

UD 03_06 – Sistema Informático. Hardware.

Adaptador gráfico. Monitores.

Tarjetas de expansión de sonido y de red.

CONTENIDO

1 ADAPTADOR GRÁFICO.....	2
1.1. Denominaciones.....	2
1.2. Componentes de las tarjetas gráficas.....	4
1.2.1. El procesador gráfico o GPU (Graphics Processing Unit).....	4
1.2.2. Memoria gráfica.....	4
1.2.3. Interfaz con la placa base (ranuras de expansión).....	4
1.2.4. Conectores externos (salida de vídeo).....	4
1.2.5. Conectores eléctricos internos.....	5
1.3. Características.....	6
1.3.1. Resolución.....	6
1.3.2. Calidad o profundidad del color (número de colores).....	7
1.3.3. Frecuencia de refresco.....	7
1.3.4. Memoria gráfica o de vídeo (vram).....	7
1.3.4.1 Para saber más acerca de las diferencias entre HBM y GDDR5 (Ampliación).....	10
1.3.5. Controladores o drivers.....	11
1.3.6. Algunos artículos.....	11
1.4. Fabricantes.....	12
1.5. Comparativas.....	13
1.6. CPU y GPU.....	13
1.7. Elección de la tarjeta gráfica y su rendimiento.....	14
1.7.1. Elección según la aplicación (según J.E. Herrerías Rey, 2016).....	14
1.7.2. Tarjetas gráficas múltiples: SLI y CrossFire.....	16
1.8. El mundo de las tarjetas 3D (Ampliación).....	17
1.9. Bibliografía.....	17
2 MONITORES.....	18
2.1. Tipos.....	18
2.2. Características.....	19
3 OTRAS TARJETAS DE EXPANSIÓN.....	22
3.1. Tarjetas de sonido.....	22
3.1.1. Características.....	22
3.1.2. Sistema de sonido integrado en la placa.....	22
3.1.3. Bibliografía.....	23
3.2. Tarjetas de red.....	24
3.2.1. Bibliografía.....	24

1 ADAPTADOR GRÁFICO

Un **adaptador gráfico** es el componente del ordenador cuya utilidad principal es interpretar los datos gráficos que le llegan del microprocesador y transformarlos en una señal que pueda entender el monitor. Como veremos a continuación, no siempre un adaptador gráfico es una tarjeta de expansión¹, puede estar integrado, por ejemplo, en el microprocesador.

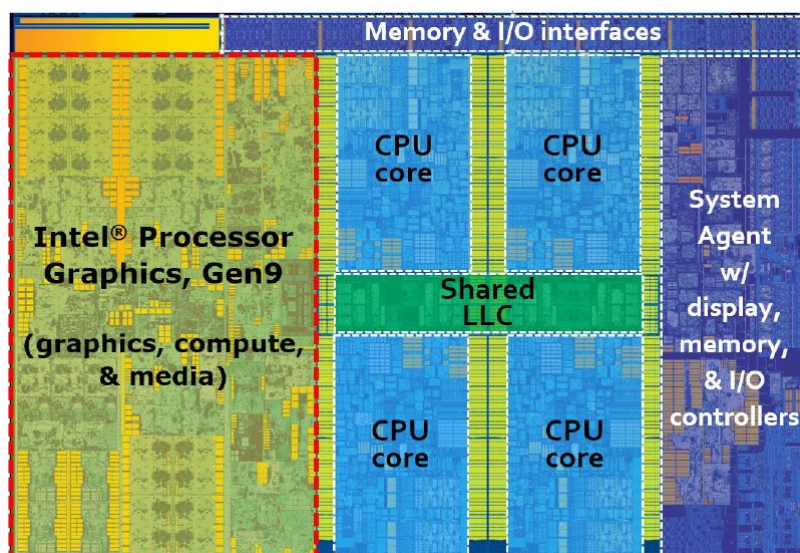
1.1. DENOMINACIONES

Al componente que se encarga de la parte gráfica en el ordenador se le conoce por diferentes nombres:

- Tarjeta gráfica o tarjeta de vídeo
- Adaptador gráfico
- Acelerador gráfico, ya que descarga del trabajo gráfico al microprocesador.
- GPU (Graphics Processing Unit) o VPU (Visual Processing Unit), hace referencia al procesador gráfico en sí.
- VGA, en realidad es el nombre de un estándar gráfico en desuso. Mejor evitar este nombre.

Quizá el nombre más exacto sea “adaptador gráfico” y en algunos casos “GPU”, ya que no necesariamente tiene por qué tratarse de una tarjeta, puede estar:

- Integrado en el microprocesador (en la CPU). Lo encontramos en los microprocesadores de Intel desde los Core i7/i5/i3 de segunda generación y en los AMD desde los AMD Fusion “Llano” y “Brazos”. AMD llama a estos híbridos APU (Accelerated Processing Unit).



Fuente: Intel

¹ Una **tarjeta de expansión** o **tarjeta adaptadora** es una placa con circuitos electrónicos cuya función es ampliar o mejorar las prestaciones de un ordenador o reemplazar alguna funcionalidad del mismo que no funciona correctamente. Normalmente se conectan directamente a las ranuras de expansión que encontramos en la placa base, aunque también existen modelos que se pueden conectar externamente.

Veamos las especificaciones para un microprocesador de este tipo de AMD. Se ha resaltado la denominación APU que AMD da a los microprocesadores que integran GPU y el número de núcleos de la GPU. A continuación tenemos un ejemplo:

FAMILIA	AMD A-Series Processors
LÍNEA	AMD A10-Series APU for Desktops
MODELO	7th Gen A10-9700E APU
PLATAFORMA	Desktop
LAUNCH DATE	9/5/2016

Rendimiento	
# DE NÚCLEOS DE CPU	4
# OF GPU CORES	6
NÚCLEOS DE CÁLCULO	10 (4 CPU + 6 GPU)

Y un microprocesador de Intel que integra el adaptador gráfico Intel UHD Graphics 630, el Core i7-8700:

Especificaciones de gráficos	
Gráficos del procesador ‡	Intel® UHD Graphics 630
Frecuencia de base de gráficos	350 MHz
Frecuencia dinámica máxima de gráficos	1,20 GHz
Memoria máxima de video de gráficos	64 GB
Salida de gráficos	
Compatibilidad con 4K	Yes, at 60Hz
Resolución máxima (HDMI 1.4)‡	4096x2304@24Hz

- El adaptador gráfico también puede estar integrado en la placa base, pero no en el chipset, sino en un chip independiente dedicado. Podemos encontrarlo sobre todo en servidores, donde se busca una solución compacta que no emplee los recursos del sistema.
- Integrado en el SoC (System on a Chip = integra todos o casi todos los módulos que integran el sistema en un único chip), como por ejemplo en teléfonos móviles o tablets.
- En una o varias tarjeta de expansión. En la actualidad se pueden instalar dos o más tarjetas gráficas en una placa base para aumentar la potencia de procesamiento de gráficos.

En este artículo se habla de los APU y de su diferencia con los SoC:
<https://hardzone.es/reportajes/que-es/apu-diferencia-procesador/>

1.2. COMPONENTES DE LAS TARJETAS GRÁFICAS

1.2.1. EL PROCESADOR GRÁFICO O GPU (GRAPHICS PROCESSING UNIT)

Es el procesador dedicado al procesamiento de gráficos, aligera la carga del procesador central y está optimizado para el cálculo en coma flotante (que predomina en las funciones 3D). Implementa operaciones gráficas, como el antialiasing (suavizado de bordes), la renderización (para conseguir efectos realistas de iluminación, texturas, etc.), entre otras.

La frecuencia del núcleo gráfico es baja en comparación con la CPU (actualmente podemos encontrar frecuencias entre 1 GHz y 1,5 GHz, por ejemplo), pero tiene una gran potencia de cálculo gracias a la arquitectura en paralelo.

1.2.2. MEMORIA GRÁFICA

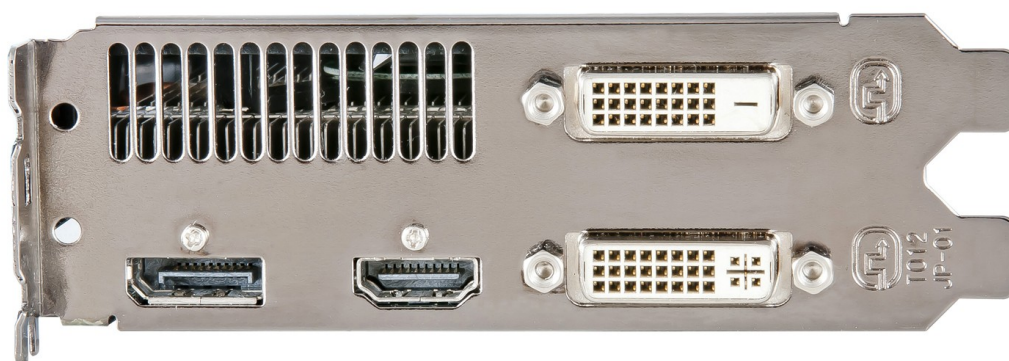
La veremos en el apartado 1.3.4.

1.2.3. INTERFAZ CON LA PLACA BASE (RANURAS DE EXPANSIÓN)

Las tarjetas gráficas han utilizado las distintas ranuras de expansión de la placa base: ISA, PCI, AGP (Accelerated Graphics Port). Actualmente, se dispone de las PCI Express² (PCIe). Estas ranuras emplean conexiones, carriles o *lanes*, cada una de las cuales ofrece 1GB/s en PCIe 3.0. En tarjetas gráficas, la ranura más utilizada es la PCI Express de 16 carriles, PCIe x16, que ofrece 15.8 GB/s por sentido en la versión 3.0/3.1.

1.2.4. CONECTORES EXTERNOS (SALIDA DE VÍDEO)

Para **conectar el cable que va al monitor**, podemos encontrar generalmente los siguientes conectores en las tarjetas gráficas actuales:



Panel posterior de una HIS R9 380 IceQ X² 4GB (GPU R9 380 de AMD), incluye, de izquierda a derecha, DisplayPort, HDMI, DVI-D Dual Link (arriba) y DVI-I Dual Link.

- **DVI** (Digital Visual Interface), lo vimos en el tema dedicado a la placa base y proporciona opciones de transmisión digital y analógica en el mismo conector. Encontramos varios

² Para una revisión acerca de las versiones de PCI Express consultar: <https://www.deskdecode.com/pci-express-pcie/> y https://en.wikipedia.org/wiki/PCI_Express

tipos, los más habituales son DVI-D (para transmitir señales digitales) y DVI-I (para transmisión de señales digitales y analógicas), pueden tener distinto número de pines según sean Single Link o Dual Link. Un conector DVI Single Link tiene un ancho de banda máximo de 165 MHz (basta para la transmisión de señales de hasta 1920 x 1200 de resolución y 60 Hz)

Para transmitir más información (por ejemplo, refresco de 120 Hz o monitores de 30") se necesitan los pines extra de Dual Link (hay que tener cuidado con el cable que se utiliza para conectar al monitor, muchos son Single Link).

DVI es un conector bastante usado en PCs, pero en portátiles es más frecuente HDMI.

- **VGA.** En algunas tarjetas y en equipos de hace algunos años, encontramos este conector. Transmite señales de vídeo analógicas.
- **HDMI.** Su principal ventaja es que puede transmitir sonido además de imagen. Permite la transmisión de vídeo y opcionalmente la de audio. En la versión HDMI 2.1 (2017), el ancho de banda llega hasta 48 Gb/s y da soporte a resoluciones hasta 10K.
https://www.hdmi.org/spec/hdmi2_1
- **DisplayPort.** Alternativa a HDMI libre de licencias y cánones. En Junio de 2019 se anuncia la versión 2.0. Aquí se pueden consultar anchos de banda y ejemplos de conexiones:
<https://www.displayport.org/pr/vesa-publishes-displayport-2-0-video-standard-enabling-support-for-beyond-8k-resolutions-higher-refresh-rates-for-4k-hdr-and-virtual-reality-applications/>
- Apple también ha utilizado Mini DisplayPort y USB Type-C.



En el mercado existen adaptadores que permiten transformar un conector en otro para así poder conectar dispositivos con conectores diferentes a los incluidos en la tarjeta gráfica de la que se dispone.

(Colección de conectores de vídeo en Wikipedia:

https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Conectores_de_video)

1.2.5. CONECTORES ELÉCTRICOS INTERNOS

Las tarjetas gráficas modernas incluyen conectores para alimentación eléctrica adicional, ya que, aunque el PCI Express proporciona alimentación, el funcionamiento puede no ser correcto y por otra parte existen tarjetas gráficas que necesitan valores de potencia altos.

1.3. CARACTERÍSTICAS

1.3.1. RESOLUCIÓN

Es el número de puntos (o píxeles) que conforman la imagen que se representa en la pantalla. Se proporciona con el formato **número de puntos en horizontal x número de puntos en vertical**.

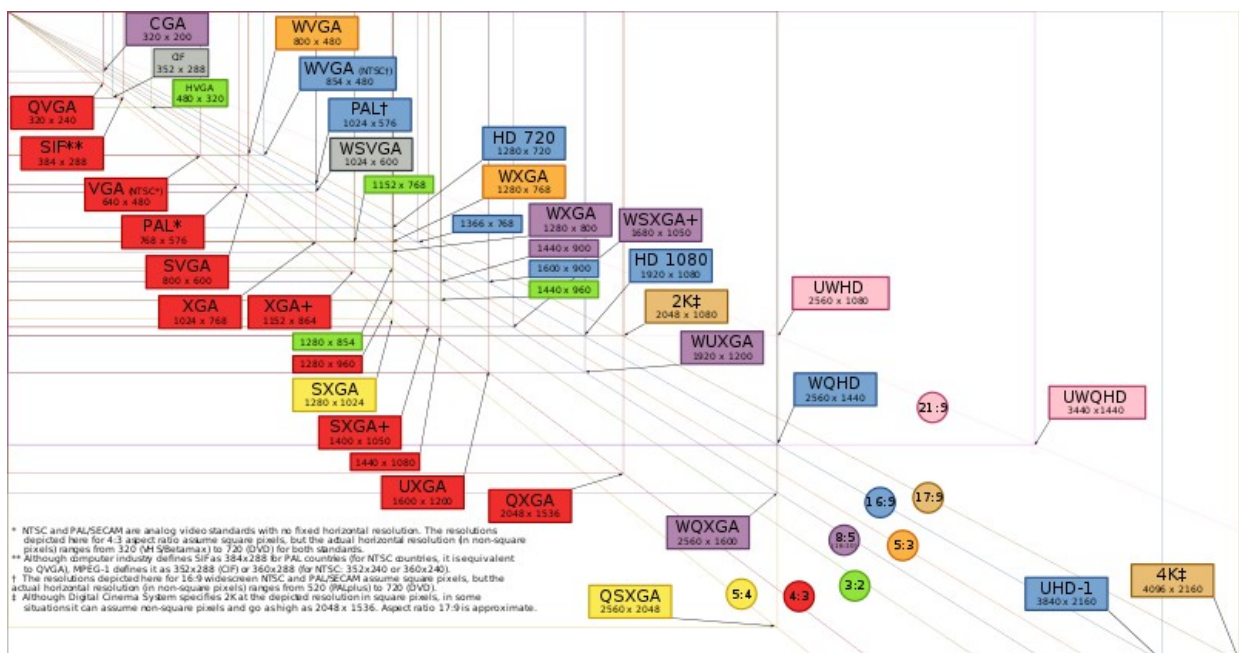
A mayor resolución, mayor información cabrá en la pantalla. La resolución del adaptador gráfico o GPU debe estar en consonancia con el tamaño y tipo de monitor. Sería un gasto inútil comprar una tarjeta gráfica con gran resolución si nuestro monitor no va a poder aprovecharla.

Los adaptadores gráficos actuales pueden manejar resoluciones gráficas elevadas en 2D o en 3D "estáticas", también CAD/CAM³ en 2D, pero en juegos 3D cualquier aumento de la resolución suele suponer bajar mucho el rendimiento.

Cada resolución tiene asociada una relación de aspecto entre el tamaño horizontal y el vertical de la imagen, que tendrá que ser la misma que la que tiene el monitor para que la imagen no se vea deformada. Actualmente son habituales resoluciones panorámicas como 16:9 o 16:10.

Ejemplos:

- con relación de aspecto 16:9 → resolución 1920 x 1080, resolución 1280 x 720
- con relación de aspecto 16:10 (u 8:5) → resolución 1920 x 1200, resolución 1280 x 800
- En la siguiente figura vemos estos y más, incluye formatos como 4k (Ultra HD, con casi cuatro mil puntos en horizontal, resolución 3840 x 2160). Se puede ver la imagen horizontal aquí: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vector_Video_Standards8.svg



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vector_Video_Standards8.svg

Para formatos como 5K y 8K, ver la siguiente imagen:

https://en.wikipedia.org/wiki/5K_resolution#/media/File:Vector_Video_Standards.svg

1.3.2. CALIDAD O PROFUNDIDAD DEL COLOR (NÚMERO DE COLORES)

Es el número de bits que se usan para representar el color en cada píxel o la cantidad de colores que puede mostrar la imagen. Suele expresarse mediante el número de bits (elevando a 2 dicho número, obtendremos el número total de colores). El color de 24 bits, truecolor o color verdadero (16,7 millones de colores) suele ser suficiente. La razón de que se denomine truecolor o color verdadero es debido a que es aproximadamente el número de colores que el ojo humano puede detectar.

Las imágenes de color verdadero son algunas veces representadas por valores de 32 bits por píxel. Los 8 bits extra normalmente no afectan a la precisión del color, pero permiten incorporar un canal alfa que representa la transparencia de cada punto. Como en los últimos años la potencia de la CPU y de las tarjetas gráficas ha aumentado, la versión de 32 bits ha llegado a ser muy popular en los ordenadores domésticos, y permite mostrar efectos tales como ventanas traslucidas, sombreados, etc. En muchas ocasiones los ordenadores están preparados para trabajar más rápido en 32 bits incluso que sólo con 24, por lo que si no son necesarios los 8 bits del canal alfa, simplemente son ignorados.

1.3.3. FRECUENCIA DE REFRESCO

Número de veces que puede dibujarse la pantalla en cada segundo. Se mide en hercios (Hz). En los monitores CRT (Tubo de Rayos Catódicos) era un parámetro fundamental para evitar el cansancio ocular y se recomendaba su configuración a 85 Hz o 100 Hz.

En monitores TFT/LCD no debería tener especial importancia y el estándar suele ser 60 Hz.

1.3.4. MEMORIA GRÁFICA O DE VÍDEO (VRAM)

Es la memoria dedicada exclusivamente al uso por parte de la GPU, ahí se almacenan los cálculos que realiza este procesador. En tarjetas gráficas actuales con funciones 3D, la memoria se emplea para almacenar datos como la profundidad de los puntos de la imagen (Z-buffer⁴), las imágenes a las que se tiene que aplicar anti-aliasing (suavizado de bordes), las texturas, etc., con lo que se aumenta en gran medida la cantidad de memoria necesaria.

Si se acaba la memoria dedicada de la tarjeta gráfica o no se dispone de ninguna, como en el caso de las GPUs integradas que hemos visto anteriormente, habrá que hacer uso de la memoria RAM de la placa base, lo que puede empeorar el rendimiento 3D.

Se han utilizado diferentes tipos de memoria para gráficos, los empleados para memoria RAM del ordenador y tipos específicos para aplicaciones gráficas que proporcionan mayor velocidad o

4 <https://es.wikipedia.org/wiki/Z-buffer>

métodos de acceso especiales. En la actualidad se pueden encontrar los siguientes:

- GDDR6 (especificación publicada en 2017) y GDDR6X (la comenzó a utilizar NVIDIA en 2020). En este artículo se habla de algunas de sus características: <https://hardzone.es/reportajes/comparativas/memoria-grafica-gddr6x-gddr6/>
- GDDR5, se empezó a usar en 2008. Está basada en DDR3, tiene un ancho de bus entre 128 y 512 bits. Con 256 bits y 6000 MT/s⁵ (aprovechamiento cuádruple, físicamente 1500MHz), proporciona 192 GB/s de ancho de banda.
- GDDR5X: basado en GDDR5, pero dobla el ancho de banda.
- HBM (High Bandwidth Memory): AMD las empleó en 2015 en sus tarjetas Radeon R9, con 512 GB/s de ancho de banda. Su interfaz es, frente a las memorias anteriores, “lenta”, aproximadamente 1000 MT/s, pero es muy ancha, un ancho de bus equivalente típico de 4096 bits.
- HBM2: segunda generación de memoria HBM. Ejemplos de tarjetas que incluyen esta memoria son Radeon Vega Frontier Edition, Radeon RX Vega 56, Radeon Vega RX 64 y Nvidia Quadro GP100.

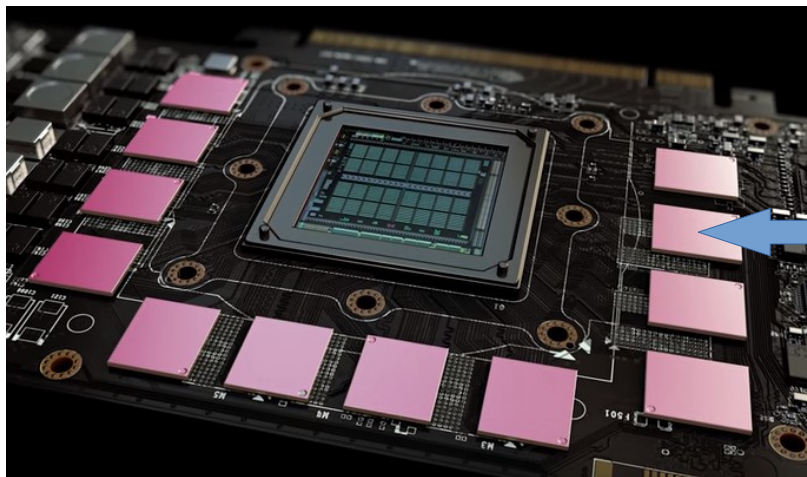
Actualmente los fabricantes están optando por la memoria GDDR6 (y GDDR6X por parte de NVIDIA), ya que ofrece un buen rendimiento a menor precio que HBM2.

Se recomienda leer los siguientes artículos para ver las ventajas e inconvenientes de los distintos tipos de memoria gráfica. Fíjate en lo que se dice acerca del **ancho de bus, la frecuencia y el ancho de banda**.

- <https://hardzone.es/2019/03/25/memoria-gddr6-diferencias-gddr5-gddr5x/>
- <https://www.muycomputer.com/2019/01/02/coste-de-la-memoria-gddr6/>
- <https://hardzone.es/2019/06/01/hbm2-gddr6-memoria-tarjeta-grafica/>
- <https://hardzone.es/reportajes/comparativas/memoria-grafica-gddr6x-gddr6/>

5 MT/s = millones de transferencias por segundo, es el número de transferencias de datos que se pueden hacer en un segundo.
Ancho del canal (bits/transferencia) × transferencias/segundo = bits/segundo

Tecnología	Frecuencia efectiva (MHz)	Ancho de banda (GB/s)
GDDR	166 - 950	1,2 - 30,4
GDDR2	533 - 1000	8,5 - 16
GDDR3	700 - 1700	5,6 - 54,4
GDDR4	1600 - 1800	64 - 86,4
GDDR5	3200 - 7000	24 - 448
HBM	500	512



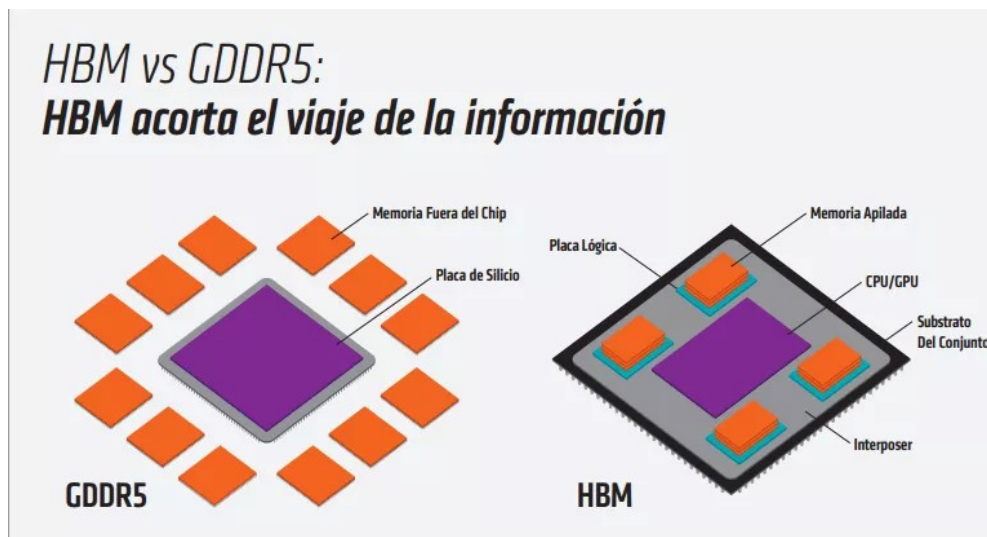
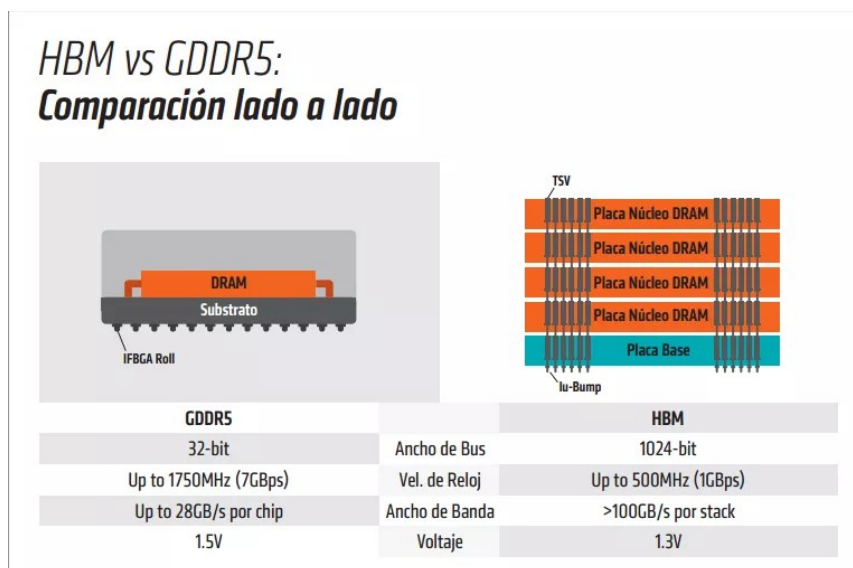
Chips de memoria situados alrededor de la GPU (<https://www.youtube.com/watch?v=79x7HuDPDIU&t=237s>)

211.5 GT/s 222.5 GT/s	47.0 GF/s 49.4 GF/s	256-bits	GDDR5	8 GB	2000 MHz	256.0 GB/s	Radeon RX 590
336.0 GT/s 420.0 GT/s	89.6 GF/s 112.0 GF/s	4096-bits	HBM2	16 GB	1000 MHz	1028 GB/s	Radeon VII
210.9 GT/s 248.4 GT/s	93.7 GF/s 110.4 GF/s	256-bit	GDDR6	8 GB	1750 MHz	448.0 GB/s	Radeon RX 5700
256.8 GT/s 304.8 GT/s	102.7 GF/s 121.9 GF/s	256-bit	GDDR6	8 GB	1750 MHz	448.0 GB/s	Radeon RX 5700 XT
268.8 GT/s 316.8 GT/s	107.5 GF/s 126.7 GF/s	256-bit	GDDR6	8 GB	1750 MHz	448.0 GB/s	Radeon RX 5700 XT 50th Anniversary E.d.
147.0 GT/s 162.4 GT/s	53.4 GF/s 59.0 GF/s	128-bit	GDDR6	4 GB	1750 MHz	224 GB/s	Radeon RX 5500
151.1 GT/s 162.4 GT/s	54.9 GF/s 59.0 GF/s	128-bit	GDDR6	4 GB / 8 GB	1750 MHz	224 GB/s	Radeon RX 5500 XT
176.0 GT/s 199.7 GT/s	88.0 GF/s 99.8 GF/s	192-bit	GDDR6	6 GB	1750 MHz	288.0 GB/s	Radeon RX 5600
198.0 GT/s 224.6 GT/s	88.0 GF/s 99.8 GF/s	192-bit	GDDR6	6 GB	1750 MHz	288.0 GB/s	Radeon RX 5600 XT
435.6 GT/s 505.2 GT/s	174.2 GF/s 202.1 GF/s	256-bit	GDDR6	16 GB	2000 MHz	512.0 GB/s	Radeon RX 6800
580.3 GT/s 648.0 GT/s	257.9 GF/s 288.0 GF/s	256-bit	GDDR6	16 GB	2000 MHz	512.0 GB/s	Radeon RX 6800 XT
644.8 GT/s 720.0 GT/s	257.9 GF/s 288.0 GF/s	256-bit	GDDR6	16 GB	2000 MHz	512.0 GB/s	Radeon RX 6900 XT
Texture Fill Rate	Pixel Fill Rate	Memory Bus Width	Memory Type	Memory Size	Memory Speed	Memory Bandwidth	Name

Ejemplos de tarjetas gráficas con memorías HBM2, GDDR5 y GDDR6. Extraído de: techarp.com

1.3.4.1 PARA SABER MÁS ACERCA DE LAS DIFERENCIAS ENTRE HBM Y GDDR5 (AMPLIFICACIÓN)

La memoria GDDR5 se implementa con diferentes chips alrededor de la GPU, lo que permite un factor de forma más reducido, reducir el consumo de energía y aumentar el ancho de banda. En HBM, la memoria se integra dentro del chip de la GPU, y se disponen varias placas de memoria apiladas (ver figuras más abajo). Con dos canales de 128 por “placa núcleo” y hasta ocho canales en total, combinando varias pilas obtenemos un ancho de bus equivalente típico de 4096 bits.



Fuente: <https://www.madboxpc.com/hbm-reinventando-la-tecnologia-de-las-memorias/>

El siguiente artículo (en inglés) trata acerca de las diferentes tecnologías de memoria: [GDDR5 vs GDDR5X vs HBM2 vs GDDR6 vs GDDR6X Memory Comparison](#). La tabla está extraída del mismo y se comparan diferentes características de las memorias:

Memory	GDDR5	GDDR5X	HBM	HBM2
Manufacturer	Samsung, Hynix, Elpida	Micron	Hynix, Samsung	Samsung, Hynix
Appearance	Square / Rectangular Chip	Square / Rectangular Chip	Cube / Cuboid	Cube / Cuboid
Maximum Capacity	8GB per chip	16GB per chip	1GB per Stack	4GB / 8GB per Stack
Maximum Speed	8 Gbps	10 to 14 Gbps (16 Gbps in future)	1 Gbps	2 Gbps
Bus Width	32-bit per chip	64-bit per chip	1024-bit per stack	1024-bit per stack or more
Power Consumption	Low	Same / Lower than GDDR5X	Lower than GDDR5 and GDDR5X	Lower than HBM
Graphics Cards Used in	Many Graphics Cards from budget, midrange to high-end e.g. GT 740, GTX 1070, RX 480 etc.	GeForce GTX 1080, Nvidia Titan X (Pascal)	Radeon R9 Fury X, Radeon Pro Duo	Nvidia Tesla P100, Nvidia Quadro GP100

1.3.5. CONTROLADORES O DRIVERS

Para manejar la GPU y sacarle todo el partido, es necesario instalar el driver o software controlador proporcionado por el fabricante. Hay que revisar de vez en cuando si los drivers están actualizados, ya que puede ocurrir que con las primeras versiones de los mismos no se saque todo el rendimiento posible a la tarjeta gráfica.

1.3.6. ALGUNOS ARTÍCULOS

Los siguientes artículos pueden servirte como guía a la hora de seleccionar una tarjeta gráfica:

- <https://www.profesionalreview.com/2017/04/21/entender-las-especificaciones-la-tarjeta-grafica/>
- <https://www.adslzone.net/2017/03/16/guia-como-entender-las-especificaciones-tecnicas-de-la-tarjeta-grafica-gpu/>
- <https://www.muycomputer.com/2013/08/24/claves-elegir-una-tarjeta-grafica/>

1.4. FABRICANTES

En el mercado de las tarjetas gráficas hay que distinguir dos tipos de fabricantes:

- De chips: fabrican la GPU. Los dos más importantes son:
 - AMD
 - NVIDIA
- De tarjetas: integran los chips adquiridos de los anteriores con el resto de la tarjeta, de diseño propio. De ahí que tarjetas con el mismo chip den resultados diferentes según la marca.

AMD	NVIDIA
Gecube	BFG
Sapphire	Galaxy
PowerColor	Zotac
XFX	EVGA
MSI	
Asus	
Pointofview	
Gigabyte	

- Algunas soluciones de NVIDIA:
 - GEFORCE RTX Serie SUPER (gaming): <https://www.nvidia.com/es-es/geforce/20-series/>
 - Quadro (profesional): <https://www.nvidia.com/es-es/design-visualization/quadro/>
- Algunas soluciones de ATI/AMD:
 - AMD Radeon RX (varias series): <https://www.amd.com/es/graphics/radeon-rx-graphics>
 - AMD Radeon ProRender (profesional): <https://gpuopen.com/radeon-prorender-suite/>
- GPUs de Intel: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Unidades_de_procesamiento_gr%C3%A1fico_de_Intel

Información acerca de la microarquitectura de las GPUs de Intel:
<https://en.wikichip.org/wiki/intel/microarchitectures/gen9.5>

1.5. COMPARATIVAS

- En el siguiente enlace encontramos tablas con tarjetas gráficas para escritorio en TechArp, entre otras, encontramos gráficas de NVIDIA y AMD con sus principales características y en orden cronológico, así como las características de los GPUs integrados de Intel:

<https://www.techarp.com/guides/desktop-graphics-card-comparison/>

- Comparativa de tarjetas gráficas en PassMark:

<https://www.videocardbenchmark.net/>

1.6. CPU Y GPU

Con lo que hemos visto hasta ahora, sabemos que en nuestros ordenadores encontraremos dos tipos de procesadores, las CPU (Unidad de Central de Procesamiento) y las GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico). ¿Por qué son necesarios estos dos procesadores? Cada uno de ellos está especializado en un tipo de trabajo, siendo la GPU un procesador especializado en realizar cálculos matemáticos muy similares en paralelo, cosa que es común en juegos, pero también en campos de la industria y la investigación como son los modelos meteorológicos o la minería de datos, por poner sólo algunos ejemplos.

Si navegas por la página web NVIDIA, verás sus productos y sus posibles aplicaciones: <https://www.nvidia.com/es-es/>. Por ejemplo:

<div>  <div> Productos Soluciones Sectores Para Usted </div> <div> TIENDA CONTROLADORES SOPORTE </div> <div>    </div> </div>					
IA y ciencia de datos	Data Center y computación en la nube	Diseño y visualización	Computación perimetral	Computación de alto rendimiento	Coches autónomos
Descripción	Descripción	Descripción	Descripción	Descripción	Descripción
Análisis de datos	Centro de datos (local)	Realidad aumentada y virtual	IA en 5G	HPC e IA	Robotaxi
Aprendizaje automático	Computación perimetral	Multipantalla	Análisis inteligente de vídeo	Simulación y modelado	Camiones
Entrenamiento de deep learning	Computación en la nube	Renderizado	Industrial	Visualización científica	ADAS
Inferencia de aprendizaje profundo	Redes	Colaboración	Robótica		Simulación
IA conversacional	Virtualización	Virtualización de gráficos	Administración de la implementación perimetral		Experiencia de cabina inteligente
		Simulación de ingeniería	Soluciones periféricas		Formación y desarrollo
		Radio y televisión			Asignación y localización de HD

En el siguiente vídeo de TechQuickie se explica de forma sencilla la diferencia entre los dos tipos de procesadores y el trabajo que hace la GPU:

<https://www.youtube.com/watch?v=1kypaBJJ-pg>

Y en este artículo también nos hablan de las diferencias entre GPU y CPU y se revisan algunas de las características de la GPU:

<https://www.adslzone.net/2018/01/12/cpu-vs-gpu-diferencias/>

1.7. ELECCIÓN DE LA TARJETA GRÁFICA Y SU RENDIMIENTO

1.7.1. ELECCIÓN SEGÚN LA APLICACIÓN (SEGÚN J.E. HERRERÍAS REY, 2016)

- Para aplicaciones de oficina y reproducción multimedia → una controladora gráfica integrada en el microprocesador es suficiente. En PC de escritorio, comprobar de que la placa base dispone de ranura PCI Express x16 por si fuera necesaria la actualización con una tarjeta independiente.
- Para PC de sobremesa en el que se juegue de forma ocasional
 - Intel Core i5 o i7 con GPU GT3 o GT4⁶ integrada (evitar las que incluyen GT2 salvo que el juego vaya a ser realmente ocasional).
 - O bien una tarjeta tan moderna como se pueda, para que incluya las últimas novedades, pero del segmento de precios medio-bajo (unos 90€).
- Si el objetivo es jugar en 3D, el rendimiento es importante. Habrá que mantener una buena tasa de cuadros (frame rate, es el número de imágenes por segundo que logra representar la tarjeta gráfica). Habrá que valorar:
 - Tipo de GPU (número de recursos de la arquitectura interna (pipelines / shaders)): en principio, cuantas más unidades de ejecución, unidades de procesamiento, renderizadores⁷... tenga la GPU, mejor.
 - Velocidad de la GPU en MHz, en principio mejor cuanto más alta.
 - Potencia (GFLOPS⁸(=operaciones en coma flotante por segundo) y Fill rate⁹). Los dos parámetros anteriores (recursos de la arquitectura interna y velocidad de la GPU), acotarán la potencia del chip gráfico ("en bruto", a falta de otros parámetros como el ancho de banda de la memoria, y siempre que sean GPUs de épocas comparables).
 - Cantidad y tipo de memoria. No se debe permitir que se utilice la RAM del equipo, ya que el rendimiento bajaría muchísimo. Para ello, al menos 2GB y al menos GDDR5.
 - Velocidad de la memoria, en MHz, en principio cuanto más alta, mejor. Mirar bien las especificaciones para, al comparar dos memorias, no confundir MHz físicos con MHz "equivalentes", es decir, las MT/s (que será más alto al aplicarse el factor de multiplicación 2x de las memorias con DDR).

6 GT en referencia a GPUs de Intel es Graphic Tiers, ver más información aquí:

<https://en.wikichip.org/wiki/intel/microarchitectures/gen9>

7 <https://es.wikipedia.org/wiki/Renderizaci%C3%B3n>

8 FLOPS: operaciones en coma flotante por segundo

9 Fill Rate: El término tasa de relleno (en ingles fill rate) de píxeles se refiere al número de píxeles que una tarjeta de video puede renderizar para grabar y escribir en la memoria de video en un segundo o en caso de tasa de relleno de textura, es el número de elementos de mapa de textura (texels) que un GPU puede mapear a píxeles en un segundo.

- Ancho del bus de memoria. Cada sector de precios tiene un ancho de bus, en GDDR5 tenemos 64, 128, 256 o 512 bits, lo que afecta directamente al ancho de banda obtenido.
- APIs gráficas (librerías utilizadas en la programación de juegos, por ejemplo), como DirectX y OpenGL, que deben estar soportadas por la tarjeta para que no haya pérdida de efectos ni se sobrecargue a la CPU.
- Compatibilidad con el equipo:
 - Tamaño. ¿Cabe la tarjeta gráfica en nuestro chasis con todos los componentes que tenemos instalados?
 - Fuente de alimentación. El consumo eléctrico de las tarjetas gráficas de gama alta es muy elevado, deberemos disponer de una fuente de alimentación de calidad y potencia sobrada (veremos más adelante cómo seleccionar la fuente de alimentación para nuestro equipo).
 - Ventilación (sobre todo en caso de instalar múltiples tarjetas, ver ejemplos en el siguiente apartado)
 - Monitor. Un monitor LCD/TFT se ve mejor en su resolución nativa. Por ello, lo ideal es que la potencia de la tarjeta sea suficiente para mantener un buen frame rate a dicha resolución.

1.7.2. TARJETAS GRÁFICAS MÚLTIPLES: SLI Y CROSSFIRE

Las tecnologías SLI (nVidia) y CrossFire (AMD), permiten combinar varias tarjetas gráficas en una misma placa base, de forma que se aumenta el rendimiento gráfico; deberás comprobar que esto está soportado en tu placa base consultando el manual de la misma (y valorar si realmente es necesario disponer de dos tarjetas). Se necesitarán al menos dos ranuras PCI Express de alta velocidad (idealmente dos x16). Puede ser necesario conectar las tarjetas mediante pequeños puentes (consultar las instrucciones de la tarjeta) y activar el soporte mediante los drivers.

- AMD ofrece Hybrid CrossFire/AMD Dual Graphics: combina la potencia de la GPU integrada a la de una independiente en una tarjeta. Recordemos que AMD tiene una línea de procesadores a los que denomina APU's que integran CPU y GPU en el mismo chip.
- Algunos chipsets soportan CrossFireX para unir tres o cuatro tarjetas, como los AMD 990FX, por ejemplo.
- Con el SLI de nVidia sucede lo mismo.
- También existen tarjetas gráficas con GPU doble, como las AMD Radeon R9 295X2 o las GeForce GTX Titan Z (por otra parte caras y de gran consumo).



Ejemplos. Arriba, cuatro gráficas AMD. Abajo, 3 gráficas SLI.



1.8. EL MUNDO DE LAS TARJETAS 3D (AMPLIACIÓN)

Si deseas ampliar información acerca de este tema, puedes:

- Partir del siguiente enlace:
https://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A1ficos_3D_por_computadora
- Informarte de técnicas relativas a la calidad de la imagen como el anti-aliasing y el anisotropic filtering.
- Buscar información acerca de las APIs Direct3D, OpenGL, Vulkan y Metal.
- Buscar información acerca del uso de la GPU para otro tipo de tareas (tareas con gran paralelismo, como muchos modelos matemáticos, físicos, biológicos, criptografía, etc.): GPGPU (General-Purpose computing on GPUs) y tecnologías relacionadas como CUDA, FireStream, DirectCompute, OpenCL.

1.9. BIBLIOGRAFÍA

- Herrerías Rey, Juan Enrique. *Hardware y componentes. PC y dispositivos móviles*. Anaya, 2016.
- Martínez Bolinches, Salvador. *Montaje y mantenimiento de equipos*. MacMillan Profesional, 2012.
- Tarjeta gráfica en Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_gr%C3%A1fica
- Artículo: *Cómo elegir una tarjeta gráfica para un PC*: <https://www.xataka.com/especiales/como-elegir-tarjeta-grafica-para-un-pc-consejos-y-guia-de-compras-con-los-11-mejores-modelos-de-todos-los-precios>
- Artículo: *Formato de vídeo 4K*: <https://fotografiadslr.wordpress.com/2015/08/22/formato-de-video-4k-que-es-y-que-ventajas-ofrece/>
- Artículo: *Mitos y realidades de las gráficas integradas: ¿cumplieron su promesa?* <https://www.xataka.com/componentes/mitos-y-realidades-de-las-graficas-integradas-cumplieron-su-promesa>
- Artículo: *GDDR5 vs GDDR5X vs HBM vs HBM2 Memory Comparison*: <http://graphicscardhub.com/gddr5-vs-gddr5x-vs-hbm-vs-hbm2/>
- Artículo: *Tarjetas gráficas con doble GPU*: <http://graphicscardhub.com/dual-gpu-graphics-cards/>
- Vídeos, están en inglés, pero explican los conceptos de forma rápida y amena:
 - HBM (TechQuickie): <https://www.youtube.com/watch?v=79x7HuDPDIU>
 - DDR Memory vs GDDR Memory (TechQuickie): <https://www.youtube.com/watch?v=pbgvzVgfoSc>
 - GDDR5X (TechQuickie): https://www.youtube.com/watch?v=s_gwonruOyw

2 MONITORES

El monitor es el principal periférico de salida que muestra diferentes tipos de información al usuario (texto e imagen fija o en movimiento). Hay diversos tipos de pantallas: LCD (TFT), OLED/AMOLED, táctiles, cascos de realidad virtual, proyectores... Si quieres saber más, puedes investigar sobre los tipos mencionados o consultar los siguientes artículos para empezar:

- Artículo acerca del monitor en Wikilibros (algunas tecnologías y características): <http://bit.ly/2yBHUOr>
- Guía rápida para comprar un monitor (en Xataka): <https://www.xataka.com/especiales/guia-rapida-para-comprar-un-monitor-lo-que-debes-saber>
- ¿Cómo funciona un monitor LED o LCD?: <https://www.aboutespanol.com/como-functiona-un-monitor-led-o-lcd-841303>

2.1. TIPOS

Las principales tecnologías y tipos de monitores empleadas son:

- Monitores **CRT** (Tubo de Rayos Catódicos), ya en desuso.
- Pantallas **LCD**, planas y basadas en tecnología de cristal líquido¹⁰ (similar a la empleada en la pantalla de una calculadora). Actualmente emplean la variante **TFT de la tecnología LCD**.
- Pantallas **OLED/AMOLED**, tecnología de led orgánicos, con apariencia de LCD/TFT, pero sin retroiluminación; son más finas e incluso flexibles, pero de momento más caras y pequeñas, se emplean sobre todo en teléfonos móviles. Las nuevas pantallas AMOLED («Diodo orgánico de emisión de luz de matriz activa») también contienen una capa TFT.
- **Pantallas de plasma** (con PCs se utilizaron en entornos concretos como publicidad y presentaciones a grupos). Reproducen muy bien el color y no tienen problemas de ángulo de visión, pero están prácticamente en desuso, ya que técnicamente no es posible fabricar sus celdillas tan pequeñas como los píxeles de un TFT moderno.
- **Proyectores**.
- Otras tecnologías: gafas de visualización 3D y realidad virtual, retroproyectores, etc.

Antes de la tecnología TFT, las pantallas LCD de matriz pasiva no podían mostrar con fluidez imágenes en movimiento rápido. Un puntero arrastrado a través de la pantalla, por ejemplo, del punto A al punto B, parece desaparecer entre los dos puntos. En un monitor TFT se puede realizar el seguimiento del puntero, lo que resulta en una pantalla que se puede utilizar para vídeo juegos y otras formas de multimedia.

¹⁰ Más información sobre la tecnología de cristal líquido: https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido

2.2. CARACTERÍSTICAS

Características a tener en cuenta al seleccionar un monitor:

- **Tamaño de la pantalla** (diagonal), dado en pulgadas.
- **Relación de aspecto:** es la relación entre el tamaño horizontal y el tamaño vertical de la pantalla. Lo vimos en el tema dedicado a los adaptadores gráficos.
- **Resolución y definición de la pantalla:** a igualdad de tamaño de pantalla, cuanto mayor sea su resolución, mayor será el detalle de la imagen en la pantalla (relacionado con esto podemos encontrar también el parámetro tamaño de píxel). Las pantallas LCD más habituales para PC tienen una **definición o densidad de píxeles** de entre 85 y 102 píxeles por pulgada lineal (ppp, o en inglés ppi, pixels per inch), y en pantallas avanzadas puede ser de 140 ppi.

Los CRT podían alcanzar una resolución máxima y además representar resoluciones inferiores con precisión, pero los TFT LCD tienen una matriz de puntos de tamaño fijo, que corresponde a su resolución nativa (que es la máxima y en general la más recomendable). Resoluciones inferiores se representarán con un número no entero de píxeles y disminuirá la calidad de la imagen. Si queremos aprovechar una pantalla de elevada resolución, tendremos que tener una tarjeta gráfica que proporcione dicha resolución.

- Conexión con la tarjeta gráfica, lo vimos en el tema acerca de adaptadores gráficos.

Características relativas a los TFT LCD:

- **Tiempo de respuesta del LCD** (en ms), es el tiempo que tarda un píxel en pasar de un estado a otro. Cuanto más corto sea este tiempo, menos posible es que aparezcan “fantasmas” y estelas al reproducir imágenes a alta velocidad, como películas de acción y juegos. No todos los fabricantes lo miden de la misma manera. En general se dan dos valores:
 - Tiempo de respuesta de negro a negro (Tr+Tf).
 - Tiempo de respuesta de gris a gris (GTG).
- **Tipos de paneles TFT y colores.** Según la tecnología¹¹:
 - **TN:** son los más habituales, de respuesta más rápida y más económicos, pero pueden tener peores ángulos de visión y reproducción del color.
 - **IPS, MVA** y sus variantes (PLS, S-IPS, PVA, S-PVA, etc.): los paneles son mejores que los TN en cuanto a ángulos de visión y reproducción del color, pero peores en velocidad. También son más caros, en especial los modelos de bajo GTG.
- **Brillo máximo** (o luminosidad), fundamental para utilizar la pantalla en cualquier condición de iluminación del entorno. Los monitores económicos suelen tener una luminosidad de 250 cd/m² (candelas por metro cuadrado o nits). Los de gama alta están entorno a los 300 o 350 cd/m². Esto no quiere decir que siempre tengamos que usar el brillo máximo, según la iluminación del entorno puede que con 150 cd/m² tengamos de sobra.

11 Más detalles sobre los distintos tipos en el anexo (página Error: no se encontró el origen de la referencia)

- **Contraste:** es la relación de intensidad de luz entre el blanco más luminoso y el negro más oscuro que el monitor puede mostrar al mismo tiempo. Los fabricantes suelen dar cifras de contraste alrededor de 1200:1, pero no siempre es realista.

Los monitores TFT LCD tienen siempre encendida su fuente de luz posterior, de manera que no pueden evitar dejar escapar algo de luz, por lo que no es posible un negro absolutamente negro. En cambio, en las pantallas OLED, como cada píxel es su propia fuente de luz, si se apaga, es negro.

- **Retroiluminación¹²:**
 - CCFL (lámpara fluorescente de luz fría)
 - **LED**, es la que se usa actualmente. Permite pantallas más finas, de menor consumo y con mejor calidad de color.
- **Ángulo de visión**
 - En los TN es de unos 160 o 170°, pero este valor se suele indicar el ángulo hasta que el contraste se ha reducido a la décima parte de su contraste máximo. El ángulo en el que la pantalla se ve realmente bien en color y contraste es la mitad más o menos. Lo mejor es ver el monitor en persona antes de comprarlo, u optar por uno que no sea TN, que tienen ángulos de visión de unos 178° (el máximo es 180°) y ángulos sin percibir cambios de color mucho mayores, aunque también son más caros.
- **Refresco (Hz), Vsync, G-Sync y FreeSync.** Ya vimos que el refresco es el número de veces que se dibuja la pantalla por segundo. En los LCD no debería importar, no se aprecia parpadeo ni a 60 Hz, pero las tarjetas gráficas potentes puede “dibujar” más de 60 imágenes (frames) por segundo (fps).

Cuando empezaron a salir los primeros PCs al mercado a principios de los 80, la tecnología de los televisores de tubo ya estaba bien asentada y era la forma más fácil y económica de producir monitores para los ordenadores. A partir de ahí, los 60 Hz y las frecuencias de refresco fijas se convirtieron en la norma. A lo largo de las tres últimas décadas, aunque la tecnología de las pantallas ha evolucionado del TRC a los paneles LCD y LED, ninguna gran compañía ha desafiado esta forma de proceder, por lo que, a día de hoy, sincronizar las GPUs con las frecuencias de refresco de la pantalla sigue siendo la práctica habitual.

El problema es que las GPUs no renderizan a una velocidad constante. De hecho, sus frecuencias de refresco varían considerablemente incluso dentro de una misma escena del juego en función de la carga instantánea que detecte la GPU. Por tanto, dado que la tasa de refresco es constante, ¿cómo llegan las imágenes de la GPU a la pantalla? La primera opción es, sencillamente, hacer caso omiso de la frecuencia de refresco de la pantalla y actualizar la imagen explorada en ésta sin esperar a que acabe el ciclo de actualización. Es lo que se denomina VSync en modo desactivado (VSync Off Mode) y es la forma en que juegan la mayoría de los usuarios. El inconveniente es que, cuando en un solo ciclo de refresco se reproducen 2 imágenes, aparece una línea de ruptura muy evidente que da lugar a lo que se conoce como fragmentación de la imagen (tearing). La solución establecida para evitar esta fragmentación es activar la sincronización vertical (**VSync**) para obligar a la GPU a retrasar la actualización de la pantalla hasta que empiece su siguiente ciclo de refresco. Pero esto

12 Artículo: LED o LCD: ¿cuál comprar? <https://www.aboutespanol.com/led-o-lcd-cual-comprar-841084>

hace que se entrecorten las imágenes cuando la frecuencia de cuadro de la GPU está por debajo de la tasa de refresco de la pantalla. Además provoca latencias, que se traducen en un retardo entre la señal de entrada del teclado o el ratón y la acción esperada en la pantalla.

Para solucionar el problema, en NVIDIA inventaron **G-SYNC**, que elimina la fragmentación al tiempo que minimiza el entrecortamiento de las imágenes y la lentitud de respuesta. Para conseguir esta mejora, G-SYNC sincroniza la pantalla con la salida de la GPU, en lugar de sincronizar la GPU con la pantalla. (Fuente: <http://www.nvidia.es/object/how-does-g-sync-work-es.html>)

Es decir, es el monitor el que sincroniza continuamente su refresco con la tarjeta gráfica para ajustarse a su flujo de frames, en los mejores monitores dentro del rango entre 30 Hz a 144 Hz. Esto implica la necesidad de que los monitores incorporen circuitos electrónicos más complejos que si el refresco fuera estático, con lo que estos monitores serán más caros.

En respuesta a esto, AMD tuvo que desarrollar **FreeSync**¹³, que hace prácticamente la misma función, pero es un estándar abierto.

Te pueden interesar los siguientes artículos sobre estas tecnologías:

- <https://www.vichauter.org/tecnologia/g-sync-vs-freesync>
- <https://www.pccomponentes.com/vsync-activada-desactivada-alternativas>
- <https://es.digitaltrends.com/computadoras/freesync-vs-g-sync-comparativa/>
- Los **píxeles muertos**: por cuestiones de fabricación, puede suceder que haya píxeles defectuosos (que siempre haya alguno encendido de un color fijo, o que siempre esté apagado). En las condiciones de la garantía del monitor se debe indicar qué se considera una pantalla defectuosa. O también se puede hacer referencia a los criterios de la norma ISO 13406-2 donde se clasifican las pantallas según cuatro **categorías**:
 - Clase I, sin defectos.
 - Clase II, III y IV admiten un cierto número de defectos, cada vez mayor.

13 Información de AMD acerca de la tecnología FreeSync:

<http://www.amd.com/es-xl/innovations/software-technologies/technologies-gaming/freesync>

3 OTRAS TARJETAS DE EXPANSIÓN

3.1. TARJETAS DE SONIDO

La tarjeta de sonido es un tipo de tarjeta de expansión que permite que el componente de audio de las aplicaciones multimedia se escuche y pueda ser gestionado. Las tarjetas de sonido actuales suelen incluir chips que permiten aplicar por hardware y en tiempo real diversos efectos de sonido como ecos o reverberaciones, comprimir y descomprimir señal de audio y otras operaciones sin cargar demasiado al microprocesador.

Podemos encontrar tarjetas de sonido para conectar a una ranura PCI o a PCI Express, las hay también externas que se conectan a través de USB y también encontramos chips integrados en la placa base.

Actualmente es fácil acertar con la tarjeta de sonido salvo que se busquen prestaciones profesionales.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS

En general, nos fijaremos en las siguientes características a la hora de seleccionar una tarjeta:

- Conectores de los que dispone.
- Soporte para sistemas de altavoces múltiples (usualmente 5.1 canales).
- Frecuencias máximas de muestreo y número de bits de los convertidores ADC (analógico-digital) y DAC (digital-analógico). Actualmente deberían ser como mínimo 48 kHz y más de 16 bits respectivamente, prefiriendo 96 kHz y 24 bits en grabación y reproducción.
- El fabricante debe indicar datos como la relación señal/ruido (SNR o S/N). Interesa que la SNR sea lo mayor posible (indica potencia de la señal frente al ruido, o sea, que si es más grande, mejor será la señal).

3.1.2. SISTEMA DE SONIDO INTEGRADO EN LA PLACA

Actualmente, la mayoría de los ordenadores disponen de un sistema de sonido integrado en la placa base. Las prestaciones variarán según cómo se haya implementado este sistema, dependiendo de si se ha hecho con chips iguales a los que se utilizan en las tarjetas de sonido dedicadas o si simplemente se ha utilizado un chip controlador junto con chips adicionales para realizar conversiones analógico-digitales o digital-analógicas.

La primera solución es prácticamente como tener una tarjeta gráfica integrada en la placa. En el segundo caso, que es lo más utilizado por ser más barato, el rendimiento es más bajo, la mayoría de efectos de sonido avanzados se realizan por software y se sobrecarga al microprocesador. Antes este sistema se implementaba mediante la especificación AC'97 (Analog Codec 97) de Intel, que también empleaban otros fabricantes de chipsets.

Actualmente se emplea una versión más avanzada, el sistema Intel High Definition Audio (Intel HD Audio) con capacidad para soportar hasta ocho canales (corresponde a 7.1 altavoces) a 192kHz y 32 bits. Está soportado por chipsets de Intel como el 975X y el 955X (más información

<https://www.intel.com/content/www/us/en/chipsets/high-definition-audio.html>). Ejemplos de codecs con soporte completo para Intel HD Audio son el Realtek ALC885 o el ALC889. Pero hay otros como el ALC861 con pocas prestaciones, casi iguales a las del ALC850, que es un codec AC'97.

En cuanto a conectores, los más habituales son:

- Los mini-jack de 3,5 mm para altavoces, micrófono, auriculares... muchas veces los encontramos con un código de colores en el panel trasero de las placas base. También se suelen encontrar en el panel delantero conectores para micrófono y auriculares.

A veces el mini-jack de 3,5 mm también se usa para conexiones digitales S/PDIF (normalmente coaxial).

- S/PDIF. Usado en dispositivos de sonido de cierta calidad, se encuentra más frecuentemente como salida que como entrada. Ya vimos que la conexión puede ser eléctrica, mediante cable coaxial, normalmente con conectores RCA, o puede ser óptica, mediante los conectores TOSLINK.
- USB, muchas veces se utilizan para conectar altavoces.



Conectores de la tarjeta de sonido Creative Sound Blaster Audigy RX (mini-jack y TOSLINK).

3.1.3. BIBLIOGRAFÍA

1. Herrerías Rey, Juan Enrique. *Hardware y componentes. PC y dispositivos móviles*. Anaya, 2016.
2. Martínez Bolinches, Salvador. *Montaje y mantenimiento de equipos*. MacMillan Profesional, 2012.
3. Información en inglés acerca de las tarjetas de sonido: <https://www.pctechguide.com/sound-cards>
4. Artículo acerca de las tarjetas de sonido en Wikipedia, en inglés (la versión en español es muy reducida): https://en.wikipedia.org/wiki/Sound_card

3.2. TARJETAS DE RED

Las tarjetas de red o NIC (Network Interface Card) permiten conectar ordenadores o periféricos, como impresoras, a una red para compartir recursos o utilizar recursos compartidos. La conexión se puede realizar por cable o de forma inalámbrica.

Para implementar una red local existen diferentes protocolos, sin embargo, en la actualidad, lo más habitual es montar alguna modalidad de red Ethernet. Los estándares de estas redes y sus velocidades son:

- Ethernet, a una velocidad de 10 Mbps.
- Fast Ethernet, a 100 Mbps.
- Gigabit Ethernet (GbE), a 1 Gbps.

En redes locales cableadas, la señal de la red llega a la tarjeta a través de:

- Cable de par trenzado con conectores tipo RJ-45. El más extendido para redes locales.
- Fibra óptica, con diversos tipos de conectores. Este tipo de cable ofrece mejores prestaciones, aunque es más caro.

Las placas base actuales normalmente incluyen una controladora Gigabit Ethernet con uno o varios conectores RJ-45, por lo que sólo se emplean las tarjetas en casos como ampliación de conexiones, por avería o para modos 10GbE. La forma de conectar estas tarjetas a la placa base suele ser a través de PCI o PCI Express. En el caso de portátiles sin puerto Ethernet, se conectan por USB.

En el caso de querer acceder a redes inalámbricas, existen las tarjetas de red inalámbricas Wi-Fi o adaptadores inalámbricos, que pueden estar integrados o, en caso de que haya que conectarlos a la placa base, pueden disponer de conectores PCI, PCI Express, pueden ser minitarjetas PCIe Mini Card o M.2, adaptadores USB con cable o nano-adaptadores USB.

3.2.1. BIBLIOGRAFÍA

1. Herrerías Rey, Juan Enrique. *Hardware y componentes. PC y dispositivos móviles*. Anaya, 2016.
2. Martínez Bolinches, Salvador. *Montaje y mantenimiento de equipos*. MacMillan Profesional, 2012.
3. Sobre Ethernet: <http://www.ethermanage.com/resources/>