

Ondanks de vele μ computer-items in Elektuur is het toch al weer zo'n dikke vier jaar geleden dat er een ASCII-keyboard werd gepubliceerd. Gezien de snelle ontwikkelingen op dit gebied leek het ons gepast met een geheel nieuw keyboard te komen dat technisch weer helemaal bij is en nog vele jaren up-to-date zal blijven. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk zowel parallel als serieel (RS 232C standard) ASCII-kode aan een microprocessorsysteem aan te bieden. Voor een kode-konversie kan een EPROM op de print worden ingezet.



- apart hexadecimaal toetsenbord
- extra funktietoetsen
- volledige ASCII-set
- desgewenst andere kode(s) mogelijk
- auto-repeat
- shift-lock
- capital-lock
- RS 232C compatibel

ASCII-keyboard

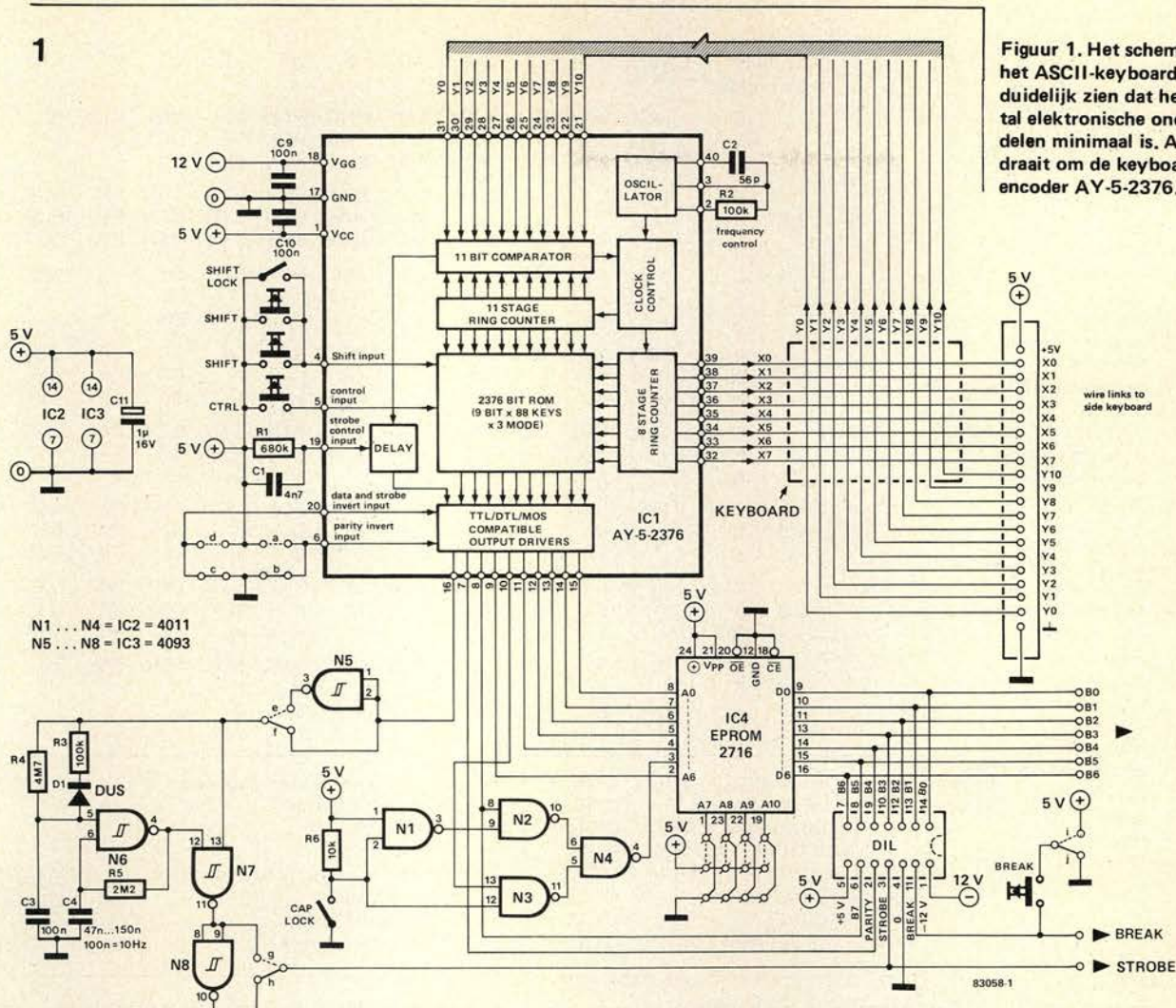
Om te kunnen communiceren met computers wordt gebruik gemaakt van een toetsenbord. Via dit toetsenbord is het mogelijk kommando's door te geven aan de computer. Een toetsenbord is dus onmisbaar bij elk computersysteem. Computers werken m.b.v. binaire codes en het ligt dan ook voor de hand dat de kommando's (en de data) ook binair gekodeerd zijn. Er bestaan diverse codes voor dit doel, maar in het leeuwedeel van de gevallen wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde ASCII (American Standard Code for Information Interchange)-kode. De ASCII-kode is een 8 bits kode (eigenlijk 7 bits, omdat het 8^e bit (MSB) wordt gebruikt als pariteitsbit), waarmee $2^7 = 128$ tekens of karakters gekodeerd kunnen worden. Buiten de cijfers, hoofdletters en kleine letters blijven er ruim voldoende codes over om allerlei kommando's (system control) een eigen kode te geven. In tabel 1 staat de complete kode afgedrukt zoals hij door de keyboard-encoder (als parallelkode) wordt aangeboden. Uit de tabel blijkt dat er een logisch verband bestaat tussen bepaalde

groepen tekens; zo is bit 5 bij de kleine letters logisch 1 en bij de hoofdletters logisch 0. In het overzicht van de funkties van de diverse toetsen komen een aantal afkortingen voor. Tabel 2 geeft de betekenis van deze afkortingen.

Hoe werkt zo'n ASCII-keyboard?

Uit tabel 1 bleek reeds het aantal mogelijke codes dat door een ASCII-keyboard gegenereerd kan worden. Om de prijs en de afmetingen binnen de grenzen van het redelijke te houden zijn aan elke toets meerdere funkties toegekend. Zo kan bij dit toetsenbord het aantal toetsen beperkt blijven tot 90 stuks. Nog steeds een respectabel aantal, maar in ieder geval minder dan wanneer voor elke funktie een toets genomen zou worden.

Aan de hand van figuur 1 kan de werking vrij eenvoudig worden verklaard. Alles draait om één IC, de bekende AY-5-2376 keyboard-encoder. Het zou niet zo verstandig zijn om te proberen de 90 toetsen apart op het IC aan te sluiten. Dat zou voor het IC (minstens 91 aansluitpennen) en voor



tabel 1

Character	Binary Bit 7 to Bit 0	Hexadecimal ASCII	Character	Binary Bit 7 to Bit 0	Hexadecimal ASCII
NUL	00000000	00	@	01000000	40
SOH	00000001	01	A	01000001	41
STX	00000010	02	B	01000010	42
ETX	00000011	03	C	01000011	43
EOT	00000100	04	D	01000100	44
ENQ	00000101	05	E	01000101	45
ACK	00000110	06	F	01000110	46
BEL	00000111	07	G	01000111	47
BS	00001000	08	H	01001000	48
HT	00001001	09	I	01001001	49
LF	00001010	0A	J	01001010	4A
VT	00001011	0B	K	01001011	4B
FF	00001100	0C	L	01001100	4C
CR	00001101	0D	M	01001101	4D
SO	00001110	0E	N	01001110	4E
SI	00001111	0F	O	01001111	4F
DLE	00010000	10	P	01010000	50
DC1	00010001	11	Q	01010001	51
DC2	00010010	12	R	01010010	52
DC3	00010011	13	S	01010011	53
DC4	00010100	14	T	01010100	54
NAK	00010101	15	U	01010101	55
SYN	00010110	16	V	01010110	56
ETB	00010111	17	W	01010111	57
CAN	00011000	18	X	01011000	58
EM	00011001	19	Y	01011001	59
SUB	00011010	1A	Z	01011010	5A
ESC	00011011	1B	[	01011011	5B
FS	00011100	1C	\	01011100	5C
GS	00011101	1D	]	01011101	5D
RS	00011110	1E	^	01011110	5E
US	00011111	1F	_	01011111	5F

tabel 1

Character	Binary Bit 7 to Bit 0	Hexadecimal ASCII	Character	Binary Bit 7 to Bit 0	Hexadecimal ASCII
SP	10100000	20	a	01100001	60
!	10100001	21	b	01100010	61
"	10100010	22	c	01100011	62
#	10100011	23	d	01100100	63
\$	10100100	24	e	01100101	64
%	10100101	25	f	01100110	65
&	10100110	26	g	01100111	66
'	10100111	27	h	01101000	67
(	10101000	28	i	01101001	68
)	10101001	29	j	01101010	69
*	10101010	2A	k	01101011	6A
+	10101011	2B	l	01101100	6B
,	10101100	2C	m	01101101	6C
-	10101101	2D	n	01101110	6D
.	10101110	2E	o	01101111	6E
/	10101111	2F	p	01110000	6F
0	10110000	30	q	01110001	70
1	10110001	31	r	01110010	71
2	10110010	32	s	01110011	72
3	10110011	33	t	01110100	73
4	10110100	34	u	01110101	74
5	10110101	35	v	01110110	75
6	10110110	36	w	01110111	76
7	10110111	37	x	01111000	77
8	10111000	38	y	01111001	78
9	10111001	39	z	01111010	79
:	10111010	3A	{	01111011	7A
;	10111011	3B		01111100	7B
<	10111100	3C	~	01111101	7C
=	10111101	3D	DEL	11111110	7D
>	10111110	3E			
?	10111111	3F			

de print (91 aparte lijnen) een onmogelijke zaak worden. Daarom werd gekozen voor een toetsmatrix. Aan pin 2, 3 en 40 van het IC wordt een RC-kombinatie aangesloten. Deze combinatie is frequentiebepalend voor de geïntegreerde oscillator die een tweemaal ringtellers stuurt. Een van die ringtellers

geeft zijn code extern af aan de aansluitingen X0 ... X7. Deze X0 ... X7 vormen de helft van de X-Y matrix waarin alle toetsen zijn opgenomen. Zo wordt een aantal van maximaal 89 draden (11 x 8 + 1) teruggebracht tot 18 draden. Voor de oplettende lezer: Dit toetsenbord heeft meer dan 88 toetsen

Tabel 1. Deze tabel toont de complete ASCII-code met zowel de binaire als de hexadecimale waarde voor elk karakter, zoals die door de keyboard-encoder aangeboden wordt.

tabel 2

NUL	— null, or all zeros
SOH	— start of heading
STX	— start of text
ETX	— end of text
EOT	— end of transmission
ENQ	— enquiry
ACK	— acknowledge
BEL	— bell
BS	— backspace
HT	— horizontal tabulation
LF	— line feed
VT	— vertical tabulation
FF	— form feed
CR	— carriage return
SO	— shift out
SI	— shift in
DLE	— data link escape
DC1	— device control 1
DC2	— device control 2
DC3	— device control 3
DC4	— device control 4
NAK	— negative acknowledge
SYN	— synchronous idle
ETB	— end of transmission block
CAN	— cancel
EM	— end of medium
SUB	— substitute
ESC	— escape
FS	— file separator
GS	— group separator
RS	— record separator
US	— unit separator
SP	— space
DEL	— delete

Tabel 2. De speciale functies die gegenereerd kunnen worden door de CTRL-toets in combinatie met een bepaalde andere toets; zie ook tabel 3.

Tabel 3. In deze tabel wordt het verband aangegeven tussen keyboard-matrix en karakter. Hier blijkt dat het niet noodzakelijk is om elk punt van de matrix van een toets-kontakt te voorzien, omdat diverse karakters meerdere malen voorkomen.

Tabel 4. Diverse gangbare functies zijn op een aparte toets beschikbaar. In deze tabel is aangegeven om welke functies het gaat.

tabel 3

C: control		y0	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10
S: shift												
N: normal												
	C	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	DC1	DLE	SI
x 0	S	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	DC1	@	—
	N	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	DC1	P	O
	C	DLE	VT	FF	SO	CR	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB
x 1	S	DLE	[	\	^	]	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB
	N	DLE	K	L	N	M	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB
	C	NUL	FS	GS	RS	US	NUL	NUL	NUL	SP	NUL	US
x 2	S	=	FS	GS	RS	US	<	>	,	SP	.	—
	N	—	FS	GS	RS	US	<	>	,	SP	.	—
	C	NUL	NUL	DLE	US	NUL	BS	ESC	GS	CR	LF	DEL
x 3	S	NUL	*	P	DEL	.	BS	{	}	CR	LF	DEL
	N	0	:	p	—	@	BS	[	]	CR	LF	DEL
	C	NUL	NUL	NUL	NUL	CR	SO	STX	SYN	ETX	CAN	SUB
x 4	S	+	?	>	<	M	N	B	V	C	X	Z
	N	;	/	.	,	m	n	b	v	c	x	z
	C	FF	VT	LF	BS	BEL	ACK	EOT	DC3	SOH	FF	ESC
x 5	S	L	K	J	H	G	F	D	S	A	FF	ESC
	N	l	k	j	h	g	f	d	s	a	FF	ESC
	C	SI	HT	NAK	EM	DC4	DC2	ENQ	ETB	DC1	HT	VT
x 6	S	O	I	U	Y	T	R	E	W	Q	HT	VT
	N	o	i	u	y	t	r	e	w	q	HT	VT
	C	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	NUL	RS	FS
x 7	S	)	(	'	&	%	\$	#	"	!	~	
	N	9	8	7	6	5	4	3	2	1	^	\

tabel 4

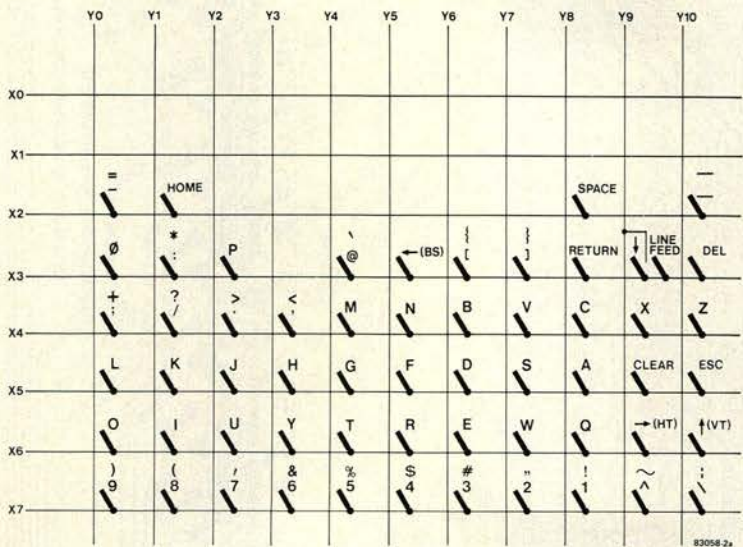
(FORM FEED)	CTRL + L = FF = home cursor + page clear
(LINE FEED)	CTRL + J = LF = LF + cursor ↓
(HORIZONTAL TAB)	CTRL + I = HT = cursor →
(VERTICAL TAB)	CTRL + K = VT = cursor ↑
(CARRIAGE RETURN)	CTRL + M = CR = CR + erasure to end of line
(BACK SPACE)	CTRL + H = BS = cursor ←
(ESCAPE)	CTRL + [= ESC = scroll up
(FILE SEPARATOR)	CTRL + ␣ = FS = home cursor

(het aantal dat de keyboard-encoder aan kan), omdat signalen van bepaalde toetsen (bijvoorbeeld F1...F8) niet via de keyboard-encoder worden gekodeerd, maar direkt naar buiten worden gebracht. Ook is een aantal toetsen dubbel uitgevoerd. Het binaire patroon op de lijnen X0...X7 gaat via de schakelaartjes in de toetsen (op de knooppunten van de matrix) en de lijnen Y0...Y10 weer terug naar de keyboard-encoder waar vergelijking plaatsvindt van de uitgezonden en ontvangen kode. In tabel 3 en figuur 2 is te zien, op welke plaats in de matrix welke toets is opgenomen. Via deze "matrix scanning" methode is het mogelijk eenduidig elke toets te "herkennen". In het keyboard-encoder-IC bevindt zich een ROM waarin op diverse geheugen-locaties de ASCII-kode als data ligt opgeslagen. De 11-traps binaire ringteller genereert afhankelijk van de ingedrukte toets het adres in de ROM waar de bij die toets behorende ASCII-kode is opgeslagen. Zoals gezegd zijn aan de toetsen meerdere functies toegekend. Dat heeft tot gevolg dat bij elke toets nog een andere ASCII-kode gekozen moet kunnen worden. Een extra adreslijn wordt naar buiten gebracht en verbonden met de shift- en de shift-lock- (vergendel)toetsen. Nog een extra lijn (control) inverteert een bepaald adres-bit voor de ROM, waardoor met een aantal toetsen nog een derde functie kan worden gekozen. Het ligt voor de hand dat de shift- of de control-toets tegelijkertijd met de eigenlijke funktietoets dient te worden

ingedrukt. Bij shift is het niet nodig als de shift-lock-toets wordt gebruikt. Welke kode bij welke toets hoort is te zien in tabel 3. Tabel 4 toont een aantal belangrijke functies welke gegenereerd kunnen worden door het tegelijk indrukken van de control(CTRL)-toets en een andere toets; bovendien zijn deze functies op een aparte toets beschikbaar (cursor-control). Hiermee is het vitale deel van de keyboard-elektronica ter sprake gekomen. De RC-kombinatie aan pen 19 zorgt er voor dat de encoder vertraagd reageert, waardoor de zogenaamde kontaktdender-effekten van de mechanische schakelaars worden geëlimineerd. Voor het IC zijn tot slot de draadbruggen aan pen 20 en 6 van belang. Hiermee is het mogelijk zowel pen 6 alsook pen 20 aan een logisch 0- of 1-nivo te leggen. Bij normaal gebruik liggen deze ingangen aan "0" (draadbrug c en b). Als ze beide aan "1" liggen, worden respectievelijk de data- en strobe-uitgangen (c) en het pariteits-bit (b) geïnverteerd. Tot zover week dit nieuwe keyboard eigenlijk niet af van het oude. Dit toetsenbord is echter voorzien van een tweetal toetsers en bellen (en een optie voor nog twee andere). Vele keyboards kennen tegenwoordig de zogenaamde repeat-toets. Deze dient tegelijkertijd met de "te herhalen" toets te worden ingedrukt. Onze oplossing is eleganter, in die zin dat er geen gebruik gemaakt wordt van een repeat-toets (die tegelijkertijd zou moeten worden ingedrukt). Op pen 16 van de keyboard-encoder komt



2a



Figuur 2. In deze figuur is te zien op welke knooppunten in de matrix welke toetsen zijn opgenomen. Figuur 2a toont de matrix van het hoofd-gedeelte. In figuur 2b is de matrix van het numerieke gedeelte met de functie-toetsen aangegeven.

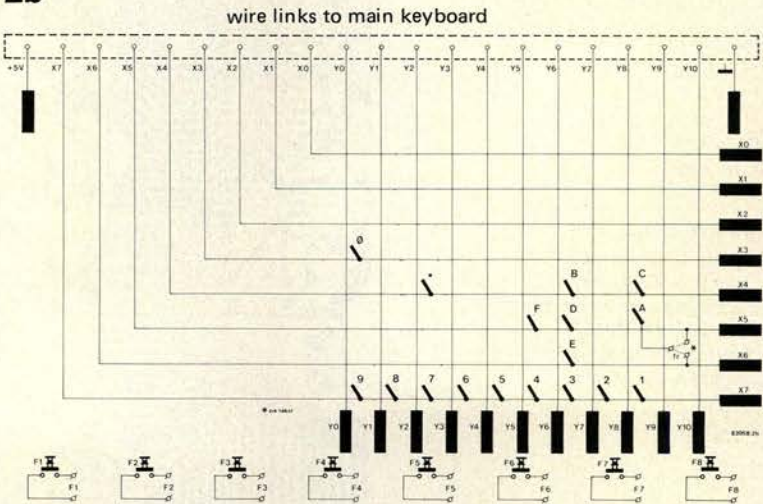
de strobe-puls die eventueel naar wens geïnverteerd kan worden (m.b.v. draadbruggen, zie tabel 5). In de konventionele keyboards wordt deze strobe extern aangeboden. In ons geval funktioneert de strobe-puls als triggerpuls voor de oscillator rond N6. De combinatie R4-C3 zorgt er voor dat de oscillator na een vertraging van $\pm 0,5$ seconden start. Indien een toets kort wordt ingedrukt, komt via N7 en N8 en de draadbruggen f en h de strobe-puls direkt (of via N7 en draadbruggen f en g geïnverteerd) op de uitgang; de oscillator krijgt dan niet de kans om te starten. Houdt men een toets langer ingedrukt, dan komt er op de strobe-uitgang een blokgolf te staan waardoor het bewuste karakter wordt herhaald.

Tot slot de schakeling rond N1 . . . N4. Met behulp van de CAP-LOCK-schakelaar (een schakelaar met een vaste werkstand) kan bit 5 worden geïnverteerd, waardoor automatisch alle letters als hoofdletters (CAPitals) worden afgedrukt. Dit heeft bijvoorbeeld grote voordelen voor het intypen van BASIC-programma's, waarbij niet steeds de shift-lock-toets hoeft te worden gebruikt (want die beïnvloedt ook alle andere toetsen).

Nog niet ter sprake gekomen zijn de toetsen op het aparte veld. De toetsen 0 . . . 9, A . . . F en de decimale punt lopen parallel aan de gelijknamige toetsen op het grote veld.

De toetsen F1 . . . F8 worden apart naar buiten gevoerd en kunnen zowel een "0"

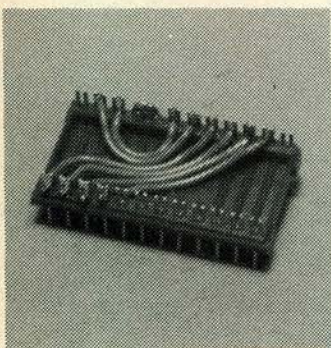
2b



tabel 5

DATA	STROBE	doorverbindingen
normal	pos:	c, f, h
invert	pos:	d, e, h
normal	neg:	c, f, g
invert	neg:	d, e, g
even	parity:	a
odd	parity:	b

Tabel 5. De polariteit van de data- en strobe-uitgangen en de pariteitskeuze kunnen met een aantal draadbruggen naar wens worden ingesteld.



- Het alternatief voor IC4 in detail.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 680 k
R2,R3 = 100 k
R4 = 4M7
R5 = 2M2
R6 = 10 k

Kondensatoren:

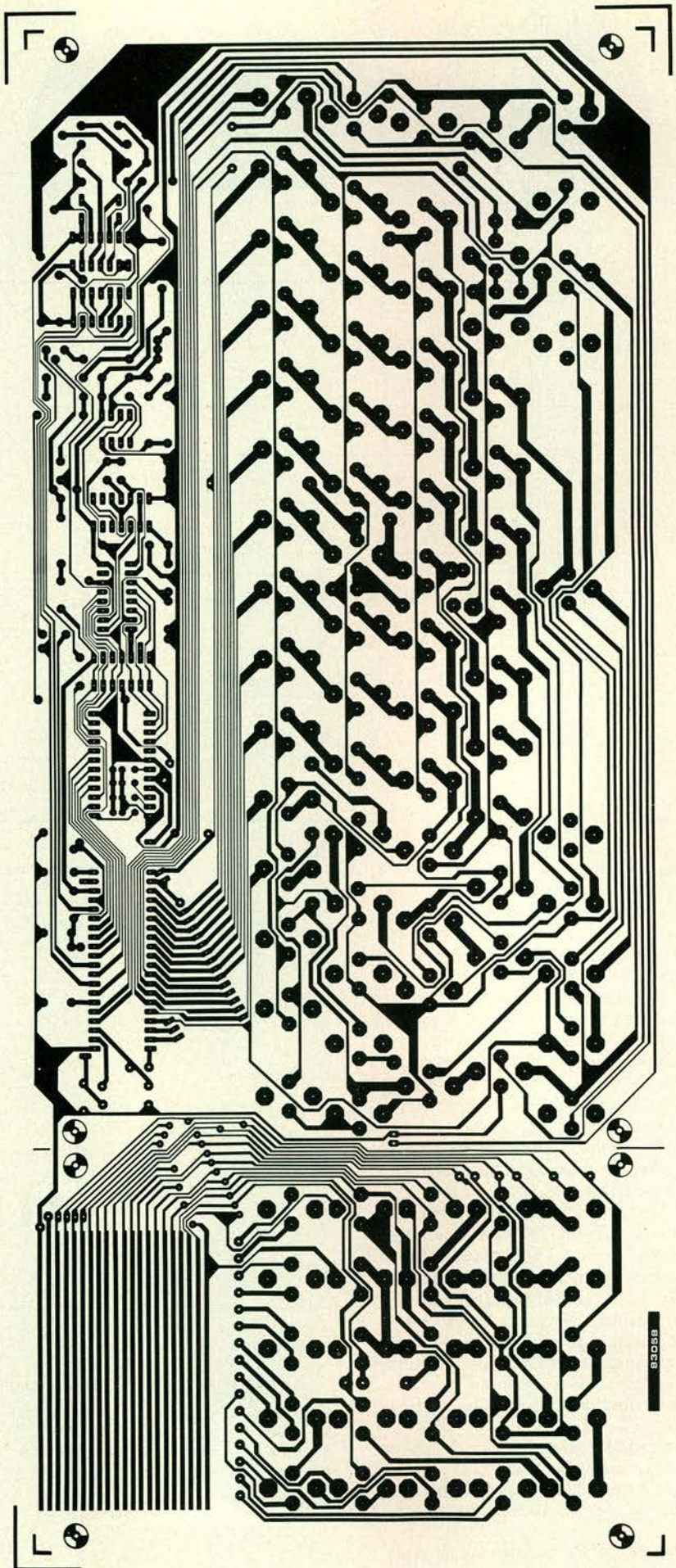
C1 = 4n7
C2 = 56 p
C3,C9,C10 = 100 n
C4 = 47 n
C11 = 1 μ /16 V

Halfgeleiders:

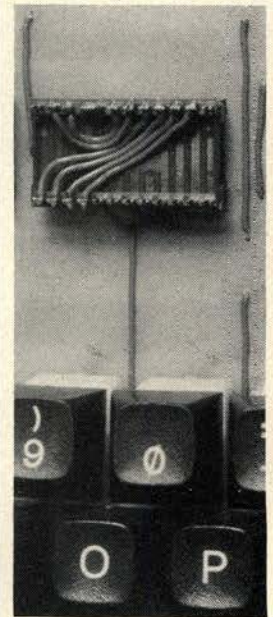
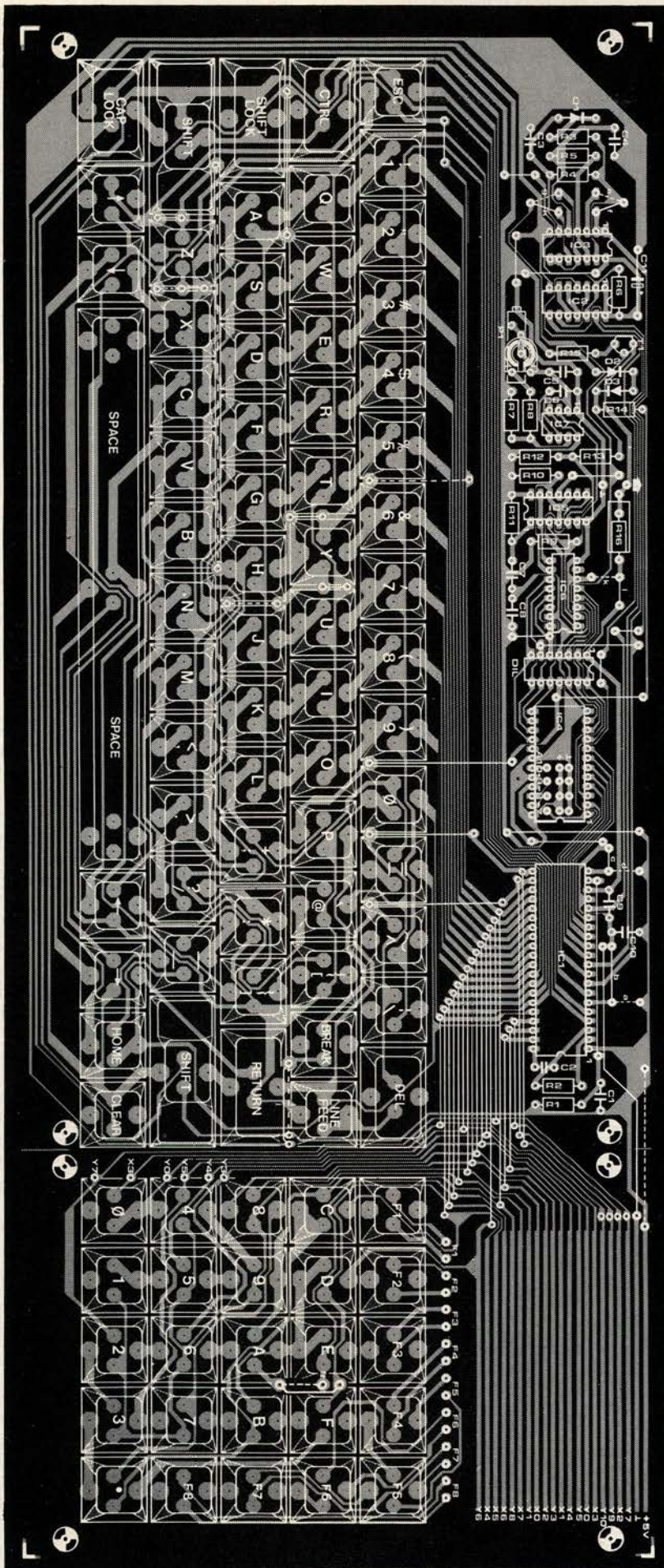
D1 = DUS
IC1 = AY-5-2376
of KR 2376
IC2 = 4011
IC3 = 4093
IC4 = 2716*

Diversen:

IC-voet 14-polig (voor
flatcable-aansluiting)
mechanische onderdelenset
(Futaba): ASCII-
keyboard-toetsen en
-kappen (NL-versie)



Figuur 4. De koperzijde en
komponentenzijde van de
keyboard-print (wegens
plaatsgebrek afgedrukt op
60% van de ware grootte).



- De eerste 128 bytes van IC4 bevatten dezelfde kode als de waarde van het toegevoerde 7-bit adres. Wanneer dit data-blok is geselecteerd ($A_7 \dots A_{10}$ aan massa), kan de EPROM dus vervangen worden door een aantal doorverbindingen. Door de draadbruggen op een DIL-konnektoer aan te brengen, wordt een prima zelfgebouwde "PROM" verkregen.

- Sommige draadbruggen op de componentenopstelling zijn gestippeld. Deze verbindingen zijn alleen nodig voor buitenlandse versies. De met fr gemerkte verbinding bijvoorbeeld wordt alleen gebruikt voor de Franse versie van dit keyboard.



83058-3a

Figuur 3. De juiste opstelling van de toetsen van het keyboard.

of een "1" geven (naar keuze door middel van draadbruggen). Ook is het mogelijk de toetsen op een willekeurige plaats in de matrix op te nemen.

De opzet van de code-konversie is simpel (zie figuur 1). De van de keyboard-encoder afkomstige ASCII-informatie wordt naar een IC-voet geleid, waarin een 2716 EPROM kan worden gestoken. De databits van de uit de encoder komende ASCII vormen op de IC-voet adresbits voor de EPROM. Op de geselecteerde adressen kan dan willekeurige data worden opgeslagen en zo vindt code-konversie plaats.

De data-uitgangen van de EPROM zijn aangesloten op de 14-polige DIL IC-voet waarin de flatcable voor de parallelle aansluiting van de computer past. Met de draadbruggen naar A7, 8, 9 en 10 is het mogelijk diverse gedeelten van de EPROM te kiezen. Daardoor kunnen er in totaal $16 (2^4)$ verschillende konversieblokken (elk van $2^6 = 128$ bytes) in een 2716 worden opgeslagen. Indien code-konversie niet gewenst is, moeten de adresingangen en de bijbehorende data-uitgangen op de plaats van de 2716 met elkaar worden doorverbonden. Over de extra optie zwijgen we in dit verhaal omdat de RS232C uitgang in een apart artikel wordt besproken. Dat geldt ook voor de in dit gedeelte toegepaste onderdelen. Uiteraard is voor deze schakeling wel al het koperpatroon op de print aangebracht.

Aan de slag

Uit de figuren 3 en 4 blijkt de opstelling van de toetsen, de onderdelen en de draadbruggen. Voor de externe aansluiting van de

ASCII-uitgangen wordt op de print een IC-voetje gemonteerd waarin een 14-polige DIL-stekker met flatcable kan worden gestoken. Tevens wordt via dezelfde flatcable de voeding voor het keyboard aangesloten. De 8 funktietoetsen worden via losse printpennen naar buiten gevoerd. De layout is gemaakt voor toetsen van het fabrikaat Futaba.

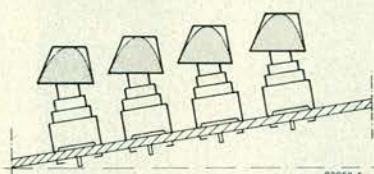
Alvorens entoesiast de soldeerbout te grijpen en de toetsen in te solderen, is het verstandig even de zelfbeheersing te bewaren en eerst de draadbruggen en elektronische componenten te monteren (nogmaals een aantal onderdelen komt in de onderdelenlijst niet voor, omdat ze nodig zijn voor de elders in dit nummer besproken optie). De twee schakelaars met een vaste werkstand dienen te worden aangebracht op de positie van de toetsen SHIFT-LOCK en CAP-LOCK. STOP... nog niet solderen. Raadpleeg eerst figuur 5. De door ons gekozen schakelaars hebben een schuine bovenzijde. Bij juiste montage ontstaat er een terrasgewijs opgebouwd keyboard als de print onder een hoek van ongeveer 15° wordt geplaatst. Ook de spatiebalk verdient speciale aandacht. Met behulp van figuur 6 hebben we gepoogd de konstruktie van de "dummies" (de twee "loze" buitenste kontakten) en het "stabilisatiestangetje" duidelijk te maken. Eindelijk kunnen dan de schakelaars ingesoldeerd worden. Dit is een nauwkeurig klusje want de ruimte tussen de kappen bedraagt slechts 1 mm. Het is misschien handig om per schakelaar in eerste instantie slechts 1 kontakt vast te solderen. Dan is het namelijk altijd nog mogelijk een schakelaar mooi in het gelid te zetten. Het keyboard kan met de flatcable worden aangesloten op de parallel-ingang van de computer of (elek-)terminal (vergeet vooral de voedingslijnen niet!). De acht funktie-toetsen kunnen met aparte draden worden aangesloten, dit is echter alleen nodig indien de funktie-toetsen niet in de matrix worden opgenomen.

Tot slot

Het nieuwe ASCII-keyboard is nu klaar. Voor de goede orde is er een onderdelenpakket samengesteld waarin alle schakel-elementen en kappen zijn opgenomen. Vraag uw handelaar naar de Nederlandse versie van het ASCII-keyboard. Voor wat de behuizing betreft kunnen we kort zijn. Er bestaan diverse mogelijkheden van diverse fabrikaten. Houd wel rekening met de hoek van ongeveer 15° en het oppervlak dat minimaal nodig is om het keyboard te kunnen bergen.

Figuur 5. Indien u de toetsen op de juiste wijze monteert en de print onder een hoek van 15° opstelt, ontstaat een terras-bouw wijze die ergonomisch gezien beter is dan een vlak toetsenbord.

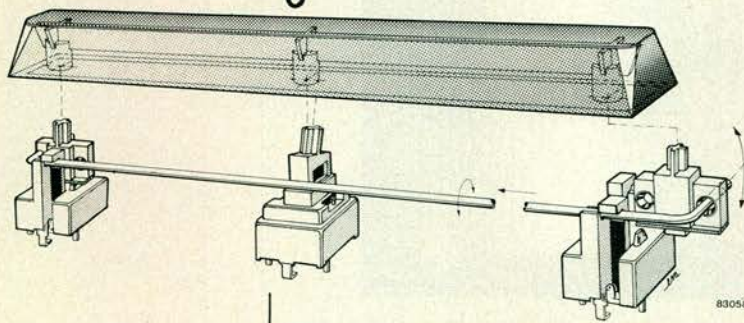
5



83058-5

Figuur 6. Zij- en voor-aanzicht van de spatiebalk met de "dummy"-schakelaars.

6



83058-6