

Conexiones de Video (Analógicas y Digitales)



Estándares de Vídeo Analógico:

- Video RF (cable antena)
- Video Compuesto
- S-Video
- SCART (RGB Euroconector)
- Video por Componentes analógico

Estándares de Vídeo Digital:

- Video por componentes digital
- HDMI
- DVI

Manual creado por:



VIDEO ANALÓGICO:

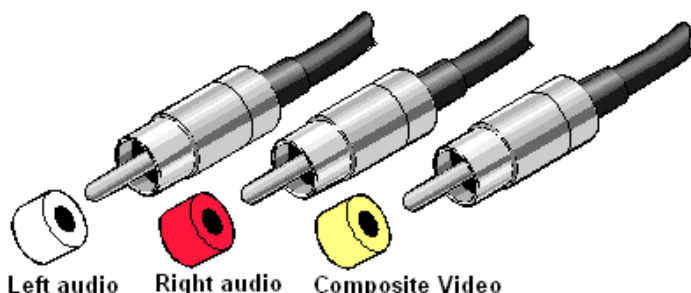
Vídeo RF (cable antena)

Para conectar a la entrada de antena de TV ó aparato de vídeo, se transmiten frecuencias de radio (RF). No hay prácticamente ningún reproductor de DVD que lo lleve, pero se venden adaptadores de vídeo compuesto a Vídeo RF ("antena"). Únicamente a utilizar en el caso de tener una TV sin euroconector o entrada directa de vídeo. Un único cable transporta la señal de audio y de vídeo, aunque con la peor calidad disponible. El audio va en la señal RF, pero es únicamente mono, incluso en TV estéreo.



Vídeo Compuesto (Conector RCA)

El **conector RCA** es un tipo de conector eléctrico común en el mercado audiovisual. El nombre "RCA" deriva de la Radio Corporation of America, que introdujo el diseño en los 1940.



Left audio Right audio Composite Video

En muchas áreas ha sustituido al conector típico de audio (jack), muy usado desde que los reproductores de cassette se hicieron populares, en los años 1970. Ahora se encuentra en la mayoría de televisiones y en otros equipos, como grabadores de vídeo o DVDs.



El cable tiene un conector macho en el centro (+), rodeado de un pequeño anillo metálico (-) (a veces con ranuras), que sobresale. En el lado del dispositivo, el conector es un agujero cubierto por otro aro de metal, más pequeño que el del cable para que éste se sujete sin problemas.

Ambos conectores (macho y hembra) tienen una parte de plástico. Los colores usados suelen ser:

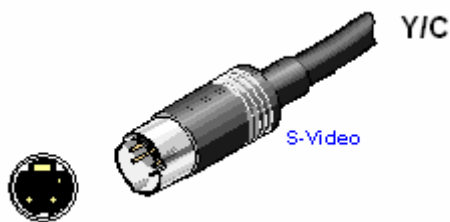
- *Amarillo* para el vídeo compuesto
- *Rojo* para el canal de sonido derecho
- *Blanco o negro* para el canal de sonido izquierdo (en sistemas estéreo)

Un problema del sistema RCA es que cada señal necesita su propio cable. Para evitar líos, se usan otros tipos de conectores combinados, como el euroconector (*SCART*), presente en la mayoría de televisiones modernas. Además, también se encuentran adaptadores RCA-SCART.



S-Video

S-Video ("vídeo separado"), también conocido como Y/C e -incorrectamente- S-VHS o Supervideo, es un tipo de señal analógica de vídeo formado por un enchufe redondo de 4 pines. S-Video tiene más calidad que el vídeo compuesto, ya que lleva por separado las señales de luminancia (Y, luz) y crominancia (C, color) de la señal de vídeo, mientras que en el vídeo compuesto se encuentran juntas. Esta separación hace que el cable S-Video tenga más ancho de banda para la luminancia y consiga más trabajo efectivo del decodificador de crominancia. Su calidad es muy superior a la del vídeo



Funcionamiento

La señal de luminancia (Y) y la crominancia (C) modulada como onda subportadora son llevadas por dos pares señal/tierra sincronizados. Debido a esto, S-Video es considerado como una señal de vídeo de componentes.

En el vídeo compuesto, la señal de luminancia pasa por un filtro pasa bajo para evitar diafonía entre la información de luminancia (de alta frecuencia) y la del color. En cambio, S-Video separa las dos, por lo que el filtro pasabajos no es necesario. Esto aumenta el ancho de banda para la información de luminancia, y reduce el problema de diafonía con el color. Por ello, la luminancia en S-Video funciona visiblemente mejor que en vídeo compuesto, y la crominancia -con poca diafonía- también se nota algo mejor.



Como desventaja, el usar cables separados facilita las interferencias mutuas, sobre todo en longitudes largas de cable. La señal de S-Video tiende a degradarse considerablemente cuando se transmite más de 5 metros (si se usa un cable barato). Con 10 metros ya suele ser peor que con vídeo compuesto.

Conector

Actualmente, la señal S-Video se suele transportar mediante cables con conector mini-DIN de **4 pines** con una impedancia de 75 ohms. También son comunes los mini-DIN de **7 pines**. Los pines del conector pueden doblarse fácilmente, pero esto no suele ser un problema si el cable se inserta correctamente. Si alguno se dobla, puede haber interferencias, pérdidas de color, o pérdida total de la señal.

Antes de que el conector mini-DIN se extendiera, se usaban muchos tipos distintos de conectores para transportar la señal S-Video. Por ejemplo, el Commodore 64 (ordenador de los años 1980), fue uno de los primeros dispositivos que ofrecían salida S-Video. Lo hacía a través de un cable con conector DIN de 8 pines en el extremo del ordenador, pero con un par de RCAs en el lado del monitor.

Hoy en día, la señal S-Video también se puede transferir mediante euroconector (*SCART*), aunque para esto hace falta que el aparato reconozca S-Video (que no es parte del estándar SCART). Por ejemplo, un reproductor de vídeo que tiene conector SCART puede no soportar S-Video, de forma que si se le conecta una señal S-Video mediante el euroconector, sólo se recibirá la señal en blanco y negro.



El conector mini-DIN de 4 pines es idéntico al que se usaba en el (ahora obsoleto) Apple Desktop Bus. Por tanto, se puede usar estos cables ADB como sustitutos, aunque la calidad puede no ser igual de buena.

Usos

S-Video se usa a menudo en televisiones, reproductores de DVD, grabadores de vídeo, y videoconsolas modernas. Muchas tarjetas gráficas y tarjetas sintonizadoras de TV también tienen, respectivamente, entrada y salida de S-Video. También es muy común encontrar el conector S-Video en ordenadores portátiles.

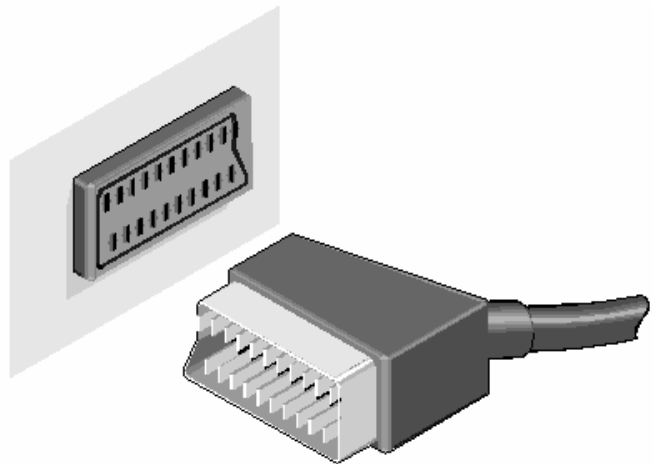
SCART (RGB Euroconector)

Es un conector normalizado de 21 conexiones o pines, que intercambia informaciones de audio y video. Conocido también como SCART (Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs) por ser un estándar iniciado en Francia. Es también llamado Peritel (En Francia, donde no se generalizó el uso de SCART).

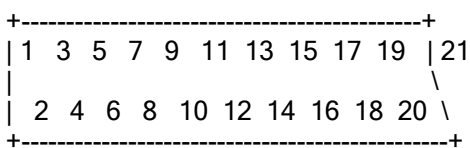
SCART es una interfaz combinada utilizada en Europa y Asia. Esta interfaz combina señales S-Video, RGB y un estéreo analógico. Los modos de componentes YpbPr y YcrCb no están soportados.

La denominación técnica por el estándar CENELEC es EN 50049-1:1997

El euroconector facilita la conexión de televisores, videos, DVD, TDT, receptores de Satélite, ordenadores, consolas de videojuegos, y otros aparatos de manera rápida y con buena calidad.



Conexiones de los pines



1. Salida de audio canal derecho
2. Entrada de audio canal derecho
3. Salida de audio canal izquierdo
4. Masa de audios
5. Masa del color azul (RGB)
6. Entrada de audio canal izquierdo
7. Entrada de señal Azul (RGB)
8. Intercambio de funciones * (ver nota)
9. Masa del color verde (RGB)
10. Línea de interconexión invertida
11. Entrada de señal verde (RGB)
12. Línea de interconexión directa
13. Masa del color rojo (RGB)
14. Masa de interconexión
15. Entrada de señal del rojo (RGB)
16. Conmutación RGB
17. Masa de video
18. Masa de conmutación a RGB



19. Salida de video compuesto
20. Entrada de video compuesto
21. Masa del conector

* El pin 8 se comporta según la conexión:

- Si hay 0 Voltios (Sin señal)
- Si hay 6 Voltios (Pantalla 16:9)
- Si hay 12 Voltios (Pantalla 4:3)

Actualmente se pueden encontrar varias modificaciones del euroconector, cada vez para más aplicaciones del mismo, incluso en los cables, podemos encontrar, en conexiones:

- Cables de conexiones para sistemas de audio y video compuesto por un euroconector macho y cuatro RCA machos y dos
- Cable de conexión de euroconector a 6 RCA de alta calidad
- Cable de dos metros para conectar los sistemas de audio y video a través de un euroconector macho a 6 conectores machos RCA
- Etc.

Y en aparatos:

- Euroconector múltiple que permite conectar hasta 5 equipos de video a un mismo conector,
- Euroconector doble para conectar dos aparatos de vídeo al mismo televisor con 21 pines,
- Adaptador que permite conectar equipos con salida RCA como son cámaras de video, video juegos, etc.

El euroconector que actualmente (2006) traen la mayoría de equipos, es de tipo macho a hembra, con salidas RCA para vídeo y audio. Existe en el mercado un dispositivo selector para euroconectores que permite seleccionar entre dos o más equipos de audio y vídeo. Esta y otras innovaciones, son modificaciones del euroconector clásico al que se le han ido adaptando las necesidades de las nuevas tecnologías.

Video por Componentes Analógico (YPbPr)

Es un tipo de información de video analógica que se transmite o almacena mediante 2 o más señales. El video por componentes se puede contrastar con el video compuesto (como NTSC o PAL) en el cual toda la información está mezclada en una única señal con la emisión de TV. Actualmente, la conexión de video por componentes está rivalizada con las interfaces digitales FVI y HDMI.

Algunos lectores japoneses o americanos tienen salida de vídeo entrelazado por componentes YUV (Y'Pb'Pr') en la forma de 3 conectores RCA o BNC. Los conectores podrían ser etiquetados YUV, diferencia de color, YPbPr o Y/B-Y/R-Y y podrían estar coloreados verde/azul/rojo. (Algunos lectores etiquetan esas salidas incorrectamente como YCbCr, correspondiendo estas a componentes digital). Algunos lectores tienen salida por componentes vídeo RGB a través de un conector SCART de 20 pines o 3 conectores RCA o BNC etiquetados R/G/B.

Las señales de video analógico (también llamadas componentes) deben proporcionar información a cerca de la cantidad de rojo, verde y azul para crear



la imagen de televisión. El tipo más simple, RGB, consiste en tres señales de rojo, verde y azul enviadas mediante tres conectores coaxiales. Existen varios esquemas que varían dependiendo de como es tratada la sincronización. Si la señal de sincronismo es enviada al canal verde, esta es llamada sync-on-green. Algunos esquemas usan un canal de sincronización separado, por ejemplo el esquema de conexión Europea SCART, el cual utiliza 4 (R.G.B + sync) de los 21 pins de la interfaz. SVGA, otro esquema RGB, es usado globalmente para monitores informáticos (también es conocido como RGBHV, ya que tanto la sincronización horizontal y vertical son enviadas por diferentes canales).

Un tipo de conexión alternativa que no usa los componentes del RGB, pero se compone del componente colorless, llamado luminiscencia combinada, con unos o más componentes de transmisión de color, llamados crominancia, que proporcionan únicamente información del color. Varios canales de crominancia permiten una mayor precisión y velocidad en el mapeo del espacio de colores RGB. Este esquema de componentes es una transformación (en algunos casos lineal, en otro no) del espacio de colores sRGB. Este tipo de señal es normalmente a la que se refiere la gente cuando se habla (hoy en día) de Video por componentes. La variante más común, el puerto de Video por componentes, es encontrado en muchos de los reproductores de DVD, pantallas de plasma y proyectores de video actuales, y usan el formato de codificación de color YPbPr. Otras 3 variantes utilizadas anteriormente en equipamientos profesionales fueron transfiriendo formatos como el YUV (PAL) o el YIQ (NTSC), pero nunca YCbCr desde que es un formato de codificación de color únicamente digital, llamada versión digital del analógico YPbPr.

En los sistemas de video por componentes, las imágenes pueden necesitar señales de sincronización añadidas. Estas señales de sincronización son comúnmente transmitidas en uno o dos cables separados, o introducidos en periodos vacíos de uno o de todos los componentes. En informática, el estándar común es de 2 cables extras, uno para llevar los componentes horizontales y otro para los verticales (sincronización separada) mientras que en el campo del video es más común introducir la señal de sincronismo en el componente Y (sincronización de luminancia-9).

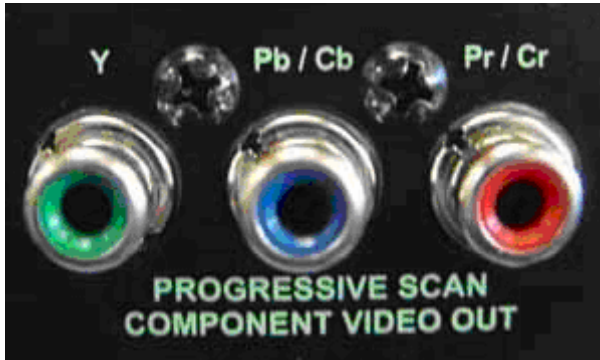


S-Video se podría definir también como otro tipo de señal de video por componentes (transfiriendo YUV cuando se usa para video PAL y YIQ cuando se usa para NTSC), dado que las señales de luminancia (Y) y croma (UV o IQ) son transmitidas por vías separadas, sin embargo, no puede producir imágenes en alta definición con más de 480 líneas de video entrelazadas (480i) para NTSC o más de 576 líneas de video entrelazadas (576i) para PAL.

El video por componentes es capaz de producir señales como 480p, 576p, 720p, 1080i y 1080p, pero según algunos, las conexiones digitales como el DVI (video únicamente) y HDMI (el cual incluye hasta 8 canales de audio) generalmente da mejores resultados a resoluciones elevadas (hasta 1080p). HDMI incluye conjuntamente señales de audio y video en un mismo cable.

Existen 2 tipos de video analógico por componentes:

- **Video analógico por componentes, entrelazado YUV ó Y'Pb'Pr'.** La conexión por componentes usa también tres conectores RCA (normalmente de color rojo, verde, azul) y separa la señal de vídeo en tres señales: Y' (luminancia: brillo / oscuridad), Pb' ("Azul menos la señal de luminancia") y Pr' ("Rojo menos la señal de luminancia").
- **Video analógico por componentes, progresivo.** Igual que el anterior, pero producen una señal no entrelazada. El vídeo progresivo preserva la naturaleza de la mayoría de los discos de películas, proporcionando una imagen libre de parpadeo y estable como el cine, con mejor resolución vertical y un movimiento más suave.



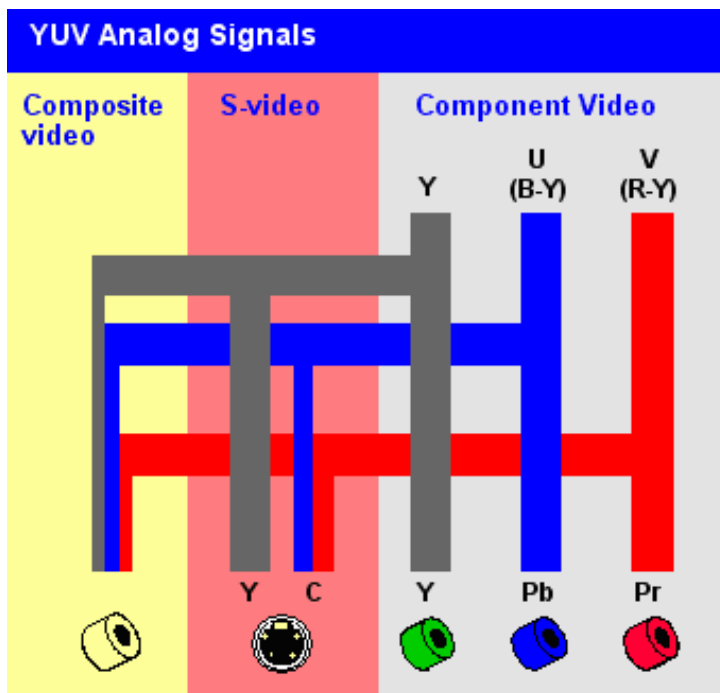
Analógico o Digital?

No se deje confundir. Estas salidas en la parte posterior de este reproductor de DVD son analógicas, identificadas correctamente como Y, Pb y Pr, no la Y, Cb y Cr digitales, ya que el componentes digital únicamente usa 1 cable para la señal.

Algunos ejemplos de estándares internacionales de video por componentes:

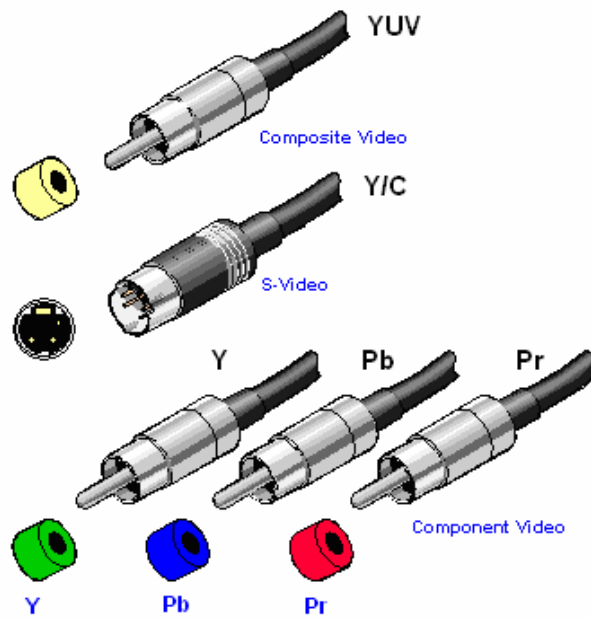
- RS-170 RGB (525 líneas, basado en timings NTSC, ahora EIA/TIA-343)
- RS-343 RGB (525, 625 or 875 líneas)
- STANAG 3350 Estándar de video analogico (NATO versión militar de RS-343 RGB)

Comparación de los diferentes sistemas analógicos:

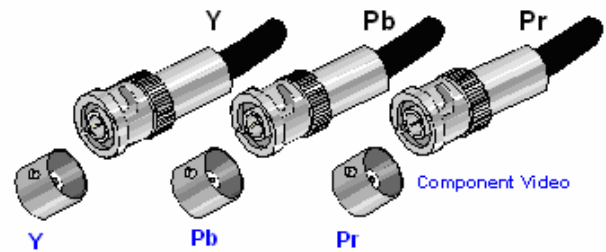


Conexiones para los diferentes tipos de Video Analógico:

ANALOG VIDEO CONNECTIONS (CONSUMER)



ANALOG VIDEO CONNECTIONS (PROFESSIONAL)



VIDEO DIGITAL:

Video por Componentes Digital (YCbCr)

YCbCr es la versión digital del video por componentes analogico YPbPr. Al diferencia de este, el YCbCr usa únicamente un cable para transmitir la información de video.

El video por componentes digital se refiere normalmente al estándar 4:2:2. Esto significa que para los 4 pixeles de información de luminancia (Y), únicamente se codifican 2 pixeles de Cb (desviación azul-amarillo) y 2 pixeles de Cr (desviación Rojo-Cyan). Este es el modelo utilizado para el formato de DVD. Los números también representan el número relativo de bits (pero no el número real) usado para llevar los 3 componentes de información a cada píxel. La información de color se separa a través del píxel que representa.

Otro esquema encontrado es el 4:1:1. Este es el modelo utilizado en la versión (digital) NTSC del formato de cinta DV (asi como el miniDV) usado en las videocámaras. En esta ocasión para los 4 pixeles de luminancia, unicamente se codifica 1 píxel de desviación de color Cb y Cr para cada línea.

Para proporcionar confusión, la versión digital PAL del formato de cinta DV y del miniDV usan 4:2:0, el cual aparecería para solucionar la ausencia de la señal conjunta de Cr. De hecho, el sistema coge las características del sistema de color PAL, y codifica 2 píxeles de desviación de color Cb para cada 4 píxeles de luminancia únicamente en las líneas impares. En las líneas pares, 2 píxeles de desviación de color Cr son codificados para cada 4 píxeles de luminancia. En cada caso, la información perdida es recuperar de la línea anterior (y está así más cercano al sistema francés SECAM que el PAL). Esto dobla la resolución horizontal pero reduce a la mitad la resolución vertical. Esto es aceptable, ya que el sistema de color análogo del PAL tiene de hecho la mitad de resolución vertical que el sistema NTSC.

High-Definition Multimedia Interface (HDMI)

High-Definition Multi-media Interface (HDMI) -Interfaz multimedia de alta definición- es una norma de audio y vídeo digital, sin compresión y apoyado por la industria. HDMI provee un interfaz entre cualquier fuente de audio y vídeo digital como, por ejemplo, un sintonizador TDT, un reproductor de DVD o un receptor A/V, y monitor de audio/vídeo digital compatible, como un televisor digital (DTV).

HDMI permite el uso de vídeo estándar, mejorado o de alta definición, así como audio digital multicanal en un único cable. Es independiente de los varios estándares DTV como ATSC, DVB (-T,-S,-C), que no son más que encapsulaciones de datos MPEG. Tras ser enviados a un descodificador, se obtienen los datos de vídeo sin comprimir, pudiendo ser de alta definición. Estos datos se codifican en TMDS para ser transmitidos digitalmente por medio de HDMI. HDMI incluye también 8 canales de audio digital sin compresión. A partir de la versión 1.2, HDMI puede utilizar hasta 8 canales de audio de un bit. El audio de un bit es el usado en el Super audio CDs.



Entre los creadores de HDMI se incluyen los fabricantes líderes de electrónica de consumo Hitachi, Matsushita Electric Industrial (Panasonic), Philips, Sony, Thomson (RCA), Toshiba y Silicon Image. Digital Content Protection, LLC (una subsidiaria de Intel) provee la *High-bandwidth Digital Content Protection* (HDCP) -Protección de contenido digital de gran ancho de banda- para HDMI. HDMI tiene también el apoyo de las grandes productoras de cine: Fox, Universal, Warner Bros. y Disney; operadoras de sistemas: DirecTV y EchoStar (Dish Network), así como de CableLabs y Samsung.

Conectores

El conector estándar de HDMI tipo A tiene 19 pines. Se ha definido también una versión de mayor resolución -tipo B-, pero su uso aún no se ha generalizado. El tipo B tiene 29 pines, permitiendo llevar un canal de vídeo expandido para pantallas de alta resolución. El tipo B fue diseñado para resoluciones más altas que las del formato 1080p.



El HDMI tipo A es compatible hacia atrás con un enlace simple DVI, usado por los monitores de ordenador y tarjetas gráficas modernas. Esto quiere decir que una fuente DVI puede conectarse a un monitor HDMI, o viceversa, por medio de un adaptador o cable adecuado, pero el audio y las características de control remoto HDMI no estarán disponibles. Además, sin el uso de HDCP, la calidad de vídeo y la resolución podrían ser degradadas artificialmente por la fuente de la señal para evitar al usuario final ver o,

mayormente, copiar contenido protegido. El HDMI tipo B es, de forma similar, compatible hacia atrás con un enlace dual DVI.

Especificaciones técnicas



Canal TMDS

- Lleva audio, vídeo y datos auxiliares.
- Método de señalización: de acuerdo a las especificaciones DVI 1.0, enlace simple (HDMI tipo A) o enlace doble (HDMI tipo B).
- Frecuencia de píxeles de vídeo: de 25 MHz a 165 MHz (tipo A) o a 330 MHz (tipo B). Formatos de vídeo por debajo de 25MHz (ej.: 13.5MHz para el 480i/NTSC) son transmitidos usando un esquema de repetición de píxeles. Se pueden transmitir hasta 24 bits por pixel, independientemente de la frecuencia.
- Codificación de los píxeles: RGB 4:4:4, YCbCr 4:2:2, YCbCr 4:4:4.
- Frecuencias de muestreo del audio: 32 kHz, 44.1 kHz, 48 kHz, 88.2 kHz, 96kHz, 176.4 kHz, 192 kHz.
- Canales de audio: hasta 8.

Canal DDC (Display Data Channel)

- Permite a la fuente preguntar por las capacidades del destino.
- Señalización I²C con un reloj de 100 kHz.
- Estructura de datos E-EDID de acuerdo a EIA/CEA-861B y VESA Enhanced EDID.

Canal CEC (Consumer Electronics Control) (opcional)

- Usa el protocolo estándar AV Link
- Usado para funciones de control remoto.
- Bus serie bidireccional de cable único.
- Definido en la especificación HDMI 1.0.

Protección de contenidos

- De acuerdo a las especificaciones HDCP 1.10.

Detalles del conector

Conector ejemplo: Molex 500254-1907

Asignación de pines de un conector tipo A			
Pin	Asignación de señal	Pin	Asignación de señal
1	TMDS Data2+	2	TMDS Data2 Shield
3	TMDS Data2-	4	TMDS Data1+
5	TMDS Data1 Shield	6	TMDS Data1-
7	TMDS Data0+	8	TMDS Data0 Shield
9	TMDS Data0-	10	TMDS Clock+
11	TMDS Clock Shield	12	TMDS Clock-
13	CEC	14	Reservado
15	SCL	16	SDA
17	Tierra DDC/CEC	18	+5V Power
19	Detección de conexión "en caliente" (Hot Plug)		

Digital Visual Interface (DVI)

La interfaz de vídeo digital o interfaz visual digital, (en inglés DVI, "digital visual interface" o "digital video interface") adquirida por Intel corp. En 1988, es un conector de vídeo diseñado para obtener la máxima calidad de visualización posible en pantallas digitales tales como los monitores de cristal líquido de pantalla plana y los proyectores digitales. Fue desarrollada por el consorcio industrial DDWG ("Digital Display Working Group", Grupo de Trabajo para la Pantalla Digital).

Perspectiva general

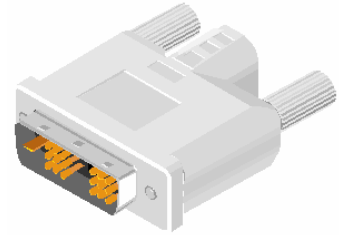
Los estándares anteriores, como el VGA, son analógicos y están diseñados para dispositivos CRT (tubo de rayos catódicos o tubo catódico). La fuente varía su tensión de salida con cada línea que emite para representar el brillo deseado. En una pantalla CRT, esto se usa para asignar al rayo la intensidad adecuada mientras éste se va desplazando por la pantalla. Este rayo no está presente en pantallas digitales; en su lugar hay una matriz de píxeles, y se debe asignar un valor de brillo a cada uno de ellos. El decodificador hace esta tarea tomando muestras del voltaje de entrada a intervalos regulares. Cuando la fuente es también digital (como un ordenador), esto puede provocar distorsión si las muestras no se toman en el centro de cada píxel, y, en general, el grado de ruido entre píxeles adyacentes es elevado.



DVI adopta un enfoque distinto. El brillo de los píxeles se transmite en forma de lista de números binarios. Cuando la pantalla está establecida a su resolución nativa, sólo tiene que leer cada número y aplicar ese brillo al píxel apropiado. De esta forma, cada píxel del buffer de salida de la fuente se corresponde directamente con un píxel en la pantalla, mientras que con una señal analógica el aspecto de cada píxel puede verse afectado por sus píxeles adyacentes, así como por el ruido eléctrico y otras formas de distorsión analógica.

Características técnicas

El formato de datos de DVI está basado en el formato de serie PanelLink, desarrollado por el fabricante de semiconductores Silicon Image Inc. Emplea TMDS ("Transition Minimized Differential Signaling", Señal Diferencial con Transición Minimizada). Un enlace DVI consiste en un cable de cuatro pares trenzados: uno para cada color primario (rojo, verde, y azul) y otro para el "reloj" (que sincroniza la transmisión). La sincronización de la señal es casi igual que la de una señal analógica de vídeo. La imagen se transmite línea por línea con intervalos de borrado entre cada línea y entre cada fotograma. No se usa compresión ni transmisión por paquetes y no admite que sólo se transmitan las zonas cambiadas de la imagen. Esto significa que la pantalla entera se transmite constantemente.



Con un solo enlace DVI, la máxima resolución posible a 60 Hz es de 2,6 megapíxeles. Por lo tanto, el conector DVI admite un segundo enlace, con otro conjunto de pares trenzados para el rojo, el verde y el azul. Cuando se requiere un ancho de banda mayor que el que permite un solo enlace, el segundo se activa, y los dos pueden emitir píxeles alternos. El estándar DVI especifica un límite máximo de 165 MHz para los enlaces únicos, de forma que los modos de pantalla que requieran una frecuencia inferior deben usar el modo de enlace único, y los que requieran más deben establecer el modo de enlace doble. Cuando se usan los dos enlaces, cada uno puede sobrepasar los 165 MHz. El segundo enlace también se puede usar cuando se necesiten más de 24 bits por píxel, en cuyo caso transmite los bits menos significativos.

Al igual que los conectores analógicos VGA modernos, el conector DVI tiene pins para el canal de datos de pantalla, versión 2 (DDC 2) que permite al adaptador gráfico leer los datos de identificación de pantalla extendidos (EDID, "Extended Display Identification Data").

Monitores DVI importantes

- El monitor T221 de IBM debutó a principios de 2003, y cuenta con cuatro conectores DVI de enlace único y una resolución de 3820×2400, o casi 9,2 millones de píxeles. Conectado a una tarjeta gráfica de enlace único, su frecuencia de actualización es de sólo 13 Hz. Puede alcanzar 41 Hz conectando los cuatro conectores a tarjetas gráficas. Hay modelos posteriores que se pueden conectar a una tarjeta gráfica DVI de doble enlace, obteniendo así una frecuencia de 24 Hz, aunque esto se consigue usando una caja separadora externa que convierte la señal de doble enlace en dos señales de enlace único para el monitor.
- La pantalla Cinema HD Display de 30 pulgadas de Apple Computer debutó a mediados de 2004 y fue una de las primeras pantallas del mercado en usar una conexión DVI de doble enlace. Su resolución nativa es 2560×1600, muy por encima de los 4 millones de píxeles.

Conector

El conector DVI normalmente posee pins para transmitir las señales digitales nativas de DVI. En los sistemas de doble enlace, se proporcionan pins adicionales para la segunda señal.

También puede tener pins para transmitir las señales analógicas del estándar VGA. Esta característica se incluyó para dar un carácter universal a DVI: los conectores que la implementan admiten monitores de ambos tipos (analógico o digital).

Los conectores DVI se clasifican en tres tipos en función de qué señales admiten:

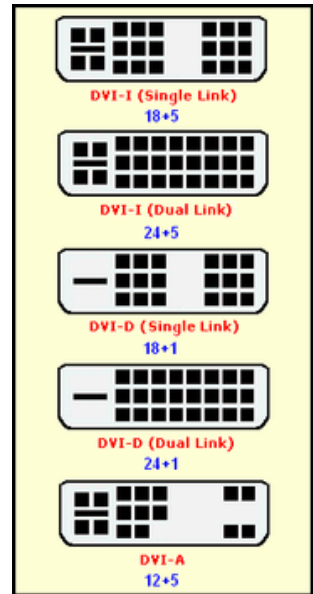
- DVI-D (sólo digital)
- DVI-A (sólo analógica)
- DVI-I (digital y analógica)

A veces se denomina **DVI-DL** a los conectores que admiten dos enlaces.

DVI es el único estándar de uso extendido que proporciona opciones de transmisión digital y analógica en el mismo conector. Los estándares que compiten con él son exclusivamente digitales: entre ellos están el sistema de señal diferencial de bajo voltaje (LVDS, "Low-Voltage Differential Signalling") conocido por sus marcas FPD ("Flat-Panel Display", monitor de pantalla plana) Link y FLATLINK, así como sus sucesores, el LDI ("LVDS Display Interface", interfaz de pantalla LVDS) y OpenLDI.

Las señales USB no se incorporaron al conector DVI. Este descuido se ha resuelto en el conector VESA M1-DA usado por InFocus en sus proyectores, y en el conector Apple Display Connector de Apple Computer, que ya no se produce. El conector VESA M1 es básicamente el conector VESA Plug & Display (P&D), cuyo nombre original es EVC ("Enhanced Video Connector", conector de vídeo mejorado). El conector de Apple es eléctricamente compatible con el VESA P&D/M1 y la estructura de los pins es la misma, pero la forma física del conector es distinta.

Algunos reproductores de DVD modernos, televisores (equipos HDTV entre ellos) y proyectores de vídeo tienen conectores DVI/HDCP; físicamente son iguales que los DVI, pero transmiten una señal cifrada con el protocolo HDCP para protección de copyright. En teoría, los ordenadores con conectores DVI pueden usar equipos HDTV como pantallas.



Especificaciones

Digital

- Frecuencia mínima de reloj: 21.76 MHz
- Frecuencia máxima de reloj para enlace único: 165 MHz
- Frecuencia máxima de reloj para doble enlace: limitada sólo por el cable
- Píxeles por ciclo de reloj: 1 (enlace único) o 2 (doble enlace)
- Bits por píxel: 24
- Ejemplos de modos de pantalla (enlace único):
 - HDTV (1920 × 1080) a 60 Hz con borrado LCD (131 MHz)
 - 1920 × 1200 a 60 Hz (154 Mhz)
 - UXGA (1600 × 1200) a 60 Hz con borrado GTF (161 MHz)
 - SXGA (1280 × 1024) a 85 Hz con borrado GTF (159 MHz)
- Ejemplos de modos de pantalla (doble enlace):
 - QXGA (2048 × 1536) a 75 Hz con borrado GTF (2×170 MHz)
 - HDTV (1920 × 1080) a 85 Hz con borrado GTF (2×126 MHz)
 - 2560 × 1600 (en pantallas LCD de 30 pulgadas)

GTF ("Generalized Timing Formula", Fórmula de Sincronización Generalizada) es un estándar VESA.

Analógico

- Ancho de banda RGB: 400 MHz a -3 dB

Conector

Números de pin (vista del enchufe hembra)

1	2	3	4	5	6	7	8		C1	C2
9	10	11	12	13	14	15	16		C5	
17	18	19	20	21	22	23	24		C3	C4

Pin	Nombre	Función
1	Datos TMDS 2-	Rojo digital - (Link 1)
2	Datos TMDS 2+	Rojo digital + (Link 1)
3	Protección datos TMDS 2/4	
4	Datos TMDS 4-	Verde digital - (Enlace 2)
5	Datos TMDS 4+	Verde digital + (Enlace 2)
6	Reloj DDC	
7	Datos DDC	
8	Sincronización vertical analógica	
9	Datos TMDS 1-	Verde digital - (Enlace 1)
10	Datos TMDS 1+	Verde digital + (Enlace 1)
11	Protección datos TMDS 1/3	
12	Datos TMDS 3-	Azul digital - (Enlace 2)
13	Datos TMDS 3+	Azul digital + (Enlace 2)
14	+5V	Energía para el monitor en espera
15	Tierra	Retorno para pin 14 y sincronización analógica
16	Detección Hot Plug	
17	Datos TMDS 0-	Azul digital - (Enlace 1) y sincronización digital
18	Datos TMDS 0+	Azul digital + (Enlace 1) y sincronización digital
19	Protección datos TMDS 0/5	
20	Datos TMDS 5-	Rojo digital - (Enlace 2)
21	Datos TMDS 5+	Rojo digital + (Enlace 2)
22	Protección reloj TMDS	
23	Reloj TMDS+	Reloj digital + (Enlaces 1 y 2)
24	Reloj TMDS-	Reloj digital - (Enlaces 1 y 2)
C1	Rojo analógico	
C2	Verde analógico	
C3	Azul analógico	
C4	Sincronización horizontal analógica	
C5	Tierra (analógico)	Retorno para señales de Rojo, Verde y Azul

Bibliografía:

- Wikipedia.org España
- Wikipedia.org
- PCmag.com Enciclopedia
- Google
- Google Imágenes
- dvdadvdr.com
- dvdenlared.com
- elotrolado.net
- zonadvd.com
- Imágenes y otras referencias de diversas páginas web.