

PC DE ESCRITORIO Y PORTÁTILES | TABLETS | CELULARES ¡Y MUCHO MÁS!

# USERS

ARGENTINA \$17,40.- // MÉXICO \$45.-



CURSO VISUAL  
Y PRÁCTICO

# Técnico PC

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

# MEMORIA RAM 08

EN ESTE FASCÍCULO CONOCEREMOS EL FUNCIONAMIENTO Y LA IMPORTANCIA DE LA MEMORIA RAM. APRENDEREMOS A DIAGNOSTICAR FALLAS Y A REALIZAR LA LIMPIEZA ADECUADA.

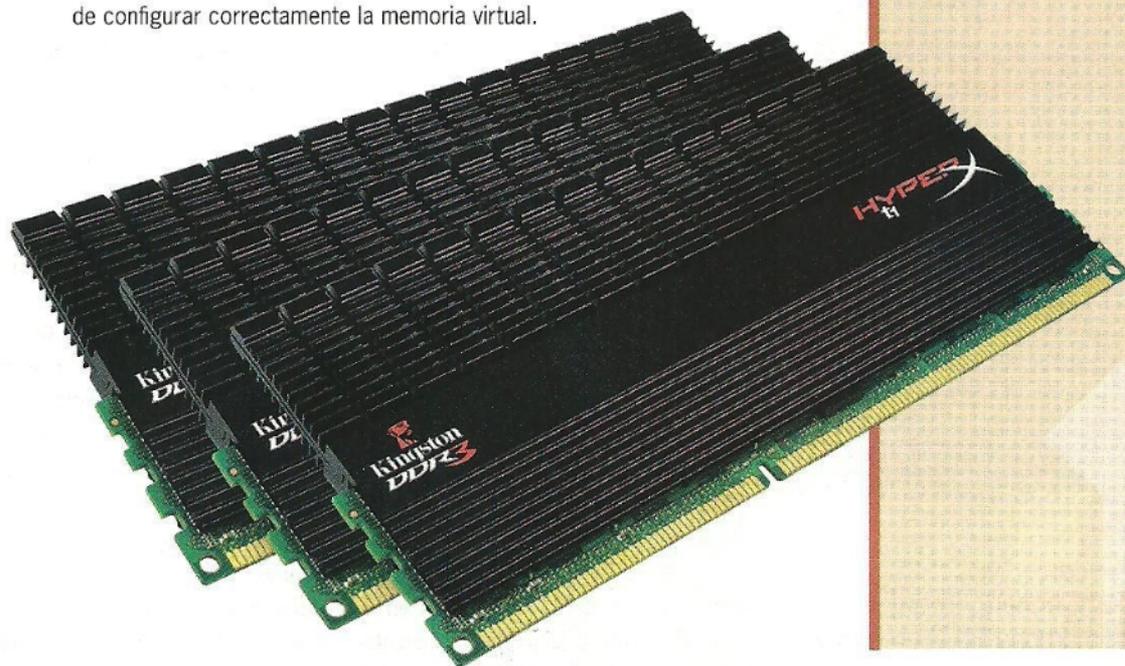


# En esta clase veremos...

CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICO DE LA MEMORIA RAM. ADEMÁS, REPASAREMOS LOS DISTINTOS TIPOS DE MÓDULOS EXISTENTES, CONOCEREMOS LA EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS RELACIONADAS Y VEREMOS CÓMO RECONOCER FALLAS TÍPICAS.

En la clase anterior nos dedicamos a conocer el funcionamiento y las características del microprocesador de la computadora. Pudimos analizar los modelos actuales y los zócalos correspondientes, revisamos las partes principales del procesador y, también, los conjuntos de instrucciones de procesadores Intel y AMD. Además, aprendimos conceptos teóricos relacionados con el microprocesador, detallamos las aplicaciones de diagnóstico que podemos utilizar y que son necesarias para todo técnico informático, y finalmente analizamos el proceso de refrigeración y las ventajas de la plataforma de 64 bits.

En la presente clase revisaremos el principio de funcionamiento de las memorias RAM, veremos los distintos tipos de módulos que podemos encontrar y recorreremos la evolución de las tecnologías relacionadas. Aprenderemos a realizar el reemplazo de los módulos de memoria y los limpiaremos utilizando elementos específicos para esta tarea. Para terminar, veremos cómo diagnosticar las fallas típicas relacionadas con la memoria RAM y conoceremos la importancia de configurar correctamente la memoria virtual.



# 08

04

FUNCIONAMIENTO DE LA MEMORIA RAM

11

SINGLE, DOUBLE Y TRIPLE CHANNEL

12

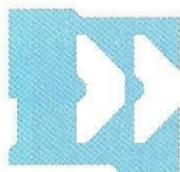
REEMPLAZO DE MÓDULOS DE MEMORIA

15

DIAGNÓSTICO Y FALLAS TÍPICAS

# Funcionamiento de la memoria RAM

LA MEMORIA RAM ES, TAL VEZ, UNO DE LOS COMPONENTES DE HARDWARE QUE PASAN INADVERTIDOS CON MAYOR FACILIDAD. PERO AL CONOCERLA MEJOR, PODREMOS SACARLE EL MÁXIMO PROVECHO Y OPTIMIZAR NUESTRA PC.



La presencia de la memoria RAM muchas veces es ignorada o pasada por alto por la mayoría de los usuarios. Simplemente, consideramos que cuanto más RAM tenga el equipo, mejores resultados obtendremos. Sin embargo, es importante conocer cuáles son los fundamentos técnicos del funcionamiento de la RAM para identificar posibles fallas y, también, para conseguir un rendimiento óptimo del equipo según cada circunstancia.

En informática, se han ido desarrollando distintos tipos de memoria con crecientes niveles de optimización y con propósitos específicos. Para los fines

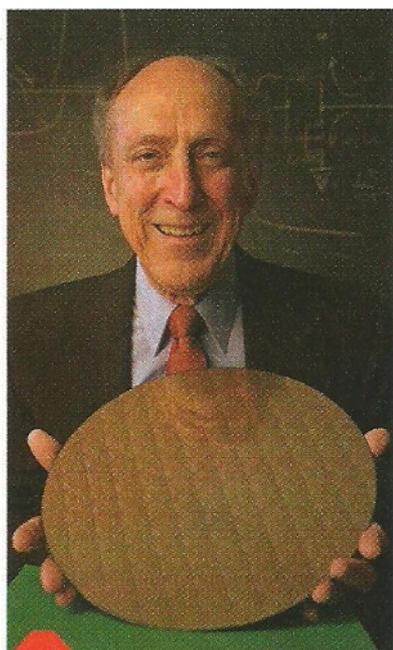
de esta sección, nos referiremos a la memoria RAM de acceso dinámico, que es la memoria principal de las PCs actuales, cuyo contenido es volátil y solo se mantiene activo mientras el equipo se encuentra en funcionamiento.

## ALMACENAMIENTO

En esencia, el principio que permite a la memoria RAM almacenar información es muy sencillo. Los chips de RAM contienen millones de capacitores, cada uno de ellos en combinación con un transistor. Cada capacitor almacena un bit de información, según esté cargado eléctricamente o no. El transistor opera como un interruptor que cambia el estado del capacitor que tiene asignado, de manera dinámica, de acuerdo con las instrucciones que reciba del microprocesador.

**EN UNA PC HOGAREÑA TÍPICA, UNA DIFERENCIA DE ALGUNOS NANOSEGUNDOS EN LA TASA DE REFRESCO NO NOS BRINDA UNA UTILIDAD NOTABLE Y SIRVE PARA BAJAR COSTOS.**

De esta manera, cada segundo se producen millones de operaciones de cambio de estado en la memoria que permiten almacenar los datos procesados en la CPU. Pero este proceso no es instantáneo. Los capacitores de la memoria RAM



**Histórico.**  
Robert Dennard, inventor de la memoria RAM dinámica en 1968, con su creación.



## DDR3.

En esta imagen vemos dos módulos de memoria DDR3, los más veloces.

son como diminutos recipientes que almacenan electrones. Para almacenar un 1 en una de estas celdas de memoria, el transistor lo carga con electrones; para almacenar un 0, lo vacía.

El principal problema es que los recipientes que constituyen los capacitores van perdiendo su energía, y se vacían automáticamente en cuestión de milisegundos, de modo que pierden toda su información. Para evitar este inconveniente, se requiere la presencia de un controlador de memoria que refresque continuamente la energía de todos los capacitores con valor 1 antes de que se produzca su descarga natural. Con ese propósito, los controladores de memoria revisan la RAM y la rescriben a un ritmo de miles de veces por segundo. La tasa de refres-



## LA BARRERA DE LA MEMORIA

La velocidad de las comunicaciones entre la CPU y los chips de RAM produce un serio cuello de botella en el rendimiento. Entre 1986 y 2000, las velocidades de las CPUs aumentaron a un ritmo anual de 55%, pero la RAM llegó solo al 10%. Los ingenieros de hardware vienen luchando contra esta barrera, y los resultados son alentadores.

un sensor determina el estado de carga de cada capacitor. Si su nivel está por debajo del 50%, considera al bit como un 0; de lo contrario, lo toma como un 1.

### REFRESCO

El proceso de refresco de las celdas de memoria se produce a una velocidad tan elevada, que debemos medirla en nanosegundos (millonésimas de segundo). Lógicamente, cuanto menor sea la tasa de refresco, más rápidamente funcionará la memoria, y esto contribuirá a un mejor desempeño del equipo.

Para una PC hogareña típica, una diferencia de algunos nanosegundos no proporciona ninguna utilidad notable, y a veces es preferible mantener valores conservadores para asegurar una mayor confiabilidad y mantener los costos aco-

tados. Por el contrario, al preparar equipos de alto rendimiento para servidores, gamers o fanáticos del overclocking, cada millonésima de segundo cuenta en el rendimiento global del equipo.

Resulta fascinante comprender que, a pesar de los cientos de miles de millones de operaciones de gestión de memoria que se producen a lo largo de la vida útil de una computadora, los chips son altamente confiables. De no ser así, la informática no habría llegado a los niveles de eficiencia que conocemos en la actualidad.

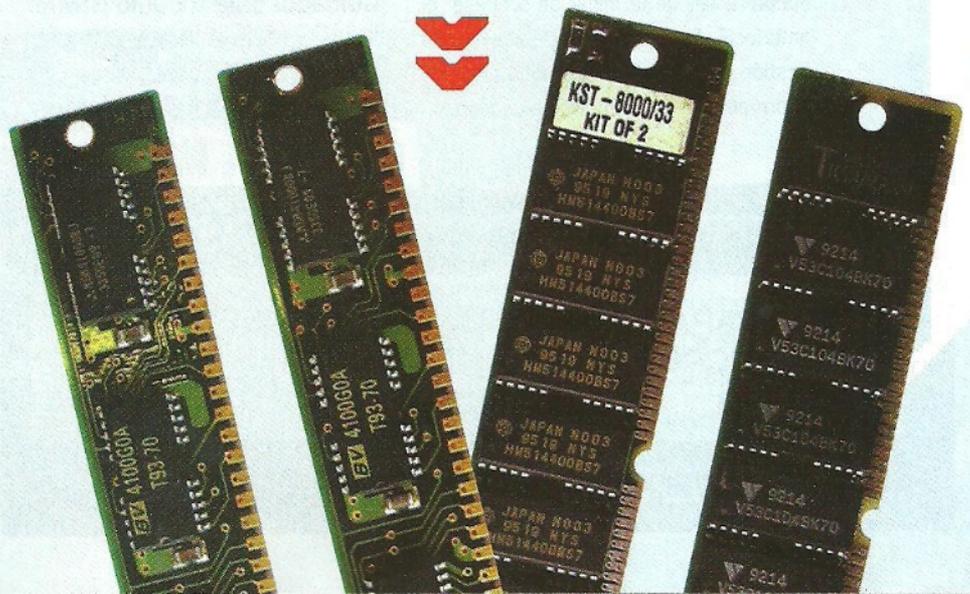
**Formatos.** Las memorias han ido cambiando de formato, pero su funcionamiento básico se mantiene.

co resultante varía según la marca y el modelo de los chips de memoria RAM, y constituye uno de los principales factores que influyen en su rendimiento.

### CELDAS DE MEMORIA

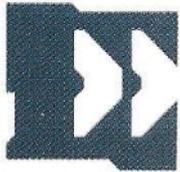
Los bits que contienen la información de la RAM se almacenan en celdas bidimensionales de silicio. Las celdas se ordenan en filas y columnas de bits, y cada una de sus intersecciones constituye la dirección de cada celda de memoria.

La memoria RAM dinámica funciona enviando una carga eléctrica a través de las columnas apropiadas para activar los transistores correspondientes a cada bit. Durante el proceso de grabación, las filas de la celda mantienen los estados en los que los capacitores deben estar activados. Durante la lectura,



# Tipos de módulos

LA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA FUE DANDO PASO A DIFERENTES TIPOS DE MÓDULOS RAM, QUE EN MUCHOS CASOS CONTINUÁN FUNCIONANDO EN ANTIGUOS EQUIPOS. VAMOS A CONOCERLOS.



Existen varios tipos de módulos de memoria RAM que coexisten entre los equipos más veteranos y los actuales; de allí que resulta importante para el técnico saber reconocerlos apropiadamente de un solo vistazo. A continuación, mencionaremos los modelos más populares, junto con sus principales características técnicas.

## MÓDULOS SDRAM

Los módulos SDRAM se comercializaron, principalmente, entre los años 1993 y 2000, y constituyen la base tecnológica de las memorias que utilizamos en la actualidad.

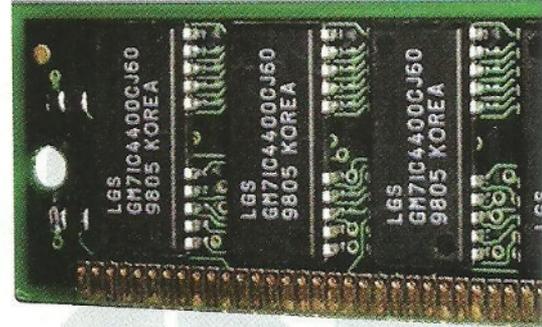
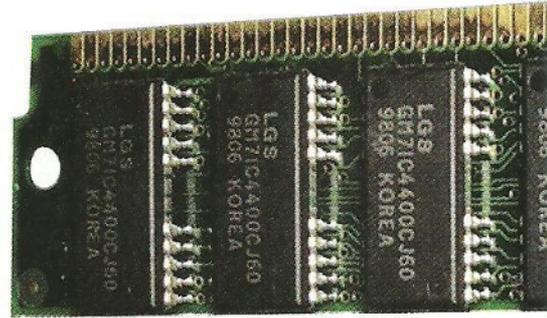
Sus siglas hacen referencia a la expresión *Synchronous Dynamic Random Access Memory* (memoria dinámica de acceso aleatorio sincronizado) y representaron en su momento un gran avance en el funcionamiento de las memorias RAM. El módulo de memoria está sincronizado con el reloj del sistema, recibe los comandos del procesador y los acepta antes de terminar de procesar el anterior. Este complejo procedimiento de gestión de la memoria permitió acelerar enormemente los tiempos de acceso.

El principal obstáculo en el rendimiento de las memorias SDRAM se producía en la latencia; es decir, el tiempo transcurrido desde que el controlador de memoria solicita un dato a una columna en particular del módulo de memoria, hasta que el dato está disponible en los pines de salida de dicho módulo. Los avances técnicos más relevantes en el desarrollo de las memorias RAM se centraron en reducir los períodos de latencia, lo que se consiguió poco a poco en posteriores generaciones de módulos. Los módulos SDRAM estaban constituidos por una placa con un formato de 168 pines, y funcionaban típicamente a una frecuencia de 100 o 133 MHz.

## MÓDULOS RIMM

Los módulos RIMM o Rambus fueron en su momento un prometedor lanzamiento en la época de los procesadores

**¡Cuidado!** Este módulo RIMM de NEC incluía la advertencia **WARNING HOT**, debido a su excesivo calentamiento.



**SDRAM.** Fueron los módulos que establecieron las bases de las memorias RAM actuales.

Pentium 4, pero pese a su performance, perdieron popularidad rápidamente. Estos módulos requerían de motherboards con canales de datos especiales (canales Rambus), que les otorgaban una velocidad muy elevada, pero también tenían severos problemas de recalentamiento y un precio considerable.

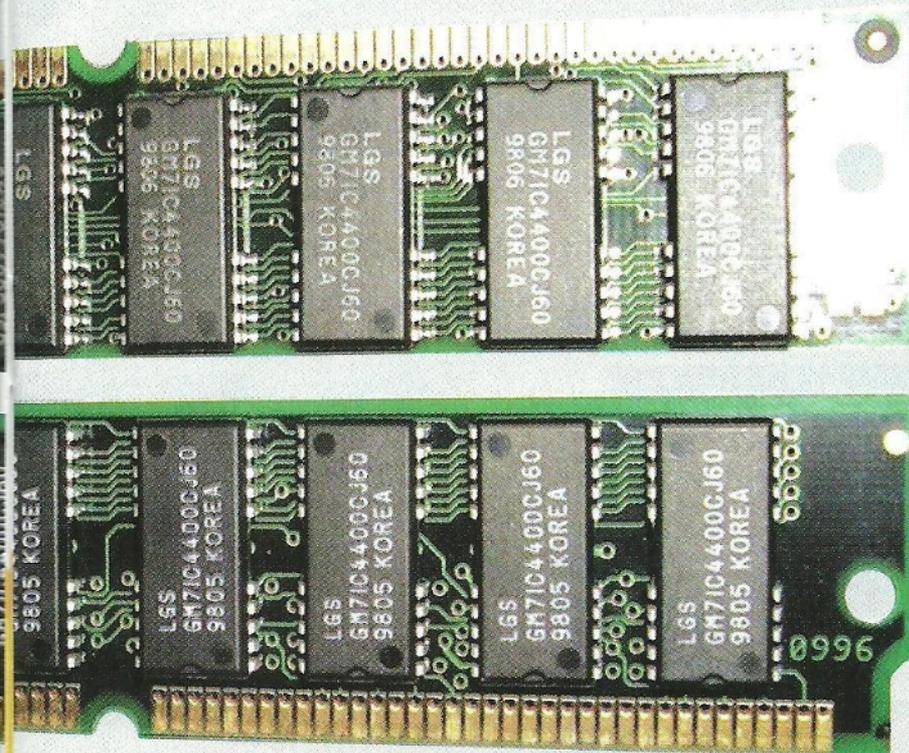
Estos módulos de 184 pines y asombrosas frecuencias para la época (300, 356, 400 y 533 MHz) tenían un llamativo aspecto visual debido a su recubrimiento de aluminio disipador, indispensable para un adecuado funcionamiento.

Los fabricantes de motherboards con canales Rambus empezaron a incorporar slots de memoria RAM alternativos para aumentar las ventas de sus placas, lo que terminó, definitivamente, con la adopción del formato RIMM.

## MÓDULOS DDRX

Esta clase de módulos (también conocidos como DIMM) fueron una importante evolución de los módulos SDRAM que ya mencionamos y, en la actualidad, se encuentran en la mayor parte del hardware en funcionamiento.





Las siglas corresponden a *Double Data Rate* (doble tasa de datos), en referencia a que en cada ciclo de reloj estas memorias manejan dos instrucciones simultáneamente. Tienen capacidad multicanal; el mejor rendimiento de las memorias DDR se obtiene insertándolas en parejas en los slots correspondientes de la placa madre.

Con el correr del tiempo, los rendimientos mejoraron sensiblemente, y los módulos DDR han ido progresando hacia los modelos DDR2 y DDR3, sobre los que hablaremos con mayor detalle más adelante.

Los módulos DDRx se diferencian entre sí físicamente de modo tal de no

incurrir en equivocaciones a la hora de instalarlos en un motherboard. Los DDR de 184 pines tenían frecuencias de reloj típicas de 133, 166 y 200 MHz; los DDR2 de 240 pines, 200, 266, 333 o 400 MHz; en tanto que los DDR3 de uso vigente también poseen 240 pines y frecuencias estándar de 400, 533, 600 y 800 MHz.

### MÓDULOS SO-DIMM

Estos módulos, de menor tamaño que los demás, se basan en los mismos principios técnicos, pero fueron optimizados en sus dimensiones para poder colocarlos en el interior de laptops, routers y otros equipos más compac-

## DIFERENCIAS FÍSICAS

Hemos mencionado que los módulos de memoria RAM de cada generación poseen formatos de distinto número de pines. Con esto se pueden evitar errores y, también, facilitar su identificación. Los módulos, además, incluyen ranuras colocadas a diferentes distancias para no forzar una inserción incorrecta en la placa madre.

tos que una PC de escritorio. Sus siglas responden a la expresión *Single Outline Dual Inline Memory Module*, y existen las variantes DDR, DDR2 y DDR3, las cuales fueron apareciendo paralelamente con las respectivas versiones para escritorio.

## LOS AVANCES TÉCNICOS MÁS IMPORTANTES EN EL DESARROLLO DE LAS MEMORIAS RAM SE CENTRARON EN REDUCIR LOS PERÍODOS DE LATENCIA.

De acuerdo con sus diferentes variantes, los módulos SO-DIMM poseen 100, 144, 200 o 204 pines. Los más recientes, de tipo DDR3, tienen 204 pines y frecuencias de hasta 800 MHz.



### SO-DIMM.

A simple vista, estos módulos resultan mucho más compactos que sus contrapartes de escritorio.

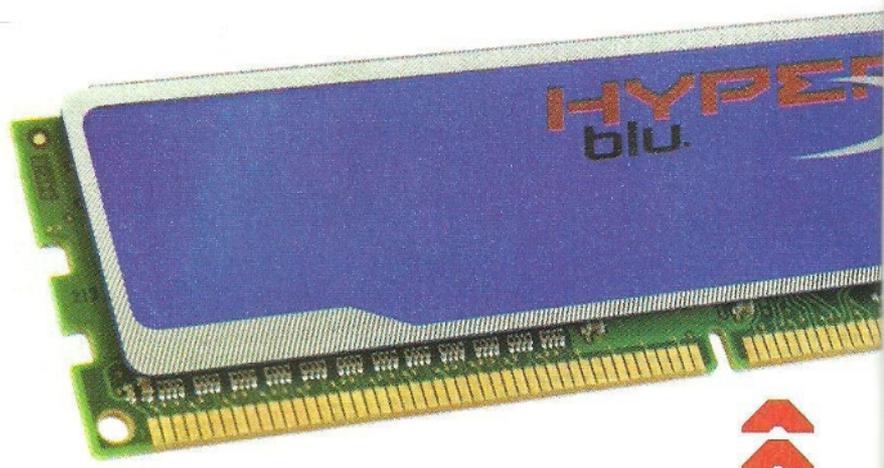
# Tecnologías DDR

DESDE HACE UNA DÉCADA, LOS MÓDULOS DE MEMORIA DDRX EQUIPAN A TODOS LOS MODELOS DE COMPUTADORAS; HAN EVOLUCIONADO CON EL TIEMPO Y MEJORARON PROGRESIVAMENTE.



Las memorias DDR, DDR2 y DDR3 están basadas en la tecnología SDRAM, es decir que funcionan sincronizadas con el reloj del sistema. La sigla DDR proviene de *Double Data Rate*, lo que significa que estos módulos transmiten el doble de datos por cada ciclo de reloj con respecto a una memoria SDRAM. Debido a esta característica, las memorias DDRx son identificadas con un valor que duplica a la máxima tasa de reloj a la que pueden operar. Por ejemplo, las DDR2-800 funcionan a 400 MHz, las DDR3-1066 lo hacen a 533 MHz, etc. Es importante recordar que estas son las velocidades máximas de dichas memorias, pero no siempre es posible obtenerlas, porque las CPUs en donde las instalemos deben poseer un controlador de memoria capaz de funcionar con el ciclaje necesario. Si el subsistema de memoria de una CPU tiene una capacidad máxima de 400 MHz (o está incorrectamente configurado en el BIOS para admitir esa capacidad como tope), entonces, aunque coloquemos memorias aptas para 533 MHz, no alcanzaremos ese rendimiento, ya que estamos limitados por el máximo de 400 MHz.

Los chips de memoria se identifican con la nomenclatura DDRx-yyyy, donde x indica la generación a la que corresponde la memoria, mientras que la velocidad se representa en los valores yyyy. Por su parte, los módulos de memoria (es decir, cada conjunto de



**Alta tecnología.** Las memorias DDR3 para gamers y overclockers son las más avanzadas del mercado y muy difundidas actualmente.

chips montados sobre una placa) usan la nomenclatura PCx-zzzz, siendo x la generación correspondiente, y zzzz la máxima tasa de transferencia teórica. Este valor, también conocido como ancho de banda, nos indica cuántos bytes por segundo pueden transmitirse entre el controlador y el módulo de memoria, en un solo ciclo del reloj. El cálculo se obtiene multiplicando por 8 el valor de los MHz del reloj. Por ejemplo, una memoria DDR2-800

tiene un ancho de banda teórico de 6400 MB por segundo (800 MHz x 8), y dichos módulos se identifican con la sigla PC2-6400. Las memorias DDR3-1333 poseen una tasa de transferencia máxima de 10666 MB/seg y los fabricantes las etiquetan como PC3-10666 o, a veces, como PC3-10600. Reiteramos que estos valores máximos son teóricos y que no pueden alcanzarse en la práctica por cuestiones técnicas.



## Etiquetas.

Los fabricantes acostumbran poner un rótulo con las características de cada módulo de memoria.





### Diferencias.

Comparación entre los formatos de los módulos de memoria DDR, DDR2 y DDR3.



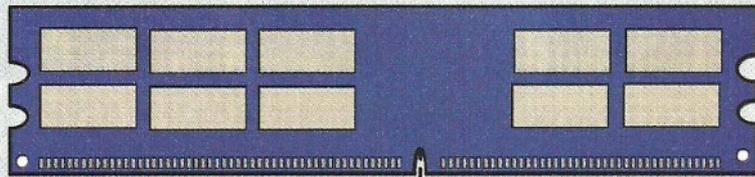
## CARACTERÍSTICAS

Hemos mencionado que cada generación de módulos DDR se diferencia en su formato (como también podemos observar en la imagen que acompaña a este artículo). Además de un número diferente de pines, los módulos DDR se dividen en dos conectores separados a distancias distintas para cada generación. Sin embargo, los módulos DDR y DDR2 son demasiado parecidos físicamente entre sí, y más de un usuario inexperto los ha dañado irremediablemente al tratar de colocarlos por la fuerza en los slots equivocados.

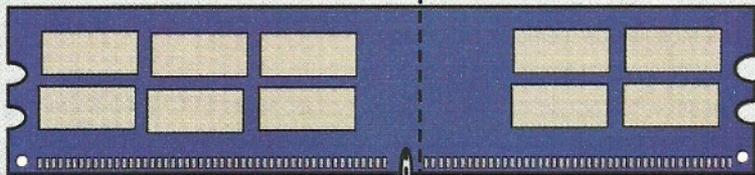
**LOS MÓDULOS DDR Y DDR2 SON DEMASIADO PARECIDOS FÍSICAMENTE ENTRE SÍ, Y MÁS DE UN USUARIO INEXPERTO LOS HA DAÑADO AL INTENTAR COLOCARLOS POR LA FUERZA.**

Con cada generación de memorias DDRx, el principal avance se observa en las velocidades de transferencia. Las memorias DDR típicas pueden funcionar a 100, 133, 166 y 200 MHz, en tanto que las DDR2 alcanzan anchos de banda estándar de 200, 266, 333, 400 y 533

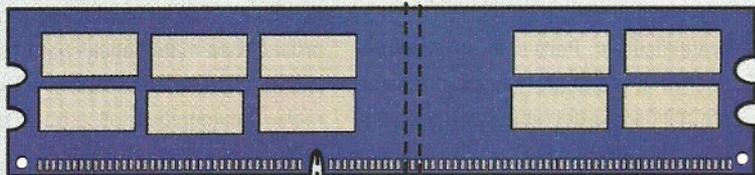
DDR



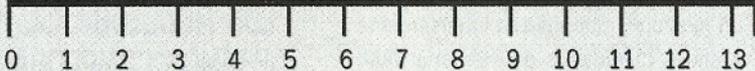
DDR 2



DDR 3



cm



MHz. Por su parte, las memorias DDR3 se encuentran disponibles en valores de 400, 533, 666 y 800 MHz. Esto evidencia que, con cada generación de memorias DDR, el consumo de energía se ha vuelto más eficiente. Las memorias DDR tienen un consumo de 2,5 V; las DDR2, de 1,8 V; y las DDR3, de tan solo 1,5 V.

## PERÍODO DE LATENCIA

La latencia es el período de tiempo que el controlador de memoria debe esperar mientras solicita un dato hasta que lo recibe, y se expresa bajo la nomenclatura CLx, donde x es la cantidad de ciclos de reloj de latencia. Esto quiere decir que un módulo CL3 funciona más rápido que un CL5, ya que este último necesita 5 ciclos de reloj para entregar un dato, mientras que el primero requiere solo 3.

Esta comparación es válida únicamente en memorias con el mismo ancho de banda. Las memorias DDR tienen una latencia promedio de 3; las DDR2, de 5; y las DDR3, de 7 ciclos. Pero como cada generación es más rápida

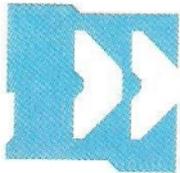
que la anterior, los ciclos de reloj son más breves, y el tiempo de latencia medido en nanosegundos es inferior. Por ejemplo, una memoria DDR2-800 CL5 tiene un tiempo de latencia de 12,5 nanosegundos, mientras una DDR3-1333 CL7 tiene una latencia efectiva de 10,5.

## LAS MEMORIAS DDR4

La próxima generación de memorias ya está en camino. El primer prototipo de DDR4 fue presentado por Samsung en 2011; su lanzamiento oficial podría producirse durante 2012, y se espera que su uso se vuelva popular definitivamente alrededor del año 2014. Como sus predecesores, esta nueva generación de memorias ofrecerá mayores tasas de transferencia y menor consumo de energía.

# Memorias ECC

BAJO CIERTAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO, LA PÉRDIDA DE UN SOLO BIT DE MEMORIA ES INADMISIBLE. ENTONCES ES CUANDO ENTRAN EN ACCIÓN LOS MÓDULOS CON CIRCUITOS ECC.



Los módulos de memoria procesan miles y miles de millones de bits de información a lo largo de su vida útil. Estos procesos pueden fallar; a veces, un bit puede cambiar de 0 a 1, o viceversa, a causa de interferencias electrónicas, si bien en la mayoría de los casos, este inconveniente pasa inadvertido para el usuario. Pero si el error se produce en el momento y lugar precisos, esta minúscula corrupción en los volátiles datos de la RAM puede provocar errores en el almacenamiento de información, la paralización de la PC o la odiada pantalla azul que conocemos. En funciones que utilizan intensamente grandes cantidades de memoria RAM, o que operan bajo circunstancias críticas (por ejemplo, servidores o equipos de uso médico o científico), la falla en un solo bit de memoria puede tener consecuencias realmente indeseables. En dichas situaciones se recurre a las memorias con tecnología ECC.

## CÓDIGOS DE CORRECCIÓN DE ERRORES

Las siglas ECC (*Error-Correcting Code*) hacen referencia a circuitos especiales con algoritmos de chequeo continuo de la información procesada en la memoria RAM. Los módulos ECC incluyen un chip adicional para efectuar checksums (comprobaciones matemáticas para asegurar la integridad de los datos) y corregir de manera automática los errores que pudieran producirse eventualmente.

**SI QUEREMOS INSTALAR LOS MÓDULOS ECC, DEBEMOS COMPROBAR QUE LA CPU SOPORTE ESTA TECNOLOGÍA.**

Los módulos de memoria ECC son sensiblemente más caros que los normales, y funcionan algo más lentamente porque

deben verificar cada uno de los bits procesados. Es por eso que en los equipos estándar rara vez se colocan; de hecho, si queremos instalarlos, es importante comprobar que la CPU soporte este tipo de tecnología, dado que en muchos motherboards de escritorio los módulos ECC no son compatibles. En caso afirmativo, la opción para utilizar módulos ECC se encuentra desactivada en el BIOS y tendremos que habilitarla. Para corregir los errores de memoria se recurre a varios métodos: en primer lugar, a un algoritmo conocido como código Hamming (ver recuadro), y en otros casos, se aplica una solución de hardware más sofisticada llamada TMR (*Triple Modular Redundancy*, o redundancia modular triple). Este sistema se utiliza, por ejemplo, en el hardware de los satélites, porque al estar expuestos a un alto índice de radiaciones cósmicas, presentan fallas más frecuentes en el estado de la memoria RAM.

**Infalibles.** Los circuitos ECC aseguran la integridad constante de los datos de la memoria RAM.



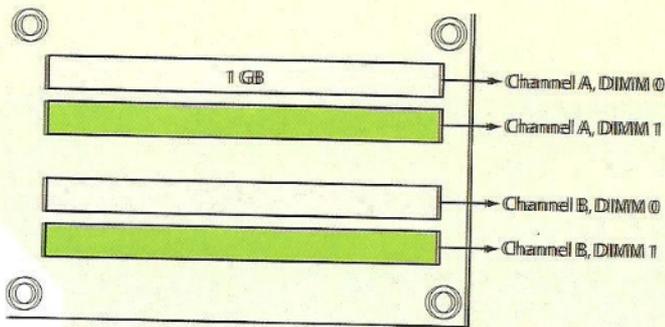
## EL CÓDIGO HAMMING

Los módulos ECC utilizan un algoritmo conocido como código Hamming, en honor al ingeniero de Bell Labs que lo creó entre 1940 y 1950. Hamming estaba frustrado al trabajar con sistemas de tarjetas perforadas

que fallaban durante los fines de semana y lo obligaban a repetir todo su trabajo durante su descanso. Por eso se dedicó a perfeccionar un método que detectase inconsistencias en el procesamiento de los datos.

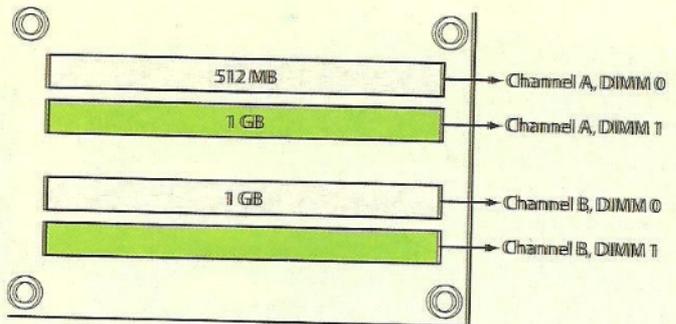
# Single, Double y Triple Channel

LA DISTINCIÓN ENTRE EL USO DE SINGLE, DOUBLE O TRIPLE CHANNEL EN UN MOTHERBOARD PUEDE OBSERVARSE A SIMPLE VISTA SEGÚN CÓMO SE ENCUENTREN COLOCADOS LOS MÓDULOS DE MEMORIA RAM EN LOS SLOTS CORRESPONDIENTES. VEAMOS A CONTINUACIÓN ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS.



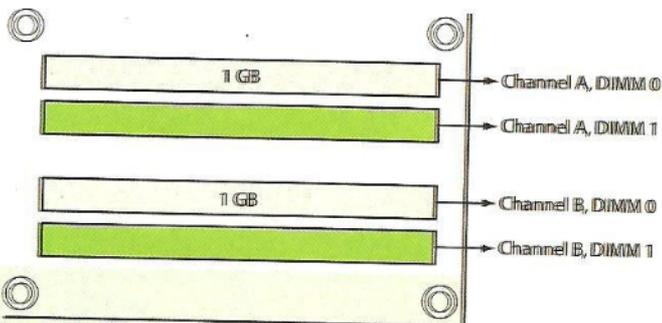
## Single Channel, un módulo DIMM

En el gráfico vemos diagramado el sistema que vale para motherboards con capacidad Dual Channel, pero al utilizar un solo módulo, esta característica no puede aplicarse. Es importante saber que esta es la modalidad más frecuente entre los equipos de bajo costo y uso estándar.



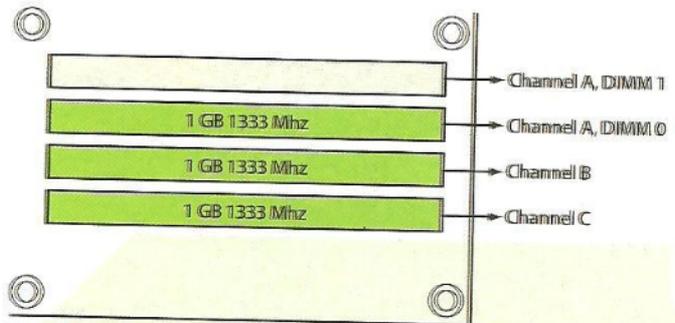
## Single Channel, tres módulos DIMM

Aquí vemos un módulo de 512 MB en el canal A0, y dos módulos de 1 GB en los canales A1 y B0. Como los módulos del canal A son diferentes, el sistema funciona en modo Single Channel. Al reubicar los módulos de 1 GB en los canales A0 y B0, se activa el Double Channel.



## Doble Channel, dos módulos DIMM

Es la configuración más frecuente. Se colocan dos módulos de la misma capacidad en cada canal, uno en el slot A0, y el otro, en el B0. Si los módulos poseen anchos de banda diferentes, el sistema se ajustará a la velocidad del más lento.



## Triple Channel, tres módulos DIMM

En el ejemplo vemos tres módulos de la misma capacidad instalados en los slots A0, B y C para funcionar en modo Triple Channel. Los motherboards identifican los canales con diferentes colores para facilitar la instalación.

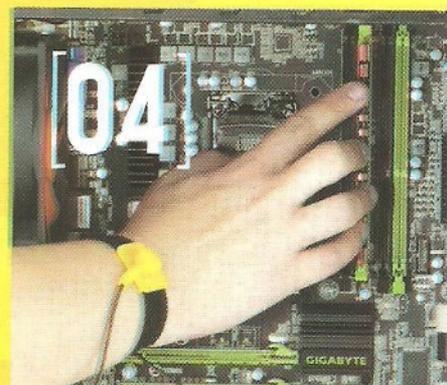
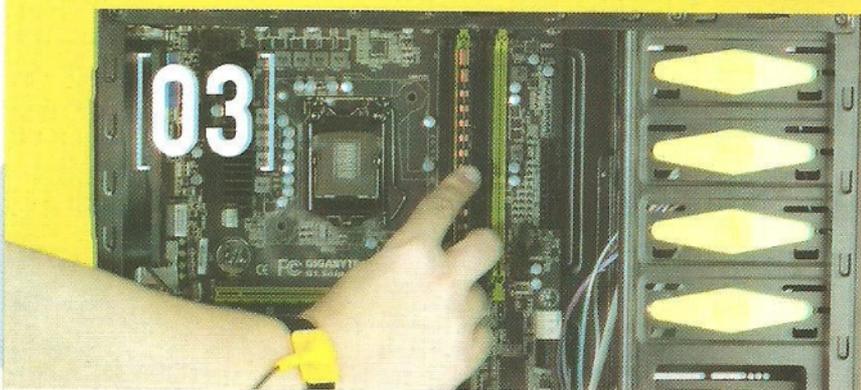
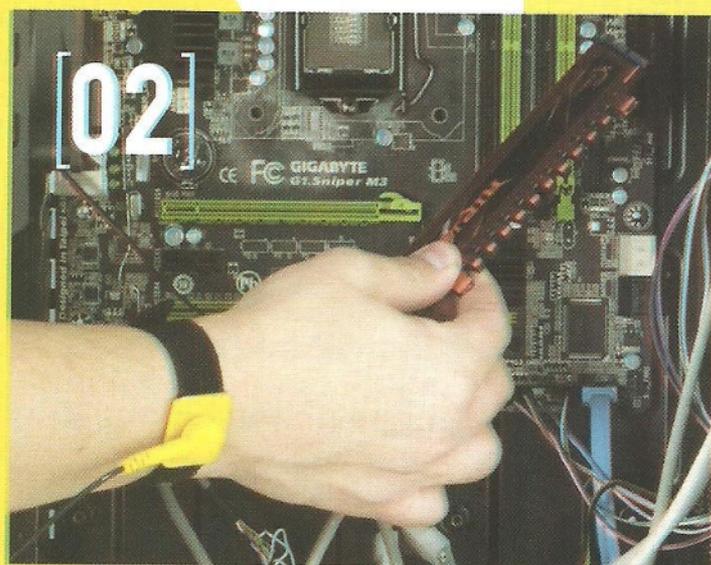
## QUADCHANNEL

Además de los sistemas que describimos más arriba, ya existen en el mercado algunos motherboards especiales con tecnología QuadChannel integrada. Este tipo de dispositivos es muy utilizado entre los gamers y overclockers, que los aprovechan a fondo

para obtener velocidades extremas. La ventaja que presentan este tipo de motherboards es que, según la cantidad de módulos de memoria colocados, funcionan en forma automática en Single, Double o Triple Channel, además de su operación QuadChannel nativa.

# Reemplazo de módulos de memoria

SUPONGAMOS QUE TENEMOS UN MÓDULO DE MEMORIA DEFECTUOSO Y NECESITAMOS REEMPLAZARLO. EN ESTA NOTA VEREMOS CÓMO REALIZAR ESTA TAREA CON ÉXITO TANTO EN UNA PC DE ESCRITORIO COMO EN UNA NOTEBOOK. MÁS ADELANTE, EN LA CLASE 14, VEREMOS OTRO TIPO DE REPARACIONES Y MEJORAS SOBRE NOTEBOOKS.



[01]

Una vez que hemos apagado la computadora y retirado la tapa del gabinete, procedemos a liberar las trabas del módulo o módulos que deseamos reemplazar. Debemos tener en cuenta que las trabas están en ambos laterales de los zócalos de memoria, como muestra la imagen.

[02]

Después de liberar las trabas mencionadas en el paso anterior, vamos a realizar la tarea de retirar el módulo defectuoso. Este paso puede ser obviado si solo necesitamos realizar una actualización de la memoria de la computadora.

[03]

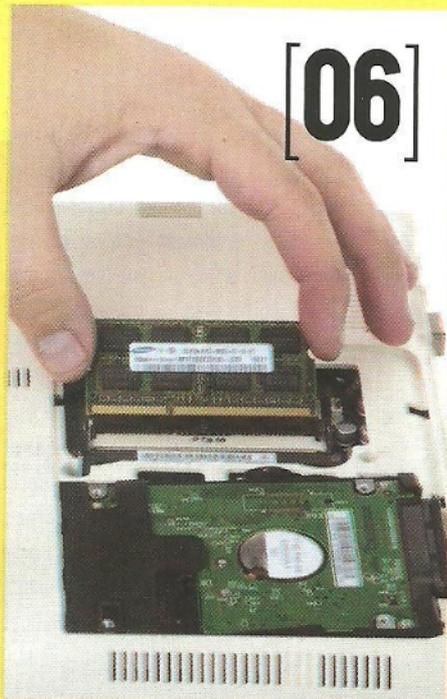
Colocamos el módulo de memoria nuevo en el zócalo correspondiente, respetando las muescas que posee el módulo. Recordemos que debe calzar con suavidad y que, en caso de ser una ampliación, hay que prestar atención a los colores de los zócalos para aprovechar el Dual o Triple Channel.

[04]

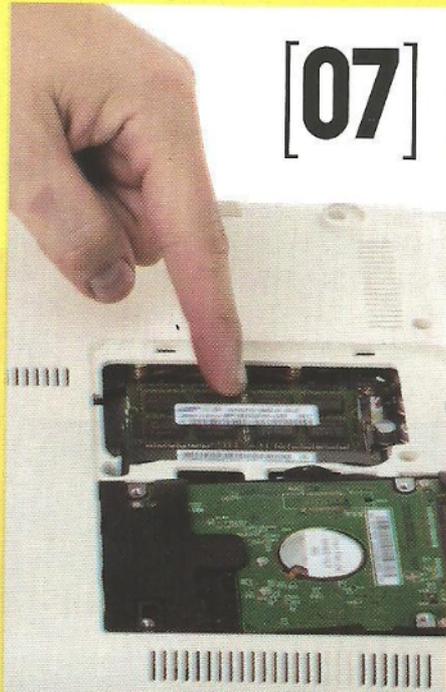
Para finalizar la instalación, volvemos a poner las trabas de los zócalos en su posición original, de modo que los módulos queden asegurados al motherboard correctamente. Las trabas deben ser presionadas con mucho cuidado para no romperlas. Además, nunca debemos intentar colocar un módulo de memoria por la fuerza; podría dañarse.



[05]



[06]



[07]



[08]

[05]

En el caso de las notebooks, excepto por la ubicación y disposición, el procedimiento es exactamente el mismo. Retiramos los tornillos de sujeción y quitamos la tapa del sector donde se aloja la memoria. Luego, es necesario que limpiemos la zona para eliminar cualquier partícula de polvo.

[06]

Debemos tener en cuenta que en este tipo de dispositivos, las memorias están ubicadas de forma horizontal, por lo que, una vez liberadas las trabas de fijación del módulo que queremos reemplazar, lo retiramos cuidadosamente, tomándolo por los lados, como podemos apreciar en la imagen de ejemplo.

[07]

Por último, colocamos el nuevo módulo de memoria y lo fijamos haciendo una muy leve presión hacia abajo, hasta que las trabas de sujeción ubicadas en los laterales calcen en las muescas de ambos lados del módulo. Luego ponemos otra vez la tapa y la fijamos con los tornillos correspondientes.

[08]

El reemplazo de los módulos de memoria en una netbook sigue la misma secuencia lógica que describimos en este procedimiento. Solo debemos tener en cuenta que, para hacerlo correctamente, es necesario tener un mayor cuidado debido a que el tamaño de los componentes es muy reducido.

# Desde el taller: memorias

AL TRABAJAR EN EL SERVICIO TÉCNICO DE PC, NOS HEMOS ENCONTRADO EN SITUACIONES POR LO MENOS CURIOSAS RELACIONADAS CON LAS MEMORIAS. VEAMOS UNA DE ELLAS.

Vamos a remontarnos a mediados de 1986, cuando recibimos en nuestro taller de servicio técnico especializado a un cliente que indicaba que la memoria comprada días atrás no funcionaba correctamente en su flamante 386. Comprobamos la memoria de 30 pines con 1 MB de capacidad en nuestro motherboard de pruebas, y obtuvimos como resultado un funcionamiento correcto. Aceptando nuestra palabra, el cliente se retiró con la memoria, pero al poco tiempo, regresó indicando que en su computadora, el módulo no funcionaba.

## SÍNTOMAS

Al preguntarle qué síntomas presentaba el equipo, nos informó que la computadora no encendía. Como era preciso verificar la instalación del componente, le pedimos que nos acercara la PC y le aclara-

ramos que la tarea no tendría costo en caso de que la memoria estuviera fallando realmente. Con el equipo en nuestro poder, dimos una mirada a la superficie del motherboard en busca de alguna anomalía, sin detectar nada fuera de lugar.

mos los zócalos de conexión: descubrimos que el primero tenía una pequeña lengüeta plástica quebrada (nos referimos a la traba que indica la posición en la cual debe insertarse el módulo). Esto nos daba el indicio de que algo estaba mal.

**DIAGNOSTICAR EL HARDWARE DE UN EQUIPO INFORMÁTICO A DISTANCIA ES UNA TAREA, COMO MÍNIMO, INEXACTA. LA VISUALIZACIÓN DEL EQUIPO ES FUNDAMENTAL.**

Consultamos el manual de la placa madre para verificar si el módulo de memoria vendido era compatible con el equipo donde se lo había instalado, y vimos que no había inconvenientes en este aspecto. Fue entonces que un destello de astucia se cruzó por nuestra cabeza. Retiramos el módulo de memoria vendido y verifica-

## UBICACIÓN DEL MÓDULO

Así fue como nos dimos cuenta de que el cliente había puesto el módulo al revés y, por forzarlo, había quebrado la lengüeta. Esto derivó en que, si bien el módulo terminó por encajar en el zócalo, la información no podía circular por él ni tampoco la corriente. Después de poner el módulo correctamente en su posición, el equipo empezó a funcionar de la manera en que se suponía que lo hiciera. Le informamos al cliente el motivo de la falla, por lo que terminó por abonarnos el costo del servicio, y se retiró en parte contento por tener su computadora funcionando y en parte avergonzado debido a su propia impericia en el tema.



**Memoria RAM.** En la imagen podemos ver los bancos de memoria de 30 contactos de una antigua 386.

## INSPECCIÓN VISUAL

Al trabajar con las memorias de una computadora, amén del diagnóstico que pueda presentarnos el POST del BIOS, es fundamental realizar una inspección visual del área sobre la cual estamos diagnosticando, ya que los componentes de hardware mal manipulados

son, muchas veces, la causa real de la falla. A menudo nuestros clientes creen estar capacitados para realizar la tarea por sí mismos, y entonces, por accidente, dañan el componente. Lo que parece sencillo muchas veces puede resultar complejo hasta para un técnico.

# Diagnóstico y fallas típicas

SI SOSPECHAMOS QUE EL MAL FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO SE DEBE A FALLAS EN LA MEMORIA RAM, EXISTE UNA SERIE DE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE QUE AYUDARÁN A DESPEJAR NUESTRAS DUDAS. VEAMOS ALGUNAS DE ELLAS, ADEMÁS DE OTROS CONSEJOS ÚTILES.

Como cualquier otro componente electrónico, las memorias son proclives a sufrir fallas en el largo plazo. El principal inconveniente es que, muchas veces, diagnosticar un problema de memoria es complicado y elusivo; probablemente los mayores dolores de cabeza de los técnicos sean causados por memorias RAM de funcionamiento errático.

## JAMÁS DEBEMOS TOCAR LOS CONTACTOS DE LOS MÓDULOS DE MEMORIA RAM CON LOS DEDOS.

Cuando un módulo de RAM resulta dañado (en general, debido a sobrecargas eléctricas o a estática), las celdas que deberían almacenar ciertos datos

no lo hacen como corresponde. Sin embargo, suele ocurrir que esos daños se producen en áreas de la memoria que no se usan con frecuencia y, entonces, pasen inadvertidos durante un buen tiempo, hasta que ciertos programas ocupan esas celdas y en ese momento dejan de funcionar inesperadamente o se generan cuelgues en el equipo. Estos conflictos que no parecen tener relación entre sí suelen deberse a la misma causa: una celda de un módulo RAM defectuosa.

## REEMPLAZO

La forma más simple y directa de resolver el problema es, obviamente, deshacernos de la memoria y reemplazar los módulos por otros nuevos. Sin embargo, como técnicos resulta más importante saber identificar la falla

para encontrar la solución más eficiente y menos costosa. Para ayudarnos a lograr este objetivo, existen varios utilitarios que nos serán sumamente prácticos al momento de establecer un diagnóstico certero.

Todos los programas de diagnóstico funcionan, básicamente, de la misma manera: almacenan un dato en cada una de las celdas de la memoria RAM y lo comparan con el valor que realmente debería tener. Estas intensas pruebas de lectura y grabación pueden extenderse a lo largo de varias horas, dependiendo de la cantidad de RAM instalada en el equipo. Como resultado final, obtenemos un registro detallado de los errores encontrados y las posiciones de memoria que están fallando en cada módulo.

## ANÁLISIS VISUAL DE LOS MÓDULOS

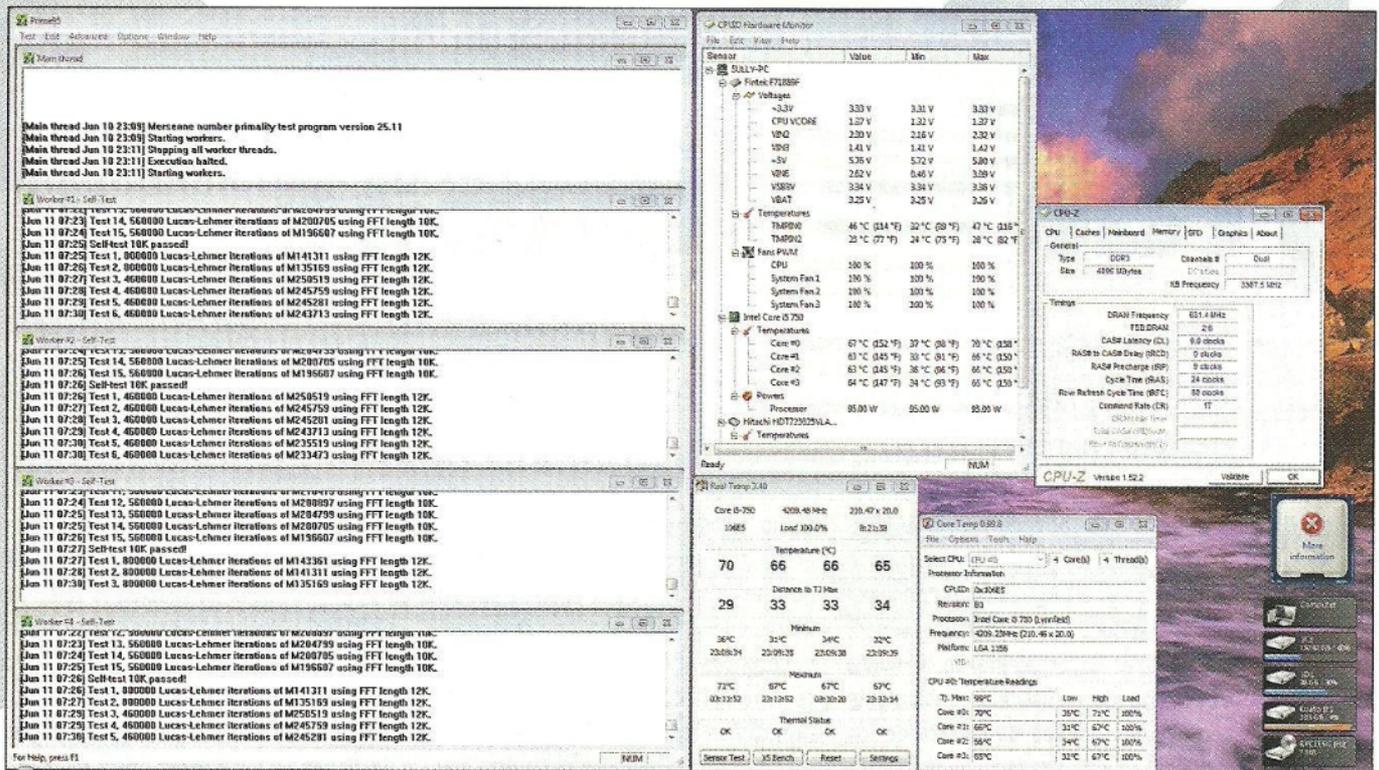
Lo primero que debemos revisar es que los módulos de memoria se encuentren correctamente colocados, que no se hayan movido de su lugar y que no estén haciendo falso contacto dentro del slot. Para esto, debemos retirarlos y examinar sus conectores, preferentemente, con una lupa.

## Memtest86+

El programa muestra que se detectaron múltiples errores de memoria (en color rojo).

Memtest86 v4.15b		Pass 25% #####								
AMD K10 [45nm] @ 3013 MHz		Test 7% ##								
L1 Cache: 64K	49398 MB/s	Test #6	[Moving inversions, 32 bit pattern]							
L2 Cache: 512K	13696 MB/s	Testing: 188K	2048M 4092M							
L3 Cache: 6144K	9021 MB/s	Pattern:	fffffffb							
Memory : 4092K	4600 MB/s	-----								
IMC : AMD Phenom(tm) II X4 945 Processor [ECC : Disabled]										
Settings: RAM : 800 MHz (DDR1600) / CAS : 9-9-9-27 / DDR3 [64 bits]										
WallTime	Cached	RsvdMem	MemMap	Cache	ECC	Test	Pass	Errors	ECC	Errs
0:05:16	4092M	224K	e020	on	off	Std	0	2238		0
Tst	Pass	Failing Adress	Good	Bad	Err-Bits	Count	Chan			
5	0	0013655b058 - 4966.3MB	ffffdfff	00ffdf	#000000	2230				
5	0	0013665b068 - 4966.3MB	00004000	ff004000	#000000	2231				
5	0	0013665b070 - 4966.3MB	ffffbfff	ffffbfff	#000000	2232				
5	0	001376da998 - 4982.9MB	fff7ffff	00f7fff	#000000	2233				
5	0	001376da9a8 - 4982.9MB	00100000	ff100000	#000000	2234				
5	0	001376da9b8 - 4982.9MB	ffefffff	00efffff	#000000	2235				
5	0	00137e5ead8 - 4990.3MB	ffffffef	00ffffef	#000000	2236				
5	0	00137e5eae8 - 4990.3MB	00000020	ff00002	#000000	2237				
5	0	00137e5eaf0 - 4990.3MB	ffffff2f	00ffffdf	#000000	2238				

[ESC] Reboot [c]configuration [SP]scroll\_lock [CR]scroll\_unlock



**CPU-Z.** En combinación con otros programas, como Prime95, podemos obtener un análisis certero de la RAM.

## CPU-Z

Este programa, en realidad, muestra un detallado panorama de los componentes críticos del sistema: procesador, motherboard y módulos de memoria RAM, lo que resulta bastante útil para determinar si todo está correctamente configurado. En el caso específico de la memoria, nos indica si está configurada como Single, Dual o Triple Channel; qué tipo de módulos tenemos instalados; su número y capacidades; las velocidades de reloj y el ancho de banda. CPU-Z no detecta fallas por sí mismo, pero nos ayuda a saber si la memoria que tenemos instalada corresponde a las especificaciones de fábrica; de no ser así, podemos encontrarnos ante una configuración incorrecta en el BIOS o, directamente, frente a un producto falsificado (una situación más común de lo que pensamos).

Muchas veces, estos se ensucian y causan fallas que se solucionan con un simple rociado de alcohol isopropílico y una correcta inserción en los slots. Otro truco efectivo para limpiar los contactos consiste en utilizar una goma de borrar, pero ¡cuidado!: debemos asegurarnos de no dejar ningún residuo antes de volver a colocar el módulo en su sitio. Recordemos, además, que bajo ninguna circunstancia tenemos que tocar los contactos con los dedos, y que debemos estar equipados con una pulsera antiestática para evitar daños mayores. Si luego de efectuar un chequeo físico los problemas persisten, es hora de recurrir a las herramientas de software.

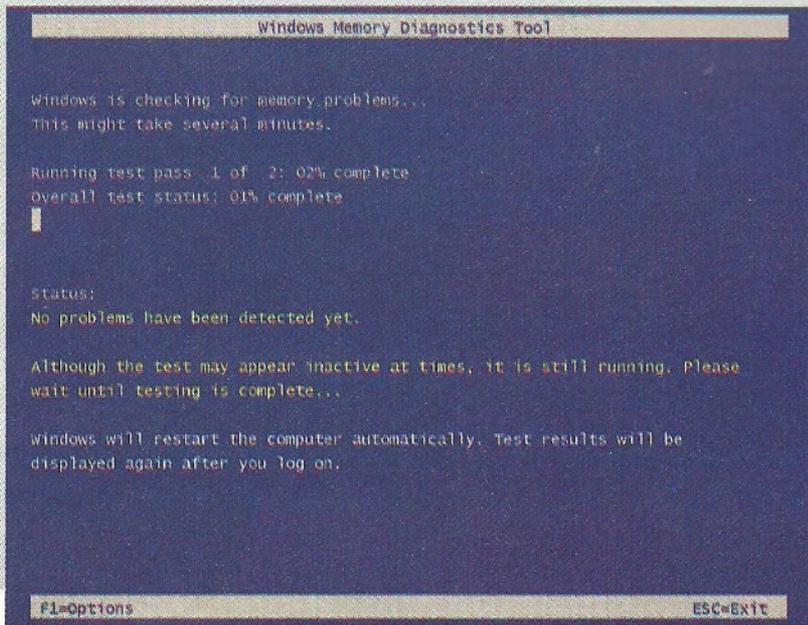
## MEMTEST86+

Este es uno de los programas más populares, que se distribuye bajo la licencia GPL en una imagen de disco bootable, para asegurarnos de que no haya ninguna otra aplicación funcionando que dificulte el análisis de la memoria RAM. Una importante ventaja de Memtest86+ es que funciona perfectamente bajo los diferentes chipsets más populares del mercado (SiS, VIA, NVIDIA, Intel), y también identifica y diagnostica módulos de memoria con tecnología ECC. En la pantalla de diagnóstico indica los diferentes parámetros particulares de cada chipset. La versión más reciente de este software se puede descargar desde [www.memtest.org](http://www.memtest.org).

## FALLAS DURANTE EL ARRANQUE

A veces, las memorias se deterioran de tal manera, que el equipo directamente no puede arrancar. En ese caso, una serie de beeps durante el proceso de POST puede darnos la pista de si la falla se encuentra en la memoria o en otro componente clave. Cada chipset tiene su secuencia de beeps; para ver un listado completo de ellos, podemos visitar la página [www.computerhope.com/beep.htm](http://www.computerhope.com/beep.htm).





**Windows 7.**  
El último sistema operativo de Microsoft incluye su propio analizador de memoria.

### DIAGNÓSTICO DE MEMORIA DE WINDOWS

A partir de Windows 7, Microsoft incluye una herramienta de diagnóstico de memoria que se activa automáticamente si el sistema detecta una posible falla de la RAM. También se puede ejecutar ingresando en el [Panel de control] y escribiendo la palabra "memoria" en la ventana de búsqueda. En la sección [Herramientas administrativas] encontraremos el ítem [Diagnosticar los problemas de memoria del equipo], que solo se puede ejecutar si tenemos privilegios de Administrador. Haciendo clic sobre el enlace, aparece una ventana solicitando reiniciar el equipo para proceder con el análisis.

En combinación con otras herramientas de pruebas de stress, como Prime95, CPU-Z sirve para evaluar el rendimiento del equipo bajo condiciones extremas. El programa es gratuito y se descarga desde la dirección [www.cpuid.com/softwares/cpu-z.html](http://www.cpuid.com/softwares/cpu-z.html).

### AIDA64

Es uno de los productos más completos y versátiles para efectuar diagnósticos integrales y realizar pruebas intensivas sobre los principales componentes de la CPU, incluyendo, obviamente, la me-

moria. Sin embargo, a diferencia de los programas anteriores, está disponible en una versión de prueba por 30 días con algunas limitaciones; transcurrido ese período, debemos comprarlo. Sus avanzadas funciones de diagnóstico y análisis de hardware hacen que la compra resulte una buena inversión para el técnico. Se comercializa en dos versiones diferentes, Business y Extreme, para cubrir las necesidades de los usuarios profesionales y los corporativos. El sitio web oficial para descargarlo y comprarlo es [www.aida64.com](http://www.aida64.com).

**AIDA64.** Se utiliza para benchmarks y, de ese modo, saber si la RAM funciona a la velocidad óptima.

**System Information:**

- Processor: AMD FX-6100
- Core Speed: 4000.12 MHz
- Cache: L1: 64K, L2: 512K, L3: 6M
- Memory: 8192 MB
- Chipset: AMD990FX
- Memory: Dual DDR3-1600

**Memory Read Benchmark:**

CPU	CPU Clock	Motherboard	Chipset	Memory	CL-RCD-RP-RAS	Read Speed
FX-6100	4000 [ TRIAL Mhz VERSION ]	Opteron 2344 HE	AMD990FX	Dual DDR3-1600	11-11-11-28 CR1	12775 MB/s

**Memory Write Benchmark:**

CPU	CPU Clock	Motherboard	Chipset	Memory	CL-RCD-RP-RAS	Write Speed
FX-6100	4000 [ TRIAL Mhz VERSION ]	ASRock B380M1	AMD990FX	Dual DDR3-1600	11-11-11-28 CR1	9391 MB/s

**Memory Copy Benchmark:**

CPU	CPU Clock	Motherboard	Chipset	Memory	CL-RCD-RP-RAS	Copy Speed
FX-6100	4000 [ TRIAL Mhz VERSION ]	Atom 230	AMD990FX	Dual DDR3-1600	11-11-11-28 CR1	16400 MB/s

# Limpiar módulos de memoria



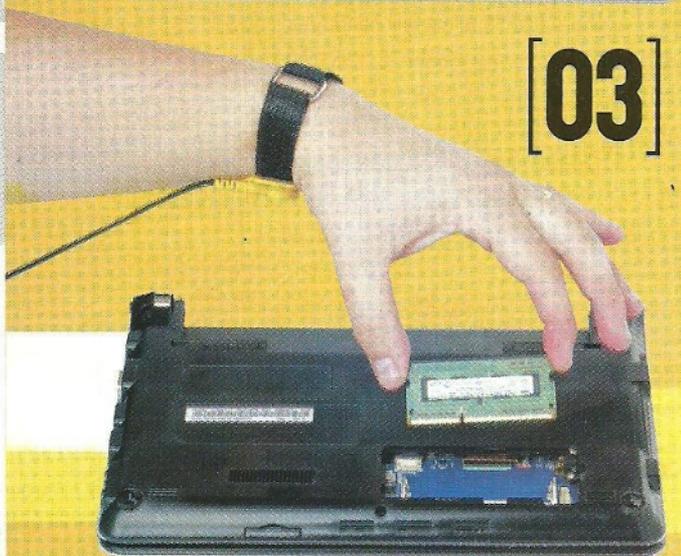
LIMPIAR LOS MÓDULOS DE MEMORIA ES UN PROCEDIMIENTO SIMILAR EN UNA PC O EN UNA NOTEBOOK. SOLO NECESITAMOS UN QUÍMICO LIMPIA CONTACTOS Y UN DESENGRASANTE.



[01]



[02]



[03]



[04]

[01]

La limpieza de los módulos de memoria es una tarea sencilla. Para comenzar, en primer lugar nos colocamos la pulsera antiestática. Luego, damos vuelta la computadora y ubicamos la zona en donde se encuentran los módulos de memoria.

[02]

Para continuar, es necesario que quitemos los tornillos y retiremos la tapa que cubre los módulos. Una vez realizada esta acción, veremos los distintos zócalos con las respectivas memorias que tenemos instaladas en la computadora.

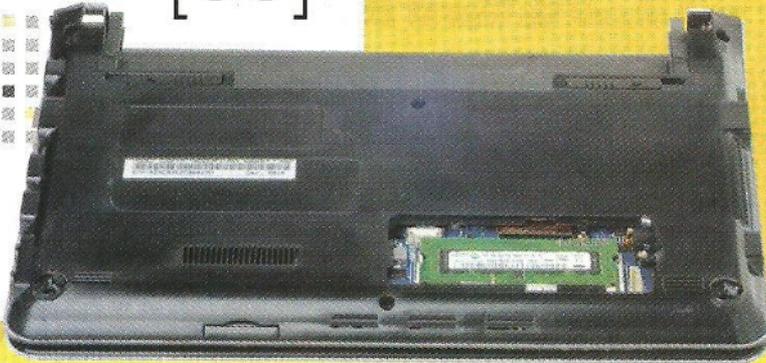
[03]

Nos encontramos con las memorias de la computadora frente a nosotros. Para continuar, es necesario que destrabemos y retiremos hacia arriba la o las placas correspondientes. Para esto, debemos tomarlas con ambas manos por los extremos. Una vez liberados los módulos, podemos proceder a limpiarlos.

[04]

A continuación, tomamos el limpia contactos Contactamic Super Verde, luego humedecemos los contactos interiores del módulo con este producto y, por último, nos aseguramos de quitar por completo los restos de polvo que puedan haber quedado adheridos.

[05]



[06]



LUEGO DE APLICAR EL QUÍMICO UTILIZADO PARA LA LIMPIEZA, ES NECESARIO ESPERAR A QUE SEQUE.

[07]



[08]



[05]

Una vez que completamos las indicaciones del paso anterior, debemos dejar secar por unos minutos hasta que desaparezca por completo el Contacmatic Super Verde. Repetimos estos pasos en los módulos que creamos conveniente limpiar.

[06]

Después que haya desaparecido completamente el químico que utilizamos para realizar la tarea de limpieza, procedemos a insertar las placas de memoria en los distintos zócalos que corresponden. Al realizar esta tarea, siempre debemos tomar las memorias con mucho cuidado y desde los extremos.

[07]

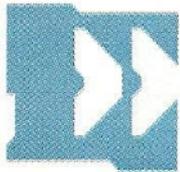
Una vez que hayamos insertado el módulos de memoria RAM en su respectivo zócalo, es necesario que ejerzamos una pequeña presión sobre este dispositivo para que el módulo finalmente entre y se trabe como corresponde. Repetimos el procedimiento con cada módulo.

[08]

Tengamos en cuenta que estamos trabajando en la limpieza de los módulos con un químico, por lo que es preciso tener precaución al utilizar el Contacmatic Super Verde. Debemos hacerlo durante 1 o 2 segundos, desde una distancia de 10 a 15 cm, siguiendo las instrucciones.

# La memoria virtual del sistema

CUANDO LA MEMORIA RAM RESULTA INSUFICIENTE, DEBEMOS USAR LA MEMORIA VIRTUAL DEL SISTEMA. SU OPTIMIZACIÓN ES ESENCIAL PARA NO AFECTAR EL RENDIMIENTO DE LA PC. EN ESTA NOTA CONOCEREMOS CÓMO FUNCIONA BAJO LINUX Y EN WINDOWS.



Cuando tenemos un gran número de aplicaciones abiertas simultáneamente o efectuamos procesos complejos, es posible que no siempre la memoria RAM nos alcance para cumplir con todos los requerimientos del sistema operativo.

el contenido de los bloques de memoria no utilizados en el disco duro, de forma temporal. Cuando esos contenidos son requeridos otra vez, se transfieren desde el disco a la RAM. Todo este proceso es completamente transparente para el

## INCONVENIENTE

El principal inconveniente de la memoria virtual es que es varios miles de veces más lenta que la memoria RAM tradicional, ya que los mecanismos de lectura y grabación en los discos duros presentan una demora considerable. De allí que la optimización del archivo de intercambio tenga una importancia esencial en el rendimiento del equipo.

**DURANTE LA INSTALACIÓN DE WINDOWS, SE ASIGNA AL ARCHIVO DE PAGINACIÓN UN TAMAÑO EQUIVALENTE AL TOTAL DE LA MEMORIA RAM, MÁS 300 MB ADICIONALES.**

Para asegurar el normal funcionamiento del sistema en dichas condiciones, tanto Windows como Linux utilizan memoria virtual; es decir, recurren a un espacio reservado en el disco duro que funciona como una extensión de la RAM para aumentar su capacidad total. Para liberar la memoria RAM "real", el sistema graba

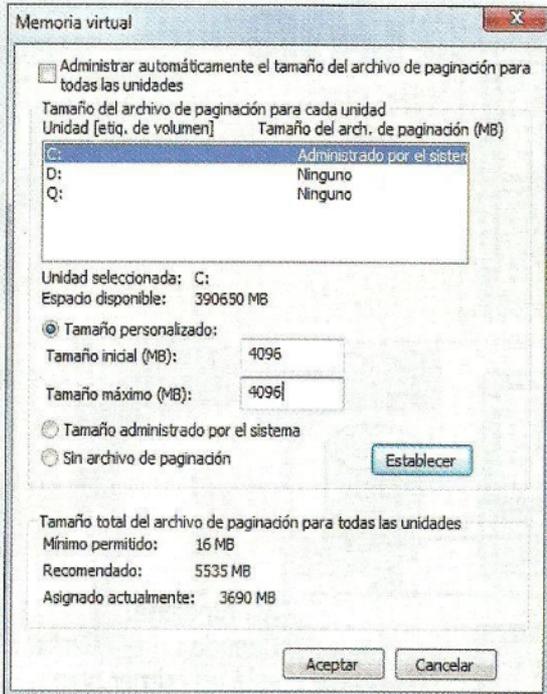
usuario; los programas asumen que el sistema operativo tiene un total de memoria equivalente a la RAM disponible, además del espacio reservado en el disco, y no efectúan distinción alguna entre ambos tipos de memoria. Este espacio reservado se conoce como archivo de intercambio o de swap.

## BAJO LINUX

Para la memoria virtual, Linux puede utilizar tanto un archivo normal dentro del sistema de archivos como una partición separada. Esta última opción es

**Aplicaciones simultáneas.**  
La memoria virtual es esencial si hay muchos programas abiertos.

The screenshot shows the Windows XP 'Propiedades del sistema' (System Properties) window with the 'Opciones avanzadas' (Advanced) tab selected. The 'Rendimiento' (Performance) section is expanded, showing the 'Efectos visuales' (Visual Effects) sub-section. The 'Previsión de ejecución de datos' (Data Execution Prevention) section is also visible. The 'Memoria virtual' (Virtual Memory) section is expanded, showing the 'Tamaño total del archivo de paginación para todas las unidades:' (Total paging file size for all drives) set to 3322 MB. The 'Cambiar...' (Change...) button is highlighted. In the background, a file explorer window shows a list of files, including 'Fasc8\_p20-22\_4.jpg'.



**Asignación manual.** Conviene definir manualmente el tamaño del archivo de intercambio de Windows para evitar su fragmentación.

## ¡ATENCIÓN CON MKSWAP!

Es importante tener en cuenta que al usar mkswap bajo Linux, debemos ser muy cuidadosos, porque el comando no chequea si el archivo o la partición están siendo usados con otros fines. Mkswap puede borrar instantáneamente archivos o particiones valiosas, y de manera irre recuperable. Por suerte, normalmente este comando solo se utiliza durante la instalación del sistema operativo.

la más eficiente, pero resulta más sencillo modificar el tamaño de un archivo de intercambio, porque no es necesario reparticionar el disco entero. Con las generosas capacidades de disco actuales, tal vez sea más práctico establecer una partición de intercambio como, de hecho, las principales distros de Linux ofrecen de manera predeterminada durante la instalación. Linux permite ajustar la capacidad de la memoria virtual al permitir el uso de varias particiones o archivos de intercambio al mismo tiempo; es posible configurar hasta un máximo de 8 espacios de swap de 2 GB cada uno. Debemos saber que un archivo de swap en Linux tiene que residir en un disco local y no es muy diferente de los demás, salvo en un aspecto impor-

tante: no debe estar fragmentado. Un buen método para crear un archivo no fragmentado es el siguiente:

```
$ dd if=/dev/zero of=/extra-swap
bs=1024
count=1024
1024+0 records in
1024+0 records out
$
```

En donde /extra-swap es el nombre que le pondremos al archivo de intercambio. Su tamaño se define con el parámetro count. Se recomienda utilizar múltiplos de 4 para este valor, ya que el kernel almacena páginas de memoria de 4 KB cada una. Una partición para swap tampoco presenta ninguna particularidad; sim-

plemente, no contiene ningún sistema de archivos porque no es necesario. Resulta una buena idea marcar las particiones de intercambio de Linux con el tipo 82; aunque no es obligatorio hacerlo, así se distinguen mucho mejor y se evitan confusiones.



**Flash Drive.**

Incluso las memorias flash pueden usarse como memoria virtual, pero por su velocidad, resultan poco efectivas.

## ¿TE RESULTA ÚTIL?

Lo que estás leyendo es el fruto del **trabajo de cientos de personas** que ponen todo de sí para lograr un **mejor producto**. Utilizar versiones "pirata" desalienta la inversión y da lugar a publicaciones de **menor calidad**.

**NO ATENTES CONTRA LA LECTURA. NO ATENTES CONTRA TI. COMPRA SOLO PRODUCTOS ORIGINALES.**

Nuestras publicaciones se comercializan en kioscos o puestos de voceadores; librerías; locales cerrados; supermercados e Internet ([usershop.redusers.com](http://usershop.redusers.com)). Si tienes alguna duda, comentario o quieres saber más, puedes contactarnos por medio de [usershop@redusers.com](mailto:usershop@redusers.com)

Luego de haber creado el archivo o la partición de intercambio, lo marcamos con una signatura especial que contiene información administrativa, que luego será utilizada por el kernel. Para hacerlo, se utiliza el comando `mkswap`, por ejemplo, de esta manera:

```
$ mkswap /extra-swap 1024
Setting up swap space, size = 1044480 bytes
$
```

Con este comando, el espacio de intercambio es creado, pero el kernel todavía no lo utiliza como espacio virtual. Para comenzar a usarlo, recurrimos al comando `swapon`, que habilita el espacio de intercambio para el kernel. La ruta del espacio de swap se pasa como argumento, por ejemplo:

```
$ swapon /extra-swap
$
```

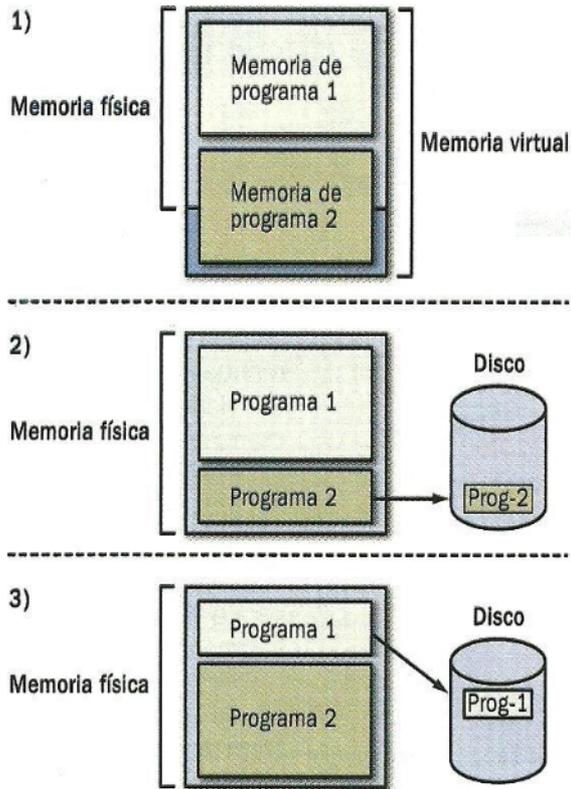
Los espacios de intercambio pueden usarse automáticamente listándolos en el archivo `/etc/fstab`:

```
/dev/hda8 none swap sw 0 0
/swapfile none swap sw 0 0
```

Los scripts de arranque ejecutan el comando `swapon -a`, que inicia el intercambio con todos los espacios listados en `/etc/fstab`. De manera análoga, podemos dejar de utilizar los espacios de intercambio a través del comando `swapoff -a`. Este procedimiento normalmente no es necesario, a menos que hayamos creado espacios de intercambio de uso temporario.

### BAJO WINDOWS

Windows utiliza un archivo de intercambio, también llamado de paginación, para gestionar la memoria virtual. De manera predeterminada, durante la instalación del sistema, se asigna al archivo de paginación un tamaño equivalente al total de memoria RAM, más 300 MB adicionales. Es decir que, para un equipo que tiene 1 GB de RAM, el archivo de intercambio tendrá 1,3 GB. Con frecuencia, esa asignación de memoria virtual resulta escasa, y el



**Así funciona.** Cuando un programa está en primer plano, ocupa la memoria real, mientras el otro es transferido a la virtual.

usuario comienza a recibir mensajes de "Memoria virtual insuficiente". En ese caso, será necesario aumentar el tamaño del archivo de paginación. Para realizar esta tarea, nos dirigimos al menú [Inicio/Panel de control/Sistema y Seguridad/Sistema] y, sobre el menú de la izquierda, elegimos la opción [Configuración avanzada del sistema]. En la ventana que se abre, presionamos el botón [Configuración], perteneciente a la sección [Rendimiento]. Aparece una nueva ventana en la que seleccionamos la solapa [Propiedades avanzadas]. Allí se nos indicará la cantidad de memoria virtual presente en el sistema, junto con el botón correspondiente para cam-

biarla. Al pulsar en él, ingresamos finalmente en la ventana de administración de la memoria virtual. La opción predeterminada es que Windows ajuste automáticamente el tamaño del archivo de paginación según sus necesidades. Esto resulta práctico para el usuario, porque no se desperdicia espacio en el disco ni se produce escasez de memoria virtual, pero ocasiona problemas de lentitud en el equipo a medida que el archivo se va fragmentando con el uso continuo. La solución ideal es generar un espacio de intercambio apenas instalado el sistema operativo, gestionado de forma manual y con un tamaño personalizado equivalente al doble de la memoria RAM instalada.

DEPARTURE	CARRIER - FLIGHT - PARTNER	GATE	TIME	STATUS
Minneapolis	DELTA DL 6728	B72	11:30A	On Time
Minneapolis	DELTA DL 6727	B72	1:20P	On Time
Missoula	DELTA DL 6727	B72	2:25P	On Time
Montreal	UNITED UA 7874 AC 4810	C18R	12:15P	On Time
Morgantown-WV	UNITED UA 7837	A2	12:34P	On Time
New Orleans				On Time
New York-JFK				On Time
New York-JFK				On Time
New York-JFK	DELTA DL 6466	B74	1:13P	On Time
New York-LGA	UNITED UA 7117 69 7668	A3	12:30P	On Time
New York-LGA	UNITED UA 5857 UA 7681	D14	2:41P	On Time
Newark	Continental CO 8776	A31	10:32A	On Time
Newark	UNITED UA 7871 69 7668	C26X	12:20P	On Time
Newark	Continental CO 8774	A31	1:30P	On Time

**Embarazoso.** La memoria virtual puede causar problemas hasta en el panel indicador de un aeropuerto.