



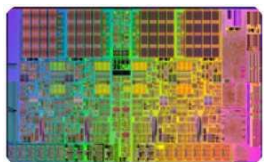
Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (Central Processing Unit -CPU) ή απλούστερα επεξεργαστής αποτελεί το μέρος του υλικού που εκτελεί τις εντολές ενός προγράμματος υπολογιστή χρησιμοποιώντας βασικές αριθμητικές και λογικές πράξεις καθώς και λειτουργίες εισόδου-εξόδου.

Ο επεξεργαστής αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική φον Νόιμαν:

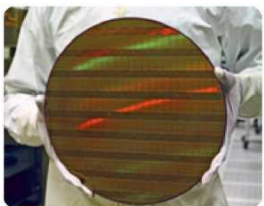
✓ **Την Αριθμητική και Λογική Μονάδα** (Arithmetic and Logic Unit - ALU), όπου εκτελούνται οι βασικές μαθηματικές πράξεις (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός, διαίρεση) και πράξεις λογικής (σύζευξη, διάζευξη, άρνηση, συγκρίσεις).

✓ **Τη Μονάδα Ελέγχου**, η οποία κατευθύνει τη λειτουργία του επεξεργαστή. Η μονάδα αυτή διαβάζει, ερμηνεύει τις εντολές του προγράμματος και καθορίζει τη σειρά επεξεργασίας των δεδομένων. Επίσης, ελέγχει την επικοινωνία και τον συντονισμό μεταξύ των συσκευών εισόδου/εξόδου.

✓ **Τους Καταχωρητές** (Registers), μικρά κύτταρα μνήμης στο εσωτερικό του επεξεργαστή, που χρησιμοποιούνται για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων κατά την επεξεργασία τους. Μερικοί καταχωρητές έχουν ειδική λειτουργία όπως:



Το ολοκληρωμένο κύκλωμα μιας ΚΜΕ



«Φέτα» ημιαγωγών (wafer) από τη διαδικασία παραγωγής ΚΜΕ

ΟΙ ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ

- **Μετρητής Προγράμματος** (Program Counter), στον οποίο είναι αποθηκευμένη η διεύθυνση της επόμενης εντολής που θα ανακτηθεί από τη μνήμη, για να εκτελεστεί.
- **Καταχωρητής Εντολής** (Instruction Register). Σε έναν απλό επεξεργαστή κάθε εντολή που ετοιμάζεται να εκτελεστεί φορτώνεται στον καταχωρητή εντολής. Ο συγκεκριμένος καταχωρητής «κρατάει» την εντολή για όσο χρόνο χρειάζεται ο επεξεργαστής για την αποκωδικοποίηση, προετοιμασία και τελικά εκτέλεσή της, μια διαδικασία που μπορεί να χρειαστεί αρκετά βήματα.
- **Συσσωρευτής** (Accumulator), που συνήθως χρησιμοποιείται για τις αριθμητικές και λογικές πράξεις.

Τα χαρακτηριστικά που μας βοηθούν να καταλάβουμε τις δυνατότητες της ΚΜΕ είναι τα παρακάτω:

- η συχνότητα του ρολογιού.
- η Αρχιτεκτονική Συνόλου Εντολών (Instruction Set Architecture - ISA),
- το μέγεθος λέξης (word size).

Συχνότητα ρολογιού

Κάθε επεξεργαστής περιέχει ένα εσωτερικό ρολόι που παράγει παλμούς σε τακτές χρονικές στιγμές, ώστε να ρυθμίζει την εκτέλεση των εντολών αλλά και τον συγχρονισμό με τα υπόλοιπα μέρη του υπολογιστή. Το πλήθος των παλμών μέσα σε ένα δευτερόλεπτο αποτελεί τη συχνότητά του. Ένας τυπικός επεξεργαστής σήμερα διαθέτει συχνότητα ρολογιού μεταξύ 2 και 4 GHz.

Συχνότητα ονομάζουμε τον αριθμό των επαναλήψεων ενός γεγονότος στη μονάδα του χρόνου.

Η συχνότητα χαρακτηρίζει οποιοδήποτε φυσικό μέγεθος μεταβάλλεται περιοδικά, δηλαδή επαναλαμβάνει τις ίδιες τιμές σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων η συχνότητα μετριέται σε Hertz (Χερτζ), από το όνομα του Γερμανού φυσικού Χά-ινριχ Χερτζ (Heinrich Rudolf Hertz). Η συχνότητα ενός (1) Hz (Hertz) ισοδυναμεί με μία ταλάντωση ανά δευτερόλεπτο. Πολλαπλάσιες μονάδες αυτού είναι το kHz (1000 Hz) και το MHz (1.000.000 Hz).

Αρχιτεκτονική Συνόλου Εντολών

Η Αρχιτεκτονική Συνόλου Εντολών είναι το μέρος της αρχιτεκτονικής υπολογιστών που σχετίζεται με τον προγραμματισμό. Περιλαμβάνει τις εντολές και τους τύπους δεδομένων που υποστηρίζονται από τον επεξεργαστή όπως επίσης τους καταχωρητές, την αρχιτεκτονική μνήμης και τρόπους διευθυνσιοδότησης .

Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις:

- **Η αρχιτεκτονική CISC:** διαθέτει ένα πολύπλοκο σύνολο εντολών, πολλές από τις οποίες είναι εξειδικευμένες
- **Η αρχιτεκτονική RISC:** διαθέτει ένα περιορισμένο σύνολο εντολών, το οποίο περιέχει εκείνες τις εντολές που χρησιμοποιούνται συχνότερα σε προγράμματα.

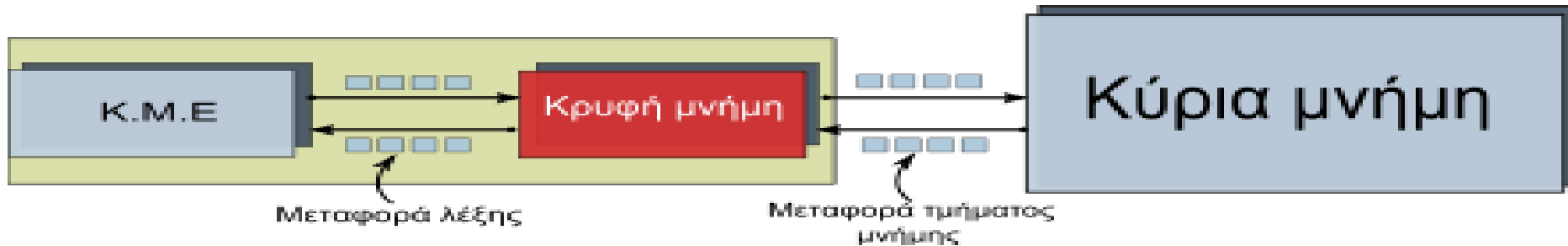
Μέγεθος λέξης

Λέξη ονομάζουμε τη φυσική μονάδα δεδομένων που χρησιμοποιείται από μία συγκεκριμένη σχεδίαση επεξεργαστή. Μια λέξη αποτελείται από ένα συγκεκριμένο πλήθος ψηφίων 0 και 1 (bit) το οποίο δηλώνει το μέγεθός της. Το μέγεθος αυτό επηρεάζει τη γενικότερη λειτουργία του υπολογιστή. Για παράδειγμα, το μέγεθος των περισσότερων καταχωρητών ενός επεξεργαστή είναι ίδιο με το μέγεθος της λέξης. Επίσης, η μέγιστη ποσότητα δεδομένων που μπορεί να μεταφερθεί από και προς τη μνήμη σε μία λειτουργία είναι ίση με το μέγεθος της λέξης. Οι σύγχρονοι προσωπικοί υπολογιστές χρησιμοποιούν μέγεθος λέξης 32 bit ή 64 bit.

Λειτουργία επεξεργαστή

Υπάρχουν **τέσσερα βήματα** που εκτελούνται σχεδόν σε όλους τους επεξεργαστές.

- Στο **πρώτο βήμα** γίνεται η μεταφορά (fetch) της εντολής από το σημείο της μνήμης στο οποίο δείχνει ο Μετρητής Προγράμματος. Η εντολή πρέπει να ανακληθεί από τη σχετικά αργή κύρια μνήμη και αναγκάζει τον επεξεργαστή να περιμένει. Οι σύγχρονες ΚΜΕ χρησιμοποιούν **κρυφές μνήμες (cache)** και αρχιτεκτονικές **διοχέτευσης (pipeline)**, για να ξεπεράσουν αυτή την καθυστέρηση.



- Στο **δεύτερο βήμα** γίνεται η αποκωδικοποίηση (decode). Η εντολή χωρίζεται σε τμήματα που έχουν σημασία για συγκεκριμένα τμήματα του επεξεργαστή. Ένα τμήμα της εντολής, που ονομάζεται **κωδικός λειτουργίας (opcode)**, δείχνει ποια εργασία θα εκτελεστεί, ενώ τα υπόλοιπα μέρη της παρέχουν τα δεδομένα που απαιτούνται, όπως οι τελεσταίοι για τις αριθμητικές πράξεις.

Η **διοχέτευση (pipeline)** είναι μια τεχνική με την οποία πολλαπλές εντολές αλληλεπικαλύπτονται στην εκτέλεσή τους. Βασίζεται στο γεγονός ότι τα βήματα που απαιτούνται για την εκτέλεση μιας εντολής επιτρέπουν κάποια παράλληλη επεξεργασία.

Λειτουργία επεξεργαστή



- Στο **τρίτο βήμα** η ΚΜΕ χρησιμοποιεί τα επιμέρους τμήματά της με τις κατάλληλες συνδέσεις έτσι ώστε να μπορέσει να εκτελεστεί (execute) η επιθυμητή λειτουργία. Για παράδειγμα, σε μία λειτουργία πρόσθεσης η Αριθμητική και Λογική Μονάδα θα πρέπει να συνδεθεί με ένα σύνολο εισόδων και μια έξοδο αποτελεσμάτων.
- Στο **τέταρτο και τελευταίο βήμα** τα αποτελέσματα της εκτέλεσης μεταφέρονται σε κάποιον εσωτερικό καταχωρητή του επεξεργαστή για γρήγορη πρόσβαση από τις επόμενες εντολές ή αποθηκεύονται στην πιο αργή αλλά μεγαλύτερη κύρια μνήμη (store ή writeback).

Τα παραπάνω βήματα επαναλαμβάνονται μέχρι τον τερματισμό του προγράμματος.

Επιδόσεις

Καθώς εξελίσσεται η αρχιτεκτονική υπολογιστών, γίνεται όλο και πιο δύσκολη η σύγκριση διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων με βάση τις προδιαγραφές τους. Ο ρυθμός εκτέλεσης εντολών σε μία ΚΜΕ είναι διαφορετικός από τη συχνότητα του ρολογιού και εξαρτάται από την εντολή που εκτελείται. Μια εντολή μπορεί να απαιτήσει αρκετούς κύκλους ρολογιού, για να ολοκληρωθεί. Επίσης, ένας σύγχρονος επεξεργαστής μπορεί να εκτελεί πολλαπλές ανεξάρτητες εντολές ταυτόχρονα. Επομένως, ένας «αργός» επεξεργαστής, όσον αφορά στον χρονισμό του ρολογιού του, μπορεί να αποδίδει εξίσου καλά με έναν επεξεργαστή που διαθέτει υψηλότερη συχνότητα ρολογιού.

Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν διάφοροι έλεγχοι επιδόσεων (benchmarks), οι οποίοι εκτελούν ένα ή περισσότερα προγράμματα στο υπό εξέταση υπολογιστικό σύστημα και μας επιτρέπουν να σχηματίσουμε μια συγκριτική εικόνα για τις δυνατότητες της ΚΜΕ που διαθέτουμε.

Να βρείτε, με τη βοήθεια του καθηγητή σας, το μοντέλο του επεξεργαστή που διαθέτει ένας από τους υπολογιστές του εργαστηρίου σας. Πόσο γρήγορος είναι σε σχέση με έναν σύγχρονο επεξεργαστή; Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον παρακάτω ιστότοπο για τις συγκρίσεις σας:
<http://www.cpubenchmark.net/>