



ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ

6.1 Εισαγωγή

1. Αναφέρατε αρχιτεκτονικές CPU που χρησιμοποιούνται στους μικροϋπολογιστές τύπου PC.
 - -x86 (16 bit)
 - Intel -x86-64 (64/32-bit)
 - ARM64 (64/32-bit)
2. Αναφέρατε αρχιτεκτονικές CPU που χρησιμοποιούνται στους server και τα workstation.
 - -x86-64 Xeon
 - ARM64 (64/32-bit)
 - Power Architecture (formerly PowerPC)
3. Αναφέρατε αρχιτεκτονικές CPU που χρησιμοποιούνται στα smartphone και tablet.
 - ARM64 (64/32-bit)
4. Αναφέρατε αρχιτεκτονικές CPU που χρησιμοποιούνται σε μικροελεγκτές.
 - Microchip technology PIC
 - Atmel AVR architecture
 - Microchip's PIC architecture
 - Intel's 8051 architecture

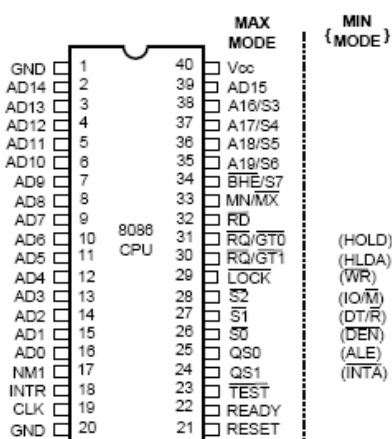
- ARM architecture
- RISC-V architecture

6.2 Αρχιτεκτονικές Επεξεργαστών –x86

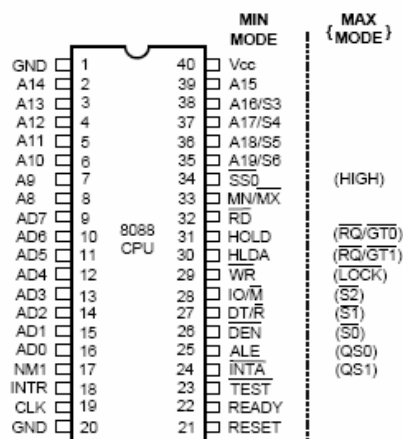
5. Αναφέρατε σύντομα ποιοι επεξεργαστές χρησιμοποιήθηκαν στα PC.

Στο πρώτο PC χρησιμοποιήθηκε ο επεξεργαστής 8088 που ήταν των 16 bit. Στο υπολογιστικό σύστημα AT χρησιμοποιήθηκε ο επεξεργαστής 80286 που ήταν επίσης των 16 bit, αλλά είχε εξελιγμένα χαρακτηριστικά. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν πιο ισχυροί επεξεργαστές όπως οι 80386, 80486, Pentium, Pentium II, Pentium III, Pentium 4 οι οποίοι ήταν των 32 bit. Στα σημερινά PC χρησιμοποιούνται ισχυροί πολυπύρρηνοι επεξεργαστές (Core 2 Duo, Core i3, i5, i7, i9) των 32/64 bit. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν συμβατοί επεξεργαστές από άλλες εταιρείες.

6. Μελετήστε το διάγραμμα ακίδων των επεξεργαστών 8086, 8088 που δίδονται στην συνέχεια. Εντοπίστε τις ακίδες σήματος ωρολογίου, σήματος αρχικοποίησης και σημάτων διακοπών.



8086 pin diagram



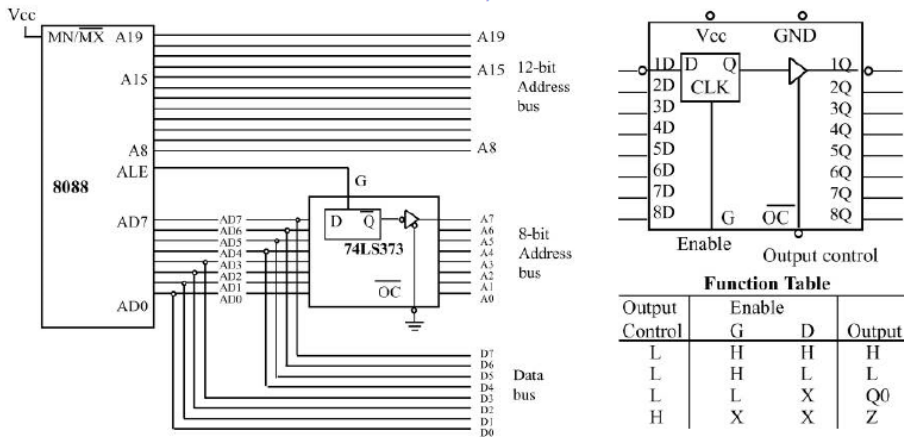
8088 pin diagram

Οι μικροεπεξεργαστές 8086 και 8088 έχουν πολυπλεγμένους διαύλους διευθύνσεων και δεδομένων. Δηλαδή, σε μία προσπέλαση κύριας μνήμης η ίδιες ακίδες (AD_i) χρησιμοποιούνται αρχικά σαν γραμμές διευθύνσεων και στην συνέχεια σαν γραμμές δεδομένων. Όταν στις ακίδες υπάρχει διεύθυνση ταυτόχρονα είναι ενεργοποιημένο και το σήμα ALE (Address Latch Enable). Αιτία της πολυπλεξίας ήταν ο περιορισμένος μέγιστος αριθμός ακίδων που μπο-

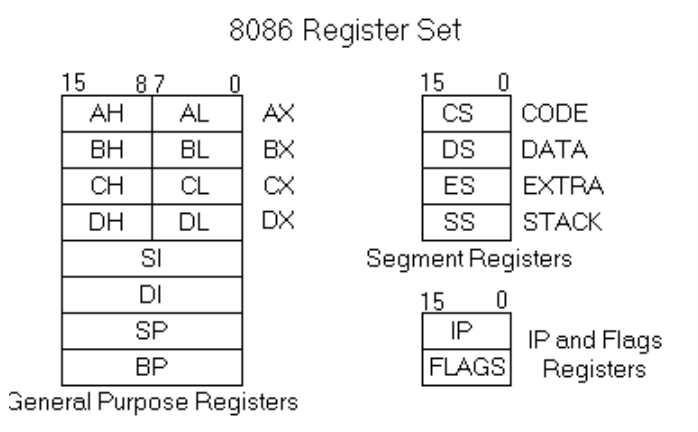
ρούσαν να διαθέτουν να ολοκληρωμένα κυκλώματα την εποχή που κατασκευάστηκαν.

Ακίδα ωρολογίου (CLK) είναι η 19, RESET η 21, σήματα διακοπών INTR (interrupt) η 18, NMI (non-maskable interrupt) η 17.

7. Μελετήστε την αποπολύπλεξη των διαύλων διευθύνσεων και δεδομένων στον 8088 με το ολοκληρωμένο 74LS373 που περιγράφεται στην συνέχεια.



8. Μελετήστε το μοντέλο προγραμματισμού (σύνολο καταχωρητών) των επεξεργαστών 8086/88 που περιγράφεται στην συνέχεια.



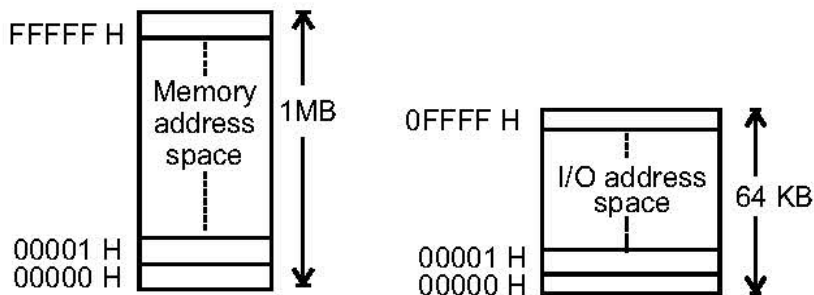
SI: Source Index

BP: Base Pointer

DI: Destination Index

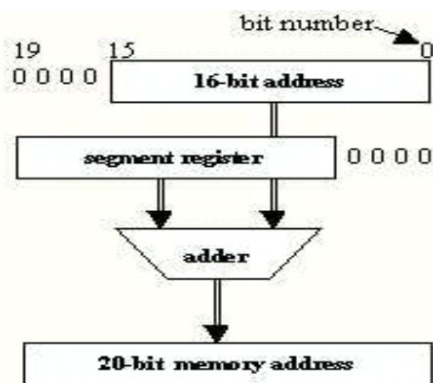
IP: Instruction Pointer

9. Μελετήστε το μοντέλο προγραμματισμού της κύριας μνήμης και του συστήματος εισόδου/εξόδου του επεξεργαστή 8086/88 που περιγράφεται στην συνέχεια.



10. Με δεδομένο ότι ο διάυλος διευθύνσεων των μE 8086, 8088 είναι των 20 bit και οι εσωτερικοί καταχωρητές των 16 bit μελετήστε τον τρόπο υπολογισμού των διευθύνσεων μνήμης που περιγράφεται στην συνέχεια.

Για να σχηματισθούν διευθύνσεις των 20 bit, ενώ οι καταχωρητές των επεξεργαστών 8086/88 είναι των 16 bit γίνεται εσωτερικά στον επεξεργαστή ανάλογα με την εντολή πρόσθεση ενός pointer register (SI, DI, SP, ...) και ενός segment register (CS, DS, ...) όπως στην συνέχεια.



Example:

address = 1234h

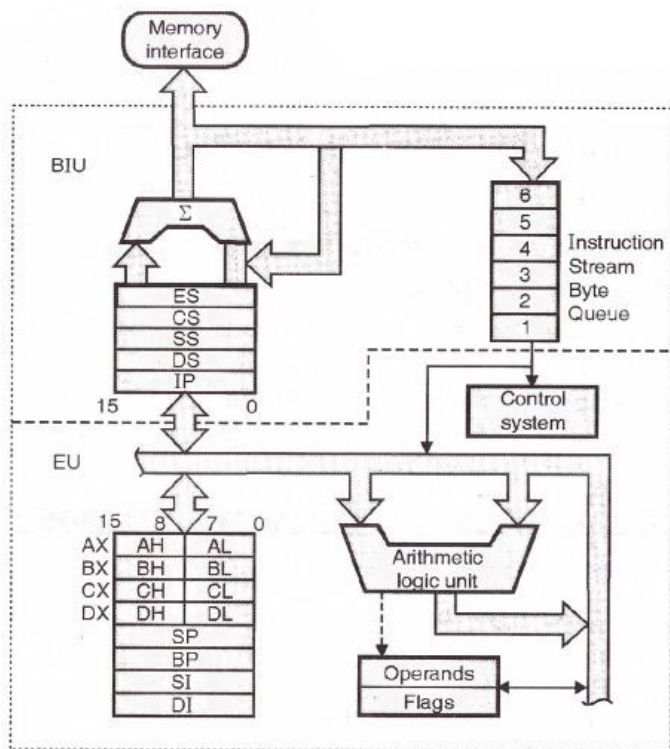
seg reg = 5678h

01234h

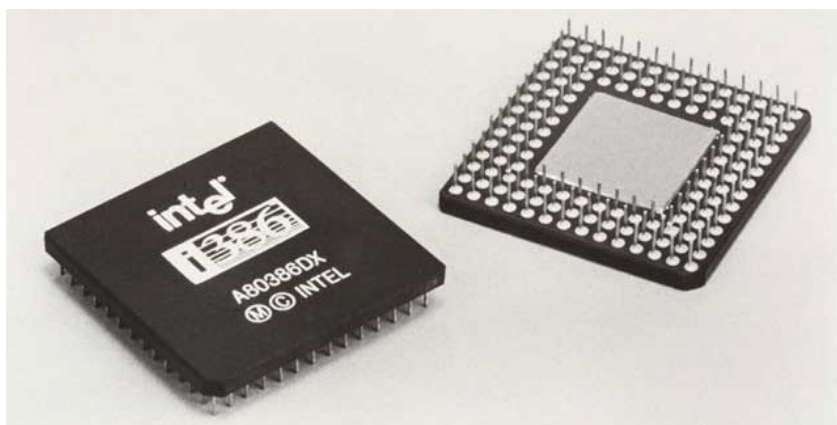
+56780h

20-bit address = 579B4h

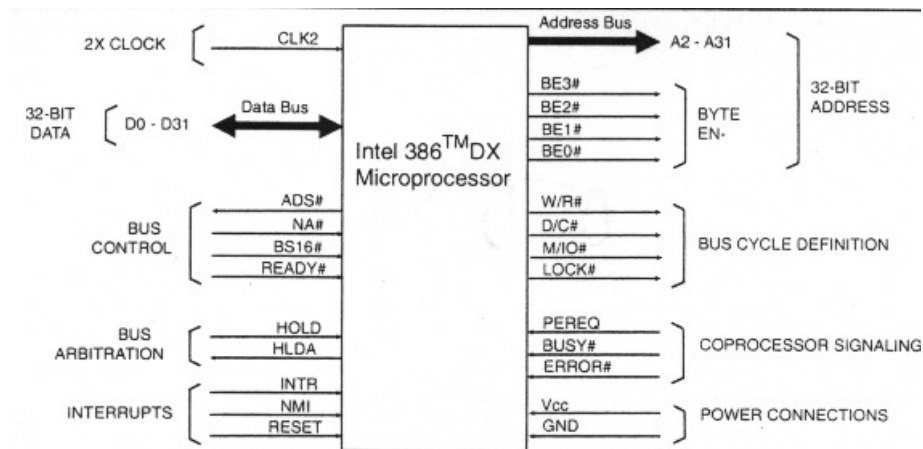
11. Μελετήστε την εσωτερική οργάνωση (μικροαρχιτεκτονική) του επεξεργαστή 8086/88.



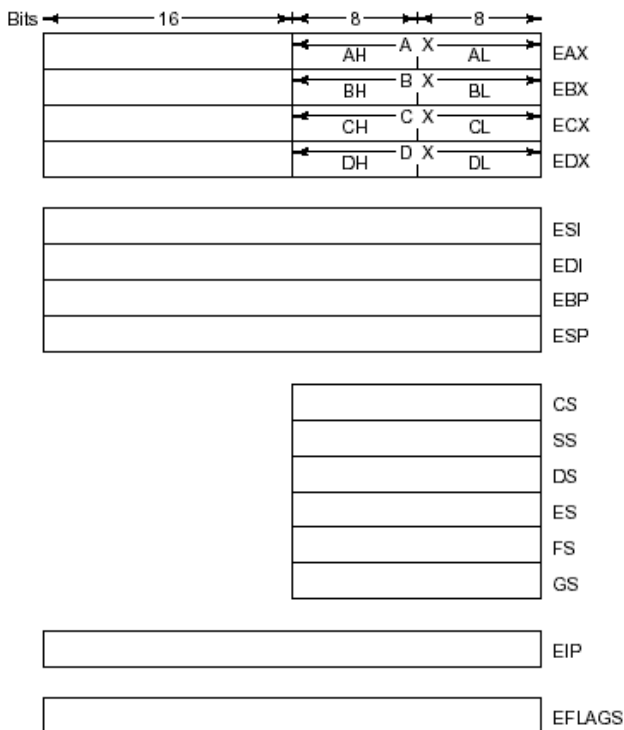
12. Μελετήστε το ολοκληρωμένο κύκλωμα του επεξεργαστή 80386.



13. Μελετήστε το λειτουργικό διάγραμμα ακίδων του μE 80386. Οι γραμμές διευθύνσεων A0, A1 χρησιμοποιούνται εσωτερικά για την παραγωγή των σημάτων BE0#→BE3# με τα οποία επιλέγονται byte μνήμης.



14. Μελετήστε τους βασικούς καταχωρητές της αρχιτεκτονικής IA-32 (80386→ ... Pentium IV) που δίδονται στην συνέχεια.



15. Μελετήστε την εντολή MOV των αρχιτεκτονικών x86-32 που δίδεται στην συνέχεια.

MOV — Move Data

Opcode	Instruction	Clocks	Description
88	/r MOV r/m8,r8	2/2	Move byte register to r/m byte
89	/r MOV r/m16,r16	2/2	Move word register to r/m word
8B	/r MOV r/m32,r32	2/2	Move dword register to r/m dword
8A	/r MOV r8,r/m8	2/4	Move r/m byte to byte register
8B	/r MOV r16,r/m16	2/4	Move r/m word to word register
8B	/r MOV r32,r/m32	2/4	Move r/m dword to dword register
8C	/r MOV r/m16,Sreg	2/2	Move segment register to r/m word
8D	/r MOV Sreg,r/m16	2/5,pm=18/19	Move r/m word to segment register
A0	MOV AL,moffs8	4	Move byte at (seg:offset) to AL
A1	MOV AX,moffs16	4	Move word at (seg:offset) to AX
A1	MOV EAX,moffs32	4	Move dword at (seg:offset) to EAX
A2	MOV moffs8,AL	2	Move AL to (seg:offset)
A3	MOV moffs16,AX	2	Move AX to (seg:offset)
A3	MOV moffs32,EAX	2	Move EAX to (seg:offset)
B0 + rb	MOV reg8,imm8	2	Move immediate byte to register
B8 + rw	MOV reg16,imm16	2	Move immediate word to register
B8 + rd	MOV reg32,imm32	2	Move immediate dword to register
C1iiiiii	MOV r/m8,imm8	2/2	Move immediate byte to r/m byte
C7	MOV r/m16,imm16	2/2	Move immediate word to r/m word
C7	MOV r/m32,imm32	2/2	Move immediate dword to r/m dword

16. Μελετήστε την εντολή ADD των αρχιτεκτονικών x86-32 που δίδεται στην συνέχεια.

ADD — Add

Opcode	Instruction	Clocks	Description
04 ib	ADD AL,imm8	2	Add immediate byte to AL
05 iw	ADD AX,imm16	2	Add immediate word to AX
05 id	ADD EAX,imm32	2	Add immediate dword to EAX
80 /o ib	ADD r/m8,imm8	2/7	Add immediate byte to r/m byte
81 /o iw	ADD r/m16,imm16	2/7	Add immediate word to r/m word
81 /o id	ADD r/m32,imm32	2/7	Add immediate dword to r/m dword
83 /o ib	ADD r/m16,imm8	2/7	Add sign-extended immediate byte to r/m word
83 /o ib	ADD r/m32,imm8	2/7	Add sign-extended immediate byte to r/m dword
00 /r	ADD r/m8,r8	2/7	Add byte register to r/m byte
01 /r	ADD r/m16,r16	2/7	Add word register to r/m word
01 /r	ADD r/m32,r32	2/7	Add dword register to r/m dword
02 /r	ADD r8,r/m8	2/6	Add r/m byte to byte register
03 /r	ADD r16,r/m16	2/6	Add r/m word to word register
03 /r	ADD r32,r/m32	2/6	Add r/m dword to dword register

Operation

DEST ← DEST + SRC;

Description

ADD performs an integer addition of the two operands (DEST and SRC). The result of the addition is assigned to the first operand (DEST), and the flags are set accordingly.

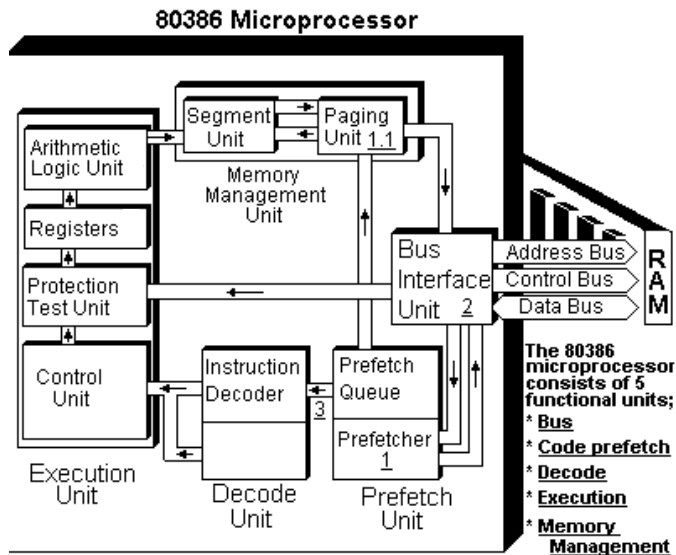
17. Αναφέρατε και περιγράψτε συνοπτικά τους τρόπους λειτουργίας του επεξεργαστή 80386.

Real mode. Λειτουργεί σαν υψηλής απόδοσης 8086.

Protected mode. Λειτουργεί στα 32-bit. Υποστηρίζει επίσης λειτουργίες Memory Management, Virtual Addressing Paging, Protection, Multitasking.

Virtual 8086 mode. Επιτρέπει την εκτέλεση προγραμμάτων 8086 ενώ ο 80386 τρέχει λειτουργικό σύστημα που απαιτεί protected mode. Μπορεί και προσομοιώνει την λειτουργία πολλών 8086 ταυτόχρονα.

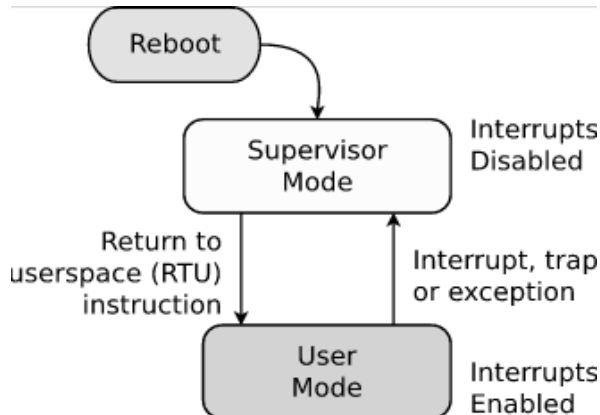
18. Μελετήστε την μικροαρχιτεκτονική του επεξεργαστή 80386 που περιγράφεται στην συνέχεια.



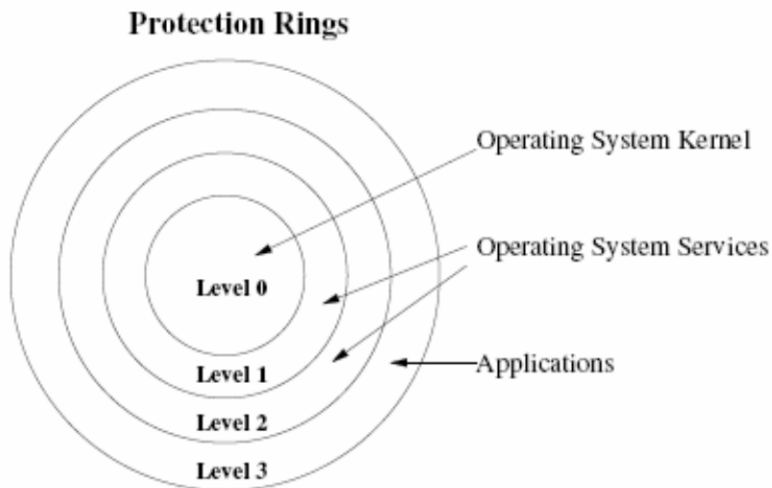
19. Τι γνωρίζετε για την λειτουργία των επεξεργαστών σε supervisor και user mode.

Ορισμένοι επεξεργαστές υψηλής απόδοσης έχουν δύο ή περισσότερους τρόπους λειτουργίας και υπάρχουν περιορισμοί στις λειτουργίες που μπορούν να εκτελεστούν σε αυτούς. Αυτό επιτρέπει στο λειτουργικό σύστημα να έχει περισσότερα δικαιώματα (privilege) από τις εφαρμογές που τρέχουν. Ουσιαστικά μόνο ο πυρήνας (kernel) του λειτουργικού συστήματος επιτρέπεται να τρέχει χωρίς περιορισμούς. Όλα το υπόλοιπο λογισμικό τρέχει σε restricted mode. Ο unrestricted τρόπος λειτουργίας συχνά ονομάζεται *kernel mode* ή *supervisor mode*. Ο restricted τρόπος λειτουργίας συνήθως ονομάζεται *user mode*.

20. Μελετήστε την λειτουργία των επεξεργαστών σε user και supervisor (kernel) mode που περιγράφεται στην συνέχεια καθώς και πως μεταβαίνει ο επεξεργαστής μεταξύ αυτών.



21. Μελετήστε τα protection rings των επεξεργαστών –x86 και τα προγράμματα που εκτελούνται σε κάθε ένα από αυτά.



22. Τι γνωρίζετε για τον επεξεργαστή 80486.

Ο Intel 80486, είναι ένας υψηλότερου επιδόσεων διάδοχος του μικροεπεξεργαστή Intel 80386. Ο 80486 παρουσιάστηκε το 1989 και ήταν ο πρώτος σχεδιασμός x86 με pipeline καθώς και το πρώτο τσιπ x86 που χρησιμοποίησε περισσότερα από ένα εκατομμύριο τρανζίστορ, λόγω της μεγάλης ενσωματωμένης cache και μιας ενσωματωμένης μονάδας κινητής υποδιαστολής.

23. Μελετήστε την εκτέλεση των εντολών σε γλώσσα μηχανής στους επεξεργαστές 80386

Sequential Processing (386)

Cycle	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Instr ₁	Fetch	Decode	Execute	Write					
Instr ₂					Fetch	Decode	Execute	Write	
Instr ₃									Fetch

Pipelined Processing (486)

Cycle	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Instr ₁	Fetch	Decode	Execute	Write					
Instr ₂		Fetch	Decode	Execute	Write				
Instr ₃			Fetch	Decode	Execute	Write			
Instr ₄				Fetch	Decode	Execute	Write		
Instr ₅					Fetch	Decode	Execute	Write	
Instr ₆						Fetch	Decode	Execute	Write

Superscalar Issue (Pentium)

Cycle	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Instr ₁	Fetch	Decode	Execute			Write			
Instr ₂	Fetch	Decode	Wait			Execute	Write		
Instr ₃		Fetch	Decode	Execute	Write				
Instr ₄		Fetch	Decode	Wait			Execute	Write	
Instr ₅			Fetch	Decode	Execute	Write			
Instr ₆			Fetch	Decode	Execute	Write			
Instr ₇				Fetch	Decode	Execute	Write		
Instr ₈				Fetch	Decode	Execute	Write		

- Superscalar issue allows multiple instructions to be issued at the same time

24. Τι γνωρίζετε για παράσταση των αριθμών με την μέθοδο της κινητής υποδιαστολής.

Η παράσταση αριθμών με την μέθοδο της κινητής υποδιαστολής διευκολύνει την παράσταση πολύ μεγάλων ή πολύ μικρών αριθμών. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παράσταση πραγματικών αριθμών.

Η παράσταση των αριθμών με την μέθοδο της κινητής υποδιαστολής στηρίζεται στην εκθετική παράσταση των αριθμών που περιγράφεται στην συνέχεια.

$$V = F \cdot R^E$$

R : Βάση

F : Κλασματικό μέρος

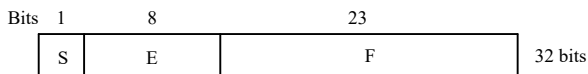
E : Εκθέτης

25. Τι γνωρίζετε για το IEEE floating-point standard 754.

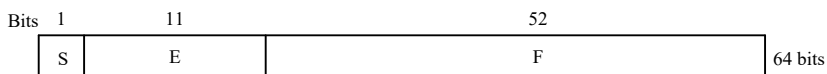
Έως το 1980 κάθε εταιρεία κατασκευής υπολογιστών είχε το δικό της floating-point format. Σήμερα οι περισσότεροι επεξεργαστές διαθέτουν μονάδες κινητής υποδιαστολής που ακολουθούν το πρότυπο 754 της IEEE. Στο πρότυπο αυτό καθορίζονται τρία formats. Single precision (32-bit), double precision (64-bit) και διάφορα extended precision (80-bit) formats.

26. Μελετήστε τα single and double precision floating-point IEEE 754 formats που περιγράφονται στην συνέχεια.

Single Precision



Double Precision



S: Sign

E: Exponent

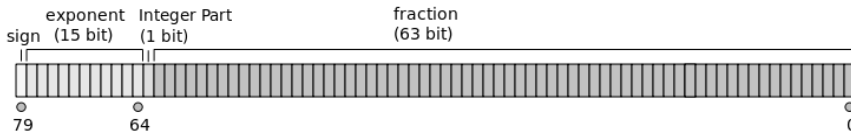
F: Fraction

Exponent: Excess 127 (Single Precision)

Exponent: Excess 1023 (Double Precision)

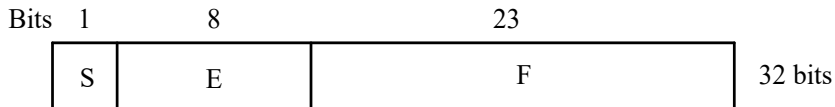
Fraction: Normalized

27. Μελετήστε το **-x86 extended precision floating-point format** που περιγράφεται στην συνέχεια.



28. Μελετήστε τον υπολογισμό της τιμής floating point αριθμού σε single precision IEEE 754 format.

Single Precision



Εάν $0 < E < 255$, τότε $N = (-1)^S \cdot 2^{E-127} \cdot (1.F)$

Εάν $E=0$ και $F \neq 0$, $N = (-1)^S \cdot 2^{126} \cdot (0.F)$

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

Εάν $E=255$ και $F \neq 0$, $N = \text{NaN (Not a Number)}$

Εάν $E=255$ και $F=0$, $N = (-1)^S \cdot \infty$

29. Μελετήστε τον υπολογισμό της τιμής αριθμού σε 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 $F=0$, $N = (-1)^S \cdot 0$

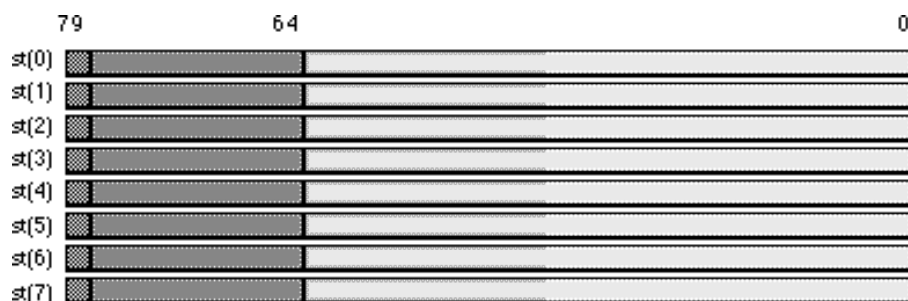
Εάν $E=1023$ και $F \neq 0$, $N = \text{NaN (Not a Number)}$

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

30. Τι γνωρίζετε για τα FLOPS.

Τα FLOPS (*F*loating-*p*oint *O*perations *P*er *S*econd) είναι ένα μέτρο της απόδοσης των υπολογιστών, χρήσιμο σε πεδία όπως επιστημονικοί υπολογισμοί που κάνουν εκτεταμένη χρήση floating-point υπολογισμών. Για τέτοιες περιπτώσεις είναι πιο ακριβές μέτρο από το γενικό instructions per second. Γενικά τα FLOPS δεν προσδιορίζονται από θεωρητικούς υπολογισμούς, αλλά μετρούνται στην πράξη με ειδικά προγράμματα που ονομάζονται benchmark.

31. Μελετήστε το σύνολο καταχωρητών των επεξεργαστών με αρχιτεκτονική x86 που χρησιμοποιούνται για τις πράξεις κινητής υποδιαστολής.

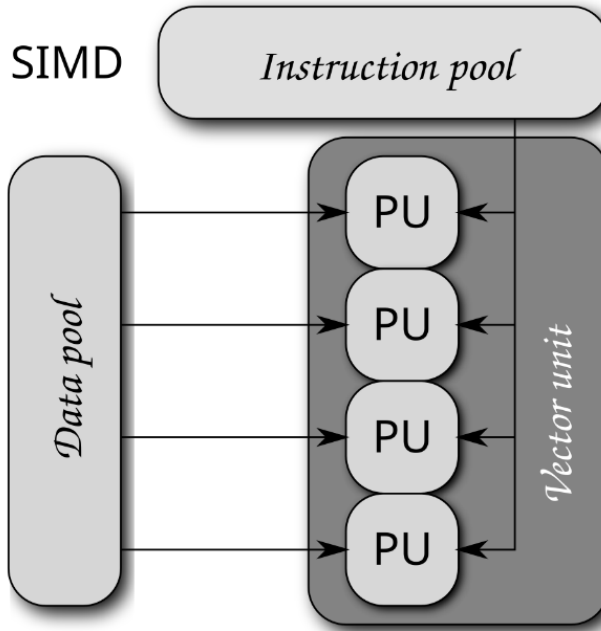


Οι καταχωρητές αυτοί είναι των 80 bit.

32. Τι γνωρίζετε για την αρχιτεκτονική SIMD.

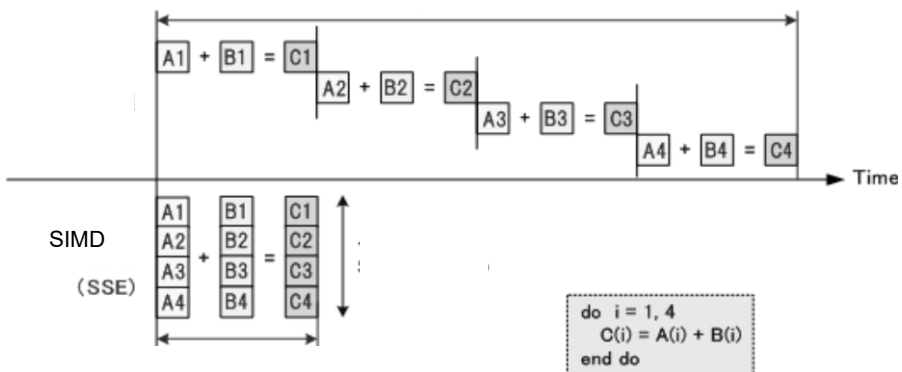
Η αρχιτεκτονική *Single Instruction, Multiple Data* (SIMD), αναφέρεται σε CPU με πολλές μονάδες επεξεργασίας δεδομένων όπως ALU ή FPU (floating-point unit) που εκτελούν ταυτόχρονα την ίδια λειτουργία σε διαφορετικά δεδομένα. Με τους επεξεργαστές αυτού του τύπου επιτυγχάνεται παραλληλισμός σε επίπεδο επεξεργασίας δεδομένων. Οι περισσότερες μοντέρνες CPU περιλαμβάνουν SIMD instructions με στόχο να βελτιωθεί η απόδοσή τους σε εφαρμογές πολυμέσων. Η τεχνολογία SIMD είναι εφαρμόσιμη σε λειτουργίες των πολυμέσων, όπως ρύθμιση contrast σε ψηφιακές εικόνες ή ρύθμιση της έντασης σε ψηφιακό ήχο.

33. Μελετήστε τις διαφορές της κλασσικής αρχιτεκτονικής (SISD) CPU με την αρχιτεκτονική SIMD που περιγράφεται στην συνέχεια.



PU: Processing Unit

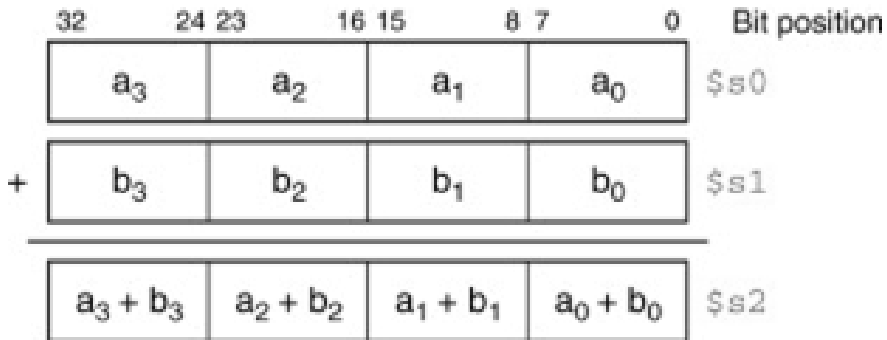
34. Μελετήστε την εκτέλεση πράξεων σε ανύσματα δεδομένων χωρίς την χρήση και με χρήση εντολών SIMD.



35. Μελετήστε την εκτέλεση της εντολής

```
paddb $s2, $s0, $s1
```

που δίδεται στην συνέχεια



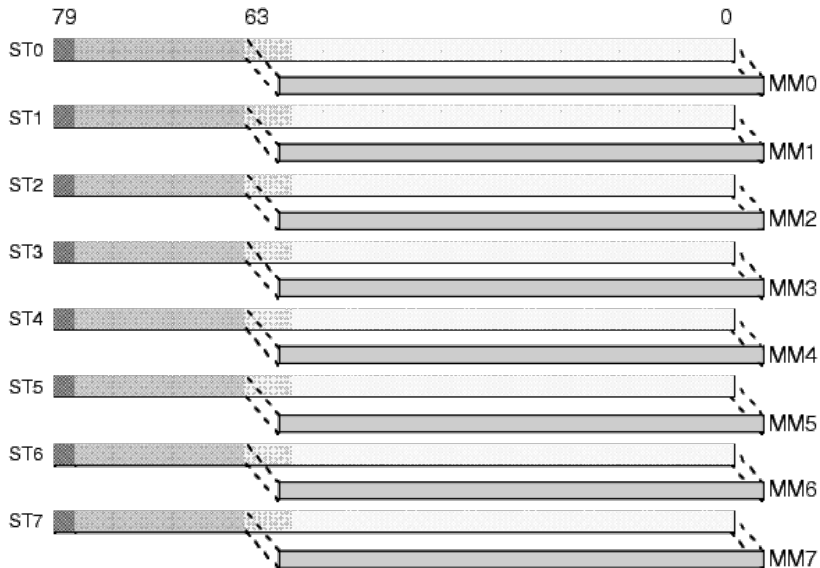
36. Τι γνωρίζετε για τις τεχνολογία MMX και SSE.

Η τεχνολογία MMX (Multi-Media EXtensions) περιλαμβάνει ένα σύνολο από 57 πρόσθετες εντολές που ενσωματώθηκαν αρχικά στον επεξεργαστή Pentium MMX για αυξημένη απόδοση σε εφαρμογές πολυμέσων. Οι εντολές αυτές εκτελούν μαθηματικές πράξεις σε πολλαπλά σύνολα δεδομένων την ίδια χρονική στιγμή (SIMD). Η τεχνολογία MMX περιλαμβάνει επίσης εντολές όπως η multiply-add που παρέχουν δυνατότητες DSP (Digital Signal Processing).

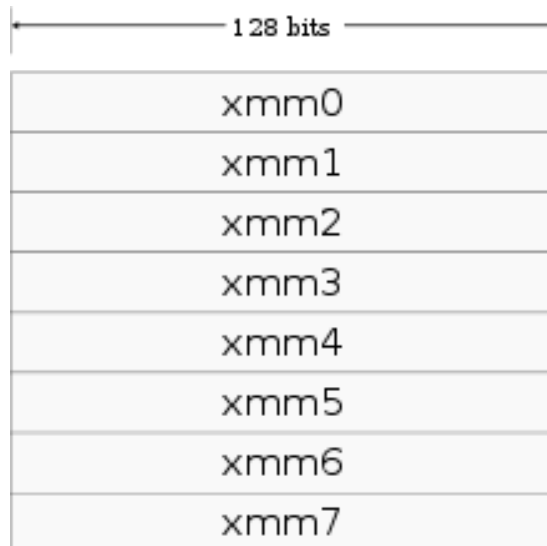
Η CPU σε MMX mode, χρησιμοποιεί τα 64 λιγότερο σημαντικά bits των 8 80-bit floating-point registers για MMX registers. Όταν ακέραιοι των 8, 16 ή 32-bit φορτώνονται στους MMX registers, αυτοί μπορούν να προστεθούν ή να πολλαπλασιαστούν παράλληλα.

Όλες οι CPU από τον Pentium MMX και εξής, εκτός από τον Pentium Pro, περιλαμβάνουν την τεχνολογία MMX. Στην συνέχεια προστέθηκαν στο σύνολο εντολών οι επεκτάσεις SSE (SIMD Streaming Extensions). Με την τεχνολογία SSE προστέθηκαν επί πλέον καταχωρητές, έτσι ώστε floating-point και multimedia operations να μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα.

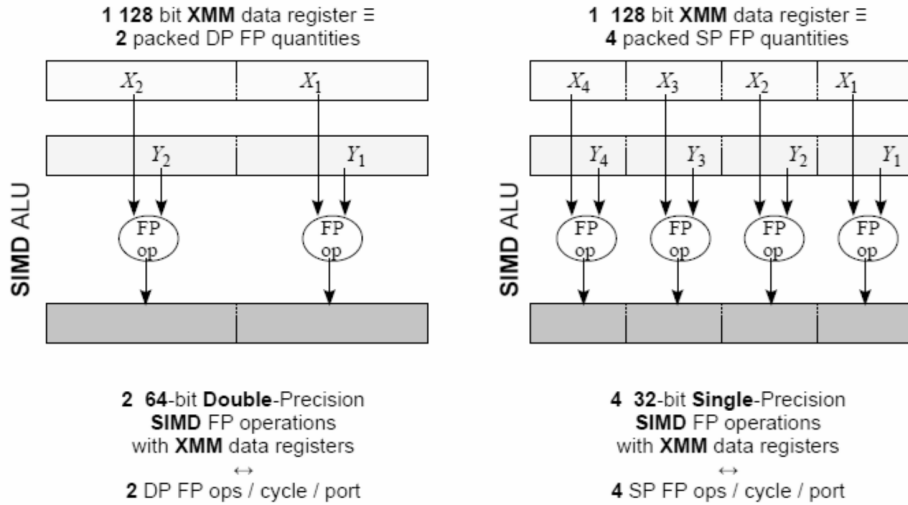
37. Να μελετηθεί η χρήση των καταχωρητών κινητής υποδιαστολής στις εντολές MMX.



38. Μελετήστε το σύνολο των καταχωρητών για τις επεκτάσεις SSE (Streaming SIMD Extensions).

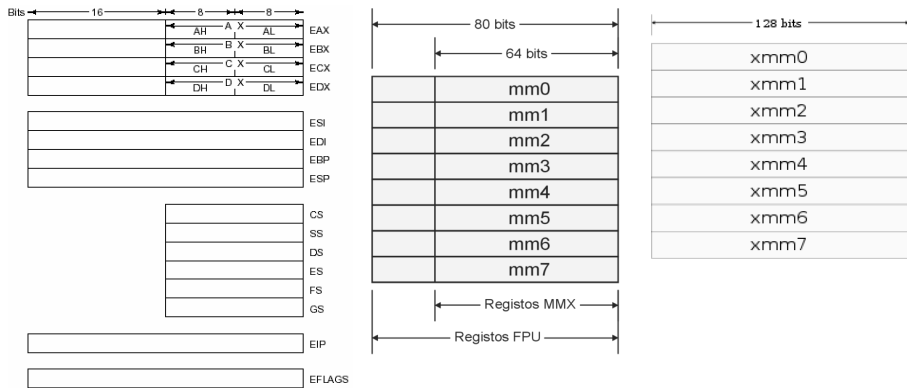


39. Μελετήστε την εκτέλεση των εντολών SSE σε επεξεργαστές με αρχιτεκτονική -που περιγράφονται στην συνέχεια.

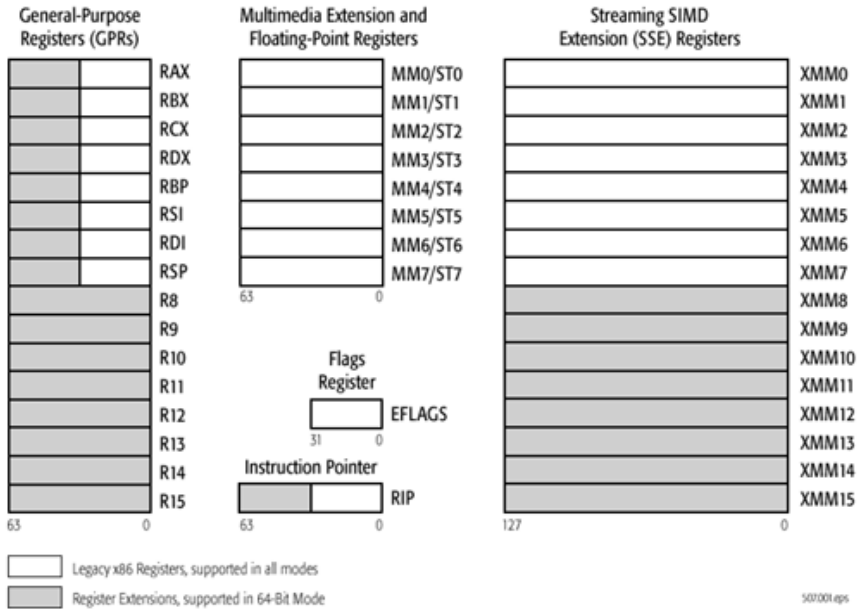


FP op: floating-point operation

40. Μελετήστε το μοντέλο προγραμματισμού IA-32 που δίδεται στην συνέχεια.



41. Μελετήστε το μοντέλο προγραμματισμού IA-64 (Pentium 4-64 bit, Core 2, i3/i5/i7/i9) που δίδεται στην συνέχεια.



42. Τι γνωρίζετε για την τεχνολογία AVX

Το AVX (Advanced Vector Extensions) είναι ένα σύνολο εντολών και καταχωρητών που επιτρέπει στον επεξεργαστή να εκτελεί σύνθετους μαθηματικούς υπολογισμούς πολύ πιο γρήγορα, επεξεργάζοντας πολλά δεδομένα ταυτόχρονα (SIMD). Επιτρέπουν στον επεξεργαστή να εφαρμόζει μία μόνο μαθηματική εντολή ταυτόχρονα σε πολλαπλά δεδομένα, επιταχύνοντας δραματικά απαιτητικές εργασίες

Οι εντολές AVX είναι απαραίτητες για λογισμικό που απαιτεί τεράστια επεξεργαστική ισχύ, όπως

Επεξεργασία Πολυμέσων: Κωδικοποίηση/αποκωδικοποίηση βίντεο 4K/8K, επεξεργασία εικόνας και μίξη ήχου.

Τεχνητή Νοημοσύνη (AI): Εκπαίδευση και εκτέλεση μοντέλων βαθιάς μάθησης (Deep Learning).

Τρισδιάστατα Γραφικά: 3D rendering (π.χ. Blender) και σύγχρονα βιντεοπαιχνίδια.

Επιστημονικές Προσομοιώσεις: Ανάλυση οικονομικών δεδομένων, μετεωρολογικά μοντέλα και κρυπτογραφία

43. Μελετήστε το σύνολο καταχωρητών AVX512 ZMM που δίδεται στην συνέχεια.

x64 AVX-512 register scheme as extension from the x64 AVX (YMM0–YMM15) and x64 SSE (XMM0–XMM15) registers

511	256	255	128	127	0
ZMM0	YMM0	XMM0			
ZMM1	YMM1	XMM1			
ZMM2	YMM2	XMM2			
ZMM3	YMM3	XMM3			
ZMM4	YMM4	XMM4			
ZMM5	YMM5	XMM5			
ZMM6	YMM6	XMM6			
ZMM7	YMM7	XMM7			
ZMM8	YMM8	XMM8			
ZMM9	YMM9	XMM9			
ZMM10	YMM10	XMM10			
ZMM11	YMM11	XMM11			
ZMM12	YMM12	XMM12			
ZMM13	YMM13	XMM13			
ZMM14	YMM14	XMM14			
ZMM15	YMM15	XMM15			
ZMM16	YMM16	XMM16			
ZMM17	YMM17	XMM17			
ZMM18	YMM18	XMM18			
ZMM19	YMM19	XMM19			
ZMM20	YMM20	XMM20			
ZMM21	YMM21	XMM21			
ZMM22	YMM22	XMM22			
ZMM23	YMM23	XMM23			
ZMM24	YMM24	XMM24			
ZMM25	YMM25	XMM25			
ZMM26	YMM26	XMM26			
ZMM27	YMM27	XMM27			
ZMM28	YMM28	XMM28			
ZMM29	YMM29	XMM29			
ZMM30	YMM30	XMM30			
ZMM31	YMM31	XMM31			

44. Μελετήστε τους τρόπους λειτουργίας των επεξεργαστών x86-64 που περιγράφονται στην συνέχεια.

Operating Mode		Operating System Required	Application Recompile Required	Defaults		Register Extensions	Typical
				Address Size (bits)	Operand Size (bits)		GPR Width (bits)
Long Mode	64-Bit Mode	New 64-bit OS	yes	64	32	yes	64
	Compatibility Mode		no	32	no	32	
				16		16	16
Legacy Mode	Protected Mode	Legacy 32-bit OS	no	32	32	no	32
				16	16		
	Virtual-8086 Mode	16		16	16		
	Real Mode	Legacy 16-bit OS					

Register or Stack	Legacy and Compatibility Modes			64-Bit Mode		
	Name	Number	Size (bits)	Name	Number	Size (bits)
General-Purpose Registers (GPRs)	EAX, EBX, ECX, EDX, EBP, ESI, EDI, ESP	8	32	RAX, RBX, RCX, RDX, RBP, RSI, RDI, RSP, R8–R15	16	64
128-Bit XMM Registers	XMM0–XMM7	8	128	XMM0–XMM15	16	128
64-Bit MMX Registers	MMX0–MMX7	8	64	MMX0–MMX7	8	64
x87 Registers	FPR0–FPR7	8	80	FPR0–FPR7	8	80
Instruction Pointer	EIP	1	32	RIP	1	64
Flags	EFLAGS	1	32	RFLAGS	1	64
Stack	—		16 or 32	—		64

6.3 Αρχιτεκτονικές Επεξεργαστών –ARM

45. Τι γνωρίζετε για τις αρχιτεκτονικές RISC.

Με τον όρο *Reduced Instruction Set Computer* (RISC) εννοούμε υπολογιστές των οποίων η αρχιτεκτονική του συνόλου εντολών είναι τέτοια ώστε οι εντολές να εκτελούνται σε λιγότερους κύκλους από αυτές των complex instruction set computer (CISC). Αν και υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις στον ορισμό της αρχιτεκτονικής RISC, γενικά οι επεξεργαστές με αρχιτεκτονική RISC έχει ένα σχετικά μικρό σύνολο από απλές και γενικού σκοπού εντολές παρά ένα μεγάλο σύνολο από πολύπλοκες και ειδικού σκοπού εντολές όπως οι CISC. Ένα άλλο κοινό χαρακτηριστικό των επεξεργαστών RISC είναι ότι

έχουν αρχιτεκτονική load/store, στην οποία η προσπέλαση στην μνήμη γίνεται μέσω ειδικών εντολών, και όχι σαν τμήμα των περισσότερων εντολών.

Δημοφιλείς αρχιτεκτονικές RISC είναι οι SPARC, MIPS, AVR, ARM, PowerPC, RISC V-.

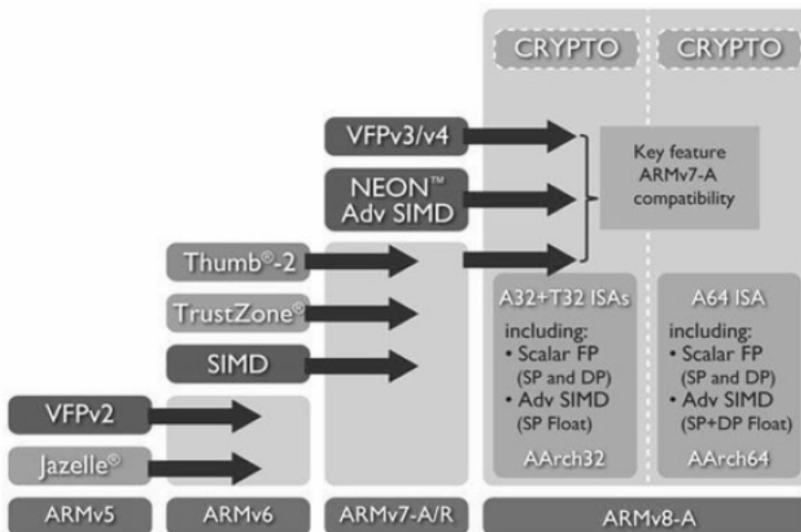
46. Τι γνωρίζετε για τους επεξεργαστές με αρχιτεκτονική ARM.

Με τον όρο ARM (*Advanced RISC Machine*) εννοούμε μία οικογένεια αρχιτεκτονικών συνόλου εντολών επεξεργαστών τύπου RISC που αναπτύχθηκε από την εταιρεία ARM Holdings.

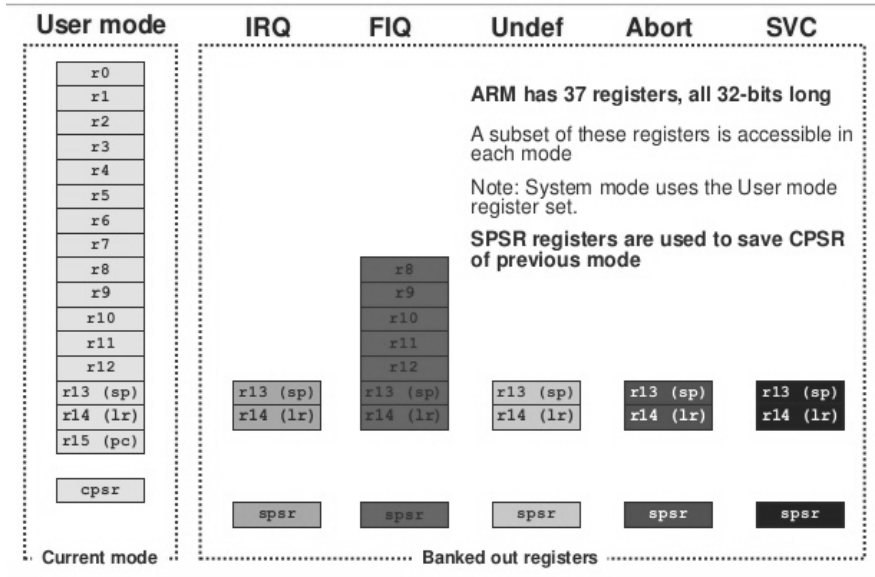
Λόγω του ότι οι επεξεργαστές ARM είναι τύπου RISC αυτοί υλοποιούνται με σημαντικά μικρότερο αριθμό τρανζίστορ από τους αντίστοιχους επεξεργαστές -x86 αρχιτεκτονικής τύπου CISC που χρησιμοποιούνται στους προσωπικούς υπολογιστές. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται σημαντικά το μέγεθος, το κόστος, η κατανάλωση ενέργειας και η θερμότητα που παράγεται. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι επιθυμητά για την χρήση τους σε ελαφρές, φορητές και τροφοδοτούμενες από μπαταρία φορτιζόμενες συσκευές όπως smartphones, tables.

Η απλούστερη σχεδίαση των επεξεργαστών ARM διευκολύνει επίσης την δημιουργία πιο αποδοτικών multi-core CPU με μεγαλύτερο αριθμό cores, χαμηλότερο κόστος και καλύτερη ενεργειακή απόδοση όταν χρησιμοποιούνται σε servers.

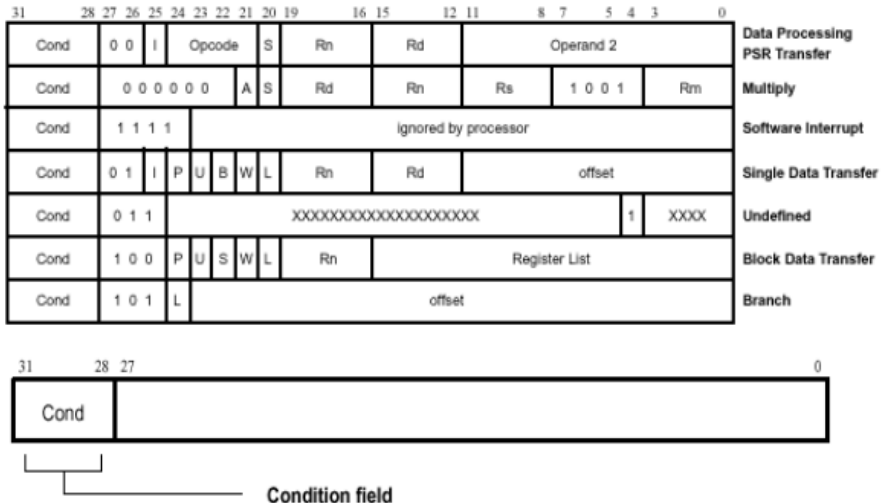
47. Μελετήστε τις αρχιτεκτονικές ARM που περιγράφονται στην συνέχεια.



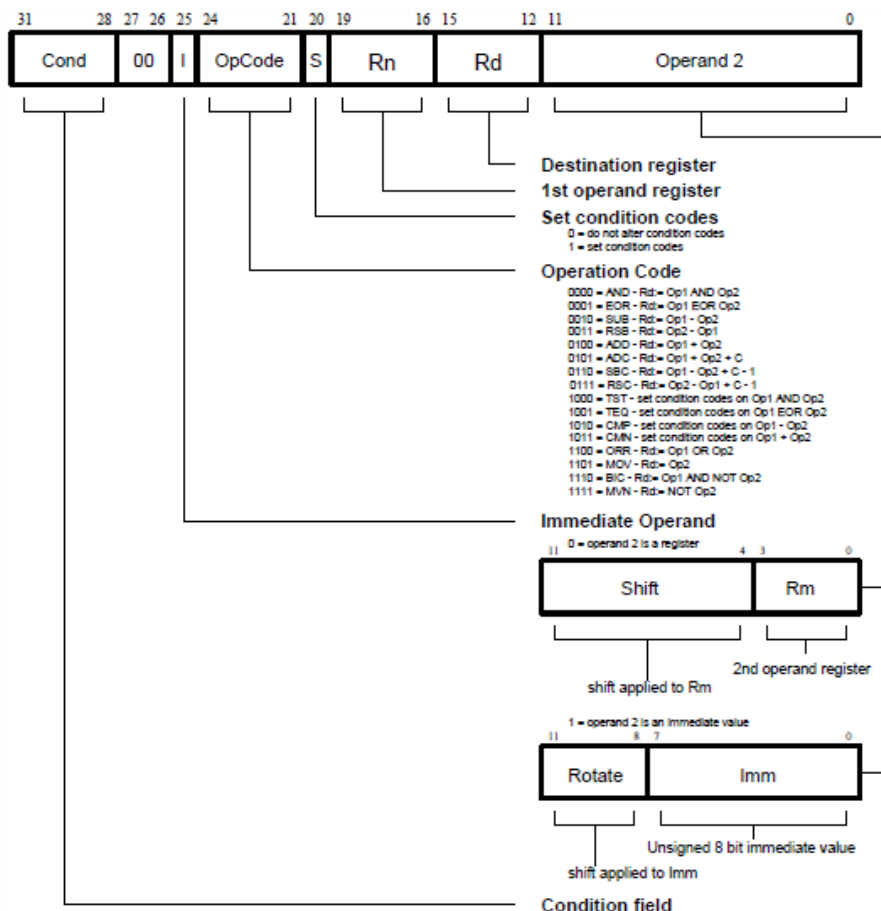
48. Μελετήστε το σύνολο καταχωρητών των επεξεργαστών ARM γενικού σκοπού που περιγράφεται στην συνέχεια.



49. Μελετήστε το format των εντολών των επεξεργαστών με αρχιτεκτονική ARM που δίδεται στην συνέχεια.

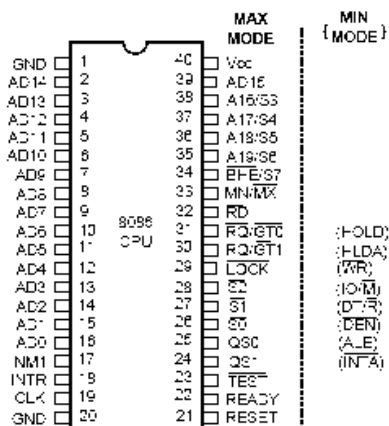


50. Μελετήστε το format των εντολών επεξεργασίας δεδομένων των επεξεργαστών ARM που δίδεται στην συνέχεια.

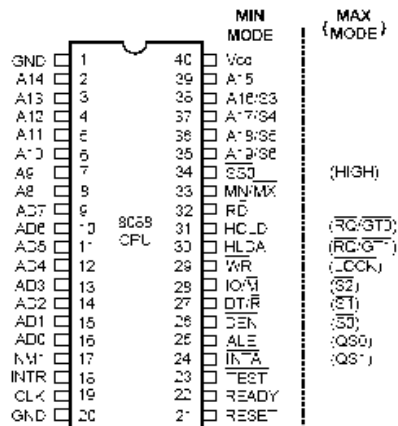


Ασκήσεις

1. Μελετήστε το διάγραμμα ακίδων των επεξεργαστών 8086, 8088. Αναφέρατε το μήκος του διαύλου διευθύνσεων, το μέγεθος του διαύλου δεδομένων και το μέγιστο μέγεθος της κύριας μνήμης που μπορεί να προσπελάσουν. Οι επεξεργαστές 8086 και 8088 έχουν πολυπλεγμένους διαύλους διευθύνσεων και δεδομένων. Για παράδειγμα η ακίδα AD7 χρησιμοποιείται για την παραγωγή του σήματος διεύθυνσης A7 και συνέχεια σαν σήμα δεδομένων D7.



8086 pin diagram



8088 pin diagram

2. Σε έναν επεξεργαστή 8088 ο IP περιέχει τον δυαδικό αριθμό του οποίου η κωδικοποίηση στο δεκαεξαδικό σύστημα είναι 12A3H και ο CS δυαδικό αριθμό του οποίου η κωδικοποίηση είναι 111BH. Να βρεθεί η διεύθυνση της μνήμης στην οποία θα γίνει προσπέλαση ανάκλησης εντολής.

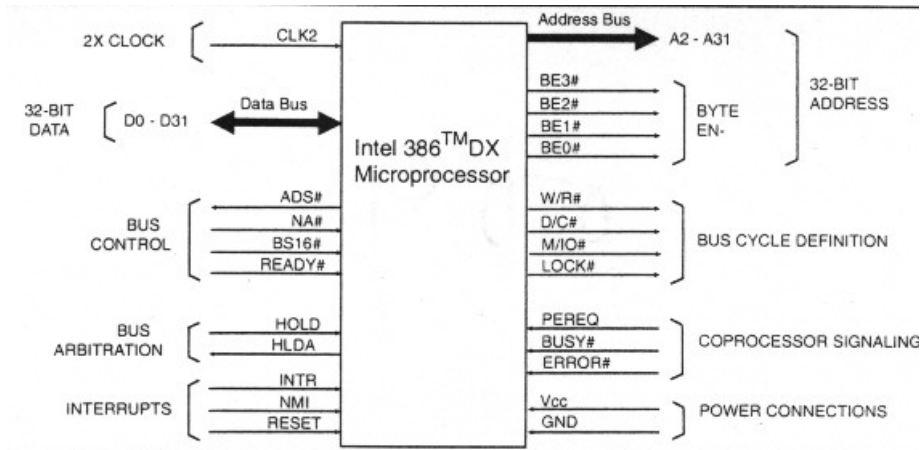
3. Μελετήστε την μετάφραση σε γλώσσα μηχανής του προγράμματος σε γλώσσα C που δίδεται στην συνέχεια. Εντοπίστε την στήλη με τις διευθύνσεις, την στήλη με την γλώσσα μηχανής και τις στήλες με την γλώσσα assembly.

```

PUBLIC      _main      ;      COMDAT _main
_TEXT SEGMENT
_a$ = -4
_b$ = -8
_c$ = -12
_main PROC NEAR      ; COMDAT
; 3 : {
00000 55          push    ebp
00001 8b ec        mov     ebp, esp
00003 83 ec 4c     sub     esp, 76          ; 0000004cH
00006 53          push    ebx
00007 56          push    esi
00008 57          push    edi
00009 8d 7d b4     lea     edi, DWORD PTR [ebp-76]
0000c b9 13 00 00 00 mov     ecx, 19          ; 00000013H
00011 b8 cc cc cc cc mov     eax, -858993460, ccccccccH
00016 f3 ab        rep     stosd
; 4 : int a, b, c;
; 5 : a=b+c;
00018 8b 45 f8     mov     eax, DWORD PTR _b$[ebp]
0001b 03 45 f4     add     eax, DWORD PTR _c$[ebp]
0001e 89 45 fc     mov     DWORD PTR _a$[ebp], eax
; 6 : }
00021 5f          pop     edi
00022 5e          pop     esi
00023 5b          pop     ebx
00024 8b e5        mov     esp, ebp
00026 5d          pop     ebp
00027 c3          ret     0
_main ENDP
_TEXT ENDS
END

```

4. Μελετήστε το λειτουργικό διάγραμμα ακίδων του μE 80386. Οι γραμμές διευθύνσεων A0, A1 χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των σημάτων BE0#→BE3#. Να υπολογισθεί το μέγιστο μέγεθος της κύριας μνήμης που μπορεί να προσπελάσει ο μE 80386. Αναφέρατε το μήκος του διαύλου δεδομένων σε byte.



5. Να υπολογισθεί στο δεκαδικό σύστημα η τιμή του αριθμού του οποίου η αναπαράσταση σε floating-point format δίδεται στην συνέχεια.

1	11110011	11000000000000000000
---	----------	----------------------

Λύση

Στο τμήμα που αντιστοιχεί στον εκθέτη είναι τοποθετημένος ο αριθμός 11110011=243

Επομένως η τιμή του εκθέτη είναι

$$E=243-127=116$$

Η τιμή του αριθμού είναι

$$N=(-1)^1 \times 1.11 \times 2^{116} \text{ ή}$$

$$N=-1.75 \times 2^{116}$$

6. Σε έναν επεξεργαστή με αρχιτεκτονική SIMD εκτελείται η εντολή VADD (Vector ADD)

$$\text{VADD A, B} \quad ; A \leftarrow A+B$$

Το περιεχόμενο των καταχωρητών A, B δίδεται στην συνέχεια.

A	5	6	7	2
---	---	---	---	---

B	1	2	1	1
---	---	---	---	---

Περιγράψτε το περιεχόμενο των καταχωρητών A, B μετά την εκτέλεση της εντολής. Πόσες ALU απαιτούνται να λειτουργούν ταυτόχρονα για την εκτέλεση της εντολής.

Λύση

A				
---	--	--	--	--

B				
---	--	--	--	--

7. Σε έναν επεξεργαστή ARM των 32 bit οι καταχωρητές R1, R2, R3 περιέχουν 0τα δεδομένα 0x00000001, 0x0000000A και 0x0000000B, εκτελείται η εντολή

ADD R1, R2, R3

Ποιο είναι το περιεχόμενο των καταχωρητών R1, R2, R3 μετά την εκτέλεση αυτής της εντολής.

8. Σε έναν επεξεργαστή με αρχιτεκτονική SIMD εκτελείται η εντολή VADD (Vector ADD)

VADD A, B, C ; $A \leftarrow B + C$

Το περιεχόμενο των καταχωρητών A, B δίδεται στην συνέχεια.

A	5	6	7	2
---	---	---	---	---

B	1	2	1	3
---	---	---	---	---

C	2	2	4	1
---	---	---	---	---

Περιγράψτε το περιεχόμενο των καταχωρητών A, B μετά την εκτέλεση της εντολής

VADD A, B, C.

Πόσες ALU απαιτούνται να λειτουργούν ταυτόχρονα για την εκτέλεση της εντολής.

Λύση

A				
---	--	--	--	--

B				
---	--	--	--	--

C				
---	--	--	--	--

