanwert der dem Lautsprecher zugeführten Leistung an, bezogen auf einen vorher zu erfassenden Innenwiderstand.

Alles in allem stellt der SVF 7000 ein Audio-Meßgerät mit einer überragenden Leistungsvielfalt dar, das, erst einmal in Gebrauch, wohl kaum ein Servicetechniker missen möchte.

Bevor wir uns der aufwendigen und dennoch gut selbst nachbaubaren Schaltung widmen, wollen wir zunächst im ersten Teil dieses Artikels die kompletten Leistungsmerkmale anhand der Bedienung des Gerätes beschreiben, gefolgt von der Erläuterung des Blockschaltbildes.

Bedienung

Die Versorgung des ELV-Signalverfolgers SVF 7000 erfolgt aus der 230 V-Netzwechselspannung über den eingebauten Netztransformator. Mit dem auf der Frontplatte rechts unten angeordneten Schalter wird das Gerät aktiviert.

Die folgende Beschreibung ist nach den 5 Funktionsblöcken, die der SVF 7000 dem Anwender bietet, geordnet:

1. Generatorteil/Signalinjektor
2. Akustische Signalverfolgung
3. Ausfall-Indikator
4. NF-Pegelmessung
5. Wattmeter-Funktion

Generatorteil / Signalinjektor

Der integrierte NF-Generator stellt 4 markante, quarzgenaue, klirrarmer Sinus-Frequenzen zur Verfügung für die Einspeisung in das zu testende Audiogerät. Mit dem Taster **Freq** kann zwischen 20 Hz, 1 kHz, 10 kHz und 20 kHz gewählt werden.

Mit dem links daneben angeordneten Impedanz-Taster **Imp** wird sowohl der Innenwiderstand als auch die maximale Pegelhöhe des Ausgangssignals vorgegeben. Es kann zwischen **Mic** (Mikrofon), **Aux** (Auxiliary/Universal), **Mag** (Tonabnehmer magnetisch), **Krist** (Tonabnehmer Kristall) sowie einem **50Ω**-Ausgang gewählt werden. Bei jeder Tastenbetätigung schaltet die Leuchtdiodenanzeige um eine Position weiter.

Unterhalb von Frequenz- und Impedanzschalter sind die Ausgangsbuchsen sowie der Pegelregler angeordnet. Links ist die 5polige, normgerecht beschaltete Stereo-DIN-Buchse zu finden, rechts daneben die beiden Cinch-Buchsen für den linken und rechten Ausgangskanal und wiederum

daneben eine BNC-Buchse. Mit dem ganz rechts angeordneten Pegelregler kann die Ausgangs-Pegelhöhe zwischen Null und Maximum stufenlos eingestellt werden, wobei automatisch der Maximal-Pegel in Verbindung mit der gewählten Impedanz dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechend optimiert wird. Folgende im Audiobereich üblichen Signale stehen zur Verfügung:

1. Mikrofonpegel mit max. 10 mV an 600 Ω
2. Aux mit max. 1,4 V an 47 kΩ
3. Tonabnehmer-Magnetsystem mit max. 100 mV an 47 kΩ
4. Tonabnehmer-Kristallsystem mit max. 1,4 V an 100 kΩ
5. Niederohmiger Ausgang mit max. 1,4 V an 50 Ω

Zusätzlich kann der eingestellte Ausgangspegel auf den beiden Digitalanzeigen abgelesen werden, wenn der betreffende Meßbereich mit dem Auswahlaster (zwischen den beiden Digitalanzeigen angeordnet) eingestellt wurde (Pegel Out). Die linke Anzeige weist den Meßwert in mV aus, während die rechte Anzeige den zugehörigen dB-Wert ausgibt. Hierauf gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels jedoch noch näher ein.

Akustische Signalverfolgung

Die wesentliche Aufgabe eines NF-Signalverfolgers ist, wie der Name schon sagt, die Verfolgung von Signalen innerhalb eines Audiogerätes. Hierbei können die dem Prüfling eingespeisten Signale sowohl aus einer externen Quelle (z.B. Musiksignale) herrühren als auch von einer Konstantsignal-Quelle kommen. Letzteres ist für die Fehlersuche an Audiogeräten empfehlenswert, weshalb der SVF 7000 einen integrierten Generatorteil mit angepaßten Ausgangspegeln besitzt.

Im linken Frontplattenbereich sind unten die Eingangsbuchsen für die Signaleinspeisung angeordnet. Hierzu stehen eine BNC-Buchse, etwa für den Anschluß eines Tastkopfes, wie er auch bei Oszilloskopen Verwendung findet, zur Verfügung sowie 2 Cinch-Buchsen für den linken und rechten Kanal sowie zur Vervollständigung eine dazu parallelgeschaltete, normgerechte 5polige Stereo-DIN-Buchse.

Mit dem ganz links angeordneten Taster **In** kann wahlweise zwischen dem Tastkopfeingang, linkem sowie rechtem Stereokanal (Cinch- und DIN-Buchse) umgeschaltet werden. Hierdurch sind vergleichende Messungen z.B. an Stereo-Verstärkern möglich, ohne daß die betreffenden Eingangsklemmen umgesteckt werden müssen. Der betreffende Meßmodus wird über die zugeordneten Leuchtdioden angezeigt.

Die Signalwiedergabe erfolgt wahlweise über den eingebauten Lautsprecher, eine

auf der Geräterückseite anzuschließende externe Lautsprecherbox, die gleichzeitig den Innenlautsprecher abschaltet, oder über einen Kopfhörer. Letzterer wird an die 3,5 mm-Klinkenbuchse ganz rechts auf der Frontplatte angeschlossen und besitzt die höchste Priorität, d.h. ist der Kopfhörer eingesteckt, sind interner Lautsprecher und eine eventuell extern angeschlossene Box deaktiviert.

Der rechts angeordnete Lautstärkeregel ermöglicht die individuelle Einstellung der Signalgröße, wobei die maximale Ausgangsleistung auf ca. 2 W begrenzt ist.

Ein Entzerrer für magnetische Tonabnehmersysteme wird automatisch zugeschaltet, sobald der Generatorausgang auf **Mag** geschaltet wird. Hierdurch erfolgt eine Linearisierung der Übertragungskennlinie derartiger Tonabnehmersysteme.

Für die akustische Signalverfolgung wird im allgemeinen eine möglichst konstante Ausgangslautstärke unabhängig von der Eingang-Meßsignalgröße gewünscht, da Lautstärkeschwankungen die Qualitätsbeurteilung eines NF-Signals i. a. sehr erschweren.

Hierzu steht dem Anwender eine im SVF 7000 integrierte automatische Lautstärkeregelung (ALC = automatic loudness control) zur Verfügung, die mit der ganz links oben auf der Frontplatte angeordneten Taste **ALC** zu aktivieren ist. Die links daneben angeordnete Kontroll-LED signalisiert diese Funktion. Durch erneute Betätigung der betreffenden Taste entfällt die Aussteuerungsautomatik, und Lautstärkeschwankungen innerhalb eines Meßbereiches werden hörbar.

Soll auch keine automatische Meßbereichsumschaltung erfolgen, so ist mit der Funktions-Auswahl Taste (zwischen den beiden Digitalanzeigen) der manuelle Betrieb anzuwählen (**Man**). Im allgemeinen empfiehlt es sich aber, den Ausgangspegel durch die Meßbereichswahlautomatik und die Aussteuerungsautomatik konstant zu halten. Dem Anwender stehen hier mit dem SVF 7000 jedoch alle individuellen Möglichkeiten offen.

Auf die Meßbereichsumschaltung gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch detailliert ein.

Ausfall-Indikator

Ein im Audio-Servicebereich besonders nützliches Feature ist die automatische Detektierung von kurzzeitigen Aussetzfehlern bei den zu prüfenden Geräten. Hierzu wird der Eingang des Prüflings mit einem konstanten Signal beaufschlagt (z.B. 1 kHz vom SVF 7000) und der Ausgang des Prüflings mit einem der Meßeingänge des SVF 7000 verbunden. Nun wird entweder manuell ein geeigneter Meßbereich eingestellt oder die Meßbereichsautomatik aktiviert und anschließend der Ausfall-Indika-

tor durch Betätigen der zugehörigen Taste (links auf der Frontplatte) gesetzt: die betreffende Kontroll-LED erlischt.

Sobald ein Signaleinbruch oder ein kompletter Aussetzer im Übertragungsweg detektiert wurde, leuchtet die Kontroll-LED des Ausfall-Indikators auf. Die LED bleibt auch dann gesetzt, wenn anschließend wieder ein konstantes Signal ansteht. Durch Betätigen der betreffenden Taste erlischt die LED und ist für einen neuen Überwachungszeitraum bereit.

NF-Pegelmessung

Für die Messung von NF-Pegeln bietet der SVF 7000 drei verschiedene Möglichkeiten:

Auf dem linken Digitaldisplay wird das Meßsignal direkt in mV oder V angezeigt. Steht der Funktionswahlschalter auf **Auto**, werden die 6 Meßbereiche vollautomatisch geschaltet, und der optimale Bereich steht im Sekundenbruchteil zur Verfügung. In Stellung **Man** kann mit den beiden Tasten \uparrow und \downarrow der gewünschte Bereich manuell

gang des SVF 7000 an denjenigen Testpunkt des Prüflings gebracht, dessen Pegel als Referenzpunkt (0 dB) dienen soll. Durch Betätigen der Taste **0 dB** wird die dB-Anzeige auf **0.0** gesetzt. Werden nun mit der Meßspitze verschiedene andere Punkte abgetastet, erscheint auf der dB-Anzeige unmittelbar die Verstärkung, bezogen auf den individuell definierten Nullpunkt. Verstärkungen kleiner als 1 sind dabei mit einem Minuszeichen gekennzeichnet.

Unabhängig davon weist die linke Digitalanzeige weiterhin den absoluten Spannungspegel aus, jedoch nach Art eines Voltmeters mit einem auf den NF-Bereich angepaßten großen Frequenzbereich.

Selbstverständlich kann auch die eigene Ausgangsspannung vom Generorteil als Bezugspegel gewählt werden. Hierzu wird mit der Funktionstaste der Bereich **Pegel Out** angewählt, und auf dem linken Display erscheint die NF-Ausgangsspannung in mV. Durch Betätigen des Tasters **0 dB** dient jetzt der momentane Ausgangspegel des integrierten Generators als 0-dB-Punkt.



Ansicht des betriebsfertigen Komfort-Signalverfolgers SVF 7000

angefahren werden. Diese beiden Tasten befinden sich direkt rechts neben der linken Digitalanzeige.

Auf dem rechten Digitaldisplay erscheint der zu dem jeweiligen Meßwert gehörende NF-Pegel in dB, und zwar gleichzeitig zu der Spannungsangabe auf dem linken Display.

Die Anzeige des rechten Displays kann nun wahlweise in dBm erfolgen, d.h. bezogen auf den Normpegel von 775 mV (durch Betätigen der betreffenden Taste rechts neben der Kontroll-LED), oder alternativ dazu bezogen auf einen frei wählbaren Pegel.

Dieses Feature des SVF 7000 ist besonders nützlich, da z.B. der Pegel am Verstärkereingang mit 0 dB markiert werden kann und nun auf der Anzeige sofort die Verstärkung an jedem beliebigen Meßpunkt des Prüflings direkt in dB abgelesen werden kann, ohne daß umgerechnet werden muß. Die genaue Vorgehensweise bei dieser Betriebsart läuft wie folgt ab:

Zunächst wird in den Prüfling ein konstantes Signal eingespeist und der Meßein-

Wie aus dieser Formel ersichtlich ist, geht der Widerstand (Lautsprecher-Impedanz) in das Ergebnis ein. Ist er bekannt und hinreichend konstant, so kann die Leistung allein aufgrund einer Spannungsmessung bestimmt werden. Da der Widerstandswert jedoch vom SVF 7000 nicht gemessen, sondern manuell eingegeben wird, bezeichnen wir diese Funktion als Pseudowattmeter. Der Meßablauf sieht im einzelnen wie folgt aus:

Zunächst werden die beiden rechts neben dem linken Digitaldisplay angeordneten Tasten \uparrow und \downarrow zur manuellen Bereichswahl gleichzeitig betätigt. Auf dem Display erscheint die Nenn-Impedanz **4.0**. Durch Betätigen der Taste \downarrow wechselt die Anzeige auf **2.0** und durch nochmalige Betätigung auf **1.6**. Wird statt dessen die Taste \uparrow gedrückt, erscheinen nacheinander die Impedanzen 4,0 Ω , 5,0 Ω , 8,0 Ω und 16 Ω . Vier Sekunden nach der letzten Betätigung zeigt das linke Display die Spitzenleistung in Watt mit einer Auflösung von 1 W und das rechte Display die gemittelte Momentanleistung, ebenfalls in Watt mit einer Auflösung von 0,1 W, an.

Soll die Lautsprecher-Impedanz geändert oder eine neue Messung gestartet werden, so ist eine der eben genannten Auswahltasten zu betätigen, wobei die erste Betätigung nur die Impedanzanzeige aktiviert und erst die nächste Betätigung eine Änderung hervorruft.

Will man diesen Meßbereich wieder verlassen, sind die beiden Tasten wiederum gleichzeitig zu drücken.

Die Meßsignalzuführung erfolgt auch in der Wattmeter-Funktion über eine der mit dem Taster **In** anwählbaren Eingangsbuchsen.

Meßbereichsumschaltung

Zum Abschluß der Bedienungsanleitung soll die Meßbereichsumschaltung separat noch näher betrachtet werden. Insgesamt stehen sechs Spannungsmeßbereiche mit folgenden Endwerten zur Verfügung:

1. 2,56 mV
2. 25,6 mV
3. 256 mV
4. 2,56 V
5. 25,6 V
6. 256 V

Der kleinste Meßbereich besitzt eine Auflösung von 0,01 mV, entsprechend 10 μ V (!), während der größte Meßbereich sogar die 230 V-Netzwechselspannung messen kann. Angezeigt werden jeweils die echten Effektivwerte der Spannungen im gesamten relevanten Audio-Frequenzbereich.

Mit der Funktionstaste zwischen den beiden Digitaldisplays kann wahlweise die sehr schnelle automatische Meßbereichsumschaltung angewählt oder auf manuelle Meßbereichswahl (mit den beiden links

Wattmeter-Funktion

Gerade in Verbindung mit Verstärkern besteht vielfach der Wunsch, die Ausgangsleistung zu messen. Für eine exakte Messung ist ein Strommesser und ein Spannungsmesser erforderlich, der verknüpft über einen 4-Quadranten-Multiplizierer daraus die tatsächliche Ausgangsleistung des betreffenden Verstärkers ermittelt. Ist jedoch der Belastungswiderstand (z. B. der Innenwiderstand der angeschlossenen Lautsprecherbox) bekannt, reicht es näherungsweise, die Spannung zu messen und daraus unter Berücksichtigung der Anschluß-Impedanz die dem Lautsprecher zugeführte Leistung nach der Formel $P = U^2/R$ zu errechnen. (Die bei Lautsprecherboxen auftretenden, relativ geringen Phasenverschiebungen zwischen Strom und Spannung bleiben also unberücksichtigt.)

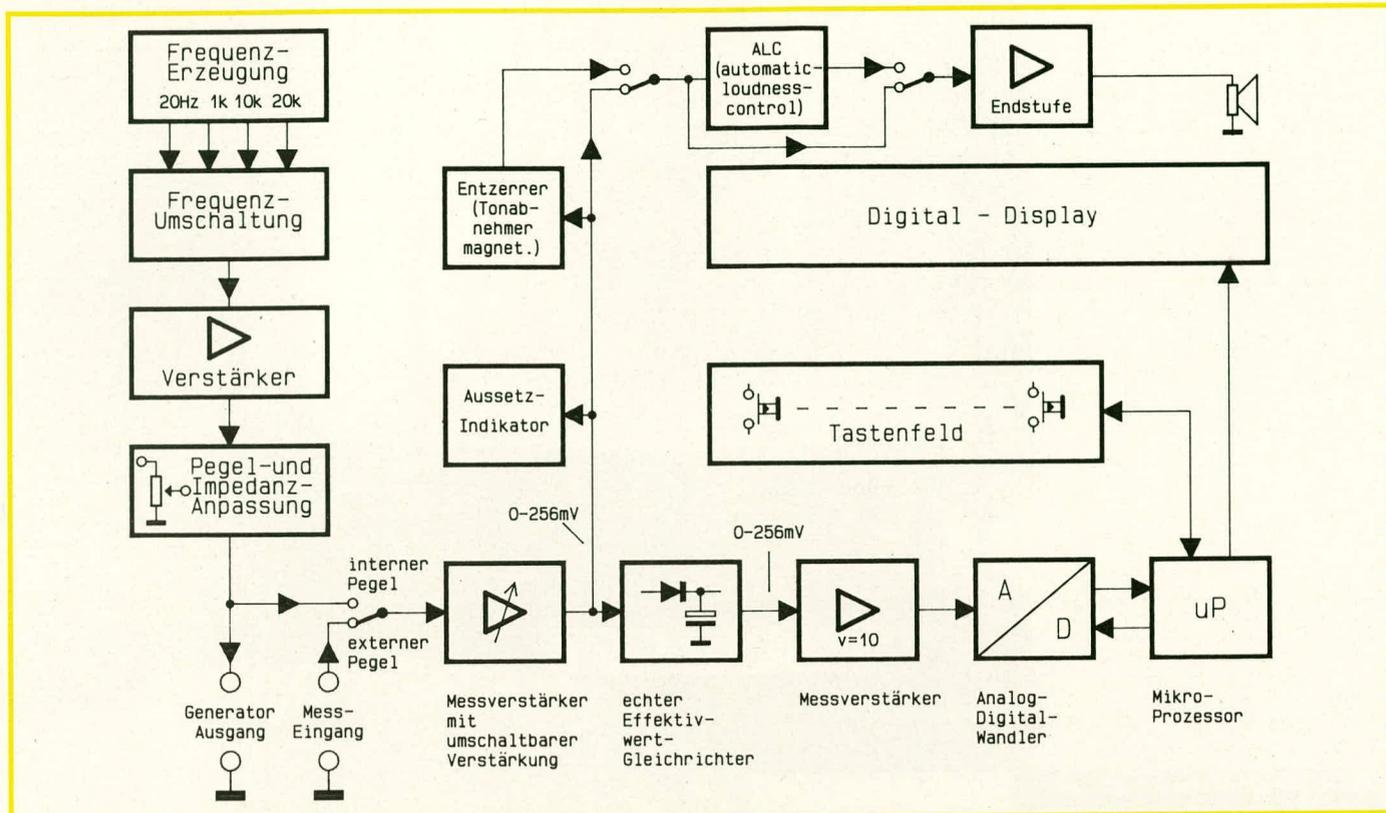


Bild 1: Blockschaltbild des Komfort-Signalverfolgers SVF 7000 mit allen wesentlichen Funktionseinheiten

Das Blockschaltbild

In Abbildung 1 ist das Blockschaltbild des ELV-Komfort-Signalverfolgers SVF 7000 dargestellt.

Links im Bild ist der Frequenzgenerator zu sehen mit seinen quarzgenauen Sinusfrequenzen von 20 Hz, 1 kHz, 10 kHz sowie 20 kHz. Es schließt sich die vom zentralen Mikroprozessor gesteuerte Frequenzumschaltung an, gefolgt von einem Verstärker. Im Ausgangskreis liegt eine ebenfalls vom Mikroprozessor kontrollierte Pegel- und Impedanz-Anpassungsschaltung, die dafür sorgt, daß die Impedanzen am Generatorausgang zu den eingestellten Pegeln korrespondieren.

Die vom zu prüfenden Audiogerät kommende Meßspannung gelangt über einen Schalter auf den Eingang des Meßverstärkers, der wahlweise auch den Pegel des integrierten Generators abfragen kann. Die Verstärkung wird auch hier vom zentralen Mikroprozessor den Erfordernissen entsprechend angepaßt.

Am Ausgang des Meßverstärkers steht die Meßspannung an, normiert auf einen Meßbereichsendwert von 256 mV_{eff}. An dieser Stelle erfolgt die Aufteilung zu verschiedenen Punkten des Signalverfolgers.

Zunächst wird die soweit aufbereitete Spannung auf einen echten Effektivwertgleichrichter gegeben, gefolgt von einem Zehnfach-Meßverstärker. Anschließend wird das Signal über einen Analog-Digital-Wandler digitalisiert und dem Mikroprozessor zugeführt. Die komplexen Verarbeitungsroutinen steuern dann das Digital-Display so an, daß der betreffende Meßwert direkt abgelesen werden kann. Außerdem nimmt der Prozessor die Tastenfeld-Abfrage zur Funktions- und Meßbereichsumschaltung vor.

Daneben wird die Ausgangsspannung des Meßverstärkers auf den Aussetz-Indikator gegeben, mit dessen Hilfe Signaleinbrüche und -unterbrechungen zuverlässig festgestellt werden können.

Darüber hinaus wird die Meßspannung über zwei elektronische Schalter auf den Eingang der NF-Endstufe und von dort auf den integrierten Lautsprecher weitergeführt. Über die beiden eben erwähnten elektronischen Schalter besteht die Möglichkeit, sowohl einen Entzerrer für magnetische Tonabnehmersysteme als auch die automatische Lautstärkeregelung in den Signalweg einzuschleifen.

Die gesamte Funktions- und Ablaufsteuerung wird vom zentralen Mikroprozessor kontrolliert, der auch alle erforderlichen Umrechnungen und Normierungen vornimmt.

In der kommenden Ausgabe des ELV journal stellen wir Ihnen dann das komplette Schaltbild vor, gefolgt von Nachbau und Inbetriebnahme.

daneben angeordneten Tastern) geschaltet werden. Eine weitere Betätigung des Funktionstasters läßt die dritte LED **Pegel Out** aufleuchten, und auf dem Display erscheint der momentane Ausgangspegel des Generatorteils.

Auf dem rechten Digitaldisplay erscheint korrespondierend zur Spannungsanzeige der Meßwert in dB, und hier wahlweise bezogen auf den Normpegel von 775 mV oder auf einen individuell definierten Bezugspegel.

Damit der riesige Meßbereichsumfang von 10 µV bis über 200 V abgedeckt werden kann, sind extrem hochwertige Vorverstärker in Verbindung mit einer mikroprozessorgesteuerten Meßbereichsumschaltung im SVF 7000 integriert, so daß tatsächlich eine Dynamik von rund 150 dB (!) erreicht wird. Bei der reinen Signalverfolgung braucht die automatische Aussteuerungsschaltung (ALC) lediglich in einem Bereich von rund 20 dB zu regeln, damit der Ausgangspegel zur akustischen Signalverfolgung weitgehend konstant bleibt.

Für Überprüfungen, bei denen es gilt, Lautstärkeunterschiede während der Signalverfolgung zu erkennen, empfiehlt es sich, zum einen die ALC zu deaktivieren und zum anderen auf manuelle Meßbereichswahl umzuschalten.

Nachdem wir uns ausführlich mit der Bedienung des SVF 7000 befaßt haben, kommen wir als nächstes zur Beschreibung der grundsätzlichen Funktionseinheiten, die anhand des Blockschaltbildes gut ersichtlich sind.