

Aufgabe: Bildschirmansteuerung

G. Kemnitz*, TU Clausthal, Institut für Informatik

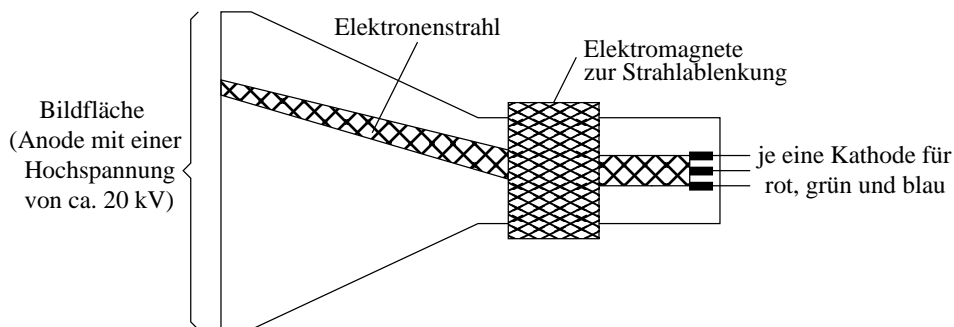
19. Juli 2007

Zusammenfassung

Vorgegeben ist eine einfache Bildschirmansteuerung (VGA-Modus), mit der beispielhaft Bildelemente dargestellt werden. Zu entwerfen ist eine einfache Animation, bei der ein kleines Bild mit Hilfe von Tasten auf dem Bildschirm bewegt werden kann.

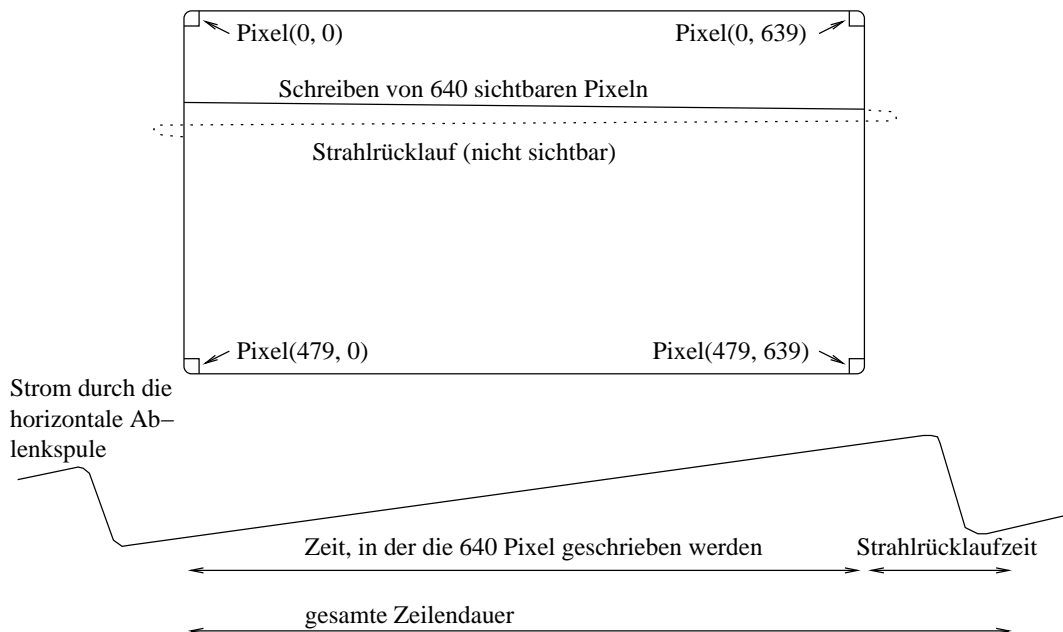
1 Funktion

Auf der Versuchsbaugruppe befindet sich auch ein VGA-Anschluss zum Anschluss eines Computerbildschirms. Die Bildschirmschnittstelle ist für klassische Monitore mit Bildröhre ausgelegt. In einer Bildröhre wird das Bild zeilenweise mit einem Elektronenstrahl geschrieben. An den 3 Kathoden (je eine für die Grundfarben rot, grün und blau) werden je nach Bildpunktfarbe und -helligkeit in über das rgb-Signal einstellbarer Menge Elektronen abgestrahlt und durch die Anodenspannung von etwa 20.000 V in Richtung Bildfläche beschleunigt. Auf dem Weg zur Bildfläche wird der Elektronenstrahl durch Elektromagneten abgelenkt. An der Aufschlagstelle der Elektronen auf der Bildfläche entsteht ein leuchtender Punkt.



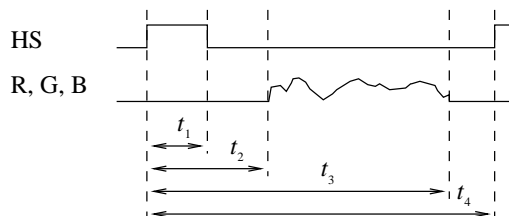
Im VGA-Modus besteht ein Bild auf 480 Zeilen zu je 640 Bildpunkten, die der Strahl nacheinander schreibt. Zwischen den Zeilen kehrt der Strahl zum Zeilenanfang zurück. Während des Strahlrücklaufs ist der Strahl unsichtbar (Kathodenstrom gleich Null).

*Tel. 05323/727116



Die Grafikkarte sendet an den Monitor:

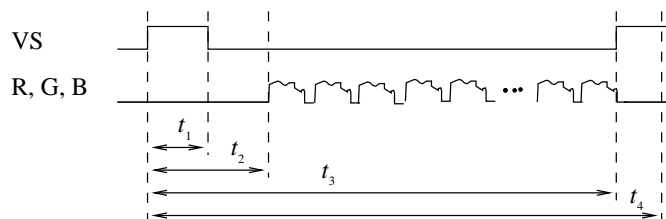
- einen kurzen Sync.-Impuls zum Zeitpunkt des Strahlrücklaufs
- das rgb-Signal in Form von 3 Spannungswerten im Bereich von 0 bis 1V (während des Strahlrücklaufs 0V).



Für eine Auflösung 640×480 und 60 Bilder pro Sekunde gelten folgende Zeiten:

	Dauer	Takte ($f_{Pixel} = 25 \text{ MHz}$)
t_1	$3,84 \mu\text{s}$	96
t_2	$5,76 \mu\text{s}$	144
t_3	$31,36 \mu\text{s}$	784
t_4	$32 \mu\text{s}$	800

Die Vertikalansteuerung funktioniert ähnlich. Zu Beginn eines jeden Bildes ist ein vertikaler Sync.-Impuls zu erzeugen, gefolgt von wenigen dunkel getasteten Zeilen. Darauf folgen 480 sichtbare und einige wenige unsichtbare Bildzeilen.



	Dauer	Zeilen ($f_{Zeile} = \frac{1}{32\mu s} = 31,25\text{kHz}$)
t_1	$64\mu s$	2
t_2	$992\mu s$	31
t_3	$16,352\text{ms}$	511
t_4	$16,7\text{ms}$	521

Eine VGA-Ansteuerschaltung benötigt mindestens einen Takteingang, 2 Sync.-Ausgänge und Ausgangssignale für die Helligkeit/Farbe der zu schreibenden Bildpunkte:

```

ENTITY vga IS
  PORT (CLK : IN std_logic;
        hSync : OUT std_logic:= '1'; -- horizontaler Sync-Impuls (Zeile)
        vSync : OUT std_logic:= '1'; -- vertikaler Sync-Impuls (Bild)
        rgb : OUT std_logic_vector(2 downto 0)); -- RGB-Signal
END vga;
```

Unsere Baugruppe liefert nur ein Bit je Farbsignal. Entsprechend sind nur 8 verschiedene Farben darstellbar:

```

CONSTANT schwarz: std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="000";
CONSTANT rot:     std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="100";
CONSTANT gruen:  std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="010";
CONSTANT blau:   std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="001";
CONSTANT gelb:   std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="110";
CONSTANT cyan:   std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="011";
CONSTANT violett: std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="101";
CONSTANT weis:   std_logic_vector(2 DOWNTO 0):="111";
```

Die Ansteuerschaltung selbst benötigt einen Spaltenzähler und einen Zeilenzähler. Der Spaltenzähler zählt mit dem 25MHz-Pixeltakt. Der Zeilen-Sync.-Impuls wird mit Rücksetzen des Spaltenzählers eingeschaltet und bei Zählerstand 95 ausgeschaltet. Das Signal für die Dunkeltastung während des Zeilenrücklaufs wird bei Zählerstand 143 auf Null und bei Zählerstand 783 auf Eins gesetzt. Bei Zählerstand 799 wird der Spaltenzähler rückgesetzt. Der Zeilenzähler schaltet bei jedem Zeilenwechsel weiter und steuert in ähnlicher Weise die zugehörigen Sync.- und Dunkeltastensignale.

Bildelemente dürfen nur im Bereich sichtbarer Pixel erzeugt werden, d.h. nur wenn die beiden Dunkeltastensignale Null sind. Zur Erzeugung von Linien werden Zeilen- und Spaltenzähler mit vorgegebenen Werten verglichen. Ein gespeichertes Bild wird angezeigt, indem ein Speicher mit der Spalten- und Zeilennummer adressiert und der adressierte Speicherinhalt als Bildsignal ausgegeben wird. Die Datei VGA.vhd zeigt das am Beispiel.

Aufgaben zur Vorbereitung:

1. Was für Bildelemente werden von der Schaltung vga.vhd erzeugt?
2. Wozu dient die Anweisung "vsl_vCt:=CONV_STD_LOGIC(vCounter, 10)"?
3. Warum wird das Bild in dem kleinen Speicher gespiegelt? Wird es horizontal, vertikal oder an der Diagonale gespiegelt?
4. Wie groß ist das gespeicherte Bild (Zeilen- und Spaltenzahl) und wie groß wird es dargestellt?

2 Vorgegebene Bildschirmansteuerung ausprobieren

Kopieren Sie sich die Dateien

- Praktikum.ucf
- vga.vhd
- Afg_vga.npl

in ein Unterverzeichnis. Öffnen Sie das Projekt. Übersetzen Sie es und programmieren Sie den Schaltkreis.

Zum Testen den Monitor auf Eingangssignal B umschalten:

- Am Monitor Taste MENU/EXIT drücken
- Mit dem Rad unter der Taste "Eingangssignalauswahl" einstellen. ENTER-Taste betätigen.
- "EINGANGSSIGNAL B" einstellen. ENTER-Taste betätigen.
- "ZURÜCK ZU HAUPTFUNK." einstellen. ENTER-Taste betätigen.

Monitor zurückstellen: "EINGANGSSIGNAL A" einstellen.

3 Entwurfsaufgaben

1. Ändern Sie das Beispielprogramm so, dass nur noch ein schwarzes Raster auf weißem Hintergrund dargestellt wird. Abstand der Rasterlinien 10 Pixel.
2. Fügen Sie zu dem Raster ein Cursorbild in der Bildschirmmitte hinzu. Das Bild, z.B. ein Kreis, soll als Bitmap wie im Beispielenwurf im Festwertspeicher stehen.
3. Als nächstes sollen sich die Cursorkoordinaten über Taster mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 Pixeln pro Sekunde ändern lassen:
 - BTN0: nach links unten
 - BTN1: nach links
 - BTN4: nach links oben
 - BTN5: nach oben
 - BTN6: nach rechts oben
 - BTN3: nach rechts
 - BTNB: nach rechts unten
 - BTNA: nach unten.

Der Cursor soll sich nicht aus dem Bild bewegen.

4 Aufräumen

- Über Menüpunkt "Project, Cleanup Project Files" automatisch generierte Design-Files löschen.
- Netzteil zur Spannungsversorgung aus der Steckdose ziehen.
- Modelsim und Projektnavigator beenden.