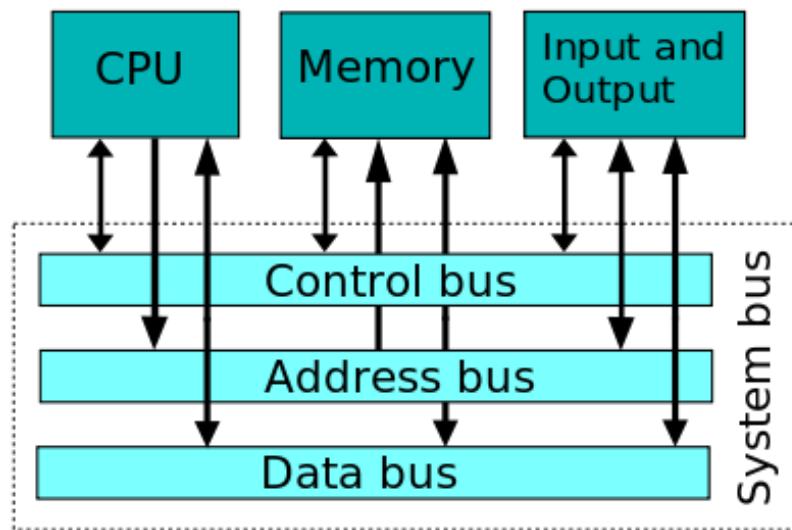


ΑΣΚΗΣΗ 9

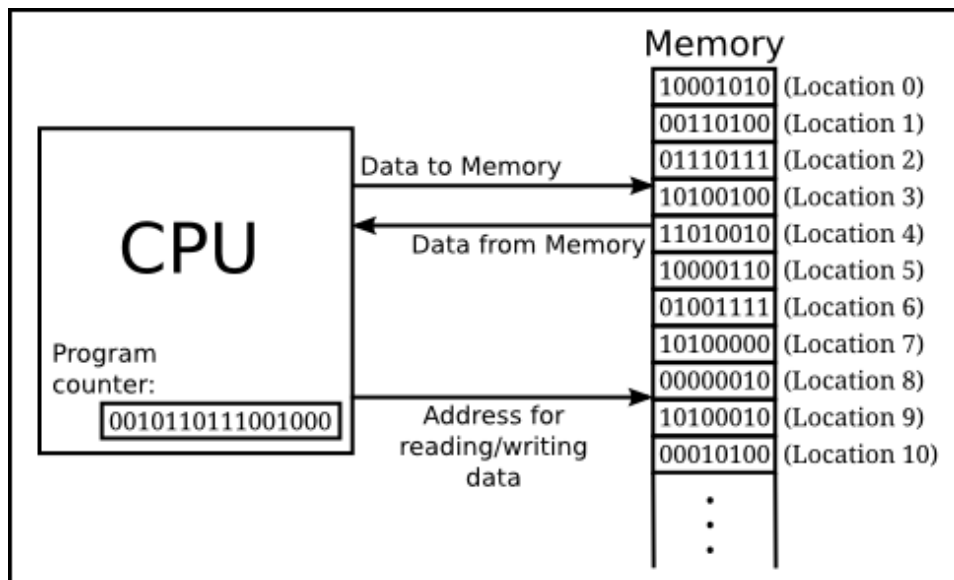
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Σκοπός της άσκησης αυτής είναι η παρουσίαση της δομής των σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων υψηλής απόδοσης.

1. Μελετήστε την αρχιτεκτονική ενός απλού υπολογιστικού συστήματος.



2. Μελετήστε την λειτουργία της CPU που περιγράφεται στην συνέχεια.



3. Τι γνωρίζετε για την μνήμη cache.

Η *μνήμη cache* (*κρυφή μνήμη*) είναι σύστημα μνήμης που παρεμβάλλεται μεταξύ της CPU και της κύριας μνήμης. Είναι πολύ μικρότερης χωρητικότητας από την κύρια μνήμη, αλλά έχει μεγαλύτερη ταχύτητα. Είναι στατικής τεχνολογίας (SRAM). Γεφυρώνει την διαφορά ταχύτητας μεταξύ της CPU και της κύριας μνήμης. Είναι διάφανη στον προγραμματιστή, δηλαδή οι θέσεις της δεν μπορούν να προσπελασθούν άμεσα με εντολές της γλώσσας μηχανής. Χωρίζεται σε πλαίσια ή γραμμές (*frames or lines*) που περιέχουν μπλοκ δεδομένων της κύριας μνήμης. Σε κάθε προσπέλαση εξετάζεται πρώτα εάν το δεδομένο υπάρχει στην μνήμη cache και στην συνέχεια μεταφέρεται από την κύρια μνήμη. Η μεταφορά δεδομένων μεταξύ της κύριας μνήμης και της μνήμης cache γίνεται ανά μπλοκ. Η μνήμη cache περιέχει επίσης και τμήματα των διευθύνσεων των μπλοκ δεδομένων που περιέχονται σε αυτή και τα οποία ονομάζονται *ετικέτες* (*tag*), καθώς επίσης και κυκλώματα που ελέγχουν εάν οι εντολές ή τα δεδομένα στα οποία γίνεται προσπέλαση περιέχονται σε αυτή.

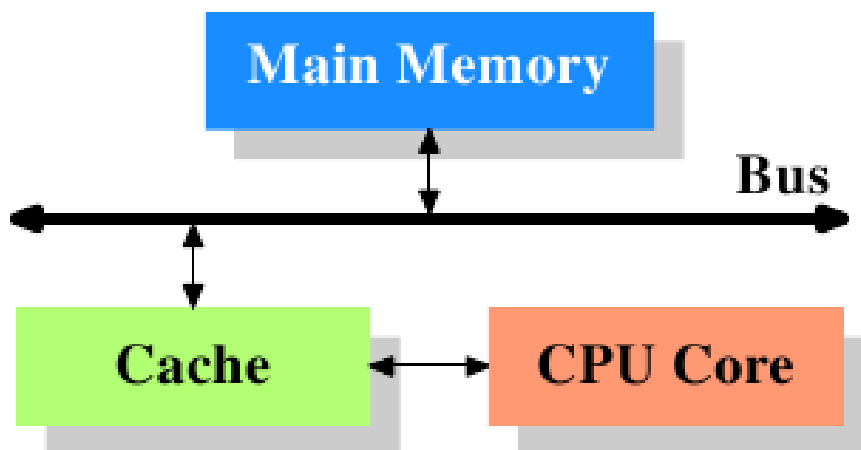
4. Τι γνωρίζετε για την αρχή της τοπικότητας.

Η αύξηση της απόδοσης των συστημάτων H/Y με χρήση μνήμης cache βασίζεται σε μία ιδιότητα των προγραμμάτων που ονομάζεται *αρχή της τοπικότητας* (*principle of locality*). Σύμφωνα με αυτή στα προγράμματα των υπολογιστών οι αναφορές στην μνήμη δεν γίνονται τυχαία αλλά τείνουν να εντοπίζονται. Υπάρχουν δύο τύποι τοπικότητας αναφοράς στην μνήμη.

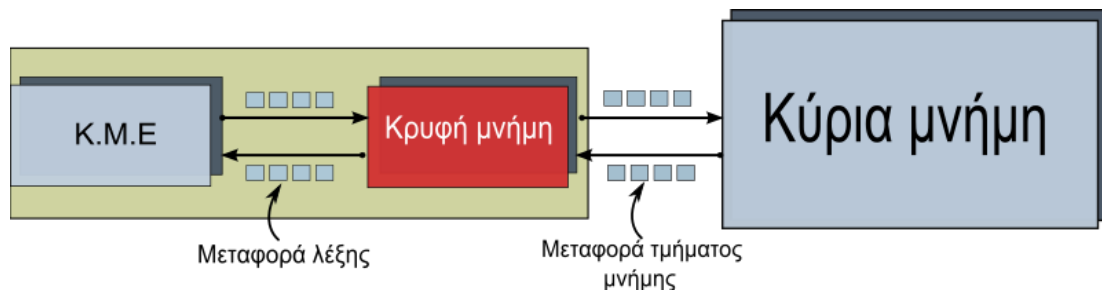
Temporal locality. Όταν γίνει μία προσπέλαση στην μνήμη υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα η θέση αυτή να προσπελασθεί στο άμεσο μέλλον.

Spatial locality. Όταν γίνει προσπέλαση σε μία θέση μνήμης είναι πολύ πιθανόν γειτονικές θέσεις μνήμης να προσπελασθούν άμεσα.

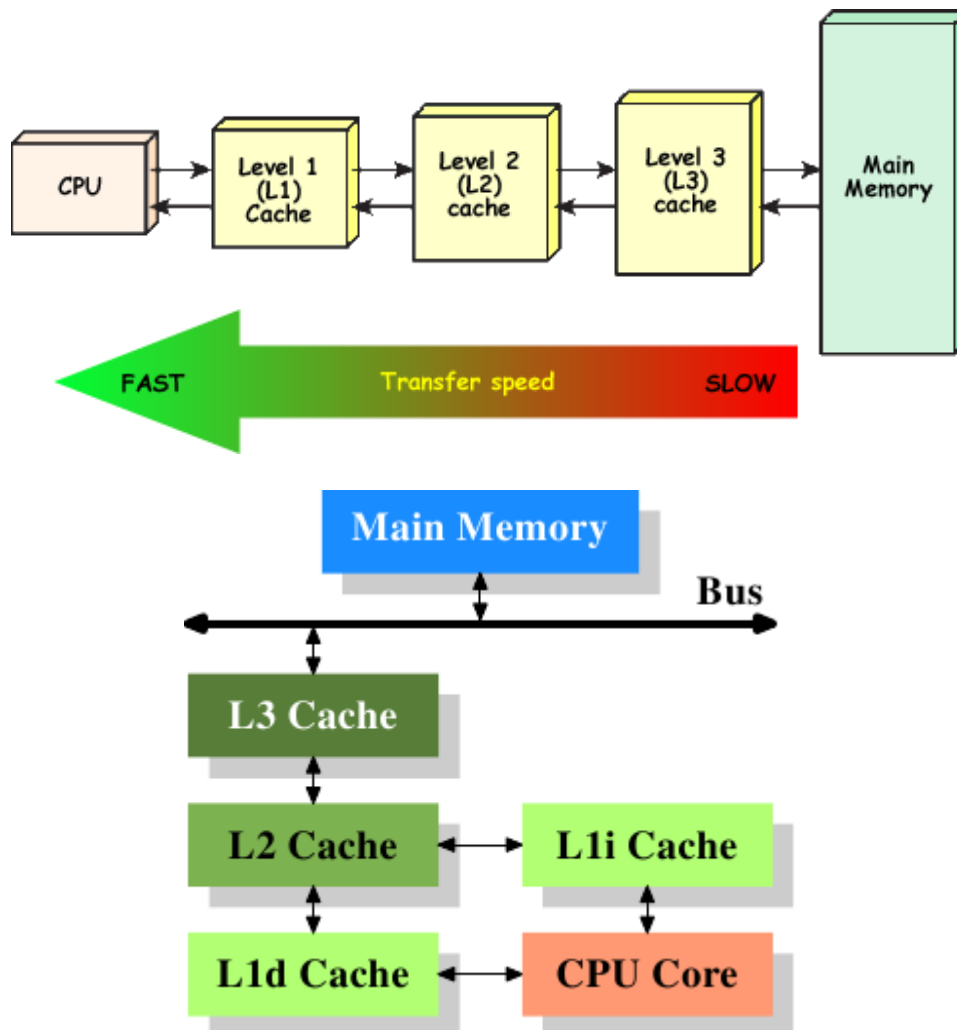
5. Μελετήστε την οργάνωση υπολογιστή με cache.



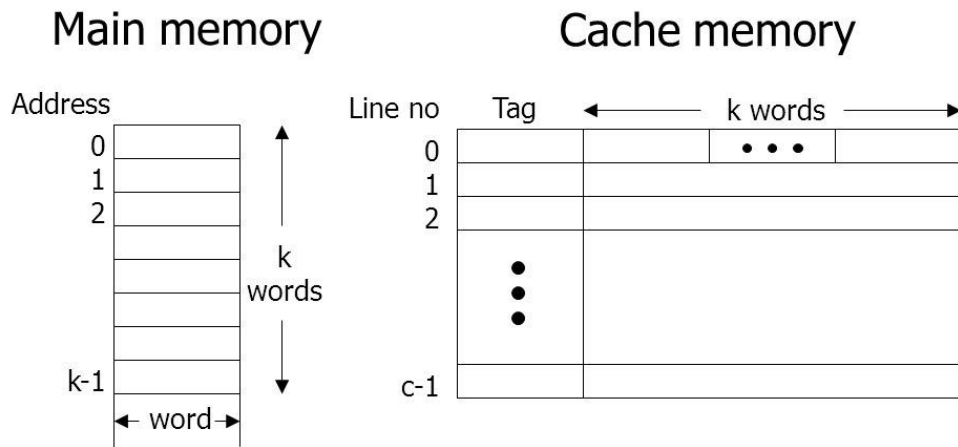
6. Μελετήστε την λειτουργία του υπολογιστή με μνήμη cache.



7. Μελετήστε την δομή υπολογιστικού συστήματος με 3 επίπεδα cache.



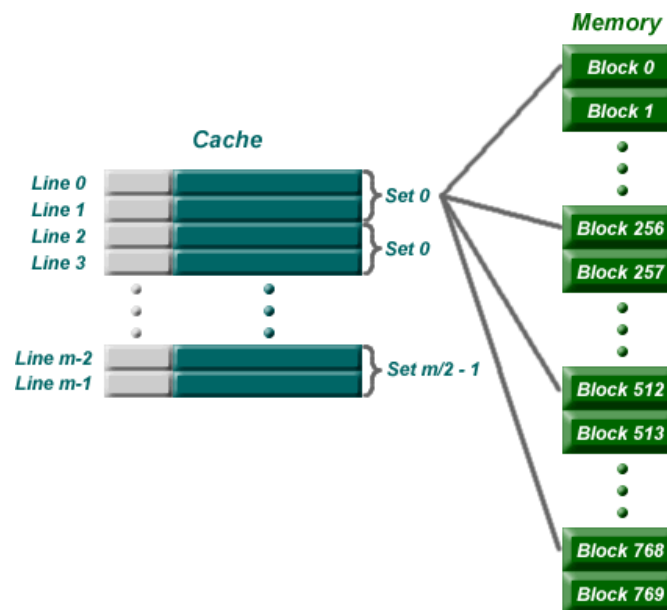
8. Μελετήστε την οργάνωση της κύριας μνήμης και της μνήμης cache που περιγράφεται στην συνέχεια



9. Αναφέρατε τρόπους οργάνωσης της μνήμης cache.

Άμεσης απεικόνισης.(direct mapped)
 Πλήρους συσχέτισης (full associative)
 k-way set associative

10. Μελετήστε την 2-way set associative οργάνωση της μνήμης cache.



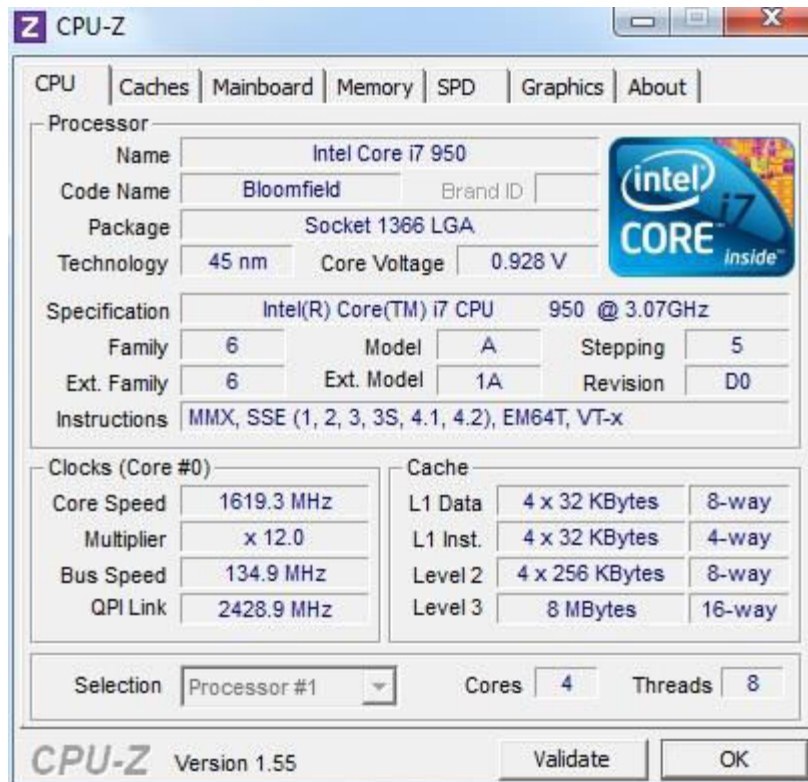
11. Αναφέρατε πόσες γραμμές έχουν τα σύνολα των μνημών cache της CPU που περιγράφεται στην συνέχεια.

The screenshot shows the CPU-Z application window. The 'CPU' tab is selected. The processor is identified as an Intel Core i5-6600K, a Skylake processor with a 14 nm technology and a 95.0 W Max TDP. The cache information is as follows:

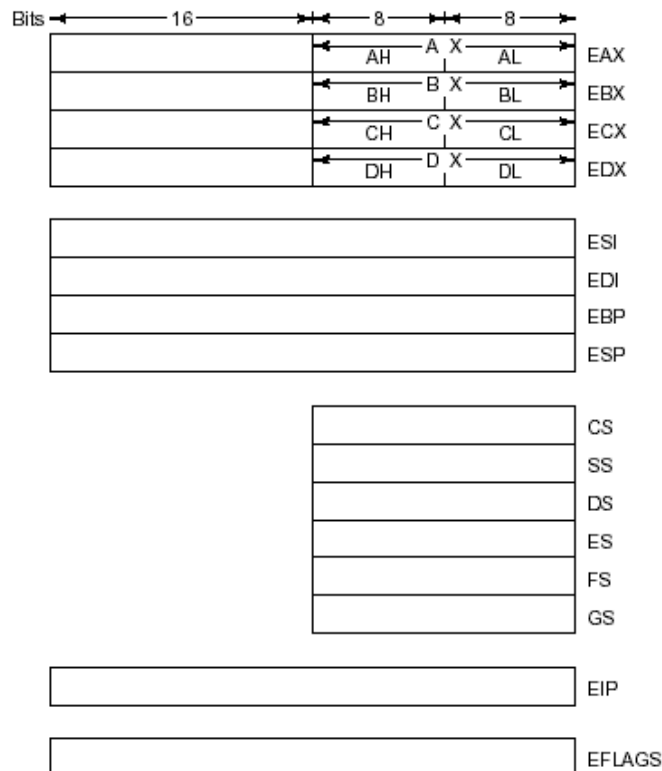
Cache Level	Configuration	Way
L1 Data	4 x 32 KBytes	8-way
L1 Inst.	4 x 32 KBytes	8-way
Level 2	4 x 256 KBytes	4-way
Level 3	6 MBytes	12-way

Additional information shown includes a core speed of 3596.47 MHz, a multiplier of x36.0, and a bus speed of 99.90 MHz. The system has 4 cores and 4 threads. The software version is 1.72.1.x64.

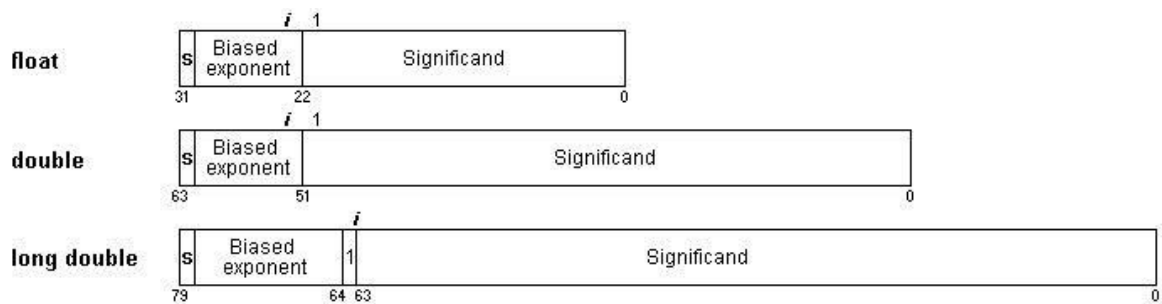
12. Αναφέρατε πόσες γραμμές έχουν τα σύνολα των μνημών cache της CPU που περιγράφεται στην συνέχεια.



13. Μελετήστε τους βασικούς καταχωρητές των επεξεργαστών με αρχιτεκτονική συνόλου εντολών x86-32.

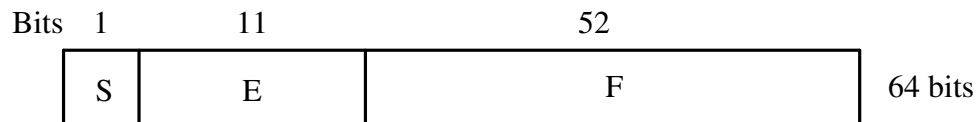


14. Μελετήστε τα floating-point formats που δίδονται στην συνέχεια



15. Μελετήστε το floating-point double precision IEEE 754 format.

Double Precision



Εάν $0 < E < 2047$, τότε $N = (-1)^S \cdot 2^{E-1023} \cdot (1.F)$

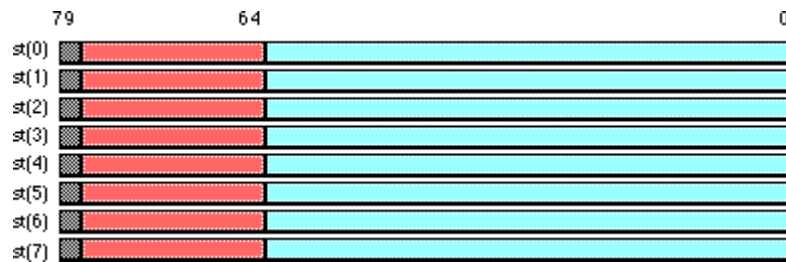
Εάν $E = 0$ και $F \neq 0$, $N = (-1)^S \cdot 2^{1022} \cdot (0.F)$

Εάν $E = 0$ και $F = 0$, $N = (-1)^S \cdot 0$

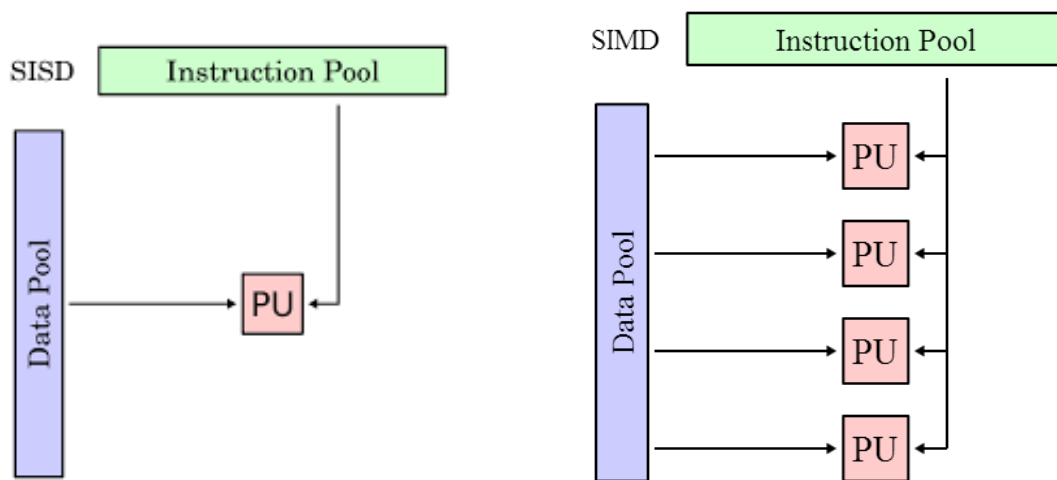
Εάν $E = 1023$ και $F \neq 0$, $N = \text{NaN}$ (Not a Number)

Εάν $E = 1023$ και $F = 0$, $N = (-1)^S \cdot \infty$.

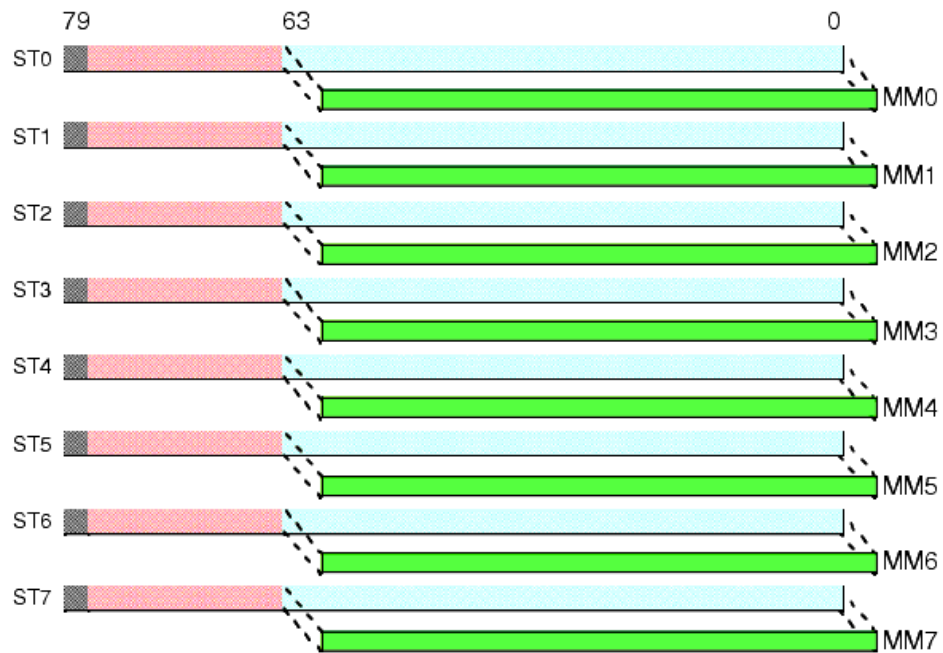
16. Μελετήστε το σύνολο καταχωρητών κινητής υποδιαστολής των επεξεργαστών x86.



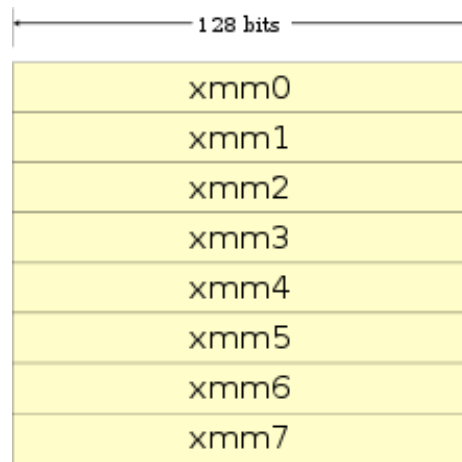
17. Μελετήστε τις αρχιτεκτονικές SISD και SIMD.



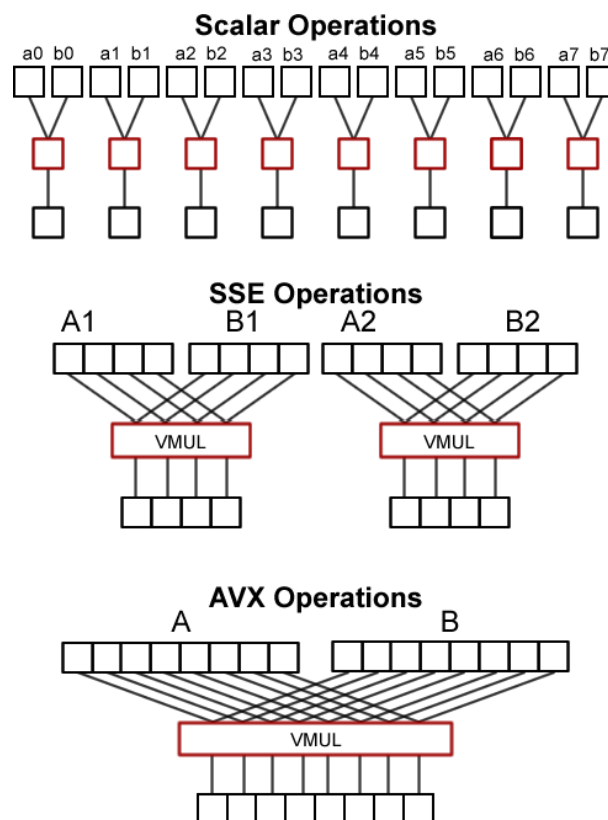
18. Μελετήστε την χρήση των καταχωρητών κινητής υποδιαστολής για εντολές MMX.



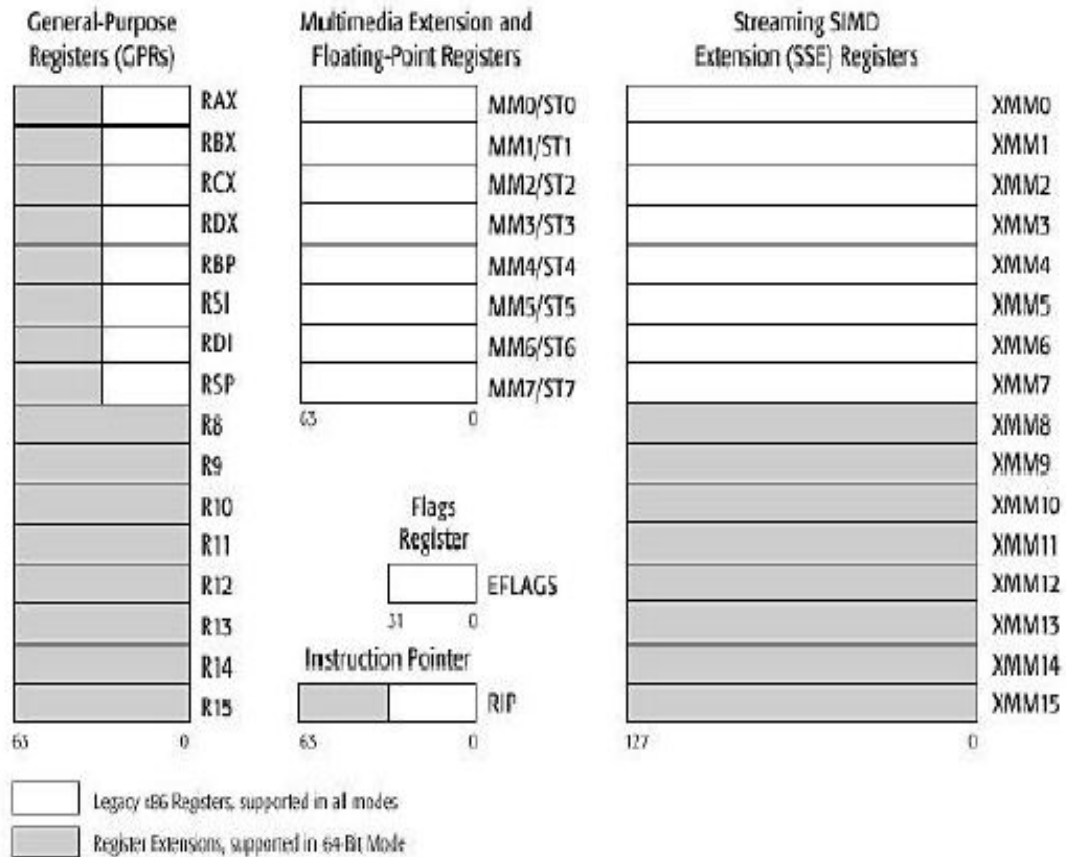
19. Μελετήστε το σύνολο των καταχωρητών για τις επεκτάσεις SSE (Streaming SIMD Extensions) των αρχιτεκτονικών -x86.



20. Μελετήστε τις διαφορές στην απλή (scalar), στην SSE και στην AVX εκτέλεση εντολών των αρχιτεκτονικών -x86.



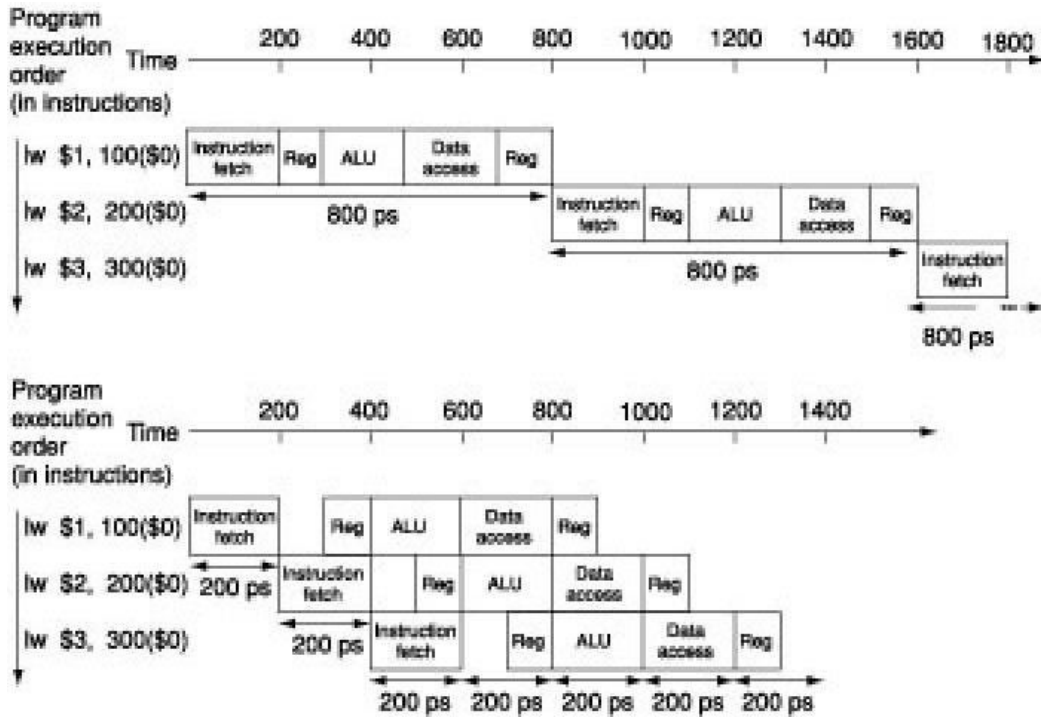
21. Μελετήστε το σύνολο καταχωρητών της αρχιτεκτονικής x86-64.



22. Αναφέρατε τεχνικές αύξησης της απόδοσης των επεξεργαστών.

- Pipelining
- Branch prediction
- Superscalar Execution
- Out of order Execution
- Register Renaming
- Speculative Execution

23. Μελετήστε την εκτέλεση εντολών σε non-pipeline και pipeline αρχιτεκτονικές.



24. Μελετήστε την εκτέλεση των εντολών σε αρχιτεκτονική in order superscalar (2-way).

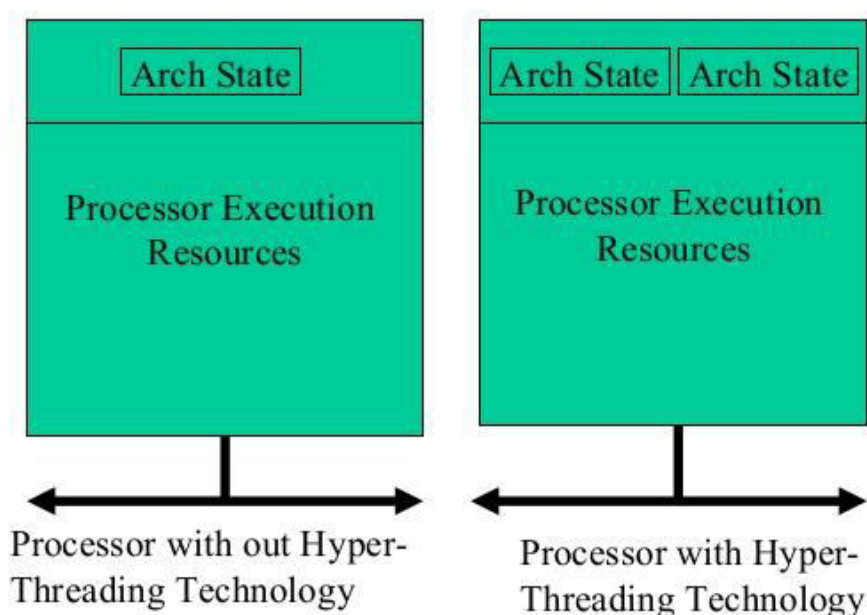
	IF	ID	EX	MEM	WB				
	IF	ID	EX	MEM	WB				
i		IF	ID	EX	MEM	WB			
		IF	ID	EX	MEM	WB			
t			IF	ID	EX	MEM	WB		
			IF	ID	EX	MEM	WB		
				IF	ID	EX	MEM	WB	
				IF	ID	EX	MEM	WB	

25. Τι γνωρίζετε για το context switching

Hyper-threading (HT) technology, is Intel's proprietary simultaneous multithreading (SMT) implementation used to improve parallelization of computations (doing multiple tasks at once) performed on x86 microprocessors. It first appeared in February 2002 on Xeon server processors and in November 2002 on Pentium 4 desktop CPUs. Later, Intel included this technology in Atom, and Core 'i' Series CPUs, among others.

26. Μελετήστε τις διαφορές στις αρχιτεκτονικές επεξεργαστών χωρίς Hyper-Threading και με Hyper-Threading.

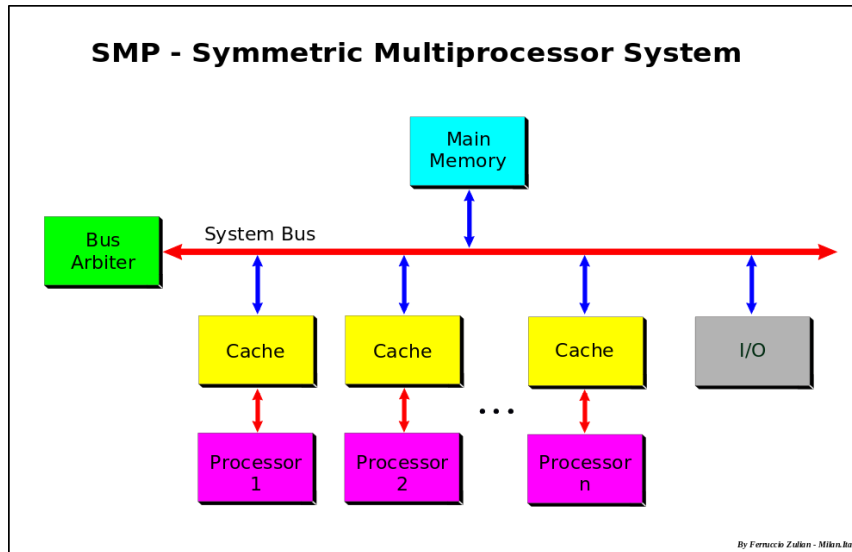
Hyper-Threading Technology Architecture



27. Τι γνωρίζετε για τα συστήματα συμμετρικής πολυεπεξεργασίας (SMP).

Ένα υπολογιστικό σύστημα με *αρχιτεκτονική συμμετρικής πολυεπεξεργασίας* (*symmetric multiprocessing* ή SMP) μπορεί να ορισθεί σαν ένα αυτοδύναμο υπολογιστικό σύστημα που περιλαμβάνει δύο ή περισσότερους όμοιους επεξεργαστές που μοιράζονται την ίδια κύρια μνήμη. Το σύστημα λειτουργεί κάτω από ένα ενιαίο λειτουργικό σύστημα που εξασφαλίζει την συνεργασία των επεξεργαστών. Σαν *σύστημα διασύνδεσης* χρησιμοποιούνται δίαυλοι συστήματος (buses) ή crossbar switches. Στα συστήματα SMP υπάρχουν περιορισμοί στην επεκτασιμότητα που οφείλονται στο bandwidth και την κατανάλωση ισχύος του συστήματος διασύνδεσης μεταξύ των επεξεργαστών, της μνήμης και των διατάξεων I/O. In the case of multicore processors, the SMP architecture applies to the cores, treating them as separate processors.

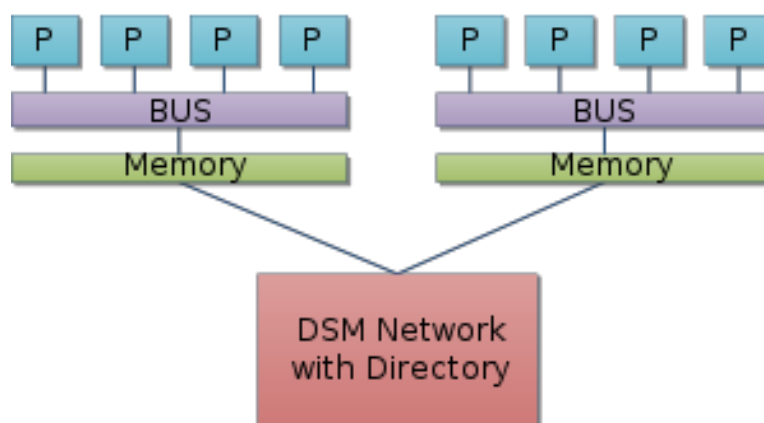
28. Μελετήστε την αρχιτεκτονική συμμετρικής πολυεπεξεργασίας που περιγράφεται στην συνέχεια.



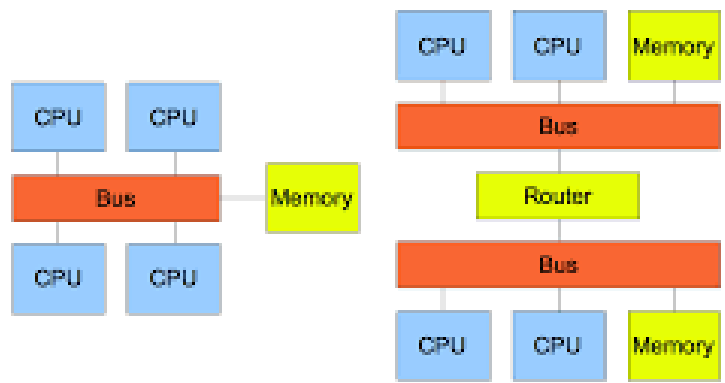
29. Τι γνωρίζετε για τις αρχιτεκτονικές NUMA.

Στα συστήματα SMP υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των επεξεργαστών που μπορεί να διαθέτει το κάθε υπολογιστικό σύστημα. Μια προσέγγιση στο να επιτευχθεί μεγάλης κλίμακας πολυεπεξεργασία, ενώ διατηρούνται τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής SMP είναι η NUMA (Non Uniform Memory Architecture). Τα συστήματα με αρχιτεκτονική NUMA είναι αυτόνομα υπολογιστικά συστήματα στα οποία οι επεξεργαστές έχουν προσπέλαση σε όλα τα τμήματα της κύριας μνήμης χρησιμοποιώντας απλές εντολές γλώσσας μηχανής (load, store, move, ...). Ο χρόνος προσπέλασης της μνήμης όμως εξαρτάται από το τμήμα της μνήμης στο οποίο γίνεται η προσπέλαση.

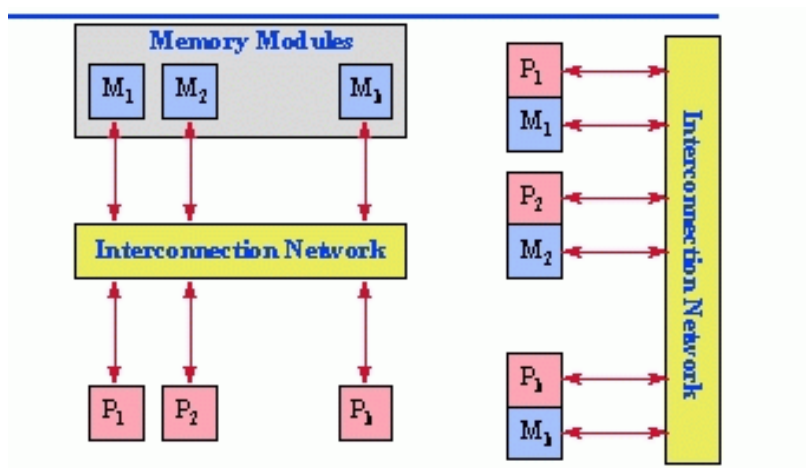
30. Μελετήστε το διάγραμμα βαθμίδων ενός υπολογιστή με αρχιτεκτονική NUMA.



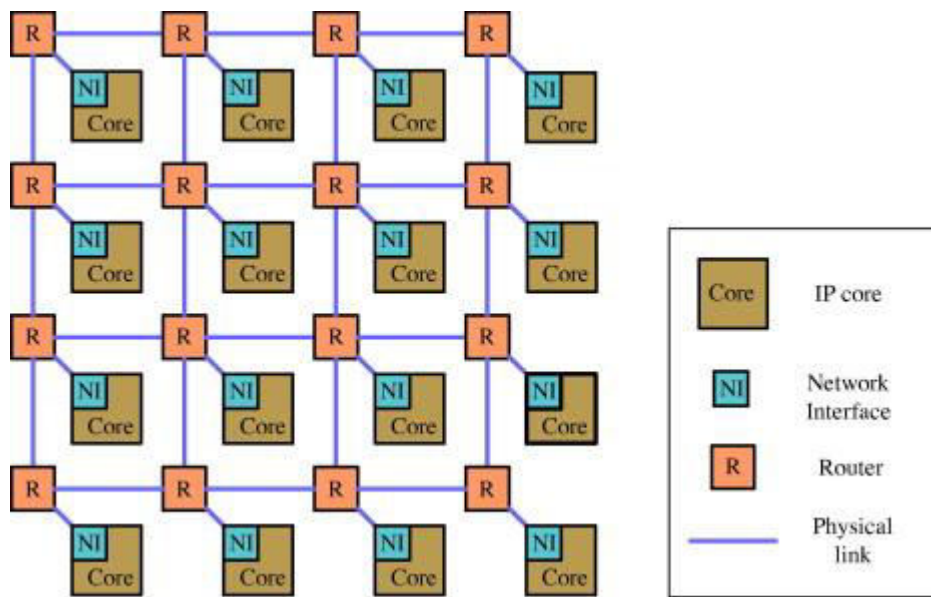
31. Από τις αρχιτεκτονικές που περιγράφονται στην συνέχεια ποια είναι SMP και ποια NUMA.



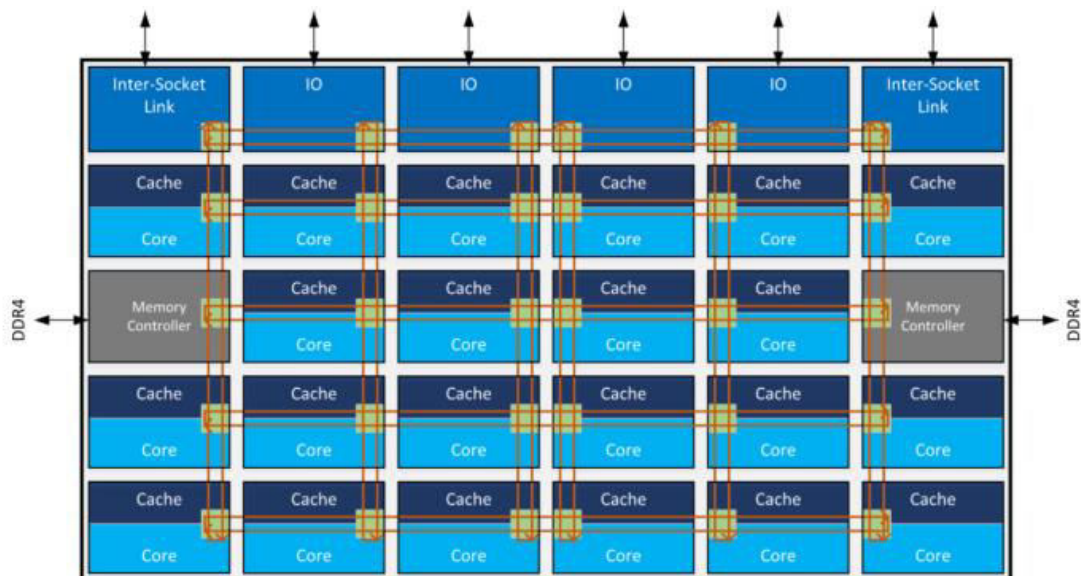
32. Από τις αρχιτεκτονικές που περιγράφονται στην συνέχεια ποια είναι SMP και ποια NUMA.



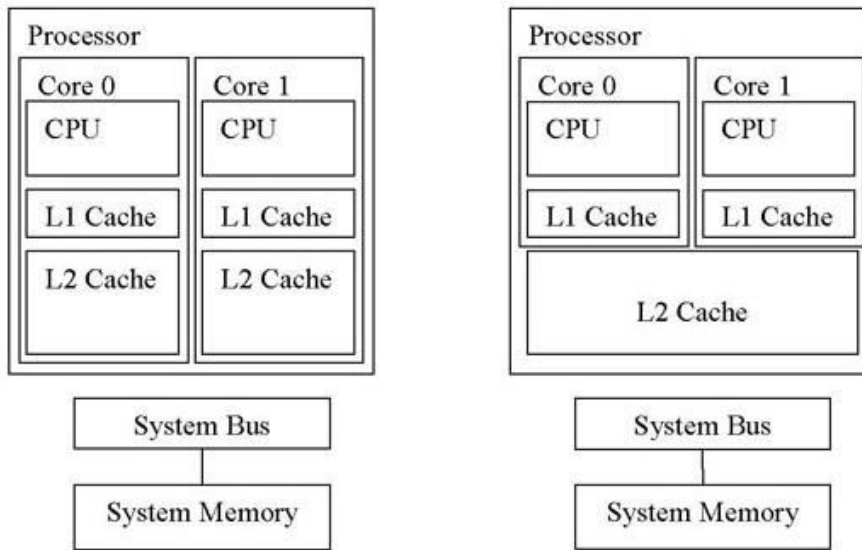
33. Μελετήστε την αρχιτεκτονική mesh network που περιγράφεται στην συνέχεια.



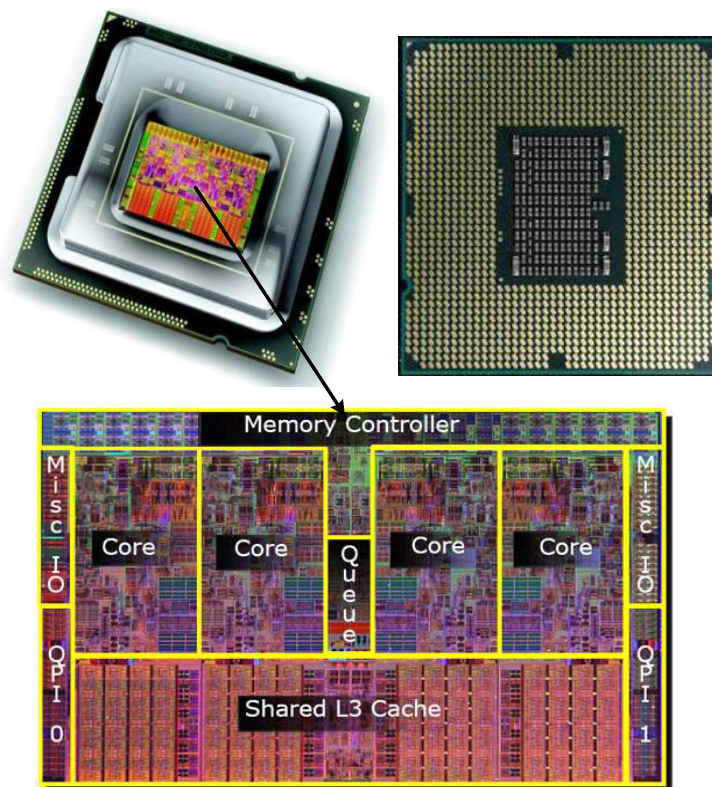
34. Μελετήστε την αρχιτεκτονική mesh network της εταιρείας Intel που περιγράφεται στην συνέχεια.



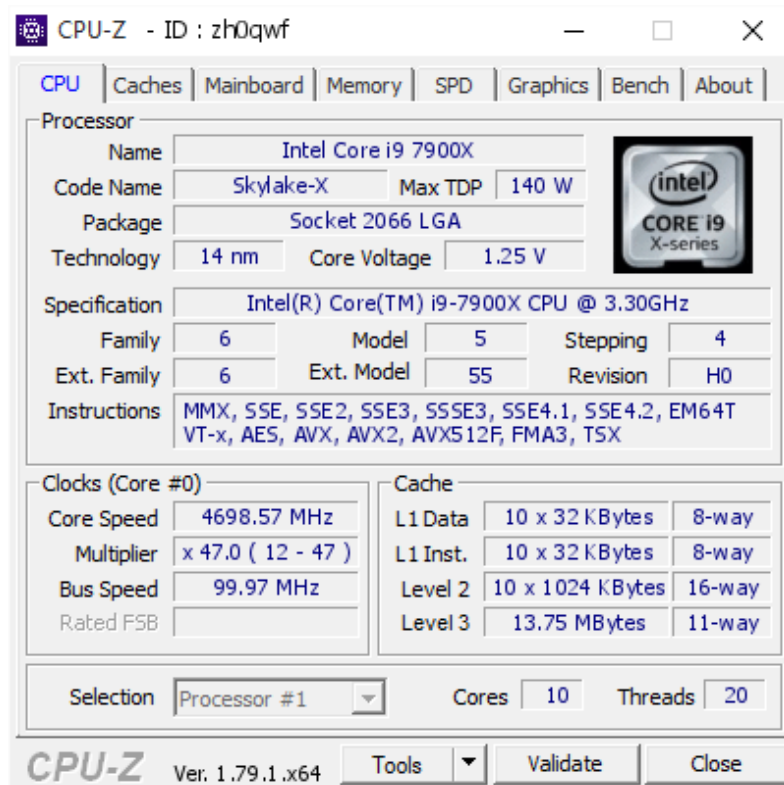
35. Μελετήστε τις αρχιτεκτονικές multicore που περιγράφονται στην συνέχεια.



36. Μελετήστε το ολοκληρωμένο κύκλωμα του multi-core επεξεργαστή που δίδεται στην συνέχεια.



37. Μελετήστε τα χαρακτηριστικά του επεξεργαστή core i9. Αναφέρατε πόσα cores έχει και πόσα threads ανά core.



The screenshot shows the CPU-Z application window with the following details:

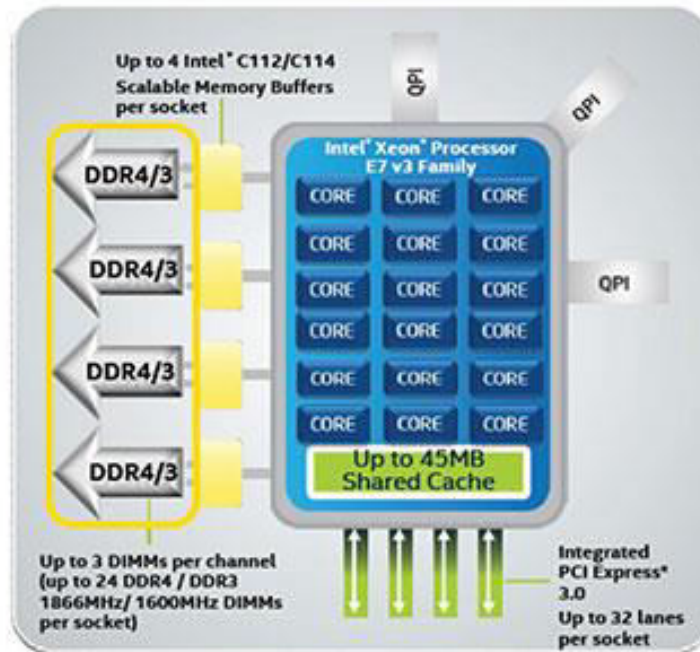
- Processor:**
 - Name: Intel Core i9 7900X
 - Code Name: Skylake-X
 - Max TDP: 140 W
 - Package: Socket 2066 LGA
 - Technology: 14 nm
 - Core Voltage: 1.25 V
- Specification:** Intel(R) Core(TM) i9-7900X CPU @ 3.30GHz
 - Family: 6
 - Model: 5
 - Stepping: 4
 - Ext. Family: 6
 - Ext. Model: 55
 - Revision: H0
 - Instructions: MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, EM64T, VT-x, AES, AVX, AVX2, AVX512F, FMA3, TSX
- Clocks (Core #0):**
 - Core Speed: 4698.57 MHz
 - Multiplier: x 47.0 (12 - 47)
 - Bus Speed: 99.97 MHz
 - Rated FSB: (empty)
- Cache:**
 - L1 Data: 10 x 32 KBytes, 8-way
 - L1 Inst.: 10 x 32 KBytes, 8-way
 - Level 2: 10 x 1024 KBytes, 16-way
 - Level 3: 13.75 MBytes, 11-way
- Selection:** Processor #1
- Cores:** 10
- Threads:** 20

At the bottom, the CPU-Z logo and version (Ver. 1.79.1.x64) are visible, along with buttons for Tools, Validate, and Close.

38. Τι γνωρίζετε για τους επεξεργαστές Xeon.

Xeon is a brand of x86 microprocessors designed and manufactured by Intel Corporation, targeted at the non-consumer workstation, server, and embedded system markets. Primary advantages of the Xeon CPUs, when compared to the majority of Intel's desktop-grade consumer CPUs, are their multi-socket capabilities, higher core counts, and support for ECC (Error Correcting Code) memory.

39. Μελετήστε την αρχιτεκτονική Xeon που περιγράφεται στην συνέχεια



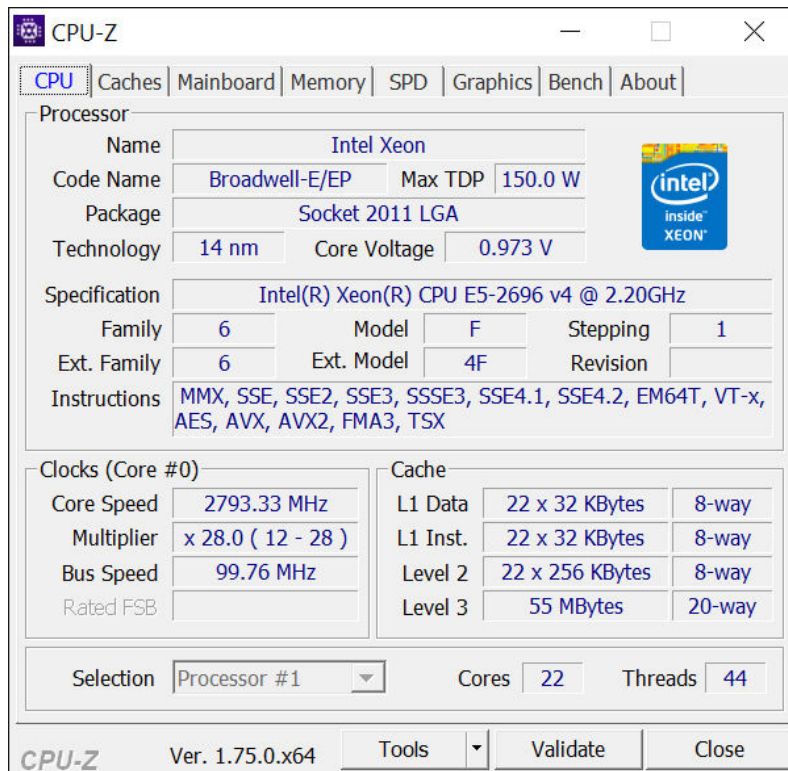
40. Μελετήστε τα χαρακτηριστικά του επεξεργαστή Xeon τεχνολογίας Sandy Bridge που δίδονται στην συνέχεια.

The screenshot shows the CPU-Z software interface. The main window displays the following information:

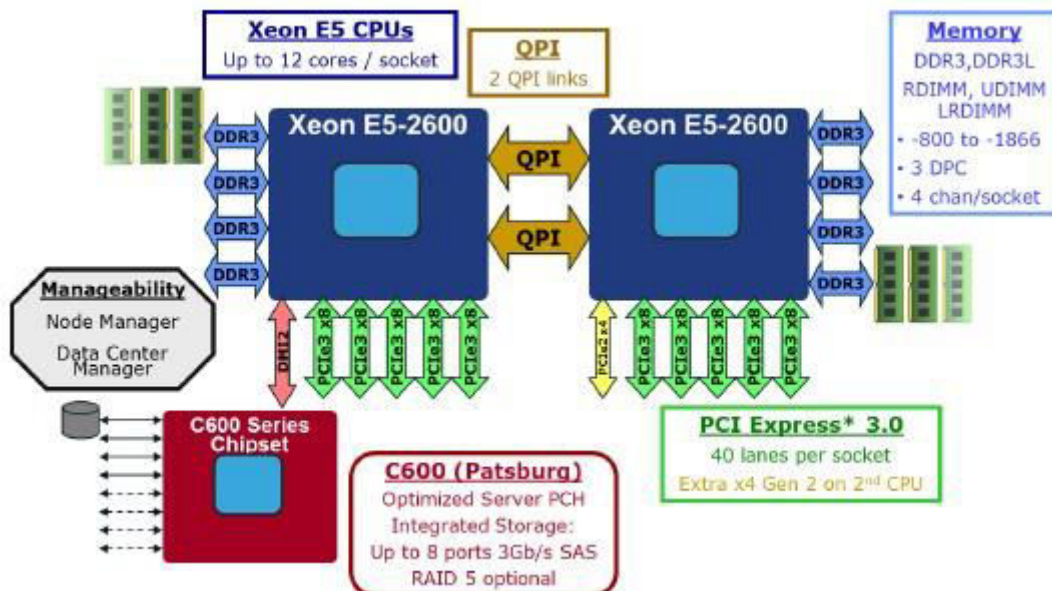
- Processor:** Intel Xeon, Code Name: Sandy Bridge-EP/EX, Max TDP: 150 W, Package: Socket 2011 LGA, Technology: 32 nm, Core VID: 0.806 V.
- Specification:** Genuine Intel(R) CPU @ 3.10GHz (ES), Family: 6, Model: D, Stepping: 5, Ext. Family: 6, Ext. Model: 2D, Revision: C0, Instructions: MMX, SSE (1, 2, 3, 3S, 4.1, 4.2), EM84T, VT-x, AES, AVX.
- Clocks (Core #0):** Core Speed: 1197.16 MHz, Multiplier: x 12.0 (12 - 31), Bus Speed: 99.76 MHz, QPI Link: 3990.54 MHz.
- Cache:** L1 Data: 8 x 32 KBytes (8-way), L1 Inst: 8 x 32 KBytes (8-way), Level 2: 8 x 256 KBytes (8-way), Level 3: 20 MBytes (20-way).
- Selection:** Processor #1, Cores: 8, Threads: 16.

At the bottom, the version is "CPU-Z Version 1.60.x64" and there are "Validate" and "OK" buttons.

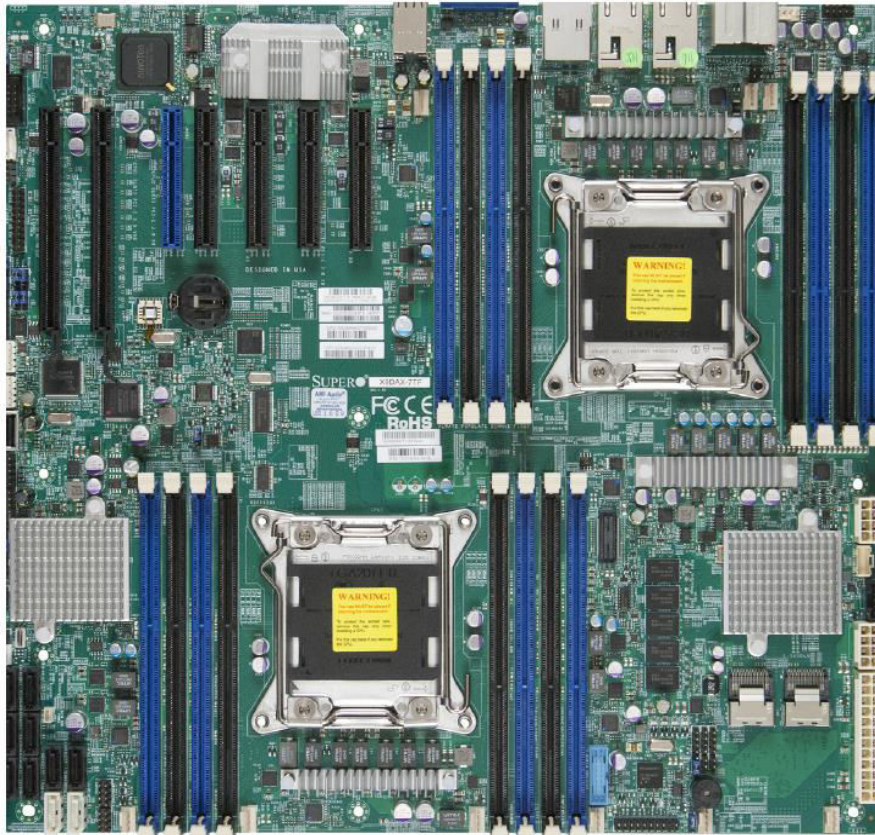
41. Μελετήστε τα χαρακτηριστικά του επεξεργαστή Xeon τεχνολογίας Broadwell που δίδονται στην συνέχεια



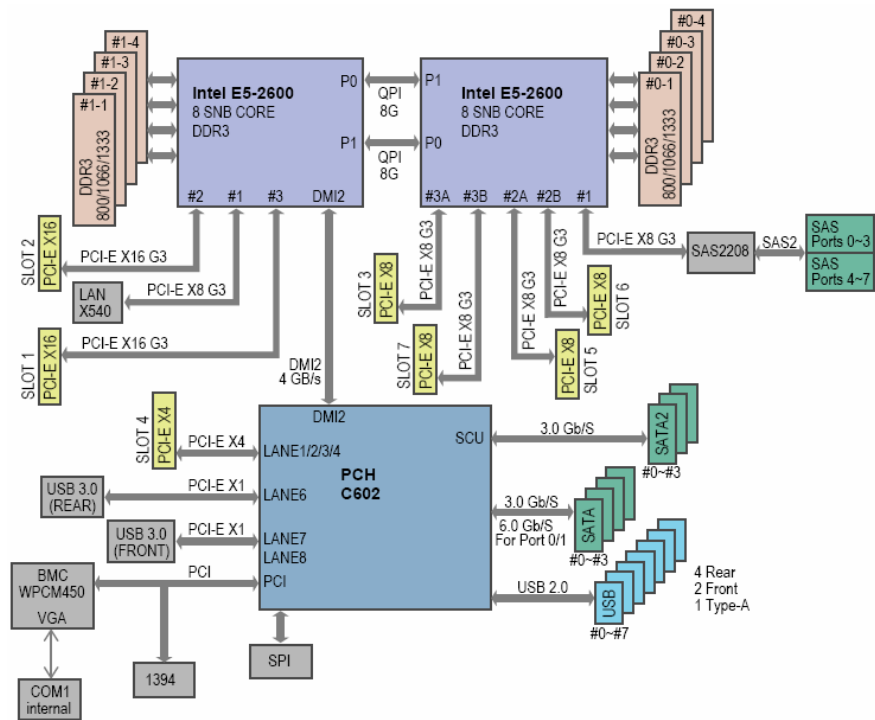
42. Μελετήστε την αρχιτεκτονική motherboard για server που βασίζεται σε επεξεργαστή Xeon. Τι είδους αρχιτεκτονική είναι.



43. Μελετήστε το motherboard για server που δίδεται στην συνέχεια. Εντοπίστε τις θέσεις των επεξεργαστών και της κύριας μνήμης.



44. Μελετήστε την αρχιτεκτονική του motherboard για server που δίδεται στην συνέχεια. Τι είδους αρχιτεκτονική είναι.



45. Μελετήστε το workstation που δίδεται στην συνέχεια. Αναφέρατε την χρήση των πολλών καρτών γραφικών.



Οι κάρτες γραφικών χρησιμοποιούνται και για floating point operations

46. Μελετήστε τα χαρακτηριστικά του workstation που δίδονται στην συνέχεια

1. Dual socket R (LGA 2011) supports Intel® Xeon processor E5-2600 and E5-2600 v2 family.
2. Up to 1TByte ECC DDR3, up to 1866MHz; 16x DIMM sockets
3. Expansion slots:
 - 4 PCI-E 3.0 x16 (support 4x double-width GPU cards),
 - 2 PCI-E 3.0 x8 (1 in x16),
 - 1 PCI-E 2.0 x4 (inx8)
4. Intel® i350 Dual port Gigabit Ethernet
5. 2x SATA3 and 8x SATA2 ports
6. 8x Hot-swap 3.5" HDD Bays
7. 1620W Redundant Power Supplies Platinum Level (94%)
8. Tower or Rackmount

47. Μελετήστε τον rack mount server που δίδεται στην συνέχεια.

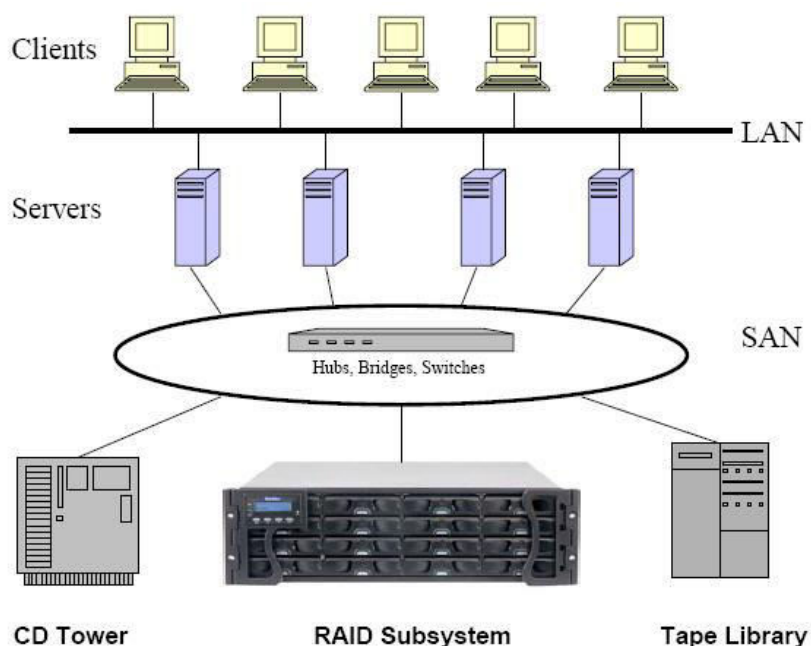


48. Μελετήστε τα χαρακτηριστικά του rack mount server.

1. Dual socket R3 (LGA 2011) supports Intel® Xeon processor E5-2600 v3 family; QPI up to 9.6GT/s
2. Up to 1.5TB ECC, up to DDR4 2133 MHz in 24x DIMM sockets
3. 2 PCI-E 3.0 x16, 3xPCI-E 3.0 x8, and 1x PCI-E 2.0 x4 (in x8) slot
4. 8x 2.5" SAS3 and 8x 2.5" SATA3 Hot-swap Drive Bays
5. Quad 10GBase-T ports w/ Intel X540
6. I/O ports: 2x SuperDOM, 1x VGA, 2xCOM, 2x USB 3.0 (rear), 4x USB 2.0 (2 rear, 2 front), 1x Type A
7. 3x8cm high-performance PWM fans
8. 920W Redundant Power Supplies Platinum Level (94%)

49. Τι γνωρίζετε για τα συστήματα SAN.

Τα *Storage Area Network* (SAN) είναι εξειδικευμένα δίκτυα που εξασφαλίζουν προσπέλαση σε συστήματα αποθήκευσης δεδομένων στα οποία η εγγραφή/ανάγνωση δεδομένων γίνεται ανά μπλοκ. Τα SAN χρησιμοποιούνται ώστε συστήματα αποθήκευσης, όπως disk arrays, tape libraries και optical jukeboxes, να είναι προσπελάσιμα από τους servers. Τα συστήματα αυτά εμφανίζονται στο λειτουργικό σύστημα σαν τοπικά συνδεδεμένα στους servers. Τα συστήματα που είναι συνδεδεμένα στα SAN δεν είναι προσπελάσιμα μέσω του τοπικού δικτύου. Το κόστος και η πολυπλοκότητα των SANs μειώθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 2000 ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από μεσαίες και μικρές επιχειρήσεις. Ένα σύστημα SAN δεν παρέχει προσπέλαση αρχείων αλλά μόνο λειτουργίες μεταφοράς μπλόκ δεδομένων. Εντούτοις, file systems τα οποία δομούνται με βάση τα SAN προσφέρουν file-level access και είναι γνωστά σαν SAN file systems ή σαν shared disk file systems.



50. Τι γνωρίζετε για το Fibre Channel.

Fibre Channel, or **FC**, is a high-speed network technology (commonly running at 1, 2, 4, 8, 16, 32, and 128 gigabit per second rates) primarily used to connect computer data storage to servers. Fibre Channel is mainly used in storage area networks (SAN) in commercial data centers. Fibre Channel networks form a switched fabric because they operate in unison as one big switch. Fibre Channel typically runs on optical fiber cables within and between data centers.

Most block storage runs over Fibre Channel Fabrics and supports many upper level protocols. Fibre Channel Protocol (FCP) is a transport protocol that predominantly transports SCSI commands over Fibre Channel networks. Fibre Channel can be used for flash memory being transported over the NVMe interface protocol.

