

6/98 Dez./Jan. Fachmagazin für angewandte Elektronik **7,80 DM**

Mehr Wissen in Elektronik

Praktische Schaltungstechnik

Audio-Rauschunterdrückung
Nachbau und Einsatzgebiete

Elektronik-Grundlagen

PIC-Grundlagen

Digitaltechnik - ganz einfach

Faszination Röhren

So funktioniert's

Aus dem All geholt, Teil 2
Auswahl der richtigen
Satelliten-Antennenanlage

Wettermeßtechnik
Funk-Wetterstation WS 2000, Teil 3

Modulationsverfahren
Varianten der
Amplitudenmodulation



Der Schallpegelmesser
Ein unentbehrliches Meßgerät
für den Umweltschutz, Teil 3



0,1 Hz - 10 MHz

Funktionsgenerator

- Funktionsgenerator FG 7000
- Power-Thermostat-Modul
- Video-Color-Processor VCP 7003
- Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010
- Funk-Wassermeldesystem, Teil 2
- PC-Technik
 - PC-IO-Interface, Teil 3
 - P-Mess4Win - Meß- und Analysesoftware, Teil 2
 - PC-DCF-Funkuhr für die serielle Schnittstelle
 - I²C-Bus-Tester

Mini-Schaltungen: schnell • nützlich • preiswert

- Frostwarner • Subwoofer-Filter • Signalverfolger SV 1000

Neu und
1998 exklusiv
bei ELV

Der neue HM403 40MHz



nur 999,-
Best.Nr.: 48-353-23

inkl.
2 Tastköpfe und
Bedienungsanleitung

Technische Daten

| | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Vertikal-Ablenkung | |
| Ablenkkoeffizienten: | 1 mV/cm bis 20V/cm |
| Eingangsimpedanz: | 1M Ω \pm 20pF |
| Eingangskopplung: | DC, AC, GND |
| Betriebsarten: | KI, KII, KI und KII |
| Horizontalablenkung | |
| Zeitkoeffizienten: | 0.2s/cm bis 0.1 μ s/cm |
| X-Dehnung: | x 10 (bis 10ns/cm) |
| Var. Hold-Off-Zeit: | ca 10:1 |
| Triggerung | |
| Betriebsarten: | automatisch (Spitzenwert), normal |
| Triggerquellen: | KI, KII KI/KII ali., Netz, extern |
| Triggerkopplung: | AC, DC, LF, TV |
| Verschiedenes | |
| Bildschirmgröße: | 8 x 10 cm |
| Kalibrator: | 1kHz/1MHz |

Der neue HM 403 basiert auf dem bewährten HM 303 und weist bei ausgezeichnetem Preis-/Leistungsverhältnis hervorragende Leistungsmerkmale auf.

Ungewöhnlich für Geräte dieser Preisklasse ist die Bandbreite der beiden Meßverstärker von 40 MHz bei -3 dB. Aufgrund der sehr flach verlaufenden Frequenzkurven ist die Darstellung von Signalen von DC bis ca. 100 MHz mit dem HM 403 absolut problemlos. Damit die Übertragungsqualität von der Tastkopfspitze bis zum Bildschirm jederzeit kontrollierbar ist, besitzt der HM 403 einen 1MHz-Kalibrator mit weniger als 5 ns Anstiegszeit.

Ein weiteres Qualitätsmerkmal ist die Triggerung des HM 403. Auch bei extrem kleinen Signalen werden noch Signale bis über 100 MHz einwandfrei stehend dargestellt. Für die exakte Triggerung von TV-Signalen verfügt das Gerät über einen aktiven Sync-Separator. Für den schnellen Test von Bauelementen ist ein Komponententester bereits eingebaut. Dieser verfügt über einen eigenen Si-

nusgenerator, womit eine besonders klirrarmer Darstellung erreicht wird. Mit seiner Einknopfbedienung wird viel Zeit gespart. Das integrierte Schaltnetzteil arbeitet ohne Netzspannungsumschaltung immer mit dem geringstmöglichen Leistungsverbrauch. Der neue HM 403 überzeugt durch praxisnahe Technik mit einfacher Bedienbarkeit und hervorragenden technischen Daten.

ELV[®] Kompetenz in Elektronik

Kreativität und Gestaltungswille an der Schnittstelle von Elektronik, Marketing und Einkauf sind gefragt

Als eine überdurchschnittlich erfolgreiche Unternehmensgruppe, die in der Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Consumer- und Business-to-Business-Elektronik - mit eigenem Versandhaus - zu den europaweit führenden Marktteilnehmern zählt, ist die rechtzeitige Erkennung von Markt- und Technologieentwicklungen sowie deren Umsetzung in attraktive Produkte für uns die Basis des Erfolges.

Die entscheidende Verantwortung dafür liegt bei Ihnen als

Produktmanager/in Consumer- und Business-to-Business-Elektronik

Ihre Aufgaben: Sie tragen die komplette Projekt-Verantwortung für eine oder mehrere Produktgruppen (z. B. Meßtechnik oder Telefon-/Kommunikationstechnik). Durch systematische Beobachtung des Marktes, des Wettbewerbes und technologischer Trends pflegen und entwickeln Sie „Ihre“ Sortimente. Sie begleiten und koordinieren alle Aktivitäten von der Entwicklung über Fertigung und/oder internationalen Einkauf bis hin zu Werbung, Kataloggestaltung und Vertrieb.

Ihr Profil: Sie sind Wirtschaftsingenieur oder Ingenieur der Elektrotechnik mit betriebswirtschaftlicher Zusatzkompetenz und vertriebsorientierter Denk- und Handlungsweise und haben bereits Berufserfahrungen im Umfeld Technik/Elektronik - Idealerweise im strategischen Einkauf und/oder Marketing für oder auf Handelsseite - gesammelt. Sie verfügen über absolut verhandlungssichere Englischkenntnisse und trauen sich Einkaufsverhandlungen im internationalen Markt zu.

Unser Angebot: Wir bieten Ihnen eine ungewöhnlich vielfältige Aufgabenstellung mit weitreichenden Gestaltungsmöglichkeiten in einer der dynamischsten und wachstumsintensivsten Branchen und ansprechender Dotierung sowie interessante Perspektiven. Firmensitz ist eine attraktive Kreisstadt in Nordwestdeutschland.

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung mit Angabe Ihrer Gehaltsvorstellung, die Sie bitte unter der Kennziffer 78216 an das Bremer Büro der von uns beauftragten Unternehmensberatung richten. Dort stehen Ihnen Frau Prieue und Herr Keuenhof unter 0421/ 439 50-19 für Fragen zur Verfügung. Weitere Informationen auch unter www.franzengruppe.de/stellen/78216.htm.

Jürgen Franzen GmbH & Co. Unternehmensberater KG

Tannenbergstraße 9a - 28211 Bremen - Tel.: 04 21-4 39 50-0
Bismarckstraße 27-29 - 50672 Köln - Tel.: 02 21-5 79 71-0



Meßtechnik

Funktionsgenerator FG 7000 42

Stromversorgungen

Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010, Teil 3 30

PC-Software

PMess Win 4, Teil 2 20

PC-Technik

- ▶ I²C-Bus-Tester 11
- ▶ PC-Funkuhr DCF 98 PC, Teil 2 19
- ▶ PC-IO-Interface, Teil 3 59

Videotechnik

Video-Color-Prozessor VCP 7003, Teil 2 53

Haustechnik

- ▶ Power-Thermostat-Modul 50
- ▶ Funk-Wassermeldesystem, Teil 2 76

Audiotechnik

- ▶ Subwoofer-Filter 6
- ▶ Signalverfolger SV 1000 64

Kfz-Technik

- ▶ Frostwarner 62

Elektronik-Grundlagen

PIC-Grundlagen, Teil 6 14
 Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 7 24
 High-End-HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker
 ELV-RVV-100 37

Praktische Schaltungstechnik

- ▶ Audio-Rauschunterdrückungs-
 system NSR 401, Teil 3 73

ELV-Serien

So funktioniert's:
 Schallpegelmesser, Teil 3 46
 Modulationsverfahren 70
 Funk-Wetterstation WS 2000, Teil 3 80
 Aus dem All geholt, Teil 2 84

Rubriken

Platinenlayouts 69
 Die Neuen 88
 Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum ... 115
 Vorschau auf die nächste Ausgabe 116

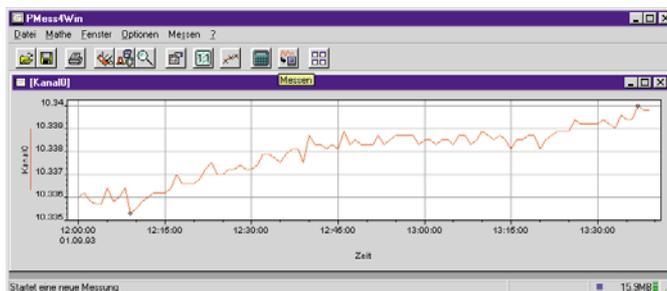
▶ besonders leicht nachbaubar

▼ Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010

Ladetechnologie der absoluten Spitzenklasse mit Ladeströmen bis zu 5 A und Entladeströmen bis zu 20 A **Seite 30**



◀ I²C-Bus-Tester zur Fehlersuche bzw. Überprüfung des I²C-Bus-Systems in elektronischen Geräten **Seite 11**



▲ PMess4Win Meß- und Analyseprogramm, das in Zusammenarbeit mit dem ELV RS232-Meß-Interface nahezu alle vorkommenden Meß- und Analyseaufgaben löst. **Seite 20**



▲ Funktions-Generator FG 7000 Der neue Funktionsgenerator mit einem Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 10 MHz und den gängigen Kurvenverläufen Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls **Seite 42**



▲ **Video-Color-Prozessor VCP 7003**
Optimierung der Bildqualität von Videoaufnahmen während des Überspielvorganges
Seite 53



▲ **Subwoofer-Filter mit NF-Detektor**
Zusatzbaugruppe zur Erweiterung einer HiFi-/Kinoton- oder Auto-HiFi-Anlage
Seite 6



◀ **Wetterstation WS 2000**
Innovative Wettermeßtechnik für jedermann
Seite 80



▲ **High-End-HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker ELV-RVV-100**
Vorverstärker für die ELV-Röhrenendstufe RV-100
Seite 37



▲ **Signalverfolger SV 1000**
zur schnellen Fehlersuche in Audiogeräten
Seite 64

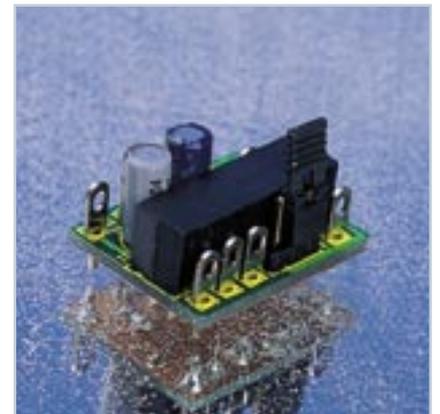
▶ **PC-Parallel-IO-Interface**
Über eine serielle Schnittstelle des PCs 16 Input- und 16 Output-Kanäle steuern
Seite 59



▼ **Frostwarner**
Einfache, zuverlässige Schaltung zur Temperaturüberwachung
Seite 62

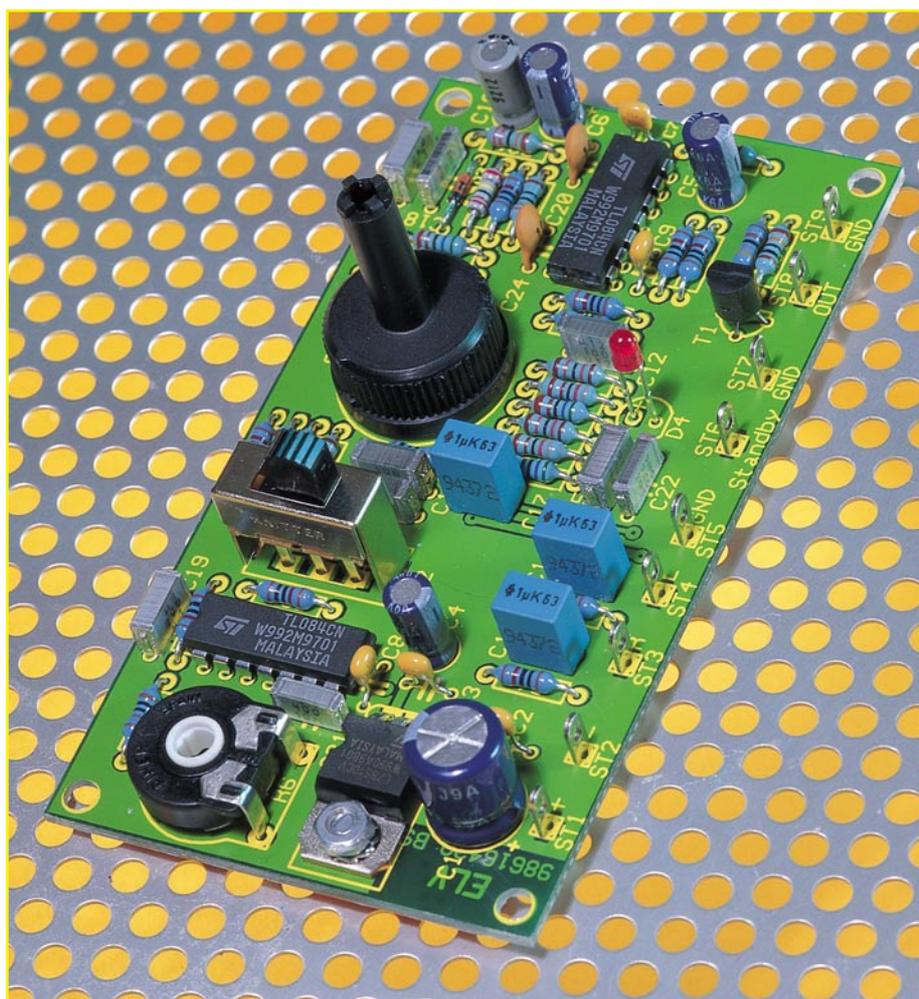


▼ **Low-Power-Thermostat-Modul**
zur Temperaturregelung in unterschiedlichen Anwendungen
Seite 50



▶ **Funk-Wassermeldesystem FWM 100**
Informiert Sie per Funk über einen evtl. Wassereinbruch
Seite 76





Subwoofer-Filter mit NF-Detektor

Das Subwoofer-Filter ist eine nützliche, preiswerte und vielseitig einsetzbare Zusatzbaugruppe zur Erweiterung einer HiFi-/Kinton-Anlage oder einer Auto-HiFi-Anlage mit einem Tiefton-Lautsprecher (Subwoofer) mit zugehöriger eigener Endstufe. Um diese automatisch durch das eintreffende NF-Signal einschalten zu können, verfügt der kompakte Filterbaustein über einen NF-Detektor mit Schaltausgang. Drei verschiedene, umschaltbare Grenzfrequenzen, eine Phasenumkehrschaltung sowie eine variable Eingangspegelanpassung ergänzen den Komfort des Subwoofer-Filters.

Klangerlebnis Bass

Heute stellt man an eine HiFi-Wiedergabe-Anlage, ob im Auto oder im Wohnraum, hohe Ansprüche bezüglich der Wiedergabequalität, dies besonders im Zeitalter der Surround-/Kinton-Wiedergabe im Heimbereich und der stark bass-forcierten Pop-Musik wie Rave, Dance und Techno. Wer z. B. einmal einen Kinofilm

mit einer guten Surround-Anlage gehört hat, der weiß, wie entscheidend eine besonders kräftige und saubere Baßwiedergabe ist.

So gut die kleinen Satellitenlautsprecher der eigenen Surround-Anlage aussehen und dank bemerkenswerten Fortschritten im Lautsprecherbau auch klingen - sie stoßen bei der Baßwiedergabe an ihre physikalischen Grenzen, auch wenn man hier mit extra weitem Membranhub, Bassreflexge-

häuse und vielen elektronischen Tricks wie Bass-Boost o.ä. arbeitet. Gute Baßwiedergabe benötigt vor allem eines: es muß möglichst viel Luft in möglichst niederfrequente Schwingungen versetzt werden. Deshalb verfügen Baßlautsprecher (Subwoofer) über eine im Vergleich zu Hoch- und Mitteltonern riesige Membranfläche (\varnothing ab 25 cm), einen großen Membranhub und benötigen entsprechend Platz. Erst solch eine Membranfläche ist in Zusam-

menarbeit mit dem Membranhub in der Lage, die entsprechende Menge Luft für die Schallübertragung anzuregen.

Voluminöse Standboxen mit integriertem Subwoofer sind nicht nur teuer, sondern passen auch nicht in jeden Wohnraum.

Also wird man bei der Erweiterung der HiFi-Anlage meist auf einen speziellen Subwoofer zurückgreifen. Da die Abstrahlrichtung von Frequenzen unter etwa 200 Hz vom menschlichen Gehör nicht mehr geortet werden kann, genügt im Gegensatz zur Mittel-/Hochtonwiedergabe (je höher die Frequenz, desto gerichtet ist die Abstrahlung, erst bei hohen Frequenzen ist eine Stereo-Ortung durch das Gehör möglich) ein Lautsprecher, der das Summensignal aus linkem und rechtem Stereokanal abstrahlt. Dieser kann aufgrund der ungerichteten Abstrahlung faktisch überall im Raum untergebracht werden, hier entscheiden nur der eigene Geschmack und die Wohnverhältnisse. Viele im Handel angebotene Subwoofer-Boxen sind recht flach gehalten, so daß sie schnell ein verstecktes Plätzchen im Raum finden (nur nicht direkt neben dem Fernsehgerät positionieren, das starke Magnetfeld führt zu Verfärbungen des Bildschirms).

Gleiches gilt sinngemäß für die Anwendung im Auto, denn auch hier sorgt erst ein kräftiger Baß für den guten Ton.

Der Handel hält die unterschiedlichsten Konfigurationen bereit. Wer eine komplett neue Anlage kauft, wird vielleicht gleich zum aktiven Subwoofer oder Receiver mit integriertem Filter greifen, das dann ganz ähnlich arbeitet wie unser Subwoofer-Filter. Auch manche Auto-Endstufen weisen ein solches integriertes Filter auf.

Nachrüst-Problem gelöst

Wer jedoch nachrüsten oder selbstbauen will, steht vor zwei Problemen: Oft genug stellt der Receiver bzw. HiFi-/Auto-Verstärker keinen speziellen Subwoofer-Ausgang zur Verfügung, so daß ein entsprechendes Filter nötig wird. Zwischen Filter und Lautsprecher gehört dann noch eine entsprechend kräftige Endstufe, die bequem vom Steuergerät aus ein- und ausschaltbar sein sollte. Denn erstens liegt der Subwoofer mit zweckmäßigerweise integriertem Verstärker, wie gesagt, meist in einer versteckten Ecke und zweitens will man es sich heute im Zeitalter der fernbedienten Geräte wohl kaum noch antun, extra zur Endstufe zu gehen und diese ein- und auszuschalten.

Eine Lösung dieser Probleme stellt die hier vorgestellte, universell einsetzbare Subwoofer-Filterbaugruppe dar. Sie ist sowohl in eine vorhandene HiFi-Anlage als auch in eine Auto-HiFi-Anlage einbindbar

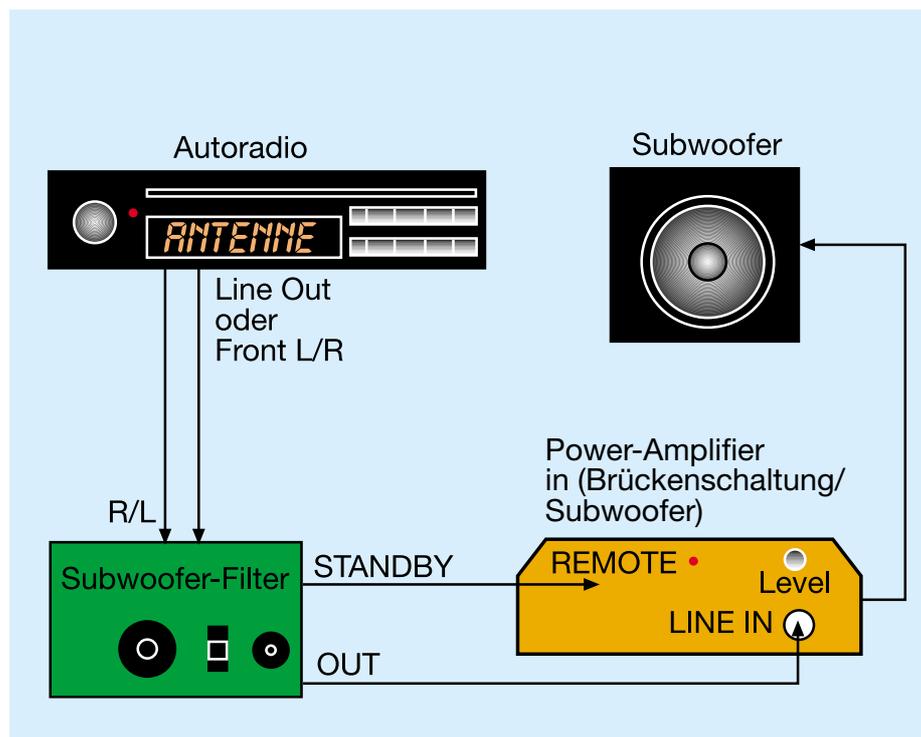
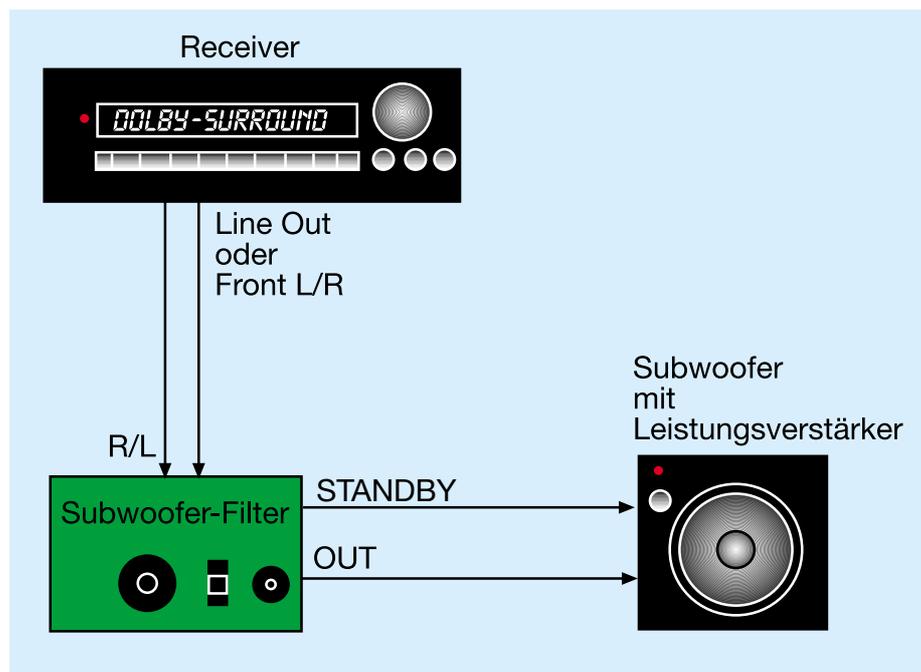


Bild 1: Mögliche Konfigurationen, in die das Subwoofer-Filter integriert werden kann

und bietet nicht nur ein einfaches Tiefpaßfilter an.

Um die sich an dieses Filter anschließende Endstufe für den Subwoofer automatisch mit dem Eintreffen des ersten Tons ein- und nach Betriebsende ausschalten zu können, verfügt die Baugruppe über einen NF-Detektor mit Schaltausgang, der sowohl einen etwa in der Endstufe vorhandenen Remote-Eingang treiben als auch die

se über ein ebenfalls ansteuerbares externes Relais schalten kann.

Zur Anpassung an die verschiedensten Ausgangssignale der Steuergeräte ist die Verstärkung in einem weiten Bereich zwischen -20 und +14 dB einstellbar. So ist die Baugruppe sowohl an Vorverstärker-Ausgänge über die vor allem viele Autoradios, aber auch fast alle A/V-Surround-Receiver verfügen, als auch direkt an die Laut-

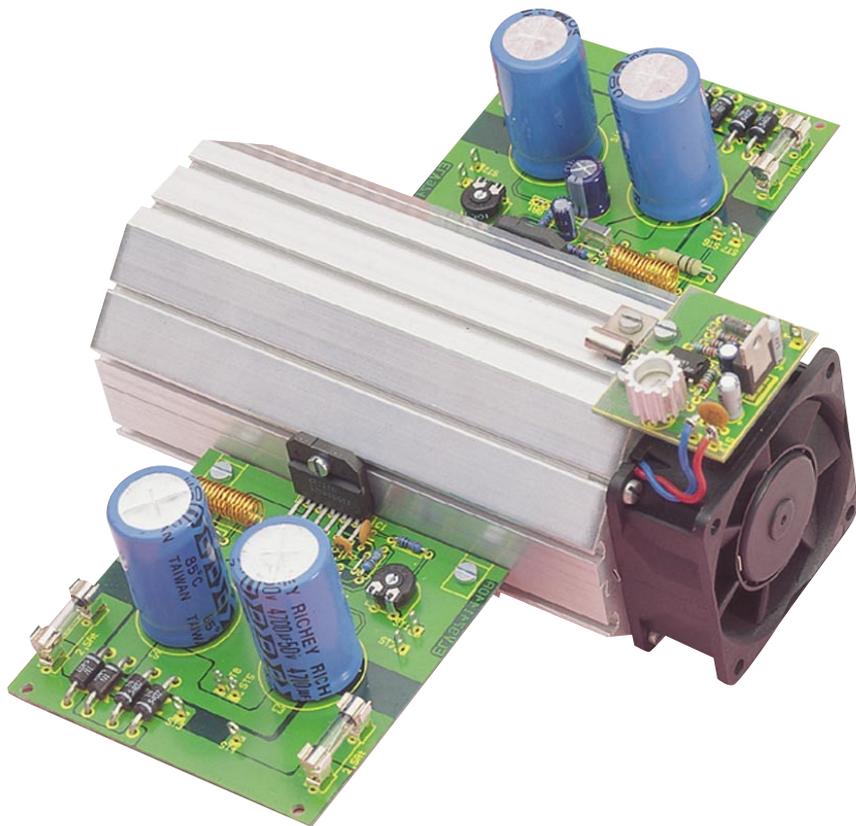


Bild 2: Solch eine kräftige Endstufe verfügt über genug Reserven, um auch einen leistungsfähigen Subwoofer ansteuern zu können.

sprecherausgänge der Front-(Stereo-) Lautsprecher anschließbar. Gleichzeitig erlaubt diese Einstellmöglichkeit in Grenzen eine

Anpassung der Wiedergabepegel von Subwoofer und Satellitenlautsprechern. Das eigentliche Filter besteht aus einem

dreifach in der Grenzfrequenz (80/120/170 Hz) schaltbaren Tiefpaß mit einer Flankensteilheit von 24 dB pro Oktave und Bessel-Charakteristik. Damit ist die Filtercharakteristik an den Frequenzgang des jeweils angesteuerten Subwoofers anpaßbar.

Das Ausgangssignal ist in der Phasenlage umschaltbar (0°/180°). Hiermit läßt sich je nach Standort des Lautsprechers ein optimaler, homogener Höreindruck im Raum einstellen.

Schließlich verfügt der kompakt gehaltene Baustein über eine eigene Spannungsstabilisierung, so daß sie in einem weiten Betriebsspannungsbereich zwischen 12 V (z. B. Auto-Bordnetz) und 35 V (z. B. Betriebsspannung der Subwoofer-Endstufe) betrieben werden kann.

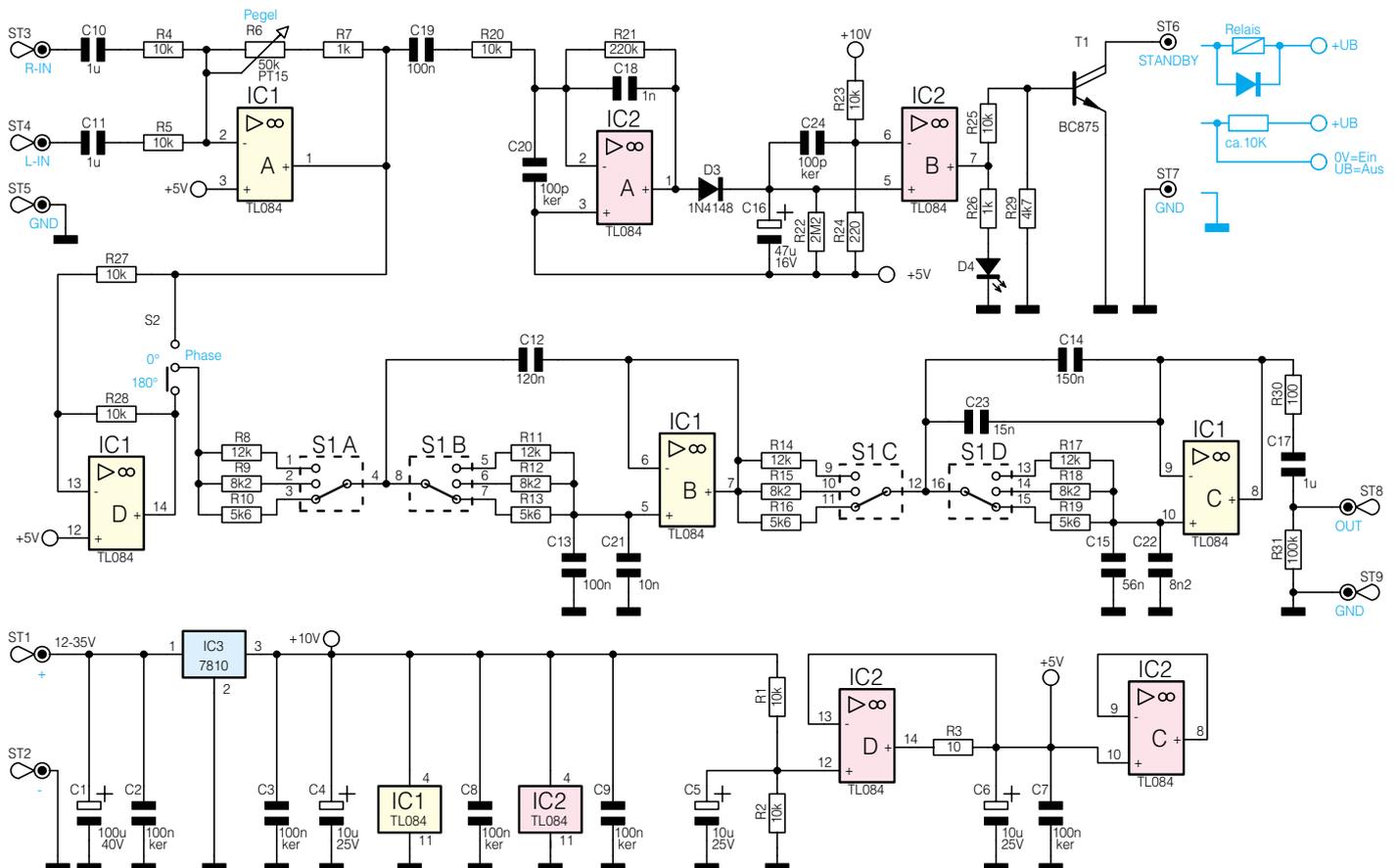


Bild 3: Schaltbild des Subwoofer-Filters

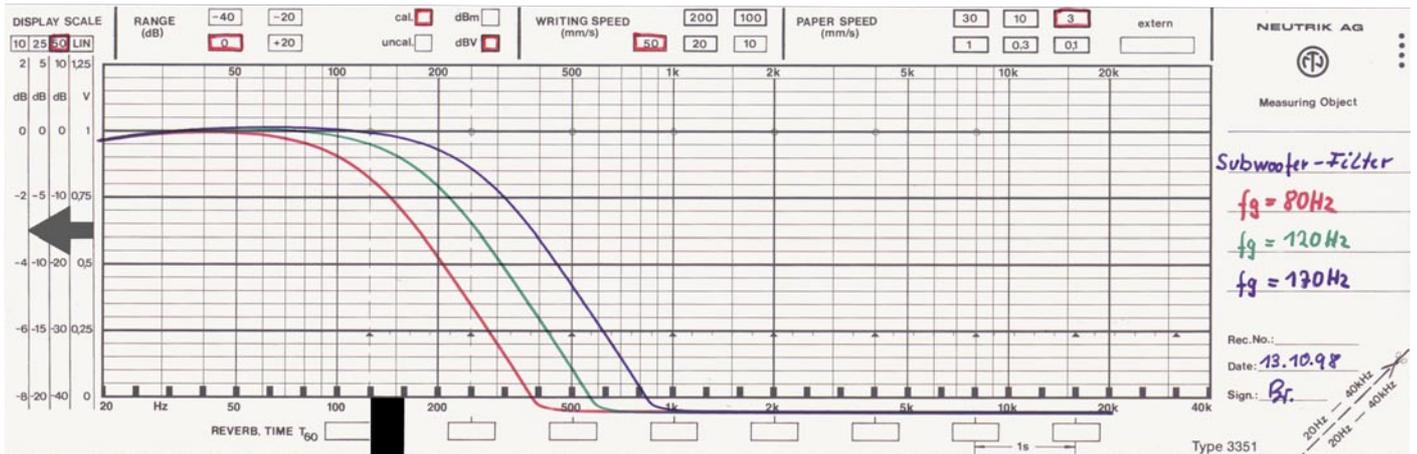


Bild 4: Frequenzgang des Subwoofer-Filters, je nach eingestellter Grenzfrequenz

Die Filterbaugruppe ist für den Einbau in das Subwoofer-Gehäuse, das zweckmäßigerweise auch Endstufe und zugehöriges Netzteil beherbergt, vorgesehen und wird deshalb als Bausatz ohne Gehäuse geliefert.

Einige mögliche Anlagen-Konfigurationen sind in Abbildung 1 zu sehen.

Wie bereits erwähnt, ist an die Filterbaugruppe ein Leistungsverstärker anzuschließen, der den Subwoofer ansteuert. Dieser Verstärker sollte ausreichend dimensioniert sein und mindestens 50 W abgeben können. Denn gerade bei bestimmten Musikgenres, wie Rave und Dance, aber auch bei der Kinofilmwiedergabe, werden erhebliche Dynamikumfänge erreicht, die eine zu schwache Endstufe schnell an seine Leistungsgrenze bringt.

Eine geeignete Endstufe ist in Abbildung 2 dargestellt, es handelt sich um einen kompakten IC-Verstärker, der eine Musikleistung von bis zu 150 W an 4 Ω bei einer Betriebsspannung von ± 28 V abgibt und im „ELVjournal“ 4/97 vorgestellt wurde.

Schaltung

Abbildung 3 zeigt das Gesamtschaltbild des Subwoofer-Filters.

Die beiden Stereo-Eingangssignale „R-IN“ und „L-IN“ werden mit dem Summierverstärker IC 1 A addiert, so daß am Ausgang von IC 1 A (Pin 1) ein Mono-Summensignal zur Verfügung steht. Die Verstärkung von IC 1 A läßt sich mit dem Trimmer R6 in einem weiten Bereich von -20 dB (x0,1) bis +14 dB (x5) einstellen.

Vom Ausgang, Pin 1 IC 1 A, gelangt das NF-Signal zum Schalter S 2. IC 1 D erzeugt eine Phasenverschiebung des Signals um 180°, so daß mit dem Schalter S 2 die Phasenlage des Ausgangssignals zwischen 0° (IC 1 D wird umgangen) und 180° umschaltbar ist.

Der eigentliche Tiefpaß besteht aus einem Besselfilter 4. Ordnung und ist mit

den OPs IC 1 B und IC 1 C aufgebaut. Die Einstellung der Grenzfrequenz des Filters erfolgt mit S1 durch Umschaltung der Widerstände (R 11 bis R 19) im Filternetzwerk. Die ebenfalls frequenzbestimmenden Kondensatoren (C12-C15, C21-C23) bleiben hingegen unverändert. Am Ausgang ST 8 und ST 9 stehen die gefilterten Baßsignale zur Weiterverarbeitung (Verstärkung) bereit. Der in Reihe zum Koppelkondensator C 17 geschaltete Widerstand R 30 verhindert ein Schwingen des OPs bei zu starker kapazitiver Belastung des Ausgangs.

In Abbildung 4 ist der Frequenzgang des Filters gezeigt.

Kommen wir nun zum NF-Detektor, der mit IC 2 A und IC 2 B aufgebaut ist. Aufgabe dieses Schaltungsteils ist es, zu erkennen, ob ein NF-Eingangssignal anliegt, um daraufhin den Schaltausgang „Standby“ zu aktivieren. Das vom Eingangsverstärker IC 1 A kommende Signal gelangt über C 19 auf die Verstärkerstufe IC 2 A, die das NF-Signal um den Faktor 22 verstärkt. D 3 richtet das verstärkte Signal gleich, so daß an C 16 eine entsprechende Gleichspannung steht. Dieser Siebelko speichert den Maximalwert der Gleichspannung. Der parallel liegende Widerstand R 22 bestimmt die Entladezeit von C 16. Ist C 16 einmal aufgeladen, so entlädt er sich relativ langsam, da R 22 relativ hochohmig ist. Dies verhindert ein Abschalten des angeschlossenen Leistungsverstärkers bei kurzen Pegelpausen im NF-Signal. Die beiden Kondensatoren C 20 und C 24 unterdrücken Störspitzen und verhindern dadurch eine Fehlfunktion durch Störungen auf der Eingangsleitung.

Der nachfolgende Komparator IC 2 B schaltet durch, wenn die Spannung an C 16 und somit an Pin 5 von IC 2 B über den Wert der festen Spannung an Pin 6 steigt. Der Spannungsteiler R 23 und R 24 legt die entsprechende Schaltschwelle fest. Nach Erkennung eines NF-Signals wechselt der Komparatorausgang von Low- auf High-

Stückliste: Subwoofer-Filter

Widerstände:

| | |
|--|---|
| 10 Ω | R 3 |
| 100 Ω | R 30 |
| 220 Ω | R 24 |
| 1k Ω | R 7, R 26 |
| 4,7k Ω | R 29 |
| 5,6k Ω | R 10, R 13, R 16, R 19 |
| 8,2k Ω | R 9, R 12, R 15, R 18 |
| 10k Ω | R 1, R 2, R 4, R 5, R 20, R 23, R 25, R 27, R 28 |
| 12k Ω | R 8, R 11, R 14, R 17 |
| 100k Ω | R 31 |
| 220k Ω | R 21 |
| 2,2M Ω | R 22 |
| Trimmer 50k Ω , PT15, liegend | R 6 |

Kondensatoren:

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| 100pF | C 20, C 24 |
| 1nF | C 18 |
| 8,2nF | C 22 |
| 10nF | C 21 |
| 15nF | C 23 |
| 56nF | C 15 |
| 100nF | C 13, C 19 |
| 100nF/ker | C 2, C 3, C 7, C 8, C 9, |
| 120nF | C 12 |
| 150nF | C 14 |
| 1 μ F/63V | C 10, C 11, C 17 |
| 10 μ F/25V | C 4- C 6 |
| 47 μ F/16V | C 16 |
| 100 μ F/40V | C 1 |

Halbleiter:

| | |
|---------------------|------------|
| TL084 | IC 1, IC 2 |
| 7810 | IC 3 |
| BC875 | T 1 |
| LED, 3mm, rot | D 4 |
| 1N4148 | D 3 |

Sonstiges:

| | |
|--|------------|
| Miniatur-Präzisionsdrehwähler, 4x3 Stellungen | S 1 |
| Print-Schiebeschalter, 2 x um | S 2 |
| Lötstift mit Lötöse | ST 1- ST 9 |
| 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm | |
| 1 Mutter, M3 | |
| 1 Fächerscheibe, M3 | |

Technische Daten

Spannungsversorgung: 12-35 V/DC
 Stromaufnahme: 30 mA (bei 12V)
 Grenzfrequenz (-3dB): 80 Hz/120 Hz/
 170 Hz (schaltbar)
 Verstärkung: -20 bis +14 dB (einstellbar)
 Sonstiges:
 Phasenlage umschaltbar: 0° und 180°,
 NF-Detektor mit „Open-Kollektor“-Ausgang
 Abmessungen 102 x 55 mm

Pegel, und der Transistor T 1 schaltet durch. Als optische Einschaltkontrolle leuchtet die LED D 4 auf. Liegt kein NF-Signal mehr an, entlädt sich der Kondensator C 16 langsam, wie erläutert, und der Komparatortausgang wechselt nach ca. 5 Minuten wieder auf Low; T 1 gesperrt.

Im Schaltbild ist zu sehen, wie zum Beispiel ein Relais für das Einschalten der Endstufe an ST 6 anzuschließen ist. Parallel zum Relais ist unbedingt eine Diode (z. B. 1N4004 o. ä.) zu schalten, da T 1 ansonsten zerstört werden kann.

Der Ausgang ST 6 kann ebenfalls den Standby-Eingang der Endstufe steuern, wie ihn viele Auto-HiFi-Endstufen und zahlreiche NF-ICs aufweisen. Hierzu ist ein

„PULL-UP“-Widerstand von ca. 10 k Ω nach +UB zu schalten (siehe Schaltbild).

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlüsse ST 1 (+) und ST 2 (-). Die Spannung sollte im Bereich von 12 V bis 35 V liegen und braucht nicht stabilisiert zu sein, da IC 1 die Stabilisierung auf 10 V vornimmt. Diese Betriebsspannung kann entweder aus dem Standby-Netzteil des zu steuernden Gerätes entnommen oder aber durch ein eigenes Steckernetzteil bereitgestellt werden. Der als Spannungsfollower arbeitende OP IC 2 D erzeugt eine Spannung von 5 V, die den OPs als virtuelle Masse dient.

Nachbau

Die Platine des Subwoofer-Filters ist doppelseitig ausgeführt und bietet so einen optimalen Schutz gegen Störeinstrahlungen.

Die Bestückung der Leiterplatte erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes. Zuerst sind die niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.) zu bestücken. Dazu werden die Anschlußbeine entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und von der Platinenoberseite her in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesteckt. Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite werden die Anschlußdrähte mit einem Seitenschneider

gekürzt. In gleicher Weise sind die restlichen Bauteile zu bestücken. Bei den Elkos und den Halbleitern ist wie immer auf die richtige Polung zu achten (siehe auch Platinenfoto).

Der Spannungsregler wird liegend montiert und mit einer Schraube M3 x 6 mm befestigt.

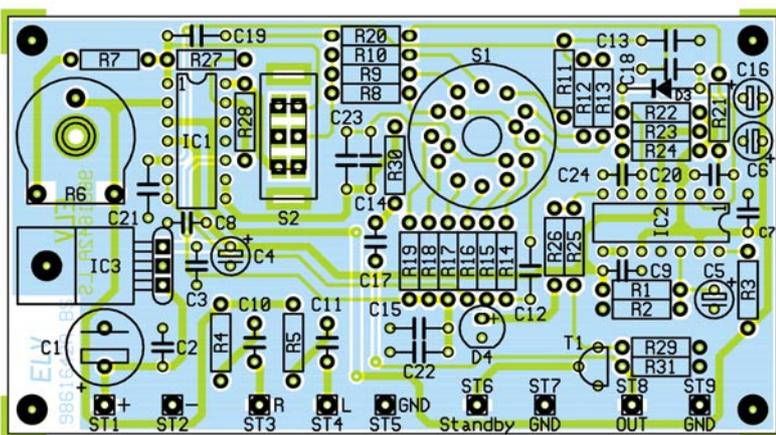
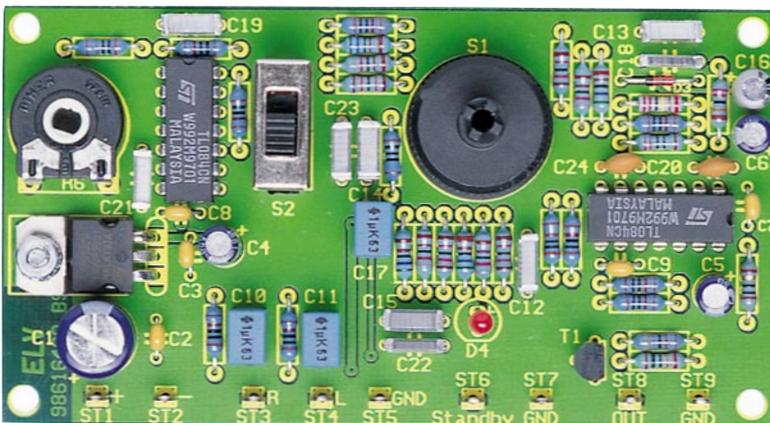
Nachdem alle Bauteile bestückt und verlötet bzw. montiert sind, ist der Nachbau abgeschlossen und das Gerät kann nach einer abschließenden Kontrolle auf etwaige Lötbrücken in Betrieb genommen werden.

Die Platine ist so ausgeführt, daß eine Montage hinter einer Frontplatte möglich ist. Hierzu sind dann entsprechende Bohrungen bzw. Aussparungen für die Bedienelemente vorzunehmen. Natürlich kann die Platine auch in ein separates Gehäuse, z. B. für den Betrieb im Fahrzeug, oder zusammen mit einem eigenen Mini-Netzteil (siehe „ELVjournal“ 4/98) eingebaut werden.

Achtung: Beim Betrieb im Kfz ist die Schaltung mit einer separaten Sicherung (100 mA) abzusichern.

Die Ein- und Ausgangs-NF-Leitungen müssen abgeschirmt ausgeführt sein, um Einstreuungen wirksam zu unterdrücken.

Zum Abschluß noch ein Tip für die Einstellung der Gesamtanlage: Die Subwoofer-Endstufe sollte über einen eigenen Eingangspiegelregler verfügen, um zum einen eine Anpassung an den höchsten zu erwartenden Dynamikumfang vornehmen zu können und zum anderen den Grundpegel der Baßendstufe an den Pegel der Satellitenlautsprecher anpassen zu können. Der Eingangspiegelregler des Subwoofer-Filters ist so einzustellen, daß ein sicheres Einschalten der Endstufe auch bei leisem NF-Signal erfolgt und eine verzerrungsfreie Wiedergabe bei maximaler Endstufenaussteuerung gewährleistet ist. Besonders bei bestimmten Filmsequenzen, wie z. B. Musik- und Kampfszenen in „Krieg der Sterne“, kann es zu sehr hohen Baßpegeln kommen. Anhand solcher Filmsequenzen oder aber Bass-Drum-Musiksequenzen sind dann die Pegelregler von Filter und Endstufe so einzustellen, daß eine verzerrungsfreie Wiedergabe auch bei sehr hohem Pegel erfolgt. Hat man den Eindruck eines insgesamt inhomogenen, etwas zerrissenen und „nicht klingenden“ Klangbildes, so ist S2 (Phasenumkehr) umzuschalten. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan



I²C-Bus-Tester

Der I²C-Bus ist heute wohl eines der am meisten verbreiteten Bussysteme in elektronischen Geräten. Eine Fehlersuche bzw. Überprüfung in einem I²C-System erfordert im Normalfall relativ aufwendige Meßtechnik.

Mit dem hier vorgestellten einfachen I²C-Bus-Tester können die für den I²C-Bus typischen „Start“- bzw. „Stop“-Bedingungen erkannt werden, die Aufschluß über Aktivitäten auf den Busleitungen geben.

Allgemeines

Der I²C-Bus ist ein Datenbus, der mit nur zwei Leitungen eine bidirektionale Datenübertragung ermöglicht. Sein Einsatz erfolgt häufig in Systemen, in denen Daten zwischen verschiedenen Teil-Systemen bzw. ICs ausgetauscht werden müssen.

Der I²C-Bus wird häufig in Geräten der Unterhaltungsindustrie, wie z. B. in Fernsehgeräten, Autoradios oder Sat-Receivern, eingesetzt. Hier nutzt man diesen Bustyp z. B. zur Reduzierung der Verbindungsleitungen zwischen Anzeige-/Bedienteilen und dem Gerätechassis. Auch in der Kfz-Elektronik gelangt der I²C-Bus

zum Einsatz, um hier zum einen die Anzahl von Leitungen zwischen den einzelnen Elektronikbaugruppen zu reduzieren und zum anderen die relativ hohe Störsi-

cherheit der Datenübertragung zu nutzen.

Und schließlich hat sich der I²C-Bus einen festen Platz in mikrorechnergesteuerten Gerätekonfigurationen, wie z. B. Steu-

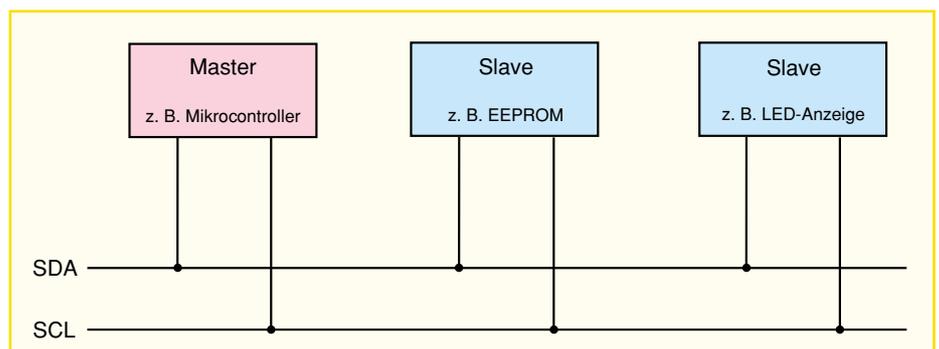
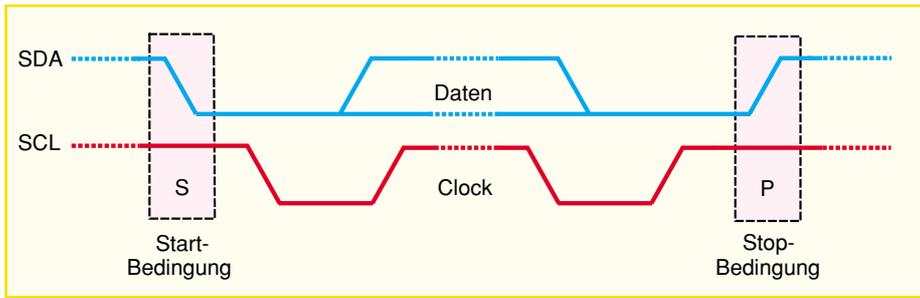


Bild 1: Denkbare Gerätekonfiguration am I²C-Bus



Technische Daten:

Spannungsversorgung: 9V-Block-Batterie

Stromaufnahme:

LEDs aus: 3 µA

alle LEDs an: max. 5 mA

Gehäuse-Abmessungen: 115 x 65 x 26 mm

Bild 2: Das I²C-Busprotokoll. Deutlich sind die eindeutig definierbaren Start-/Stop-Bedingungen zu erkennen.

er- und Überwachungsanlagen, Sensorabfragen, abgesetzten Displays, etc., erobert.

Die einzelnen Komponenten werden in der Regel von einem „Master“, der den Datenaustausch zu und von den „Slave“-Bausteinen kontrolliert, gesteuert. In Abbildung 1 ist ein Beispiel für eine Busanordnung dargestellt. Der „Master“ wird meist von einem Mikrocontroller gebildet, wobei die „Slave“-Komponenten sowohl einzelne ICs als auch Baugruppen sein können. Die Palette von I²C-Bus-Bausteinen ist vielfältig, einige Beispiele sind z. B. EEPROMs, RAMs, Uhrenbausteine, PLLs, komplexe LCD-Anzeigebaugruppen, Tastaturbaugruppen, usw.

In Abbildung 2 ist ein typisches I²C-Bus-Protokoll dargestellt. Jede Datenübertragung wird mit einer Start-Bedingung eingeleitet, gefolgt von den Datenpaketen mit der eigentlichen Information. Am Schluß der Datenübertragung sendet der „Master“ eine Stop-Bedingung, die den Datentransfer beendet.

Das hier vorgestellte kleine I²C-Bus-Testgerät beschränkt sich auf die Auswertung dieser Start- und Stop-Bedingung. Deren Auftreten läßt die sichere Annahme zu, daß der Datentransfer ordnungsgemäß erfolgen kann. Zusätzlich zeigt der Tester an, ob sich der Logikpegel auf den Leitungen ändert, so daß man eine Aktivität am Bus einfach erkennen kann.

Schaltung

Die Funktionsweise der Schaltung ist recht einfach und aus dem Schaltbild in Abbildung 3 ersichtlich.

Die beiden Eingangssignale SDA und SCL gelangen zunächst über die Wider-

stände R 1 und R 2 auf die Schmitt-Trig-ger-Inverter IC 1 A und IC 1 B.

Zur Auswertung der Start- und Stop-Bedingungen dienen die D-Flip-Flops IC 2 A und IC 2 B. Im Normalzustand sind beide Flip-Flops gesetzt, d. h. die Q-Ausgänge Pin 1 und Pin 13 liegen auf High-Potential. Dies wird durch die Widerstände R 3 und R 4 herbeigeführt, die das Flip-Flop „setzen“, sobald der Q-Ausgang (Pin 2 bzw. Pin 12) auf High-Pegel wechselt. Durch

die Kombination dieser Widerstände mit den Kondensatoren C 4 und C 5 entsteht eine Zeitkonstante. Die Ausgangsimpuls-längen der Flip-Flops ist damit auf 30 ms begrenzt.

Betrachten wir zunächst die Funktionsweise von IC 2 A:

Am Clock-Eingang (Pin 3) liegt das durch IC 1 A invertierte SDA-Signal, am D-Eingang (Pin 5) das invertierte SCL-Signal an.

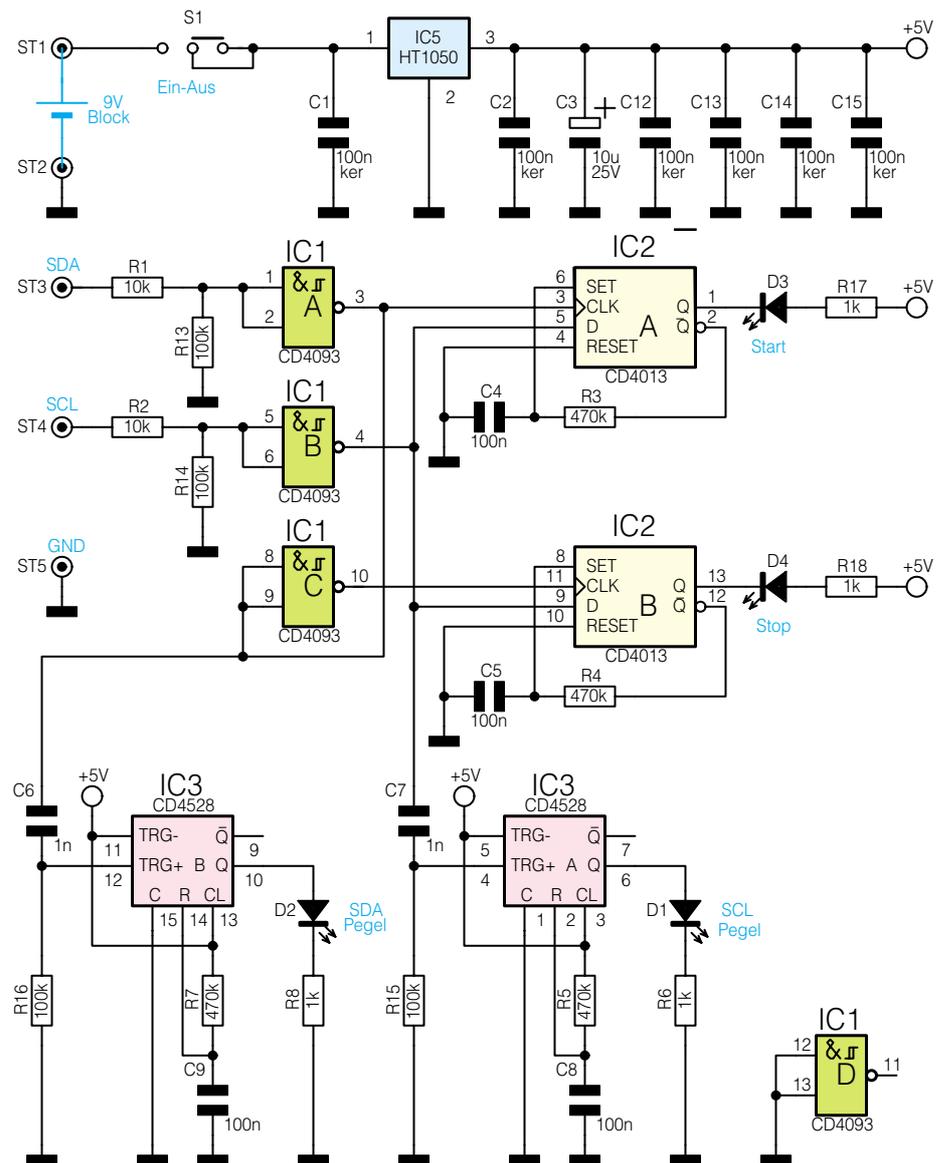


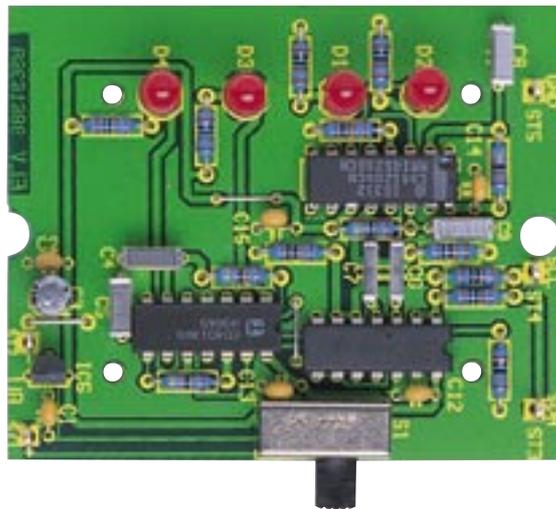
Bild 3: Schaltbild des I²C-Bus-Testers

Wechselt SDA von High- auf Low-Pegel, so wird ein Clock-Signal generiert, der momentan am D-Eingang liegende Logik-Pegel wird gespeichert und erscheint am Q-Ausgang.

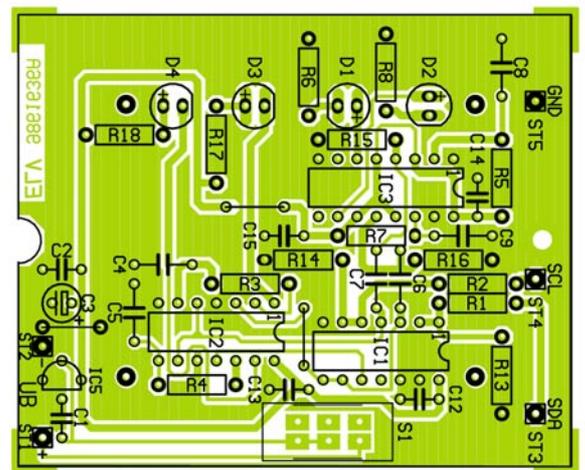
Tritt also eine Start-Bedingung (siehe Abbildung 2) auf, so wechselt der Q-Ausgang für einen Zeitraum von 30 ms auf Low-Pegel und die angeschlossene LED D 3 leuchtet kurz auf.

IC 2 B arbeitet in gleicher Weise, jedoch mit dem Unterschied, daß das Clock-Signal (SDA) durch den Inverter IC 1 C invertiert wird. Somit reagiert IC 2 B nur auf Stop-Bedingungen.

Mit den Mono-Flops IC 3 A und IC 3 B wird lediglich die Aktivität auf den Datenleitungen registriert und angezeigt. Hierzu gelangen die positiven Flanken der beiden Leitungen SDA und SCL über C 6 und C 7 auf den jeweiligen Triggereingang (Pin 4, Pin 12) des Monoflops. Die Ausgangsimpulslänge an den Q-Ausgängen (Pin 6, Pin 10) wird mit R 5 und C 8 bzw. R 7 und C 9 festgelegt und beträgt ca. 20 ms. Die LED D 1 leuchtet bei Aktivität auf der



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte



Bestückungsplan des I²C-Bus-Testers

Stückliste: I²C-Bus-Tester

Widerstände:

| | |
|-------------|----------------------|
| 1kΩ | R 6, R 8, R 17, R 18 |
| 10kΩ | R 1, R 2 |
| 100kΩ | R 13-R 16 |
| 470kΩ | R 3-R 5, R 7 |

Kondensatoren:

| | |
|-----------------|----------------------|
| 1nF | C 6, C 7 |
| 100nF | C 4, C 5, C 8, C 9 |
| 100nF/ker | C 1, C 2, C 12-C 15, |
| 10µF/25V | C 3 |

Halbleiter:

| | |
|----------------------|---------|
| CD4093 | IC 1 |
| CD4013 | IC 2 |
| CD4528 | IC 3 |
| HT1050 | IC 5 |
| LED, 5 mm, rot | D 1-D 4 |

Sonstiges:

- Schiebeschalter, 2 x um, abgewinkelt S 1
- Lötstift mit Lötöse ST 1-ST 5
- 1 Gehäuse, bearbeitet und bedruckt
- 1 9V-Block-Batterie-Clip
- 4 Knippingschrauben, 2,0 x 6,0 mm
- 10 cm Silberdraht
- 25 cm flexible Leitung, 0,22 mm², gelb
- 25 cm flexible Leitung, 0,22 mm², rot
- 25 cm flexible Leitung, 0,22 mm², schwarz
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, gelb
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, rot
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, schwarz

SCL-Leitung und die LED D 2 bei Aktivität auf der SDA-Leitung.

Zur Spannungsversorgung der Schaltung dient eine 9V-Blockbatterie, die an ST 1 (+) und ST 2 (-) angeschlossen ist. Der Spannungsregler IC 5 erzeugt eine stabilisierte 5V-Spannung. Eine Besonderheit ist hier der Einsatz eines Spannungsreglers vom Typ HT 1050. Herkömmliche Spannungsregler weisen einen relativ hohen Eigenstrombedarf auf, der HT 1050 ist ein Low-Power-Regler, der nur 3 µA benötigt. Die Vorteile liegen natürlich in der wesentlich längeren Lebensdauer der Batterie, auch wenn einmal vergessen wird, das Gerät auszuschalten.

Nachbau

Für den Nachbau steht eine einseitige Platine mit den Abmessungen 72 x 60 mm zur Verfügung, die in ein kleines Gehäuse mit Batteriefach paßt.

Zunächst werden anhand der Stückliste und des Bestückungsplans die Widerstände und Drahtbrücken eingesetzt und verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind mit einem Seitenschneider zu kürzen, ohne die Lötstellen dabei zu beschädigen.

Beim weiteren Bestücken der Halbleiter und der Elkos ist auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten.

Die Polung der vier LEDs ist durch eine abgeflachte Gehäuseseite (Katode) zu erkennen. Die Einbauhöhe der LEDs muß genau 18 mm betragen (gemessen zwischen Platine und Oberkante der LED).

Für den Anschluß der Meß- und Stromversorgungsleitungen werden 5 Lötstifte mit Lötöse eingesetzt. Der 9V-Batterieclip ist mit ST 1 (+) bzw. ST 2 (-) zu verlöten (rotes Kabel an ST 1, schwarzes Kabel an ST 2).

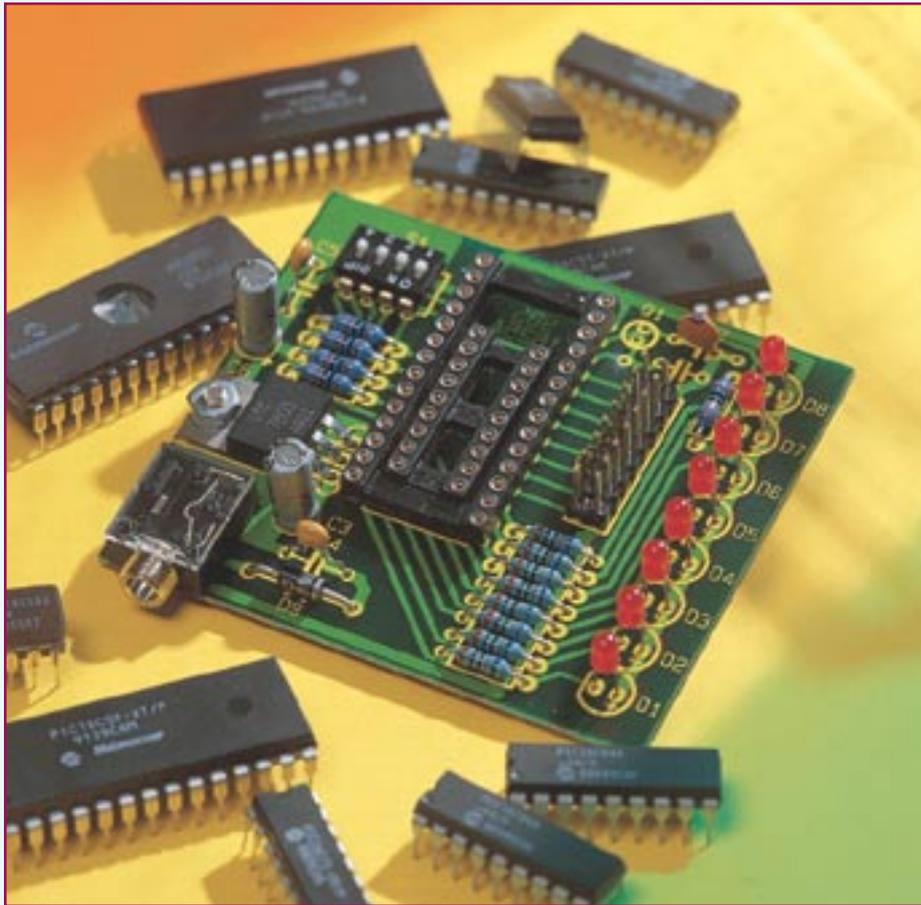
Die Herstellung der drei Prüflitungen erfolgt aus verschiedenfarbigen Litzen von ca. 25 cm Länge, an deren einem Ende jeweils eine Miniatur-Abgreifklemme anzulöten ist.

Nach Prüfung der Platine auf eventuelle Lötzinnbrücken wird diese in das Gehäuse eingebaut. Zur Befestigung der Platine im Gehäuseunterteil dienen vier Knippingschrauben.

Für die Durchführung der Prüflitungen befinden sich in der Frontseite des Gehäuses Bohrungen, in die die Leitungen entsprechend des Gehäuseaufdrucks auf der Gehäuseoberseite einzulegen sind.

Zum Abschluß der Montage wird das Gehäuse mit zwei Schrauben zusammengeschraubt, und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.





PIC-Grundlagen Teil 6

In diesem Teil der Artikelserie stellen wir den PIC 16F84 vor. Dieses Derivat der PIC-Familie verfügt über einen internen Programmspeicher, der mehrfach elektrisch gelöscht und neu programmiert werden kann.

Allgemeines

Wer sich bereits mit den PICs der 16C5X-Familie beschäftigt hat, stößt bei steigenden Anforderungen leicht an die Grenzen der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten. Die 16C5X-Familie bietet zum Beispiel keine Interruptfunktionen, so daß zum Überwachen eines Portpins dieser ständig abzufragen und auszuwerten ist. Ebenso muß zur Realisierung von zeitlichen Abläufen über den internen Timer ein ständiges Auslesen des Timers erfolgen, um einen Überlauf zu erkennen.

Dazu sind die „kleinen“ PICs intern nur mit einem 2-Ebenen-Hardwarestack ausgerüstet, so daß die Anzahl der ineinander geschachtelten Funktionen auf zwei begrenzt ist.

Für Anwendungen, die ein wenig mehr Flexibilität vom Mikrocontroller erfordern, ist daher der PIC16F84 besser geeignet.

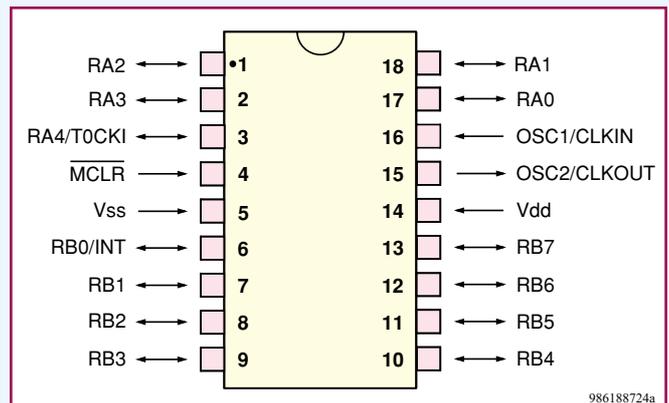
Der PIC 16F84

Der PIC 16F84 befindet sich in einem 18poligen DIP-Gehäuse. Er ist pin-kompatibel zu den PICs 16C54 und 16C56, so daß man ihn einfach gegen diese austauschen kann. Die Anschlußbelegung des

PIC 16F84 ist in Abbildung 24 dargestellt.

Es soll zu Beginn noch kurz darauf hingewiesen werden, daß der PIC 16F84 der Nachfolger des heute nicht mehr lieferbaren PIC 16C84 ist. Für Anwendungen, bei denen Daten auch nach dem Ausschalten der Betriebsspannung erhalten bleiben müssen, verfügt der PIC 16F84 über ein

Bild 24:
Anschlußbelegung
des PIC 16F84



986188724a

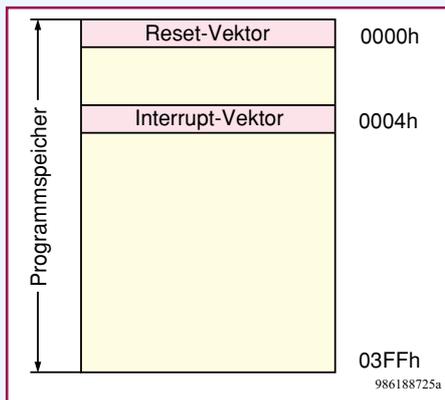


Bild 25: Aufteilung des Programmspeichers

internes EEPROM mit 64 Speicherstellen, in denen jeweils ein Byte abgelegt werden kann. Hier sind zum Beispiel Abgleichwerte für ein Meßgerät speicherbar. Der Hersteller garantiert für das EEPROM 1.000.000 Lös- und Schreib-Zyklen, wobei die Daten mindestens 40 Jahre erhalten bleiben.

Als Besonderheit des 16F84 ist dessen Programmspeicher als Flash-ROM ausgeführt, der elektrisch lös- und beschreibbar ist. So sind besonders für die Entwicklungsphase keine speziellen UV-löschbaren PICs erforderlich. Diese sind sehr teuer und der Löschvorgang nimmt stets mehrere Minuten in Anspruch.

Für das Löschen und Beschreiben des Programmspeichers verfügt der PIC 16F84 über ein serielles Interface. Da zur seriellen Programmierung nur wenige Pins erforderlich sind, ist es sogar möglich, den PIC innerhalb einer Anwendungsschaltung zu programmieren. Es ist lediglich dafür zu sorgen, daß die Pins des Interfaces während der Programmierung nicht durch die Anwendung beschaltet sind.

| | | |
|-----|--------------------|---------------------------------|
| 00h | INDF | INDF |
| 01h | TMR0 | OPTION |
| 02h | PCL | PCL |
| 03h | STATUS | STATUS |
| 04h | FSR | FSR |
| 05h | PORT A | TRIS A |
| 06h | PORT B | TRIS B |
| 07h | nicht vorhanden | |
| 08h | EEDATA | EECON1 |
| 09h | EEADR | EECON2 |
| 0Ah | PCLATH | PCLATH |
| 0Bh | INTCON | INTCON |
| 0Ch | 36 Byte freies RAM | gespiegelte Register aus Bank 0 |
| ... | ... | ... |
| 2Fh | Bank 0 | Bank 1 |

Bild 26: Datenspeicher des PIC 16F84

So ist es zum Beispiel auch möglich, die Software eines Gerätes jederzeit anzupassen, ohne den Mikrocontroller austauschen bzw. aus der Anwendung entnehmen zu müssen. Aus diesem Grund ist der PIC 16F84 auch bereits in einigen Chipkartentypen integriert. Damit besteht die Möglichkeit, die Karten individuell zu programmieren und einzusetzen.

Die wesentlichen Merkmale des PIC 16F84 sind:

- 35 Ein-Wort-Befehle
- Alle Befehle (bis auf Sprungbefehle) benötigen nur einen Zyklus (400 ns bei 10 MHz)
- Wählbarer Oszillator mit einer Taktfrequenz von 0 bis 10 MHz
- 14 Bit breite Befehle
- 1024 x 14 Bit interner Programmspeicher (Flash-ROM)
- 36 x 8 Bit Datenspeicher (RAM)
- 64 x 8 Bit Datenspeicher (EEPROM)
- 8-Ebenen-Hardwarestack
- 4 Interruptquellen:
 1. externer Interrupt über RB0/INT
 2. Timerüberlauf
 3. PORT B
 4. EEPROM-Schreiben beendet
- Integrierter Watch-Dog-Timer
- Integrierter Zähler/Teiler
- 13 I/O-Pins
- Betriebsspannung von 2,0 V bis 6,0 V
- Niedriger Stromverbrauch
- SLEEP-Modus
- Power-On-Reset
- Serielle Programmierung

Programmspeicher

Da der PIC 16F84 mit einer Befehlsbreite von 14 Bit arbeitet, besteht der Programmspeicher aus 1024 Speicherstellen zu je 14 Bit. Die Aufteilung des Programmspeichers ist in Abbildung 25 dargestellt. In Gegensatz zu den PIC16C5x-Mikrocontrollern liegt der Reset-Vektor nicht am Ende des Programmspeichers, sondern am Anfang auf Adresse 0000h.

Der PIC 16F84 ist gegenüber den Vorgängern interruptfähig, so daß er bei Eintreffen eines Ereignisses (z. B. Überlauf

des Timers) den normalen Programmablauf unterbrechen und eine bestimmte Funktion ausführen kann. Ist diese Funktion abgearbeitet, so wird der Programmablauf fortgesetzt. Dabei führt der Mikrocontroller bei einem Interrupt den Programmcode, der an der Adresse 0004h steht, aus. Hier befindet sich im Normalfall ein Sprungbefehl zur Interruptfunktion. Nach dem Beenden der Interruptfunktion erfolgt ein Fortsetzung des Programmablaufs an der Stelle des Hauptprogramms, an der der Interrupt zuvor das Programm unterbrochen hat. Die genaue Funktion der Interrupts erläutern wir später noch genauer.

Aufgrund der Befehlsbreite von 14 Bit kann man beim PIC 16F84 Unterprogramme im gesamten Bereich des Programmspeichers anordnen. Dagegen waren bei der PIC 16C5x-Familie Unterprogramme immer zwingend in der unteren Hälfte eines Speicherblocks zu lokalisieren.

Datenspeicher

Die Aufteilung des Datenspeichers ist in Abbildung 26 dargestellt. Wie bei der PIC16C5X-Familie sind auch hier im unteren Speicherbereich (00h bis 0Bh) die Register zur Steuerung untergebracht. Die 26 darauffolgenden Register bis zur Adresse 2Fh stehen zur freien Verfügung. Jede Speicherstelle kann 1 Byte (8 Bit Breite) aufnehmen.

Der Speicher ist auf zwei Seiten angeordnet, die durch das STATUS-Register auswählbar sind. Seite 1 enthält die gleiche Anzahl von Speicherstellen wie Seite 0, wobei die meisten Speicherstellen aus Seite 0 gespiegelt sind. D. h., auch wenn Seite 1 aktiv ist, kann man auf die Register auf Seite 0 zugreifen.

Einige Register sind jedoch nur über eine Speicherbank zu erreichen. Dazu zählen das OPTION- und das TRIS-Register, die auf Seite 1 als normale Register zu erreichen sind. Im Gegensatz zur PIC 16C5X-Familie, bei denen diese Register nur mit Hilfe eines Befehls beschreibbar waren, sind diese beim PIC18F84 direkt zu beschreiben.

Das INDF-Register an der Adresse 00h,

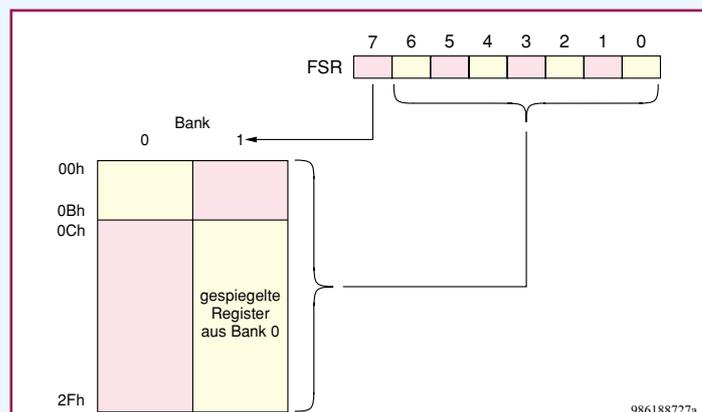


Bild 27: Funktion der einzelnen Bits des FSR-Registers

Bild 28: Das STATUS-Register

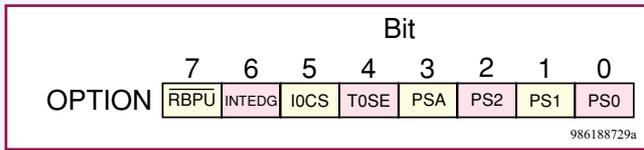
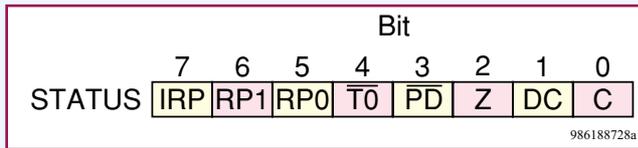
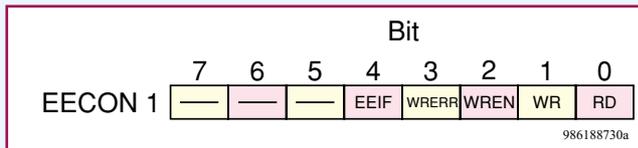


Bild 29: Das OPTION-Register

Bild 30: Bedeutung der einzelnen Bits des EECON1-Registers



dient, wie bereits von der PIC16C5x-Familie bekannt, zur indirekten Adressierung einer Speicherstelle, deren Adresse im FSR-Register steht. In Abbildung 27 ist die Funktion der einzelnen Bits des FSR-Registers dargestellt. Die unteren 7 Bit bestimmen dabei die Adresse, mit Bit 7 erfolgt die Auswahl der anzusprechenden Speicherbank.

Das STATUS-Register befindet sich auf der Adresse 03h. Abbildung 28 zeigt seinen Aufbau. Die Funktionen der unteren 5 Bits sind identisch mit denen der PIC16C5x-Familie und sollen an dieser Stelle nicht erneut beschrieben werden. Das Bit RP0 dient zum Umschalten zwischen den beiden Speicherbänken. Ist das Bit gelöscht, so ist die Speicherbank 0 aktiv.

Die Bits RP1 und IRP sind für eventuelle Erweiterungen vorgesehen und sollen den Zugriff auf vergrößerte Datenspeicher ermöglichen. Diese werden beim PIC18F84 jedoch nicht genutzt, man sollte sie nicht beschreiben (im gelöschten Zustand belassen).

Der Aufbau des OPTION-Registers ist in Abbildung 29 dargestellt. Neu hinzugekommen ist hier das RBPU-Bit (Bit 7), das gelöscht werden muß, um interne Pull-Up-Widerstände für die Ports RB0 bis RB7 zu aktivieren.

Der Port RB0 ist zur Auslösung eines Interrupts nutzbar. Mit dem INTEDG-Bit (Bit 6) kann man dabei die Flanke wählen. Ist das Bit gesetzt, so löst eine steigende

Flanke den Interrupt aus. Andernfalls führt eine fallende Flanke zum Interrupt.

Die Funktionen der übrigen Register entsprechen denen der PIC16C5X-Familie.

EEPROM

Der PIC 16F84 ist mit einem EEPROM ausgestattet, das 64 Byte umfaßt und sowohl beschreibbar als auch lesbar ist. Das EEPROM bietet sich an, wenn Daten zu speichern sind, die auch nach dem Abschalten der Betriebsspannung erhalten bleiben müssen. So können hier zum Beispiel das Speichern von Abgleichwerten für ein Meßgerät oder der Anzahl der Betriebsstunden erfolgen. Es ist auch möglich, das EEPROM direkt bei der Programmierung des PICs mit zu beschreiben. So sind bereits hier Parameter setzbar, die sich später jederzeit verändern lassen.

Auf das EEPROM kann dabei nicht direkt wie auf ein Register zugegriffen werden, sondern der Zugriff erfolgt über vier spezielle Register.

Dabei dienen die Register EECON1 und EECON2 der Steuerung des EEPROM-Zugriffs, das EEADR-Register der Adressierung der Speicherstelle und das EEDAT-Register der Übergabe des zu schreibenden oder gelesenen Bytes. Die Steuerregister liegen an der Adresse 08h und 09h in den Speicherbänken 0 und 1. Die Bedeutung der einzelnen Bits des EECON1-Registers ist in Abbildung 30 dargestellt.

Bit 0 dieses Registers dient dem Auslesen einer EERPOM-Speicherstelle. Dazu werden zuerst die Adresse der auszulesenden Speicherstelle in das EEADR-Register geschrieben und anschließend das Bit 0 des EECON1-Registers gesetzt.

Hierdurch erfolgt der Start des Lesevorgangs, der Inhalt der Speicherstelle kann danach aus dem EEDATA-Register gelesen werden. Der Lesevorgang benötigt die Dauer eines Maschinenzykus, so daß der Controller nach dem Start des Lesevorgangs warten muß, bis der Inhalt der Speicherstelle ausgelesen ist.

Dabei erfolgt automatisch die Löschung von Bit 0 des EECON1-Registers durch den Controller.

Das Auslesen einer Speicherstelle erfolgt wie in Tabelle 5 dargestellt.

Der zum Auswerten der EEPROM-Speicherstelle benötigte Maschinenzklus wird im Beispiel durch den Wechsel auf die Speicherbank 0 überbrückt.

Der Schreibvorgang ist etwas komplexer, da zum einen das Schreiben einer Speicherstelle bis zu 10 ms dauert und zum anderen einige Schutzmechanismen das versehentliche Beschreiben des EEPROMs erschweren.

Zuerst ist über das Setzen des WREN-Bits (Bit 2) des EECON1-Registers der Schreibzugriff auf das EEPROM zu ermöglichen. Nach dem Schreibvorgang sollte das Bit jedoch sofort wieder gelöscht werden, um ein späteres versehentliches Beschreiben zu verhindern.

Danach ist die Adresse der zu beschreibenden Speicherstelle in das EEADR-Register und das zu schreibende Datenbyte in das EEDATA-Register zu kopieren. Vor dem Starten des Schreibvorganges müssen dann noch die Werte 55h und AAh in das EECON2-Register geschrieben werden, bevor der Schreibvorgang durch Setzen des WR-Bits (Bit 1) des EECON1-Registers startet.

Ist der Schreibvorgang beendet, so löscht der Mikrocontroller das WR-Bit. Es besteht aber auch die Möglichkeit, am Ende eines Schreibvorganges einen Interrupt auszulösen. Dabei muß der Interrupt freigeschaltet und eine entsprechende Interruptroutine vorhanden sein. Nach Beenden eines Schreibvorganges erfolgt dabei das Setzen des EEIF-Bits (Bit 4) des EECON1-Registers. Das Bit muß innerhalb der Interruptroutine gelöscht werden, damit der Interrupt erneut auslösbar ist.

Zu beachten ist noch, daß während der Initialisierung eines Schreibvorganges die Interrupts zu sperren sind.

Das Beschreiben einer Speicherstelle erfolgt dabei wie in Tabelle 6 dargestellt.

Vor dem Schreiben jedes Bytes ist die Initialisierung des EECON2-Registers mit 55h und AAH erforderlich. Ebenso darf der

Tabelle 5: Auslesen einer EEPROM-Speicherstelle

| | | |
|-------|-------------|---|
| BCF | STATUS, RP0 | ; Wechsel auf Bank 0 |
| MOVLW | ADRESSE | ; EEPROM-Adresse in das W-Register kopieren |
| MOVWF | EEADR | ; Adresse in das EEADR-Register kopieren |
| BSF | STATUS, RP0 | ; Wechsel auf Bank 1 |
| BSF | EECON1, RD | ; Lesevorgang starten |
| BCF | STATUS, RP0 | ; Wechsel auf Bank 0 |
| MOVF | EEDATA, 0 | ; Inhalt des EEDATA- in das W-Register kopieren |

Tabelle 6: Beschreiben einer EEPROM-Speicherstelle

| | | |
|-------|--------------|---|
| MOVLW | ADRESSE | ; EEPROM-Adresse in das W-Register kopieren |
| MOVWF | EEADR | ; Adresse in das EEADR-Register kopieren |
| MOVLW | DATEN | ; Datenbyte das W-Register kopieren |
| MOVWF | EEDATA | ; Datenbyte in das EEDATA-Register kopieren |
| BSF | STATUS, RP0 | ; Wechsel auf Bank 1 |
| BCF | INTCONJ, GIE | ; Interrupts sperren |
| BSF | EECON1, WREN | ; Schreibzugriff auf das EEPROM ermöglichen |
| MOVLW | 055h | |
| MOVWF | EECON2 | ; 55h in das EECON2-Register schreiben |
| MOVLW | 0AAh | |
| MOVWF | EECON2 | ; AAh in das EECON2-Register schreiben |
| BSF | EECON1, WR | ; Schreibvorgang einleiten |
| BSF | INTCON, GIE | ; Interrupts wieder freigeben |

Schreibzugriff auf das EEPROM erst über das WREN-Bit gesperrt werden, wenn der letzte Schreibvorgang beendet ist.

Wird während eines Schreibvorganges ein Reset ausgeführt oder spricht der Watchdog an, so erfolgt keine korrekte Ausführung des Schreibvorganges. Das Setzen des WRERR-Bits (Bit 3) im EECON1-Register signalisiert diesen Zustand.

Interrupts

Der PIC 16F84 kann auf interne und externe Ereignisse reagieren und einen Interrupt auslösen, bei dem der normale Programmablauf unterbrochen und eine Interruptfunktion ausgeführt wird. Danach erfolgt die Fortsetzung des Hauptprogramms an der zuvor unterbrochenen Stelle.

Bei Auslösung eines Interrupts führt der Controller den Programmcode aus, der an der Speicherstelle 04h des Programmspeichers steht. Hier befindet sich im Regelfall ein Sprungbefehl zur Interruptfunktion.

Der PIC 16F84 kann durch 4 Ursachen einen Interrupt auslösen:

- Externer Interrupt am RB0/INT-Pin
- Überlauf des Timers
- Pegeländerung eines der Ports RB4 bis RB7
- EEPROM-Schreibvorgang beendet

Die Steuerung der Interruptfunktion erfolgt durch das INTCON-Register, das sich auf Adresse 0Bh befindet (Abbildung 31).

Die 4 Interruptquellen sind einzeln aktivierbar. Beim Auslösen eines Interrupts muß der Microcontroller anhand der gesetzten Interruptflags überprüfen, von welcher Quelle der Interrupt ausgelöst wurde, um die entsprechende Funktion auszuführen.

Die Interruptbearbeitung ist durch das GIE-Bit (Bit 7) ein- und ausschaltbar. Ist das Bit gesetzt, so erfolgt die Ausführung der Interruptfunktion.

Die 4 Interruptquellen werden jeweils über ein Bit im INTCON-Register aktiviert. Ebenso erfolgt bei Auslösen des Interrupts das Setzen eines entsprechenden Interruptflags. Diese Flags sind durch die Software zurückzusetzen, um sie später erneut setzen zu können.

Befindet sich der Controller im SLEEP-Mode, so wird er bei aktiviertem und auftretendem Interrupt gestartet. Betrachten wir die vier Interrupt-Auslös-Ursachen näher:

Der **RB0/INT-Pin** kann einen Interrupt bei fallender oder steigender Flanke auslösen. Die Flankenart wird durch das Setzen des INTEDG-Bits (Bit 6) des OPTION-Registers bestimmt. Ist das Bit gelöscht, so

führt eine fallende Flanke zu einem Interrupt. Das INTE-Bit aktiviert den Interrupt, bei Auftreten der Flanke erfolgt das Setzen des INTF-Bits.

Der **Timer** kann einen Interrupt auslösen, sobald der Zähler/Timer überläuft (Zählerstand wechselt von FFh auf 00h). Dabei wird das TOIF-Bit gesetzt, die Aktivierung erfolgt über das TOIE-Bit.

Wechselt der Pegel einer der Ports RB4 bis RB7, so setzt der Controller das RBIF-Bit. Das RBIE-Bit aktiviert die Interruptquelle.

Wie schon zuvor beschrieben, kann der Controller einen Interrupt auslösen, wenn der **EEPROM-Schreibvorgang beendet** ist. Die Aktivierung des Interrupts erfolgt durch das EEIE-Bit. Nach dem Beenden eines Schreibvorganges wird das EEIF-Bit (befindet sich im EECON-Register) gesetzt.

Befehle

Die Assemblerbefehle des PIC 16F84 haben im Gegensatz zur PIC16C5X-Familie eine Befehlsbreite von 14 Bit. Die Syntax der Befehle bleibt jedoch gleich. Lediglich die Umsetzung in den Maschinencode, die der Assembler vornimmt, erfolgt anders.

Im Gegensatz zur PIC16C5x-Familie sind die Befehle OPTION und TRIS nicht mehr vorhanden, da auch diese Register beim PIC 16F84 wie die anderen Register beschreibbar ausgeführt sind.

Hinzugekommen sind jedoch die Befehle in Tabelle 7 auf der nächsten Seite.

Damit ist die Beschreibung des PIC 16F84 abgeschlossen und im nächsten Teil der Artikelserie stellen wir ein kleines Programmiergerät für den PIC 16F84 vor. Das Gerät bietet zusätzlich einen Adapter, der anstelle des PIC 16F84 in die Anwenderschaltung eingesetzt werden kann und so die sofortige Überprüfung des Programms ermöglicht, ohne den PIC aus dem Programmiergerät in die Schaltung umstecken zu müssen. **ELV**

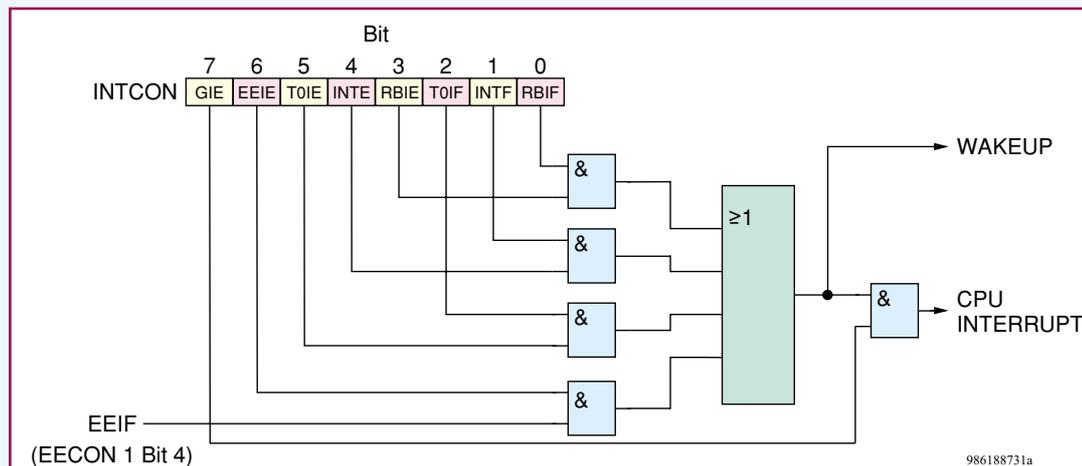


Bild 31: Das INTCON-Register

Tabelle 7: Zusätzliche Befehle des PIC 16F84

RETFIE

Syntax: RETFIE
 Funktion: Rücksprung aus Interruptroutine
 Status-Flags: keine
 Beschreibung: Der Mikrocontroller kann beim Auftreten einiger Ereignisse einen Interrupt auslösen und eine spezielle Routine abarbeiten. Dabei wird das Hauptprogramm unterbrochen und die aktuelle Adresse auf dem Stack gesichert. Ist die Interruptfunktion beendet, so bewirkt dieser Befehl, daß die Adresse vom Stack geholt und das Hauptprogramm fortgesetzt wird.

Beispiel:
 INT ; Interruptfunktion
 ; hier steht der Programmcode, der bei einem
 ; Interrupt ausgeführt wird
 RETFIE; Rücksprung zum Hauptprogramm

ADDLW

Syntax: ADDLW k
 Funktion: Addiere Konstante zum W-Register
 Staus-Flags: Z, C, DC
 Beschreibung: Der Befehl addiert die Konstante k zum Inhalt des W-Registers und legt das Ergebnis im W-Register ab. Das C-Flag wird gesetzt, wenn ein Überlauf des 8Bit-Registers erfolgt und das DC-Flag zeigt einen Überlauf der unteren 4 Bits an. Ist das Ergebnis der Operation Null, so ist das Z-Flag gesetzt.

Beispiel: ; das W-Register beinhaltet 010h
 ADDLW 015h ; Konstante zum W-Register addieren
 ; das W-Register enthält (010h + 015h =) 025h

SUBLW

Syntax: SUBLW k
 Funktion: W-Register von Konstante subtrahieren
 Staus-Flags: Z, C, DC
 Beschreibung: Der Befehl subtrahiert den Inhalt des W-Registers von der Konstanten k und legt das Ergebnis im W-Register ab. Ist das Ergebnis negativ, so ist wird das C-Flag gelöscht. Andernfalls wird das C-Flag gesetzt. Ist das Ergebnis der Operation Null, so ist das Z-Flag gesetzt.

Beispiel: ; das W-Register beinhaltet 010h
 ADDLW 015h ; W-Register von der Konstante subtrahieren
 ; das W-Register enthält (015h - 010h =) 05h
 ; da das Ergebnis positiv ist, wird das C-Flag gesetzt

RETURN

Syntax: RETURN
 Funktion: Rücksprung aus Unterprogramm
 Staus-Flags: keine
 Beschreibung: Der Befehl beendet eine Unterfunktion, die mit einer CALL-Anweisung aufgerufen wurde. Im Gegensatz zum RETLW-Befehl wird hierbei keine Konstante im W-Register übergeben.

Beispiel: ; Programmablauf
 CALL U_FKT ; Unterprogrammaufruf
 ; Rücksprung zum Hauptprogramm
 ; ...

U_FKT ; Unterprogrammablauf
 ; ...
 RETURN ; Unterprogramm beenden

PC-DCF-Funkuhr für die serielle Schnittstelle DCF 98 PC



Teil 2

Nachdem wir uns im ersten Teil ausführlich mit dem Aufbau und der Funktion der DCF-Funkuhr beschäftigt haben, folgt an dieser Stelle die Beschreibung der komfortablen Windows-Software und ihrer Bedienung.

Bedienung

Nach dem Starten der Software aus dem Windows-Start-Menü (Windows 95, bei Windows 3.x aus der Programmgruppe starten) ist zunächst über das Fenster im rechten Statusfeld die mit dem Interface belegte Schnittstelle auszuwählen (Abbildung 3), sofern die Software diese nicht bereits selbst erkannt hat (was bei ordnungsgemäß konfigurierter Computer die Regel sein sollte).

Hat die Software die Uhr am seriellen Port erkannt, erfolgt sofort die Anzeige des Funkuhr-Status.

Fehlt die Verbindung zur Uhr, zeigt das obere Statusfenster „keine Verbindung“ an. In diesem Falle sind die Steckverbindung zur Funkuhr sowie ggf. die Konfiguration der Schnittstelle im BIOS bzw. Windows zu überprüfen.

Ist die Verbindung in Ordnung, zeigt das Statusfenster entweder „DCF Synchron“ an, falls eine Synchronisierung mit dem Zeitsender bereits erfolgt ist oder aber „nicht DCF-Synchron“, falls kein Zeitzeichenempfang möglich ist. Im letzteren Falle sollte man einen optimalen Standort nach den Hinweisen in Teil 1 suchen, bis störungsfreier Empfang möglich ist. Oft reicht das Drehen des Gerätes nach Abbildung 2 (s. Teil 1).

Ist die Synchronisation erfolgt, können die vom Funkuhrprozessor bereits aufbereiteten Daten in der Zeile „Uhrzeit“ angezeigt werden, nachdem man den Button „einlesen“ betätigt hat.

Dieses Einlesen erfolgt jedoch nur für den Einlesezeitpunkt, es erfolgt keine laufende Aktualisierung dieser Anzeige, da der Funktionsschwerpunkt der Software ja ausschließlich beim Aktualisieren der PC-internen Uhr liegt.

Mit den Buttons „Aktualisieren“ in den Bedienfeldern „PC Uhr“ und „Novell Server“ ist die Uhrzeit nun manuell aktualisierbar.

Aber auch eine automatische Aktualisierung ist möglich, indem die jeweiligen Felder „Automatisch“ angeklickt werden.

Dies wird zwar der Regelwunsch sein, jedoch gibt es Programme, die den Betrieb eines solchen Programms neben sich nicht dulden. Um diese nicht zu stören, kann die automatische Aktualisierung bei Bedarf deaktiviert werden.

Die Abfragerate der DCF-Zeit legt man schließlich im Feld „Abfrage“ fest. Hier stehen Abfrageraten von 1 Minute, 10 Minuten, 30 Minuten, 1 Stunde, 3 Stunden, 6 Stunden, 12 Stunden oder 24 Stunden zur Verfügung.

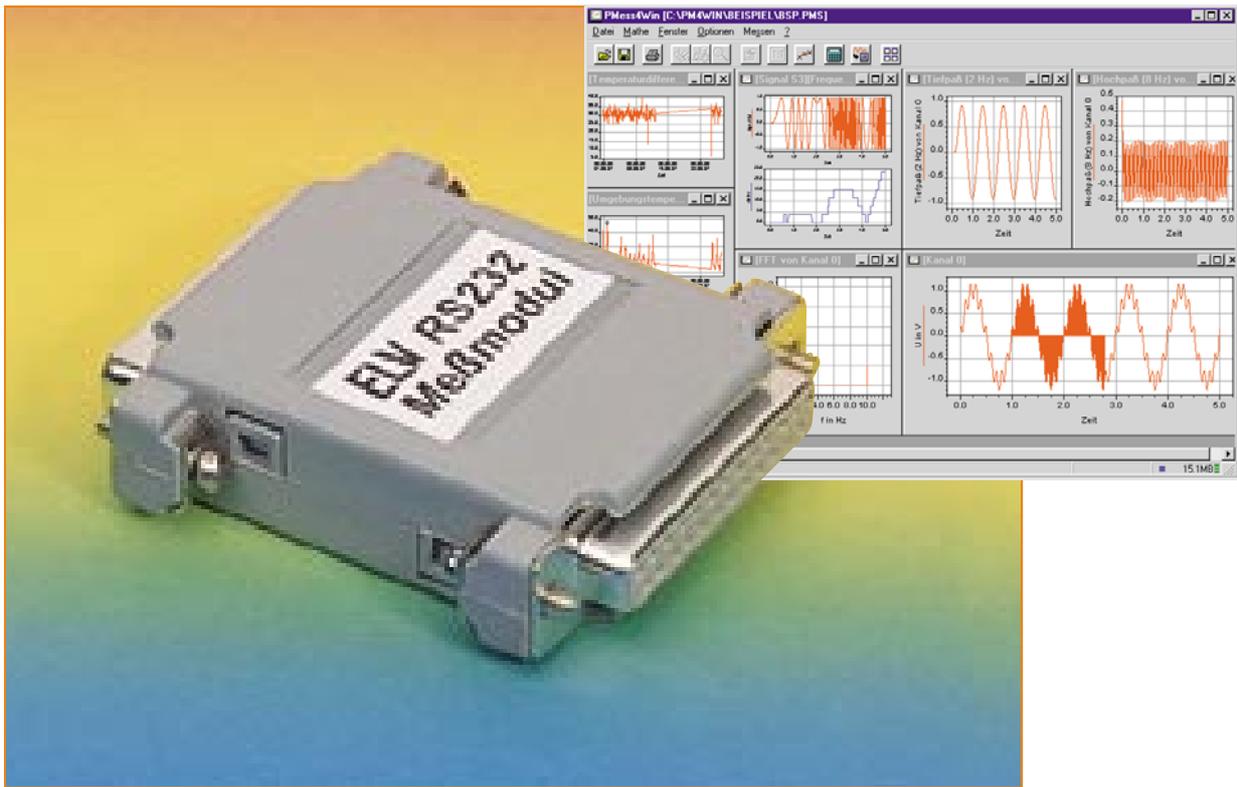
Schließlich kann man bei Bedarf das gesamte Programm beenden, im Normalbetrieb wird es Windows-üblich in den Hintergrund „befördert“.

Der Button „Novell Server aktualisieren“ ermöglicht das Setzen der DCF-Zeit in einem Server. Dazu muß man jedoch in diesen eingeloggt bzw. angemeldet sein und Konsolenrechte besitzen. Ist dies nicht exakt geschehen, erfolgt eine Fehlermeldung, und man kann nach dem ordnungsgemäßen Einloggen den Vorgang wiederholen.

Damit ist die Beschreibung der Software abgeschlossen, und dem bestimmungsgemäßen Einsatz der DCF-Funkuhr steht nun nichts mehr im Wege. 



Bild 3: Das Programmfenster der DCF-Funkuhr



PMess4Win - der PC-Meßprofi Teil 2

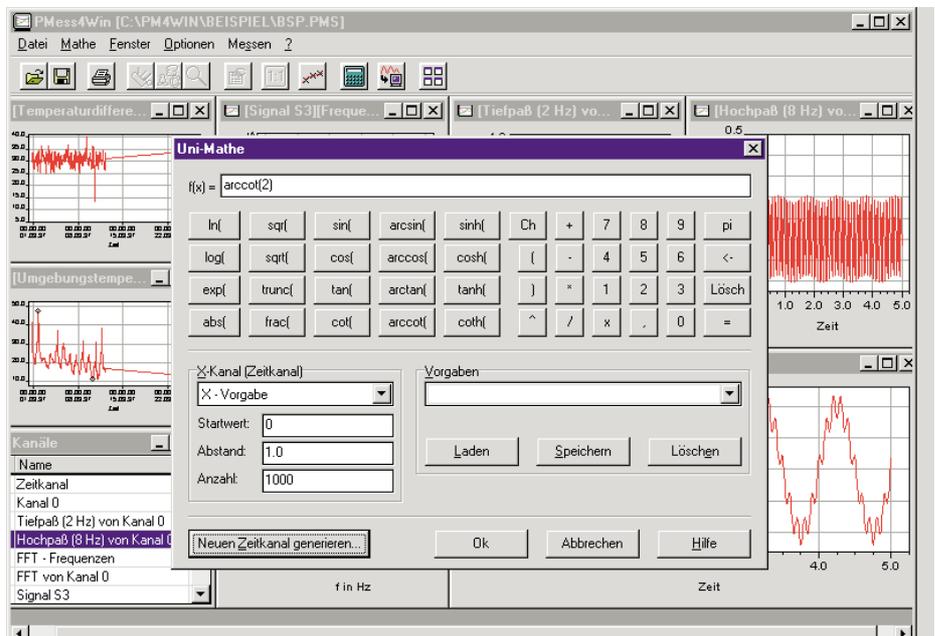
Nachdem im ersten Teil der Einstieg in die umfangreichen Funktionen dieses mächtigen Windows-Meßdaten-Erfassungs- und Auswertungsprogramms vollzogen wurde, fahren wir im abschließenden zweiten Teil fort mit der Beschreibung der Mathematikfunktionen, der Hilfe-, Datenimport-/Export- und Druckfunktionen sowie einer ausführlichen Funktionsübersicht über die Programmversionen Light- und Vollprogramm. Daneben widmen wir uns der Hardwareanbindung an das ELV-PC-Meßmodul M 232.

Die Mathematikfunktionen

Ganz wesentlich für die Auswertung der Meßwerte sind die vom Programm angebotenen Berechnungsfunktionen.

Diese befinden sich im Menü „Mathe“. Unter dem Menü-Unterpunkt „Uni-Mathe“ verbirgt sich eine Funktion zum universellen Rechnen mit den einzelnen Kanälen (Abbildung 5). Diese können dabei den verschiedensten mathematischen Ver-

Bild 5: Das Highlight der Auswertesoftware sind die umfangreichen Bearbeitungsmöglichkeiten der Meßwerte in diversen Rechenprogrammen, hier die Funktionsdefinition der Kurvendarstellung im Modul „Uni Mathe“.



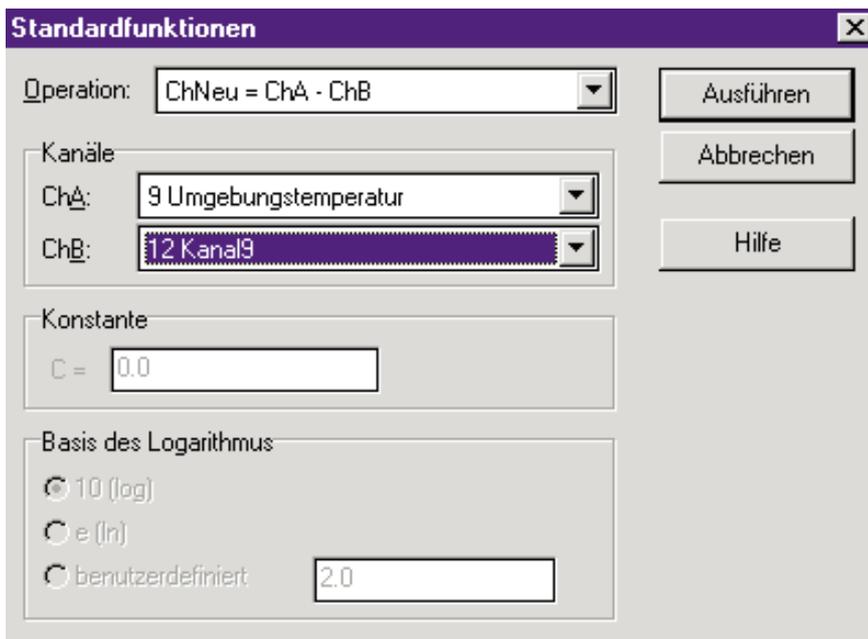


Bild 6: Der Inhalt zweier Kanäle läßt sich definiert miteinander verknüpfen, um so z. B. statistische Funktionen graphisch darzustellen.

knüpfungen unterworfen werden (Abbildung 6). Dabei gibt der Benutzer eine Formel ein, die ein fiktives Signal beschreibt. Damit sind dann beliebige Signalformen mit den Meßwerten einzelner Kanäle erzeugbar.

Eine Polynomfunktion (Abbildung 7) wendet auf die Werte eines Kanals eine vom Nutzer einzustellende Polynomfunktion bis 14. Grades an.

Weitere Mathematikfunktionen sind die Signalanalyse mit der IIR-Filterung (Abbildung 8), der FFT- und Frequenzanalyse sowie die Integral- und Differentialfunktionen und die Statistikfunktionen. Letztere (Abbildung 9) erlauben u. a. die Berechnung statistischer Kenngrößen wie Mittelwert, quadratischer Mittelwert, Standardabweichung, u. a.

Daneben lassen sich Regressionskurven

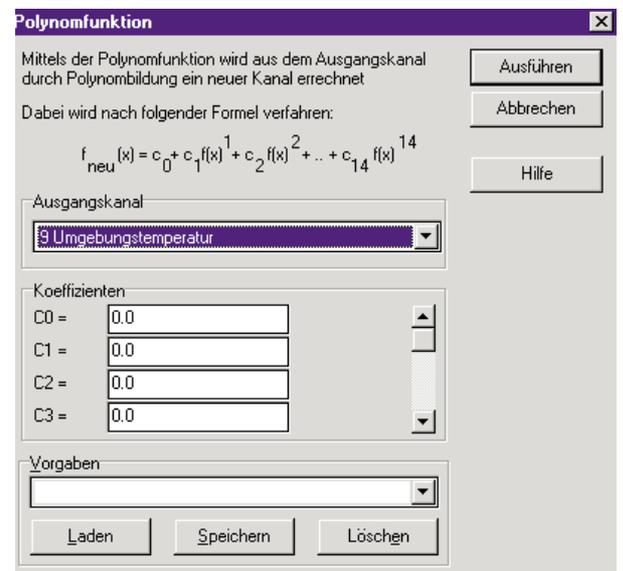


Bild 7: Das Fenster für die Berechnung der Polynomfunktion einzelner Kanäle.

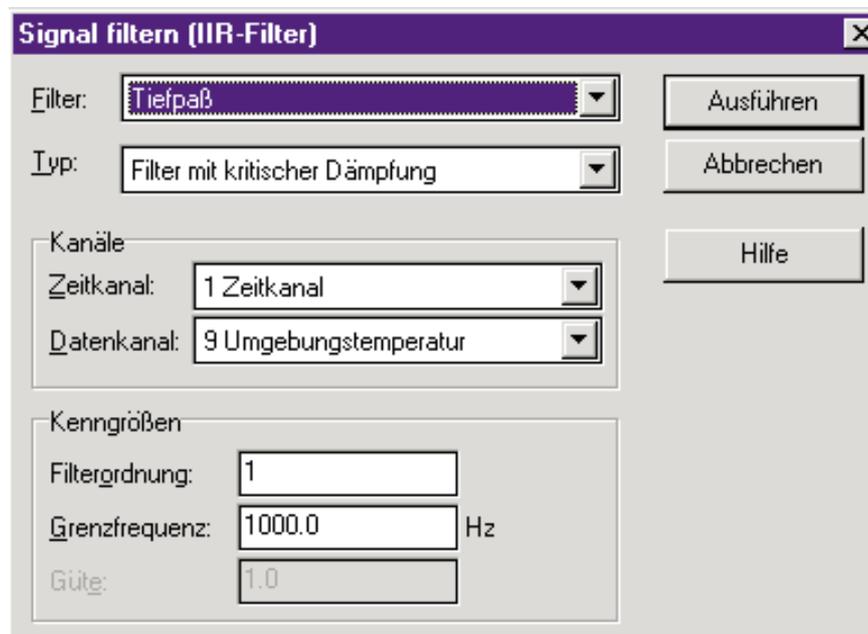


Bild 8: Auch die Signalfilterung der Daten durch verschiedene Filterberechnungen ist möglich.

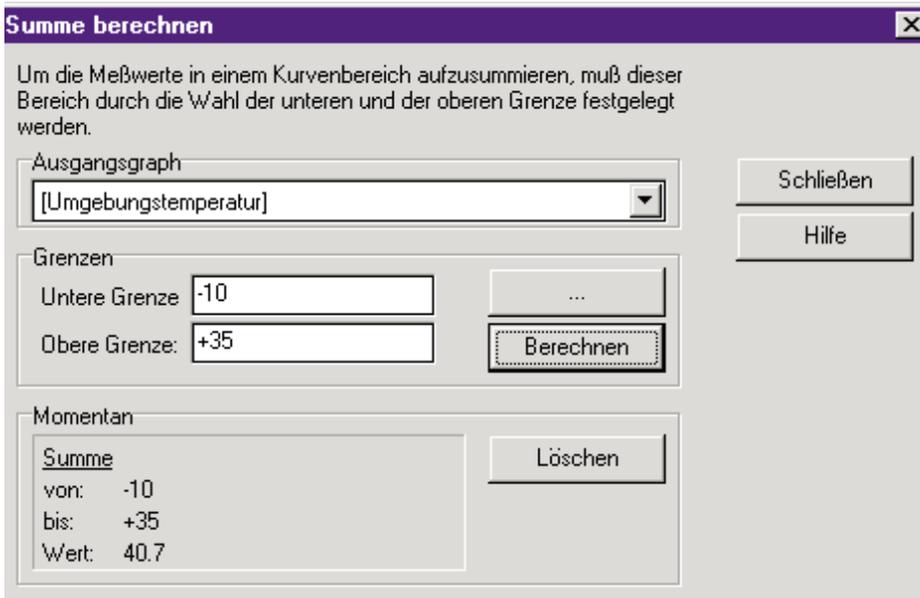


Bild 9: Umfangreiche Statistikfunktionen bieten eine schnelle Analyse ganzer Meßreihen.

berechnen, wobei der Grad der Polynomregression im Bereich von 1 (lineare Regression = Ausgleichsgerade) bis 15 frei wählbar ist.

Durch die mögliche Anordnung mehrerer Fenster auf der Bedienoberfläche lassen sich auch mehrere Prozesse sowie mehrere Kanäle optisch unmittelbar ver-

gleichen, die Auswahl der Meßkanäle wird erleichtert, u.v.a.m.

Wer sich das System einmal quasi intuitiv (es gibt ein ausführliches Handbuch sowohl als Word-Textfile als auch als separat erhältliches Handbuch) erarbeitet hat, kann es sich nahezu beliebig den eigenen Anforderungen anpassen und so Messungen automatisiert ablaufen und auswerten lassen.

Auch der Im- und Export mit anderen Datensystemen funktioniert dank der möglichen Auswahl zwischen ASCII- und Binär-Ein- und Ausgabe (Abbildung 10).

M 232 - der Kontakt zur Außenwelt

Wie gesagt, über die Definition eines bestimmten Kanals lassen sich verschiedene Meßdaten erfassen und speichern. Dies erfolgt z. B. über das ELV-PC-Meßmodul M 232 (Abbildung 11). Das Modul, an einer seriellen Schnittstelle des PC installiert, verfügt u. a. über 6 analoge Meßeingänge (0 bis 5 V, Auflösung 10 Bit), über die die zu messenden Daten vom Programm PMess4Win eingelesen werden. Damit lassen sich Meßdaten ohne den mühsamen Einbau einer PC-Slotkarte bequem erfassen. PMess4Win bedient dieses Modul in beiden verfügbaren Versionen direkt ohne weitere Software.

Die besonders preiswerte Light-Version des Programms ist in einigen Funktionen gegenüber der Vollversion eingeschränkt (Einschränkungen siehe Tabelle 1, dort farblich markiert). Die meisten vorkommenden Meß- und Analysefunktionen für die tägliche Praxis sind jedoch vorhanden, lediglich einige komplexe Filterfunktionen, die Fast-Fourier-Transformation (FFT) und komplexe Statistikfunktionen sind ausschließlich der Vollversion vorbehalten.

Alle Daten und Funktionen des Programms (beide Versionen) sind in Tabelle 1 übersichtlich zusammengestellt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß sowohl dem engagierten Hobbyelektroniker als auch dem Service- und Meßtechniker mit PMess4Win ein äußerst komplexes und dennoch beherrsch- und bezahlbares Meß- und Analyseprogramm zur Verfügung steht, das in Zusammenarbeit mit dem PC-Meßmodul M 232 die Lösung mannigfaltiger Meßaufgaben mit relativ geringem Aufwand erlaubt.

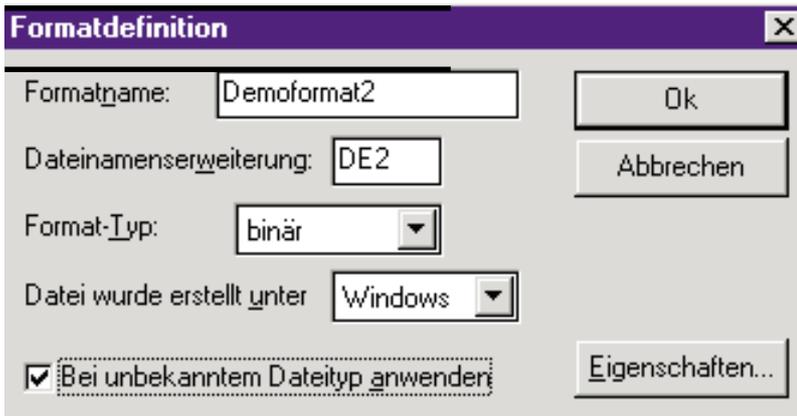


Bild 10: Durch die universelle Datenformat-Definition kann das Programm auch Daten im- und exportieren.



Bild 11: PMess4Win arbeitet komfortabel mit dem ELV-PC-Meßmodul M 232 zusammen.

Technische Daten:PMess4Win

Grundprogramm

Meßwerterspeicherung

- Virtuelle Speicherverwaltung mit bis zu 16384 Kanälen
- insgesamt maximal 2^{26} Meßwerte; in der Praxis jedoch meist begrenzt vom auf der Festplatte zur Verfügung stehenden Speicherplatz für die Auslagerungsdatei
- Speicherung und Berechnungen mittels Fließkommazahlen doppelter Genauigkeit (64 Bit)
- Äquidistante Kanäle werden impliziert und somit sehr effizient gespeichert

Sonderwerte

Sonderwerte können graphisch gesondert dargestellt werden und finden bei mathematischen Berechnungen Berücksichtigung. Zur Verfügung stehen: Positiver Überlauf, Negativer Überlauf und NoValue-Wert

Kanaldaten

- Speicherung von Zusatzinformationen zu Kanälen
- Offset-Wert für jeden Kanal (werden intern zu Meßwerten addiert)
- Zugriff auf Wertgenerator bei impliziert gespeicherten Kanälen
- Zuordnung von Abszissenkanälen (werden bei Diagrammerstellung automatisch berücksichtigt)
- numerische Bearbeitung der Meßwerte

Graphische Präsentation

Die Meßdaten werden graphisch in beliebigen 2D-Graphen dargestellt.

- Zusammenfassen mehrerer Graphen zu Diagrammen
- mehrere Diagramme pro Fenster möglich

Graphentypen

Verfügbar sind Linien- und Balkendiagramme sowie die Darstellung als Spektrum

- freie Zuordnung von Linienstilarten auf die Graphen
- freie Markerwahl für jeden Graphen

Achsentypen

- Achsen, entweder linear, dekadisch-logarithmisch oder als Zeitachse
- Zeitachsen darstellbar in Millisekunden, Sekunden, Uhrzeitangaben (auch mit Datum)
- automatische Ausrichtung von Zeitachsen auf Monate, Wochenbeginn oder volle Stunden - daher ideal für Langzeitmessungen
- Achsenskalierung automatisch oder manuell
- Achsenbeschriftung automatisch oder manuell
- freie X- und Y-Achsen-Zuordnung für jeden Graphen; beliebige gemeinsame Achsen

Bearbeitungsfunktionen

- Beschriften (Schriftart, Farbe, Größe und Rotationswinkel frei wählbar)
- Vergrößern (Zoom)
- Editieren von Meßwerten
- Ausschneiden von Teilbereichen einer Meßkurve

Mathematische Funktionen

Uni-Mathe

- Berechnung neuer Kanäle aus vorgegebenem Funktionsterm
- Verwendung bereits vorhandener Kanäle
- **Speicherung von Funktionstermvorgaben**
- Erzeugung äquidistanter Kanäle

Standardfunktionen

Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren von Kanälen untereinander und mit konstanten Größen

Polynomfunktion

Berechnung von Polynomfunktionen einzelner Kanäle

IIR-Filter

- Filterarten: Tiefpaß, Hochpaß, **Bandpaß, Bandsperre und Allpaß**
- Filtertypen: Filter mit kritischer Dämpfung, Bessel-Filter, Butterworth-Filter, Tschebyscheff-Filter mit 0,5, 1,0, 2,0 und 3,0 dB Welligkeit

FFT

- **Fast-Fourier-Transformation zur Berechnung von Frequenz und Phasenspektren**
- **Fensterfunktionen: Rechteck, Bartlett, Hamming, Hanning, Blackman, Kaiser Bessel und Flat Top Fenster**

Frequenzanalyse

zur Ermittlung dominanter Frequenzen eines Kanals

Integralfunktion

Berechnung der Integralfunktion eines Kanals

Differentialfunktion

Differenzieren eines Kanals

Statistische Kenngrößen

Berechnung statistischer Kenngrößen (z. B. Mittelwert, Standardabweichung, Monotonie u. a.)

- **freie Konfiguration der Kenngrößenansätze**
- **Laden und Speichern vordefinierter Kenngrößenansätze**

Amplitudenhistogramme

- Erstellung von Amplitudenhistogrammen
- **Einzeichnung Gauß'scher Normalverteilungskurven, Diagramme**

Toleranzgrenzen

- **Bewertung von Kanälen anhand gegebener Toleranzgrenzen**
- **Graphische Darstellung von Grenzverletzungen**
- **Statistische Auswertung (Anzahl gut/schlecht, Prozeßkenngrößen cp und cpk)**

Regression

- **Regressionsberechnung (lineare Regression, linearisierbare Regression mit verschiedenen Ansatzfunktionen, Polynomregression)**

Dateifunktionen

Laden, Hinzuladen

- von Meßdaten in OEM-Formaten
- in benutzerdefinierten Formaten
- in Excel-Format

Speichern, Auszugsweise Speichern

- Speichern aller Daten im programmeigenen Format
- Exportieren von Kanaldaten im Excel-Format

Dateiformatdefinition

Definition aller Benutzerformate

ASCII-Dateien

- Vorgabe der Zeichenketten für Sonderwerte
- Freie Spalten- und Zeilentrennzeichen (auch durch Angaben in der Datei selbst festlegbar)
- Kommentarererkennung
- Verarbeiten einer Definitionszeile mit Einheiten

Binärdateien

- Vorgabe der Bitmuster für Sonderwerte
- Kommentarererkennung
- Datenformate 16-, 32-, 48-, 64- und 80-Bit-Formate

Steuerparameter

Weitestgehende Konfigurationsmöglichkeiten durch Steuerparameter in Daten-Dateien (Headersteuersequenzen)

Parameterdateien

Speicherung von Steuerparametern außerhalb der Meßdateien ideal für wiederkehrende Operationen und OEM-Formate

Graphiken speichern

- Speichern von Fensterinhalten, Weiterverarbeitung mit anderen Programmen
- Export als Windows-Metadatei (WMF-Format)
- Export als Windows-Bitmap (BMP-Format)

Druckfunktionen

Kontextsensitive Zuordnung der Druckfunktionen zu den unterschiedlichen Fenstern

Ausdruck

- Ausdruck von Meßwerten in tabellarischer Form, wahlweise mit statistischen Zusatzinformationen
- **Ausdruck von Toleranzgrenzentest Ergebnislisten**
- Ausdruck von Graphen mit und ohne Zusatzinformationen
- Ausdruck von Fensterkollektionen
- Schnappschußdruck

Druckformate

- Freie Definitionsmöglichkeit der Druckformate
- Definition der Papiergröße und -Form mit Autoskalierungs-Option (verhältnisgetreue Anpassung an vorliegende Druckmedien)
- Einbinden von Texten und Grafiken zur Seitengestaltung
- Verwendung programminterner Textvariablen (z. B. Seitenzahl, Datum, Bearbeiter)
- freie Titelblattgestaltung

Automatisierungsfunktionen

- **Automatische Anwendung vordefinierter Toleranzgrenzen**
- **Automatische Berechnung statistischer Kenngrößen nach vordefinierten Kenngrößenansätzen**
- **Automatisches Anzeigen neu erzeugter Kanäle**

Sonstige Features

- Paßwortschutz
- Freie Konfiguration des verwendeten Zahlenformats
- Kontextsensitive Online-Hilfefunktion

Systemanforderungen

PMess4Win benötigt Windows 3.1x, Windows 95.

Unter Windows NT ist PMess4Win zwar grundsätzlich lauffähig, die 16-Bit Meßkartentreiber können jedoch nicht eingesetzt werden. Empfohlene Basiskonfiguration: PC mit intel Pentium[®] Prozessor 133 MHz und 16 MByte RAM Speicher.

Die farblich hervorgehobenen Features fehlen in der Light-Version.

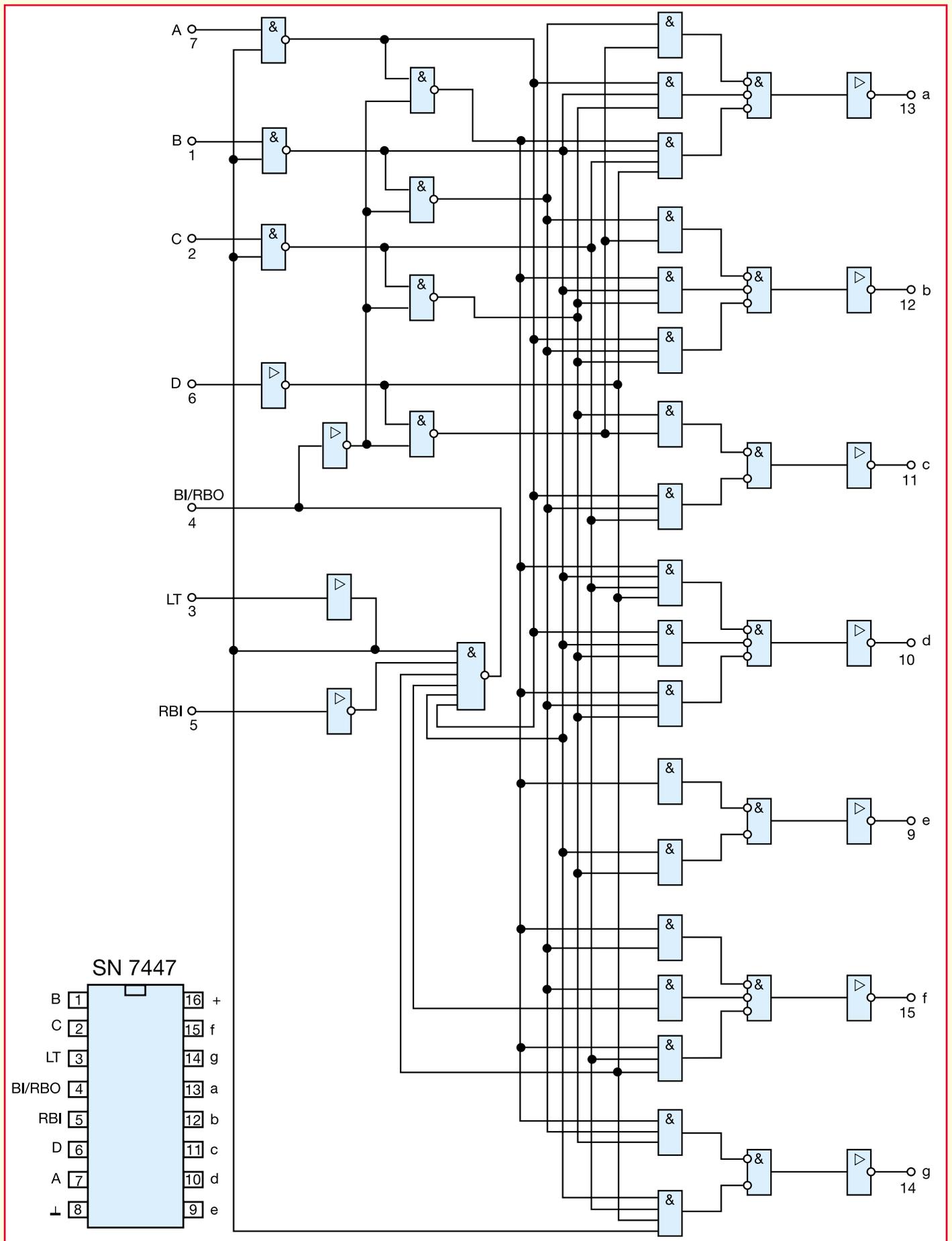


Bild 54: Mit Einzelgattern kaum noch nachzuvollziehen - die Innenschaltung des TTL-Decoder-Klassikers 7447, daneben dessen Pinbelegung

| Anzeige/ Funktion | BCD-Code | | | | 7-Segment-Code | | | | | | | $\overline{\text{BI/RBO}}$ | $\overline{\text{LT}}$ | $\overline{\text{RBI}}$ |
|----------------------|----------|---|---|---|----------------|---|---|---|---|---|---|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| | D | C | B | A | a | b | c | d | e | f | g | | | |
| 0 | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | H | H | H | X |
| 1 | L | L | L | H | H | L | L | H | H | H | H | H | H | X |
| 2 | L | L | H | L | L | L | H | L | L | H | L | H | H | X |
| 3 | L | L | H | H | L | L | L | L | H | H | L | H | H | X |
| 4 | L | H | L | L | H | L | L | H | H | L | L | H | H | X |
| 5 | L | H | L | H | L | H | L | L | H | L | L | H | H | X |
| 6 | L | H | H | L | L | H | L | L | L | L | L | H | H | X |
| 7 | L | H | H | H | L | L | L | H | H | H | H | H | H | X |
| 8 | H | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | H | H | X |
| 9 | H | L | L | H | L | L | L | L | H | L | L | H | H | X |
| BI | X | X | X | X | H | H | H | H | H | H | H | L | X | X |
| RBI | L | L | L | L | H | H | H | H | H | H | H | L | H | L |
| LT | X | X | X | X | L | L | L | L | L | L | L | H | L | X |

Bild 55: Die Wahrheitstabelle für einen BCD-zu-7-Segment-Decoder macht die komplizierte „Arbeit“ des Decoders deutlich.

kann man sich die komplizierte Decodierung einfacher vergegenwärtigen.

Doch wir wollen uns nicht weiter mit den hier dargestellten Zusammenhängen beschäftigen, einen Decoder benutzen wir einfach als fertigen Baustein. Wichtiger für die Anwendung sind die vielfältigen Möglichkeiten, die ein solcher Decoder über die „einfache“ Codeumsetzung hinaus bietet.

Bereits einer der ersten Decoder in TTL-Technik, der 7447, dessen Innenschaltung wir in Abbildung 54 bereits kennengelernt haben, bietet einigen Zusatzkomfort. Denn die Pinbelegung (Abbildung 56) des 7447 zeigt einige uns noch unbekannte Pins, die wir exemplarisch für andere Decoder einmal genauer erläutern wollen.

So ermöglicht der Pin „LT“ („Lampen-

test“), an Low gelegt, das gleichzeitige Einschalten aller Segmente der Anzeige, um z. B. beim Einschalten eines Gerätes zu kontrollieren, ob alle Segmente der Anzeige intakt sind.

Der RBI-Eingang bietet uns den Komfort, eine in einer mehrstelligen Anzeige immer störende, führende Null auszublenden, z. B. an der Stunden-Zehnerstelle einer Digitaluhr. Liegt dieser Eingang auf Low-Pegel und trifft die Bedingung zu, daß alle vier BCD-Eingänge A-D ebenfalls Low-Pegel führen, was nach einem Blick in unsere BCD-Tabelle die Anzeige „Null“ bedeutet, so erfolgt ein Ausblenden der gesamten Stelle.

Der Anschluß $\overline{\text{BI/RBO}}$ arbeitet gleichzeitig als Eingang und Ausgang. Legt man ihn auf Low-Pegel, so sind alle Segmente der angeschlossenen Anzeige erloschen. Dieser Eingang ist z. B. sehr nützlich für bestimmte Ausfallmeldungen. Steuert man ihn mit einem Taktgeber an, so blinkt die gesamte Anzeige. Ebenso ist hierüber eine Helligkeitsmodulation durch die Ansteuerung mit einer im Tastverhältnis variablen Frequenz möglich - wir können die Helligkeit der Anzeige bequem einstellen. Ist diese Frequenz ausreichend hoch, z. B.

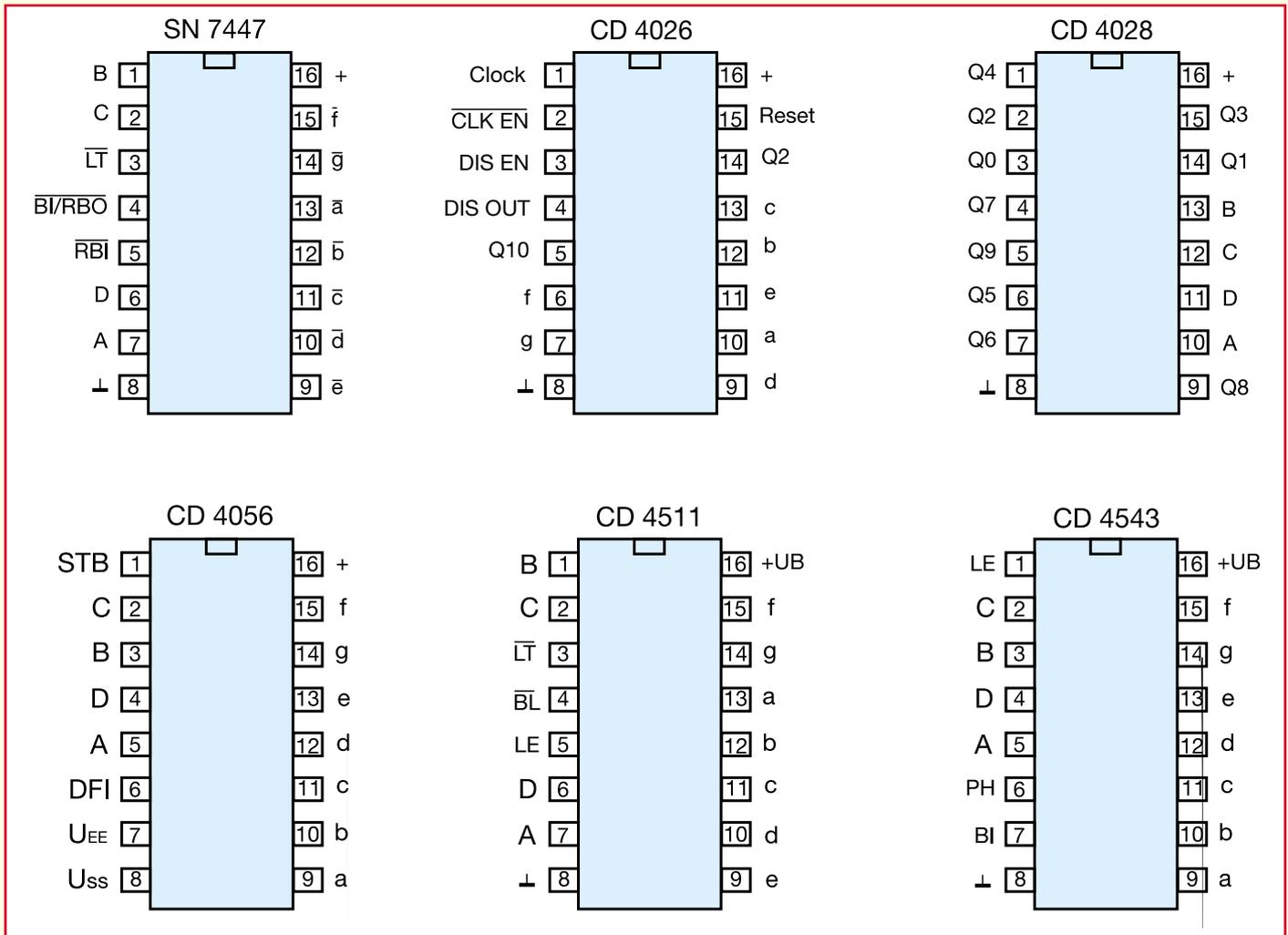


Bild 56: Pinbelegungen einiger ausgewählter Decoder

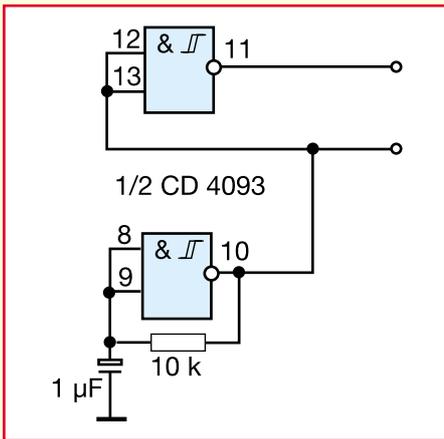


Bild 57: Stellt die erforderliche Wechselspannung zur dynamischen LCD-Ansteuerung bereit - der Backplane-Oszillator

1 kHz, nimmt unser Auge den stetigen Wechsel zwischen Aus- und Einschalten der Anzeige nicht mehr wahr. Verschiebt man das Tastverhältnis des ansteuernden Generators, so wird die Anzeige scheinbar dunkler oder heller, obgleich man sie nur mehr oder weniger lange ein- und ausschaltet.

Bei Betrieb als Ausgang ist hier stets

Low-Pegel vorhanden, wenn $\overline{\text{RBI}}$ und gleichzeitig die BCD-Eingänge A-D Low-Pegel führen, also der steuernden Schaltung irgendwo signalisiert werden soll, daß

eine führende Null unterdrückt wird. Andere Decoder, wie z. B. der weitverbreitete CMOS-Typ CD 4511 oder unser CD 4056, verfügen über einen internen

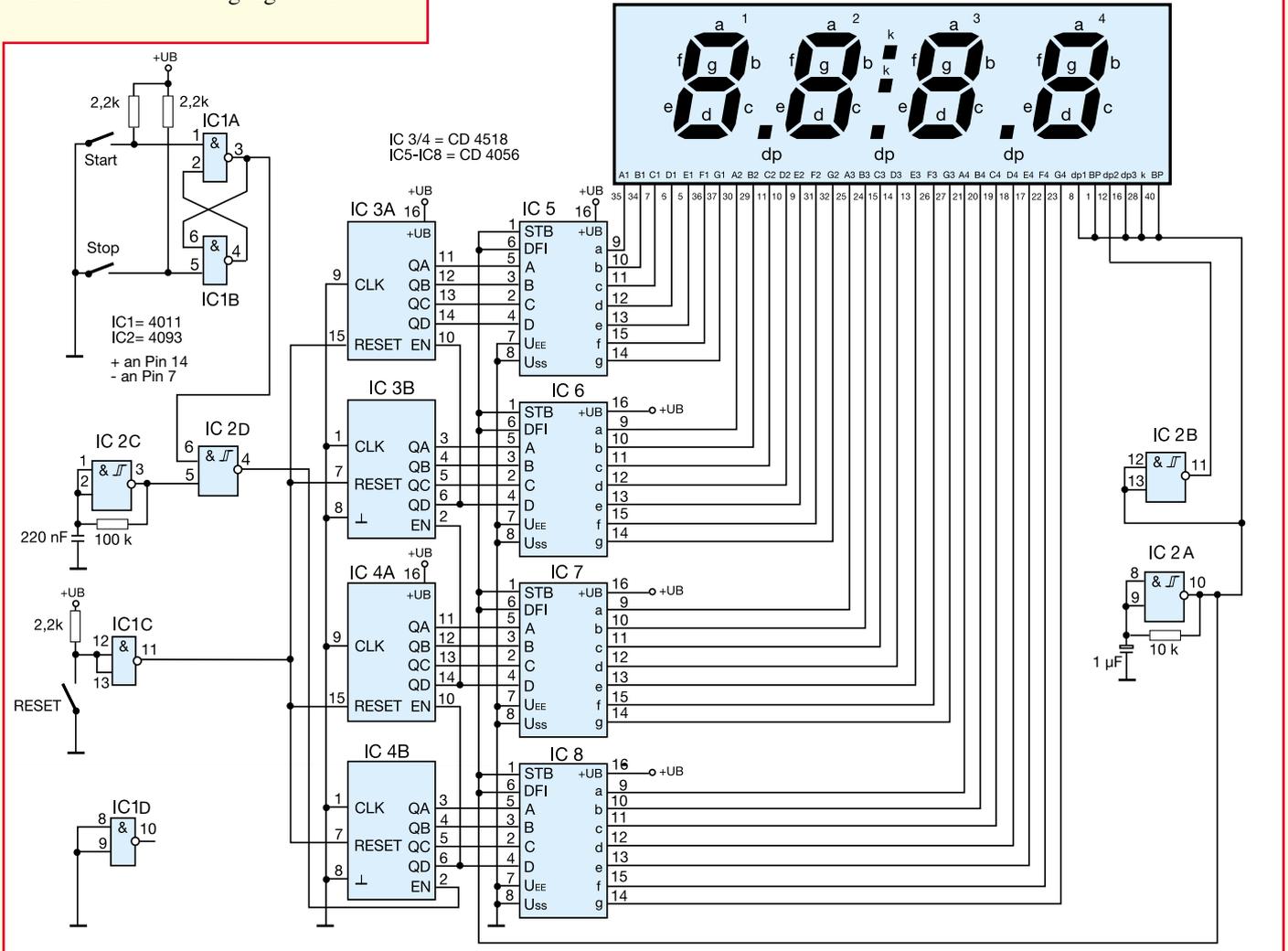
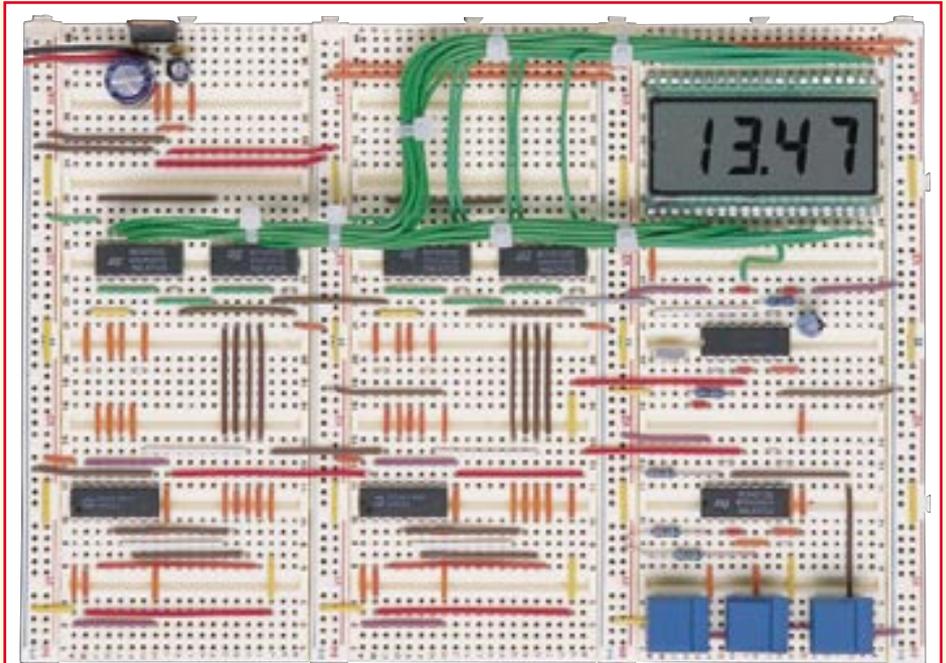


Bild 58: Die komplette Schaltung unserer LCD-Stoppuhr

Zwischenspeicher, der erst auf Befehl über einen Auswahleingang (heißt meist LE; Latch Enable) den vom Zähler angebotenen Wert in die Anzeige übernimmt. Dies ist z. B. für die Anwendung in Multiplexerschaltungen, die wir im nächsten Teil der Serie kennenlernen werden, interessant.

Zahlreiche Decoder zeigen die „Pseudotetraden“ genannten Zählergebnisse an, die sich in der Anzeige als Buchstaben äußern (Sie erinnern sich an Teil 4, als bei den Zählerstufen 10-15 Buchstaben und Zeichen auf der Anzeige erschienen). Andere Decoder, wie etwa der CD 4511, sind nur zur Darstellung der Ziffern 0 - 9 geeignet.

Und schließlich hat man die Auswahl zwischen Decodern, die Anzeigen mit gemeinsamer Katode oder aber gemeinsamer Anode treiben, manche benötigen Vorwiderstände zur Strombegrenzung, andere verfügen über Konstantstromausgänge, legen den LED-Strom intern fest, wieder andere können sowohl LED- als auch LCD-Anzeigen ansteuern.

Sie sehen also, Decoder sind nicht nur schnöde Codewandler, obwohl dies ihre Hauptaufgabe ist, sie sind heute Allround-Dienstleister in Sachen Anzeige - man muß nur den für die eigenen Zwecke geeigneten Typ aussuchen. Abbildung 56 zeigt einige Pinbelegungen.

Eine Besonderheit ist sicher der CD4026. Er ist eigentlich kein Decoder, sondern ein Zähler mit integriertem 7-Segment-Decoder. Er treibt Anzeigen mit gemeinsamer Katode und es ist statt sieben nur ein Vorwiderstand zur LED-Stromeinstellung erforderlich.

Ein Vertreter der BCD-zu-Dezimal-Decoder ist der CD 4028, der z. B. eine LED-Reihe steuern kann.

Doch genug für dieses Mal mit der Theorie, wenden wir uns wieder der Praxis zu. Wir wollen unseren Decoder des Typs CD 4056 in wiederum einer anderen interessanten Applikation praktisch einsetzen - er steuert ein LC-Display als Anzeigeeinheit an.

LCD-Ansteuerung

Zwar haben LED-Anzeigen nach wie vor ihre Berechtigung, doch zeigen sie sich

als wahre Stromfresser, was sie für viele portable Anwendungen, die mit Batterien betrieben werden, nicht gerade prädestiniert. Doch die allermeisten Anzeigeaufgaben kann man heute auch als Hobbyelektroniker komfortabel per LCD lösen. Diese Flüssigkristallanzeigen (engl. LCD-Liquid Crystal Display) arbeiten extrem ökonomisch, sie erfordern nur vernachlässigbar geringe Betriebsströme. Ihr Arbeitsprinzip erfordert jedoch gegenüber den LED-Anzeigen die zusätzliche Bereitstellung einer Wechsellspannung. Diese verhindert die dauernde Polarisierung der Flüssigkristall-Elemente (Veränderung der nematischen Eigenschaften), die bei einer Gleichspannungsansteuerung auftreten würde und zur Zerstörung des Flüssigkristalls führt.

Wer übrigens genaueres über den Aufbau und die Wirkungsweise von LCDs nachlesen will, dem sei die Lektüre der „ELVjournale“ 5 und 6/96 und 1/97 („Die Flachmänner kommen“) empfohlen.

Diese Wechsellspannung, in der Praxis eine Rechteckspannung, in der Frequenz auf das Display abgestimmt, wird an die Gegenelektrode (Backplane, BP) gelegt.

Wie man so etwas erzeugt, wissen wir ja seit Teil 4, man nehme ein CD4093-Gatter, beschalte es mit einer passenden RC-Kombination und fertig ist der Backplane-Oszillator (Abbildung 57) mit hier ca. 130 Hz. Das invertierte Oszillatorsignal erweist sich in unserer späteren Applikation als nützlich für die Ansteuerung ständig anzeigender Elemente wie z. B. der Dezimalpunkte.

Die dynamische Ansteuerung der einzelnen LCD-Segmente erfolgt durch unseren CMOS-BCD-zu-7-Segment-Decoder CD 4056. Für jede Anzeigestelle ist natürlich ein Decoder erforderlich. Auch der CD 4543 ist für diese Aufgabe prädestiniert.

Segment-Vorwiderstände, wie bei der LED-Ansteuerung, können hier aufgrund der quasi leistungslosen Ansteuerung des Displays entfallen.

Unsere LCD-Stoppuhr entsteht

Mit diesen Erkenntnissen ausgerüstet,

wollen wir uns an ein neues Zählerprojekt wagen - wir realisieren eine vierstellige LCD-Stoppuhr auf unserem Experimentierboard. Die komplette Schaltung ist in Abbildung 58 zu sehen. Sie sieht, um das Schaltbild übersichtlicher zu gestalten, etwas anders aus als bisher üblich, wir haben funktionelle Teile jeweils zusammengefaßt, ungeachtet der tatsächlichen Lage der Pins. So ist die Schaltung einfacher zu verstehen, übersichtlicher und auch etwas gefälliger anzusehen als die bisherigen „Drahtverhaue“ der vergangenen Folgen. Achten Sie beim Nachbau nun lediglich darauf, daß Sie Pin für Pin entsprechend den Pinbezeichnungen im Schaltplan verdrahten.

Wie man sieht, ist die Schaltung recht komplex geworden, wir haben dennoch nichts weiter getan, als unseren Lottozahlengenerator aus Folge 6 etwas zu modifizieren bzw. zu erweitern.

Deutlich ist zunächst der Anzeigeteil mit der vierstelligen LC-Anzeige zu erkennen. Hier kann man eine vierstellige, steckbare Standard-Anzeige verwenden, die Pinbelegung dieser Anzeige finden Sie in Abbildung 59. Auch ihre Anschlüsse wurden im Schaltplan zwecks besserer Übersichtlichkeit an eine Seite gezeichnet.

Ganz rechts ist der beschriebene Backplane-Oszillator zu sehen. Über den invertierten Ausgang (IC 2 B, Pin 11) wird der zweite Dezimalpunkt über Pin 12 angesteuert. Wenn Sie einen Doppelpunkt in der Anzeige wünschen, muß das Signal an Pin 28 (Anschluß „k“) geführt werden. Durch das ständig anliegende, gegenüber dem Backplane-Signal invertierte Wechsellspannungssignal erfolgt eine scheinbar statische Ansteuerung des Dezimal- bzw. Doppelpunkts. In Wahrheit kann unser Auge den schnellen Polaritätswechseln nicht mehr folgen und nimmt so das Symbol als statisch, also dauernd eingeschaltet, an.

Die eigentliche Zähler- und Decoder-schaltung entspricht im wesentlichen der Schaltung unseres Lottozahlengenerators aus Teil 6. Lediglich die Zwischenspeichersteuerung der Decoder wird durch den Backplane-Oszillator aktiviert, um die Anzeige dynamisch ansteuern zu können, wie bereits diskutiert.

Neben zwei CD 4056 ist nun auch noch ein Doppelzähler CD 4518 hinzugekommen, schließlich sind jetzt vier Anzeigestellen anzusteuern.

Der Rest ist bekannt: RESET-Schaltung zum Nullstellen (IC 1 C), verbunden mit allen vier RESET-Eingängen der Zähler, Taktgenerator (IC 2 C), für 100 Hz dimensioniert (1/100-Sekunden-Anzeige der Stoppuhr, im nächsten Teil folgt eine noch genauere, quartzgesteuerte Zeitbasis), Torschaltung (IC 2 D) und eine leicht modifizierte Start-/Stop-Schaltung (IC 1A/B). Die

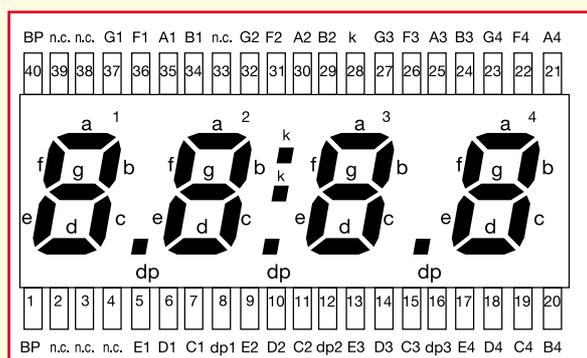


Bild 59: Die Pinbelegung des eingesetzten 4stelligen Standard-LCDs



Bild 60: Unentbehrliches Testgerät - Logikpegeltester ALT 3

Modifikation erlaubt die bequeme Bedienung mit zwei Tastern, je einer für das Starten und Stoppen des Zählers.

Das Aufbaufoto zeigt es, auf unserem Steckboard wird es eng.

Deshalb sollten Sie baugruppenweise in folgender Reihenfolge verdrahten:

Stromversorgung (sollte ja schon vorhanden sein, sonst in Teil 1 nachschlagen), Start-/Stop-Schaltung, Taktgenerator, Torschaltung, Backplane-Oszillator, RESET-Schaltung, Zähler, Dekoder/Anzeige.

Mit unserer LED-Anzeigeschaltung (siehe Abbildung 52 in Teil 6) können Sie die Funktion der einzelnen Schaltungsteile provisorisch kontrollieren.

Aber eigentlich ist es jetzt an der Zeit, an ein äußerst nützliches Testinstrument zu denken - einen Logikpegeltester.

Pegel erkannt - der Logik-Tester

Er gehört eigentlich in jedes (Digital-) Elektroniklabor. Der Logik-Tester signalisiert in der Mindestausstattung durch farbige Leuchtdioden den High- oder Low-Pegel am angetasteten Meßpunkt. Leuchten beide LEDs zugleich, so zeigt dies eine schnelle Impulsfolge an, deren Frequenz unser Auge nicht mehr folgen kann. Eine Stufe komfortabler ist eine integrierte Impulserkennung, die eindeutig durch eine weitere Leuchtdiode anliegende Impulse anzeigt.

Und das Non-plus-Ultra eines solchen Gerätes ist eine akustische Kontrolle, die mit unterschiedlichen Tönen Low- und High-Pegel und Impulse signalisiert. So kann man sich voll auf die zu untersuchende Schaltung konzentrieren, die ja meist, wie nun unser Experimentierboard, dicht bestückt ist.

Solch ein mit o. g. Features komplett ausgestattetes Gerät ist der ELV-Akustik-Logik-Tester ALT 3 (Abbildung 60). Er zeigt die Logikzustände nicht nur optisch, sondern wahlweise auch akustisch an, läßt sich für TTL- und CMOS-Schaltungen einsetzen und hat einen für uns angenehmen Nebeneffekt: Er ist selbst eine digitale Schaltung mit solchen Baugruppen wie

Flip-Flop, Trigger, Monoflop usw. Da er als Bausatz geliefert wird, stellt er einen echten Grund dar, in dieser Serie erstmals den Lötcolben anzuheizen - ein hervorragendes und nützliches Übungsobjekt!

Aber auch manche Multimeter (Abbildung 61) bieten die Option „Logiktester“ und können so ein wertvoller Helfer beim Aufbau von und der Fehlersuche in Digitalschaltungen sein.

Uhr läuft...

Hat man, ob mit oder ohne Logik-Tester, eine Baugruppe nach der anderen in Betrieb genommen, sollte die Gesamtschaltung jetzt auf Antrieb funktionieren.

Also Netzteil oder Batterie angeschlossen und...? Im Idealfall sollte nun das Display „00.00“ anzeigen. Erfolgt keine zufriedenstellende Anzeige, so könnte es sein, daß die Backplane-Impulse nicht am Display ankommen. Man kontrolliere also das Anliegen der Impulse an den Backplane-Pins 1 und 40 des Displays sowie, ob man tatsächlich die Original Backplane-Impulse aus dem Backplane-Oszillator entnommen hat und nicht etwa die invertierten Impulse oder gar den Taktimpuls des Taktgenerators.

Zeigt das Display jedoch „88.88“ an, so ist ein Fehler bei der Verdrahtung der Zwischenspeicher-Anschlüsse gemacht worden, auch hier sollte man die Pins 1 und 6 der Decoder (IC 5 bis IC 8) auf Anliegen des Backplane-Signals überprüfen.

Zählt der Zähler zwar, doch vielleicht zeigt eine Stelle statt ordentlicher Ziffern undefinierbares an, so ist die BCD-Verdrahtung zwischen betreffendem Zähler und die Display-Verdrahtung der betreffenden Stelle zu kontrollieren.

Ach, übrigens, bei diesem Zähler lohnt sich einmal der Anschluß einer 9V-Blockbatterie statt eines Netzteils. Sie werden erstaunt sein, wie wenig Strom dieser große Zähler aufnimmt. Mehr als max. 5 mA werden Sie kaum messen, dabei entfällt der größte Bedarf noch auf den Spannungsregler, die Schaltung selbst nimmt nicht einmal 2 mA auf! Hier kommen die Vorzüge der stromsparenden CMOS-Technik und der quasi leistungslosen LCD-Ansteuerung voll zum Tragen!

So, ist die Verdrahtung perfekt, kann man nun den Zähler mit der START-Taste starten, mit der STOP-Taste anhalten und mit der RESET-Taste auf Null zurücksetzen. Er zählt Hundertstel-Sekunden, Zehntel-Sekunden und volle Sekunden bis 99.

Viel Spaß am Erfolgserlebnis!

Lassen Sie Ihren Zähler bis zum nächsten Mal aufgebaut, wir erweitern ihn zur quartzesteuerten Uhr und werden uns mit der Technik von Schieberegistern und Multiplexerschaltungen beschäftigen. **ELV**



Bild 61: Multimeter mit integriertem Logikpegeltester



Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010 M Teil 3

Der dritte und zugleich abschließende Teil dieses Artikels beschreibt den Nachbau sowie den einfach durchzuführenden Software-Abgleich dieses innovativen Akku-Lade-Meßgerätes.

Nachbau

Der praktische Aufbau des ALM9010M ist, gemessen am Leistungsumfang, einfach. Innerhalb des ALM 9010 M ist kein Hardwareabgleich erforderlich. Der softwaremäßig durchzuführende Abgleich ist erst am vollständig aufgebauten und geschlossenen Gerät durchzuführen. Dazu wird ein möglichst genaues Multimeter (20 A Strom, Spannung), eine Gleichspannungsquelle mit 1 V und 30 V und eine Stromquelle (mind. 20 A) benötigt.

Achtung: Bevor wir nun mit dem praktischen Aufbau beginnen, müssen wir darauf hinweisen, daß Aufbau und Inbetriebnahme des ALM 9010 M aufgrund der darin frei geführten Netzspannung ausschließlich von Fachleuten durchgeführt werden dürfen, die hierzu aufgrund ihrer Ausbildung befugt sind. Die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften sind zu beachten.

Die Schaltung des ALM 9010 M ist auf zwei Leiterplatten, bestehend aus Basis- und Frontplatine, untergebracht. Wir beginnen den Aufbau mit der Frontplatine, auf der in erster Linie die Bedien- und Anzeigeelemente untergebracht sind.

Die Anschlußbeinchen der Widerstände sind 2 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln und durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen. Nach Festlöten und Abschneiden der überstehenden Drahtenden, wie im übrigen auch bei allen nachfolgend einzusetzenden, bedrahteten Bauteilen, werden die vier 7-Segment-Anzeigen bestückt.

Im Anschluß hieran müssen alle Kleinsignal-Transistoren so tief wie möglich eingesetzt werden, d. h., die Gehäuseoberseite darf nicht weiter als die Oberseite der 7-Segment-Anzeigen vorstehen.

Beim Einbau der Printtaster ist unbedingt eine zu große Hitzeeinwirkung zu vermeiden.

Die 3mm-Leuchtdioden benötigen einen Einbauabstand von 10 mm, gemessen von der Spitze des Bauelementes bis zur Platinenoberfläche.

Der integrierte Schaltkreis IC 4 ist so einzulöten, daß die Gehäusekerbe des Bauelementes mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt. Da alle weiteren Komponenten auf der Basisplatine untergebracht sind, ist die Bestückung der Frontplatine damit bereits abgeschlossen.

Entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes sind auch auf der Ba-

sisplatine zuerst die niedrigsten Komponenten (in unserem Fall die Widerstände) einzulöten.

Danach folgen die Dioden, wobei zu beachten ist, daß die Schottky-Diode D 26 und die Leistungs-Gleichrichter-Dioden D 34 bis D 37 einen Platinenabstand von 5 bis 10 mm benötigen.

Die Spannungsregler IC 12 und IC 13 sind mit einer Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Mutter liegend auf die Leiterplatte zu schrauben. Erst danach sind die IC-Anschlüsse zu verlöten.

Es folgt das Einsetzen der Keramik- und Folienkondensatoren mit beliebiger Polarität.

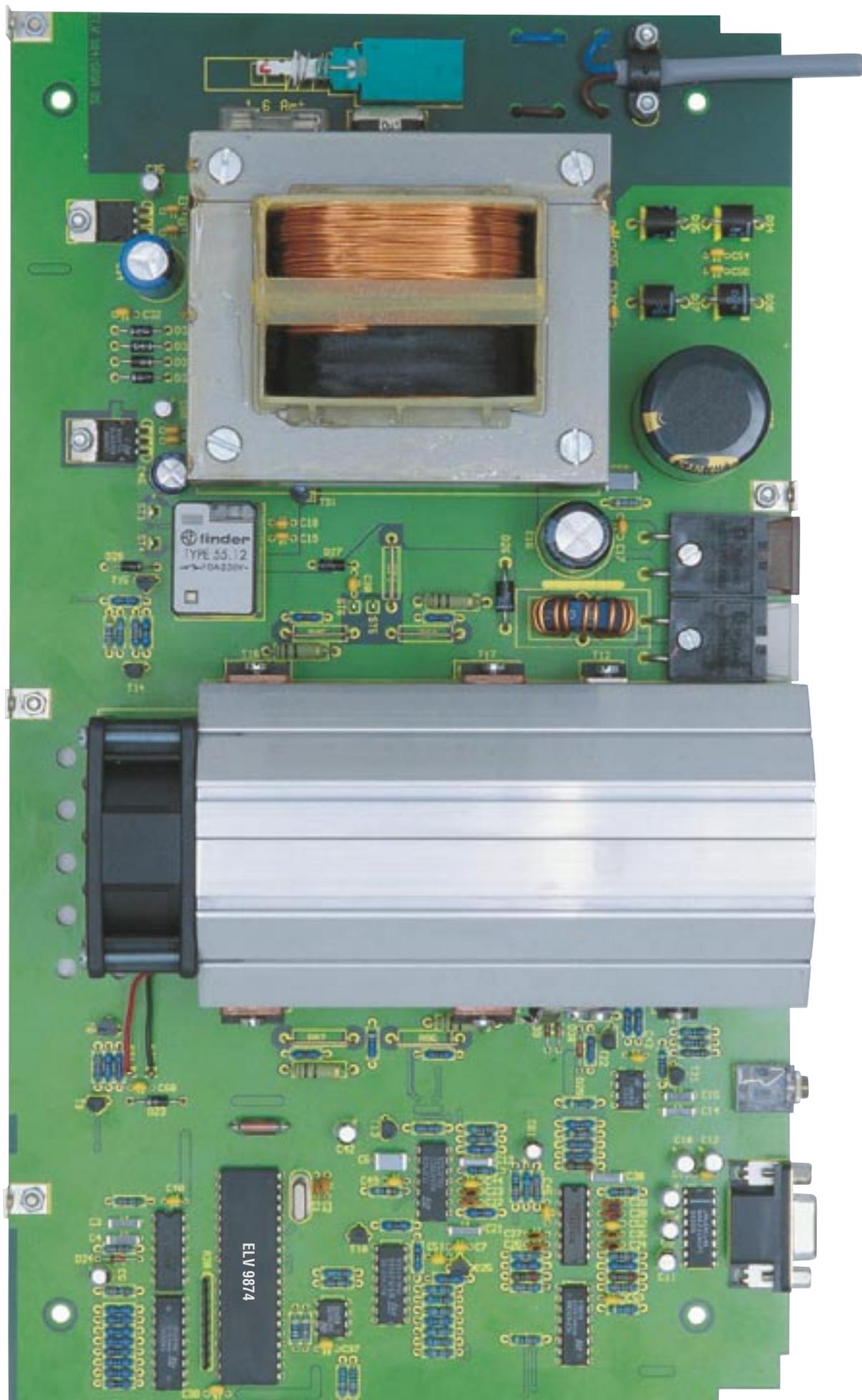
Als nächstes wird die zur HF-Störunterdrückung dienende Drosselspule L 3 eingesetzt.

Die Anschlußbeinchen der Kleinsignaltransistoren sind so weit wie möglich durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu führen und an der Platinenunterseite zu verlöten.

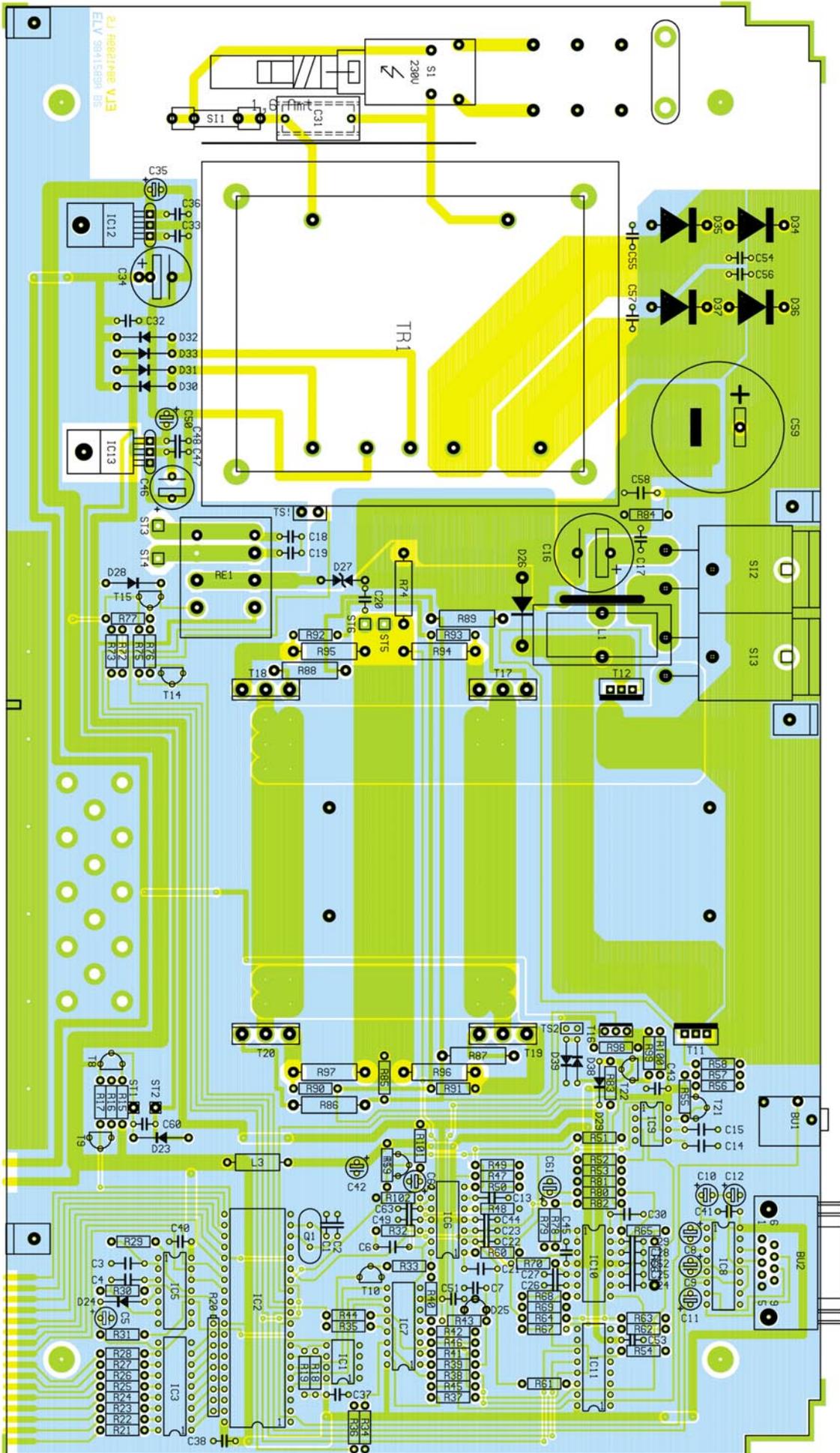
Bei den Elektrolyt-Kondensatoren handelt es sich um gepolte Bauteile, die entsprechend zu bestücken sind. Üblicherweise ist der Minuspol gekennzeichnet.

Nach Einlöten der 3,5mm-Klinkenbuchse zum Anschluß des externen Tempera-

Ansicht
der fertig bestückten
Basisplatte des
ALM 9010 M
(Originalgröße:
336,6 x 187,5 mm)



Bestückungsplan der
Basisplatte des
ALM 9010 M
(Originalgröße:
336,6 x 187,5 mm)



Ansicht der fertig bestückten Frontplatte des ALM 9010 M mit zugehörigem Bestückungsplan (Originalgröße: 336,6 x 80,8 mm)

tursensors und der 9poligen Sub-D-Buchse der seriellen Schnittstelle ist das Leistungsrelais unter Zugabe von ausreichend Lötzinn einzubauen.

Der Quarz Q 1 ist stehend zu bestücken und die integrierten Schaltkreise sind so einzusetzen, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Bestückungsdruck übereinstimmt.

Die Anschlußbeinchen der Speicherdrossel L 1 werden mit ausreichend Lötzinn festgesetzt.

Der 2polige Netzschalter (S 1) muß vor dem Verlöten mit allen Auflagepunkten an der Platine anliegen und in die beiden Hälften des Platinensicherungshalters wird gleich die Netz-Feinsicherung eingesetzt. Als Berührungsschutz erhält die Netzsicherung eine Kunststoffabdeckung.

Die Shunt-Widerstände R 94 bis R 97 der Entladeendstufe sind jeweils aus 57 mm Manganin-Draht mit 0,659 Ω /m herzustellen.

Die Widerstandsdrähte sind in einem Bogen nach oben so zu bestücken, daß 53 mm des Widerstandsdrahtes wirksam bleiben.

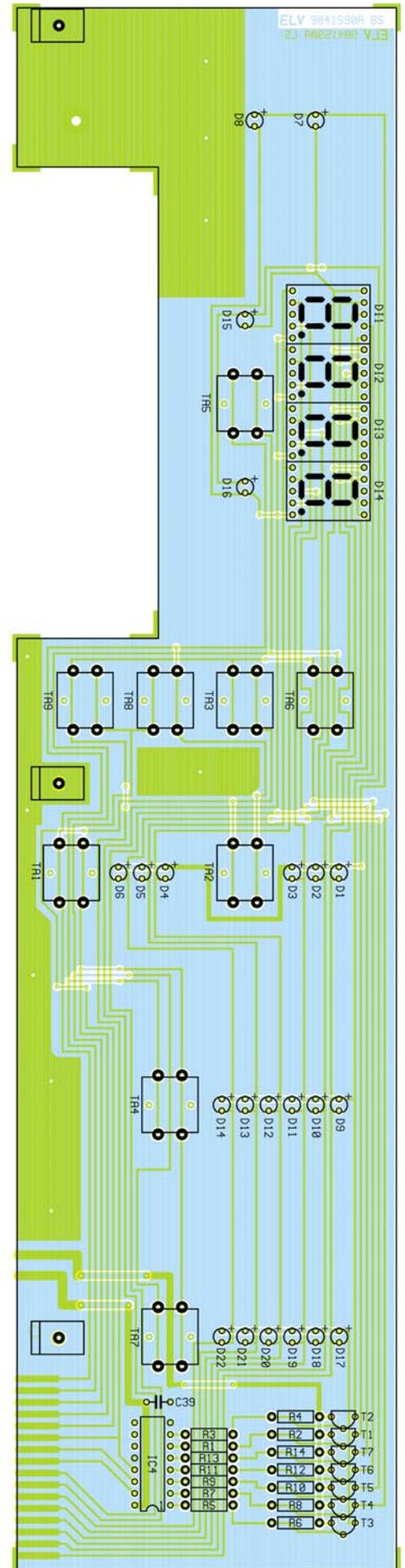
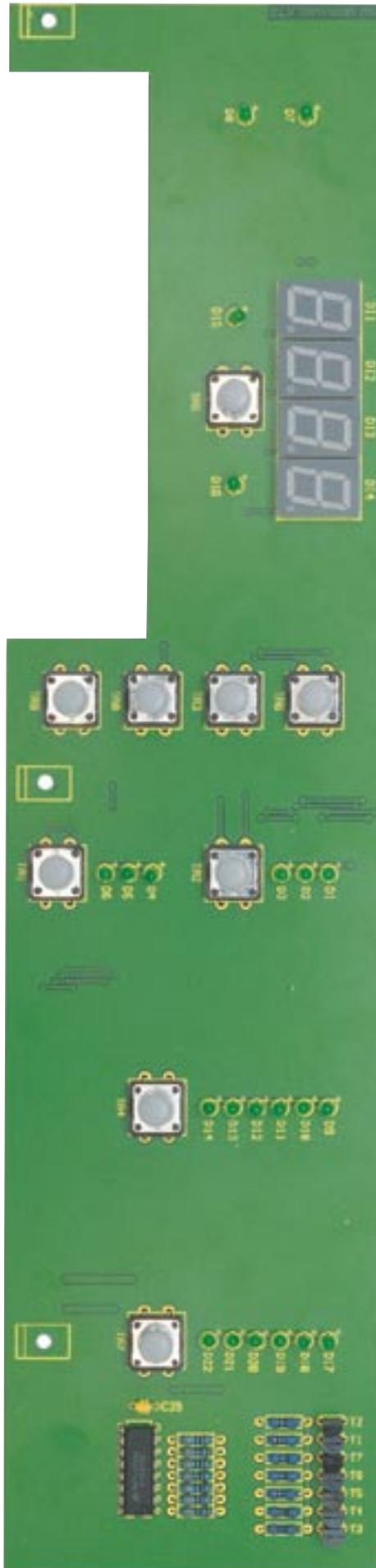
Bei dem in gleicher Weise herzustellenden Lade-Shunt R 74 ist nach dem Verlöten eine wirksame Drahtlänge von 45 mm erforderlich.

Zwischen dem Elko C 16 und der Speicherdrossel L 1 ist auf der Platine eine isolierte Leitung (1,5 mm² blau) erforderlich, die mit ausreichend Lötzinn zu verarbeiten ist.

Zum Anschluß der Entlade-Leistungstransistoren sind insgesamt 12 Lötstifte von 20 mm Länge und zum Anschluß der Ladetransistoren (T 11, T 12) zwei 20 mm lange, 3polige Stiftleisten einzulöten. Eine kurze 3polige Stiftleiste dient zum Anschluß des Treiber-Transistors T 16.

2 Kfz-Sicherungshalter für Print-Montage werden jeweils mit einer Schraube M3 x 10 mm und zugehöriger Mutter auf die Leiterplatte geschraubt. Erst nach dem Verschrauben erfolgt unter Zugabe von ausreichend Lötzinn das Verlöten der Anschluß-Pins. Im Anschluß hieran ist in den Sicherungshalter SI 2 eine 7,5A- und in Sicherungshalter SI 3 eine 25A-Kfz-Sicherung zu drücken.

Rechts und links neben den beiden



Sicherungshaltern ist je ein Metallwinkel auf die Leiterplatte zu montieren, wobei zur Befestigung eine Schraube M3 x 5 mm mit zugehöriger Mutter zu verwenden ist.

Im nächsten Arbeitsschritt kann nun das Hochleistungs-Lüfter-Kühlkörperaggregat für den Einbau vorbereitet werden.

Dazu sind zuerst die beiden Profilhälften zu einem Rohr zusammenschieben und der Axial-Lüfter (60 x 60 x 25 mm) mit 4 Schrauben M3 x 30 mm anzuschrauben. Die Schrauben sind dabei jeweils durch beide Montageflansche des Lüfters zu führen.

Nun werden 4 Schrauben M3 x 5 mm

jeweils mit einer Fächerscheibe bestückt und von der Lötseite durch die Kühlkörper-Montagebohrungen der Platinen gesteckt. Auf der Bestückungsseite wird je eine M3-Mutter lose aufgeschraubt.

Basisplatine und Lüfteraggregat werden im nächsten Arbeitsschritt so zusammen-

Stückliste: ALM 9010 M

Widerstände:

| | |
|---|---|
| 49mm Manganindraht, 0,659Ω/m, 30mΩ | R74 |
| 57mm Manganindraht, 0,659Ω/m, 35mΩ | R94-R97 |
| 10Ω/2W | R86-R89 |
| 47Ω | R32 |
| 100Ω | R2, R4, R6, R8, R10, R12, R14, R21-R28, R102 |
| 270Ω | R56, R57 |
| 330Ω | R1, R3, R5, R7, R9, R11, R13, R58 |
| 470Ω | R85 |
| 820Ω | R49 |
| 1kΩ | R16, R40, R43, R76, R77, R83, R98-R100 |
| 2,2kΩ | R17, R59, R62, R67, R75, R78 |
| 2,7kΩ | R81 |
| 2,55kΩ | R44-R46 |
| 4,7kΩ | R18, R19, R51, R54, R55, R73, R84 |
| 10kΩ | R15, R33, R52, R60, R69, R90-R93, R101 |
| 18kΩ | R79 |
| 33kΩ | R80 |
| 39kΩ | R72 |
| 47kΩ | R53, R61, R64, R65 |
| 100kΩ | R47, R48, R50, R70 |
| 150kΩ | R34, R39 |
| 180kΩ | R35, R37, R38, R41, R42, R68 |
| 220kΩ | R29-R31 |
| 470kΩ | R63, R66 |
| 1,5MΩ | R36 |
| 10MΩ | R82 |
| Array, 4,7kΩ | R20 |

Kondensatoren:

| | |
|----------------------|--|
| 10pF/ker | C22-C27 |
| 18pF/ker | C1, C2 |
| 22pF/ker | C28, C29 |
| 1nF | C14 |
| 4,7nF | C15 |
| 10nF | C3, C4, C30 |
| 27nF | C13 |
| 100nF/ker | C7, C17-C20, C32, C33, C36-C41, C43-C45, C47-C49, C51-C57, C60, C63 |
| 100nF/X2/250V~ | C31 |
| 220nF | C21 |
| 270nF | C6 |
| 330nF | C58 |
| 2,2µF/63V | C5 |

| | |
|-------------------|-----------------------|
| 10µF/25V | C8-C12, C35, C50, C62 |
| 47µF/16V | C61 |
| 100µF/16V | C42 |
| 1000µF/16V | C46 |
| 2200µF/50V | C16 |
| 4700µF/16V | C34 |
| 10000µF/63V | C59 |

Halbleiter:

| | |
|----------------------|------------------------|
| FM24C04 | IC1 |
| ELV9874 | IC2 |
| ULN2803 | IC3 |
| 74LS145 | IC4 |
| CD4093 | IC5 |
| TL074 | IC6 |
| CD4051 | IC7 |
| MAX232 | IC8 |
| LM393 | IC9 |
| TLC274 | IC10 |
| CD4053 | IC11 |
| 4940V5 | IC12 |
| 7905 | IC13 |
| BC327 | T1-T7, T15 |
| BC876 | T8 |
| BC548 | T9, T10, T13, T14, T22 |
| BUZ272 | T11, T12 |
| BD676 | T16 |
| BD249C | T17-T20 |
| BC546 | T21 |
| 1N4001 | D23, D28, D30-D33 |
| 1N4148 | D24, D29, D38, D39 |
| LM385/2,5V | D25 |
| SB560 | D26 |
| BZW06-58B | D27 |
| P600G | D34-D37 |
| LED, 3mm, grün | D1-D22 |
| DJ700A, grün | DI1-DI4 |

Sonstiges:

| | |
|--|----------|
| Quarz, 11,0592MHz | Q1 |
| Spule, DS01-25-7,0-20A | L1 |
| Drosselspule, 14µH | L3 |
| Temperatursensor, SAA965 .. | TS1, TS2 |
| Mini-Drucktaster, B3F-4050 | TA1-TA9 |
| Klinkenbuchse, 3,5mm, mono, print | BU1 |
| SUB-D-Buchsenleiste, 9 polig, print | BU2 |
| Hochlast-Relais, 10A/250V, 2 x um | RE1 |
| Trafo, 175VA, 2 x 8V/800mA 1 x 30V/5A | TR1 |
| Sicherung, 1,6A, mittelträge | SI1 |

| | |
|--|----------|
| Kfz-Sicherung, 7,5A | SI2 |
| Kfz-Sicherung, 25A | SI3 |
| Shadow-Netzschalter | S1 |
| 1 Netz-Schraubklemme | KL1 |
| Lötstifte mit Lötöse | ST1, ST2 |
| 1 Adapterstück | |
| 1 Verlängerungsachse | |
| 1 Druckknopf, ø 7,2mm, grau | |
| 1 Platinsicherungshalter (2 Hälften) | |
| 1 Sicherungsabdeckhaube | |
| 2 Kfz-Sicherungshalter, print, abgewinkelt | |
| 1 Zugentlastungsschelle | |
| 2 Lüfter-Kühlkörperhälften LK75 | |
| 1 Axial-Lüfter, 12V, 60 x 60 x 25 mm | |
| 9 Tastknöpfe, grau, 10 mm | |
| 2 Senkkopfschrauben M3x10mm | |
| 24 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm | |
| 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm | |
| 4 Zylinderkopfschrauben M4 x 10mm | |
| 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14mm | |
| 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12mm | |
| 4 Zylinderkopfschrauben M3 x 30mm | |
| 4 Zylinderkopfschrauben, M5 x 70mm | |
| 27 Muttern, M3 | |
| 4 Muttern M4 | |
| 4 Muttern, M5 | |
| 6 Fächerscheiben, M3 | |
| 2 Sensorschellen | |
| 5 Befestigungswinkel, vernickelt | |
| 12 Lötstifte, 1,3mm, Länge 20 mm | |
| 6 Isolierbuchsen | |
| 1 Glimmerscheiben, TO 220 | |
| 2 Glimmerscheiben, TOP-66 | |
| 4 Glimmerscheiben, TO-3P | |
| 2 Polyamidscheiben, 1,5mm | |
| 2 Distanzrollen, M3 x 5mm | |
| 4 Abstandsbolzen, M5 x 15mm | |
| 1 Halteplatte | |
| 1 Fingerschutzgitter | |
| 2 Polklemmen, 4mm, 16A, rot | |
| 2 Polklemmen, 4mm, 16A, schwarz | |
| 1 Kabelbinder, 90mm | |
| 1 Netzkabel, 2adrig, grau | |
| 30cm flexible Leitung, 0,22 mm ² | |
| 20cm flexible Leitung, ST1 x 1,5mm ² , rot | |
| 30cm flexible Leitung, ST1 x 1,5mm ² , schwarz | |
| 3cm Leitung, 1,5mm ² , blau | |
| 3 Aderendhülsen 0,75mm ² | |
| 1 Durchführungsstulle | |
| 2 Stiftleisten, 3polig, Länge 20 mm | |
| 1 Stiftleiste, 3polig | |
| 1 Isolierplatte (190 x 170 mm) für das Metallgehäuse | |

geschoben, daß zwischen dem hinteren Ende des Kühlkörpers und dem Platinenrand ein Abstand von ca. 3 mm bleibt.

Nach Festschrauben des Kühlkörpers sind die Lüfteranschlußleitungen auf die erforderliche Länge zu kürzen und mit ST 1 (rote Leitung) und ST 2 (schwarze Leitung) der Basisplatine zu verbinden.

Nun kommen wir zur Montage der Endstufen-Transistoren und des Temperatursensors am Kühlkörperaggregat.

Zur Montage der 4 Entladetransistoren (T 17 bis T 20) sind beidseitig zwei M3-Muttern in die oberen Einschubnuten des Kühlkörpers zu schieben und mittig über den Transistor-Anschlußstiften von T 17 bis T 20 zu positionieren.

Die Transistoren sind nun jeweils mit einer Schraube M3 x 5 mm, Isoliernippel und einer beidseitig mit Wärmeleitpaste bestrichenen Glimmerscheibe am Kühlkörper zu montieren. Die Anschlußbeinchen müssen dabei über den zugehörigen Anschlußstiften (Bundhülsen) der Basisplatine liegen.

Danach werden auf der rechten Seite (von vorne gesehen) nochmals 2 und auf der linken Seite eine M3-Mutter jeweils in die oberen Einschubnuten eingeschoben. Die erste Mutter der rechten Seite dient zur Befestigung des Temperatursensors TS 1 mit einer Metallschelle und einer Schraube M3 x 5 mm. Der Sensor ist vor der Montage an der flachen Seite mit Wärmeleitpaste einzustreichen.

Die beiden anderen Muttern dienen zur Befestigung der beiden Ladeendstufen-Transistoren T 11 und T 12 in der gleichen Weise wie die Entladeendstufen-Transistoren. Zur galvanischen Isolierung sind auch hier mit Wärmeleitpaste bestrichene Glimmerscheiben sowie Isoliernippel erforderlich.

Eine M3-Mutter in der unteren Einschubnut der rechten Seite des Lüfteraggregates dient zur Befestigung des Treibertransistors T 16. Auch hier ist zur Isolierung eine beidseitig mit Wärmeleitpaste bestrichene Glimmerscheibe erforderlich.

Wenn alle Transistoren korrekt sitzen, werden die Anschlußbeinchen mit den Anschlußstiften der Basisplatine verlötet.

Das gleiche gilt für die Anschlußbeinchen des Temperatursensors, wobei zur Verlängerung einadrige, isolierte Leitungen dienen.

Der 175VA-Netztransformator ist mit vier Schrauben M 5 x 70 mm zu befestigen. Die Schrauben werden von der Platinenunterseite eingesteckt. Von der Bestückungsseite ist jeweils eine 15 mm lange, vernickelte Messing-Distanzhülse aufzuschieben. Darauf folgt der Netztransformator, dessen Anschlußschwerter genau in die zugehörigen Lötäugen der Leiterplatte fassen müssen. Nach dem Anziehen der 4 Muttern auf der Trafo-Oberseite sind die Anschluß-

schwerter mit reichlich Lötzinn festzusetzen.

Der am Trafo zu positionierende Temperatursensor ist mit einer Befestigungsschelle auf das Blechpaket des Trafos zu setzen. Die Schelle wird mit der vorderen, rechten Trafoschraube befestigt, wobei die Verbindung zur Platine über einadrige, isolierte Leitungen erfolgt. Thermische Übergangswiderstände werden durch Wärmeleitpaste verringert.

Die Metallschubstange für den Netzschalter ist, wie in Abbildung 4 skizziert, zu biegen und mit einem Kunststoff-Druckknopf sowie einem Kunststoff-Verbindungsstück zu versehen.

Danach erfolgt die Verbindung der beiden fertig aufgebauten Leiterplatten miteinander, wobei zur exakten Ausrichtung 3 Metallwinkel dienen.

Nach dem Verschrauben der beiden Platinen miteinander werden sämtliche Leiterbahnpaare unter Zugabe von ausreichend Lötzinn verlötet.

Mit 4 Schrauben M4 x 10 mm und den zugehörigen Muttern wird an der Außenseite der Gehäuserückwand ein Fingerschutzgitter über dem Luftaustritt des Kühlkörperaggregates montiert.

Es folgt der Anschluß der 230V-Netzzuleitung. Zuerst ist eine Gummidurchführungsstülle in die zugehörige Bohrung der Gehäuserückwand zu drücken. Danach wird das 2adrige Netzkabel von außen durchgeführt und die äußere Ummantelung auf 35 mm Länge entfernt. Nun sind die beiden Innenadern auf 5 mm abzuisolieren und Aderendhülsen aufzuquetschen. Die Leitungsenden werden jeweils so durch 2 Bohrungen der Leiterplatte geführt, daß ein versehentliches Lösen auszuschließen ist. Danach werden die Leitungsenden in die 2polige Netzschraubklemmleiste geführt und sorgfältig festgeschraubt.

Anschließend ist die Netzzuleitung mit einer Zugentlastungsschelle und M3x12mm-Schrauben, die von der Platinenunterseite einzusetzen sind, und Muttern auf der Platine festzusetzen.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß die Leitungsenden nicht auf Spannung montiert werden.

Selbst wenn sich eine Schraubklemme versehentlich löst, dürfen die Leitungsenden innerhalb des Gerätes keine Metallgegenstände berühren können.

Nachdem die Leiterplattenkonstruktion

so weit fertiggestellt ist, folgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler.

Die 4 Polklemmen (Ausgangsbuchsen) sind direkt in die bedruckte Frontplatte des ALM 9010 M zu schrauben und einadrige isolierte Leitungen entsprechender Farbe, die einen Mindestquerschnitt von 1,5 mm² aufweisen müssen, anzulöten. Die von den Buchsen kommenden Leitungen werden unter Zugabe von ausreichend Lötzinn direkt mit den entsprechenden Platinenanschlüssen ST 3 - ST 6 verbunden. Dabei gelten folgende Zuordnungen und Leitungslängen:

- + Akku 1= ST 3, 100 mm
- + Akku 2= ST 4, 100 mm
- Akku 1= ST 5, 150 mm
- Akku 2= ST 6, 150 mm

Anschließend sind die Leitungen mit einem kleinen Kabelbinder so zusammenzubinden, daß keine Shunt-Widerstände berührt werden.

Gehäuseeinbau

Beim ALM 9010 M erfolgt der Gehäuseeinbau gleich nach dem Zusammenbau, da innerhalb des Gerätes kein Hardware-Abgleich erforderlich ist. Die softwaremäßig durchzuführenden Abgleicharbeiten sind bei vollständig montiertem Gerät vorzunehmen.

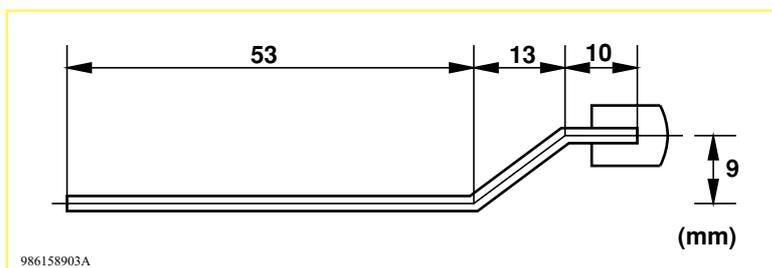
Das ALM 9010 M wird ausschließlich im hochwertigem und robustem Metallgehäuse geliefert, daß bei diesem außergewöhnlich leistungsfähigem Lade-Meßgerät für ein entsprechendes äußeres Erscheinungsbild sorgt.

Im folgenden gehen wir auf den Gehäusezusammenbau nur in verkürzter Form ein und verweisen auf die detaillierte Anleitung in der dem Gerät bzw. Bausatz beiliegenden Bauanleitung.

Da es sich beim ALM 9010 M trotz Metallgehäuse um ein schutzisoliertes Gerät (Schutzklasse 2) handelt, sind die geltenden VDE und Sicherheitsvorschriften unbedingt zu beachten. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die korrekte Montage der Netzzuleitung und der Isolierplatte unterhalb der Leiterplatte im Bereich des Netztransformators.

Nachdem die Frontplatte und die Rückplatte bereits vorbereitet sind, beginnen

Bild 4:
Metallschubstange des Netzschalters



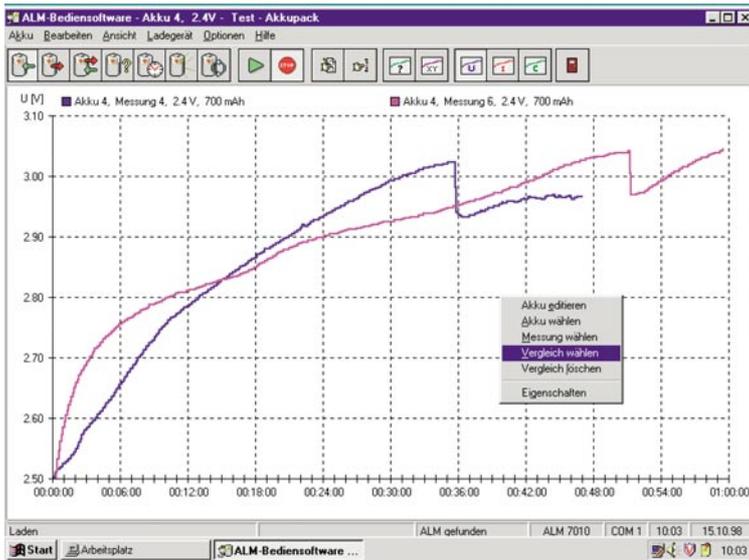


Bild 5: Unterschiedliche Ladespannungsverläufe im Vergleich

wir nun mit dem eigentlichen Gehäuseeinbau. Zuerst sind die 8 Taster der Frontplatte mit den zugehörigen Tastkappen zu bestücken.

Danach werden am linken Seitenprofil die beiden unteren Modulschienen angeschraubt und das Bodenblech mit nach vorne weisenden Lüftungsschlitzen eingeschoben.

Alsdann ist das Seitenprofil fest mit den Modulschienen zu verschrauben. 4 Gehäusefüße sind an die entsprechenden Positionen des Bodenblechs zu kleben.

Der soweit vorbereitete Gehäuseboden ist nun so auf die Arbeitsfläche zu stellen, daß sich das Seitenprofil auf der linken Seite befindet. An der Vorderseite des Seitenprofils wird eine Alublende mittels 2 Gehäuseschrauben befestigt.

In die eckige Nut der jeweiligen Modulschiene sind jetzt jeweils 2 Sechskantschrauben M4 x 20 mm mit nach oben zeigendem Gewinde einzuschieben.

Danach wird die Epoxyd-Isolierplatte über die beiden linken Befestigungsschrauben abgesenkt und die beiden rechten Befestigungsschrauben jeweils mit einer 0,5 mm dicken Polyamidscheibe bestückt.

Anschließend folgen auf jede der 4 Schraubengewinde zwei 2,5 mm dicke Polyamid-Scheiben.

Alsdann wird das Geräte-Chassis über die vier Schrauben der unteren Modulschienen abgesenkt und die Frontplatte in die Führungsnut der vorderen Modulschiene eingerastet.

Das Chassis ist dann so auszurichten, daß die Frontplatte exakt an der Alublende des Seitenteils anliegt. Jedes der nach oben aus der Basisplatte hervorstehenden M4-Schraubengewinde wird danach mit einer 1,5 mm dicken Polyamid-Scheibe, einer 4mm-Zahnscheibe und einer M4-Mutter bestückt, die vorerst nur locker aufgeschraubt wird. Das Chassis ist genau auszurichten und mit den bereits locker montierten M4-Muttern fest zu verschrauben.

Die Rückwand ist nun in die Modulschiene einzurasten, die beiden oberen Modulschienen sind aufzustecken und an das Seitenprofil zu verschrauben. Im Bereich der Kfz-Sicherungen wird die Rückwand mit 2 Schrauben M3 x 5 mm verschraubt.

Im Anschluß hieran ist das rechte Seitenprofil provisorisch zu montieren.

In die beiden Montagenguten auf dem Kühlkörperprofil werden rechts und links jeweils zwei M3-Muttern eingeschoben.

Die beiden hinteren Muttern dienen nun zur Befestigung des Kühlkörperprofils an der oberen, hinteren Modulschiene, so daß die Platine mit dem schweren Netztransformator auch bei harten Belastungen nicht durchsatteln kann. Die Befestigung erfolgt dabei mit 2 Schrauben M3 x 14 mm und zwei Zahnscheiben, wobei jeweils ein 5mm-Abstandsrollchen und eine 1,5 mm dicke Polyamidscheibe als Abstandshalter dienen.

Die Polyamidscheiben müssen dabei direkt auf dem Kühlkörperprofil aufliegen.

Die anderen beiden Muttern dienen zur Montage einer kleinen Epoxyd-Platte (2 Schrauben M3 x 5 mm), die leicht federnd gegen die große Frontplatte drückt, so daß diese sich bei Tastenbetätigungen nicht bewegen kann. Die Epoxyd-Platte darf dabei jedoch keinesfalls auf Druck montiert werden, so daß die Frontplatte nach vorne durchgebogen wird.

Nun wird der Gehäusedeckel so eingeschoben, daß die Lüftungsschlitze nach vorne weisen.

Nach der festen Montage des rechten Seitenprofils, der schmalen Seitenbleche und der verbleibenden Alublenden sind die Aufbauarbeiten abgeschlossen.

Software-Abgleich

Zum softwaremäßig durchzuführenden Abgleich des ALM 9010 M werden möglichst genaue Gleichspannungen von 1 V und 30 V sowie eine Stromquelle, die in

der Lage ist, 20 A zu liefern, benötigt.

Als Stromquelle kann dabei ein Akku oder Akkupack dienen, da keine Stabilisierung notwendig ist. Des Weiteren ist ein möglichst genaues Amperemeter mit 20 A Meßbereich erforderlich.

Der eigentliche Abgleich ist einfach und in wenigen Minuten zu bewerkstelligen.

Nach dem ersten Einschalten des Gerätes erscheint auf dem 4stelligen 7-Segment-Display die Anzeige U 1. An die Eingangsbuchsen des Ausgangs 1 ist zuerst eine möglichst genaue Gleichspannung von 1 V anzulegen. Danach wird kurz die Taste „Eingabe“ betätigt. Auf dem Display erscheint nun die Anzeige U 30. Die Spannung an den Buchsen des ALM 9010 M wird jetzt auf exakt 30 V erhöht und erneut die „Eingabe-Taste“ betätigt.

Zum Stromabgleich erscheint danach auf dem Display die Anzeige I 0. Bei offenem ALM-Ausgang ist die „Eingabetaste“ zu betätigen, worauf das Display 3,750 anzeigt. Der ALM-Ausgang ist über ein Amperemeter im entsprechenden Meßbereich kurzzuschließen und der gemessene Stromwert auf dem Display einzustellen.

Nach Betätigung der Taste „Eingabe“ führt das ALM 9010 M automatisch die Kalibrierung durch, und nach einigen Sekunden erscheint auf dem Display die Anzeige 15,00.

Zum Ausmessen der Regelparameter ist im letzten Abgleichschritt über das Amperemeter ein Strom in das ALM 9010 M einzuspeisen.

Als Stromquelle kann z. B. ein Akkupack dienen, sofern ein Strom von mindestens 20 A geliefert werden kann. Ansonsten ist ein entsprechendes Netzgerät (Spannung 5 V - 15 V) anzuschließen. Der gemessene Stromwert ist nach einer kurzen Stabilisierungsphase (ca. 1 Min.) wieder auf dem Display einzustellen. Alsdann ist kurz die „Eingabetaste“ zu betätigen, womit der Abgleich des ALM 9010 M bereits vollständig abgeschlossen ist.

Ein Neu-Abgleich des ALM 9010 M ist jederzeit möglich. Um in den Abgleich-Mode zu gelangen, ist das ALM 9010 M bei gedrückter „↑“- und „Start“-Taste einzuschalten.

Sämtliche Funktionen des ALM 9010 M sind auch mit einem PC über die serielle RS232-Schnittstelle steuerbar und mit Hilfe der komfortablen Windows-Software ist die genaue Analyse einzelner Akkus bzw. Akkupacks möglich. Das Bildschirmfoto in Abbildung 5 zeigt zwei unterschiedliche Ladespannungsverläufe im Vergleich.

Die Aufbauarbeiten dieses außergewöhnlich leistungsfähigen und komfortablen Akku-Lade-Meßgerätes sind damit abgeschlossen. Modernste Ladetechnologie ermöglicht nun die bestmögliche Akkupflege. **ELV**



Faszination Röhre

HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker

ELV RVV-100

Teil 12

Mit der Entwicklung der zur bereits vorgestellten Röhrenendstufe RV-100 passenden Röhrenvorstufe haben wir einen kompletten Vollverstärker auf Röhrenbasis geschaffen. In diesem zwölften Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“ beginnen wir mit der Beschreibung des Nachbaus des ELV RVV-100.

Allgemeines

Beim Röhrenvorverstärker RVV-100 haben wir, genauso wie schon bei der Röhrenendstufe ELV-RV-100, besonderen Wert auf ein gutes Design gelegt. Ein weiterer Aspekt bei der Konstruktion des Röhrenvorverstärkers ist die Vorgabe, daß sich bei der Kombination beider Geräte ein homogenes Bild ergibt. So hätte der Aufbau der Vorstufe einfacher und kompakter ausfallen können, die optische Harmonie zwischen Vor- und Endstufe wäre dabei aber verloren gegangen. Die einfach gehaltene und logisch strukturierte Frontplatte des Vorverstärkers stellt die optische Fortsetzung der Endstufenfront dar. Und auch das Design der Draufsicht mit der polierten Deckplatte und dem Schutzkäfig für die Röhren lehnt sich an das Erscheinungsbild der Endstufe an. So ist die Verwandtschaft der Röhrenvorstufe ELV RVV-100 zum Röhrenverstärker ELV RV-100 deutlich erkennbar. Aber nicht nur in Verbindung mit unserem Endverstärker macht die Vorstufe eine „gute Figur“, auch als

Stand-Alone-Gerät kommt das ansprechende Design sehr gut zur Geltung.

Mit der nun folgenden detaillierten Beschreibung des Nachbaus wenden wir uns an den erfahrenen Profi-Elektroniker, der sich in der praktischen Elektronik gut auskennt, und der seine HiFi-Komponenten selbst zusammenbauen möchte. Da in der Röhrenvorstufe, wie in allen Röhrenschaltungen, mit sehr hohen Anodenspannungen gearbeitet wird, muß beim Aufbau und vor allem bei der Inbetriebnahme und beim Abgleich besonders vorsichtig vorgegangen werden. Wir weisen an den betreffenden Stellen nochmals gesondert auf diese Gefahren hin. Darüber hinaus steht der ELV RVV-100 auch als Fertiggerät zur Verfügung.

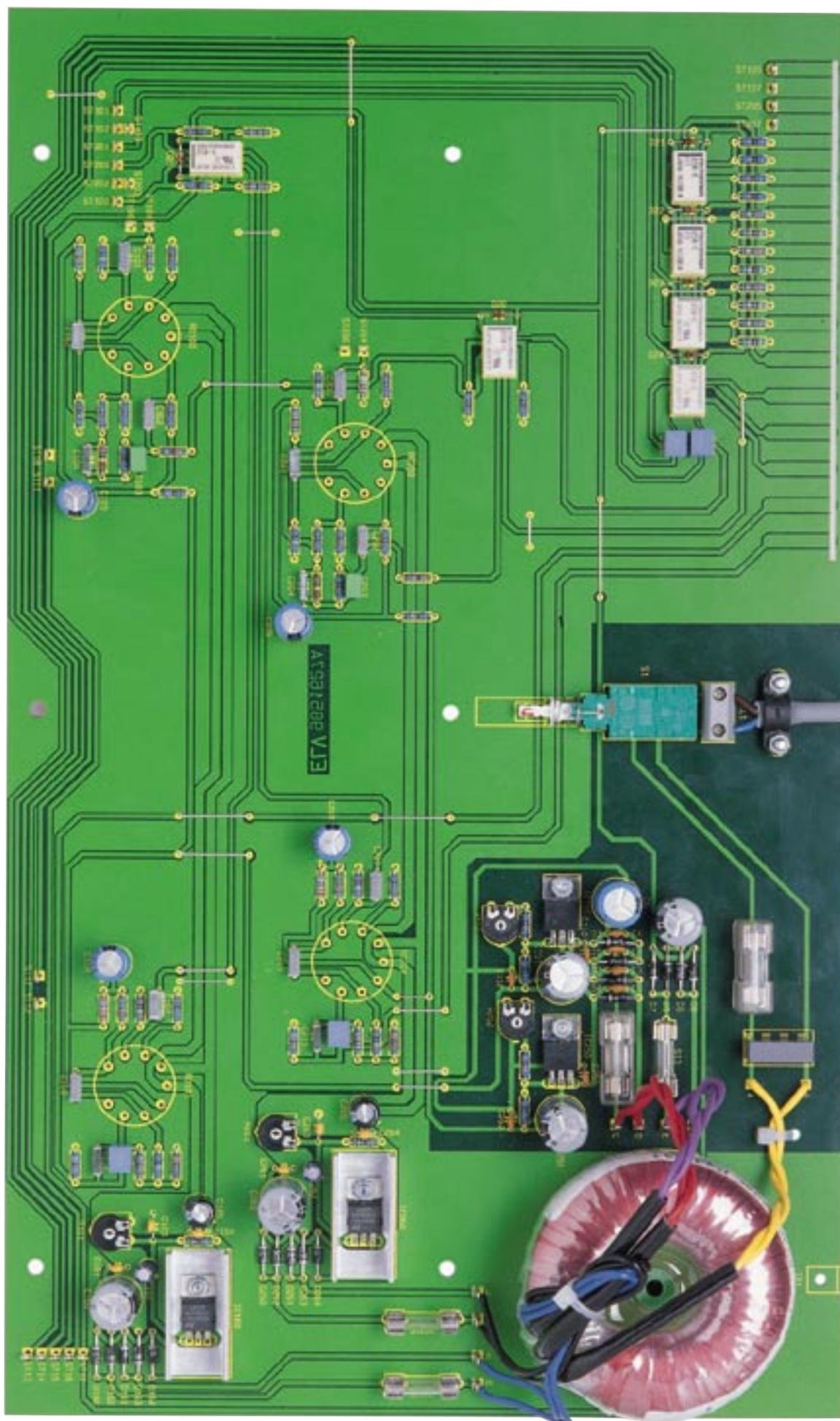
Nachbau

Den Nachbau werden wir mit der Bestückung der Platinen beginnen und uns anschließend dem Aufbau des Gehäuses widmen. Nach dem dann folgenden Einbau der Komponenten ins Gehäusechassis folgen die Inbetriebnahme und der Ab-

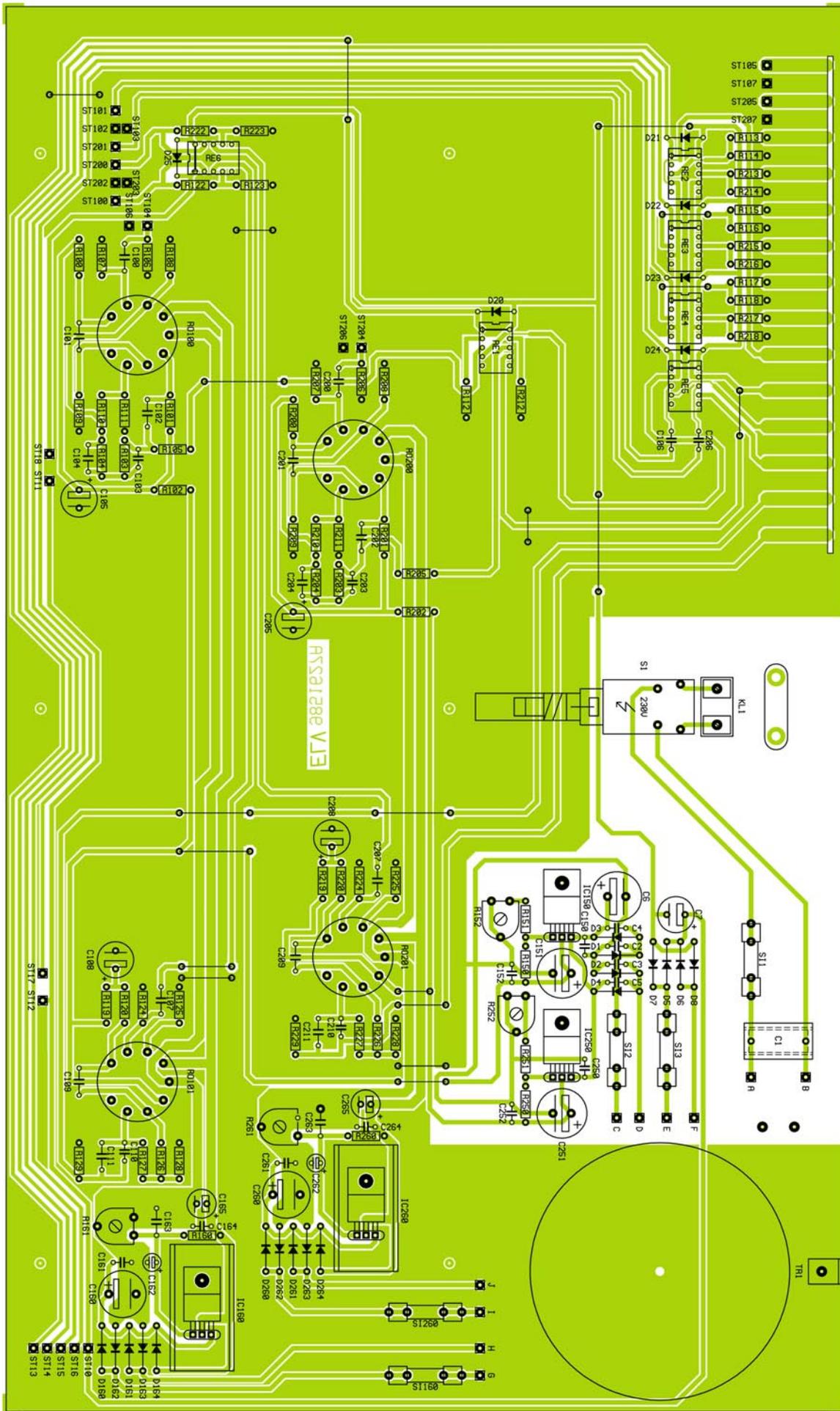
gleich. Der gesamte Nachbau läßt sich in wenigen Stunden durchführen.

Die Schaltung des Röhrenvorverstärkers RVV-100 ist auf zwei Platinen aufgeteilt. Die Basisplatine beherbergt dabei das Netzteil sowie die Verstärkerstufen für beide Kanäle, während die Buchsenplatine nur die NF-Ein- und Ausgangsbuchsen trägt. Beim Platinenlayout wurde besonderer Wert auf eine gute Trennung zwischen dem linken und rechten Stereokanal gelegt. Diese durchdachte Aufteilung der Schaltung auf der Basisplatine gewährleistet eine gute Trennung der empfindlichen Signalwege untereinander und zum Netzteil und verhindert so eine gegenseitige Beeinflussung.

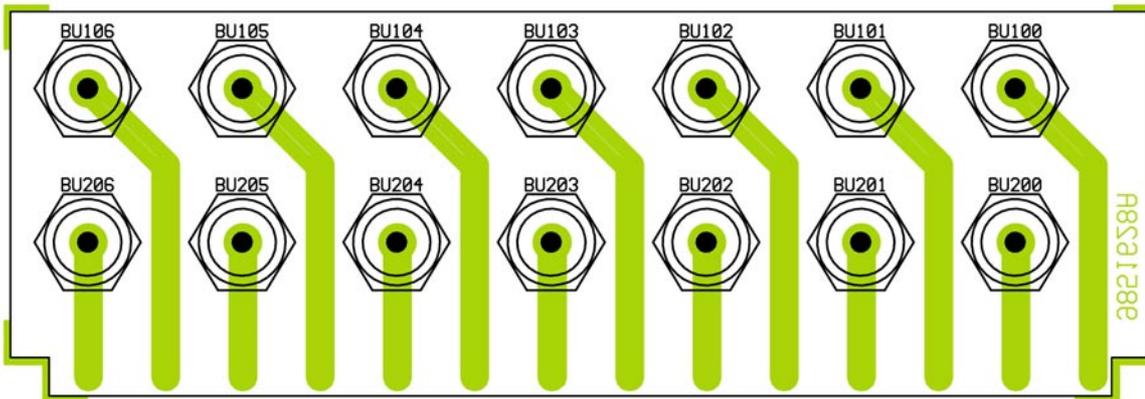
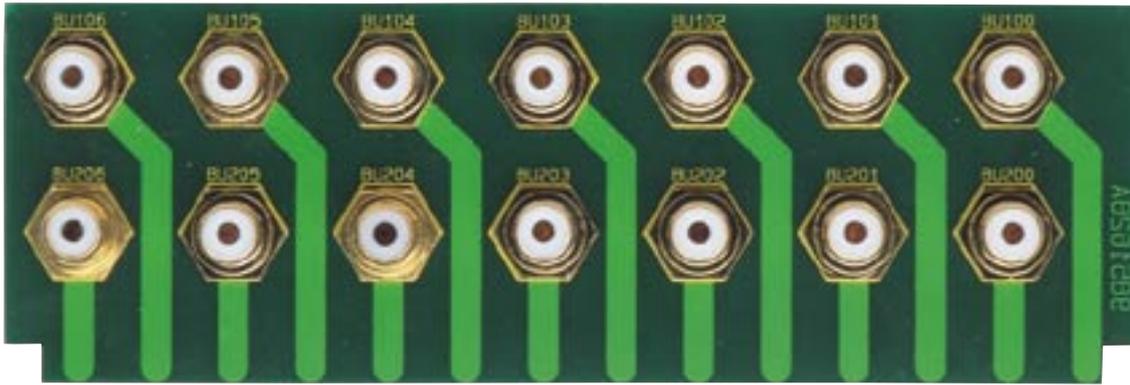
Bei der folgenden Bestückung der Leiterplatten sollte besonders sorgfältig vorgegangen werden, denn es ist bedeutend angenehmer, 2 Stunden länger zu bestücken, als womöglich im nachhinein mehrere Stunden vermeidbare Fehler zu suchen. Dies ist beim Aufbau von Röhrenschaltungen besonders wichtig, da sich hier aufgrund der zum Teil sehr hohen Betriebsspannungen bei Bestückungsfehlern sicher-



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (Originalgröße 397 x 234 mm)



Ansicht des Bestückungsplans (Originalgröße 397 x 234 mm)



Ansicht der Buchsenplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

heitstechnische Gefahren ergeben können. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, die vorliegende Bauanleitung komplett durchzulesen, bevor mit dem Aufbau begonnen wird.

Die im vorangegangenen Artikel („ELVjournal“ 5/98) dargestellte Schaltung des Signalteiles ist im Röhrenvorverstärker zweimal vorhanden (für den linken und rechten Kanal). Um eine eindeutige Zuordnung der einzelnen Bauelemente in der Stückliste und im Bestückungsplan zum jeweiligen Stereokanal zu ermöglichen, unterscheiden sich die Bauteilebezeichnungen des rechten und linken NF-Kanals nur in der ersten Ziffer der Numerierung. Die Bauteile des linken Kanals beginnen mit einer „1“ in der Referenzbezeichnung (z. B. RO 100), die Bauelemente des rechten Kanals entsprechend mit einer „2“ (zugehörig RO 200). Bezieht sich eine Beschreibung in dieser Bauanleitung auf ein Bauteil sowohl im linken als auch im rechten Kanal, so werden wir die erste Ziffer der Referenzbezeichnung durch ein „x“ ersetzt. So ist z. B. mit der Bezeichnung C x60 sowohl C 160 als auch C 260 gemeint. Alle Bauteile mit einer ein- oder zweistelligen Nummer in ihrer Bezeichnung (z. B. RE 1) sind in der Schaltung nur einfach vorhanden.

Platinenbestückung

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Aufbau der Basisplatine. In gewohnter Weise wird die Platine anhand der

Stückliste und des Bestückungsplanes bestückt, wobei auch das dargestellte Platinenfoto hilfreiche Zusatzinformationen liefern kann.

Im ersten Arbeitsschritt sind die Drahtbrücken anzufertigen und anschließend einzulöten. Mit der Bestückung der passiven Bauteile ist dann der Aufbau fortzusetzen. So werden zunächst die Widerstände und Trimmer eingelötet, gefolgt von den Kondensatoren. Beim Einbau der Elkos ist unbedingt die richtige Polung sicherzustellen, vor allem ein Verpolen der Elkos C 6 und C x51, die zur Glättung der Anodenspannung dienen, kann bei der Inbetriebnahme sicherheitstechnische Gefahren nach sich ziehen. Auch beim nun folgenden Einbau der Dioden ist die Polarität zu beachten. Der Bestückungsdruck gibt hierzu eine Hilfestellung: der Katodenring auf dem Bauelement muß mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Anschließend werden die Spannungsregler-ICs IC x50 und IC x60 bestückt, die zur besseren mechanischen Befestigung liegend montiert werden. Zum Einbau der Spannungsregler werden zunächst deren Anschlußbeine im Abstand von 3 mm zum IC-Gehäuse um 90° nach hinten umgebogen und die ICs dann entsprechend positioniert. Die zur Stabilisierung der Heizspannung verwendeten Regler IC x60 sind aufgrund des großen Heizstromes und der daraus resultierenden Verlustleistung jeweils mit einem Kühlkörper vom Typ SK 13 zu montieren. Vor dem Anlöten der Regler sind diese mit Hilfe einer M3x8mm-Schrau-

be, die von der Lötseite her durchzustekken ist, sowie der zugehörigen Mutter und Fächerscheibe auf der Platine zu verschrauben.

Nach dem nun folgenden Einbau der Relais können die mechanischen Bauteile eingesetzt werden. Hierzu sind zunächst die Sicherungshalter einzulöten, in die dann auch gleich die entsprechenden 5x20mm-Schmelzsicherungen einzusetzen sind. Die Netzsicherung SI 1 ist dabei mit der zugehörigen Schutzkappe berührungssicher zu machen. Danach werden die Lötstifte mit Öse bestückt, bevor im nächsten Arbeitsschritt die Netzklemmleiste KL 1 und der Netzschalter S 1 montiert werden.

Um den späteren Zusammenbau zu vereinfachen, wird die Zugentlastung auf der Platine für die Aufnahme des Netzanschluskabels vorbereitet. Dazu werden zwei Schrauben M3 x 12 mm von der Lötseite durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt. Auf der Bestückungsseite ist dann die Zugentlastungsschelle mit Hilfe zweier zugehöriger M3-Muttern und unterlegten Fächerscheiben zunächst nur locker zu verschrauben.

Die Röhrensockel der Phono-Verstärkerstufe RO x00 und der Treiberstufe RO x01 sind als Print-Version für Leiterplattenmontage ausgeführt. Diese Sockel können hier ohne weiteres eingesetzt werden, da die relativ kleinen Heizströme und die geringe Wärmeentwicklung dieser Röhren keine besonderen Anforderungen an die Kontaktierung der Sockel und den Röhrensockel selbst stellen. Als Besonderheit ist

zu beachten, daß alle Röhrensockel auf der Lötseite (!) zu bestücken sind. Die Einbauposition dieser Novalsockel (9polig) ist dabei durch die Pinanordnung vorgegeben.

Als dann wird der Befestigungswinkel hinter dem Trafo, der später die Platine und die Rückwand miteinander verbindet und so für zusätzliche Stabilität sorgt, angeschraubt. Dazu wird eine M3x8mm-Schraube mit unterlegter Fächerscheibe von der Lötseite durch die Platine gesteckt und in das Gewinde des auf der Bestückungsseite positionierten Haltewinkels eingeschraubt.

Die Bestückungsarbeiten schließen wir mit dem Einbau des Netztransformators ab. Dieser wird mittels einer Schraube M4 x 6 mm und unterlegter Fächerscheibe auf der Platine montiert. Anschließend werden die Trafo-Anschlußleitungen, wie in Tabelle 10 angegeben, angelötet. Es ist dabei darauf zu achten, daß die Leitungen in den zugehörigen Ösen der Lötstifte umgebogen werden, bevor sie verlötet werden. Die Anschlußleitungen der Primär-

wicklung (gelb) sind zusätzlich noch mit einem Kabelbinder, der durch die beiden Bohrungen unmittelbar vor den Lötstiften „A“ und „B“ zu fädeln ist, in ihrer Lage zu sichern.

Nachdem die Basisplatine soweit bestückt ist, wird die Buchsenplatine bearbeitet. Diese dient nur dazu, die Ein- und Ausgangssignale an den Cinch-Buchsen zur Basisplatine zu führen. Die Buchsenplatine wird dazu an der Basisplatine festgelötet. Hierzu müssen die folgenden Instruktionen besonders sorgfältig befolgt werden, da es sonst bei der späteren Endmontage des Gerätes zu Problemen kommen kann.

Zum Zusammenfügen ist zunächst die Buchsenplatine mit der Anschlußseite so in den Führungsschlitz der Basisplatine zu stecken, daß die Lötseite der Buchsenplatine nach vorne zeigt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Platine so weit eingeschoben wird, daß die seitlichen Führungsna-

Tabelle 10: Zuordnung der Trafo-Anschlußleitungen zu den Lötstützpunkten

| Wicklung | Leitungsfarbe | Lötstützpunkt |
|-------------------|-----------------|---------------|
| 230 V primär | gelb/gelb | A / B |
| 200 V sekundär | rot/rot | C / D |
| 17 V sekundär (1) | schwarz/schwarz | I / J |
| 17 V sekundär (2) | blau/blau | G / H |
| 5 V sekundär | violett/violett | E / F |

sen der Buchsenplatine auf der Basisplatine aufliegen. Vor dem Verlöten der beiden Platinen muß unbedingt sichergestellt sein, daß die Platinen exakt im 90°-Winkel zueinander stehen. Sind die Platinen exakt ausgerichtet, sind sämtliche Leiterbahnpaare und die Masseflächen unter Zugabe von reichlich Lötzinn miteinander zu verbinden. Mit diesem letzten Arbeitsschritt schließen wir die Bestückungsarbeiten vorerst ab und werden im nächsten Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“ die Nachbuanleitung fortsetzen.

Abschließend folgt dann noch die Vorstellung der technischen Daten des Röhrenvorverstärkers ELV-RVV 100. **ELV**

Stückliste: HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker ELV-RVV-100

Widerstände:

270 Ω R 160, R 260
 1 kΩ R 108, R 111, R 125, R 150,
 R 208, R 211, R 225, R 250
 2,2 kΩ R 115, R 117, R 215, R 217
 2,4 kΩ R 127, R 227
 10 kΩ R 112, R 113, R 114,
 R 212, R 213, R 214
 12 kΩ R 123, R 223
 15 kΩ R 120, R 220
 27 kΩ R 119, R 219
 33 kΩ R 105, R 128, R 205, R 228
 47 kΩ R 106, R 206
 100 kΩ R 101, R 103, R 110, R 122,
 R 151, R 201, R 203,
 R 210, R 222, R 251
 150 kΩ R 102, R 202
 220 kΩ R 100, R 200
 470 kΩ R 116, R 118, R 129,
 R 216, R 218, R 229
 1 MΩ R 107, R 109, R 124,
 R 126, R 207, R 209, R 224, R 226
 7,5 MΩ R 104, R 204
 Tandempoti 100 kΩ,
 6mm, log R 121/R 221
 PT 10, liegend, 5 kΩ R 161, R 262
 PT 10, liegend, 100 kΩ ... R 152, R 252

Kondensatoren:

470 pF C 103, C 203
 1,8 nF C 104, C 204
 3,9 nF/ker C 2, C 3, C 4, C 5, C 150,
 C 250, C 152, C 252
 10 nF C 111, C 211
 47 nF C 101, C 201
 100 nF/ker C 161, C 163, C 164,
 C 261, C 263, C 264

100 nF/250V~/X2 C 1
 470 nF C 100, C 102, C 107, C 109,
 C 200, C 202, C 207, C 209
 1 µF C 106, C 110, C 206, C 210
 10 µF/25V C 162, C 262
 10 µF/200V C 105, C 108,
 C 205, C 208
 10 µF/400V C 6, C 151, C 251
 220 µF/25V C 165, C 265
 1000 µF/16V C 7
 1000 µF/40V C 160, C 260

Halbleiter:

1N 4148 D 20 - D 25
 1N 4001 D 5 - D 8, D 160 - D 164,
 D 260 - D 264
 1N 4007 D 1 - D 4
 HIP 5600 IC 150, IC 250
 LM 317 IC 160, IC 260

Röhren:

ECC 83 RO 100, RO 200
 ECC 82 RO 101, RO 201

Sonstiges:

Miniatur-Relais, 5 V,
 2x um RE 1 - RE 6
 Ringkerntrafo, 1 x 200V/50mA
 2 x 17 V/0,4 A, 1 x 5 V/0,2 A TR 1
 Netzschraubklemme, 2polig KL 1
 Lötstifte mit Lötöse A - J,
 ST 10 - ST 18, ST 100 - ST 107,
 ST 200 - ST 207
 Sicherung, 50 mA, träge SI 2
 Sicherung, 200 mA, träge SI 1, SI 3
 Sicherung, 630 mA, träge.. SI 160, SI 260

Lorlin Drehschalter, 2 x 6 um S 2
 Tastschalter, 2 x um S 3, S 4
 Shadow-Netzschalter S 1
 1 Adapterstück
 1 Verlängerungsachse
 1 ELV-Tasterkappe, schwarz
 5 Platinensicherungshalter, (2 Hälften)
 1 Sicherungsabdeckhaube
 1 Netzkabel, 2adrig, schwarz
 1 Netzkabel-Durchführungsstülle, schwarz
 1 Zugentlastungsschelle
 2 Aderendhülsen, 0,75 mm²
 2 Alu-Drehknöpfe, silber
 2 Madenschrauben
 5 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm
 1 Zylinderkopfschraube, M4 x 6 mm
 7 Muttern, M3
 6 Muttern, M4
 6 Hutmuttern, verchromt, M4
 7 Fächerscheiben, M3
 14 Fächerscheiben, M4
 6 Abstandsbolzen, M4, Außengewinde
 2 U-Kühlkörper, SK 13
 7 Cinch-Einbaubuchsen, vergoldet, rot
 7 Cinch-Einbaubuchsen,
 vergoldet, schwarz
 1 Polklemme, 4 mm, schwarz
 4 Röhrensockel, print, Noval
 1 Kabelbinder, 90 mm
 1 Masseanschlußblech
 1 RVV 100-Gehäuse, komplett
 60 cm HF-Leitung, 50Ω, RG58C/U
 25 cm Isolierschlauch
 50 cm Schaltdraht, blank, versilbert
 54 cm flexible Leitung, ST 1 x 0,5 mm²,
 rot



Funktionsgenerator FG 7000 Teil 1

Der neue Funktionsgenerator FG 7000 bietet durch konsequenten Einsatz innovativer Technologie Features, die bei anderen Geräten dieser Preisklasse kaum zu finden sind. Im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 10 MHz stehen die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls zur Verfügung. Aufgrund seiner hervorragenden technischen Daten und Ausstattungsmerkmale ist der FG 7000 vielfältig einsetzbar und sollte in keinem Elektronik-Labor fehlen.

Allgemeines

Neben Multimeter, Netzteil, LötKolben und Oszilloskop ist der Funktionsgenerator wesentlicher Bestandteil einer Elektronik-Labor-Grundausstattung. Mit dem Funktionsgenerator lassen sich verschiedene Signale generieren, die dann zum Testen von Analog- oder Digital-schaltungen, Prüfen von Regelkreisen oder zur Ermittlung von Frequenzgängen von Verstärkern, Filtern oder Lautsprechern dienen. Ein Funktionsgenerator sollte möglichst viele verschiedene Signale bei weitem Frequenzbereich und hoher Ausgangs-amplitude generieren können.

Der neue FG 7000 wurde im Hinblick auf diese Betrachtungen entwickelt und zeichnet sich durch eine Reihe besonderer Features aus:

- Im Gegensatz zu anderen Geräten dieser Preisklasse, die oftmals eine maximale Ausgangsfrequenz von lediglich 200 kHz

aufweisen, bietet der FG 7000 die hohe maximale Ausgangsfrequenz von 10 MHz bei hervorragender Amplitudenstabilität. Diese wird durch die hohe Bandbreite der Endstufe von ca. 27 MHz erreicht, so daß die eingestellte Amplitude im gesamten Frequenzbereich stabil bleibt.

- Der FG 7000 stellt das Ausgangssignal an 2 Signalausgängen zur Verfügung. Für den Einsatz in 50Ω-Systemen ist eine BNC-Buchse vorgesehen, wobei der Quellenwiderstand 50 Ω beträgt. Oftmals wird die Einspeisung in Audiosysteme verlangt, wofür der FG 7000 zusätzlich mit einer Cinch-Buchse ausgestattet ist, an der das Signal mit einem Innenwiderstand von 600 Ω zur Verfügung steht.
- Einfache Bedienung: Die Bedienung des FG 7000 gestaltet sich sehr einfach, da sich alle Signalparameter mit nur 4 Potentiometern und 3 Schaltern bestimmen lassen.
- Einfacher und schneller Nachbau: Aufgrund des Einsatzes innovativer Bauelemente konnte der Gesamtaufwand für die

Schaltung recht gering gehalten werden. Somit ist der Nachbau innerhalb kurzer Zeit abgeschlossen und auch für Elektronik-Einsteiger geeignet.

- Hervorragendes Preis-/Leistungsverhältnis

Technische Daten: FG 7000

| | |
|---------------------------|--|
| Frequenzbereich: | 0,1 Hz - 10 MHz, 8 Bereiche |
| Ausgangssignale: | Rechteck, Sinus, Dreieck, Impuls, Sägezahn, DC |
| Ausgangsspannung: | max. 10 V _{ss} |
| DC-Offset: | ± 10 V |
| Ausgangswiderstand BNC: | 50 Ω |
| Ausgangswiderstand Cinch: | 600 Ω |
| Dämpfung: | 0 dB, 20 dB, 40 dB |
| Klirrfaktor (Sinus): | typ. 0,75% |
| Anstiegszeit (Rechteck): | < 14 ns |
| Tastverhältnis: | 15 % - 85 % |
| Spannungsversorgung: | 230 V |
| Leistungsaufnahme: | 5,5 VA |
| Abmessungen: | 270 x 150 x 95 mm |
| Gewicht: | ca. 1 kg |

Bedienung

Wie bereits erwähnt, gestaltet sich die Bedienung des FG 7000 sehr einfach.

Mit Hilfe des Schalters „Function“ ist die Signalform zwischen Sinus, Dreieck und Rechteck wählbar. Der Symmetrieeinsteller „Symmetry“ ermöglicht bei Rechteck- und Dreieck-Signalen die Variation des Tastverhältnisses und somit die Realisierung von Kurvenverläufen wie Impuls und Sägezahn.

Mit dem Drehschalter „Range“ läßt sich der gewünschte Frequenzbereich auswählen, wobei insgesamt 8 Bereiche zur Verfügung stehen:

| | |
|------------|----------------------|
| Bereich 1: | 0,1 Hz-1 Hz |
| Bereich 2: | 1 Hz-10 Hz |
| Bereich 3: | 10 Hz-100 Hz |
| Bereich 4: | 100 Hz-1 kHz |
| Bereich 5: | 1 kHz-10 kHz |
| Bereich 6: | 10 kHz-100 kHz |
| Bereich 7: | 100 kHz-1 MHz |
| Bereich 8: | 1 MHz-10 MHz |

Innerhalb des ausgewählten Frequenzbereiches ist die gewünschte Ausgangsfrequenz mit dem Frequenzeinsteller und der großen Frequenzskala einstellbar.

Das Potentiometer „Amplitude“ ermöglicht die Einstellung der Signalamplitude im Bereich von 0 bis 5 V, wodurch sich Ausgangsspannungen von bis zu 10 V_{ss} ergeben.

Um auch kleine Ausgangsamplituden problemlos und exakt einstellen zu können, verfügt der FG 7000 über 2 zuschaltbare Dämpfungsglieder, die mit 20 dB eine Abschwächung um den Faktor 10 und

mit 40 dB um den Faktor 100 erlauben.

Soll das Ausgangssignal mit einem DC-Anteil versehen werden, ist dieser mit dem Potentiometer „DC-Level“ im Bereich von -10 V bis +10 V einstellbar.

Das Ausgangssignal steht an der BNC-Buchse mit 50Ω-Innenwiderstand und an der Cinch-Buchse mit 600Ω-Innenwiderstand zur Verfügung.

Funktion des MAX 038

Die preisgünstige Realisierung eines Funktionsgenerators mit den aufgeführten Leistungsmerkmalen wird durch den Einsatz des Funktionsgenerator-ICs MAX 038 und einer kompakten Endstufe in Form eines schnellen Operationsverstärkers möglich. Im folgenden wird die Funktionsweise des MAX 038 in Kurzform vorgestellt.

Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild. Zentrales Element ist der Oszillator (1), der durch Laden und Entladen des externen Kondensators C_f mit konstanten Strömen eine Dreiecksspannung generiert, von der die weiteren Kurvenformen abgeleitet werden. Die Frequenz dieses Oszillators wird zum einen durch den externen Kondensator C_f und zum anderen vom Stromgenerator (6) erzeugten Strom bestimmt. Der Stromgenerator besitzt die drei Steuereingänge FADJ, DADJ und I_{in}.

Liegt FADJ auf 0 V, läßt sich die Oszillatorfrequenz durch folgende Beziehung beschreiben:

$$f = \frac{I_{in}}{C_f}$$

Eine Spannung am Anschlußpin FADJ im Bereich von ±2,4 V ruft eine Änderung

der Oszillatorfrequenz im Bereich von ±70 % hervor, was insbesondere bei einer Frequenzfeinabstimmung hilfreich ist.

Durch Beschalten des Eingangs DADJ mit einer Spannung im Bereich von ±2,3 V kann das Tastverhältnis des Ausgangssignals im Bereich von 15 % bis 85 % variiert werden.

Für die Erzeugung der entsprechenden Steuerspannungen besitzt der MAX 038 eine interne Spannungsreferenz (7) und stellt an Pin 1 eine Referenzspannung von 2,5 V zur Verfügung.

Aus dem Dreieckssignal des Oszillators formt der Funktionsblock (2) eine sinusförmige Spannung, der Komparator (3) erzeugt das Rechtecksignal.

Der Multiplexer (4) wählt das den Adreßeingängen A 0 und A 1 entsprechende Signal aus und führt es der Ausgangsstufe (5) zu. An Pin 19 steht das Ausgangssignal mit einer konstanten Amplitude von 1 V und einem Ausgangswiderstand von 0,1 Ω an.

Des weiteren stellt der MAX 038 ein Synchronsignal am Ausgang „Sync.“ zur Verfügung, das mit Hilfe des Komparators (8) gewonnen wird. Die positive Flanke des Synchronsignals ist mit dem positiven Nulldurchgang des Sinus- oder Dreiecksignals synchron. Da der Sync.-Ausgang eine schnell schaltende Ausgangsstufe besitzt, wird diese von der getrennten Betriebsspannung „DV+“ versorgt.

Ein weiteres Feature des MAX 038 ist der Phasendetektor (9), der zur Synchronisation des Ausgangssignals mit einem externen Taktsignal einsetzbar ist. Dabei wird das externe Taktsignal dem Eingang PD 1 zugeführt. PDO ist der Ausgang des Pha-

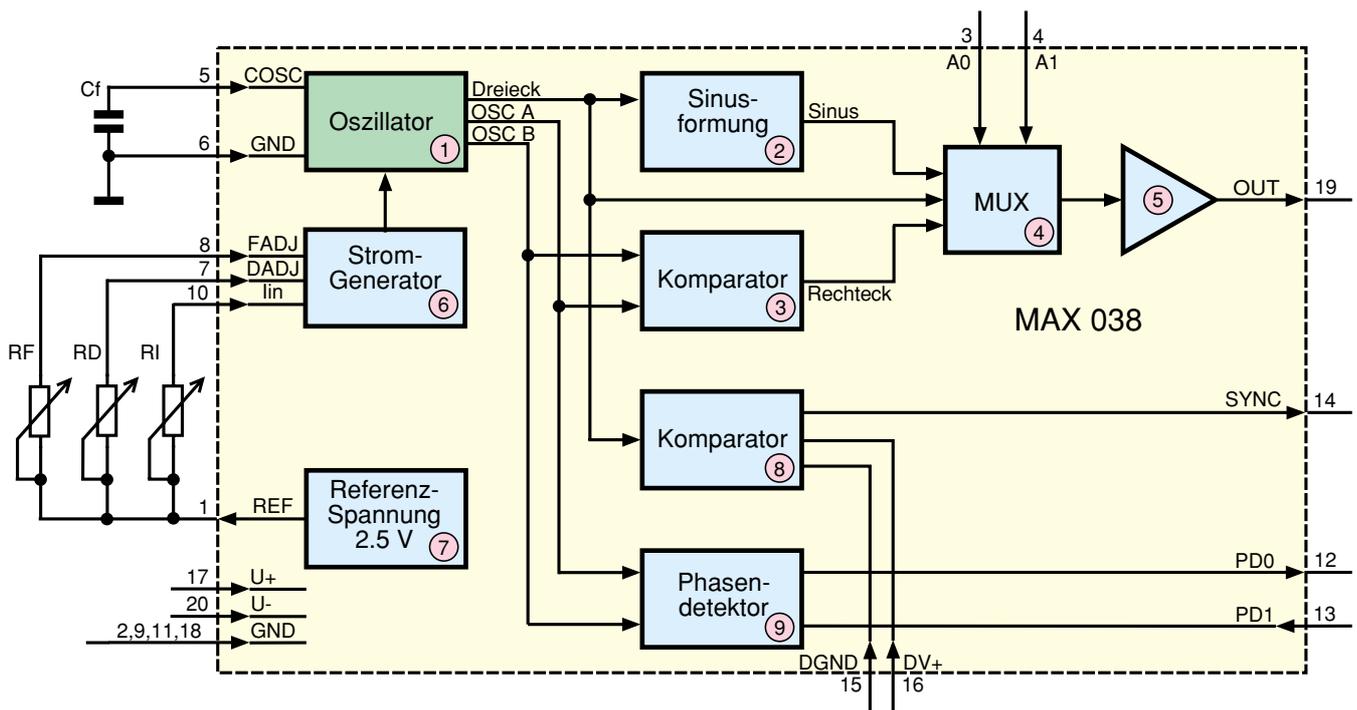


Bild 1: Blockschaltbild des MAX 038

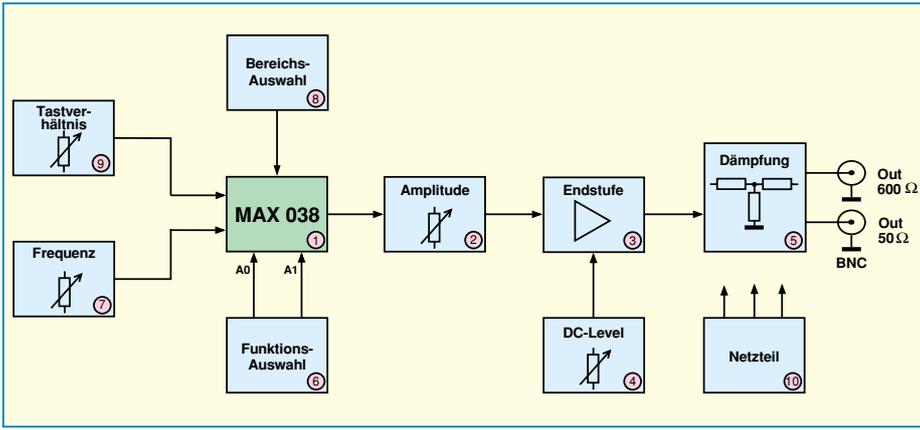


Bild 2: Blockschaltbild des Funktionsgenerators FG 7000

ist das Tastverhältnis durch eine Spannung im Bereich von $\pm 2,3$ V am Anschlußpin DADJ des MAX 038 veränderbar (9).

Schaltung

Abbildung 3 zeigt das Schaltbild der Signalerzeugung des FG 7000, das sich auf wenige Bauelemente beschränkt. Zentrales Element ist das Funktionsgenerator-IC MAX 038, IC 6. An Pin 1 steht die bereits erwähnte 2,5V-Referenzspannung zur Verfügung, die als Basis für die zur Einstellung von Frequenz und Tastverhältnis erforderlichen Steuerspannungen dient.

Durch die Signale an den Eingängen „A 0“ und „A1“ (Pin 3, Pin 4) wählt der interne Multiplexer des MAX 038 die entsprechende Signalform aus. Der Schiebeselector S 2 codiert dazu die Eingänge „A 0“ und „A 1“ entsprechend der zuvor beschriebenen Tabelle. In der Stellung „Sinus“ wird das Tastverhältnis zwangsweise auf 50 % gesetzt und S 2 schließt die mit R 4 abgegriffene Spannung gegen Masse kurz.

Mittels des Drehschalters S 5 wird an Pin 5 des MAX 038 die für den jeweiligen Frequenzbereich erforderliche Kapazität (C 24 - C 32) geschaltet. Frequenzbestimmend im jeweiligen Bereich ist der Steu-

sendetektors, der mittels eines Schleifenfilters eine Regelspannung für eine PLL-Schaltung generieren kann.

Grundstruktur FG 7000

Abbildung 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau des auf der Grundlage des MAX 038 entwickelten Funktionsgenerators FG 7000. Das Ausgangssignal des MAX 038 (1) gelangt mit einer Amplitude von 1V zum Einsteller „Amplitude“ (2), mit dem sich das Signal im Bereich von 0 bis 1 V einstellen läßt. Von hier wird das Signal der Endstufe (3) zugeführt. Mit einer Verstärkung von 5 ergibt sich die maximale Ausgangsspannung des FG 7000 zu 10 V_{SS}.

Mit dem Poti „DC-Level“ (4) läßt sich zum Ausgangssignal ein DC-Offset addieren. Zwei der Endstufe nachgeschaltete 20dB-Dämpfungsglieder (5) ermöglichen die Abschwächung des Ausgangssignals

um den Faktor 10 oder 100. Von dort aus wird das Signal den beiden Ausgangsbuchsen zugeführt.

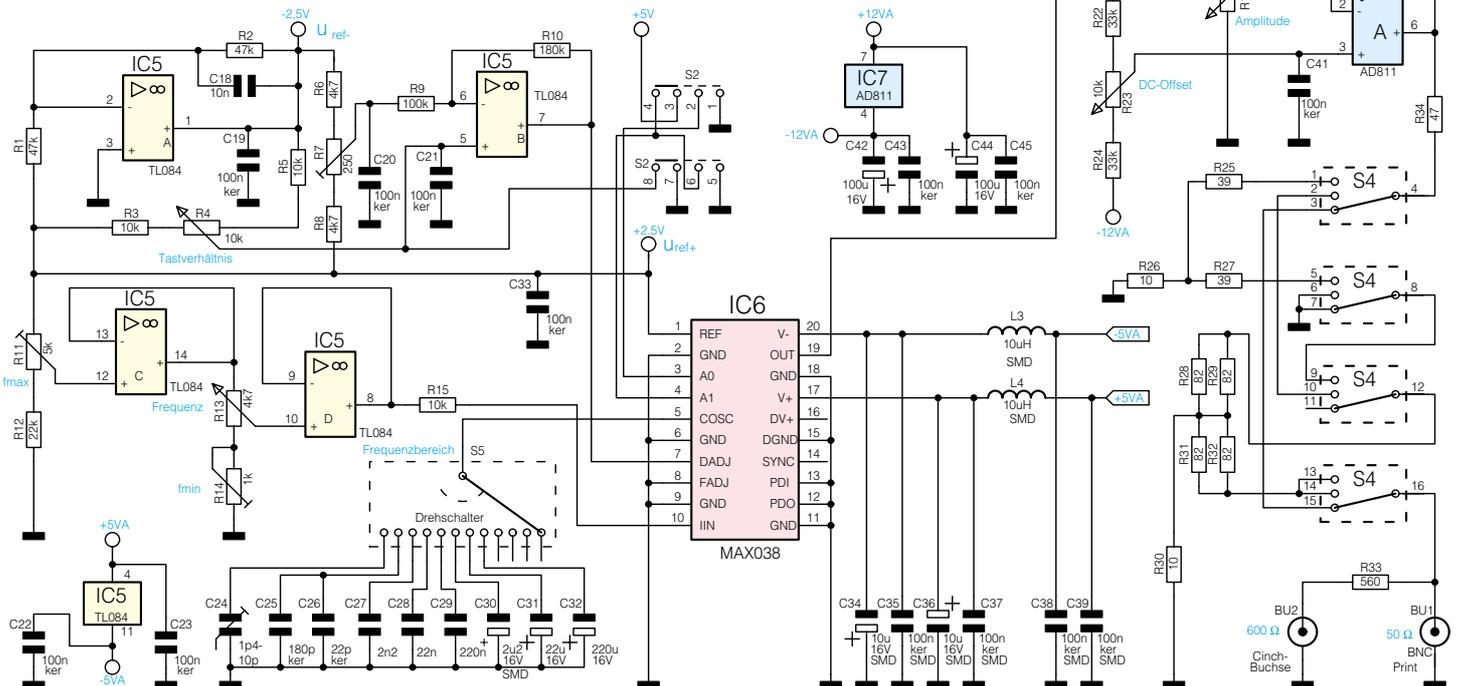
Mit dem Schiebeselector „Function“ (6) werden die Adressleitungen „A 0“ und „A 1“ codiert. Der interne Multiplexer des MAX 038 wählt die entsprechende Signalform aus, wobei folgender Zusammenhang besteht:

| A0 | A1 | Signal |
|----|----|----------|
| X | 1 | Sinus |
| 0 | 0 | Rechteck |
| 1 | 0 | Dreieck |

Die Einstellung der Frequenz erfolgt über einen Drehschalter (8), der den entsprechenden Kondensator C_f mit dem MAX 038 verbindet, und ein Potentiometer, über das sich der Steuerstrom I_{in} einstellen läßt.

Bei Rechteck- und Dreiecksspannungen

Abbildung 3: Schaltbild der Signalerzeugung des FG 7000



erstrom I_{in} , der in Pin 10 hineinfließt. Aufgrund der Innenschaltung des MAX 038 liegt Pin 10 auf sogenannter „virtueller Masse“, so daß der Strom I_{in} durch die über R 15 anliegende Spannung bestimmt wird. Diese Spannung wird mit Hilfe des Potentiometers R 13 abgegriffen und durch IC 5 D entkoppelt, wodurch eine lineare Frequenzskala entsteht. Damit beim Abgleich der Frequenzskala (minimale/maximale Frequenz) die beiden Einstellungen voneinander unabhängig sind, stellt man zunächst mit R 11 die maximale Spannung ein, die durch den Spannungsfolger IC 5 C gepuffert wird. Mit dem Trimmer R 14 ist dann die minimale Spannung und somit die minimale Frequenz einzustellen.

Der Operationsverstärker IC 5 A ist als invertierender Verstärker mit der Verstärkung $V = -1$ beschaltet und generiert aus der positiven Referenzspannung +2,5 V eine negative Referenzspannung von -2,5 V.

Die beiden Spannungssteiler R 3, R 4, R 5 und R 6, R 7, R 8 sind zwischen die Referenzspannungen +2,5 V und -2,5 V geschaltet. Mit dem Poti R 4 läßt sich eine Spannung im Bereich von -0,83 V bis +0,83 V abgreifen. Die mit dem Trimmer R 7 einstellbare Spannung liegt im Bereich von -65 mV bis +65 mV. Der Operationsverstärker IC 5 B erfüllt 2 Aufgaben, die nachstehend detailliert beleuchtet werden.

1. Einstellung des Tastverhältnisses bei Dreieck- und Rechtecksignalen: Die mit dem Trimmer R 7 einstellbare Spannung liegt im Bereich von -65 mV bis +65 mV, also ungefähr auf Massepotential. Aufgrund dessen arbeitet IC 5 B für die mit dem Symmetrieeinsteller R 4 abgegriffene Spannung als nicht invertierender Verstärker. Die Verstärkung beträgt $V = 1 + R 10 / R 9 = 2,8$. Am Ausgang von IC 5 B, Pin 7, steht eine Spannung an, die mit R 4 im Bereich von -2,3 V bis +2,3 V einstellbar ist und dem MAX 038 an Pin 7 zugeführt wird. Das Tastverhältnis läßt sich somit im Bereich von 15 % bis 85 % einstellen.

2. Feineinstellung des Tastverhältnisses für den Klirrfaktorabgleich bei sinusförmigen Ausgangssignalen: Bei sinusförmigem Ausgangssignal sollte das Tastverhältnis möglichst genau 50 % betragen, da ansonsten

der Klirrfaktor des Sinussignals ansteigt. Laut Herstellerangabe liegt der Klirrfaktor bei einer Spannung von 0 V am Eingang DADJ bei max. 1,5 %. Durch Anlegen einer Spannung an DADJ im Bereich von ± 100 mV kann ein Feinabgleich erfolgen, wodurch sich der Klirrfaktor auf 0,75 % verringert. In der Stellung „Sinus“ schließt der Schalter S 2, wie bereits beschrieben, die mit R 4 abgegriffene Spannung zur Tastverhältnis-Einstellung kurz. Somit liegt der nicht invertierende Eingang von IC 5 B auf Massepotential und IC 5 B arbeitet für die mit R 7 abgegriffene Spannung als invertierender Verstärker mit der Verstärkung $V = R 10 / R 9 = -1,8$. Am Ausgang von IC 5 B, Pin 7, liegt in diesem Fall eine Spannung, die mit R 7 im Bereich von -117 mV bis +117 mV einstellbar ist und eine Feineinstellung des Klirrfaktors ermöglicht.

Der MAX 038 wird mit den Betriebsspannungen +5 V und -5 V versorgt. Da der Sync.-Ausgang in dieser Anwendung nicht benutzt wird, bleibt der digitale Versorgungsspannungspin „DV+“, Pin 16, unbeschaltet. Über die Spulen L 3 und L 4 sowie die Kondensatoren C 34 bis C 39 erfolgt eine Entkopplung der Betriebsspannungen zum Rest der Schaltung, um Störausbreitungen über die Betriebsspannungen zu vermeiden.

Das Ausgangssignal steht mit konstanter Amplitude von 1 V an Pin 19 des MAX 038 zur Verfügung und wird auf den Amplitudeneinsteller R 16 geführt.

Die Endstufe des FG 7000 ist völlig neu konzipiert und besteht im wesentlichen aus dem Hochgeschwindigkeits-Video-Operationsverstärker AD 811, der sich insbesondere durch folgende Vorteile auszeichnet:

- 140MHz-Verstärkungs-Bandbreite
- 2500V/ μ s Anstiegsgeschwindigkeit (Slew Rate)
- geringe Verzerrungen
- exzellentes DC-Verhalten
- kompakte Bauform im 8poligen DIP-Gehäuse

Durch Einsatz dieses Operationsverstärkers konnte der Gesamtaufwand für die Endstufe sehr gering gehalten werden und beschränkt sich auf die Bauteile IC 7, R 17, R 18 und R 20. IC 7 arbeitet als invertierender Verstärker mit der Verstärkung $V = -R 20 / (R 17 \parallel R 18) = -5,2$. An Pin 3 von IC 7 wird zum Ausgangssignal der DC-Offset addiert, der über das Poti R 23 einstellbar ist. Um einen Innenwiderstand von 50 Ω zu erhalten, ist dem Ausgang Pin 6 von IC 7 der Widerstand R 34 nachgeschaltet.

Der Drehschalter S 4 schaltet die mit R 25 bis R 32 realisierten Dämpfungsglieder in den Signalweg, so daß sich Dämpfungen von 20 dB und 40 dB ergeben. An BU 1 steht das Ausgangssignal mit einem Innenwiderstand von 50 Ω und an BU 2 mit 600 Ω zur Verfügung.

Abschließend soll das Netzteil des FG 7000 betrachtet werden, welches in Abbildung 4 dargestellt ist. Die Versorgungsspannungen +5 VA, -5 VA, +12 VA, -12 VA werden mit Hilfe von TR 1 gewonnen, gleichgerichtet und über die Festspannungsregler IC 1 - IC 4 stabilisiert.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen, im zweiten und abschließenden Teil dieses Artikels widmen wir uns dem Nachbau, der Inbetriebnahme und dem Abgleich des FG 7000. **ELV**

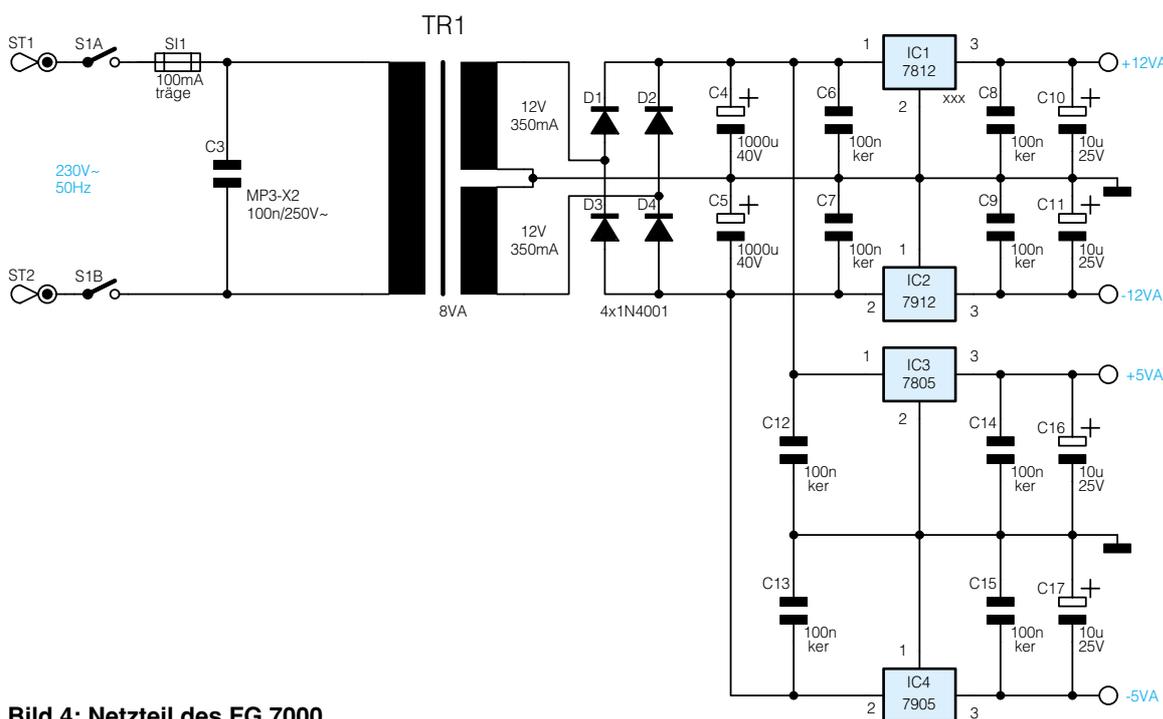


Bild 4: Netzteil des FG 7000



Der Schallpegelmesser - ein unentbehrliches Meßgerät für den Umweltschutz Teil 3

Dr. Ivar Veit

Im abschließenden Teil dieses Artikels wird auf elektrische Details von Schallpegelmessern eingegangen. Hinweise für die Meßpraxis beschließen die Beitragsserie.

Der Schallpegelmesser - elektrischer Teil

Die von einem Meßmikrofon abgegebene elektrische Signalspannung ist, wie bereits zuvor ausgeführt wurde, ein unmittelbares Maß für die Höhe des Schalldrucks p , bzw. des Schalldruckpegels L an dem Ort des Schallfeldes, an dem sich das Mikrofon, oder genauer gesagt, die Mikrofonmembran zum Zeitpunkt der Messung gerade befindet.

Damit kommen wir jetzt zu dem dem Mikrofon nachgeschalteten elektrischen

Teil eines Schallpegelmessers. Dazu gehören neben den für die elektrische Signalauswertung sehr wichtigen Verstärker-, Filter-, Gleichrichter- und Anzeige-Baugruppen auch eine Reihe anderer Schaltungseinheiten, die bestimmte Hilfsfunktionen übernehmen, wie z. B. die Erzeugung und Bereitstellung einer elektrischen Polarisationsspannung für Nichteletret-Kondensatormikrofonkapseln, etc. Darauf soll hier jedoch nicht näher eingegangen werden. Statt dessen wollen wir jetzt den direkten Signalübertragungspfad bis hin zum Anzeigeteil weiter verfolgen.

Wie schon das Blockschaltbild (siehe

Bild 6, „ELVjournal“ 5/98) zeigt, ist das Meßmikrofon an einen nachfolgenden Vorverstärker angeschlossen, der seinerseits wiederum ganz bestimmten Anforderungen genügen muß. Infolge der sehr geringen elektrischen Kapazität von Kondensatormikrofonkapseln muß die nachfolgende Verstärkerschaltung einen sehr hohen Eingangswiderstand besitzen, da andernfalls frequenzabhängige Übertragungsverluste entstehen. Aus diesem Grunde ist zwischen dem Mikrofonausgang und dem eigentlichen Verstärkereingang i. a. ein Impedanzwandler eingefügt, der mit einem als „Emitterfolger“ geschalteten Feld-

effekttransistor sowie zwei weiteren Transistoren bestückt sein kann. Damit wird ein Eingangswiderstand von $\geq 2 \text{ G}\Omega$ ($2 \cdot 10^9 \Omega$) erreicht. Zur Spannungsverstärkung trägt der Impedanzwandler nicht bei.

Der Vorverstärker ist ein Teil der gesamten Verstärker-Baugruppe, zu der auch noch der Nach- oder Ausgangsverstärker gehört, siehe Bild 6. Beide Verstärker-Einheiten können entweder direkt (Betriebsart „linear“) oder über zwischengeschaltete Bewertungsfilter (Betriebsart A, B, C, oder D) oder über extern angeschlossene Fremdfilter miteinander verbunden werden. Die Bewertungsfilter sind international genormt (siehe Tabelle 1 und Bild 4) und müssen zudem genau festgelegte Toleranzen einhalten. Die von beiden Verstärkern zusammen zu erbringende Spannungsverstärkung beträgt z. B. bei Präzisions-Schallpegelmessern 110 bis 120 dB. Der jeweils gewünschte Meßbereich kann mit Hilfe eines Meßbereichs-Spannungsteilers eingestellt werden. Die schaltungstechnische Ausführung der Verstärker und Bewertungsfilter besteht heute ausnahmslos aus gedruckten Schaltungsplatinen, bestückt mit aktiven (Transistoren, ICs) und passiven Bauelementen. Schaltungsmäßig wird jede einzelne Verstärkerstufe stark gegengekoppelt, um Temperatureinflüsse auszugleichen.

Nachdem das Mikrofonsignal den Verstärker einschließlich (Bewertungs-)Filter durchlaufen hat, wird es gleichgerichtet und anschließend dem Anzeigeteil zugeführt. Dort erscheint die Anzeige des Meßwertes dann als Schalldruckpegel in „dB“. Auf die Gleichrichtung kommen wir gleich noch ausführlicher zurück.

Zuvor noch einige generelle Anmerkungen: Für die Praxis am bedeutsamsten ist der Effektivwert des Schalldrucks. Bei einem rein sinusförmigen Signal bestehen genau definierte Beziehungen. Wollte man nur sinusförmige Signalspannungen zur Anzeige bringen, so würde es genügen, z. B. bei einem (analog anzeigenden) Zeigerinstrument die Instrumentenskala mit

einer Teilung zu versehen, die diesen Beziehungen entspricht, und man würde stets den richtigen Effektivwert ablesen. Mißt man jedoch Signale von beliebiger Kurvenform, und das ist der Regelfall, so wäre der angezeigte Wert falsch.

Um unabhängig von der Kurvenform, d. h. von der zeitlichen Struktur des Signals in jedem Falle den richtigen Effektivwert messen zu können, wurden spezielle Effektivwert-Meßschaltungen entwickelt, die man elektrisch unmittelbar vor den Anzeigeteil schaltet.

Eine praktisch bewährte Schaltung zur echten Effektivwertmessung zeigt das Bild 11. Die dem Gleichrichter nachgeschaltete - sogenannte - Quadrierschaltung erzeugt mit Hilfe eines Diodennetzwerkes (Di 1, Di 2 und Di 3) polygonartig eine annähernd quadratische Strom-Spannungskennlinie und zwar über einen sehr großen Signalspannungsbereich hinweg. Auf diese Weise gelingt es, den Effektivwert des gemessenen Schalldrucks $p_{\text{eff}} = \bar{p}$ bzw. die ihm proportionale Verstärker-Ausgangsspannung $u_{\text{eff}} = \tilde{u}$ in eine anzeigefähige Gleichspannung U_c umzusetzen, wobei zwischen beiden über einen Bereich von 50 dB und mehr ein linearer Zusammenhang hergestellt wird.

Die Funktion der Quadrierschaltung ist folgende: Ist der Momentanwert der gleichgerichteten Signalspannung $u(t)$ kleiner als die am Ladekondensator C stehende und während einer Periode T nahezu konstant bleibende Gleichspannung U_c , so sind alle 3 Dioden gesperrt. Überschreitet der Momentanwert der gleichgerichteten Spannung die Gleichspannung U_c , so werden die Dioden nacheinander leitend und schalten dabei zusätzliche Strompfade in den Stromkreis des Anzeigeteils ein. Der Ausgangsstrom $i \sim u^2(t)$ lädt den Kondensator C, der sich seinerseits wiederum über den Innenwiderstand des Anzeigeteils entlädt.

Die Vorspannung der 3 Dioden erfolgt mit der am Kondensator C auftretenden und von der Gleichrichtung herrührenden Gleichspannung U_c , die die Schaltung sich

gewissermaßen selbst zur Verfügung stellt. Entsprechend der Höhe des Effektivwertes \tilde{u} der Signalspannung nimmt die erzielte quadratische Kennlinie somit einen mehr oder weniger steilen Verlauf.

Der Dynamikbereich eines solchen Effektivwertmessers wird dadurch außerordentlich groß. Die durch das Diodennetzwerk zunächst quadrierte und anschließend am Kondensator C integrierte Spannung wird hierbei radiziert. Damit ist die Gleichspannung U_c dem Effektivwert \tilde{u} der Signalspannung $u(t)$ direkt proportional:

$$U_c \sim \tilde{u} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \ddot{A}u^2(t) dt}$$

T = Periodendauer

Soviel zur Quadrierschaltung und zum Effektivwertgleichrichter. Die dem Effektivwert der Signalspannung direkt proportionale, gleichgerichtete Spannung U_c gelangt nun zur sogenannten Zeitbewertungseinheit. Im Bild 6 ist diese Einheit durch eine RC-Schaltung mit der Zeitkonstanten τ dargestellt. Vorangehend wurden die verschiedenen Zeitbewertungen bereits andeutungsweise erwähnt.

In der DIN IEC 651 kann man über die Zeitbewertung nachlesen, daß ein Schallpegelmessers eine oder mehrere der mit „S“, „F“, „I“ und „Spitze“ (peak) bezeichneten Zeitbewertungen besitzen muß. Die Zeitbewertungen „S“, „F“ und „I“ sind in den nationalen und internationalen Schallpegelmessern-Normen durch ganz bestimmte Zeiten für den Signalanstieg und -abfall bei einer sprunghaften Eingangssignal-Änderung am Pegelmessers definiert. Es gelten die nachfolgend angegebenen Zeiten (die Pegelanzeige selbst sei dabei als trägheitslos angenommen):

- „SLOW“ - je 1000 ms für den Signalanstieg und -abfall
- „FAST“ - je 125 ms für den Signalanstieg und -abfall
- „IMPULSE“ - 35 ms für den Signalanstieg und ca. 3 dB/s für den Signalabfall

Diese Zeiten erreicht man schaltungstechnisch mit Hilfe eines RC-Netzwerkes entsprechend bemessener Zeitkonstante $\tau = RC$ (=Mittelungsglied mit zeitlich exponentieller Wichtung).

Die vierte genannte Anzeigeart „Spitze“ hat eine nicht genormte, sehr schnelle Anstiegszeitkonstante ($< 50 \mu\text{s}$), wodurch einmalige Schallereignisse impulsförmiger Art (z. B. ein Knall) sehr viel genauer angezeigt werden. Durch eine elektronische Speicherung kann man so einen „Spitzenwert“ auch dauerhaft anzeigen („peak hold“).

In diesem Zusammenhang ist folgender

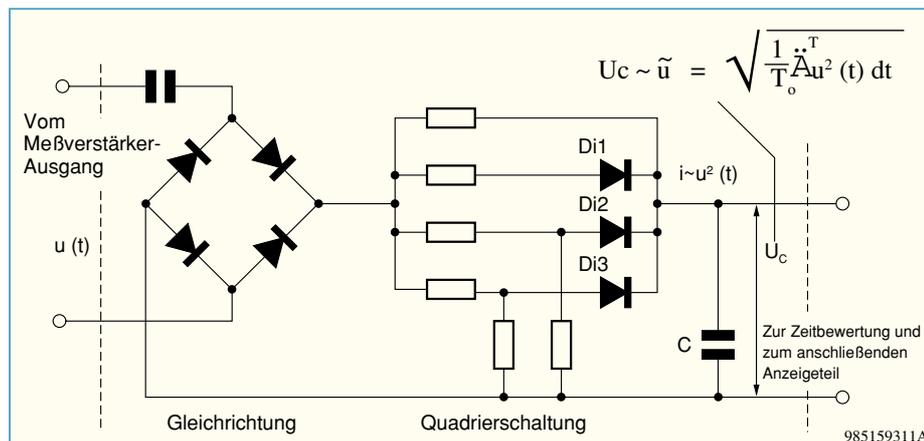


Bild 11: Schaltung für eine echte Effektivwert-Messung

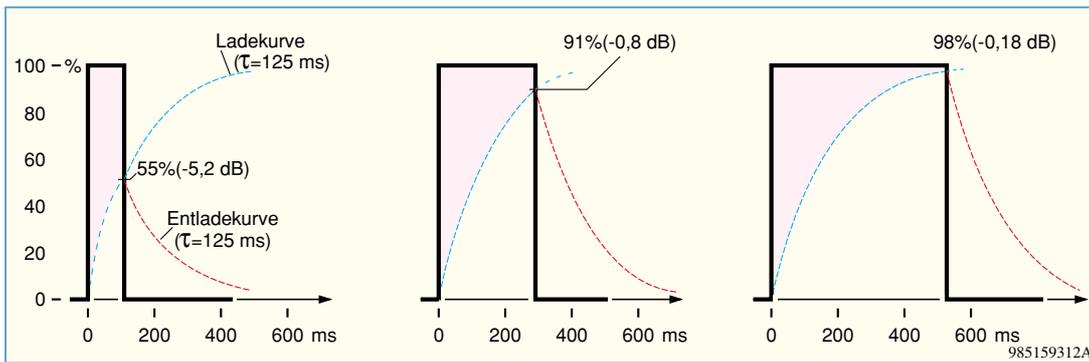


Bild 12: Zeitlicher Verlauf der (analogen) Pegelanzeige bei der Messung von Tonimpulsen mit einer Dauer von 100 ms, 300 ms und 500 ms sowie der Zeitbewertung „FAST“

Hinweis interessant. Gegen Ende der 70iger Jahre wurde durch umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen der Nachweis erbracht, daß wiederholte oder anhaltende Schallereignisse mit einer Dauer von $< 100 \mu\text{s}$ schwerwiegende Gehörschädigungen hervorrufen können. Tritt ein solches Schallereignis jedoch nur einmal auf, so ist sein energetischer Mittelwert (=Effektivwert) und damit seine Wirkung unbedeutend.

Die Bedeutung der geeignet gewählten Zeitbewertung sowie deren Einfluß auf die richtige Pegelanzeige veranschaulicht Bild 12 anhand eines Beispiels. Angenommen, man möchte Tonimpulse von 100 ms, 300 ms und 500 ms Dauer messen und schaltet dafür die Zeitbewertung „FAST“ ($\tau = 125 \text{ ms}$) ein, so erhält man beim 100ms-Tonimpuls nur 55 % (Fehler: -5,2 dB), beim 300ms-Tonimpuls 91 % (Fehler: -0,8 dB) und erst beim 500ms-Tonimpuls 98 % (Fehler: -0,18 dB) der Soll-Anzeige. Das bedeutet, daß zeitlich stark schwankende Geräusche nur dann mit der Zeitbewertung „FAST“ korrekt angezeigt werden, wenn sie mindestens 0,5 s lang bestehen; in der Stellung „IMPULSE“ genügen bereits 0,1 s.

Mit Hilfe der verschiedenen Zeitbewertungen ist es möglich, jede Pegelmessung der Eigenart des Schallaufkommens anzupassen. In der Bewertungsart „FAST“ kommt der Pegelmessers (zeitlich gesehen) den physikalischen Eigenschaften unseres Gehörs am nächsten. Bei der Messung von Verkehrsgereäuschen z. B. wird ebenfalls meist die Einstellung „FAST“ gewählt.

Wie schon eingangs ausgeführt wurde, muß jeder - insbesondere in der Lärm-Meßtechnik verwendete - Schallpegelmessers in der Lage sein, neben dem aktuellen Meßergebnis, d. h. neben dem Momentanpegel, auch den energetischen Mittelungspegel $L_m = L_{eq}$ zu messen und anzuzeigen. Dafür ist im Bereich des elektronischen

Zeitbewertungsteils zusätzlich ein besonderer Mittelwertbildner vorgesehen, der von den fortlaufend aufgenommenen Einzelmeßwerten eine ständige Mittelwertbildung durchführt. Je nach der gewählten Zeitbewertung, z. B. „SLOW“ oder „FAST“, kennzeichnet man das dabei erhaltene Ergebnis mit dem Formelzeichen L_{ASm} bzw. L_{AFm} . Schallpegelmessers, mit denen man Mittelungspegel messen kann, nennt man auch „integrierende“ Schallpegelmessers.

Daß der praktische Umgang mit Mittelungspegeln nicht immer ganz unproblematisch ist, illustriert das in Bild 14 gezeigte Beispiel recht deutlich. Wie man aus den dort dargestellten Diagrammen ersieht, kann ein gleichmäßiger Straßenverkehr mit beispielsweise 2000 Pkw/Stunde etwa den gleichen Mittelungspegel erzeugen wie nur ein einziger D-Zug, der während des gleichen Zeitraums vorbeifährt.

Hier möchte man meinen, daß ein Vergleich dieser beiden so unterschiedlichen Geräuschaufkommen auf der Grundlage ihrer gleichgroßen Mittelungspegel fragwürdig erscheint. Dennoch hat sich dieses Meß- und Beurteilungsverfahren in der

Praxis bewährt. Für die Administration hat es sich als ein brauchbares Hilfsmittel erwiesen. Was im übrigen den Schienenverkehr betrifft, so wird dort ein sogenannter Schallpegel-Bonus von 5 dB(A) in Rechnung gestellt, so daß die Anwendung des Mittelungspegels letztlich zu keiner nennenswerten Fehlbeurteilung führt.

Der Pegel $L_m = L_{eq}$ ist, wie schon ausgeführt, ein energieäquivalenter, d. h. energetischer Mittelungspegel. Führt man die Mittelung lange genug durch, so ist schließlich $L_{Aeq} = L_{AFm} = L_{ASm}$. Im Gegensatz dazu ergibt die Zeitbewertung „I“ einen um so höheren Mittelungspegel, je impulshaltiger der Schall ist. In diesem Falle spricht man von einer überenergetischen Mittelung.

Ein weiteres, speziell in Deutschland gebräuchliches, überenergetisches Mittelungsverfahren ist das sogenannte Taktmaximalpegelverfahren, das über die TA Lärm zur Messung und Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft eingeführt und festgeschrieben worden ist. Es wird in bestimmten Fällen als Ersatzverfahren für die Impulspiegelmitelung eingesetzt (s. dazu DIN 45645 und VDI 2058). Wie schon aus der Bezeich-



Bild 13: Blick auf eine Elektronik-Platine eines mit einem hochwertigen Frequenz-Analysator ausgestatteten Schallpegelmessers (enviornmental analyser) Typ 121 (Werkfoto Norsonic)

nung hervorgeht, wird hier an Stelle der Folge von Momentanpegeln der maximale Schalldruckpegel gewertet, der in aufeinanderfolgenden Zeittakten von 5 s bzw. 3 s Dauer auftritt, und zwar in der Zeitbewertung „F“.

Der mit einer Taktzeit von 3 s gemittelte Taktmaximalpegel L_{AFm3} kommt dem gemittelten Impulspegel L_{AIm} weitgehend gleich, da in beiden Fällen kurze Pegelspitzen durch zeitliche Dehnung überenergetisch gewichtet werden. Im ersten Falle geschieht das mittels einer einhüllenden Treppenkurve, im zweiten Fall durch einen verlangsamten Rücklauf. Die Durchführung von Messungen nach dem Taktmaximalpegelverfahren ist nur mit hochwertigeren Schallpegelmessern möglich.

Die gleichgerichtete und zeitlich bewertete Meßspannung gelangt schließlich zum Anzeigeteil, der früher ausschließlich analog (z. B. Zeigerinstrument), heute i. a. nur noch digital arbeitet.

Für eine kontinuierlich arbeitende, analoge Anzeige kann man die Meßspannung entweder zuvor noch logarithmieren und bekommt eine linear geteilte dB-Skala oder aber man versieht die Skala ganz einfach mit einer logarithmischen Teilung. Bei einer digitalen Anzeige (z. B. Ziffernanzeige oder

eine andere diskontinuierliche Anzeige) werden die Meßwerte in einem festen Zeittakt (1-Sekunden-Takt; s. DIN IEC 651, Abschnitt 7.8) angezeigt, wobei eine Auflösung von 0,1 dB oder besser gegeben sein muß.

Bei den neueren Digitalschallpegelmessern ist nicht nur die Anzeige digitalisiert, sondern auch die gesamte Schaltung einschließlich der Pegelintegration.

Gute Schallpegelmessern sollten mindestens eine Möglichkeit zum Anschluß von Registriergeräten besitzen. Das kann ein Wechselspannungsausgang sein, der noch vor dem Gleichrichterteil herausgeführt wird, es kann aber auch ein Gleichspannungsausgang sein, der hinter dem Gleichrichter und Zeitbewertungsteil angeschlossen ist, siehe Bild 6. Auf diese Weise kann man einen Pegelschreiber bzw. einen Gleichspannungsschreiber zur Aufzeichnung von Schallereignissen anschließen. Moderne Pegelmessern verfügen über einen Digitalausgang, an den z. B. ein Drucker angeschlossen werden kann, oder über den ein Datentransfer zu einem Computer stattfinden kann.

Hinweise für die Meßpraxis

Die wichtigste Voraussetzung für die

Erzielung richtiger Meßwerte ist eine sorgfältige Kalibrierung des Schallpegelmessers, die einer jeden Messung vorausgehen sollte. Das kann mit Hilfe eines Pistonfons (Kalibrierschall: 250 Hz) geschehen, wie es zuvor schon besprochen wurde, oder auch unter Zuhilfenahme eines sogenannten akustischen Kalibrators, bei dem der Kalibrierschall (1 kHz) nicht durch einen bewegten Kolben, sondern mit einem kleinen im Kalibrator eingebauten Lautsprecher erzeugt wird.

Auf den störenden Einfluß, den das Gehäuse eines Handschallpegelmessers auf das zu messende Schallfeld ausüben kann, wurde bereits hingewiesen. Eine noch größere Störung des Schallfeldes kann die Meßperson selbst verursachen, die den Schallpegelmessern in der Hand hält, bzw. vor dem eigenen Körper trägt. Dabei können Schallreflexionen und -beugungen auftreten, die zu einem verfälschten Meßergebnis führen.

In der DIN IEC 651, Abschnitt 9.1, wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß während des Meßvorganges „das Schallfeld durch die Anwesenheit eines Beobachters nicht wesentlich gestört werden darf“, und weiter heißt es dort „der Beobachter sollte sich vorzugsweise nicht im Schallfeld befinden“. Aus diesem Grunde positioniert man Schallpegelmessern in der Praxis gern auf Stative und verwendet, soweit möglich, eine Fernablesung.

Bei Messungen in geschlossenen Räumen, deren Raumbegrenzungen (Boden, Wände, Decke) den Schall stark reflektieren, können durch Interferenzen z. T. erhebliche Meßfehler entstehen. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die Pegelmessung an mehreren, verschiedenen Orten zu wiederholen und die Ergebnisse zu mitteln.

Auch bei Messungen im Freien über oder vorreflektierenden Flächen sollte man an Interferenzeffekte denken und durch Kontrollmessungen das erhaltene Ergebnis überprüfen.

Wichtig ist natürlich auch die Wahl des richtigen Meßbereichs. In Bild 6 ist beim Vorverstärker eine Übersteuerungsanzeige eingezeichnet. Werden bei einer Messung Übersteuerungen angezeigt, so ist unbedingt auf den nächsthöheren Meßbereich umzuschalten, da auch das zu einer Fehlerquelle führen kann.

Für den Umgang mit Schallpegelmessern gäbe es noch eine Fülle von Hinweisen und Ratschlägen. Dennoch, die richtige Handhabung solcher Geräte lernt man nirgends besser als im praktischen Einsatz - oder, wie es neuhochdeutsch so schön heißt, „learning by doing“. Sollte dieser Artikel bei dem einen oder anderen unserer Leser die Neugierde an der Akustik und ihrer Meßtechnik geweckt haben, so hätte er sein Ziel erreicht.

ELV

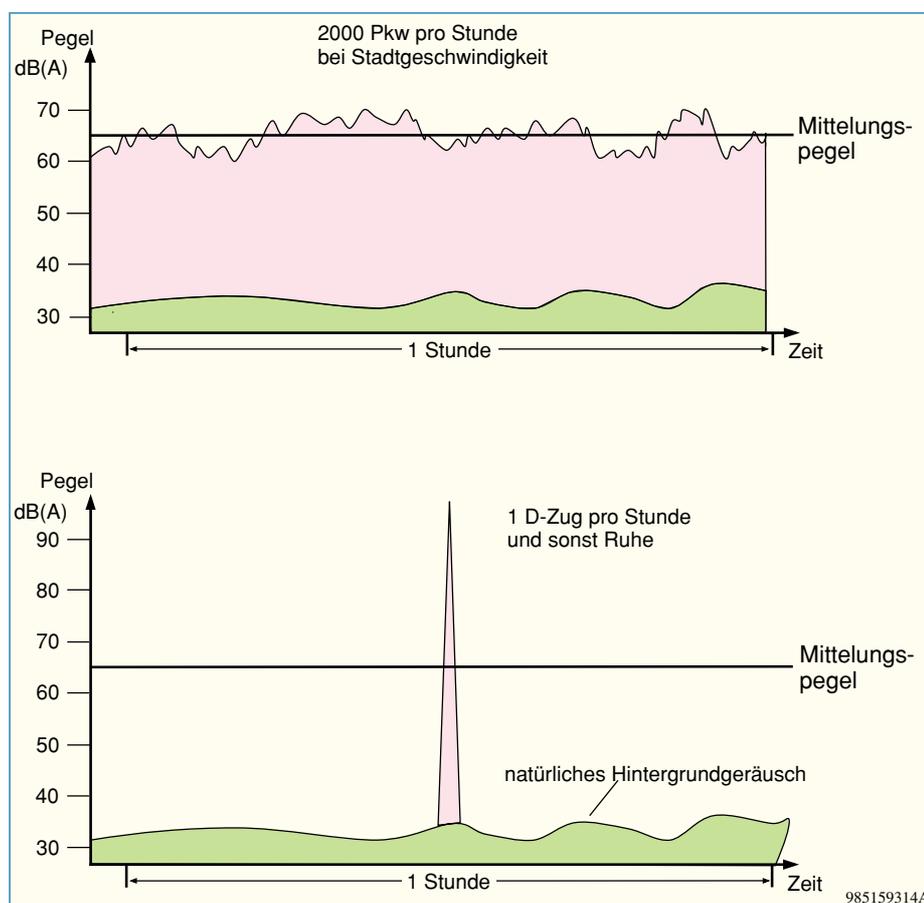
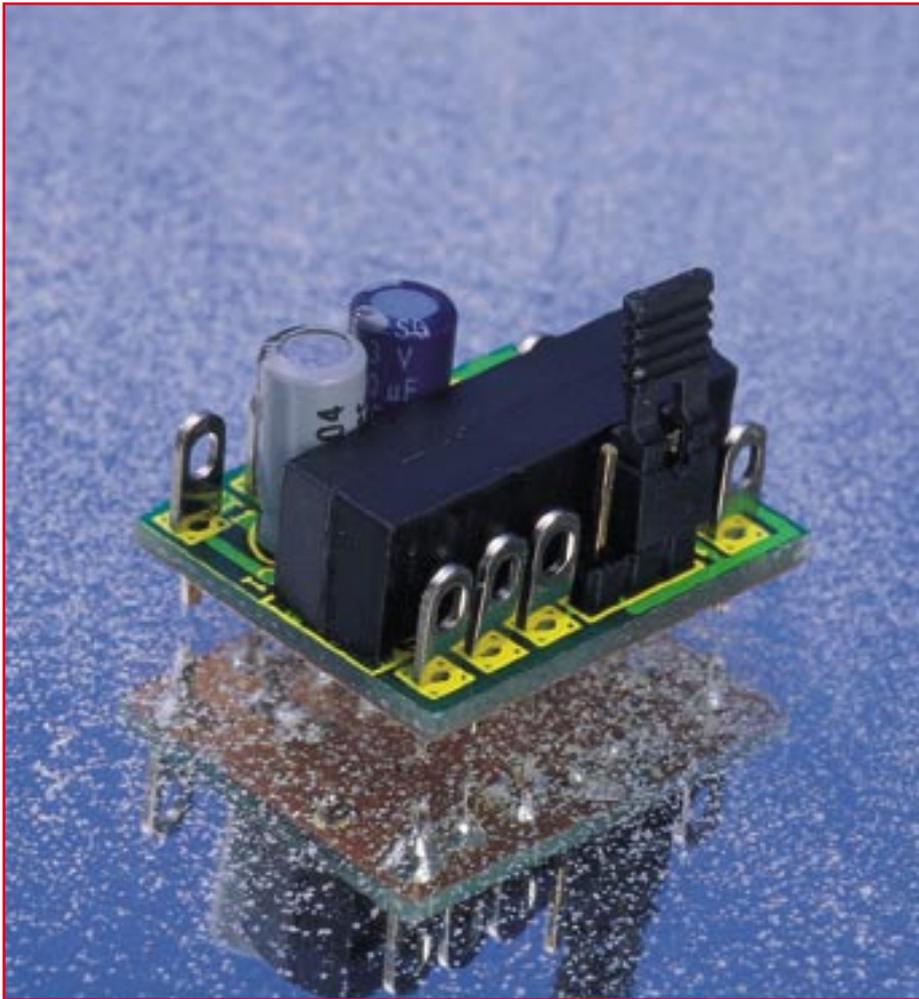


Bild 14: Mittelungspegel, die nach einer längeren Messung an Straße und Schiene mit extrem unterschiedlicher Verkehrshäufigkeit gewonnen wurden. (aus: Städtebauliche Lärmfibel, Hinweise für die Bauleitplanung. Herausgeber: Innenministerium Baden-Württemberg, 1991)



Low-Power-Thermostatmodul

Zum Aufbau dieses universell einsetzbaren Thermostatmoduls ist nur ein integrierter Schaltkreis mit sehr geringer externer Beschaltung erforderlich. Sowohl der Temperatursensor als auch ein Referenz-Spannungselement sind im IC integriert, so daß kein Abgleich erforderlich ist.

Allgemeines

Zur Temperaturregelung werden in unterschiedlichen Anwendungen Thermostate eingesetzt, die je nach Bedarf Einheiten zum Heizen oder Kühlen steuern. Die Realisierung eines elektronischen Thermostates ist mit dem LM 56 von National Semiconductors besonders einfach und platzsparend möglich, da alle wesentlichen Komponenten, wie z. B. Spannungsreferenz- und Temperatursensor, integriert sind.

Mit drei externen Widerständen, welche die 1,250 V Referenzspannung des LM 56 herunterteilen, sind zwei stabile Temperaturschaltwerte mit jeweils 5°C Hysterese programmierbar. Zwei digitale Open-Kollektor-Ausgänge schalten entsprechend der programmierten Temperaturschwellwerte.

Aufgrund der Bauform im 8Pin-SO-Gehäuse (SMD) ist der LM 56 besonders gut für Lufttemperatur-Überwachungsaufgaben geeignet, wobei sich der Arbeitstemperaturbereich des ICs von -40°C bis +125°C erstreckt.

Technische Daten: Low-Power-Thermostatmodul

- wahlweise Heiz- oder Kühlbetrieb
- potentialfreier Relais-Ausgang (Öffner oder Schließer)
- 2 voneinander unabhängige Digital-Ausgänge mit 5°C Hysterese
- Schaltschwellen mit nur 3 Widerständen frei programmierbar
- Temperaturbereich: -20°C bis 85 °C
- Betriebsspannung: 8 V DC bis 16 V DC (z. B. Steckernetzteil)
- Stromaufnahme: ca. 1,5 mA (Relais nicht angezogen)
- ca. 40 mA (Relais angezogen)
- Abmessungen: 25,5 x 25,5 mm

Abbildung 1 zeigt die interne Struktur des LM 56, wo neben der bereits erwähnten Spannungsreferenz und dem Temperatursensor zwei Komparatoren mit Hysterese und zwei Open-Kollektor-Treibertransistoren integriert sind.

Die Schaltschwellen der Komparatoren (V_{T1} , V_{T2}) werden durch Herunterteilen der an Pin 1 anliegenden Referenzspannung bestimmt. An Pin 5 wird die temperaturproportionale Spannung des Temperatursensors ausgegeben, die bei Temperaturen über dem Gefrierpunkt $395 \text{ mV} + 6,2 \text{ mV je } ^\circ\text{C}$ beträgt. Unterhalb des Gefrierpunktes beträgt die Spannung dementsprechend $395 \text{ mV} - 6,2 \text{ mV je } ^\circ\text{C}$ negativer Temperatur.

Die höchste Genauigkeit der Referenzspannung wird laut Datenblatt erreicht, wenn Pin 1 mit ca. $50 \mu\text{A}$ belastet wird.

Die beiden Diagramme in Abbildung 2 zeigen das Verhalten der digitalen Schaltausgänge in Abhängigkeit von den programmierten Schaltschwellen und der Spannung am Temperatursensor. Während in Abbildung 2a eine typische Kühlanwendung zu sehen ist, wird in Abbildung 2b, entsprechend des Spannungsverlaufs am Temperatursensor, ein Heizgerät gesteuert. In beiden Anwendungsfällen reicht ein Digitalausgang, wenn mit der fest vorgegebenen Schalthysterese von 5°C gearbeitet wird.

Soll hingegen die Hysterese größer als 5°C sein, so kann im oberen Beispiel (Küh-

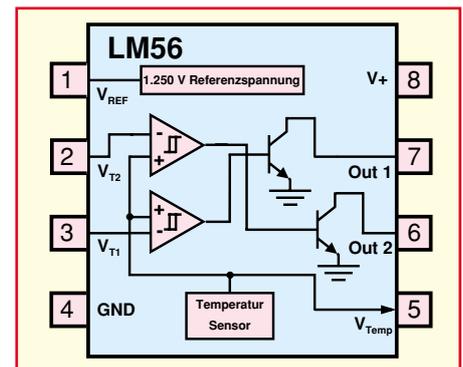


Bild 1: Interne Struktur des LM 56

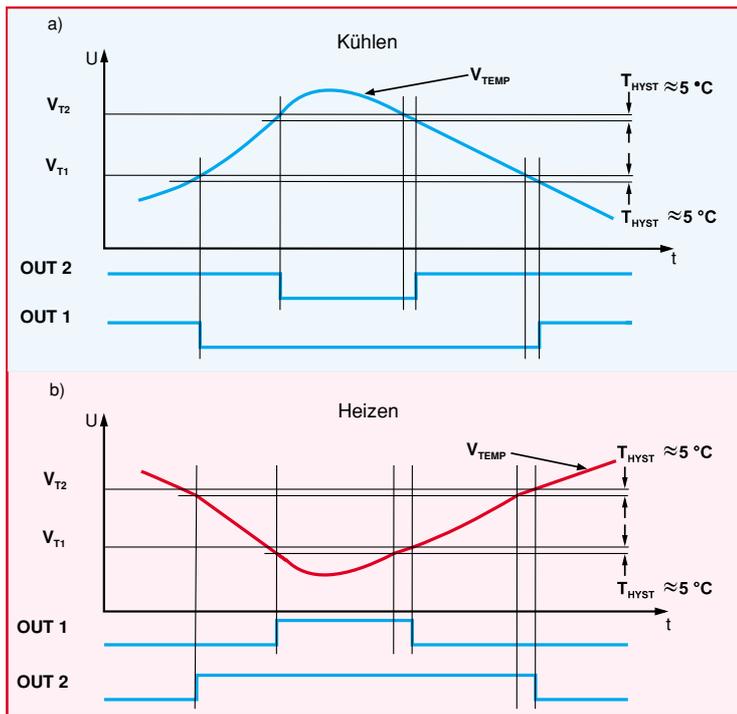


Bild 2: Das Verhalten der digitalen Schaltausgänge in Abhängigkeit von den programmierten Schaltschwellen und der Spannung am Temperatursensor

nungen für die beiden Schaltschwellen berechnet.

Kühlen bei > 40°C

$$V_{T2} = (6,2 \text{ mV/}^\circ\text{C} \cdot T) + 395 \text{ mV}$$

$$= (6,2 \text{ mV/}^\circ\text{C} \cdot 40^\circ\text{C}) + 395 \text{ mV}$$

$$= 643 \text{ mV}$$

Heizen bei < 20°C

Hier ist zunächst zu berücksichtigen, daß aufgrund der Hysterese der Ausgang 5°C unterhalb der Schaltschwelle von V_{T1} (siehe Abbildung 2b) den logischen Zustand wechselt. Demzufolge ist in unserem Beispiel die Schaltschwelle V_{T1} statt für 20°C für 25°C zu berechnen.

$$V_{T1} = (6,2 \text{ mV/}^\circ\text{C} \cdot T) + 395 \text{ mV}$$

$$= (6,2 \text{ mV/}^\circ\text{C} \cdot 25^\circ\text{C}) + 395 \text{ mV}$$

$$= 550 \text{ mV}$$

Da das Miniatur-Thermostatmodul entweder zum Heizen oder zum Kühlen eingesetzt wird, ist der Spannungsteiler R 5 bis R 7 nur für die jeweils genutzte Schaltschwelle (V_{T1} oder V_{T2}) genau zu berechnen. Die Spannung am zweiten, nicht genutzten Komparatoreingang kann vernachlässigt werden, sofern diese zwischen 0 V und der Referenzspannung liegt.

Betrachten wir zuerst anhand unseres Beispiels den Heizbetrieb, für den an R 7 eine Spannung von 550 mV abfallen muß. Ausgehend von 50 µA Spannungsteilerstrom (Last U_{ref}) ist die Berechnung sehr einfach:

$$R 7 = \frac{V_{T1}}{50 \text{ } \mu\text{A}} = \frac{550 \text{ mV}}{50 \text{ } \mu\text{A}} = 11 \text{ k}\Omega$$

Da ein 11kΩ-Widerstand nicht in die Normreihe paßt, nehmen wir den nächsten Normwert, also 10 kΩ oder 12 kΩ. Um möglichst genau den gewünschten Spannungsabfall an R 7 einzustellen, ist dann bei 10kΩ der Strom durch den Spannungsteiler, der keinesfalls genau 50 µA betragen muß, zu erhöhen, während bei 12 kΩ ein entsprechend geringerer Strom durch R 7 fließen muß. Ausgehend von 10 kΩ ist folgender Strom erforderlich:

$$I = \frac{V_{T1}}{10 \text{ k}\Omega} = \frac{550 \text{ mV}}{10 \text{ k}\Omega} = 55 \text{ } \mu\text{A}$$

An der Reihenschaltung aus R 5 und R 6 haben wir dann einen Spannungsabfall, der der Differenz von U_{ref} und U_{R7} entspricht.

$$U_{R5, R6} = U_{ref} - U_{R7} = 1,25 \text{ V} - 550 \text{ mV}$$

$$= 0,7 \text{ V}$$

Der Gesamtwiderstand der Reihenschaltung aus R 5 und R 6 beträgt nun:

$$R 5 + R 6 = \frac{U_{R5, R6}}{I} = \frac{0,7 \text{ V}}{55 \text{ } \mu\text{A}} = 12,73 \text{ k}\Omega$$

len) mit der fallenden Flanke des Out2-Signals (V_{T2}) ein Kühlgerät eingeschaltet und mit der fallenden Flanke des Out1-Signals ($V_{T1} - 5^\circ\text{C}$) wieder ausgeschaltet werden.

Analog ist im unteren Beispiel die steigende Flanke des V_{T1} -Signals zum Einschalten und die steigende Flanke des Out2-Signals zum Ausschalten eines Heizgerätes zu nutzen.

Nach der soweit durchgeführten theoretischen Betrachtung kommen wir nun zu unserem kleinen Schaltungsbeispiel, das inklusive potentialfreiem Relaisausgang auf einer Leiterplatte mit den Abmessungen 25,5 x 25,5 mm Platz findet.

Schaltung

Die mit wenig Aufwand realisierte Schaltung unseres Miniatur-Thermostaten ist in Abbildung 3 zu sehen. Das Modul ist mit

einem potentialfreien Relais-Schaltausgang (Öffner oder Schließer) ausgestattet und kann wahlweise zum Kühlen oder Heizen genutzt werden. Die erforderliche Betriebsspannung der Schaltung darf zwischen 8 V und 16 V DC liegen.

Durch Dimensionierung der Widerstände R 5 bis R 7 sind die gewünschten Schaltschwellen programmierbar. Gleichzeitig stellt der Spannungsteiler die Last für die Referenzspannung dar, die etwa 50 µA betragen sollte. Der Gesamtwiderstand der Reihenschaltung aus R 5 bis R 7 muß somit ungefähr 25 kΩ ergeben.

In unserem Berechnungsbeispiel soll nun der Ausgang 2 (Pin 7) bei Erreichen von 40°C ein Kühlgerät und in einem weiteren Beispiel der Ausgang 1 (Pin 6) bei Unterschreiten von 20°C ein Heizgerät aktivieren. In beiden Fällen wollen wir die fest vorgegebene Hysterese von 5°C nutzen.

Im ersten Schritt werden nun die Span-

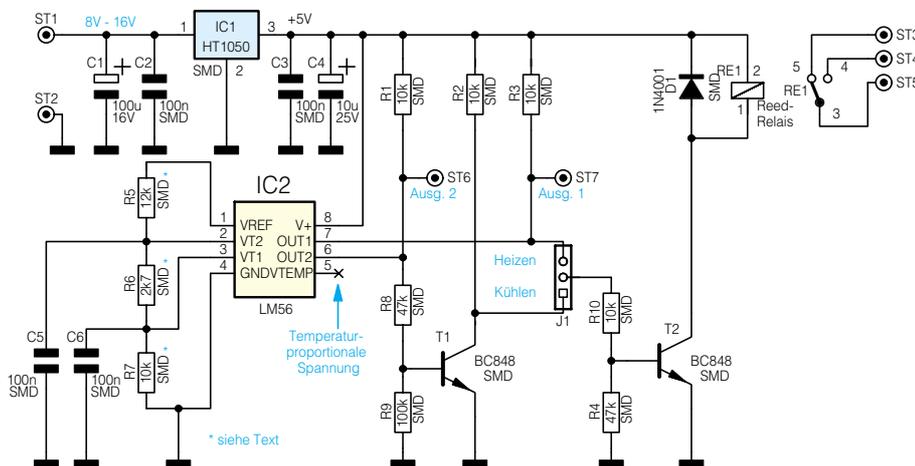


Bild 3: Schaltbild des Thermostat-Moduls

**Stückliste:
Low-Power-Thermostat-
modul**

Widerstände:

- 2,7kΩ SMD R6*
- 10kΩ SMD R1, R2, R3, R7*, R10
- 12kΩ SMD R5*
- 47kΩ SMD R4, R8
- 100kΩ SMD R9

Kondensatoren:

- 100nF SMD C2, C3, C5, C6
- 10µF/25V C4
- 100µF/16V C1

Halbleiter:

- 1N4001 SMD D1
- BC848 SMD T1, T2
- HT1050 SMD IC1
- LM56 SMD IC2

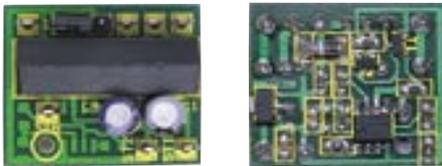
Sonstiges:

- Reed-Relais, 5V, 1xum RE1
- Lötstift mit Lötöse ST1 - ST7
- Stiftleiste, Irehig, 3polig J1
- 1 Jumper

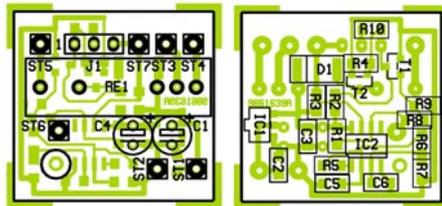
* siehe Text

Wie bereits erwähnt wird im Heizbetrieb der Ausgang 2 nicht genutzt, so daß die Spannung an V_{T1} keine Rolle spielt. Um möglichst genau auf 12,73 kΩ zu kommen, wählen wir für R 5 und R 6 aus der Normreihe z. B. einen 10 kΩ und einen 2,7kΩ-Widerstand, wobei die Zuordnung der Werte zu den beiden Widerständen keine Rolle spielt.

Im zweiten Anwendungsbeispiel, dem Kühlbetrieb, ist die Spannung an V_{T2} zur Einstellung der korrekten Schaltschwelle ausschlaggebend, während die Spannung an V_{T1} jeden beliebigen Wert zwischen 0 und U_{ref} annehmen darf.



Ansicht der fertig bestückten Platine des Mini-Thermostat-Moduls von der Löt- und Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsdruck (unten)



Bleiben wir bei unserem Beispiel von 40°C, so muß an der Reihenschaltung aus R 6 und R 7 eine Spannung von 643 mV abfallen. Der Spannungsabfall an R 5 beträgt dann:

$$U_{R5} = U_{ref} - (U_{R6} + U_{R7}) = 1,25 \text{ V} - 643 \text{ mV} = 607 \text{ mV}$$

Die Referenzspannung soll wieder mit 50 µA belastet werden, so daß R 5 einfach zu berechnen ist:

$$R 5 = \frac{U_{R5}}{I} = \frac{607 \text{ mV}}{50 \mu\text{A}} = 12,86 \text{ k}\Omega$$

Der nächste Normwert ist 12 kΩ, so daß für eine möglichst genaue Spannungseinstellung der Strom zu berechnen ist.

$$I = \frac{U_{R5}}{R 5} = \frac{607 \text{ mV}}{12 \text{ k}\Omega} = 50,6 \mu\text{A}$$

Jetzt fehlen nur noch die Werte für R 6 und R 7, an denen bei 50,6 µA ein Spannungsabfall von 643 mV entstehen muß.

$$R6 + R7 = \frac{V_{T2}}{I} = \frac{643 \text{ mV}}{50,6 \mu\text{A}} = 12,7 \text{ k}\Omega$$

Auch hier passen die Werte 10 kΩ und 2,7 kΩ aus der Normreihe.

Durch Verändern der drei Widerstände R 5 bis R 7 können die Temperaturschwellen an nahezu jede Temperatur zwischen -40 °C und +125 °C angepaßt werden. Wie das Beispiel gezeigt hat, ist die Berechnung einfach.

An Pin 6 und Pin 7 stehen beim LM 56 zwei Open-Kollektor-Transistorausgänge zur Verfügung, die jeweils mit einem 10kΩ-Pull-Up-Widerstand (R 1, R 3) beschaltet sind. Zusätzlich erfolgt mit T 1 eine Invertierung des an Pin 6 (Out 2) anstehenden Ausgangssignals, so daß grundsätzlich das Relais im aktiven Zustand anzieht.

Mit Hilfe der Stiftleiste J 1 und einer Kodierbrücke erfolgt die Auswahl zwischen Heiz- und Kühlbetrieb. Im Kollektorkreis des Transistors T 2 liegt die Spule des Ausgangsrelais mit Freilaufdiode D 1. Das Relais hat einen Umschaltkontakt, so daß wahlweise ein Öffner oder Schließer genutzt werden kann.

Für Anwendungen bei denen beide Schaltschwellen benötigt werden, stehen die Platinenanschlüßpunkte ST 6 und ST 7 zur Verfügung. In diesem Anwendungsfall sind die Widerstände R 5 bis R 7 so zu berechnen, daß an beiden Komparatoreingängen (Pin 2, Pin 3) die gewünschten Spannungen anstehen.

Zur Stromversorgung der Schaltung kann eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V dienen, die mit dem Pluspol an ST 1 und mit dem Minuspol an ST 2 anzuschließen ist. Nach der ersten Pufferung mit C 1 nimmt der Festspan-

nungsregler IC 1 eine Sabilisierung der Betriebsspannung auf 5 V vor. Während C 4 in erster Linie zur Schwingneigungsunterdrückung des Reglers dient, unterdrücken die Keramik-Kondensatoren C 2 und C 3 hochfrequente Störeinflüsse auf die Schaltung.

Nachbau

Eine Mischbestückung aus SMD- und konventionellen, bedrahteten Bauelementen ermöglicht bei unserem Thermostatmodul die bestmögliche Platzausnutzung. Die Abmessungen der Leiterplatte betragen nur 25,5 x 25,5 mm, so daß der Einbau in vielen unterschiedlichen Anwendungen möglich ist.

Aufgrund der winzigen SMD-Bauelemente erfordert der praktische Aufbau allerdings etwas Lötferfahrung.

Das wichtigste Spezialwerkzeug ist ein LötKolben mit dünner SMD-Lötspitze und eine Pinzette zum sicheren Fassen der Miniaturbauelemente. Für den Lötvorgang empfiehlt sich dünnes SMD-Lötzinn mit ca. 0,6 mm Durchmesser. Des weiteren kann eine Lupenleuchte das Arbeiten erheblich erleichtern.

Die Bestückung beginnt auf der SMD-Seite mit dem Auflöten des ICs. Dazu wird ein LötPad der Leiterplatte leicht vorverzinnt und danach das Bauteil mit der Pinzette exakt plaziert und am vorverzinnten LötPad angelötet. Wenn die Position des ICs exakt stimmt, sind die weiteren Anschlüsse zu verlöten.

Danach werden der Spannungsregler des Typs HT10 50 und die beiden SMD-Transistoren in der gleichen Weise verarbeitet, d. h. zuerst ein LötPad vorverzinnt, dann das Bauteil positioniert und verlötet.

Die SMD-Widerstände sind mit einem Aufdruck gekennzeichnet, wobei die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen angibt.

Als dann sind die beiden nicht gekennzeichneten 100nF-Abblock-Kondensatoren aufzulöten. Danach fehlt auf der SMD-Seite nur noch die Diode D 1, die an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet ist.

Von den konventionellen Bauelementen wird zuerst das Reed-Relais bestückt und sorgfältig verlötet.

Es folgen die Stiftleiste J 1 und die sieben Lötstifte mit Öse.

Die beiden Elektrolyt-Kondensatoren C 1 und C 3 sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet und unbedingt polaritätsrichtig zu bestücken.

Je nach individuellem Einsatzfall ist der Kodierstecker J 1 in die Position „Heizen“ oder „Kühlen“ auf die Stiftleiste zu stecken. Dem Einsatz dieses vielseitig nutzbaren Moduls steht nun nichts mehr entgegen.





zuwenig Farbe



zuviel Farbe



optimale Farbsättigung



helle Flächen überstrahlt



helle Flächen zu matt



richtig abgestufter Kontrast

Video-Color-Prozessor

VCP 7003 Teil 2

Im zweiten Teil dieses Artikels stellen wir die Schaltung der Video-Signalverarbeitung sowie das Innenleben der eingesetzten hochintegrierten Schaltkreise vor.

Das Hauptschaltbild

Nachdem im „ELVjournal“ 5/98 neben der Bedienung und der Funktion bereits die Schaltung des Digitalteils mit dem Single-Chip-Mikrocontroller und zugehöriger Peripherie vorgestellt wurden, kommen wir nun zum Hauptschaltbild in Abbildung 3.

Sämtliche zur Bearbeitung des Videosignals erforderlichen Funktionsgruppen sind in diesem Schaltbild zu sehen.

Bei der groben Betrachtung des Schaltbildes fällt sofort auf, daß trotz analoger Video-Signalverarbeitung kaum noch Abgleichpunkte im VCP 7003 zu finden sind.

Dementsprechend einfach ist später auch der praktische Aufbau und die Inbetriebnahme des Gerätes. Außerdem hält sich der Bauteileaufwand durch den Einsatz

von neuen, hochintegrierten Videobausteinen in Grenzen.

Wichtigstes Bauelement im VCP 7003 ist der I²C-Bus-gesteuerte PAL/NTSC-TV-Prozessor STV 2116 A von SGS-Thomson. Im STV 2116 A ist neben dem PAL/NTSC-Decoder auch die Synchronimpulsaufbereitung integriert.

Eingangsseitig kann der Baustein FBAS, Y/C (S-VHS, Hi 8) und RGB-Signale verarbeiten, wobei die erforderlichen Filter integriert sind.

Zur Video- und Audiosignaleinspeisung stehen beim VCP 7003 zwei Scart-Buchsen und eine Hosiden-Buchse (S-VHS, Hi 8) mit den zugehörigen Cinch-Buchsen zur Verfügung. Je nach Eingangsauswahl sind die entsprechenden Videosignalquellen an die zugehörigen Buchsen anzuschließen.

Betrachten wir nun als erstes den FBAS-Signalweg. Zur Einspeisung dienen die Scart-Buchsen BU 100 und BU 101. Das Videosignal wird jeweils an Pin 20 zugeführt und mit 75 Ω (R 168, R 169) abgeschlossen. Über den zur Signalquellenauswahl dienenden CMOS-Analog-Schalter IC 107 und den Kondensator C 113 zur galvanischen Entkopplung wird das Signal dem STV 2116 A an Pin 20 zugeführt. Die Aufspaltung des Video-Signals in die Komponenten Luminanz und Chrominanz erfolgt chip-intern.

Der PAL/NTSC-Prozessor

Das Blockschaltbild in Abbildung 4 zeigt die recht komplizierte, interne Struktur des PAL/NTSC-Prozessors STV 2116 A.

Wie bereits erwähnt, erhält der Baustein das Composite Video-Signal an Pin 20.

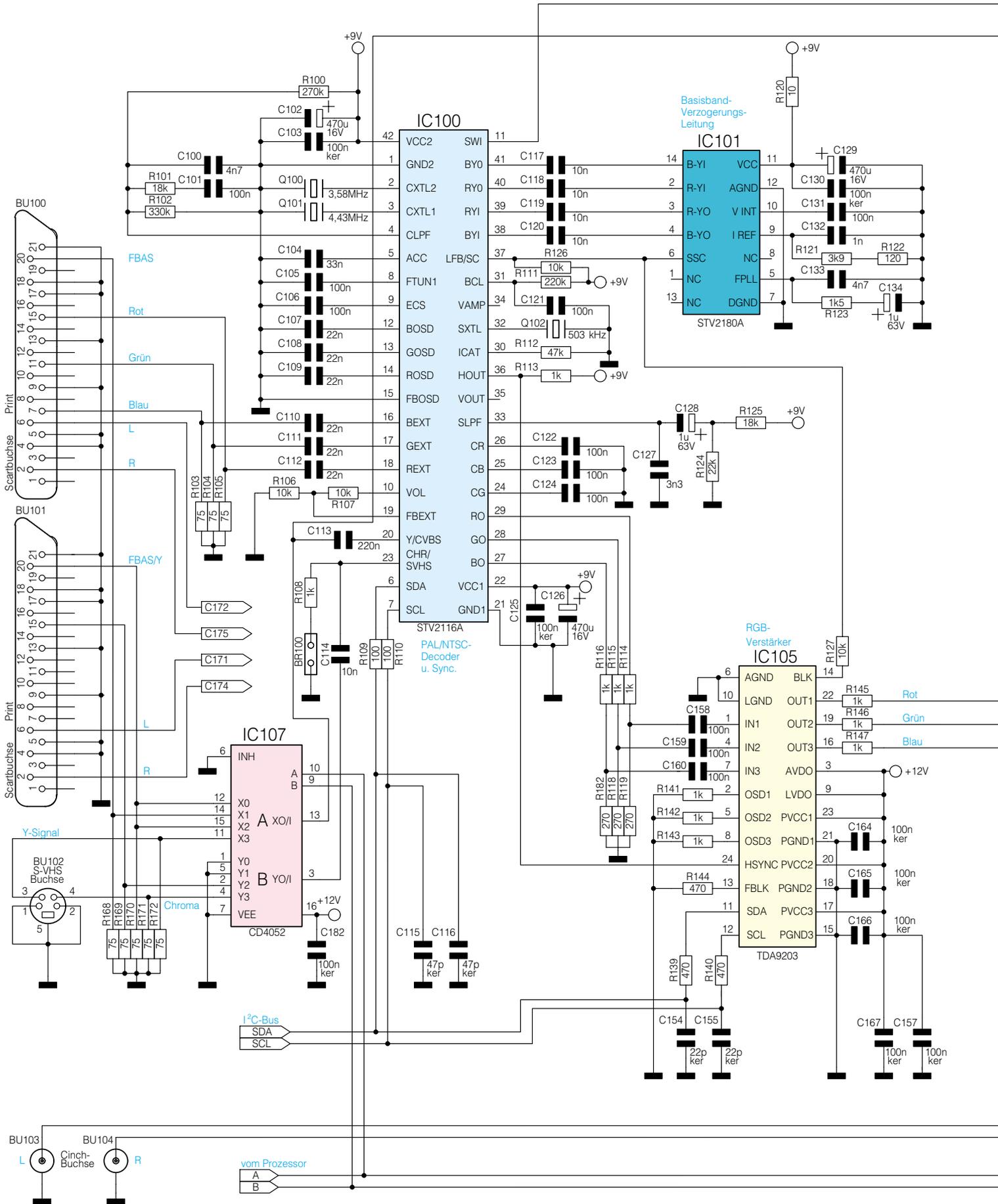
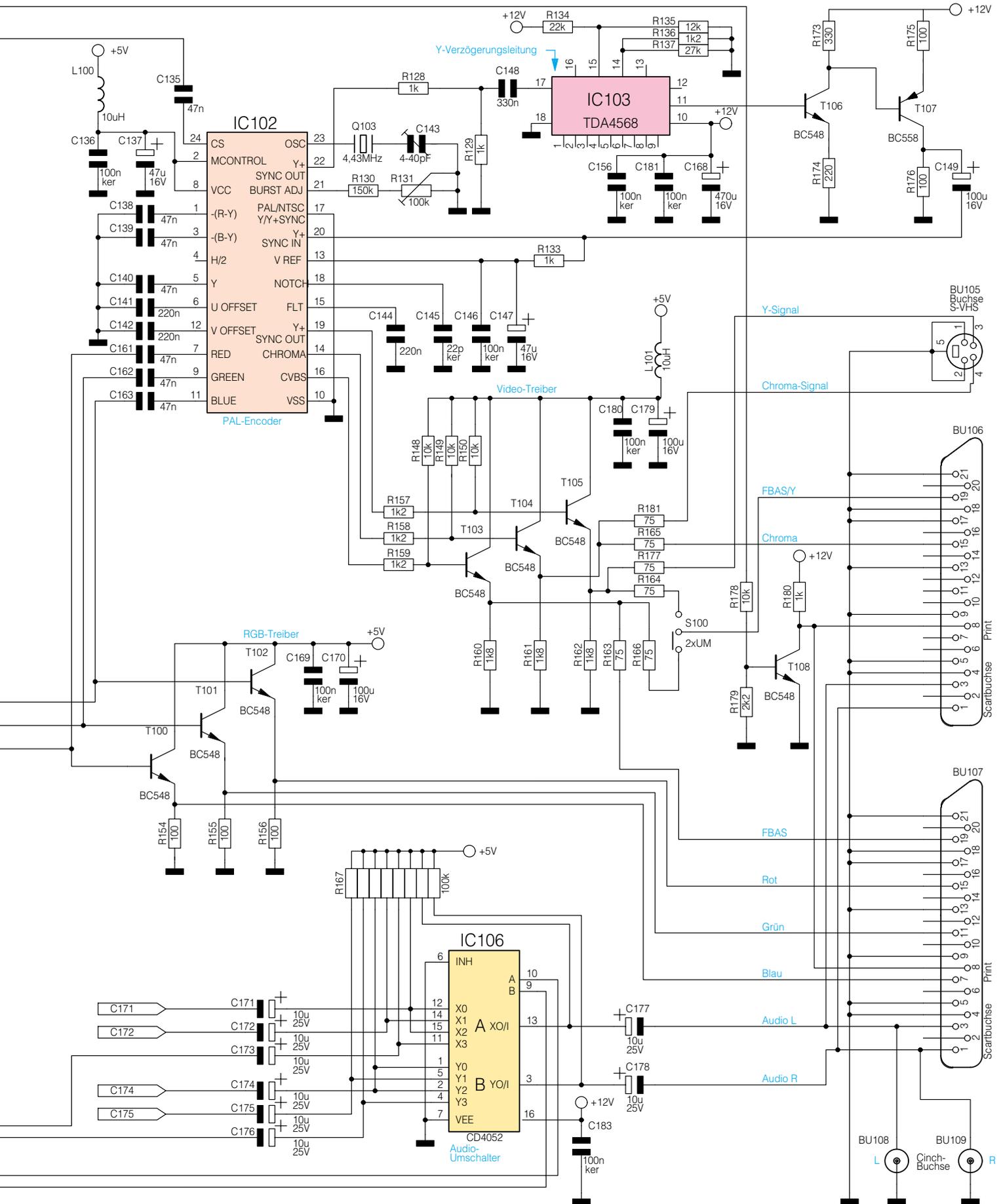


Bild 3: Hauptschaltbild des VCP 7003



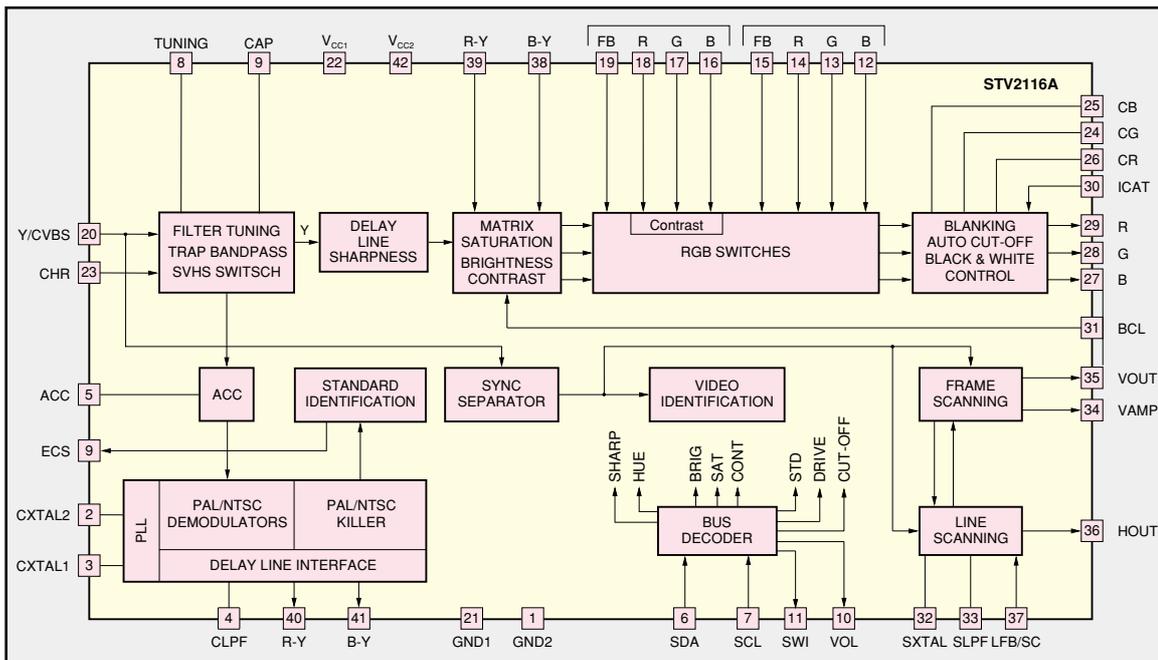


Bild 4: Block-schaltbild der internen Struktur des PAL/NTSC-Prozessors STV 2116 A

Mit Hilfe einer internen Filtergruppe wird im Luminanzkanal das Farbartsignal ausgefiltert und im Chromazweig werden alle Spektralanteile, die außerhalb der Farbträgerfrequenz liegen, unterdrückt. Nach dem Durchlaufen einer automatischen Verstärkungsregelung gelangt dann das reine Farbartsignal auf den integrierten PAL/NTSC-Demodulator, während das Y-Signal als nächstes eine integrierte Verzögerungsleitung durchläuft, bevor es auf die Matrixstufe gelangt.

In der Matrixstufe erfolgt I²C-Bus-gesteuert die Einstellung von Farbsättigung, Helligkeit und Kontrast.

Auch zum Anschluß von Videogeräten mit Y/C-Ausgang (Hi 8, S-VHS) stehen zwei von einander unabhängige Signaleingänge (Y/C 1, Y/C 2) zur Verfügung. Zur Signaleinspeisung dienen die Scart-Buchse BU 101 und die Hosiden-Buchse (Mini-DIN) BU 102. Entsprechend der Norm wird dabei an Pin 20 der Scart-Buchse das Y-Signal und an Pin 15 das Chrominanz-Signal zugeführt. Auch hier werden sämtliche Signal-Eingangslinien im VCP 7003 mit 75 Ω abgeschlossen und die Bildinformationen dem CMOS-Signalquellen-Umschalter IC 107 zugeführt.

Nach der Signal-Selektion mit IC 107 gelangt das Y-Signal über C 103 galvanisch entkoppelt auf Pin 20 des STV 2116 A und das Chroma-Signal über C 114 auf Pin 23 des PAL/NTSC-TV-Prozessors.

Beim Y/C-Signal (S-VHS, Hi 8) hingenommen werden das Y- und das Chroma-Signal dem VCP bereits getrennt zugeführt, so daß im STV 2116 A keine Signalaufspaltung erfolgen muß. Die entsprechenden Filterstufen werden dann in den Bypass-Mode geschaltet.

Wie die Scart-Buchse BU 101 (FBAS, Y/C) besitzt beim VCP 7003 auch die Scart-Buchse BU 100 eine Doppelbelegung. Hier kann neben dem bereits beschriebenen FBAS-Signal alternativ auch ein RGB-Signal eingespeist werden. Das RGB-Signal wird an Pin 7, Pin 11 und Pin 15 der Buchse zugeführt und zunächst mit R 103 bis R 105 abgeschlossen. Über C 110 bis C 112 gelangen die RGB-Signale dann auf die entsprechenden Eingänge des Video-Prozessors.

Der STV 2116 A kommt trotz der komplexen Signalabläufe mit einer sehr geringen externen Beschaltung und vor allem ohne Abgleich aus.

Die bei älteren PAL-Decodern erforderliche Glas-Verzögerungsleitung und der damit verbundene Abgleichaufwand entfallen.

An Pin 40 und Pin 41 des Bausteins stehen die noch nicht laufzeitdecodierten Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y an.

Zur Gewinnung der endgültigen Farbdifferenzsignale müssen diese Signale noch die Basisband-Chroma-Verzögerungsleitung IC 101 durchlaufen. In diesem Baustein sind zwei geschaltete Kapazitäts-Verzögerungsleitungen integriert, die ebenfalls ohne Abgleich auskommen.

Die laufzeitdecodierten Signale werden zur weiteren Bearbeitung dem STV 2116 A an Pin 38 und Pin 39 wieder zugeführt. In der Matrix-Stufe entstehen daraus die RGB-Signale.

Sowohl die von der Matrix kommenden RGB-Signale als auch die extern zugeführten RGB-Signale gelangen auf eine chip-interne Umschaltung und anschließend auf die Ausgangstreiberstufen.

Unabhängig von der Eingangs-Signalf orm erhalten wir an Pin 27 bis Pin 29

grundsätzlich die Bildinformation in RGB-Form.

Sämtliche Einstellungen und Funktionen des ST 2116 A werden vom Bedienprozessor über den an Pin 6 und Pin 7 zur Verfügung stehenden I²C-Bus gesteuert.

Da der STV 2116 A sowohl den PAL als auch den NTSC-Farbstandard verarbeiten kann, sind zwei Farbträgerfrequenz-Quarze erforderlich (Q 100/NTSC, Q 101/PAL).

Die Standardauswahl erfolgt mit der Taste „Norm“ auf der Frontplatte des VCP 7003.

Ein integrierter Sync-Separator filtert aus dem Composite-Video-Signal (FBAS) bzw. aus dem Y-Signal die horizontalen und die vertikalen Synchron-Impulse heraus. Diese werden vor allem auch chipintern benötigt.

RGB-Verstärker

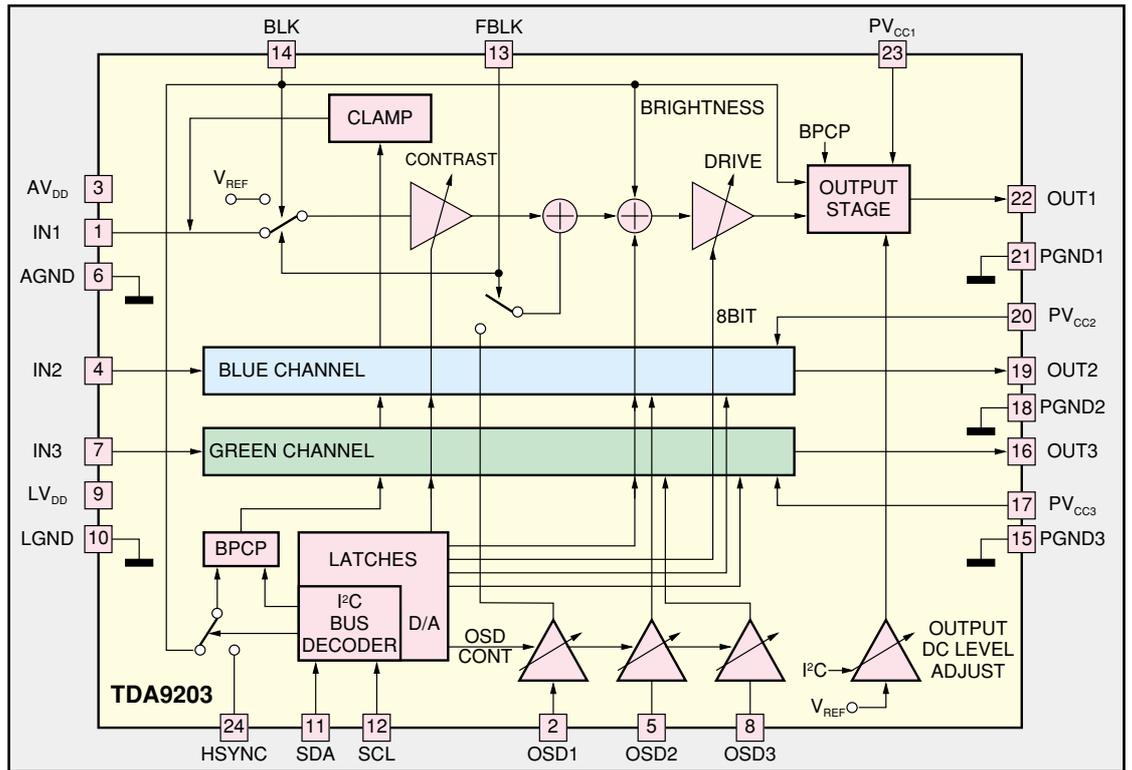
Wir kehren nun noch einmal zu den RGB-Ausgängen (Pin 27 bis Pin 29) des IC 100 zurück, wo die soweit bearbeiteten Bildinformationen anstehen.

Über drei identische, mit R 114 bis R 119 aufgebaute Spannungsteiler sowie über die Koppel-Kondensatoren C 158 bis C 160 gelangen die Farbinformationen dann auf die Eingänge des in IC 105 integrierten RGB-Verstärkers.

Wie die Innenschaltung in Abbildung 5 zeigt, handelt es sich beim TDA 9203 ebenfalls um einen aufwendigen I²C-Bus-gesteuerten Baustein. Die Videobandbreite des TDA 9203 beträgt 70 MHz.

Im VCP 7003 können mit dem TDA 9203 in erster Linie die Farbanteile der Primärfarben Rot, Grün und Blau den individuellen Wünschen angepaßt werden, wobei der Einstellbereich jeweils von -30 dB bis +18 dB reicht.

Bild 5: Innen-schaltung des RGB-Verstärkers



Die in der Amplitude angepaßten Farb-signale stehen an Pin 16, Pin 19, Pin 22 des TDA 9203 zur Verfügung und werden über R 140 bis R 147 jeweils auf die Basis der Treibertransistoren T 100 bis T 102 gekoppelt. Diese Transistoren sind als Emitterfolger geschaltet und dienen in erster Linie zur Impedanzanpassung (niedrige Ausgangsimpedanz).

Niederohmig ausgekoppelt werden die RGB-Signale dann an Pin 7, Pin 11 und Pin 15 der Scart-Ausgangs-Buchse BU 107.

Der PAL-Encoder

Eine wichtige Baugruppe innerhalb des VCP 7003 ist der mit IC 102 und externer Beschaltung realisierte PAL-Encoder, der aus den Primärfarben wieder ein komplettes FBAS-Signal bzw. die Komponenten-Signale Y und Chroma generiert.

Die Innenschaltung des TDA 8501 von Philips ist im Blockschaltbild (Abbildung 6) zu sehen.

Eingangsseitig kann der Baustein wahlweise RGB-Signale oder Farbdifferenz-Signale mit dem zugehörigen Y-Signal verarbeiten. Abhängig von der externen Beschaltung sind Videosignale in PAL- oder NTSC-Farb-Norm generierbar. Im VCP 7003 nutzen wir den RGB-Eingang und generieren die Video-Signale ausschließlich in PAL-Norm.

Mit einer maximalen Amplitude von $1V_{SS}$ werden die RGB-Signale dem TDA 8501 über C 161 bis C 163 gleichspannungsent-

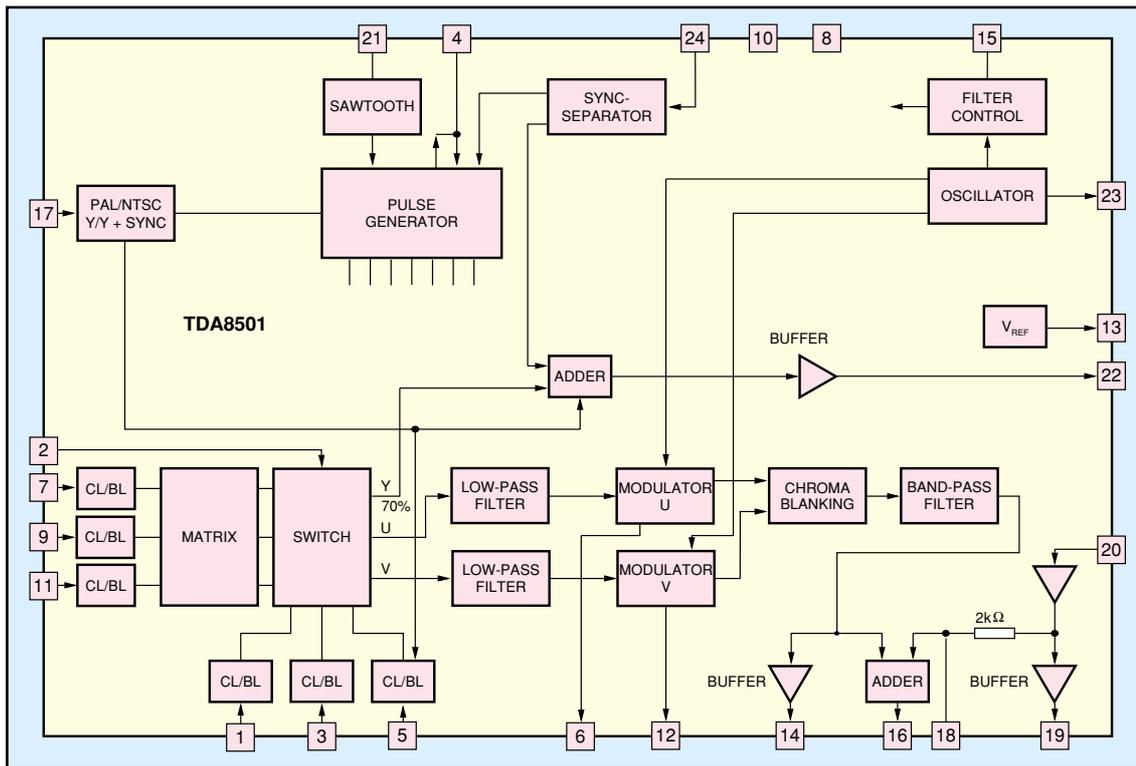


Bild 6: Innen-schaltung des TDA 8501

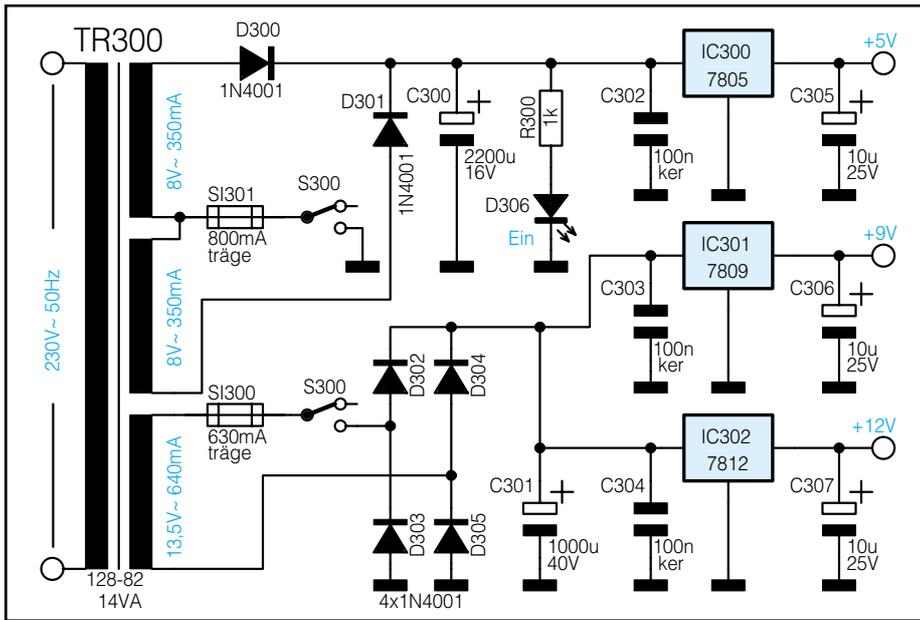


Bild 7: Schaltung des Netzteils

koppelt zugeführt und chip-intern auf Schwarzpegel geklemmt.

An Pin 24 erhält der Encoder zusätzlich das Eingangsvideosignal (FBAS oder Y), das intern auf den Sync-Separator gegeben wird. Hier werden dann die Synchronimpulse vom Video-Signal getrennt und zur Steuerung des internen Impulsgenerators genutzt.

Zur Erzeugung der korrekten Farbträgerfrequenz wird Pin 23 mit einem 4,43MHz-Quarz (Q 103) und einen C-Trimmer (C 143) beschaltet.

Die Verkopplung des Luminanz-Signals mit den Synchron-Impulsen erfolgt im IC.

Über einen Treiber steht das Signal an Pin 22 an und gelangt von hieraus über den Spannungsteiler R 128, R 129 sowie über den Kopplungskondensator C 148 auf den Eingang des IC 103.

Bei IC 103 (TDA 4568) handelt es sich um eine Y-Verzögerungsleitung auf Halbleiterbasis, deren Signallaufzeit von der Spannung an Pin 15 abhängig ist.

Die Signalverzögerung im Y-Signalweg ist erforderlich, da durch Bandbreiteneinengung im Farbkanal (integriertes Bandpaßfilter) eine Gruppenlaufzeit von ca. 450 ns entsteht.

Das an Pin 11 des TDA 4568 verzögert anstehende Signal wird mit dem nachgeschalteten zweistufigen Verstärker wieder auf den erforderlichen Signalpegel gebracht und dem Encoder über C 149 an Pin 20 zugeführt.

Über R 133 liegt der Y-Eingang des TDA 8501 auf dem an Pin 13 anliegenden Referenzpegel.

Jeweils über einen Pufferverstärker steht

an Pin 14 das Chroma- und an Pin 19 das Y-Signal für den Y/C-Ausgang an. Das Composite-Video-Signal (FBAS) wird an Pin 16 des Encoder-Bausteins ausgekoppelt.

Die nachgeschalteten Transistoren T 103 bis T 105 arbeiten als Emitterfolger und dienen zur Impedanzwandlung.

Über 75Ω-Widerstände werden das FBAS-Signal, das Y-Signal und das Chroma-Signal auf die entsprechenden Pins der Ausgangsbuchsen gegeben.

Abhängig von der Stellung des Schalters S 100 erhält Pin 19 der Scart-Buchse BU 106 entweder das FBAS-Signal oder das Y-Signal.

Optimierung der Bildqualität während des Überspielvorganges durch prozessorgesteuerte umfangreiche Korrekturmöglichkeiten

Gesteuert vom TV-Prozessor (IC 100) werden über T 108 die an BU 106 und BU 107 angeschlossenen externen Geräte (z. B. TV-Monitor) in den AV-Modus gesetzt.

Der Audio-Signalweg

Die zu den einzelnen Video-Eingängen gehörenden Stereo-Audiosignale gelangen über C 171 bis C 176 auf den 2x4fach-Analog-Multiplexer IC 106. Gesteuert vom Bedienprozessor erfolgt hier die Auswahl der zum Videosignal gehörenden Toninformationen. Vom Ausgang des Multiplexers (Pin 3, Pin 13) werden die Stereo-Signale über C 177 und C 178 auf die entsprechenden Pins der Ausgangsbuchsen gekoppelt.

Das Netzteil

Der VCP 7003 ist mit einem eingebau-

ten 230V-Netzteil (Abbildung 7) ausgestattet, dessen voll vergossener Netz-Sicherheitstransformator mit angespritztem Netzkabel optimalen Schutz vor berührungsfähigen Spannungen bietet.

Lediglich die sekundärseitigen Niederspannungen des Transformators sind extern zugänglich.

Insgesamt ist der Transformator mit drei Sekundärwicklungen ausgestattet, wobei die oberen beiden Wicklungen eine mit D 300 und D 301 realisierte Mittelpunktzweizweig-Gleichrichterschaltung speisen. Nach der Pufferung mit C 300 gelangt die unstabilisierte Gleichspannung auf

Pin 1 des Spannungsreglers IC 1, an dessen Ausgang stabilisiert +5 V zur Verfügung stehen.

Die Wechselspannung der unteren Trafowicklung gelangt über SI 300 und den Schalter S 300 auf den mit D 302 bis D 305 aufgebauten Brückengleichrichter.

Nach der Pufferung mit C 301 wird die unstabilisierte Spannung jeweils auf Pin 1 der Spannungsregler IC 301 und IC 302 gegeben.

Am Ausgang des Spannungsreglers IC 301 steht dann eine stabilisierte Spannung von +9 V und am Ausgang von IC 302 eine stabilisierte Spannung von +12 V zur Verfügung.

Jeweils am Reglerausgang dienen C 305 bis C 307 zur Schwingneigungsunterdrückung.

Die detaillierte Schaltungsbeschreibung ist damit abgeschlossen, so daß wir uns im „ELVjournal“ 1/99 dem Nachbau und der Inbetriebnahme zuwenden können. **ELV**



PC-Parallel-IO-Interface Teil 3

Der dritte und abschließende Teil beschreibt den Datenaustausch mit dem PC und gibt eine komplette Übersicht über den Software-Befehlssatz für die Arbeit mit dem Interface. Ein kleines Windows-Programm macht den Einstieg in die Programmierung besonders einfach.

Datenaustausch

Der Austausch der Daten zwischen Interface und PC erfolgt über eine Standard-RS232-Schnittstelle (COM1 bis COM4), wobei folgende Parameter fest vorgegeben sind: 38400 Baud, 8 Bits, odd Parity, 2 Stopbits.

Für die weitere Beschreibung gelten die folgenden Konventionen:

- Alle Zahlen mit nachgestelltem „h“ sind Hexadezimal-Werte

- Alle Angaben in eckigen Klammern sind Zeichenfolgen
- Alle Bezeichnungen in spitzen Klammern sind einzelne ASCII-Zeichen, wobei folgende Zeichen benutzt werden :
 <SOH> = 01h
 <EOT> = 04h
 <ACK> = 06h
 <DLE> = 10h
 <NAK> = 15h

Jede Datenübertragung hat einen festen Rahmen und wird durch das ASCII-Zeichen <SOH> eingeleitet.

Anschließend folgen die zu übertragenden Daten, danach ein Längsparity-Byte.

Das ASCII-Zeichen <EOT> schließt den Datensatz ab.

Zur Bildung des Längsparity-Bytes werden alle Datenbytes der Nachricht sowie des Startbytes <SOH> XOR-verknüpft.

Da in der Nachricht und im Längsparity-Byte die SteuerCodes <SOH> und <EOT> nicht vorkommen dürfen, müssen vor dem Senden der Daten alle Bytes zwischen

Tabelle 1: Fehlercodes vom Interface

| |
|---|
| “1” (31h): Parity Error beim Datenempfang |
| “2” (32h): Überlauf des Empfangspuffers |
| “3” (33h): Fehler beim Längsparity |
| “4” (34h): unbekannter Befehl |
| “5” (35h): falscher Parameter |
| “6” (36h): Datenbereich überschritten |
| “7” (37h): Eingang wurde noch nicht getriggert. |

<SOH> und <EOT> geprüft und eventuell durch eine besondere Zeichenfolge ersetzt werden. (Die Längsparity-Bildung muß vorher erfolgt sein).

Folgende Zeichen werden durch die angegebene Zeichenfolge ersetzt:

| | | |
|-------|---|-------------|
| <SOH> | → | <DLE> (81h) |
| <EOT> | → | <DLE> (84h) |
| <DLE> | → | <DLE> (90h) |

Beim Empfang von Daten sind diese Zeichenfolgen rechtzeitig zu erkennen und durch die zugehörigen Einzelzeichen zu ersetzen. Erst danach kann eine Überprüfung des Längsparity erfolgen.

Soll zum Beispiel auf Kanal A die Bitkombination 0000100 ausgegeben werden, so muß die Nachricht: (41h), (04h) zum Interface gesendet werden. Der Datensatz sieht somit folgendermaßen aus:

(01h) (41h) **(04h)** (44h) (04h)

Da in der Nachricht das Steuerzeichen <EOT> (04h) vorkommt, ist dieses zu ersetzen und somit folgendes zu senden:

(01h) (41h) **(10h)** **(84h)** (44h) (04h)

Vom Interface zum PC werden auf gleiche Weise zwei Arten von Daten gesendet:

1. **[Daten]** <ACK>, wobei bei den meisten Befehlen keine Daten zurückkommen und somit nur <ACK> gesendet wird
2. **(Fehlercode)** <NAK>, wobei „Fehlercode“ ein ASCII-Zeichen im Bereich „1“ bis „7“ ist. (Tabelle 1 gibt Aufschluß über die Bedeutung der Codes).

Tabelle 2: Liste der Befehle

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| 41h („A“) | Ausgabe 8 Bit direkt auf Kanal A |
| 42h („B“) | Ausgabe 8 Bit direkt auf Kanal B |
| 43h („C“) | Ausgabe 16 Bit direkt auf Kanal A-B |
| 44h („D“) | Einlesen 8 Bit direkt von Kanal A |
| 45h („E“) | Einlesen 8 Bit direkt von Kanal B |
| 46h („F“) | Einlesen 16 Bit direkt von Kanal A-B |
| 47h („G“) | Daten Kanal A setzen |
| 48h („H“) | Daten Kanal B setzen |
| 49h („I“) | Daten Kanal A abfragen |
| 4Ah („J“) | Daten Kanal B abfragen |
| 4Bh („K“) | Puffer Kanal A löschen |
| 4Ch („L“) | Puffer Kanal B löschen |
| 50h („P“) | Triggerstatus abfragen |
| 53h („S“) | Betriebsmodus setzen und Zeigerreset |
| 54h („T“) | Auto-Trigger Mode setzen |

Befehlsbeschreibung

In Tabelle 2 sind alle Befehle, die das Interface erkennt, aufgelistet.

Nachfolgend werden alle Befehle einzeln mit ihren Parametern erklärt. Der Befehl ist immer das erste Byte der Nachricht.

Falls keine Daten vom Interface erwartet werden, antwortet dieses entweder mit <ACK> oder mit (Fehlercode) <NAK>, wie bereits beschrieben.

Direkte Befehle

Es folgen zunächst die Befehle, die eine direkte Auswirkung auf die Ein- und Ausgänge des Interface haben:

Befehl „A“

Ausgabe 8 Bit direkt auf Kanal A

Das zweite Byte der Nachricht ist die an Kanal A auszugebende Bitkombination.

Befehl „B“

Ausgabe 8 Bit direkt auf Kanal B

Das zweite Byte der Nachricht ist die an Kanal B auszugebende Bitkombination.

Befehl „C“

Ausgabe 16 Bit direkt auf Kanal A-B

Das zweite Byte der Nachricht ist die an Kanal A auszugebende Bitkombination. Das dritte Byte der Nachricht ist die an Kanal B auszugebende Bitkombination.

Befehl „D“

Einlesen 8 Bit direkt von Kanal A

Es ist kein weiteres Byte erforderlich.

Die Antwort vom Interface gibt den momentanen Zustand am Eingang von Kanal A wieder.

Befehl „E“

Einlesen 8 Bit direkt von Kanal B

Es ist kein weiteres Byte erforderlich. Die Antwort vom Interface gibt den momentanen Zustand am Eingang von Kanal B wieder.

Befehl „F“

Einlesen 16 Bit direkt von Kanal A-B

Es ist kein weiteres Byte erforderlich. Das erste Byte der Antwort vom Interface gibt den momentanen Zustand am Eingang von Kanal A und das zweite Byte den Zustand von Kanal B wieder.

Befehle zur Bearbeitung der Datenpuffer

Da das Interface nicht nur die Möglichkeit der direkten Ein- und Ausgabe bietet, sondern auch selbständig Daten einlesen und auslesen kann, gibt es eine weitere Gruppe von Befehlen, die zur Bearbeitung der internen Datenpuffer erforderlich sind.

Befehl „G“

Daten für Ausgabe auf Kanal A setzen

Das zweite Byte der Nachricht gibt die Zieladresse im Puffer für Kanal A des Interfaces an (0 bis 31). Die nachfolgenden Bytes werden ab dieser Adresse im Puffer abgelegt. Die Anzahl der Bytes ist beliebig, allerdings sollte die Endadresse des Puffers nicht überschritten werden.

Befehl „H“

Daten für Ausgabe auf Kanal B setzen

Das zweite Byte der Nachricht gibt die Zieladresse im Puffer für Kanal B des Interfaces an (0 bis 31). Die nachfolgenden Bytes werden ab dieser Adresse im Puffer abgelegt. Die Anzahl der Bytes ist beliebig, allerdings sollte die Endadresse des Puffers nicht überschritten werden.

Befehl „I“

Daten von Kanal A abfragen

Es ist kein weiteres Byte erforderlich. Als Antwort werden die bisher eingelesenen Daten (max. 32) zurückgesendet.

Befehl „J“

Daten von Kanal B abfragen

Es ist kein weiteres Byte erforderlich. Als Antwort werden die bisher eingelesenen Daten (max. 32) zurückgesendet.

Befehl „K“

Datenpuffer Kanal A löschen

Der Datenpuffer von Kanal A wird gelöscht.

Befehl „L“

Datenpuffer Kanal B löschen

Der Datenpuffer von Kanal B wird gelöscht.

Steuerbefehle

Die letzte Gruppe von Befehlen dient zur Steuerung, zur Konfiguration und zur Abfrage des Interfaces-Status. Hiermit können der Betriebsmodus und der Triggermodus eingestellt und der Triggerstatus abgefragt werden.

Befehl „P“

Triggerstatus abfragen

Die Antwort auf diesen Befehl gibt in den unteren 4 Bits des Wertes den aktuellen Triggerstatus des Interfaces wieder, wobei folgende Bits den einzelnen Kanälen zugeordnet sind:

- Bit 0 : Input A getriggert
- Bit 1 : Input B getriggert
- Bit 2 : Output B getriggert
- Bit 3 : Output A getriggert

Befehl „S“

Betriebsmodus setzen

Im zweiten Byte der Nachricht wird der Betriebsmodus des Interfaces eingestellt. Das dritte und das vierte Byte geben die Länge der Ausgabesequenz für Kanal A und Kanal B an.

Bei den Betriebsmodi wird für jeden Kanal zwischen vier Modi unterschieden:

1. Keine Reaktion auf Triggersignal

Die Veränderung der Ausgänge oder das Einlesen der Eingänge ist nur über die direkten Befehle „A“ bis „F“ möglich.

2. Aus-/Eingabe Adresse 0 bei Trigger

Nach dem Eintreffen des Triggersignals werden die Werte des Datenpuffers „Adresse 0“ an den Ausgang gelegt. Ein weiterer Triggerimpuls ändert nichts mehr.

Bei den Eingängen wird bei jedem Triggersignal der Eingangszustand in den Datenpuffer „Adresse 0“ kopiert. Ein im Puffer vorhandener Wert geht dabei verloren.

3. Ausgabe/Einlesen einer Sequenz, mit Stop an Ende

Bei den Ausgängen wird bei jedem Triggersignal das nächste Datenbyte aus dem Datenpuffer ausgegeben. Ist das Ende der Sequenz erreicht, folgen keine weiteren Daten mehr.

An den Eingängen wird bei jedem Triggersignal der Eingangszustand in den Datenpuffer übernommen und der Adresszeiger um 1 erhöht, sofern das Ende des Puffers noch nicht erreicht ist.

4. Ausgabe/Einlesen einer Sequenz, umlaufend

Gleiche Funktion wie Punkt 3, nur daß bei

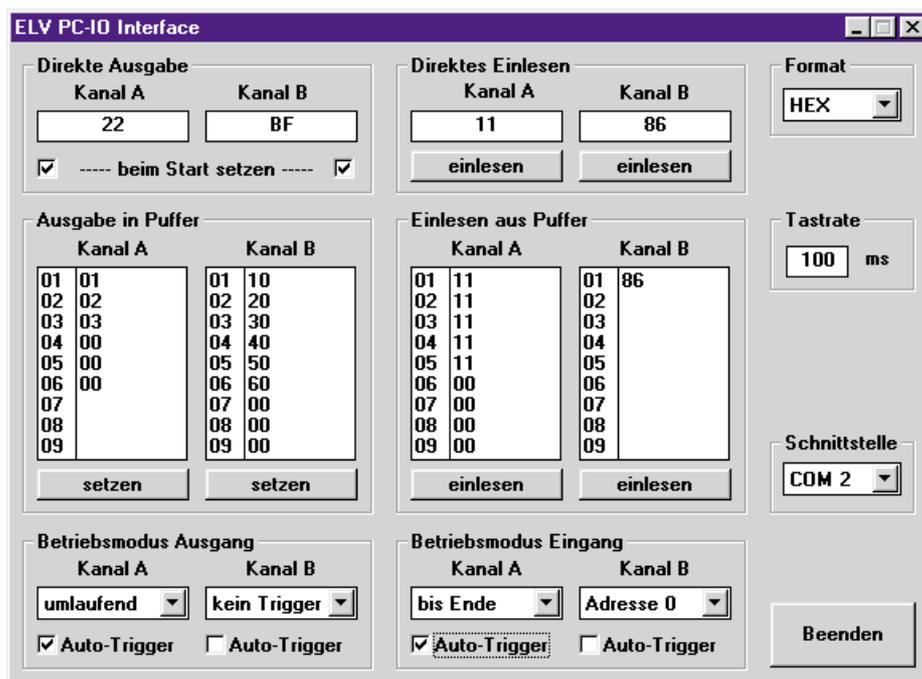


Bild 2: Programmfenster des Windows-Testprogramms. Hier sind alle Steuerungsmöglichkeiten in übersichtlicher Form verfügbar.

Erreichen des Pufferendes wieder am Anfang des Puffers begonnen wird.

Die Bits im Modusbyte haben die in Tabelle 3 beschriebene Zuordnung.

Nach jedem Empfang dieses Befehls werden die Ausgabe- und Eingabezeiger an den Anfang gesetzt.

Befehl „T“

Autotriggermode setzen

Im zweiten Byte der Nachricht wird der Triggermode für jeden Kanal festgelegt. Das dritte Byte gibt den Zeitabstand für automatische Triggerung im 5ms-Raster an (ein Wert von 200 würde einen Triggerabstand von 1s zur Folge haben).

Ist der Autotriggermode für einen Kanal gesetzt, so werden im festgelegten Zeitraster automatisch Triggerimpulse erzeugt, solange das Triggersignal für diesen Kanal High (+5V) ist.

Sofern das Triggersignal Low ist, bleibt diese Funktion gestoppt.

Die Bits im zweiten Byte der Nachricht haben folgende Funktion :

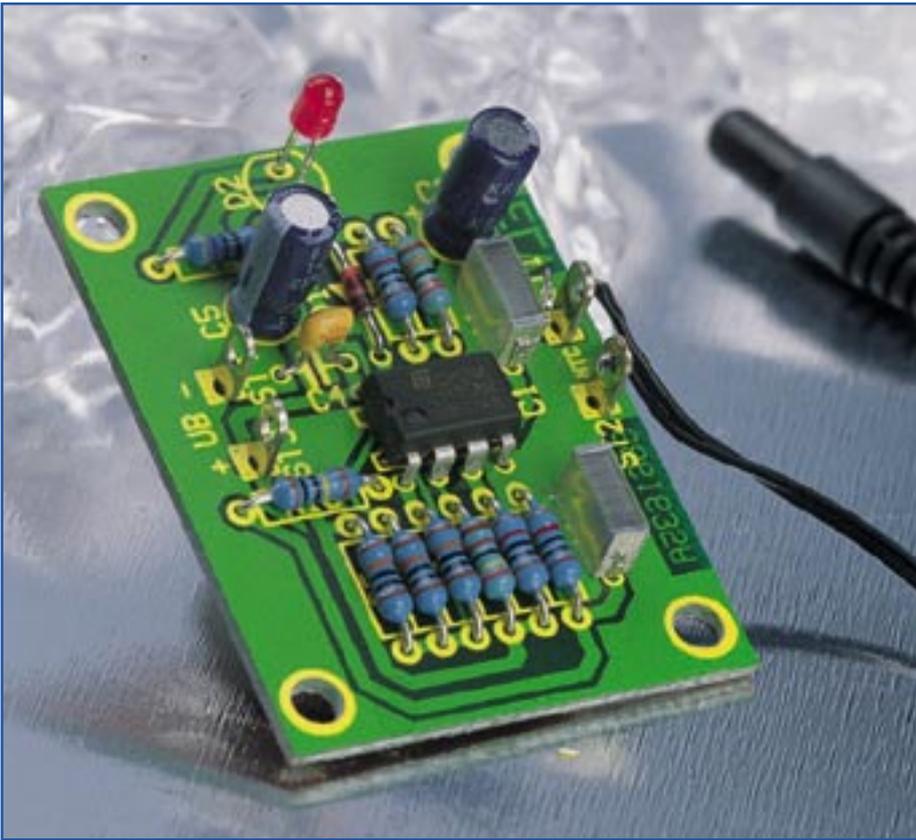
- Bit 0: 1 - Autotrigger für Input Kanal A
- Bit 1: 1 - Autotrigger für Input Kanal B
- Bit 2: 1 - Autotrigger für Output Kanal B
- Bit 3: 1 - Autotrigger für Output Kanal A

Zum Lieferumfang gehört ein kleines Windows-Testprogramm, das die ersten Schritte beim Umgang mit dem Interface erleichtert.

Wie in Abbildung 2 zu sehen, ist es hier nach Auswahl der genutzten Schnittstelle sehr einfach, Ausgänge zu setzen, Eingänge auszulesen und den Inhalt der Datenpuffer zu bearbeiten. Weiter sind ein Setzen des Betriebsmodus sowie die Festlegung des Triggermodus für die einzelnen Kanäle möglich. So kann man sich erst einmal gründlich in den Umgang mit den einzelnen Möglichkeiten des Interfaces einarbeiten, um später eigene Anwendungen zu programmieren. 

Tabelle 3: Zuordnung der Bits im Modusbyte

| Bit 1, Bit 0: Betriebsmodus Output Kanal A | | |
|--|----|--------------------------------------|
| Bit 3, Bit 2: Betriebsmodus Output Kanal B | | |
| 0 | 0: | keine Reaktion auf Trigger |
| 0 | 1: | Ausgabe Adresse 0 bei Trigger |
| 1 | 0: | Ausgabe Sequenz, Stop am Ende |
| 1 | 1: | Ausgabe Sequenz, umlaufend |
| Bit 5, Bit 4: Betriebsmodus Input Kanal A | | |
| Bit 7, Bit 6: Betriebsmodus Input Kanal B | | |
| 0 | 0: | keine Reaktion auf Trigger |
| 0 | 1: | Datenbyte nach Adresse 0 bei Trigger |
| 1 | 0: | Sequenz einlesen, Stop am Ende |
| 1 | 1: | Sequenz einlesen, umlaufend |



Frostwarner

Temperaturen um Null Grad Celsius sind für viele Bereiche, wie den Straßenverkehr, den Gartenbau oder die Landwirtschaft, wegen der Frostgefahr kritisch. Der ELV-Frostwarner stellt eine einfach aufzubauende, zuverlässig funktionierende und abgleichfreie Schaltung zur Temperaturüberwachung dar. Sinkt die gemessene Temperatur unter 3°C, wird dies durch eine blinkende Leuchtdiode deutlich signalisiert.

Damit es beim ersten Frost nicht kracht...

Jedes Jahr im Herbst können wir es wieder lesen und erleben - die Temperaturen sinken unmerklich oder blitzartig. Folgen beim ersten Kälteeinbruch sind vor allem Unfälle auf den Straßen, weil der Kraftfahrer im warmen Auto nicht rechtzeitig vor örtlich plötzlich absinkenden Temperaturen gewarnt wird.

Zwar verfügen zahlreiche Fahrzeuge heute schon über Außenthermometer, aber längst nicht alle diese Thermometer verfügen über einschaltbare Warnanzeigen oder eine akustische Frostwarnung!

Aber nicht nur im Straßenverkehr, auch für allgemeine Anwendungen ist ein ent-

sprechendes Warngerät gut einsetzbar. So kann man es zu Hause installieren, ist bereits vor der Abfahrt zur Arbeit vor Frost gewarnt und kann seine Fahrweise entsprechend umstellen.

Der kritische Temperaturbereich für den Straßenverkehr beginnt bei etwa 3°C. Unterhalb von 1°C kommt es bereits zum Überfrieren von Straßen. Vor allem, wenn man längere Fahrten durch unterschiedliche landschaftliche Gebiete unternimmt, können die Boden- und Lufttemperaturen stark schwanken. Fährt man eben noch über eine zwar nasse, aber sonst unkritische Straße, so kann diese im nächsten Waldabschnitt schon überfrozen sein. Hier ist eine rechtzeitige Warnung vor kritischen Temperaturbereichen besonders wichtig, um die Fahrweise auf demnächst

zu erwartende Glätte einrichten zu können.

Auch für die rechtzeitige Frostwarnung im Gartenbau und in der Landwirtschaft macht sich ein Warngerät bezahlt.

Der ELV-Frostwarner ist aufgrund des weiten Betriebsspannungsbereiches und des abgesetzt zu betreibenden, hochgenauen Temperaturfühlers geeignet, vor solchen kritischen Temperaturbereichen in unterschiedlichsten Einsatzumgebungen zu warnen. Bei Absinken der Umgebungstemperatur unter 3°C warnt das kleine Gerät durch eine blinkende Leuchtdiode deutlich vor der Gefahr.

Durch den einfachen Schaltungsaufbau ist diese Schaltung sehr gut als Einsteigerobjekt geeignet. Dafür spricht auch die abgleichfreie Schaltungskonzeption mit einem hochgenauen Temperatursensor.

Schaltung

Die Schaltung des Frostwarners besteht aus einem Komparator (Vergleicher) für die eigentliche Temperaturmessung und einem Rechteckgenerator, der die LED ansteuert. Der Operationsverstärker IC 1 A bildet mit seiner Peripherie den Komparator. Ein NTC-Widerstand arbeitet als Temperatursensor TS 1. Dieser stellt zusammen mit den Widerständen R 1 bis R 3 eine Brückenschaltung dar. Die entstehende Brückenspannung wird mit den beiden Komparatoreingängen Pin 2 und Pin 3 gemessen.

Wenn das Widerstandsverhältnis zwischen R 1 und TS 1 gleich ist, d. h., der Widerstandswert von TS 1 beträgt genau 24 kΩ, dann beträgt die Brückenspannung genau 0 V.

In Tabelle 1 sind die Widerstandswerte des NTCs bei verschiedenen Temperaturen dargestellt. Wie man erkennt, weist der NTC bei ca. +3,5° C einen Wert von 24 kΩ auf. Sinkt die Temperatur, dann steigt der Widerstandswert des NTCs und somit auch die Spannung an Pin 2 des Komparators. Ist die Spannung an Pin 2 nur geringfügig höher (einige μV) als die Spannung an Pin 3, dann führt der Ausgang des Komparators (Pin 1) Low-Pegel. Der Widerstand R 10 sorgt für eine Hysterese und verhindert ein Schwingen des Komparators im Bereich der Schwellspannung.

Führt der Spannungskomparatorausgang (Pin 1) Low-Pegel, wird über den Widerstand R 4 der nachfolgende Rechteckoszillator (IC 1 B mit Pheripherie) aktiviert. Dieser schwingt mit einer Frequenz von

Technische Daten: Frostwarner

Spannungsversorgung: 5-12 V
 Stromaufnahme: 1,5 mA bei 9 V
 Schaltschwelle: +3° C / ±2 %
 Abmessungen: 46,5 x 35 mm

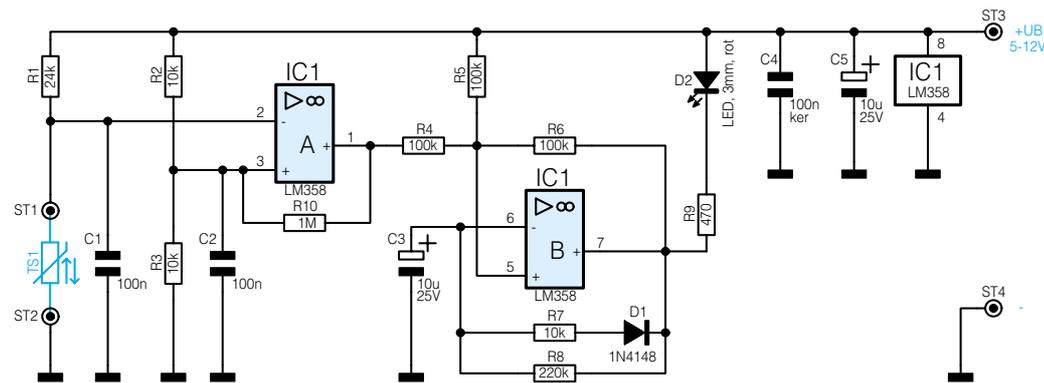


Bild 1: Schaltbild des Frostwarners

ca. 0,5 Hz. Das Puls-/Pausenverhältnis (18:1) ist so gewählt, daß die am Ausgang angeschlossene LED D 2 nur ganz kurz aufleuchtet (stromsparender Blitzeffekt). Die Schwingfrequenz des Oszillators wird durch den Kondensator C 3 und den Rückkoppelwiderstand R 8 in Verbindung mit R 7/D 1 festgelegt.

Mittels des Widerstandes R 7 und der Diode D 1 erreicht man das unsymmetrische Puls-/Pausenverhältnis. Während sich C 3 über R 8 auflädt, bleibt D 1 gesperrt, so daß die Ladezeit nur von R 8 bestimmt wird. Beim Entladen von C 3 ist D 1 leitend, und der Widerstand R 7 mit einem (gegenüber R 8) relativ geringen Wert ist parallel zu R 8 geschaltet. Hierdurch entsteht das unterschiedliche Puls-/Pausenverhältnis.

Die Versorgungsspannung der Schaltung kann im Bereich von 5 V bis 12 V liegen.

Nachbau

Der Aufbau dieser kleinen Schaltung erfolgt sehr schnell und unkompliziert, daher eignet sie sich besonders auch für Elektronik-Einsteiger.

Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans werden die Bauteile bestückt. Die Bestückung beginnt mit den niedrigen Bauteilen, also den Widerständen und der Diode. Diese werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt, in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesteckt und anschließend auf der Platinenunterseite ver-

lötet. Die überstehenden Drahtenden sind mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne die Lötstellen dabei zu beschädigen.

Bei den Halbleitern und den Elkos ist auf die richtige Polung bzw. Einbaulage entsprechend des Bestückungsplans und des Bestückungsaufdrucks auf der Platine zu achten.

Die LED D 2 ist durch eine abgeflachte Gehäuseseite (Katode) gekennzeichnet, und kann auch von der Platine abgesetzt montiert werden, z. B. mit einer passenden LED-Fassung in die Armaturentafel.

Die Spannungsversorgung, z. B. über ein stabilisiertes Netzgerät oder das Kfz-Bordnetz (12 V), erfolgt über die Lötstifte

Zum Abschluß noch ein Hinweis zur Platzierung des Fühlers. Dieser sollte sich bei stationärem Betrieb in Bodennähe befinden, vor Wind und direkter Niederschlags-einwirkung geschützt sein und nicht direkt an Gegenständen anliegen.

Gleiches gilt prinzipiell auch für die Anbringung am Fahrzeug. Auch hier muß der Fühler möglichst bodennah, vor Fahrtwind und direkter Feuchtigkeitseinwirkung und vor allem vor Wärmeeinwirkung durch Fahrzeugaggregate geschützt, angebracht werden. Ein bewährter Einbauort ist z. B. die Innenseite des vorderen Stoßfängers, hier möglichst weit außen, also vom Motor/Kühler weg. Die Anbringung mit einem Doppelklebeband oder einem Tropfen Heißkleber gewährleistet die thermische Entkopplung vom tragenden Fahrzeugteil.

Der Anschluß an das Kfz-Bordnetz muß über eine entsprechende Sicherung erfolgen.

Bleibt abschließend anzumerken, daß beim Einsatz im Straßenverkehr der Frostwarner nur eine von vielen technischen Einrichtungen im Fahrzeug ist, die einem gewissen Verschleiß unterliegen und auch ausfallen können. So sind der Fühler und das Fühlerkabel den unterschiedlichsten Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit, Kälte, mechanischer Beanspruchung, usw. ausgesetzt. Die dadurch bedingte Alterung sowie die Möglichkeit eines Defektes haben zur Folge, das man sich auf die Anzeige entsprechender Geräte nicht „blind verlassen“ darf.

Der Einsatz eines solchen Gerätes entbindet also nicht von den Pflichten nach der Straßenverkehrsordnung, vorausschauend und an die Verhältnisse angepaßt zu fahren, es dient lediglich zur Unterstützung des Fahrers. **ELV**

Stückliste: Frostwarner

Widerstände:

| | |
|-------------|---------------|
| 470Ω | R 9 |
| 10kΩ | R 2, R 3, R 7 |
| 24kΩ | R 1 |
| 100kΩ | R 4-R 6 |
| 220kΩ | R 8 |
| 1MΩ | R 10 |

Kondensatoren:

| | |
|-----------------|----------|
| 100nF | C 1, C 2 |
| 100nF/ker | C 4 |
| 10µF/25V | C 3, C 5 |

Halbleiter:

| | |
|--|------|
| LM358 | IC 1 |
| 1N4148 | D 1 |
| LED, 3mm, rot | D 2 |
| NTC-Sensor 103AT, komplett mit Zuleitung | TS 1 |

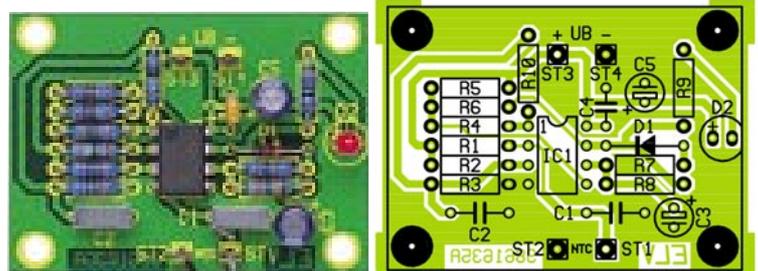
Sonstiges:

| | |
|---------------------------|-----------|
| Lötstift mit Lötöse | ST 1-ST 4 |
|---------------------------|-----------|

**Tabelle 1 :
NTC-Widerstand 103 AT**

| Temperatur | Widerstand |
|------------|------------|
| + 5°C | 22.45 kΩ |
| + 4°C | 23.42 kΩ |
| + 3,5°C | 24.00 kΩ |
| + 3°C | 24.42 kΩ |
| + 2°C | 25.48 kΩ |
| + 1°C | 26.60 kΩ |
| 0°C | 27.78 kΩ |
| - 1°C | 28.88 kΩ |
| - 2°C | 30.27 kΩ |
| - 3°C | 31.61 kΩ |

Fertig aufgebaute Platine des Frostwarners mit zugehörigem Bestückungsplan





Signalverfolger SV 1000

Für die schnelle Fehlersuche in Audiogeräten ist ein Signalverfolger traditionell das Mittel der Wahl. Beherbergt ein solches Gerät, wie der ELV-Signalverfolger SV 1000, auch noch einen internen Signalgenerator und kann es netzunabhängig arbeiten, so hat man ein vielfältig einsetzbares, mobiles Prüfgerät zur Hand.

Vielseitig, mobil, empfindlich...

Schweigt ein Audiogerät entgegen seiner Aufgabe, kann die Fehlersuche aufwendig werden. Ab- oder ausbauen, ins Labor tragen, Oszilloskop und Funktionsgenerator in Gang setzen sowie suchen...

Da ist die gute alte Signalverfolger-Suchmethode bedeutend unaufwendiger. Einfach das Gerät öffnen, ein Signal (Musikquelle oder besser Meßton) am Eingang einspeisen und dann den Signalweg „abhören“, bis zu dem Punkt, an dem man nicht mehr das hört, was man an dieser Stelle erwarten darf. Klingt einfach, ist auch so einfach.

Damit hat man zumindest erst einmal grob und vor allem schnell den Fehler eingekreist. Auch Verkabelungen sind so schnell überprüfbar. Man erspart sich man-

che unnötige Montage und ebenso unnötige Transporte.

Der kompakte Signalverfolger SV 1000 mit eingebautem Lautsprecher arbeitet akku- oder batteriebetrieben und ist damit mobil einsetzbar.

Zusätzlich verfügt dieses Gerät über einen integrierten 1kHz-Pegeltongenerator, der ein Prüfsignal in die zu untersuchende Schaltung bzw. den Schaltungsteil einspeisen kann. Dieser liefert ein 1kHz-Sinussignal mit einstellbarer Amplitude (0 bis 1 V_{ss}) und geringem Klirrfaktor (<1%).

Je nach Prüfobjekt und dessen konkret zu untersuchenden Schaltungsteil treten sehr unterschiedliche Signalpegel auf, die es anzupassen gilt.

Die Verstärkung der Signalverfolgerschaltung ist in vier Stufen (jeweils um 20 dB) umschaltbar. Insgesamt steht ein Verstärkungsumfang bis zu 1000facher

Verstärkung (60 dB) zur Verfügung, in der höchsten Empfindlichkeitsstufe können so auch sehr geringe Signalamplituden, wie sie zum Beispiel direkt am Tonkopf eines Kassettenrecorders auftreten, abgehört werden.

Der Komfort des kompakten Multitalents wird durch die Möglichkeit des Ladens eines 9V-Akkublocks im Gerät und

Technische Daten: SV1000

Spannungsversorgung: 9V-Batterie oder Steckernetzteil

Stromaufnahme
(ohne Signal): 8 mA
(mit Signal, max. Lautstärke): ca. 150 mA
Ausgangssignal: 1kHz ±50Hz / 0-1V_{ss} / THD<1%

Abmessungen
(B x H x T): 165 x 88 x 28 mm

den sehr sparsamen Stromverbrauch ergänzt.

Mit dieser Ausstattung dürfte der Signalverfolger schnell zu einem der unentbehrlichsten mobilen Prüfgeräte des Elektroniklabors bzw. der Service-Werkstatt avancieren.

Schaltung

Die Schaltung des Signalverfolgers SV 1000 ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Verstärkerteil besteht aus einem Vorverstärker (IC 1 A und IC 1 B) und einer kleinen NF-Endstufe (IC 2).

Über C 1 und R 1 gelangt das Eingangssignal von der Buchse BU 1 auf den zwei-stufigen Vorverstärker. IC 1 A ist als Spannungsfollower geschaltet und dient als Eingangspuffer. Der eigentliche Verstärker bzw. Abschwächer ist mit IC 1 B realisiert, dessen Verstärkungsfaktor mit dem Dreh-schalter S 1 wählbar ist. Das Widerstands-verhältnis von R 10 zu R 6 (bzw. R 7, R 8, R 9 je nach Schalterstellung von S 1) legt den Verstärkungsfaktor von IC 1 B fest. Folgende Einstellungen sind mit S 1 mög-lich: -26,5 dB, -6,5 dB, +13,5 dB und +33,5 dB. Zusammen mit der Endstufe IC 2, die eine Verstärkung von 26,5 dB aufweist, ergibt sich eine maximal mögliche Gesamtverstärkung der Schaltung von 60 dB (x1000).

Durch die RC-Kombination R 1, R 4 und C 1 am Eingang, wird die untere Grenzfrequenz des Vorverstärkers festgelegt, die bei 130 Hz liegt.

Die relativ hohe untere Grenzfrequenz resultiert aus dem Frequenzgang des internen Lautsprechers. Dieser ist aufgrund seiner geringen Größe (ø 57 mm) nicht in der Lage, wesentlich tiefere Frequenzen als ca. 200 Hz wiederzugeben.

Da man in der Re-

gel jedoch mit dem Testsignalgeber oder Original-Tonquellen arbeitet, fällt diese Einschränkung nicht ins Gewicht, schließlich will man mit dem Gerät nur testen.

Der Arbeitspunkt (UB/2) für IC 1 A und IC 1 B wird durch den Spannungsteiler R 2 und R 3 festgelegt. Diese Spannung wird mit dem Elko C 2 stabilisiert und gelangt über R 4 bzw. R 5 zu den beiden OPs.

Vom Ausgang des IC 1 B gelangt das NF-Signal über den Koppelkondensator C 3 auf den Trimmer R 11, mit dem die Wiedergabe-Lautstärke stufenlos einstellbar ist. Die NF-Endstufe IC 2 sorgt für die nötige Leistungsverstärkung, um den Lautsprecher anzusteuern. Mit R 13 und C 6 wird der interne Verstärkungsfaktor von IC 2 bestimmt. Über den Koppel-elko C 8 gelangt das verstärkte Signal auf den Lautsprecher LS 1.

Im mittleren Teil des Schaltbildes ist der 1kHz-Sinusgenerator dargestellt.

IC 3 A bildet mit seiner Peripherie einen Rechteck-Oszillator, dessen Frequenz von R 18 und C 9 bestimmt wird. Am Ausgang (Pin 1) von IC 3 A liegt damit eine Rechteck-Schwingung mit einer Frequenz von 1 kHz (±50 Hz) an.

Die Genauigkeit dieser Frequenz hängt von den Toleranzen der verwendeten Bauteile ab. Für die Fehlersuche bzw. Prüfung

eines Verstärkers spielt es jedoch eine untergeordnete Rolle, ob mit 950 Hz oder 1050 Hz getestet wird.

Die nachfolgende Schaltung, bestehend aus IC 3 B mit Außenbeschaltung, stellt ein Tiefpaßfilter 3.Ordnung dar. Die Grenzfrequenz dieses Filters liegt bei ca. 1,2 kHz, so daß die Harmonischen (Oberschwingungen) der Grundschiwingung unterdrückt werden. Am Ausgang (Pin 7) steht somit eine (fast) reine Sinusschwingung zur Verfügung. Der Klirrfaktor (das Maß für die noch vorhandenen Harmonischen) liegt lediglich bei 1 %, ein für ein solches einfaches Prüfgerät akzeptabler Wert.

Die Ausgangsamplitude an BU 2 ist mit dem Trimmer R 24 stufenlos einstellbar (0V bis 1 V_{SS}). Der Kondensator C 13 dient hier zur Gleichstrom-Entkopplung des Ausgangs.

Die Spannungsversorgung des Gerätes kann wahlweise durch eine 9V-Blockbat-terie, einen entsprechenden Akku oder durch ein externes Netzteil erfolgen. Über die Buchse BU 3 wird die externe Betriebsspannung (9 V bis 15 V) eingespeist.

Besonders interessant für den mobilen Betrieb ist der mögliche Betrieb mit einem wiederaufladbaren 9V-Akku. Dieser kann im Gerät durch das externe Netzteil aufgeladen werden. Der Widerstand R 25 be-

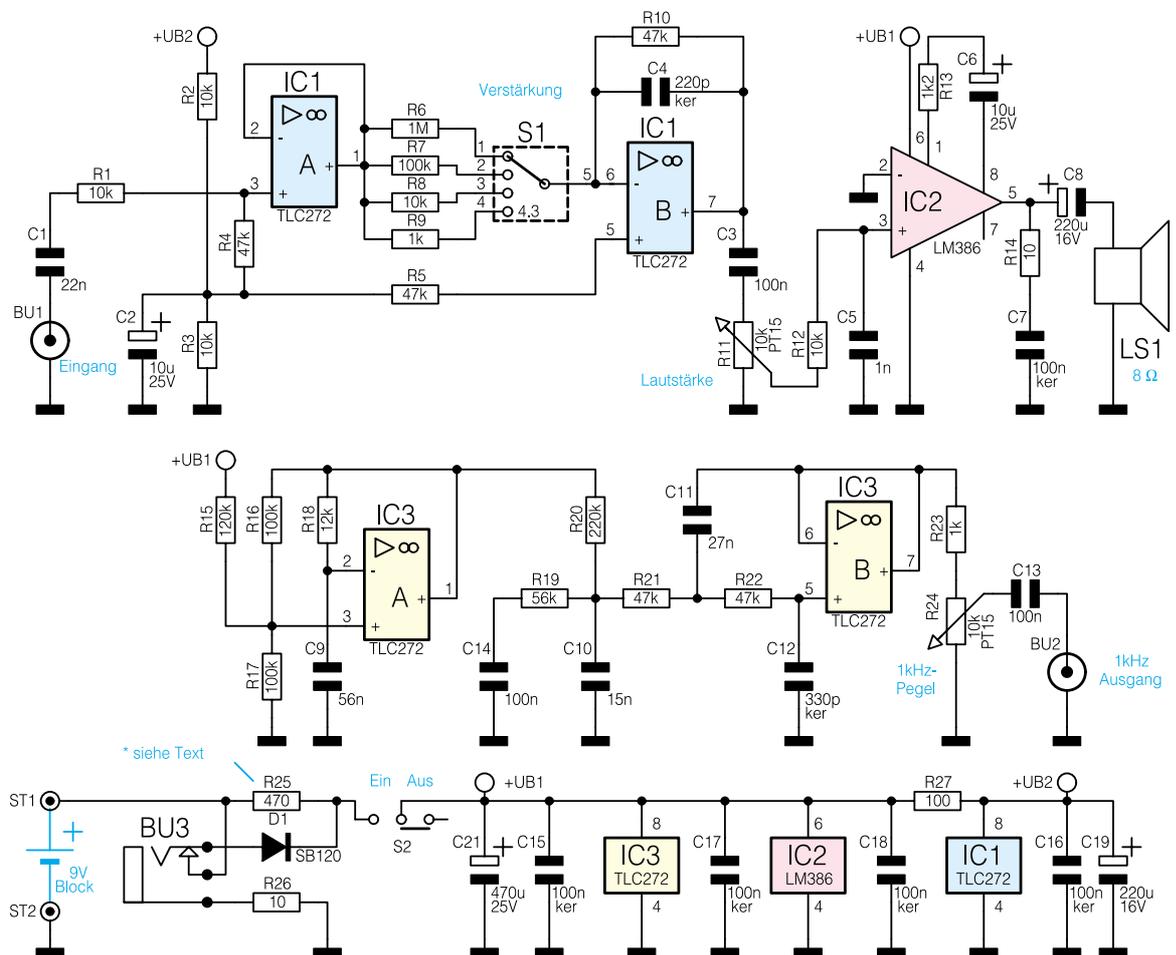


Bild 1:
Schaltbild
des Signal-
verfolgers
SV 1000

grenzt dabei den Ladestrom auf 10 mA, die Ladezeit ist entsprechend den Angaben des Akkuherstellers (bei den weitverbreiteten 110mAh-Akkus beträgt sie 14 h) einzuhalten und zu überwachen, um ein Überladen zu vermeiden.

Bei Einsatz einer Trockenbatterie (9V-Block) darf der Widerstand R 25 nicht bestückt werden!

Nachbau

Die Platine mit den Abmessungen 165 x 83 mm ist für den Einbau in ein passendes Flachgehäuse vorgesehen.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans in der Reihenfolge Drahtbrücken, Widerstände (Hinweise zu R 25 beachten), Di-

oden, Lötösen, Kondensatoren, ICs, Buchsen, Schalter und Potis durchzuführen. Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne die Lötstellen zu beschädigen.

Bei den Halbleitern und den Elkos ist auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Die Drahtbrücke ist aus 0,8 mm Silberdraht anzufertigen und entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln.

Anschließend erfolgt das Einsetzen der mechanischen Bauteile (Buchsen, Schalter, usw.). Der 9V-Batterieclip ist mit den Anschlußpunkten ST 1 (Plus, rot) und ST 2 (Minus, schwarz) zu verbinden.

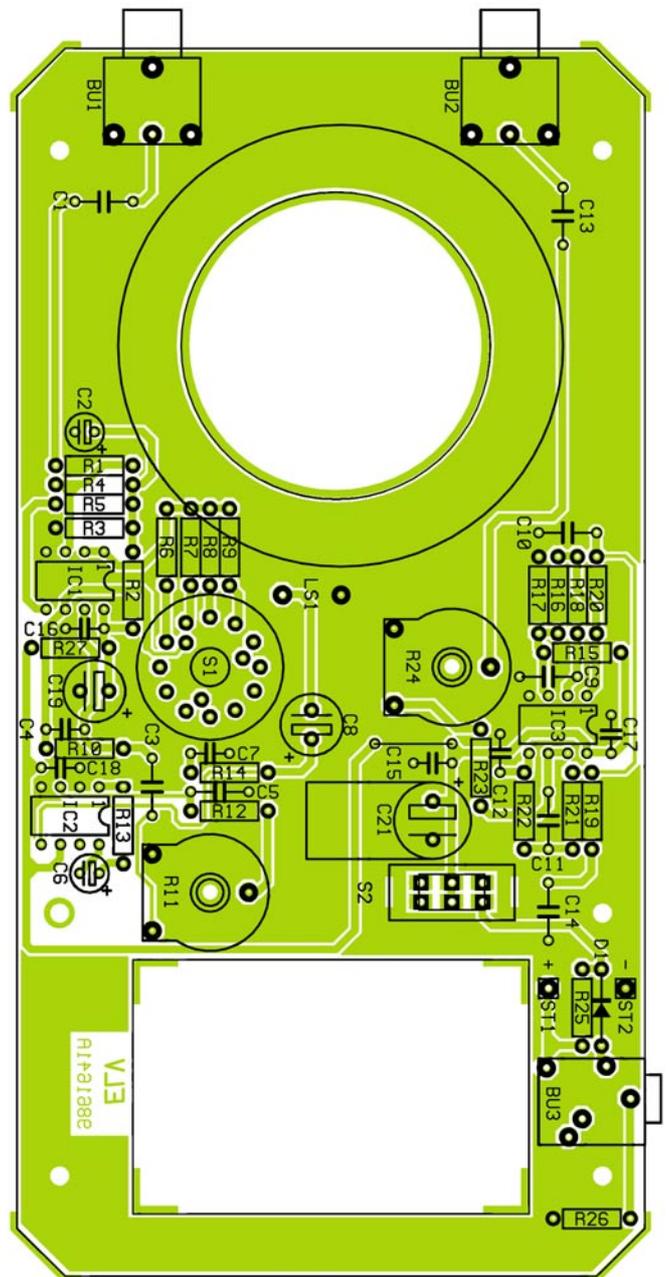
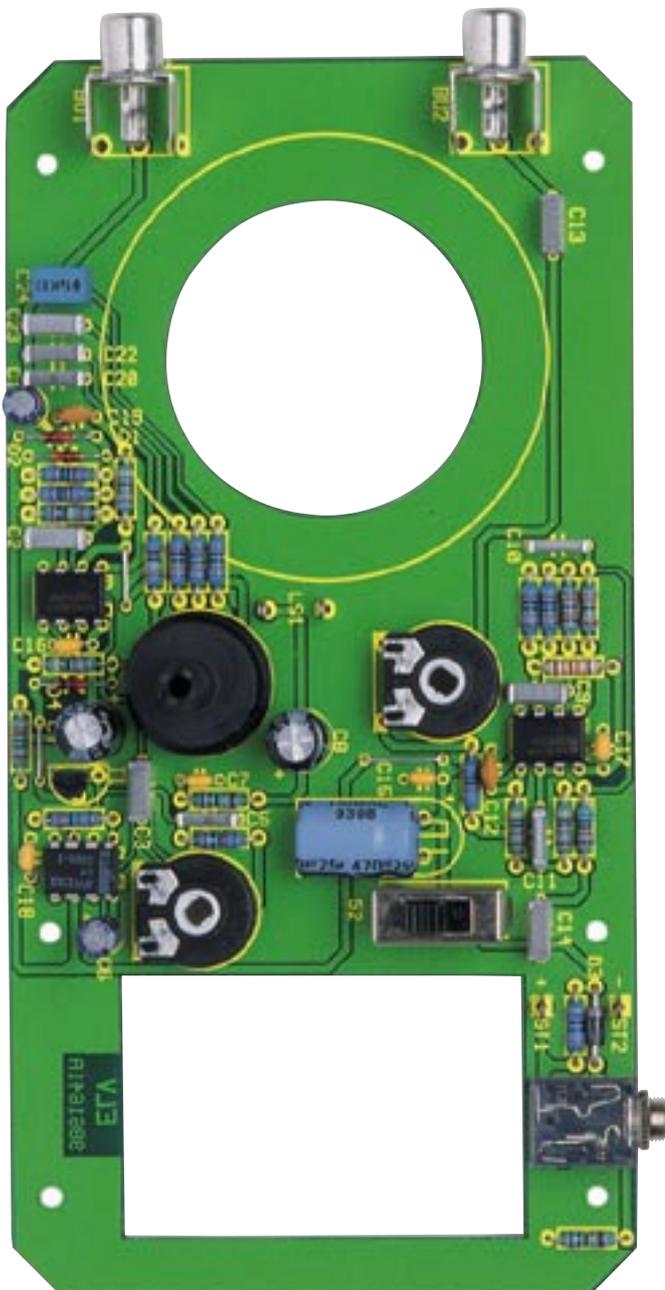
Soll das Gerät mit einem Akku betrieben werden, kann dieser, wie beschrieben, über ein externes Steckernetzteil geladen werden.

Hierzu ist dann der Widerstand R 25 einzulöten, der den Ladestrom begrenzt. Bei Batteriebetrieb darf R 25 nicht bestückt werden!

Der Lautsprecher ist in die Gehäuse-Oberschale hinter die entsprechende Aussparung zu kleben. Zum Kleben ist sowohl Heißkleber als auch ein Zweikomponentenkleber o.ä. geeignet. Es ist darauf zu achten, daß der Kleber nicht unter den Lautsprecher auf dessen Membrane gelangt, sondern nur seitlich auf den Metallkorb des Lautsprechers aufgetragen wird, nachdem dieser in die Gehäuse-Oberschale eingelegt ist.

Die Verbindungsleitung zwischen Lautsprecher und Platine (LS 1) besteht aus zwei Litzen mit einer Länge von ca. 10 cm.

Nachdem die Platine mit sechs Knippschrauben 2,2 x 6,5 mm befestigt ist,



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: Signalverfolger SV 1000

Widerstände:

| | |
|--------------|----------------------------|
| 10 Ω | R 14, R 26 |
| 100 Ω | R 27 |
| 470 Ω | R 25 |
| 1 kΩ | R 9, R 23 |
| 1,2 kΩ | R 13 |
| 10 kΩ | R 1-R 3, R 8, R 12 |
| 12 kΩ | R 18 |
| 47 kΩ | R 4, R 5, R 10, R 21, R 22 |
| 56 kΩ | R 19 |
| 100 kΩ | R 7, R 16, R 17 |
| 120 kΩ | R 15 |
| 220 kΩ | R 20 |
| 1 MΩ | R 6 |
| 10 kΩ/ PT15, | R 11, R 24 |

Kondensatoren:

| | |
|-----------|------------------|
| 220pF | C 4 |
| 330pF | C 12 |
| 1nF | C 5 |
| 15nF | C 10 |
| 22 nF | C 1 |
| 27nF | C 11 |
| 56nF | C 9 |
| 100nF | C 3, C 13, C 14 |
| 100nF/ker | C 7, C 15 - C 18 |
| 10µF/25V | C 2, C 6 |
| 220µF/16V | C 8, C 19 |
| 470µF/25V | C 21 |

Halbleiter:

| | |
|----------|------------|
| SB120 | D 1 |
| TLC272 | IC 1, IC 3 |
| LM386N-1 | IC 2 |

Sonstiges:

| | |
|---|------------|
| Cinchbuchse, print, abgewinkelt | BU 1, BU 2 |
| Klinkenbuchse, print, stereo, 3,5 mm | BU 3 |
| 1 Lautsprecher: 0,2 W, 8 Ω, ø 57 mm | LS 1 |
| 1 Schiebeschalter, 2 x um, print | S 2 |
| 4 Lötstifte mit Lötöse | |
| 2 Steckachsen, 4 mm, für PT 15 | |
| 1 Miniatur-Präzisionsdreh- schalter, 3 x 4 Stellungen | |
| 1 Gehäuse, bearbeitet und bedruckt | |
| 1 9V-Batterieclip | |
| 2 Drehknöpfe, 12 mm, grau, für 4mm Achse | |
| 1 Drehknopf, 12 mm, grau, für 6 mm Achse | |
| 3 Knopfkapfen, 12 mm, grau | |
| 3 Pfeilscheiben, 12 mm, grau | |
| 3 Madenschrauben, M3 x 4 mm | |
| 6 Knippingschrauben, 2,2 x 6,5 mm | |
| 5 cm Silberdraht | |
| 25 cm Schalllitze, schwarz | |
| 1 Schaumstoffstück, selbstklebend | |

können Gehäuse-Ober- und Unterteil miteinander verschraubt werden. Abschließend erfolgt die Montage der Achsen und Drehknöpfe für S 1, R 10 und R 22.

Die beiden Steckachsen für die Potis sind durch die Bohrungen im Gehäuse-Oberteil zu stecken und mit je einem Drehknopf zu versehen.

Die Achse für den Drehschalter S 1 ist mit einem Seitenschneider um 2 mm zu kürzen, und dann ebenfalls mit einem Drehknopf zu versetzen.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen, und nach Einsetzen der Batterie bzw. Anschluß eines Netzteils ist die Schaltung einsatzbereit. Im Batteriefach wird zuvor noch ein Stück Schaumstoff eingeklebt, um ein „Klappern“ der Batterie zu verhindern.

Für die Anfertigung von Prüfkabeln für den Tongenerator und den Verstärker ist unbedingt abgeschirmtes Kabel zu verwenden. Die Prüfspitze wird dabei nur an die Innenader der abgeschirmten Leitung angeschlossen. Kurz vor der Prüfspitze wird an die Abschirmung ein Massekabel (nicht länger als ca. 20 cm) angelötet und am Ende mit einer kleinen Abgreifklemme versehen. Diese Verbindungsstelle (Lötstelle) sollte mit einem kleinen Stück Schrumpfschlauch isoliert werden. So hat man eine sichere Masseverbindung und kann bequem mit der Prüfspitze die Prüfpunkte abtasten. Das Kabel für den Tongenerator kann statt mit einer Prüfspitze mit einer Abgreifklemme versehen werden, um hier ebenfalls eine sichere und konstante Verbindung zur untersuchten Schaltung herzustellen. 

Belichtungsvorgang

Zur Erzielung einer optimalen Qualität und Konturenschärfe bei der Herstellung von Leiterplatten mit den ELV-Platinenvorlagen gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Die transparente Platinenvorlage so auf die fotopositiv beschichtete Platine legen, daß die bedruckte Seite zur Leiterplatte hinweist, d. h. die auf der Vorlage aufgedruckte Zahl ist lesbar (nicht seitenverkehrt).
2. Glasscheibe darüberlegen, damit sich ein direkter Kontakt zwischen Platinenvorlage und Leiterplatte ergibt.
3. Belichtungszeit: 3 Minuten (1,5 bis 10 Minuten mit 300Watt-UV-Lampe bei einem Abstand von 30 cm oder mit einem UV-Belichtungsgerät).

Achtung:

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, daß spannungsführende Teile absolut berührungssicher sind.

9861639A

Miniatur-Thermostat-Modul

9861635A

Frostwarner

9861636A

I²C-Bus-Tester

9861641A

Signalverfolger

9861642A

Subwoofer-Filter

Modulationsverfahren Teil 2

In diesem Teil der Artikelserie stellen wir mit dem Restseitenbandverfahren und der Quadratur-Amplitudenmodulation zwei in der Fernsehtechnik eingesetzte Modulationsverfahren vor. Weiterhin betrachten wir die im Kurzwellenbereich oft verwendete Einseitenbandmodulation.

Amplitudenmodulation

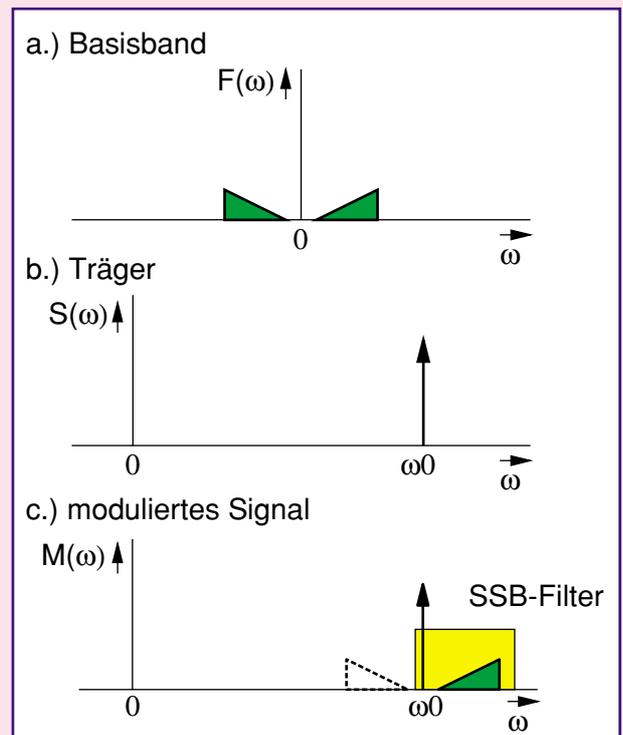
Einseitenband-AM, Restseitenband-AM und Quadratur-AM sind Spezialformen der „normalen“ Amplitudenmodulationsverfahren. Es gibt vor allem zwei wichtige Gründe, die dazu führen, daß die „normale“ Doppelseitenband-AM mit und ohne Träger in der Praxis oft nur in abgewandelter Form eingesetzt wird. Wie im ersten Teil der Artikelserie schon ausführlich beschrieben, kommt es bei der DSB-AM zu einer Verdopplung der benötigten Bandbreite, d. h. es gilt Bandbreitendehnfaktor $\beta = 2$. In Anbetracht der zum Teil sehr knappen Ressource „Übertragungsbandbreite“ ist hier eine Verbesserung in der Ausnutzung des Frequenzspektrums anzustreben. Weiterhin führt die Verdopplung der HF-Bandbreite bei DSB-AM zu einer schlechten Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Sendeleistung bei Rundfunksendern. Aus diesen Gründen wurden die oben erwähnten Abwandlungen der Amplitudenmodulation entwickelt. In Abbildung 8 ist ein typisches DSB-AM-Signal dargestellt.

Da beide Seitenbänder bei einer DSB-Amplitudenmodulation die gleiche Information tragen, ist es naheliegend zur Verbesserung der Bandbreiteneffizienz und der

Bild 9: Frequenzspektrum einer Einseitenband-AM

Leistungsbetrachtung nur ein Seitenband zu übertragen, es entsteht so die Einseitenband-AM. Wie aus der Abbildung 4 c bzw. 6 c („ELV journal“ 5/98) zu erkennen ist, ist das Basisbandsignal im oberen und unteren Seitenband vorhanden, beide Seitenbänder besitzen daher den gleichen Informationsgehalt. Es kann somit auf ein Seitenband verzichtet werden, ohne dabei einen Verlust an Informationen in Kauf nehmen zu müssen.

Entfernt man durch geeignete Maßnahmen ein Seitenband aus dem Spektrum, so erhält man die sogenannte Einseitenbandmodulation (EM oder SSB = Single Sideband). Die Bandbreiteneffizienz steigert sich dabei auf $\beta = 1$, da im HF-Bereich auch nur eine Basisband-



breite benötigt wird. Abbildung 9 zeigt ein solches Signal im Frequenzbereich, wobei bei dieser Darstellung das untere Seitenband unterdrückt wurde. Bei der Übertragung des oberen Seitenbandes spricht man auch vom USB (Upper-Side-band), während das untere Band als LSB (Lower-Sideband) bezeichnet wird.

Zu beachten ist die Lage der Seitenbänder im Frequenzbereich. Abbildung 4 c bzw. 6 c zeigt den Unterschied zwischen beiden Bändern. Das obere Seitenband befindet sich in der sogenannten Regellage, während das untere Seitenband in Kehrlage liegt. Bei der Kehrlage entspricht die höchste NF-Frequenz im Basisband nach der Modulation der absolut gesehen niedrigsten Frequenz. Während bei der Regellage des oberen Seitenbandes die höchste NF-Frequenz auch der höchsten Seitenbandfrequenz entspricht. Da der Informationsgehalt identisch ist, kann willkürlich gewählt werden.

Diese Einseitenbandmodulation wird oftmals im sehr dicht belegten Kurzwellenbereich angewandt. Aber auch die Trägerfrequenztechnik, die bei der Frequenz-

Bild 8: Typisches Doppelseitenband-AM-Signal im Zeitbereich

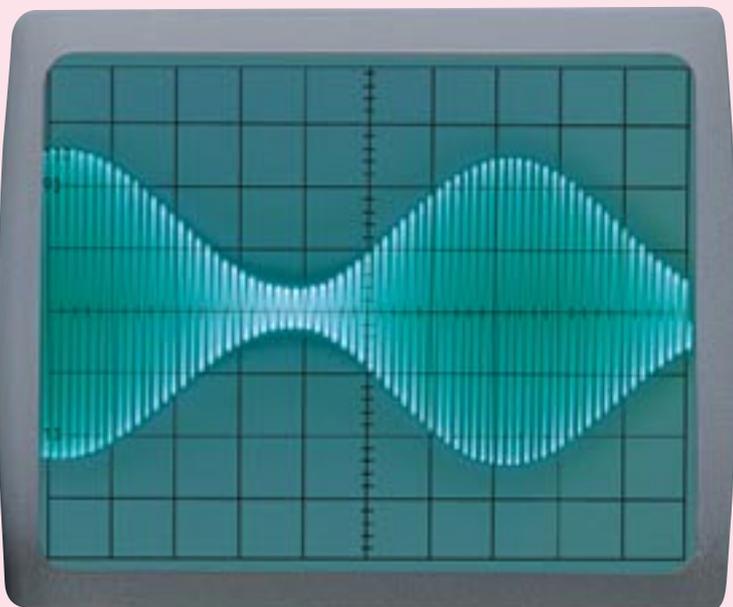




Bild 10: Frequenzspektrum einer Restseitenband-AM

unteren Seitenband vorhanden ist. Das nicht benötigte Seitenband läßt sich z. B. mittels der Filtermethode unterdrücken. Besitzt das modulierende Signal eine untere Grenzfrequenz von 0 Hz, so ergibt sich diese Lücke nicht, oberes und unteres Seitenband schließen direkt aneinander an. Hier läßt sich die Einseitenbandmodulation nicht ohne weiteres durchführen.

Um aber auch hier wenigstens eine teilweise Bandbreiteneinsparung gegenüber der „normalen“ AM (Doppelseitenband-AM) zu bekommen, wendet man hier die sogenannte Restseitenbandmodulation (RM bzw. VSB = Vestigal Sideband) an. Dieses Verfahren kommt bei der Übertragung im Fernseh Rundfunk zum Einsatz. Bei diesem Modulationsverfahren wird ein Seitenband komplett und auch noch ein Teil des nicht gewünschten Seitenbandes übertragen. Um die Amplitudenverhältnisse nach der Demodulation wieder richtig rekonstruieren zu können, muß der doppelt übertragene Frequenzbereich entsprechend bearbeitet werden. Hier setzt man ein Filter mit einer sogenannten Nyquist-Flanke, die spiegelsymmetrisch zur Trägerfrequenz ist, ein. Dieses Filter wird das erwünschte Seitenband etwas beeinflussen und das nicht erwünschte

nicht ganz unterdrücken. Das Filter ist so ausgelegt, daß der Restanteil im nicht gewünschten Seitenband die Beeinflussung im gewünschten Seitenband gerade wieder wettmacht. Abbildung 10 verdeutlicht dieses Verfahren.

Als letzte Variante der Amplitudenmodulation wollen wir die QAM (Quadratur-AM) betrachten. Bei diesem Modulationsverfahren lassen sich zwei unterschiedliche Basisbandsignale einem Träger gleicher Frequenz, jedoch unterschiedlicher Phasenlage, aufmodulieren. Die beiden modulierten Signale liegen dann im Spektrum übereinander. Aufgrund der im Winkel von 90° zueinander stehenden Träger, die bei der Demodulation auch genauso wieder hinzugefügt werden müssen, lassen sich die beiden verschiedenen Quellsignale wieder trennen.

Dieses Verfahren wird in der Farbfernsehtechnik angewendet. Dort sind die beiden reduzierten Farbdifferenzsignale U und V, die die Farbinformation des Bildes beinhalten, nach diesem Verfahren moduliert. Der Träger, der für die erforderliche kohärente Demodulation erforderlich ist, wird als sogenanntes Farbsynchronsignal (Burst) übertragen. Ein solches Farbart-signal ist in Abbildung 11 dargestellt. Bei diesem Verfahren ist es besonders wichtig, daß die Nullphasenlage des Trägersignales im Empfänger korrekt rekonstruiert werden kann, da es sonst zu Übersprechen zwischen den beiden Signalen kommt. Die Darstellung in Abbildung 12 zeigt das Prinzip dieses Modulationsverfahrens.

Die beiden Basisbandsignale sind als $F1(\omega)$ und $F2(\omega)$ dargestellt. Die Trägersignale, auf die die Basisbänder aufmoduliert werden sollen, sind als $S1(\omega)$ und $S2(\omega)$ abgebildet. Diese beiden Träger besitzen die gleiche Frequenz (ω_0), stehen jedoch in 90° Phasenwinkel zueinander.

multiplexübertragung von Fernsprechkä-nälen eingesetzt wird, ist ein Anwendungsbereich der Einseitenbandmodulation. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist der erhöhte Aufwand bei der Demodulation.

Die Einseitenbandmodulation kann bei der Übertragung von Sprachsignalen auch in der Praxis gut eingesetzt werden, da hier aufgrund der unteren Grenzfrequenz eine „Lücke“ zwischen dem oberen und

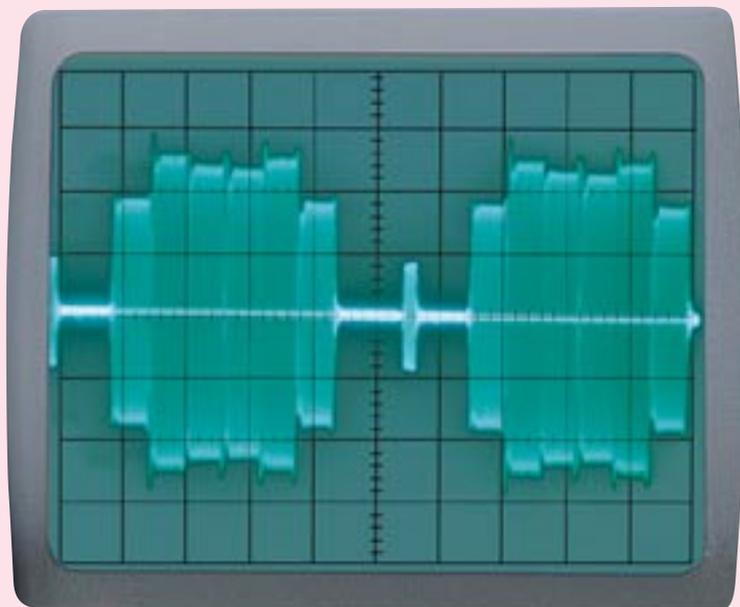


Bild 11: Farbartsignal aus der Fernsehtechnik als Beispiel einer QAM

$S1(\omega)$ gibt dabei die Darstellung eines Cosinus-Signals wieder, während $S2(\omega)$ das um 90° verschobene Sinus-Signal widerspiegelt.

Wird das Basisbandsignal $F1(\omega)$ auf den Träger $S1(\omega)$ aufmoduliert und das Basisband $F2(\omega)$ auf $S2(\omega)$, so erhält man zwei modulierte Signale nach dem Prinzip der Doppelseitenband-AM mit unterdrücktem Träger. Zur Verdeutlichung dieses Zwischenschrittes der Modulation kann Abbildung 6 herangezogen werden. Nach der Addition der beiden modulierten Signale erhält man dann das in Abbildung 12c dargestellte komplette QAM-Signal. Hier ist gut zu erkennen, daß die beiden Basisbandsignale im Spektrum übereinander liegen. Um die beiden Basisbänder auch wieder vollständig und ohne gegenseitige Beeinflussung voneinander trennen zu können, ist eine kohärente Demodulation notwendig, d. h. die zugehörigen Trägersignale $S1(\omega)$ und $S2(\omega)$ müssen bei der Demodulation phasenrichtig zur Verfügung stehen.

Daß die kohärente Demodulation nur die zugehörigen Signale im Basisband liefert, wollen wir für den interessierten Leser im folgenden kurz mathematisch erläutern.

Die beiden Quellensignale

$$(Gl. 13)$$

und

$$(Gl. 14)$$

werden den beiden im 90° -Winkel zueinander stehenden Trägersignalen

$$s1(t) = \cos(\omega_0 \cdot t) \quad (Gl. 15)$$

(Träger für $f1(t)$) und

$$(Gl. 16)$$

(Träger für $f2(t)$)

aufmoduliert. Dabei entsteht mit Hilfe des Theoremes lt. Gleichung 2 und der folgenden Gleichung

$$(Gl. 17)$$

das modulierte Signal:

$$(Gl. 18)$$

Zur kohärenten Demodulation wird dann mathematisch das modulierte Signal lt. Gl. 18 mit dem entsprechenden Träger multipliziert. Um z. B. das Quellensignal $f1(t)$ zurückzugewinnen, muß die Gleichung

$$(Gl. 19)$$

gelöst werden (moduliertes Signal $m(t)$ mit dem Träger $S1(t)$ multiplizieren).

Der dabei entstehende Ausdruck läßt sich über die Gleichungen Gl. 2 und Gl. 17, sowie über Ansätze

$$\sin(-\alpha) = -\sin(\alpha) \quad (Gl. 20)$$

und

$$(Gl. 21)$$

vereinfachen. Letztlich ergibt sich dabei:

$$\begin{aligned} f'1(t) &= \frac{a}{2} \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \\ &+ \frac{a}{4} \cdot \cos[(2\omega_0 - \omega_1) \cdot t] \\ &+ \frac{a}{4} \cdot \cos[(2\omega_0 + \omega_1) \cdot t] \\ &+ \frac{b}{4} \cdot \sin[(2\omega_0 - \omega_2) \cdot t] \\ &+ \frac{b}{4} \cdot \sin[(2\omega_0 + \omega_2) \cdot t] \end{aligned} \quad (Gl. 22)$$

Der erste Term dieser Gleichung stellt dabei den lt. Gleichung 13 geforderten Ausdruck für das ursprüngliche Quellensignal dar:

$$(Gl. 23)$$

Der hier auftretende Amplitudenunterschied kann auf einfache Weise ausgeglichen werden und spiegelt daher keinen Verlust an Informationsgehalt wider. Die bei der Berechnung entstehenden Anteile bei der doppelten Trägerfrequenz ($2\omega_0 \pm \omega_1$ und $2\omega_0 \pm \omega_2$) werden vernachlässigt, da sie nicht im Basisband liegen und sich somit bei der technischen Realisierung der Demodulation einfach filtern lassen. Die Terme des zweiten Quellensignals ($f2(t)$) heben sich im Basisband komplett auf. Der interessierte Leser kann die bei der obigen Darstellung übersprungenen Zwischenschritte leicht selbst nachvollziehen.

Viel einfacher und ohne Kenntnis verschiedener Theoreme lassen sich die Modulationsverfahren mit Hilfe verschiedenen Werkzeuge der theoretischen Nachrichtentechnik erklären. Diese dann zum Teil sehr einfachen Lösungswege sind aber mathematisch recht anspruchsvoll, so daß wir die vorstehende Beschreibungsweise gewählt haben, die uns anschaulicher erscheint.

Wir haben somit alle wesentlichen Varianten der Amplitudenmodulation vorgestellt und werden uns im nächsten Teil der Artikelserie den weiteren Modulationsverfahren zuwenden.

ELV

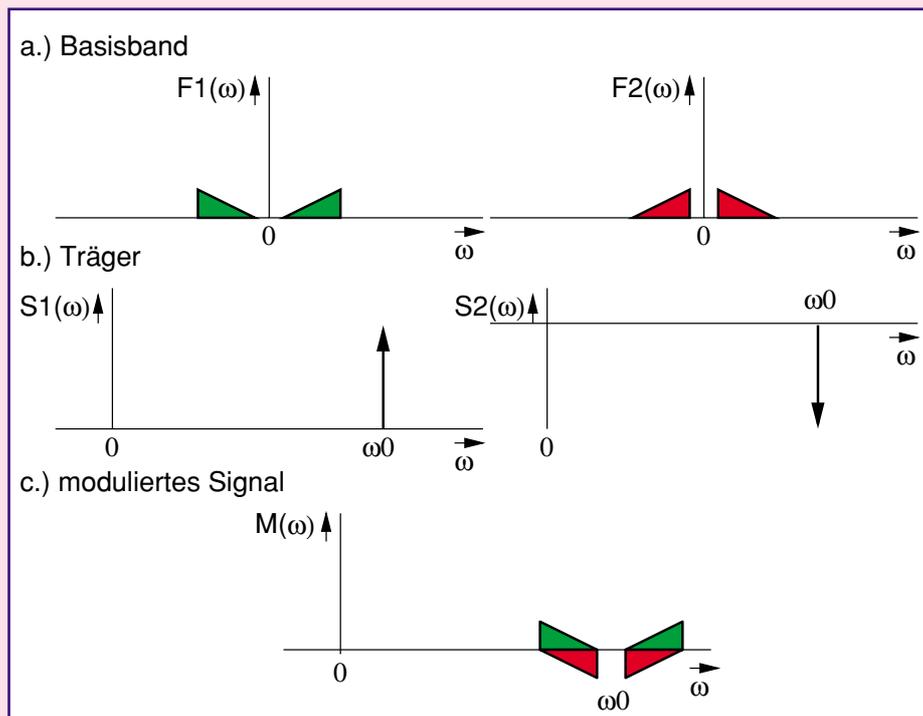


Bild 12: Frequenzspektrum einer QAM



Audio-Rausch- unterdrückungs- system NRS 401

Teil 3

Dem größten Feind der Audiotechnik, dem Rauschen, rückt das neue ELV-Rauschunterdrückungssystem NRS 401 zu Leibe. Diese innovative Schaltung ist in der Lage, jede beliebige Audio-Signalquelle wirksam zu entrauschen, da bei dem hier zur Anwendung kommenden HUSH-Prinzip keine Vorcodierung des Signals notwendig ist. Die Beschreibung des sehr einfach gehaltenen Nachbaus und typische Einsatzgebiete werden in diesem abschließenden Artikel behandelt.

Allgemeines

Alle Audioaufzeichnungen sind mit einem mehr oder weniger stark hörbaren Rauschen behaftet. So wird zur Verbesserung der Wiedergabequalität oftmals eine Rauschunterdrückung eingesetzt. Die meisten hierzu verwendeten Systeme sind je-

doch auf eine Vorcodierung des Signals angewiesen, d. h. das Audiosignal muß vor der Aufnahme schon entsprechend bearbeitet werden, damit die Rauschunterdrückung bei der Wiedergabe effizient arbeiten kann.

Auf diesem Prinzip beruhen z. B. die bekannten Dolby-Verfahren. Bei nicht vorbearbeiteten Signalen versagen diese Sy-

steme dann, das Signal läßt sich nicht „entrauschen“. Wer z. B. seine Schallplatten-sammlung rauscharm auf eine selbstgebrannte CD bannen will, kann auf solche Systeme nicht zurückgreifen. Hier bietet sich dann der Einsatz des innovativen ELV-NRS 401 an. Zwischen Audio-(Vor)verstärkerausgang und Analogeingang der PC-Soundkarte geschaltet, sorgt die Rauschunterdrückung für eine wirksame Reduzierung des hörbaren Rauschens und verbessert so die Signalqualität wesentlich. Dies ist aber nur eine von unzähligen Einsatzmöglichkeiten.

Die universelle Einsetzbarkeit dieses Systems beruht auf einem Rauschunterdrückungsverfahren nach dem HUSH-Prinzip. Das Besondere an diesem Verfahren ist die variable Anpassung an das jeweilige Quellensignal. Die grundsätzliche Arbeitsweise des HUSH-Prinzips und die konkrete Schaltung des ELV-NRS 401 sind in den beiden vorherigen Artikeln („ELVjournal“ 4/98 und 5/98) ausführlich beschrieben. In diesem abschließenden Artikel folgen die Beschreibung des Nachbaus und verschiedene Einsatzgebiete dieser innovativen Schaltung.

Nachbau

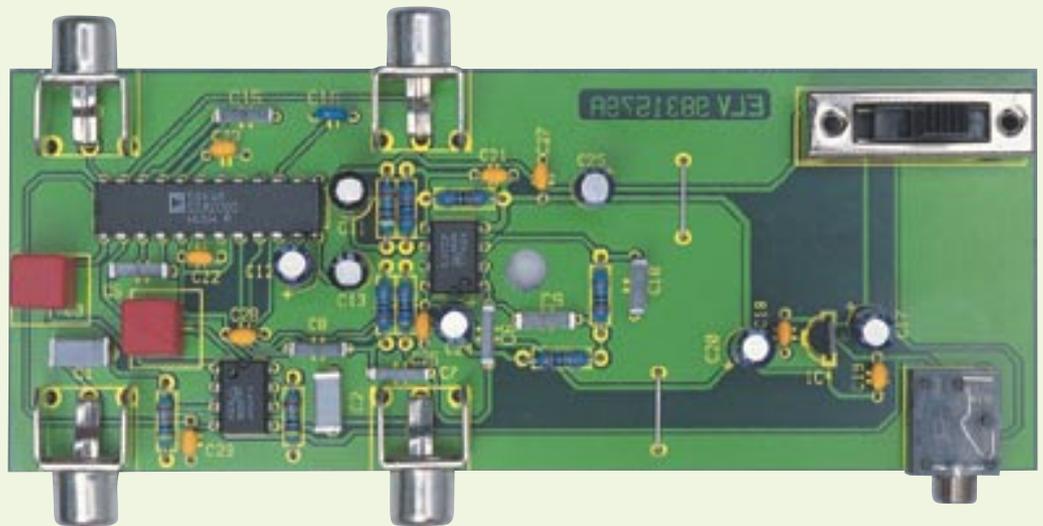
Im Gegensatz zur Arbeitsweise dieses Rauschunterdrückungssystems ist der Aufbau der Schaltung recht einfach. Aufgrund der ausschließlichen Verwendung bedrahteter Bauteile läßt sich der Aufbau auch von Elektronikern, die sich in der praktischen Elektronik noch nicht so gut auskennen, schnell durchführen. Alle Bauelemente finden auf der dargestellten 135 x 53 mm messenden Platine Platz. Die Bestückung der Platine erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes, wobei auch das dargestellte Platinenfoto hilfreiche Zusatzinformationen liefern kann.

Im ersten Arbeitsschritt sind die Drahtbrücken anzufertigen und an den entsprechenden Positionen einzulöten. Anschließend können die Widerstände und Kondensatoren bestückt werden, wobei beim Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren die richtige Polarität unbedingt sicherzustellen ist.

Als dann werden die mechanischen Bauteile eingesetzt, beginnend mit der Bestückung der vier Cinch-Buchsen. Nach dem Einsetzen der Klinkenbuchse und des Schiebeschalters werden die ICs positioniert. Auch hierbei ist unbedingt auf die richtige Einbaulage zu achten. Als Orientierungshilfe dient die Gehäusekerbe am IC, die genau mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen muß.

Damit sind die Bestückungsarbeiten bereits abgeschlossen, und wir wenden uns der Inbetriebnahme zu.

Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

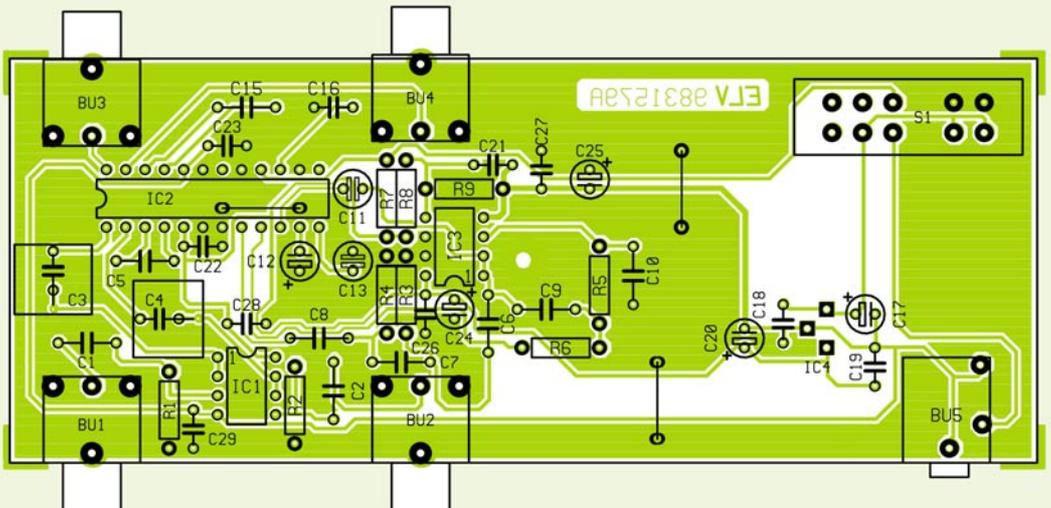


Inbetriebnahme und Gehäuseendmontage

Vor der ersten Inbetriebnahme sollte die Bestückung nochmals gewissenhaft überprüft werden. Hat diese Prüfung keine Fehler hervorgebracht, kann die Spannungsversorgung über die 3,5mm-Klinkenbuchse an die Schaltung angeschlossen werden. Am diesem DC-Eingang muß eine Spannung von 12V bis 16 V mit einem Minimalstrom von 25 mA zugeführt werden. Für diesen Spannungsbereich bietet sich der Einsatz eines Steckernetzteiles besonders an. Hier empfehlen wir das ELV-Öko-Steckernetzteil ÖNT 300 (Best.-Nr.: 46-221-86), da dieses Netzteil auf eine möglichst kleine Verlustleistung hin optimiert ist.

Nach dem Einschalten mit Hilfe des Schiebeschalters ist das Gerät bereits betriebsbereit. Da das Gerät keine Abgleichpunkte besitzt und auch sonst sehr übersichtlich aufgebaut ist, muß für eine erste Funktionskontrolle nur die Betriebsspannung kontrolliert werden. Dabei ist es am einfachsten, die Spannungen an Pin 4 und Pin 8 von IC 3 zu messen. An Pin 8 muß sich dabei eine Spannung von +5 V ergeben und an Pin 4 von -5 V. Stehen diese Spannungen ordnungsgemäß an, wird im nächsten Arbeitsschritt die Platine ins Gehäuse eingebaut.

Dazu wird das Gerät ausgeschaltet und



die Spannungsversorgung wieder entfernt. Zum Einsetzen der Platine ins Gehäuse muß zunächst die 3,5mm-Klinkenbuchse durch die entsprechende Gehäusebohrung geführt werden. Dann läßt sich die Platine so im Gehäuse absenken, daß die Cinch-Buchsen in die entsprechenden Ausfräsungen einpassen. Mit der von außen aufzuschraubenden Rändelmutter wird die Klinkenbuchse im Gehäuse fixiert, und das Gehäuseoberteil kann aufgesetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, daß sich der

Schiebeschalter in der obersten Stellung („Off“) befindet, damit dessen Schaltknopf ordnungsgemäß in die Gehäuseausparung einpassen kann. Mit dem Zusammenschrauben der beiden Gehäusehälften schließen wir dann die Aufbauarbeiten ab.

Installation und Bedienung

Wie schon erwähnt, ist eine Besonderheit dieses innovativen Stereo-Rauschunterdrückungssystems die universelle Einsetzbarkeit. Mit diesem neuen System lassen sich nahezu alle denkbaren Audio-Signalquellen wirksam „entrauschen“. So läßt sich mit dieser Schaltung die Qualität von Audiosignalen in bezug auf die Störungen durch Rauschen erheblich verbessern. Als mögliche Einsatzgebiete sind hier vor allem der „normale“ HiFi-Bereich und das Gebiet der PC-Multimediatechnik zu nennen.

Um eine optimale Wirkung zu erzielen, müssen allerdings einige Voraussetzungen beim Einschleifen des Rauschunterdrückungssystems in den Signalweg beachtet werden. Hier ist vor allem der NF-Signalpegel am Eingang von Bedeutung. Die Schaltung ist für einen Signalpegel von 850 mV_{SS} optimiert, und somit werden bei diesem Eingangspegel die besten Ergebnisse in der Rauschreduktion erzielt. Aber auch das Ausgangssignal eines CD-Players bei Vollaussteuerung kann ohne

Stückliste: Audio-Rauschunterdrückungssystem

Widerstände:

- 470Ω R3
- 1kΩ R4-R6
- 4,7kΩ R7
- 10kΩ R8, R9
- 47kΩ R1, R2

Kondensatoren:

- 1nF C5, C15
- 2,2nF C8
- 4,7nF C10
- 10nF C9
- 22nF C6, C7
- 100nF/ker C18, C19, C21-C23, C26-C29
- 220nF/ker/X7R C16
- 680nF C1, C2
- 1µF/100V C12

- 2,2µF/63V C11, C13
- 4,7µF/MKS2 C3, C4
- 10µF/25V C17, C20, C24, C25

Halbleiter:

- TL072 IC1, IC3
- SSM2000 IC2
- 78L10 IC4

Sonstiges:

- Cinch-Einbaubuchsen, print BU1-BU4
- Klinkenbuchse, mono, 3,5 mm, print BU5
- Schiebeschalter, 4 x um (2 fach) S1
- 1 Softline-Gehäuse, grau, bearbeitet und bedruckt
- 6 cm Schaltdraht, blank, versilbert

weitere verarbeitet werden. Es ist aber darauf zu achten, daß der Eingangspiegel 5,5 V_{SS} nicht wesentlich übersteigt, da sonst der Klirrfaktor stark ansteigt.

Unter dieser Voraussetzung läßt sich das Rauschunterdrückungssystem in die NF-Ausgangsleitung fast jeder Audioquelle einfügen. Geeigneten Quellen sind z. B. ein Cassettendeck, ein Tuner, der Audio-Ausgang eines TV- oder Videogerätes, ein Phono- oder Mikrofonvorverstärker, ein CD-Player oder der NF-Ausgang einer PC-Soundkarte. Dem Einsatzgebiet sind aber kaum Grenzen gesetzt, wenn der entsprechende Eingangspiegel beachtet wird.

In Abbildung 12 ist der optimale Einschleifpunkt in eine HiFi-Anlage dargestellt. Wird das Rauschunterdrückungssystem wie dort angegeben nach der Signalquellenauswahl und Vorverstärkung bzw. Pegelanpassung eingeschleift, so hat man den Vorteil, daß die Rauschunterdrückung für alle Quellen genutzt werden kann. Es ist jedoch zu beachten, daß sich die Lautstärkeeinstellung des Audiosignales im Signalweg hinter dem Rauschunterdrückungssystem befindet.

Nachdem einige mögliche Einsatzgebiete und die prinzipielle Position der Rauschunterdrückung im Signalweg erläutert sind, werden wir jetzt die Installation und Bedienung des ELV-NRS 401 beschreiben. Vor der Installation des Gerätes sollten auch alle weiteren beteiligten Geräte, wie bei allen Arbeiten an einer Audio-Anlage üblich, ausgeschaltet werden. Um die Installation so unkompliziert wie möglich zu gestalten, ist das ELV-NRS 401 mit in der Audiotechnik üblichen Cinch-Buchsen ausgestattet.

Zum Einschleifen der Rauschunterdrückung wird der Signalweg aufgetrennt. An die Cinch-Buchsen „Line In“ des Rauschunterdrückungssystems ist die zu entrauschende Signalquelle anzuschließen. Am Ausgang „Line Out“ steht dann das bearbeitete Audiosignal an und wird von hier zum nachfolgenden Audioverstärker geführt. So wird z. B. die NF-Leitung des

CD-Players von den CD-Eingangsbuchsen des Audioverstärkers abgezogen und in die Line-Eingänge eingesteckt. Mit Hilfe einer weiteren Cinch-Anschlußleitung, die die Line-Ausgänge des ELV-NRS 401 mit dem CD-Eingang des Audioverstärkers verbindet, wird dann der Signalweg wieder geschlossen.

Sind die Audioverbindungen hergestellt, ist anschließend die Spannungsversorgung zuzuführen. Dazu muß eine Gleichspannung im Bereich von 12 V bis 16 V über die 3,5mm-Klinkenbuchse angeschlossen werden.

Sind alle notwendigen Verkabelungsarbeiten abgeschlossen, wird das ELV-Rauschunterdrückungssystem mit dem Schiebeschalter eingeschaltet. Nach dem Einschalten der Signalquelle und des Verstärkers kann das Audiosignal wie gewohnt abgehört werden.

In der „Off“-Stellung ist das Gerät komplett ausgeschaltet, d. h. das am Eingang anliegende Audiosignal kommt nicht zum Ausgang durch. Das Rauschunterdrückungssystem muß daher immer eingeschaltet sein, wenn ein Audiosignal an den Eingangsbuchsen anliegt. In der Position „Bypass“ des Schiebeschalters ist die Rauschunterdrückungsfunktion des ELV-NRS 401 nicht aktiv. In dieser Position sind alle IC-internen Steuerspannungen deaktiviert. Das spannungsgesteuerte Filter (VCF) besitzt dann seine maximale Grenzfrequenz, und auch der spannungsgesteuerte Verstärker (VCA) ist auf einen Festwert eingestellt. Erst in der Stellung „On“ ist die Rauschreduktion wirksam, und das System paßt sich aktiv dem Audiosignal an, um das Eingangssignal zu entrauschen.

Wird am Audioeingang ein entsprechend verrauschtes Signal zugeführt, kann durch das Umschalten zwischen „Bypass“ und „Rauschunterdrückung On“ die rauschreduzierende Wirkung des ELV-NRS 401 deutlich gehört werden.

Bei dem eingespeisten Signal muß es sich dabei um ein „normales“ Musikstück handeln, damit das Rauschunterdrückungs-

system effizient arbeiten kann. Zu Testzwecken eingespeiste verrauschte Sinustöne können vom HUSH-System nicht bearbeitet werden, da das System auf die in einem Musikstück vorhandenen „Pausen“ angewiesen ist. Wie bereits erwähnt, mißt das System in diesen Pausen den Rauschsockel aus. Fehlen diese Pausen, kann das Rauschen nicht ordnungsgemäß detektiert und somit auch nicht reduziert werden. Ein Ausmessen der Rauschunterdrückungseigenschaften ist daher mit solchen Testtönen nicht möglich, hierzu müßte ein aufwendiger Rauschmeßplatz eingesetzt werden.

Die Verbesserung der Rauscheigenschaften eines Musikstückes sind in einer Hörprobe auf einfache Weise sehr deutlich wahrnehmbar. Je nach Quellensignal wird die Funktion des ELV-NRS 401 aber unterschiedlich stark hörbar. Bei einer nur wenig verrauschten CD-Wiedergabe wird sich subjektiv eine andere Verbesserung ergeben, als bei einer stark rauschenden Cassettenwiedergabe. Dabei sollte beachtet werden, daß auch diesem System Grenzen gesetzt sind. Ist der Signal-Rauschabstand extrem schlecht, so wird natürlich auch das Rauschen teilweise hörbar bleiben, jedoch stark gemindert. So extrem stark verrauschte Signale kommen aber üblicherweise in der Audiotechnik nicht vor. Alle üblichen Audiosignale lassen sich mit diesem nach dem HUSH-Prinzip arbeitenden System sehr effizient „entrauschen“, d. h. subjektiv nahezu rauschfrei machen.

Das ELV-Rauschunterdrückungssystem NRS 401 ist überall dort einsetzbar, wo entsprechende Audiosignale zur Verfügung stehen. Die Fähigkeit des Systems, sich automatisch an verschiedene Signale mit unterschiedlichen Rauscheigenschaften anpassen zu können, ohne dabei auf eine Voreinstellung des zu bearbeitenden Signales angewiesen zu sein, gewährleistet den extrem großen Anwendungsbereich dieses innovativen Rauschunterdrückungssystems und sorgt für die sehr guten rauschreduzierenden Eigenschaften. **ELV**

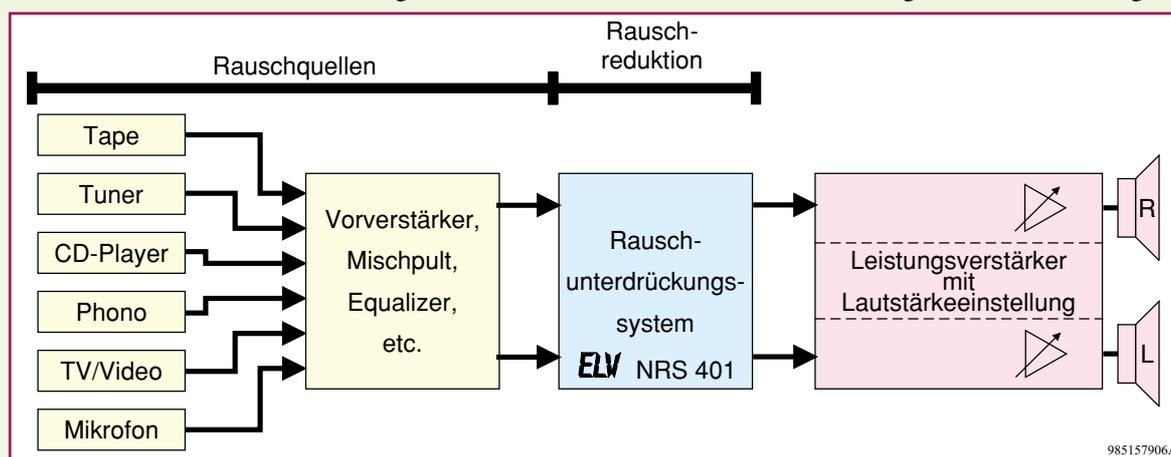


Bild 12:
Position des
Rauschunter-
drückungs-
systemes im
Audiosignalweg



Funk-Wassermeldesystem FWM 100 Teil 2

Das neue vielfältig einsetzbare Funk-Wassermeldesystem FWM 100 informiert Sie per Funk über einen Wassereintrich im Umkreis von bis zu 100 m und überwacht selbstständig die Funktion der Funkstrecke. Im zweiten und abschließenden Teil beschreiben wir Nachbau, Konfiguration und Inbetriebnahme dieses innovativen Funksystems.

Nachbau

Sender

Der Nachbau beginnt mit der Erstellung der Sendeeinheit, die ausschließlich

mit bedrahteten Bauelementen bestückt wird und schnell und einfach aufgebaut ist.

Dazu wird die 105 x 55 mm messende einseitige Platine anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste zunächst mit Widerständen, Kondensatoren, Brücken, Lötstiften, Transistoren und Dioden

bestückt. Die richtige Polung der Elkos und der Dioden ist zu beachten. Nach Einsetzen der Bauelemente werden die Anschlußbeine auf der Lötseite leicht auseinandergebogen. Es folgt das Verlöten und Kürzen der überstehenden Anschlußdrähte mit einem Seitenschneider, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen.

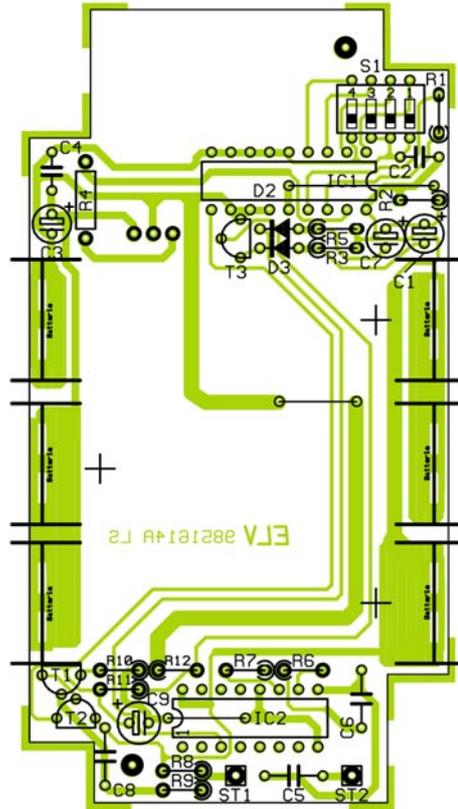
In gleicher Weise werden die ICs und der DIP-Schalter montiert, wobei auf die Übereinstimmung der Markierungen im Bestückungsdruck und am Bauteil zu achten ist.

Beim Einbau der Batteriekontakte ist die richtige Polung zu beachten, d.h. die Kontaktfahnen mit seitlicher Führung nehmen später den Pluspol der Batterie auf. Weiterhin muß eine vollständige Verlötung erfolgen, damit ein fester und stabiler Sitz erreicht wird. Nach dem Einbau sind die Kontaktfahnen der Batteriekontakte an die Batterien anzupassen. Eventuell ist ein leichtes Zurückbiegen der Kontaktfahnen mit einer Zange erforderlich.

Im nächsten Schritt ist das ELV-Sendemodul HFS 300 einzubauen, wobei besondere Vorsicht geboten ist. Man schiebt die 3 Anschlußstifte von der Bestückungsseite in die vorgesehenen Bohrungen, bis der Abstand zwischen Modul und Platine 13 mm beträgt. Das Verlöten erfolgt zunächst nur an einem Anschlußstift. Vor dem vollständigen Verlöten sind der korrekte Abstand von 13 mm und die waagerechte Einbaulage zu prüfen, gegebenenfalls muß eine Korrektur erfolgen. An dieser Stelle sollte sowohl die Bestückung als auch das Verlöten der Bauteile kontrolliert werden, um Fehlfunktionen zu vermeiden.

Jetzt wird das Gehäuse vorbereitet. Dazu sind zunächst 2 Löcher mit einem Durchmesser von 1,5 mm in das Gehäuseunterteil im Abstand von 6 mm zur Oberkante zu bohren. Die horizontale Position der Löcher sollte jeweils in Höhe der Lötstifte ST1 und ST2 liegen. Die beiden 100 mm langen Abschnitte des Sensorkabels werden zunächst an beiden Enden auf einer Länge von 3 mm abisoliert, bevor sie von außen durch die Löcher so weit in das Gehäuse eingeführt werden, bis die innenliegende Länge 40 mm beträgt. Ist diese Position erreicht, sind die Löcher von Außen mit Heißkleber wasserdicht zu verkleben. Nach der Abkühlphase werden die Sensorkabel an den Lötstiften ST1 und ST2 verlötet. Die Platine wird in das Gehäuse eingesetzt und mit zwei M3x6mm-Schrauben fixiert. Die Gummidichtung ist in den im Gehäusedeckel vorhandenen Spalt einzusetzen.

An die beiden aus dem Gehäuse herausragenden Sensoranschlußleitungen wird der ausgewählte Sensor angeschlossen. Dabei kann es sich entweder um eine 2po-



Ansicht der fertig bestückten Senderplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

lige Stiftleiste z. B. für einfache Wasserüberwachungen im Innenbereich oder um den bereits erwähnten Regensensor handeln. Dieser wird, wie nachfolgend erläutert, aufgebaut und montiert.

Es sind zwei 10polige und zwei 9polige Stiftleisten anzufertigen. Man nimmt zunächst eine 10polige Stiftleiste und verlötet diese auf einem der beiden äußeren, vom Lötstopplack befreiten Leiterbahnabschnitte. Eine 9polige Stiftleiste ist auf dem mittleren, vom Lötstopplack befreiten Steg zunächst nur an einer Seite vorsichtig

anzuheften. Diese Stiftleiste soll so positioniert werden, daß sich die einzelnen Stifte nicht mittig zwischen den Stiften der gegenüberliegenden Stiftleiste befinden, sondern leicht zu einer Seite verschoben sind. Der Abstand zwischen 2 Stiften beträgt 1,8 mm, ein Stift ist 0,6 mm breit. Der verbleibende Zwischenraum von 1,2 mm soll so verteilt werden, daß sich auf einer Seite ein Abstand von 0,4 mm ergibt, auf der anderen Seite soll der Abstand 0,8 mm betragen. So erreicht man eine gute Empfindlichkeit des Regensensors auch schon

bei feinen Regentropfen, z. B. bei Nieselregen. Auf der gegenüberliegenden Seite des mittleren Steges wird eine 10polige Stiftleiste mittig zwischen der 9poligen Stiftleiste auch zunächst nur angeheftet. Die verbleibende 9polige Stiftleiste ist mit den vorher beschriebenen Abständen auf der zweiten äußeren Leiterbahn anzulöten. Nach nochmaliger Kontrolle der Abstände kann das Verlöten aller Stifte erfolgen. Die beiliegende Lötöse wird mit der Fahne an der vom Lötstopplack befreiten Stelle verlötet. Damit ist die Sendeeinheit so weit fertiggestellt und wir widmen uns dem Nachbau des Empfängers.

Empfänger

Der Aufbau des Empfängers ist etwas aufwendiger, da die Schaltung sowohl aus SMD- als auch aus bedrahteten Bauelementen besteht. Es empfiehlt sich die Verwendung eines LötKolbens mit bleistiftspitzer Spitze, auf sauberes Löten ist unbedingt zu achten.

Achtung ! Aufgrund der im Gerät frei geführten lebensgefährlichen Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Nach diesen Hinweisen wird die 67 x 61 mm messende einseitige Platine anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste zunächst mit den SMD-Bauelementen auf der Lötseite bestückt.

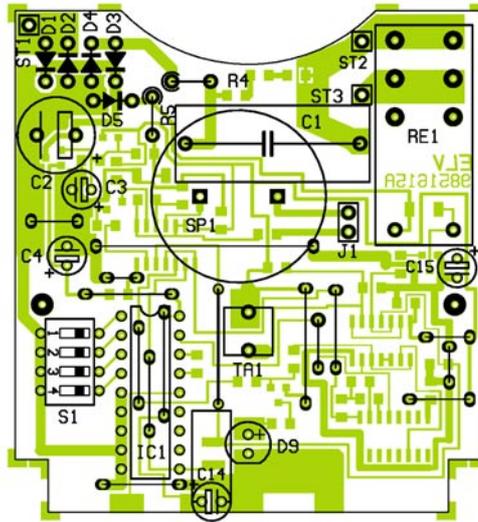
Dabei muß im ersten Schritt das entsprechende Pad leicht vorverzinnt werden. Anschließend ist das Bauteil mit einer Pinzette zu plazieren, festzuhalten und zunächst an einem Anschlußpin zu verlöten. Vor dem weiteren Verlöten ist die korrekte Position zu überprüfen. Bei der Montage sollte folgende Reihenfolge eingehalten werden:

Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, Dioden. Bei den SMD-Tantal-Kondensatoren ist auf richtige Polung zu achten. Dabei ist die mit einem Querstrich gekennzeichnete Seite der Pluspol. Besondere Vorsicht ist bei der Montage der ICs geboten, da diese empfindlich gegen statische Aufladungen sind. Die Markierungen im Bestückungsdruck und am Bauteil sind zu beachten.

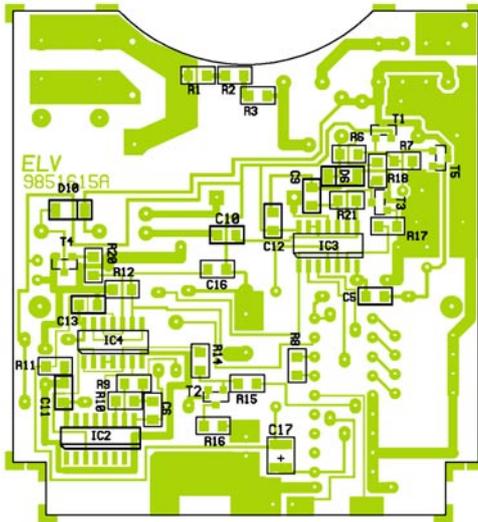
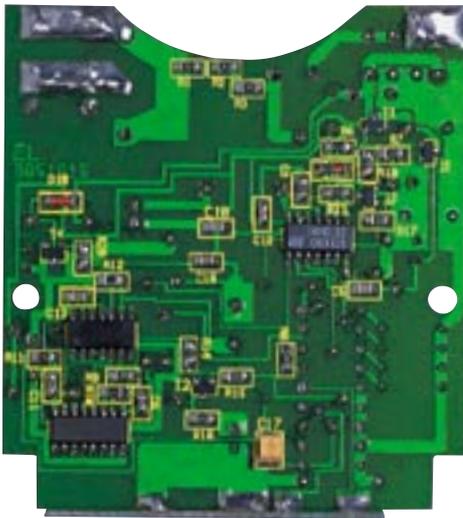
Nach Komplettierung der SMD-Bestückung werden auf der Komponentenseite zunächst die Brücken, die Jumper-Stiftleiste und der Taster montiert. Die Widerstände und die Dioden sind stehend einzulöten. Es folgt der Einbau der Elkos, wobei C 14 liegend montiert wird. Nach Montage des X2-Kondensators C 1 und des Relais folgt der Einbau von IC 1 und des DIP-

Stückliste: Sender

| | | |
|-------------------|--|------------|
| Widerstände: | CD 4060 | IC 2 |
| 1,5 kΩ | BC 558 | T 1, T 2 |
| 100 kΩ | BC 548 | T 3 |
| 220 kΩ | BAT 46 | D 2, D 3 |
| 390 kΩ | | |
| 470 kΩ | Sonstiges: | |
| 1 MΩ | Mini-DIP-Schalter, 4polig | S 1 |
| 1,8 MΩ | 2 Lötstifte mit Lötöse | ST 1, ST 2 |
| 3,3 MΩ | 1 HF-Sendemodul HFS 300 | |
| Kondensatoren: | 3 Batteriekontakte für Mignon-Batterien, | |
| 1 nF | 2teilig | |
| 39 nF | 2 Stiftleisten, 1 x 9polig | |
| 100 nF/ker | 2 Stiftleisten, 1 x 10polig | |
| 470 nF | 1 Lötöse, 6,2 mm | |
| 10 µF/25 V | 1 Aufputzgehäuse, G 304, unbearbeitet | |
| 47 µF/25 V | 10 cm Schaltdraht, blank, versilbert | |
| 100 µF/16 V | 20 cm flexible Leitung, ST 1 x 0,22 mm, | |
| Halbleiter: | schwarz | |
| HT 12 E | 2 Zylinderkopfschrauben M3x6 mm | |



Ansicht der fertig bestückten Empfängerplatine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



Ansicht der fertig bestückten Empfängerplatine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite

Stückliste: Empfänger

| | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| Widerstände: | | 74HC132/SMD | IC 3 |
| 330Ω/1W/Metalloxid | R 4 | 74HC02/SMD | IC 4 |
| 680Ω/SMD | R 16 | BC848 | T 1, T 3-T 5 |
| 1kΩ/SMD | R 5 | BC858 | T 2 |
| 1,8kΩ/SMD | R 6 | 1N4007 | D 1-D 4 |
| 2,2kΩ/SMD | R 7 | ZPD27V/1,3W | D 5 |
| 22kΩ/SMD | R 14, R 15, R 17, R 18, R 20 | ZPD6,8V/0,4W | D 6 |
| 47kΩ/SMD | R 21 | LL4148 | D 10 |
| 330kΩ/SMD | R 1-R 3 | LED, 5mm, rot | D 9 |
| 390kΩ/SMD | R 8, R 9 | Sonstiges: | |
| 1MΩ/SMD | R 12 | Mini-DIP-Schalter, 4polig, liegend .. | S1 |
| 3,3MΩ/SMD | R 10 | Mini-Taster, 1 x ein, print | TA 1 |
| 4,7MΩ/SMD | R 11 | Relais, 24 V, 1 x um/16 A | RE 1 |
| Kondensatoren: | | Piezo-Signalgeber, print | SP1 |
| 4,7nF/SMD | C 9 | Stiftleiste, 1 x 2 polig | J 1 |
| 100nF/SMD | C 5, C 10-C 13, C 16 | 1 Jumper | |
| 330nF/MKT/X2/250V~ | C 1 | 1 HF-Empfänger, HFS 301 | |
| 470nF/SMD | C 6 | 1 Design-Stecker-Steckdosengehäuse, OM 53 C, komplett, bedruckt | |
| 10µF/6V/SMD | C 17 | 1 Rund-Taster-Stößel | |
| 100µF/16V | C 3, C 4, C 14, C 15 | 40 cm Schaltdraht, blank, versilbert | |
| 220µF/40V | C 2 | 11 cm flexible Leitung, ST 1 x 1,5 mm, schwarz | |
| Halbleiter: | | 7 cm flexible Leitung, ST 1 x 1,5 mm, blau | |
| HT12 D | IC 1 | | |
| 74 HC 4060/SMD | IC 2 | | |

Schalters S 1. Auch hier ist auf die Übereinstimmung der Markierungen im Bestückungsdruck und am Bauteil zu achten. Die LED wird im Abstand von 14 mm, gemessen von der Gehäuseunterseite bis zur Platinoberfläche, montiert. Für die Befestigung des Piezo-Signalgebers sind zwei 18 mm lange Silberdrahtabschnitte vorzubereiten und im Winkel von 90° am Signalgeber zu verlöten. Die Enden werden in die Bohrungen der Platine so weit eingeschoben, bis der Signalgeber auf der Platine aufliegt. Jetzt wird auf der Unterseite verlötet.

Im nächsten Schritt erfolgt die Montage des ELV-Empfangsmoduls HFS 301, wobei besondere Vorsicht geboten ist. Bitte lesen Sie vorher unbedingt das beiliegende Blatt vollständig durch. Das Modul ist gemäß Abbildung 5 rechtwinklig an der Basisplatine festzulöten, wobei der Überstand ca. 1,5 mm betragen sollte. Auf die exakte Fluchtung der Leiterbahnpaare muß geachtet werden. Dazu ist es am einfachsten, zunächst nur eine Lötverbindung vorzunehmen und dann den korrekten Sitz des Moduls nochmals zu überprüfen. Ist dies sichergestellt,

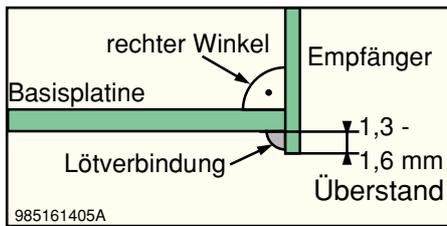


Bild 5: Montage des Empfängermoduls

sollte das vollständige Verlöten erfolgen.

Nachdem die vorher beschriebenen Schritte ausgeführt sind, ist die korrekte Bestückung zu überprüfen, eventuell vorhandene Lötzinnbrücken sind zu entfernen.

Vor der Verkabelung mit der Steckereinheit sind die Buchsenkontakte in die seitlichen Schlitze des Steckers zu schieben und die in Abbildung 6 gezeigten Kabelabschnitte anzufertigen.

Das auf 15 mm abisolierte Ende von Kabel Nr. 1 wird in die Bohrung ST 2 eingeführt und so über die Relais-Anschlußdrähte gebogen, daß es auf der vom Lötstoplack befreiten Fläche aufliegt. Beim Einführen ist darauf zu achten, daß jede einzelne Ader mit durch die Bohrung geschoben wird. Es erfolgt das Verlöten unter Zugabe von ausreichend Lötzinn. Kabel Nr. 3 ist mit dem auf 15 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 3 einzuführen, umzubiegen und in gleicher Weise zu verlöten. Kabel Nr. 2 wird mit dem auf 8 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 1 eingeführt, ebenfalls umgebogen und verlötet. Alle 3 Kabel sind auf der Platine mit Heißkleber zu fixieren.

Abbildung 7 zeigt detailliert die Anschlußbelegung der Steckereinheit. Kabel Nr. 1 wird in die Bohrung von ST 2 der Steckereinheit eingeführt, so umgebogen, daß kein Herausrutschen des Kabels mehr möglich ist und unter Zugabe von ausreichend Lötzinn verlötet. In gleicher Weise verbindet man Kabel Nr. 3 mit dem Anschluß ST 4 der Steckereinheit. Das auf 30 mm abisolierte Ende von Kabel Nr. 2 wird von der Unterseite her in ST 1 eingeführt, dann von oben durch ST 3 geschoben und umgebogen. Anschließend

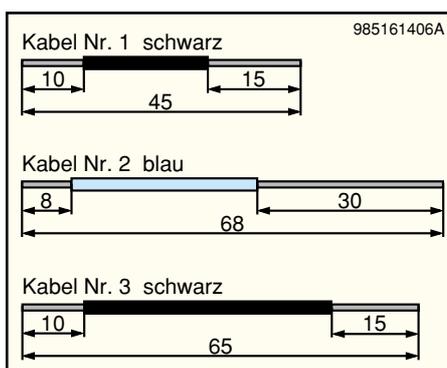


Bild 6: Anzufertigende Kabelabschnitte

erfolgt das Verlöten an ST 1 und ST 3.

Bevor die so fertiggestellte und komplett mit dem Stecker verkabelte Platine in das Gehäuseunterteil eingesetzt wird, müssen nochmals sowohl die korrekte Bestückung als auch das saubere Verlöten kontrolliert werden. Der Stecker ist in das Loch des Gehäuseunterteils einzusetzen und fest anzudrücken. Die Platine wird mit zwei Knippingschrauben 2,2 x 6,5 mm festgeschraubt. Nachfolgend ist der Schutzkontaktverbinder in den Steckereinsatz einzusetzen. In die Steckdosenabdeckung muß die Kindersicherung wie folgt eingebaut werden:

- Einsetzen des Abdeckplättchens
- Einbau der Feder
- Aufsetzen der Abdeckung

Die so komplettierte Steckdosenabdeckung ist mit der runden Seite nach unten weisend in den Steckereinsatz einzusetzen und so weit wie möglich hineinzudrücken

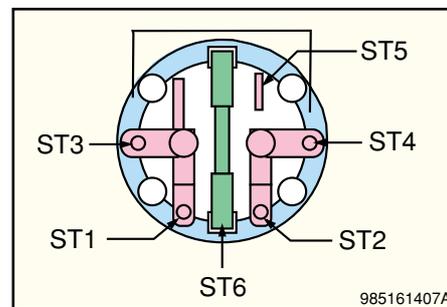


Bild 7: Anschlußbelegung der Steckereinheit

Konfiguration

DIP 1 bis DIP 4 der DIP-Schalter S 1 in der Sendeeinheit und im Empfänger legen den Sendekanal fest und müssen in beiden Geräten immer die gleiche Einstellung aufweisen. Durch Kombination von DIP 1 bis DIP 4 im Binärsystem lassen sich die in Tabelle 1 gezeigten Sendekanäle 0 bis 15 einstellen. Die Grundkonfiguration des Systems besteht darin, daß sich sowohl in der Sendeeinheit als auch im Empfänger alle DIP-Schalter in Position 0 befinden, d.h. Sendekanal 0 ist eingestellt.

Falls der akustische Alarm nicht erwünscht ist, wird im Empfänger der Jumper J 1 nicht gesetzt, wodurch der Piezo-Signalgeber außer Betrieb ist.

Nach Einstellung des gewünschten Sendekanals sind die Gehäuse zu verschließen.

Falls der Regensensor eingesetzt wird, muß beim Aufsetzen des Gehäusedeckels der Sendeeinheit die Lötöse des Regensensors mit unter eine Schraube gesetzt werden. Damit ist der Regensensor nach Anziehen der Schrauben fest mit dem Gehäuse verbunden.

Beim Empfänger wird vor dem Aufset-

zen des Gehäuseoberteils der Tastknopf eingesetzt, die LED muß sich in dem vorgesehenen Loch befinden. Anschließend wird der Gehäusedeckel mit den 4 Gehäuseschrauben fixiert. Damit ist der Nachbau abgeschlossen und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.

Inbetriebnahme

Bei korrektem Aufbau ist das System sofort betriebsbereit, zum Test geht man wie folgt vor:

- Der Empfänger wird mit einer Netzsteckdose verbunden. Dabei hängt es zunächst vom Zufall ab, ob die LED aufleuchtet oder dunkel bleibt
- Die Batterien werden in die Sendeeinheit eingelegt.
- Mit einem Metallteil sind die Sensorelektroden kurzzeitig miteinander zu verbinden
- Jetzt muß im Empfänger das Relais anziehen, die LED blinken und falls der Jumper J 1 gesetzt ist, ertönt für ca. 1 Min. das akustische Alarmsignal
- Durch Betätigen des Reset-Tasters am Empfänger fällt das Relais ab
- Nach Ablauf von maximal 15 Min. muß die LED das Blinken einstellen, da die Sendeeinheit durch die Funkstreckenüberwachung den Datenausgang D3 von IC 1 zurücksetzt
- Die Batterien werden aus der Sendeeinheit entfernt, wodurch eine Funkstörung simuliert wird. Nach Ablauf von maximal 1,5 Stunden muß die LED im Empfänger aufleuchten
- Nach erneutem Einsetzen der Batterien erlischt die LED nach maximal 15 Min. Damit sind alle Funktionen des Wassermelders getestet und das System kann entsprechend seiner Bestimmung installiert werden.

ELV

Tabelle 1: Einstellung der Sendekanäle

| Sendekanal | DIP1 | DIP2 | DIP3 | DIP4 |
|------------|------|------|------|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 12 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 14 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 |



Das ganze Wetter kompakt - die ELV-Funk-Wetterstation WS 2000 Teil 3

Die Beschreibung der umfangreichen Technik des Basisgerätes schließt die ausführliche Vorstellung der ELV-Funk-Wetterstation WS 2000 ab. Dabei beschäftigen wir uns sowohl mit den zahlreichen Anzeige-, Analyse- und Voraussagefunktionen für das lokale Wetter als auch mit dem technischen Aufbau des Gerätes. Daneben geben wir wie bisher zahlreiche Hintergrundinformationen für die richtige Einschätzung des Wetters.

Herz und Hirn - das Basisgerät

Angesichts des bisher schon aufgezählten Funktionsumfangs der Wetterstation mag man annehmen, daß die Bedienung entsprechend kompliziert sein könnte. Doch gerade hier kommen die Vorteile des Riesen-Displays und der steuernden Mikroprozessortechnik zum Tragen.

Zunächst erfolgt nach dem Einlegen der Batterien eine kurze Initialisierungsphase, während der alle Segmente des Displays angezeigt werden.

Nach dem Segmenttest schaltet die WS 2000 automatisch in einen sogenannten Testmode, in der jeder Datenemp-

fang auf dem Display angezeigt und durch einen Signalton quittiert wird. Zur besseren Orientierung erfolgt zunächst nur die Anzeige des zuletzt empfangenen Sensors, während die Daten von allen zuvor empfangenen Sensoren nicht mehr angezeigt werden. Der einwandfreie Datenempfang der Sensoren ist dadurch schnell und einfach zu überprüfen.

Unter kritischen Empfangsbedingungen erleichtert der Testmode auch die bestmögliche Standortwahl.

Nach ca. 30 Minuten wird bei der Basisstation der Testmode automatisch abgebrochen. Durch eine beliebige Tastenbetätigung ist jederzeit auch ein vorzeitiger Abbruch des Testmode möglich.

Genau genommen ist zur Konfiguration der Wetterstation keine Bedienung erforderlich, wenn 30 Min. abgewartet werden.

Nach Beendigung des Testmode, d. h. wenn alle Sensoren eindeutig zugeordnet sind, beginnt der integrierte DCF-77-Funkuhrempfänger seinen Betrieb. Er startet einen Empfangsversuch für das DCF-77-Signal. Sie erkennen dies am blinkenden Funkturmsymbol links unten im Display neben der Uhrzeitanzeige.

Wird die DCF-77-Zeit empfangen, erfolgt sofort die Uhrzeitanzeige mit Datum. Das Funkturmsymbol erscheint nun permanent. Der Zeitempfang spielt eine zentrale Rolle für einige Anzeigefunktionen

Technische Daten: ELV-Funk-Wetterstation WS 2000

Anzeige: Großflächiges LC-Display (160 x 83mm) zeigt alle wichtigen Meßwerte auf einen Blick
Funkübertragung: 433MHz Funkübertragungssystem zur Ankopplung sämtlicher Sensoren
Temperatur: bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Temperaturwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 0,1°C, Genauigkeit ±1°C
Relative Luftfeuchte: Bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Feuchtwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 1%, Genauigkeit ±8% (je 1 Temperatur- und Feuchtesensor sind in einem Funksensor zusammengefaßt)
Luftdruck: Meßbereich 300 bis 1100 hPa, Auflösung 1 hPa, Genauigkeit ±1 hPa (der Luftdrucksensor ist zusammen mit einem Temperatur- und Feuchtesensor im Innen-Funksensor eingebaut)
Luftdrucktendenz: Anzeige durch fünf Pfeile, steigend, stark steigend, fallend, stark fallend, gleichbleibend
Regenmenge: Meßbereich 0 bis 3999 mm, Anzeige gesamt seit letztem Reset, letzte 24 h oder 1h, Auflösung 0,5 mm, Genauigkeit 2% ±1 mm
Luftdruckveränderung: Anzeige durch Liniendiagramm, bis 24h zurückverfolgbar
Windgeschwindigkeit: Anzeige wahlweise in km/h, m/s, Knoten, Beaufort, Auflösung 0,1 km/h, Genauigkeit 2%
Windrichtung: Grafische Anzeige durch Windrose (Auflösung 22,5 Grad mit Anzeige der Windrichtungsschwankungen, Digitalanzeige mit 5° C Auflösung anstatt Windgeschwindigkeit möglich)
Uhr: integrierte DCF-Funkuhr
Wettervorhersage: durch Wettersymbole, Sonne, bewölkt, stark bewölkt, Regen
Umfangreiche Speichermöglichkeiten: Min./Max. mit Zeit und Datum
Netzunabhängig: Betrieb mit 4 Mignonzellen
Gehäuseabmessungen (B x H x T): 217mm x 160mm x 30mm

sowie für sämtliche Speicherfunktionen des Gerätes.

Zur einfacheren Inbetriebnahme können Sie das Basisgerät auch in die Nähe der Sensoren mitnehmen. Hier läßt sich zunächst die ordnungsgemäße Datenaussendung des Sensors kontrollieren. Die Daten installierter Sensoren werden nach der Testphase ungefähr im 3-Minuten-Raster abgestrahlt und erscheinen auf den Anzeigefeldern des Displays.

Naturgemäß wird nach der ersten Inbetriebnahme keine Regenmenge abzulesen sein, sofern es während der Installation nicht gerade regnet.

Daß der Regensensor selbst funktioniert, kann man im Display an der Anzeige 0.0 im Regen-Anzeige-Feld ablesen und dann beruhigt den nächsten Regen abwarten.

Nach der ersten Inbetriebnahme werden alle Balken der Luftdruckhistorie in gleicher Höhe erscheinen und bei den Wettersymbolen wird grundsätzlich „bewölkt“ angezeigt, da für die Auswertung noch nicht genügend Meßwerte vorliegen.

Eine Voraussagefunktion ist nach ca. 3 Stunden möglich, wenn genügend Meßwerte vorliegen. Je länger die Station läuft, desto präziser wird die Voraussage, da sie sich auf eine Langzeitanalyse der letzten 24 Stunden stützt. Das Balkendiagramm zeigt Luftdruckveränderungen mit 2 hPa bzw. 1,5 mm Hg je Teilstrich an.

Bis hierhin ist keinerlei Bedienung des Gerätes erforderlich.

Hat man mehr als einen Außensensor (gemeint sind hier die adressierbaren Temperatur-/Luftfeuchtesensoren) installiert, wird man zukünftig am häufigsten die Taste „Sensor“ benutzen, um den gewünschten Außensensor auszuwählen.

Nun wollen wir die einzelnen Anzeige- und Analysefunktionen des Basisgerätes doch einmal näher betrachten und dabei einige meteorologische Begriffe und Grundsätze erarbeiten.

Temperatur und Luftfeuchte

Beginnen wir links oben im Display (Displayausschnitt Abbildung 15) mit der Anzeige von Innentemperatur und Luftfeuchte. Diese Daten kommen vom Innensensor, der zusätzlich noch den Luftdruck mißt und übermittelt.

In der Grundeinstellung zeigt das Display hier die Temperatur und relative Luftfeuchte an. Betätigt man nun die Taste „Innen“, erscheint ein neuer Begriff im Anzeigefeld: „Taupunkt“. Dieser Begriff beschreibt den Temperaturpunkt, der abhängig ist vom Zusammentreffen eines bestimmten Luftdrucks, einer bestimmten Temperatur und einer bestimmten Luftfeuchte. An diesem Temperaturpunkt beginnt die Kondensation der Luftfeuchte, die sog. Betauung - die Luftfeuchtigkeit - kondensiert aus und schlägt sich als Flüssigkeit nieder. So liegt z. B. der Taupunkt für Luft mit 17,4 g/m³ Wasserdampf (1013,5 hPa) bei 20° C. Liegt der Taupunkt für Wasserdampf unter 0° C, so erfolgt die Kondensation als Schnee oder Reif.

Da die Wetterstation nicht nur für die gute Stube, sondern auch für den gewerblichen Einsatz vorgesehen ist, kann auch der Innensensor, der sich ja genauso in einem bereits überdachten Bauobjekt befinden kann (er darf nur nicht unter direkten Einfluß von Feuchtigkeit, z. B. Regen, geraten), diesen Wert anzeigen. Der Taupunkt spielt für viele Anwendungen, wie im Baugewerbe, in der Landwirtschaft, in der Fliegerei, der Straßen-Bewirtschaftung etc. eine große Rolle, denn hier kann man z. B. absehen, wann sich etwa Nebel endgültig als gefährlicher Reif auf die Straße legen wird.

Achtung: In diesem Zusammenhang soll nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die Meßwerte der ELV-Wetterstation nicht für sicherheitsrelevante Entscheidungen dienen dürfen, sondern

nur eine Orientierungshilfe darstellen, denn Funkstrecken können gestört werden und Sensoren ausfallen, mit der Folge der Möglichkeit einer falschen Anzeige.

Ein weiteres Betätigen der Taste „Innen“ führt wiederum zu einem neuen Begriff, der „Empfundene Temperatur“. Diese Temperatur wird in der meteorologischen Fachsprache auch „Windchill-Äquivalent-Temperatur“ genannt und begegnet Ihnen ab und an auch in den Wettervorhersagen der Meteorologischen Dienste.

Wir verstehen darunter eine fiktive Temperatur, die vom Menschen statt der gemessenen Temperatur unter bestimmten Bedingungen empfunden wird und z. B. bei niedrigen Temperaturen herangezogen werden kann, wie wohl man sich bei bestimmten Temperaturen und Windgeschwindigkeiten fühlt. Diese Bedingungen sind eine Temperatur unter 33°C und eine Windgeschwindigkeit über 2,6 m/s. Windchill ist als Abkühlungseffekt einer unbedeckten Haut bei angenommenen konstanten 33°C Hautoberflächentemperatur definiert.

Die „Empfundene Temperatur“ ist näherungsweise vergleichbar mit der sog. „gefühlten Temperatur“, die zusätzlich u. a. noch die Strahlungseinwirkung der Sonne, die Lichtreflexion der Wolken, die Lichtwellenlänge, usw. berücksichtigt. Auch diesen Begriff werden Sie aus den Wetterberichten kennen. Die absolute Temperatur und die empfundene Temperatur sind bei Windgeschwindigkeiten unter 2,6 m/s grundsätzlich gleich.

Rechts oben im Display werden genau diese besprochenen Daten, jeweils für die weiteren sogenannten Außensensoren, angezeigt, wobei diese, wie gesagt, mit der Taste „Sensor“ nacheinander anwählbar sind. Dabei kann Außensensor natürlich auch heißen, daß man mittels des S 2000 I die Temperatur im Weinkeller genauso gut kontrollieren kann wie die Wassertemperatur des Swimming-Pools mit dem abgesetzten Temperatursensor des S 2000 IA. Bei letzterem wird allerdings keine Luftfeuchte angezeigt. Auch Gewächshaus- oder Frühbeetbesitzer können so die verschiedenen Außensensoren ganz gezielt und sehr nutzbringend einsetzen.

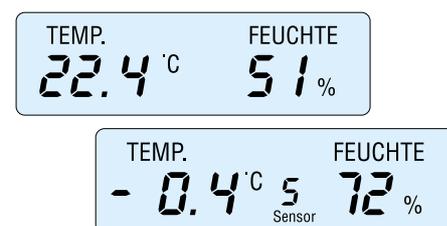


Bild 15: Die Grundanzeigen der Anzeigefelder für Temperatur. Im Außensensorfeld kommt noch die Anzeige des gewählten Sensors hinzu.



Bild 16: Komfortable Analyse der Niederschläge (Regen) mit aufsummierten Mengen.

Deren Werte beeinflussen natürlich nicht die Anzeigen der Wettervorhersagefunktionen, diese beziehen ihre Daten ausschließlich aus dem unabdingbar notwendigen S 2000 ID.

Anzumerken bleibt noch, daß die „Empfundene Temperatur“, die unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit errechnet wird, nur für diejenigen Meßwerte aussagefähig ist, die von Sensoren herrühren, die auch tatsächlich im „Windbereich“ angeordnet sind.

Rings um den Luftdruck

Der S 2000 ID bedient dann auch das nächste zu betrachtende Anzeigefeld, die Luftdruckanzeige, die in der Grundeinstellung in der heute offiziell gängigen Größe hPa angezeigt wird. Über die Kalibrierfunktion ist bei Bedarf auch eine Anzeige in mm (Hg) auswählbar.

Weil wir gerade beim Kalibrieren sind: Man sollte unbedingt die bereits erklärte Einstellung der Höhe über dem Meeresspiegel (Terminus: H. ü. NN.) vornehmen.

Direkt im Zusammenhang mit dem Luftdrucksensor ist die Tendenzanzeige des Luftdrucks rechts unten zu sehen. Hier zeigt die Station die Luftdrucktendenz der letzten Stunden an (gleichbleibend steigend, stark steigend, fallend, stark fallend).

Und aus genau diesen Werten leitet sich die links daneben befindliche Balkenanzeige für den Luftdruckverlauf, die Luftdruckhistorie, ab. Der Prozessor des Gerätes speichert den Luftdruckverlauf bis zu 24 Stunden und zeigt diesen grafisch mit bis zu 9 Segmenten je Balken an (je Teilstrich Veränderung von 2 hPa). Hieraus kann man Rückschlüsse für die allgemeine Wetterentwicklung ziehen. So kann man z. B. anhand einer in den letzten 24 Stunden kontinuierlich fallenden Anzeige recht sicher voraussagen, daß eine Schlechtwetterperiode bevorsteht, während ein rasch fallender Luftdruck z. B. auf ein Gewitter hindeutet.

Direkt aus der Fall- oder Steigungsgeschwindigkeit des Luftdrucks abgeleitet ist die zentral im Display liegende Symbolanzeige für die Wettertendenz, die mittels eingängiger Symbole die Wetterzustände „Sonne, heiter, stark bewölkt, Regen“ anzeigt.

Gerade diese Anzeige ist sehr wertvoll für die kurzfristige und direkt örtliche Wettervoraussage.

Es regnet, es regnet

Zur Regenmessung haben wir schon fast alles bei der Besprechung des Regensensors erfahren, hier nur nochmals soviel, daß man mittels der Taste „Regen“ zwischen der Analyse der Regenmenge der letzten Stunde, der letzten 24 Stunden und des Gesamtzeitraums (Abbildung 16, Displayausschnitt) seit Einschalten bzw. Rücksetzen umschalten kann.

Die Regenmengenanzeige in der Mitte des Displays zeigt standardmäßig in der Einheit l/m² an, wahlweise ist über die Kalibrierfunktion auch die Einheit mm wählbar. Über eben diese Kalibrierfunktion ist auch ein sehr genaues Abgleich des Regenmengen-Sensors möglich, obgleich dies aufgrund exakter Werkseinstellung kaum einmal notwendig sein wird.

Der Wind, der Wind...

Schließlich fehlt nur noch das Anzeigefeld, das den Wind betrifft, einer der anspruchsvollsten Einsatzbereiche der WS 2000.

Die Anzeige besteht aus einer stilisierten Windrose mit 22,5°-Unterteilung und einer darin liegenden Digitalanzeige (Abbildung 17, Displayansicht).



Bild 17: Hauptwindrichtung und Schwankungsbreite sowie Windgeschwindigkeit werden innerhalb einer stilisierten Windrose angezeigt.

Die Windrose zeigt die über den Erfassungszeitraum zwischen den Sendungen des Sensors ermittelte Hauptwindrichtung einschließlich der Schwankungsbreite mit grafischen Symbolen an.

In der Grundeinstellung des Gerätes zeigt die in der Windrose liegende Digitalanzeige die ermittelte Windgeschwindigkeit in km/h an. Betätigt man die Taste „Wind“, so kann man nacheinander die Windgeschwindigkeit auch in m/s, Knoten oder Beaufort („Windstärke 1-12“) anzeigen lassen. Nach der Anzeige „Beaufort“ ist statt der Windgeschwindigkeit auch die digitale Anzeige der Windrichtung in Grad wählbar (ganzer Kreis = 360°, von Nord aus im Uhrzeigersinn zählend, Abbildung

18, Displayausschnitt). Die Auflösung der digitalen Windrichtungsanzeige beträgt 5°.

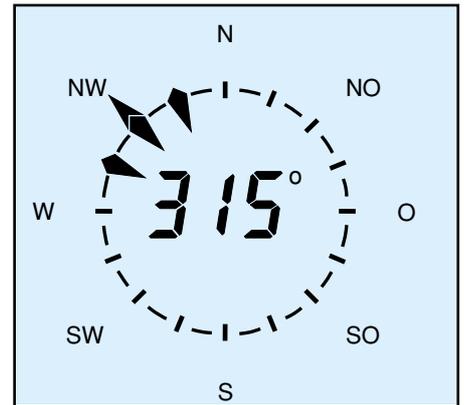


Bild 18: Alternativ zur Windstärke ist die Anzeige der Windrichtung als Digitalanzeige im 360°-Kreis möglich.

Noch mehr Komfort

Damit ist die Beschreibung der Grundfunktionen des Basisgerätes abgeschlossen. Bleibt eigentlich nur noch, auf einige weitere Funktionen hinzuweisen, die den Komfort weiter steigern bzw. die Analysefunktionen unterstützen.

So ist es möglich, sich für alle relevanten Werte, wie Luftdruck, Innen- und Außentemperatur, Luftfeuchte, Regenmenge (1 h, 24 h) und Windstärke die zugehörigen **Min- und Max-Werte** (bei Windstärke natürlich nur Max-Wert) anzeigen zu lassen. Zusätzlich kann man mittels Auswahl durch die Cursortasten die Einzelwerte nebst zugehöriger Zeit und Datum des Auftretens dieses Wertes auswählen. Bei der maximalen Windgeschwindigkeit erfolgt darüberhinaus die Anzeige der Windrichtung zum Zeitpunkt der maximalen Windstärke. Diese Werte sind einzeln oder insgesamt löschar.

Sehr interessant ist auch die **Alarmfunktion**, die es ermöglicht, die Über- oder Unterschreitung einstellbarer Alarmwerte für alle Datenarten akustisch und optisch zu signalisieren. So kann man z. B. die Überschreitung einer bestimmten Windstärke, die Unterschreitung einer bestimmten Temperatur (für jeden Sensor einzeln spezifizierbar) oder eines bestimmten Luftdrucks durch einen Alarmton signalisieren lassen, der sich alle 30 Min. bis zu max. 7,5 h wiederholt, bis entweder die Werte wieder in den Normalbereich zurückkehren oder der Alarm manuell (Taste „Alarm“) abgeschaltet wird.

Um die schnelle Identifizierung des alarmierten Wertes zu erleichtern, werden während des Alarms alle anderen Werte aus dem Display ausgeblendet.

Auf die weiteren Programmierfunktionen wie Kalibrieren des Regen-Sensors, Einheitenwechsel, Höhenabgleich sind wir

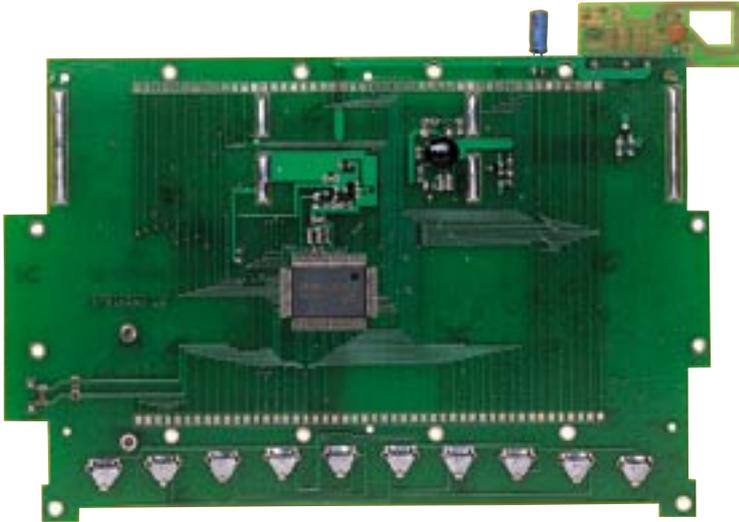


Bild 19: Kompakt, aufgeräumt, aber dennoch mit High-Tech bestückt - so präsentiert sich die WS 2000 von innen. Rechts oben der Funk-Empfänger.

schon an entsprechender Stelle eingegangen.

Technik á la carte

Nachdem wir schon einen eingehenden Blick in die Innereien der Funk-Sensoren geworfen haben, wollen wir dies auch bei der Basisstation tun.

Ein Blick auf die Prozessor-Seite der Leiterplatte (Abbildung 19) zeigt, wie aufgeräumt es in der WS 2000 zugeht. Herzstück der Wetterstation ist der leistungsfähige Mikrorechner mit immerhin 100 Anschlußpins. Der Mikrocontroller steuert sämtliche Erfassungs-, Timing-, Bedien- und Anzeigefunktionen der Basisstation.

Der Prozessor muß neben der Datenverarbeitung und umfangreicher Speicherfunktionen auch noch das komplexe Display treiben, wo über 300 Einzelsegmente anzusteuern sind.

Rechts oben ist der HFS301-Funkempfänger zu sehen, dessen SMD-Bestückung sich auf der anderen Leiterplatten-Seite befindet. Der Spannungsregler zur Stabilisierung der Versorgungsspannung befindet sich oberhalb des Prozessors und den als Chip direkt auf die Platine gebondeten DCF-Empfänger kann man im oberen Bereich der Leiterplatte erkennen.

Ansonsten befindet sich auf der Prozessorseite der Leiterplatte nur noch ein wenig SMD-Peripherie sowie zahlreiche Verbindungsleitungen zu den vergoldeten Anschlußkontakten des Displays und zum Funk-Empfänger. Die Tastkontakte zur Bedienung sind direkt auf die Platine montiert und im unteren Bereich zu sehen.

Jetzt erkennt man auch, warum das Gerät nur als Fertiggerät vertrieben wird. Ein Selbstbau scheidet aufgrund des von Hand

kaum zu verarbeitenden Mikroprozessors und des gebondeten DCF-Chips aus.

Kurzschlüsse beim Auflöten des Prozessors sind später kaum noch zu beseitigen, da dieser nach dem Verlöten nur mit Spezialwerkzeug wieder entfernt werden kann.

Bei der Konzeption des WS 2000-Systems bestand unter anderem die Forderung nach möglichst freier Plazierbarkeit jeder Anzeigestation, d. h., es war Batteriebetrieb gefordert. Das Prozessor-System der Basisstation zeichnet sich neben seiner großen Leistungsfähigkeit unter anderem durch einen ausgesprochen geringen Strombedarf aus. Je nach Anzahl der eingesetzten Sensoren (und damit nach Einschalthäufigkeit des Empfängers) liegt der Dauerbetrieb einer Basisstation mit einem Batteriesatz (4 Mignonzellen) bei bis zu 2 Jahren.

Ein Beispiel für die implementierte In-

telligenz des Systems ist das Zeitmanagement beim Empfang. Immerhin kann das System die Daten von bis zu 12 Sensoren empfangen, die ungefähr alle 3 Min senden. Wie das mit nur einem Funk-Empfänger?

Das Geheimnis liegt darin, daß jeder Sensor ein wenig zeitversetzt sendet, der Prozessor dank Adressenzuordnung und jeweils anderem Datentelegramm diese Angaben speichert und so für jeden Sensor ein an diesen Zyklus angepaßtes Zeitfenster für den nächsten Empfang öffnet. So verschieben sich mit der Zeit die einzelnen Zeitfenster immer mehr und halten so stets ausreichenden Abstand voneinander, da das Datentelegramm sowieso nur 200 ms lang ist.

Sollte doch einmal der Fall eintreten, daß mehrere Sender exakt zur gleichen Zeit senden, ist die Ordnung nach spätestens 3 Min wieder hergestellt, denn hier tritt wieder die Zeitfensterverschiebung in Kraft. Zur Vermeidung von Störungen ist der Empfänger auch nur für dieses Zeitfenster aktiviert.

Damit wollen wir es mit der technischen Beschreibung des Innenlebens der Wetterstation bewenden lassen. Vergleicht man jedoch den Hardware-Aufwand der WS 2000 mit dem des 91er Vorgängermodells WS 9000/7000 (Abbildung 20 zeigt das Innenleben der WS 9000), kann man nachvollziehen, welchen riesigen technologischen Sprung die Mikroprozessortechnik in diesen paar Jahren ermöglicht hat.

Lassen wir uns diesen ausführlichen Exkurs durch die Meteorologie und die Wetter-Meßtechnik mit dem Wunsch beschließen, daß Ihre Wetterstation möglichst oft das Wunschwetter für Arbeit, Freizeit, Sport und Urlaub anzeigt, denn sie ist das Wettermeßsystem, daß Wetterdaten direkt vor Ort aufzeichnet. ELV

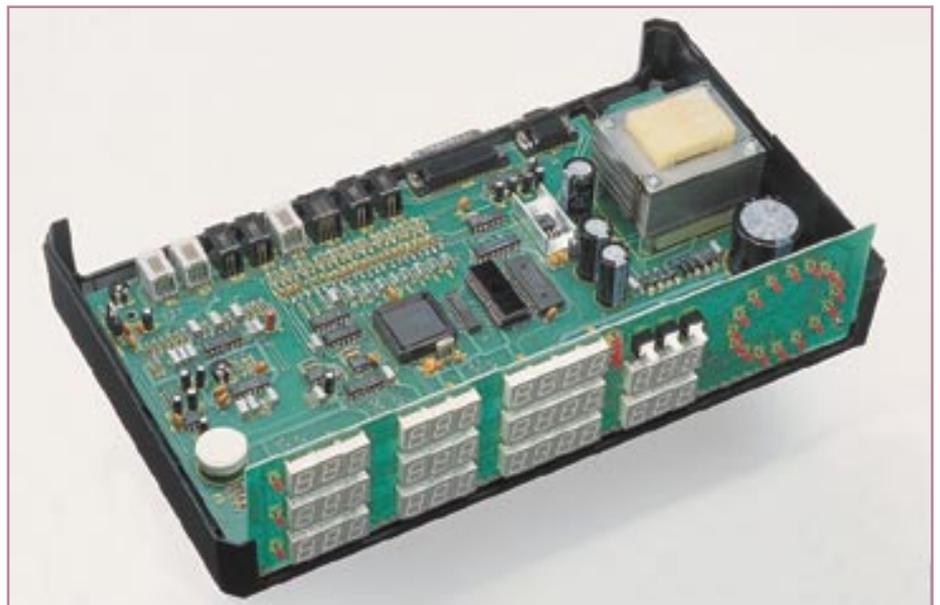
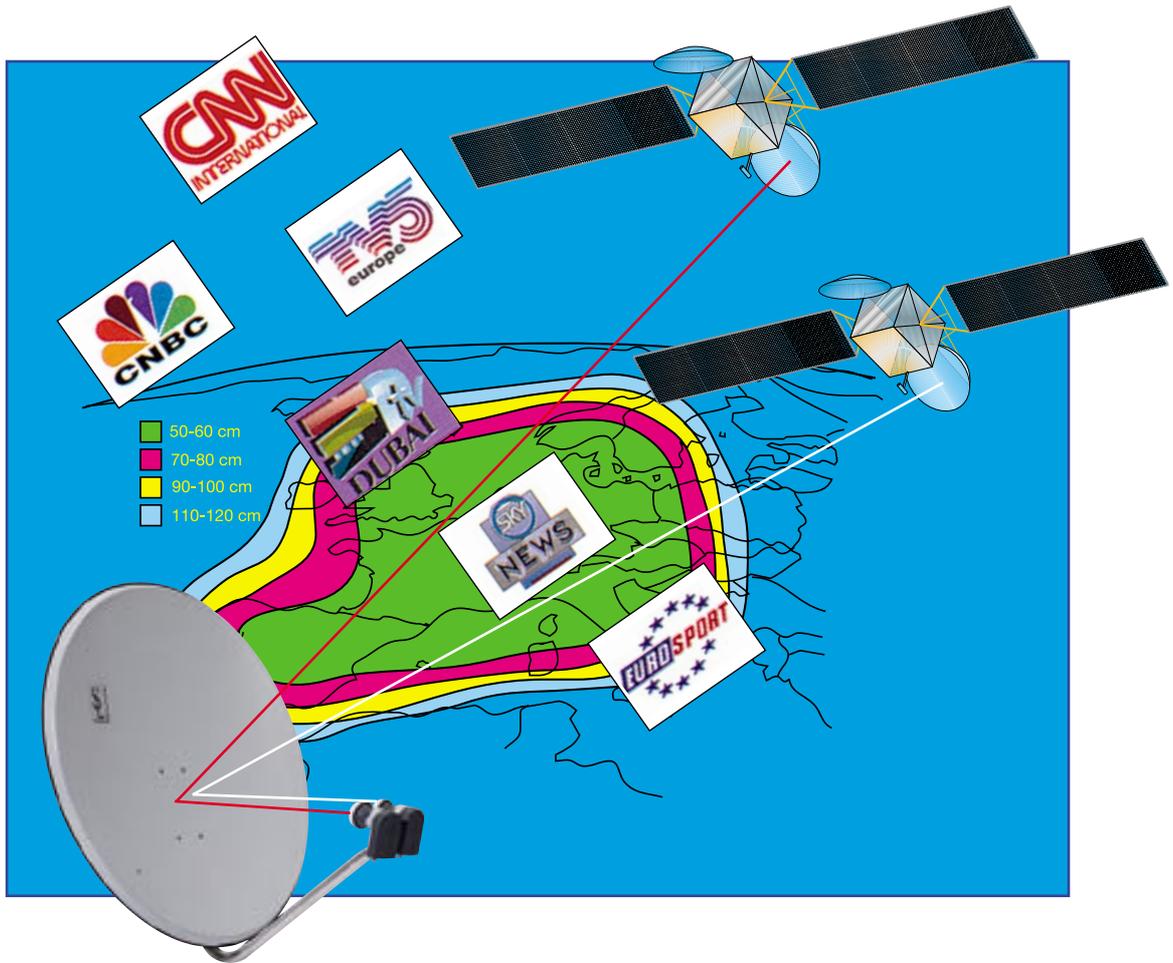


Bild 20: Sprung zurück: bei der „alten“ WS 9000 war noch erheblich mehr Hardwareaufwand erforderlich.



Aus dem All geholt - Satellitenempfang Teil 2

Im zweiten Teil unserer kleinen Reihe „Satellitenempfang“ beschäftigen wir uns mit der interessanten Antennentechnik, betrachten die Vielfalt der Antennen und der Empfangskonverter näher.

Die richtige Antenne

Wer nach der Lektüre des ersten Teils unserer Satellitenempfangs-Serie annimmt, daß der Satellitenempfang eine Sache nur für ausgemachte Spezialisten ist, der irrt zumindest zum Teil. Sicher, die wohl wichtigste Voraussetzung ist das Vorhandensein eines geeigneten Standortes für die Satellitenantenne. Seine Auswahl muß sorgfältig erfolgen, denn damit steht und fällt das Projekt „Satellitenempfangsanlage“, weshalb wir dieses Thema besonders ausführlich beleuchtet haben.

Im Prinzip ist Satellitenempfang so einfach wie Radioempfang - vor allem dank moderner und den Nutzer weitgehend unterstützender Empfangstechnik.

Nur eben die Entfernungen sind wesentlich größer, wenn man bedenkt, daß man ein fast 40.000 km entferntes winziges Objekt genau anpeilen muß. Immerhin steht so ein Satellit fest im Orbit, die Operatoren der in ca. 400 km Höhe flie-

genden Raumstation MIR haben es da schon schwerer, sie müssen das sich bewegende Raumschiff ständig mit drehbaren Antennen, rings um den Erdball verteilt, verfolgen.

Abbildung 6 veranschaulicht symbo-

Bild 6:
Die Entfernungen bei terrestrischem und Sat-Empfang im Vergleich (nicht maßstäblich)

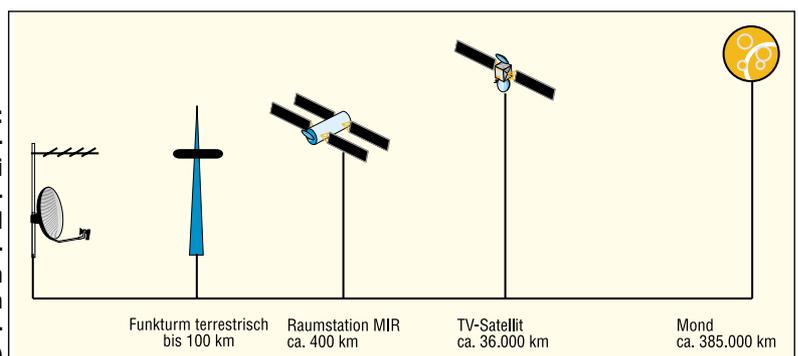


Tabelle 2: Gewinne gängiger Parabolantennengrößen

| Antennen-durchmesser | Gewinn | geeignet für |
|----------------------|----------|---|
| 35 cm | 28-32 dB | Zeitweiliger Einsatz, Camping, Caravan |
| 60-63 cm | 35-37 dB | Standard-Größe für ASTRA-Empfang bis 2 Teiln. |
| 80-83 cm | 37-40 dB | Standard-Größe für ASTRA/Eutelsat-Empfang |
| 100 cm | 40-41 dB | Mehrteilnehmerempfang, hohe Wettersicherheit |

lisch nochmals einige der besprochenen Entfernungen.

Angesichts solcher Dimensionen und der in Teil 1 („ELV-journal 5/98“) besprochenen begrenzten „Footprints“ der Satelliten ist die Auswahl der richtigen und vor allem bequem einzustellenden Antenne nach der Standortwahl die nächstwichtigste Etappe zum Erfolg.

Stark vereinfacht kann man sagen, daß die richtige Antenne am richtigen Standort guten Empfang mit nahezu jedem Empfänger, gleich welcher Preisklasse, ermöglicht.

Gewinne und Verluste

Wir wollen an dieser Stelle ausschließlich die große Anzahl gängiger Parabol-Offset-Antennensysteme betrachten, da diese am preiswertesten, verbreitetsten und universell einsetz- und ausbaubar sind. Daneben gibt es z. B. Polarmountantennen (Parabolantennen mit im Gegensatz zur Offsetantenne genau vor dem Spiegelbrennpunkt sitzendem Empfangskonverter), Flachantennen und sog. Slufo-Antennen mit integriertem Empfangskonverter.

Flachantennen sind wegen ihrer extrem kompakten Bauform z. B. oft auf Caravans zu sehen.

Unbedarf könnte man meinen, es genügt, den Beam des Satelliten möglichst genau einzufangen und auf den Empfangskonverter, den LNB, zu leiten. Tatsächlich gibt es kleine 35cm-Parabolspiegel, die bei direkter Sicht, exakter Ausrichtung und gutem Wetter durchaus akzeptable Empfangsergebnisse bringen. Aber wehe, es regnet, es bewegt sich etwas durchs Empfangsfeld o. ä. Dann ist es vorbei mit dem guten Empfang.

Auch der Eutelsat-Empfang ist aufgrund der geringeren Strahlungsleistung nur erschwert möglich.

Diese kleinen Spiegel gelten daher allgemein als Behelf, ähnlich einer Fernseh-Zimmerantenne, und finden vornehmlich im portablen Einsatz, etwa am Caravan oder beim Camping, wenn es um jeden Kubikzentimeter Transportvolumen geht, ihre Anwendung.

Denn ähnlich wie bei den terrestrischen Dipolantennen gilt sinngemäß: je größer, desto mehr Antennengewinn.

Als durchschnittliches Maß für den rei-

nen ASTRA-Empfang hat sich die 60cm-Klasse herausgebildet, damit ist überall in Deutschland sicherer Empfang möglich.

Will man jedoch mit diesem Spiegel einen zweiten Satelliten, z. B. Eutelsat, empfangen oder mehrere Receiver versorgen, reichen hier die Gewinnreserven des 60 cm-Spiegels nicht aus.

Man sollte hier, um allen Eventualitäten vorzubeugen, mindestens eine Klasse höher gehen, zum 80- oder gar 100cm-Spiegel greifen, wenn dies bauliche Gegebenheiten, Umfeld, usw. zulassen. Denn ein 100cm-Spiegel weist z. B. die mehrfache Windlast eines solchen mit 60 cm Durchmesser auf.

Hier hat man jedoch genug Gewinnreserven, wie Tabelle 2 zeigt, um auch reichlichen Schneefall, der den Satellitenempfang erheblich stören kann, sowie den Anschluß mehrerer Teilnehmer zu kompensieren.

Auch in Randzonen des Footprints ist damit noch stabiler Empfang möglich.

Grundregel Nummer eins also: Immer den größten Spiegel nehmen, der am Haus montierbar ist, das spart späteren Ärger und Folgekosten bei einer Aufrüstung, z. B. wenn mehrere Teilnehmer anzuschließen sind. Einen Größenvergleich der Spiegelgrößen von 35 cm bis 100 cm bietet Abbildung 7.

Will man jedoch preiswert einsteigen und eines der überaus günstigen ASTRA-Komplettangebote erwerben, so ist der dort

angebotene 60cm-Spiegel für den Ein- bis maximal Zweiteilnehmerempfang zunächst ausreichend.

Man kann später dann ja immer noch nachrüsten und in die nächste Technikgeneration mit bereits reichlich Erfahrung gehen.

Einzelkomponenten einer solchen Anlage sind dann später immer wieder integrierbar.

Wichtig - rundum Qualität!

Doch zurück zum Spiegel. Man sollte hier auf Qualität achten. So verlockend das Baumarkt-Komplettangebot ist - meist „glänzen“ die mechanischen Teile durch schlampige Verarbeitung und minderwertiges Material. So rosten Schrauben schon nach wenigen Tagen, greifen die unzureichend geschützte Spiegelfläche an, diese korrodiert und nach einem Jahr ist dann ein neuer Spiegel fällig.

Auf hochwertige und durchgehende Oberflächenbeschichtung sollte man ebenfalls achten, besonders an den Kanten. Sind diese, womöglich noch zusätzlich mit Kunststoff, versiegelt, ist man einigermaßen sicher vor dem berüchtigten Abblättern der Spiegelbeschichtung.

Wie sich leicht nachvollziehen läßt, ist eine saubere und glatte Spiegelfläche wichtig für die exakte Bündelung des Beams auf den Empfangskonverter. Da stört selbst eine dünne Eis- oder Schneeschicht schon durch Dämpfung und Reflexion derart, daß Empfang fast unmöglich wird.

Auch den Befestigungsteilen (Mast- und Spiegelbefestigung) sollte unbedingtes Augenmerk gewidmet werden. Sie müssen einerseits stabil, aber auf der anderen Seite auch leicht verstellbar sein. Idealerweise weisen die meisten „besseren“ Spiegel eine



Bild 7: Spiegelgrößen im direkten Vergleich gut zu sehen: links 35cm-Spiegel, dann 63cm-Spiegel, 80cm-Spiegel und rechts 100cm-Spiegel



Bild 8: Eine gute Spiegelhalterung verfügt auch über eine Elevations-skala, anhand der man den Spiegel bequem einstellen kann.

Elevationsskala (Abbildung 8) auf, anhand der man bei der Ausrichtung bequem den örtlichen Elevationswinkel einstellen kann.

Und schließlich gehört ein stabiler, verwindungssteifer und fest mit dem Spiegel verbundener Feedarm zu einer guten Satellitenantenne. Wackelige Exemplare verursachen später dauernde Empfangsstörungen und verleiden den Fernsehgenuß.

Will man sofort ASTRA und Eutelsat empfangen, so gehört ein Multifeedhalter an den Feedarm, entweder bereits komplett mit dem Spiegel gekauft (siehe Abbildung 9) oder nachträglich montiert (siehe Abbildung 10). Auf diesem sind zwei Empfangskonverter je nach Ausführung des Feedhalters in festem Abstand (meist ca. 6°, entspricht Abstand ASTRA-Eutelsat Hotbird) oder variabel montierbar, die dann den Mehrsatellitenempfang dicht nebeneinander liegender Satelliten ermöglichen.

Auch hier sind stabile Ausführungen mit sicher zu montierenden Schrauben instabilen Billigkonstruktionen vorzuziehen.

Überhaupt muß der gesamte Spiegel als Einheit stabil und sturmsicher montiert werden, denn der Errichter haftet für die Sicherheit seiner Antennenanlage. Die wiegt komplett schon einige Kilo, liegt nicht gerade stromlinienförmig im Wind, was bei Sturm sehr schnell zur Überlastung einer mangelhaften Befestigung führt...

Der Empfangskonverter

Er ist das A und O einer Satelliten-Empfangsanlage, seine Qualität ist entscheidender als das schönste Einstellmenü des Empfängers - der Empfangskonverter, kurz auch LNB oder LNC genannt. Beides ist richtig, obgleich gestandene Techniker schon Unterschiede machen, die uns an dieser Stelle als Nutzer nicht tangieren sollen, wir sprechen folgend einfach vom verbreiteten Kürzel LNB. LNB kommt, wie so vieles in der Technik, aus dem Englischen und heißt dort Low Noise Block,

LNC entsprechend Low Noise Converter.

Der LNB besteht aus mehreren Funktionsgruppen. Zum ersten ist da eine Mini-Empfangsantenne, die die im Brennpunkt des Spiegels gebündelten Gigahertzwellen aufnimmt. Es folgt ein kurzer Hohlleiter, der das Signal zu einem Vorverstärker leitet, der es in sich hat.

Der Name LNB sagt es, es handelt sich um einen extrem rauscharmen Vorverstärkerblock, der heute Rauschwerte um 0,7 dB aufweist. Daher sollte man beim Kauf eines LNB auf die Rauschzahl achten. 0,7 dB sind heute Norm - je kleiner der Wert, desto besser.

An den Vorverstärker schließt sich ein Frequenzumsetzer an, der das Satellitenfrequenzband, das von 10,70 bis 12,75 GHz reicht, für den Transport über ein meist recht langes Antennenkabel in „irdische“ Werte umsetzt.

Warum eine Umsetzung erfolgt? Bei solch hohe Frequenzen, wie die Empfangsfrequenzen des Satellitenfrequenzbandes, bewegen sich die Elektronen nicht mehr im



Bild 9: Eine Multifeed-Antenne versorgt zwei oder mehr LNBs, sie ermöglicht den Empfang mehrerer Satelliten

Innern eines Leiters sondern auf der Oberfläche, weshalb zum SHF-Energietransport, z. B. zu einer Richtfunkantenne, wiederum Hohlleiter eingesetzt werden, deren innere Oberfläche den optimalen Energie-transport derart hoher Frequenzen sichert.

Der Fachbegriff für den Drang der Elektronen zur Oberfläche heißt übrigens Skin-Effekt.

Ein solcher Hohlleiter ist erstens sehr unhandlich, er sieht einem dicken Lüftungskanal nicht unähnlich, zweitens ist er richtig teuer durch hochwertigste Materialien, die den schnellen Elektronen ja möglichst wenig Widerstand entgegensetzen sollen und drittens nur über relativ kurze Strecken ohne allzu große Verluste einsetzbar.

Also setzt man im LNB die hohen Empfangsfrequenzen in handhabbarere Frequenzen im Bereich zwischen

heute 950 und 2150 MHz um. Dies sind Bereiche, die ein gutes Koaxkabel auch über längere Strecken relativ verlustarm transportieren kann. Ergo liegt an der Ausgangsbuchse des LNB 950 - 2150 MHz an.

Diese ist jedoch nicht nur Ausgang, sondern auch Eingang des LNB.

Denn allein mit der eben beschriebenen Technik ist es noch nicht ganz getan. Da die Satelliten, wie wir noch später genauer besprechen werden, ihre Signale sowohl horizontal als auch vertikal polarisiert ausstrahlen (dies hängt mit der effektiven Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Frequenzbänder mit maximaler Senderbelegung zusammen), muß ein sogenannter Polarizer im LNB, entsprechend gesteuert, zwischen horizontal und vertikal polarisiertem Empfang umschalten können.

Dies erfolgt allgemein durch die Umschaltung der Betriebsspannung für den LNB: 14 V ist die Norm für vertikale, 18 V für horizontale Polarisation. Diese Umschaltung nimmt der Satellitenempfänger automatisch entsprechend seiner Kanalprogrammierung vor, wir brauchen uns nach der Programmierungsphase nicht mehr darum zu kümmern. Das heißt der LNB wird über seinen Anschluß auch gesteuert, das wird bei manchen LNB-Typen noch komplexer, wie wir sehen werden...

Universal, TWIN, Quatro...

Nach so viel Theorie wollen wir wieder in die Praxis gehen und die verschiedenen Arten des LNB besprechen.

Die in der Überschrift genannten Begriffe kennzeichnen heute gängige LNB-Konfigurationen, die an bestimmte Einsatzzwecke gebunden sind.

Grundsätzlich muß man unterscheiden zwischen sogenannten Analog- und Universal-LNBs.

Erstere empfangen lediglich den für herkömmlichen Analogempfang interessanten Frequenzbereich zwischen 10,7 und 11,8 GHz (Low-Band) und liefern Ausgangsfrequenzen von 950 - 2050 MHz. Die Universal-LNBs empfangen darüber hin-



Bild 10: Ein vorhandener Spiegel kann auch mit solchen Multifeed-Universalhalterungen für Multifeedempfang aufgerüstet werden



Bild 11: Zukunfts-/Digitaltauglich für den Einzelteilnehmerempfang eines Satelliten: der Universal-Single-LNB



Bild 12: Für zwei Teilnehmer oder für den Betrieb eines TWIN-Receiver - der TWIN-LNB



Bild 13: Bietet viele Freiheiten für mehrere Teilnehmer Universal Quatro-LNB mit für High-/Low-Band jeweils herausgeführten H/V-Anschlüssen

aus auch den Frequenzbereich zwischen 11,7 und 12,75 GHz (High-Band) mit entsprechend erweitertem Ausgangsfrequenzband: 950-2150 MHz. Mit ihnen kann man die neuen digitalen Satellitenprogramme empfangen, ist mit einem solchen LNB also für die Zukunft des Digitalfernsehens gerüstet. Universal-LNBs werden immer benötigt, wenn man von einer „digitaltauglichen“ Empfangsanlage spricht. Um zwischen den beiden Frequenzbereichen umschalten zu können, muß der Receiver neben der V/H-Umschaltung mit 14/18V ein weiteres Schaltkriterium liefern: Ein 22 kHz-Signal, das der LNB-Versorgungsspannung bei Bedarf einfach überlagert wird.

Widmen wir uns den einzelnen LNB-Ausführungen:

Der einfache Analog-V/H-LNB (Single-LNB) empfängt nur den unteren Frequenzbereich. Er enthält die oben beschriebene Technik einmal und kann entsprechend auch nur einen Satellitenempfänger (im folgenden nur noch Receiver genannt)

bedienen - ausreichend für den analogen Einzelteilnehmerempfang eines Satelliten, z. B. ASTRA.

Der analoge TWIN-LNB entspricht technisch dem Single-LNB, jedoch sind einige Baugruppen doppelt ausgeführt. Er dient mit seinen zwei Ausgängen dem Anschluß an zwei Receiver, die so unabhängig voneinander und ohne sich zu stören, an einem Spiegel betrieben werden können und jeder für sich ein anderes Programm auswählen kann.

Der TWIN-LNB kann auch, über einen sogenannten Multischalter angeschlossen, mehr als zwei Teilnehmer versorgen.

Der analoge DUAL-LNB gibt an je einem Ausgang getrennt die vertikale und die horizontale Empfangsebene aus. Er muß an einen Multischalter angeschlossen werden, der dann die Ebenenumschaltung intern vornimmt.

Der Universal-Single-LNB (siehe Abbildung 11) ist der heute wohl gängigste, digitaltaugliche Einzel-Empfangs-LNB. Er entspricht dem Single-V/H-LNB, jedoch empfängt er zusätzlich das obere Frequenzband (Umschaltung mit 22 kHz) wie bereits beschrieben.

Genauso entspricht auch der Universal-TWIN-LNB (Abbildung 12) dem Analog-Pendant, jedoch mit zusätzlichem hohen Frequenzbereich (22 kHz-Umschaltung).

Er ist ausschließlich für den Direktanschluß von zwei Satellitenempfängern oder einem TWIN-Receiver (zwei Empfänger in einem Gehäuse) vorgesehen.

Der Universal-Quatro-LNB schließlich (Abbildung 13) dient dem Aufbau von digitaltauglichen Mehrteilnehmeranlagen.

Er bietet an seinen vier Anschlüssen jede Polarisationsebene eines integrierten „Doppel-LNB“ einzeln an. So sind über einen Multischalter für jeden der angeschlossenen Teilnehmer beide Frequenzbänder (Low/High, 22kHz-Umschaltung) und Empfangsebenen (V/H, 14/18 V) einzeln erreichbar.

Wichtig für den Kauf eines LNBs ist also neben der geringen Rauschzahl auch der geplante Verwendungszweck der Anlage. Will man seine Empfangsanlage zukunftssicher für die spätere Ergänzung mit einem Digital-Satellitenempfänger (z. B. d-Box) gestalten, so benötigt man die „digitaltauglichen“ Universal-LNBs.

Schließlich muß der LNB auch noch in den Feedhalter der Parabolantenne passen, ggf. sind hier Adapterringe (siehe Abbildung 14) einzusetzen.

Zum Abschluß des Kapitels Antennenanlage noch ein Tip: Die komplette Antenne, also Spiegel, Spiegelhalterung, Feedhalterung und LNB sollten in Ruhe vormontiert werden, bevor man die komplette Antenne am ausgesuchten Standort montiert. Dies vermeidet gefährliche Situationen vor Ort und sichert eine mechanisch exakte Montage aller Komponenten.

Am Montageort selbst sind dann nur noch die Montage der Komplett-Antenne an die Halterung, der Anschluß des Antennenkabels und die Ausrichtung der Antenne erforderlich.

Damit haben wir den wohl technisch anspruchsvollsten Teil der Satellitenanlage besprochen und können uns im nächsten Teil der Verbindung mit dem Receiver, diesem selbst und der Installation der Gesamtanlage widmen. **ELV**



Bild 14: Adapterringe sorgen für die Anpassung zwischen LNB und Feedhalter

Schwerpunkt-Projekte

Funktionsgenerator FG 7000

Der FG 7000 ist ein 10MHz-Funktionsgenerator mit hervorragenden technischen Daten und Ausstattungsmerkmalen bei ausgezeichnetem Preis-/Leistungsverhältnis. Im zweiten und abschließenden Teil dieses Artikels werden der praktische Aufbau, die Inbetriebnahme und der Abgleich ausführlich beschrieben.

Universal-Thermostat UT 100

Das neu entwickelte Universal-Elektronik-Thermostat UT 100 im Stecker-Steckdosen-Gehäuse ist in nahezu allen Bereichen einsetzbar, wo eine Temperaturregelung im Heiz- oder Kühlbetrieb erforderlich ist.

Neben dem Einsatz als eigenständiges Gerät kann das UT 100 auch als Ersatz für defekte mechanische Thermostate dienen. Der Temperatursensor ist mit einer 2 m langen Anschlußleitung ausgestattet.

Video-Color-Processor VCP 7003, Teil 3

Der mikroprozessorgesteuerte VCP 7003 bie-

tet umfangreiche Video-Nachbearbeitungs- und Konvertierungsmöglichkeiten.

Der dritte und zugleich abschließende Teil des Artikels beschreibt den Nachbau und die Inbetriebnahme des VCP 7003.

Frequenzzähler FC 7007/7008

Wir stellen zwei universelle Frequenzzähler zur Frequenz-, Perioden- und Pulsbreitenmessung sowie Ereigniszählung vor. Sie verfügen über eine Auflösung von bis zu 8 Stellen und eine maximale Meßfrequenz von bis zu 1300 MHz. Zusätzliche Features, wie zum Beispiel die automatische Referenzfrequenz-Erkennung, lassen kaum einen Wunsch für Frequenzzähler in dieser Preisklasse offen.



PC-Technik

PC-Monitor-Verteiler PMV 100

Für Schulungs- und Demonstrationszwecke besteht häufig der Wunsch, zwei VGA-Monitore gleichzeitig an einem PC zu betreiben. Mit dem PC-Monitor-Verteiler PMV 100 ist das kein Problem. Der PMV 100 wird über ein handelsübliches Monitor-Verlängerungskabel am VGA-Ausgang des Rechners angeschlossen und gibt das Videosignal auf zwei ebenfalls übliche 15polige Sub-D-Buchsen aus.

RS232-Ein-/Ausgabe-Interface

Das universelle Ein-/Ausgabe-Interface wird über eine normale, serielle PC-Schnittstelle bedient. Es bietet die Möglichkeit, einen Tastenblock mit zwölf Tasten abzufragen sowie eine vierstellige 7-Segmentanzeige und ein Relais anzusteuern.

RS232-Opto-Isolator

Soll ein Gerät über die serielle Schnittstelle des PCs bedient, gesteuert oder abgefragt

werden, wobei aber eine direkte elektrische Verbindung aus Isolations- oder Störgründen nicht erfolgen darf, so muß der Datenverkehr über eine galvanisch getrennte Verbindung hergestellt werden.

Genau diese Verbindung realisiert der ELV RS 232 Opto-Isolator mit Hilfe von mehreren High-Speed-Optokopplern bis zu einer Datenrate von 115200 Baud.

RS232-6fach-Multiplexer

Über den neuen RS232-6fach-Multiplexer können bis zu 6 Geräte an einer seriellen Schnittstelle des PCs betrieben werden. Die Durchschaltung des gewünschten Gerätes erfolgt per Software mittels eines Windows- oder DOS-Steuerprogramms.

Damit werden die Nachteile des häufigen Umsteckens am seriellen PC-Port ebenso vermieden, wie der bisher in diesen Fällen notwendige, manuell zu betätigende Umschalter.

Info-Serien

So funktioniert's:

Aus dem All geholt, Teil 3

Im dritten Teil unserer Artikelserie beschäftigen wir uns mit der Zusammenstellung, dem Aufbau und der Inbetriebnahme von Satellitenanlagen sowie der Technik des Sat-Receivers.

Mini-Augen sehen alles - Anwendung und Technik von Mini-Kameras

Miniatur-CCD/CMOS-Kameras haben sich heute schon weite Anwendungsgebiete erobert - Dank ihrer zum Teil sehr geringen Größe auch in Bereichen, an die man noch vor einiger Zeit kaum zu glauben wagte. Wir stellen die Technik dieser Kameras vor und widmen uns ihrer Anwendung sowohl im Sicherheitsbereich als auch im Modellbau, der Modellbahntechnik, der Kfz-Technik und weiteren Gebieten. Ein ausführliches Kapitel

widmet sich der Integration einer Kameraanlage in die häusliche Videotechnik, der Ausgabe- und Anschlußseite also.

Frontplatten selbst erstellt

Dank moderner Computertechnik auch im Heim sowie innovativer Materialien fällt es auch dem Elektronikamateur heute nicht schwer, ansprechende Frontplatten, Beschriftungsfelder usw. selbst herzustellen. Wir zeigen attraktive Wege zur professionellen Frontplatte.

Elektronik-Grundlagen:

PIC-Grundlagen, Teil 7

In diesem Teil der Artikelserie stellen wir ein kleines Programmiergerät für den PIC 16F84 vor. Das Gerät verfügt zusätzlich über einen Adapter, der statt des PIC in die Anwendungsschaltung eingesetzt werden kann und so die sofortige Überprüfung des Programms er-

Mini-Schaltungen

Audio-Input-Selektor

Elektronischer Audio-Umschalter für die Auswahl zwischen vier verschiedenen Stereo-Signalquellen. Der gewünschte Eingang wird mit Tastern angewählt und durch eine zugeordnete LED angezeigt. Die Schaltung eignet sich besonders für den Eigenbau bzw. das Nachrüsten von NF-Verstärkern sowie als Expander für eine zu geringe Anzahl von Audio-Eingängen, z. B. einer Kompaktanlage.

Diebstahlalarm für Sat-Antennen

Wird die Verbindungsleitung (Koaxkabel) zur Sat-Antenne unterbrochen (z. B. durch Demontage des LNBs), schlägt diese kleine Schaltung mittels eines lauten Signaltons „Alarm“. Die Montage des Gerätes ist unproblematisch, sie erfolgt durch einfaches Einschleifen in das Koaxkabel.

Infrarot-Lichtschranke für Alarmanwendungen

Die Infrarot-Lichtschranke bietet eine gezielte und genau lokalisierbare Absicherung von Objekten, z. B. Türen und Fenstern sowohl im Innen- als auch im Außenbereich. So ist eine Alarmauslösung schon möglich, bevor sich ein Eindringling im Haus befindet.

Bohrmaschinen-Regelung für DC-Motoren

Der Drehzahl-Regler wird zwischen Netzteil und Motor (z. B. Klein-Bohrmaschine) geschaltet. Die Motordrehzahl läßt sich stufenlos einstellen. Eine Pulsbreitenregelung sorgt dafür, daß auch im unteren Drehzahlbereich das Drehmoment des Motors erhalten bleibt.

HF-Breitband-Verstärker

Der zur Pegelanhebung im Fernseh- und Satellitenbereich konzipierte HF-Breitband-Verstärker (Ein- und Ausgangsimpedanz 75 Ω) ist in einem HF-dichten Metallgehäuse untergebracht. Durch den Einsatz eines integrierten Verstärker-ICs ist der Nachbau einfach und schnell möglich.

möglicht, ohne den PIC aus dem Programmiergerät entnehmen zu müssen.

Modulationsverfahren, Teil 3

Im dritten Teil dieser Artikelserie setzen wir die ausführliche Beschreibung der verschiedenen Modulationsverfahren fort.

Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 8

Unsere LCD-Stoppuhr aus diesem Heft bekommt eine quartz stabile Takterzeugung, wird anschließend zur normalen Zeituhr umgebaut, und wir beschäftigen uns mit der Technik des Multiplexers.

Faszination Röhre, Teil 13

Wir schließen die Beschreibung des Nachbaus im dreizehnten Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“ ab und stellen anschließend die technischen Daten des Röhrenverstärkers ELV RVV-100 vor.

Modellrakete

Der Countdown läuft ... nach der Zündung zischt die Rakete mit Geschwindigkeiten nahe der Schallgrenze auf bis zu 300 m Höhe. Dann wird die Spitze abgestoßen und die Rakete gleitet am Fallschirm zu Boden... bis zum nächsten Start.

Die pyrotechnischen Treibsätze bzw. die Raketen dürfen von Jugendlichen ab 14 Jahren in Begleitung von Erwachsenen betrieben werden, der Kauf der Treibsätze ist ab 18 Jahren erlaubt. Abgabe der Treibsätze nur gegen schriftl. Bestellung und Vorlage einer Kopie des Personalausweises!

Startset „Bullet Bear“ **54,⁵⁰**
inkl. aller zum Bau nötigen Teile mit Dekorbogen und Startrampe - ohne Treibsatz - **46-300-27**

Audi-Coupé TT

Das neueste Audi-Modell ist ein kompromißlos gestylter, reinrassiger Sportwagen. Ob Tankdeckel, Luftdüsen im Cockpit, Armaturen oder Schaltknüppelknaufl - beim Audi TT ist alles rund.

Ein Auto, das fasziniert! Auf den ersten, auf den zweiten und auf alle folgenden Blicke.

Noch bevor die ersten Originale im Straßenverkehr zu sehen sein werden, erhalten Sie exklusiv und nur bei ELV, das brandneue Modell von Tamiya im Maßstab 1:10.

Sie haben die Wahl zwischen dem Komplettmodell (fahrfertig aufgebaut mit allen Fernsteuerkomponenten, fachmännisch lackiert) und dem Bausatz.

Bausatz:

inkl. Motor Mabuchi 540, mechanische Dreistufenfahrtregler, unlackierte Lexankarosserie, Dekorbogen, bebilderte Aufbauanleitung

289,-
46-337-33

Komplettmodell (fahrfertig):

inkl. 2-Kanal-Fernsteueranlage, Fahrakku und Ladegerät

Best.Nr.: 46-337-35

499,-

▲ Länge: 417 mm / Breite: 176 mm (Radstand: 256 mm)

U-Boot U 47

Vorbildgetreues, dynamisch tauchendes Modell eines Unterseebootes im Maßstab 1:40.

Nach Ende der Bauzeit auf der Germania Werft in Kiel wurde am 17. Dezember 1938 das wohl bekannteste deutsche Unterseeboot in Dienst gestellt. U 47, Baunummer 583.

Bei der Entwicklung dieses Modells der U 47 wurde besonderer Wert auf die absolute Vorbildgetreue und die genaue Wiedergabe der Details dieses Bootes gelegt. Trotz der beachtlichen Länge von über 1,7 m hat das dynamisch tauchende Boot eine hohe Wendigkeit und Schnelligkeit. Somit ergibt sich ein realistisches Fahr- und Tauchbild.

Um die Bauzeit dieses imposanten Modells deutlich zu verkürzen, wurden die Flutschlitze bereits werkseitig hergestellt. Der Modellbauer muß also keine zeitraubenden Bohr- und Fräsarbeiten an diesen Teilen durchführen.

Lieferumfang:

- Druckkörper aus dickwandigem Kunststoffrohr
- O-Ring und Fertigformteile zum Verschluß des Druckkörpers
- Einbauplatte, ausziehbar zum Einbau der Fernsteueranlage und des Antriebs
- Mechanik für Tauchtiefenregulierung
- Faltenbalgdichtungen
- Stevenrohre, Schiffswellen und Schiffsschrauben
- Elektromotoren mit Entstörung
- tiefgezogene ABS-Rumpf- und Turmteile
- vorgefertigte Flutschlitze
- Bauanleitung mit Bauplan

Notwendiges Zubehör U 47:

1 x Fahrtregler ROKRAFT 120 µP WP, 20 A mit BEG
Best.Nr.: 46-343-10 .. 109,-
2 x Bleiakku 6V/4 Ah
Best.Nr.: 46-343-23 29,⁹⁰/Stck

1 x 4-Kanal-FM-Fernsteueranlage Skysport 4, 40 MHz
Best.Nr.: 46-336-29 ... 249,-

1 x Servo S 148
Best.Nr.: 46-315-28 ... 27,⁹⁵

8 x NC-Akku Mignon, 600 mAh für Sender
Best.Nr.: 46-180-52 2,70/Stck.

1 x Lader 6, Leistungsstarkes Universalladegerät zum Laden der Sende- und Antriebsakkus.
Best.Nr.: 46-344-13 59,-

1 x Ladekabel (Sender)
Best.Nr.: 46-315-70 ... 6,50

1 x Ladekabel (Antriebsakku)
Best.Nr.: 46-315-98 6,50/Stck.

◀◀ Länge: 1,70 Meter! ▶▶

599,-
46-343-05



CallManager

Computer
Bild Heft 20/98
Test-Sieger

Minimieren Sie Ihre Telefonkosten durch den neuen anbieterunabhängigen Least-Cost-Router von ELV!

Entwicklung
ELV



Heft 11/98
Gesamtnote:
gut - sehr gut
Preis/Leistung:
sehr gut



Seit dem 01.01.98 gibt es neben der Deutschen Telekom zahlreiche andere Anbieter, die teilweise zu erheblich günstigeren Konditionen, um die Gunst der Kunden ringen. In kürzester Zeit ist ein Anbieter- und Tarifdschungel entstanden, in dem sich kaum noch jemand zurechtfindet. Täglich drängen neue Anbieter auf den Markt, werden neue Tarifstrukturen erdacht, ändern sich Konditionen usw.

Wie aber können Sie trotz dieses Wirrwarrs von der Konkurrenzsituation profitieren und Geld sparen?

Minimieren Sie Ihre Telefonkosten durch den neuen anbieterunabhängigen Least-Cost-Router von ELV!

- Kostenersparnis durch automatische Selektion des jeweils günstigsten Anbieters pro Anruf
- Kein zeitraubendes Studieren der Tariftabellen der diversen Anbieter
- Kein lästiges Eingeben der Anbieterkennzahlen
- Aktualisierung der Daten bei neuen Anbietern oder neuen Tarifen erfolgt online per Telefon für nur ca. DM 0,97 (zzgl. Telefongebühren für den Download der Daten) pro Datenabgleich! Keine Vertragsbindung!
- Für alle herkömmlichen (analogen) Telefonanschlüsse geeignet

Weitere Leistungsmerkmale:

- Zeigt während des Gespräches den automatisch ausgewählten Anbieter, die Gesprächsdauer und die laufenden Gebühren an
- Speichert die letzten 50 Anrufe mit folgenden Daten: Rufnummer, Datum, Zeit, Anbieter, Gesprächsdauer und -kosten
- Bis zu 8 unterschiedliche Anbieter können gleichzeitig verwaltet werden, bis zu 90 insgesamt
- Mehrstufiges Fallback-Verfahren: Ist das Netz des ausgewählten Anbieters überlastet, wählt das Gerät automatisch den nächst günstigen Anbieter (usw.) aus
- Die Aktualisierung der Daten (Entfernungsstabellen, Tarifstrukturen, Provider usw.) erfolgt online durch ein unabhängiges Service-Center
- Datenschutz und Datensicherheit: Keine Übertragung und keine Speicherung persönlicher Daten
- Volles Kostenmanagement durch übersichtliche Anzeige der angefallenen Gebühren, gesamt und je Anbieter
- Einfache und übersichtliche Parametereinstellung mittels 3 Gerätetasten (bzw. über das Tastenfeld Ihres Telefons) und großem 2-zeiligen Display.
- Einfacher Anschluß mit dem beiliegenden TAE-N-Kabel an Ihre vorhandene Telefonanschlußdose (BZT-Zulassung), kein Netzanschluß erforderlich.

149,-
46-324-24

Sie sind immer auf dem laufenden ...

o.tel.o
04:59 0,66

► Anbieter, Gesprächsdauer, Gesprächsgebühren

Ein Maximum an Komfort ...

Update am
22:45 12.04

► Nächstes Update erfolgt am 12.04. um 22.45 Uhr

... und Transparenz ...

Update läuft -----

► Aktualisierung der Daten ist aktiv

Volle Kostenkontrolle ...

ARCOR
55,32

► Anbieter und aufgelaufene Gebühren

* Der kostengünstigste Anbieter ist abhängig von Ihren Telefongewohnheiten (Anzahl der Nah- und Ferngespräche, gesamtes Gesprächsaufkommen pro Monat, Länge der einzelnen Gespräche, etc.) und wird maßgeblich von der Auswahl der freigeschalteten Anbieter mitbestimmt. Der CallManager kann natürlich nicht alle Kombinationsmöglichkeiten und Rabattstrukturen abbilden, die evtl. notwendig wären, um in jedem Falle den billigsten Anbieter zu garantieren. Das Gerät optimiert Ihre Telefonkosten unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen.