

Walter Tenten

Zentrallabor für Elektronik, Abteilung Nukleare Elektronik
und On-Line-Datenverarbeitung
der Kernforschungsanlage Jülich GmbH.

Das Display-Terminal TEKTRONIX 4002 am Rechner Siemens 305

Das Display-Terminal TEKTRONIX 4002 am Rechner S 305

Der folgende Bericht beschreibt die besonderen Eigenschaften des graphischen Sichtgerätes TEKTRONIX T 4002 und erklärt den Anschluß dieses Terminals an einen Prozeßrechner vom Typ Siemens 305.

Das graphische Terminal T 4002 enthält einen Oszillographen-Bildschirm mit Speicher-Eigenschaft im Format $210 \times 152 \text{ mm}^2$ als Ausgabemedium und als Eingabeteil eine Tastatur, die außer den normalen Schreibmaschinentasten auch solche für spezielle Funktionen enthält. Weitere Bestandteile des Gerätes sind eine Steuerung mit eingebautem Zeichengenerator, eine Anschaltung für einen Rechner oder ein Fernschreibnetz und einen Zusatzkanal zum Anschluß an oder von Hilfsgeräten. Diese in einem Gerät zusammengefaßten Elemente ermöglichen die folgenden Betriebsarten des Terminals im Zusammenwirken mit einem Rechner.

1. *Alphanumerische Arbeitsweise*

Ein- und Ausgabe von Zeichen und Buchstaben, auch Kleinbuchstaben, in zwei verschiedenen Größen, außerdem kursiv oder gerade. Der Zeichengenerator verwendet eine Matrix von 7×9 Punkten. Die Kapazität des Bildschirms beträgt 39 Zeilen zu je 85 Zeichen. Eine vierzigste Zeile, die nicht auf dem Bildschirm gespeichert wird, sondern mit Hilfe eines eingebauten MOS-Schieberregisters erneuert wird, kann zum Zusammensetzen von Zeilen ohne eine gleichzeitige Rechnereingabe benutzt werden. Diese Zeile wird auf einen Knopfdruck hin als Ganzes gesendet.

Die graphischen Betriebsarten beruhen alle auf einem gedachten Punktraster von 760×1024 Punkten; für die Definition eines Punktes sind im allgemeinen 2×10 Bit notwendig.

2. *Incremental Plot*

Bei dieser Betriebsart, die von mechanisch arbeitenden Plottern übernommen wurde, ist ein Punkt immer durch seine relative Lage zum vorigen Punkt unter Zuhilfenahme des Rasters definiert. Der Abstand beträgt jeweils einen Rasterpunkt, und es sind acht verschiedene Himmelsrichtungen hell und dunkel möglich.

3. *Point Plot*

Hiermit kann ein Punkt durch Angabe eines x-y-Koordinatenpaars auf einen beliebigen Punkt des Rasters frei positioniert werden.

4. *Linear Interpolation*

Der Vektor-Modus erlaubt das Zeichnen einer geraden Linie zwischen zwei Punkten, die ähnlich wie im frei positionierbaren Modus beschrieben werden. Ein Vektor ist dabei definiert durch die Angabe eines neuen Endpunktes. Deshalb wird der erste Vektor nach Einschalten dieser Betriebsart immer dunkel geschrieben. Die Länge der Vektoren ist beliebig, doch wird im Interesse einer gleichmäßigen Helligkeit eine Maximallänge von 5 cm empfohlen.

Für den Anschluß des beschriebenen graphischen Terminals an einen Rechner sind im Prinzip folgende Möglichkeiten denkbar:

1. Paralleler Rechner-Anschluß im Nahbereich des Rechners. Diese Anschaltung ist serienmäßig nur für verschiedene PDP-8-Rechner mit Akkumulator-Schnittstelle lieferbar. Eine Anpassung an die Akkumulator-Nahtstelle der 301 dürfte leicht durchzuführen sein.
2. Direkter Anschluß an die interne Nahtstelle des Terminals.
Diese Anschaltung kann zwar die meisten Möglichkeiten zur vollen Ausnutzung aller Eigenschaften und der maximalen Arbeitsgeschwindigkeit des Sichtgerätes bieten, ist jedoch für ein Einzelprojekt zu teuer wegen der entstehenden Entwicklungskosten.
3. Serieller Anschluß für Datenübertragungsnetze mit und ohne Modem für alle gebräuchlichen Geschwindigkeiten. Diese Anschaltung ist sehr universell, eine serielle Schnittstelle ist an jedem Rechner vorhanden, auch an den Rechnern des Systems 300. Es sind beliebige Entfernungen zugelassen, die Geschwindigkeit kann in Anpassung an die zur Verfügung stehenden Leitungen variiert werden. Aus diesen Gründen wurde im vorliegenden Falle der Anschluß an das Fernschreibelement FSK des Rechners Siemens 305 für das Terminal gewählt.

Die Firma Tektronix liefert für ihr Terminal T 4002 serielle Anschaltungen für Standard-Geschwindigkeiten von 110 bd bis zu 10 kbd. Diese Anschaltungen verwenden den ASCII-Code. Damit sind wir bei einem wunden Punkt der meisten Rechner des Systems 300 angekommen, denn sie erlauben wegen der 6-Bit-Struktur der Standard-Nahtstelle in den meisten Fällen nur den CCIT-Code.

An dieser Stelle sei noch einmal kurz die Arbeitsweise und der Aufbau des FSK wiederholt. Das Fernschreibelement besteht aus bis zu vier simultan arbeitenden Teilkanälen, die im Blockbetrieb Ein- und Ausgabe machen können. Dabei passiert eine automatische Umcodierung der Fernschreibzeichen über eine im Arbeitsspeicher stehende Codetabelle. Bei dieser Ausgabe wird jedes Zeichen des Interncodes (6 Bit) in ein beliebiges 6-Bit-Zeichen extern umcodiert und bei Eingabe geht dieser Weg umgekehrt. Dieses Verfahren funktioniert für den Code CCIT Nr. 2, der wegen seiner Doppeldeutigkeit von fünf auf sechs Bit ergänzt wird. Die Codetabelle übernimmt auch die Auswertung von Sonderfunktionen wie z. B. Blockende und Farbumschaltung.

Der ASCII-Code ist jedoch ein 7-Bit-Code, der auf acht Bit ergänzt wird (z. B. Parity).

Jedes Zeichen des Interncodes wird als relative Adresse in der 64 Worte langen Codetabelle interpretiert. Aus der Zeile der Tabelle, auf die diese Adresse zeigt, wird zuerst ein Steuerzeichen geholt und ausgewertet, dann wird aus der gleichen Zeile, nur verschoben, das Zeichen des Externcodes geholt und ausgegeben. Da im Steuerzeichen ein Bit unbenutzt bleibt, kann dieses als siebtes Code-Bit benutzt werden, zwischengespeichert werden und zusammen mit den sechs Bit des Externcodes und einem Parity-Bit ausgegeben werden. Damit ist das Problem der Ausgabe von 7-Bit-Zeichen halbwegs gelöst.

Für eine hierzu analoge Eingabe müßte man eigentlich die sieben Bit des Externcodes als relative Adresse in einer 128 Worte langen Codetabelle interpretieren und aus dieser Zelle die sechs Bit des Interncodes herausholen. Es existiert aber eine einfachere Möglichkeit der Umcodierung.

Vergleicht man einmal die Zeichenmenge, die sowohl im Interncode als auch im ASCII-Code existiert, so zeigt es sich, daß das sechste und das siebente Code-Bit des ASCII-Zeichens immer ungleich ist. Die Beschränkung auf die gemeinsame Zeichenmenge ist wohl einleuchtend, birgt aber noch andere Konsequenzen in sich. Die beiden Ausnahmen von dieser Ungleichheit bilden die Zeichen mit den Funktionen Wagenrücklauf und Zeilenvorschub. Diese Format-Steuerzeichen sind aber bei Eingabe in den Rechner zu unterdrücken, genau wie

beim CCIT-Code für den Bedienungsblattschreiber. Es genügt also für die Eingabe zusätzlich eine Logik zu bauen, die die Eingabe eines ASCII-Zeichens unterdrückt, wenn Bit 6 und Bit 7 beide gleich sind.

Das beschriebene Verfahren für die Ein- und Ausgabe von ASCII-Zeichen ist anwendbar auf das Lochstreifenelement und auf das Fernschreibelement und ist im Zentrallabor für Elektronik der KFA Jülich seit mehreren Jahren realisiert. Am FSK angeschlossen ist dabei eine Teletype ASR 33 mit 10 Zeichen pro Sekunde. An eine entsprechende Nahtstelle wurde auch das Tektronix-Terminal angeschlossen mit dem Ziel, alle Betriebsarten zu ermöglichen, die das Gerät bietet.

Die alphanumerische Ein-Ausgabe bereitet überhaupt keine Schwierigkeiten. Es sind höhere Geschwindigkeiten als bei einem Blattschreiber möglich; gewählt wurden 2 400 bd, das sind mehr als 200 Zeichen pro Sekunde.

Die graphischen Betriebsarten werden über Umschaltzeichen angewählt. Die entsprechenden Zeichen des Interncodes sind zwar nicht a priori vorhanden, jedoch lassen sich die Codes für Farbumschaltung und die Endezeichen für die Zeichenarithmetik der 3003 hierfür mißbrauchen. Nach dem Einschalten einer graphischen Betriebsart folgt die Ausgabe der Daten wiederum als Fernschreibzeichen. Beim Incremental Plot braucht man drei Bit für die acht verschiedenen Himmelsrichtungen und ein Bit für die Unterscheidung hell – dunkel. Das ergibt eine Liste von 16 Zeichen des Interncodes, die alle möglichen Inkrementvektoren beinhaltet. Eine höhere Zeichengeschwindigkeit und glattere Vektoren ohne Treppen bieten die frei positionierbaren Betriebsarten mit und ohne sichtbare Verbindung der Punkte. Die Form der Datenausgabe ist hierbei die gleiche. Benötigt werden 10-Bit-Koordinaten ohne Vorzeichen, das geht auch bei ASCII nicht als ein Fernschreibzeichen. Angewandt wird eine Aufteilung in 2×5 Bit, die ergänzt auf sieben Bit als Fernschreibzeichen ausgegeben werden. Die zwei ergänzenden Bit dienen der Redundanz. Sie kennzeichnen, ob es sich um die höheren oder niederen fünf Bit des x- oder y-Wertes handelt. Dadurch wird es möglich, Kurzvektoren mit weniger als vier Fernschreibzeichen zu senden und bei Übertragungsfehlern, bei denen ein ganzes Zeichen verschluckt wird, kommt es dennoch nicht zu längeren Folgefehlern, weil nach spätestens vier Zeichen wieder Synchronismus in der Bedeutung der Teilkoordinaten besteht.

Wenn man auf die Möglichkeit der Kurzvektoren verzichtet, so kann man bei Ausgabe von nur fünf Bit Information die redundanten Bit durch einen Zähler erzeugen und kommt so wieder auf ein komplettes ASCII-Zeichen. Diesen Zähler kann man am Rechner oder im Terminal stationieren je nach den Forderungen an die Übertragungssicherheit.

Alle beschriebenen Betriebsarten ermöglichen lediglich die Ausgabe von graphischen Daten. Für ein interaktives Arbeiten mit dem Terminal muß aber auch die Eingabe von graphischen Daten in den Rechner möglich sein. Diesen Wunsch erfüllt bei dem vorliegenden Terminal ein Steuerknüppel, der ein Fadenkreuz auf den Bildschirm zeichnet, dessen Position zwei Analogspannungen entspricht, die von zwei im Steuerknüppel eingebauten Potentiometern verstellt werden kann. Dieses Fadenkreuz wird nicht auf dem Bildschirm gespeichert, sondern „durchgeschrieben“. Auf Knopfdruck oder auf Anfrage des Rechners werden die Koordinaten des Schnittpunktes des Kreuzes dem Rechner als Fernschreibzeichen übermittelt. Dabei erfolgt wiederum eine Aufteilung der Koordinate in 4×5 Bit. Aus diesem Fernschreibzeichen kann die Position des Fadenkreuzschnittpunktes leicht ermittelt werden.

Zum Abschluß seien die Vor- und Nachteile der beschriebenen Anschaltung, die in dieser Form realisiert ist, erwähnt.

Der große Vorteil ist die Kompatibilität der alphanumerischen Betriebsart, die mit der Grundstellung des Terminals identisch ist. Alle Programme, die auf einen Blattschreiber ausgehen, bzw. die bedienbar sind, laufen auf Anhieb ohne irgendwelche Ergänzungen. Das beste Beispiel hierfür ist das Testhilfsprogramm PROTEST. Hier erlaubt das Tektronix-Terminal die Ausgabe längerer Befehls- und Datenfolgen in kürzester Zeit als auf einem

Blattschreiber. Die Kapazität des Bildschirms beträgt hierbei 155 Befehle, Dezimal- oder Gleitkommazahlen.

Für graphische Arbeiten sind mehrere längere oder kürzere Tabellen zum Umrechnen der graphischen Information notwendig, da auch die graphischen Daten über die Codetabelle gehen müssen.

Die Codetabelle platzt wegen der Beschränkung auf 64 Zeichen aus allen Nähten. Neben den bisher erwähnten Codes für die Betriebsartenumschaltung wären noch wünschenswert Steuerzeichen für die Umschaltung kursiv-gerade, für die zwei verschiedenen Buchstaben-Größen, für das Auslösen einer akustischen Klingel. Hier muß der Benutzer sich auf eine sinnvolle Auswahl beschränken. Implementiert sind in der jetzt vorliegenden Form neben der Umschaltung der Betriebsarten Zeichen für das Löschen des Bildschirminhaltes, für das Ansteuern der alphanumerischen Ausgangsposition (links oben) und für das Ein- und Ausschalten des Fadenkreuzes.

Trotz der erwähnten Nachteile ist das Tektronix Terminal T 4002 ein bewährtes Hilfsmittel zum Auswerten von kernphysikalischen Spektren mit Hilfe des Rechners Siemens 305 geworden.