

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΡΗΤΗΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ  
Σ.Τ.Ε.Φ. ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΗΧΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΤΗΛΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ  
ΜΟΥΣΛΕΚ ΣΑΡΑ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ  
ΑΝΤΩΝΙΑΔΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛΗΣ**

**ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2003**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Τηλεκπαίδευση</b>	<b>4</b>
1. Εισαγωγή στην εκπαίδευση από απόσταση.	5
1.1. Πλεονεκτήματα εφαρμόγης μάθησης από απόσταση.	5
1.2. Τύποι πληροφορίας στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση.	6
1.2.1. Κινούμενη Εικόνα.	6
1.2.2. Ακίνητη Εικόνα.	6
1.2.3. Κείμενα, Δεδομένα, Γραφικά από υπολογιστή.	6
1.3. Τεχνολογίες στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση.	7
1.3.1. Same time / Same place.	7
1.3.2. Same time / Different place.	8
1.4. Μέθοδοι επικοινωνίας σύμφωνα με τον αριθμό των τοποθεσιών.	8
1.4.1. Μονόδρομη επικοινωνία μεταξύ μιας τοποθεσίας και πολλών.	8
1.4.2. Αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ δύο τοποθεσιών.	9
1.4.3. Αμφίδρομη επιλεκτική επικοινωνία μεταξύ πολλών τοποθεσιών.	9
1.4.4. Αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ πολλών τοποθεσιών.	10
1.5. Ποιότητα συστημάτων στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση.	11
1.5.1. Cell loss rate.	11
1.5.2. Bit error rate.	11
1.5.3. Cell insertion rate.	12
1.5.4. Cell delay variation.	12
1.5.5. End to end transfer delay.	12
1.6. Εργασίες πριν την περάτωση της τηλεσύνδεσης.	13
1.7. Παιδαγωγικά θέματα συστημάτων τηλεκπαίδευσης.	13
1.7.1. Τρόπος δράσης των συμμετεχόντων.	14
1.8. Τηλεκπαίδευση μέσω ISDN.	15
1.8.1. Πλεονεκτήματα ISDN.	16
1.8.2. Τηλεκπαίδευση μέσω ISDN και B-ISDN.	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Συστήματα Ήχου.</b>	<b>19</b>
2. Εισαγωγή στην έννοια του ήχου.	20
2.1. Φαινόμενα κυματικής συμπεριφοράς του ήχου.	20
2.1.1. Αρχή του Huggens.	20
2.1.2. Ανάκλαση.	21
2.1.3. Διάθλαση.	21
2.1.4. Περίθλαση.	22
2.2. Απορρόφηση από την αλληλεπίδραση ήχου και ύλης.	22
2.2.1. Απορρόφηση – Εξασθένηση λόγω διέλευσης.	22
2.2.2. Απορρόφηση λόγω ανάκλασης.	23

2.3. Συστήματα ήχου σε αίθουσα τηλεκπαίδευσης.	23
2.3.1. Συστήματα ήχου σε διάφορους τύπους αιθουσών.	24
2.4. Αρχές και χαρακτηριστικά χώρων ομιλίας.	25
2.5. Ηχομόνωση	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Διάταξη αίθουσας τηλεδιάσκεψης.</b>	<b>28</b>
3.	
3.1. Περιγραφή της τεχνολογίας του συστήματος.	29
3.2. Εξοπλισμός της αίθουσας.	29
3.3. Αρχιτεκτονική της αίθουσας.	31
3.4. Τοποθέτηση του εξοπλισμού.	32
3.4.1. Θέση εκπαιδευτή και εκπαιδευομένων.	32
3.4.2. Θέσεις κάμερας και προβολικού.	34
3.5. Ηχητική εγκατάσταση.	34
3.5.1. Θέσεις ηχείων.	35
3.5.2. Γενικές παρατηρήσεις.	37
3.5.3. Κύρια και περιφερειακά ηχεία.	37
3.6. Μικρόφωνα.	38
3.6.1. Τρόπος λειτουργίας.	38
3.6.2. Το δυναμικό μικρόφωνο.	38
3.6.3. Το πυκνωτικό μικρόφωνο.	39
3.7. Χαρακτηριστικά μικροφώνων.	39
3.7.1. Ευαισθησία.	39
3.7.2. Υπερφόρτωση.	40
3.7.3. Γραμμικότητα.	40
3.7.4. Θόρυβος.	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Μελέτη συστήματος ήχου.</b>	<b>42</b>
4.	
4.1. Γενικά.	43
4.2. Προσδιορισμός στοιχείων για τον υπολογισμό του χρόνου αντήχησης.	43
4.3. Υπολογισμός χρόνου αντήχησης για ομιλίες.	48
4.4. Υπολογισμός της απαιτούμενης ηλεκτρικής ισχύος.	48
4.5. Καλωδίωση.	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Κόστος υλοποίησης ηχητικού συστήματος.</b>	<b>54</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.</b>	

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

## **Τηλεκπαίδευση**

# **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ**

Εκπαίδευση από απόσταση μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία τυποποιημένη μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για να συμπεριλάβει ταυτόχρονα εκπαιδευόμενους που βρίσκονται σε περισσότερες από μία τοποθεσίες.

Αυτή η τεχνολογία προσφέρει πολλές δυνατότητες σε σχολεία, πανεπιστήμια, εκπαιδευτικά ιδρύματα και βιβλιοθήκες όπως διαπανεπιστημιακές συνεργασίες ή ομιλίες από ειδικούς που βρίσκονται σε κάποιο άλλο χώρο.

Αυτοί οι τύποι προγραμμάτων χαρακτηρίζονται από ένα μεγάλο αριθμό πλεονεκτημάτων που διευκολύνουν τους εκπαιδευτές όσο και τους εκπαιδευόμενους. Κάποια από αυτά αναλύονται παρακάτω.

## **1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΖΟΥΝ ΜΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ**

Κατ'αρχήν κατά τη διάρκεια της σύνδεσης όλα λειτουργούν όπως και σε μια συμβατική αίθουσα. Υπάρχει δηλαδή η αίσθηση ότι όλοι βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Η οπτική αμφίδρομη επαφή ανάμεσα στους συμμετέχοντες βοηθάει στο να δημιουργηθεί μια στενότερη επαφή, που δεν επιτυγχάνεται με τρόπους όπως η τηλεφωνική συνομιλία, το e-mail ή έστω ο διάλογος σε πραγματικό χρόνο ( chat ).

Σε συνδυασμό με την πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία χρησιμοποιείται και εκπαιδευτικό υλικό σε μορφή ήχου, εικόνας (video, γραφικά) και δεδομένων ώστε να γεφυρωθεί η φυσική απόσταση των συμμετεχόντων. Συγχρόνως οξύνονται οι ικανότητες επικοινωνίας και παρουσίασης όσων λαμβάνουν μέρος.

Οι εκπαιδευόμενοι έχουν πλέον γνώση και της εμφάνισης τους αλλά και της προφορικής τους επίδοσης. Ξέρουν δηλαδή πως τους βλέπει ο συνομιλητής τους με αποτέλεσμα να αποκτούν άνεση στην επικοινωνία και να διορθώνουν λάθη που θα οδηγούσαν σε ασυνεννοησία.

Συναντήσεις που θα ήταν αδύνατες επιτυγχάνονται εύκολα, σύντομα και με μικρότερο κόστος. Οι εκπαιδευόμενοι έρχονται σ' επαφή με άλλους, πιθανόν διαφορετικούς

δημιουργώντας πολύτιμες σχέσεις. Η μάθηση προκύπτει από διαπροσωπική επικοινωνία και όχι από κάποιο βιβλίο, πράγμα που αντιμετωπίζεται πιο ευχάριστα και με περισσότερο ενθουσιασμό.

Όλα τα παραπάνω συμβάλουν στο να κερδίζει συνεχώς έδαφος η τηλεεκπαίδευση και να διαδίδεται με γρήγορους ρυθμούς.

## **1.2 ΤΥΠΟΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Στη μορφή της εκπαίδευσης που όλοι γνωρίζουμε εικόνα και ήχος χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή πληροφοριών, ενώ οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να βλέπουν και ν' ακούν τον εκπαιδευτή και το αντίστροφο.

Ο εκπαιδευτής μπορεί να εμπλουτίσει τη διδασκαλία χρησιμοποιώντας διάφορα μέσα όπως συσκευή προβολής διαφανειών, κασέτες εικόνας και ήχου κ.α. Στην εκπαίδευση από απόσταση συναντάμε διάφορους τύπους πληροφορίας όπως κινούμενη εικόνα, ήχο, ακίνητη εικόνα, κείμενα και γραφικά.

### **1.2.1 Κινούμενη εικόνα**

Βιντεοκάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πλευρά του εκπαιδευτή για την λήψη και εγγραφή της παρουσίασης του. Κανάλια εικόνας χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν την πληροφορία στην μεριά των εκπαιδευόμενων. Επίσης, βιντεοκάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέρος των εκπαιδευόμενων για να μεταφέρουν πίσω στον εκπαιδευτή τις εργασίες των εκπαιδευόμενων.

### **1.2.2 Ακίνητη εικόνα**

Μια βιντεοκάμερα τοποθετημένη πάνω σε μια συσκευή παρουσίασης ντοκουμέντων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να λάβει το είδωλο ενός ντοκουμέντου ή γραφικού το οποίο παρουσιάζεται από τον εκπαιδευτή. Κανάλια εικόνας χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν την πληροφορία αυτή στην πλευρά των εκπαιδευόμενων.

### **1.2.3 Κείμενο, δεδομένα, γραφικά από υπολογιστή**

Συνήθη πρακτική αποτελεί η σύνδεση μεταξύ δύο ή περισσότερων υπολογιστικών συστημάτων δια μέσου των οποίων μεταφέρεται η πληροφορία. Η μορφή της πληροφορίας μπορεί να είναι κείμενο, γραφικά, ψηφιακός ήχος, ή ψηφιακή εικόνα. Οι προσωπικοί υπολογιστές που συνδέονται πάνω σε ένα δίκτυο δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μεταφορά πληροφοριών μεταξύ του εκπαιδευτή και των εκπαιδευόμενων.

## **1.3 Τεχνολογίες στην εξ'αποστάσεως εκπαίδευση**

Μέχρι την εμφάνιση της σημερινής τεχνολογίας τηλεπικοινωνιών, οι από απόσταση εκπαιδευτές δυσκολεύονταν πολύ να παρέχουν αμφίδρομη επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Στο σχετικό μοντέλο εκπαίδευσης που έδινε έμφαση στην ανεξαρτησία του εκπαιδευτή, το κύριο εκπαιδευτικό μέσο συνήθως τυπωνόταν και ταχυδρομούνταν, είχε δηλαδή τη μορφή αλληλογραφίας.

Με την ανάπτυξη των τεχνολογιών τηλεδιάσκεψης σήμερα είναι δυνατόν να συνδεθούν εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενοι από διαφορετικά γεωγραφικά διαμερίσματα σε πραγματικό χρόνο.

Με τις τρέχουσες εξελίξεις στις ψηφιακές επικοινωνίες και με τη σύγκλιση των τεχνολογιών αυτών με κάποια διεθνή στάνταρ όπως ISDN (Integrated Services Digital Network) γίνονται διαθέσιμες επικοινωνίες audio, video, data, γραφικών μέσω μιας απλής τηλεφωνικής γραμμής.

Όλο και περισσότερα ιδρύματα χρησιμοποιούν multimedia συστήματα συνδυάζοντας σύγχρονη και ασύγχρονη τεχνολογία ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες των σπουδαστών. Για να μπορέσουμε να περιγράψουμε καλύτερα τους τρόπους τηλεκπαίδευσης παρατίθεται ένα σχεδιάγραμμα του Johansen που είναι γνωστό ως "The 4 square map of groupware options".

Μέσα από αυτό το μοντέλο βλέπουμε την τηλεκπαίδευση από καθαρά ατομική διδασκαλία μέχρι και τρόπους ομαδικής διδασκαλίας όπου χρειάζεται και απόλυτη συνεργασία μεταξύ των ομάδων. Όλο το μοντέλο στηρίζεται σε δύο βασικές παραμέτρους που οι ομάδες πρέπει να αντιμετωπίσουν καθώς δουλεύουν: το χρόνο και τον τόπο.

Μπορεί ομάδες να δουλεύουν συγχρόνως, δηλαδή στον ίδιο τόπο τον ίδιο χρόνο, όπως στις παραδοσιακές συσκέψεις. Μπορεί όμως να βρίσκονται σε διαφορετικό τόπο και σε διαφορετικό χρόνο. Υπάρχουν ακόμα δύο κατηγορίες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη: ίδιος χρόνος άλλος τόπος, όπως κατά τη διάρκεια μιας τηλεφωνικής επικοινωνίας ή ίδιος τόπος άλλος χρόνος, όπως σε εργαστήρια ερευνητικών κέντρων.

Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά όλες αυτές τις κατηγορίες.

### **1.3.1 Same Time | Same Place**

Η σύνδεση Same Time | Same Place είναι η πιο γνωστή και διαδεδομένη φόρμα για διασύνδεση πρόσωπο με πρόσωπο. Πολλά προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση στηρίζονται πάνω σε αυτό το μοντέλο. Εδώ αντικειμενικός σκοπός των ομάδων είναι η προσεκτική παρουσίαση, η παρατηρητικότητα και η εμπειρία καθώς πολλές φορές εδώ στηρίζονται ακόμα και ολόκληρες χειρουργικές επεμβάσεις.

Βασικός εξοπλισμός που χρειάζεται είναι ένας κεντρικός προτζέκτορας και ένας ηλεκτρονικός πίνακας σχεδιασμού ή ένα σύστημα μεταγωγής των περιεχομένων των οθονών των υπολογιστών σε ένα LCD monitor. Σε πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα υπάρχουν τερματικοί σταθμοί εργασίας για κάθε ομάδα, όπου τρέχουν συγκεκριμένα προγράμματα software και επιτρέπουν σε κάθε ομάδα ξεχωριστά να επεξεργάζεται προβλήματα, να προτείνει λύσεις ή ακόμα και να ψηφίζει.

### 1.3.2 Same Time | Different Place

Υπάρχουν δύο κατηγορίες Same Time | Different Place διασύνδεσης.

1. Οι συμμετέχοντες ενώ βρίσκονται σε διαφορετικά γεωγραφικά διαμερίσματα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους.
2. Με τη χρησιμοποίηση μη αμφίδρομου μέσου, όπως η τηλεόραση, μεγάλος αριθμός σπουδαστών μπορούν την ίδια στιγμή να δουν και να ακούσουν κάποιον χωρίς όμως να έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνήσουν μαζί του.

Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες τηλεδιάσκεψης σύμφωνα με τα μέσα που χρησιμοποιούνται κάθε φορά.

1. Audio teleconferencing
2. Audio graphics teleconferencing
3. Video teleconferencing
4. Computer teleconferencing

Οι τέσσερις αυτές κατηγορίες διαφέρουν όσον αφορά την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, την πολυπλοκότητα κατασκευής και το κόστος.

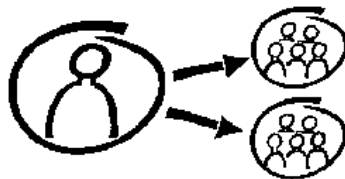
Έχουν όμως και πολλά κοινά στοιχεία.

Όλες χρησιμοποιούν ένα τηλεπικοινωνιακό κανάλι ως μέσο σύνδεσης, συνδέουν άτομα ή ομάδες από διάφορα σημεία και παρέχουν ζωντανή, αμφίδρομη επικοινωνία. Το γεγονός ότι μπορούν να συνδεθούν άτομα από διαφορετικά γεωγραφικά διαμερίσματα αποτελεί το μεγαλύτερο πλεονέκτημά τους.

## 1.4 Μέθοδοι επικοινωνίας σύμφωνα με τον αριθμό των τοποθεσιών

Η πολυπλοκότητα και το κόστος των συστημάτων εξαρτώνται από τον αριθμό των τοποθεσιών, τον αριθμό των ατόμων σε κάθε τοποθεσία και από τα μέσα που χρησιμοποιούνται κάθε φορά. Ένας ακόμα παράγοντας που παίζει ρόλο είναι αν η επικοινωνία γίνεται σε πραγματικό ή όχι χρόνο.

### 1.4.1 Μονόδρομη επικοινωνία μεταξύ μιας τοποθεσίας και πολλών



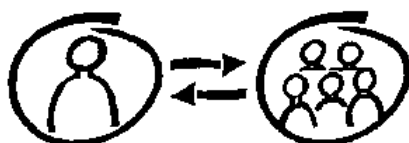
Οι προς μετάδοση πληροφορίες (για παράδειγμα κινούμενη εικόνα, ήχος, ακίνητη εικόνα, ή δεδομένα από υπολογιστή) μεταφέρονται μόνο προς μια



κατεύθυνση, και στέλνεται ταυτόχρονα από την τοποθεσία που βρίσκεται ο εκπαιδευτής στις τοποθεσίες που βρίσκονται οι εκπαιδευόμενοι.

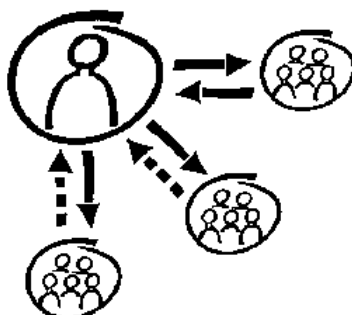
Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης συχνά χρησιμοποιείται για την μετάδοση κινούμενης εικόνας σε ένα δίκτυο εκπαίδευσης από απόσταση το οποίο βασίζεται στην δορυφορική τεχνολογία. Σε αυτή την περίπτωση, οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να δούνε τον εκπαιδευτή, αλλά ο εκπαιδευτής δεν μπορεί να δει τους εκπαιδευόμενους.

#### 1.4.2 Αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ δύο τοποθεσιών



Οι πληροφορίες μεταφέρονται ταυτόχρονα και προς τις δύο κατευθύνσεις μεταξύ των δύο τοποθεσιών. Αποστέλλονται από τη τοποθεσία που βρίσκεται ο εκπαιδευτής προς την τοποθεσία που βρίσκονται οι εκπαιδευόμενοι είτε από την τοποθεσία που βρίσκονται οι εκπαιδευόμενοι προς την τοποθεσία που βρίσκεται ο εκπαιδευτής. Αυτός ο τύπος της αλληλεπίδρασης χρησιμοποιείται για τη μετάδοση κινούμενης εικόνας και ήχου κατά την πραγματοποίηση μιας τηλεδιάσκεψης μεταξύ δυο τοποθεσιών. Σε αυτή την περίπτωση, οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να δουν και να ακούσουν τον εκπαιδευτή και ο εκπαιδευτής μπορεί να δει και να ακούσει τους εκπαιδευόμενους.

#### 1.4.3 Αμφίδρομη επιλεκτική επικοινωνία μεταξύ πολλών τοποθεσιών

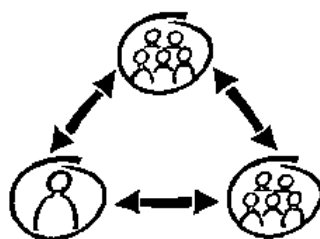


Οι πληροφορίες αποστέλλονται ταυτόχρονα από την μεριά του εκπαιδευτή προς όλες τις τοποθεσίες που βρίσκονται οι εκπαιδευόμενοι. Την ίδια στιγμή η πληροφορία στέλνεται από μία επιλεγμένη τοποθεσία που βρίσκονται οι εκπαιδευόμενοι προς την τοποθεσία που βρίσκεται ο εκπαιδευτής. Υπάρχουν

διάφοροι τρόποι για να ελέγξουμε ποια τοποθεσία εκπαιδευόμενων έχει επιλεγεί κάθε φορά.

Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης χρησιμοποιείται για μετάδοση κινούμενης εικόνας σε ένα δίκτυο εκπαίδευσης από απόσταση το οποίο συνδέει πολλές τοποθεσίες, και το οποίο βασίζεται στην τεχνολογία της τηλεδιάσκεψης. Σε αυτή την περίπτωση, οι εκπαιδευόμενοι από τις τοποθεσίες που βρίσκονται μπορούν να δουν τον εκπαιδευτή, αλλά ο εκπαιδευτής σε κάθε δεδομένη στιγμή μπορεί να δει τους εκπαιδευόμενους που βρίσκονται σε μια τοποθεσία.

#### 1.4.4 Αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ πολλών τοποθεσιών



Οι πληροφορίες στέλνονται ταυτόχρονα από οποιαδήποτε τοποθεσία σε οποιαδήποτε άλλη τοποθεσία. Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης χρησιμοποιείται για την μεταφορά δεδομένων μέσω υπολογιστή δια μέσου ενός δικτύου επικοινωνιών το οποίο χρησιμοποιείται για να συνδέσει τον εκπαιδευτή με τους εκπαιδευόμενους. Σε αυτή την περίπτωση, ο εκπαιδευτής και οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να συνεργαστούν σε μια εφαρμογή ταυτόχρονα. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μετάδοση κινούμενης εικόνας και ήχου σε ένα δίκτυο εκπαίδευσης από απόσταση το οποίο βασίζεται στην τεχνολογία της καλωδιακής τηλεόρασης. Σε αυτή την περίπτωση, οι εκπαιδευόμενοι από όλες τις τοποθεσίες μπορούν να δούνε και να ακούσουν τους εκπαιδευτές και οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να δούνε και να ακούσουν ο ένας τον άλλο.

Επιπρόσθετα, η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ δύο τοποθεσιών μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερους από έναν εκπαιδευτές. Σε αυτή την περίπτωση, δύο τάξεις μπορούν να συνδεθούν επιτρέποντας στους εκπαιδευτές να εναλλάσσονται ανάμεσα στα μαθήματα ή στους εκπαιδευόμενους να επικοινωνούν με τον εκπαιδευτή που βρίσκεται στην άλλη τάξη.

## **1.5 Ποιότητα συστημάτων στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση**

Είναι φανερό ότι πρωταρχικό ρόλο σ' ένα σύστημα τηλεκπαίδευσης παίζει η ποιότητά του. Σύμφωνα με την ITU (διεθνής ένωση τηλεπικοινωνιών) η ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών καθορίζεται ως « ένα σετ απαιτήσεων που έχουμε από την ποιότητα όσον αφορά την συμπεριφορά ενός ή περισσότερων αντικειμένων». Πολλοί είναι οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα και την καλή λειτουργία ενός συστήματος πρέπει όμως με κάθε τρόπο να περιορίζονται.

Είναι ιδιαίτερα δύσκολο να προσελκυσθεί το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων από τη στιγμή που ο εκπαιδευτής δεν βρίσκεται στην ίδια αίθουσα. Αν συγχρόνως το σύστημα παρουσιάζει προβλήματα τότε είναι πολύ εύκολο να οδηγηθούμε σε αποτυχία. Παράγοντες που θα πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα αναλύονται παρακάτω.

### **1.5.1 Cell Loss Rate**

Πρόκειται για μία παράμετρο που μας επιτρέπει να γνωρίζουμε το ποσό της πληροφορίας που χάθηκε κατά την πορεία της από τον ένα τερματικό σταθμό στον άλλο. Αν αυτά τα λάθη γίνουν στην επικεφαλίδα ενός 'πακέτου' πληροφορίας όπου περιέχεται η διεύθυνση προορισμού του cell υπάρχει πιθανότητα παραβίασης της μυστικότητας και της ασφάλειας των υπηρεσιών του δικτύου.

Από τη στιγμή λοιπόν που ανιχνεύονται λάθη στην επικεφαλίδα θα πρέπει το συγκεκριμένο cell να απορριφθεί από το δίκτυο για να αποφευχθεί η λάθος δρομολόγησή του. Η απόρριψη λανθασμένων cells είναι συνήθως υπηρεσία που υποστηρίζεται από το δίκτυο. Σε υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης είναι πολύ πιο συχνή η απώλεια cells.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι μεγαλύτερη τάση σε απώλειες έχουν οι υπηρεσίες video. Για την αντιμετώπιση της απώλειας cells χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι:

- Αντικατάσταση των απολεσθέντων cells με μια σταθερή ακολουθία bits.
- Χρησιμοποίηση κωδικών διόρθωσης λαθών, η οποία μπορεί να συνδυάζεται με την παρεμβολή bits.

Για υπηρεσίες δεδομένων όπου δεν προβλέπεται διόρθωση λαθών, το λάθος ή η απώλεια ενός bit στο πληροφοριακό μέρος του cell απαιτεί την αναμετάδοση του συγκεκριμένου cell. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι είναι απαραίτητη η τεχνική διόρθωσης λαθών στους τερματικούς σταθμούς του δικτύου.

Οι ιδανική τιμή του ρυθμού αυτού κυμαίνεται στο  $10^{-5}$ .

### **1.5.2 Bit Error Rate (Ρυθμός Λανθασμένων Bits Στο Πληροφοριακό Μέρος Του Cell).**

Πρόκειται για τον λόγο του αριθμού των bits που λαμβάνονται λανθασμένα προς τον συνολικό αριθμό που έχει σταλεί. Η παράμετρος αυτή εξαρτάται κυρίως από το δίκτυο μετάδοσης.

Στα μελλοντικά δίκτυα ο λόγος αυτός διαρκώς θα μειώνεται λόγω της εξάπλωσης της χρησιμοποίησης των οπτικών ινών. Όπως προαναφέρεται έχουμε εξομάλυνση του συγκεκριμένου παράγοντα με τον μηχανισμό προστασίας από λάθη για τις υπηρεσίες video-τηλεφωνίας, τηλεκπαίδευσης και για τη λειτουργία της αναμετάδοσης για την υπηρεσία δεδομένων.

### **1.5.3 Cell Insertion Rate**

Πρόκειται για τη συχνότητα εμφάνισης απροσδόκητων cells στην μεταδιδόμενη πληροφορία. Εκτός από τη δυσκολία που υπάρχει στην αντιμετώπιση απροσδόκητων cells, ένας μεγάλος αριθμός παρεμβολής οδηγεί στην απώλεια συγχρονισμού της τερματικής συσκευής του χρήστη.

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί η αρνητική επίδραση του μηχανισμού διόρθωσης λαθών όπου όταν ανιχνεύσει λάθος σε μια επικεφαλίδα την αντικαθιστά με κάποια άλλη, διαφορετική συνήθως από την αρχική με αποτέλεσμα τη λάθος δρομολόγηση της πληροφορίας. Αυτό είναι κάτι ανεκτό αφού ο συγκεκριμένος ρυθμός είναι συνήθως μικρός. Τα παρεμβαλλόμενα cells απορρίπτονται από το τερματικό λήψης ή από τον προσαρμοστή του τερματικού.

### **1.5.4 Cell Delay Variation**

Ως μεταβολή καθυστέρησης κυψελών ορίζουμε τη διαφορά μεταξύ των τιμών καθυστέρησης μεταφοράς των cells, τα οποία ανήκουν στην ίδια σύνδεση του δικτύου. Ανάλογα με τον αριθμό των κέντρων μεταγωγής του δικτύου, η μέγιστη τιμή μεταβολής δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα μερικά ms.

### **1.5.5 End-to-End Transfer Delay (Καθυστέρηση Μεταφοράς από Άκρη σε Άκρη)**

Έτσι ορίζεται ο χρόνος που μεσολαβεί από την αρχή της μεταφοράς μέχρι την επιτυχή μεταφορά ενός cell. Η μέτρηση αυτού του χρόνου δεν εφαρμόζεται για τα απολεσθέντα cells. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται καθαρά στην καθυστέρηση στο μέσο μετάδοσης, καθώς και στην αναμονή μέχρι την εξυπηρέτηση στους κόμβους του δικτύου. Επίσης εξαρτάται και από τη φόρτιση του δικτύου, δηλαδή σε συνθήκες φόρτισης η καθυστέρηση μεταφοράς επιβαρύνεται αρκετά.

## **1.6 Εργασίες πριν την περάτωση της τηλεσύνδεσης**

Εκτός από το γενικό πλάνο του μαθήματος, οι εκπαιδευτές πρέπει να επιμείνουν σε λεπτομέρειες όσον αφορά τη χρήση του εξοπλισμού, την προετοιμασία της αίθουσας καθώς και τη γενικότερη εμφάνιση. Θα πρέπει από πολύ νωρίτερα να είναι στη διάθεση των ενδιαφερομένων τα εξής στοιχεία:

- η ημερομηνία της σύνδεσης
- η ώρα της σύνδεσης
- το θέμα που θα αναλυθεί

Επίσης οι χειριστές να γνωρίζουν:

- τον αριθμό ISDN σύνδεσης
- τον τηλεφωνικό αριθμό
- τον τρόπο επικοινωνίας με το τεχνικό προσωπικό σε περίπτωση ανάγκης.

Για την καλή πορεία της συνεδρίας θα πρέπει εκ των προτέρων:

- να έχουμε εξοικειωθεί με τη χρήση του εξοπλισμού
- να έχει προετοιμαστεί το γενικό πλάνο της συνεδρίας
- να έχει οριστεί πολύ νωρίτερα η ημερομηνία και η ώρα
- να έχει ετοιμαστεί κατάλληλα η αίθουσα (κάμερες, μικρόφωνα, background κ.τ.λ.)
- για περισσότερες από δύο λήψεις να υπάρχει γέφυρα σύνδεσης

Την ίδια μέρα θα πρέπει:

- να γίνει τελευταίος έλεγχος της αίθουσας
- να γίνει σύνδεση με τα υπόλοιπα σημεία τουλάχιστον μισή ώρα πριν από την έναρξη
- να γίνει τελευταίος έλεγχος του φωτισμού, του ήχου και της εικόνας
- δοκιμή σύνδεσης με την απέναντι πλευρά για έλεγχο της οπτικής και ακουστικής επαφής με τον ομιλούντα.

## **1.7 Παιδαγωγικά Θέματα Συστημάτων Τηλεκπαίδευσης**

Η διδασκαλία και η μάθηση από απόσταση απαιτεί ειδική προσοχή, όσον αφορά τους περιορισμούς και τις δυνατότητες που προσφέρουν οι εμπλεκόμενες τεχνολογίες. Επιπλέον, πολλές απλές ενέργειες που γίνονται σαν μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας πρέπει να ξαναμελετηθούν και να προσαρμοστούν στις νέες περιστάσεις.

Από παιδαγωγικής άποψης η μάθηση από απόσταση μπορεί να αναλυθεί σε μια σειρά θεμάτων τα οποία αφορούν κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, και τον εκπαιδευτή και τους εκπαιδευόμενους. Εδώ θα ασχοληθούμε ειδικά με θέματα που αφορούν τους εκπαιδευτές.

### 1.7.1 Τρόπος Δράσης των Συμμετεχόντων

Είναι σημαντικό ο εκπαιδευτής να νοιώθει άνετα κατά τη διάρκεια της σύνδεσης γι' αυτό καλό είναι να έχει πειραματιστεί με το σύστημα για αρκετό καιρό πριν από την πρώτη επίσημη παρουσίαση του. Η διδασκαλία σύμφωνα και με την εμπειρία του εκπαιδευτή μπορεί να είναι είτε προγραμματισμένη είτε αυθόρμητη.

Στη δεύτερη περίπτωση όμως παρουσιάζεται μειονέκτημα στο γεγονός ότι μπορεί να υπάρξει κενός χρόνος όπου σε μια οπτικοακουστική ζεύξη θεωρείται σπατάλη και έχει άσχημο αποτέλεσμα. Για να νοιώθουν οι εκπαιδευόμενοι ότι συμμετέχουν θα πρέπει ο εκπαιδευτής να κρατάει άμεση επαφή μαζί τους κοιτάζοντας τους 'κατάματα' μέσω της κάμερας.

Σε αντίθετη περίπτωση θα χαθεί το ενδιαφέρον τους αφού απλά θα παρακολουθούν χωρίς να νοιώθουν ότι συμμετέχουν. Ο εκπαιδευτής πρέπει να κοιτάει την κάμερα σαν να απευθύνεται σε άτομο. Το ενδιαφέρον καλό είναι να μοιράζεται και μια ερώτηση που πιθανόν γίνει από μια τοποθεσία να επαναλαμβάνεται από τον εκπαιδευτή έτσι ώστε να γίνει αντιληπτή από όλους.

Για καλύτερο αποτέλεσμα στην εικόνα καλό είναι να προτιμούνται για το ντύσιμο απλά και ματ χρώματα και σχέδια ώστε να μη 'γράφουν' άσχημα. Πολύ καλή επιλογή θεωρούνται τα σκούρα και ουδέτερα χρώματα. Οι κινήσεις επίσης πρέπει να είναι αργές και απαλές καθώς στην κάμερα όλα φαίνονται πιο έντονα.

Έτσι το ανοιγοκλείσιμο των ματιών, οι κινήσεις των χεριών ή μια μετατόπιση στην καρέκλα τονίζονται παραπάνω. Αν ο εκπαιδευτής κινείται πρέπει να γνωρίζει το φάσμα της κάμερας για να μην βρίσκεται εκτός πλάνου. Τέλος και πολύ βασικό είναι να χρησιμοποιούν οι ομιλούντες δυνατή και καθαρή φωνή. Αν υπάρξει καθυστέρηση στον ήχο δεν πρέπει να διακόψει κάποιος την ομιλία του αλλά να συνεχίσει κανονικά.



## 1.8 Τηλεκπαίδευση Μεσω ISDN

Η γραμμή ISDN αποτελείται από δύο κανάλια Β ταχύτητας 64 kbps και ένα ταχύτητας 16 kbps. Τα δύο Β κανάλια μπορούν να μεταφέρουν ήχο και εικόνα και μπορούν να συνδυαστούν φτάνοντας έτσι τα 128 kbps. Κάθε κανάλι είναι ανεξάρτητο από το άλλο, έτσι μπορούμε για παράδειγμα να μιλάμε στο τηλέφωνο ενώ ταυτόχρονα σερφάρουμε στο διαδίκτυο.

Τα κανάλια αυτά είναι λογικά πράγμα που σημαίνει ότι δε θα δούμε 3 σύρματα στο σπίτι, ένα για κάθε κανάλι, αλλά με ένα δισύρματο καλώδιο από τον ΟΤΕ στο σπίτι έχουμε και τα τρία κανάλια. Η παραπάνω σύνδεση ονομάζεται BRI (Basic Rate Interface), είναι η βασική σύνδεση ISDN και είναι η πιο φτηνή. Υπάρχει και η πρωτεύουσα σύνδεση PRI (Primary Rate Interface) που αποτελείται από 30 κανάλια και απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις.

Αυτό που πρέπει να τονίσουμε από την αρχή είναι η ευελιξία με την οποία κινείται το ISDN από την στιγμή της γέννησης του. Πράγματι, δεν χρειάζεται καμιά πρόσθετη καλωδίωση και η μετατροπή μιας απλής ψηφιακής σύνδεσης σε ISDN συντελείται με την αλλαγή μιας κάρτας στο τηλεφωνικό κέντρο της περιοχής.

Η τηλεφωνική εγκατάσταση που γίνεται στα σπίτια ή τις επιχειρήσεις χρησιμεύει ως είναι χωρίς ανάγκη πρόσθετης καλωδίωσης. Το ερώτημα λοιπόν που γεννάται είναι: αφού χρησιμοποιείται ο ίδιος δρόμος που πριν ήταν γεμάτος σκουπίδια γιατί το ISDN δεν θα παρουσιάζει ανάλογα προβλήματα. Η απάντηση είναι ότι το ISDN χρησιμοποιεί νέες τεχνολογίες εκμεταλλευόμενο τη μετάβαση στις ψηφιακές συνδέσεις, με το πέρασμα των παλιών αναλογικών χωρίς να ακούγεται τίποτα από τη γραμμή και δεν πέφτει ποτέ.



### 1.8.1 Πλεονεκτήματα ISDN

Αφού έγινε κατανοητή η έννοια ISDN μένει μόνο να καταλήξουμε στο αν είναι αυτό που χρειαζόμαστε. Μερικά από τα πλεονεκτήματα που μας προσφέρει μια ISDN σύνδεση είναι τα εξής παρακάτω:

- Πλοήγηση στο δίκτυο με ελάχιστο χρόνο αναμονής.

Ένα από τα μεγαλύτερα παράπονα χρηστών του διαδικτύου είναι ο χρόνος εμφάνισης της σελίδας που έχει επιλεγεί, στην οθόνη.

Με σύνδεση ISDN μειώνεται σημαντικά αυτός ο χρόνος.

- Παροχή δεύτερης τηλεφωνικής γραμμής.

Δεν είναι πια ανάγκη να αποκοβόμαστε κάθε φορά που χρησιμοποιούμε το διαδίκτυο. Με ISDN έχουμε δύο γραμμές για μεταφορά data ή φωνής ταυτόχρονα.

- Μηδενικός θόρυβος γραμμής.

Η ταχύτητα της σύνδεσης μας χρησιμοποιώντας ένα αναλογικό modem, καθορίζεται από την ποιότητα της γραμμής με την οποία συνδεόμαστε. Αυτή η ποιότητα εξαρτάται ακόμα και από τις καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν τις παλιές τηλεφωνικές γραμμές. Στην ISDN σύνδεση προσφέρεται εξ' ολοκλήρου ψηφιακή σύνδεση, χάρη στην οποία εξαλείφονται τυχόν προβλήματα.

- Επένδυση για το μέλλον.

Η τεχνολογία του διαδικτύου εξελίσσεται καθημερινά και με γρήγορους ρυθμούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη πολυπλοκότερων video, εικόνων και ήχων. Έτσι για να μπορούμε να επισκεφτούμε το μελλοντικό διαδίκτυο θα χρειαζόμαστε γρηγορότερη σύνδεση, πράγμα που μας προσφέρει η ISDN σύνδεση.

### 1.8.2 Τηλεκπαίδευση μέσω ISDN και B-ISDN

Από όλες τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση από απόσταση, το ISDN είναι με μεγάλη διαφορά η πιο δύσκολη. Οι ISDN γραμμές μπορεί να γίνουν προβληματικές κατά τον σχηματισμό τους και θα πρέπει να επανασηματίζονται κάθε φορά που γίνεται σύνδεση με μια καινούρια τοποθεσία.

Ακόμα δεν είναι τόσο σθεναρές όσο οι κοινές τηλεφωνικές γραμμές γι' αυτό πολλές φορές οι χρήστες παραπονιούνται για απώλεια του σήματος, εικόνας ή ήχου με αποτέλεσμα να πρέπει να ανασηματίσουν τον αριθμό. Το ISDN έχει όμως το πλεονέκτημα ότι ουσιαστικά μπορεί να συνδεθεί σε μια διάσκεψη οποιοσδήποτε άλλος έχει ISDN στη διάθεσή του.

Ακόμα στη συγκεκριμένη σύνδεση έχουμε την μεγαλύτερη ανάπτυξη όσον αφορά την τεχνολογία της συμπίεσης της εικόνας. Παρέχεται αμφίδρομη μετάδοση εικόνας και ήχου προσφέροντας ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον στο οποίο η διδασκαλία και η μάθηση από απόσταση περιλαμβάνουν πολλά από τα στοιχεία της πρόσωπο με πρόσωπο διδασκαλίας.

Η τηλεδιάσκεψη χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις όπως σεμινάρια και παρουσιάσεις, συναντήσεις μικρών ομάδων, παράδοση μαθήματος σε ακροατήριο, πανεπιστημιακή εκπαίδευση, συμπλήρωμα σε υπάρχοντα μαθήματα. Γενικότερα η χρήση της τηλεδιάσκεψης με ISDN, ελαττώνει την απομόνωση των εκπαιδευόμενων που σπουδάζουν από απόσταση, αυξάνει την προοπτική μιας αρμονικής σχέσης, λόγω



της οπτικής επικοινωνίας ανάμεσα στον εκπαιδευτή και τους εκπαιδευόμενους και επιτρέπει τη συμβατική διδασκαλία ενός μαθήματος από απόσταση.

Για την επιλογή αυτής της μεθόδου για την παροχή εκπαίδευσης από απόσταση πρέπει να λάβουμε υπόψη τα παρακάτω θέματα:

- Στην τηλεκπαίδευση οι εκπαιδευόμενοι βρίσκονται μακριά από την αίθουσα διδασκαλίας. Έτσι πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε όλοι να συμμετέχουν στη συζήτηση ή την ομιλία.
- Αυτός ο τύπος εκπαίδευσης προάγεται όταν οι εκπαιδευόμενοι έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικά υλικά. Είναι λοιπόν αναγκαίο τα υλικά αυτά να παραδίνονται σε όλους πριν την έναρξη του μαθήματος.
- Η χαμηλής ποιότητας εικόνα που μεταδίδεται σε συμπιεσμένη ψηφιακή μορφή μπορεί να περιορίσει την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής σε περιπτώσεις που απαιτείται εξαιρετική λεπτομέρεια.
- Για ένα καλό σύστημα τηλεδιάσκεψης πρέπει να διατεθεί ένα μεγάλο χρηματικό ποσό. Υπάρχει ένας αριθμός αρκετά φθηνότερων συστημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν η εικόνα των ανθρώπων που συμμετέχουν δεν είναι κρίσιμη για την εκπαιδευτική διδασκαλία.



# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

## **Συστήματα Ήχου**

## **2. Εισαγωγή στην έννοια του ήχου**

Ο ήχος είναι μια διαταραχή της ύλης που διαδίδεται σύμφωνα με τις αρχές διάδοσης των κυμάτων χώρου. Λόγω της φύσης του εμφανίζει τις εξής βασικές ιδιότητες:

- Διαδίδεται ευθύγραμμο με σταθερή ταχύτητα μέσα σε ομογενή υλικά, όταν δεν υπάρχει μεταφορική κίνηση του υλικού.
- Αναγκαία για τη διάδοσή του είναι η ύπαρξη ύλης μια που δεν διαδίδεται στο κενό.
- Η ταχύτητα διάδοσης είναι συνάρτηση της φύσης του υλικού μέσα στο οποίο διαδίδεται και των φυσικών συνθηκών όπως πίεση, θερμοκρασία, πυκνότητα κ.τ.λ.
- Ο ήχος εμφανίζει όλα τα φαινόμενα των κυμάτων (συμβολή, ανάκλαση, διάθλαση, περίθλαση).

Η περιοχή των συχνοτήτων που αναφέρεται σαν ήχος είναι αυτή που διεγείρει το ανθρώπινο αυτί δηλ. περίπου 20 – 20.000 Hz. Περιοχές κάτω από τα 20 Hz ονομάζονται υπόηχοι και πάνω από 20.000 Hz ονομάζονται υπέρηχοι. Οι ήχοι αυτοί δεν είναι ακουστοί από τον άνθρωπο, είναι όμως ακουστοί από πολλά ζώα.

Ο ήχος σαν κύμανση χαρακτηρίζεται από τα βασικά φυσικά μεγέθη των κυμάτων δηλ. το πλάτος  $I_0$ , το μήκος κύματος  $\lambda$ , τη συχνότητα  $f$  και την περίοδο ταλάντωσης  $T$ . Ο ήχος σαν κύμανση διαδίδεται με μορφή εγκάρσιων κυμάτων

(διεύθυνση ταλάντωσης κάθετη στη διεύθυνση διάδοσης) ή με μορφή διαμηκών κυμάτων (διεύθυνση ταλάντωσης παράλληλη στη διεύθυνση διάδοσης).

Ο μηχανισμός της διάδοσης εξαρτάται από την ανοχή και τον τρόπο σύνδεσης των μορίων μεταξύ τους. Συγκεκριμένα στα υγρά και στα αέρια οι ήχοι διαδίδονται σαν διαμήκη κύματα ενώ στα στερεά είτε σαν διαμήκη είτε σαν εγκάρσια ανάλογα με το είδος και τον τρόπο που προκαλείται η αρχική διέγερση.

## **2.1 Φαινόμενα Κυματικής Συμπεριφοράς του Ήχου**

### **2.1.1 Αρχή του Huggens**

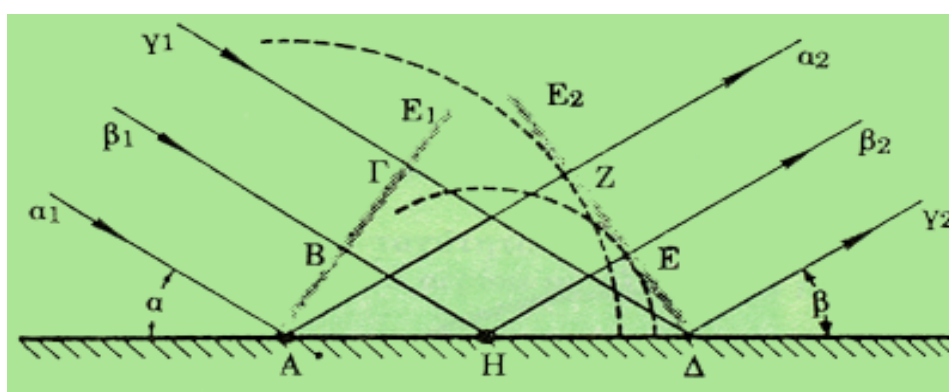
Ο ήχος λόγω της κυματικής του φύσης εμφανίζει όλα τα φαινόμενα των κυμάτων δηλ. ανάκλαση, διάθλαση, περίθλαση κ.λ.π. Σύμφωνα με την αρχή του Huggens κάθε σημείο μιας ισοφασικής επιφάνειας συμπεριφέρεται σαν μια νέα πηγή κύματος σε κάθε χρονική στιγμή. Έτσι ένα οποιοδήποτε σφαιρικό κύμα που δημιουργείται από μια πηγή  $O$  μπορεί να περιγραφεί είτε με τις ισοφασικές του επιφάνειες είτε με τις διευθύνσεις διάδοσης είτε με την αρχή του Huggens.

## 2.1.2 Ανάκλαση

Θεωρώ επίπεδο κύμα σε μεγάλη απόσταση από την πηγή που προσκρούει σε επίπεδη επιφάνεια. Το κύμα ανακλάται σύμφωνα με τους εξής νόμους :

- γωνία πρόσπτωσης ίση με τη γωνία ανάκλασης
- μηδενική απώλεια ενέργειας στην επιφάνεια της ανάκλασης.

Στην περίπτωση του ήχου η ισχύς του πρώτου όρου εξαρτάται από τη φύση και την κατάσταση της επιφάνειας ανάκλασης. Παραμορφώσεις στην επιφάνεια σε συνδυασμό με το μήκος κύματος που προσπίπτει κάνουν τον όρο αυτό να μην ισχύει. Ο δεύτερος όρος εξαρτάται επίσης από την επιφάνεια η οποία γενικά απορροφά μέρος της προσπίπτουσας ενέργειας σύμφωνα με τους νόμους της απορρόφησης.



Μηχανισμός Ανάκλασης

## 2.1.3 Διάθλαση

Όταν μια κύμανση διασχίζει την οριακή επιφάνεια που διαχωρίζει δύο αέρια με διαφορετική πυκνότητα υφίσταται μια καμπύλωση. Η αλλαγή της διεύθυνσης προκύπτει από την αλλαγή της ταχύτητας του κύματος και έτσι δημιουργείται αυτή η καμπύλωση κατά τη διάδοση.

Στην περίπτωση του ήχου στην ατμόσφαιρα οι επιφάνειες δεν είναι διακριτές αλλά η μεταβολή της πυκνότητας του αέρα είναι συνεχής. Η διάθλαση του ηχητικού κύματος δεν είναι τόσο απότομη, απλά παρατηρείται μια βαθμιαία αλλαγή της διεύθυνσης, μια καμπύλωση προς τα πάνω ή προς τα κάτω ανάλογα με την κατανομή της θερμοκρασίας.

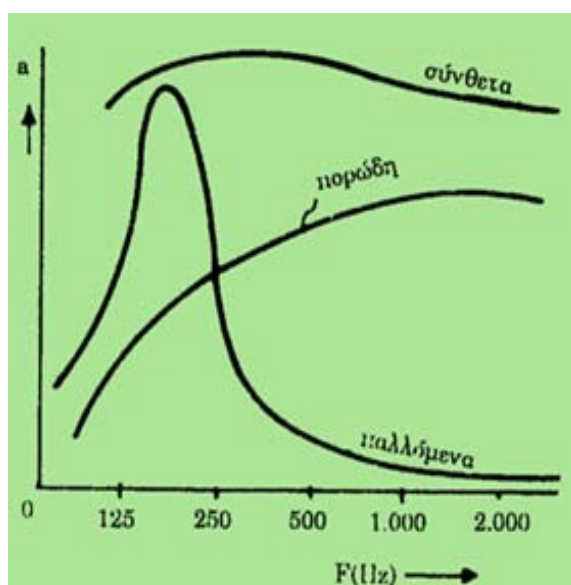


## 2.2.2 Απορρόφηση λόγω Ανάκλασης

Η ενέργεια που μεταφέρεται από ένα ηχητικό κύμα καθώς πέφτει πάνω σε μια επιφάνεια της ύλης εν μέρει ανακλάται και εν μέρει διασχίζει την ύλη. Οι συνθήκες της ανάκλασης και το ποσοστό της ανακλώμενης ενέργειας εξαρτώνται από την φύση και την κατάσταση της επιφάνειας και της μάζας του υλικού και από τη συχνότητα του ηχητικού κύματος.

Από την ενέργεια που εισχωρεί μέσα στην ύλη ένα μέρος απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμότητα λόγω ταλαντώσεων των μορίων ενώ το άλλο τη διασχίζει και πρακτικά χάνεται τουλάχιστον για την πλευρά της πρόσπτωσης. Τα πορώδη υλικά έχουν τραχιές, ανώμαλες επιφάνειες που εγκλωβίζουν ποσότητες αέρα σε μικρές εσοχές και μετατρέπουν την ηχητική ενέργεια σε θερμότητα και συμπεριφέρονται σαν φυσικά αντηχεία.

Τα παλλόμενα υλικά έχουν επιφάνειες λείες και συμπαγείς. Επειδή εμφανίζουν ελαστικότητα πάλλονται κάτω από τις πιέσεις του ηχητικού κύματος. Μετατρέπουν σε θερμότητα μεγάλο ποσοστό της προσπίπτουσας ενέργειας ιδιαίτερα σε περίπτωση συντονισμού. Για ηχοαπορροφητικά υλικά ιδιαίτερη σημασία έχει ο συντελεστής ελάττωσης θορύβου που δημιουργούν, επειδή χαρακτηρίζει την ολική ηχοαπορροφητική ικανότητα του υλικού.



Ο συντελεστής απορρόφησης ενός υλικού εξαρτάται από την συχνότητα

## 2.3 Σύστημα Ήχου σε Αίθουσα Τηλεκπαίδευσης

Η καλή ποιότητα του ήχου είναι πολύ σημαντική σε μια αίθουσα τηλεκπαίδευσης και είναι από τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν πολύ σοβαρά υπόψη κατά τον σχεδιασμό μιας τέτοιας αίθουσας. Αυτό γίνεται εύκολα κατανοητό αν αναλογιστούμε ότι καλή εικόνα με κακό ήχο δεν έχει καμία χρησιμότητα, ενώ καλός ήχος έστω και με άσχημη εικόνα μπορεί να πλησιάσει το ιδανικό.

Τα καλά συστήματα ήχου έχουν ενσωματωμένα δύο στοιχεία: την λήψη που επιτυγχάνεται μέσω των μικροφώνων και την αναπαραγωγή που επιτυγχάνεται μέσω

των μεγαφώνων. Η σωστή τοποθέτηση τόσο των μικροφώνων όσο και των μεγαφώνων επιτρέπει την καθαρή μετάδοση της συζήτησης, εξασφαλίζοντας ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτή και μαθητών δεν θα διακοπεί από προβλήματα που οφείλονται στο σύστημα ήχου.

Γίνεται έτσι αντιληπτό πόσο σημαντικό είναι να δοθεί μεγάλη προσοχή στα ηχητικά συστήματα της τάξης, τα οποία αποτελούν μέρος της σχεδίασης ενός συστήματος εκπαίδευσης από απόσταση. Βέβαια είναι συχνό το φαινόμενο ο σωστός σχεδιασμός και η εγκατάσταση των συστημάτων ήχου να παραβλέπονται εξ' αιτίας του μεγάλου κόστους της κατασκευής μιας τέτοιας αίθουσας.

### 2.3.1 Σύστημα Ήχου σε Διάφορους Τύπους Αιθουσών

Ο ήχος εμφανίζεται παντού και πάντα σε όλους τους χώρους. Επιχειρώντας να περιγράψει κανείς τις απαιτήσεις του κάθε χώρου, θα πρέπει να κατατάξει τους χώρους αυτούς σε:

- ανοιχτούς χώρους
- χώρους κύριας χρήσης ήχου, δευτερεύουσας χρήσης ήχου ή επιθυμητής χαμηλής στάθμης θορύβου.

Για κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες απαιτούνται ειδικές προδιαγραφές σύμφωνα με τα φυσικά χαρακτηριστικά του ήχου. Ένας παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη είναι το γεγονός ότι σχεδόν ποτέ ένας χώρος δε χρησιμοποιείται για μία μόνο χρήση αλλά για περισσότερες π.χ. και για μουσική και για ομιλίες.

Χρειάζεται λοιπόν να γίνουν οι αναγκαίες προσεγγίσεις για το καλύτερο τελικό αποτέλεσμα, με το χαμηλότερο κόστος. Ένας μέσος ακροατής που θα βρίσκεται σε κάποιο τυχαίο σημείο της αίθουσας θα πρέπει και να έχει ήχο ικανοποιητικής έντασης και ποιότητας.

Αν πρόκειται για μουσική θα πρέπει να προβάλλονται εξίσου όλες οι συχνότητες και όχι κάποιες επιλεκτικά. Άλλη αναγκαία προϋπόθεση είναι το ήσυχο περιβάλλον δηλαδή η ανυπαρξία ανεπιθύμητων ήχων από το περιβάλλον και η καλή κατανομή της στάθμης του ήχου σε όλο τον χώρο ( ομοιομορφία ), ώστε να μη δημιουργούνται περιοχές χαμηλής στάθμης.

Άλλα ανεπιθύμητα γενικά φαινόμενα είναι η επαναληπτική ηχώ, η αναρρίχηση ( ανάκλαση ήχου κατά μήκος καμπύλης επιφάνειας αίθουσας ) και η εστίαση ( ενίσχυση στάθμης λόγω ανάκλασης σε κοίλες ανακλαστικές επιφάνειες ). Η διόρθωση των παραπάνω προβλημάτων μπορεί να γίνει με κατάλληλη αρχική μελέτη και διαμόρφωση των γεωμετρικών παραμέτρων της αίθουσας ανάλογα με τις δυνατότητες.

Μπορεί επίσης να γίνει διόρθωση εκ των υστέρων με τη χρήση απορροφητικών υλικών και πλακών είτε με κατάλληλη χρήση και κατανομή ενισχυτικών ηχητικών συσκευών ( μικρόφωνα – ενισχυτές – μεγάφωνα ) σε κατάλληλη διάταξη.



## **2.4 Αρχές και Χαρακτηριστικά Χώρων Ομιλίας**

Εκείνο που παίζει σημαντικό ρόλο σε όλες τις αίθουσες ομιλιών είναι η σωστή αντίληψη και ο σωστός τόνος της φωνής του ομιλητή. Για να είναι αυτό εφικτό δηλαδή να υπάρχει σωστή ακουστική στον χώρο πρέπει να αποφύγουμε κάποια δυσάρεστα φαινόμενα.

Τα φαινόμενα που μπορεί να παρατηρηθούν σε μια αίθουσα ομιλιών είναι τα εξής:

- Φαινόμενα FLUTTER ECHO

Δημιουργείται από διαδοχικές ανακλάσεις σε δύο παράλληλα και λεία τοιχώματα.

Αν ο ήχος που προέρχεται από ανάκλαση συνεχώς αυξομειώνεται ή αν ο ήχος της πηγής είναι σύντομος, ο ακροατής θα ακούσει μια σειρά παλμών προερχόμενη από ηχώ με μεγάλη συχνότητα και αργή μείωση της έντασης. Για την αποφυγή τέτοιων φαινομένων καλό είναι σε μια αίθουσα που προορίζεται για ομιλίες να μην υπάρχουν μεγάλες παράλληλες επιφάνειες ή αν υπάρχουν η μία τουλάχιστον να είναι απορροφητική έτσι ώστε μετά την ανάκλαση το κύμα να παρουσιάζεται εξασθενημένο.

Τέτοια φαινόμενα συνήθως απαντώνται σε αίθουσες μεγαλύτερες των 11m.

- ANTHXΗΣΗ

Δημιουργείται από συγκέντρωση των ανακλώμενων κυμάτων σε ορισμένες ζώνες. Αποτέλεσμα είναι να διαταράσσεται η ομοιομορφία της μείωσης της στάθμης του ήχου από κύματα που δίνουν την εντύπωση ότι προέρχονται από δευτερεύουσα πηγή.

Για να μην αντιμετωπίσουμε τέτοιου είδους φαινόμενα απαιτείται η χρησιμοποίηση επιφανειών που δεν προκαλούν εστίαση ηχητικών κυμάτων. Πριν προχωρήσουμε στην κατασκευή μιας αίθουσας ομιλιών πρέπει να επιλέξουμε τον κατάλληλο όγκο, την κατάλληλη μορφή των επιφανειών καθώς και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στην αίθουσα. Όλα τα παραπάνω είναι στοιχεία που θα μας οδηγήσουν στη βελτίωση της ακουστικής της αίθουσας και θα συμβάλουν στην ομοιόμορφη κατανομή του ήχου χωρίς ηχώ ή άλλα ανεπιθύμητα αποτελέσματα.

Άλλος ένας παράγοντας που σχετίζεται με την αποφυγή ανεπιθύμητων φαινομένων είναι η επένδυση των επιφανειών του χώρου ομιλίας. Με τη χρήση ειδικών ηχοαπορροφητικών υλικών επιτυγχάνεται ομοιόμορφη απορρόφηση του ήχου, σωστός χρόνος αντήχησης και σταθερότερες συχνότητες. Με το χρόνο αντήχησης σχετίζεται και ο όγκος της αίθουσας.

Γενικότερα χρήσιμη θα ήταν η απομόνωση της αίθουσας που δεν χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις μεταβλητού ακροατηρίου. Με την χρησιμοποίηση πολλών ανακλαστικών επιφανειών με διάφορες κλίσεις ή με μια κοίλη ανακλαστική επιφάνεια επιτυγχάνεται προοδευτική ενίσχυση του ήχου με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ενίσχυση στους τελευταίους ακροατές. Δάπεδο και καθίσματα δεν πρέπει να προκαλούν θορύβους γι' αυτό απαιτείται χρήση μαλακού ηχοαπορροφητικού υλικού για την επίστρωση του δαπέδου.

Αυτό που τελικά είναι βασικό για την κατασκευή ενός τέτοιου χώρου είναι ο σωστός υπολογισμός της ηχοαπορροφητικής επιφάνειας. Ο υπολογισμός γίνεται με τη θεώρηση της συνηθισμένης πληρότητας της αίθουσας με κοινό.

## **2.5 Ηχομόνωση**

Ο θόρυβος αποτελεί ανεπιθύμητο ήχο που παρεμποδίζει την αντίληψη των ομιλιών και διαταράσσει την ησυχία. Στον κλειστό χώρο της αίθουσας που μας ενδιαφέρει πρέπει να ληφθεί υπόψη η επίδραση του θορύβου στην ακουστική του χώρου. Ο θόρυβος μπορεί να προέρχεται είτε μέσα από τον χώρο που θέλουμε να θωρακίσουμε είτε έξω από αυτόν.

Ηχομόνωση είναι τα γενικότερα μέτρα που λαμβάνουμε για την προστασία του χώρου που μας ενδιαφέρει από εξωτερικές πηγές θορύβων. Είναι απαραίτητο οι χώροι ομιλιών να βρίσκονται μακριά από πηγές θορύβου διαφορετικά θα χρειάζονται ηχοφράγματα όπως τοίχοι ή βλάστηση.

Κάτι ακόμα που πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι οι ηλεκτρικές μεταδόσεις του ήχου. Για τη μείωση αυτού του θορύβου απαιτούνται αντικραδασμικές βάσεις για τα καθίσματα και όλα γενικότερα τα αντικείμενα του χώρου. Για την σωστή ηχομόνωση του δαπέδου χρησιμοποιούνται δάπεδα που δεν είναι σε επαφή με την πλάκα αλλά μεσολαβεί ανάμεσα τους μαλακό ελαστικό στρώμα.

Επίσης το δάπεδο θα πρέπει να είναι καλυμμένο με μαλακό υλικό όπως μοκέτα. Τέλος όσον αφορά την ηχομόνωση σε πόρτες και παράθυρα αυτή εξαρτάται από την κατασκευή και τον τρόπο εφαρμογής τους.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **Διάταξη Αίθουσας Τηλεδιάσκεψης**

### 3.1 Περιγραφή της τεχνολογίας του συστήματος

Η αίθουσα τηλεκπαίδευσης του TEI Χανίων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ISDN δικτύου για να μας εξυπηρετεί στο απαιτούμενο εύρος ζώνης που χρειαζόταν. Μια κινούμενη εικόνα περιέχει πολύ μεγάλη ποσότητα πληροφορίας για να μπορέσει να μεταδοθεί μέσω μιας τυπικής τηλεφωνικής γραμμής ακόμα και αν η γραμμή είναι ψηφιακή. Για να μεταδοθεί η εικόνα χρησιμοποιείται η μέθοδος της συμπίεσης – αποσυμπίεσης.

Αυτό σημαίνει ότι τα σήματα ήχου και εικόνας συμπιέζονται πριν την μετάδοση και μετά τη λήψη τους ακολουθεί η διαδικασία της αποσυμπίεσης. Τη διαδικασία αυτή αναλαμβάνει ο codec ( **compression** – **decompression** ) . Ο codec δεν είναι τίποτα άλλο από μια κάρτα τοποθετημένη σε μια ελεύθερη θύρα του υπολογιστή. Το συγκεκριμένο σύστημα τηλεκπαίδευσης μπορεί να πραγματοποιήσει σύνδεση μεταξύ δύο μόνο σημείων που μπορούν να γίνουν περισσότερα με την προσθήκη μιας γέφυρας πολλών σημείων. Σε αυτή την περίπτωση όλοι οι ενδιαφερόμενοι συνδέονται με τη γέφυρα και αυτή με τη σειρά της διαχειρίζεται όλη τη διαδικασία.



### 3.2 Εξοπλισμός της Αίθουσας

Σε κάθε αίθουσα που χρησιμοποιείται για τηλεκπαίδευση θα πρέπει να υπάρχει κάποιος βασικός εξοπλισμός. Στη συγκεκριμένη αίθουσα σύμφωνα με τη μελέτη που έχει γίνει και παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο χρειάζονται:

- ένας υπολογιστής στον οποίο θα τοποθετηθεί η κάρτα Intel ProShare Video System 500 μαζί με το κατάλληλο λογισμικό επιτρέποντας έτσι τις συνδέσεις και μεταδόσεις εικόνας, ήχου και δεδομένων μέσω του δικτύου ISDN.
- δύο κάμερες σήματος video όπου η μία θα κοιτάζει προς τον εκπαιδευτή και θα ελέγχεται χειροκίνητα ανάλογα με τις ανάγκες που θα παρουσιάζονται κάθε φορά. Η δεύτερη θα κοιτάει προς τους εκπαιδευόμενους και θα μπορεί να ελέγχεται αυτόματα ή πιο απλά και με λιγότερο κόστος θα πρέπει να έχει δυνατότητες zoom, pan ( μετακίνηση της κάμερας δεξιά ή αριστερά ), tilt ( μετακίνηση της κάμερας πάνω ή κάτω ).
- μια κάμερα ντοκουμέντων ( ELMO EV-450AF ) που τοποθετείται κοντά στην έδρα έτσι ώστε να είναι προσβάσιμη στον εκπαιδευτή ως συσκευή προβολής διαφανειών ή και ως πίνακας αφού μπορεί κάποιος να βάλει ένα

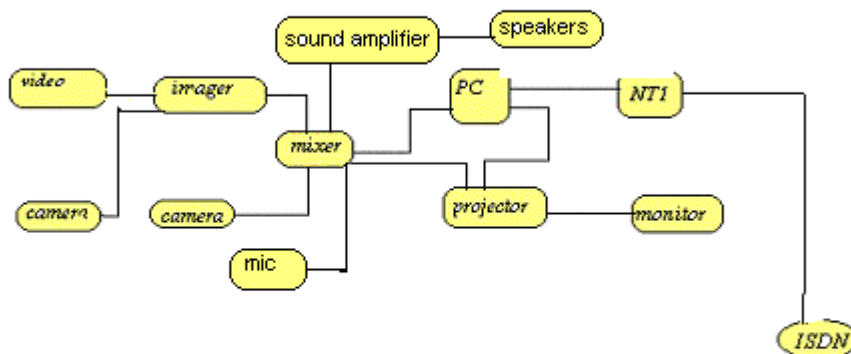
φύλλο χαρτί κάτω από την κάμερα και να γράψει πάνω σε αυτό και ότι έγραψε θα προβληθεί.

- ένα μόνιτορ όπου μπορεί κάποιος να βλέπει ταυτόχρονα δύο παράθυρα. Έτσι μπορούμε να βλέπουμε ταυτόχρονα τον παρουσιαστή και μια άλλη εικόνα ή το κοινό που βρίσκεται στη μία τοποθεσία στο ένα παράθυρο και τον παρουσιαστή από την άλλη τοποθεσία στο άλλο με τη βοήθεια της τεχνολογίας PIP ( picture in picture ). Είναι δυνατόν η εικόνα να φαίνεται στο ένα τέταρτο της οθόνης έτσι ώστε στο υπόλοιπο να είναι δυνατή η διαχείριση διαφόρων αρχείων.
- ένας μίκτης επειδή οι εικόνες που θα μεταδίδονται μπορεί να προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Ο μίκτης βοηθάει στον έλεγχο της εικόνας που τελικά θα μεταδοθεί και μας δίνει τη δυνατότητα προβολής της πριν αυτή αποσταλεί.
- ένα μικρόφωνο μη κατευθυντικό για τον εκπαιδευτή. Γι' αυτή την εργασία θα προτιμήσουμε μικρόφωνο πέτου ώστε να δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτή να μετακινείται και να χρησιμοποιεί και τα δύο του χέρια ακριβώς όπως και σε μια συμβατική αίθουσα διδασκαλίας.
- ασύρματα μικρόφωνα για τους εκπαιδευόμενους που θα βρίσκονται στη διάθεση τους στην περίπτωση που θα θελήσουν να θέσουν κάποια ερώτηση. Αυτά μπορούν να είναι μόνιμα τοποθετημένα ανά έναν αριθμό σπουδαστών ή να κινούνται στην αίθουσα.
- κάποιες ηχοστήλες που σωστά τοποθετημένες στην αίθουσα θα αναπαράγουν τον ήχο και που χρειάζονται και για την ακρόαση όσων γίνονται από αυτούς που θα βρίσκονται στην απέναντι τοποθεσία.
- ο codec που βρίσκεται τοποθετημένος σε μια θύρα του υπολογιστή και εκτός από τη συμπίεση – αποσυμπίεση μετατρέπει τα σήματα εικόνας και ήχου σε ψηφιακή μορφή.



### 3.3 Αρχιτεκτονική του Συστήματος

Στην προσπάθεια να γίνει όσο το δυνατόν πιο κατανοητός ο τρόπος σύνδεσης των εξαρτημάτων αλλά και η χρησιμότητά τους καταλήξαμε στον πιο κάτω απλό σχεδιασμό ολόκληρου του συστήματος.



Block diagram

Στον μίκτη δύο εισόδων βάζουμε την εικόνα από την μια κάμερα και την έξοδο του προβολικού που έχει ως εισόδους την άλλη κάμερα και το σήμα video. Έτσι μπορούμε να έχουμε στην έξοδο του μίκτη την εικόνα που παίρνουμε από τη μία κάμερα και μία από τις τρεις εικόνες που συνδέονται στον imager δηλαδή ή την εικόνα που παίρνει ο ίδιος ή την εικόνα από τη δεύτερη κάμερα ή την εικόνα από το video που ίσως υπάρχει.

Το ηχητικό σύστημα αποτελείται από το μέσο αποθήκευσης (βιντεοκασέτα), τον ενισχυτή, τα μικρόφωνα, τα ηχεία και το μίκτη. Για να μπορούν οι εκπαιδευόμενοι να βλέπουν όλη τη διαδικασία που ακολουθείται για την σύνδεση, την απέναντι τοποθεσία και τις εφαρμογές που εκτελούνται το μόνιτορ συνδέεται στον υπολογιστή μέσω του projector. Η έξοδος της κάρτας ISDN συνδέεται με το NT1 ( network termination 1 ). Συνοπτικά όλες οι συνδέσεις φαίνονται πιο κάτω :

<b>ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ</b>		
Camera 2 - imager	VIDEO OUT – BNC	VIDEO IN 1 – RCA jack
Video - imager	VIDEO OUT – RCA jack	VIDEO IN 2 – RCA jack
Imager - mixer	VIDEO OUT – BNC	SOURCE 2 - BNC
Camera 1 - mixer	VIDEO OUT – BNC	SOURCE 2 - BNC
Mixer – projector	REC VIDEO 1 – BNC	VIDEO INPUT - RCA jack
Mixer – pc	PREVIEW – BNC	CAMERA 2 – RCA S
Pc – projector	MONITOR IN – DB15	RGB INPUT 1 – DB 15
Projector – monitor	RGB OUTPUT – DB 15	MONITOR OUT – DB 15
Pc – NT1	4 – WIRED LINE	
NT1 - PSTN	2 – WIRED LINE	

### 3.4 Τοποθέτηση του Εξοπλισμού

Για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα όσον αφορά στη μετάδοση της εικόνας αλλά περισσότερο στη μετάδοση του ήχου πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στην τοποθέτηση του εξοπλισμού. Πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη η μελέτη του ήχου ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα μικροφωνισμών αλλά και να έχουμε τις επιθυμητές στάθμες σε όλη την αίθουσα προκειμένου να επιτύχουμε την καλύτερη απόδοση.

Ο υπόλοιπος εξοπλισμός θα πρέπει να είναι έτσι τοποθετημένος ώστε και να εξυπηρετεί και να δίνει την αίσθηση της διδασκαλίας σε πραγματική συμβατική αίθουσα.

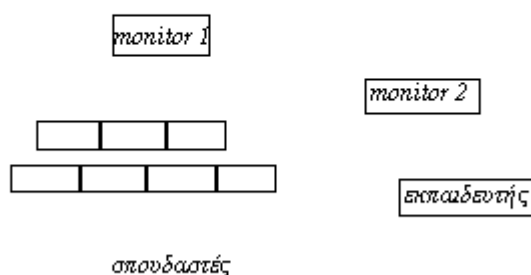
#### 3.4.1 Θέση Εκπαιδευτή και Εκπαιδευόμενων

Μια μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις συμβατικές αίθουσες διδασκαλίας και σε μια αίθουσα τηλεκπαίδευσης είναι ο τρόπος που θα κάθονται εκπαιδευτής και σπουδαστές. Πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανόνες έτσι ώστε να έχουμε το καλύτερο τελικό αποτέλεσμα.

Αρχικά πρέπει να ξέρουμε αν εκπαιδευτής και σπουδαστές βρίσκονται σε διαφορετική τοποθεσία ή στην ίδια και απλά υπάρχουν και άλλοι στην απέναντι τοποθεσία. Στην πρώτη περίπτωση τα πράγματα είναι πιο απλά. Φροντίζουμε το γραφείο του εκπαιδευτή να βρίσκεται περίπου στα 3 μέτρα από την κάμερα και την οθόνη.

Ο ίδιος θα πρέπει να φροντίσει να έχει κοντά του τις συσκευές που ίσως χρειαστεί όπως την κάμερα ντοκουμέντων, τις διαφάνειες, τον υπολογιστή και ίσως το τηλεκοντρόλ του βίντεο. Οι θέσεις των σπουδαστών φτιάχνονται λαμβάνοντας υπόψη ότι το πλάνο που «πιάνει» η κάμερα είναι τριγωνικό. Επειδή λοιπόν είναι αναγκαίο να φαίνονται όλοι θα τοποθετήσουμε τις καρέκλες τους οριοθετώντας τον χώρο τους με ένα φανταστικό τρίγωνο. Στην περίπτωση των δύο τοποθεσιών υπάρχουν διάφοροι σχηματισμοί. Παρακάτω θα εξετάσουμε μερικούς :

- Πρώτη Περίπτωση

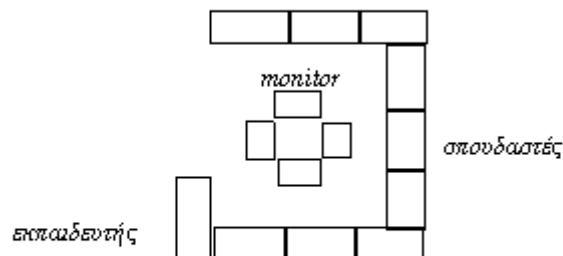




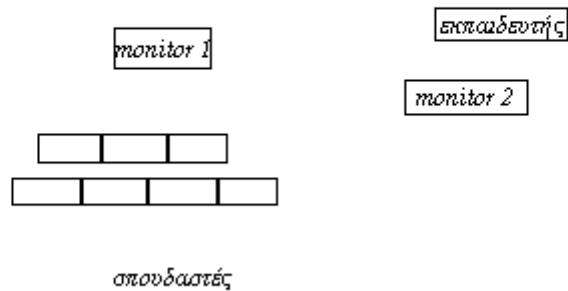
Ο εκπαιδευτής κάθεται στην ίδια κατεύθυνση με τους σπουδαστές και παρακολουθεί την κατάσταση από την οθόνη που βρίσκεται μπροστά του. Η επικοινωνία με όλους τους σπουδαστές γίνεται με τον ίδιο τρόπο ανεξάρτητα την τοποθεσία που βρίσκονται.

- Περίπτωση Δεύτερη

Εκπαιδευτής και σπουδαστές κάθονται σε κύκλο. Μέσα σε αυτόν τοποθετούνται κυκλικά τα μόνιτορ έτσι ώστε όλοι να έχουν οπτική επαφή με την εικόνα που μεταδίδεται από την τοποθεσία Β.



- Περίπτωση Τρίτη



Αυτή η περίπτωση δεν διαφέρει ιδιαίτερα από την πρώτη.

Ο εκπαιδευτής είναι στραμμένος προς τους σπουδαστές που βρίσκονται στην ίδια τοποθεσία και μπορεί να έχει άμεση επαφή μαζί τους ενώ μέσω του μόνιτορ απέναντι του βλέπει τους σπουδαστές στην τοποθεσία Β.

### 3.4.2 Θέσεις cameras και Προβολικού



Η κάμερα του εκπαιδευτή θα πρέπει να είναι τοποθετημένη έτσι ώστε ο εκπαιδευτής να κοιτάει σε αυτή από τέτοιο ύψος που θα δίνει την εντύπωση ότι κοιτάει τους σπουδαστές. Πρέπει συγχρόνως όμως να κοιτάει και το ακροατήριο πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να κοιτάει και το μόνιτορ.

Για να αντεπεξέλθουμε σε αυτή την κατάσταση θα πρέπει η κάμερα να βρίσκεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην οθόνη. Αν τοποθετήσουμε την κάμερα δίπλα στην οθόνη οι σπουδαστές θα έχουν την εντύπωση ότι ο εκπαιδευτής κοιτάει αμυδρά δίπλα τους, ενώ αν την τοποθετήσουμε πάνω στην οθόνη θα νομίζουν ότι κοιτάει λίγο κάτω από τα πρόσωπα τους.

Η οθόνη φροντίζουμε να είναι τοποθετημένη στο ύψος του ματιού για καλύτερα αποτελέσματα. Αν ο χώρος είναι επαρκώς φωτισμένος δε χρειάζεται επιπλέον φωτισμός της κάμερας που είναι στραμμένη στον εκπαιδευτή. Οι κάμερα του ακροατηρίου θα πρέπει να είναι τοποθετημένη έτσι ώστε να έχουμε ολοκληρωμένο πλάνο και να έχει τέτοια γωνία που να απεικονίζονται τα πρόσωπα του ακροατηρίου.

Η θέση του προβολικού δεν είναι κάτι που θα μας απασχολήσει ιδιαίτερα. Απλά θα πρέπει η κάμερα ντοκουμέντων να είναι τοποθετημένη κοντά στον εκπαιδευτή στην περίπτωση που ο τελευταίος θέλει να χρησιμοποιήσει διαφάνειες ή απλά τη χρησιμοποιήσει ως πίνακα.

## 3.5 Ηχητική Εγκατάσταση



Ο ήχος μέσα στο χώρο διάδοσης του εξασθενίζει όσο απομακρυνόμαστε από την πηγή του. Η εξασθένιση αυτή δεν εξαρτάται μόνο από την απόσταση αλλά και από τη θέση των ακροατών διότι οι ακουστικές συνθήκες διαφέρουν αρκετά από θέση σε θέση.

Έτσι κοντά στην πηγή οι κατευθείαν ήχοι είναι ισχυροί και η ακουστική ικανότητα εξαρτάται κυρίως από αυτούς και το ηχητικό πεδίο που παράγεται από τις

ανακλάσεις τους επικαλύπτεται από το ηχητικό πεδίο της ίδιας της πηγής. Υπάρχει μια δεύτερη ζώνη της αίθουσας όπου οι ένταση του κατευθείαν ήχου είναι της ίδιας τάξης με την ένταση των ανακλάσεων και η χρονοκαθυστέρηση που δημιουργείται προκαλεί προβλήματα αν η αίθουσα χρησιμοποιείται και για μουσική.

Τέλος μακριά από την πηγή του ήχου υπάρχει και μία ζώνη όπου κυρίως επιδρά το ηχητικό πεδίο των ανακλάσεων.

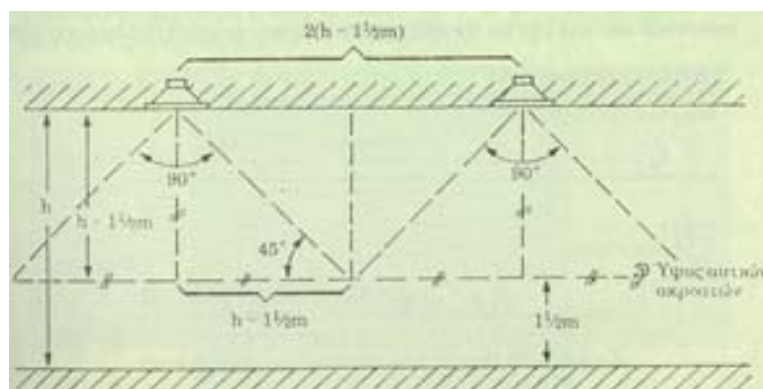
Στον πιο κάτω πίνακα φαίνεται καλύτερα αυτή η κατανομή.

	ΠΕΡΙΟΧΗ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ	A
1	Πρωτογενές ηχητικό πεδίο	2 α
2	Μικτό ηχητικό πεδίο	4 α
3	Πεδίο ανακλώμενων ήχων	5 α

### 3.5.1 Θέσεις Ηχείων

Για να έχουμε μια καλή ακουστική κάλυψη οι δυνατοί τρόποι τοποθέτησης των ηχητικών πηγών είναι :

- **Τοποθέτηση στην οροφή.** Τοποθετείται αριθμός απλών ηχείων στην οροφή της αίθουσας. Ο ήχος διασπείρεται έτσι ώστε να υπάρχει επικάλυψη. Η ισχύς των ηχείων προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά της αίθουσας και από τη μελέτη για τον ήχο. Βασικό χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι η ομοιογένεια του πεδίου. Δεν χρησιμοποιείται συχνά λόγω του ότι οι ακροατές στρέφουν το κεφάλι τους προς τα πάνω και κουράζονται καθώς επίσης υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες μικροφωνισμών. Συνήθως προτιμάται για κάλυψη μουσικής και ιδιαίτερα σε αρκετά μεγάλους χώρους.

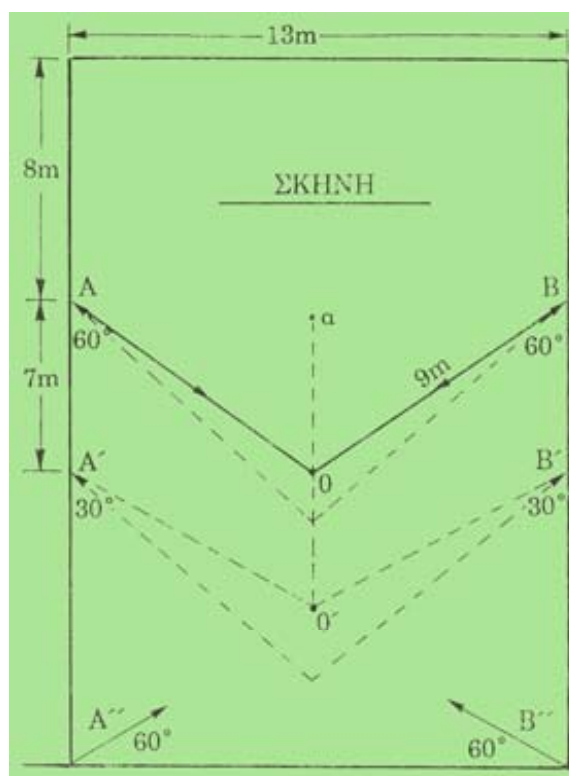


- **Τοποθέτηση πολλών ακουστικών.** Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται όταν υπάρχει ανάγκη μεταφραστικής εγκατάστασης στην αίθουσα διότι :

1. είναι κουραστική στο ακροατήριο
2. είναι πολύ υψηλό το κόστος για την υλοποίηση της

3. ποιοτικά είναι η πιο ατελής με ήχους χωρίς φασματικό περιεχόμενο

- **Τοποθέτηση SIEMENS.** Η SIEMENS έχει προτείνει μια τεχνική με την ομάδα των ηχοστηλών κρεμασμένη σαν πολυέλαιος ή τοποθετημένη σε γέφυρα. Τα μεγάφωνα στραμμένα προς τα κάτω σωστά προσανατολισμένα και με διαφορετική τροφοδότηση ισχύος στις διάφορες κατευθύνσεις. Στο παρακάτω σχήμα η ισχύς στις διευθύνσεις 1 και 5 είναι από 0,05 έως 0,08 της μέγιστης ισχύος που τροφοδοτεί τις ηχοστήλες 2, 3 και 4. Η μέθοδος αυτή δίνει ήχο με ικανοποιητική ομοιογένεια με ελάχιστα φασικά προβλήματα και οι μικροφωνισμοί είναι πρακτικά ανύπαρκτοι, διότι οι λοβοί των μικροφώνων και των μεγαφώνων διασταυρώνονται ελάχιστα.



- **Τοποθέτηση PHILIPS.** Η συγκεκριμένη μέθοδος των 2 ή 4 ηχοστηλών δίνει αρκετά καλό ηχητικό αποτέλεσμα με ελάχιστα φασικά προβλήματα και θα προτιμηθεί για την αίθουσα μας αφού συνήθως χρησιμοποιείται για αίθουσες με πλάτος μικρότερο των 20 μέτρων με ιδανικά αποτελέσματα και χαμηλό κόστος. Στην τεχνική αυτή υπάρχουν οι ηχοστήλες A και B και οι A' και B'. Οι άξονες των πρώτων ρυθμίζονται στις περίπου 60° ενώ των τελευταίων περίπου στις 30°. Με τον τρόπο αυτό η ακουστική συμπεριφορά σε όλη την έκταση της αίθουσας είναι καλή και η ένταση πρακτικά ομοιογενής. Με ένα εκουαλάιζερ μπορεί να γίνεται φασματική διόρθωση του ήχου στην αίθουσα και η κάλυψη της να είναι flat. Η όλη εγκατάσταση συμπληρώνεται με αναλυτή φάσματος που θα βρίσκει τη σωστή δόση αντιστάθμισης από το

εκουαλίξερ και η εγκατάσταση που θα πρέπει να έχει οπτική και ακουστική επαφή με το ακροατήριο φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

### 3.5.2 Γενικές Παρατηρήσεις

Μια ηχητική εγκατάσταση θεωρείται καλή, όταν εξασφαλίζει κυρίως ευκρίνεια και όχι πιστότητα, γιατί πολλές φορές αυτά τα δύο δεν συμβαδίζουν. Για παράδειγμα η διατήρηση των χαμηλών συχνοτήτων της ομιλίας κατά τη μετάδοση μειώνει την κατανόηση της από τον ακροατή, γιατί αυξάνει και τον θόρυβο ενώ η ενίσχυση της περιοχής από 2 KHz που βρίσκονται οι συχνότητες πολλών συμφώνων την αυξάνει.

Για το λόγο αυτό τα μικρόφωνα και τα ηχεία δεν είναι αναγκαίο να είναι υψηλής πιστότητας, αλλά να έχουν καμπύλη απόκρισης με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, δηλαδή βαθμιαία μείωση της απόκρισης από 250 Hz και κάτω και να παρουσιάζουν έξαρση στις υψηλές συχνότητες. Το αποτέλεσμα αυτό επιτυγχάνεται και από τους ρυθμιστές τόνου του ενισχυτή.

### 3.5.3 Κύρια και Περιφερειακά Ηχεία

Τα ηχεία χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τον ρόλο που έχουν. Ποιος είναι ακριβώς αυτός ο ρόλος και πως λειτουργούν θα προσπαθήσουμε να ξεκαθαρίσουμε σε αυτή την ενότητα. Τα ηχεία χωρίζονται σε κύρια, κεντρικά, περιφερειακά και υπογούφερ.

Τα κύρια ηχεία είναι το δεξί και το αριστερό κανάλι και είναι αυτά που αποδίδουν τον κύριο όγκο του ήχου. Επειδή διαδραματίζουν τον σημαντικότερο ρόλο επιβάλλεται να είναι ποιοτικώς ότι καλύτερο μπορούμε να βρούμε στην αγορά.

Τα κύρια ηχεία είναι αυτά που επιχειρούν να μας δώσουν την αίσθηση δράσης σε όλο τον χώρο και όχι να μας έρχεται ο ήχος από ένα παράθυρο. Συνήθως το κεντρικό ηχείο τοποθετείται κάτω από την οθόνη. Είναι λάθος η τοποθέτηση πολύ μακριά από την οθόνη γιατί έτσι χάνεται η κατευθυντικότητα.

Το κεντρικό ηχείο πρέπει να είναι όμοιο με τα κύρια. Επίσης πρέπει να είναι πειστικό στην αναπαραγωγή των ομιλιών. Τέλος δεν θα πρέπει γύρω από αυτό να δημιουργείται μαγνητικό πεδίο διότι θα δημιουργηθούν χρωματικές σκιές στην εικόνα. Τα περιφερειακά είναι συνήθως μικρά ηχεία όχι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις χαμηλές συχνότητες.

Αντίθετα πρέπει να έχουν μεγάλη διασπορά γιατί ο ρόλος τους είναι να μην αντιλαμβανόμαστε ότι ο ήχος προέρχεται από κάποιο συγκεκριμένο σημείο αλλά από ολόκληρο τον χώρο. Τοποθετούνται έτσι ώστε να αγκαλιάζουν τον χώρο και είναι μικρότερης ισχύος από τα μπροστινά. Θα πρέπει να αποδίδουν πολύ καλά τις υψηλές συχνότητες.

Γενικά ο προσανατολισμός των ηχείων είναι αρκετά σημαντικός γι' αυτό καλό είναι να ακολουθούνται οι κανόνες τοποθέτησης που προτείνει ο κάθε κατασκευαστής ανάλογα με τον τρόπο σχεδίασης κάθε ηχείου.

## **3.6 Μικρόφωνα**



### **3.6.1 Τρόπος Λειτουργίας**

Το μικρόφωνο είναι ουσιαστικά ένας μετατροπέας, ένα εξάρτημα που μετατρέπει πληροφορία μιας μορφής σε κάποια άλλη. Η ηχητική πληροφορία υφίσταται ως μεταβολή της πίεσης του αέρα. Το μικρόφωνο μετατρέπει αυτή την πληροφορία σε ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος. Το ενδιαφέρον μας λοιπόν εστιάζεται στην ακρίβεια αυτής της μετατροπής δηλαδή στην αξιοπιστία του μικροφώνου.

Οι πιο γνωστοί τύποι μικροφώνων είναι τα δυναμικά και τα πυκνωτικά.

### **3.6.2 Το Δυναμικό Μικρόφωνο**

Στην περίπτωση του δυναμικού μικροφώνου τα ηχητικά κύματα προκαλούν την κίνηση ενός λεπτού μεταλλικού διαφράγματος και διεγείρει ένα πηνίο σύρματος. Ένας μαγνήτης προκαλεί ένα μαγνητικό πεδίο γύρω από το πηνίο που κινείται προκαλώντας τη ροή κάποιου ρεύματος.

Ακολουθεί τις ίδιες αρχές με αυτές της δημιουργίας ρεύματος από την κίνηση μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Το ρεύμα παράγεται από την κίνηση του διαφράγματος και εξαρτάται από την ταχύτητα αυτής της κίνησης. Αυτός ο τύπος μικροφώνου είναι γνωστός για την ευαισθησία του στις μεταβολές της ταχύτητας.

### **3.6.3 Το Πυκνωτικό Μικρόφωνο**

Στο πυκνωτικό μικρόφωνο το διάφραγμα είναι τοποθετημένο κοντά αλλά όχι σε επαφή με μια άκαμπτη αρνητικά φορτισμένη πλάκα. Μια κοινή μπαταρία είναι συνδεδεμένη με τις δύο μεταλλικές πλάκες και παράγει ένα δυναμικό ανάμεσα τους που εξαρτάται από την τάση της μπαταρίας, την επιφάνεια των πλακών και την μεταξύ τους απόσταση.

Αυτή η απόσταση μεταβάλλεται καθώς το διάφραγμα πάλλεται λόγω του ήχου. Όταν η απόσταση αλλάζει ρεύμα διαρρέει το σύρμα για όσο η μπαταρία διατηρεί την ίδια τάση. Η ποσότητα του ρεύματος είναι ανάλογη με την μετατόπιση του διαφράγματος και είναι τόσο μικρή που χρειάζεται ενίσχυση πριν οδηγηθεί στην έξοδο του μικροφώνου.

Στα κοινά μικρόφωνα αυτού του τύπου χρησιμοποιείται ένα υλικό με μόνιμα τυπωμένο ένα φορτίο πάνω του στο ρόλο του διαφράγματος. Αυτό το υλικό ονομάζεται ηλεκτρήτης και συνήθως είναι κάποιο είδος πλαστικού. Τα περισσότερα πλαστικά είναι αγωγοί όταν είναι πολύ ζεστά και μονωτές όταν είναι κρύα.

Το πλαστικό είναι πολύ καλό στην κατασκευή διαφραγμάτων αφού μπορεί να παραχθεί εύκολα με τα χαρακτηριστικά που θέλουμε. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των ηλεκτρητών είναι ότι μετά από κάποιο διάστημα χάνουν το φορτίο τους και το μικρόφωνο παύει να λειτουργεί.

## **3.7 Χαρακτηριστικά Μικροφώνων**

Δεν υπάρχουν εμφανή πλεονεκτήματα στη χρησιμοποίηση του ενός τύπου από τον άλλο. Τα πυκνωτικά χρειάζονται μπαταρίες ή τροφοδοσία από την κονσόλα για να λειτουργήσουν πράγμα δύσκολο μερικές φορές, ενώ τα δυναμικά χρειάζονται θωράκιση από τυχόντα μαγνητικά πεδία. Βέβαια στην αγορά υπάρχουν πολύ καλά μικρόφωνα και των δύο τύπων.

Ο πιο σημαντικός παράγοντας στην επιλογή μικροφώνου είναι ο ήχος που χρειαζόμαστε στην εφαρμογή για την οποία προορίζεται. Παρακάτω παρατίθενται κάποια χαρακτηριστικά που πρέπει να λάβουμε υπόψη στην επιλογή μας.

### **3.7.1 Ευαισθησία**

Πρόκειται για το την ηλεκτρική ποσότητα που θα πάρουμε στην έξοδο από ένα παραγόμενο ήχο. Είναι χαρακτηριστικό ζωτικής σημασίας αν σκοπεύουμε να ηχογραφήσουμε ανεπαίσθητους ήχους αλλά χρειάζεται την προσοχή μας και σε άλλες περιπτώσεις. Από την άλλη ένα πολύ ευαίσθητο μικρόφωνο μπορεί να προκαλέσει υπερφόρτωση στην είσοδο του μίκτη, προκαλώντας θόρυβο ή παραμόρφωση, αν χρησιμοποιηθεί για ομιλία ή φωνητικά.

### 3.7.2 Υπερφόρτωση

Κάθε μικρόφωνο προκαλεί παραμόρφωση όταν οδηγείται από πολύ δυνατούς ήχους. Αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Σε ένα δυναμικό μπορεί το πηνίο να τεθεί εκτός μαγνητικού πεδίου ενώ σε ένα πυκνωτικό ο εσωτερικός ενισχυτής μπορεί να μετατραπεί σε ψαλιδιστή.

Πολύ δυνατοί ήχοι ή ήχοι που παραμένουν για πολύ ώρα μπορεί να προκαλέσουν μόνιμη παραμόρφωση στο διάφραγμα και ως αποτέλεσμα μη καλή λειτουργία του μικροφώνου ούτε σε συνηθισμένους ήχους.

### 3.7.3 Γραμμικότητα και Παραμόρφωση

Πρόκειται για το χαρακτηριστικό που καθορίζει την τιμή του μικροφώνου. Περισσότερο εξαρτάται από την λεπτομερή κατασκευή του διαφράγματος και από τον τρόπο τοποθέτησης του. Συνήθως λοιπόν η γραμμικότητα είναι θέμα τύχης. Έτσι οι κατασκευαστές αφού κατασκευάσουν μια φουρνιά μικροφώνων τα δοκιμάζουν και τα κοστολογούν ανάλογα.

### 3.7.4 Θόρυβος

Τα μικρόφωνα παράγουν μία πολύ μικρή ποσότητα ρεύματος που γίνεται αισθητή αν αναλογιστούμε πόσο μικροσκοπικά και ελαφριά είναι τα κινούμενα μέρη του για να ακολουθούν με ακρίβεια τα ηχητικά κύματα. Τα δυναμικά μικρόφωνα δεν έχουν θόρυβο αλλά τα ηλεκτρονικά κυκλώματα στα πυκνωτικά είναι μια δυναμική πηγή δημιουργίας προβλημάτων και γι' αυτό το λόγο χρειάζεται προσοχή ο σχεδιασμός τους. Άλλο ένα ανεπιθύμητο αποτέλεσμα του θορύβου είναι η μηχανική δόνηση του κορμού του.





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **Μελέτη Συστήματος Ήχου**

## **4.1 Γενικά**

Για την υλοποίηση της ηχητικής εγκατάστασης σε μια αίθουσα απαιτείται ο υπολογισμός των ηχητικών χαρακτηριστικών της. Αυτό που παίζει το σημαντικότερο ρόλο στην ηχητική απόδοση μιας αίθουσας είναι ο χρόνος αντήχησης. Πάντα σε ένα χώρο η επιλογή του χρόνου αντήχησης επηρεάζεται από την κύρια χρήση του χώρου αυτού.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για αίθουσα ομιλιών και εκδηλώσεων οπότε ο ιδανικός χρόνος αντήχησης είναι από 0,6 έως 1,4 sec. Ο χρόνος αντήχησης είναι συνάρτηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της αίθουσας καθώς και των υλικών που βρίσκονται μέσα σε αυτή.

## **4.2 Προσδιορισμός Στοιχείων για τον Υπολογισμό του Χρόνου Αντήχησης**

### **4.2.1 Όγκος**

Οι διαστάσεις της αίθουσας είναι:

Πλάτος: 11 m

Μήκος: 9,20 m

Ύψος: 3,30 m

Επομένως ο συνολικός όγκος της αίθουσας είναι :

$$V = 333,96 \text{ m}^3$$

### **4.2.2 Εμβαδά – Ηχοαπορροφήσεις**

Για τα διάφορα υλικά οι συντελεστές απορροφήσεως των επιφανειών τους μεταβάλλονται με τη συχνότητα. Εμείς θα δεχτούμε τις τιμές των συντελεστών στα 500 Hz, γιατί αυτές οι τιμές αποτελούν το μέσο όρο τιμών στις διάφορες συχνότητες.

## A) Δάπεδο

Το εμβαδόν του δαπέδου είναι:

$$E = 11\text{m} * 9,20\text{m} = 101,2 \text{ m}^2$$

Ιδανική θα ήταν η επίστρωση του δαπέδου με μοκέτα και συντελεστή ηχοαπορρόφησης  $\alpha = 0,5$ .

Λόγω της σκίασης του δαπέδου από τα καθίσματα συντελείται μείωση αυτού του συντελεστή και έτσι έχουμε:

$$\alpha = 0,5 * 0,6 = 0,3$$

Έτσι η ηχοαπορροφητικότητα του δαπέδου είναι :

$$101,2 * 0,3 = 30,36 \text{ Sabine}$$

## B) Οροφή

Το εμβαδόν της οροφής βάση των υπολογισμών είναι:

$$E = 101,2 \text{ m}^2$$

Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη είναι μπετόν.

Έτσι ο συντελεστής ηχοαπορρόφησης είναι  $\alpha = 0,01$ .

Οπότε η ηχοαπορροφητικότητα της οροφής είναι:

$$101,2 * 0,01 = 1,012 \text{ Sabine}$$

## Γ) Πλευρές Αίθουσας

- Ανατολική Πλευρά

Ο τοίχος αυτός αποτελείται από τούβλο και σοβά με συντελεστή  $\alpha = 0,02$ .

Σε αυτόν τον τοίχο υπάρχει και η πόρτα της αίθουσας με συντελεστή  $\alpha = 0,18$ .

Υπολογίζουμε τα εμβαδά της αίθουσας και της πόρτας.

$$E_{\text{πόρτας}} = 2,13 * 2,17 = 4,62 \text{ m}^2$$

$$E_{\text{τοίχου}} = 9,20 * 3,30 = 30,36 \text{ m}^2$$

Επομένως το εμβαδόν του τοίχου σε αυτή την πλευρά είναι:

$$E = 30,36 - 4,62 = 25,74 \text{ m}^2$$

Άρα:

$$\text{ηχοαπορροφητικότητα τοίχου} : 25,74 * 0,02 = 0,51 \text{ Sabine}$$

$$\text{ηχοαπορροφητικότητα πόρτας} : 4,62 * 0,18 = 0,83 \text{ Sabine}$$

Επομένως η συνολική ηχοαπορροφητικότητα της ανατολικής πλευράς υπολογίζεται:

$$0,51 + 0,83 = 1,34 \text{ Sabine}$$

- Δυτική Πλευρά

Η δυτική πλευρά είναι μόνο τοίχος αποτελούμενος από τούβλο και σοβά με συντελεστή  $\alpha = 0,02$ .

$$E = 9,20 * 3,30 = 30,36 \text{ m}^2$$

Η ηχοαπορροφητικότητα είναι:

$$30,36 * 0,02 = 0,607 \text{ Sabine}$$

- Βόρεια Πλευρά

Το συνολικό εμβαδόν αυτής της πλευράς είναι:

$$E = 11 * 3,30 = 36,3 \text{ m}^2$$

Σε αυτή την πλευρά όμως υπάρχουν και τα παράθυρα της αίθουσας με εμβαδόν:

$$E = 8,94 * 1,87 = 16,7 \text{ m}^2$$

Τα παράθυρα αποτελούνται από τζάμια με συντελεστή  $\alpha = 0,18$ .

Άρα:

$$E \text{ τοίχου} = 36,3 - 16,7 = 19,6 \text{ m}^2$$

$$\text{ηχοαπορροφητικότητα τοίχου} : 19,6 * 0,02 = 0,39 \text{ Sabine}$$

$$\text{ηχοαπορροφητικότητα τζαμιών} : 16,7 * 0,18 = 3,066 \text{ Sabine}$$

Η συνολική ηχοαπορροφητικότητα της βόρειας πλευράς είναι :

$$0,39 + 3,066 = 3,456 \text{ Sabine}$$

- Νότια Πλευρά

Η δυτική πλευρά είναι μόνο τοίχος αποτελούμενος από τούβλο και σοβά με συντελεστή  $\alpha = 0,02$ .

$$E = 11 * 3,30 = 36,3 \text{ m}^2$$

Η ηχοαπορροφητικότητα είναι:

$$36,3 * 0,02 = 0,726 \text{ Sabine}$$

### **Δ) Ηχοαπορροφητικότητα Άλλων Υλικών Μέσα στην Αίθουσα**

Θα εξετάσουμε την αίθουσα για την περίπτωση που θα χρησιμοποιηθεί για διαλέξεις που θα είναι και η βασική χρησιμότητα της αίθουσας μας.  
Μέσα στην αίθουσα θα υπάρχουν:

- Τρεις ξύλινοι πάγκοι ομιλητών

Ύψος : 0,7 m  
Πλάτος: 0,9 m  
Μήκος : 2,10 m

Το εμβαδόν τους είναι :

$$0,7 * 2,10 = 1,47 \text{ m}^2$$

$$0,9 * 2,10 = 1,89 \text{ m}^2$$

$$0,7 * 0,9 * 2 = 1,26 \text{ m}^2$$

Συνολικά :

$$1,47 + 1,89 + 1,26 = 4,62 \text{ m}^2$$

Με  $\alpha = 0,04$  θα έχουμε :

$$4,62 * 0,04 = 0,1848 \text{ Sabine}$$

Επειδή έχουμε τρεις πάγκους η συνολική ηχοαπορροφητικότητα είναι :  
 $0,1848 * 3 = 0,5544 \text{ Sabine}$

- **Ένας Πάγκος Ρήτορα**

Ύψος : 0,3 m

Πλάτος: 1,6 m

Μήκος : 2 m

Το εμβαδόν τους είναι :

$$0,3 * 2 = 0,6 \text{ m}^2$$

$$0,8 * 2 = 1,6 \text{ m}^2$$

$$0,8 * 0,3 * 2 = 0,48 \text{ m}^2$$

Συνολικά :

$$0,6 + 1,6 + 0,48 = 2,68 \text{ m}^2$$

Με  $\alpha = 0,04$  θα έχουμε :

$$2,68 * 0,04 = 0,1072 \text{ Sabine}$$

- **Καρέκλες**

Υπάρχουν 70 καρέκλες μέσα στην αίθουσα που έχουν συντελεστή  $\alpha = 0,2$ . Κάθε καρέκλα έχει εμβαδόν  $0,2 \text{ m}^2$ . Άρα :

$$70 * 0,2 = 14 \text{ m}^2$$

$$14 * 0,2 = 2,8 \text{ Sabine}$$

### **Ε) Συνολική Ηχοαπορρόφηση της Αίθουσας**

• Δάπεδο	30,36
• Οροφή	1,012
• Νότια Πλευρά	1,34
• Βόρεια Πλευρά	0,607
• Ανατολική Πλευρά	3,456
• Δυτική Πλευρά	0,726
• Πάγκοι Ομιλητών	0,5544
• Πάγκος Ρήτορα	0,1072
• Καρέκλες	2,8

Η συνολική ηχοαπορρόφηση της αίθουσας είναι :

**40,96 Sabine**

### **4.3 Υπολογισμός του Χρόνου Αντήρησης για Ομιλίες**

#### **4.3.1 Για Γεμάτη Αίθουσα**

Μέσα στην αίθουσα μπορούν να παρευρεθούν μέχρι 70 άτομα.  
Επειδή κάθε άτομο καταλαμβάνει επιφάνεια  $1 \text{ m}^2$  και για 70 άτομα έχουμε :

$$70 * 1 = 70 \text{ m}^2$$

Η ηχοαπορρόφηση των ατόμων με  $\alpha = 0,41$  είναι :

$$70 * 0,41 = 28,7 \text{ Sabine}$$

Ο τύπος υπολογισμού του χρόνου αντήρησης είναι :

$$T = 0,163 V / - S \ln(1 - A/S)$$

όπου: S η συνολική επιφάνεια της αίθουσας και  
A η συνολική ηχοαπορροφητικότητα των επιφανειών

Έτσι λοιπόν :

$$T = 54,43 / -335,72 \ln(37,501/335,72)$$

$$T = 54,43 / 735,8$$

$$T = 0,073 \text{ sec}$$

### **4.4 Υπολογισμός της Απαιτούμενης Ηλεκτρικής Ισχύος**

Η στάθμη P ενός ήχου που δημιουργείται από ηχείο στάθμης W σε απόσταση R δίνεται από τη σχέση :

$$P^2 = W * P_0 * C / 4\pi R^2 \quad (1)$$

όπου  $P_0$ : η πίεση αναφοράς

C: η ειδική αντίσταση του αέρα

Για στάθμη ηχείου 1Watt και απόσταση 1m προκύπτει μια νέα ηχητική στάθμη  $P_1$  που είναι :

$$P_1^2 = P_0 * C / 4\pi \quad (2)$$



Διαιρώντας τις σχέσεις (1) και (2) κατά μέλη τελικά θα πάρουμε :

$$P^2 / P_1^2 = W / R^2 \quad (3)$$

Λογαριθμώντας τη σχέση (3) έχουμε :

$$\begin{aligned} \log P^2 - \log P_1^2 &= \log W - \log R^2 \\ 20 \log P^2 &= 20 \log P_1^2 + 10 \log W - 20 \log R^2 \\ \text{S.P.L.} &= \text{S.P.L.}_1 + 10 \log W - 20 \log R \end{aligned} \quad (4)$$

όπου : S.P.L.	Στάθμη ηχητικής πίεσης σε απόσταση R
S.P.L. <sub>1</sub>	Στάθμη ηχητικής πίεσης 1W σε 1m
W	Στάθμη ηχείου ή μεγαφώνου ηχοστήλης

Επειδή τα ηχεία που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να εξυπηρετούν δύο σκοπούς ( και ομιλία και απαλή μουσική ) θα χρειαστούμε 4 ηχεία που αρκούν για το μήκος της συγκεκριμένης αίθουσας, το καθένα από τα οποία θα αποτελείται από μεγάφωνα στάθμης W.

Για απόσταση R=11 m, στάθμη S.P.L. = 85 dB και στάθμη S.P.L.<sub>1</sub> = 100 dB έχουμε από τη σχέση (4) :

$$\begin{aligned} 85 \text{ dB} &= 100 \text{ dB} + 10 \log W - 20 \log 11 \\ 85 \text{ dB} - 100 \text{ dB} + 20,8 &= 10 \log W \\ 5,8 &= 10 \log W \\ 0,58 &= \log W \\ W &= 3,801 \text{ Watts} \end{aligned}$$

Η ηλεκτρική ισχύς μέσα στην αίθουσα είναι ανάλογη της απόστασης r στην οποία απαιτείται να γίνουν γνωστά τα ηχητικά κύματα και δίνονται από τον παρακάτω εμπειρικό τύπο όταν δεν χρησιμοποιούνται ηχοαπορροφητικές επενδύσεις.

$$P = 0,1 r^2$$

Με τη βοήθεια του σχήματος υπολογίζεται η απόσταση.

$$\begin{aligned} r^2 &= 9,20^2 + 11^2 \\ r^2 &= 84,64 + 121 \\ r &= 14,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Επομένως η απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς θα είναι :

$$P = 0,1 r^2 = 0,1 * 14,3^2 = 20,449 \text{ Watts}$$

**Αυτό σημαίνει ότι η ισχύς των ηχείων πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 Watts.**

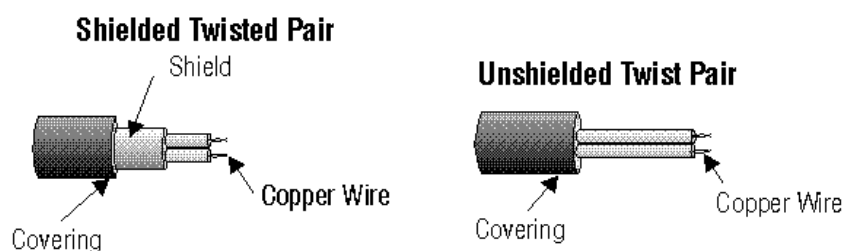
## 4.5 Καλωδίωση

Τα καλώδια συνδέουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα δίκτυο τηλεδιάσκεψης. Μεταφέρουν σήματα, είτε με τη μορφή ηλεκτρισμού είτε με την μορφή φωτός, από το ένα εξάρτημα στο άλλο. Διαφορετικοί τύποι καλωδίων έχουν διαφορετικές ικανότητες και κόστος και συνεπώς διαφορετικές εφαρμογές. Οι τύποι καλωδίων που μπορεί να συναντήσει κάποιος είναι:

- Περιεστραμμένο ζεύγος καλωδίων

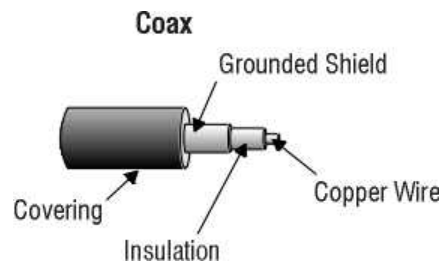
Όπως υποδηλώνει το όνομα τους, τα περιεστραμμένα καλώδια κατασκευάζονται από επικαλυμμένους χάλκινους αγωγούς περιεστραμμένους ο ένας γύρω από τον άλλο. Η συστροφή βοηθά στη μείωση της παρεμβολής που μπορεί να αναπτυχθεί όταν δύο ή περισσότεροι αγωγοί εκτείνονται ο ένας δίπλα στον άλλο. Το περιεστραμμένο ζεύγος καλωδίων υπάρχει σε δύο τύπους: το θωρακισμένο περιεστραμμένο ζεύγος (shielded twisted pair – STP) και το χωρίς θωράκιση περιεστραμμένο ζεύγος (unshielded twisted pair – UTP). Το STP έχει μια έξτρα κάλυψη η οποία το προστατεύει από εξωτερικές ηλεκτρικές παρεμβολές. Αυτή μπορεί να είναι απαραίτητη όταν εκτείνεται το καλώδιο κοντά σε μηχανήματα ή συσκευές οι οποίες δημιουργούν ηλεκτρικό θόρυβο.

Το UTP κατανέμεται σε πέντε κατηγορίες. Το καλώδιο της κατηγορίας 3 ή οι κατηγορίες που είναι πιο πάνω από αυτή είναι επαρκής για τις περισσότερες τηλεφωνικές εφαρμογές, περιλαμβάνοντας το ISDN. Το καλώδιο της κατηγορίας 5 απαιτείται σε μερικά δίκτυα με υψηλότερη ταχύτητα. Εξαιτίας της χαμηλής τιμής του, της ευκολίας που έχει η εγκατάσταση του, και της ευχρηστίας του, το καλώδιο της κατηγορίας 5 είναι ένα από τα πιο δημοφιλή καλώδια για δίκτυα που χρησιμοποιούνται σήμερα



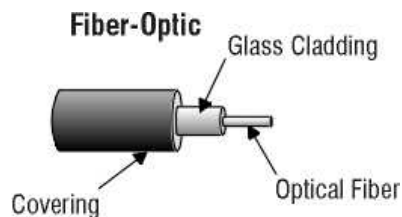
- Ομοαξονικό καλώδιο

Περιλαμβάνει ένα μονόκλωνο αγωγό ο οποίος περιβάλλεται από μόνωση και από ένα πλέγμα το οποίο γειώνεται. Λόγω της έξτρα θωράκισης, το ομοαξονικό καλώδιο είναι λιγότερο ευεπηρεάστο στις παρεμβολές από το UTP καλώδιο. Έχει υψηλότερο εύρος συχνοτήτων και μπορεί να εκτείνεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Είναι οπωσδήποτε, δυσκολότερη η εγκατάσταση του και πιο ακριβό. Χρησιμοποιείται σε ψηφιακά δίκτυα καθώς και για να μεταφέρει αναλογικά σήματα ήχου και εικόνας.



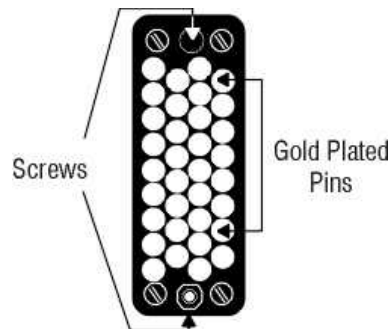
- Οπτική ίνα

Αντίθετα με τα άλλα καλώδια, τα καλώδια οπτικών ινών δεν μεταφέρουν ηλεκτρικά σήματα αλλά φως. Κατασκευάζονται από εύκαμπτο γυαλί ή πλαστικό. Μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα γρηγορότερα και πιο μακριά από οποιοδήποτε χάλκινο αγωγό. Το κύριο μειονέκτημα τους είναι το κόστος και η δυσκολία εγκατάστασή τους. Επί του παρόντος, η κύρια εφαρμογή των οπτικών ινών είναι η χρήση τους ως ένα υψηλής ταχύτητας υπόβαθρο για άλλα δίκτυα.



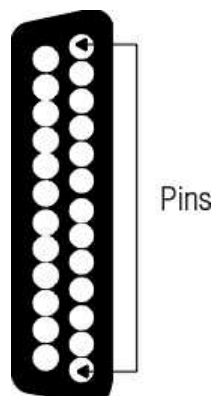
- Καλώδιο V.35

Αποτελείται από 34 αγωγούς. Μπορεί να μεταφέρει δεδομένα με ρυθμό 2 Mbps. Τα καλώδια V.35 έχουν περιορισμό τα 30 μέτρα όσον αφορά το μέγιστο μήκος που μπορεί να έχουν καθώς από το όριο αυτό και μετά επέρχεται απώλεια στα δεδομένα. Συνεπώς, δεν χρησιμοποιούνται σε γενικές εγκαταστάσεις δικτύων. Στην τηλεδιάσκεψη, χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τα διάφορα εξαρτήματα με τον εξοπλισμό του δικτύου. Συνδέονται σε συνδετήρες M-34. Οι συνδετήρες αυτοί έχουν 34 επίχρυσες ακίδες και ενσωματωμένες βίδες για ασφαλή σύνδεση.



- Καλώδιο RS-366

Όπως και το V.35 καλώδιο χρησιμοποιείται κυρίως για την άμεση σύνδεση κομματιών του εξοπλισμού. Είναι περισσότερο αργό και λιγότερο ακριβό από το V.35. Το RS-366 χρησιμοποιείται για την μετάδοση επιλογικής πληροφορίας, όπως των τηλεφωνικών αριθμών του ISDN, στον εξοπλισμό του δικτύου. Συνδέονται σε συνδετήρες DB-25, οι οποίοι μοιάζουν με αυτούς που βρίσκονται στις περισσότερες παράλληλες θύρες των εκτυπωτών. Το μέγιστο μήκος που μπορεί να έχει είναι τα 30 μέτρα καθώς πέρα από αυτό το όριο αρχίζει να επέρχεται απώλεια του σήματος.





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **Κόστος Υλοποίησης Ηχητικού Συστήματος**



# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**



## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΟΛΙΚΗΣ ΗΧΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

```
10    Rem introducing sequence
20    Rem
30    Print hex (0 30 ao ao ao ao aoa) : program number :011"40
      print "program name : rvrftime"
50    Print hex ( oaoaoaoaoaoa )
60    Input "key exec to continue", mo
70    Print hex ( oaoaoaoa )
80    Print "this program calculates the resulting reverberation
      time"
90    Print "of a room"
100   Print "data must include the volume of the room, the
      number of seats"
110   Print "and the proposed absorbing materials with their
      coeff icients"
120   Print "in octabe steps"
130   Print "the program executes the calculation, prepares a
      materials list"
140   Print "and enables the user to make changes to the list in
      order"
150   Print "to obtain the best possible result"
160   Print "the final values are presented in a simple diagram"
170   Rem
180   Rem data input sequence
190   Dim f(6), s(10), a(10,6), d(6)
200   Print hex (oaoaoaoa)
```

```

210   Input "key exec to continue", mo
220   Print hex (03)
230   Input "volume of the room in cubic meters",v
240   Input hex (03)
250   Print "number of seats", r
260   Print hex (03)
270   Print "key 1 for wooden chairs, simple, empty, in rows"
280   Print "key 2 for light upholstered seats, empty"
290   Print "key 3 for theater seats, heavy upholstered, empty"
300   Print "key 4 for audience, on simple wooden chairs"
310   Print "key 5 for audience, standing, in very large rooms"
320   Print "key 6 for audience, in typical, heavy upholstered,
theater seats"
330   Input "key 7 for orchestra members, with instruments", b
340   If (b-1)*(b-7)" othen 270
350   Restore b*6-5: mat read f
360   Data
01,.02,.03,.05,.05,.1,.15,.20,.25,.27,.25,.1,.31,.32,.34,.35,.1
5,.28,.40,.44,.45,.15,.3,.5,.55,.6,.5,.2,.4,.55,.6,.5,.6,.95,.1.0
6,1.08,1.08,1.08
370   Print hex (03)
380   Input "relative humidity in percent (if unknown key 60)",
u
390   Print hex (03)
400   Input "total number of different materials", k
410   For i=1 to k
420   Print hex (03)
430   Print hex (03); "surface of materials nr";I;

```

```

440   Input s(i)
450   : Print
460   Print " 125 250 500 1000 20000 4000"
470   For t=1 to 6
480   Input a(i,t)
490   Print tab (8*t+1); hex (oc);
500   Next i
510   Print :next i
520   Gosub '1
530   Gosub '2
540   Mo=o
550   Rem changements procedure
560   Input "key exec to continue with changements or to obtain
        final printout", m1
570   Print hex (03)
580   Print :1) key to obtain histogram on crt"
590   Print
600   Print "2) key 2 to obtain a printout of materials list"
610   Print "(output printewr must be prepared and ready)"
620   Print
630   Print "3) key 3 to obtain a printout of histogram"
640   Print "(output printer must prepared and ready)"
650   Print
660   Print :4) key 4 to end the program"
670   Print

```

```

680   Input :5) key exec to make changes",mo
690   On mo goto 730, 750, 770, 790
700   Rem display subroutines selection
710   Gosub '3
720   Goto 520
730   Goto '4
740   Goto 540
750   Gosub '5
760   Goto 540
770   Gosub '6
780   Goto 540
790   End

800   Rem main calculation subroutine
810   Deffen'1
820   Mat d=zer
830   For i=1 to 6
840     D(i)=h*68*(2*i-8)/(u*1000)
850   Next i
860   For i=1 to 6
870     D(i)=d(i)+f(i)*r
880   Next i
890   For j=1 to 6
900     For i=1 to k
910       D(j)=d(j)+a(a,j)*s(i)
920     Next i

```

```

930 Next j
940 For i=1 to 6
950 D(i)=1,63*v/d(i)
960 Next i
970 Return

980 Rem table print subroutine
990 Defns '2
1000 Print hex (03); "s(m2) 125 250 500 1000 2000 4000":print
1010 For i=1 to k
1020 Printusing 1040, s(i), a(i,1), a(i,2), a(i,3), a(i,4), a(i,5), a(i,6)
1030 Next i
1040 %#####.##.####.###.####.###.#####.##
1050 Print
1060 Printusing 1040, "time", d(1), d(2), d(3), d(4), d(5), d(6)
1070 Return

1080 Rem table changement general subroutine
1090 Deffn '3
1100 Print "key 1 to change one value"
1120 Print "key 2 to change one line"
1130 Print "key 3 to and a new material"
1140 Input mo
1150 On mogoto 1170, 1190, 1210
1160 Goto 1110
1170 Gosub '10
1180 Return

```

```

1190 Gosub '11
1200 Return
1210 Gosub '12
1220 Return
1230 Defn '10
1240 Print "to change one value in any line (sek 2 gives the
list on crt)"
1250 Input "key number of line", p
1260 Input "key number of column", l
1270 Input "key new value to be inserted", s
1280 If l=1 then 1310
1290 A(p,l)=s
1300 Goto
1310 S(p)=s
1320 Return
1330 Rem one line chngement subroutine
1340 Defne '11
1350 Print "to change on whole line (sflk2 gives the list on crt)"
1360 Input "key number of line to be changed", p
1370 Input "surface of material", s
1380 Print hex (03); "125 250 500 1000 2000 4000"
1390 For i=1 to 6
1400 Input a(p,i)
1410 Print tab(7*i+1);hex(oc)
1420 Next i
1430 Return

```

```

1440  Rem new material subroutine
1450  Deffn'12
1460  Print hex (03); "addiction of a new material to the list"
1470  K=k+1
1480  Input "surface of material", s(k)
1490  Print
1500  Print
1510  Print " 125 250 500 1000 2000 4000"
1520  For i=1 to 6
1530  Input a(k,i)
1540  Print tab (8*i+1); hex (oc);
1550  Next i
1560  Return
1570  Rem output printer selection for table
1580  Deffn'5
1590  Select print 211(120)
1600  Gosub '2
1610  Select print 005
1620  Return
1630  Rem output printer selection for histogram
1640  Deffn'6
1650  Select print 211(120)
1660  Gosub'4
1670  Select print 005
1680  Return

```

```

1690 Rem return tp changement procedure
1700 Deffn'15
1710 Goto 580
1720 Rem histogram
1730 Deffn'4
1740 Print hex (03)
1750 J=0
1760 Input "key number of seconds to be shown in the
        diagram", a
1770 N=Int (50/a)
1780 Print hex (03); "h i s t o g r a m"
1790 For i=1 to 6
1800 Printusing 1980, 2!(i-1)*125;
1810 For j=1 to int (n*d(i)+.5)
1820 Print "*";
1830 Next j
1840 Print tab (55); int (100*d(i)+.5)/100
1850 Print
1860 Next i
1870 Print tab (5);
1880 For i=1 to 6
1890 Print i-1;
1900 For j=1 to 6
1910 Q=q+1
1920 If i=a then 1960

```



```

1930  Print “-“;
1940  Next j
1950  Next i
1960  Print “”
1970  Return
1980  %#####
1990  Rem return to changement procedure.
2000  Deffn’0
2010  Goto 570

```

S(m2)	125	250	500	1000	2000	4000
120.0	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.30
200.0	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20	0.30
150.0	0.10	0.10	0.20	0.30	0.30	0.20
TIME	0.93	0.91	0.74	0.47	0.55	0.48

### HISTOGRAM

```

125 ***** .03
250 ***** .01
500 ***** .74
1000 ***** .48
2000 ***** .56
4000 ***** .49
0 ----- 1

```

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Με την συγκεκριμένη μελέτη ασχολήθηκα χάρη στον καθηγητή-εισηγητή μου κο. Αντωνιδάκη Μανώλη. Κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας έλυσα τα όποια προβλήματα παρουσιάστηκαν και βελτίωσα την εργασία μου σε μεγάλο βαθμό.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κο. Αντωνιδάκη Μανώλη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου και για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια της ενασχόλησης μου με την πτυχιακή εργασία.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για όσα έχουν κάνει για μένα τόσα χρόνια.

Μούσλεκ Σάρα

## **ΕΠΙΛΟΓΟΣ**

Μετά από συζήτηση αποφασίστηκε ότι η πλέον συμφέρουσα προς υλοποίηση προσφορά είναι αυτή της Ηλεκτρονικής Ένωσης Χανίων γιατί καλύπτει τις ανάγκες της αίθουσας στον καλύτερο δυνατό βαθμό με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Κατόπιν έρευνας αγοράς αλλά και στο διαδύκτιο καταλήξαμε ότι τα εξαρτήματα που προτείνει η Ηλεκτρονική Ένωση Χανίων καλύπτουν και ποιοτικά τις αρχικές μας προδιαγραφές.