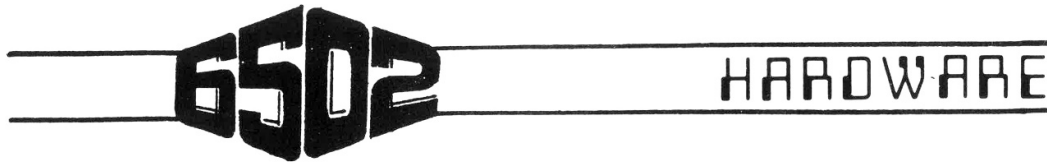


ASCII parallel keyboard encoder

Hans Otten Kim Kenner 16 May 1981



ASCII Toetsenbord

ASCII toetsenbord encoder.

H.J.C. Otten

Om opdrachten en gegevens in een computer te brengen, is een toetsenbord zeer geschikt. De ingetypte karakters worden tevens naar een printer of een videodisplay gestuurd, zodat de programmeur de invoer kan volgen. Het indrukken van een toets moet voor de computer vertaald worden in een digitale code. De meest gebruikte code is de ASCII code. De vertaalschakeling, de encoder, van toetsenbord naar de volledige ASCII code wordt hier beschreven.

Inleiding

Een ASCII toetsenbord is onmisbaar om informatie, bestaande uit gegevens en stuurcommando's, aan een computer toe te voeren. Deze ASCII toetsenborden zijn geheel compleet te koop, inclusief de encoderschakeling, maar ook worden er losse toetsenborden aangeboden. Men kan ook zelf een toetsenbord opbouwen uit losse keyboard schakelaars.

Om van het indrukken van een toets tot de 7 bits ASCII code te komen is een encoder schakeling nodig. Hiertoe zijn er een aantal mogelijkheden:

1. De computer kan zelf aftasten van het toetsenbord verzorgen met een PIA (Peripheral Interface Adapter) op een wijze die sterk lijkt op de hier beschreven schakeling.
Deze mogelijkheid vervalt als het toetsenbord deel moet uitmaken van een teletyp-achtige in- en uitvoereenheid, die op de seriële teletyp in- en uitgang van de computer wordt aangesloten.
2. Er bestaan IC's die het opwekken van de ASCII code geheel verzorgen.
Deze IC's hebben als nadeel dat ze niet zo makkelijk te verkrijgen en vrij prijzig zijn. Verder vereisen ze een negatieve voedingsspanning van -12V extra.
3. Een uit TTL IC's opgebouwde encoder, zoals hierna beschreven wordt.
De onderdelen hiervoor zijn goedkoop en makkelijk te verkrijgen.
De flexibele opzet maakt uitbreidingen en wijzigingen eenvoudig. Zo is de encoder ook geschikt om andere codes, zoals de Baudot code op te wekken.

De ASCII code

De ASCII code (American Standard For Coded Information Interchange) is een veel gebruikte digitale code in computers.

Ook de KIM-1 gebruikt deze code als er bijvoorbeeld informatie over de teletyp in- en uitgang wordt verstuurd.

De ASCII code bestaat uit 7 bits, er zijn zo 128 combinaties mogelijk van enen en nullen. In tabel 1 is te zien hoe de verschillende karakters in de ASCII code voorgesteld worden. Allereerst is de eigenlijke ASCII code, de zeven digitale getallen, te zien, van links naar rechts het meest significante bit, b_6 , tot het laagste bit, b_0 . Dit binaire getal is in de kolom ernaast omgezet in het hexa-decimale getal en daarnaast in het decimale getal.

De volgende kolom vermeldt of het een normaal toetsenkarakter is of met een speciale manipulatie, waarover later meer, wordt opgewekt. De naam van het ASCII karakter is vervolgens vermeld met daarachter eventuele opmerkingen.

De 128 mogelijke combinaties zijn ruim voldoende om behalve de letters van het alfabet, de getallen 0 tot en met 9 en vele leestekens en speciale karakters, ook een groot aantal stuurtekens mogelijk te maken. Velen daarvan zijn bedoeld om een teletype, een elektrische schrijfmachine die ook door de computer kan worden bestuurd, te bedienen, zoals carriage return (wagen terug), line feed (volgende regel) en space (spatie). Aan de stuurtekens wordt in ieder computerprogramma een andere betekenis gehecht, zodat een ASCII toetsenbord ze allemaal moet kunnen opwekken.

Het ASCII toetsenbord

Om ASCII karakters in de computer te voeren, wordt een toetsenbord gebruikt. Indrukken van een toets heeft als gevolg dat op de zeven uitgangen de bij de toets behorende ASCII code verschijnt, terwijl op een achtste uitgang een strobesignaal, een digitale puls, verschijnt om aan te geven dat er een toets is ingedrukt.

Om de gehele ASCII code op deze wijze op te wekken zouden er 128 toetsen nodig zijn. Omdat dit erg onpraktisch is, worden de meest gebruikte karakters als toets uitgevoerd zoals letters, cijfers en leestekens en wordt aan de meeste toetsen een dubbelfunctie en soms drie functies gegeven. Bij een gewone schrijfmachine hebben veel toetsen ook een dubbelfunctie. Het ASCII toetsenbord lijkt erg op het toetsenbord van een schrijfmachine maar er zijn toch wel een paar verschillen. De indeling is ongeveer hetzelfde, letters in het midden, boven een rij cijferttoetsen en onder een spatiebalk. Toegevoegd zijn een aantal toetsen voor besturing, waaronder altijd carriage return en line feed.

Gewoonlijk zijn de kleine letters niet te krijgen met de gewone lettertoetsen, maar zijn de hoofdletters de normale functie. De kleine letters zijn de shiftfunctie, dat wil zeggen dat een kleine letter verkregen wordt door de desbetreffende lettertoets in te drukken en tegelijk de shift toets ingedrukt te houden. De niet als aparte toets uitgevoerde stuurtoetsen, de control karakters, zijn te verkrijgen als controlfunctie van de lettertoetsen, dat wil zeggen dat een control karakter verkregen wordt door een lettertoets in te drukken terwijl de controltoets ingedrukt gehouden wordt.

In tabel 1 is te zien in de kolom "soort" of het karakter een normale toets is (aangegeven door "N"), de shiftfunctie (aangegeven door SH/ gevolgd door de naam van de toets), of de controlfunctie (aangegeven door CTL/ gevolgd door de naam van de toets).

Sommige control toetsen zijn als losse toetsen uitgevoerd, maar ook als controlfunctie beschikbaar. Zo wordt het spatiekarakter (§ 20) verkregen met de spatiebalk, maar ook als controlfunctie van het "C" teken.

De encoder

Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat het indrukken van een toets

op het toetsenbord omgezet moet worden in de zeven bits ASCII code, een strobesignaal opgewekt moet worden om aan te geven dat er een karakter beschikbaar is en de shift en controlfuncties moeten worden uitgevoerd. Al deze functies worden door de encoder schakeling uitgevoerd. Het blokschema is in afb. 2 te zien, het principeschema in afb. 2. Een klok oscillator rond een 7413 stuurt een 8-teller (7493). De uitgangen van deze 8-teller worden naar een 8 bits-multiplexer gevoerd. Door het lopen van de teller worden elk van de ingangen van de multiplexer, die door trekweerstand normaal hoog zijn, naar de uitgang van de multiplexer gebracht. De uitgang van de multiplexer zal dus normaal hoog zijn. De overloop van de 8-teller stuurt een 16-teller. De uitgangen van deze 16-teller worden naar een 16-bits demultiplexer gevoerd. De uitgangen van deze demultiplexer worden achtereenvolgens door het lopen van de 16-teller even laag. We hebben nu 16 stuurlijnen die achtereenvolgens even laag worden en 8 aftastlijnen die achtereenvolgens worden bekeken, door de trekweerstand is de uitgang van de multiplexer hoog. Als nu een verbinding tussen een stuurlijn en een aftastlijn wordt gemaakt en dit gebeurt als een toets wordt ingedrukt, wordt de uitgang van de multiplexer laag op het moment dat zowel de stuurlijn als de aftastlijn aan de beurt zijn. Het laag worden van de uitgang gebeurt dus bij een bepaalde stand van de beide tellers. De uitgang van de multiplexer heeft via een poortschakeling tot gevolg dat er geen telpulsen meer aan de tellers worden toegevoegd. De tellers stoppen en de stand van de tellers identificeert ondubbelzinnig welke toets is ingedrukt. De tellerstand, 7 bits, wordt naar een latch (2 x 7475) gevoerd en daarin opgeslagen. Het indrukken van twee toetsen tegelijkertijd, sluit twee uitgangen kort als ze bij dezelfde aftastlijn behoren. De uitgangen zijn hiertegen beschermd door dioden in de uitgangslijnen op te nemen. Welke code opgewekt wordt bij het gelijktijdig indrukken van twee toetsen is volledig willekeurig, het zogenaamde "roll-over" principe.

Antidender schakeling.

Na het indrukken van een toets wordt de uitgang van de multiplexer laag en stopt de teller. Het uitgangssignaal van de multiplexer, een 1 naar 0 overgang wordt met het kloksignaal in een nandpoort gebracht. Daar de tellers reageren op een 1 naar 0 overgang zal bij een coïncidentie, doe optreedt bij het indrukken van een toets, het kloksignaal laag zijn. Pas als het kloksignaal weer hoog wordt, zal het uitgangssignaal van de multiplexer doorgegeven worden aan de antidenderschakeling. Door het uitpoorten met het kloksignaal, zijn de schijncoïncidenties tengevolge van kontaktdender en het gebruik van asynchrone tellers uitgeschakeld. Het coïncidentiesignaal wordt vervolgens aan twee "one-shots", twee monostabiele multivibratoren die hertriggerbaar zijn (74123), toegevoegd. De ene one-shot levert het strobesignaal dat de tellers blokkeert en ook naar buiten gevoerd wordt. De andere one-shot blokkeert door het hertriggeren de strobe one-shot tot de toets minimaal 50 msec losgelaten is. Kontaktdender is zo effectief voorkomen zonder de typesnelheid te beperken. De antidenderschakeling is door R.E. Martens al eerder in Radio Bulletin beschreven, in het julinumner van 1976. Het strobesignaal wordt via N3 naar buiten gevoerd en is een puls van 50 msec.

Tijdens de strobepuls is de ASCII code beschikbaar op de uitgangen van de latch en door het inklokken van het strobesignaal blijft de code ook na de strobepuls beschikbaar tot een nieuwe toets wordt ingedrukt. Via N4 is ook een geïnverteerde strobepuls beschikbaar.

De repeat toets

Na de strobepuls blijft de code op de uitgangen van de latch beschikbaar. Als nu hetzelfde karakter weer opgewekt moet worden, wat bijvoorbeeld met spaties vaak zal voorkomen, kan de toets weer ingedrukt worden. Het is veel handiger en sneller om een repeat toets te gebruiken. Het indrukken en ingedrukt houden van deze toets wekt namelijk een reeks strobepulsen op, terwijl de code op de uitgangen van de latch blijft staan. Het indrukken van de repeat toets zal dus een oscillator moeten starten die stopt als de repeat toets weer losgelaten wordt. Een dergelijke oscillator is rond een timer IC 555 opgebouwd. De schakeling is die van een normale oscillator rond een 555 als de repeat toets is ingedrukt. Wordt deze toets losgelaten, dan wordt de condensator van 10 uF niet meer opgeladen en blijft de uitgang hoog. Door de keuze van weerstanden en condensator is de zo ontstane puls, die in N3 gemengd wordt met de gewone strobepulsen, ongeveer even lang als de strobepulsen, zodat het voor de computer lijkt of er iedere keer dezelfde toets wordt ingedrukt. Er bestaat een kleine kans dat de repeat toets wordt losgelaten als de condensator nog opgeladen is. De uitgang is dan laag en zal dat blijven en blokkeert de gewone strobepulsen. Om dit te voorkomen is over de condensator een weerstand van 470K geplaatst die de condensator ontlaadt, zodat de strobepulsen niet geblokkeerd blijven.

De control toets

Uit tabel 1 blijkt dat er een groot aantal stuurcodes zijn, de control toetsen, waarvan er maar een paar als toets worden uitgevoerd. De andere controlcodes kunnen opgewekt worden met de controltoets. Als we in tabel 1 de codes van de letters (hex 40 - 5F) vergelijken met die van de controlcodes, dan zien we dat deze gelijk zijn op bit b_6 na. Als we b_6 nu van een 1 naar een 0 veranderen en de lettertoets indrukken, krijgen we de controlcode. b_6 wordt alvorens naar de latch te worden gevoerd, naar een exclusive or poort gevoerd. De andere ingang van de poort is aangesloten op de controltoets. Als de controltoets niet is ingedrukt, staat er een 0 op de ingang. De exor poort laat het signaal op de andere ingang dan onveranderd door naar de uitgang van de latch. Is de control toets ingedrukt, dan staat er een 1 op de ingang en de exor poort inverseert b_6 . Was b_6 een 1, wat bij de letters het geval is, dan wordt er een 0 in de latch gezet, zodat de controlcode in de latch komt. Tabel 2 verduidelijkt dit nog.

De shift toets

Veel toetsen hebben door de control toets een dubbele functie. Door de shift toets krijgen sommige toetsen een drievoudige functie. Zo wordt bijvoorbeeld een lettertoets gebruikt om een hoofdletter code te krijgen,



met de controltoets wordt een controlcode verkregen, de shifttoets met de lettertoets levert een kleine letter code.

In tabel 1 is te zien welke codes als shift functie van gewone toetsen worden verkregen. In de kolom "soort" is te zien bij welke toets de shiftcode behoort. Vergelijken van de toetscode en de shiftcode geeft als resultaat:

1. De codes 2X moeten omgezet worden in de codes 3X, de codes 3X moeten omgezet worden in de codes 2X. Dit is mogelijk door b_4 te inverteren ten gevolge van het indrukken van de shifttoets. Hierbij is b_6 voor alle codes 0.
2. De codes 4X en 5X moeten worden omgezet naar de codes 6X respectievelijk 7X. Hiertoe moet b_5 geïnverteerd worden. b_6 is in dit geval 1.

Het bovenstaande is samengevat in tabel 3.

Zowel b_4 als b_5 moeten geïnverteerd kunnen worden, twee exorpoorten N_{11} en N_{12} , maken dit mogelijk op dezelfde wijze als bij de control toets. Alleen is het al of niet inverteren nu afhankelijk van de shifttoets en de toestand van b_6 , zoals in tabel 3 te zien is. Het stuursignaal voor het inverteren wordt met N_5 , N_6 en N_9 samengesteld.

Het toetsenbord

Het toetsenbord moet uit normaal open drukschakelaars opgebouwd zijn. Dit kan een gewone keyboard schakelaar zijn, maar ook toetsen met micro-switches of reed kontakten zijn bruikbaar. Er zijn reeds gemonteerde toetsenborden te koop in vele uitvoeringen en prijzen en daarmee samenhangende kwaliteit.

Het kan echter voordeliger en handiger zijn om zelf een toetsenbord samen te stellen uit losse toetsen, waar een ruim aanbod van is, ook weer verschillend in prijs en kwaliteit. Het voordeel van het zelf bouwen van een toetsenbord is de vrijheid die we dan hebben in de opstelling van de toetsen.

De meeste toetsen zullen wel op de normale (schrijfmachine) manier geplaatst worden, maar de stuurtoetsen, de controltoetsen, kunnen naar eigen inzicht geplaatst worden. Veel gebruikte toetsen kunnen als aparte toets in plaats van als controlfunctie opgenomen worden.

Een ander voorbeeld van de vrijheid die we hebben is de "?" toets. Vaak is dit de shiftfunctie van de "/" toets.

Omdat in vele (Microsoft) basic implementaties het vraagteken als verkorte notatie van "PRINT" wordt gebruikt, is het handiger het vraagteken als normale toets uit te voeren, het "/" is dan de shiftfunctie.

Een aantal toetsen kunnen we ook voor hardware besturingssignalen reserveren. Zo kan de toets "BREAK" zowel CTL/C, een ASCII stuurcode, danwel STOP (NON Maskable Interrupt), een hardware stop signaal als functie hebben.

Meestal zijn toetsenbord schakelaars bedoeld voor printmontage, zodat het opbouwen van een toetsenbord eenvoudig is door een print te maken. De toetsen komen aan de eerst met een verfspuit bewerkte componentenzijde en worden aan de koperzijde vastgesoldeerd. Op de print kunnen al een groot aantal verbindingen tussen de toetsen (op dezelfde stuur- of tastlijn) via printbanen gemaakt worden, de rest moet met losse bedrading, ook aan de koperzijde, gebeuren. Zoals uit het schema blijkt, heeft elke stuurlijn en elke aftastlijn een (hexadecimaal) nummer.

6502 HARDWARE

De in tabel 1 opgenomen code komt overeen met deze nummers, eerst het aftastlijnnummer en daarna het stuurlijnnummer.

Afwijkende ASCII codes

Vaak wordt de zeven bits ASCII code uitgebreid tot 8 bits. Het aantal mogelijkheden neemt hierdoor toe tot 256. De hier beschreven schakeling kan hiertoe uitgebreid worden door een 16-teller in plaats van de 8-teller te gebruiken en ook een 16-bit multiplexer. Een achtste latch is nog over in een 7475.

Bij videodisplay's dient het achtste bit meestal als stuurteken voor het inverteren van het karakter, dat wil zeggen dat in plaats van een wit teken op een zwarte achtergrond, een zwart teken op een witte ondergrond wordt geschreven.

Toevoegen van een "reverse" toets die de gewenste 0 of 1 in het achtste bit plaatst (ook weer in achtste latch) maakt ook dit mogelijk.

Geheel afwijkende codes, zoals de Baudot code kunnen ook met deze schakeling opgewekt worden. De shift en control logica is dan niet nodig, het aantal bits waaruit de code bestaat, bepaalt wat voor soort tellers en (de-) multiplexers toegepast moeten worden. De toetsen worden natuurlijk ook op andere knooppunten van stuur- en aftastlijnen geplaatst, afhankelijk van de definitie van de code.

Tabel 3. De werking van de shift toets

b6	shift toets	b4 in latch	b5 in latch
0	0	b4	b5
1	0	b4	b5
0	1	$\overline{b4}$	$\overline{b5}$
1	1	b4	$\overline{b5}$

Tabel 2. De werking van de control toets

b6	control toets	b6 in latch	
0	0	0	
1	0	1	) b6 doorgelaten
0	1	1	
1	1	0	control functie

Tabel 1. De ASCII code

binair						hex	decimaal	soort	naam	opmerkingen
6	5	4	3	2	1					
0	0	0	0	0	0	00	000	CTRL / C	NUL	Null
0	0	0	0	0	1	01	001	CTRL / A	SOH	Start of heading
0	0	0	0	0	1	02	002	CTRL / B	STX	Start of text
0	0	0	0	0	1	03	003	CTRL / C	ETX	End of text, break
0	0	0	0	1	0	04	004	CTRL / D	EOT	End of transmission
0	0	0	0	1	0	05	005	CTRL / E	ENQ	Enquiry, Here is
0	0	0	0	1	1	06	006	CTRL / F	ACK	Acknowledge
0	0	0	0	1	1	07	007	CTRL / G	BEL	Bell
0	0	0	1	0	0	08	008	CTRL / H	BS	Backspace
0	0	0	1	0	1	09	009	CTRL / I	HT	Hor. tabulation



HARDWARE

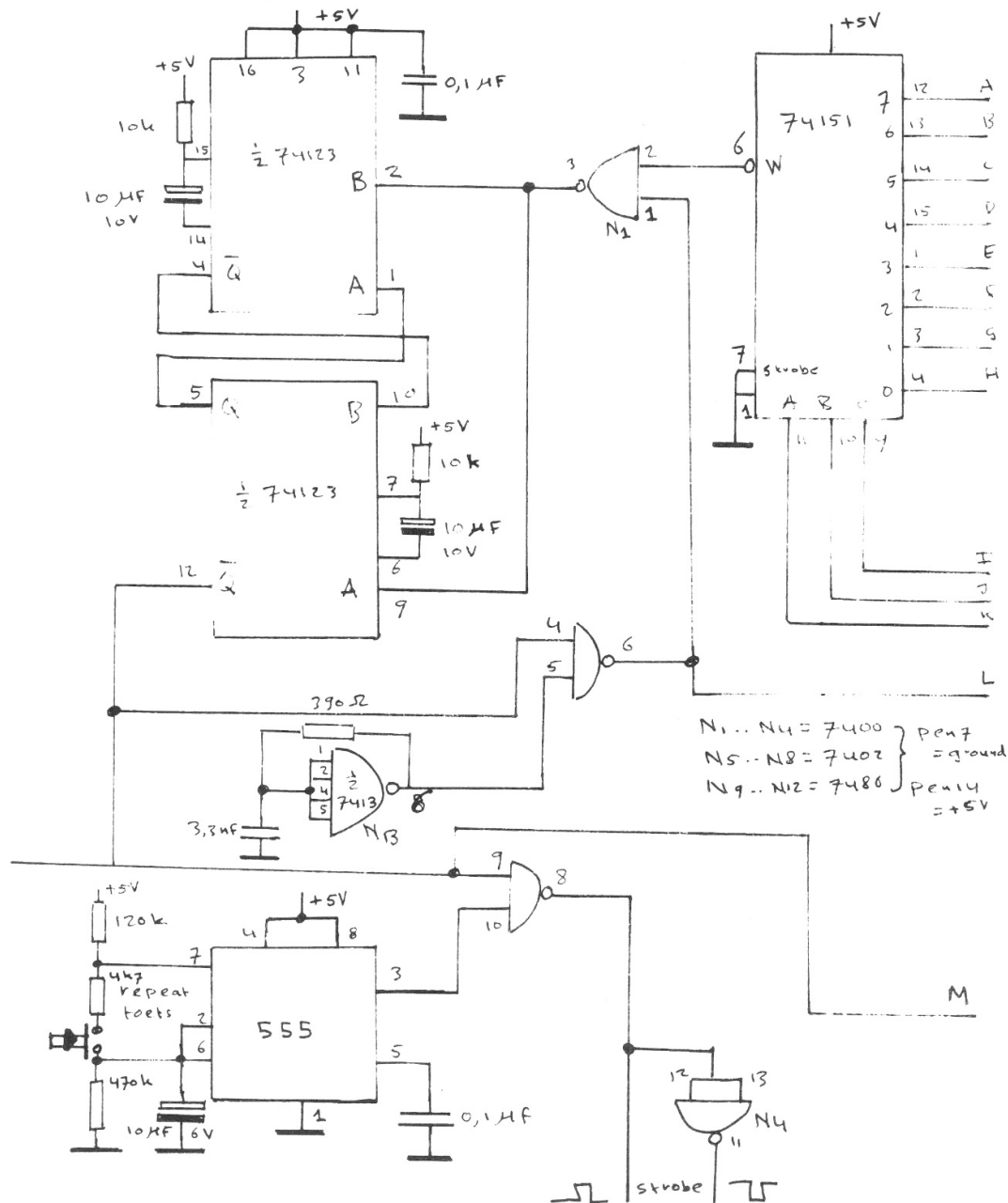
0 0 0 1 0 1 0	0A	010	H	LF	Line feed
0 0 0 1 0 1 1	0B	011	CTRL / K	VT	Vert. tabulation
0 0 0 1 1 0 0	0C	012	CTRL / I	FF	Form feed
0 0 0 1 1 0 1	0D	013	H	CR	Carriage return
0 0 0 1 1 1 0	0E	014	CTRL / H	SO	Shift out
0 0 0 1 1 1 1	0F	015	CTRL / O	SI	Shift in
0 0 1 0 0 0 0	10	016	CTRL / P	DLF	Data link escape
0 0 1 0 0 0 1	11	017	CTRL / Q	DC1	Device control 1
0 0 1 0 0 1 0	12	018	CTRL / R	DC2	Device control 2
0 0 1 0 0 1 1	13	019	CTRL / S	DC3	Device control 3
0 0 1 0 1 0 0	14	020	CTRL / T	DC4	Device control 4
0 0 1 0 1 0 1	15	021	CTRL / U	HAK	Req. acknowledge
0 0 1 0 1 1 0	16	022	CTRL / V	SYN	Synchronous idle
0 0 1 0 1 1 1	17	023	CTRL / W	ETB	End of transm. block
0 0 1 1 0 0 0	18	024	CTRL / X	CAN	Cancel
0 0 1 1 0 0 1	19	025	CTRL / Y	EM	End of medium
0 0 1 1 0 1 0	1A	026	CTRL / Z	SUB	Substitute
0 0 1 1 0 1 1	1B	027	CTRL /	ESC	Escape
0 0 1 1 1 0 0	1C	028	CTRL	FS	File separator
0 0 1 1 1 0 1	1D	029	CTRL /	GS	Group separator
0 0 1 1 1 1 0	1E	030	CTRL /	RS	Record separator
0 0 1 1 1 1 1	1F	031	CTRL /	US	Unit separator
0 1 0 0 0 0 0	20	032	H	SP	Space
0 1 0 0 0 0 1	21	033	SH/ 1	!	
0 1 0 0 0 1 0	22	034	SH/ 2	"	
0 1 0 0 0 1 1	23	035	SH/ 3	#	
0 1 0 0 1 0 0	24	036	SH/ 4	\$	
0 1 0 0 1 0 1	25	037	SH/ 5	%	
0 1 0 0 1 1 0	26	038	SH/ 6	&	
0 1 0 0 1 1 1	27	039	SH/ 7	'	
0 1 0 1 0 0 0	28	040	SH/ 8	(	
0 1 0 1 0 0 1	29	041	SH/ 9	)	
0 1 0 1 0 1 0	2A	042	SH/ :	x	
0 1 0 1 0 1 1	2B	043	SH/ :	.	
0 1 0 1 1 0 0	2C	044	H	,	
0 1 0 1 1 0 1	2D	045	H	-	
0 1 0 1 1 1 0	2E	046	H	.	
0 1 0 1 1 1 1	2F	047	SH/ ?	/	
0 1 1 0 0 0 0	30	048	H	Ø	
0 1 1 0 0 0 1	31	049	H	1	
0 1 1 0 0 1 0	32	050	H	2	
0 1 1 0 0 1 1	33	051	H	3	
0 1 1 0 1 0 0	34	052	H	4	
0 1 1 0 1 0 1	35	053	H	5	
0 1 1 0 1 1 0	36	054	H	6	
0 1 1 0 1 1 1	37	055	H	7	
0 1 1 1 0 0 0	38	056	H	8	
0 1 1 1 0 0 1	39	057	H	9	
0 1 1 1 0 1 0	3A	058	H	:	
0 1 1 1 0 1 1	3B	059	H	;	
0 1 1 1 1 0 0	3C	060	SH/ .	<	
0 1 1 1 1 0 1	3D	061	SH/ -	=	
0 1 1 1 1 1 0	3E	062	SH/ .	>	
0 1 1 1 1 1 1	3F	063	H	?	
1 0 0 0 0 0 0	40	064	H	@	
1 0 0 0 0 0 1	41	065	H	A	begin upper case
1 0 0 0 0 1 0	42	066	H	B	
1 0 0 0 0 1 1	43	067	H	C	
1 0 0 0 1 0 0	44	068	H	D	

6502

HARDWARE

1 0 0 0 1 0 1	45	069	H	E
1 0 0 0 1 1 0	46	070	H	F
1 0 0 0 1 1 1	47	071	H	G
1 0 0 1 0 0 0	48	072	H	H
1 0 0 1 0 0 1	49	073	H	I
1 0 0 1 0 1 0	4A	074	H	J
1 0 0 1 0 1 1	4B	075	H	K
1 0 0 1 1 0 0	4C	076	H	L
1 0 0 1 1 0 1	4D	077	H	M
1 0 0 1 1 1 0	4E	078	H	N
1 0 0 1 1 1 1	4F	079	H	O
1 0 1 0 0 0 0	50	080	H	P
1 0 1 0 0 0 1	51	081	H	Q
1 0 1 0 0 1 0	52	082	H	R
1 0 1 0 0 1 1	53	083	H	S
1 0 1 0 1 0 0	54	084	H	T
1 0 1 0 1 0 1	55	085	H	U
1 0 1 0 1 1 0	56	086	H	V
1 0 1 0 1 1 1	57	087	H	W
1 0 1 1 0 0 0	58	088	H	X
1 0 1 1 0 0 1	59	089	H	Y
1 0 1 1 0 1 0	5A	090	H	Z
1 0 1 1 0 1 1	5B	091	H	ende upper case
1 0 1 1 1 0 0	5C	092	H	↑
1 0 1 1 1 0 1	5D	093	H	↖
1 0 1 1 1 1 0	5E	094	H	↗
1 0 1 1 1 1 1	5F	095	H	↓
1 1 0 0 0 0 0	60	096	SH/ C	—
1 1 0 0 0 0 1	61	097	SH/ A	a
1 1 0 0 0 1 0	62	098	SH/ B	b
1 1 0 0 0 1 1	63	099	SH/ C	c
1 1 0 0 1 0 0	64	100	SH/ D	d
1 1 0 0 1 0 1	65	101	SH/ E	e
1 1 0 0 1 1 0	66	102	SH/ F	f
1 1 0 0 1 1 1	67	103	SH/ G	g
1 1 0 1 0 0 0	68	104	SH/ H	h
1 1 0 1 0 0 1	69	105	SH/ I	i
1 1 0 1 0 1 0	6A	106	SH/ J	j
1 1 0 1 0 1 1	6B	107	SH/ K	k
1 1 0 1 1 0 0	6C	108	SH/ L	l
1 1 0 1 1 0 1	6D	109	SH/ M	m
1 1 0 1 1 1 0	6E	110	SH/ N	n
1 1 0 1 1 1 1	6F	111	SH/ O	o
1 1 1 0 0 0 0	70	112	SH/ P	p
1 1 1 0 0 0 1	71	113	SH/ Q	q
1 1 1 0 0 1 0	72	114	SH/ R	r
1 1 1 0 0 1 1	73	115	SH/ S	s
1 1 1 0 1 0 0	74	116	SH/ T	t
1 1 1 0 1 0 1	75	117	SH/ U	u
1 1 1 0 1 1 0	76	118	SH/ V	v
1 1 1 0 1 1 1	77	119	SH/ W	w
1 1 1 1 0 0 0	78	120	SH/ X	x
1 1 1 1 0 0 1	79	121	SH/ Y	y
1 1 1 1 0 1 0	7A	122	SH/ Z	z
1 1 1 1 0 1 1	7B	123	SH/ [	ende lower case
1 1 1 1 1 0 0	7C	124	SH/ \	↑
1 1 1 1 1 0 1	7D	125	SH/]	↖
1 1 1 1 1 1 0	7E	126	SH/ ^	↗
1 1 1 1 1 1 1	7F	127	N	DEL delete of rub. out

6502 HARDWARE



HARDWARE

