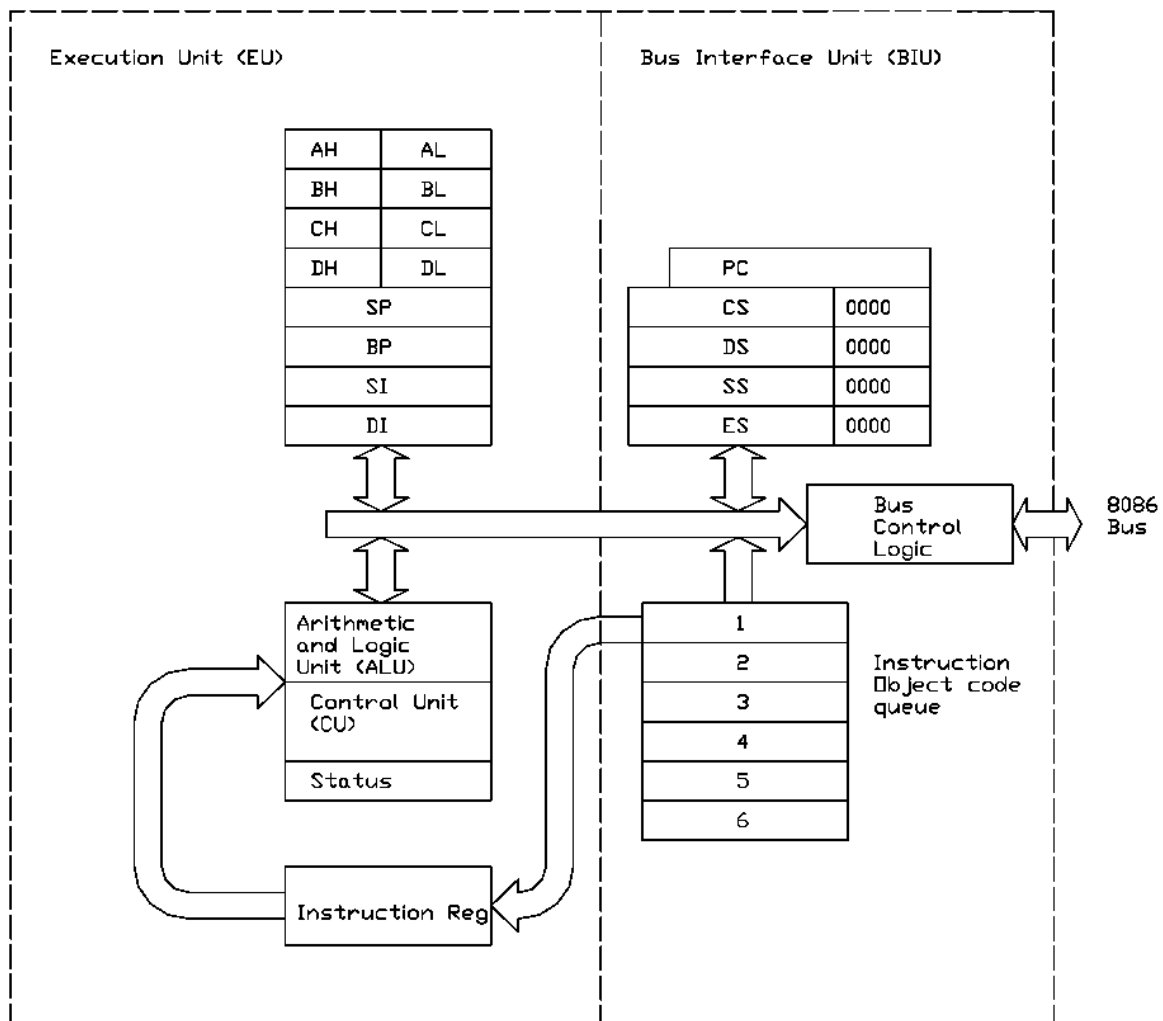


# Ο ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗΣ 8086

Με την ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή 8086 της Intel, έχουμε (από το 1978) την εμφάνιση της γενιάς των υπολογιστών των 16-bit. Στις επόμενες παραγράφους θα εξεταστεί η δομή του, καθώς και μερικές από τις ιδιαιτερότητες του.

## 1.ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ 8086

Ο 8086 μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από δύο τμήματα “επεξεργαστές”, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1, οι οποίοι είναι:



Σχήμα 1

- Η μονάδα εκτέλεσης (**EU**, Execution Unit), όπου γίνεται η επεξεργασία των στοιχείων. Η μονάδα αυτής περιέχει καταχωρητές δεδομένων, καταχωρητές δείκτες, τον καταχωρητή κατάστασης, την αριθμητική λογική μονάδα και την μονάδα ελέγχου.
- Η μονάδα διασύνδεσης (**BIU**, Bus Interface Unit) μέσω της οποίας επικοινωνεί ο μ/ε με το περιβάλλον του (μνήμη και περιφερειακές συσκευές). Η μονάδα διασύνδεσης διαχειρίζεται όλες τις επικοινωνίες των διαύλων με την μνήμη και I/O. Η μονάδα αυτή περιέχει τους καταχωρητές

τημημάτων, τον καταχωρητή δείκτη εντολής (Instruction Pointer, IP), ένα ειδικό αθροιστή για τον σχηματισμό διευθύνσεων, μια ουρά αναμονής των επόμενων προς εκτέλεση εντολών μεγέθους έξη bytes και μια λογική μονάδα ελέγχου των αγωγών επικοινωνίας.

Οι δύο αυτές μονάδες εργάζονται ασύγχρονα και παράλληλα σε "pipeline", όπως λέγεται, δηλαδή η EU όταν είναι ελεύθερη μεταφέρει μια εντολή από την κεφαλή της ουράς αναμονής και ενώ την εκτελεί η BIU καλεί την επόμενη και την αποθηκεύει στο τέλος της ουράς αναμονής (queue) της BIU. Όταν η ουρά αδειάζει (π.χ. ύστερα από εντολές διακλάδωσης) η BIU εκτελεί ένα κύκλο μεταφοράς εντολής κατά τον οποίο ο μ/ε αναμένει την επόμενη προς εκτέλεση εντολή. Γενικά όμως η ουρά δεν είναι άδεια και επομένως η EU δεν περιμένει κατά το κύκλο μεταφοράς.

Οι αγωγοί επικοινωνίας (bus), για μεν το εσωτερικό του μ/ε έχουν εύρος 16 bits, ενώ για την επικοινωνία του με τα υπόλοιπα κυκλώματα του συστήματος έχουν εύρος 20 bits.

## 2.ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ

### 2.1 Καταχωρητές γενικής χρήσης και δεδομένων (Data Registers).

Οι καταχωρητές αυτοί είναι τέσσερις:

**AX** (συσσωρευτής = **accumulator**),

**BX** (βάσης = **base**),

**CX** (μετρητής = **counter**),

**DX** (δεδομένων = **data** ).

Καθένας από αυτούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένας 16-bit καταχωρητής ή σαν δύο ξεχωριστοί 8-bit καταχωρητές. Στην δεύτερη περίπτωση οι δύο οκτάδες δυαδικών ψηφίων που δημιουργούνται ανά καταχωρητή συμβολίζονται με τα γράμματα **H (High)** και **L (Low)**. Έτσι διακρίνουμε τους 8-bit καταχωρητές : **AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, DL**. Όλοι τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αριθμητικές πράξεις, περιστροφές μεταφορές από την μνήμη κ.α. , αλλά και ο καθένας από αυτούς παρουσιάζει και ορισμένες ιδιαιτερότητες οι οποίες είναι:

**AX** Εργασίες εισόδου / εξόδου, διορθώσεις δεκαδικών, πολλαπλασιασμοί, διαιρέσεις.

**BX** Δείκτης για έμμεσο τρόπο προσδιορισμού διευθύνσεων μνήμης (indirect addressing).

**CX** Μετρητής είτε εντολών επαναλήψεων είτε εντολών περιστροφών μεταφοράς.

**DX** Επέκταση του AX από 16 bits σε 32 bits για πολλαπλασιασμούς και διαιρέσεις, έμμεσο τρόπο προσδιορισμού διεύθυνσης εισόδου εξόδου.

### 2.2 Καταχωρητές δείκτες.

Πρόκειται για τέσσερις καταχωρητές των 16 bits, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σαν δείκτες (pointer, index) για έμμεσο υπολογισμό διευθύνσεων μνήμης, αλλά και για αριθμητικές, λογικές πράξεις, περιστροφές. Αυτοί είναι οι:

**SP** (δείκτης σωρού = **Stack Pointer**),  
**BP** (δείκτης βάσης = **Base Pointer**),  
**SI** (δείκτης προέλευσης = **Source Index**),  
**DI** (δείκτης προορισμού = **Destination Index**),

Και έχουν τις εξής ιδιαιτερότητες :

**SP** Δείχνει την πρώτη ελεύθερη θέση στο σωρό.

**BP** Χρησιμοποιείται για προσπέλαση δεδομένων στο σωρό (τοπικές μεταβλητές, παράμετροι υποπρογραμμάτων).

**SI** Δείκτης προέλευσης για μεταφορά χαρακτήρων από μια περιοχή μνήμης.

**DI** Δείκτης προορισμού για μεταφορά χαρακτήρων σε μια περιοχή μνήμης.

### 2.3 Δείκτης εντολών

Ο καταχωρητής **IP** (δείκτης εντολών = **Instruction Pointer**) δείχνει την απόκλιση (offset) της διεύθυνσεως της επόμενης προς εκτέλεση εντολής μέσα στο τμήμα του κώδικα. Ενημερώνεται από την BIU. Ο μετρητής προγράμματος (**Program Counter**) της μηχανής von Neumann έχει αντικατασταθεί εδώ από το δίδυμο :

**CS : IP**

### 2.4 Καταχωρητής κατάστασης ή σημαιών.



Σχήμα 2.

Ο καταχωρητής σημαιών ή κατάστασης **SR** είναι ένας καταχωρητής μεμονωμένων 16 bits, από τα οποία μόνο 9 χρησιμοποιούνται σαν σημαίες κατάστασης ή ελέγχου.

#### 2.4.1 Δείκτες κατάστασης.(6 bits)

Τίθενται σε μια κατάσταση ( ON , OFF ) ανάλογα με το αποτέλεσμα της προηγούμενης αριθμητικής, λογικής εντολής, εντολής σύγκρισης. Χρησιμοποιούνται (από άλλες εντολές) για την εκτέλεση διακλαδώσεων μέσα στο πρόγραμμα. Είναι :

**CF (Carry Flag)**

Χρησιμοποιείται σαν ένα επιπλέον δυαδικό ψηφίο σε αριθμητικές εντολές (ADD, SUB, ADC, SBC). Εάν προκύψει ένα κρατούμενο (πρόσθεση) ή απαιτηθεί δανεισμός (αφαίρεση) έξω από το Msbit , παίρνει τιμή 1 αλλιώς 0. Επίσης επηρεάζεται από ορισμένες εντολές ολίσθησης και περιστροφής (RCR, RCL). Msbit είναι το πιο σημαντικό bit δηλαδή το 7<sup>ο</sup> όταν πρόκειται για πράξεις 1<sup>ος</sup> byte ή 15<sup>ο</sup> πρόκειται για πράξεις 1ας word = 2bytes.

### **AF (Auxiliary Flag)**

Εάν μετά από αριθμητική πράξη προκύψει μεταφορά κρατούμενου από το 3<sup>ο</sup> προς το 4<sup>ο</sup> bit του byte, παίρνει την τιμή 1 αλλιώς 0. Χρησιμοποιείται σε πράξεις BCD (DAA, AAA).

### **SF (Sign Flag)**

Χρησιμοποιείται από αριθμητικές ή λογικές πράξεις. Παίρνει την ίδια τιμή με το Msbit (7 ή 15) του αποτελέσματος. Εάν το αποτέλεσμα είναι θετικό γίνεται 0 , εάν είναι αρνητικό γίνεται 1.

### **ZF (Zero Flag)**

Γίνεται 1 αν το αποτέλεσμα μιας αριθμητικής ή λογικής πράξης είναι 0, αλλιώς μένει 0.

### **OF (Overflow Flag)**

Γίνεται 1 όταν το προσημασμένο αποτέλεσμα μιας πράξης (σε συμπλήρωμα του δύο) είναι πολύ μεγάλο ή πολύ μικρό για να χωρέσει στον τελεστή του αποδέκτη. Προκύπτει από μια αποκλειστική λογική πρόσθεση (eXclusive-OR) της μεταφοράς κρατούμενου από και προς το Msbit του αποτελέσματος.

### **PF (Parity Flag)**

Ψηφίο ισοτιμίας. Γίνεται 1 όταν το πλήθος των 1 του χαμηλού byte ενός αποτελέσματος είναι περιττό.

Να σημειωθεί εδώ ότι τη κατάσταση αυτών των δεικτών εξαρτάται από το αποτέλεσμα μιας πράξεως και χρησιμεύουν για να γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις ή οι αλλαγές της ροής του προγράμματος.

#### **2.4.2 Δείκτες Ελέγχου.(3 bits)**

Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του μικροεπεξεργαστή (διακοπές προγράμματος, εκτέλεση βήμα προς βήμα, σειρές χαρακτήρων).

### **IF (Interrupt Flag)**

Τοποθετούμενος σε τιμή 1 ο δείκτης IF, ο μΕ αναγνωρίζει τις εξωτερικές διακοπές με μάσκα, αλλιώς δεν λαμβάνονται υπόψη. Καμία επίδραση στις άλλες διακοπές (εσωτερικές και χωρίς μάσκα).

### **DF (Direction Flag)**

Αναφέρεται μόνο στις εντολές σειράς χαρακτήρων. Εφόσον είναι 1 ο καταχωρητής δείκτης (SI ή DI) ελαττώνεται κατά ένα ή δύο και η επεξεργασία των σειρών χαρακτήρων γίνεται από την μεγαλύτερη προς την μικρότερη δ/νση, αλλιώς αυξάνεται κατά ένα η δύο.

### **TF (Trap Flag)**

Σε κατάσταση 1 δημιουργεί μια εσωτερική διακοπή μετά από την εκτέλεση κάθε εντολής και το πρόγραμμα εκτελείται βήμα βήμα. Προσφέρει πολύτιμη βοήθεια στην εκσφαλμάτωση του προγράμματος.

Στο σχήμα 2 φαίνονται οι θέσεις όλων των δεικτών μέσα στον καταχωρητή κατάστασης. Οι δείκτες εμφανίζονται με τον αρχικό χαρακτήρα τους π.χ. T σημαίνει Trap Flag.

### 2.5 Καταχωρητές τμημάτων.

Οι τέσσερις καταχωρητές τμημάτων (segments) περιέχουν την διεύθυνση στην οποία βρίσκεται η αρχή του τμήματος στο οποίο αναφέρονται μέσα στην μνήμη του υπολογιστή και είναι οι εξής:

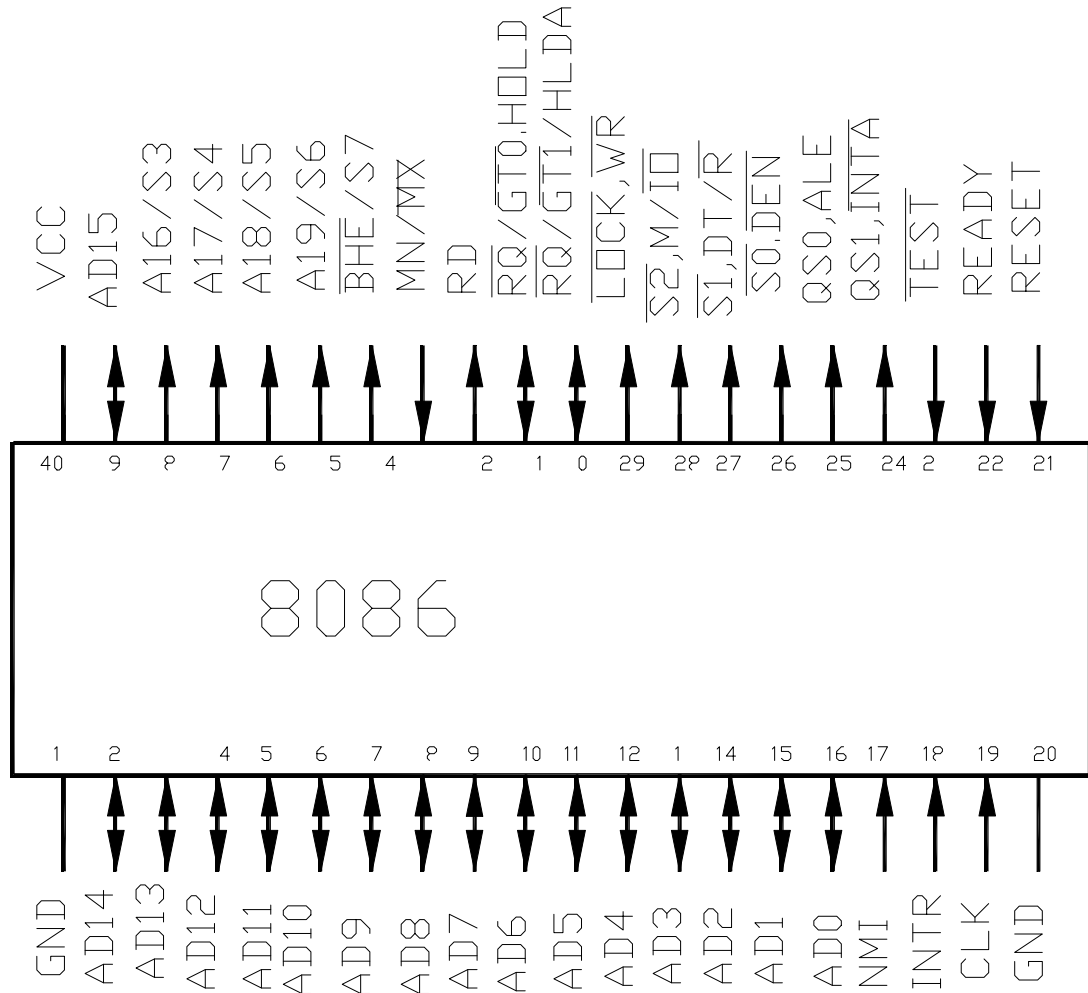
- Καταχωρητής **CS** (τμήματος κώδικα = Code Segment).
- Καταχωρητής **DS** (τμήματος δεδομένων = Data Segment).
- Καταχωρητής **SS** (τμήματος σωρού = Stack Segment).
- Καταχωρητής **ES** (extra τμήματος δεδομένων = Extra Segment).

## **3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ – ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.**

Ο μ/ε 8086 παρουσιάζεται με την μορφή ολοκληρωμένου κυκλώματος DIL (Dual In Line) 40 ακροδεκτών (pins) και είναι σχεδιασμένος να λειτουργεί με δύο τρόπους. Ελάχιστο (Minimum) και Μέγιστο (Maximum). Η επιλογή του τρόπου λειτουργίας γίνεται θέτοντας σε τάση 5V ή 0V τον ακροδέκτη MN/MX. Η διαφορά βρίσκεται στο ότι στην περίπτωση Minimum τα απαραίτητα σήματα ελέγχου του διαύλου δίνονται απευθείας από τον μ/ε, ενώ στην περίπτωση Maximum δημιουργούνται από το ολοκληρωμένο υποστήριξης 8288. Ακόμη στη Μέγιστη λειτουργία έχει την δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας με την συνεργασία συνεπεξεργαστών 8087 και 8089.

Ο 8086 πολυπλέκει (Multiplex) τα σήματα διεύθυνσης και δεδομένων. Διαθέτει 20 ακροδέκτες διευθύνσεων, με τα σήματα διευθύνσεων και δεδομένων (Address –

Data) να πολυπλέκονται στους δεκαέξι (από AD0 έως και AD15) και με τα σήματα ελέγχου και διευθύνσεων (System – Address) να πολυπλέκονται στους υπόλοιπους τέσσερις (από A16 ή S3 έως και A19 ή S6). Επειδή τα δεδομένα και οι διευθύνσεις υπάρχουν στους ίδιους ακροδέκτες, αλλά σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, υπάρχει ένα σήμα ελέγχου ( To ALE – Address Latch Enable ) που ξεχωρίζει τι από τα δύο υπάρχει κάθε φορά στους ακροδέκτες. Η διαδικασία αυτή ελέγχεται από την BIU.



Σχήμα 3

Άλλοι ακροδέκτες είναι:

- **GND** Δύο ακροδέκτες γείωσης.
- **NMI** Αίτησης διακοπής χωρίς μάσκα.
- **INTR** Αίτησης διακοπής με μάσκα.
- **CLK** Παρέχει τον παλμό του ρολογιού ο οποίος συγχρονίζει την δραστηριότητα μέσα στην CPU.
- **RESET** Παρέχει σήμα διακοπής του προγράμματος. Το σύστημα περνάει σε κατάσταση επανέναρξης της λειτουργίας , και αρχίζει να εκτελείται το πρόγραμμα που βρίσκεται στην διεύθυνση 0FFFF0h (IP=0000,CS=0FFFFh). Κανονικά η δ/ση αυτή βρίσκεται στην ROM και περιέχει μια εντολή JMP

στην δ/ση του προγράμματος εκκίνησης του συστήματος. Το πρόγραμμα αυτό αναφέρεται σαν bootstrap loader.

- **READY** Δέχεται σήμα αποδοχής από την μνήμη ή από μια διασύνδεση εισόδου/εξόδου, που σημαίνει ότι δεδομένα θα τοποθετηθούν στον διάυλο δεδομένων στον αμέσως επόμενο παλμό ρολογιού.
- **TEST** Σε συνδυασμό με την εντολή WAIT χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις πολυεπεξεργασίας.
- **RD** Φανερώνει ότι λειτουργία εισόδου πρόκειται να εκτελεστεί λειτουργία εισόδου.
- **VCC** Τροφοδοσία του συστήματος +5V με απόκλιση 10%.
- **S3, S4** Δείχνουν τον καταχωρητή τμήματος που χρησιμοποιείται για τον σχηματισμό δ/σης.
- **S5** Δείχνει το περιεχόμενο του καταχωρητή σημαιών (IF).
- **S6** Είναι πάντοτε μηδέν και δείχνει ότι ο μικροεπεξεργαστής ελέγχει τον διάυλο του συστήματος.
- **QS0 (ALE), QS1 (INTA)** Δείχνει την κατάσταση της ουράς των εντολών. Η κατάσταση αυτή φανερώνει την κατάσταση της ουράς κατά την διάρκεια του προηγούμενου κύκλου ρολογιού.
- **S0, S1, S2** Φανερώνουν τον τύπο της μεταφοράς κατά την διάρκεια του τρέχοντα κύκλου μηχανής (Bus Cycle).
- **LOCK** Δείχνει ότι ο έλεγχος διαχείρισης του διαύλου δεν είναι δυνατόν να αποκτηθεί από άλλο διαχειριστή διαύλου.
- **RQ/GT0 (HOLD) RQ/GT1 (HLDA)** Χρησιμοποιούνται για είσοδο αιτήσεων αποδόσεως διαύλου σε άλλους διαχειριστές διαύλου και έξοδο αποδόσεων διαύλου.

#### 4.ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

Το εύρος του διαύλου δ/σεων είναι 20 bit. Επομένως ο 8086 έχει δυνατότητα προσπέλασης 1 Megabyte θέσεων μνήμης. Το σύνολο των δ/σεων είναι από 00000h έως 0FFFFFFh. Το περιεχόμενο κάθε θέσης μνήμης είναι 1 byte. Στην μνήμη του μπορούμε να θεωρήσουμε τμήματα (segments) μνήμης καθένα από τα οποία είναι μεγέθους 64 kbytes. Η αρχή κάθε τμήματος από το επόμενο απέχει 16 bytes, δηλαδή τα τμήματα αρχίζουν από δ/σεις μνήμης που διαιρούνται με το 16 και ονομάζονται παράγραφοι. Επομένως έχουμε 64 kbytes παραγράφους μνήμης. Ο χωρισμός της μνήμης σε τμήματα (segmentation) προήλθε κύρια από το γεγονός ότι είναι αδύνατη η διευθυνσιοποίηση της διαθέσιμης μνήμης εσωτερικά με μόνον ένα από τους

διαθέσιμους καταχωρητές των 16 bits του 8086. Το πρόβλημα της διευθυνσιοποίησης εσωτερικά επιλύεται ως εξής:

Για την προσπέλαση σε μια θέση μνήμης πρέπει να τεθεί η φυσική διεύθυνση (physical address) των 20 bits στο δίαυλο των διευθύνσεων. Με τον όρο φυσική δ/νση εννοούμε την πραγματική δ/νση μνήμης που υπάρχει έξω από τον μ/ε και προκύπτει από αποκωδικοποίηση των σημάτων στο δίαυλο δ/νσεων. Για τον σχηματισμό της δ/νσης αυτής εσωτερικά στον 8086 χρησιμοποιούνται δύο καταχωρητές ως εξής:

Σε έναν από τους καταχωρητές τμημάτων τοποθετείται ο αύξων αριθμός της παραγράφου αρχής ενός τμήματος μνήμης. Η φυσική δ/νση που ξεκινάει το αντίστοιχο τμήμα προκύπτει από πολλαπλασιασμό του περιεχομένου του καταχωρητή τμήματος επί 16. Ο δεύτερος καταχωρητής ο οποίος ονομάζεται κατά περίπτωση pointer ή index (δείκτης) περιέχει την απόσταση από την αρχή του τμήματος, η οποία ονομάζεται λογική διεύθυνση ή μετατόπιση ή ενεργός διεύθυνση (logical address, offset, effective address). Ο τελικός προσδιορισμός της φυσικής διεύθυνσης προκύπτει από την πρόσθεση της λογικής δ/νσης στην δ/νση αρχής του τμήματος σύμφωνα με την απλή σχέση:

$$\langle \text{φυσική διεύθυνση} \rangle = \langle \text{τμήμα} \rangle * 16 + \langle \text{μετατόπιση} \rangle$$

Μια πραγματική δ/νση εσωτερικά στον μ/ε την αναπαριστούμε με την σχέση: segment:offset όπου segment και offset δυο 4ψηφιοι δεκαεξαδικοί αριθμοί ή ένας καταχωρητής τμήματος και ένας καταχωρητής δείκτης αντίστοιχα π.χ 987Ah:0100h, CS:IP, DS:9987H κ.α. Μέσω ενός καταχωρητή δείκτη υπάρχει η δυνατότητα προσπέλασης σε μια περιοχή μνήμης μήκους 64 kbytes από την αρχή του τμήματος. Δεδομένου ότι οι καταχωρητές τμημάτων είναι τέσσερις έχουμε την δυνατότητα αρχικής επιλογής τεσσάρων βασικών τμημάτων με την ιδιαιτερότητα του το καθένα από αυτά, ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο καταχωρητή τμήματος:

Ο καταχωρητής CS περιέχει την δ/νση αρχής του τμήματος όπου έχουν αποθηκευτεί οι κωδικοί των εντολών του προγράμματος (CODE). Η μετατόπιση στο τμήμα αυτό καθορίζεται αποκλειστικά και μόνο από τον καταχωρητή IP. Το δίδυμο δηλ. CS:IP αντικαθιστά τον μετρητή προγράμματος (PC) των άλλων επεξεργαστών. Π.χ αν CS = 345Ah και IP = 712Ch, τότε η φυσική δ/νση της επόμενης εντολής είναι:

$$CS * 10h + IP = 345Ah * 10h + 712Ch = 345A0h + 712Ch = 3B6CCh$$

Ο καταχωρητής SS περιέχει την δ/νση από όπου αρχίζει το τμήμα μνήμης της σωρού (STACK). Στην περίπτωση αυτή η λογική δ/νση της κορυφής της σωρού δίνεται αποκλειστικά και μόνο από τον καταχωρητή BP. Π.χ. αν SS = 1ABCh και SP = 100h, τότε η φυσική δ/νση της κορυφής του σωρού είναι:

$$SS * 10h + SP = 1ABCh * 10h + 100h = 1ABC0h + 100h = 1ACC0h$$

Οι καταχωρητές DS και ES περιέχουν την δ/νση στην οποία αρχίζει κάποιο τμήμα δεδομένων (DATA) απαραίτητων για την εκτέλεση του προγράμματος, και παρέχουν ένα επιπλέον χώρο (EXTRA) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποθήκη δεδομένων.



Σε κάθε ένα από τους 4 αυτούς καταχωρητές των 16 bits, αρκεί να προστεθούν από δεξιά (στα χαμηλά βάρη) 4 μηδενικά bits για σχηματιστεί μια δ/νση 20 bits. Αυτή η δ/νση είναι η αρχή του αντίστοιχου τμήματος (segment).



Σχήμα 4.

Τα τέσσερα αυτά τμήματα μπορεί να είναι τοποθετημένα στην μνήμη κατά διάφορους δυνατούς τρόπους δηλαδή είτε να ταυτίζονται είτε να αλληλοεπικαλύπτονται είτε να είναι συνεχόμενα στην μνήμη είτε τέλος και να καταλαμβάνουν ανεξάρτητες μη συνεχόμενες θέσεις στην μνήμη. Η πιο απλή και συμβατική προσέγγιση σε ένα πρόγραμμα είναι ο κώδικας και τα δεδομένα να βρίσκονται σε γειτονικές περιοχές μνήμης, ενώ ο σωρός να τοποθετείται σε μια άλλη καθορισμένη περιοχή.

## 5.ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ - ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΤΩΝ ΛΕΞΕΩΝ ΣΤΗΝ ΜΝΗΜΗ

Το περιεχόμενο κάθε θέσης μνήμης είναι 1 byte. Οι λέξεις ( word = 2 bytes ) δεδομένα αποθηκεύονται με το περισσότερο σημαντικό byte στην χαμηλότερη δ/νση. Έτσι π.χ. ο αριθμός 3456h θα αποθηκευτεί, στις διαδοχικές δ/νσεις 678h και 679h σαν 5634h σύμφωνα με το σχήμα:

Δ/νσεις

678h	679h
56h	34h

Οι διπλές λέξεις δεδομένων όπως αυτές που αφορούν πραγματικές δ/νσεις (segment:offset) αποθηκεύονται σε διαδοχικές θέσεις μνήμης αντίστροφα. Π.χ αν DS=1234h και SI=5678h η πραγματική δ/νση (pointer) DS:SI αποθηκεύεται στις διαδοχικές θέσεις μνήμης 0300h έως και 0303h ως εξής:

Δ/νσεις

300h	301h	302h	303h
78h	56h	34h	12h

Ο δίαυλος δεδομένων του 8086 είναι 16 bits. Αν δούμε την μνήμη σε μορφή λέξεων, τότε καταλήγουμε σε ένα σύστημα μνήμης 512 kbytes δ/νσεων των 16 bits η κάθε μια. Ο 8086 είναι σε θέση να προσπελάσει αυτά τα 16 bits δεδομένων σε ένα κύκλο μηχανής ή και συγκεκριμένο byte από τα δύο από αυτά, ανάλογα με τις τιμές των σημάτων AD0 και BHE. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- A. Προσπέλαση ενός byte σε άρτια δ/νση.  
AD0 = 0 και BHE = 1 (Ένας κύκλος μηχανής).
- B. Προσπέλαση ενός byte σε περιττή δ/νση.  
AD0 = 1 και BHE = 0 (Ένας κύκλος μηχανής).
- Γ. Προσπέλαση δύο byte σε άρτια δ/νση.  
AD0 = 0 και BHE = 0 (Ένας κύκλος μηχανής).
- Δ. Προσπέλαση δύο byte σε περιττή δ/νση.  
Χρειάζονται δύο κύκλοι μηχανής που αντιστοιχούν στις περιπτώσεις B και A.

Στο πρόγραμμα που ακολουθεί, τοποθετούμε στο High τμήμα του καταχωρητή AX τον χαρακτήρα 'Α' και στο Low τμήμα του τον χαρακτήρα 'Β'. Ακολούθως μεταφέρουμε το περιεχόμενο στην μνήμη και τυπώνουμε το περιεχόμενο μνήμης byte byte. Όταν τρέξουμε το πρόγραμμα (αφού το μεταφράσουμε προηγουμένως) θα διαπιστώσουμε ότι οι χαρακτήρες τυπώνονται ανάστροφα δηλαδή

BA

Αυτό συμβαίνει βέβαια επειδή και τοποθετήθηκαν ανάστροφα στην μνήμη.

;Το πρόγραμμα αυτό δείχνει τον τρόπο αποθήκευσης των λέξεων στην μνήμη ;είναι γραμμένο με απλοποιημένες οδηγίες τμημάτων

### Παράδειγμα προγράμματος υπ' αριθμόν 1 :

```
TITLE word__test; Οδηγία που ονομάζει ένα πρόγραμμα
DOSSEG
.MODEL SMALL
.CODE
```

```

MAIN proc far
    PUSH DS; προετοιμασία για έξοδο στο DOS, σώζουμε στο σωρό το
    XOR AX,AX; τμήμα (SEGMENT) του PSP
    PUSH AX; και την μηδενική μετατόπιση του PSP
    MOV AX,@DATA
    MOV DS, AX

    MOV Ah,'A'
    MOV AL,'B'
    MOV WORD__LOW__HI,AX; μεταφορά στην μνήμη
    MOV DL,CHAR__low; εμφάνιση του πρώτου χαρακτήρα
    MOV AH,2
    INT 21H
    MOV DL,CHAR__hi; εμφάνιση του επόμενου χαρακτήρα
    MOV AH,2; 2η κλήση του DOS που εμφανίζει χαρακτήρα
    INT 21H; DOS
    RET; επιστροφή στο DOS μέσω INT 20h του PSP
MAIN endp
.DATA
WORD__LOW__HI label word

Char__low db 0
Char__hi db 0
.STACK 100H

    END MAIN

```

## 6.ΕΙΣΟΔΟΙ ΕΞΟΔΟΙ

Μια άλλη κατηγορία δ/νσεων τελείως ανεξάρτητη από τις δ/νσεις μνήμης αφορά τα περιφερειακά και είναι γνωστός σαν χώρος E/E με μέγεθος 64 kbytes. Κάθε μια από τις δ/νσεις αυτές είναι γνωστή σαν θύρα (port) και η διευθυνσιοποίηση τους γίνεται με την βοήθεια ενός μόνο καταχωρητή (DX) ή και ενός μόνο byte (σταθερά) για τις θύρες με δ/νση μικρότερη του 256. Η επικοινωνία με τις θύρες επιτυγχάνεται με την χρήση ειδικών εντολών (IN και OUT). Οι καταχωρητές τμημάτων δεν χρησιμοποιούνται στην διευθυνσιοποίηση των θυρών