
HOBBY - MODEM
 fuer TASCHENRECHNER
 und MIKROCOMPUTER

 (C) 1983 E.Welker

HOBBY - MODEM

E. Welker
 Steinpilzweg 18
 7 STUTTGART 70

AUFGABENSTELLUNG

Ziel dieser Ausarbeitung ist es, die Moeglichkeiten fuer eine Fernuebertragung von Programmen und Daten per Telefon oder Funk aufzuzeigen, die mit einfachen Mitteln realisiert werden koennen.

Die ersten Versuche wurden mit den CASIO-Rechnern FX-602/702P (Interface FA-1/2) erfolgreich durchgefuehrt. Die Uebertragungen selten aber auch fuer andere Taschenrechner- und Computersysteme, sofern gewisse Voraussetzungen erfuellt sind, die nachfolgend erlaeuert werden.

I. GRUNDLAGEN

1. FREQUENZUMTASTUNG

Um Daten und Programme per Telefon oder Funk uebertragen zu koennen, ist ein serieller Datenport D_s erforderlich, der die einzelnen Informationsbits nacheinander aussendet oder empfaengt. Entsprechendes gilt auch fuer die Aufzeichnung von Daten und Programmen auf Cassette. Diese Aehnlichkeit wird sich fuer unsere Zwecke als vorteilhaft erweisen.

Die am Datenport D_s anstehenden digitalen Daten weisen zwei logische Zustaende 0 und 1 auf, die als Spannungssignale aus- und eingegeben werden.

Andererseits koennen ueber eine Telefonleitung oder zu einem Cassettenrecorder nur Niederfrequenz-Signale uebertragen werden. Der Uebertragungsbereich des Telefonnetzes ist dazuhin auf Frequenzen zwischen 300 und 3400 Hz beschraenkt. Es ist daher eine FREQUENZUMTASTUNG der Digitalsignale erforderlich. Diese erfolgt in einem

MODEM (Kurzform von Modulator/ Demodulator). Der MODULATOR ordnet den logischen Werten 0 und 1 bestimmte Tonfrequenzen zu, die empfangsseitig im DEMODULATOR wieder in Digitalsignale rueckuebersetzt werden. In Fig.1 ist das Prinzip der Datenfernuebertragung und in Fig.2 das Prinzip der Datenaufzeichnung schematisch dargestellt.

2. FREQUENZNORMEN

Die fuer die Frequenzumtastung gebräuchlichen Normen sind nicht einheitlich. Erwähnt seien

- a) UKN-Funkfern schreiben (RTTY)
 0 = 1275 Hz
 1 = 2125 Hz
- b) Kansas-City-Norm (KC-Standard)
 0 = 1200 Hz
 1 = 2400 Hz
- c) KIM-Norm
 0 = 2400 Hz
 1 = 3700 Hz
- d) SHARP-Normen
 CE122 CE150
 0 = 2000 1270 Hz
 1 = 4000 2540 Hz

Viele moderne CC-Interfaces von PTRs u. Mikros arbeiten mit den Eckfrequenzen des KC-Standards (b), die auch ueber die Telefonleitung uebertragbar sind. Dies gilt leider nicht fuer KIM- und SHARP-CE122-Interfaces. Hierfuer sind zusaetzliche Vorkehrungen erforderlich, auf die weiter unten noch eingegangen wird.

3. DATENFORMATIERUNG

Damit der Computer die seriell ankommenden Zeichen erkennen und sich auf sie einsynchronisieren kann, ist eine Datenformatierung erforderlich.

Die Aussendung der Daten erfolgt meist byteweise, d.h. in Gruppen von 8 Datenbits. Allen Bytes ist ein Startbit vorangestellt das immer Null und ebenso lang wie die Datenbits ist. Die Erkennung des Startbits wird durch mindestens ein Stoppbit 1 ermoeglicht, das an die Bytes anhaengt ist.

a) KC-Format
 Nach dem KC-Standard sind

- 1 Startbit (0)
 - 8 Datenbits
 - 2 Stopbits (1)
- vorgesehen (Fig.3). Jedes bit umfasst 4 Schwingungen bei 1200 Hz und 8 Schwingungen bei 2400 Hz und dauert demnach 3,33 ms. Die standardisierte Uebertragungsrates betraegt also 300 baud (bit/s). Durch Halbieren oder Vierteln der Schwingungszahlen ist eine Beschleunigung auf 600 oder 1200 baud moeslich.

b) SHARP-Format
 Bei einigen Taschencomputern der Firma SHARP werden die Daten an den seriellen Ports nicht byteweise sondern 4-bitweise formatiert und mit Startbits und Sperrschritten versehen (vgl. Fig.4 fuer den PC 1211).

Im zue gehoerigen CC-Interface werden die Datenbits in vier Schwingungen bei der niedrigen und in acht Schwingungen bei der hohen Eckfrequenz umsetzt.

4. BLOCK-SYNCHRONISATION

Zu Beginn eines jeden Datenblocks erscheint ein Vorspann von ca. 5 sec Dauer als Puffer fuer das Hochlaufen des Recorders und die Einsynchronisierung der Leseelektronik. Nach dem KC-Standard bildet der Vorspann eine ununterbrochene Folge von logischen Einsen, d.h. einen Dauerton von 2400 Hz (vgl. Fig.5).

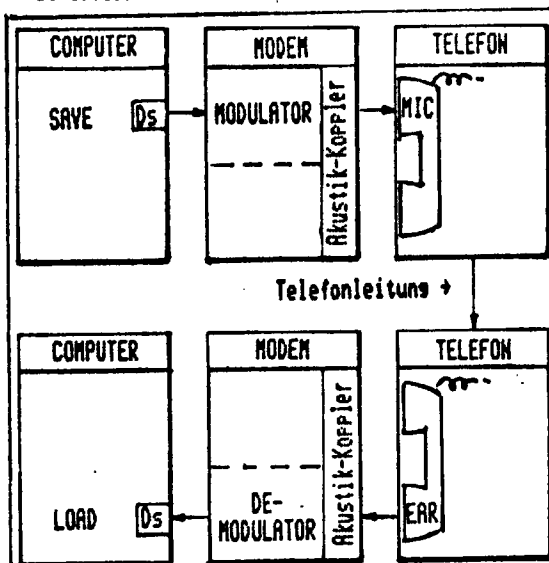


Fig.1 Datenuebertragung (Telefon)

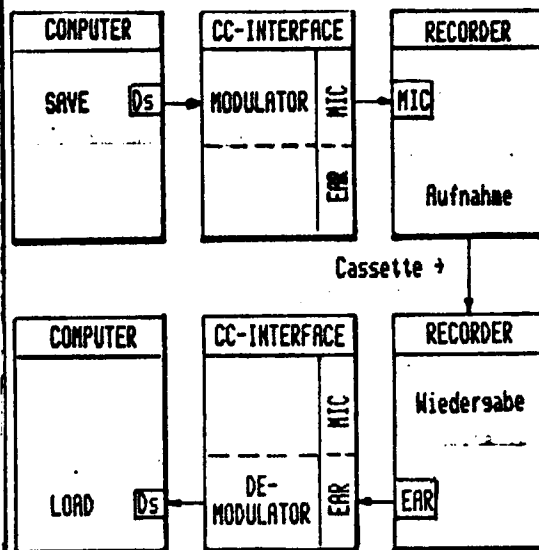


Fig.2 Datenaufzeichnung (Cassette)

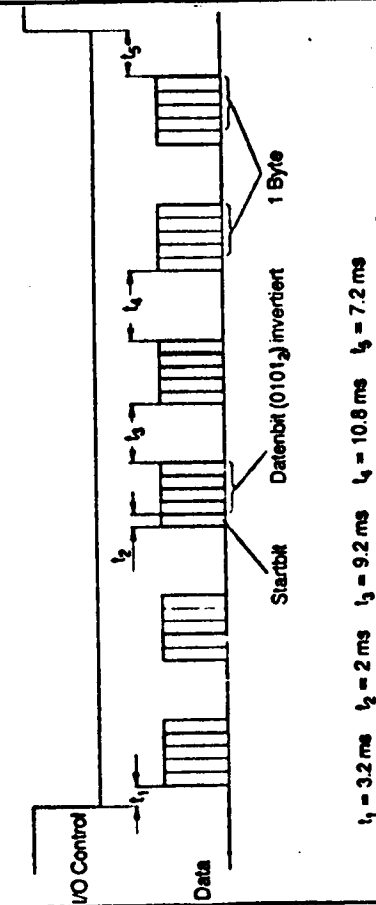


Fig. 4 SEQUENZDIAGRAMM DER DATENAUSGABE BEIM SHARP PC-1211 (2)

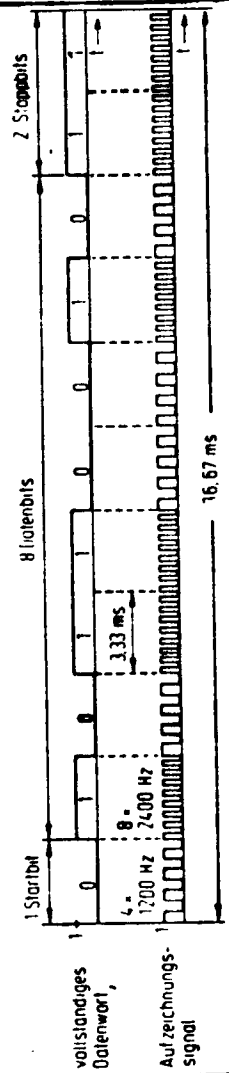


Fig. 3 Grunddefinition des Kansas-City-Standard (1)

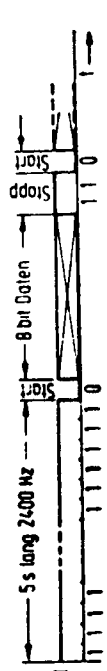


Fig. 5 Vorspann und Synchronisation beim Kansas-City-Standard

Der KC-Standard ist also leicht mit dem Gehoer an folgenden Merkmalen zu erkennen:

- Vorspann = Dauerton 5 sec bei 2400 Hz
- Oktavsprung 1200 - 2400 Hz zwischen 0 und 1.

Die ersten Bytes eines Blocks (= File) enthalten Kennungsanweisungen fuer den Rechner. Je nach Codezahl werden die folgenden Informationen als Daten-, Programm- oder kombinierte Programm- und Datenfiles interpretiert.

BEISPIEL CASIO 602:

File	Code	Anz.
Daten	40 DF	
Prog.	0E PF	
All-File	1F AF	

Anschliessend folgt der abrufbare File-Name (CASIO: 6Bytes) gefolgt vom eigentlichen Prog- oder Datenfile (byteweise binär codiert), der mit einer Fileendeerkennung abgeschlossen ist, z.B. CASIO: 7 Bytes FF = 56bits 1 (0.25 sec 2400 Hz) 7 Bytes 00 = 56bits 0 (0.25 sec 1200 Hz).

5. AKUSTIK-KOPPLER

Die professionellen Telefon-Modems verfuesen ueber einen Akustik-Koppler, der die frequenzcodierten Signale auf der Senderseite ueber einen Schallgeber (Lautsprecher) auf das Mikrofon (MIC) des Telefonhoerers uebertraest und auf der Empfaenserseite ueber einen Schall-empfaenger (Mikrofon) vom Ohrhoerer (EAR) des Telefonhoerers empfaenst (Fig.1). Schallgeber und -empfaenser befinden sich in zwei Gumminaerfen, in die der Telefonhoerer schalldicht einlesbar ist. In einem Verstaerker werden die Signale auf den gewuenschten Pegel gebracht.

II. BRAUNLEITUNGEN

1. CC-INTERFACE als GRUNDMODEM

Von den vorstehenden Ausfuehrungen interessiert hier vor allem, mit welchen Eckfrequenzen das CC-Interface Ihres Rechners arbeitet.

Sofern diese Frequenzen innerhalb von 500 - 3000 Hz liegen, besitzen Sie bereits ein GRUNDMODEM, das fuer die Datenfernuebertragung per Funk und Telefon geeignet ist.

Sie brauchen sich dann nur noch um die akustische Kopplung (Ziff.3) und die Pegelanpassung (Ziff.4) zu kuennern.

Falls die Bedienungsanleitung keine Angaben ueber die Eckfrequenzen enthaelt, versuchen Sie sie mit einem Frequenzzaehler oder nach Gehoer anhand eines Frequenzgenerators zu bestimmen.

Nur wenn die Eckfrequenzen nicht passen - wie zB bei KIM- oder SHARP-Interfaces - oder wenn Sie ueberhaupt kein CC-Interface besitzen, muessen Sie Ihr MODEM selbst bauen (vgl. Ziff.2). Zuvor sollten Sie sich aber verwissern, dass Ihr Rechner einen seriellen Datenport aufweist und wie dieser anzuschliessen ist. Fuer den SHARP PC 1211 finden Sie die betr. Angaben zB in CHIP 8/81, S.37.

Bei zu hoher oberer Eckfrequenz hilft vielleicht schon der (noch nicht ausprobierte) Trick, vom Band mit reduzierter Bandgeschwindigkeit zu senden und auf Empfaenserseite auf Band zu empfangen und mit entsprechend erhoehter Bandgeschwindigkeit in den Rechner einzulesen.

2. SELBSTBAU-MODERN

Die hier beschriebenen Schaltungen fuer einen MODULATOR u. einen DEMODULATOR sind fuer Tonfrequenzen unterhalb 3000Hz ausgelegt. Um einen wechselseitigen Datenaustausch zu ermöglichen, wird empfohlen, sie auf die Eckfrequenzen der KC-Norm einzustellen, also auf
1200 Hz = 0 (tief)
2400 Hz = 1 (hoch).

Frequenzabweichungen bis etwa 100 Hz sind unkritisch.

a) MODULATOR - Fig.6

Die Frequenzumtastung erfolgt hier mit dem CMOS-IC 4016: vier bidirektionelle Analogschalter (zwei Invertierer, ein Puffer, ein Frequenzumschalter). Die Schaltung kann auf einer einfachen Lochrasterplatte aufgebaut werden. Die Versorgungsspannung sollte etwa dem Spitze-Spitze-Wert der einseitigen Datensignale entsprechen. Falls dieser nicht bekannt ist, versuchen Sie es mit 5 Volt.

Die Signale an Ausgang A sind rechteckförmig. Fuer eine Pegelanpassung an verschiedene Folgegeraete - Lautsprecher, CC-Recorder, Verstaerker (Z. 4) - enthaelt der Ausgang einen einstellbaren Spannungssteiler (10-K-Poti).

EICHTUNG:

- 0-Pegel (0 V) an E Ausgangsfrequenz mit tief-Trimpoti auf 1200 Hz einstellen (anhand Frequenzzaehler oder nach Gehoer mit Frequenzgenerator oder Musikinstrument (dreigestrichenes dis))
- 1-Pegel (5 V) an E Ausgangsfrequenz mit hoch-Trimpoti auf 2400 Hz einstellen (z.B. nach Gehoer: 1 Oktav hoeher als tiefe Frequenz).

b) DEMODULATOR Fig.7

Fig.7 zeigt einen Frequenzdiskriminator mit 2 komplementären Ausgängen A und A'. Aufbau: zB auf gleiche Lochrasterplatte wie Modulator. Versorgungsspannung: an Rechner anpassen (zB 5 V). Das Signal an E sollte zwischen 100 mV und 1 V liegen (Pegelanpassung).

ABGLEICH:

- Ausgang des Modulators ueber Spannungssteiler 10 : 1 an E lesen.
- An Modulatoreingang Rechtecksignal mit 10-300 Hz.
- Oszilloskop an A und A'.
- Einstellung des 50K-Trimpotis, bis Rechteck-Eingangssignal zu sehen ist.

Die Schaltungen eignen sich als CC-Interface und fuer die Datenfernuebertragung bis 600 baud.

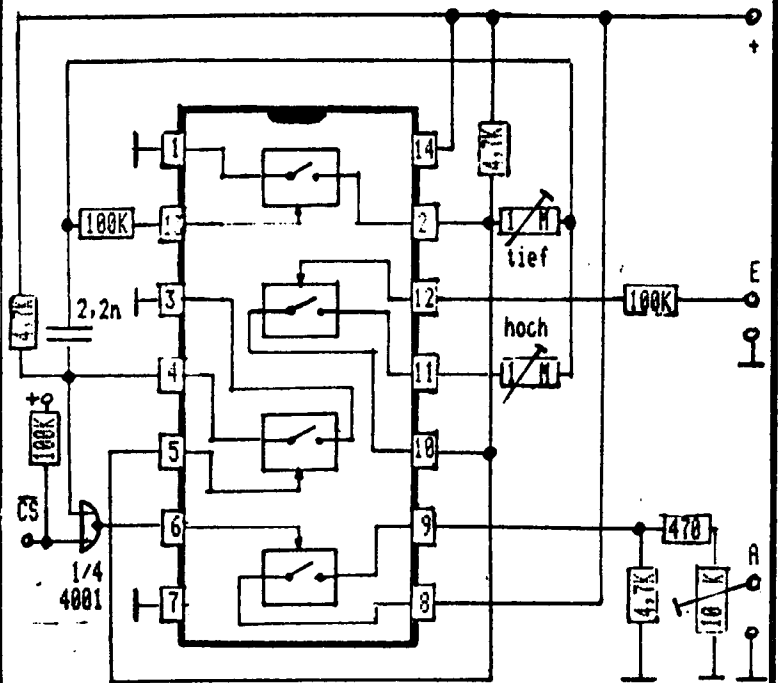


Fig. 6 MODULATOR aus CMOS-IC 4016 (3) (BEACHT: Pins 2 und 13 sind vertauscht eingezeichnet!)

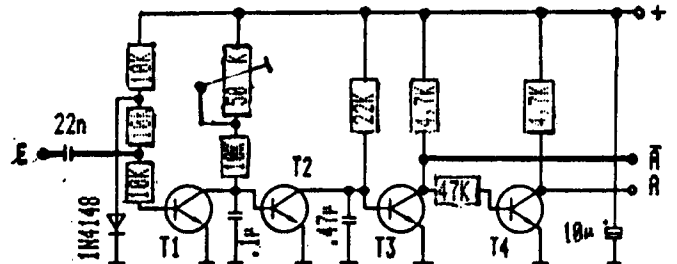


Fig. 7 DEMODULATOR mit invertierten und nichtinvertierten Ausgang (3) (T1 - T4 = BC 238C o. dgl.)

c) MODULATOR-Nachtrag

Das Durchsteuern des Modulators - zB mit dem I/O-Control-Signal eines Rechners - erfolgt ueber ein NOR-Gaetter CD 4001 an Steuereingang des vierten Analogschalters. In der Bereitstellung ist der CS-Eingang auf 0, sonst auf 1.

Fuer Testzwecke kann CS auch von Hand auf 0 oder 1 selekt werden.

d) STUECKLISTEN

MODULATOR

- 1 CMOS-IC 4001 (1/4)
- 1 CMOS-IC 4016
- 1 Widerstand 470 Ω
- 3 Widerstde. 4,7 kΩ
- 3 Widerstde. 100 kΩ

- 1 Poti 10 kΩ
- 2 Poti 1 MΩ
- 1 Kondensator 2,2 nF

DEMODULATOR

- 4 BC 238C o. dgl.
- 1 1N4148
- 2 Widerstde. 4,7 kΩ
- 4 Widerstde. 10 kΩ
- 1 Widerstd. 47 kΩ
- 1 Kondensator 22 nF
- 1 Kondensator 0,1 μF
- 1 Kondensator 0,47 μF
- 1 ELKO 10 μF

Ein vollstaendiger Selbstbau lohnt sich also kaum. Wir muessen lediglich den kauflichen Telefon-verstaerker etwas um-bauen (vgl. Fig.8+9)

3. AKUSTIK-KOPPLUNG

Die Sprachein- und Ausgabeelemente von Funk- und Telefon-apparaten, Mikrofon (MIC) und Ohrhoeerer (EAR) koennen auch zur akustischen Ein- und Auskopplung von frequenzcodierten Datensignalen verwendet werden. Beide muessen dazu im relevanten Frequenzbereich verzerrungsfrei arbeiten und ausreichende leistungsfae-hig sein. Bei den ueblichen Telefon-Mikrofonkapseln mit grue-ner Aufschrift ist dies oft nicht der Fall.

Weit besser geeignet sind hierfuer die Mikrofonkapseln mit roter Aufschrift (hinten roter Punkt) oder die noch empfindlicheren Verstaerkermikrofone (zB TS8 oder TS9). Diese werden zB eingesetzt, wenn ueber schlechte uebermittlungsverhaeltnisse geklast wird, oder wenn ein professioneller Akustikkoppler angeschlossen werden soll. Sie gehoeren zum Sortiment sowohl der Bundespost als auch der Hersteller privater Telefonanlagen (z.B. Siemens).

Zusaetzlich werden ein Schallseber zum Einkoppeln und ein Schallempfaenger zum Auskoppeln der Datensignale benoetigt:

a) SCHALLGEBER

- Lautsprecher:
mit MIC nicht zu dicht heransetzen (Dampfung)- nichts fuer Geraeuschempfindliche!
- Kopfhoeerermuschel mit Ohrpolster:
MIC kann auf Ohrpolster aufgeleest werden - Schalldichtung (ideal!)

b) SCHALLEMPFAENGER

- Dynam. Mikrofon
- Lautsprecher als dynam. Mikrofon
- Kondensatormikrofon mit Verstaerker (hochempfindlich)
- Elektret-Mikrofon mit integriertem Verstaerker (hochempfindlich)
- Induktiver Telefonadapter (weniger geeignet).

Schallempfaenger moeglichst nah an Schalloeffnung des Ohrhoeerers heranfuehren. Der Oeffnungsdurchmesser sollte ca. 2-3 cm betragen, damit die Schalloeffnungen uebergreifen werden.

4. PEGELANPASSUNG

Fuer das Gelingen einer Datenaufzeichnung und einer DFÜ kommt es massgeblich auf die richtige Anpassung der Signalpegel und der Impedanzen an den Schnittstellen zwischen den verschiedenen Geræeten in der Uebertragungsstrecke an. Bei der DFÜ tritt dieses Problem vor allen im Bereich des Akustikkopplers auf. Die typischen Anschlussdaten der in Betracht kommenden Geræate sind nachstehend zusammengefasst. Beim Zusammenschalten ist darauf zu achten, dass die Aus- und Eingangsdaten groessenordnungsmæassig uebereinstimmen:

a) MIKROPHONE

- Dynamische M.
Abschlussimpedanz:
1 - 10 k Ω
Ausgangspegel:
1 - 20 mV
- Kondensator-M.
mit Vorstufe
Abschlussimpedanz:
1 k Ω
Ausgangspegel:
5 - 50 mV

b) LAUTSPRECHER KOPFHÖRER

Impedanz: 8 Ω
Pesel: 1 - 5 V

c) CC-RECORDER

- MIC-Eingang
Eingangsimpedanz:
1 - 10 k Ω
Eingangspesel:
1 - 100 mV
- AUX-Eingang
Eingangsimpedanz:
0,1 - 1 M Ω
Eingangspesel:
100 mV - 5 V
- EAR-Ausgang:
Ausgangsimpedanz:
8 Ω
Ausgangspesel:
0,1 - 1 V

d) INTERFACE

- Modulator
Ausgangspegel:
10 mV
(angepasst an typ. MIC-Eingang von CC-Recorder)
- Demodulator
Eingangspesel:
100 mV - 5 V
(angepasst an typ. EAR-Ausgang von CC-Recorder).

Bei der DFÜ treten folgende Anpassungsschwierigkeiten auf:

-Mit dem relativ niedrigen Schallpegel am Ohrhoeerer eines Telefons koennen nur hochempfindliche Mikrofone auf den notwendigen MIC-Eingangspesel eines CC-Recorders aus-gesteuert werden.

-Bei Cassettendecks und bei den meisten CC-Recordern gibt es keine Moeglichkeit einer direkten Lautsprecheransteuerung ueber die MIC-Buchse. Der am EAR-Ausgang erreichbare Pesel ist fuer eine Akustikkopplung oft nicht ausreichend.

Diese Anpassungsschwierigkeiten lassen sich mit einem geeigneten Verstaerker ueberwinden:

5. TELEFON-VERSTAERKER

Unser Verstaerker sollte zumindest einen guten Mikrofon-Vorverstaerker und einen Endverstaerker mit einer Ausgangsleistung von ca. 2-5 Watt besitzen. Besonders geeignet sind die sog. TELEFON-VERSTAERKER (mit induktivem Adapter), die in Elektronikfachhandel oder in Kaufhaeusern fuer 15 bis 30 DM angeboten werden, z.B.

-Marke RAMMAR (Made in Taiwan)

bei RADIO-DRAEGER
Sophienstr.21
7 STUTTGART 1

(Preis: ca. 23 DM).

-Marke HERCULES (baugleich mit RAMMAR) bei HECKERMANN AG

Postfach
6 FRANKFURT 1

(Best.-Nr. 8025/437
Preis: 20 DM).

a) IN - BUCHSE

Die IN-Buchse ist bei Telefonverstaerkern mit separatem Adapter bereits vorhanden (RAMMAR: 3,5mm-Klinkenbuchse mit Schaltkontakt).

Wenn stattdessen eine Empfaengerspule im Gehæuse integriert ist, ist diese herauszulöten und die Buchsenanschlüsse sind mit den Eingangssloetstellen 3+4 des Vorverstaerkers zu verbinden.

Die IN-Buchse kann mit einem Eingangspesel von 0,1 - 100 mV beaufschlagt werden. Bei stärkeren Signalquellen schalten Sie einen Vorwiderstand von ca. 100 k Ω in eine der Eingangslinien.

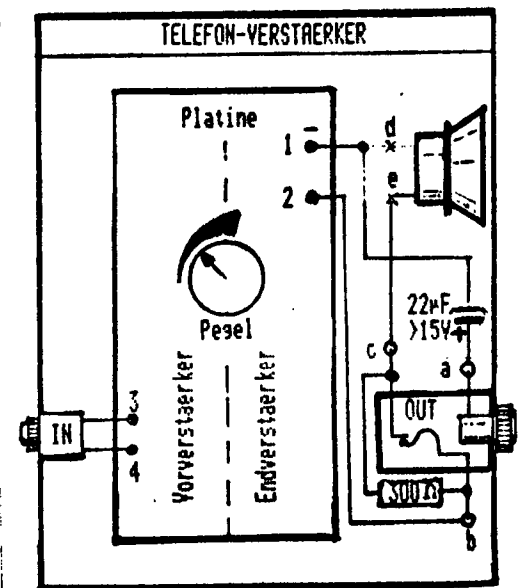


Fig.8 Modifizierter Telefonverstaerker

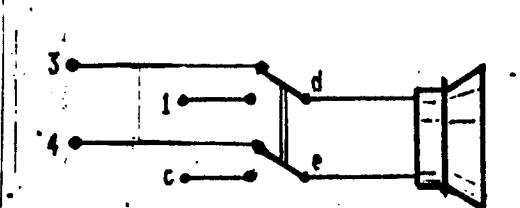


Fig.9 Unschalter: Lautsprecher als MIC

b) OUT - BUCHSE

Die OUT-Buchse (3,5 mm, schaltbar) ist entsprechend Fig.8 einzulöten. Achten Sie darauf, dass der Anschluss a mit dem negativen Lautsprecheranschluss verbunden wird.

Der 300Ω-Widerstand zwischen den Anschlüssen b und c der OUT-Buchse ermöglicht eine (leise) Mithörkontrolle im Falle eines externen Steckeranschlusses. Im vorderen Teil des RAMMAR-Gehäuses ist genügend Platz fuer die OUT-Buchse. ZweckmäÙig wird sie in einer Bohrung in der linken Seitenwand des Kunststoff-Oberteils befestigt. Die Lautsprecheranschlüsse werden nach Abschrauben der Platine zusaenglich (3 Schrauben).

An den niederohmigen OUT-Ausgang koennen folgende Gerate unmittelbar angeschlossen werden:

- Lautsprecher
- Kopfhörer
- Demodulator (EAR)
- Recorder (AUX)

Beim Anschluss an den MIC-Eingang eines Recorders ist ein 100kΩ-Widerstand zwischenzuschalten (vgl. Fig.13). Die Pegelanpassung erfolgt ueber ein einbautes Drehpoti.

c) LAUTSPRECHER-MIC

Mit der Schaltung nach Fig.9 kann der einbaute Lautsprecher auch als MIC betrieben werden. Im RAMMAR ist bereits ein 2-poliger Umschalter als Ein-Aus-Schalter vorhanden,

der fuer diesen Zweck umfunktioniert werden kann. Es ist also nur noch ein einfacher EIN-AUS-Schalter einzubauen.

Durch Verwendung einer schaltbaren IN-Buchse (bei RAMMAR vorhanden) kann das Lautsprecher-Mikrofon beim Anschluss eines externen Mikrofons abgeschaltet werden.

d) OUT-BUCHSE Nachtrag

Die OUT-Buchse eroffnet grundsatzlich auch die Moeglichkeit, die anstehenden HF-Signale zB ueber einen Klinkestecker unmittelbar in ein vorhandenes Uebertragungssystem einzukoppeln. Sofern dieses System unter Gleichspannung steht, ist wegen des Ausgangs-ELKO auf richtige Polung zu achten:

- Kontakt a an -
- Kontakt b an +

BEISPIEL:

An den MIC-Kontakten eines Telefonhoerers liest eine Gleichspannung von ca 15 V.

6. SENDER- + EMPFAENGER-ANORDNUNGEN fuer DFÜ

In den Fig.10+11 sind einise SENDER-Anordnungen und in Fig.12-14 einise EMPFAENGER-Anordnungen dargestellt, die fuer die DFÜ zwischen gleichartigen Computern geeignet sind. Die angegebenen Abkuerzungen:
CIYT, RVT, RT
TVIC, TVR, TR
sind aus den Anfangsbuchstaben der jeweils verwendeten Gerate gebildet.

Die einfachste Anordnung ergibt sich, wenn unmittelbar mit dem Recorder vom Band gesendet (RT-Sender) und mit dem Recorder auf Band empfangen (TR-Empfänger) wird.

Allerdings ist der RT-Sender etwas laut, da die (leisere) gepolsterete Kopfhörermuschel ueber die EAR-Buchse des Recorders fuer die Akustikkopplung meist nicht ausreichend aussteuerbar ist. Ausserdem benoetigt der TR-Empfänger ein (aufwendigeres) hoerempfindliches Mikrofon (s. Ziff.3b). Die Anordnungen CIYT, RVT, TVIC, TVR haben sich deshalb als anpassungsfaehtiger erwiesen.

Bei den TR- und TVR-Empfaengern besteht die Moeglichkeit einer Aufnahmekontrolle durch Anschluss des Interface an die EAR-Buchse des Recorders. Sofern eine CHECK-Stellung vorgesehen ist (wie bei CASIO), kann waehrend der Aufnahme eine Paritaetspruefung der uebertragenen Daten durchgefuehrt werden.

Wichtig bei allen Anordnungen ist die optimale Peseleinstellung, die durch Probieren herauszufinden ist.

Bei laengeren Uebertragungstrecken und "schlechten Verbindungen" koennen Stoerungen sowie Daempfung- und Verzerrungserscheinungen eine DFÜ erschweren. Im Umkreis von 50 km sollten jedoch keine Schwierigkeiten auftreten.

LITERATUR

<1> BERND POL:
Externe Speicherverfahren fuer Mikrocomputer, Sonderheft HOBBYCOMPUTER, 1978, S.119-133, Franzis-Verlag, Muenchen

<2> THOMAS MUELLER:
Interface fuer Sharp PC-1211,CHIP-Spezial 1/82 TASCHEMRECHNER, 1982, S.77-83, Vogel Verlag, Wuerzburg

<3> H. FEICHTINGER:
FSK-Modem, Sonderheft HOBBYCOMPUTER, 1978, S.80/81, Franzis-Verlag, Muenchen

Weitere interessante BAUANLEITUNGEN

<4> SYNCHRONER FSK-MODULATOR (Vermeidung von Phasenspruengen im FSK-Signal). Zeitschrift ELEKTOR Juli/August 1980, 7-36/37

<5> KANSAS-CITY-DEMULATOR (mit 4-fach OP-Verstaerker 3900). Zeitschrift ELEKTOR Juli/August 1981, 8-14/15

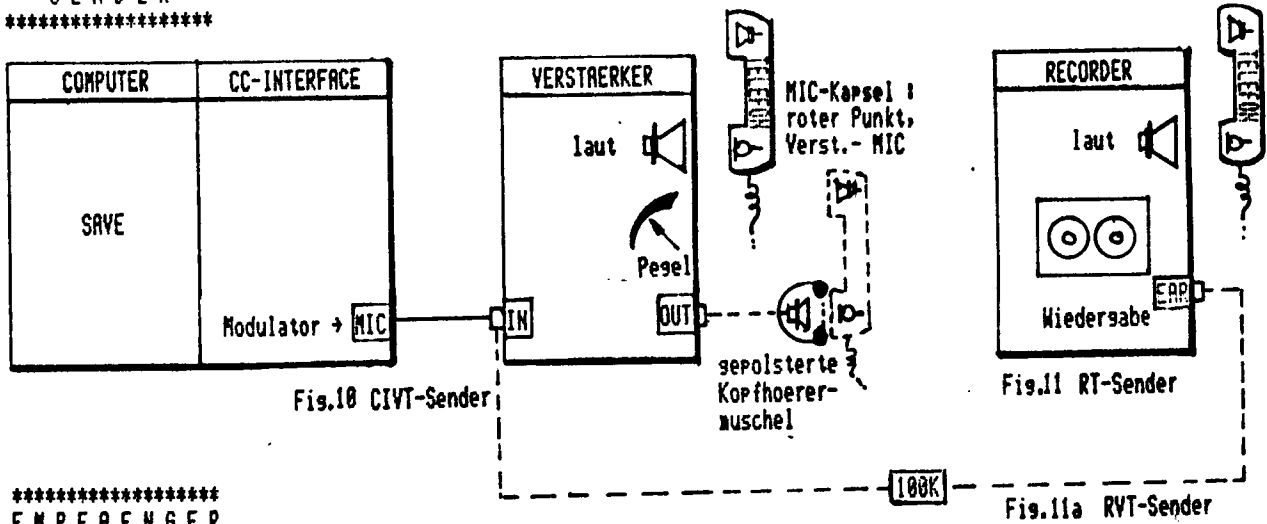
ABKUERZUNGEN:

FSK = Frequency Shift Keying
= Frequenzumtastung

RTTY = Radio Teletype
= UKW-Funkfern-schreiben

DFÜ = Datenfern-uebertragung

 SENDER



 EMPFÄNGER

