

# cassette-interface

Interface is een gebruikelijke term voor een schakeling waarmee een computer aan een randapparaat gekoppeld kan worden. Cassette-interface is een schakeling om een microcomputer met een cassette-recorder te verbinden. De goedkope audio-cassette kan dan gebruikt worden om informatie in een voor de microcomputer bruikbare vorm te bewaren. Dit geldt natuurlijk ook voor spoelen-recorders, maar in de praktijk is het zo dat een normale C-60-cassette al meer dan voldoende ruimte biedt om de langst mogelijke programma's te herbergen, zodat het gebruik van de veel grotere spoelen veelal onhandig is. Bovendien stelt de cassette-interface bijzonder geringe eisen aan de (geluids-) kwaliteit van de gebruikte recorder, zodat vrijwel elke 'low-cost' cassette-recorder in aanmerking komt.

In het laatste deel van de SC/MP-serie (Elektuur 170) werd al vermeld dat een interface in feite uit een hardware- en een software-gedeelte bestaat. De software zorgt ervoor dat de geheugen-informatie serieel in- en uitgegeven kan worden, terwijl het hardware-gedeelte de seriële informatie omzet in audio-signalen en omgekeerd.

De SC/MP heeft in tegenstelling tot diverse andere microprocessors een serie in- en uitgang, zodat alleen software noodzakelijk is om geheugeninformatie serieel te transporteren. Bij sommige andere microprocessor-systemen is naast dergelijke software nog een parallel-serie-omzetter nodig om in 'serial-I/O' te voorzien.

## Interface-principe

In principe bestaat de interface-hardware uit een FSK-modulator (FSK = Frequency Shift Keying) en een FSK-demodulator (zie figuur 1). De FSK-modulator geeft aan de uitgang een sinusvormig signaal met een frequentie van 2400 Hz als op de ingang een logisch '1'-nivo aanwezig is. Wordt op de modulator-ingang een '0'-nivo aangeboden dan verandert de frequentie van het uitgangssignaal naar 1200 Hz. Deze uitgangssignalen van de modulator worden met een recorder op de cassette-band vastgelegd.

Bij het afspelen van de cassette wordt

Een hoge mate van betrouwbaarheid, een hoge transmissiesnelheid en een lage kostprijs waren de ontwerpeisen voor de hier beschreven cassette-interface. De interface maakt het mogelijk om elke geluids-recorder te gebruiken als 'massa-geheugen' voor microcomputer-systemen.

het recordersignaal toegevoerd aan een FSK-demodulator. De demodulator geeft als gevolg van een ingangssignaal met een frequentie van 2400 Hz een '1' op z'n uitgang en maakt van een 1200 Hz signaal een '0'. Dit digitale signaal wordt op de serie-ingang (SIN) van de SC/MP gezet en de software zorgt ervoor dat de seriële data weer parallel in het geheugen geschreven wordt.

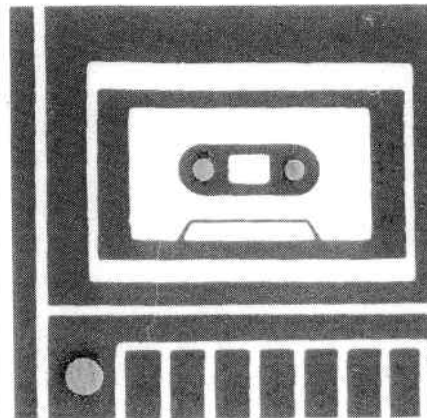
De keuze van de beide frequenties is niet geheel willekeurig. Er zijn hiervoor diverse 'standaards' aan te geven. Voor de cassette-interface werd hier de zogenaamde Kansas City Standard (KCS) aangehouden. Deze norm schrijft de frequenties 2400 en 1200 Hz voor en een transmissie snelheid van 300 baud. Het voordeel van de frequentiekeuze is dat de interface met elke recorder (ook dikteermachines e.d.) gebruikt kan worden. Bovendien kan in principe ook data-transmissie via het telefoonnet plaatsvinden (frequentiebereik 300-3000 Hz).

De transmissie-snelheid wordt niet door de interface-hardware bepaald maar is software-matig vastgelegd. Met het SC/MP-systeem (zie Elektuur 170) zijn verschillende transmissie-snelheden mogelijk. De interface is zonder wijzigingen bruikbaar tot een snelheid van 1200 baud. Hogere snelheden zijn met de gekozen frequenties niet mogelijk. Of deze nog interessant zouden zijn is overigens de vraag. Bij een snelheid van 1200 baud duurt het uitvoeren van een programma ter grootte van 64 k bytes (het hele geheugen-bereik van de SC/MP) nog slechts ca. 10 minuten.

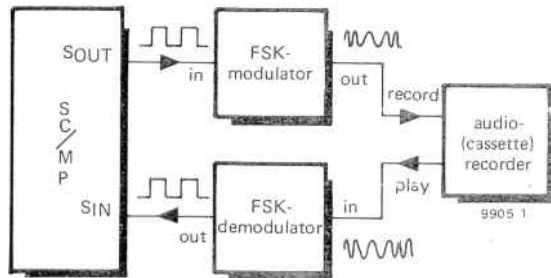
## FSK-modulator

De FSK-modulator is opgebouwd rond de (bekende) geïntegreerde functie-generator, de XR-2206 (zie figuur 2). Het IC wordt gevoed uit de twee bij het SC/MP-systeem voorhanden zijnde voedingsspanningen, te weten +5 V en -12 V. Om het IC van uit een TTL-nivo te kunnen sturen werd de transistor T1 toegevoegd.

In figuur 5 worden het ingangssignaal (figuur 5a) en het uitgangssignaal (figuur 5b) van de modulator voorgesteld. De amplitude van het



1



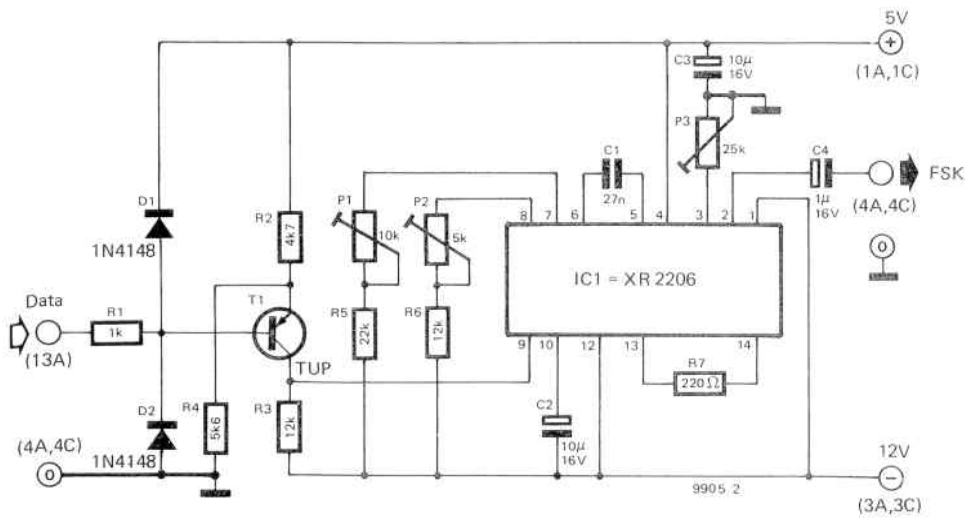
Figuur 1. Schematische voorstelling van het principe van de cassette-interface.

Figuur 2. Schema van de FSK-modulator.

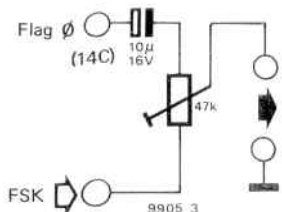
Figuur 3. Met dit eenvoudige hulpschakelingetje kan de modulator afgeregeld worden.

Tabel 1. Programma voor het afregelen van de modulator.

2



3



Tabel 1

START = 0C00			
0C00	C401	LDI 01	
0C02	07	CAS	; Set Flag 0
0C03	08	NOP	
0C04	C4XX	LDI XX	
0C06	8F00	DLY 00	; Delay
0C08	C400	LDI 00	
0C0A	07	CAS	; Reset Flag 0
0C0B	C4YY	LDI YY	
0C0D	8F00	DLY 00	; Delay
0C0F	90EF	JMP	; Jump start
$f_0 \approx 1200$ Hz	XX = 52	YY = 4F	
$f_1 \approx 2400$ Hz	XX = 1E	YY = 1B	

uitgangssignaal is met P3 instelbaar en kan daardoor op de ingangsgevoeligheid van de gebruikte recorder aangepast worden. De frequenties van het uitgangssignaal kunnen met P1 en P2 afgeregeld worden op resp. 1200 Hz en 2400 Hz. Dit kan gebeuren met behulp van een frequentiemeter. Mocht een dergelijk meetinstrument niet voorhanden zijn dan kan ook de hulp van de SC/MP ingeroepen worden, zoals hierna beschreven wordt.

### Afregeling modulator

Omdat in het timing-circuit van de SC/MP gebruik gemaakt wordt van een

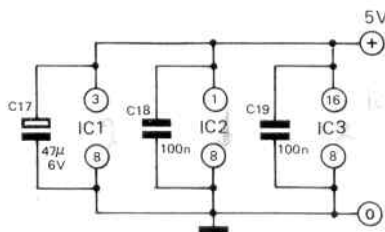
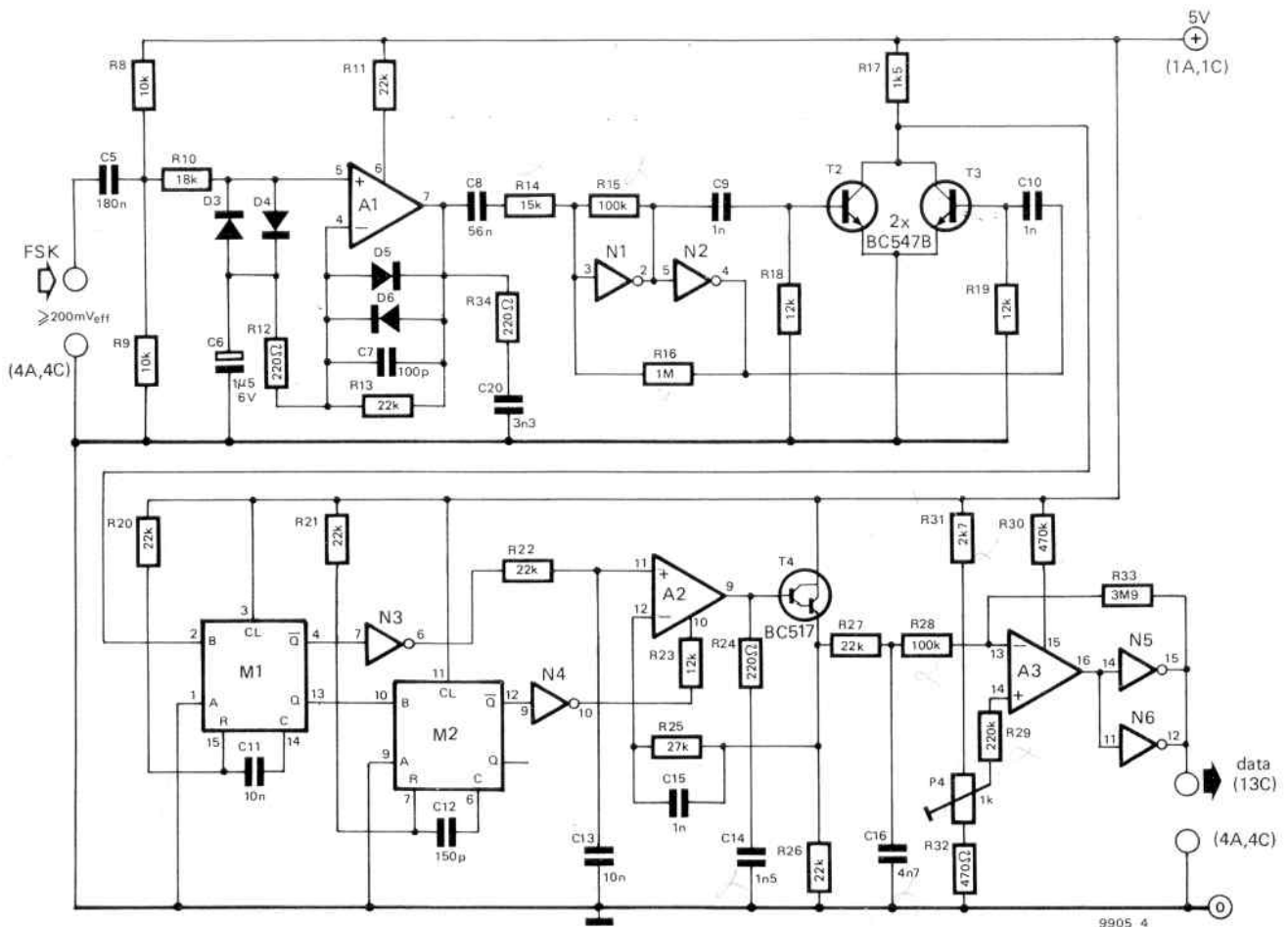
kristal bestaat de mogelijkheid om met een eenvoudig programma signalen te genereren waarvan de frequenties bijzonder konstant zijn. In de tabel 1 is zo'n programma gegeven. Als dit programma in het geheugen geladen is en gestart wordt dan is op 'Flag 0' (punt 14C van de konnektor) een bloksignaal aanwezig met een frequentie van 1200 of 2400 Hz. De frequentie is afhankelijk van het 'getal' dat op de plaatsen van 'XX' en 'YY' ingegeven wordt (zie tabel 1).

Deze frequenties kunnen gebruikt worden om de modulator af te regelen. Flag 0 en de modulator-uitgang worden

daartoe met de meetschakeling volgens figuur 3 verbonden. Op de uitgang van de meetschakeling wordt een (hoogohmige) oortelefoon of een recorder met opnamesterktemeter aangesloten.

Het programma voor de 1200 Hz toon wordt gestart en op ingang van de modulator wordt een logisch '0'-nivo aangeboden. (De potmeter P3 staat ingesteld op maximale amplitude). In de oortelefoon zijn nu verschillende frequenties hoorbaar: De 1200 Hz toon van het programma, de toon die de modulator produceert en een verschiltoon. Nu wordt P1 verdraaid en

4



D3 ... D6 = 1N4148  
 A1 ... A3 = IC2 = CA 3060  
 N1 ... N6 = IC3 = 4049  
 M1, M2 = IC4 = 74123

wel zodat de verschillfrequentie lager wordt. P1 wordt ingesteld op een zo laag mogelijke verschillfrequentie, de modulator is dan nagenoeg gelijk aan de toon van het programma. De zwaai die de wijzer van de VU-meter op de recorder vertoont is dan minimaal. Voor de 2400 Hz geschiedt de afregel-procedure op identieke wijze. Uiteraard dient het toonprogramma dan een 2400 Hz-sig-naal te produceren, terwijl op de modulator-ingang een '1'-nivo aangeboden moet worden.

### FSK-demodulator

Aanmerkelijk ingewikkelder dan de

modulator is de schakeling voor het demoduleren van een FSK-sig-naal. In figuur 4 is het schema van de FSK-demodulator gegeven. Aangezien de werking van de schakeling dusdanig afwijkt van voor dit doel gebruikelijke principes (zoals bijv. PLL) lijkt het niet onverstandig om deze aan de hand van het schema (figuur 4) en de bijbehorende spanningsvormen (figuur 5) iets nader uit de doeken te doen.

Het FSK-sig-naal (figuur 5b) wordt op de ingang van de demodulator aangeboden. De als begrenzer geschakelde versterker-trap rond A1 begrenst het sig-naal symmetrisch (figuur 5c) waarna het aan

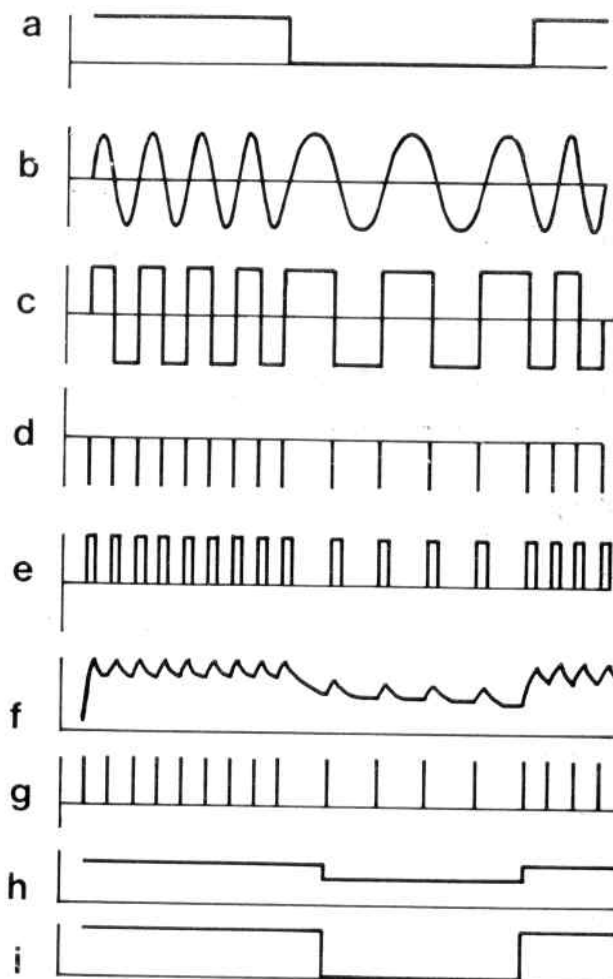
een Schmitt-trigger (N1, N2) wordt toegevoerd. Het uitgangssig-naal van de trigger en de geïnverteerde versie daarvan worden ieder aan een differentiërend netwerk toegevoerd (C9, R18 en C10, R19). Op de kollektors van T2 en T3 is dan een sig-naal aanwezig waarvan de frekwentie twee maal zo hoog is als de frekwentie van het oorspronkelijke ingangssig-naal van de Schmitt-trigger (zie figuur 5d). Dit sig-naal wordt vervolgens gebruikt om een monoflop te sturen. Aan de uitgang van de monoflop zijn pulsen beschikbaar waarvan de breedte konstant is (figuur 5e). Deze pulsen

Figuur 4 Het schema van de FSK-demodulator.

Figuur 5 Voorstelling van de spanningvormen zoals die op diverse punten in de demodulator-schakeling voorkomen.

Tabel 2. Programma voor het afregelen van de demodulator.

5



9905 5

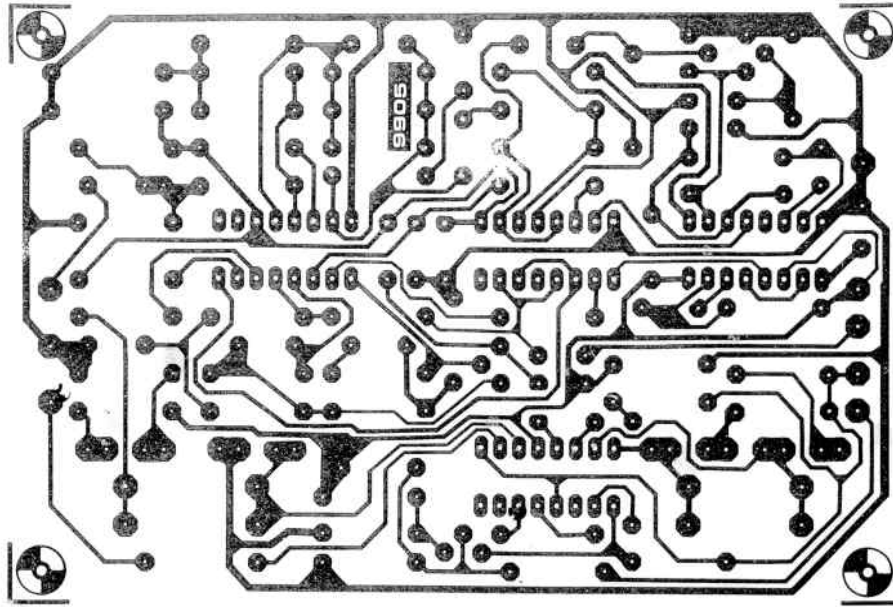
Tabel 2

START = 0C00			
0C00	C404	LDI 04	
0C02	C833	ST 33	; 2400 Hz periode
0C04	C401	LDI 01	; tellen
0C06	07	CAS	; Set Flag 0
0C07	08	NOP	
0C08	C41E	LDI 1E	
0C0A	8F00	DLY 00	; Delay
0C0C	C400	LDI 00	
0C0E	07	CAS	; Reset Flag 0
0C0F	C402	LDI 02	
0C11	8F00	DLY 00	; Delay
0C13	B822	DLD	; Periode tellen
0C15	9804	JZ	
0C17	F000	ADD 00	; Timing-korrektie 0
0C19	90E9	JMP	
0C1B	C402	LDI 02	
0C1D	C819	ST 19	; 1200 Hz periode
0C1F	C401	LDI 01	; tellen
0C21	07	CAS	; Set Flag 0
0C22	08	NOP	
0C23	C452	LDI 52	
0C25	8F00	DLY 00	; Delay
0C27	C400	LDI 00	
0C29	07	CAS	; Reset Flag 0
0C2A	C436	LDI 36	
0C2C	8F00	DLY 00	; Delay
0C2E	B808	DLD	
0C30	98CE	JZ	
0C32	F000	ADD 00	
0C34	90E9	JMP	
0C36	00	00	; 2400 Hz teller — byte
0C37	00	00	; 1200 Hz teller — byte

worden herzijds toegevoerd aan een integrerend netwerk (R22, C13) en anderszins gebruikt om een tweede monoflo te triggeren.

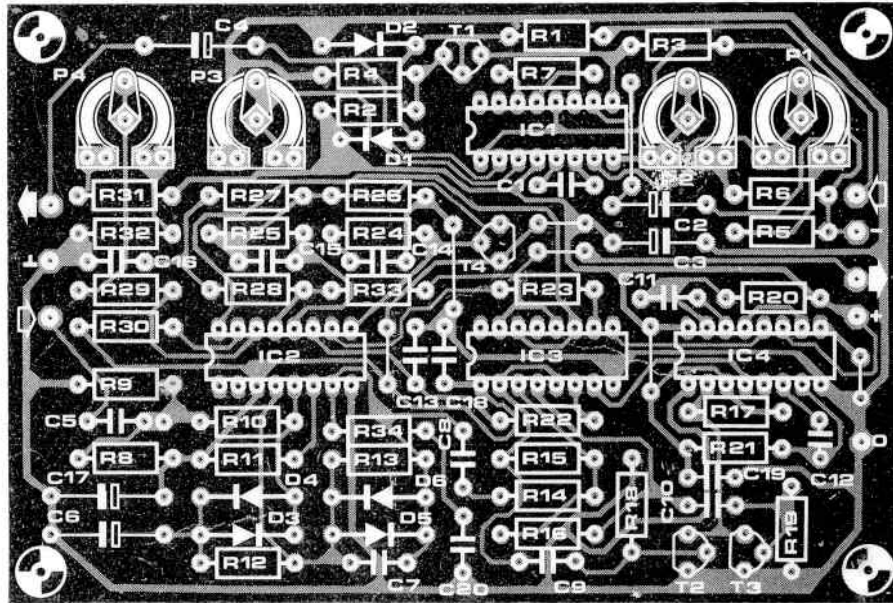
De spanning op de condensator C13 (figuur f) is een indicatie voor de frequentie van het ingangssignaal, omdat deze condensator bij een hoge ingangsfrequentie (2400 Hz) twee maal zoveel lading per tijdseenheid toegevoerd krijgt dan bij lage ingangsfrequentie (1200 Hz). Om dit kleine verschil in de gelijkspanningscomponent van de lading op C13 om te zetten in een digitale informatie wordt gebruik gemaakt van een 'sample and hold'-

6



2,8  
5,6  
9

7



R0  
4k uop  
← + m.u.  
← wter  
p.u.  
0,5 p.u.

Onderdelenlijst bij figuren 6 en 7

Weerstanden:

- R1 = 1 k
- R2 = 4k7
- R6, R23, R3, R18, R19 = 12 k
- R4 = 5k6
- R5, R11, R13, R20, R21, R22, R26, R27 = 22 k
- R7, R12, R24, R34 = 220 Ω
- R8, R9 = 10 k
- R10 = 18 k
- R14 = 15 k
- R15, R28 = 100 k
- R16 = 1 M
- R17 = 1k5
- R25 = 27 k
- R29 = 220 k
- R30 = 470 k

R31 = 2k7

- R32 = 470 Ω
- R33 = 3M9
- P1 = 10 k
- P2 = 5 k
- P3 = 25 k
- P4 = 1 k

Kondensatoren:

- C1 = 27 n
- C2, C3 = 10 μ/16 V
- C4 = 1 μ/16 V
- C5 = 180 n
- C6 = 1,5 μ/6 V
- C7 = 100 p
- C8 = 56 n
- C9, C10, C15 = 1 n

C11, C13 = 10 n

- C12 = 150 p
- C14 = 1n5
- C16 = 4n7
- C17 = 47 μ/6 V
- C18, C19 = 100 n
- C20 = 3n3

Halfgeleiders:

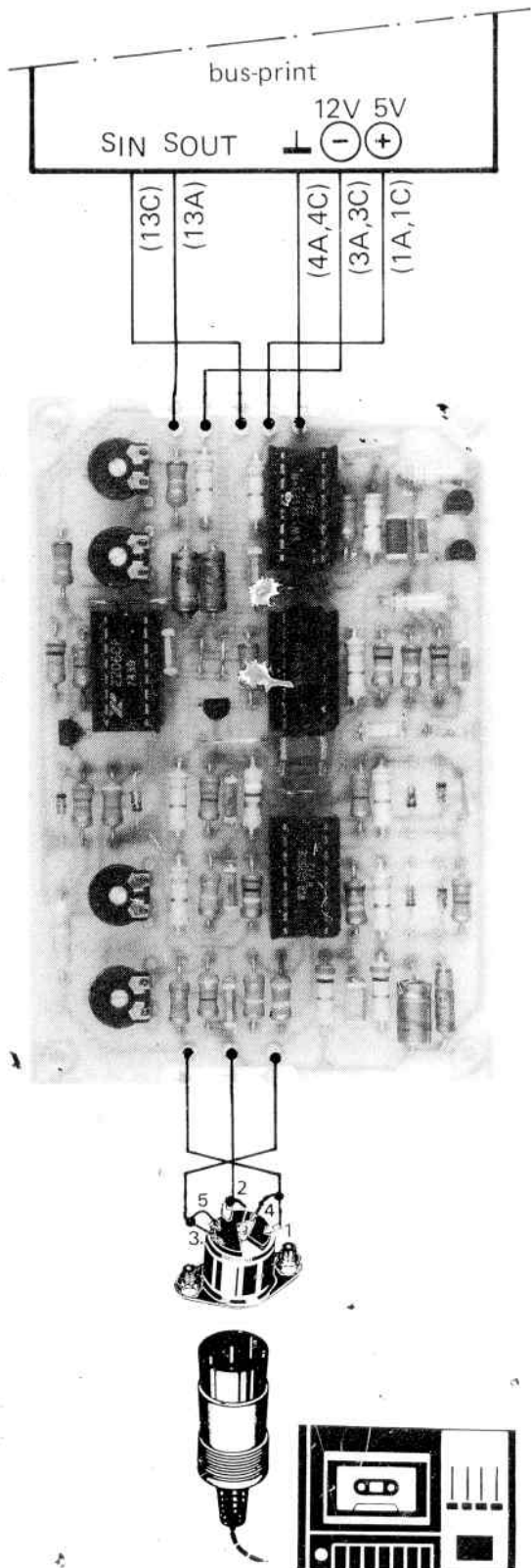
- D1 ... D6 = 1N4148
- T1 = BC 557, TUP
- T2, T3 = BC 547, TUN
- T4 = BC 517
- IC1 = XR-2206
- IC2 = CA 3060
- IC3 = 4049
- IC4 = 74123

Figuur 6. Koperzijde van de interfacprint.

Figuur 7. Komponentenzijde van derint.

Figuur 8. De verbindingen van de inface met het SC/MP-systeem zijn hier aangegeven.

8



9905 8

circuit, opgebouwd rond A2 en T4 met C14 als geheugenelement. Dit circuit neemt tijdens de sample-puls (figuur 5g) afkomstig van de tweede monoflop (M2) de momentele waarde van de spanning op C13 over en houdt deze vast. Als de frequentie van het ingangssignaal van de demodulator konstant is dan zal de spanning aan de uitgang van het sample-hold-circuit (= emitter T4) ook nagenoeg konstant zijn. Verandert de frequentie van het ingangssignaal dan verandert ook de momentele waarde van de spanning op C13 op het moment dat de 'samples' genomen worden en daarmee de spanning aan de uitgang van de sample-hold (figuur 5h). Op deze uitgang is al een digitaal signaal aanwezig. Flanksteilheid en amplitude zijn echter dermate gering dat nog een komparator (A3 met N5 en N6) nodig om de demodulator uitgang op 'TTL-nivo' te brengen. Het enige afregelpunt van de hele demodulator is het instellen van de drempelspanning van deze komparator. Ook hier biedt een eenvoudig programma een goede oplossing.

### Afregeling demodulator

Als de demodulator een 'symmetrisch' ingangssignaal krijgt aangeboden, dat wil zeggen een signaal bestaande uit toontjes van 2400 Hz en uit exakt even lange toontjes van 1200 Hz, dan moet dat resulteren in een symmetrisch uitgangssignaal. In tabel 2 is een programma gegeven waarmee een symmetrisch ingangssignaal voor de demodulator kan worden verkregen. Omdat ook dit signaal op Flag 0 van de SC/MP beschikbaar is moet de demodulator voor de afregeling met dit punt verbonden worden (konnektor punt 14C). Nu wordt de instelpotmeter P4 zodanig afgeregeld dat het uitgangssignaal symmetrisch is. Een symmetrisch uitgangssignaal waarvan de amplitude zich tussen de massa en de voedingspanning beweegt, heeft een gemiddelde waarde die gelijk is aan de helft van de voedingspanning. Op de uitgang van de demodulator wordt dus een gelijkspanningsmeter aangesloten en P4 wordt zo ingesteld dat deze meter de helft van de voedingspanning (= 2,5V) aangeeft. Daarmee is de afregeling voltooid.

### Print

Voor de modulator- en demodulator-schakeling werd een print waarop beide schakelingen ondergebracht kunnen worden. In figuur 7 tonen koper- en komponentenzijde van de print. Als de print opgebouwd en afgeregeld is, kan deze met het SC/MP-systeem verbonden worden, zoals in figuur 8 geïllustreerd.

### Literatuur:

Artikelserie 'Spelen met de SC/MP'  
Elektuur 163, 164, 167, 168, 169, 170.