

3.4 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΗΧΟΥ

Εκτός από τα συστήματα επεξεργασίας αναλογικού ήχου, στο εμπόριο διατίθενται και συστήματα επεξεργασίας ψηφιακού ήχου. Οι δημοφιλέστερες συσκευές ψηφιακού ήχου είναι : CD, DAT, ADAT, DCC και MD . Τα βασικά μέρη των συστημάτων αυτών είναι τα ακόλουθα :

- **Μετατροπές αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.** Στη μονάδα αυτή πραγματοποιείται η δειγματοληψία του αναλογικού σήματος τόσες φορές το δευτερόλεπτο, όσο είναι η συχνότητα δειγματοληψίας και δημιουργούνται δυαδικοί αριθμοί, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν το κάθε δείγμα. Η συχνότητα δειγματοληψίας, με την οποία λαμβάνονται τα δείγματα από την αναλογική κυματομορφή, καθορίζει και την υψηλότερη συχνότητα, η οποία μπορεί να αναπαραχθεί μετατρέποντας τους δυαδικούς αριθμούς ξανά σε αναλογική μορφή. Οι συχνότητες δειγματοληψίας, που χρησιμοποιούνται, είναι 32 KHz, 44,1 KHz, 48 KHz. Επομένως, η υψηλότερη συχνότητα, που μπορεί να αναπαραχθεί, είναι αντίστοιχα 16 KHz, 22 KHz, 24 KHz. Οι συχνότητες αυτές αποτελούν και τη μέγιστη απόκριση συχνότητας ψηφιακού συστήματος. Η επιλογή του αριθμού των ψηφίων, που αντιστοιχεί σε κάθε δείγμα, προσδιορίζει τη δυναμική περιοχή και το λόγο σήματος προς το θόρυβο του συστήματος. Η δυναμική περιοχή εκφράζει το λόγο της μεγαλύτερης έντασης ήχου προς τη μικρότερη σε λογαριθμική κλίμακα. Χρησιμοποιώντας 16 ψηφία για κάθε δείγμα προκύπτει περιοχή τιμών δειγμάτων από 0 έως 65.534, με αποτέλεσμα να έχουμε μέγιστη δυναμική περιοχή 96 dB.
- **Τμήμα επεξεργασίας ψηφιακού σήματος.** Στο τμήμα αυτό γίνεται η επεξεργασία του ψηφιακού σήματος ήχου, στην οποία περιλαμβάνεται και η συμπίεση.
- **Τμήμα αποθήκευσης ψηφιακών δεδομένων.** Στο τμήμα αυτό γίνεται η κατάλληλη επεξεργασία του σήματος για την αποθήκευσή του στο συγκεκριμένο μέσο, που χρησιμοποιεί το σύστημα. Τα κυριότερα μέσα αποθήκευσης, τα οποία χρησιμοποιούνται, είναι : ο οπτικός δίσκος (CD), ο μικρός δίσκος (MD), ο σκληρός δίσκος (HD) και οι μαγνητικές ταινίες
- **Μετατροπές ψηφιακού σήματος σε αναλογικό.** Στη μονάδα αυτή οι δυαδικοί αριθμοί, που αντιπροσωπεύουν τη στάθμη του σήματος, μετατρέπονται σε αναλογική κυματομορφή.
- **Είσοδοι - Έξοδοι** Τα ψηφιακά συστήματα ήχου, για να μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους καθώς και με άλλες συσκευές παραγωγής και επεξεργασίας ήχου (μικρόφωνα, ψηφιακές συσκευές μίξης κ.λ.π), χρησιμοποιούν εισόδους και εξόδους. Οι είσοδοι και εξοδοί των ψηφιακών συστημάτων ήχου χωρίζονται σε **αναλογικές** και **ψηφιακές**.

3.4.1

Αναλογικοί Είσοδοι - έξοδοι

Οι αναλογικοί είσοδοι-έξοδοι χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αναλογικών σημάτων ήχου μεταξύ των συσκευών ήχου.

Οι αναλογικές είσοδοι-έξοδοι χαρακτηρίζονται από:

- Τη στάθμη του σήματος : - 10 dBv ή + 4 dBm
- Τη σύνθετη αντίσταση : χαμηλή ή υψηλή
- Το τύπο του υποδοχέα (συνδετήρα) : RCA ή XLR

Στάθμη

Τα ντεσιμπέλ (dB) είναι ο πιο κατάλληλος τρόπος, για να εκφράσουμε το λόγο της στάθμης σήματος προς τη στάθμη άλλου σήματος. Όταν θέλουμε να εκφράσουμε την απόλυτη στάθμη σήματος, χρησιμοποιούμε το λόγο του σήματος προς τη στάθμη αναφοράς. Τα ντεσιμπέλ με δείκτη m (dBm) εκφράζουν το λόγο της στάθμης σήματος προς τη στάθμη αναφοράς 0,775 V. Τα ντεσιμπέλ με δείκτη v (dBv) εκφράζουν το λόγο της στάθμης σήματος προς τη στάθμη αναφοράς 1volt. Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι $1 \text{ dBv} = 2,14 \text{ dBm}$

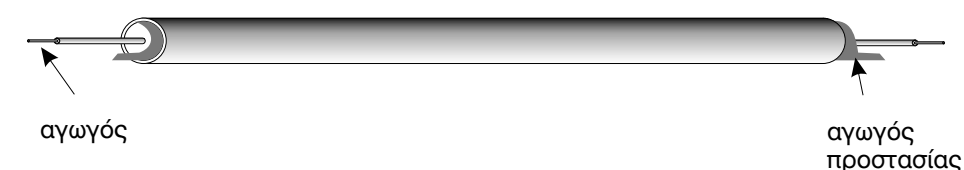
Τα επαγγελματικά συστήματα χρησιμοποιούν στάθμη σήματος + 4 dBm, ενώ τα οικιακά και τα ημι-επαγγελματικά -10 dBv.

Σύνθετη αντίσταση

Η σύνθετη αντίσταση διακρίνεται σε χαμηλή και υψηλή. Συσκευές, όπως για παράδειγμα το επαγγελματικό μικρόφωνο, το οποίο έχει χαμηλή σύνθετη αντίσταση στην έξοδο, για να αποδίδει καλύτερα, πρέπει να συνδέεται με είσοδο χαμηλής σύνθετης αντίστασης.

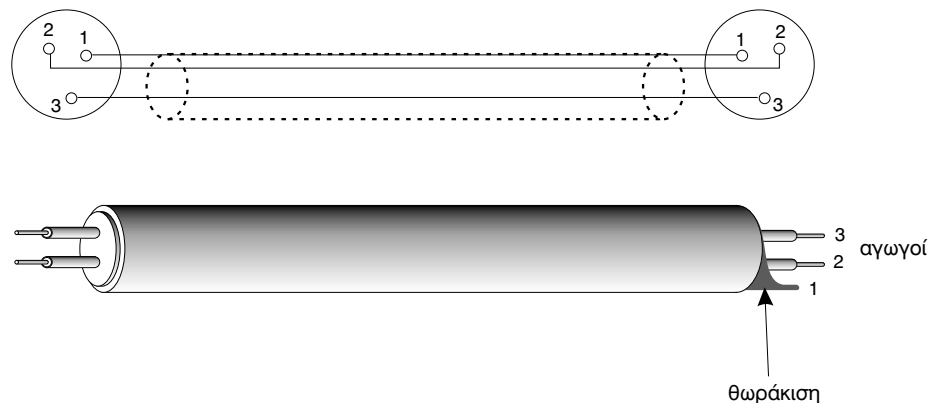
Υποδοχέας

Ο υποδοχέας RCA χρησιμοποιείται, κυρίως, στις καταναλωτικές συσκευές ήχου. Ο υποδοχέας αυτός χρησιμοποιείται για συνδέσεις με μη ισορροπημένες γραμμές. Οι μη ισορροπημένες γραμμές αποτελούνται από καλώδια με έναν αγωγό και τον αγωγό προστασίας (θωράκιση).



Σχήμα 3.4.1a Μη ισορροπημένη γραμμή

Ο υποδοχέας XLR χρησιμοποιείται, κυρίως, στις επαγγελματικές συσκευές ήχου, που συνδέονται μέσω ισορροπημένων γραμμών. Οι ισορροπημένες γραμμές αποτελούνται από καλώδια με δύο αγωγούς και τον αγωγό προστασίας (θωράκιση). Το σήμα μεταφέρεται με διαφορά φάσης 180° από τους δύο αγωγούς και ο αγωγός προστασίας γειώνεται. Με τον τρόπο αυτό περιορίζουμε τη ποσότητα θορύβου, που εισάγεται στο σύστημα και οφείλεται στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.



Σχήμα 3.4.1b Ισορροπημένη γραμμή

3.4.2 Ψηφιακές Είσοδοι - Έξοδοι

Οι ψηφιακές είσοδοι- έξοδοι επιτρέπουν την απευθείας ανταλλαγή ψηφιακού ήχου (χωρίς τη μετατροπή του σε αναλογικό) μεταξύ ψηφιακών συσκευών ήχου. Με τη σύνδεση των συσκευών ήχου μέσω ψηφιακών εισόδων- εξόδων αποφεύγουμε την απώλεια ποιότητας ήχου, που οφείλεται στις πολλαπλές μετατροπές του από ψηφιακό σε αναλογικό και αντίστροφα. Οι ψηφιακές είσοδοι και έξοδοι συστήματος χαρακτηρίζονται από:

- το είδος του πρωτοκόλλου διασύνδεσης, S/PDIF ή AES/EBU και
- το τύπο του υποδοχέα RCA, XLR και Toslink. Ο υποδοχέας Toslink κατασκευάστηκε από την εταιρεία TOSHIBA και χρησιμοποιείται στην οπτική μεταφορά δεδομένων, δηλαδή μέσω οπτικών ινών με βύσμα Toslink.

Πρωτόκολλο διασύνδεσης S/PDIF

Η τυποποίηση διασύνδεσης S/PDIF κατασκευάστηκε από τις εταιρείες Sony και Philips και καθιερώθηκε διεθνώς για την ανταλλαγή ψηφιακών δεδομένων σε καταναλωτικές συσκευές ψηφιακού ήχου. Η τυποποίηση αυτή πολυπλέκει τα δύο κανάλια ήχου και τα μεταδίδει σε μία γραμμή. Διαθέτει σύστημα SCMS, που απαγορεύει την παράνομη αντιγραφή τραγουδιών και μουσικής.

Τα δεδομένα μεταφέρονται ηλεκτρικά μέσω μη ισορροπημένων γραμμών με συνδετήρα RCA ή οπτικά με συνδετήρα Toslink.

Πρωτόκολλο διασύνδεσης AES/EBU

Η τυποποίηση διασύνδεσης AES/EBU χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή ψηφιακού ήχου μεταξύ ψηφιακών συσκευών ήχου. Η τυποποίηση αυτή κατασκευάστηκε από το Σύλλογο Μηχανικών Ηχου (Audio Engineering Society) και την Ευρωπαϊκή Ένωση Ραδιοφωνίας (European Broadcasting Union) και χρησιμοποιείται, κυρίως, στις επαγγελματικές συσκευές ήχου. Στη διασύνδεση AES/EBU, τα δεδομένα ψηφιακού ήχου μεταφέρονται μέσω ισορροπημένων γραμμών με συνδετήρα XLR.

Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στην επεξεργασία του ψηφιακού ήχου σε σχέση με τον αναλογικό, τα κυριότερα των οποίων είναι:

Πλεονεκτήματα

- Μικρότερη παραμόρφωση σήματος
- Λιγότερος θόρυβος
- Μεγαλύτερη δυναμική περιοχή
- Μεγαλύτερη δυνατότητα χειρισμού και επεξεργασίας ψηφιακού σήματος ήχου.
- Παραγωγή ειδικών εφφέ, χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας ήχου
- Μεγαλύτερη ακρίβεια στο μοντάζ.
- Παραγωγή αντιγράφων πολλών γενεών, χωρίς αλλοίωση του σήματος ήχου

Μειονεκτήματα

- Απαιτούν μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων
- Διαθέτουν πολύπλοκα κυκλώματα.
- Ο ήχος, ο οποίος παράγεται, είναι μη φυσικός (ψυχρός) σε σχέση με τον ήχο, που παράγουν τα αναλογικά συστήματα. Το μειονέκτημα αυτό περιορίζεται με την αύξηση του αριθμού των επιπέδων στάθμης κατά την κβαντοποίηση. Για αριθμό ψηφίων κβάντισης μεγαλύτερο του 16 το μειονέκτημα αυτό ελαχιστοποιείται.

3.4.3

**Πλεονεκτήματα
-Μειονεκτήματα
ψηφιακών
συσκευών ήχου**

Τα συστήματα ανάγνωσης και εγγραφής οπτικού δίσκου είναι ηλεκτρονικές συσκευές, οι οποίες χρησιμοποιούν οπτικό τρόπο εγγραφής και ανάγνωσης και σα μέσο εγγραφής έχουν τον οπτικό δίσκο. Το σύστημα ανάγνωσης και εγγραφής αποτελείται από:

- το laser ημιαγωγού(διόδου), το οποίο παράγει τη δέσμη φωτός για την ανάγνωση ή την εγγραφή
- το δέκτη φωτός(Photo detector), ο οποίος δέχεται το ανακλώμενο φως από το δίσκο και το μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα.
- το σύστημα φακών και πρισμάτων, τα οποία κατευθύνουν τη δέσμη φωτός

Τις συσκευές οπτικού δίσκου τις συναντάμε είτε σαν αυτόνομες, είτε σαν περιφερειακές μονάδες ηλεκτρονικών υπολογιστών. Στο εμπόριο διατίθενται συσκευές, οι οποίες κάνουν μόνο ανάγνωση των οπτικών δίσκων (CD-Players) και συσκευές, οι οποίες κάνουν ανάγνωση και εγγραφή οπτικών δίσκων (CD-R, CD-WR)

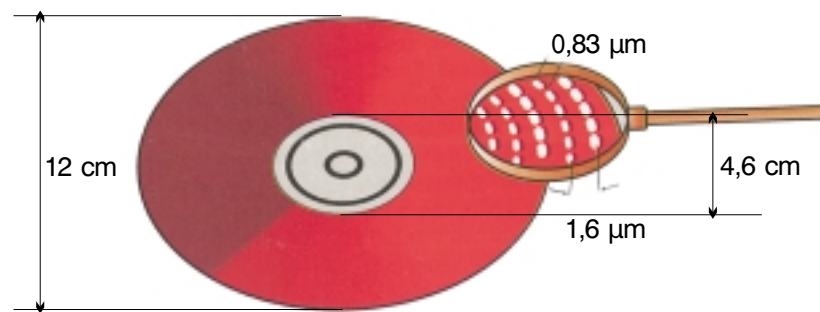


Σχήμα 3.4.4b Συσκευή ανάγνωσης οπτικού δίσκου

**3.4.4 Συσκευή
ανάγνωσης και
εγγραφής
οπτικού
δίσκου(CD)**



Σχήμα 3.4.1a Συσκευή ανάγνωσης και εγγραφής οπτικού δίσκου CD-R/RW YAMAHA



Σχήμα 3.4.4b Διαστάσεις οπτικού δίσκου και κοιλοτήτων

Οπτικός δίσκος

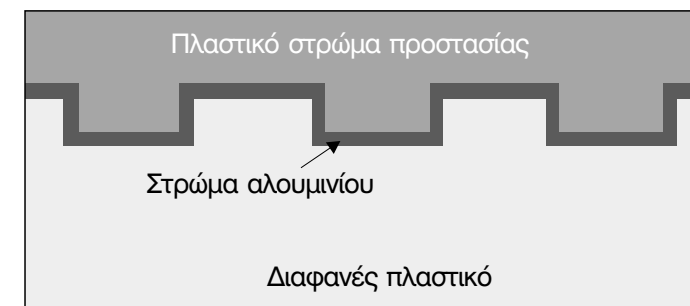
Οι οπτικοί δίσκοι έχουν μικρό μέγεθος, μεταφέρονται εύκολα και έχουν πολύ μικρό κόστος παραγωγής. Για αυτό, σε πολύ μικρό χρόνο αναδείχθηκαν σε ένα από τα κυριότερα μέσα αποθήκευσης δεδομένων. Η χωρητικότητα των ψηφιακών δίσκων είναι 650 MB. Για να αντιληφθούμε το μέγεθος αποθήκευσης των 650 MB, αρκεί να αναφέρουμε ότι, σε ένα οπτικό δίσκο μπορούν να αποθηκευθούν περίπου 300.000 σελίδες βιβλίου. Οι πιο διαδεδομένες κατηγορίες οπτικών δίσκων είναι οι ακόλουθες:

- Οπτικός Δίσκος CD-ROM
- Εγγράψιμο CD (CD-Recordable)
- Επανεγγράψιμο CD (CD-RW)

Οπτικός Δίσκος CD-ROM

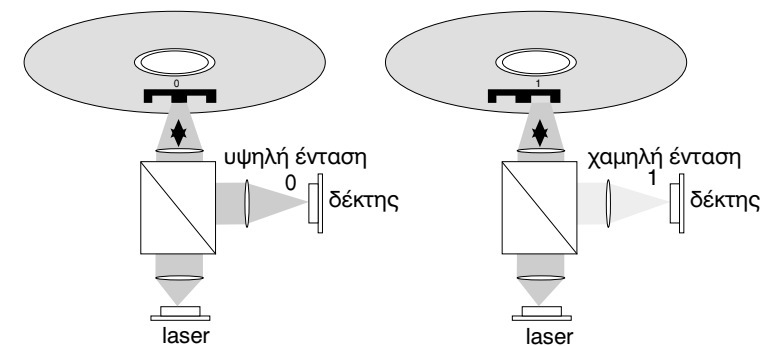
Τα ψηφιακά δεδομένα αποτυπώνονται με μορφή πολύ μικρών κοιλοτήτων και νησίδων σε διαφανές πλαστικό με μηχανική πίεση αρνητικού καλουπιού. Στη συνέχεια το διαφανές πλαστικό επιστρώνεται με λεπτό στρώμα αλουμινίου το οποίο για λόγους προστασίας (οξειδωσης) καλύπτεται από πλαστικό στρώμα.

Η ανάγνωσή τους γίνεται με δέσμη ακτινοβολίας, η οποία, όταν πέφτει σε κοιλότητα, ανακλάται χάνοντας μέρος της ισχύος της. Αυτό γίνεται αντιληπτό από το δέκτη της δέσμης και αντιστοιχεί, στην περίπτωση αυτή, το δυαδικό ψηφίο 0. Όταν η δέσμη πέσει σε νησίδα (λεία επιφάνεια), έχουμε πλήρη ανάκλαση, αυτό γίνεται αντιληπτό από το δέκτη της δέσμης και αντιστοιχεί το δυαδικό ψηφίο 1.



Σχήμα 3.4.4c Τομή οπτικού δίσκου στην οποία φαίνεται η διάταξη των στρωμάτων

Ο δίσκος είναι χωρισμένος σε 333.000 τομείς, οι οποίοι περιέχουν ο καθένας 2352 bytes. Ο τομέας είναι η μικρότερη μονάδα αποθήκευσης του δίσκου, στην οποία μπορούμε να έχουμε τυχαία πρόσβαση. Ανάλογα με το είδος της πληροφορίας, που είναι αποθηκευμένη στον οπτικό δίσκο CD-ROM, ο δίσκος αυτός διακρίνεται σε :



Σχήμα 3.4.4d Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας ανάγνωσης

- **Οπτικό δίσκο ήχου (CD-Audio)**
Ο ψηφιακός ήχος αποθηκεύεται με συχνότητα δειγματοληψίας 44,1 KHz και αριθμό ψηφίων ανά δείγμα 16 bits. Η συνολική διάρκεια του δίσκου είναι 74 min.
- **Οπτικό δίσκο δεδομένων (CD-Data)**
Η συνολική χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων στο δίσκο είναι 650 MB. Σε κάθε τομέα, λόγω της σπουδαιότητας των δεδομένων, αφιερώνονται 288 bytes στο κώδικα διόρθωσης λαθών, 16 bytes στον καθορισμό της αρχής του τομέα και στην αρίθμησή του και τα υπόλοιπα 2048 χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των πληροφοριών.

Εγγραψίμο CD (CD-Recordable)

Οι δίσκοι αυτοί αποτελούνται από πλαστικό υπόστρωμα, που επιχρυσώνεται και καλύπτεται με στρώμα οργανικής βαφής. Η βαφή αυτή αλλάζει τοπικά τις οπτικές της ιδιότητες, όταν δεχθεί οπτική ακτίνα χαμηλής ισχύος. Ανάλογα με την κατάσταση του στρώματος βαφής, η φωτεινή δέσμη ανακλάται με διαφορετική ισχύ και ο δέκτης, που τη λαμβάνει, αντιστοιχεί το δυαδικό ψηφίο 0 ή 1. Επειδή η αλλαγή της βαφής είναι μόνιμη, οι δίσκοι αυτοί μπορούν να εγγραφούν μόνο μία φορά.

Επανεγγραψίμο CD (CD-RW)

Η επιφάνεια εγγραφής των δίσκων αυτών αποτελείται από κρυσταλλικό στρώμα, το οποίο έχει μεγάλη ανακλαστικότητα και το οποίο, όταν δεχθεί συγκεκριμένη δέσμη φωτός, μετατρέπεται σε άμορφη κατάσταση με χαμηλή ανακλαστικότητα. Η άμορφη κατάσταση λειτουργεί όπως οι κοιλότητες στους δίσκους CD-ROM. Επομένως, μπορούμε με τον τρόπο αυτό να εγγράψουμε τα δυαδικά ψηφία 0 και 1 και να τα διαβάσουμε αντίστοιχα. Επειδή οι αλλαγές κατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν μέχρι και 1.000 φορές, έχουμε τη δυνατότητα να επανεγγράψουμε το δίσκο κατ' επανάληψη.

Ταχύτητα περιστροφής οπτικών δίσκων

Τα δεδομένα στους οπτικούς δίσκους εγγράφονται σε σπειροειδείς τροχιές, ξεκινώντας από το κέντρο. Για να διατηρήσουμε επομένως, σταθερή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων (ανάγνωση δεδομένων), ο δίσκος περιστρέφεται με μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα. Η αρχική ταχύτητα περιστροφής, με την οποία λειτουργούσαν οι οδηγοί δίσκων, ήταν 200 στροφές/λεπτό (rpm) στην εξωτερική ακτίνα και 530 στην εσωτερική και συμβολίζεται με 1 X. Σήμερα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας των οδηγών οπτικών δίσκων έχουμε φθάσει σε ταχύτητες 50 φορές μεγαλύτερες της αρχικής, δηλαδή σε ταχύτητες 50 X.

Χρόνος προσπέλασης Είναι ο χρόνος, που απαιτείται για την ανάκτηση ομάδας δεδομένων από θέση αποθήκευσης του δίσκου. Στην αρχή, που οι ταχύτητες περιστροφής του δίσκου ήταν 1X, ο χρόνος ανάκτησης δεδομένων ήταν πολύ μεγάλος, της τάξης του 1 sec. Με την αύξηση της ταχύτητας, ο χρόνος αυτός μειώθηκε σημαντικά και σήμερα είναι της τάξης των 100 msec.

Δυνατότητες

Οι συσκευές ανάγνωσης και εγγραφής οπτικών δίσκων διαθέτουν τις παρακάτω δυνατότητες:

- Είσοδος σήματος χρονισμού, ώστε η συσκευή να οδηγείται από κοινή πηγή χρονισμού για όλα τα μηχανήματα ενός στούντιο.
- Σύστημα διαχείρισης αντιγράφων SCMS (Serial Copy Management System) για την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων. Το σύστημα αυτό αποτρέπει τη δημιουργία ψηφιακών αντιγράφων δεύτερης γενιάς, δηλαδή απαγορεύει τη δημιουργία αντιγράφων από ψηφιακά αντίγραφα. Επιτρέπει αντίγραφα μόνο πρώτης γενιάς, δηλαδή από το ψηφιακό πρωτότυπο.
- Καθυστερήση εισόδου (Input delay). Η λειτουργία αυτή εξαφανίζει το πρόβλημα της καθυστέρησης μετάδοσης δεδομένων, που δημιουργείται όταν γίνονται συγχρονισμένες εγγραφές. Τα ηχητικά δεδομένα προς εγγραφή αποθηκεύονται προσωρινά σε μνήμη και μετά προωθούνται προς εγγραφή. Με τον τρόπο αυτό, παρακάμπτεται το πρόβλημα της αδράνειας του συστήματος στην ανίχνευση του σήματος εγγραφής.
- Προοδευτική αύξηση και μείωση αντίστοιχα της έντασης κατά την έναρξη (fade in) και το φινάλε (fade out) της εγγραφής και της αναπαραγωγής.
- Παύση εγγραφής μερικών δευτερολέπτων (mute), πχ 2", στην αρχή ή στο τέλος εγγραφής.

Είναι ηλεκτρονική συσκευή, η οποία εγγράφει και αναπαράγει ψηφιακό ήχο χωρίς συμπίεση, χρησιμοποιώντας ως μέσο εγγραφής μαγνητική ταινία. Η τυποποίηση εγγραφής ψηφιακού ήχου σε ταινία (DAT) δημιουργήθηκε από τη SONY και τη PHILIPPS το 1987. Είναι η μοναδική τυποποίηση ψηφιακού ήχου, που χρησιμοποιείται σε καταναλωτικά προϊόντα χωρίς συμπίεση δεδομένων. Η ποιότητα εγγραφής των συστημάτων DAT είναι τόσο υψηλή, που έγιναν αμέσως αποδεκτά από τα επαγγελματικά στούντιο και καθιερώθηκαν ως πρότυπα ψηφιακής εγγραφής. Διαθέτει επίσης :

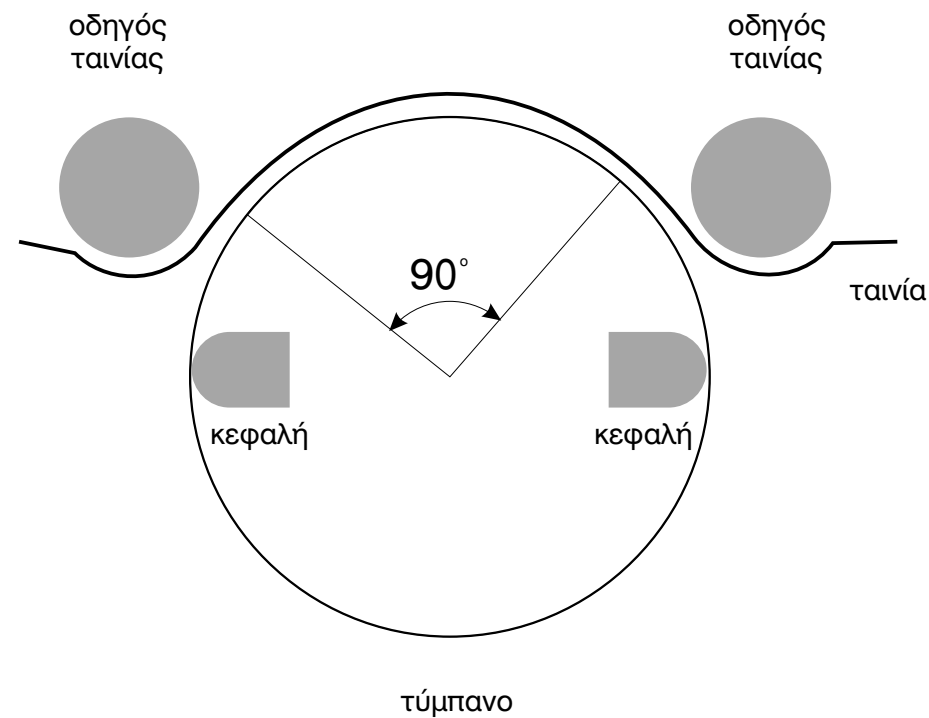
- Γρήγορη έρευνα τίτλων Με την ενεργοποίηση της λειτουργίας έρευνας η ταινία τυλίγεται γρήγορα μέχρι να φθάσει στην αρχή του επιλεγμένου τραγουδιού. Η ταχύτητα τυλίγματος είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με τις συνηθισμένες (αναλογικές) κασέτες και η ταινία 120 min τυλίγεται σε 50 sec. Κώδικα χρόνου, ο οποίος είναι απαραίτητος για το μοντάζ.
- Σύστημα διαχείρισης αντιγράφων SCMS, το οποίο εμποδίζει τη δημιουργία ψηφιακών αντιγράφων πολλαπλών γενεών. Επιτρέπει μόνο ψηφιακά αντίγραφα πρώτης γενιάς από το πρωτότυπο.
- Ένδειξη απόλυτου χρόνου, υπόλοιπου χρόνου ταινίας, τρέχουσας επιλογής τίτλου και επιλεγμένης συχνότητας δειγματοληψίας

Ελικοειδής σάρωση

Για την εγγραφή του ψηφιακού σήματος χρησιμοποιούνται δύο περιστρεφόμενες κεφαλές, οι οποίες σαρώνουν ελικοειδώς τη ταινία, δηλαδή εγγράφουν διαγώνια. Οι κεφαλές είναι τοποθετημένες αντιδιαμετρικά (180°) στο τύμπανο κεφαλής διαμέτρου 30 mm, που περιστρέφεται με 2000 στροφές

3.4.5 ΣΥΣΚΕΥΗ ΕΓΓΡΑΦΗΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΗΧΟΥ ΣΕ ΤΑΙΝΙΑ (DAT)

λεπτό(rpm). Αυτός ο τρόπος εγγραφής είναι παρόμοιος με τον ελικοειδή τρόπο εγγραφής του βίντεο σήματος και προσφέρει εγγραφή υψηλής πυκνότητας. Η γωνία τύλιξης της ταινίας στο τύμπανο κεφαλής είναι μικρή 90ο, με αποτέλεσμα η ταινία να φθείρεται λιγότερο και να απαιτείται λιγότερο τέντωμα.

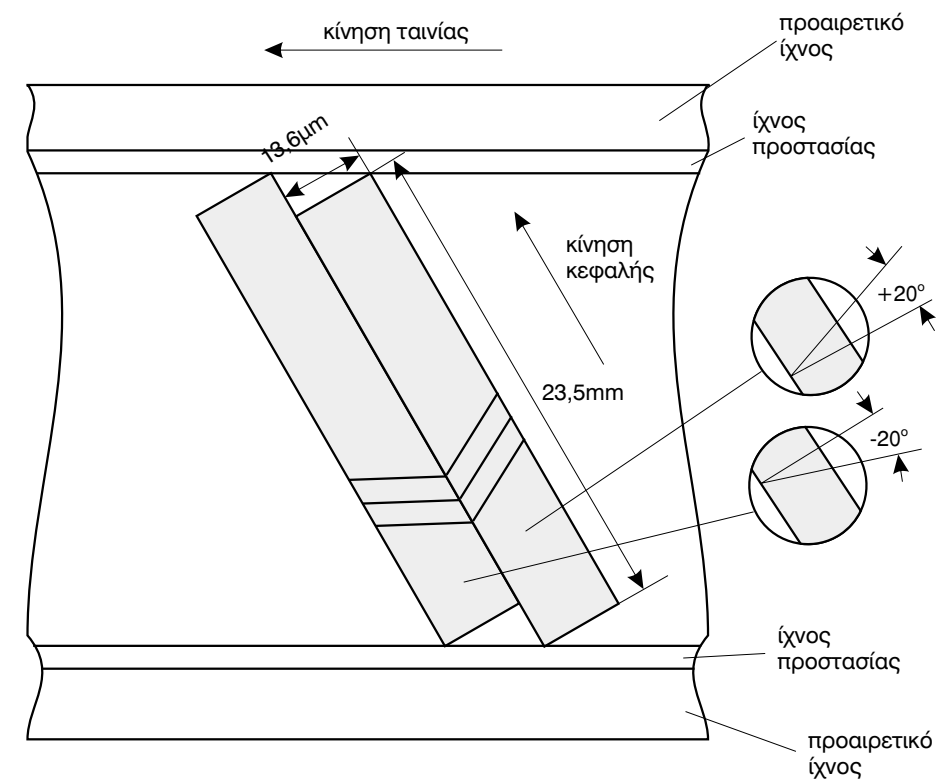


Σχήμα 3.4.5a Διάταξη κεφαλών και γωνία τύλιξης ταινίας του συστήματος DAT

Τα διαγώνια ίχνη εγγράφονται χωρίς κενό μεταξύ τους (ζώνη προστασίας), αλλά με μερική επικάλυψη, για να αυξηθεί η πυκνότητα εγγραφής. Για να αποφύγουμε τις παρεμβολές (Crosstalk) κατά την αναπαραγωγή, οι εγγραφές γίνονται με γωνία σε σχέση με το ίχνος, που ονομάζεται **αζιμούθιο**. Η κάθε κεφαλή εγγράφει με διαφορετική γωνία **αζιμούθιου**, που στην περίπτωση μας είναι 20°.

Στη ταινία, εκτός από το ψηφιακό ήχο σε διαμόρφωση PCM(Pulse code modulation), εγγράφονται σε διαφορετική θέση και άλλες πληροφορίες, που ονομάζονται υποκώδικας (Subcode data), όπως:

- αριθμός τραγουδιού,
- εντολή παράληψης τραγουδιού,
- απόλυτος χρόνος,
- Κώδικα χρόνου κ.λ.π



Σχήμα 3.4.5b Διάταξη και διαστάσεις ιχνών στην ταινία του συστήματος DAT

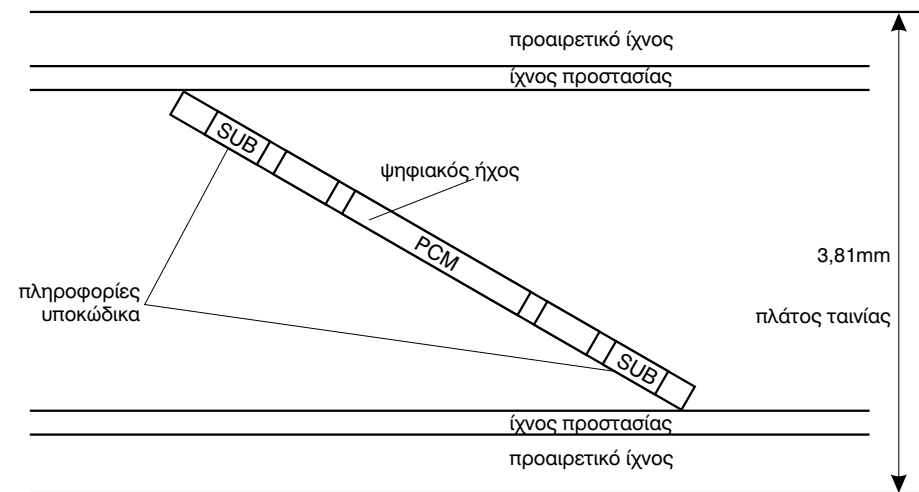
Κασέτα

Τα συστήματα DAT χρησιμοποιούν μαγνητική ταινία πλάτους 3,81 mm και μαγνητική επίστρωση σωματιδίων μετάλλου εκτός από τις προεγγεγραμμένες κασέτες, που η ταινία έχει επίστρωση οξειδίου. Η ταινία τοποθετείται σε κασέτα διαστάσεων 73x 54x 10.5 mm, η οποία έχει το μισό μέγεθος της συνηθισμένης αναλογικής. Διαθέτει περιστρεφόμενη πόρτα, η οποία με την εισαγωγή της κασέτας στο σύστημα ανοίγει και η ταινία σπρώχνεται προς τα έξω και τυλίγεται στο τύμπανο κεφαλών. Οι κασέτες διατίθενται στο εμπόριο με διάρκεια εγγραφής και αναπαραγωγής 45 min., 60 min, 90 min, 120 min και 180min.

Συχνότητα Δειγματοληψίας

Τα συστήματα DAT λειτουργούν σε τρεις συχνότητες δειγματοληψίας :

- 48 kHz. Η συχνότητα αυτή χρησιμοποιείται για εγγραφή και αναπαραγωγή από τα επαγγελματικά στούντιο, γιατί προσφέρει υψηλής ποιότητας ήχο.
- 44,1 kHz. Η συχνότητα αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για αναπαραγωγή προεγγεγραμμένων κασετών
- 32 kHz. Η συχνότητα αυτή χρησιμοποιείται στις επίγειες και δορυφορικές ψηφιακές ραδιοφωνικές εκπομπές. Προσφέρει μεγάλης διάρκειας εγγραφή για παράδειγμα, σε ταινία 180min, μπορούμε να έχουμε εγγραφή 6 ωρών.



Σχήμα 3.4.5c Διάταξη πληροφοριών στα διαγώνια ίχνη της ταινίας DAT

Κβαντοποίηση

Γραμμική κβάντιση 16 ψηφίων χρησιμοποιείται και στις τρεις συχνότητες δειγματοληψίας. Επίσης, μη γραμμική κβάντιση 12 ψηφίων χρησιμοποιείται στη λειτουργία μακράς διάρκειας (LP) και τεσσάρων καναλιών.

Ορισμένα συστήματα χρησιμοποιούν συχνότητα δειγματοληψίας 96 kHz και 16 ψηφία κβάντισης, που μειώνουν στο μισό το χρόνο εγγραφής. Για παράδειγμα, σε ταινία 2 ωρών, μπορούμε να εγγράψουμε μουσική μιας ώρας.

Τρόποι λειτουργίας συσκευών DAT

Η λειτουργία των συστημάτων DAT έχει τυποποιηθεί στους παρακάτω τρόπους:

1. Κανονικός
2. Προαιρετικός. Συμβατός με τις δορυφορικές ψηφιακές ραδιοφωνικές εκπομπές
3. Προαιρετικός. Μακράς διάρκειας (Long Play)
4. Προαιρετικός. Τεσσάρων καναλιών
5. Προεγγεγραμμένων κασετών κανονικού ίχνους.
6. Προεγγεγραμμένων κασετών μεγάλου ίχνους.

Στον πίνακα, που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά και οι ρυθμίσεις για κάθε τρόπο λειτουργίας.

Τρόπος	1ος	2ος	3ος	4ος	5ος	6ος
Αριθμός καναλιών	2	2	2	4	2	2
Συχνότητα δειγματοληψίας (kHz)	48	32	32	32	44.1	
Αριθμός ψηφίων κβαντοποίησης (bit)	16	16	12	12	16	16
Ρυθμός μετάδοσης Mbits/sec.	2.46	2.46	1.23	2.46	2.46	2.46
Διάρκεια εγγραφής (min)	120	120	240	120	120	80
Ταχύτητα ταινίας (mm/sec)	8.15	8.15	4.075	8.15	8.15	12.25
Σχετική ταχύτητα (m/sec)	3.133	3.133	1.567	3.133	3.133	3.129
Ταχύτητα Τύμπανο (rpm)	2000	2000	1000	2000	2000	2000

Μαγνητική επίστρωση	Μετάλλου	Οξειδίου
---------------------	----------	----------

Είναι ηλεκτρονική συσκευή, η οποία εγγράφει και αναπαράγει ψηφιακό σήμα, χρησιμοποιώντας σαν μέσο αποθήκευσης μαγνητική ταινία. Το σύστημα αυτό κατασκευάστηκε από την Εταιρεία Alesis και εγγράφει οκτώ κανάλια ψηφιακού ήχου σε μαγνητική ταινία τύπου S-VHS. Το κυριότερο πλεονέκτημα των συστημάτων ADAT σε σχέση με τα άλλα συστήματα ψηφιακού ήχου είναι η δυνατότητά τους να λειτουργούν δύο ή περισσότερα από αυτά μέχρι 16 σαν ένα σύστημα, το οποίο μας δίνει δυνατότητα ταυτόχρονης εγγραφής 16 έως 128 καναλιών.

3.4.6 Σύστημα ψηφιακού ήχου ADAT (Alesis Digital Audio Tape)



Σχήμα 3.4.6 Σύστημα ADAT

Τα συστήματα ADAT διαθέτουν επίσης τις παρακάτω δυνατότητες :

- γρήγορη προώθηση της ταινίας με ταχύτητα 20 φορές μεγαλύτερη από τη ταχύτητα αναπαραγωγής.
- γρήγορο τύλιγμα της ταινίας με ταχύτητα 10 φορές μεγαλύτερη από τη ταχύτητα αναπαραγωγής
- Ευκολόχρηστο πίνακα χειρισμού, ο οποίος περιλαμβάνει κουμπιά για την εκτέλεση των γνωστών ελέγχων αναπαραγωγής, εγγραφής, γρήγορης προώθησης, ξανατυλίγματος ταινίας και κουμπιά επιλογής καναλιού.
- Λειτουργία παρακολούθησης εγγραφής, η οποία μας επιτρέπει να ακούμε το κανάλι, που εγγράφουμε.
- Εύκολη επιλογή θέσης ταινίας για την εισαγωγή νέας εγγραφής.
- Αυτόματη εύρεση θέσης ταινίας. Με τη λειτουργία αυτή μπορούμε να εντοπίσουμε αυτόματα 3 θέσεις της ταινίας , οι οποίες έχουν καθορισθεί εκ των προτέρων.

Ταινία - κασέτα

Τα συστήματα ADAT εγγράφουν ψηφιακό σήμα στην ταινία της τυποποιημένης κασέτας S-VHS, που χρησιμοποιείται από το αντίστοιχο αναλογικό σύστημα. Η κασέτα αυτή διαθέτει μαγνητική ταινία πλάτους $\frac{1}{2}$ ίντσας με μαγνητική επιστροφή σωματιδίων οξειδίου σιδήρου. Η μέγιστη διάρκεια εγγραφής είναι 40 min.

Συχνότητα δειγματοληψίας

Χρησιμοποιεί συχνότητα δειγματοληψίας 48 KHz και 16 ψηφία ανά δείγμα. Η συχνότητα δειγματοληψίας μπορεί να ρυθμισθεί από τα 40,4 KHz μέχρι τα 50,85 KHz. Τα συστήματα ADAT διαθέτουν ξεχωριστό μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό για κάθε κανάλι, όπως και ξεχωριστό μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό. Το γεγονός αυτό αυξάνει την ποιότητα του ψηφιακού ήχου.

Χρόνος εγγραφής και αναπαραγωγής	40 min
Κανάλια	8
Περιοχή συχνοτήτων	20 - 20.000 Hz
Δυναμική περιοχή	103 dB
Συχνότητα δειγματοληψίας	44.1 , 48kHz
Αριθμό ψηφίων κβάντισης	16, 20
Wow & Flutter	Πρακτικά αδύνατο να μετρηθεί

Πίνακας 3.6 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά συσκευών ADAT

Είναι ηλεκτρονική συσκευή, που εγγράφει και αναπαράγει ψηφιακό ήχο συμπίεσμένο, χρησιμοποιώντας σαν μέσο αποθήκευσης μαγνητική ταινία. Το σύστημα αυτό δημιουργήθηκε από τις Εταιρείες PHILIPS και MATCHUSHITA το 1992 και προσφέρθηκε για οικιακή και επαγγελματική χρήση. Τον Οκτώβριο 1996, η PHILIPS ανακοίνωσε, ότι σταματάει την παραγωγή των συστημάτων DCC για οικιακή χρήση και ότι συνεχίζει μόνο την επαγγελματική.

Συμπίεση

Το σύστημα DCC χρησιμοποιεί συμπίεση του ψηφιακού ήχου, η οποία πραγματοποιείται από τον αλγόριθμο PASC, ο οποίος πετυχαίνει συμπίεση 4:1. Ο αλγόριθμος αυτός κάνει συμπίεση με απώλεια πληροφοριών, που σημαίνει, ότι το σήμα, που προκύπτει, διαφέρει από το αρχικό.

Ταινία - Κασέτα

Το DCC χρησιμοποιεί ως μέσο αποθήκευσης μαγνητική ταινία, η οποία εγγράφεται και από τις δύο πλευρές. Η ταινία τοποθετείται σε κασέτα όμοια με τη συνηθισμένη αναλογική κασέτα. Το σύστημα DCC είναι σχεδιασμένο, έτσι ώστε να μπορεί να παίζει και τη συνηθισμένη αναλογική και τη ψηφιακή DCC κασέτα. Με τις κασέτες, που διατίθενται στο εμπόριο, ο μέγιστος χρόνος αναπαραγωγής είναι 2 X 45 min. Τα συστήματα DCC διαθέτουν αυτόματη αναστροφή κασέτας (auto-reverse) αλλά έχουν ένα σημαντικό μειονέκτημα, που είναι ότι κατά τη μετάβαση από τη μία πλευρά στην άλλη, διακόπτουν τόσο τη διαδικασία εγγραφής όσο και αναπαραγωγής, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η μουσική.

Συχνότητα Δειγματοληψίας

Τα συστήματα DCC χρησιμοποιούν συχνότητα δειγματοληψίας 32 KHz, 44,1 KHz, 48 KHz και αριθμό ψηφίων κβάντισης 16 ή 18. Όταν έχουμε είσοδο αναλογικού σήματος, χρησιμοποιείται μόνο η συχνότητα δειγματοληψίας 44.1 KHz.

Δυνατότητες

Τα συστήματα DCC διαθέτουν τις παρακάτω δυνατότητες :

- Δυνατότητα έρευνας μουσικών τίτλων
- Αποθήκευση των ψηφιακών ιχνών της ταινίας DCC σε σκληρό δίσκο.
- Εγγραφή πληροφοριών υποκώδικα (Subcode data) , όπως τίτλους τραγουδιών, ονόματα καλλιτεχνών. Τη δυνατότητα αυτή έχουν ορισμένα μόνο συστήματα DCC
- Σύστημα διαχείρισης αντιγράφων SCMS, το οποίο δεν επιτρέπει ψηφιακή αντιγραφή ταινίας από αντίγραφο.

Είναι ηλεκτρονική συσκευή, η οποία εγγράφει ψηφιακό ήχο σε μικρό δίσκο και τον αναπαράγει από αυτόν. Κατασκευάστηκε από τη SONY και εισήχθη στην αγορά ήχου το 1992. Χρησιμοποιεί ως αποθηκευτικό μέσο το μικρό δίσκο, που είναι μικρότερος σε μέγεθος από τους οπτικούς. Προσφέρει μέγιστη διάρκεια εγγραφής και αναπαραγωγής 74 min, που είναι ίδια με τις συσκευές οπτικού

3.4.7 Σύστημα εγγραφής και αναπαραγωγής ψηφιακού ήχου DCC (Digital Compact Cassette)

3.4.8 Ψηφιακή συσκευή ήχου μικρού δίσκου (Mini Disc)

δίσκου (CD). Για να επιτύχει την ίδια διάρκεια μουσικής σε μικρότερο δίσκο, χρησιμοποιεί συμπίεση ψηφιακού ήχου. Η συμπίεση πραγματοποιείται από τον απωλεστικό αλγόριθμο ATRACT. Με τη χρήση προσωρινής μνήμης αποθήκευσης (καταχωρητή), η οποία ονομάζεται Μνήμη Αντίστασης Δόνησης (Shock Resistant Memory), οι συσκευές μικρού δίσκου ξεπερνούν τα προβλήματα απώλειας δεδομένων από τις δονήσεις και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φορητές. Η ποιότητα ήχου, που προσφέρει, είναι πολύ καλή και πλησιάζει την ποιότητα των οπτικών δίσκων.



Σχήμα 3.4.8α Συσκευή μικρού δίσκου

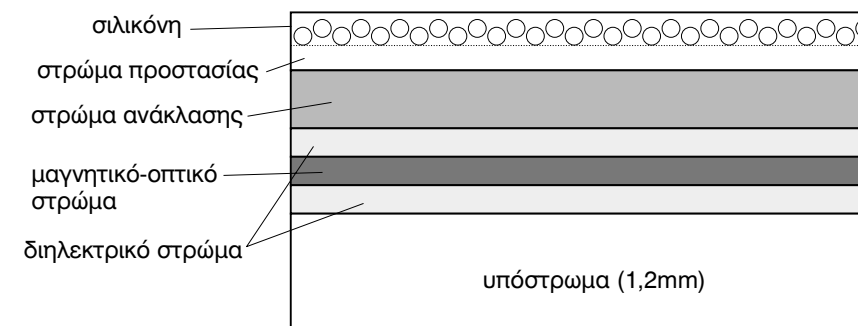
Μικρός δίσκος ήχου(MD)

Ο μικρός δίσκος έχει διάμετρο 64 mm, πάχος 1.2mm και τοποθετείται μέσα σε ειδική προστατευτική θήκη διαστάσεων 68mm μήκος, 72mm πλάτος και 5mm ύψος. Η θήκη διαθέτει ανθεκτικό περίβλημα, που προστατεύει το δίσκο από τις πτώσεις, τη σκόνη και τις υψηλές θερμοκρασίες. Η μέγιστη διάρκεια μουσικής, που εγγράφει και αναπαράγει, είναι 74min. Υπάρχουν δύο είδη μικρών δίσκων, που θεωρητικά προσφέρουν την ίδια ποιότητα ήχου.



Σχήμα 3.4.8b Μικρός δίσκος (Mini disc)

- **Ο προεγγεγραμμένος.** Ο δίσκος αυτός έχει εγγραφεί από τις δισκογραφικές εταιρείες και δεν μπορούμε να εγγράψουμε ή να διαγράψουμε δεδομένα. Είναι παρόμοιος με τον οπτικό δίσκο (CD-audio), γιατί έχει ίδια δομή, υλικά, οπτικές παραμέτρους και διάρκεια μουσικής 74 min. Αναπαράγεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, όπως και ο οπτικός δίσκος. Όταν, δηλαδή, η δέσμη ακτινοβολίας του laser πέσει σε κοιλότητα, ανακλάται χάνοντας μέρος της ισχύος της, αυτό γίνεται αντιληπτό από το δέκτη της δέσμης και αντιστοιχεί στο δυαδικό ψηφίο 1. Όταν η δέσμη πέσει σε λεία επιφάνεια, έχουμε πλήρη ανάκλαση, αντιληπτή από το δέκτη και αντιστοιχεί στο δυαδικό ψηφίο 0. Διαθέτει πίνακα περιεχομένων TOC (Table of contents), ο οποίος δεν μπορεί να μεταβληθεί. Ο μικρός δίσκος διαφέρει από τον οπτικό στο μέγεθος και στο είδος των ψηφιακών δεδομένων. Ο μικρός δίσκος έχει διάμετρο 64 mm, ενώ ο οπτικός 120 mm. Ο μικρός δίσκος περιέχει ψηφιακό ήχο με συμπίεση ATRACT, ενώ ο οπτικός χωρίς συμπίεση με κωδικοποίηση PCM.
- **Ο επανεγγράψιμος.** Στο δίσκο αυτό ο χρήστης μπορεί να εγγράψει ψηφιακό ήχο κατ' επανάληψη. Διαθέτει πίνακα περιεχομένων χρήστη UTOC (User Table Of Contents), στον οποίο μπορεί να εγγράψει πληροφορίες για τα μουσικά κομμάτια, όπως τίτλο, όνομα καλλιτέχνη, μέχρι 100 χαρακτήρες για κάθε τραγούδι. Η εγγραφή γίνεται σε μαγνητικό-οπτικό υλικό από ειδικό κράμα σιδήρου, τερβίου και κοβαλτίου με χαμηλό σημείο Curie 185o C. Το υλικό αυτό έχει το πλεονέκτημα να απαιτεί χαμηλής έντασης μαγνητικό πεδίο για την εγγραφή των δεδομένων. Η μέθοδος εγγραφής, που εφαρμόζεται, ονομάζεται διαμόρφωση μαγνητικού πεδίου (Magnetic field modulation). Η μέθοδος αυτή προσφέρει μεγάλη διάρκεια εγγραφής και επιτρέπει μέχρι 1.000.000 εγγραφές. Ο δίσκος αποτελείται από το υπόστρωμα πολυ-ανθρακικού άλατος, δύο στρώματα διηλεκτρικού υλικού, που καλύπτουν και από τις δύο πλευρές το μαγνητικό-οπτικό υλικό, το στρώμα ανάκλασης, το στρώμα προστασίας και το στρώμα σιλικόνης.

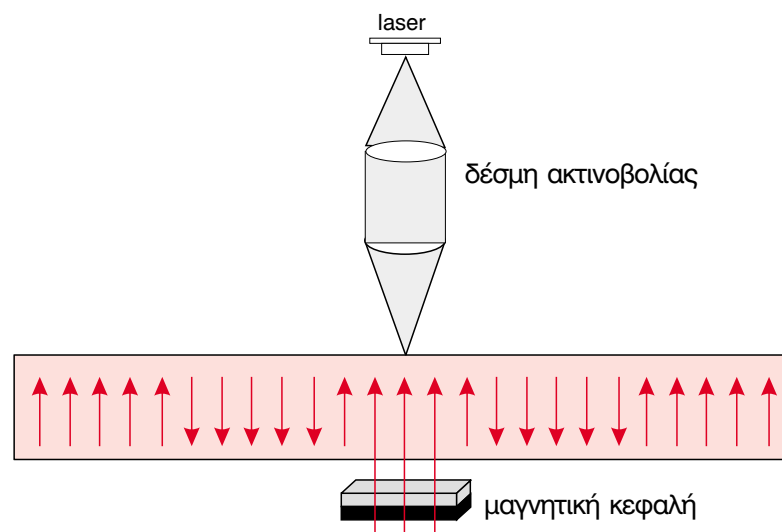


Σχήμα 3.4.8c Τομή επανεγγράψιμου δίσκου, στην οποία φαίνεται η διάταξη των στρωμάτων.

Αρχή εγγραφής

Η εγγραφή στο μαγνητικό-οπτικό υλικό απαιτεί, εκτός από μαγνητικό πεδίο το

υλικό να βρίσκεται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, που ονομάζεται σημείο Curie. Το μαγνητικό πεδίο παράγεται στη μαγνητική κεφαλή από το ψηφιακό σήμα. Η κεφαλή αυτή κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπει γρήγορη αναστροφή του μαγνητικού πεδίου. Το υλικό θερμαίνεται στη θερμοκρασία Curie με δέσμη ακτινοβολίας από το laser. Η μαγνητική κεφαλή και το Laser τοποθετούνται στον ίδιο άξονα, αλλά σε αντίθετες πλευρές του δίσκου. Όταν εγγράφουμε, η δέσμη ακτινοβολίας του laser εστιάζεται και θερμαίνει συγκεκριμένη περιοχή πάνω στο μαγνητικό-οπτικό στρώμα, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία της στο σημείο Κιουρί, ενώ το μαγνητικό πεδίο της κεφαλής, ευθυγραμμίζει τα μαγνητικά δίπολα της περιοχής αυτής. Η βόρεια, νότια κατεύθυνση των δίπολων αντιστοιχεί στο 0 ή στο 1 των δεδομένων.



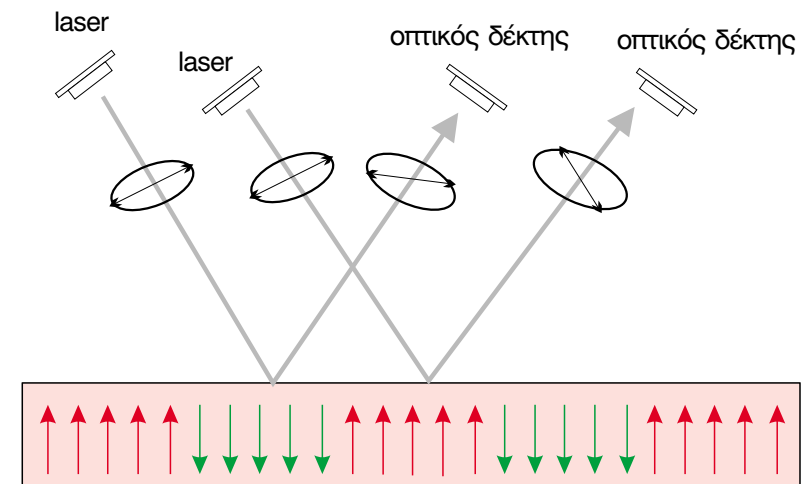
Σχήμα 3.4.8.d Αρχή εγγραφής επανεγγράψιμου μικρού δίσκου

Αρχή αναπαραγωγής

Η αναπαραγωγή των δεδομένων πραγματοποιείται με τη βοήθεια δέσμης ακτινοβολίας Laser, που στην περίπτωση αυτή έχει μικρότερη ισχύ. Η δέσμη φωτός διαπερνάει το μαγνητικό-οπτικό στρώμα και ανακλάται στο στρώμα ανάκλασης. Η πόλωση της ανακλώμενης δέσμης αλλάζει με την επίδραση του μαγνητικού πεδίου των δεδομένων στο μαγνητικό-οπτικό στρώμα. Η αλλαγή της πόλωσης ονομάζεται φαινόμενο Kerr ή Faraday. Τα δεδομένα διαβάζονται ανιχνεύοντας την αλλαγή της πόλωσης του ανακλώμενου φωτός.

Σύστημα ανάγνωσης συσκευών μικρού δίσκου

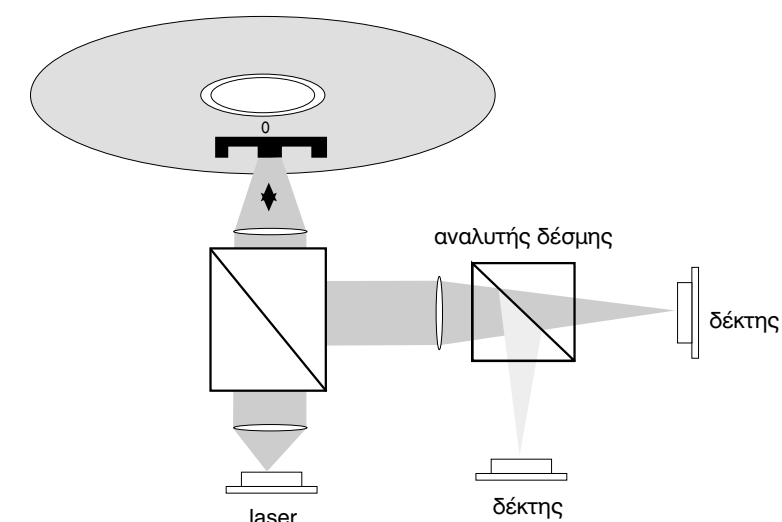
Για να μπορούν οι συσκευές μικρού δίσκου να αναπαράγουν και τα δύο είδη δίσκων, έχουν σύστημα ανάγνωσης διπλής λειτουργίας (Dual Function Pickup).



Σχήμα 3.4.8.e Αρχή αναπαραγωγής επανεγγράψιμου μικρού δίσκου

Το σύστημα αυτό είναι παρόμοιο με αυτό των συσκευών CD, διαθέτει, όμως, αναλυτή δέσμης (Polarized beam splitter) και δύο δέκτες φωτός (Photo detectors).

Ο αναλυτής δέσμης διαχωρίζει την ανακλώμενη δέσμη φωτός σε δύο δέσμες και από την σύγκριση της έντασης αυτών προκύπτει το είδος του δίσκου. Όταν οι δέσμες έχουν την ίδια ένταση, τότε έχουμε προεγγεγραμμένο δίσκο. Σε διαφορετική περίπτωση, έχουμε επανεγγράψιμο δίσκο.



Σχήμα 3.4.8a Σύστημα ανάγνωσης μικρού δίσκου

Τυποποίηση δεδομένων

Η μικρότερη περιοχή εγγραφής του δίσκου ονομάζεται συγκρότημα(Cluster) και αποτελείται από 36 τομείς. Οι 32 τομείς περιέχουν δεδομένα και οι υπόλοιποι 4 πληροφορίες σύνδεσης και υποκώδικα. Στους προεγγεγραμμένους δίσκους και οι τέσσερις τομείς περιέχουν πληροφορίες υποκώδικα, ενώ στους επανεγγράψιμους οι τρεις πρώτοι τομείς περιέχουν πληροφορίες σύνδεσης και ο τέταρτος υποκώδικα. Κάθε τομέας περιέχει 2.352 bytes, από τα οποία τα 2332 bytes είναι δεδομένων ενώ τα υπόλοιπα 20 bytes είναι συγχρονισμού, διεύθυνσης και διαχωρισμού. Ο κάθε τομέας χωρίζεται σε 5.5 ομάδες ήχου. Κάθε ομάδα περιέχει 424 bytes, από τα οποία τα μισά διατίθενται για το ένα κανάλι ήχου, ενώ τα υπόλοιπα μισά για το άλλο. Το κάθε συγκρότημα αποθηκεύει 2 δευτερόλεπτα στερεοφωνικού ήχου ή 4 δευτερόλεπτα μονοφωνικού ήχου.

Συμπίεση δεδομένων ATRACT(Adaptive Transform Coding System)

Στο μικρό δίσκο μπορούν να αποθηκευθούν το 1/5 των δεδομένων του οπτικού δίσκου. Επομένως, για να έχουμε την ίδια διάρκεια μουσικής με τον οπτικό δίσκο, δηλαδή 74 λεπτά, χρειάζεται να συμπίεσουμε το ρυθμό δεδομένων στο 1/5. Για το σκοπό αυτό, στις συσκευές μικρού δίσκου χρησιμοποιείται ο απωλεστικός αλγόριθμος συμπίεσης ATRACT. Για τη μείωση του ρυθμού δεδομένων με ταυτόχρονη διατήρηση όμως της ποιότητας ήχου, ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιεί αρχές της ψυχο-ακουστικής, όπως το κατώφλι ακουστότητας και την επικάλυψη(σκίαση) των ήχων(Masking effect). Στην είσοδο του συστήματος ATRACT εισέρχεται ο ψηφιακός ήχος με ρυθμό δεδομένων 1,4 Mbit/s και εξέρχεται με ρυθμό 292 Kbit/s. Ο ψηφιακός ήχος, που εισέρχεται στο σύστημα ATRACT, έχει συχνότητα δειγματοληψίας 44,1 kHz, αριθμό ψηφίων κβάντισης 16 και είναι στερεοφωνικός(Δύο κανάλια).

Χρόνος εγγραφής και αναπαραγωγής	74 min
Διαστάσεις θήκης φυσιγγίου	68 X 72 X 5 mm
Διάμετρος δίσκου	64 mm
Πάχος δίσκου	1.2 mm
Ταχύτητα σάρωσης	1.2 - 1.4m/s
Μήκος κύματος laser	780 nm
Ισχύς εγγραφής	2.5 - 5 mW
Κανάλια	2
Περιοχή συχνοτήτων	5 - 20.000 Hz
Δυναμική περιοχή	105 dB
Συχνότητα δειγματοληψίας	44.1
Συμπίεση	ATRAC
Σύστημα διόρθωσης λαθών	ACIRC

Πίνακας 3.4 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά συσκευών μικρού δίσκου

3.4.9 ΣΚΛΗΡΟΣ ΔΙΣΚΟΣ (HARD DISC RECORDING)

Ο σκληρός δίσκος είναι η σημαντικότερη μονάδα αποθήκευσης δεδομένων στους σημερινούς υπολογιστές. Αποτελείται από δύο ή περισσότερους ομοαξονικούς δίσκους, που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους και περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα. Κατασκευάζονται από ελαφρύ και ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες υλικό (μεταλλικό ή κεραμικό κράμα) και στις επιφάνειές τους τοποθετείται μαγνητική επίστρωση.

Οργάνωση

Η επιφάνεια των μαγνητικών δίσκων χωρίζεται σε τροχιές και τομείς. Κάθε τομέας περιέχει σταθερό αριθμό bytes, ο οποίος κυμαίνεται από 512 bytes - 32 KB. Το σύνολο των δεδομένων, που αποθηκεύονται σε ένα τομέα, ονομάζεται ενότητα (block). Δύο ή περισσότεροι τομείς αποτελούν συστοιχία (cluster), η οποία αποτελεί τη μικρότερη μονάδα αποθήκευσης δεδομένων ενός προγράμματος.

Αρχή αποθήκευσης

Η εγγραφή ψηφιακών δεδομένων στους δίσκους γίνεται με τη βοήθεια της ηλεκτρομαγνητικής κεφαλής, η οποία μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα σε μαγνητικό. Ανάλογα με την τιμή 0 ή 1, που θέλουμε να εγγραφεί στο δίσκο, διοχετεύεται στο πηνίο της κεφαλής ρεύμα αντίστοιχης φοράς, το οποίο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο με συγκεκριμένη πολικότητα και το οποίο μαγνητίζει τη μαγνητική επίστρωση με την αντίστοιχη πολικότητα. Κατά την αναπαραγωγή του ψηφιακού σήματος με το πέρασμα της κεφαλής από τη μαγνητισμένη περιοχή δημιουργείται στο πηνίο της ρεύμα με φορά, που εξαρτάται από την πολικότητα της μαγνήτισης. Έτσι, ανάλογα με τη φορά του ρεύματος έχουμε την ψηφιακή πληροφορία 0 ή 1.

Προσπέλαση

Για την προσπέλαση των δεδομένων στο σκληρό δίσκο, υπάρχει μία μοναδική διεύθυνση για κάθε τομέα, η οποία αποτελείται από τον αριθμό της κεφαλής, τον αριθμό του κυλίνδρου ή της τροχιάς, και τον αριθμό του τομέα μέσα στο κύλινδρο.

- **Χωρητικότητα αποθήκευσης**

Η χωρητικότητα μας δίνει τη μέγιστη αποθηκευτική ικανότητα του δίσκου σε bytes. Σήμερα, έχουμε δίσκους με χωρητικότητα της τάξης των 20 GB. Για να καταλάβουμε το μέγεθος της μονάδας GB, πρέπει να αναφέρουμε, ότι η μικρότερη μονάδα αποθήκευσης είναι το Byte. 1024 Byte = 1 KB, 1024 KB = 1 MB και 1024 KB = 1 GB. Το 1024 αντιστοιχεί στο 2¹⁰.

- **Ταχύτητα προσπέλασης**

Εκτός από τη χωρητικότητα των σκληρών δίσκων, πολύ μεγάλη σημασία έχει η ταχύτητα προσπέλασης δεδομένων. Όσο μικρότερος είναι αυτός ο αριθμός, τόσο πιο γρήγορα βρίσκει ο υπολογιστής τα αρχεία, που ζητάμε. Οι σημερινές ταχύτητες προσπέλασης στους σκληρούς δίσκους είναι της τάξης των 10 msec.

3.5 Ψηφιακές συσκευές μίξης(Κονσόλες)

Η κονσόλα ελέγχου του ήχου είναι το κεντρικό σημείο συντονισμού για όλα τα σήματα ήχου στο τηλεοπτικό πρόγραμμα. Όλες οι πηγές ήχου, όπως μικρόφωνα, αναλογικές και ψηφιακές συσκευές ήχου αποτελούν εισόδους της κονσόλας. Στη κονσόλα οι διάφοροι είσοδοι ρυθμίζονται, αναμιγνύονται και επεξεργάζονται και μετά εξέρχονται και κατευθύνονται στους σταθμούς εκπομπής, τα βίντεο και τις συσκευές εγγραφής ήχου. Οι κονσόλες ήχου διαφέρουν σε μέγεθος, διαμόρφωση, τεχνολογία και διακρίνονται σε :

- Αναλογικές. Η κατηγορία αυτή εξετάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.
- Ψηφιακές. Έχουν τις ίδιες βασικές λειτουργίες με τις αναλογικές, όμως ο ψηφιακός έλεγχος, που διαθέτουν, τους επιτρέπει την αυτοματοποίηση των λειτουργιών. Δηλαδή, μπορούμε να κάνουμε διάφορες μίξεις με ρυθμίσεις έντασης και ισοστάθμισης, να αποθηκεύσουμε τις ρυθμίσεις αυτές και να τις ανακαλέσουμε, όποτε τις χρειαζόμαστε. Προσφέρουν μεγαλύτερη ευκολία και ελαστικότητα στο χειρισμό, καθώς και περισσότερες δυνατότητες, όπως:
 - ▶ Έλεγχο από Ηλεκτρονικό Υπολογιστή μέσω ειδικού προγράμματος.
 - ▶ Βιβλιοθήκες ισοστάθμισης, στις οποίες μπορούμε να αποθηκεύσουμε επιλογές ισοστάθμισης και να τις ανακαλέσουμε, όποτε τις χρειαζόμαστε.
 - ▶ Βιβλιοθήκες εφφέ, στις οποίες μπορούμε να αποθηκεύσουμε εφφέ και να τα ανακαλέσουμε
 - ▶ Επεξεργαστές εφφέ



Σχήμα 3.5a Ψηφιακή συσκευή μίξης της YAMAHA

Είσοδοι-Έξοδοι

Για την επικοινωνία με τις συσκευές ήχου διαθέτει αναλογικές και ψηφιακές εισόδους και εξόδους με ρύθμιση της στάθμης. Επίσης, διαθέτουν και συνδετήρα για σύνδεση με υπολογιστή.



Σχήμα3.5b Πίνακας εισόδων εξόδων

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι η διαφορά του ψηφιακού σήματος από το αναλογικό ;
2. Ποια είναι τα στάδια μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό ;
3. Τι ονομάζεται συχνότητα δειγματοληψίας και τι σχέση έχει με την απόκριση συχνότητας του ψηφιακού συστήματος ;
4. Τι πετυχαίνεται με την κβαντοποίηση ;
5. Τι σχέση έχει η κβαντοποίηση με το λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR);
6. Για ποιο λόγο πραγματοποιείται η συμπίεση των δεδομένων ψηφιακού ήχου ;
7. Ποιοί είναι οι δημοφιλέστεροι κώδικες συμπίεσης ψηφιακού ήχου ;
8. Ποια είναι τα βασικά μέρη συστήματος επεξεργασίας ψηφιακού ήχου ;
9. Ποιες τυποποιήσεις διασύνδεσης για την ανταλλαγή ψηφιακών δεδομένων έχουν επικρατήσει στα καταναλωτικά και στα επαγγελματικά συστήματα ήχου ;
10. Ποια στοιχεία χαρακτηρίζουν τις αναλογικές εισόδους και εξόδους ;
11. Ποια στάθμη σήματος χρησιμοποιείται στα επαγγελματικά συστήματα και ποια στα οικιακά ;
12. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των συστημάτων επεξεργασίας ψηφιακού ήχου σε σχέση με τα αντίστοιχα αναλογικά ;
13. Ποιες κατηγορίες οπτικών δίσκων υπάρχουν ;
14. Πως γίνεται η εγγραφή σε επανεγράψιμο οπτικό δίσκο (CDRW) ;
15. Που οφείλεται η υψηλή ποιότητα εγγραφής των συστημάτων DAT ;
16. Ποιες συχνότητες δειγματοληψίας χρησιμοποιούνται στα συστήματα DAT ;
17. Ποιοι είναι οι τυποποιημένοι τρόποι λειτουργίας των συστημάτων DAT ;
18. Ποιο είναι το κυριότερο πλεονέκτημα των συστημάτων ADAT ;
19. Τι συχνότητες δειγματοληψίας χρησιμοποιούν τα συστήματα ADAT ;
20. Ποιοι τύποι μικρού δίσκου διατίθενται στο εμπόριο ;
21. Με ποιο τρόπο γίνεται η ανάγνωση των προεγγεγραμμένων μικρών δίσκων ;
22. Στα συστήματα Mini disc οι εγγραφές γίνονται με συμπίεση ή όχι ;
23. Με ποιο τρόπο γίνεται η εγγραφή ψηφιακών δεδομένων στους σκληρούς δίσκους ;
24. Τι ονομάζεται χωρητικότητα σκληρού δίσκου ;
25. Σε τι διαφέρουν οι ψηφιακές συσκευές μίξης από τις αναλογικές.

40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Αναλογικές συσκευές λήψης εικόνας

Σκοπός

Σκοπός του Τέταρτου Κεφαλαίου είναι οι μαθητές να μπορούν :

- Να αναγνωρίζουν όλη τη φιλοσοφία της αλυσίδας σύνδεσης των τηλεοπτικών συσκευών
- Να γνωρίζουν τη σύνθεση ενός αναλογικού τηλεοπτικού σήματος (φωτεινότητα και χρωμικότητα)
- Να διακρίνουν τις διαφορές μεταξύ των σημάτων Υ, CHR, (R-Y), (B-Y), (G-Y), RGB
- Να γνωρίζουν τη διαδικασία διαμόρφωσης της πληροφορίας του χρώματος κατά QAM
- Να γνωρίζουν το σύστημα επεξεργασίας χρώματος PAL
- Να γνωρίζουν την αρχή λειτουργίας της κάμερας (B / W & έγχρωμης)
- Να διακρίνουν τις λειτουργίες και τις διαφορές των διαφόρων φακών μιας κάμερας
- Να έχουν τη δυνατότητα περιγραφής ανάλυσης της εικόνας με CCD
- Να έχουν την ευχέρεια περιγραφής των τεχνικών χαρακτηριστικών μιας βιντεοκάμερας camcorder
- Να μπορούν εύκολα να πραγματοποιούν συνδέσεις μεταξύ της κάμερας και του τηλεοπτικού δέκτη
- Να γνωρίζουν τις βασικές ρυθμίσεις λειτουργίας μιας κάμερας
- Να διακρίνουν τις επαγγελματικές κάμερες από τις ερασιτεχνικές
- Να γνωρίζουν τη λειτουργία και τη διαφορά κάμερας ENG /EFP

4. Αναλογικές Συσκευές λήψης εικόνας.

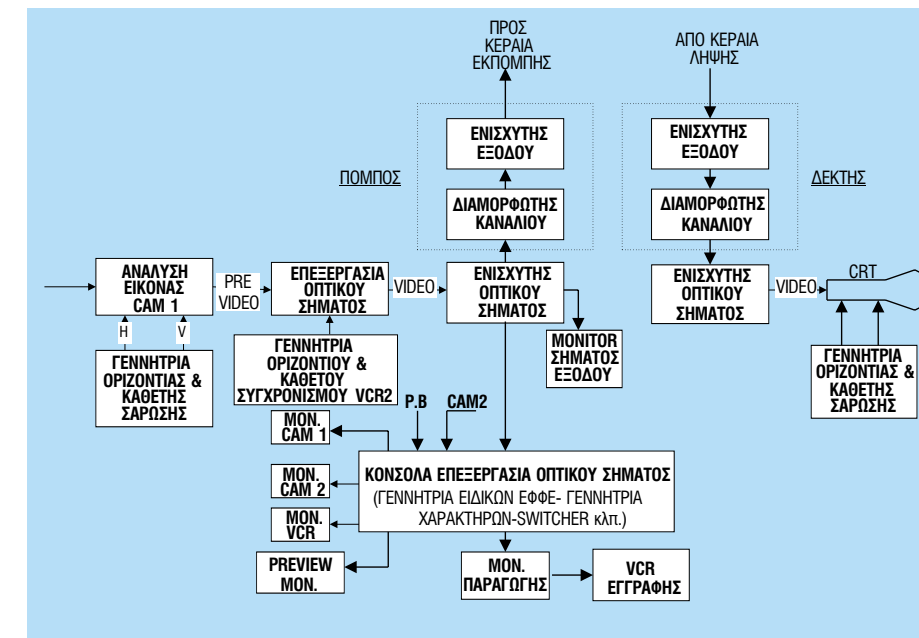
4.1.1

Η τηλεοπτική αλυσίδα.

Στην τηλεοπτική αλυσίδα συμμετέχουν όλες εκείνες οι ηλεκτρονικές διατάξεις που έχουν σαν στόχο:

- Την ανάλυση της εικόνας και την παραγωγή του οπτικού σήματος (Video).
- Την επεξεργασία του οπτικού σήματος
- Την παραγωγή τηλεοπτικού καναλιού
- Την εκπομπή και λήψη του καναλιού
- Την απεικόνιση του οπτικού σήματος για την παραγωγή της αρχικής εικόνας.

Στο σχήμα 4.1.1. φαίνεται το παραστατικό δομικό διάγραμμα μιας τηλεοπτικής αλυσίδας ηλεκτρονικών διατάξεων ανάλυσης και επεξεργασίας ενός σήματος εικόνας.



Σχήμα 4.1.1. Δομικό διάγραμμα αλυσίδας ηλεκτρονικών διατάξεων ανάλυσης-επεξεργασίας - απεικόνισης σήματος εικόνας.



Σχήμα 4.1.2 Κονσόλα εικόνας

Εισαγωγή

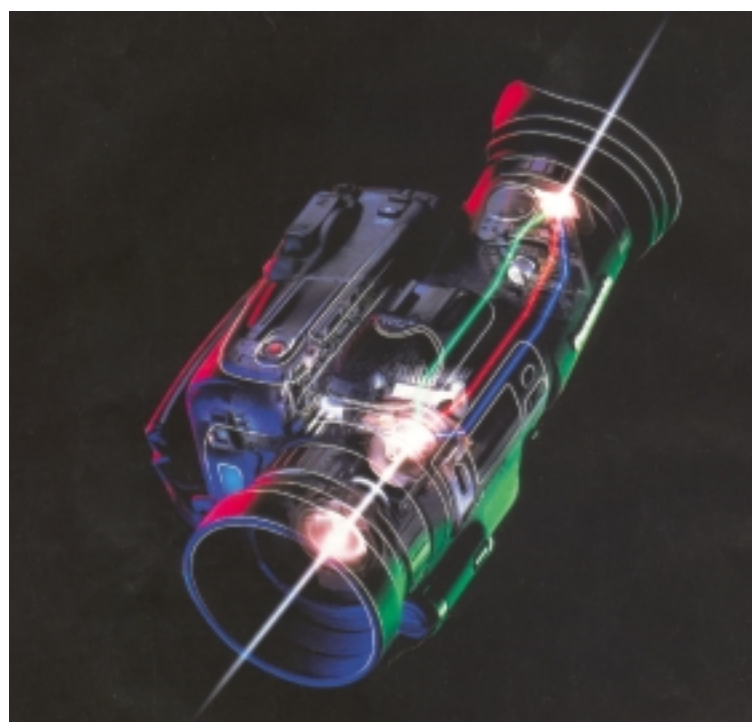
Στο Κεφ.4 γίνεται μελέτη των αναλογικών συσκευών μιας τηλεοπτικής αλυσίδας. Εδώ οι μαθητές μαθαίνουν για τη βασική αρχή λειτουργίας της κάμερας , το σκοπό που εξυπηρετούν οι κονσόλες ελέγχου , οι γεννήτριες τίτλων και ειδικών εφφέ.

Επίσης γίνεται αναφορά στη δομή και τη φιλοσοφία του έγχρωμου σήματος καθώς και των συστημάτων PAL , SECAM & NTSC.

Μελετούν τη βασική αρχή των ολοκληρωμένων ανάλυσης εικόνων CCD και μαθαίνουν τις διαφορές των συστημάτων σε λειτουργίες με κάμερες ENG & EFP.



Σχήμα 4.1.3 Γεννήτρια τίτλων



Σχήμα 4.1.4 Κάμερα

- **Βαθμίδα ανάλυσης εικόνας (Camera).**

Είναι η διάταξη εκείνη πάνω στην οποία καταρχάς η εικόνα εστιάζεται με τη βοήθεια των φακών και ακολούθως σαρώνεται από ηλεκτρονική δέσμη αποδίδοντας στην έξοδο τάση, η οποία αντιπροσωπεύει το οπτικό σήμα. Στις μοντέρνες βαθμίδες ανάλυσης εικόνας, που διαθέτουν διατάξεις ολοκληρωμένης τεχνικής CCD (Charge Coupled Device), η ανάλυση γίνεται με ψηφιακό τρόπο χωρίς την ανάγκη ύπαρξης ηλεκτρονικού πυροβόλου.

Το οπτικό σήμα στην έξοδο της βαθμίδας αυτής λέγεται Pre Video. Στη βαθμίδα αυτή έρχονται τάσεις πριονωτής μορφής από τη γεννήτρια για την οριζόντια και κάθετη σάρωση του στόχου από την ηλεκτρονική δέσμη.

- **Βαθμίδα επεξεργασίας οπτικού σήματος.**

Στη βαθμίδα αυτή λαμβάνει χώρα η αυτόματη ρύθμιση της στάθμης του λευκού και του μαύρου καθώς και η εισαγωγή παλμών συγχρονισμού γραμμών και πλαισίων. Οι παλμοί αυτοί είναι απαραίτητοι για τη σωστή αλληλοδιαδοχή των γραμμών και των πλαισίων κατά τη διάρκεια της απεικόνισης του σήματος από την οθόνη, ώστε να έχουμε σταθερή και συγχρονισμένη εικόνα, όπως η αρχική.

Οι συχνότητες των παλμών για το συγχρονισμό των γραμμών και των πλαισίων συμφωνούν με το C.C.I.R. πρότυπο, το οποίο απαιτεί:

- ▶ Συχνότητα παλμών συγχρονισμού γραμμών: 15625Hz
- ▶ Συχνότητα παλμών συγχρονισμού πλαισίων : 50Hz

Το σήμα στην έξοδο της βαθμίδας επεξεργασίας είναι το ολοκληρωμένο, σύνθετο σήμα Video.

- **Βαθμίδα ενίσχυσης οπτικού σήματος (Video).**

Είναι ηλεκτρονική διάταξη ενός μονοβαθμικού ενισχυτή εύρους 5MHz, που σκοπό έχει την ενίσχυση κατά τάση του οπτικού σήματος.

Επί πλέον στη βαθμίδα αυτή λαμβάνει χώρα και η έμφαση των υψηλών συχνοτήτων του σήματος Video καθώς και η αποκατάσταση της D.C. συνιστώσας, η οποία είχε κοπεί από τις προηγούμενες βαθμίδες.

Η D.C. συνιστώσα στο σήμα είναι βασική πληροφορία, διότι εκφράζει τη μέση φωτεινότητα, που επικρατούσε τη στιγμή της ανάλυσης της εικόνας και η απώλεια αυτής θα δημιουργούσε σύγχυση στο θεατή για το πότε αναλύθηκε η εικόνα (πρωί, βράδυ, με αίθριο καιρό ή με βροχερό κλπ.).

- **Βαθμίδα πομπού.**

Αν πρόκειται να γίνει ασύρματη μεταφορά της οπτικής πληροφορίας, τότε πρέπει το σήμα Video να διαμορφωθεί κατά Α.Μ. και με τη μέθοδο της ημιμονόπλευρης εκπομπής V.S.B. να εκπεμφθεί. **Στη διαδικασία της διαμόρφωσης πλάτους, μεταβάλλεται το πλάτος μιας υψηλής συχνότητας στο ρυθμό που μεταβάλλεται το οπτικό σήμα.** Η διαμόρφωση γίνεται στη βαθμίδα του διαμορφωτή με φέρουσα συχνότητα επιλεγμένη σε κάποια τηλεοπτική ζώνη μεταξύ VHF I, VHF III και UHF, οπότε δημιουργείται το τηλεοπτικό κανάλι, το οποίο ακολούθως ενισχύεται και εκπέμπεται από την κεραία εκπομπής του σταθμού.

Στην τηλεοπτική τεχνική οι διαθέσιμες συχνότητες ορίζονται σε κανάλια, τα οποία ταξινομούνται σε τρεις (3) ζώνες: VHF I (2 έως 4 CH), VHF III (5 έως 12 CH) & UHF (21 έως 69CH)

- **Βαθμίδα δέκτη.**

Τα εκπεμπόμενα τηλεοπτικά κανάλια από διάφορους τηλεοπτικούς σταθμούς λαμβάνονται από την κεραία λήψης και οδηγούνται στο δέκτη. Εκεί στη βαθμίδα λήψης (TUNER) γίνεται η επιλογή του επιθυμητού τηλεοπτικού καναλιού και ακολούθως η αποδιαμόρφωσή του.

Το τηλεοπτικό κανάλι μετά την αποδιαμόρφωσή του επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση ως σήμα Video με τους παλμούς συγχρονισμού γραμμών και πλαισίων εύρους 5 MHz.

- **Βαθμίδα ενίσχυσης σήματος Video λήψης και βαθμίδα απεικόνισης (οθόνη).**

Στη βαθμίδα ενίσχυσης πραγματοποιείται ενίσχυση κατά τάση του οπτικού σήματος Video, αποκατάσταση (πάλι) της D.C. συνιστώσας, έμφαση των υψηλών συχνοτήτων του σήματος, περιορισμός του ρεύματος της ηλεκτρονικής δέσμης της οθόνης και αποφυγή δημιουργίας κηλίδας (όταν σβήνει η οθόνη).

Το ενισχυμένο οπτικό σήμα οδηγείται στην κάθοδο της οθόνης μαζί με τους παλμούς συγχρονισμού.

Επί πλέον στα πηνία σάρωσης της οθόνης αναπτύσσονται κατάλληλες τάσεις τόσο για την οριζόντια, όσο και για την κατακόρυφη διερεύνηση της ηλεκτρονικής δέσμης, οι οποίες προέρχονται από γεννήτριες παραγωγής τάσεων σάρωσης.

- **Μονάδα κονσόλας και γεννήτρια ειδικών εφφέ.**

Είναι μία τράπεζα (κονσόλα) ελέγχου πολλών σημάτων Video, που προέρχονται από διαφορετικές πηγές (Camera 1, Camera 2, VCR 1 κλπ.) και που προορίζεται για την επεξεργασία αυτών των πληροφοριών με σκοπό την προώθηση της επιθυμητής κατά περίπτωση σύνθετης πληροφορίας στην έξοδο.

Διαθέτει διάταξη πολλαπλού μεταγωγικού διακόπτη οπτικών σημάτων (Video Switcher) με τη βοήθεια, του οποίου μπορούμε να επιλέξουμε ένα από τα πολλά οπτικά σήματα εισόδου (Cam. 1, Cam. 2, VCR1) για έξοδο με το απλό πάτημα ενός πλήκτρου (μπουτόν).

Η κονσόλα διαθέτει εξόδους (MON.CAM.1, MON.CAM.2, MON.VCR κλπ) για τα σήματα εισόδου, οι οποίες τροφοδοτούν αντίστοιχα συσκευές παρακολούθησης (μόνιτορ).

Η γεννήτρια εφφέ έχει τη δυνατότητα της επεξεργασίας της εικόνας πραγματοποιώντας παραμόρφωση, μεγέθυνση, μεταβολή του φόντου (background) κλπ.

Τέλος διατίθεται μία έξοδος γνωστή ως PREVIEW, που δείχνει σε μόνιτορ το αποτέλεσμα της επεξεργασίας ή προσθήκης φόντου, τίτλων κλπ. του τελικού προϊόντος σήματος εικόνας λίγο πριν την τελική έξοδο.

- **Καταγραφέας οπτικού σήματος (VCR Rec.)**

Μέσα στο σύνολο των ηλεκτρονικών διατάξεων, που υπάρχουν μέσα σε ένα περιβάλλον STUDIO, υπάρχουν και καταγραφείς (VCR) του τελικού οπτικού σήματος. Είναι οι γνωστοί σε όλους μας βιντεοκαταγραφείς, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα της αποθήκευσης της οπτικής πληροφορίας σε μαγνητική ταινία.

4.1.2.1 Τα χαρακτηριστικά του φωτός.

Τα διάφορα φωτεινά φαινόμενα χαρακτηρίζονται από τα παρακάτω φωτεινά μεγέθη.

- **Φωτεινή ροή Φ.**

Εκφράζει την ενέργεια που προσδίδεται από κάποιο φωτεινό κύμα στη μονάδα του χρόνου. Μονάδα μέτρησης της φωτεινής ροής είναι το Λούμεν Lumen (Lum).

- **Φωτεινή ένταση.**

Η ένταση I μιας φωτεινής πηγής είναι η φωτεινή ροή Φ, που υπάρχει σε μία κατεύθυνση ανά μονάδα στερεάς γωνίας Ω.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

Μονάδα μέτρησης της φωτεινής έντασης είναι το κερί, δηλ. το φώς που εκπέμπεται από ένα κερί, (Candela Cd).

- **Φωτεινότητα.**

Σαν φωτεινότητα προσδιορίζουμε τη φωτεινή ροή Φ, που προσπίπτει κάθετα σε μονάδα επιφάνειας S.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Μονάδα μέτρησης της φωτεινότητας είναι το λουξ (LUX = $\frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2}$)

- **Λαμπρότητα.**

Είναι η φωτεινή ένταση I, που ακτινοβολείται από επιφάνεια 1m²

$$B = \frac{I}{S}$$

Μονάδα μέτρησης της λαμπρότητας είναι το Nit (Nit = $\frac{\text{CD}}{\text{m}^2}$)

- **Αντίθεση.**

Εκφράζει το λόγο της λαμπρότητας του πιο φωτεινού στοιχείου (λευκού) προς τη λαμπρότητα του πιο σκοτεινού στοιχείου (μαύρου).

$$K = \frac{B_{\text{λευκού}}}{B_{\text{μαύρου}}}$$

4.1.2.

Βασικές αρχές ασπρό-μαυρου τηλεοπτικού σήματος.

4.1.2.2. Το ασπρόμαυρο αναλογικό τηλεοπτικό σήμα.

Είδαμε ότι στην έξοδο της βαθμίδας ανάλυσης εικόνας (κεφαλή κάμερας) του σχ. 4.1.1 παράγεται η πληροφορία του οπτικού σήματος Pre-video. Το σήμα αυτό αποτελείται από τις παρακάτω συνιστώσες:

- Την εναλλασσόμενη Α.Σ. Η συχνότητα αυτής της συνιστώσας καθορίζεται από τον αριθμό των στοιχείων (Pixels) της εικόνας, ενώ το πλάτος της καθορίζεται από την αντίθεση (contrast).
- Την συνεχή D.C. Η συνιστώσα αυτή προσδιορίζεται από τη μέση φωτεινότητα (Luminance), που επικρατούσε κατά τη στιγμή της λήψης της εικόνας από την κάμερα.

Είδαμε επίσης ότι η σάρωση της εικόνας από την κάμερα γίνεται με τη βοήθεια γεννητριών οριζόντιας και κατακόρυφης σάρωσης. Η συχνότητα οριζόντιας σάρωσης για το Ευρωπαϊκό πρότυπο CCIR είναι $f_h = 15625\text{Hz}$ ενώ η συχνότητα κατακόρυφης σάρωσης είναι για το ίδιο πρότυπο $f_v = 50\text{Hz}$. Ο αριθμός των οριζόντιων γραμμών σάρωσης προσδιορίζεται στις 625 γραμμές (Lines), ενώ σαρώνονται 25 εικόνες ανά δευτερόλεπτο (Frames) σε δύο πεδία (312,5 γραμμές άρτιο πεδίο και 312,5 γραμμές περιττό πεδίο, A & B fields).

Κάθε μια γραμμή, που σαρώνεται από την κάμερα (ηλεκτρονικό πυροβόλο ή CCD) αποδίδει ένα σήμα οπτικό (σήμα Pre video) με περίοδο επανάληψης $T = 64\mu\text{sec}$.

Για να υπάρχει απόλυτη σύμπτωση μεταξύ παραγόμενων γραμμών/πεδίων, από την κάμερα και αποδιδόμενων γραμμών/πεδίων, από την οθόνη του δέκτη ή από το μόνιτορ, τοποθετούνται μετά το τέλος κάθε γραμμής και στο τέλος κάθε πεδίου παλμοί, για το συγχρονισμό των γραμμών και των πεδίων.

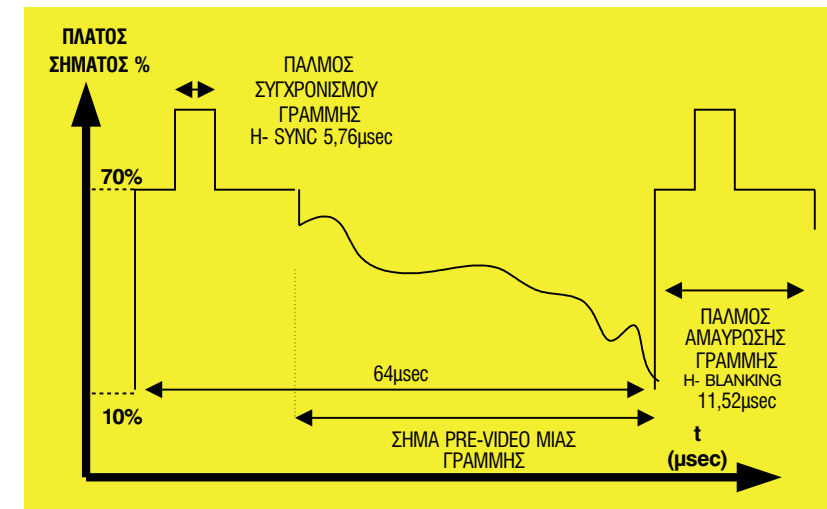
Οι παλμοί αυτοί διακρίνονται σε παλμούς συγχρονισμού γραμμών με διάρκεια $5,76\mu\text{sec}$ και περίοδο επανάληψης όση και των γραμμών ($64\mu\text{sec}$) και σε παλμούς συγχρονισμού πεδίων με διάρκεια $160\mu\text{sec}$ και συχνότητα επανάληψης αυτής των πεδίων (50Hz).

Εκτός από τους παλμούς συγχρονισμού στο πλήρες οπτικό σήμα (Video) προστίθενται και παλμοί αμαύρωσης γραμμών (Line blanking pulses) με διάρκεια $11,52\mu\text{sec}$ και περίοδο επανάληψης $64\mu\text{sec}$ καθώς και παλμοί αμαύρωσης πεδίων (Field blanking pulses) με διάρκεια $1280\mu\text{sec}$ και συχνότητα επανάληψης 50Hz .

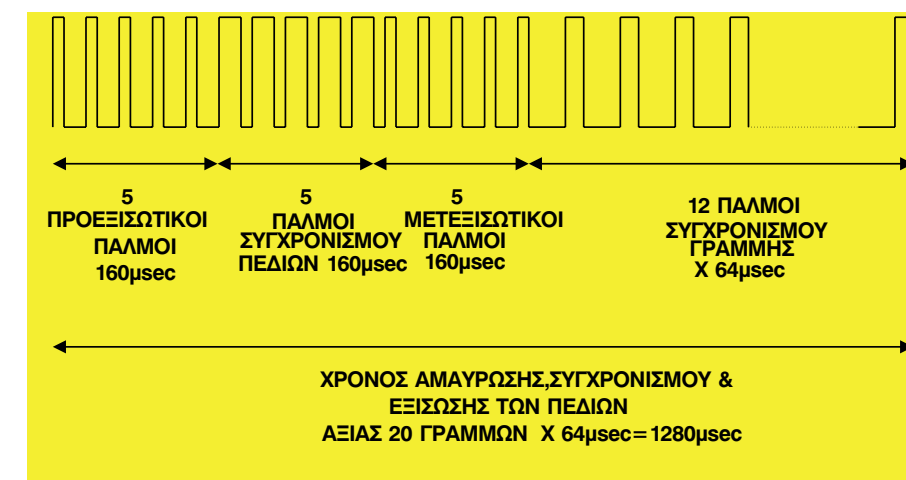
Οι παλμοί αμαύρωσης γραμμών και πεδίων σκοπό έχουν την αμαύρωση της επιστροφής της δέσμης, ώστε να μην παράγουν οπτικό σήμα.

Ένα πλήρες οπτικό σήμα λοιπόν έχει:

- Το καθαρό σήμα πληροφορίας εικόνας (Pre video), βλέπε σχ.4.1.2.2.1.
- Τους παλμούς συγχρονισμού και αμαύρωσης γραμμών, βλέπε σχ.4.1.2.2.1
- Τους παλμούς συγχρονισμού και αμαύρωσης πεδίων, βλέπε σχ.4.1.2.2.2



Σχήμα 4.1.2.2.1 Το πλήρες οπτικό σήμα



Σχήμα 4.1.2.2.2 Παλμοί συγχρονισμού και αμαύρωσης πεδίων

4.1.3.1 Γενικά για τις χρωματικές συντεταγμένες.

Μία έγχρωμη εικόνα συνίσταται από τη φωτεινότητά της (Luminance) και τη χρωμικότητά της (Chrominance), δηλαδή

$$\text{Έγχρωμη εικόνα} = \text{φωτεινότητα} + \text{χρωμικότητα}$$

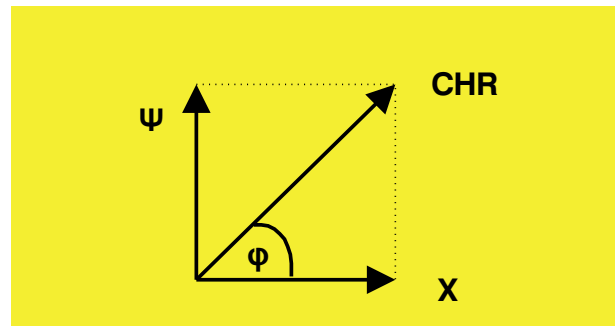
Επιπλέον η χρωμικότητα μιας έγχρωμης εικόνας είναι ένα γεωμετρικό άνωσμα και καθορίζεται από το μέτρο του, που ονομάζεται κορεσμός (Saturation) και τη γωνία του, που ονομάζεται χροιά (HUE).

4.1.3 Το έγχρωμο αναλογικό τηλεοπτικό σήμα

Άρα:

$$\text{Χρωμικότητα} = \text{κορεσμός} + \text{χρoιά}$$

$$\text{Chrominance} = \text{saturation} + \text{hue}$$



Σχήμα 4.1.3.1.1. Γραφική παράσταση χρωμικότητας

: Φ , είναι η γωνία, που καθορίζει την απόχρωση (χρoιά) του ανύσματος CHR ενώ το μήκος του ανύσματος (CHR), καθορίζει τον κορεσμό του [την αγνότητά του (purity)ή αλλιώς τη μη νόθευσή του με ποσότητα λευκού φωτός].

Άρα μία έγχρωμη εικόνα είναι:

$$\text{Έγχρωμη εικόνα} = \text{φωτεινότητα} + \text{κορεσμός} + \text{χρoιά}$$

Η φωτεινότητα ονομάζεται Luminance, συμβολίζεται με Y και καθορίζει την κατανομή της φωτεινής ενέργειας, που ανακλά η έγχρωμη εικόνα ανά τετραγωνικό μέτρο φωτιζόμενης επιφάνειας.

Η χρωμικότητα (χρoιά + κορεσμός) ονομάζεται Chrominance, συμβολίζεται με CHR και καθορίζει τη χρωματική πληροφορία της έγχρωμης εικόνας. Με τη βοήθεια της τρι-χρωματικής όρασης έχει βρεθεί ότι μία οποιαδήποτε έγχρωμη εικόνα είναι δυνατόν να αναλυθεί (και κατ' επέκταση να επανασυσταθεί) σε τρεις βασικές χρωματικές συνιστώσες, την κόκκινη Red, την πράσινη Green και την μπλε Blue, δηλαδή σε τρία βασικά χρώματα. Άρα η ανάλυση μιας εικόνας δίνει

$$\text{ΕΙΚΟΝΑ} = \text{ΚΟΚΚΙΝΟ} + \text{ΠΡΑΣΙΝΟ} + \text{ΜΠΛΕ} = R + G + B$$

Το μήκος κύματος λ κάθε χρώματος (R,G,B) δεν είναι συγκεκριμένο, αλλά καθορίζεται ανάλογα με το τηλεοπτικό σύστημα εκπομπής (NTSC, PAL, SECAM).

Στην πραγματικότητα οι συνιστώσες R,G,B δε συμμετέχουν το ίδιο στη σύνθεση ή ανάλυση μιας εικόνας, επειδή απλούστατα το μάτι του ανθρώπου δεν έχει την ίδια ευαισθησία (απόκριση) και στα τρία αυτά βασικά χρώματα. Η συμμετοχή τους ακολουθεί τον παρακάτω νόμο για την παραγωγή της φωτεινότητας του λευκού φωτός:

$$\text{Φωτεινότητα λευκού φωτός} = 0,30R + 0,59G + 0,11B$$

Επίσης πρέπει να γνωρίζουμε ότι με συνδιασμό ανά δύο των παραπάνω βασικών χρωμάτων (R,G,B) προκύπτουν άλλα χρώματα, που τα ονομάζουμε συμπληρωματικά π.χ.

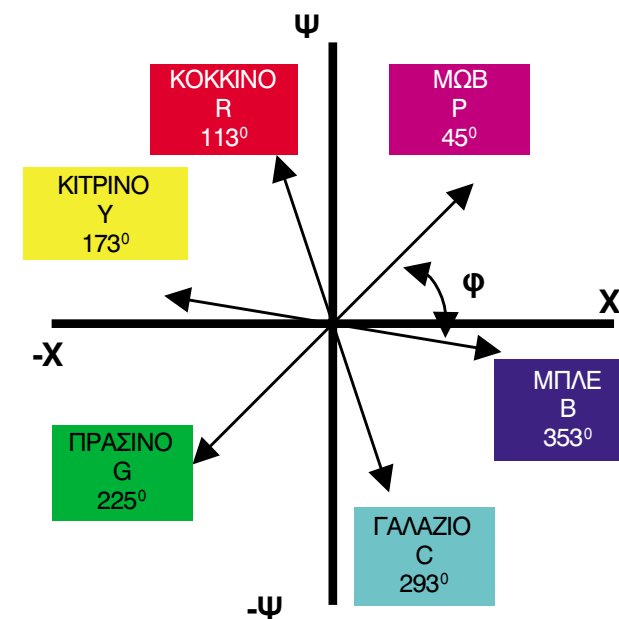
$$\begin{aligned} \text{ΚΟΚΚΙΝΟ} + \text{ΜΠΛΕ} &= \text{ΜΩΒ} & R + B &= \text{PURPLE (MAGENTA)} \\ \text{ΜΠΛΕ} + \text{ΠΡΑΣΙΝΟ} &= \text{ΓΑΛΑΖΙΟ} & B + G &= \text{CYAN} \\ \text{ΠΡΑΣΙΝΟ} + \text{ΚΟΚΚΙΝΟ} &= \text{ΚΙΤΡΙΝΟ} & G + R &= \text{YELLOW} \end{aligned}$$

Τέλος στο χρωμικό κύκλο διευθετούνται τα βασικά και τα συμπληρωματικά χρώματα, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.3.1.2.

Ο κορεσμός του χρώματος κινείται κατά μήκος του εκάστοτε διανύσματος, ενώ η χρoιά είναι η γωνία, που γράφει το διάνυσμα κατά την αντίθετη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Δείξαμε παραπάνω ότι η φωτεινότητα του λευκού φωτός με άθροιση των βασικών χρωμάτων R,G,B και με χρωματικούς συντελεστές 0,30 0,59 0,11 αντίστοιχα, δίνεται από τη σχέση

$$Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B:$$



Σχήμα 4.1.3.1.2 Θέση διανυσμάτων βασικών & συμπληρωματικών χρωμάτων

Αν κατά την ανάλυση μιας έγχρωμης εικόνας η κάμερα δώσει σήμα θετικής πολικότητας με τιμές:

$$\begin{aligned} R &= 1 \text{ Volt}, G = 1 \text{ Volt}, \text{ και } B = 1 \text{ Volt τότε} \\ Y &= 0,30 \cdot 1V + 0,59 \cdot 1V + 0,11 \cdot 1V = 1V \end{aligned}$$

τότε είναι προφανές ότι η κάμερα αναλύει μια λευκή εικόνα και επομένως:

$$Y = 1 \text{ Volt} = \text{λευκό}$$

Αν η ανάλυση της έγχρωμης εικόνας δώσει:

$$\begin{aligned} R &= 0 \text{ Volt}, G = 0 \text{ Volt και } B = 0 \text{ Volt τότε} \\ Y &= 0,30 \cdot 0 + 0,59 \cdot 0 + 0,11 \cdot 0 \\ Y &= 0 \text{ Volt} = \text{μαύρο} \end{aligned}$$

Για οποιεσδήποτε άλλες τιμές (μεταξύ του 0 και 1 Volt) των R, G, B, η φωτεινότητα (Y) της εικόνας θα είναι μεταξύ ΛΕΥΚΟΥ και ΜΑΥΡΟΥ, δηλ. θα έχει κάποια ενδιάμεση φωτεινότητα (αποχρώσεις του ΓΚΡΙ).

Αν πρόκειται να αναλύσουμε μία σκηνή, στην οποία υπάρχουν σε ισόπαχες ραβδώσεις (μπάρες) τα 3 βασικά χρώματα, τα 3 συμπληρωματικά, το λευκό και το μαύρο πρέπει να ακολουθήσουμε την παρακάτω διαδικασία, θεωρώντας ότι όλα τα συμμετέχοντα χρώματα έχουν μέγιστο κορεσμό (100%) και οι τάσεις εξόδου κατά την ανάλυση θα είναι 1 Volt.

ΛΕΥΚΟ: η ανάλυση δίνει $R=1\text{v}$ $G=1\text{v}$ $B=1\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 1+0,59 \cdot 1+0,11 \cdot 1=1 \text{ Volt}$$

ΚΙΤΡΙΝΟ: η ανάλυση δίνει $R=1\text{v}$ $G=1\text{v}$ $B=0\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 1+0,59 \cdot 1+0,11 \cdot 0=0,89 \text{ Volt}$$

ΓΑΛΑΖΙΟ: η ανάλυση δίνει $R=0\text{v}$ $G=1\text{v}$ $B=1\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 0+0,59 \cdot 1+0,11 \cdot 1=0,70 \text{ Volt}$$

ΠΡΑΣΙΝΟ: η ανάλυση δίνει $R=0\text{v}$ $G=1\text{v}$ $B=0\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 0+0,59 \cdot 1+0,11 \cdot 0=0,59 \text{ Volt}$$

ΜΩΒ: η ανάλυση δίνει $R=1\text{v}$ $G=0\text{v}$ $B=1\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 1+0,59 \cdot 0+0,11 \cdot 1=0,41 \text{ Volt}$$

ΚΟΚΚΙΝΟ: η ανάλυση δίνει $R=1\text{v}$ $G=0\text{v}$ $B=0\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 1+0,59 \cdot 0+0,11 \cdot 0=0,30 \text{ Volt}$$

ΜΠΛΕ: η ανάλυση δίνει $R=0\text{v}$ $G=0\text{v}$ $B=1\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 0+0,59 \cdot 0+0,11 \cdot 1=0,11 \text{ Volt}$$

ΜΑΥΡΟ: η ανάλυση δίνει $R=0\text{v}$ $G=0\text{v}$ $B=0\text{v}$ & επομένως

$$Y=0,30 \cdot 0+0,59 \cdot 0+0,11 \cdot 0=0 \text{ Volt}$$

Αν όμως η συμμετοχή των χρωμάτων γίνει με κορεσμό μικρότερο του 100% π.χ. 60% τότε η ανάλυση του μωβ δε θα δώσει 0,41v αλλά

$$\begin{aligned} R &= 0,6\text{v}, G = 0\text{v}, B = 0,6\text{v} \text{ ή} \\ Y &= 0,30 \cdot 0,60 + 0,59 \cdot 0 + 0,11 \cdot 0,60 = 0,24\text{v}. \end{aligned}$$

Έτσι η μέγιστη φωτεινότητα Y, που μπορεί να ανακλάσει μία έγχρωμη εικόνα είναι 1 Volt p-p και τούτο, όταν τα χρώματα, που συμμετέχουν στη διαδικασία είναι κορεσμένα 100%.

Η φιλοσοφία για τον καθορισμό των χρωματικών συντελεστών:

0,30 για το κόκκινο (R)

0,59 για το πράσινο (G)

0,11 για το μπλε (B)

έγκειται στο ότι αφενός η απόκριση του ανθρώπινου ματιού δεν είναι ίδια στα βασικά χρώματα και αφ' ετέρου θα πρέπει για την παραγωγή του λευκού

φωτός να έχουμε μέγιστη τάση εξόδου (από την κάμερα). Αν υποθέσουμε ότι μέγιστη τάση για το λευκό φως Y έχουμε 1Volt, τότε θα πρέπει τα σήματα R,G,B να συμμετέχουν το ίδιο στην παραγωγή 1v για το Y π.χ. $R = 0,33$ $G = 0,33$ $B = 0,33$ άρα $Y=0,33 + 0,33 + 0,33 = 1\text{v}$. Ουσιαστικά όμως το παραγόμενο σήμα 1 Volt δεν θα είναι λευκό, διότι έτσι δεν ικανοποιείται η φασματική απόκριση του ανθρώπινου οφθαλμού.

Αν όμως θεωρήσουμε σύμφωνα με το σχ.4.1.3.1.3 ότι $B=0,175$, $R=0,480$, και $G=0,950$ τότε η άθροιση αυτή θα προκαλέσει το λευκό φως, αλλά η συνολική τάση θα είναι μεγαλύτερη από 1 Volt π.χ. $0,175+0,480+0,950=1,605\text{V}$.

Για την ορθή αναλογία τάσης λευκού φωτός 1 Volt έχουμε αντίστοιχα:

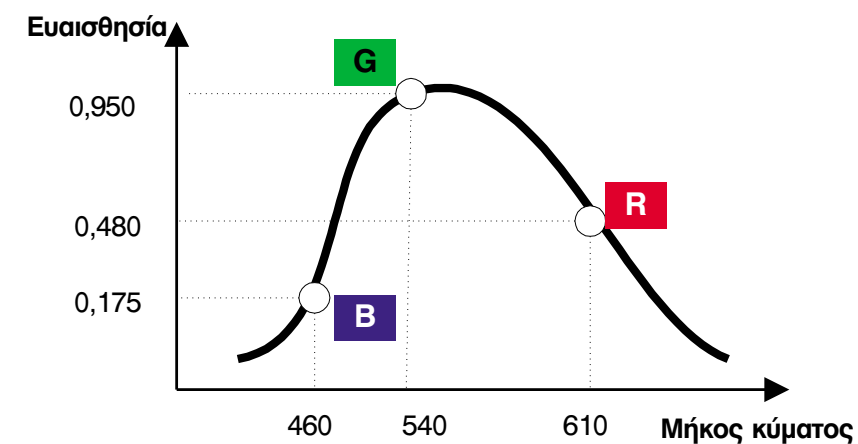
$$\text{Συντελεστής } R \rightarrow 0,480/1,605=0,30$$

$$\text{Συντελεστής } G \rightarrow 0,950/1,605=0,59$$

$$\text{Συντελεστής } B \rightarrow 0,175/1,605=0,11$$

Οπότε θα έχουμε

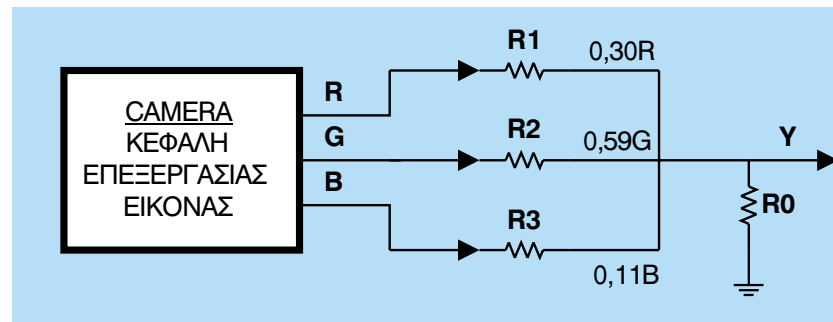
$$\text{ΛΕΥΚΟ ΦΩΣ } Y = 0,30R+0,59G+0,11B$$



Σχήμα 4.1.3.1.3 Φασματική απόκριση ανθρώπινου οφθαλμού.

4.1.3.2 Παραγωγή σημάτων χρωματοδιαφοράς και σήματος φωτεινότητας.

Γνωρίζουμε ότι η ανάλυση μιας έγχρωμης εικόνας δίνει 3 τάσεις βασικών χρωμάτων R,G,B. Επίσης είδαμε ότι με τη σύνθεση αυτών των τάσεων σύμφωνα με τη σχέση $Y=0,30R+0,59G+0,11B$ θα πάρουμε πάλι τη φωτεινότητα της εικόνας. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να υλοποιηθεί ηλεκτρονικά με τον παρακάτω τρόπο.



Σχήμα 4.1.3.2.1 MATRIX για την παραγωγή του σήματος Y στην Camera

Αν θεωρήσουμε ότι οι λόγοι: R_1/R_0 , R_2/R_0 , R_3/R_0 είναι:

$$R_1/R_0=0,30, R_2/R_0=0,59 \text{ και } R_3/R_0=0,11$$

τότε η έξοδος θα είναι: $E_Y = E_R \cdot 0,30 + E_G \cdot 0,59 + E_B \cdot 0,11$

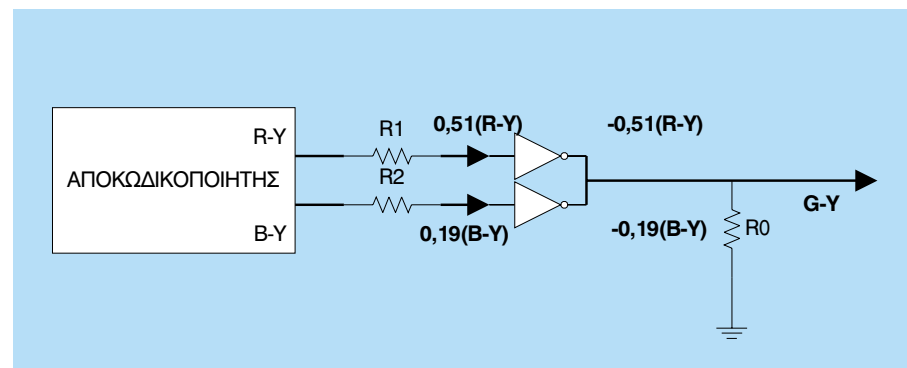
$$\text{ή καλύτερα: } Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B.$$

Η παραπάνω διάταξη αποτελεί μία απλή κωδικοποιητική μήτρα παραγωγής σήματος φωτεινότητας Y και λέγεται MATRIX. Στη μελέτη όμως της επεξεργασίας εκπομπής και λήψης του οπτικού σήματος στην έγχρωμη τηλεόραση, οι πληροφορίες που εκπέμπονται δεν είναι Y (φωτεινότητα) και R,G,B αλλά Y και χρωματικές διαφορές R-Y, B-Y, G-Y με ορισμένες παραλλαγές ανάλογα με το σύστημα (PAL, SECAM, NTSC). Τελικά δεν αποστέλλονται οι χρωματικές συνιστώσες της έγχρωμης εικόνας R,G,B, αλλά αποστέλλονται το σήμα Y που καθορίζει τη φωτεινότητα της εικόνας και οι χρωματικές διαφορές R-Y και B-Y, που περιέχουν τις πληροφορίες του χρώματος της εικόνας.

Τέλος σημειώνουμε ότι η χρωματική διαφορά G - Y δεν μεταβιβάζεται, αλλά αναπαράγεται στο δέκτη σύμφωνα με τη σχέση:

$$G-Y = -0,51 (R-Y) - 0,19 (B-Y).$$

Η σχέση αυτή είναι δυνατόν να υλοποιηθεί με μία μήτρα αποκατάστασης του G-Y (MATRIX) σύμφωνα με το σχήμα 4.1.3.2.2 και η οποία βρίσκεται στο δέκτη.



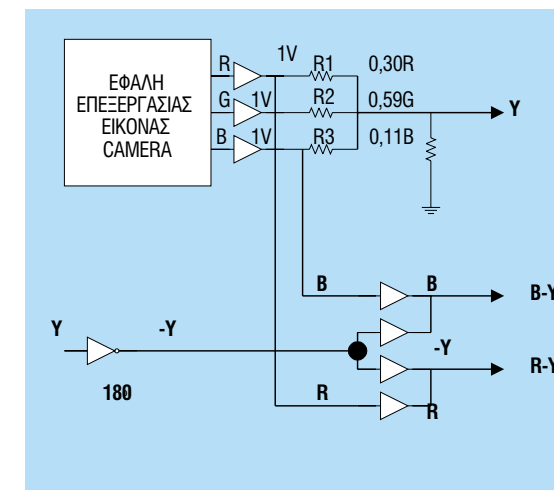
Σχήμα 4.1.3.2.2 MATRIX για την αποκατάσταση του σήματος G-Y στο δέκτη

Αν θεωρήσουμε ότι $R_1/R_0 = 0,51$ και $R_2/R_0 = 0,19$ τότε η έξοδος

$$G - Y \text{ θα είναι } G - Y = [-0,51 (R - Y)] + [-0,19 (B - Y)] \text{ ή}$$

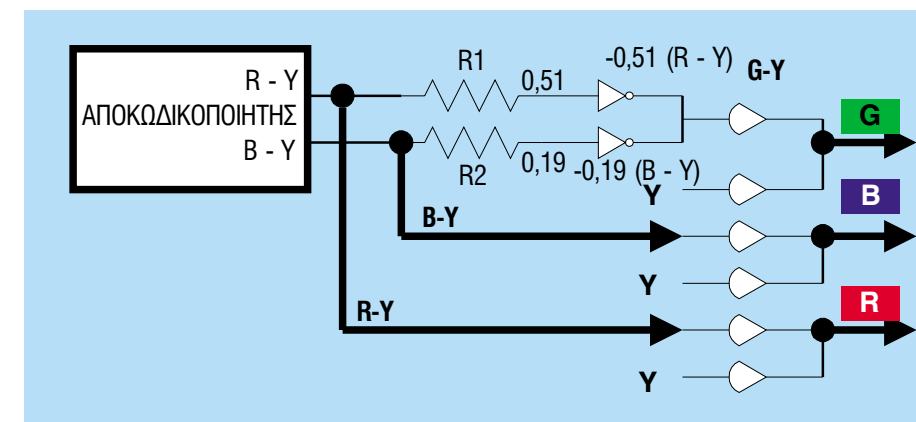
$$G - Y = -0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y).$$

Η παραπάνω μήτρα αποκατάστασης (G - Y) βρίσκεται στο δέκτη μετά τον αποκωδικοποιητή του συστήματος και είναι κοινή και ανεξάρτητη διαδικασία εκπομπής (PAL, SECAM, NTSC). Επίσης η μέθοδος παραγωγής των χρωματικών διαφορών στην εκπομπή είναι παραπλήσια. Ουσιαστικά η κωδικοποιητική μήτρα στον πομπό παράγει απ' ευθείας το σήμα Y, το σήμα R - Y και το σήμα B - Y.



Σχήμα 4.1.3.2.3 MATRIX παραγωγής σημάτων Y, B - Y και R - Y στην Camera

Πριν ολοκληρώσουμε τη διαδικασία παραγωγής των χρωματικών διαφορών καλό είναι να δείξουμε γενικά πως γίνεται η διαδικασία της παραγωγής των χρωματικών πληροφοριών στη μήτρα αποκωδικοποίησης του δέκτη.



Σχήμα 4.1.3.2.4 MATRIX αποκατάστασης σημάτων R, G, B στο δέκτη

Οι χρωματικές διαφορές αποδεικνύεται ότι έχουν τιμές:

$$R - Y = R - (0,30R + 0,59G + 0,11B) \text{ τότε}$$

$$R - Y = 0,70R - 0,59G - 0,11B$$

$$B - Y = B - (0,30R + 0,59G + 0,11B) \text{ τότε}$$

$$B - Y = -0,30R - 0,59G + 0,89B$$

$$G - Y = G - (0,30R + 0,59G + 0,11B) \text{ τότε}$$

$$G - Y = -0,30R + 0,41G - 0,11B$$

Και είναι δυνατόν να λάβουν είτε θετική είτε αρνητική τιμή π.χ. $+(R - Y)$, $-(R - Y)$ ή $-(B - Y)$, $+(B - Y)$ Έστω ότι στην έξοδο της κάμερας έχουμε:

$$R = 1 \text{ Volt}, G = 1 \text{ Volt} \text{ και } B = 0 \text{ Volt} \text{ τότε}$$

$$Y = 0,30 \cdot 1 + 0,59 \cdot 1 + 0,11 \cdot 0$$

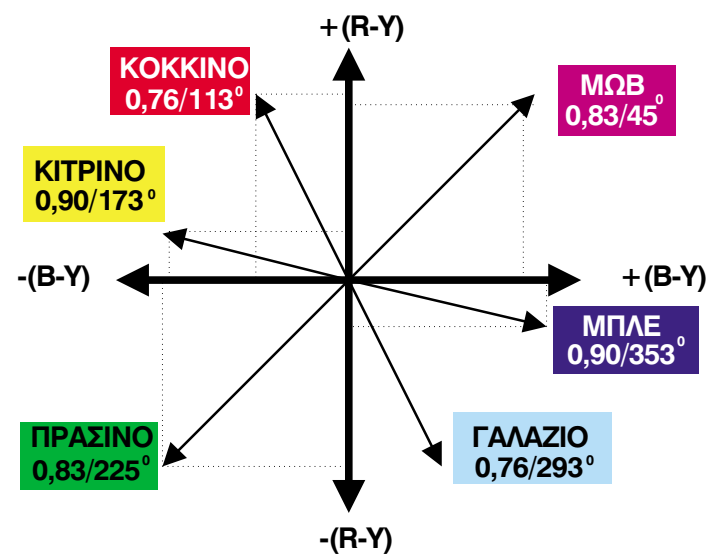
$$Y = 0,89V$$

Προφανώς για τις τιμές αυτές έχουμε το κορεσμένο (100%) κίτρινο χρώμα. Συνεχίζοντας, έχουμε για τις χρωματικές διαφορές:

$$R - Y = 1 - 0,89 \text{ ή } R - Y = +0,11 \text{ και}$$

$$B - Y = 0 - 0,89 \text{ ή } B - Y = -0,89$$

Εδώ παρατηρούμε ότι η χρωματική διαφορά $R - Y$ είναι θετική, ενώ η χρωματική διαφορά $B - Y$ είναι αρνητική. Με τον ίδιο τρόπο βρίσκουμε τις χρωματικές διαφορές για οποιοδήποτε χρώμα. Έτσι τοποθετούμε στο χρωματικό κύκλο, στον άξονα XX' τη χρωματική διαφορά $\pm (B - Y)$ και στον άξονα YY' τη χρωματική διαφορά $\pm (R - Y)$.



Σχήμα 4.1.3.2.5 Θέση των χρωματοδιαφορών στο χρωματικό κύκλο NEWTON.

Στη συνέχεια παρατίθεται ένας γενικός πίνακας με τα πλάτη των σημάτων Y , $R - Y$, $B - Y$, με το εύρος του συνισταμένου σήματος CHR καθώς και με τη γωνία αυτού ως προς την αρχή εκκίνησης 0° , με την προϋπόθεση ότι τα συμμετέχοντα χρώματα θα έχουν κορεσμό 100%.

ΧΡΩΜΑ	U _{OUT} RGB	ΠΛΑΤΟΣ Y	ΠΛΑΤΟΣ R-Y	ΠΛΑΤΟΣ B-Y	ΠΛΑΤΟΣ CHR	ΓΩΝΙΑ
ΛΕΥΚΟ	R = 1 G = 1 B = 1	1	0	0	0	00
ΚΙΤΡΙΝΟ	R = 1 G = 1 B = 0	0,89	+0,11	-0,89	± 0,90	1730
ΓΑΛΑΖΙΟ	R = 0 G = 1 B = 1	0,70	-0,70	+0,30	± 0,76	2930
ΠΡΑΣΙΝΟ	R = 0 G = 1 B = 0	0,59	-0,59	-0,59	± 0,83	2250
ΜΩΒ	R = 1 G = 0 B = 1	0,41	+0,59	+0,59	± 0,83	450
ΚΟΚΚΙΝΟ	R = 1 G = 0 B = 0	0,30	+0,70	-0,30	± 0,76	1130
ΜΠΛΕ	R = 0 G = 0 B = 1	0,11	-0,11	+0,89	± 0,90	3530
ΜΑΥΡΟ	R = 0 G = 0 B = 0	0	0	0	0	00

Στο σήμα χρωμικότητας (CHR) το \pm δικαιολογείται από το ότι μετά τη διαμόρφωση και άθροιση των $R - Y$ και $B - Y$ το συνιστάμενο σήμα κείται πάνω και κάτω από τη μηδενική τιμή. Άρα $\pm 0,90 = 1,80$.

Οι τιμές του προηγούμενου πίνακα είναι γενικές. Στα διάφορα συστήματα δεν χρησιμοποιούμε τις χρωματικές διαφορές $R - Y$ και $B - Y$ ως έχουν, αλλά για λόγους καταστολής της υπερδιαμόρφωσης συμπιέζουμε τα πλάτη τους π.χ.

- στο σύστημα PAL έχουμε τα σήματα:

$$V = 0,877 \cdot (R - Y) \text{ και } U = 0,493 \cdot (B - Y)$$

- στο σύστημα NTSC έχουμε τους γραμμικούς συνδυαστές:

$$I = 0,74 \cdot (R - Y) - 0,27 \cdot (B - Y) \text{ και } Q = 0,48 \cdot (R - Y) + 0,41 \cdot (B - Y)$$

- στο σύστημα SECAM έχουμε τα σήματα:

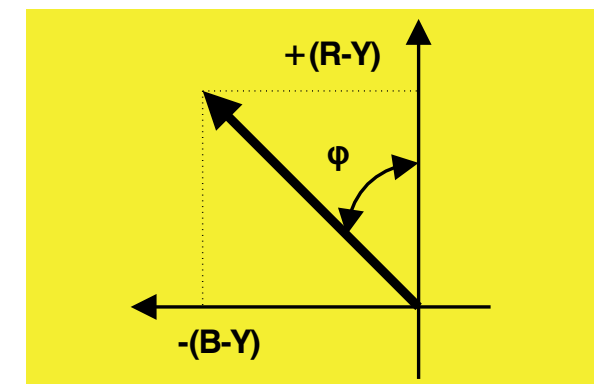
$$D_R = 1,9 \cdot (R - Y) \text{ και } D_B = 1,5 \cdot (B - Y)$$

Έτσι τα εύρη των $R - Y$ και $B - Y$ είναι δυνατόν να τροποποιηθούν λίγο και έτσι να δούμε διαφορές στις τιμές του προηγούμενου πίνακα.

Κλείνοντας πρέπει να επαναλάβουμε, σύμφωνα με την τεταρτημοριακή διαμόρφωση πλάτους QAM ότι το πλάτος του σήματος CHROMINANCE βγαίνει από τη σχέση.

$$CHR = \sqrt{(R - Y)^2 + (B - Y)^2} \text{ η δε γωνία από τη σχέση}$$

$\Gamma\Omega\text{ΝΙΑ ΦΑΣΗΣ } \alpha = \text{τοξ εφ} \cdot [(B - Y)/(R - Y)]$, όπου η γωνία αναφέρεται ως προς τον κάθετο άξονα $\Psi\Psi'$. Από τη γωνία α είναι εύκολο να βρούμε τη γωνία φ .



Σχήμα 4.1.3.2.6 Θέση της γωνίας φ ως προς τις χρωματοδιαφορές.

4.1.3.3 Μέθοδος Υπολογισμού των Ποσοτήτων R, G, B, Y και R - Y, B - Y, G - Y.

Έχοντας κατά νου τη σχέση $Y = 0,30 R + 0,59 G + 0,11 B$ καθώς και τις σχέσεις $R + B = ΜΩΒ$, $B + G = ΓΑΛΑΖΙΟ$ και $G + R = ΚΙΤΡΙΝΟ$,

θεωρούμε ότι για την παραγωγή του λευκού, του κίτρινου, του γαλάζιου και του πράσινου συμμετέχει οπωσδήποτε το G (άρα η πράσινη έξοδος θα δώσει για τις 4 παραπάνω λωρίδες + 1V, βλέπε το σχήμα 4.1.3.3.1).

Για τις ραβδώσεις μωβ, κόκκινο, μπλε και μαύρο το G δεν συμμετέχει (άρα η πράσινη έξοδος θα δώσει 0V). Με τον ίδιο τρόπο βγάζουμε τις τάσεις E_R και E_B .

Για τον υπολογισμό του E_Y θεωρούμε ότι ισχύει η σχέση

$Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B$ & για τη λευκή ράβδωση θα έχουμε $R = 1V$, $G = 1V$ και $B = 1V$

άρα $Y = 0,30 \cdot 1 + 0,59 \cdot 1 + 0,11 \cdot 1 = 1V$ αντίστοιχα για την κίτρινη ράβδωση έχουμε $R = 1V$ $G = 1V$ $B = 0V$

άρα $Y = 0,30 \cdot 1 + 0,59 \cdot 1 + 0,11 \cdot 0 = 0,89V$. Με την ίδια φιλοσοφία υπολογίζουμε την τάση του σήματος φωτεινότητας E_Y για όλες τις ραβδώσεις.

Τέλος για τον υπολογισμό της τάσης της χρωματικής διαφοράς $E_R - E_Y$ αρκεί να αφαιρούμε το εκάστοτε πλάτος (καθ' ενός χρώματος) του σήματος E_Y από το αντίστοιχο πλάτος της "κόκκινης" τάσης E_R . π.χ. για τη λευκή ράβδωση έχουμε $E_R = 1V$, $E_Y = 1V$ άρα $E_R - E_Y = 1 - 1 = 0V$, για την κίτρινη ράβδωση έχουμε

$E_R = 1V$, $E_Y = 0,89V$, άρα $E_R - E_Y = 1 - 0,89 = 0,11V$ κ.ο.κ.

Κατ' αυτόν τον τρόπο υπολογίζουμε τις τιμές και επομένως τις μορφές των χρωματικών διαφορών $E_R - E_Y$, $E_B - E_Y$, $E_G - E_Y$.

Υπολογισμός του + (G - Y)

$$Y = 0,30 R + 0,59 G + 0,11 B \quad 4.1.3.3.1$$

$$Y = 0,30 Y + 0,59 Y + 0,11 Y \quad 4.1.3.3.2$$

Αφαιρώντας τις σχέσεις 4.1.3.3.1 & 4.1.3.3.2 κατά μέλη, έχουμε:

$$0 = 0,30 (R - Y) + 0,59 (G - Y) + 0,11 (B - Y) \quad \text{άρα}$$

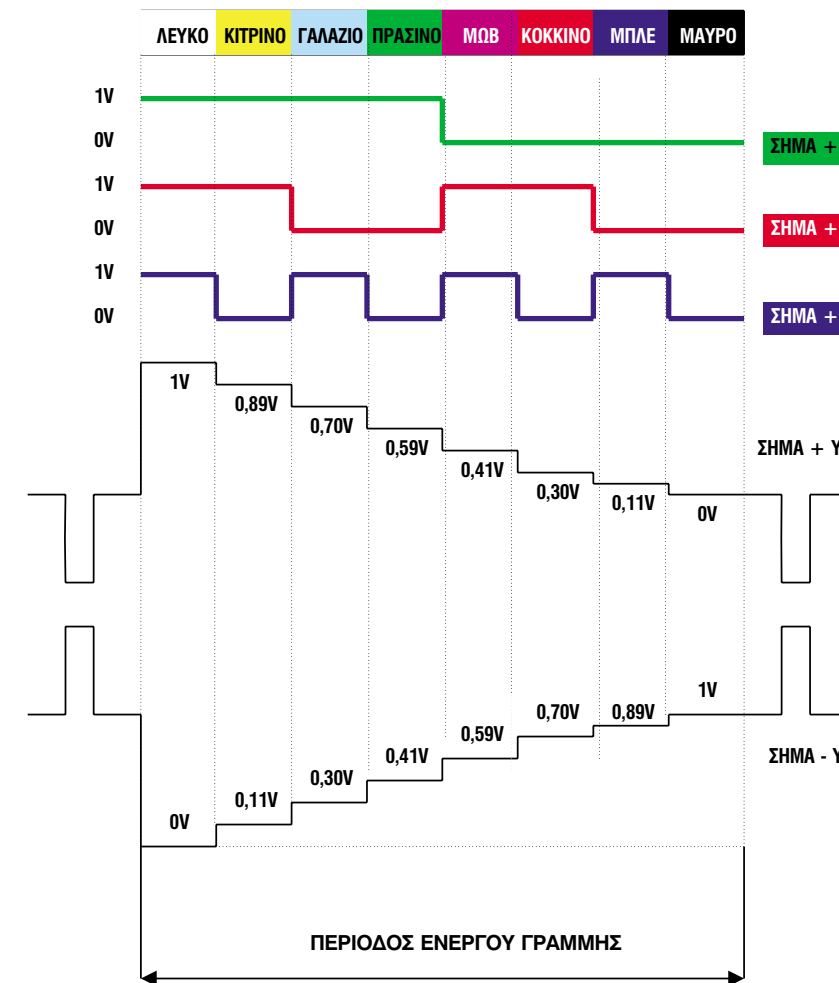
$$-0,59 (G - Y) = 0,30 (R - Y) + 0,11 (B - Y) \text{ & επομένως}$$

$$(G - Y) = -0,30/0,59 (R - Y) - 0,11/0,59 (B - Y)$$

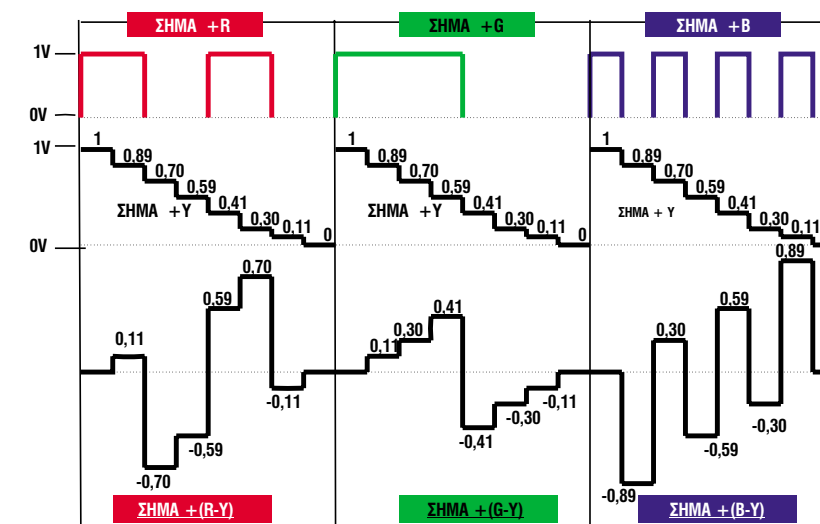
$$G - Y = -0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y)$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Από τον πίνακα διαπιστώνεται πολύ εύκολα ότι η διεύρυνση (πλάτος) του σήματος $E_G - E_Y$ είναι μικρότερη από τις διευρύνσεις των σημάτων $E_R - E_Y$ και $E_B - E_Y$. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος της εκπομπής του σήματος $E_G - E_Y$ και όχι κάποιου άλλου.



Σχήμα 4.1.3.3.1 Εικόνα ελέγχου με χρωματοραβδώσεις & μορφή των σημάτων RGB, +Y, -Y



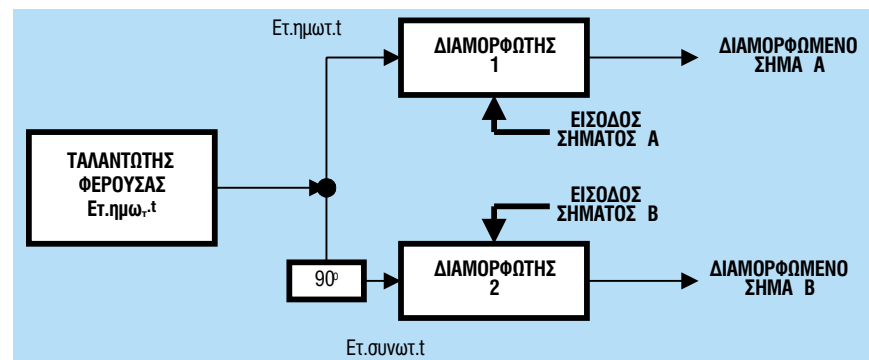
Σχήμα 4.1.3.3.2 Σήματα χρωματοδιαφορών

4.1.3.4 Παραγωγή σύνθετου έγχρωμου τηλεοπτικού σήματος

4.1.3.4.1 Τετραγωνική Διαμόρφωση πλάτους Q.A.M. QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION

Στην τετραγωνική ή τεταρτημοριακή διαμόρφωση πλάτους διαμορφώνεται μία φέρουσα από δύο διαφορετικά διαμορφωτικά σήματα. Ουσιαστικά η συχνότητα της φέρουσας είναι σταθερή, αλλά το ένα σήμα διαμορφώνει αυτή με φάση 0° , ενώ το άλλο σήμα τη διαμορφώνει, αφού η φάση της ολισθήσει, κατά 90° . Εμφανίζεται έτσι η περίπτωση να έχουμε δύο φέρουσες, που να έχουν την ίδια συχνότητα αλλά η μία να έχει φασική απόκλιση από την άλλη κατά 90° .

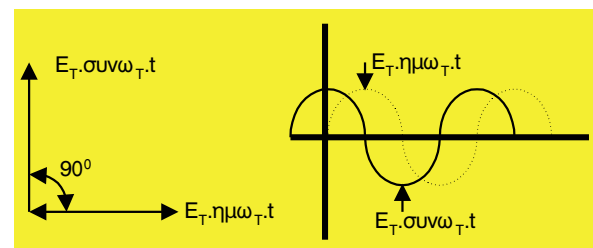
Σε μπλοκ διάγραμμα θα μπορούσαμε να παραστήσουμε τα πιο πάνω ως εξής:



Σχήμα 4.1.3.4.1.1 Δομικό διάγραμμα διαμορφωτή QAM

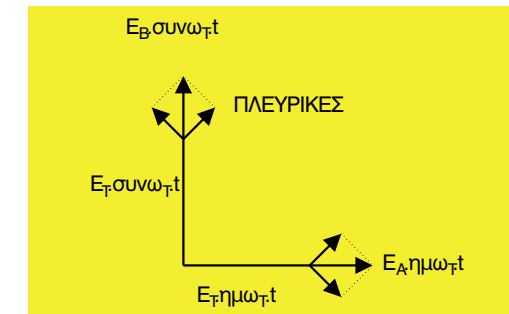
Αν υποθέσουμε ότι ο ταλαντωτής του φέροντος βγάζει σήμα $e_t = E_t \cdot \eta\mu\omega_t \cdot t$, όπου E_t το πλάτος του ημιτονικού σήματος και $\omega_t \cdot t$ η γωνιακή συχνότητα του ταλαντωτή φέρουσας, τότε στην έξοδο της βαθμίδας ολίσθησης (φασοστροφέα) 90° θα έχουμε μία αντίστοιχη μετατόπιση του σήματος, δηλαδή $E_t \cdot \sigma\upsilon\nu\omega_t \cdot t$. Άρα στους διαμορφωτές 1 και 2 έρχεται η ίδια φέρουσα e_t με το ίδιο πλάτος E_t αλλά με φασική διαφορά 90° στη φέρουσα του διαμορφωτή 2 από αυτή του διαμορφωτή 1.

Μπορούμε τα παραπάνω να τα δείξουμε διανυσματικά, δεχόμενοι ότι στον άξονα $\Psi\Psi'$ κινείται το άνωσμο του ημιτόνου και στον άξονα XX' κινείται το άνωσμο του συνημιτόνου.



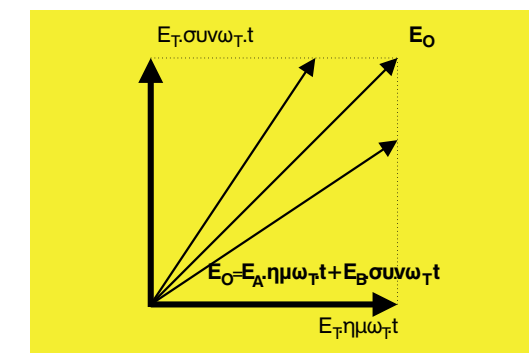
Σχήμα 4.1.3.4.1.2 Μορφή και θέση της φέρουσας διαμορφωτών QAM

Επί πλέον τα διαμορφωτικά σήματα A και B πρέπει και αυτά να διαφέρουν φασικά κατά 90° άρα το διανυσματικό διάγραμμα σε συνδυασμό με τη φέρουσα θα είναι:



Σχήμα 4.1.3.4.1.3 Διαμορφωμένα σήματα με QAM και οι πλευρικές τους.

όπου E_a είναι το πλάτος του διαμορφωμένου σήματος A με τις πλευρικές του και E_b είναι το πλάτος του διαμορφωμένου σήματος B με τις πλευρικές του. Το γεωμετρικό άθροισμα των δύο διαμορφωμένων σημάτων θα μας δώσει ένα σήμα E_o με συχνότητα τη συχνότητα της φέρουσας, η οποία έχει διαμορφωθεί κατά πλάτος αλλά και κατά φάση από τα σήματα E_a και E_b .



Σχήμα 4.1.3.4.1.4 Γεωμετρικό άθροισμα δύο διαμορφωμένων σημάτων.

Δηλαδή $E_o = \sqrt{E_a^2 + E_b^2} \cdot \eta\mu(\omega_t \cdot t + \phi)$
όπου το πλάτος του σήματος θα είναι

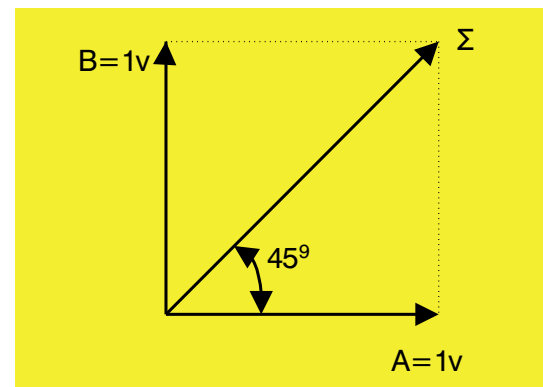
$\sqrt{E_a^2 + E_b^2}$ και η γωνία ϕ θα είναι:

$$\phi = \tan^{-1} \frac{E_a}{E_b}$$

Εδώ φαίνεται ότι από τη διαμόρφωση παράγεται ένα σήμα E_o με συχνότητα φέρουσας διαμορφωμένη κατά AM από τα σήματα E_a και E_b .

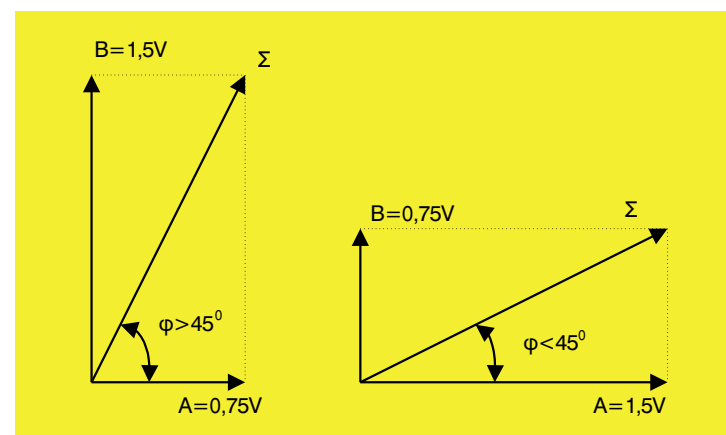
Γενικότερα γνωρίζουμε ότι αν αθροίσουμε δύο ανύσματα A και B, τα οποία έχουν διαφορά φάσης 90° , το αποτέλεσμα θα είναι ένα άνυσμα με μέτρο $\sqrt{A^2 + B^2}$.

Επίσης αν τα δύο ανύσματα A και B είναι ίσα μεταξύ τους, τότε η συνισταμένη τους Σ θα βρίσκεται στη διχοτόμο των 90° δηλαδή στις 45°



Σχήμα 4.1.3.4.1.5 Συνισταμένη δύο ίσων σημάτων στις 45°

Αν βεβαίως διατηρήσουμε τη μεταξύ τους γωνία 90° σταθερή, αλλά μεταβάλλουμε το εύρος των σημάτων A και B, τότε βλέπουμε ότι η γωνία της συνισταμένης Σ μεταβάλλεται.



Σχήμα 4.1.3.4.1.6 Συνισταμένη δύο άνισων σημάτων σε γωνία $\neq 45^\circ$

Αν θεωρήσουμε ότι τα σήματα A και B είναι δυνατόν να λάβουν τιμές αρνητικές ή θετικές δηλαδή $\pm A$ και $\pm B$ καταλαβαίνουμε αμέσως ότι η συνισταμένη τους είναι δυνατόν - διανυσματικά - να βρίσκεται σ' οποιοδήποτε τεταρτημοριακό σημείο ενός κύκλου.

Γι' αυτό ονομάζεται τεταρτημοριακή διαμόρφωση πλάτους Q.A.M

Η τεταρτημοριακή (ορθογωνική ή τετραγωνική) διαμόρφωση πλάτους εφαρμόζεται στην έγχρωμη τηλεόραση και ιδιαίτερα στα συστήματα **NTSC και PAL**.

Στα συστήματα αυτά όπως θα δούμε, έχουμε δύο σήματα (πληροφορίες χρωμοδιαφορών), που το ένα θα διαμορφωθεί από τη φέρουσα (χρωματικό υποφέρον), ενώ το άλλο θα διαμορφωθεί από την ίδια φέρουσα, αφού όμως η φάση της υποστεί ολίσθηση 90° . Τα σήματα αυτά είναι:

Για το

$$\text{NSTC: } I = 0,74 (R - Y) - 0,27 (B - Y) \text{ και } Q = 0,48 (R - Y) + 0,41 (B - Y)$$

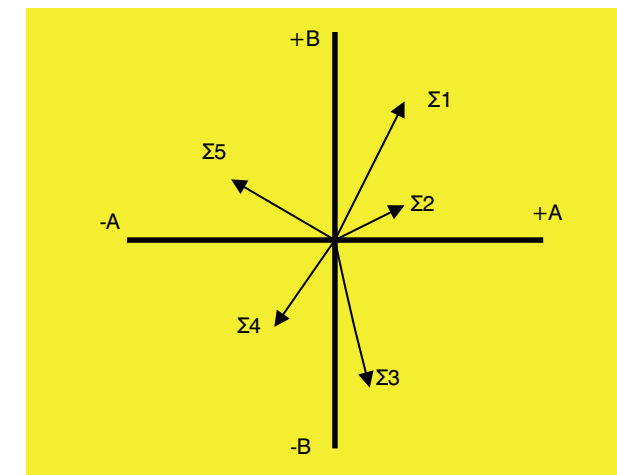
Για το

$$\text{PAL: } V = 0,877 (R - Y) \text{ και } U = 0,493 (B - Y)$$

Για το

$$\text{SECAM: } D_R = 1,9 (R - Y) \text{ και } D_B = 1,5 (B - Y)$$

Στο SECAM τα παραπάνω σήματα δεν υπόκεινται σε διαμόρφωση Q.A.M. αλλά κατά F.M.



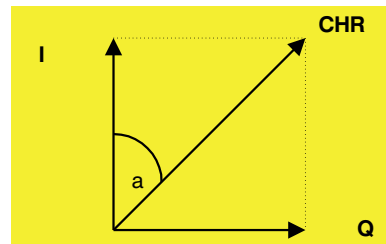
Σχήμα 4.1.3.4.1.7 Απεικόνιση της συνισταμένης σε οποιοδήποτε τεταρτημόριο του κύκλου

4.1.3.4.2 Το σύνθετο έγχρωμο τηλεοπτικό σήμα στο σύστημα PAL.

Ι. ΓΕΝΙΚΑ

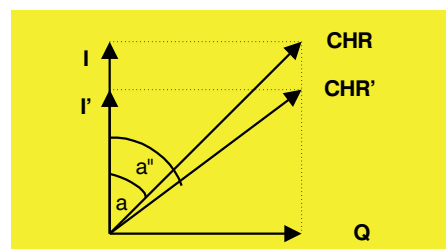
Το σύστημα PAL θεωρείται σαν επέκταση του NTSC και πατρίδα του είναι η πρώην Δ. Γερμανία. Το σύστημα αυτό λύνει το σοβαρό πρόβλημα της πιθανής

φασικής εκτροπής του σήματος CHROMINANCE από την κανονική του θέση που παρουσιάζει το σύστημα NTSC. Στο NTSC το σήμα CHROMINANCE είναι η συνισταμένη των διαμορφωμένων σημάτων I και Q με μέτρο $CHR = \sqrt{I^2 + Q^2}$ και η γωνία $\alpha = \arctan Q/I$ σχ. 4.1.3.4.2.1



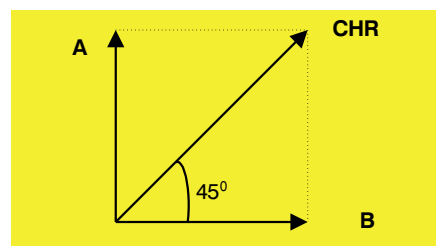
Σχήμα 4.1.3.4.2.1 Το σήμα CHR σαν συνισταμένη των I και Q στο NTSC

Αν όμως το σήμα CHR αποκλίνει φασικά από την κανονική του θέση, τότε η χρωματική αυτή παραμόρφωση θα μεταφερθεί στο δέκτη, όπου εκεί δεν είναι δυνατόν να γίνει αντιληπτή και κατ' επέκταση να διορθωθεί.



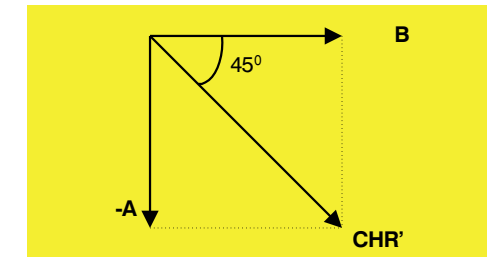
Σχήμα 4.1.3.4.2.2. Φασική απόκλιση του CHR από την ορθή του θέση.

Το σύστημα PAL λύνει το πρόβλημα αυτό (της φασικής απόκλισης του σήματος CHR) μεταβάλλοντας τη φάση της μιας από τις δύο συνιστώσες κατά 180° ανά γραμμή σάρωσης. Λόγω αυτής της φιλοσοφίας πήρε την ονομασία PAL που στα Αγγλικά είναι PHASE ALTERNATION LINE - εναλλαγή της φάσης ανά γραμμή. Θα δώσουμε ένα απλό παράδειγμα της παραπάνω σκέψης: Έστω ότι έχουμε τις χρωματικές συνιστώσες A και B, που συνιστούν το σήμα CHR εκπομπής $CHR = \sqrt{A^2 + B^2}$ για μια τυχαία γραμμή σάρωσης π.χ. L. Για ίσα μέτρα A και B έχουμε συνισταμένη CHR με γωνία 45° .

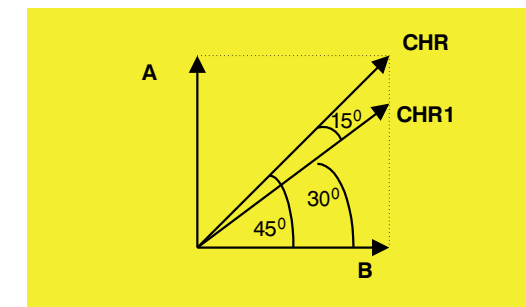


Σχήμα 4.1.3.4.2.3 Σχέση της γωνίας του CHR με τα πλάτη των σημάτων A και B.

Στην επόμενη γραμμή σάρωσης L + 1 μεταβάλλεται η φάση του σήματος A κατά 180° και έχουμε το σχήμα 4.1.3.4.2.4



Σχήμα 4.1.3.4.2.4 Μεταβολή της φάσης του σήματος A.

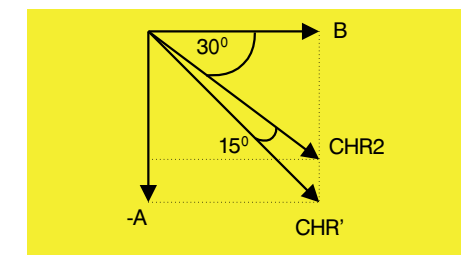


Σχήμα 4.1.3.4.2.5 Φασική απόκλιση 15° του CHR από την ορθή θέση.

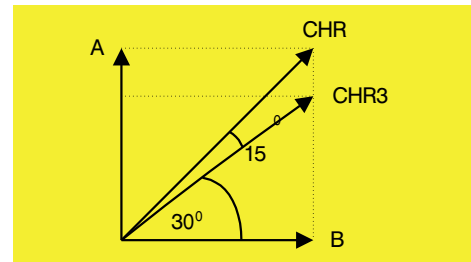
Αν το σήμα CHR υποστεί κάποια φασική απόκλιση π.χ. 15° στη διαδικασία της L γραμμής θα έχουμε το σήμα CHR1, που φυσικά θα εκφράζει διαφορετική απόχρωση με γωνία $45^\circ - 15^\circ = 30^\circ$ από το B.

Στην επόμενη γραμμή σάρωσης L + 1 η φασική απόκλιση μεταφέρεται, επειδή η φάση του σήματος A αναστρέφεται. Έτσι έχουμε το σήμα CHR2 με γωνία $45^\circ - 15^\circ = 30^\circ$ από το B.

Στη διαδικασία της επεξεργασίας του χρωματοφόρου από τον αποκωδικοποιητή η φάση του σήματος - A του σχήματος 4.1.3.4.2.6 επαναναστρέφεται κατά 180° (με τη βοήθεια ενός φασοστροφέα 180°) και τελικά λαμβάνει τη μορφή του σχήματος 4.1.3.4.2.7

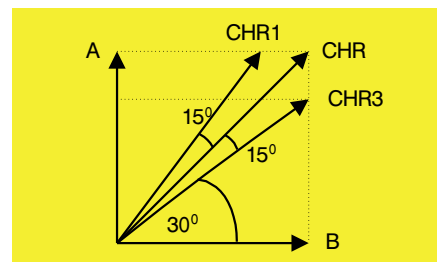


Σχήμα 4.1.3.4.2.6 Αναστροφή της φασικής απόκλισης με γωνία CHR2 30° από το B ($45^\circ - 15^\circ = 30^\circ$).



Σχήμα 4.1.3.4.2.7 Επαναπροσδιορισμός της φασικής απόκλισης στο δέκτη.

Ακολουθώντας ο αποκωδικοποιητής αθροίζει τα σήματα των γραμμών L και L + 1 (με τη βοήθεια μιας γραμμής καθυστέρησης 64μsec), οπότε προκύπτει το σήμα του σχήματος 4.1.3.4.2.8



Σχήμα 4.1.3.4.2.8 Άθροιση των αντιθέτων φασικών σφαλμάτων

με αποτέλεσμα οι φασικές αποκλίσεις CHR1 και CHR3 δύο διαδοχικών γραμμών να αλληλοεξουδετερώνονται και έτσι να έχουμε το σήμα CHR καθαρό.

Επομένως το σήμα CHR θα έχει τιμή

$$\text{CHR} = \pm A * \sin \omega * t + B * \eta \mu \omega * t$$

Το σύστημα PAL είναι συμβατό με τη διαδικασία εκπομπής και λήψης A/M σήματος.

Για τα Ευρωπαϊκά δεδομένα (CCIR) έχει σύστημα διερεύνησης 625 γραμμών σε δύο πεδία (fields) των 312,5 γραμμών το κάθε ένα, εκπέμπονται δε 25 εικόνες/sec με συχνότητα κάθετης σάρωσης $F_v = 50\text{Hz}$ και οριζόντιας σάρωσης $F_H = 15625\text{Hz}$.

Το συνολικό εύρος ενός καναλιού στα VHF για το σύστημα PAL B/G είναι 7 MHz, ενώ το εύρος του οπτικού σήματος είναι 5MHz.

Το σήμα οπτικής πληροφορίας Luminance Y διαμορφώνεται με τη μέθοδο της διαμόρφωσης πλάτους A.M. (με αποκοπή τμήματος της κάτω πλευρικής ζώνης) και με πολικότητα αρνητική (AC5).

Ο ήχος διαμορφώνεται κατά συχνότητα FM με μέγιστη απόκλιση 250KHz (0,25 MHz), ενώ το διατιθέμενο κανάλι του ήχου είναι 500KHz (0,5MHz) και με προέμφαση 50μsec.

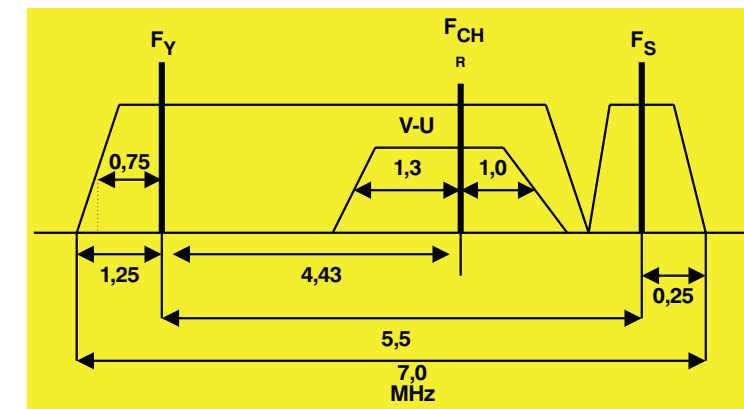
Οι χρωματικές πληροφορίες R - Y και B - Y διαμορφώνονται με τη μέθοδο της τετραγωνικής διαμόρφωσης πλάτους (Q.A.M. QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION), με ταυτόχρονη συμπίεση των πλευρικών ζωνών σε 1,3 MHz για την κάτω πλευρική και 1 MHz για την πάνω πλευρική καθώς και αφαίρεση της χρωμοφέρουσας συχνότητας.

Η φέρουσα της εικόνας F_Y βρίσκεται 1,25 MHz από την αρχή του καναλιού, όμως μόνο οι συχνότητες, που βρίσκονται 0,75MHz από την F_Y , θεωρούνται ότι έχουν ικανό πλάτος προς επεξεργασία.

Η φέρουσα των χρωματικών πληροφοριών F_{CHR} βρίσκεται 4,43 MHz από την F_Y .

Η φέρουσα του ήχου F_s βρίσκεται 5,5 MHz από την F_Y .

Στο σχήμα 4.1.3.4.2.9 φαίνεται ένα τυπικό κανάλι VHF με τις διαμορφωμένες χρωματικές πληροφορίες.



Σχήμα 4.1.3.4.2.9 Φάσμα συχνοτήτων ενός τηλεοπτικού καναλιού στο PAL

Η επιλογή της $F_{CHR} = 4,43\text{ MHz}$ γίνεται με τη βοήθεια της σχέσης

$$F_{CHR} = \left(n - \frac{1}{4}\right) \cdot F_H + \frac{F_v}{2}$$

$$F_{CHR} = \left(284 - \frac{1}{4}\right) \cdot 15625 + \frac{50}{2} = 4,43\text{ MHz}$$

Όπου F_H η συχνότητα γραμμών = 15625HZ.

F_v η συχνότητα πεδίων = 50HZ

Και $n = 284$ γραμμή σάρωσης.

Η εκλογή της 284 γραμμής είναι σημαντική για να μην υπάρχουν παρενοχλήσεις του οπτικού σήματος Y από τις χρωματικές πληροφορίες.

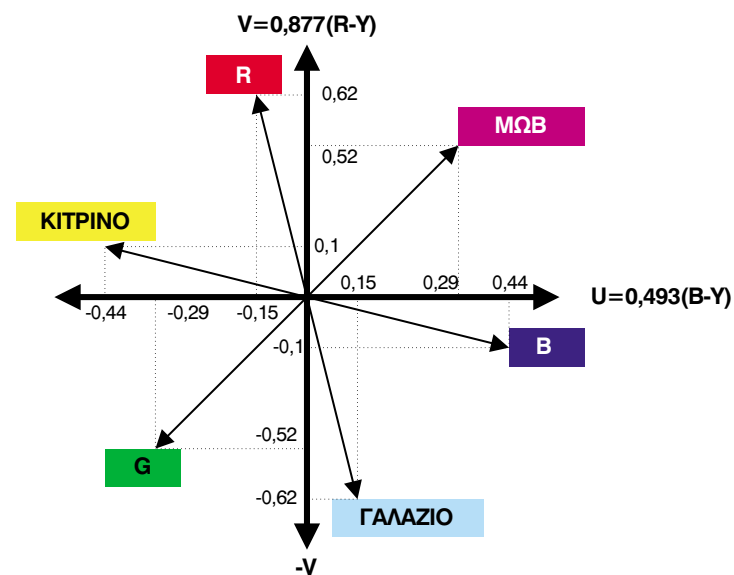
ii. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ ΧΡΩΜΑΤΟΔΙΑΦΟΡΩΝ

Στο σύστημα PAL γίνεται χρήση των χρωματικών διαφορών R - Y και B - Y στην εκπομπή, ενώ στο δέκτη η χρωματική πληροφορία G - Y αναπαράγεται βάσει

της σχέσης, $G - Y = 0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y)$.

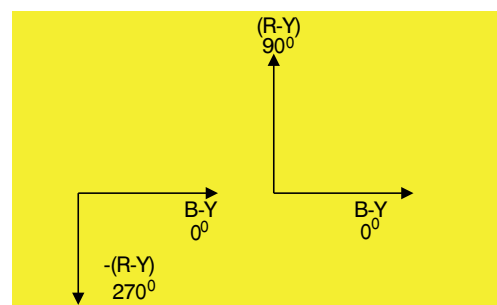
Επίσης στη διαδικασία διαμόρφωσης κατά QAM γίνεται συμπίεση των χρωματικών διαφορών $R - Y$ και $B - Y$ με αποτέλεσμα να έχουμε δύο νέα σήματα $V = 0,877 (R - Y)$ και $U = 0,493 (B - Y)$.

Τα σήματα V και U βρίσκονται σε 90° διαφορά φάσης με το V να προηγείται του U . Παρακάτω φαίνεται το διανυσματικό διάγραμμα των V και U σε σχέση με τα βασικά χρώματα R, G, B , με τα συμπληρωματικά μωβ, γαλάζιο, κίτρινο και με τις χρωματικές διαφορές $R - Y$ και $B - Y$



Σχήμα 4.1.3.4.2.10 Θέση των σημάτων V και U στο χρωμικό κύκλο του NEWTON.

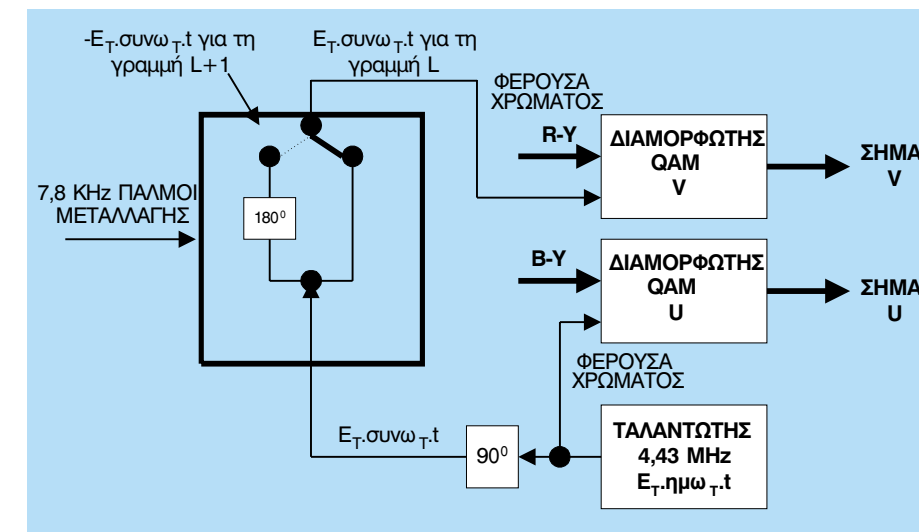
Ανάλογα με τη διερευνόμενη απόχρωση της κάθε γραμμής σάρωσης οι χρωματικές διαφορές $R - Y$ και $B - Y$ μπορεί να λάβουν είτε θετική είτε αρνητική τιμή $\pm (R - Y)$ και $\pm (B - Y)$ πάντοτε όμως θα διαφέρουν κατά 90° . Η φέρουσα συχνότητα $F_{CHN} = 4,43\text{MHz}$ για μία γραμμή σάρωσης, έστω L , διαμορφώνεται από το σήμα $B - Y$ απ' ευθείας και από το σήμα $R - Y$, αφού υποστεί ολίσθηση κατά 90° . Στην επόμενη γραμμή σάρωσης $L + 1$ η F_{CHN} διαμορφώνεται από το $B - Y$ απ' ευθείας πάλι και από το σήμα $R - Y$, αφού όμως έχει υποστεί αναστροφή στη φάση της κατά 180° , δηλαδή από 90° έχει ολισθήσει στις 270° .



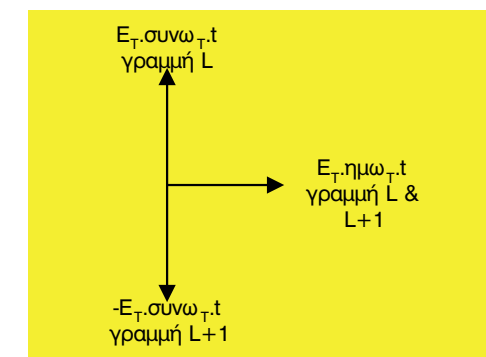
Σχήμα 4.1.3.4.2.11 Θέση των σημάτων V και U για δύο διαδοχικές γραμμές.

Έτσι μεταβάλλεται η φάση του σήματος $R - Y$ (ουσιαστικά μεταβάλλεται η φάση της χρωμοφέρουσας F_{CHN}) κατά 180° από γραμμή σε γραμμή.

Η παραπάνω φιλοσοφία μπορεί να πραγματοποιηθεί με το δομικό διάγραμμα του σχήματος 4.1.3.4.2.12

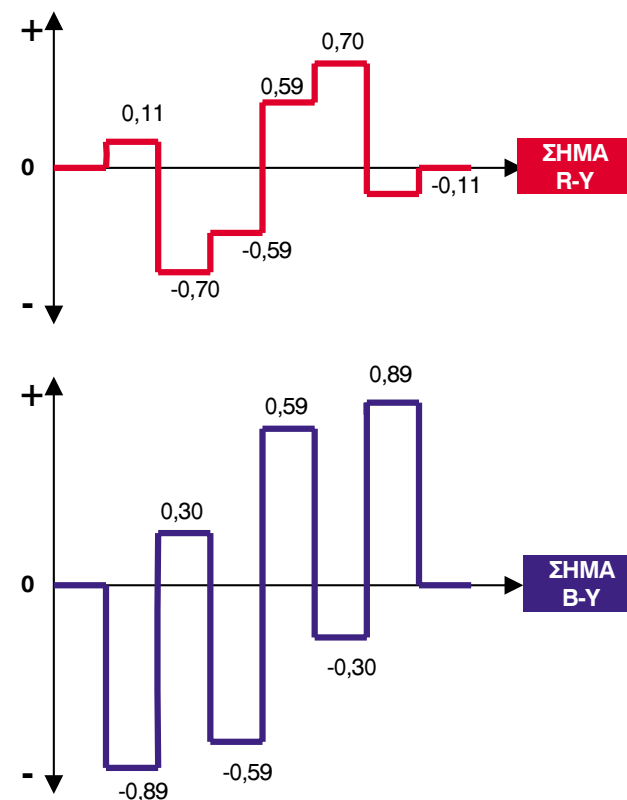


Σχήμα 4.1.3.4.2.12 Δομικό διάγραμμα αλλαγής της φάσης της φέρουσας κατά 180° και διαμόρφωση QAM



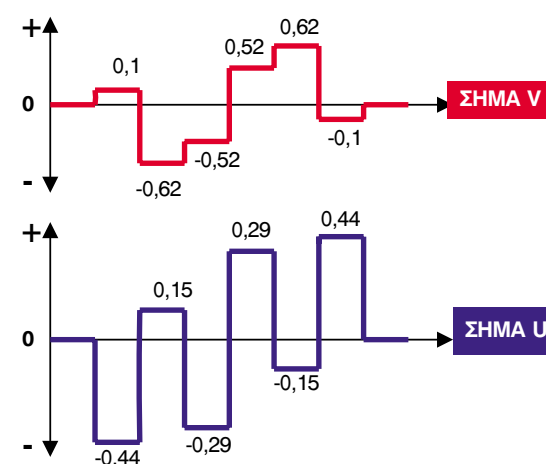
Σχήμα 4.1.3.4.2.13 Διανυσματική παράσταση της φέρουσας στους διαμορφωτές.

Τα σήματα R - Y και B - Y με θετική μορφή γνωρίζουμε ότι είναι:



Σχήμα 4.1.3.4.2.14 Σήματα (R - Y) και (B - Y)

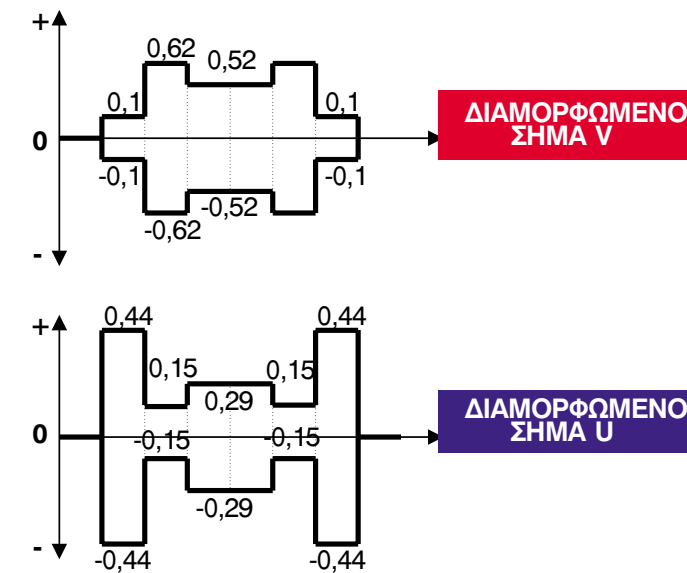
μετά τη συμπίεση των (R - Y) και (B - Y) βάσει των σχέσεων
 $V = 0,877 (R - Y)$ και $U = 0,493 (B - Y)$ θα είναι:



Σχήμα 4.1.3.4.2.15 Τα σήματα R - Y και B - Y συμπιεσμένα

iii. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ V ΚΑΙ U

Μετά τη διαμόρφωση τα διαμορφωμένα σήματα V και U θα είναι:

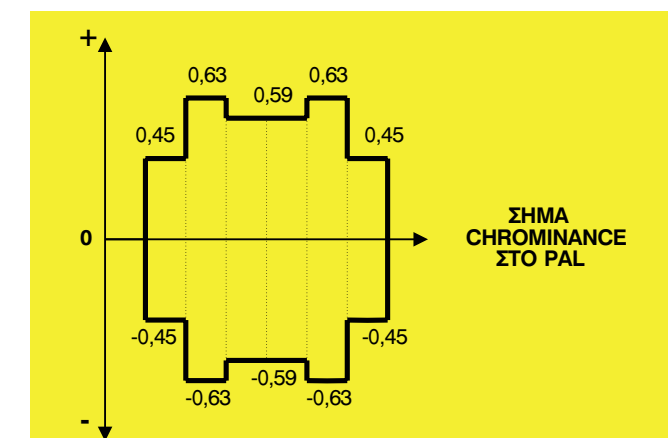


Σχήμα 4.1.3.4.2.16 Τα σήματα R - Y και B - Y διαμορφωμένα

iv. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ CHROMINANCE

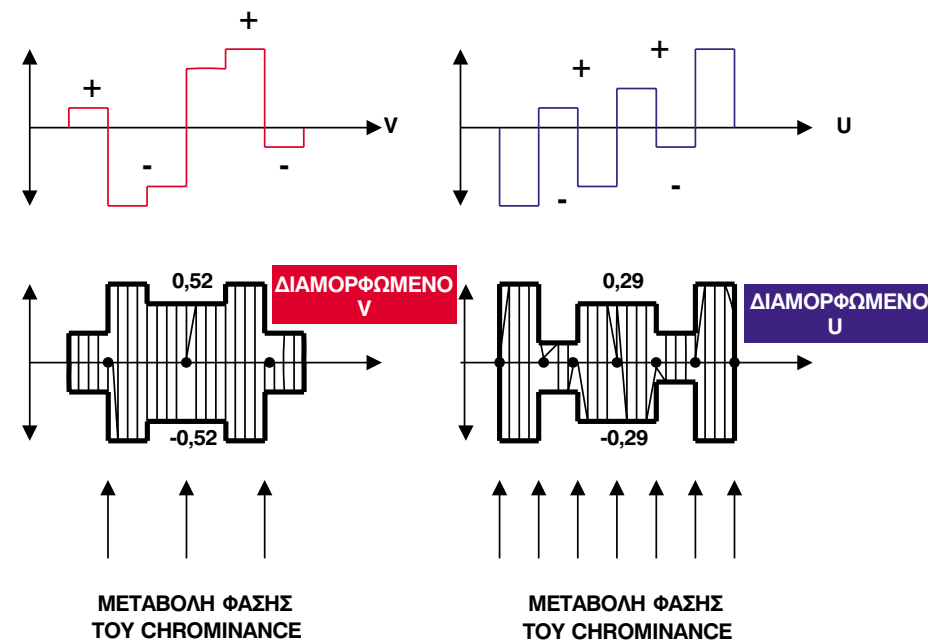
Το άθροισμα των σημάτων V και U που έχουν διαφορά φάσης 90° , δίνει τη συνισταμένη τους, η οποία είναι:

$F = \sqrt{V^2 + U^2}$, θα το ονομάσουμε σήμα χρωμικότητας (CHROMINANCE).



Σχήμα 4.1.3.4.2.17 Το σήμα CHROMINANCE στο PAL

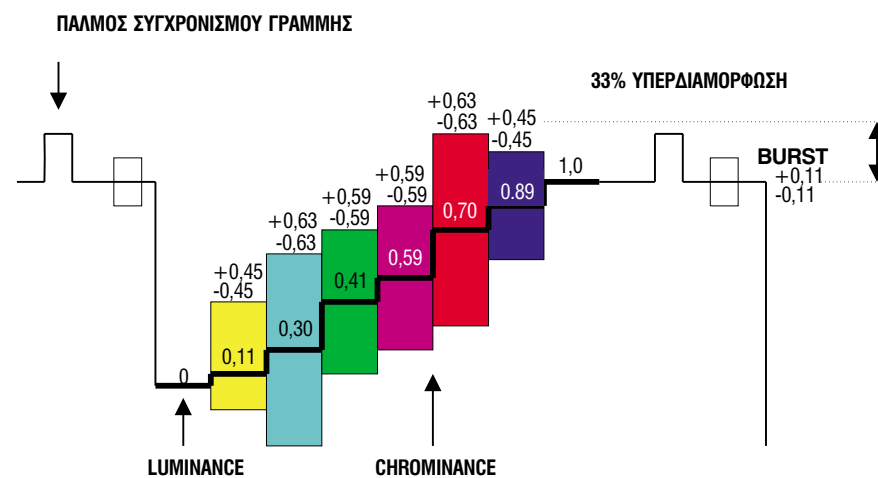
Στο σχήμα 4.1.3.4.2.18 φαίνεται η μεταβολή της φάσης της χρωμοφέρουσας (φέρουσα συχνότητα της πληροφορίας χρωμικότητας) σε συνάρτηση με τη μεταβολή της τιμής των σημάτων V και U.



Σχήμα 4.1.3.4.2.18 Μεταβολή της φάσης του CHROMINANCE

ν.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΕΓΧΡΩΜΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

Αν τώρα αθροίσουμε το σήμα CHROMINANCE του σχήματος 4.1.3.4.2.17 με το σήμα φωτεινότητας Y, θα προκύψει το σύνθετο έγχρωμο οπτικό σήμα (COLOUR COMPOSITE VIDEO SIGNAL CCVS).



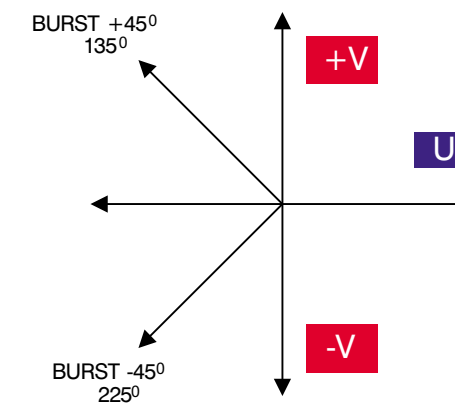
Σχήμα 4.1.3.4.2.19 Το σήμα CCVS στο PAL.

Η υπερδιαμόρφωση 33% θεωρείται ανεκτή με τη βοήθεια των διαμορφωμένων σημάτων V και U, ενώ με τη χρήση απευθείας διαμόρφωσης των σημάτων R - Y και B - Y η υπερδιαμόρφωση θα ήταν μεγαλύτερη.

Το CCVS θα έχει τιμή $CCVS = Y \pm V \sin \omega t + U \cos \omega t$.

vi.ΤΟ ΣΗΜΑ ΒΟΛΗΣ (BURST)

Στη διαδικασία της διαμόρφωσης της χρωμοφέρουσας από τα σήματα V και U, η χρωμοφέρουσα $F_{CHR} = 4,43 \text{ MHz}$ δεν εκπέμπεται. Στη λήψη κατά τη διαδικασία της αποδιαμόρφωσης θα πρέπει να αναπαραχθεί η χρωμοφέρουσα 4,43 MHz πιστά κατά συχνότητα και φάση, όπως ακριβώς στον κωδικοποιητή. Επειδή όμως στο σύνθετο έγχρωμο σήμα δεν έχουμε καμμία πληροφορία για την ακριβή συχνότητα και φάση του φέροντος, ώστε να υπάρχει χρωμοσυγχρονισμός (κωδικοποιητή - αποκωδικοποιητή) των αλλαγών του φέροντος για το σήμα V κατά 180° από γραμμή σε γραμμή σάρωσης, γι' αυτό εκπέμπουμε μαζί με το CCVS ένα μικρό δείγμα (10 περίπου κύκλοι) του φέροντος 4,43 MHz στο πίσω μέρος του παλμού αμαύρωσης γραμμής (Back door Blanking Pulse), που το ονομάζουμε σήμα "Βολής" ή BURST SIGNAL. Αυτό το μικρό σήμα σκοπό έχει να συγχρονίζει κατά συχνότητα και φάση τον ταλαντωτή 4.43 MHz του αποκωδικοποιητή με αυτόν του κωδικοποιητή. Εκπέμπεται σε κάθε γραμμή σάρωσης και παρακολουθεί τη μεταβολή της φάσης του φέροντος, που διαμορφώνεται από το σήμα V. Βρίσκεται δε σε $\pm 45^\circ$ διαφορά φάσης από το σήμα V, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.3.4.2.20



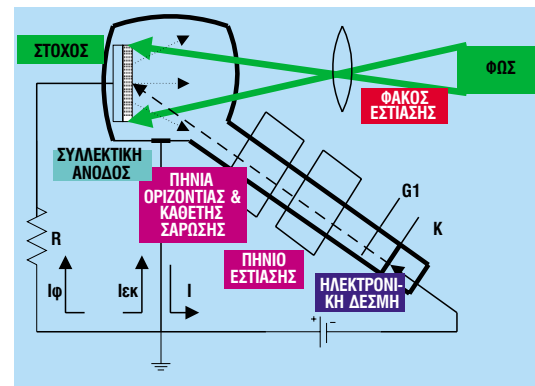
Σχ. 4.1.3.4.2.20 Θέση του σήματος BURST για δύο διαδοχικές γραμμές.

Αν σε μία γραμμή σάρωσης το φέρον 4.43MHz διαμορφώνεται από το σήμα + V με φάση 90° , τότε το Burst θα έχει φάση $90^\circ + 45^\circ = 135^\circ$. Στην επόμενη γραμμή σάρωσης η φάση του φέροντος 4.43 MHz αλλάζει κατά 180° , οπότε το σήμα V θα βρίσκεται στις 270° και το σήμα Burst θα έχει φάση $270^\circ - 45^\circ = 225^\circ$

4.2 Αρχή λειτουργίας απρόμαυρου εικονοσκόπιου (B/W CAMERA)

Το εικονοσκόπιο διαθέτει ολόκληρο σύστημα φωτοευαίσθητων κόκκων, μονωμένων μεταξύ τους, που αποτελούν το "στόχο" πάνω στον οποίο θα εστιασθεί η προς ανάλυση εικόνα.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η δομή του εικονοσκοπίου.



Σχήμα 4.2 Εικονοσκόπιο

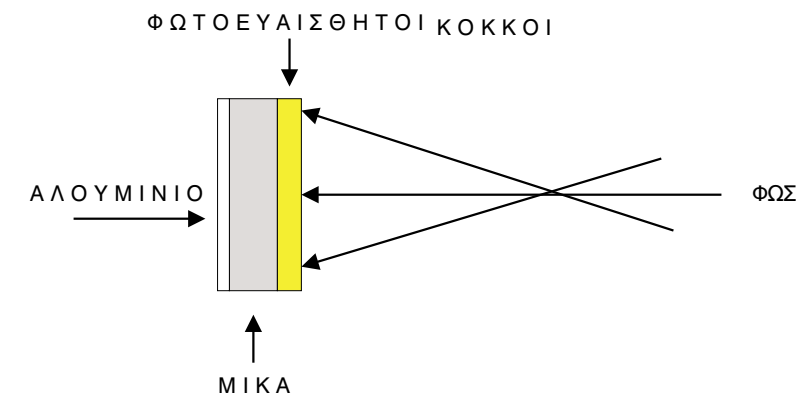
Η επιφάνεια του στόχου συνίσταται από λεπτότατους φωτοευαίσθητους κόκκους μονωμένους μεταξύ τους. Οι κόκκοι είναι διατεταγμένοι σε σειρές και καλύπτουν όλη την επιφάνεια του στόχου (Target), είναι δε περίπου 400.000 έως 500.000.

Πίσω από το φωτοευαίσθητο στόχο υπάρχει μονωτικό υλικό π.χ. μίκα που η άλλη της πλευρά καλύπτεται από μεταλλικό στρώμα π.χ. αλουμίνιο, το οποίο ουσιαστικά παίζει το ρόλο της ανόδου.

Στην αντίσταση φορτίου R αναπτύσσεται το σήμα εξόδου (video). Στην πράξη, το "σάντουιτς" μέταλλο-μονωτικό-κόκκοι, αποτελεί ένα σύνολο στοιχειωδών πυκνωτών. Το εικονοσκόπιο διαθέτει το ηλεκτρονικό πυροβόλο με πηνία κάθετης και οριζόντιας απόκλισης. Επίσης διαθέτει το πηνίο εστίασης και τη συλλεκτική άνοδο, που ουσιαστικά είναι γραφιτούχο υλικό επιστρωμένο στο εσωτερικό του εικονοσκοπίου.

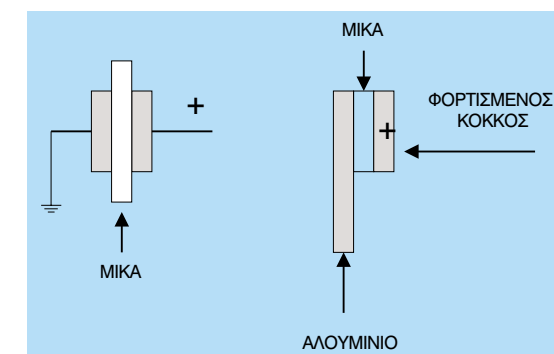
4.2.1 Λειτουργία ΕΙΚΟΝΟΣΚΟΠΙΟΥ

Με τη βοήθεια του οπτικού φακού η εικόνα εστιάζεται στην επιφάνεια του φωτοευαίσθητου υλικού και επομένως θα εκπέμπονται φωτοηλεκτρόνια από τους στοιχειώδεις φωτοευαίσθητους κόκκους. Ο αριθμός των εξερχομένων φωτοηλεκτρονίων είναι ανάλογος της προσπίπτουσας φωτεινότητας σε κάθε κόκκο. Έτσι όσοι κόκκοι φωτίστηκαν θα παρουσιάσουν έλλειψη ηλεκτρονίων δηλαδή θα εμφανισθούν με θετικό φορτίο. Για να γίνει πιο σαφής η διαδικασία της φόρτισης των στοιχειωδών κόκκων, ας δούμε το επόμενο σχήμα.



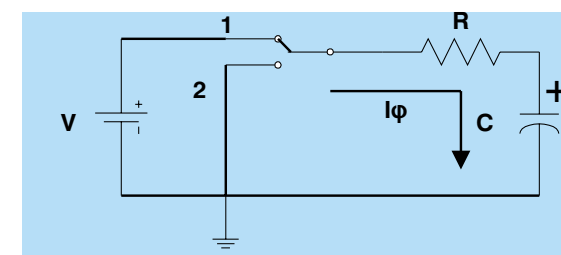
Σχήμα 4.2.1.1 Τομή φωτοευαίσθητης επιφάνειας εικονοσκοπίου.

Το φως αποδεσμεύει ηλεκτρόνια από κάθε φωτισμένο κόκκο. Ο κόκκος εμφανίζεται ως θετικό ιόν, οπότε σε συνάρτηση με τη μίκα και το αλουμίνιο δημιουργείται ένας στοιχειώδης πυκνωτής.



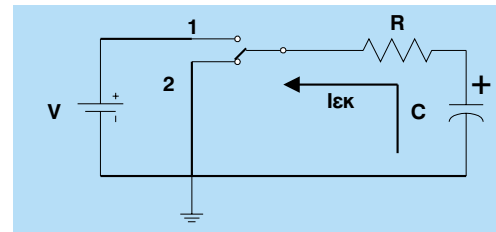
Σχήμα 4.2.1.2 Φόρτιση στοιχειώδους πυκνωτή

Το σύνολο των φορτισμένων κόκκων αποτελεί ένα πολλαπλό πυκνωτή, ο οποίος διατηρεί το φορτίο, έως ότου εκφορτισθεί κάτω από κάποια εξωτερική αιτία. Ένας πυκνωτής μπορεί να εκφορτισθεί, αν δοθεί διέξοδος στο φορτίο του προς μία πηγή ή αν τροφοδοτηθεί με ίσης ποσότητας αντίθετης πολικότητας φορτίο. Στο επόμενο σχήμα ο πυκνωτής C φορτίζεται μέσω της αντίστασης R στην τάση της πηγής V με την πολικότητα, που σημειώνεται.



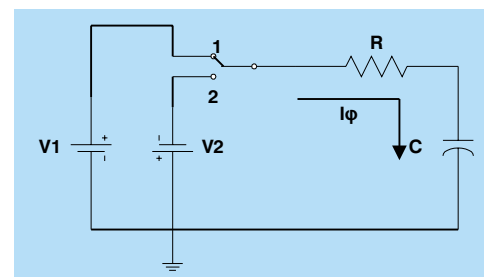
Σχήμα 4.2.1.3 Κύκλωμα φόρτισης πυκνωτή.

Στο σχήμα, που ακολουθεί, ο φορτισμένος πυκνωτής εκφορτίζεται μέσω της R με βραχυκύκλωμα προς τη γη.



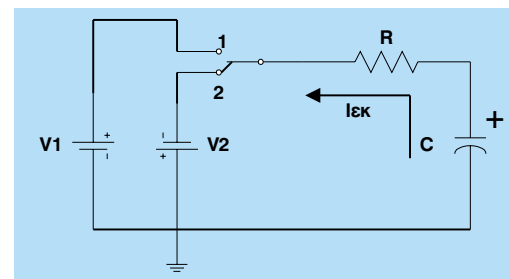
Σχήμα 4.2.1.4 Εκφόρτιση πυκνωτή

Στη δεύτερη περίπτωση, ο πυκνωτής C φορτίζεται πάλι μέσω της R στην τάση της πηγής V1 με την πολικότητα που σημειώνεται.



Σχήμα 4.2.1.5 Κύκλωμα φόρτισης πυκνωτή

Ο πυκνωτής C εκφορτίζεται δεχόμενος ίση και αντίθετης πολικότητας τάση από την V2.



Σχήμα 4.2.1.6 Κύκλωμα εκφόρτισης πυκνωτή με τροφοδότηση από πηγή αντίθετης πολικότητας.

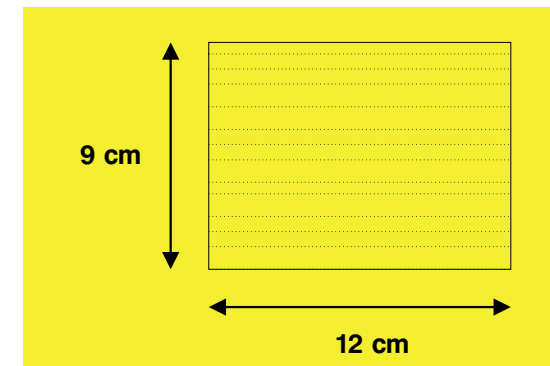
Διαστάσεις του φωτοευαίσθητου στόχου
Οι διαστάσεις της πλάκας του φωτοευαίσθητου μωσαϊκού είναι:

ΥΨΟΣ = 9 cm & ΠΛΑΤΟΣ = 12 cm

Οπότε ο λόγος ΠΛΑΤΟΣ/ΥΨΟΣ = 4/3

Το πάχος της μίκας είναι περίπου 0,05mm

Η συνολική χωρητικότητα των κόκκων είναι 10.000 pF περίπου.

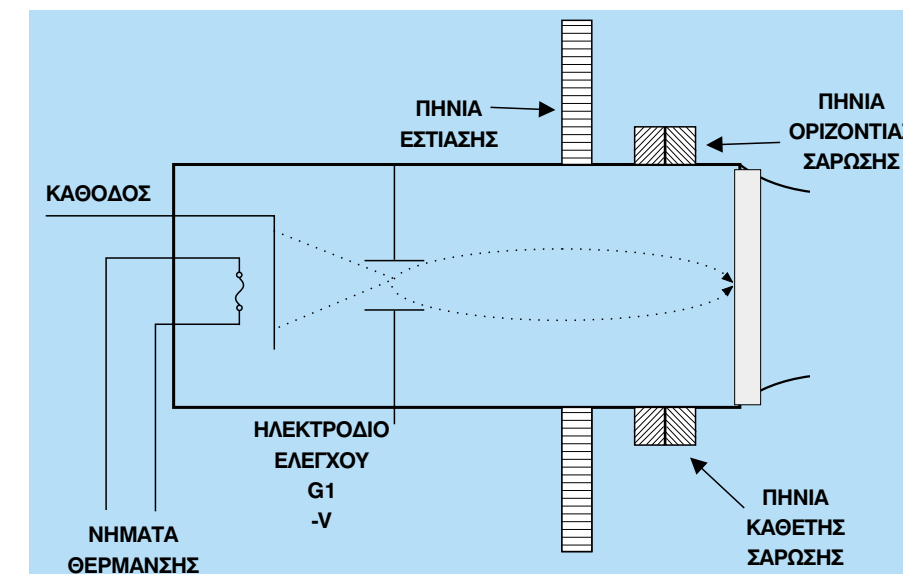


Σχήμα 4.2.1.7 Συνηθισμένη διάσταση φωτοευαίσθητου στόχου

Αν θεωρήσουμε ότι οι κόκκοι του στόχου είναι φορτισμένοι (κάτω από την προβολή των εικόνων), τότε δεχόμεθα ότι έχει πραγματοποιηθεί μία ηλεκτρική αποτύπωση της προβαλλόμενης εικόνας υπό μορφή φορτίων στους φωτοευαίσθητους κόκκους.

Ουσιαστικά έχει γίνει μετατροπή εικόνας σε στοιχειώδη φορτία ανάλογα των φωτεινοτήτων (σημείο προς σημείο) της εικόνας πάνω στους κόκκους (μικροί πυκνωτές).

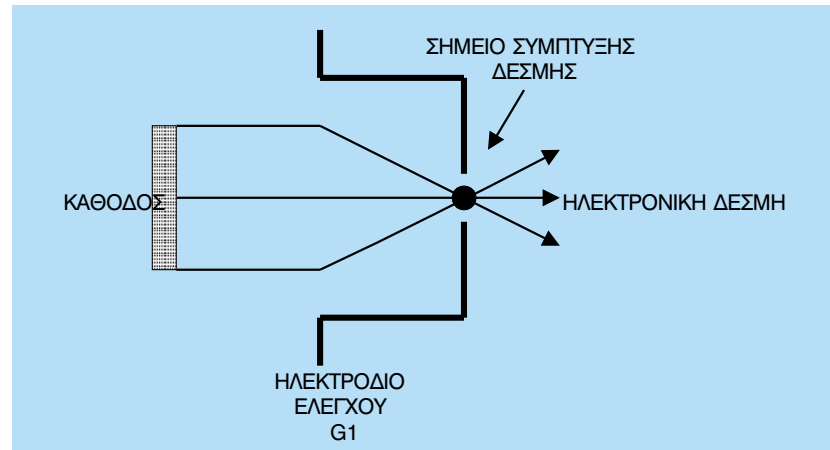
Για να αποδεσμευθούν αυτά τα στοιχειώδη φορτία και να αποδοθούν σαν ηλεκτρικά παλμορεύματα στην αντίσταση φορτίου πρέπει να εκφορτισθούν οι φορτισμένοι κόκκοι διαδοχικά, όπως ακριβώς φορτίστηκαν. Προς τούτο υπάρχει το ηλεκτρικό πυροβόλο, που διαθέτει ηλεκτρομαγνητικό σύστημα εστίασης της δέσμης των ηλεκτρονίων και ηλεκτρομαγνητικό σύστημα απόκλισης.



Σχήμα 4.2.1.8 Τομή ηλεκτρονικού πυροβόλου

Τα ηλεκτρόνια εξέρχονται από την κάθοδο του πυροβόλου, όταν αυτή θερμανθεί από τα νήματα (θερμιονική εκπομπή ηλεκτρονίων).

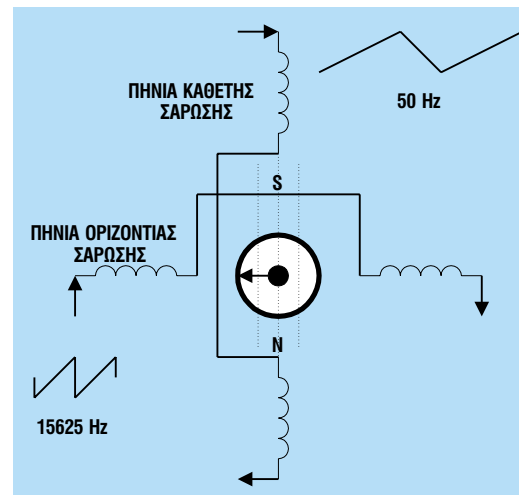
Ο αριθμός των εξερχομένων ηλεκτρονίων ελέγχεται και αρχικώς συμπυκνώνεται από την τάση ελέγχου του ηλεκτροδίου G1, η οποία είναι αρνητικότερη του δυναμικού της καθόδου.



Σχήμα 4.2.1.9 Δράση του ηλεκτροδίου G1

Η ελεγχόμενη δέσμη ηλεκτρονίων δέχεται τη δράση του μαγνητικού πεδίου του πηνίου εστίασης και αναγκάζεται να εστιασθεί στο γεωμετρικό κέντρο του μωσαϊκού.

Επίσης τα πηνία οριζόντιας (HORIZONTAL) και κάθετης (VERTICAL) απόκλισης δέχονται τάσεις τέτοιες, ώστε να προκληθούν πριονωτά ρεύματα σε αυτά. Τα πριονωτά ρεύματα δημιουργούν αντίστοιχα μαγνητικά πεδία, τα οποία εκτρέπουν την ηλεκτρονική δέσμη κατά την οριζόντια και κάθετη έννοια.



Σχήμα 4.2.1.10 Το σύστημα της ηλεκτρομαγνητικής σάρωσης

Έτσι με κατάλληλο συνδυασμό των πριονωτών μαγνητικών πεδίων μπορούμε να οδηγήσουμε την ηλεκτρονική δέσμη σε μία πλήρη ανίχνευση (σάρωση SCANNING) όλου του φωτοευαίσθητου μωσαϊκού στόχου. Οι συχνότητες των πριονωτών αυτών ρευμάτων είναι διαφορετικές για κάθε πρότυπο σύστημα ανίχνευσης, π.χ. στο Ευρωπαϊκό σύστημα σάρωσης έχουμε:

Συχνότητα οριζόντιας σάρωσης $F_H = 15.625 \text{ Hz}$

Συχνότητα κάθετης σάρωσης $F_V = 50 \text{ Hz}$

Η ηλεκτρονική δέσμη με τη βοήθεια των πηνίων απόκλισης διερευνά όλη την επιφάνεια του μωσαϊκού και όπου βρίσκει φορτισμένο κόκκο (με απώλεια φωτοηλεκτρονίων) τον εκφορτίζει προσδίδοντας σ' αυτόν ίσο αριθμό ηλεκτρονίων με αυτό που έχει χάσει.

Τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια της δέσμης συλλέγονται από τη συλλεκτική άνοδο (γραφητούχο υλικό). Οι εκφορτιζόμενοι κόκκοι διαρρέουν το φορτίο τους προς την αντίσταση φορτίου δημιουργώντας έτσι ένα παλμόρρευμα, το οποίο είναι αντίθετης φοράς από το ρεύμα φόρτισης. Το ρεύμα εκφόρτισης μέσα από την αντίσταση φορτίου θα αναπτύξει μία πτώση τάσης, η οποία θα είναι ουσιαστικά το οπτικό σήμα (σήμα VIDEO). Η σάρωση του κόκκων του στόχου από την ηλεκτρονική δέσμη γίνεται σε διαδοχικές γραμμές από την κάτω δεξιά πλευρά του πλαισίου προς την πάνω αριστερή.

Όταν η προβαλλόμενη εικόνα περιέχει υψηλές φωτεινές πληροφορίες (λευκή εικόνα), τότε πολλά ηλεκτρόνια θα εκπεμφθούν από τους κόκκους και το μωσαϊκό θα παραμείνει σε θετικό δυναμικό, ενώ ο συλλέκτης θα συγκεντρώνει τα παραγόμενα ηλεκτρόνια κλείνοντας έτσι το κύκλωμα της καθόδου μέσω της αντίστασης φορτίου και της συλλεκτικής ανόδου.

(Στο εικονοσκόπιο η συλλεκτική άνοδος βρίσκεται σε δυναμικό 0 VOLT, ενώ η κάθοδος σε - 1000 VOLT). Το ρεύμα αυτό είναι της φόρτισης των κόκκων. Όταν όμως τα ηλεκτρόνια της δέσμης του πυροβόλου εκφορτίσουν τους κόκκους, τότε θα παραχθεί ένα αντίθετο ρεύμα εκφόρτισης. Έτσι στην αντίσταση φορτίου θα έχουμε μία πτώση τάσης αρνητική, λόγω του ρεύματος φόρτισης και μια πτώση τάσης αντίθετης πολικότητας, λόγω του ρεύματος εκφόρτισης.

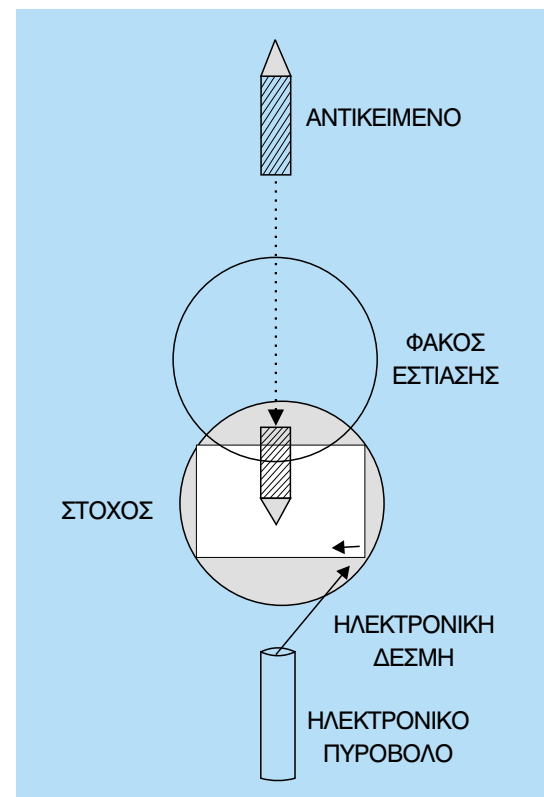
Η αρνητική τάση είναι ανάλογη της φωτεινότητας της προβαλλόμενης εικόνας και θεωρείται αμετάβλητη συνάρτηση του χρόνου.

Η θετική τάση είναι ανάλογη προς το ρεύμα εκφόρτισης κάθε ενός κόκκου ξεχωριστά και επομένως είναι μεταβλητή συνάρτηση του χρόνου.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες η διαφορά δυναμικού θα είναι μικρή και το παραγόμενο σήμα VIDEO θα έχει μικρή στάθμη.

Όταν όμως η προβαλλόμενη εικόνα περιέχει χαμηλές φωτεινές πληροφορίες (σκούρα ή μαύρη εικόνα), τότε θα έχουμε μικρό ρεύμα εκφόρτισης (ή μηδενικό) με αποτέλεσμα η διαφορά των τάσεων στην αντίσταση φορτίου να είναι αρκετά υψηλή και το παραγόμενο σήμα VIDEO να έχει υψηλή στάθμη. Συμπυκνώνοντας για το εικονοσκόπιο και για τις πιο ακραίες περιπτώσεις (άσπρη-μαύρη εικόνα) θα έχουμε αντίστοιχα χαμηλή τάση εξόδου για την άσπρη και υψηλή τάση εξόδου για τη μαύρη εικόνα.

Το εικονοσκόπιο έχει χαμηλή ευαισθησία και χαμηλή πιστότητα, επειδή



Σχήμα 4.2.1.11 Ηλεκτρονική σάρωση του στόχου

μπροστά από το μωσαϊκό παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση φωτοηλεκτρονίων και ηλεκτρονίων λόγω δευτερογενούς εκπομπής. Μερικά από αυτά επιστρέφουν στο μωσαϊκό με αποτέλεσμα να καταστρέφουν την ορθή ηλεκτρική αποτύπωση της εικόνας πάνω σ' αυτό. Επί πλέον η αναγκαστική τοποθέτηση του ηλεκτρονικού πυροβόλου σε γωνία ως προς το μωσαϊκό προκαλεί τραπεζοειδείς παραμορφώσεις στο παραγόμενο οπτικό σήμα.

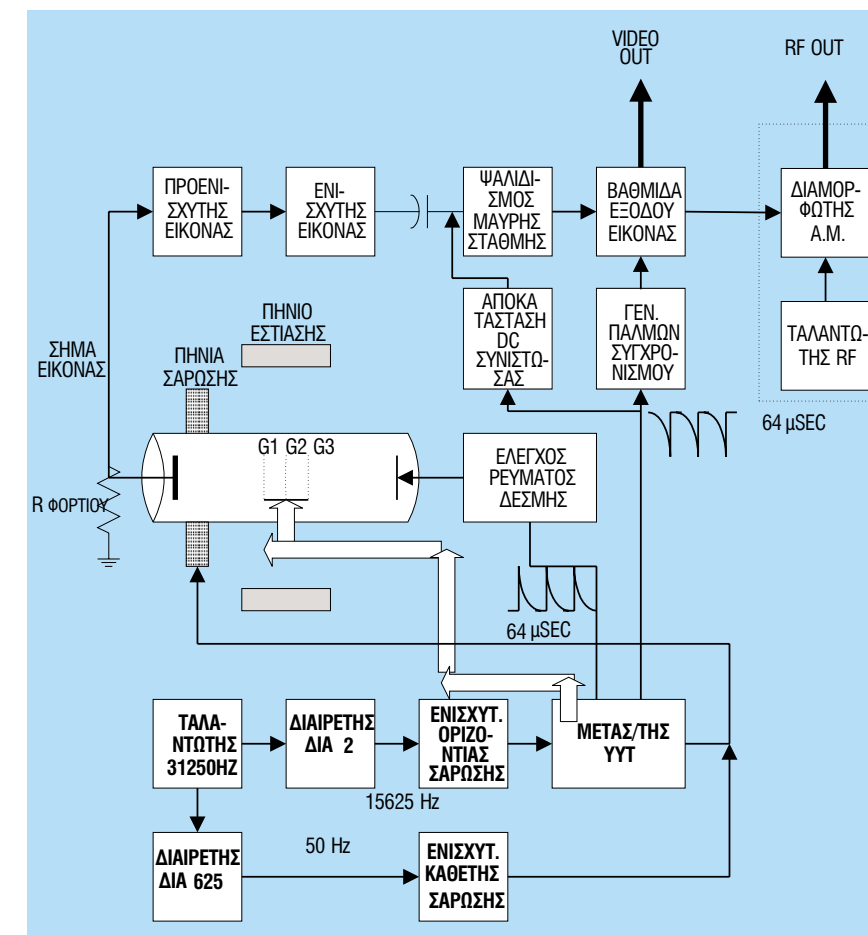
4.2.2 ΔΟΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΗΣ ΚΑΜΕΡΑ VIDICON (B/W VIDICON CAMERA)

Το οπτικό σήμα αναπτύσσεται στην αντίσταση φορτίου $R_{φορτίου}$.

Ακολουθώς ενισχύεται από τις βαθμίδες του οπτικού προενισχυτή και του οπτικού ενισχυτή.

Το ενισχυμένο σήμα VIDEO οδηγείται στη βαθμίδα ψαλιδισμού της μαύρης στάθμης, ενώ ταυτόχρονα αποκαθίσταται η χαμένη συνεχής συνιστώσα D.C. (λόγω πυκνωτού).

Η συνεχής συνιστώσα εκφράζει τη μέση φωτεινότητα της διερευνούμενης εικόνας και απώλεια αυτής θα έχει σαν συνέπεια την ασάφεια της αναπαραγόμενης εικόνας στις ακραίες στάθμες (λευκού-μαύρου).



Σχήμα 4.2.2 Δομικό διάγραμμα κάμερα VIDICON B/W

Ο έλεγχος και η αποκατάσταση της D.C. συνιστώσας πραγματοποιείται με τη βοήθεια αρνητικών παλμών επιστροφής γραμμών περιόδου 64μsec, οι οποίες παράγονται από το μετασχηματιστή γραμμών.

Το οπτικό σήμα με περιορισμένη τη μαύρη στάθμη και αποκατεστημένη τη συνεχή συνιστώσα οδηγείται στον τελικό ενισχυτή VIDEO. Στον ενισχυτή αυτό προστίθενται και οι παλμοί συγχρονισμού γραμμής. Αυτοί, οι παλμοί SYNC παράγονται από ένα πολυδονητή, ο οποίος διεγείρεται από τους αρνητικούς παλμούς επιστροφής γραμμών. Το σήμα στην έξοδο του ενισχυτή VIDEO είναι θετικό. Στο μπλοκ διάγραμμα φαίνεται και μία τυπική διάταξη διαμόρφωσης του σήματος VIDEO και αναγωγής του σε κάποιο τηλεοπτικό κανάλι. Ο διαμορφωτής και ο ταλαντωτής ανήκουν στο συγκρότημα ενός πομπού. Ο διαμορφωτής σκοπό έχει να διαμορφώσει τη R.F. συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή (ταλαντωτής και πολλαπλασιαστικές διατάξεις) στο ρυθμό του σήματος VIDEO κάθε γραμμής, κατά πλάτος (A.M.) με αποκοπή μέρους της κάτω πλευρικής ζώνης.

Τούτο σημαίνει ότι στο διαμορφωτή υπάρχει φίλτρο, που αποκόπτει ένα μέρος

της κάτω ζώνης επιτρέποντας μόνο σε ένα μικρό μέρος της ζώνης αυτής να διέρχεται (1,25 MHz).

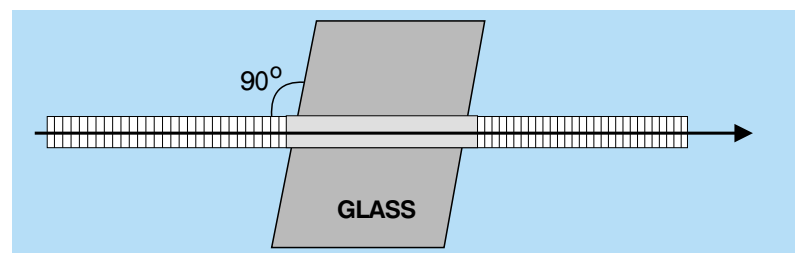
Επίσης υπάρχουν οι βαθμίδες παραγωγής των τάσεων σάρωσης για τη λυχνία VIDICON. Ένας κεντρικός πολυδονητής ταλαντώνεται στη συχνότητα 31.250 Hz. Με δύο διατάξεις διαίρεσης (1:2 και 1: 625) προκύπτουν οι απαραίτητες συχνότητες 15.625 Hz για την οριζόντια απόκλιση και 50 Hz για την κάθετη απόκλιση της δέσμης. Ακολουθούν οι απαραίτητες διατάξεις ενίσχυσης αυτών των ταλαντώσεων (πριονωτές τάσεις), οι οποίες τέλος οδηγούνται στα αντίστοιχα πηνία οριζόντιας και κάθετης απόκλισης (H & V YOKE). Στη λυχνία VIDICON του μπλοκ διαγράμματος η εστίαση γίνεται με ηλεκτροστατικό τρόπο (ηλεκτρόδιο G3 - FOCUSING GRID) και με ηλεκτρομαγνητικό τρόπο (πηνίο εστίασης - FOCUSING COIL).

4.3.1 ΦΑΚΟΙ

Ο οπτικός φακός φέρνει την εικόνα της σκηνής με ακριβή εστίαση πάνω στο σημείο λήψης της επιφάνειας του σωλήνα καθοδικών ακτίνων (στόχος Target). Τα χαρακτηριστικά του καθορίζουν την εικόνα του πεδίου (δηλ. τη συνολική εικόνα της σκηνής, που εμφανίζεται στην τηλεόραση), το βάθος του πεδίου (την απόσταση, που μετράται από την κάμερα και μέσα στην οποία τα αντικείμενα εμφανίζονται εστιασμένα), και την ποσότητα του φωτός που ανακλάται από τη σκηνή και πέφτει στο ημιδιαφανές εμπρόσθιο γυαλί του σωλήνα καθοδικών ακτίνων (faceplate). Η οπτική ποιότητα του φακού λήψης έχει να κάνει σε μεγάλο βαθμό με την ποιότητα της εικόνας και ο φακός αποτελεί ένα μεγάλο μέρος του συνολικού κόστους της κάμερας της TV.

4.3.1.1 ΒΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΦΑΚΟΥ

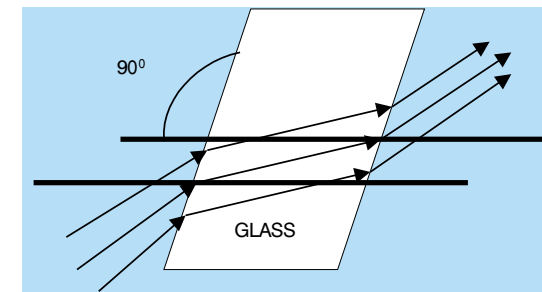
Ο φακός λειτουργεί με τη διάθλαση (αλλαγή διεύθυνσης των δεσμών του φωτός). Το φαινόμενο της διάθλασης συμβαίνει επειδή το φως ταξιδεύει με μικρότερη ταχύτητα σε υλικά με πυκνότητα μεγαλύτερη (από αυτή του αέρα), όπως το γυαλί. Όταν το φως πέσει πάνω σε μία γυάλινη επιφάνεια σε ορθή γωνία επιβραδύνεται η ταχύτητά του, καθώς διαπερνά το γυαλί, αλλά συνεχίζει την αρχική του πορεία, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.3.1.1.1.



Σχήμα 4.3.1.1.1 Διέλευση φωτός από γυάλινη επιφάνεια με γωνία 90°

Η αλλαγή της ταχύτητας φαίνεται από την πυκνή συγκέντρωση (μεγάλη σε αριθμό) των μηκών κύματος μέσα στο γυαλί.

Όταν η δέσμη πέφτει σε γωνία διαφορετική των 90° , σχήμα 4.3.1.1.2 αλλάζει διεύθυνση ως προς μία κάθετο στην επιφάνεια του γυαλιού στο σημείο εισόδου, επειδή το εμπρόσθιο τμήμα του κύματος στο κατώτερο μέρος της δέσμης αρχίζει να επιβραδύνει νωρίτερα.

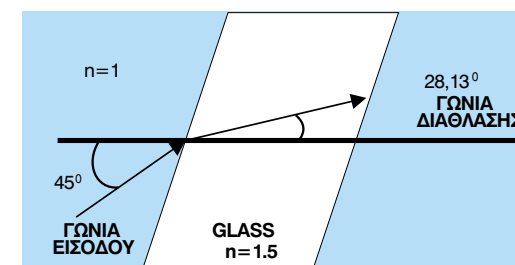


Σχήμα 4.3.1.1.2 Διέλευση φωτός από γυάλινη επιφάνεια με γωνία διαφορετική των 90°

Τα κύματα στην κορυφή συνεχίζουν να ταξιδεύουν με την ταχύτητα που έχει το φως στον αέρα, μέχρι η κορυφή της δέσμης να πέσει στην επιφάνεια του γυαλιού. Στην διάθλαση σε περιβάλλον αέρα-γυαλιού, οι ακτίνες αλλάζουν διεύθυνση ως προς τον κάθετο άξονα (normal). Στην οπτική, η κάθετη είναι η κατακόρυφη προς την επιφάνεια του γυαλιού γραμμή στο σημείο, όπου η ακτίνα διασχίζει το σημείο επαφής. Στο σημείο, όπου η ακτίνα εξέρχεται από το γυαλί, αποκλίνει από την κατακόρυφη.

Η δέσμη φωτός, που αλλάζει διεύθυνση, καθορίζεται από το δείκτη διάθλασης και τη γωνία πρόσπτωσης. Ο δείκτης διάθλασης, στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι ο λόγος της ταχύτητας του φωτός στο κενό (είναι σχεδόν ίδια με αυτή στον αέρα) προς την ταχύτητα του φωτός στο γυαλί. Το σημείο αναφοράς είναι το κενό (ή ο αέρας στις περισσότερες πρακτικές περιπτώσεις) όπου n , ο δείκτης διάθλασης είναι 1. Για ένα τυπικό φακό, ο δείκτης διάθλασης είναι περίπου 1.5, αλλά διαφοροποιείται ανάλογα με την πυκνότητα του γυαλιού. Για το διαμάντι, ο δείκτης διάθλασης είναι περίπου 2.4

Στο σχήμα 4.3.1.1.3 η γωνία πρόσπτωσης μετράται από τον κατακόρυφο άξονα. Η γωνία διάθλασης μετράται επίσης από τον κατακόρυφο άξονα, όπως φαίνεται στο ίδιο σχήμα.



Σχήμα 4.3.1.1.3 Μέτρηση γωνίας πρόσπτωσης

Για να καθοριστεί η γωνία διάθλασης χρησιμοποιείται ένας μαθηματικός τύπος που βασίζεται στο νόμο του Snell.

Έχουμε: $n \eta \mu \theta = n' \eta \mu \theta'$

(Εξίσωση 1)

όπου το n ισούται με το δείκτη διάθλασης σε ένα μέσο (ο αέρας στο σχήμα 4.3.1.1.3), το n' ισούται με το δείκτη διάθλασης στο άλλο μέσο (γυαλί), θ είναι η γωνία πρόσπτωσης και θ' είναι η γωνία διάθλασης.

Λύνοντας ως προς θ' έχουμε:

$$\eta \mu \theta' = \frac{n \eta \mu \theta}{n'}$$

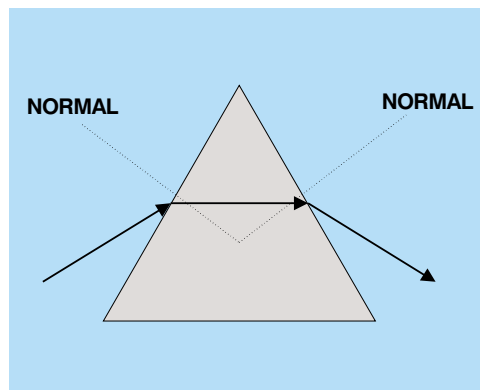
$$\theta' = \text{τοξημ} \frac{n \eta \mu \theta}{n'}$$

Ο τύπος διαβάζεται: γωνία, της οποίας το ημίτονο είναι n φορές το ημίτονο θ διαιρούμενο δια n' . Ένα απλό παράδειγμα δείχνει το πως να υπολογίσουμε τη γωνία διάθλασης. Στο σχήμα 4.3.1.1.3, η γωνία πρόσπτωσης είναι 45° .

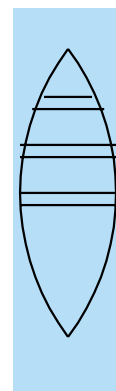
Το ημίτονο των 45° είναι 0.7071. Αντικαθιστώντας στον τύπο, έχουμε

$$\theta' = \text{τοξημ} \frac{1 \times 0,7071}{1,5} = 0,4714$$

Η γωνία, της οποίας το ημίτονο είναι 0,4741 (ημιτονικό τόξο) θα είναι 28.13° . Ένα πρίσμα έχει κεκλιμένες επιφάνειες, έτσι ώστε το φως αλλάζει κατεύθυνση δύο φορές (σχ.4.3.1.1.4). Ένας κυρτός φακός έχει σφαιρικές επιφάνειες (σχ. 4.3.1.1.5). Μπορεί να θεωρηθεί ως ένας απεριόριστος αριθμός τμημάτων, των οποίων οι επιφάνειες σχηματίζουν γωνίες όπως τα απλά πρίσματα.



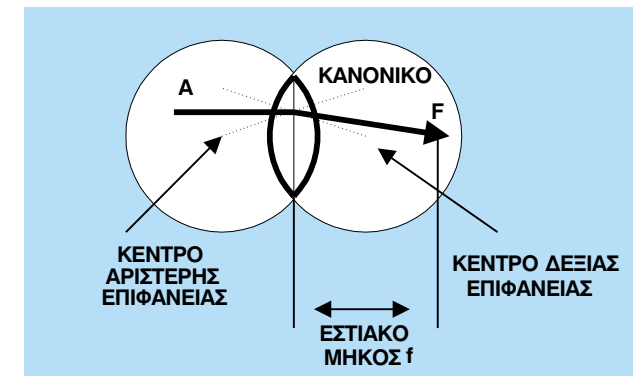
Σχήμα 4.3.1.1.4 Πρίσμα κεκλιμένων επιφανειών



Σχήμα 4.3.1.1.5 Κυρτός φακός σφαιρικών επιφανειών

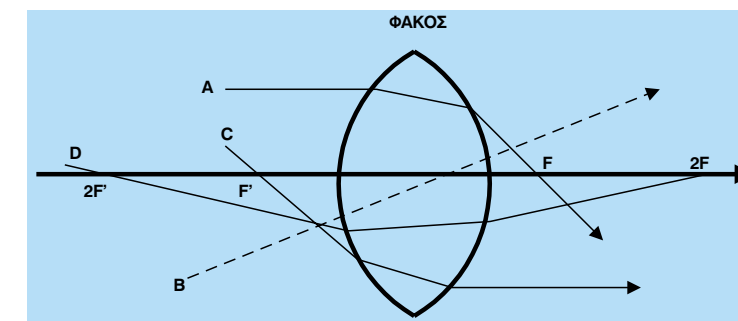
4.3.1.2 Κυρτοί φακοί

Το φως που περνάει μέσα από το κέντρο ενός κυρτού φακού στον οπτικό άξονα δεν αλλάζει διεύθυνση. Καθώς εισέρχεται και εξέρχεται από το φακό η ακτίνα είναι κάθετη προς την επιφάνεια του φακού. Η ακτίνα φωτός Α, ωστόσο, που είναι παράλληλη στον οπτικό άξονα, αλλάζει διεύθυνση (σχ.4.3.1.2.1) και τέμνει τον οπτικό άξονα στο σημείο F.



Σχήμα 4.3.1.2.1 Διέλευση φωτός από κυρτό φακό

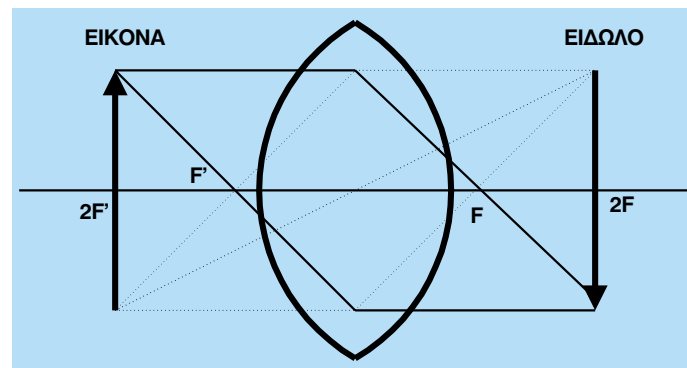
Η γωνία διάθλασης μπορεί να υπολογιστεί και στην αριστερή και στη δεξιά επιφάνεια με τη μέτρηση της γωνίας πρόσπτωσης ως προς τον κατακόρυφο άξονα. Ο κατακόρυφος άξονας σε αυτή την περίπτωση είναι μία προέκταση της ακτίνας καμπυλότητας για κάθε επιφάνεια. Άλλες ακτίνες επίσης παράλληλες προς τον οπτικό άξονα θα τέμνονται επίσης στο σημείο F, που ονομάζεται κύριο σημείο εστίασης. Η απόσταση μεταξύ του κύριου σημείου εστίασης και του κέντρου του φακού ονομάζεται εστιακό μήκος (F). Η απόσταση μεταξύ του κύριου σημείου εστίασης και του κέντρου του φακού ονομάζεται εστιακό μήκος (F). Οι ακτίνες από μία πηγή φωτός στο σημείο (F), (σχ.4.3.1.2.1), θα ακολουθούσαν την ακριβώς αντίθετη πορεία και θα εξέρχονταν ως παράλληλη ακτίνα προς τα αριστερά. Το σχ. 4.3.1.2.2 δείχνει πως οι ακτίνες από διάφορες γωνίες διαπερνούν έναν κυρτό φακό.



Σχήμα 4.3.1.2.2 Διέλευση φωτός από κυρτό φακό με διάφορες γωνίες

Η ακτίνα Α εισέρχεται παράλληλα προς τον οπτικό άξονα και τον τέμνει στην κύρια εστία. Η ακτίνα Β τέμνει το φακό στο κέντρο και δεν διαθλάται καθόλου. (Διαθλάται δύο φορές αλλά οι γωνίες εξουδετερώνονται έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα είναι μία ευθεία διαδρομή). Η ακτίνα C τέμνει τον άξονα κατά ένα εστιακό μήκος πριν από τον φακό και έτσι εξέρχεται παράλληλη προς τον οπτικό άξονα. Η ακτίνα D τέλος, τέμνεται σε δύο εστιακά μήκη και διαθλάται για να τμήσει τον άξονα σε δύο εστιακά σημεία από την άλλη πλευρά.

4.3.1.3 Διαμόρφωση εικόνας



Σχήμα 4.3.1.3.1 Εστίαση ειδώλου σε επίπεδη επιφάνεια

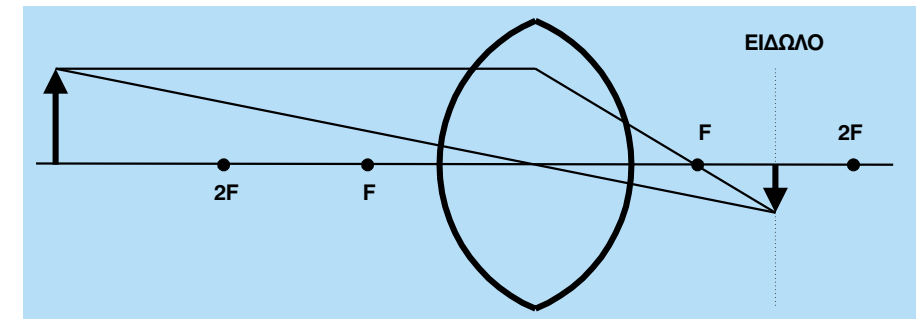
Το σχ.4.3.1.3.1 δείχνει, πως ένα είδωλο εστιάζεται σε μία επίπεδη επιφάνεια. Φανταστείτε ακτίνες φωτός από ένα σημείο στην άκρη του βέλους που πλησιάζουν τον φακό από όλες τις γωνίες. Όμως δύο μόνο ακτίνες φαίνονται και αυτές καθορίζουν τα όρια του κώνου του φωτός από εκείνο το σημείο, που αποκόπτεται από τον φακό. Η επάνω ακτίνα είναι παράλληλη με τον άξονα και τέμνει το κύριο σημείο εστίασης. Η κάτω ακτίνα τέμνει τον άξονα κατά ένα εστιακό μήκος πριν από το φακό και εξέρχεται παράλληλη με τον άξονα.

Μία τρίτη ακτίνα τέμνει το κέντρο του φακού. Όλες συγκεντρώνονται στο επίπεδο της εικόνας. Αυτό το ελάχιστο σημείο στην άκρη του τόξου, όπου συγκεντρώνονται οι ακτίνες είναι σε εστίαση. Το ίδιο ισχύει για έναν απεριόριστο αριθμό σημείων, που ανακλούν φως από το βέλος.

Οι διακεκομμένες γραμμές αναπαριστούν ένα σημείο στην ουρά του βέλους. Παρατηρούμε ότι το είδωλο είναι ανεστραμμένο και όλα τα σημεία βρίσκονται σε εστίαση σε ένα επίπεδο: σε αυτή την περίπτωση έχουμε δύο εστιακά μήκη από το φακό (F και 2F).

Όταν το είδωλο είναι σε μεγάλη απόσταση από το φακό, οι ακτίνες πλησιάζουν το φακό παράλληλα με τον οπτικό άξονα και το επίπεδο, στο οποίο οι ακτίνες

βρίσκονται σε εστίαση είναι στο επίπεδο της κύριας εστίας - ένα εστιακό μήκος πίσω από το φακό. Στις πιο κοντινές αποστάσεις, μεταξύ δύο εστιακών μηκών και απείρου, το εστιακό επίπεδο βρίσκεται μεταξύ της κύριας εστίασης και δύο εστιακών μηκών πίσω από το φακό (σχ.4.3.1.3.2)



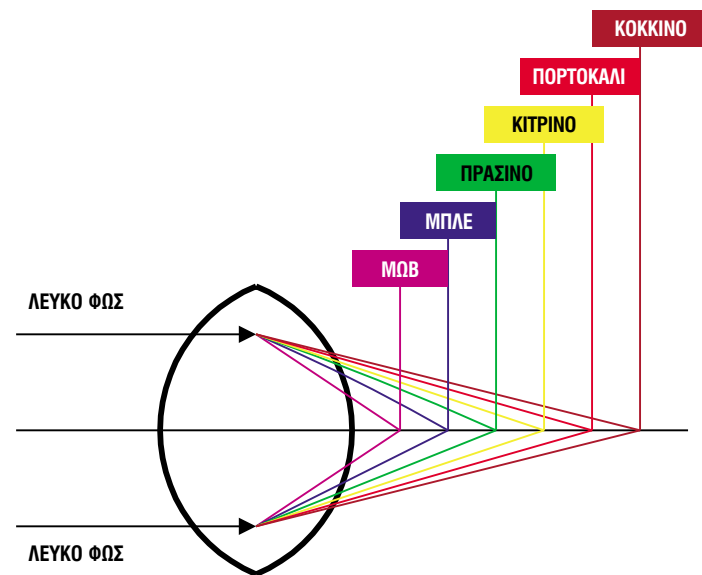
Σχήμα 4.3.1.3.2 Εστιακά μήκη κοντινών και μακρινών αποστάσεων

Στις κάμερες της τηλεόρασης ο στόχος (το ακριβές σημείο λήψης) πρέπει να τοποθετηθεί πάνω στο επίπεδο εστίασης. Αυτό επιτυγχάνεται ρυθμίζοντας ολόκληρο το σύστημα του σωλήνα λήψης εμπρός και πίσω. Το σύστημα είναι πιο κοντά στο φακό, όταν η κάμερα εστιάζεται σε ένα αντικείμενο σε μεγάλη απόσταση. Στις έγχρωμες κάμερες, ο μηχανισμός ρύθμισης είναι μία "τεχνητή" προσαρμογή και χρησιμοποιείται για να ταιριάζει η κάμερα με ένα συγκεκριμένο φακό. Από εκεί και μετά, η εστίαση ρυθμίζεται στον ίδιο το φακό από ένα βιδωτό σύστημα, που κινεί το φακό λήψης μπρος πίσω. Η λειτουργία αυτή είναι παρόμοια με μιας φωτογραφικής μηχανής: ο φακός βρίσκεται πιο κοντά στην κεφαλή της κάμερας, όταν εστιάζει στο άπειρο.

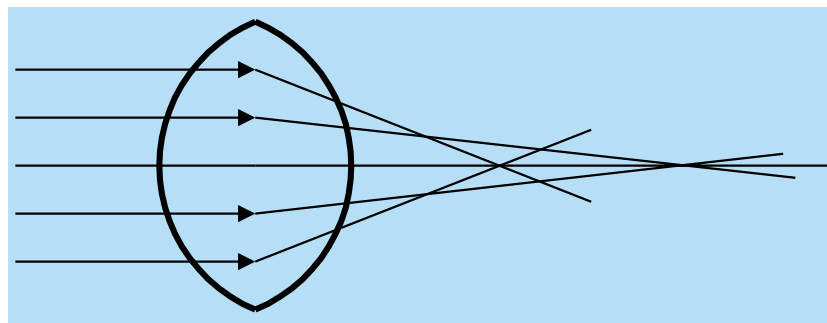
4.3.1.4 Σύνθετοι φακοί

Οι απλοί σφαιρικοί φακοί δεν χρησιμοποιούνται στις κάμερες της τηλεόρασης. Είναι ευαίσθητοι και υπόκεινται στη χρωματική και στη σφαιρική παραμόρφωση. Η χρωματική παραμόρφωση εμφανίζεται επειδή η γωνία διάθλασης είναι διαφορετική για τα μεταβαλλόμενα μήκη κύματος. Οι ακτίνες βραχέων κυμάτων αλλάζουν πιο εύκολα διεύθυνση, ενώ οι ακτίνες μακρών κυμάτων αλλάζουν πιο δύσκολα. Το αποτέλεσμα είναι ένα χρωματιστό πλαίσιο στην εικόνα, πράγμα που φαίνεται στα φτηνά τηλεσκόπια. Η σφαιρική παραμόρφωση παρουσιάζεται, επειδή η επιφάνεια του φακού είναι σφαιρική και όχι παραβολική, έτσι δεν υπάρχει ένα μόνο σημείο εστίασης. Οι ακτίνες που διαπερνούν το εξωτερικό χείλος του φακού διαθλώνται περισσότερο από εκείνες, που περνούν κοντά στον οπτικό άξονα (σχ. 4.3.1.4.2).

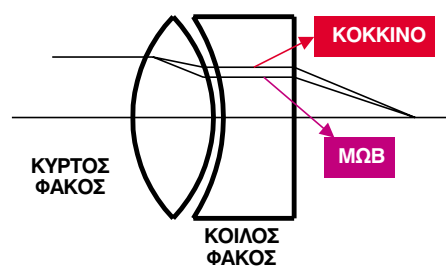
Οι σύνθετοι φακοί χρησιμοποιούνται για να διορθώσουν και τη σφαιρική και τη χρωματική παραμόρφωση. Ο κοίλος φακός έχει διαφορετικό δείκτη διάθλασης και έχει τη δυνατότητα να εξουδετερώνει την παραμόρφωση χωρίς να μεταβάλλει τις βασικές ιδιότητες του φακού.



Σχήμα 4.3.1.4.1 Χρωματική παραμόρφωση απλών σφαιρικών φακών



Σχήμα 4.3.1.4.2 Σφαιρική παραμόρφωση απλών σφαιρικών φακών



Σχήμα 4.3.1.4.3 Σύνθετος φακός (κοίλος και κυρτός) με τη διόρθωσή του

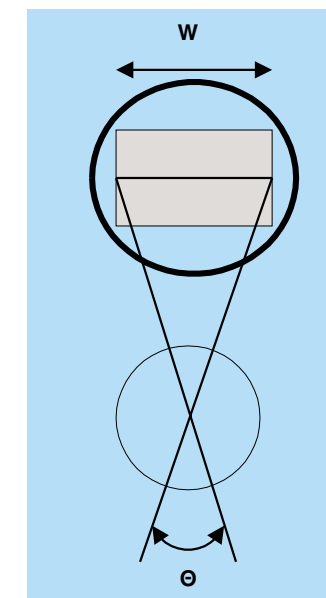
4.3.1.5 Οπτικό πεδίο

Μεγάλο ενδιαφέρον για τον τεχνικό παρουσιάζει ο τομέας του οπτικού πεδίου, δηλαδή πόσο μέρος από τη σκηνή θα εμφανιστεί στην εικόνα της τηλεόρασης. Αυτό εξαρτάται από το εστιακό μήκος του φακού και το μέγεθος της εξεταζόμενης (ανιχνευόμενης) περιοχής σάρωσης πάνω στο στόχο. Η γωνία του κώνου στο οριζόντιο επίπεδο που φαίνεται από την κάμερα, καθορίζεται από τον τύπο:

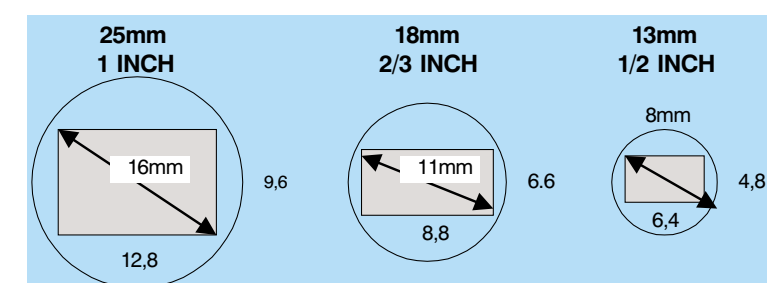
$$\Theta = 2 \varepsilon \varphi^{-1} \left(\frac{W}{2F} \right)$$

όπου W είναι το πλάτος της περιοχής σάρωσης σε mm, και F είναι το εστιακό μήκος του φακού σε mm.

Αυτό απεικονίζεται στο σχ. 4.3.1.5.1. Το πλάτος της περιοχής σάρωσης μπορεί να βρεθεί από τη διαγώνιο της μέγιστης περιοχής σάρωσης πάνω στο στόχο. Αυτό φαίνεται στο σχ. 4.3.1.5.2.



Σχήμα 4.3.1.5.1 Οπτικό πεδίο σκηνής



Σχήμα 4.3.1.5.2 Σχέση πλάτους περιοχής σάρωσης με τη διαγώνιο

Για λόγους πρακτικής, η διαγώνιος της περιοχής σάρωσης είναι μικρότερη από τη διάμετρο του σωλήνα και μικρότερη από τη διάμετρο του στόχου. Για παράδειγμα, η διαγώνιος της περιοχής σάρωσης για φακό(σωλήνα) των 26mm, είναι 16mm. Επειδή το πλαίσιο εικόνας (Ράστερ) είναι ένα παραλληλόγραμμο 3Χ4, η διαγώνιος πλευρά και η οριζόντια πλευρά για ένα τρίγωνο 3Χ4Χ5 και τα μήκη είναι σε αυτή την αναλογία. Έτσι, αν η διαγώνιος είναι 16mm, το πλάτος βρίσκεται από την αναλογία.

$$\frac{16}{5} = \frac{W}{4} = 12,8\text{mm}$$

Παρομοίως το πλάτος της περιοχής σάρωσης για ένα φακό 18mm και για ένα φακό 13mm είναι 6,4mm. Για να βρεθεί η γωνία αποδοχής σε ένα οριζόντιο επίπεδο εφαρμόζεται η ακόλουθη σχέση. Για παράδειγμα, ένας φακός 50mm που χρησιμοποιείται σε μία κάμερα τηλεόρασης 26mm θα έχει γωνία αποδοχής:

$$\theta = 2\epsilon\varphi^{-1} \frac{12,8\text{mm}}{2 \times 50\text{mm}} = 14,6^\circ$$

Η γωνία αποδοχής στην κάθετη επιφάνεια είναι μικρότερη επειδή το πλάτος της εικόνας είναι μεγαλύτερο από το ύψος της. Για να βρεθεί η κάθετη γωνία αποδοχής χρησιμοποιούμε το ύψος της περιοχής σάρωσης στην παραπάνω σχέση ή απλά πολλαπλασιάζουμε την οριζόντια γωνία με 0,75.

Τα συστήματα κάμερας με στήριξη φακού, επιτρέπουν σε φακούς διαφόρων εστιακών μηκών να τοποθετούνται στην κάμερα και είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι από μόνο του το εστιακό μήκος δεν καθορίζει το πεδίο κάλυψης. Πρέπει να ληφθεί υπόψη και το μήκος του σωλήνα λήψης. Συνεπώς, στο προηγούμενο παράδειγμα ο φακός των 26mm αποφέρει μία οριζόντια γωνία αποδοχής των 14,6°. Αν ο ίδιος φακός επρόκειτο να προσαρτηθεί σε μία κάμερα με σωλήνα λήψης 18mm και οριζόντιο μήκος σάρωσης 8,8mm τα αποτελέσματα θα ήταν:

$$\theta = 2\epsilon\varphi^{-1} \frac{8,8\text{mm}}{2 \times 50\text{mm}} = 10,1^\circ$$

Έτσι ο ίδιος φακός δέχεται έναν στενότερο κώνο, όταν χρησιμοποιείται με μικρότερους σωλήνες λήψης.

4.3.1.6 Πλάτος πεδίου

Είναι πιθανότερο ότι ένας τεχνικός θα ενδιαφερθεί περισσότερο για το οριζόντιο μέρος της σκηνής που καλύπτεται από ένα δεδομένο φακό λήψης παρά για τις γωνίες αναμονής. Για να καθοριστεί το πλάτος της κάλυψης της σκηνής, πρέπει να συμπεριληφθεί και η απόσταση μεταξύ κάμερας και

αντικειμένου. Αυτό μπορεί να καθοριστεί από την ακόλουθη αναλογία.

$$\frac{\text{Πλάτος πεδίου } W}{\text{Πλ.περιοχής σάρωσης } w} = \frac{\text{Απόσταση του αντικείμενου } D}{\text{εστιακό μήκος φακού } F}$$

Λύνοντας ως προς το πλάτος πεδίου, έχουμε:

$$W = \frac{Dw}{F}$$

Όπου W είναι σε μέτρα, w σε mm και F σε mm.

Για σωλήνα 26mm, το πλάτος κάλυψης στα 5 μέτρα χρησιμοποιώντας φακό 100mm, είναι:

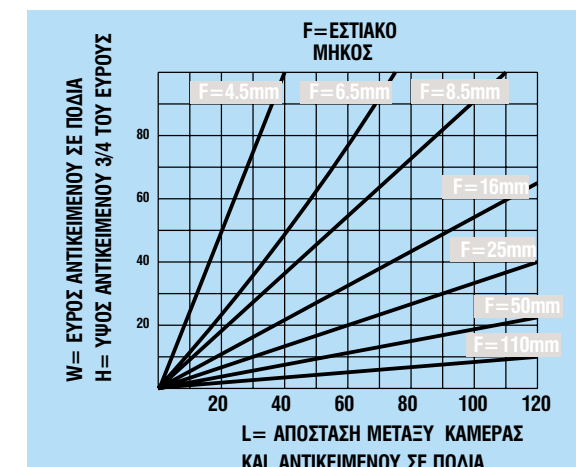
$$W = \frac{5 \times 12,8}{100} = 0,64 \text{ μέτρα}$$

Το ίδιο πρόβλημα χρησιμοποιώντας ένα φακό μικρού εστιακού μήκους 16mm, αποδίδει:

$$W = \frac{5 \times 12,8}{16} = 4 \text{ μέτρα}$$

4.3.1.7 Ευρυγώνιοι φακοί και Τηλεφακοί

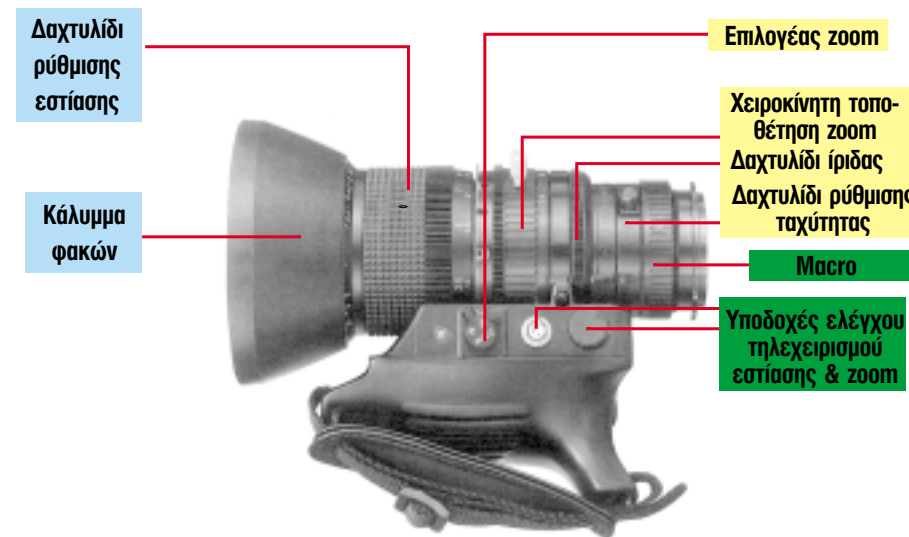
Όπως μπορούμε να δούμε το πεδίο κάλυψης του φακού διευρύνεται καθώς το εστιακό μήκος γίνεται μικρότερο. Τέτοιοι φακοί ονομάζονται ευρυγώνιοι. Φακοί με μακρύτερα εστιακά μήκη καλύπτουν στενότερες περιοχές. Το μικρότερο μέρος της σκηνής καταλαμβάνει την οθόνη της τηλεόρασης και η εικόνα εμφανίζεται κοντινή, σα να φαινόταν μέσα από τηλεσκόπιο. Φακοί μεγαλύτερου μήκους ονομάζονται τηλεφακοί. Το σχήμα 4.3.1.7.1 είναι ένα διάγραμμα για τον υπολογισμό της οριζόντιας κάλυψης έναντι του εστιακού μήκους για τους σωλήνες λήψης σε μερικές διαδεδομένες κάμερες.



Σχήμα 4.3.1.7.1 Διάγραμμα υπολογισμού της οριζόντιας κάλυψης έναντι του εστιακού μήκους.

4.3.1.8 Φακοί Zoom

Η σύγχρονη τεχνική για την επιλογή του εστιακού μήκους επιβάλλει ένα σύστημα φακού με διαρκώς μεταβαλλόμενο εστιακό μήκος. Το σχ. 4.3.1.8.1 είναι ένα παράδειγμα.



Σχήμα 4.3.1.8. Φακός εστίασης & ZOOM

Αυτά τα συστήματα φακών περιέχουν και σταθερούς και κινητούς μηχανισμούς, που επιτρέπουν τη μεταβολή του εστιακού μήκους. Ένας δακτύλιος φακού zoom/μεταβλητού εστιακού πεδίου επιτρέπει στο εστιακό μήκος να μεταβάλλεται σε ολόκληρο το εύρος. Το εστιακό πεδίο στις κάμερες χαμηλού κόστους μεταβάλλεται με το χέρι (χειροκίνητα). Η μονάδα που φαίνεται στο σχ. 4.3.1.8.2 'έχει μία ενσωματωμένη ρύθμιση περιστροφής (motor) και ελεγκτικούς μηχανισμούς με καμπυλωτές βάσεις (rocker-type), ώστε να έχει τη δυνατότητα να καλύπτει μεγάλο εύρος. Ο όρος zoom in χρησιμοποιείται για να δείξει το κλείσιμο της κάλυψης του τηλεφακού, ενώ το zoom out τη μετατροπή της κάλυψης από ευρυγώνιο φακό. Οι φακοί zoom ταξινομούνται ανάλογα με το εύρος του εστιακού πεδίου. Συνεπώς ένας φακός με εύρος 102mm προς 17mm έχει εύρος zoom 6:1. Αντιπροσωπευτικά εύρη είναι 3:1, 6:1, 10:1 και 14:1. Μεγαλύτερα εύρη χρησιμοποιούνται στους πολύ ακριβούς φακούς και στην κάλυψη των αθλητικών γεγονότων. Η οριζόντια απόσταση, που καλύπτεται από κάθε ρύθμιση zoom, μπορεί να υπολογιστεί από το διάγραμμα του σχ. 4.3.1.7.1

Οι φακοί zoom μπορούν να ρυθμιστούν έτσι, ώστε το αντικείμενο να παραμένει εστιασμένο σε ολόκληρη την έκταση του zoom. Ωστόσο, αν η απόσταση κάμερας-αντικειμένου αλλάξει, ο φακός πρέπει να επανεστιαστεί και αυτό γίνεται με τη ρύθμιση του δακτυλίου εστίασης.

4.3.1.9 Ταχύτητα φακού

Ο όρος ταχύτητα, όταν πρόκειται για φακό, αναφέρεται στην ικανότητα συγκέντρωσης φωτός. Οι φακοί με μεγαλύτερη διάμετρο επιτρέπουν να περνά περισσότερο φως στο (ημι)διαφανές γυαλί του εμπρόσθιου μέρους του σωλήνα και θεωρούνται "γρηγορότεροι". Ο όρος αυτός είναι, πιθανώς, αποτέλεσμα της φωτογράφισης με φιλμ, επειδή περισσότερο φως επιτρέπει μικρότερο χρόνο έκθεσης. Η αποτελεσματική διάμετρος του φακού ρυθμίζεται από μία μηχανική ίριδα που λειτουργεί όπως και η ίριδα του ματιού, έτσι όταν εισέρχεται πολύ φως, η διάμετρος του ανοίγματος μειώνεται μέχρι να επιτευχθεί η κατάλληλη έκθεση. Η ενέργεια αυτή λέγεται stopping down/σταμάτημα. Ο δακτύλιος της ίριδας διαμετράται σε f-stops. Η ταχύτητα του υπολογίζεται από το μέγιστο του ανοίγματος της ίριδας (μικρότερος αριθμός f-stop), και βρίσκεται από την αναλογία του εστιακού μήκους, διαιρούμενο με τη διάμετρο του φακού. Το δεύτερο είναι στην πραγματικότητα η διάμετρος του ανοίγματος της ίριδας:

$$f = \frac{F}{D}$$

Όπου **F** είναι το εστιακό μήκος σε mm, και **D** το άνοιγμα της ίριδας σε mm. Ένας τυπικός φακός σταθερού εστιακού μήκους, που χρησιμοποιείται για CCTV (Τηλεόραση κλειστού κυκλώματος) ή (τηλε)επιτήρηση, έχει μέγιστο άνοιγμα περίπου 13.2mm και εστιακό μήκος 25mm δίνοντας **f** με τιμή:

$$f = \frac{25\text{mm}}{13.2\text{mm}} = 1.9$$

που γράφεται είτε f/1.9 είτε 1: 1.9

Αυτός είναι ο μικρότερος αριθμός, που βρίσκεται στο διαμετρημένο δακτύλιο της ίριδας και βρίσκεται από την άλλη μεριά του δείκτη ένδειξης, όταν η ίριδα είναι πλήρως ανοιχτή (σχ. 4.3.1.9.1). Όσο μικρότερος είναι ο ελάχιστος αριθμός f-stop, τόσο περισσότερο είναι το φως που πέφτει στο στόχο για μία δεδομένη σκηνή.

Οι ενδείξεις διαμετρήματος στο δακτύλιο της ίριδας ακολουθούν τη σειρά 1.9, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16 και 22. Σε κάθε βήμα, η ίριδα κλείνει έτσι, ώστε η ποσότητα του φωτός, που φτάνει στο στόχο, να μειώνεται στο μισό. Οπότε, όταν αλλάζει η ρύθμιση της ίριδας από f/4 σε f/8, το εισερχόμενο φως "κόβεται" στο μισό δύο φορές, για να κόψει το φως στο στόχο στο ένα τέταρτο. Η ίριδα ρυθμίζεται για να παράγει τη σταθερή έξοδο βίντεο 1V (p-p). Δηλαδή η ίριδα του φακού είναι ανοικτή ή κλειστή μέχρι τα λευκά σημεία στην κορυφή της εικόνας να φτάσουν τις 100 μονάδες IRE ή τα 0.714 volt πέρα από την αμαύρωση. Σε πολλές κάμερες σήμερα, η ίριδα τίθεται σε λειτουργία από ένα μηχανισμό περιστροφής (motor) ή έναν οδηγό τύπου γαλβανόμετρου (galvanometer-type mechanical drive), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται αυτόματος έλεγχος της ίριδας. Σε αυτά τα συστήματα ένας σερβομηχανισμός ρυθμίζει το άνοιγμα της ίριδας μέχρι οι λευκές άκρες του σήματος βίντεο να φτάσουν την τάση αναφοράς.



Σχήμα 4.3.1.9.1 Φακοί με διάφορα διαφράγματα (Iris)

4.3.2 ΕΓΧΡΩΜΗ ΚΑΜΕΡΑ ΜΕ ΣΥΖΕΥΞΗ ΦΟΡΤΙΩΝ CCD (CHARGE COUPLED DEVICE)

Στις κάμερες, που χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά πυροβόλα, απαιτούνται υψηλές τάσεις για τις τροφοδοσίες τους. Οι τάσεις αυτές παράγονται από ειδικά τροφοδοτικά μέσα στη κάμερα με αποτέλεσμα το βάρος, ο όγκος και φυσικά το κόστος να είναι αρκετά υψηλά.

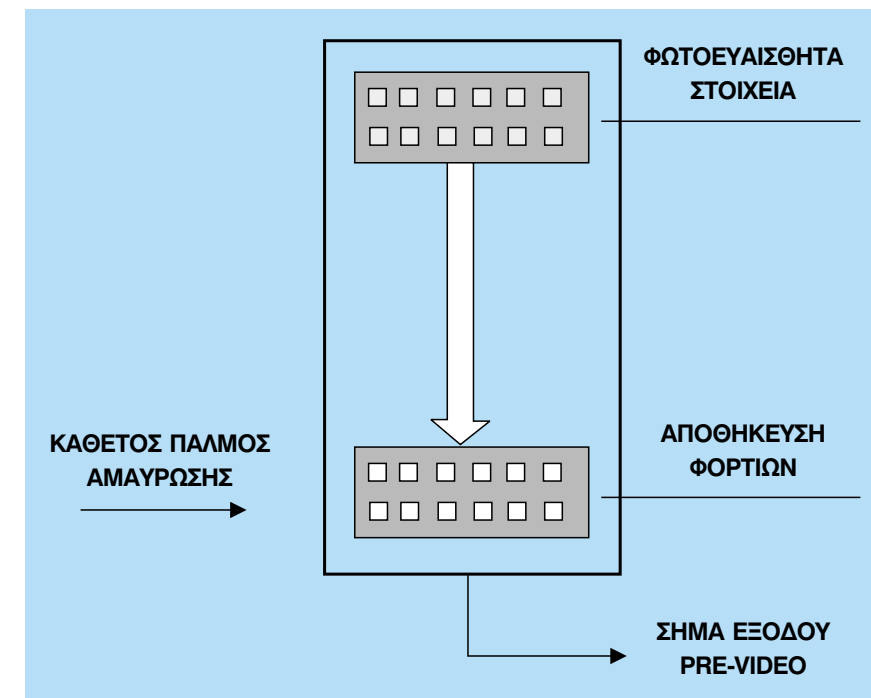
Από το 1980 άρχισε η παραγωγή κάμερας με την ολοκληρωτική χρήση μικρού ολοκληρωμένου κυκλώματος στερεάς δομής. Το I.C. έχει την ονομασία CCD (CHARGE COUPLED DEVICE). Τα CCD διαθέτουν φωτοευαίσθητα στοιχεία διατεταγμένα σε γραμμές και σε στήλες. Ο αριθμός των φωτοστοιχείων καθορίζει την ποιότητα του παραγόμενου οπτικού σήματος. Μία τυπική τιμή φωτοστοιχείων ενός καλού CCD είναι περίπου 380 στοιχεία διατεταγμένα στις γραμμές και 480 στοιχεία διατεταγμένα στις στήλες. Η ποιότητα του παρεχόμενου σήματος από κάμερα CCD είναι σχεδόν ίδια με αυτή από κάμερα με Η/Ν πυροβόλα.

4.3.2.1 Χαρακτηριστικά και λειτουργία του CCD

Το CCD συνίσταται από ένα σύνολο φωτοευαίσθητων επαφών τύπου P-N ή από επαφές τρανζίστορ τύπου MOS.

Η διαδικασία της πρόσπτωσης των φωτεινών ακτίνων στις φωτοευαίσθητες επαφές και η δημιουργία ανάλογων φορτίων είναι καθαρά μία αναλογική διεργασία, όπου μεγάλη φωτεινότητα θα αναπτύξει μεγάλο φορτίο. Ακολούθως η διαδικασία λήψης αυτών των φορτίων είναι ψηφιακή. Υπάρχουν 3 τρόποι μετατροπής των φορτίων σε τάσεις.

- Τα φωτοευαίσθητα στοιχεία P-N διατάσσονται σε άξονες ΧΧ' και ΨΨ', όπου ακολούθως κωδικοποιούνται ψηφιακά.
- Τα φορτία από τα φωτοευαίσθητα στοιχεία μεταφέρονται καθ' όλη τη διάρκεια του πεδίου σε μία περιοχή αποθήκευσης και όταν έλθει ένας κάθετος παλμός αμαύρωσης τότε αυτά αποδεσμεύονται παράγοντας ένα συνεχόμενο σήμα VIDEO, που θα αναφέρεται στο συγκεκριμένο πεδίο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται CCD με μετασχηματισμό πλαισίων (FRAME TRANSFER CCD). Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα CCD με μετασχηματισμό πλαισίων.



Σχήμα 4.3.2.1.1 CCD με μετασχηματισμό πλαισίων (FRAME TRANSFER CCD)

- Τα φορτία από τα φωτοευαίσθητα στοιχεία κάθε γραμμής του πρώτου πεδίου μεταφέρονται σε κάθετες στήλες, οι οποίες οδηγούν σε ένα οριζόντιο καταγραφέα (HORIZONTAL SHIFT REGISTER). Επί πλέον ένας κάθετος καταγραφέας καθορίζει τη σειρά των γραμμών και των στηλών, που θα απομαστεύσουν το φορτίο τους, για τη παραγωγή του σήματος VIDEO.

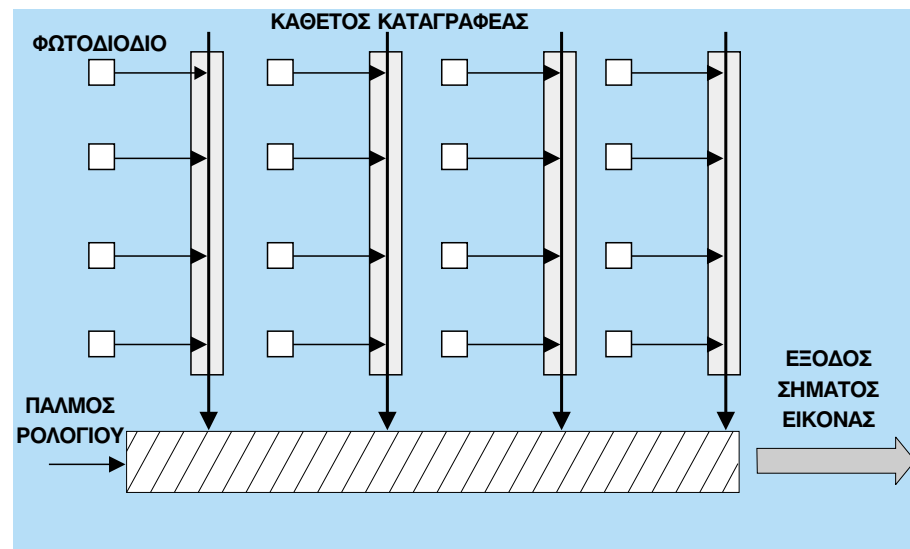
Ο κάθετος καταγραφέας (VERTICAL SHIFT REGISTER) επιτρέπει τη διέλευση των φορτίων από κάθε φωτοστοιχείο μιας ολόκληρης γραμμής διαδοχικά.

Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα στον οριζόντιο παλμό αμαύρωσης κάθε γραμμής. Έτσι το φορτίο κάθε φωτοστοιχείου θα αποδίδεται στην αντίστοιχη κάθετη στήλη στην κορυφή, της οποίας πραγματοποιείται η μεταφορά αυτών των πακέτων των φορτίων στον οριζόντιο καταγραφέα.

Έτσι κατά τη διάρκεια του οριζόντιου παλμού αμαύρωσης μία ομάδα φορτίων

έχει εισαχθεί στον οριζόντιο καταγραφέα υπό ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ μορφή. Κατά τη διάρκεια της οριζόντιας ανίχνευσης ένα σήμα "ρολογιού" - CLOCK ανοίγει τον οριζόντιο καταγραφέα και διώχνει τα φορτία υπό ΣΕΙΡΙΑΚΗ μορφή.

Η διαδικασία αυτή γίνεται για κάθε γραμμή σάρωσης. Πρέπει να σημειώσουμε ότι μόνο οι φωτοευαίσθητες επαφές είναι εκτεθειμένες στις φωτεινές ακτίνες, ενώ ο κάθετος και οριζόντιος καταγραφέας προστατεύονται από μάσκα αλουμινίου. Η μέθοδος αυτή λέγεται CCD με μετασχηματισμό γραμμών (INTERLINE TRANSFER CCD). Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα CCD με μετασχηματισμό γραμμών.



Σχήμα 4.3.2.1.2 CCD με μετασχηματισμό γραμμών (INTERLINE TRANSFER CCD)

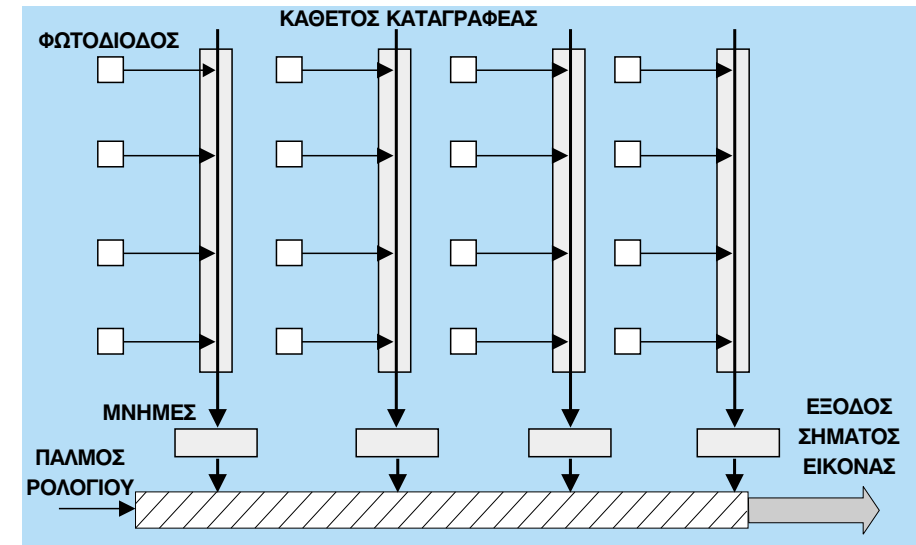
Τέλος υπάρχει μία συνδυαστική μέθοδος (των δύο προηγούμενων περιπτώσεων) μετασχηματισμού πλαισίων και γραμμών. Αυτή η μέθοδος λέγεται CCD με συνδυασμό (COMBINATION CCD). Στο σχήμα, που ακολουθεί, φαίνεται ένα CCD με τη συνδυαστική μέθοδο.

Αρκετοί κατασκευαστές επαγγελματικής κάμερας με CCD χρησιμοποιούν φωτοευαίσθητα στοιχεία 3 τύπων RGB. Η ευκρίνεια μιας κάμερας με CCD καθορίζεται από τον αριθμό των φωτοευαίσθητων επαφών, που υπάρχουν στο MATRIX του CCD.

Τυπικά ένας αριθμός 500-800 φωτοευαίσθητων επαφών στις οριζόντιες γραμμές του CCD μιας κάμερας μπορεί να θεωρηθεί σαν πολύ ικανοποιητικός και με αποτελέσματα ίδια με αυτά, που έχει μία κάμερα, η οποία όμως χρησιμοποιεί H/N πυροβόλο 17mm.

Σε μερικές περιπτώσεις τα CCD έχουν περισσότερα φωτοευαίσθητα στοιχεία, τα οποία αντιστοιχούν σε κάμερα με H/N πυροβόλο 25,4mm, δηλαδή έχουν 1280 στοιχεία στην οριζόντια γραμμή και 970 στοιχεία στην κάθετη γραμμή.

Η πρώτη γενιά επαγγελματικής κάμερας με CCD είχε χωρητικότητα ίδια με μία RAM 256 Kb. Αργότερα η χωρητικότητα αυξήθηκε σε 1 Mb.

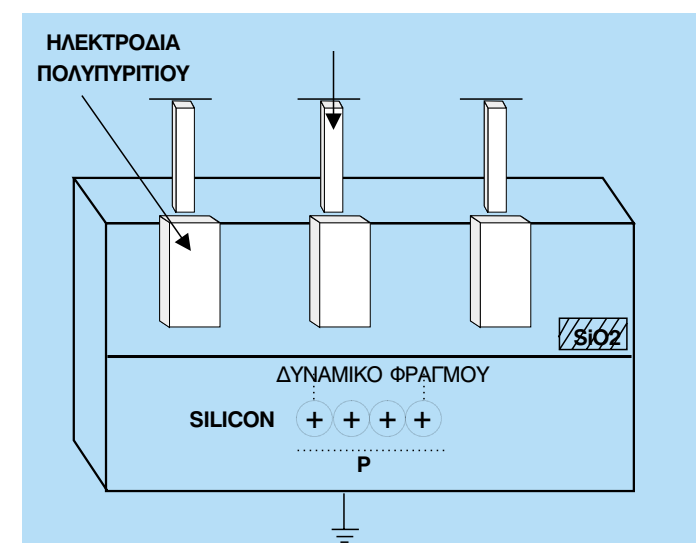


Σχήμα 4.3.2.1.3 CCD με συνδυασμό (COMBINATION CCD)

4.3.2.2 Διαδικασία σειριακής ανάγνωσης από ένα καταγραφέα CCD

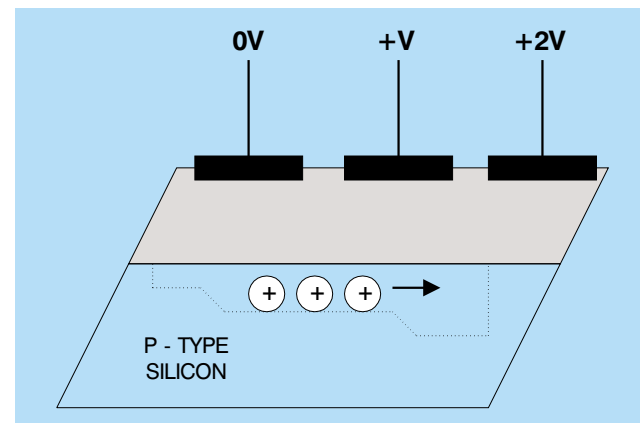
Στην πιο απλή του μορφή ο CCD καταγραφέας συνίσταται από μία επαφή MOS πάνω σε μία βάση πυριτίου (SILICON) τύπου P.

Το φορτίο, που αναπτύσσεται στη ζώνη φραγμού, είναι αποτέλεσμα της φωτεινότητας, που προσπίπτει στο σημείο αυτό.



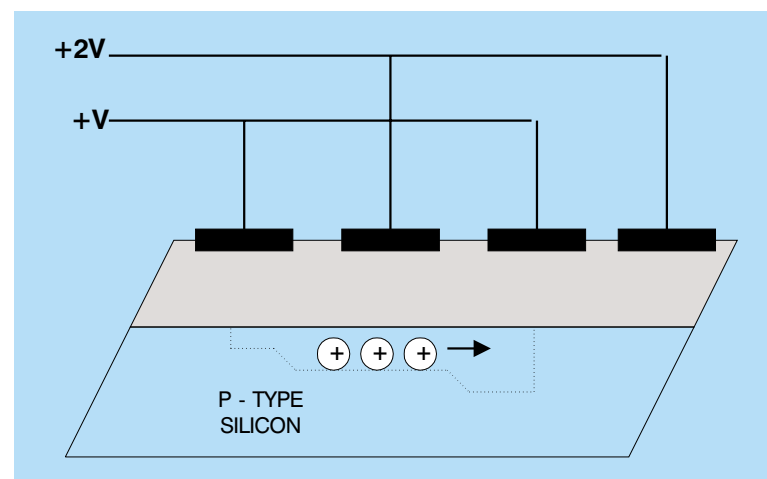
Σχήμα 4.3.2.2.1 Καταγραφέας MOS τύπου P

Τα ηλεκτρόδια είναι από διαφανές υλικό πολυπυριτίου, οπότε οι εισερχόμενες φωτεινές ακτίνες μπορούν να περνούν από την κορυφή του CCD. Για να κινηθούν τα φορτία, που έχουν αναπτυχθεί, όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα εφαρμόζεται στο αριστερό ηλεκτρόδιο ένα χαμηλότερο δυναμικό (απ' ό,τι στο μεσαίο), ενώ στο δεξιό ηλεκτρόδιο εφαρμόζεται ένα υψηλότερο δυναμικό π.χ.



Σχήμα 4.3.2.2.2 Καταγραφέας ολίσθησης με 3 παλμούς ρολογιού

Για να πραγματοποιηθεί η ολίσθηση των φορτίων προς τα δεξιά απαιτούνται ομοειδείς παλμοί σε γειτονικά φωτοστοιχεία. Με τη βοήθεια μιας παλμοσειράς χρονισμού ρολογιού, θα έχουμε για κάθε ένα τέτοιο παλμό μία μετακίνηση των φορτίων στην επόμενη θέση. Έτσι με ολόκληρη την παλμοσειρά ρολογιού θα έχουμε μία συνεχή μετατόπιση των φορτίων από τον καταγραφέα προς την έξοδο.

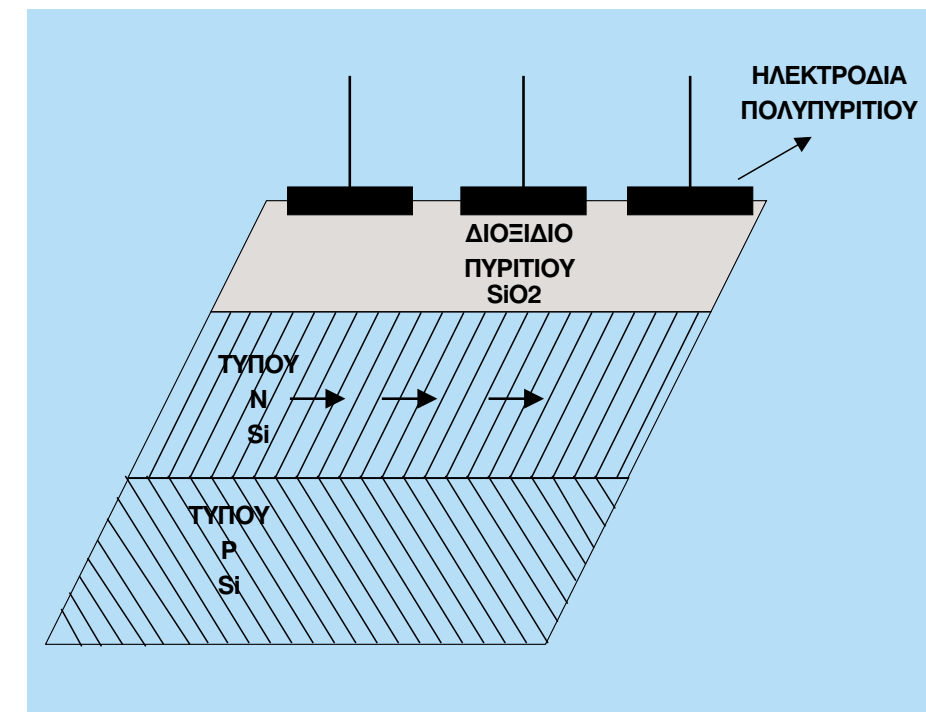


Σχήμα 4.3.2.2.3 Καταγραφέας ολίσθησης με 2 παλμούς ρολογιού

Εφόσον το πεδίο ανάπτυξης των φωτοστοιχείων είναι εξαιρετικά συμμετρικό, τότε απαιτείται ένα σύστημα χρονισμού 3 φάσεων. Αν όμως το πεδίο ανάπτυξης των φωτοστοιχείων δεν είναι απόλυτα συμμετρικό, τότε ένα σύστημα 2 φάσεων καταγραφέα είναι υπεραρκετό, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.3.2.2.3

Στις προηγούμενες περιπτώσεις καταγραφέων MOS ενός CCD, τα ηλεκτρόνια αναπτύσσονται κοντά στο μέτωπο του πυριτίου τύπου P, εφ' όσον τροφοδοτηθούν τα ηλεκτρόδια πολυπυριτίου με θετικό δυναμικό. Σαν αποτέλεσμα όμως θα έχουμε απώλεια φορτίων (ηλεκτρονίων-οπών) και επομένως κακό λόγο σήματος προς θόρυβο (S/N). Προς τούτο μεταξύ του πυριτίου τύπου P και του διοξειδίου του πυριτίου τοποθετείται λεπτό στρώμα πυριτίου τύπου N, ώστε να διαχωρίζεται η βάση τύπου P από το σύστημα του διοξειδίου πυριτίου-ηλεκτροδίων. Με αυτό το τρόπο έχουμε αύξηση των μεταφερομένων φορτίων και κατ' επέκταση καλύτερο λόγο σήμα/θόρυβο. Λόγω της ύπαρξης του στρώματος πυριτίου τύπου N το σύστημα αυτό λέγεται CCD "θαμμένου καναλιού" (BURIED CHANNEL CCD).

Η απλοποιημένη μορφή ενός MOS τύπου BURIED CHANNEL CCD φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



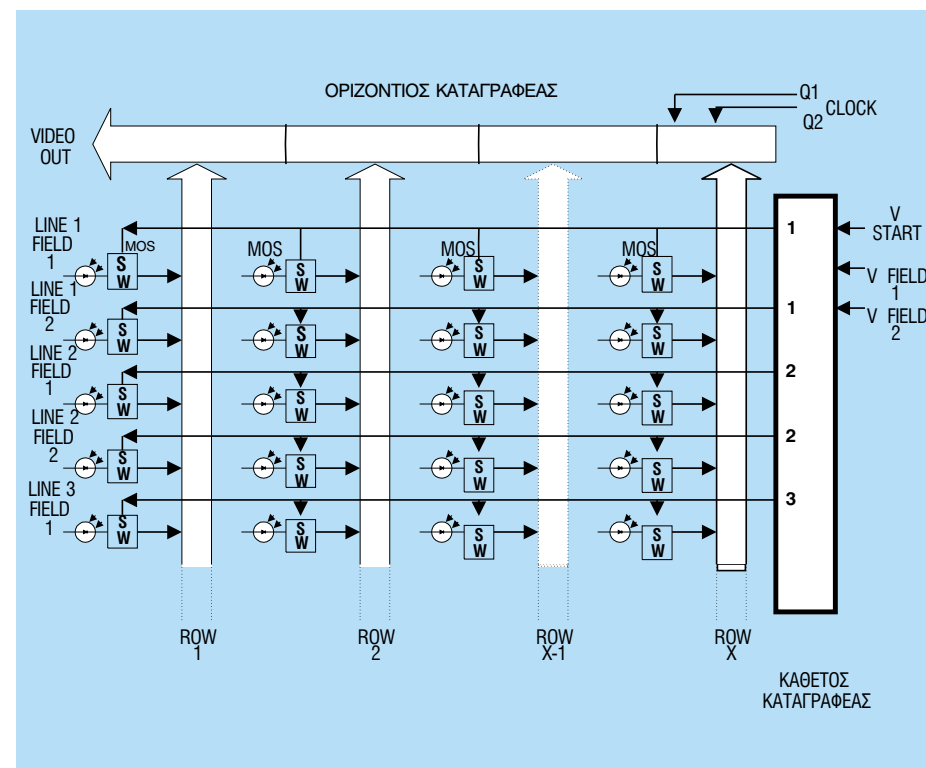
Σχήμα 4.3.2.2.4 CCD "θαμμένου καναλιού" BURIED CHANNEL CCD

4.3.2.3 Μπλοκ διάγραμμα ενός CCD με μετασχηματισμό γραμμών (INTER LINE TRANSFER CCD)

Τα φωτοστοιχεία είναι οι σημειούμενοι φωτοδιόδοι P.D (PHOTO DIODE).

Η μεταφορά των φορτίων που έχουν αναπυχθεί στις φωτοδιόδους γίνεται με διακόπτες τύπου MOS στις αντίστοιχες στήλες ROW. Για να "ανοίξει" όμως ένας διακόπτης MOS και να μεταφέρει το φορτίο της φωτοδιόδου στην αντίστοιχη στήλη ROW, πρέπει να έλθει ένας παλμός χρονισμού από τον κάθετο καταγραφέα VERTICAL SHIFT REGISTER.

Έτσι τα φορτία της πρώτης γραμμής του πρώτου πεδίου μεταφέρονται ταυτόχρονα (παράλληλα) στον οριζόντιο καταγραφέα HORIZONTAL SHIFT REGISTER.



Σχήμα 4.3.2.3 Μπλοκ διάγραμμα CCD με μετασχηματισμό γραμμών

Με τη βοήθεια οριζοντίου παλμού χρονισμού (H), από τον οριζόντιο καταγραφέα έχουμε έξοδο σε σειριακή μορφή των φορτίων, τα οποία βεβαίως συγκροτούν το σήμα VIDEO της πρώτης γραμμής ανίχνευσης του πρώτου πεδίου.

Σημειώνεται ότι η συχνότητα του οριζοντίου παλμού χρονισμού H-CLOCKING είναι αρκετά υψηλή και η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε μία οριζόντια γραμμή.

Τέλος υπενθυμίζουμε ότι μόνο οι φωτοδιόδοι είναι εκτεθειμένοι στο φως, ενώ οι καταγραφείς (οριζόντιος και κάθετος) προστατεύονται από μάσκα αλουμινίου ή άλλο υλικό.

4.4. Μη επαγγελματικές κάμερες (Camcorders)

4.4.1 Γενικά Είναι ηλεκτρονικές διατάξεις ανάλυσης και καταγραφής εικόνων και ήχων. Η διεθνής ονομασία τους CAMCORDERS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων CAMERA-RECORDER που εννοεί διάταξη ανάλυσης εικόνας (CAMERA) με ενσωματωμένο οπτικό εγγραφέα (RECORDER). Με απλά λόγια τα CAMCORDERS είναι ένας συνδυασμός μικρής κάμερας με ένα πάρα πολύ μικρό βίντεο (VCR). Αυτές οι μη επαγγελματικές κάμερες (οικιακής χρήσης) πωλούνται στα καταστήματα ηλεκτρονικών συσκευών και μάλιστα οι τιμές τους είναι αρκετά προσιτές. Με τη χρήση του CCD ως αισθητήριου μετατροπέα της εικόνας σε οπτικό παλμόρρευμα (Video) , καθώς και με την αντικατάσταση των γεννητριών οριζόντιας και κάθετης σάρωσης από οριζόντιους και κάθετους καταγραφείς, μειώθηκε πάρα πολύ το βάρος και ο όγκος τους σε σχέση με τις μη επαγγελματικές κάμερες με ηλεκτρονικό πυροβόλο. Τα Camcorders χρησιμοποιούν μικρή κασέτα είτε 1/2" είτε 8mm, ενώ η διαδικασία της εστίασης , καθώς και της ρύθμισης του διαφράγματος (ίριδας) γίνεται αυτόματα ανάλογα με το εισερχόμενο φως. Τέλος διαθέτουν σύστημα ελέγχου του zoom από τον ίδιο χειριστή. Βεβαίως κατασκευάζονται Camcorders με πρόσθετες δυνατότητες όπως, εισαγωγή τίτλων, εισαγωγή χρώματος φόντου κλπ. ή ακόμη με δυνατότητα μοντάζ εικόνων και ήχων. Στο ίδιο κοινό σύστημα κάμερας-εγγραφέα είναι ενσωματωμένο και ένα μικρόφωνο κατευθυντικό για τη συλλογή και καταγραφή των ήχων.



Σχήμα 4.4.1. Μη επαγγελματική βιντεοκάμερα

Τεχνικά χαρακτηριστικά

- **Τροφοδοσία** : DC 9,6V 8,7W
- **Σύστημα εγγραφής εικόνων** : σύστημα ελικοειδούς ανίχνευσης με 4 περιστρεφόμενες κεφαλές στο PAL
- **Σύστημα εγγραφής ήχων** : Μονοφωνικό γραμμικό σύστημα εγγραφής ήχων.
- **Τύπος κασέτας** : VHS-C (COMPACT με εύρος 12,7mm)
- **Ταχύτητα ταινίας** : 23,39mm/sec Χρόνος εγγραφής/αναπαραγωγής 30Min με κασέτα EC30
- **CAMERA** : 1CCD, στάνταρ φωτισμός 1400 Lux, ελάχιστος απαιτούμενος φωτισμός 10Lux .
- **Φακοί** : F 1,2 (9-54mm) με αυτόματη εστίαση και αυτόματο έλεγχο διαφράγματος. Φακοί ZOOM 6-1 με δυνατότητα MACRO.
- **Σκόπευτρο EVF** : Ηλεκτρονικό σκόπευτρο 2/3
- **Εικόνα** : Με 4 κεφαλές περιστρεφόμενες, 1 κεφαλή πλήρους διαγραφής και με έξοδο 1Vp-p στα 75Ω.
- **Ήχος** : 1 κεφαλή ήχου με έξοδο-8db στα 600 Ω μη ισοσταθμισμένη.
- **Βάρος** : 1,3Kgr με τη μπαταρία
- **Διαστάσεις** : 124 (W) X 140 (H) X 328 (D) mm



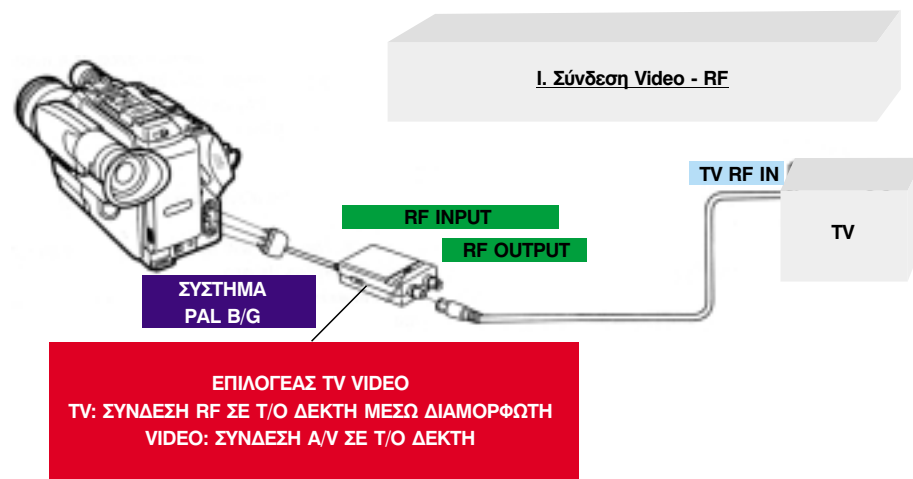
Σχήμα 4.4.2.

Υπάρχουν δύο δυνατές συνδέσεις της βιντεοκάμερας με ένα τηλεοπτικό δέκτη.

Στο πίσω μέρος της βιντεοκάμερας υπάρχουν δύο υποδοχές RCA (μία για το σήμα βίντεο και μία για τον ήχο) καθώς και μία υποδοχή μικρότερη , η οποία και παρέχει DC τάση. Συνδέουμε τις υποδοχές αυτές με τους αντίστοιχους ακροδέκτες του προσαρμογέα (adaptor) SBC5411 , ο οποίος είναι ένας διαμορφωτής. Έτσι ο διαμορφωτής παίρνει από την κάμερα τις πληροφορίες εικόνας και ήχου , καθώς και την DC τροφοδοσία για να δουλέψει και τις διαμορφώνει στο κανάλι 36.

4.4.2 Τα τεχνικά χαρακτηρι- στικά του Camcorder VKR 6843

4.4.3 Σύνδεση του Camcorder με τηλεο- πτικό δέκτη

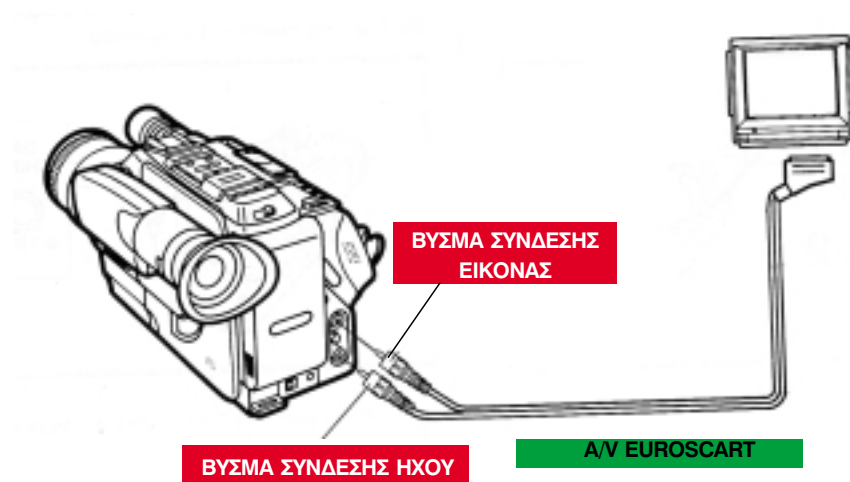


Σχήμα 4.4.3.1 Σύνδεση της κάμερας με το δέκτη με τη μέθοδο Video-RF

Η έξοδος του αντάπτορα-διαμορφωτή θα είναι σήμα RF στο 36ο κανάλι. Συνδέουμε την έξοδο του διαμορφωτή και τον T/O δέκτη με καλώδιο ομοαξωνικό 75Ωμ και συντονίζουμε το δέκτη στο 36ο κανάλι. Ενεργοποιούμε την βιντεοκάμερα και έχουμε τις πληροφορίες εικόνας και ήχου στη τηλεόρασή μας.

II. Σύνδεση AV ή EUROSCART

Σημείωση: Για αυτή τη σύνδεση απαραίτητη προϋπόθεση είναι να διαθέτει ο δέκτης υποδοχή EUROSCART θηλυκή.



Σχήμα 4.4.3.2 Σύνδεση της κάμερας με T/O δέκτη με τη μέθοδο AV

Εδώ χρησιμοποιούμε καλώδιο, που στη μία άκρη έχει βύσματα αρσενικά RCA για την εικόνα και τον ήχο και στην άλλη άκρη έχει συνδετήρα EUROSCART. Συνδέουμε τα αρσενικά βύσματα RCA στις αντίστοιχες υποδοχές RCA της βιντεοκάμερας με τη βοήθεια των χρωμάτων (αρσενικών-θηλυκών RCA) και τον συνδετήρα EUROSCART στην αντίστοιχη υποδοχή EUROSCART του T/O δέκτη.

Επιλέγουμε το πρόγραμμα AV ή O του T/O δέκτη, ενεργοποιούμε τη βιντεοκάμερα και έχουμε τις πληροφορίες εικόνας και ήχου στη τηλεόρασή μας.

1. Ισοστάθμιση του λευκού (White Balance).

Η ρύθμιση αυτή είναι απαραίτητη για τη σωστή ανάλυση και εγγραφή των φυσικών χρωμάτων.

Η βιντεοκάμερα έχει ένα διακόπτη δύο θέσεων για τη ρύθμιση της ισοστάθμισης του λευκού. Στη μία θέση AUTO η ρύθμιση της ισοστάθμισης γίνεται αυτόματα και συνεχώς για οποιεσδήποτε συνθήκες σκόπευσης. Στην άλλη θέση MANUAL γίνεται χειροκίνητη ρύθμιση της ισοστάθμισης του λευκού. Προς τούτο χρησιμοποιούμε το καπάκι των φακών. Αυτό στο μέσα μέρος έχει μία λευκή επιφάνεια. Θέτουμε το καπάκι στο φακό, γυρίζουμε το διακόπτη επιλογής ισοστάθμισης στη θέση MANUAL και πατάμε το μπουτόν, "T" του ZOOM παρακολουθώντας στο σκόπευτρο (View-finder) την εικόνα να γίνεται απόλυτα λευκή. Κρατάμε πατημένο το μπουτόν "T" για περισσότερο από 1 sec και εφόσον η εικόνα στο σκόπευτρο είναι απόλυτα λευκή, τότε έχει γίνει ισοστάθμιση του λευκού.

2. Εστίαση (Focus)

Η ρύθμιση της εστίασης γίνεται είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα με τη βοήθεια ενός διακόπτη δύο θέσεων (Auto focus - Manual focus).

Για τη χειροκίνητη ρύθμιση της εστίασης των φακών, επιλέγουμε με τη βοήθεια του ZOOM το αντικείμενο και το εύρος του. Ακολούθως ρυθμίζουμε με το εστιακό δακτυλίδι (Focus Ring) την εστιακή απόσταση, ώστε το επιλεγμένο αντικείμενο να εμφανίζεται στο σκόπευτρο καθαρό.

3. Λειτουργία MACRO

Αρκετές βιντεοκάμερες έχουν την δυνατότητα κάλυψης πολύ μικρών αντικειμένων από μικρή απόσταση. Η διαδικασία σκόπευσης από ελάχιστη απόσταση μικρών αντικειμένων λέγεται MACRO.

Ο φακός της κάμερας τίθεται σε κατάσταση MACRO είτε με κάποιο μοχλό, που βρίσκεται στο εστιακό δακτυλίδι, είτε με το πάτημα του μπουτόν "W" του ZOOM. Αφού γίνει η επιλογή της θέσης MACRO ακολούθως ρυθμίζεται η εστίαση είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα.

4. Λειτουργία απόκρυψης εικόνας-εμφάνισης εικόνας (Fade in - Fade out).

Η λειτουργία Fade in χρησιμοποιείται στη διαδικασία έναρξης καταγραφής

4.4.4 Βασικές ρυθμίσεις λειτουργίας.

εικόνων.

Κρατώντας πατημένο το Fade in η εικόνα είναι μαύρη (οπότε εκεί μπορούν να τοποθετηθούν με μοντάζ τίτλοι) και προοδευτικά εμφανίζεται το επιλεγμένο αντικείμενο.



Σχήμα 4.4.4.1 Η λειτουργία Fade in

Η λειτουργία του Fade out λαμβάνει χώρα στο τέλος της καταγραφής εικόνων. Πατάμε το μπουτόν Face Out και το κρατάμε πατημένο, έως ότου η εικόνα προοδευτικά μαυρίσει.



Σχήμα 4.4.4.2 Η λειτουργία Fade Out

5. Ταχύτητα διαφράγματος (High Speed Shutter)

- Αναφέρεται στην ταχύτητα με την οποία ανοιγοκλείνει το διάφραγμα της κάμερας για να επιτρέψει την είσοδο (ποσοτικά και χρονικά) του φωτός. Η κάλυψη εικόνων στατικών γίνεται με μικρή ταχύτητα διαφράγματος, ενώ η κάλυψη κινουμένων με ταχύτητα αντικειμένων (ποδοσφαιρικός αγώνας) γίνεται με υψηλή ταχύτητα διαφράγματος. Μία κανονική τιμή ταχύτητας είναι 1/50sec, ενώ μία υψηλή ταχύτητα διαφράγματος μπορεί να είναι 1/4000sec. Η βιντεοκάμερα διαθέτει ένα μπουτόν με την ένδειξη "High speed shutter", το οποίο κάθε φορά που πατιέται, αλλάζει την ταχύτητα του διαφράγματος βήμα προς βήμα και η οποία εμφανίζεται στο σκόπευτρο.

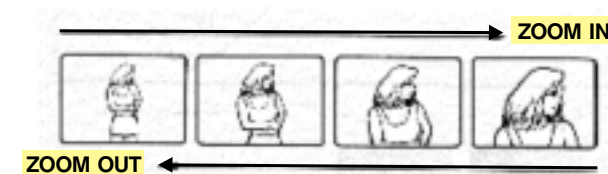
1/50 sec
1/20 sec
1/250 sec
1/500 sec
1/1000 sec
1/2000 sec
1/4000 sec

6. Ρύθμιση απόστασης - βάθους αντικειμένου ZOOM.

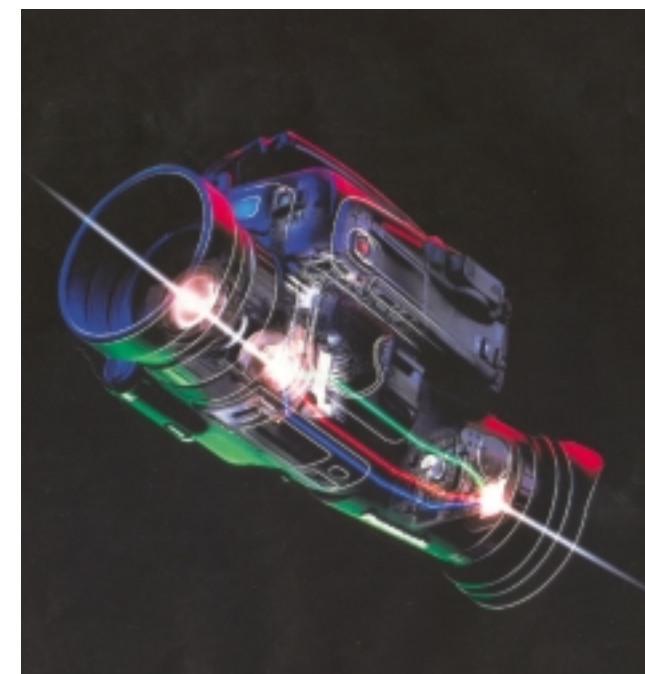
Οι βιντεοκάμερες διαθέτουν ένα διπλό μπουτόν με τις ενδείξεις "T" και "W" που συνήθως βρίσκεται στην κορυφή της συσκευής και που ελέγχεται με δύο δάκτυλα του χεριού που κρατούν την κάμερα.

Με το πάτημα του πλήκτρου "T" ενεργοποιούμε την διαδικασία ZOOM IN κατά την οποία το αντικείμενο έρχεται πολύ κοντά.

Με το πάτημα του πλήκτρου "W" ενεργοποιούμε την διαδικασία ZOOM OUT κατά την οποία το αντικείμενο απομακρύνεται.



Σχήμα 4.4.4.3 Η λειτουργία ZOOM IN και ZOOM OUT



ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ
ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΣΤΗΝ ΚΑΜΕΡΑ