

## Índice

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias
  - Fast Page Mode RAM
  - EDO RAM
  - SDRAM
  - DDR SDRAM
  - DDR2 SDRAM
  - RDRAM
- 3 Módulos de memoria
  - Módulos SIMM
  - Módulos DIMM
  - Módulos RIMM
- 4 Especificaciones de los módulos de memoria
  - Etiquetado y referencias de los módulos
  - Organización de los módulos
  - Velocidad de los módulos de memoria
  - Paridad y ECC

## La memoria

### Introducción

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias
- 3 Módulos de memoria
- 4 Especificaciones de los módulos de memoria

- Memoria: zona de **almacenamiento temporal** (programas y datos)).
- Se denomina RAM: Random Access Memory **volátil**.
- **Memoria principal** del sistema: módulos.
- Tras el procesador y la placa madre la memoria es el componente más caro en un servidor (características especiales: registrada, ECC).
- Existen tres tipos de memoria física en un servidor:
  - Memoria **ROM**.
  - Memoria **DRAM**.
  - Memoria **SRAM**.

### Memorias **ROM**: Read Only Memory.

- Memorias no volátiles.
- Variantes:
  - **PROM**: Programmable ROM.
  - **EPROM**: Erasable and PROM.
  - **EEPROM**: Electrically EPROM.
- Almacenan la ROM BIOS
- Almacenan las BIOS de tarjetas controladoras SCSI, tarjetas gráficas, etc).
- EEPROM permiten actualización del firmware.

### Memorias **DRAM**: Dinamic Random Access Memory.

- Tecnología electrónica de diseño: condensadores integrados en chips.
- Ventajas:
  - Gran densidad de integración.
  - Económicas.
- Desventajas:
  - Velocidad relativamente lenta frente al  $\mu P$ .
  - Refresco periódico (15 ms) y continuado durante su funcionamiento. Consume menos del 1% del uso de la CPU.
- El controlador de la memoria se encarga de este refresco (y más cosas). El controlador está en el puente norte (Intel) o incorporado en el  $\mu P$  Opteron (AMD).
- EEPROM permiten actualización del firmware.

### Memorias **SRAM**: Static Random Access Memory.

- Tecnología electrónica de diseño: conjunto de transistores integrados en chips.
- Ventajas:
  - **Velocidad** de funcionamiento **alta** (igual al  $\mu P$  si está integrada en él: caché L1).
  - **No necesita proceso de refresco** de memoria.
- Desventajas:
  - **Baja densidad de integración**.
  - Más **caras** que las DRAM.
- Uso en la memoria del tipo caché utilizada en el  $\mu P$  interna y externamente, así como en otros componentes del servidor.

### Memoria **caché**.

- Función: almacenar la información (datos y código) más utilizado por el  $\mu P$ . Se copia de la DRAM esta información para ser utilizada de forma más rápida. El  $\mu P$  busca la información en la caché. Si la encuentra allí se genera un resultado de (**éxito**). En caso contrario se genera un **fallo** y la buscará en la memoria principal.
- Organización de la caché: métodos de asignar que las celdas de la memoria principal a la memoria caché. Tres métodos:
  - Organización **asociativa**.
  - Organización **asociativa por conjuntos** (con n vías)
  - Asociación **directa**.
- En caso de **fallo en la caché** existen **algoritmos** distintos de **reconstrucción del contenido de caché**:
  - LRU: Least Recently used.
  - LFU: Least Frequently used.

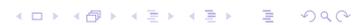
### Memoria **caché**.

- Tipo de caché según la información que tiene:
  - Caché de **datos**.
  - Caché de código (instrucciones).
  - Caché común de datos y código.
- Niveles de caché:
  - Caché de nivel **L1**. Tamaño pequeño y altísima velocidad.
  - Caché de nivel **L2**. Tamaño intermedio y muy alta velocidad.
  - Caché de nivel **L3**. Tamaño grande y alta velocidad.

La memoria  
Tipos de memorias  
Módulos de memoria  
Especificaciones de los módulos de memoria

$\mu P$	CPU vel.	L1 vel.	L1 tam.	L2 tipo	CPU/L2 vel.	L2 vel.	L
Pentium	233MHz	4.3ns(233MHz)	16KB	En placa		15ns(66MHz)	V
Pentium Pro	200MHz	5.0ns(200MHz)	32KB	En chip	1/1	5ns(200MHz)	2
P II y III Xeon	450MHz	2.2ns(450MHz)	32KB	En chip	1/2	4.4ns(225MHz)	5
P III Xeon	933MHz	1.07ns(933MHz)	32KB	Placa	1/2	2.14ns(466MHz)	2
Athlon 2200+ MP	1.8GHz	0.56ns(1.8GHz)	128KB	$\mu p$	1/1	0.56ns(1.8GHz)	2
Athlon 2200+ MP	1.8GHz	0.56ns(1.8GHz)	128KB	$\mu p$	1/1	0.56ns(1.8GHz)	2
Opteron 250	2.4GHz	0.42ns(2.4GHz)	128KB	$\mu p$	1/1	0.42ns(2.4GHz)	1
P 4 560	3.6GHz	0.27ns(3.6GHz)	16KB	$\mu p$	1/1	0.27ns(3.6GHz)	1
Xeon	3.8GHz	0.26ns(3.8GHz)	16KB	$\mu p$	1/1	0.26ns(3.8GHz)	2

Características de la memoria caché en los  $\mu P$ .



La memoria  
Tipos de memorias  
Módulos de memoria  
Especificaciones de los módulos de memoria

CPU Type	Pentium	Pentium Pro	Pentium II, Pentium II Xeon	Pentium III Xeon	Athlon MP 2200+	Opteron 250	Pentium 4 560	Xeon
CPU speed	233MHz	200MHz	450MHz	933MHz	1.8GHz	2.4GHz	3.6GHz	3.8GHz
L1 cache speed	4.3ns (233MHz)	5.0ns (200MHz)	2.2ns (450MHz)	1.07ns (933MHz)	0.56ns (1.8GHz)	0.42ns (2.4GHz)	0.278ns (3.6GHz)	0.263ns (3.8GHz)
L1 cache size	16KB	32KB	32KB	32KB	128KB	128KB	16KB	16KB
L2 cache type	Onboard	On-chip	On-chip	Onboard	On-die	On-die	On-die	On-die
CPU/L2 speed ratio		1/1	1/2	1/2	1/1	1/1	1/1	1/1
L2 cache speed	15ns (66MHz)	5ns (200MHz)	4.4ns (225MHz)	2.14ns (466.5MHz)	0.56ns (1.8GHz)	0.42ns (2.2GHz)	0.278ns (3.6GHz)	0.263ns (3.8GHz)
L2 cache size	Varies <sup>(1)</sup>	256KB <sup>(2)</sup>	512K	256KB <sup>(3)</sup>	256KB	1MB <sup>(4)</sup>	1MB <sup>(5)</sup>	2MB <sup>(6)</sup>
CPU bus speed	66MHz	66MHz	100MHz	133MHz	266MHz	333MHz	800MHz	800MHz
Memory bus speed	60ns (16MHz)	60ns (16MHz)	10ns (100MHz)	7.5ns (133MHz)	3.8ns (266MHz)	3.0ns (333MHz)	1.25ns (800MHz)	1.25ns (800MHz)

Navigation icons: back, forward, search, etc.

## La memoria

### Fast Page Mode RAM

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias
  - Fast Page Mode RAM
  - EDO RAM
  - SDRAM
  - DDR SDRAM
  - DDR2 SDRAM
  - RDRAM

- 3 Módulos de memoria

Las primeras memorias RAM utilizadas en servidores (1976) utilizaban la tecnica **paginada**. Si una memoria normal busca una celda en una matriz indicando la fila y la columna, está tecnica permite ahorrar el envío de la columna para celdas de la misma fila (página).

Características de las memorias Fast Page Mode:

- Utilizadas en servidor que trabajan transfiriendo información en **modo burst** (ráfagas de múltiples datos).
- Un acceso burst a estas memorias de identifica por 4 números x-y-y-y-.
- El valor x indica el número de *CLKs* que tarda en transferir el primer dato. El valor y indica el número de *CLKs* que tarda en transferir el los siguientes tres datos.

### Características de las memorias Fast Page Mode:

- Ejemplo de un sistema trabajando a 66MHz (75ns) con una memoria standar DRAM de 60ns tipo 5-3-3-3.  
Primer acceso  $5 \cdot 15ns = 75ns$ . Los otros tres accesos cada uno  $3 \cdot 15ns = 45ns$ .
- Memoria que usa la técnica del pagina y las transferencias en modo burst se denomina Fast Page Mode DRAM: FPM DRAM.
- Utilizadas en  $\mu P$  Pentium y Pentium Pro durante los primeros años 1990.

## La memoria

### EDO RAM

- 1 La memoria
- 2 **Tipos de memorias**
  - Fast Page Mode RAM
  - **EDO RAM**
  - SDRAM
  - DDR SDRAM
  - DDR2 SDRAM
  - RDRAM
- 3 Módulos de memoria

### Características de las memorias Fast Page Mode:

- Aparece en 1995 para servidores con  $\mu P$  Pentium.
- Supone una modificación de la memoria FPM patentada por Micron Technologies: Hyper Page Mode.
- Principio básico: solapar los tiempos dedicados a transferencias simultáneas.
- Permite ahorrar un 5 % en el tiempo de transferencia (10ns) respecto a una memoria FPM DRAM.
- Ejemplos de Chipset que soportan EDO RAM: 430HX (Triton II), 440FX (Natoma), 440LX y 450NX.

## La memoria

### SDRAM

- 1 La memoria
- 2 **Tipos de memorias**
  - Fast Page Mode RAM
  - EDO RAM
  - **SDRAM**
  - DDR SDRAM
  - DDR2 SDRAM
  - RDRAM

- 3 Módulos de memoria

### Características de las memorias SDRAM: Synchronous DRAM.

- Memoria que trabaja de forma **sincronizada** con la velocidad del **bus de memoria del sistema**.
- Ejemplos de Chipset que soportan EDO RAM: 440BX y 440GX.
- Utilizados con  $\mu P$  Intel Pentium II/III Xeon.
- Mejora sustancial frente a FPM o EDO RAM. La latencia del primer ciclo es la misma, pero en los siguientes accesos se mejora mucho.
- SDRAM en modo burst es accedida con 5-1-1-1 (8CLKs) para obtener 4 datos. Con EDO utiliza 11 CLKs y con FPM 14 ciclos. SDRAM 20% más rápida que EDO.
- SDRAM se utiliza en módulos DIMM.
- La velocidad de la SDRAM se mide con la frecuencia en MHz: especificación de Intel PC66, PC100 y PC133.

La memoria  
**Tipos de memorias**  
 Módulos de memoria  
 Especificaciones de los módulos de memoria

Fast Page Mode RAM  
 EDO RAM  
**SDRAM**  
 DDR SDRAM  
 DDR2 SDRAM

$t_{CLK}$	Velocidad del chip ( $f[MHz]$ )	Velocidad Norma
15 ns	66 MHz	PC66
10 ns	100 MHz	PC100
8 ns	125 MHz	PC100
7.5 ns	133 MHz	PC133
7.0 ns	143 MHz	PC133

*Datos de módulos de memoria SDRAM.*

Módulo	Formato)	Chip	$f_{CLK}$	Ciclos/CLK	Vel. Bus	Bytes	BW
PC66	DIMM	10ns	66MHz	1	66MT/s	8	533MB/s
PC100	DIMM	8ns	100MHz	1	100MT/s	8	800MB/s
PC133	DIMM	7ns	133MHz	1	133MT/s	8	1066MB/s

*Tasas de transferencia para módulo de memoria SDRAM.*



## La memoria

### DDR SDRAM

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias**
  - Fast Page Mode RAM
  - EDO RAM
  - SDRAM
  - DDR SDRAM**
  - DDR2 SDRAM
  - RDRAM

- 3 Módulos de memoria

### Características de las memorias DDR SDRAM: Double Data Rate SDRAM.

- Memoria definida por JEDEC que mejora las prestaciones de la memoria SDRAM.
- Mejora: se duplica las transferencias en cada ciclo de reloj:
  - Primera transferencia en el flanco ascendente.
  - Segunda transferencia en el flanco descendente.
- Utilizados con tarjetas gráficas inicialmente en 2001.
- Comienzan a ser soportadas por los Chipsets de Intel en 2002.
- Se alimentan generalmente a 2.5 v.
- Memoria DDR trabajando con dual-channel (doble canal): se instalan adecuadamente 2 módulos DDR y el sistema los ve como un único módulo consiguiendo duplicar el BW.
- Encapsulado TSOP.

La memoria  
**Tipos de memorias**  
Módulos de memoria  
Especificaciones de los módulos de memoria

Fast Page Mode RAM  
EDO RAM  
SDRAM  
**DDR SDRAM**  
DDR2 SDRAM

Módulo	Formato)	Chip	$f_{CLK}$	Ciclos/CLK	Vel. Bus	Bytes	BW
PC1600	DDR DIMM	DDR200	100MHz	2	200MT/s	8	1600MB/s
PC2100	DDR DIMM	DDR266	133MHz	2	266MT/s	8	2133MB/s
PC2700	DDR DIMM	DDR333	166MHz	2	333MT/s	8	2667MB/s
PC3200	DDR DIMM	DDR400	200MHz	2	400MT/s	8	3200MB/s
PC4000	DDR DIMM	DDR500	250MHz	2	500MT/s	8	4000MB/s
PC4300	DDR DIMM	DDR533	266MHz	2	533MT/s	8	4266MB/s

*Tasas de transferencia para módulo de memoria DDR SDRAM.*

## La memoria

### DDR2 SDRAM

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias**
  - Fast Page Mode RAM
  - EDO RAM
  - SDRAM
  - DDR SDRAM
  - DDR2 SDRAM**
  - RDRAM

- 3 Módulos de memoria

### Características de las memorias DDR2 SDRAM: Double Data Rate 2 SDRAM.

- JEDEC comienza a trabajar en el diseño en Abril 1998 y publica el estandar en Septiembre 2003.
- Aparecen los primeros módulos DDR2 a mitad de 2004.
- Ejemplos de chipsets que disponen controladores de este tipo de memoria: E7221 de Intel.
- Mejora: se duplica la velocidad de la memoria DDR aumentando la frecuencia de trabajo implantando nuevas tecnologías:
  - Uso de par de señales diferenciales para cada señal.
  - Se elimina ruido e interferencias.
  - Se disminuye la tensión de trabajo: 1.8 v (menos consumo y menor calor generado).
- Requiere aumentar considerablemente el número de patillas pasando de las 184 del módulo DDR a las 240 del módulo DDR2.

La memoria  
**Tipos de memorias**  
Módulos de memoria  
Especificaciones de los módulos de memoria

Fast Page Mode RAM  
EDO RAM  
SDRAM  
DDR SDRAM  
**DDR2 SDRAM**

Módulo	Formato)	Chip	$f_{CLK}$	T/CLK	Vel. Bus	Bytes	BW
PC2-3200	DDR2 DIMM	DDR2-400	200MHz	2	400MT/s	8	3200MB/s
PC2-4300	DDR2-DIMM	DDR2-533	266MHz	2	533MT/s	8	4266MB/s
PC2-5400	DDR2-DIMM	DDR2-667	333MHz	2	667MT/s	8	5333MB/s
PC2-6400	DDR2-DIMM	DDR2-800	400MHz	2	800MT/s	8	6400MB/s

*Tasas de transferencia para módulo de memoria DDR2 SDRAM.*



La memoria  
**Tipos de memorias**  
 Módulos de memoria  
 Especificaciones de los módulos de memoria

Fast Page Mode RAM  
 EDO RAM  
 SDRAM  
 DDR SDRAM  
**DDR2 SDRAM**

Module Standard	Module Format	Chip Type	Clock Speed (MHz)	Cycles per Clock	Bus Speed (MT/s)	Bus Width (Bytes)	Transfer Rate (MBps)
FPM	SIMM	60ns	22	1	22	8	177
EDO	SIMM	60ns	33	1	33	8	266
PC66	SDR DIMM	10ns	66	1	66	8	533
PC100	SDR DIMM	8ns	100	1	100	8	800
PC133	SDR DIMM	7/7.5ns	133	1	133	8	1,066
PC1600	DDR DIMM	DDR200	100	2	200	8	1,600
PC2100	DDR DIMM	DDR266	133	2	266	8	2,133
PC2700	DDR DIMM	DDR333	166	2	333	8	2,667
PC3200	DDR DIMM	DDR400	200	2	400	8	3,200
PC4000	DDR DIMM	DDR500	250	2	500	8	4,000
PC2-3200	DDR2 DIMM	DDR2-400	200	2	400	8	3,200
PC2-4300	DDR2 DIMM	DDR2-533	266	2	533	8	4,266
PC2-5400	DDR2 DIMM	DDR2-667	333	2	667	8	5,333

Carlos Elvira Izurtegui [carlos.elvira@unirioja.es](mailto:carlos.elvira@unirioja.es)

Hardware de servidores



## La memoria

### Módulos SIMM

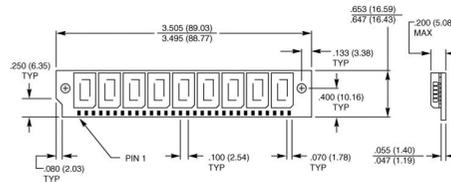
- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias
- 3 Módulos de memoria**
  - Módulos SIMM
  - Módulos DIMM
  - Módulos RIMM
- 4 Especificaciones de los módulos de memoria

El Chipset de la placa determina la capacidad y el tipo de memoria, y los módulos que es capaz de controlar a través de su North Bridge o de su MCH (AMD incorpora el controlador de memoria en su propio  $\mu P$  Opteron).

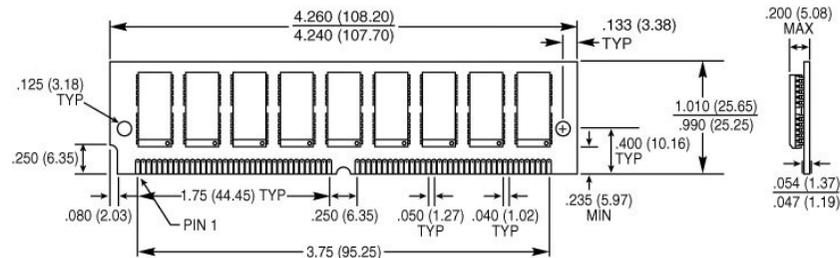
Módulos **SIMM**: Single Inline Memory Module.

- Dispone de 2 tipo de módulos:
  - Módulo de 30 terminales (8 bits de datos y uno de paridad).
  - Módulo de 72 terminales (32 bits de datos y 4 de paridad).  
Utilizados en servidores viejos.

### Módulo SIMM (Single Inline Memory Module) de 30 patillas.



### Módulo SIMM de 72 patillas.



## La memoria

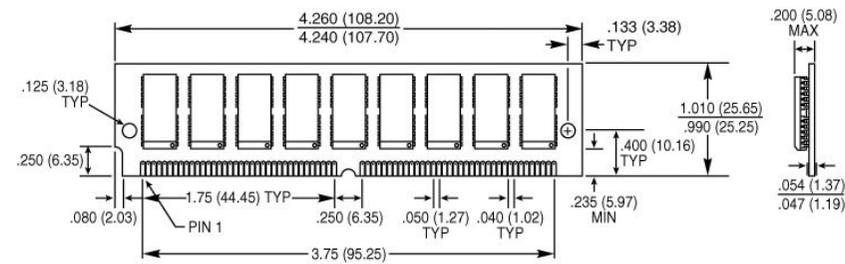
### Módulos DIMM

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias
- 3 Módulos de memoria**
  - Módulos SIMM
  - Módulos DIMM**
  - Módulos RIMM
- 4 Especificaciones de los módulos de memoria

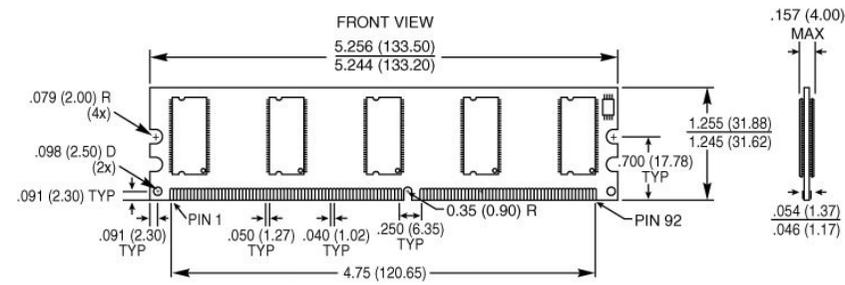
### Módulos **DIMM**: Dual Inline Memory Module.

- Dispone de 2 tipo de módulos:
  - Módulo SDRAM.
  - Módulo DDR.
  - Módulo RIMM.
- Posee diferencias físicas.

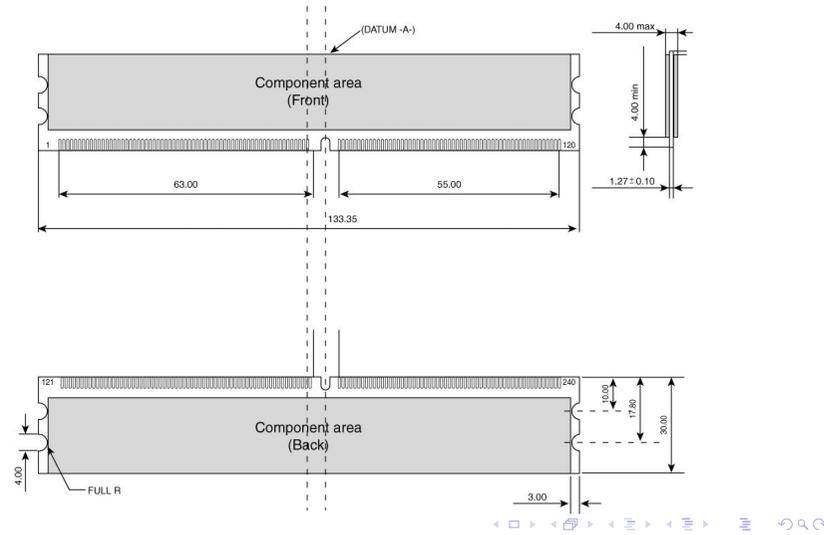
### Módulo DIMM (Dual Inline Memory Module) de 168 patillas (SDRAM).



### Módulo DIMM de 184 patillas (DDR).

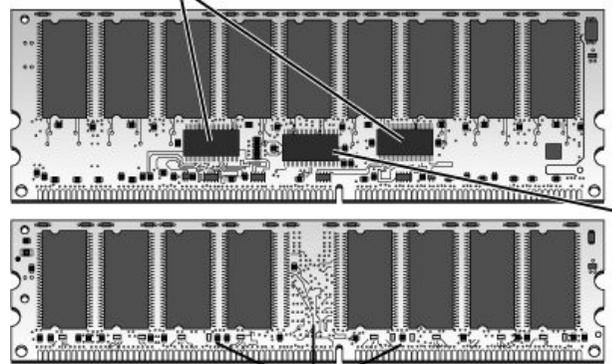


### Módulo DIMM de 240 patillas (DDR4).



### Módulo DDR2-ECC.

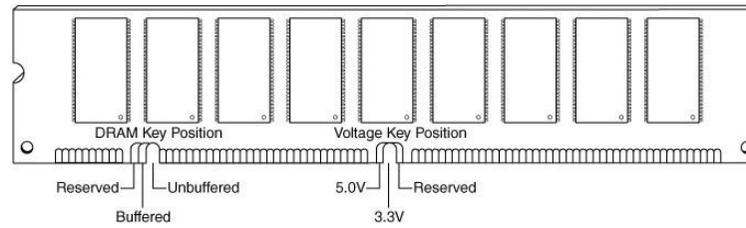
Parity chips for ECC error correction



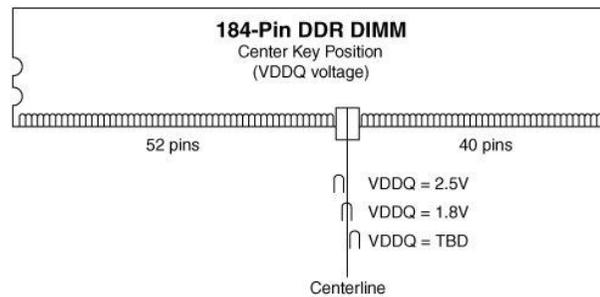
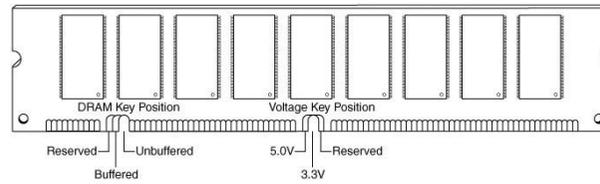
Buffer chip on registered DIMM

No parity or buffer chips on standard DIMM

## Módulo DDR2-ECC.



### Módulo DDR2-ECC.



## Especificaciones de los módulos de memoria

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias
- 3 Módulos de memoria
- 4 Especificaciones de los módulos de memoria**
  - Etiquetado y referencias de los módulos
  - Organización de los módulos
  - Velocidad de los módulos de memoria
  - Paridad y ECC

Para seleccionar un módulo/memoria hay que conocer las siguientes **especificaciones**:

- Etiquetado y **referencia** de los módulos.
- **Organización** de los módulos.
- **Velocidad** de los módulos.
- Módulos con **detección de paridad y ECC**.
- Módulos con **buffer**.
- Módulos **registrados**.

## La memoria

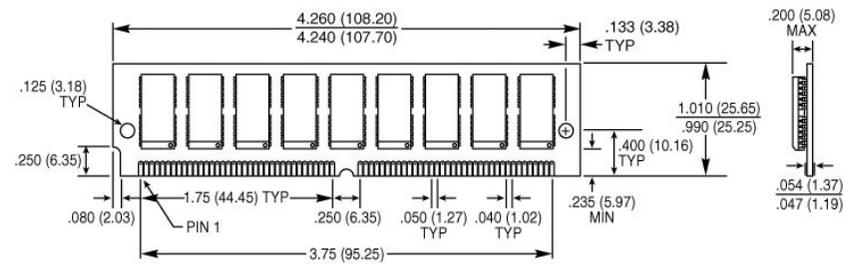
### Etiquetado y referencias de los módulos

- 1 La memoria
- 2 Tipos de memorias
- 3 Módulos de memoria
- 4 Especificaciones de los módulos de memoria
  - Etiquetado y referencias de los módulos
  - Organización de los módulos
  - Velocidad de los módulos de memoria
  - Paridad y ECC

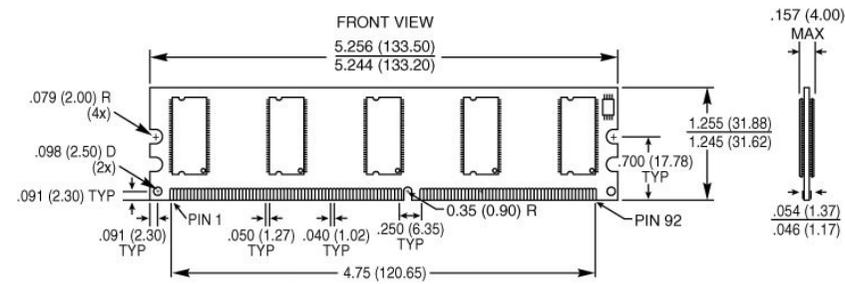
Módulos **DIMM**: Dual Inline Memory Module.

- Dispone de 2 tipo de módulos:
  - Módulo SDRAM.
  - Módulo DDR.
  - Módulo RIMM.
- Posee diferencias físicas.

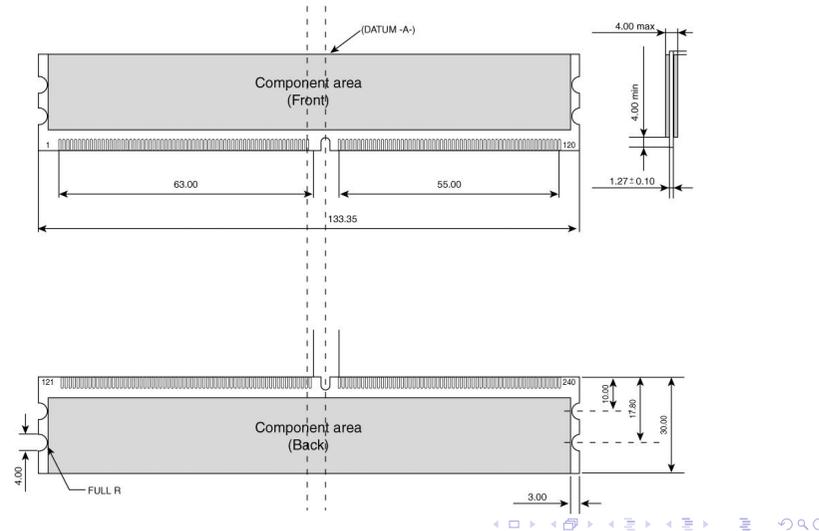
### Módulo DIMM (Dual Inline Memory Module) de 168 patillas (SDRAM).



### Módulo DIMM de 184 patillas (DDR).



### Módulo DIMM de 240 patillas (DDR4).



## Bibliografía

-  [Scott Mueller, Mark Edward Soper, Barrie Sosinsky](#)  
Upgrading and repairing servers  
[Que Publishing](#)
-  [Scott Mueller](#)  
Upgrading and repairing PCs  
[Que Publishing](#)