

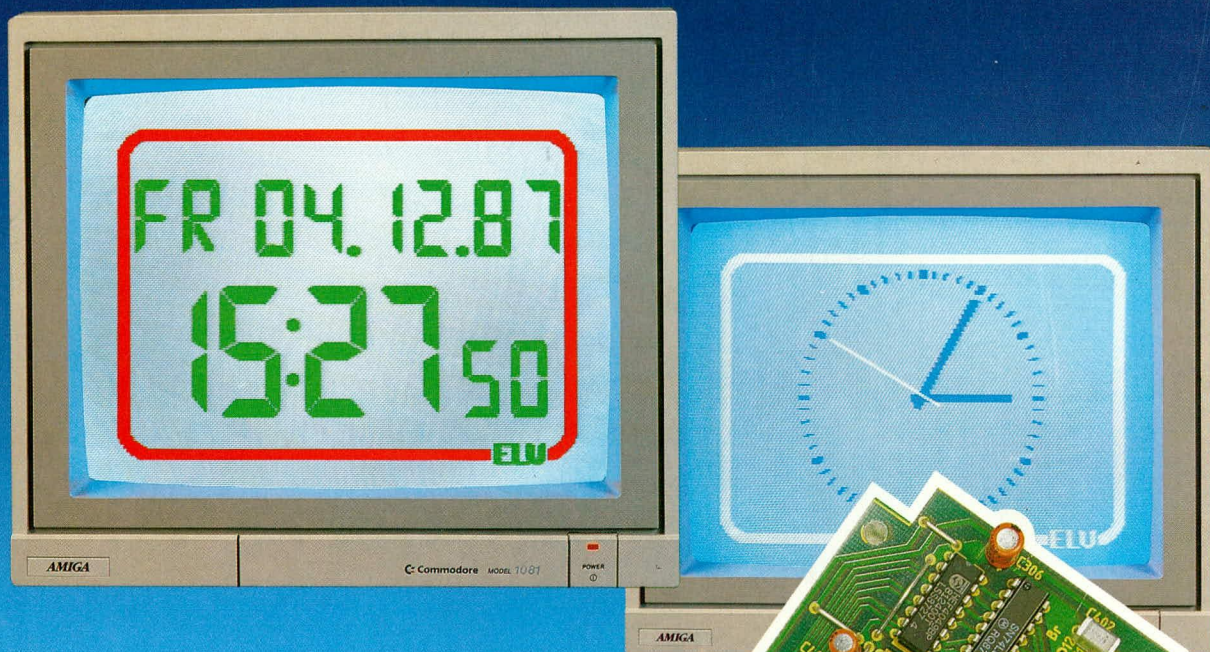
ELV *journal*

Nr. 56

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,80



**Funkuhrensystem
für C 64 / 128
und
IBM-PC-XT/AT**



Mit
Platinenfolien

In dieser
Ausgabe:

Akustik-Telefon-
Fernüberwachungs-
system ATF 1000

ELV-Serie 7000:
Feuchte-Temperatur-
Schaltssystem FTS 7000

Video-Copierschutz-
Decoder VCD 1000

FBAS-TTL-Konverter

ELV-Serie
Modellbahn-Elektronik:
Mikroprozessor-Fahr-
und Schaltsystem
Monolith 16, Teil 4

Grundlagen der
Empfangstechnik,
Teil 5

Funkuhrensystem
für C 64/128 und
IBM PC-XT/AT,
Teil 3

Supraleitung - Strom
ohne Widerstand,
Teil 2

Laser-Signal-
Übertragung, Teil 3

Laser-Signal-Übertragung

Informationsübertragung per Laserstrahl

Teil 3

Ausgehend von den in den beiden vorhergehenden Artikeln beschriebenen Möglichkeiten im Zusammenhang mit der Laser-Signal-Übertragung wird hier die konkrete Schaltung zur Modulation des ELV-Lasers vorgestellt.

Gernot Stoffel
Bonn

Die Stabilisierung des Lasers

Wie bereits dargelegt, wird bei gesteuerter Stabilisierung einer Laser-Gasentladung ein Teil der Ballastspannung statt durch Vorwiderstände an einem geeigneten Transistor hervorgerufen. In Bild 4 ist das entsprechende Schaltbild des Lasernetzteils gezeigt. Beim Vergleich mit dem im „ELV-journal“ 52 auf der Seite 43 veröffentlichten Schaltbild ist zu erkennen, daß sich die Veränderungen hauptsächlich auf die Einfügung einer Konstantstromquelle konzentrieren. Die Funktionsweise dieses Schaltungsteils ist wie folgt:

An der Basis von T 7 steht eine über D 28 möglichst genau stabilisierte Referenzspannung von 8,2 V an. Am Emitter-Widerstand R 103 ergibt sich daher ein um die Basis-Emitter-Spannung verminderter Spannungsabfall von ca. 7,75 V (bei Endtemperatur).

Der diesen Spannungsabfall hervorrufofende Strom speist sich fast ausschließlich aus dem Kollektor-Stromkreis und damit aus der Laserröhre (einen weiteren, wenn auch vergleichsweise geringen Beitrag stellt der um den Stromverstärkungsfaktor von T 7 verminderte Basis-Emitter-Strom dar). Zwischen Kollektor und Emitter stellt sich somit automatisch der richtige Spannungsabfall ein (ca. 150 V bei 5 mA bis hin zu ca. 350 V bei 3 mA).

Bei einer maximalen Verlustleistung von ca. 1 W wird T 7 hierbei nicht sonderlich stark beansprucht. Dennoch wurde ein Kühlkörper vorgesehen, da Messungen einen relativ starken Temperaturgang von ca. 0,7 ‰ pro Grad ergaben. Das Nachdriften des Röhrenstromes reduziert sich durch den Kühlkörper auf etwa 0,25 mA und ist relativ schnell beendet, d. h. im Einschaltmoment ist der Röhrenstrom ca. 0,25 mA niedriger

als im Normalbetrieb, wenn der Transistor nach einigen Minuten seine Betriebstemperatur erreicht hat.

D 29, D 30 schützen T 7 vor Überspannungen ab 400 V und dürfen keinesfalls weglassen werden, denn bei jedem Zünden der Laserröhre tritt ein Strom/Spannungsstoß auf, wodurch der Transistor rasch zerstört würde. Nachweisbar ist dieser Stromstoß z. B. durch eine zu D 29, D 30 in Reihe geschaltete LED (Katode \triangle Pfeilspitze weist in Richtung der Schaltungsmasse).

Strombestimmendes Element ist der Emitter-Widerstand R 103. Der für einen bestimmten Röhrenstrom erforderliche Wert läßt sich nach der Formel $R = U/I$ leicht berechnen. Zu berücksichtigen ist hierbei aber auch der Basisstrom von T 7, welcher ebenfalls über R 103 fließt. Er ändert sich zwischen 0°C und 100°C von ca. 9 auf 4% vom Kollektorstrom und muß hinzuaddiert werden

(U_{BE} sinkt im genannten Temperaturbereich von ca. 0,65 V auf ca. 0,45 V).

Für den Sollstrom von 5,0 mA ergibt sich ein optimaler Widerstandswert von 1,47 k Ω (Reihe E-96). Der gängigere Wert von 1,50 k Ω führt zu ca. 4,9 mA, wobei sich diese Angaben auf die Endtemperatur des Gerätes beziehen. Bei Zimmertemperatur liegt der Strom zunächst um 0,2 bis 0,25 mA niedriger.

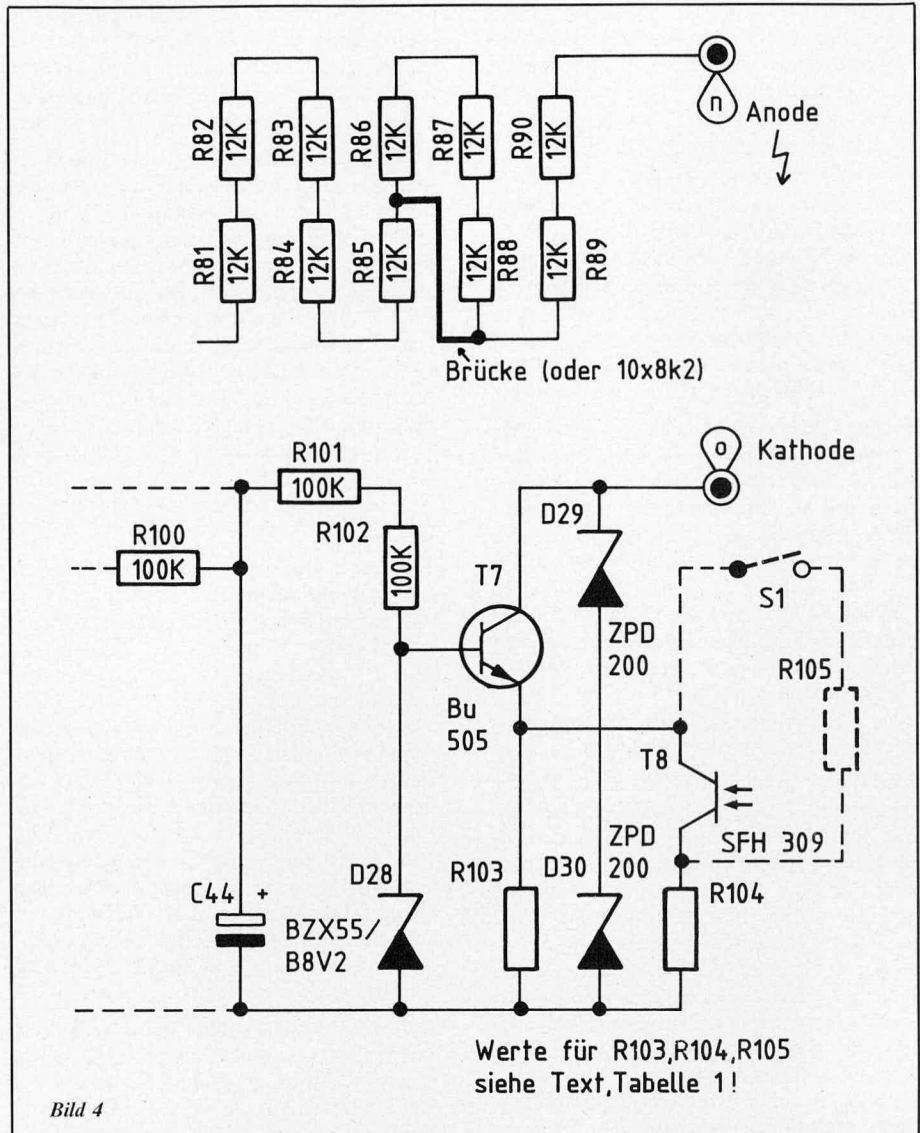
Wichtig ist, daß Röhrenströme von über 5,2 mA vermieden werden sollten, da diese die Röhrenlebensdauer bereits beeinträchtigen können. Für D 28 wurde nicht zuletzt deshalb ein ungewöhnlich eng toleriertes Bauelement von 2 % gewählt, damit sich der Anwender auf die genannten Widerstandswerte verlassen kann.

Vorteile der Stabilisierung

Neben dem mühelosen Auffang von Netzspannungsschwankungen bis etwa ± 15 V (in Deutschland im allgemeinen ein eher theoretisches Problem) vermindert die diskutierte Schaltung die Anfälligkeit des Lasers gegen Netz-Störimpulse, die normalerweise Laseraussetzer verursachen. Kennlinien-toleranzen der Röhre werden vollständig ausgeglichen. Darüber hinaus wird das Zündverhalten insbesondere heißer Röhren erheblich verbessert.

Für alle Laserröhren gilt die Faustregel, daß sie nicht bei Umgebungstemperaturen (im Gehäuse gemessen) von über 50°C betrieben werden sollten. Aufgrund des außerordentlich geringen Wirkungsgrades z. B. bei Helium-Neon-Laserröhren und der damit verbundenen hohen Verlustleistung läßt sich dies jedoch nicht immer erreichen. Man sollte sich allerdings darüber klar sein, daß eine Temperaturerhöhung um 20 K auf 70°C sowohl die Lebensdauer (wenn auch nur geringfügig) als auch insbesondere das Zündverhalten in heißem Zustand beeinträchtigen kann.

Trotz sehr genau eingehaltener Betriebsparameter ist das Zündverhalten einzelner Laserröhren recht individuell und kann mitunter zu Problemen führen. Dies gilt auch für den besonders eng tolerierten und hochwertigen ELV-Röhrentyp (Kennlinienschwankungen meist weit unter 1 % bei sehr gut eingehaltener Ausgangsleistung von im Mittel 1,8 mW, ± 10 %) und macht sich im Zweifelsfall durch längeres Flimmern der Gasentladung vor dem eigentlichen Zündvorgang bemerkbar. Der Grund hierfür ist, daß bei rein ohmscher Erzeugung der Ballastspannung die Zündspannung immer nur bis zur untersten Zündschwelle steigen kann. Ein gewisser Energiebedarf während des eigentlichen Zündvorgangs wird daher oft nicht schnell genug durch Nachlieferung gedeckt. Außerdem ist dem Ausgang der Kaskadenschaltung die Eingangs-Wechselspannung überlagert, wodurch die Zündbedingungen oft bereits während des beginnenden Kippvorgangs wieder unterschritten werden. Als Folge ergibt sich das besagte Flimmern, bis eine besonders günstige Konstellation von Eingangsspannungsphase, Kondensatorladungen usw. zum Zündvorgang führt. Durch maßgeschneiderte Bestückung der Kaskadenschaltung mit zur



Werte für R103, R104, R105 siehe Text, Tabelle 1!

Bild 4

Ausgangsseite kleiner werdenden Kapazitäten oder Parallelschaltung eines einzelnen 10-kV-Kondensators kann diese Tendenz vermindert werden – allerdings mit entsprechend größerem Aufwand.

Die Stabilisierungsschaltung behebt dieses Problem, da sich an T 7 während des Zündspannungsaufbaus infolge des fast unmeßbar kleinen Stromflusses eine beträchtliche Spannungsdifferenz herausbildet, die während des Zündens quasi als Reserve zur Verfügung steht. Auch der verkleinerte ohmsche Vorwiderstand (auch Ballast-Widerstand genannt) wirkt sich günstig aus, denn hierdurch folgt eine geringere Zunahme des Spannungsabfalls während des Zündprozesses. Das Ergebnis ist, daß auch problematische Röhren meist auf Anhieb, ohne jedes Flimmern, gezündet werden.

Hauptvorteil der Stabilisierungsschaltung ist jedoch die nachfolgend beschriebene Modulationsmöglichkeit.

Modulierbarkeit des Lasers

Hierzu ist R 103 so zu vergrößern, daß sich ein möglichst geringer, aber noch stabiler Röhrenstrom einstellt.

Durch Parallelschalten eines Fototransistors (T 8, Typ SFH 309) einschließlich eines Reihenwiderstands kann dieser Strom dann, abhängig von der auffallenden Lichtmenge,

Tabelle 1:

Röhrenstrom und Modulationsgrad in Abhängigkeit von R 103 (Reihe E 96; Metallfilm 1 %) Gehäuselufttemperatur 50°C; Wärmewiderstand Transistor 50°/W

R 103	I (mA) Leerlauf	R 104 \geq	Modulationshub	R 105 (optional)
2K49	2,98	3K40	+40%	165 R
2K43	3,05	3K48	+38%	215 R
2K37	3,13	3K65	+36%	191 R
2K32	3,20	3K74	+34%	243 R
2K26	3,28	3K92	+32%	255 R
2K21	3,36	4K12	+30%	237 R
2K15	3,45	4K32	+28%	287 R
2K10	3,53	4K53	+26%	324 R
2K05	3,63	4K75	+24%	392 R
2K00	3,71	5K11	+22%	383 R
1K96	3,79	5K36	+20%	453 R
1K91	3,88	5K76	+18%	549 R
1K87	3,96	6K19	+16%	590 R
1K82	4,04	6K81	+14%	732 R
.
.
.
1K54	4,77	—	—	—
1K50	4,89	—	—	—
1K47	5,00	—	—	—
1K43	5,11	—	—	—

Berechnung von R 105 für andere (größere) Werte von R 104:

$$R 105 \geq \frac{R 103 \times 1K466}{R 103 - 1K466} - R 104$$

vergrößert werden. Der Reihenwiderstand R 104 dient hierbei zur Begrenzung des maximal möglichen Stromes. Er wird so bemessen, daß der Röhrenstrom bei voller Durchsteuerung von T 8 5,1 mA nicht übersteigt. Bis zum Nennstrom von 5,0 mA arbeitet T 8 dann nahezu linear.

Soll der Laser des öfteren zwischen Normal- und Modulations-Betrieb umgestellt werden, kann parallel zu T 8 ein zuschaltbarer Widerstand (R 105, S 1) angebracht werden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, schnell zwischen Modulationsmodus und Soll-Strahlstärke umzuschalten (Soll-Strahlstärke: T 8 unbeleuchtet und S 1 geschlossen).

Tabelle I zeigt in Abhängigkeit von R 103 die optimalen Werte für R 104 sowie den optionalen Parallelwiderstand R 105 auf. Wichtig ist hierbei, daß die angegebenen Widerstandswerte zwar geringfügig überschritten, aber möglichst nicht unterschritten werden können bzw. sollten. Ein Zugriff auf die eng gestaffelte Reihe E-96 kann bei dem für Laser geltenden Genauigkeitsgebot kaum vermieden werden. Ggf. können die entsprechenden Widerstandswerte durch Reihen- oder Parallelschaltung von Widerständen der Reihe E-12 hergestellt werden.

Damit die Modulierung des Lasers über die steuerbare Stromquelle bestehend aus T 7 mit Zusatzbeschaltung im gewünschten Bereich überhaupt vorgenommen werden kann, muß an T 7 ein entsprechend hoher Spannungsabfall entstehen können. Wesentlich ist daher das Kurzschließen der 3 Vorwiderstände R 86, 87, 88, welches am einfachsten durch eine kurze enganliegende Drahtbrücke an der Platinenunterseite erfolgt. Im Nennbetrieb wird der an diesen 3 Vorwiderständen aufgetretene Spannungsabfall jetzt auf T 7 verlagert, der nun eine Steuerungsmöglichkeit bietet.

Obwohl es wünschenswert wäre, läßt sich der Röhrenstrom über R 103 nicht beliebig verkleinern (bestmöglicher Modulationsgrad!). Vielmehr existiert ein unscharf definierter, konkret röhrenabhängiger unterer Grenzstrom, bei dem die Gasentladung instabil wird (sehen Sie hierzu auch im Grundlagenartikel in „ELV-journal“ Nr. 55 die Diskussion der Laserkennlinie). Mit Annäherung an diesen Wert (durch Vergrößern von R 103) wird der Laser zunehmend anfällig gegen kleine, schließlich kleinste Netzimpulse. Am Ende verursacht bereits ein Annähern etwa einer Hand an den Röhrenaussgang Aussetzer, und die Zündsequenz dehnt sich zunehmend aus.

Wie nah man sich an den umschriebenen Grenzstrom letztlich heranwagt, ist eine Frage der angestrebten Betriebszuverlässigkeit sowie der lokalen Netzbedingungen. Für Modulationsbetrieb sind Aussetzer besonders unvorteilhaft. Ein gewisser Sicherheitsabstand zum Mindeströhrenstrom ist daher unverzichtbar. Zu berücksichtigen ist hier, daß sich die Anfälligkeitsschwelle mit der Netzspannungsqualität ändert und außerdem mit der Röhrentemperatur ansteigt.

Bild 2 zeigt die aufwendig ermittelten Betriebskurven der ELV-Laserröhre. Man erkennt, daß der untere Grenzstrom etwa um einen Mittelwert von 3,1 mA + 0,3 mA/

-0,5 mA schwankt. Als sicher kann daher im allgemeinen ein Betriebsstrom ab etwa 3,5 mA gelten. Röhrenabhängig liegt er zum Teil erheblich niedriger. Dies müßte aber bei jeder Röhre individuell ausprobiert werden.

In kritischen Anwendungen sind auch ein größerer Sicherheitsabstand und damit höhere Leerlaufströme angeraten. In erster Linie hängt dieses von den lokalen Gegebenheiten des Versorgungsnetzes ab. Störverbraucher wie geschaltete Induktivitäten (Kühlschränke/Leuchtstofflampen), Hochlastverbraucher, Phasenanschnittschaltungen können selbst bei Nennstrom von 5,0 mA Lichtaussetzer hervorrufen. Dies ist bei praktisch allen netzbetriebenen HeNe-Lasern ein Problem. Durch Vorschalten eines geeigneten kleinen Netzfilters läßt es sich im Zweifelsfall aber leicht in den Griff bekommen.

T 8 wird über eine geeignete Infrarot-Leuchtdiode angesteuert (ideal: Typ SFH 409, $I_{max} = 100$ mA). Diese wird zur sicheren galvanischen Trennung der Signalquelle über ein mindestens 15 mm langes, möglichst undurchsichtiges Plastikröhrchen mit T 8 gekoppelt. Diese Mindestlänge ist aufgrund der hohen Zünd- und Betriebsspannungen des Lasers unbedingt einzuhalten. In der von ELV gewählten Konstruktion wird sogar ein Plexiglasröhrchen mit einer Länge von 70 mm eingesetzt, das geringfügig aus dem Metallgehäuse des Lasernetzteils herausragt. Die Ansteuer-LED kann dann von außen in das Röhrchen eingesteckt werden, wodurch sich eine hohe Berührungssicherheit ergibt.

Die Signale können über einen geeigneten Vorwiderstand direkt an die LED gelegt werden (Beispiel: Abstand LED zu T 8 = 7 mm ergibt einen Vorwiderstandswert von 580 Ω bei einem Signalspannungsbereich von 1 V bis 5 V - Bild 5).

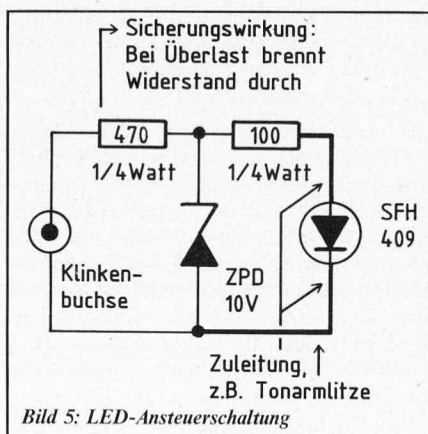


Bild 5: LED-Ansteuerschaltung

In Bild 2 erkennt man ein unlineares Anwachsen der Ausgangsleistung mit dem Röhrenstrom. Die Abweichungen sind aber gering, so daß auch ohne Korrekturglieder (insbesondere bei geringem Modulationsgrad) bereits eine passable Übertragung von Analog-Signalen möglich ist. Für größere Sendestrecken sind aber die im Grundlagenartikel in „ELV-journal“ Nr. 55 gemachten Einschränkungen zu beachten, die sich mit der Beschreibung optischer Störphänomene befassen.

Durch einfache Kompensationsschaltungen im Sende- oder Empfangsteil könnte die Un-

linearität weitgehend abgestellt werden. Für eine besonders lineare Signalübertragung sollte man ohnehin auf frequenzmodulierte Signale zurückgreifen.

Der Frequenzbereich der Schaltung reicht bis etwa 100 kHz. Mit der Annäherung an diese Grenze reagiert die Schaltung zunehmend träge auf die Modulation, d. h. der Modulationsgrad geht zurück, und die Verzerrungen der übertragenen Signale steigen überproportional an. Bei digitaler Ansteuerung und geeigneter Auffrischung im Empfänger sind aber auch höhere Signalfrequenzen realisierbar.

Zum Nachbau

Auf das Überbrücken von 3 Vorwiderständen (R 86, 87, 88) wurde bereits eingegangen. Anstelle dieser Überbrückung könnten auch alle 10 Ballastwiderstände gegen den Typ 8,2 k Ω ausgetauscht werden.

Besondere Sorgfalt ist auf die korrekten Werte von D 28 und R 103 zu verwenden, da eine fehlerhafte Bestückung Röhrenströme bis 6,5 mA und damit sehr raschen, überproportionalen Röhrenverschleiß zur Folge haben kann. Auch der seitenrichtige Einbau von T 7 ist nochmals zu prüfen. Zu beachten ist weiterhin, daß die Schaltung nie ohne D 29, D 30 oder ohne korrekt angeschlossene Röhre in Betrieb genommen werden darf. Soll D 28 aus eigenem Vorrat bestückt werden, so sollte zunächst eine genaue Messung ihrer Zenerspannung bei 1,5 mA durchgeführt werden. Die in der Tabelle I angegebenen Widerstandswerte müssen dann mit einem Faktor multipliziert werden, der sich wie folgt ergibt: Gemessene Dioden-Stabilisierungsspannung/8,172 V. Es wird aber darauf hingewiesen, daß sich der angegebene Diodentyp BZX 55/B 8 V 2 auch deshalb so gut eignet, weil er im fraglichen Stromgebiet einen besonders geringen differentiellen Innenwiderstand aufweist.

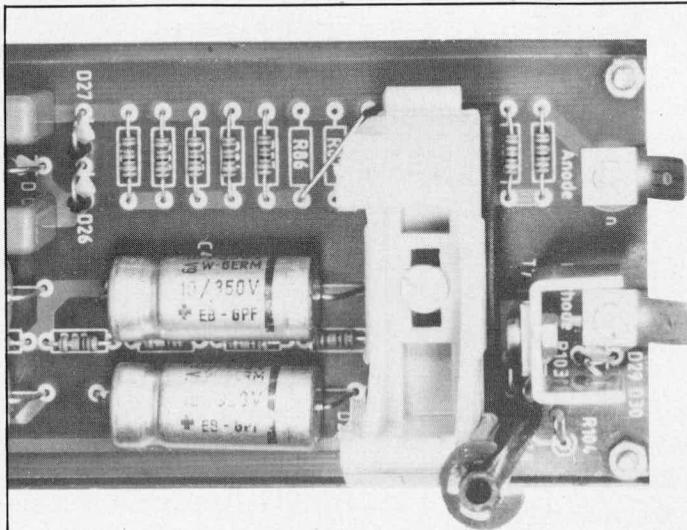
In Bild 6 ist der geänderte Bestückungsplan unter Berücksichtigung des in Bild 4 gezeigten Schaltbildes des Lasernetzteils dargestellt.

Die Bestückung wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Ist bereits die ursprüngliche Version aus dem „ELV-journal“ Nr. 52 aufgebaut, so sind die entsprechenden Brücken wieder zu entfernen und danach die neuen Bauteile zusätzlich einzusetzen.

Die Ankopplung der Senderdiode an den Fototransistor T 8 im Lasernetzteil erfolgt aus Sicherheitsgründen über ein ca. 70 mm langes Plastikröhrchen, das senkrecht über T 8 gesetzt und verklebt wird. Im Gehäuseoberteil ist an entsprechender Stelle eine 5-mm-Bohrung anzubringen, durch die das Plastikröhrchen ca. 2 bis 3 mm aus dem Gehäuseoberteil hervorsteht. Eine kleine Kerbe, mit einem Sprengring versehen, sichert das Röhrchen zusätzlich gegen Herausziehen. Zur Fixierung wird dieses Röhrchen zusätzlich mit der vorderen Röhrenhalterung verklebt (Cyanacrylat-„Sekundenkleber“).

In Abbildung 7 ist die mechanische Konstruktion der Zusatzschaltung bei abgenommenem Gehäuseoberteil gezeigt.

Soll das Gerät mit der Umschaltoption ausgestattet werden (R 105, S 1), ist zu beachten,



Teilansicht des ELV-Lasernetzteils mit Modulationsschaltung

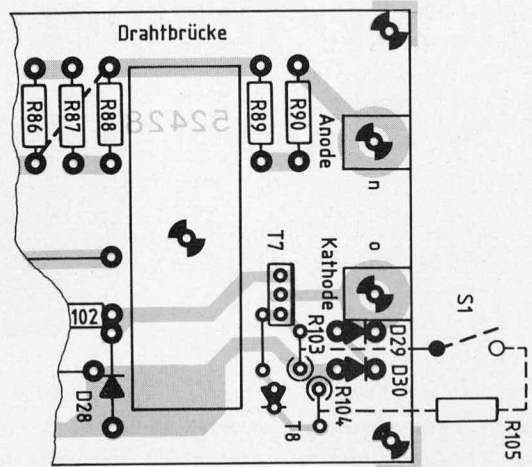


Bild 6: Bestückungsplan auszugsweise zu der in Bild 4 gezeigten Veränderung des Schaltbildes des ELV-Lasernetzteils

daß die entsprechenden Bauelemente mit ausreichenden Sicherheitsabständen zu anderen Bauteilen innerhalb des Gehäuses angeordnet werden. Keinesfalls dürfen Schalter oder sonstige Leitungen aus dem Lasergehäuse herausgeführt werden wegen der sehr hohen Zünd- und Betriebsspannungen. Ein Umschalten von S 1 ist daher nur bei ausgeschaltetem Gerät und anschließend abgenommenem Gehäuseoberteil möglich. Bevor jedoch das Gehäuseoberteil entfernt wird, sollte das Gerät bereits einige Minuten vom Netz getrennt sein, damit sich die Kondensatoren weitgehend entladen konnten.

Nachdem das Gehäuseoberteil aufgesetzt und verschraubt wurde, d. h. sich der Laser wieder in einwandfreiem, betriebsbereitem Zustand befindet, kann durch Einstecken einer Senderdiode in die obere Öffnung des Plastikröhrchens die Modulation des Lasers vorgenommen werden. Durch richtiges Voreinstellen des Ansteuerstrombereichs läßt sich die Stromsteuerung im Lasernetzteil hierbei in einem recht gut linearen Bereich halten. Besser ist es jedoch, nur rein digitale Signale zu übertragen, die z. B. frequenzmoduliert werden können.

Abschließend wollen wir nochmals ausdrücklich darauf hinweisen, daß die Schaltung nur von Profis aufgebaut und in Betrieb genommen werden darf, die aufgrund ihrer

Ausbildung dazu befugt sind. Die entsprechenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind sorgfältig zu beachten.

Zur Sicherheit

Es wurde bereits in der Vorstellung des Laserbausatzes („ELV journal“ Nr. 52) auf die mit der hohen Laser-Betriebsspannung einhergehende Gefahr und auf das unbedingte Einhalten der einschlägigen VDE- und sonstigen Bestimmungen hingewiesen.

Eine Besonderheit von HeNe-Netzschaltungen soll hier jedoch nicht verschwiegen werden. Diese besteht darin, daß eine Berührung spannungsführender Bauteile anodenseitig unweigerlich heftige elektrische Schläge und evtl. eine Beschädigung der inneren Transformatorisolation zur Folge hat (wobei allerdings wegen des hohen Schaltungsinnenwiderstandes nur eingeschränkt gefährliche Körperströme auftreten können). Berührungen an der Kathodenseite sind hingegen im allgemeinen kaum spürbar. Ein Katodenpotential gegen Erde ist nur über Glimmlampen oder hochempfindliche Meßgeräte überhaupt nachweisbar (im allgemeinen -100 bis -200 V). Der hierbei wirksame Innenwiderstand ist aber so groß, daß diese Spannung bereits durch den üblichen Meßgeräteinnenwiderstand von 10 M Ω nahezu vollständig kurzgeschlossen wird.

Es ist deshalb im allgemeinen ohne Gefährdung möglich, katodenseitig an Laserschaltungen zu arbeiten (Achtung: nicht in jedem Fall ungefährlich, da schaltungsabhängig), R 103 also z. B. zum Einmessen durch einen Spindeltrimmer zu ersetzen (Anfangseinstellung: 2 k Ω) und den Röhrenstrom über ein Strommeßgerät zu führen (wohlgemerkt: **nur** katodenseitig!). Hierdurch werden eine Reihe von Arbeiten erleichtert. Befürchtungen von Meßgeräteüberlastungen durch zu hohe Erdpotentiale bestehen üblicherweise nicht. Ganz wesentlich ist es in diesem Zusammenhang, zu beachten, daß im Betrieb der Laserstromkreis auf gar keinen Fall unterbrochen werden darf.

Der Vollständigkeit halber wollen wir in diesem Zusammenhang nochmals eingehend darauf hinweisen, daß der ELV-Laser ausschließlich im betriebsbereitem Zustand im ordnungsgemäß geschlossenen Gehäuse in Betrieb genommen werden darf. Die vorstehend aufgeführten Messungen am geöffneten Gerät (nur über einen vorgeschalteten Trenntrafo) dürfen selbstverständlich nur unter Laborbedingungen von Fachleuten vorgenommen werden. Neben der Laser-Hochspannung liegt immerhin im Gerät unter anderem die zum Teil ungeschützte Netzspannung an. Die VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind zu beachten.

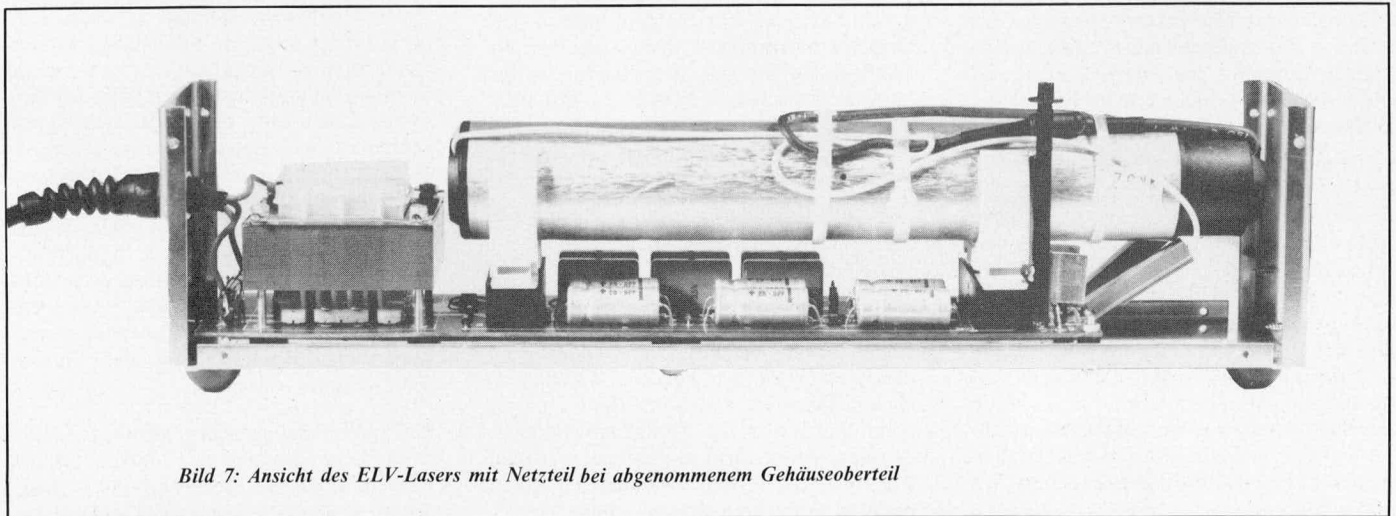


Bild 7: Ansicht des ELV-Lasers mit Netzteil bei abgenommenem Gehäuseoberteil

Feuchte-Temperatur-Schaltsystem

FTS 7000



Eingebaut in ein Gehäuse der ELV-Serie 7000 werden auf 2 3stelligen Digitalanzeigen die aktuellen Meßwerte einer Feuchte- und einer Temperaturmeßstelle gleichzeitig angezeigt. Für jede Meßstelle kann unabhängig die Ein- und Ausschaltswelle in weiten Bereichen programmiert werden, wobei auch eine Verknüpfung der Meßstellen untereinander möglich ist. 3 Schaltausgänge stehen für Steuerzwecke zur Verfügung. Hierdurch erschließen sich dem Gerät eine Vielzahl unterschiedlichster Anwendungen im Bereich der Meß-, Überwachungs- und Regelungstechnik.

Allgemeines

Vielfach besteht der Wunsch, sowohl die Temperatur als auch die relative Luftfeuchte zu messen und anschließend die gewonnenen Daten zu Steuerungszwecken einzusetzen bzw. das Meßsystem selbst in einen Regelkreis einzubinden.

Bei der Temperaturmessung ist dies im allgemeinen kein Problem, hingegen ist eine qualifizierte Feuchtemessung schon bedeutend anspruchsvoller, besonders wenn man auf reproduzierbare und hinreichend genaue Meßergebnisse Wert legt. Hier zeichnet sich die bereits von ELV seit 1985 mit großem Erfolg eingesetzte mikroprozessorgestützte Meßsignallinearisation und -verarbeitung zur Auswertung der vom Feuchtesensor kommenden Signale aus. Dem zugrunde liegen aufwendige rund 2 Jahre andauernde Meßreihen und Untersuchungen, die das Verhalten der von ELV eingesetzten Feuchtesensoren analysieren. Durchgeführt wurde dies von der Arbeitsgruppe Ökochemie und Umweltanalytik der Universität Oldenburg.

Die so gewonnenen Erkenntnisse wurden in Daten umgesetzt, die es einem Mikroprozessor ermöglichen, aus den vom Feuchtesensor und vom zugeordneten Temperatursensor kommenden Meßwerten über eine entsprechende Verarbeitung die Anzeige des entsprechenden Meßwertes zu erzeugen. Im Rahmen der angegebenen Spezifikationen hat der Anwender eine hohe Sicherheit, daß die ausgegebenen Meßwerte im Bereich der zulässigen Toleranzen liegen.

Es ist naheliegend, zur präzisen und individuellen Regelung oder Steuerung ein Mikroprozessorsystem einzusetzen, bei dem nicht allein die Meßwerterfassung und -verarbeitung, sondern zusätzlich die Programmiermöglichkeiten der Schaltschwellen im Gesamtsystem integriert sind. Ein entsprechend komfortables und vielseitiges Feuchte-Temperatur-Meß- und Schaltsystem wurde im ELV-Labor entwickelt, und zwar auf der Basis der inzwischen seit mehreren Jahren bewährten Meßwerterfassung im Rahmen der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000.

Da sowohl die Einschalt- als auch die Ausschaltswellen von Feuchte- und Temperaturmeßstellen vollkommen unabhängig voneinander programmierbar sind, eröffnen sich dem System eine Vielzahl unterschiedlichster Anwendungen im Bereich der Meß-, Überwachungs- und Regelungstechnik.

Bedienung und Funktion

Auf der Frontseite des Feuchte-Temperatur-Schaltsystems FTS 7000 befinden sich 2 Digitalanzeigen mit jeweils 3 Digit zur Anzeige der relativen Luftfeuchte sowie der Temperatur. Unter jedem Display sind 2 Taster zur Anwahl der oberen bzw. der unteren Schaltschwelle angeordnet.

Ohne die Betätigung einer Taste zeigen die beiden Displays die aktuelle Luftfeuchte sowie die aktuelle Temperatur an.

Wird eine der 4 Tasten für die obere bzw. untere Schaltschwelle kurz gedrückt, erscheint auf dem betreffenden Display der zugehörige Schaltschwellenwert. Durch erneute Betätigung desselben Tasters wird wieder der aktuelle Meßwert angezeigt bzw. automatisch ohne weitere Tastenbetätigung nach 20 Sekunden.

Zur Veränderung der Schaltschwellen wird zunächst ebenfalls eine der 4 Tasten für die obere bzw. untere Schaltschwelle kurz gedrückt. Mit den beiden rechts neben den Displays angeordneten Tastern „auf/ab“ ist jetzt eine Änderung des betreffenden Wertes möglich. Zwischen den einzelnen Tastenbetätigungen sollten die Pausen 20 Sekunden nicht überschreiten, da sonst die Anzeige wieder zum aktuellen Meßwert zurückkehrt.

Auf eine Besonderheit sei in diesem Zusammenhang hingewiesen:

Einzelne kurze Tastenbetätigungen lassen das betreffende Display jeweils um ein Digit (0,1% bzw. 0,1 K) aufwärts oder abwärts zählen. Sollen jedoch größere Änderungen durchgeführt werden, hält man die entsprechende Taste fest, wobei innerhalb von wenigen Sekunden die Zählgeschwindigkeit deutlich erhöht wird, so daß relativ schnell jeder beliebige im definierten Bereich liegende Wert angefahren werden kann.

Mikroprozessorgesteuertes programmierbares Feuchte-Temperatur-Meß- und Schaltsystem

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß die obere Schaltschwelle auch tatsächlich einen um mindestens 0,1% bzw. 0,1 K höheren Wert als die untere Schaltschwelle aufweisen muß, wobei durch die Software des Mikroprozessors eine Fehlbedienung ausgeschlossen ist. Wurde z. B. als obere Schaltschwelle 26° C und als untere Schaltschwelle 25° C eingestellt, und soll dies geändert werden auf 21° C/22° C, so muß zunächst die untere Schaltschwelle von 25° C auf 21° C verschoben werden, bevor die obere Schaltschwelle von 26° C auf 22° C geändert werden kann. Würde hingegen zunächst versucht werden, die obere Schaltschwelle von 26° C auf 22° C zu senken bei noch unveränderter unterer Schaltschwelle von 25° C, so bliebe die Anzeige bei 25,1° C „hängen“, da eine Unterschreitung der unteren Schaltschwelle von der oberen Schaltschwelle softwaremäßig ausgeschlossen ist.

Zur besseren Veranschaulichung der weiteren Features wollen wir bei unserem Beispiel und den gewählten Temperaturen von 22° C (obere Schaltschwelle) und 21° C (untere Schaltschwelle) bleiben.

Als nächstes muß definiert werden, wann der betreffende Ausgang ein- bzw. ausschalten soll. Bei Heizungssystemen müßte beim Unterschreiten der unteren Schaltschwelle (21,0° C) der Ausgang einschalten, um beim Überschreiten der oberen Schaltschwelle (22° C) wieder auszuschalten. Dies wird erreicht, indem eine der beiden Tasten zur Temperaturschaltschwelleneingabe kurz betätigt wird und anschließend die links auf der Frontplatte im Schaltschwellendiagramm angeordnete Taste ein- oder zweimal gedrückt wird, bis die untere Temperatur-LED aufleuchtet (blinkt während der Programmierphase). Dies ist die Kennzeichnung dafür, daß der Temperatur-Schaltausgang beim Unterschreiten der unteren Schaltschwelle einschaltet.

Soll jedoch der Ausgang aktiviert werden beim Überschreiten der oberen Schaltschwelle (z. B. zur Steuerung von Kühlaggregaten), muß die obere LED aufleuchten.

Im Normalbetrieb (Anzeige der aktuellen Meßwerte) dienen die 4 links neben den Displays angeordneten LEDs zur Zustandsanzeige der betreffenden Schaltausgänge, d. h. die betreffende LED leuchtet dann auf, wenn der zugehörige Schaltausgang eingeschaltet ist.

Die Programmierung der Schaltschwellen und des Schaltverhaltens der relativen Luftfeuchte-Meßstelle erfolgt in analoger Weise.

Als nächstes kommen wir zu einer weiteren Besonderheit des FTS 7000, und zwar der Verknüpfungsmöglichkeit beider Schaltausgänge.

Verknüpfung

Die beiden unabhängig voneinander nutzbaren Schaltausgänge der relativen Luftfeuchte- und Temperatur-Meßstelle können in 8 verschiedenen Varianten mit dem rechts auf der Frontplatte angeordneten Taster verknüpft werden.

Im Grundzustand sind die zugehörigen 8 Leuchtdioden ausgeschaltet, entsprechend einem nicht aktivierten dritten Schaltausgang (Verknüpfungsausgang).

Durch einmalige Betätigung des zugehörigen Tasters leuchtet die erste LED ($F \wedge T$) auf, durch zweimalige Betätigung die zweite LED ($\bar{F} \wedge T$) usw. Nachfolgend soll eine kurze Erläuterung der Verknüpfungsarten gegeben werden:

1. $F \wedge T$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte- und Temperatur-Ausgang eingeschaltet sind
2. $\bar{F} \wedge T$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte-Ausgang ausgeschaltet und Temperatur-Ausgang eingeschaltet ist
3. $F \wedge \bar{T}$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte-Ausgang eingeschaltet und Temperatur-Ausgang ausgeschaltet ist
4. $\bar{F} \wedge \bar{T}$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte- und Temperatur-Ausgang ausgeschaltet sind
5. $F \vee T$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte- oder Temperatur-Ausgang eingeschaltet sind
6. $\bar{F} \vee T$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte-Ausgang ausgeschaltet oder Temperatur-Ausgang eingeschaltet ist
7. $F \vee \bar{T}$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte-Ausgang eingeschaltet oder Temperatur-Ausgang ausgeschaltet ist
8. $\bar{F} \vee \bar{T}$: Ausgang 3 ist eingeschaltet, wenn Feuchte- oder Temperatur-Ausgang ausgeschaltet ist

Das Schaltverhalten der Feuchte- und Temperatureausgänge selbst wird unabhängig von vorstehender Beschreibung mit den Tastern zur Eingabe der Schaltschwellen und mit dem zusätzlichen links neben den Displays im Schaltschwellendiagramm angeordneten Taster programmiert.

An den 3 Ausgängen liefert das Feuchte-Temperatur-Schaltssystem FTS 7000 eine Steuerspannung von 0 V bzw. +12 V (unstabilisiert) zur Ansteuerung von entsprechenden Leistungsrelais (z. B. Siemens-Kartenrelais). Darüber hinaus können auch die Schaltzusätze wie sie bei der ELV-Funkuhr-DCF 86 („ELV journal“ Nr. 45) eingesetzt werden, Verwendung finden. Hier befindet sich ein 12 V-Siemens-Kartenrelais mit Schutzdiode auf einer kleinen Platine in

einem Stecker-Steckdosengehäuse. Die Verbindung zum Schaltsystem erfolgt über eine 2adrige flexible isolierte Zuleitung, deren Verlegung besonders problemlos ist, da lediglich Kleinspannungen geführt werden.

Selbstverständlich können auch die Ausgangs-Schalttransistoren mit einer Belastbarkeit von maximal 0,1 A (kurzzeitig 0,2 A) zur direkten Ansteuerung weiterer digital arbeitender Systeme eingesetzt werden.

Aufgrund vorstehender Beschreibung sind die vielfältigen universellen Einsatzmöglichkeiten des FTS 7000 verdeutlicht worden, so daß wir nachfolgend zur detaillierten Schaltungsbeschreibung kommen wollen.

Zur Schaltung

In Bild 1 ist das Komplettschaltbild des ELV-Feuchte-Temperatur-Meß- und Schaltsystems FTS 7000 dargestellt. Beginnen wir mit den Eingangsinformationen, die in mehr oder weniger komplexen Funktionsabläufen verarbeitet werden.

An dem 8-Kanal-Analog-Umschalter IC 2 des Typs CD 4051 liegen insgesamt 8 verschiedene analoge Eingangsspannungen an. Folgende Zuordnung ist hierbei gegeben:

1. An Pin 12 des IC 2 liegt die Signalspannung vom Temperatursensor an, die der Temperatur direkt proportional ist.
2. An Pin 1 des IC 2 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 19 an, zur Offseteinstellung (Parallelverschiebung) des vom Feuchtesensor kommenden Signals.
3. An Pin 2 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 20 an, zur Skalenfaktor-Einstellung (Steigung) des vom Feuchtesensor kommenden Signals.
4. An Pin 4 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 21 an, zur Offseiteinstellung (Nullpunkt) des Temperatursensors.
5. An Pin 5 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 22 an, zur Skalenfaktor-Einstellung (Steigung) des Temperatursensors.
6. An Pin 14 liegt die Referenzspannung für den AD-Wandler an.
7. An Pin 15 liegt eine Kontrollspannung zur Linearisierungsüberprüfung des AD-Wandlers an.
8. An Pin 13 liegt Masse-Potential an, zur Kontrolle des Offset des AD-Wandlers.

Der Ausgang des 8-Kanal-Analog-Umschalters (Pin 3) ist über R 27 auf den Eingang (Pin 7) des AD-Wandlers gelegt, der als Spannungs-Frequenz-Umsetzer ausgeführt ist (IC 3 des Typs RC 4152 mit Zusatzbeschaltung).

Welcher der 8 Eingänge des IC 2 auf den Ausgang (Pin 3) durchgeschaltet wird, steuert der zentrale Mikroprozessor (IC 6) des Typs 8039 über seine Ausgangsleitungen (Pin 32, 33, 34), die auf die Steuereingänge (Pin 9, 10, 11) des IC 2 geschaltet sind.

Der Spannungs-Frequenz-Umsetzer (IC 3) erhält nun, von IC 6 vorgegeben und von IC 2 durchgeschaltet, nacheinander die entsprechenden Analog-Eingangsspannungen. An Pin 3 des IC 3 steht jeweils eine Ausgangsfrequenz an, die derjenigen Spannung direkt proportional ist, die an Pin 7 des IC 3 anliegt. Der Umsetzfaktor des IC 3 mit seiner Zusatzbeschaltung (R 27 bis R 31 sowie

C 6 bis C 9) beträgt ca. 5 kHz pro Volt. Der exakte Wert spielt hierbei keine Rolle, da die Schaltung so ausgelegt wurde, daß eine automatische Kompensation der entsprechenden Faktoren vom zentralen Mikroprozessor vorgenommen wird.

Der Ausgang des Spannungs-Frequenz-Umsetzers (Pin 3 des IC 3) ist über die Gatter N 3, N 4 auf den Eingang Pin 39 des Mikroprozessors (IC 6) geführt.

Der von ELV eingesetzte Feuchtesensor LFS 10 arbeitet in einer Oszillatorschaltung, an dessen Ausgang eine Frequenz im Bereich zwischen 200 kHz und 350 kHz ansteht, die der relativen Luftfeuchte proportional ist. Über das Teiler-IC 4 des Typs CD 4040 wird diese Frequenz durch 16 geteilt und steht anschließend am zweiten Eingang (Pin 8) des Gatters N 4 und damit an Pin 39 des IC 6 zur Verfügung. Welche der beiden Eingangsinformationen der Mikroprozessor an Pin 39 abfragen möchte (Frequenz vom Feuchtesensor oder Ausgangsfrequenz des Spannungs-Frequenz-Umsetzers) wird über Pin 31 des IC 6 vorgegeben. Ist der Pegel an diesem Anschluß „High“, ist das Gatter N 3 über Pin 5 gesperrt, und das IC 4 über das Gatter N 2 freigegeben — die Frequenz der Feuchtemeßstelle wird ausgewertet.

Führt hingegen Pin 31 des IC 6 „Low“-Potential (ca. 0 V), ist IC 4 gesperrt (Pin 11 des Gatters N 2 führt „High“-Potential), und das Gatter N 3 ist an Pin 5 freigegeben („Low“-Potential) — die Ausgangsfrequenz des Spannungs-Frequenz-Umsetzers wird ausgewertet.

Kommen wir als nächstes zum eigentlichen zentralen Mikroprozessor des Typs 8039.

Hierbei handelt es sich um eine romlose Version eines NMOS-Prozessors, bei dem das eigentliche Arbeitsprogramm in einem externen nicht flüchtigen Speicher abgelegt ist. In unserem Fall handelt es sich um das IC 8 des Typs ELV 8821.

IC 7 des Typs 74 LS 373 stellt in diesem Zusammenhang einen zusätzlich erforderlichen Adreßwischenspeicher dar, der an seinem Eingang (Pin 11) vom Prozessor (Pin 11 des IC 6) angesteuert wird. Außerdem wird gleichzeitig das Teiler-IC 9 des Typs CD 4040 an seinem Eingang (Pin 10) angesteuert, um an seinem Ausgang (Pin 14) dem Prozessor die Multiplexfrequenz für die Anzeigensteuerung vorzugeben.

Die Arbeitsfrequenz des Prozessorsystems wird mit Hilfe des integrierten Oszillators in Verbindung mit dem Quarz Q 1 sowie den Kondensatoren C 10 und C 11 erzeugt. Die Frequenz liegt bei 9,216 MHz.

Damit das System im Einschaltmoment in einen definierten Grundzustand übergeht, wird mit Hilfe von D 2, C 12, R 36 ein Reset-Impuls an Pin 4 des IC 6 erzeugt.

Kommen wir als nächstes zur Ansteuerung der Digitalanzeigen und zur Abfrage der 8 Taster.

An den Ausgängen Pin 28, 29, 30 des IC 6 steht die Information zur Ansteuerung der 8 Digit-Treibertransistoren über das Decoder-Treiber IC 10 an. Nacheinander werden T 4 bis T 11 durchgesteuert zur Aktivierung der entsprechenden Digits.

Die 8 einzelnen Segmente eines jeden Digits werden über die Treibertransistoren T 12 bis T 19 angesteuert, wobei die Widerstände R 65 bis R 72 zur Strombegrenzung dienen. Die Transistoren selbst erhalten ihre Ansteuerinformationen vom Treiber-IC 11. Bei diesem IC des Typs 74 LS 374 handelt es sich um ein 8-Bit-Register mit Tri-State-Ausgängen, das seine Steuerinformationen von den Prozessorausgängen Pin 12 bis Pin 19 erhält. Die Information zur Speicherübernahme erhält IC 11 an seinem Eingang Pin 11 vom Prozessorausgang Pin 10.

Zur Tastenabfrage werden die Digitsteuersignale jeweils über eine Entkoppeldiode (D 3 bis D 10) sowie eine der Tasten Ta 1 bis Ta 8 auf die Eingänge (Pin 1, 2) des als Inverter geschalteten Gatters N 1 gegeben, dessen Ausgang (Pin 3) seine Information dem Eingang Pin 1 des Prozessors zuführt.

Tabelle II	
Taste	Funktion
Ta 1	relative Luftfeuchte, obere Schaltschwelle
Ta 2	relative Luftfeuchte, untere Schaltschwelle
Ta 3	Temperatur, obere Schaltschwelle
Ta 4	Temperatur, untere Schaltschwelle
Ta 5	Anzeige „ab“
Ta 6	Anzeige „auf“
Ta 7	Kombinationsmöglichkeiten
Ta 8	Festlegung des Schaltausganges

Tabelle I		
LED	Segment	Funktion
D 11	g	F \wedge T
D 12	f	\bar{F} \wedge T
D 13	b	F \wedge \bar{T}
D 14	a	\bar{F} \wedge \bar{T}
D 15	dp	F v T
D 16	e	\bar{F} v T
D 17	d	F v \bar{T}
D 18	c	\bar{F} v \bar{T}
D 19	b	relative Luftfeuchte, obere Schaltschwelle überschritten
D 20	f	relative Luftfeuchte, untere Schaltschwelle unterschritten
D 21	a	Temperatur, obere Schaltschwelle überschritten
D 22	e	Temperatur, untere Schaltschwelle unterschritten
D 23	dp	Minuszeichen für Temperaturanzeige

Die Ausgänge Pin 36, 37, 38 des IC 6 steuern die Schaltausgangstransistoren T 20 bis T 22 direkt an. Ausgang 1 entspricht der Feuchte-meßstelle, Ausgang 2 der Temperaturmeßstelle, und Ausgang 3 stellt den Verknüpfungsausgang dar.

Die Stromversorgung des FTS 7000 erfolgt über ein 12 V/500 mA Steckernetzteil.

Die Versorgung des zentralen Mikroprozessors mit seiner Zusatzbeschaltung, des Temperatursensors einschließlich des Trimmer-Kalibrierfeldes sowie der beiden Feuchte-

meßschaltungen erfolgt über den Festspannungsregler IC 1 des Typs 7805.

Die Speisung des Spannungs-Frequenz-Umsetzers IC 3 erfolgt mit einer 8 V-Festspannung, die mit den Transistoren T 1 bis T 3 sowie Zusatzbeschaltung aufgebaut ist.

Insgesamt wurde die Stromversorgung so ausgelegt, daß Netzschwankungen von $\pm 10\%$ ohne Einfluß auf die einwandfreie Funktionsweise des Gerätes bleiben. Teilweise können noch größere Schwankungen verkraftet werden.

D 1 dient zum Schutz der Schaltung vor Verpolung des Steckernetzteils, wobei eine falsche Polarität zum Ansprechen der Sicherung Si 1 führt.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente mit Ausnahme der 4 Klinkenbuchsen sind auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht. Dies trägt wesentlich zum einfachen Nachbau bei.

Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente entsprechend der beiden Bestückungspläne auf die Platinen gesetzt und verlötet. Begonnen wird zweckmäßigerweise mit dem Einsetzen der Brücken (22 Brücken auf der Basisplatine und 9 auf der Frontplatine), wobei unter dem IC 6 3 und unter dem IC 8 5 Brücken zu setzen sind.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Basisplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht. Wichtig ist hierbei, daß keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

Anschließend kann der fertige Baustein in die Unterhalbschale des Kunststoffgehäuses gesetzt werden, wobei gleichzeitig die zuvor angeetzte Frontplatte in die entsprechende Gehäusenut der Unterhalbschale geführt wird. Entsprechend der Abbildung 2 werden in die Gehäuserückwand 4 3,5-mm-Klinkenbuchsen eingesetzt, von denen 3 mit den 3 Schaltausgängen und die vierte Klinkenbuchse mit den Platinenanschlußpunkten „a“ (+ 12 V) und „b“ (Masse) verbunden wird.

Für sämtliche Verbindungen werden flexible isolierte Zuleitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm² verwendet.

Abschließend wird auch die Rückplatte in die entsprechende Nut der Gehäuseunterhalbschale gesetzt, die Oberhalbschale darübergeführt und von der Gehäuseunterseite aus verschraubt.

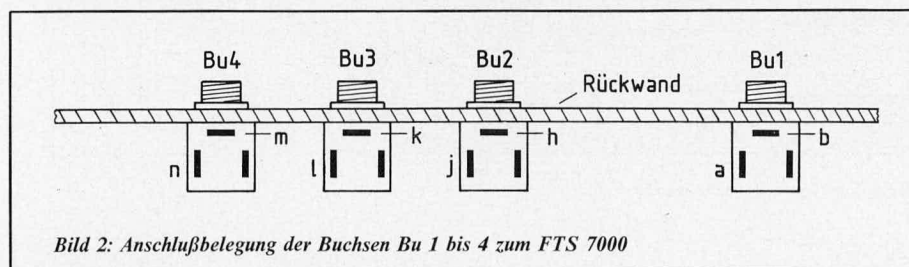


Bild 2: Anschlußbelegung der Buchsen Bu 1 bis 4 zum FTS 7000

Stückliste: Feuchte-Temperatur- Schaltssystem FTS 7000

Widerstände

68 Ω	R 65-R 72
2,2 k Ω	R 49-R 56
2,55 k Ω	R 5
4,7 k Ω	R 32-R 35, R 37-R 39, R 41-R 48, R 57-R 64, R 73-R 75
5,6 k Ω	R 3, R 31
6,8 k Ω	R 28
10 k Ω	R 1, R 2, R 4, R 9, R 40, R 401, R 402
15 k Ω	R 29
18 k Ω	R 12
22 k Ω	R 36
24 k Ω	R 15, R 18
33 k Ω	R 7, R 26
39 k Ω	R 8
68 k Ω	R 10, R 13, R 16, R 25
100 k Ω	R 6, R 11, R 23, R 24, R 27, R 30
180 k Ω	R 14, R 17
10 k Ω , Spindeltrimmer	R 19-R 22

Kondensatoren

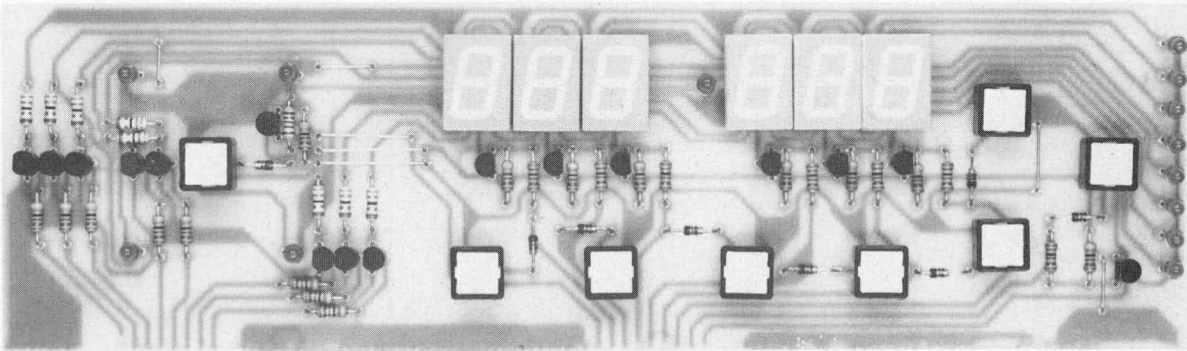
18 pF	C 10, C 11
1,5 nF	C 8
10 nF	C 7
47 nF	C 5, C 6
470 nF	C 9
10 μ F/16 V	C 2-C 4, C 12, C 401
100 μ F/16 V	C 1

Halbleiter

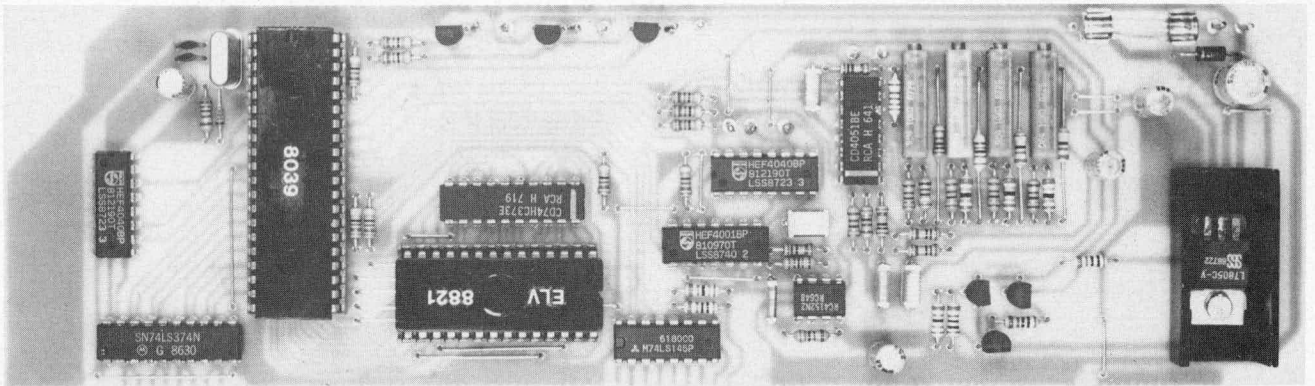
CD 4001	IC 5
CD 4040	IC 4, IC 9
CD 4069	IC 401
CD 4051	IC 2
RC 4152	IC 3
7805	IC 1
8039	IC 6
ELV 8821	IC 8
74LS145	IC 10
74LS373	IC 7
74LS374	IC 11
BC 337	T 12-T 19
BC 548	T 2, T 3, T 20-T 22
BC 558	T 1
BC 876	T 4-T 11
1N4001	D 1
1N4148	D 2-D 10, D 401
LED, 3 mm, rot	D 11-D 23
DJ700A	Di 1-Di 6
PTC	PTC 001

Sonstiges

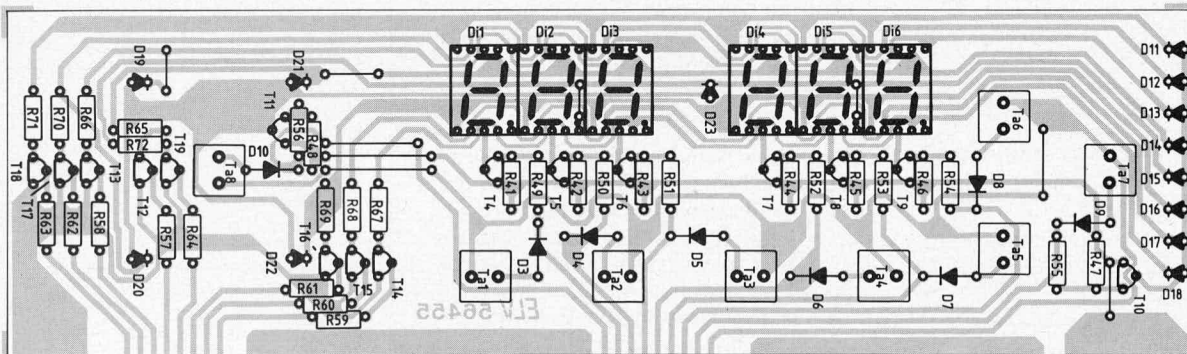
Quarz 9,216 MHz	Q 1
Feuchtesensor	LFS 10
Temperatursensor SAC 1000 mit 3 m Anschlußleitung	TS 1
Printttaster	Ta 1-Ta 8
Sicherung 0,63 A	Si1
Klinkenbuchsen 3,5 mm ...	Bu 1-Bu 4
1 Platinensicherungshalter	
13 Lötstifte	
1 U-Kühlkörper SK 13	
1 Schraube M 3 x 6	
1 Mutter M 3	
40 cm Silberdraht	
40 cm flexible Leitung 2 x 0,4 mm ²	
3 m 2adrige abgeschirmte Leitung	
1 PG 9 Rohr	
1 Beutel Silicagel	



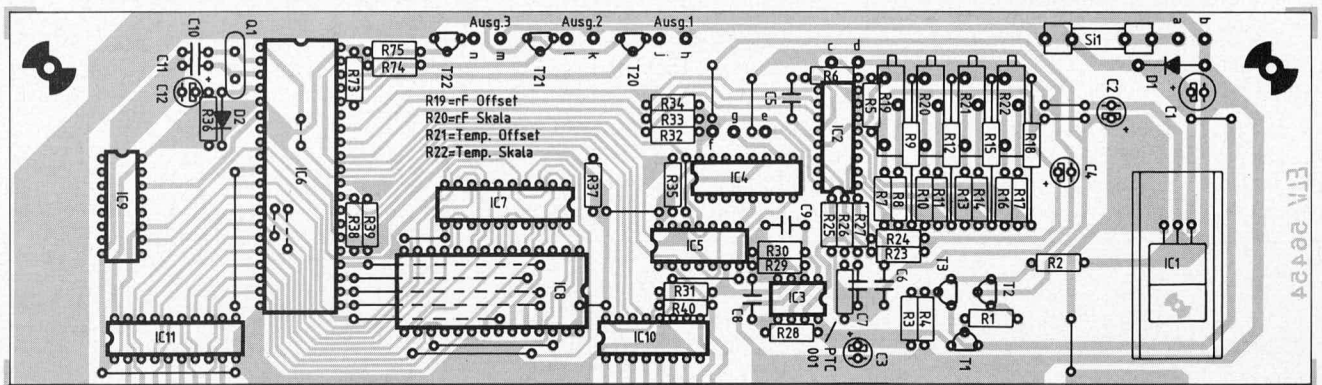
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des Feuchte-Temperatur-Schaltsystems FTS 7000



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Feuchte-Temperatur-Schaltsystems FTS 7000



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des FTS 7000 (Originalgröße: 225 mm x 64 mm)



Bestückungsseite der Basisplatine des FTS 7000 (Originalgröße: 245 x 70 mm)

Der Temperatursensor

Er befindet sich am Ende einer ca. 2,5 m langen isolierten und abgeschirmten Zuleitung. Der Sensor selbst ist hierbei wasserdicht über einen Schrumpfschlauch mit der Zuleitung verbunden.

Für die Messung der Innenraumtemperatur dürfte die Leitungslänge ausreichen, während für Außentemperaturmessungen eine Verlängerung ohne weiteres auf 10 Meter vorgenommen werden kann. Die Verbindungsstellen der beiden Zuleitungen (Sensorzuleitung und Verlängerungsleitung) müssen sorgfältig isoliert werden und unbedingt vor Kriechströmen geschützt sein.

Der Mittelleiter des Sensors für die Temperaturmeßstelle wird an den Platinenanschlußpunkt „c“ und die Abschirmung an den Platinenanschlußpunkt „d“ angelötet.

Der Feuchtesensor

Der Aufbau der Feuchtemeßschaltungen ist etwas aufwendiger. Da der Feuchtesensor des Typs LFS 10 der Firma VALVO nur verhältnismäßig geringe Kapazitätsänderungen zur Auswertung der relativen Luftfeuchte besitzt, müssen die Zuleitungen vom Sensor zur Oszillatorschaltung so kurz wie möglich gehalten werden.

Aus diesem Grunde wird der Oszillator selbst auf einer kleinen Leiterplatte aufgebaut, die unmittelbar dem eigentlichen Feuchtesensor nachgeschaltet ist.

Die Bestückung der Leiterplatte wird anhand des Bestückungsplanes (Bild 3) in gewohnter Weise vorgenommen. Der Feuchtesensor des Typs LFS 10 wird mit seinen beiden nach hinten weisenden Anschlußstiften direkt an die beiden entsprechenden Leiterbahnen auf der Leiterbahnseite der Platine angelötet. Hierbei ist große Vorsicht geboten, da die Anschlußstifte leicht abbrechen können.

Vorher sind die nach links und rechts herausragenden „Kunststoff-Befestigungsschuhe“ am Sensorgehäuse abzukneifen, damit bei fertiggestellter Sensorschaltung das Kunststoff-Schutzröhrchen über die

ganze Anordnung einschließlich 5 mm des Sensorfußes geschoben werden kann. Vorher ist noch das Zuleitungskabel an die Platinenanschlußpunkte „a4“ (Ausgangsfrequenz), „b4“ (+ 5 V), „c4“ (Masse) anzulöten.

Hat die Schaltung einige Tage einwandfrei gearbeitet, empfiehlt es sich, die gesamte Anordnung mit Gießharz aufzufüllen. Das Schutzrohr einschließlich ca. 5 mm des Sensorfußes sollte vom Gießharz umschlossen sein. Hierbei muß man allerdings sorgfältig darauf achten, daß keinesfalls auch nur eine kleine Menge Gießharz an die Lüftungsschlitze des Feuchtesensors gelangen kann. Zweckmäßigerweise dichtet man zunächst den Endbereich des Schutzröhrchens (mit dem angelöteten Sensor) zum Beispiel mit Knetmasse ab und vergießt den hinteren Teil. Nachdem das Gießharz ausgehärtet ist, kann die Knetmasse entfernt und der vordere Sensorteil vergossen werden.

Ist man mit dem Umgang von Gießharz nicht so vertraut, reicht es u. U. auch aus, die Schaltung zunächst mit Löt- oder Schutzlack einzusprühen. Auch hier gilt aber, daß in das Lüftungsgitter des Luftfeuchtesensors keinesfalls Lack eindringen darf, da dies zur Zerstörung des Feuchtesensors führen könnte.

Auch für die Schaltung zur Messung der relativen Luftfeuchte gilt das gleiche wie für die Temperatursensoren hinsichtlich der Verlängerungsmöglichkeit. Im allgemeinen können die entsprechenden Zuleitungen ohne Genauigkeitsverlust bis auf 10 m verlängert werden. Größere Verlängerungen erfordern den Einsatz des im „ELV journal“, Nr. 46, beschriebenen Leitungstreibers.

Der Masseanschluß der Schaltung für die Feuchtemeßstelle wird mit dem Platinenanschlußpunkt „e“ verbunden, während die positive Versorgungsspannung von +5 V mit dem Platinenanschlußpunkt „f“ und die Ausgangsfrequenz (f aus) mit dem Platinenanschlußpunkt „g“ auf der Basisplatine verbunden wird.

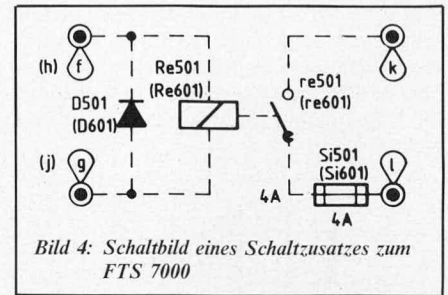


Bild 4: Schaltbild eines Schaltzusatzes zum FTS 7000

Die Schaltzusätze

Die Schaltzusätze sind für alle 3 Ausgangskanäle identisch aufgebaut, wobei auch selbstverständlich nur ein Schaltzusatz eingesetzt werden kann. Die kleine Relaisplatine mit dem Sicherungshalter wird in ein Stecker-Gehäuse mit integrierter Schuko-Steckdose eingebaut und in dem Gehäuse mit 2 Schrauben M 3 x 5 mm verschraubt. Die Verbindung von Schuko-Stecker zu Schuko-Steckdose erfolgt über flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von 1,5 mm². Der Schutzleiter (gelb/grün) wird direkt verbunden sowie ein Pol von Stecker und Steckdose. Der zweite Pol des integrierten Schuko-Steckers wird mit dem Platinenanschlußpunkt „k“ und der zweite Pol der Schuko-Steckdose mit dem Platinenanschlußpunkt „l“ verbunden. An die Platinenanschlußpunkte „g“ und „f“ wird eine 2adrige flexible isolierte Zuleitung gelötet, an deren Ende sich der 3,5-mm-Klinkenstecker befindet. Der korrekte Anschluß ist wichtig, da bei falscher Polarität die Schutzdiode D 501 einen Kurzschluß verursacht. In

Stückliste:

Schaltzusatz zum FTS 7000

Halbleiter:

1 N 4001 D 501

Sonstiges:

Siemens Kartenrelais, 12 V,
stehend Re 501
Sicherung 4A Si 501
2 Sicherungshalterhälften
4 Lötstifte
2 Schrauben M 3 x 5 mm
1 Platine Nr. 47352

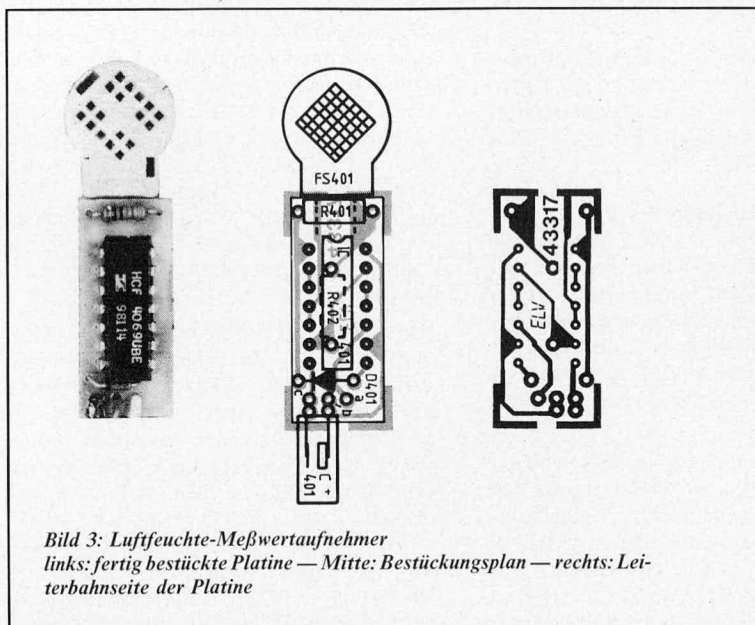
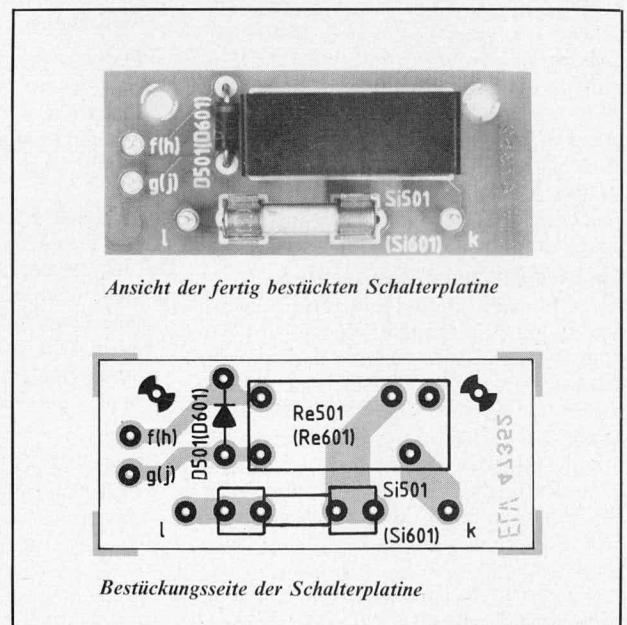
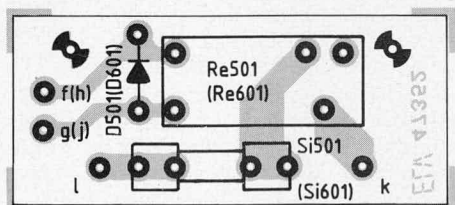


Bild 3: Luftfeuchte-Meßwertaufnehmer
links: fertig bestückte Platine — Mitte: Bestückungsplan — rechts: Leiterbahnseite der Platine



Ansicht der fertig bestückten Schalterplatine



Bestückungsseite der Schalterplatine

Bild 5 ist die Anschlußbelegung des Klinkensteckers aufgezeigt. Als Verbindungsleitung reicht hier eine flexible isolierte Zuleitung mit einem Querschnitt von 0,4 mm². Die Länge kann ohne weiteres 10 m und mehr betragen.

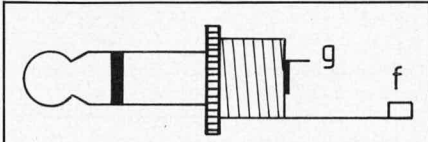


Bild 5: Anschlußbelegung des Klinkensteckers zum Anschluß eines Schaltzusatzes an das FTS 7000

Wichtig ist in diesem Zusammenhang zu beachten, daß der Schaltzusatz nur dann in Betrieb genommen werden darf, wenn das Gehäuse ordnungsgemäß geschlossen und verschraubt wurde und die Berührungssicherheit zuverlässig gewährleistet ist. Die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten.



Betriebsfertiger und ins Gehäuse eingebauter Schaltzusatz mit abgenommenem Gehäuseoberteil

Nachdem das Gesamtsystem nochmals sorgfältig überprüft wurde, ist der im folgenden beschriebene Abgleich sorgfältig durchzuführen.

Zur Kalibrierung

Bei dem FTS 1000 handelt es sich um ein komfortables Meß- und Schaltsystem, das aufgrund seiner technischen Konzeption in der Lage ist, eine hohe Präzision der ermittelten und angezeigten Meßwerte sicherzustellen. Damit die volle Leistungsfähigkeit des Gerätes aber auch tatsächlich erreicht werden kann, ist eine sorgfältige Einstellung, d. h. Kalibrierung der beiden Meßwertnehmer von ganz wesentlicher Bedeutung. Diesen Punkten wurde daher bei der Entwicklung bereits Rechnung getragen. Das ELV Ingenieurteam hat daher eine Kalibrieranleitung ausgearbeitet, die mit einfachen Mitteln einen zuverlässigen Abgleich erlaubt. Nachfolgend sind die einzelnen Abgleichvorgänge der Reihe nach ausführlich beschrieben.

Abgleich der Temperaturmeßstelle

Als erstes wird für die Temperaturmeßstelle der Nullpunkt eingestellt. Hierzu wird eine Thermoskanne aus einem Gemisch von kleinsten Eiswürfeln und Wasser mindestens bis zur Hälfte gefüllt. Der Wasseranteil darf hierbei maximal $\frac{1}{3}$ betragen, d. h. der Anteil der kleinsten Eiswürfel muß unbedingt überwiegen. Wird dieses Eis-Wasser-Gemisch kontinuierlich, d. h. nicht zu schnell gerührt, kann man davon ausgehen, daß sich eine Temperatur von genau 0,00°C einstellt. Voraussetzung ist allerdings, daß sowohl für die Eiswürfel als

auch für das hinzugefügte Wasser ausschließlich destilliertes Wasser verwendet wird. Zu schnelles Rühren ist zu vermeiden, da dies wiederum Reibung und Wärmeerzeugung bedeutet.

In diesem kontinuierlich gerührten Eis-Wasser-Gemisch wird nun der Temperatursensor mindestens 5 cm tief eingetaucht, wobei man sorgfältig darauf achtet, daß er keinen direkten Kontakt zum Rand der Thermoskanne bekommt.

Nachdem der Sensor mindestens 20 Minuten eingetaucht war, kann mit dem Spindeltrimmer R 21 der Nullpunkt für die Temperaturmeßstelle exakt eingestellt werden.

Das Verdrehen des Spindeltrimmers sowie auch aller übrigen im weiteren Verlauf dieser Kalibrieranleitung beschriebenen Einstellungen muß in kleinen Schritten mit Pausen von mindestens 9 Sekunden erfolgen, da ein kompletter Meßzyklus eben diese Zeitspanne in Anspruch nimmt.

Der zweite Meßpunkt wird zur Einstellung des Skalenfaktors benötigt und wird zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Fieberthermometers durchgeführt, das im allgemeinen eine Genauigkeit von $\pm 0,1$ K besitzt. Hierzu geht man wie folgt vor: Nachdem sowohl das Fieberthermometer als auch die Temperatursensoren desinfiziert und gereinigt wurden, mißt man zunächst seine eigene Körpertemperatur, am besten im Mund, mit dem Fieberthermometer.

Nehmen wir einmal an, daß sich eine Anzeige von 36,9°C einstellt. Der Temperatursensor wird dann in den Mund genommen. Nach ca. 3 Minuten kann die Anzeige für die Temperaturmeßstelle mit dem Spindeltrimmer R 22 auf diesen Wert eingestellt werden. Auch hier muß man sich langsam an die Anzeige „herantasten“, da eine veränderte Einstellung der Spindeltrimmer aufgrund der 9sekündigen Meßzyklusdauer erst verzögert angezeigt wird.

Zur Überprüfung kann man anschließend den Sensor nochmals in das Eis-Wasser-Gemisch einbringen und kontrollieren, ob sich der Nullpunkt wieder „sauber“ einstellt. Gegebenenfalls sind die Einstellungen von Nullpunkt und Skalenfaktor nochmals zu wiederholen.

Damit ist der Abgleich der Temperaturmeßstelle bereits beendet. Aufgrund der hohen Linearität und Meßwertproduzierbarkeit ist jetzt der gesamte Meßbereich von -40°C bis +99,9°C kalibriert.

Abgleich der Feuchtemeßstelle

Mit dem FTS 1000 ist die kontinuierliche Messung der relativen Luftfeuchte mit hoher Genauigkeit möglich. Für die erreichte typische Genauigkeit von 1% sind normalerweise sehr aufwendige und extrem teure Meßverfahren notwendig, die zudem in ihrer Bedienung meist kompliziert und langwierig sind.

In den ausgedehnten und sorgfältig von der Universität Oldenburg (Arbeitsgruppe Ökochenie und Umweltanalytik) durchgeführten Untersuchungen des hier eingesetzten Feuchtesensors haben gezeigt, daß sich eine hohe Meßwertproduzierbarkeit erreichen läßt, wobei allerdings die Kalibrierkurve,

d. h. der Zusammenhang zwischen relativer Luftfeuchte und elektrischem Meßsignal nicht linear ist. Im weiteren Verlauf der Meßreihen wurde eine sog. Nenn-Kalibrierkurve entwickelt, die dem Mikroprozessorsystem bereits implementiert ist. Durch Parallelverschiebung und Drehung der Kurve der Ausgangsfunktion der tatsächlich angeschlossenen Feuchtesensorschaltung kann diese mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit auf die Nenn-Kalibrierkurve zurückgeführt werden.

Auch wenn vorstehende Beschreibung etwas aufwendig erscheint, so bleibt als Endergebnis die Tatsache, daß mit nur 2 einfach durchzuführenden Abgleichpunkten eine hohe Genauigkeit des angezeigten Meßergebnisses über den gesamten Meßbereich von 0% bis nahezu 100% relativer Luftfeuchte erreicht werden kann.

Da für die angestrebte Genauigkeit der Temperaturgang der Feuchtesensoren nicht ausreichend ist, muß eine separate Temperaturkompensation vorgenommen werden. Auch dies ist bereits per Software berücksichtigt, d. h. daß die Temperaturkompensation automatisch vom Mikroprozessor vorgenommen wird. Voraussetzung hierfür ist lediglich, daß der Temperatursensor in räumlicher Nähe zum Feuchtesensor anzuordnen ist, d. h. beide Sensoren (Feuchte und Temperatur) müssen ungefähr die gleiche Temperatur besitzen.

Über die Temperaturmessung wird dann der vom Feuchtesensor kommende Meßwert automatisch im Mikroprozessorsystem umgerechnet, so daß der korrekte Meßwert der relativen Luftfeuchte auf der Anzeige erscheint.

Die erste Kalibrierung des Feuchtesensors erfolgt bei einer relativen Luftfeuchte von 75,5%.

Diese Luftfeuchte kann leicht in jedem Haushalt selbst hergestellt werden. Hierzu muß man lediglich wissen, daß sich über einer gesättigten Kochsalzlösung (NaCl) eine recht genaue und konstante relative Luftfeuchte von 75,5% einstellt.

Diese gesättigte Kochsalzlösung erreicht man, indem in ein Wasserglas 100 g Kochsalz sowie 100 ml destilliertes Wasser eingefüllt und gut umgerührt wird. Die genaue Dosierung ist von untergeordneter Bedeutung. Es muß sich lediglich um eine gesättigte Kochsalzlösung handeln. Dies erkennt man daran, daß sich nach einer gewissen Zeit am Boden des Wasserglases eine mehr oder weniger hohe Kochsalzschicht absetzt (bei ungesättigter Kochsalzlösung ist die gesamte Salzmenge gelöst und es wird kein Bodensatz sichtbar).

Nachdem die gesättigte Kochsalzlösung angerührt wurde, deckt man das Wasserglas z. B. mit einer Alufolie möglichst luftdicht ab, wobei zuvor ungefähr in der Mitte der Luftfeuchtesensor hindurchgesteckt wurde. Da sich die in Haushaltsfachgeschäften erhältliche Alufolie allen Konturen gut anpaßt, kann der Feuchtesensor nahezu vollkommen luftdicht gegenüber der Außenwelt abgeschirmt werden. Sowohl die Kochsalzlösung als auch die Umgebungstemperatur sollten zwischen 20°C und 25°C liegen,

wobei sich der Temperatursensor in unmittelbarer räumlicher Nähe befindet (z. B. mit einem Gummiring am Glas befestigen).

Nach ca. 2stündiger Wartezeit wird sich der angezeigte Meßwert nicht mehr verändern ($\pm 0,5\%$ sind zulässig).

Jetzt wird mit dem Spindeltrimmer R 19 die Anzeige der relativen Luftfeuchte auf $75,5\%$ eingestellt.

Ist diese Einstellung, die zur Parallelverschiebung der Feuchtesensorkurve dient, durchgeführt, kann als nächstes die Einstellung des Skalenfaktors, d. h. die Drehung der Kurven bei 0% relativer Luftfeuchte vorgenommen werden.

Hierzu bedient man sich einer körnigen, bläulichen Substanz, dem Silicagel, die Wasserdampf aus der Luft sehr effektiv bindet. In einem geschlossenen Gefäß (z. B. Wasserglas mit Alufolie abgedeckt) wird dadurch eine nahezu absolut trockene Luft mit einer relativen Luftfeuchte kleiner $0,1\%$ erzeugt. Auch hierbei sollte die Umgebungstemperatur im Bereich zwischen 20°C und 25°C liegen und der zu dem betreffenden Feuchtesensor gehörende Temperatursensor in räumlicher Nähe angeordnet sein.

Ca. 2 Stunden, nachdem der Feuchtesensor zur Messung der relativen Luftfeuchte in dem Luftraum oberhalb des Silicagels eingebracht wurde, kann mit dem Spindeltrimmer R 20 die Anzeige auf einen Wert zwischen $0,1\%$ und $0,2\%$ eingestellt werden.

Auf 0% sollte die Anzeige nicht gestellt werden, da dies leicht zu einem Kalibrierfehler führen könnte, weil keine negativen Werte vom System angezeigt werden (eine Fehlkalibrierung von z. B. -5% würde trotzdem auf der Anzeige „ 00.0% “ ergeben).

Als Besonderheit wollen wir an dieser Stelle noch darauf hinweisen, daß anders als bei der Einstellung der Temperaturmeßstelle bei der Feuchtemeßstelle zuerst die Kalibrierung bei $75,5\%$ relativer Luftfeuchte und im Anschluß daran als zweiter Kalibrierpunkt die 0% Einstellung vorgenommen wird.

Das jedem Feuchtesensorbausatz beigegefügte Silicagel ist weitgehend harmlos, sollte allerdings vor Kindern sicher aufbewahrt werden.

Achtung: Das Silicagel ist nur funktionsfähig, wenn es intensiv blau gefärbt ist. Tritt ein Farbton in der Richtung blaß-violett bzw. rosa auf, so muß das Silicagel vor der Messung regeneriert werden. Hierzu wird es im Backofen auf einem Stück Alufolie solange bei ca. 200°C erhitzt, bis die intensive blaue Färbung wieder vorliegt. Im Umluft-Backofen muß das Silicagel allerdings vor Wegfliegen gesichert werden. Nach der Regeneration kann das Silicagel wieder eingesetzt werden, bis erneut die Verfärbung nach violett die Notwendigkeit der Regeneration anzeigt.

Damit ist die Einstellung der Luftfeuchtemeßstelle bereits abgeschlossen.

Nach den von der Universität Oldenburg durchgeführten ca. zweijährigen Untersuchungen weisen die hier eingesetzten Luftfeuchtesensoren eine hohe Meßwertreproduzierbarkeit auf, wobei allerdings in den ersten 6 Monaten Alterungserscheinungen auftreten, die im Bereich von einigen Prozenten die Meßwerte verfälschen können. Es empfiehlt sich daher, nach ca. 6 bis 9 Monaten eine Neukalibrierung durchzuführen. Zu diesem Zeitpunkt ist der Alterungsprozeß nahezu vollständig abgeschlossen, so daß nach erfolgter Neukalibrierung die Luftfeuchtesensoren langfristig ihren Dienst tun, ohne daß eine weitere Kalibrierung erforderlich wird. Beim Einsatz in „rauh“ Umgebungsluft sollte aber trotzdem in regelmäßigen Abständen (ca. alle 2 Jahre) zumindest eine Überprüfung vorgenommen werden.

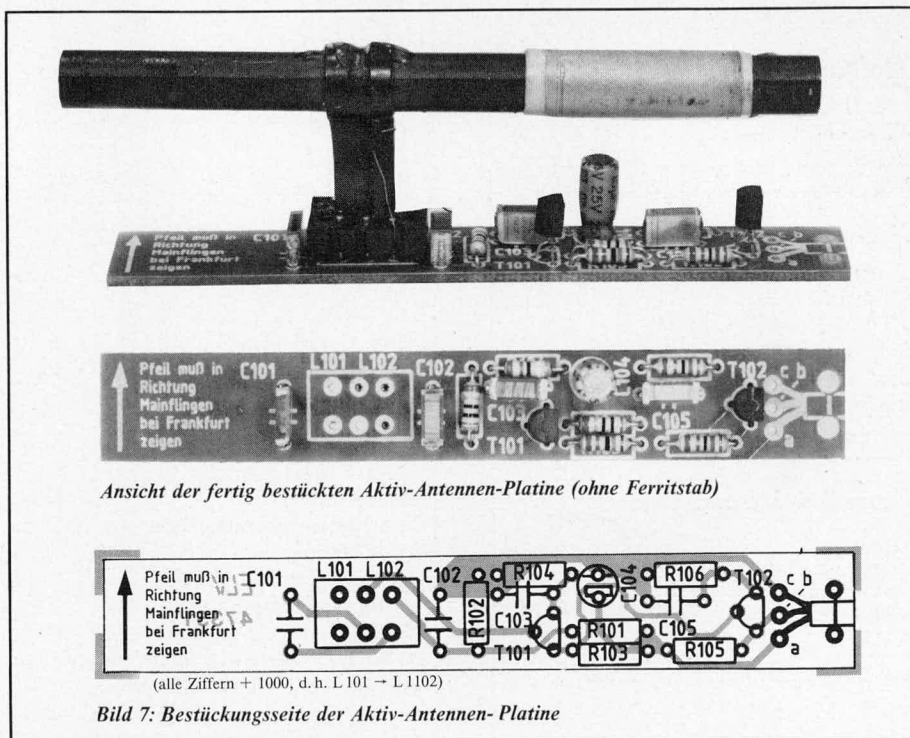
Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß der Feuchtesensor auch bei $99,9\%$ Luftfeuchte einwandfrei arbeitet und selbst bei 100% bzw. einer Betauung keinen Schaden nimmt (nach Trocknen des Taus ist er wieder einsatzbereit). Vor Regen und Spritzwasser ist der Sensor jedoch sorgfältigst zu schützen, da bereits kleine Verschmutzung durch Rückstände im Spritzwasser zur irreparabel Zerstörung führen können.

Nach erfolgreichem Abschluß der Kalibrierung steht dem langfristigen Einsatz dieses Feuchte-Temperatur-Schaltsystems nichts mehr im Wege.

Funkuhrensystem für C 64/128 und IBM-PC-XT/AT

Im dritten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen die komplette Beschreibung des Nachbaus vor.

Teil 3



Zum Nachbau

Bei beiden Rechnersystemen befindet sich sowohl die Aktiv-Antenne als auch der eigentliche Empfänger in einem Abstand vom Rechner. Die beiden kleinen Platinen der Aktiv-Antenne sowie des Empfängers werden in gewohnter Weise anhand der entsprechenden Bestückungspläne bestückt und verlötet. In Bild 7 ist der Aufbau der Aktiv-Antenne und in Bild 8 die Empfänger-/Decoderschaltung dargestellt. Bild 9 zeigt die Anordnung der gesamten Konstruktion innerhalb des Kunststoffrohres, das zum mechanischen Schutz dient. Zweckmäßigerweise wird nach erfolgreicher Inbetriebnahme das Kunststoffrohr an beiden Seiten sorgfältig abgedichtet oder komplett vergossen. Letztere Möglichkeit bietet einen besonders zuverlässigen Schutz vor Witterungseinflüssen.

Die Verbindung von Aktiv-Antenne und Empfänger-/Decoder-Schaltung erfolgt über 3 kurze Silberdrahtabschnitte, wobei die Platinenanschlußpunkte „a, b, c“ der einen Platine mit den Punkten gleicher Bezeichnung der anderen Platine zu verbinden sind. Der Anschluß an die Basisplatine

erfolgt, wie bereits beschrieben, über 2 parallel verlaufende ladrig abgeschirmte Zuleitungen. Die Mittelader der ersten Leitung führt die 76,8 kHz-Impulse vom Prozessor zum Empfänger, während die Abschirmung die 1 Hz-Impulse vom Empfänger zum Prozessor leitet. Die Mittelader der

zweiten Leitung führt die positive Spannung und die Abschirmung die Schaltungsmasse zum Empfänger und weiter zur Aktiv-Antenne.

Die Gesamtlänge der Verbindungsleitungen kann ohne weiteres mehrere Meter betragen.

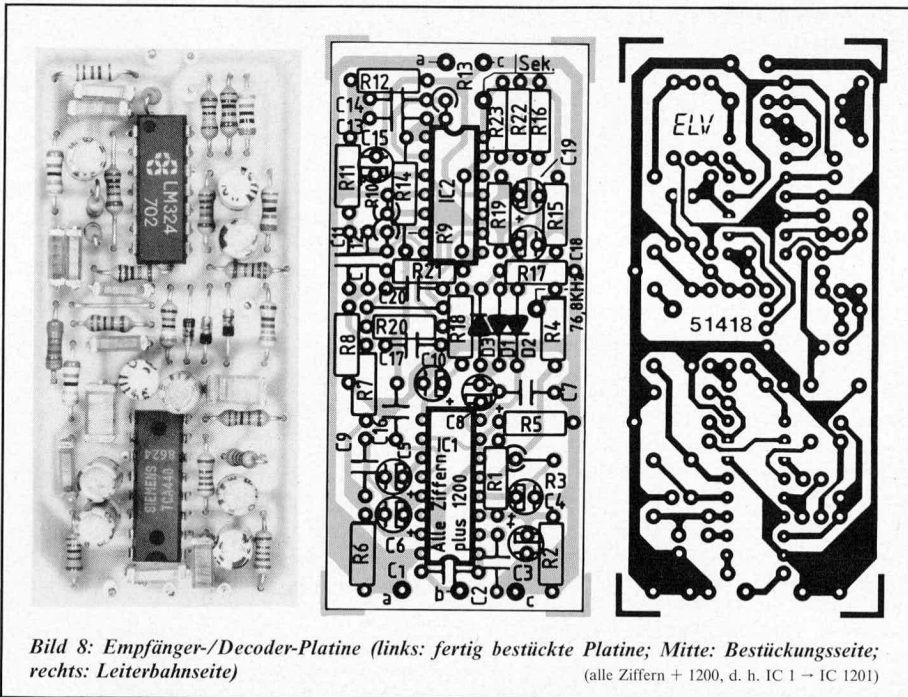


Bild 8: Empfänger-/Decoder-Platine (links: fertig bestückte Platine; Mitte: Bestückungsseite; rechts: Leiterbahnseite)
(alle Ziffern + 1200, d. h. IC 1 → IC 1201)

DCF-Empfangsschaltung und Aktiv-Antenne Funkuhrensystem für C 64/128 und IBM PC-XT/AT

Widerstände

470 Ω	.....	R 1203
820 Ω	.....	R 1216
1 kΩ	.....	R 1214
1,5 kΩ	.....	R 1215
1,8 kΩ	.....	R 1201
2,2 kΩ	... R 1205, R 1206, R 1210, R 105, R 106	
2,55 kΩ	.....	R 1208, R 1212
3,3 kΩ	.....	R 1204
3,9 kΩ	.....	R 104
5,6 kΩ	.....	R 103
8,2 kΩ	.....	R 1202
10 kΩ	.....	R 1221
22 kΩ	.....	R 1217, R 1220
33 kΩ	.....	R 1207, R 1211
39 kΩ	.....	R 1218
100 kΩ	....	R 101, R 102, R 1219
220 kΩ	..	R 1209, R 1213, R 1222
1 MΩ	.....	R 1223

Kondensatoren

6,8 nF	.....	C 101, C 1220
10 nF	...	C 1201, C 1207, C 1209,

C 1211, C 1212, C 1214, C 1215, C 1217		
47 nF	.....	C 102, C 103, C 105, C 1202
100 nF	.....	C 1216
1 µF/16 V	.....	C 1204-C 1206, C 1208, C 1218
10 µF/16 V	.....	C 104, C 1219
22 µF/16 V	.....	C 1213
47 µF/16 V	.....	C 1203, C 1210

Halbleiter

LM 324	.....	IC 1202
TCA 440	.....	IC 1201
BC 548	.....	T 101, T 102
1 N 4148	.....	D 1201-D 1203

Sonstiges

Ferritantenne	L 101, L 102
9 Lötstifte		
1 PG29-Rohr		
6 m ladrig abgeschirmte Leitung		
2 Klinkenstecker 3,5 mm		
2 Klinkenbuchsen 3,5 mm		

Aufbau der C 64/128-Version

Die Bestückung der Basisplatine wird in gewohnter Weise vorgenommen. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente anhand des in Bild 10 gezeigten Bestückungsplanes auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Die 3 Mignon-NC-Akkus werden vorsichtig an die entsprechenden Lötstifte angelötet, wobei man sorgfältig darauf achtet, daß die Akkus durch den Lötvorgang nicht unnötig erhitzt werden, die Lötstellen jedoch einen sicheren Kontakt geben.

Die Brücken Br 1 bis Br 4 werden nur bei Bedarf, wie unter dem Kapitel „Zur Schaltung“ beschrieben wurde, eingelötet, während die Brücken Br 5 bis Br 12 in jedem Fall alle („a“ oder „b“) entsprechend der gewünschten Codierung eingelötet werden müssen.

Die 40polige Pfostenleiste wird mit der kurzen Stiftseite von der Bestückungsseite aus in die Basisplatine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Stückliste:

Ankoppelschaltung und Basisschaltung für C 64/128

Widerstände

15 Ω	.....	R 316
470 Ω	.....	R 312
4,7 kΩ	.....	R 301-R 308, R 317
10 kΩ	.....	R 309, R 311
47 kΩ	.....	R 310
100 kΩ	.....	R 313

*R 314 entfällt

Kondensatoren

10 pF	.....	C 301
10 nF	.....	C 308*
100 nF	.....	C 302, C 304, C 402
10 µF/16 V	.....	C 303, C 305 - C 307, C 401
100 µF/16 V	.....	C 403

Halbleiter

CD 4011	.....	IC 404
CD 4020	.....	IC 304
CD 4049	.....	IC 402, IC 403
ELV 8711	.....	IC 303
74 LS 00	.....	IC 305*
74 LS 74	.....	IC 301
74 LS 244	.....	IC 302
74 LS 688	.....	IC 401
BC 548	.....	T 301
1 N 4001	.....	D 303
1 N 4148	.....	D 301
LED, 3 mm, rot	.....	D 302

*gegenüber Schaltbild geändert

Sonstiges

2,4576 MHz	Q 301
Sicherung 200 mA	Si 401
1 Platinensicherungshalter		
11 Lötstifte		
40 cm Silberdraht		
2 40pol. Pfostenleiste		
2 40pol. Pfostenverbinder		
1 44pol. Doppel-Kontakt-Stecker		
0,5 m 40pol. Flachbandleitung,		
RM 1,27 mm		

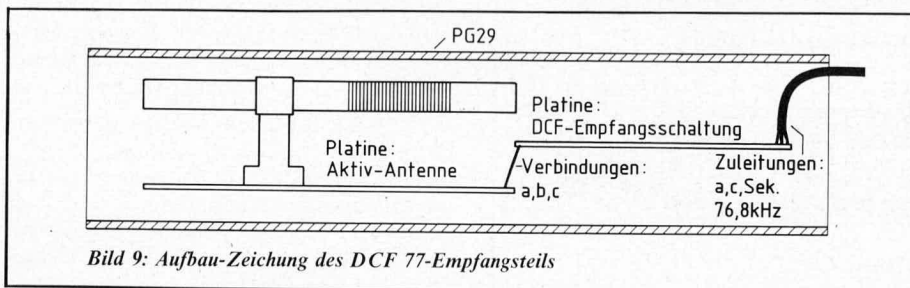


Bild 9: Aufbau-Zeichnung des DCF 77-Empfangsteils

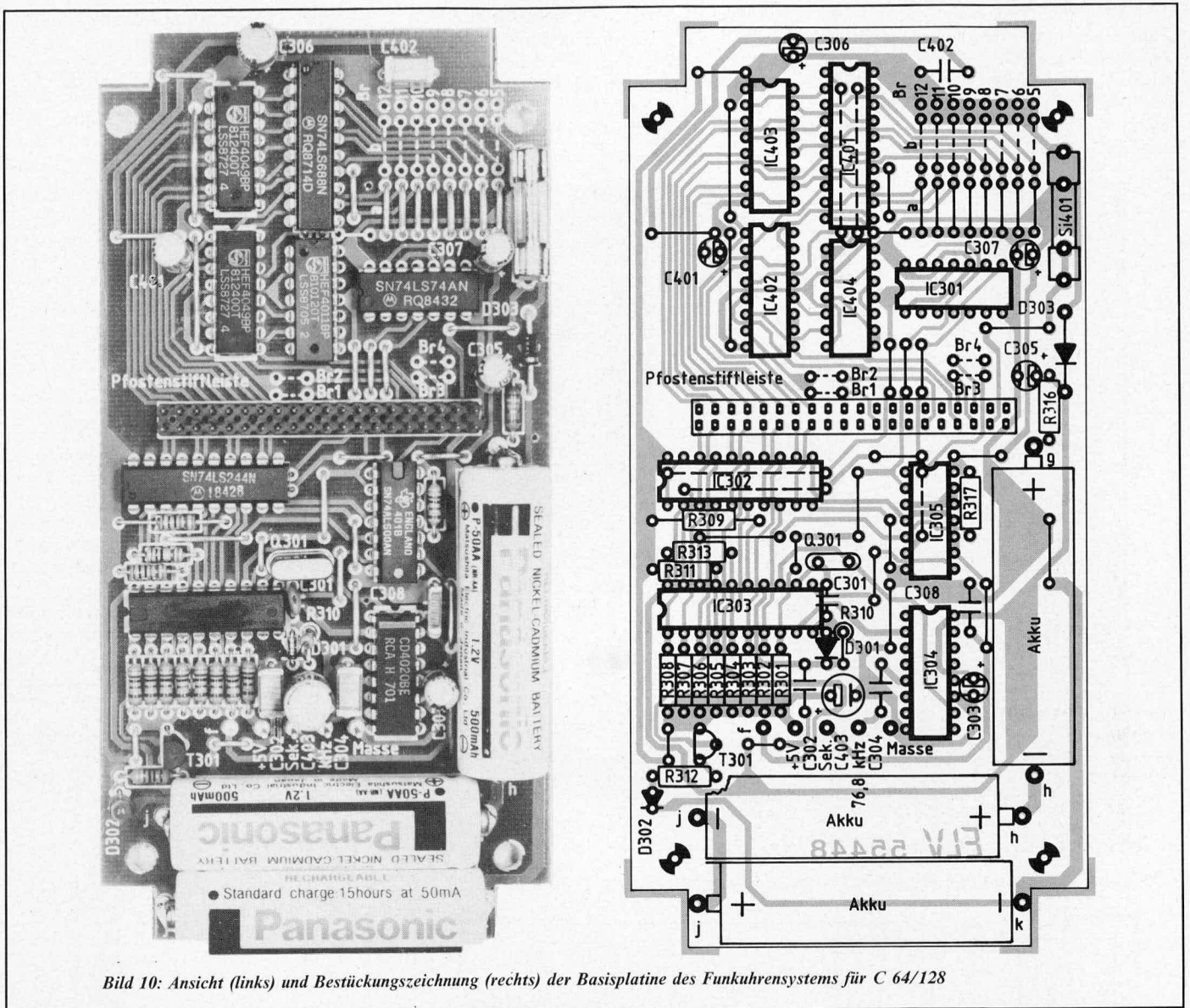


Bild 10: Ansicht (links) und Bestückungszeichnung (rechts) der Basisplatte des Funkuhrensystems für C 64/128

In Bild 11 ist die Bestückungsseite der Steckerplatine gezeigt, bei der es sich um eine doppelseitige Leiterplatte handelt. Diese Platine wird in den Expansions-Port des C 64/128 eingesteckt. Die obere Seite steht mit den Kontakten 1 bis 22 des Expansions-Ports in Verbindung, während die

untere Seite die Punkte A bis Z kontaktiert.

Ungefähr in der Platinenmitte wird auch in diese Platine eine Pfostenleiste eingelötet. In diesem Fall wird die kurze Stiftseite von der Platinenunterseite eingesteckt und auf der oberen Seite verlötet.

Da das ELV-Funkuhrensystème nur eine einzige Adresse des Expansions-Ports belegt, besteht ohne weiteres die Möglichkeit zum Ankoppeln weiterer Geräte. Hierzu wird eine Buchsenleiste zum direkten Einstecken einer weiteren Platine auf die Steckerplatine gelötet. Entsprechend dem in Bild 11 gezeigten Bestückungsplan kann die Buchsenleiste im hinteren Drittel direkt auf die Steckerplatine gelötet werden, oder sie wird am Platinenende angesetzt, wobei dann je eine der beiden 22-poligen Kontaktreihen auf der Platinenunterseite und auf der Platinenoberseite anzulöten sind. Grundsätzlich können auch 2 Buchsenleisten eingesetzt werden.

Zur Verbindung zwischen Steckerplatine und Basisplatte dient eine 40polige Flachbandleitung mit einer Länge von ca. 0,5 m.

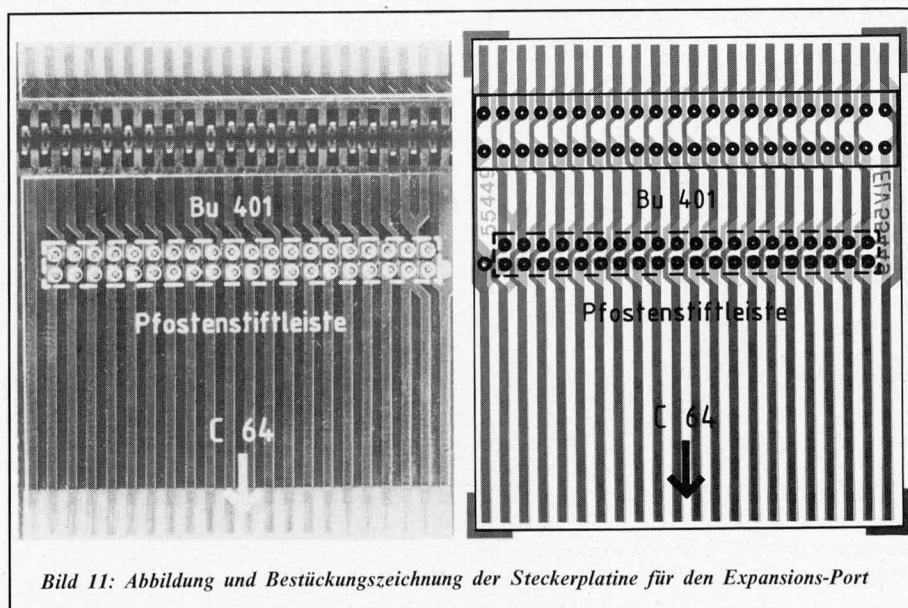


Bild 11: Abbildung und Bestückungszeichnung der Steckerplatine für den Expansions-Port

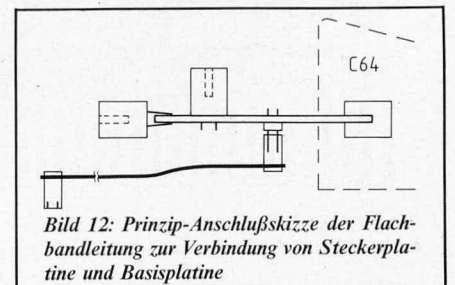


Bild 12: Prinzip-Anschlußskizze der Flachbandleitung zur Verbindung von Steckerplatine und Basisplatte

Die Flachbandleitung wird mit Hilfe der Schneid-Klemm-Verbindungstechnik an 40polige Pfostenfeld-Steckverbinder angeschlossen, wobei der eine Pfostenfeld-Steckverbinder um 180 Grad gedreht aufgesetzt wird, entsprechend Bild 12.

Abschließend ist noch zu erwähnen, daß von den 2 x 22 Anschlußpunkten des Expansions-Ports alle 44 Leitungen zu den Buchsenleisten auf der Steckerplatine geführt werden, jedoch nur 2 x 20 Leitungen mit der Basisplatine in Verbindung stehen,

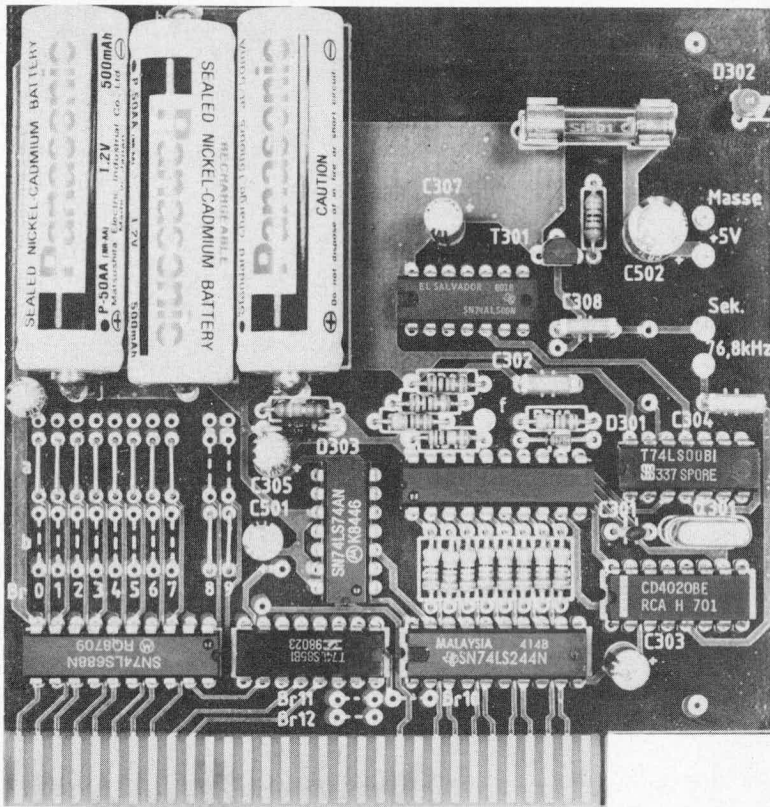
da auf der Basisplatine nicht alle Anschlüsse benötigt werden.

Für die Basisplatine des Funkuhrensyste-
ms steht ein passendes Kunststoffgehäu-
se zur Verfügung, in das die Platine einge-
schraubt werden kann.

Zur Inbetriebnahme wird zunächst die
Verbindung zum Empfänger hergestellt,
die Steckerplatine in den Expansions-Port
gesteckt und die Antenne ausgerichtet
(wird im weiteren Verlauf dieses Artikels
noch ausführlich beschrieben). Nach weni-
gen Minuten einwandfreien Empfangs wird
das Funkuhrensyste auf die korrekte
Uhrzeit synchronisieren.

Aufbau der IBM-PC-XT/AT-Version

In Bild 13 ist der Bestückungsplan der
Hauptplatine des ELV Funkuhrensyste-
ms für den Einsatz an einem IBM-PC-XT/AT
gezeigt. Zunächst werden die niedrigen und
anschließend die höheren Bauelemente
entsprechend des Bestückungsplanes auf
die Platine gesetzt und auf der Leiterbahn-
seite verlötet. Auch hier werden die 3 Mi-
gnon-NC-Akkus vorsichtig an die entspre-
chenden Lötstifte gelötet, wobei darauf zu



Ansicht der fertig bestückten Platine des Funkuhrensyste-
ms (IBM-PC-XT/AT-Version)

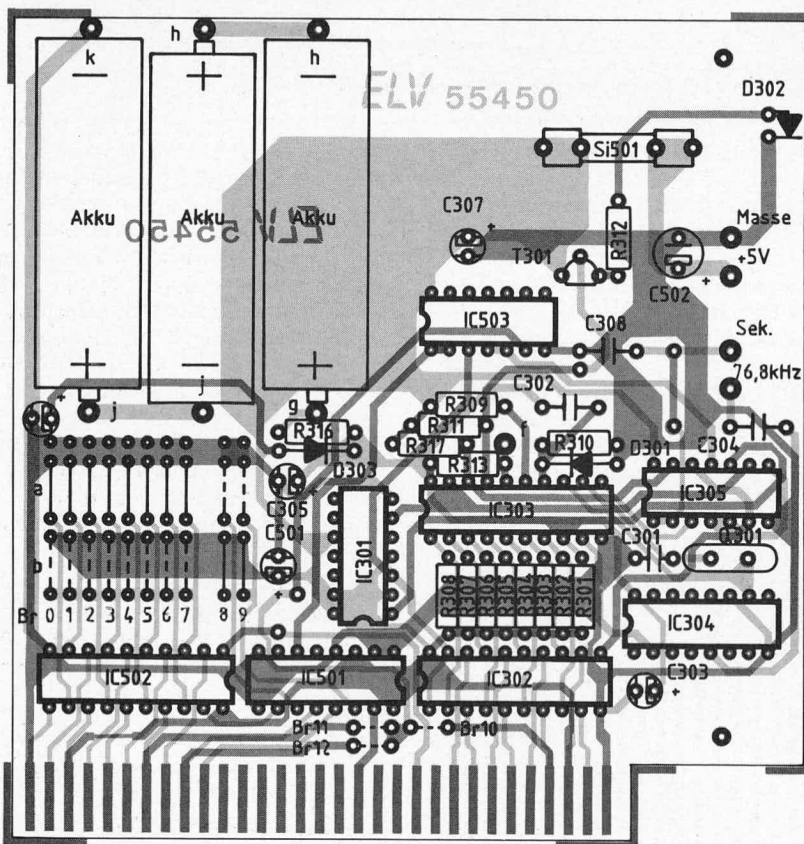


Bild 13: Leiterbahnverlauf der Basisplatine des Funkuhrensyste-
ms (IBM-PC-XT/AT-Version) – Lei-
terbahnverlauf der Bestückungsseite: hellgrau, Leiterbahnverlauf der Platinenunterseite: dunkelgrau

Stückliste: Ankoppelschaltung und Basisschaltung für IBM PC-XT/AT

Widerstände

15 Ω	.....	R 316
470 Ω	.....	R 312
4,7 kΩ	.....	R 301–R 308, R 317
10 kΩ	.....	R 309, R 311
47 kΩ	.....	R 310
100 kΩ	.....	R 313

*R 314 entfällt

Kondensatoren

10 pF	.....	C 301
10 nF	.....	C 308*
100 nF	.....	C 302, C 304
10 µF/16 V	.....	C 303, C 305 —
		C 307, C 501
100 µF/16 V	.....	C 502

Halbleiter

CD 4020	.....	IC 304
ELV 8711	.....	IC 303
74 LS 00	.....	IC 305*, IC 503
74 LS 74	.....	IC 301
74 LS 85	.....	IC 501
74 LS 244	.....	IC 302
74 LS 688	.....	IC 502
BC 548	.....	T 301
1 N 4001	.....	D 303
1 N 4148	.....	D 301
LED, 3 mm, rot	.....	D 302

*gegenüber Schaltbild geändert

Sonstiges

2,4576 MHz	.....	Q 301
Sicherung 200 mA	.....	Si 501
1 Platinensicherungshalter		
11 Lötstifte		
15 cm Silberdraht		

achten ist, daß die Akkus nicht unnötig erhitzt werden, andererseits sich jedoch eine zuverlässige Lötverbindung ergibt.

Die Verbindung zwischen Hauptplatine und Empfänger sollte zu seinem späteren Zeitpunkt ohne löten zu müssen (z. B. bei einem Standortwechsel des Rechners) wieder getrennt werden können. Hierzu werden 2 ca. 10 cm lange ladbare, abgeschirmte Zuleitungen mit den entsprechenden Punkten auf der Hauptplatine verbunden und an den anderen Enden mit je einer 3,5 mm-Klinkenkupplung versehen. Ein Knoten in den Zuleitungen dient zur Zugentlastung. Die beiden zugehörigen 3,5 mm-Klinkenstecker befinden sich am Ende der vom Empfänger kommenden Zuleitungen.

In der Gehäuserückwand des Rechners wird ein Abdeckstreifen an der Stelle entfernt, an der die Hauptplatine des ELV-Funkuhrensyste.ms in den entsprechenden Slot eingesteckt werden soll. Die Bearbeitung dieses Abdeckstreifens wird entsprechend der Abbildung 14 vorgenommen, wobei die Schnittkanten sorgfältig zu entgraten sind. In die 3,5 mm-Bohrung wird später die LED gesteckt, während die beiden seitlichen Aussparungen zur Durchführung der Empfängerzuleitungen dienen, ohne daß bei einem späteren Aus- und Einbau Lötarbeiten erforderlich sind.

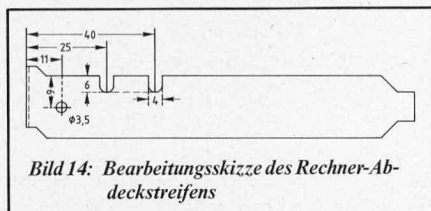


Bild 14: Bearbeitungsskizze des Rechner-Abdeckstreifens

Zu beachten ist, daß die Brücken Br 0 bis Br 9 unbedingt alle bestückt werden müssen („a“ oder „b“) zur Festlegung der Ansprechadresse für das ELV-Funkuhrensyste.m. Die Brücken Br 10 bis Br 12 werden nur nach Bedarf, wie dies unter dem Kapitel „Zur Schaltung“ beschrieben wurde, eingesetzt.

Zur Einstellung der Ansprechadresse des ELV-Funkuhrensyste.ms können anstelle der Brücken auch DIL-Schalter eingesetzt werden. Bei der C 64/128-Version sind dies die 8 Brücken Br 5 bis Br 12 und bei der IBM-PC-XT/AT-Version die 10 Brücken Br 0 bis Br 9. Da die DIL-Schalter den entsprechenden Kontakt im geschlossenen Zustand nach Masse schalten, muß zusätzlich für jede Brücke ein Pull-up-Widerstand von 10 kΩ jeweils an die Brückenpositionen „b“ eingelötet werden. Hierdurch liegt bei geöffnetem DIL-Schalter ein definierter „High“-Pegel an den entsprechenden Punkten.

Da die Hauptplatine außer der Steckverbindung keine mechanische Befestigung im Rechnergehäuse besitzt, ist sie bei einem evtl. Transport auszubauen oder zusätzlich vor dem Herausfallen zu sichern.

Zur Inbetriebnahme wird die Antenne wie im folgenden Kapitel beschrieben ausgerichtet. Nach dem Einschalten des Gerätes wird nach wenigen Minuten einwandfreien Empfangs das Funkuhrensyste.m auf die korrekte Zeit synchronisiert.

Ausrichtung der Antenne

Das Kunststoffgehäuse, in dem sich die Aktiv-Antenne sowie der Empfänger befindet, wird so ausgerichtet, daß es sich senkrecht zur gedachten Linie befindet, die von Frankfurt/Mainflingen aus durch den Standort des Gerätes läuft (Bild 15). Je weiter sich der Standort von Frankfurt entfernt befindet, desto größere Bedeutung kommt dem Aufstellort der Antenne zu. Betonhochhäuser und Tiefgaragen werden nicht zuletzt aufgrund ihrer Stahlbewehrungen wie ein Faraday'scher Käfig, der den Empfang unmöglich machen kann.

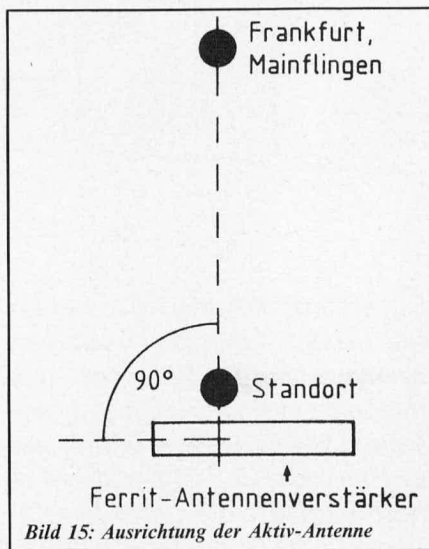


Bild 15: Ausrichtung der Aktiv-Antenne

DCF-Zeit-Datentelegramm anhand eines Beispiels

Beispiel: 04. 03. 88 13:15:32 Freitag/Winterzeit/DCF Synchronisiert

Abfrage	Bit	Bedeutung Bit 0 bis 3
	76543210	
1	11010010	Status xxx s. u.
2	10010000	Status yyy s. u.
3	10010010	Sekunde Einer
4	10010011	Sekunde Zehner
5	10010101	Minute Einer
6	10010001	Minute Zehner
7	10010011	Stunde Einer
8	10010001	Stunde Zehner
9	10010101	Wochentag: 1 = Montag... 7 = Sonntag
10	10011111	immer „1111“ zusätzlicher Software Handshake
11	10010100	Tag Einer
12	10010000	Tag Zehner
13	10010011	Monat Einer
14	10010000	Monat Zehner
15	10011000	Jahr Einer
16	10011000	Jahr Zehner
	00?0????	wird mehr als 16 Mal pro Sekunde abgefragt, so bleiben das Hard- und Software Handshakebit „0“ für den Rest der Sekunde

Bit 7 = Hardware Handshake

Bit 6 = Software Handshake: ist bei der ersten Abfrage in jeder Sekunde „1“ sonst „0“

Bit 5 = ist für 100 Millisekunden nach dem Anfang jeder Sekunde „1“ und dann für 900 Millisekunden „0“. Dieses Bit ist völlig unabhängig von der Abfragefrequenz

Bit 4 = ist bei den ersten 16 Abfragen pro Sekunde „1“ und anschließend bis zur nächsten Sekunde „0“ (zusätzlicher Software Handshake)

xxx Sommer/Winterzeit Status

0000: Noch keine gültige Sommer/Win-

terzeit Information empfangen

0010: Winterzeit 0001: Sommerzeit
yyy DCF-Uhren Status
Bit 0: 1: noch keine korrekte DCF Zeit empfangen
Bit 0: 0 es ist schon einmal eine korrekte DCF-Zeit empfangen worden

Bei dem Aufstellort der Antenne ist daher für ungehinderten Empfang zu sorgen. Nachdem die Antenne ausgerichtet wurde, erfolgt der Abgleich der Empfangsspule L 101/L 102. Hierzu wird der Spulenträger langsam in sehr kleinen Schritten (weniger als 1 mm) auf dem Ferrit-Stab bewegt. Gleichzeitig überwacht man mit einem hochohmigen Voltmeter die Spannung an Pin 9 des IC 1201 (gegen Schaltungsmasse gemessen).

Der Spulenkörper wird auf dem Ferrit-Stab genau an der Stelle fixiert, an der die Spannung an Pin 9 ihr Maximum aufweist. Die Fixierung kann mit einem kleinen, dreieckförmigen Pappkeil, einem Streichholzstückchen oder auch mit etwas Klebstoff erfolgen.

Soll diese Konstruktion später vergossen werden, sollten zunächst einige Wochen Betrieb abgewartet werden und ein Nachabgleich erfolgen.

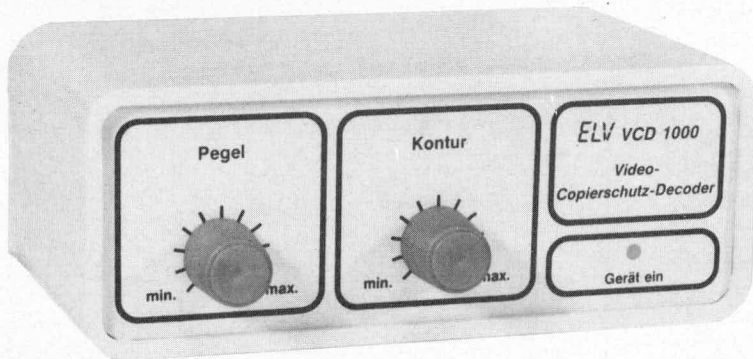
Damit ist der Abgleich des Grätes bereits beendet und dem Einsatz dieses interessanten Funkuhrensyste.ms steht nichts mehr im Wege. In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ stellen wir Ihnen eine komfortable Anwendersoftware vor, die es ermöglicht, auf einfachste Weise die Uhrzeit in verschiedenen Darstellungsformen auf den Bildschirm zu holen (große, ansprechend ausgeformte Digitalanzeigen oder auch die Abbildung einer Analog-Uhr).

0000: Winterzeit 0001: Sommerzeit
yyy DCF-Uhren Status
Bit 0: 1: noch keine korrekte DCF Zeit empfangen
Bit 0: 0 es ist schon einmal eine korrekte DCF-Zeit empfangen worden

Bit	Bedeutung
3 2 1	
1 1 1	noch keine Minutensynchronisation empfangen
1 1 0	Minutensynchronisation ist empfangen worden
1 0 0	Vergleichszeit stimmt noch nicht
0 0 0	korrekter DCF-Empfang

Video-Copierschutz-Decoder

VCD 1000



Ein Software-Kopierschutz, macht seit neuestem auf dem Videosektor von sich reden, der es verhindern soll, daß Leihkassetten überspielt werden können. Beim Abspielen entsprechend geschützter Videokassetten kann jedoch nicht nur ein zur Aufnahme herangezogener zweiter Videorecorder gestört werden, sondern auch so manches Fernsehgerät läßt nur eine geminderte Wiedergabequalität zu. Hier setzt der ELV-Video-Copierschutz-Decoder VCD 1000 ein, mit dessen Hilfe die störenden Kopierschutzsignale restlos ausgeblendet werden – die ursprüngliche Qualität der Videoinformationen steht wieder dem Anwender zur Verfügung.

Allgemeines

„Macrovision“ heißt die neue Kopierschutz-Software, die erstmals bei dem auf Videokassetten erhältlichen Film „Crocodile Dundee“ eingesetzt wurde, aber ab sofort auch weitere Video-Filme von CBS/Fox und vermutlich vielen anderen Anbietern vor dem Kopieren schützen soll. Das Software-Störsignal macht ein Überspielen entsprechend geschützter Filme zwar nicht unmöglich, bringt jedoch den aufnehmenden Videorecorder in seinen Regeleigenschaften hinsichtlich Aussteuerung und Synchronisation durcheinander. Dies äußert sich in krassen Farbverfälschungen, Störstreifen, durchlaufenden Bildern o. ä., d. h. die Kopie ist unbrauchbar.

Fernsehgeräte sollen auf die Störsignale nicht ansprechen, da hier weder Gleichlauf-eigenschaften noch Aussteuerungspegel in entsprechender Form zu berücksichtigen sind. Nach den von ELV durchgeführten umfangreichen Tests und Untersuchungen ergibt sich folgendes Bild:

Fast alle von ELV untersuchten Videorecorder des Systems VHS reagieren sensibel auf die Kopierschutz-Signale, d. h. die Kopie ist mehr oder weniger unbrauchbar. Anders sieht die Situation bei Recordern des Systems Video 2000 aus. Alle von ELV untersuchten Geräte dieses Systems zeigten sich dem Kopierschutz gegenüber unbeeindruckt. Zwar wurden die Störsignale mit aufgezeichnet, jedoch ergab sich eine weitgehend einwandfreie Kopie.

Beim Abspielen der Originalkassette ergaben sich nur in Ausnahmefällen nennenswerte Qualitätseinbußen, bevorzugt bei älteren Farbfernsehgeräten. Im allgemeinen war ein Abspielen problemlos möglich.

Abschließend noch einige Worte zur rechtlichen Situation.

Zur Rechtslage

Nach derzeit geltendem deutschen Recht darf jeder, der sich eine Video-Kassette gegen Gebühr ausleiht, diese zur rein privaten Nutzung kopieren. Der häufigste, vollkommen legale Anwendungsfall ist vermutlich der, daß die Leihkassette innerhalb von 24 Stunden zurückgegeben wird und die Kopie zu Hause zur Vervollständigung der privaten Videosammlung dient.

Jedoch bereits das unentgeltliche und selbstverständlich erst recht das bezahlte Ausleihen der kopierten Kassette an Bekannte oder Freunde ist strafbar.

Im erstgenannten Fall ist der Einsatz des ELV-Video-Copierschutz-Decoders VCD 1000 rechtlich vollkommen einwandfrei.

Bedienung und Funktion

Der Einsatz des ELV-Video-Copierschutz-Decoders VCD 1000 ist denkbar einfach. Das Gerät ist so ausgelegt, daß es problemlos hinter den zur Wiedergabe eingesetzten Videorecorder geschaltet werden kann, d. h. es befindet sich zwischen Fernseher bzw. aufnehmendem Videorecorder und abspielendem Videorecorder.

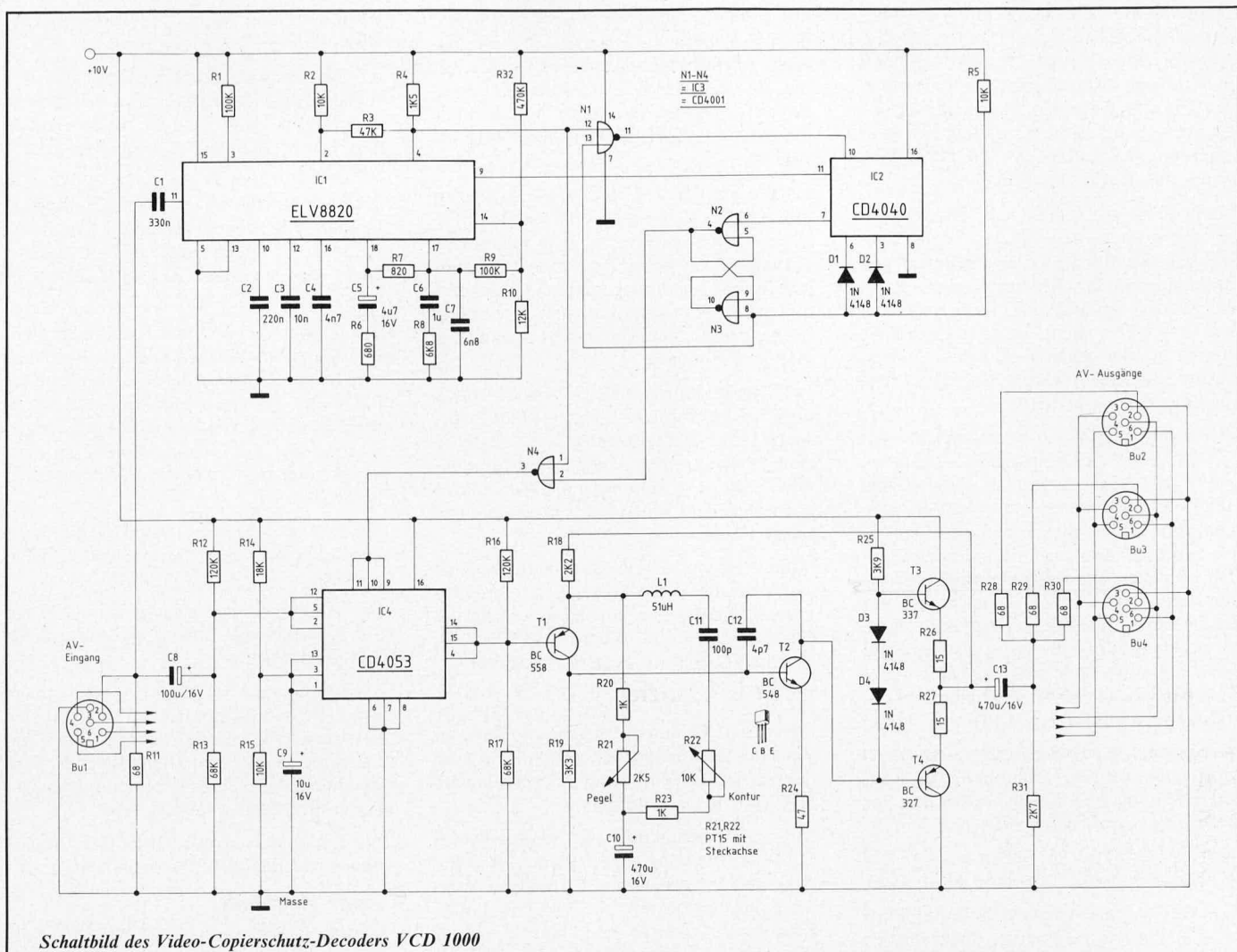
Auf der Geräterückseite sind 4 DIN-AV-Buchsen angeordnet. Eine davon stellt die

Eingangsbuchse dar, zur Ankopplung des VCD 1000 an die Signalquelle (derjenige Videorecorder, der zum Abspielen der Originalkassette dient). Bei den 3 anderen DIN-AV-Buchsen handelt es sich um gemeinsame Ausgänge, so daß bis zu 3 Video-Geräte direkt angesteuert werden können (z. B. 2 aufnehmende Videorecorder und 1 Farbfernsehgerät als Kontrollmonitor).

Für den Anschluß und die Verbindung von Video-Geräten gibt es eine große Vielfalt von unterschiedlichen Steckverbindungen. Für alle sind im einschlägigen Fachhandel die entsprechenden Spezialleitungen erhältlich. Wir haben uns daher bei der Signal-Ein- und Ausgabe für die nach unseren Untersuchungen gebräuchlichste Steckverbindung im Bereich der Videotechnik entschieden – die DIN-AV-Buchse. Sie ist auch von der Bedienung her einfach zu handhaben, da sowohl für das Video- als auch für das Audio-Signal nur diese eine Buchse erforderlich ist (für den Anschluß des Video-Signals über BNC-Buchsen sind zusätzlich 2 weitere Verbindungen z. B. über Cinch-Buchsen, für den linken und rechten Audio-Kanal, erforderlich).

Die Versorgung des ELV-Video-Copierschutz-Decoders VCD 1000 erfolgt über ein 12 V/300 mA-Gleichspannungs-Stecker-netzteil. Dieses wird mit der in der Gehäuse-rückwand eingebauten 3,5 mm-Klinkenbuchse verbunden.

Die rechts auf der Frontplatte angeordnete Kontroll-LED signalisiert die Betriebsbereitschaft.



Schaltbild des Video-Copierschutz-Decoders VCD 1000

Als Besonderheit bietet der VCD 1000 eine individuelle Pegelinstellung zur Anpassung von unterschiedlichen Eingangspegeln, um eine optimale Aussteuerung und Bildqualität der am Ausgang angeschlossenen Geräte zu erreichen.

Mit dem zweiten Regler „Kontur“ kann zusätzlich die Konturen- bzw. Randschärfe optimiert werden.

Die wesentliche Aufgabe des VCD 1000, die Ausblendung der Störsignale erfolgt vollautomatisch, d. h. in dem Bereich des Videosignals, in dem sich die Störsignale befinden, erfolgt die Ausblendung über den VCD 1000 in vollem Umfang mit Hilfe eines

hochintegrierten Video-Prozessors, ohne daß hierfür ein manueller Einstellvorgang erforderlich ist.

Egal, ob das zur Wiedergabe dienende Videoband mit Störsignalen behaftet ist oder nicht, es steht immer ein störsignalfreies Video-Ausgangssignal an allen 3 Ausgangsbuchsen des VCD 1000 zur Verfügung. Dies bedeutet darüber hinaus eine zusätzliche Funktion des Gerätes als „normaler“ Video-Überspiel-Verstärker und Dreifachverteiler, denn auch bei nicht kopiergeschützten Videobändern können die entsprechenden Video-Signale selbstverständlich den VCD 1000 durchlaufen.

Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist die prinzipielle Funktionsweise des ELV-Video-Copierschutz-Decoders VCD 1000 im Blockschaltbildcharakter gezeigt.

Das Video-Eingangssignal gelangt über einen elektronischen Schalter auf einen Breitbandverstärker, der eine Verstärkung und Pufferung in Verbindung mit einer Signalaufbereitung vornimmt. Am Ausgang steht dann das entsprechend aufbereitete Videosignal zur Verfügung.

Immer dann, wenn aufgrund eines Software-Kopierschutzes in der Signalquelle

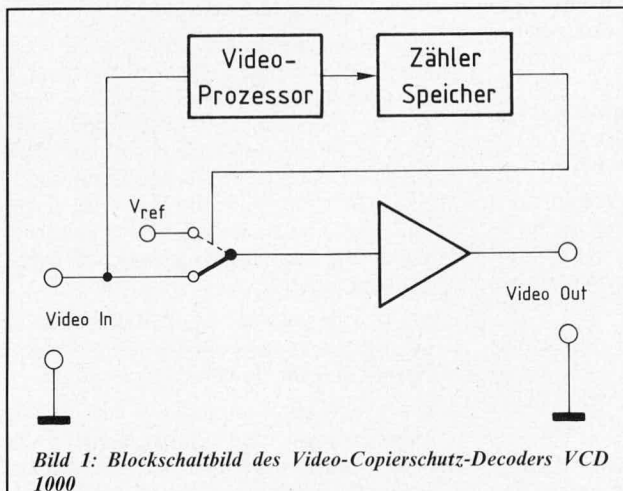


Bild 1: Blockschaltbild des Video-Copierschutz-Decoders VCD 1000

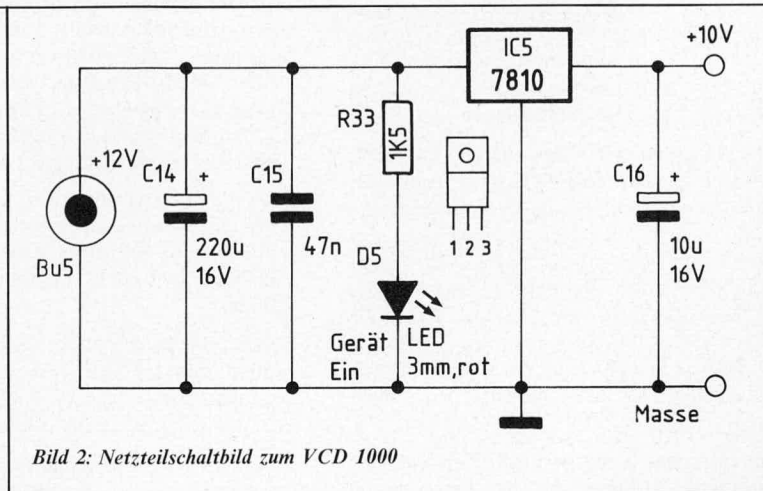


Bild 2: Netzteiltschaltbild zum VCD 1000

entsprechende Störsignale möglich sind, koppelt der elektronische Schalter den Eingang des Video-Verstärkers von der Signalquelle ab und legt einen definierten Pegel an (V_{ref}). Im selben Moment, in dem die Gefahr der Störsignale vorüber ist, verbindet der elektronische Schalter den Video-Verstärker wieder mit dem Eingangssignal.

Damit keine wesentlichen Bildinformationen verloren gehen, ist das hochpräzise Schalten des elektronischen Schalters von ausschlaggebender Bedeutung und damit auch dessen Ansteuerung. Die verschiedenen Umschaltmomente müssen auf wenige Mikrosekunden genau den Erfordernissen entsprechen, wozu extrem schnelle Auswertevorgänge erforderlich sind.

Hierzu dient der Video-Prozessor des Typs ELV 8820, der seine Eingangsinformationen direkt aus dem anliegenden Video-Signal erhält. In Verbindung mit einem nachgeschalteten Zähler/Speicher erzeugt der Video-Prozessor in einem aufwendigen und extrem schnellen Auswerte- und Registrierungsverfahren die notwendigen Steuerimpulse für den elektronischen Schalter. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß das Ausgangssignal von den entsprechenden Störsignalen — bedingt durch einen Software-Kopierschutz — vollständig befreit ist.

Nachfolgend soll die Schaltung im einzelnen besprochen werden, wobei die im IC 1 ablaufende komplexe Signalverarbeitung nur im Prinzip besprochen werden soll.

Die Eingangs-DIN-AV-Buchse besitzt 6 Anschlüsse, von denen 5 benötigt werden.

Pin 1 (AV-Voltage – Schaltspannung), Pin 3 (Masse), Pin 4, 6 (Ton) werden direkt mit den entsprechenden Anschlußpins der 3 Ausgangsbuchsen verbunden, wobei der Anschlußpin 5 unbeschaltet bleibt.

Das für unseren Anwendungsfall interessierende Video-Eingangssignal steht an Pin 2 der Buchse zur Verfügung. Über den Eingangswiderstand R 11 erfolgt ein Abschluß zur Vermeidung von Leitungsreflexionen.

Zur Weiterverarbeitung gelangt das Signal zum einen über C 1 auf den Eingang (Pin 11) des Video-Prozessors IC 1 des Typs ELV 8820 und zum anderen erfolgt die Ankopplung an den elektronischen Schalter IC 4 des Typs CD 4053 über C 8 (Pin 2, 5, 12). Zur Erzielung eines möglichst geringen Schaltwiderstandes sind alle 3 im IC 4 integrierten Umschalter parallelgeschaltet. Der zweite Eingang eines jeden Umschalters (Pin 1, 3, 13) liegt über den Spannungsteiler R 14, R 15 auf einer festen Referenzspannung, die in unserem Fall 3,57 V beträgt.

Die Ausgänge der 3 Umschalter (Pin 4, 14, 15) sind je nach Stellung der elektronischen Schalter entweder mit dem Video-Eingangssignal oder mit der Referenzspannung verbunden und geben das entsprechende Signal auf die Basis des Vorstufentransistors T 1 des Video-Verstärkers. Bevor wir an dieser Stelle mit der Beschreibung fortfahren, soll zunächst die Ansteuerung des elektronischen Umschalters in ihren wesentlichen Zügen besprochen werden.

Im IC 1 des Typs ELV 8820 erfolgt eine komplexe Aufbereitung und Verarbeitung

des Video-Eingangssignals, dessen detaillierte Beschreibung den Rahmen dieses Artikels überschreiten würde. So wollen wir uns auf die wesentlichen Ausgangsinformationen des Video-Prozessors beschränken, die an den Pins 4 und 9 zur Verfügung stehen.

An Pin 4 des IC 1 stehen exakte, von allen Störeinflüssen befreite, Horizontal-Synchronimpulse an, die in ihrer Phasenlage exakt mit den entsprechenden Synchronimpulsen des Eingangssignals übereinstimmen und als Basisinformation zur Ansteuerung des elektronischen Schalters (IC 4) über das Gatter N 4 dienen.

Im Grundzustand ist das Gatter N 4 jedoch über seinen zweiten Eingang (Pin 2) gesperrt, so daß die Steuerimpulse des IC 1 (Pin 4) wirkungslos bleiben, und die Umschalter im IC 4 das Eingangssignal auf den nachfolgenden Video-Verstärker durchgeschaltet haben.

Sobald entsprechende Störsignale möglich sind, gibt der Video-Prozessor an Pin 9 ein kurzes „High“-Signal auf den Reset-Eingang (Pin 11) des Zähler-IC 2 des Typs CD 4040, wodurch dieser in seine Startposition gebracht wird. Gleichzeitig wird das Gatter N 1 über Pin 13 freigegeben („Low“ entsprechend ca. 0 V), und die Synchronimpulse an Pin 4 des IC 1 stehen invertiert am Ausgang des Gatters N 1 (Pin 11) zur Ansteuerung des IC 2 (Pin 10) zur Verfügung.

Mit einer definierten zur einwandfreien Störunterdrückung erforderlichen Verzögerung von 0,1 ms wird der Speicher, bestehend aus den Gattern N 2/N 3 über seinen Eingang Pin 6 durch ein „High“-Signal an Pin 7 des IC 2 gesetzt. Der Ausgang (Pin 4 von N 2) wechselt von „High“ auf „Low“ (ca. 0 V), und das Gatter N 4 ist damit freigegeben. Jetzt gelangen die Ausgangssignale von Pin 4 des IC 1 über das Gatter N 4 auf die Steuereingänge der elektronischen Schalter des IC 4. Hierdurch werden die im Video-Signal enthaltenen Störimpulse zuverlässig ausgeblendet. Wesentlich ist jedoch, daß die Horizontal-Synchronimpulse erhalten bleiben. Dies wird durch entsprechend exaktes Zurückschalten auf den Eingang während eines jeden Horizontal-Synchronimpulses innerhalb einer Störimpulsserie gewährleistet.

Nach insgesamt 1,2 ms erfolgt ein Zurücksetzen des Speichers N 2/N 3 an Pin 8, wobei gleichzeitig das Gatter N 1 über Pin 13 gesperrt wird. Durch das Zurücksetzen des Speichers N 2/N 3 steht am Ausgang (Pin 4) wieder „High“-Pegel an, so daß auch das Gatter N 4 gesperrt ist, und der elektronische Schalter IC 4 den Video-Verstärker mit dem Video-Eingangssignal verbindet.

Die Ablaufsteuerung des elektronischen Umschalters ist so ausgelegt, daß die maximal mögliche Störimpulslänge erfaßt wird und alle Störsignale ausgeblendet werden können.

Sobald die Möglichkeit neuer Störsignale besteht, gibt der Video-Prozessor IC 1 wiederum an Pin 9 ein Startsignal an Pin 11 des IC 2 für einen neuen Ausblendzyklus.

Nachdem wir die digitale Ablaufsteuerung beschrieben haben, wollen wir mit der Be-

trachtung der Funktionsweise des eigentlichen Video-Verstärkers fortfahren.

An der Basis des Eingangstransistors T 1 steht das zu entkoppelnde und weiterzuverarbeitende Video-Signal an, das bereits von den entsprechenden Störsignalen befreit wurde.

T 1 bis T 4 stellen einen gleichspannungsgekoppelten Breitband-Verstärker dar, dessen Parameter „Verstärkung“ und „Frequenzgang“ getrennt über R 21 und R 22 einstellbar sind.

T 1 nimmt zunächst eine Entkopplung vor und steuert anschließend den Treibertransistor T 2 an. Dieser wiederum arbeitet auf die Basen der Komplementär-Gegentakt-Endstufe, bestehend aus T 3 und T 4 mit Zusatzbeschaltung. Eine Rückkopplung des Ausgangs zur ersten Verstärkerstufe erfolgt über R 18.

Mit R 21 wird die Verstärkung („Pegel“) und mit R 22 der Frequenzgang („Kontur“) eingestellt.

Das Ausgangssignal gelangt über C 13 auf die 3 Entkoppel- und Anpaßwiderstände R 28 bis R 30.

Die Spannungsversorgung aus einem 12 V/300 mA-Steckernetzteil muß für den Betrieb der Schaltung des VCD 1000 auf 10 V stabilisiert werden. Hierzu dient der Festspannungsregler IC 5 in Verbindung mit den Puffer- und Siebkondensatoren.

Zur Einschaltkontrolle wurde D 5 mit dem Reihenwiderstand R 33 vorgesehen.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente werden auf einer übersichtlich gestalteten Leiterplatte untergebracht. Die Bestückung wird in gewohnter Weise vorgenommen. Zunächst werden anhand des Bestückungsplanes die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Bei den gepolten Bauelementen wie Elkos, Dioden, Transistoren und ICs ist auf die richtige Einbaulage zu achten.

Bei den Einstellreglern handelt es sich um Trimmer des Typs PT 15, in die später eine entsprechende Antriebsachse einzustecken ist.

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig überprüft wurde, kann die Schaltung in Betrieb genommen werden.

Zum Einbau steht ein formschönes Gehäuse aus der ELV-Serie micro-line zur Verfügung. Die Leiterplatte wird in die unteren Gehäuseenden eingeschoben, wobei vorher in die Gehäuserückwand an entsprechenden Stellen für die Buchsen Bohrungen einzubringen sind. Die Gehäuse-Frontplatte wird eingesetzt und erst danach die beiden Antriebsachsen mit den daran angespritzten Drehknöpfen eingesteckt.

Die LED D 5 wurde vorher im rechten Winkel abgelenkt und weist durch eine entsprechende Bohrung in der Frontplatte.

Nach erfolgter Verbindung mit Versorgungsspannung und Video-Geräten steht dem Einsatz dieses interessanten Kopierschutz-Docoders nichts mehr im Wege.

Stückliste: Video-Copierschutz-Decoder VCD 1000

Widerstände

15 Ω	R 26, R 27
47 Ω	R 24
68 Ω	R 11, R 28-R 30
680 Ω	R 6
820 Ω	R 7
1 kΩ	R 20, R 23
1,5 kΩ	R 4, R 33
2,2 kΩ	R 18
2,7 kΩ	R 31
3,3 kΩ	R 19
3,9 kΩ	R 25
6,8 kΩ	R 8
10 kΩ	R 2, R 5, R 15
12 kΩ	R 10
18 kΩ	R 14
47 kΩ	R 3
68 kΩ	R 13, R 17
100 kΩ	R 1, R 9

120 kΩ	R 12, R 16
470 kΩ	R 32
2,5 kΩ, Trimmer, PT 15	R 21
10 kΩ, Trimmer, PT 15	R 22

Kondensatoren

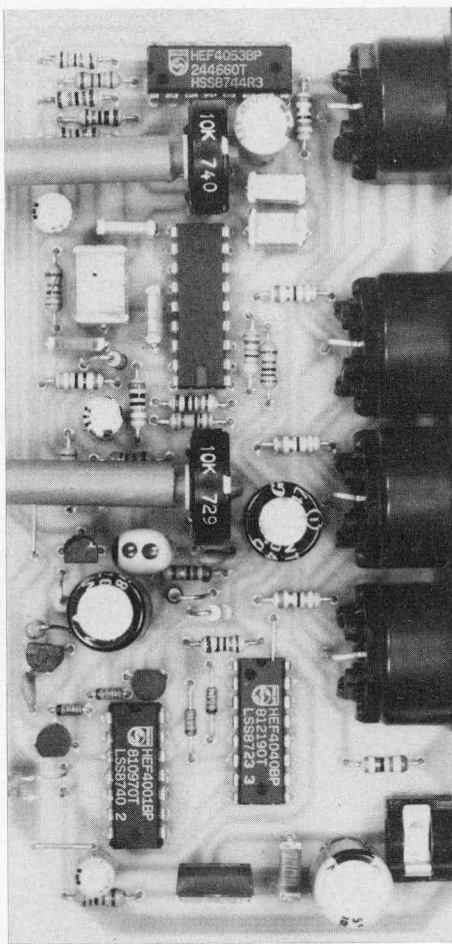
4,7 pF	C 12
100 pF	C 11
4,7 nF	C 4
6,8 nF	C 7
10 nF	C 3
47 nF	C 15
220 nF	C 2
330 nF	C 1
1 μF	C 6
4,7 μF/16 V	C 5
10 μF/16 V	C 9, C 16
100 μF/16 V	C 8
220 μF/16 V	C 14
470 μF/16 V	C 10, C 13

Halbleiter

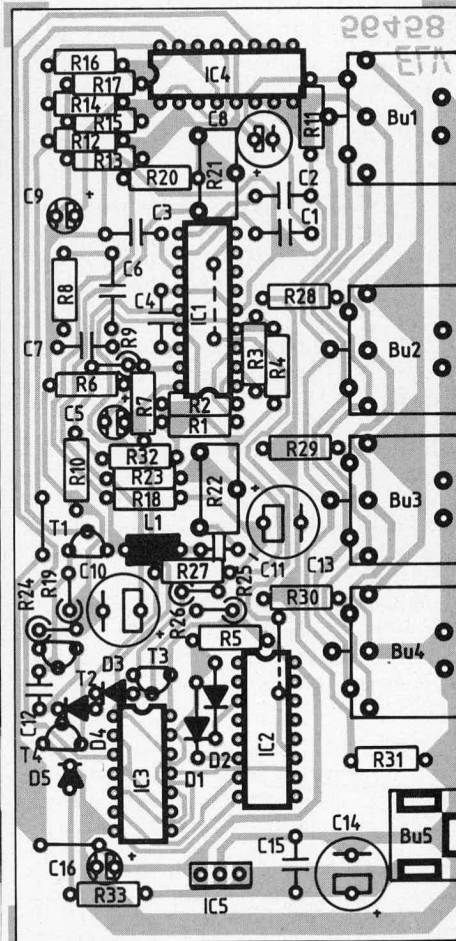
CD 4001	IC 3
CD 4040	IC 2
CD 4053	IC 4
ELV 8820	IC 1
7810	IC 5
BC327	T 4
BC337	T 3
BC548	T 2
BC558	T 1
1N4148	D 1-D 4
LED, 3 mm, rot	D 5

Sonstiges

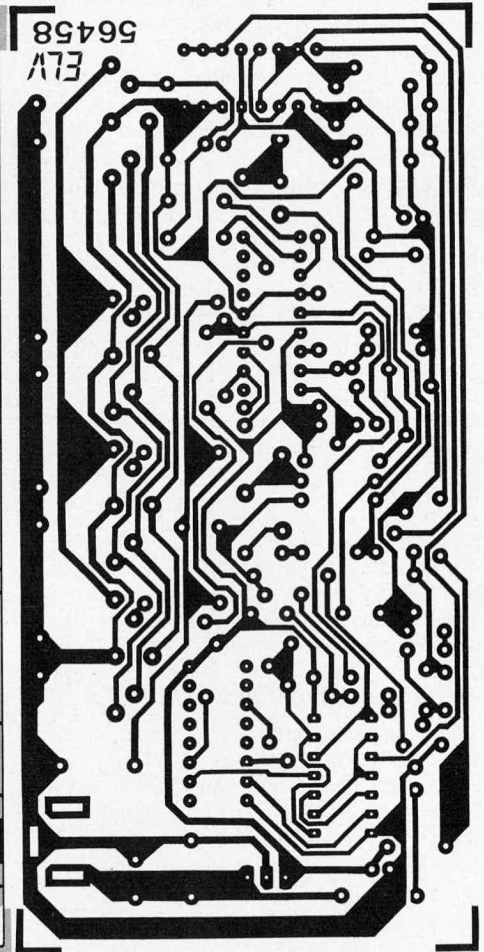
6polige-Print-AV-Buchsen	Bu 1-Bu 4
3,5 mm Klinkenbuchse	Bu 5
51 μH	L 1
2 Antriebsachsen mit Drehknopf	



Ansicht der fertig bestückten Platine



Bestückungsseite der Platine des VCD 1000



Leiterbahnseite der Platine des VCD 1000

Akkustik-Telefon- Fernüberwachungssystem ATF 1000

Sie sind auf Reisen oder bei Freunden und möchten gerne zu Hause oder in Ihrer Wochenendwohnung nach dem Rechten schauen, d. h. in unserem Fall hören. Mit dem von ELV entwickelten ATF 1000 ist nichts leichter als das. Sie rufen einfach zu Hause an, das ATF 1000 schaltet sich ein und gibt das von einem Mikrofon kommende verstärkte NF-Signal auf die Telefonleitung – Sie hören, was bei Ihnen zu Hause akustisch vor sich geht.

Allgemeines

Um es gleich vorwegzunehmen: Das Gerät hat einen kleinen Schönheitsfehler, nämlich das Fehlen der FTZ-Nummer. Die Post hat gegen die im Vorwort beschriebene recht einfache Art der akustischen Fernüberwachung etwas einzuwenden. Zwar ist es grundsätzlich ohne weiteres möglich, die beiden Anschlüsse des ATF 1000 direkt mit den Klemmen „a“ und „b“ des Postnetzes zu verbinden (z. B. direkt parallel zu einem bestehenden Telefon oder ersatzweise anstelle eines Telefons), jedoch das Veto der Bundespost steht dem entgegen, so daß sich die Anwendung (derzeit noch) auf den Einsatz an privaten Nebenstellen beschränkt, die nicht an das Postnetz angeschlossen sind. Es steht jedoch zu hoffen, daß in absehbarer Zeit (voraussichtlich ab Januar 1990) die postalischen Bestimmungen im Hinblick auf den Anschluß verschiedener, derzeit noch nicht freigegebener Zusatzgeräte gelockert werden.

Die besonders interessante und anwenderfreundliche Schaltung des Akustik-Telefon-Fernüberwachungssystems wollen wir Ihnen jedoch nicht vorenthalten und bereits zu diesem Zeitpunkt vorstellen.

Bedienung und Funktion

Die Inbetriebnahme

Die Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ werden über eine ca. 5 m lange Zadrige flexible isolierte Zuleitung mit Hilfe eines Telefonsteckers an die Telefonanlage angekoppelt. Eine Verlängerung kann ohne weiteres auf 100 m (!) und mehr erfolgen. Der Anschluß des ATF 1000 wird wahlweise direkt parallel zu einem bestehenden Telefon oder aber ersatzweise anstelle eines Telefons vorgenommen (Stecker des bestehenden Telefons abziehen und Stecker des ATF 1000 einstecken).

Nach dem Einschalten des Schiebeschalters S1 ist das ATF 1000 betriebsbereit. Die Stromaufnahme des Gerätes ist so gering, daß die gesamte Versorgung direkt über die Telefonanlage erfolgen kann. Ein separates Netzteil bzw. eine Stützbatterie ist nicht erforderlich.

Das Elektret-Kondensatormikrofon zur Raumüberwachung befindet sich mit im Gehäuse des Gerätes.

Das ATF 1000 wird zweckmäßigerweise so angeordnet, daß es sich ungefähr in der Mitte eines zu überwachenden Raumes befindet. Soll das Gerät als „Babyphone“ eingesetzt werden, d. h. zur Überwachung eines schlafenden (oder auch nicht schlafenden) Babys, so ist die Zuleitung so zu verlegen, daß sie sich in jedem Fall außerhalb der Reichweite des Babys befindet, das Gerät selbst jedoch einen Abstand von 2 bis 3 m zum Baby aufweist.

Durch einen integrierten, besonders hochverstärkenden Vorverstärker können bei maximaler Empfindlichkeitseinstellung selbst leise Atemgeräusche aufgenommen und übertragen werden.

Mit dem Empfindlichkeitseinsteller wird die gewünschte Überwachungsintensität vorgewählt.

Aktivierung der Fernüberwachung

Damit das Akustik-Telefon-Fernüberwachungssystem nicht bei jedem Anruf sofort die Raumgeräusche überträgt und dadurch einen eventuellen uneingeweihten Anrufer verwirrt, wurde von ELV eine einfach zu handhabende Anrufcodierung entwickelt, die sich in ähnlicher Form bei dem inzwischen in großen Stückzahlen bewährten Telefonfernswitchsystem TFS 235 bestens bewährt hat.

Zur Einschaltung der Fernüberwachung wird die eigene Rufnummer, an der das ATF 1000 angeschlossen ist, von einem anderen Telefon aus angewählt. Man läßt es jedoch nur einmal läuten und legt anschließend sofort wieder auf. Hierdurch wird dem ATF 1000 ein erster Startimpuls signalisiert. Bei 2 oder mehr Klingelsignalen sperrt das System automatisch für insgesamt ca. 80 Sekunden weitere Anrufe.

Nach dem ersten Anruf mit einem Klingelsignal wird innerhalb von ca. 80 Sekunden ein weiteres Mal der betreffende Anschluß angewählt. Jetzt schaltet sich das ATF 1000 automatisch ein und überträgt die vom Mikrofon aufgenommenen und verstärkten NF-Signale auf den Telefonanschluß – der Anrufer kann den entsprechenden Raum akustisch überwachen.

Zu beachten ist noch, daß zwischen dem Startsignal (erstes Klingelsignal des ersten Anrufes) und dem ersten Klingelsignal des zweiten Anrufes mindestens 10 Sekunden

liegen müssen. Dies ist üblicherweise allein durch den Wählvorgang gegeben.

Nach ca. 2 Minuten bricht das ATF 1000 die Verbindung automatisch ab. Dies macht sich für den Anrufer in der Form bemerkbar, wie durch das Auflegen eines Telefonhörers. Selbstverständlich kann der Anrufer auch zu einem früheren Zeitpunkt die Verbindung seinerseits abbrechen – z. B. um bei einem Ferngespräch Gebühren zu sparen.

Wird nach dem Anruf mit einmaligem Klingelsignal innerhalb von 80 Sekunden nicht erneut angerufen, geht das System nach Ablauf dieser Zeit wieder in den Grundzustand zurück, d. h. zur Aktivierung ist zunächst ein Anruf mit einem Klingelzeichen und anschließend innerhalb von 80 Sekunden ein zweiter Anruf zur Einschaltung des Systems erforderlich. Nachdem das ATF 1000 bei erfolgter Signalübertragung nach ca. 2 Minuten das Telefonat abgebrochen hat, steht es unmittelbar darauf für erneuten Einsatz zur Verfügung.

Einsatzmöglichkeiten

Das ATF 1000 besitzt einen besonders hochwertigen Vorverstärker mit optimal angepaßter Endstufe zur Ankopplung an private Telefonnetze, vorausgesetzt sie bieten gleiche oder ähnliche technische Bedingungen wie der postalische Telefonanschluß.

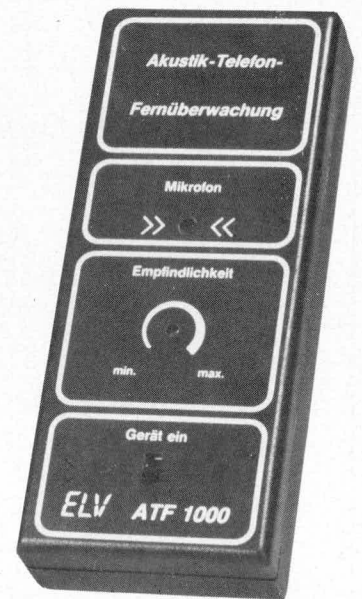
Die Verstärkung kann in einem weiten Bereich über den Empfindlichkeitseinstellregler vorgewählt werden, so daß sich sehr leise, aber auch lautere Geräusche mit guter Qualität im Sprachfrequenzbereich von 300 Hz bis 3 kHz übertragen lassen.

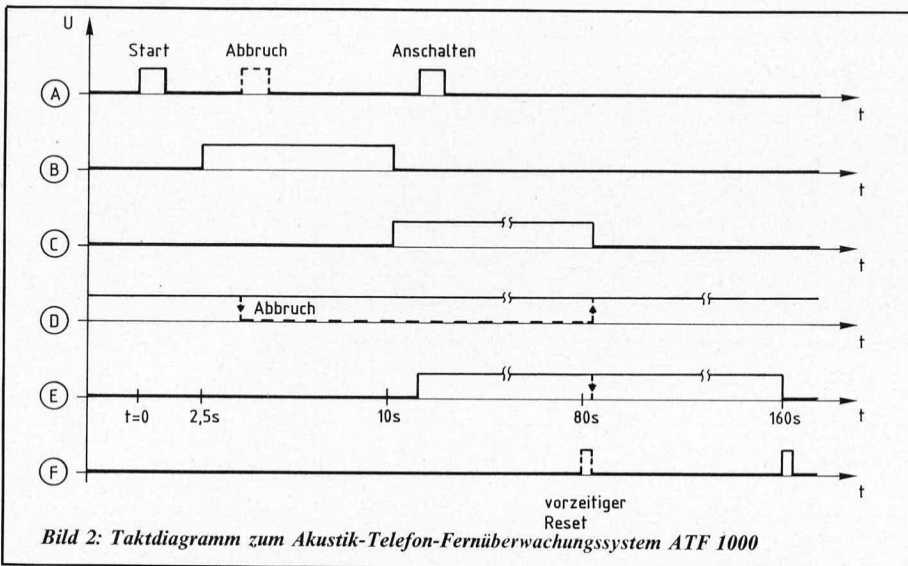
So eignet sich das System z. B. zum Hineinhören in die (hoffentliche) Stille des Wochenendhauses oder bei Ferienreisen zu stichprobenweiser Akustiküberwachung der häuslichen Wohnung.

Die Kontrolle des einwandfreien Arbeitens von z. B. nächtlich laufenden Maschinen in Betrieben zählt genauso zu den Anwendungsmöglichkeiten wie die Außenüberwachung eines Privat- oder Betriebsgrundstückes.

Eine besonders interessante Anwendung bietet das ATF 1000 im Bereich der Babyüberwachung.

Ist man bei Freunden in der Nachbarschaft eingeladen, kann durch Kontrollanrufe zu Hause in Erfahrung gebracht werden, ob das Baby friedlich schläft oder ob es weint.





schaltung des ATF 1000 an die Telefonleitung, d. h. hierdurch wird auf elektronische Weise das Abnehmen eines Telefonhörers simuliert.

Die vom Elektret-Kondensatormikrofon aufgenommenen NF-Signale werden über C 10, R 18 auf die erste mit OP 1 aufgebaute Verstärkerstufe gegeben. Es folgen 2 weitere mit den OPs 2 und 3, weitgehend identisch aufgebaute Verstärkerstufen, von denen die dritte in ihrer Verstärkung mit R 24 einstellbar ist. Über C 12 gelangt das so aufbereitete NF-Signal auf den Endstufentreiber, der mit OP 4 mit Zusatzbeschaltung realisiert wurde. Dieser OP übernimmt somit nicht nur die Gleichspannungseinstellung, sondern gleichzeitig die Aufmodulation auf die Telefonleitung, d. h. der am Kollektor von T 3 anstehenden Gleichspannung wird das NF-Signal überlagert (einige 100 mV). Dies entspricht ungefähr der Signalhöhe, die auch ein „normales“ Telefon abgibt, d. h. der Anrufer hört die eingespeisten NF-Signale in gewohnter Lautstärke.

Nach insgesamt 160 Sekunden, gerechnet ab dem ersten Anruf, erscheint am Ausgang Pin 15 des IC 5 ein „High“-Impuls, der über das Oder-Gatter N 11 zum Rücksetzen der Speicher N 1/N 2, N 3/N 4 sowie N 5/N 6 führt (Schaltungspunkt „F“/Bild 2). Der Ausgang des Gatters N 1 nimmt wieder „High“-Potential an, und IC 5 wird über Pin 12 zurückgesetzt und gesperrt.

In der Zeit von 2,5 bis 10 Sekunden nach Beginn des ersten Klingelzeichens führt einer der beiden Ausgänge Pin 5 oder Pin 7 des IC 5 „High“-Potential. Der Ausgang des Gatters N 9 liegt ebenfalls auf „High“ (Schaltungspunkt „B“/Bild 2). Hierdurch wird das Gatter N 12 freigegeben, sofern der Schaltungspunkt „C“ noch „Low“-Potential führt, entsprechend „High“ nach dem als Inverter geschalteten Gatter N 7. Wird in dieser Zeitspanne ein weiteres Klingelsignal registriert (z. B. beim ersten Anruf mehrere Klingelsignale), so wird dieses über N 12 durchgeschaltet und setzt den Speicher N 3/N 4 über Pin 2. Der Ausgang des Gatters N 4 nimmt „Low“-Potential an, entsprechend dem in Abbildung 2 gezeigten Kurvenverlauf „D“ (gestrichelt). Hierdurch wird das Gatter N 13 gesperrt, so daß beim zweiten Anruf keine Klingelsignale über N 13

durchgeschaltet und der Speicher N 5/N 6 über Pin 13 nicht gesetzt werden kann. Der Ausgang des Gatters N 6 bleibt auf „High“ bzw. der Ausgang des Gatters N 5 auf „Low“. Nach insgesamt 80 Sekunden erfolgt über Pin 13 des IC 5, N 14, N 11 ein vorzeitiger Reset. Die Schaltung geht in ihren Grundzustand zurück.

Nachdem wir die digitale Ablaufsteuerung ausführlich besprochen haben, kommen wir nochmals auf die Ankopplung an das Telefonnetz zurück.

Durch ein „High“-Signal am Schaltungspunkt „E“ wird über T 2 die Stromquelle, bestehend aus T 1 mit Zusatzbeschaltung aktiviert, und die Anlagenschaltung, bestehend aus OP 1 bis OP 4 mit Spannung versorgt. Daraufhin steuert T 3 in der bereits beschriebenen Weise bis auf ca. 10 V durch, und die Aufschaltung auf die Telefonleitung zur Signalübertragung ist erfolgt. Hierdurch reicht die Versorgungsspannung nicht mehr aus, um einen hinreichenden Stromfluß über R 12 zur Digitalelektronik sicherzustellen. Die Spannung über dem Pufferkondensator C 6 bricht zusammen. Bevor jedoch ein Wert von ca. 5 V unterschritten wird, geht D 7 in den leitenden Zustand über und stellt dadurch die Versorgung sicher.

Wird nach insgesamt ca. 160 Sekunden durch den an Pin 15 des IC 1 auftretenden positiven Impuls der Reset-Vorgang ausgelöst, wechselt das Potential am Ausgang des Gatters N 5 wieder auf „Low“ und T 2 wird gesperrt (und damit die Stromquelle). Hierdurch bricht die 5,6 V-Versorgungsspannung rasch zusammen, so daß auch T 3 keinen Ansteuerstrom mehr erhält und daraufhin sperrt. Dies bedeutet ein Abkoppeln vom Telefonnetz, entsprechend dem Auflegen eines Telefonhörers, und die Versorgungsspannung steigt auf die üblichen Leerlaufwerte einer Telefonanlage an (Größenordnung ca. 60 V).

Jetzt reicht auch der Stromfluß über R 12 wieder aus, den geringen Versorgungsstrom der Digitalelektronik zu übernehmen.

Die in Brücke geschalteten Gleichrichterioden D 1 bis D 4 dienen dem Verpolungsschutz der Schaltung, d. h. ein Vertauschen der Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ spielt keine Rolle.

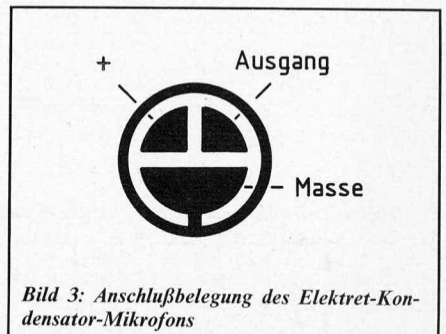
Mit dem RC-Glied R 14/C 8 wird ein Resetimpuls generiert, damit im ersten Einschaltmoment die Schaltung in ihren definierten Grundzustand geleitet wird.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente finden auf einer einzigen Platine mit den Abmessungen 135 mm x 53,5 mm Platz. Der Aufbau wird dadurch besonders einfach. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet.

Damit der Knopf des Schiebeschalters aus der Frontseite des Gehäuses herausragt, werden in die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte zunächst 3 Lötstifte zur Gewinnung eines größeren Abstandes gesetzt, an die anschließend der Schiebeschalter gelötet wird.

Die Anschlußbelegung des Elektret-Kondensatormikrofons ist in Abbildung 3 dargestellt. Der Einbau erfolgt mit ca. 10 mm Abstand zur Leiterplatte, um die Mikrofonkapsel möglichst dicht an die Schalldurchtrittsöffnung im Gehäuse zu positionieren.

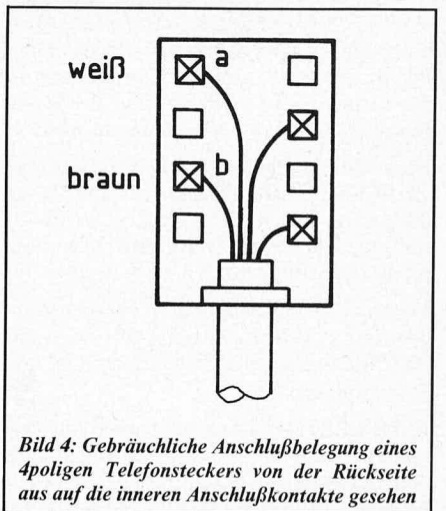


Der Trimmer zur Einstellung der Lautstärke wird direkt auf die Leiterplatte gesetzt. Er kann später nur von außen mit einem kleinen Schraubendreher verstellt werden.

Bei den gepolten Bauelementen (ICs, Transistoren, Dioden, Elkos) ist auf die korrekte Einbaulage zu achten.

Die 2adrige flexible isolierte Zuleitung wird an die Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ gelötet und mit einem Knoten versehen, der später zur Zugentlastung dient.

Wird das Gerät des öfteren benutzt, empfiehlt sich der direkte Anschluß parallel zu einem bestehenden Telefon an die entspre-



chenden Anschlußklemmen der Telefonanlage, die üblicherweise mit „a“ und „b“ bezeichnet sind („a“ ist die Leitung, an die bei Telefonen die weiße und „b“ die braune Ader angeschlossen wird).

Alternativ kann auch ohne weiteres an das Leitungsende des ATF 1000 ein 4poliger Telefonstecker angeschlossen werden, wie dies in Abbildung 4 dargestellt ist.

Zur Inbetriebnahme wird das ursprünglich angeschlossene Telefon durch Herausziehen des entsprechenden Steckers abgeklemmt und anstelle dessen der Stecker des ATF 1000 eingesteckt. Nach Einschalten des Schiebeschalters S 1 ist das Gerät betriebsbereit.

Bevor jedoch die Ankopplung an die Telefonanlage vorgenommen wird, ist zunächst die Bestückung nochmals sorgfältig anhand des Bestückungsplanes zu kontrollieren.

Es empfiehlt sich, unmittelbar während der ersten Inbetriebnahme die Ruhestromaufnahme (0,12–0,25 mA bei 60 V-Versorgungsspannung) zu überprüfen. Nach Aktivierung des Gerätes (Anruf wurde angenommen) bewegt sich die Stromaufnahme bei typ. 40 mA (Minimum 25 mA, Maximum 55 mA).

Sind alle Überprüfungen zur Zufriedenheit verlaufen, steht dem Einsatz dieses interessanten Gerätes nichts mehr im Wege.

Stückliste: Akustik-Telefon-Fernüberwachungssystem ATF 1000

Widerstände

10 Ω	.....	R 1
1 kΩ	.....	R 11, R 31, R 32
10 kΩ	.....	R 3, R 15, R 18, R 23, R 27, R 30
22 kΩ	.....	R 20, R 22
33 kΩ	.....	R 26
47 kΩ	.....	R 4, R 8
68 kΩ	.....	R 17
100 kΩ	.....	R 2, R 10, R 14, R 16, R 19, R 21, R 25, R 28
330 kΩ	.....	R 6, R 7, R 12
560 kΩ	.....	R 13
680 kΩ	.....	R 29
1 MΩ	.....	R 5, R 9
100 kΩ, Trimmer, liegend	.....	R 24

Kondensatoren

22 pF	.....	C 14
100 pF	.....	C 13
1 nF	.....	C 15
10 nF	.....	C 4
22 nF	.....	C 3
47 nF	.....	C 10

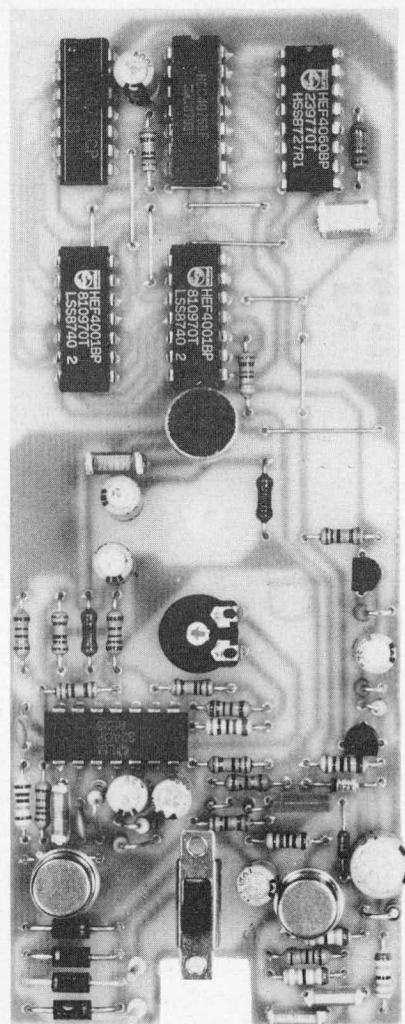
330 nF	.....	C 7
1 µF/16 V	.....	C 5, C 8, C 12
10 µF/16 V	..	C 1, C 2, C 9, C 11
100 µF/16 V	.....	C 6

Halbleiter

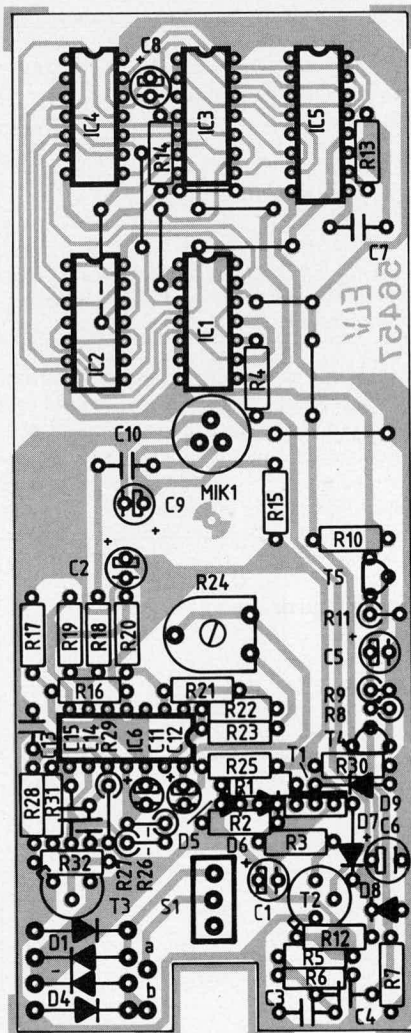
CD 4001	.....	IC 1, IC 2
CD 4060	.....	IC 5
CD 4073	.....	IC 4
CD 4075	.....	IC 3
LM 324	.....	IC 6
BF 472	.....	T 1
BC 548	.....	T 4, T 5
2N3019	.....	T 2, T 3
1N4002	.....	D 1–D 4
1N4148	.....	D 5–D 7
ZPD 5,6	.....	D 9
ZPD 15	.....	D 8

Sonstiges

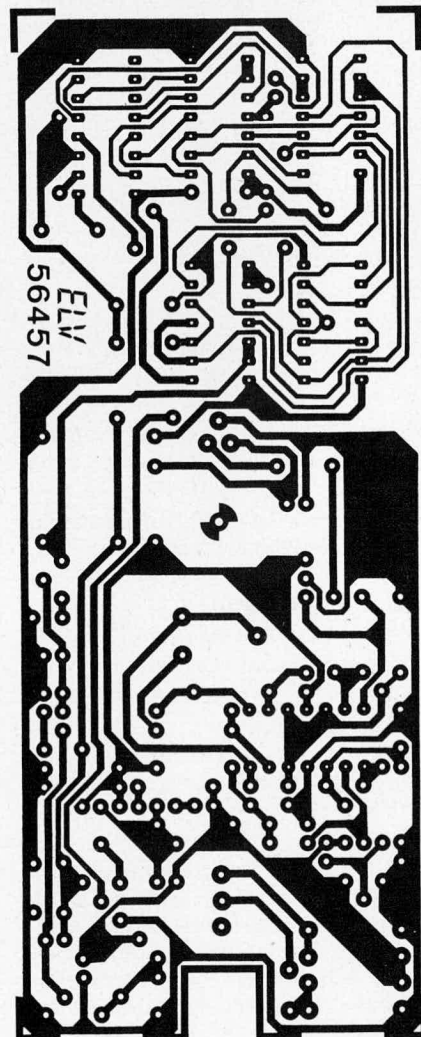
- 1 3poliges Elektretmikrofon
- 1 Schiebeschalter 1 x um
- 8 Lötstifte
- 20 cm Silberdraht
- 3 m ladrig abgeschirmte Leitung



Ansicht der fertig bestückten Platine



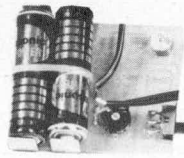
Bestückungsseite der Platine des ATF 1000



Leiterbahnseite der Platine des ATF 1000

Grundlagen der Empfangstechnik

Teil 5: FM-UKW-Empfänger in SMD-Technik



Im Rahmen dieser Grundlagenreihe wird in diesem Teil ausführlich der Aufbau des FM-UKW-Empfängers in SMD-Technik beschrieben.

Zum Nachbau

Allgemeines

Für Bauelemente, die für die Oberflächenmontage geeignet sind, hat sich der Begriff SMD (Surface Mounted Devices) durchgesetzt. Darunter werden Bauelemente verstanden, die unmittelbar auf die Leiterbahnseite von Leiterplatten gelötet werden.

Die Entwicklung der Technik im Zusammenhang mit SMD geht einher mit der Steigerung von Größe und Komplexität elektronischer Baugruppen. Die Vorteile der SMD-Technik liegen jedoch nicht allein in der erheblichen Platzersparnis, sondern vor allem auch darin, daß eine weitgehend automatisierte Bestückung einer Leiterplatte mit diesen Bauelementen bei vergleichsweise geringem Aufwand und hoher Zuverlässigkeit möglich ist. Die Oberflächenmontage mit ihren besonderen Anforderungen an die Lötstellen stellt auch das Löten vor neue Aufgaben. Etwas Praxis im Aufbau elektronischer Schaltungen vorausgesetzt, ist es durchaus möglich, in SMD-Technik realisierte Schaltungen in Handarbeit herzustellen.

Die im „ELV journal“ Nr. 55 vorgestellte Schaltung eines FM-UKW-Empfängers stellt hier ein gutes Beispiel dar, um den interessierten Anwender in die Praxis und den Umgang mit den miniaturisierten Bauelementen einzuführen.

Werkzeuge

Für das Arbeiten mit SMD-Bauteilen ist ein Minimum an Spezialwerkzeugen erforderlich.

Zunächst sei hier der LötKolben genannt mit einer möglichst feinen Spitze (Bleistiftspitze). Er sollte temperaturgeregt sein bzw. im unregelmäßigen Fall eine Leistung von 16 W nicht überschreiten.

Zum zweiten wird eine Pinzette als wichtigstes Hilfsmittel beim Umgang mit den Miniaturteilen benötigt.

Für den Lötvorgang empfiehlt sich ein dünnes SMD-Lötzinn mit einem Durchmesser von 0,6 mm. Das Lot vom Typ L-Sn 60 Pb Cu 2 besitzt eine der SMD-Technik angemessene physikalische Zusammensetzung. Nach DIN 8516 wird ein entsprechendes Lot auch als F-SW 26 angeboten und besitzt folgende Zusammensetzung: 60% Zinn, 38% Blei und 2% Kupfer. Ersatzweise kann auch ohne weiteres das weit verbreitete Elektro-

nik-Lötzinn mit einem Durchmesser von 1,0 mm eingesetzt werden.

Zu guter Letzt kann auch eine Lupe die Arbeiten mit SMD-Teilen deutlich vereinfachen.

Die Bauelemente

In Bild 1 ist links ein Chipwiderstand und rechts ein Metallfilmwiderstand im Minimelf-Gehäuse zu sehen. Sofern diese Bauelemente einen Aufdruck tragen, erfolgt die Bezeichnung üblicherweise in einem Zahlencode. Die erste und zweite Ziffer stehen in ihrer Bedeutung für die beiden linken Ziffern des Widerstandswertes, während die dritte (rechte) der aufgedruckten Ziffern die Anzahl der noch anzufügenden Nullen beschreibt. 470 steht somit für 47 Ω , während 124 einen Widerstandswert von 120 000 Ω entsprechend 120 k Ω beschreibt.

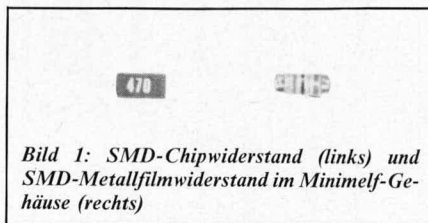


Bild 1: SMD-Chipwiderstand (links) und SMD-Metallfilmwiderstand im Minimelf-Gehäuse (rechts)

Abbildung 2 stellt Folienkondensatoren dar, die meist unbeschriftet sind. Sind sie erst einmal aus ihrer Verpackung entnommen, dürfen sie nicht miteinander vermischt werden, da eine Zuordnung dann nur noch über einen Meßvorgang erfolgen kann.



Bild 2: SMD-Folienkondensatoren

In Bild 3 sind Tantal-Chip-Kondensatoren abgebildet, deren Aufdruck normalerweise im Klartext erfolgt.



Bild 3: SMD-Tantal-Chip-Kondensatoren



Gleiches gilt für die in Bild 4 gezeigten ICs, deren Aufdruck die entsprechende Bauteilbezeichnung wiedergibt.

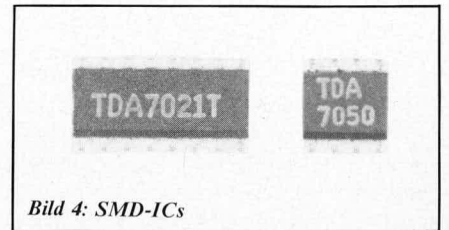


Bild 4: SMD-ICs

Für den Widerstandstrimmer zur Lautstärkeinstellung, den Kondensatortrimmer zur Frequenzeinstellung sowie den Schiebeshalter wurden im vorliegenden Fall Standardbauelemente in Normalgröße verwendet, um diese 3 Bedienelemente einfach handhaben zu können.

Die Bestückung

Die Platine wird mit der Leiterbahnseite nach oben weisend auf den Werkstisch gelegt. Zur Fixierung hat sich doppelseitiges Klebeband als hilfreich erwiesen. Selbstverständlich kann die Leiterplatte auch in einen Miniaturschraubstock eingespannt werden.

Hat man die Leiterplatte selbst hergestellt, werden jetzt zunächst alle Lötflächen vorverzinnt, wobei die Zinnschicht nicht zu dick aufgetragen werden darf. Von ELV fertig bezogene Leiterplatten sind bereits werksseitig verzinnt.

Als nächstes werden die Bauteileanschlüsse vorsichtig, ohne daß eine Überhitzung auftritt, gleichfalls mit einer sparsamen Lötzinnschicht benetzt. Wichtig ist hierbei, daß keine Kurzschlüsse zwischen den einzelnen IC-Beinchen entstehen. Auch hier empfiehlt es sich, zur Fixierung und besseren Handhabung der miniaturisierten Bauelemente diese mit Hilfe von doppelseitigem Klebeband auf dem Werkstisch zu fixieren.

Ist dieser Vorgang sorgfältig ausgeführt, können die einzelnen Teile nacheinander vorsichtig mit Hilfe der Pinzette an die entsprechenden Stellen der Leiterplatte gesetzt und verlötet werden.

Anders als bei der üblichen Vorgehensweise empfiehlt es sich hier, zunächst mit den am schwierigsten einzusetzenden Bauelementen (ICs) zu beginnen, um möglichst viel Bewegungsspielraum um die entsprechenden Lötstellen herum freizuhaben.

Das erste IC des Typs TDA 7021 T wird exakt mit seinen Beinchen auf die entsprechenden Lötflächen aufgesetzt, wobei zunächst eines der äußeren Beinchen durch Erhitzen über die LötKolbenspitze fixiert wird. Die Spitze sollte hierbei möglichst sauber sein, und der Lötvorgang erfolgt nur durch die Erhitzung der vorverzinnten Lötstelle ohne Zugabe von Lötzinn.

Danach wird ggf. eine leichte Korrektur der Position vorgenommen, um anschließend nacheinander die weiteren Beinchen zu verlöten — nur durch Wärmezufuhr über die Lötspitze.

Nachdem auch die weiteren Bauelemente auf die Leiterbahnseite der Platine aufgesetzt und verlötet wurden, wenden wir uns der Bestückungsseite zu.

Hier werden 2 Brücken, 6 Lötstifte sowie der Schiebeschalter, der Widerstandstrimmer und der Kondensatortrimmer eingesetzt und anschließend auf der Leiterbahnseite verlötet, wobei der Schiebeschalter nicht direkt auf die Leiterplatte, sondern an die zugehörigen 3 Lötstifte gelötet wird.

Abschließend werden 4 Batteriekontaktklemmen an die entsprechenden Kupferflächen der Platine unter Zugabe von reichlich Lötzinn angelötet.

Nach dem Einsetzen der beiden 1,5 V-Mignonzellen werden diese mit einem Stück Silberschaltendraht oder einem Kabelbinder,

der die Batterien sowie einen Teil der Platine umschließt, gegen Herausspringen gesichert. Zuletzt wird der Kopfhörer an die beiden Platinenanschlußpunkte „a“ und „c“ direkt angelötet, wobei die Abschirmung unbeschaltet bleibt, d. h. die beiden Kopfhörersysteme (linker und rechter Kanal) sind in Reihe geschaltet. Außerdem empfiehlt es sich, an den Platinenanschlußpunkt „b“ einen ca. 80 cm langen isolierten Leitungsabschnitt als Antenne anzuschließen.

Ein besonderer Vorteil dieses FM-UKW-Empfängers besteht darin, daß keinerlei Abgleicharbeiten durchzuführen sind.

Die Stromaufnahme des Gerätes liegt bei ca. 10 mA, so daß bei Verwendung von Alkali-Mangan-Batterien ein Satz für einen mehr als 200stündigen Betrieb ausreicht.

Abschließend noch ein Wort zur Einstellung:

Zur Vorgabe der gewünschten Lautstärke wird mit einem Schraubendreher der Widerstandstrimmer eingestellt, während der Kondensatortrimmer für die Frequenzwahl verantwortlich zeichnet. Dieser letztgenannte Trimmer kann zweckmäßigerweise leicht mit dem Fingernagel (oder Schraubendreher) eingestellt werden, wobei ein feinfühliges Verdrehen erforderlich ist. Um einen möglichst guten Empfang genießen zu können, muß ggf. die Position der Antennenleitung ausprobiert werden, da teilweise bereits durch Verändern der Antennen- und Geräteposition um einen Meter die Empfangsleistung deutlich gesteigert werden kann.

Stückliste: SMD-Radio

Widerstände, SMD

47 Ω	R 1
22 k Ω , Trimmer	R 2*

Kondensatoren, SMD

22 pF	C 7
33 pF	C 5
56 pF	C 3
68 pF	C 2
220 pF	C 4
820 pF	C 10
1.5 nF	C 11
3,3 nF	C 9, C 16
10 nF	C 8, C 14
100 nF	C 12, C 13, C 17
10 μ F/3 V	C 1, C 15
2-40 pF, Trimmer	C 6*

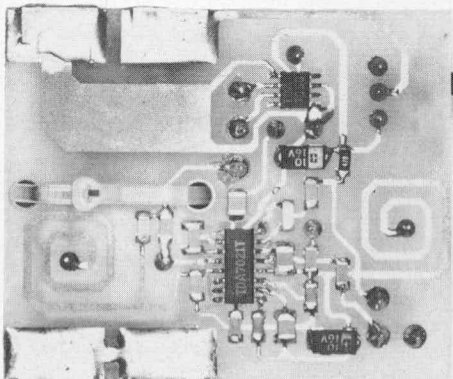
Halbleiter, SMD

TDA 7021 T	IC 1
TDA 7050 T	IC 2

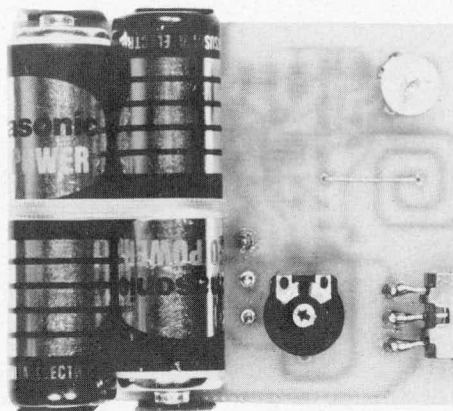
Sonstiges

Schiebeschalter,	S 1
4 Kontaktwinkel	
6 Lötstifte	
1 Kopfhörer 2 x 32 Ω	

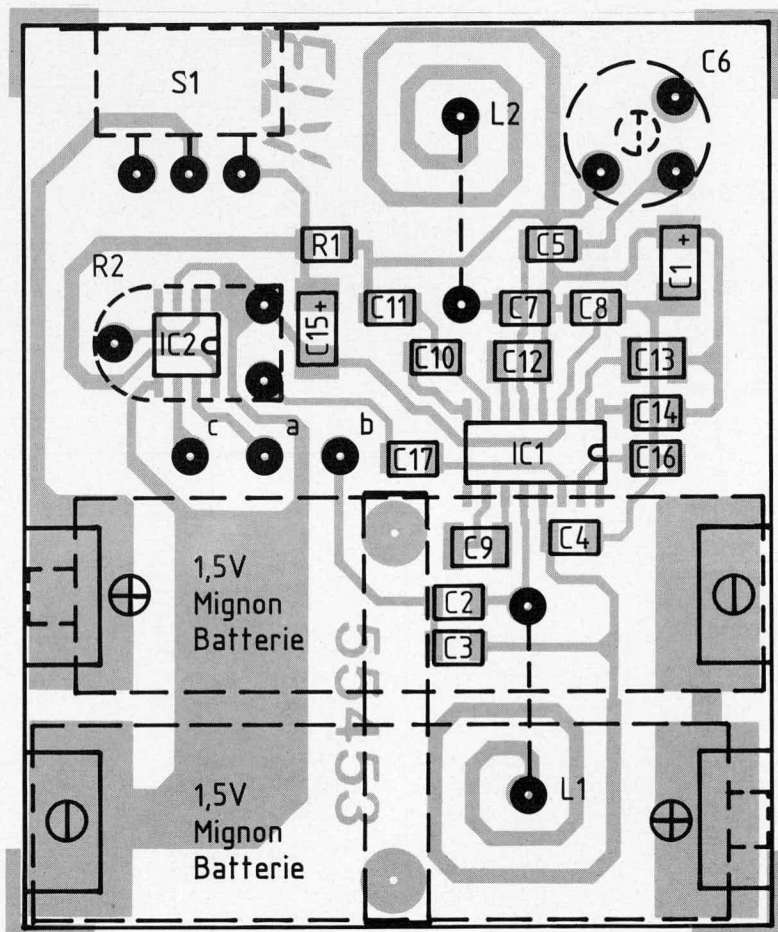
* kein SMD-Bauteil



Ansicht des fertig aufgebauten FM-UKW-Empfängers in SMD-Technik von der Leiterbahnseite aus gesehen



Ansicht des fertig aufgebauten FM-UKW-Empfängers in SMD-Technik von der Bestückungsseite aus gesehen



Bestückungsplan der Platine des FM-UKW-Empfängers in SMD-Technik im Maßstab 2:1

FBAS-TTL-Konverter

Vielfach besteht der Wunsch, preiswerte Monochrom-Monitore mit TTL-Eingängen über Video-Signale ansteuern zu können. Hier wird der FBAS-TTL-Konverter einfach zwischen die Video-Signalquelle und den Monitor geschaltet.

Allgemeines

Die Monitore für Homecomputer, aber auch zum Teil für Personalcomputer werden über BAS- oder FBAS-Signale (Farb-Bild-Austast-Synchronsignale) angesteuert. Hierbei sind Austast- und Synchronimpulse einander überlagert.

Für die Ansteuerung der vielfach sehr preiswert erhältlichen Monochrom-Monitore mit TTL-Eingängen müssen sowohl Horizontal- als auch Vertikal-Impulse getrennt zur Verfügung gestellt werden. Damit dies problemlos erfolgen kann, wurde im ELV Labor eine kleine, jedoch höchst effektiv ar-

beitende Schaltung entwickelt, mit deren Hilfe sowohl BAS- als auch FBAS-Signale in TTL-Signale zur Ansteuerung von Monochrom-Monitoren umgesetzt werden können. Als Besonderheit besitzt die Schaltung einen Eingangsfilter, mit dessen Hilfe die störenden Farbinformationssignale herausgefiltert werden können, so daß sich die Anwendung nicht nur auf die BAS-TTL-Konvertierung, sondern auch auf die immer häufiger auftretende FBAS-TTL-Umsetzung erweitert.

Zur Schaltung

Eine unstabilisierte Spannung im Bereich zwischen +9 V und +15 V dient zur Versor-

gung der Schaltung. Sie wird an die Anschlußpins „c“ (+12 V) und „d“ (Masse) angelegt. Die Stromaufnahme bewegt sich zwischen 30 mA und 60 mA. D 3 dient hierbei als Verpolungsschutz. Mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 2 des Typs 7805 erfolgt eine Stabilisierung auf +5 V.

Das Video-Eingangssignal wird an die Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ (Masse) gelegt. R 1 dient zur Erzielung eines definierten Eingangswiderstandes zur Vermeidung von Leitungsreflexionen.

Mit Hilfe des Eingangsschwingkreises L 1/C 1 werden die Farbinformationssignalte herausgefiltert.

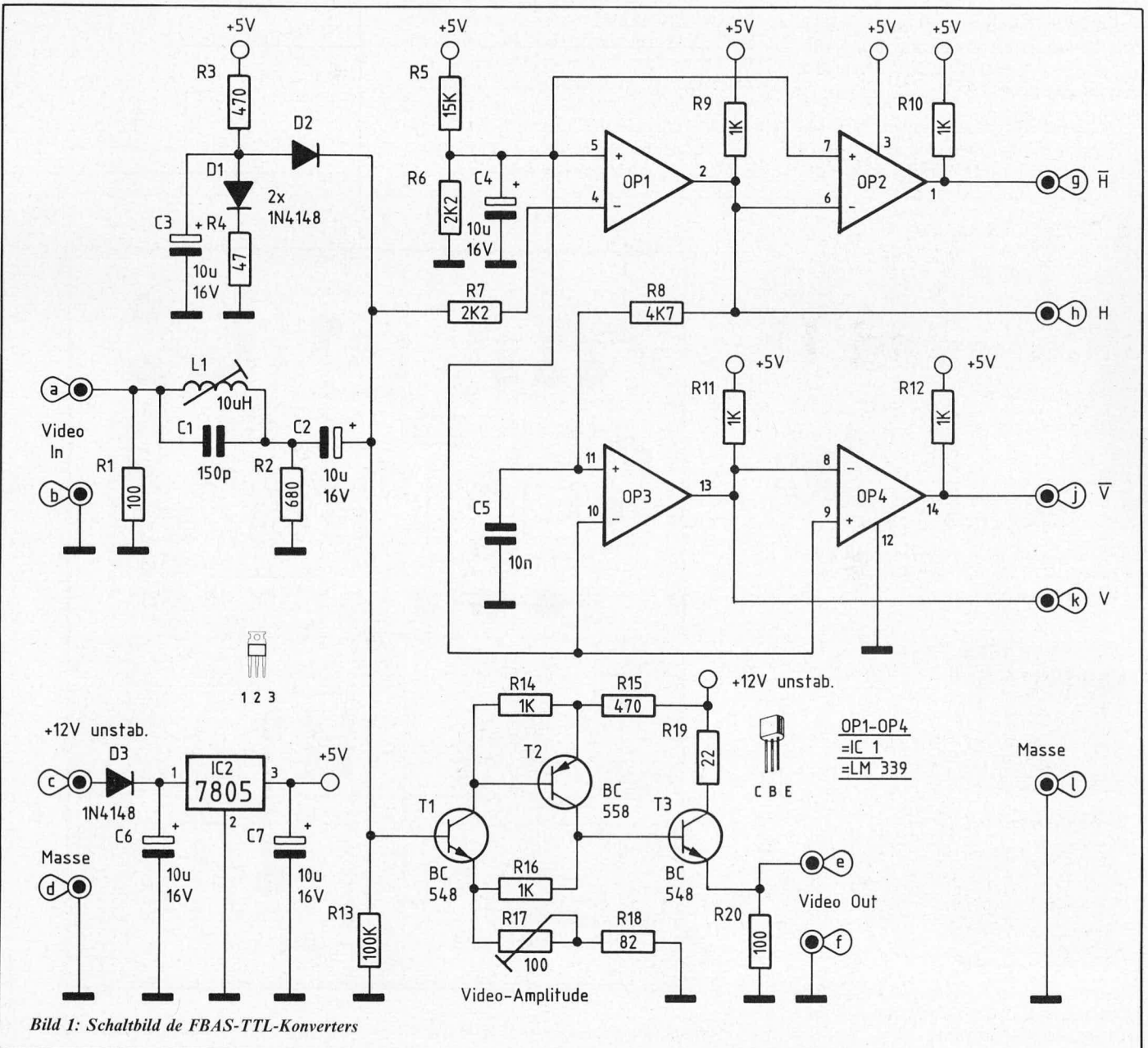
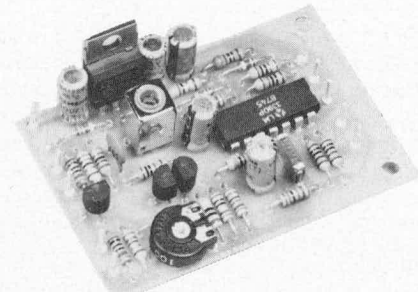


Bild 1: Schaltbild de FBAS-TTL-Konverters

Über C 2 gelangt das so aufbereitete Video-Signal zum einen auf den Breitband-Verstärker, bestehend aus T 1 bis T 3 mit Zusatzbeschaltung, der eine Signalanpassung vornimmt und zum anderen über R 7 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 4) des als Komparator arbeitenden OP 1.

Mit Hilfe der Klemmschaltung, bestehend aus R 3, R 4, D 1, D 2 sowie C 3 wird das Video-Signal am Verbindungspunkt C 2, D 2, R 7 und R 13 mit seinem Fußpunkt auf ca. +0,7 V „geklemmt“, d. h. der negativste Punkt der Signalinformation wird unabhängig von der Signalhöhe auf diese Bezugsspannung fixiert.

Der nicht invertierende (+) Eingang (Pin 5) des als Komparator arbeitenden OP 1 liegt über den Spannungsteiler R 5, R 6 auf einer Referenzspannung, die geringfügig über der Klemmspannung des Eingangssignals liegt. Hierdurch erscheint am Ausgang des OP 1 (Pin 2) immer dann ein „High“-Impuls, wenn die Amplitude des Video-Eingangssignals den an Pin 5 des OP 1 anliegenden Referenzspannungswert unterschreitet. Aufgrund der Signalform entspricht dies den Horizontalimpulsen. OP 2 ist als Inverter geschaltet und erhält seine Eingangsinformation (an Pin 6) vom Ausgang des OP 1, so daß am Ausgang des OP 2 die invertierenden Horizontal-Signale anliegen.

Gleichfalls steuert der Ausgang des OP 1 über R 8 und C 5 den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 11) des ebenfalls als Komparator arbeitenden OP 3 an. In Verbindung mit dem Integrierglied (R 8/C 5) erzeugt OP 3 die Vertikalimpulse, während der nachgeschaltete als Inverter arbeitende OP 4 am Ausgang (Pin 14) die invertierten Vertikalimpulse liefert.

Je nachdem, ob der anzusteuernde Monochrom-Monitor positive oder negative (invertierte) Horizontal- und Vertikalimpulse benötigt, werden entweder die Ausgänge „H“ (Platinenanschlußpunkt „h“) und „V“ (Platinenanschlußpunkt „k“) oder „H“ (Platinenanschlußpunkt „g“) und „V“ (Platinenanschlußpunkt „j“) benötigt, jeweils bezogen auf die Schaltungsmasse (Platinenanschlußpunkt „l“).

Das Analog-Video-Signal steht an den Ausgängen „e“ und „f“ (Masse) zur Verfügung.

Wird die Schaltung lediglich zur Umsetzung von BAS in TTL-Signale benötigt, spielt die Einstellung der Filterspule L 1 praktisch keine Rolle, und der Kern wird ungefähr in Mittelstellung gedreht. Soll hingegen ein FBAS-Signal umgesetzt werden, wird durch vorsichtiges Verdrehen des Kerns von L 1 mit Hilfe eines nicht magnetischen (möglichst Kunststoff oder Keramik) Schraubendrehers auf optimale Bildqualität abgeglichen. Eine nicht optimale Einstellung erkennt man an einer ungenügenden Konturschärfe (ausgefranzte Ränder bzw. leichte Schlieren im Bild). Diese Unzulänglichkeiten können durch korrekte Einstellung von L 1 weitgehend eliminiert werden.

Abschließend sei der Vollständigkeit halber erwähnt, daß einige, wenn auch sehr wenige, Monochrom-Monitore im Handel sind, die einen hohen Ansteuerstrom (ca. 100 mA) benötigen. Hier schafft die im Bild 2 gezeigte kleine Ergänzungsschaltung Abhilfe, die ggf. nachträglich einzubauen ist (freie Verdrahtung).

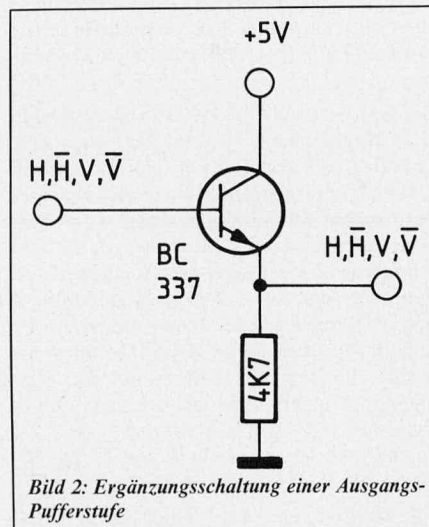


Bild 2: Ergänzungsschaltung einer Ausgangspufferstufe

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente finden auf einer kleinen Platine Platz. Anhand des Be-

stückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet.

Bei den gepolten Bauelementen wie dem IC, den Transistoren, Dioden und Elkos ist auf die richtige Einbaulage zu achten.

Nachdem die Platine in gewohnter Weise bestückt wurde, empfiehlt sich nochmals eine sorgfältige Kontrolle. Danach kann der Anschluß an die Versorgungsspannung (+9 V bis +15 V) sowie der Signalleitungen erfolgen und die Schaltung damit ihrer eigentlichen Bestimmung zugeführt werden.

Stückliste: FBAS-TTL-Konverter

Widerstände

22 Ω	.....	R 19
47 Ω	.....	R 4
82 Ω	.....	R 18
100 Ω	.....	R 1, R 20
470 Ω	.....	R 3, R 15
680 Ω	.....	R 2
1 kΩ	.....	R 9, R 10, R 11, R 12, R 14, R 16
2,2 kΩ	.....	R 6, R 7
4,7 kΩ	.....	R 8
15 kΩ	.....	R 5
100 kΩ	.....	R 13
100 Ω, Trimmer, liegend	.....	R 17

Kondensatoren

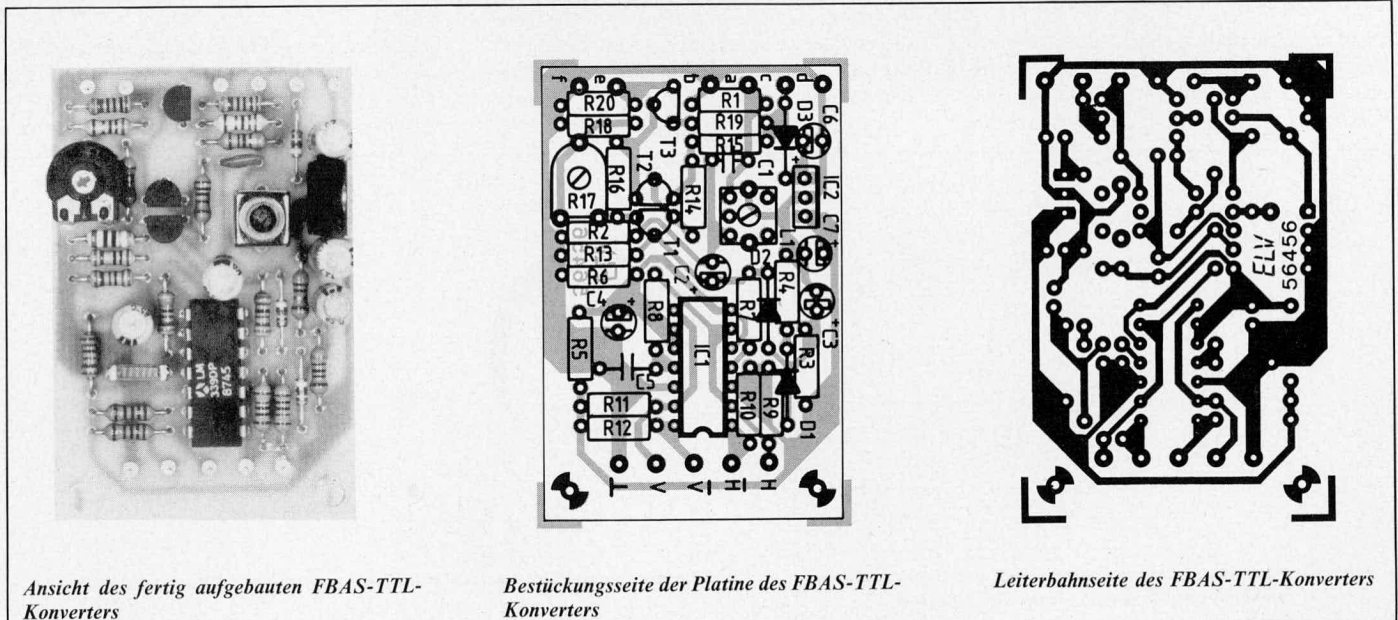
150 pF	.....	C 1
10 nF	.....	C 5
10 µF/16 V	.....	C 2-C 4, C 6, C 7

Halbleiter

LM 339	.....	IC 1
7805	.....	IC 2
BC 548	.....	T 1, T 3
BC 558	.....	T 2
1N4148	.....	D 1-D 3

Sonstiges

10 µH	.....	L 1
11 Lötstifte	.....



Ansicht des fertig aufgebauten FBAS-TTL-Konverters

Bestückungsseite der Platine des FBAS-TTL-Konverters

Leiterbahnseite des FBAS-TTL-Konverters

Supraleitung – Strom ohne Widerstand

Im zweiten Teil dieser Artikelserie werden die ersten Grunderscheinungen der Supraleitung ausführlicher beschrieben. Dabei wird im Rahmen dieser Ausführungen vor allem die Messung von Widerstandsanomalien behandelt.

4. Grunderscheinungen der Supraleitung

Das Phänomen der Supraleitung ist nicht nur dadurch gegeben, daß beim Unterschreiten der kritischen Temperatur T_C der elektrische Widerstand eines solchen Leiters sprunghaft und praktisch vollständig verschwindet. Außer diesem Effekt treten noch einige andere Erscheinungen auf, die insbesondere für die Anwendung von großer Bedeutung sind. Nachfolgend werden daher die wichtigsten Erscheinungen im Zusammenhang mit dem supraleitenden Zustand näher erläutert.

4.1 Widerstandsverhalten

Das unterschiedliche Verhalten von Normal- und Supraleitern bei Abkühlung zu sehr tiefen Temperaturen ist noch einmal in Abbildung 7 dargestellt. Während Normalleiter auch beim absoluten Nullpunkt noch einen Restwiderstand besitzen, verschwindet der Widerstand von Supraleitern bei der kritischen Temperatur $T_C > 0K$ praktisch vollständig. Allerdings gilt dieses Verhalten bei Supraleitung nur für Gleichströme.

Bei den ersten Untersuchungen wurde der Widerstand im supraleitenden Zustand über eine Strom-Spannungs-Messung bestimmt. Auf diese Weise konnte festgestellt werden, daß der Widerstand beim Eintritt der Supraleitung um etwa 4 Größenordnungen abnahm. Für das Verständnis dieses Phänomens war es von großem Interesse, die Widerstandsabnahme möglichst genau zu messen, um einen evtl. noch vorhandenen äußerst geringen elektrischen Restwiderstand möglichst exakt bestimmen zu können. Daher wurde für diesen Zweck bereits einige Jahre nach der Entdeckung der Supraleitung eine wesentlich empfindlichere Meßmethode entwickelt und eingesetzt.

Dazu erzeugte man in einem supraleitenden Ring einen elektrischen Kreisstrom und beobachtete dessen Abklingverhalten. Das Prinzip zur Erzeugung eines Dauerstromes

in einem Supraleiter ist in Abbildung 8 skizziert. Ein Ring aus supraleitendem Material – hier Blei, das bereits bei 7,2 K supraleitend wird – wird von einer magnetischen Kraftflußdichte B durchsetzt. Dieses Feld kann z. B. mit Hilfe eines Permanentmagneten erzeugt und durch seine Feldlinien beschrieben werden. In Abbildung 8 sind diese Feldlinien angedeutet. Wird dieses Feld nun für $T > T_C$ abgeschaltet, so wird im Ring ein Stromstoß induziert, der allerdings wegen $R \neq 0$ rasch abklingt. Wenn das Magnetfeld dagegen für $T < T_C$ abgeschaltet wird, so wird durch die längs des Ringes erzeugte Induktionsspannung ein Strom angeworfen, der als Supraleitungsstrom I_S wegen $R = 0$ dauernd fließt. Das von diesem Dauerstrom erzeugte Magnetfeld ist in Abbildung 8 ebenfalls angedeutet und entspricht in seiner Größe gerade dem abgeschalteten Magnetfeld.

Befindet sich nun innerhalb dieses Ringes eine Magnethöhle, so wird sich diese entsprechend der Größe und Richtung des vom Dauerstrom erzeugten Magnetfeldes in einer bestimmten Stellung ausrichten. Eine Veränderung dieser Ausrichtung würde auf eine Abnahme des Ringstromes hindeuten, da dann auch das von diesem erzeugte Magnetfeld abklingen würde. Trotz intensiver Beobachtung über lange Zeiten konnte eine solche Einstellungsveränderung der Magnethöhle nicht registriert werden. Dieses Ergebnis legt den Schluß nahe, daß bei einem Supraleiter unterhalb von T_C der Widerstand in der Tat verschwindet.

Wie empfindlich diese Methode zum Nachweis auch geringster Widerstände ist, soll nachfolgend aufgezeigt werden. In einem supraleitenden Ringleiter, der von einem Dauerstrom I durchflossen wird, ist die gespeicherte Energie durch $1/2 \cdot L \cdot I^2$ gegeben. Wenn eine zeitliche Änderung (Abnahme) dieser Energie aufgrund eines endlichen Widerstandes R vorläge, so würde der Verlust der gespeicherten Energie zu einer Erwärmung des Widerstandes führen. Dieser Ver-

Teil 2

von Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Fellmann
Fachbereich Naturwissenschaftliche Technik
Fachhochschule Ostfriesland
2970 Emden

lust an gespeicherter Energie entspricht der auftretenden Jouleschen Wärmeleistung $R \cdot I^2$. Die Abnahme der gespeicherten Energie muß also gerade gleich der erzeugten Wärmeenergie sein

$$-\frac{d}{dt} (1/2 \cdot L \cdot I^2) = R \cdot I^2.$$

Daraus folgt die Differentialgleichung

$$\frac{dI}{dt} + \frac{R}{L} \cdot I = 0.$$

Die Lösung dieser Differentialgleichung liefert

$$I(t) = I(0) \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$$

Dabei sind $I(0)$ der Anfangsstrom zum Zeitpunkt $t = 0$, $I(t)$ der zum Zeitpunkt $t > 0$ noch vorhandene Strom, R der Widerstand und L die Induktivität des Ringleiters.

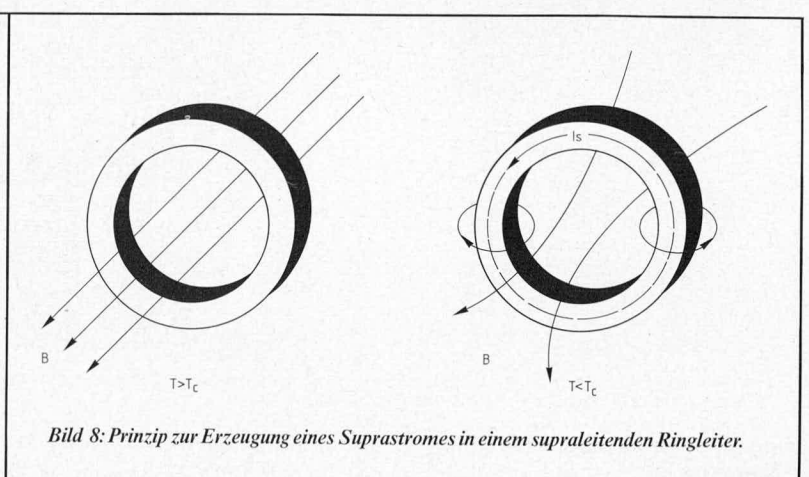
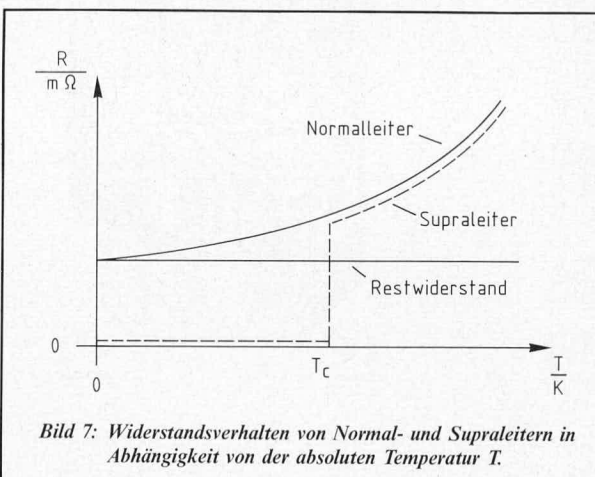
Aus dieser Beziehung folgt, daß jeder im Ring kreisende Anfangsstrom $I(0)$ exponentiell mit wachsender Zeit gegen Null abklingt. Bei Normalleitern (Widerstand $R \neq 0$ für $T > T_C$) ist der Strom bereits nach einigen Millisekunden abgeklungen. Dagegen gilt im supraleitenden Zustand $R = 0$, so daß aus der obigen Beziehung $I(t) = I(0)$ folgt. Daher wird hier ein Anfangsstrom $I(0)$ nicht auf Null abnehmen, sondern ohne Änderung seiner Größe auf unbestimmte Zeit im Ring kreisen. Diese Aussagen sollen im folgenden an 2 Beispielen erläutert werden.

Nimmt man für die Induktivität des Ringleiters den realistischen Wert $L = 1,5 \cdot 10^{-7} H$ ($1 H = 1 \frac{Vs}{A} = 1$ Henry) und den Widerstandswert $R = 1 \Omega$ an, so gilt gemäß obiger Beziehung nach einer Millisekunde

$$\frac{I(t = 1 \text{ ms})}{I(0)} = e^{-15} = 3 \cdot 10^{-7}.$$

Der Anfangsstrom $I(0)$ ist also bereits nach 1 ms um fast 7 Größenordnungen abgeklungen.

Fragt man umgekehrt danach, wie groß der Widerstand sein müßte, damit bei dem Ringleiter mit der Induktivität $L = 1,5 \cdot 10^{-7} H$ der Ringstrom nach einer Beobachtungszeit



von 2 Stunden um 1 % abnimmt, so folgt aus obiger Beziehung

$$R = -\frac{L}{t} \cdot \ln \frac{I(t)}{I(0)} = -\frac{1,5 \cdot 10^{-7} \text{ H}}{7,2 \cdot 10^3 \text{ s}} \cdot \ln 0,99 = 2,1 \cdot 10^{-13} \Omega$$

Bei der genannten geringen Abnahme des Dauerstroms nach 2 Stunden Beobachtungszeit darf also der Widerstand des Ringleiters nicht größer als $2 \cdot 10^{-13} \Omega$ sein. Die Messung dieser kleinen Widerstände bzw. deren Änderung kann nicht – wie oben beschrieben – mit der Auslenkung einer Magnetnadel im magnetischen Feld des Dauerstroms erfolgen.

Daher wurde von Kamerlingh Onnes und auch späteren Experimentatoren eine erheblich empfindlichere Meßanordnung gewählt, deren Prinzip in Abbildung 9 skizziert ist. Mit dem oben beschriebenen Induktionsvorgang wird in den zwei Ringleitern ein Dauerstrom angeworfen, der beide Ringleiter in parallele Lage auszurichten versucht. Der innere Ringleiter wird durch Verdrehung des Fadens so aufgehängt, daß er aus der Parallellage herausgedreht ist. Die von dem Faden und dem Dauerstrom herrührenden Momente halten sich das Gleichgewicht. Ein parallel zum feststehenden äußeren Ringleiter einfallender Lichtstrahl trifft auf einen am Faden befestigten Spiegel und wird dort reflektiert. Der reflektierte Strahl erreicht eine Skala, auf der geringste Veränderungen der Gleichgewichtslage abgelesen werden können. Solche Veränderungen wären dann ein Hinweis für die Abnahme der Supraströme. Bei keinem dieser Experimente konnte je eine Änderung der Dauerströme festgestellt werden.

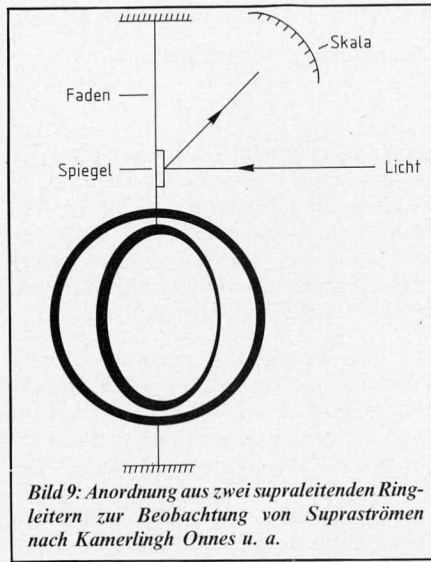


Bild 9: Anordnung aus zwei supraleitenden Ringleitern zur Beobachtung von Supraströmen nach Kamerlingh Onnes u. a.

Durch die Verwendung von Ringleitern mit kleinstmöglicher Induktivität L und durch Steigerung der Beobachtungszeit konnte die Empfindlichkeit dieser Meßanordnungen noch erheblich gesteigert werden. Aus solchen Untersuchungen weiß man heute, daß der Widerstandssprung beim Übergang in den supraleitenden Zustand etwa 15 Größenordnungen beträgt. Dieser Zahlenwert wird etwas anschaulicher, wenn man zum Vergleich einen der besten metallischen Leiter – Kupfer – heranzieht. Dann kann gesagt werden, daß der Unterschied der Widerstände zwischen reinem Metall im supraleitenden und im normalleitenden Zustand mindestens so groß ist, wie zwischen Kupfer und guten gängigen Isolatoren. Zusammenfassend darf daher gesagt werden, daß der elek-

trische Widerstand im supraleitenden Zustand Null wird, solange jedenfalls nur Gleichströme betrachtet werden.

Der Übergang vom normalleitenden in den supraleitenden Zustand hängt in starkem Maße vom Ordnungszustand der Probe ab. Bei reinen Metallen nimmt der Widerstand mit sinkender Temperatur um so plötzlich ab, je weniger Verunreinigungen das Metall enthält und je idealer dessen Kristallstruktur ist. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 10 für verschiedene Zinn-Proben dargestellt. Wenn optimale Verhältnisse vorliegen – z. B. der Kurvenverlauf für einen extrem reinen Sn-Einkristall in Abbildung 10 –, genügt eine Temperaturabnahme von etwa 10^{-3} K , um den Widerstand unter die Meßgrenze absinken zu lassen. Für andere Kristallstrukturen des gleichen Metalls verläuft der Übergang zwischen normalleitender und supraleitender Phase weniger abrupt. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei den neuen Hochtemperatursupraleitern.

Wie schon erwähnt, ist der Widerstand bei Supraleitung nur für Gleichströme wirklich Null. Bei Wechselströmen hängt der Widerstand dagegen sowohl von der Frequenz als auch von der Temperatur der Probe ab. Dieses Verhalten ist in Abbildung 11 skizziert. Wenn die Temperatur der Probe deutlich unterhalb der Sprungtemperatur T_C liegt, dann ist zwar der Widerstand für kleine Frequenzen auch hier Null, steigt aber bei einer kritischen höheren Frequenz nahezu abrupt auf seinen Wert bei Normalleitung an. Für den Fall, daß die Probertemperatur sich knapp unterhalb der Sprungtemperatur befindet, nimmt der Widerstand mit wachsender Frequenz nahezu gleichmäßig zu, um auf den

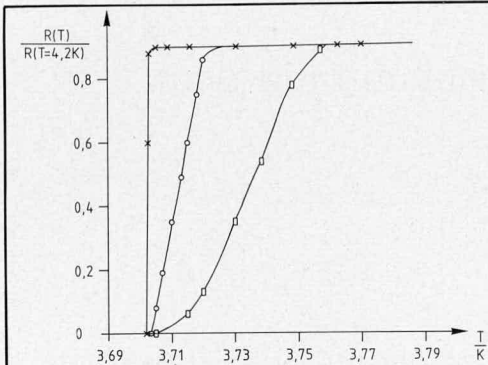


Bild 10: Übergang vom normalleitenden in den supraleitenden Zustand für verschiedene Zinn-Proben.
x-x = extrem reiner Sn-Einkristall
o-o = extrem reiner grobkristalliner Sn-Draht
□-□ = älterer polykristalliner Sn-Draht.

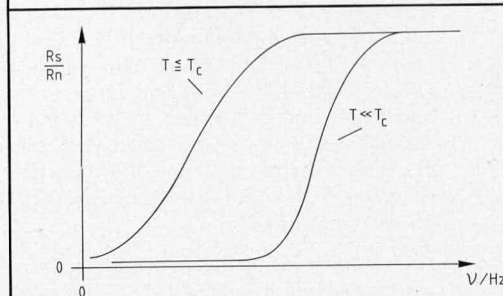


Bild 11: Das Verhältnis der Widerstände R/R_n im supraleitenden (R_s) und normalleitenden (R_n)-Zustand in Abhängigkeit von der Frequenz mit der absoluten Temperatur T als Parameter.

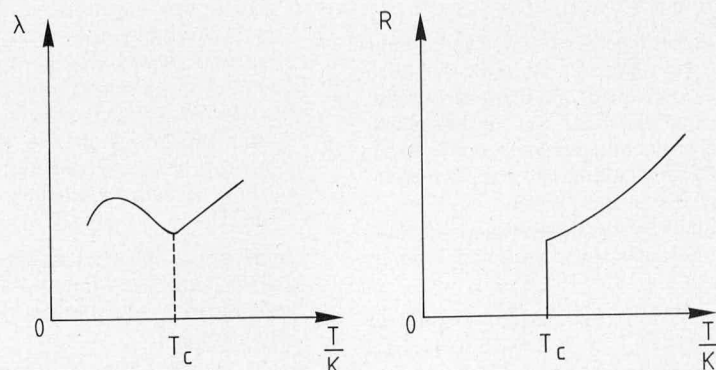
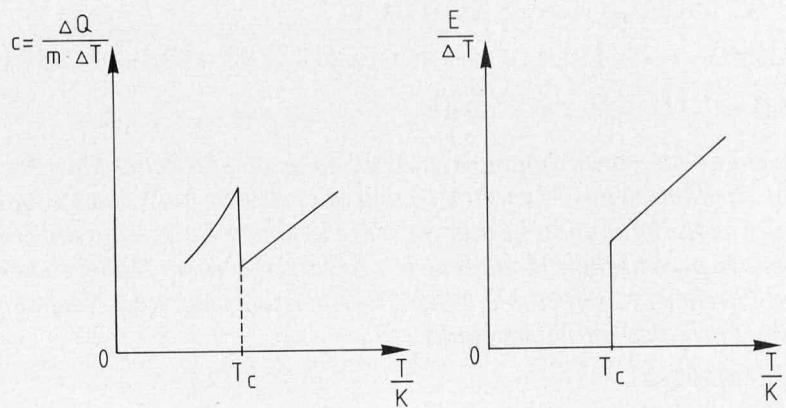


Bild 12: Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärmekapazität c , der thermoelektrischen Empfindlichkeit $E/\Delta T$, der Wärmeleitfähigkeit λ und des Widerstandes R .

Wert im Normalzustand überzugehen. Insgesamt gilt daher, daß bei ausreichend hohen Frequenzen der Widerstand im supraleitenden Zustand mit dem Wert im Normalzustand übereinstimmt. Die dazu erforderlichen Frequenzen bewegen sich im Mikrowellen- bzw. im langwelligen Infrarotbereich.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß nach Abkühlung supraleitender Substanzen unter die kritische Temperatur T_C nicht nur deren elektrischer Widerstand abrupt verschwindet, sondern daß bei anderen Materialeigenschaften unter diesen Umständen abrupte Änderungen auftreten. Auch diese Änderungen treten bei der Temperatur T_C sprunghaft auf. Unterhalb von T_C unterscheiden sich eine Reihe von Materialeigenschaften von denen oberhalb der kritischen Temperatur. In Abbildung 12 ist dieser

Sachverhalt für einige Beispiele dargestellt.

Die spezifische Wärmekapazität

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$$

nimmt mit sinkender Temperatur T ab. Dabei sind ΔQ die zugeführte Wärmemenge, m die Masse der Substanz und ΔT die erreichte Temperaturerhöhung. Bei der kritischen Temperatur steigt c jedoch plötzlich an und zeigt unterhalb der Sprungtemperatur ein anderes Verhalten als oberhalb von T_C .

In normalleitenden Materialien entsteht durch eine Temperaturdifferenz ΔT ein elektrisches Feld E im Leiter. Der Quotient $E/\Delta T$ ist definitionsgemäß die thermoelektrische Empfindlichkeit des Materials. Bei der kritischen Temperatur verschwindet in einem Supraleiter die thermoelektrische Empfindlichkeit genauso abrupt wie der Widerstand.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Wärmeleitfähigkeit λ eines Supraleiters. Bei der kritischen Temperatur T_C ändert sich die Größe λ abrupt, um unterhalb von T_C ein anderes Verhalten als oberhalb von T_C zu zeigen.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß bei der Übergangstemperatur T_C nicht nur der Widerstand sein Verhalten abrupt verändert, sondern daß dies auch auf andere Materialeigenschaften eines Supraleiters zutrifft.

Diese mehrteilige Artikelserie wird fortgesetzt mit der Behandlung des Verhaltens von Supraleitern in Magnetfeldern einerseits und mit der Beschreibung der Bedeutung von kritischem Strömen andererseits. In einem weiteren Beitrag werden die physikalische Deutung des Phänomens Supraleitung und praktische Beispiele zur Anwendung der Supraleitung beschrieben.

ELV-Serie Modellbahn-Elektronik: Mikroprozessor-Fahr- und Schaltsystem Monolith 16

Teil 4: Bedienungskomfort Steuern – Schalten – Regeln auf der Modelleisenbahn mit dem „Monolith 16“-System

Nachdem in den vorangegangenen Artikeln grundsätzliches über die Einsatzmöglichkeiten des Monolith 16 und über den technischen Aufbau berichtet wurde, soll nunmehr hier an verschiedenen Beispielen die Umsetzung in den praktischen Modellbetrieb erläutert werden. Dabei stehen Betriebssicherheit, komfortable Magnetartikelsteuerung und Nachempfinden des Vorbildes im Mittelpunkt.

Vorbemerkungen

Die in dieser Artikelserie vorgestellte komfortable Modelleisenbahnsteuerung läßt sich wie folgt unterteilen:

1. Das eigentliche Elektronik-Digital-Fahrpult „Monolith 16“ kann für sich allein eingesetzt werden und dient zur vorbildgetreuen Steuerung von Modellbahnzügen. Darüber hinaus bietet das Fahrpult im Zusammenhang mit Empfänger-Decoder-Treiber-Bausteinen (EDT) die Möglichkeit zur Ansteuerung von Weichen, Signalen sowie statischen Verbrauchern.
2. Die Empfänger-Decoder-Treiberbausteine (EDT 1–8, EDT 9–16 sowie EDT 1–16) werden über eine 2adrige Verbindungsleitung vom Monolith 16 angesteuert. Die Ausgänge dieser Bausteine treiben direkt dynamisch anzusteuern

Magnetartikel, d. h. bei einer entsprechenden Tastenbetätigung am Fahrpult erhält der zugehörige Magnetartikel (z. B. Weiche) einen kurzen Impuls, der den betreffenden Schaltvorgang bewirkt (z. B. Weiche schaltet auf „Abbiegen“). Außerdem besitzen diese Bausteine statische Schaltausgänge, die vom Fahrpult aus ein- bzw. ausgeschaltet werden können (z. B. zum Einschalten der Beleuchtung).

Nachfolgend sollen nun die vielfältigen Möglichkeiten des Monolith 16 sowie der Empfänger-Decoder-Treiber-Bausteine erläutert werden.

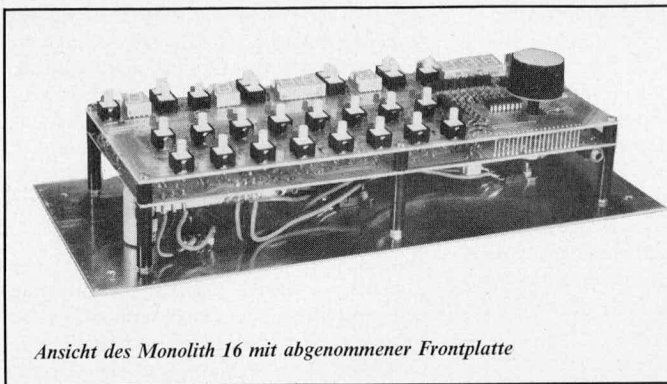
Bevor wir auf die umfangreichen Bedienmöglichkeiten des Monolith 16 im einzelnen eingehen, wollen wir zunächst eine Kurz-Bedienungsanleitung voranstellen.

Kurz-Bedienungsanleitung

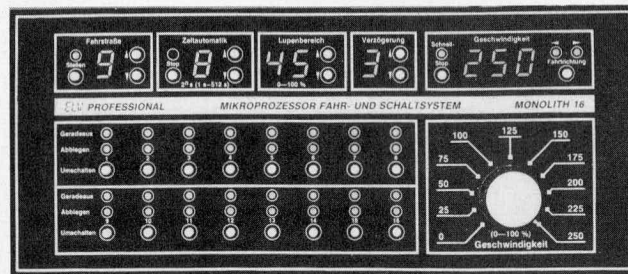
Eingangsspannung:

An die Buchsen „a“ und „b“ wird eine Gleich- oder Wechselspannung mit einer Strombelastbarkeit von mindestens 1 A, besser 2 A (oder mehr) angelegt. Beim Anlegen einer Gleichspannung (Polarität spielt keine Rolle, bedingt durch den internen Gleichrichter) sollte der Spannungswert zwischen 12 V und 24 V liegen, während beim Speisen durch eine Wechselspannung sich der Wert zwischen 10 V und 20 V bewegen sollte (typ. 16 V vom Lichtstromausgang des Modellbahntrafos).

Anzumerken ist noch, daß die Art der Eingangsspannung (Gleich- oder Wechselspannung) unabhängig von der Ausgangsspannung ist, d. h. auch eine Wechselstrombahn kann durch den Monolith 16 gesteuert werden, wenn dieser am Eingang mit einer



Ansicht des Monolith 16 mit abgenommener Frontplatte



Ansicht des Bedienfeldes des Monolith 16

Gleichspannung versorgt wird und umgekehrt.

Ausgangsspannung:

Pulsbreiten moduliert

Gleichspannungsbahnen werden an die Ausgänge G 1 (Platinenanschlußpunkt „g“) und G 2 (Platinenanschlußpunkt „h“) angeschlossen.

Wechselspannungsbahnen werden an die Ausgänge W 1 (Platinenanschlußpunkt „f“) und W 2 (Platinenanschlußpunkt „j“) angeschlossen.

Geschwindigkeitseinstellregler:

Mit diesem Regler kann die Fahrtgeschwindigkeit von 0 bis 250 entsprechend 100% eingestellt werden bzw. in einem eingeschränkten Bereich, sofern durch Vorwahl eines Lupenbereiches eine Begrenzung vorgenommen wurde.

Fahrtrichtung:

Mit diesem Taster kann die Fahrtrichtung gewechselt werden. Bei Gleichspannungsbahnen erfolgt eine Polaritätsumkehr, während Wechselstrombahnen einen Überstromimpuls erhalten, dessen Länge unabhängig von der Dauer der Tastenbetätigung ist.

Schnell-Stop:

Durch Betätigen dieses Tasters wird der Modellzug kurzfristig, ohne Berücksichtigung der evtl. eingestellten Anfahr-Bremsverzögerung angehalten. Erst durch erneute Betätigung dieses Tasters kann der Fahrtrieb wieder aufgenommen werden.

Verzögerung:

Die Anfahr-Brems-Verzögerung kann in 10 Stufen (0-9) von 1 s bis 10 s vorgewählt werden. Bei erloschenem Display ist diese Funktion unwirksam.

Lupenbereich:

Zwischen 0 und 95% kann der Geschwindigkeitsendwert in 5%-Stufen vorgewählt werden. Bei erloschenem Display ist der Regelbereich des Geschwindigkeitspotis nicht eingeschränkt (0-100%).

Zeitautomatik:

Durch Betätigen des entsprechenden Stop-Tasters wird der Modellzug angehalten (selbstverständlich unter Berücksichtigung einer entsprechenden Anfahr-Brems-Verzögerung), um nach einer vorgewählten Zeit (1 s-512 s) wieder anzufahren. Die Auslösung kann anstelle des Tasters auch über den Steuereingang ST (Platinenanschlußpunkt „w“) erfolgen bzw. über den Steuereingang STU (Platinenanschlußpunkt „x“), wobei

die Auslösung durch letzteren Eingang zusätzlich eine Fahrtrichtungsumkehr bewirkt. Die Auslösung erfolgt jeweils durch Verbinden des betreffenden Steuereingangs mit der Schaltungsmasse (Platinenanschlußpunkt „y“).

Linearität:

Mit dem Trimmer R 24 wird die Linearität des Geschwindigkeitsreglers verändert. Auf diese Weise kann der Anfahrbereich gedehnt werden. Befindet sich der Trimmer am Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht), ergibt sich eine lineare Aufteilung, während beim Rechtsanschlag die Fahrspannung im oberen Regelbereich überproportional zunimmt.

Anfahrstrom:

Mit dem Trimmer R 22 wird die Anfahr-Impulsbreite festgelegt, d. h. R 22 ist so einzustellen, daß bei geringfügig aufgedrehtem Geschwindigkeitsregler der Modellzug langsam anfährt. Diese Anfahr-Impulsbreite ist im allgemeinen nur einmalig einzustellen, da sie auch bei verschiedenen Modellzügen gleich ist, sofern sie aus dem gleichen System stammen. Die wesentlichen Unterschiede bestehen hier zwischen Gleich- und Wechselstrombahnen.

Fahrspannungsbegrenzung/ Zeitautomatik:

Dieser Trimmer besitzt eine Doppelfunktion:

1. In der Zeitautomatikfunktion dient der Trimmer zur Feineinstellung der Aufenthaltszeiten. Hierzu wird der Taster „Stop“ gedrückt und festgehalten. Mit R 23 kann nach 2 s auf dem Geschwindigkeitsdisplay ein Wert zwischen „0“ und „100“ eingestellt werden. Nach dem Loslassen des Tasters wird dieser Wert in den Speicher des Mikroprozessorsystems übernommen. „0“ entspricht hierbei dem ursprünglichen Zeitwert (z. B. 256 s in Stellung „8“) und „100“ dem nächsthöheren Zeitwert (z. B. 512 s in Stellung „8“).
2. In der Fahrspannungsbegrenzungsfunktion dient der Trimmer R 23 zur Festlegung des 100%-Geschwindigkeitswertes. Hierzu wird der Taster „Schnellstop“ gedrückt und festgehalten. Mit R 23 kann nach 2 s die Leistungsbegrenzung von 0-250 eingestellt und auf der Geschwindigkeits-Anzeige abgelesen werden. Nach dem Loslassen des Tasters wird der eingestellte Wert in dem Speicher des Mikroprozessorsystems übernommen.

Fahrstraße:

In Verbindung mit den Empfänger-Decoder-Treiber-Bausteinen kann über den Monolith

16 eine Weichen- und Signalsteuerung vorgenommen werden. Ist das Display „Fahrstraße“ erloschen, kann mit den Tastern 1-16 eine Magnetartikelsteuerung (Weichen oder Signale) erfolgen, bzw. es können entsprechende statische Schaltausgänge ein- bzw. wieder ausgeschaltet werden. Die Stellung „Geradeaus“ bedeutet bei einem statischen Schaltausgang, daß dieser eingeschaltet ist, während die Stellung „Abbiegen“ für einen ausgeschalteten Schaltausgang steht.

Wird eine Fahrstraße (0-9) angewählt, blinkt zunächst das entsprechende Display zur Kennzeichnung, daß sie jetzt über die 32 LEDs angezeigte Weichen- und Signalstellung nicht mehr mit den tatsächlichen Weichen- und Signalstellungen übereinstimmen muß. Durch Betätigen des Tasters „Stellen“ wird der Schaltvorgang ausgelöst, und die einzelnen Weichen- und Signale nehmen die entsprechende Position ein. Während des Stellvorgangs leuchtet die zugehörige LED auf. Ist der Vorgang abgeschlossen, erlischt diese LED, und auch das betreffende Display leuchtet wieder kontinuierlich. Durch Betätigen eines der Taster 1-16 kann die Programmierung jederzeit geändert werden, wobei die Ausführung erst durch Betätigen des Tasters „Stellen“ erfolgt. Lediglich bei nicht aktivierter Fahrstraße (entsprechendes Display erloschen) erfolgt die Ausführung eines Schaltbefehls unmittelbar nach dem Betätigen einer Stelltaste.

Nachdem wir die wesentlichen Funktionen des Monolith 16 in Kurzform beschrieben haben, wenden wir uns der ausführlichen Darstellung unter Berücksichtigung des praktischen Modellbahnbetriebes zu.

Steuern - Schalten - Regeln mit dem Monolith 16

1. Fahren mit system-spezifischen Daten
Mit dem Digital-Fahrpult „Monolith 16“ können verschiedene wesentliche Grundeinstellungen individuell für jede Modellbahnanlage programmiert werden. So unterscheidet sich z. B. eine Lok von Märklin und eine Lok von Fleischmann sehr stark in ihren Fahreigenschaften. Braucht der Allstrom-Motor von Märklin immerhin rund 6 V-Wechselspannung, um anzulaufen, so fährt eine Fleischmann-Lok bereits bei knapp 2 V an. Auch ist die Zuordnung zwischen Fahrspannung und tatsächlicher Geschwindigkeit teilweise recht unterschiedlich. Zuletzt sei in diesem Zusammenhang die Maximalgeschwindigkeit genannt, die ebenfalls einen bestimmten Wert nicht über-

schreiten sollte. Für all diese system-spezifischen Daten besitzt der Monolith 16 individuelle Einstellmöglichkeiten.

1.1 Höchstgeschwindigkeit

Mit dem Trimmer R 23 (Fahrspannungsbezug/Zeitautomatik), der eine Doppelfunktion besitzt, kann die maximal zulässige Fahrspannung vorgewählt werden. Hierzu wird der Taster „Schnell-Stop“ gedrückt und festgehalten. Nach einer Pause von 2 s wird R 23 so eingestellt, daß auf der Geschwindigkeitsanzeige 250 erscheint. Nach Loslassen des Tasters ist dieser Wert in den Speicher des Mikroprozessorsystems übernommen. Als nächstes werden die einzelnen Modellzüge auf der Anlage ausprobiert und diejenige Position des Geschwindigkeitsreglers ermittelt, die als nicht zu überschreiten angesehen wird. Wäre dies z. B. die Stellung „200“, wird jetzt der Taster „Schnell-Stop“ erneut betätigt und festgehalten. Nach 2 s erscheint auf dem Display der vorher abgespeicherte Wert („250“). Anschließend wird mit dem Trimmer R 23 die Anzeige auf 200 eingestellt. Nach Loslassen des Tasters wird dieser neue Wert in den Speicher des Mikroprozessorsystems übernommen. Nun entspricht die Geschwindigkeitseinstellung „250“ dem ursprünglichen „200“-Wert, d. h. der volle Drehbereich des Potis steht effektiv zur Steuerung der Modellzüge zur Verfügung.

1.2 Anfahrstrom

Mit dem Trimmer R 22 wird die Anfahr-Impulsbreite bzw. die effektive Fahrspannung festgelegt, die abgegeben werden soll, sobald der Geschwindigkeitsregler die Nullposition verläßt. Dies ist sinnvoll, da bedingt durch system-spezifische Eigenschaften die Unterschiede besonders im Anfahrverhalten recht unterschiedlich sind. Würde die Impuls-Breiten-Steuerung gleichmäßig über den gesamten Regelbereich des Drehknopfes verteilt sein, so müßte der Drehknopf teilweise bis zur 50%-Marke (125) bewegt werden, bevor sich der Modellzug in Bewegung setzt – ein unnötiges Verschwenken von Auflösung sowie lästig in der Handhabung.

Zur Einstellung wird eine repräsentative Lokomotive auf die Anlage gestellt, und der Geschwindigkeitsregler geringfügig aus der Nullposition herausgedreht. Mit dem Trimmer R 22 wird eine Impulsbreite vorgewählt, die geeignet ist, den Modellzug gerade eben anfahren zu lassen. Jetzt kann mit dem Geschwindigkeitsregler der gesamte auf die Modellbahn individuell zugeschnittene Fahrbereich überstrichen werden. In Nullposition des Geschwindigkeitsreglers erfolgt eine Nullimpulsunterdrückung, so daß auch bei einer relativ hoch eingestellten Anfahr-Impulsbreite im Ruhezustand kein „Knurren“ der Lokomotive zu hören ist.

1.3 Linearität:

Mit dem Trimmer R 24 kann die Linearität des Geschwindigkeitsreglers verändert werden. Befindet sich R 24 am linken Anschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht), ist das Regelverhalten des Geschwindigkeitsreglers linear, d. h. der Effektivwert der Fahrspannung, die der Lokomotive zugeführt wird, steht im linearen Zusammenhang zur Position des Geschwindigkeitsreg-

lers (Stellung 250 entspricht 100% Spannung und Stellung 125 entspricht 50% Spannung). Häufig ist es günstig, den Anfahrbereich zu dehnen und im oberen Einstellbereich ein überproportionales Anwachsen der effektiven Fahrspannung zur Verfügung zu haben. Hier kann mit R 24 eine individuelle Anpassung erfolgen, d. h. je weiter R 24 im Uhrzeigersinn gedreht wird, desto stärker ist der Anfahrbereich gedehnt, entsprechend einem überproportionalen Anwachsen der effektiven Fahrspannung im oberen Bereich.

2. Fahren mit lok-spezifischen Daten

Neben den system-spezifischen Daten, die üblicherweise nur einmalig einzustellen sind, bietet der Monolith 16, lok-spezifische Daten zu programmieren. Diese können auf einfache Weise über das Bedienfeld vorgewählt und individuell auf die jeweilige Lokomotive angepaßt werden.

2.1 Verzögerung

Zu den speziellen Eigenschaften einer jeden Lok gehört das richtige und vorbildgetreue Anfahren und Bremsen. Dies läßt sich mit der Anfahr-Brems-Verzögerungseinstellung am Fahrpult simulieren. Hierzu besitzt der Monolith 16 links neben dem Geschwindigkeitsanzeigefeld eine weitere Digitalanzeige, der 2 Programmierknöpfe zugeordnet sind. In 10 Stufen (0–9) kann die Verzögerung von 0,5 s bis 10 s vorgewählt werden. Durch Betätigen der oberen Taste erhöht sich die Verzögerung und durch Betätigen der unteren Taste wird sie verkürzt. Beim Überschreiten einer Bereichsgrenze verlischt die Digitalanzeige zur Kennzeichnung, daß keine Verzögerung eingeschaltet ist. Der Modellzug reagiert dann unmittelbar, d. h. ohne jegliche Verzögerung auf Veränderungen, die durch den Geschwindigkeitsregler vorgenommen werden.

Von Vorteil ist es, die einzustellenden Werte in Abstimmung mit den Vorbilddaten festzulegen und diese beim Wechsel einer Lokomotive neu zu programmieren. Dazu empfiehlt es sich, die Modelle nachzumessen und die Geschwindigkeit auf das Vorbild umzurechnen.

Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang noch, daß die eingestellte Verzögerung (z. B. 10 s) auf eine Beschleunigung aus dem Stand bis zur Höchstgeschwindigkeit bezogen ist. Wird hingegen die Geschwindigkeit lediglich von 100 auf 150 erhöht, so ergibt sich hierfür automatisch eine geringere Verzögerungszeit, wie dies auch dem vorbildgetreuen Fahren entspricht.

2.2 Lupenbereich

Die Höchstgeschwindigkeit einer D-Zuglok ist deutlich höher als die maximal erreichbare Geschwindigkeit einer Rangierlok. Auch hier bietet der Monolith 16 die Möglichkeit der individuellen Höchstgeschwindigkeitseinstellung in 20 Stufen.

Auf dem 2stelligen 7-Segment-Display „Lupenbereich“ kann mit den beiden zugehörigen Tastern eine Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit prozentual vom Maximalwert in 5%-Stufen vorgewählt werden. Wird der obere Taster betätigt, so erhöht sich die Anzeige von „00“ beginnend jeweils um 5%

bis hin zu 95%. Wird die obere Taste ein weiteres Mal betätigt, erlischt die Anzeige zur Kennzeichnung des Original-Fahrbereiches (0–100%), d. h. es ist kein Lupeneffekt wirksam. Bei Betätigung der unteren Taste erniedrigt sich die Anzeige jeweils um 5%. „00“ bedeutet hierbei, daß der Fahrtregler wirkungslos ist. Es besteht somit ein Schutz vor unbeabsichtigter Bedienung.

Wird z. B. ein Lupenbereich von 50% vorgewählt, so verteilt sich die Geschwindigkeitseinstellung über den gesamten Drehbereich von 270 Grad. Beim Endanschlag des Geschwindigkeitsreglers zeigt das Display „125“ entsprechend 50% der effektiven Fahrspannung. Hierdurch läßt sich z. B. im Rangierbetrieb ein besonders feinfühliges Regeln erreichen.

3. Fernsteuerung

Sind alle Einstellungen für System und Lokomotive vorgenommen, kann zusätzlich zwischen der direkten Geschwindigkeitseinstellung am Fahrpult, oder fernbedient über einen Handregler gewählt werden.

Der Fernsteuerregler besteht aus einem gut in der Hand liegenden Kunststoffgehäuse, in dem sich ein 100 kΩ Potentiometer mit linearer Widerstandscharakteristik befindet. Dieses wird über eine 2adrige flexible isolierte Leitung mit Abschirmung am Monolith 16 angeschlossen. Die Ankopplung erfolgt über einen 3,5-mm-Klinkenstecker, dessen Anschlußbelegung in Bild 1 dargestellt ist. Die Leitungslänge kann ohne weiteres 10 m und mehr betragen, wodurch sich eine hohe Bewegungsfreiheit ergibt.

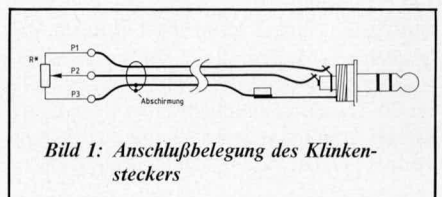


Bild 1: Anschlußbelegung des Klinkensteckers

4. Steuerung von Weichen und Signalen – kombinierter Betrieb

Der Unterschied zu bestehenden Digital-Weichen-Decodern und den am Monolith 16 betriebenen Empfänger-Decoder-Treiber-Bausteinen (EDT) ist im wesentlichen der doppelt belegbare Ausgang. Jeder Weichenausgang hat 2 Impulsausgänge für „rechts“ und „links“ sowie einen weiteren statischen Ausgang (z. B. für nachgeschaltete Relais u. a.). Für die Weichen bzw. Signale 1–8 steht der EDT 1–8 und für die Signale bzw. Weichen 9–16 der EDT 9–16 zur Verfügung. Darüber hinaus bietet ein dritter Empfänger-Decoder-Treiber-Baustein der EDT 1–16 die Möglichkeit, alle 16 statischen Schaltausgänge an einem Baustein zur Verfügung zu haben. Jeder statische Ausgang kann kurzzeitig mit 1 A und im Dauerbetrieb mit 0,5 A belastet werden, wobei die Gesamtstromentnahme am Monolith 16 durch alle statischen EDT-Ausgänge 2 A nicht überschreiten sollte. Der Modelleisenbahner belegt in der Regel jeden Schaltausgang eines Stellpultes mit maximal einer Weiche oder einem Signal mit Doppelspulenantrieb, über das dann an der passenden Trennstelle der Fahrstrom gesteuert wird. Wir verfahren in Anlehnung an das Vorbild hier anders: Weichen und Signale werden kombiniert.

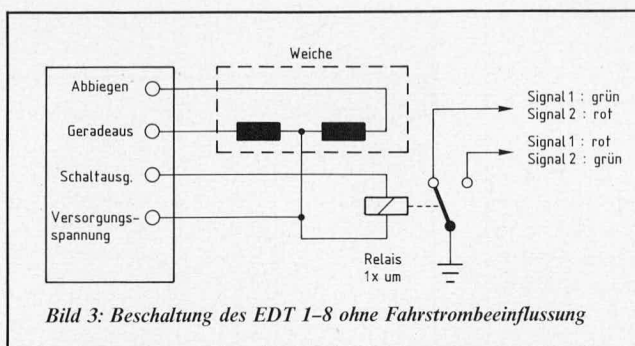


Bild 3: Beschriftung des EDT 1-8 ohne Fahrstrombeeinflussung

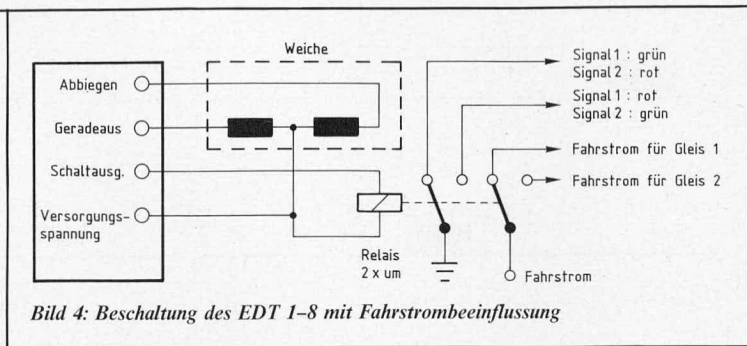


Bild 4: Beschriftung des EDT 1-8 mit Fahrstrombeeinflussung

Jeweils in der Richtung, in der auch die Weiche steht, wird über das Signal am zuführenden Gleis freie Fahrt angezeigt. Das andere Gleis ist per Signal gesperrt (Abbildung 2).

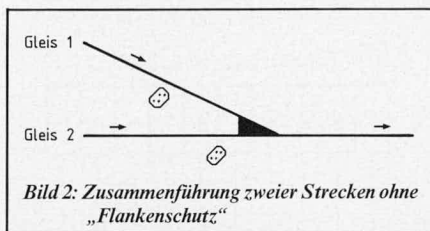


Bild 2: Zusammenführung zweier Strecken ohne „Flankenschutz“

In Bild 3 ist der Anschluß an den EDT 1-8 (bzw. 9-16) ohne Fahrstrombeeinflussung gezeigt, während Abbildung 4 die Schaltung mit Fahrstrombeeinflussung darstellt. Hierbei erfolgt jeweils die Abschaltung eines zuführenden Gleises.

Die gezeigte Zusammenführung zweier Strecken in eine Strecke wird im großen Vorbild in dieser Weise nur auf Bahnbetriebsanlagen ohne Nebenstrecken zu finden sein. Im Sinne einer höchstmöglichen Sicherheit des Fahrbetriebes werden bei der Zusammenführung zweier Strecken üblicherweise Schutzweichen als „Flankenschutz“ mit Kopfgleisen eingesetzt. Das scheint kompliziert, ist aber eine denkbar einfache Lösung, die in Abbildung 5 schematisch gezeigt ist.

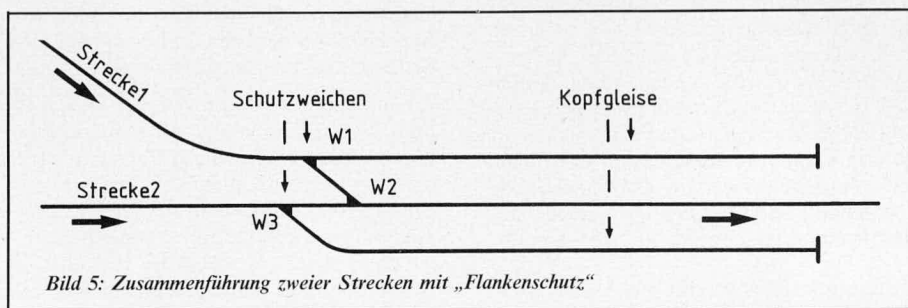


Bild 5: Zusammenführung zweier Strecken mit „Flankenschutz“

Zusammen mit der Hauptweiche W 2 wird jeweils eine andere Weiche gestellt, die einen Zug, der ein Halt-Signal überfahren hätte, auf ein Kopfgleis leiten würde, ohne daß es zu einer Kollision mit dem anderen durchfahrenden Zug kommen könnte.

Für die Zwangsverbindung der Weichen ergibt sich die in Tabelle 1 aufgezeigte Kombination (Weiche abweigend „rot“ = r, Weiche geradeaus „grün“ = g).

Tabelle 1		W 1	W 2	W 3
Einfahrt über Strecke 1		r	r	r
Einfahrt über Strecke 2		g	g	g

Die beschriebene Situation läßt sich mit dem Monolith 16 auf 2 Weisen vorbildgetreu realisieren:

- Die Weichen werden als Bestandteile einer Weichenstraße und über die Weichenstraßenprogrammierung ausgelöst. Die Programmierung des Monolith 16 wird wie folgt vorgenommen:
 - Fahrstraße in Stellung „1“ bringen (Anzeige „1“ blinkt)
 - Weichen W 1, W 2 und W 3 auf „abbiegen“ (rot) stellen
 - Auslösen (Stellen) der Fahrstraße 1 (Anzeige hört auf zu blinken)
 - Fahrstraße 2 anwählen (Anzeige „2“ blinkt)
 - Weichen W 1, W 2 und W 3 in Stellung „geradeaus“ (grün) bringen
 - Auslösen (Stellen) der Fahrstraße 2 (Anzeige hört auf zu blinken)
- Da in diesem Beispiel eine Einzelstellung keine sinnvolle Kombination außer der genannten ergibt, können als Alternative zur erstgenannten Programmierung auch alle 3 Weichen auf einen Steuerausgang gelegt werden. Dies geht aber nur dann, wenn der Stromverbrauch der Kombination der 3 Weichen unter 1 A bleibt, um die Endstufen der EDT nicht zu überla-

sten. Bei höherem Strombedarf (z. B. alte Märklin-Weichen) kann der betreffende Steuerausgang des EDT erst ein Relais schalten, mit welchem dann die Weichen angesteuert werden.

5. Blocksteuerung

Das Prinzip ist leicht verständlich: Die Strecke wird in kleinere Abschnitte aufgeteilt, von denen jeder etwas länger als der längste eingesetzte Zug ist. An den Grenzen der so entstandenen Blöcke stehen jeweils Signale, die mit einem Relais zusammen in bereits beschriebener Weise den Fahrstrom steuern. Die Signale sind an den Ausgängen des EDT angeschlossen. In der Höhe der Signale befinden sich an den Schienen Rückmeldeeinrichtungen (Lichtschranken, Reedkontakte, Schleifer-Schalter, Masserrückführungen aus aufgetrennter Außenschienen bei Märklin), die mit den Weichensteuereingängen im Fahrpult rückgekoppelt sind (Bild 6).

Anhand der 3 Darstellungen in Abbildung 7 soll nun das Funktionsprinzip des Blockbetriebes erläutert werden. Alle Signale stehen zu Beginn auf „grün“, d. h. die Strecke ist frei.

Die Lok überfährt den Schaltkontakt am Signal 1 und stellt dabei dieses auf rot. Der dahinterliegende Blockabschnitt wird gesperrt, indem der Fahrstrom des zweiten Relaiskontaktes unterbrochen wird. Beim Überfahren des nächsten Kontaktes wird wiederum der gerade passierte Block gesperrt, gleichzeitig aber der erste wieder freigegeben.

Die Lok schleppt also einen „Sicherheitsabstand“ hinter sich her. Ein nachfolgender Zug würde immer am letzten Signal, das überfahren wurde, angehalten.

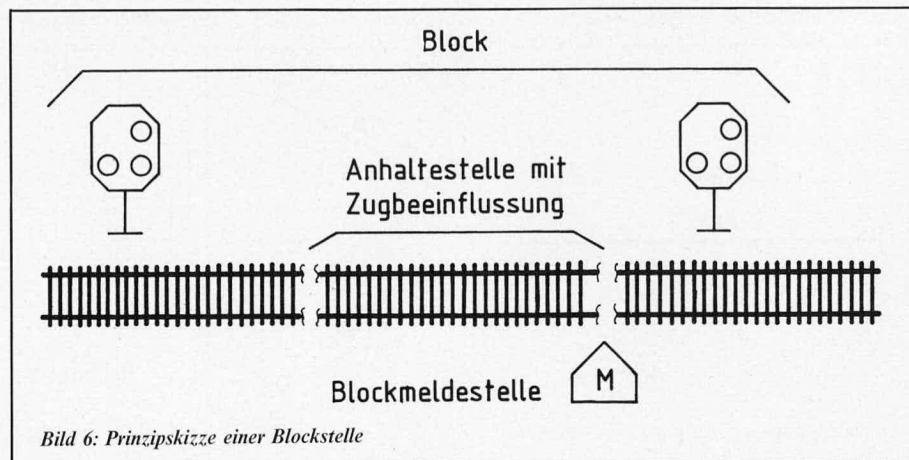


Bild 6: Prinzipskizze einer Blockstelle

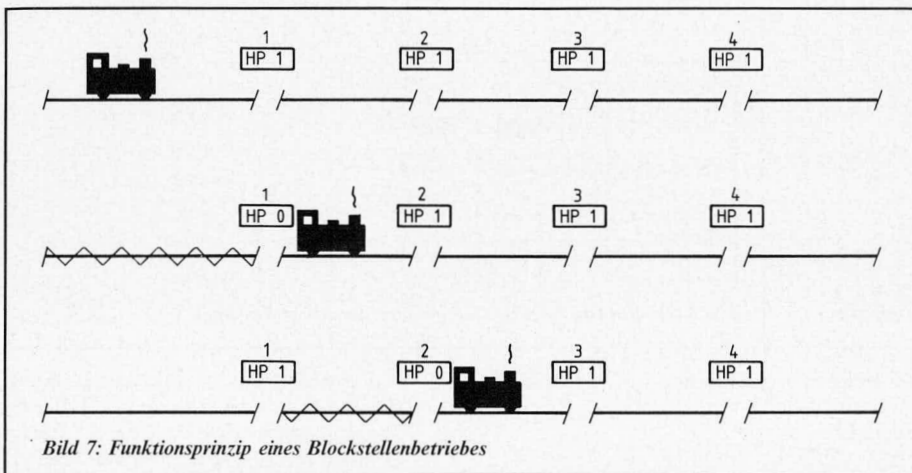
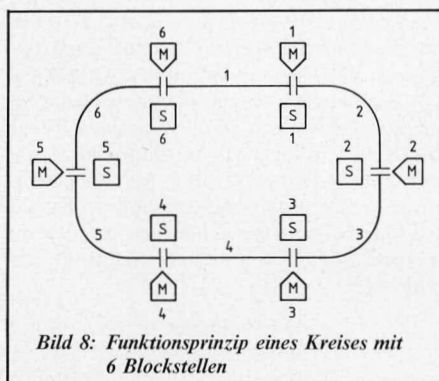


Tabelle 2	
Fahrstraße Nr.	Weichenprogrammierung
1	Weiche 1: „abbiegen“ Weiche 6: „geradeaus“
2	Weiche 2: „abbiegen“ Weiche 1: „geradeaus“
3	Weiche 3: „abbiegen“ Weiche 2: „geradeaus“
4	Weiche 4: „abbiegen“ Weiche 3: „geradeaus“
5	Weiche 5: „abbiegen“ Weiche 4: „geradeaus“
6	Weiche 6: „abbiegen“ Weiche 5: „geradeaus“

Mit dem Monolith 16 ist die Programmierung des Blockstellenbetriebes denkbar einfach. Es können maximal 10 Blöcke verwaltet werden, auf denen 9 Züge fahren können, ohne dabei zu kollidieren.

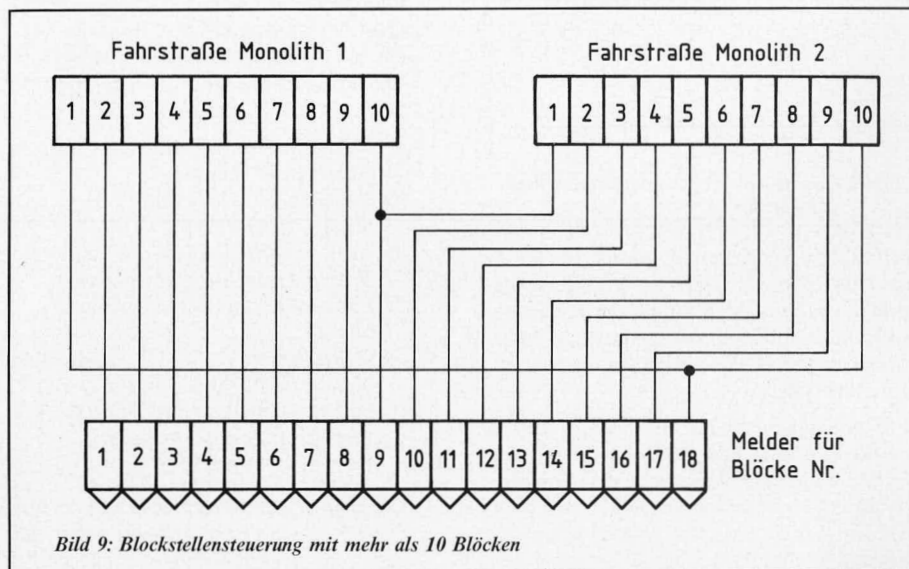
In Abbildung 8 ist ein Kreis mit 6 Blöcken mit zugehörigen Signalen und Meldestellen gezeigt.



Melder „M“ und Signale „S“ sind durchnummeriert und gemäß der Fahrtrichtung im Uhrzeigersinn zugeordnet.

Die Signale werden mit Zugbeeinflussung am EDT an die Ausgänge 1–6 angeschlossen, und die Meldebausteine werden direkt mit den Fahrstraßen-Steuereingängen 1–6 des Monolith 16 verbunden.

Die Programmierung der Fahrstraße 1 wird wie folgt vorgenommen: Weiche 1 wird auf „abbiegen“ (Signal „rot“) und die Weiche 6 auf „geradeaus“ (Signal „grün“) programmiert. Überfährt der Zug den Kontakt des Melders 1, wird Block 1 geschlossen (Fahrstrom wird unterbrochen) und der Block 6 geöffnet (Fahrstrom freigegeben).



Die vollständige Programmierung aller 6 Fahrstraßen erfolgt anhand der Tabelle 2.

5.1 Erweiterungsmöglichkeiten

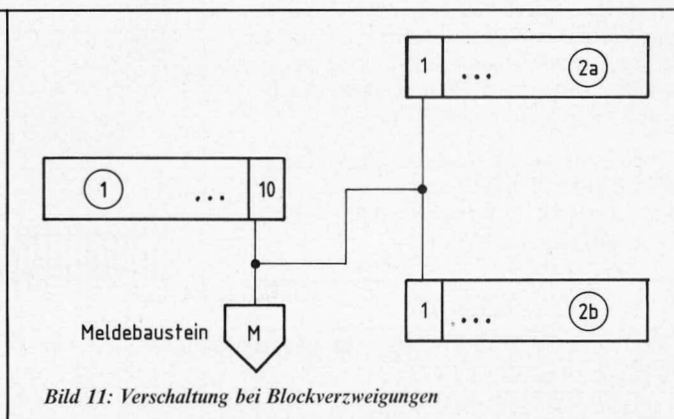
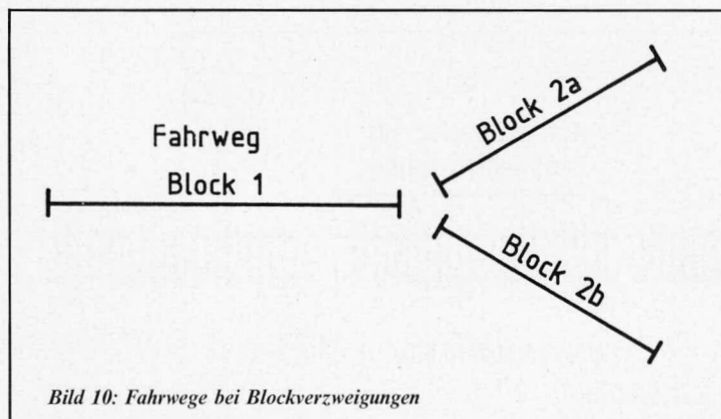
Sind auf einer Modelleisenbahnanlage mehr als 10 Blockstellen zu verwalten, so lassen sich beliebig viele Fahrpulte des Systems „Monolith 16“ zusammenschalten. Durch den Bezug auf ein gemeinsames Massepotential bei allen Schalt- und Rückmeldevorgängen kann von einem Monolith 16 zum anderen gemeldet werden. Die Verschaltung soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden.

In unserem Beispiel soll die Anlage in 16 Blöcke aufgeteilt sein, die in Kreisform ähnlich der Abbildung 8 angeordnet sind.

Eine Rückmeldung bedient hierbei jeweils im Übergabepunkt von einem zum anderen Fahrpult 2 Fahrstraßeneingänge, wie dies in Abbildung 9 dargestellt ist.

Da im Schleifenbetrieb jeweils die ersten und letzten Fahrstraßen der Geräte gemeinsam verschaltet sind, ergibt sich maximal eine Nutzung von 9 Blöcken pro Gerät.

In ähnlicher Weise gelingen hier auch erstmals Blockverzweigungen, wie sie mit herkömmlichen Systemen größtenteils nicht realisiert werden können. Ähnlich wie beim Einsatz von 2 Fahrpulten werden Blockverzweigungen die Fahrstraßen von 3 Fahrpulten des Systems „Monolith 16“ verwaltet. In Abbildung 10 ist der Fahrweg und in Abbildung 11 die entsprechende Verschaltung dargestellt.



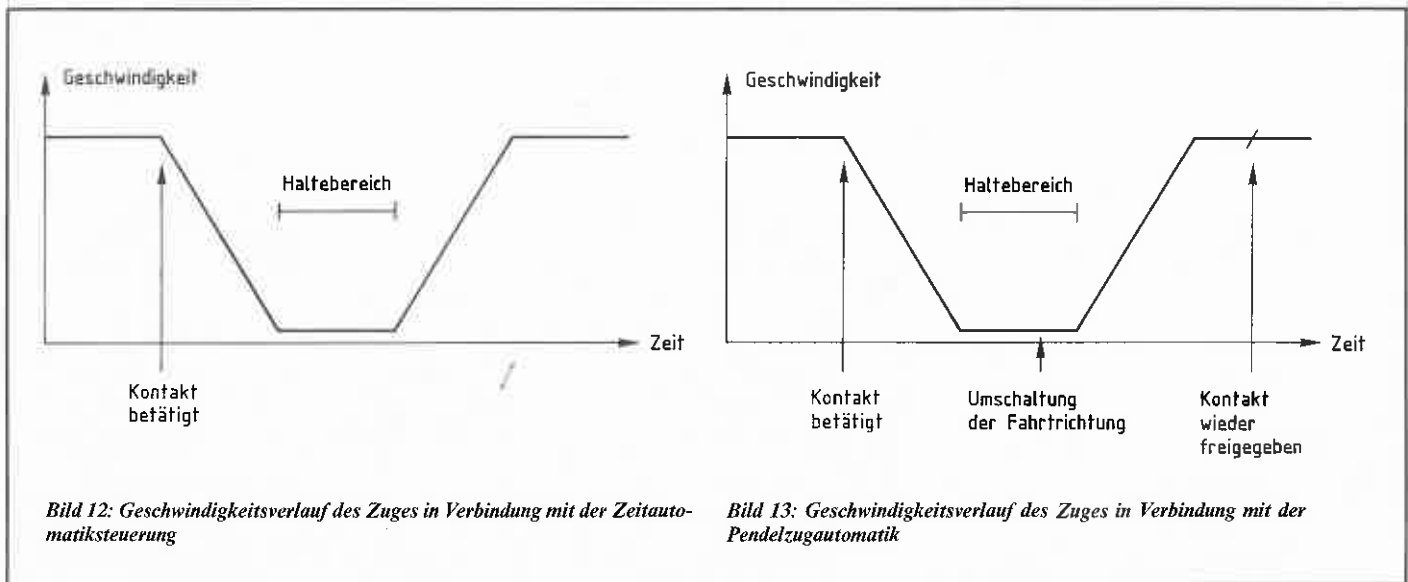


Bild 12: Geschwindigkeitsverlauf des Zuges in Verbindung mit der Zeitautomatiksteuerung

Bild 13: Geschwindigkeitsverlauf des Zuges in Verbindung mit der Pendelzugautomatik

6. Schattenbahnhofsteuerung

Durch die beim Monolith 16 vorgegebene Möglichkeit, über Gleiskontakte Weichenkombinationen/Weichenstraßen auszulösen, ist dieses System auch optimal für die Steuerung eines Schattenbahnhofs unter der Anlage geeignet. Die Schaltung ähnelt der des Blockbetriebes, mit dem Unterschied, daß die gesteuerten Fahrstrecken nebeneinander und nicht hintereinander liegen.

7. Pendelzugautomatik

Ein besonderes Feature des Monolith 16 ist die eingebaute Pendelzugautomatik, die eine Kombination aus Anfahr- und Bremsautomatik, Anhaltezeit mit gleichzeitigem Fahrtrichtungswechsel darstellt. Dazu hat das Gerät 2 Steuereingänge:

ST: Wird dieser Eingang über einen Kontakt an der Schiene (siehe Blockstellensteuerung) auf Masse gezogen, wird der Zug mit der voreingestellten Bremsverzögerung angehalten. Nach Ablauf der am Monolith 16 mit der Zeitautomatik vorgewählten Zeit fährt der Zug ebenfalls mit der vorgewählten Anfahr-Beschleunigung wieder an (Bild 12). Diese Funktion kann auch über den Stop-Taster der Zeitautomatik direkt am Fahrpult ausgelöst werden.

STÜ: Bei diesem Kontakt wird zusätzlich nach dem Abbremsen die Fahrtrichtung umgeschaltet, d. h. der Zug verläßt den Haltepunkt nach seiner Aufenthaltszeit in entgegengesetzter Richtung (Bild 13).

Wird auf einem Gleis hin- und her„gependelt“, so überfährt der Zug beim Wenden zweimal den Auslösekontakt STÜ. Um zu verhindern, daß beim zweiten Mal wieder ein Pendelvorgang eingeleitet wird, ist die Abfrage des Kontaktes intern so lange gesperrt, bis der Zug sicher den Meldebereich verlassen hat. Hierdurch werden fahrtrichtungsabhängige Umschalter überflüssig.

Die Einstellung der Anhaltezeit der Lokomotive erfolgt am Fahrpult über das Bedienfeld „Zeitautomatik“. Mit den rechts neben der betreffenden 7-Segment-Anzeige angeordneten beiden Tastern können die Zeitbereiche 0-9 eingestellt werden, wobei die Aufteilung so gewählt wurde, daß die angezeigte Ziffer den Exponenten zur Basis 2 darstellt.

Die genaue zeitliche Zuordnung ist der Tabelle 3 zu entnehmen. Eine ausgeschaltete Anzeige bedeutet hierbei, daß keine Aufenthaltszeit eingestellt wurde, d. h. der Modellzug fährt ungehindert weiter, obwohl der Reed-Kontakt geschaltet wurde.

Tabelle 3		
Anzeige	Wert	Aufenthaltszeit in Sekunden
./.		0
0	2 ⁰	= 1
1	2 ¹	= 2
2	2 ²	= 4
3	2 ³	= 8
4	2 ⁴	= 16
5	2 ⁵	= 32
6	2 ⁶	= 64
7	2 ⁷	= 128
8	2 ⁸	= 256
9	2 ⁹	= 512

Darüber hinaus ist mit Hilfe des Trimmers R 23 eine zeitliche Feineinstellung möglich. Hierzu wird der Taster „Stop“ gedrückt und festgehalten. Nach 2 s erscheint auf dem Geschwindigkeitsdisplay ein Wert zwischen „0“ und „100“, der mit dem Trimmer R 23 verändert werden kann. Befindet sich der Trimmer am linken Anschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht), erscheint auf dem Display die Zahl „0“, und die Aufenthaltszeiten entsprechen exakt den in der Tabelle 3 abgedruckten Werten. Je weiter der Trimmer im Uhrzeigersinn (nach rechts) gedreht wird, erhöht sich die Anzeige entsprechend größer werdender Aufenthaltszeiten. Am rechten Anschlag ergibt sich genau eine Verdopplung der in der Tabelle 3 angegebenen Werte (auf der Anzeige erscheint der Wert „100“). Bei einer Anzeige von „0“ beträgt die Aufenthaltszeit nicht mehr eine 1 s, sondern jetzt 2 s bzw. bei einer Anzeige von „9“ nicht mehr 512 s, sondern 1024, so daß eine maximale Verzögerungszeit von 1024 s (ca. 17 Minuten) möglich ist.

Für die gesamte Zeit des Einstellvorgangs bleibt der Taster „Stop“ gedrückt. Nach dem Loslassen dieses Tasters wird der auf dem Display zwischen „0“ und „100“ eingestellte Wert in den Speicher des Mikroprozessorsystems übernommen, und die Programmierung dieser Einstellung ist abgeschlossen.

8. Speicherung

Damit auch beim Ausschalten der gesamten Modellbahnanlage alle gespeicherten Einstellwerte des Monolith 16 erhalten bleiben, besitzt das Fahrpult eine Speicher-Stützung bestehend aus zwei NC-Mignon-Akkus. Diese werden automatisch während des Fahrbetriebes geladen, um nach Abschaltung der Versorgungsspannung den Speicher des zentralen Single-Chip-CMOS-Mikroprozessors zu stützen. Bei einmal vollgeladenen Akkus bleibt der Speicherinhalt erhalten, auch wenn das Fahrpult mehr als ein Jahr nicht benutzt wurde.

9. Kurzschluß

Der Monolith 16 besitzt eine ebenfalls vom zentralen Mikroprozessor überwachte und gesteuerte Kurzschlußsicherung sowohl des Fahrstroms als auch des Weichensteuerausgangs. Wird ein Kurzschluß detektiert, wartet das System zunächst ca. 0,5 s ab, ob der Kurzschluß nicht von selbst aufgehoben wird (dies wäre z. B. bei der Fahrstromendstufe der Fall, wenn der Modellzug über eine Weiche fährt und seine Schleifer oder Kuppelungen impulsförmige Kurzschlüsse erzeugen). Wird der Kurzschluß innerhalb 0,5 s aufgehoben, ist dies für die Endstufe aufgrund der automatischen Strombegrenzung unkritisch, und der Prozessor greift nicht ein – der Zug kann unbehindert die Weiche passieren. Länger anhaltende Kurzschlüsse bewirken nach den bereits erwähnten 0,5 s ein Abschalten der Endstufe.

Der Prozessor versucht nun, pro Sekunde für einen sehr kurzen Moment die Endstufe wieder in Betrieb zu nehmen. Wurde der Kurzschluß beseitigt, arbeitet das System anschließend wieder normal. Alle 20 s gibt der Prozessor zusätzlich einen breiteren Impuls ab, um auch schweranlaufende Motoren wieder in Betrieb nehmen zu können. Durch dieses Verfahren wird ein optimaler Schutz der Endstufe bei kürzestmöglicher automatischer Wiedereinschaltung erreicht.

Anhand vorstehender Beschreibung des von ELV entwickelten Systems „Monolith 16“ lassen sich die vielfältigen und komfortablen Möglichkeiten gut erkennen.

Zum Abschluß dieses Artikels wünscht Ihnen das ELV-Team viel Fahrspaß mit dem Monolith 16.