



Prototype van de
Elektuur-modem

Voor het versturen van data via een telefoonlijn is een direkt gekoppelde modem het betrouwbaarste middel dat de "computerist" zich kan wensen. Nu is de opzet van een goede en betrouwbare direkt gekoppelde modem niet bepaald eenvoudig, maar met behulp van een speciaal hiervoor ontwikkeld IC, dat praktisch een complete modem bevat, kan zo'n schakeling toch vrij kompakt (en betaalbaar) worden gehouden. Het bijzondere van deze modem is de mogelijkheid om te kiezen uit verschillende standards (V21 en V23 voor Nederland). Bovendien is een auto-answercapaciteit aanwezig, zodat de modem data-boodschappen kan aannemen als niemand thuis is. Voor de koppeling van de modem met de computer zijn een RS232-konnektor met V24-signalen en een aangepaste konnektor voor TTL-nivo's beschikbaar.

direkt
gekoppelde
multi-standaard-
modem

met officiële
PTT-
goedkeuring!

In het artikel "data per telefoon", dat eveneens in dit nummer van Elektuur staat, is al in het kort uit de doeken gedaan hoe datatransport per telefoonlijn plaatsvindt en wat het IC AM 7910, dat het hart van deze modem vormt, allemaal bevat. Wie een blik vooruit heeft geworpen op het schema van de modem, zal misschien verwonderd hebben gekeken naar het vrij grote aantal componenten dat rond dit IC is gegroepeerd. Dit is enerzijds nodig voor de twee aanwezige interfaces en anderzijds voor de nodige schakelsignalen die de goede gang van zaken verzorgen. Zo zijn alleen al enkele IC's nodig voor de auto-answercapaciteit. Bovendien moet men ook bedenken dat alles zodanig is opgezet dat de schakeling voldoet aan de eisen die de PTT aan een direkt gekoppelde modem stelt. En dat zijn bepaald geen slappe eisen. Het prototype

van onze modem hebben we uitgebreid door de PTT laten testen en dit model voldeed ruimschoots aan alle eisen. Iemand die deze modem bouwt met het verkrijgbare onderdelenpakket (inclusief print, kast en frontplaat) heeft in principe een schakeling die een officiële PTT-goedkeuring zou kunnen krijgen (mits men daar wel de voor de amateur vrij hoge keuringskosten voor over heeft). We moeten hierbij wel nog opmerken dat het niet is toegestaan een niet-goedgekeurde modem op de telefoonlijn aan te sluiten. *Elke Telektor-bouwer krijgt van ons echter de mogelijkheid om zijn zelfgebouwde modem te laten testen. De modem wordt dan aan een eindcontrole onderworpen en, als de schakeling voldoet aan alle eisen, voorzien van een officiële PTT-goedkeuringssticker. Op deze wijze kunnen wij de PTT garanderen dat alle ge-*

bouwde modems ook werkelijk aan dezelfde technische eisen voldoen als het goedgekeurde prototype. Voor zover ons bekend is deze opzet uniek in Nederland! Maar waarom eigenlijk een direkt gekoppelde moden en geen akoestische modem? We hebben dat al verteld in het bijbehorende artikel: de foutenkans in de data-overdracht is hierbij veel kleiner. En wat heb je aan een ontvangen programma als je daarna enkele uren moet doorbrengen met het zoeken naar fouten? Dan is een per post verstuurd floppy waarschijnlijk een beter transportmiddel. Een direkt gekoppelde modem is gewoon het beste. Punt.

Features

— De modem is omschakelbaar voor verschillende standaards. Voor Nederland zijn dat de belangrijkste standaards V21 en V23. V21 is de meest algemene en werkt met 300 baud full-duplex. V23, die onder andere door Viditel wordt gebruikt, werkt met split speed full-duplex, met 1200 en 75 baud. Het langzame kanaal is voor besturingsdoeleinden. Er zijn nog verschillende andere "modes" aanwezig, maar deze worden in Nederland minder toegepast.

— Auto-answer-faciliteit. De modem kan data-boodschappen aannemen als niemand thuis is. Hiervoor wordt het belsignaal gedetekteerd, waarna de modem kijkt of aan de andere zijde ook werkelijk een andere modem "hangt". Is dat niet het geval, dan wordt de verbinding weer verbroken.

— Twee ingangsbussen. Een RS232 met V24-signalen en een aangepaste RS232 die werkt met gewone TTL-nivo's. Met beide bussen is het mogelijk om aan de computerzijde met 1200 baud te werken voor zenden en ontvangen. Het gedeelte voor het 75 baud-kanaal wordt door een

re-speeder-schakeling automatisch vertaald naar deze langzame snelheid (en ook weer terug), waarbij de computer ook nog wacht-signalen via de TTL-bus ontvangt als de modem moet vertalen van hoge naar lage snelheid. Een dubbele klok aan terminal-zijde is hierdoor overbodig. — Het gehele zend- en ontvangedeelte, inclusief de filters, zijn digitaal opgebouwd (deze zitten in de AM7910). Het grote voordeel hiervan is, dat er helemaal niets hoeft te worden afgeregeld in de modem.

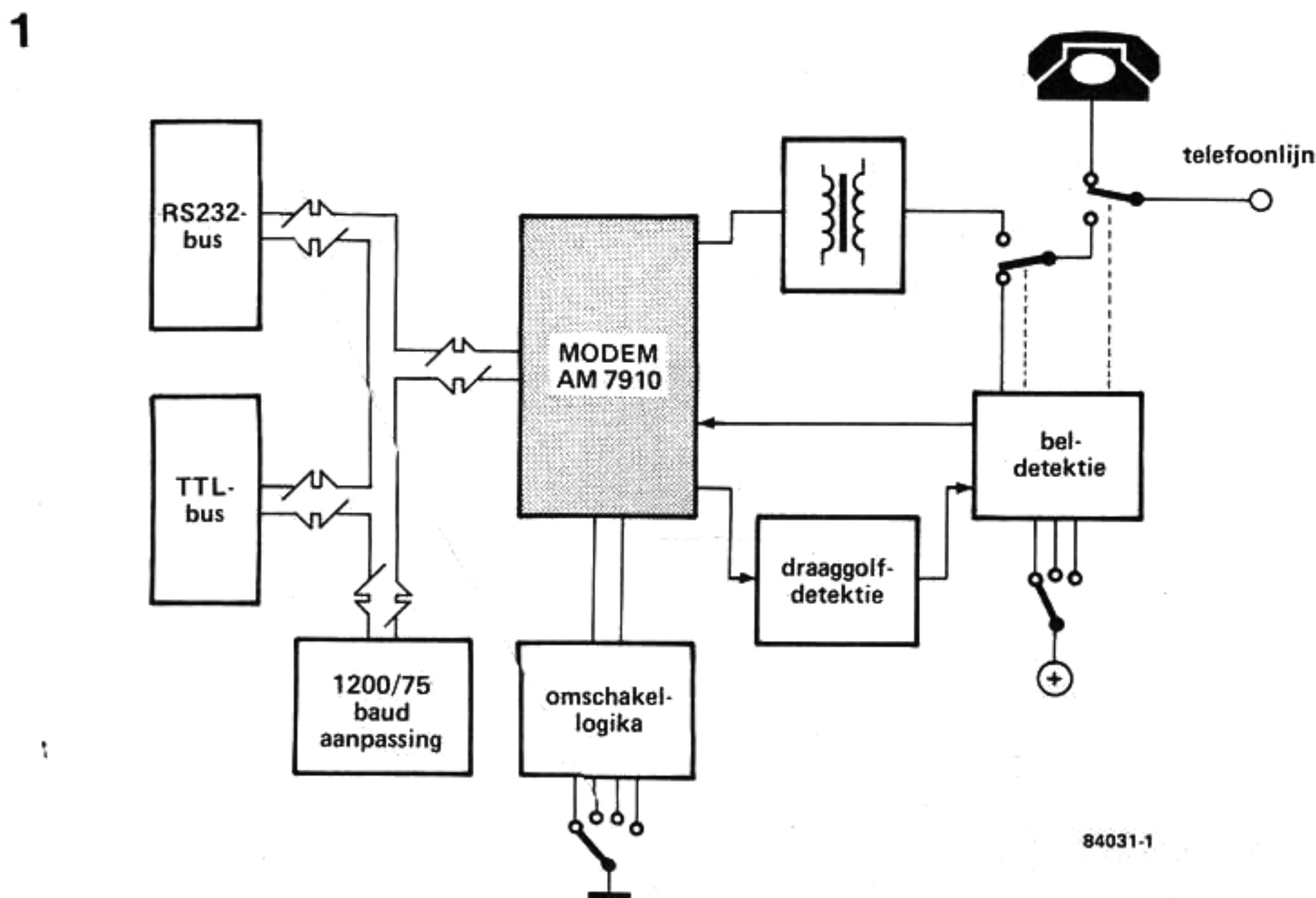
De schakeling

We duiken maar meteen in het blokschema van figuur 1. Centraal staat het modem-IC, dat in zijn eentje de complete modem bevat (zender, ontvanger, interface-logika). Daaromheen zitten de "extra's": De RS232- en TTL-bus met de benodigde niveauaanpassingen, de 1200/75 baud-aanpassing, een gedeelte met omschakellogika voor het kiezen van de diverse modes, een blok dat de modem afschakelt als de draaggolf te lang wegvalt en een gedeelte voor de beldetektie, dat nodig is voor de auto-answer-faciliteit. Veel meer valt hierover niet te zeggen. Dat kunnen we beter doen aan de hand van het echte schema (figuur 2).

IC1 vormt ook hier weer duidelijk het hart van de schakeling.

We zullen eerst even de belangrijkste aansluitingen van het IC behandelen.

- Transmitted carrier (pen 8). Hier staat het gemoduleerde signaal dat over de telefoonlijn verstuurd gaat worden.
- Received carrier (pen 5). Ingang voor het binnenkomende analoge telefoon-signaal, dat nog door de modem verwerkt moet worden.
- Ring (pen 1). Als een "0" op deze ingang wordt aangeboden, (en DTR "0" is) begint het IC met het geven van een



Figuur 1. Blokschema van de direktgekoppelde telefoonmodem. Het hele datatransport wordt geregeld door het IC AM7910, de omringende blokken dienen in principe alleen voor alle "toevoegingen en extra's".

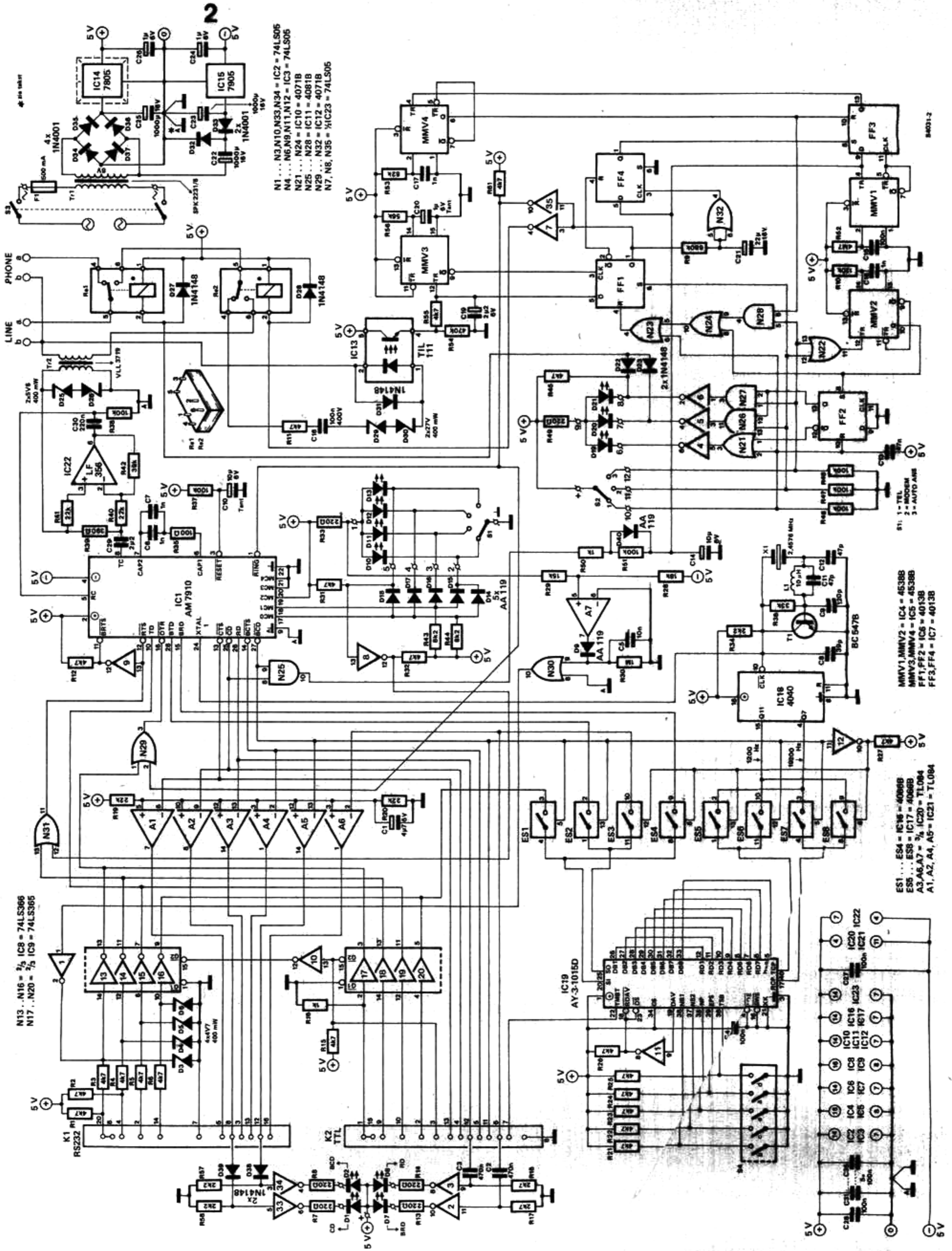
Figuur 2. Het schema van de Telektor ziet er een stuk indrukwekkender uit. Toch past alles op een print van vrij bescheiden afmetingen (17 x 16 cm).

antwoordtoon op de TC-uitgang om te zien of een andere modem aan het oproepen is.

- Reset (pen 3). Door middel van een RC-netwerkje wordt op de ingang een reset-puls gegeven bij het inschakelen van de voedingsspanning.
- XTAL1 (pen 24). Hierop wordt het clock-sigitaal voor het IC gezet. Dit signaal wordt geleverd door een rond T1 opge-

bouwde kristal-oscillator die draait op een frekwentie van 2,4576 MHz.

- MC0, MC1, MC2, MC3 en MC4 (pen 17, 18, 19, 20 en 21). Met deze ingangen kan men tussen 32 verschillende configuraties volgens de Bell- of CCITT-specifikaties kiezen. In tabel 1 is een overzicht gegeven van deze mogelijkheden. Hier worden alleen CCITT V21 en V23 gebruikt. Daartoe zijn MC0 en MC1 verbonden met het ge-



Tabel 1

MC4	MC3	MC2	MC1	MC0		
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		

tektor
elektuur september 1984

Tabel 1. De verschillende mogelijkheden van de AM7910. Deze kunnen worden gekozen met behulp van de aansluitingen MC0 . . . MC4.

deelte "omschakellogika".

De overige aansluitingen zijn voor de communicatie tussen IC en computer (terminal):

— Data terminal ready (pen 16). Met dit signaal geeft de terminal aan dat hij klaar is om te werken met de modem. Het signaal moet laag blijven zolang de terminal met de modem blijft werken.

— Request to send (pen 12). Geeft aan dat de modem moet overschakelen naar de zend-mode. De ingang moet "laag" blijven tijdens het verzenden van data.

— Back request to send (pen 11). Eveneens voor omschakelen naar zend-mode, maar dan alleen voor het back-channel bij V23. RTS en BRTS mogen niet tegelijkertijd laag worden gemaakt. Bij V21 wordt deze ingang niet gebruikt. In ons geval is pen 11 via een inverter verbonden met pen 12, zodat BRTS altijd het geïnverteerde signaal van RTS ontvangt (werkt alleen bij V23-ORIG).

— Clear to send (pen 13). Deze uitgang geeft aan met een "0" dat de modem klaar is om te gaan zenden, nadat een RTS-sig-naal door de terminal is gegeven.

— Back clear to send (pen 14). Hetzelfde als de vorige aansluiting (CTS), maar dan alleen voor het back-channel bij V23-ORIG-mode.

— Transmitted data (pen 10). Op deze ingang wordt de data aangeboden die verstuurd moet worden.

— Back transmitted data (pen 28). Hierop wordt de te versturen data aangeboden die via het back-channel moet worden verzonden. Alleen mogelijk bij V23-ORIG-mode, anders moet BTD "1" zijn.

— Received data (pen 26). Deze uitgang levert de ontvangen data aan de terminal.

— Back received data (pen 15). De data die via het back-channel is ontvangen.

Werkt alleen bij V23-ANSR-mode.

— Carrier detect (pen 25). Geeft met een "0" aan dat er een draaggolf op de ingang van de modem staat.

— Back carrier detect (pen 27). Idem, maar de binnenkomende draaggolf is van het back-channel bij V23-ANSR-mode. Tot zover de IC-beschrijving. We gaan verder met het RS232-gedeelte. Links boven in het schema staat de 25-polige D-kon-nector voor de RS232-aansluiting. De aansluitgegevens van de beide konnektoren (K1 en K2) staan overigens in tabel 2.

Tabel 2

	RS232/V24 pennummer	TTL-bus pennummer
Transmitted Data	2	10
Received Data	3	12
Request to Send	4	9
Clear to Send	5	13
Data Set Ready	6	15
Signal Ground	7	8
Data Carrier Detect	8	4
Back channel Data Carrier Detect	12	11
Back channel Clear to Send	13	5
Back channel Transmitted Data	14	2
Back channel Received Data	16	6
Data Terminal Ready	20	1
Omschakeling RS232-TTL-bus	—	3
Busy-sig-naal bij 1200/75 Bd-omzetting	—	7

De aansluitingen voor de ingangssignalen, pen 2, 4, 14 en 20, worden gevolgd door een nivo-aanpassing van RS232- naar TTL-nivo (R3 . . . R6, D3 . . . D6) en vier tri-state-inverter-buffers, zodat de vier bijbehorende ingangen van IC1 weer actief lage nivo's ontvangen. Voor de aanpassing van

Tabel 2. De signalen die op de beide bussen aanwezig zijn, met de bijbehorende pennummers.

TTL- naar RS232-nivo plus de ook hier noodzakelijke invertering van de diverse uitgangssignalen zorgen de opamps A1... A6.

Bij de tweede konnektor is een nivo-aanpassing niet nodig. Wel zitten hier na de ingangen (pen 1, 2, 9, 10 van K2) tri-state-buffers. Bij de uitgangen van de TTL-konnektor moet men er rekening mee houden dat hierop gewoon de uitgangssignalen van IC1 staan. Verschillende van deze signalen zijn actief laag! Een speciale functie hebben pen 3 en 8. Pen 3 moet in de konnektor voor deze TTL-bus zijn doorverbonden met massa (pen 8). Als de konnektor dan op deze bus wordt gestoken, worden de ingangssignalen van K2 doorgeschakeld naar IC1 via N17... N20, terwijl de tri-state inverters N13... N16 voor de ingangssignalen van de RS232-konnektor hoogohmig worden gemaakt. Op deze wijze kan er dus nooit iets misgaan als twee konnektoren tegelijk op de modem zijn aangesloten. K2 krijgt in zo'n geval voorrang. Pen 7 geeft een busy-sigitaal aan de terminal als de UART IC19 bezig is met het omzetten van een karakter van 1200 naar 75 baud. Zolang er een busy-sigitaal ("0") op pen 7 staat mag de terminal geen nieuwe data versturen. Als de transmitter-buffer leeg is, wordt TMBT (pen 22) "1". De LED's D1, D2, D7 en D8 indiceren of er een draaggolf ontvangen wordt (D1 voor het hoofdkanaal, D2 voor het besturingskanaal bij V23-mode) en of er data binnenkomt (D8 voor het hoofdkanaal en D7 voor het besturingskanaal).

IC18, IC19 en ES1... ES8 vormen het gedeelte voor de snelheidsaanpassing. Dit gedeelte kan alleen bij de V23-mode worden gebruikt. Het kloksigitaal (van T1) wordt door IC18 omlaag gedeeld tot frequenties van 19200 Hz (uitgang Q7) en 1200 Hz (uitgang Q11). Deze frequenties zijn 16 maal zo hoog als de twee om te zetten baud rates van 1200 en 75 baud bij de V23-mode. De UART moet namelijk een klok krijgen die 16 keer zo hoog is als zijn "doorschuifsnelheid". De elektronische schakelaars zorgen voor de juiste data-richting. Bij het ontvangen van een back carrier wordt de 1200 Hz-klok gebruikt voor het inlezen van de data en de

19200 Hz-klok voor het uitlezen van de data. De back-channel-data wordt naar de seriële ingang van de UART gevoerd en de seriële uitgang is verbonden met de "back received data"-aansluitingen van de konnektoren. Elk karakter dat via het back channel binnenkomt met 75 baud staat dus op de konnektoren met 1200 baud. Voor back-channel-verkeer in de andere richting worden de twee klokaansluitingen verwisseld, evenals de seriële in- en uitgang. 1200 baud-data die de terminal via het back channel wil versturen wordt nu door de UART omgezet in 75 baud-data. Tijdens het omzetten van elk karakter van de hoge naar de langzame snelheid geeft de UART een busy-sigitaal op pen 7 van de TTL-konnektor. De omzetting werkt via de RS232- en de TTL-konnektor en heeft het grote voordeel dat de terminal-zijde alleen met een snelheid van 1200 baud hoeft te kunnen werken. In V21-mode doet het omzettegedeelte verder niet mee.

Nu komen we bij de omschakellogika rond S1. Met behulp van schakelaar S1 kan aansluiting MC0 of MC1 aan massa worden gelegd, of beide. In totaal zijn er vier standen: 300 baud originate, 300 baud answer, 1200 baud originate en 1200 baud answer. De LED's D10... D13 geven de gekozen stand duidelijk aan. Voor 1200 baud zenden en ontvangen is alleen MC0 nul. Het omschakelen van zenden en ontvangen gebeurt hier feitelijk door het omschakelen van het \overline{RTS} - en \overline{BRTS} -nivo (via N8, N31 en N9). De schakeling die rond A7 en N30 is opgebouwd geeft een korte puls op de \overline{DTR} -ingang van het IC, telkens als de schakelaar in een andere stand wordt gezet. Dit is nodig om IC1 te resetten bij het kiezen van een andere "mode".

Het beldetektiegedeelte is vrij omvangrijk. Dit gedeelte zorgt tevens voor het omschakelen tussen telefoon en modem. Voor de verklaring hiervan gaan we even terug naar de zend- en ontvang-ingang van het modem IC. Via een vorkschakeling (IC22) zijn deze twee aansluitingen aangesloten op trafo Tr2. Het zendsigitaal gaat via C29 en R39 naar de trafo. Dit sigitaal wordt door IC22 echter niet doorgegeven. Binnenkomende lijnsignalen worden door de opamp wel versterkt en doorgegeven aan pen 5. De andere wikkeling van de trafo kan via de twee relais Rel en Re2 aan het telefoonnet worden gekoppeld. In de uitgangssituatie (als beide relais niet bekrachtigd worden) is de telefoon verbonden met de lijn-aansluitingen. Als de modem is uitgeschakeld kan de telefoon dus gewoon worden gebruikt. Na het inschakelen van de netspanning wordt FF2 gereset, waardoor de keuzeschakeling (N4... N6, N21, N26, N27, N22 en MMV2) altijd in de stand "telefoon" komt te staan. Geen van beide relais wordt dan bekrachtigd. Pas als men daarna met de keuze-schakelaar een andere stand kiest is het mogelijk Rel en/of Re2 in te schakelen. Door middel van N22 wordt MMV2 getriggerd en deze geeft

Tabel 3. De instelmogelijkheden met de DIL-schakelaars bij de UART IC19.

Tabel 3

Schakelaar	Functie															
a	Pariteit $\left\{ \begin{array}{l} 0 - \text{oneven pariteit} \\ 1 - \text{even pariteit} \end{array} \right.$															
b-c	Aantal bits per karakter															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>c</th> <th>b</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>5 bits</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>6 bits</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>7 bits</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>8 bits</td> </tr> </tbody> </table>	c	b		0	0	5 bits	0	1	6 bits	1	0	7 bits	1	1	8 bits
c	b															
0	0	5 bits														
0	1	6 bits														
1	0	7 bits														
1	1	8 bits														
d	Aantal stopbits $\left\{ \begin{array}{l} 0 - 1 \text{ stopbit} \\ 1 - 2 \text{ stopbits} \end{array} \right.$															
e	0 - pariteitsbit aanwezig 1 - geen pariteitsbit															

"0" = schakelaar gesloten
 "1" = schakelaar open

een set-puls aan FF2, waardoor de verplichte telefoonstand wordt opgeheven. In de stand "modem" wordt Rel via N5 ingeschakeld, zodat de telefoon van de lijn wordt geschakeld, en verder krijgt FF1 een set-sigitaal waardoor N7 de bekrachtigingsstroom voor Re2 gaat leveren. De lijn is dan verbonden met Tr2 en de modem kan via de telefoonlijn werken. In de stand "auto" is alleen Rel aangetrokken (via N6). De lijn is in die stand aangesloten op de opto-coupler IC13 (via R11, C18, D29 en D30). De telefoon is nu afgeschakeld. Als een belsignaal binnenkomt (een vrij hoge wisselspanning van 75 V, 25 Hz) licht de LED in de opto-coupler op, de fototransistor gaat geleiden en als dit belsignaal minstens gedurende de RC-tijd van R55 en C19 aanwezig is zal MMV3 getriggerd worden. Daardoor ontvangt FF1 een klok-sigitaal, Re2 trekt aan en de modem wordt met de lijn verbonden. Tevens ontvangt de modem via N35 een RING-sigitaal, zodat het IC begint met zijn afvraagprocedure om te zien of aan de andere kant van de lijn een andere modem klaar staat. Het gedeelte rond N25, MMV1, FF3, FF4 en MMV4 kijkt of de draaggolf niet onderbroken wordt tijdens de transmissie. Als ze gedurende meer dan zo'n halve seconde wegvalt wordt de verbinding automatisch onderbroken. Ook in het geval dat de andere kant geen draaggolf verstuurt wordt de verbinding verbroken door de modem. Tenslotte hebben we nog het voedingsgedeelte. Dit levert door middel van twee stabilisator-IC's de benodigde spanningen van + en -5 V. Beide spanningen worden van één sekundaire wikkeling afgeleid, de positieve via een bruggelijkrichter en de negatieve via een enkelzijdige spanningsverdubbelaar. Nog even een opmerking over de trafo: die wordt straks bij het gebruik handwarm, maar dat is heel normaal.

De opbouw

De modem voldoet alleen aan de door de PTT gestelde eisen als men zich exakt houdt aan de voorgeschreven onderdelen en gebruik maakt van de Elektuur-print waarvan de componentenopdruk in verkleinde vorm in figuur 3 is afgedrukt. Dit alles te zamen wordt geleverd als bouw-pakket, dus componenten, print, kastje, de frontplaat, de benodigde telefoonstekers, werkelijk alles dat nodig is om de modem te bouwen. De print zit dus niet los in de EPS. Alleen op deze wijze hebben wij (en de PTT!) de garantie dat er geen afwijkende componenten worden gebruikt door de bouwer, anders is een officiële PTT-type-goedkeuring niet mogelijk. De bouwer van een modem kan zijn opgebouwde modem opsturen, (zie bon in bouw-pakket), waarna deze dan getest wordt op de goede werking en voorzien van een officiële PTT-goedkeuringssticker.

Begonnen wordt met het opbouwen van de print. Neem een soldeerbout met een fijne punt en een goede kwaliteit soldeertin. Als men zich houdt aan de componentenopdruk, dan kan er eigenlijk weinig

misgaan. Begin met de soldeerpennen, daarna komen weerstanden — spoeltje — condensatoren — kristal — dioden — transistor — stabilisator-IC's — printvoetjes. De relais worden rechtstreeks op de print gesoldeerd. Daarna volgen de konnektoren, de grote voedingselektro's, de twee trafo's en de zekeringhouder (de zekering kan er meteen in worden gestopt). De DIL-schakelaar kan ook in zijn voetje worden gestoken. Het koelplaatje wordt op IC14 geschroefd. Vervolgens zijn de voor- en achterkant van het kastje aan de beurt. In de frontplaat moeten de gaten worden geboord voor de LED's en de draaischakelaars. Men kan voor de LED's gaten van 3 mm ϕ boren als deze achter de frontplaat worden vastgelijmd. Bij gebruik van LED-clips zullen de gaten een diameter van 4,5 mm moeten hebben. In de achterplaat komt het gat voor het netsnoer, een gat voor het telefoonsnoer, een sleuf voor de beide konnektoren en een gat voor de netschakelaar. Enig meet- en paswerk is gewenst om te zien of straks alles op de juiste plaats in het kastje zit. Nadat de frontplaatfolie op de voorzijde is geplakt, kan men de LED's en de draaischakelaars monteren. Het bedraden van S2 zal weinig moeilijkheden geven. Dit zijn alleen maar vier verbindingen met de print (+, 10, 11, 12). Van de LED's D19, D20 en D21 bij deze schakelaar worden eerst de anodes doorverbonden, waarna dit punt wordt verbonden met aansluitpunt 9 op de print. De kathodes worden verbonden met respectievelijk punt 6, 7 en 8. Bij S1 is de bedrading iets gekompliceerder. De schakelaar wordt verbonden met de punten 1, 2, 3, 4 en 5. De LED's D10 . . . D13 kunnen met hun kathodes aan de verschillende aansluitingen van S1 worden gelegd. De anodes worden ook hier allemaal doorverbonden en dan met punt 1 verbonden. Dan blijven nog de vier LED's D1, D2, D7 en D8 over. De anodes van deze LED's worden ook onderling verbonden en dit punt wordt aan de +-aansluiting van de print gelegd. De kathodes worden verbonden met de punten D1 . . . 2 . . . 8 . . . 7 op de print.

Daarna kunnen het netsnoer en het telefoonsnoer worden aangesloten. Het netsnoer wordt eerst naar de netschakelaar gevoerd en van daaruit gaat een kabel naar de net-aansluitingen op de print. De rode en blauwe kabel van het telefoonsnoer gaan naar de line-aansluitingen en de groene en gele kabel naar de phone-aansluitingen.

Nu kan men de stekker in het stopkontakt steken en meten of de juiste voedingsspanningen aanwezig zijn. Tussen de +- en 1-punten op de print moet +5 V staan en tussen 1 en de min(beker)kant van elektro C24 -5 V. Als dat in orde is kunnen alle IC's (na het uitschakelen van de voedingsspanning) in de voetjes worden gestoken, met uitzondering van IC1. Als de voeding weer wordt ingeschakeld zal altijd de telefoon-LED bij de linker schakelaar gaan branden. Pas na het draaien aan deze schakelaar zal de bij de ingestel-

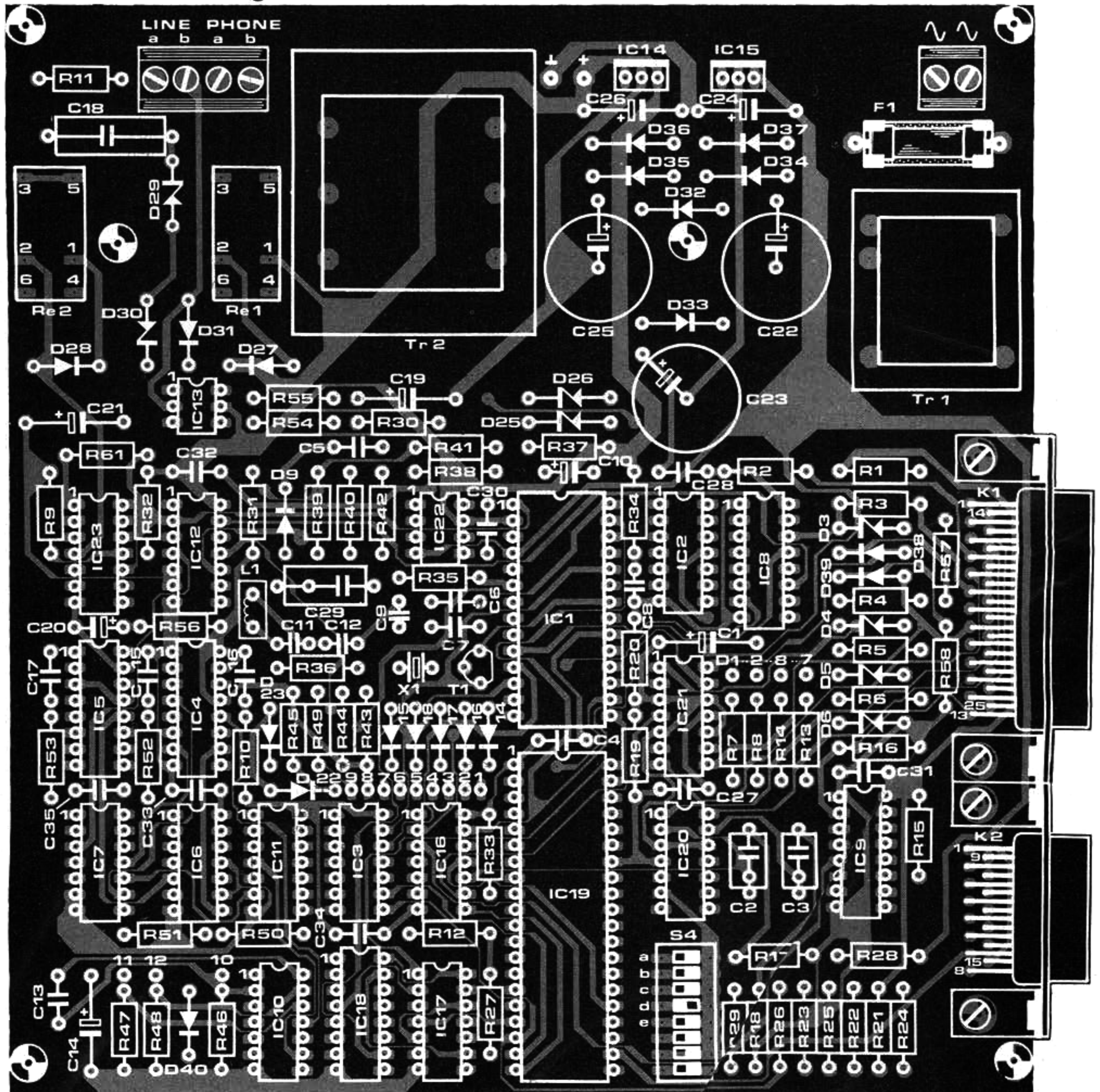
S1	pen 18	pen 17
300 Bd orig	0 V	0 V
300 Bd ansr	0 V	5 V
1200 Bd orig	5 V	0 V
1200 Bd ansr	5 V	0 V

Figuur 3. De komponentenopstelling voor de Telektor-print. Aangezien de print alleen bij het complete onderdelenpakket wordt geleverd, is de koper-layout niet afgedrukt.

de stand behorende LED oplichten. Bij S1 kan men even meten welke logische niveo's op pen 17 en 18 van de IC1-voet aanwezig zijn bij de vier standen van deze schakelaar. Steek echter nooit een meetpen in de kontakten van het IC-voetje. De niveo's zijn hiernaast in een tabelletje gegeven. Als ook dat goed werkt kan de spanning worden uitgeschakeld en wordt IC1 in zijn voetje gezet. Wees hierbij extra voorzichtig, want dit IC is duur en nogal gevoelig voor statische ladingen! Vervolgens kunnen enkele proeven worden uitgevoerd om er achter te komen of het IC in grote lijnen goed funktioneert. Sluit een telefoon (of een versterkertje met een luidspreker) aan op de lijn-aansluitingen van de modem en zet S2 in de stand "modem". Als men nu aan S1 draait, moet in alle vier de standen een pieptoon hoorbaar zijn. In elke stand moet enkele seconden worden gewacht; de toontjes

verschijnen niet direkt na het omschakelen aan de lijn-aansluiting. Daarna wordt S1 in de stand "auto ansr" gezet. Verbind pen 4 en 5 van IC13 (de opto-coupler) even met elkaar via een 1 k-weerstand tot dat u een pieptoon hoort. Na zo'n 10...15 seconden schakelt de modem de toon weer af. Ook dit moet worden geprobeerd bij alle vier standen van S2. De toonhoogte verandert ook nog in de tijd dat de modem de pieptoon laat horen, maar dat is niet bij alle standen van S2 even goed hoorbaar. Dan gaan we naar de RS232-konnektor (zet S1 weer in de stand "modem"). Leg pen 2 van de konnektor even aan -5 V. Er moet nu een toonhoogteverandering hoorbaar zijn. Dit moet worden gedaan voor de standen 300 Bd orig, 300 Bd ansr en 1200 Bd ansr. Bij 1200 Bd orig dient men in plaats van pen 2 pen 14 via een 1 k-weerstand met -5 V te verbinden en dan pen 14 herhaaldelijk aan te tik-

3



Onderdelenlijst

Weerstanden:

- R1 . . . R6, R11, R12, R15,
 R21 . . . R27, R31, R32,
 R45, R55, R59, R60, R61
 = 4k7
- R7, R8, R13, R14, R33, R49
 = 220 Ω
- R9 = 680 k
- R10 = 120 k
- R16, R50 = 1 k
- R17, R18 = 2k7
- R19, R20, R40, R41 = 22 k
- R28 = 18 k
- R29 = 15 k
- R30 = 1 M
- R34, R57, R58 = 2k2
- R35 = 100 Ω
- R36 = 33 k
- R37, R38, R46, R47, R48,
 R51 = 100 k
- R39 = 390 Ω
- R42 = 39 k
- R43, R44 = 8k2
- R52 = 4M7
- R53 = 82 k
- R54 = 470 k
- R56 = 56 k

Kondensatoren:

- C1 = 4μF/6 V
- C2, C3 = 470 n
- C4, C15, C27, C28,
 C31 . . . C35 = 100·n
- C5 = 10 n
- C6, C7, C16, C17 = 1 n
- C8 = 39 p
- C9 = 120 p
- C10 = 10 μ/6 V tantaal
- C11, C12 = 47 p
- C13 = 47 n
- C14 = 10 μ/6 V

- C18 = 100 n/400 V
- C19 = 2μ2/6 V
- C20 = 1 μ/6 V tantaal
- C21 = 22 μ/16 V
- C22, C23, C25 =
 1000 μ/16 V (bij voorkeur
 met axiale aansluitingen)
- C24, C26 = 1 μ/6 V
- C29 = 2μ2 MKH
- C30 = 220 n

Halfgeleiders:

- D1, D2, D7, D8,
 D10 . . . D13, D19, D20,
 D21 = LED rood 3 mm
- D3 . . . D6 = zenerdiode
 4V7/400 mW
- D9, D14 . . . D18, D40 =
 AA 119
- D22 . . . D24, D27, D28,
 D31, D38, D39 = 1N4148
- D25, D26 = zenerdiode
 5V6/400 mW
- D29, D30 = zenerdiode
 27 V/400 mW
- D32 . . . D37 = 1N4001
- T1 = BC 547B
- IC1 = AM7910 (AMD)
- IC2, IC3, IC23 = 74LS05
- IC4, IC5 = 4538B
- IC6, IC7 = 4013B
- IC8 = 74LS366
- IC9 = 74LS365
- IC10, IC12 = 4071B
- IC11 = 4081B
- IC13 = TIL 111
- IC14 = 7805 (of 2805)
- IC15 = 7905 (of 2905)
- IC16, IC17 = 4066B
- IC18 = 4040B
- IC19 = AY-3-1015D
- IC20, IC21 = TL 084
- IC22 = LF 356 (of TDB 156)

Diverse:

- S1 = draaischakelaar
 1 moederkontakt, 4 standen
 verbreek voor maak
- S2 = draaischakelaar
 1 moederkontakt, 3 standen
 verbreek voor maak
- S3 = dubbelpolige
 netschakelaar
- S4 = DIL-schakelaar met
 8 schakelaartjes
- L1 = 10 μH
- F1 = zekering 500 mA, met
 zekeringhouder voor
 printmontage
- K1 = 25-pens D-konnektor,
 female, 90°, voor print-
 montage
- K2 = 15-pens D-konnektor,
 female, 90°, voor print-
 montage
- X1 = 2,4576 MHz, in
 HC18-behuizing
- Tr1 = nettrafo, sekundair
 8 V/375 mA (bijv.
 Spitznagel type SPK 2231/8
- Tr2 = lijntrafo type
 VLL 3719
- Re1, Re2 = Siemens relais
 type V23040-A0001-b201
- 1 telefoonsteker
 (PTT-steker)
- 1 speciale telefoonbus
 (PTT-bus)
- koelplaatje voor IC14
 (T0 220)
- 1 kastje type Retex Elbox
 RE.3
- netsnoer met aangegoten
 steker en met trekont-
 lasting
- IC-voeten
- 1 × 2-polige print-
 "kroonsteen"

- 1 × 4-polige print-
 "kroonsteen"
- 2 knoppen (6 mm as)
 montage materiaal voor
 3 mm-LED's
- telefoonkabel
 montage draad
- 16 printpennen
- 4 zelftappers
- 5 M3-boutjes + moertjes
 print
 frontplaat

ken met een draadje dat is verbonden met +5 V. Tenslotte wordt pen 20 met -5 V verbonden, waarna de modem geen toon meer mag laten horen. Zo, als dat allemaal zoals hier beschreven funktioneert, dan is de modem hoogstwaarschijnlijk volledig in orde. Een 100%-test kan alleen met behulp van de nodige speciale meetapparatuur worden uitgevoerd.

Wie een oscilloskoop bezit kan echter zelf nog enige metingen uitvoeren. Eerst wordt de uitgangsspanning gemeten. Daartoe worden de line-aansluitingen belast met een weerstand van 600 Ω (560 Ω en 39 Ω in serie). De modem mag dus nog niet op het telefoonnet worden aangesloten! Over deze weerstand moet een wisselspanning staan met een amplitude van 275 mV_{eff} (780 mV_{tt}). Tevens kan men kijken of de juiste frekwenties worden geproduceerd:

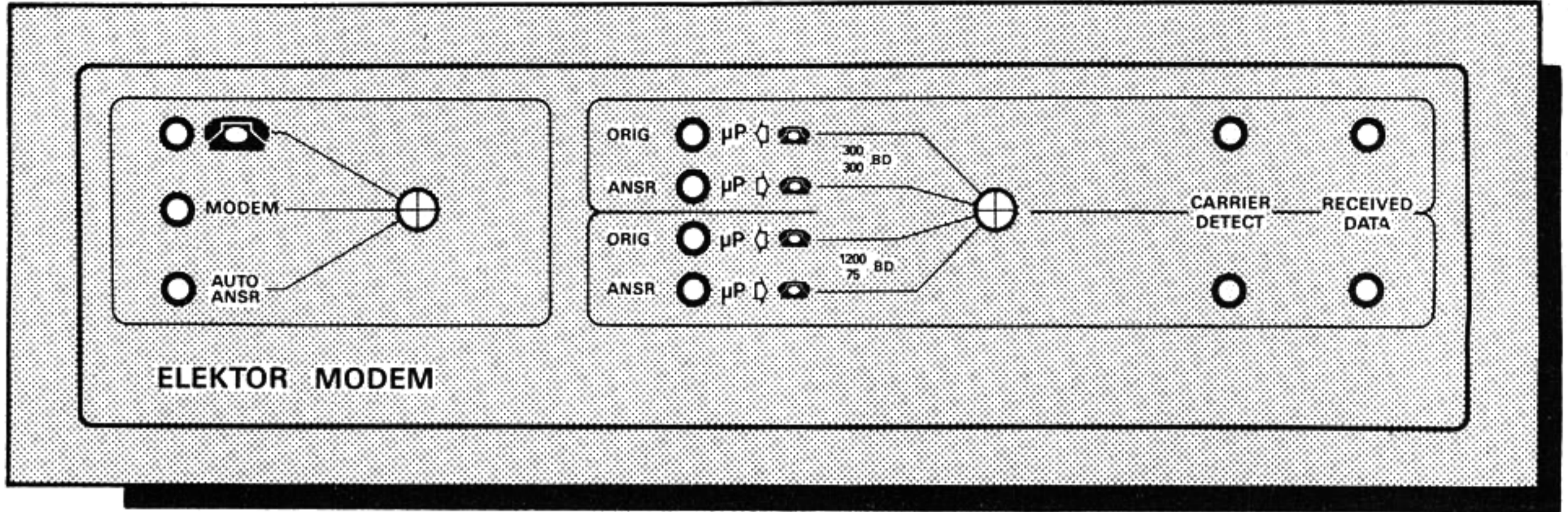
- V21 ORIG: space 1180 Hz
 mark 980 Hz
- V21 ANSR: space 1850 Hz
 mark 1650 Hz
- V23 ORIG: space 450 Hz
 mark 390 Hz
- V23 ANSR: space 2100 Hz
 mark 1300 Hz

De frekwentie van de antwoordtoon bij auto-answer is altijd 2100 Hz (behalve bij V21 ORIG, daarbij wordt geen answer-toon gegeven). De opstart-cyclus is ook goed

te volgen op de scoop: eerst 1,9 s stilte, dan een antwoordtoon die 3 s duurt en daarna volgt de mark- of space-toon. De modem kan nu in het kastje worden gebouwd. De verbindingkabeltjes worden gebundeld tot "nette" draadbomen, en dan kan de deksel erop. Hoewel . . . de DIL-schakelaars moeten nog worden ingesteld: voor de standaard-instelling hoeft alleen d te worden gesloten. En dan kan de deksel echt op de kast!

De modem in gebruik

Een heel belangrijk punt is de kommunikatie tussen computer en terminal. Zonder exakte afspraken zal het nooit lukken om data over te brengen. Voorafgaande hieraan moet worden gezorgd voor een seriële verbinding tussen computer en terminal. Bij een echte terminal is alles zo aangesloten: een RS-232-kabel en klaar is Telektor. De software voor de juiste kommunikatie is hierbij reeds in de terminal aanwezig. Een voorbeeld van zo'n terminal is de universele terminal uit Elektuur november 1983 (let wel op de juiste verbinding bij PL8). Een tweede mogelijkheid: men bezit een computer met een RS232-aansluiting. Het bij de computer behorende handboek zal dan uitsluitel moeten geven over de aanwezige RS232-signalen op de konnektor en de software die deze bus van de nodige signalen voorziet en weer



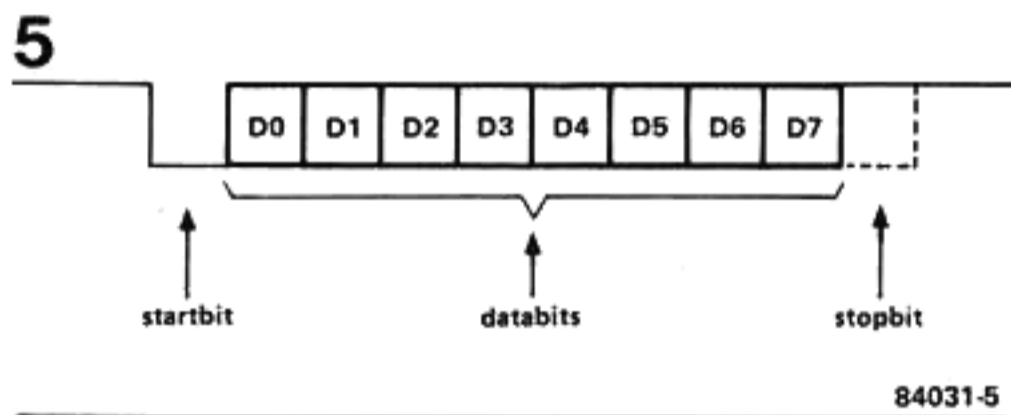
84031-4

Figuur 4. De frontplaat (sterk verkleind) voor de Elektuurmodem.

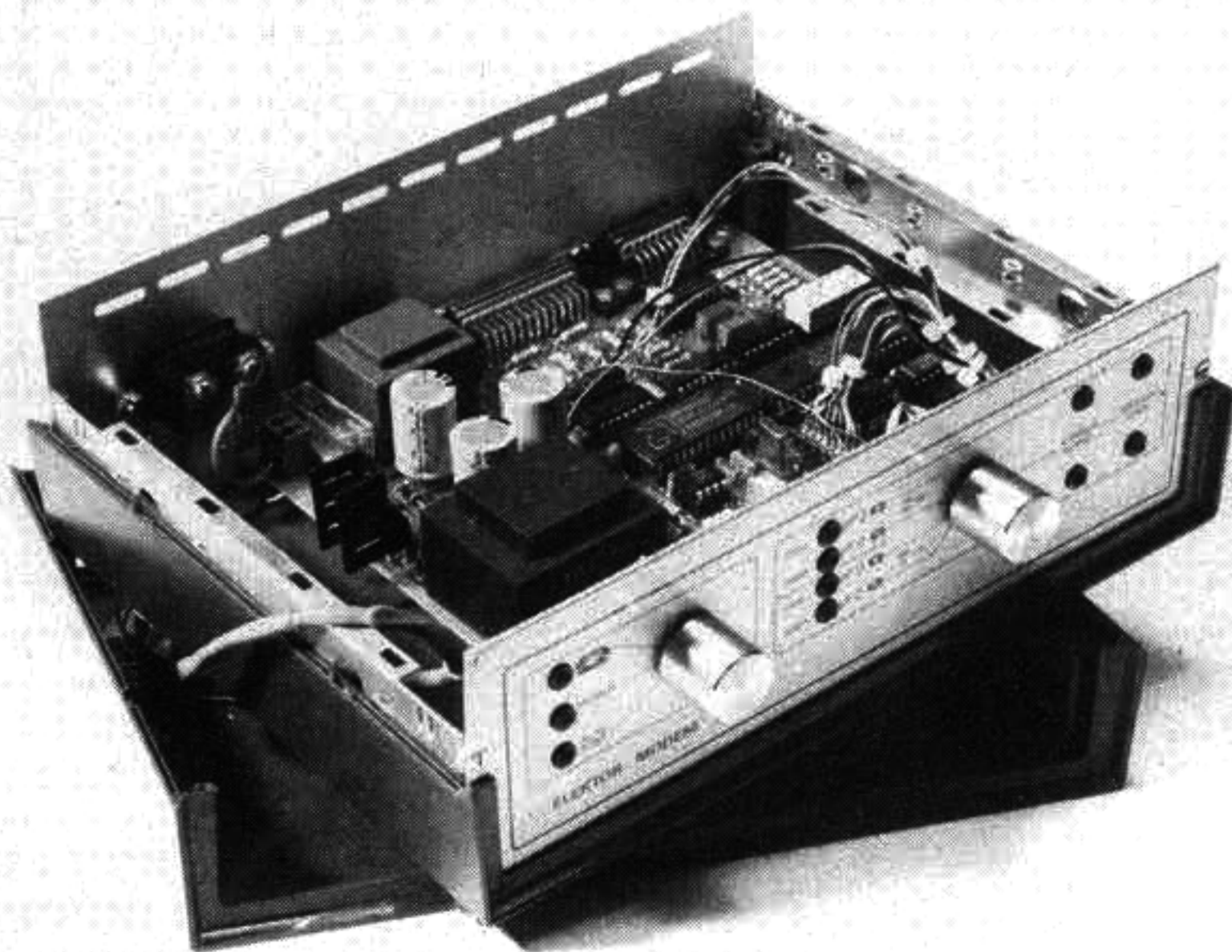
binnenhaalt. Bij sommige computers is het zelfs zo, dat deze zelf met 1200 en 75 baud kunnen werken. Het re-speeder-gedeelte is in dat geval overbodig. Men zou dan IC16, IC17, IC18 en IC19 kunnen weglaten en een draadbrug leggen tussen pen 2 en 3 en tussen pen 9 en pen 10 van IC-voet 16. De laatste groep wordt gevormd door de computers die geen seriële aansluiting bezitten. Hier zal men gebruik moeten maken van een parallelle poort en een kleine machinetaalroutine.

Aan dat laatste besteden we wat meer aandacht in een algemene vorm. Ieder kan dat dan verder voor zijn eigen computer uitwerken. Mocht men daarin niet zo bedreven zijn, dan is er vast wel iemand

Figuur 5. De opbouw van een asynchroon serieel karakter: één startbit, acht databits, één stopbit en geen pariteitsbit.



Ook deze foto toont een prototype. Het bouw-pakket-model ziet er iets anders uit.



- Maak gebruik van een parallelle I/O-poort op de μP (pen 3 van de TTL-poort verbinden met massa, pen 8).
- In eerste instantie worden de controle-signalen niet gebruikt. De modem schakelt in de uitgangspositie zelf op "zenden".
- Eén bit van de poort wordt gebruikt als seriële ingang, één bit van de poort wordt gebruikt als seriële uitgang.
- Aan de modem-zijde wordt de TTL-kompatibele poort gebruikt.
- De serie/parallel- en parallel-serie-omzetting worden verwezenlijkt door middel van enkele software-loops (met de nodige schuif-operaties).
- Eventueel kan men een kleine modificatie in het systeem aanbrengen, zodat bij het verschijnen van een startbit naar een interrupt-routine wordt gesprongen. Dit in verband met de "werkverdeling" van de μP . Vooral bij scroll heeft dit voordelen.
- Zorg er voor dat de ingelezen bytes naar de juiste plaatsen in het geheugen worden weggeschreven.
- Vaak eindigt de output-driver op een RAM-geheugenplaats met een RETURN. In de plaats van deze return komt dan het adres van de modem-output-driver.
- Het stopbit mag niet worden gebruikt voor testdoeleinden, daar dit teveel processor-tijd kan kosten.
- Het een en ander werkt *niet* full-duplex, maar zolang men daar aan bei-

de zijden van de lijn rekening mee houdt, is er natuurlijk niets aan de hand.

Dit is de pure basisvorm. Dingen zoals het herkennen van bepaalde terminal-kommando's zijn hierbij nog niet ter sprake gekomen. Bij de omzetting van 1200 naar 75 baud via de UART kan gebruik worden gemaakt van de busy-lijn op de TTL-bus. Men kan ook gebruik maken van een ACIA voor de parallel-naar-serie-omzetting, zoals dat is gedaan met de 6551 bij de 6502-CPU-kaart (Elektuur november 1983).

Samengevat kunnen we stellen, dat zo'n

terminal- of modem-programma zo beknopt of uitgebreid kan zijn als men zelf maar wil. Als beide zijden maar hetzelfde protocol aanhouden. Hier ligt beslist een taak voor de diverse gebruikersgroepen om tot een standaard-programma-opzet te komen voor "hun" computersysteem, of om een programma met complete terminal-faciliteiten te maken, zodat de data-uitwisselbaarheid nog groter wordt. ■

telektor
elektuur september 1984

Wij danken de firma's Datad en AMD voor hun technisch advies bij deze schakeling.

Het bouwpakket

Het complete modem-bouwpakket is verkrijgbaar bij de elektronica-handel, maar u kunt het ook rechtstreeks bestellen bij Elektuur (zie hiervoor de service-pagina's voor in dit blad). De prijs van het bouwpakket bedraagt f 749,- inclusief keuring. In het bouwpakket zitten: kast, print, frontplaat, componenten, trafo's, schakelaars, konnektors, netsnoer en een speciale telefoonsteker. Het enige dat u nog hoeft toe te voegen zijn enkele uurtjes vrije tijd, een kleine soldeerbout en goed soldeertin. In het bouwpakket vindt u tevens een tegoedbon die recht geeft op een keuring. De (goed funktionerende) modem wordt daartoe samen met de tegoedbon in de originele verpakking gestuurd naar het op de bon vermelde adres. De verzendkosten van het pakket dient u zelf te betalen; de kosten van het terugsturen zijn inbegrepen in de pakketprijs. We willen hierbij ten overvloede nog eens opmerken dat het geen enkele zin heeft een modem op te sturen die niet goed funktioneert. De testprocedure moet met goed resultaat worden doorlopen! Als men nauwkeurig werkt en de aanwijzingen in het artikel volgt, kan er weinig misgaan. Tenslotte staat onze Technische Vragen Service altijd klaar om bouwers met moeilijkheden te helpen.

ptt telecommunicatie

Hoofddirectie Telecommunicatie
Centrale Afdeling Telegrafie
en Datacommunicatie

Uitgeversmij. Elektuur b.v.
t.a.v. dhr. K. Walraven
Postbus 75
6190 AB BEEK (L)

Uw kenmerk
RED/KSM

Bijlage(n)

Onderwerp toelating Elektuur "Volksmodem"
(CCITT aanbeveling V.21 en V.23)

Datum 1 juni 1984

Geachte heer Walraven,

In antwoord op uw bovengenoemde brief betreffende aanvraag tot toelating van een Elektuur "Volksmodem" deel ik u mede, dat t.a.v. deze door u te leveren apparatuur geen bezwaar bestaat tegen aansluiting op PTT leidingen.

De in de volgende opsomming genoemde zaken zijn voor u van toepassing.

1. De apparatuur mag worden aangesloten op:
2- draads, huurlijnen volgens CCITT aanbeveling M.1040.
het openbare geschakelde telefoonnet.
2. Bij aansluiting op het openbare geschakelde telefoonnet dient de omschakeling tussen "telefoon" en "data" altijd door middel van de omschakelinrichting in of bij uw apparatuur te geschieden.
3. Bij aansluiting op het openbare geschakelde telefoonnet moet de modem tezamen met de daarop aangesloten dataverwerkende apparatuur de verbinding verbreken als gedurende 1 minuut geen bruikbaar signaal wordt ontvangen. Er bestaat van PTT-zijde geen bezwaar tegen verbreken binnen 1 minuut. De telefoonaansluiting moet dan in de "telefoon op de haak" positie terugkeren.
4. Alle in omloop te brengen apparaten dienen een zendniveau te hebben dat niet hoger is dan -9 dBm hetgeen overeenkomt met een spanning van 275 mV (eff.) gemeten over een afsluitweerstand van 600 ohm, die de telefoonlijn bij de instelling vervangt.
5. Voor het voldoen aan de kwaliteitseisen, die bij het verlenen van deze toelating als uitgangspunt hebben gediend, blijft u verantwoordelijk.
6. Deze toelating heeft het karakter van een verklaring van "geen bezwaar tegen aansluiten" en geeft gebruikers geen garantie omtrent de goede samenwerking van de apparatuur met PTT leidingen.
7. De toelating wordt u verleend op grond van de overgelegde documentatie en de resultaten van onze metingen.
8. De kosten van het onderzoek bedragen f 1000,00. U wordt verzocht dit bedrag over te maken.
9. Alle in omloop te brengen apparaten dienen te worden voorzien van het nummer van deze brief dat als toelatingsnummer van PTT geldt.

Hoogachtend,
Het hoofd van de Centrale Afdeling
Telegrafie en Datacommunicatie,

data per telefoon

De telefoonlijn

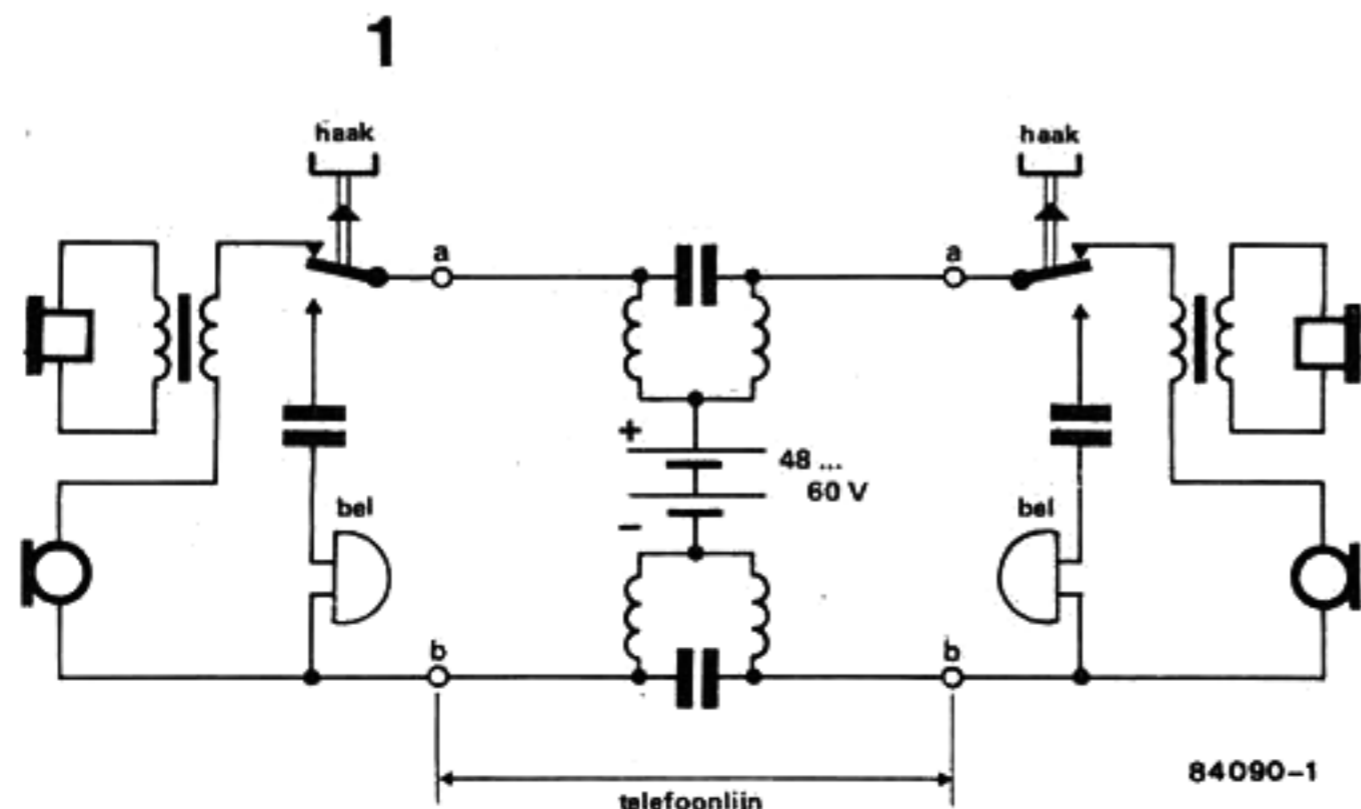
Eerst even vertellen dat er verschillende "kwaliteiten" telefoonlijnen bestaan. De normale telefoonlijn, zoals ieder die in huis heeft liggen, is een zogenaamde geschakelde lijn. Er zitten namelijk een heleboel schakelpunten (voornamelijk in de vorm van centrales) tussen. Het frequentiebereik van zo'n geschakelde lijn loopt van 300 tot 3400 Hz. Voor spraak is dat ruim voldoende. Voor datatransport betekent dit echter dat de datasnelheid beperkt (<2400 baud) moet blijven. Daarnaast zijn er nog huurlijnen. De kwaliteit van deze lijnen is doorgaans beter en de maximale datasnelheid ligt meestal hoger.

Het openbare telefoonnetwerk, dat oorspronkelijk voor spraakkommunikatie was bedoeld, wordt de laatste jaren in toenemende mate gebruikt voor het transport van (digitale) data. Door de reusachtige groei van het aantal home-computers komen er steeds meer computer-gebruikers die programma's en gegevens via de telefoonlijn (willen) uitwisselen. Dit artikel geeft een inzicht in het datatransport per telefoonlijn, zodat men een indruk krijgt van wat er gebeurt nadat de data de computer of terminal verlaten heeft (en voordat hij weer binnenkomt). Verder een beschrijving van een speciaal modem-IC, de AM7910, dat onder andere wordt toegepast in de direkt gekoppelde modem die eveneens in deze Elektuur wordt beschreven.

digitale signalen
over
spreekkanalen

Zoals iedereen wel weet is het telefoonnetwerk oorspronkelijk bedoeld voor het voeren van gesprekken tussen de abonnees. Met enkele beperkingen kan het echter ook gebruikt worden voor datakommunikatie. Voor het groeiende aantal computerbezitters is dat een aantrekkelijk aspect, want hiermee krijgt men de mogelijkheid om via de telefoon direkt van computer tot computer te communiceren, zodat boodschappen, programma's en gegevens in digitale vorm kunnen worden overgebracht. We zullen hier niet vertellen hoe het telefoonnet in elkaar zit, dat is in dit verband niet zo interessant. Wel gaan we kijken hoe de data over een telefoonlijn kan worden getransporteerd, welke snelheden mogelijk zijn, wat een modem doet en nog meer van die zaken. Maar we beginnen heel gewoon, met de telefoon.

Figuur 1. De basis-opzet van een telefoonverbinding. De eigenlijke verbinding verloopt via twee draden, a en b, vandaar de naam tweedraadsverbinding. De heen- en weergaande signalen lopen dus over dezelfde lijn.



Bij een normale huurlijn is de snelheid maximaal 2400 baud, bij een lokale huurlijn 4800 baud en bij een kwaliteitshuurlijn zelfs 9600 baud. De huurlijnen worden gewoonlijk niet door "amateurs" gebruikt. Aan beide zijden van een verbinding bevindt zich (meestal in onze huiskamer) een telefoontoestel. Hoe het geheel in grote lijnen functioneert, laat figuur 1 zien. Hierbij hebben we voor het gemak het kiesgedeelte weggelaten. De werkelijke verbinding bestaat uit een tweedraadslijn (a en b). Verder is nog een massalijn aanwezig (niet getekend). Het door de koolmikrofoon geleverde wisselspanningssignaal wordt gesuperponeerd op een door de centrale geleverde gelijkspanning. Aan de andere kant wordt het signaal ontdaan van de gelijkspanning (door een trafo) en door een telefoonkapsel weer omgezet in geluidstrillingen. Met de haak in het toestel wordt omgeschakeld tussen de telefoonhoorn en de bel. Wat verder in de centrale en de verbindingen gebeurt is hier niet van belang. We weten nu in elk geval dat het signaal op een gelijkspanning wordt gesuperponeerd en dat zowel het heen- als het weergaande signaal over dezelfde draden gaat. Voor datatransport moeten dus speciale maatregelen worden getroffen als beide kanten tegelijk willen zenden en ontvangen.

Een modem aan elke kant

Voor de koppeling tussen computer (of terminal) en de telefoonaansluiting is een

zogenaamde modem (modulator/demodulator) nodig. Hierin kunnen we twee typen onderscheiden: akoestisch gekoppelde modems en direkt gekoppelde modems. Bij de eerste moet de data via een mikrofoontje en een luidsprekertje naar de hoorn worden overgebracht, terwijl de tweede direkt aan de telefoon-aansluiting wordt gekoppeld. De laatste manier is veel ongevoeliger voor storingen, en geeft dus minder fouten in de data-overdracht, maar het betekent wel dat alle signalen die de lijn op worden gestuurd moeten voldoen aan eisen die de PTT hieraan stelt, anders kan zo'n modem zelf weer storingen op het net veroorzaken. Beide typen modems moeten overigens een typegoedkeuring van de PTT hebben. De eigenlijke taak van een modem is het omzetten van seriële digitale informatie in een analoog signaal dat via een telefoonlijn kan worden getransporteerd, en omgekeerd. Een standaardisatie is hierbij noodzakelijk om verschillende modems op hetzelfde net te kunnen aansluiten. De CCITT heeft hiervoor diverse aanbevelingen vastgelegd voor de verschillende transportsnelheden en soorten lijnen. Voor het openbare telefoonnetwerk gebruikt men aanbeveling V24 voor de verbinding tussen computer (terminal) en modem. Voor de modem zelf gelden voor ons doel voornamelijk aanbeveling V21 en V23 (in Nederland). In die aanbevelingen is onder meer vastgelegd of de modem gebruik maakt van synchrone of asynchrone transmissie, wat de datasnelheid is, hoe het zit met automatische antwoord- en oproep-procedures, welke testvoorzieningen er zijn en of er een besturingskanaal (backward channel) aanwezig is. Kortom: alle punten die noodzakelijk zijn om twee modems met elkaar te kunnen laten communiceren op hetzelfde nivo.

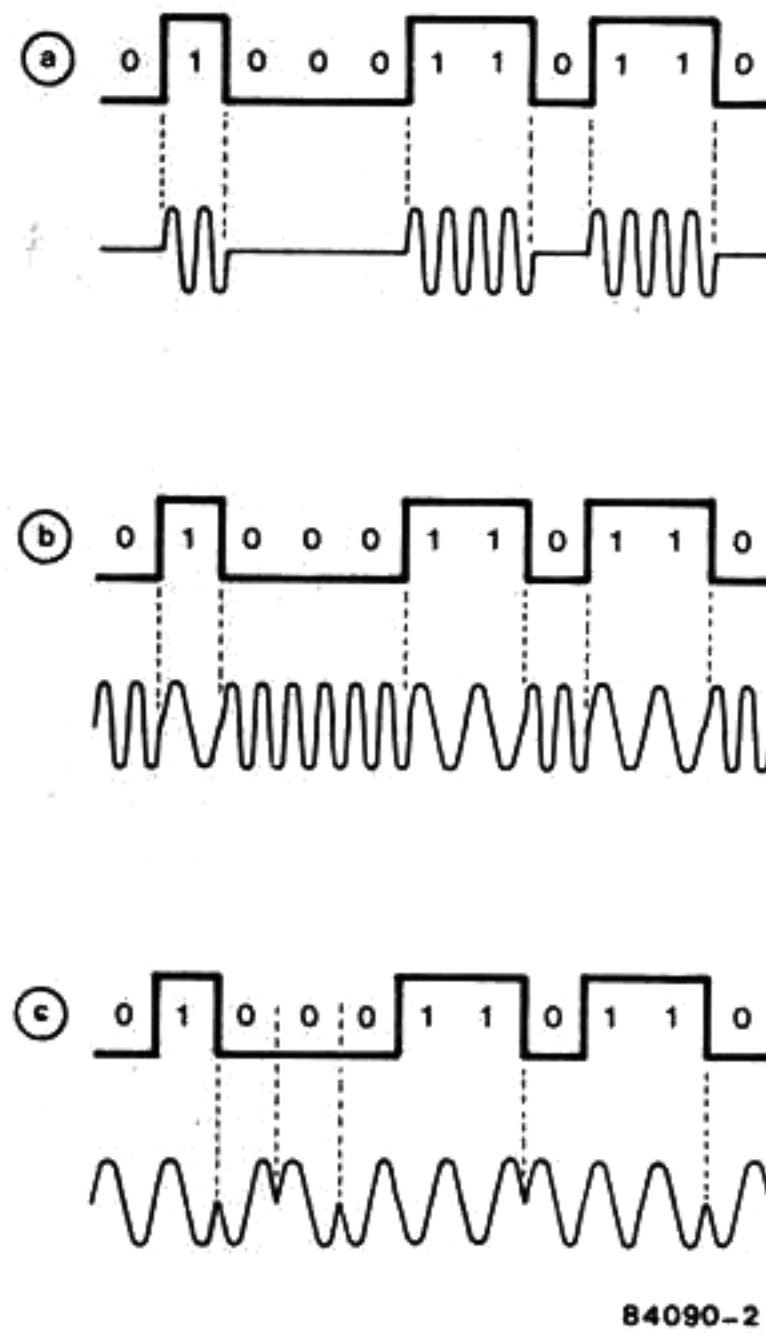
Bij de V21-aanbeveling van de CCITT wordt uitgegaan van een datasnelheid van 300 baud en is full-duplex-bedrijf over een tweedraadsverbinding mogelijk (heen- en terugverkeer tegelijkertijd). V21 wordt toegepast voor alle "normale" dataverkeer. Bij de V23-aanbeveling wordt uitgegaan van dual speed full-duplex-verkeer met snelheden van 1200 en 75 baud. Hierbij wordt het 75 baud-kanaal gebruikt voor besturingsdoeleinden. Viditel maakt gebruik van V23, maar men kan deze "snelle" V23 natuurlijk ook voor eigen verbindingen toepassen.

Bits door de telefoon

De data moet natuurlijk eerst worden gecodeerd voordat deze over de analoge telefoonlijn kan worden verstuurd. De modem maakt hiervoor gebruik van een modulatiemethode. Hierbij zijn er verschillende mogelijkheden:

AM, waarbij de amplitude van de draaggolf varieert met het logische nivo (figuur 2a). De eenvoudigste vorm is on/off-keying, waarbij bijvoorbeeld een draaggolf wordt uitgezonden bij een "1" en geen draaggolf bij een "0".

2



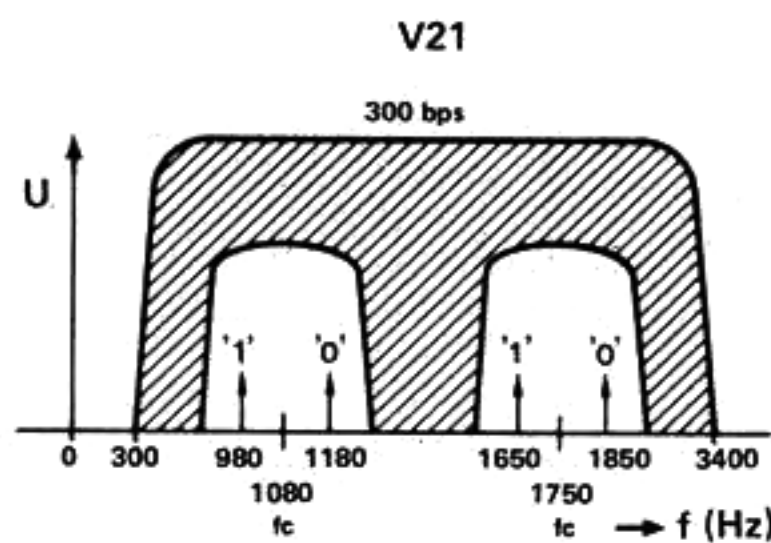
data per telefoon
elektuur september 1984

Figuur 2. De verschillende modulatiemethoden voor het versturen van data via een analoge lijn: AM (a), FSK (b) en DPSK (c).

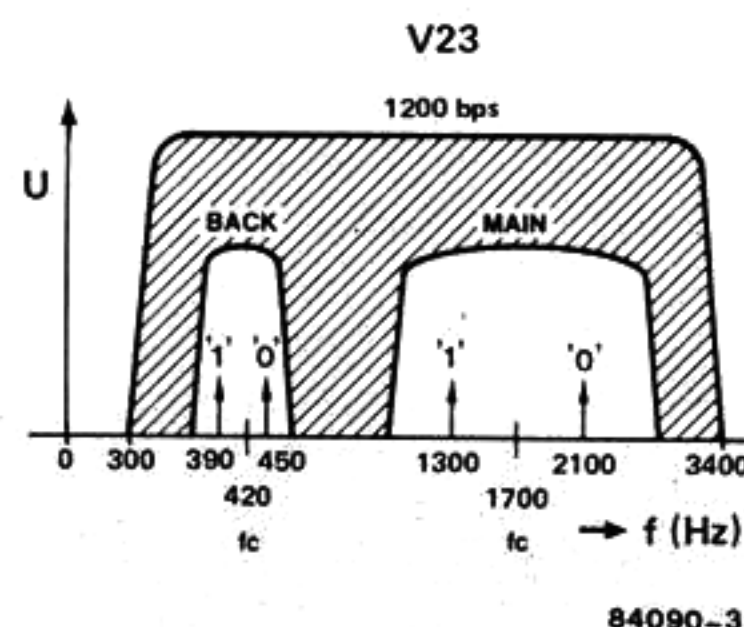
FM, waarvan de eenvoudigste vorm het meest wordt toegepast: FSK (frequency shift keying). Elk logisch nivo wordt hier vertegenwoordigd door een draaggolf met een andere frekwentie (figuur 2b). Bij data-transport over een geschakelde lijn wordt haast altijd FSK toegepast.

Verder nog twee geavanceerde technieken die de moeite van het vermelden waard zijn: DPSK (differential phase shift keying) en QAM (quadrature amplitude modulation). Bij de eerste wordt met faseverschuivingen gewerkt (zie figuur 2c) en bij de tweede met amplitudeveranderingen plus faseverschuivingen. Beide tech-

3a

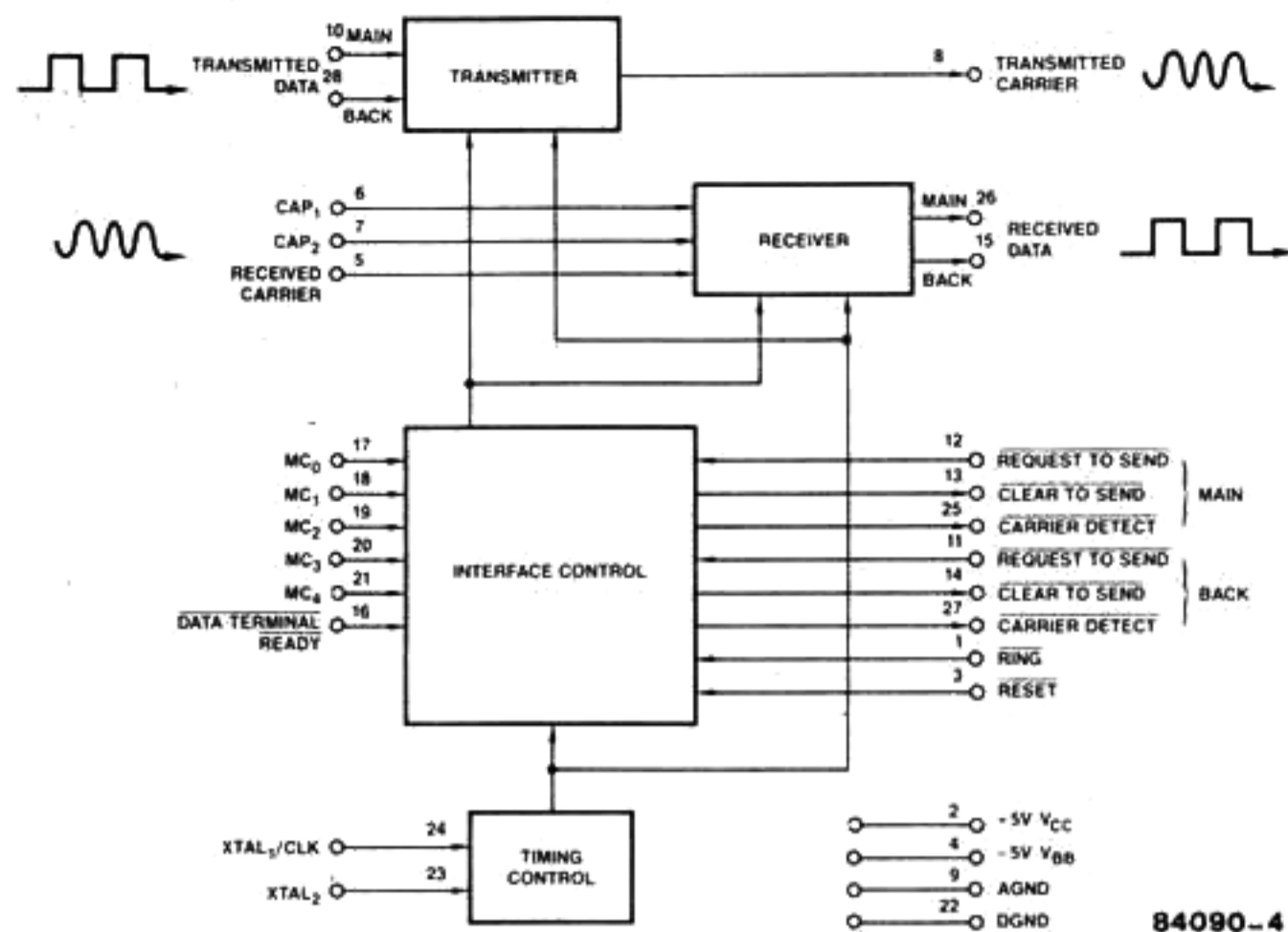


3b



Figuur 3. De plaats van de gebruikte draaggolven in het frekwentiespektrum van een telefoonlijn voor respectievelijk V21 (a) en V23 (b).

4



Figuur 4. Het blokschema van de AM7910, een IC dat een complete modem bevat. De hele signaalverwerking en filtering verloopt digitaal.

nieken maken het mogelijk om nog meer bits over hetzelfde kanaal te transporteren. Aangezien al deze methoden gebruik maken van een of meerdere draaggolven, moeten ook de gebruikte frekwenties vastgelegd worden nauwkeurig worden vastgelegd. In figuur 3 zijn deze frekwenties in het spektrum van de telefoonband getekend voor V21 en V23 (die gebruikt worden bij de direkt gekoppelde Elektuur-modem). Voor het 300 baud-full-duplex-bedrijf worden twee banden rond 1080 en 1750 Hz genomen, waarbij het verschil tussen "0" en "1" steeds 200 Hz bedraagt. Het ene kanaal is voor het transport in de ene richting en het andere kanaal voor het transport in de andere richting. Bij V23 ligt het hoofdkanaal rond 1700 Hz en het zogenaamde back channel rond 420 Hz. Tot zover het verloop via de telefoonlijnen. Laten we nu eens gaan kijken naar een moderne modem die compleet op één chip is ondergebracht en dan ook het hart vormt van de nieuwe Elektuur-modem.

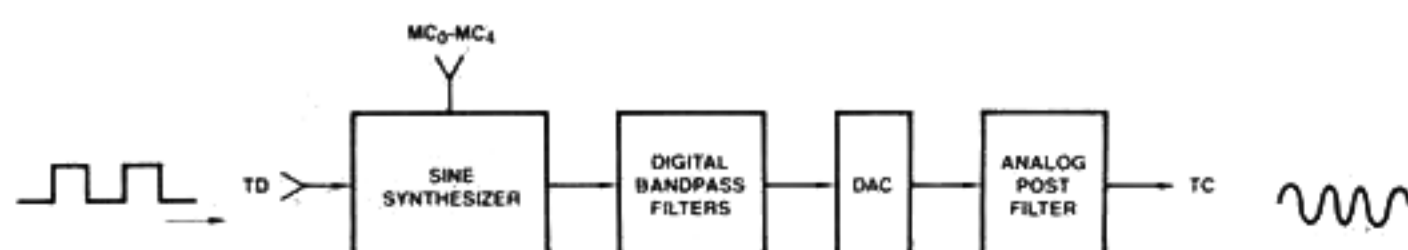
De AM7910, een single chip modem

Bij dit IC is werkelijk alles gedigitaliseerd wat maar te digitaliseren viel. Zelfs de filtering en de golfvormopwekking (een sinus!) gebeuren digitaal. In figuur 4 staat een algemeen blokschema van het hele IC. Een zender-blok, een ontvangerblok en twee blokken "interface control" en "timing control". De zender is nog eens verder ontleed in

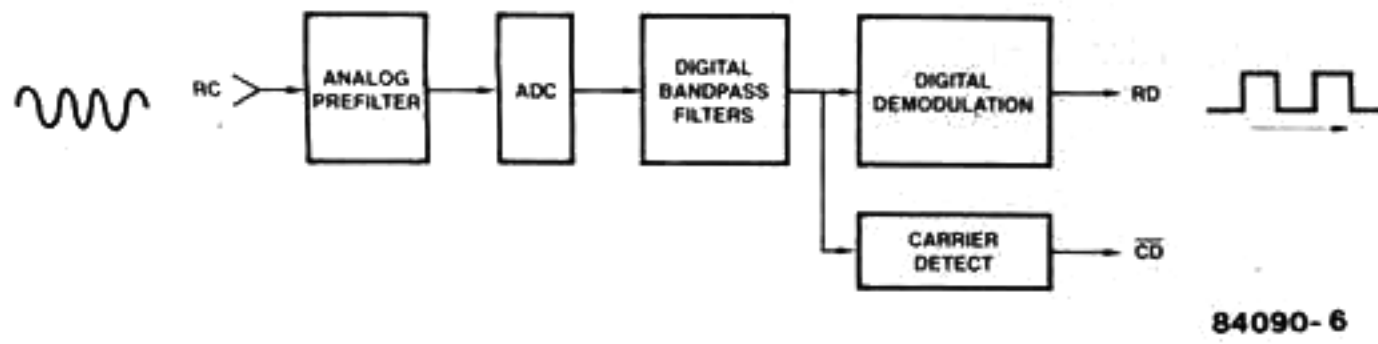
figuur 5. De seriële data die verstuurd moeten worden, gaan hier naar binnen en komen er aan de andere kant weer uit als een FSK-sigitaal dat over de telefoonlijn kan worden verstuurd. De zender levert dus twee frekwenties. De FSK-signalen moeten zuiver sinusvormig zijn, willen we de telefoonlijn niet verontreinigen. De opwekking van de sinussen gebeurt geheel digitaal, terwijl het omschakelen van de ene naar de andere frekwentie bovendien alleen tijdens een nuldoorgang van het signaal geschiedt. Het digitale FSK-sigitaal gaat vervolgens door een digitaal bandfilter, wordt dan door een D/A-omzetter vertaald tot een analog signaal en dit laatste wordt nog eens door een analog filter gestuurd voordat het de lijn op gaat. Al dat gefilter is nodig om de hoeveelheid energie die de telefoonlijn wordt opgestuurd zoveel mogelijk te beperken. De hoeveelheid energie die in bepaalde banden op een telefoonlijn mag worden gestuurd is aan (streng) regels gebonden om overspraak en storingen zoveel mogelijk te vermijden. Het ontvangergedeelte is in figuur 6 afgebeeld. Dit zet de FSK-signalen weer om tot digitale signalen. Het signaal van de telefoonlijn gaat eerst door een gewoon analog filter. Daarna volgt een A/D-omzetter die werkt op een bijzonder hoge snelheid van 496 kHz (bijzonder hoog ten opzichte van de FSK-frekwenties). Zo worden invloeden van hogere harmonischen in het FSK-sigitaal vermeden. Hierna volgt een digitaal bandfilter en tenslotte wordt het gefilterde signaal ook digitaal gedemoduleerd, waarna de data overblijft. Een "car-

Figuur 5. De zender iets verder in detail.

5



84090-5



Figuur 6. De ontvanger in iets kleinere blokken onderverdeeld.

rier detect"-blok geeft aan wanneer er data aan de uitgang aanwezig zijn.

De interface control regelt het hele signaalverkeer tussen computer (of terminal) en modem. Tevens zitten hier enkele ingangen (MC0 . . . MC4) waarmee de modem op verschillende standards kan worden ingesteld (in Nederland voornamelijk van belang: V21 en V23). De verschillende signalen komen nog terug in het artikel over de Elektuur-modem.

De timing tenslotte levert met behulp van een kristal de exakte frekwenties voor het FSK-verkeer.

In het blokschema zien we ook duidelijk de gescheiden lijnen voor main en back channel. Dit is echter alleen van belang voor V23 (1200/75 baud). Bij V21 worden alleen de main-lijnen gebruikt.

Tenslotte moet de auto-answer-mogelijkheid van het IC nog genoemd worden. Het IC is hiermee in staat zelf een telefoonoproep te beantwoorden.

Bij een modem is het communicatie-protocol tussen terminal (of computer) en modem erg belangrijk en ook vrij ingewikkeld. Het tijdvolgordediagram van figuur 7 geeft een indruk van het signaalverloop en de volgorde van de verschillende signalen bij V21-instelling. In het bouwartikel zullen we hierop nog terugkomen met enkele praktische voorbeelden. U zult zich hierna misschien afvragen waarom zo'n modem zo complex moet zijn opgebouwd. Het antwoord hierop is eenvoudig: op deze wijze wordt al het mogelijke gedaan om het datatransport zo foutloos mogelijk te laten verlopen, ook als er storingen op de telefoonlijn aanwezig zijn, en zonder zelf weer storingen toe te voegen. En dat is beslist geen gemakkelijke klus!

Figuur 7. Dit tijdvolgordediagram toont het vrij complexe signaalverloop dat nodig is om het hele transportgebeuren goed te laten verlopen. De gegeven signalen gelden voor de V21-mode.

