

Elektronik

B 2594 EX

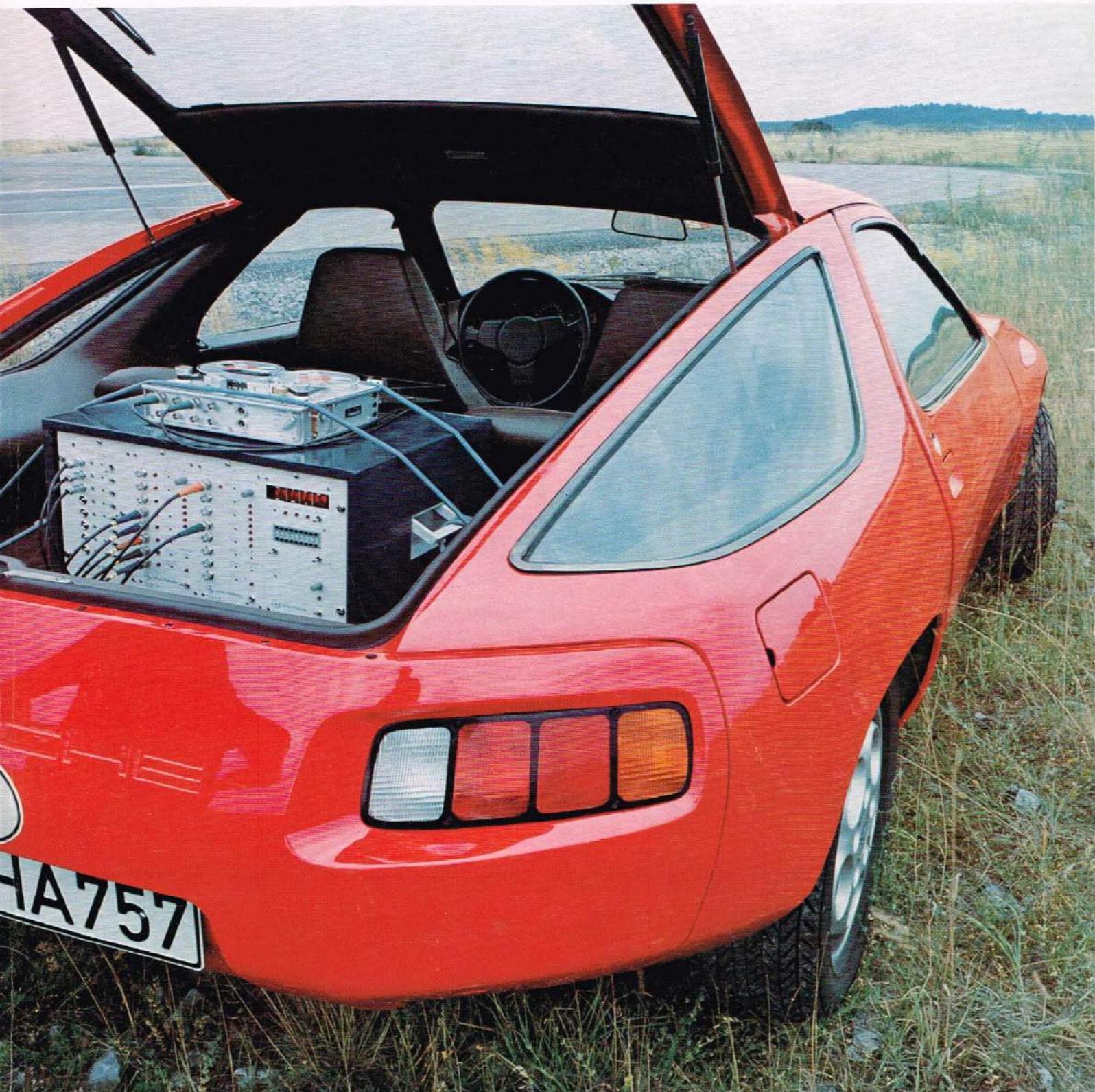
9

Fachzeitschrift für angewandte Elektronik und Datentechnik

September 1977
5.80 DM
50.- öS, 6.50 sfr

Neuartiger Sprachgenerator – Digitales Zündsystem
Norm für PCM-Meßsysteme – Oszilloskop als Sichtgerät

Filterentwurf mit Universalbausteinen – Testautomat-
steuerung mit Mikroprozessor – Notizen aus den USA



Besonders bei den Entwicklern von Mikroprozessor-Schaltungen wird der Wunsch nach preisgünstigen peripheren Einheiten immer größer. Eines der wichtigsten Zusatzgeräte ist neben dem Kassetten-Tonbandgerät eine Datensichtstation. Da zu deren teuersten Bestandteilen die Anzeigeeinheit gehört, bietet sich das in jedem Labor vorhandene Oszilloskop für diesen Zweck geradezu an.

Dipl.-Ing. Marco Barnig

Oszilloskop

als alphanumerisches Datensichtgerät

Die folgende Arbeit zeigt mögliche Verfahren zur Darstellung von alphanumerischen Zeichen auf dem Oszilloskop. Der Schaltungsaufwand und die Möglichkeiten eines jeden Verfahrens werden durch praktische Beispiele erläutert. Bewußt wird hingegen auf die Beschreibung der Software und die Erörterung von Details der Anpassungsschaltungen zwischen Sichtgerät und Mikroprozessor verzichtet; sie müssen für jedes System von Fall zu Fall eigens entwickelt werden.

1 Grundlagen und Übersicht

Bei Datensichtgeräten unterscheidet man zwischen alphanumerischen und grafischen Geräten, wobei letztere mindestens die gleichen Eigenschaften wie alphanumerische Geräte aufweisen sollten. Moderne Datensichtgeräte arbeiten vorwiegend nach dem Fernseh-Rasterverfahren. Zur Zeichenerzeugung verwendet man üblicherweise einen integrierten Zeichengenerator, aus welchem man das Videosignal ableiten kann. Bild 1 zeigt den Aufbau eines Zeichengenerators, welcher 64 Zeichen in einer 5 x 7-Matrix enthält. Mit den sechs Adressenbits A 0...A 5 wird das gewünschte Zeichen, mit den Zeilenbits R 0...R 2 die gewünschte Zeile gewählt. Die Information zur Hell/Dunkel-Steuerung des Strahls erscheint binär an den Ausgängen B 0...B 4. Mit einem Multiplexer an den Ausgängen läßt sich die Zeileninformation zeitlich zerlegen. Da man auf dem Bildschirm in der Regel mehrere Zeichen pro Textzeile dar-

stellen will, werden die zu den einzelnen Zeichen gehörenden Informationen zeitlich ineinander verschachtelt. Bild 2 zeigt als Beispiel den Ausschnitt einer Textzeile.

Wegen der Verteilung eines Zeichens über mehrere Zeilen wird mit der Darstellung des jeweils nächsten Zeichens begonnen, bevor das vorhergehende Zeichen fertig geschrieben wurde. Es leuchtet ein, daß dadurch der Organisationsaufwand des Textspeichers steigt. Ist man bei der Entwicklung eines Datensichtgerätes nicht an das Fernseh-Rasterverfahren gebunden, wie z. B. bei der Verwendung eines Elektronenstrahl-Oszilloskops, so kann man den Schaltungsaufwand stark reduzieren.

Zur Darstellung von alphanumerischen Zeichen wird das Oszilloskop mit von außen gesteuerter X-Y-Ablenkung verwendet. Grundsätzlich unterscheidet man drei Methoden [1]:

1. *Rasterpunkte oder -striche mit festem zeichenbezogenem Raster:* Alle möglichen Rasterpunkte werden durchlaufen, die Zeichenerzeugung erfolgt durch die Helligkeitssteuerung. Das Raster wird so gewählt, daß man ein Zeichen nach dem anderen schreiben kann.
2. *Punkte oder Striche ohne festes Raster:* Es werden nur die Bildpunkte oder -striche der Zeichen durchlaufen. Der Strahl wird nur während den Zeichenzwischenstellen ausgetastet.
3. *Zeichenabhängige Lissajous-Figuren:* Die Zeichen werden aus zeichenabhängigen Lissajous-Figuren aufgebaut.

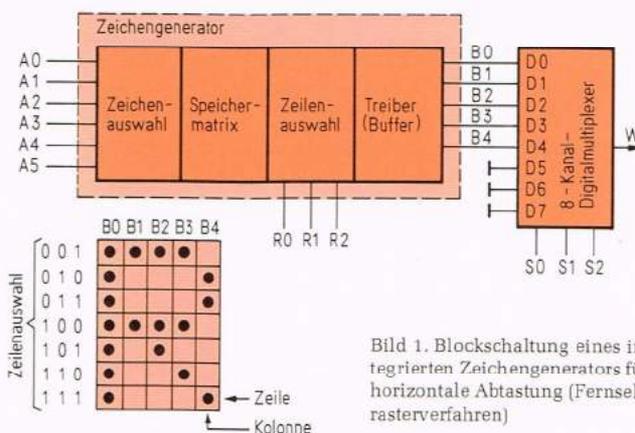


Bild 1. Blockschaltung eines integrierten Zeichengenerators für horizontale Abtastung (Fernseh-rasterverfahren)

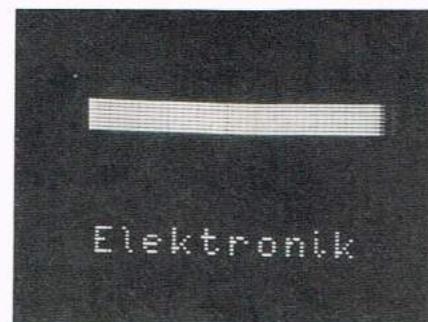


Bild 2. Ausschnitt aus einer Textzeile (Fernseh-rasterverfahren)

2 Zeichenerzeugung mit festem zeichenbezogenem Raster

Das bekannteste zeichenbezogene Raster ist die 7-Segment-Matrix. Die Darstellung von Zeichen nach dem 7-Segment-Verfahren auf dem Oszilloskop wurde in der Literatur schon mehrmals beschrieben [2]. Ein anderes Raster, welches größere Freiheiten bei der Zeichenart erlaubt, ist das weniger bekannte Sternraster (starburst pattern). In Bild 3 ist ein solches Muster mit den benötigten X- und Y-Ablenkspannungen dargestellt. Ein gemeinsamer Nachteil dieser Verfahren ist die relativ aufwendige Schaltung für die Strahlablenkung und die Helligkeitssteuerung.

Verwendet man hingegen integrierte Zeichengeneratoren, welche die Zeicheninformation für die Strahlaustastung kolonnenweise statt zeilenweise ausgeben (z. B. Motorola MCM 1132L, Texas Instruments TMS 4100, National MM 4241AB), so kann man die einzelnen Rasterpunkte der 7 x 5-Zeichenmatrix kontinuierlich durchlaufen und damit die Zeichen zeitlich nacheinander darstellen (Bild 4). Eine schnelle sägezahnförmige Y-Ablenkspannung und eine gleichzeitige langsame Ablenkung des Strahls in x-Richtung bewirken einen solchen Rasterdurchlauf.

Bei der Darstellung mehrerer Textzeilen muß man der Y-Sägezahnspannung eine treppenförmige Spannung überlagern. Wählt man die Bildaufteilung so, daß die Anzahl Zeilen und die Anzahl Zeichen pro Zeile ein Vielfaches von zwei sind, dann wird die ganze Schaltung besonders einfach. 16 Zeilen zu 32 Zeichen sind sowohl im Hinblick auf die Ausnutzung des Oszilloskopschirms als auch für die Anwendung als Mikroprozessor-Terminal eine optimale Aufteilung. Das Blockschaltbild eines solchen Systems zeigt Bild 5.

2.1 Funktionsbeschreibung

Der gesamte zeitliche Ablauf wird durch einen 16-bit-Zähler gesteuert. Über einen Multiplexer führen die Ausgänge Q 1...Q 3 die Parallel-Serien-Umsetzung der sieben Ausgangsbits des Zeichengenerators durch. Die fallende Flanke

von Q 3 startet ein Monoflop, welches mit einem Nadelimpuls den Schalter S 1 schließt und den Kondensator C 1 entlädt (Y-Sägezahnflanke). Zeitlich fällt die Ansteuerung des ersten Eingangs des Multiplexers, welcher auf „0“ liegt, mit der Flanke des Y-Sägezahns zusammen, so daß der vertikale Rücklauf des Strahls nicht sichtbar ist. Von den Ausgängen Q 4...Q 6 wird jeweils eine Kolonne aus den 5 Kolonnen des Zeichengenerators ausgewählt; die drei nicht benötigten Ansteuerkombinationen gewährleisten einen angemessenen Abstand zwischen den einzelnen Zeichen (während dieser Zeit bleibt der Strahl dunkel). Die fallende Flanke von Q 11 steuert wiederum über einen Monoflop den X-Sägezahn; der Rücklauf des Strahls in horizontaler Richtung liegt zeitlich innerhalb der drei Leerstellen vor dem ersten Zeichen. Q 12...Q 15 sind über ein Widerstandsnetzwerk an den Y-Operationsverstärker geführt (D/A-Umsetzer), um die Treppenspannung für die Zeilenabstände zu erzeugen. Die Ausgänge Q 7...Q 15 bilden gleichzeitig die Adresse für den Textspeicher, welcher den Code für die Zeichenauswahl liefert.

2.2 Schaltungstechnische Ausführung

Wie aus der Blockschaltung ersichtlich ist, besteht der eigentliche Kern der Schaltung neben dem Zeichengenerator aus fünf digitalen integrierten Schaltungen und zwei Operationsverstärkern. Bild 6 zeigt den Aufbau der Sägezahngeneratoren. Der Kondensator wird mit einem konstanten Strom aufgeladen und mit dem vom Monoflop gelieferten Nadelimpuls über den als Schalter arbeitende Transistor T 1 entladen; mit dem Potentiometer R kann beim Y-Generator die Zeichenhöhe und beim X-Generator die Zeilenlänge eingestellt werden.

2.3 Einsatzmöglichkeiten

Der vorteilhafteste Einsatzbereich der eben beschriebenen Lösung ergibt sich beim Betrieb mit direktem transparentem

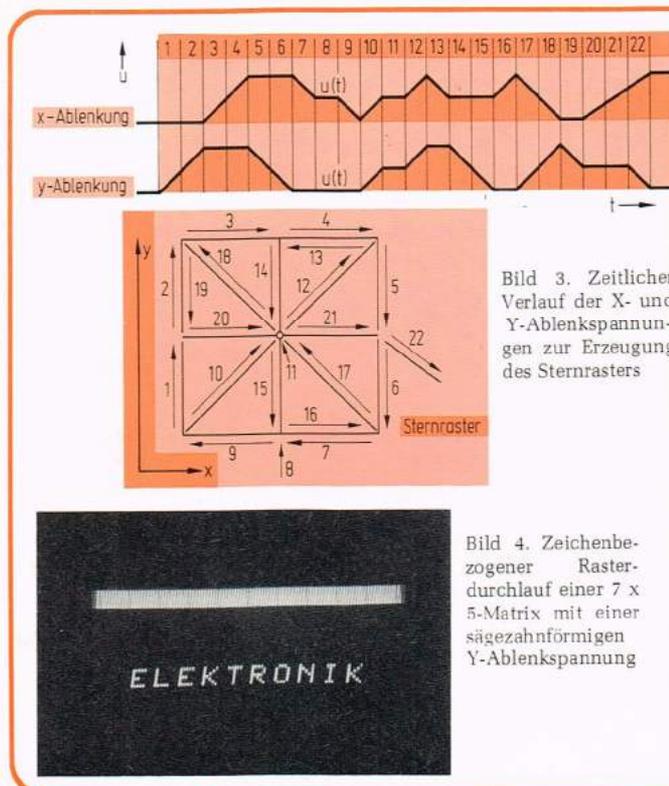


Bild 3. Zeitlicher Verlauf der X- und Y-Ablenkspannungen zur Erzeugung des Sternrasters

Bild 4. Zeichenbezogener Rasterdurchlauf einer 7 x 5-Matrix mit einer sägezahnförmigen Y-Ablenkspannung

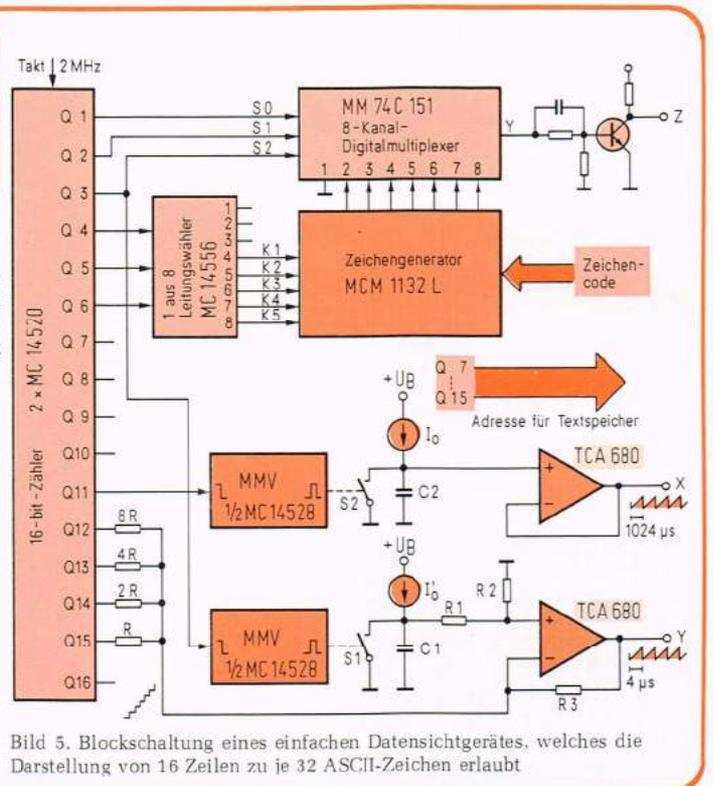


Bild 5. Blockschaltung eines einfachen Datensichtgerätes, welches die Darstellung von 16 Zeilen zu je 32 ASCII-Zeichen erlaubt

Zugriff zum Arbeitsspeicher eines Mikroprozessors: Die meisten Mikroprozessoren verschieben die Daten auf dem Daten- und Adreßbus nur während einer Teilphase eines Instruktionszyklus; während der übrigen Zeit können Daten- und Adreßbus von der Zentraleinheit (CPU) getrennt und der Arbeitsspeicher (RAM) von einer peripheren Einheit angesteuert werden, ohne daß der Prozessor im normalen Funktionsablauf gestört wird (transparent DMA). Dazu wird die jeweilige Adresse vom Zähler auf den Adreßbus geschaltet und die gelieferten Daten für die Zeichenauswahl (6 bit) in einen Zwischenspeicher (74 C 174) eingelesen. Beim Mikroprozessor MC 6800 zum Beispiel ist diese Betriebsart besonders einfach, da der direkte Speicherzugriff während jeder positiven Φ -1-Taktphase durchgeführt werden kann. Nützt man den zeitlichen Einleespielraum von ca. 12 μ s zwischen zwei Zeichen aus (dunkelgetastete Abstandskolonnen vor jedem Zeichen), so können Mikroprozessor und Datensichtgerät asynchron getaktet werden. Die Mikroprozessor-Taktfrequenz kann dabei frei gewählt werden.

Auf weitere Schaltungseinzelheiten wird hier verzichtet, da sie wegen der unterschiedlichen Mikroprozessor-Strukturen individuell angepaßt werden müssen.

Ohne zusätzliche Software hat man bei dieser Betriebsart ein sehr schnelles Display, welches jeweils den momentanen Inhalt eines wählbaren Bereichs des Arbeitsspeichers anzeigt (sofern die Daten im ASCII-Code abgespeichert sind). Jeder Zeichenplatz ist direkt anzusteuern; den Austausch aller 512 Zeichen kann der Prozessor innerhalb der Darstellungszeit eines Bildes durchführen, wobei die Bild-Wiederholfrequenz etwa 60 Hz beträgt. Verwendet man zusätzlich eine alphanumerische Tastatur, so kann man dieses Sichtgerät zu einem vollständigen Terminal ausbauen. Funktionen wie die Markierung des Eingabeplatzes (CURSOR), Tabulatorsprung, Fehlerkorrekturen, Verschiebung von Textteilen, Überschreibschutz, können mittels Software realisiert werden.

Solche Datensichtstationen werden am Institut für Elektronik der Eidg. Technischen Hochschule Zürich bei Studienarbeiten als billige Kommunikationseinheiten für Mikroprozessoren MC 6800 eingesetzt. Bild 7 vermittelt einen qualitativen Eindruck über die Leistung dieses Displays.

3 Zeichenerzeugung ohne festes Raster

Großes Aufsehen erregte die Firma Tektronix bei der Einführung der Oszilloskopserie 7000 durch ihre Technik der

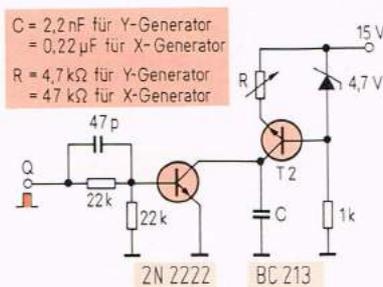


Bild 6. Schaltung für einen der Sägezahngeneratoren

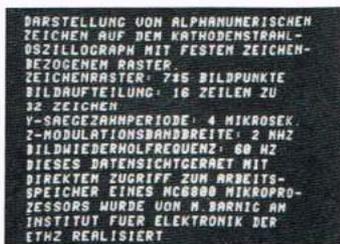


Bild 7. Bildschirmaufnahme vom Oszilloskop (mit Z-Modulation)

Bild 8. ▶

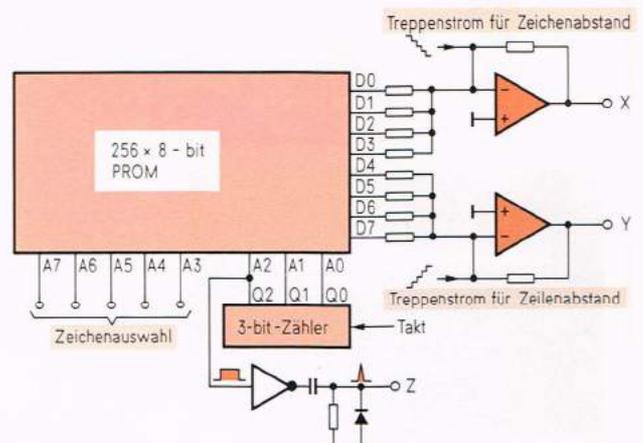
Blockschaltung eines Generators zur Zeichenerzeugung ohne festes Raster; die Koordinatenpunkte der Symbole werden sequentiell durchlaufen

elektronischen Einblendung alphanumerischer Zeichen in die Oszilloskop-Röhre. Bei diesem Verfahren werden die Symbole als x-y-Koordinatenwerte in einem eigens entwickelten integrierten Symbolgenerator abgespeichert und im Zeitmultiplexverfahren eingeblendet [3]. Den Symbolgenerator kann man sich als bipolaren „analogen Nur-Lesespeicher“ (analog ROM) vorstellen. Diese Einblend-Technik ist ein typisches Beispiel für die Erzeugung von Zeichen ohne festes Raster. Bei jedem Symbol werden nur die abgespeicherten Koordinatenpunkte durchlaufen.

Bild 8 zeigt, wie man einen der Tektronix-Lösung ähnlichen Zeichengenerator mit handelsüblichen Bauteilen realisieren kann. Die Zeichenkoordinaten werden in einem digitalen programmierbaren Nur-Lesespeicher (PROM) abgespeichert; zwei Summationsverstärker an den Ausgängen wandeln die digitale Information in analoge Spannungen für die X- und Y-Ablenkung des Oszilloskops um. Schließlich werden die einzelnen Koordinatenpunkte sequentiell durchlaufen, indem man die unteren Adreßeingänge des PROMs mit einem Zähler ansteuert. Mit acht Koordinatenpunkten pro Symbol lassen sich in einem 256 x 8-bit-Speicher 32 verschiedene Zeichen unterbringen. Die Abstände zwischen den einzelnen Zeichen und die Aufteilung in mehrere Zeilen erreicht man durch Treppenspannungs-Generatoren, deren Ausgangsspannungen den X- und Y-Signalen des Zeichengenerators überlagert werden. Während der Zeichenzwischenstellen erfolgt die Austastung des Elektronenstrahls durch einen kurzen Impuls auf den Z-Eingang des Oszilloskops, ausgelöst durch die fallende Flanke von Q 2. Um einen stetigen Übergang von einem Koordinatenpunkt zum andern zu erreichen (smooth transition) müssen die X- und Y-Ausgangsspannungen mit einem Tiefpaß geglättet werden. Bei geeigneter Wahl der Taktfrequenz kann man den Frequenzgang-Verlauf der Operationsverstärker dazu benutzen.

Diese Art der Zeichenerzeugung ist nicht auf alphanumerische Zeichen beschränkt: Bei der Erschaffung von neuen Symbolen ist man sowohl in der Anzahl der Koordinatenpunkte wie auch in der Wahl der Koordinatenmatrix völlig frei.

Ein Nachteil dieses Verfahrens sei jedoch nicht verschwiegen: Symbole, welche nicht zusammenhängend darzustellen sind, wie Gleichheitszeichen, Doppelpunkt usw., benötigen zusätzliche Schaltungen für die Strahlaustastung innerhalb des Symbols; auch das Leerzeichen ist ein Sonderfall. Will man bei einem Datensichtgerät den vollen ASCII-Zeichensatz darstellen, dann verliert diese Schaltung ihre ursprüngliche Einfachheit und ist dem zeichenbezogenen



Rasterpunktverfahren unterlegen. Beschränkt man sich dagegen auf relativ wenige zusammenhängende Zeichen, zum Beispiel alle Sedezimalzeichen, dann wird die Schaltung zur Zeichenerzeugung verblüffend einfach. Mit einem kleinen Trick kann man sogar auf jegliche Strahlaustastung verzichten.

3.1 Funktion eines Sedezimal-Displays ohne Strahlaustastung

Für die Erzeugung von gut leserlichen Sedezimalzeichen genügt eine 5 x 3-Matrix. Wenn man alle Ausgänge des PROMs gleich wichtet, werden für die Y-Ablenkung vier, für die X-Ablenkung zwei bit benötigt. Bei der Verwendung des bekannten PROMs 1702 bleiben dann zwei Datenleitungen unbenutzt, pro Zeichen stehen 16 Speicherplätze zur Verfügung. Behält man 8 Koordinatenpunkte pro Zeichen bei, dann kann man diese in aufsteigender und absteigender Reihenfolge hintereinander abspeichern. Der erste und der letzte Punkt sind benachbart; bei durchlaufendem Zähler kann der Elektronenstrahl dauernd das gleiche Zeichen schreiben. Bewegt man den Strahl zur Position des nächsten Zeichens, nachdem das vorherige mehrmals geschrieben wurde, so ist die Strahlablenkung im Zeichenintervall auch ohne Austastung unsichtbar. Bild 9 veranschaulicht anhand der Ziffer 2, wie die Koordinatenpunkte gewählt und abgespeichert wurden. Bild 10 zeigt die sechzehn mit dieser Schaltung realisierbaren Zeichen bei rechteckförmigen und bei geglätteten Ausgangsspannungen (Tiefpaß).

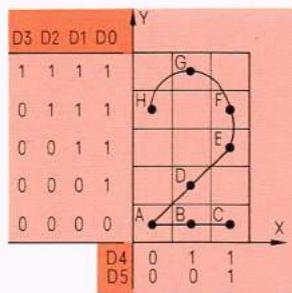
3.2 Einsatzmöglichkeit des Sedezimaldisplays

Die Verwendung einer solchen Anzeige wird wiederum hauptsächlich im Zusammenhang mit einem Mikroprozessor erfolgen. Auch läßt sich mit einer zusätzlichen Sedezimaltastatur ein einfaches Terminal aufbauen. Diese Möglichkeit ist vor allem für jene Anwender interessant, deren Oszilloskop keine Möglichkeit für eine externe Strahlaustastung besitzt oder nur eine langsame Helligkeitssteuerung erlaubt. Eine sinnvolle Bildaufteilung für diesen Betrieb sind z. B. sechzehn Zeilen mit je 6 Zeichen zur Darstellung von 16 Arbeitsspeicher-Plätzen. Die vier vorderen Zeichen geben die Adresse, die zwei hinteren, durch einen angemessenen Abstand getrennt, das Datenwort an. Bild 11 zeigt eine solche Anordnung; die zugehörige Schaltung wird in Bild 12 dargestellt.

Ein Schieberegister mit seriellem Eingang und parallelen Ausgängen als Treppenspannungs-Generator erlaubt die Realisierung ungleichmäßiger Abstände zwischen den Zeichen: Der Eingang liegt dauernd auf „1“, dadurch wird bei jedem Takt ein zusätzlicher Widerstand eingeschaltet; beim sechsten Taktimpuls wird das Schieberegister selbsttätig gelöscht. Der Löschimpuls des Schieberegisters ist gleichzeitig der Taktimpuls für den Zeilenzähler Z 3, dessen in Analogwerte umgesetzte Ausgangsspannung die Treppenkurve für die Zeilenerzeugung bildet. Der Zähler Z 1 adressiert die einzelnen Koordinatenpunkte, Z 2 bewirkt das mehrmalige Schreiben eines Zeichens. Beim Betrieb mit direktem Zugriff zum Arbeitsspeicher des Mikroprozessors sind wie-



Bild 10. Darstellung der Sedezimalzeichen ohne Strahlaustastung bei rechteckförmigen (obere Zeile) und bei gefilterten Ausgangsspannungen (untere Zeile)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Speicherplatz
A	B	C	A	D	E	F	G	H	G	F	E	D	A	C	B	Koordinatenpunkt
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	D0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	D1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	D2
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	D3
0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	D4
0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	D5

Bild 9. Koordinatentabelle für die Darstellung der Ziffer 2

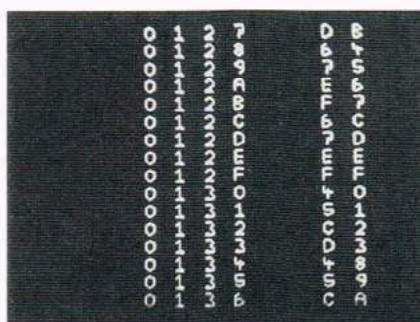


Bild 11. Bildaufteilung bei einem einfachen Sedezimaldisplay für Mikroprozessoren (16 Bit für Adresse und 8 Bit für Daten)

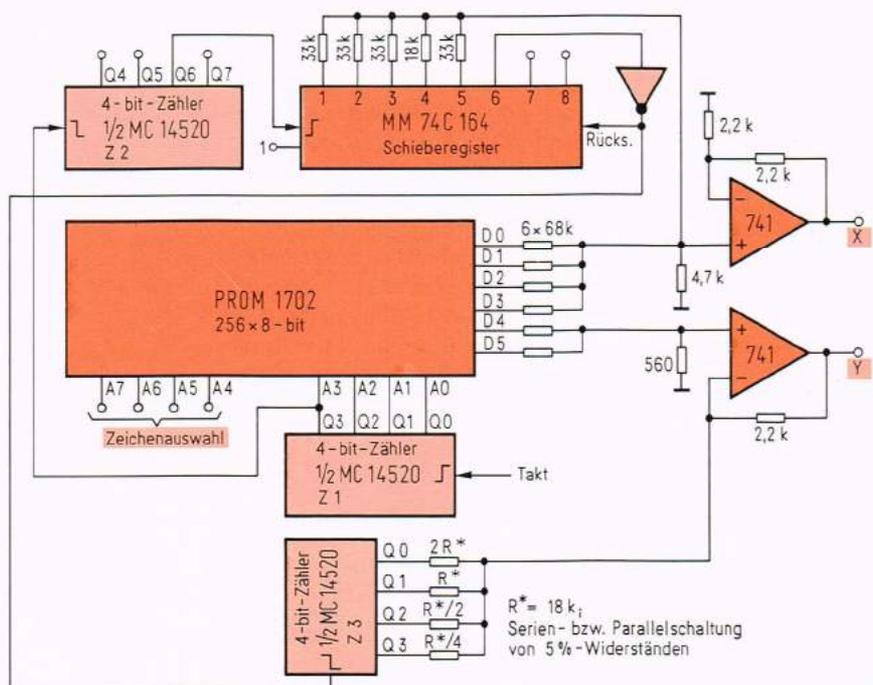
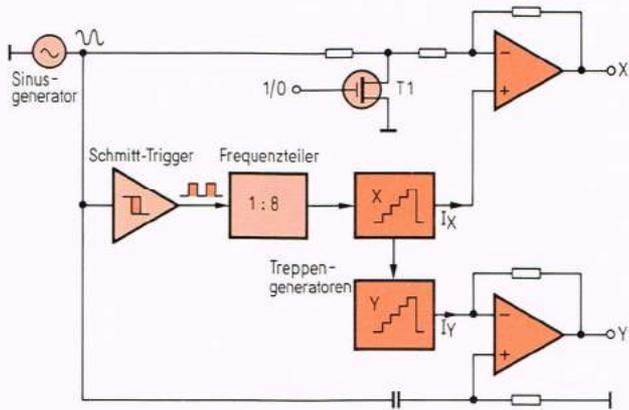


Bild 12. Schaltung des Sedezimaldisplays



◀ Bild 13.
Prinzipieller Aufbau einer tabellenförmigen „0“/„1“-Anzeige mit Lissajous-Figuren

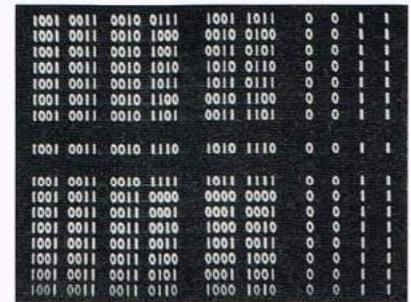


Bild 14. ▶
Anwendung einer „Binär-Anzeige“: Logikanalysator für Mikroprozessoren

derum Tri-State-Puffer und ein Zwischenspeicher (4 bit) für den Zeichencode notwendig.

4 Zeichenerzeugung mit Lissajous-Figuren

Mancher Benutzer eines Logik-Testers vom Typ 1600A (Hewlett-Packard) hat sich schon über die elegante Zeichenform der dargestellten „Nullen“ gewundert. Das benutzte Verfahren ist raffiniert einfach: Zwei um 90° phasenverschobene Sinusspannungen als X- und Y-Ablenksignal beschreiben eine Ellipse; für die Darstellung einer „1“ wird die X-Ablenkspannung ausgeschaltet und somit eine vertikale Gerade gebildet [4].

Diese Methode ist aber nicht nur auf die Abbildung von „0“ und „1“ beschränkt; bei einem Frequenzverhältnis von 2:1 erhält man z. B. die Ziffer „8“, mit zusätzlicher Strahlaustastung während der Zeichendarstellung die Ziffer „3“. Der Schaltungsaufwand steigt sehr rasch an, wenn man sich nicht auf Zeichen beschränkt, welche ohne Frequenzumschaltung auskommen. Auch wenn man sich mit „0“ und „1“ begnügt, wird man viele Anwendungen für eine solche Anzeige finden. Die Blockschaltung eines Systems zur tabellenförmigen Darstellung von logischen Zuständen wird in Bild 13 gezeigt.

4.1 Aufbau einer „0“- und „1“-Anzeige

Durch Differenzieren des Ausgangssignals eines Sinusoszillators erhält man die um 90° phasenverschobene Ablenkspannung zur Erzeugung einer Ellipse. Für die Darstellung einer „1“ kann die Horizontalablenkspannung durch den Transistor T 1 kurzgeschlossen werden. Zur Erzeugung von Zeichenzwischenräumen und für die Bildaufteilung in mehrere Zeilen sind wiederum zwei Treppenspannungsgeneratoren nötig. Der Takt für die X-Ablenkung wird vom Sinusgenerator geliefert: mit einem Schmitt-Trigger wird die Sinusspannung in ein rechteckförmiges Signal umgeformt. Eine Unterseizerstufe ermöglicht das mehrmalige Schreiben eines Zeichens, bevor der Strahl zur nächsten Stelle springt. Somit ist auch hier keine Strahlaustastung erforderlich, ähnlich wie beim Sedezimaldisplay. Als Sinusgenerator kann man LC- oder RC-Oszillatoren verwenden, wobei besonders auf die Phasen-Differenzmethode hingewiesen wird [5]. Die Frequenz ist abhängig von der Anzahl der dargestellten Zeichen; sie soll so hoch sein, daß kein Flimmern auftritt.

Je nach Tabellenform wird man für die Realisierung der Treppenspannungsgeneratoren Zähler oder Schieberegister mit gewichteten Widerständen verwenden. Beide Methoden wurden in dieser Arbeit schon vorgestellt. Bei großen Tabellen sind Präzisionswiderstände oder monolithische Digital/Analog-Umsetzer wegen der hohen Genauigkeit erforderlich.

4.2 Einsatz der Anzeige

Das beschriebene System kann zur Anzeige des momentanen Inhalts eines Teils des Mikroprozessor-Arbeitsspeichers benutzt werden. Nützlich kann auch die Darstellung des Inhalts der verschiedenen Register eines Mikroprozessors nach jedem Programmschritt sein (zu Demonstrationszwecken).

Eine weitere Verwendungsmöglichkeit dieser Anzeige ist, wie beim Gerät von Hewlett-Packard, die übersichtliche Darstellung des zeitlichen Ablaufs von digitalen Signalen. Bild 14 zeigt die Bildaufteilung bei einem vom Verfasser realisierten einfachen „Logik-Analysator“ für 8-bit-Mikroprozessoren [11].

5 Vergleich zum Fernsehgerät

Da in der Praxis der Betrachtungsabstand zum Bildschirm bei den erwähnten Anwendungen ohnehin recht gering ist, bedeutet der kleinere Oszilloskopschirm keinen Nachteil; im übrigen ist das Bild flimmerfrei, also angenehm bei längerem Betrachten. Ein Nachteil ist die geringere Auflösung, was aber bei 16 Zeilen zu 32 Zeichen nicht mehr gravierend in Erscheinung tritt. Berücksichtigt man noch die einfache Schaltungstechnik und die raffinierte Software, so muß das Oszilloskop als echter Konkurrent zum Fernsehempfänger gesehen werden. Andere Arbeiten des Autors bestätigten dies.

Zum Abschluß sei noch Herrn Prof. Dr. W. Guggenbühl für sein Interesse an dieser Arbeit und Herrn Dipl.-Ing. F. Grogg für wertvolle Ratschläge gedankt.

Der Autor wird mit seinem nächsten Beitrag in Heft 10 vorgestellt.

Literatur

- [1] Ameling, W., Zimmermann, R.: Prinzipien und Kenngrößen der Funktionseinheiten von Datensichtgeräten. Nachrichtentechnische Zeitschrift 1972, H. 5, S. K89...K92.
- [2] Missbach, H.: 7-Segment-System für Buchstaben und Ziffern. ELEKTRONIK 1974, H. 1, S. 25...28.
- [3] Lipinski, K.: Die Einblendung alphanumerischer Zeichen in Oszillographenröhren. ELEKTRONIK 1972, H. 1, S. 3...7.
- [4] Farnbach, W. A.: The Logic State Analyzer, Displaying Complex Digital Processes in Understandable Form. Hewlett-Packard-Journal, Januar 1974, S. 2...9.
- [5] Schubert, T.: Die Phasen-Differenzmethode. Funkschau 1970, H. 22, S. 763...785.
- [6] Häusling, M., Wolf, P.: Vielseitiger Fernsehaktgeber macht Datensichtgeräte flexibler. ELEKTRONIK 1976, H. 3, S. 105...110.
- [7] Zarnack, W., Möhl, B., Nachtigall, W.: Oszilloskop als schnelles grafisches Display für einen Minicomputer. ELEKTRONIK 1976, H. 4, S. 71...75.
- [8] Commichau, V., Hangarter, K.: Die Darstellung von alphanumerischen Zeichen mit Fernsehgeräten. ELEKTRONIK 1971, H. 11, S. 373...376.
- [9] Armstrong, J. R., Herm, C. L.: Convert your scope to a display terminal. Electronic Design 1971, H. 23, S. C20...C24.
- [10] Jensen, P.O.: Implement a lab-scope data display with μ P-software. Electronic Design 1977, H. 3, S. 68.
- [11] Barnig, M.: Einfacher Logikanalysator für den Datenbereich. Elektroniker 1977, H. 5, S. EL1...EL6.
- [12] Klein, R.-D.: Datensichtgerät zum Selbstbau. ELEKTRONIK 1977, H. 1, S. 59...62 und H. 2, S. 74...76.