



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ  
ΚΑΙ ΣΤΑ  
ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

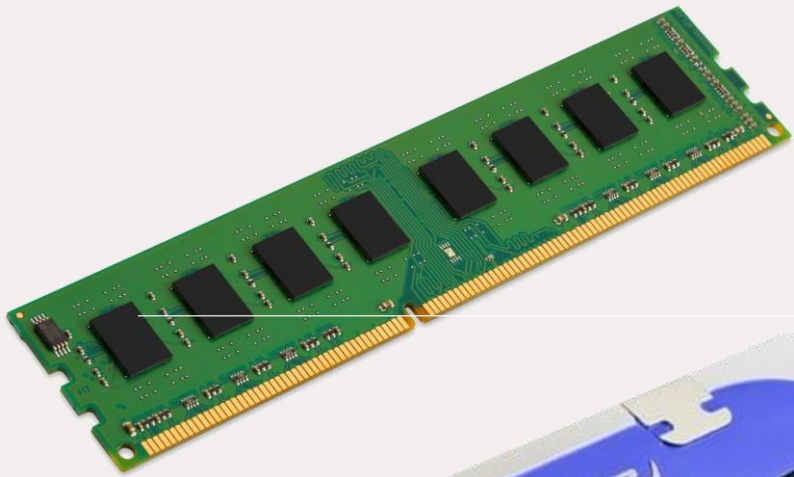
**ΜΕΡΟΣ Α΄**

**ΑΣΚΗΣΗ 3.2**

**Μνήμη RAM  
(Random Access Memory)**

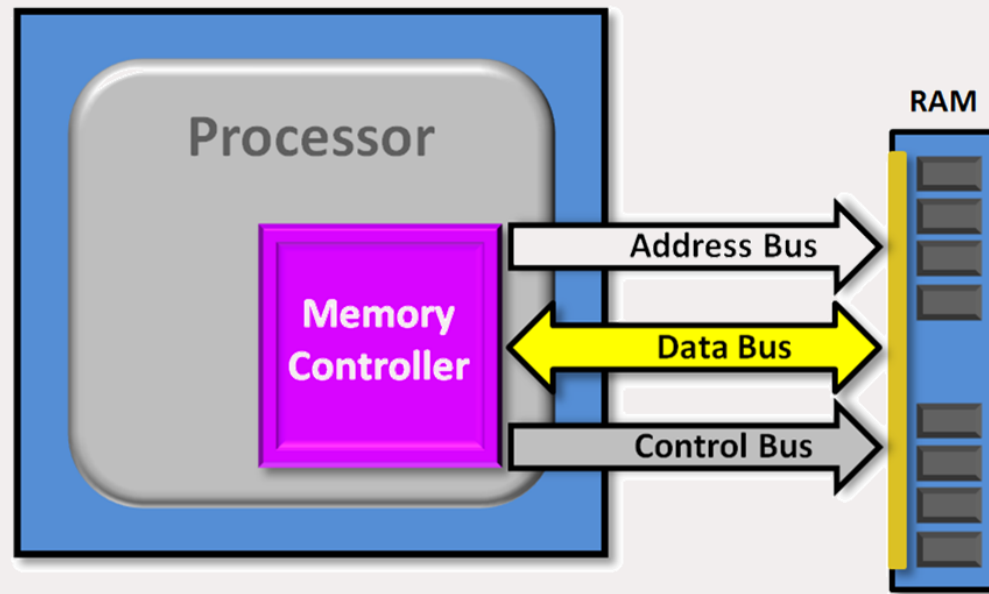
# Άρθρωμα μνήμης RAM

- ▲ Η μνήμη RAM, που χρησιμοποιείται σε σταθερούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές, αποτελείται από ολοκληρωμένα κυκλώματα, τοποθετημένα πάνω σε μικρές παραλληλόγραμμες πλακέτες τυπωμένου κυκλώματος, διαστάσεων περίπου 133mm x 30mm που ονομάζονται **άρθρωμα μνήμης (Memory modules) ή DIMM**.



# Σύνδεση CPU με RAM - 1

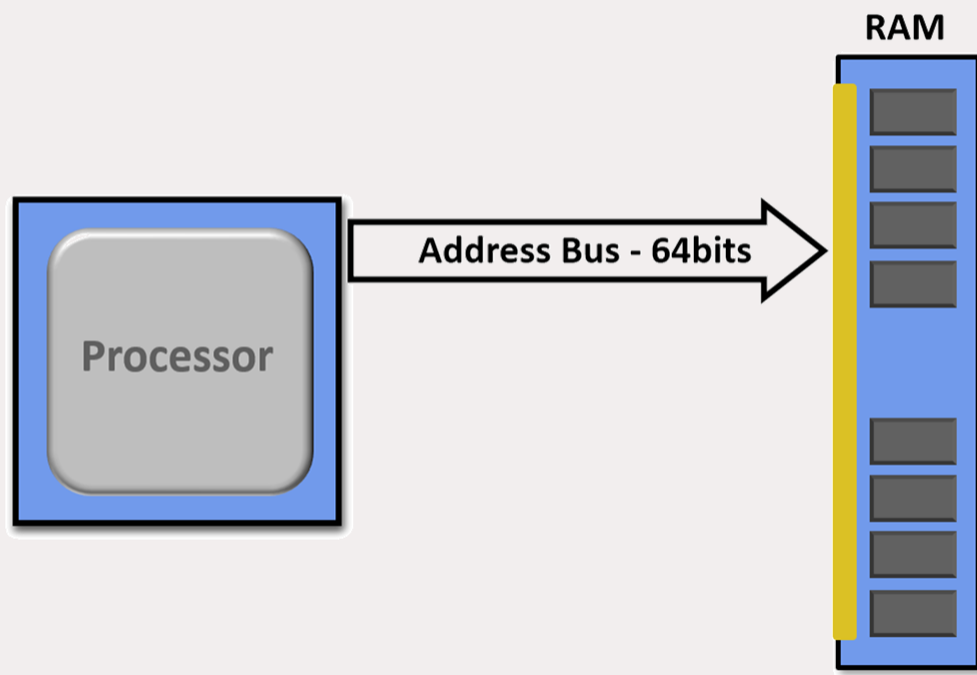
- ▲ Ο επεξεργαστής επικοινωνεί με τη μνήμη RAM, μέσω ενός κυκλώματος που ονομάζεται **ελεγκτής μνήμης (Memory Controller)** και βρίσκεται μέσα στο chip του.



- ▲ Ο όρος **προσπέλαση στη μνήμη** αναφέρεται στη δυνατότητα του επεξεργαστή να αποκτήσει πρόσβαση σε μια συγκεκριμένη θέση της μνήμης (διεύθυνση μνήμης) για ανάγνωση ή εγγραφή δεδομένων. Η ταχύτητα ή ο χρόνος προσπέλασης στη μνήμη είναι σημαντικός παράγοντας για την απόδοση ενός υπολογιστικού συστήματος.

## Σύνδεση CPU με RAM - 2

- ▲ Από τον **διάδρομο διευθύνσεων (Address Bus)**, ο επεξεργαστής στέλνει (σε δυαδική μορφή) τη διεύθυνση μνήμης (θέση μνήμης), στην οποία θέλει να γίνει η εγγραφή ή ανάγνωση δεδομένων.



# Σύνδεση CPU με RAM - 3

- ▲ Το «μήκος» ή «εύρος» του address bus είναι **64bit**, δηλαδή χονδρικά αποτελείται από 64 ξεχωριστούς αγωγούς, που από τον καθένα τους μεταφέρεται ένα bit κάθε φορά, έτσι ο μέγιστος αριθμός θέσεων μνήμης που προκύπτει είναι:

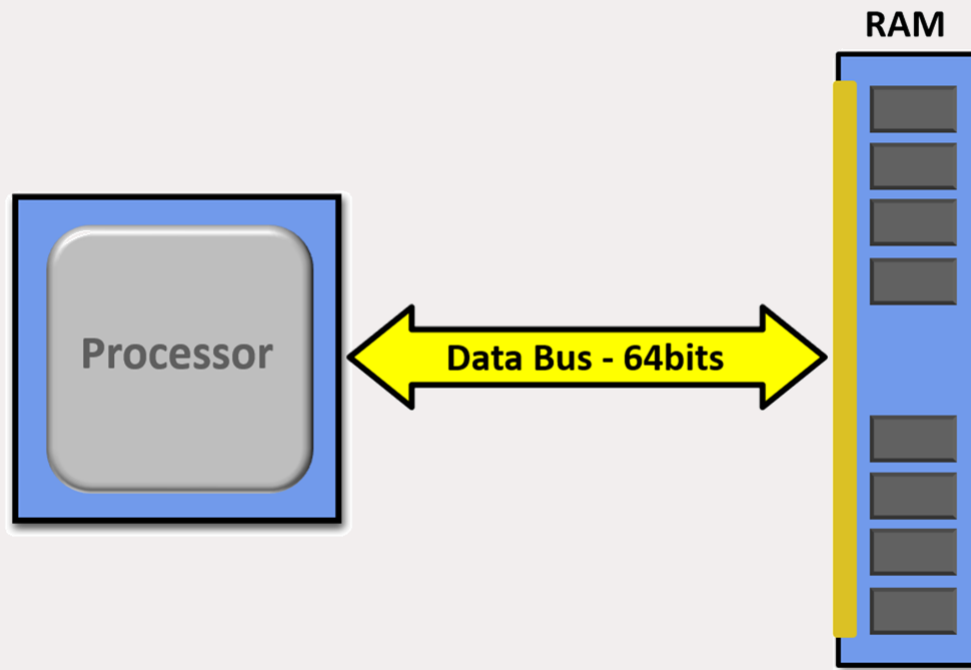
$$2^{64} \approx 16 \text{ εκατομμύρια TeraBytes} = 16 \text{ ExaBytes.}$$

- ▲ Σε συστήματα προηγούμενης γενιάς, το μήκος του address bus ήταν 32bit, και ο μέγιστος αριθμός θέσεων μνήμης που μπορούσε να χειριστεί το σύστημα ήταν:

$$2^{32} \approx 4.000.000.000 \text{ Bytes} = 4 \text{ GigaBytes.}$$

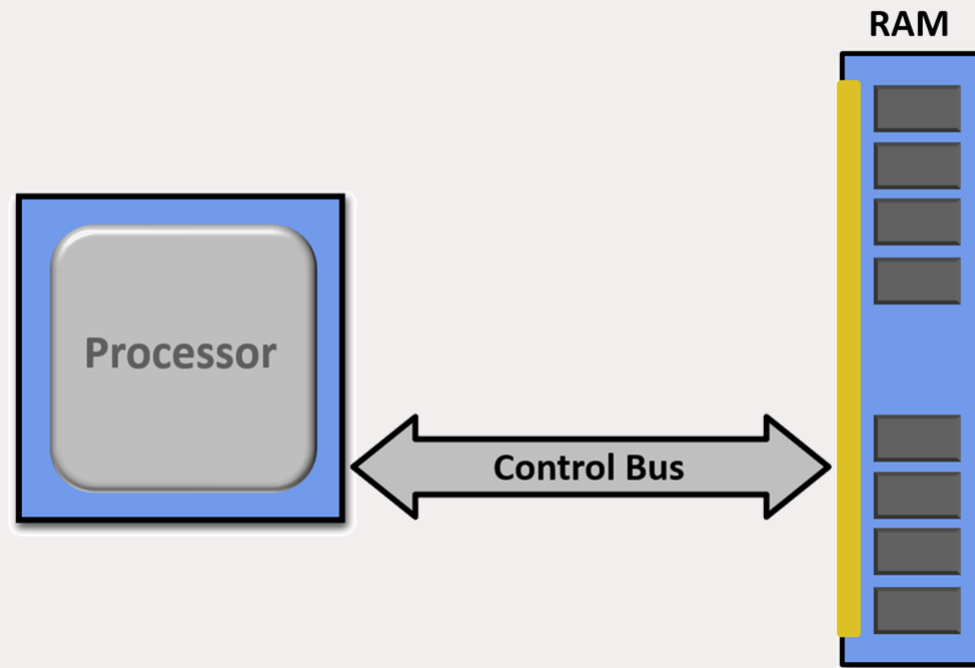
# Σύνδεση CPU με RAM - 4

- ▲ Από τον **διάδρομο δεδομένων (Data Bus)** διακινούνται, τα δυαδικά δεδομένα μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης.
- ▲ Ο διάδρομος αυτός έχει μήκος **64bit**, δηλαδή κάθε φορά μετακινούνται, από τη CPU προς τη RAM ή από τη RAM προς τη CPU, ταυτόχρονα 64bit, ως ένα ενιαίο σύνολο.



# Σύνδεση CPU με RAM - 5

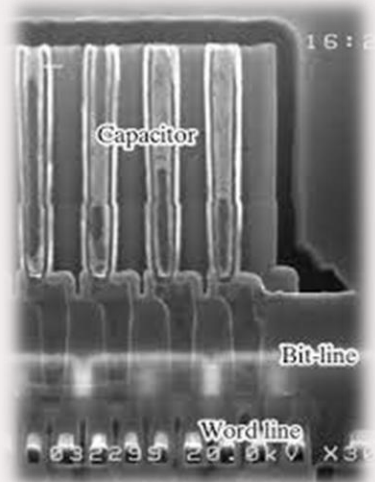
- ▲ Μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης RAM διακινούνται επίσης ηλεκτρικά σήματα ελέγχου, μέσω αγωγών, όπου όλοι μαζί αποτελούν ένα σύνολο που ονομάζεται **διάδρομος ελέγχου (Control Bus)**.
- ▲ Τα σήματα ελέγχου αφορούν σε εντολές, όπως εγγραφή δεδομένων, ανάγνωσης δεδομένων κλπ.



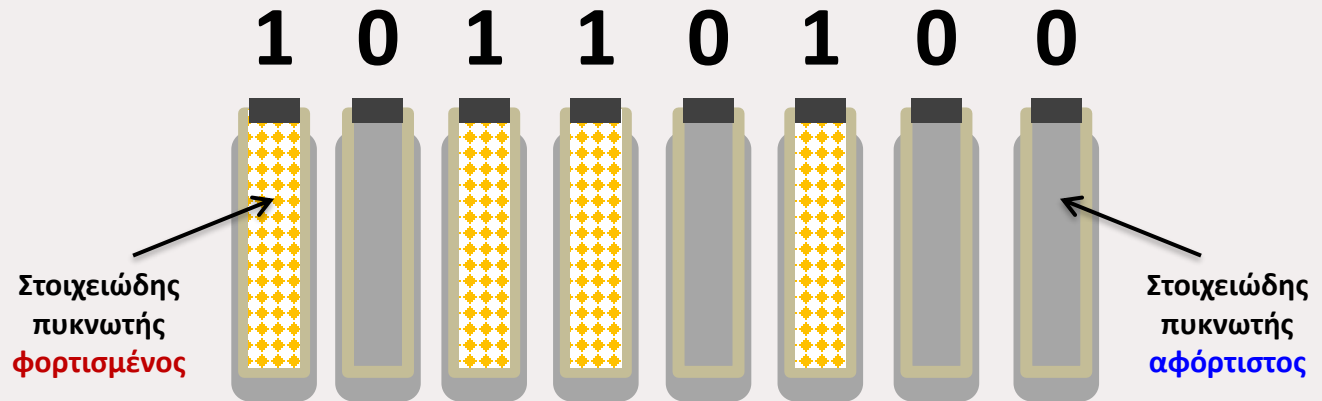
# Είδη RAM - 1

## SDRAM (Synchronous Dynamic RAM)

- Η SDRAM αποτελείται από στοιχώδεις πυκνωτές, όπου κάθε φορτισμένος πυκνωτής αντιστοιχεί σε «λογικό 1», ενώ ο αφόρτιστος πυκνωτής σε «λογικό 0».

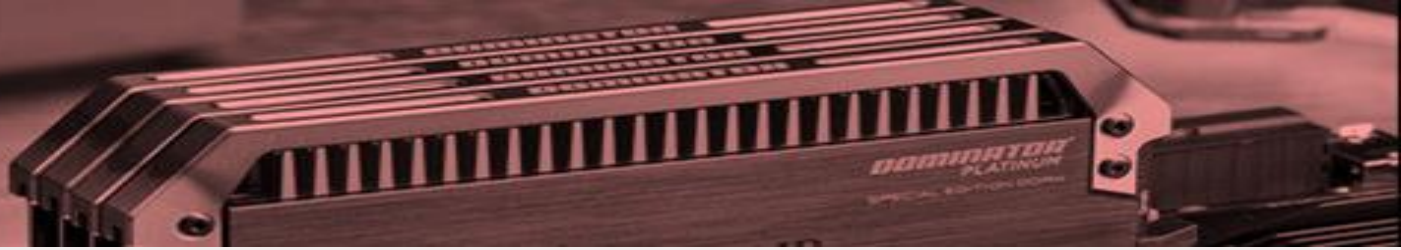


Εσωτερικό τμήματος τσιπ DRAM



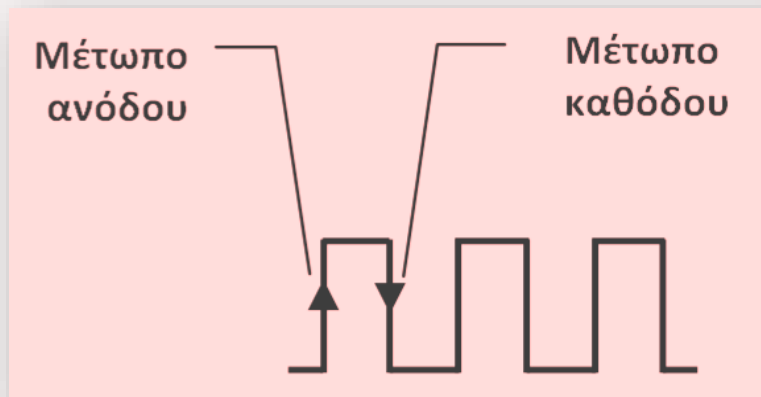
- Επειδή οι στοιχώδεις πυκνωτές της μνήμης RAM, χάνουν το φορτίο τους με την πάροδο του χρόνου (φαινόμενο εκφόρτισης), κάθε μνήμη τύπου SDRAM συνοδεύεται από ένα κύκλωμα ανανέωσης του φορτίου των ήδη φορτισμένων πυκνωτών της. Στην πράξη, η **ανανέωση (refresh)** γίνεται αυτόματα, με την περιοδική ανάγνωση των δεδομένων της μνήμης.

# Είδη RAM - 2

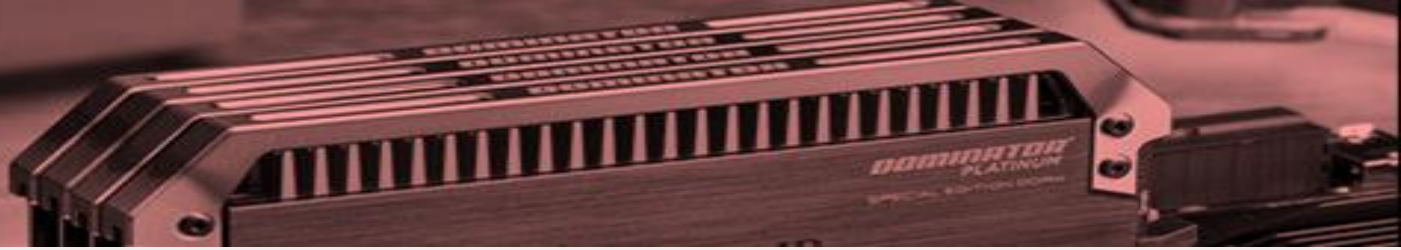


## DDR (Double Data Rate) - I

- ▲ Οι DDR, είναι μνήμες SDRAM, που χρησιμοποιούν όμως και τα δύο μέτωπα (ανόδου - καθόδου) του ωρολογιακού παλμού χρονισμού τους, για τη μεταφορά δεδομένων.
- ▲ Έτσι, στη διάρκεια ενός ωρολογιακού παλμού (κύκλος ρολογιού), μπορεί να γίνει δύο φορές προσπέλαση στη μνήμη, για ανάγνωση ή εγγραφή δεδομένων.



# Είδη RAM - 3



## DDR (Double Data Rate) - II

- ▲ Αν μια μνήμη SDRAM μπορεί να προσκομίσει 1 bit, στη διάρκεια ενός ωρολογιακού παλμού, η μνήμη DDR μπορεί να προσκομίσει **2 bit**.
- ▲ Αυτό το χαρακτηριστικό της DDR ισοδυναμεί με διπλασιασμό της συχνότητας λειτουργίας της.

### Παράδειγμα:

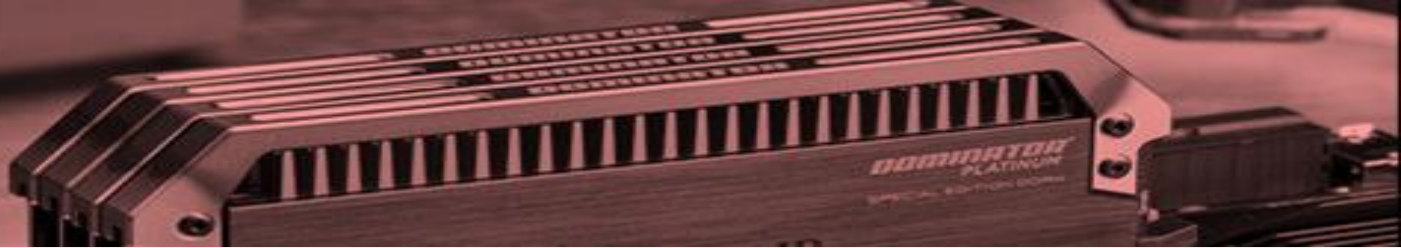
Μια μνήμη DDR που λειτουργεί με ωρολογιακούς παλμούς συχνότητας 200MHz, στην πράξη θεωρείται ότι λειτουργεί με συχνότητα 400MHz.

# Είδη RAM - 4

## DDR2 - DDR3

- ▲ Οι μνήμες **DDR2**, όπως και οι DDR, χρησιμοποιούν και τα δύο μέτωπα του ωρολογιακού παλμού. Όμως, έχουν τη δυνατότητα, σε κάθε μέτωπο παλμού, να προσκομίζουν 2 bit, δηλαδή συνολικά **4 bit**.
- ▲ Οι μνήμες **DDR3** αποτελούν την εξέλιξη των μνημών DDR2 και έχουν την δυνατότητα να προσκομίζουν **8 bit**, στην διάρκεια ενός ωρολογιακού παλμού.
- ▲ Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην εσωτερική δομή του τσιπ της μνήμης και στα ειδικά κυκλώματα ενδιάμεσης κράτησης δεδομένων (buffers), τα οποία στην προκειμένη περίπτωση είναι τέσσερα (DDR2) ή οκτώ (DDR3), αντί των δύο που είναι στις μνήμες DDR.

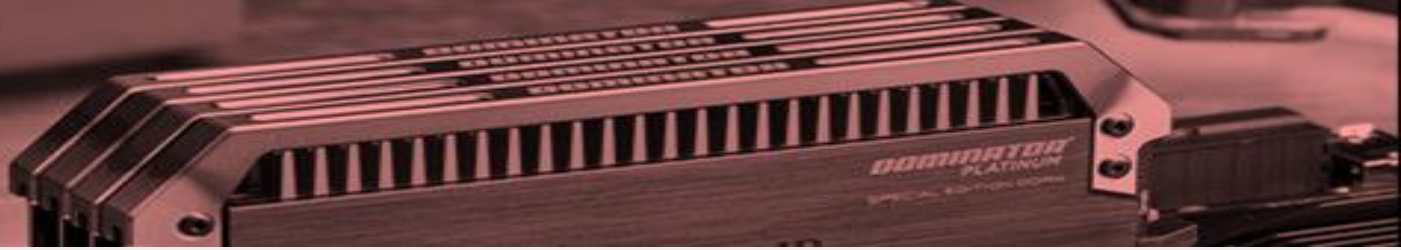
# Είδη RAM - 5



## DDR4

- ▲ Οι μνήμες DDR4, όπως και οι DDR3, προσκομίζουν 8 bit κατά τη διάρκεια ενός ωρολογιακού παλμού. Λόγω της βελτίωσης της τεχνολογίας ολοκλήρωσης μπορούν και λειτουργούν με μικρότερη τάση και κατά συνέπεια χρειάζονται λιγότερη ενέργεια, ενώ θερμαίνονται λιγότερο.
- ▲ Οι μνήμες που χρειάζονται μικρότερη τάση, μπορούν να λειτουργούν επίσης και σε υψηλότερες συχνότητες, σε σχέση με αυτές που απαιτούν μεγαλύτερη τάση και με τον τρόπο αυτό αυξάνεται ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων, καθώς ελέγχεται καλύτερα η θερμοκρασία των ο.κ. της μνήμης.
- ▲ Η ταχύτητα των μνημών DDR4 είναι αρκετά υψηλότερη από αυτήν των DDR3, καθώς οι πρώτες λειτουργούν σε συχνότητες έως και **5333MHz**, ενώ οι DDR3 φτάνουν στα 2133MHz. Επίσης, οι μνήμες DDR4 έχουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση.

# Είδη RAM - 6



## DDR5 - I

- ▲ Οι μνήμες DDR5 αποτελούν την εξέλιξη των DDR4. Η DDR5 λειτουργούν σε συχνότητες από **3200MHz** μέχρι **8400MHz**.
- ▲ Η τάση λειτουργίας των DDR5 είναι χαμηλότερη από την τάση των DDR4. Οι DDR4 λειτουργούν σε τάση 1,2 V, ενώ οι DDR5 σε τάση 1,1 V. Για τον λόγο αυτό οι DDR5 καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τις DDR4, μειώνοντας τη θερμική διαχείριση και το κόστος λειτουργίας.
- ▲ Επιπλέον, οι DDR5 διαθέτουν ενσωματωμένα κυκλώματα διαχείρισης ενέργειας (Power Management Integrate Circuits - PMIC), τα οποία βοηθούν στη ρύθμιση της ισχύος που απαιτείται από τα διάφορα εξαρτήματα της μονάδας μνήμης.
- ▲ Οι DDR5 υποστηρίζουν χωρητικότητες 64GB, ανά DIMM (άρθρωμα), ενώ οι DDR4 υποστηρίζουν μέχρι 32GB, ανά DIMM.

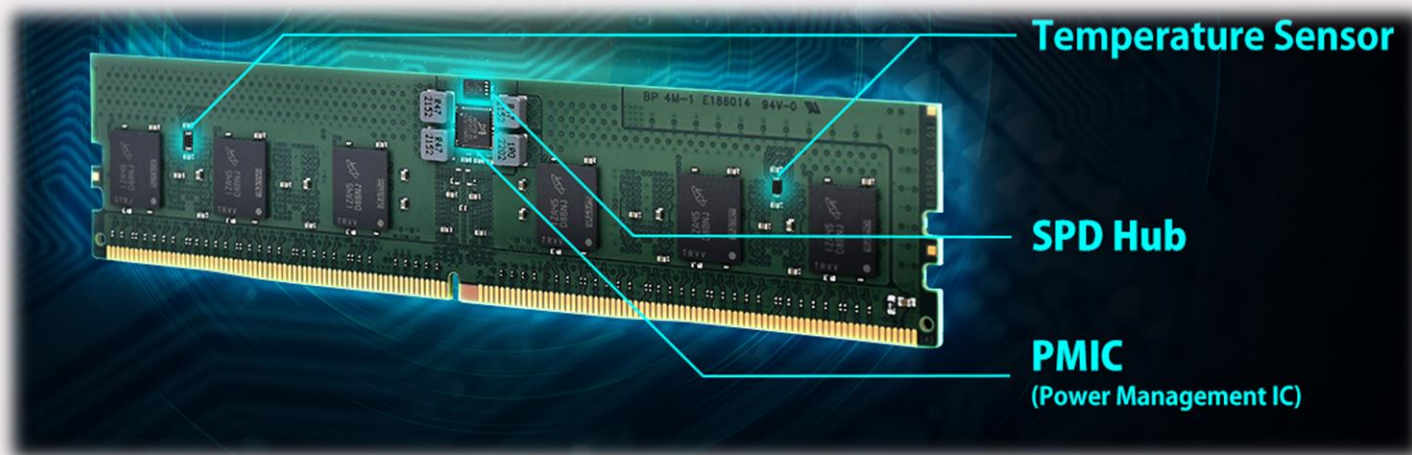


## DDR5 - II

- ▲ Οι DDR5 χωρίζουν τη μονάδα μνήμης σε δύο ανεξάρτητα διευθυνσιοδοτούμενα υποκανάλια 32-bit για να αυξηθεί η απόδοση και να μειωθούν οι καθυστερήσεις. Το πλάτος δεδομένων της μονάδας DDR5 εξακολουθεί να είναι 64bit, ωστόσο, η διάσπασή του σε δύο κανάλια 32-bit αυξάνει τη συνολική απόδοση.
- ▲ Στις μνήμες DDR τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ομάδες που ονομάζονται **Bank**. Οι μνήμες DDR5 μπορεί να έχουν συνολικά 32 Bank, ενώ οι DDR4, 16 Bank. Αυτό σημαίνει ότι οι DDR5 παρέχουν διπλάσια δεδομένα στον δίαυλο δεδομένων και συνεπώς είναι ταχύτερες από τις DDR4.

# Είδη RAM - 8

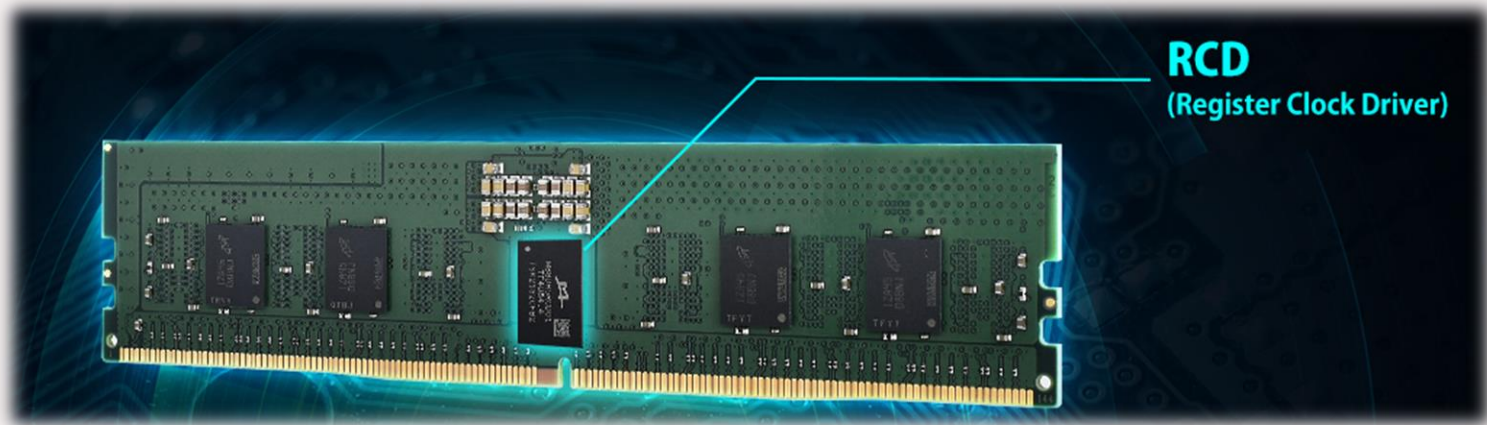
## DDR5 - III



- ▲ Το **SPD (Serial Presence Detect)** είναι ένα μικρό κύκλωμα που ενσωματώνεται σε κάθε DIMM και περιέχει πληροφορίες για τις παραμέτρους της μνήμης, όπως η συχνότητα λειτουργίας, οι χρονισμοί CAS latency κ.ά. Η πληροφορία SPD αναγνωρίζονται από το σύστημα και χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση των παραμέτρων του υπολογιστή, για την καλύτερη απόδοση και σταθερότητα της μνήμης. Το SPD βρίσκεται, συνήθως, σε μία ειδική EEPROM που ενσωματώνεται στην πλακέτα του DIMM.

# Είδη RAM - 9

## DDR5 - IV



- ▲ Το **RCD (Register Clock Driver)** είναι ένας ενσωματωμένος ελεγκτής στη μνήμη DDR5 που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο εισόδου και εξόδου δεδομένων του συστήματος μνήμης. Ο RCD ελέγχει τη διασύνδεση μεταξύ του ελεγκτή μνήμης και των chip μνήμης και διαχειρίζεται το σήμα clock για τη συγχρονισμένη μεταφορά των δεδομένων. Ο βασικός σκοπός του RCD είναι να βελτιώσει την απόδοση της μνήμης DDR5 και να εξασφαλίσει τη σταθερότητα του συστήματος.

# Τεχνικά χαρακτηριστικά των RAM - 1

## Χωρητικότητα

- ▲ Η χωρητικότητα της RAM εκφράζει την ποσότητα των δεδομένων που μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτήν και μετριέται σε **GBytes** ( $= 1.10^9$  Bytes).
- ▲ Για τα 64μπιτα συστήματα, με το αντίστοιχο λειτουργικό σύστημα, κατώτερο όριο μνήμης RAM θεωρούνται τα 4GB. Για τυπικές εργασίες γραφείου χρησιμοποιούνται RAM 8GB.
- ▲ Στο εμπόριο προσφέρονται αρθρώματα μνήμης (DIMM) με χωρητικότητες 4GB, 8GB, 16GB, 32GB και 64GB.



# Τεχνικά χαρακτηριστικά των RAM - 2



## Συχνότητα

- ▲ Η συχνότητα λειτουργίας της μνήμης είναι ένα μέτρο της ταχύτητας, με την οποία μπορεί να κάνει ανάγνωση ή εγγραφή δεδομένων, χωρίς να είναι ο μοναδικός παράγοντας που την επηρεάζει.
- ▲ Η ονομαστική συχνότητα της μνήμης RAM είναι διπλάσια από την πραγματική συχνότητα των ωρολογιακών παλμών που τη χρονίζουν.
- ▲ Η ονομαστική συχνότητα των μνημών κυμαίνεται από 400MHz μέχρι τα 8400MHz.

# Τεχνικά χαρακτηριστικά των RAM - 3

## Ρυθμός μεταφοράς δεδομένων

- ▲ Ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων μιας μνήμης RAM είναι ανάλογος της ονομαστικής συχνότητας λειτουργίας της, αναφέρεται επίσης και ως bandwidth (BW).

### Παράδειγμα:

Μια 64μπιτη μνήμη, που λειτουργεί στα 400MHz, μεταφέρει 25.600.000.000 bit (=  $400.000.000\text{Hz} \times 64\text{bit}$ ) το δευτερόλεπτο ή **25,6Gbps**.

Για να βρούμε τον ρυθμό μεταφοράς δεδομένων σε Bytes, διαιρούμε αυτό τον αριθμό δια του 8, δηλαδή  $25.600.000.000 / 8$  και έχουμε 3,2GBytes/sec ή **3,2GBps**

# Τεχνικά χαρακτηριστικά των RAM - 4

## Data transfer

- ▲ Το data transfer αναφέρεται στο συνολικό όγκο δεδομένων που μεταφέρεται μεταξύ CPU και RAM.

### Παράδειγμα:

Για μια συγκεκριμένη RAM, ο κατασκευαστής μας δίνει **6000MT/s** (Mega Transfer ανά δευτερόλεπτο),

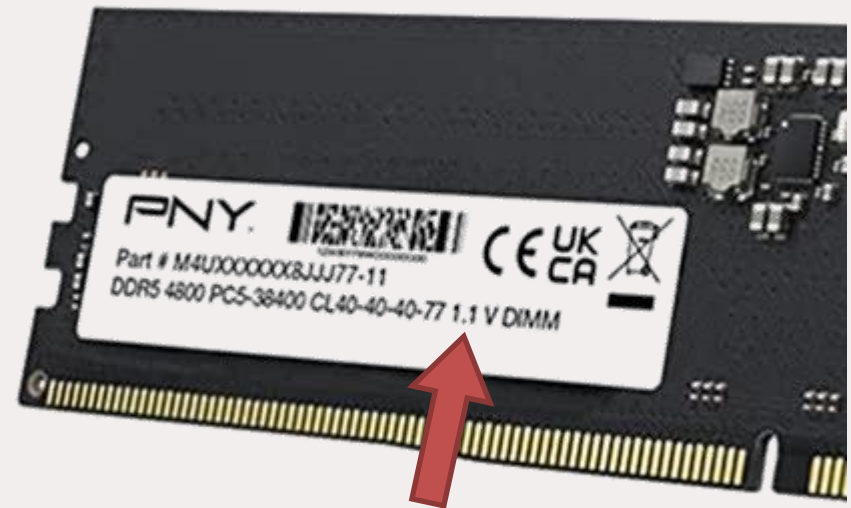
- Εάν 1 Transfer = 64bit, τότε ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων θα είναι:  
 $6.000M \times 64 = 384Gbit/sec$  ή  $384G / 8bit = \mathbf{48GByte/sec}$
- Εάν όμως 1 Transfer = 128bit (περίπτωση dual channel), τότε θα έχουμε ρυθμό μεταφοράς **96GByte/sec**

# Τεχνικά χαρακτηριστικά των RAM - 5

## Τάση λειτουργίας

- Οι τιμές τάσης λειτουργίας των μνημών διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος τους.

ΕΙΔΟΣ ΜΝΗΜΗΣ	ΤΑΣΗ
DDR	2,5 / 2,6V
DDR2	1,8V / 1,9V
DDR3	1,35V / 1,5V
DDR4	1,2V / 1,5V
DDR5	1,1V / 1,6V

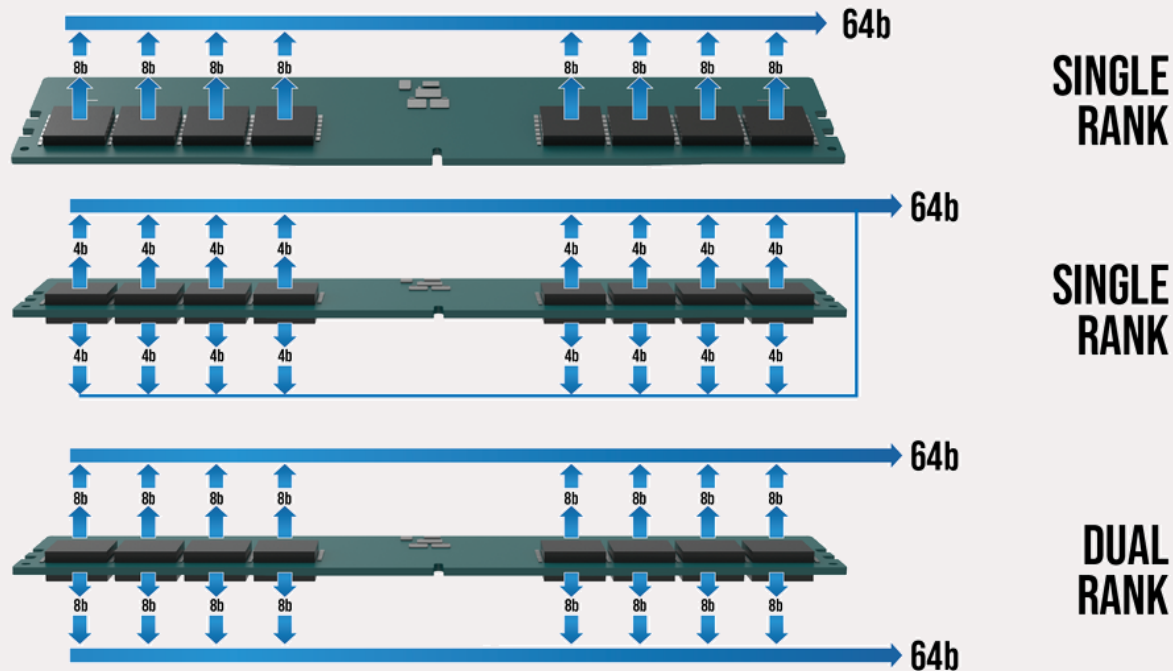


- Η δυνατότητα ρύθμισης της τάσης λειτουργίας της μνήμης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της μητρικής πλακέτας. Σε κάθε περίπτωση οι χαμηλότερες τιμές τάσης είναι πιο ασφαλείς για τη λειτουργία της.

# Τεχνικά χαρακτηριστικά των RAM - 6

## Memory ranks

### DRAM RANKS



- ▲ Τα **Ranks** είναι φυσικά διαχωρισμένα τμήματα της μνήμης που λειτουργούν ως ανεξάρτητες οντότητες. Κάθε Rank περιέχει ένα σύνολο ολοκληρωμένων κυκλωμάτων μνήμης (memory chips), τα οποία λειτουργούν συγχρόνως για να παράγουν δεδομένα.

# Τεχνικά χαρακτηριστικά των RAM - 7

## ECC

- ▲ Το **ECC (Error-Correcting Code)** είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στις μνήμες RAM για να εξασφαλίζεται η ακεραιότητα των δεδομένων και η αποφυγή λαθών κατά την ανάγνωση ή την εγγραφή στη μνήμη.
- ▲ Οι μνήμες που διαθέτουν ECC περιλαμβάνουν ένα επιπλέον bit από ένα κανονικό module μνήμης, το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και τη διόρθωση των λαθών που εντοπίζονται κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης ή της εγγραφής στη μνήμη.
- ▲ Ωστόσο, δεν υποστηρίζουν όλες οι μνήμες την τεχνολογία ECC. Η ECC είναι μια προαιρετική λειτουργία και οι μνήμες που την υποστηρίζουν είναι, συνήθως, πιο ακριβές. Επιπλέον, το σύστημα θα πρέπει να είναι συμβατό με την τεχνολογία ECC για να μπορεί να επωφεληθείτε από τα πλεονεκτήματά της.

# Κωδικοποιημένη ονομασία / Εμπορικός τύπος

Ονομαστική συχνότητα λειτουργίας

Εμπορικός  
τύπος

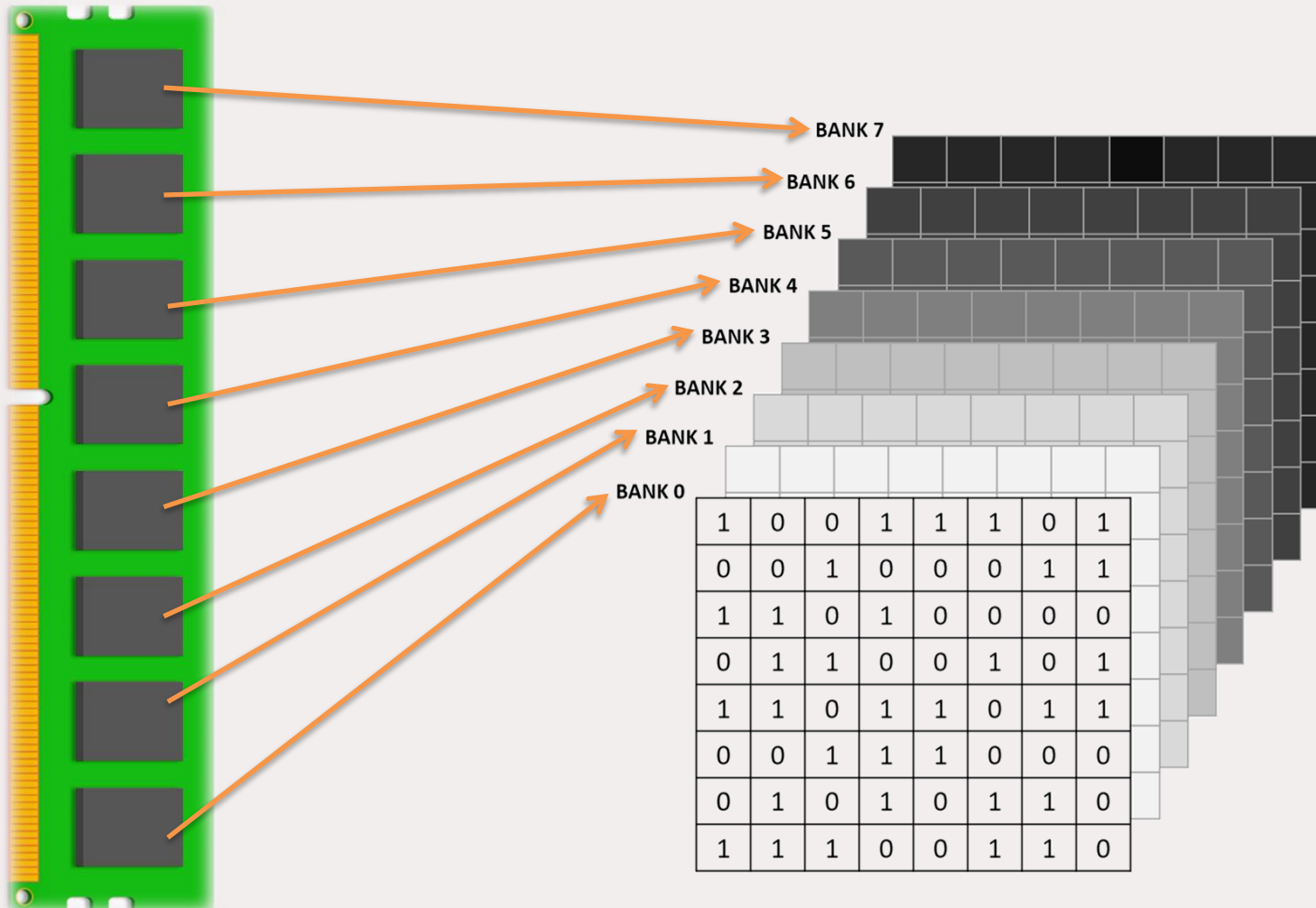


# Τυποποίηση των RAM (Ενδεικτικός πίνακας)

ΕΙΔΟΣ ΜΝΗΜΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΑΡΘΡΩΜΑΤΟΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΛΜΩΝ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ
DDR - 333	PC - 2700	166MHz	6ns	166MHz (x2)	2,7GB/sec
DDR - 400	PC - 3200	200MHz	5ns	200MHz (x2)	3,2GB/sec
DDR2 - 400	PC2 - 3200	200MHz	5ns	100MHz (x4)	3,2GB/sec
DDR2 - 533	PC2 - 4200	266MHz	3,75ns	133MHz (x4)	4,2GB/sec
DDR2 - 667	PC2 - 5300	333MHz	3ns	166MHz (x4)	5,3GB/sec
DDR2 - 800	PC2 - 6400	400MHz	2,5ns	200MHz (x4)	6,4GB/sec
DDR2-1066	PC2 - 8500	533MHz	1,88ns	266MHz (x4)	8,5GB/sec
DDR3 -1066	PC3 - 8500	533MHz	1,88ns	133MHz (x8)	8,5GB/sec
DDR3 -1333	PC3 -10666	667MHz	1,5ns	166MHz (x8)	10,6GB/sec
DDR3 -1600	PC3 -12888	800MHz	1,25ns	200MHz (x8)	12,8GB/sec
DDR3 -1866	PC3 -14900	933MHz	1,07ns	233MHz (x8)	14,9GB/sec
DDR3 -2133	PC3 -17000	1066MHz	0,94ns	266MHz (x8)	17,0GB/sec
DDR4 -1600	PC4 -12888	800MHz	1,25ns	200MHz (x8)	12,8GB/sec
DDR4 -1866	PC4 -14900	933MHz	1,07ns	233MHz (x8)	14,9GB/sec
DDR4 -2133	PC4 -17000	1066MHz	0,94ns	266MHz (x8)	17,0GB/sec
DDR4 -2400	PC4 - 19200	1200MHz	0,83ns	300MHz (x8)	19,2GB/sec
DDR4 -2666	PC4 - 21300	1333MHz	0,75ns	333MHz (x8)	21,3GB/sec
DDR4 -3200	PC4 - 25600	1600MHz	0,63ns	400MHz (x8)	25,6GB/sec

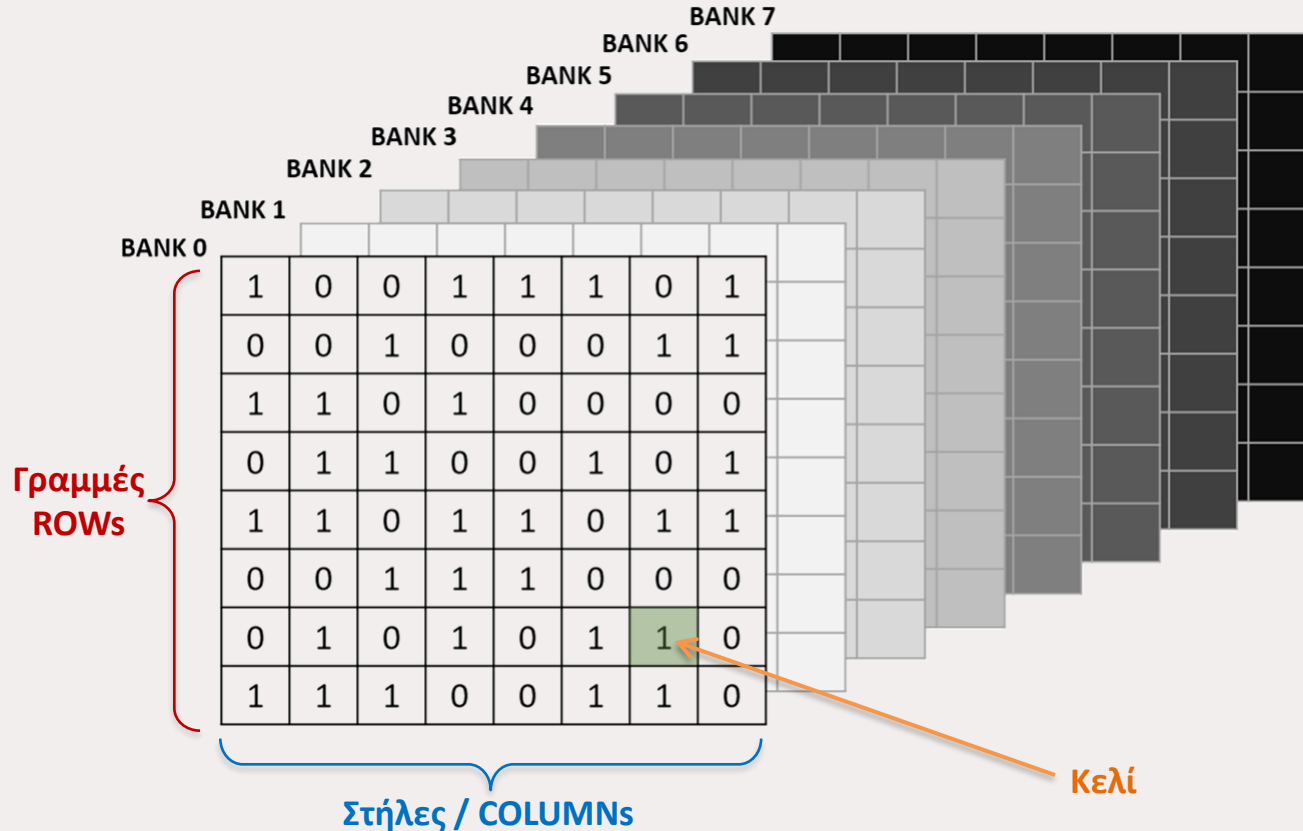
# Χρονισμός μνήμης - 1

- ▲ Τα τσιπ της μνήμης, εσωτερικά, αποτελούνται από ομάδες «κελιών», που ονομάζονται **BANKS**.



# Χρονισμός μνήμης - 2

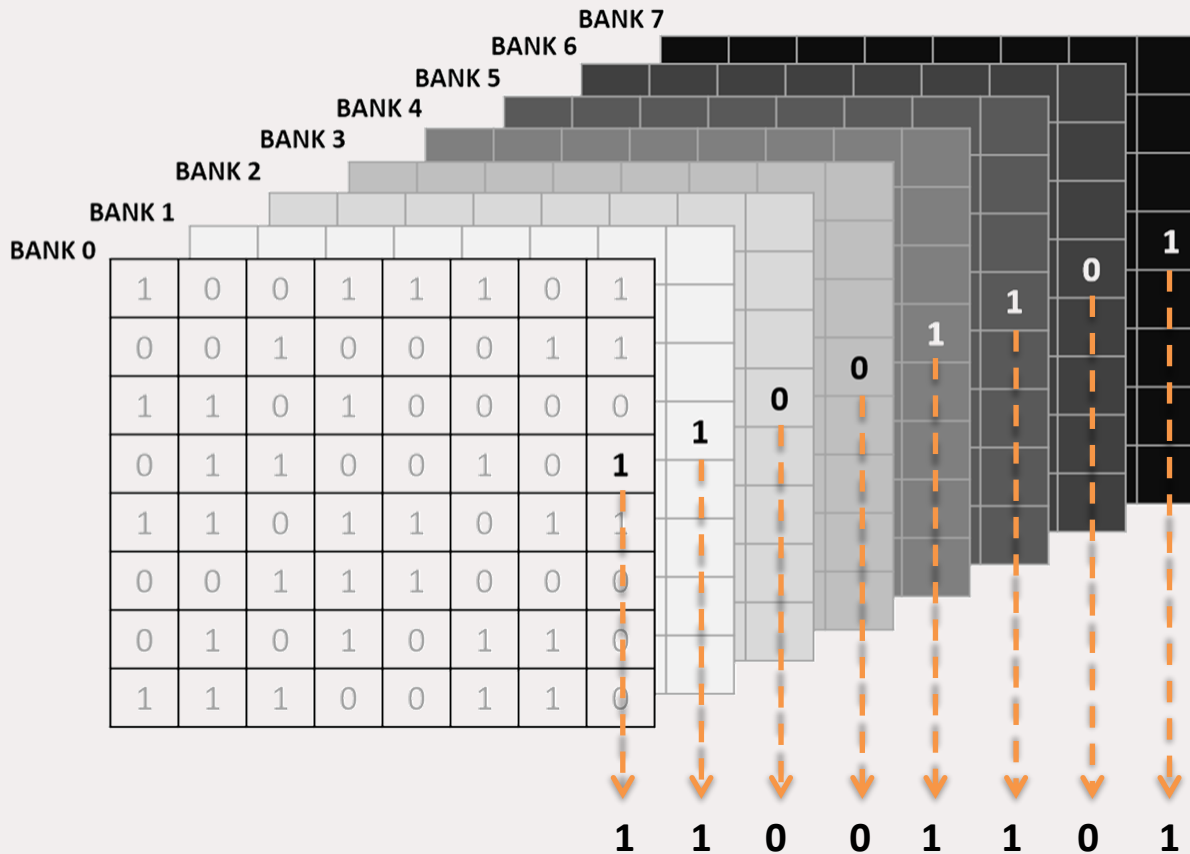
- ▲ Κάθε BANK διαθέτει έναν συγκεκριμένο αριθμό κελιών. Τα κελιά αυτά είναι διατεταγμένα σε σχήμα πλέγματος (γραμμές x στήλες).
- ▲ Σε κάθε κελί μπορεί να αποθηκευτεί ένα bit.





# Χρονισμός μνήμης - 4

- Κάθε φορά γίνεται ταυτόχρονη προσπέλαση στα κελιά της επιλεγμένης γραμμής και στήλης όλων των BANK.



Στο παράδειγμα, επιλέγονται τα κελιά που βρίσκονται στη γραμμή 4 και στη στήλη 8, όλων των BANK.

# Χρονισμός μνήμης - 5

- ▲ Για την ανάγνωση ή την εγγραφή δεδομένων στη μνήμη χρειάζεται να γίνουν κάποιες προκαθορισμένες λειτουργίες από τον ελεγκτή μνήμης. Κάθε μια από τις οποίες απαιτεί ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για την ολοκλήρωσή της.
- ▲ Τα χρονικά διαστήματα που απαιτούνται για ολοκλήρωση των λειτουργιών της μνήμης ονομάζονται **χρόνοι υστέρησης (Latency times)** και σχετίζονται με την ταχύτητα λειτουργίας της μνήμης.
- ▲ Συνήθως, οι κατασκευαστές δίνουν τέσσερεις χρόνους υστέρησης, με τη μορφή τεσσάρων αριθμών που χωρίζονται μεταξύ τους με μία παύλα, π.χ. **15-15-15-35** ή **16-18-18-39**.
- ▲ Αυτοί οι τέσσερεις αριθμοί αναφέρονται σε κύκλους ρολογιού.

# Χρονισμός μνήμης - 6

## CAS Latency (Column Access Strobe) ή CL

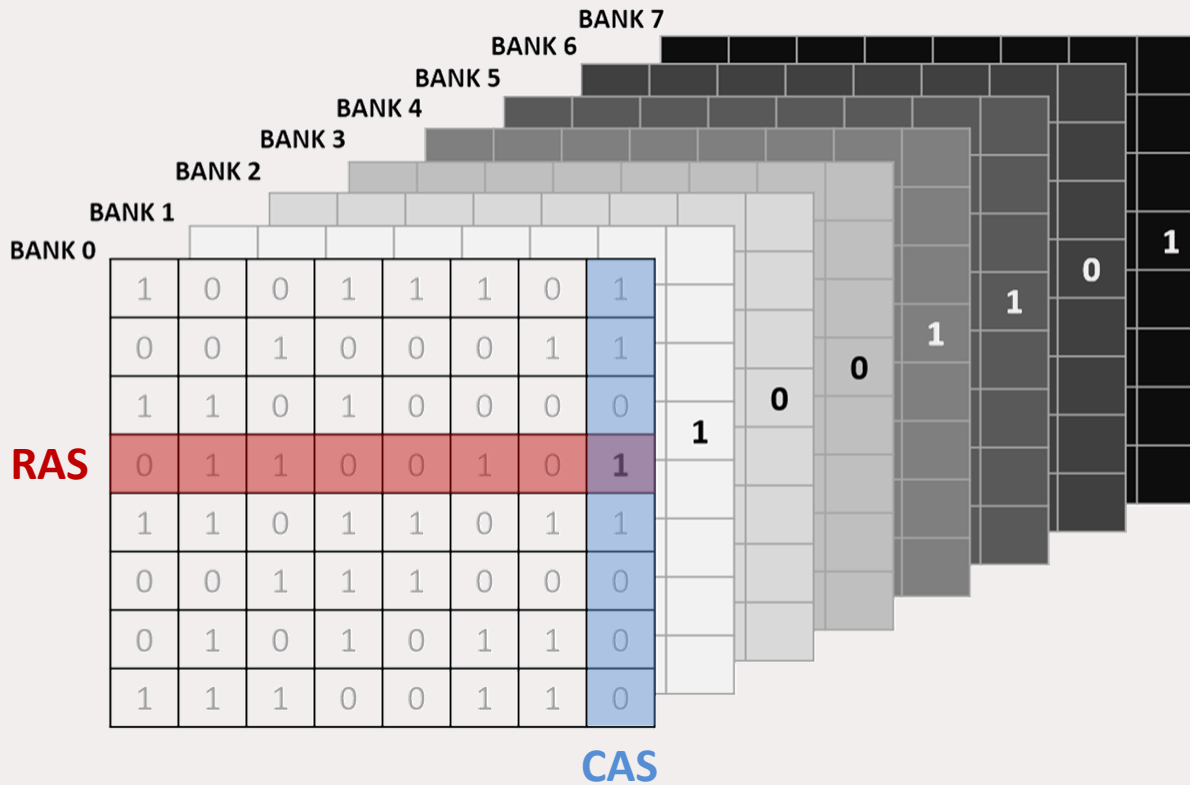
Είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται, από την στιγμή που θα ζητηθεί η ανάγνωση ενός δεδομένου από τη μνήμη, μέχρι την έναρξη της μεταφοράς του, στον επεξεργαστή.

Στην περίπτωση της εγγραφής δεδομένου, το CAS Latency αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποστολή της εντολής εγγραφής στη μνήμη και την έναρξη της διαδικασίας εγγραφής του δεδομένου στα αντίστοιχα κελιά της μνήμης.

# Χρονισμός μνήμης - 7

## tRCD (RAS to CAS Delay)

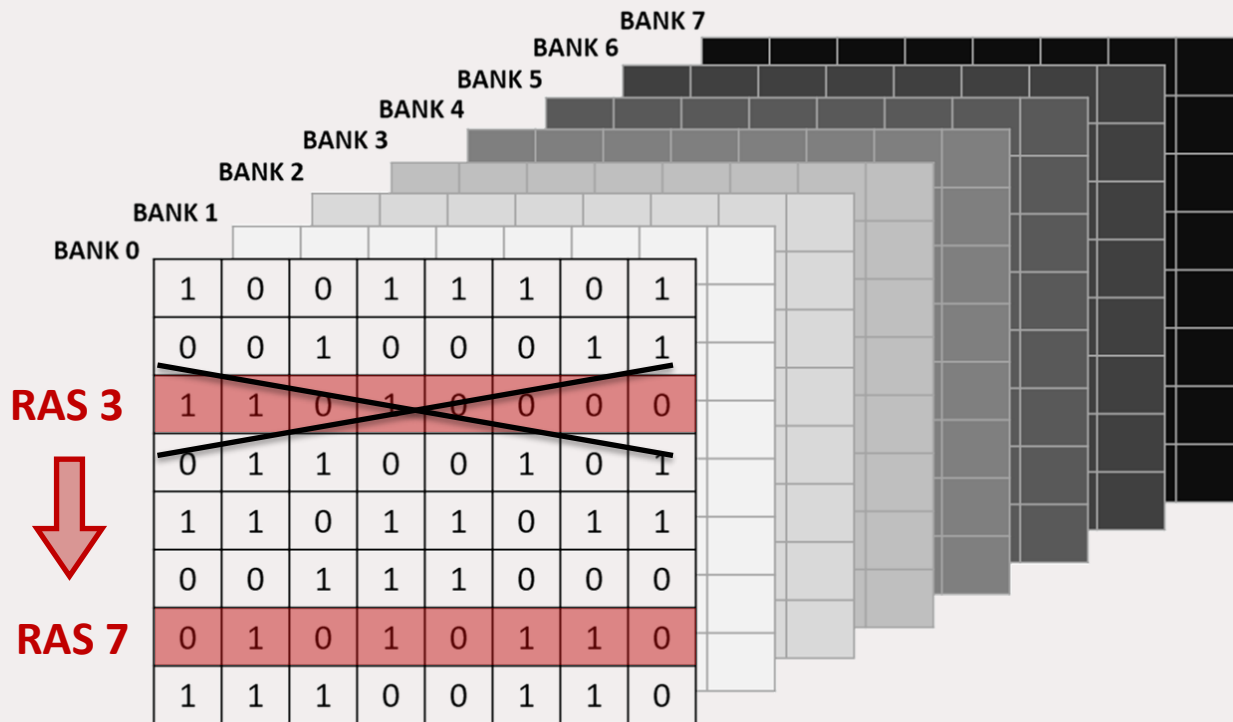
Είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί, από την ενεργοποίηση μιας γραμμής, μέχρι την ενεργοποίηση της επιθυμητής στήλης.



# Χρονισμός μνήμης - 8

## tRP (RAS Precharge)

Είναι ο χρόνος που απαιτείται για την απενεργοποίηση μιας γραμμής και την ενεργοποίηση μιας άλλης.



# Χρονισμός μνήμης - 9

## tRAS (Row Access Strobe)

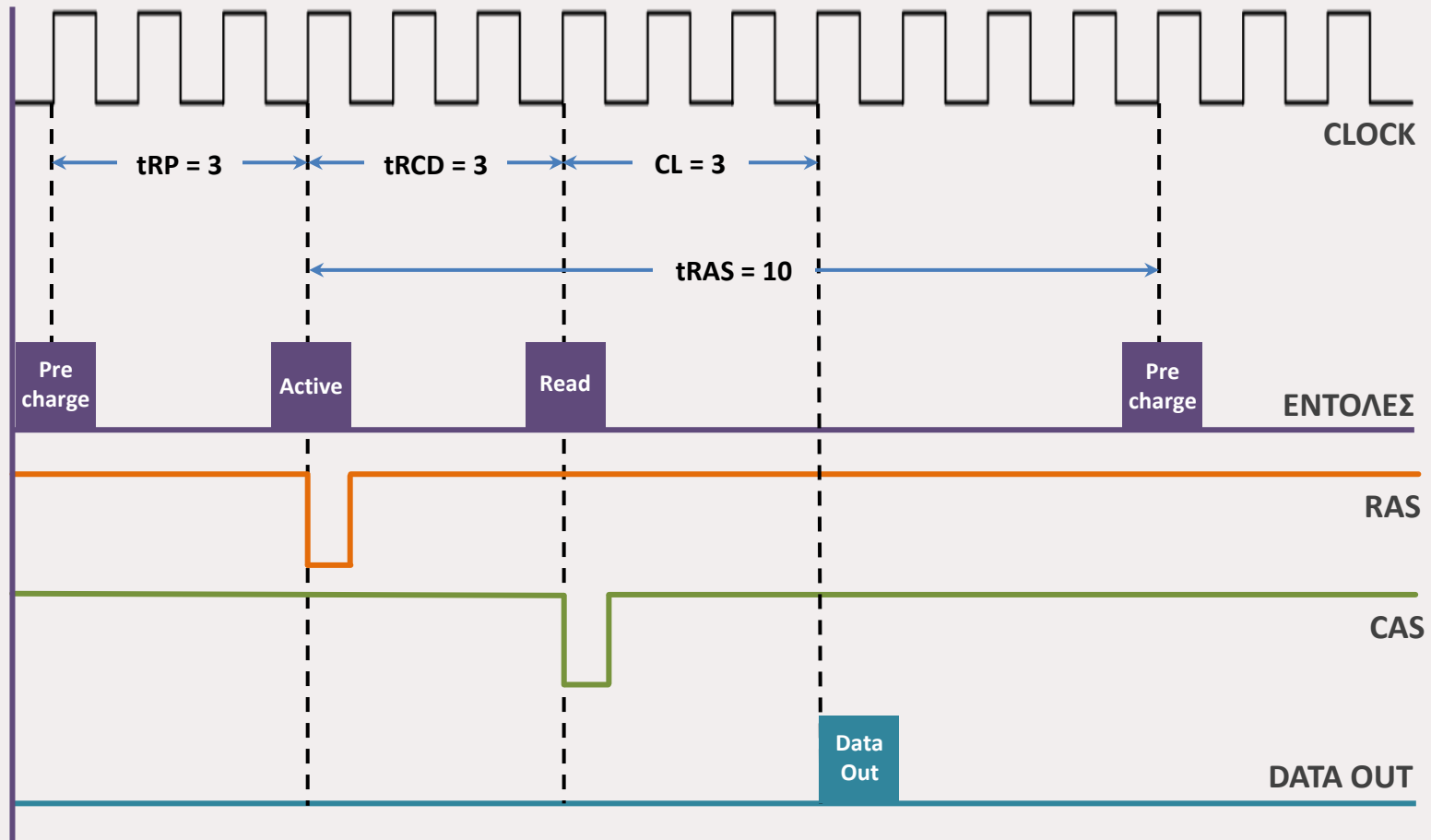
Είναι το ελάχιστο χρονικό διάστημα που πρέπει να παραμείνει ενεργή μια γραμμή (RAS), ώστε να ολοκληρωθεί η διαδικασία ανάγνωσης η εγγραφής.

- ▲ Οι τέσσερις προαναφερόμενοι χρόνοι υστέρησης, είναι αυτοί που δίνονται από τους κατασκευαστές μνημών και αντιστοιχούν στους τέσσερις αριθμούς (π.χ. 15-15-15-35).

**CAS Latency - tRCD - tRP - tRAS**

# Χρονισμός μνήμης - 10

Διάγραμμα χρονισμού



# Χρονισμός μνήμης - 11

- ▲ Για να εντοπιστούν οι χρόνοι υστέρησης θα πρέπει να πολλαπλασιαστεί κάθε ένας από τους τέσσερις αυτούς αριθμούς, με την περίοδο των παλμών χρονισμού, η οποία προκύπτει από τη συχνότητα χρονισμού της μνήμης.

## Παράδειγμα:

Για μια μνήμη με χρονισμό 10-10-10-30 και συχνότητα 1600MHz,


- Η περίοδος των παλμών χρονισμού θα είναι:

$$1600\text{MHz}/2 = 800\text{MHz}, T = 1/800 \cdot 10^6 = \mathbf{1,25ns}$$

- Οι χρόνοι υστέρησης θα είναι:

$$(10-10-10-30) \cdot 1,25\text{ns} = \mathbf{12,5ns - 12,5ns - 12,5ns - 37,5ns}$$

# Χρονισμός μνήμης - 12



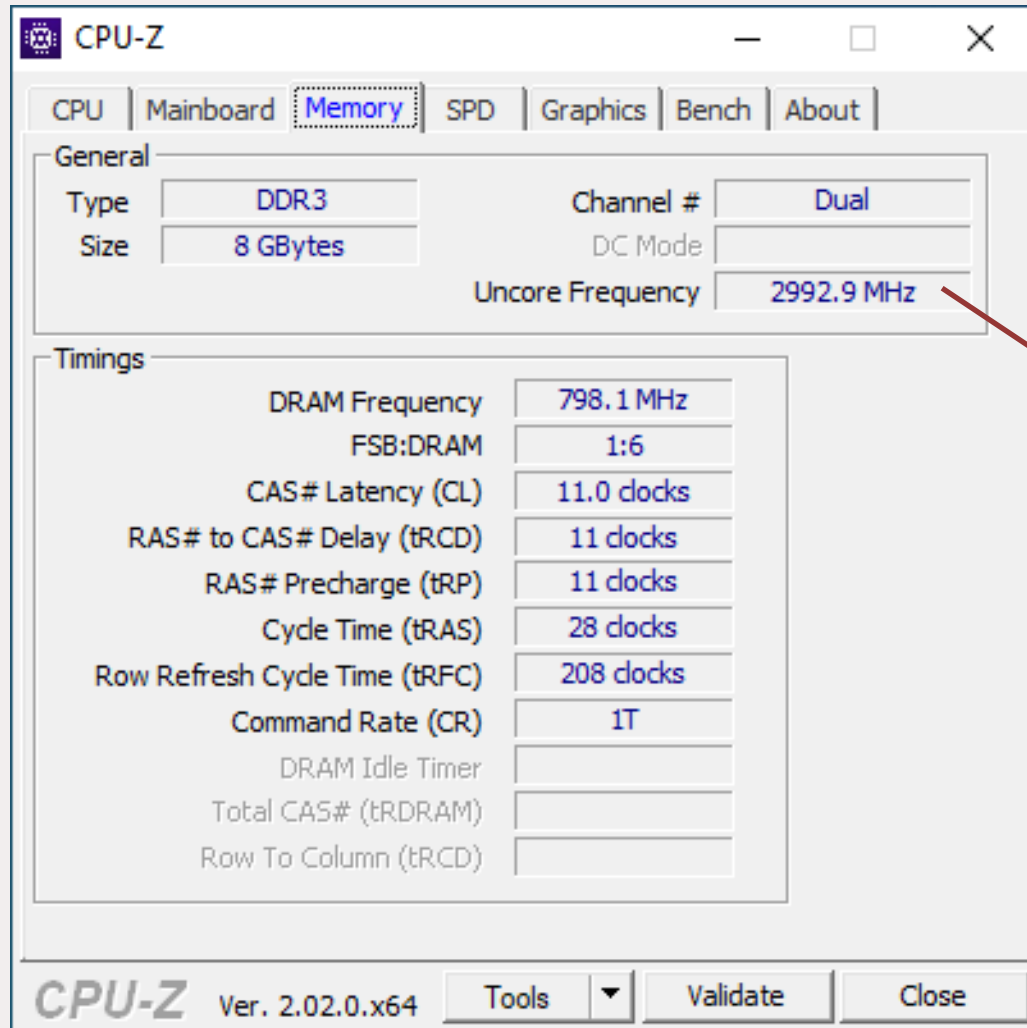
## CR (Common Rate)

Είναι ο χρόνος που απαιτείται για την ενεργοποίηση του τσιπ μνήμης (chip select) και της έναρξης αποστολής της πρώτης εντολής.

Η παράμετρος αυτή έχει δύο τιμές:

- 1T (1 κύκλος ρολογιού) ή
- 2T (2 κύκλοι ρολογιού).

# Ενδεικτική οθόνη benchmark με τα βασικά χαρακτηριστικά εγκατεστημένης RAM



The screenshot shows the CPU-Z application window with the 'Memory' tab selected. The 'General' section displays the following information:

Type	DDR3	Channel #	Dual
Size	8 GBytes	DC Mode	
		Uncore Frequency	2992.9 MHz

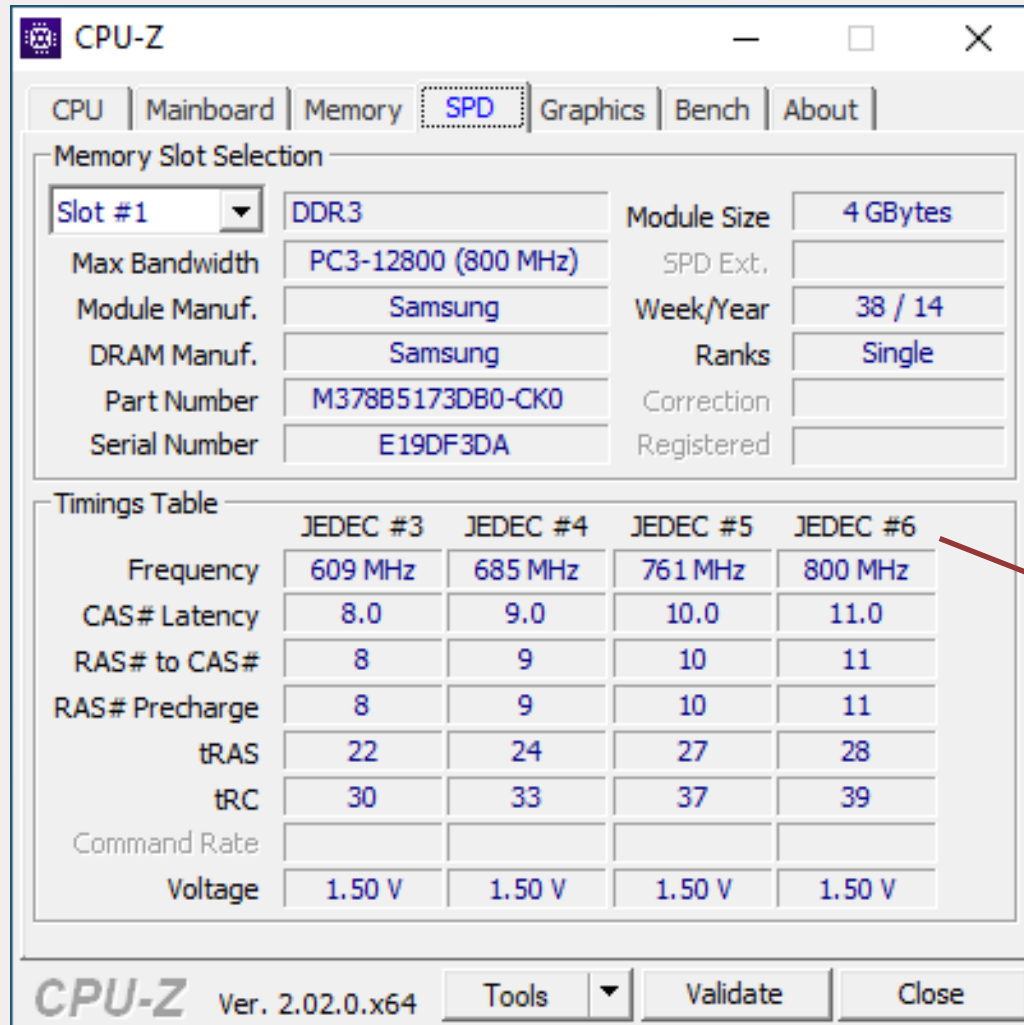
The 'Timings' section displays the following information:

DRAM Frequency	798.1 MHz
FSB:DRAM	1:6
CAS# Latency (CL)	11.0 clocks
RAS# to CAS# Delay (tRCD)	11 clocks
RAS# Precharge (tRP)	11 clocks
Cycle Time (tRAS)	28 clocks
Row Refresh Cycle Time (tRFC)	208 clocks
Command Rate (CR)	1T
DRAM Idle Timer	
Total CAS# (tRDRAM)	
Row To Column (tRCD)	

At the bottom of the window, the version is 'CPU-Z Ver. 2.02.0.x64' and there are buttons for 'Tools', 'Validate', and 'Close'.

Είναι η συχνότητα λειτουργίας των τμημάτων του επεξεργαστή που βρίσκονται εκτός των βασικών πυρήνων, όπως οι ελεγκτές μνήμης (memory controllers), οι caches L3, και οι διασυνδέσεις μεταξύ των πυρήνων

# Ανάγνωση πληροφοριών από το SPD



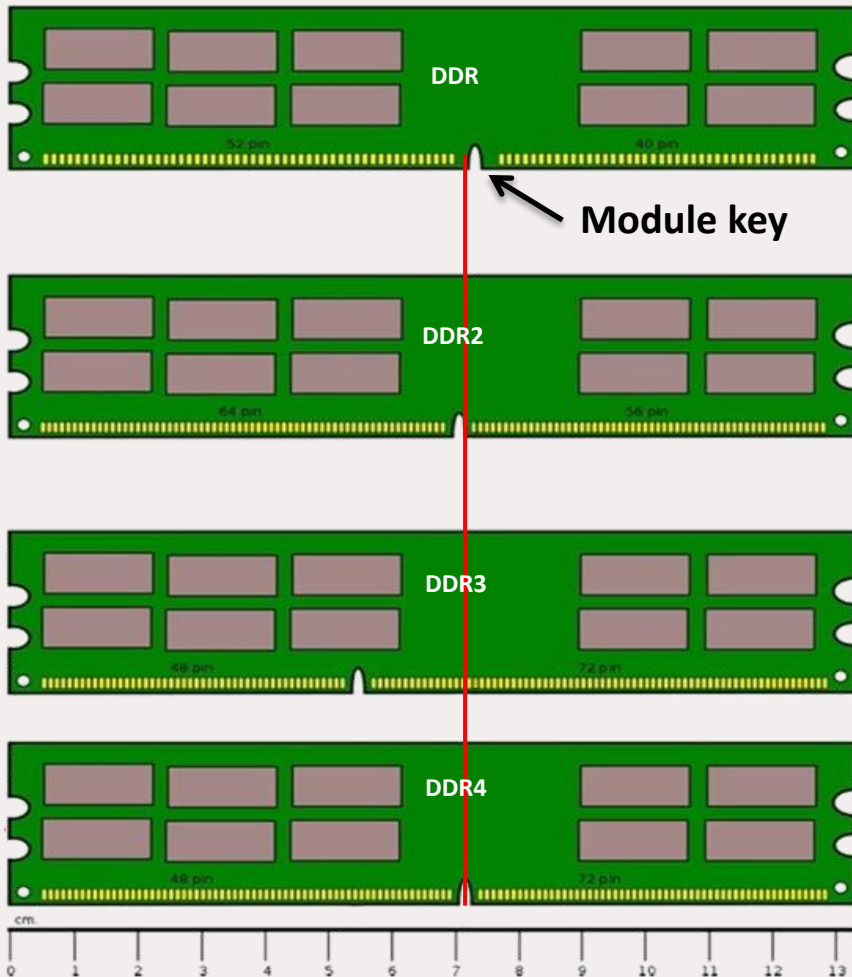
The screenshot shows the CPU-Z application window with the SPD tab selected. It displays memory slot information for Slot #1, including the type (DDR3), size (4 GB), manufacturer (Samsung), and part number (M378B5173DB0-CK0). Below this is a Timings Table with columns for JEDEC #3, #4, #5, and #6, and rows for Frequency, CAS# Latency, RAS# to CAS#, RAS# Precharge, tRAS, tRC, Command Rate, and Voltage.

	JEDEC #3	JEDEC #4	JEDEC #5	JEDEC #6
Frequency	609 MHz	685 MHz	761 MHz	800 MHz
CAS# Latency	8.0	9.0	10.0	11.0
RAS# to CAS#	8	9	10	11
RAS# Precharge	8	9	10	11
tRAS	22	24	27	28
tRC	30	33	37	39
Command Rate				
Voltage	1.50 V	1.50 V	1.50 V	1.50 V

Το SPD είναι ένα μικρό chip μνήμης EEPROM που βρίσκεται πάνω στο RAM module και έχει αποθηκευμένες συγκριμένες παραμέτρους της μνήμης RAM.

Αυτές οι εγγραφές δείχνουν τις τυπικές προδιαγραφές που η μνήμη μπορεί να λειτουργήσει σύμφωνα με τα πρότυπα JEDEC.

# Συσκευασίες μνήμης RAM - 1



- Τα αρθρώματα της RAM προσφέρονται σε συσκευασία DIMM (Dual In-line Memory Module).

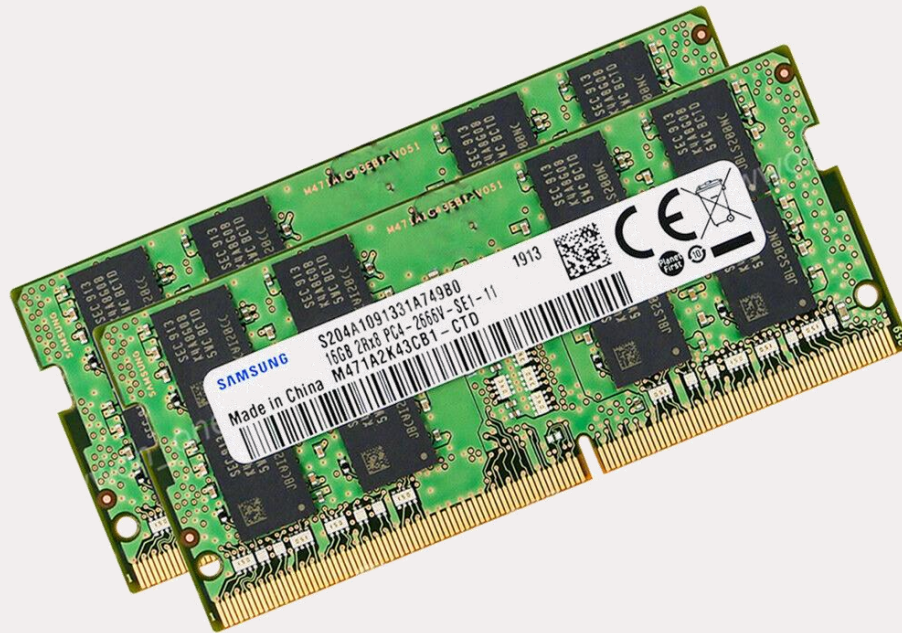
ΕΙΔΟΣ ΜΝΗΜΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΑΦΩΝ
DDR	184
DDR2	240
DDR3	240
DDR4	288
DDR5	288

# Συσκευασίες μνήμης RAM - 2



- ▲ Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη DIMM, το **UDIMM** (Unbuffered), το **RDIMM** (Registered DIMM) και το **LRDIMM** (Load-Reduced).
- ▲ Το UDIMM είναι η βασική μορφή της DDR5 μνήμης και παρέχει υψηλή απόδοση σε μια ευρεία κλίμακα εφαρμογών.
- ▲ Το RDIMM είναι μνήμες με buffer ή register που χρησιμοποιούνται για να διαχειριστούν μεγαλύτερες ποσότητες μνήμης από τις UDIMM. Ο buffer επιτρέπει στη μνήμη να λειτουργεί σε υψηλότερες συχνότητες και να διατηρεί σταθερή επίδοση ακόμα και όταν χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες μνήμης.
- ▲ Το LRDIMM είναι μια πιο προηγμένη μορφή μνήμης RAM που χρησιμοποιεί ένα επιπλέον buffer για να διαχειριστεί ακόμα μεγαλύτερες ποσότητες μνήμης, παρέχει ακόμα υψηλότερη χωρητικότητα και απόδοση σε επαγγελματικές εφαρμογές με μεγάλες απαιτήσεις στη μεταφορά δεδομένων, όπως σε διακομιστές και επαγγελματικούς υπολογιστές.

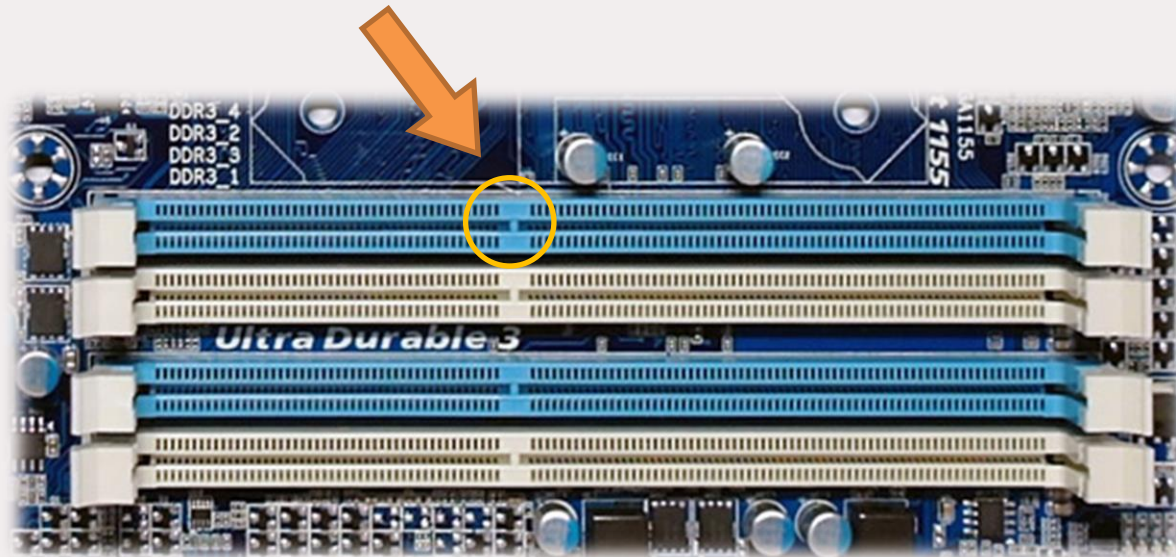
# Συσκευασίες μνήμης RAM - 3



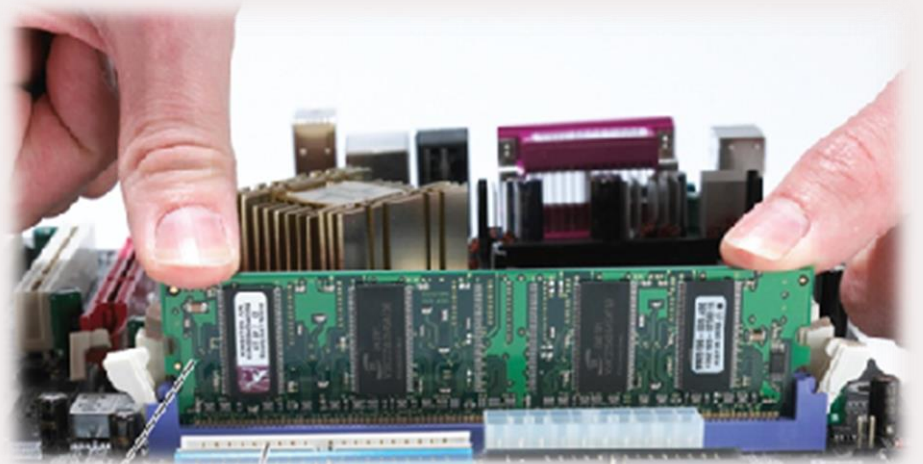
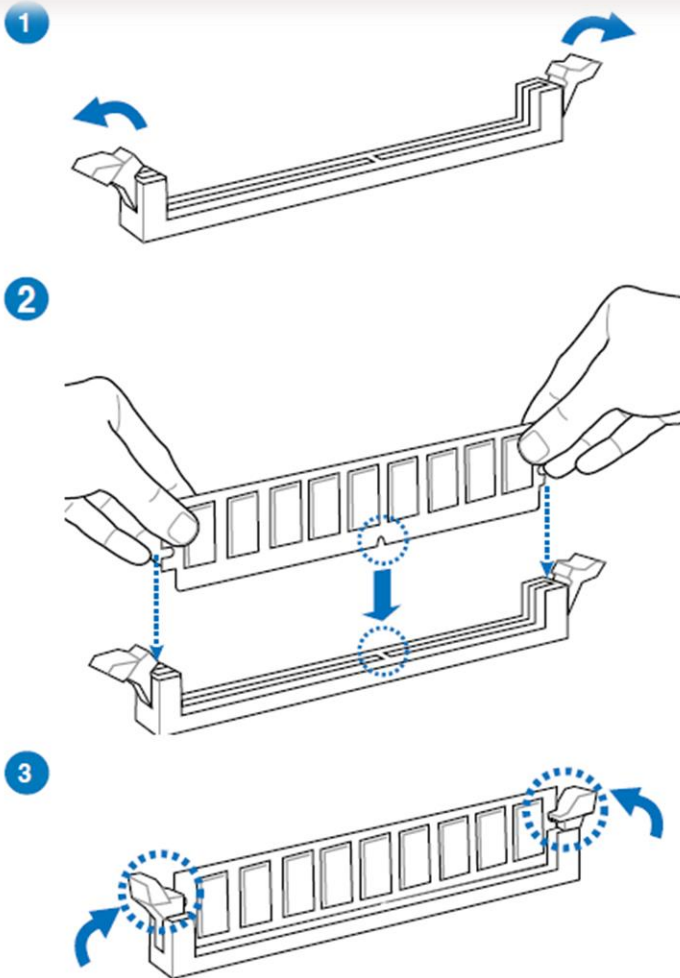
- ▲ Στους φορητούς υπολογιστές χρησιμοποιούνται μνήμες τύπου **SO-DIMM (Small Outline Dual In-line Memory Module)**, οι οποίες έχουν περίπου το μισό μέγεθος από τα κανονικά DIMM και προσφέρονται σε χωρητικότητες από 1GB έως 16GB, ανά άρθρωμα.

# Τοποθέτηση του DIMM σε memory slot - 1

- ▲ Πάνω στη μητρική πλακέτα υπάρχουν ειδικές βάσεις (αρθρώσεις) μνήμης (Memory slots) για την τοποθέτηση των αρθρωμάτων (Memory modules ή DIMM).
- ▲ Οι βάσεις για τα DIMM έχουν στο εσωτερικό τους μία προεξοχή, η οποία ανάλογα με το είδος της μνήμης βρίσκεται σε διαφορετικό σημείο και θηλυκώνει με την αντίστοιχη εγκοπή (κλειδί) του αρθρώματος.



# Τοποθέτηση του DIMM σε memory slot - 2



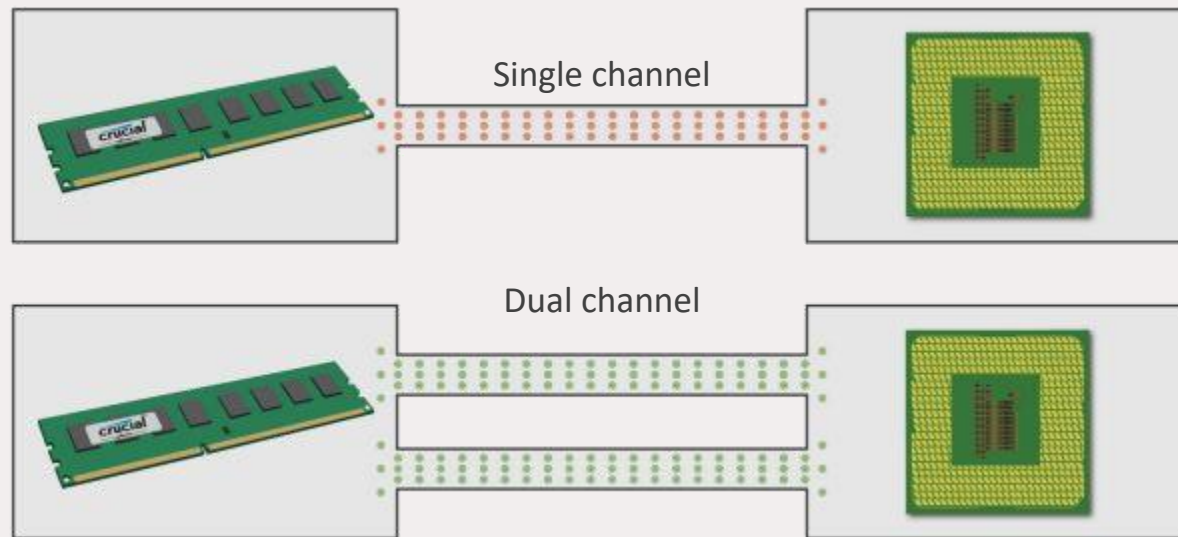
# Αρθρώματα με ψύκτρες

- ▲ Ορισμένα αρθρώματα RAM (DIMM) φέρουν πλευρικές ψύκτρες αλουμινίου, για την απαγωγή της θερμότητας που αναπτύσσεται πάνω στα ολοκληρωμένα κυκλώματα της μνήμης.



# Λειτουργία Dual channel - 1

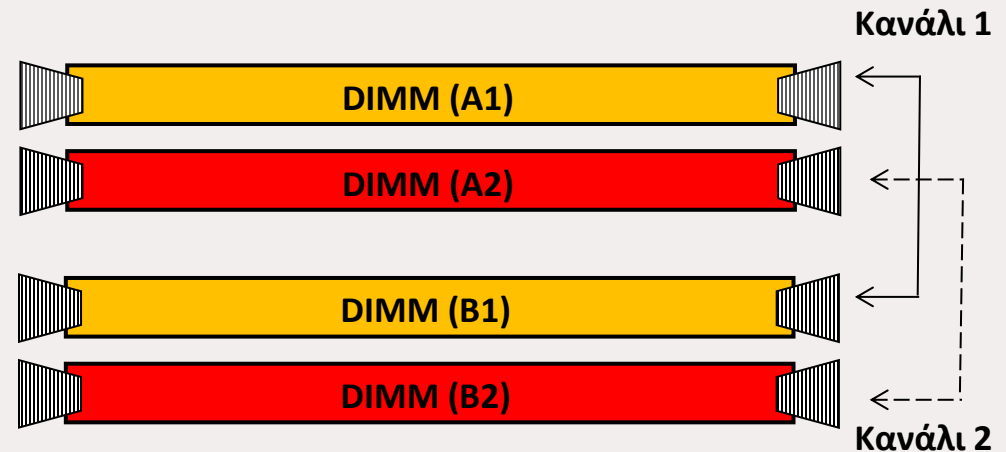
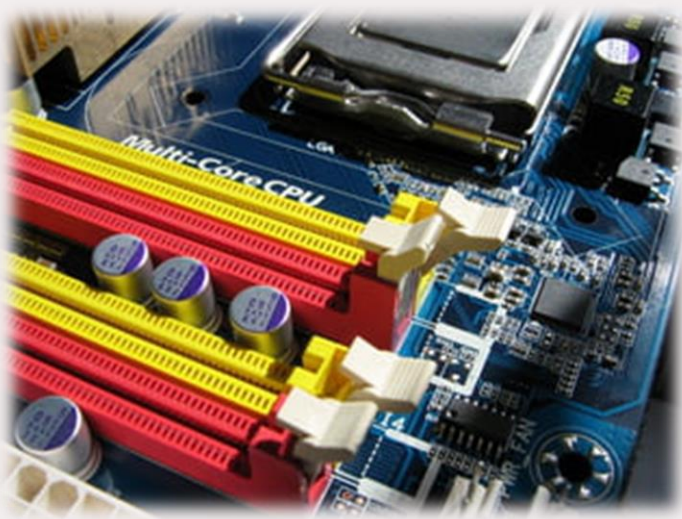
- ▲ Η λειτουργία **dual channel** παρέχει τη δυνατότητα διπλασιασμού του διαύλου δεδομένων από 64bit σε 128bit.



- ▲ Με τη μέθοδο αυτή αυξάνεται η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης RAM.

# Λειτουργία Dual channel - 2

- ▲ Πάνω στη μητρική πλακέτα, για την επισήμανση των dual channel slots, χρησιμοποιούνται βάσεις διαφορετικού χρώματος.

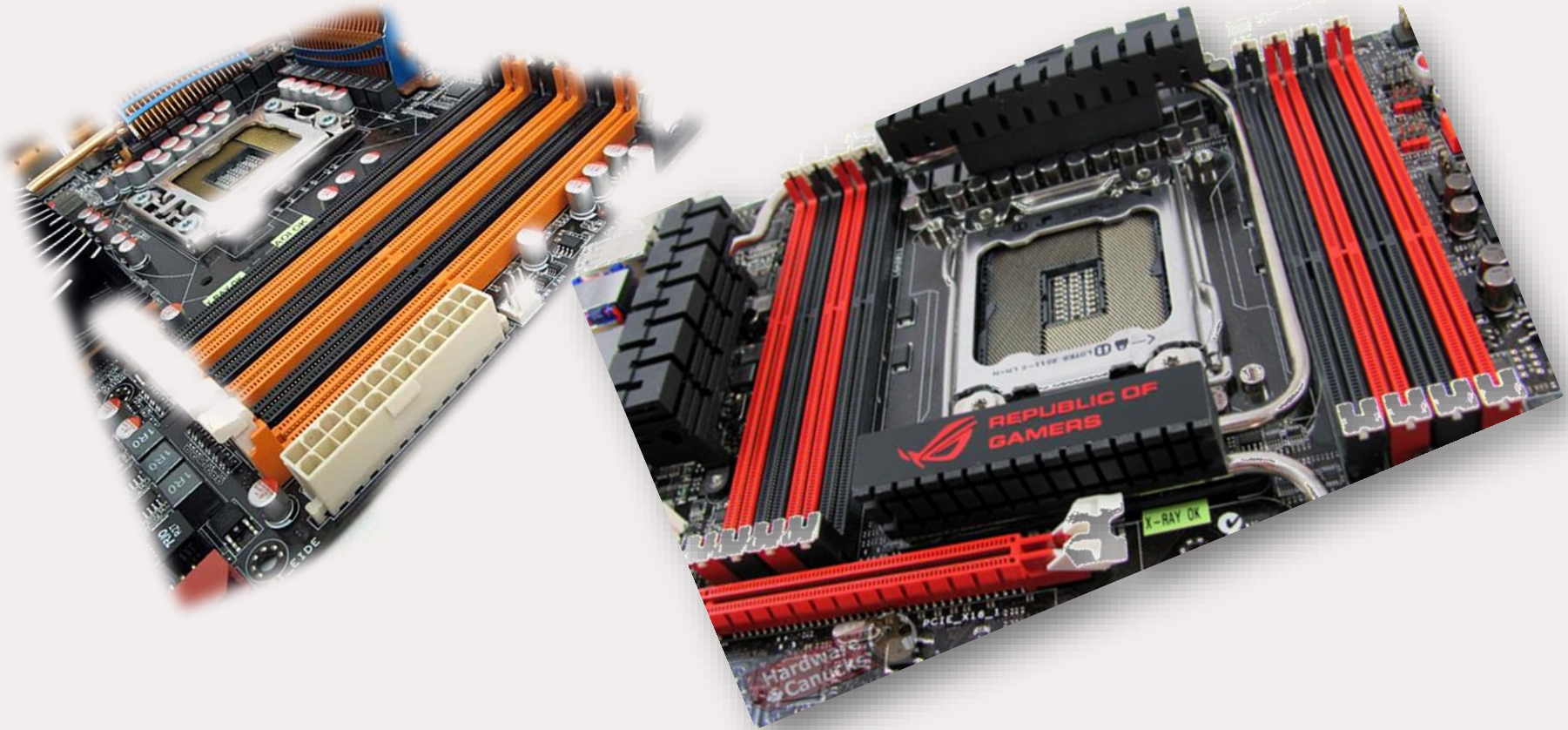


- ▲ Στη λειτουργία dual channel απαιτούνται δύο πανομοιότυπα αρθρώματα μνήμης (dual channel kit).



# Λειτουργίες triple & quad channel

- ▲ Υπάρχουν μητρικές με δυνατότητα triple channel ή quad channel.
- ▲ Στο quad channel χρησιμοποιούνται τέσσερα κανάλια μνήμης των 64 bits ταυτόχρονα, τετραπλασιάζοντας το διαθέσιμο πλάτος διαύλου και μεταφέροντας δεδομένα 256 bits σε κάθε προσπέλαση.



# Ενδεικτικός πίνακας χαρακτηριστικών RAM

Memory Type	DDR4
Capacity	16GB (8GBx2)
Multi-Channel Kit	Dual Channel Kit
Tested Speed (XMP/EXPO)	3200 MT/s
Tested Latency (XMP/EXPO)	16-18-18-38
Tested Voltage (XMP/EXPO)	1.35V
Registered/Unbuffered	Unbuffered
Error Checking (ECC)	Non-ECC
SPD Speed (Default)	2133 MT/s
SPD Voltage (Default)	1.20V

## Σημείωση:

Το **XMP** (Extreme Memory Profile - Intel 2007) και το **EXPO** (EXtended Profiles for Overclocking - AMD 2022) είναι προ-προγραμματισμένα προφίλ για overclock μνήμης, που ενεργοποιούνται από το BIOS με μία μόνο ρύθμιση.



CORSAIR

VENGEANCE  
PRO SERIES

CORSAIR VENGEANCE  
CORSAIR VENGEANCE  
CORSAIR VENGEANCE  
CORSAIR VENGEANCE

ErP Ready

BIOS