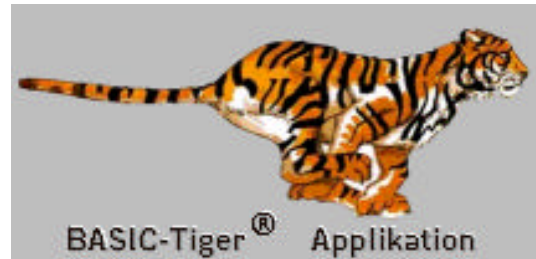


Oszillogramme einmal anders

Gunther Zielosko



1. Was wir wollen

Um es vorwegzunehmen, die Überschrift deutet daraufhin, daß wir mit dem BASIC-Tiger® und einem Oszilloskop arbeiten wollen. Der Grundbaustein, mit dem wir experimentieren werden, ist ein Digital-Analog-Wandler, also ein Bauteil, das digitale Bytes z.B. direkt in Spannungswerte umsetzt. Mit einem solchen IC kann man natürlich weit mehr tun, als nur ein Oszilloskop anzusteuern. In diesem Applikationsbericht werden wir uns aber hauptsächlich mit letzterem beschäftigen, schon wegen der verblüffenden Möglichkeiten.

Haben Sie ein Oszilloskop? Vielleicht sogar eines mit separater X- und Y-Ablenkung? Dann können Sie hier sofort mitmachen. Unser Ziel ist es, Spannungsverläufe, wie z.B. Sinus oder Sägezahn, aber auch kompliziertere Funktionen über den BASIC-Tiger® zu programmieren und dann als Spannungswerte direkt auszugeben. Das kann für Meßaufgaben sehr nützlich sein. Schließlich werden wir mit einfachen Mitteln nahezu beliebige Figuren auf einem Oszilloskop darzustellen können. Und dabei handelt es sich nicht um die altbekannten Lissajous-Figuren, die durch zwei Sinuskurven mit unterschiedlichen Frequenzen entstehen. Zugegeben, die sind auch hübsch, unsere Zeichen entstehen aber nicht mehr oder minder zufällig, sondern „nach Plan“. Damit können dann Schriften, Zeichen, Bilder und vieles andere entstehen, ja sogar kleine Filmsequenzen sind möglich. So etwas auf einem Oszilloskop könnte ein echter Werbegag sein (auf dem Computerbildschirm kann das jeder...) oder eine Überraschung für den Service-Kollegen.

Wie kann man ein solches Vorhaben realisieren?

Ein Oszilloskop zeigt im Normalfall Spannungsverläufe über die Zeit an, d.h. der Elektronenstrahl und damit der Leuchtpunkt auf dem Schirm wird linear zur Spannung in vertikaler Richtung (Y) abgelenkt. Die Ablenkung in horizontaler Richtung (X) wird durch eine einstellbare Zeitbasis vorgegeben. Bei den ersten Experimenten werden wir diese typische Betriebsart nutzen. Viele Oszilloskope bieten zusätzlich die Möglichkeit, auch die X-Achse mit einer Spannung von außen zu steuern. Mit einem solchen Gerät kann man durch die Wahl der Spannungen am X- bzw. Y-Eingang jeden beliebigen Punkt des Bildschirms zum Leuchten bringen. Für die Darstellung von Figuren auf dem Schirm ist es also nur noch nötig, für jeden gewünschten Punkt eine X- und Y-Spannung zu erzeugen, diese eine Zeitlang stehen zu lassen, dann zum nächsten Punkt zu springen usw. Welche Punkte das sein sollen, legt unser BASIC-Tiger® fest, die Umsetzung der (digitalen) Daten in analoge Spannungswerte übernimmt ein Digital-Analog-Wandler. Das ganze muß relativ schnell ablaufen, damit die Figur auf dem Bildschirm nicht flackert, sondern quasi statisch erscheint. Nicht ganz leicht für den BASIC-Tiger®, der ja jeden Punkt erst ausrechnen, ihn dann eine Weile anzeigen und dann wieder einen neuen Punkt ausrechnen muß – dabei ist der Tiger leider nicht so schnell, wie man es hier brauchen könnte...

Im übrigen ist der Digital-Analog-Wandler natürlich der Mittelpunkt dieser Applikation, die im Titel genannte Anwendung nur ein, wenn auch spektakulärer Effekt.

2. Ein Digital-Analog-Wandler

Unser BASIC-Tiger[®] hat, wie wir wissen, 4 Analog-Digital-Wandler-Eingänge, mit denen ein analoges Signal sofort digitalisiert, gespeichert und weiter verarbeitet werden kann. Diese internen A/D-Wandler haben wir schon oft benutzt. Der umgekehrte Weg, nämlich digitale Daten als Analogwerte auszugeben, kann auch sehr interessant sein, allerdings ist der BASIC-Tiger[®] hier weniger gut ausgerüstet. Nur mit Hilfe der beiden PWM-Ausgänge kann man mehr oder weniger komfortabel Analogwerte erzeugen. Die Nachteile sind:

- der BASIC-Tiger[®] wird bezüglich der Rechenleistung stark belastet,
- es gibt nur zwei solche Ausgänge,
- es wird immer ein Filter benötigt, um die hohe Frequenz des PWM-Signals zu eliminieren.

Will man diese Nachteile umgehen, kommt man um einen externen Digital-Analog-Wandler (DAC) nicht herum. Diese DAC's gibt es in vielfältiger Form als fertige IC's, so daß man nur noch einen für die jeweilige Aufgabe passenden auswählen muß. Wir wollen den Baustein MAX506 von MAXIM benutzen, der gut zu unserer Aufgabenstellung paßt:

- 4 unabhängige DAC's in einem Gehäuse (der Tiger hat ja auch 4 ADC-Eingänge)
- nur eine Betriebsspannung von +5 V (Vcc vom Tiger)
- parallele Übergabe der Digitalinformation (damit geht es schneller als beim häufig verwendeten seriellen Datentransfer)
- die Eingangsdaten werden in internen Latches gespeichert
- 8 Bit reichen für den vorgesehenen Zweck
- es wird gleich eine Spannung im Bereich zwischen GND und Vcc ausgegeben (häufig ist noch ein Strom/Spannungswandler erforderlich)

Informationen und kostenlose Muster gibt es bei:

http://dbserv.maxim-ic.com/quick_view2.cfm?pdf_num=1567

http://dbserv.maxim-ic.com/sl_requests2.cfm

3. Die Schaltung des externen D/A-Wandlers mit MAX506

Das meiste erledigt der MAX506 selbst, so daß kaum weitere externe Bauteile erforderlich sind. Wir benutzen den Port 8 des BASIC-Tigers[®] als Datenausgabe an den MAX506, die beiden Pins L70 und L71 als Auswahlbits für den Kanal (der MAX506 hat ja vier DAC's) und den Pin 73 als Übernahmesignal für die Daten in den MAX506. Für die Zeichendarstellung auf dem Oszilloskop-Schirm benötigen wir eigentlich nur 2 DAC's, für andere Projekte haben wir aber dadurch „Reserven“. Die Ausgänge VoutA, VoutB, VoutC und VoutD liefern direkt einen Spannungswert im Bereich von 0V (bei Eingabe von 00000000b) und 5V (bei 11111111b), der mit einigen Milliampere belastet werden kann. Mit den Adreßeingängen A0 und A1 kann jeweils ein D/A-Kanal ausgewählt werden (Kanal A → 00, Kanal B → 01, Kanal C → 10 und Kanal D → 11). Mit einem Low-Impuls am WR-Eingang wird das an den Dateneingängen D0 bis D7 anliegende Byte in einem Latch zwischengespeichert, in den mit den Adreßeingängen voreingestellten D/A-Kanal übertragen und am entsprechenden Ausgang analog ausgegeben. Die Potentiometer an den Ausgängen

VoutA und VoutB dienen zur Einstellung des Spannungsbereiches, das ist für manche Oszilloskope notwendig, die z.B. keinen Spannungsteiler am X-Eingang besitzen. Die Gesamtschaltung sieht dann so aus:

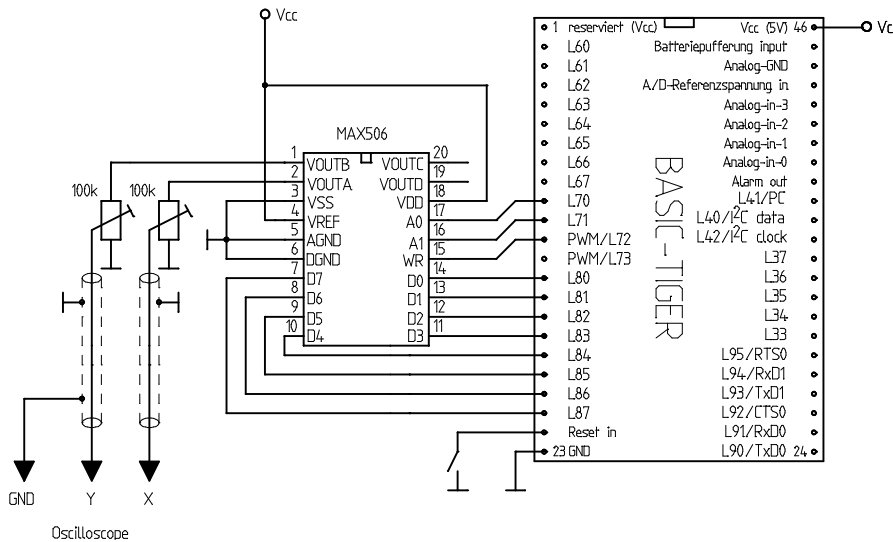


Bild 1 Schaltung des D/A-Wandlers

Sorgen Sie noch dafür, daß der MAX506 möglichst nahe am IC mit einem 100 nF Keramik-C und einem 22 µF-Tantal-Elko abgeblockt wird – fertig ist die Schaltung. Bild 5 zeigt einen Musteraufbau für das Minilab (der MAX506 ist „rückwärts“ eingebaut, das ergibt eine vereinfachte Leitungsführung).

4. Spannungen erzeugen

Alles Weitere ist Software. Der BASIC-Tiger[®] muß für alle Ausgaben ein Datenwort (hier ein Byte = 8 Bit) an seinem Port 8 bereitstellen, mit den beiden Adreßleitungen L70 und L71 einen von vier D/A-Kanälen auswählen und schließlich mit einem Low-Impuls an L72 den Wandlungsvorgang auslösen. Fangen wir mit einfachen Programmbeispielen an – zunächst werden Signalformen vom Tiger ausgerechnet und an die vier D/A-Wandler übergeben.

4.1. DA_RAMPE.TIG

Das Programm erzeugt an allen 4 Analogausgängen eine ansteigende Rampe von 0 bis 5 V. Dann bleibt die Spannung 100 ms auf 5 V und eine neue Rampe beginnt (Bild 2). Wenn Sie die 100 ms Verweilzeit bei 5 V weglassen, erhalten Sie einen klassischen Sägezahn. Übrigens wird genau solch eine Signalform für die Zeitablenkung (X-Achse) des Oszilloskops in der Standardbetriebsform benutzt (langsam von links nach rechts, schnell wieder zurück...). Wenn Sie unsere Rampe am Oszilloskop beobachten, werden Sie feststellen, daß es sehr gemächlich zugeht, sie müssen deshalb die Zeitbasis auf große Zeiten einstellen, mehr als ein paar Hz sind nicht drin. Immerhin muß der Tiger die aus 256 Schritten bestehende Rampe Wert für Wert

„ausrechnen“, dann den Kanal auswählen, den Übernahmeimpuls bilden usw. Das alles in BASIC braucht seine Zeit – für viele Meßaufgaben ist aber ein solcher Sägezahn bereits recht nützlich (Kennlinienschreiber usw.).

4.2. DA_SIN.TIG

Hier macht der BASIC-Tiger[®] etwas ähnliches, er berechnet die Sinusfunktion für 0 bis 360 Grad und gibt sie wieder auf allen D/A-Kanälen aus (Bild 3). Das geht noch langsamer, weil die Berechnungen komplizierter sind. Etwas schneller als mit der genauen Berechnung des Sinus geht es schon mit der Funktion QUICK_WORD_SINUS. Wer sehr schnelle Sinusverläufe braucht, nimmt einen professionellen Sinusgenerator wie im Applikationsbericht „Frequenzsynthese mit AD 7008“ beschrieben.

4.3. DA_ARRAY.TIG

Das Dilemma mit der Geschwindigkeit ist der Grund für folgende Überlegung. Wenn die Berechnung der einzelnen Kurvenpunkte soviel Zeit kostet, kann man das auch vorher tun, dann die Werte in ein Array übertragen und die eigentliche Ausgabe direkt aus dem Array vornehmen. Dadurch fallen die Berechnungen zwischen den einzelnen Kurvenpunkten weg und die Ausgabe wird ein wenig schneller. Dies ist besonders dann nützlich, wenn alle 4 Kanäle mit unterschiedlichen Funktionen programmiert werden sollen. Das Beispiel (Bild 4) zeigt auf den vier Kanälen:

- Eine Sinuskurve von 0 bis 360 Grad
- Eine ansteigende Rampe bis zum Wert 255, die dann wieder abfällt
- Eine Cosinuskurve von 0 bis 360 Grad
- Eine abfallende Rampe, die von 255 bis auf 0 geht und dann auf dem Wert 100 konstant bleibt

Wir erinnern uns, daß der Wert Null 0V entspricht und der Wert 255 5V.

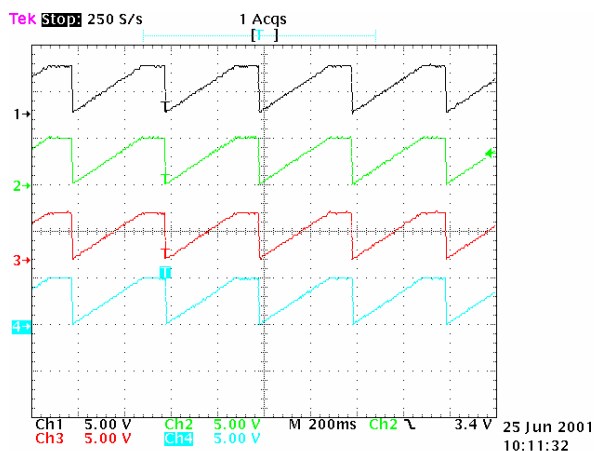


Bild 2 auf allen 4 Kanälen eine Rampe

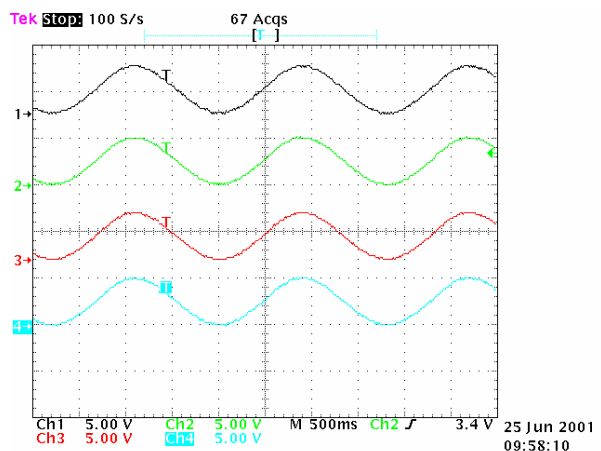


Bild 3 ... ein Sinus

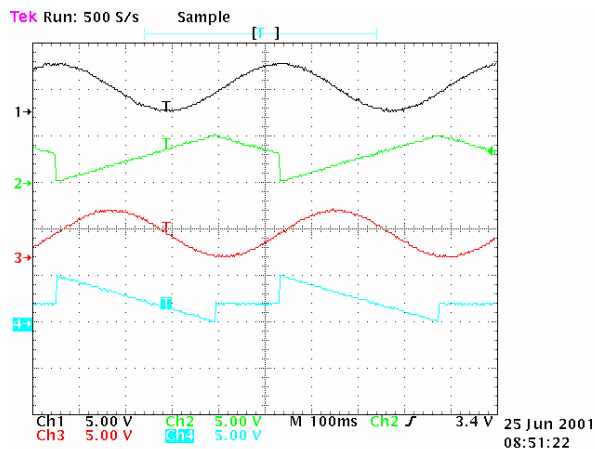


Bild 4 ... 4 „synthetische“ Kurven

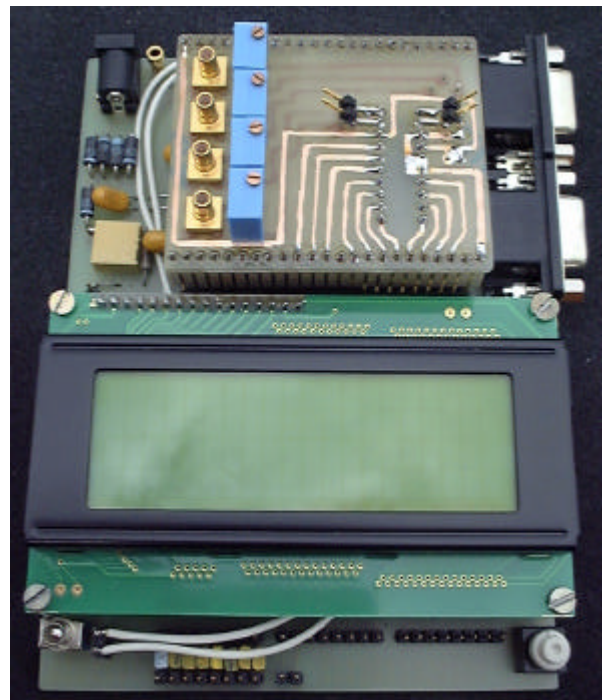


Bild 5 ein Musteraufbau für das Minilab

4.4. DA_PUNKT.TIG - Sticken elektronisch

Für das nächste Beispiel benutzen wir erstmalig den X-Eingang des Oszilloskops. In dieser Betriebsart wird der Elektronenstrahl in X-Richtung nicht vom Oszilloskop selbst, sondern von der Spannung am X-Eingang abgelenkt. Legt man dann unterschiedliche Signale an den X- und Y-Eingang, entstehen Figuren auf dem Schirm. Der Leuchtpunkt wird in seiner Position von den Spannungswerten an diesen beiden Eingängen bestimmt. Wenn man also gezielt einen Punkt nach dem anderen erzeugt, kann man beliebige Zeichen oder Schrift auf den Oszilloskopschirm „zaubern“ – genau das tut DA_PUNKT.TIG. Wie wäre es mit folgendem „Text“?

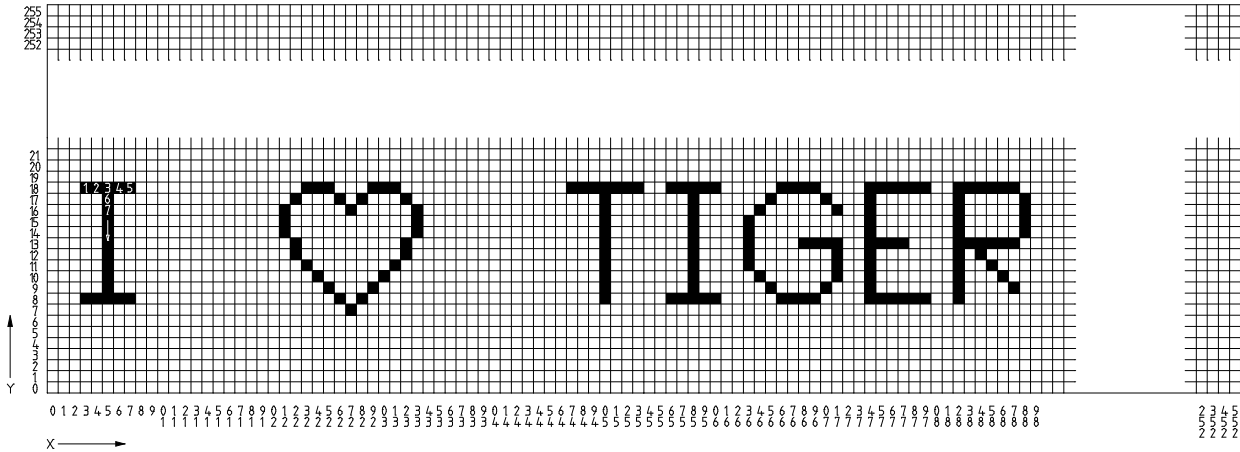


Bild 6 Unser Beispieltext mit Grafikelement

In Bild 6 sehen wir außer dem Text, wie die Anordnung der Punkte organisiert ist. Links unten in der Ecke ist die Koordinate X=0 und Y=0, d.h. beide Spannungswerte sind 0. Nach rechts und oben steigen die Werte bis zum digitalen Wert 255 an. Am Ausgang der D/A-Kanäle wären das dann 5 V, mittels der Potentiometer können wir diese Werte aber linear so einstellen, daß die Darstellung (Breite und Höhe) unseren Vorstellungen entspricht. Wenn nun ein Text wie im Bild 6 entstehen soll, muß der BASIC-Tiger® nun über zwei D/A-Kanäle nacheinander X/Y-Paare ausgeben. Wir fangen beim linken „I“ oben links an, dieser Punkt hat die Koordinaten X=3, Y=18 der nächste X=4, Y=18 usw. Die Reihenfolge der ersten Punkte ist mit weißen Ziffern im oberen Teil des „I“ eingetragen. Im Programm DA_PUNKT.TIG werden die Punkte im Unterprogramm „Daten“ von Hand einzeln eingetragen, eine mühsame Prozedur, die an das Sticken erinnert. Von dort werden sie beim Programmstart zunächst in ein Array übertragen.

A(0,0)=3	der erste X-Wert 3	in den Arrayplatz A(0,0)
A(0,1)=18	der erste Y-Wert 18	in den Arrayplatz A(0,1)
A(1,0)=4	der zweite X-Wert 4	in den Arrayplatz A(1,0)
A(1,1)=18	der zweite Y-Wert 18	in den Arrayplatz A(1,1)
A(2,0)=5	usw.	
A(2,1)=18		
A(3,0)=6		

Danach erfolgt das Auslesen des Arrays analog zum Programm DA_ARRAY.TIG. Das Ergebnis zeigt Bild 7 – probieren Sie es doch auch mal mit eigenen Texten und Bildchen...



Bild 7 I ♥ TIGER

Natürlich sind nun der Kreativität kaum Grenzen gesetzt. Erfinden Sie als nächstes eine komfortable Möglichkeit der Punkteingabe (eine „Stickmaschine“), testen Sie schnellere Datenausgabevarianten (z.B. LL_IPORT_OUT), ändern Sie die Grafik schrittweise (damit beginnen die Bilder zu laufen), kombinieren Sie Texteingabe und echte Signalformen mit Zeitabhängigkeit (legen Sie dazu einen selbst erzeugten Sägezahn an den X-Eingang, die anzuzeigende Kurve an den Y-Eingang) usw.

Viel Erfolg!