



ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε.

Πτυχιακή Εργασία:

« ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΥΡΥΕΚΠΟΜΠΗ ΚΑΙ
ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΝΕΑ
ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΟΧΗ »



Επιβλέπων καθηγητής : Σακκάς Λάμπρος

ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΕΛΕΝΗ Α.Μ. : 9222

ΑΡΤΑ, 2014

ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν αποκλειστικά δικής μου προσπάθειας. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία και γίνετε ρητή αναφορά σε αυτές μέσα στο κείμενο οπού έχουν χρησιμοποιηθεί.

Όνοματεπώνυμο:

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Εισαγωγή

Σκοπός της συγγραφής της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη της ψηφιακής ευρυεκπομπής και των προκλήσεων που αυτή καλείται να αντιμετωπίσει στην σημερινή εποχή.

Με τον όρο ψηφιακή ευρυεκπομπή (digital broadcasting) εννοούμε την τεχνική κατά την οποία χρησιμοποιούνται ψηφιακά δεδομένα αντί αναλογικών για την μεταφορά και μετάδοση τόσο τηλεοπτικών σημάτων αλλά και ραδιοφωνικών σημάτων.

Η ραγδαία εξέλιξη της ηλεκτρονικής με τη χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και μικροεπεξεργαστών έχει ως αποτέλεσμα να αλλάξει ο τρόπος λειτουργίας της τηλεόρασης. Η σύγχρονη τηλεόραση έχει αποκτήσει ένα νέο χαρακτήρα και εξελίσσεται σε κυρίαρχο μέσο μαζικής επικοινωνίας. Έτσι κρίθηκε σκόπιμη η αναφορά σε μερικές από τις βασικότερες εξελίξεις στα συστήματα μετάδοσης ψηφιακής εικόνας, ήχου και δεδομένων. Η πτυχιακή αυτή λοιπόν, καλύπτει ένα μέρος της συμβατικής, αναλογικής επίγειας και δορυφορικής τηλεόρασης, της ψηφιακής τηλεόρασης και των ψηφιακών εκείνων κυκλωμάτων που καθιστούν την τηλεόραση συνεργάσιμη με άλλες πηγές παροχής πληροφοριών (Teletext).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο

ΣΑΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟ ΣΗΜΑ

1.1	Η Ιστορία της Τηλεόρασης.....	6
1.2	Η Τηλεόραση στην Ελλάδα.....	10
1.3	Μετάβαση στην Ψηφιακή Εποχή.....	12
1.4	Η Διερεύνηση της Εικόνας.....	13
1.5	Συμβατικά Τηλεοπτικά Συστήματα και τα Χαρακτηριστικά τους.....	16
1.6	Παλμοί Συγχρονισμού και Αμαύρωσης.....	17
1.7	Το Φάσμα του Τηλεοπτικού Σήματος.....	20
1.8	Η Πολικότητα του Οπτικού Σήματος.....	21
1.9	Η συνεχής Συνιστώσα του Σήματος Εικόνας.....	22
1.10	Διαμόρφωση και Εκπομπή του Τηλεοπτικού Σήματος.....	24
1.10.1	Μονάδα Παραγωγής και Εκπομπής Τηλεοπτικού Προγράμματος.....	26
1.10.2	Στούντιο Παραγωγής Τηλεοπτικού Προγράμματος.....	26
1.10.3	Μονάδες Ραδιοζεύξης (Radio-Link).....	27
1.10.4	Μονάδες Εξωτερικών Μεταδόσεων (OB VAN).....	30
1.10.5	Ο Πομπός Τηλεόρασης.....	32
1.10.6	Ο Πομπός Εικόνας.....	33

Κεφάλαιο 2^ο

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΧΡΩΜΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ (NTSC, PAL, SECAM)

2.1	Γενική Δομή των Συστημάτων Έγχρωμης Τηλεόρασης.....	34
2.2	Το Φάσμα του Χρωμοσήματος στο NTSC Σήμα I και Q.....	36
2.3	Η Κωδικοποίηση στο Σύστημα NTSC με τη Χρησιμοποίηση των σημάτων E_I και E_Q	39
2.4	Το Σύστημα PAL.....	41
2.5	Ο Φονέας Χρώματος (Colour Killer).....	45
2.6	Το Σύστημα SECAM.....	45

Κεφάλαιο 3^ο

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΗΜΑΤΟΣ SECAM PAL ΣΕ PAL SECAM / PAL DECODER

3.1	Περιγραφή του TDA 3562.....	48
3.2	Περιγραφή του TDA 3300.....	52
3.3	Συνεργασία του Decoder PAL (TDA 3562) με το Transcoder (TDA 3590).....	54
3.4	Ο Transcoder με το TDA 3592.....	56
3.5	Ο Transcoder με το TDA 3030.....	58

Κεφάλαιο 4^ο

ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

4.1	Ψηφιοποίηση Σήματος.....	62
4.2	Ψηφιακή Εκπομπή του Σήματος Βίντεο.....	62
4.3	Τα Στάδια της Ψηφιοποίησης του Σήματος Βίντεο.....	63
4.4	Δειγματοληψία.....	69
4.5	Κβαντοποίηση των Τιμών Δειγματοληψίας.....	73
4.6	Κωδικοποίηση.....	76
4.7	Συμπίεση Τηλεοπτικού Σήματος.....	78
4.8	Το Πρότυπο Συμπίεσης MPEG 2.....	79
4.9	Βασική Αρχή Λειτουργίας του Συστήματος MPEG 2.....	80
4.10	Ρυθμός Δεδομένων με το Σύστημα MPEG 2.....	84
4.11	Το Σύστημα MPEG 1 για τον Ήχο.....	84
4.12	Ο Ψηφιακός Τηλεοπτικός Δέκτης MPEG 2.....	85
4.13	Τα Ευρωπαϊκά Συστήματα Ψηφιακής Τηλεόρασης	

Κεφάλαιο 5^ο

ΝΕΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΑΣ ΣΤΗΝ TV

5.1	Βασικές Αρχές των Ψηφιακών Δεκτών.....	88
5.2	Ψηφιακή Επεξεργασία του Σήματος Εικόνας.....	91
5.3	Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος Απόκλισης.....	93
5.4	TELETEXT.....	94
5.5	Οργάνωση του Συστήματος Teletext.....	95
5.6	Μορφές Teletext.....	95

Κεφάλαιο 6^ο

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

6.1	Δορυφόροι Τηλεοπτικών Εκπομπών.....	97
6.2	Τι Ακριβώς Κάνει το Δορυφορικό Σύστημα.....	99
6.3	Μπάντες Δορυφορικών Συχνοτήτων.....	99
6.4	Υπηρεσίες Δορυφορικής Κατευθυντικής Εκπομπής DBS.....	100
6.5	Η Βασική Δομή ενός DBS Συστήματος.....	101
6.6	Δορυφορικός Σταθμός Εδάφους.....	102
6.6.1	Υποσύστημα Πομπού.....	102
6.6.2	Υποσύστημα Λήψης.....	103
6.6.3	Το Τηλεοπτικό Σύστημα του Δορυφόρου.....	104
6.7	Οικιακός Δορυφορικός Εξοπλισμός.....	106
6.7.1	Κεραίες Παραβολικού Κατόπτρου.....	106
6.7.2	Εξωτερική Ηλεκτρονική Μονάδα.....	107
6.7.3	Η Εσωτερική Ηλεκτρονική Μονάδα.....	109
6.7.4	Η Κρυπτογράφηση του Δορυφορικού Σήματος.....	112
6.7.5	Μελέτη και Εγκατάσταση Δορυφορικής Κεραίας.....	114
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		117

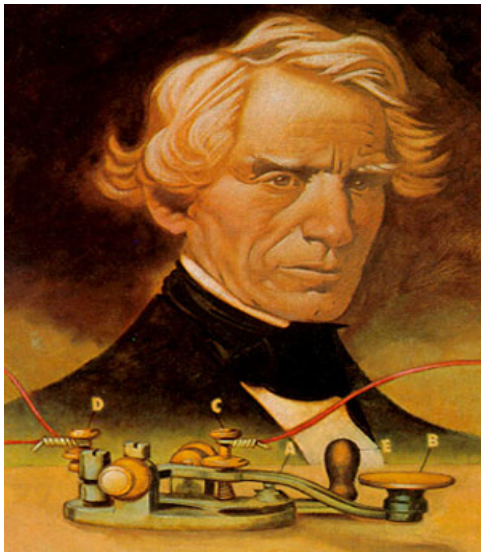
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΣΑΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟ ΣΗΜΑ

1.1 Η Ιστορία της Τηλεόρασης

Ανατρέχοντας στην ιστορία της εξέλιξης της τηλεόρασης, η βασική έρευνα υπέδειξε από πολύ νωρίς τις επιστημονικές αρχές στις οποίες στηρίχθηκε η τηλεόραση. Όμως πέρασαν αρκετά χρόνια ώστε οι ιδέες αυτές να εφαρμοστούν στην τηλεόραση όπως την γνωρίζουμε σήμερα. Το πρώτο πραγματικό τηλεοπτικό σύστημα λειτούργησε μόλις στη δεκαετία του '40.

Η βασική ιδέα πάνω στην οποία στηρίχθηκε η δημιουργία της τηλεόρασης, είχε ως αναφορά τον τηλέγραφο, την μηχανή που δημιούργησε ο Samuel Morse το 1844, η οποία μπορούσε να μεταδώσει συνδυασμούς κωδικοποιημένων λέξεων και γραμμάτων δια μέσου των ηλεκτρικών παλμών κατά μήκος των καλωδίων.



Samuel Morse & Τηλέγραφος [1]

Παρόμοια, για την μετάδοση εικόνων θα μπορούσε το φως να μετατραπεί σε ηλεκτρικούς παλμούς, κάνοντας έτσι δυνατή την μεταβίβαση των παλμών αυτών σε απόσταση και την επαναφορά τους σε φως. Αυτό επετεύχθη μετά την ανακάλυψη των φωτοηλεκτρικών ιδιοτήτων του σεληνίου το 1873, όπου ο αμερικανός Carey πρότεινε την κατασκευή ενός τηλεοπτικού δικτύου ικανού να μεταβιβάσει κινούμενες εικόνες σε απόσταση με την μετατροπή της φωτεινής ροής που εκπέμπεται από τα διάφορα σημεία μιας εικόνας, σε ηλεκτρομαγνητικά σήματα. Στο σύστημα αυτό η μηχανή λήψης και ο πομπός αποτελούνταν από 2.500 φωτοηλεκτρικά κύτταρα σεληνίου και ισάριθμες λυχνίες, ενώ η μηχανή λήψης και η οθόνη συνδέονταν με 2.500 καλώδια.

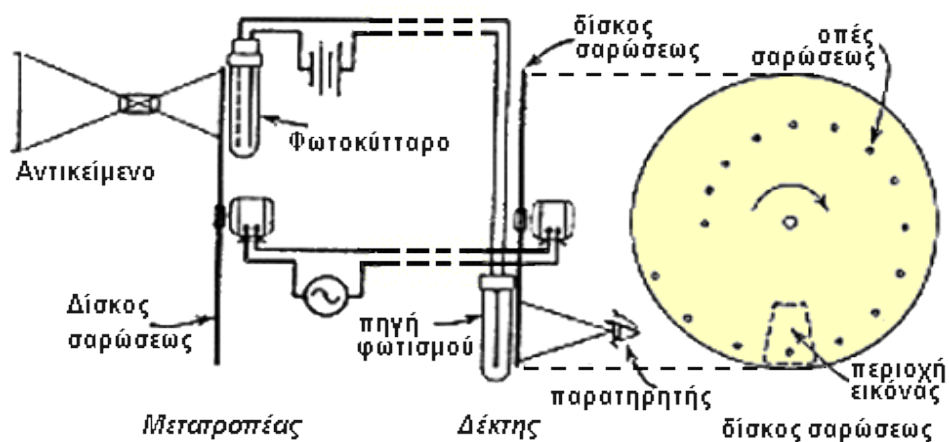
Λίγο αργότερα, το 1879, ο Γάλλος Senlek διατύπωσε τη θεμελιώδη αρχή της διαδοχικής μετάδοσης των στοιχείων της εικόνας, μέσα από μια συσκευή που είχε ένα μόνο καλώδιο, με το οποίο μεταδίδονταν διαδοχικά όλα τα τμήματα της εικόνας,

σε 0,1 δευτερόλεπτα, δίνοντας τον τηλεθεατή την εντύπωση ότι η προβολή της εικόνας είναι συνεχής.

Παρόλα αυτά, η πρώτη πρακτική συσκευή για την ανάλυση μιας σκηνής ώστε να παραχθούν ηλεκτρικά σήματα κατάλληλα για μετάδοση ήταν ένα σύστημα ανίχνευσης που προτάθηκε και κατασκευάστηκε από τον Paul Nipkow το 1884 βασιζόμενος στο ερέθισμα που του έδωσε η παρουσίαση του τηλεφώνου από τον Alexander Bell. Ο ανιχνευτής, που ονομάστηκε δίσκος Nipkow, αποτελούνταν από έναν περιστρεφόμενο δίσκο, με διάφορες μικρές τρύπες ή ανοίγματα (apertures) σε σπειροειδή διάταξη, μπροστά από ένα φωτοηλεκτρικό κύτταρο. Καθώς ο δίσκος περιστρεφόταν, η σπείρα των 18 τρυπών σάρωνε την εικόνα της σκηνής από πάνω έως κάτω σε ένα σχέδιο 18 παράλληλων οριζόντιων γραμμών. Το φως από τη μικρή περιοχή που καλύπτονταν από τα ανοίγματα και το φακό, καθώς η σκηνή που επρόκειτο να μεταδοθεί ανιχνευόταν, συλλεγόταν από το φωτοευαίσθητο φωτοηλεκτρικό κύτταρο ώστε να παραχθεί ένα ηλεκτρικό σήμα. Η διαδικασία ανίχνευσης ανέλυε τη σκηνή με την τεμάχισή της σε στοιχειά εικόνας. Η λεπτομέρεια της εικόνας που ήταν σε θέση να αποδώσει το σύστημα περιοριζόταν στους κάθετους και οριζόντιους άξονες από τη διάμετρο της περιοχής που κάλυπτε το άνοιγμα στο δίσκο. Για την αναπαραγωγή της σκηνής, μια πηγή φωτός ελεγχόμενη στην ένταση από το ηλεκτρικό σήμα προβαλλόταν σε μια οθόνη μέσω ενός παρόμοιου δίσκου Nipkow που περιστρεφόταν συγχρονισμένα με τον δίσκο σάρωσης.



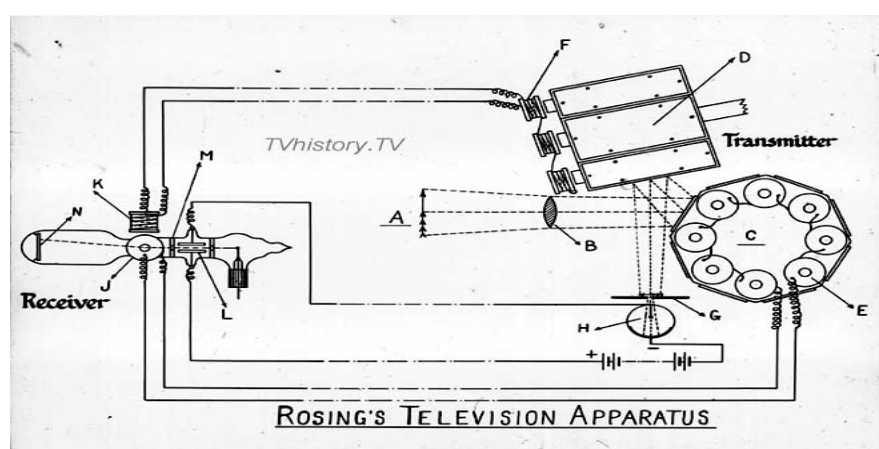
Paul Nipkow[2]



Δίσκος Nipkow[2]

Ο δίσκος Nipkow χρησιμοποιήθηκε από το 1923 έως το 1925 σε πειραματικά συστήματα που αναπτύχθηκαν στις ΗΠΑ από τον Charles F. Jenkins και στην Μ. Βρετανία από τον John Logie Baird. Παρά τις βελτιώσεις που επέφεραν οι παραπάνω και την χρήση του ενισχυτή σωλήνα-κενού του Lee De Forest's το 1907, οι σοβαροί περιορισμοί της μηχανικής προσέγγισης, όπως η ανεπάρκεια οπτικού συστήματος, το μειονέκτημα χρήσης περιστρεφόμενων μηχανικών μερών και η έλλειψη πηγής φωτός μεγάλης έντασης ικανής να διαμορφωθεί από ένα ηλεκτρικό σήμα στις υψηλότερες συχνότητες που απαιτούνται, αποθάρρυνε οποιαδήποτε πρακτική εφαρμογή του δίσκου Nipkow.

Το 1897 ανακαλύφθηκε ο καθοδικός σωλήνας από τον Ferdinand Brown και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την αναπαραγωγή των τηλεοπτικών εικόνων το 1907 από τον Boris Rosing στη Ρωσία. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1911, ο Rosing χρησιμοποίησε ένα περιστρεφόμενο κάτοπτρο για τη σάρωση των εικόνων.



Συσκευή Rosing[3]

Ένας Ρώσος επιστήμονας, ο Vladimir Zworykin έφτασε στις ΗΠΑ το 1919, μετά τον 10 Παγκόσμιο Πόλεμο, και προσελήφθηκε από την Westinghouse το 1920. Το 1923 παρουσίασε την μεγαλύτερη εφεύρεση του, το εικονοσκόπιο. Εφεύρεση που, σε συνδυασμό με τον καθοδικό σωλήνα, άνοιξε διάπλατα τον δρόμο προς την εξέλιξη της τηλεόρασης. Από πολλούς ιστορικούς ο Zworykin θεωρείται ο πατέρας της τηλεόρασης.

Το 1929, ο Charles Jenkins έφτιαξε ένα πρωτόγονο τηλεοπτικό σύστημα που μπορούσε να δείξει είδωλα σε μια οθόνη ενός δέκτη. Το σύστημα αυτό χρησιμοποίησε για να εκπέμψει τηλεοπτικές εικόνες μέσω ραδιοφώνου από την Ουάσιγκτον στην Φιλαδέλφεια. Το ίδιο διάστημα στην Αγγλία πραγματοποιείται μετάδοση με καλώδια από τον John Baird ενώ η British Broadcasting Company (BBC) μεταδίδει προγράμματα στηριζόμενη στο σύστημα αυτό.

Την ίδια χρονιά αργότερα, το 1929, ο αμερικάνος μηχανικός Philo Farnsworth παρουσίασε μια τηλεοπτική κάμερα που ονόμασε εικονοτόμο (image dissector). Ιδιαίτερα πρώιμης κατασκευής, αλλά καινοτομούσε στο ότι υπήρξε ένα εξ' ολοκλήρου ηλεκτρονικό σύστημα που μετέτρεπε κάθε στοιχείο της εικόνας σε ηλεκτρικό σήμα. Την πραγματική όμως επανάσταση με τον εικονοτόμο του στην εξέλιξη της τηλεόρασης έφερε η χρήση καθοδικών ακτινών σε γυάλινες λυχνίες κενού (CRT) που αναφέρθηκαν παραπάνω. Από το 1907 ο Rosing και το 1908 οι Campbell-Swinton είχαν προτείνει, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον, την χρήση

καθοδικού σωλήνα για την αναπαραγωγή της τηλεοπτικής εικόνας. Η ανάπτυξη του CRT για τηλεοπτική χρήση έγινε στη δεκαετία του '30 στις ΗΠΑ από τον Allen Dumont. Οι αρχές του τελευταίου είναι αυτές που ουσιαστικά χρησιμοποιούνται ως σήμερα. Ο πρώτος τηλεοπτικός δέκτης κατασκευάστηκε από την General Electric (GE) το 1928 .



1928 G.E. Scanning Disk Television Set (closed-open)

Πρώτος Τηλεοπτικός Δέκτης[4]

Στις 10 Μαΐου του 1928 ο σταθμό WGY άρχισε την μετάδοση δοκιμαστικού προγράμματος στην ευρύτερη περιοχή της Ν. Υόρκης. Η πρώτη κανονική δημόσια εκπομπή τηλεοπτικού προγράμματος έλαβε χώρα στο Λονδίνο το 1936, όπου παρουσιάστηκαν εκπομπές από δύο εταιρίες, τις Marconi-EMI και Baird-Television. Η πρώτη απευθείας μετάδοση εξωτερικού γεγονότος έγινε στις 20 Απριλίου του 1939 οπότε και καλύφθηκε η Διεθνής Έκθεση στην Ν. Υόρκη (World Fair). Την 1η Ιουλίου του 1941 οι σταθμοί του NBC και CBS πήραν από την FCC (Federal Communication Commission) την άδεια ως οι πρώτοι εμπορικοί τηλεοπτικοί σταθμοί στις ΗΠΑ. Στα 1945 το FCC κατανέμει το φάσμα των συχνοτήτων σε 13 τηλεοπτικά κανάλια VHF. Μετά το 1945 η εξέλιξη ήταν ραγδαία. Το 1952 το FCC επεκτείνει τις τηλεοπτικές εκπομπές με την κατανομή του UHF φάσματος σε επιπλέον 70 καινούργια τηλεοπτικά κανάλια.

Τα πρώτα χρόνια κυριάρχησε η ασπρόμαυρη τηλεόραση για να ακολουθήσει λίγο αργότερα η έγχρωμη. Η καθυστέρηση στην εφαρμογή της έγχρωμης τηλεόρασης δεν οφείλεται μόνο στις πιο πολύπλοκες αρχές λειτουργίας της σε σύγκριση με την ασπρόμαυρη αλλά και στην επίτευξη συμβατότητας με τα συστήματα της ήδη υπάρχουσας ασπρόμαυρης τηλεόρασης.

Όσον αφορά την έγχρωμη τηλεόραση, είχε γίνει αντιληπτό από το 1904 ότι η παραγωγή της ήταν δυνατή χρησιμοποιώντας τρία βασικά χρώματα του φωτός: το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε. Το 1928 ο Baird πρωτοπαρουσίασε έγχρωμη τηλεόραση χρησιμοποιώντας τον δίσκο του Nipkow. Ένα καλύτερης ποιότητας σύστημα έγχρωμης τηλεόρασης παρουσιάστηκε το 1940 στην Ν.Υόρκη από τον Peter Goldmark το οποίο χρησιμοποιήθηκε το 1951 για δημόσια εκπομπή, που όμως εγκαταλείφθηκε γρήγορα λόγω της ασυμβατότητας του με την ασπρόμαυρη τηλεόραση. Η συμβατή έγχρωμη τηλεόραση τελειοποιήθηκε το 1953 και μπήκε σε εφαρμογή ένα χρόνο αργότερα με την χρήση του συστήματος NTSC, που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα στην Αμερική. Το σύστημα πήρε το όνομά του από τα αρχικά του οργανισμού που ερεύνησε σε έκταση το θέμα και δημιούργησε το σύστημα που έγινε αποδεκτό από τη βιομηχανία και το κοινό. Ο οργανισμός αυτός καλείται National Television System Committee. Το σύστημα NTSC έχει καθιερωθεί

και χρησιμοποιείται στην Αμερική, τον Καναδά και την Ιαπωνία, αποτελεί δε τη βάση στην οποία στηρίχθηκαν όλα τα άλλα συστήματα που αναπτύχθηκαν μεταγενέστερα.

Στην Ευρώπη έχουν καθιερωθεί και έχουν γίνει αποδεκτά τα συστήματα PAL και SECAM. Το σύστημα PAL (Phase Alternation Line) προτάθηκε στη Γερμανία από τον Dr Bruch και είναι τροποποίηση του συστήματος NTSC. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες της Ευρώπης από το έτος 1967. Το σύστημα SECAM προτάθηκε στη Γαλλία από τον Henri de France το 1958 και το ακρώνυμο σημαίνει "Sequentiel Couleur a Memoire". Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται από το 1967 στη Γαλλία, στη Σοβιετική Ένωση και σε άλλες ανατολικές χώρες της Ευρώπης. Στην Ελλάδα καθιερώθηκε περίπου από το 1980 το σύστημα SECAM.

Κατά καιρούς έγιναν προσπάθειες για την καθιέρωση ενός συστήματος τηλεόρασης που να είναι αποδεκτό σε παγκόσμια κλίμακα. Έτσι μετά από προσπάθεια που έγινε στο Λονδίνο στη διεθνή σύσκεψη του IRCC το 1950 διαμορφώθηκαν 4 βασικά συστήματα τηλεόρασης. Το ευρωπαϊκό με 625 οριζόντιες γραμμές ανά εικόνα, το αμερικάνικο με 525, το αγγλικό με 405 και το γαλλικό με 819 γραμμές. Το αγγλικό σύστημα και το γαλλικό καταργήθηκαν το 1984 και έτσι σήμερα υπάρχουν σε ολόκληρο τον κόσμο δύο μόνο βασικά συστήματα τηλεόρασης, το αμερικανικό των 525 γραμμών και 60 Hz και το ευρωπαϊκό των 625 γραμμών και 50 Hz τα οποία έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά.

Η συνέχεια της εξέλιξης της τηλεόρασης είναι άκρως ραγδαία ως τις μέρες μας. Όλο και περισσότερες νέες τεχνολογίες εφαρμόζονται συμπληρώνοντας επάξια τις βασικές αρχές λειτουργίας της τηλεόρασης, όπως παρουσιάστηκαν από τις αρχές του 20ου αιώνα. Αποκορύφωμα αποτελεί η ψηφιακή τηλεόραση, η οποία εισβάλλει με γοργούς ρυθμούς στη ζωή μας.[1][2][3][4][7]



Η Εξέλιξη της Τηλεόρασης[7]

1.2 Η τηλεόραση στην Ελλάδα

Η ιστορία της Ελληνικής τηλεόρασης αρχίζει το 1951 οπότε με τον νόμο 1663 προβλέπεται η ίδρυση και λειτουργία ραδιοηλεκτρονικών σταθμών των Ενόπλων Δυνάμεων - διάταξη η οποία καταργείται 15 χρόνια αργότερα - ενώ παράλληλα προβλέπεται και η λειτουργία της Υπηρεσίας Ενημέρωσης Ενόπλων Δυνάμεων (ΥΕΝΕΔ) που θα είχε την αρμοδιότητα για την εγκατάσταση και λειτουργία ραδιοηλεκτρονικών σταθμών. Στις αρχές της δεκαετίας του '60 ξεκινά η πειραματική μετάδοση τηλεοπτικών εκπομπών στη Θεσσαλονίκη. Ο πρώτος πειραματικός σταθμός Ελληνικής τηλεόρασης λειτούργησε το 1961 στη Θεσσαλονίκη από τη ΔΕΗ στα πλαίσια της Διεθνούς Έκθεσης Θεσσαλονίκης. Η επίσημη όμως έναρξη της Ελληνικής κρατικής τηλεόρασης έγινε στις 23 Φεβρουαρίου 1966, με πρώτη

παρουσιάστρια την Ελένη Κυπραίου και συντονιστή το δημοσιογράφο Γεώργιο Κάρτερ.



Ο πρώτος τηλεοπτικός σταθμός στην Ελλάδα[9]

Το 1969 γίνεται η διεθνής απευθείας σύνδεση με το κύκλωμα της Eurovision για τη μετάδοση της προσεδάφισης και του περιπάτου του πληρώματος του Απόλλο 12 στη Σελήνη.

Το 1970 το Εθνικό Ίδρυμα Ραδιοτηλεόρασης μετεξελίσσεται σε Εθνικό Ίδρυμα Ραδιοφωνίας και Τηλεόρασης (Ε.Ι.Ρ.Τ). Το 1975, με τη μεταπολίτευση, το Ε.Ι.Ρ.Τ μετατρέπεται σε Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση (Ε.Ρ.Τ) με σκοπό την «*ενημέρωση, την επιμόρφωση και την ψυχαγωγία του Ελληνικού λαού*».

Η έγχρωμη μετάδοση στην Ελληνική τηλεόραση με το σύστημα Secam εισέρχεται το 1979. Η αντίστοιχη απελευθέρωση και ανάπτυξη της τηλεόρασης στην Ελλάδα άργησε πολλές δεκαετίες. Το 1987 η ΕΡΤ αναδιαρθρώνεται εν' όψει της εισαγωγής των ιδιωτικών σταθμών. Η ΕΡΤ1 και ΕΡΤ2 συγχωνεύονται σε ένα ενιαίο φορέα, την ΕΡΤ Α.Ε. που λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρία νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου. Η ΕΡΤ ελέγχεται και εποπτεύεται από το κράτος μέσω του Υπουργείου Προεδρίας της Κυβερνήσεως και έχει διοικητική και οικονομική αυτοτέλεια. Επίσης προβλέπεται η ίδρυση ενός Ινστιτούτου Οπτικοακουστικών Μέσων (ΙΟΜ) ως απλή διεύθυνση για τη «*θεωρητική και εφαρμοσμένη έρευνα και μελέτη των οπτικοακουστικών μέσων*» και δεύτερον μια Εταιρεία Παραγωγής και Εμπορίας Εκπομπών και Προγραμμάτων Ραδιοτηλεόρασης. Το 1989 ιδρύεται το Εθνικό Συμβούλιο Ραδιοτηλεόρασης για την εποπτεία του ραδιοτηλεοπτικού πεδίου. Από το 1993 το αρμόδιο Υπουργείο είναι το Υπουργείο Τύπου και ΜΜΕ.

Η απορύθμιση του τηλεοπτικού πεδίου στα τέλη της δεκαετίας του '80 μεταμόρφωσε το τηλεοπτικό περιβάλλον της χώρας θέτοντας νέους όρους και φέρνοντας νέους πρωταγωνιστές στο προσκήνιο. Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης επηρεάζεται άμεσα από την κοινή πολιτική της Ευρώπης που με την έκδοση της Πράσινης Βίβλου για μια «*Τηλεόραση Χωρίς Σύνορα*» διαμόρφωσε το κατάλληλο πλαίσιο για μια φιλελεύθερη πολιτική στο τηλεοπτικό πεδίο. Σύντομα κάνουν την εμφάνισή τους 140 ιδιωτικοί τηλεοπτικοί σταθμοί - εθνικοί και τοπικοί - ανατρέποντας έτσι το κρατικό μονοπώλιο. Η απορύθμιση είχε καταλυτική σημασία και για την εγχώρια διαφημιστική αγορά, στην οποία έδωσε τεράστια ώθηση. Επέτρεψε επίσης την ανάπτυξη ενός ολόκληρου τομέα παραγωγής τηλεοπτικών προγραμμάτων στην Ελλάδα, αλλά και την αύξηση της εισαγωγής τηλεοπτικών προγραμμάτων από άλλες χώρες.

Προς το τέλος του 1989 εμφανίζονται στις τηλεοπτικές συχνότητες τα δύο πρώτα ιδιωτικά κανάλια, το Mega Channel και ο Antenna TV, γεγονός που σηματοδοτεί την ουσιαστική αναδιάρθρωση του επικοινωνιακού πεδίου της χώρας. Με την πάροδο λίγων μηνών το ένα τηλεοπτικό κανάλι μετά το άλλο εμφανίζονται σε ολόκληρη την Ελληνική επικράτεια, εκπέμποντας είτε πανελλαδικά είτε τοπικά.



Τα πρώτα ιδιωτικά κανάλια στην Ελλάδα[10]

Το 1994 εμφανίζεται το πρώτο συνδρομητικό κανάλι, το Filmnet, που προσέφερε εμπορικές ταινίες και ζωντανούς αγώνες ποδοσφαίρου. Το 1997 η EPT 2 μετεξελίσσεται σε NET με ενημερωτικό κυρίως προφίλ και η ET1 σε ψυχαγωγικό κανάλι ενώ πλέον από κρατική αποκαλείται δημόσια τηλεόραση. Το 1999 παρέχεται επίσημη άδεια λειτουργίας ψηφιακής δορυφορικής τηλεόρασης στο Nova αλλά η σύμβαση με το Ελληνικό δημόσιο και την Multichoice Hellas υπογράφεται στην εκπνοή του έτους.

Η σημερινή εικόνα του Ελληνικού τηλεοπτικού πεδίου χαρακτηρίζεται από πολυμέρεια, πολυσυλλεκτικότητα και δυναμισμό. Παράλληλα προς τους κρατικούς τηλεοπτικούς σταθμούς που προσφέρουν υψηλές πληροφοριακές και ψυχαγωγικές υπηρεσίες, λειτουργούν πολλοί ιδιωτικοί τηλεοπτικοί σταθμοί, πανελλαδικής ή τοπικής εμβέλειας. Η EPT και ο Antenna TV έχουν τα δικά τους δορυφορικά προγράμματα για τους Έλληνες του εξωτερικού. Επίσης, στην Ελλάδα αναμεταδίδονται μέσα από τοπικές συχνότητες και δορυφορικά κανάλια όπως το CNN, το MCM, το Euronews και το γαλλικό TV 5.[1][2][3][5][9][11][12]

1.3 Μετάβαση στην Ψηφιακή Εποχή

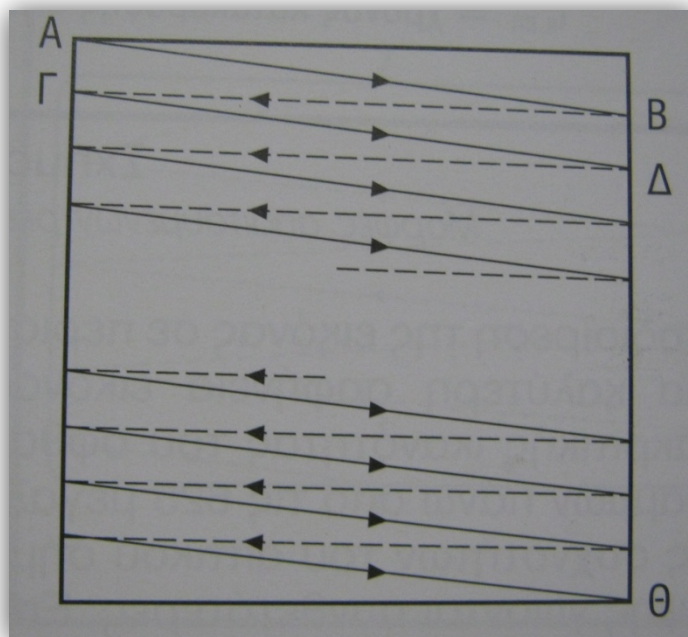
Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση έκανε την εμφάνισή της στα επιστημονικά εργαστήρια το 1972, ενώ ξεκίνησε δεκαετίες πριν για επαγγελματικούς και στρατιωτικούς σκοπούς. Με την ψηφιοποίηση του τηλεοπτικού σήματος μέσα από την διαδικασία μετατροπής του ήχου και της εικόνας σε δυαδικούς αριθμούς 0 και 1, ανοίγουν νέοι ορίζοντες στην τεχνολογική πρόοδο μέσα από την εμφάνιση νέων δυνατοτήτων και υπηρεσιών προσφέροντας πλεονεκτήματα τόσο στην πλευρά του τηλεθεατή όσο και του παρόχου. Ο όρος επίγεια ψηφιακή τηλεόραση παραπέμπει στην μετάδοση του ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος μέσω ασύρματου επίγειου δικτύου ευρυεκπομπής.

Η ανάπτυξη και εξέλιξη αυτής της τεχνολογίας προχωράει με γοργούς ρυθμούς και έχει την τάση να κυριαρχήσει σε όλους τους τομείς της σημερινής τεχνολογίας συμβάλλοντας στην δημιουργία ενός ψηφιακού κόσμου όπου υπηρεσίες διαφορετικών τεχνολογιών θα συγκλίνουν. Η καθυστέρηση στην ψηφιακή ευρυεκπομπή τηλεοπτικών προγραμμάτων οφείλεται στην δυσκολία ψηφιοποίησης των τηλεοπτικών σημάτων καθώς και των δυσκολιών που προκύπτουν σχετικά με την συμβατότητα της υπάρχουσας τεχνολογίας.

Παράλληλα, δυσκολίες και ανασταλτικός παράγοντας αποτελούσε η ανάπτυξη προτύπων σε παγκόσμιο επίπεδο για τη μετάδοση ψηφιακών τηλεοπτικών σημάτων καθώς και προτύπων αποδοτικούς βαθμούς συμπίεσης των εν λόγω σημάτων. Έτσι, η εμπορευματοποίησή της βρίσκεται σχετικά σε πρώιμο στάδιο, αλλά από την άλλη πλευρά η ψηφιακή τηλεόραση έχει αρχίσει να αναπτύσσεται σε πολύ γοργούς ρυθμούς και να εισέρχεται πολύ δυναμικά στην παγκόσμια αγορά και στα τηλεοπτικά δρώμενα.[1][2][10][13][14]

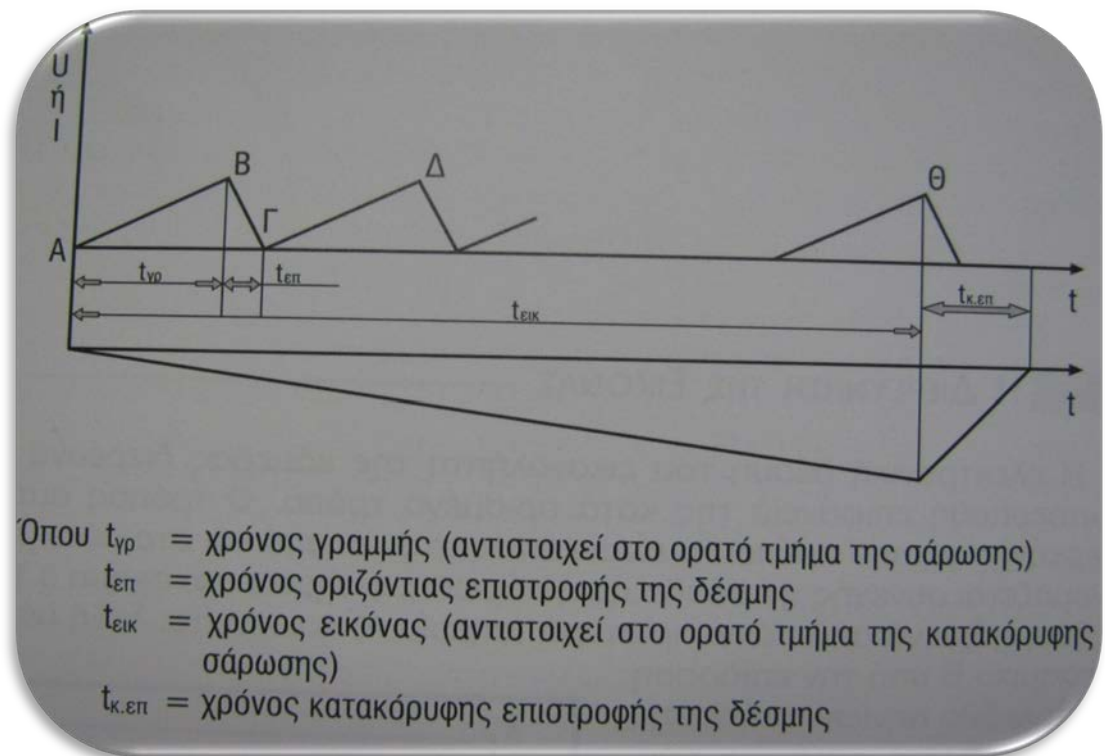
1.4 Η Διερεύνηση Της Εικόνας

Η ηλεκτρονική δέσμη του εικονολήπτη της κάμερας διερευνά τη φωτοευπαθή επιφάνειά της κατά ορισμένο τρόπο. Ο τρόπος αυτός διερεύνηση, που πρέπει να είναι κοινός στον πομπό και στο δέκτη και ονομάζεται συνεχής ή προοδευτική σάρωση. Η δέσμη ξεκινά πάνω αριστερά (σημείο Α) και κινείται λοξά μέχρι το σημείο Β υπό την επίδραση και των δύο πηνίων απόκλισης οριζόντιας και κατακόρυφης. Από το σημείο Β σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα γυρίζει πίσω στο σημείο Γ κινούμενη οριζόντια.



Σάρωση της εικόνας[14]

Η επιστροφή αυτή της δέσμης δεν πρέπει να είναι ορατή. Έτσι στο χρονικό διάστημα επιστροφής της δέσμης γίνεται αμαύρωση αυτής με την εφαρμογή στο οδηγό πλέγμα της καθολικής λυχνίας του δέκτη κατάλληλων αρνητικών παλμών. Από το σημείο Γ η δέσμη κινείται κατά τον ίδιο τρόπο μέχρι το Δ, επιστρέφει στο Ε και συνεχίζεται κατ' αυτόν τον τρόπο μέχρι να φτάσει στο σημείο Θ, οπότε η δέσμη επιστρέφει στο πάνω αριστερό σημείο Α για να ξαναρχίσει τη διερεύνηση της επόμενης εικόνας.



Μορφές απαιτούμενων ρευμάτων στα πηνία απόκλισης[10]

Ο αριθμός των οριζόντιων γραμμών στις οποίες υποδιαιρείται η εικόνα στο ευρωπαϊκό σύστημα είναι 625 και στο αμερικανικό είναι 525. Υποδιαίρεση της εικόνας σε περισσότερες γραμμές έχει σαν αποτέλεσμα καλύτερη σαφήνεια εικόνας μέχρι ενός σημείου, λόγω της διακριτικής ικανότητας του οφθαλμού. Με αύξηση του αριθμού του γραμμών πάνω από τις 625 μεγαλώνει υπερβολικά το πλάτος της ζώνης συχνοτήτων του οπτικού σήματος και οι συσκευές εκπομπής και λήψης γίνονται συνθετότερες. Επιπλέον, σε ορισμένη περιοχή συχνοτήτων κατανέμονται λιγότεροι πομποί τηλεόρασης.

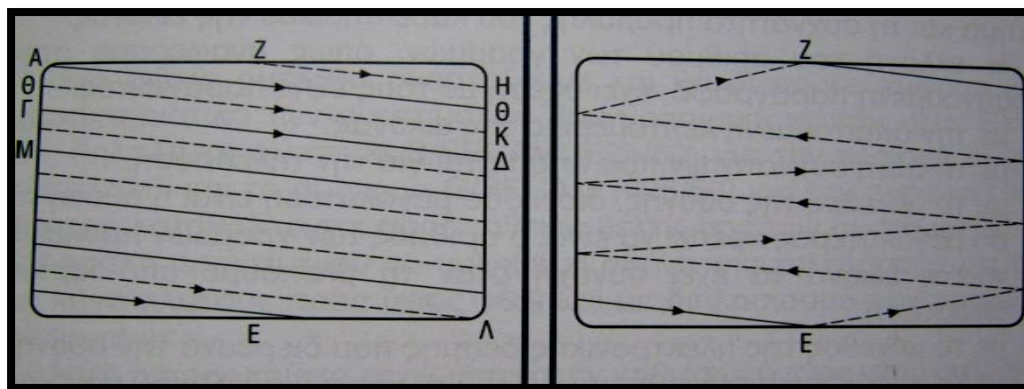
Ο αριθμός των εκπεμπόμενων και λαμβανόμενων εικόνων στο ευρωπαϊκό σύστημα είναι 25 εικόνες το δευτερόλεπτο, για να μην δημιουργείται βόμβος από τη συχνότητα του δικτύου των 50Hz. Για τον ίδιο λόγο στην Αμερική ο αριθμός των εικόνων ανά sec είναι 30.

Έτσι, κάθε εικόνα μεταδίδεται σε 1/25sec και λόγω μεταισθήματος του οφθαλμού δίδει την εντύπωση της συνεχούς κίνησης παρά ταύτα, η προβολή από την οθόνη του δέκτη 25 εικόνων ανά sec εμφανίζει ένα τρεμόσβημα της εικόνας ιδίως στα σημεία μεγάλης φωτεινότητας αυτής. Μια λύση θα ήταν να διπλασιαστεί η συχνότητα διαδοχής των εικόνων (50 εικ. Ανά sec) αλλά εμφανίζεται το πρόβλημα

της απαίτησης διπλάσιας συχνότητας σήματος εικόνας. Όλα αυτά ώθησαν στη χρησιμοποίηση του ακόλουθου τεχνάσματος.

Η δέσμη ξεκινά από το σημείο Α, φθάνει στο Β, ξαναγυρνά αριστερά, όχι στο Θ (αρχή επόμενης γραμμής) αλλά στο Γ, συνεχίζει ως το Δ, ξαναγυρίζει στο Μ και ούτως καθεξής έως ότου φθάσει στο Ε, οπότε έχει διερευνήσει τις μισές γραμμές. Στη συνέχεια επιστρέφει στο Ζ, διερευνά ως το Η, ξαναγυρνά στο Θ και ούτω καθεξής μέχρι να καταλήξει στο Λ, οπότε έχει διερευνήσει και τις υπόλοιπες 312,5 γραμμές.

Από εκεί επιστρέφει στο σημείο Α για να αρχίσει τη διερεύνηση μίας νέας εικόνας. Η επιστροφή της δέσμης από το Ε στο Ζ είναι ευθύγραμμη. Από τα ανωτέρω, έγινε φανερό ότι κάθε εικόνα προβάλλεται σε δύο στάδια τα οποία καλούνται πεδία. (Πολλοί καλούν το πεδίο το οποίο περιέχει τις άρτιες γραμμές 2,4,6 κ.τ.λ. άρτιο πεδίο, ενώ το πεδίο το οποίο περιέχει τις περιττές γραμμές 1,3 κ.τ.λ., περιττό πεδίο).



Ενδιάμεση σάρωση εικόνας[13]

Κίνηση της δέσμης κατά τη

διάρκεια της επιστροφής της[14]

Αυτός ο τρόπος σάρωσης της εικόνας ονομάζεται ενδιάμεση σάρωσης ή σάρωση με αλληλοδιαδοχή των πεδίων (interlaced scarring). Στην ενδιάμεση σάρωση κάθε πεδίο περιέχει 312,5 γραμμές. Για το σχηματισμό των γραμμών αυτών από τη δέσμη, που είναι μισές από τις γραμμές της εικόνας, απαιτείται ο μισός χρόνος απ' ότι στη συνεχή σάρωση, δηλαδή 20msec (1/50sec). Επομένως, αφού η δέσμη σαρώνει ένα σημείο της οθόνης, ξαναβρίσκεται ύστερα από 20msec όχι βέβαια ακριβώς στη θέση του ίδιου σημείου αλλά λίγο χαμηλότερα. Έτσι η περιοχή γύρω από κάθε σημείο της οθόνης φωτίζεται κάθε 20msec δηλαδή 50 φορές το sec. Στο χρόνο αυτό το μάτι διατηρεί τη φωτεινή εντύπωση του σημείου της ίδιας περιοχής και το τρεμόσβημα της οθόνης εξαφανίζεται. Έτσι ενώ η συχνότητα διαδοχής των εικόνων είναι 25 ανά sec η φαινόμενη συχνότητα είναι 50 ανά sec. Έτσι απαλείφθηκε το τρεμόσβημα της εικόνας στην οθόνη. Η συχνότητα των 25 Hz ονομάζεται συχνότητα εικόνων, ενώ των 50Hz συχνότητα πεδίων. [5][6][7][14][19][21]

1.5 Συμβατικά Τηλεοπτικά Συστήματα και τα Χαρακτηριστικά Τους

Για τη διερεύνηση της εικόνας της τηλεόρασης, αν δεχτούμε ότι η βασική διερεύνηση της δέσμης γίνεται σύμφωνα με το σχήμα 3.1.3 θα πρέπει να αποφασίσουμε για δύο βασικές προδιαγραφές του συστήματος, δηλαδή του αριθμού των γραμμών που θα έχει το σύστημα και τη συχνότητα προβολής του κάθε σημείου της εικόνας.

Η εκλογή του αριθμού των γραμμών, όπως αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο, έχει σχέση με τους εξής παράγοντες:

- Με την απαιτούμενη λεπτομέρεια της εικόνας
- Με τη ζώνη συχνοτήτων που απαιτείται για την τηλεόραση
- Με το μέγεθος της οθόνης, διότι όσο μεγαλύτερη είναι η οθόνη τόσο μεγαλύτερος πρέπει να είναι ο αριθμός των γραμμών προκειμένου η εικόνα να έχει συνοχή όταν τη βλέπουμε από κάποια απόσταση.
- Με το μέγεθος της ηλεκτρονικής δέσμης που διερευνά την οθόνη.
- Με τα χαρακτηριστικά φθορισμού του φωσφορικού υλικού που χρησιμοποιείται στην οθόνη.

Έγιναν πολλές προσπάθειες για την τυποποίηση του αριθμού των γραμμών ανά εικόνα και την καθιέρωση ενός συστήματος τηλεόρασης αποδεκτού σε παγκόσμια κλίμακα. Στη διεθνή διάσκεψη του IRCC στο Λονδίνο το 1950 διαμορφώθηκαν τα 4 τότε βασικά συστήματα χωρίς να καθιερωθεί ένα διεθνές πρότυπο που θα αποτελούσε την άριστη εκλογή.

Από τότε, έγιναν διάφορες προσπάθειες της διεθνούς συμβουλευτικής επιτροπής CCIR για την επίλυση των προβλημάτων.

Τα βασικά συστήματα χρησιμοποιούνται στις διάφορες χώρες με διάφορες παραλλαγές και η κάθε μία απ' αυτές μπορεί να χαρακτηριστεί σαν σύστημα.

Καθένα από τα συστήματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τα αντίστοιχα συστήματα της έγχρωμης τηλεόρασης. Το σύστημα 525/60 χρησιμοποιεί το σύστημα της έγχρωμης τηλεόρασης NTSC, ενώ το σύστημα 625/50 χρησιμοποιεί κυρίως το σύστημα της έγχρωμης τηλεόρασης PAL & SECAM.

Το αγγλικό σύστημα των 405 γραμμών και το γαλλικό των 819 καταργήθηκαν το 1984. Έτσι σήμερα υπάρχουν δύο μόνο βασικά συστήματα τηλεόρασης, το αμερικάνικο των 525 γραμμών και 60 Hz και το Ευρωπαϊκό των 625 γραμμών και 50Hz. Τα βασικά αυτά συστήματα έχουν τα παρακάτω κοινά χαρακτηριστικά:

- Διαστάσεις εικόνας με λόγο πλάτους προς ύψος 4:3
- Αρχή διερεύνησης από το άνω αριστερό μέρος της οθόνης και τέλος στο κάτω δεξί.
- Διερεύνηση με αλληλοδιαδοχή των πεδίων
- Χρήση διαμόρφωσης πλάτους και ημιμονόπλευρης εκπομπής για τη μετάδοση της εικόνας

Σήμερα καταβάλλονται προσπάθειες βελτίωσης των συστημάτων τηλεόρασης προκειμένου να αυξηθεί η οθόνη της τηλεόρασης σε $1m^2$ με λόγο πλάτους προς ύψους 16:9 και με διπλασιασμό των γραμμών ανά εικόνα.

Αυτή η προσπάθεια αποβλέπει στην καθιέρωση ενός νέου διεθνούς προτύπου με την ονομασία τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας ή HDTV (High Definition Television), σε συνδυασμό με τη δορυφορική τηλεόραση.[3][7][14][18]

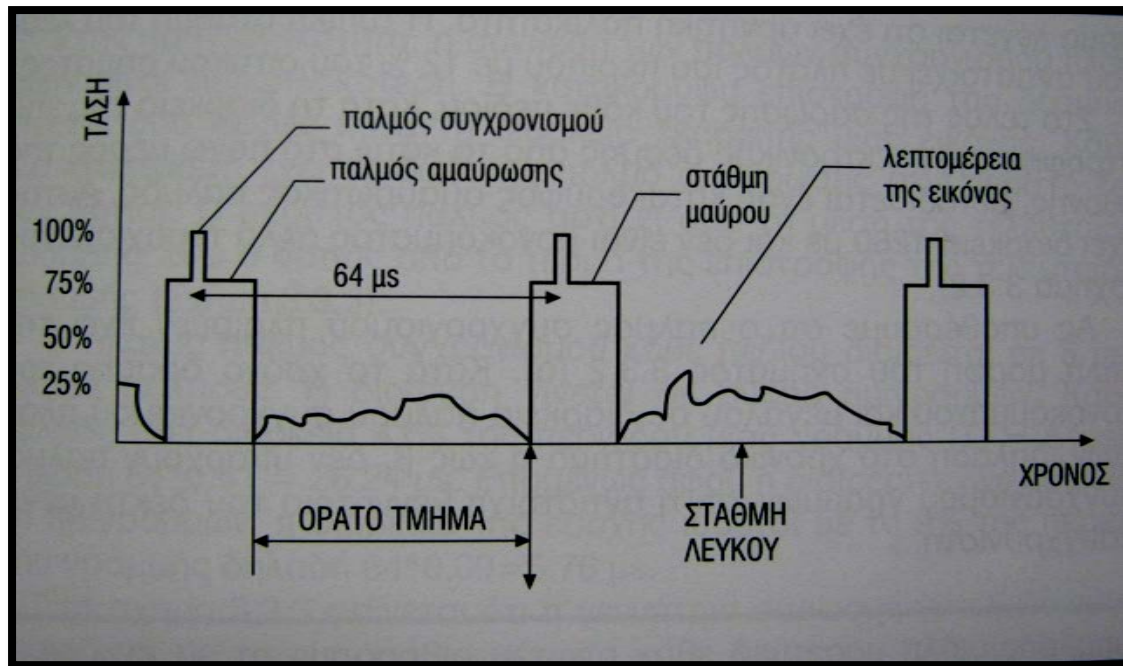
1.6 Παλμοί Συγχρονισμού Και Αμαύρωσης

Για να γίνει σάρωση της οθόνης της λυχνίας εικόνας στον τηλεοπτικό δέκτη και να αποδοθεί με ακρίβεια η εικόνα στον τηλεοπτικό δέκτη και να αποδοθεί με ακρίβεια η εικόνα που εκπέμπει ο πομπός, η κίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης πρέπει να είναι απόλυτα συγχρονισμένη με την αντίστοιχη σάρωση της δέσμης του εικονολήπτη. Αυτό είναι δυνατό χάρη στους συγχρονιστικούς παλμούς του σήματος. Υπάρχουν δύο ειδών παλμοί:

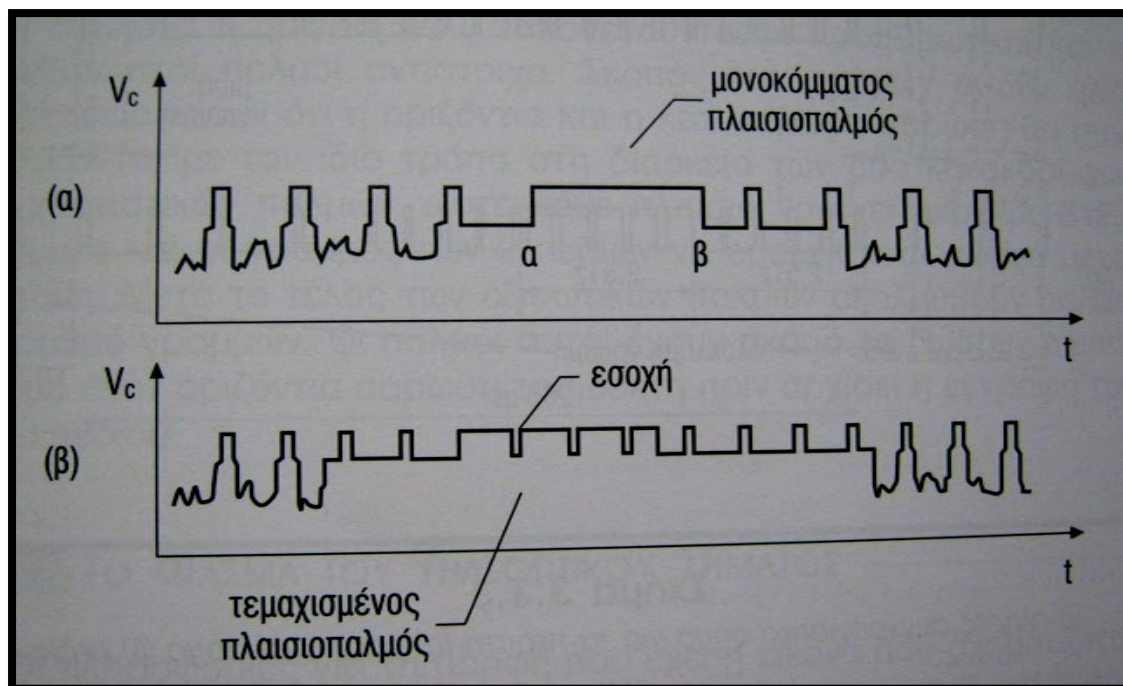
A. Οι αμαυρωτικοί παλμοί που σκοπό έχουν να προκαλούν την αμαύρωση του ίχνους της δέσμης, έτσι που να μη διεγείρει την φθορίζουσα επικάλυψη της οθόνης.

B. Οι σύγχρονοι παλμοί που έχουν σαν σκοπό το συγχρονισμό των κινήσεων της ηλεκτρονικής δέσμης την οθόνη του δέκτη με αυτή του εικονολήπτη τον πομπό. Διαρκούν λιγότερο από τους αμαυρωτικούς, επικάθονται σ' αυτούς και εκπέμπονται μέσα στη διάρκεια των αμαυρωτικών παλμών, ενώ η δέσμη είναι αποκομμένη έτσι που να μην φαίνονται στην οθόνη. Αμαυρωτικοί και συγχρονιστικοί παλμοί χρησιμοποιούνται και στην οριζόντια σάρωση της εικόνας και στην επιστροφή μετά το τέλος του κάθε πεδίου.

Οι οριζόντιοι αμαυρωτικοί και συγχρονιστικοί παλμοί είναι περιοδικοί παλμοί και μεταδίδονται κάθε 64 μs δηλαδή 15625 φορές το δευτερόλεπτο. Η διάρκεια των αμαυρωτικών παλμών είναι 11,52 μs και η διάρκεια των συγχρονιστικών παλμών είναι 5,76 μs . Το ύψος των αμαυρωτικών παλμών φτάνει στο 75% του μέγιστου πλάτους του οπτικού σήματος και η λειτουργία του τηλεοπτικού δέκτη ρυθμίζεται έτσι ώστε όταν η διαφορά τάσης, που αντιστοιχεί στους αμαυρωτικούς παλμούς, εφαρμοστεί μεταξύ καθόδου και οδηγού πλέγματος της λυχνίας εικόνας να διακόπτεται η ηλεκτρονική δέσμη και να μαυρίζει η οθόνη. Το ύψος των συγχρονιστικών παλμών φτάνει στο 100% του μέγιστου πλάτους του οπτικού σήματος και συνεπώς ξεπερνά τη στάθμη αμαύρωσης της εικόνας. Οι αμαυρωτικοί παλμοί αρχίζουν 0,96 μs πριν τους συγχρονιστικούς και διαρκούν 4,8 μs μετά το τέλος αυτών.



Οριζόντιοι αμαυρωτικοί παλμοί[19]



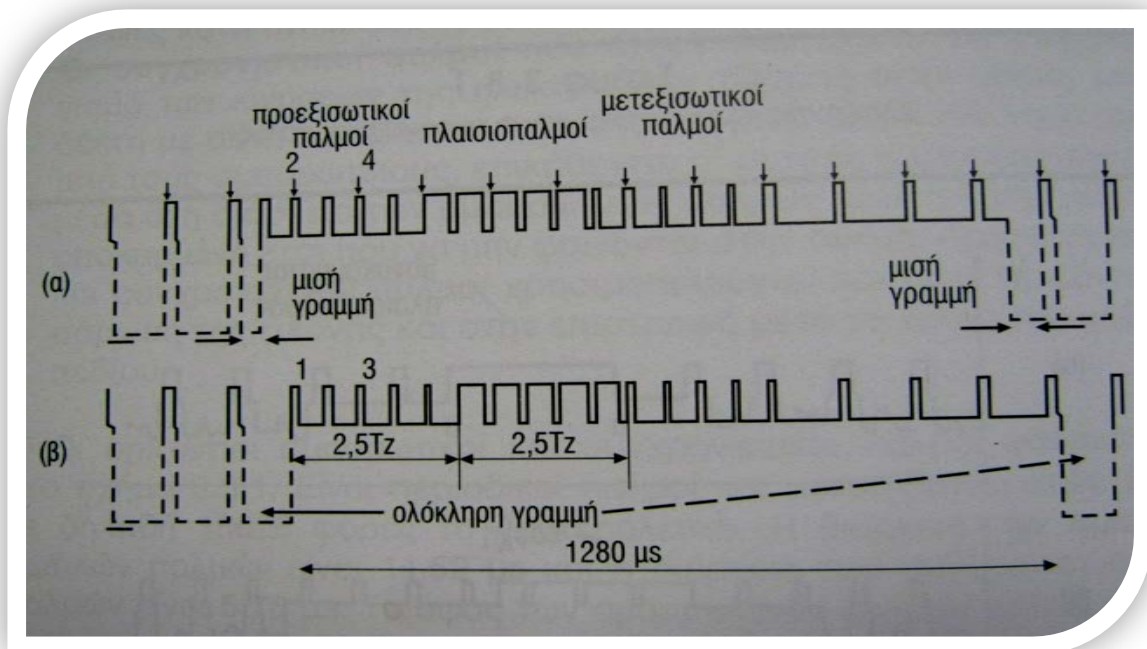
Οριζόντιοι αμαυρωτικοί παλμοί[15]

Στις υψηλές στάθμες του οπτικού σήματος αντιστοιχούν τα μαύρα στοιχεία της εικόνας, ενώ στα λευκά στοιχεία της εικόνας αντιστοιχούν οι χαμηλές στάθμες του οπτικού σήματος. Ένα τέτοιο οπτικό σήμα λέγεται ότι έχει αρνητική πολικότητα.

Η τυπική στάθμη του λευκού αντιστοιχεί σε πλάτος ίσο περίπου με 12% του οπτικού σήματος.

Στο τέλος της σάρωσης του κάθε πεδίου, κατά τη διάρκεια της επιστροφής της ηλεκτρονικής δέσμης από το κάτω στο πάνω μέρος της οθόνης, μεταδίδεται ένας κατακόρυφος αμαυρωτικός παλμός. Αυτός έχει διάρκεια 1280 μs και δεν είναι μονοκόμματος αλλά τεμαχισμένος.

Ας υποθέσουμε ότι ο παλμός συγχρονισμού πλαισίων έχει την απλή μορφή. Κατά το χρόνο δράσης του μονοκόμματος και μεγάλου σε διάρκεια παλμού συγχρονισμού πλαισίου, δηλαδή στο χρονικό διάστημα α έως β , δεν υπάρχουν παλμοί συγχρονισμού γραμμών και η αντίστοιχη γεννήτρια του δέκτη μένει ασυγχρόνιστη.



Το πλήρες συγχρονιστικό σήμα για τα περιττά (α) και για τα άρτια (β) πεδία[21]

Για να είναι συνεχής ο συγχρονισμός της γεννήτριας γραμμών, ο πλατύς παλμός συγχρονισμού πλαισίων φέρει κάτι εσοχές με τις οποίες χωρίζεται σε επιμέρους παλμούς. Οι διάρκειες των εσοχών και η θέση τους είναι τέτοιες ώστε να λειτουργούν κανονικά τόσο η κατακόρυφη όσο και η οριζόντια σάρωση του δέκτη. Έτσι η γεννήτρια γραμμών του δέκτη μπορεί να συγχρονίζεται με τα εμπρόσθια μέτωπα των τεμαχισμένων παλμών συγχρονισμού πλαισίων. Στην πραγματικότητα, η σύνθεση των παλμών συγχρονισμού πλαισίων είναι πολυπλοκότερη. Η κατακόρυφη επιστροφή της δέσμης, γίνεται δύο φορές κατά τη διάρκεια εκπομπής μιας εικόνας. Κάθε μια επιστροφή έχει το δικό της παλμό αμαύρωσης (τον περιττό και τον άρτιο). Ο περιττός παλμός αρχίζει από τη μέση της τελευταίας γραμμής, ενώ ο άρτιος από το τέρμα της επιστροφής της τελευταίας γραμμής.

Ο πλατύς παλμός συγχρονισμού κάθε πεδίου διαιρείται σε 5 μερικούς παλμούς. Η διαίρεση γίνεται σε ρυθμό ημιγραμμών. Κάθε παλμός έχει διάρκεια 41% της περιόδου μιας γραμμής ($Tz = 64 \mu\text{s}$), δηλαδή $64 * 0,41 = 26,24 \mu\text{s}$. Επομένως αφού η διαίρεση έγινε σε ρυθμό ημιγραμμών, η διάρκεια της εσοχής ισούται με το 9% της περιόδου γραμμής δηλαδή $64 * 0,09 = 5,76 \mu\text{s}$.

Η γεννήτρια σάρωσης γραμμών συγχρονίζεται με το εμπρόσθιο μέτωπο κάθε δεύτερου πλαισιοπαλμού. Στο πρότυπο CCIR, ο πρώτος παλμός συγχρονισμού

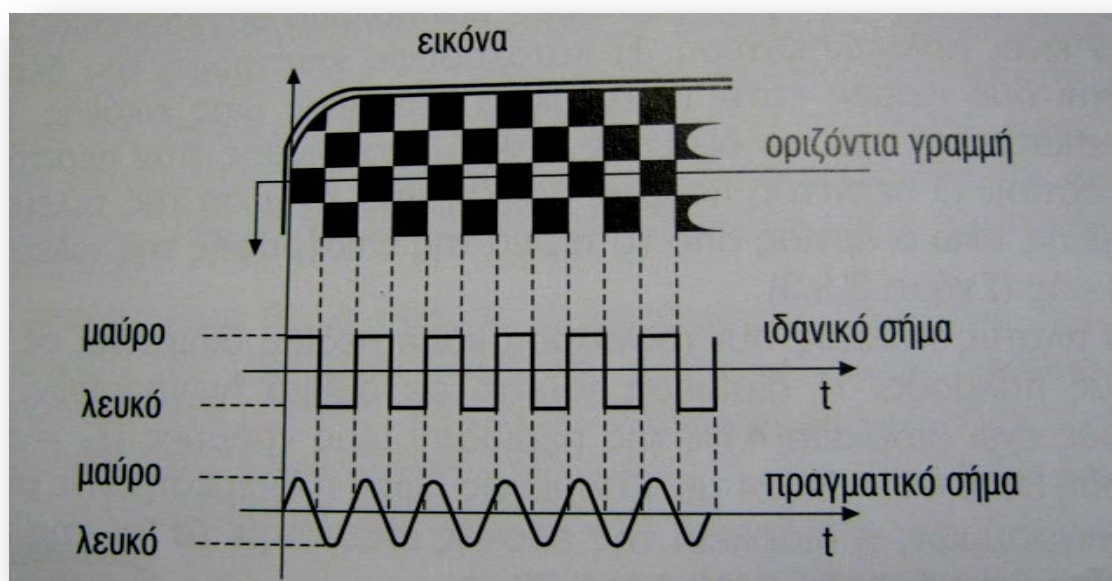
πλαisiών παρουσιάζεται 2,5 γραμμές μετά την έναρξη του παλμού αμαύρωσης πλαisiών.

Πριν το συγχρονιστικό παλμό και μετά το συγχρονιστικό παλμό, στη διάρκεια 5 ημιγραμμών, τοποθετούνται οι προεξισωτικοί και οι μετεξισωτικοί παλμοί αντίστοιχα. Σκοπός των παλμών αυτών είναι να εξασφαλίσουν ότι η οριζόντια και η κατακόρυφη σάρωση θα συγχρονίζονται με τον ίδιο τρόπο στη διάρκεια των δύο κατακόρυφων συγχρονιστικών παλμών, ώστε κάθε πλαίσιο να έχει ακριβώς 312,5 γραμμές και οι γραμμές των 2 πεδίων να εμπλέκονται σωστά μεταξύ τους. Μετά το τέλος των εξισωτικών παλμών ακολουθούν παλμοί σε ρυθμό γραμμών. Οι παλμοί αυτοί έχουν σκοπό να δώσουν σωστό ρυθμό στην οριζόντια σάρωση του δέκτη πριν αρχίσει η εγγραφή του νέου πεδίου.[5][6][14][22][25]

1.7 Το Φάσμα Του Τηλεοπτικού Σήματος

Οι πληροφορίες για τη μορφή που έχει η εικόνα που σχηματίζεται στην οθόνη της τηλεόρασης εκπέμπονται στα χρονικά διαστήματα ανάμεσα στους αμαυρωτικούς παλμούς. Η ποιότητα της εικόνας σχηματίζεται εξαρτάται από τον αριθμό και το μικρό μέγεθος των σημείων που μπορεί να έχει η εικόνα, δηλαδή από τον αριθμό των αλλαγών φωτεινότητας που μπορεί να εμφανισθούν στην οθόνη.

Το οπτικό σήμα της τηλεόρασης έχει προβλεφθεί να μπορεί να γραφεί πάνω σε μία οριζόντια γραμμή της τηλεόρασης εικόνας τόσα σημεία όσα μπορούν να γραφούν και σε κάθε κατακόρυφη.



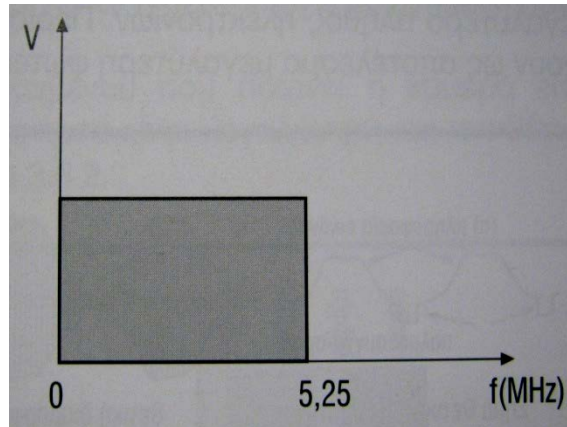
Μορφή εικόνας για την εύρεση της ανώτερης συχνότητας του τηλεοπτικού σήματος

Για να κατανοήσουμε την ποσοτική σχέση που υπάρχει μεταξύ του αριθμού των στοιχείων και του απαιτούμενου εύρους συχνοτήτων για το σύστημα τηλεόρασης. Εφ' όσον ο αριθμός των γραμμών μιας πλήρους εικόνας είναι 625, ο αριθμός των τετραγωνιδίων της οριζόντιας στήλης είναι $625 \times \frac{4}{3}$. Το $\frac{4}{3}$ είναι ο λόγος του πλάτους προς το ύψος της εικόνας (λόγος όψεως της εικόνας). Ο αριθμός των στοιχείων μιας εικόνας θα είναι λοιπόν $625 \times 625 \times \frac{4}{3}$. Σ' ένα δευτερόλεπτο σαρώνονται 25 εικόνες. Ο αριθμός των στοιχείων που σαρώνονται σε ένα

δευτερόλεπτο είναι $4/3 \times 625 \times 25$. Αν τώρα διαιρέσουμε δια δύο θα βρούμε τη συχνότητα που παράγεται

$$f_{max} = \frac{4 \times 625 \times 25}{3 \times 2} \rightarrow f_m = 6,5 \text{ MHz}$$

Επειδή όμως ο αριθμός των ενεργών γραμμών (αυτών που φαίνονται) είναι μικρότερος των 625 προκύπτει μια συχνότητα f_{max} περίπου 5,2 MHz.



Φάσμα τηλεοπτικού σήματος

Οι διεθνείς κανονισμοί ορίζουν ότι το τηλεοπτικό σήμα πρέπει να καλύπτει ένα φάσμα, που φτάνει τους 5,25MHz. Συγχρόνως το φάσμα αυτό πρέπει να αρχίζει από τάσεις συνεχείς, γιατί στο τηλεοπτικό πρόγραμμα έρχονται αρκετά μεγάλες χρονικές περιόδους στις οποίες η εικόνα πρέπει να μένει (άσπρη ή μαύρη) χωρίς οπτική (βίντεο) πληροφορία.

Η διαφορά που έχει στο σημείο αυτό το οπτικό σήμα της τηλεόρασης από το ακουστικό σήμα του ραδιοφώνου έχει σοβαρές συνέπειες στη διαμόρφωση του τηλεοπτικού δέκτη.

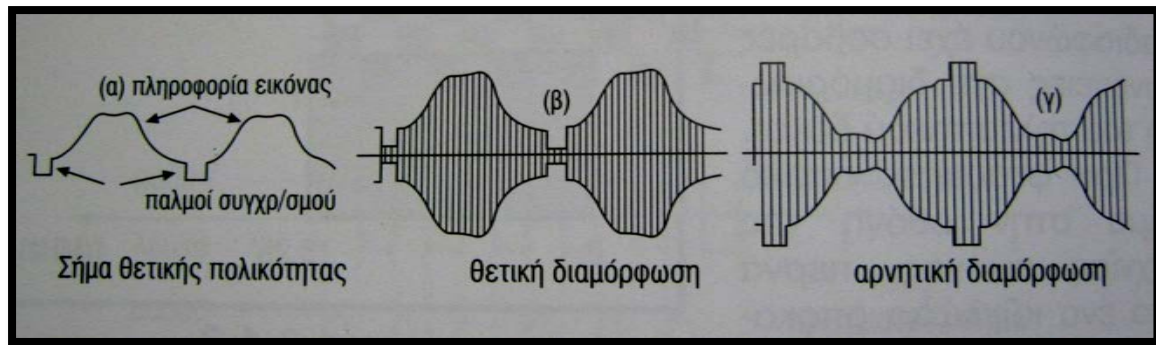
Πριν φτάσει το οπτικό σήμα στην οθόνη της λυχνίας εικόνας, περνά από ένα κύκλωμα αποκατάστασης της συνεχούς συνιστώσας.

Το κύκλωμα αυτό εξασφαλίζει ότι όλες οι κορυφαίες των οριζοντίων παλμών συγχρονισμού βρίσκονται στο ίδιο ύψος και με τον τρόπο αυτό ξαναδίνει στο σήμα τις συνεχείς του συνιστώσες, που χάθηκαν όταν το σήμα πέρασε από κάποιο συζευκτικό πυκνωτή. [6][7][9][14][15][16]

1.8 Η Πολικότητα Του Οπτικού Σήματος

Μόνο το 75% του εύρους διατίθεται για τις πληροφορίες της εικόνας και το υπόλοιπο 25% διατίθεται για τους οριζόντιους και κατακόρυφους συγχρονιστικούς παλμούς. Παρατηρούμε επίσης, ότι ανεξάρτητα του σήματος της εικόνας, οι συγχρονιστικοί παλμοί και οι παλμοί αμαύρωσης βρίσκονται πάντα στο ίδιο επίπεδο.

Αυτή η μορφή του σήματος του οποίου οι παλμοί συγχρονισμού είναι σε υψηλότερη στάθμη από τις πληροφορίες εικόνας καλείται σήμα αρνητικής πολικότητας. Στο δέκτη πριν εμφανιστεί το σήμα βίντεο στην κάθοδο του καθοδικού σωλήνα πρέπει να έχει την αρνητική πολικότητα. \tότε η κάθοδος είναι πολωμένη με αρκετά θετική τάση ώστε να διακόπτεται η δέσμη όταν εφαρμόζεται παλμός αμαύρωσης. Τα σήματα της εικόνας είναι όλα μικρότερα των συγχρονιστικών παλμών και η δέσμη πέφτει στην οθόνη με μεγαλύτερο πλήθος ηλεκτρονίων. Περισσότερα ηλεκτρόνια στη δέσμη έχουν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη φωτεινότητα στην οθόνη.



Μορφές διαμόρφωσης[12]

Ανεξάρτητα από το είδος της χρησιμοποιούμενης εκπομπής, για να παραχθεί κανονική εικόνα θα πρέπει όταν το οπτικό σήμα εφαρμόζεται στον οδηγό πλέγμα της καθοδικής λυχνίας να έχει αρνητική πολικότητα.

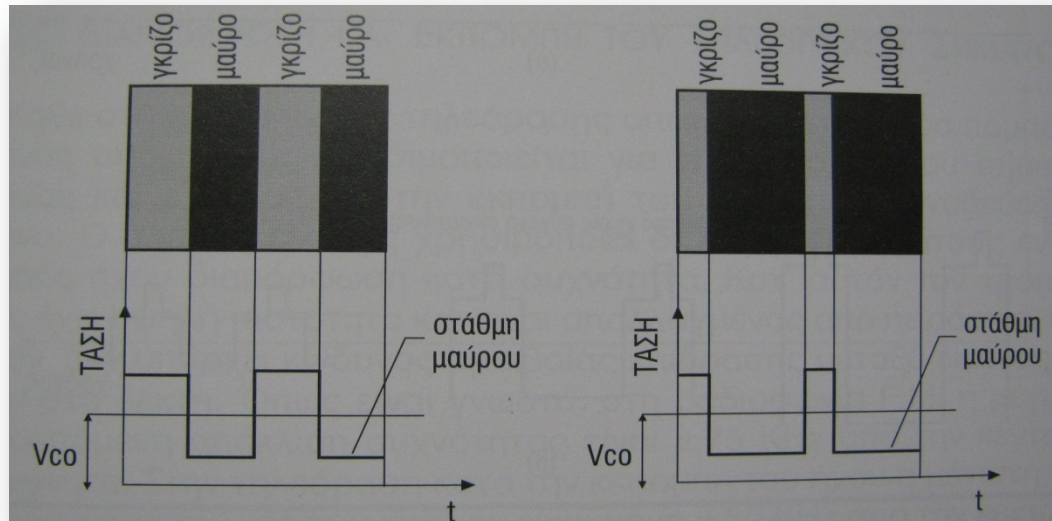
Με τη χρήση της αρνητικής διαμόρφωσης, κάθε είδους θόρυβος διαμορφώνει και μεταβάλλει το πλάτος του σήματος με αποτέλεσμα να επηρεάσει το τμήμα που φέρει την πληροφορία του μαύρου. Έτσι ο θόρυβος εμφανίζεται σαν μαύρες κηλίδες οι οποίες δεν είναι αντιληπτές από τον θεατή. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι ότι με τη χρήση αρνητικής διαμόρφωσης επιτυγχάνεται μεγαλύτερη απόδοση των τελικών σταδίων ενίσχυσης των πομπών. Αυτό οφείλεται στο μεγαλύτερο πλάτος των παλμών συγχρονισμού σε σχέση με το πλάτος των πληροφοριών της εικόνας. Όταν η βαθμίδα εξόδου υπεροδηγηθεί, οι παλμοί συγχρονισμού είναι αυτοί που οδηγούν τη βαθμίδα εξόδου στην περιοχή μη γραμμικής λειτουργίας, αλλά η προκύπτουσα παραμόρφωση δεν επηρεάζει την εικόνα.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω πλεονεκτήματα της αρνητικής διαμόρφωσης, ένα μειονέκτημα είναι ότι ο θόρυβος μπορεί να προκαλέσει σφάλμα στο συγχρονισμό του δέκτη είτε λόγω αιχμών στη στάθμη του μαύρου είτε λόγω αλλοίωσης των παλμών συγχρονισμού.[5][6][7][14][20]

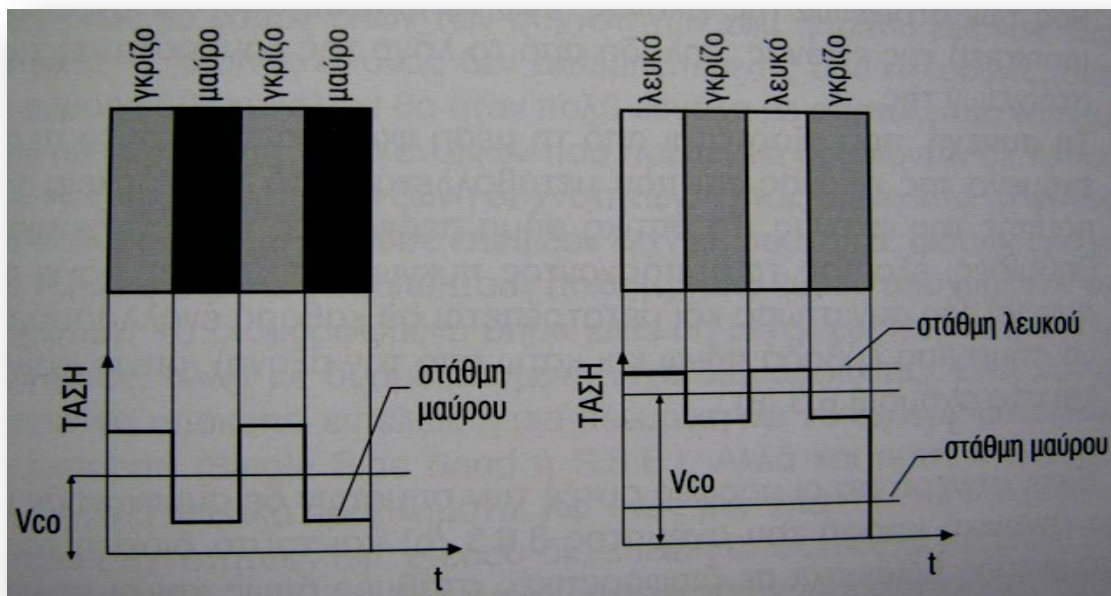
1.9 Η Συνεχής Συνιστώσα Του Σήματος Εικόνας

Στην εικόνα που αποτελείται από μαύρες και γκριζες λωρίδες, όσο μεγαλύτερο είναι το εμβαδόν της επιφάνειας των φωτεινών τμημάτων τόσο μεγαλύτερη είναι η μέση τιμή ή η λεγόμενη συνεχής συνιστώσα του σήματος.

Αν ο φωτισμός του αντικειμένου που παίρνει η κάμερα είναι μεγαλύτερος, η συνεχής συνιστώσα είναι μεγαλύτερη και αντιθέτως.



Εξάρτηση της συνεχούς συνιστώσας του σήματος από το χαρακτήρα της εικόνας[23]



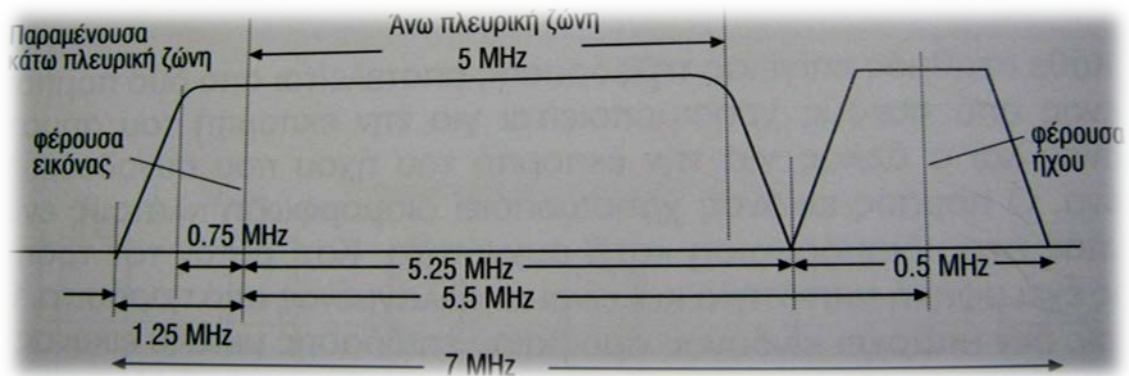
Εξάρτηση της συνεχούς συνιστώσας του σήματος από το φωτισμό του αντικειμένου[35]

Έτσι το οπτικό σήμα περιέχει τις εξής συνιστώσες:

- Την εναλλασσόμενη, που η συχνότητά της καθορίζεται από το πλήθος των στοιχείων της εικόνας, ενώ το πλάτος από την αντίθεση της εικόνας, δηλαδή από το λόγο της λαμπρότητας των στοιχείων της.
- Τη συνεχή, που εξαρτάται από τη μέση φωτεινότητα και το περιεχόμενο της εικόνας και που μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια εκπομπής της εικόνας. Το οπτικό σήμα περνώντας από ενισχυτικές βαθμίδες, εξαιτίας, του υπάρχοντος πυκνωτή σύζευξης χάνει τη συνεχή του συνιστώσα και μετατρέπεται σε καθαρά εναλλασσόμενο σήμα. [3][4][6][7][14][16]

1.10 Διαμόρφωση Και Εκπομπή Του Τηλεοπτικού Σήματος

Κάθε σταθμός επίγειας τηλεόρασης αποτελείται από δύο πομπούς. Ο ένας από αυτούς χρησιμοποιείται για την εκπομπή του σήματος εικόνας και ο άλλος για την εκπομπή του ήχου που συνοδεύει την εικόνα. Ο πομπός εικόνας χρησιμοποιεί διαμόρφωση πλάτους ενώ ο πομπός ήχου διαμόρφωση κατά συχνότητα. Κατά αυτόν τον τρόπο ο ήχος έχει υψηλή πιστότητα και είναι απαλλαγμένος από παράσιτα. Επιπλέον, δεν υπάρχει κίνδυνος αμοιβαίας επίδρασης μεταξύ εικόνας και ήχου στο δέκτη. Όπως είναι γνωστό, στη ραδιοφωνία F.M η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση συχνότητας είναι $+75$ KHz από την κεντρική συχνότητα. Στην τηλεόραση κατά την εκπομπή του ήχου η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση συχνότητας είναι μόνο $+50$ KHz από την κεντρική συχνότητα. Αυτό γίνεται για να μην αυξάνει το εύρος των συχνοτήτων του καναλιού. Ο πομπός εικόνας εκπέμπει με διαμόρφωση A. M και η υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας που διαμορφώνει τη φέρουσα συχνότητα εικόνας είναι 5 MHz (ευρωπαϊκό σύστημα). Οι ακραίες συχνότητες (πλευρικές) απέχουν από τη φέρουσα 5 MHz και επομένως το εύρος όλων των συχνοτήτων του πομπού εικόνας είναι 10 MHz. Ο πομπός εικόνας δεν εκπέμπει και τις δύο πλευρικές, διότι το εύρος κάθε καναλιού θα ήταν πολύ μεγάλο με αποτέλεσμα να περιοριστεί το πλήθος των καναλιών που πρέπει να βρίσκονται σε κάποια διεθνώς παραχωρημένη ζώνη συχνοτήτων. Έκτος όμως από τη φυσική δυσκολία θα δημιουργούσε επιπλέον τεχνική δυσκολία, διότι οι ενισχυτές R.F. θα πρέπει να καλύπτουν πολύ μεγάλο εύρος ενισχυμένων συχνοτήτων. Το διαμορφωμένο σήμα εικόνας μεταφέρεται και στις δυο πλευρικές, αλλά με δυαμοιρασμένη ισχύ διαμόρφωσης. Έτσι λοιπόν μπορεί να αποκοπεί εντελώς η μια πλευρική και να έχουμε μονοπλευρική εκπομπή (Single Side Band ή S.S.B.). Αλλά και αυτή η μέθοδος δημιουργεί τεχνικά προβλήματα. Αφ' ενός μεν απαιτούνται πολύπλοκα φίλτρα συχνοτήτων, αφ' ετέρου δε, επειδή αποκόπτεται εντελώς ένα πολύ μεγάλο τμήμα του φέροντος, πρέπει να αναπαράγεται στο δέκτη η φέρουσα συχνότητα που είναι απαραίτητη για την αποδιαμόρφωση. Επιπλέον κατά τη διαδικασία της αποκοπής δε πρέπει να αλλάζει το πλάτος και η φάση οποιουδήποτε από τα χαρακτηριστικά στοιχεία της επιθυμητής ζώνης. Τούτο όμως δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στη ρύθμιση του δέκτη και ανεβάζει το κόστος της συσκευής. Έτσι για την αντιμετώπιση των ανωτέρω προβλημάτων, στην τηλεόραση χρησιμοποιείται η ημιμονόπλευρη εκπομπή (Vestigial Side Band V.S.B.). Με το σύστημα αυτό εκπέμπεται ολόκληρη μια πλευρική και ένα μέρος της άλλης.



Φάσμα συχνοτήτων τηλεοπτικού καναλιού[14]

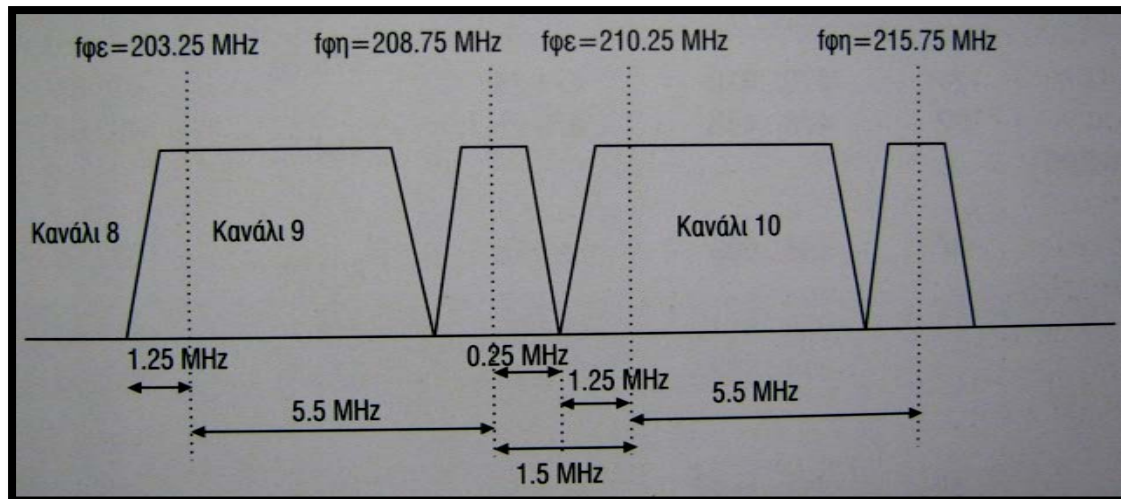
Στο ευρωπαϊκό και αμερικάνικο σύστημα εκπέμπεται ολόκληρη η άνω πλευρική. Αυτή για το μεν ευρωπαϊκό σύστημα (C. C. I. R.) έχει εύρος 5MHz, για το αμερικάνικο (F. C. C.) έχει εύρος 4MHz. Στα δυο αυτά συστήματα αποκόπτονται οι κάτω πλευρικές συχνότητες που απέχουν από τη φέρουσα πέρα του 0.75 MHz. Αυτό σημαίνει ότι οι συχνότητες του τηλεοπτικού σήματος που είναι μέχρι 0.75 MHz, δηλαδή οι χαμηλότερες, εκπέμπονται με διπλή πλευρική και διπλάσια ισχύ από τις συχνότητες εκείνες που είναι υψηλότερες και εκπέμπονται μόνο με τη μια πλευρική. Η εξίσωση της στάθμης όλων των συχνοτήτων του τηλεοπτικού σήματος γίνεται στο δέκτη με κατάλληλη κλίση της καμπύλης απόκρισης του ενισχυτή I.F. Τόσο στο σύστημα C.C.I.R. όσο και στο σύστημα F.C.C. η φέρουσα ήχου είναι υψηλότερη από τη φέρουσα εικόνας. Στο μεν C. C. I. R. κατά 5,5 MHz και στο F. C. C. κατά 4,5MHz. Η φέρουσα του ήχου διαμορφώνεται από το σήμα του ήχου κατά συχνότητα. Ο πομπός ήχου λειτουργεί στο 20% της ισχύος του πομπού εικόνας. Επειδή ο πομπός ήχου εργάζεται σε συχνότητα κοντινή με αυτή της εικόνας, αυτό παρέχει τη δυνατότητα χρήσης κοινής κεραίας εκπομπής και λήψης και κοινών βαθμίδων ενίσχυσης στο δέκτη. Η περιοχή των συχνοτήτων, που καλύπτει ο πομπός ήχου και εικόνας ενός τηλεοπτικού σταθμού, ορίζει ένα κανάλι τηλεόρασης, που στο C. C. I. R. σύστημα έχει εύρος 7 MHz στα VHF και 8 MHz στα UHF. Η φέρουσα του πομπού εικόνας και στα δυο συστήματα βρίσκεται υψηλότερα από τη χαμηλότερη συχνότητα του καναλιού κατά 1,25MHz, ενώ η φέρουσα ήχου βρίσκεται υψηλότερα από την υψηλότερη συχνότητα εικόνας κατά 0,25MHz. Οι συχνότητες εκπομπής της τηλεόρασης είναι άνω των 40 MHz διότι:

- ο Για συχνότητα που διαμορφώνεται πρέπει να είναι τουλάχιστο οκταπλάσια από την υψηλότερη συχνότητα του οπτικού σήματος.
- ο Τα τηλεοπτικά σήματα για να μην ανακλώνται από την ιονόσφαιρα πρέπει να έχουν συχνότητα πάνω από 40 MHz.

Οι συχνότητες εκπομπής που χρησιμοποιούνται στην τηλεόραση χωρίζονται σε δυο μεγάλες περιοχές:

- Στην περιοχή V. H. F. (Very High Frequency) που περιλαμβάνει τα κανάλια 2 έως 12.
- Στην περιοχή U. H. F. (Ultra High Frequency) που περιλαμβάνει τα κανάλια από 21 έως 69.

Η περιοχή V. H. F. χωρίζεται σε τρεις ζώνες συχνοτήτων I, II και III. Η ζώνη I περιλαμβάνει τα κανάλια 2 έως 4.



Κατανομή των φερουσών συχνοτήτων εικόνας και ήχου δύο συνεχόμενων τηλεοπτικών καναλιών[6]

Τα κανάλια αυτά για το σύστημα C. C. I. R έχουν συχνότητες από 47 έως 68 MHz. Η ζώνη II έχει παραχωρηθεί για τη ραδιοφωνία F.M.. Τέλος η ζώνη III περιλαμβάνει τα κανάλια 5 έως 12 με συχνότητες από 174 έως 223 MHz. Η περιοχή U. H. F. χωρίζεται σε δυο ζώνες, IV και V. Η πρώτη περιλαμβάνει τα κανάλια 21 έως 37 με συχνότητες από 470 έως 606 MHz. Η ζώνη V περιλαμβάνει τα κανάλια από 38 έως 69 με αντίστοιχες συχνότητες από 606 έως 862 MHz.

Στην περιοχή U. H. F. για κάθε κανάλι παρέχεται εύρος 8 MHz. Γι' αυτό το λόγο στην περιοχή αυτή έχουμε καλύτερη πιστότητα εικόνας. Η περιοχή συχνοτήτων 104 έως 174 MHz, 230 έως 300 MHz και 302 έως 470 MHz έχουν διατεθεί στην καλωδιακή τηλεόραση. [6][7][9][11][14][16]

1.10.1 Μονάδα Παράγωγης Και Εκπομπής Τηλεοπτικού Προγράμματος

Ένα τηλεοπτικό σήμα για να φτάσει στους δέκτες μας περνά μια σειρά διαδικασιών και έπο μέρους φάσεων. Έτσι, ένα τηλεοπτικό σταθμό συγκροτούν διάφορα λειτουργικά συστήματα τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους προκειμένου η τελική μορφή του τηλεοπτικού σήματος που θα εκπεμφθεί να είναι η καλύτερη δυνατή.

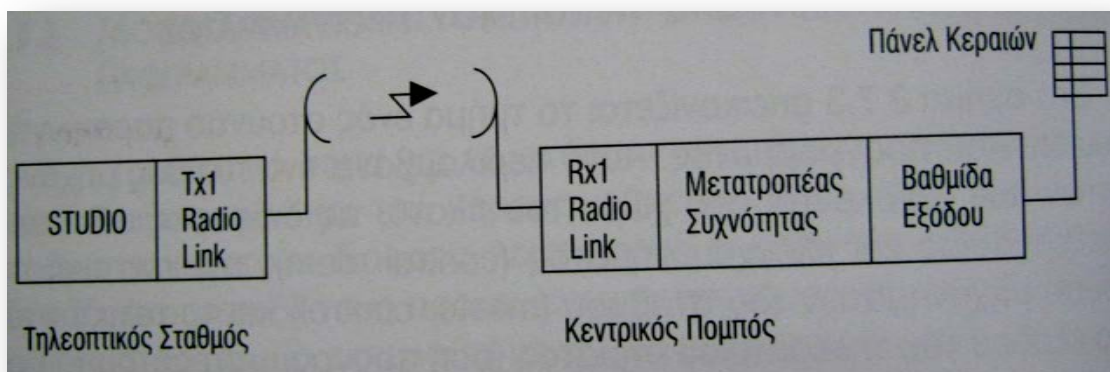
Τηλεοπτική Αλυσίδα Παράγωγης

Τα πλέον σημαντικά τμήματα της τηλεοπτικής αλυσίδας είναι :

- Το στούντιο παράγωγης του τηλεοπτικού σήματος
- Οι μονάδες αναμετάδοσης (Radio Links)
- Μονάδες εξωτερικών μεταδόσεων
- Ο πομπός τηλεόρασης

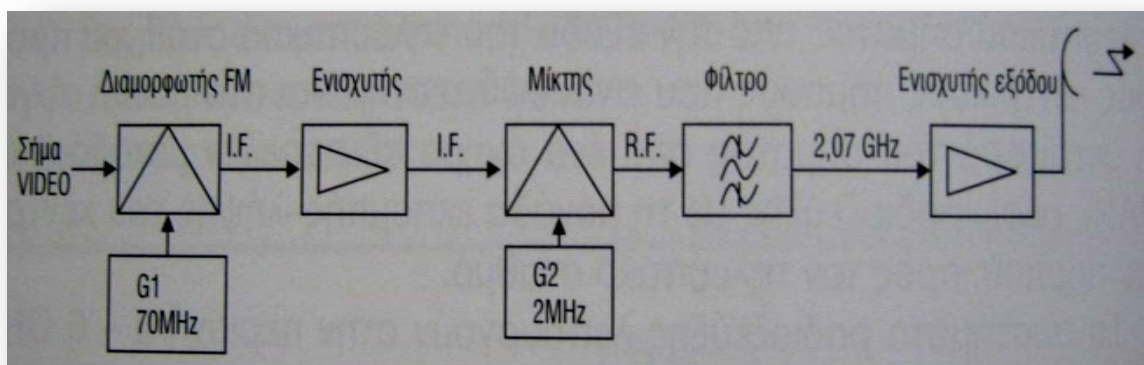
χρησιμοποιείται διαμόρφωση συχνότητας. Η μέγιστη απόσταση του πεδίου επικοινωνίας εξαρτάται από την ισχύ και τη συχνότητα εκπομπής, την απολαβή των παραβολικών κεραιών και τη διαμόρφωση του τοπίου. Η μέγιστη απόσταση είναι συνήθως 50 KM και η ζεύξη εξασφαλίζεται με οπτική επαφή μεταξύ πομπού και δέκτη.

Η ραδιοζεύξη που χαρακτηρίζεται ως μονόδρομη ζεύξη προλαμβάνει α) τη μονάδα εκπομπής TX1 του τηλεοπτικού σταθμού και β) τη μονάδα λήψης RX1 του κεντρικού πομπού. Το σήμα βίντεο διαμορφώνει αρχικά κατά F. M στην πρώτη διαμορφωτική βαθμίδα μια ενδιάμεση συχνότητα. Η ενδιάμεση αυτή συχνότητα I. F. =70 MHz ενισχύεται και στη συνέχεια μεταλλάσσεται σε υψηλότερη συχνότητα εκπομπής που παράγει η γεννήτρια φέροντος G2 (2GHz). Ο μίκτης με τη γεννήτρια φέροντος G2 αποτελούν το μετατροπέα συχνότητας α Up converter). Το αποτέλεσμα της μίξης θα είναι η συχνότητα $RF=G2\pm 70MHz$.



Ραδιοζεύξη μεταξύ του τηλεοπτικού σταθμού και του κεντρικού πομποδέκτη[6]

Η RF οδηγείται, μέσω φίλτρου διέλευσης της άνω πλευρικής (2,070 GHz), στον ενισχυτή εξόδου και στη συνέχεια οδηγείται στην παραβολική κεραία (κάτοπτρο).

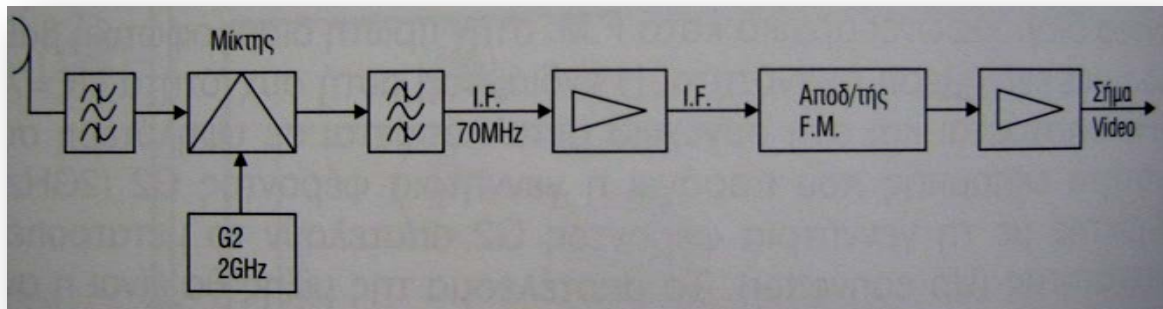


Δομικό διάγραμμα πομπού ραδιοζεύξης[14]

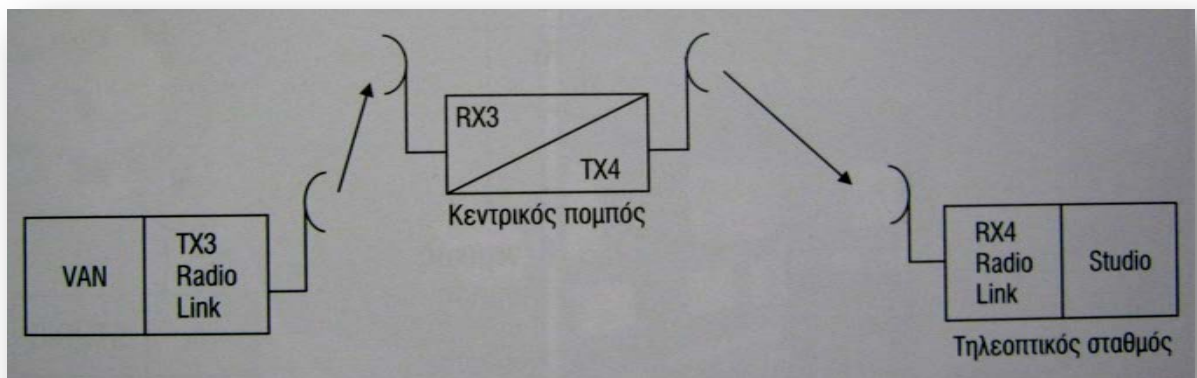
Το σήμα R.F. από την κεραία οδηγείται μέσω ενός φίλτρου διέλευσης ζώνης στο μίκτη. Στο μίκτη οδηγείται επίσης η συχνότητα της γεννήτριας G2 (2GHz).

Η έξοδος του μίκτη οδηγείται σε ένα φίλτρο διέλευσης μέσω του οποίου επιλέγεται η IF (70 MHz) διαμόρφωση κατά συχνότητα με το σήμα βίντεο.

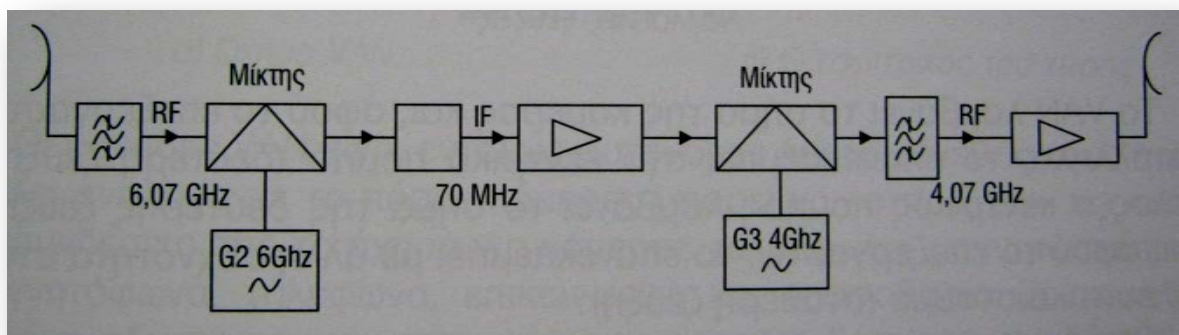
Ακολουθεί ο ενισχυτής I.F. και αναδεικνύεται το σήμα βίντεο, το οποίο στη συνέχεια ενισχύεται.



Δομικό διάγραμμα δέκτη ραδιοζεύξης[13]



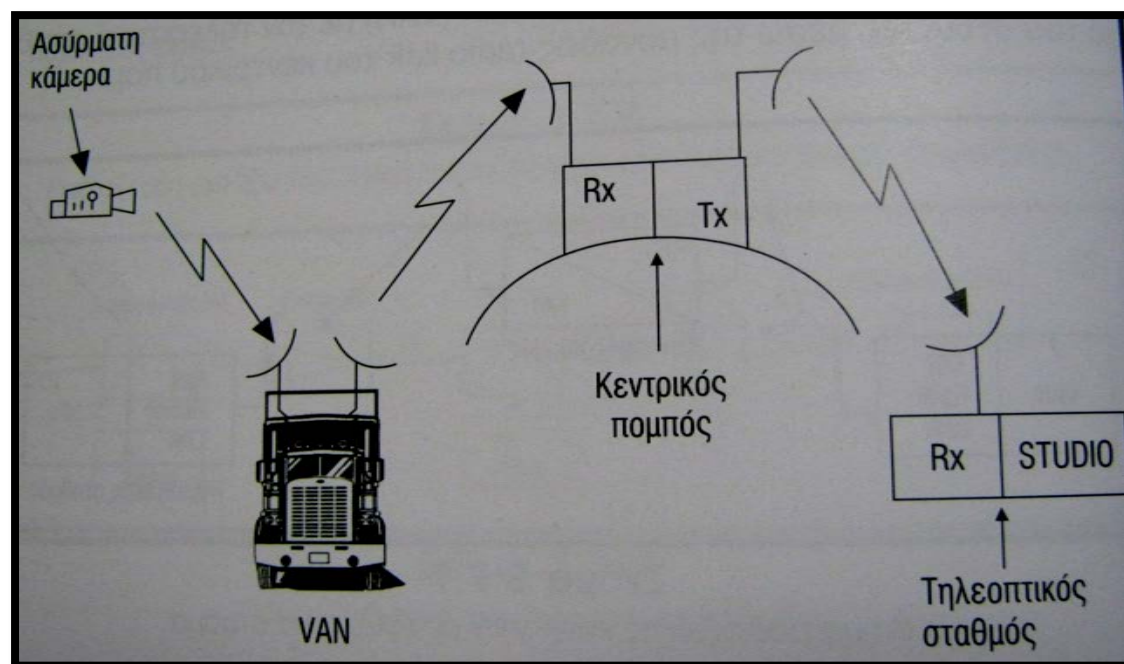
Σύστημα ραδιοζεύξης ενός VAN με τηλεοπτικό σταθμό[6]



Πομποδέκτης ραδιοζεύξης[6]

Οι κεντρικοί πομποί βρίσκονται για την περιοχή των Αθηνών στα βουνά Πάρνηθα, Υμηττού, Αιγάλεω. Η ραδιοζεύξη ενός VAN με τηλεοπτικό σταθμό μπορεί να είναι μια αμφίδρομη ζεύξη. Από τον τηλεοπτικό σταθμό μπορούμε να στείλουμε πρόγραμμα προς το VAN μέσω του κεντρικού πομπού του βουνού. Το τηλεοπτικό

σήμα που λαμβάνει το VAN αφού το επεξεργαστεί κατάλληλα μπορεί να το εκπέμψει δορυφορικά (up link). Μια ειδική περίπτωση ραδιοζεύξης είναι η ζεύξη πολλαπλών σημείων (διπλή, τριπλή, κ. τ. λ.).



Πολλαπλές ζεύξεις[2]

Η κάμερα ασυρματικά εκπέμπει τα γεγονότα προς το LAN (πρώτη ζεύξη) το οποίο έχει προσαρμόσει κατάλληλο δέκτη στη συχνότητα της κάμερας. Το VAN λαμβάνει το σήμα της κάμερας και αφού το επεξεργαστεί κατάλληλα, το επανεκπέμπει στο κεντρικό πομπό (δεύτερη ζεύξη). Τέλος ο κεντρικός πομπός λαμβάνει το σήμα της δεύτερης ζεύξης και αφού το επεξεργαστεί, το επανεκπέμπει με άλλη συχνότητα στον τηλεοπτικό σταθμό (σταθερή ζεύξη).

Όταν χρησιμοποιούμε την ορολογία πρώτη, δεύτερη κ. ο. κ. ζεύξη, συνήθως δεν αναφερόμαστε στη σταθερή ζεύξη στην οποία δε χρειάζεται ρύθμιση κεραίας. Με παρόμοιο τρόπο στέλνει τηλεοπτικό σήμα ένα ελικόπτερο, το οποίο διαθέτει ένα link εκπομπής. Πρέπει όμως επίγεια ο τεχνικός στο VAN να σκοπεύει με την κεραία (δέκτη RX) το ελικόπτερο, διαφορετικά δεν θα έχουμε σωστή ζεύξη, επειδή ο "στόχος" (ελικόπτερο) κινείται. [5][6][7][13][14]

1.10.4 Μονάδες Εξωτερικών Μεταδόσεων (O. B. VAN)

Οι κινητές μονάδες εξωτερικών μεταδόσεων αποτελούν μια μικρογραφία ενός control room κάποιου τηλεοπτικού σταθμού. Χρησιμοποιούνται για κάλυψη διάφορων εξωτερικών γεγονότων, όπως ποδοσφαιρικοί αγώνες, διαδηλώσεις, καλλιτεχνικές εκδηλώσεις κ.λπ. Τα μηχανήματα των μονάδων αυτών είναι με τέτοιο τρόπο κατασκευασμένα ώστε να προσαρμόζονται σε ειδικά οχήματα, τα VAN.



Ο εσωτερικός του χώρου[7]



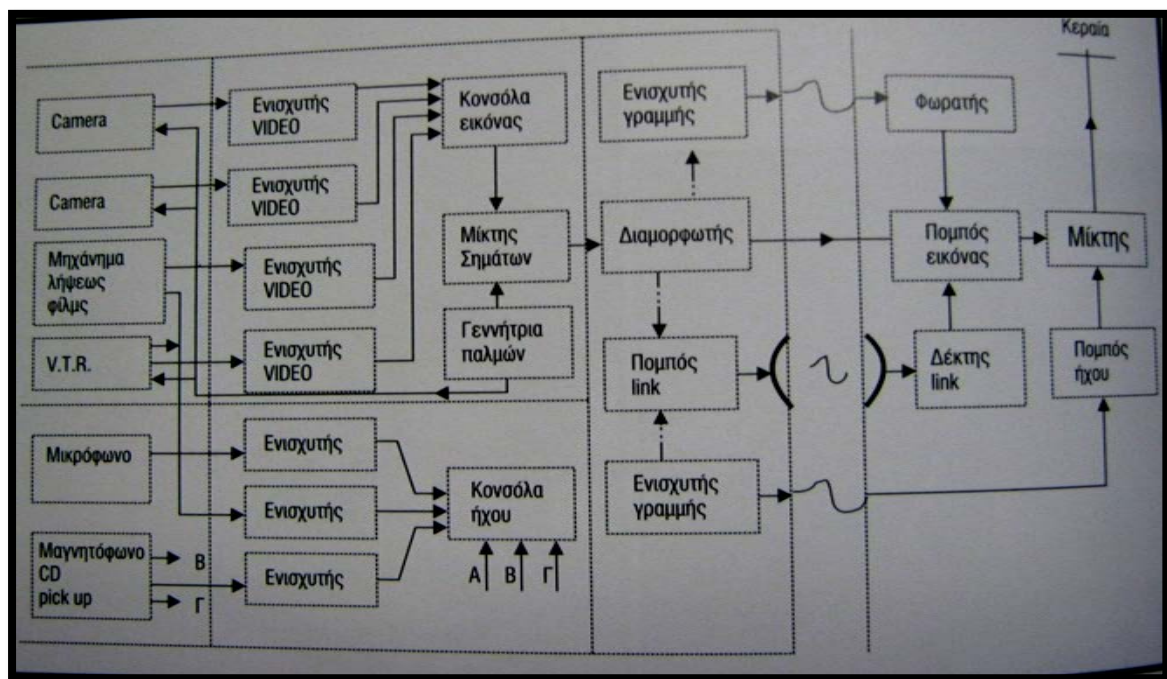
Όχημα VAN[8]

Οι μονάδες VAN είναι εντελώς αυτόνομες και το μέγεθος τους ποικίλλει ανάλογα με το πόσες κάμερες μπορεί να "στηρίζουν" τεχνικά. Οι συνδέσεις από το όχημα για κάμερες, μικρόφωνα, μαγνητοσκόπια, μαγνητόφωνα, τηλέφωνα, επικοινωνίες και τροφοδοσία βρίσκονται σε ένα εξωτερικό χώρισμα με τα αντίστοιχα βύσματα συνδέσεων, προστατευμένα φυσικά από τις καιρικές συνθήκες. Το όχημα πρέπει να είναι ικανό να ρυμουλκεί τη δική του γεννήτρια όταν στη περιοχή παρέχεται ανεπαρκής ηλεκτρική ισχύς.

Στα μικρά οχήματα με μικρό εξοπλισμό (μια κεραία, ένα βίντεο recorder) η ηλεκτρική ισχύς παρέχεται από έναν εναλλάκτη ο οποίος μετατρέπει τα 12V DC της μηχανής σε 220V AC. Η εισερχόμενη τάση σταθεροποιείται και φιλτράρεται με φίλτρα περιορισμού θορύβου. Συχνά γίνεται χρήση της οροφής του οχήματος για τοποθέτηση κάμερας και μικροκυματικών κεραιών για εκπομπή και λήψη. Έτσι η οροφή είναι μηχανικά ενισχυμένη και η πρόσβαση γίνεται με σκάλα.[1][2][4][5][7][8]

1.10.5 Ο Πομπός Τηλεόρασης

Ένας πλήρης πομπός TV περιλαμβάνει δυο χωριστούς πομπούς: α. τον πομπό εικόνας και β. τον πομπό ήχου.



Δομικό διάγραμμα για την εκπομπή σήματος TV[2]

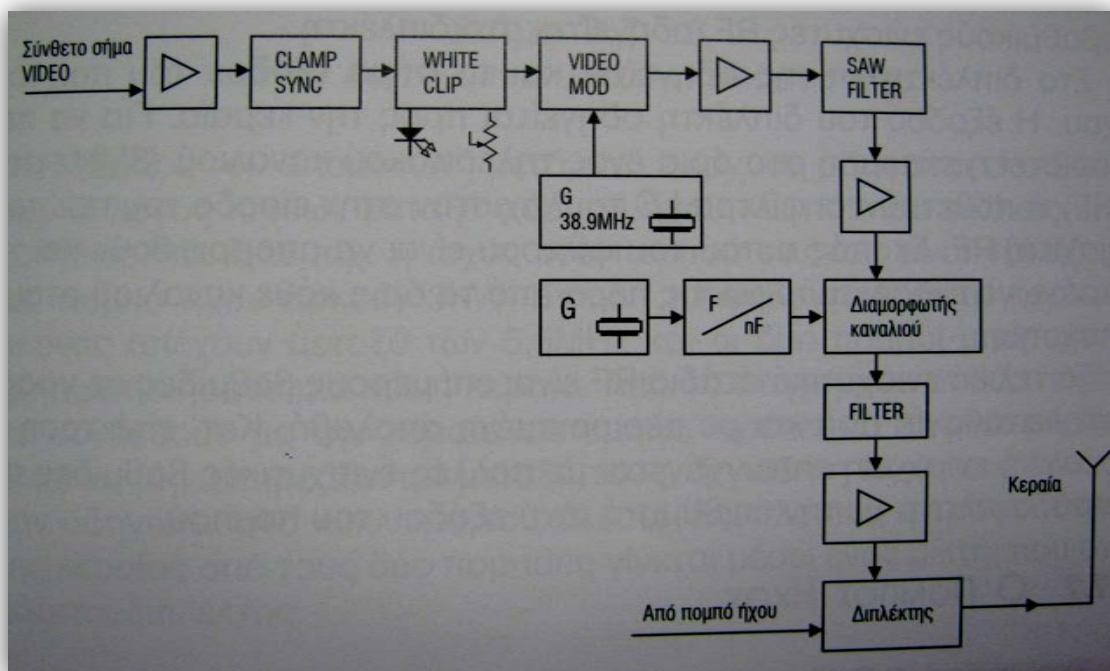
Ο πομπός ήχου δε διαφέρει από ένα κοινό πομπό ραδιοφώνου FM. Αν ο τηλεοπτικός πομπός δε βρίσκεται κοντά στο στούντιο (πράγμα πολύ συνηθισμένο) τότε πρέπει το σήμα εικόνας και οι παλμοί συγχρονισμού να μεταφερθούν κοντά στον πομπό και την κεραία του είτε ασύρματα (radio link), είτε μέσω ομοαξονικού καλωδίου ή οπτικής ίνας. Γι' αυτό το σκοπό απαιτούνται ειδικές βαθμίδες διαμόρφωσης φέροντος. Στο σχήμα απεικονίζεται το διάγραμμα συγκροτήματος ενός πομπού TV σε απλοποιημένη μορφή. Από αυτό το διάγραμμα συγκροτημάτων λαμβάνει κανείς μια καλή εποπτική εικόνα της ροής των σημάτων μέσα στο στούντιο. Έσω διαπιστώνεται ότι το σήμα εικόνας με τους διάφορους παλμούς και το σήμα

ήχου ακολουθούν διαφορετικούς δρόμους, εισερχόμενο το κάθε σήμα χωριστά στον πομπό του.

Εάν ο πομπός απέχει μερικά χιλιόμετρα από το στούντιο τότε το οπτικό σήμα διαμορφώνει μια συχνότητα 21 MHz και μεταφέρεται έτσι διαμορφωμένο στην περιοχή του πομπού εικόνας. Έτσι οι ενισχυτές, που παρεμβάλλονται στο σύστημα μετάδοσης, εργάζονται πιο άνετα και είναι απλούστεροι κατασκευαστικά. Η μεταλλαγή λαμβάνει χώρα σε ένα διαμορφωτή ο οποίος δέχεται το σήμα εικόνας από το μίκτη σημάτων. Η καμπύλη απόκρισης του ενισχυτή γραμμής πρέπει να είναι ευθύγραμμη σε μια περιοχή 15-27 MHz. Στο τέρμα του καλωδίου είναι απαραίτητο το διαμορφωμένο φέρον να υποστεί φάραση. Από την έξοδο του φωρατή το σήμα εικόνας οδηγείται στον πομπό εικόνας. [5][13][14][21][22]

1.10.6 Ο Πομπός Εικόνας

Το σύνθετο σήμα βίντεο οδηγείται αρχικά σε μια βαθμίδα ενισχυτών και εξισορρόπησης του ρυθμού μεταβολής της φάσης (group delay), επιτυγχάνοντας ένα κατάλληλο πλάτος και σταθερό ρυθμό μεταβολής της φάσης του σήματος βίντεο. Στη συνέχεια με κατάλληλο δικτύωμα εξασφαλίζεται η πρόσδεση της στάθμης των παλμών συγχρονισμού (sync clamping) του σήματος βίντεο σε μια σταθερή τάση.



Μπλοκ διάγραμμα πομπού TV για την εικόνα[23]

Η βαθμίδα που ακολουθεί, έκτος από την απαραίτητη ενίσχυση του σήματος που επιτυγχάνει για να οδηγήσει τον ισοσταθμισμένο διαμορφωτή (video modulator), υλοποιεί και μια βαθμίδα schmitt trigger. Αυτή οδηγεί ένα LED στην πρόσοψη, το οποίο ανάβει σε περίπτωση που το σήμα βίντεο ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο πλάτος, οπότε και εμφανίζεται ψαλιδισμός του σήματος. Προφανώς το μέγιστο πλάτος του σήματος συμπίπτει με το επίπεδο του άσπρου χρώματος στην εικόνα (white clipping).[13][14][21][25][29]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΧΡΩΜΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ (NTSC, PAL, SECAM)

ΓΕΝΙΚΑ

Σε ολόκληρο τον κόσμο σήμερα υπάρχουν τρία συμβατά με τους ασπρόμαυρους δέκτες συστήματα έγχρωμης τηλεόρασης. Τα συστήματα αυτά είναι : το NTSC, το PAL, και το SECAM.

Το σύστημα NTSC που προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων National Television System Committee(Επιτροπή Εθνικών Τηλεοπτικών Συστημάτων) γεννήθηκε στην Αμερική γύρω στο 1953.

Το σύστημα PAL που προέρχεται από τα αρχικά Phase Alternation Line (μεταλλαγή φάσης ανά γραμμή) επινοήθηκε από το δόκτορα Βάλτερ Μπρους στη Γερμανία και είναι στην πραγματικότητα μια παραλλαγή του συστήματος NTSC.

Το σύστημα SECAM που προέρχεται από τα αρχικά της λέξης Sequentiel Couleur a memoire (διαδοχή χρωμάτων με μνήμη), προτάθηκε στη Γαλλία το 1958 από τον Henri de France.

Σε όλα τα πιο πάνω συστήματα, που είναι συμβατά με την ασπρόμαυρη τηλεόραση, το τηλεοπτικό σήμα περιέχει το σήμα φωτεινότητας Y που είναι απαραίτητο για τη λειτουργία των ασπρόμαυρων δεκτών και το σήμα χρώματος, που συνίσταται από τις χρωμοδιαφορές $R-Y$ και $B-Y$. επίσης, λόγω της συμβατότητας, το τηλεοπτικό σήμα της έγχρωμης τηλεόρασης έχει το ίδιο εύρος συχνοτήτων με αυτό του μαυρόασπρου τηλεοπτικού σήματος.

Τα τρία συστήματα της έγχρωμης τηλεόρασης έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά και βασικές λειτουργίες ενώ μπορούμε να πούμε ότι το σημείο στο οποίο διαφέρουν είναι ο τρόπος με τον οποίο εκπέμπουν τα σήματα χρωμοδιαφοράς στο διατιθέμενο εύρος συχνοτήτων του καναλιού.

2.1 Γενική Δομή Των Συστημάτων Έγχρωμης Τηλεόρασης

Η βασικότερη διαφορά μεταξύ των υπαρχόντων συστημάτων έγχρωμης τηλεόρασης είναι στον τρόπο με τον οποίο τοποθετείται η χρωμοπληροφορία (δηλαδή τα σήματα των χρωμοδιαφορών $R-Y$ και $B-Y$, μέσα στο φάσμα του σήματος φωτεινότητας.). όλα όμως τα συστήματα μπορούμε να πούμε ότι έχουν ένα κοινό γενικό λειτουργικό διάγραμμα εκπομπής του οπτικού σήματος.

Στον πομπό μετά τη μηχανή λήψεως τα τρία σήματα E_R , E_B και E_G πηγαίνουν σε ένα κύκλωμα μήτρας σκοπός της οποίας είναι να παράγει το σήμα φωτεινότητας E_Y .

Σύστημα PAL: $I = 0.493 * (E_R - E_G)$
 $Q = 0.877 * (E_R - E_G)$

Σύστημα SECAM $I = -1.9 * (E_R - E_G)$
 $Q = 1.5 * (E_B - E_G)$

Αυτά τα χρωμοσήματα είναι εκείνα που θα χρησιμοποιηθούν στο αντίστοιχο κύκλωμα διαμόρφωσης για να διαμορφώσουν ένα χρωμοφέρον σήμα, ενώ το προϊόν αυτής της διαμόρφωσης θα προστεθεί στο σήμα φωτεινότητας. Το αποτέλεσμα αυτής της άθροισης είναι το σύνθετο οπτικό σήμα ccvs το οποίο στη συνέχεια πηγαίνει στη διάταξη εκπομπής όπου θα διαμορφώσει κατά πλάτος μια φέρουσα συχνότητα και, αφού ενισχυθεί, θα εκπεμφθεί.

Στο δέκτη τώρα γίνεται η αντίστροφη διαδικασία. Αφού διαχωριστεί το σύνθετο οπτικό σήμα από το φέρον σήμα, στη συνέχεια γίνεται διαχωρισμός του σήματος φωτεινότητας από το χρωμοφέρον σήμα. Το χρωμοφέρον, αφού αποδιαμορφωθεί, αναδεικνύει τις χρωμοδιαφορές $E_R - E_G$ και $E_B - E_G$ οι οποίες οδηγούνται μαζί με το σήμα φωτεινότητας E_G σε μια μήτρα από όπου θα παραχθούν οι τάσεις E_R , E_B και E_G .

Αυτές οι τάσεις είναι που θα οδηγήσουν τον έγχρωμο εικονογράφο για να αναπαράγει την έγχρωμη λαμβανόμενη εικόνα.[3]12][19][27]

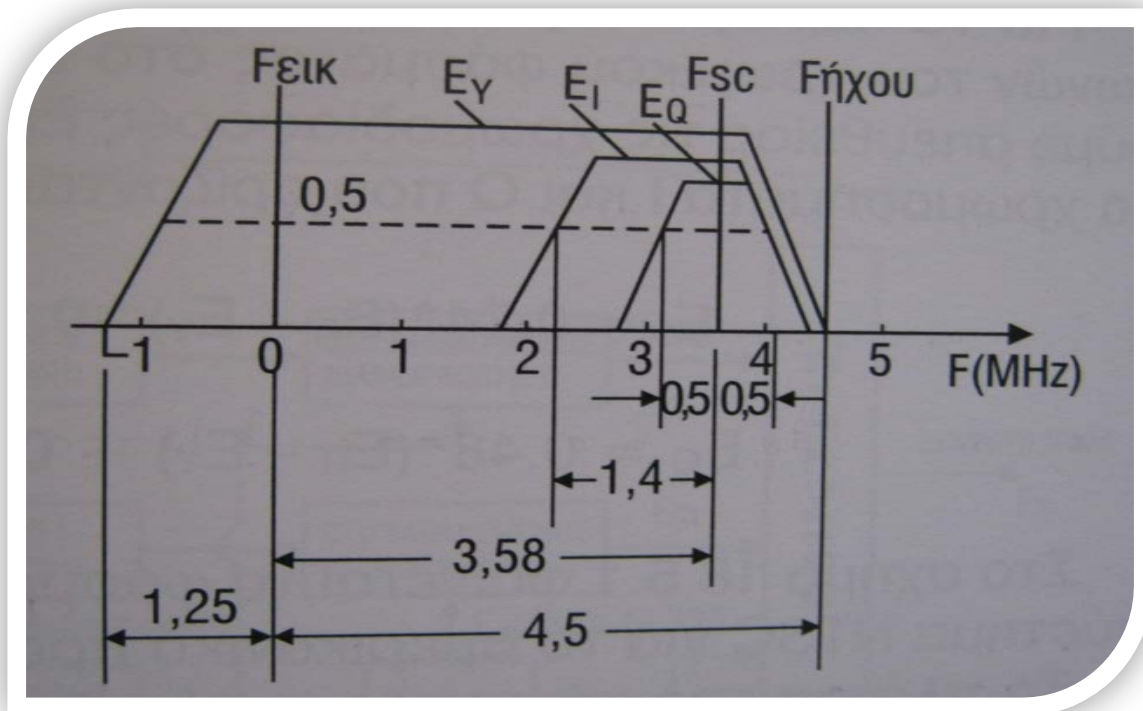
2.2 Το Φάσμα Του Χρωμοσήματος Στο NTSC Σήματα I και Q

Στο σύστημα NTSC χρησιμοποιείται η τεταρτομοριακή διαμόρφωση για την αποστολή της πληροφορίας του χρώματος. Η πληροφορία του χρώματος περιλαμβάνει τις χρωμοδιαφορές $R - Y$ και $B - Y$.

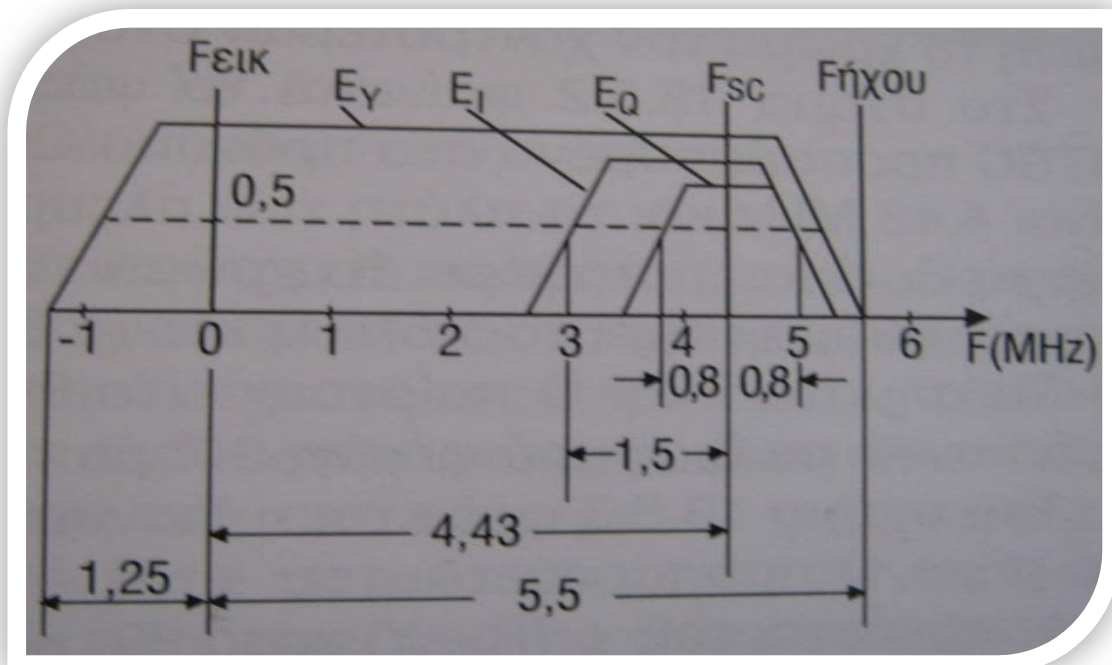
Το εύρος συχνοτήτων για τις χρωμοδιαφορές, μπορεί ανάλογα με το τηλεοπτικό πρότυπο, να το περιορίσουμε μέχρι 1,5 MHz, επιτυγχάνοντας έτσι να αναπαράγουμε το χρωματισμό των στοιχείων της εικόνας τα οποία έχουν μέσες και μεγάλες διαστάσεις.

Στο σύστημα NTSC που χρησιμοποιείται στην Αμερική το φάσμα του σήματος φωτεινότητας έχει ένα εύρος 4.25 MHz ενώ η χρωμοφέρουσα έχει τιμή 3.58 MHz.

Έτσι λοιπόν, εάν πραγματοποιούσαμε απευθείας διαμόρφωση της χρωμοφέρουσας από τα σήματα $E_R - E_G$ και $E_B - E_G$, τότε η άνω πλευρική του φάσματος που θα προέκυπτε θα έφθανε μέχρι τους 5.08 MHz, ($3.58 + 1.5 = 5.08$ MHz), ξεπερνώντας έτσι τα όρια του φάσματος του σήματος φωτεινότητας.



Φάσμα συχνοτήτων τηλεοπτικού σήματος στο σύστημα NTSC[32]



Φάσμα συχνοτήτων τηλεοπτικού σήματος NTSC προσαρμοσμένο στο CCIR[23]

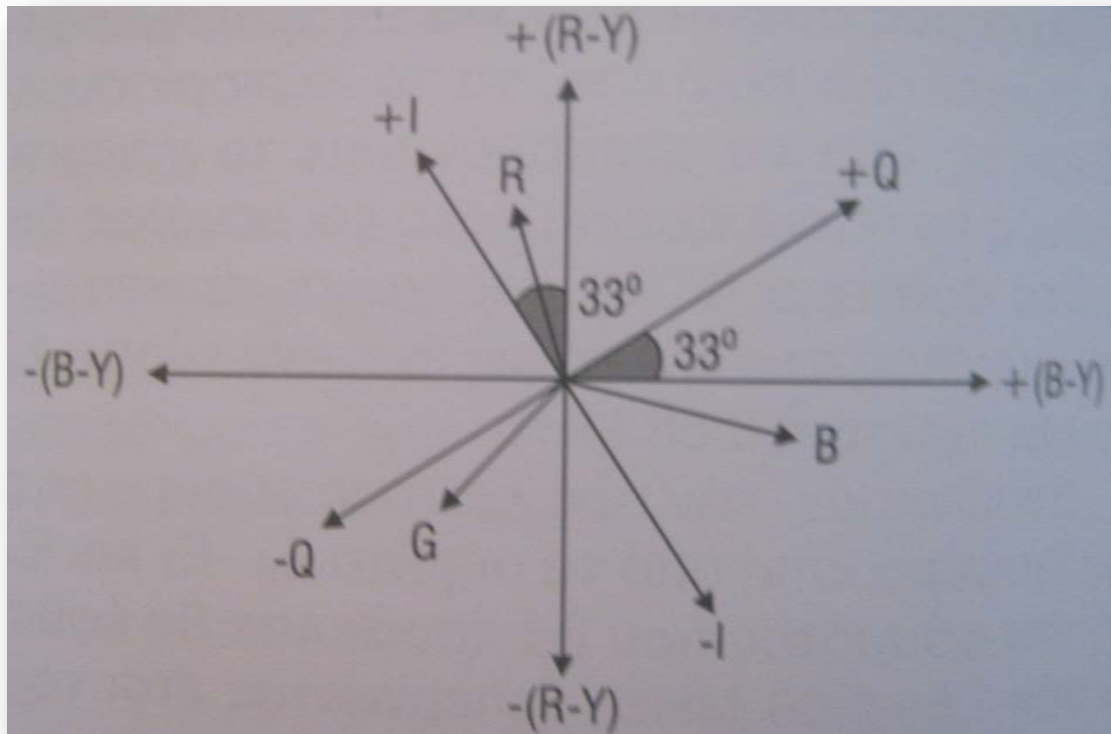
Για να περιορίσουμε λοιπόν το εύρος συχνοτήτων των πλευρικών ζωνών του χρωμικού φάσματος στο σύστημα NTSC δε χρησιμοποιούμε απευθείας

χρωμοδιαφορές $E_R - E_G$ και $E_B - E_G$, αλλά τα λεγόμενα χρωμοσήματα I και Q που ορίζονται ως ακολούθως:

$$E_I = 0.78 * (E_R - E_G) - 0.27 * (E_B - E_G)$$

$$E_Q = 0.48 * (E_R - E_G) + 0.41 * (E_B - E_G)$$

Στο τελευταίο σχήμα αναπαριστάται το φάσμα του τηλεοπτικού σήματος στο σύστημα NTSC για το αμερικανικό πρότυπο.



Θέσεις των σημάτων I και Q στο επίπεδο χρωμάτων[24]

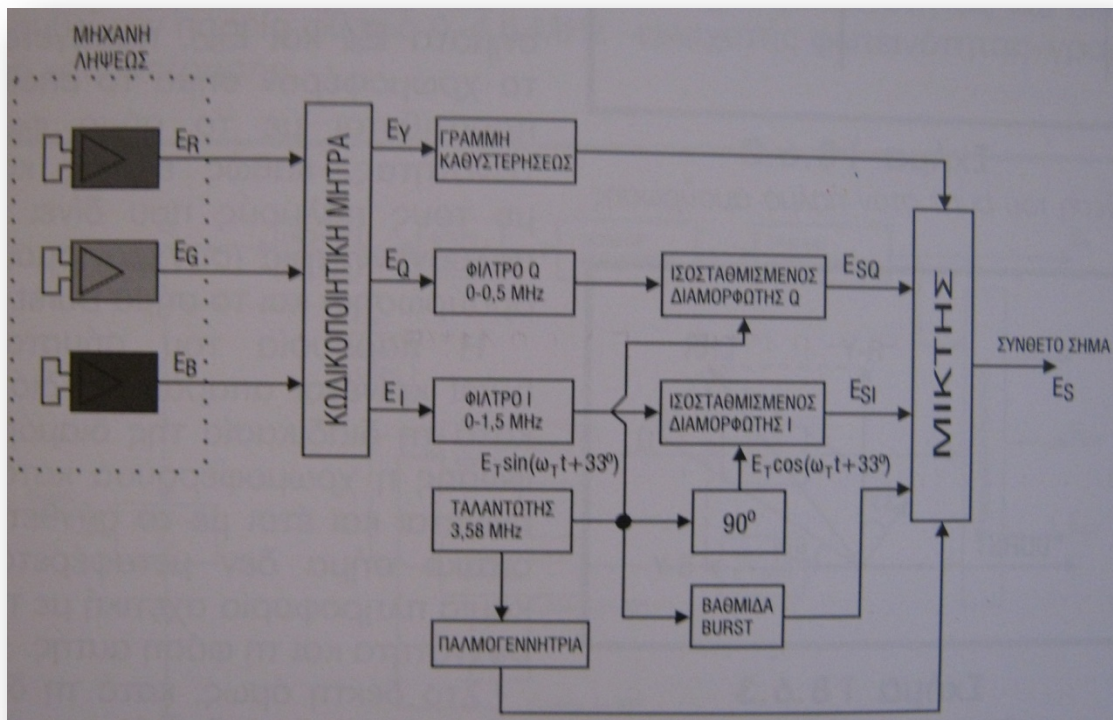
Το πλάτος της κάτω πλευρικής του σήματος που αντιστοιχεί στο E_I , φθάνει μέχρι έως 1,4 MHz και μεταφέρεται μέσα σε αυτή τη ζώνη το χρώμα των λεπτότερων στοιχείων της εικόνας.

Η άνω πλευρική ζώνη που αντιστοιχεί σε αυτό το χρωμοσήμα φθάνει μέχρι το 0,5 MHz, το ίδιο δηλαδή με την κάθε μια πλευρική που δημιουργεί το χρωμοσήμα E_Q και που μεταφέρεται μέσα σε αυτή τη ζώνη το χρώμα των χοντρότερων στοιχείων της εικόνας.

Τα σήματα I και Q παίρνουν είτε θετικές είτε αρνητικές τιμές και βρίσκονται σε διαφορά φάσης 90° με το I να προηγείται έναντι του Q.

2.3 Η Κωδικοποίηση Στο Σύστημα NTSC Με Τη Χρησιμοποίηση Των Σημάτων E_I και E_Q

Η κάμερα στην έξοδο της δίνει τρεις τάσεις που αντιστοιχούν στα τρία βασικά χρώματα από τα οποία συντίθεται το προς μετάδοση τμήμα της εικόνας. Οι τάσεις αυτές στη συνέχεια οδηγούνται στην κωδικοποιητική μήτρα, όπου παράγεται το σήμα φωτεινότητας E_Y καθώς επίσης και τα σήματα E_I και E_Q .

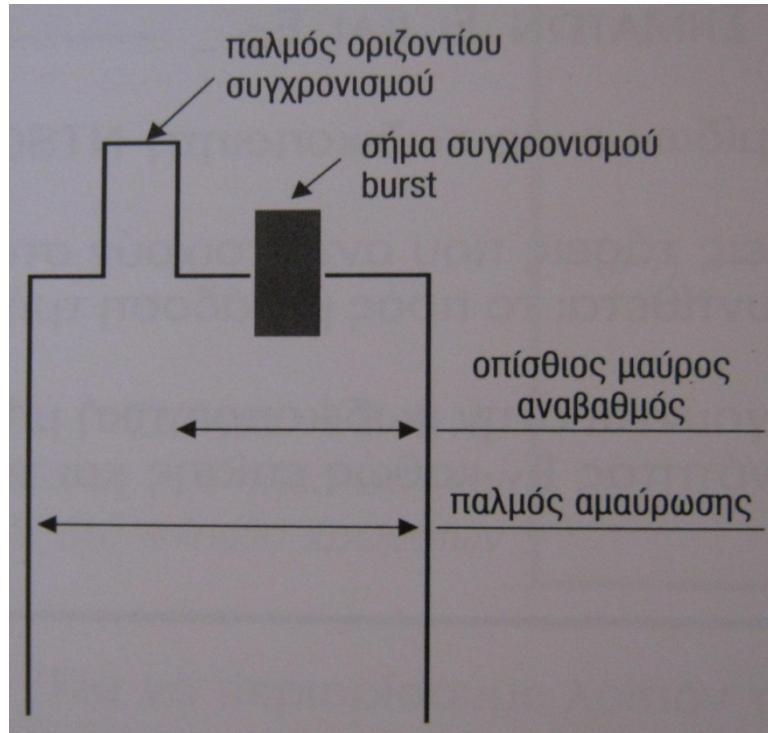


Διάγραμμα βαθμίδων κωδικοποιητή NTSC [15]

Το φίλτρο I επιτρέπει τη διέλευση του E_I το οποίο έχει εύρος περίπου 0-1,5 MHz χρωματικών πληροφοριών και το φίλτρο Q που επιτρέπει τη διέλευση του E_Q το οποίο έχει εύρος περίπου 0-0,50MHz χρωματικών πληροφοριών. Ο ταλαντωτής παρέχει τάση $E_T \sin \omega_T t$. Η συχνότητα για τη διαμόρφωσή της από το σήμα Q τροποποιείται σε $E_T \sin(\omega_T t + 33^\circ)$. Η τάση αυτή μετά το φασοστροφέα 90° θα γίνει $E_T \cos(\omega_T t + 33^\circ)$ και θα είναι η φέρουσα που θα διαμορφωθεί από το σήμα I. Υπάρχουν οι δύο ισοσταθμισμένοι διαμορφωτές I και Q οι οποίοι πραγματοποιούν τετραγωνική διαμόρφωση πλάτους με ταυτόχρονη κατάπνιξη της χρωμοφέρουσας 3,58 MHz. Άρα στην έξοδο του διαμορφωτή I θα έχουμε $I E_T \cos(\omega_T t + 33^\circ)$ και στην έξοδο του διαμορφωτή Q θα έχουμε $Q E_T \sin(\omega_T t + 33^\circ)$.

Η πρόσθεση κατόπιν των παραγόμενων διαμορφωμένων σημάτων δίνει το χρωμοφόρον σήμα.

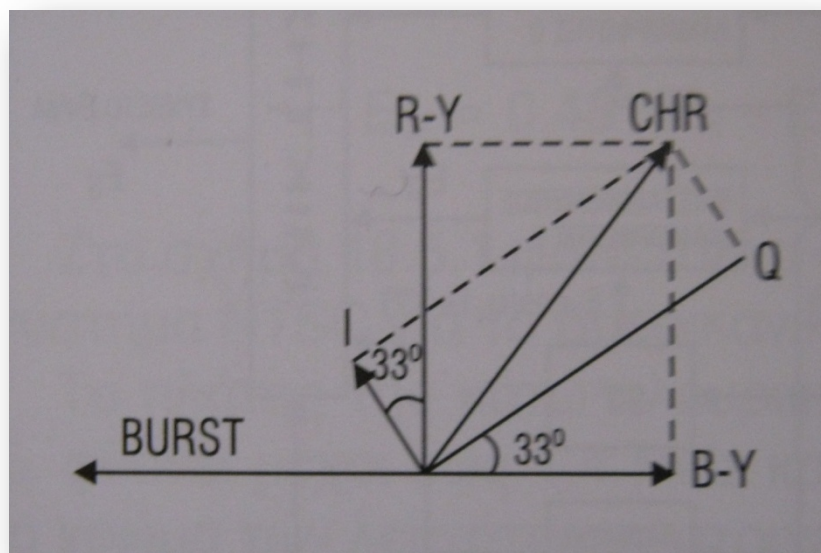
Στο μίκτη, όπου φτάνουν τα σήματα E_{SI} και E_{SQ} , παράγεται το χρωμοφόρον σήμα το οποίο προστίθεται με το σήμα φωτεινότητας, καθώς επίσης και με τους παλμούς που δίνει η παλμογεννήτρια (συγχρονισμού, αμαύρωσης) και το σήμα Burst.



Θέση του burst στον παλμό αμαύρωσης[18]

Η παρουσία του σήματος burst κρίνεται απαραίτητη διότι κατά τη διαδικασία της διαμόρφωσης η χρωμοφόρουσα καταπνίγεται και έτσι με το σύνθετο οπτικό σήμα δεν μεταφέρεται καμία πληροφορία σχετική με τη συχνότητα και τη φάση αυτής.

Στο δέκτη όμως, κατά τη διαδικασία της αποδιαμόρφωσης, πρέπει να υπάρχει ταλαντωτής 3,58 MHz, ο οποίος να ταλαντώνεται σύγχρονα και συμφασικά με τον αντίστοιχο του πομπού. Γι' αυτό το λόγο τοποθετούμε στον οπίσθιο αναβαθμό αμαύρωσης γραμμής ένα μικρό δείγμα του υποφέροντος 3,58 MHz.



Θέση του burst σε σχέση με τα σήματα I και Q[21]

Το σήμα burst βρίσκεται κατά 147° διαφορά φάσης από το Q, δηλαδή $147^\circ + 33^\circ = 180^\circ$ από το B-Y.

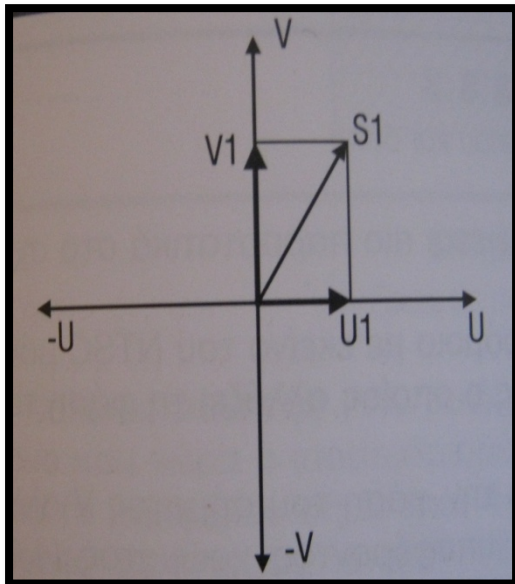
Επειδή μεταξύ του μίκτη και της μήτρας, ο δρόμος που ακολουθούν τα σήματα E_I και E_Q περιλαμβάνει φίλτρα και άλλες βαθμίδες που έχουν περιορισμένες σχετικά ζώνες διέλευσης, καθυστερούν κάπως τα σήματα αυτά.

Γι' αυτό το λόγο, μεταξύ του δρόμου που οδηγεί το σήμα E_Y από την κωδικοποιητική μήτρα στο μίκτη μεσολαβεί μια γραμμή καθυστέρησης η οποία σκοπό έχει να καθυστερήσει το σήμα φωτεινότητας έτσι ώστε να φθάσει ταυτόχρονα στο μίκτη με τα σήματα E_{SI} και E_{SQ} . [1][2][13][14][18][23][27]

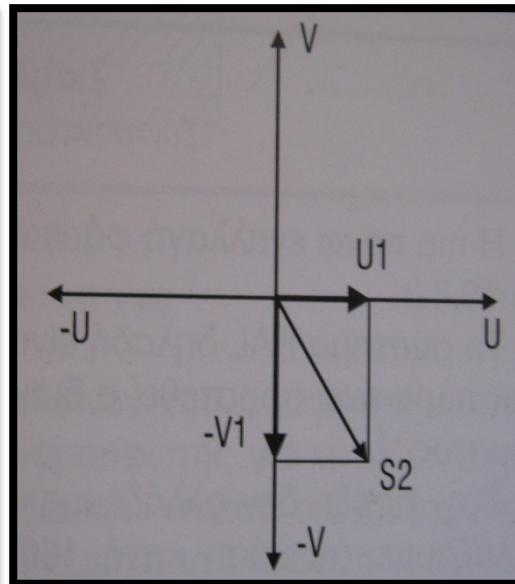
2.4 Το Σύστημα PAL

Το σύστημα PAL αποτελεί ουσιαστικά μία εξέλιξη του συστήματος NTSC. Η βασική όμως διαφορά του συστήματος PAL έναντι του συστήματος NTSC είναι η εξής : αν και τα δυο συστήματα χρησιμοποιούν την τεταρτομοριακή διαμόρφωση, στο σύστημα PAL η φάση της χρωμοφέρουσας του σήματος V μεταβάλλεται από γραμμή σε γραμμή κατά 180° . Εξάλλου σε αυτό το λόγο οφείλεται και η ονομασία PAL (Phase Alternation by Line = μεταλλαγή φάσης από γραμμή σε γραμμή).

Το βασικό μειονέκτημα του συστήματος NTSC είναι ότι τα σφάλματα φάσεως που υπάρχουν μεταξύ του ταλαντωτή (χρώματος) του πομπού και του δέκτη, προκαλούν αλλαγές στη χροιά του εκπεμπόμενου χρώματος. Αυτή η διαφορά φάσεως μπορεί να οφείλεται και σε παραμόρφωση που εισάγει το σύστημα εκπομπής και μετάδοσης.



Εκπομπή του χρώματος S1 στη γραμμή "η"



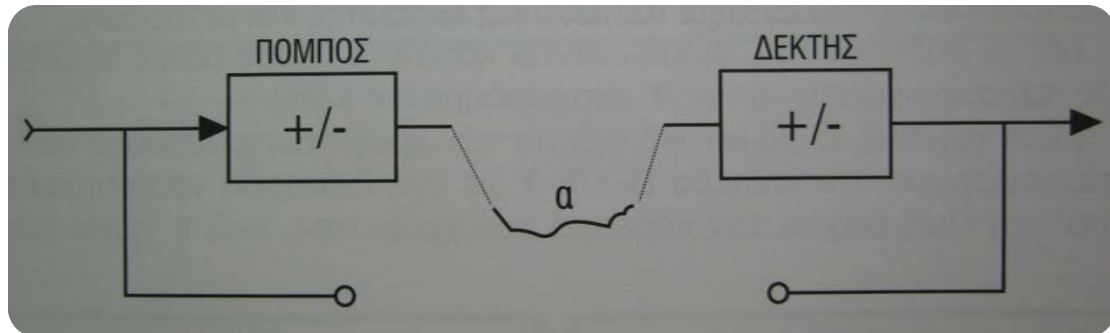
Εκπομπή χρώματος S1 στη γραμμή "η+1" [14]

Με το σύστημα PAL διορθώνονται κατά ένα μέρος αυτές οι φασικές παραμορφώσεις. Είναι γνωστό ότι στο οπτικό φάσμα των χρωμάτων μπορούμε να το απεικονίσουμε στο επίπεδο B-Y/R-Y με ένα διάνυσμα του οποίου η απόλυτη τιμή

δείχνει τον κορεσμό του χρώματος, ενώ η γωνία που σχηματίζει με τον άξονα B-Y δείχνει το συγκεκριμένο χρώμα.

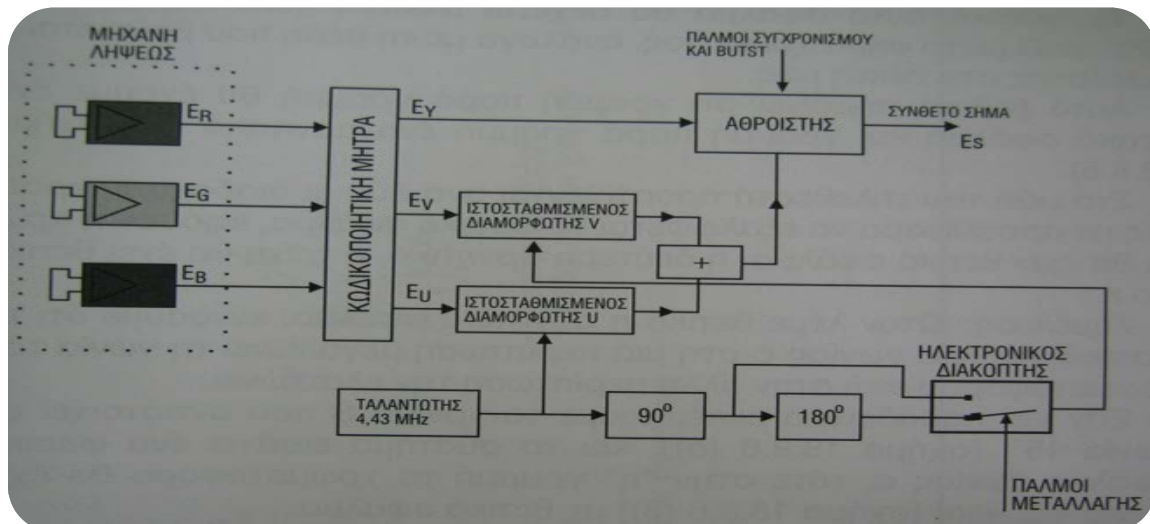
Στο PAL σύστημα, πριν από τη διαμόρφωση του σήματος V, υπάρχει ένας διακόπτης που αλλάζει την πολικότητα του σήματος διαμόρφωσης V κατά 180° γραμμή παρά γραμμή. Ευνόητο λοιπόν είναι ότι τα χρώματα θα αλλάζουν λόγω της φασικής αυτής διαφοράς των 180° .

Εάν τοποθετήσουμε ένα παρόμοιο «διακόπτη» στο δέκτη μας ο οποίος θα ανοιγοκλείνει σε συγχρονισμό με εκείνου του πομπού, τότε εκεί που ο πομπός εκπέμπει το σήμα $-V$ ο δέκτης το αντιστρέφει κατά 180° δημιουργώντας έτσι το V, αναπαράγοντας έτσι το σωστό χρώμα.

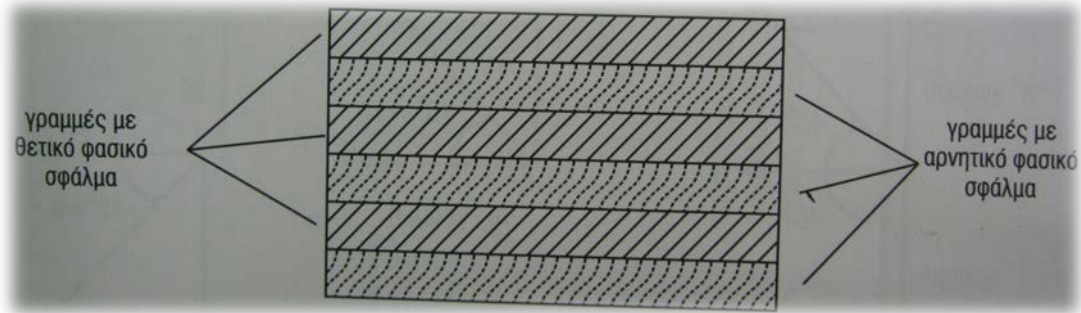


Συγχρονισμός πομπού και δέκτη[14]

Το σύστημα PAL δηλαδή είναι παρόμοιο με εκείνο του NTSC μόνο που τώρα έχει προστεθεί ο διακόπτης ο οποίος αλλάζει τη φάση του σήματος V. Στην πράξη δεν αλλάζουμε άμεσα την φάση του σήματος αλλά αλλάζουμε τη φάση κατά 180° του υποφέροντος χρώματος, που αυτό το υποφέρον, προηγείται κατά 90° σε σχέση με εκείνο του υποφέροντος που διαμορφώνεται από το σήμα U.



Διάγραμμα βαθμίδων κωδικοποιητή PAL[13]



Γραμμές με φασικό σφάλμα[13]

Ο κωδικοποιητής PAL μοιάζει με εκείνον του συστήματος NTSC μόνο που τώρα ο ισοσταθμισμένος διαμορφωτής για το V οδηγείται από το υποφέρον σήμα του οποίου η φάση αλλάζει από 90° σε 270° ($90^\circ + 180^\circ = 270^\circ$) γραμμή παρά γραμμή.

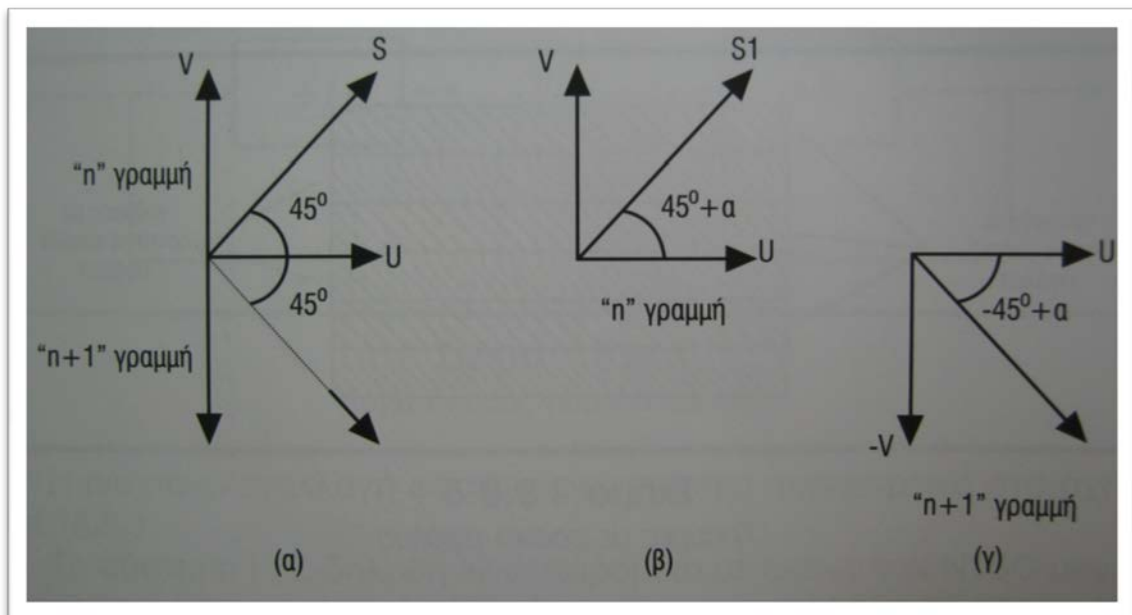
Το φασικό αυτό σφάλμα θα δέχεται αλλαγή πολικότητας κατά 180° , μαζί με το σήμα χρώματος, ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται ο διακόπτης στο δέκτη μας. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι η γραμμή παρά γραμμή θα έχουμε ένα θετικό σφάλμα και γραμμή παρά γραμμή ένα αρνητικό.

Στο μάτι του τηλεθεατή προστίθεται ανά δύο οι διαδοχικές γραμμές με αποτέλεσμα να εξαλείφεται το φασικό σφάλμα, εφόσον η πρώτη θα έχει θετικό σφάλμα, η δεύτερη αρνητικό, η τρίτη θα έχει θετικό κ.ο.κ.

Σημείωση: Όταν λέμε θετικό ή αρνητικό σφάλμα, εννοούμε ότι το φασικό σφάλμα γωνίας α στη μια περίπτωση μεγαλώνει τη γωνία του χρωματοφόρου ενώ στην άλλη περίπτωση την ελαττώνει.

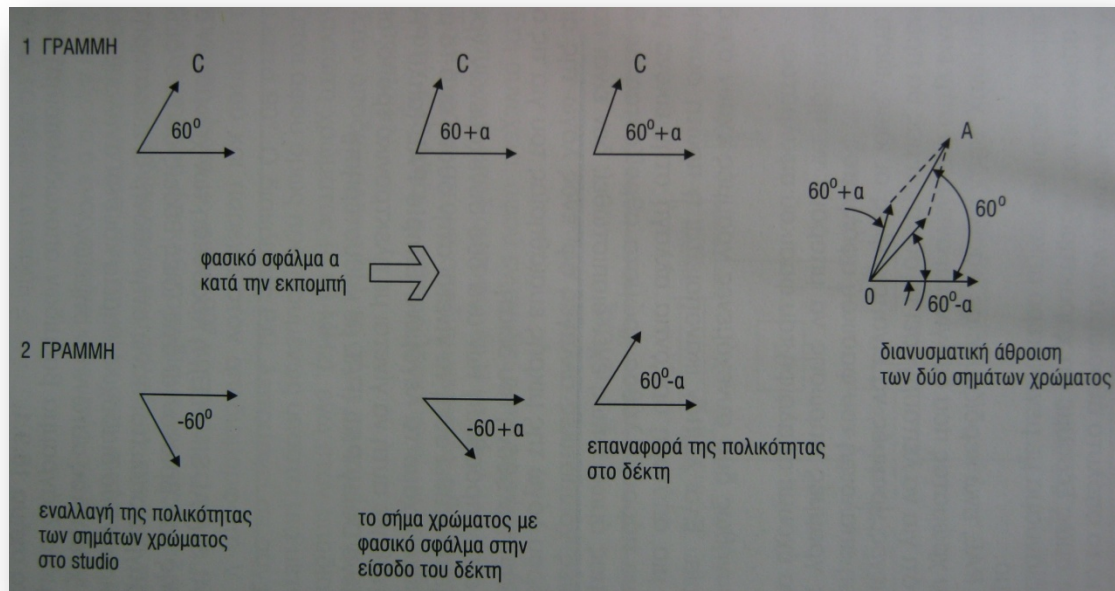
Εάν για παράδειγμα εκτέμουμε το χρώμα S που αντιστοιχεί σε γωνία 45° , και το σύστημα εισάγει ένα φασικό σφάλμα γωνίας α , τότε στην “η” γραμμή το χρωματοφόρο θα έχει γωνία $45^\circ + \alpha$, με θετικό σφάλμα.

Στην επόμενη γραμμή, την “η+1”, θα είναι $-45^\circ + \alpha$, με αρνητικό σφάλμα.



Εισαγωγή φασικού σφάλματος κατά την εκπομπή[5]

Το τελικό αποτέλεσμα της άθροισης των διανυσμάτων με τα φασικά σφάλματα είναι ένα διάνυσμα OA , το οποίο έχει την ίδια γωνία με το αρχικά εκπεμπόμενο (60°) και άρα εκφράζει το ίδιο χρώμα.



Διάγραμμα βαθμίδων αποκωδικοποιητή PAL S[8]

Το μέγεθος του όμως είναι διαφορετικό και είναι λίγο μεγαλύτερο σε απόλυτη τιμή από το απόλυτο άθροισμα των διανυσμάτων των δύο γραμμών. Το μήκος όμως ξέρουμε ότι χαρακτηρίζει τον κορεσμό του χρώματος και άρα διάνυσμα με μεγαλύτερο μήκος σημαίνει χρώμα με μεγαλύτερο κορεσμό.

Άρα λοιπόν στο PAL, ενώ κερδίζουμε σε φασικά λάθη, χάνουμε το σωστό κορεσμό του χρώματος που δεν γίνεται αντιληπτό στην εικόνα. Είναι προφανές ότι για να λειτουργήσει το σύστημά μας θα πρέπει:

Οι δύο συνεχόμενες γραμμές να είναι ακριβώς οι ίδιες, ώστε να έχουμε μια πλήρη απαλοιφή του φασικού σφάλματος.

Οι συνεχόμενες γραμμές σάρωσης να μπορούν να προστεθούν ανά δύο, ώστε να έχουμε απαλοιφή του φασικού σφάλματος.

Σε μια εικόνα συνήθως δύο συνεχόμενες γραμμές έχουν σχεδόν την ίδια πληροφορία. Έτσι λοιπόν ικανοποιείται η πρώτη συνθήκη. Εάν όμως έχουμε μια απόλυτη οριζόντια αλλαγή στην εικόνα μας, τότε είναι φυσικό να πάρουμε λάθος χρώματα αθροίζοντας τις δύο γραμμές. Το μάτι όμως, δεν είναι πολύ ευαίσθητο σε τέτοιες χρωματικές αλλαγές αφ' ενός λόγω της απόστασης και αφ' ετέρου λόγω της μικρής ευαισθησίας του για τις οριζόντιες πληροφορίες στην οθόνη του δέκτη.[5][6][8][14][23][25][32]

2.5 Ο Φονέας Χρώματος (Colour Killer)

Όταν γίνεται ασπρόμαυρη λήψη ενός ασπρόμαυρου προγράμματος από ένα έγχρωμο δέκτη και λειτουργεί ο αποκωδικοποιητής decoder του δέκτη, τότε επάνω στην οθόνη εμφανίζονται στίγματα τυχαίων αποχρώσεων που χαλούν την καθαρότητα της εικόνας.

Η ύπαρξη αυτών των στιγμάτων μπορεί να οφείλεται στο ότι ο αποκωδικοποιητής δέχεται συχνότητες του σήματος φωτεινότητας γύρω από τους 4.43 MHz. Αυτές λαμβάνονται από τον decoder ως χρωματική πληροφορία και δημιουργούν συνεπώς αυτά τα στίγματα στην οθόνη.

Για να αποφύγουμε το πιο πάνω πρόβλημα, πρέπει να απομονώσουμε τους αποδιαμορφωτές, ώστε να μην δέχονται σήμα κατά την διάρκεια της λήψης ασπρόμαυρου προγράμματος. Αυτό ακριβώς το σκοπό έχει η ύπαρξη της βαθμίδας του φονέα χρώματος.

Ο φονέας χρώματος αποκόπτει το δεύτερο ενισχυτή χρωματοφόρου, νεκρώνοντας έτσι όλες τις υπόλοιπες βαθμίδες όταν το λαμβανόμενο πρόγραμμα είναι ασπρόμαυρο.

Στην ουσία η βαθμίδα του φονέα χρώματος είναι μια ανορθωτική βαθμίδα η οποία λαμβάνει ως σήμα το σήμα αναγνώρισης ή το σήμα burst, το οποίο εν συνεχεία ανορθώνεται. Αυτή η τάση είναι που πολώνει το δεύτερο ενισχυτή χρωματοφόρου ώστε αυτός να άγει.

Εάν γίνεται λήψη ασπρόμαυρου προγράμματος, όπου φυσικά απουσιάζει το burst, τότε η συνεχής τάση στην έξοδο του φονέα χρώματος μηδενίζεται και συνεπώς ο δεύτερος ενισχυτής χρωματοφόρου δεν άγει. Έτσι λοιπόν καταφέρνουμε να πετύχουμε καθαρότητα στην ασπρόμαυρη εικόνα.[2][14][16]

2.6 Το Σύστημα SECAM

Το σύστημα SECAM διαφέρει από τα άλλα συστήματα NTSC PAL, κυρίως ως προς τον τρόπο εκπομπής των χρωμοδιαφορών (B-Y και R-Y) .

Ενώ στα συστήματα NTSC και PAL τα σήματα χρωμοδιαφοράς εκπέμπονται ταυτόχρονα μαζί με το σήμα φωτεινότητας, στο SECAM κατά τη διάρκεια μίας γραμμής εκπέμπεται μόνο το σήμα R-Y, ενώ στη διάρκεια της επόμενης γραμμής το σήμα B-Y.

Μια άλλη διαφορά είναι ότι στο σύστημα SECAM για την εκπομπή των χρωμοδιαφορών χρησιμοποιούνται δύο χρωμοφέρουσες, οι οποίες διαμορφώνονται κατά συχνότητα.

Με τη χρησιμοποίηση διαμόρφωσης κατά συχνότητα, το πρόβλημα των φασικών παραμορφώσεων που είχαμε στο NTSC στο PAL, εξουδετερώνεται εφόσον τώρα η πληροφορία μεταφέρεται ως αλλαγή στη συχνότητα του χρωμοφέροντος.

Το σύστημα SECAM από τότε που εμφανίστηκε έχει περάσει από διάφορες φάσεις μέχρι που καθιερώθηκε το γνωστό ως σύστημα SECAM III.

Στην Ελλάδα έχει καθιερωθεί μια παραλλαγή αυτού του συστήματος γνωστή σαν SECAM IIIb.

Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο βρίσκεται στον τρόπο εκπομπής του σήματος αναγνώρισης. Στο σύστημα SECAM III το σήμα αναγνώρισης εκπέμπεται

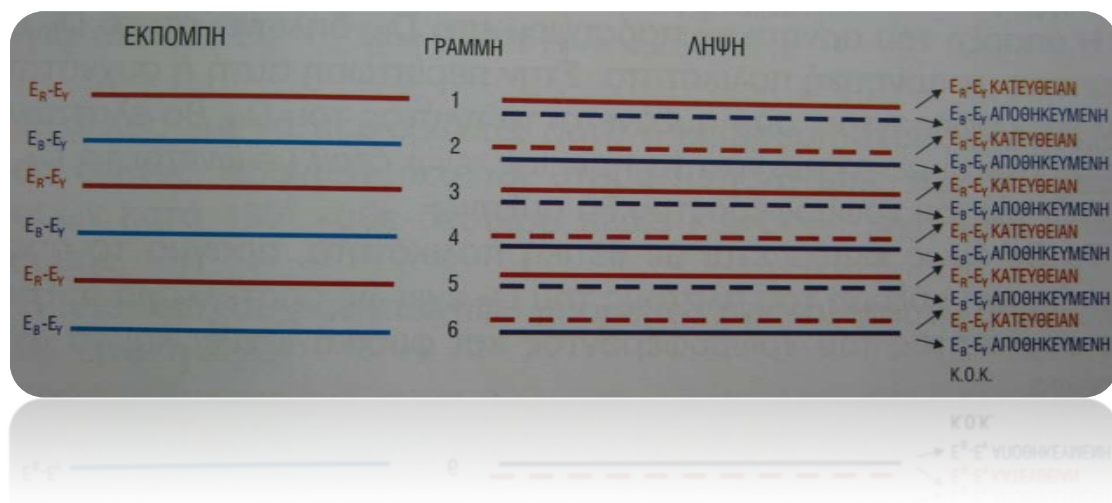
κατά την περίοδο του κατακόρυφου συγχρονισμού και γι' αυτό ακριβώς το λόγο είναι γνωστό ως κατακόρυφο σύστημα.

Στο SECAM IIIb το σήμα αναγνώρισης εκπέμπεται σε κάθε οριζόντια γραμμή και γι' αυτό ακριβώς το λόγο είναι γνωστό και ως οριζόντιο σύστημα.

Η Βασική Αρχή Λειτουργίας Του Συστήματος SECAM

Στο σύστημα SECAM δεν εκπέμπουμε ταυτόχρονα τα σήματα χρωμοδιαφοράς ($E_R - E_Y$, $E_B - E_Y$), αλλά σε κάθε γραμμή εκπέμπουμε ένα από αυτά.

Έτσι, εάν στη πρώτη γραμμή εκπέμπεται το $E_R - E_Y$, στη δεύτερη γραμμή θα εκπέμπεται το $E_B - E_Y$ κ.ο.κ.



Εκπομπή και λήψη χρωματικών πληροφοριών διαδοχικών γραμμών[5]

Στο δέκτη όμως για τον καθορισμό του χρώματος μιας γραμμής, απαιτείται η ταυτόχρονη παρουσία και των δύο ποιο πάνω χρωμοδιαφορών. Δεδομένου ότι κάθε σημείο μιας γραμμής με το αντίστοιχο της προηγούμενης έχουν τον ίδιο περίπου χρωματισμό, μπορούμε να λάβουμε σε μια γραμμή τη χρωμοδιαφορά που της λείπει από την προηγούμενη γραμμή.

Στο δέκτη λοιπόν απαιτείται η ύπαρξη ενός στοιχείου μνήμης, το οποίο θα αποθηκεύει τη χρωμοδιαφορά της προηγούμενης γραμμής “η” και θα την παρέχει στη γραμμή που σαρώνεται, την “η+1”.

Εάν η γραμμή “η” φέρει την πληροφορία του R-Y, η γραμμή “η+1” θα φέρει την πληροφορία του B-Y και έτσι λοιπόν η αντίστοιχη χρονική σύνθεσή τους ανά σημείο που θα γίνεται ταυτόχρονα, θα καθορίζει και το χρώμα των στοιχείων της γραμμής “η+1”.

Το στοιχείο μνήμης είναι μια γραμμή καθυστέρησης 64μs, όση δηλαδή και η περίοδος μιας γραμμής.

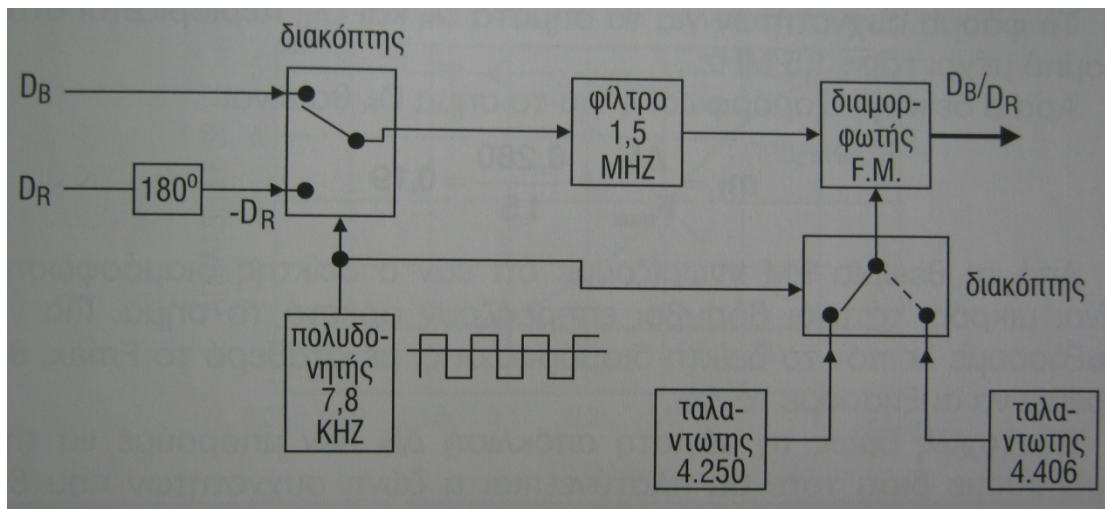
Για να εξασφαλίσουμε καλύτερες συνθήκες μεταφοράς των σημάτων χρωμοδιαφοράς κατά τη διαμόρφωση συχνότητας δε διαμορφώνουμε απευθείας τα χρωμοφέροντα με τα σήματα $E_R - E_Y$ και $E_B - E_Y$, αλλά με τα σήματα D_R και D_B , που δίνονται από τις σχέσεις :

$$D_R = -1.9 * (E_R - E_Y)$$

$$D_B = 1.5 * (E_B - E_Y)$$

Η ύπαρξη του αρνητικού πρόσημου στο D_R δηλώνει ότι το D_R εκπέμπεται με αρνητική πολικότητα. Στην περίπτωση αυτή η συχνότητα του χρωμοφέροντος, όσο αυξάνεται το πλάτος του D_R , θα ελαττώνεται σε σχέση με τη συχνότητα ηρεμίας, ενώ όταν μειώνεται το D_R , η συχνότητα του χρωμοφέροντος θα αυξάνει.

Το D_B όμως εκπέμπεται με θετική πολικότητα, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι αύξηση του πλάτους D_B έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της συχνότητας του χρωμοφέροντος και φυσικά ισχύει και το αντίστροφο.



Διάγραμμα βαθμίδων διαδοχικής εκπομπής D_R και D_B [8]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

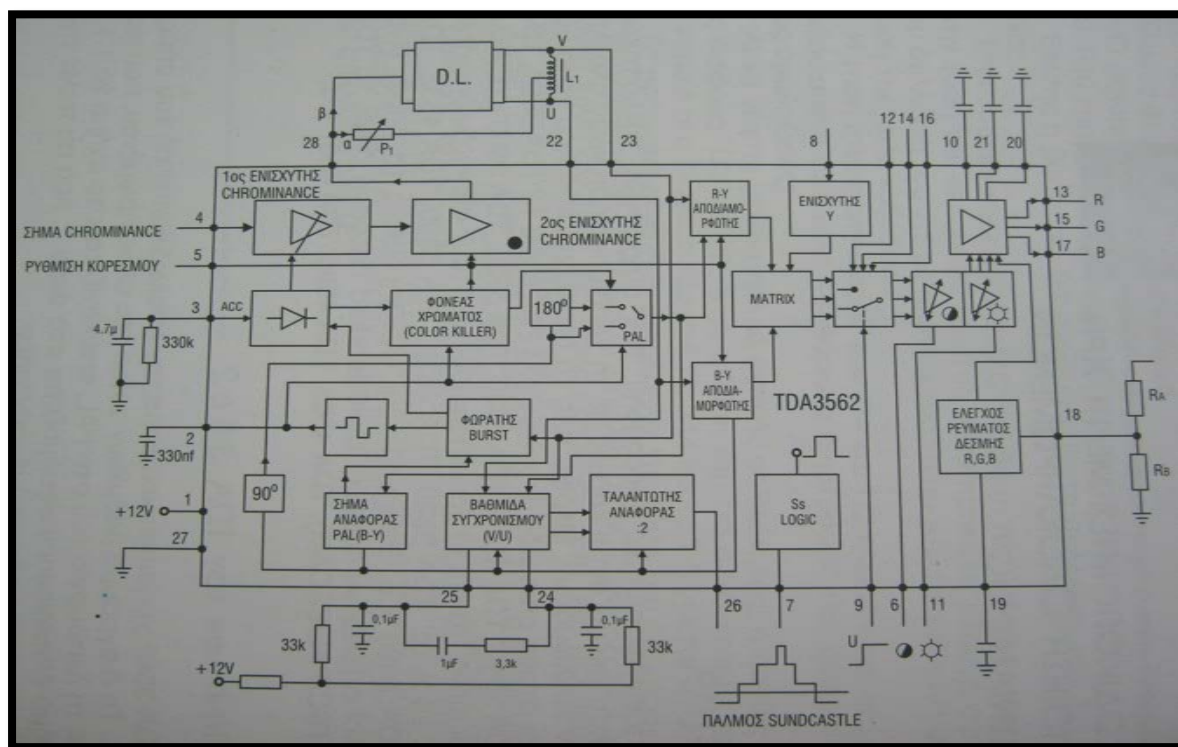
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΗΜΑΤΟΣ SECAM ΣΕ PAL SECAM / PAL DECODER

Οι αποκωδικοποιητές (decoders) των συγχρόνων τηλεοπτικών δεκτών κατασκευάζονται κυρίως με τη χρησιμοποίηση νέων ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Μερικά από τα ολοκληρωμένα που χρησιμοποιούνται στους αποκωδικοποιητές του PAL είναι: τα TDA 3560, TDA 3562, TDA 3510, TDA 4510, TDA 3300, TDA 5620, TDA 3560 κ. α. Άλλα ολοκληρωμένα, τα οποία χρησιμοποιούνται στους αποκωδικοποιητές SECAM, είναι τα: TDA 3520, TDA 4530, TDA 3590, TDA 4532, TDA 5630, TDA 8490 κ. α. Υπάρχουν και ολοκληρωμένα τα οποία είναι πολλαπλοί αποκωδικοποιητές (multistandard decoder) όπως τα TDA 4550 (NTSC/PAL/SECAM), TDA 4555, TDA 4556, TDA 4557 κ. α.

3.1 Περιγραφή Του TDA 3562

Το TDA 3562 χρησιμοποιείται για την αποκωδικοποίηση του σήματος PAL. Το σήμα chrominance εφαρμόζεται στο άκρο 4, που αποτελεί την είσοδο του πρώτου ενισχυτή chrominance.

Η απολαβή αυτού του ενισχυτή ελέγχεται από τη βαθμίδα A. C. C. (Automatic Colour Control) που σκοπό έχει να διατηρήσει σταθερό τον κορεσμό των χρωμάτων στην οθόνη άσχετα από τις μεταβολές του επιπέδου του σήματος chrominance.



Διάγραμμα βαθμίδων του IC TDA 3562[35]

Εν συνεχεία το σήμα chrominance οδηγείται σε ένα δεύτερο ενισχυτή, του οποίου η λειτουργία ελέγχεται από τη βαθμίδα του φορέα χρώματος (color killer).

Εάν γίνεται λήψη ασπρόμαυρου προγράμματος, τότε κατά την περίοδο της ενεργούς σάρωσης των γραμμών ο φορέας χρώματος αποκόπτει το δεύτερο ενισχυτή chrominance, αναχαιτίζοντας τη λειτουργία του decoder και απομακρύνει έτσι τον "έγχρωμο" θόρυβο από την εικόνα.

Κατά την περίοδο της επιστροφής της δέσμης, ο δεύτερος ενισχυτής chrominance άγει και αυτό γίνεται για να διαπιστωθεί εάν γίνεται λήψη έγχρωμου προγράμματος (παρουσία σήματος burst), οπότε πλέον ο color killer δε θα αποκόψει τον ενισχυτή αυτόν κατά την περίοδο της ενεργούς σάρωσης.

Από το άκρο 28 το σήμα chrominance ακολουθεί δυο διαδρομές. Ένα μέρος του (διαδρομή Β) οδηγείται στη γραμμή καθυστέρησης 64μs . Στην έξοδο της γραμμής αυτής συνδέεται το πηνίο L1, στη μεσαία λήψη του οποίου εφαρμόζεται και το απευθείας σήμα chrominance (που ακολουθεί τη διαδρομή α) μέσω του ποτενσιομέτρου P1.

Στα άκρα του πηνίου αυτού όπως έχουμε αναφέρει και στον decoder PAL με διακριτά στοιχεία εμφανίζονται τα διαμορφωμένα σήματα V και U, τα οποία οδηγούνται στα άκρα 23 κ 22 αντίστοιχα.

Επειδή η γραμμή καθυστέρησης εξασθενεί το σήμα με το P1 ρυθμίζουμε το πλάτος του απευθείας σήματος ώστε να γίνει ίσο με εκείνο του καθυστερημένου.

Τα Δημαρά V και U διαμέσου των ακροδεκτών 23 και 22 οδηγούνται στους σύγχρονους αποδιαμορφωτές R-Y και B-Y αντίστοιχα.

Στους αποδιαμορφωτές όμως οδηγείται και το σήμα του ταλαντωτή αναφοράς, αφού όμως περάσει προηγουμένως μέσα από ένα κύκλωμα διαίρεσης δια δυο ($8.86/2=4.43$ MHz).

Το σήμα αυτό 4.43 MHz οδηγείται απευθείας στον αποδιαμορφωτή B-Y, ενώ στον R-Y οδηγείται αφού προηγουμένως υποστεί μια καθυστέρηση φάσης 270 μοίρες, άρα η φάση του είναι 90 μοίρες, και εν συνεχεία μια εναλλαγή φάσης 180 μοιρών, γραμμή παρά γραμμή από τον διακόπτη PAL. Ο ταλαντωτής αναφοράς λειτουργεί με μια φάση ίδια με εκείνου του σήματος U, δηλαδή 0 μοιρών.

Ο συγχρονισμός πραγματοποιείται από τη βαθμίδα συγχρονισμού, η οποία δέχεται τόσο το σήμα του ταλαντωτή όσο και το σήμα που φθάνει στα άκρα 22 και 23, κατά τη διάρκεια μόνο που λαμβάνεται το σήμα burst. Το σήμα burst, όπως έχουμε αναφέρει, εκπέμπεται στη μια γραμμή με μια φάση 135 μοιρών, ενώ στην επόμενη γραμμή εκπέμπεται με μια φάση 225 μοιρών. Έτσι λοιπόν στο σημείο U όπου πραγματοποιείται η πρόσθεση του απευθείας και του καθυστερημένου σήματος, το σήμα burst θα εμφανίζεται με μια φάση των 180 μοιρών, ενώ στο άκρο V όπου έχουμε την αφαίρεση του απευθείας και του καθυστερημένου σήματος, το burst θα εμφανίζεται στη μια γραμμή με μια φάση 90 μοιρών ενώ στην επόμενη γραμμή με μια φάση -90 μοίρες.

ΓΡΑΜΜΗ	ΦΑΣΗ ΣΗΜΑΤΟΣ BURST	ΦΑΣΗ ΤΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ BURST ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΗΣ D.L.	ΦΑΣΗ ΤΟΥ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΣΗΜΑΤΟΣ BURST	ΦΑΣΗ ΣΤΟ U (ΓΙΑ ΤΟ BURST)	ΦΑΣΗ ΣΤΟ V (ΓΙΑ ΤΟ BURST)
η	135°	225°	135°	180°	-90°
η+1	225°	135°	225°	180°	90°
η+2	135°	225°	135°	180°	-90°
η+3	225°	135°	225°	180°	90°
η+4	135°	225°	135°	180°	-90°
η+5	225°	135°	225°	180°	90°

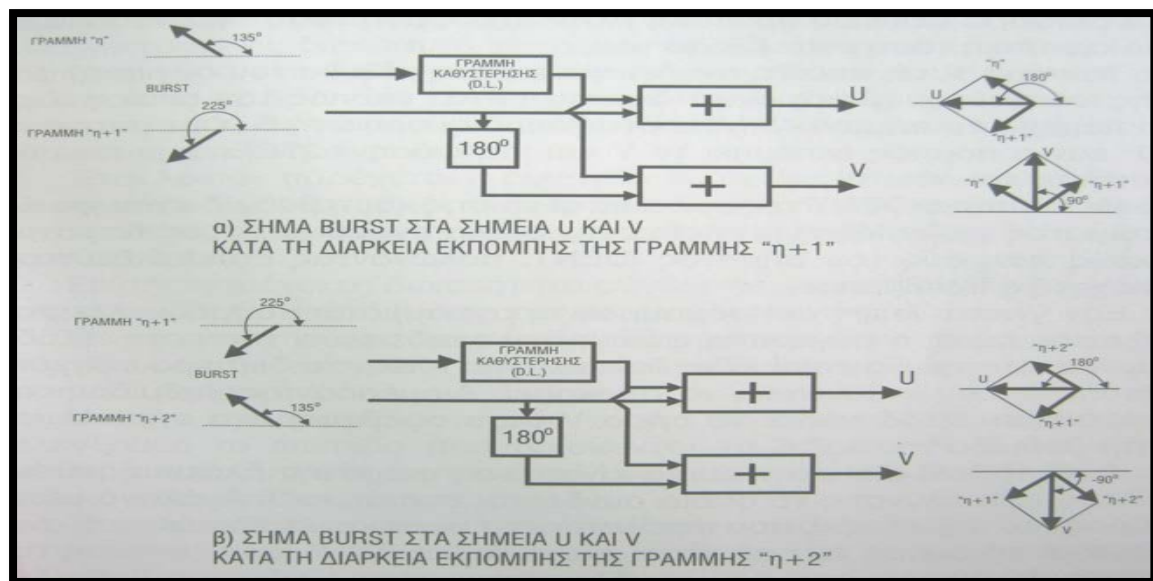
Η βαθμίδα συγχρονισμού, που δέχεται από τα άκρα 22 και 23 τα σήματα U και V που αντιστοιχούν μόνο στο σήμα burst, συγκρίνει τη φάση του σήματος U (που αντιστοιχεί στο burst) με εκείνη του ταλαντωτή αναφοράς.

Εάν η διαφορά στη φάση τους είναι 180 μοίρες τότε η βαθμίδα συγχρονισμού δεν αναδεικνύει καμία διορθωτική τάση. Εάν όμως οι φάσεις τους διαφέρουν, τότε αναδεικνύει την κατάλληλη τάση η οποία οδηγείται στον ταλαντωτή αναφοράς προκειμένου να του διορθώσει έτσι την φάση.

Η ισοροπία επέρχεται λοιπόν όταν ο ταλαντωτής δουλεύει με μια φάση 0 μοιρών (φάση του σήματος B-Y).

Η λειτουργία του διακόπτη PAL καθώς επίσης και του φονέα χρώματος ελέγχεται από το σήμα IDENT που εμφανίζεται στο άκρο 2 του TDA 3562.

Το σήμα IDENT παράγεται από το φωρατή του σήματος burst, ο οποίος στην ουσία είναι ένας συγκριτής φάσης. Στο φωρατή burst οδηγείται το σήμα V (που οφείλεται στο σήμα burst) που εφαρμόζεται στο άκρο 23, καθώς επίσης και το σήμα αναφοράς 4.43 MHz από τον ταλαντωτή αναφοράς.



Ανάδειξη των σημάτων V και U με τη βοήθεια του σήματος Burst[40]

Το σήμα V, οφείλεται στο burst όπως έχουμε αναφέρει εμφανίζεται με μία φάση 90° .

Εάν ο πομπός εκπέμπει το σήμα V (φυσικά μαζί με το U), οπότε το burst έχει μια φάση 135° , το σήμα V που οφείλεται στην ύπαρξη του σήματος burst θα έχει τότε μια φάση -90° .

Το αντίστροφο συμβαίνει στην περίπτωση που ο πομπός εκπέμπει την επόμενη γραμμή (το $-V$, φυσικά και το U), οπότε το σήμα burst έχει μια φάση 225° . Τώρα το σήμα V, που οφείλεται στην ύπαρξη του σήματος burst, έχει μια φάση 90° .

Η φάση του σήματος V, που αναδεικνύεται από το σήμα burst της παρούσας και της προηγούμενης γραμμής, συγκρίνεται με το (σταθερό σήμα 4,43 MHz με φάση 0°) που παρέχεται από το ταλαντωτή αναφοράς, στη βαθμίδα του φωρατή burst.

Έτσι λοιπόν στη μια γραμμή ο συγκριτής φάσης, που περιέχεται σε αυτή τη βαθμίδα, θα διαπιστώνει μια διαφορά στη φάση των δύο σημάτων θετική (το V έχει φάση 90°) οπότε θα αναδεικνύει μια θετική τάση στην έξοδο του, ενώ στην επόμενη γραμμή που θα διαπιστώνει μια διαφορά φάσεως αρνητική (το V έχει φάση -90°) θα αναδεικνύει μια αρνητική τάση στην έξοδο του.

Το σήμα αυτό, που θα αναδεικνύεται στην έξοδο του συγκριτή φάσης, οδηγεί τον ηλεκτρονικό διακόπτη PAL, σκοπός του οποίου είναι να παρέχει το σήμα 4.43 MHz στον αποδιαμορφωτή R-Y με μια φάση 90° εάν ο πομπός εκπέμπει το V και μια φάση $+270^\circ$ εάν ο πομπός εκπέμπει το $-V$.

Με το σήμα IDENT τροφοδοτείται επίσης και η βαθμίδα του φονέα χρώματος (color killer) η οποία στην ουσία ανορθώνει τους τετραγωνικούς παλμούς του σήματος IDENT, πολώνοντας έτσι το δεύτερο ενισχυτή chrominance.

Εάν η λήψη ασπρόμαυρου προγράμματος, σημάδι έλλειψης σήματος burst, ο συγκριτής φάσης δεν αναδεικνύει τάση στην έξοδο του και συνεπώς ο color killer δεν πολώνει πλέον το δεύτερο ενισχυτή chrominance με συνέπεια να αποκοπεί. Διαμέσου της βαθμίδας του φωρατή burst οδηγείται το σήμα V (που οφείλεται στο σήμα burst) στην βαθμίδα του A.C.C.

Αυτή η βαθμίδα στην ουσία είναι ένας φωρατής πλάτους με ένα φίλτρο εξομάλυνσης το οποίο συνδέεται στο άκρο 3. Ανάλογα με το εύρος του σήματος V, που οφείλεται στο burst και κατ' επέκταση ανάλογα με το εύρος του σήματος burst, καθορίζεται και η στάθμη της συνεχούς συνιστώσας που αναδεικνύεται στην έξοδο της βαθμίδας A.C.C η οποία ρυθμίζει την πόλωση άρα και την απολαβή του πρώτου και δεύτερου ενισχυτή chrominance.

Όσο μεγαλύτερο σήμα burst έχουμε τόσο μειώνεται η απολαβή των ενισχυτών αυτών, φυσικά και το αντίθετο.

Η λήψη μόνο του σήματος V που οφείλεται στο σήμα burst, από το φωρατή burst και τη βαθμίδα συγχρονισμού καθώς επίσης και η αναχαίτιση του φονέα χρώματος κατά το χρόνο επιστροφής της δέσμης (αγωγή του δεύτερου ενισχυτή chrominance) ελέγχεται από τη βαθμίδα logic η οποία δέχεται στην είσοδό της στο άκρο 7, τους παλμούς SANDCASTLE.

Η κορυφή αυτών των παλμών συμπίπτει με την εκπομπή του σήματος burst. Οι παλμοί SANDCASTLE παράγονται στο δέκτη από ολοκληρωμένα κυκλώματα, συνήθως από αυτά που χρησιμοποιούνται για το συγχρονισμό του δέκτη. Τα σήματα R-Y και B-Y, που αναδεικνύονται από τις εξόδους των αντίστοιχων αποδιαμορφωτών, οδηγούνται σε μία μήτρα όπου οδηγείται και το σήμα φωτεινότητας Y, που εφαρμόζεται στο άκρο 8 του TDA 3562.

Στην έξοδο αυτής της μήτρας αναδεικνύονται τα σήματα R, G και B, τα οποία αφού διέλθουν από ένα ηλεκτρονικό διακόπτη στη συνέχεια ενισχύονται και εμφανίζονται στα άκρα 13, 15 και 17 αντίστοιχα.

Ο ηλεκτρονικός διακόπτης επιτρέπει τη διέλευση των σημάτων, R, G, B προς τους ενισχυτές μόνο όταν η τάση στο άκρο 9 έχει μια τιμή γύρω στα +25 V. Εάν η τάση στο άκρο 9 είναι μηδενική τότε δεν επιτρέπεται η διέλευση των σημάτων R, G, B προς τους ενισχυτές και συνεπώς η οθόνη είναι μαύρη.

Έτσι λοιπόν παρέχεται η δυνατότητα σε περίπτωση που ο δέκτης «ανιχνεύει» έναν σταθμό, για να μην υπάρχει το ενοχλητικό «χιόνι» στην οθόνη, αυτή να παραμένει μαυρισμένη μέχρι να βρεθεί το σήμα του σταθμού.

Επίσης παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης μέσω SCART εξωτερικών σημάτων R, G, B από βίντεο player, camera κ.λπ.

Με τη συνεχή τάση που εφαρμόζουμε στο άκρο 6, μπορούμε να ελέγξουμε την ενίσχυση των σημάτων R, G, B και συνεπώς το contrast της εικόνας.

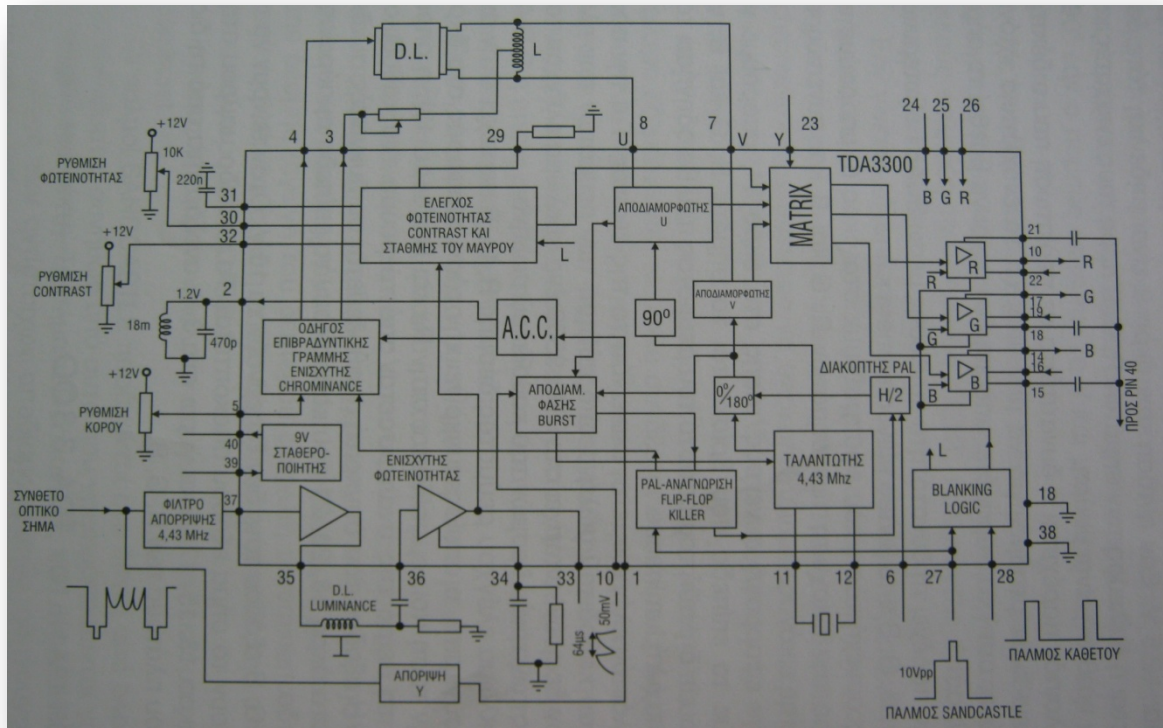
Με την εφαρμογή συνεχούς τάσης στο άκρο 11, μπορούμε να ελέγξουμε το επίπεδο που βρίσκονται τα σήματα R, G, και B, να καθορίσουμε δηλαδή το ποσοστό του ρεύματος που θα οδηγήσει τον τελικό ενισχυτή luminance.

Έτσι λοιπόν ελέγχουμε τη φωτεινότητα της εικόνας. Για τη προστασία του καθοδικού σωλήνα από αύξηση των ρευμάτων των ηλεκτρονικών δεσμών, υπάρχει στο TDA 3562 ένα κύκλωμα ελέγχου του ρεύματος των τριών δεσμών του καθοδικού σωλήνα.

Το κύκλωμα ελέγχου ρεύματος δέσμης R, G, B περιέχει στην ουσία ένα συγκριτή, ο οποίος συγκρίνει την τάση αναφοράς στο άκρο 19 με την τάση που εμφανίζεται στην R_B και R_A (άκρο 18), η οποία τάση με τη σειρά της αναπτύσσεται από το ρεύμα του καθοδικού σωλήνα. Η έξοδος του συγκριτή αποθηκεύεται σε πυκνωτές συνδεδεμένους στα άκρα 10, 20, 21 που καθορίζουν το επίπεδο αμαύρωσης. Τα R, G, B εξόδου τότε δεν ξεπερνούν τα 10 V. Όταν τείνουν να τα ξεπεράσουν το σήμα εξόδου αποκόπτεται. το επίπεδο μαύρου στην έξοδο, άκρα 13, 15, 17 είναι γύρω στα 3 V, ανεξάρτητα από τη διασπορά του πλάτους των R, G, B.[2][13][14][23][35][40]

3.2 Περιγραφή Του TDA 3300

Το TDA3300, όπως και το TDA 3562, χρησιμοποιείται για την αποκωδικοποίηση του σήματος PAL.



Διάγραμμα βαθμίδων του IC 3300[13]

Η βασική δομή λειτουργίας του είναι σχεδόν όμοια με το decoder PAL, που έχουμε ήδη μελετήσει, γι' αυτό δε θα επεκταθούμε σε μια λεπτομερειακή εξήγηση της λειτουργίας του.

Το σύνθετο οπτικό σήμα, αφού διέλθει από ένα φίλτρο απόρριψης των 4,43 MHz, (υποφέρων χρώματος) εφαρμόζεται στο άκρο 37.

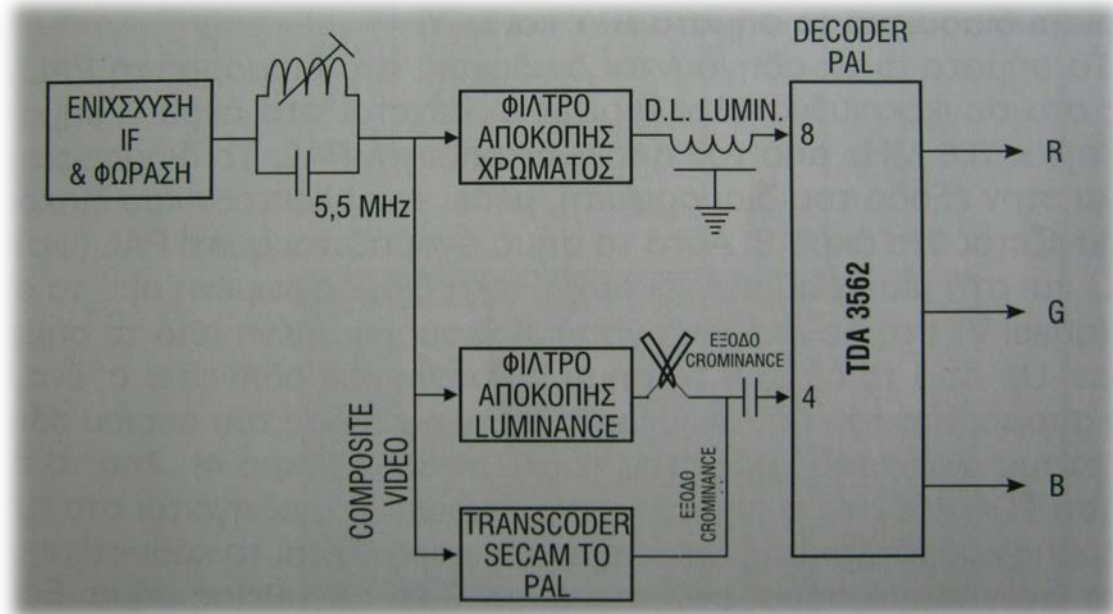
Στο άκρο 1 εφαρμόζεται το σήμα chrominance που λαμβάνεται από το σύνθετο οπτικό σήμα με τη βοήθεια ενός φίλτρου διέλευσης ζώνης συντονισμένου στους 4,43 MHz.

Τα σήματα R, G, B αναδεικνύονται στα άκρα 20,17 και 14 αντίστοιχα. Στα άκρα 22, 19 και 16 καταλήγουν στους ενισχυτές R, G και B εφαρμόζονται αντίστοιχα οι επιστροφές των σημάτων από τους τελικούς ενισχυτές, παρέχοντας έτσι μια αυτόματη ρύθμιση της στάθμης του λευκού.

Η ρύθμιση της φωτεινότητας επιτυγχάνεται με τη μεταβολή της DC τάσης στο ποδαράκι 30. Αυτή η μεταβολή DC είναι από 0 έως 6 Volt.

Αξίζει ακόμη να αναφέρουμε ότι η στάθμη του μαύρου εξαρτάται από τον παλμό SANDCASTLE που φορτίζει τον πυκνωτή στο άκρο 31. Εάν από βλάβη του ταλαντωτή καθέτου δεν έρχονται παλμοί στο άκρο 28, τότε στην οθόνη δεν εμφανίζεται οριζόντια γραμμή. Έχουμε δηλαδή προστασία της οθόνης, η οποία πραγματοποιείται ουσιαστικά από τη βαθμίδα Blanking Logic που οδηγεί τους ενισχυτές R, G και B.

Ένας δέκτης κατασκευασμένος να λειτουργεί για σήματα PAL είναι δυνατό να λειτουργήσει και στο SECAM με τη χρήση ενός επιπλέον ολοκληρωμένου (Transcoder).



Σύνδεση του transcoder στο δέκτη TV[8]

Ο transcoder είναι ένα κύκλωμα το οποίο μετατρέπει το εισερχόμενο σήμα SECAM σε PAL, το οποίο στη συνέχεια αποκωδικοποιείται από το decoder του PAL.

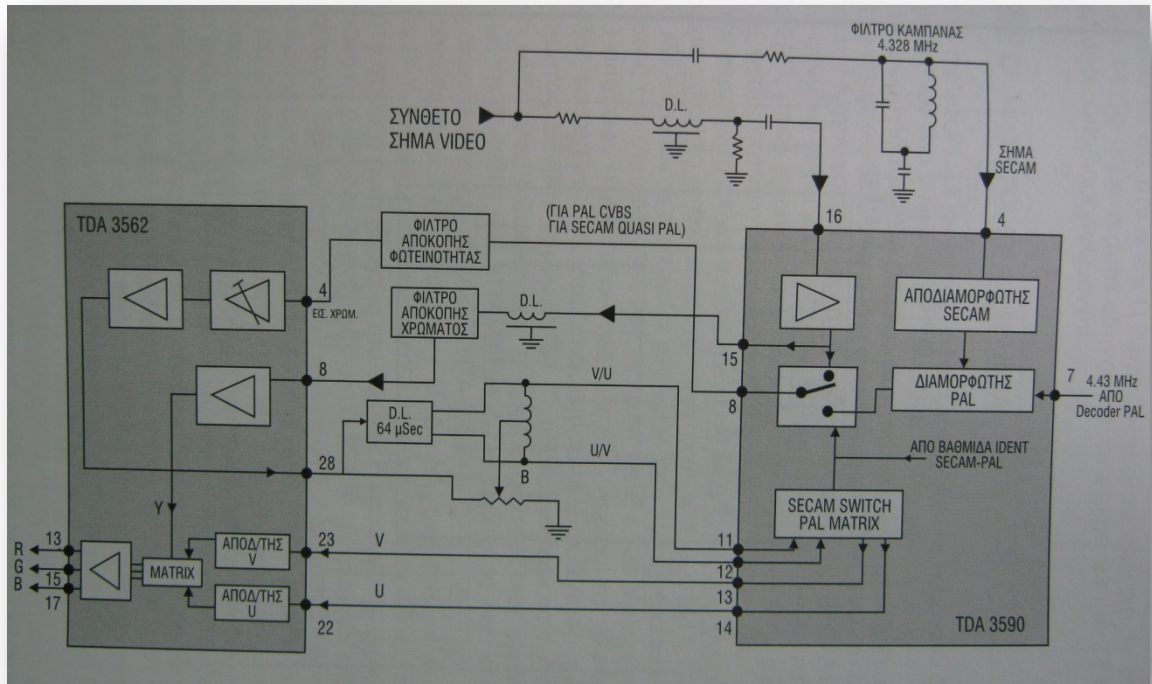
Στους σημερινούς δέκτες υπάρχει μεγάλη ποικιλία από transcoders. Κάθε transcoder περιέχεται συνήθως σε ένα μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Όταν τοποθετούμε το transcoder, βγαίνει εκτός του φίλτρο αποκοπής luminance διότι αυτό υπάρχει στο transcoder. Στη μετατροπή αυτή έχουμε μια μικρή καθυστέρηση στο χρώμα. Μια λύση θα ήταν να αυξήσουμε την καθυστέρηση στο luminance.[12][13][16][21][25][32][39]

3.3 Συνεργασία Του Decoder PAL (TDA 3 5 6 2) Με Το Transcoder (TDA 3 5 9 0)

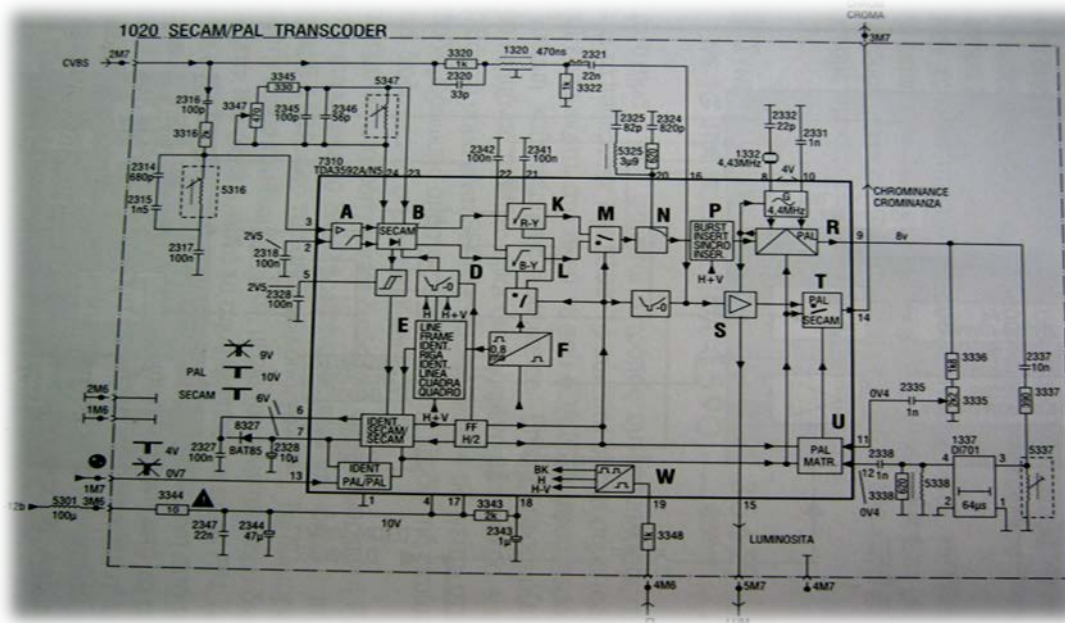
Το σύνθετο σήμα (composite βίντεο) εφαρμόζεται στο άκρο 16 του TDA 3590 αφού περάσει από μια γραμμή καθυστέρησης Luminance. Επίσης εφαρμόζεται στο φίλτρο καμπάνας το οποίο είναι συνδεδεμένο με το άκρο 4 του DTA 3590. Εάν το σήμα Secam, από το άκρο 4 οδηγείται στη βαθμίδα αποδιαμόρφωσης σήματος Secam, στην έξοδο της οποίας εμφανίζονται διαδοχικά τα σήματα R-Y και B-Y.

Τα σήματα αυτά οδηγούνται διαδοχικά στο διαμορφωτή PAL. Αυτός στο συγκεκριμένο ολοκληρωμένο δέχεται στο άκρο 7 σήμα συχνότητας 8,8 MHz από τον αποκωδικοποιητή PAL. Το διαμορφωμένο σήμα στην έξοδο του διαμορφωτή, μέσω του ηλεκτρονικού διακόπτη, εμφανίζεται στο άκρο 8. Αυτό το σήμα ονομάζεται quasi PAL (ψεύτικο PAL) και στη μια γραμμή έχει συχνότητα διαμορφωμένη από το σήμα D_R (quasi V) στη δε επόμενη γραμμή διαμορφωμένη από το σήμα D_B (quasi U). Από το άκρο 8 το σήμα chrominance οδηγείται σε ένα φίλτρο απόρριψης του σήματος Luminance, η έξοδος του οποίου οδηγείται στους ενισχυτές χρώματος του TDA 3562(άκρο 4). Από το άκρο 28 του TDA 3562 το ενισχυμένο σήμα χρώματος οδηγείται στο τμήμα γραμμής καθυστέρησης. Στο σημείο A εμφανίζεται το

καθυστερημένο κατά μια γραμμή σήμα, ενώ στο άκρο Β το απευθείας σήμα. Εάν το chrominance είναι PAL, στο άκρο 12 του ΤΔΑ 3590 εμφανίζεται πάντα το V και στο άκρο 11 το U. Εάν το chrominance είναι SECAM τότε στο άκρο 12 εμφανίζονται διαδοχικά τα σήματα V και U ενώ στο άκρο 11 εμφανίζονται διαδοχικά τα σήματα U και V. Από τα άκρα 12 και 11 του TDA 3590 τα σήματα V και U οδηγούνται μέσω διακοπών στα άκρα 13 και 14. Τα σήματα αυτά οδηγούνται στα άκρα 23 και 22 του TDA 3562 όπου αποδιαμορφώνονται.



Συνεργασία του decoder TDA 3562 με το transcoder TDA 3590[8]



Λειτουργικό διάγραμμα βαθμίδων του transcoder TDA 3592[8]

3.4 Ο Transcoder Με Το TDA 3592

Η λειτουργία του TDA 3592 συνίσταται κυρίως στην αποδιαμόρφωση του σήματος SECAM και την παραγωγή σήματος PAL το οποίο θα φέρει την πληροφορία χρώματος που έφερε το σήμα SECAM.

Το σύνθετο σήμα βίντεο CVBS, το οποίο εφαρμόζεται στο συνδετήρα 2M7, αφού περάσει από τον πυκνωτή C2316 και την αντίδραση R3316, εφαρμόζεται στον ακροδέκτη 3 του TDA 3592.

Στον ακροδέκτη 3 είναι συνδεδεμένο και παράλληλα συντονισμένο κύκλωμα, το οποίο αποτελείται από τα στοιχεία L5316, C2314, C2315.

Το κύκλωμα αυτό συντονίζει στο μέσο όρο των δύο υποφερόντων χρώματος του σήματος SECAM, δηλαδή τους 4,328 MHz. Ο ακροδέκτης 3 αποτελεί την είσοδο ενός ενισχυτή περιοριστή (βαθμίδα A), η έξοδος του οποίου εφαρμόζεται στην είσοδο του αποδιαμορφωτή του σήματος SECAM (βαθμίδα B). Ο αποδιαμορφωτής αυτός ουσιαστικά είναι ένας διευκρινιστής ο οποίος συντονίζεται στους 4,328 MHz, με τη βοήθεια του συντονισμένου κυκλώματος που συνδέεται στους ακροδέκτες 23 και 24 του TDA 3592.

Ο αποδιαμορφωτής αυτός στην έξοδό του αναδεικνύει τα σήματα R-Y και B-Y. Επίσης αναδεικνύει και κάποιες τάσεις οι οποίες αντιστοιχούν στα σήματα αναγνώρισης του SECAM ή του PAL, οι οποίες διοχετεύονται στις βαθμίδες αναγνώρισης του SECAM ή του PAL. Η βαθμίδα D διοχετεύει παλμούς στον αποδιαμορφωτή στο χρόνο εμφάνισης των παλμών αναγνώρισης, έτσι ώστε οι τελευταίοι να μη διέλθουν στους περιοριστές των σημάτων R-Y και B-Y και δημιουργήσουν έτσι αλλοιώσεις στην εικόνα. Αντίθετα με την εμφάνιση αυτών των παλμών από τη βαθμίδα D στη βαθμίδα B, επιτρέπεται η διέλευση των σημάτων που οφείλονται στους παλμούς αναγνώρισης από την έξοδο του φωρατή (βαθμίδα B) προς τις βαθμίδες αναγνώρισης SECAM/PAL.

Τα σήματα R-Y και B-Y από την έξοδο του αποδιαμορφωτή οδηγούνται σε δυο αντίστοιχους ψαλιδιστές, όπου περιορίζεται το πλάτος τους σε δύο σε μια προκαθορισμένη στάθμη dc.

Οι έξοδοι των ψαλιδιστών (βαθμίδα K και L) συνδέονται στις εισόδους ενός ηλεκτρονικού διακόπτη (βαθμίδα M), ο οποίος διοχετεύει εναλλακτικά τα σήματα από τις εξόδους των ψαλιδιστών (βαθμίδα K και L) προς τον κωδικοποιητή PAL (βαθμίδα R).

Εάν δηλαδή κάρα τη διάρκεια που λαμβάνεται μια γραμμή του σήματος SECAM περιέχεται η πληροφορία του R-Y, τότε ο ηλεκτρονικός διακόπτης M επιτρέπει τη διέλευση του σήματος από τον ψαλιδιστή του R-Y (βαθμίδα K) προς τον κωδικοποιητή του PAL.

Στην επομένη γραμμή που μεταδίδεται η πληροφορία του B-Y, ο διακόπτης M επιτρέπει τη διέλευση του σήματος από τον ψαλιδιστή του B-Y προς τον κωδικοποιητή του PAL.

Στη βαθμίδα N (κύκλωμα αποέμφασης), οι ανώτερες αρμονικές των υποφερόντων συχνοτήτων του σήματος SECAM φιλτράρονται, ενώ στη βαθμίδα P προστίθεται το σήμα burst.

Στη βαθμίδα διαμόρφωσης PAL (βαθμίδα R), τα σήματα R-Y και B-Y διαμορφώνουν το υποφέρον σήμα 4,43 MHz κατά FAN με το ίδιο τρόπο που διαμορφώνεται το υποφέρον από τα χρωμοσήματα στο σύστημα PAL.

Υπενθυμίζουμε ότι τα σήματα R-Y και B-Y φθάνουν διαδοχικά στον κωδικοποιητή PAL, γραμμή παρά γραμμή το καθένα.

Τα πιο πάνω διαμορφωμένα σήματα εμφανίζονται στο άκρο 9 του TDA 3592. Αυτά τα σήματα στη συνέχεια, μέσω R3336, R3335, C2335, εφαρμόζονται απευθείας στη μήτρα PAL (βαθμίδα U), ενώ μέσω των C2337, R3337, U1337, C2338 και της γραμμής καθυστέρησης FLY701 εφαρμόζονται στη μήτρα PAL με κάποια καθυστέρηση 64μs, όση δηλαδή και η διάρκεια σάρωσης της γραμμής.

Στη μήτρα PAL τα δυο διαμορφωμένα σήματα από τους 4.43 MHz, R-Y και B-Y προστίθενται και αναδεικνύουν το σήμα PAL. Το σήμα αυτό το ονομάζουμε quasi PAL.

Όπως ξέρουμε το κανονικό σήμα PAL παράγεται από την τεταρτημοριακή διαμόρφωση του υποφέροντος 4,43 MHz από τα σήματα R-Y και B-Y μιας γραμμής. Στην παραπάνω περίπτωση όμως οι πληροφορίες των χρωμοδιαφορών που συνιστούν τη μια γραμμή λαμβάνονται από δυο γραμμές. Δηλαδή στη γραμμή "η" το σήμα PAL θα φέρει την πληροφορία R-Y αυτής της γραμμής και τη πληροφορία B-Y της προηγούμενης γραμμής, δηλαδή της "η-1". Έτσι το σήμα δεν είναι κανονικό PAL αλλά ψεύτικο (quasi) PAL.

Το σήμα PAL που αναδεικνύει στην έξοδο της μήτρας PAL εμφανίζεται στο άκρο 14 του TDA 3592, το οποίο συνδέεται με την είσοδο του αποκωδικοποιητή PAL. Ως αποκωδικοποιητής PAL συνήθως χρησιμοποιείται το ολοκληρωμένο TDA 3585 ή το TDA 3562. Το composite βίντεο σήμα διερχόμενο μέσω της R3320, της γραμμής καθυστέρησης U1320, R3322 και του C2321 εφαρμόζεται στον ακροδέκτη 16 του DTA 3592. Στον ακροδέκτη αυτόν, το σήμα φωτεινότητας αφού ενισχυθεί από τον ενισχυτή S εμφανίζεται στον ακροδέκτη 15 του TDA 3592.

Εάν το λαμβανόμενο σήμα είναι PAL, τότε ο διακόπτης T οδηγείται στη θέση PAL και επιτρέπει έτσι το σήμα PAL να διέλθει στον ακροδέκτη 14.

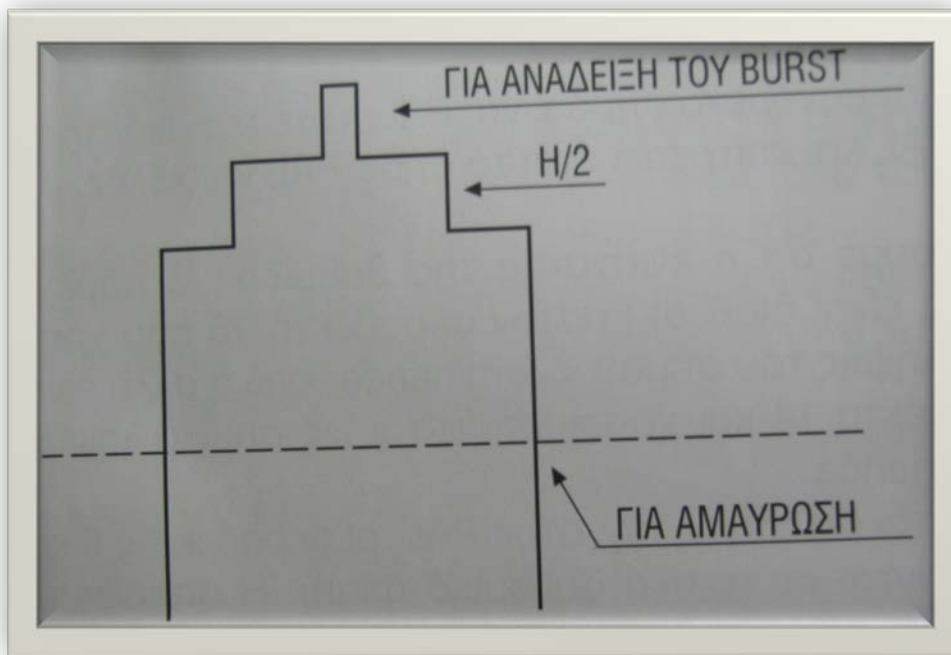
Σημειώνουμε ότι ο ενισχυτής της βαθμίδας S παρέχει δύο εξόδους. Η μια είναι διαθέσιμη στον ακροδέκτη 15 που χρησιμοποιείται ως σημείο λήψης του σήματος luminance, ενώ η άλλη είναι διαθέσιμη στον ακροδέκτη 14 και χρησιμοποιείται ως σημείο λήψης του σήματος chrominance.

Στην περίπτωση λήψης σήματος PAL, οι ακροδέκτες 6 και 7 του TDA 3592 βρίσκονται σε υψηλό δυναμικό (high). Η ύπαρξη του σήματος burst παράγει στο φορέα χρώματος (που βρίσκεται στο ολοκληρωμένο του decoder PAL) μια υψηλή τάση (high) ($> 1,7 \text{ V}$), η οποία διαμέσου του συνδετήρα 1M7 εφαρμόζεται στο άκρο 13 του DTA 3592. Η ύπαρξη της τάσης αυτής στο άκρο 13 είναι η αιτία εμφάνισης της υψηλής τάσης στο άκρο 6 (περίπου 10V). Εάν δεν υπάρχει το σήμα burst (4,43 MHz), η τάση στο άκρο 13 μηδενίζεται και συνεπώς η τάση στο άκρο 6 μειώνεται. Μετά από λίγο και η τάση στο άκρο 7 γίνεται low. Τα επίπεδα τάσεων στους ακροδέκτες 6 και 7 βρίσκονται τώρα στο λογικό επίπεδο low. Ο Transcoder με την οδήγηση των άκρων 6 και 7 στην κατάσταση low (σημάδι λήψης σήματος SECAM), θέτει σε λειτουργία τις βαθμίδες του (G, H, U, R) για την αποκωδικοποίηση και κωδικοποίηση του λαμβανόμενου σήματος SECAM σε PAL.

Όταν το Transcoder αναγνωρίζει ένα σήμα SECAM, το μετατρέπει σε ένα σήμα quasi PAL.

Η βαθμίδα Color Killer του αποδιαμορφωτή PAL, παρέχει μια στάθμη high στην έξοδο, διότι πάλι το σήμα που έρχεται στον αποκωδικοποιητή PAL από τον Transcoder είναι quasi PAL. Σαν αποτέλεσμα το Transcoder θα έπρεπε να λειτουργεί σε mode PAL. Αυτό το ανεπιθύμητο φαινόμενο αυτόματα εμποδίζεται σε αυτό το ολοκληρωμένο TDA 3592. Εάν αυτό είναι σε mode SECAM αυτό παραμένει όσο το εισερχόμενο σήμα είναι SECAM. Διάφορα μπλοκ στο ολοκληρωμένο τροφοδοτούνται από σήματα ελέγχου τα οποία προέρχονται από το παλμό sandcastle. Ο παλμός αυτός λαμβάνεται από το κύκλωμα συγχρονισμού.

Στο μπλοκ E (αναγνώριση γραμμής - πεδίου) εφαρμόζονται δυο σήματα.

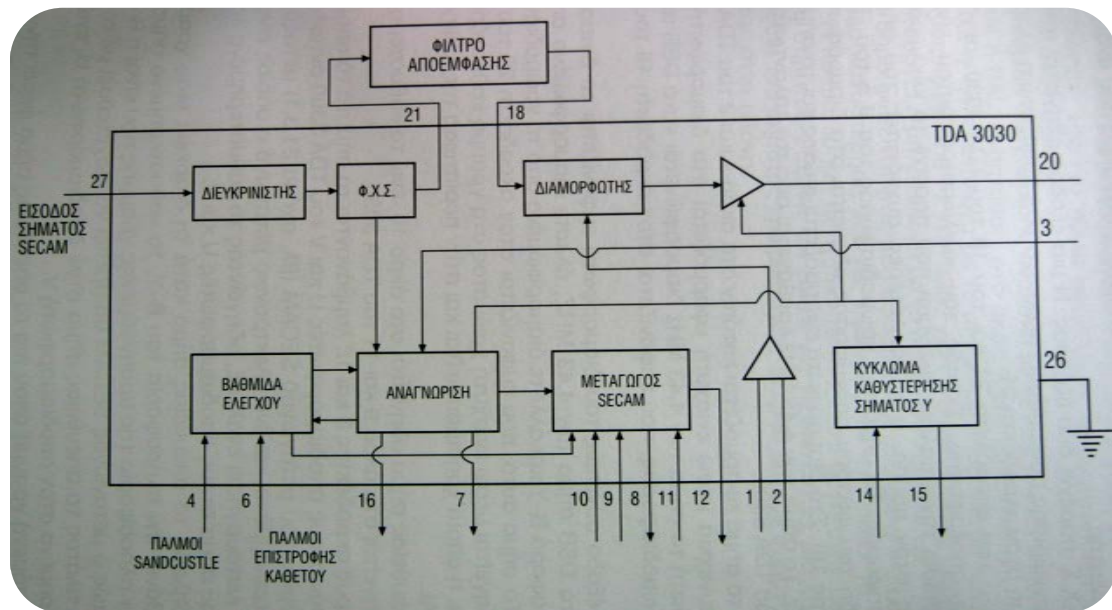


Παλμός Sandcastle[6]

- A. Ένας πλήρης παλμός συγχρονισμού για ανάγνωση πεδίου, από το μπλοκ W, του H + V.
- B. Ένας παλμός που λαμβάνεται από το μπλοκ F (το οποίο μπλοκ καθυστερεί τα παλμό B. K (Burst Key) που λαμβάνεται από το W κατά 0.8 μsec).[5][6][9][14][18]

3.5 Ο Transcoder Με Το TDA 3030

Ο Transcoder με το IC TDA 3030 συνήθως χρησιμοποιείται με τον decoder του PAL, που συνίσταται από το IC TDA 3300. Το σήμα SECAM, το οποίο εφαρμόζεται στον ακροδέκτη 27 του TDA 3030, οδηγείται σε ένα διευκρινιστή ο οποίος αναδεικνύει τα χρωμοσήματα που αντιστοιχούν στις χρωματοδιαφορές $-(R-Y)$ και $B-Y$. υπενθυμίζουμε ότι το SECAM σε κάθε γραμμή εκπέμπεται ένα σήμα που αντιστοιχεί στη χρωμοδιαφορά του B, $(B-Y)$, εκπέμπεται με τη σωστή του φάση, ενώ το σήμα που αντιστοιχεί στη χρωμοδιαφορά του R, $(R-Y)$, εκπέμπεται με μια αντιστροφή της φάσεως του κατά 180° . Το σήμα που αντιστοιχεί στη χρωμοδιαφορά του B ή του R, $(B-Y)$ και $-(R-Y)$, το οποίο αναδεικνύεται στην έξοδο του διευκρινιστή, οδηγείται σε ένα φίλτρο χαμηλών συχνοτήτων ($\Phi.X.\Sigma$). Το φίλτρο αυτό χρησιμοποιείται για την καταστολή τυχόν υψηλών συχνοτήτων (4,250 ή 4,406 MHz και οι αρμονικές τους) που υπάρχουν στο σήμα που αναδεικνύει ο διευκρινιστής.



Λειτουργικό διάγραμμα βαθμίδων του transcoder TDA 3030

Το Φ.Χ.Σ. παρέχει δύο εξόδους. Η μια έξοδος οδηγείται στη βαθμίδα αναγνώρισης που υπάρχει μέσα στο TDA 3030, ενώ η άλλη είναι διαθέσιμη στον ακροδέκτη 21.

Μεταξύ του ακροδέκτη 210 και του 18 του TDA 3030, συνδέεται κύκλωμα αποέμφασης. Σκοπός του κυκλώματος αυτού είναι να αντισταθμίσει την επιπλέον ενίσχυση που παρείχε το κύκλωμα προέμφασης στον πομπό, στις υψηλότερες συχνότητες του σήματος χρωμοδιαφοράς. Το σήμα της χρωμοδιαφοράς του B ή του -R από την έξοδο του φίλτρου αποέμφασης οδηγείται στο διαμορφωτή (ακροδέκτη 18). Στο διαμορφωτή εφαρμόζεται επίσης και το σήμα των 4,43 MHz. Το σήμα των 4,43 MHz λαμβάνεται από τον ταλαντωτή χρώματος του DTA 3300.

Αυτό το σήμα εφαρμόζεται κατόπιν στα άκρα 1 και 2 του TDA 3030 και εν συνεχεία μέσω ενισχυτή εφαρμόζεται στο διαμορφωτή. Στο διαμορφωτή το σήμα των 4,43 MHz διαμορφώνεται κατά DSB από το σήμα χρωμοδιαφοράς, που εμφανίζεται στον ακροδέκτη 18 του TDA 3030.

Στην έξοδο συνεπώς του διαμορφωτή εμφανίζεται το διαμορφωμένο κατά DSB σήμα των 4,43 MHz, άλλοτε διαμορφωμένο από τη χρωμοδιαφορά B-Y και άλλοτε διαμορφωμένο από τη χρωμοδιαφορά -(R-Y). Το σήμα αυτό, που εμφανίζεται στον ακροδέκτη 20 του TDA 3030, οδηγείται μέσω ενισχυτή χρώματος στη γραμμή καθυστέρησης των 64μs, η οποία χρησιμοποιείται και στην περίπτωση της λήψης σήματος PAL.

Το απευθείας σήμα οδηγείται στο άκρο 10, ενώ το καθυστερημένο σήμα οδηγείται στα άκρα 9 και 11 του TDA 3030.

Από τους ακροδέκτες 8 και 12 λαμβάνονται τα σήματα τα οποία θα οδηγηθούν στους αποδιαμορφωτές U και V του TDA 3300 αντίστοιχα.

Η βαθμίδα του μεταγωγού SECAM μεταξύ των άλλων περιλαμβάνει και ένα ηλεκτρονικό μεταγωγό ο οποίος είναι σε θέση να λειτουργήσει εναλλάξ, οδηγώντας το καθυστερημένο και το απευθείας σήμα στους αποδιαμορφωτές U και V.

Εάν δηλαδή το απευθείας σήμα κατά τη διάρκεια μιας γραμμής περιλαμβάνει την πληροφορία του B-Y, το καθυστερημένο σήμα θα φέρει την πληροφορία της προηγούμενης γραμμής που είναι R-Y.

Συνεπώς ο μεταγωγός SECAM θα πρέπει να διοχετευτεί με το κατάλληλο πλάτος το απευθείας σήμα στον αποδιαμορφωτή U, ενώ το καθυστερημένο στον αποδιαμορφωτή V.

Στην επόμενη γραμμή όπου πια το απευθείας σήμα φέρει την πληροφορία του R-Y ενώ το καθυστερημένο την πληροφορία του B-Y, ο μεταγωγός SECAM θα πρέπει τώρα να διοχετευτεί το απευθείας σήμα με το κατάλληλο πλάτος στον αποδιαμορφωτή V.

Ο έλεγχος της πιο πάνω μεταλλαγής πραγματοποιείται από τη βαθμίδα αναγνώρισης. Η βαθμίδα αναγνώρισης ανάλογα με το εάν γίνεται λήψη σήματος SECAM ή PAL, αναπτύσσει στο άκρο 7 μια τάση η οποία μπορεί να είναι 0,2 ή 4,4 V, ανάλογα με το σήμα που λαμβάνει. Αυτή η τάση χρησιμοποιείται από το TDA 3300 για να θέσει κάποιες βαθμίδες του σε λειτουργία ή μη, ανάλογα με το σήμα που λαμβάνεται.

Το σήμα φωτεινότητας που εφαρμόζεται στο άκρο 14, αφού υποστεί μια καθυστέρηση 200ns, εφαρμόζεται στο άκρο 15 του TDA 3030. Η καθυστέρηση αυτή πραγματοποιείται μόνο στη περίπτωση λήψης σήματος SECAM τούτο για να επιτευχθεί μια ταυτόσημη παρουσία του σήματος χρωματικότητας SECAM και του σήματος φωτεινότητας στην οθόνη.[2][3][5][6][13][14][18][22]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

4.1 Ψηφιοποίηση Σημάτων

Λόγοι που επέβαλαν την ψηφιοποίηση του τηλεοπτικού σήματος:

Τα συστήματα έγχρωμης τηλεόρασης PAL, SECAM, NTSC με συχνότητα πεδίου 50 και 60 MHz έχουν παραμείνει σε αναλογική μορφή από την ανάπτυξή τους εδώ και 40 χρόνια. Η ψηφιακή τεχνολογία αν και έχει κατακλύσει όλους τους τομείς της βιομηχανίας των ηλεκτρονικών, δεν μπόρεσε να εισέλθει όλα αυτά τα χρόνια δυναμικά στο χώρο της τηλεοπτικής τεχνικής. Η καθυστέρηση εισόδου της ψηφιακής τεχνικής στην τηλεόραση οφείλεται στους εξής κυρίως λόγους:

- ✓ Η τεχνολογία των ημιαγωγών πρόσφατα κατάφερε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις επεξεργασίας σήματος στην τηλεόραση.
- ✓ Στις περισσότερες εφαρμογές των τηλεοπτικών συστημάτων τα αναλογικά ηλεκτρονικά κάνουν καλά την δουλειά τους.
- ✓ Στην τηλεόραση κάθε καινοτομική αλλαγή έχει απαιτήσεις συμβατότητας με το υπάρχον τηλεοπτικό σύστημα.

Στο τέλος της δεκαετίας του 1990 η σύγκλιση των τεχνολογιών της πληροφορικής, των τηλεπικοινωνιών και της ψηφιοποίησης του σήματος βίντεο, καθώς επίσης η ανάπτυξη των δικτύων H/Y σε απομακρυσμένες περιοχές, έχουν ωθήσει τις επικοινωνιακές εταιρίες να βρουν τρόπους για τη μετάδοση ψηφιακού σήματος βίντεο από τα υπάρχοντα δίκτυα δεδομένων.

Η ψηφιοποίηση του σήματος βίντεο έχει πολλά πλεονέκτημα τα κυριότερα των οποίων είναι:

- Η μικρή ευαισθησία των ψηφιακών σημάτων στο θόρυβο. Τα αναλογικά σήματα σε αντίθεση με τα ψηφιακά επηρεάζονται από κάθε θόρυβο που μεταβάλλει το πλάτος, τη συχνότητα ή τη φάση τους.
- Με τα ψηφιακά σήματα σήμερα παρέχονται περισσότερες δυνατότητες για την επεξεργασία τους σε αντίθεση με τα αναλογικά, όπως για παράδειγμα η αποθήκευσή τους.
- Υψηλή ποιότητα εικόνας κ ήχου.
- Δυνατότητα λήψης πολλών καναλιών με αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος διαμονής ανά πρόγραμμα.
- Αυξημένη δυνατότητα επιλογής προγραμμάτων και υπηρεσιών.

Η ψηφιοποίηση όμως του σήματος βίντεο έχει κάποια μειονεκτήματα όπως:

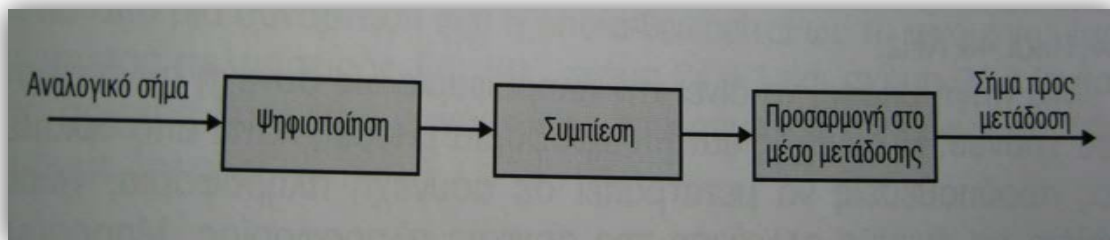
- Απαιτήση για μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων από το κανάλι μετάδοσης. Το ψηφιοποιημένο οπτικό σήμα απαιτεί, χωρίς συμπίεση, έθιμο μετάδοσης 250Mbit/s για τη συμβατική τηλεόραση και 1200 Mbit /s για την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας.
- Τα μεταδιδόμενα αναλογικά σήματα πρέπει πρώτα να μετατραπούν σε ψηφιακά στον πομπό και στη συνέχεια να μετατραπούν σε αναλογικά στο δέκτη.

- Με τη ψηφιακή μετάδοση δεν υπάρχει συμβατότητα με τις ήδη λειτουργούσες αναλογικές εγκαταστάσεις.

Στις μέρες μας, η ύπαρξη αποτελεσματικών λόγων συμπίεσως του ψηφιακού σήματος σε λόγους που είναι δυνατόν να ξεπεράσουν το 100:1, ανάλογα με την επιθυμητή ποιότητα της εικόνας, παρέχεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά και οικονομικά η ψηφιακή τεχνολογία στην επεξεργασία της εικόνας. Η εισαγωγή καλύτερων αλγορίθμων συμπίεσης επιτρέπει την πιο αποτελεσματική και οικονομική χρήση του φάσματος συχνοτήτων.[5][6][14][21][32]

4.2 Ψηφιακή Εκπομπή Του Σήματος Βίντεο

- Η εκπομπή του ψηφιακού σήματος γίνεται βασικά σε τρία στάδια :
- Ψηφιοποίηση του αναλογικού σήματος
 - Συμπίεση του ψηφιακού σήματος με σκοπό τη μείωση του ρυθμού μετάδοσης και άρα εξοικονόμηση του εύρους φάσματος
 - Προσαρμογή του συμπιεσμένου ψηφιακού σήματος στο μέσο μετάδοσης π. χ. καλωδιακή μετάδοση, επίγεια, δορυφορική κ.λπ.



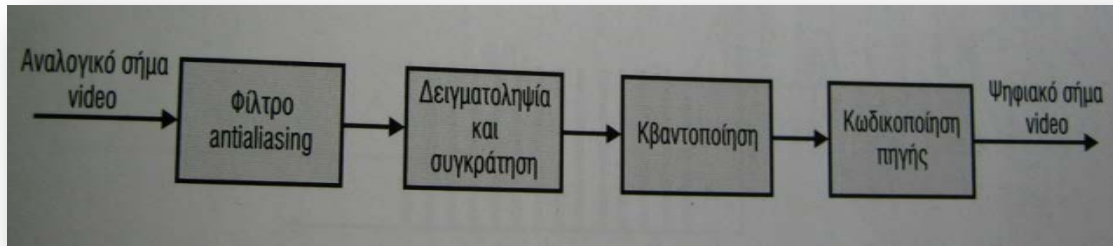
Στάδια ψηφιακής μετάδοσης σήματος βίντεο[32]

4.3 Τα Στάδια Της Ψηφιοποίησης Του Σήματος Βίντεο

Η μετατροπή ενός σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό απαιτεί τρία βασικά στάδια :

- ❖ Δειγματολογία (sampling)
- ❖ Κβαντοποίηση (quantisation)
- ❖ Κωδικοποίηση (coding)

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία της μετατροπής του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό είμαι και το φίλτρο antialiasing τη χρησιμότητα του οποίου θα αναπτύξουμε στη συνέχεια.

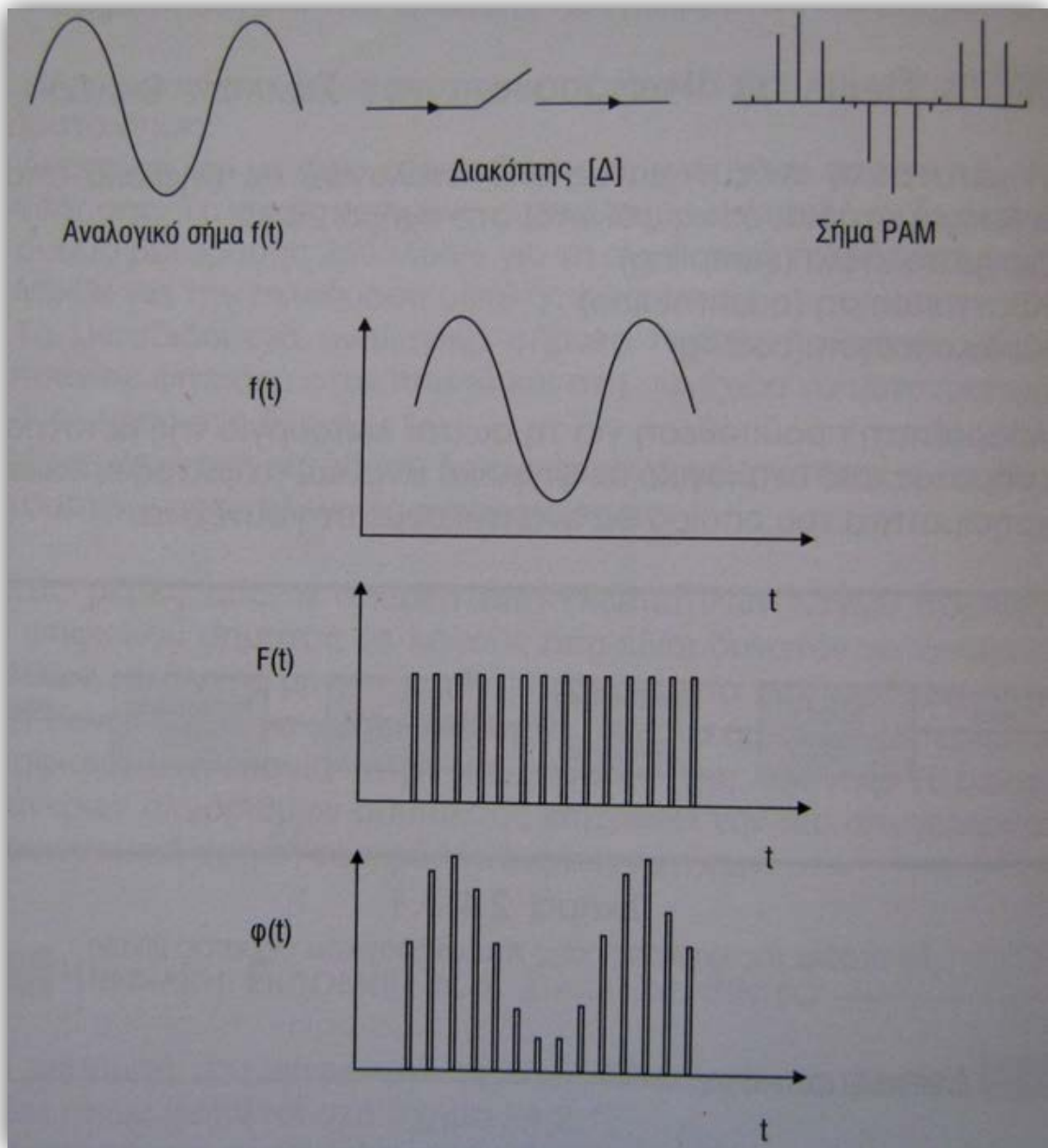


Τα στάδια της ψηφιοποίησης του αναλογικού σήματος βίντεο[37]

4.4 Δειγματοληψία

Στο στάδιο της δειγματοληψίας γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα λήψη δειγμάτων του αναλογικού τηλεοπτικού σήματος. Για την αναλογική τηλεόραση το πρότυπο δειγματοληψίας είναι το ITU-R 601. Σε αυτό το πρότυπο καθορίζεται συχνότητα δειγματοληψίας για το σήμα φωτεινότητας 13,5 MHz και για τα σήματα χρωμοδιαφοράς C(B) και C(R), συχνότητα δειγματοληψίας 6.75 MHz. Για τον ήχο το πρότυπο είναι το AES /EBU το οποίο ορίζει συχνότητα δειγματοληψίας 44,1 και 48KHz.

Μια πηγή μπορεί να δίνει την πληροφορία ως συνεχή συνάρτηση του χρόνου. Η συνεχής αυτή πληροφορία μπορεί, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις να μετατραπεί σε ασυνεχή πληροφορία, χωρίς βέβαια να έχουμε αλλοίωση της αρχικής πληροφορίας. Μπορούμε δηλαδή αντί να στείλουμε ολόκληρο το σήμα, να στείλουμε δείγματα από αυτό χωρίς να αλλοιώνεται η πληροφορία που περιέχει.



Δειγματοληψία αναλογικού σήματος[37]

Ένας δειγματολήπτης μπορούμε να θεωρήσουμε ορό συμπεριφέρεται ως ένας απλός διακόπτης, ο οποίος ανοιγοκλείνει περιοδικά. Όταν κλείνει ο διακόπτης Δ αφήνει να περάσει δείγμα του αναλογικού σήματος $f(t)$. Το δειγματοληπτούμενο σήμα περιγράφεται από μία συνάρτηση $\varphi(t)$ η οποία θεωρείται ως γινόμενο μιας φέρουσας παλμοσειράς $F(t)$ και της αρχικής συνεχούς συνάρτησης του σήματος πληροφορίας $f(t)$.

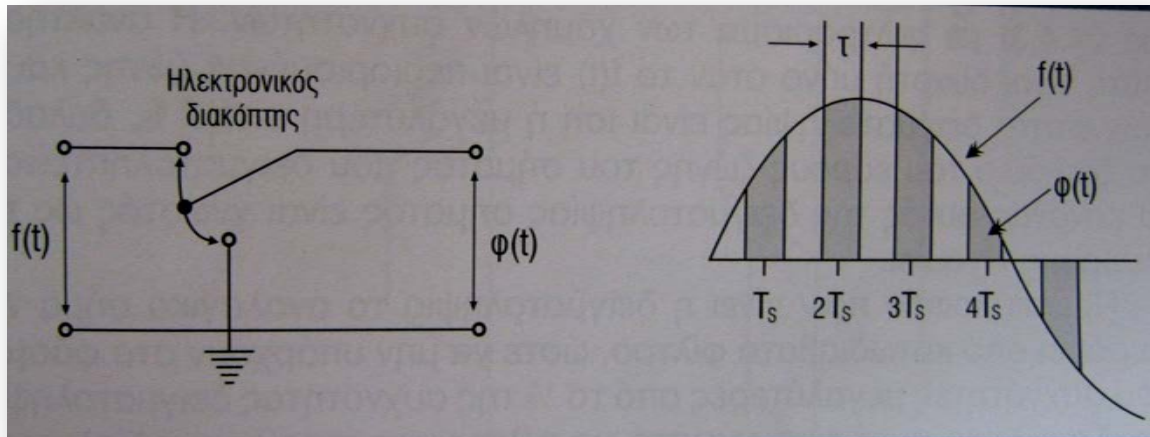
Έχουμε δηλαδή :

$$\varphi(t) = F(t) * f(t) \quad (1)$$

Η παραπάνω διαδικασία αντιστοιχεί σε μια κατά πλάτος διαμόρφωση των παλμών $F(t)$ από τη συνεχή συνάρτηση $f(t)$. Σε αυτή τη φάση έχουμε τη διαμόρφωση εύρους παλμών PAM(Pulse Amplitude Modulation) όπου το ύψος των σταθερής

διάρκειας και θέσης παλμών είναι ανάλογο με το πλάτος του αναλογικού σήματος $f(t)$. Η συχνότητα των παλμών $F(t)$ ονομάζεται συχνότητα δειγματοληψίας f_s .

Ο ηλεκτρονικός διακόπτης (Δ) θεωρούμε ότι κλείνει κάθε φορά που εμφανίζονται οι παλμοί της $F(t)$. Αυτοί οι παλμοί έχουν χρονική διάρκεια τ , συχνότητα f_s και περίοδο $T_s = 1/f_s$.



Διακόπτης δειγματοληψίας[14]

Οι παλμοί δειγματοληψίας $F(t)$ μπορούμε να θεωρήσουμε ότι παριστάνονται από μία σειρά Fourier της μορφής:

$$F(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} 2C_n \cos n\omega_s t \quad (2)$$

Όπου : $C_0 = \tau/T_s$, $C_n = f_s \tau \sin c(nf_s \tau)$ και $\omega_s = 2\pi f_s$

Συνδυάζοντας τις παραπάνω εξισώσεις μπορούμε να γράψουμε το $\phi(t)$ ως εξής:

$$\phi(t) = C_0 f(t) + 2 C_1 f(t) \cos \omega_s t + 2 C_2 f(t) \cos \omega_s t + \dots \quad (3)$$

Ο μετασχηματισμός Fourier της εξίσωσης δίνει :

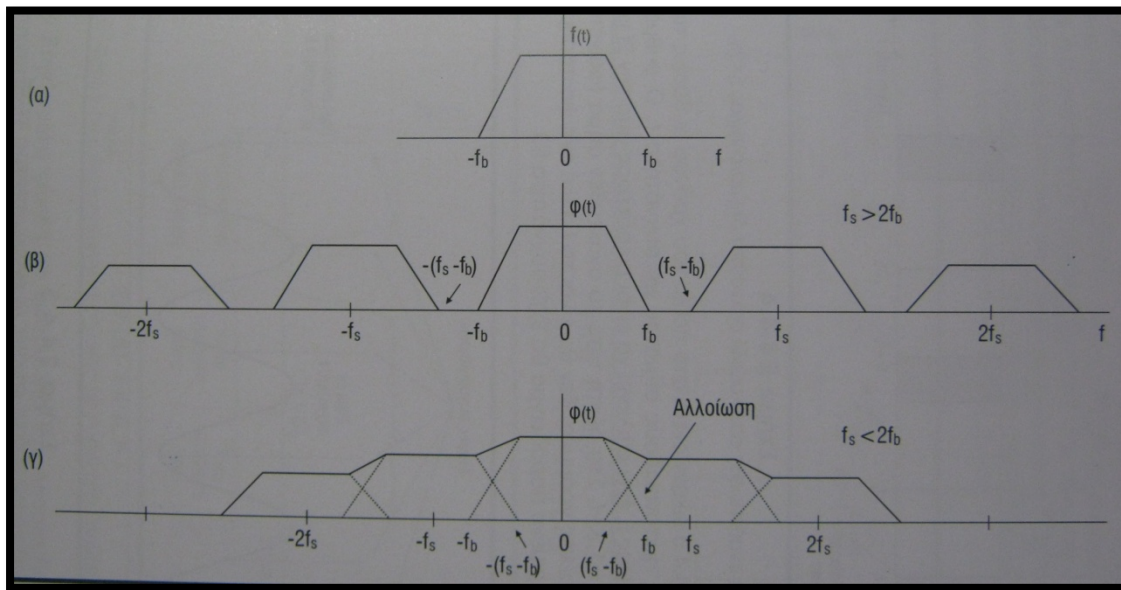
$$\phi(f) = C_0 f(f) + C_1 [f(f - f_s) + f(f + f_s)] + C_2 [f(f - 2f_s) + f(f + 2f_s)] + \dots \quad (4)$$

$$= C_0 f(f) + \sum_{n \neq 0}^{\infty} C_n f(f - n f_s) \quad (5)$$

Όταν δίνεται το φάσμα του $f(t)$, χρησιμοποιώντας την εξίσωση (4) μπορούμε να βρούμε το φάσμα του $\phi(t)$. Από την εξίσωση (4) προκύπτει ότι όταν $f_s > 2f_b$, τότε η πράξη της δειγματοληψίας αφήνει άθικτο το φάσμα του σήματος πληροφορίας $f(t)$ και απλώς το επαναλαμβάνει περιοδικά στο πεδίο συχνοτήτων με περίοδο το f_s . Από τη δειγματοληπτούμενη κυματομορφή μπορούμε να ανασκευάσουμε το σήμα πληροφορίας $f(t)$, όπως φαίνεται και από το πεδίο συχνοτήτων με φιλτράρισμα των χαμηλών συχνοτήτων. Η ανάκτηση αυτή είναι δυνατή μόνο όταν το $f(t)$ είναι περιορισμένης ζώνης και η συχνότητα δειγματοληψίας είναι ίση ή μεγαλύτερη από 2

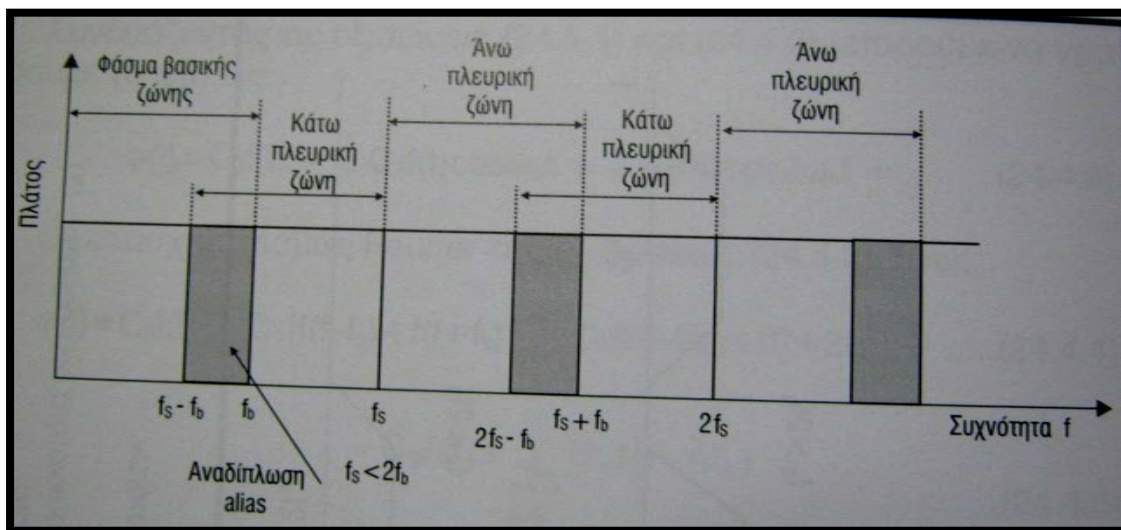
f_b , δηλαδή το διπλάσιο του εύρους ζώνης του σήματος που δειγματοληπτείται. Ο κανόνας αυτός της δειγματοληψίας σήματος είναι γνωστός ως το θεώρημα Nyquist.

Πρέπει λοιπόν πριν γίνει δειγματοληψία το αναλογικό σήμα να περάσει από κατωδιαβατό φίλτρο, ώστε να μην υπάρχουν στο φάσμα του συχνότητες μεγαλύτερες από το 1/2 της συχνότητας δειγματοληψίας. Το φίλτρο αυτό είναι γνωστό ως φίλτρο προστασίας αναδίπλωσης συχνοτήτων. Αν αυτή η διαδικασία δεν ακολουθεί και υπάρχουν στο σήμα πληροφορίας $f(t)$ συχνότητες μεγαλύτερες από το 1/2 της συχνότητας δειγματοληψίας, τότε αυτές οι συχνότητες αναδιπλώνονται και εμφανίζονται μέσα στη χρήσιμη περιοχή του φάσματος συχνοτήτων του αναλογικού σήματος. Το ανακτημένο σήμα παραμορφώνεται και η παραμόρφωση αναδίπλωσης.



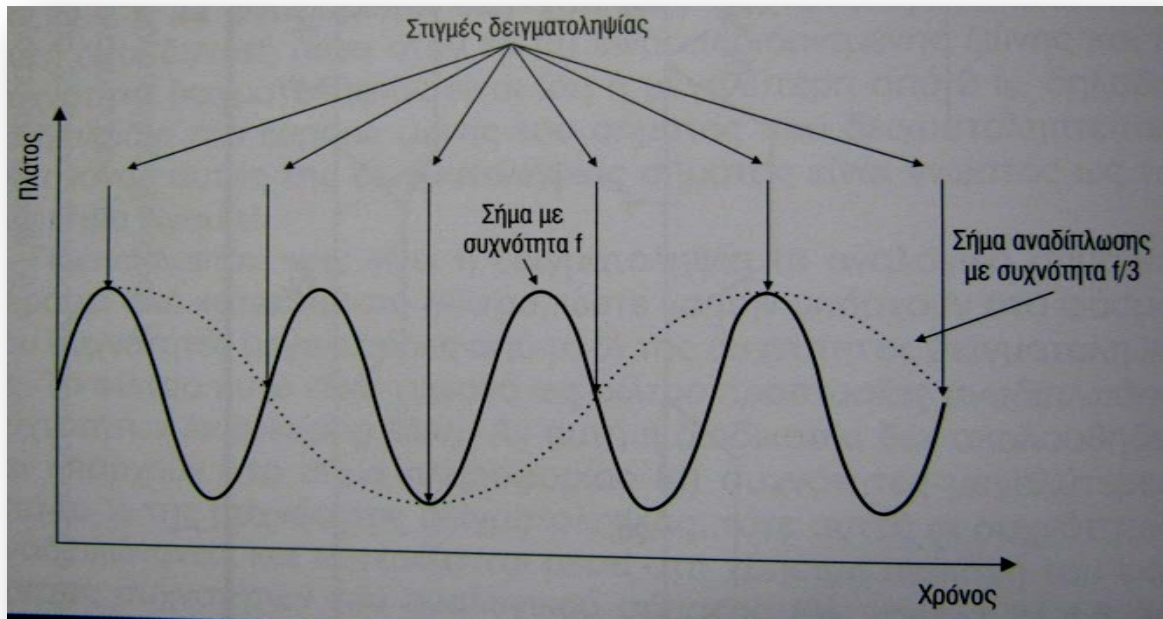
Η πράξη της δειγματοληψίας όπως φαίνεται στο πεδίο συχνοτήτων

(α) Φάσμα αναλογικού σήματος πληροφορίας $f(t)$. (β) Φάσμα δειγματοληπτούμενου σήματος $\phi(t)$, όταν $f_s > 2f_b$. Όπου f_b η ανώτερη συχνότητα του σήματος $f(t)$. (γ) Φάσμα δειγματοληπτούμενου σήματος $\phi(t)$, όταν $f_s < 2f_b$



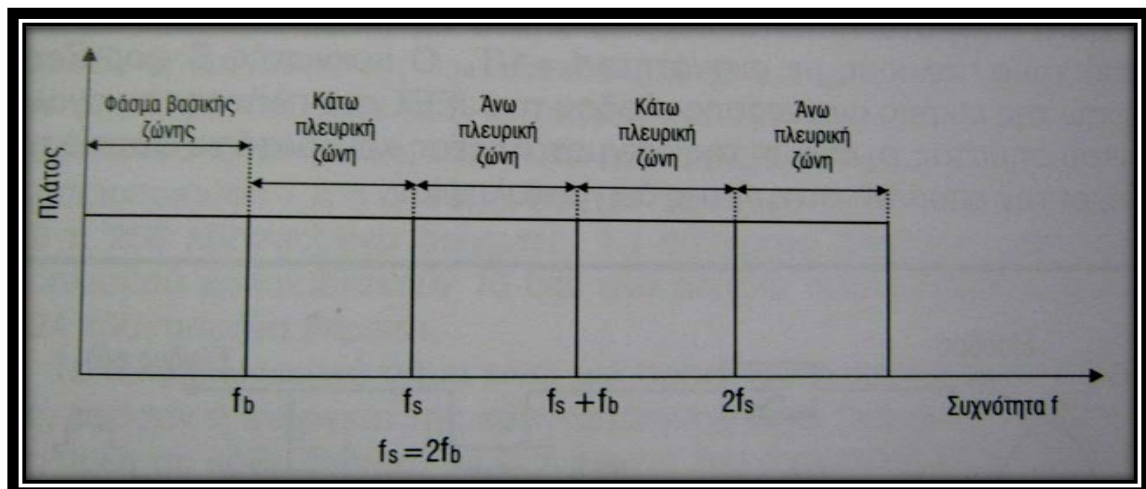
Παραμόρφωση αναδίπλωσης από χαμηλή συχνότητα δειγματοληψίας $f_s < 2f_b$

Στο πεδίο του χρόνου οι θέσεις των δειγμάτων ενός ημιτονοειδούς σήματος με συχνότητα f . Ο ρυθμός της δειγματοληψίας f_s έχει επιλεγεί να είναι μικρότερος από την $2f$ και συγκεκριμένα $f_s = 1,33 f$.

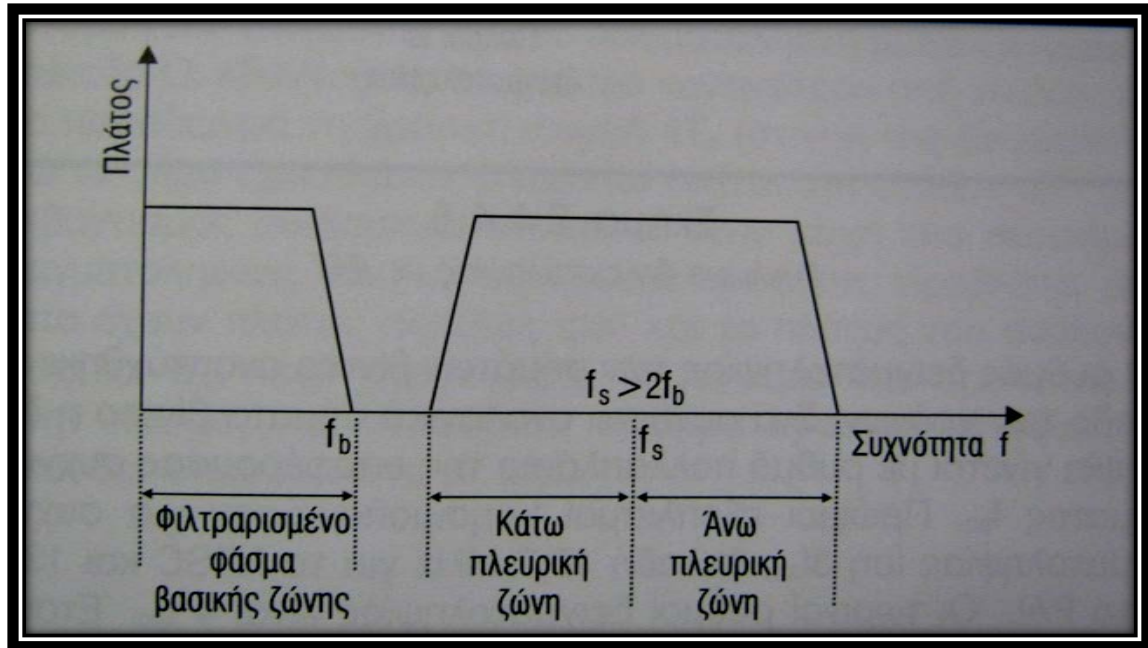


Δειγματοληψία ημιτονοειδούς σήματος με ρυθμό μικρότερο του $2f$ και εμφάνιση της παραμόρφωσης αναδίπλωσης [8]

Στο ιδανικό φάσμα συχνοτήτων, όπου το σήμα της βασικής ζώνης (σήμα πληροφορίας) έχει εύρος f_b και η συχνότητα δειγματοληψίας είναι $2f_b$. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε μία από τις άνω και κάτω πλευρικές ζώνες να είναι ίσες με f_b . Το ιδανικό φάσμα δείχνει να μην υπάρχει καμία παρεμβολή μεταξύ της βασικής ζώνης και της κάτω πλευρικής ζώνης.



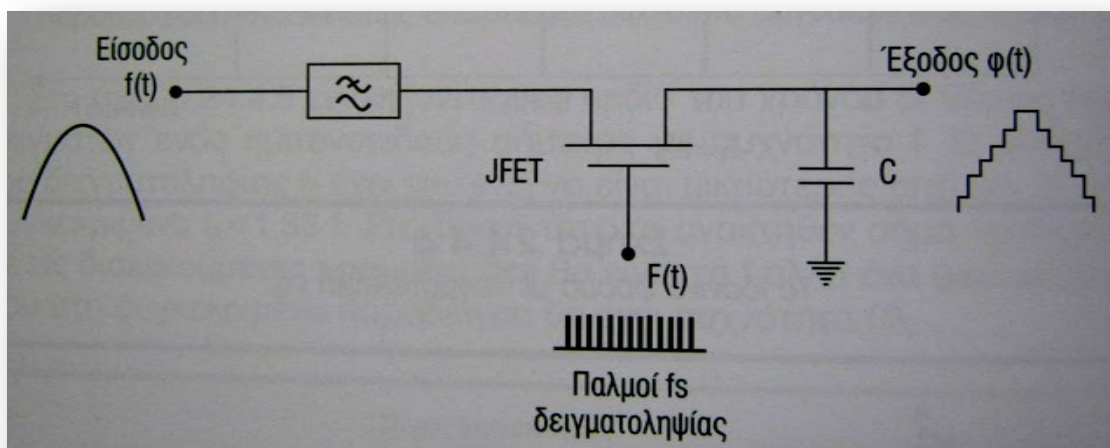
Το ιδανικό φάσμα με δειγματοληψία $2f_b$ [41]



Φάσμα δειγματοληπτούμενου σήματος με συχνότητα δειγματοληψίας $f_s > 2f_b$

Στην πράξη επειδή το φίλτρο για τη προστασία αναδίπλωσης συχνοτήτων, το οποίο χρησιμοποιείται για το περιορισμό του φάσματος του σήματος πληροφορίας, δεν έχει απότομη κλίση, η συχνότητα δειγματοληψίας επιλέγεται να είναι μεγαλύτερη από το $2f_b$. αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη ενός κενού μεταξύ της κατώτερης πλευρικής και της βασικής ζώνης του σήματος πληροφορίας.

Σε ένα πρακτικό κύκλωμα δειγματοληψίας συγκράτησης το πλάτος του αναλογικού σήματος $f(t)$ δειγματοληπτείται περιοδικά, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, από τους παλμούς με συχνότητα $f_s = 1/T_s$. Ο πυκνωτής C φορτίζεται μέσω της μικρής αντίστασης εξόδου του JFET στο πλάτος του αναλογικού σήματος τη στιγμή της δειγματοληψίας και κρατά το φορτίο του μέχρι την επόμενη στιγμή της δειγματοληψίας.



Κύκλωμα δειγματοληψίας με JFET[8]

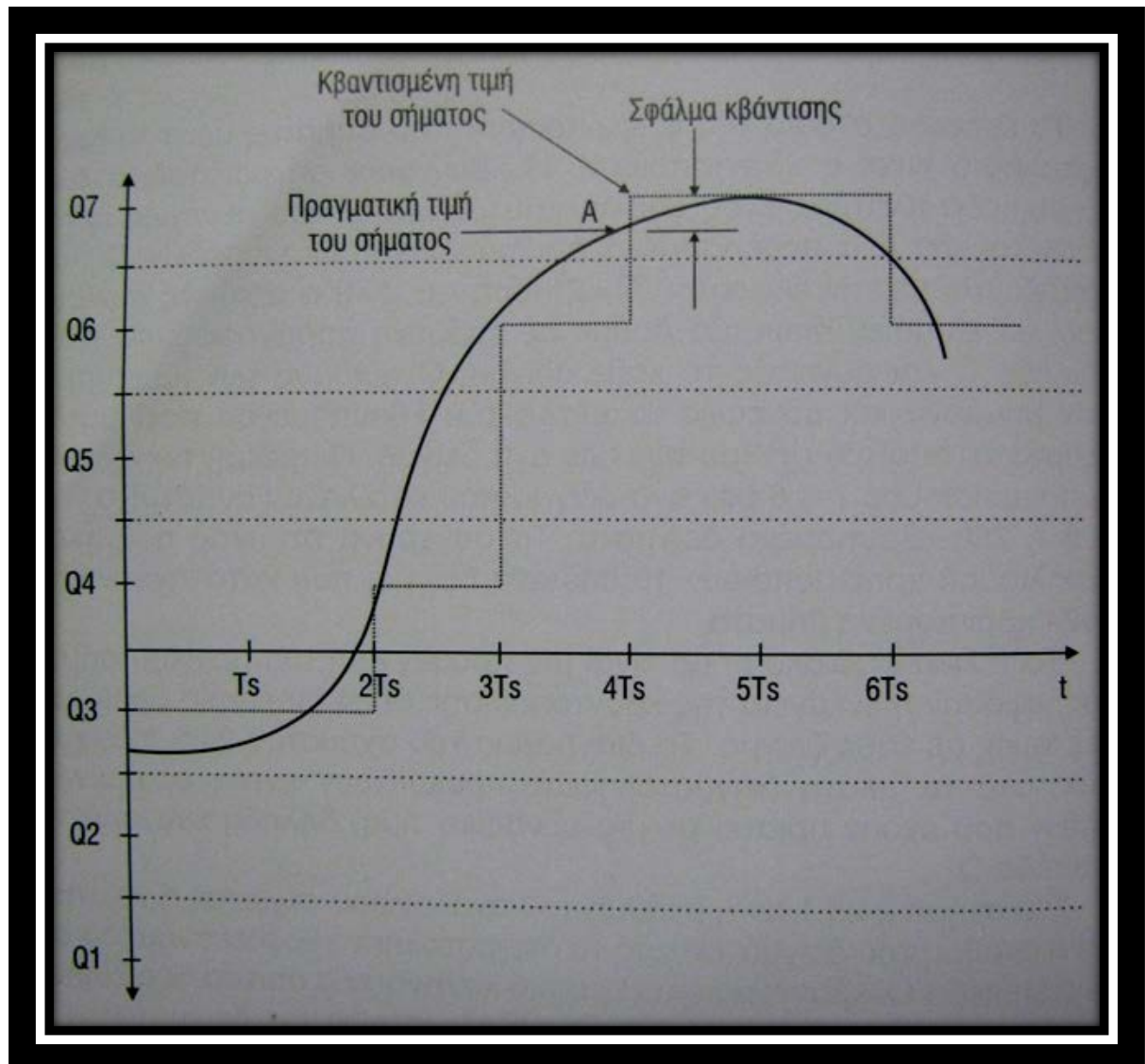
Ο ρυθμός δειγματοληψίας των σημάτων βίντεο αναπτύχθηκε με την πάροδο των χρόνων. Στα σύνθετα αναλογικά σήματα βίντεο η δειγματοληψία γίνεται με ρυθμό πολλαπλάσιο της υποφέρουσας συχνότητας χρώματος f_{sc} . Πρώιμοι εξοπλισμοί χρησιμοποιούσαν μια συχνότητα δειγματοληψίας ίση $3f_{sc}$, δηλαδή 10,7 MHz για το NTSC και 13,3 MHz για το PAL. Οι τωρινοί ρυθμοί δειγματοληψίας είναι $4f_{sc}$. Έτσι έχουμε ρυθμό δειγματοληψίας 14,3 MHz για το NTSC και 17,7 MHz για το PAL. Αυτές οι υψηλότερες συχνότητες δειγματοληψίας διευκολύνουν τις απαιτήσεις των φίλτρων προστασίας αναδίπλωσης συχνοτήτων και παρέχουν καλύτερη απόκριση συχνότητας. Οι σύγχρονες τεχνολογίες έχουν μειώσει τις παλαιότερες δυσκολίες όσον αφορά το σχεδιασμό μετατροπών A/D με υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας. [13][14]

4.5 Κβαντοποίηση Των Τιμών Δειγματοληψίας

Το επόμενο στάδιο της ψηφιοποίησης του σήματος μετά τη δειγματοληψία είναι η κβαντοποίηση. Η κβαντοποίηση μετατρέπει όλα τα επίπεδα πλάτους ενός αναλογικού σήματος, που συνεχώς μεταβάλλεται, σε ένα πεπερασμένο αριθμό διακριτών επιπέδων Q που σχετίζονται με την έκφραση : $Q = 2^n$, όπου n είναι ο αριθμός των bits που κωδικοποιεί, το κάθε επίπεδο Q και συνεπώς το κάθε δείγμα. Ο αριθμός των κβαντοποιημένων βημάτων και συνεπώς το μέτρο του κβαντισμένου σφάλματος εξαρτάται από τον αριθμό των bits ανά δείγμα. Η πρώτη τεχνολογία χρησιμοποιούσε 7 ή 8 bits ανά δείγμα που κατέληγαν αντίστοιχα στα 128 ή 256 κβαντισμένα δείγματα. Τα σύγχρονα στούντιο ποιοτικού εξοπλισμού χρησιμοποιούν 10 bits ανά δείγμα, που καταλήγουν στα 1024 κβαντισμένα βήματα.

Το τελικό ψηφιακό σήμα είναι μια προσέγγιση του αρχικού σήματος, εφόσον η ενέργεια της κβαντοποίησης θέτει διακριτές αριθμητικές τιμές σε κάθε δείγμα. Αν η στάθμη του δείγματος από το δειγματολήπτη βρεθεί ανάμεσα σε δύο επίπεδα Q , κβαντοποιείται στο πιο κοντινότερο από τα δύο επίπεδα.

Ο κβαντισμός ουσιαστικά αντίκειται στην αρχή του θεωρήματος της δειγματοληψίας, που προβλέπει ότι τα δείγματα πλάτους ακριβώς όσο και το πλάτος του αναλογικού σήματος και όχι κατά προσέγγιση. Το σφάλμα που προκύπτει από αυτή την προσέγγιση ονομάζεται σφάλμα κβαντισμού και δεν υπερβαίνει το $+1/2Q$ και $-1/2Q$.



Η διαδικασία κβάντισης. Τα $Q_1, Q_2 \dots Q_7$ είναι οι επτά στάθμες εξόδου του κβαντιστή

Το σφάλμα κβάντισης

Το σφάλμα κβάντισης είναι η κύρια πηγή εξασθένησης των ψηφιακών συστημάτων. Τα πλάτη των σημάτων βίντεο διαφέρουν στο χρόνο. Οι κβαντισμένες τιμές ίσως να εμπεριέχουν σφάλμα που είναι ως και $\pm \frac{1}{2} Q$, όπου το Q είναι το πλάτος του κβαντισμένου διαστήματος. Για 8 ή περισσότερα bits ανά δείγμα το κβαντισμένο σφάλμα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ανεπιθύμητο σήμα που προστίθεται στο αρχικό σήμα από τη διαδικασία της κβάντισης. Κάτω από τα 8 bits ανά δείγμα, το κβαντισμένο σφάλμα καταλήγει σε μια σοβαρή παραμόρφωση της κυματομορφής με αποτέλεσμα την ανύψωση του περιγράμματός της.

Για τη γραμμική κβάντιση, όπου τα επίπεδα κβαντοποίησης είναι ίσου πλάτους και θεωρώντας πως τα σφάλματα είναι κατανομημένα ομοιόμορφα, το πλάτος οποιονδήποτε κβαντισμένου σφάλματος είναι ίσο με $Q/\sqrt{12}$. Η έξοδος από το μετατροπέα D/A θεωρείται πως είναι ίση με $2^n Q$. Στην πραγματικότητα η ακριβής τιμή είναι $(2^n - 1)Q$.

Ο λόγος του σήματος S από κορυφή σε κορυφή προς τον κβαντισμένο θόρυβο (Q_{rms}) ενός ιδανικού μαύρου κουτιού δίνεται από τη σχέση :

$$S/Q_{rms} \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \frac{2^n Q \sqrt{12}}{Q} \approx 6.02n + 10.8$$

Η παραπάνω εξίσωση υποθέτει πως το αναλογικό σήμα κατέχει όλη την κβαντισμένη περιοχή. Όταν δίνεται ένα σύστημα ψηφιακού βίντεο με 10 bits ανά δείγμα, η θεωρητική τιμή είναι :

$$S/Q_{rms} = 71 \text{ db}$$

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του λόγου S/ Q_{rms} και είναι οι ακόλουθοι :

- Η υψηλότερη συχνότητα του σήματος Βίντεο (5 MHz στο PAL)
- Το πλάτος του σύνθετου σήματος Βίντεο (1,233 V στο PAL)
- Η διαφορά στάθμης του λευκού – μαύρου του σήματος φωτεινότητας (700V στο PAL)

Το τμήμα του σήματος φωτεινότητας καταλαμβάνει μέρος της κβαντισμένης περιοχής.

Η αναλογία είναι $\frac{0,7}{1,233}=0,57$ (PAL). Αυτό συνεπάγεται μικρό αριθμό κβαντισμένων βημάτων και συνεπώς μειωμένη τιμή για το S/ Q_{rms} .

Η τροποποιημένη εξίσωση για το S/ Q_{rms} είναι :

$$S/Q_{rms} \text{ (dB)} = 60,2 \cdot n + 10,8 + 10 \log_{10}(f_s/2f_{MAX}) - 20 \log_{10}(V_q/(V_W - V_B))$$

Όπου n= ο αριθμός των bit ανά δείγμα

f_s = η συχνότητα δειγματοληψίας

f_{max} = η μέγιστη συχνότητα βίντεο PAL, 4.2 MHz (NTSC)

V_q = η τάση σήματος που καταλαμβάνει ολόκληρη την κβαντισμένη περιοχή

V_W = η τάση στη στάθμη του λευκού

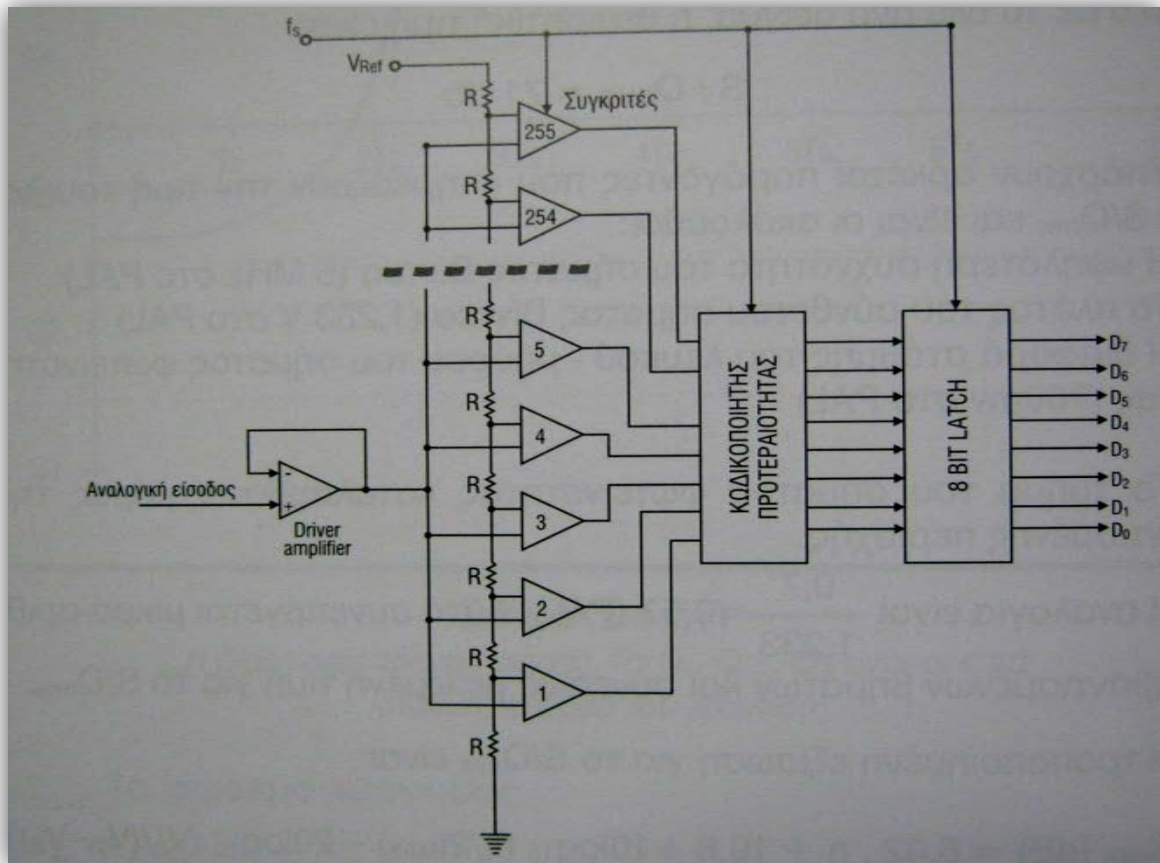
V_B = η τάση στη στάθμη του μαύρου

$V_W - V_B = 0,7 \text{ V (PAL), } 0.714 \text{ V (NTSC)}$

Αγνοώντας την ποσότητα του περιθωρίου ο υπολογισμένος λόγος S/ Q_{rms} στο PAL σε ένα εύρος ζώνης των 5 MHz με συχνότητα δειγματοληψίας των 17,7 MHz και με την ακρίβεια των 10 bit ανά δείγμα είναι ίσος με :

$$S/Q_{rms} \text{ (dB)} = 6.02n + 10.8 + 10 \log_{10}(17.7/2 \times 5) - 20 \log_{10}(1.233/0.700) =$$

$$S/Q_{rms} \text{ (dB)} = 6.02 * 10 + 10.8 + \log_{10}\left(\frac{17.7}{10}\right) - 20 \log_{10}\left(\frac{1.233}{0.700}\right) = 68,58 \text{ dB}$$



Κύκλωμα κβαντιστή [5]

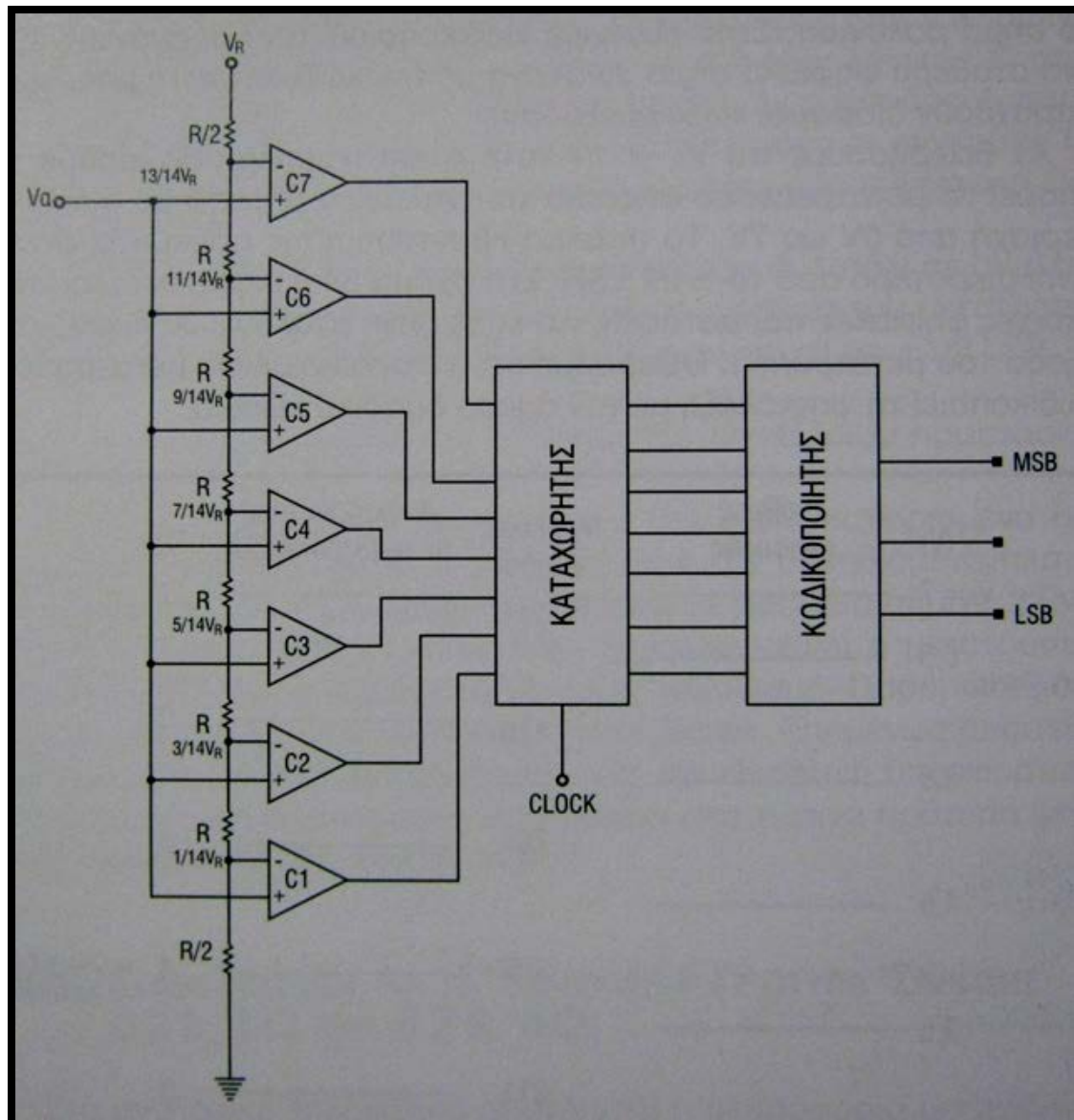
Για κάθε στάθμη κβάντισης υπάρχει ένας συγκριτής. Το σήμα εισόδου εφαρμόζεται σε όλους τους συγκριτές και μια σκάλα αντιστάσεων θέτει τη στάθμη αναφοράς σε κάθε σύγκριση. Υπάρχουν 2^n έξοδοι από τη σκάλα συγκριτών. Όλοι οι έξοδοι είναι 0 όταν το αναλογικό σήμα στην είσοδο έχει στάθμη κάτω από την Q1 στάθμη κβάντισης. Οι έξοδοι των συγκριτών είναι 1 όταν το σήμα εισόδου σε αυτούς είναι πάνω από τη στάθμη αναφοράς στον αντίστοιχο συγκριτή.



Κυματομορφή βίντεο κβαντισμένης σε λέξεις των 8 bit [6]

4.6 Κωδικοποίηση

Η λειτουργία του κωδικοποιητή συνίσταται στη μετατροπή κάθε κβαντισμένου δείγματος σε μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων (bit). Ειδικότερα μετατρέπει τον ακέραιο, που αντιστοιχεί σε κάποια στάθμη στο δυαδικό του ισοδύναμο. Εάν ο αριθμός των επιπέδων κβάντισης είναι $256=2^8$, η ψηφιακή λέξη που αναπαριστά το δείγμα είναι των 8 bit.



Μετατροπέας A/D 3 bit με παράλληλους συγκριτές τύπου Flash[13]

Το δικτύωμα των αντιστάσεων διαιρεί την τάση αναφοράς V_R σε επτά περιοχές, καθορίζοντας έτσι την τάση αναφοράς του κάθε συγκριτή. Οι τάσεις αυτές είναι $\frac{1}{14}V_R, \frac{3}{14}V_R, \frac{5}{14}V_R, \dots, \frac{13}{14}V_R$. Οι στάθμες αυτές ουσιαστικά αποτελούν τα βήματα κβαντοποίησης. Το αναλογικό σήμα V_a , που είναι για μετατροπή σε ψηφιακό, εφαρμόζεται στις μη αναστρέφουσες εισόδους όλων των συγκριτών. Ο κάθε συγκριτής δίνει στην έξοδο του "1" όταν το επίπεδο τάσης στη μη αναστρέφουσα είσοδο του (V_a) βρίσκεται σε υψηλότερο δυναμικό από εκείνο που επικρατεί στην αναστρέφουσα είσοδό του. Οι έξοδοι όλων των συγκριτών οδηγούνται σε ένα καταχωρητή όπου καταχωρούνται με το σήμα ρολογιού. Στην συνέχεια κωδικοποιούνται παράγοντας έτσι ένα σταθερό ψηφιακό σήμα. Ανάλογα με τον κωδικοποιητή μπορεί να παραχθούν διάφοροι κωδικοί εξόδου.

Αν θεωρήσουμε ότι $V_R = 7V$ τότε ο μετατροπέας θεωρούμε ότι μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακά τα αναλογικά σήματα με δυναμική περιοχή από 0V ως 7V. Το σφάλμα κβαντοποίησης προκύπτει ότι θα είναι μικρότερο από το $\pm \frac{1}{2} \text{LSB}$.

(V)	Στάθμες αναφοράς	Ψηφιακές έξοδοι	Αναλογική τάση με μετατροπή D/A	(V)
$V_R=7$	_____	111	_____	7
6,5	_____			
		110	_____	6
5,5	_____			
		101	_____	5
4,5	_____			
		100	_____	4
3,5	_____			
		011	_____	3
2,5	_____			
		010	_____	2
1,5	_____			
		001	_____	1
0,5	_____			
		000	_____	0
0	_____			

Αναλογικό $\xrightarrow{\text{Μετατροπή σε}}$ Ψηφιακό $\xrightarrow{\text{Μετατροπή σε}}$ Αναλογικό

Τα βήματα κβαντοποίησης και οι ψηφιακές έξοδοι του μετατροπέα A/D[13]

Όταν η αναλογική τάση εισόδου είναι μικρότερη από 0,5V (7/14) τότε όλοι οι συγκριτές δίνουν στην έξοδό τους λογικό “0”. Άρα ο κωδικός εξόδου είναι 000. Αν η είσοδος V_a πάρει τιμές από 0,5 V μέχρι και 1,5 V ((3*7)/14) τότε μόνο ο συγκριτής C1 δίνει λογικό “1” στην έξοδό του και άρα η ψηφιακή είναι 001. Αν η είσοδος V_a πάρει τιμές από 1,5 V μέχρι και 2,5V((5*7)/14) τότε μόνο οι συγκριτές C1 και C2 θα δίνουν λογικό “1” στην έξοδο τους και άρα η ψηφιακή έξοδος είναι 010.

Εάν τώρα μετατρέψουμε την ψηφιακή έξοδο 001 πάλι σε αναλογική θα λάβουμε μια τάση ίση με 1 V. Άρα το σφάλμα του μετατροπέα A/D είναι μικρότερο από $\pm 1/2V$ το οποίο αντιστοιχεί σε $\pm 1/2\text{LSB}$. [3][12][13][14][16][22][25]

4.7 Συμπίεση Τηλεοπτικού Σήματος

Το ψηφιοποιημένο οπτικό σήμα του προτύπου 4:2:2 απαιτεί ένα ρυθμό μετάδοσης περίπου 250 Mbits/s. Η άμεση εκπομπή αυτού του σήματος θα απαιτούσε ένα εύρος συχνοτήτων μεγαλύτερο από 100MHz. Το τεράστιο από εύρος συχνοτήτων δεν είναι δυνατόν αλλά και οικονομικά εφικτό να διατεθεί. Χρειάζεται λοιπόν να γίνει μείωση της ποσότητας των δεδομένων που θα εκπεμφθούν. Η μείωση αυτή ονομάζεται συμπίεση δεδομένων.

Λόγος συμπίεσης ονομάζεται ο λόγος που προκύπτει αν διαιρέσουμε την ποσότητα των δεδομένων πριν τη συμπίεση με αυτή που έχουμε μετά τη συμπίεση.

Οι τεχνικές συμπίεσης ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τις αντιστρεπτές και τις μη αντιστρεπτές.

Οι αντιστρεπτές περιορίζουν τον όγκο των δεδομένων προσωρινά, για παράδειγμα κατά την εκπομπή του σήματος. Στο δέκτη το αρχικό σήμα μπορεί να ανακτηθεί με απόλυτη ακρίβεια, όπως ήταν τα αρχικά δεδομένα πριν τη συμπίεση.

Οι μη αντιστρεπτές τεχνικές συμπίεσης χαρακτηρίζονται από το ότι περιορίζουν μόνιμα τον όγκο των δεδομένων. Στο δέκτη για παράδειγμα δεν υπάρχει η δυνατότητα το σήμα να ανακτηθεί με πλήρη ακρίβεια. Το πλεονέκτημα όμως αυτών των τεχνικών είναι ότι μπορούμε να πετύχουμε μεγάλους λόγους συμπίεσης.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη συμπίεση του ψηφιακού σήματος μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με την κωδικοποίηση που γίνεται. Έχουμε λοιπόν την κωδικοποίηση εντροπίας και την κωδικοποίηση πηγής. Κάθε μία από αυτές περιλαμβάνει κάποιες τεχνικές συμπίεσης.



Τεχνολογίες ψηφιακής συμπίεσης[6]

✓ Κωδικοποίηση εντροπίας

Η κωδικοποίηση εντροπίας αναφέρεται σε τεχνικές οι οποίες δε λαμβάνουν υπόψη τους το είδος της πληροφορίας που πρόκειται να συμπιεστεί. Οι τεχνικές αυτές εξάλλου προσφέρουν κωδικοποίηση χωρίς απώλειες. Στις τεχνικές αυτές περιλαμβάνονται οι εξής : Συμπίεση κενών διαστημάτων, Συμπίεση πολλαπλών επαναλήψεων, Συμπίεση καταλόγου και Συμπίεση Huffman.

- Συμπίεση κενών διαστημάτων. Αντικαθιστά μια σειρά από κενά διαστήματα με ένα σύμβολο και έναν αριθμό που είναι αυτός των κενών διαστημάτων.
- Συμπίεση πολλαπλών επαναλήψεων. Αντικαθιστά μια σειρά από επαναλαμβανόμενους χαρακτήρες με ένα κωδικό συμπίεσης, το χαρακτήρα και έναν αριθμό που είναι αυτός των επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων. Ουσιαστικά αυτή η συμπίεση αποτελεί επέκταση της συμπίεσης κενών διαστημάτων. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται πολύ σε εφαρμογές εικόνας

όπου υπάρχουν μεγάλες σειρές από όμοια ή επαναλαμβανόμενα εικονοστοιχεία.

- Συμπίεση καταλόγου. Σε αυτή την τεχνική συμπίεσης δημιουργείται ένας κατάλογος με τις συχνότερες επαναλαμβανόμενες ακολουθίες χαρακτήρων ή λέξεων. Αυτός ο κατάλογος περιέχει μικρού μήκους σταθερές τιμές που παριστούν τις συχνότερα επαναλαμβανόμενες ακολουθίες χαρακτήρων.
- Συμπίεση Huffman. Η τεχνική αυτή υποθέτει ότι κάποιοι χαρακτήρες εμφανίζονται συχνότερα από κάποιους άλλους. Αυτοί οι χαρακτήρες ή οι λέξεις που εμφανίζονται συχνότερα κωδικοποιούνται με λιγότερα bits. Ουσιαστικά δηλαδή σπάνια εμφανιζόμενες ακολουθίες θα έχουν μεγαλύτερους κωδικούς, ενώ οι συχνές μικρότερους. Για την καλύτερη επίδοση αυτής της συμπίεσης, πριν τη διαδικασία συμπίεσης πρέπει να γίνεται μια στατική επεξεργασία των δεδομένων για την ανεύρεση των ακολουθιών που θα κωδικοποιηθούν με μικρούς κωδικούς. Δημιουργούνται λοιπόν δυναμικοί πίνακες που δείχνουν τη συχνότητα εμφάνισης των χαρακτήρων, οι οποίοι αυτομορφώνονται συνεχώς βελτιώνοντας στην πορεία τη συμπίεση.

✓ Κωδικοποίηση πηγής

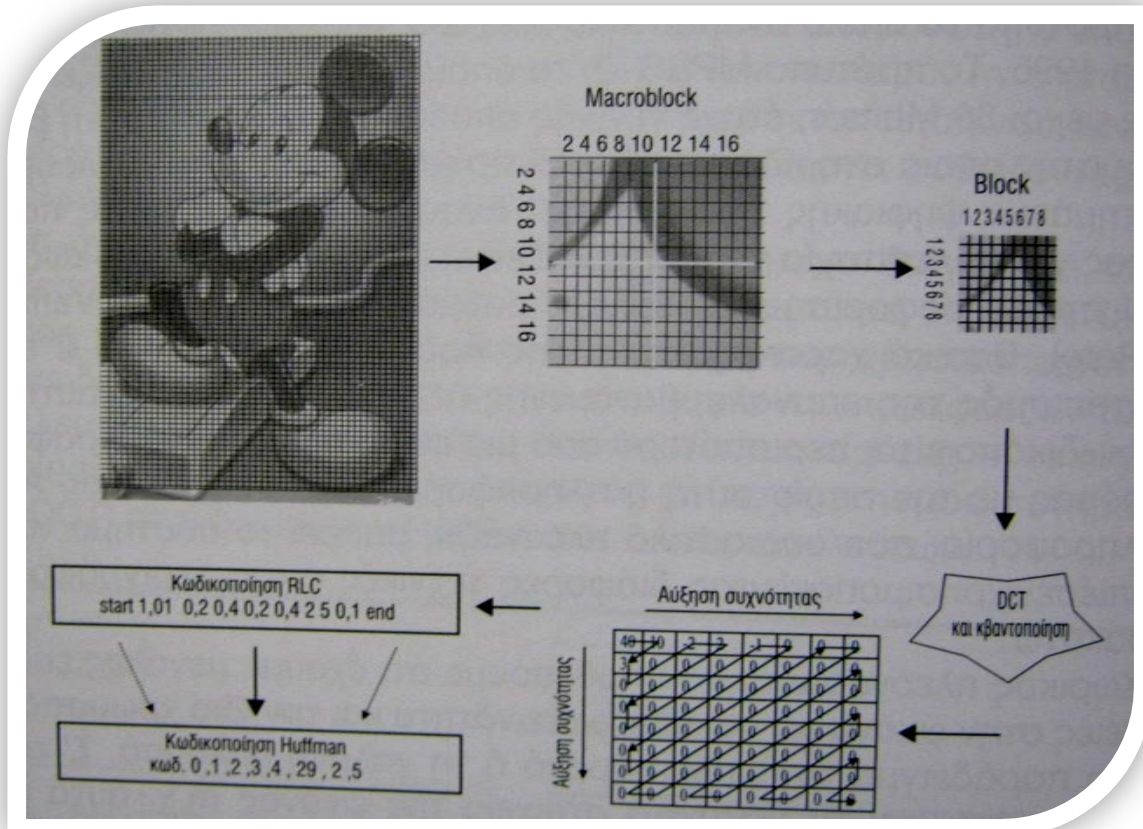
Η κωδικοποίηση πηγής λαμβάνει υπόψιν και τις ιδιότητες του σήματος που πρόκειται να συμπιεστεί.

- Διανυσματική κβαντοποίηση. Είναι η πιο απλή μορφή ψηφιακής κωδικοποίησης. Σε αυτή την κωδικοποίηση κάθε πλαίσιο του οπτικού σήματος χωρίζεται σε ομάδες. Κάθε ομάδα συγκρίνεται με ένα κωδικοποιημένο πίνακα ομάδων για να βρεθεί σε ποια θέση του πίνακα αυτού αντιστοιχεί. Με αυτό τον τρόπο στέλνουμε τη διεύθυνση του πίνακα και όχι τα δεδομένα της ομάδας.
- Διαφορική παλμοκωδική διαμόρφωση (DPCM). Σε αυτό τον τύπο ψηφιακής συμπίεσης υπάρχει μια αριθμητική τιμή σε κάθε εικονοστοιχείο. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην ένταση του εικονοστοιχείου. Κάθε εικονοστοιχείο συγκρίνεται με το προηγούμενό του και στέλνουμε τη διαφορά της τιμής τους.
- Μετασχηματιστής Fractal. Με το σχηματισμό Fractal μπορούμε να πετύχουμε πολύ μεγάλο λόγο συμπίεσης και γρήγορη αποσυμπίεση. Με τη χρήση του μετασχηματισμού Fractal πραγματοποιούμε μια κωδικοποίηση μέσα στο πλαίσιο, το οποίο μπορούμε να ανασκευάσουμε με την επιλογή κατάλληλου μοτίβου στο οποίο καθορίζουμε μέγεθος, θέση και περιστροφή. Κατά τη συμπίεση στέλνουμε μια φορά μόνο το μοτίβο και μετά τις πληροφορίες για τη θέση, το μέγεθος και την περιστροφή.
- Κωδικοποίηση μετασχηματισμού. Στην κωδικοποίηση μετασχηματισμού το σήμα υφίσταται ένα μαθηματικό μετασχηματισμό, από το πεδίο του χρόνου σε ένα αφηρημένο πεδίο το οποίο είναι κατάλληλο για συμπίεση. Η διαδικασία αυτή είναι αντιστρεπτή.[6][13][14][15][16]

4.8 Το Πρότυπο Συμπίεσης MPEG2

Το πλεονέκτημα της ύπαρξης τυποποίησης των δεδομένων στη συμπίεση των ψηφιοποιημένων οπτικών, ηχητικών και άλλων πληροφοριών είναι πάρα πολλά. Για τη δημιουργία αυτής της τυποποίησης το 1988 συστήθηκε μια επιτροπή MPEG με επικεφαλής το Dr Leonardo Chiariglione. Αρχικός σκοπός αυτής της επιτροπής ήταν να ορίσει τους αλγορίθμους για την κωδικοποίηση του οπτικού σήματος για την ψηφιακή αποθήκευση του σε CD-ROM με ένα ρυθμό περίπου 1,5 Mbits/s. Το πρότυπο που προέκυψε από τις εργασίες αυτής της επιτροπής ονομάστηκε MPEG-1. Οι εφαρμογές του MPEG-1 περιορίζονται σε μορφές οπτικού σήματος χωρίς αλληλοδιαδοχή πεδίων και υποστηρίζει ρυθμούς μέχρι 1,5 Mbits/s. Το 1990 η ίδια επιτροπή άρχισε να εργάζεται για ένα άλλο πρότυπο το οποίο θα υποστήριζε ρυθμούς από 2 ως 10 Mbits/s και θα είχε τη δυνατότητα κωδικοποίησης οπτικού σήματος με αλληλοδιαδοχή πεδίων. Το 1994 δημοσιεύτηκε το νέο πρότυπο το οποίο ονομάστηκε MPEG-2 και έγινε διεθνές πρότυπο το 1995. Το πρότυπο MPEG-2, το οποίο σήμερα υποστηρίζει ρυθμούς μέχρι 30 Mbits/s, έτυχε γενικής αποδοχής και αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία στηρίζονται όλες οι προσπάθειες για τη δημιουργία συστημάτων ψηφιακής τηλεόρασης. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία του MPEG-2 είναι η ικανότητά του να κωδικοποιεί την πληροφορία με μεταβλητό ρυθμό δεδομένων. Βασικό χαρακτηριστικό της κωδικοποίησης MPEG-2 είναι ο εντοπισμός της επαναλαμβανόμενης πληροφορίας, ώστε αυτή να μην κωδικοποιείται περισσότερο από μία φορά αλλά να περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο αυτή η πληροφορία επαναλαμβάνεται. Αυτή η πληροφορία, που ουσιαστικά πλεονάζει, μπορεί το σύστημα να τη συμπίεσει χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές όπως περιγράφονται παρακάτω:

- Πλεονασμός στο χρόνο. Στην τηλεόραση ως γνωστό βλέπουμε 25 εικόνες το δευτερόλεπτο. Αντί λοιπόν ο πομπός να εκπέμπει συνέχεια την πληροφορία της πρώτης εικόνας και των υπολοίπων να στέλνει μόνο τη διαφορά των αντίστοιχων εικονοστοιχείων. Με τον τρόπο αυτόν δε χάνουμε πληροφορίες ενώ ταυτόχρονα μειώνουμε σημαντικά τον αριθμό των ψηφίων που απαιτούνται για την εκπομπή της πληροφορίας. Ο τρόπος της συμπίεσης αυτής επειδή αναφέρεται σε γειτονικά πλαίσια ονομάζεται διαπλασιακή συμπίεση.
- Στατικός πλεονασμός. Στο τηλεοπτικό σήμα μετά την ψηφιοποίηση του υπάρχουν μερικοί συνδυασμοί που συμβαίνουν πιο συχνά από κάποιους άλλους. Αυτούς μπορούμε να τους κωδικοποιήσουμε με βραχύτερους κώδικες σε αντίθεση με αυτούς που συμβαίνουν πιο σπάνια που τους κωδικοποιούμε με μακρύτερους.



Στάδια συμπίεσης MPEG

Το πρότυπο MPEG (Moving Picture Experts Group) αποτελείται από τρία μέρη:

- Το σύστημα. Περιγράφει το συγχρονισμό ήχου και εικόνας την πολυπλεξία και άλλες λειτουργίες σχετικά με το σύστημα.
- Την εικόνα. Περιλαμβάνει την κωδικοποιημένη παρουσίαση των δεδομένων βίντεο και τη διαδικασία της αποκωδικοποίησης.
- Τον ήχο. Περιλαμβάνει την κωδικοποιημένη παρουσίαση των δεδομένων ήχου και τη διαδικασία της αποκωδικοποίησης.[5][13][14]

4.9 Βασική Αρχή Λειτουργίας Του Συστήματος MPEG-2

Το βασικό στοιχείο για τη γενική περιγραφή της συμπίεσης στο MPEG είναι η ύπαρξη των παρακάτω τριών ειδών πλαισίων.

- ❖ I πλαίσιο (Intracoded Frame)
- ❖ P πλαίσιο (Predicted Frame)
- ❖ B πλαίσιο (Bidirectional Frame)

Το κάθε ένα από αυτά περιέχει πληροφορία για μια κινούμενη εικόνα. Για την κατασκευή ενός I πλαισίου ακολουθούνται οι παρακάτω φάσεις:

- Οι συνιστώσες φωτεινότητας και χρωμικότητας χωρίζονται σε μπλοκ μεγέθους 8*8 εικονοστοιχείων.
- Οι συντελεστές DCT κβαντοποιούνται μέσω βημάτων κβαντοποίησης.
- Οι κβαντοποιημένοι συντελεστές κωδικοποιούνται.
- Οι κωδικοποιημένοι συντελεστές διατάσσονται βάσει της μεθόδου zig-zag.
- Στην ακολουθία των συντελεστών εφαρμόζεται τεχνική κωδικοποίησης εντροπίας.

I πλαίσια (Intraframes)

Τα πεδία I κωδικοποιούνται μόνο με πληροφορία που βρίσκεται μέσα στο πλαίσιο. Για την κωδικοποίηση αυτών των πλαισίων δε χρησιμοποιείται πληροφορία από άλλα πλαίσια.

Non-intra Frames (P-frames and B-frames)

Τα non-intra frames χρησιμοποιούν πληροφορία η οποία δε βρίσκεται στο πλαίσιο το οποίο κωδικοποιείται. Υπάρχουν δύο τύποι από non-intra frames. Τα P πλαίσια, προβλεπόμενα πλαίσια (Predicted Frames) και τα B πλαίσια, με πρόβλεψη δύο διευθύνσεων (Bidirectional frames).

4.10 Ρυθμός Δεδομένων Με Το Σύστημα MPEG-2

Στο σύστημα MPEG-2 ορίζονται δύο μορφές ροής δεδομένων. Η μια είναι η λεγόμενη program stream (PS) που είναι ίδια με του MPEG-1. Σε αυτή ο αποκωδικοποιητής MPEG-2 πρέπει να μπορεί να αποκωδικοποιεί και τους παλμούς ροής δεδομένων του MPEG-1. Η program stream απαιτεί από όλα τα στοιχεία να έχουν κοινή βάση χρονισμού και συνήθως σχεδιάζεται για χαμηλής ποιότητας εξοπλισμό.

Στο MPEG-2 υπάρχει και η transport stream (TS). Αυτή είναι ικανή να μεταφέρει πολλαπλό αριθμό προγραμμάτων χωρίς να χρειάζεται κοινή βάση χρονισμού ενώ σχεδιάζεται για υψηλής ποιότητας εξοπλισμό.

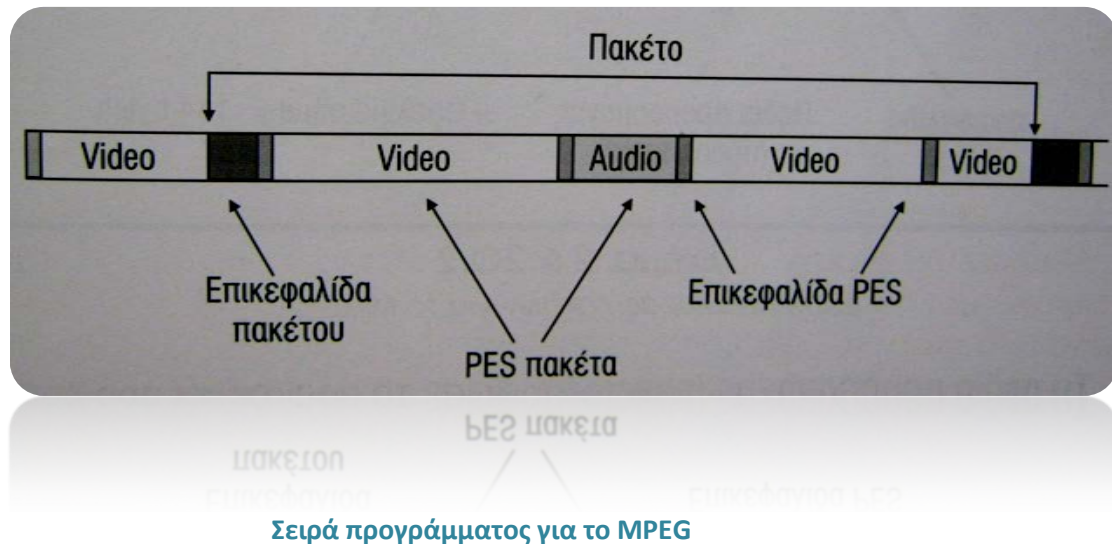
PES (packetized elementary stream)

Η έξοδος από τον κωδικοποιητή βίντεο ή ήχου είναι γνωστή ως elementary stream. Αν αυτή διαιρεθεί σε πακέτα τότε ονομάζεται packetized elementary stream (PES).

Τα πακέτα PES μπορεί να είναι μεταβλητού μήκους ανάλογα με το πώς οργανώνει την πληροφορία ο κάθε κωδικοποιητής. Για παράδειγμα στην κωδικοποίηση του σήματος βίντεο μπορεί ένα πακέτο να είναι μια πλήρη εικόνα. Κάθε πακέτο αρχίζει με μια επικεφαλίδα.

Program Stream

Η program stream είναι η απλούστερη από τους δύο τηλεπικοινωνιακούς μηχανισμούς που παρέχονται σε επίπεδο συστήματος του MPEG-2. Η PS συνίσταται από πακέτα καθένα από τα οποία περιέχει ένα ή περισσότερα PES πακέτα.



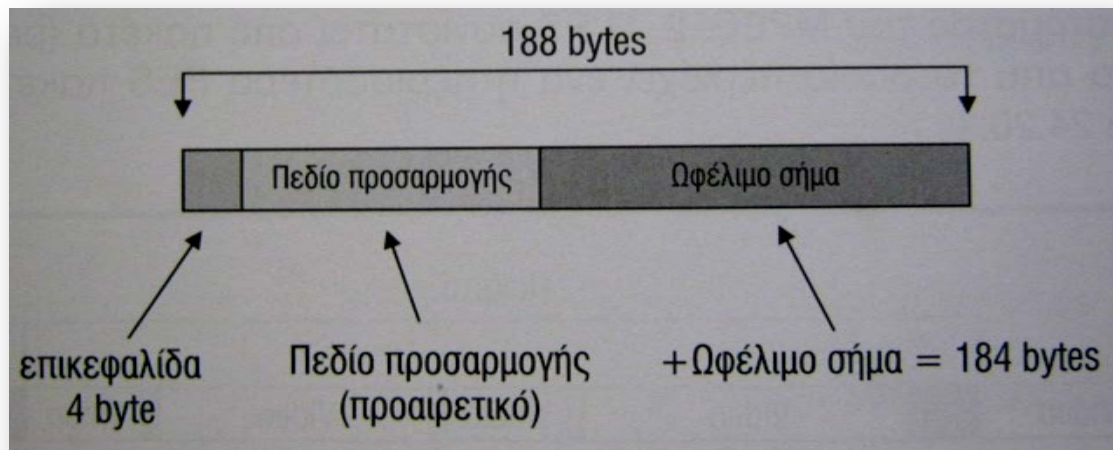
Η επικεφαλίδα του κάθε πακέτου περιέχει πληροφορία συγχρονισμού, καθώς επίσης πληροφορία αν ακολουθούν δεδομένα βίντεο ή ήχου. Στην περίπτωση του βίντεο τι είδους είναι το πλαίσιο εκείνη τη στιγμή, τι μορφή έχει ο πίνακας κβαντοποίησης κ.λπ.. Στην περίπτωση του ήχου αν μεταδίδονται περισσότερα του ενός κανάλια κ.λπ. Η PS μπορεί να στεγάσει το ανώτερο 16 σήματα βίντεο και 32 παλμοροές δεδομένων ήχου. Κάθε πακέτο φεύγει έχοντας πληροφορία από ένα απλό σύστημα παλμού αναφοράς system clock reference (SCR).

Transport Stream

Η Transport Stream (TS) μπορεί να μεταφέρει πολλά προγράμματα τα οποία κατασκευάζονται από πολλά elementary streams. Όλες οι σειρές πρέπει να μοιράζονται μια κοινή χρονική βάση, αλλά κάθε πρόγραμμα μπορεί να έχει ξεχωριστή χρονική αναφορά.

Η TS διευκολύνει τη διόρθωση σφαλμάτων με το να τοποθετήσει τα μεταδιδόμενα δεδομένα σε πακέτα σταθερού μήκους 188 bytes.

Κάθε TS πακέτο έχει 4 byte για επικεφαλίδα τα οποία περιλαμβάνουν το πακέτο αναγνώρισης κώδικα, packet identification code. Όλα τα πακέτα με τον ίδιο σέρβις έχουν το ίδιο PID και ο αριθμός σειράς στην επικεφαλίδα εξασφαλίζει ότι αυτά θα αποκωδικοποιηθούν με τη σωστή σειρά. Τα υπόλοιπα 184 bytes φέρουν το «ωφέλιμο» σήμα.



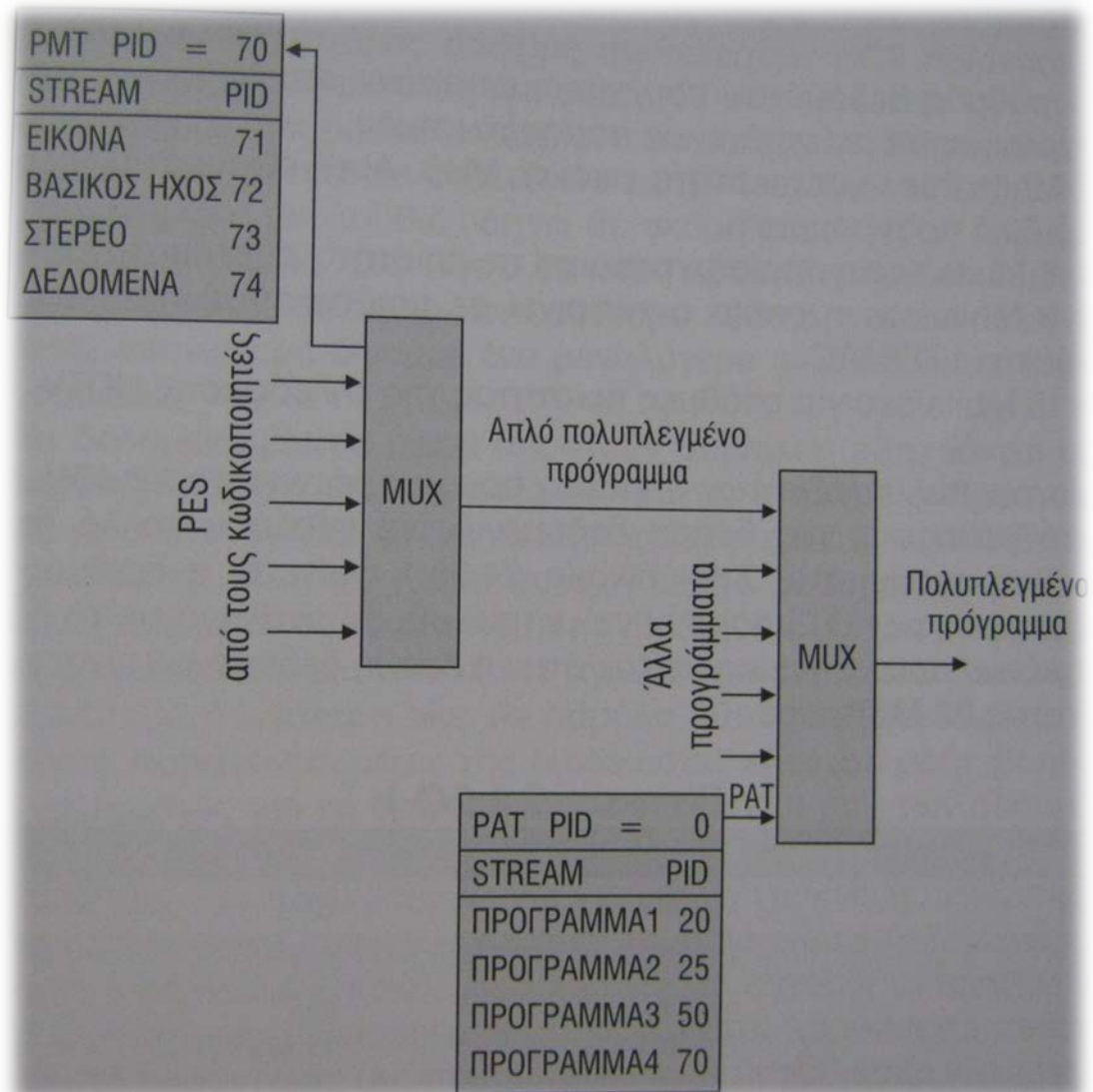
Σειρά μεταφοράς πακέτων για το MPEG

Το πεδίο προσαρμογής, το οποίο είναι προαιρετικό, χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να στείλουμε κάποια επιπρόσθετη πληροφορία. Ένας μηχανισμός ελέγχου ο οποίος χρησιμοποιεί το πεδίο προσαρμογής είναι το program clock reference, ο οποίος χρησιμοποιείται για τα κανάλια επικοινωνίας. Το PCR είναι ένα σήμα 27 MHz το οποίο παράγεται από τον πολυπλέκτη. Ένα δείγμα από αυτό το σήμα τουλάχιστον 10 φορές το δευτερόλεπτο στέλνεται μέσω της επικεφαλίδας της προσαρμογής στον αποπλέκτη. Έτσι ο αποπλέκτης συγχρονίζει το ρολόι του.

Ας θεωρήσουμε τώρα ότι ένα πακέτο από τον κωδικοποιητή βίντεο αναπαριστά μια εικόνα και περιγράφεται από μια επικεφαλίδα. Όταν αυτό το πακέτο χωριστεί σε πακέτα μεταφοράς, η επικεφαλίδα θα ακολουθήσει πάντα την επικεφαλίδα μεταφοράς. Για να γίνει αυτό προστίθεται σημειωτής χρονικής εμφάνισης. Ο συγχρονισμός εικόνας και ήχου πραγματοποιείται με το να τα στέλνουμε με το ίδιο το PES.

Κατά την εκπομπή των πλαισίων, επειδή ενδεχομένως να μην τα στέλνουμε με τη σωστή σειρά, για τη σωστή χρονική αναγνώρισή τους στέλνεται το σήμα decode time stamp .

Η ροή μεταφοράς παρέχει ένα αριθμό από πίνακες συνδεδεμένους με τη δομή του πολυπλέκτη.



Διάγραμμα βαθμίδων πολυπλέκτη

Τα δεδομένα εικόνας ήχου και των δεδομένων PES πολυπλέκονται στο πρόγραμμα 1 μαζί με τον πίνακα προγράμματος. Άλλο σήμα εικόνας, ήχου και δεδομένων μπορεί να πολυπλεχθούν με ένα PMT για να παράγουν το πρόγραμμα 2 κ.ο.κ. όλα τα προγράμματα στη συνέχεια πολυπλέκονται με το program association table και φτιάχνουν την transport stream. Η PAT μεταφέρει τα PIDs για την αναγνώριση των PMTs και έχει PID=0.

Ο ρυθμός δεδομένων που χρησιμοποιείται στο MPEG-2, για ένα πρόγραμμα μπορεί να έχει τις παρακάτω τιμές:

- 2 Mbits/sec για ποιότητα εικόνας VHS. Αυτή είναι κατάλληλη για παιδικά προγράμματα
- 4-8 Mbits/sec η οποία αντιστοιχεί σε ποιότητα συστήματος PAL
- 8-9 Mbits/sec η οποία αντιστοιχεί σε ποιότητα καλύτερη από το σύστημα D2MAC
- > 15 Mbits/sec για στάθμες ποιότητας της τηλεόρασης HDTV

Με την πολυπλεξία των σημάτων που μπορεί να εφαρμοσθεί, είναι εφικτό μέσα από μια δέσμη δεδομένων να σταλούν πολλά διαφορετικά προγράμματα[36]

4. Το Σύστημα MPEG 1 Για τον Ήχο

Για τη μετάδοση του ήχου χρησιμοποιείται μια μέθοδος κωδικοποίησης που ονομάζεται Musicam (universal subband integrated coding and multiplexing) η οποία αναπτύχθηκε από την εταιρία Philips. Για την κωδικοποίηση του σήματος χρησιμοποιείται συνήθως το επίπεδο II του αλγορίθμου MPEG 1. Το επίπεδο II υποστηρίζει συχνότητες δειγματοληψίας 32, 44.1, 48 KHz. Για την επεξεργασία του σήματος διαμοιράζεται η μπάνα των ακουστικών συχνοτήτων σε 32 περιοχές όπου κβαντοποιούνται τα επιμέρους σήματα.

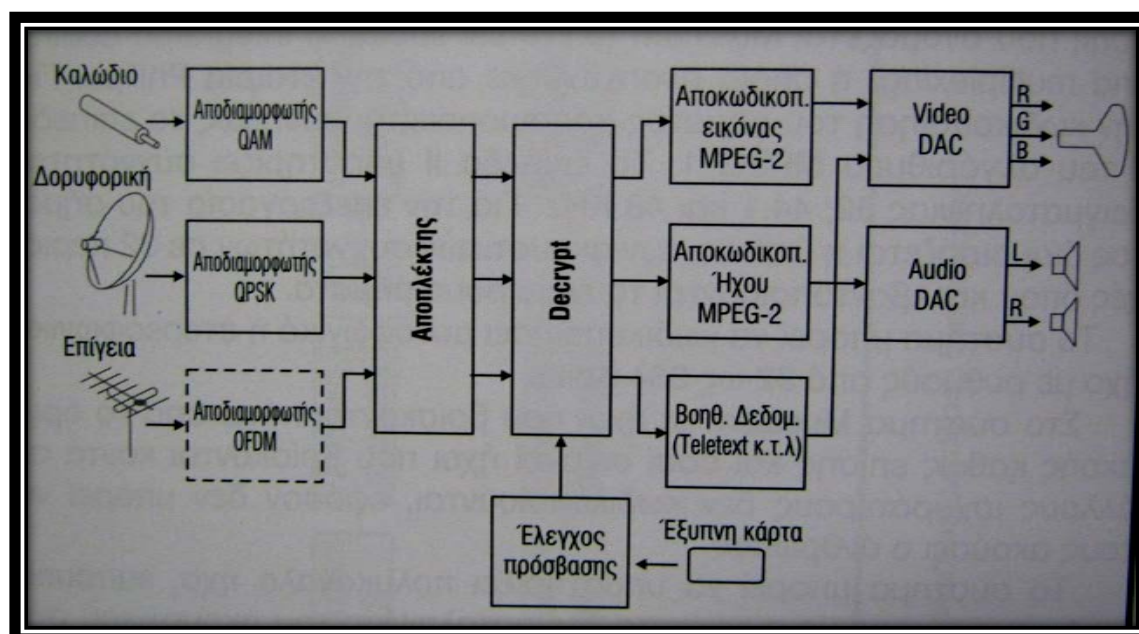
Το σύστημα μπορεί να κωδικοποιήσει μονοφωνικό ή στερεοφωνικό ήχο με ρυθμό από 32 έως 384 Kbit/s.

Στο σύστημα Musicam οι ήχοι που βρίσκονται κάτω από το όριο ακοής καθώς επίσης και όσοι σιγανοί ήχοι που βρίσκονται κοντά σε άλλους ισχυρότερους δε κωδικοποιούνται, εφόσον δε μπορεί να τους ακούσει ο άνθρωπος.

Το σύστημα μπορεί να υποστηρίξει πολυκάναλο ήχο, surround 5+1 μεγαφώνων, με συχνότητα δειγματοληψίας του ακουστικού σήματος 48 KHz .

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι το αμερικανικό τηλεοπτικό πρότυπο της ψηφιακής τηλεόρασης δε χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση του ήχου του MPEG 1 αλλά το σύστημα AC3 της εταιρίας DOLBY. [39][40][41]

4.12 Ο Ψηφιακός Τηλεοπτικός Δέκτης MPEG-2



Διάγραμμα βαθμίδων ενός ψηφιακού τηλεοπτικού δέκτη

Ανάλογα με το μέσο μετάδοσης του σήματος, δορυφορική εκπομπή, επίγεια ή καλωδιακή χρησιμοποιείται και η αναλογική βαθμίδα εισόδου. Ο αποπλέκτης στη

συνέχεια επιλέγει από το σήμα εισόδου τα δεδομένα του συγκεκριμένου προγράμματος που θέλει να κάνει λήψη ο τηλεθεατής και τα κατανέμει στους αποκωδικοποιητές εικόνας και ήχου. Αν υπάρχουν και κάποιες επιπρόσθετες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα πληροφορία teletext, διανέμονται στους αντίστοιχους αποδιαμορφωτές. Αν το πρόγραμμα είναι κρυπτογραφημένο (pay TV) ενεργοποιείται μια βαθμίδα έλεγχου μόνο στην περίπτωση που έχει προσπέλαση ο τηλεθεατής και απελευθερώσει τους αποκωδικοποιητές. Η ένδειξη της προσπέλασης μπορεί να γίνει μέσω μίας κάρτας (smart card). Σε μερικές περιπτώσεις ο τηλεθεατής μπορεί να θέλει να δει ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα που παίζεται εκείνη τη στιγμή. Σε αυτή την περίπτωση η πληρωμή μπορεί να γίνει μέσω τραπεζικής κάρτας. Τα δεδομένα στην έξοδο των αποκωδικοποιητών μετατρέπονται σε αναλογική μορφή και οδηγούνται στα ηχεία και στην οθόνη.

Οι δορυφορικοί δέκτες, που κατασκευάζονται σήμερα, περιλαμβάνουν το δορυφορικό ή καλωδιακό δέκτη καθώς επίσης και τον αποκωδικοποιητή MPEG 2. Οι δέκτες έχουν συνήθως τη δυνατότητα σύνδεσης τους με H/Y, διαθέτουν θύρες κάρτας chip ISO 7816 καθώς επίσης και συνδετήρες τύπου PCMCIA. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα παροχής ψηφιακού ήχου, ενώ προβλέπεται μελλοντικά οι δέκτες DVB να αποτελέσουν αναπόσπαστο τμήμα των τηλεοπτικών δεκτών.[35][37][39]

4.13 Τα Ευρωπαϊκά Συστήματα Ψηφιακής Τηλεόρασης

Το πρότυπο DVD (Digital Βίντεο Broadcasting) ξεκίνησε από το αντίστοιχο πρόγραμμα το 1990 με τη συμμετοχή αρκετών ευρωπαϊκών χωρών. Μετά από τρία χρόνια ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα και παρουσιάστηκαν οι προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες είναι δυνατή η υλοποίηση της ψηφιακής τηλεόρασης.

Ανάλογα με τον τρόπο τηλεοπτικής εκπομπής υπάρχουν διάφορα πρότυπα DVD που είναι:

- DVD - S. Ψηφιακή τηλεόραση με δορυφορική μετάδοση. Το φέρον σήμα σε αυτή την περίπτωση διαμορφώνεται με διαμόρφωση QPSK. Ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να είναι 38 Mbit/s και το φάσμα 36 MHz. Μπορεί να μεταδοθούν με αυτόν τον ρυθμό 8 κανάλια συμβατικής τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας.
- DVB - C. Ψηφιακή τηλεόραση με καλωδιακή μετάδοση. Το φέρον σήμα σε αυτή την περίπτωση διαμορφώνεται με διαμόρφωση QAM.
- DVB - T. Ψηφιακή τηλεόραση επίγειας μετάδοσης. Το πρότυπο αυτό έγινε αποδεκτό το 1997 και η διαμόρφωση που χρησιμοποιείται είναι η COFDM.
- DVB - CS. Ψηφιακή τηλεόραση με δορυφορική λήψη και επίγεια ή καλωδιακή αναμετάδοση. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό ως DVB - SMATV.
- DVB - SI. Αυτό το πρότυπο καθορίζει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν τα προγράμματα ηλεκτρονικής καθοδήγησης και αυτόματου συντονισμού των καναλιών στο δέκτη.

- DVB - TXT. Αυτό το πρότυπο καθορίζει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν τα προγράμματα πληροφοριών teletext.
- DVB - CI. Αυτό το πρότυπο καθορίζει τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν οι κάρτες προσπέλασης των ψηφιακών δεκτών.
- DVB - MVDS (Multipoint βίντεο Distribution System). Αυτό το πρότυπο αναφέρεται σε μικροκυματικό σύστημα διανομής σε πολλαπλά σημεία και μπορεί να συνδυαστεί με καλωδιακή ή δορυφορική λήψη και διανομή.
- DVB - CA (Conditional Access). Με το πρότυπο αυτό καθορίζεται η προσπέλαση, αποκωδικοποίηση του προγράμματος μόνο με συγκεκριμένους χρήστες, π.χ. σε αυτούς που είναι συνεπείς με τις συνδρομητικές τους υποχρεώσεις.
- DVB MHP (Multimedia Home Platform). Το πρότυπο αυτό εισάγει τη "διαλογική τηλεόραση" (interactive television) .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΝΕΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΑΣ ΣΤΗΝ TV

ΓΕΝΙΚΑ

Η ανάγκη για απόδοσή υψηλής ποιότητας εικόνας και ήχου, προώθησε τη χρησιμοποίηση ψηφιακών μεθόδων στον τρόπο μετάδοσης και επεξεργασίας του οπτικού και ηχητικού σήματος. Η χρησιμοποίηση των ψηφιακών μεθόδων παρέχει προστασία κατά του θορύβου και τυχόν παραμορφώσεων, που οφείλονται στον τρόπο μετάδοσης και επεξεργασίας του τηλεοπτικού σήματος. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης των ψηφιοποιημένων σημάτων για διάφορες λειτουργίες όπως της απεικόνισης ακίνητου πλαισίου, της εμφάνισης εικόνας μέσα σε εικόνα κ. τ. λ. Γενικά θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ορό η εφαρμογή των ψηφιακών μεθόδων στην τηλεόραση παρέχει τα λεγόμενα τρία "P" :Processing (επεξεργασία), Protection (προστασία), Preservation (διατήρηση).

Η χρησιμοποίηση των ψηφιακών μεθόδων έχει και μειονεκτήματα. Το κυριότερο μειονέκτημα είναι το μεγάλο εύρος συχνοτήτων που καταλαμβάνουν. Για παράδειγμα, αν θεωρήσουμε ορό η ψηφιοποίηση στα στούντιο γίνεται με 216 εκατομμύρια δυαδικά ψηφία το δευτερόλεπτο, απαιτείται ένα εύρος ζώνης 108 MHz σχεδόν δεκαπλάσιου από εκείνο που απαιτούσαν τα παλαιότερα αναλογικά κυκλώματα των στούντιο. Προς το παρόν λόγω του τεράστιου εύρους ζώνης η ψηφιακή επεξεργασία στο στούντιο περιορίζεται σε μεμονωμένα τμήματα και συσκευές.

Πολλές εταιρίες άρχισαν ήδη να διοχετεύουν στην αγορά τηλεοπτικούς δέκτες τους οποίους ονομάζουν ψηφιακούς. Τι περισσότερο όμως μπορούν να προσφέρουν αυτές οι νέες συσκευές από τις γνωστές μας έγχρωμες TV;

Όρια το παρόν καμία από αυτές δε μπορεί να είναι εξ ολοκλήρου ψηφιακή εφ' όσον οι τηλεοπτικές εκπομπές σε όλο τον κόσμο θα συνεχίσουν για αρκετά χρόνια να έχουν αναλογική μορφή. Οι κατασκευαστές των τηλεοπτικών δεκτών που χρησιμοποιούν την ψηφιακή τεχνική περιορίζονται στην χρησιμοποίησή της μόνο σε ενδιάμεσα στάδια των τηλεοπτικών δεκτών, αφήνοντας τα υπόλοιπα με τη συμβατική τους μορφή που συναντούμε σε κάθε έγχρωμο τηλεοπτικό δέκτη.

Οι τηλεοράσεις αυτής της τεχνολογίας παρουσιάζουν λιγότερα προβλήματα στα τμήματα που εφαρμόζεται η ψηφιακή τεχνική.

Οι ψηφιακοί δέκτες παρέχουν όμως πολλές δυνατότητες όπως :

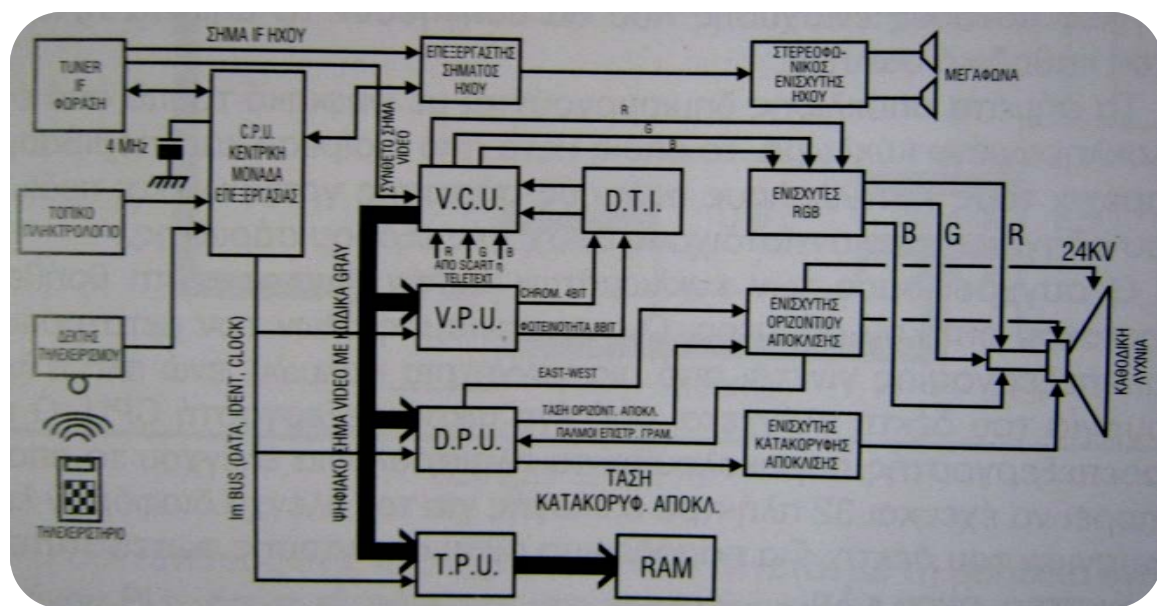
- i. Ακινητοποίηση της εικόνας ή zoom σε συγκεκριμένο τμήμα της.
- ii. Παρακολούθηση κάποιου προγράμματος ενώ στη γωνία της οθόνης εμφανίζεται το παράθυρο κάποιου άλλου καναλιού.
- iii. Δυνατότητα διπλασιασμού των οριζόντιων γραμμών σάρωσης, που γίνεται από τον ίδιο τον δέκτη, ενώ ο πομπός συνεχίζει να εκπέμπει με το συμβατικό σύστημα. Αυτό εξαλείφει το ενοχλητικό φαινόμενο της εμφάνισης των γραμμών σάρωσης σε μεγάλες κυρίως οθόνες και το τρεμόσβημα της εικόνας.
- iv. Εξάλειψη των ενοχλητικών ειδώλων της εικόνας χάρη σε ειδικό κύκλωμα αναγνώρισης των σημάτων από ανάκλαση και εξουδετέρωσή τους.

- v. Δυνατότητα απομνημόνευσης της στάθμης του ήχου, της φωτεινότητας, του contrast και του κορεσμού χρώματος για κάθε προεπιλεγμένο κανάλι ξεχωριστά.
- vi. Σμίκρυνση του όγκου των συσκευών εξαιτίας της χρήσης λίγων ολοκληρωμένων σε αντικατάσταση εκατοντάδων μεμονωμένων εξαρτημάτων.

5.1 Βασικές Αρχές Των Ψηφιακών Δεκτών

Στο διάγραμμα βαθμίδων ενός ψηφιακού δέκτη διακρίνεται η διαφορά σχεδίασης από ένα αναλογικό δέκτη. Το Tuner, οι βαθμίδες IF και ο φωρατής εικόνας είναι και στους δύο δέκτες συμβατικού τύπου, αναλογικοί. Μετά το φωρατή το αναλογικό σήμα εισέρχεται στη μονάδα VCU (Video Codec Unit) όπου μετατρέπεται σε ψηφιακό, με πληροφορία δείγματος των 8 bit. Με τη χρήση μιας τεχνικής (averaging on alternate lines) επιτυγχάνεται μια 8-ψήφια ανάλυση της εικόνας που δίνει 255 στάθμες κβάντωσης.

Όπως στους αναλογικούς, έτσι και στους ψηφιακούς δέκτες η επεξεργασία χρώματος γίνεται χωριστά από αυτή του σήματος φωτεινότητας στη μονάδα VPU (Video Processing Unit).



Διάγραμμα βαθμίδων ψηφιακού δέκτη [8]

Το σύνθετο σήμα βίντεο από την έξοδο του φωρατή εισέρχεται στη VCU όπου ψηφιοποιείται με τη βοήθεια A/D converter. Το ψηφιοποιημένο σήμα κωδικοποιείται σε κώδικα GRAY των 7 bit και οδηγείται στη μονάδα VPU. Στη VPU το σήμα με κώδικα GRAY μετατρέπεται σε BCD. Στο ολοκληρωμένο αυτό γίνεται ψηφιακό φιλτράρισμα και ψηφιακός έλεγχος του contrast.

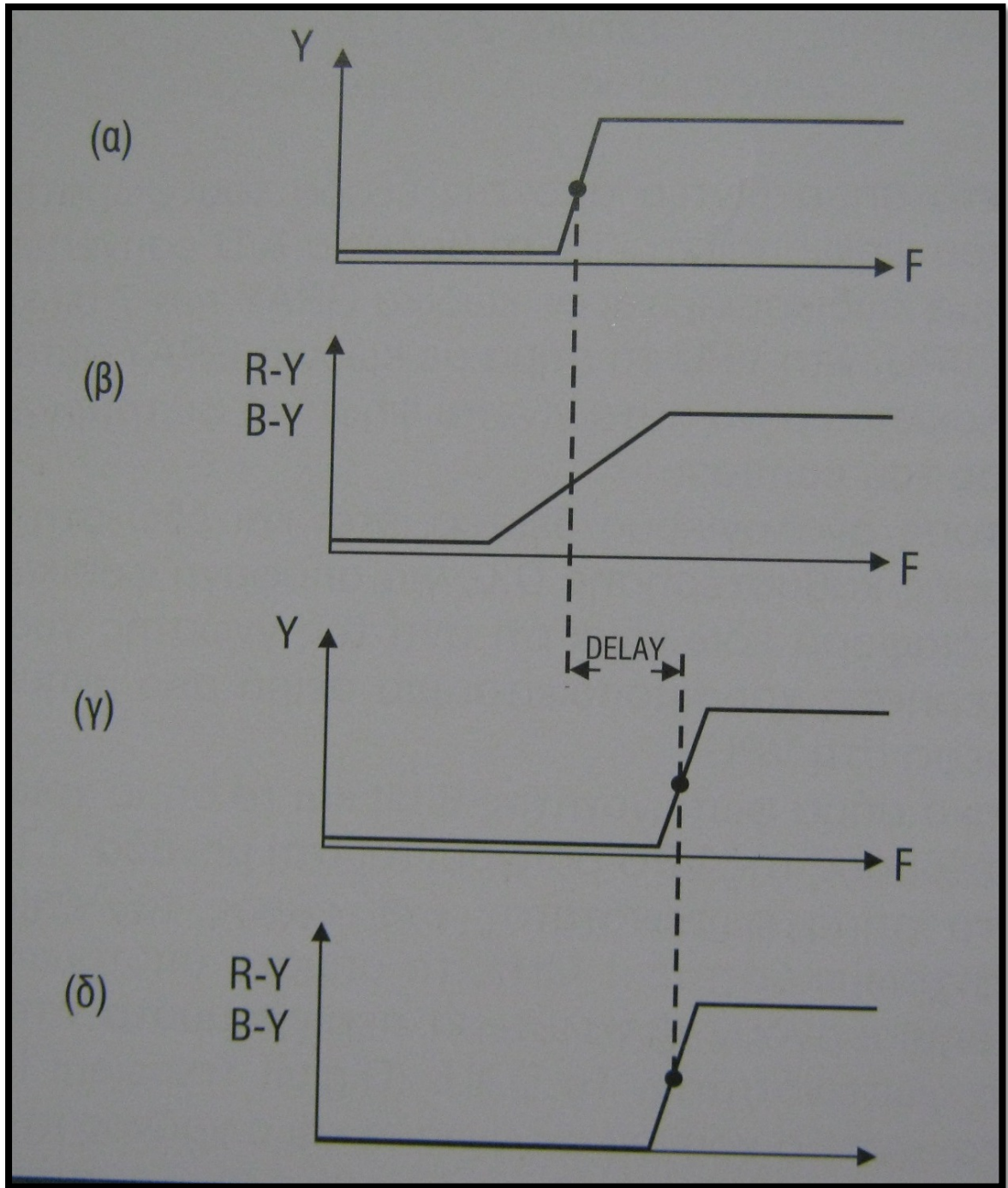
Όπως στους αναλογικούς δέκτες έτσι και έσω στη VPU γίνεται χρήση γραμμής καθυστέρησης D. L. για αποφυγή φασικών παραμορφώσεων. Η διαφορά έσω είναι ότι αντί της γνωστής γυάλινης γραμμής καθυστέρησης χρησιμοποιείται μια σειρά από μνήμες RAM που υπάρχουν μέσα στη VPU.

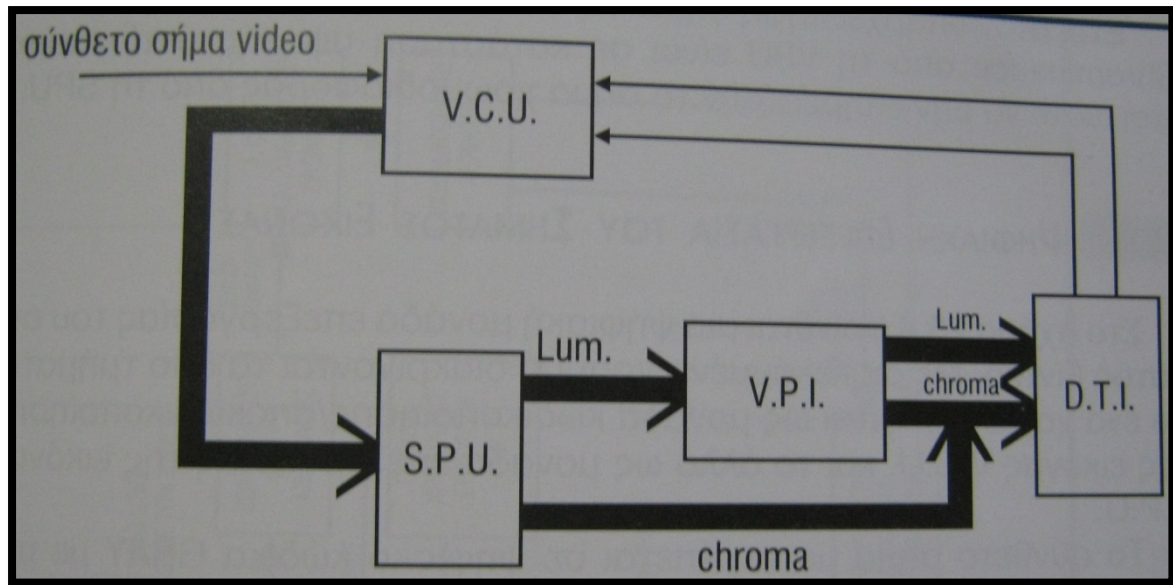
Το ψηφιακό σήμα φωτεινότητας 8 bit και το σήμα χρωμοδιαφοράς 4 bit από 2 εξόδους της VPU οδηγούνται στη μονάδα D. T. I.

Επειδή το σήμα φωτεινότητας έχει εύρος τουλάχιστον 4 MHz και το σήμα χρωμικότητας 1 MHz, τα σήματα απότομων μεταβολών χρώματος δημιουργούν μεγαλύτερα περιγράμματα στην οθόνη από ότι το σήμα φωτεινότητας. Το D. T. I. (Digital Transient Improvement) κανονίζει έτσι ώστε ο χρόνος ανύψωσης και ο χρόνος πτώσης και των δύο σημάτων να είναι ο ίδιος. Το αποτέλεσμα είναι να υπάρχει σαφήνεια στο χρωματικό περίγραμμα και η εικόνα να έχει πλήρη ευκρίνεια. Τα ψηφιακά σήματα φωτεινότητας και χρωμοδιαφοράς μετά τη μονάδα D. T. I. οδηγούνται στη VCU, όπου από ψηφιακά με χρήση D/A converter μετατρέπονται σε αναλογικά. Από 3 εξόδους της VCU λαμβάνονται τα σήματα R, G, B για να οδηγηθούν στις αναλογικές μονάδες ενίσχυσης που θα οδηγήσουν τα σήματα R, G, B στον καθοδικό σωλήνα.

Τα σήματα απόκλισης δημιουργούνται με ψηφιακό τρόπο από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο μετά από διαίρεση και υποβιβασμό παρέχει τους κατάλληλους παλμούς σάρωσης γραμμών και πεδίων, που οδηγούν τους αντίστοιχους ενισχυτές εξόδου σάρωσης.

Ο συγχρονισμός των κυκλωμάτων αυτών γίνεται με τη βοήθεια ψηφιακού οπτικού σήματος. Ο συγχρονισμός όλων των μετατροπών και επεξεργασίας γίνεται από μία γεννήτρια παλμών, ενώ όλη η λειτουργία του δέκτη ελέγχεται από ένα μικροεπεξεργαστή CPU. Ο μικροεπεξεργαστής παρακολουθεί το πληκτρολόγιο έλεγχου το οποίο μπορεί να έχει 24 πλήκτρα επιλογής για τον έλεγχο διαφόρων λειτουργιών του δέκτη. Για παράδειγμα ρύθμιση έντασης φωτεινότητας, χρώματος, ήχου κ.λπ..





Ο συντονισμός στις περιοχές VHF, UHF γίνεται με τη βοήθεια ενός βρόχου PLL. Η συχνότητα της γεννήτριας συγχρονισμού είναι $4 \times 4,43 = 17,7$ MHz.

Το τμήμα του ήχου έχει ένα ολοκληρωμένο που κάνει τη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και αντίστροφα, όπως ακριβώς με το οπτικό σήμα. Υπάρχει ένα IC το οποίο μεσολαβεί μεταξύ των μετατροπέων A/D και D/A με σκοπό την επεξεργασία του σήματος του ήχου (ψηφιακού) και το οποίο έχει τη δυνατότητα να ελέγχει στερεοφωνικό σήμα.

Η CPU επικοινωνεί με τα VPU, DPU, TPU μέσω του IM BUS. Μέσω του IM BUS η VPU παίρνει πληροφορίες έλεγχου που δίνονται από το χειριστή, όπως φωτεινότητα, αντίθεση, οξύτητα εικόνας, κορεσμό χρώματος, κ. λπ. .

Επεξεργασία σήματος SECAM

Στην περίπτωση λήψης σήματος SECAM, μια ειδική μονάδα SECAM PROCESSING UNIT (SPU) επεξεργάζεται το σήμα χρωμοδιαφοράς SECAM.

Η επεξεργασία του σήματος φωτεινότητας γίνεται από τη VPU. Οι γραμμές του ψηφιακού σήματος χρωμοδιαφοράς του VPU και του SPU είναι παράλληλα.

Έτσι όταν υπάρχει λήψη σήματος SECAM οι γραμμές του σήματος Chrominance από τη VPU είναι σε κατάσταση υψηλής αντίστασης, έτσι ώστε να μην επηρεάζουν το σήμα χρωμοδιαφοράς από η SPU. [37][39][40][41]

5.2 Ψηφιακή Επεξεργασία Του Σήματος Εικόνας

Το σύνθετο σήμα μετατρέπεται σε ψηφιακό κώδικα GRAY σε μια συχνότητα τετραπλάσια από αυτή δοθώ υποφέροντος 4.43 MHz δηλαδή 17.73 MHz.

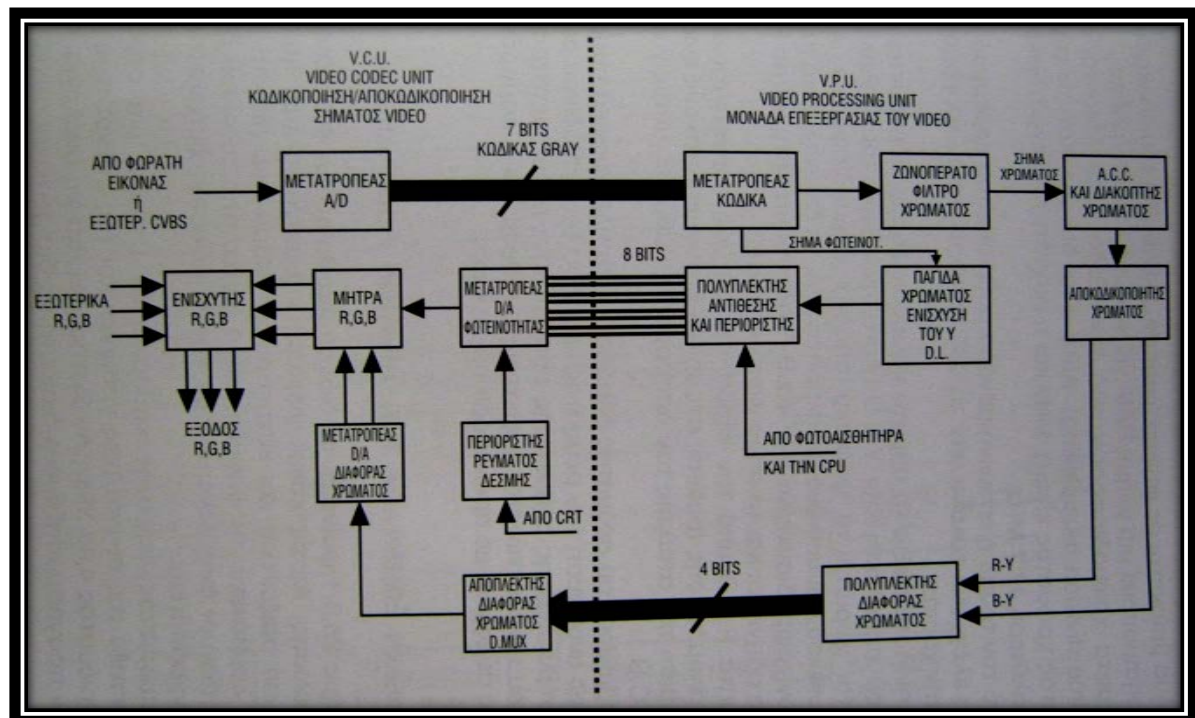
Το κωδικοποιημένο σε κώδικα GRAY σήμα μεταφέρεται στη μονάδα επεξεργασίας της εικόνας, όπου αποκωδικοποιείται και διαχωρίζεται σε σήμα φωτεινότητας κάθε σήμα χρώματος. Στη διαδρομή του σήματος φωτεινότητας το

σήμα χρώματος φιλτράρεται με τη βοήθεια ενός φίλτρου απόρριψης ζώνης μα οξεία χαρακτηριστική (Digital Notch Filter), του οποίου η πλευρά της χαρακτηριστικής του πλησίον των 3 MHz μεταβάλλεται από το χειριστήριο της συσκευής για πιο καθαρή εικόνα.

Μετά από το φίλτρο (παγίδα χρώματος) γίνεται έλεγχος του contrast με ένα ψηφιακό πολυπλέκτη που δέχεται εντολές από την CPU με βάση τις υποδείξεις του χρήστη όπως και από ένα φωτοαισθητήρα που ανιχνεύει τις συνθήκες φωτισμού του χώρου.

Στην ίδια βαθμίδα γίνεται περιορισμός του πλάτους του σήματος φωτεινότητας, προκειμένου να γίνει κατάλληλο για την επανείσοδό του στην VCU όπου από ψηφιακό γίνεται αναλογικό, προκειμένου να αναμειχθεί με τα σήματα χρωμοδιαφορών. Η διαδρομή του σήματος χρώματος αρχίζει με ένα ψηφιακό φίλτρο διέλευσης ζώνης, του οποίου η φασική απόκριση υφίσταται προγραμματισμένο έλεγχο προκειμένου να γίνεται ισοστάθμιση της φασικής απόκρισης του ενισχυτή IF σε περίπτωση λήψης τηλεοπτικών προγραμμάτων, ενώ σε περίπτωση λήψης σημάτων από συσκευή παρέχεται μια γραμμική χαρακτηριστική φάσης.

Μετά το φίλτρο αυτό ακολουθεί η μονάδα αυτομάτου έλεγχου χρώματος (ACC) που είναι μια βαθμίδα διακοπτόμενου AFC και διατηρεί σταθερή την ένταση του χρώματος, ανεξάρτητα των μεταβολών του λαμβανόμενου σήματος. Στη βαθμίδα αυτή γίνεται και η διακοπή χρώματος (Color Killer) σε περίπτωση που η στάθμη του σήματος Burst είναι μικρή και σε μπορεί να συγχρονίσει τον τοπικό ταλαντωτή του υποφέροντος στον αποκωδικοποιητή η αποκωδικοποίηση γίνεται ενώ το σήμα βρίσκεται σε ψηφιακή μορφή. Η βαθμίδα του αποκωδικοποιητή χρησιμοποιεί μια μνήμη RAM για γραμμή καθυστέρησης.



Μονάδες ψηφιακής επεξεργασίας του σήματος βίντεο[13]

Τα σήματα χρωμοδιαφορών από την έξοδο πολυπλέκονται στο χρόνο. Αυτό είναι δυνατό διότι το εύρος του σήματος χρώματος είναι 1 MHz και η συχνότητα δειγματοληψίας πολύ μεγαλύτερη 17.7 MHz.

Με αυτόν τον τρόπο η επομένη μονάδα ρύθμισης του κορεσμού του χρώματος ελέγχεται εύκολα από τη CCU και ως προς κορεσμό και ως προς την χροιά.

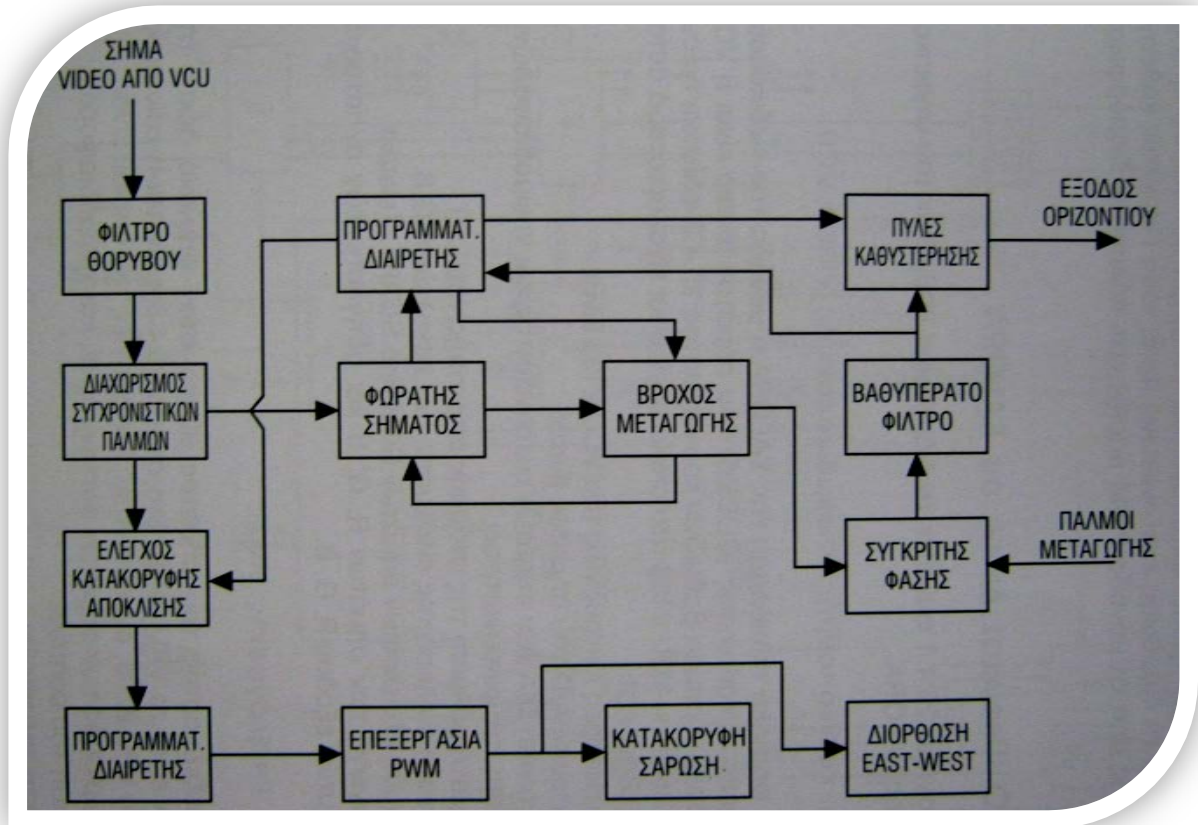
Μετά την πολυπλεξία τα σήματα χρωμοδιαφορών οδηγούνται στη μονάδα του αποπλέκτη της VCU. Από την έξοδο του αποπλέκτη λαμβάνονται χωριστά τα ψηφιακά σήματα χρωμοδιαφορών. Αυτά αποκωδικοποιούνται από ένα μετατροπέα D/A, τα δε αναλογικά πλέον σήματα των χρωμοδιαφορών R-Y και B-Y οδηγούνται στη μήτρα RGB στην οποία οδηγείται και το σήμα φωτεινότητας.

Τα σήματα R, G, B από την έξοδο της μήτρας οδηγούνται μέσω βαθμίδων απομόνωσης (buffer) στους συμβατικούς οπτικούς ενισχυτές. Η ρύθμιση της στάθμης του άσπρου στις βαθμίδες αυτές γίνεται από τη C. C. U.

Ο περιορισμός του ρεύματος δέσμης για τα ηλεκτρονικά πυροβόλα γίνεται με ανίχνευση του ρεύματος καθόδου του καθοδικού σωλήνα. Το αποτέλεσμα της ανίχνευσης εφαρμόζεται στους μετατροπείς D/A έτσι που να ελαττώνεται η φωτεινή αντίθεση και η λαμπρότητα της εικόνας σύμφωνα με προκαθορισμένες τιμές.[13]

5.3 Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων Απόκλισης

Ένας ξεχωριστός φωρατής καθορίζει αν υπάρχει μια σταθερή αναλογία μεταξύ της συχνότητας γραμμών και της συχνότητας υποφέροντος χρώματος 4,43 MHz. Αν διατηρείται αυτή η αναλογία, δίνει εντολή στον προγραμματιζόμενο διαιρέτη να διαιρέσει τη συχνότητα του ωρολογίου (master clock) δια 1135 και η λειτουργία να συνεχίζεται σε αυτή την κλειδωμένη κατάσταση ανεξάρτητα από τη συχνότητα των παλμών συγχρονισμού. Αν όμως η συχνότητα γραμμών αποκλίνει από το κανονικό, μετά από 80 msec ακυρώνεται η προηγούμενη κατάσταση και αρχίζει η δράση του ψηφιακού βρόχου PLL.



Διάγραμμα βαθμίδων για την επεξεργασία των σημάτων απόκλισης[13]

Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και το τμήμα κατακόρυφης απόκλισης. Για τη διόρθωση east-west και προς τους ενισχυτές κάθετης απόκλισης από τη μονάδα PWM παρέχονται παλμοί με διαμόρφωση εύρους.

5.4 TELETEXT

Το teletext είναι μια νέα υπηρεσία της τηλεόραση, η οποία έχει γεννήσει ένα τεράστιο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Με το teletext παρέχεται η δυνατότητα μετάδοσης πληροφορίας προς μια κατεύθυνση. Μέσω του τηλεοπτικού δέκτη παίρνουμε τις πληροφορίες από ένα κεντρικό σημείο παροχής πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να είναι δελτία καιρού, ειδήσεις, αναχωρήσεις πλοίων, αεροπλάνων, το πρόγραμμα του σταθμού κ.α.

Οι πληροφορίες αυτές εκπέμπονται κωδικοποιημένα παράλληλα με το τηλεοπτικό πρόγραμμα του σταθμού στη διάρκεια του παλμού αμαύρωσης πεδίου, μετά τους μετεξισωτικούς παλμούς και πριν την αρχή σάρωσης του επόμενου πεδίου. Οι πληροφορίες αυτές είναι διαθέσιμες σε οποιονδήποτε μπορεί να λάβει το τηλεοπτικό σήμα και διαθέτει τηλεοπτικό δέκτη εφοδιασμένο με ενσωματωμένο ή ξεχωριστό αποκωδικοποιητή teletext.

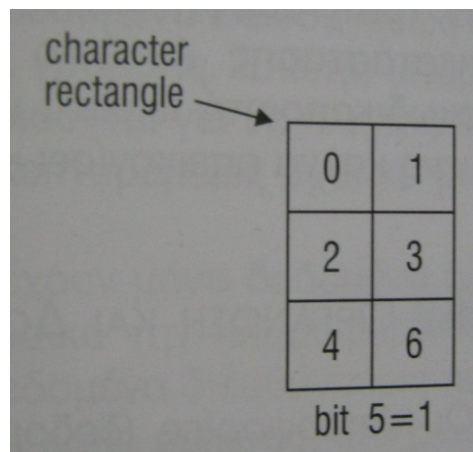
5.5 Οργάνωση Του Συστήματος teletext

Η υπηρεσία teletext αποτελείται από ένα αριθμό σελίδων, όπου μια σελίδα είναι πλήρης οθόνη με πληροφορίες. Οι σελίδες εκπέμπονται σειριακά παραλλήλως με το τηλεοπτικό πρόγραμμα του σταθμού. Οι γραμμές κάθε σελίδας εκπέμπονται και αυτές διαδοχικά μέχρι να τελειώσει η σελίδα. Μετά την ολοκλήρωση εκπομπής των σελίδων, αυτές εκπέμπονται πάλι από την αρχή. Κάποιες σελίδες όμως μπορεί να εμφανιστούν

περισσότερο από μία φορά, για να ελαττώσουν το χρόνο που πρέπει να περιμένει ο τηλεθεατής για να εμφανιστεί η πληροφορία της συγκεκριμένης σελίδας. Για παράδειγμα, εάν έχουμε 100 σελίδες για εκπομπή, η κύρια σελίδα περιεχομένου μπορεί να επαναλαμβάνεται κάθε 25 σελίδες. Ο τηλεθεατής δε μπορεί να ζητήσει μια σελίδα άμεσα, αλλά μπορεί μόνο να δώσει εντολή στον αποκωδικοποιητή να ψάξει για μια συγκεκριμένη σελίδα στη ροή των δεδομένων teletext. Όταν αυτή η σελίδα ανιχνευτεί, ο αποκωδικοποιητής την αποθηκεύει και εμφανίζει στην οθόνη τις πληροφορίες που περιέχονται στη σελίδα.

Μία υπηρεσία teletext χωρίζεται σε οκτώ περιοδικά το ανώτερο. Κάθε περιοδικό μπορεί να περιέχει μέχρι 100 σελίδες. Εκτός από το δεδομένο ταυτότητας, κάθε περιοδικό και κάθε σελίδα έχει και ένα σχετικό υποκώδικα. Αυτός προοριζόταν αρχικά να μεταφέρει πληροφορία χρόνου ώστε οι σελίδες να μπορούν να κωδικοποιηθούν χρονικά. Οι πρόσθετες διευθύνσεις του υποκώδικα σπάνια χρησιμοποιούνται για τον παραπάνω σκοπό. Συνήθως χρησιμοποιούνται για την επέκταση του εύρους διευθύνσεων σε πολλές χιλιάδες ξεχωριστών σελίδων σε κάθε περιοδικό.

Κάθε σελίδα αποτελείται από 24 γραμμές και κάθε γραμμή από 40 χαρακτήρες. Οι δυνατοί χαρακτήρες είναι τα γράμματα Α έως Ζ και α έως z, τα ψηφία 0 έως 9, τα σημεία στίξης, οι απλοί γραφικοί χαρακτήρες με τους οποίους σχηματίζουμε πλαίσια επικεφαλίδες κ.λπ. Μια πρόσθετη 25η γραμμή χρησιμοποιείται στη νέα προδιαγραφή του συστήματος που επιτρέπει την εμφάνιση χαρακτήρων και από άλλα αλφάβητα, που δεν είναι κοινά με το λατινικό, όπως το ελληνικό. Κάθε χαρακτήρας ή γραφικό, καταλαμβάνει στην οθόνη ένα καθορισμένο εμβαδόν που ονομάζεται ορθογώνιος χαρακτήρας.



Ορθογώνιος χαρακτήρας

5.6 Μορφές teletext

Υπάρχουν τρεις μορφές teletext.

- ❖ TV teletext επιλέξιμη μορφή
- ❖ Πρόγραμμα teletext με ένα παράθυρο teletext σε ένα μέρος της οθόνης
- ❖ Πρόγραμμα TV με αυτόματη αντικατάσταση από teletext για επίγους ανακοινώσεις.

Η δεύτερη μορφή teletext με παράθυρο σε ένα μέρος της οθόνης χρησιμοποιείται κυρίως για υπότιτλους και για παρακολούθηση από ανθρώπους που έχουν πρόβλημα ακοής.

Η τρίτη μορφή teletext είναι πρόγραμμα TV με μια λειτουργία αντικατάστασης. Αυτό το χαρακτηριστικό θέτει τη δυνατότητα στον αποκωδικοποιητή teletext να διακόψει το κανονικό τηλεοπτικό περιεχόμενο και να απεικονίσει κάποια έκτακτη είδηση .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

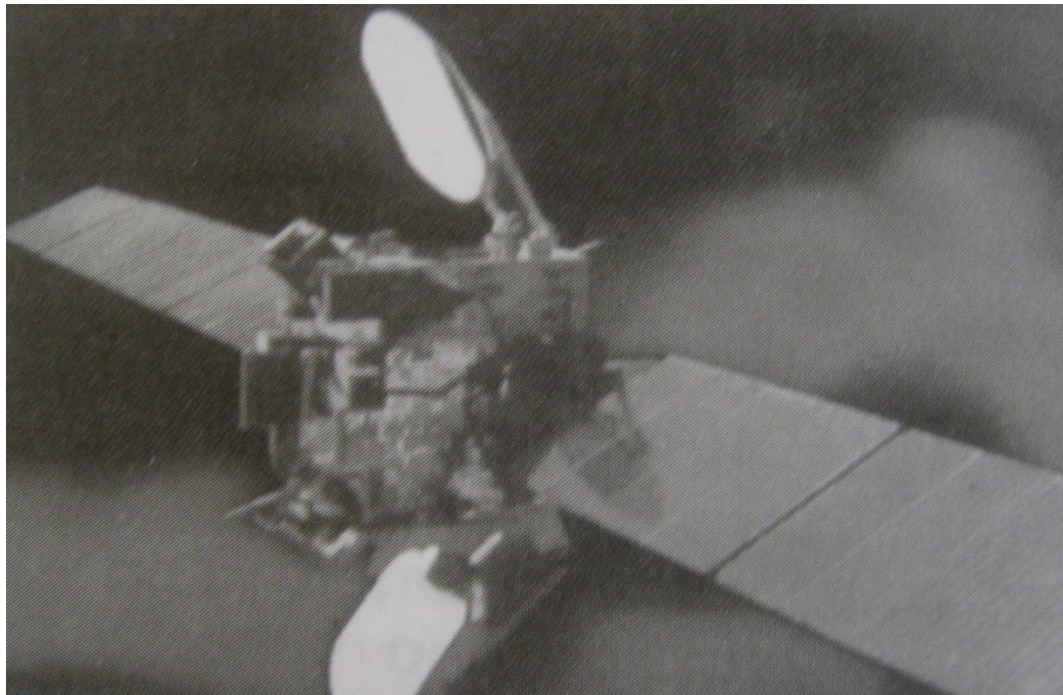
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

6.1 Δορυφόροι Τηλεοπτικών Εκπομπών

Η τεχνική της απευθείας μετάδοσης τηλεοπτικών προγραμμάτων από δορυφόρο ξεκίνησε τη δεκαετία 1960-70 και θεσμοθετήθηκε στην Ευρωπαϊκή διάσκεψη της Γενεύης το 1977 (WARC77). Από τη διάσκεψη αυτή και ως τώρα, οι εκπομπές των τηλεοπτικών προγραμμάτων που σήμερα γίνονται με τους δορυφόρους INTELSAT VAF-6 ως INTELSAT VAF-15 και EUTELSAT ECS -1 ως EUTELSAT ECS-5, αυξήθηκαν και βελτιώθηκαν αλλά εξακολουθούν να προορίζονται μάλλον για δίκτυα διανομής παρά για δίκτυα διανομής παρά για απ' ευθείας λήψη. Μόνο πρόσφατα, το 1990, εκτοξεύτηκαν οι δορυφόροι ASTRA και OLYMBUS που πραγματικά εκπέμπουν με ισχύ αρκετή για να γίνει λήψη καλής ποιότητας των προγραμμάτων από ατομικούς δέκτες με κεραίες διαμέτρου 1 m.

Στη διάσκεψη WARC 77 αποφασίστηκε η χρησιμοποίηση της ζώνης 11,7 ως 12,5 MHz για την εκπομπή τηλεοπτικών προγραμμάτων από δορυφόρους για την απευθείας ατομική λήψη. Η εκπομπή γίνεται με δύο πολώσεις (κυκλική δεξιόστροφη και κυκλική αριστερόστροφη) και έτσι το φάσμα των συχνοτήτων αυτών χρησιμοποιείται δύο φορές. Η ζώνη χωρίζεται σε 40 κανάλια που καθένα έχει εύρος 27 MHz και μεταξύ δύο διαδοχικών καναλιών με την ίδια πόλωση παρεμβάλλεται διάστημα ασφαλείας 19,18 MHz. Τα κανάλια αυτά μοιράστηκαν από πέντε σε κάθε ευρωπαϊκό κράτος. Κάθε κανάλι προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί μέχρι και τέσσερις φορές καθώς εκπέμπεται από δορυφόρους που απέχουν μεταξύ τους αρκετά (6^ο τουλάχιστον) και κατευθύνεται σε χώρες απομακρυσμένες μεταξύ τους, τόσο, ώστε να μη δημιουργούνται προβλήματα παρεμβολών. Ειδικά για την Ελλάδα προβλήθηκε να γίνεται εκπομπή από δορυφόρο τοποθετημένο στη θέση 5^ο E στα κανάλια με συμβατική αρίθμηση 3,7,11,15,19 και πόλωση αριστερόστροφη.

Το τηλεοπτικό σήμα θα μεταφέρεται στους δορυφόρους DBS στη ζώνη συχνοτήτων 10,7 ως 12,5 GHz. Μέχρι το 1990 οι συχνότητες αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την εκπομπή προγραμμάτων από τους δορυφόρους προς τη γη. Ήδη άρχισε η τοποθέτηση της σειράς των δορυφόρων που λειτουργούν σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές.



Ο δορυφόρος TV – SAT[28]

Η βαθμίδα εξόδου στους αναμεταδότες τηλεοπτικών σημάτων προβλέπεται να δίνει στο σήμα ισχύ 50 έως 200W, με λυχνίες οδεύοντος κύματος. Τέτοιοι δορυφόροι πρέπει να τοποθετούνται σε γωνιακές αποστάσεις μεγαλύτερες από 3° γιατί εκπέμπουν σήματα ισχυρά και ο διαχωρισμός τους είναι απαραίτητος για να μην γίνονται παρεμβολές. Ο κάθε δορυφόρος μπορεί να μεταφέρει έως 5 αναμεταδότες και επειδή έχει κατανάλωση περίπου 3,2 KW, οι ηλιακοί συλλέκτες πρέπει να έχουν επιφάνεια περίπου $6m^2$.

Η ισχύς του πομπού και η απολαβή της κεραίας του δορυφόρου, που πρέπει να φτάνει τα 47 dB, θα επιτρέπει στο σήμα που φτάνει στη γη να έχει πυκνότητα ισχύος- $103 \text{ dBW}/m^2$ στο πέλαμα του δορυφόρου. Η λήψη του δορυφορικού προγράμματος θα πρέπει να γίνεται με παραβολικές κεραίες διαμέτρου 60cm έως 1m, όταν ο μεταλλάκτης κεραίας του δέκτη έχει θερμοκρασία μόνο 100° K στη ζώνη συχνοτήτων λήψεως.

Η φέρουσα από τον αναμεταδότη θα μεταφέρει το τηλεοπτικό σήμα με διαμορφωτή F.M.. Το κανάλι θα έχει εύρος 27 MHz, η μέγιστη απόκλιση της στιγμιαίας συχνότητας από την κεντρική της τιμή θα φτάνει τα 7 MHz και το οπτικό σήμα μαζί με τα κανάλια ήχου τα 6,5 ως 7,5 MHz. Με τις προδιαγραφές αυτές εκπέμπει ο δορυφόρος TV-SAT.

Η οργάνωση του τηλεοπτικού σήματος δεν είναι αντικείμενο που σχετίζεται άμεσα με τους τηλεοπτικούς δορυφόρους. Για πολύ καιρό θα εκπέμπονται προγράμματα στα κλασικά συστήματα PAL και SECAM. Τα προγράμματα αυτά θα συνοδεύονται από την εκπομπή στοιχείων TELETEXT και από πολύγλωσσο ήχο, κατά την κρίση του υπευθύνου εκπομπής των.

Με τον καιρό, όμως, θα πολλαπλασιαστεί η εκπομπή προγραμμάτων που θα μεταφέρουν τη φωτεινότητα και το χρώμα με αναλογικές συνιστώσες στο πεδίο του χρόνου μαζί με τα ψηφιακά σήματα ήχου και TELETEXT. Το νέο σύστημα διαμόρφωσης του οπτικού σήματος (MULTIPLEXED ANALOG COMPONENTS-MAC) χρησιμοποιείται στις δορυφορικές εκπομπές στις μορφές C-MAC και D2-MAC.

6.2 Τι Ακριβώς Κάνει Το Δορυφορικό Σύστημα

Σε μια απλοποιημένη διάρθρωση του δορυφορικού συστήματος έχουμε ένα πλήρες διπλοκατευθυντικό κανάλι. Η προς μεταβίβαση πληροφορία μπορεί να είναι ήχος, εικόνα ή δεδομένα. Για την τηλεοπτική μετάδοση αρκεί ένα μονοκατευθυντικό κανάλι. Η ανοδική ζεύξη χρησιμοποιεί φέρον σήμα συχνότητας F_1 και η καθοδική ζεύξη χρησιμοποιεί φέρον συχνότητα F_2 . Έτσι αποφεύγονται οι παρεμβολές του ισχυρού σήματος εκπομπής στο ασθενικό σήμα λήψης. Η συχνότητα F_2 είναι χαμηλότερη της συχνότητας F_1 γιατί στις χαμηλότερες συχνότητες η εξασθένηση του σήματος στην ατμόσφαιρα είναι μικρότερη.

Αυτό είναι αναγκαίο επειδή η ισχύς εκπομπής του σήματος από τον δορυφόρο είναι μικρή και περιορίζεται από τον αριθμό των αναμεταδοτών του δορυφόρου και την ισχύ τροφοδοσίας. Καθορισμένες αναλογίες σημάτων είναι αυτές των ζωνών “C” με 6/4 GHz “X” με 8/7, “K” με 14/12 και “Ka” 30/20 GHz. Ο επαναλήπτης του δορυφόρου λαμβάνει το σήμα της ανοδικής ζεύξης, το φιλτράρει, το ενισχύει, αλλάζει τη συχνότητα του φέροντος και διοχετεύει το σήμα στην καθολική ζεύξη.

Ο σταθμός εδάφους εκπέμπει και λαμβάνει σήμα μέσω μίας κεραίας παραβολικού ανακλαστήρα με διάμετρο που κυμαίνεται από 0.8 m έως 30m. Ενώ η ισχύς εκπομπής είναι της τάξης των KW, η ισχύς του λαμβανόμενου σήματος μπορεί να είναι μόνο μερικά ρW. Στις υπερατλαντικές ζεύξεις απαιτούνται κεραίες μεγάλης διαμέτρου. Οι κεραίες αυτές διαθέτουν τεράστια ακρίβεια και ελάχιστες ανοχές. Με διάμετρο 30m έχουμε εκπομπή μέσα σε μια πολύ στενή δέσμη περίπου 0.1° . Κεραίες πολύ μικρής διαμέτρου εκπομπής πολύ ισχυρού σήματος (δορυφόροι DBS).

Η ισχύς του σήματος που λαμβάνει ο δορυφόρος από τη γη είναι πολύ μικρή, αφού η περισσότερη χάνεται στο δρόμο μέχρι το δορυφόρο. Έτσι ο δορυφόρος πρέπει να διαθέτει μέσα για πολύ μεγάλη ενίσχυση του λαμβανόμενου σήματος ώστε να το μεταδώσει με πολύ μεγαλύτερα επίπεδα ισχύος πίσω στη γη. Στη διαδρομή αυτή πάλι χάνεται ένα μέρος της ισχύος. Έτσι ο δέκτης του σταθμού εδάφους παίρνει πάλι ένα αδύναμο σήμα που το ενισχύει ώστε να είναι ικανοποιητικά καθαρό στον παραλήπτη.

Όταν ο πομπός εδάφους έχει ισχύ $1000W$, όμως μόνο $10^{-12} W$ φτάνουν στο δορυφόρο. Ο δορυφόρος ενισχύει το σήμα πάνω από $10W$ αλλά ο σταθμός εδάφους λαμβάνει $10^{-17} W$.

6.3 Μπάντες Δορυφορικών Συχνοτήτων

Οι συχνότητες άνω και κάτω ζεύξης που χρησιμοποιούνται σε ένα δορυφορικό σύστημα είναι γενικά μεγαλύτερες του 1GHz, ώστε να παρέχουν πολύ μεγάλο εύρος ζώνης. Πολλές από αυτές παρέχουν ένα εύρος ζώνης 500MHz για τα σήματα άνω και κάτω ζεύξης.

Ζώνη	Μπάντα Συχνοτήτων	Άνω ζεύξη GHz	Κάτω ζεύξη GHz	Εύρος ζώνης MHz
C	4/6	5.925 to 6.425	3.7 to 4.2	500
X	7/8	7.9 to 8.4	7.25 to 7.75	500
Ku	12/14	14 to 14.5	11.7 to 12.2	500
Ka	20/30	27.5 to 31	17.7 to 21.2	3 500

Μπάντες συχνοτήτων δορυφορικών συστημάτων επικοινωνίας

Η μπάντα συχνότητας 4/6 GHz χρησιμοποιείται εκτεταμένα και σε επίγεια συστήματα επικοινωνίας. Σε ένα επίγειο σύστημα, ένας σταθμός εδάφους εκπέμπει ένα σήμα απ' ευθείας σε ένα άλλο σταθμό εδάφους χωρίς να χρησιμοποιείται τόσο από δορυφορικά όσο και από επίγεια συστήματα επικοινωνίας, τα σήματα που εκπέμπουν οι δορυφόροι μπορούν να παρεμβάλλουν επίγειους δέκτες και αντίστροφα σήματα που εκπέμπουν επίγειοι πομποί είναι δυνατόν να παρεμβάλλουν δορυφορικούς δέκτες. Έτσι οι δορυφορικοί πομποί περιορίζονται σε μια μέγιστη ισχύ 8 ή 10 W για κάθε κανάλι στα 4 GHz ώστε να ελαχιστοποιηθεί η παρεμβολή με τους επίγειους δέκτες. Με την ίδια λογική, η τοποθεσία των κεραιών λήψης και εκπομπής ενός δορυφορικού συστήματος πρέπει να εκλεγεί προσεκτικά για αποφυγή παρεμβολών. Έτσι αυτές τοποθετούνται κυρίως σε αγροτικές περιοχές.

Η ζώνη X χρησιμοποιείται για κυβερνητικούς και στρατιωτικούς σκοπούς.

Μια άλλη μπάντα συχνοτήτων που χρησιμοποιείται ευρύτατα από δορυφορικά συστήματα επικοινωνίας είναι των 12/14 GHz. Αυτή η μπάντα χρησιμοποιεί 14 έως 14.5 GHz για την άνω ζεύξη και 11.7 έως 12.2 GHz για την κάτω ζεύξη.

Η μπάντα των 12/14 GHz δεν παρουσιάζει πολλά προβλήματα παρεμβολών με επίγεια συστήματα αφού υπάρχουν ελάχιστα τέτοια που χρησιμοποιούν αυτή την μπάντα. Έτσι η αποφυγή των παρεμβολών δίνει στα δορυφορικά συστήματα των 12/14 GHz πολλά σπουδαία πλεονεκτήματα:

- ❖ Η ισχύς εξόδου του φέροντος των δορυφορικών πομπών μπορεί να αυξηθεί, αυξάνοντας έτσι και την ακτινοβολούμενη ισχύ του δορυφόρου.
- ❖ Οι κεραιές των σταθμών εδάφους μπορούν να τοποθετηθούν σε αστικές περιοχές.
- ❖ Οι μεγάλες συχνότητες που χρησιμοποιούνται από αυτή την μπάντα προσδίδουν ένα επίσης πλεονέκτημα, αφού είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν κεραιές μικρότερης διαμέτρου, προσφέροντας το απαιτούμενο εύρος ζώνης και απολαβή. Κεραιές δεκτών π.χ. διαμέτρου μόνο 1m είναι ικανές να προσφέρουν τα απαιτούμενα αποτελέσματα.

Ένα μειονέκτημα της μπάντας 12/14 GHz συγκεκριμένη με αυτή των 4/6 GHz είναι η αυξημένη εξασθένηση που συμβαίνει στην ατμόσφαιρα κυρίως σε περιπτώσεις πολύ δυνατής βροχής.

6.4 Υπηρεσίες Δορυφορικής Κατευθυντικής Εκπομπής DBS

Με τον όρο DBS (Direct Broadcasting Satellite Service) εννοούμε την υπηρεσία, η οποία προσφέρει τη δυνατότητα στους χρήστες να λαμβάνουν τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά προγράμματα απευθείας από το δορυφόρο με τη χρήση ενός δορυφορικού κατόπτρου προσανατολισμένο σ' αυτόν και ενός δορυφορικού δέκτη.

Τα συστήματα που λαμβάνουν μόνο τηλεοπτικά σήματα ονομάζονται TVRO (TV Receive Only) και λειτουργούν στην Κυ ζώνη συχνοτήτων (12/14 GHz). Μια άλλη ζώνη συχνοτήτων που χρησιμοποιείται στην μετάδοση τηλεοπτικών σημάτων η C (4/6 GHz).

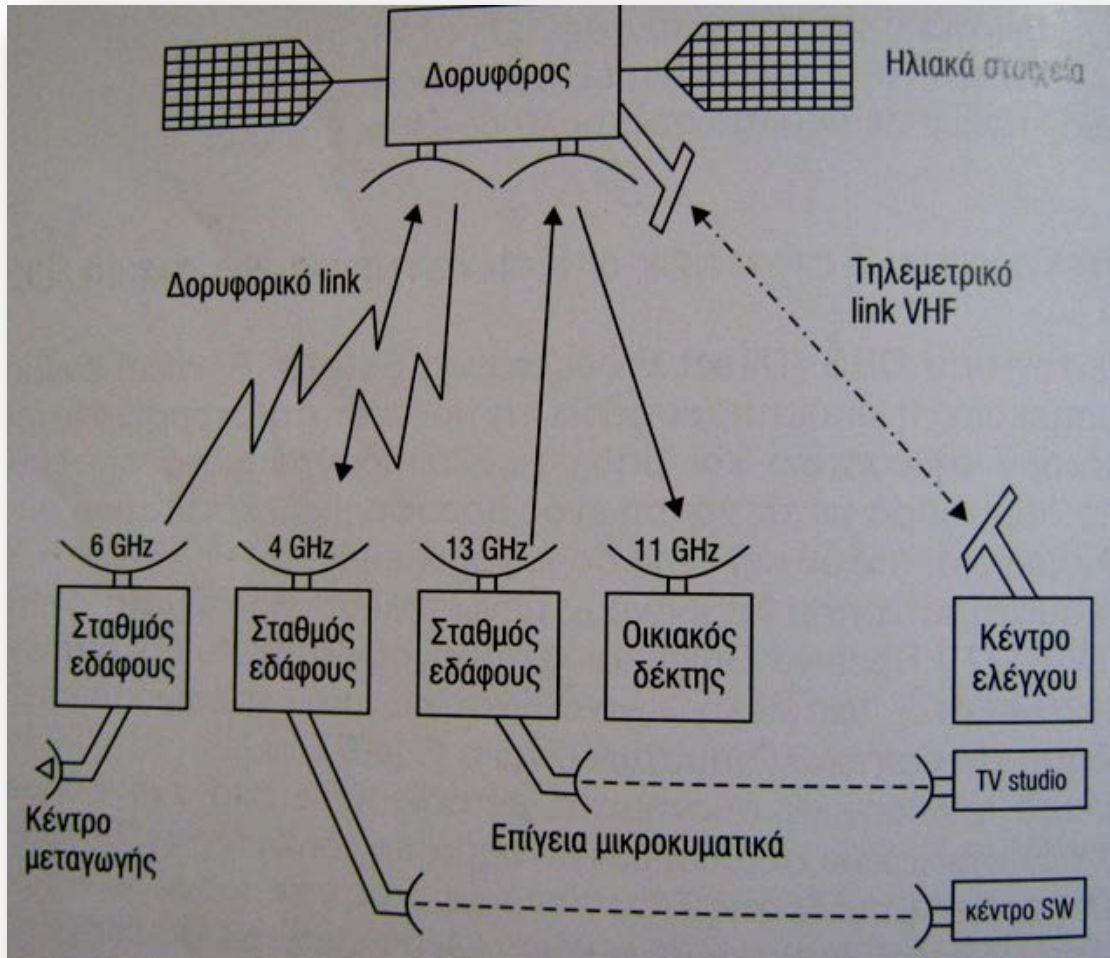
Αρκετά τηλεοπτικά συστήματα μεταδίδονται από ένα δορυφόρο μέσω των ψηφιακών συμπιεσμένων σημάτων, δίνοντας τη δυνατότητα στις υπηρεσίες μετάδοσης T/O προγράμματος να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στο ενδιαφερόμενο κοινό. Οι υπηρεσίες DBS επιτρέπουν :

- ✓ Στους χρήστες, σε περιοχές που δεν καλύπτονται από τα υπάρχοντα επίγεια τηλεοπτικά δίκτυα, να λαμβάνουν υψηλής ποιότητας δορυφορικές τηλεοπτικές εκπομπές.
- ✓ Στους χρήστες, οι οποίοι καλύπτονται από τα υπάρχοντα τηλεοπτικά δίκτυα, να έχουν καλύτερης ποιότητας εικόνα.
- ✓ Μεγάλη χωρητικότητα καναλιών δηλαδή περισσότερα τηλεοπτικά προγράμματα
- ✓ Δυνατότητα επιλογής μουσικών καναλιών
- ✓ Παροχή της υψηλής ευκρίνειας τηλεόρασης (H.D.T.V.).

6.5 Η βασική δομή ενός DBS συστήματος

Το σύστημα DBS διακρίνεται στα παρακάτω τμήματα:

- 1) Το τμήμα του στούντιο
Στο συγκεκριμένο τμήμα γίνεται η παραγωγή του προγράμματος, ο καθορισμός των παρεχομένων υπηρεσιών και των τεχνικών μετάδοσης σήματος.
- 2) Το RF σύστημα επίγεια διασύνδεσης
Το <<radio frequency>>



Δομή του Συστήματος DBS σε δορυφορικό τηλεοπτικό σύστημα

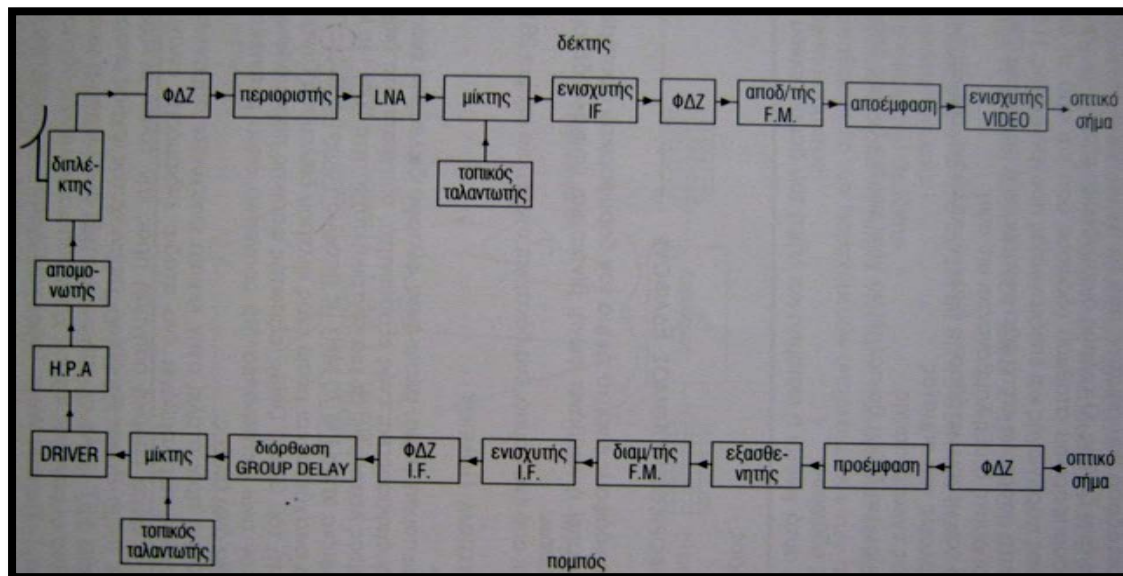
6.6 Δορυφορικός Σταθμός Εδάφους

Ο σταθμός εδάφους είναι το τμήμα του δορυφορικού συστήματος το οποίο εκπέμπει ή λαμβάνει φωνή, βίντεο και ψηφιακά δεδομένα μέσω δορυφόρου . Αποτελείται από ένα πομπό, ένα δέκτη και την κεραία.

6.6.1 Υποσύστημα Πομπού

Το προς εκπομπή σήμα, μέσω ενός φίλτρου διέλευσης ενός κυκλώματος προέμφασης και ενός εξασθενητή, οδηγείται στο διαμορφωτή F.M. Αυτός λειτουργεί σε μια κεντρική συχνότητα 70 ή 140 MHz. Το διαμορφωμένο σήμα FM 70 MHz με απόκλιση συχνότητας $\pm 7\text{MHz}$ στη συνέχεια ενισχύεται και μέσω ενός φίλτρου

διέλευσης ζώνης και ενός διορθωτή του Group Delay (εξισωτής φασικής παραμόρφωσης) οδηγείται στον άνω ζεύξης.



Σταθμός εδάφους

Αυτό το σήμα πριν σταλεί στην κεραία ενισχύεται σημαντικά. Ο ενισχυτής ισχύος περιλαμβάνει ένα στάδιο ενδιάμεσης ενίσχυσης ισχύος, που παρέχει επαρκή οδήγηση προς την τελική ενισχυτήρια ισχύος H. P. A. (High - Power - Amplifier). Ως ενισχυτής ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί GET GaAs σε επίγειους σταθμούς μικρού ή μεσαίου μεγέθους. Πομποί μεγάλης ισχύος χρησιμοποιούν λυχνίες οδεύοντος κύματος (T. W. T. Transfer Wave Tube) και Clystron ως ενισχυτές ισχύος. Λυχνίες T. W. λειτουργούν από μερικά Watt έως 20 Kw. Μια από αυτές μπορεί να εκπέμπει το συνολικό εύρος ζώνης των 800 MHz ενός δορυφορικού σήματος. Σε ένα τυπικό επίγειο σταθμό, τα κανάλια είναι πολυπλεγμένα μεταξύ τους και εκπέμπονται από την ίδια κεραία.

Τα πολυπλεγμένα σήματα στέλνονται μέσα από ένα σύστημα σύζευξης (που αποτελείται από κυκλοφορητές και φίλτρα) που επιτρέπει το εκπεμπόμενο μικροκυματικό σήμα να περάσει από αυτό προς την παραβολική κεραία. Επιπλέον μέσω αυτού επιτρέπουν το λαμβανόμενο από το δορυφόρο σήμα Down Link να οδηγηθεί στο δέκτη του σταθμού εδάφους.

Ο πομπός τροφοδοτεί την κεραία (παραβολικό κάτοπτρο) με διάμετρο 30m. Στα 6 GHz η κεραία αυτή έχει κέρδος 64 db. Η ενεργός εκπεμπόμενη ισχύς από την κεραία είναι ίση με EURO=P. G.όπου P η ισχύς εξόδου του ενισχυτή και G η απολαβή της κεραίας. [25][28][29][30][35]

6.6.2 Υποσύστημα Λήψης

Το σήμα RF του δορυφόρου που λαμβάνει από την κεραία του σταθμού εδάφους είναι πολύ ασθενές.

Αυτό μέσω του διπλέκτη οδηγείται στο μικροκυματικό φίλτρο. Αυτό περιορίζει τις συχνότητες από παρεμβολές άλλων σημάτων. Στην συνέχεια το μικροκυματικό σήμα περνάει από ένα περιοριστή ο οποίος επιτρέπει αδύνατα σήματα να περάσουν και ψαλιδίζει τα ισχυρά εκείνα σήματα άλλων συστημάτων, προκειμένου να προστατέψει τα ευαίσθητα τμήματα του μικροκυματικού δέκτη από σήματα μεγάλης ισχύος.

Στη συνέχεια το σήμα χαμηλής ισχύος μεταφέρεται σε ένα ενισχυτή του οποίου το ενεργό στοιχείο μπορεί να είναι ένα διπολικό στοιχείο ένα FET ή ένας παραμετρικός ενισχυτής. Αφού ενισχυθεί το σήμα κατά 10/20db εισέρχεται στον μίκτη του κάτω μετατροπέα (D. C.).

Εκεί μετατρέπεται σε μια πολύ χαμηλότερη συχνότητα, τη μέση συχνότητα IF που είναι συνήθως 70MHz και η οποία περιέχει την αρχική διαμόρφωση.

Το διαμορφωμένο σήμα IF ενισχύεται στη συνέχεια από έναν ενισχυτή IF ο οποίος αποτελείται από περισσότερα του ενός τμήματα ενισχυτών τρανζίστορ χαμηλής συχνότητας. Τελικά το ενισχυμένο σήμα IF μέσω ενός ζωνοπερατού φίλτρου οδηγείται στον αποδιαμορφωτή F. M. από την έξοδο του οποίου λαμβάνεται το οπτικό σήμα. Αυτό στη συνέχεια περνάει από ένα κύκλωμα αποέμφασης προκειμένου να αντισταθμιστεί η ενίσχυση στις Υ. Σ. του σήματος που είχε γίνει στο στάδιο προέμφασης του πομπού. Τελικά το οπτικό σήμα αφού ενισχυθεί περαιτέρω οδηγείται στα κυκλώματα διανομής.[26][27][28][31][33]

6.6.3 Το τηλεοπτικό σύστημα του δορυφόρου

Το υποσύστημα τηλεπικοινωνιών του δορυφόρου είναι πρακτικά ένας ραδιοσταθμός αναμετάδοσης. Διαχειρίζεται ένα εύρος ζώνης συχνοτήτων περίπου 500MHz, διαιρεμένο σε κανάλια πλάτους 40 με 80 MHz. Περιλαμβάνει τις κεραίες εκπομπής και λήψης, ενισχυτές υψηλής ισχύος (HPA), πολυπλέκτη εισόδου (IMUX), πολυπλέκτη εξόδου (OMUX) και το δορυφορικό αναμεταδότη ή transponder. Σε γενικές γραμμές η λειτουργία του υποσυστήματος έχει ως εξής:

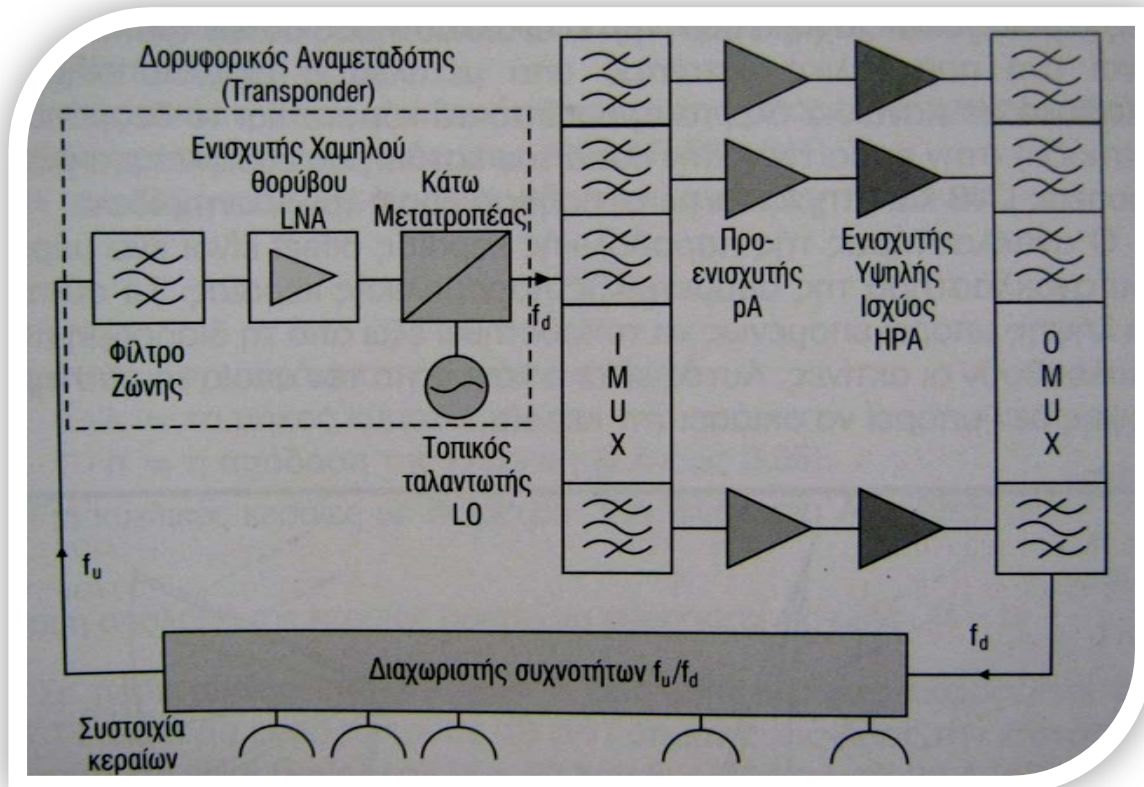
Η συστοιχία των κεραιών του δορυφόρου είναι συνδεδεμένη με κατάλληλο ηλεκτρικό σύστημα, το οποίο ξεχωρίζει τη λαμβανόμενη φέρουσα συχνότητα άνω ζεύξης f_u από την εκπεμπόμενη συχνότητα κάτω ζεύξης f_d και κατανέμει τα σήματα που πρόκειται να εκπεμφθούν στις αντίστοιχες κεραίες. Όλο το λαμβανόμενο εύρος συχνοτήτων οδηγείται στους δορυφορικούς αναμεταδότες, όπου γίνεται η επιλογή του κάθε καναλιού. Σε κάθε κανάλι αντιστοιχεί κ ένας δορυφορικός αναμεταδότης που ευθύνεται για όλη την διαδρομή του αντίστοιχου σήματος μέσω του δορυφόρου.

Ο δορυφορικός αναμεταδότης περιλαμβάνει τις βαθμίδες:

- ~ φίλτρο διέλευσης ζώνης συχνοτήτων, όπου γίνεται η επιλογή του καναλιού
- ~ ενισχυτής χαμηλού θορύβου (LAN - Low Noise Amplifier). Είναι κατάλληλος για την ενίσχυση πολύ ασθενών σημάτων, καθώς εισάγει σχεδόν μηδαμινό θόρυβο.
- ~ κάτω μετατροπέας (downconverter). Με τη βοήθεια τοπικού ταλαντωτή μεταφέρει τα λαμβανόμενα κανάλια από τη φέρουσα συχνότητα άνω ζεύξης f_u στη φέρουσα συχνότητα κάτω ζεύξης f_d . Λόγω των υψηλών συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται, η βαθμίδα αυτή αποτελείται από ειδικά σχεδιασμένα μικροκυματικά ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Αφού υποβιβαστεί η συχνότητα, το σήμα κάθε καναλιού ενισχύεται και οδηγείται

στον πολυπλέκτη εισόδου (IMUX) που είναι μια συλλογή από φίλτρα κατάλληλα σχεδιασμένα, ώστε να επιλέγουν μόνο ένα κανάλι. Στην συνέχεια, κάθε κανάλι περνά στη βαθμίδα προενίσχυσης (PA) και κατόπιν στη βαθμίδα ενισχυτή υψηλής ισχύος (High Power Amplifier -HPA). Τα ενισχυμένα σήματα οδηγούνται κατόπιν στον πολυπλέκτη εξόδου (OMUX), αποκόπτονται οι αρμονικές συχνότητες που προέκυψαν από την ενίσχυση, συνδυάζοντας τα κανάλια και εκπέμπονται από τις κεραίες του δορυφόρου. Σημειώνεται ότι οι βαθμίδες που περιγράψαμε υπάρχουν στο δορυφόρο εις διπλούν ώστε ,σε περίπτωση βλάβης, να μη διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος. Η μεταγωγή από τη μια βαθμίδα την ευρισκομένη σε αναμονή γίνεται αυτόματα.



Τηλεπικοινωνιακό σύστημα δορυφόρου [28]

Η εκπομπή του σήματος από το δορυφόρο γίνεται με αρκετή ισχύ και κατάλληλες κεραίες, ώστε το σήμα να φθάσει στη γη με πυκνότητα ισχύος -103 dBw/m^2 και οι κεραίες λήψης να χρειάζονται παραβολοειδούς ανακλαστήρες μικρούς (με διάμετρο περίπου $0,60 \text{ m:1m}$).

Οι δορυφόροι DBS εκπέμπουν σήμερα με ισχύ περίπου 150 W το κάθε τηλεοπτικό πρόγραμμα. Μπορούν να εκπέμπουν ως 20 προγράμματα συγχρόνως με κεραίες κατευθυντικές που ο λοβός τους έχει άνοιγμα $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ (αντιστοιχεί με απολαβή κεραίας εκπομπής $gr = 6.600$ ή 38 db). [13][14][28][32]

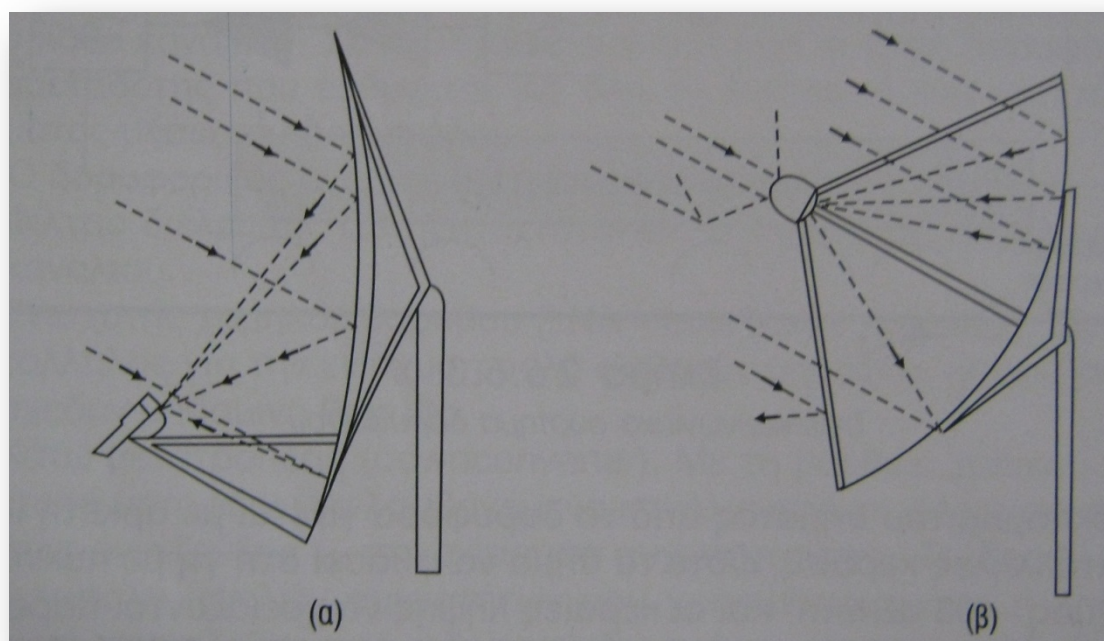
6.7 Οικιακός Δορυφορικός Εξοπλισμός

Τα βασικά συστατικά του οικιακού δορυφορικού εξοπλισμού είναι τρία. Το κάτοπτρο (η κεραία), η εξωτερική ηλεκτρονική μονάδα (LNB) και η εσωτερική μονάδα (δέκτης).

6.7.1 Κεραίες Παραβολικού Κατόπτρου

Ως κεραίες λήψης στη γη χρησιμοποιούνται οι συμμετρικές ή επικεντρώς εστίασης παραβολικές κεραίες και οι παραβολικές κεραίες offset. Η ανακλαστήρας αυτών των κεραιών είναι παραβολικό κάτοπτρο από μέταλλο ή μεταλλοποιημένο πλαστικό που ανακλά όλα τα προσπίπτοντα κύματα και το δεσμοποιεί (εστιάζει) στην εστία του. Στην εστία του κατόπτρου βρίσκεται ο μετατροπέας LNB και στηρίζεται με τη βοήθεια δύο ή τριών αντηρίδων.

Ο ανακλαστήρας της παραβολικής κεραίας offset είναι ένα μέρος του ανακλαστήρα της συμμετρικής παραβολικής κεραίας. Το σύστημα λήψης μπορεί επομένως να τοποθετηθεί έξω από τη διαδρομή που ακολουθούν οι ακτίνες. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το σύστημα λήψης δε μπορεί να σκιάσει την κεραία.



Παραβολικές κεραίες α) offset , β) επίκεντρης εστίασης

Οι κεραίες αυτές έχουν υψηλή απόδοση ανοίγματος και υψηλό κέρδος σε μικρή διάμετρο. Οι παραβολικές κεραίες έχουν συνήθως διάμετρο από 55cm μέχρι 1.8m.

Η βάση στήριξης της κεραίας σχεδιάζεται να παρέχει τη δυνατότητα χονδρικής και μικρομετρικής μεταβολής των γωνιών αζιμούθιου και ανύψωσης της κεραίας, έτσι ώστε η ακρίβεια σκόπευσης του δορυφόρου να είναι της τάξης των 0.1

ο. Επιπλέον πρέπει να μην επιτρέπει μετατοπίσεις ή παραμορφώσεις για υψηλές ταχύτητες ανέμου και για μεγάλες πιέσεις που ασκούνται στην κεραία.

Με σταθερή στήριξη της κεραίας εξασφαλίζεται λήψη προγράμματος ή προγραμμάτων από δορυφόρο ή δορυφόρους που βρίσκονται στην ίδια τροχιακή θέση.

Έκτος από τη βάση σταθερής σκόπευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί βάση μεταβλητής σκόπευσης (Polar Mount). [13][28][32]

6.7.2 Εξωτερική Ηλεκτρονική Μονάδα

Αυτή η μονάδα ονομάζεται και μετατροπέας ή υποβιβαστής συχνότητας. Η ξενική του ονομασία είναι LNB (Low Noise Block Converter).

Ο πολωτής αποτελεί το τμήμα επί του οποίου συγκεντρώνεται μέσω μίας μικρής χοανοκεραίας το σήμα από τον ανακλαστήρα και αποτελεί ουσιαστικά τον τροφοδότη σήματος για την εξωτερική ηλεκτρονική μονάδα.

Ο πολωτής του σχήματος είναι ένας τηλεχειριζόμενος μεταλλασσόμενος επιλογέας πόλωσης, ο οποίος αφήνει να περάσει μόνο μια διεύθυνση πόλωσης. Η πόλωση που επικράτησε τελικά στη δορυφορική τηλεόραση είναι οριζόντια-κάθετη έκτος ελαχίστων καναλιών στην μπάντα Ku και στη C που χρησιμοποιούν την κυκλική πόλωση (δεξιόστροφη - αριστερόστροφη). Στους περισσότερους τύπους LNB η χοανοκεραία αλλά και ο πολωτής είναι ενσωματωμένοι με το κύριο σώμα του LNB. Έτσι για την αλλαγή της πόλωσης από οριζόντια σε κατακόρυφη δίδεται από το δορυφορικό δέκτη (εσωτερική ηλεκτρονική μονάδα) τάση D. C. 18V ή 13V αντίστοιχα μέσω του ομοαξονικού καλωδίου.



Μπλοκ πολωτή με FEEDHORN

Το μικροκυματικό σήμα από το μπλοκ της χοανοκεραίας και του πολωτή οδηγείται με την κατάλληλη πόλωση στη μονάδα του μετατροπέα LNB. Αποτελείται από τα εξής ηλεκτρονικά κυκλώματα.

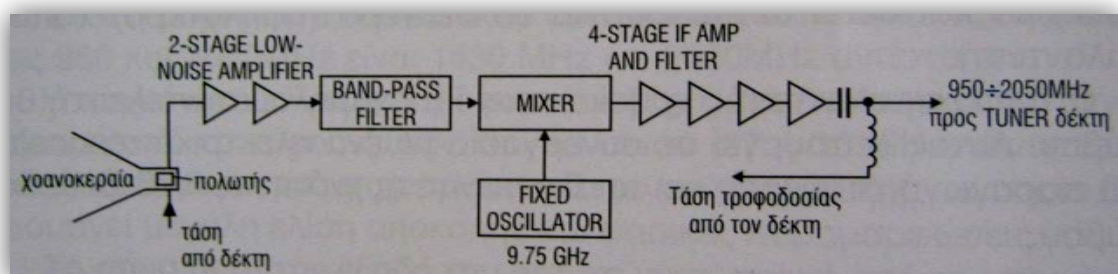
- ✓ φίλτρο διέλευσης μπάντας συχνοτήτων δορυφορικού σήματος
- ✓ ενισχυτή χαμηλού θορύβου (LNA)
- ✓ ταλαντωτή σταθερής συχνότητας 9,75GHz
- ✓ βαθμίδα μίξης που κάνει μίξη των σημάτων των λαμβανόμενων καναλιών DBS με τη σταθερή συχνότητα του ταλαντωτή και αναδεικνύει συχνότητες από 950 μέχρι 2050 MHz που αποτελούν την 1η ενδιάμεση ζώνη συχνοτήτων (1η IF).
- ✓ φίλτρο διέλευσης της ζώνης συχνοτήτων της 1ης IF για περιορισμό θορύβου και παρενοχλητικών σημάτων.
- ✓ ενισχυτές της 1ης IF.

Η εκλογή της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή και επομένως της πρώτης I.F. συχνότητας είναι ένα σημαντικό σημείο στη σχεδίαση του δορυφορικού συστήματος. Πρέπει η I.F. συχνότητα να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη ώστε να έχουμε τις μικρότερες δυνατές απώλειες κατά τη μεταφορά του σήματος από την έξοδο του LNB στον δορυφορικό δέκτη. Αν για παράδειγμα είναι 4GHz θα πρέπει για την επεξεργασία του σήματος στο δέκτη να έχουμε μικροκυματική τεχνολογία, κάτι που θα ανέβαζε το κόστος .

Από την άλλη πλευρά θα πρέπει να βρίσκεται πιο πάνω από τις συμβατικές τηλεοπτικές συχνότητες UHF = 850MHz). Μια περιοχή που ανταποκρίνεται στις παραπάνω παρατηρήσεις είναι η χρησιμοποιούμενη 950-2050MHz .τα LNB που υπάρχουν τα τελευταία χρόνια είναι LNB με συχνότητα τοπικού ταλαντωτή 9,750GHz. Ο λόγος που τα τελευταία χρόνια άλλαξε αυτή η τιμή (ήταν 10GHz) είναι ότι από το 1995 ο ASTRA 1D εκπέμπει στη μπάντα 10.7-10.9 GHz και οι δέκτες που αρχίζουν από τους 950 MHz θα πρέπει να έχουν τοπικό ταλαντωτή με συχνότητα $10.7-0.95=9.75$ GHz.

Το σήμα I.F., που αναδεικνύεται από την εξωτερική ηλεκτρονική μονάδα, μεταφέρεται μέσω ομοαξονικού καλωδίου χαμηλών απωλειών στην εσωτερική ηλεκτρονική μονάδα. Η σύνδεση του καλωδίου με τις δύο μονάδες γίνεται με κατάλληλους συνδετήρες (F type).

Σημειώνεται ότι η τροφοδότηση της εξωτερικής μονάδας, με τάση DC για να λειτουργήσει, γίνεται μέσω του ομοαξονικού καλωδίου από την εσωτερική ηλεκτρονική μονάδα.



Το κύκλωμα του LNB[8]

Το LNB ενισχύει τα πολύ ασθενικά σήματα που λαμβάνει το feedhorn με τον ενισχυτή LNA αποτελούμενο από 2 ή τρία FET AsGa κατά 20 dB τουλάχιστον και με

τη μίξη, που εκτελεί, υποβιβάζει τη συχνότητά τους από τη ζώνη των 11GHz στη ζώνη I.F. των 950 ως 2050 MHz.

Αυτή αποτελεί την 1η I.F. όλων των καναλιών που εκπέμπουν οι transponders του δορυφόρου.

Το βασικό χαρακτηριστικό του LNB είναι ο συντελεστής ή εικόνα θορύβου (noise figure) που έχει και ο οποίος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος.

Σήμερα υπάρχουν ενισχυτές χαμηλού θορύβου ενσωματωμένοι σε ολόκληρα κυκλώματα IC με τον ταλαντωτή και το φίλτρο που εξασφαλίζουν συντελεστή θορύβου της τάξης των 0.6 dB.

Ωστόσο να σημειωθεί ότι η εξωτερική μονάδα υποβιβάζει τη συχνότητα του λαμβανομένου καναλιού στην τάξη του 1 GHz ώστε να μεταφερθεί με λίγες απώλειες στον δέκτη. .

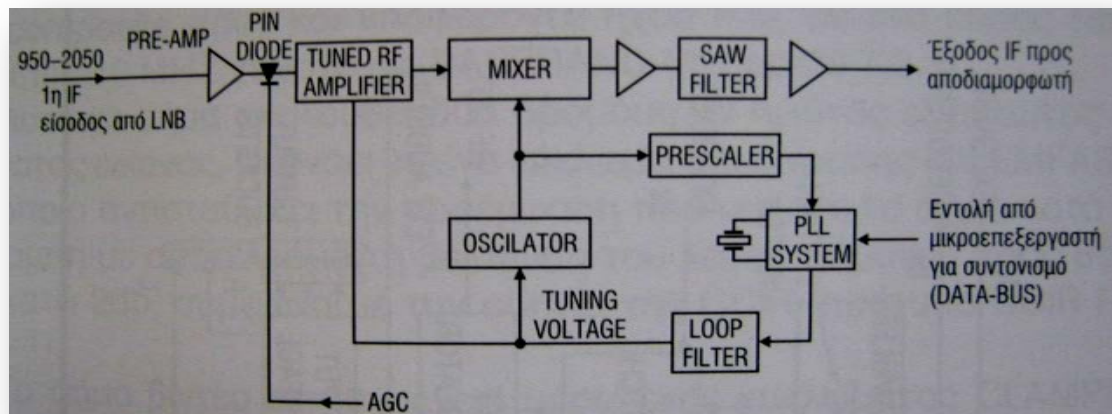
Γι' αυτό το λόγο η εξωτερική μονάδα είναι απευθείας συνδεδεμένη με τον πολωτή, λόγω του ότι στις υψηλές συχνότητες της τάξεως των 12 GHz θα είχαμε μεγάλες απώλειες ακόμη και σε ιδανικό ομοαξονικό καλώδιο.

Μια εξέλιξη που τροποποίησε τα LNB είναι ότι έχουν αρχίσει εκπομπές στην μπάντα από 12.5 έως 12.7 που είναι γνωστή ως περιοχή "TELECOM". Αυτό ανάγκασε όλους τους κατασκευαστές LNB να βάλουν μέσα στο LNB δύο αντί για έναν τοπικούς ταλαντωτές. Ένας με συχνότητα 9.75 για την κανονική μπάντα και έναν με συχνότητα 10.6 GHz, ώστε να μεταφέρει την περιοχή της TELECOM μέσα στη μπάντα των 900-2050 MHz των δεκτών. Η αλλαγή μεταξύ των δύο τοπικών ταλαντωτών γίνεται με τη διοχέτευση μέσω του ομοαξονικού καλωδίου ενός τετραγωνικού σήματος συχνότητας 22KHz και πλάτους 250 mV, το οποίο ανιχνεύεται στο LNB από κατάλληλο κύκλωμα και θέτει σε λειτουργία το δεύτερο (υψηλότερο) τοπικό ταλαντωτή.

Ο τοπικός ταλαντωτής χρησιμοποιεί FET χαμηλού συντελεστή θορύβου. Αυτός λειτουργεί σε συνεργασία με ένα ηλεκτρικό resonator για παραγωγή σταθερής και απαλλαγμένης συχνότητας 9.75 GHz θορύβου.[28][29][32][33][36]

6.7.3 Η Εσωτερική Ηλεκτρονική Μονάδα

Ο ρόλος του δορυφορικού δέκτη είναι να επιλέγει κάποιο συγκεκριμένο κανάλι που αντιστοιχεί σε ένα φάσμα 27 ή 36 MHz από το πλήρες φάσμα του σήματος IF που έρχεται από την εξωτερική μονάδα (LNB). Στη συνέχεια γίνεται η αποδιαμόρφωση και μας παρέχει στις εξόδους του το σήμα ήχου και εικόνας του τηλεοπτικού προγράμματος.



Το κύκλωμα του TUNER ενός δορυφορικού δέκτη

Η βαθμίδα του ενισχυτή R.F. περιέχει κύκλωμα από διόδους pin οι οποίες ελέγχονται από την τάση AGC προκειμένου να μεταβάλουν το κέρδος του ενισχυτή R. F. Ένα φίλτρο S. W. A. είναι μέρος του TUNER διότι στους δορυφορικούς δέκτες ο ενισχυτής της 2ης I. F. και ο αποδιαμορφωτής F. M. είναι στο ίδιο module με το TUNER. Εδώ το S .A.W. έχει εύρος 27 MHz.

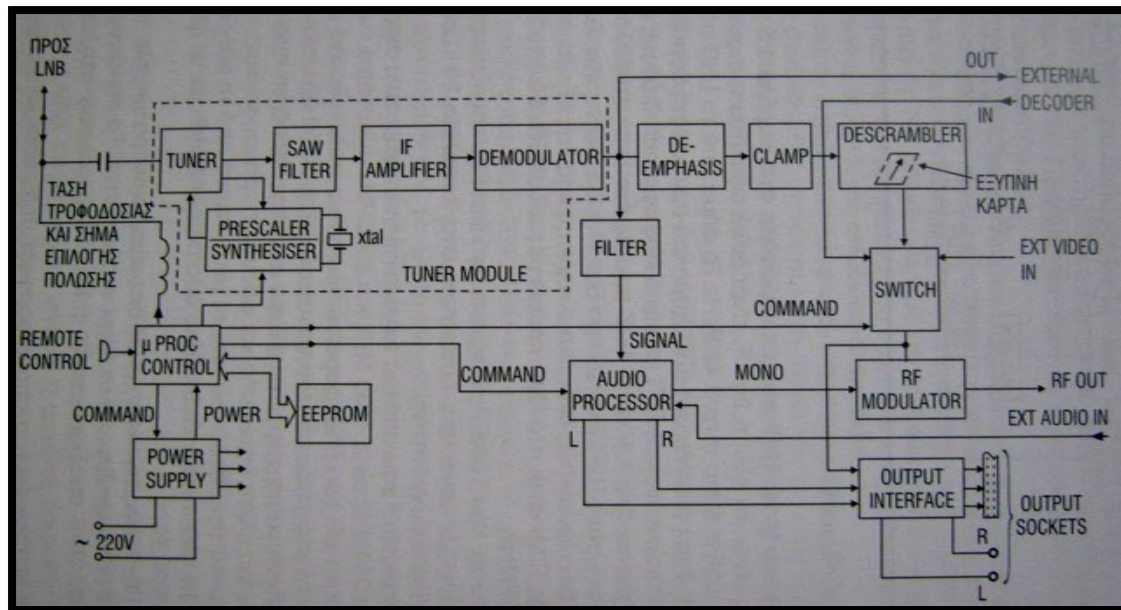
Ο ταλαντωτής του TUNER ελέγχεται από ένα PLL. Η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή για τις οριακές συχνότητες 950 και 2050MHz είναι 1430MHz και 2530MHz αντίστοιχα.

Η συχνότητα I.F. του δορυφορικού δέκτη έχει επιλεγεί πολύ μεγαλύτερη από το εύρος ζώνης του καναλιού (27 ή 36MHz) ώστε στην αποδιαμόρφωση να μη χρειαστεί φίλτρο μεγάλης τάξης, το οποίο δημιουργεί μεγάλη κλίση αποκοπής και φασικές παραμορφώσεις.

Το σήμα μετά την έξοδο του από το μίκτη πέρνα από το μπλοκ ενίσχυσης I.F. το οποίο αποτελείται από δυο ενισχυτές I. F με φίλτρο S. A. W. ανάμεσά τους.

Η απολαβή αυτών των ενισχυτών δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη (περίπου 10db ο καθένας) ώστε να υπάρχει σταθερότητα. Το σήμα της 2ης I.F οδηγείται στον αποδιαμορφωτή F. M.

Η βασική λειτουργία του αποδιαμορφωτή F. M είναι να επεξεργασθεί το κατά συχνότητα διαμορφωμένο δορυφορικό σήμα, διαχωρίζοντας το φορέα και μετατρέποντας το μεγάλο εύρους σήμα F.M. σε composite video και υποφέροντα ήχου F. M σε ένα εύρος ζώνης περίπου 10MHz γνωστό ως BASEBAND .



Διάγραμμα βαθμίδων ενός δορυφορικού δέκτη

Αυτό το σήμα ακολουθεί δυο δρόμους. Ο πρώτος είναι αυτός του σήματος εικόνας. Περνάει σε ένα κύκλωμα αποέμφασης (DEEMFASIS), το οποίο αντισταθμίζει την προέμφαση που υπέστη το σήμα κατά την εκπομπή με αποτέλεσμα τη βελτίωση του λόγου σήματος προς θόρυβο κατά 2db, σύμφωνα με την οδηγία της CCIR (πρότυπο CCIR REC 405-1).

Το σήμα βίντεο στη συνέχεια μέσω ενός κυκλώματος CLAMPING οδηγείται στον αποκωδικοποιητή (DESCRAMBLER). Αν μάλιστα είναι κωδικοποιημένο αποκωδικοποιείται εφ' όσον τοποθετήσουμε την έξυπνη κάρτα στην υποδοχή και οδηγείται στον ηλεκτρονικό διακόπτη (switch).

Στον ηλεκτρονικό διακόπτη οδηγούνται επίσης εξωτερικά σήματα βίντεο. Μετά από έλεγχο από τον μικροεπεξεργαστή (micro control), κάθε ένα από αυτά μπορεί να οδηγηθεί στο διαμορφωτή R. F.

Αυτός περιέχει έναν ταλαντωτή ρυθμιζόμενο σε συχνότητα του 38 καναλιού την UHF και ο οποίος διαμορφώνεται κατά πλάτος από το σήμα βίντεο. Είναι δηλαδή ένας mini πομπός εικόνας στο κανάλι 38. Η έξοδος του διαμορφωτή R.F. είναι η έξοδος R.F του δορυφορικού δέκτη T. V.

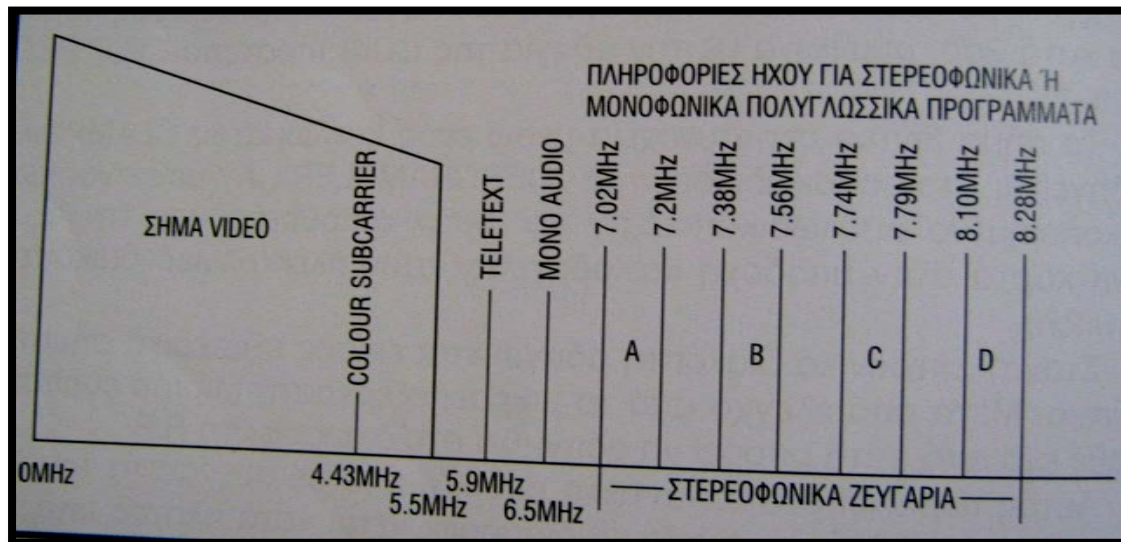
Ο δεύτερος δρόμος από την έξοδο του αποδιαμορφωτή F.M είναι αυτός του ήχου. Το σήμα BaseBand ήχου και εικόνας περνά από ένα υπερηχητικό φίλτρο που κόβει τις συχνότητες κάτω από τους 5,5 έως 9MHz. Το φάσμα αυτό που περιέχει το διαμορφωμένο κατά F.M υποφέροντα του ήχου. Αυτός ελέγχεται από τον μικροεπεξεργαστή προκειμένου να γίνει η επιλογή της συχνότητας του ήχου και το εύρος του σήματος σύμφωνα με το στάνταρ του κάθε σταθμού.

Η έξοδος του επεξεργαστή ήχου είναι τα σήματα L και R για στερεοφωνικό ήχο, τα οποία οδηγούνται μέσω του INTERFACE στην υποδοχή SCART.

Από τον επεξεργαστή ήχου επίσης οδηγείται σήμα ήχου μονοφωνικό στο διαμορφωτή RF του καναλιού 38. Ο εξοπλισμός του δορυφορικού δέκτη συμπληρώνεται επίσης με κυκλώματα που συναντήσαμε στο δέκτη TV όπως το σύστημα του μικροεπεξεργαστή, τη μνήμη EEPROM και το παλμοτροφοδοτικό.

Το τροφοδοτικό συνήθως ελέγχεται από τον μικροεπεξεργαστή για να μπορεί να μείνει σε κατάσταση STAND BY.

Σε αυτή την κατάσταση, μερικές από τις βαθμίδες του δέκτη και το LNB εξακολουθούν να τροφοδοτούνται. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται αφ' ενός οι ολισθήσεις κατά τον συντονισμό, που μπορούν να εμφανιστούν, όταν το σύστημα ενεργοποιηθεί κρύο και αφετέρου το ρολόι του δορυφορικού δέκτη λειτουργεί και μπορεί να ενεργοποιήσει το δέκτη όταν έχει προγραμματισθεί για εγγραφή δορυφορικού προγράμματος σε συγκεκριμένη ώρα.



Φάσμα συχνοτήτων βασικής ζώνης "Base Band"

6.7.4 Η Κρυπτογράφηση Του Δορυφορικού Σήματος

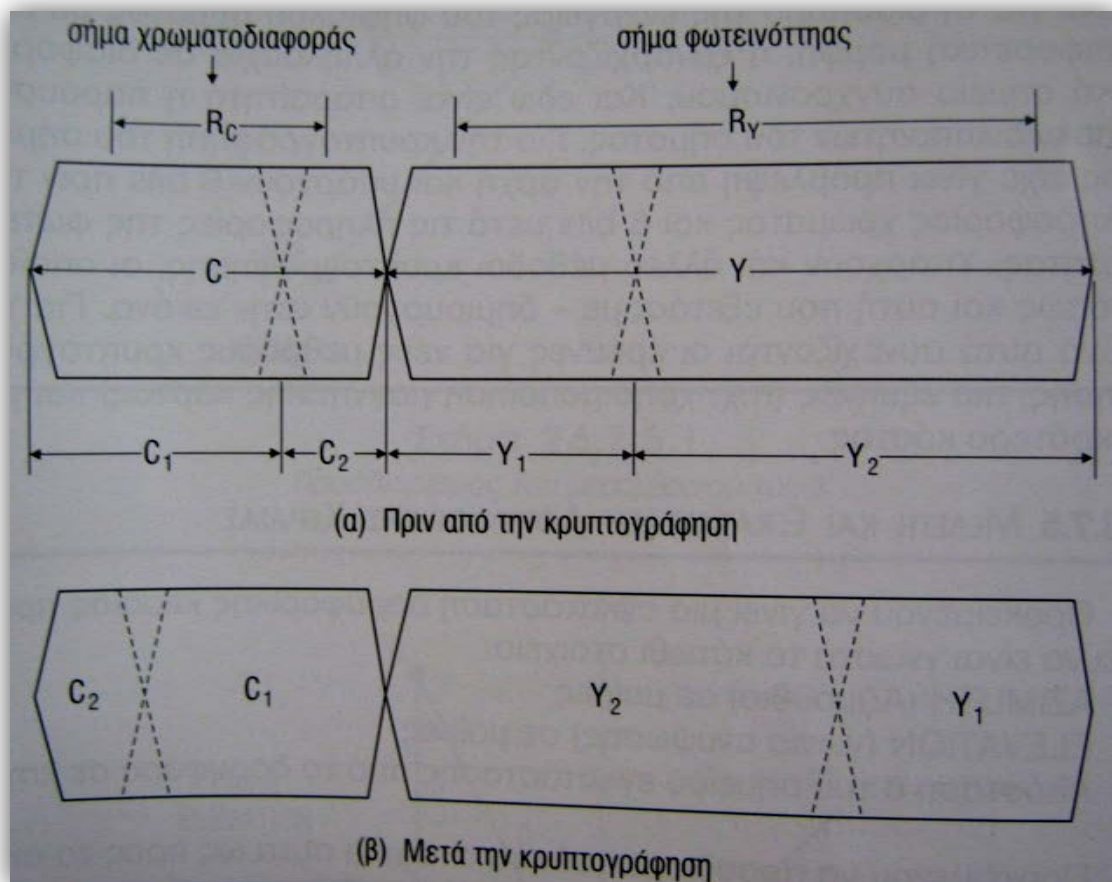
Το σύστημα κρυπτογράφησης εξασφαλίζει ότι τα τηλεοπτικά προγράμματα είναι προσιτά μόνο στους θεατές που έχουν πληρώσει το ποσό της συνδρομής ώστε να έχουν πρόσβαση σε αυτά. Το σύστημα είναι περίτεχνο με πολλές εναλλακτικές δυνατότητες χρήσης.

Το σύστημα αποτελείται από δύο μέρη : το σύστημα της τυχαίας ανάμιξης (scrambling) και το σύστημα κρυπτογράφησης (encryption).

Το σύστημα scrambling επεξεργάζεται τα σήματα κλειδιά που απαιτούνται για την απασφάλιση του συστήματος. Η κρυπτογράφηση του συστήματος γίνεται από το χειριστή του πομπού, ο οποίος αποφασίζει για το αν θα εκπέμψει κρυπτογραφημένο ή όχι σήμα και έπειτα για τον τρόπο κρυπτογράφησης αν ισχύει το πρώτο. Αν το στείλει κρυπτογραφημένο μπορεί να χρησιμοποιήσει την τοπική λέξη ελέγχου, που είναι αμετάβλητη και υπάρχει εξ αρχής στο δέκτη ή να χρησιμοποιήσει μια παραγόμενη λέξη ελέγχου που προέρχεται από το σύστημα κρυπτογράφησης. Στο δέκτη η λέξη ελέγχου παράγεται (αν δεν είναι σταθερή) από τη γεννήτρια λέξης ελέγχου. Για να δώσει η γεννήτρια του δέκτη αυτή τη σωστή λέξη ελέγχου χρειάζεται το ορθό κλειδί για το απαιτούμενο πρόγραμμα, το οποίο στέλνεται στο δέκτη στο ίδιο κανάλι με το πρόγραμμα.

Έχουμε δύο μεθόδους κρυπτογράφησης:

- α) την απλή κοπή και
- β) την διπλή κοπή



Η μορφή της διπλής κοπής κρυπτογράφησης[28]

Με τον όρο "κοπή", εννοούμε ορό τα σήματα χρωμικότητας και φωτεινότητας "κόβονται" σε κάθε γραμμή σε δυο τμήματα τα οποία αναστρέφονται. Ως απλή κοπή ονομάζουμε την κοπή και αναστροφή και των δύο σημάτων. Οποιαδήποτε τεχνική κρυπτογράφησης και να χρησιμοποιήσουμε για την επιλεκτική μετάδοση του σήματος, για την απεικόνιση του σήματος στην οθόνη είναι απαραίτητο να φτάσει στο δέκτη όλη η πληροφορία για το σημείο κοπής. Γνωρίζοντας το σημείο αυτό, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε σωστά την κατανομή της μνήμης του συστήματος για να αποθηκευτεί το κάθε μέρος του σήματος στα σωστά σημεία αυτής.

Διαβάζοντάς το μετά ανάποδα συνθέτει την πληροφορία της σωστής γραμμής. Το πραγματικό σημείο κοπής της κάθε γραμμής ορίζεται από τον κωδικό αριθμό του οποίου ένα μέρος είναι καταχωρημένο στην έξυπνη κάρτα του συνδρομητή και το άλλο αποστέλλεται το τηλεοπτικό σήμα.

Με παρόμοιο τρόπο έχουμε την κωδικοποίηση των καναλιών ήχου, αλλάζοντας την ψευδοτυχαία δυαδική σειρά που χρησιμοποιείται για τη διασπορά της ενέργειας του ψηφιακού σήματος σε μια διαφορετική μορφή, ή ξαναρχίζοντας την αλληλουχία σε διαφορετικό σημείο συγχρονισμού. Και εδώ είναι απαραίτητη η παρουσία αποκωδικοποιητών του σήματος. Για την κρυπτογράφηση του σήματος είχε γίνει πρόβλεψη από την αρχή και υπάρχουν 6bits πριν τις πληροφορίες χρώματος και 6bits μετά τις πληροφορίες της φωτεινότητας. Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι κρυπτογράφησης, οι οποίες δημιουργούν στην εικόνα. Για το λόγο αυτό συνεχίζονται

οι έρευνες για νέες μεθόδους κρυπτογράφησης, πιο έξυπνες (π.χ. χρησιμοποίηση μαγνητικής κάρτας) και με μικρότερο κόστος. [13][28][29][32][40]

6.7.5 Μελέτη Και Εγκατάσταση Δορυφορικής Κεραίας

Προκειμένου να γίνει μια εγκατάσταση δορυφορικής κεραίας πρέπει να είναι γνωστά τα κάτωθι στοιχεία :

~ AZIMUTH (Αχινούθιο) σε μοίρες

~ ELEVATION (γωνίας ανύψωσης) σε μοίρες

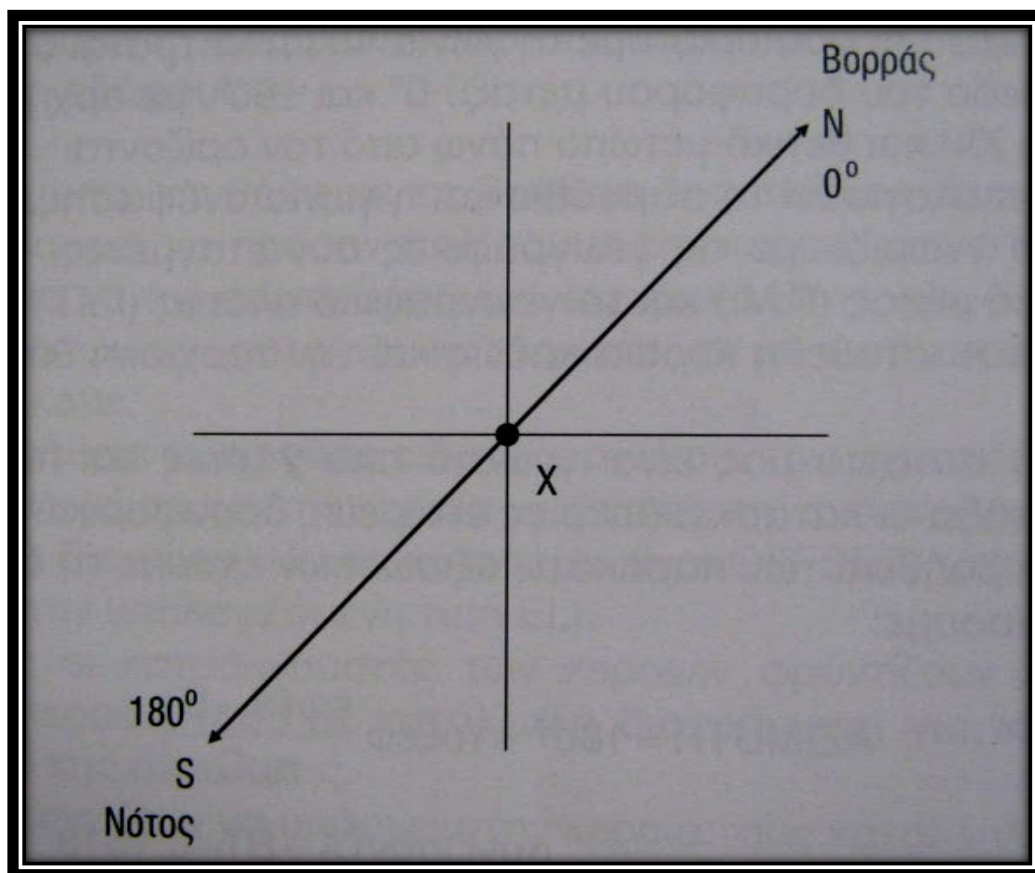
~ Απόσταση d του σημείου εγκατάστασης από το δορυφόρο σε km.

Προκειμένου να προσδιοριστούν τα στοιχεία αυτά ως προς το σημείο X στο οποίο θα τοποθετηθεί η κεραία, ορίζουμε το σύστημα των συντεταγμένων.

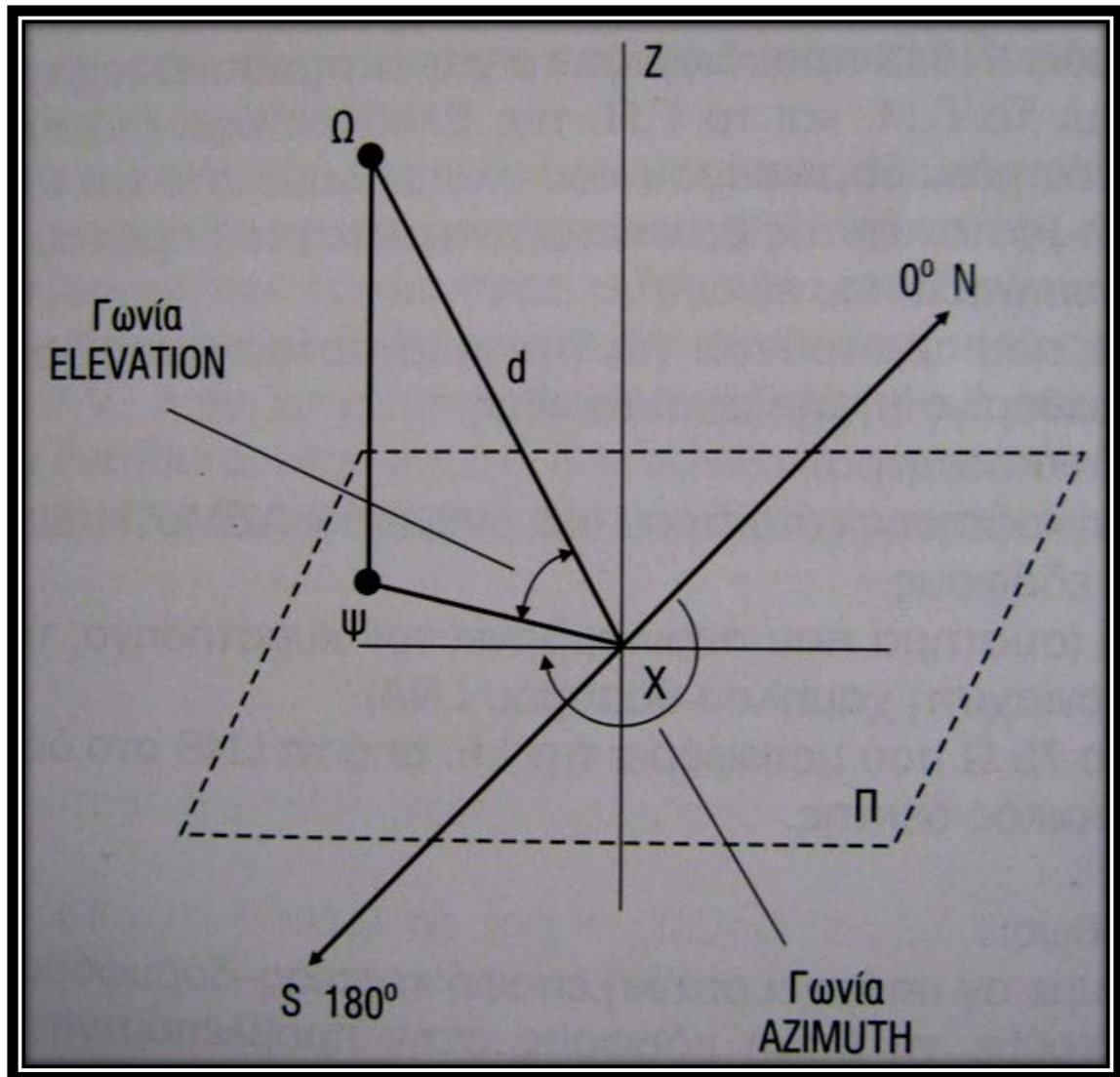
Με μια ευθεία που πέρνα από το σημείο X προσδιορίζουμε το μεσημβρινό του X , δηλαδή την ευθεία Βορρά - Νότου, όπου ο Βορράς έχει μηδέν μοίρες και ο Νότος εκατόν ογδόντα.

Από το σημείο X θεωρούμε ότι περνάει επίπεδο Π , που εφάπτεται της επιφάνειας της γης και η κατακόρυφος Z περνάει από το σημείο X .

Ως αχινούθιο προσδιορίζουμε στο επίπεδο Π τη γωνία που σχηματίζεται από την ημιευθεία XN και την ημιευθεία $X\Psi$, όπου Ψ είναι η προβολή του δορυφόρου Ω στο επίπεδο Π . Μετράται σε μοίρες δεξιόστροφα με αρχή το 0 της ημιευθείας XN .



Προσδιορισμός του μεσημβρινού του X



Προσδιορισμός των γωνιών αζιμουθίου και elevation [26]

Ως elevation προσδιορίζουμε τη γωνία $X\Psi\Omega$. Μετράται στο κατακόρυφο επίπεδο του δορυφόρου μεταξύ 0° και 90° με αρχή μέτρησης την ευθεία $X\Psi$ και θετικό μέτωπο πάνω από τον ορίζοντα .

Για να υπολογιστεί το αζιμούθιο και η γωνία ανύψωσης, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις γεωγραφικές συντεταγμένες, δηλαδή το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος του τόπου που θα εγκατασταθεί η κεραία καθώς και την τροχιακή θέση του δορυφόρου.

Αυτά τα στοιχεία μας είναι γνωστά από χάρτες και πίνακες που έχουν συντάξει οι κατασκευαστικές εταιρίες δορυφορικών συστημάτων. Με τη βοήθεια των παρακάτω εξισώσεων έχουμε τη δυνατότητα να υπολογίσουμε:

$$\text{AZIMUTH} = 180^{\circ} + \text{τοξεφ} \frac{\varepsilon\varphi (A-B)}{\eta\mu C}$$

$$\text{ELEVATION} = \text{τοξεφ} \frac{\text{συν}C\text{συν} (A-B) - 0,1513}{\sqrt{1 - \text{συν}^2 C \text{συν}^2 (A-B)}}$$

Όπου A = Γεωγραφικό μήκος του τόπου λήψης

B = Γεωγραφικό μήκος (τροχιακή θέση) του δορυφόρου.

Ο αριθμός 0.1513 προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά της τροχιάς του δορυφόρου. Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της Ελλάδας έχει πρόσημο (+). Η τροχιακή θέση του δορυφόρου που σκοπεύουμε από την Ελλάδα έχει (+) όταν αυτός βρίσκεται ανατολικά του πρώτου μεσημβρινού του Greenwich που είναι 0 μοίρες.

Τα υλικά που απαιτούνται για την εγκατάσταση μιας δορυφορικής κεραίας σταθερής λήψης είναι τα εξής:

- Η κεραία (κάτοπτρο)
- Βάση συγκράτησης κατόπτρου (και ρυθμιστής AZIMUTH-ELEVATION)
- Η βάση εδάφους
- Το LNB (σύστημα που περιλαμβάνει τον κυματοδηγό, τον πολωτή και τον ενισχυτή χαμηλού θορύβου LNA)
- Καλώδιο 75 Ω που μεταφέρει την I. F. από τα LNB στο δέκτη
- Δορυφορικός δέκτης

Ακολουθώς:

- Ελέγχουμε αν υπάρχει οπτική επαφή κεραίας -δορυφόρου
- Τοποθετούμε τη βάση εδάφους στην προβλεπόμενη θέση που πρέπει να είναι κάθετη στη γη.
- Τοποθετούμε τη βάση συγκράτησης της κεραίας και ρύθμισης AZ και EL πάνω στο κάτοπτρο.
- Τοποθετούμε τη βάση συγκράτησης κατόπτρου με το κάτοπτρο, στη βάση εδάφους.

Τώρα είμαστε σε θέση, με τη βοήθεια της πυξίδας να προσδιορίσουμε το Βορρά, να προσανατολίσουμε την κεραία μας σε αυτόν και στη συνέχεια να την περιστρέψουμε, σύμφωνα με τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού κατά γωνία ίση με αυτή του αζιμύθιου που βρήκαμε.

Με τη βοήθεια τώρα ενός ειδικού οργάνου, του κλινομέτρου, μπορούμε να ανυψώσουμε την κεραία μας κατά την αντίστοιχη γωνία ίση με αυτή του Elevation.

Συνήθως οι κατασκευαστές των κεραίων φροντίζουν να εφοδιάσουν τις κεραίες τους με κατάλληλη διαγράμμιση για τον εύκολο υπολογισμό της ανύψωσης.

Άλλοι φροντίζουν να υπάρχει στην κεραία τους κατάλληλη επίπεδη επιφάνεια για την τοποθέτηση του κλινομέτρου.

Πρέπει να προσέξουμε όταν κάνουμε τη ρύθμιση της γωνίας ανύψωσης να έχουμε εξασφαλίσει την καθετότητα του ιστού στήριξης της κεραίας μας. Αυτό ελέγχεται με ένα αλφάδι ή ένα νήμα της στάθμης. Επειδή οι πυξίδες που χρησιμοποιούμε έχουν μικρή ακρίβεια και επειδή ξεχνάμε και την απόκλιση του πραγματικού Βορρά από τον μαγνητικό Βορρά, προτείνεται :

Να ρυθμίσουμε πρώτα τη γωνία ανύψωσης της κεραίας, να σφίξουμε τη σχετική βίδα και στη συνέχεια με τη βοήθεια της πυξίδας να προσανατολίσουμε την κεραία προς αυτή την κατεύθυνση. Στη συνέχεια ή θα συνδέσουμε το δορυφορικό δέκτη και θα χρησιμοποιήσουμε μια φορητή T.V. ,ή θα χρησιμοποιήσουμε πεδιόμετρο ή ένα ενδεικτικό όργανο που διατίθεται στην αγορά. Στη συνέχεια περιστρέφουμε αργά την κεραία μέχρι να δούμε την ένδειξη του δορυφορικού σήματος.[13][14][28]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://users.sch.gr>
- [2] <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>
- [3] <http://www.tvhistory.tv/>
- [4] <http://soundtrack12345.blogspot.gr>
- [5] <http://en.wikipedia.org>
- [6] “Αναλογική – Ψηφιακή τηλεόραση και βίντεο”, πέμπτη έκδοση – Παντελή Χρ. Βαφειάδη
- [7] “Αναλογική και ψηφιακή τηλεόραση”, Κώστας Τσαμουτάλος – Παναγιώτης Σαραντής, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ
- [8] “Ψηφιακή επικοινωνία”, 2001 Γιώργος Γκατζιάς – Δημήτρης Καμάρας
- [9] <http://vallysdiary.blogspot.gr>
- [10] <http://www.tovima.gr>
- [11] <http://portal.kathimerini.gr>
- [12] <http://www.electronica-pt.com>
- [13] “Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος”, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ
- [14] “Ψηφιακές Επικοινωνίες”, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ
- [15] <http://www.it.uom.gr>
- [16] <http://www.digitaltvinfo.gr>
- [17] <http://www.mpeg.org/>
- [18] “ MPEG-4 Intellectual Property Management & Protection (IPMP) Overview & Applications”, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2614, December 1998, Rome, Italy
- [19] <http://dvb-scpc.atrexx.com>
- [20] <http://www.newtec.eu>
- [21] <http://www.intechopen.com>

- [22] <http://www.intechopen.com>
- [23] <http://hasd.tistory.com>
- [24] <http://www.dvb.org/>
- [25] <http://www.etsi.org>
- [26] Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο , εργαστήριο Ασύρματου και Επικοινωνίας Μεγάλων Αποστάσεων , καθ. Χρ. Καψάλης , Χάρτης συχνοτήτων πλάνου ψηφιακής τηλεόρασης 11/2010
- [27] Μετσόβιο Πολυτεχνείο , εργαστήριο Ασύρματου και Επικοινωνίας Μεγάλων Αποστάσεων , καθ. Χρ. Καψάλης , Ψηφιακό Μέρισμα, Ημερίδα I.O.M 30 Νοεμβρίου 2010 «επίγεια ψηφιακή τηλεόραση: Ρυθμίσεις και Αρρυθμίες»
- [28] <http://www.sat.gr>
- [29] <http://video.minpress.gr>
- [30] <http://www.lg.com>
- [31] <http://www.dominoglobal.com>
- [32] <http://ecee.colorado.edu>
- [33] <http://greekdigitaltv.blogspot.gr>
- [34] AEGIS spectrum engineering , Review of Digital Dividend Options in Greece, 2009
- [35] <http://www.digea.gr>
- [36] <http://www.ert.gr>
- [37] <http://www.dominoglobal.com>
- [38] <http://ecee.colorado.edu>
- [39] Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών ΤΕΙ Σερρών , Ημερίδα I.O.M 30 Νοεμβρίου 2010 «επίγεια ψηφιακή τηλεόραση: Ρυθμίσεις και Αρρυθμίες»
- [40] ΦΕΚ. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Αριθμ. 21161: Διαμόρφωση Χάρτη Συχνοτήτων για τη μετάβαση στην επίγεια ψηφιακή τηλεοπτική ευρυεκπομπή
- [41] Specifications for free –to-air- DTT Receiver in Greece as per Digea Broadcasting Standards minimum Requirements V1.1 December 1st 2009