

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

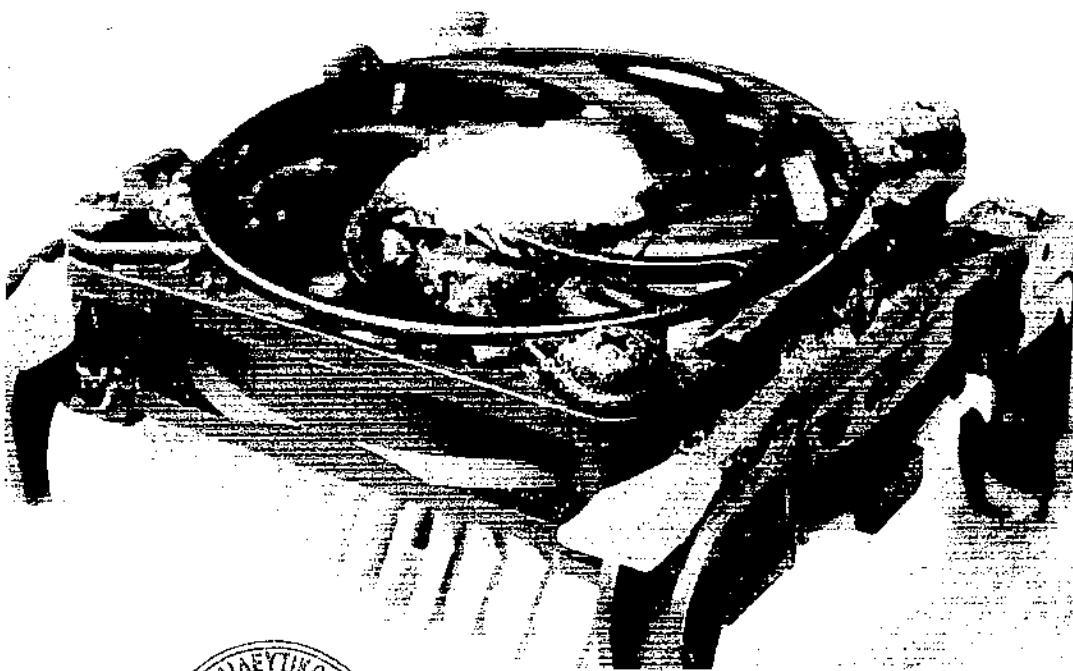
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΨΥΞΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ
ΜΟΝΑΔΑΣ Η/Υ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Κος ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ

ΣΠΥΡΙΔΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ
ΠΑΠΠΑΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ



ΠΑΤΡΑ 2005

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
2. ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	3
3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΨΥΞΗΣ	4
3.1 ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΨΥΞΗ.....	4
3.2 ΑΕΡΟΨΥΞΗ.....	6
3.3 T.E.C. (THERMO ELECTRIC COOLER).....	7
3.4 ΥΔΡΟΨΥΞΗ.....	8
3.4.1 <i>Block</i>	9
3.4.2 <i>Αντλία</i>	10
3.4.3 <i>Ψυγείο – Radiator</i>	11
3.4.4 <i>Σωληνώσεις</i>	12
3.4.5 <i>Σφραγκτήρες – Ρακόρ</i>	13
3.4.6 <i>Δοχείο διαστολής – Tank</i>	13
3.4.7 <i>Υγρό</i>	14
3.4.8 ΚΥΚΛΟΣ ΨΥΞΗΣ	16
3.4.9 <i>Τοποθέτηση water block σε CPU SOCKET-A</i>	18
3.4.10 <i>Μειονεκτήματα</i>	24
3.5 ΨΥΞΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ (FREON).....	25
3.5.1 <i>Συμπιεστής</i>	26
3.5.2 <i>Ψυκτικά υγρά</i>	27
3.5.3 <i>Συμπυκνωτής</i>	28
3.5.4 <i>Εκτόνωση</i>	29
3.5.5 <i>Εξατμιστής – Block</i>	29
3.5.6 <i>Μόνωση</i>	31
3.5.7 <i>Διάταξη συστήματος</i>	35
3.6 ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ	36
4. OVERCLOCKING – ΥΠΕΡΧΡΟΝΙΣΜΟΣ	37
4.1 ΟΡΟΛΟΓΙΑ Η/Υ	39
4.2 ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	40
4.3 ΜΕΤΡΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ - BENCHMARKS	44
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών δημιούργησε νέους ορίζοντες στην ανάπτυξη λογισμικού και προγραμμάτων. Εκατοντάδες προγράμματα για κάθε απαίτηση και για κάθε χρηστή αναπτύχθηκαν . Εικονικοί κόσμοι ,τριδιάστατες σχεδιάσεις , χρώματα και κίνηση , γνώση έγιναν προσιτά για τον καθένα από εμάς , μέσα σε λίγα χρόνια..

Ήταν φυσικό λοιπόν να παρουσιαστεί μεγάλος ανταγωνισμός από τις κατασκευάστριες εταιρείες Η/Υ ποια θα εφεύρει το πιο γρήγορο ,το πιο δυνατό chip ώστε να κατακτήσει το αγοραστικό κοινό και την κορυφή στην προτίμηση των καταναλωτών ,ο «πυρετός» των MHz άρχισε να ανεβαίνει.

Οι πρώτοι «οικιακοί» Η/Υ άρχισαν να λανσάρονται στην αγορά στις αρχές του 1980.Οι περισσότεροι από αυτούς βασίζονταν σε δομή ,κατασκευή και γλώσσα προγραμματισμού διαφορετική ο ένας με τον άλλο ,ανάλογα με τον κατασκευαστή τους που δεν ήταν ,τότε ,βιομηχανίες αλλά μικρές ομάδες ερευνητών – προγραμματιστών . Δεν υπήρχε μαζική κατασκευή ούτε η δυνατότητα συνεχούς υποστήριξης με αποτέλεσμα πολλές καλές ιδέες της εποχής να ναυαγήσουν αφού δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς .

Η μεγάλη ανατροπή έγινε στα μέσα της δεκαετίας του 90 όπου και επικράτησε μια κατασκευαστική δομή και ένα λειτουργικό σύστημα , στο μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής Η/Υ . Βιομηχανίες άρχισαν μαζική παραγωγή των υποσυστημάτων που χρειαζόταν ένας Η/Υ για να λειτουργήσει και το σημαντικότερο όλων ήταν η συμβατότητα . Υποσυστήματα από διαφορετικές κατασκευάστριες εταιρείες δούλευαν αρμονικά πράγμα που ώθησε στο μεγαλύτερο βαθμό την ανάπτυξη της τεχνολογίας των Η/Υ. Η Intel κυριάρχησε αρχικά στον χώρο κατασκευής των επεξεργαστών αλλά όπως ήταν αναμενόμενο υπήρξε ανταγωνισμός και κύριος εκπρόσωπος του είναι η AMD .

Η ισχύς ενός επεξεργαστή (Central Processing Unit) μετριέται σε Hertz , δηλαδή με τι συχνότητα μπορούν να κάνουν μαθηματικές πράξεις σε μια χρονική στιγμή . Οι Η/Υ δουλεύουν με ηλεκτρικό ρεύμα και το μόνο που μπορούν να «καταλάβουν» είναι πότε «περνάει» ρεύμα και πότε όχι ,έτσι λοιπόν όσο πιο γρήγορα μπορεί να γίνει η εναλλαγή αυτή τόσο πιο γρήγορα μπορεί να γίνει και η μαθηματική πράξη .Λογική συνέπεια αυτού ήταν να μεγαλώσουν ραγδαία και οι συχνότητες λειτουργίας των επεξεργαστών , έτσι από μερικά ΚHz που απαιτούσε η λειτουργία παλιότερα έχουμε φτάσει σε μεγέθη της τάξεως των 3 + GigaHz Παράλληλα με την αύξηση της συχνότητας (Hz) αυξήθηκαν και τα ποσά της παραγόμενης θερμότητας που εκλύουν τα μικρο-τσιπ για να λειτουργήσουν με αποτέλεσμα να αναζητηθούν τρόποι για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος που μπορεί να προκαλέσει την ολική καταστροφή των κυκλωμάτων.

2. ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Τα ποσά θερμότητας που παρουσίασαν με την λειτουργία σε υψηλότερες συχνότητες αντιμετωπίστηκαν με την χρήση μετάλλων , μάλιστα όπως θα δούμε , το είδος του μετάλλου και ο σχεδιασμός – κατασκευή του παίζουν μεγάλο ρόλο στην απόδοση απορροφητικότητας της θερμότητας .

Ο ρυθμός αγωγής της θερμότητας q δηλαδή η θερμική ισχύς διάμεσου ενός σώματος δίνεται από τον τύπο :

$$q = -k \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Όπου :

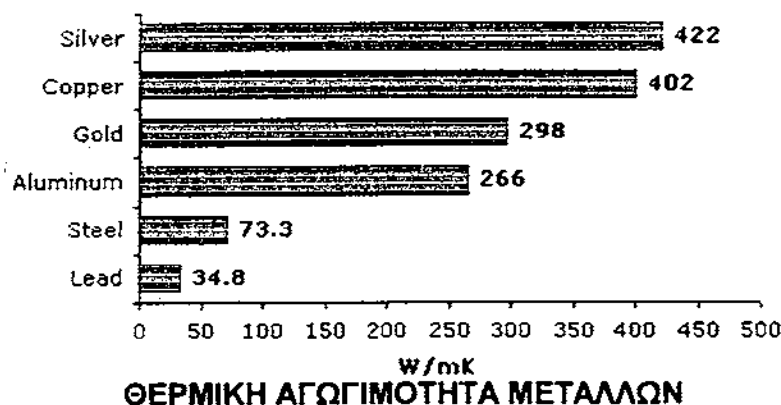
k : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ($W \cdot cm^{-1} \cdot C^{-1}$)

Δx : το πάχος του υλικού

Δt : η διάφορα θερμοκρασίας

Οι τιμές του k εξαρτώνται από την χημική σύσταση ,τη φυσική κατάσταση ,τη θερμοκρασία και την πίεση .

Από φυσική άποψη η θερμική αγωγιμότητα θεωρείται ως μεταφορά θερμότητας λόγω της μικροσκοπικής κίνησης των ατόμων . Ο τρόπος διάδοσης μπορεί να παραλληλιστεί με την μεταφορά ενέργειας όπως στις μπάλες του μπιλιάρδου . Το k είναι μεγαλύτερο στα κρυσταλλικά στέρεα και μάλιστα αν το στέρεο είναι και ηλεκτρικά αγωγίμο τότε σπουδαίο ρόλο στη διάδοση θερμότητας παίζουν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια όπως και στην αγωγή του ηλεκτρισμού. Η ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα σε καθαρά μέταλλα είναι ποσά ανάλογα .



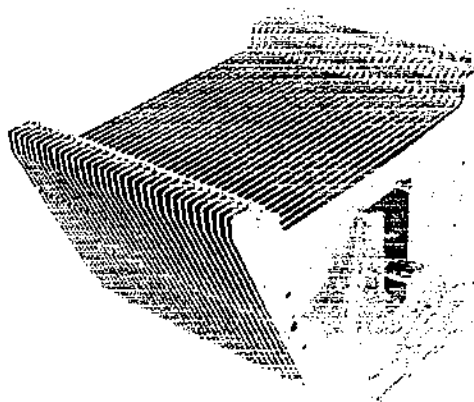
Όπως βλέπουμε και στο διάγραμμα από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ψυκτρων πρώτο έρχεται το ασήμι όσον αφορά την θερμική αγωγιμότητα και αμέσως μετά ο χαλκός . Το αλουμίνιο ακολουθεί με σχεδόν 40% λιγότερη αγωγιμότητα . Ο χαλκός και το αλουμίνιο έχουν κυριαρχήσει στην αγορά λόγω χαμηλότερου κόστους από το ασήμι .

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΨΥΞΗΣ

3.1 ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΨΥΞΗ

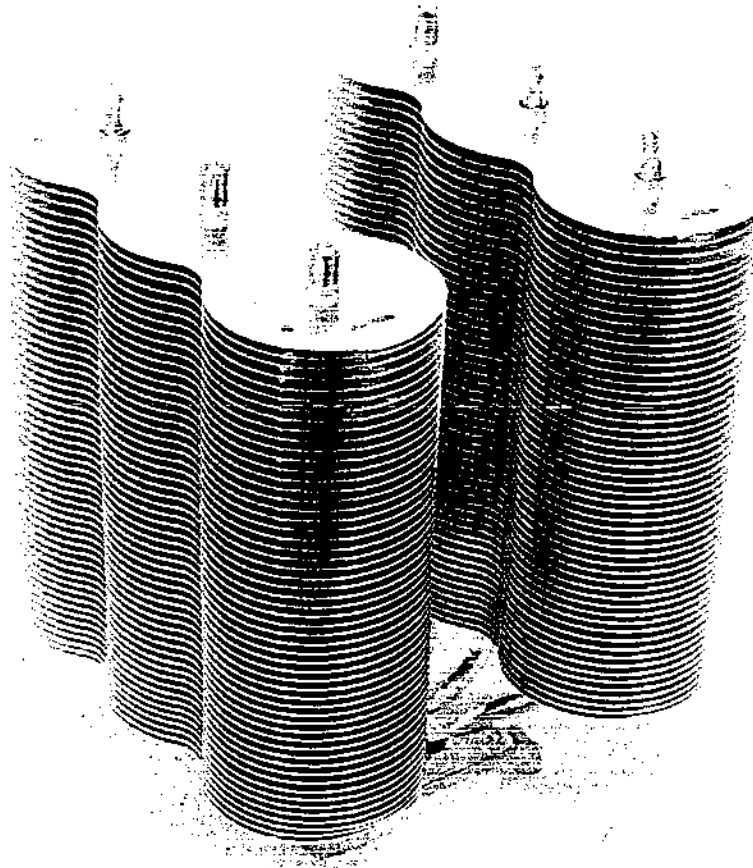
Η παθητική ψύξη χρησιμοποιείται σε λιγότερο απαιτητικές εφαρμογές ψύξης και ήταν ο αρχικός τρόπος ψύξης σε παλαιότερους Η/Υ όπου και τα ποσά ελκυσμένης θερμότητας ήταν μικρότερα των σημερινών . Η εφαρμογή της είναι σχετικά απλή καθώς και απαιτεί μόνο την τοποθέτηση ενός σώματος με ιδιότητα αγωγής της θερμότητας σχεδιασμένο έτσι ώστε να μεταφέρει όσο το δυνατόν περισσότερο θερμικό φορτίο στο περιβάλλον .

Στην εικόνα βλέπουμε μια ψύκτρα χαλκού παθητικής ψύξης . Το εμβαδόν της επιφάνειας της ψύκτρα για να είναι μεγάλο, ώστε να έρχεται σε επαφή με περισσότερο αέρα , απαιτεί μια παράλληλη διάταξη φύλλων χαλκού όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα



Ο παραπάνω σχεδιασμός ψυκτρών είναι ο πιο διαδεδομένος με συμπαγή βάση που εφάπτεται στην επιφάνεια του επεξεργαστή ώστε να έχει μέγιστη απορροφητικότητα των θερμικών φορτίων που εκλύει και στη συνέχεια χωρίζεται σε πολλά φύλλα παράλληλα διατεταγμένα που αποδίδουν μεγάλο εμβαδόν ελεύθερης επιφάνειας η οποία έρχεται σε επαφή με τον αέρα . Έτσι μπορεί να μεταδίδει τα ποσά θερμότητας στο περιβάλλον και να δέχεται καινούρια από τον επεξεργαστή .

Υπάρχουν διάφορες προτάσεις και σχέδια παθητικών συστημάτων ψύξης από τους κατασκευαστές ανάλογα με το ποσό θερμότητας που θέλουμε να απορροφήσουμε και την επιθυμητή θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος μας όπως θα δούμε παρακάτω .



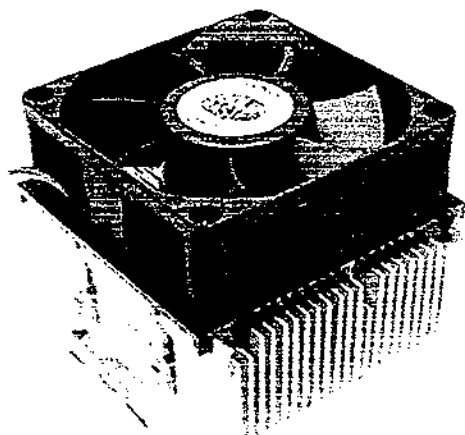
Thermaltake - Sonic Tower

Μια από τις προτάσεις της εταιρείας Thermaltake είναι βάση από συμπαγή χαλκό που έρχεται σε επαφή με τον επεξεργαστή σε συνδυασμό με έξι θερμοαγωγίμους παράλληλους σωλήνες που αποδίδουν την θερμότητα σε παράλληλα φύλλα αλουμινίου

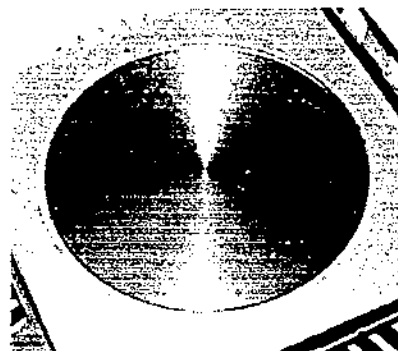
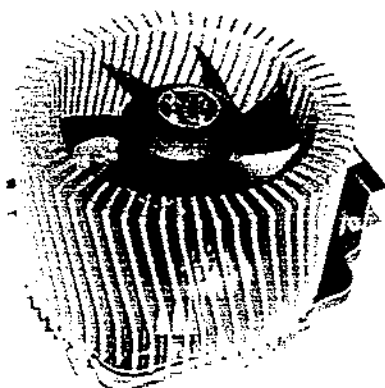
Γενικότερα τα συστήματα παθητικής ψύξης δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε μεγάλα φορτία θερμότητας, είναι υπέρογκα για χρήση σε συνήθη προσωπικό υπολογιστή και το κόστος τους είναι αρκετά αυξημένο σε σύγκριση με μιας απλούστερης ψύκτρας με συνδυασμό ανεμιστήρα όπως θα δούμε παρακάτω. Μεγάλο προτέρημα της παθητικής ψύξης είναι αθόρυβη λειτουργία της.

3.2 ΑΕΡΟΨΥΞΗ

Η αεροψυξη είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος ψύξης Η/Υ σήμερα . Η αρχή λειτουργίας της είναι παρόμοια με αυτή της παθητικής με την διάφορα ότι η κίνηση του αέρα στις επιφάνειες της ψύκτρας γίνεται βεβιασμένα από διάφορα συστήματα ανεμιστήρων . Πιο κοινή σχεδίαση είναι ο ανεμιστήρας να βρίσκεται στην κορυφή της ψύκτρας και η ροή του αέρα να γίνεται κάθετα προς αυτή.



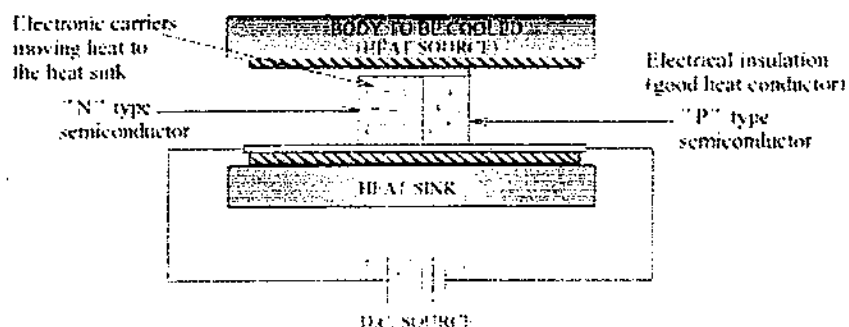
Συμπαγής βάση αλουμινίου με κάθετα φύλλα για μεγαλύτερη επιφάνεια και ο ανεμιστήρας τοποθετημένος επάνω στην ψύκτρα με ροή αέρα κάθετα προς αυτή .



Μια διαφορετική πρόταση είναι ο ανεμιστήρας να βρίσκεται μέσα στην ψύκτρα ώστε η ροή του αέρα να γίνεται και περιμετρικά . Στη συγκεκριμένη φωτογραφία βλέπουμε και το συνδυασμό χαλκού με αλουμίνιο . Ο χαλκός βρίσκεται στην βάση λόγω μεγάλης θερμαγωγιμότητας και μεταφέρει το θερμικό φορτίο σε μια κυλινδρική διάταξη φύλλων αλουμινίου .

3.3 T.E.C. (Thermo Electric Cooler)

Πρόκειται για ένα θερμοηλεκτρικό σύστημα ψύξης, συνήθως το συναντούμε με την ονομασία Πελτιέρ.



Το TEC είναι 2 μικρές πλάκες σε πολύ κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Όταν αναπτυχθεί πολύ μεγάλη τάση στα άκρα τους, αναπτύσσεται μία τεράστια διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ τους με αποτέλεσμα η μία πλάκα να παγώσει και η άλλη να υπερθερμανθεί.

Τοποθετούμε το TEC ανάμεσα από την ψύκτρα και τον επεξεργαστή. Όσο περισσότερο ψύχουμε την θερμή πλάκα, τόσο χαμηλότερη θερμοκρασία θα αναπτυχθεί στην ψυχρή πλάκα. Όσο δυνατότερο είναι το πελτιέρ τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η μεταφορά ισχύος (θερμότητα) ανάμεσα στις δύο πλάκες, το οποίο σημαίνει ότι η ψυχρή πλευρά θα παγώσει περισσότερο και η θερμή πλευρά θα θερμανθεί περισσότερο. Δυστυχώς, η θερμότητα που αναπτύσσεται στην ζεστή πλευρά είναι τόσο μεγάλη ώστε να καθιστά την χρήση υδρόψυξης αναγκαία.

Υπάρχουν στην αγορά λύσεις TEC με αερόψυξη αλλά είτε απαιτούν ανεμιστήρα ιδιαίτερα θορυβώδη είτε θα χρησιμοποιούνται πελτιέρ μικρής ισχύος τα οποία αδυνατούν να ψύξουν ικανοποιητικά επεξεργαστές μεγάλης ισχύος. Ένα καλό σύστημα υδρόψυξης σε συνδυασμό με δυνατό πελτιέρ το οποίο να ψύχει επαρκώς το εξάρτημα που θα τοποθετηθεί, μπορεί και να δώσει θερμοκρασίες της τάξεως των 0c ή και χαμηλότερες.

Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η μεγάλη κατανάλωση ισχύος καθιστά αναγκαία την χρήση ενός δεύτερου τροφοδοτικού, συνήθως ειδικής σχεδίασης για TEC. Δεύτερον, το TEC πρέπει να είναι καλύτερο από το προς ψύξη εξάρτημα. Για παράδειγμα αν χρησιμοποιήσετε TEC των 60W για να ψύξετε έναν επεξεργαστή 70W, ο επεξεργαστής δεν μπορεί να ψυχθεί επαρκώς, θα υπερθερμανθεί και πιθανώς θα καταστραφεί.

3.4 ΥΔΡΟΨΥΞΗ

Όπως έχει παρατηρηθεί και σε άλλους τομείς ψύξης (αυτοκινήτων ,μηχανών εσωτερικής καύσης γενικότερα) η υδρόψυξη επιφέρει και τα καλύτερα αποτελέσματα .Ήταν αναμενόμενο λοιπόν ο τρόπος αυτός να αναπτυχθεί και σαν τρόπος ψύξης ενός Η/Υ .Τα πιο αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα της υδρόψυξης σε σχέση με την συμβατική αερόψυξη εντοπίζονται σε 3 σημεία .

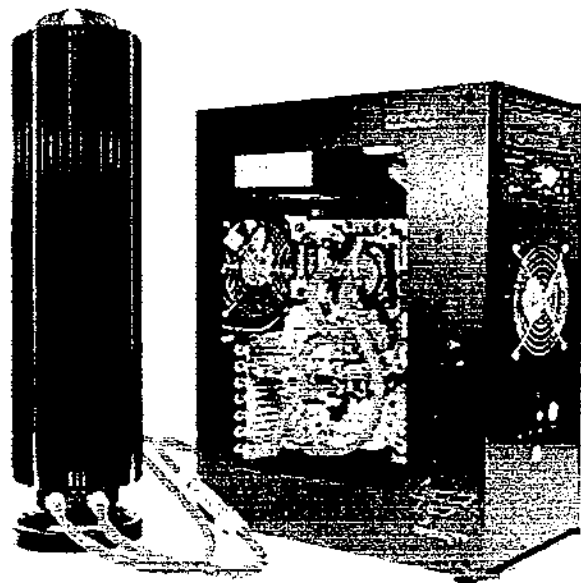
Πρώτον, το νερό είναι πολύ καλύτερος αγωγός της θερμότητας από τον αέρα, το οποίο σημαίνει ότι απορροφά γρηγορότερα την θερμότητα αλλά και την εκλύει γρηγορότερα όταν αυτό χρειαστεί .

Δεύτερον, με την χρήση υδρόψυξης μεταφέρουμε την θερμότητα από τα εξαρτήματα στο radiator το οποίο στη συνέχεια απελευθερώνει την θερμότητα στο περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό η θερμότητα μπορεί να απορροφηθεί πιο αποτελεσματικά από το σύστημα, μιας και το radiator (ψυγείο) μπορεί να είναι εκτός του κουτιού ή τοποθετημένο να διώχνει την θερμότητα στο περιβάλλον (πχ, τοποθετημένο στην οροφή του κουτιού). Η αερόψυξη θα απελευθερώσει την θερμότητα απ'ευθείας στον αέρα, ο οποίος παραμένει παγιδευμένος στο εσωτερικό του κουτιού. Έτσι κάθε εξάρτημα θερμαίνεται περισσότερο, ειδικότερα σε κουτιά χωρίς καλή ροή αέρα .

Τρίτον, συνήθως τα υδρόψυκτα συστήματα δεν απαιτούν πολύστροφους ανεμιστήρες με αποτέλεσμα την μείωση του θορύβου.

Ορισμένες δε υλοποιήσεις δεν χρησιμοποιούν καθόλου ανεμιστήρες οπότε ο θόρυβος μειώνεται στο ελάχιστο .
(zalman)

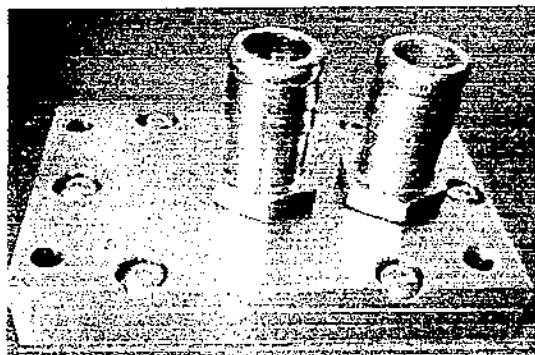
Εξωτερικό ψυγείο μεγάλης επιφάνειας χωρίς ανεμιστήρες



3.4.1 Block

Η χρήση της υδρόψυξης είναι πιο σύνθετη γι'αυτο και θα την δούμε αναλυτικότερα Αρχικά η χρήση της κοινής ψυκτρας αντικαθίσταται από το Block .

Block eleven



Χάλκινο Block με σπειροειδή κυκλοφορία νερού. Ο εσωτερικός σχεδιασμός του είναι πολύ βασικός γιατί από αυτόν εξαρτάται ο χρόνος και η ποσότητα του νερού που θα περνάει από μέσα. Άλλα block αρέσκονται σε γρήγορη ροή νερού, πράγμα που σημαίνει ότι αγαπάνε τις γρήγορες αντλίες και ορισμένα αλλά, αγαπάνε το αντίθετο για να αποδώσουν τα μέγιστα. Κατά κανόνα το υλικό κατασκευής του είναι ο χαλκός.

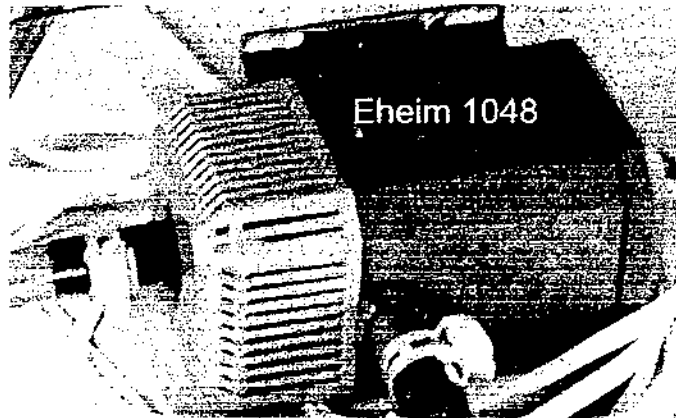
Τα μπλοκ είναι τα εξαρτήματα εκείνα που συγκεντρώνουν την θερμότητα κατευθείαν από τα εξαρτήματα που την εκλύουν. Συγκεντρώνουν την θερμότητα η οποία απορροφάται στην συνέχεια από το νερό που ρέει στο σύστημα. Είναι κομμάτια μετάλλου, συνήθως χαλκού (σε πιο σπάνιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται και ασήμι) όπου μέσω 2 ή περισσότερων τρυπών κυκλοφορεί μέσα τους νερό.

Μολονότι θα συναντούμε και μπλοκ από αλουμίνιο έχουμε υπ'όψιν μας ότι αποτελούν χάσιμο χρόνου και χρήματος. Το αλουμίνιο δεν μπορεί ούτε να απορροφήσει την θερμότητα αλλά ούτε και να την απελευθερώσει στο υγρό τόσο γρήγορα όσο ο χαλκός καθιστώντας ένα σύστημα υδρόψυξης σχεδόν άχρηστο.

Το ασήμι, αποτελεί μία πολύ καλή λύση για την μεταφορά θερμότητας αλλά είναι αρκετά ακριβό, δύσκολο στην επεξεργασία και καταστρέφεται εύκολα. Οπότε μένει ο χαλκός, ο οποίος είναι κατά πολύ μικρό βαθμό κατώτερος του ασημιού, είναι φθηνός, δεν καταστρέφεται εύκολα, αλλά πάνω απ'όλα είναι πολύ αποτελεσματικός.

3.4.2 Αντλία

Η χρησιμότητα της αντλίας σε ένα σύστημα υδρόψυξης υπολογιστή είναι να κινεί το νερό από το σημείο που αποκτά την υψηλότερη θερμοκρασία (block), στο σημείο όπου θα έχουμε φροντίσει να το κρυώσουμε (ψυγείο). Αντλίες μπορούμε εύκολα να προμηθευτούμε από pet shop



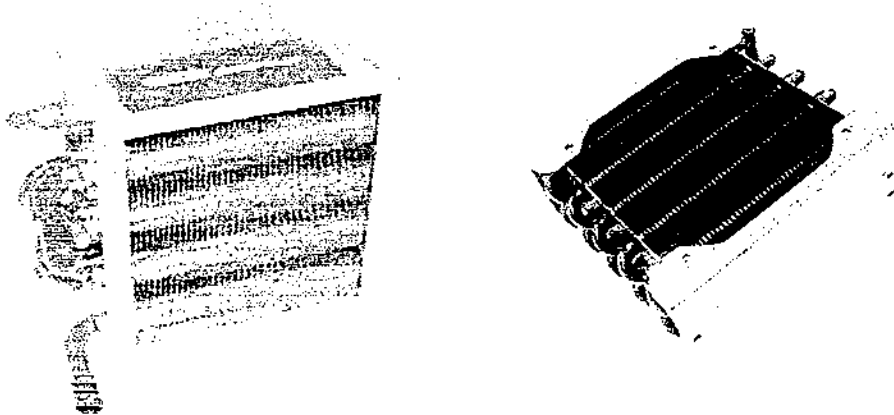
Οι αντλίες ευρείας χρήσης και αυτές με τις μεγαλύτερες ανοχές αλλά συνάμα και ακριβότερες είναι οι αντλίες μαγνητικού τύπου, όπου με την ανάπτυξη μαγνητικού πεδίου κινείται η φτερωτή τους. Υπάρχουν επίσης αντλίες με γρανάζια, πιστόνια και στροφεία αλλά δεν χρησιμοποιούνται πολύ, διότι είτε η απόδοσή τους μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου, είτε δεν είναι αρκετά ισχυρές, είτε είναι μεγάλες σε μέγεθος και ακριβές.

Η απόδοση των αντλιών μετριέται με βάση την απόδοση ροής (αναλογία Λίτρων ανά Ωρα) και ύψους παροχής (μέτρα). Πολύς κόσμος δίνει βάρος μόνο στην αναλογία L/Ω , όμως εξίσου σημαντικός παράγοντας για την απόδοση της αντλίας είναι και το ύψος παροχής. Είναι το πόσο ψηλά μπορεί να στείλει το υγρό η αντλία. Αντικατοπτρίζει όμως και την δυνατότητα της αντλίας να υπερνικήσει πιθανά εμπόδια που συναντώνται σε ένα υδρόψυκτο σύστημα, όπως η αντίσταση των μπλοκ.

Ορισμένοι κοιτάνε και χαρακτηριστικά της αντλίας όπως την κατανάλωση ισχύος. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αυτό δηλώνει το πόσο θερμαίνεται η αντλία, άρα και πόσο θερμότητα θα μεταφέρει η ίδια στο νερό.

3.4.3 Ψυγείο – Radiator

Βασικά υπάρχουν 2 τύποι radiators. Ο πρώτος τύπος αφορά τα σωληνωτά, τα οποία ουσιαστικά αποτελούνται από έναν σωλήνα που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι χάλκινος, ο οποίος κάνει διαδρομή αρκετών U μέσα από μεταλλικά πτερύγια που συνήθως είναι αλουμινένια. Με αυτόν το τρόπο η θερμότητα που μεταφέρει το νερό περνά από τον σωλήνα στα πτερύγια και στη συνέχεια απελευθερώνεται στο περιβάλλον. Η σχεδίαση αυτή είναι πολύ αποδοτική όταν υλοποιηθεί σωστά, και καθόλου αν υλοποιηθεί λανθασμένα. Οι πολλές καμπύλες και το μήκος του σωλήνα μπορούν να μειώσουν αρκετά την ροή και την ικανότητα έκλυσης της θερμότητας στην περίπτωση που η σχεδίαση ή η υλοποίηση είναι λανθασμένη.

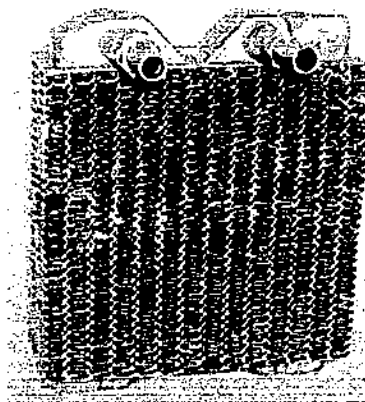


Σωληνωτά ψυγεία

Ο δεύτερος τύπος είναι το radiator κυψελωτού τύπου. Θα τα βρείτε πολλές φορές ως ψυγεία αυτοκινήτου λόγω της χρήσης τους για την ψύξη μηχανών στα αυτοκίνητα ή στα καλοριφέρ τους. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ύπαρξη μικρών δεξαμενών στις 2 πλευρές τους και πολλά μικρά πτερύγια-σωλήνες που μετακινούν το νερό από την μία δεξαμενή στην άλλη. Με τον τρόπο αυτό το νερό εισέρχεται και συγκεντρώνεται στην πρώτη δεξαμενή, μεταφέρεται μέσω των πτερυγίων στην δεύτερη ενώ ταυτόχρονα απελευθερώνει την θερμότητα στο περιβάλλον και επιστρέφει στην πρώτη όπου και συνεχίζει την κυκλοφορία του στο σύστημα.

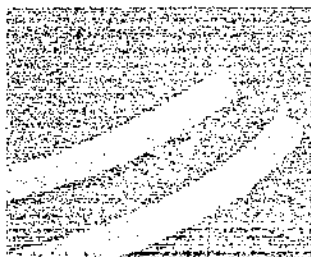
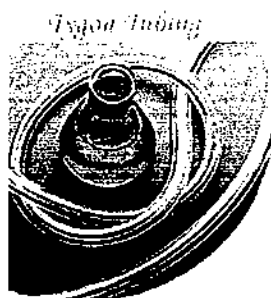
Κυφελωτά

Τα radiators αυτά είναι αρκετά ικανά, μικρά σε μέγεθος αλλά και εύκολα στο να καταστραφούν. Όσο πυκνότερη είναι η διάταξη των πτερυγίων τόσο καλύτερη είναι και η απόδοση, συνήθως.



3.4.4 Σωληνώσεις

Για να μετακινηθεί το νερό στο σύστημα χρειάζονται σωλήνες. Αυτοί έρχονται σε διάφορα μεγέθη, ποιότητες και τιμές ώστε να καλύψουν την πλειοψηφία των αναγκών. Όσο αφορά τους καλύτερους σωλήνες, είναι οι σωλήνες Tygon. Οι σωλήνες αυτοί δεν θα χαλάσουν, δεν θα τσακίσουν, δεν γλιστράνε και διατηρούν την καθαρότητά τους. Όμως, είναι αρκετά ακριβοί και δυσεύρετοι διότι χρησιμοποιούνται σε ιατρικές / πειραματικές εφαρμογές. Ως εναλλακτική λύση προτείνονται οι σωλήνες της Clearflex, οι οποίοι είναι εξίσου καλοί, κοστίζουν φθηνότερα και χρησιμοποιούνται ευρέως.

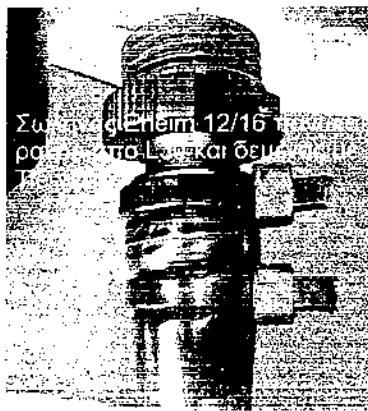


Υπάρχουν και άλλοι τύποι σωληνών, όπως τα PVC, PUR και τα ημισιλικονούχα. Τα PVC είναι βασικά πλαστικοί σωλήνες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο από χρήστες όσο και από τα έτοιμα kit μιας και βρίσκονται εύκολα και είναι φθηνοί. Όμως τσακίζουν πολύ εύκολα και χρήζουν αντικατάστασης τουλάχιστον ανά έτος διότι καταστρέφονται και αποτελούν πηγή διαρροών.

Οι σωλήνες ημισιλικόνης μοιράζονται τα χαρακτηριστικά των PVC και σωληνών σιλικόνης αλλά δεν πλησιάζουν την ποιότητα των σωληνών σιλικόνης.

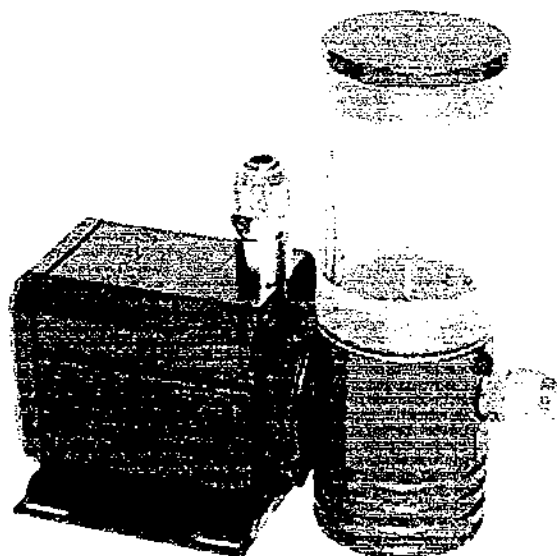
3.4.5 Σφιγκτήρες – Ρακόρ

Μεταλλικοί ή πλαστικοί για ασφαλίσουμε τους σωλήνες για την αποφυγή διαρροών. Τα ρακόρ χρησιμοποιούν στις ενώσεις των σωληνώσεων με τις εισόδους – εξόδους των εξαρτημάτων

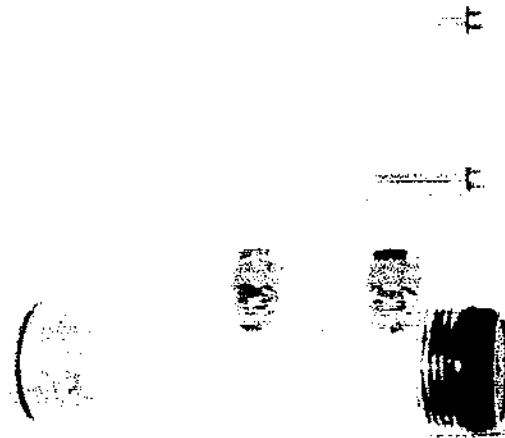


3.4.6 Δοχείο διαστολής – Tank

Τα δοχεία διαστολής είναι δοχεία όπου συγκεντρώνεται το υγρό. Συνήθως είναι συνδεδεμένα με την αντλία ή η αντλία βρίσκεται βυθισμένη σε αυτά. Με τον τρόπο αυτό δεν εισχωρεί αέρας στο σύστημα από την αντλία, άρα το σύστημα είναι αποδοτικότερο. Επίσης διευκολύνουν την αλλαγή υγρού, καθώς και την εξαέρωση. Υπάρχουν διάφοροι τύποι δεξαμενών.



Υπάρχουν δεξαμενές οι οποίες συνδέονται απ'ευθείας στην είσοδο ορισμένων αντλιών όπως η παραπάνω . Άλλος τύπος δεξαμενής είναι η εξωτερικού τύπου, όπου η δεξαμενή συμπληρώνεται με νερό και η είσοδος της αντλίας συνδέεται μέσω σωλήνα, συνήθως στην βάση της δεξαμενής. Η είσοδος της δεξαμενής βρίσκεται στην κορυφή ή στο μέσο της.



3.4.7 Υγρό

Απεσταγμένο νερό

Το απεσταγμένο νερό αποτελεί την καλύτερη λύση για ένα τυπικό σύστημα υδρόψυξης. Προτιμότερο είναι όμως να μην χρησιμοποιηθεί μόνο του. Ποτέ μην χρησιμοποιείτε νερό βρύσης ή απιονισμένο νερό διότι περιέχουν σωματίδια τα οποία ενδέχεται να καταστρέψουν το σύστημά σας ή να μειώσουν την απόδοσή του.

Υπάρχουν αρκετά πρόσθετα που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε. Σκοπός τους είναι να εμποδίσουν την διάβρωση και την ανάπτυξη βακτηρίων που προκαλούν καταστροφή του συστήματος. Η διάβρωση προκαλείται όταν 2 διαφορετικά μέταλλα έρχονται σε επαφή μέσω υγρού. Είναι σχεδόν σίγουρο ότι στα συστήματα θα υπάρχουν περισσότερα από ενός τύπου μετάλλου οπότε η χρήση προσθετικών κρίνεται απαραίτητη. Τα προσθετικά αυτά μπορεί να είναι ειδικά για υδρόψυκτα συστήματα, ή να είναι αντιδιαβρωτικά για ψυγεία αυτοκινήτου. Αυτά δεν θα πρέπει να ξεπερνούν σε αναλογία το 5%-10% της συνολικής μάζας υγρού, αλλιώς μπορεί να προκαλέσουν μεγαλύτερο πρόβλημα από αυτό που θέλουμε να καταπολεμήσουμε.

Αντιψυκτικό υψηλών επιδόσεων αυτοκινήτων

Δεν υπάρχουν πολλά να πούμε για αυτή τη λύση. Θα προστατέψει το σύστημά χωρίς άλλα πρόσθετα και δεν θα παγώσει αν χρησιμοποιηθούν ακραίοι τρόποι ψύξης (έως τους -25c). Όμως δεν έχει πολύ καλή απόδοση σε σχέση με το καθαρό νερό και πρέπει να είναι πολύ καλής ποιότητας μιας και τα φθηνά εναλλακτικά δεν κάνουν για υδρόψυκτα συστήματα διότι είτε θα έχουν μεγάλη πυκνότητα και θα δυσκολέψουν την αντλία είτε θα αφήσουν κατάλοιπα. Υπάρχουν ορισμένα όμως, αν και ακριβά, τα οποία μπορεί να έχουν καλύτερη απόδοση από το καθαρό νερό.

1 προς 3 Μείγμα Μεθανόλης-Νερού

Αυτό το μείγμα, χρησιμοποιείται σε ακραίες λύσεις ψύξης όπου η θερμοκρασία του υγρού θα παραμείνει σε θερμοκρασίες κάτω των 0c. Όχι τόσο καλή λύση όσο το καθαρό απεσταγμένο νερό αλλά δυστυχώς σε αυτές τις θερμοκρασίες το νερό γίνεται πάγος. Πάντως, αποδίδει αρκετά καλά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες έως και -50c.

Η πιο συχνή, εύκολη και ασφαλής λύση είναι το απεσταγμένο νερό με ένα μικρό ποσοστό προσθετικού. Επειδή το απεσταγμένο νερό, όπως και τα περισσότερα προσθετικά, δεν είναι αγωγίμο, σε περίπτωση διαρροής δεν θα καταστρέψουμε τα εξαρτήματα του υπολογιστή μας, τουλάχιστον όχι μόνιμα. Σημαντικό είναι να χρησιμοποιούμε προστατευτικά προσθετικά ή αντιδιαβρωτικά. Γαλβανική διάβρωση προκύπτει όταν δεν το περιμένουμε, ακόμα και αν το νερό είναι το καθαρότερο δυνατόν. Η διάβρωση αυτή μπορεί να καταστρέψει radiator, μπλοκ και αντλίες εντελώς, μιας και δεν φαίνεται με το μάτι διότι συμβαίνει στα εσωτερικά των εξαρτημάτων.

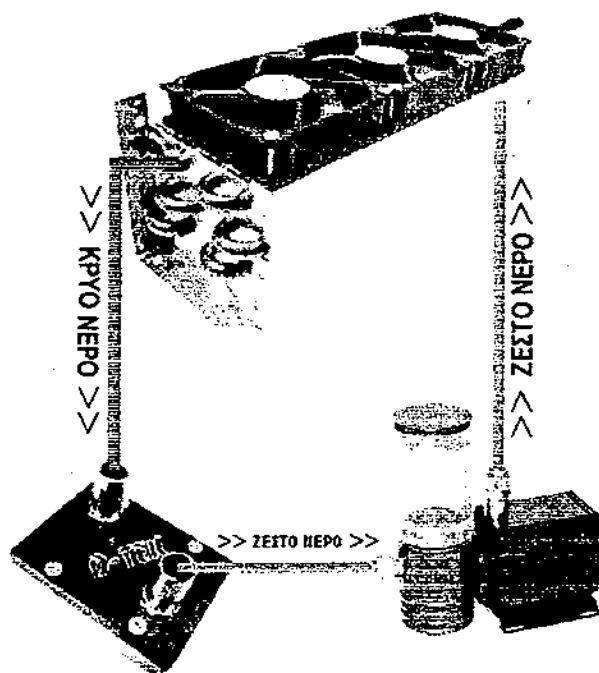
3.4.8 ΚΥΚΛΟΣ ΨΥΞΗΣ

Κύκλος ψύξης είναι η πορεία που θα ακολουθήσει το νερό προκειμένου να απορροφήσει την ενέργεια / θερμότητα που θέλουμε ,να την αποδώσει στο περιβάλλον και να συνεχίσει την ίδια διαδικασία «κυκλικά».

Τα μεγαλύτερα ποσά θερμότητας τα εκλύει ο επεξεργαστής (cpu) ,στη συνέχεια ο επεξεργαστής της κάρτας γραφικών (gpu) και τέλος το chipset που ουσιαστικά αποτελεί τον εγκέφαλο του Η/Υ.

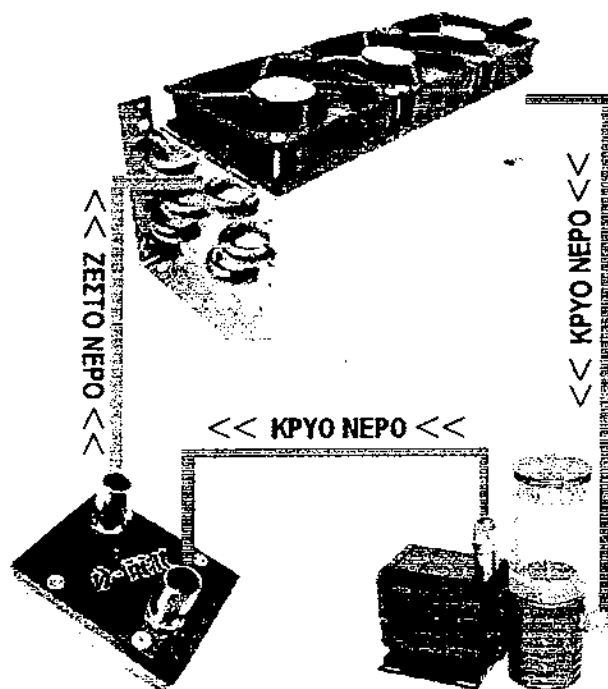
Οι διατάξεις που συνηθίζονται είναι δυο :

1: ΑΝΤΛΙΑ → ΨΥΓΕΙΟ → BLOCK → ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ



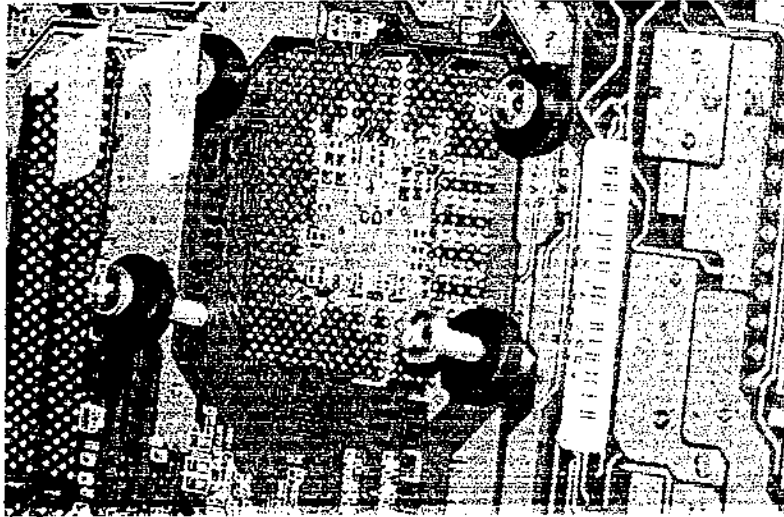
Με την παραπάνω διάταξη ,που είναι και η πιο συνηθισμένη , επιτυγχάνουμε την χαμηλότερη θερμοκρασία νερού που εισάγεται στο block αφού το νερό πηγαίνει εκεί κατευθείαν από το ψυγείο . Στη συνέχεια οδηγείται στο δοχείο διαστολής και από εκεί ξανά στην αντλία . Όμως έτσι το ζεστό νερό κάνει μεγαλύτερη διαδρομή μέσα στο κουτί του υπολογιστή μας και εισέρχεται ζεστό στην αντλία ,πράγμα που μειώνει τη διάρκεια ζωής της Αν αποφασίσουμε να ψύξουμε και τον επεξεργαστή της κάρτας γραφικών και το chipset τότε η διαδρομή του ζεστού νερού αυξάνετε δραματικά . Τέλος επειδή το νερό περνάει πρώτα από το ψυγείο πέφτει και η πίεση του με αποτέλεσμα να μειώνετε και η ταχύτητα που περνάει από το Block.

2: ΑΝΤΛΙΑ → BLOCK → ΨΥΓΕΙΟ → ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

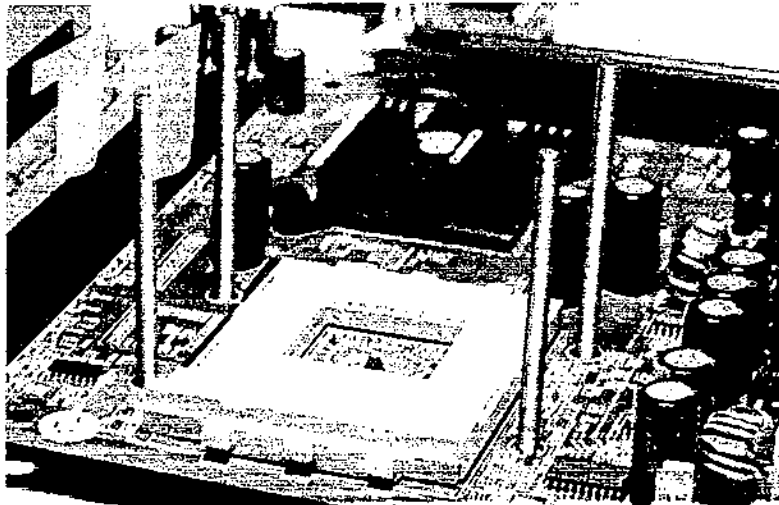


Η παραπάνω διάταξη είναι και αυτή που προσωπικά προτιμούμε. Το νερό από την αντλία περνά στο Block ,μετά περνά από το ψυγείο και επιστρέφει κρύο στο δοχείο διαστολής και στη αντλία μας .Με αυτή τη διάταξη επιτυγχάνουμε μέγιστη πίεση στο Block ,μικρή διαδρομή του ζεστού νερού και διατηρούμε την ζωή της αντλίας μας αφού δουλεύει με κρύο νερό.

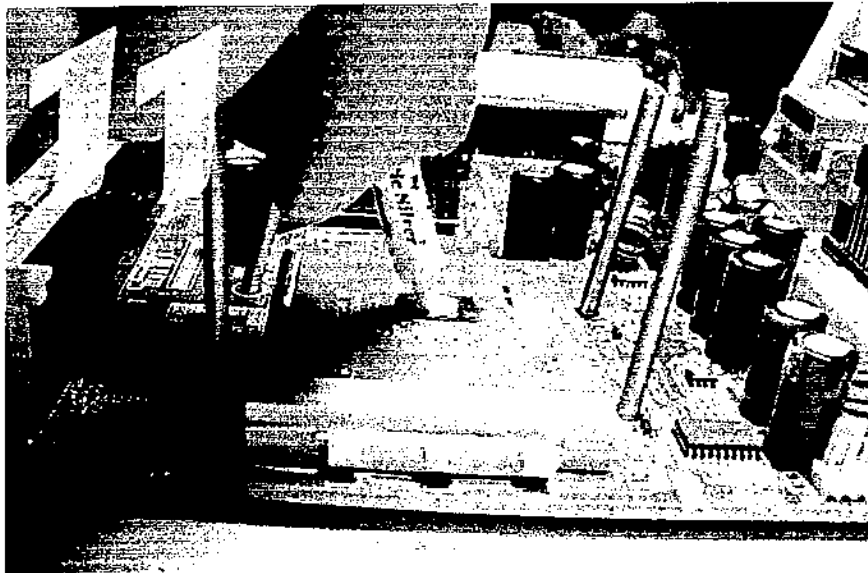
3.4.9 Τοποθέτηση water block σε CPU SOCKET-A



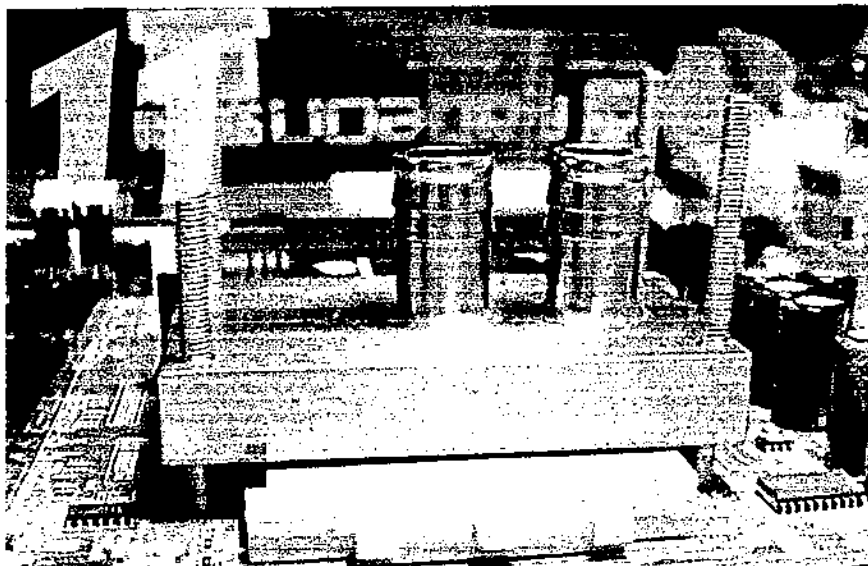
Τοποθετούμε τα λαστιχένια στηρίγματα πάνω στις βίδες και τις περνούμε από τις τρύπες της μητρικής από την πίσω μεριά της μητρικής.



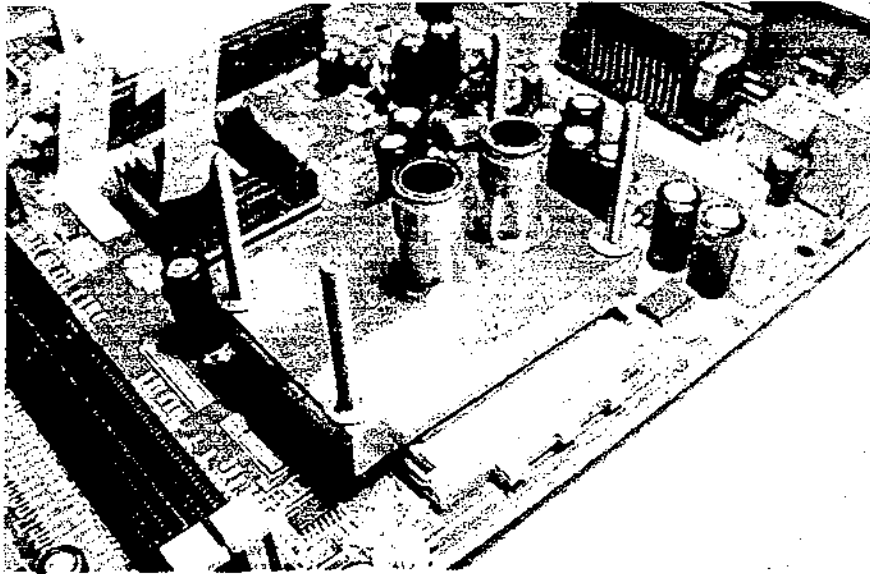
Εδώ φαίνεται η μητρική από την πάνω πλευρά αφού περάσαμε τις βίδες.



Στη συνέχεια τοποθετούμε θερμοαγώγιμη σιλικόνη πάνω στον επεξεργαστή.
Ένα λεπτό στρώμα αρκεί.



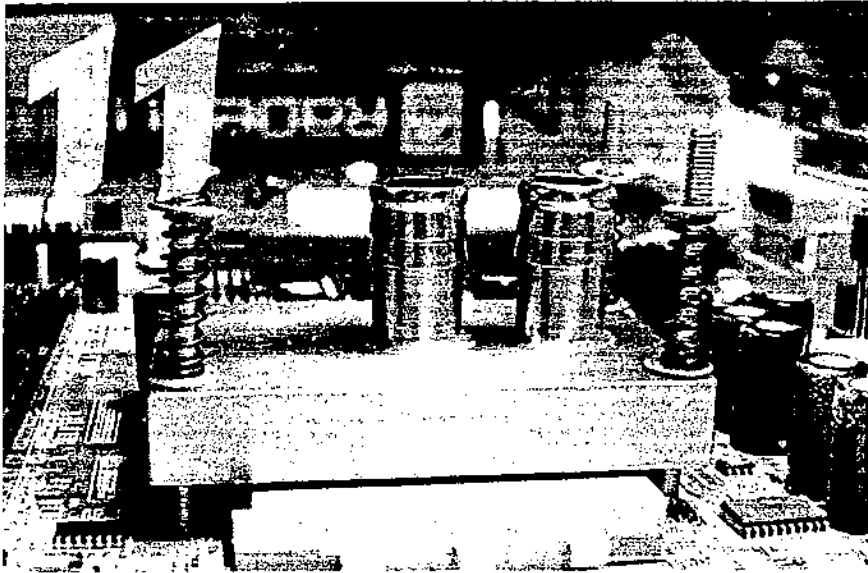
Ακολουθεί η τοποθέτηση του block πάνω στον επεξεργαστή.



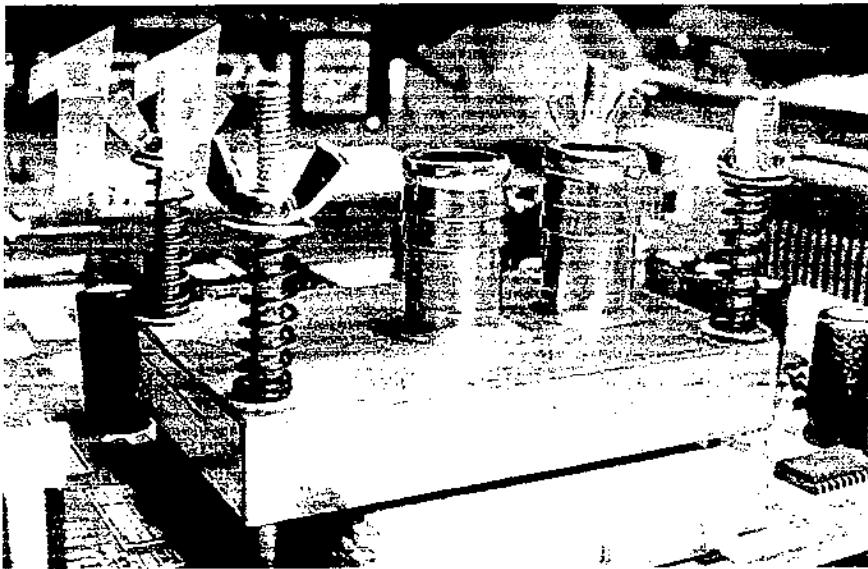
Περνούμε τις τέσσερις ροδέλες πάνω στις βίδες.



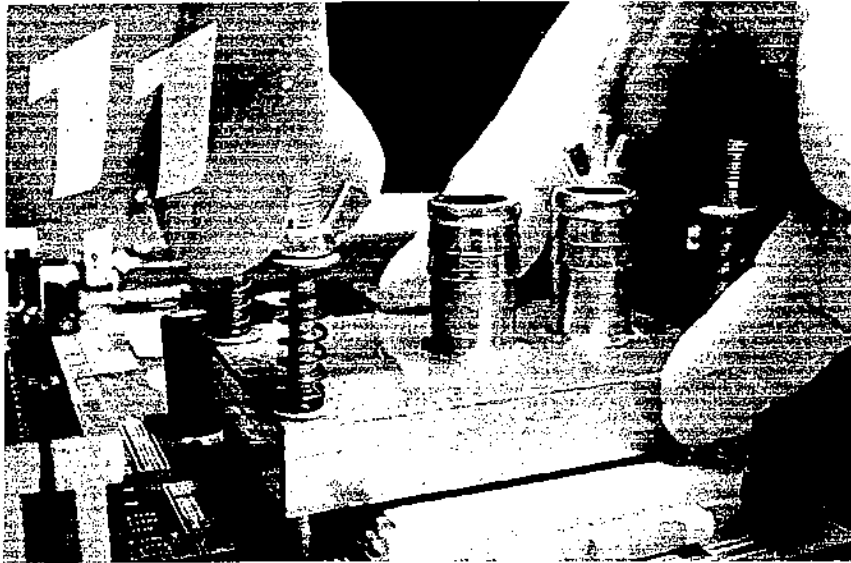
Στη συνέχεια βάζουμε τα ελατήρια.



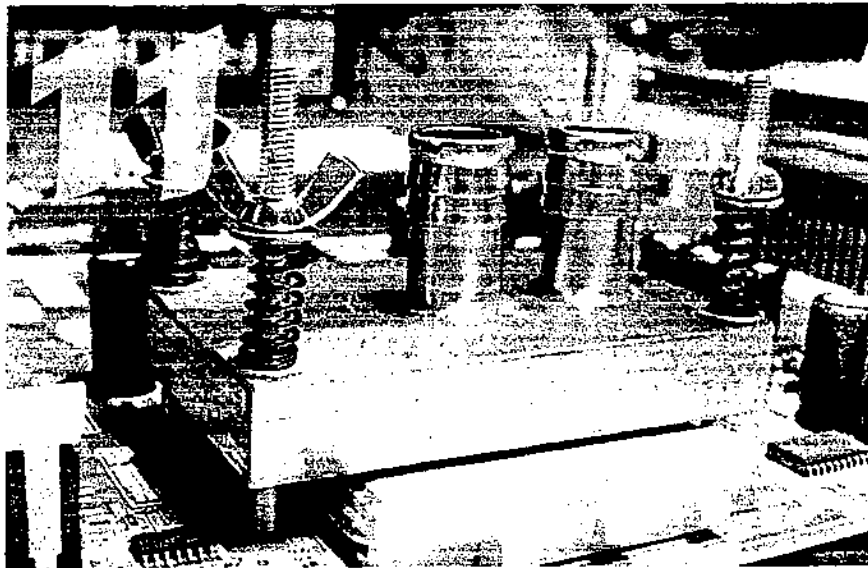
Μετά βάζουμε τις τελευταίες τέσσερις ροδέλες .



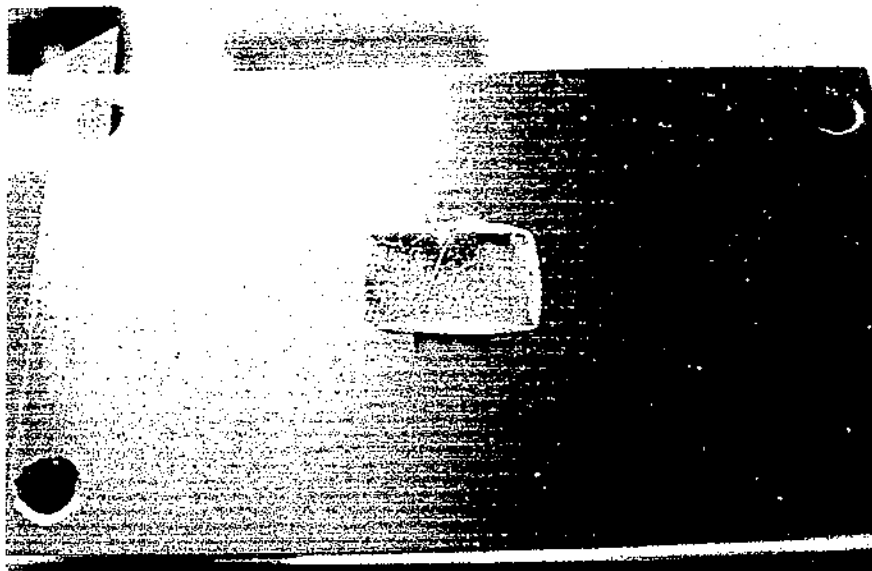
Τέλος , τοποθετούμε και τις πεταλούδες πάνω στις βίδες .



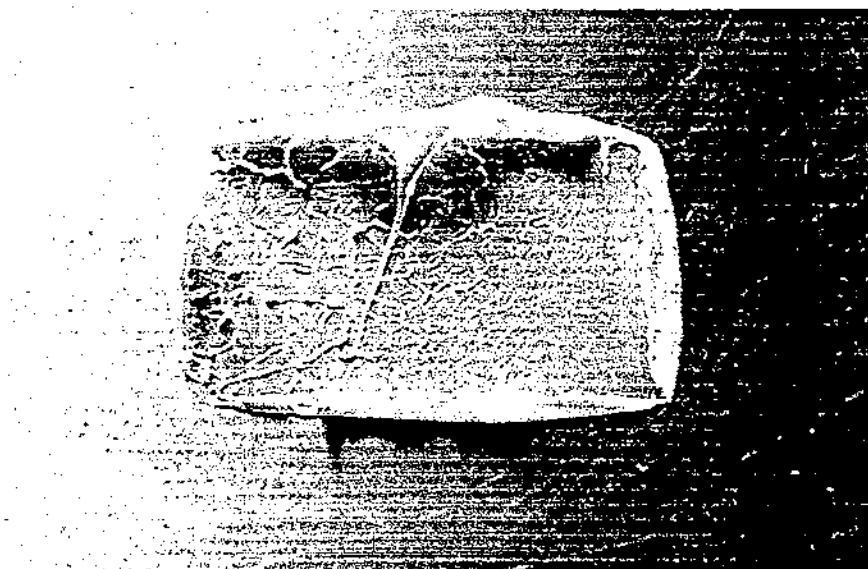
Το σφίξιμο γίνεται συμμετρικά στις πεταλούδες που βρίσκονται διαγώνια μεταξύ τους . Δηλαδή σφίγγουμε ισόποσα την μπροστά αριστερά πεταλούδα με την πίσω δεξιά πεταλούδα όπως κοιτούμε την φωτογραφία. Μετά σφίγγουμε τα άλλο ζευγάρι (χιαστή). Αυτό γίνεται σταδιακά δηλαδή σφίγγουμε λίγο το ένα ζευγάρι και μετά σφίγγουμε λίγο το άλλο ζευγάρι .



Εδώ φαίνεται το block πλήρως τοποθετημένο .



Σε αυτή τη φωτογραφία φαίνεται ο πάτος του block και το τύπωμα που άφησε ο επεξεργαστής.



Μια πιο κοντινή άποψη του τυπώματος . Διακρίνεται ότι το block ήταν σε επαφή με ολόκληρο τον πυρήνα του επεξεργαστή.

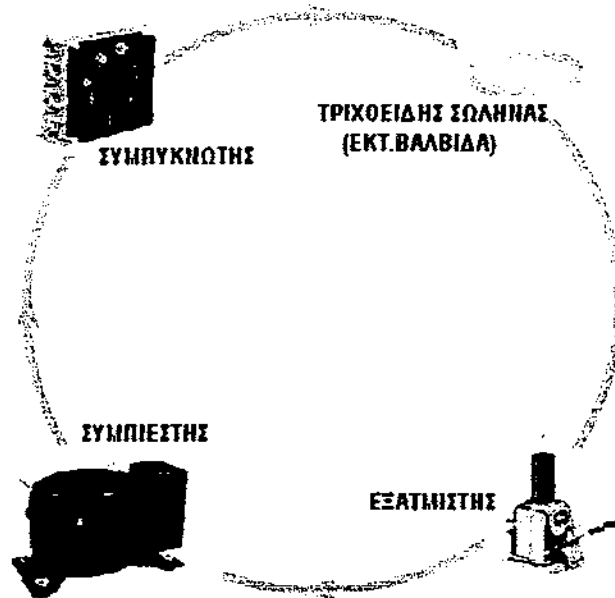
3.4.10 Μειονεκτήματα

Τα μειονεκτήματα επίσης εντοπίζονται σε 3 σημεία. Πρώτον, το μέγεθος ενός συστήματος υδρόψυξης είναι αρκετά μεγαλύτερο σε σχέση με τις αερόψυκτες λύσεις, ακόμα και τα μικρότερα συστήματα δύσκολα τοποθετούνται σε κουτιά μικρότερα αυτών της κλάσης super midi. Επίσης αρκετά κουτιά χρειάζονται τροποποίηση προκειμένου να φιλοξενήσουν ένα σύστημα υδρόψυξης. Δεύτερον, είναι πολύπλοκα, ακόμα και η εγκατάσταση του πιο εύκολου kit απαιτεί κάποιες βασικές γνώσεις αλλά και σχετική συντήρηση – όχι όμως τακτικά. Τρίτον, είναι σημαντικά ακριβότερη λύση σε σχέση με λύσεις αερόψυξης .

3.5 ΨΥΞΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ (Freon)

Η μέθοδος αυτή βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο όπου απαιτείται μεγάλη απορρόφηση θερμότητας και ψύξη μπορεί να φτάσει και τους $- 50\text{ C}'$. Η πρόκληση είναι μεγάλη αφού με την κατασκευή ενός τέτοιου συστήματος ψύξης θα μπορέσουμε να ρυθμίσουμε έναν επεξεργαστή να λειτουργεί πολύ πάνω από τα όρια του.

Ο κύκλος ψύξης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα :



Το ψυκτικό ρευστό ακολουθεί την πορεία

**ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ → ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ → ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ
ΒΑΛΒΙΔΑ → ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ**

Αρχικά στον συμπιεστή, το ψυκτικό υγρό (αέρια φάση) συμπιέζεται και αποκτά υψηλή πίεση, μετά στον συμπυκνωτή συμπυκνώνεται σε υγρό και στην εκτονωτική βαλβίδα (η τριχοειδή σωλήνα) μειώνει την πίεση του (εκτονώνεται) και εξατμίζεται στον εξατμιστή που υπάρχει χαμηλή πίεση. Κατά την εξατμισμό αυτή το ρευστό απορροφά θερμότητα και στη συνέχεια απορροφάει στο συμπιεστή. Τη θερμότητα αυτή την αποδίδει στο περιβάλλον από τον συμπυκνωτή που ουσιαστικά είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας.

3.5.1 Συμπιεστής

Ο συμπιεστής εξασφαλίζει τη ροή του ψυκτικού ρευστού στο κύκλωμα. Οι συμπιεστές διακρίνονται σε παλινδρομικούς, περιστροφικούς, φυγοκεντρικούς και κοχλιωτούς .

Το ψυκτικό υγρό και οι θερμοκρασίες λειτουργίας που χρειάζονται για την απορρόφηση της θερμότητας ,απαιτούν ένα συμπιεστή ικανό να δίνει μεγάλη διάφορα πίεσεως για μέσες τιμές παροχής .

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι εμβολοφόροι (παλινδρομικοί) οι οποίοι πλεονεκτούν στην προσαρμογή σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και στην καλή ισεντροπική απόδοση.

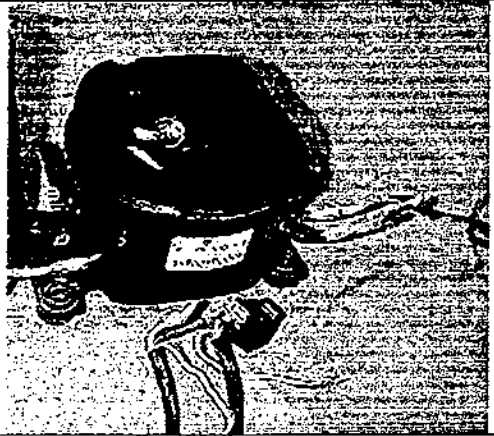
Οι φυγοκεντρικοί εργάζονται με τη δυναμική αρχή συμπίεσεως ,έχουν κακή ισεντροπική απόδοση αλλά επιτυγχάνουν μεγάλες παροχές .

Οι συμπιεστές περιστρεφόμενου τύμπανου χρησιμοποιούνται για μικρές ισχύς και διάφορες πιέσεις κάτω των 4 bar .Εργάζονται με τη στατική αρχή συμπίεσεως έχουν καλή ισεντροπική και άριστη ογκομετρική απόδοση ,είναι πολύστροφοι αλλά παρουσιάζουν προβλήματα φθοράς και λίπανσης .Είναι συνήθως κλειστού τύπου (κινητήρας – συμπιεστής) και είναι σχεδόν αθόρυβοι

Ο συμπιεστής θα καθορίσει πόσο γρήγορα μπορεί να κινηθεί το ψυκτικό ρευστό , το μέγεθος των σωληνώσεων και το μέγεθος της υποπίεσης στην πλευρά χαμηλής πίεσης. Στο σύστημα μας ο συμπιεστής πρέπει να κάνει μεγάλους κύκλους ,να μπορεί να αντεπεξέλθει σε ένα αξιόλογο πόσο θερμότητας και να έχει λογική κατανάλωση ενέργειας. Ένας συμπιεστής με ισχύ από 1/12 hp και πάνω είναι αξιόλογος για σύστημα ψύξης Η/Υ ενώ δεν θα χρειαστούμε ένα συμπιεστή παραπάνω από 1/4 hp .

Η διάφορα μεταξύ των δύο αυτών συμπιεστών είναι το θερμικό φορτίο σε σχέση με το μέγεθος του συστήματος μας. Δηλαδή ένας συμπιεστής ¼ hp με ένα μικρού μεγέθους σύστημα μπορεί να απορροφήσει ίσο θερμικό φορτίο με ένα συμπιεστή 1/12 hp με το διπλάσιο σε μέγεθος σύστημα. Αλλά το ψυκτικό ρευστό δεν θα είναι στην πιο «κρύα» του κατάσταση και η ταχύτητα του κύκλου θα είναι μέτρια.

Αν χρησιμοποιήσουμε μικρό συμπιεστή θα χρειαστεί λοιπόν να αυξήσουμε το μέγεθος των σωληνώσεων μας ώστε να περιέχει το όλο σύστημα περισσότερο ψυκτικό ρευστό για να αντεπεξέλθει στην χαμηλή ταχύτητα ροής του κύκλου ψύξης .

Ψυγείο	1/8 – 1/6 hr	
Ψυγείο – Καταψύκτης	1/6 – 1/3 hr	
Μίνι ψυγείο	1/20 – 1/8hr	
Εξωτερική μονάδα air condition	1/6 – 3/4 hr	

3.5.2 Ψυκτικά υγρά

Βασικό κριτήριο για την επιλογή του ψυκτικού ρευστού είναι να υπάρχει μεγάλη διάφορα μεταξύ του κρίσιμου σημείου και της θερμοκρασίας συμπυκνώσεως. Ένα δεύτερο κριτήριο που έχει σχέση με το είδος του συμπιεστή, είναι ο ειδικός όγκος του ρευστού στις συνθήκες λειτουργίας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στη μέγιστη θερμοκρασία του κύκλου (έξοδος συμπιεστή) η οποία πρέπει να είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία ασφάλειας του ρευστού.

Τα σπουδαιότερα από τα κλασσικά ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η αμμωνία (NH_3), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το διοξείδιο του θείου (SO_2). Εντούτοις και τα χλωριούχα – φθοριούχα παράγωγα του αιθανίου και του μεθανίου άρχισαν να χρησιμοποιούνται από τα τέλη σχεδόν του 19ου αιώνα, ενώ μαζί με την αμμωνία χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα τα χλωροφθοριούχα τα οποία θεωρούνται υπεύθυνα για την καταστροφή του όζοντος.

R11 (Freon 11) χρησιμοποιείτε λόγω μεγάλου μοριακού βάρους σε μονοβαθμικούς και και πολυβαθμικούς φυγοκεντρικούς συμπιεστές μεγάλης ισχύος κυρίως στη βιομηχανία για την ψύξη ύδατος ή σε μεγάλες εγκαταστάσεις κλιματισμού.

R12 (Freon 12) Χρησιμοποιείτε λόγω των χαμηλών πιέσεων συμπυκνώσεως, είναι το πιο κατάλληλο για τη λειτουργία αντλιών θερμότητας. Παρουσιάζει σημείο ζέσεως -29 C° , μοριακό βάρος 120,92 και θερμοκρασιακή περιοχή χρήσεως από -40 ως $+10\text{ C}^\circ$.

R22 Έχει σημείο ζέσεως -40 C° μοριακό βάρος 86,48 και θερμοκρασιακή περιοχή χρήσης -80 ως $+5\text{ C}^\circ$. Χρησιμοποιείτε στα κλιματιστικές οικιακής χρήσης σε πολύ μεγάλο ποσοστό.

R134A Έχει σημείο ζέσεως -26 C° και αποτελεί το νέο στάνταρ για τα ψυγεία οικιακής χρήσης.

R290 (προπάνιο) Έχει σημείο ζέσεως -42 C°

R404B Έχει σημείο ζέσεως -44 C°

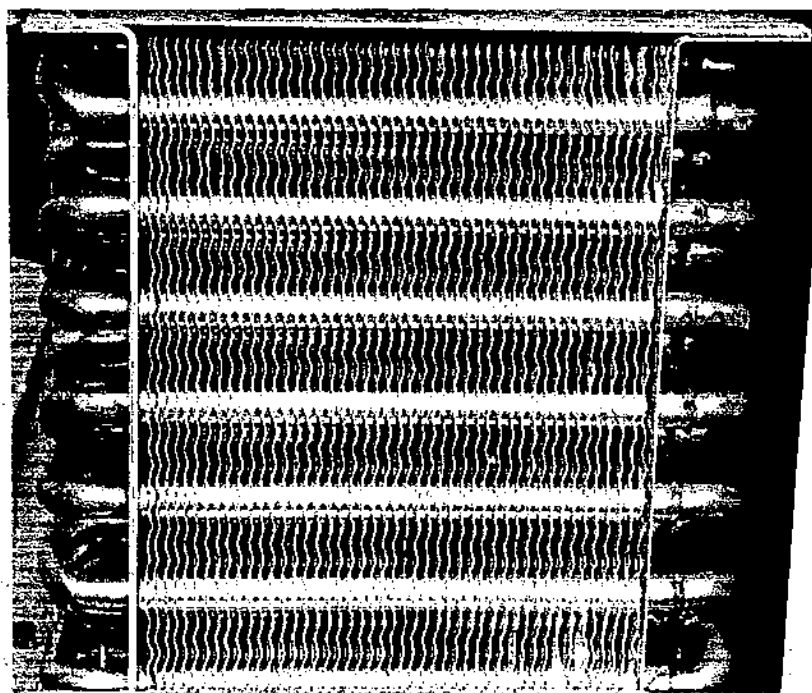
R409A Έχει σημείο ζέσεως -47.8 C°

R508B Έχει σημείο ζέσεως -50 C°

R-14 Έχει σημείο ζέσεως -150 C° σε πίεση 1 bar και χρησιμοποιείται για εφαρμογές μεγάλης ψύξης

3.5.3 Συμπυκνωτής

Ο συμπυκνωτής – εναλλάκτης θερμότητας είναι η συσκευή που θα αποβάλει την θερμότητα στο περιβάλλον και θα υγροποιήσει το ψυκτικό μας ρευστό .



Μπορεί εξωτερικά να μοιάζει με ψυγείο που χρησιμοποιούμε σε εφαρμογές υδρόψυξης αλλά είναι κατασκευασμένο ώστε να αντέχει πιέσεις

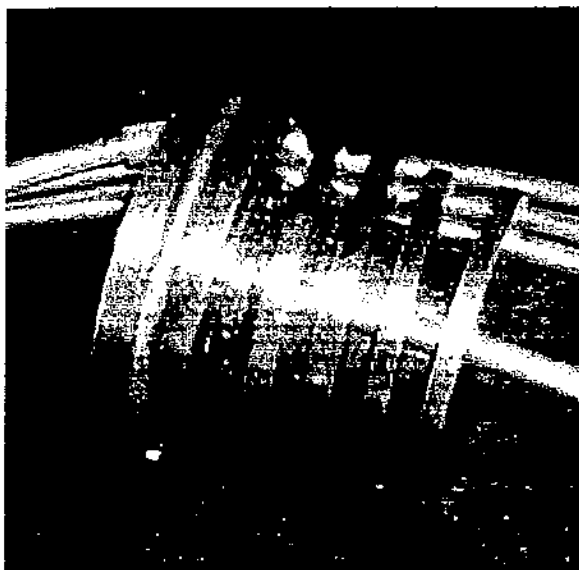
πολύ μεγαλύτερες από αυτές της υδροψυξης .Όσο μεγαλύτερος είναι ο συμπυκνωτής μας τόσο μεγαλύτερα ποσά θερμότητας θα αποβάλει στο περιβάλλον . Για να κάνουμε την απόδοση του ακόμα μεγαλύτερη μπορούμε να προσαρμόσουμε ανεμιστήρες από την μια του μεριά ώστε να κυκλοφορεί περισσότερος αέρας μεταξύ των στοιχείων του και παράλληλα να διώχνουν την θερμότητα έξω από το κουτί του Η/Υ.

3.5.4 Εκτόνωση

Για την εκτόνωση του ψυκτικού ρευστού, μετά την συμπύκνωση του, χρησιμοποιείτε μια εκτονωτική βαλβίδα. Στην δική μας περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε ένα πολύ μικρής διαμέτρου χάλκινο σωλήνα (τριχοειδής σωλήνας) .Η αντίσταση λόγω τριβής που δέχεται το υψηλής πίεσης ρευστό από τα τοιχώματα του τριχοειδή σωλήνα διαμέτρου 3/32" έχει ως αποτέλεσμα να ρίχνει την πίεση (εκτόνωση) του ρευστού

3.5.5 Εξατμιστής – Block

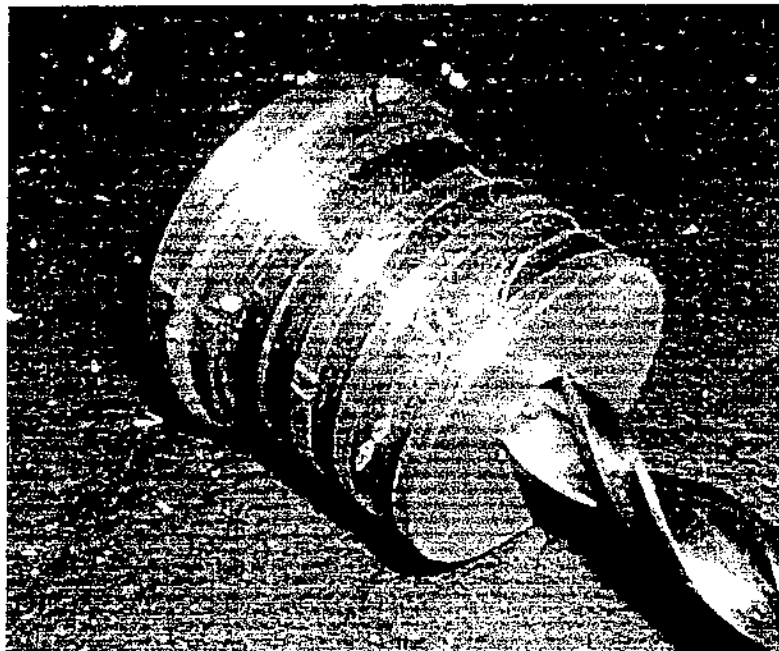
Το Block σε ένα τέτοιο σύστημα ουσιαστικά έχει τις ίδιες βασικές αρχές με την υδροψυξη. Σαν υλικό επιλέγετε ο χαλκός λόγω καλής θερμότητας αγωγιμότητας . Εσωτερικά είναι κατασκευασμένο ώστε να έχει την περισσότερη δυνατή επιφάνεια με σπειροειδή διάταξη .



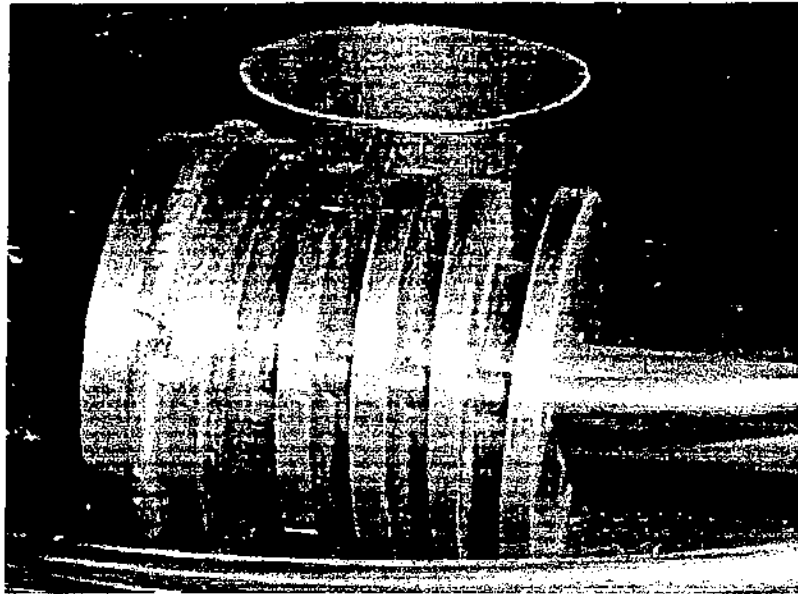
Σε ένα κυλινδρικό κομμάτι χαλκού δημιουργούμε σπείρες και περνάμε τον τριχοειδή σωλήνα τρυπώντας τις τέσσερις πρώτες σπείρες .



Στη συνέχεια στο πάνω μέρος των σπειρωμάτων ανοίγουμε μια κάθετη τρυπά η οποία περνά από το κέντρο του κυλίνδρου ως την άλλη μεριά του .



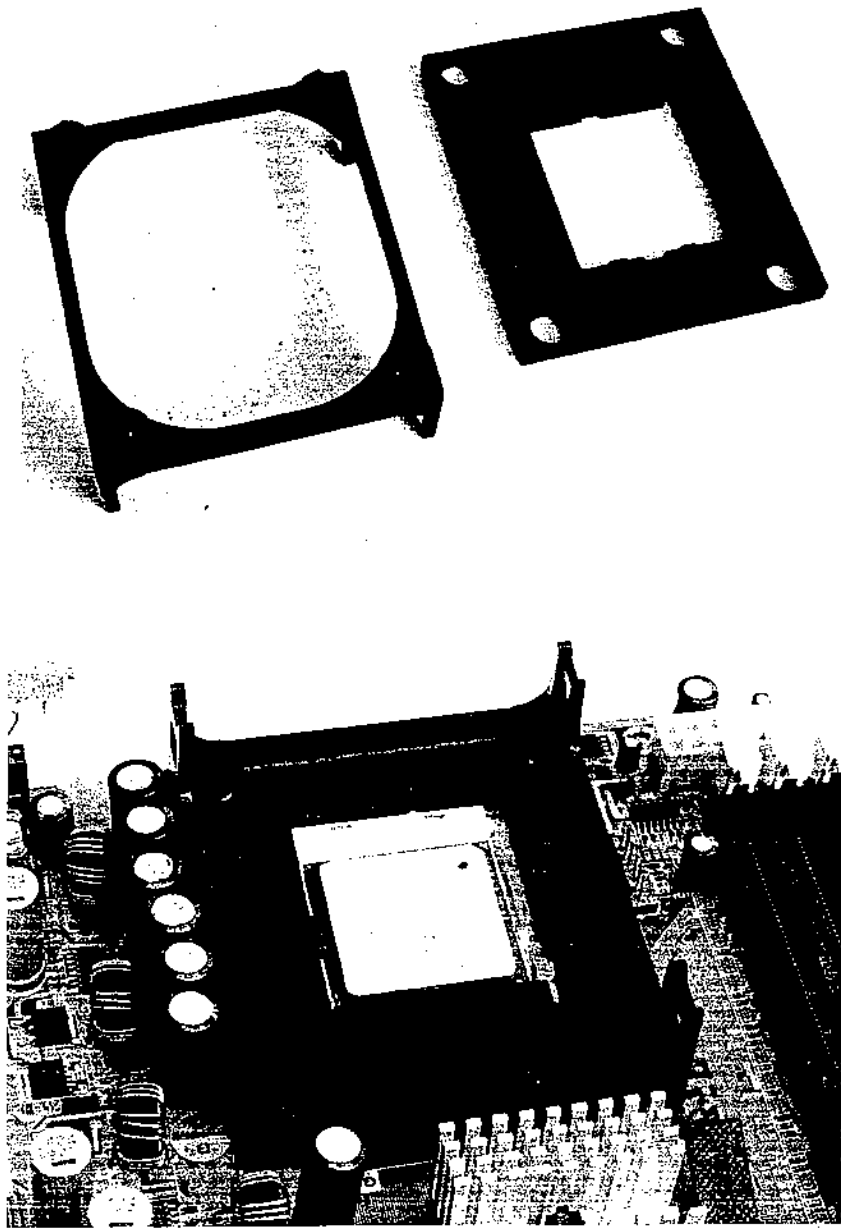
Τώρα τρυπάμε το πάνω μέρος του κυλίνδρου τόσο ώστε να εμφανιστεί η κάθετη τρυπά που ανοίξαμε πριν .



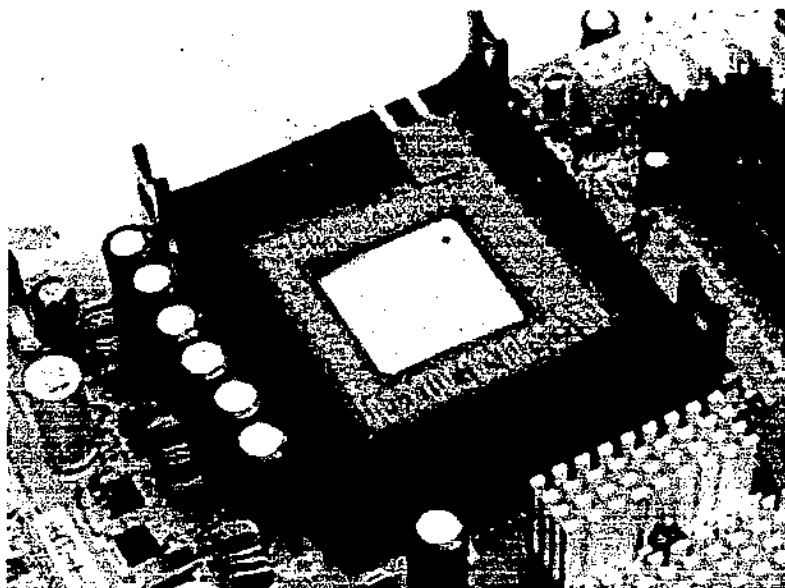
Στην κεντρική τρυπά προσαρμόζουμε το σωλήνα που το ψυκτικό ρευστό θα επιστρέψει στο συμπιεστή. Με την κατασκευή αυτή το ψυκτικό μας ρευστό θα εισέλθει από τον τριχοειδή σωλήνα στη βάση του Block όπου και θα εξατμιστεί και θα ακολουθήσει σπειροειδή ανοδική πορεία . Στην κορυφή του block θα απορροφηθεί από τις δύο τρύπες που το τέμνουν και θα οδηγηθεί από τον κεντρικό σωλήνα λόγω υποπίεσης στον συμπιεστή.

3.5.6 Μόνωση

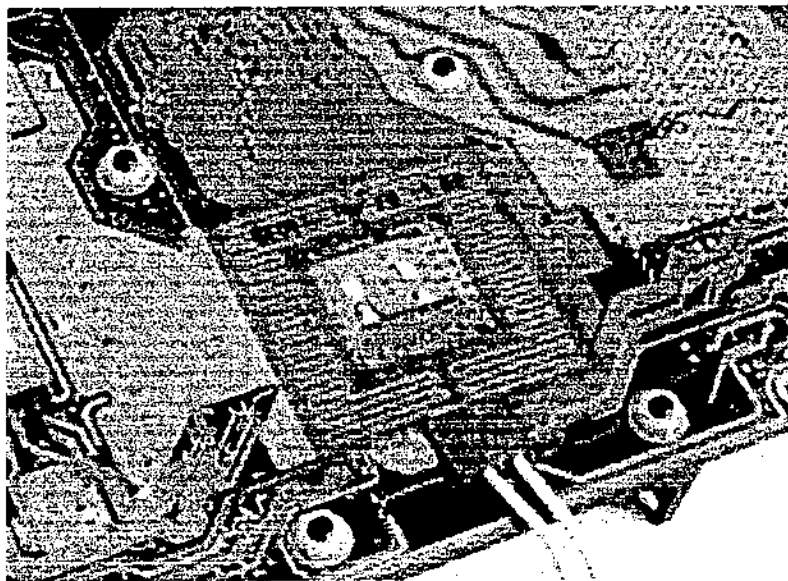
Λόγω μεγάλης διαφοράς θερμοκρασίας πρέπει να λάβουμε μέτρα κατά της υγραποίησης , έτσι το block μονώνεται πολύ καλά κυρίως με νεοπρενιο . Το ίδιο ισχύει και για τα μέρη που θα βρίσκονται κοντά με το block γι'αυτό και τοποθετούμε μόνωση και πάνω στην μητρική πλακέτα που θα φιλοξενήσει τον επεξεργαστή.



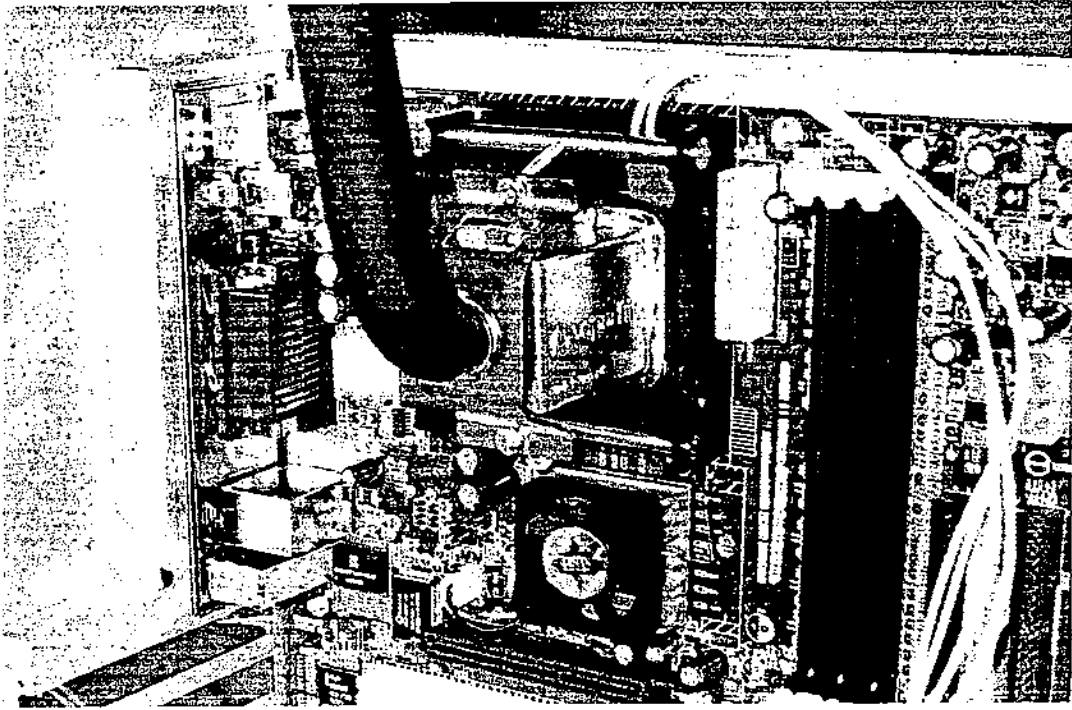
Στην εικόνα φαίνετε καθαρά η μόνωση τοποθετημένη κάτω από τη βάση του επεξεργαστή



Για περισσότερη προστασία από πιθανή υγραποίηση καλό θα ήταν να χρησιμοποιήσουμε και μια μικρή συστοιχία αντιστάσεων περιμετρικά του επεξεργαστή .



Το ίδιο ισχύει και για την πίσω μεριά της μητρικής. Η αντιστάσεις παράγουν τοπικά μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας καθιστώντας τον αέρα να μπορεί να «απορροφήσει» περισσότερη υγρασία αν υπάρχει. Η ποσότητα υγρασίας που μπορεί να συγκρατήσει ο αέρας αυξάνεται με την θερμοκρασία ,έτσι λοιπόν αυξάνουμε το σημείο κορεσμού του αέρα σε υγρασία .Ακόμα μπορούμε να προσθέσουμε ένα μικρό ανεμιστήρα για να έχουμε συνεχώς φρέσκο ακόρεστο αέρα στις επικίνδυνες προς υγραποίηση περιοχές .

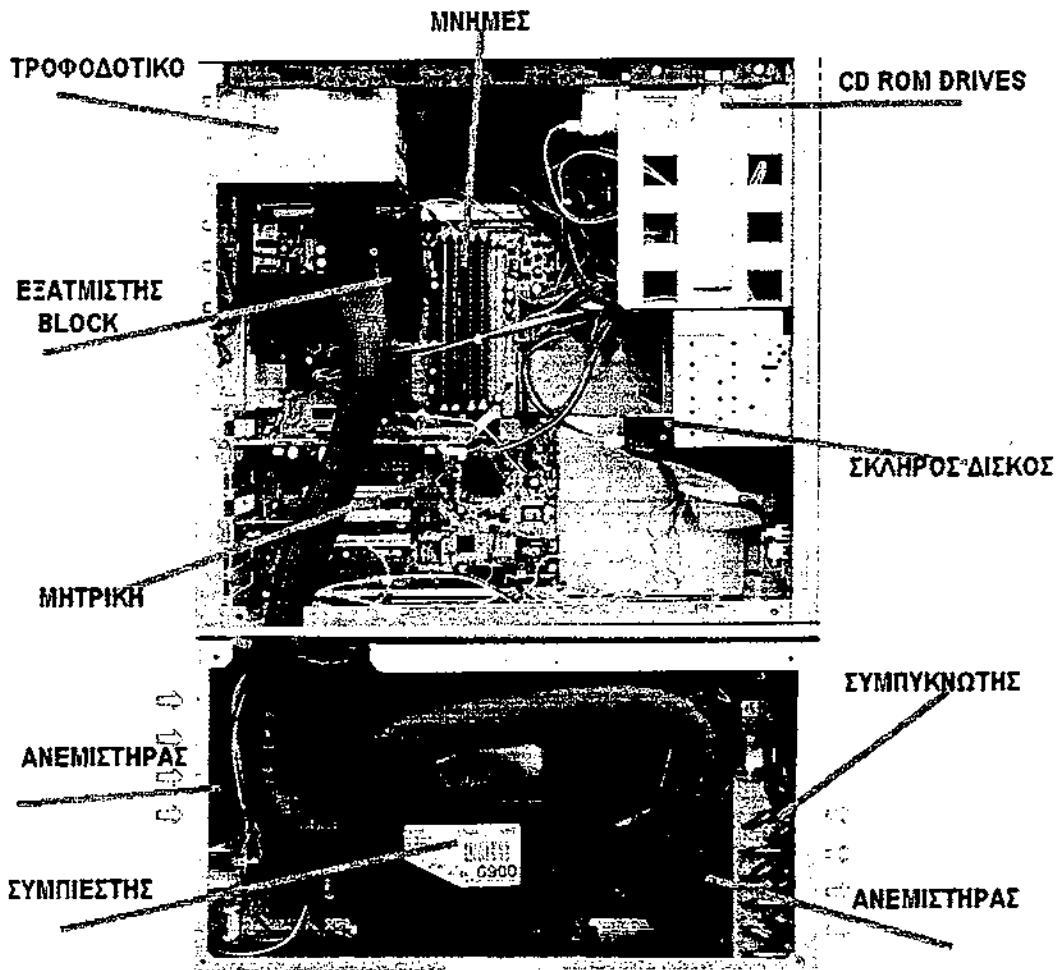


Τελικό στάδιο ,η τοποθέτηση του Block στον επεξεργαστή. Τα άσπρα καλώδια δίνουν ρεύμα στις αντιστάσεις. Οι σωλήνες επιστροφής και εκτόνωσης μονώνονται και αυτές για την αποφυγή υγραποίησης.

Για να μπορούμε να παρακολουθούμε ανά πάσα στιγμή την θερμοκρασία του block τοποθετούμε αισθητήρες στη βάση του. Οι αισθητήρες αυτοί μας βοηθούν στην επίλυση ενός προβλήματος που προκύπτει σε τέτοιες θερμοκρασίες λειτουργίας. Το πρόβλημα είναι αν με την εκκίνηση του Η/Υ το ψυκτικό μας σύστημα θα προλάβει να φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα ψύξης γρήγορα ώστε να μην καταστραφεί ο επεξεργαστής από υπερθέρμανση.

Ένα τέτοιο σύστημα δεν μπορεί στιγμιαία να φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία, γιαυτό το λόγω απαιτείτε η χρήση ενός ηλεκτρονικού θερμοστάτη. Μόλις εκκινήσουμε τον Η/Υ ξεκινά να δουλεύει το σύστημα ψύξης και μόλις φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία , ο θερμοστάτης δίνει ρεύμα και στον υπόλοιπο υπολογιστή αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση του

3.5.7 Διάταξη συστήματος



Στην εικόνα παρατηρούμε τα δυο μέρη του κουτιού μας. Το πάνω μέρος είναι ένα κλασικό κουτί Η/Υ (ATX) και διακρίνονται ο σκληρός δίσκος, η μητρική πλακέτα, το τροφοδοτικό, οι μνήμες, το cdrom και το block τοποθετημένο πάνω στον επεξεργαστή.

Προτιμούμε το σύστημα ψύξης να βρίσκεται στο κάτω μέρος για να αποφύγουμε τυχών βλάβες που μπορεί να προκύψουν από διαρροές. Τοποθετούμε ακόμα έναν ανεμιστήρα με ροή προς το κουτί για να το εφοδιάζουμε με πιο κρύο αέρα για δυο λόγους. Αρχικά γιατί ο συμπιεστής και το μοτέρ θερμαίνουν με την λειτουργία τους τον αέρα και δεύτερον για να αυξήσουμε την απόδοση του συμπυκνωτή.

3.6 Σημειώσεις

- Σε όλες τις μεθόδους ψύξης χρησιμοποιούμε μεταξύ Block – ψυκτρας και cru θερμοαγώγιμη πάστα .Μια λεπτή στρώση που να καλύπτει όλη την κεφαλή του επεξεργαστή αρκεί,μεγαλη ποσότητα θα δράσει αρνητικά .
- Αν παρατηρήσουμε αυξημένη θερμοκρασία πολύ πιθανόν το block να μην εφάπτεται σωστά με τον επεξεργαστή
- Σε υδρόψυκτο συστήματα λειτουργούμε το σύστημα ψύξης για 24 περίπου ώρες εκτός Η/Υ πάνω σε μια εφημερίδα η κάποιο άλλο υλικό που θα προδώσει τυχών διαρροές
- Σε σύστημα ψύξης με Freon αν το Block είναι ιδοκατασκευή το «πρεσάρουμε» για 24 ώρες για να δούμε τυχών πτώση πίεσης .Αν υπάρξει τότε δεν είναι στεγανό και θα μας δημιουργήσει πρόβλημα
- Πάντα πρέπει η επιφάνεια του block που έρχεται σε επαφή με την κεφαλή του επεξεργαστή να είναι όσο το δυνατόν πιο καθαρή και γυαλισμένη

4. OverClocking – Υπερχρονισμός

Σε αυτό το σημείο θα σας έχει γεννηθεί το ερώτημα αν χρειάζεται ένα τέτοιο εξεζητημένο σύστημα ψύξης ένας «καθημερινός» Η/Υ. Η απάντηση είναι «όχι» όμως η πρόκληση και οι επιδόσεις ενός «πειραγμένου» επεξεργαστή είναι που κάνουν τη διάφορα.

Καταρχάς λέγοντας «πειραγμένο» επεξεργαστή εννοούμε ένα επεξεργαστή του εμπορίου ρυθμισμένο έτσι ώστε να δουλεύει σε συχνότητες κατά πολύ μεγαλύτερες από τις ονομαστικές που δίνει η κατασκευάστρια εταιρία. Οι διαφορές μεταξύ ενός επεξεργαστή ,ας πούμε ενός P4 στα 2800MHz με έναν P4 στα 3060MHz ,κατασκευάστηκα είναι ελάχιστες . Το θέμα είναι πως ρυθμίζεται κάθε φορά ο επεξεργαστής για να λειτουργεί.

Εδώ μπαίνει και ο όρος Over clocking (υπερχρονισμός). Με την θεωρία του υπερχρονισμού προσπαθούμε να καταρρίψουμε την λογική που επικρατεί στον κόσμο της πληροφορικής, ότι το κέντρο ενός υπολογιστικού συστήματος είναι ο επεξεργαστής του ενώ μπορούμε να πούμε ότι είναι η μητρική πλακέτα.

Σίγουρα όλο το φόρτο των εργασιών το επωμίζεται ο επεξεργαστής αλλά αν δεν υπήρχε η μητρική (motherboard) τότε τα πράγματα θα ήταν διαφορετικά, αυτό συμβαίνει γιατί η μητρική συνδέει όλα τα κομμάτια ενός υπολογιστή μεταξύ τους για να τον κάνει αυτό που είναι. Έτσι βλέπουμε ότι μία μητρική πλακέτα μπορεί να δεχτεί μία κάρτα γραφικών, ένα σκληρό δίσκο καθώς και έναν επεξεργαστή, το γεγονός είναι πως ο επεξεργαστής θα δώσει την πληροφορία στην μητρική για την συχνότητα στην οποία τρέχει, δηλαδή τον πολλαπλασιαστή (multiplier) και την ταχύτητα του διαύλου (FSB), αλλά είναι στο χέρι της μητρικής ή καλύτερα του χρήστη που ελέγχει την μητρική να να χρησιμοποιήσει μία δική του παραλλαγή που πιστεύει ότι θα του δώσει μεγαλύτερη ταχύτητα και απόδοση.

Οι δύο προαναφερθείς τρόποι υπολογισμού της συχνότητας ενός επεξεργαστή είναι και οι κυριότεροι δρόμοι για την αύξησή της, ο πολλαπλασιαστής είναι το νούμερο που όπως λέει και η λέξη πολλαπλασιάζουμε με τον δίαυλο για να πάρουμε την τελική συχνότητα. Ο δίαυλος είναι η ταχύτητα επικοινωνίας σε megahertz μεταξύ του επεξεργαστή και της μνήμης, οπότε λογικό είναι κάθε φορά που ανεβάζουμε τον δίαυλο να ανεβαίνει και η ταχύτητα χρονισμού της μνήμης. Αυξάνοντας είτε το ένα (πολλαπλασιαστή) είτε το άλλο (δίαυλο) παίρνουμε μεγαλύτερη απόδοση,

Τέλος θα πρέπει να αναφερθούμε στο γεγονός ότι υπάρχει ένας άτυπος νόμος όσον αφορά το overclocking, ότι άμα έχουμε δύο ίδιους υπολογιστές με ίδια συχνότητα λειτουργίας αλλά διαφορετικές ταχύτητες διαύλων το σύστημα με την μεγαλύτερη είναι και το κατά πολύ γρηγορότερο π.χ έχουμε δύο υπολογιστές ο ένας 1400MHz(14x100),και ο άλλος στα 1400MHz(10.5x133), είναι λογικό σύμφωνα με τα παραπάνω ο δεύτερος να είναι πιο γρήγορος.

Πρέπει να αναφερθούμε σε κάποια σημεία που θέλουν προσοχή, πρώτον θα πρέπει να ξέρουμε ότι όσο ανεβαίνει η συχνότητα ενός επεξεργαστή ανεβαίνει και η ανάγκη του για περισσότερη ενέργεια για αυτόν το λόγο παράλληλα με τα MHz θα πρέπει να αυξάνονται και τα volt. Όσο ανεβαίνουν τα volt ανεβαίνει και η θερμοκρασία.

Μετά θα πρέπει να ξέρουμε ότι όσο ανεβάζουμε τον δίαυλο επικοινωνίας ανεβαίνει και η συχνότητα επικοινωνίας με τις διάφορες κάρτες επέκτασης που μπορεί να έχει ένας υπολογιστής αυτές μπορεί να είναι είτε PCI είτε AGP είτε PCIexpress, έτσι άμα ανεβαίνει η δική τους συχνότητα λειτουργίας αυτές φτάνουν σε ένα σημείο να σταματούν να λειτουργούν με αποτέλεσμα να κολλά ο υπολογιστής.

Για να καταπολεμηθεί αυτό το γεγονός οι κατασκευαστές μητρικών έχουν ανακαλύψει μία τεχνολογία που λέγεται dividers, η τεχνολογία αυτή κάνει το εξής επειδή ο δίαυλος αυξάνεται παράλληλα με την συχνότητα επικοινωνίας των καρτών έχει βρεθεί ένας τρόπος ώστε η επικοινωνία των καρτών να παραμένει στα ιδανικά επίπεδα, αυτό γίνεται απλά με την διαίρεση του διαύλου ώστε να καλύπτει τα standards, συγκεκριμένα η θύρα AGP και η PCIexpress έχει συχνότητα επικοινωνίας τα 66MHz ενώ η PCI τα 33MHz.

Ο υπερχρονισμός στους επεξεργαστές είναι ο πιο διαδεδομένος και πραγματοποιείται μέσα από την αύξηση του πολλαπλασιαστή ή του διαύλου,

Ο υπερχρονισμός της μνήμης RAM ενός υπολογιστή συνήθως γίνεται μαζί με τον υπερχρονισμό του επεξεργαστή και αποσκοπεί όπως και ο πρώτος στην ταχύτερη διαμεταγωγή των δεδομένων και στην ταχύτερη επεξεργασία τους.

Ο υπερχρονισμός της GPU(Graphics Processing Unit) μίας κάρτας αποσκοπεί στην καλύτερη απόδοση στα γραφικά 3D, καθότι η εφαρμογές τρισδιάστατων γραφικών και τα παιχνίδια είναι από τα απαιτητικότερα είδη προγραμμάτων όσον αφορά το hardware, όπως βέβαια και ο υπερχρονισμός της μνήμης της κάρτας γραφικών, πρέπει να σημειωθεί ότι ο υπερχρονισμός στην μνήμη της κάρτας γραφικών είναι αποτελεσματικότερος από αυτόν της GPU.

4.1 Ορολογία H/Y

FSB Front Side Bus Ο εμπρόσθιος δίαυλος επικοινωνίας μεταξύ επεξεργαστή και των υπολοίπων συστημάτων σε ένα motherboard . Όσο μεγαλύτερο το FSB τόσο μεγαλύτερες ταχύτερος γίνεται ο υπολογιστής

Multiplier Ο πολλαπλασιαστής . Είναι μία εσωτερική ρύθμιση του επεξεργαστή ρυθμισμένη από την εταιρία . Ελέγχει την ποσότητα παλμών του επεξεργαστή

DDR Double Data Rate Χαρακτηρίζει οποιαδήποτε λειτουργία η οποία επιτυγχάνει τη διπλάσια μεταφορά δεδομένων σε έναν κύκλο ρολογιού από την αντίστοιχη συμβατική λειτουργία . Αναφέρετε κατά κύριο λόγο στις μνήμες που χρησιμοποιούν οι κάρτες γραφικών.

Voltage Τάση του ρεύματος .

Vcore = Τάση ρεύματος του επεξεργαστή

Chipset Το σύνολο των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που χρησιμοποιούνται σε ένα mainboard για την υποστήριξη επεξεργαστών

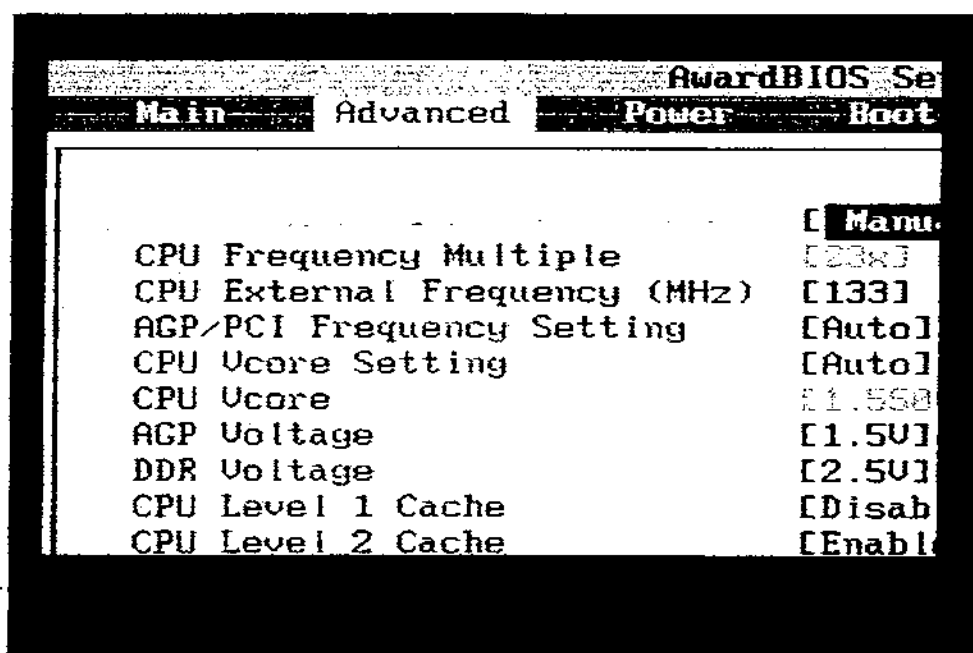
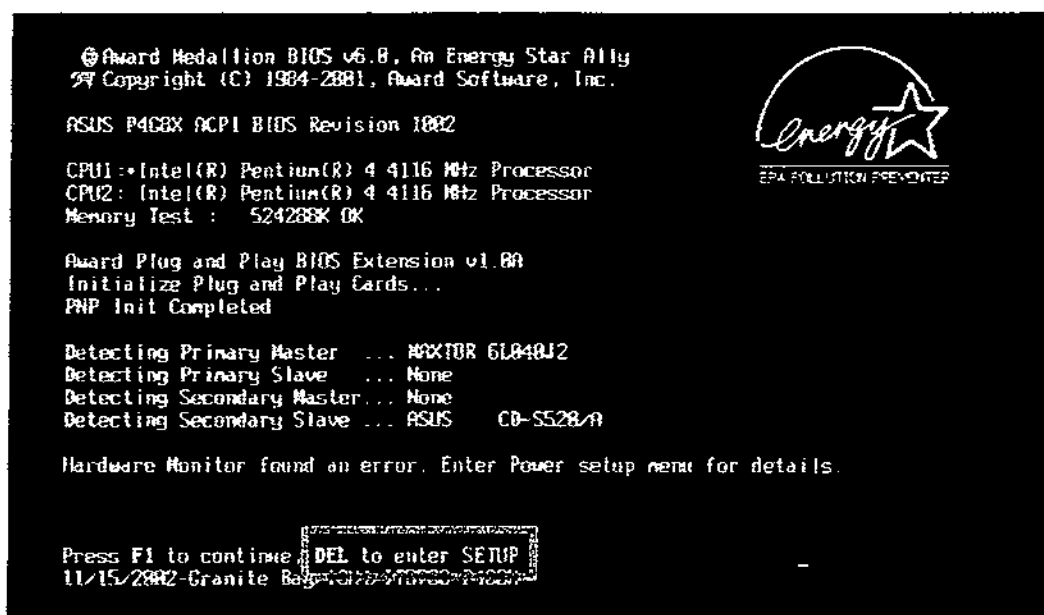
Bandwidth Η χωρητικότητα ενός διαύλου . Το εύρος ζώνης καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα μη συμπιεσμένων πληροφοριών, που μπορεί να περάσει κάθε δευτερόλεπτο από τον δίαυλο .

Micron Μονάδα μέτρησης που αντιστοιχεί σε ένα εκατομμυριοστό του μέτρου. Όταν αναφερόμαστε σε τεχνολογία 0,xx micron , εννοούμε ότι το πλάτος των ενώσεων στο εσωτερικό του επεξεργαστή είναι ίσο με αυτό τον αριθμό . Πιο μικρές συνδέσεις αντιστοιχούν σε μικρότερη κατανάλωση ρεύματος και συνολικά μικρότερο μέγεθος του πυρήνα του επεξεργαστή . Κυρίως το βρίσκουμε στην λιθογραφία του επεξεργαστή .

Cache (L1/L2) Ενσωματωμένη μνήμη μικρού μεγέθους που διαθέτουν όλοι οι επεξεργαστές . Τόσο η L1 όσο και η L2 cache βοηθούν στην αποθήκευση δεδομένων που χρησιμοποιούνται συχνά . Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος τους τόσο καλύτερες επιδόσεις του επεξεργαστή.

4.2 Ρύθμιση συχνότητας

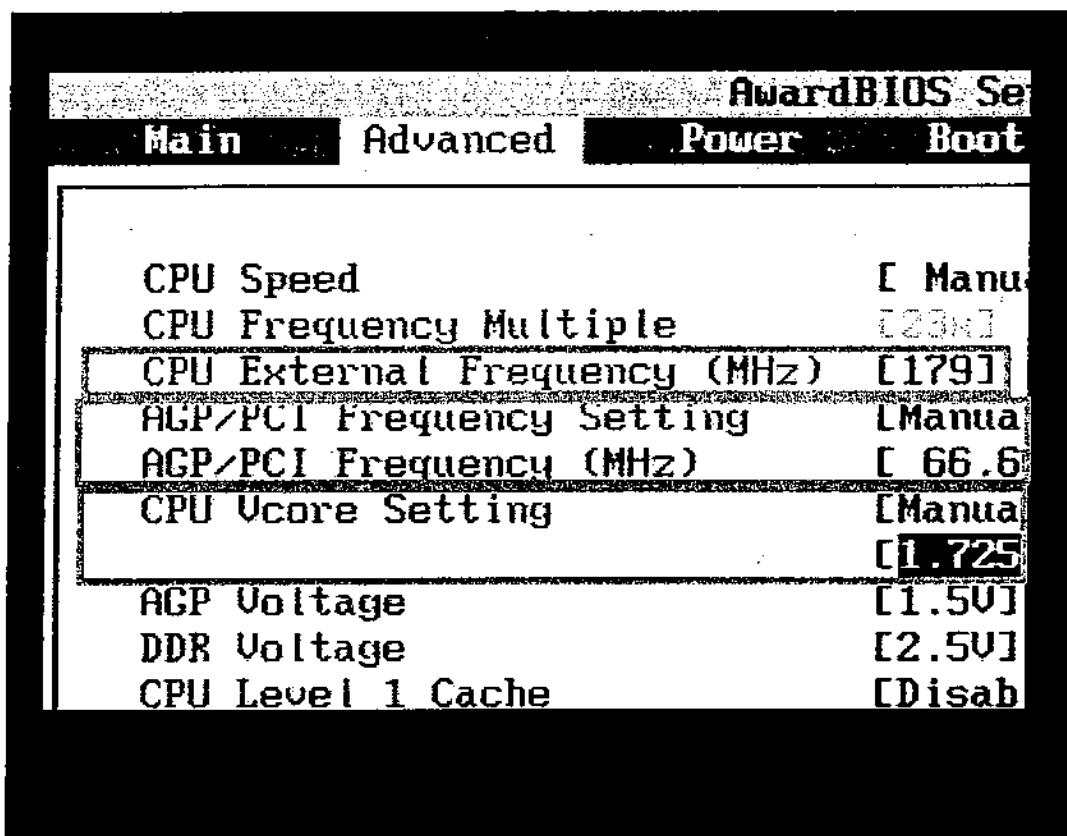
Ο επεξεργαστής που θα μελετήσουμε είναι ένας **Pentium 4** ΗΤτης Intel με συχνότητα λειτουργίας τα **3060 MHz**. Πατώντας το πλήκτρο Delete (Del) την στιγμή που εκκινεί ο υπολογιστής εμφανίζεται το μενού επιλογών του BIOS



Η επιλογή που μας ενδιαφέρει είναι η **“Advanced”** Εδώ παρέχονται όλες οι δυνατότητες αλλαγής συχνοτήτων και τάσεων λειτουργίας.

Η ονομαστική συχνότητα του επεξεργαστή δίνεται από την σχέση :

CPU Frequency Multiple	X	CPU External Frequency	= 3059 MHz
πολλαπλασιαστής		συχνότητα FSB	
23		133 (MHz)	



Το πρώτο σημείο που αλλάζουμε είναι το FSB (external frequency), το οποίο πρέπει να ανεβάζουμε με μικρά βήματα . Στην συνέχεια κάντε επανεκκίνηση και δείτε από το POST (η αρχική οθόνη που επιλέγουμε για να μπούμε στο μενού του BIOS) αν όντως έχει αλλάξει η συχνότητα. Αν καταφέρουμε και μπούμε στα Windows κάνουμε έναν έλεγχο σταθερότητας του συστήματος.

Σε περίπτωση που δεν εκκινούν τα Windows χρειάζεται να αυξήσουμε την τάση λειτουργίας (CPU Vcore Settings). Με διαδοχικές προσπάθειες φτάνουμε την εξωτερική συχνότητα (FSB) στα 179 MHz και την παροχή του επεξεργαστή στα 1.725 Volt

CPU Frequency Multiple	X	CPU External Frequency	= 4117 MHz
πολλαπλασιαστής		συχνότητα FSB	
23		179 (MHz)	

Την επιλογή **AGP/PCI** την ορίζουμε στο "manual" και την ρυθμίζουμε στα 66.6 MHz για να μην έχουμε προβλήματα από υπερχρονισμό στις κάρτες του συστήματος μας .

SDRAM Configuration	[User Defi
SDRAM CAS Latency	[2T]
	[2T]
SDRAM RAS Precharge Delay	[3T]
SDRAM Active Precharge Delay	[6T]
SDRAM Idle Tiner	[16T]
Memory Turbo	[Disabled]
Graphics Aperture Size	[64MB]
AGP Capability	[4X Mode]
Video Memory Cache Mode	[UC]
Delay Transaction	[Enabled]
Onboard PCI IDE	[Both]
USB 2.0 HS Reference Voltage	[Medium]

SDRAM Configuration	[User Defi
SDRAM CAS Latency	[2T]
SDRAM RAS to CAS Delay	[2T]
SDRAM RAS Precharge Delay	[2T]
SDRAM Active Precharge Delay	[5T]
SDRAM Idle Timer	[16T]
Memory Turbo	[Enabled]
Graphics Aperture Size	[128MB]
AGP Capability	[8X Mode]
Video Memory Cache Mode	[USWC]
Delay Transaction	[Disabled]
Onboard PCI IDE	[Both]
	[Medium]

Τέλος ρυθμίζουμε την λειτουργία της μνήμης του Η/Υ μας .

Στη συνέχεια κάνουμε restart τον Η/Υ και κοιτάμε το POST. Αν όλα πάνε καλά εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη

```
Award Medallion BIOS v6.0, An Energy
Copyright (C) 1984-2001, Award Softw

ASUS P4GBX ACPI BIOS Revision 1002

CPU1: *Intel(R) Pentium(R) 4 4116 MHz Pr
CPU2: Intel(R) Pentium(R) 4 4116 MHz Pr
Memory Test : 524288K OK

Award Plug and Play BIOS Extension v1.0
Initialize Plug and Play Cards...
PNP Init Completed

Detecting Primary Master ... MAXTOR 6I
Detecting Primary Slave ... None
Detecting Secondary Master ... None
```

Δηλαδή ο επεξεργαστής μας που κανονικά θα δούλευε στα 3059 MHz δουλεύει στα 4116 MHz. Ουσιαστικά αναβαθμίσαμε τον Η/Υ μας με έναν κατά πολύ καλύτερο επεξεργαστή που μάλιστα δεν κυκλοφορεί στο εμπόριο κάποιος αντίστοιχης συχνότητας λειτουργίας.

Όπως βλέπουμε ο επεξεργαστής μας δουλεύει κατά 1050 MHz παραπάνω από το «κανονικό» του και με 0.225 Volt παραπάνω τάση. Για αυτό το λόγο τα ποσά θερμότητας που εκλύει είναι πολύ μεγαλύτερα και απαιτεί για την ψύξη του ένα σύστημα ψύξης με Freon όπως αυτό που αναλύσαμε προηγουμένως. Από το BIOS στο μενού Power μπορούμε να δούμε την θερμοκρασία λειτουργίας του με το σύστημα ψύξης ενεργό.

```
AwardBIOS Setup
Power

Hardware Monitor

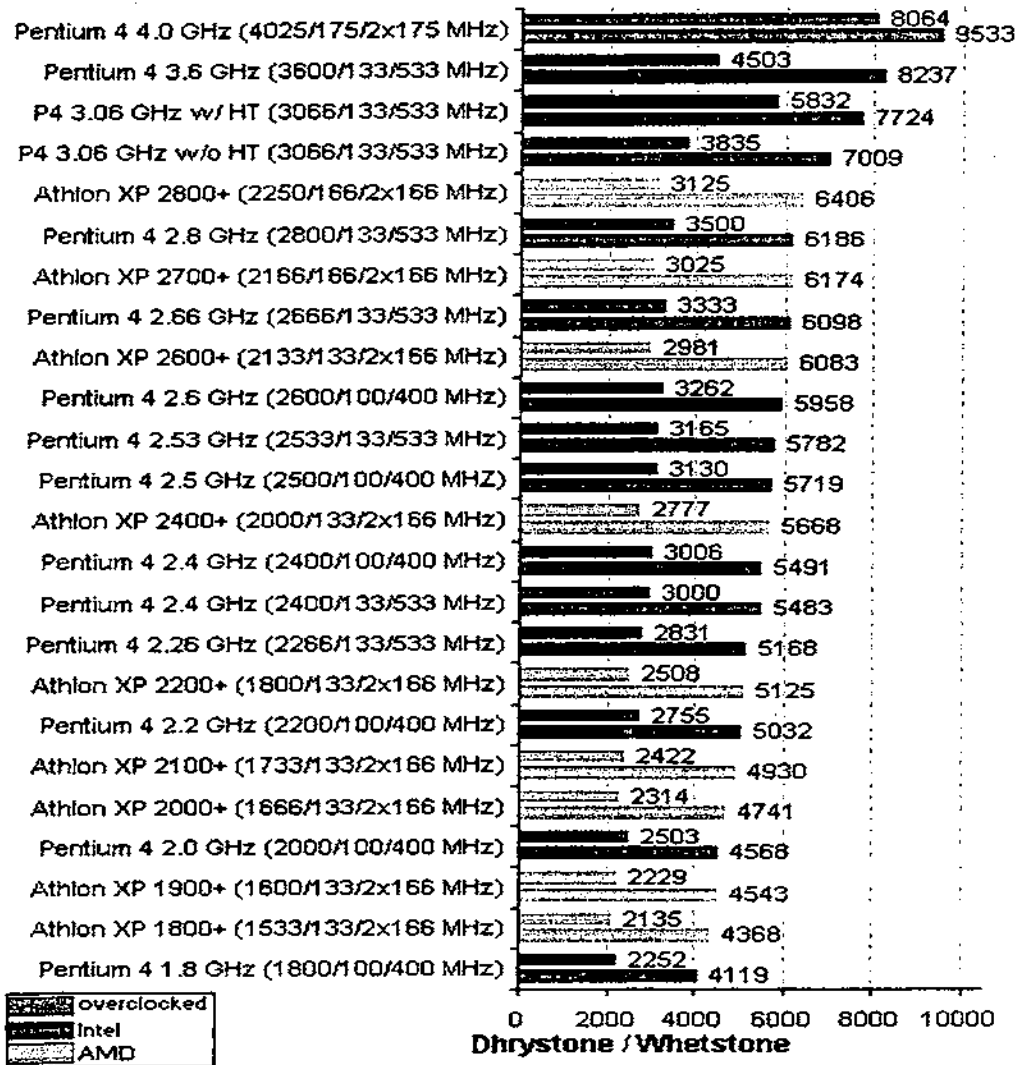
MB Temperature -2°C/28.5°F
CPU Temperature -10°C/14°F
POWER Temperature N/A
```

Η θερμοκρασία λειτουργίας είναι στους -10 C'

4.3 Μετροπρογράμματα - Benchmarks

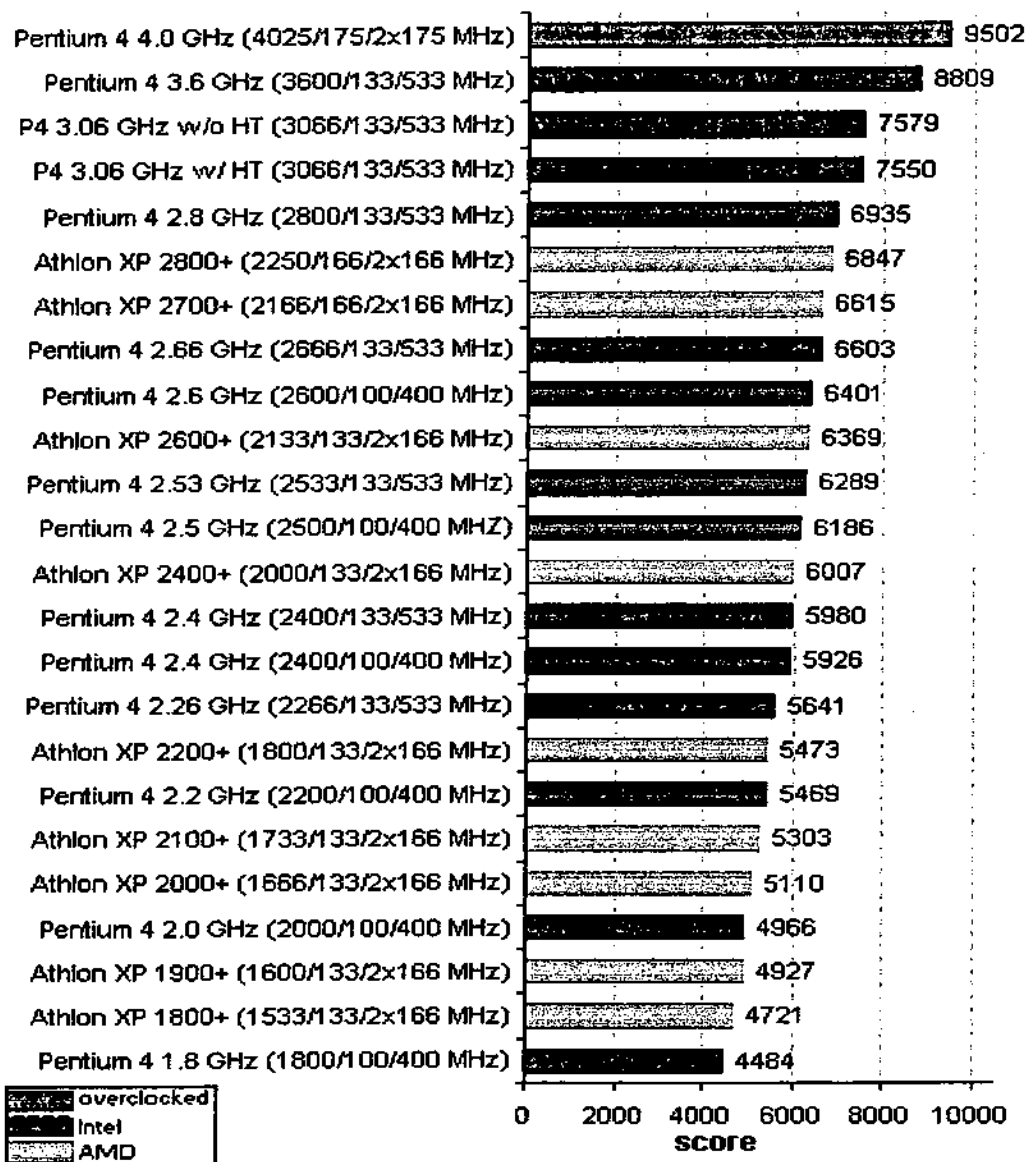
Τα Benchmarks είναι μια σειρά από προγράμματα που μετρούν τις επιδόσεις των Η/Υ σε εφαρμογές καθημερινής χρήσης και μεγάλων απαιτήσεων. Μπορούμε μεταφορικά να τα παρομοιάσουμε με το test drive των Η/Υ. Παρακάτω θα δούμε αποτελέσματα από την εφαρμογή τους στον ρυθμισμένο Η/Υ μας καθώς και τα αποτελέσματα των ίδιων test σε αρκετούς άλλους επεξεργαστές για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τις επιδόσεις του.

SiSoft - Sandra 2002 SP 1 CPU Bench



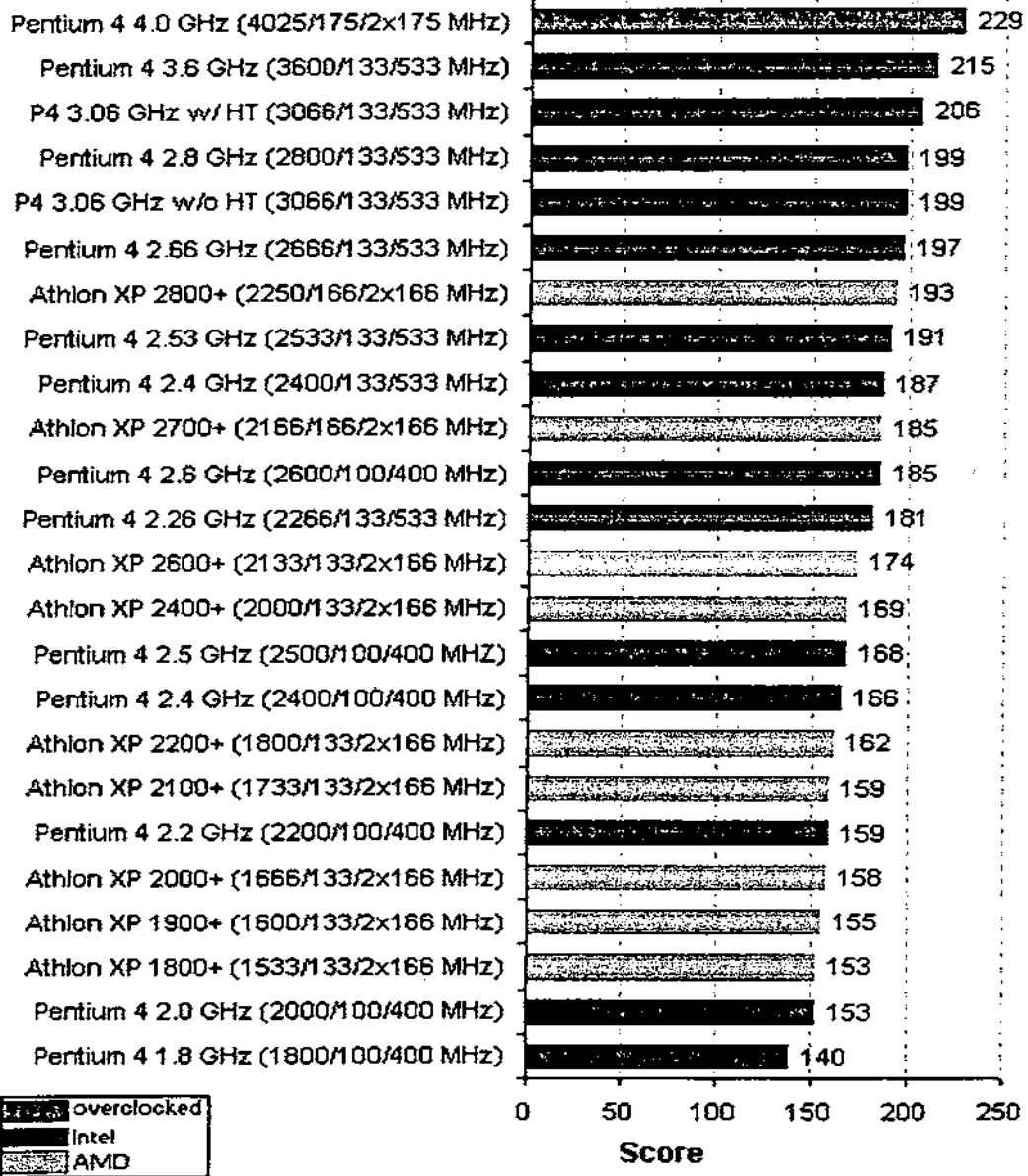
Επιδόσεις σε δύο test που έχουν να κάνουν με την υπολογιστική ισχύ με το Benchmark της SiSoft

**PC Mark 2002
CPU - Bench
1280x1024 / 16 Bit / 85 Hz**



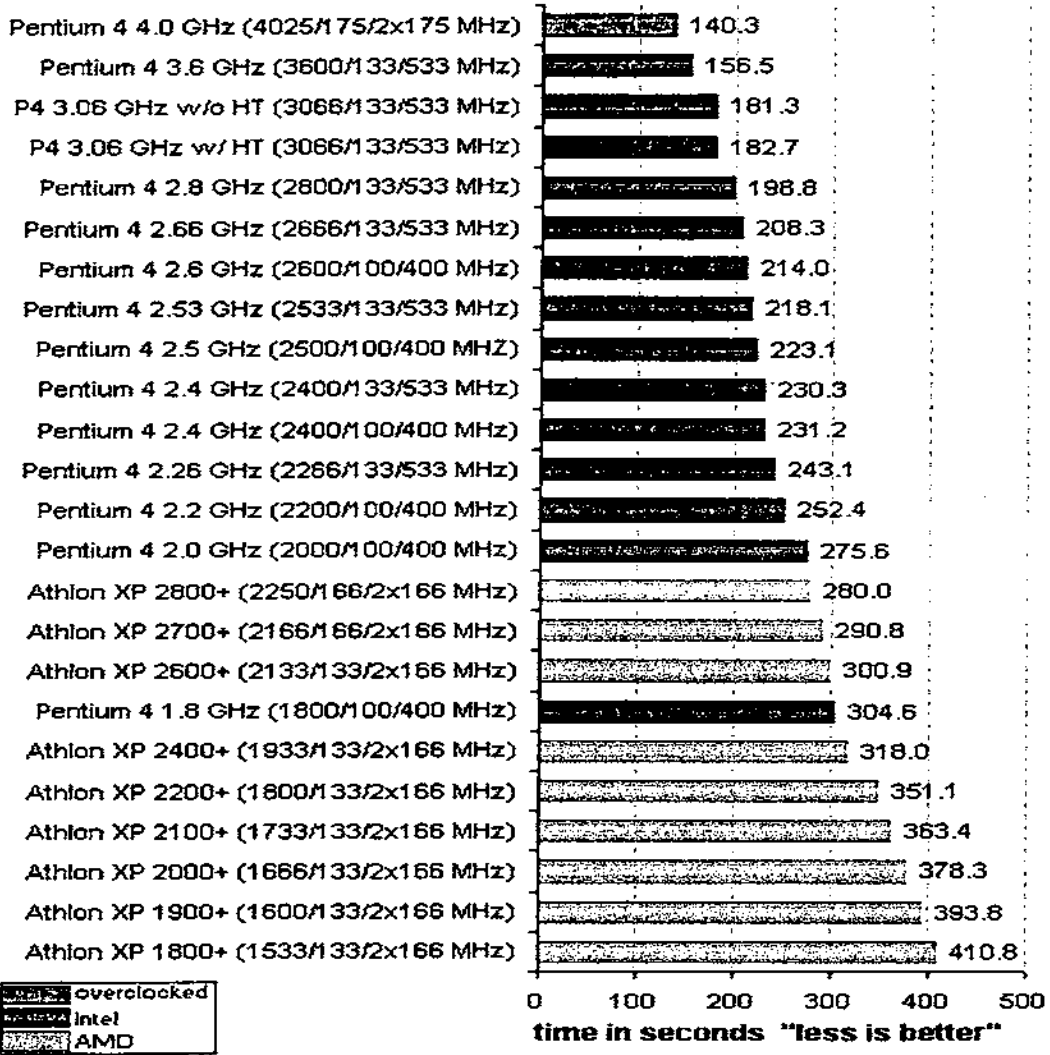
Επιδόσεις σε τεστ που έχουν να κάνουν με την υπολογιστική ισχύ με το Benchmark της Pc Mark.

**Sysmark 2002
Office Performance
1024x768 / 16 Bit / 85 Hz**



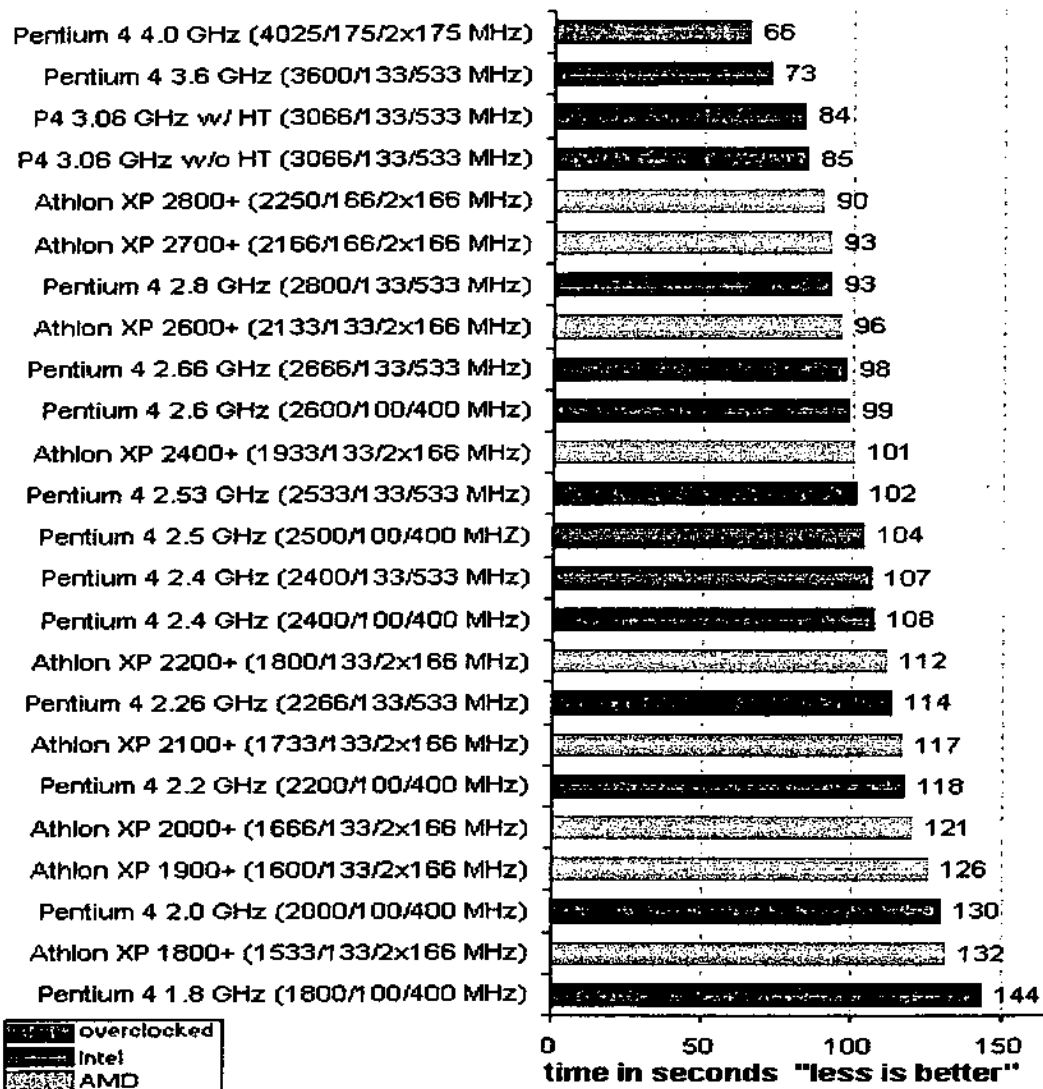
Επιδόσεις σε τεστ που έχουν να κάνουν με την απόδοση του Η/Υ κατά την διάρκεια χρήσης του Office με το Benchmark της SiSmark .

Lightwave 7.5
1280x1024 / 16 Bit / 85 Hz



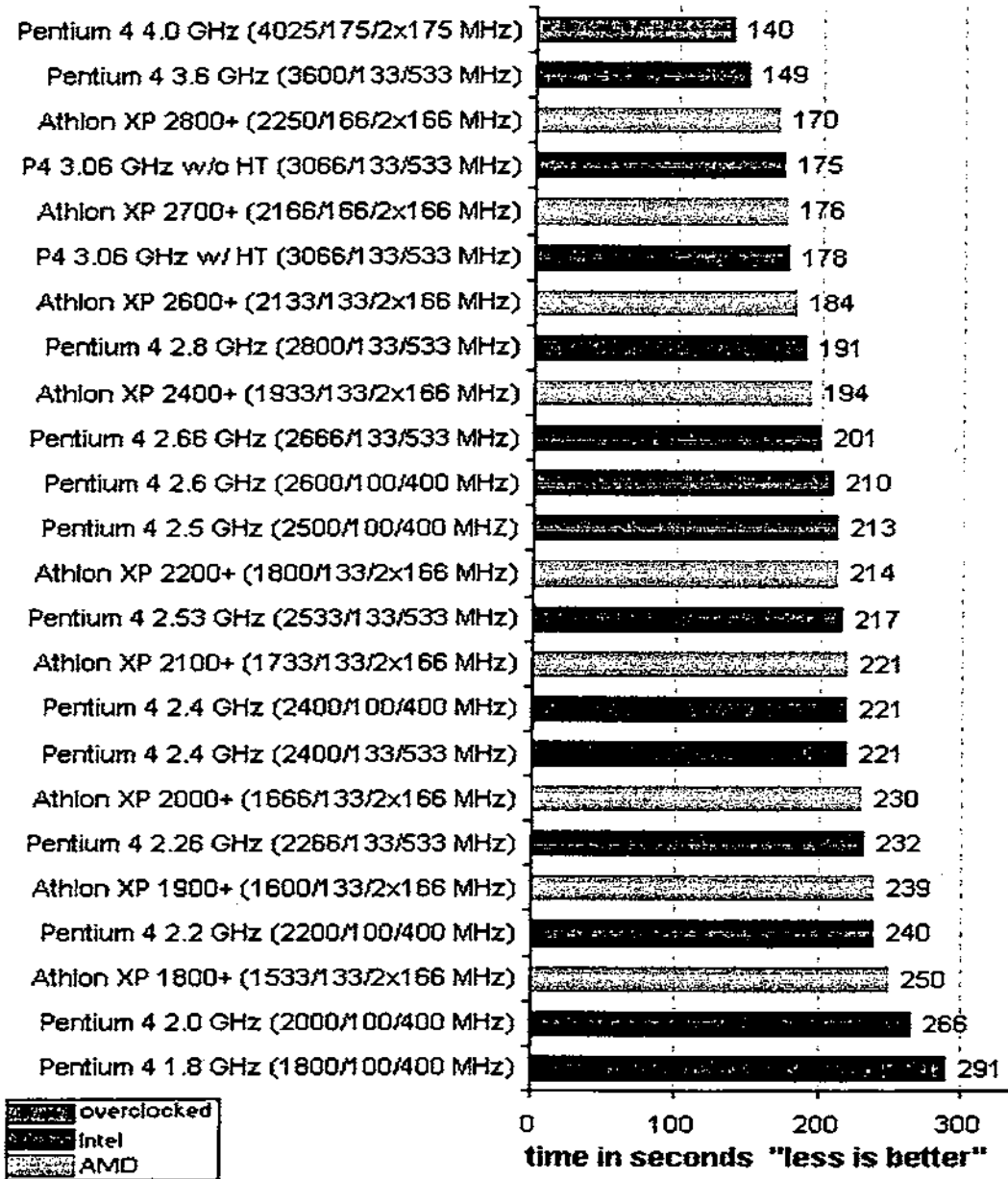
Επιδόσεις σε τεστ που έχουν να κάνουν με την συμπίεση αρχείων ήχου wav με το Benchmark της LightWave. Μικρότεροι χρόνοι σημαίνουν καλύτερα αποτελέσματα.

**MPEG-1 Layer III - Lame 3.92
178 MB Wave / Variable Bit-Rate
Windows XP - DOS Prompt**



Επιδόσεις σε συμπίεση αρχείων ήχου wav με το κωδικοποιητή της Lame.
Μικρότεροι χρόνοι σημαίνουν καλύτερα αποτελέσματα.

**Cinema 4D XL R7
Shading (Cinema 4D)
1024x768 / 16 Bit / 85 Hz**



Επιδόσεις σε τεστ που έχουν να κάνουν με την επεξεργασία εικόνων με το Benchmark της Cinema 4D. Μικρότεροι χρόνοι σημαίνουν καλύτερα αποτελέσματα.



5. Βιβλιογραφία

- www.techteam.gr
- www.pctechnology.gr
- www.overclockers.com
- www.teampuss.com
- www.tomshardware.com
- www.ocforums.com
- www.intel.com
- www.amd.com
- www.thermaltake.com
- www.zalman.co.kr
- www.aerocool.com.tw
- www.thermalright.com
- eleven.orion.gr
- www.swiftnets.com