



Laboratorio 8: “Controlador VGA”

Objetivos:

- Estudiar especificaciones de monitores tipo VGA.
- Aplicar conceptos de máquinas secuenciales y diagramas temporales para controlar la interfaz VGA de la tarjeta de desarrollo.
- En el diseño, aplicar estrategias de modelado y asignación de estados para sistemas secuenciales.
- Diseñar un protector de pantalla.

1 Recursos Disponibles

1.1 Señales de Color VGA

Existen tres señales – rojo, verde y azul – con las cuales se envía la información de color a un monitor VGA. Estas tres señales controlan la emisión de electrones del cañón del monitor para plasmar un color primario en un píxel de la pantalla. La totalidad de la gama de colores puede ser formada por una combinación lineal de estos colores básicos.

Niveles analógicos de voltaje, entre 0 [V] (oscuridad) y 0.7 [V] (máximo brillo) en estas líneas de control, le indican al monitor que intensidades de estos tres colores primarios combinar para obtener un píxel en la pantalla.

Lamentablemente, la tarjeta de desarrollo Spartan3 sólo dispone de 1 bit por color, esto es, cada entrada analógica de color puede ser puesta en sólo 2 niveles como se muestra en la Figura 1¹. Esto significa que sólo se dispone de 3 bits para seteo de colores. Una tarjeta gráfica común tiene 8 bits por color, es decir 16 millones de colores (ó 2^{24}).

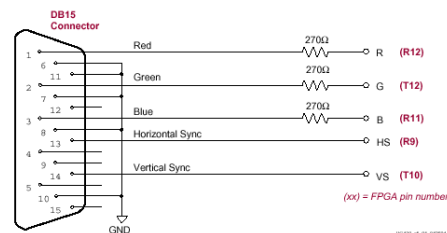


Figura 1: Conexión VGA – Spartan3

1.2 Sincronización de Señales VGA

Un solo píxel no lleva mucha información para formar una imagen. Una línea horizontal lleva un poco más. Un cuadro compuesto por múltiples líneas puede presentar una imagen en la pantalla del

¹ De Spartan-3 Starter Kit Board User Guide, página 24.



monitor. Un cuadro de video VGA típico tiene 480 líneas, y cada línea contiene 640 pixeles. Con el fin de colocar una imagen en la pantalla, existen circuitos de deflexión en el monitor que mueven los electrones emitidos por el o los cañones de izquierda a derecha y de arriba abajo, a través de la pantalla del monitor. Estos circuitos de deflexión requieren dos señales de sincronización una para cada eje, de manera de presentar la línea de pixeles en la zona visible de la pantalla del monitor y ajustar una imagen desde arriba hacia abajo. La Figura 2 muestra un ejemplo de visualización temporal de una imagen VGA. En la figura, las líneas continuas representan la información desplegada en pantalla de acuerdo al contenido de la señal RGB; cada línea está precedida por un pulso de sincronismo horizontal, y cada actualización de la imagen completa está precedida por un pulso de sincronismo vertical. El orden de exploración, desde el punto de vista del observador, es “como leemos los occidentales”, es decir, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

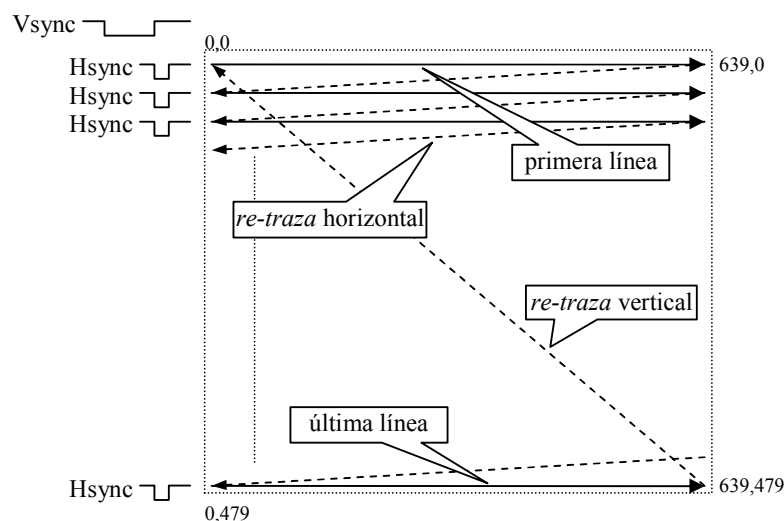


Figura 2: Visualización de Imagen VGA de 640x480 pixeles

Pulsos negativos en la señal de sincronismo horizontal marcan el comienzo y el final de una línea y aseguran que el monitor despliegue los pixeles entre los bordes, izquierdo y derecho, del área visible de la pantalla.

La Figura 3 muestra las señales de sincronismo y de color para un monitor VGA. Tanto la señal de sincronismo horizontal como vertical tienen la misma forma, y sólo cambia la duración de los distintos segmentos. La señal RGB, lleva la información de colores para cada píxel. En cada línea horizontal la señal RGB tiene una zona denominada *blanking*, donde dicha señal debe ser cero. En la

Tabla 1 se muestran los tiempos de las señales de sincronismo para una resolución de imagen de 640x480 a una frecuencia de refresco de 60 Hz (sincronismo vertical). En el sitio del laboratorio está disponible una hoja de cálculo creada por Graham Loveridge denominada CVTd6r1.xls, para estimar las señales de sincronismo para una resolución cualquiera. A pesar de que en teoría es posible configurar resoluciones arbitrarias, no todas pertenecen a un estándar Vesa y por lo tanto no son desplegadas por los monitores.

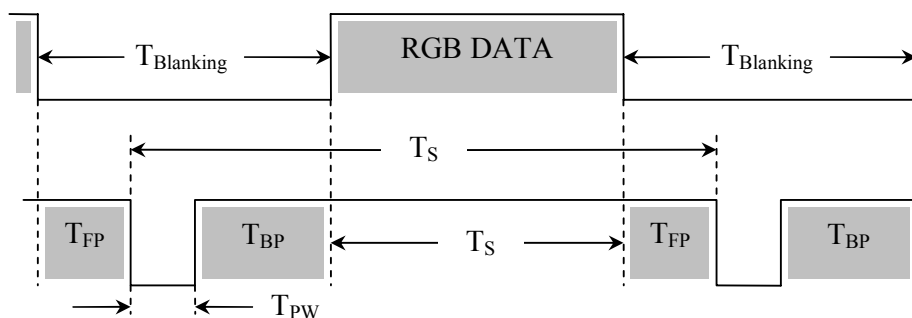


Figura 3: Señales de Sincronismo

1.3 Ejemplo de Driver VGA

En el sitio de la asignatura se ha dejado disponible un módulo de carta de ajuste denominado `videotestpattern.v` para un monitor VGA de 640x480. Los tiempos de sincronismo fueron adaptados según la configuración propuesta por el estándar Vesa para esa resolución, sin embargo existen pequeñas divergencias (¿qué tan pequeñas son?, ¿se podría mejorar esta solución?) dada la restricción de una señal de reloj de 50 MHz de la tarjeta de desarrollo. Para facilitar el entendimiento del driver, se muestra en la

Tabla 1 bajo las columnas “Nombre Parámetro”, la identificación del parámetro respectivo en el código. Dependiendo de la sensibilidad de los monitores a las señales de sincronismo, divergencias con respecto a resoluciones estándares podrían ocasionar, desde una simple distorsión de la imagen o la no visualización, hasta incluso daños irreparables en el monitor, por lo que se recomienda suma precaución con su uso. Para generar la zona de *blanking*, se ha incorporado al driver una señal denominada `vidon`, que contiene estas zonas, tanto para el sincronismo horizontal como vertical.

Tabla 1: Tiempos de Sincronismo VGA 640x480 con Frecuencia de Refresco de 60 Hz

Símbolo	Parámetro	Sincronismo Vertical		Sincronismo Horizontal	
		Duración	Nombre Parámetro	Duración	Nombre Parámetro
T_{S}	señal de sincronismo	16,842 [ms]	vlines	33,684 [us]	hpixels
T_{D}	tiempo de despliegue	16,168 [ms]		26,947 [us]	
T_{BP}	portal trasero	437,895 [us]	vbp	3,368 [us]	hbp
T_{FP}	portal frontal	101,053 [us]	vfp	0,674 [us]	hfp
T_{PW}	pulso de sincronismo	134,737 [us]	vsc	2,695 [us]	hsc
T_{Blanking}	bordes señal RGB	673,685 [us]		6,737 [us]	



2 Actividades Previas

2.1 Estudio de Especificaciones

Busque y estudie las especificaciones para monitores del tipo CTX 1451D (Olidata 1451), DSM MR1502, u otro que tenga disponible, como también los diagramas temporales de las señales de sincronismo horizontal y vertical, y RGB.

2.2 Cálculo de Frecuencias de Sincronismo

Calcule la frecuencia de operación necesaria para una imagen de 800x600 puntos, utilizando una unidad DCM vista en el laboratorio 4, y proponga una configuración para alcanzar dicha frecuencia.

2.3 Diseño de Un Tablero de Ajedrez

Modifique el código del driver VGA de tal forma de desplegar un tablero de ajedrez para la resolución de imagen propuesta en el punto anterior. Utilice todo el campo visual del monitor. Cada cuadro debe utilizar un color distinto.

3 En el Laboratorio.

3.1 Revisión Actividades Previas

Pruebe la carta de ajuste del punto 1.3. Modifique el código para la resolución de imagen de 800x600, de acuerdo a la configuración del reloj principal propuesto en el punto 2.2. Visualice en el osciloscopio las señales de sincronismo y las de color **ANTES** de conectar el monitor y asegúrese de cumplir con las especificaciones del fabricante (frecuencias de operación).

3.2 Tablero de Ajedrez

Pruebe el diseño de la parte 2.3 de las actividades previas. Modifique el programa anterior de tal manera de – apagar/encender – un casillero del tablero de ajedrez indicado por el estado de los interruptores de la tarjeta. Visualice el número del cuadro seleccionado (fila-columna ó 0 – 63) usando los displays de 7 segmentos.

3.3 Protector de Pantalla Activado por Teclado

Conecte el teclado y pantalla a la tarjeta de desarrollo. Diseñe un protector de pantalla que contenga al menos 3 colores distintos (¡sea original!), sin considerar el negro. El protector de pantalla se deberá activar cada vez que se presiona una tecla. Después de 10 segundos de no haber presionado ninguna tecla, la pantalla deberá quedar completamente en negro.