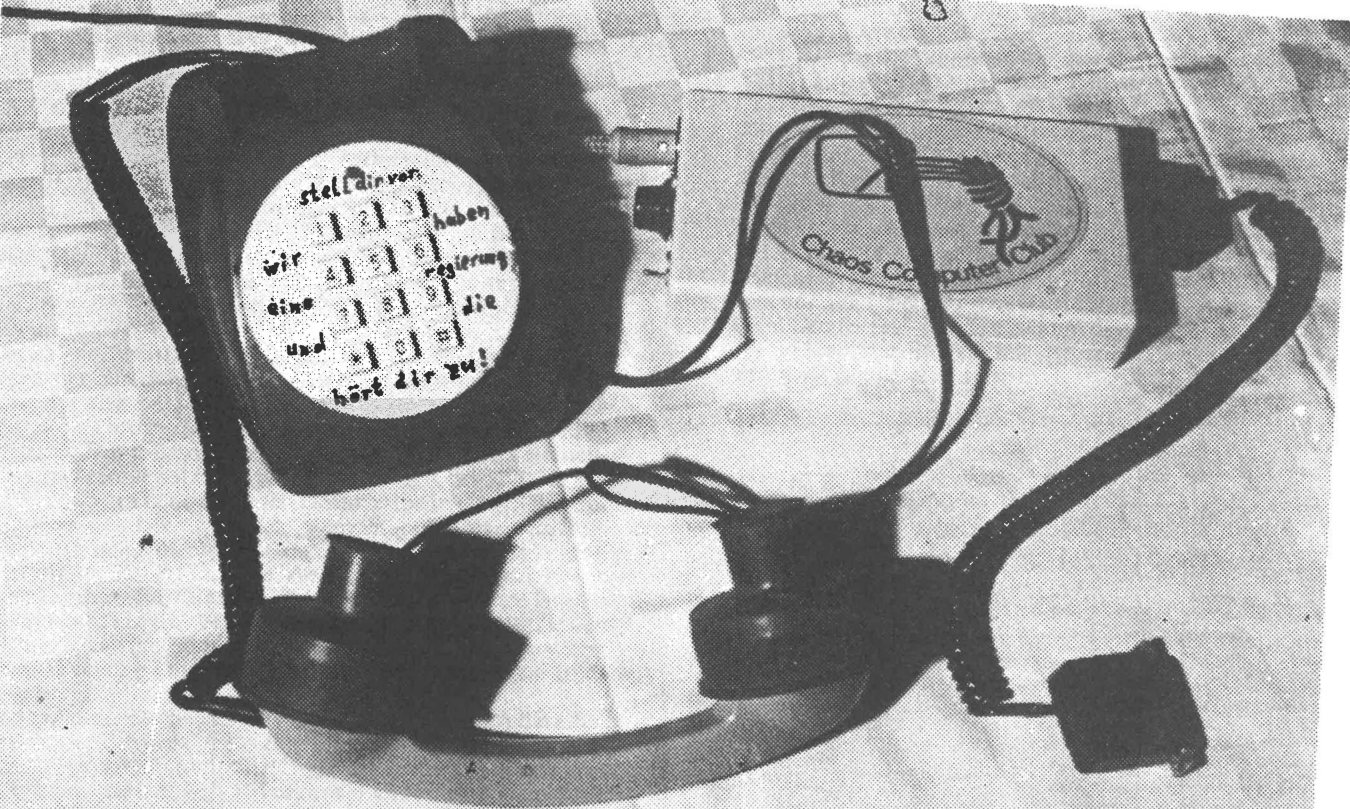


Das CCC \longleftrightarrow Modem



Bauanleitung



Chaos Computer Club * bei Schwarzmarkt * Bundesstr. 9 * 2000 Hamburg 13



Anhang D:

Verfahren bei Störungen

Die Ausarbeitung ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen!

Das Datenklo des CCC

Datenfernübertragung - Computerkopplung über Telefon - ist für viele Anwendungen reizvoll :

- Abfrage von Datenbanken (sogenannten Bulletin-Board Systems)
- Terminalbetrieb an Großrechnern
- Austausch von Programmen und Texten mit anderen Computerbesitzern
- elektronischer Postverkehr mit e-Mailboxen (Bulletin-Board-Systems)
- Computerkonferenzen

Doch neben der dazugehörigen Software braucht man dazu ein Modem, das die Computersignale in Töne umwandelt, um sie über die Telefonleitungen zu schicken.

Die folgende Bauanleitung stellt aufgrund des hochintegrierten Chips AM 7910 (von AMD) eine nachbausichere, vielseitige und relativ preisgünstige (ca. 300 DM) Lösung dar.

Das Modem

Ein MODEM besteht, abgesehen von den Schnittstellen und der Steuerlogik, aus einem MODulator und einem DEModulator: Der Modulator setzt die '0' und '1' - Pegel der V.24-Schnittstelle in unterschiedliche Töne um. FSK (frequency shiftkeying) - Modulation nennt sich das.

So wird zum Beispiel bei der Übertragungsnorm V.21 (300 Baud) aus einer '0' ein Ton mit 1180 Hz und aus einer '1' einer mit 980 Hz. Das Empfänger-Modem demoduliert diese Töne wieder zu digitalen '0' und '1' und gibt sie über seine V.24-Schnittstelle an den anderen Computer aus. Für die Übertragung in Gegenrichtung nimmt man dann andere Frequenzen für '0' (2025 Hz) und '1' (2225 Hz), damit ein Betrieb in beide Richtungen gleichzeitig möglich ist. Diese Betriebsart, bei der 4 Frequenzbänder mit ausreichendem (Stör)abstand auf der Leitung nötig sind, nennt man Duplex - Betrieb.

Die Betriebsarten

Damit die verschiedenen Modems untereinander einheitlich kommunizieren können, sind durch die CCITT für Europa die Übertragungsfrequenzen und -geschwindigkeiten in Normen festgelegt.

So gibt es die V.21-Norm, die bidirektionalen (Duplex) Betrieb mit 300 Baud und obengenannten Frequenzzuordnungen vorschreibt. Nach dieser Norm sind die meisten Datenbanken zu erreichen und sie ist auch üblich für Terminalbetrieb. Sie benötigt nur relativ einfache Software, ist störsicher, aber bei Übertragung größerer Datenmengen doch etwas langsam.

Die Übertragung nach der V.23 - Norm mit 1200 Baud ist da schon wesentlich schneller, doch ist bei dieser Geschwindigkeit Duplex-Betrieb nicht so ohne weiteres möglich. Da aus physikalischen Gründen die Übertragungsfrequenzen größer sein müssen als die Baudrate, ist auf der Telefonleitung, die nur bis 3000 Hz anständig überträgt, bei 1200 Baud kein Platz für 4 Frequenzen mit ausreichendem Abstand. Es kann jeweils nur ein Modem zur Zeit senden. Die beiden Modems müssen sich abwechseln und ihren Sender beim Empfangen (software-mäßig) abschalten. Diese Betriebsart nennt man Halbduplex-Betrieb. Die Frequenzen liegen bei 2100 Hz für '0' und bei 1300 Hz für '1'. Modembetrieb nach dieser Norm erfordert ein Übertragungsprotokoll, damit man sich gegenseitig über das Umschalten zwischen Senden und Empfangen informiert und ist störanfälliger als bei 300 Baud. Eine Variante der V.23-Norm ist die Übertragung mit 1200 Baud in eine Richtung und einem langsamen Rückkanal mit 75 Baud. So ist auch wieder Duplexbetrieb möglich, allerdings mit unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten. Nach dieser Betriebsart arbeitet übrigens Bildschirmtext.

Neben den europäischen CCITT-Normen gibt es noch die amerikanischen Bell- Norm, die - abgesehen von den anderen Frequenzen - genauso funktioniert. Wer ein Bell-103-Modem hat, kann nur mit anderen Bell-103ern in der USA (teure Gespräche über den großen Teich) und den paar hiesigen Bell-Besitzern Daten tauschen. Alle «offiziellen» Datenanschlüsse hier entsprechen CCITT. Das Modem-Chip AM 7910 ermöglicht sämtliche dieser Betriebsarten. Die Umschaltung erfolgt mit einem DIL-Schalter oder mit Brücken.

Die Koppler

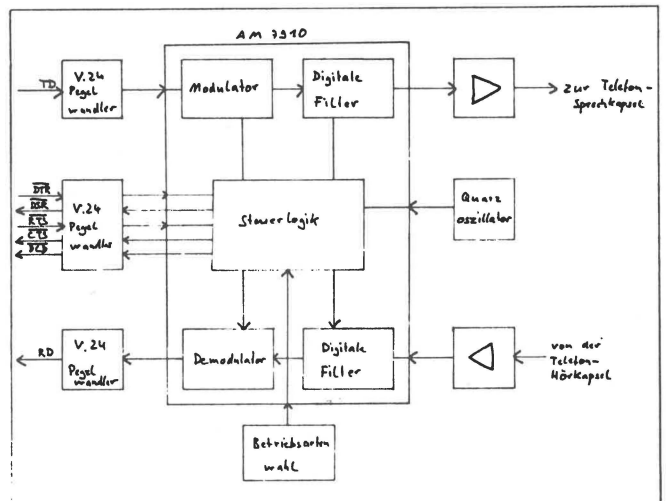
Zur Ankopplung ans Telefonnetz gibt es zwei Möglichkeiten: Akustikkoppler (siehe Foto) oder Direktanschluß (ohne Bild). Beim Akustikkoppler werden die Töne mittels Mikrofon und Lautsprecher an den Telefonhörer angekoppelt. So etwas ist einfach installierbar, erfordert keine Eingriffe ins Telefon und ist auch unterwegs problemlos zu benutzen. Die beiden akustischen Wege (Mikrofon-Kapsel und Kapsel-Lautsprecher) sind aber anfällig für Störungen (Umgebungsgeräusche z.B.). Beim Direktanschluß wird das Modem über einen Trenntrafo direkt an die beiden Telefondrähte angeschlossen. Das ist natürlich störsicherer, erfordert aber Eingriffe ins Telefonnetz.

In diesem Zusammenhang muß noch einmal deutlich darauf hingewiesen werden, das Eingriffe in das öffentliche Telefonnetz der Post illegal sind !

Alle Geräte die am Postnetz betrieben werden, müssen den zuständigen Stellen zur Prüfung vorgelegt werden. Die Bestimmungen der Bundespest sind zu beachten !

Die Schaltung

Die Pegelwandler MC 1488 und MC1489 (IC 1 bis IC 4) dienen dazu, die V.24-Pegel der Computerschnittstelle auf die TTL-Pegel des AMD-Chips umzusetzen. Das IC AM 7910 enthält den Modulator, den Demodulator, die digitalen Bandpassfilter und die Steuerlogik für die Betriebsarten und die V.24 - Handshakesignale. Am Pin 24 liegt der modulierte Träger des Sendesignals (0,7 V), der durch einen Mini-Endverstärker LM 386 auf Lautsprecherpegel gebracht wird. Als Mikrofon dient auch ein Miniaturlautsprecher. Dessen Signal wird von OpAmp 741 verstärkt und in den Chip gespeist. Wahlweise ist auch ein Telefondirektanschluß in der Schaltung vorgesehen. Der OpAmp IC 9 entkoppelt Sende- und Empfangssignal, der Trafo sorgt für galvanische Trennung, die Zenerdioden schützen vor Überspannung auf der Leitung und vor dem Klingelsignal («60 V»). R 7 und C 2 ermöglichen den automatischen Power-on-Reset. Der Quarzoszillator ist extern aus den TTL-Invertern LS04 aufgebaut, da der interne Oszillator nicht sicher anschwingt. Die Wahl der Betriebsart ist mit BR 2 möglich. Es lassen sich Kurzschlußbrücken, DIL-Schalter oder eine Verbindung zur Frontplatte installieren. Eine Brücke oder ein geschlossener Schalter bedeuten eine '0' in der Betriebsartentabelle. Mit BR 1 läßt sich das Modem in die 'loopback'-Betriebsart bringen: Wenn BR 1 offen bleibt, sendet und empfängt das Modem auf den gleichen Frequenzen. Verbindet man jetzt noch an BR 3 Sende- und Empfangskanal durch eine Brücke zwischen 3-4, «redet» das Modem mit sich selbst. So kann die Software und der Chip getestet werden.



Der Aufbau

Da die verwendeten ICs teuer sind, ist beim Aufbau Sorgfalt angebracht.

Alle ICs gehören in Fassungen. Die Verwendung von «Billig»fassungen ist keinesfalls zu empfehlen. Anschlüsse für Stecker und die Brücken lassen sich aus Pfohlensteckreihen aufbauen. Am Kartenrand ist ein bißchen Platz gelassen um nach eigener Wahl Anschlüsse zum Telefon und zum Computer anzubringen. Cannon-D-Stecker sind da eine gute, aber auch eine teure Lösung (25polig zum Computer/9polig zum Telefon). Billiger und auch nicht so «klobig» sind da die altbekannteren DIN-Verbindungen. Für eine 8-polige Verbindung zur V.24-Schnittstelle gibts da sogar schon fast sowas wie eine Norm (Epson u.a.).

Wer ein Computersystem aus Europakarten hat (z.B. ECB-Bus), kann sich einen 64-poligen Stecker montieren und sich die Betriebsspannungen aus dem Computer holen. Ansonsten ist ein kleines externes Netzteil nötig.

Die Karte braucht nicht vollständig bestückt zu werden: Wer den Rückkanal (75 Baud) nicht braucht, kann auf IC 3 und 4 verzichten. Wenn der Akustikkoppler nicht benötigt wird, entfallen IC 7,8 und umliegende Bauteile, ohne den Direktanschluß entfallen IC 9, der Trafo und Umgebung. Beim Löten ist Vorsicht geboten, da die Leitungen zwischen den IC-Beinen sehr leicht Lötbrücken bilden. Nach dem Einlöten der IC-Sockel hier als erstes nach Kurzschlüssen suchen! Wenn alles eingelötet ist (die 11 Drahtbrücken nicht vergessen!), ist die Platine noch einmal gründlich auf Lötfehler zu überprüfen.

Der Akustikkoppler

(Fast) jeder Bastler kennt das Gehäuse-Problem. Für einen transportablen Akustikkoppler kommt die einfachste und verbreitetste Lösung, die Pappschachtel, nicht in Frage. Auch die akustische Ankopplung ist nicht so leicht zu lösen. Eine praktische Möglichkeit, die wir auf der Hannovermesse 84 gesehen haben, ist ein umgebauter Walkman-Kopfhörer, der auf den Telefonhörer draufgeklemt wird. Wir machen es noch anders. Unser Weg ist verblüffend einfach, nachbausicher, billig und mindestens genauso originell:

Der Akustikkoppler besteht aus 2 'Gummimuscheln', mit jeweils einem Miniaturlautsprecher drinnen. Der eine dient als Mikrophon, der andere als Lautsprecher. Beide werden (siehe Foto) einfach über den Hörer gestülpt. Sie passen saugend und schmatzend auf runde und eckige Hörer.

Der Name 'Datenklo' leitet sich von der eigentlichen Bestimmung der Gummidichtungen her: Sie sitzen hinten am Klo. In einem Land, wo fast alles genormt ist, wundert das nicht: Alles paßt. Keine Angst, es sind die für Frischwasser, im Fachhandel als Spülbeckenverbinder bekannt. Es gibt verschiedene Ausführungen, bitte Foto mitnehmen!

Aus der Gummimuschel muß innen noch ein Ring herausgeschnitten werden. Ein Lautsprecher mit 66 mm Durchmesser paßt dann genau hinein. Vor den Lautsprecher kommt noch ein Gummiring als Auflage für die Telefonmuskeln. Der hintere Stopfen sollte akustisch abgedichtet werden (Schaumstoff o.ä.). Fertig!

Die Inbetriebnahme

Die Schaltung wird, nachdem man mit dem Löten fertig ist, erstmal ohne die ICs in Betrieb genommen!!!! Denn wenn wegen irgendwelcher Fehler der AM 7910 durchbrennt, ist das so lustig wie das Verbrennen eines Hundertmarkscheines!! Also erstmal ohne ICs:

1. Betriebsspannungen anschließen und kontrollieren, ob sie an den richtigen IC-Pins anliegt (und nicht noch sonst irgendwo).
2. Jetzt wieder ausschalten, Fehler suchen, korrigieren, weiter bei 1.
3. Wenn alles ok, ausschalten. IC's (außer IC 5) einsetzen.
4. Einschalten. An Pin 24 von IC 5 die Schwingung des Quarzoszillators auf dem Oszilloskop kontrollieren. Am Sockel von IC 5 nach falschen Spannungen suchen.
5. Akustikkoppler anschließen. Nassen Finger auf BR 3 Pin 1 legen.

Wenn es im Lautsprecher brummt - ok. Nochmals Betriebsspannungen prüfen.

6. Ausschalten.

Und nun gehts los:

Am Computer die V.24-Schnittstelle anschließen.

Der Computer inklusive (Terminal)-Software sollte vorher getestet sein:

Wenn man Pin 2 und 3 verbindet, muß die Schnittstelle bei 300 Baud die Zeichen, die sie sendet auch wieder auf dem Bildschirm empfangen können.

Je nach Computer sind noch Brücken für das Handshake erforderlich. Im Zweifelsfall empfiehlt sich eine Brücke zwischen 4-5 sowie eine Dreierbrücke zwischen 6-8-20 (diese Kombination hilft in 99% aller Fälle).

Durch ein Kabel Rechner und Modem verbinden: 7 auf 7 (Masse), 2 auf 2 und 3 auf 3. Bei einigen Computern müssen entgegen der Norm die Leitungen zwischen 2 und 3 gekreuzt werden (2 auf 3 und 3 auf 2). Auf jeden Fall muß die Sendeleitung vom Rechner auf die Empfangsleitung vom Modem und umgekehrt. Hier eine Methode, es immer richtig zu machen: Ein Voltmeter (25V-DC-Bereich) mit roter Strippe an 7 und schwarzer an 2 und 3 legen. Wo Spannung, kommen Daten raus. Wo keine Spannung, sollen sie rein. Daten-raus-Computer auf Daten-rein-Modem löten. Daten-raus-Modem auf Daten-rein-Computer. (NUR !!) bei VDE-gemäßigem Aufbau kann statt Voltmeter die Zunge benutzt werden. Wenn kein Kabel vorhanden ist, helfen Büroklammern. Sie haben exakt den richtigen Durchmesser für die DB-25-Buchsen

Am Modem V.24 ist eine Brücke zwischen den Pins 4-6-20 erforderlich.

*BR 1: bleibt offen. (loopback)

*BR 2: Brücken zwischen 1-2,5-6,7-8 (0100 Betriebsart 300 Baud)

*BR 3: Brücken zwischen 2-4 und 1-3 (Akustikkoppler)

Jetzt alles ausschalten und IC 5 einsetzen. Einschalten. Am Lautsprecher muß jetzt der Sendeträger zu hören sein. Sendeträger an P 2 genauso laut wie das Freizeichen im Telefon einstellen. Wenn man ein paar Zeichen tippt, kann man deutlich die Modulation hören. Jetzt die Akustikkoppler über die Telefonmuskeln stülpen. Nicht vertauschen! Am Telefon eine Ziffer wählen, um das Freizeichen wegzukriegen. Jetzt müßten die Zeichen, die man lossendet, auch wieder zurück auf den Bildschirm kommen. Die Empfindlichkeit des 'Mikrofons' kann jetzt an P1 eingestellt werden. Wenn das jetzt alles geklappt hat, braucht man nur noch BR 1 zu schließen (loopback abschalten) und ab in die nächste Datenbank, Daten tanken! Viel Spaß!

Der Betrieb

Die oben eingestellte Betriebsart (0100) mit 300 Baud im ORIGINATE-Mode ist üblich für den Terminalbetrieb und die Datenbankabfrage mit Großrechnern. Wenn zwei Modembesitzer direkt miteinander kommunizieren wollen, muß einer in ORIGINATE-Mode (0100) und der andere in ANSWER-Mode (0101) gehen, damit der eine versteht, was der andere sendet.

Im 300 Baud-Betrieb werden die Handshakesignale normalerweise nicht benötigt und können (wie oben beschrieben) gebrückt werden.

Probleme können auftreten, wenn das verwendete Zeichenformat (7/8 Datenbits;mit/ohne (un)geradem Paritätsbit;Zahl der Stopbits) nicht übereinstimmt.

Bei 1200 Baudbetrieb halbduplex (0110) werden die Handshakesignale benötigt. Die Pins 1 bis 8 sowie Pin 20 der Schnittstellen sind miteinander zu verbinden. Das ist kompliziert, auch von der Software.

Die einfachste Lösung ist es, vom Rechner aus nur RTS (Request To Send) zu benutzen, um vom Empfang auf Senden umzuschalten.

Die Software

Voraussetzung zum Betrieb ist ein Programm, das Zeichen von der Tastatur zur Schnittstelle schicken und gleichzeitig Zeichen empfangen und auf dem Bildschirm darstellen kann. Sowas gibt es schon für den VC 20 nur mit Datasette (COMPUTE! Herbst '83) als BASIC-Programm mit Assembler - Einlage. Für andere Rechner ließe sich sowas anpassen.

Allerdings soll der Kram ja auch ausgedruckt oder auf Floppy gespeichert werden. Dann wird die Software deutlich komplexer. Am besten geeignet ist zur Zeit für CP/M-Rechner das Programm MODEM 7 von Ward Christensen. Es wird von der CP/M-User-Group mit Anpassungen für diverse Rechner in verschiedenen Formaten (8' Standard,5 1/4' Osborne, Televideo, Apple) zu Selbstkosten geliefert. Eine von der Prozedur dazu passende Implementation in FORTH für verschiedene Rechner ist in Vorbereitung.



Lieferanten

Einige der Bauteile (Chip, Flachgehäuse, Koppler) sind nicht gerade überall erhältlich. Wir wollen versuchen für die Sachen eine Sammelbestellung zu machen. Dann gibt es, vor allem bei dem Chip, auch deutlich bessere Preise. Wir können allerdings nix vorfinanzieren.

Die Platine zum Beispiel haben wir in einer Auflage von 50 Stück produzieren lassen und müssen da erstmal vorab ca. 900 DM auf den Tisch legen. Also gegen Vorkasse könnt Ihr über uns bekommen:

Bauanleitung 10 DM; Platine 20 DM; 2 Spülbeckenverbinder 15 DM; Flachgehäuse 15 DM; für den Chip schickt uns erstmal 130 DM (Der wird wahrscheinlich billiger, Rest zurück).

Das kann dann eine Zeit dauern, bis wir die Sachen haben.

☐

Sonstiges

Schickt uns Eure Tips & Tricks beim Anschluß zu. Wir können das nicht für alle Rechner selber machen. Eure Infos werden in Neuauflagen der Bauanleitung verwertet; für übliche Rechner wird dann ein Beiblatt mitgeliefert. Alle Ergänzungen und Verbesserungen werden auch regelmäßig in der DATENSCHLEUDER veröffentlicht, nur hat die Modemgruppe sich nach Fertigstellung erstmal aufgelöst und die Menbildung braucht ein Jahr.

Der Chip ^{ist} ~~soll ab Anfang September~~ auch bei Thompson lieferbar sein.

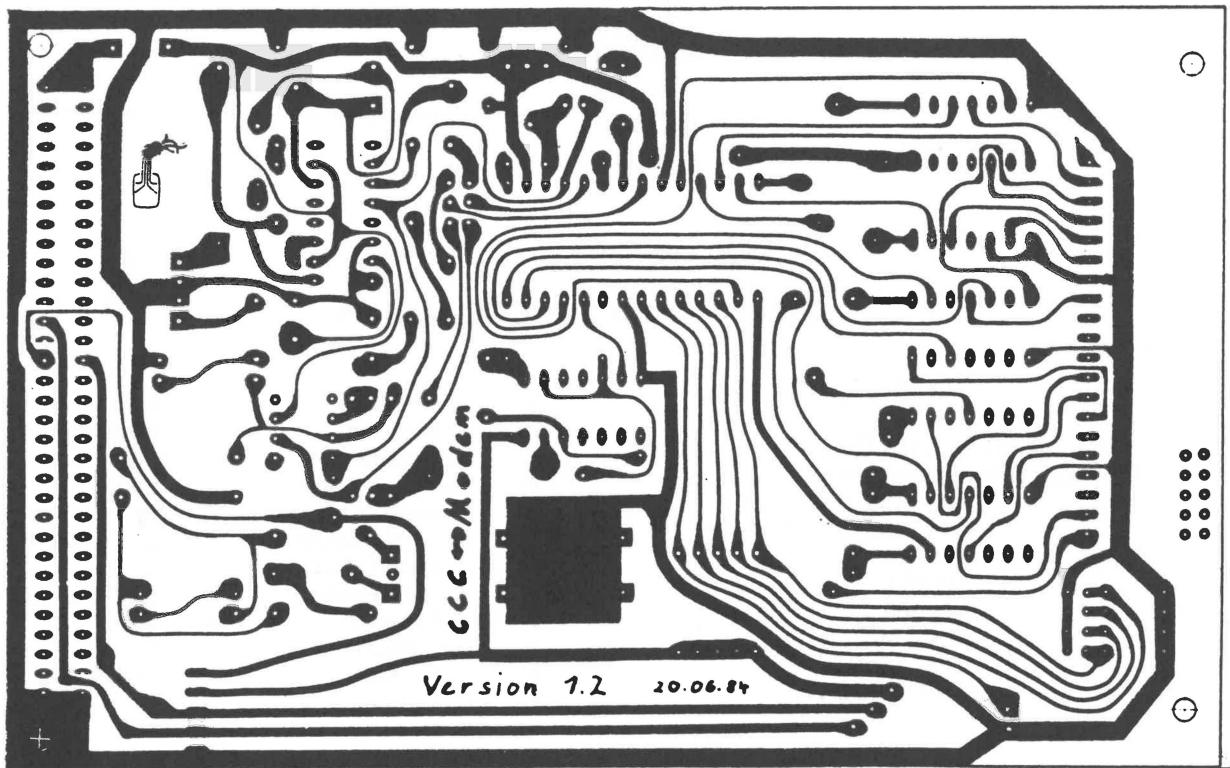
Die Weiterentwicklung des AM 7910, der AM 7911 mit mehr Betriebsarten und verbesserten Eigenschaften für den 1200-Baud-Betrieb ist bald lieferbar. Er ist vollkompatibel zum AM 7910. Wenn der AM 7911 in dieser Schaltung eingesetzt werden soll, muß R 8 auf 910 Ohm geändert werden.

Wir entwickeln gerade eine Version der Schaltung, die auch für den Batteriebetrieb geeignet ist.

Einsteckplatine für Apple in Vorbereitung. Bei AUGE fragen.

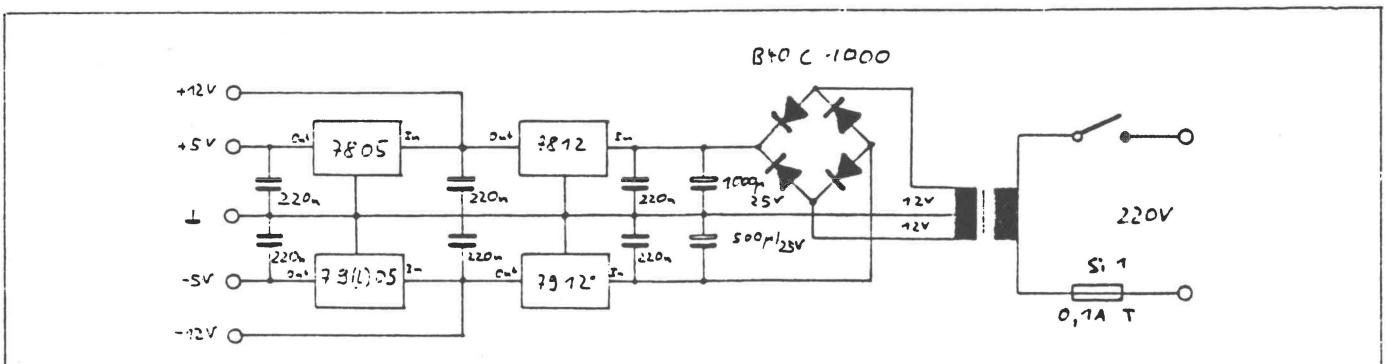
Diese Bauanleitung wurde übrigens mit den ersten beiden lauffähigen Modem und dem Programm MODEM 7 über Telefon problemlos zum Setzer überspielt.

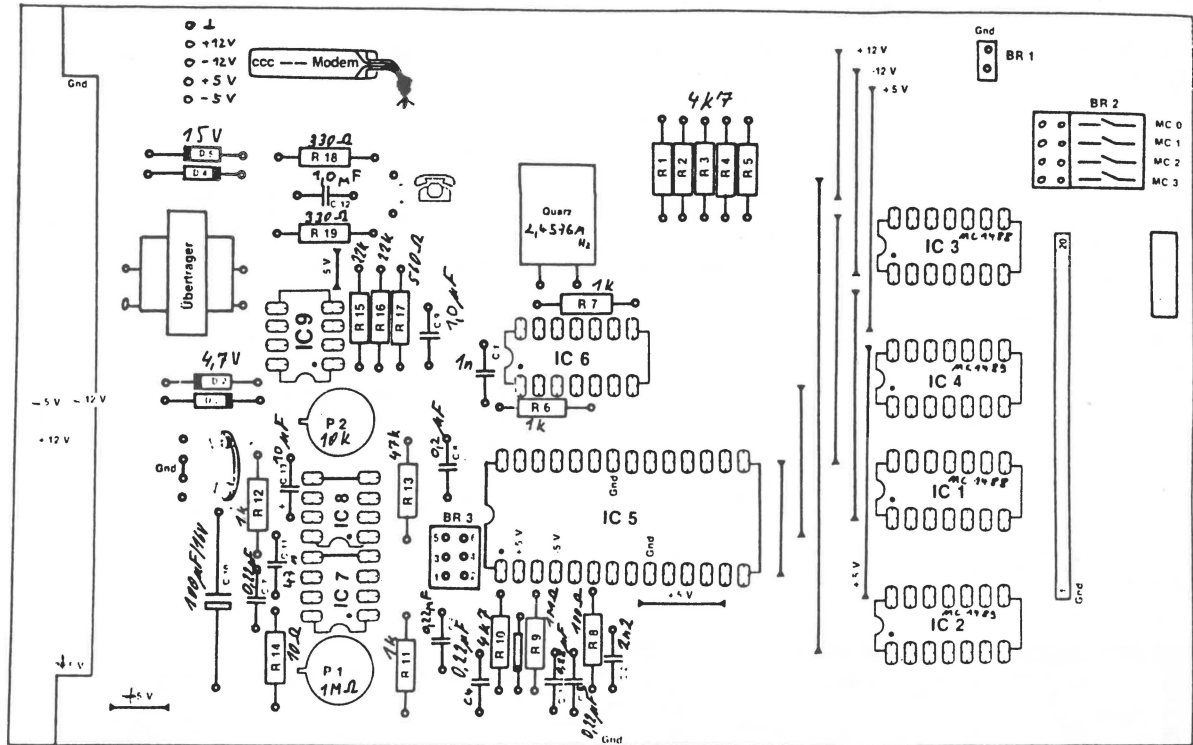
MODEMS FÜR ALLE !!



Lötseite

Konvertiert durch die
Hamburger Satz- und Verlagskooperative
Lindenallee 4
2000 Hamburg 19





Stückliste für das CCC-Modem

1	IC 5	AM 7910, EF 7910 od. AM 7911	1	DIL-Schalter	4-fach
(erhältlich bei: Nordelektronik 2085 Quickborn oder bei: Kluxen 2000, Hamburg (Thompson)), <i>Hew Hamburg</i>			2	Stiftleisten	36-polig (abbrechbar)
2	IC 1,3	MC 1488, SN 75188	1	Buchsenleiste	36-polig (abbrechbar)
2	IC 2,4	MC 1489, SN 75189	7	Kurzschlußbrücken	(2,54 mm)
1	IC 6	74LS04	1	Cannon - D Buchse	25polig
2	IC 7,9	uA 741		od. DIN Buchse	8-polig (Kreisform!)
1	IC 8	LM 386	1	Cannon-D-Buchse	9-polig
1	D 1	1 N 4148		od. DIN-Buchse	5-polig (270 grad)
2	D 2,3	ZPD 4,7 (0,5 W)	1	IC-Fassung	8-polig
2	D 4,5	ZPD 15 (0,5 W)	4	IC-Fassungen	14-polig
			1	IC-Fassung	16-polig
			1	IC-Fassung	28-polig
1	R 14	10 Ohm	1	Gehäuse	OKW Typ 90 40 087
1	R 8	100 Ohm	(60 mm hoch; reicht auch fürs Netzteil)		
2	R 18,19	330 Ohm		od. Gehäuse	Otte Typ 110
1	R 17	560 Ohm	(siehe Titelfoto) (Fa. Otte 3079 Diepenau)		
4	R 6,7,11,12	1 kOhm	2	Spülbeckenverbinder	
6	R 1,2,3,4,5,10	4,7 kOhm	(Sanitärfachhandel z.B. in HH: '1000 Töpfe')		
2	R 15,16	22 kOhm	Für das Netzteil:		
1	R 13	47 kOhm	1	Spannungsregler	7805
1	R 9	1 MOhm	1	Spannungsregler	7812
1	P 2 Trimpoti	10 kOhm RM 5/10 liegend	1	Spannungsregler	7905
1	P 1 Trimpoti	1 MOhm RM 5/10 liegend	1	Spannungsregler	7912
1	C 1	1 nF (MKH RM 7,5)	1	Gleichrichter	B 40 C 1000
1	C 2	2,2 nF	6	Cs	220 nF
1	C 11	47 nF	1	Eiiko	1000 uF / 25V
6	C 3,4,5,6,7,8	220 nF	1	Eiiko	500 uF / 25V
1	C 9,12	1000 nF (MKH RM 10)	1	Netztrafo	2 X 12V / je 350 mA
1	C 13	10 uF / 10 V Tantal	1	Netzschalter	
1	C 10	100 uF / 16 V	1	Sicherung mit Halter	
1	Quarz	2,4576 MHz	1	0,1 A träge	
1	Miniaturnafo	1:1	1	Netzkabel mit Schu-	
2	Lautsprecher	66 mm Durchmesser	1	kostecker	



V.24-Handshake-Signale

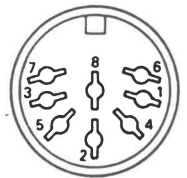
Das folgende Diagramm versucht die Bedeutung und die zeitliche Abfolge der V.24-Handshake-Signale zu erläutern. Dabei ist zu beachten:

- * Die Signale sind alle invertiert; das heißt aktiv low.
- * Der Ruhepegel der Datenleitung RD und TD ist '1' (high).

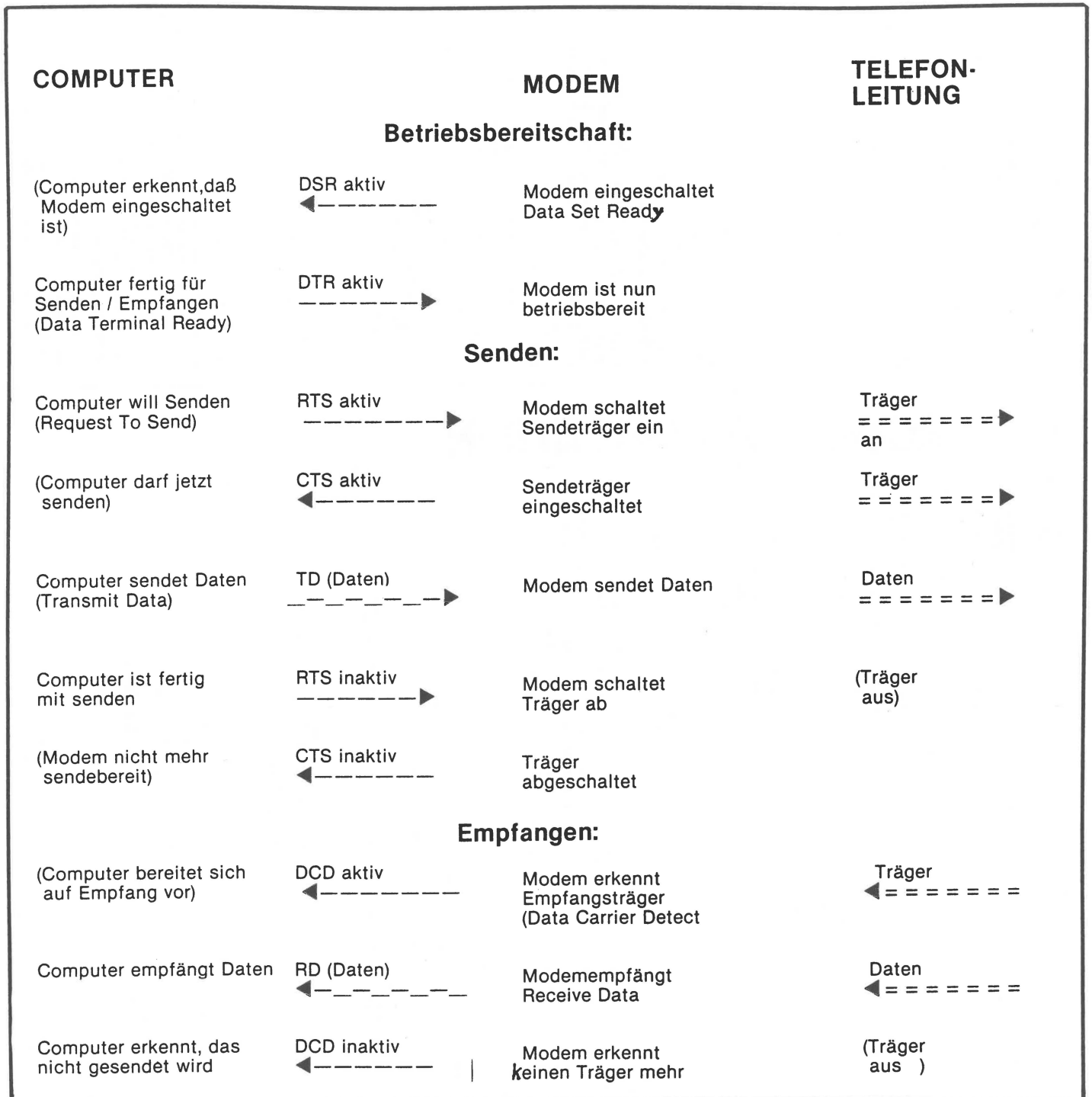
* Die Zuordnung der Spannungswerte einer V.24-Leitung ist gegenüber dem TTL-Pegel vertauscht: '0' entspricht +12V und '1' entspricht -12V.

Das bedeutet zum Beispiel wenn beim Modem DCD aktiv ist, daß beim entsprechenden IC-Pin (TTL-Pegel) 0 V anliegen und am Stecker (V.24-pegel) +12 V. Der Ruhepegel der Datenleitung RD und TD ist '1'.

Verbindung: 8-pin DIN, TCS4480



Signal pin No.	Signal Name	Signal	Beschreibung
1	GND		Signal Ground
2	TXD	Out	Transmitted data
3	RXD	In	Received data
4	RTS	Out	Request to send
5	CTS	In	Clear to send
6	DSR	In	Data set ready
7	DTR	Out	Data terminal ready
8	CD	In	Carrier detect
E	FG	-	Protective Ground





PRELIMINARY DATA (Revised)

Am7910

FSK MODEM
WORLD-CHIP™
Advanced Micro Devices

PRODUCT SPECIFICATION

DISTINCTIVE CHARACTERISTICS

- Complete FSK MODEM in a 28-pin package – just add line interface
- Compatible with Bell 103/113/108, Bell 202, CCITT V.21, CCITT V.23 specifications
- No external filtering required
- All digital signal processing, digital filters and ADC/DAC included on-chip
- Includes essential RS-232/CCITT V.24 handshake signals
- Auto-answer capability
- Local copy/test modes
- 1200 bps full duplex on 4-wire line
- Pin-programmable mode section

GENERAL DESCRIPTION

The Am7910 is a single-chip asynchronous Frequency Shift Keying (FSK) voiceband modem. It is pin selectable for baud rates of 300, 600 or 1200 bits per second and is compatible with the applicable Bell and CCITT recommended standards for 103/113/108, 202, V.21 and V.23 type modems. Five mode control lines select a desired modem configuration.

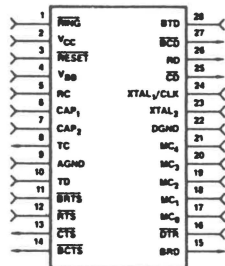
Digital signal processing techniques are employed in the Am7910 to perform all major functions such as modulation, demodulation and filtering. The Am7910 contains on-chip analog-to-digital and digital-to-analog converter circuits to minimize the external components in a system. This device includes the essential RS-232/CCITT V.24 terminal control signals with TTL levels.

Clocking can be generated by attaching a crystal to drive the internal crystal oscillator or by applying an external clock signal.

A data access arrangement (DAA) or acoustic coupler must provide the phone line interface externally.

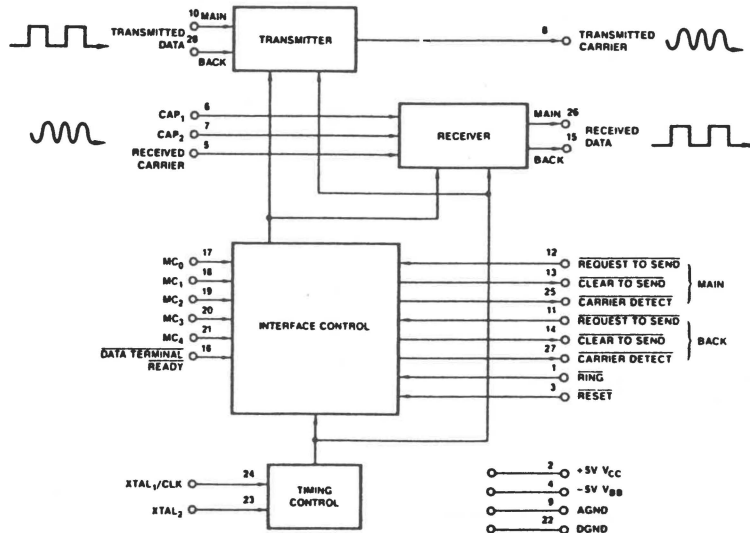
The Am7910 is fabricated using N-channel MOS technology in a 28-pin package. All the digital input and output signals (except the external clock signal) are TTL compatible. Power supply requirements are ± 5 volts.

Figure 1. Connection Diagram



01238C-1

Figure 2. Am7910 Block Diagram



01238C-2

INTERFACE SIGNAL DESCRIPTION

MC₀-MC₄ (CONTROL INPUTS)

These five inputs select one of thirty-two modem configurations according to the Bell or CCITT specifications listed in Table 1. Only 19 of these 32 modes are actually available to the user.

Modes 0-8 are the normal operation modes. The 1200 Baud modes can be selected with or without a compromise equalizer.

Modes 16-25 permit loop back of the Am7910 transmitter and receiver. No internal connection is made. The user must externally connect the TRANSMITTED CARRIER pin (Figure 3) to the RECEIVED CARRIER pin if analog loopback is required. For digital loopback, external connection of RECEIVED DATA and TRANSMITTED DATA is required. Whenever a mode in this group is selected, the effect is to set all transmit and receive filters to the same channel frequency band so that loopback can be performed.

Modes 9-15 and 26-31 are reserved and should not be used.

DATA TERMINAL READY (DTR)

A LOW level on this input indicates the data terminal desires to send and/or receive data via the modem. This signal is gated with all other TTL inputs and outputs so that a low level enables all these signals as well as the internal control logic to function. A HIGH level disables all TTL I/O pins and the internal logic.

REQUEST TO SEND (RTS)

A LOW level on this input instructs the modem to enter transmit mode. This input must remain LOW for the duration of the data transmission. The signal has no effect if DATA TERMINAL READY is HIGH (disabled). A HIGH level on this input turns off the transmitter.

CLEAR TO SEND (CTS)

This output goes LOW at the end of a delay initiated when REQUEST TO SEND goes LOW. Actual data to be transmitted should not be presented to the TRANSMITTED DATA input until a LOW is indicated on the CLEAR TO SEND output. Normally the user should force the TD input HIGH whenever CTS is off (HIGH). This signal never goes LOW as long as DTR is HIGH (disabled). CLEAR TO SEND goes HIGH at the end of a delay initiated when REQUEST TO SEND goes HIGH.

CARRIER DETECT (CD)

A LOW on this output indicates that a valid carrier signal is present at the receiver and has been present for at least a time, t_{CDON}, where t_{CDON} depends upon the selected modem configuration (Table 2). A HIGH on this output signifies that no valid carrier is being received and has not been received for a time, t_{CDOFF}. CARRIER DETECT remains HIGH when DTR is HIGH. Values for t_{CDON} and t_{CDOFF} are configuration dependent and are listed in Table 2.

TRANSMITTED DATA (TD)

Data bits to be transmitted are presented on this input serially; HIGH (mark) corresponds to logic 1 and LOW (space) corresponds to logic 0. This data determines which frequency appears at any instant at the TRANSMITTED CARRIER output pin (Table 2). No signal appears at the TRANSMITTED CARRIER output unless DTR is LOW and RTS is LOW.

RECEIVED DATA (RD)

Data bits demodulated from the RECEIVED CARRIER input are available serially at this output; HIGH (mark) indicates logic 1 and LOW (space) indicates logic 0. Under the following conditions this output is forced to logic 1 because the data may be invalid:

1. When CARRIER DETECT is HIGH
2. During the internal squelch delay at half-duplex line turn around (202/V.23 modes only)
3. During soft carrier turnover at half-duplex line turn around (202 mode only)
4. When DTR is HIGH
5. When RTS ON and BRTS OFF in V.23/202 modes only
6. During auto-answer sequence

BACK REQUEST TO SEND (BRTS)

Since the 1200 bps modem configurations, Bell 202 and CCITT V.23, permit only half duplex operation over two-wire lines, a low baud rate "backward" channel is provided for transmission from the main channel receiver to the main channel transmitter. This input signal (BRTS) is equivalent to REQUEST TO SEND for the main channel, except it belongs to the backward channel. Note that since the Am7910 contains a single transmitter, RTS and BRTS should not be asserted simultaneously. BRTS is meaningful only when a 202 or V.23 mode is selected by MC₀-MC₄. In all other modes it is ignored.

For V.23 mode the frequency appearing at the transmitted carrier (TC) output pin is determined by a MARK or SPACE at the back transmitted data (BTD) input (Table 2).

For 202 mode a frequency of 387Hz appears at TC when BRTS is LOW and BTD is HIGH. No energy (0.0 volts) appears at TC when BRTS is HIGH. BTD should be fixed HIGH for 202 back channel transmission. The signal, BRTS, then is equivalent to the signal, Secondary Request-to-Send, for 202 S/T modems, or Supervisory Transmitted Data for 202 C/D modems.

BACK CLEAR TO SEND (BCTS)

This line is equivalent to CLEAR TO SEND for the main channel, except it belongs to the back channel. BCTS is meaningful only when a V.23 mode is selected by MC₀-MC₄. This signal is not used in Bell 202 back mode.

BACK CARRIER DETECT (BCD)

This line is equivalent to CARRIER DETECT for the main channel, except it belongs to the backward channel. BCD is meaningful only when a 202 or V.23 mode is selected by MC₀-MC₄. For V.23 back channel mode, BCD turns on when either the MARK or SPACE frequency appears with sufficient level at the received carrier (RC) input.

For 202 back channel mode, BCD turns on in response to a 387Hz tone of sufficient level at the RC input. In this case BCD is equivalent to the signal, Secondary Received Line Signal Detector, for 202 S/T modems, or Supervisory Received Data for 202 C/D modems.

BACK TRANSMITTED DATA (BTD)

This line is equivalent to TRANSMITTED DATA for the main channel, except it belongs to the back channel. BTD is meaningful only when a 202 or V.23 mode is selected by MC₀-MC₄. For 202 back transmission of on/off keying, BTD should be fixed at a HIGH level.

BACK RECEIVED DATA (BRD)

This line is equivalent to RECEIVED DATA (except clamping) for the main channel, except it belongs to the back channel. BRD is meaningful only when a V.23 mode is selected by MC₀-MC₄. Under the following conditions this output is forced HIGH:

1. BRD HIGH
2. DTR HIGH
3. V.21/103 mode
4. During auto-answer
5. When BRTS ON and RTS OFF in V.23 modes only

May 1983

TRANSMITTED CARRIER (TC)

This analog output is the modulated carrier to be conditioned and sent over the phone line.

RECEIVED CARRIER (RC)

This input is the analog signal received from the phone line. The modem extracts the information contained in this modulated carrier and converts it into a serial data stream for presentation at the RECEIVED DATA (BACK RECEIVED DATA) output.

RING

This input signal permits auto-answer capability by responding to a ringing signal from a data access arrangement. If a ringing

signal is detected ($\overline{\text{RING}}$ LOW) and $\overline{\text{DTR}}$ is LOW, the modem begins a sequence to generate an answer tone at the TC output.

XTAL₁, XTAL₂

Master timing of the modem is provided by either a crystal connected to these two inputs or an external clock inserted into XTAL₁. The value of the crystal or the external clock frequency must be 2.4576MHz \pm 0.1%.

V_{CC}

+5 volt power supply. (\pm 5%)

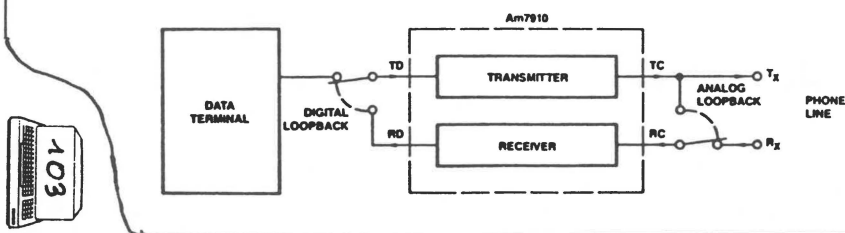
V_{BB}

-5 volt power supply. (\pm 5%)

TABLE 1.

MC ₄	MC ₃	MC ₂	MC ₁	MC ₀		
0	0	0	0	0	Bell 103 Originate 300bps full duplex	
0	0	0	0	1	Bell 103 Answer 300bps full duplex	
0	0	0	1	0	Bell 202 1200bps half duplex	
0	0	0	1	1	Bell 202 with equalizer 1200bps half duplex	
0	0	1	0	0	CCITT V.21 Orig 300bps full duplex	
0	0	1	0	1	CCITT V.21 Ans 300bps full duplex	
0	0	1	1	0	CCITT V.23 Mode 2 1200bps half duplex	
0	0	1	1	1	CCITT V.23 Mode 2 with equalizer 1200bps half duplex	
0	1	0	0	0	CCITT V.23 Mode 1.600bps half duplex	
0	1	0	0	1	Reserved	
0	1	0	1	0		
0	1	0	1	1		
0	1	1	0	0		
0	1	1	0	1		
0	1	1	1	0		
0	1	1	1	1		
1	0	0	0	0		Bell 103 Orig loopback
1	0	0	0	1		Bell 103 Ans loopback
1	0	0	1	0		Bell 202 Main loopback
1	0	0	1	1	Bell 202 with equalizer loopback	
1	0	1	0	0	CCITT V.21 Orig loopback	
1	0	1	0	1	CCITT V.21 Ans loopback	
1	0	1	1	0	CCITT V.23 Mode 2 main loopback	
1	0	1	1	1	CCITT V.23 Mode 2 with equalizer loopback	
1	1	0	0	0	CCITT V.23 Mode 1 main loopback	
1	1	0	0	1	CCITT V.23 Back loopback	
1	1	0	1	0	Reserved	
1	1	0	1	1		
1	1	1	0	0		
1	1	1	0	1		
1	1	1	1	0		
1	1	1	1	1		
1	1	1	1	0		
1	1	1	1	1		

Figure 3. Loopback Configurations



01238C-3

DGND

Digital signal ground pin.

AGND

Analog signal ground pin (for TRANSMITTED CARRIER and RECEIVED CARRIER)

CAP₁, CAP₂

Connection points of external capacitor/resistor required for proper operation of on-chip analog-to-digital converter.

Recommended values are: C = 2000pF \pm 10%,
R = 100 Ω \pm 10%.

RESET

This input signal is for a reset circuit which operates in either of two modes. It automatically resets when power is applied to the device, or it can be activated by application of an external active low TTL pulse.

THEORY OF OPERATION

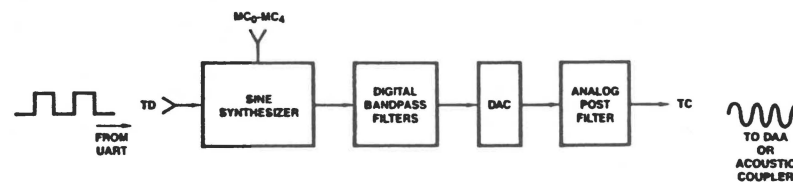
The Am7910 MODEM consists of three main sections, shown in the block diagram of Figure 2 - Transmitter, Receiver, and Interface Control.

TRANSMITTER (Modulator)

The transmitter, shown in Figure 4, receives binary digital data from a source such as a UART and converts the data to an analog signal using frequency shift keying (FSK) modulation. This analog signal is applied to the phone line through a DAA or acoustic coupler. FSK is a modulation technique which encodes one bit per baud. A logic one applied to the TRANSMITTED DATA (TD) input causes a sine wave at a given frequency to appear at the analog TRANSMITTED CARRIER (TC) output. A logic zero applied to input TD causes a sine wave of a different frequency to appear at the TC output. As the data at the TD input switches between logical one and zero, the TC output switches between the two frequencies. In the Am7910 this switching between frequencies is phase continuous. The frequencies themselves are digitally synthesized sine functions.

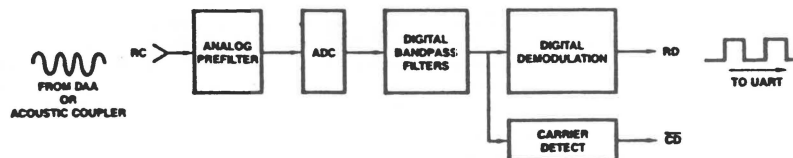
The frequencies for each modem configuration available in the Am7910 are listed in Table 3a.

Figure 4. Transmitter Block Diagram



01238C-4

Figure 5. Receiver Block Diagram



01238C-5

The process of switching between two frequencies as in FSK generates energy at many more frequencies than the two used in the modulation. All the transmitted information can be recovered from a frequency band B Hz wide, where B is the bit rate or maximum rate of change of the digital data at the TD input. This band is centered about a frequency, f_c .

$$\text{where } f_c = f_1 + (f_2 - f_1)/2$$

(f_1 = lower of two FSK frequencies)

(f_2 = higher of two FSK frequencies)

In addition to this primary information band, there exist side bands containing redundant information. It is desirable to attenuate these bands for two reasons:

1. The phone companies have specifications on the amount of energy allowed in certain frequency bands on the line.
2. If two independent information channels are present simultaneously on the line (e.g. 300 bps full duplex or 1200 bps half duplex with back), the redundant transmitter components may fall in the frequency band of the local receiver channel and interfere with detection. In the Am7910 these redundant and undesirable components are attenuated by digital bandpass filters.

Following the digital bandpass filters, the filtered FSK signal is converted to an analog signal by an on-chip DAC operating at a high sample rate. This analog FSK signal is finally smoothed by a simple on-chip analog low pass filter.

RECEIVER (Demodulator)

A simplified block diagram of the Am7910 FSK receiver is shown in Figure 5. Data transmitted from a remote site modem over the phone line is an FSK-modulated analog carrier. This carrier is applied to the RECEIVED CARRIER (RC) pin via a DAA or acoustic coupler. The first stage of the demodulator is a simple on-chip analog low pass anti-alias filter. The output of this is converted into digital form and filtered by digital bandpass filters to improve the signal to noise ratio and reject other independent channel frequencies associated with the phone line in the case of full duplex configuration. The bandpass filtered output is digitally demodulated to recover the binary data. A carrier detect signal is also digitally extracted from the received line carrier to indicate valid data.

TABLE 3(a). FREQUENCY PARAMETERS

Modem	Baud Rate (BPS)	Duplex	Transmit Frequency		Receive Frequency		Answer Tone Freq Hz
			Space Hz	Mark Hz	Space Hz	Mark Hz	
Bell 103 Orig	300	Full	1070	1270	2025	2225	-
Bell 103 Ans	300	Full	2025	2225	1070	1270	2225
CCITT V.21 Orig	300	Full	1180	980	1850	1650	-
CCITT V.21 Ans	300	Full	1850	1650	1180	980	2100
CCITT V.23 Mode 1	600	Half	1700	1300	1700	1300	2100
CCITT V.23 Mode 2	1200	Half	2100	1300	2100	1300	2100
CCITT V.23 Mode 2 Equalized	1200	Half	2100	1300	2100	1300	2100
Bell 202	1200	Half	2200	1200	2200	1200	2025
Bell 202 Equalized	1200	Half	2200	1200	2200	1200	2025
CCITT V.23 Back	75	-	450	390	450	390	-
Bell 202 Back	5	-	-

* (BRTS LOW) and (BTD HIGH): 387Hz at TC **387Hz at RC: BCD LOW
 *(BRTS HIGH) or (BTD LOW): 0 volts at TC **No 387Hz at RC: BCD HIGH
 *Meets new CCITT R20 frequency tolerance.
 Frequency tolerance is less than ±0.4Hz with 2.4576MHz Crystal. Except Bell 202 which is +1Hz (1200 Hz, mark)

TABLE 3(b). TIMING PARAMETERS (Refer to Figures 10, 11 and 12 for Timing Diagrams)

Symbol	Description	Bell 103 Orig	Bell 103 Ans	CCITT V.21 Orig	CCITT V.21 Ans	CCITT V.23 Mode 1	CCITT V.23 Mode 2	CCITT V.23 Mode 2 EQ	Bell 202	Bell 202 EQ	CCITT V.23 Back	Bell 202 Back	Units
t _{RC(On)}	Request-to-Send to Clear-to-Send ON Delay	208.3	208.3	400	400	208.3	208.3	208.3	183.3	183.3	-	-	msec ±0.3%
t _{RC(Off)}	Request-to-Send to Clear-to-Send OFF Delay	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-	msec ±0.25%
t _{BRC(On)}	Back Channel Request-to-Send to Clear-to-Send ON Delay	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82.3	-	msec ±0.64%
t _{BRC(Off)}	Back Channel Request-to-Send to Clear-to-Send OFF Delay	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	msec ±25%
t _{CD(On)}	Carrier Detect ON Delay	94-106	94-106	301-312	301-312	11.4-15.4	11.4-15.4	11.4-15.4	18-22	18-22	-	-	msec
t _{CD(Off)}	Carrier Detect OFF Delay	21-40	21-40	21-40	21-40	5.4-13.3	5.4-13.3	5.4-13.3	12.4-23.4	12.4-23.4	-	-	msec
t _{BCD(On)}	Back Channel Carrier Detect ON Delay	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17-25	17-25	msec
t _{BCD(Off)}	Back Channel Carrier Detect OFF Delay	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-38	21-38	msec
t _{AT}	Answer Tone Duration	-	1.9	-	3.0	3.0	3.0	3.0	1.9	1.9	-	-	sec ±0.44%
t _{SIL}	Silence Interval before Transmission	1.3	1.3	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.3	1.3	-	-	sec ±0.64%
t _{SQ}	Receiver Squelch Duration	-	-	-	-	156.3	156.3	156.3	156.3	156.3	-	-	msec ±3.3%
t _{STD}	Transmitter Soft Turn-Off Duration	-	-	-	-	-	-	-	24	24	-	-	msec ±2.3%
t _{RL}	Minimum R _I Low Duration	-	25	-	25	25	25	25	25	25	-	-	μs

INTERFACE CONTROL

This section controls the handshaking between the modem and the local terminal. It consists primarily of delay generation counters, two state machines for controlling transmission and reception, and mode control decode logic for selecting proper transmit frequencies and transmit and receive filters according to the selected modem type. Inputs and outputs from this section are as follows:

- REQUEST TO SEND (Main and Back)
- CLEAR TO SEND (Main and Back)
- CARRIER DETECT (Main and Back)
- RING
- MCO-MC4
- DATA TERMINAL READY

Internal logic clamps protocol signals to different levels under certain conditions (e.g., initial conditions).

When Bell 103/113 and V.21 modem configurations are selected, the back channel signals are non-functional.

Figures 8 and 9 depict the sequencing of the two state machines. State machine 1 implements main or back channel transmission and the auto-answer sequence. State machine 2 implements reception on main or back channel.

The state machine powers on to the state labelled INITIAL CONDITIONS. Handshake signals are set to or assumed to be the levels listed in Table 2. The machine then waits for DATA TERMINAL READY (DTR) to be turned on. Whenever DTR is turned to the OFF state from an ON condition, each state machine and external signals return to the initial conditions within 25 microseconds. After DTR is turned ON the Am7910

becomes operational as a modem and the state machines proceed as depicted in the flowcharts.

The definitions of the terms Full Duplex and Half Duplex used in these flowcharts are depicted below (Figs. 6 and 7). "Full Duplex" applies to all 103/113, V.21 modes. "Half Duplex" applies to 202 and V.23, both forward and backward channel.

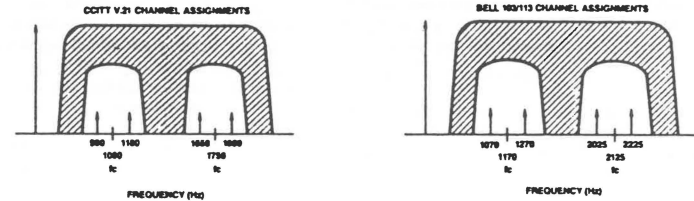
Full Duplex: Data can be transmitted and received simultaneously at a rate of 300 baud. Two independent 300Hz channels are frequency multiplexed into the 3000Hz bandwidth of the phone line. The Am7910 configurations for the Bell 103/113 and CCITT V.21 can be operated full duplex.

Half Duplex: In half duplex with back channel, the modem may transmit at 1200/600 baud and receive at 5/75 baud. Alternatively it may transmit at 5/75 baud and receive at 1200/600 baud. Examples are Bell 202 and CCITT V.23.

TABLE 2. INITIAL CONDITIONS

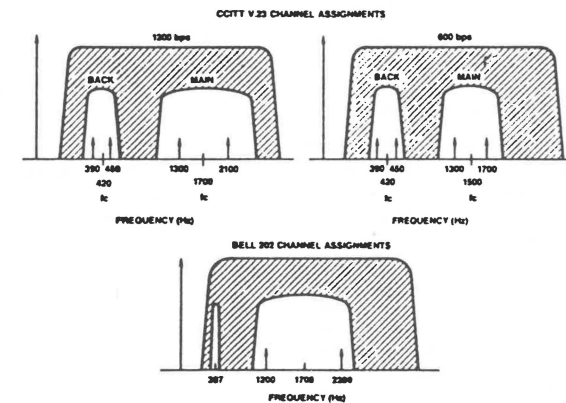
Data Terminal Ready (DTR)	OFF
Request to Send (RTS)	OFF
Clear to Send (CTS)	OFF
Transmitted Data (TD)	Ignored
Back Channel Request to Send (BRTS)	OFF
Back Channel Clear to Send (BCTS)	OFF
Back Channel Transmitted Data (BTD)	Ignored
Ring (RING)	OFF
Carrier Detect (CD)	OFF
Received Data (RD)	MARK
Back Channel Carrier Detect (BCD)	OFF
Back Channel Received Data (BRD)	MARK

Figure 6. Full Duplex



01238C-6

Figure 7. Half Duplex



01238C-7

CALL ESTABLISHMENT

Before two modems can exchange data, an electrical connection through the phone system must be established. Although it may assist in call establishment, a modem typically does not play a major role. A call may be originated manually or automatically and it may be answered manually or automatically.

Manual Calling - Manual calling is performed by a person who dials the number, waits for an answer, then places the calling modem into data transmission mode.

Automatic Calling - Automatic calling is typically performed by an automatic calling unit (ACU) which generates the appropriate dialing pulse or dual-tone sequence required to call the remote (called) modem. The ACU also has the ability to detect an answer tone from the called modem and place the calling modem into data transmission mode.

Manual Answering - Manual answering is performed by a person who hears the phone ring, lifts the receiver, causes the called modem to send an answer tone to the calling modem, and places the called modem into data transmission mode.

Automatic Answering - Automatic answering is performed by a called modem with a data access arrangement (DAA). The DAA detects a ringing signal, takes the phone circuit off-hook (corresponding to lifting the receiver) and instructs the called modem to commence the auto-answer sequence. Next the called modem sends out silence on the line, followed by an answer tone. When this tone is detected by the calling modem, the connection is considered to have been established.

The Am7910 provides assistance for automatic answering through the RING signal as follows. Observe the upper right-hand portion of Figure 8(a). Assume that DATA TERMINAL READY (DTR) has recently been asserted to cause exit from the initial conditions. Note that if DTR remains OFF, RING is ignored. Assume also that RTS and BRTS are OFF and that the mode control lines (MCO-MC4) select a normal modem configuration, not a loopback mode. Automatic answering is initiated by receipt of a LOW level at the RING input, causing entrance to the auto-answer sequence depicted in Figure 8(c).

The Am7910 outputs silence (0.0 volts) at its TRANSMITTED CARRIER (TC) output for a time, t_{SIL} , followed by the answer tone for a time, t_{AT} . The CARRIER DETECT (CD) pin is clamped OFF and the RECEIVED DATA (RD) signal is therefore clamped to a MARK (HIGH) during the auto-answer sequence. Upon completion of the answer tone, CD is released. If the mode lines (MCO-MC4) select a 202 or V.23 mode, the transmit filters are set to the forward channel and the receive filters are set to the back channel during the auto answer sequence.

At the end of the auto-answer sequence, return is made to point A in the loop at the upper right-hand portion of Figure 8(a). Note that since the answer flag has been set, the auto-answer sequence cannot be entered again unless DTR is first turned OFF, then ON. At this point the phone line connection has been established and data transmission or reception may begin.

The RING input may be activated from a conditioned DAA Ring Indicator output for automatic answering or it may be activated by a switch for manual answering. Tying RING HIGH will disable the auto-answer function of the Am7910.

DATA TRANSMISSION

Full Duplex

Following call establishment, full duplex data transmission can be started by either the called or calling modem. In other words, if the connection has been established and the modem is looping through point A in Figure 8(a), it no longer matters which is the

called and which is the calling modem. Data transmission is initiated by asserting REQUEST TO SEND (RTS). At this time the TRANSMITTED DATA (TD) input will be released and a modulated carrier can appear at the TRANSMITTED CARRIER (TC) output. Following a delay, t_{RCON} , CLEAR TO SEND (CTS) will turn ON. At this time, data may be transmitted through the TD input. It is a common protocol for the user to always present a MARK at the TD input before RTS is asserted and during the t_{RCON} delay.

Data transmission continues until RTS is turned OFF. Following a short delay, t_{RCOFF} , CTS turns OFF. As soon as RTS goes OFF, the TD input is ignored and the TC output is set to 0.0 volts (silence). After CTS turns OFF, the state machine returns to point A in Figure 8(a).

Half Duplex

When a half duplex mode is selected (202 or V.23), data transmission can be either on the main channel at 1200/600 baud or on the back channel at 5/75 baud. In normal half duplex operation a single modem is either transmitting on the main and receiving on the back channel or vice versa. In the Am7910 control of the transmitter and receiver filters to the proper channel is performed by RTS. When RTS is asserted, the transmitter filters and synthesizer are set to transmit on the main channel; the receiver filters are set to receive on the back channel. Therefore, whenever RTS is on, BRTS should not be asserted since the transmitter cannot be used for the back channel. When RTS is OFF and a half duplex mode is selected, the transmitter filters and synthesizer are set to the back channel; the receiver filters are set to the main channel. If RTS and BRTS are asserted simultaneously, RTS will take precedence. However, if BRTS is asserted before RTS and the back channel data transmission sequence has been entered (Figure 8(b)), RTS will be ignored until BRTS is turned OFF.

The state machine sequences for main and back channel transmission differ slightly and are depicted in Figure 8. Assume the state machine is idling through point A in Figure 8(a).

Main Channel

This transmission sequence is entered if a 202 or V.23 mode is selected and RTS is asserted. Since the receiver is now forced to the back channel, the RECEIVED DATA (RD) signal is clamped to a MARK; and the CARRIER DETECT signal is clamped OFF. The TRANSMITTED DATA input (TD) is released and a carrier appears at the TRANSMITTED CARRIER output which follows the MARK/SPACE applied to TD. RTS turning ON initiates a delay, t_{RCON} , at the end of which the CLEAR TO SEND (CTS) output goes LOW. When CTS goes LOW data may be transmitted through input TD. Data transmission continues until RTS is turned OFF. At this time several events are initiated. First a delay, t_{RCOFF} , is initiated at the end of which CTS turns OFF. The TD input is ignored as soon as RTS goes OFF. If a 202 mode is selected, a soft turn-off tone appears at the TC output for a time, t_{STO} , followed by silence (0.0 volts). For both 202 and V.23 modes a squelch period, t_{SQ} , is initiated when RTS goes OFF. During this period the CD output is clamped OFF, forcing the RD output to a MARK condition. The squelch period begins as soon as RTS goes OFF and thus overlaps both t_{RCOFF} and t_{STO} . At the end of the squelch period, the state machine returns to the idle loop at point A in Figure 8(a).

The reasons for squelch and soft-turnoff are as follows:

Soft Turn-Off: When RTS is turned OFF at the end of a message, transients occur which may cause spurious space signals to be received at a remote modem. During soft turn-off the modem transmits a soft carrier frequency for a period, t_{STO} , after RTS is

turned OFF. This results in a steady MARK on the RECEIVED DATA (RD) line of the remote modem.

Squelch: The local receiver must be turned OFF after RTS is OFF, until the start of carrier detect, so that line transients are not demodulated. The process of disabling the receiver after RTS is turned OFF is called squelching.

Back Channel

This transmission sequence, shown in Figure 8(b), is entered if a 202 or V.23 mode is selected, RTS is OFF, and BRTS is asserted. The BACK CARRIER DETECT (BCD) output is forced OFF and the BACK RECEIVED DATA (BRD) output is clamped to a MARK. The BACK TRANSMITTED DATA input (BTD) is released and a carrier appears at the TC output which follows the MARK/SPACE applied to BTD. Turning ON BRTS initiates a delay, t_{BRCON} , at the end of which the BACK CLEAR TO SEND (BCTS) output goes LOW. When BCTS goes LOW data may be transmitted through input BTD. Data transmission continues until BRTS is turned OFF. The input BTD is immediately ignored and the TC output is silenced (set to 0.0 volts). Following a short delay, t_{BRCOFF} , the output BCTS goes OFF. The signals BCD and BRD are released and the state machine returns to idle at point A of Figure 8(a).

In 202 back channel mode, BTD should be tied HIGH. Then BRTS controls the ON/OFF keying modulation. When BRTS is LOW, 387Hz appears at the TC output; when BRTS is HIGH, 0 volts appears at TC.

DATA RECEPTION

Data reception is controlled by state machine 2 and depicted in Figure 9. At power on the machine enters initial conditions and remains there until DTR is asserted. It then loops until either CARRIER DETECT (CD) or BACK CARRIER DETECT (BCD) occurs.

Full Duplex

In full duplex data reception, CARRIER DETECT may appear at any time after the phone connection has been established. Reception is independent of transmission. When the receiver detects a valid carrier for at least a time, t_{CPON} , the output CD is turned ON, the RECEIVED DATA (RD) output is released, and valid data can be obtained at RD. Data is received until the receiver detects loss of carrier for at least a time, t_{CDOFF} . At this time the CD output is turned OFF and RD is clamped to a MARK. The state machine returns to the idle loop at point E.

Half Duplex

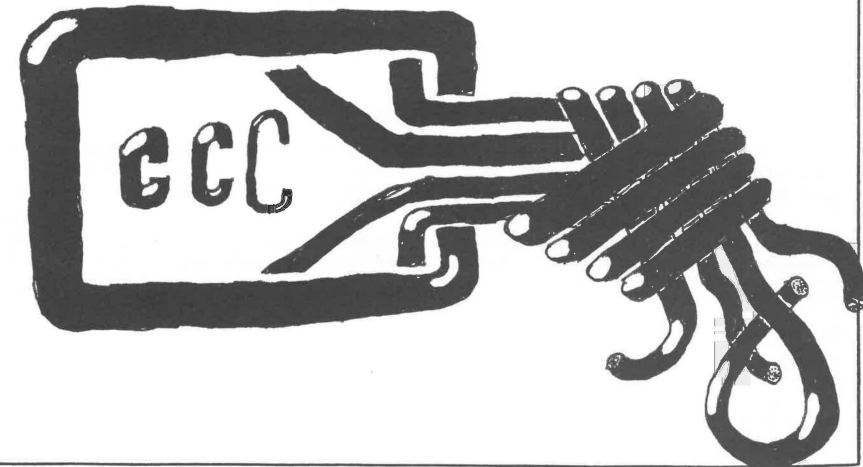
As discussed in the data transmission section above, when a half duplex mode has been selected, the signal RTS controls whether the main channel is transmitting or receiving. The back channel can only do the opposite from the main. If RTS is OFF, then CARRIER DETECT may be asserted and the data reception sequence is identical to that discussed above for full duplex reception. As long as RTS remains OFF, BACK CARRIER DETECT will never be asserted. If RTS is ON, then CARRIER DETECT will never be asserted. Instead the receiver will look for a valid carrier in the back channel frequency band. If a valid carrier exists for at least a time, t_{BCDON} , the output BACK CARRIER DETECT (BCD) is turned ON, the BACK RECEIVED DATA (BRD) output is released and valid data can be obtained at BRD. Data is received until the receiver detects loss of back channel received signal for at least a time, t_{BCDOFF} . At this time the BCD output is turned OFF. Data output, BRD, is clamped to a MARK if a V.23 mode is selected. For 202 back channel mode, BCD represents the received data. The BRD output can be ignored. The state machine returns to the idle loop at point E.

LOOPBACK

Ten modes exist to allow both analog and digital loopback for each modem specification met by the Am7910. When a loopback mode is selected, the signal processing (filters, etc.) for both the transmitter and receiver is set to process the same channel or frequency band. This allows the analog output, TRANSMITTED CARRIER, and the analog input, RECEIVED CARRIER, to be connected for local analog loopback. Alternatively the digital data signals, TD and RD or BTD and BRD, can be connected externally, allowing a remote modem to test the local modem with its digital data signals looped back.

When a loopback mode is selected, the state machine sequences are altered slightly. First, auto-answer is disabled. Second, if a half duplex loopback mode is selected (202 or V.23), the local CARRIER DETECT/BCD is not forced OFF when RTS/BRTS is asserted.

The 202 and V.23 main loopback modes allow use in a 4-wire configuration at 1200 bps.





Appendix B – Am7911 versus Am7910 FSK Modems

The Am7911 Modem has the same basic structure and function as the Am7910. The devices differ only in the specifications for carrier detect and handshake timing necessary to support their intended applications:

Am7910
Switched-network applications
Am7911
Leased-line, Telex and Video text applications

Hardware Difference

The only hardware or hook-up difference between the Am7910 and Am7911 is the resistor required between CAP₁ and CAP₂:

100 ohms for the Am7910
910 ohms for the Am7911

A summary of the characteristics of the Am7911 that are different than the Am7910 are as follows:

- Reduced Carrier Detect response time
- Reduced RTS to CTS response time
- Reduced Squelch time for 1200bps modems
- Two new modes for Bell 202 with 150bps back channel
- Three new modes for V.23 with soft turn-off tone
- The V.23 modes include 150bps back channel
- The Am7911 supports the CCITT R.20 recommendations for Telex applications

The following tables and figures for the Am7911 represent the data sheet variations from the Am7910 shown in Appendix A.

TABLE 1. Am7911 MODE SELECT TABLE

MC ₄	MC ₃	MC ₂	MC ₁	MC ₀	
0	0	0	0	0	Bell 103 Originate 300bps full duplex
0	0	0	0	1	Bell 103 Answer 300bps full duplex
0	0	0	1	0	Bell 202 1200bps half duplex with 5bps back channel
0	0	0	1	1	Bell 202 1200bps with amplitude equalizer and 5bps back channel
0	0	1	0	0	CCITT V.21 Orig 300bps full duplex
0	0	1	0	1	CCITT V.21 Ans 300bps full duplex
0	0	1	1	0	CCITT V.23 Mode 2 1200bps half duplex*
0	0	1	1	1	CCITT V.23 Mode 2 with amplitude equalizer 1200bps half duplex*
0	1	0	0	0	CCITT V.23 Mode 1 600bps half duplex*
0	1	0	0	1	Reserved
0	1	0	1	0	Bell 202 1200bps with 150bps back channel
0	1	0	1	1	Bell 202 1200bps with amplitude equalizer and 150bps back channel
0	1	1	0	0	CCITT V.23 Mode 1 600bps with soft turn-off*
0	1	1	0	1	Reserved
0	1	1	1	0	CCITT V.23 Mode 2 1200bps with soft turn-off*
0	1	1	1	1	CCITT V.23 Mode 2 1200bps with amplitude equalizer and soft turn-off*
1	0	0	0	0	Bell 103 Orig loopback
1	0	0	0	1	Bell 103 Ans loopback
1	0	0	1	0	Bell 202 Main loopback
1	0	0	1	1	Bell 202 with amplitude equalizer loopback
1	0	1	0	0	CCITT V.21 Orig loopback
1	0	1	0	1	CCITT V.21 Ans loopback
1	0	1	1	0	CCITT V.23 Mode 2 main loopback
1	0	1	1	1	CCITT V.23 Mode 2 with amplitude equalizer loopback
1	1	0	0	0	CCITT V.23 Mode 1 main loopback
1	1	0	0	1	CCITT V.23 Back loopback*
1	1	0	1	0	Bell 202 150bps Back loopback
1	1	0	1	1	
1	1	1	0	0	
1	1	1	0	1	
1	1	1	1	0	
1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	Reserved

*Up to 150 baud backward channel is available.

Am7911
FSK MODEM
WORLD-CHIP™
Advanced Micro Devices

PRELIMINARY

DISTINCTIVE CHARACTERISTICS

- Complete FSK MODEM in a 28-pin package – just add line interface
- Compatible with Bell 103/113/108, Bell 202, CCITT V.21, CCITT V.23 specifications
- Mode selectable 5 or 150 baud backward channel for Bell 202
- Up to 150 baud on V.23 backward channel
- CCITT V.23 modes with optional soft carrier turn-off feature
- Fast response times for leased-line networks
- No external filtering required
- All digital signal processing, digital filters and ADC/DAC included on-chip
- Includes essential RS-232/CCITT V.24 handshake signals
- Auto-answer capability
- Local copy/test modes
- 1200bps full duplex on 4-wire line
- Pin programmable mode selection

GENERAL DESCRIPTION

The Am7911 is a single-chip asynchronous Frequency Shift Keying (FSK) voiceband modem intended for use in leased line applications. It is pin selectable for baud rates of 300, 600 or 1200 bits per second and is compatible with the applicable Bell and CCITT recommended standards for 103/113/108, 202, V.21 and V.23 type modems. Five mode control lines select a desired modem configuration; for Bell 202 applications, the Am7911 provides a 150bps back channel in addition to the standard 5bps channel, and for V.23 up to 150bps back channel operation is possible.

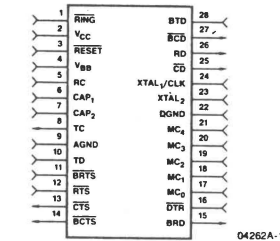
Digital signal processing techniques are employed in the Am7911 to perform all major functions such as modulation, demodulation and filtering. The Am7911 contains on-chip analog-to-digital and digital-to-analog converter circuits to minimize the external components in a system. This device includes the essential RS-232/CCITT V.24 terminal control signals with TTL levels.

Clocking can be generated by attaching a crystal to the internal crystal oscillator amplifier or by applying an external clock signal.

A data access arrangement (DAA) or acoustic coupler must provide the phone line interface externally.

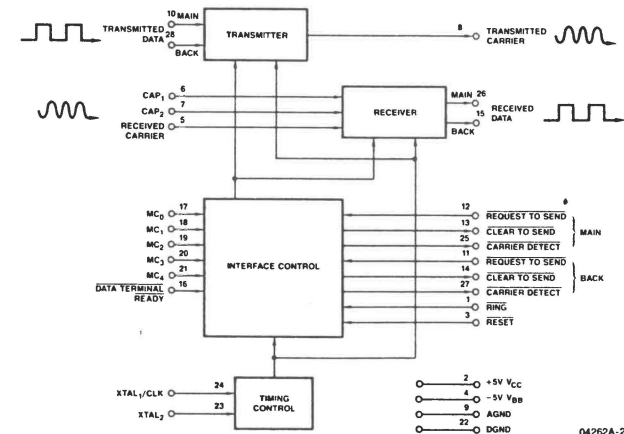
The Am7911 is fabricated using N-channel MOS technology in a 28-pin package. All the digital input and output signals (except the external clock signal) are TTL compatible. Power supply requirements are ± 5 volts.

Figure 1. Connection Diagram



04262A-1

Figure 2. Block Diagram

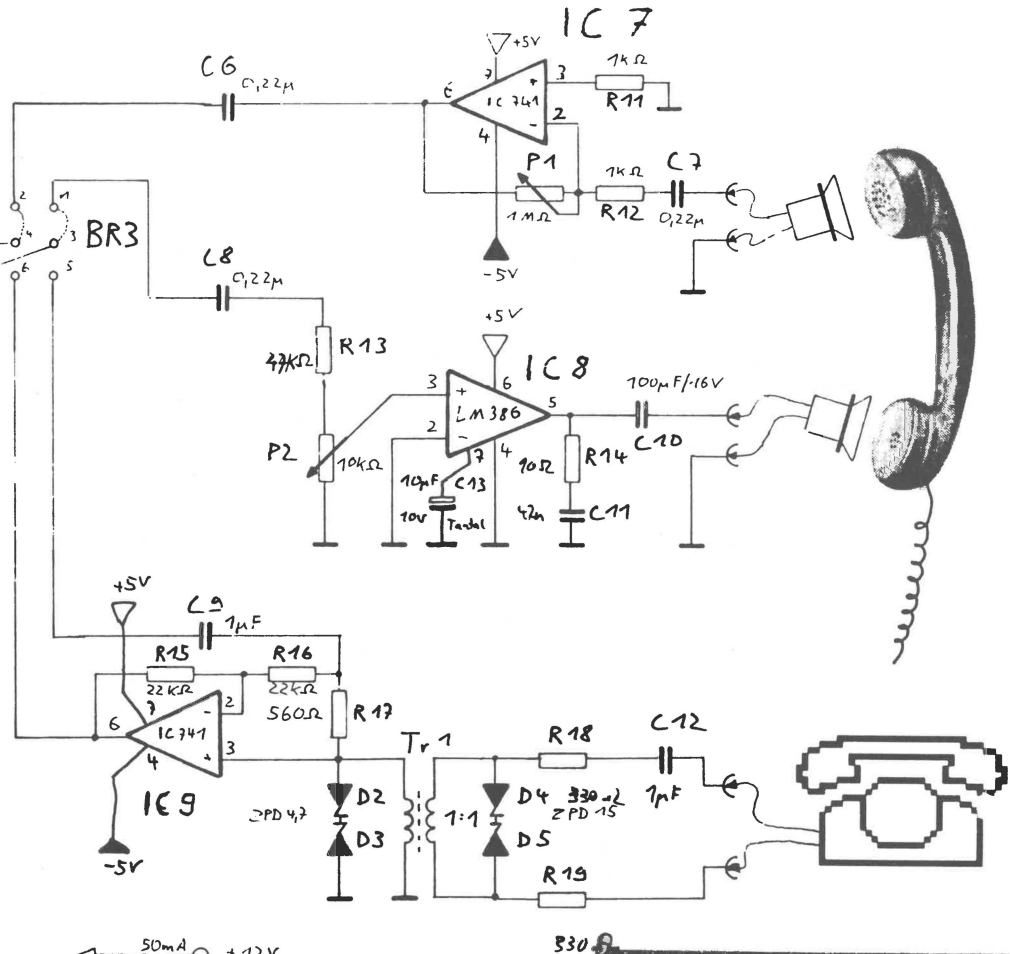
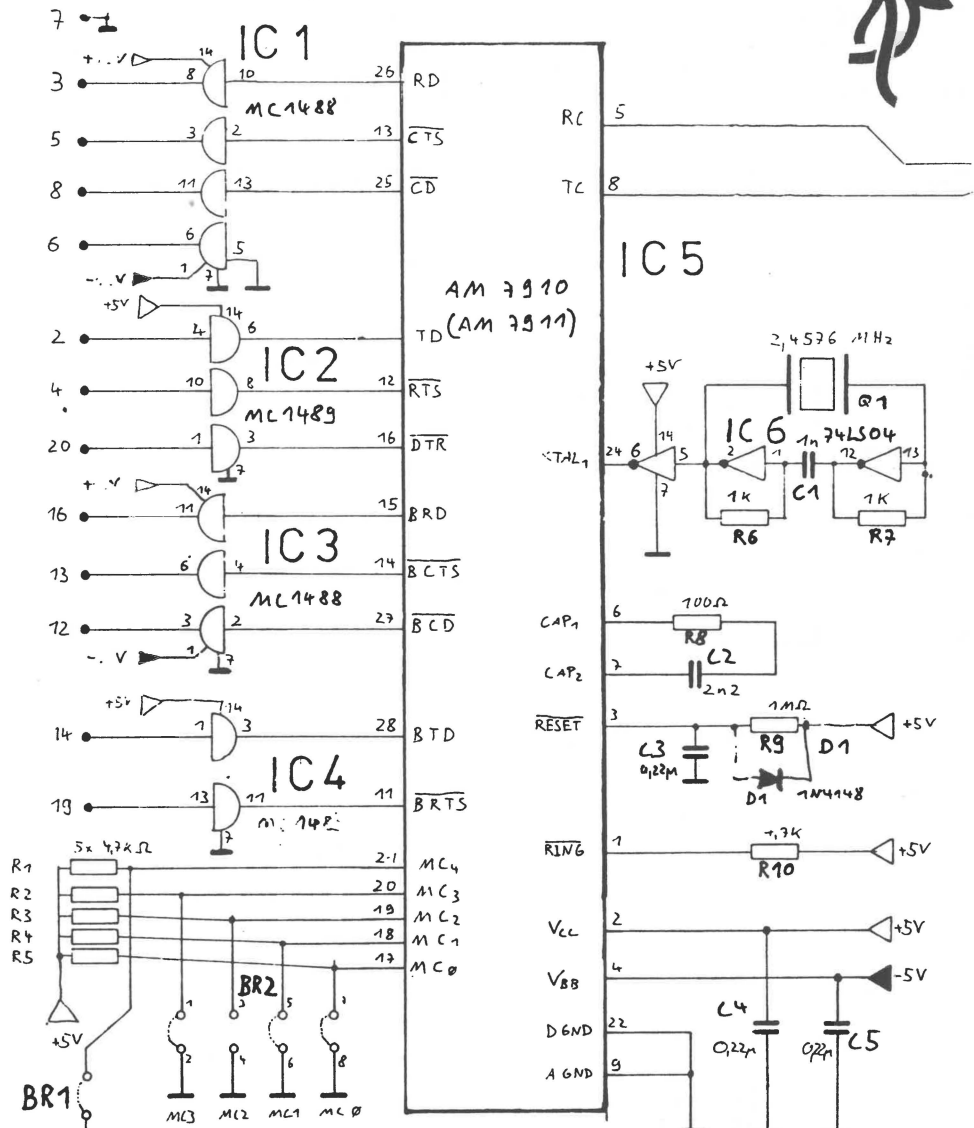


04262A-2



Das CCC↔Modem

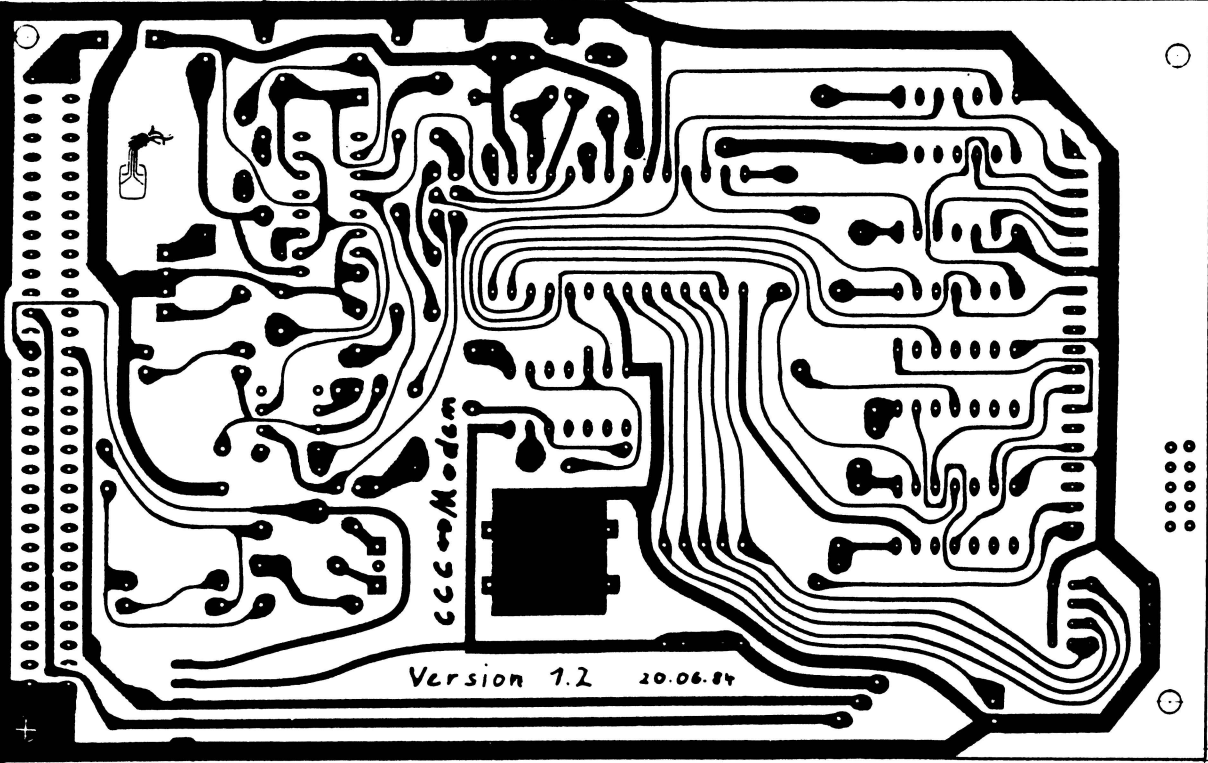
V. 2.4



- ← 50mA +12V
- ← 250mA +5V
- ← 50mA -5V
- ← 50mA -12V

ACHTUNG
Abhörgefahr

Das CCC↔Modem		© Copyright by CCC
1	18.05.84	C
2	07.06.84	C D.C.
3	06.06.84	C D1, R14 - R19
4	20.06.84	C Version 1.2
5		



CCS Modem

Version 1.2 20.06.84