

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ**

Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ II**

**Σπουδαστή
ΜΟΥΣΙΤΣΑ ΧΡΗΣΤΟΥ**

**Επιβλέπων: Σαββίδης Ανέστης
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ**

Θεσσαλονίκη 2008

Περίληψη

Σκοπός της συγγραφής της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη της ψηφιακής τηλεόρασης και γενικότερα της μετάβασης στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση. Το DVB-T αποτελεί το πρότυπο επίγεια μετάδοσης που έχει αναπτυχθεί με ιδιαίτερο πολύπλοκο τρόπο από ότι τα προηγούμενα πρότυπα για δορυφορική και καλωδιακή μετάδοση. Με το DVB-T επιτυγχάνονται καλύτερες επιδόσεις απ' ότι με την αναλογική και προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στην επίγεια μετάδοση αλλά και λήψη του σήματος. Επίσης είναι δυνατή η εισαγωγή νέων, καινοτόμων εφαρμογών.

Αρχικά πραγματοποιείται μια εισαγωγή στην αναλογική τηλεόραση και πως ξεκίνησε να υλοποιείτε στο πέρασμα του χρόνου. Αναφέρονται τα συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν και οι τεχνικές που υπάρχουν στην αναλογική. Τα πρώτα βήματα για την ψηφιακή τηλεόραση και τα πλεονεκτήματα της καθώς και η σύγκλιση της τεχνολογίας. Η ψηφιακή επανάσταση καθώς παρουσιάζονται και νέες υπηρεσίες που εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες της ψηφιακής τεχνολογίας. Η σύγκλιση της τεχνολογίας και των υπηρεσιών με την έντονη σύγκλιση της τηλεόρασης με την πληροφορική και την ανάπτυξη διαδραστικών υπηρεσιών.

Στη συνέχεια αναλύονται τα βήματα ψηφιοποίησης του σήματος video, τα βασικά στοιχεία ψηφιοποίησης και οι τεχνικές συμπίεσης του τηλεοπτικού σήματος κατά τα πρότυπα MPEG.

Παρουσιάζονται όλα τα συστήματα ψηφιακής τηλεόρασης καθώς και η εξέλιξη της δορυφορικής τηλεόρασης λεπτομερώς. Εξετάζονται τα ψηφιακά συστήματα διαμόρφωσης για το καθένα πρότυπο και επίσης η εκπομπή και λήψη ψηφιακού σήματος. Αναπτύσσεται η ψηφιακή τηλεόραση για τους κινητούς δέκτες και οι σύγκλιση των δικτύων DVB-T και 3ης γενιάς.

Η μετάβαση στην τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας HDTV και οι λόγοι της ανάπτυξης της, παρουσιάζοντας όλα τα πλεονεκτήματα, την μετάδοση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Τέλος αναφέρονται οι προοπτικές εξέλιξης της ψηφιακής τηλεόρασης στο μέλλον με παρουσίαση νέων τεχνολογιών και καινοτομιών από τον χώρο της πληροφορικής και του διαδικτύου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
----------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ

1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ	2
1.2.1 Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΟΧΗ ΞΕΚΙΝΑΕΙ	7
1.2.2 ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΚΑΙ Η ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	8
1.2.3 Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ	8
1.2.4 ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
2.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ	14
2.2.2 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ	16
2.3 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ MPEG-2	18
2.4 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ MPEG-4	22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	25
3.2.1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ	26
3.2.2 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DVB-S	28
3.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DVB-C	29
3.4 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DVB-T	30
3.5 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ DVB-H	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΦΑΣΗΣ	37
4.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ BPSK	37

4.3	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QPSK _____	38
4.4	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QAM _____	39
4.5	ΕΙΣΩΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ OFDM _____	42
4.6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ COFDM _____	43
4.6.2	Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ COFDM ΣΤΗΝ ΕΠΙΓΕΙΑ ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ _____	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΕΚΠΟΜΠΗ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

5.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ _____	47
5.1.2	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ DVB-T ΣΤΗΝ ΕΚΠΟΜΠΗ _____	47
5.2	SINGLE FREQUENCY NETWORKS (SFNs) _____	48
5.3.1	Η ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ COFDM _____	51
5.3.2	Η ΑΝΑΓΚΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ _____	53
5.3.3	ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ _____	53
5.4	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟ VIDEO _____	54
5.4.1	Η ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗ _____	55
5.5	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΔΙΔΟΜΕΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ VIDEO ____	56
5.5.1	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΙΚΟΝΑΣ _____	56
5.5.2	ΟΡΑΤΑ ΛΑΘΗ _____	57
5.5.3	ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ _____	57
5.6	ΕΠΙΔΡΑΣΗ, ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΛΑΘΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ____	57
5.6.1	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΛΑΘΩΝ ΣΕ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΣΗΜΑ VIDEO _____	58
5.7	Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΙΓΕΙΑ ΛΗΨΗ ΣΗΜΑΤΟΣ _____	59
5.7.1	ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΤΗΛΕΘΕΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΓΕΙΑ ΛΗΨΗ _____	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΣΕ ΚΙΝΗΤΟΥΣ ΔΕΚΤΕΣ

6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ _____	62
6.2	Η ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ DVB-T ΚΑΙ 3 ^{ης} ΓΕΝΙΑΣ _____	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΕΥΚΡΙΝΕΙΑΣ (HDTV)

7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	66
7.2	Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗΝ HDTV	67
7.3	Ο ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ HDTV	68
7.4	Ο ΛΟΓΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ HDTV	68
7.5	Η ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΣΤΗΝ HDTV	69
7.6	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΕ HDTV	70
7.7	Ο ΗΧΟΣ ΣΤΗΝ HD ΕΠΟΧΗ	73
7.8	Η ΟΨΗ ΤΟΥ HD ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΡΙΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	75
7.9	Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΟΔΗΓΕΙ ΤΙΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ	78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΟΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ TV

8.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	81
8.2	ΑΜΦΙΔΡΟΜΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ Η ΕΠΟΜΕΝΗ ΠΡΟΚΛΗΣΗ	82
8.3	ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΑΝΑΠΤΥΣΣΕΙ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ	83
8.4	Η ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ (IPTV)	84
8.5	Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	87

	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ (DVD)	90
	ΠΗΓΕΣ	97



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ραγδαία εξέλιξη της ηλεκτρονικής με τη χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και μικροεπεξεργαστών είχε ως αποτέλεσμα ν' αλλάξει ο τρόπος λειτουργίας της τηλεόρασης. Οι αλλαγές αυτές αποτελούν ουσιαστικά μια επανάσταση στην τηλεόραση και στα πολυμέσα, που εξελίσσεται μπροστά στα μάτια μας. Η μετεξέλιξη από την παραδοσιακή αναλογική μορφή σε ψηφιακή φέρνει μαζί της μια σειρά από επαναστατικές καινοτομίες με σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη ζωή. Η σύγχρονη τηλεόραση έχει αποκτήσει ένα νέο χαρακτήρα και εξελίσσεται σε κυρίαρχο μέσο μαζικής επικοινωνίας. Η σχέση του τηλεθεατή με το τηλεοπτικό προϊόν αποκτά νέα διάσταση. Με παροχή υπηρεσιών όπως είναι οι ηλεκτρονικοί οδηγοί προγραμμάτων και οι αμφίδρομες υπηρεσίες, δίδεται η δυνατότητα διευρυμένης πρόσβασης ακόμα και σε άτομα με αναπηρία στο τηλεοπτικό περιεχόμενο. Γεγονός που θα έχει ως αποτέλεσμα την επανάσταση στο χώρο της τηλεόρασης και θα μετατρέψει εμάς από παθητικούς δέκτες τηλεοπτικών προγραμμάτων σε ενεργούς χρήστες προγραμμάτων, αλλά και υπηρεσιών.

Η νέα ψηφιακή τεχνολογία υπόσχεται να μεταφέρει στις οθόνες μας άριστης ποιότητας εικόνα, που θα συνοδεύεται από κρυστάλλινο στερεοφωνικό ήχο. Η εικόνα που θα φτάνει στους δέκτες μας θα χαρακτηρίζεται από απόλυτη ευκρίνεια, ενώ τα παράσιτα θα αποτελούν παρελθόν. Απαιτείται μικρότερη ισχύς εκπομπής και ως εκ τούτου, λιγότερες παρεμβολές μεταξύ γειτονικών πομπών, τόσο εντός της επικράτειας όσο και με γειτονικά κράτη. Σήμερα, η τηλεόραση (όπως το τηλέφωνο, η μουσική και το βίντεο) ετοιμάζεται να εισέλθει στο διαδίκτυο και να χρησιμοποιηθεί και για επιχειρηματικούς σκοπούς με πιο ξεκάθαρους στόχους και περισσότερο αποτελεσματικές μεθόδους.



1.1 Η ιστορία της τηλεόρασης

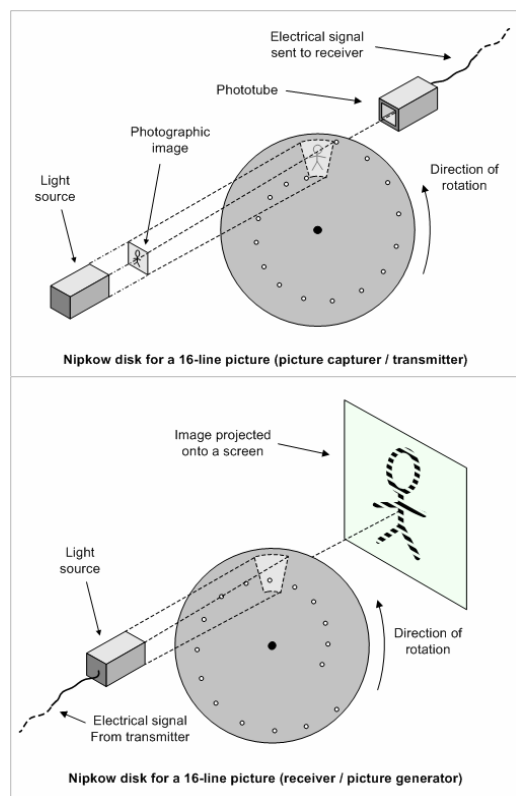
Το 1844 ο Samuel Morse ανακοίνωσε ότι δημιούργησε τον τηλεγράφο, μία μηχανή που μπορούσε να μεταδώσει συνδυασμούς κωδικοποιημένων λέξεων και γραμμάτων δια μέσου των ηλεκτρικών παλμών κατά μήκος των καλωδίων. Αυτή ήταν και η βασική ιδέα πάνω στην οποία στηρίχτηκε η δημιουργία της τηλεόρασης, καθώς κάτι παρόμοιο θα μπορούσε να γίνει και με την μετάδοση εικόνων. Το φως θα μπορούσε να μετατραπεί σε ηλεκτρικούς παλμούς, κάνοντας έτσι δυνατή τη μεταβίβαση των παλμών αυτών σε απόσταση και την επαναφορά τους σε φως. Οι οραματιστές της εποχής, όμως, αδυνατούσαν να καταλήξουν σε κάποια μέθοδο για την ανάλυση της εικόνας.

Η μεταβίβαση κινούμενων εικόνων σε απόσταση έγινε για πρώτη φορά δυνατή όταν επιτεύχθηκε η μετατροπή της φωτεινής ροής, που εκπέμπεται από τα διάφορα σημεία μιας εικόνας, σε ηλεκτρομαγνητικά σήματα. Μετά την ανακάλυψη των φωτοηλεκτρικών ιδιοτήτων του σεληνίου το 1873, ο αμερικανός Carey πρότεινε την κατασκευή ενός τηλεοπτικού δικτύου. Στο σύστημα αυτό η μηχανή λήψης και ο πομπός αποτελούνταν από 2.500 φωτοηλεκτρικά κύτταρα σεληνίου και ισάριθμες λυχνίες. Η μηχανή λήψης και η οθόνη συνδέονταν με 2.500 καλώδια.

Το 1879, ο Γάλλος Senlek διατύπωσε τη θεμελιώδη αρχή της διαδοχικής μετάδοσης των στοιχείων της εικόνας. Η συσκευή αυτή είχε μόνο ένα καλώδιο, με το οποίο μεταδίδονταν διαδοχικά όλα τα τμήματα της εικόνας, σε 0,1 δευτερόλεπτα. Έτσι ο θεατής είχε την εντύπωση της συνεχούς προβολής της εικόνας.

Το 1884 ο Paul Nirkow βασιζόμενος στο ερέθισμα που του έδωσε η παρουσίαση του τηλεφώνου από τον Alexander Bell, το 1876 επινόησε το πρώτο ηλεκτρομαγνητικό σύστημα λήψης εικόνας. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιούσε μια διάταξη περιστρεφόμενων δίσκων με μικρές τρύπες διατεταγμένες σπειροειδώς κοντά στην περιφέρεια του δίσκου, γνωστού και ως «δίσκος του Nirkow». Η διάταξη αυτή επέτρεπε σ' ένα φωτοκύτταρο να βλέπει διαδοχικά τη φωτεινότητα των σημείων της εικόνας. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχανόταν η μετατροπή της

φωτεινότητας του κάθε σημείου σε ηλεκτρικό σήμα. Η αντίστροφη διαδικασία εφαρμογής του ηλεκτρικού σήματος σε μία λυχνία της οποίας η φωτεινότητα ήταν



ανάλογη του σήματος επέτρεπε την αναπαραγωγή της εικόνας. Με άλλα λόγια ο Νίρκωβ κατόρθωσε να αναλύσει, ερασιτεχνικά έστω, την εικόνα.

Το 1907, ο ρώσος φυσικός Boris Rosing πρότεινε μια καθαρά ηλεκτρονική προβολή, τον καθοδικό σωλήνα Brown (Cathode Ray Tube, CRT) για την ανάλυση και λήψη της εικόνας. Το 1911 επέδειξε ένα σύστημα που παρήγαγε χοντροκομμένα, ανεπεξέργαστα είδωλα, χρησιμοποιώντας έναν περιστρεφόμενο καθρέφτη στον δέκτη, μαζί με έναν σωλήνα ψυχρής καθόδου. Το 1924, ο

Vladimir Zworykin, μαθητής του Boris Rosing, επέδειξε έναν τηλεοπτικό δέκτη που χρησιμοποιούσε έναν καθοδικό σωλήνα με ηλεκτροστατική και ηλεκτρομαγνητική απόκλιση της δέσμης των ηλεκτρονίων. Το 1925 ο Charles Jenkins κατασκευάζει ένα πρωτόγονο τηλεοπτικό σύστημα που είχε τη δυνατότητα να δείχνει είδωλα σε μία οθόνη ενός δέκτη και χρησιμοποιεί το σύστημα αυτό για να εκπέμπει τηλεοπτικές εικόνες μέσω ραδιοφώνου από την Ουάσιγκτον στη Φιλαδέλφεια. Τον Ιανουάριο του 1926 ο βρετανός John Logie Baird καταφέρνει με τη βοήθεια των δίσκων του Νίρκωβ να μεταδώσει είδωλα σε απόσταση τριών μέτρων και πραγματοποιεί έτσι μετάδοση με καλώδια. Ο Baird ονόμασε το μηχάνημα του "Television" και θεωρήθηκε πρωτοπόρος στην κατασκευή του νέου μέσου,. Όμως το μηχανικό σύστημα ανάλυσης της εικόνας που χρησιμοποίησε ο Baird στηρίχτηκε στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και όπως αποδείχθηκε η μέθοδος αυτή δεν ήταν η καταλληλότερη για τη νέα συσκευή. Πάντως, με την επινόηση του Baird αρχίζει μία νέα περίοδος στην ιστορία του μέσου που σηματοδοτείται από την εγκατάλειψη του μηχανικού συστήματος ανάλυσης της εικόνας και τη στροφή στη χρήση της ηλεκτρονικής. Η British Broadcasting Company (BBC) μεταδίδει πρόγραμμα στηριζόμενη στο σύστημα του Baird.

Το 1927 πραγματοποιήθηκε η πρώτη μετάδοση τηλεόρασης σε μακρινή απόσταση. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιούσε σωλήνες πολλαπλών ηλεκτροδίων και ηλεκτρικό κινητήρα για τη σάρωση, ενώ μετέδιδε και πληροφορίες συγχρονισμού των εικόνων. Την ίδια χρονιά η General Electric Company παρουσίασε ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιούσε ένα τύμπανο κατόπτρων.

Ο Zworykin κατασκεύασε την πρώτη συσκευή ηλεκτρονικής ανάλυσης της εικόνας, το ονομαζόμενο εικονοσκόπιο. Έτσι, η μέθοδος για την καλύτερη ανάλυση της εικόνας, που πρότεινε ο Rosing, υλοποιήθηκε τεχνικά από τον Zworykin το 1928 στις ΗΠΑ με χρηματοδότηση της Westinghouse, όπου και εργαζόταν ο Zworykin. Το εικονοσκόπιο του Zworykin αποτελείται από ένα σωλήνα κενού, μέσα στον οποίο βρίσκεται μια οθόνη από μονωτική πλάκα, σκεπασμένη με σταγονίδια μεταλλικού κεσίου. Καθένα από τα σταγονίδια αυτά αποτελεί και ένα στοιχειώδες φωτοκύτταρο. Πάνω σε αυτή την οθόνη προβάλλεται η εικόνα, και ανάλογα με την ένταση του φωτός, κάθε φωτοκύτταρο παράγει πολλά ή λίγα ηλεκτρόνια. Μια δέσμη ηλεκτρονίων σαρώνει περιοδικά την οθόνη και μαζεύει τα ηλεκτρόνια κάθε φωτοκύτταρου, προκαλώντας ένα φαινόμενο αντίστοιχο με την εκφόρτωση του πυκνωτή. Έτσι, η φωτεινή ένταση μετατρέπεται σε ηλεκτρικές ωθήσεις. Η τηλεόραση αυτού του τύπου, η καθοδική τηλεόραση, εμφανίστηκε στο προσκήνιο λίγα χρόνια πριν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και ο Vladimir Zworykin είναι αυτός που ανέπτυξε την εμπορική μετάδοση τηλεοπτικού προγράμματος από το Radio Corporation of America (RCA).

Το 1929, ο Αμερικανός Philo Farnsworth, σε ηλικία 16 ετών παρουσίασε μία συσκευή, τον «εικονοαναλυτή» που πρόσφερε βελτιωμένη ανάλυση της εικόνας. Έφτιαξε δηλαδή ένα καθ' ολοκληρία ηλεκτρονικό σύστημα που χρησιμοποιούσε ένα καθοδικό σωλήνα με ηλεκτρομαγνητική εκτροπή στην οθόνη. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα να διχαστούν οι απόψεις των μελετητών σχετικά με τη γέννηση της τηλεόρασης. Άλλοι θεώρησαν ως χρονολογική αφετηρία της γέννησής της το 1928, τη χρονιά δηλαδή που παρουσιάστηκε το εικονοσκόπιο του Zworykin και άλλοι το 1930, όταν ο Farnsworth παρουσίασε τη δική του συσκευή. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, η συσκευή του Farnsworth ήταν εκείνη που επικράτησε.

Από το έτος 1934 άρχισε η εκπομπή τηλεοπτικών εκπομπών με εικόνα και ήχο κι έτσι βρήκαν νέους θεατές, αν και ακόμα λίγους, οι μόλις πρόσφατα ομιλούσες κινηματογραφικές ταινίες. Οι ολυμπιακοί αγώνες του έτους 1936 στο Βερολίνο αποτέλεσαν μια αφορμή για προώθηση της τηλεοπτικής τεχνολογίας. Στο

ολυμπιακό στάδιο παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά κινούμενες μηχανές λήψης με μεγάλους αντικειμενικούς φακούς και άλλες σημαντικές τεχνολογικές βελτιώσεις, σε σύγκριση με τα γνωστά της εποχής. Η προπαγανδιστική αξιοποίηση αυτών των αγώνων από το ναζιστικό καθεστώς έχει μείνει έκτοτε στην ιστορία των αθλητικών μεταδόσεων.

Στη Βρετανία άρχισαν οι συστηματικές τηλεοπτικές εκπομπές το έτος 1936, στη Γαλλία το έτος 1937 και στις ΗΠΑ το 1939. Με την έναρξη του Β' Παγκόσμιου πολέμου, μειώθηκαν σταδιακά μέχρι μηδενισμού οι τηλεοπτικές εκπομπές και έγιναν προσπάθειες να αξιοποιηθεί η τηλεόραση στην αναγνώριση εχθρικών θέσεων. Μετά τον πόλεμο επανήλθε η δημόσια τηλεόραση στη Γερμανία το έτος 1954. Το ίδιο έτος απέκτησε τηλεοπτικό πρόγραμμα η Ιαπωνία ως πρώτη ασιατική χώρα.

Χαρακτηριστικός σταθμός στην ιστορία της τηλεόρασης, που έδωσε μεγάλη ώθηση στη διάδοσή της, ήταν η εφεύρεση της φωτογραφικής λυχνίας Image Orthicon στο εργαστήριο της εταιρίας RCA από τους Rose Weimer και Law το 1945, που αντικατέστησε το εικονοσκόπιο, γιατί το τελευταίο είχε πάρα πολύ μικρή ευαισθησία σε περιβάλλον ασθενούς φωτισμού.

Η διάδοση της τηλεόρασης, ήταν κατακόρυφη μετά την περίοδο του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου, κυρίως εξαιτίας της αποδεσμεύσεως της βιομηχανίας ηλεκτρονικών από την πολεμική παραγωγή και της εκμεταλλεύσεως των ανακαλύψεων της περιόδου του πολέμου. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, ενώ το 1946 υπήρχαν στην Αμερική 6 σταθμοί εκπομπής με μερικές χιλιάδες δέκτες, μετά από 20 χρόνια υπήρχαν 560 σταθμοί με 56 εκατομμύρια δέκτες. Σ' αυτό συνέβαλε και η πτωτική τάση της βιομηχανίας του κινηματογράφου. Το BBC ξανάρχισε το 1946 να εκπέμπει τηλεοπτικό σήμα και τρία χρόνια αργότερα κατασκεύασε με εξαιρετική επιτυχία έναν πάρα πολύ ισχυρό, τον ισχυρότερο θα λέγαμε σταθμό αναμετάδοσης ανά την υδρόγειο. Μαζί με την ολοκλήρωση των οκτώ επιπλέον σταθμών αναμετάδοσης το έτος 1952, καθίσταται δυνατή η παρακολούθηση του ραδιοτηλεοπτικού προγράμματος από ένα ποσοστό του πληθυσμού, το οποίο αγγίζει το 80%, στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Στην Ελλάδα οι πρώτες πειραματικές εκπομπές της τηλεόρασης άρχισαν το 1965. Την καθυστερημένη αυτή εισαγωγή της τηλεόρασης ακολούθησε διάδοση μεγάλης εκτάσεως, που επέδρασε ουσιαστικά στη διαμόρφωση της σύγχρονης ζωής μας.



Το πρώτο σύστημα έγχρωμης τηλεόρασης για το κοινό προτάθηκε στην Αμερική περί το 1950 από τον οργανισμό Columbia Broadcasting System (CBS). Το σύστημα αυτό αντιμετώπισε ζωνρή αντίδραση από το κοινό και τους κατασκευαστές, κυρίως γιατί δεν ήταν προσαρμοσμένο στο σύστημα της ασπρόμαυρης τηλεόρασης και για το λόγο αυτό αντικαταστάθηκε το 1953 από το σύστημα 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.



1.2.1 Η ψηφιακή εποχή ξεκινάει

Η ψηφιακή τηλεόραση βγαίνει από τα επιστημονικά εργαστήρια το 1972. Ένα «παιδί νέον» που θα έφερνε καταγιστικές αλλαγές στο τηλεοπτικό πεδίο, είχε γεννηθεί. Από τότε, η τεχνολογική πρόοδος ήταν ραγδαία και σήμερα η διαδικασία της ψηφιοποίησης (της μετατροπής δηλαδή, του ήχου και της εικόνας στα δύο «μαγικά» νούμερα 0 και 1) υπόσχεται να μπει σε κάθε τηλεοπτικό δέκτη και να μεταμορφώσει τη μικρή οθόνη μας κι εμάς από παθητικούς δέκτες τηλεοπτικών προγραμμάτων σε ενεργούς χρήστες προγραμμάτων, αλλά και υπηρεσιών.

Η ψηφιακή ραδιοτηλεοπτική μετάδοση (Digital Video Broadcasting – DVB) είναι το νέο αγγλοσαξονικό αρκτικόλεξο που φιλοδοξεί να μπει στη ζωή μας. Τα αρχικά θυμίζουν, όχι τυχαία, το DVD. Κοινό σημείο ανάμεσα στις δύο τεχνολογίες; Και οι δύο στοχεύουν στο να μεταφέρουν στις οθόνες μας άριστης ποιότητας εικόνα, που θα συνοδεύεται από κρυστάλλινο στερεοφωνικό ήχο. Το DVB όμως φιλοδοξεί να μας προσφέρει ακόμα περισσότερες καινοτομίες και να αλλάξει τις τηλεοπτικές μας συνήθειες.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της νέας, ψηφιακής τεχνολογίας είναι:

- Απόλυτη ευκρίνεια και άριστη ποιότητα ήχου.
- Ο τηλεθεατής μπορεί να επιλέξει τι θα παρακολουθήσει μέσα από μια ευρεία γκάμα προγραμμάτων.
- Ο τηλεθεατής μπορεί να επιλέξει ακόμα και πότε θα παρακολουθήσει το πρόγραμμα της αρεσκείας του.
- Πλήθος υπηρεσιών διατίθενται πλέον από απόσταση με το πάτημα ενός κουμπιού ακόμη και σύνδεση στο Διαδίκτυο.

Επίσης, χάρη στην ψηφιακή τεχνολογία, ο τηλεθεατής θα έχει τη δυνατότητα να παραλάβει την καρτέλα του σκηνοθέτη και να επιλέξει, για παράδειγμα, την κάμερα από την οποία θα παρακολουθήσει ένα στιγμιότυπο ποδοσφαιρικού αγώνα ή πότε θα δει το σκορ, τα στατιστικά και ένα replay. Ο τομέας προγραμματισμού των καναλιών θα αδυνατίσει, καθώς ο τηλεθεατής θα είναι πλέον εκείνος που θα επιλέγει πότε θα δει μία εκπομπή. Η τεχνολογία παρέχει τη δυνατότητα προβολής 72 διαφορετικών ταινιών μέσα σε μια ημέρα ή μιας ταινίας 48 φορές μέσα στην ίδια ημέρα, με έναρξη προβολής κάθε μισή ώρα. Οι επιλογές του θεατή θα γίνονται με τη βοήθεια ενός τηλεχειριστηρίου που θα θυμίζει το σημερινό, αλλά θα έχει πολλές επιπλέον δυνατότητες. Τον ρόλο του βοηθού σε κάθε επιλογή θα παίζει ο

Ηλεκτρονικός Οδηγός Προγράμματος (EPG), ένα είδος εξελιγμένης τηλεκειμενογραφίας (Teletext) με εικόνες και πολλές δυνατότητες αμφίδρομων λειτουργιών.

1.2.2 Ψηφιακή Τηλεόραση και η Σύγκλιση της Νέας Τεχνολογίας

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί μεγάλες αλλαγές στα τηλεοπτικά δρώμενα, τόσο στην Ευρώπη όσο και στον υπόλοιπο κόσμο. Οι αλλαγές αυτές αποτελούν ουσιαστικά μια επανάσταση στην τηλεόραση και στα πολυμέσα, που εξελίσσεται μπροστά στα μάτια μας. Η τηλεόραση έχει μετεξελιχθεί, από την παραδοσιακή αναλογική της μορφή, σε ψηφιακή, φέρνοντας μαζί της μια σειρά από επαναστατικές καινοτομίες με σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη ζωή.

Παραδοσιακά η επίγεια αναλογική τηλεόραση, όπως τη γνωρίζουμε, βασίζεται σε τηλεοπτικά κανάλια γενικού ενδιαφέροντος. Ο αριθμός των καναλιών ανά χώρα είναι σχετικά μικρός και η εκπομπή τους ελεύθερη. Τα έσοδα τους προέρχονται από διαφημίσεις, χορηγίες και απευθείας φορολογία. Παράλληλα, υπάρχει και η αναλογική καλωδιακή και δορυφορική τηλεόραση με μεγάλο αριθμό κρυπτογραφημένων καναλιών που προσφέρονται στους πελάτες με συνδρομή. Στην αναλογική τηλεόραση η διαδραστικότητα (interactivity), δηλαδή η ευχέρεια του θεατή να δρα επιλεκτικά και να επηρεάζει το περιεχόμενο στο δέκτη του, βρίσκεται σε εμβρυακή μορφή και περιορίζεται στις δυνατότητες άντλησης πληροφοριών μέσω teletext.

1.2.3 Η Ψηφιακή Επανάσταση

Με την εισαγωγή της ψηφιακής τεχνολογίας, αρχικά με την ψηφιακή δορυφορική τηλεόραση γύρω στο 1995, άρχισαν να παρουσιάζονται μια σειρά από μεγάλες αλλαγές. Από την αρχή έκαναν την εμφάνισή τους τα ψηφιακά μπουκέτα, τα οποία περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό θεματικών καναλιών και προσφέρονται κατά κανόνα κρυπτογραφημένα σε συνδρομητική βάση. Τα κλασικά ελεύθερα κανάλια εξακολουθούν να προσφέρονται και ψηφιακά, είτε από μόνα τους είτε ως μέρος των μπουκέτων, αλλά ο ρόλος τους μεταβάλλεται.

Παράλληλα, παρουσιάζονται και νέες υπηρεσίες που εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες της ψηφιακής τεχνολογίας. Πρώτα εμφανίστηκε ο ηλεκτρονικός οδηγός προγραμμάτων, που παρέχει πληροφορίες για τα προγράμματα που προσφέρονται

στο μπουκέτο και δίνει την ευκαιρία στο συνδρομητή να επιλέγει εύκολα τις εκπομπές που ενδιαφέρεται να παρακολουθήσει. Παρουσιάζεται επίσης η δυνατότητα παρακολούθησης συγκεκριμένων εκπομπών επί πληρωμή (pay per view), όπως για παράδειγμα σημαντικά αθλητικά γεγονότα. Όμως, η πιο ενδιαφέρουσα εξέλιξη είναι η δυνατότητα παρακολούθησης προγραμμάτων κατά ζήτηση (Video on Demand). Σε πρώτο στάδιο, οι συνδρομητές μπορούσαν να επιλέξουν την ταινία που τους ενδιέφερε και να αρχίσουν να την παρακολουθούν σε μερικά λεπτά. Σε δεύτερο στάδιο, έγινε δυνατή και η άμεση έναρξη της προβολής σε ψηφιακά καλωδιακά συστήματα.

Η ψηφιακή τεχνολογία φέρνει επίσης μαζί της και την ουσιαστική ανάπτυξη της διαδραστικότητας. Οι ψηφιακοί αποκωδικοποιητές εφοδιάζονται με modems, παρέχοντας την ευκαιρία στους συνδρομητές να επικοινωνούν με το κέντρο διαχείρισης συνδρομητών. Αρχικά οι πληροφορίες που έδιναν και έπαιρναν οι συνδρομητές ήταν σχετικά απλές, όπως η επιλογή ταινιών, οι πληροφορίες για τον καιρό και η αυτόματη τηλεψηφοφορία. Πολύ σύντομα όμως προσφέρθηκαν δυνατότητες αγοράς και πληρωμής προϊόντων μέσω τηλεόρασης, η διεκπεραίωση



τραπεζικών συναλλαγών, καθώς και τα παιχνίδια. Σημαντική εξέλιξη ήταν και η προσφορά στο συνδρομητή της δυνατότητας να επεμβαίνει και στο περιεχόμενο που παρακολουθεί, όπως για παράδειγμα να ξαναπαρακολουθήσει αυτόματα τα τέρματα ενός ποδοσφαιρικού αγώνα. Τέλος, εμφανίστηκαν το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και

το διαδίκτυο, που με τη χρήση ασύρματου ηλεκτρολογίου προσφέρουν την ευχέρεια επικοινωνίας μέσω τηλεόρασης, ακόμα και χωρίς ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Αυτές οι εξελίξεις έφεραν δραστικές αλλαγές στην τηλεόραση του σήμερα. Ο συνδρομητής αποκτά την ευχέρεια πρόσβασης σε μεγάλο όγκο προγραμμάτων που μπορεί να επιλέξει και να παρακολουθήσει όποτε αυτός θέλει. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον η ταυτότητα και ο ρόλος των γνωστών μας τηλεοπτικών καναλιών αλλάζει. Επίσης, η διαφήμιση αναγκαστικά μεταβάλλεται, αφού έννοιες που υπάρχουν στα κλασικά τηλεοπτικά κανάλια, όπως η ώρα ψηλής ακροαματικότητας, αρχίζουν να χάνουν το νόημα τους. Από την άλλη πλευρά, η ψηφιακή πλατφόρμα προσφέρει τη δυνατότητα καλύτερης στόχευσης της διαφήμισης προς τον υποψήφιο

αγοραστή, με βάση το προφίλ προγραμμάτων που παρακολουθεί και των αγορών που πραγματοποιεί.

1.2.4 Σύγκλιση της Τεχνολογίας και των Υπηρεσιών

Στη σημερινή εποχή τόσο η Τηλεόραση όσο και οι Τηλεπικοινωνίες έχουν περάσει ολοκληρωτικά στην ψηφιακή εποχή και παρουσιάζουν έντονη σύγκλιση με την Πληροφορική. Όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω, σήμερα η ψηφιακή τηλεόραση παρέχει στο συνδρομητή τη δυνατότητα πρόσβασης σε διαδραστικές υπηρεσίες και στο διαδίκτυο. Από την άλλη πλευρά, σήμερα είναι επίσης δυνατή η πρόσβαση σε τηλεοπτικά προγράμματα και άλλες εφαρμογές πολυμέσων απευθείας στο συνδρομητή μέσω διαδικτύου.

Ιστορικά, η τηλεόραση ως μηχανή ήταν αξιόπιστη και απλή. Για χρόνια η παρακολούθησή της αποτελούσε μια από τις λίγες και κλασικές στην εποχή μας



ομαδικές οικογενειακές δραστηριότητες. Από την άλλη, ο υπολογιστής ήταν για χρόνια συγκριτικά δύσχρηστος και απρόσιτος στο καταναλωτικό κοινό. Η ενασχόληση του ανθρώπου με τον υπολογιστή ήταν σχεδόν πάντοτε μια μοναχική δραστηριότητα. Σταδιακά όμως παρουσιάζεται σύγκλιση μεταξύ των ιδιοτήτων της τηλεόρασης και του

υπολογιστή. Με τη διαδραστικότητα η τηλεόραση γίνεται πιο σύνθετη, αλλά οδηγεί σε προσωπική παρά ομαδική τηλεθέαση. Αντίθετα, ο υπολογιστής γίνεται σταδιακά απλούστερος, φιλικότερος και αρκετά φτηνότερος. Όμως, πιο σημαντική από τη σύγκλιση των μηχανών είναι η σύγκλιση στις πλατφόρμες παροχής των υπηρεσιών, αλλά και του τελικού προϊόντος που προσφέρεται στον καταναλωτή.

Οι εφαρμογές που αφορούν τις τηλεοπτικές και διαδραστικές υπηρεσίες μέσω διαδικτύου γνωρίζουν ιδιαίτερη άνθηση τον τελευταίο καιρό. Η πρόοδος στις τεχνικές κωδικοποίησης και μεταφοράς τηλεοπτικής εικόνας και ήχου μέσω διαδικτύου είναι τέτοια που επιτρέπει την εμπορική εκμετάλλευση της υπηρεσίας. Η αποκωδικοποίηση των προγραμμάτων μπορεί να γίνει είτε σε υπολογιστή, είτε σε αποκωδικοποιητή πανομοιότυπο με αυτούς που χρησιμοποιούνται στις πλατφόρμες

παροχής ψηφιακής τηλεόρασης. Πρέπει να σημειωθεί ότι η αποκωδικοποίηση άρχισε πλέον να γίνεται κυρίως από λογισμικό.

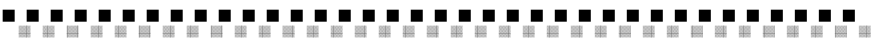
Αξιοσημείωτη είναι και η πρόοδος στην ψηφιακή παραγωγή, αποθήκευση, διαχείριση και επεξεργασία περιεχομένου. Ήδη, έχει κυκλοφορήσει στους κινηματογράφους η πρώτη ταινία η παραγωγή της οποίας έγινε ολοκληρωτικά με ψηφιακά μέσα, χωρίς τη χρήση φιλμ. Η ψηφιακή αποθήκευση του περιεχομένου αναπτύσσεται γοργά και η αρχειοθέτηση συστηματοποιείται και αυτοματοποιείται, διευκολύνοντας τη μεταφορά και την επεξεργασία. Στο ψηφιακό περιβάλλον, τα παραδοσιακά ραδιοτηλεοπτικά προγράμματα μπορούν να τύχουν περαιτέρω

επεξεργασίας και να παρουσιαστούν με ελκυστικότερο τρόπο. Εκτός από ήχο και εικόνα, μπορούν να συνοδεύονται από συμπληρωματικό κείμενο και διαδραστικές επιλογές (όπως, για παράδειγμα, τη δυνατότητα ανάκλησης του βιογραφικού της πρωταγωνίστριας, αλλά και τη δυνατότητα άμεσης παραγγελίας του φορέματός της).



Η τεχνολογία ψηφιακής αποθήκευσης έχει επίσης ωριμάσει και στην πλευρά του συνδρομητή. Για πρώτη φορά οικιακοί αποκωδικοποιητές θα έχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης προγραμμάτων 24-48 ωρών στο σκληρό τους δίσκο. Ο εξοπλισμός αυτός παρέχει την ευχέρεια να μεταφέρεται μεγάλος όγκος περιεχομένου στους συνδρομητές στις ώρες που η πλατφόρμα μεταφοράς παρουσιάζει χαμηλή κίνηση. Έτσι, διευκολύνεται η παρακολούθηση προγραμμάτων κατά ζήτηση, αφού είναι πλέον πολύ πιθανό το περιεχόμενο που ενδιαφέρει συνήθως το συνδρομητή να βρίσκεται στον αποκωδικοποιητή του από την προηγούμενη νύχτα.

Το περιεχόμενο, το προϊόν δηλαδή που προωθείται, μπορεί να προσφερθεί απευθείας στους συνδρομητές από διαφορετικές ευρυφασματικές πλατφόρμες. Η παραδοσιακότερη ψηφιακή πλατφόρμα είναι η δορυφορική, η οποία χρησιμοποιεί δορυφόρους ψηλής ισχύος που επιτρέπουν λήψη με μικρές κεραίες στο κάθε σπίτι. Άλλη ψηφιακή πλατφόρμα είναι η καλωδιακή, η οποία χρησιμοποιεί ομοαξονικά καλώδια που καταλήγουν στους συνδρομητικούς δέκτες. Τα δίκτυα αυτά



αναπτύχθηκαν παλαιότερα στην πλειονότητα τους και χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την παροχή αναλογικής συνδρομητικής τηλεόρασης.

Ευρυφασματική πρόσβαση μπορεί επίσης να εξασφαλιστεί και από πλατφόρμες που χρησιμοποιούν ασύρματες συνδέσεις στις συχνότητες της παραδοσιακής αναλογικής τηλεόρασης (DVB-T) και στις μικροκυματικές συχνότητες (LMDS). Παρόμοιες δυνατότητες προσφέρουν ακόμα και τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς. Τελευταία αναπτύσσεται ραγδαία και η πλατφόρμα ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής, η οποία χρησιμοποιεί την παραδοσιακή χάλκινη γραμμή σε συνδυασμό με εξειδικευμένο modem (ADSL). Η κάθε πλατφόρμα έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και παρουσιάζει τα δικά της πλεονεκτήματα και αδυναμίες. Στην ουσία όμως χρησιμοποιούν τεχνολογία που συγγενεύει και μπορούν να προσφέρουν παρόμοια προϊόντα και υπηρεσίες.

Η τηλεόραση του σήμερα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την τεχνολογική πρόοδο και αλλάζει με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Έφτασε ο καιρός που η τηλεόραση συγκλίνει έντονα με τα πολυμέσα και στα μάτια του καταναλωτή δύσκολα θα μπορεί πλέον να διαχωριστεί από αυτά. Αν και η τηλεόραση, οι τηλεπικοινωνίες και η πληροφορική ξεκίνησαν με πολύ διαφορετικούς στόχους ως τεχνολογίες, σήμερα η ολοκληρωτική ψηφιακοποίηση έφερε τη σύγκλισή τους. Οι πάροχοι έχουν την ευχέρεια να χρησιμοποιούν τις ίδιες ή διαφορετικού τύπου πλατφόρμες για να προσεγγίσουν τους συνδρομητές. Στην ουσία όμως θα προσφέρουν τα ίδια ή παρόμοια προϊόντα και θα έχουν να αντιμετωπίσουν έντονο ανταγωνισμό.

2.1 Εισαγωγή

Τα αναλογικά συστήματα έγχρωμης τηλεόρασης PAL, SECAM και NTSC με συχνότητα πεδίου 50 και 60 Hz αναπτύχθηκαν πριν από 40 χρόνια περίπου και βέβαια η ανάπτυξη τους βασίστηκε στην τεχνολογία της εποχής εκείνης. 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 της επεξεργασίας σήματος στην τηλεόραση.
- Στις περισσότερες εφαρμογές των τηλεοπτικών συστημάτων τα αναλογικά κάνουν καλά την δουλειά τους.
- Στην τηλεόραση κάθε καινοτομική αλλαγή έχει απαιτήσεις συμβατότητας με το υπάρχον τηλεοπτικό σύστημα.

Στο τέλος της δεκαετίας του 1980 η σύγκλιση των τεχνολογιών της πληροφορικής, των τηλεπικοινωνιών και της ψηφιοποίησης του σήματος video, καθώς επίσης η ανάπτυξη των δικτύων Η/Υ σε απομακρυσμένες περιοχές, έχουν ωθήσει τις επικοινωνιακές εταιρίες να βρουν τρόπους για τη μετάδοση ψηφιακού σήματος video από τα υπάρχοντα δίκτυα δεδομένων.

Η ψηφιοποίηση του σήματος video (εικόνας) έχει πολλά πλεονεκτήματα 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 και ήχου.
- Δυνατότητα λήψης πολλών καναλιών με αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος διανομής ανά πρόγραμμα.
- Αυξημένη δυνατότητα επιλογής προγραμμάτων και υπηρεσιών.

Η ψηφιοποίηση όμως του σήματος video έχει και κάποια μειονεκτήματα όπως:

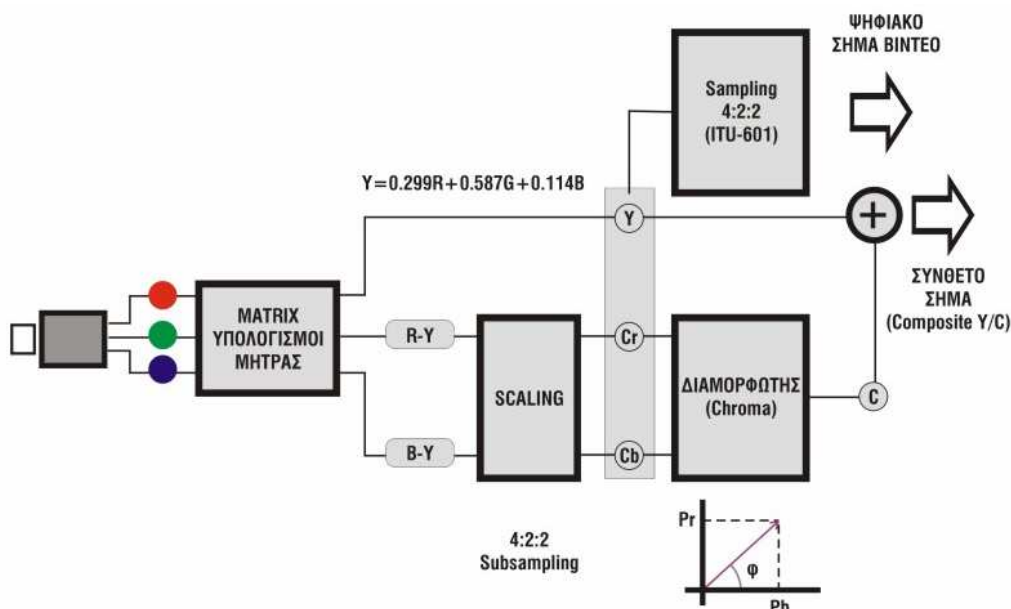
- Απαιτήση για μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων από το κανάλι μετάδοσης.
Το ψηφιοποιημένο οπτικό σήμα απαιτεί, χωρίς συμπίεση, ρυθμό μετάδοσης 250 Mbit/s για τη συμβατική τηλεόραση και 1200 Mbit/s για την υψηλής ευκρίνειας.
- Τα μεταδιδόμενα αναλογικά σήματα πρέπει πρώτα να μετατραπούν σε αναλογικά στο δέκτη.
- Με τη ψηφιακή μετάδοση δεν υπάρχει συμβατότητα με τις ήδη λειτουργούσες αναλογικές εγκαταστάσεις.

Στις μέρες μας, η ύπαρξη αποτελεσματικών λόγων συμπίεσεως 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 αλγόριθμων συμπίεσης επιτρέπει την πιο αποτελεσματική και οικονομική χρήση του φάσματος συχνοτήτων.

2.2.1 Βασικά στοιχεία ψηφιοποίησης

Από τη δεκαετία του 1980 καθιερώθηκε ως διεθνές πρότυπο ψηφιοποίησης των σημάτων των συμβατικών συστημάτων τηλεόρασης η αναφορά 601-4 της ITU. Στο πρότυπο αυτό, που είναι γνωστό ως πρότυπο 4:2:2, καθιερώνεται η χρήση παλμοκωδικής διαμόρφωσης (pulse code modulation - με ακρώνυμο PCM) με συχνότητα δειγματοληψίας 13,5 MHz και τεμαχισμό του σήματος σε $28 = 256$ επίπεδα. Για την κωδικοποίηση του εύρους του σήματος απαιτούνται 8 δυαδικά ψηφία. Η συχνότητα δειγματοληψίας των 2 σημάτων χρωμοδιαφοράς είναι 6,75 MHz και η ονομασία του προτύπου αυτού ακριβώς οφείλεται στη σχέση της

συχνότητας δειγματοληψίας των σημάτων χρωματοδιαφοράς με τη συχνότητα δειγματοληψίας του οπτικού σήματος. Το πρότυπο 4:2:2 κρίνεται ότι είναι σταθμός στην ιστορία της τηλεόρασης και αποτελεί τη βάση στην οποία στηρίζεται η ψηφιακή τηλεόραση, ωστόσο με απλό υπολογισμό βρίσκουμε ότι η απαιτούμενη ταχύτητα bit stream είναι θεωρητικά 216 Mbit/s και στην πράξη 250 Mbit/s. Σήμερα τα στούντιο της τηλεόρασης έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν ψηφιακά στις απαιτούμενες ταχύτητες bit stream και αυτός είναι ο λόγος που η ψηφιακή τεχνολογία εφαρμόστηκε αρχικά για να βελτιώσει τη λειτουργία των στούντιο, τη βελτίωση αυτή την παρατηρούμε καθημερινά στην παρουσίαση των τηλεοπτικών προγραμμάτων, στην παραγωγή διαφόρων κινηματογραφικών εφέ ή ακόμα και στην παραγωγή ειδικών εικόνων και προγραμμάτων με υπολογιστή. Η μετάδοση όμως των ψηφιοποιημένων οπτικών σημάτων με ταχύτητες της τάξεως των 250 Mbit/s από τα τηλεπικοινωνιακά μέσα (επίγεια εκπομπή, ασύρματα δίκτυα ή καλωδιακοί άξονες) με τις συνηθισμένες μεθόδους διαμορφώσεως απαιτεί εύρος συχνοτήτων της τάξεως των 125MHz και βέβαια η απαίτηση αυτή είναι απαγορευτική, αν ληφθεί υπόψη ότι το αναλογικό τηλεοπτικό κανάλι δεν ξεπερνά τα 7MHz. Θα πρέπει ακόμα να τονίσουμε ότι στο πρότυπο 4:2:2 η κωδικοποίηση των πληροφοριών χρώματος γίνεται με τη μέθοδο της κωδικοποίησης με συνιστώσες (component coding) στην



οποία το σήμα φωτεινότητας (Y) και τα σήματα χρωμοδιαφοράς (CR και CB) κωδικοποιούνται και εκπέμπονται με ξεχωριστές ροές. Με τον τρόπο αυτόν εξουδετερώνονται τα προβλήματα που υπάρχουν στην αναλογική τηλεόραση από την ενδοδιαμόρφωση των σημάτων χρωμοδιαφοράς στο σήμα φωτεινότητας .



Η διεθνής καθιέρωση του προτύπου ψηφιοποίησης του οπτικού σήματος 4:2:2 έχει τεράστια σημασία γιατί μειώνει τις διαφορές των τριών αναλογικών συστημάτων σε μια μόνο, τη συχνότητα πεδίου και τον αριθμό γραμμών ανά εικόνα (625 γραμμές ανά εικόνα με συχνότητα πεδίου 50Hz για το ευρωπαϊκό και 525 γραμμές ανά εικόνα με συχνότητα πεδίου 60Hz για το αμερικανικό). Με τον τρόπο αυτόν απλοποιείται η ανταλλαγή τηλεοπτικών και λοιπών προγραμμάτων σε παγκόσμια κλίμακα.

2.2.2 Συμπίεση τηλεοπτικού σήματος

Το ψηφιοποιημένο οπτικό σήμα του πρότυπου 4:2:2 απαιτεί ένα ρυθμό μετάδοσης περίπου 250 Mbit/s. Η άμεση εκπομπή αυτού του σήματος θα απαιτούσε ένα εύρος συχνοτήτων μεγαλύτερο από 100MHz. Το τεράστιο αυτό 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 (data compression).

Λόγος συμπίεσης (compression ratio) ονομάζεται ο λόγος που προκύπτει αν διαιρέσουμε την ποσότητα των δεδομένων πριν τη συμπίεση με αυτήν που έχουμε μετά τη συμπίεση.

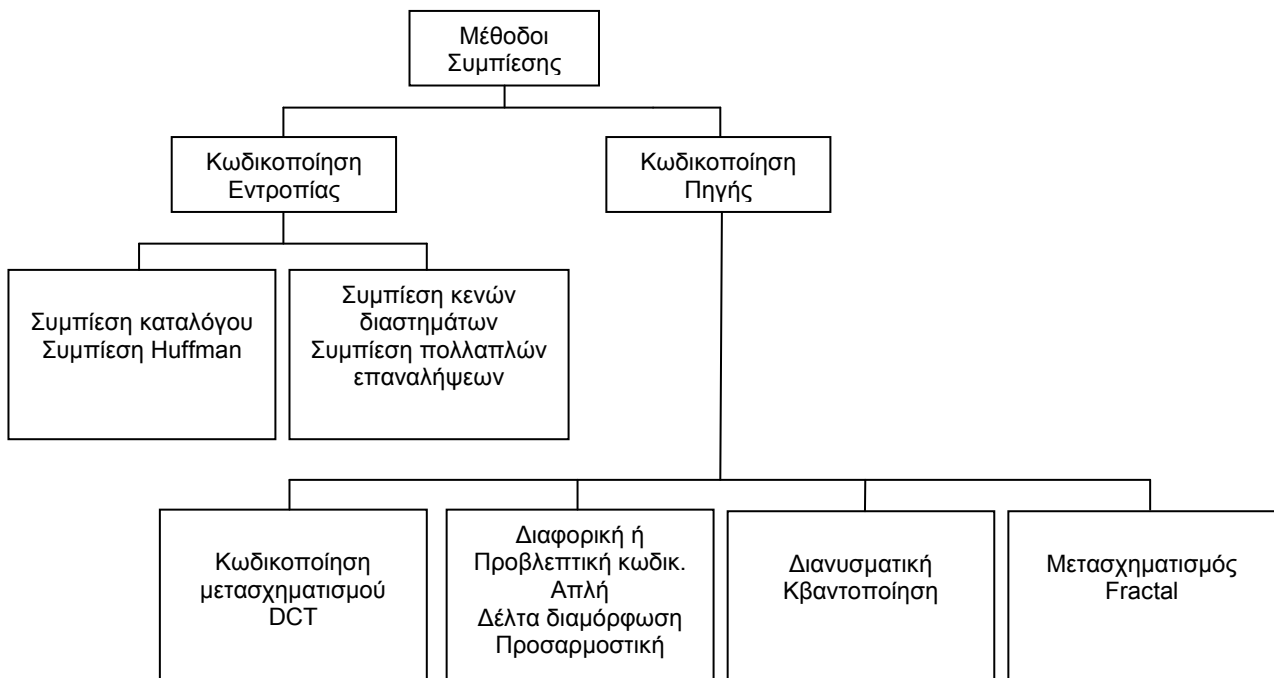
Οι τεχνικές συμπίεσης ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τις αντιστρεπτές (χωρίς απώλεια δεδομένων) και τις μη αντιστρεπτές (με απώλεια δεδομένων).

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 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.

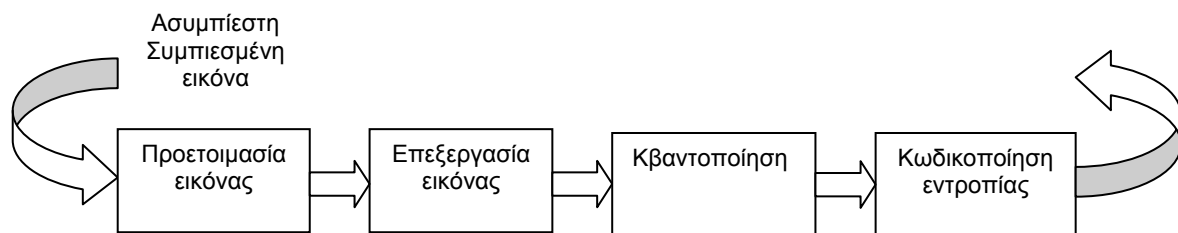
Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη συμπίεση του ψηφιακού σήματος μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με την κωδικοποίηση που γίνεται. Έχουμε λοιπόν την κωδικοποίηση εντροπίας και την κωδικοποίηση πηγής. Κάθε μια από αυτές περιλαμβάνει κάποιες επιμέρους τεχνικές.

Τεχνολογίες ψηφιακής συμπίεσης



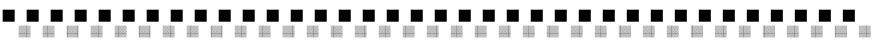
Για την κατανόηση των τεχνικών κωδικοποίησης ορίζονται τα παρακάτω βήματα δείχνοντας μια τυπική ακολουθία από λειτουργίες που διεξάγεται κατά την συμπίεση εικόνων, βίντεο και ήχου.

Κυριότερα βήματα συμπίεσης δεδομένων



Το στάδιο της προετοιμασίας περιλαμβάνει μετατροπή από αναλογική σε ψηφιακή και παράγει μια κατάλληλη ψηφιακή αναπαράσταση της πληροφορίας. Μια εικόνα διαιρείται σε blocks των 8x8 pixels και αναπαριστάται από ένα σταθερό αριθμό bits/pixel.

Το στάδιο της επεξεργασίας είναι πραγματικά το πρώτο βήμα της διαδικασίας συμπίεσης το οποίο χρησιμοποιεί έμπειρους αλγορίθμους. Ένας μετασχηματισμός από το πεδίο χρόνου στο πεδίο συχνότητας μπορεί να διεξαχθεί χρησιμοποιώντας



DCT. Στην περίπτωση συμπίεσης κινούμενου βίντεο η κωδικοποίηση χρησιμοποιεί ένα διάνυσμα κίνησης για κάθε block 8x8 pixel.

Η κωδικοποίηση εντροπίας είναι συνήθως το τελευταίο βήμα. Αυτό συμπιέζει μια ακολουθιακή ψηφιακή ροή δεδομένων χωρίς απώλειες. Η κωδικοποίηση και η κβαντοποίηση μπορούν να επαναληφθούν πολλές φορές σε αναδρομικές ανακυκλώσεις όπως στην περίπτωση της προσαρμοστικής, διαφορικής, παλμοκωδικής διαμόρφωσης (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) ή ADPCM). Το παραπάνω σχήμα, μας δείχνει τη διαδικασία συμπίεσης που ακολουθείται για την συμπίεση εικόνας. Η ίδια διαδικασία εφαρμόζεται για την συμπίεση video και ήχου. Η αποσυμπίεση είναι η αντίστροφη διαδικασία της συμπίεσης.

Οι κωδικοποιητές και οι αποκωδικοποιητές μπορούν να εφαρμοστούν με ποικίλους τρόπους. Στις συμμετρικές εφαρμογές όπως είναι για παράδειγμα οι εφαρμογές διαλόγου έχουμε περίπου το ίδιο κόστος στην κωδικοποίηση και την αποκωδικοποίηση. Στην περίπτωση ασύμμετρων τεχνικών η διαδικασία αποκωδικοποίησης είναι λιγότερο δαπανηρή από την διαδικασία κωδικοποίησης.

2.3 Το πρότυπο MPEG-2

Τα πλεονεκτήματα 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 (Motion Picture Expert Group). Αρχικός σκοπός αυτής της επιτροπής ήταν να ορίσει τους αλγόριθμους για την κωδικοποίηση του οπτικού σήματος για την ψηφιακή αποθήκευση του σε CD-ROM με ένα ρυθμό περίπου 1,5 Mbit/s. Το πρότυπο που προέκυψε από τις εργασίες της επιτροπής ονομάστηκε MPEG-1. Οι εφαρμογές του MPEG-1 περιορίζονται σε μορφές οπτικού σήματος χωρίς αλληλοδιαδοχή πεδίων και υποστηρίζει ρυθμούς μέχρι 1,5 Mbit/s. Το 1990 η ίδια επιτροπή άρχισε να εργάζεται για ένα άλλο πρότυπο το οποίο θα υποστήριζε ρυθμούς από 2 ως 10 Mbit/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 Mbit/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 ικανότητα του να κωδικοποιεί την πληροφορία με μεταβλητό ρυθμό δεδομένων (VBR - Variable Bit Rate).

Το πρότυπο MPEG αποτελείται από τρία μέρη:

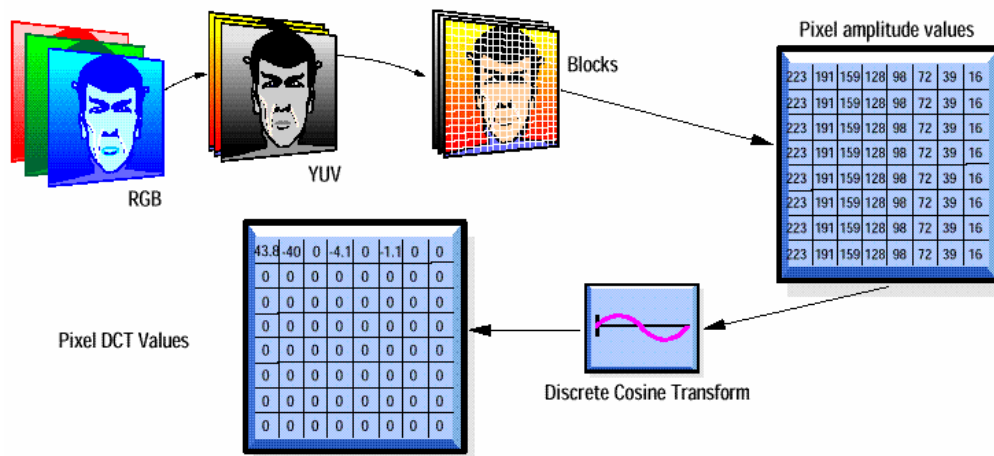
- Το σύστημα. Περιγράφει το συγχρονισμό ήχου και εικόνας την πολυπλεξία και άλλες λειτουργίες σχετικά με το σύστημα.
- Την εικόνα. Περιλαμβάνει την κωδικοποιημένη παρουσίαση των δεδομένων video και τη διαδικασία της αποκωδικοποίησης.
- Τον ήχο. Περιλαμβάνει την κωδικοποιημένη παρουσίαση των δεδομένων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

Βασικό χαρακτηριστικό της κωδικοποίησης είναι ο εντοπισμός της επαναλαμβανόμενης πληροφορίας, ώστε αυτή να μην κωδικοποιείται περισσότερο από μια 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.

- Τον πλεονασμό στο χώρο στον οποίο εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι πολλά γειτονικά εικονοστοιχεία είναι όμοια μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται ευρύτητα και αποτελεσματικά ένας μαθηματικός μετασχηματισμός που είναι γνωστός ως διακριτός μετασχηματισμός του συνημίτονου DCT (Discrete Cosine Transform) και η συμπίεση αυτή καλείται ενδοπλαισιακή συμπίεση.
- Τον πλεονασμό στο χρόνο στον οποίο εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι διαδοχικές εικόνες δεν διαφέρουν σε όλα τους τα σημεία, συνεπώς αντί να εκπέμπουμε την ίδια την εικόνα 25 φορές το δευτερόλεπτο εκπέμπουμε μόνον τις διαφορές των εικόνων, εάν υπάρχουν. Η συμπίεση αυτή αναφέρεται ως διαπλαισιακή συμπίεση.
- Τον στατικό πλεονασμό στον οποίο εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι μερικοί κώδικες συμβαίνουν πιο συχνά απ άλλους. Στην περίπτωση αυτή για τους κώδικες που συμβαίνουν συχνά χρησιμοποιούνται λιγότερα ψηφία.
- Τον ψυχοοπτικό πλεονασμό στον οποίο εκμεταλλευόμαστε την περιορισμένη ικανότητα της οράσεως να ξεχωρίζει τις λεπτομέρειες της εικόνας και τα κινούμενα είδωλα.

Η διαδικασία της συμπίεσης πραγματοποιείται με τα εξής στάδια:

- Το στάδιο της διαίρεσης της εικόνας σε macroblock.
- Το στάδιο του διακριτού μετασχηματισμού συνημιτόνου (DCT).
- Το στάδιο κβαντοποίησης και κωδικοποίησης.



Μια ακόμα λειτουργία του προτύπου MPEG είναι ότι καθορίζει τον συνδυασμό πολλών ροών δεδομένων σε μία. Η ίδια ιδέα επιδιώχτηκε να χρησιμοποιηθεί και στο πρότυπο DVI για να καθορισθεί το μορφότυπο ήχου/εικόνας AVSS (Audio/Video Support System). Το πιο σημαντικό στοιχείο αυτής της διεργασίας είναι η πολυπλεξία, η οποία περιλαμβάνει συντονισμό ροών δεδομένων εισόδου και εξόδου, συντονισμό ρολογιών συγχρονισμού και διαχείριση ενταμιευτών. Γι' αυτό τον λόγο η ροή δεδομένων διαιρείται σε *πακέτα (packets)*. Ο αποκωδικοποιητής παίρνει την πληροφορία που χρειάζεται για δέσμευση πόρων από αυτήν την πολυπλεγμένη ροή δεδομένων. Ο μέγιστος ρυθμός ροής δεδομένων περιγράφεται στην αρχή του πρώτου πακέτου ροής δεδομένων.

Ο ορισμός αυτός της ροής δεδομένων υπονοεί ότι για τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε δευτερεύοντα/βοηθητικά μέσα είναι πιθανό να διαβαστεί πρώτα μια τέτοια επικεφαλίδα (εάν κριθεί απαραίτητο, με τυχαία προσπέλαση). Σε περιπτώσεις αμφίδρομης επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται δίκτυα επικοινωνιών, όπως το τηλέφωνο ή οι τηλεδιάσκεψεις, ο χρήστης λαμβάνει πάντα πρώτα την πληροφορία που του παρέχει η επικεφαλίδα. Σε μια τηλεδιάσκεψη, η χρησιμοποίηση ροής δεδομένων τύπου MPEG μπορεί να μην είναι η κατάλληλη γιατί ένας νέος χρήστης μπορεί να θέλει να συμμετάσχει σε μια υπάρχουσα τηλεδιάσκεψη μετά το πέρας της αρχικοποίησης των ροών δεδομένων. Έτσι, δεν θα

μπορέσει να πάρει τις πληροφορίες της επικεφαλίδας γιατί δεν θα του είναι διαθέσιμες.

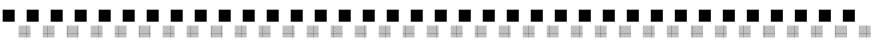
Για μια ροή δεδομένων δημιουργημένη σύμφωνα με το πρότυπο MPEG, παρέχει χρονοσφραγίδες που είναι απαραίτητες για συγχρονισμό. Οι χρονοσφραγίδες αυτές αναφέρονται στη συσχέτιση μεταξύ των πολυπλεγμένων ροών δεδομένων μόνο και όχι σε άλλες υπάρχουσες ροές δεδομένων του πρότυπου. Δεν ορίζει κωδικοποίηση σε πραγματικό χρόνο. Το MPEG καθορίζει την διαδικασία αποκωδικοποίησης αλλά όχι τον ίδιο τον αποκωδικοποιητή.

Το MPEG-2 έχει σαν στόχο μια υψηλότερη ανάλυση εικόνας ανάλογη του προτύπου CCIR 601 (περίπου 216 Mbit/s) και οδεύει προς μια ακόμα καλύτερη ποιότητα απαραίτητη για τη HDTV.

Σαν ένα γενικό και διεθνές πρότυπο, το MPEG-2 καθορίστηκε έτσι ώστε να παρέχει επεκτάσιμα προφίλ κάθε ένα από τα οποία θα υποστηρίζει χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για ομάδες εφαρμογών. Το πρότυπο MPEG-2 κατασκευάστηκε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να υποστηρίζει ψηφιακή μετάδοση video έως 80 Mbit/s μέσω καλωδίου, δορυφόρου και άλλων καναλιών μετάδοσης, καθώς και να υποστηρίζει ψηφιακή αποθήκευση και άλλες εφαρμογές επικοινωνίας. Παράμετροι όπως το *κυρίως προφίλ* και το *υψηλό προφίλ* είναι κατάλληλες για υποστήριξη HDTV μορφοτύπων.

Οι ειδικοί φρόντισαν στο να επεκταθούν τα χαρακτηριστικά του κυρίως προφίλ με το να καθορίσουν ένα ιεραρχικό/κλιμακωτό προφίλ. Στόχος αυτού του προφίλ είναι να υποστηρίζει εφαρμογές όπως επίγεια τηλεόραση (τόσο κοινή όσο και HDTV), συστήματα video για δίκτυα μεταγωγής πακέτου, συμβατότητα με παλαιότερες εφαρμογές και πρότυπα όπως το MPEG-1 και H.261 και άλλες εφαρμογές που απαιτούν κωδικοποίηση πολλών επιπέδων. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να δώσει στον καταναλωτή την επιλογή να χρησιμοποιήσει ένα φορητό δέκτη για να αποκωδικοποιήσει το τηλεοπτικό σήμα συνηθισμένης ευκρίνειας ή έναν μεγαλύτερο, σταθερό δέκτη για να αποκωδικοποιήσει το σήμα της τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας (HDTV) από το ίδιο κανάλι μετάδοσης.

Το πρότυπο MPEG-2 χρησιμοποιεί μια δομή παρεμφερή μ' αυτή του ιεραρχικού μοντέλου JPEG. Η ιεραρχία αποτελείται από την κλιμάκωση (scaling) των συμπιεσμένων, κινούμενων εικόνων. Δηλαδή, το video κωδικοποιείται με διαβαθμίσεις ποιότητας. Η αλλαγή των διαστάσεων των εικόνων μπορεί να επιδρά σε διαφορετικές παραμέτρους.

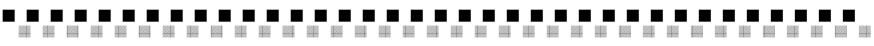


Αρχικά, υπήρχαν σχέδια για να καθοριστεί ένα πρότυπο MPEG-3 που να πλησιάζει την ψηφιακή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας HDTV. Παρ' όλα αυτά, κατά την διάρκεια ανάπτυξης του προτύπου MPEG-2, ανακαλύφθηκε ότι η μεγέθυνση κλίμακας μπορούσε να καλύψει σε επαρκή βαθμό τις απαιτήσεις της HDTV. Κατά συνέπεια, μεταγενέστερες προσπάθειες για την καθιέρωση του προτύπου MPEG-3 απορρίφθηκαν.

Τέλος δε θα είναι υπερβολή να ισχυριστούμε ότι το πρόβλημα της συμπίεσως του απαιτούμενου φάσματος συχνοτήτων, ώστε τα σήματα της ψηφιακής τηλεόρασης να χωρέσουν στο πρακτικά διαθέσιμο φάσμα, επιλύεται με την καθιέρωση του συστήματος MPEG-2, το οποίο σήμερα είναι διεθνές πρότυπο. Όλες οι προσπάθειες καθιέρωσης συστημάτων ψηφιακής τηλεόρασης σε παγκόσμια κλίμακα στηρίζονται στο σύστημα MPEG-2. Το σύστημα είναι πολύπλοκο και περίτεχνο, στο οποίο αξιοποιήθηκαν αποτελέσματα ερευνών τα οποία υπήρχαν, διαφέρει δε σημαντικά από τα συστήματα της αναλογικής τηλεόρασης.

2.4 Το πρότυπο MPEG-4

Όπως αναφέρθηκε, τα πρότυπα MPEG-1 και MPEG-2 έχουν ευρέως υιοθετηθεί σε εμπορικές εφαρμογές ψηφιακών επικοινωνιών όπως στην ψηφιακή μετάδοση ήχου, στην ψηφιακή τηλεόραση, στο CD-interactive και στις προσπάθειες για video-on-demand. Μετά τα πρότυπα αυτά, ο διεθνής οργανισμός προτυποποίησης ISO προχωράει στον ορισμό του προτύπου MPEG-4. Αρχικά το MPEG-4 αναφερόταν μόνο σε κωδικοποίηση χαμηλού ρυθμού μετάδοσης. Αν και στους μελλοντικούς στόχους του συμπεριλαμβάνονται τόσο οι χαμηλοί ρυθμοί μετάδοσης όσο και η μεγάλη συμπίεση, το MPEG-4 έρχεται να καλύψει τις νέες απαιτήσεις σε περιβάλλοντα πολυμέσων όπου οπτικοακουστική πληροφορία ανταλλάσσεται σε ψηφιακή μορφή. Το πρότυπο MPEG-4 αφορά τους τρόπους που το οπτικοακουστικό υλικό παράγεται, διανέμεται και καταναλώνεται. Και στα τρία αυτά στάδια υπεισέρχονται συνεχείς βελτιώσεις όσον αφορά στο χρησιμοποιούμενο υλικό (hardware) και λογισμικό (software). Στην παραγωγή οπτικοακουστικής πληροφορίας έχουμε σημαντικές εξελίξεις: ενώ στο παρελθόν ο μόνος τρόπος να παραχθεί τέτοια πληροφορία ήταν με τη χρήση κάμερας και μικροφώνου, σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της παράγεται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Ενώ παλιότερα η παραγόμενη οπτική πληροφορία χρησιμοποιούταν σε περιορισμένα πεδία



εφαρμογών (π.χ. ταινίες ή επιστημονικά θέματα), σήμερα χρησιμοποιείται στις περισσότερες εμπορικές εφαρμογές.

Το MPEG-4 αποτελεί το νέο πρότυπο περιγραφής και κωδικοποίησης εφαρμογών πολυμέσων προσφέροντας πολλές νέες δυνατότητες. Αναμένεται να είναι το μελλοντικό πρότυπο εφαρμογών πολυμέσων. Για να είναι δυνατή όμως η χρησιμοποίηση και η εκμετάλλευση αυτών των δυνατοτήτων απαιτούνται εξωτερικοί αλγόριθμοι, που δεν περιλαμβάνονται στο πρότυπο. Για παράδειγμα, ενώ το πρότυπο υποστηρίζει την κωδικοποίηση διαφορετικών αντικειμένων, η εξαγωγή των αντικειμένων αυτών δεν αποτελεί μέρος του προτύπου. Ο στόχος του είναι η επίτευξη ρυθμών δεδομένων της τάξης των 5 με 64 Kbit/s για κινητές εφαρμογές και μέχρι 4 Mbit/s για τηλεοπτικές εφαρμογές. Η φιλοσοφία του βασίζεται στην ιδέα του τεμαχισμού της οπτικοακουστικής πληροφορίας σε *οπτικοακουστικά αντικείμενα* (AVOs – Audio Visual Objects) τα οποία μπορούν να πολυπλεχθούν και να μεταδοθούν πάνω από ετερογενή δίκτυα. Παρέχει ένα σύνολο δυνατοτήτων που το κάνει πολύ ελκυστικό για χρήση σε εφαρμογές πολυμέσων.

Μία ακόμη σχετική απαίτηση σήμερα είναι η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της οπτικοακουστικής πληροφορίας. Ο ψηφιακός τρόπος αποθήκευσης και μεταφοράς της πληροφορίας δίνει τη δυνατότητα αντιγραφής ή μετάδοσης χωρίς να υπάρχουν απώλειες των αντιγράφων σε σχέση με το πρωτότυπο. Ουσιαστικά, όπως είναι φανερό, η ανάγκη για ένα πρότυπο όπως το MPEG-4 σχετίζεται με αυτό που αναφέρθηκε ως σύγκλιση των μοντέλων υπηρεσιών: των επικοινωνιών, των υπολογιστών και της μαζικής μετάδοσης και τηλεόρασης. Ο καθένας όμως από αυτούς τους τομείς προτείνει εμπορικές-τεχνολογικές λύσεις με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται ταυτόχρονα πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις στα ίδια προβλήματα, γεγονός που περιπλέκει τη συνύπαρξη και συνεργασία των παρεχόμενων υπηρεσιών. Με σκοπό να ελεγχθεί και να βοηθηθεί αυτή η αναπτυξιακή τάση, το MPEG-4 καλείται να υποστηρίξει όλα αυτά τα διαφορετικά μοντέλα καθώς και να επιτρέψει την πραγματοποίηση μελλοντικών υβριδικών μοντέλων.

Στα πρότυπα MPEG-1 και MPEG-2 επικρατεί μία frame-based λογική που υπαγορεύει ότι η κωδικοποίηση γίνεται με βάση τα οπτικά καρέ (frames) συνοδευόμενα από τον αντίστοιχο ήχο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε frame αντιμετωπίζεται ως ολότητα χωρίς να ενδιαφέρει το επιμέρους περιεχόμενό του, δηλαδή τα οπτικά και ακουστικά αντικείμενα, οι οπτικές και ακουστικές οντότητες



που περιέχει. Η προσέγγιση του προτύπου MPEG-4 είναι ριζικά διαφορετική. Για παράδειγμα, σε μία εικόνα που περιέχει έναν άνθρωπο που μιλάει και έναν σκύλο που γαβγίζει, ενδιαφέρουν ο άνθρωπος και ο σκύλος ως οπτικά αντικείμενα συνοδευόμενα το καθένα ξεχωριστά από τον ήχο του δηλαδή από το αντίστοιχο ακουστικό αντικείμενο. Προκύπτουν με αυτόν τον τρόπο τα οπτικοακουστικά αντικείμενα, τα οποία είναι αυτόνομες οντότητες μέσα στο frame. Εφόσον διακριθούν τα οπτικοακουστικά αντικείμενα σε ένα frame, θα κωδικοποιηθούν ξεχωριστά και πιθανότατα μάλιστα με διαφορετικά κριτήρια το καθένα, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Εν συνεχεία τίθεται το θέμα της σύνθεσης των οπτικοακουστικών αντικειμένων ώστε να προκύψει η αρχική εικόνα (frame). Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη επιπρόσθετης πληροφορίας (της πληροφορίας σύνθεσης) που περιγράφει τους χωρικούς συσχετισμούς των αντικειμένων, με βάση την οποία μια ειδική διάταξη (ο συνθέτης) θα ανακατασκευάσει την αρχική εικόνα.



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ

Κεφάλαιο

3

3.1 Εισαγωγή

Το πρόγραμμα DVB είναι μια συμμαχία περίπου 250-300 επιχειρήσεων, αρχικά ευρωπαϊκής προέλευσης αλλά τώρα παγκοσμίως. Ο στόχος του είναι να συμφωνήσει με τις προδιαγραφές για τα ψηφιακά συστήματα παράδοσης μέσω, συμπεριλαμβανομένης της ραδιοφωνικής αναμετάδοσης. Είναι μια πρωτοβουλία ανοικτού, ιδιωτικού τομέα με μια ετήσια αμοιβή ιδιότητας μέλους, που κυβερνάται από ένα υπόμνημα συμφωνίας. Έως αργά το 1990, η ψηφιακή τηλεοπτική μετάδοση στο σπίτι ήταν πιθανά μη πρακτική και δαπανηρή να εφαρμοστεί. Κατά τη διάρκεια του 1991, οι εκφωνητές και οι κατασκευαστές καταναλωτικού εξοπλισμού συζήτησαν πώς να διαμορφώσουν μια κοινή πανευρωπαϊκή πλατφόρμα για να αναπτύξουν την ψηφιακή επίγεια TV. Προς το τέλος εκείνου του έτους, οι εκφωνητές, οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης και οι ρυθμιστικοί οργανισμοί ενώθηκαν να συζητήσουν το σχηματισμό μιας ομάδας που θα επιτηρούσε την ανάπτυξη της ψηφιακής τηλεόρασης στην Ευρώπη.

Αυτή η αποκαλούμενη ευρωπαϊκή ομάδα προωθώντας επεκτάθηκε για να περιλάβει τις σημαντικότερες ευρωπαϊκές ομάδες ενδιαφέροντος μέσω, και δημόσιες και ιδιωτικές, τους κατασκευαστές ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης, τους κοινούς μεταφορείς και τους ρυθμιστές. Σύνταξε κανόνες από τους οποίους αυτό το νέο και προκλητικό παιχνίδι της συλλογικής δράσης θα παιζόταν. Η έννοια της συμφωνίας ήταν μια αναχώρηση στο ανεξερεύνητο έδαφος και σήμανε ότι οι εμπορικοί ανταγωνιστές έπρεπε να εκτιμήσουν τις κοινές απαιτήσεις και τις ημερήσιες διατάξεις τους. Η εμπιστοσύνη και ο αμοιβαίος σεβασμός έπρεπε να καθιερωθούν. Η συμφωνία υπογράφηκε από όλους τους συμμετέχοντες ELG (European Launching Group) το Σεπτέμβριο 1993, και η ομάδα αυτή μετονομάστηκε ως ψηφιακό τηλεοπτικό πρόγραμμα ραδιοφωνικής αναμετάδοσης (DVB). Γύρω σε αυτήν την περίοδο μια χωριστή ομάδα, η ομάδα εργασίας σχετικά με την ψηφιακή τηλεόραση, προετοίμασε μια μελέτη των προοπτικών και των δυνατοτήτων για την ψηφιακή επίγεια τηλεόραση στην Ευρώπη.

Η ιδιαίτερα σεβαστή έκθεση εισήγαγε τις σημαντικές νέες έννοιες, όπως οι προτάσεις να επιτραπούν διάφορες διαφορετικές καταναλωτικές αγορές για να εξυπηρετηθεί συγχρόνως (π.χ. η φορητή τηλεόραση και HDTV).

Το πρόγραμμα DVB περιλαμβάνει για την ψηφιακή τηλεόραση τα εξής επιμέρους συστήματα.

- DVB-S (Digital Video Broadcasting – Satellite): Η έκδοση πρώτης γενεάς του ψηφιακού δορυφορικού συστήματος. Εφαρμόζεται στην μετάδοση και λήψη ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος μέσω δορυφόρων, χρησιμοποιεί την συμπίεση MPEG-2, και ο απαιτούμενος εξοπλισμός περιλαμβάνει: LNB, κάτοπτρο και ψηφιακό δορυφορικό δέκτη.
- DVB-S2: Είναι η προδιαγραφή για την έκδοση δεύτερης γενεάς του ψηφιακού δορυφορικού συστήματος DVB.
- DVB-C (Digital Video Broadcasting – Cable): Εφαρμόζεται σε επίγειες ενσύρματες μετάδοσης ψηφιακών τηλεοπτικών προγραμμάτων. Το εύρος συχνοτήτων περιορίζεται στα 8MHz αλλά το εύρος δεδομένων παραμένει στα 38Mbit/s. Λόγω της απαίτησης ενσύρματου δικτύου η μετάδοση ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος μέσω του πρότυπου DVB-C είναι αδύνατη σήμερα στην Ελλάδα.
- DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial): Χρησιμοποιεί για την μετάδοση επίγειων ψηφιακών σημάτων. Οριστικοποιήθηκε το 1997 και χρησιμοποιεί της μπάντες των VHF και UHF. Το εύρος ανά κανάλι είναι 8MHz και το εύρος δεδομένων στα 38Mbit/s.
- DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld): Ένα εύκαμπτο και ισχυρό ψηφιακό επίγειο σύστημα που έχει πρόσφατα αναπτυχθεί. Το σύστημα προορίζεται να είναι αποδεκτό στους φορητούς δέκτες. Οι υπηρεσίες πιθανώς επίσης θα χρησιμοποιήσουν τα αποδοτικότερα τηλεοπτικά συστήματα συμπίεσης όπως MPEG4 AVC ή SMPTE VC1. Αποτελεί προέκταση του επίγειου DVB-T προτύπου, το οποίο χρησιμοποιεί τα επίγεια ψηφιακά δίκτυα εκπομπής.

3.2.1 Η εξέλιξη της δορυφορική τηλεόρασης

Όταν ξεκίνησε η -αναλογική τότε- δορυφορική τηλεόραση στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, στη χώρα μας μετριούνταν στα δάχτυλα όσοι είχαν την οικονομική

δυνατότητα αλλά και το μεράκι να ασχοληθούν με αυτό το άγνωστο για τον πολύ κόσμο "σπορ". Η συγκεκριμένη αγορά ήταν για αρκετά χρόνια στην Ελλάδα μάλλον ανύπαρκτη, μέχρι τη στιγμή που άρχισε να κάνει τα πρώτα της βήματα η ψηφιακή δορυφορική τηλεόραση. Τα πλεονεκτήματα του DVB έναντι της αναλογικής εκπομπής, τόσο στην ποιότητα εικόνας και ήχου όσο και στον τομέα της διασφάλισης του περιεχομένου ήταν τόσο εμφανή, ώστε οι εξελίξεις ήταν ραγδαίες. Παροχές προγράμματος, κατασκευαστές δεκτών και μοιραία και καταναλωτές υιοθέτησαν τη νέα τεχνολογία, με αποτέλεσμα η ζήτηση για αναλογικούς δέκτες να μειωθεί δραματικά και ανάλογη πτωτική πορεία να ακολουθήσουν και οι τιμές τους. Έτσι, στη δύση της αναλογικής δορυφορικής εκπομπής, το κόστος του απαραίτητου εξοπλισμού για τη λήψη της έγινε τόσο προσιτό, ώστε να δημιουργηθεί εμπορικό ενδιαφέρον και ουσιαστικά να σχηματιστεί η αγορά δορυφορικών δεκτών στη χώρα μας.

Στο μεταξύ η ψηφιακή τηλεόραση συνεχίζει να εξελίσσεται ραγδαία στην Ευρώπη, με το σχηματισμό κολοσσιαίων εταιρειών που προσφέρουν συνδρομητικά πακέτα δεκάδων καναλιών με πλούσια θεματολογία. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών αυτών έχει ως αποτέλεσμα προσφορές σε ιδιαίτερα χαμηλές τιμές ή ακόμα και δωρεάν του απαιτούμενου εξοπλισμού, έτσι ώστε να αποκτήσουν την πολυπόθητη συνδρομητική βάση. Σε σύντομο χρονικό διάστημα, ένα μεγάλο και διαρκώς διογκούμενο μέρος των ευρωπαϊκών νοικοκυριών απέκτησε πρόσβαση στη δορυφορική τηλεόραση. Παράλληλα όμως ξεκίνησαν και οι πρώτες απόπειρες πειρατείας των συστημάτων κρυπτογράφησης, που μέχρι τότε θεωρούνταν αδύνατον να "σπάσουν". Πολύ γρήγορα το φαινόμενο πήρε τεράστιες διαστάσεις. Δημιουργήθηκε ουσιαστικά μια παράλληλη αγορά που διέθετε κωδικούς, πειρατικές συνδρομητικές κάρτες και παράνομο λογισμικό, με τους επίδοξους "εμπόρους" να αποκομίζουν τεράστια ποσά. Αν και αναμφισβήτητα καταδικαστέα, η πειρατεία μεγάλωσε την πίτα της αγοράς δίνοντας νέα ώθηση στη δορυφορική τηλεόραση, καθώς ολοένα και περισσότεροι έσπευδαν να προμηθευτούν τον απαραίτητο εξοπλισμό αποσκοπώντας στην ελέω πειρατείας θέαση των πλούσιων συνδρομητικών πακέτων. Τα μαντάτα δεν άργησαν να φτάσουν και στη χώρα μας και σύντομα με ελάχιστο κόστος, οι πιο "ενημερωμένοι" άρχισαν να αγοράζουν ψηφιακούς δέκτες και να προμηθεύονται από το εξωτερικό πειρατικές κάρτες συνδρομής που τους επέτρεπαν να παρακολουθούν αρκετά κανάλια.

3.2.2 Το σύστημα DVB-S

Το σύστημα DVB-S σχεδιάστηκε για την εκπομπή και διανομή της ψηφιακής τηλεόρασης με πολλά προγράμματα και προγράμματα τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας (HDTV) στην περιοχή συχνοτήτων 10,7 ως



12,75 GHz. Το σύστημα προβλέπεται να εκπέμπει απευθείας στους καταναλωτές, όπως επίσης και μέσω συστημάτων εκπομπής ή καλωδιακής τηλεόρασης. Στις τελευταίες περιπτώσεις θα πρέπει να γίνει επαναδιαμόρφωση για λόγους διανομής.

Τα σήματα της δορυφορικής τηλεόρασης είναι ψηφιακής μορφής, παρά το ότι στην πλειοψηφία των περιπτώσεων οι τηλεοράσεις χρησιμοποιούν σήμα αναλογικής μορφής. Για να είναι δυνατή η αναπαραγωγή ως σήματος αναλογικής μορφής, ο δέκτης της ψηφιακής τηλεόρασης μετατρέπει το ψηφιακό σήμα σε αναλογική μορφή, την οποία αναγνωρίζει και μπορεί να αναπαράγει μια κανονική τηλεόραση.

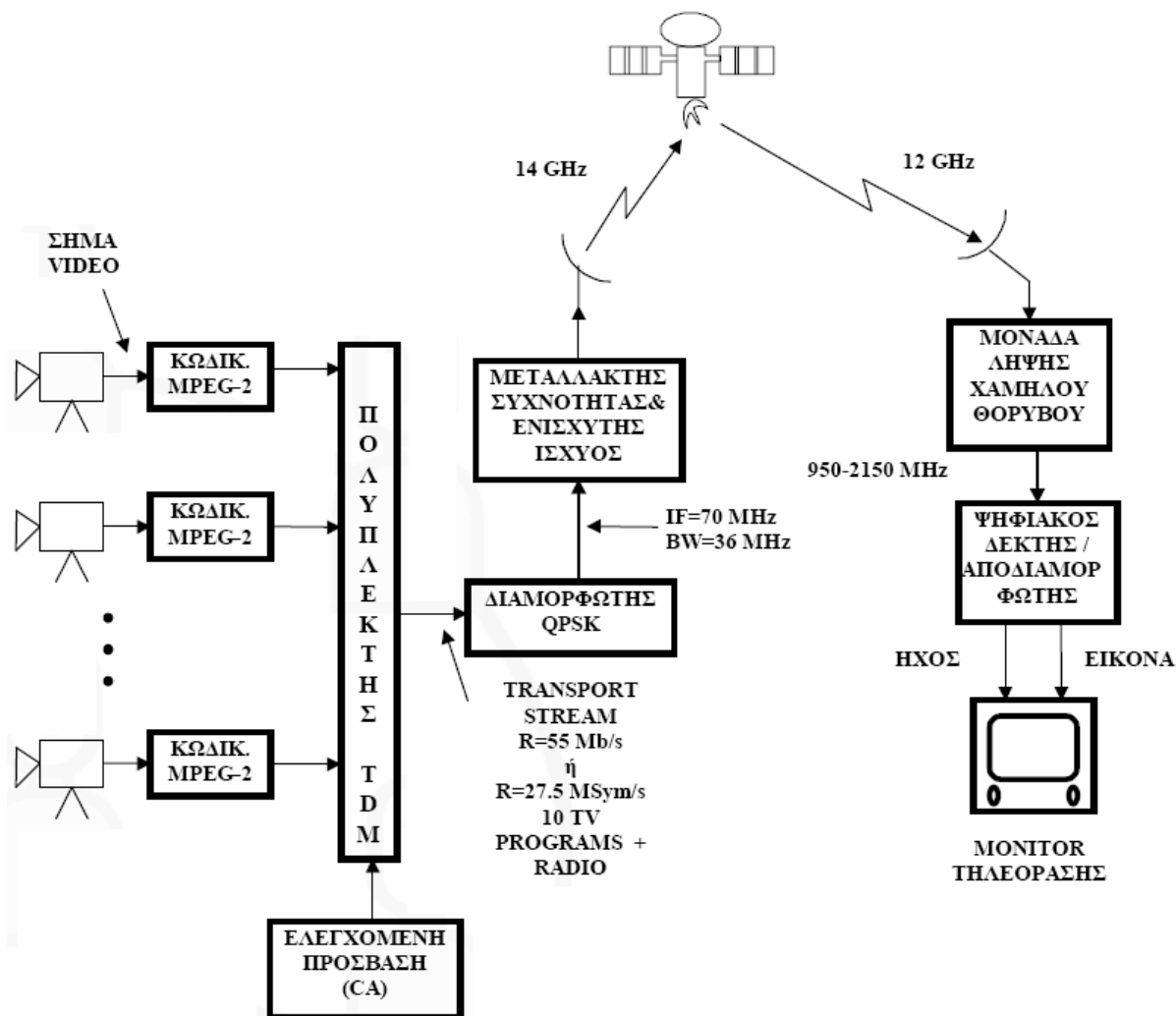
Υπάρχουν δύο τύποι ψηφιακού σήματος για τη δορυφορική τηλεόραση:

- Ελεύθερο. Το DVB-S είναι ο κύριος τύπος σήματος για τη δορυφορική τηλεόραση με ελεύθερη μετάδοση σήματος. Αυτός ο τύπος προγράμματος είναι διαθέσιμος σε όλο τον κόσμο και ιδιαίτερα δημοφιλής στην Ευρώπη.
- Επ' αμοιβή. Τα περισσότερα δορυφορικά τηλεοπτικά σήματα DTH (direct-to-home) είναι κρυπτογραφημένα και η προβολή του προγράμματος μπορεί να γίνει μόνο με συνδρομή. Οι συνδρομητές παραλαμβάνουν έναν αποκωδικοποιητή από την τοπική υπηρεσία παροχής τηλεοπτικού προγράμματος, ο οποίος αποκρυπτογραφεί τα σήματα των κρυπτογραφημένων προγραμμάτων.

Το σύστημα DVB-S είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί σε δορυφόρους που διαθέτουν εύρους συχνοτήτων από 26 μέχρι 54 MHz. Με τη χρήση πολυπλεξίας με διαίρεση χρόνου είναι δυνατόν να χωρέσουν σε ένα μόνο φέρον σήμα του αναμεταδότη μια ποικιλία τηλεοπτικών προγραμμάτων, ήχου και δεδομένων. Ο αριθμός των διαφόρων υπηρεσιών που είναι δυνατόν να πολυπλεχθούν στο φέρον σήμα είναι συνάρτηση της ποιότητας της εικόνας και της εμπορικής εκμετάλλευσης του καναλιού.

Χρησιμοποιείται τετραδική διαμόρφωση μετατοπίσεως φάσεως (Quaternary Phase Shift Keying – QPSK) κωδικοποιημένη κατά τον κώδικα του Gray. Η διαμόρφωση αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για τους δορυφορικούς άξονες γιατί έχει το πλεονέκτημα της σταθερότητας του φέροντος σήματος, σε σχέση με τη διαμόρφωση μετατοπίσεως συχνότητας και δίνει καλύτερη χρήση του φάσματος συχνοτήτων.

Διανομή ψηφιακής δορυφορικής τηλεόρασης



3.3 Το σύστημα DVB-C

Το σύστημα DVB-C έχει σχεδιαστεί για καλωδιακή εκπομπή για να τροφοδοτείται από συνδυασμό σημάτων από δορυφόρους και από τοπικά προγράμματα που προέρχονται από άξονες διανομής. Τα περιεχόμενα του προγράμματος συναρμολογούνται στην κεφαλή του συστήματος. Τα σήματα που

προέρχονται από δορυφόρο συνήθως αποπολυπλέκονται στην κεφαλή πριν εισαχθούν στο πολυπλεγμένο καλωδιακό πρόγραμμα.

Βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος DVB-C είναι η ομοιότητα του με το δορυφορικό σύστημα DVB-S. Ουσιαστικά το λειτουργικό διάγραμμα είναι κοινό με μόνη ουσιαστική διαφορά τη διαμόρφωση, η οποία στην περίπτωση του καλωδιακού συστήματος είναι M-ορθογωνική διαμόρφωση εύρους (M-QAM Quadrature Amplitude Modulation). Συνεπώς ισχύουν ότι για το σύστημα της δορυφορικής τηλεόρασης και για την καλωδιακή, γεγονός που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την οικονομία των συστημάτων.

Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος είναι το περιορισμένο εύρος του καλωδιακού καναλιού, που είναι 7 ως 8 MHz. Παρά το γεγονός ότι το καλωδιακό κανάλι είναι περισσότερο πολύπλοκο από το δορυφορικό, τα καλωδιακά δίκτυα θεωρούνται αποτελεσματικό και αποδοτικό μέσο για την ψηφιακή τηλεόραση. Η πολυπλοκότητα των καλωδιακών δικτύων οφείλεται σε είδωλα από μικρές καθυστερήσεις και στις ενδοδιαμορφώσεις των διαφόρων προγραμμάτων, που πρέπει να αντιμετωπισθούν επιτυχώς.

Το σύστημα DVB-C έχει σχεδιασθεί έτσι ώστε να γίνει βέλτιστη χρήση της περιορισμένης χωρητικότητας που διατίθεται στο κανάλι. Επελέγη η M-QAM για τιμές του $M = 16, 32$ και 64 γιατί προσαρμόζεται καλύτερα στα χαρακτηριστικά του καλωδιακού καναλιού, από τα άλλα είδη διαμορφώσεως που εξετάστηκαν.

Διαθέσιμα ποσοστά δυαδικών ψηφίων για ένα σύστημα DVB-C που υποθέτει μια αναλογία 1.15 μεταξύ του εύρους ζώνης και του συμβολικού ποσοστού. (Όλες οι δεκαδικές τιμές είναι σε Mbit/s)

Modulation	Bandwidth (MHz)				
	2	4	6	8	10
16QAM	6,41	12,82	19,23	25,64	32,05
32QAM	8,01	16,03	24,04	32,05	40,07
64QAM	9,62	19,23	28,85	38,47	48,08
128QAM	11,22	22,44	33,66	44,88	56,10
256QAM	12,82	25,64	38,47	51,29	64,11

3.4 Το σύστημα DVB-T

Το πρότυπο DVB-T ορίζει τις προδιαγραφές για την επίγεια μετάδοση ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος. Αναπτύχθηκε, όπως και τα υπόλοιπα προαναφερθέντα



standards, από το DVB Forum και εγκρίθηκε ως πανευρωπαϊκό πρότυπο το 1997. Το πρώτο επίγειο ψηφιακό πρόγραμμα ξεκίνησε στην Αγγλία έναν χρόνο αργότερα. Σήμερα, συστήματα DVB-T είναι σε χρήση στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τη Ρωσία, την Ανατολική Ευρώπη, την Ινδία, την Σιγκαπούρη και την Αυστραλία.

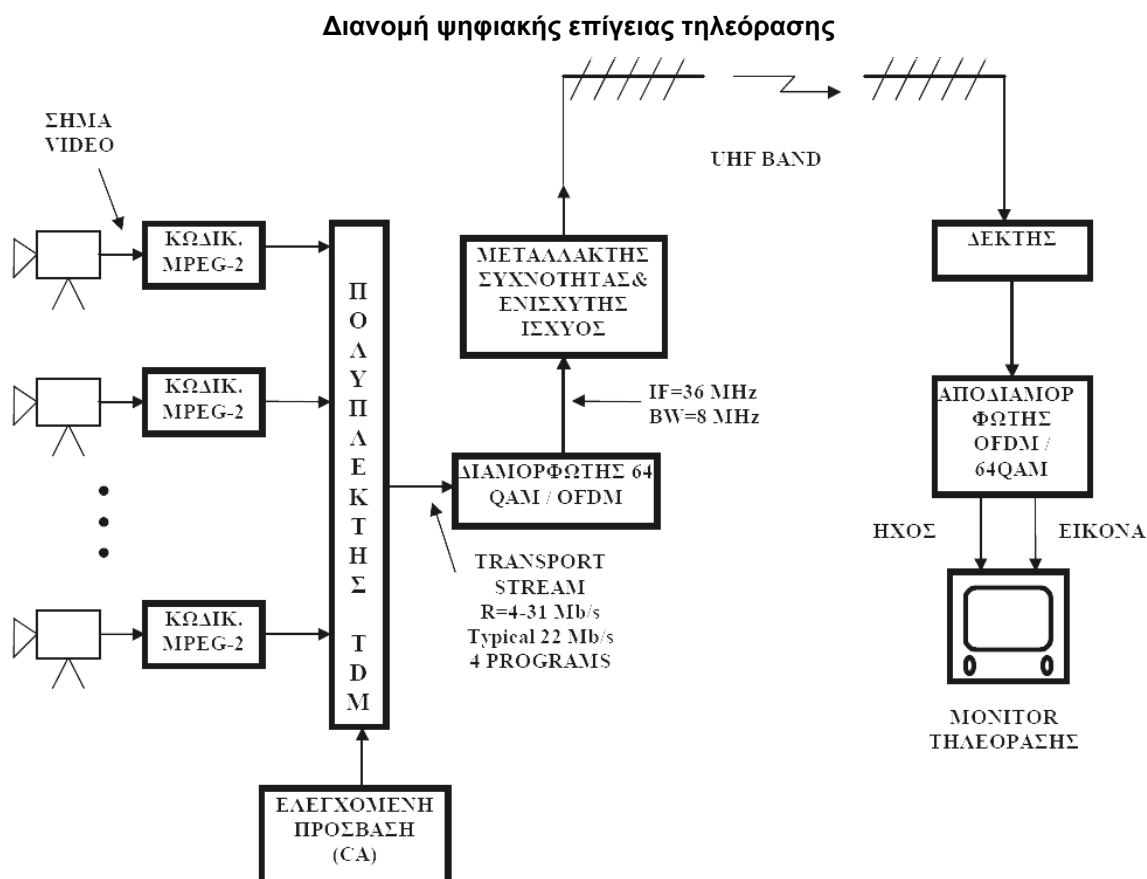
Η επίγεια εκπομπή της ψηφιακής τηλεόρασης είναι βέβαια ένα πρόγραμμα που έχει ιδιαίτερη σημασία, όμως για την προετοιμασία των προδιαγραφών αντιμετωπίστηκαν δυσκολίες, με αποτέλεσμα να καθυστερήσει η ολοκλήρωσή τους. Ίσως στο γεγονός αυτό να συνετέλεσε ο κορεσμός του διατιθέμενου φάσματος συχνοτήτων, η δυσκολία σχεδιάσεως της διαδόσεως στο επίγειο περιβάλλον και ακόμη το μειωμένο εμπορικό ενδιαφέρον.

Όπως τα άλλα συστήματα, το σύστημα DVB-T θα έχει μέγιστη ομοιότητα με αυτά και θα διαφέρει μόνον ως προς τη μορφή της διαμορφώσεως. Από μόνο του ορίζει ένα σύστημα εκπομπής ευρείας κάλυψης (broadcasting) παραλείποντας τον ορισμό της τεχνολογίας επιστροφής (reverse path) και δεδομένου ότι η μορφή του σήματος βασικής ζώνης και ο αλγόριθμος συμπίεσης της εικόνας περιγράφεται στην προδιαγραφή MPEG-2, το πρότυπο DVB-T περιορίζεται αποκλειστικά στην περιγραφή των λειτουργιών του διαμορφωτή. Αυτός δέχεται από τον πολυπλέκτη το ρεύμα μεταφοράς MPEG-2 που περιέχει πολυπλεγμένες τις υπηρεσίες εικόνας, ήχου και δεδομένων υπό μορφή σήματος βασικής ζώνης και παράγει το προς μετάδοση RF σήμα.

Είναι το πιο πολύπλοκο απ' όλα τα συστήματα ψηφιακής τηλεόρασης και αναφέρουμε μερικές από τις απαιτήσεις του.

- Το σύστημα DVB-T θα πρέπει να έχει τη μέγιστη δυνατή ομοιότητα με τα συστήματα DVB-S και DVB-C, ώστε να εξασφαλισθεί το ελάχιστο δυνατό κόστος για την κατασκευή των δεκτών.
- Θα πρέπει να έχει την ίδια ισχυρή προστασία σε σφάλματα στην κωδικοποίηση του καναλιού και στη διαμόρφωση, ώστε να εξασφαλίζεται σχεδόν μηδενικός ρυθμός σφαλμάτων, εφόσον ο λόγος σήματος προς θόρυβο είναι μεγαλύτερος κάποιου ορίου.
- Σχεδιάστηκε ώστε να χρησιμοποιεί τα ίδια κανάλια με τη συμβατική τηλεόραση UHF των 8 MHz και να εξασφαλίζει μέγιστο δυνατό ρυθμό μίας ψηφιακής ροής που μπορεί να φθάσει μέχρι 20 Mbit/s. Το σύστημα είναι δυνατόν να προσαρμοσθεί ώστε να χρησιμοποιεί και τηλεοπτικά κανάλια των 7 MHz και των 6 MHz.

- Το σύστημα απαιτείται να έχει την ικανότητα λειτουργίας σε μονοσυχνοτικό δίκτυο (SNF, Single Frequency Network). Στην περίπτωση αυτή οι γειτονικοί πομπόι θα πρέπει να εκπέμπουν απολύτως τα ίδια δεδομένα.
- Ιεραρχική διαμόρφωση είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί προαιρετικά.
- Το σύστημα πρέπει να σχεδιασθεί έτσι ώστε να εξασφαλίζει πλήρη κάλυψη με εξωτερική κεραία. Λήψη από φορητούς δέκτες είναι επιθυμητή.



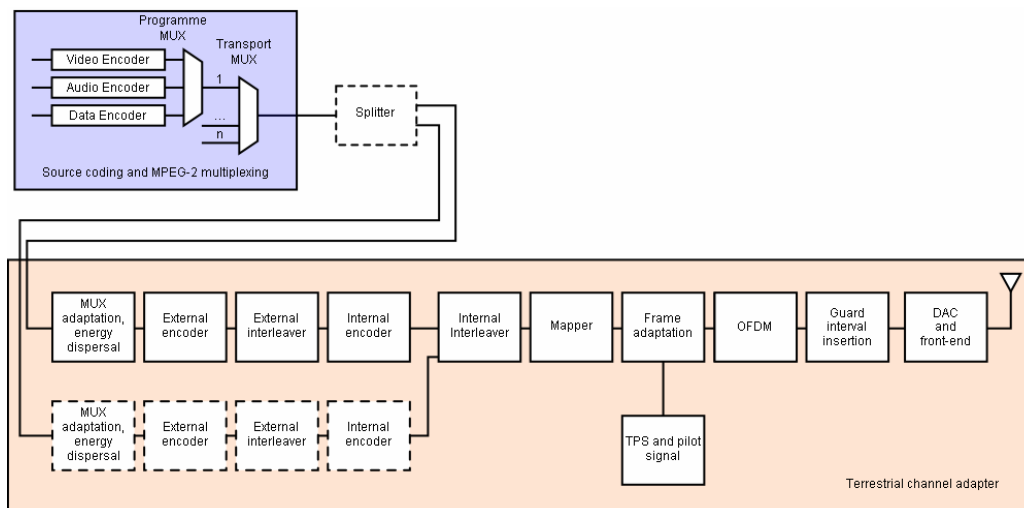
Το σύστημα έχει τη δυνατότητα χρήσεως ορθογωνικής διαμορφώσεως εύρους διαφόρων επιπέδων και διαφόρων ρυθμών κωδίκων αναδιπλώσεως, ώστε να είναι δυνατή η αλλαγή του ρυθμού της ψηφιακής ροής σύμφωνα με την επιθυμητή ανθεκτικότητα του σήματος σε θόρυβο. Αντί για single - carrier διαμόρφωση, ο διαμορφωτής DVB-T χρησιμοποιεί σχήμα OFDM για να αντιμετωπίσει στη μετάδοση διαλείψεις επιλεκτικές ως προς τη συχνότητα. Αυτό το χαρακτηριστικό του OFDM διευκολύνει πολύ τη λήψη δεδομένων ευρείας ζώνης και από κινητούς χρήστες. Γι' αυτό εξάλλου και ως τεχνολογία γενικά είναι η κύρια υποψήφια για τις τεχνολογίες προσωπικών επικοινωνιών 4ης γενιάς, καθώς θεωρείται ως το μέλλον των ασύρματων επικοινωνιών υψηλής ταχύτητας. Στο χώρο μάλιστα των τεχνολογιών εκπομπής (broadcasting), το OFDM παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής δικτύων με

διεσπαρμένους πομπούς που εκπέμπουν συγχρονισμένα τα ίδια δεδομένα στην ίδια συχνότητα χωρίς η συμβολή των σημάτων τους να επηρεάζει σημαντικά τον δέκτη. Τέτοια δίκτυα ονομάζονται Single Frequency Networks (SFN) και μπορούν να αυξήσουν την συνολική χωρητικότητα του δικτύου σε ολόκληρη την γεωγραφική επικράτεια μέχρι και 45 φορές καθώς εξαλείφεται η ανάγκη να υπάρχουν ελεύθερα κανάλια σε ορισμένες περιοχές για να αποφεύγονται παρεμβολές με γειτονικούς πομπούς.

Το πρότυπο DVB-T συνδυάζει το OFDM με σύνθετες τεχνικές ισοστάθμισης και κωδικοποίησης, εισάγοντας την τεχνολογία του κωδικοποιημένου OFDM (Coded OFDM- COFDM). Συνδυάζοντας κωδικοποίηση και διεμπλοκή δύο επιπέδων, η διαδικασία διαμόρφωσης καθιστά το σήμα ιδιαίτερα ανθεκτικό σε πολυδιαδρομική διάδοση και παρεμβολές.

Η λειτουργία του διαμορφωτή είναι σχετικά σύνθετη. Το μπλοκ δείχνει τις βασικές λειτουργίες της μετατροπής του σήματος βασικής ζώνης στο προς μετάδοση σήμα.

Μπλοκ διάγραμμα ενός διαμορφωτή DVB-T



Οι λειτουργίες αυτές, με το σειρά που εφαρμόζονται στο Ρεύμα Μεταφοράς, είναι οι εξής:

- Προσαρμογή MPEG-2 πακέτων και τυχαιοποίηση (randomization)
- Εξωτερική κωδικοποίηση (προστασία έναντι λαθών με κώδικα Reed - Solomon)
- Εξωτερική συνελικτική διεμπλοκή (convolutional interleaving)

- Εσωτερική κωδικοποίηση με διάτρητο συνελικτικό κώδικα (punctured convolutional code)
- Εσωτερική διεμπλοκή (inner interleaving) στον χρόνο και στη συχνότητα
- Αντιστοίχιση και διαμόρφωση των φερόντων
- Πολυπλεξία κατά OFDM με αντίστροφο ταχύ μετασχηματισμό Fourier (IFFT) και διαμόρφωση του φέροντος IF
- Άνω μετατροπή (up - conversion) στην τελική RF συχνότητα.

Η τελευταία λειτουργία δεν υποστηρίζεται εγγενώς από αρκετούς διαμορφωτές, οπότε απαιτείται μία πρόσθετη μονάδα για άνω μετατροπή.

Οι μονάδες που σημειώνονται με διακεκομμένες γραμμές στο παραπάνω σχήμα αφορούν την επιλογή της ιεραρχικής διαμόρφωσης (hierarchical modulation) που υποστηρίζεται πλήρως από το πρότυπο DVB-T. Στην περίπτωση της ιεραρχικής διαμόρφωσης, το σήμα βασικής ζώνης προϋπάρχει διαιρεμένο σε δύο Ρεύματα Μεταφοράς: ένα υψηλής προτεραιότητας (high priority TS) και ένα χαμηλής (low priority TS). Τα δύο σήματα διαμορφώνονται ταυτόχρονα σε ένα ιεραρχικό QAM σχήμα. Ως αποτέλεσμα, ένας δέκτης με κακές συνθήκες λήψης λαμβάνει μόνο τα δεδομένα υψηλής προτεραιότητας, ενώ ένας με καλύτερες λαμβάνει το σύνολο. Η λειτουργία ιεραρχικής διαμόρφωσης ασφαλώς παρέχει σημαντική ευελιξία στο σύστημα, ιδίως όταν συνοδευτεί από κλιμακωτή κωδικοποίηση της κινούμενης εικόνας κατά MPEG-2 (scalable MPEG-2 encoding). Δυστυχώς, η λειτουργία αυτή υποστηρίζεται από ελάχιστους διαμορφωτές και από ακόμη λιγότερους δέκτες και η μελέτη της δεν περιλαμβάνεται στη διατριβή.

3.5 Το σύστημα DVB-H

Το διεθνές DVB Project ικανοποίησε αυτό το ενδιαφέρον αναπτύσσοντας ένα νέο πρότυπο, το DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld) που αποτελεί ένα ψηφιακό πρότυπο εκπομπής (broadcast



standard) για τη μετάδοση περιεχομένου σε μικρού μεγέθους φορητές συσκευές όπως π.χ. κινητά τηλέφωνα, PDAs (Personal Digital Assistants) κλπ. Ο καθορισμός των τεχνικών προδιαγραφών ξεκίνησε το φθινόπωρο του 2002 και ολοκληρώθηκε το Φεβρουάριο του 2004. Τέλος, εκδόθηκε ως πρότυπο από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI -European Telecommunications

Standards Institute), το Νοέμβριο του 2004. Η τεχνολογία DVB-H προέρχεται από το πρότυπο DVB-T και είναι συμβατή με αυτό. Επιπροσθέτως, λαμβάνει υπόψη ιδιότητες των τυπικών κινητών τερματικών, όπως μέγεθος, βάρος, φορητότητα και κυρίως εξοικονόμηση ενέργειας. Το DVB-H μπορεί να προσφέρει downstream κανάλι με υψηλό data - rate (Mbit/s), ως βελτίωση των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, το οποίο είναι προσβάσιμο από τις περισσότερες τυπικές συσκευές. Το κανάλι αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές ροής ήχου και εικόνας, σε file downloading και πολλές άλλες υπηρεσίες. Συνεπώς, το DVB-H γεφυρώνει τα παραδοσιακά συστήματα εκπομπής με τον κόσμο των κυψελωτών δικτύων, εισάγοντας ταυτόχρονα νέους τρόπους παροχής υπηρεσιών σε φορητά τερματικά και παρέχοντας νέες επιχειρηματικές δραστηριότητες στους παρόχους περιεχομένου (content providers) και στους διαχειριστές δικτύων (network operators).

Οι απαιτήσεις του συστήματος καθορίστηκαν από το DVB Project το 2002:

- Το DVB-H πρέπει να προσφέρει υπηρεσίες φορητής και κινητής χρήσης, συμπεριλαμβανομένων ροών ήχου και εικόνας με αποδεκτή ποιότητα. Data rate περίπου 10 Mbit/s ανά κανάλι, θεωρείται ικανοποιητικό για το πρότυπο. Τα κανάλια μετάδοσης θα επιμερισθούν στην ζώνη εκπομπής UHF Band. Είναι δυνατόν όμως να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά η VHF Band III αλλά και μη-παραδοσιακές τηλεοπτικές ζώνες εκπομπής.
- Το τυπικό περιβάλλον χρήστη για ένα DVB-H φορητό τερματικό συγκρίνεται με το περιβάλλον κινητής επικοινωνίας. Συνεπώς το DVB-H πιθανόν να πρέπει να καλύψει παρόμοιες γεωγραφικές περιοχές. Ο όρος handheld terminal περιλαμβάνει πολυμεσικά κινητά τηλέφωνα με έγχρωμες οθόνες, PDAs και rocket PCs. Οι συσκευές αυτές έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά: μικρές διαστάσεις και βάρος, καθώς και λειτουργία βάσει μπαταρίας. Αυτές οι ιδιότητες αποτελούν προϋποθέσεις για κινητή χρήση αλλά παράλληλα δημιουργούν περιορισμούς στο σύστημα μετάδοσης. Οι τερματικές συσκευές στερούνται εξωτερικής παροχής ενέργειας και αναγκάζονται να λειτουργούν με περιορισμένο απόθεμα. Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας είναι συνεπώς απαραίτητη.
- Η κινητικότητα (mobility) είναι μια επιπλέον απαίτηση, καθώς η πρόσβαση σε υπηρεσίες πρέπει να είναι δυνατή σε εσωτερικές (indoor), εξωτερικές (outdoor) τοποθεσίες αλλά και κατά τη διάρκεια κίνησης με υψηλή ταχύτητα. Επίσης το handover μεταξύ γειτονικών DVB-H κυψελών πρέπει να συμβαίνει



ανεπαίσθητα (imperceptibly). Όμως τα ταχέως μεταβαλλόμενα κανάλια είναι επιρρεπή σε σφάλματα και η κατάσταση χειροτερεύει διότι οι ενσωματωμένες κεραιές των συσκευών, έχουν μικρές διαστάσεις και δε μπορούν να στοχεύσουν το μεταδότη, σε περίπτωση που η τερματική συσκευή βρίσκεται εν κινήσει. Επίσης, παρεμβολές παρατηρούνται όταν ραδιοσήματα GSM μεταδίδονται και λαμβάνονται από την ίδια συσκευή. Επομένως η διαχείριση του downstreaming αρκετών Mbit/s από φορητές συσκευές αποτελεί απαιτητική υπόθεση.

- Τέλος, το νέο σύστημα πρέπει να είναι συμβατό και να χρησιμοποιεί την υπάρχουσα DVB-T υποδομή, ώστε να επιτυγχάνεται η επαναχρησιμοποίηση του εξοπλισμού μετάδοσης.

ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

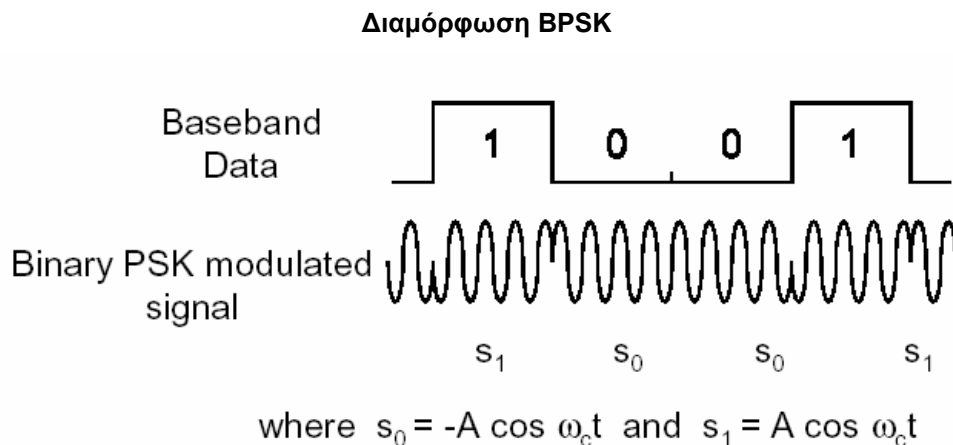
4

4.1 Εισαγωγή στην διαμόρφωση φάσης

Μια από τις διαμορφώσεις που χρησιμοποιείται για την εκπομπή του ψηφιακού σήματος με αναλογικό φορέα είναι η ψηφιακή διαμόρφωση φάσης PSK (Phase Shift Keying). Η απλούστερη μορφή της PSK είναι η BPSK (Binary PSK). Σε αυτή τη διαμόρφωση δύο μόνο μεταβολές φάσεις χρησιμοποιούνται για να κωδικοποιηθούν το 0 και το 1. Συνηθέστερα χρησιμοποιούνται οι φάσεις 180° και 0° αντίστοιχα. Ο φορέας μπορεί επίσης να μεταβάλει τη φάση του 4 φορές, οπότε έχουμε διαμόρφωση QPSK (Quad PSK) ή 8 φορές, οπότε έχουμε τη διαμόρφωση BPSK.

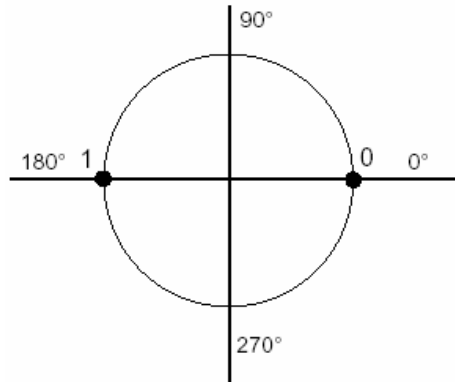
4.2 Διαμόρφωση BPSK

Σ' αυτό τον τύπο διαμόρφωσης ο φορέας μεταβάλλει τη φάση του μεταξύ δύο τιμών που έχουν διαφορά φάσης 180° αν το σήμα εισόδου μεταβάλει την τιμή του από 0 σε 1 ή το αντίστροφο. Το πλάτος του φορέα παραμένει σταθερό.



Ένας άλλος τρόπος παράστασης της διαμορφώσεως BPSK είναι με τη χρησιμοποίηση του πολικού διαγράμματος. Στο πολικό διάγραμμα απεικονίζεται η θέση του κάθε εκπεμπόμενου baud με ένα σημείο. Η γωνία που σχηματίζει το κάθε σημείο με την αρχή των συντεταγμένων είναι η φάση του σήματος, ενώ η απόσταση του κάθε σημείου από την αρχή των αξόνων μας δίνει το πλάτος του αναλογικού σήματος.

Πολικό διάγραμμα BPSK

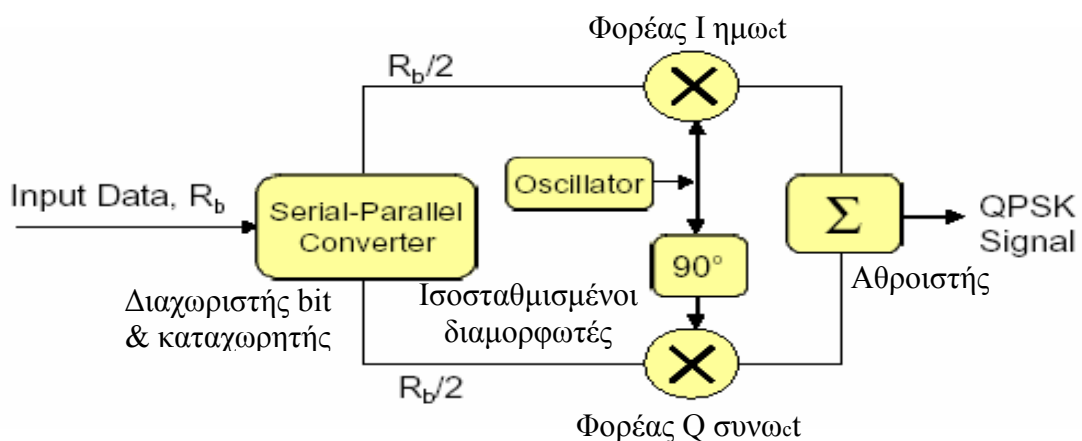


Ο διαμορφωτής BPSK αποτελείται από ένα ισοσταθμισμένο διαμορφωτή, στον οποίο οδηγούνται τα σήματα του ημιτονικού φορέα και του ψηφιακού σήματος. Η λειτουργία του κωδικοποιητή γίνεται εύκολα αντιληπτή αν θεωρήσουμε ότι τα δυαδικά ψηφία παριστάνονται με τάση 1V (το λογικό 1) και -1V (το λογικό 0). Όταν έρθει λογικό 0 στην είσοδο, τότε το σήμα του φορέα στην έξοδο αντιστρέφεται (φάση 180°), ενώ όταν έρθει το λογικό 1 η φάση του φορέα αφήνεται ανεπηρέαστη (φάση 0°).

4.3 Διαμόρφωση QPSK

Στις δορυφορικές τηλεοπτικές μεταδόσεις ως τύπος διαμόρφωσης έχει επιλεγεί η τετραγωνική διαμόρφωση φάσης QPSK.

Διάγραμμα βαθμίδων διαμορφωτή QPSK



Ένα ζεύγος bits (από τα δεδομένα) αποθηκεύεται προσωρινά σε ένα καταχωρητή. Καθώς τα δύο bit έχουν τέσσερις συνδυασμούς (00,01,10 και 11) η

φάση του φορέα στην έξοδο του διαμορφωτή έχει 4 διαφορετικές τιμές που αντιστοιχούν σε αυτούς τους συνδυασμούς.

Ο φορέας του ενός διαμορφωτή είναι μετατοπισμένος κατά 90° σε σχέση με το φορέα του άλλου διαμορφωτή. Το πρώτο από τα δύο bit, αυτό που οδηγούμε στο διαμορφωτή με φορέα που έχει φάση 0° (ημωct) τ' ονομάζουμε I bit, ενώ το δεύτερο που διαμορφώνει το μετατοπισμένο κατά 90° (συνωct) τ' ονομάζουμε Q (quadrature). Έτσι η έξοδος του διαμορφωτή I έχει φάση 0° και 180° και η έξοδος του διαμορφωτή Q έχει φάση 90° και 270° . Μετά την πρόσθεση των δύο σημάτων στον αθροιστή, το τελικό σήμα έχει φάση τη συνισταμένη των δύο φάσεων των σημάτων I και Q. Έτσι προκύπτουν οι τέσσερις φάσεις του σήματος εξόδου.



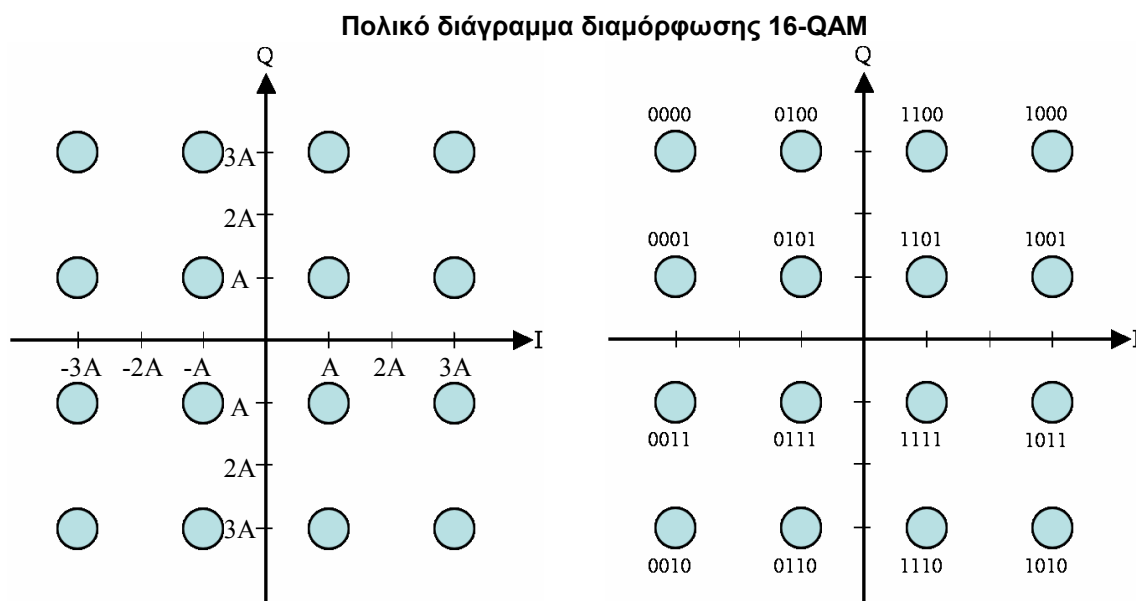
4.4 Διαμόρφωση QAM

Η διαμόρφωση εύρους τετραγωνισμού QAM (Quadrature Amplitude Modulation) είναι ένα περίπλοκο όνομα για μια απλή τεχνική. Στον απλούστερο των όρων, η διαμόρφωση εύρους τετραγωνισμού είναι ο συνδυασμός διαμόρφωσης εύρους και διαμόρφωσης μετατόπισης φάσης. Πιο τεχνικά, η διαμόρφωση εύρους τετραγωνισμού είναι ένα σύστημα της διαμόρφωσης στο οποίο το στοιχείο μεταφέρεται με τη διαμόρφωση του εύρους δύο χωριστών κυμάτων μεταφορέων, συνήθως ημιτονοειδούς, τα οποία είναι από τη φάση από 90 βαθμούς (ημίτονο και συνημίτονο). Λόγω στη διαφορά φάσης τους, καλούνται μεταφορείς τετραγωνισμού.

Τα μη διαμορφωμένα σήματα εκθέτουν μόνο δύο θέσεις επιτρέποντας μια μεταφορά είτε λογικό 0 είτε λογικό 1. Στη διαμόρφωση εύρους τετραγωνισμού, είναι δυνατό να μεταφερθούν περισσότερα κομμάτια ανά θέση δεδομένου ότι υπάρχουν πολλαπλάσια σημεία της μεταφοράς. Ένα σήμα που λαμβάνεται με το άθροισμα της διαμόρφωσης εύρους και φάσης ενός σήματος μεταφορέων (ένα διαμορφωμένο

εξίσου στο πολικό διάγραμμα και αντιπροσωπεύονται από συγκεκριμένο πλάτος και φάση ο καθένας. Αυτό σημαίνει ότι κάθε στάθμη πλάτους μπορεί να κωδικοποιηθούν 2 bit (διότι $2^2=4$ όσες και οι στάθμες πλάτους του φορέα). Επειδή χρησιμοποιούμε δύο φορείς με διαφορά φάσης 90° μεταξύ τους, (τον $I(t)=\eta\mu\omega t$ και τον $Q(t)=\sigma\upsilon\nu\omega t$) και ο καθένας κωδικοποιεί 2 bit, θα έχουμε συνολικά $2^2 \cdot 2^2=16$ στάθμες ή αλλιώς 16 συνδυασμούς πλάτους και φάσης. Άρα σε κάθε συνδυασμό μπορούμε να κωδικοποιήσουμε πληροφορία 4 bits. Η κωδικοποίηση αυτής της μορφής, επειδή περιλαμβάνει 16 συνδυασμούς, ονομάζεται 16-QAM.

Ο κάθε φορέας όμως θα μπορούσε να λάβει 8 διαφορετικές τιμές πλάτους. Σ' αυτή την περίπτωση στο πολικό διάγραμμα θα έχουμε $8 \cdot 8=64$ σημεία και η διαμόρφωση ονομάζεται πλέον 64-QAM καθώς επίσης και ο συνδυασμός των 6 bits ($2^6=64$) που κωδικοποιείται στον κάθε συνδυασμό (στο κάθε baud).



Η τιμή που περισσότερο ίσως ενδιαφέρει τον παροχέα DVB-T είναι το ωφέλιμο bit rate που μπορεί να μεταφερθεί από το ψηφιακό σήμα, δηλαδή ο ρυθμός του Ρεύματος Μεταφοράς MPEG-2 που μεταδίδεται. Η τιμή αυτή εξαρτάται από τη διάρκεια του διαστήματος φρούρησης, τον ρυθμό κωδικοποίησης και τον τύπο της διαμόρφωσης, όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα (τιμές σε Mbit/s).

Ωφέλιμο bitrate συναρτήσει του σχήματος διαμόρφωσης

Διαμόρφωση	Ρυθμός του κώδικα	Περίοδος φύλαξης			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3	6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4	7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6	8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	9,95	11,06	11,71	12,06
	2/3	13,27	14,75	15,61	16,09
	3/4	14,93	16,59	17,56	18,10
	5/6	16,59	18,43	19,52	20,11
	7/8	17,42	19,35	20,49	21,11
64-QAM	1/2	14,93	16,59	17,56	18,10
	2/3	19,91	22,12	23,42	24,13
	3/4	22,39	24,88	26,35	27,14
	5/6	24,88	27,65	29,27	30,16
	7/8	26,13	29,03	30,74	31,67

Ο συνδυασμός των παραμέτρων που θα χρησιμοποιηθούν βρίσκεται στην επιλογή του χρήστη. Γενικά πάντως ισχύει ότι όσο αυξάνει ο ωφέλιμος ρυθμός, τόσο πιο ευάλωτο γίνεται το σήμα σε φαινόμενα διαλείψεων και πολυδιαδρομικής μετάδοσης (multipath). Απαιτείται δηλαδή να γίνει ένας συμβιβασμός (trade - off) από την πλευρά του παροχέα μεταξύ χωρητικότητας και ανθεκτικότητας του σήματος.

4.5 Εισαγωγή στο σύστημα διαμόρφωσης OFDM

Το σύστημα OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) είναι μια τεχνική για το ποσό πληροφοριών που μπορεί να μεταφερθεί σε ένα ασύρματο δίκτυο. Να πολλαπλασιάσουν συχνότητα-τμήματος, τα πολλαπλάσια σήματα, ή οι μεταφορείς, στέλνονται ταυτόχρονα πέρα από τις διαφορετικές συχνότητες μεταξύ δύο σημείων. Εντούτοις, FDM έχει ένα έμφυτο πρόβλημα: Τα ασύρματα σήματα μπορούν να ταξιδέψουν τις πολλαπλάσιες πορείες από τη συσκευή αποστολής σημάτων στο δέκτη (με την αναπήδηση από τα κτήρια, τα βουνά και ακόμη και τη διάβαση των αεροπλάνων) οι δέκτες μπορούν να έχουν το πρόβλημα που ταξινομεί όλα τα προκύπτοντα στοιχεία. Ορθογώνιο FDM εξετάζει αυτό το πολλαπλών διαδρομών πρόβλημα με το διαχωρισμό των μεταφορέων στους μικρότερους υπομεταφορείς, και έπειτα τη ραδιοφωνική αναμετάδοση εκείνων ταυτόχρονα. Αυτό μειώνει την πολλαπλών διαδρομών διαστρέβλωση και μειώνει την παρέμβαση RF (ένας μαθηματικός τύπος χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ότι οι συγκεκριμένες

το άλλο. Χρησιμοποιείται κυρίως στην Ευρώπη και υποστηρίζεται από το ψηφιακό τηλεοπτικό σύνολο ραδιοφωνικής αναμετάδοσης (DVB) προτύπων. Στις ΗΠΑ, η προηγμένη Επιτροπή τηλεοπτικών προτύπων (ATSC) έχει επιλέξει 8-VSB (8-ισόπεδη υπολειμματική πλευρική ζώνη συχνοτήτων) ως ισοδύναμα πρότυπα διαμόρφωσής της. Ο κύριος λόγος για την απόφαση της Ευρώπης να χρησιμοποιήσει COFDM είναι η δυνατότητά του να υπερνικήσει εντελώς τα πολλαπλών διαδρομών αποτελέσματα. Όταν ένα σήμα μεταδίδεται, συναντιέται με τις παρεμποδίσσεις όπως τα φαράγγια, κτήρια, και ακόμη και άνθρωποι, οι οποίοι διασκορπίζουν το σήμα αναγκάζοντας το για να πάρουν δύο ή περισσότερες πορείες για να φθάσουν στον τελικό προορισμό του, τη τηλεόραση. Είναι ανθεκτικό στα πολλαπλών διαδρομών αποτελέσματα επειδή χρησιμοποιεί τους πολλαπλάσιους μεταφορείς για να διαβιβάσει το ίδιο σήμα. Αντί του σήματος που διασκορπίζει όταν συναντιέται με ένα εμπόδιο, ρέει γύρω από το εμπόδιο όπως έναν ποταμό ρέει γύρω από έναν βράχο κάνοντας το, τον τέλειο δωρεάν προγραμματισμό DTV και για την κινητή τηλεοπτική εξέταση.

Όπως με το δορυφορικό standard DVB-S και το DVB-T για την επίγεια ψηφιακή μετάδοση, εγκρίθηκε από την ETSI το Φεβρουάριο του 1997 και περιέχει βεβαίως, την κωδικοποίηση εικόνας & ήχου σε MPEG-2, καθώς και άλλα σημαντικά στοιχεία, το οποίο επιτρέπει τη χρήση 1705 φερουσών (2k) ή 6817 φερουσών(8k). Το σύστημα 2k, είναι κατάλληλο για λειτουργία ενός πομπού σε μικρά τοπικά δίκτυα με περιορισμένη ισχύ εκπομπής, ενώ το σύστημα 8k, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε μικρά τοπικά δίκτυα, όσο και σε μεγάλης έκτασης δίκτυα μιας συχνότητας, διατηρώντας συμβατότητα με το 2k.

Το όλο σύστημα διαμόρφωσης, συνδυάζει το OFDM, με τις ψηφιακές διαμορφώσεις QPSK/QAM. Το OFDM χρησιμοποιεί έναν μεγάλο αριθμό φερουσών, στις οποίες «σκορπίζεται» η πληροφορία, ενώ χρησιμοποιήθηκε με μεγάλη επιτυχία στην ψηφιακή εκπομπή ραδιοφώνου, το λεγόμενο DAB (Digital Audio Broadcasting). Το πλεονέκτημα του OFDM, είναι η αντοχή του σε έντονο περιβάλλον ανακλάσεων, όπως είναι αυτό της μετάδοσης πολλαπλών διαδρομών ή διεθνώς Multipath Effect, που συμβαίνει κατά κόρον στις επίγειες εκπομπές.

Λόγω της παραπάνω αντοχής του OFDM, είναι δυνατό να λειτουργήσει ένα δίκτυο αλληλεπικαλυπτόμενων πομπών, σε μία και μόνη συχνότητα! Στις περιοχές αλληλοεπικάλυψης, το λιγότερο ισχυρό σήμα αντιμετωπίζεται σαν « ηχώ».

Στην επίγεια ψηφιακή TV, υπάρχουν 3 είδη λειτουργίας:

- Εκπομπή σε ένα αχρησιμοποίητο κανάλι
- Εκπομπή σε δίκτυο μικρής έκτασης σε μία συχνότητα
- Εκπομπή σε δίκτυο μεγάλης έκτασης σε μία συχνότητα.

Και τα τρία είδη έχουν λειτουργήσει επιτυχώς, χάριν στο πρότυπο DVB-T.

4.6.2 Η εφαρμογή της COFDM στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση

Όπως αναφέραμε η COFDM χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές και σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη επιλογή των στοιχείων του κάθε συστήματος ώστε να ικανοποιούνται οι ειδικές απαιτήσεις. Ειδικότερα για τη χρήση της COFDM στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση θα πρέπει να επιλεγεί ο αριθμός των φερόντων σημάτων ανά σύμβολο, η περίοδος φύλαξης T_g , η μορφή της διαμορφώσεως και η μέθοδος συγχρονισμού με το δέκτη. Κατά τη διαδικασία σχεδιάσεως του συστήματος DVB-T, η εκλογή των φερόντων σημάτων αποδείχθηκε η πιο δύσκολη. Διότι πολλές Ευρωπαϊκές χώρες πιστεύουν ότι το κλειδί της επιτυχίας του συστήματος DVB-T είναι να υπάρχει ένα μονοσυχνотικό δίκτυο (SFN) για ολόκληρη την επικράτεια. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται περίοδος φύλαξης T_g περίπου 200 μ s και σύμφωνα με την ανάλυση παραπάνω απαιτείται αριθμός φερόντων σημάτων της τάξεως των 6000. Λόγω του γεγονότος ότι η COFDM εφαρμόζεται πολύ αποτελεσματικά με αντίστροφο μετασχηματισμό Fourier στον πομπό και με τη χρήση ολοκληρωμένου κυκλώματος στο δέκτη που θα έχει τη δυνατότητα να εκτελεί τον αντίστοιχο διακριτό μετασχηματισμό Fourier σε πραγματικό χρόνο. Η εκλογή του πλυνθίου αυτού αποδείχθηκε η περισσότερο κρίσιμη. Ο αντίστροφος μετασχηματισμός Fourier εκτελείται με πλυνθία τα οποία υπολογίζουν μέχρι και κάποια δύναμη του δύο. Το $2^{13} = 8192 \approx "8k"$ είναι το πλύνθιο που είναι πλησιέστερα προς το 6000. Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν η εκλογή $T_g = 200 \mu$ s σημαίνει ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί στο δέκτη αποδιαμορφωτής των "8k".

Δυστυχώς κατά την αξιολόγηση του συστήματος "8k" διαπιστώθηκε ότι το κόστος της πρώτης γενιάς δεκτών θα ήταν απαγορευτικό. Σαν ενδιάμεση λύση επελέγη $T_g = 50 \mu$ s, που αντιστοιχεί σε περίπου 1500 φέροντα σήματα για το κανάλι των 8 MHz. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί πλυνθίο αντίστροφου μετασχηματισμού Fourier των "2k". Τελικώς αποφασίστηκε η χρήση



κοινής προδιαγραφής “2k/8k”, η οποία υποστηρίζει και τις δύο λύσεις. Η χρήση του συστήματος “2k” συνιστάται για σύστημα ενός πομπού, ή μικρού δικτύου, ενώ το “8k” συνιστάται για μικρό και μεγάλο μονοσυχνοτικό δίκτυο.

Το εκπεμπόμενο σήμα στο σύστημα DVB-T είναι οργανωμένο σε πλαίσια. Το κάθε πλαίσιο έχει διάρκεια T_f και αποτελείται από 68 COFDM σύμβολα. Τέσσερα πλαίσια αποτελούν ένα υπερπλαίσιο. Το κάθε σύμβολο αποτελείται από $n = 6817$ φέροντα σήματα για τη μορφή “8k” και από $n = 1705$ φέροντα σήματα για τη μορφή “2k”, εκπέμπεται δε στην περίοδο T_s . Η περίοδος φύλαξης T_g είναι κυκλική συνέχεια της περιόδου T_u και τοποθετείται πριν από αυτήν.

ΕΚΠΟΜΠΗ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

Κεφάλαιο

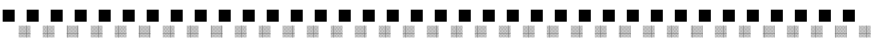
5

5.1.1 Εισαγωγή

Η αναλογική μετάδοση σήματος video, αποτελεί μια ώριμη πλέον τεχνολογία, μετά από εξήντα και πλέον χρόνια από την πρώτη εκπομπή ασπρόμαυρης τηλεόρασης. Πολλά εμπορικά συστήματα στηρίζονται ακόμη και σήμερα στις ίδιες βασικές αρχές για την επίτευξη ασύρματης μετάδοσης σήματος video, μεταξύ κάποιου πομπού και κάποιου δέκτη. Η κυριότερη όμως τάση που επικρατεί σήμερα αλλά θα επικρατήσει και στο μέλλον είναι η μετάδοση ψηφιακού σήματος video. Το σήμα αυτό πρέπει να υποστεί κάποιας μορφής συμπίεση πριν τη μετάδοσή του, αλλιώς ο ρυθμός δεδομένων του είναι υπερβολικά μεγάλος για μετάδοσή του πάνω μέσα από τους τηλεπικοινωνιακούς διαύλους που υπάρχουν στην πράξη. Η εξάλειψη των λαθών που συμβαίνουν στο σήμα αυτό όταν μεταδίδεται μέσα από ασύρματα κανάλια είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα που χρίζει ιδιαίτερης προσοχής και έχει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον.

5.1.2 Πλεονεκτήματα του DVB-T στην εκπομπή

Οι προδιαγραφές του συστήματος, προβλέπουν το σύστημα να έχει δυνατότητα εκπομπής δύο μορφών του ίδιου προγράμματος, με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Ο δέκτης προβλέπεται να αναγνωρίζει τη μορφή που εκπέμπει ο πομπός και να προσαρμόζεται κατάλληλα κάθε φορά, ώστε να μπορεί να λειτουργήσει στη μία από τις δύο μορφές. Για παράδειγμα, η μία μορφή μπορεί να έχει ταχύτητα δυφιορροής 5Mbps (συμβατική τηλεόραση) και η άλλη ταχύτητα δυφιορροής 20Mbps (τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας). Η δυνατότητα αυτή του συστήματος, εξετάζεται σε μερικά μέρη του κόσμου (π.χ. Αυστραλία), για την εφαρμογή της τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας. Βασική προϋπόθεση για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, είναι η ύπαρξη κατάλληλων οθονών, μεγάλων διαστάσεων, σε λογικό κόστος.



5.2 Single Frequency Networks (SFNs)

Η παραδοσιακή αναλογική τηλεοπτική εκπομπή χαρακτηρίζεται από ευαισθησία, εξαιτίας της πολυκατευθυντικής διάδοσης (multi - propagation) των κυμάτων. Για το λόγο αυτό, οι μεταδότες που καλύπτουν γειτονικές περιοχές, λειτουργούν σε διαφορετικά RF κανάλια και η ίδια συχνότητα χρησιμοποιείται κατά τακτά διαστήματα. Τα δίκτυα αυτά ονομάζονται Multi - Frequency Networks (MFNs). Τα MFNs έχουν κάποιες αδυναμίες όσο αφορά την ποιότητα ήχου και εικόνας αλλά και τη χρήση του διαθέσιμου ραδιοφάσματος.

Η όλη λογική σχεδιασμού του COFDM, βασίστηκε στην αποφυγή παρεμβολών από ανακλάσεις. Στην πραγματικότητα το COFDM, έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί υπέρ του όσες ανακλάσεις αυξάνουν την ένταση του σήματος (τις θετικές δηλαδή) και να απορρίπτει τις αρνητικές. Αν και ο βασικός σχεδιασμός έγινε για αποφυγή των παρεμβολών, η τεχνολογία αυτή άνοιξε ένα νέο δρόμο στο Broadcast. Ακριβώς λόγω του COFDM τρόπου διαμόρφωσης, ο παροχέας (broadcaster) έχει την δυνατότητα να εκπέμπει από διαφορετικούς πομπούς ταυτόχρονα, στο ίδιο κανάλι. Το COFDM απλά θα απορρίψει οτιδήποτε αρνητικό και θα κρατήσει μόνο τις θετικές συνιστώσες.

Παρόλα αυτά οι περιορισμοί των αναλογικών συστημάτων και οι πρόσφατες εξελίξεις των ψηφιακών επικοινωνιών οδήγησαν στη δημιουργία μιας σειράς ψηφιακών προτύπων εκπομπής. Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία των προτύπων αυτών (DVB-H, T-DMB, ISDB-T και MediaFLO) είναι η ιδέα των Single Frequency Networks (SFNs). Στα δίκτυα αυτά οι συγχρονισμένοι μεταδότες εκπέμπουν πληροφορίες ταυτόχρονα, χρησιμοποιώντας την ίδια συχνότητα. Στα SFNs τα κανάλια πρέπει να είναι απολύτως συγχρονισμένα ως προς τη μετάδοση. Για να αποφευχθούν οι παρεμβολές, κάθε σταθμός χρησιμοποιεί ένα Global Positioning System (GPS) ή ένα σήμα από το δίκτυο που αποτελεί το ρολόι αναφοράς.

Η υλοποίηση των SFNs μπορεί να βελτιώσει τη χρήση του διαθέσιμου φάσματος, που αποτελεί παράγοντα επιτυχίας για τους network operators και τις κυβερνήσεις. Αντίθετα με τα MFNs, το δίκτυο μεταδοτών εκπέμπει ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας κοινή συχνότητα. Στα SFNs, ο δέκτης δέχεται το επιθυμητό σήμα από το σύνολο των σημάτων που λαμβάνονται από τους μεταδότες. Έτσι

επιτυγχάνεται μεγαλύτερη κάλυψη και εξοικονόμηση συχνοτήτων, σε αντίθεση με τα αναλογικά δίκτυα εκπομπής.

Η υλοποίηση των SFN δικτύων συνδέεται με την Ορθογώνια Πολύπλεξη με Διαίρεση Συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) μέθοδο πολύπλεξης που χρησιμοποιείται. Στα OFDM συστήματα η καθυστέρηση διάδοσης ελέγχεται, χρησιμοποιώντας μακρύτερα μεταδιδόμενα σύμβολα καθώς και εισάγοντας guard intervals ανάμεσα σε συνεχόμενα σύμβολα. Επομένως, ο δέκτης μπορεί να χρησιμοποιήσει πολλαπλά αντίγραφα του σήματος. Αν η καθυστέρηση διάδοσης είναι μικρότερη από το guard interval, δεν παρατηρούνται παρεμβολές. Το OFDM σχήμα διαμόρφωσης αντιμετωπίζει τα φαινόμενα αυτά.

Η επιλογή της περιόδου φύλαξης έχει και μία άλλη βασική επίδραση γιατί καθορίζει και τον αριθμό των φερόντων σημάτων που πρέπει να έχει το σύστημα. Τούτο γιατί σχετίζεται με την απόσταση μεταξύ των φερόντων σημάτων, που δίδεται από τη παρακάτω σχέση. Αν δεχθούμε ότι διαθέτουμε κανάλι για την τηλεόραση των 8 MHz, τότε ο αριθμός των φερόντων σημάτων θα είναι 6000.

$$\Delta f = \frac{1}{T_u}$$

Εκτός από το συγκεκριμένο πλεονέκτημα, δημιουργείται κι ένα κέρδος (gain), που κυριαρχεί σαν χαρακτηριστικό στο όλο δίκτυο. Αποτέλεσμα αυτού του κέρδους, είναι ότι το κόστος εγκατάστασης του δικτύου, είναι χαμηλότερο, εφόσον απαιτείται λιγότερη ισχύ εκπομπής. Από την άλλη μεριά, υπάρχει κι ένα μειονέκτημα: Δεν είναι δυνατός, ο διαχωρισμός του δικτύου, που σημαίνει ότι στη περίπτωση τοπικής μετάδοσης, θα απαιτηθεί η κατασκευή δικτύου broadcast.

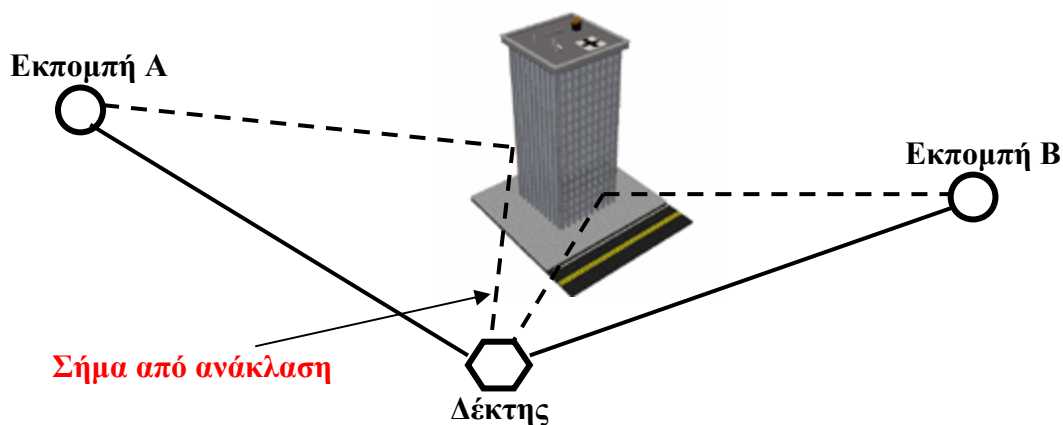
Τα κύρια πλεονεκτήματα από την υλοποίηση των SFNs (σε σχέση με τα MFNs) είναι:

- Εξοικονόμηση φάσματος σε αντίθεση με την προσέγγιση των MFNs. Η διαχείριση του φάσματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα επιτυχίας, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα όπου ένα μεγάλο πλήθος προσφερόμενων προγραμμάτων θα καθιστούν ελκυστικές τις υπηρεσίες εκπομπής.

- Στα SFNs το λαμβανόμενο σήμα αποτελεί σύνθεση των εισερχομένων σημάτων που μεταδίδονται από αρκετούς μεταδότες. Κάποιοι μεταδότες μπορεί να προσφέρουν ασθενές σήμα, ενώ κάποιοι άλλοι ισχυρό. Ως αποτέλεσμα οι πιθανότητες επαρκούς λήψης αυξάνονται. Επομένως υπάρχει δικτυακό κέρδος, το οποίο μεταφράζεται σε χαμηλότερη ισχύ και μεγαλύτερη ομοιογένεια της περιοχής που καλύπτεται από το SFN δίκτυο.
- Τα SFNs επιτρέπουν την εύκολη εγκατάσταση gap - filling μεταδοτών, όπου υπάρχει προβληματική λήψη, χωρίς τη δέσμευση επιπλέον συχνοτήτων.

Ως μειονεκτήματα των SFNs, αναφέρονται τα εξής:

- Μειωμένο bit rate λόγω μεγάλων guard intervals
- Αυξημένη πολυπλοκότητα στη σχεδίαση των μεταδοτών
- Πολυπλοκότητα στο δικτυακό σχεδιασμό.

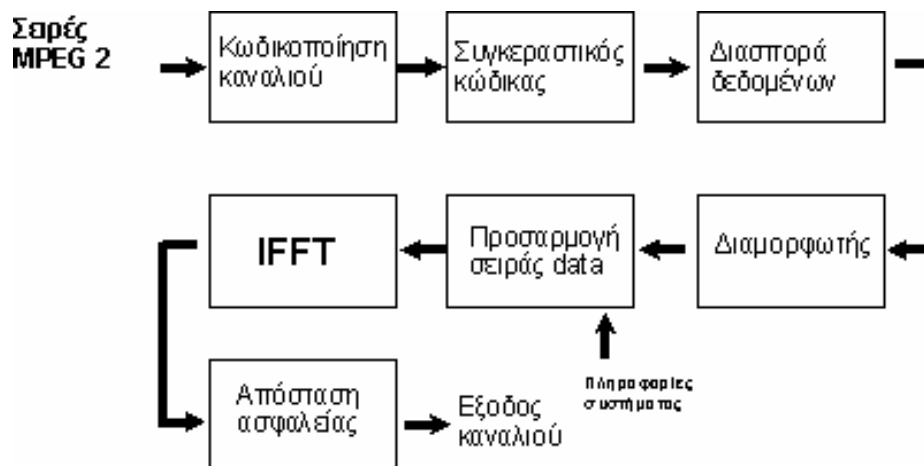


Οι χρυσοί κανόνες του SFN είναι ότι κάθε πομπός πρέπει να εκπέμπει:

- στην ίδια συχνότητα
- την ίδια χρονική στιγμή και
- τα ίδια data bits

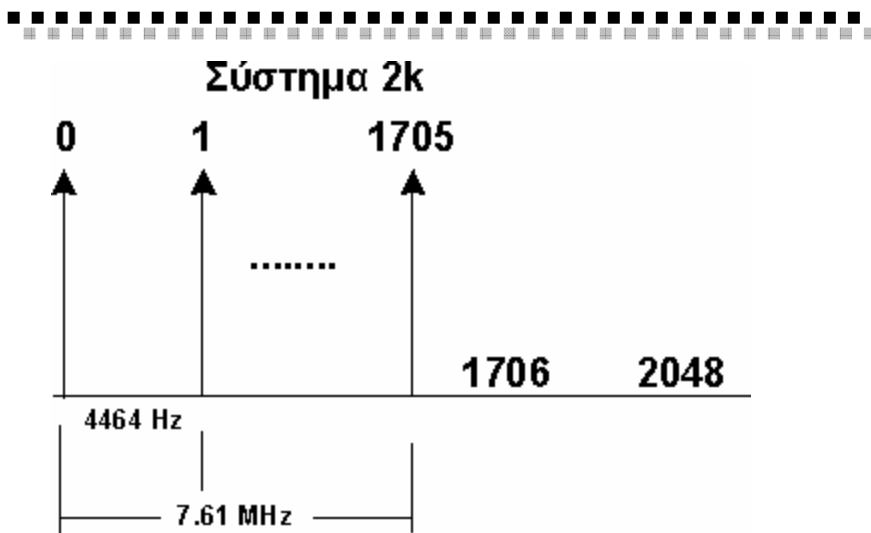
5.3.1 Η αρχή λειτουργίας της μετάδοσης COFDM

Ο βασικός σκοπός του συστήματος, είναι η προσαρμογή των δεδομένων που πρόκειται να εκπεμφθούν, στα χαρακτηριστικά του χρησιμοποιούμενου καναλιού. Η διαμόρφωση αυτή, είναι ένα σύστημα παράλληλης εκπομπής, που σημαίνει ότι πολλές ομάδες δεδομένων, εκπέμπονται την ίδια χρονική στιγμή με τέτοιο τρόπο, ώστε να διατηρούνται ορθογώνιες μεταξύ τους, κάτι που επιτυγχάνεται, όσο δεν συμβαίνει παρεμβολή μεταξύ τους (Intersymbol Interference). Δυστυχώς, αυτό δεν είναι συνήθως εφικτό σε μια επίγεια εκπομπή, γι' αυτό εφαρμόζεται και μια πρόσθετη λειτουργία, αυτή της «απόστασης ασφαλείας» μεταξύ των φερουσών.

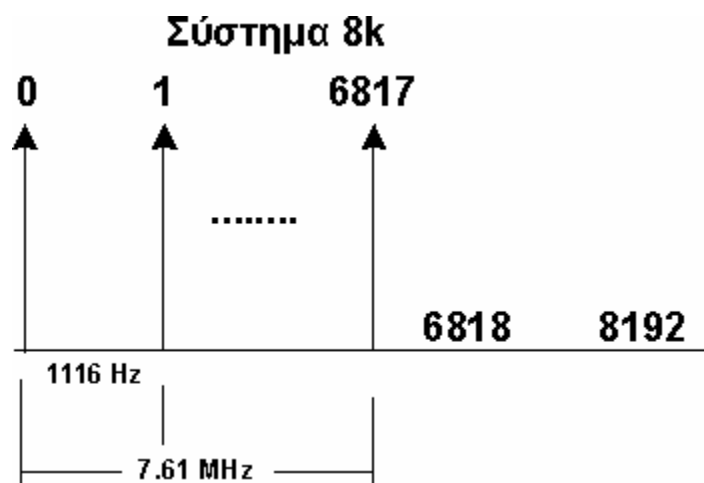


Μπορούμε πλέον να αναφέρουμε την μεγαλειώδη κατά τη γνώμη μας ιδέα, της χρήσης του αντίστροφου γρήγορου μετασχηματισμού Fourier (IFFT) κατά την εκπομπή, η οποία είναι και η αιτία της επιτυχημένης υλοποίησης του συστήματος στη πράξη.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια σειρά από σύμβολα που θέλουμε να μεταδώσουμε. Αυτά τα σύμβολα, αντιμετωπίζονται σαν «σημεία» στο πεδίο της συχνότητας ενός σήματος και ομαδοποιούνται σε N ομάδες N συμβόλων, όπου η κάθε ομάδα, αποκαλείται «υπερσύμβολο», οπότε πλέον μπορεί να εφαρμοστεί ο αλγόριθμος IFFT. Ο αριθμός των φερουσών που πρόκειται να μεταδοθούν, αντιστοιχούν με τον αριθμό των σημείων που επεξεργάζεται ο IFFT. Στη λήψη, δεν έχουμε παρά να εφαρμόσουμε τον ευθύ μετασχηματισμό Fourier (FFT), έτσι ώστε να πάρουμε την αλληλουχία των δεδομένων που μεταδόθηκαν.



Στο standard αυτού του συστήματος, υπάρχουν δύο τρόποι μετάδοσης 2k και 8k. Στη πρώτη περίπτωση, χρησιμοποιείται FFT 2048 σημείων, ενώ στην δεύτερη, χρησιμοποιείται FFT 8192 σημείων.



Έτσι κι αλλιώς, η χρήσιμη πληροφορία που εκπέμπεται το δευτερόλεπτο, είναι η ίδια και στα δύο συστήματα, απλώς στα 2k, επιβάλλεται περισσότερος διαχωρισμός μεταξύ των φερουσών, που ελαττώνει τις παρεμβολές μεταξύ τους, ενώ στα 8k, εμπλέκεται μεγαλύτερος αριθμός φερουσών, με αποτέλεσμα, η υλοποίηση εξισορρόπησης να είναι πιο εύκολη.

Οι φέρουσες συχνότητες που χρησιμοποιούνται στη διαμόρφωση COFDM μπορούν να μεταφέρουν:

- Δεδομένα (Data) με ένα μεταβλητό αριθμό από bits ανά φέρουσα (πχ 2,4,6)
- Σήματα TPS (Transmission Parameter Signalling) για τη μεταφορά των παραμέτρων μετάδοσης.

- Πιλοτικά σήματα (Pilot) για το συγχρονισμό. Αυτά μπορεί να είναι συνεχή ή σκορπισμένα. Τα συνεχή εκπέμπονται πάντα με τις ίδιες φέρουσες συχνότητες, 177 (στη μορφή 8K) ή 45 (στη μορφή 2K), ενώ τα σκορπισμένα με διαφορετικές, 524 (στη μορφή 8K) ή 131 (στη μορφή 2K)

5.3.2 Η ανάγκη κωδικοποίησης καναλιού

Παραπάνω, αναφέραμε ότι στην επίγεια μετάδοση, είναι πολύ συχνό το φαινόμενο των πολλαπλών διαδρομών του σήματος. Συνεπώς, υπάρχει η περίπτωση τα σήματα από δύο διαφορετικές διαδρομές, να «συμπέσουν», οπότε θα έχουμε ενίσχυση, ή να φτάσουν σε τέτοιες χρονικές στιγμές που να έχουμε ακυρώσεις. Το γεγονός αυτό, μπορεί να συμβαίνει σε διάφορες συχνότητες μέσα στο εύρος ζώνης του σήματος εκπομπής και τα πράγματα γίνονται χειρότερα, όταν παρατηρείται ισχυρός θόρυβος, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται καταιγισμοί λαθών κατά τη αποδιαμόρφωση.

Σ' αυτό το σημείο, έρχεται το COFDM, να συμπληρώσει το OFDM, με μια έξτρα κωδικοποίηση καναλιού, που περιλαμβάνει δύο βασικές διεργασίες: έναν συγκεραστικό κώδικα και ένα «ανακάτεμα» των δεδομένων. Ο συγκεραστικός κώδικας, προσφέρει στο σύστημα, έναν πλεονασμό δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθεί για την διόρθωση σφαλμάτων. Ωστόσο, εάν εμφανιστούν συνεχείς σειρές λαθών, δεν θα είναι δυνατή η διόρθωσή τους, γι' αυτό πραγματοποιείται κι ένα «ανακάτεμα» των δεδομένων, ώστε οι παρακείμενες φέρουσες, να μη διαμορφώνονται από διαδοχικά δεδομένα. Σε περίπτωση απώλειας πληροφορίας από διαδοχικές φέρουσες, το λάθος απομονώνεται και κατά την επαναφορά των δεδομένων στη κανονική τους σειρά, έχουμε πολύ λιγότερο πρόβλημα. Από αυτά τα χαρακτηριστικά, προστέθηκε η λέξη "Coded", στην ονομασία της διαμόρφωσης OFDM.

5.3.3 Εύρος ζώνης

Η απόσταση των διαδοχικών φερουσών στο σύστημα 2k, είναι 4464 Hz ενώ στο 8k, είναι 1116 Hz. Επειδή όμως στο 2k, έχουμε 1705 φέρουσες, βλέπουμε ότι το συνολικό εύρος ζώνης, φθάνει τα 7,61 MHz, κάτι που συμβαδίζει απόλυτα με ένα εύρος καναλιού 8 MHz, όπως στα UHF. Από την άλλη πλευρά, στο σύστημα 8k,

Αυτός ο υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων μπορεί να είναι διαχειρίσιμος μέσα σε ένα τηλεοπτικό στούντιο, είναι όμως υπερβολικά μεγάλος για μετάδοση πάνω από πρακτικά, ασύρματα ή ενσύρματα, δίκτυα.

5.4.1 Η ανάγκη για συμπίεση

Όπως δείχθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, ένα ψηφιακό τηλεοπτικό σήμα με τη μορφοποίηση (format) του προτύπου CCIR 601 απαιτεί ένα ρυθμό μετάδοσης δεδομένων της τάξης των 216 Mbps, που είναι απαράδεκτα υψηλός για τις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές. Ένα αναλογικό τηλεοπτικό σήμα ανάλογης οπτικής ποιότητας καταλαμβάνει ένα εύρος ζώνης της τάξης των 6 με 8 MHz, ανάλογα με το πρότυπο εκπομπής. Η ψηφιακή τηλεόραση σε αυτή τη μορφοποίηση δεν μπορεί να συγκριθεί με την αναλογική σε όρους απαιτήσεων εκπομπής. Αυτός ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι υπερβολικά υψηλός για όλα σχεδόν τα υπάρχοντα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Τα περισσότερα τοπικά δίκτυα (LANs), για παράδειγμα, προσφέρουν ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων μέχρι και μερικές δεκάδες megabits ανά δευτερόλεπτο, και τα περισσότερα δίκτυα ευρείας περιοχής (WANs) υποστηρίζουν πολύ χαμηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων.

Τα αναπτυσσόμενα ATM δίκτυα είναι ικανά να μεταδίδουν υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων. Παρ' όλα αυτά η διανομή ενός ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος με τη μορφοποίηση CCIR 601, είναι και πάλι απαγορευτικά «ακριβή». Υπάρχει λοιπόν η ανάγκη μείωσης αυτού του ρυθμού δεδομένων για να μπορέσει το ψηφιακό σήμα τηλεόρασης ή video να μεταδοθεί μέσα από τα υπάρχοντα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, ασύρματα ή ενσύρματα. Αυτό σημαίνει ότι η πληροφορία του ψηφιακού σήματος video πρέπει να *συμπιεσθεί* (ή *κωδικοποιηθεί*) πριν τη μετάδοση της και να *αποσυμπιεσθεί* (*αποκωδικοποιηθεί*) μετά τη μετάδοσή της, στο δέκτη. Ένα πλήθος τεχνικών και προτύπων κωδικοποίησης έχουν αναπτυχθεί μέσα στα τελευταία χρόνια, που εκμεταλλεύονται κάποιον από τον υπάρχον *πλεονασμό* (redundancy) στις ακίνητες εικόνες και τις κινούμενες ακολουθίες (sequences) video ώστε να παρέχουν σημαντική συμπίεση των δεδομένων.

5.5 Απαιτήσεις ποιότητας του μεταδιδόμενου σήματος video

Είναι χρήσιμο να εξεταστούν τα ιδανικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το μεταδιδόμενο, μέσα από ασύρματα αλλά και ενσύρματα κανάλια, σήμα video, ή, με άλλα λόγια τα χαρακτηριστικά ποιότητας στα οποία ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα μεταφοράς σήματος video πρέπει να στοχεύει. Έχει ήδη αναφερθεί ότι το σήμα video είναι η πιο απαιτητική ίσως μορφή πληροφορίας σε ότι αφορά αυτά ακριβώς τα χαρακτηριστικά.

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ιδανικά αυτά χαρακτηριστικά δεν συναντώνται στην πράξη. Απαιτείται λοιπόν ένας συμβιβασμός μεταξύ της επιθυμίας για υψηλής ποιότητας video επικοινωνίες και τους περιορισμούς που θέτει ένα πραγματικό σύστημα επικοινωνίας. Τίθεται έτσι και το θέμα της *ποιότητας υπηρεσίας* (Quality of Service – QoS), του βαθμού δηλαδή της ικανοποίησης του χρήστη από την προσφερόμενη από το τηλεπικοινωνιακό σύστημα υπηρεσία, όταν αυτή η υπηρεσία είναι η μετάδοση video.

5.5.1 Ποιότητα εικόνας

Σε ένα ιδανικό σύστημα επικοινωνίας, η ποιότητα της πληροφορίας video η αντιλαμβανόμενη από το θεατή δε θα έπρεπε να περιορίζεται από το σύστημα κωδικοποίησης ή το μέσο μετάδοσης. Αυτό δεν είναι εφικτό στην πράξη, αφού τα υπάρχοντα συστήματα κωδικοποίησης και μετάδοσης εισάγουν, σε κάποιο βαθμό, μια *υποβάθμιση* (degradation) της ποιότητας του σήματος video.

Αν υποθέσουμε ότι ένα πραγματικό σύστημα παρέχει video σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο ποιότητας, τότε αυτό το επίπεδο θα πρέπει ιδανικά να είναι σταθερό από πλαίσιο σε πλαίσιο. Η ποιότητα της επιδεικνυόμενης στο δέκτη αλληλουχίας video θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη από το οπτικό περιεχόμενο της αλληλουχίας ή από τη συγκεκριμένη κατάσταση του συστήματος μετάδοσης. Στην πραγματικότητα, το περιεχόμενο μιας σκηνής μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά των κωδικοποιημένων video δεδομένων και στην ποιότητα του αποκωδικοποιημένου σήματος. Ακόμα, η ποιότητα του σήματος που μεταδίδεται μέσα από ένα πραγματικό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο μπορεί να επηρεαστεί από ένα πλήθος παραγόντων, όπως η κίνηση του δικτύου.



5.5.2 Ορατά λάθη

Στην ιδανική περίπτωση, σε μια αποκωδικοποιημένη αλληλουχία video, δεν πρέπει να εμφανίζεται υποβάθμιση της ποιότητας της εικόνας που να οφείλεται σε λάθη στο τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Στην πράξη, η ψηφιακή μετάδοση video μέσω ραδιοκυμάτων, επηρεάζεται από λάθη που οφείλονται στο θόρυβο και τις παρεμβολές.

Ένα λάθος σε ένα αποκωδικοποιημένο πλαίσιο θα είναι ορατό μόνο για ένα μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου και έτσι δε θα έχει σημαντική επίδραση στο θεατή εκτός αν επηρεάζει μια πολύ μεγάλη περιοχή του πλαισίου. Ένα λάθος που επιμένει για αρκετά πλαίσια θα είναι πιο εμφανές στο θεατή και επομένως πιο ανεπιθύμητο.

Στην πράξη, μια κωδικοποιημένη αλληλουχία video είναι επιρρεπής σε τέτοια λάθη καθώς, με την εξάλειψη του χωρικού πλεονασμού, ένα μοναδικό λάθος στην ακολουθία των bits, μπορεί να προκαλέσει υποβάθμιση μιας μεγάλης περιοχής της αποκωδικοποιημένης εικόνας, ενώ και η ύπαρξη πλαισίων που προβλέπονται από άλλα, έχει σαν αποτέλεσμα τη διάδοση στο χρόνο ορισμένων λαθών.

5.5.3 Καθυστέρηση

Η καθυστέρηση είναι ένας σημαντικός παράγοντας σε επικοινωνιακές εφαρμογές πραγματικού χρόνου (real-time) όπως το ψηφιακό video. Σε αμφίδρομες εφαρμογές όπως οι εφαρμογές βιντεοδιάσκεψης, ιδανικά δε θα έπρεπε να υπάρχει καθυστέρηση σε κανένα από τα δύο άκρα της σύνδεσης.

Σε μονόδρομες εφαρμογές όπως η ψηφιακή τηλεόραση, σημαντικότερη επίδραση έχει, όχι τόσο η συνολική καθυστέρηση, όσο η μεταβλητότητά της. Τα πλαίσια μιας αλληλουχίας video, όπως και ο ήχος που τη συνοδεύει πρέπει να παρουσιάζονται στο θεατή με ένα σταθερό ρυθμό. Είναι απαραίτητο οι μεταβολές στην καθυστέρηση να εξαλείφονται πριν την παρουσίαση των αποκωδικοποιημένων πλαισίων.

5.6 Επίδραση, εκτίμηση και διόρθωση λαθών κατά τη μετάδοση

Η απώλεια δεδομένων είναι ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα για τη μετάδοση ψηφιακού σήματος video, μέσα από ασύρματα κανάλια. Θόρυβος και παρεμβολές

μπορούν να έχουν σαν αποτέλεσμα τη λανθασμένη στο δέκτη εκτίμηση της τιμής κάποιων bits, γεγονός που και πάλι αναφέρεται σαν απώλεια δεδομένων.

Σε γενικές γραμμές, *ρυθμοί απώλειας bits* (bit error rates – BERs) της τάξης του 10^{-5} (δηλαδή ένα λανθασμένο bit σε κάθε 10^5 bits) είναι παραδεκτοί για τηλεπικοινωνιακά συστήματα μετάδοσης δεδομένων (data). Ωστόσο, το κωδικοποιημένο σήμα video είναι εξαιρετικά ευαίσθητο στις απώλειες bits, με αποτέλεσμα να απαιτούνται πολύ μικρότεροι ρυθμοί απώλειας δεδομένων για ικανοποιητική ποιότητα του αποκωδικοποιημένου σήματος στο δέκτη. Σαν ένα παραδεκτό όριο αναφέρεται η τιμή ρυθμού απώλειας bits 10^{-6} , αυτό όμως είναι αρκετά υποκειμενικό.

Στην πράξη, σε ασύρματα, και ιδίως σε κινητά, περιβάλλοντα ρυθμοί απώλειας bits της τάξης των 10^{-3} - 10^{-2} , μπορούν να εμφανιστούν για αρκετά μεγάλες χρονικές περιόδους (σχεδόν εκατοντάδες milliseconds). Η απώλεια bits μπορεί ως έναν βαθμό να αντιμετωπιστεί με χρήση κωδικών διόρθωσης λάθους, όπως τα σχήματα εμπρόσθιας διόρθωσης λάθους (Forward Error Correction – FEC), ωστόσο με αυξημένες απαιτήσεις σε χωρητικότητα καναλιού. Τα λάθη συνήθως εμφανίζονται σε εκρήξεις (bursts), γεγονός που κάνει τα πράγματα ακόμα χειρότερα σε ότι αφορά την ποιότητα του αποκωδικοποιημένου σήματος video.

5.6.1 Επίδραση λαθών σε κωδικοποιημένο σήμα video

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, ένα και μόνο λάθος σε μια κωδικοποιημένη αλληλουχία video, λόγω της εξάλειψης του πλεονασμού που λαμβάνει χώρα κατά την κωδικοποίηση, μπορεί να έχει πολύ ενοχλητική επίδραση, καθώς μπορεί να διαδίδεται τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο, υποβαθμίζοντας την ποιότητα του αποκωδικοποιημένου video.

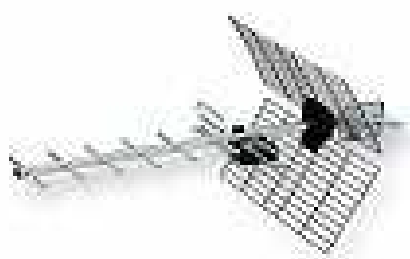
Προφανώς, η αρνητική επίδραση ενός λάθους εξαρτάται από τη θέση μέσα στο κωδικοποιημένο ρεύμα bits (bitstream) στην οποία συμβαίνει το λάθος. Για παράδειγμα, σε ένα σήμα κωδικοποιημένο κατά MPEG-2, τα λάθη που συμβαίνουν σε ένα πλαίσιο τύπου I έχουν καταστροφικότερη επίδραση, από λάθη σε πλαίσια τύπου P καθώς διαδίδονται περισσότερο στο χρόνο. Αντίστοιχα, λάθη σε πλαίσια τύπου P έχουν καταστροφικότερη επίδραση από λάθη σε πλαίσια τύπου B. Παρόμοια, ένα λάθος που επηρεάζει ένα DCT συντελεστή χαμηλών συχνοτήτων,

έχει καταστρεπτικότερη επίδραση από ένα λάθος σε DCT συντελεστή υψηλών συχνοτήτων, καθώς επηρεάζει μια μεγαλύτερη περιοχή της εικόνας.

Ανάλογα συμπεράσματα ισχύουν για όλες τις μορφές κωδικοποίησης που έχουν αναφερθεί.

5.7 Η ψηφιακή επίγεια λήψη σήματος

Η λήψη ψηφιακού σήματος DVB-T είναι δυνατή να πραγματοποιηθεί μέσω κεραίας UHF ακόμα και μικρού μεγέθους, εσωτερικού χώρου, σε ορισμένες περιπτώσεις που το εκπεμπόμενο σήμα θα είναι επαρκές. Την αποκωδικοποίηση του RF σήματος θα αναλάβει το ψηφιακό επίγειο tuner της τηλεόρασης ή ο DVB-T αποκωδικοποιητής και στην συνέχεια θα το οδηγήσει στην τηλεόραση μας για προβολή. Οπότε η μόνη αλλαγή (μάλιστα δεν είναι αλλαγή, αλλά ουσιαστικά προσθήκη) είναι ένας ψηφιακός δέκτης DVB-T, ο οποίος να περιλαμβάνει ή όχι σύστημα κωδικοποίησης. Όσον αφορά την εγκατάσταση λήψης, δεν απαιτείται



καμία αλλαγή, αφού το σήμα της ψηφιακής τηλεόρασης είναι στην περιοχή συχνοτήτων που μέχρι τώρα κάνουν χρήση οι αναλογικές εκπομπές. Αν κάποιος δοκιμάσει να συντονίσει τον αναλογικό του δέκτη σε συχνότητα επίγειας ψηφιακής, απλά δεν θα δει τίποτα παρά μόνο σκέτο θόρυβο (χιόνια).

Η εγκατάσταση του δέκτη επίγειας ψηφιακής εκπομπής μπορεί να γίνει από τον καθένα απλά και γρήγορα. Ο τηλεθεατής θα αποσυνδέσει το καλώδιο της κεραίας του αναλογικού δέκτη από την πρίζα (στον τοίχο) και θα το συνδέσει στο ANTENNA OUT του ψηφιακού δέκτη. Στη συνέχεια, με το καλώδιο που θα βρει μέσα στη συσκευασία του δέκτη, θα συνδέσει το ANTENNA IN του ψηφιακού δέκτη με την πρίζα. Με τον τρόπο αυτό θα συνεχίζει να έχει λήψη και στον αναλογικό δέκτη.

Ψηφιακοί δέκτες υπάρχουν πλέον σε όλα τα πολυκαταστήματα, καθώς και σε όλους τους πωλητές ειδών δορυφορικής τηλεόρασης. Οι τηλεοπτικοί δέκτες που είναι νέας τεχνολογίας (μιλάμε για τις τηλεοράσεις πλάσματος και LCD) ήδη αρχίζουν και ενσωματώνουν ψηφιακά tuner (επίγειας και δορυφορικής λήψης), καθώς και συστήματα κρυπτοποίησης, ώστε να είναι έτοιμες για κάθε υπηρεσία του μέλλοντος. Αν υπάρχει στα σχέδια η αλλαγή του τηλεοπτικού δέκτη με κάποιον νέας

γενιάς, καλό είναι να επιλέξουμε κάποιον που να υποστηρίζει τουλάχιστον επίγεια ψηφιακή λήψη.

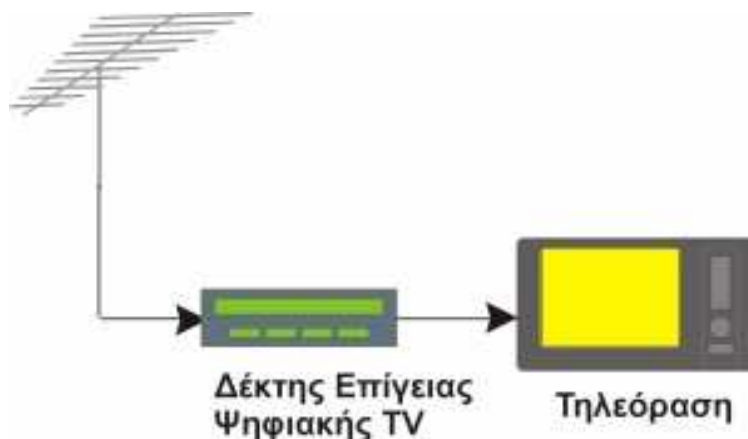


5.7.1 Τα πλεονεκτήματα των τηλεθεατών στην ψηφιακή επίγεια λήψη

Από τη μεριά του τηλεθεατή τα πλεονεκτήματα δεν είναι και τόσο εμφανή πέραν της ποιότητας της εικόνας, και για τον λόγο αυτό θέλουν και αυτά κάποια ανάλυση.

- Ποιότητα εικόνας. Είναι ίσως η βασικότερη αλλαγή στα μάτια του τηλεθεατή από τη μετάβαση στην ψηφιακή λήψη. Ιδιαίτερα στο νησιωτικό σύμπλεγμα της Ελλάδας η διαφορά θα είναι τεράστια, αν τα τηλεοπτικά προγράμματα αρχίσουν το ένα μετά το άλλο να μεταδίδουν το πρόγραμμά τους ψηφιακά. Η θάλασσα, δυστυχώς, προκαλεί πολλά προβλήματα στη λήψη των σημάτων από τους κατοίκους των περιοχών αυτών. Η εικόνα δεν έχει ποτέ σταθερή ποιότητα μέσα στη μέρα και πολλές φορές δεν είναι καν προς παρακολούθηση. Τα πλοία θα έχουν την τιμητική τους, αφού στην ψηφιακή τηλεόραση θα είναι πλέον εφικτή η λήψη τέλειας εικόνας σε όλο το ταξίδι τους.

- Ευκολότερη λήψη. Ενώ στην αναλογική τηλεόραση απαιτείται συνήθως jagi ή



panel κεραία λήψης, στην ψηφιακή είναι αρκετή μία μικρή omni (κυκλικής λήψης). Στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις δεν χρειάζεται να γίνει απολύτως καμία αλλαγή για τη λήψη της ψηφιακής τηλεόρασης. Μετά τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή, τα πράγματα θα είναι για όλους πιο εύκολα στο θέμα της λήψης.

- Χαμηλότερου κόστους και μεγέθους δέκτες. Αυτό είναι κάτι που το έζησαν αυτοί που διέθεταν δέκτες αναλογικής λήψης από δορυφόρο και βλέπουν τώρα τη διαφορά στο μέγεθος των δεκτών σε σχέση με την εποχή εκείνη. Ένας ψηφιακός δέκτης επίγειας τηλεόρασης χωράει πλέον σε ένα κουτάκι μεγέθους αναπτήρα (αναφερόμαστε βέβαια για τη μορφή USB stick για ηλεκτρονικό υπολογιστή).
- Μετρήσεις ποιότητας λήψης από τον δέκτη του τηλεθεατή. Αυτό είναι κάτι που βοηθά πολύ τον χρήστη στη ρύθμιση της κεραίας λήψης. Κάθε ψηφιακός δέκτης έχει εμφανή μέτρηση του επιπέδου λήψης, καθώς και της ποιότητας λήψης. Στην αναλογική τηλεόραση δεν υπήρχε κάτι αντίστοιχο παρά μόνο η εικόνα από μόνη της λειτουργούσε κάποιες στιγμές ως αναφορά ποιότητας λήψης.
- Επιπλέον ψηφιακές υπηρεσίες στη διάθεση του τηλεθεατή. Βασική υπηρεσία είναι ο ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος (EPG). Ο τηλεθεατής γνωρίζει πλέον τι παρακολουθεί, αλλά και τι θα ακολουθήσει μετά, κατά τη διάρκεια της ημέρας στο πρόγραμμα του τηλεοπτικού σταθμού.



ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΣΕ ΚΙΝΗΤΟΥΣ ΔΕΚΤΕΣ

Κεφάλαιο

6

6.1 Εισαγωγή

Για να έχουμε σύγκλιση των τεχνολογιών ψηφιακής τηλεόρασης και των τηλεπικοινωνιών, θα πρέπει φυσικά το σύστημα της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης που αναφερθήκαμε, να υποστηρίζει κινούμενους δέκτες. Η κινητή λήψη, φυσικά, στο σύστημα DVB-T είναι δυνατή. Το DVB-T όπως έχουμε προαναφέρει, χρησιμοποιεί διαμόρφωση multi-carrier modulation, δηλαδή την COFDM, παρά ένα ενιαίο σύστημα με φέροντα, όπως το PAL ή NTSC. Η διαμόρφωση COFDM έχει πολύ καλή συμπεριφορά, σε περίπτωση λήψης από πολλαπλές διαδρομές (multipath reception) στο δέκτη. Αυτές οι πολλαπλές αντανάκλασεις (λήψη από πολλαπλές διαδρομές), θα δημιουργούσαν μια συγκεχυμένη εικόνα σε μια αναλογική TV, εάν υποθέταμε ότι κινούνταν, αλλά στο DVB-T, η εικόνα παραμένει σταθερή και ικανοποιητική.

Όπως είδαμε, ένας δέκτης DVB-T έχει διάφορα modes (επιλογής διαμόρφωσης, code rate και περιόδου φύλαξης). Από αυτά τα modes (δηλαδή τις διάφορες επιλογές), επηρεάζεται η σχέση μεταξύ ευρωστίας της λήψης και data capacity. Ανάλογα την απαίτηση της υπηρεσίας που θέλουμε να παραχωρήσουμε, μπορούμε να αυξομειώσουμε το data capacity, σε σχέση με την ευρωστία της λήψης.

Για να προκύψει το συμπέρασμα ότι το σύστημα DVB-T συμπεριφέρεται ικανοποιητικά στην κινητή λήψη (αλλά και στη φορητή λήψη), έλαβαν χώρα αρκετά και διάφορα εργαστηριακά πειράματα και έλεγχοι, από μια ομάδα, που αποτελούταν από 17 διαφορετικά μέλη, όπως broadcasters, network operators και κατασκευαστές επαγγελματικού και ερευνητικού εξοπλισμού, που προωθήθηκε το Μάιο του 1998, από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το project που αναπτύχθηκε από αυτήν την ομάδα, ονομάστηκε MOTIVATE project (Mobile Television and Innovative Receivers).

6.2 Η σύγκλιση δικτύων DVB-T και 3ης γενιάς

Υπάρχουν πολλοί λόγοι που καθιστούν τη σύγκλιση και συνεργασία των δύο δικτύων αναγκαία. Τα πλεονεκτήματα και για τους broadcasters, αλλά και για τους mobile operators, είναι αρκετά.

Αναφορικά, τα πλεονεκτήματα είναι:

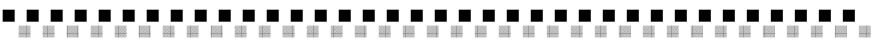
- 1) Καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών.
- 2) Μείωση του κόστους της παραγωγής και διανομής των υπηρεσιών.
- 3) Νέες ελκυστικές υπηρεσίες και εφαρμογές (οικονομικό κέρδος).
- 4) Εξασφάλιση πρόσβασης σε οποιονδήποτε, οπουδήποτε.

Τα δίκτυα 3G και το δίκτυο DVB-T, δεν ανταγωνίζονται το ένα το άλλο, αλλά συνδυάζονται μεταξύ τους. Η συνεργασία αυτή, των δύο δικτύων DVB-T και UMTS, προσφέρει μια νέα μεγάλη γκάμα υπηρεσιών για τον κινητό χρήστη. Οι υπηρεσίες broadcast τηλεόρασης και ραδιοφώνου, ήταν πάντα μονοκατευθυντικές, στο πέρασμα των χρόνων. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις όμως του καταναλωτικού κοινού, για υπηρεσίες πολυμέσων, προσπάθησαν να αναπτύξουν διαδραστικές (interactive) υπηρεσίες. Τα διάφορα μέσα που χρησιμοποίησαν για να προσεγγίσουν το καταναλωτικό κοινό, είναι γνωστά: δορυφόροι, καλωδιακή τηλεόραση, Internet, xDSL κτλ. Η επιλογή όμως του μέσου αυτού, είναι και το κλειδί για τις broadcast επιχειρήσεις. Οι καταναλωτές των broadcast, απαιτούν μια μεγάλη γκάμα υπηρεσιών και οι broadcasters πρέπει να διαλέξουν μεθόδους διανομής, που

ταιριάζουν στις περιστάσεις, που κυμαίνονται από το να στείλεις το ίδιο πρόγραμμα σε εκατομμύρια, μέχρι να διανέμεις προσωπικά περιεχόμενο πολυμέσων, σε ένα χρήστη.

Το 3G (κυψελωτό δίκτυο 3ης γενιάς), όχι μόνο είναι και το πιο γρήγορο και αξιόπιστο μέσο διανομής πολυμέσων, αλλά βελτιώνει και υποστηρίζει νέες υπηρεσίες, που μπορεί να προσφέρει ο broadcaster.





Το 3G παρέχει όλα τα μέσα για διανομή μιας μεγάλης γκάμας κινητών διαδραστικών επικοινωνιών (στα κινητά μας τηλέφωνα). Αλλά οι operators, πρέπει να εξασφαλίσουν ότι αυτές οι υπηρεσίες διανέμονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι προσιτές από οικονομικής πλευράς. Η εμπειρία του Internet έχει προετοιμάσει τους χρήστες να περιμένουν αρκετό δωρεάν περιεχόμενο (υπηρεσίες), οπότε, για την πληρωμή γι' αυτό το περιεχόμενο, θα χρειαστούν καινοτομικές υπηρεσίες.

Σε σχέση με τα συστήματα της 2,5G (GPRS), η ικανότητα των δικτύων 3G φαίνεται, φυσικά, πάρα πολύ σημαντική, αλλά με την άμεση ατομική διανομή multimedia, μέσω αυτών των δικτύων, τα δίκτυα 3G σύντομα θα υπερφορτωθούν. Ένας sector ενός σταθμού βάσης (BS) 3G, έχει την ικανότητα και χωρητικότητα να παραδώσει streamed video στα 100Kbit/s, ταυτόχρονα, γύρω σε 10 χρήστες. Η ίδια ικανότητα και χωρητικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξυπηρετήσει δέκα φορές τόσους χρήστες υπηρεσιών φωνής και είναι αμφίβολο εάν οι διαχειριστές μπορούν να πάρουν 10 φορές τόσα έσοδα, από κάθε Video stream. Εάν έχουμε ότι τα 100kbit/s του video clip έχουν 100 δευτερόλεπτα διάρκεια και πρέπει να διανεμηθούν σε ένα διάστημα των 1.000 δευτερολέπτων, σε ένα εκατομμύριο χρήστες, μέσω 10.000 σταθμών βάσης (BS), τότε κάθε σταθμός πρέπει να παραδώσει 1Mbit/s για 15 λεπτά, χρησιμοποιώντας ουσιαστικά ολόκληρη τη χωρητικότητα του δικτύου (operator's network)! Το ίδιο Video clip μπορεί να διανεμηθεί την ίδια στιγμή, μέσω ενός broadcast network, χρησιμοποιώντας το 0.1% από τη χωρητικότητά του, έτσι ώστε να προσφέρει μια πιο μακρά οικονομική λύση. Βλέπουμε λοιπόν, ότι τα δύο δίκτυα αλληλοσυμπληρώνονται.

Υπάρχουν διάφορα σενάρια για τη συνεργασία των δικτύων DVB και UMTS, ανάλογα το μοίρασμα του περιεχομένου (data), το μοίρασμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και όπως είναι φυσικό, ανάλογα και το συνδυασμό των δύο δικτύων, για την παράδοση μιας υπηρεσίας. Αξίζει να σημειωθεί εδώ, ότι το μοίρασμα του φάσματος είναι πολύ σημαντικό, για να μπορούν να συνεργαστούν τα δύο συστήματα και να μην υπάρχει ανταγωνισμός (έμμεσα να μην υποβαθμίζονται και οι υπηρεσίες που προσφέρει το ένα ή το άλλο σύστημα). Ο στόχος λοιπόν της σύγκλισης των δύο δικτύων, είναι: Να είναι σε θέση ο χρήστης, οπουδήποτε, οποτεδήποτε, να επιλέξει τον κατάλληλο συνδυασμό των δύο δικτύων, για να παρέχει την επιθυμητή υπηρεσία, με το καλύτερο κόστος.

Η κατανάλωση ενέργειας είναι πολύ σημαντική για το χαρακτηρισμό ενός τερματικού. Η υλοποίηση ενός πλήρους DVB video/audio αποκωδικοποιητή

(decoding) και η παρουσίαση στην οθόνη σε real time, σε ένα κινητό τηλέφωνο, θα ήταν βαρύ φορτίο στην πηγή ισχύος.

Οι κυριότεροι καταναλωτές ισχύος, από το hardware σε ένα τερματικό, είναι οι ενισχυτές, οι μνήμες και η οθόνη. Υπάρχουν συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις σ' αυτούς τους τομείς, αλλά ακόμα δεν υπάρχει πρακτική πιθανότητα ενσωμάτωσης επεξεργαστή MHP, μνήμης και των διάφορων απαιτήσεων της οθόνης στο UMTS κινητό τηλέφωνο.

Η λύση όμως στο πρόβλημα της μπαταρίας (κατανάλωση ενέργειας), οθόνης, μνήμης, εξωτερικής κεραίας κτλ στο τερματικό, δεν άργησε να έρθει. Το έτος 2002, μια επιστημονική ομάδα συνεργατών, ανέπτυξε ένα σημαντικό project. Αυτή η ομάδα συνεργατών, με πρωτοπόρο και καθοδηγητή τη Nokia, παρουσίασε το πρότυπο DVB-H.

Το DVB-H συνδυάζει το broadcasting, με έναν αριθμό από μέτρα, για να εξασφαλίσει ότι οι δέκτες μπορούν να λάβουν τα δεδομένα, ενώ είναι σε κίνηση με καλή ποιότητα και bitrate, χωρίς να ανησυχούν για την κατανάλωση μπαταρίας. Έτσι, είναι ιδανικό σύστημα για τη συνεργασία του με τα δίκτυα 3G, προσφέροντας συμμετρικές, αλλά και ασύμμετρες αμφίδρομες multimedia υπηρεσίες.

Το σύστημα DVB-H σχεδιάστηκε με την ικανότητα να λαμβάνει 15Mbit/s στα 8MHz, σε ένα μονοσυχνотικό δίκτυο (SFN) σε υψηλή ταχύτητα. Αυτό το χαρακτηριστικό του συστήματος DVB-H, καθιερώθηκε για να υποστηρίξει τη σύγκλιση των υπηρεσιών Video και των άλλων υπηρεσιών δεδομένων των broadcasters (multimedia), με τις κινητές συσκευές 2,5G και 3G. Βέβαια, αυτό θα' ναι δυνατό, εάν διατηρήσει τη μέγιστη συμβατότητα με τα ήδη υπάρχοντα DVB-T δίκτυα και συστήματα.

Το DVB-H είναι μια πολύ καλή πρόταση και αναμένεται να κατακλύσει τη διεθνή αγορά (όπως φαίνεται, θα αντικαταστήσει και το αμερικάνικο σύστημα ASTC, αλλά και το ιαπωνικό σύστημα ISDB-T). Παρόλα αυτά, ήδη σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες προσπαθούν να γίνουν συμφωνίες για την περιοχή του ραδιοφάσματος (spectrum) του συστήματος DVB-H. Ένα σημείο που θα ήταν ενδιαφέρον να αναφέρουμε, είναι ότι, σύμφωνα με αναλυτές των τηλεπικοινωνιακών επιχειρήσεων, προβλέπεται το 2007 να κυκλοφορούν 100 εκατομμύρια DVB-H συσκευές και να αυξάνονται με γρήγορο ρυθμό σε 300 εκατομμύρια συσκευές το 2009.

ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΕΥΚΡΙΝΕΙΑΣ (HDTV)

Κεφάλαιο

7

7.1 Εισαγωγή

Οι περισσότερες συμβατικές τηλεοράσεις σήμερα διαθέτουν ένα περιορισμένο αριθμό οριζόντιων γραμμών, περίπου 480. Η εικόνα που αντικρίζουμε στον τηλεοπτικό δέκτη πρακτικά δεν εμμένει στις 480 γραμμές αλλά είναι πολύ χαμηλότερη, περίπου στις 330. Η εγγραφή προγραμμάτων σε video παράγει εικόνα ακόμα χαμηλότερης ποιότητας, αφού συνήθως η εγγεγραμμένη εικόνα δεν ξεπερνάει τις 240-260 γραμμές. Παράλληλα, ο λόγος διαστάσεων πλάτος/ύψος είναι ο γνωστός 4/3, δίνοντας μεγαλύτερες δυνατότητες στο πλάτος, αφού το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται περισσότερα αντικείμενα σε οριζόντιο επίπεδο.

Η τηλεοπτική εικόνα υψηλής ευκρίνειας ορίζεται ως η εικόνα που αποδίδει βαθμό ευκρίνειας και λεπτομέρειας ειδώλου ίση με αυτή του κινηματογραφικού film των 35 mm και με ρυθμό εναλλαγής διαδοχικών εικόνων



διπλάσιο από αυτόν των συμβατικών τηλεοπτικών συστημάτων. Η αναγκαιότητα εισαγωγής της οφείλεται κυρίως στην αναγκαιότητα ευκρινέστερης απεικόνισης των περιγραμμάτων των εικόνων και την απαίτηση για πλήρη καταστολή του τρεμοφεγγίσματος (flickering) της τηλεοπτικής οθόνης. Η εικόνα υψηλής ευκρίνειας είναι περίπου δύο φορές ευκρινέστερη κατά την οριζόντια και την κατακόρυφη διεύθυνση συγκριτικά με τα συμβατικά τηλεοπτικά συστήματα (PAL, NTSC). Αυτό οφείλεται στο ότι οι οριζόντιες γραμμές είναι διπλάσιες των συμβατικών συστημάτων και ομοίως η ανάλυση κατά την οριζόντια διεύθυνση είναι επίσης διπλάσια. Κατά συνέπεια ο ολικός αριθμός εικονοστοιχείων (pixels) της οθόνης είναι τετραπλάσιος και το πλάτος της οθόνης αυξάνεται κατά 25 %.

7.2 Η μετάβαση στην HDTV

Η υψηλής ευκρίνειας εικόνα αναφέρεται γενικά σε οποιοδήποτε τηλεοπτικό σύστημα υψηλότερης ανάλυσης από την ήδη υπάρχουσα τυποποιημένη ανάλυση SD, δηλ. NTSC, PAL και SECAM. Αυτό σημαίνει ότι εξ ορισμού αναφερόμαστε για κλίμακες ψηλότερες από το φυσιολογικό. Μεγαλύτερη ανάλυση σημαίνει, καλύτερη ποιότητα εικόνας και όταν αυτή η ανάλυση φτάσει στο υψηλότερο σημείο, τότε μιλάμε για εικόνα που βιώνουμε μόνο στην αληθινή ζωή με τα ίδια μας τα μάτια.

Υπάρχουν κάποια πρότυπα ,προδιαγραφές που καθορίζουν την ποιότητα του HD. Σαν αναλύσεις είναι διαδεδομένες 2. Των 720 γραμμών και 1080 αντίστοιχα. Σε σύγκριση με την ψηφιακή τηλεόραση έχουμε 486 γραμμές NTSC ή 576 γραμμές PAL/SECAM. Οι διαφορές φυσικά είναι τεράστιες. Επίσης λόγω της μεγαλύτερης ανάλυσης προέκυψε και η ανάγκη για περισσότερο αποθηκευτικό χώρο. Αυτό οδήγησε τις εταιρίες να δημιουργήσουν εκ νέου οπτικούς δίσκους προσανατολισμένους σε αυτή την κατεύθυνση.

Οι δίσκοι HD-DVD και Blue-Ray κάνουν την εμφάνιση τους με χωρητικότητες που αγγίζουν έως και τα 50GB μέχρι σήμερα.



Τα πρώτα της βήματα κάνει στην Ευρώπη η τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας, ενώ είναι ήδη καθιερωμένη σε άλλες χώρες. Στην Αμερική, τα περισσότερα τηλεοπτικά κανάλια εκπέμπουν HDTV. Η Ιαπωνία (χώρα ανάπτυξης του format) διαθέτει τηλεοπτικούς σταθμούς HDTV από το 1998 και το παγκόσμιο κύπελλο ποδοσφαίρου 2002, οι Ιάπωνες το απόλαυσαν σε HDTV.

Υποθετικά, η μετάβαση στην Ευρώπη από το σημερινό καθεστώς στην τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί έως το 2010. Στην Κίνα τα προγράμματα HDTV παρουσιάστηκαν το 2003 και οι Κινέζοι προτίθενται να αναμεταδώσουν τους Ολυμπιακούς Αγώνες του Πεκίνο το 2008 σε HDTV. Στην Αυστραλία αναμένεται η μετάβαση σε HDTV μέσα στο 2006. Υπολογίζεται ότι περίπου 25 εκατομμύρια επίπεδες τηλεοράσεις πωλούνται ετησίως στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 25 κρατών μελών, περίπου το 12% των συνολικών πωλήσεων σε τηλεοράσεις. Το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί στο 50% έως

το 2008, έτος κατά το οποίο εκτιμάτε ότι όλες οι επίπεδες τηλεοράσεις οι οποίες θα πωλούνται, θα είναι HD ready!

7.3 Ο λόγος της ανάπτυξης HDTV

Ένας από του λόγος που αναπτύχθηκε το στάνταρτ HD, ήταν η ανάγκη για ένα οικουμενικό στάνταρτ που θα χρησιμοποιείται σε ολόκληρο τον πλανήτη. Η αναλογική τηλεόραση περιλαμβάνει τα ασύμβατα μεταξύ τους, format, NTSC, SECAM και PAL. Για την μετατροπή της εικόνας από το ένα στάνταρτ στο άλλο απαιτείτε μια διαδικασία η οποία μειώνει την ποιότητα της εικόνας. Κάτω από την κατηγορία HDTV, υπάρχουν διαφορετικά στάνταρτ υψηλής ευκρίνειας (HD), το κάθε ένα με τον δικό του μοναδικό συνδυασμό κριτηρίων για την εικόνα όπως frame rate, σύνολο pixel, σύνολο γραμμών και μεθόδου σάρωσης.

Για να μπορέσουμε να πραγματοποιήσουμε λήψη εκπομπών (broadcast) HDTV, θα πρέπει να διαθέτουμε συμβατό δέκτη και μέσο προβολής. Σε αντίθεση με το στάνταρτ του PAL (400.000 pixel), του σημερινού format που λαμβάνουμε στη τηλεόρασή μας, η εικόνας του στάνταρτ HDTV έχει κοντά στα 2Mpixel (περίπου 2 εκατομμύρια pixel). Αυτός είναι και ο ουσιαστικός λόγος για την αύξηση της ποιότητας. Η τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας έχει τις διπλάσιες γραμμές σάρωσης σε σχέση με τη συνηθισμένη αναλογική τηλεόραση ή την ψηφιακή δορυφορική τηλεόραση. Η αύξηση στη λεπτομέρεια φωτεινότητας του ειδώλου επιτυγχάνεται με τη χρήση εύρους ζώνης οπτικού σήματος εικόνας περίπου πενταπλάσιο από το χρησιμοποιούμενο για τα συμβατικά συστήματα.

7.4 Ο λόγος διαστάσεων στην HDTV

Η ευρεία οθόνη υιοθετήθηκε αρχικά από τους παραγωγούς κινηματογραφικών ταινιών για να προσφέρουν στους θεατές μια πανοραμική άποψη της δράσης. Παρατηρήθηκε ότι οι ιδιαίτερα οι θεατές των μπροστινών καθισμάτων απολάμβαναν μια αίσθηση πραγματικότητας και συμμετοχής στην παράσταση που δεν προσφέρονταν από τη μικρή οθόνη. Οι ψυχοφυσικοί το απέδωσαν αυτό στο γεγονός ότι η μεγάλη σε πλάτος οθόνη καταλάμβανε ουσιαστικά μεγαλύτερο τμήμα από το οπτικό πεδίο παρατήρησης. Η κατανόηση του γεγονότος αυτού οδήγησε στην ανάπτυξη της HDTV, στην οποία εκτός από την υψηλή ευκρίνεια έγινε

τεχνολογίας αυτής θεωρείται επιτακτική η χρησιμοποίηση διαφορετικών τύπων δικτύων, με κύρια έμφαση στα δορυφορικά αλλά και στις ενσύρματες/ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες. Ακόμα και η υποδομή για την καλωδιακή τηλεόραση αποτελεί και αυτή μία σοβαρή πρόταση για τη μετάδοση αλλά, στην Ευρώπη η καλωδιακή υποδομή είναι ελλιπή, αν όχι μηδενική.

Η HDTV υπόσχεται στην πράξη να μας παρέχει υψηλή ποιότητα εικόνας και ήχου στους σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες. Προφανώς, για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας αυτής, οι σύγχρονοι τηλεοπτικοί δέκτες (κυρίως συμβατικές οθόνες) δεν μπορούν να αντεπεξέλθουν στις δυνατότητες του προτύπου και να αξιοποιήσουν πλήρως αυτό που μπορεί να παρέχει. Οι πιο γνωστές HD τηλεοράσεις που έχουν βρει το δρόμο τους στην ελληνική αγορά, είναι οι λεγόμενες HD Ready. Μια βασική ιδιομορφία αυτών των τηλεοράσεων είναι ότι δεν διαθέτουν ενσωματωμένο HDTV-Tuner, κάτι που είναι απαραίτητο για λήψη HD προγράμματος. Έτσι, λοιπόν, το κόστος μίας τέτοιας μετάβασης δεν έγκειται αποκλειστικά και μόνο στο κομμάτι των φορέων μετάδοσης αλλά απαιτεί και από τον χρήστη μία σεβαστή ποσότητα χρημάτων για την αγορά κατάλληλου τηλεοπτικού δέκτη.

Στο τεχνικό επίπεδο, επίσης, ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος αποτελεί το πρότυπο μετάδοσης της πληροφορίας και, συγκεκριμένα, των εκπομπών (εφόσον αναφερόμαστε σε τηλεοπτική μετάδοση). Επιλογή ενός μεγάλου μέρους παρόχων περιεχομένου (content providers) είναι το MPEG-2, το πρότυπο βάσει του οποίου δημιουργούνται οι ταινίες του DVD. Από την άλλη, και τα format MPEG-4 και WMA (Microsoft) φαίνεται να κατέχουν σοβαρή υποψηφιότητα, χωρίς ωστόσο, μέχρι σήμερα, να έχει επιβληθεί η χρησιμοποίηση ενός απ' αυτά.

7.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά σε HDTV

Υπάρχουν πολλοί τύποι HD τηλεοράσεων για να διαλέξει κανείς, σε πολλά μεγέθη και για διαφορετικές "τσέπες". Η σύγκριση των βασικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των πιο εμπορικών τύπων τηλεοράσεων που θα βρει κανείς σήμερα στην αγορά απαιτούν μερικές γνώσεις για την τελική επιλογή. Οι βασικοί όροι που συναντώνται συχνά στα τεχνικά χαρακτηριστικά των τηλεοράσεων αυτών και που πρέπει να γνωρίζουμε για να κάνουμε την καλύτερη επιλογή είναι:

- Επιλογή Format και τρόπος σάρωσης
- Χρόνος απόκρισης (Response Time)
- Burn-in
- Contrast και Μαύρα χρώματα
- Γωνία θέασης
- Flickering

1. Τα HDTV formats και ο τρόπος σάρωσης

Το HDTV διατίθεται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα με διαφορετικά formats. Τρία, ωστόσο, φαίνεται να είναι τα επικρατέστερα, με βάση τα οποία θα πραγματοποιηθεί η μετάδοση των τηλεοπτικών προγραμμάτων. Αυτά είναι:

- 1080p
- 1080i
- 720p

**HD
ready**

**Full HD
1080**

Τα δύο 1080p και 1080i έχουν ανάλυση 1920×1080 (συνολικά 414.720 pixels).

Τα γράμματα «p» και «i» αναφέρονται στον τρόπο σάρωσης. Το «p» στην σάρωση progressive (προοδευτική) όπου όλες οι οριζόντιες γραμμές του καρέ «εμφανίζονται» ταυτόχρονα με αποτέλεσμα να μειώνεται το γνωστό «τρεμόπαιγμα» της εικόνας. Το «i» αναφέρεται σε σάρωση interlaced (πεπλεγμένη) το καρέ δημιουργείτε σε δύο φάσεις. Πρώτα «εμφανίζονται» οι μονές οριζόντιες γραμμές και μετά οι ζυγές οριζόντιες γραμμές. Τέλος στο 720p υπάρχει ανάλυση 1280×720 (συνολικά 921.600 pixels) τα οποία αποδίδει με τη μέθοδο σάρωσης progressive.



Από τεχνικής άποψης, η προοδευτική ανίχνευση 1080p είναι ανώτερη από τη πεπλεγμένη ανίχνευση 1080i, αλλά οι δίσκοι HD-DVD και Blue-Ray είναι αυτήν την περίοδο οι μόνες πηγές περιεχομένου HD 1080p.

2. Ο χρόνος απόκρισης

Ο χρόνος απόκρισης είναι ίσως το χαρακτηριστικό που ενδιαφέρει περισσότερο αυτούς που σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν την HDTV τους για βιντεοπαιχνίδια και γενικά για αναπαραγωγή DVD. Το «Response Time» μετριέται σε «ms» και το πρόβλημα που δημιουργείται, όταν το νούμερο είναι μεγάλο, είναι ένα «τράβηγμα» στις άκρες των κινούμενων ειδώλων, όπως περίπου είναι η ουρά ενός κομήτη. Όσο πιο μικρός είναι ο χρόνος απόκρισης, τόσο μικρότερη είναι αυτή η «ουρά», άρα τόσο λιγότερο θολώνει η εικόνα από τα κινούμενα είδωλα (το φαινόμενο ονομάζεται και «ghosting»). Ένας αποδεκτός χρόνος απόκρισης για τις LCD (που είναι το είδος τηλεοράσεων με το περισσότερο ghosting), είναι από 12ms και κάτω.

3. Burn-in

Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται κυρίως στις τηλεοράσεις τεχνολογίας Plasma. Όταν μένει για πολλές ώρες στάσιμη μια εικόνα στην τηλεόραση, υπάρχει κίνδυνος να μείνει αποτύπωμα αυτής της εικόνας για πάντα ζωγραφισμένο στο φώσφορο της οθόνης. Αν και όσο καλύτερεύει η τεχνολογία τόσο μικραίνει αυτός ο κίνδυνος, αν σκοπός μας είναι να χρησιμοποιήσουμε την HDTV μας και ως PC Monitor, είναι κάτι που πρέπει οπωσδήποτε να προσέξουμε.

4. Contrast και Μαύρα χρώματα

Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό αν η χρήση της HDTV είναι περισσότερο για προβολή ταινιών. Όσο καλύτερο contrast έχει μια τηλεόραση, τόσο πιο βαθύ μαύρο χρώμα μπορεί να αποδώσει. Υψηλό Contrast πρέπει να θεωρείται πάνω από 5000:1 και χαμηλό κάτω από 1000:1.

5. Γωνία θέασης

Όταν μια τηλεόραση έχει κακή γωνία θέασης, σημαίνει ότι η ποιότητα της εικόνας αλλοιώνεται όταν παρακολουθούμε από διαφορετικές πλευρές. Για την καλύτερη παρακολούθηση σε τηλεοράσεις με μικρή γωνία θέασης, πρέπει να κοιτάμε ευθεία και προς το κέντρο της οθόνης. Το πρόβλημα είναι μικρό όταν η τηλεόραση χρησιμοποιείται σε μικρούς χώρους ή δωμάτια. Μεγάλο πρόβλημα υπάρχει σε χώρους που χρειάζεται να παρακολουθούμε από διαφορετικές πλευρές (π.χ. σε ένα σαλόνι).

6. Flickering

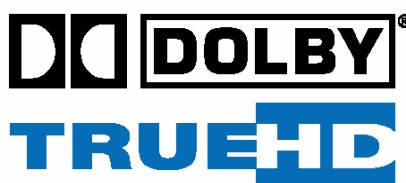
Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται έντονα στις CRT. Η εικόνα των CRT είναι ασταθής και αν κοιτάξουμε προσεκτικά θα παρατηρήσουμε ένα τρεμούλιασμα, ιδιαίτερα στις στάσιμες εικόνες. Αυτό συμβαίνει λόγω της αργής ανανέωσης των γραμμών και κάνει πολύ κουραστική την παρακολούθηση σε αυτές τις τηλεοράσεις. Ακόμα και όταν η CRT είναι στα 100Hz, η σταθερότητα της εικόνας δεν φτάνει σε καμιά περίπτωση αυτήν των LCD και Plasma. Οι LCD και οι Plasma έχουν απόλυτα σταθερή εικόνα (άρα και ξεκούραστη), κάτι που πρέπει να γνωρίζει κάθε τηλεθεατής που περνάει πολλές ώρες συγκεντρωμένος στην τηλεόραση.

7.7 Ο ήχος στην HD εποχή

Ιδιαίτερα σημαντικά είναι και τα πλεονεκτήματα σε επίπεδο ήχου. Το Dolby Digital είναι ένα από τα πρότυπα εκείνα τα οποία αναμένεται να κοσμούν την ακουστική των εκπομπών σε HDTV. Με τα καινούργια format εικόνας υψηλής ευκρίνειας σε οπτικούς δίσκους Blue-Ray και HD-DVD ακολούθησαν και κάποια νέα format ήχου υψηλής ποιότητας.

Αυτά τα format είναι δύο:

- DTS HD
- Dolby True HD



Το DTS HD χωρίζεται σε δυο διαφορετικά πρότυπα με κάποιες σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά τους:

- DTS-HD Master Audio
- DTS-HD High Resolution Audio



Το πρώτο πρότυπο έχει την δυνατότητα να αναπαράγει πιστά μέχρι το τελευταίο bit, τον πρωτότυπο ήχο του στούντιο. Παράγει ήχο σε υπέρ υψηλά μεταβαλλόμενα bit rates της τάξεως των 24.5 Mbps/sec. στους δίσκους Blue-Ray και 18 Mbps/sec. στους δίσκους HD-DVD. Το ποσοστό μεταφοράς είναι τόσο υψηλό και το bit stream τόσο γρήγορο που επιτυγχάνεται όπως χαρακτηριστικά αναφέρει στην ιστοσελίδα του dts.com: 7.1 διακριτά κανάλια στα 96k συχνότητα/24 bit depth που κάνει τον ήχο πανομοιότυπο με το πρωτότυπο. Έτσι θα μας δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθήσουμε τις ταινίες ή να ακούσουμε μουσική όπως ακριβώς θα το επιθυμούσε ο δημιουργός τους: καθαρό, αυθεντικό και χωρίς συμβιβασμούς.

Στο DTS-HD High Resolution Audio μπορούμε να έχουμε 7.1 διακριτά κανάλια ήχου όπου πρακτικά δεν είναι εύκολο να ξεχωρίσουμε την διαφορά από το πρωτότυπο. Παράγει ήχο σε υψηλά σταθερά bit rates κατά πολύ ανώτερα των σημερινών DVD δίσκων: 6 Mbps στους δίσκους Blue-Ray και 3Mbps στους δίσκους HD-DVD. Το συγκεκριμένο πρότυπο εξακολουθεί να παράγει εκπληκτικό ήχο και δίνει μια επιπλέον δυνατότητα στους κατασκευαστές όπου η χωρητικότητα του δίσκου είναι περιορισμένη.



Dolby True HD

Κι εδώ τα πράγματα είναι περίπου όμοια με το DTS-HD. Δηλαδή ο ήχος είναι πανομοιότυπος μέχρι και το τελευταίο bit με το πρωτότυπο και προορίζεται για τους δίσκους υψηλής ευκρίνειας.

Τα χαρακτηριστικά του:

- 100% τεχνολογία Lossless κωδικοποίησης
- Έως 18 Mbps bit rate
- Υποστηρίζει μέχρι 8 διακριτά κανάλια ήχου στα 24-bit/96 kHz
- Υποστηρίζεται από το High-Definition Media Interface (HDMI)

Χαρακτηριστικό είναι πως το True HD υποστηρίζει ακόμη περισσότερα διακριτά κανάλια, πέραν των οκτώ, αλλά οι δίσκοι Blue-Ray και HD-DVD όχι.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας είναι:

- Αυθεντικός ήχος πιστός στο πρωτότυπο
- Περισσότερα διακριτά κανάλια
- Πλήρη συμβατότητα με τους σημερινούς ενισχυτές και τους μελλοντικούς
- Είναι το επιλεγμένο format για τους δίσκους HD-DVD και προαιρετικό για τους δίσκους Blue-Ray.

Παράλληλα με το Dolby True HD έχει αναπτυχθεί και το Dolby Digital Plus με παρόμοια χαρακτηριστικά του DTS-HD High Resolution Audio, και εκτός των high definition δίσκων προορίζεται για τηλεοπτικό broadcasting και online broadcasting, προφανώς λόγω του μικρότερου bit rate (6 Mbps - 1.7 Mbps για δίσκους Blue-Ray και 3 Mbps για δίσκους HD-DVD).



7.8 Η όψη του HD από την μεριά της παραγωγής

Σε πρώτη ματιά, ειδικά στην Ευρώπη, το θέμα high definition δεν απασχόλησε έντονα τους περισσότερους broadcasters. Τι κι αν σε ΗΠΑ, Αυστραλία και Ιαπωνία έχει γίνει αποδεκτό ως η καλύτερη ποιότητα σύλληψης υλικού, αφού δεν υπάρχει παντού μετάδοση σε High Definition.

Σύμφωνα της ομάδας μελετών του BBC, ο οργανισμός έκανε μια ενδιαφέρουσα οικονομική μελέτη επί του θέματος για να αποφασίσει αν πρέπει να μεταφέρει όλη την παραγωγή σειρών του σε αυτό το format. Χρησιμοποιώντας τα δικά του standard το High Definition αποδείχτηκε πολύ πιο φτηνό (τουλάχιστον 20%) από την μέθοδο που χρησιμοποιούσε μέχρι τότε (γύρισμα στα 16 χιλιοστά και

επεξεργασία σε DigiBeta.) Σημαντικό είναι βέβαια το γεγονός ότι η ποιότητα είναι αισθητά καλύτερη. Απολύτως όμως απαραίτητο εμφανίζεται το HD όταν η παραγωγή επιθυμεί να γίνει εξαγωγίμο προϊόν αφού μεγάλες και σημαντικές αγορές πλέον το θεωρούν de facto standard.

Η πιο απλή δηλαδή απάντηση στο ερώτημα "γιατί να επενδύσω σε HD" είναι ότι αποτελεί την ψηλότερη δυνατή ποιότητα σύλληψης υλικού. Είτε αυτό πρόκειται να γίνει τηλεοπτική μετάδοση, DVD ή οτιδήποτε άλλο στο μέλλον, η πιο ασφαλής επιλογή είναι να έχουμε την ψηλότερη δυνατή ανάλυση. Αυτό φαίνεται ιδιαίτερα έντονα στην στροφή των παραγωγών σε όσα συμβάντα (συναυλίες, γεγονότα) έχουν κάποια έννοια ιστορικότητας.

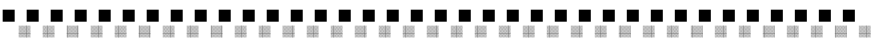
Η NASA εδώ και μερικά χρόνια καταγράφει όλα τα υλικά της σε High Definition. Τελικά το ερώτημα γίνεται "γιατί να μην είναι όλες μας οι παραγωγές σε High Definition;" και το μόνο αντεπιχείρημα είναι το θέμα του κόστους. Αλλά οποιαδήποτε παραγωγή που διεκδικεί πρόσβαση στην διεθνή αγορά, ιδιαίτερα σε ΗΠΑ, Αυστραλία και Άπω Ανατολή πολύ συχνά δεν έχει άλλη επιλογή. Ο μόνος άλλος τρόπος είναι η μετατροπή για παράδειγμα από DigiBeta σε HD. Το BBC αυτή τη στιγμή ετοιμάζει μια εκατοντάδα παλαιότερες εκπομπές για μια τέτοια επεξεργασία. Ακόμα πιο σημαντικό όμως για οποιονδήποτε παραγωγό περιεχομένου είναι το γεγονός ότι αν αύριο ένα κρατικό κανάλι αρχίσει να ζητά υλικό σε HD σήμερα, θα έπρεπε να είχαν αρχίσει να παράγουν σε HD πριν τουλάχιστον 18 μήνες. Δηλαδή όταν αποφασίζουμε σε τι format θα γίνει μια παραγωγή, πρέπει να λάβουμε υπόψη τις πιθανές χρήσεις, τουλάχιστον μεσοπρόθεσμα.

Σε όλους τους κινηματογράφους οι ταινίες περνάνε από τις συσκευές προβολής σε ταχύτητα 24 καρέ το δευτερόλεπτο λόγω... ήχου! Από την δεκαετία του '20 όταν άρχισαν οι ταινίες με ήχο, επιλέχθηκε αυτή η ταχύτητα γιατί οτιδήποτε πιο αργό δεν είχε ικανοποιητικά ηχητικά αποτελέσματα. Πιο πριν οι ταχύτητες λήψης και προβολής ήταν πιο αργές, οπότε η αύξηση της ταχύτητας για τον ήχο είχε και ως αποτέλεσμα και την βελτίωση της εικόνας. Για να μην τρεμοπαίζει η εικόνα βέβαια, το μηχανικό κλείστρο ουσιαστικά μας δείχνει κάθε καρέ δύο φορές, άρα κανονικά η ταχύτητα που βλέπουμε στο σινεμά θα έπρεπε να λέγετε 48 καρέ. Παρά όλους όμως τους περιορισμούς το έχουμε πια συνηθίσει. Η εξυπνάδα με την οποία έχουν χειριστεί αυτόν τον περιορισμό οι διάσημοι σκηνοθέτες του τελευταίου αιώνα μας έχει μαγέψει ώστε να μην ρωτάμε αν και γιατί μπορεί να υπάρχει κάποιο καλύτερο σε ποιότητα μέσο οπτικής επικοινωνίας.

Ουσιαστικά δεν υπάρχει λόγος πια να γίνεται η συζήτηση καθότι οι κάμερες High Definition οι οποίες είναι συμβατές με το standard ITU-R BT 709-3, μπορούν να χειριστούν οτιδήποτε από 60, 50, 30, 25 ή και 24 καρέ το δευτερόλεπτο, όπως και τα 60i & 50i. Άρα οποιοσδήποτε στον κόσμο με μια τέτοια κάμερα μπορεί να παράγει πρόγραμμα ή ταινία για οποιονδήποτε άλλο.

Με το High Definition υπάρχουν έξι καλοί λόγοι για την μετάβαση της παραγωγής.

1. Άμεση προεπισκόπηση του τελικού αποτελέσματος. Ο διευθυντής φωτογραφίας δεν χρειάζεται να μαντέψει τι θα του γυρίσει από τα dailies, ούτε να προσεύχεται στην ικανότητα του telecine. Βλέπει και ρυθμίζει σχεδόν αυτό που θα δει και ο θεατής.
2. Λιγότερα "cut". Χωρίς να διακόπτονται τα γυρίσματα για αλλαγές μπομπίνας, ο σκηνοθέτης μπορεί να επικεντρωθεί στην ουσία και τις ερμηνείες. Επίσης για πρώτη φορά μπορούν να γίνουν υποβρύχια ή εναέρια γυρίσματα τα οποία στο παρελθόν περιορίζονταν από το γεγονός ότι μιας και έκλεινε αεροστεγώς η θήκη της κάμερας και γύριζε το φιλμ δεν προλάβαινε ο κάμεραμαν να φτάσει όσο βαθιά ή ψηλά χρειαζόταν!
3. Πιο ευέλικτες κάμερες. Ειδικά η μικρές DV έχουν ανοίξει καινούργιους ορίζοντες για τους κινηματογραφιστές. Η ουσία όμως βρίσκεται στο γεγονός ότι πλέον η συσκευή που συλλαμβάνει την εικόνα (φακός και CCD) και αυτή που την καταγράφει (κασέτα ή σκληροί δίσκοι) δεν χρειάζεται να είναι στην ίδια συσκευή! Δηλαδή θα μπορεί σύντομα ένας σκηνοθέτης να έχει ακόμα και κρυφές κάμερες στα ρούχα των ηθοποιών ίσως με ποιότητα High Definition!
4. Αμιγώς ψηφιακή επεξεργασία. Δεν υπάρχει σχεδόν έργο πλέον που να μην υφίσταται κάποιου είδους επεξεργασία σε υπολογιστή. Ακόμα κι αν δεν γίνει το μοντάζ σε υπολογιστή ή τα εφέ και η σύνθεση εικόνας, ακόμα και η χρωματική επεξεργασία γίνεται όλο και πιο συχνά ψηφιακά. Γιατί λοιπόν να χάνουμε πολλή χρόνο, χρήματα και ποιότητα σε κάθε μετατροπή;

- 
5. Χαμηλότερα κόστη ασφάλισης. Είναι εξαιρετικά εύκολο (και φτηνό) να γίνει ακριβές αντίγραφο της κασέτας HD. Αν ήταν ταινία σε φιλμ δεν μπορούσε να εγγυηθεί την σώα και αβλαβή μεταφορά χωρίς παραμορφώσεις. Οποιαδήποτε δε βλάβη στο αρχικό υλικό θα καθιστούσε απαραίτητη ακόμα και την επιστροφή ολόκληρου του συνεργείου στην έρημο και τεράστια έξοδα!
 6. Ψηφιακή προβολή. Όχι μόνο χωρίς γρατσουνιές, λάθη, κοψίματα και μπαλώματα ακόμα και στην χιλιοστή προβολή, αλλά και ακριβώς όπως το είδε ο δημιουργός του έργου κατά την επεξεργασία (εφόσον είχε και αυτός ψηφιακό προβολέα στην σουίτα του, που μάλλον είχε...). Είναι σαφές ότι όλη η κινηματογραφική βιομηχανία σε τέτοια διανομή κοιτάει στο μέλλον.

7.9 Η τεχνολογία οδηγεί τις εξελίξεις

Οι εξελίξεις της αγοράς οδηγούνται σε μεγάλο βαθμό από την τεχνολογία και συγκεκριμένα από τον τομέα της υψηλής ευκρίνειας, ο οποίος αγγίζει πλέον κάθε κατηγορία συσκευής εικόνας (αναπαραγωγή, απεικόνιση, εγγραφή). Η υψηλή ευκρίνεια είναι η κύρια τάση γύρω από την οποία διαμορφώνεται η αγορά των τηλεοράσεων (LCD και Plasma), των βιντεοκαμερών (κυρίως με εγγραφή σε σκληρό δίσκο HDD και μνήμη τύπου Flash) και των μέσων αναπαραγωγής και εγγραφής (High Definition DVD και Blue-Ray). Η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν έχει αφήσει ανεπηρέαστες ούτε τις κονσόλες παιχνιδιών δημιουργώντας κυριολεκτικά μια νέα αγορά (X-Box 360, PlayStation 3), καθώς και τους υπολογιστές.

Η τεχνολογία του High Definition εκτιμάται ότι θα συνεχίσει να διαμορφώνει την εξεταζόμενη αγορά για πολλά χρόνια. Η εξέλιξη που παρατηρείται στις οθόνες των τηλεοράσεων τα τελευταία χρόνια είναι ραγδαία, με αποτέλεσμα πολλά από τα μειονεκτήματα των αρχικών LCD και Plasma να έχουν αμβλυωθεί σημαντικά, οι δε συσκευές γίνονται διαρκώς και πιο προσιτές και με μεγαλύτερες διαστάσεις οθόνης (ήδη υπάρχουν μοντέλα άνω των 100 ιντσών). Παράγοντες της αγοράς συμφωνούν ότι η μετάδοση προγραμμάτων τηλεόρασης σε πρότυπο υψηλής ευκρίνειας θα αργήσει σχετικά να γίνει πραγματικότητα στη χώρα μας. Αυτό όμως δεν θα αποτελέσει εμπόδιο στην ανάπτυξη της αγοράς των εν λόγω συσκευών, καθώς ο παράγοντας που θα διαδραματίσει αμεσότερα τον πλέον σημαντικό ρόλο είναι ο

οικιακός κινηματογράφος μέσα από τις συσκευές HD-DVD και Blue-Ray, αλλά και μέσα από τις αντίστοιχες κονσόλες παιχνιδιών.

Όσον αφορά στη διαμόρφωση της εγχώριας αγοράς για το 2007, η ζήτηση για επίπεδες τηλεοράσεις θα εξακολουθήσει να κινείται ανοδικά. Κύρια χαρακτηριστικά της ζήτησης θα είναι η άνοδος σε διαστάσεις οθόνης (οι 32 ίντσες που ουσιαστικά αποτελούν τη διάσταση "εκκίνησης" για High Definition, παραχωρούν πλέον τη θέση τους στις 37"), οι δυνατότητες υψηλής ευκρίνειας (HD Ready και κυρίως True HD) και η ενσωμάτωση δέκτη DVB-T. Παράλληλα, σημαντική θα είναι η περαιτέρω μείωση στις πωλήσεις τηλεοράσεων CRT, καθώς η τεχνολογία τους είναι ασύμβατη με την υψηλή ευκρίνεια, πολλά δε εργοστάσια έχουν σταματήσει την παραγωγή τους. Σχετικά με την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση, η δραστηριοποίηση ιδιωτικών φορέων στη συγκεκριμένη τεχνολογία, μετά τις σχετικές ρυθμίσεις στο θεσμικό πλαίσιο, αναμένεται να δώσει ιδιαίτερη ώθηση στην αγορά των δεκτών για λήψη επίγειων ψηφιακών σημάτων, αλλά και των συσκευών (τηλεοράσεις, DVD εγγραφής) που διαθέτουν ενσωματωμένο δέκτη.

Η αγορά των πηγών αναπαραγωγής θα χαρακτηριστεί από τις νέες συσκευές (HD-DVD και Blue-Ray), η είσοδος των οποίων σηματοδοτεί την αρχή του τέλους των DVD players. Αντίθετα, περαιτέρω άνοδο για το 2007 αναμένεται να παρουσιάσει η αγορά των DVD εγγραφής (recorders), λόγω της σημαντικής μείωσης των τιμών στα συγκεκριμένα μηχανήματα σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερα υψηλές τιμές των πρώτων (αναμενόμενων) μοντέλων εγγραφής HD-DVD και Blue-Ray. Η κοινή παρουσίαση δύο ανταγωνιστικών προτύπων στις νέες συσκευές οπτικών δίσκων (HD-DVD και Blue-Ray), ενδέχεται σύμφωνα με εκτιμήσεις παραγόντων της αγοράς, να δημιουργήσει διστακτικότητα στο καταναλωτικό κοινό το οποίο ίσως περιμένει να δει ποιος τύπος θα επικρατήσει. Λύση στο συγκεκριμένο δίλημμα δίνουν προς το παρόν τα μοντέλα τα οποία μπορούν να αναπαράγουν δίσκους και των δύο format.

Η αγορά των βιντεοκαμερών digital8 αλλά και mini DV θεωρείται κορεσμένη, αναμένεται δε περαιτέρω μείωση για το 2007. Οι εξελίξεις θα οδηγηθούν πρωτίστως από τα νέα μέσα εγγραφής όπως οι σκληροί δίσκοι (HDD) και οι μνήμες τύπου Flash, καθώς και από τις δυνατότητες εγγραφής σε υψηλή ευκρίνεια (High Definition) όπου οι τιμές είναι ακόμα σχετικά υψηλές.

Εταιρείες όπως οι Humax, Pace και Philips κυκλοφορούν ήδη δέκτες με πιστοποίηση HD ready. Ικανούς δηλαδή να λαμβάνουν σήμα HDTV και να το



8.1 Εισαγωγή

Οι εταιρίες που φιλοδοξούν να ασχοληθούν με την ψηφιακή τηλεόραση στη χώρα μας είναι ήδη καταξιωμένες στον χώρο τους και τα σχέδιά τους φιλόδοξα, άρα το φιλοθεάμον κοινό έχει κάθε λόγο να τρέφει μεγάλες προσδοκίες για το μέλλον των ψηφιακών εκπομπών.

Η Ελλάδα ανήκει στις χώρες εκείνες της Ευρώπης όπου τα δορυφορικά πιάτα σπανίζουν ακόμα. Οι δορυφορικές παραβολικές κεραίες που είναι εγκατεστημένες στην Ελλάδα, το Βέλγιο, τη Φινλανδία, τη Νορβηγία και την Ιρλανδία αποτελούν συνολικά το 2% των δορυφορικών κεραιών της Γηραιάς Ηπείρου. Παράλληλα, στη χώρα μας δεν έχουν αναπτυχθεί ούτε καλωδιακά δίκτυα. Από την άλλη πλευρά, τα επίγεια αναλογικά κανάλια ελεύθερης λήψης που εκπέμπουν σήμερα φτάνουν στο τέλος της ζωής τους. Η μετατροπή τους σε επίγεια ψηφιακά ή δορυφορικά ψηφιακά κανάλια με ή χωρίς συνδρομή αποτελεί μονόδρομο.

Οι συνδρομητικές υπηρεσίες αναμένεται να κερδίσουν έδαφος και στην Ελλάδα, όπως συμβαίνει στην υπόλοιπη Ευρώπη. Υπολογίζεται ότι ο ρυθμός αύξησης των εσόδων από τους συνδρομητικούς σταθμούς στη χώρα μας θα ξεπεράσει σύντομα το 19%. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέχρι το 2008 το 57% των νοικοκυριών θα έχει στραφεί στη συνδρομητική τηλεόραση, ενώ μέσα στην επόμενη δεκαετία τα αναλογικά κανάλια αναμένεται είτε να έχουν κλείσει είτε να έχουν μετατραπεί σε ψηφιακά. Το ποσοστό των νοικοκυριών που ήδη πληρώνουν συνδρομή για να παρακολουθήσουν τα προγράμματα της αρεσκείας τους υπολογίζεται σήμερα στο 41%.

Όσον αφορά στον τρόπο μετάδοσης, η δορυφορική μετάδοση αναμένεται να είναι εκείνη που θα κυριαρχήσει στη χώρα μας, καθώς το μεγάλο της πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να προσφέρει άριστη ποιότητα εικόνας και ήχου σε όλη την επικράτεια. Η ιδιαίτερη μορφολογία του εδάφους υποχρεώνει σήμερα τους αναλογικούς σταθμούς να διαθέτουν μεγάλα ποσά για αναμεταδότες σε όλη την Ελλάδα, χωρίς να εξασφαλίζεται πάντα η καλή ποιότητα του σήματος. Την λύση



φυσικά δίνει η μετάβαση στην επίγεια ψηφιακή μετάδοση του σήματος με πολύ καλά αποτελέσματα και με μικρότερη ισχύς εκπομπής.

8.2 Αμφίδρομη τηλεόραση η επόμενη πρόκληση

Το μεγάλο στοίχημα της μετάβασης στην ψηφιακή τεχνολογία δεν σχετίζεται, όμως, μόνο με την τηλεθέαση, αλλά και με τις αμφίδρομες υπηρεσίες. Ειδικό αναλυτές εκτιμούν, μάλιστα, ότι το μεγαλύτερο τμήμα του τζίρου από την ψηφιακή τηλεόραση θα προέρχεται απ’ αυτές ακριβώς τις υπηρεσίες, και όχι από τα ραδιοτηλεοπτικά προγράμματα. Πολλοί είναι, εξάλλου, εκείνοι που υποστηρίζουν ότι για υπηρεσίες όπως το τηλεκπώριο, η τηλεόραση είναι σίγουρα πιο κατάλληλο μέσο απ’ ό, τι το Διαδίκτυο, γιατί το κοινό είναι ήδη εξοικειωμένο μ’ αυτή τη μέθοδο συναλλαγών. Η άποψη που διατύπωσε για την αμφίδρομη τηλεόραση πριν από πέντε χρόνια ο διευθυντής του RTL Plus GmbH, Helmut Thoma «είναι σαν να πας σ’ ένα εστιατόριο και να σου πει ο σεφ “ορίστε τα υλικά, τώρα κάνε μόνος σου το φαγητό”... Το κοινό θέλει να μείνει παθητικό» θεωρείται ξεπερασμένη από την πλειοψηφία των ειδικών. Το μόνο πρόβλημα είναι ότι, όπως είχε πει ο δικηγόρος με ειδίκευση στα media, John Enser, «η αμφίδρομη τηλεόραση μοιάζει με τη γέννηση ενός μωρού – είναι ευκολότερο να τη συλλάβεις παρά να τη φέρεις στον κόσμο»!

Παρ’ όλα αυτά, η αμφίδρομη τηλεόραση είναι ήδη εδώ ή, για να ακριβολογούμε, λίγο πιο μακριά από ’δω, στη Μεγάλη Βρετανία. Παρά την πρόσφατη εμφάνισή της, έχει ήδη καταφέρει να κερδίσει τους συνήθως συντηρητικούς Βρετανούς, οι οποίοι, απαντώντας σε πρόσφατη έρευνα, δήλωσαν ότι προτιμούν την αμφίδρομη τηλεόραση σε ποσοστό 55%, ακόμα κι αν χρειαστεί να δαπανούν γι’ αυτή 15 λίρες κάθε μήνα.

Το μέλλον, λοιπόν, είναι ήδη εδώ και είναι ψηφιακό. Συντρέχουν όλες οι προϋποθέσεις για να κάνει σύντομα αισθητή την παρουσία του και στη χώρα μας. Ήδη, η δραστηριοποίηση ισχυρών τεχνολογικών ομίλων στον τηλεοπτικό τομέα προμηνύει την έναρξη της «ψηφιακής μάχης». Αργά ή γρήγορα το τοπίο θα ξεκαθαρίσει και από το ανταγωνιστικό ψηφιακό πεδίο της νέας τηλεοπτικής εποχής ο κερδισμένος θα είναι ένας: ο Έλληνας τηλεθεατής, ο οποίος θα έχει πλέον πολύ περισσότερες επιλογές, καλύτερη ποιότητα σήματος, προγράμματα προσαρμοσμένα στις προτιμήσεις του και, επιπλέον, σύγχρονες αμφίδρομες υπηρεσίες. Και όλα αυτά στο χέρι του ή, για την ακρίβεια, στο τηλεχειριστήριό του.

8.3 Το διαδίκτυο αναπτύσσει το μέλλον της τηλεόρασης

Με γοργούς ρυθμού αναπτύσσεται σε διεθνή κλίμακα η παροχή ψηφιακών τηλεοπτικών υπηρεσιών τηλεόρασης, ενώ στην κούρσα που ήδη έχει αρχίσει, η IPTV «η λεγόμενη τηλεόραση του διαδικτύου» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανάπτυξη, τόσο στην Ευρώπη και την Αμερική όσο και στη χώρα μας.

Στην εγχώρια αγορά, εκτός από τις διάφορες εταιρείες τηλεπικοινωνιών -που μέχρι τώρα βεβαίως, περισσότερα



υπόσχονται και λιγότερα κάνουν- η ΕΡΤ σπεύδει ήδη να θέσει τις βάσεις για την παροχή τέτοιου είδους υπηρεσιών. Αντίθετα οι ιδιωτικές τηλεοπτικές εταιρείες τηρούν επί του παρόντος «στάση αναμονής», αφού η επένδυση, εάν ληφθεί υπόψη η διείσδυση των ευρυζωνικών δικτύων, εκτιμάται ότι δεν είναι αποδοτική.

Σύμφωνα με στοιχεία της εταιρείας Datamonitor, περισσότερα από 165 εκατομμύρια νοικοκυριά, θα έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες ψηφιακής τηλεόρασης, μέσα στα επόμενα 5 χρόνια, στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη. Ειδικότερα ραγδαία είναι η αύξηση που αναμένεται στον τομέα της τηλεόρασης του διαδικτύου IPTV.

Μέχρι το 2012 αναμένεται ότι ο αριθμός των νοικοκυριών που θα αποκτήσουν πρόσβαση σε τηλεοπτικές υπηρεσίες μέσω δορυφόρου, επίγειας ψηφιακής και διαδικτύου, θα εκτιναχθεί από τα 105 εκατομμύρια, νούμερο που καταγράφηκε στο τέλος του 2006, στα 165 εκατομμύρια, παρουσιάζοντας ένα μέσο ρυθμό ανάπτυξης της τάξεως του 8,4%.

Ειδικότερα, παρά το ότι η τηλεόραση του διαδικτύου, είναι η πλέον πρόσφατη τεχνολογία που διατίθεται στον καταναλωτή, είναι ο τομέας στον οποίο αναμένεται να υπάρξει η μεγαλύτερη ανάπτυξη. Συγκεκριμένα στα επόμενα πέντε χρόνια, αναμένεται ότι η διαδικτυακή τηλεόραση, θα είναι παρούσα σε 19,3 εκατομμύρια νοικοκυριά, στο δυτικό κόσμο, παρουσιάζοντας μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης που θα ξεπεράσει το 41,8%.

Το γεγονός αυτό όπως αναφέρει η έρευνα, θα έχει σαν αποτέλεσμα την σύναψη νέων συνεργασιών μεταξύ των παρόχων περιεχομένου και των παρόχων διαδικτυακών υπηρεσιών, οι οποίες θα διευρύνονται περαιτέρω, όσο θα βελτιώνεται η ποιότητα των δικτύων και κατά συνέπεια και η ποιότητα και η ταχύτητα, των ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Ειδικότερα επισημαίνεται ότι αυτός ο τελευταίος παράγοντας, θα αποτελέσει και τον καταλύτη για το νέο αυτό περιβάλλον, ενώ παράλληλα τονίζεται ότι εκτός από τις παραδοσιακές μορφές εκπομπής τηλεοπτικού περιεχομένου -προγράμματος «συνεχούς» ροής - που πλέον θα περάσουν μέσα από τα δίκτυα, θα υπάρξει ραγδαία και ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη στον τομέα της παροχής τηλεοπτικών υπηρεσιών κατ' απαίτηση του χρήστη (video on demand).

8.4 Η διαδικτυακή τηλεόραση (IPTV)

Η έννοια IPTV είναι συνυφασμένη με την ευρυζωνική σύνδεση ADSL. Μπορεί η Ελλάδα να είναι από τις τελευταίες, σε αριθμό συνδέσεων χώρα της Ευρωπαϊκής ένωσης, αυτό όμως δεν της απαγορεύει να «βλέπει» το μέλλον με αισιοδοξία και να επιτυγχάνει μεγάλους ρυθμούς ανάπτυξης.

Είναι κάτι παραπάνω από σίγουρο ότι σε πολύ λίγα χρόνια τα σπίτια στα αστικά κέντρα θα γεμίσουν με IP κουτιά με σκοπό την τηλεθέαση προγραμμάτων αλλά και την πλοήγηση στο διαδίκτυο. Η ευκολία εγκατάστασης καθώς και το μικρό κόστος είναι τα κύρια πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου διανομής τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών προγραμμάτων. Το κόστος είναι μικρότερο ακόμα και από εκείνο που χρειάστηκε για την ανάπτυξη της προκατόχου πλατφόρμας (cable tv). Η καλωδιακή τηλεόραση μέσω ομοαξονικού καλωδίου δεν αναπτύχθηκε ιδιαίτερα στην Ελλάδα (πλην ελαχίστων ειδικών περιπτώσεων), αντιθέτως όμως η IPTV θα κυριεύσει την αγορά σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις που έχει η IPTV από τον χρήστη του διαδικτύου είναι θεωρητικά πάντα τα 512Kbps σύμφωνα με την πλειάδα των live streams και όπως αυτά έχουν διαμορφωθεί μέχρι σήμερα. Η εμπειρία όμως μας έχει δείξει ότι μία ADSL σύνδεση τουλάχιστον στα 1024 Kbps είναι απαραίτητη για την απρόσκοπτη παρακολούθηση των IPTV streams. Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν ακόμα πλατφόρμες σε εμπορική χρήση και για τον λόγο αυτό δεν έχουν εμφανιστεί στην αγορά IPTV

boxes με αποτέλεσμα οι IPTV εκπομπές να είναι εκμεταλλεύσιμες μόνο από τα γνωστά μας Personal Computers.

Οι μέθοδοι παρακολούθησης εκπομπών τηλεοπτικών προγραμμάτων είναι βασικά τρεις. Μία περίπτωση είναι να ακολουθήσουμε τα link που περιλαμβάνουν κάποια sites του internet τα οποία έχουν «μαζέψει» για λογαριασμό μας τα τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά προγράμματα που εκπέμπουν στο διαδίκτυο ανανεώνοντας καθημερινά τις λίστες αυτές. Η δεύτερη μέθοδος είναι να εγκαταστήσουμε κάποιον player ο οποίος «παίζει» απρόσκοπτα μία πλειάδα τέτοιων προγραμμάτων με κάποιο αντίτιμο ή και δωρεάν (συνδυάζοντας μάλιστα 2 και 3 players έχουμε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την ποσότητα των προγραμμάτων), και η τρίτη και τελευταία μέθοδος είναι η Peer to Peer λήψη και εκπομπή ζωντανών προγραμμάτων.

1. Παρακολούθηση τηλεοπτικών προγραμμάτων μέσω «κλειστών» players

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο απλή σαν εφαρμογή από τον χρήστη. Το μόνο που απαιτείται είναι να γίνει το «κατέβασμα» της εφαρμογής από το internet και η εγκατάστασή της στο τοπικό PC. Από εκεί και πέρα η εφαρμογή είναι υπεύθυνη για την αναπαραγωγή των ζωντανών streams μιας και περιλαμβάνει τα links αλλά και τους απαραίτητους decoders για την αναπαραγωγή της εικόνας και του ήχου.

2. IPTV streaming database sites

Μια άλλη «οδό» που μπορεί να ακολουθήσει κάποιος που θέλει να κάνει λήψη



IPTV ζωντανών προγραμμάτων είναι τα WebTV database sites τα οποία βρίσκονται στην ουσία σε μία διαρκή αναζήτηση των IPTV stream που εμφανίζονται μέρα με την μέρα στο δίκτυο. Τα κανάλια είναι συνήθως καταναμημένα σε λίστες ανάλογα με την χώρα προέλευσης αλλά και με το θεματικό τους περιεχόμενο.

Δυστυχώς τα stream που εκπέμπονται στο διαδίκτυο δεν είναι της ίδιας μορφής. Για κάθε μία μορφή απαιτείται και διαφορετικός αποδιαμορφωτής στην μεριά του «πελάτη». Στις λίστες προγραμμάτων των παραπάνω sites μπορούμε να βρούμε

κανάλια τηλεοπτικά τα οποία ποτέ δεν παρακολούθησαμε στην ευρωπαϊκή δορυφορική τηλεόραση.

3. P2P internet streaming

Το χάωδες περιβάλλον του internet εδώ και πολλά χρόνια έχει δημιουργήσει την φιλοσοφία P2P σε μουσική , προγράμματα και τελευταία με την αύξηση των ταχυτήτων ADSL και σε live video. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι οποιοσδήποτε θέλει μπορεί να κάνει εκπομπή εικόνας και ήχου στο δίκτυο χωρίς κανένα περιορισμό πλέον αυτού της ταχύτητας. Η ποιότητα της εικόνας που εκπέμπεται είναι συνυφασμένη με την ταχύτητα της ροής των δεδομένων του uplink.

Όλες οι εταιρίες που διαθέτουν P2P πλατφόρμες αναφέρουν πως δεν επιτρέπεται η μετάδοση περιεχομένου χωρίς ο χρήστης να έχει τα πνευματικά δικαιώματα για εκπομπή στο internet, ειδάλλως έχουν το δικαίωμα να διακόψουν την εκπομπή αυτή.

4. Triple Play - IPTV boxes

Είναι η επερχόμενη μόδα και μάλλον ...η απόλυτη λύση στο μέλλον για θέαση τηλεοπτικών προγραμμάτων αλλά και πρόσβαση στο internet μέσω του χαλκού. Το πλεονέκτημα έναντι των συμβατικών τρόπων λήψης τηλεοπτικών προγραμμάτων (επίγειας και δορυφορικής) είναι η ευκολία εγκατάστασης και το χαμηλό κόστος. Όπως καταλαβαίνουμε λοιπόν.....τα πάντα. Κάποιες εταιρίες ήδη τα δοκιμάζουν και μερικές ξεκίνησαν στην Ελλάδα. Έτσι θα έχουμε συνδεδεμένο στην τηλεφωνική μας γραμμή ένα «κουτί» το οποίο θα μας προσφέρει τηλεοπτικά προγράμματα - τηλεφωνία και internet data. Τρεις υπηρεσίες λοιπόν σε μία μόνο χρέωση, σε ένα μόνο κουτί.



Οι υπηρεσίες θα προσφέρονται κυρίως στα αστικά κέντρα αλλά χρόνο με τον χρόνο θα πλησιάζουν και την ύπαιθρο (εννοώντας τα χωριά). Όλο και περισσότεροι κόμβοι θα εγκαθίστανται από τις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες καλύπτοντας όσο

μπορούν πληθυσμιακά την χώρα. Πρέπει λοιπόν όλοι να είμαστε έτοιμοι για τις εξελίξεις.

8.5 Η εξέλιξη των ψηφιακών πρότυπων

Το DVB-S2 αποτελεί τη δεύτερης γενιάς προτύπων δορυφορικής μετάδοσης στα πλαίσια του προγράμματος DVB. Αποτελεί εξέλιξη του προτύπου DVB-S της προηγούμενης ενότητας, το οποίο χρησιμοποιείται σήμερα από τους περισσότερους δορυφορικούς παρόχους υπηρεσιών σε παγκόσμια κλίμακα.. Κάτω από τις ίδιες συνθήκες μετάδοσης το DVB-S2 επιτυγχάνει αύξηση της χωρητικότητας μετάδοσης έως και τριάντα τοις εκατό σε σχέση με το DVB-S. Η σχεδίασή του είναι τέτοια που επιτρέπει την εξυπηρέτηση πολλαπλών ευρυζωνικών δορυφορικών εφαρμογών: Εφαρμογές τηλεόρασης Κανονικής και Υψηλής Ευκρίνειας (SDTV, HDTV), αλληλεπιδραστικές υπηρεσίες για καταναλωτικές εφαρμογές, όπως η πρόσβαση στο διαδίκτυο, επαγγελματικές εφαρμογές, όπως η Ψηφιακή Τηλεόραση και η Συλλογή Ειδήσεων (DSNG), η διανομή τηλεοπτικού σήματος σε επίγειους πομπούς και η διανομή ψηφιακών δεδομένων.

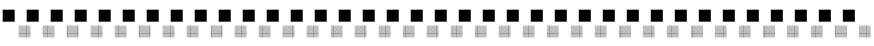
Χάρη στην συμπίεση των δεδομένων κατά MPEG-4, έχει επιτευχθεί η εκπομπή video ποιότητας HDTV στο ίδιο εύρος καναλιού που απαιτούνταν για εκπομπή MPEG-2 από το σύστημα DVB-S με ποιότητα SDTV.

Τα δεδομένα πριν εκπεμφθούν κατανέμονται σε πακέτα MPEG-2 TS (DVB-S) ή MPEG-4 GS (DVB-S2). Σε αυτά εφαρμόζεται η κωδικοποίηση CRC-8 που βοηθά στην διόρθωση λαθών.

Υπάρχουν 4 τρόποι διαμόρφωσης:

- QPSK (χρησιμοποιείται και στο DVB-S)
- 8PSK
- 16APSK
- 32APSK

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι προσφέρει συμβατότητα με την προηγούμενη έκδοση του προτύπου, επιτρέποντας στις υπάρχουσες υπηρεσίες DVB-S και τα αντίστοιχα τερματικά STB να συνεχίζουν να λειτουργούν απρόσκοπτα. Το πρότυπο DVB-S2 έχει βασιστεί σε τρεις σημαντικές έννοιες [Morello & Reimers, 2004]:

- 
- βέλτιστη απόδοση μετάδοσης
 - απόλυτη ευελιξία
 - όσο το δυνατόν μικρότερη πολυπλοκότητα δέκτη

Το γεγονός ότι το DVB-S2 εφαρμόζεται και σε υπάρχοντες δορυφορικούς αναμεταδότες με πληθώρα χαρακτηριστικών μετάδοσης και για διάφορους συνδυασμούς φασματικής απόδοσης και απαιτήσεων σηματοθορυβικού λόγου, μαρτυρά τη σημαντική του ευελιξία και πρακτικότητα. Επιπλέον, δεν περιορίζεται σε κωδικοποίηση βίντεο και ήχου MPEG-2, αλλά είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να χειρίζεται μια ποικιλία πρωτοκόλλων ήχου, βίντεο και δεδομένων. Ανάμεσα σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και σχήματα που βρίσκονται σε στάδιο προτυποποίησης για μελλοντικές εφαρμογές DVB. Το DVB-S2 προσαρμόζεται σε οποιοδήποτε τύπο ροής εισόδου δεδομένων, όπως είναι η συνεχής ροή bit, απλά ή πολλαπλά Ρεύματα Μεταφοράς MPEG (Transport Streams, TS), πακέτα IP, καθώς και πακέτα του πρωτοκόλλου Ασύγχρονου Τρόπου Μεταφοράς (Asynchronous Transfer Mode, ATM). Το γεγονός αυτό περιορίζει και την ανάγκη δημιουργίας ενός νέου προτύπου στο μέλλον.

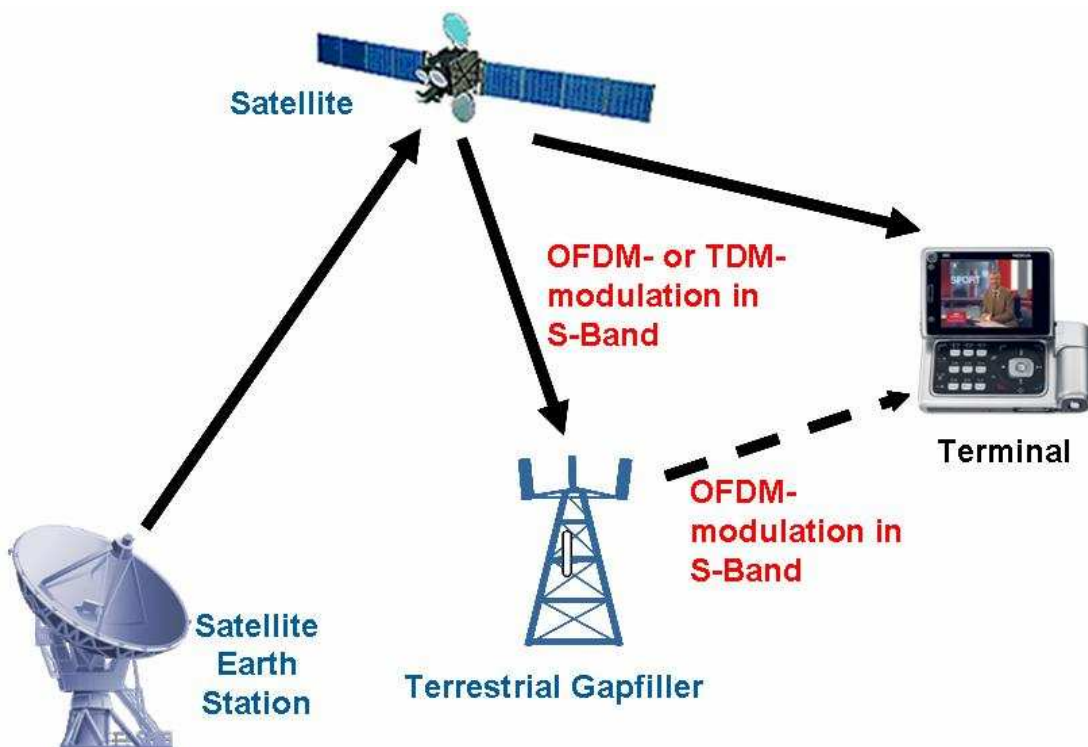
Το κανάλι Euro 1.080 ήταν ο πρώτος διδάξας στους ουραμούς, εκπέμποντας, σεβόμενο το όνομά του, σήμα υψηλής ανάλυσης, κωδικοποιημένο κατά τον κλασικό απωλεστικό αλγόριθμο MPEG-2. Η έλευση του νεότερου αλγορίθμου MPEG-4 part 10/H.264/AVC, εντυπωσιακά ισχυρότερου σε συμπίεση και σχεδόν εφάμιλλου σε ποιότητα με τον προκάτοχό του, σηματοδότησε την πορεία προς το μέλλον, αφού ο αλγόριθμος αυτός συμπεριλήφθηκε στο πρότυπο δορυφορικής μετάδοσης εικόνας υψηλής ευκρίνειας DVB-S2, που, διαθέτοντας και προς τα πίσω συμβατότητα με τα DVB-S και MPEG-2, είναι βέβαιο ότι θα κυριαρχήσει στο μέλλον.

Στην επίγεια ψηφιακή μετάδοση το πρότυπο DVB-T πάει να αντικατασταθεί από το δεύτερης γενιάς DVB-T2. Σκοπός του είναι η καλύτερη διαχείριση του bandwidth έτσι ώστε να υπάρχουν περισσότερα κανάλια κατά την κωδικοποίηση H.264 /MPEG-4 για High Definition εικόνα φυσικά.

Ένα από τα ζητήματα που προσδιορίστηκαν ήταν ότι μια πρόωρη εφαρμογή οποιασδήποτε προδιαγραφής DVB-T2 θα ήταν για την πολυδιαυλική ραδιοφωνική αναμετάδοση HDTV, και ότι το χρονοδιάγραμμα για αυτό ήταν σχετικά σύντομο. Μια πρώτη φάση εργασίας που στοχεύουν πρώτιστα είναι στους σταθερούς δέκτες που χρησιμοποιούν τις υπάρχοντες κεραιές και στους φορητούς δέκτες. Μια

δεύτερη φάση εργασίας που προσφέρει τα υψηλότερα ωφέλιμα φορτία από ένα δεδομένο ποσό φάσματος, αλλά όχι απαραίτητως χρησιμοποίησης των υπάρχουσών εναέριων εγκαταστάσεων και μια τρίτη φάση εργασίας που στοχεύει στην κινητή υποδοχή.

Αναπτύσσονται επίσης υβριδικά δορυφορικά/επίγεια συστήματα ως εναλλακτική λύση στα αποκλειστικώς επίγεια συστήματα, με δυνατότητες μεγαλύτερης κάλυψης απ' ό,τι τα αποκλειστικώς επίγεια συστήματα. Θα συνδυάζει τις δορυφορικές και επίγειες υπηρεσίες εκπομπής και λήψης ψηφιακού σήματος μέσω της μπάντας συχνοτήτων S (2 έως 4 GHz). Ένα τέτοιο σύστημα είναι το DVB-SH, αποτελούμενο από DVB-H προσαρμοσμένο για τη ζώνη S και την υβριδική μορφή λειτουργίας (δορυφορικό / επίγειο). Θα χρησιμοποιεί γεωστατικούς δορυφόρους με υψηλή ισχύ εκπομπής για την λήψη σήματος σε εξωτερικούς χώρους (πχ στους δρόμους), σε συνδυασμό με εκπομπές χαμηλής ισχύος από επίγειους αναμεταδότες για την λήψη σήματος από εσωτερικούς χώρους (πχ τα σπίτια).





ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ (DVD)

1. Βασική ιδέα υλοποίησης

Σαν βασική ιδέα υλοποίησης ήταν η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού DVD με σκοπό την κατανόηση βασικών πραγμάτων και έννοιες που αφορούν την ψηφιακή τηλεόραση και κυρίως την μετάβαση. Εφόσον αναφερόμαστε σε μετάβαση, θεώρησα να αναπτύξω την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση (DVB-T) περισσότερο απ' ότι τους άλλους τρόπους όπως δορυφορική, καλωδιακή και κινητή μετάδοση και λήψη. Προσπάθησα να παρουσιάσω την επίγεια ψηφιακή μετάβαση όσο το δυνατόν πιο εύκολα και απλά και όχι με πολύπλοκους τρόπους και πολλούς τεχνικούς όρους που αφορούν την διαμόρφωση, εκπομπή και λήψη αντίστοιχα. Αυτό έγινε ώστε να είναι σε θέση να καταλάβει και κάποιος μερικά πράγματα που δεν γνωρίζει καθόλου τον κόσμο της ψηφιακής τηλεόρασης μιας που έχει εκπαιδευτικό χαρακτήρα.

Ακόμη πρόσθεσα αρκετές ερωτήσεις και απαντήσεις με επιλογή στο κεντρικό μενού του DVD που μπορεί κάποιος να διαβάσει ώστε να κατανοήσει τους λόγους της μετάβασης, τα πλεονεκτήματα για την ψηφιακή τηλεόραση, τεχνικούς όρους που χρησιμοποιούνται στις μέρες μας κ.α.

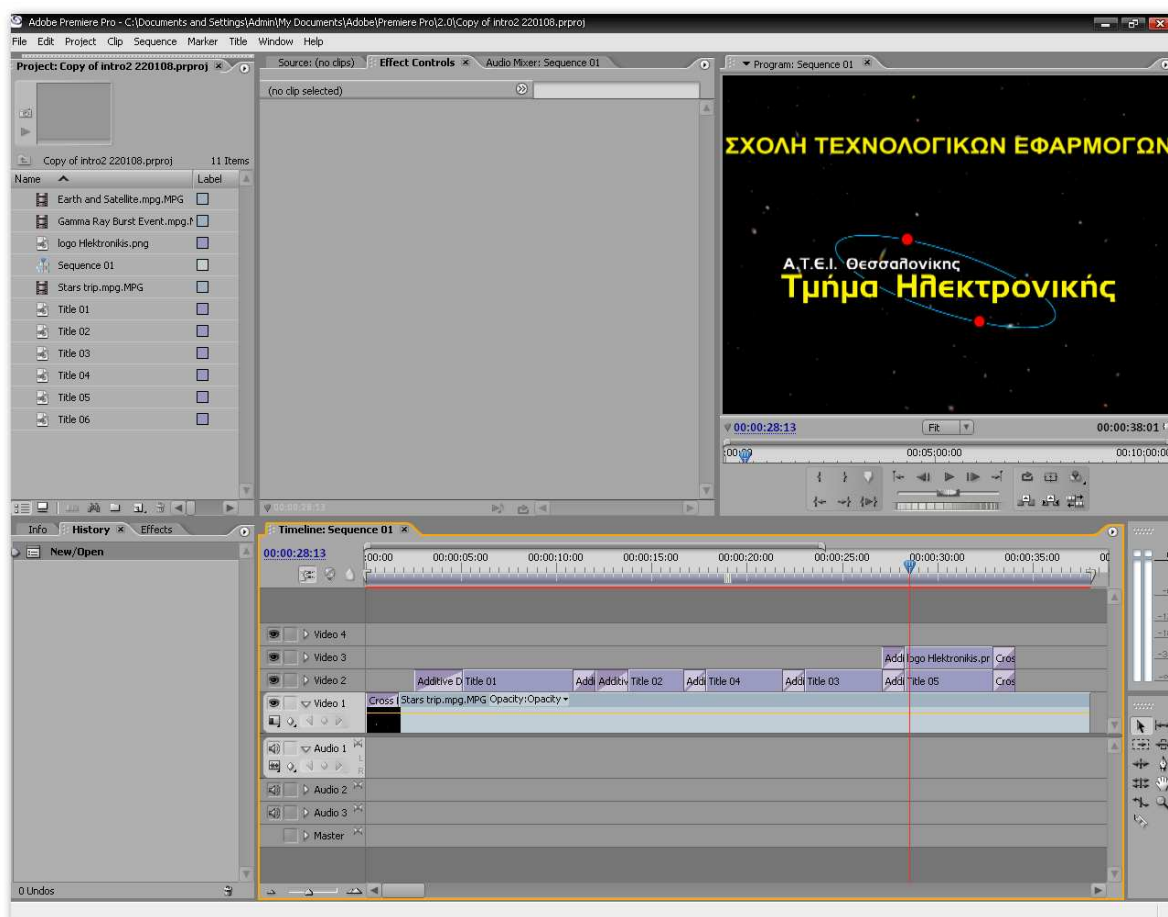
2. Τα βήματα για την δημιουργία του DVD και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν

Αρχικά έπρεπε να κάνω ένα σχέδιο που θα αφορούσε και τον κορμό ολόκληρου του DVD. Με βάση όλα τα παραπάνω έφτιαξα ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις γύρω από την ψηφιακή τηλεόραση και την μετάβαση γενικός. Στην συνέχεια μπήκα στην αναζήτηση για απαντήσεις στις ερωτήσεις μου μέσω συνεντεύξεων με αντίστοιχα άτομα που πίστευα πως έχουν την απαραίτητη γνώση και αρμοδιότητα. Ομολογώ ότι ήταν το πιο δύσκολο κομμάτι αυτό. Όλες οι ερωτήσεις ήταν περίπου 22-24 που περιλάμβαναν ολόκληρη την ύλη που ήθελα να αναπτύξω στο DVD. Η αλήθεια είναι ότι δεν απαντήθηκαν ούτε οι μισές από αυτές μέσω συνεντεύξεων. Η μεγάλη αδιαφορία από πολλά άτομα και ο εγωισμός τους στο επάγγελμα τους σε κάνει να αλλάζεις γνώμη και να αναιρείς ότι σχεδιάζεις. Παρόλα αυτά εφόσον είχα ένα εξίσου καλό υλικό μέχρι στιγμής στην κάμερα μου προχώρησα στην διαδικασία

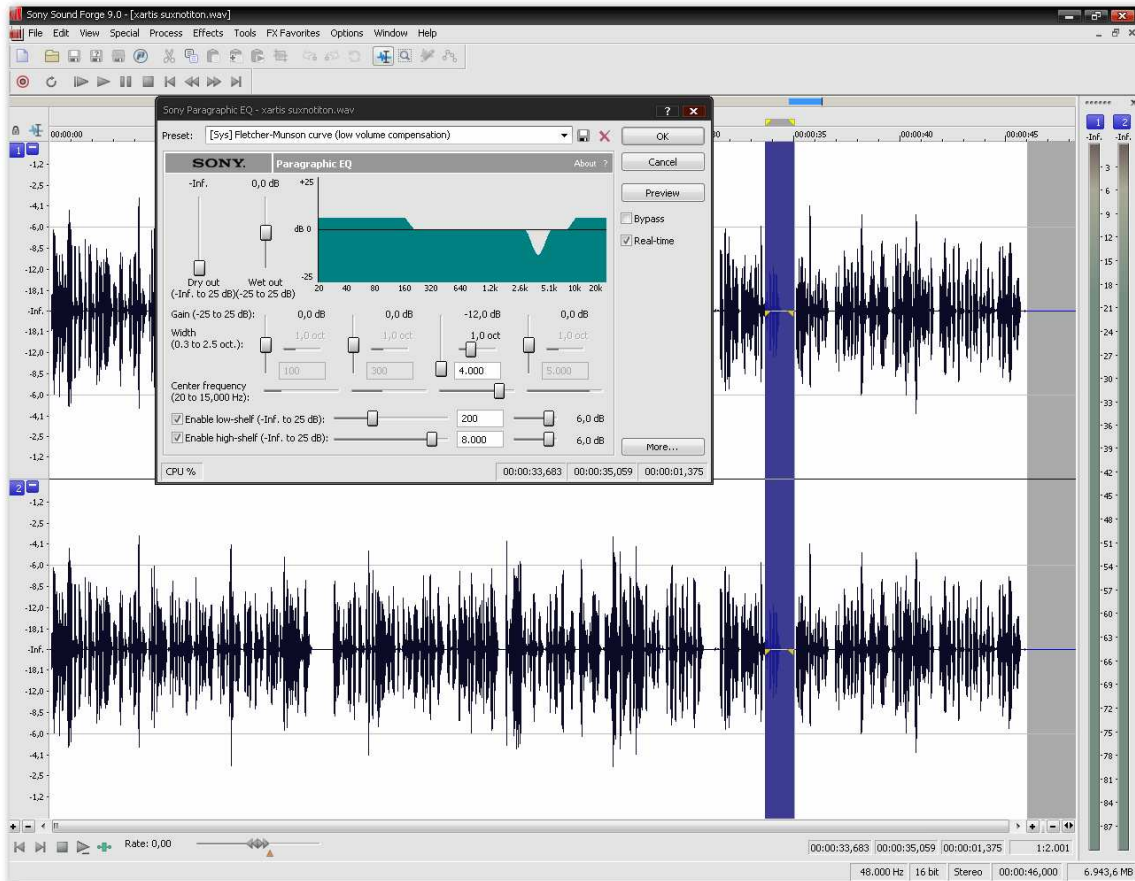
της παραγωγής.

Πρώτα από όλα έπρεπε να επιλέξω τα προγράμματα με τα οποία θα δουλέψω στον υπολογιστή μου. Μετά από μια αναβάθμιση hardware που απαιτούνταν στον υπολογιστή μου διότι ήταν αναγκαία για την επεξεργασία video που θα ακολουθούσε άρχισα να διαβάζω στο διαδίκτυο για την διαδικασία παραγωγής, μοντάζ κ.α. έτσι ώστε να δω τι προγράμματα να χρησιμοποιήσω.

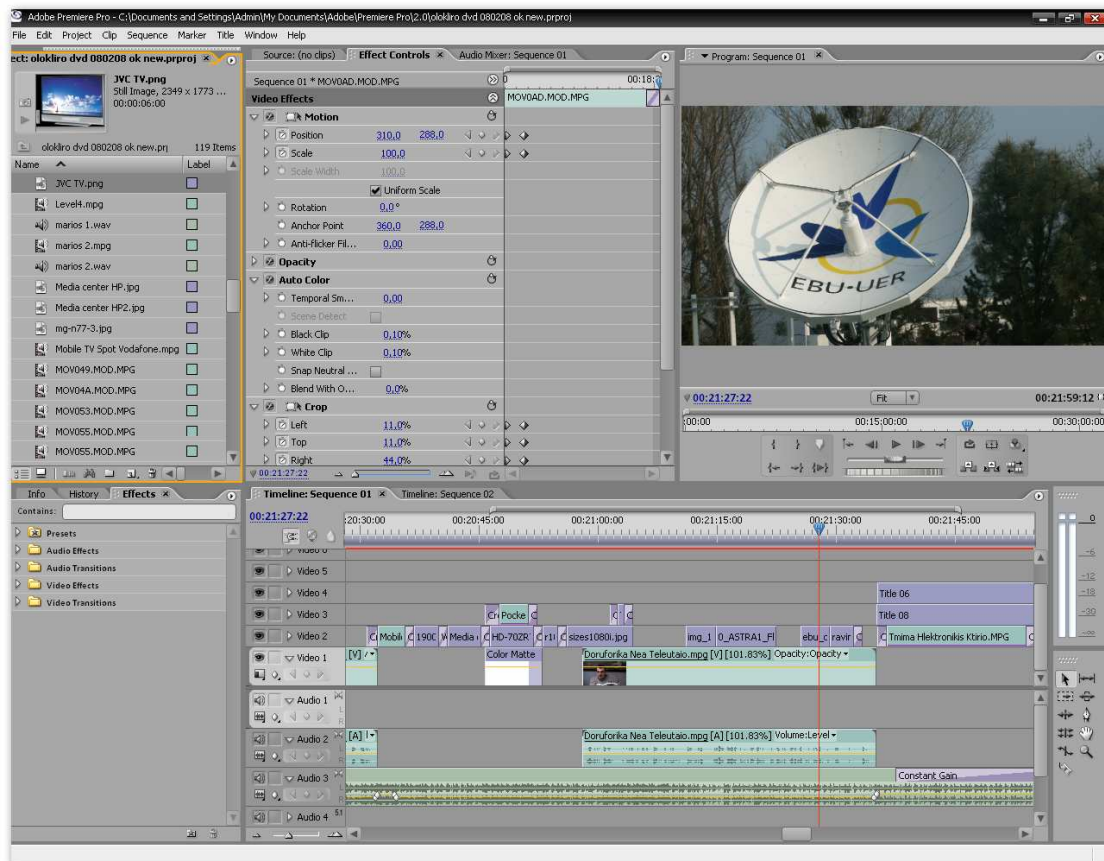
Για το μοντάζ και επεξεργασία video χρησιμοποίησα το πρόγραμμα της Adobe το Premiere Pro 2.0. Ήταν αρκετό σε αυτό που ήθελα να πραγματοποιήσω και με πολλές δυνατότητες. Μετά την ανάγνωση αρκετών tutorial για το πρόγραμμα και πολλές ώρες δοκιμαστικών μοντάζ, εφέ, εξαγωγές, επεξεργασία και χρησιμοποίηση βοηθητικών εργαλείων κτλ ξεκίνησα το πρώτο μέρος της εισαγωγής του DVD.



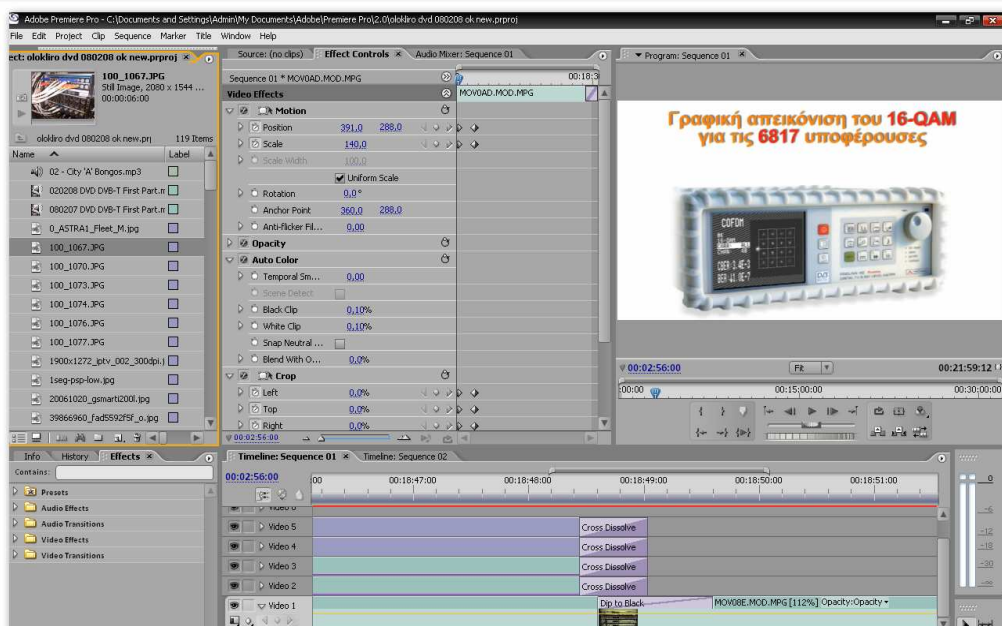
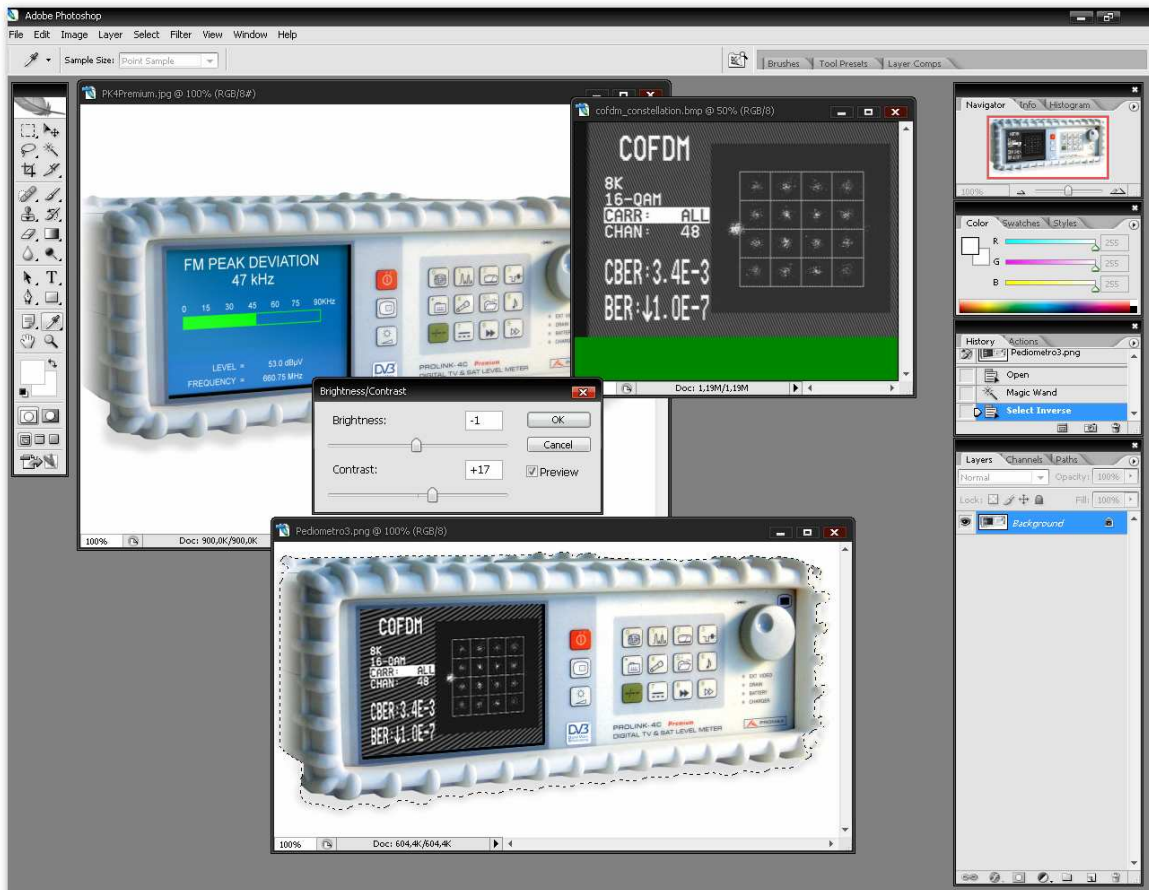
Στην συνέχεια έπρεπε να γράψω το Σπικάζ. Έτσι έγραψα ένα κείμενο με την ύλη που θα παρουσίαζα στο DVD ακολουθώντας όμως και τις απαντήσεις που είχα λάβει από τις συνεντεύξεις. Χρησιμοποίησα για την εγγραφή του Σπικάζ στον υπολογιστή το πρόγραμμα της Sony το Sound Force 9.0 που διαθέτει αρκετά εργαλεία και φίλτρα για την επεξεργασία του ήχου.



Δημιουργία του video στο Premiere

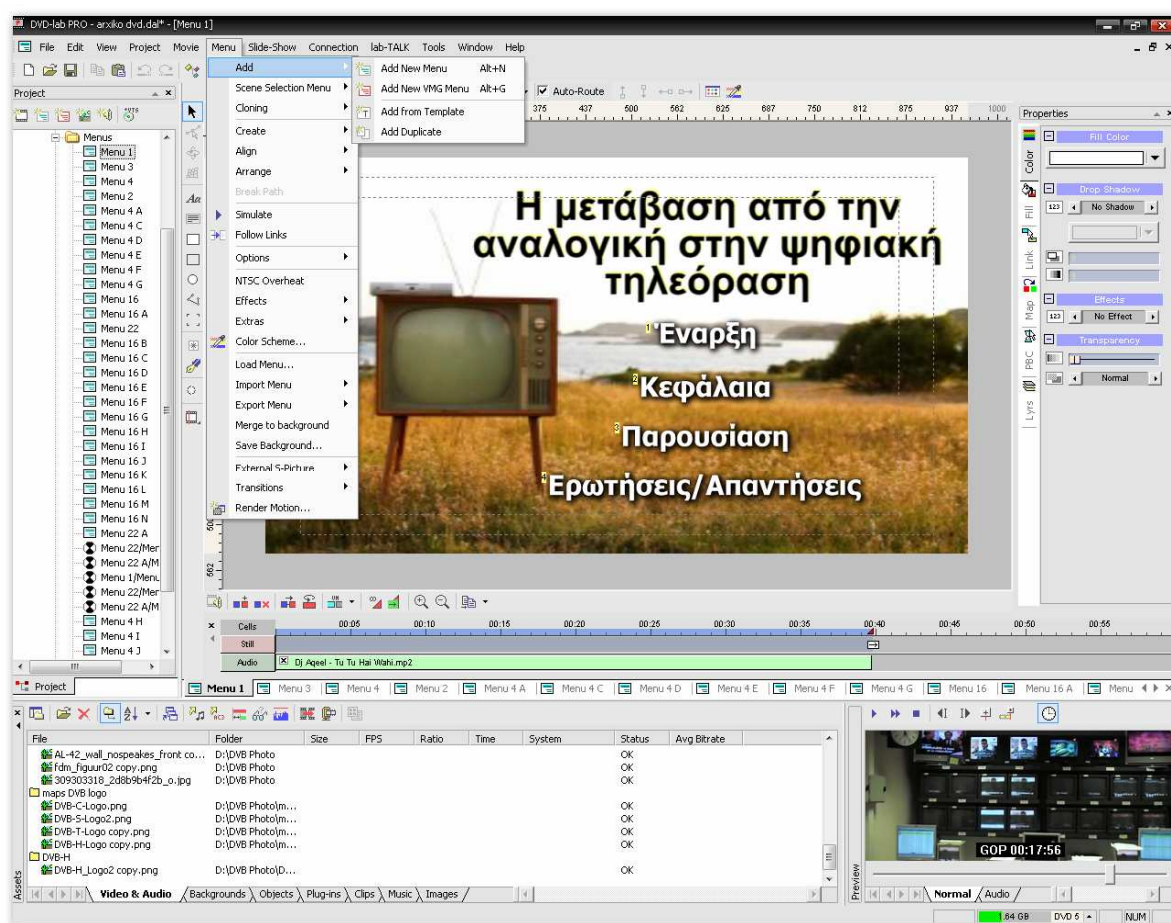


Χρησιμοποιήθηκαν αρκετές φωτογραφίες στην όλη παραγωγή του DVD και για την επεξεργασία τους χρειάστηκε η βοήθεια του προγράμματος της Adobe το Photoshop CS2. Μερικά φίλτρα και βελτιώσεις αλλά και αλλαγές στις αποχρώσεις γίνονταν πολύ εύκολα, ακόμη και στο σβήσιμο του φόντου που με χρησίμευσε αρκετά! Στο Premiere μετά για να δώσω μια έμφαση στις φωτογραφίες άλλοτε χρησιμοποιούσα μια μικρή κίνηση και άλλοτε σταδιακή απόσβεση ή εμφάνιση.

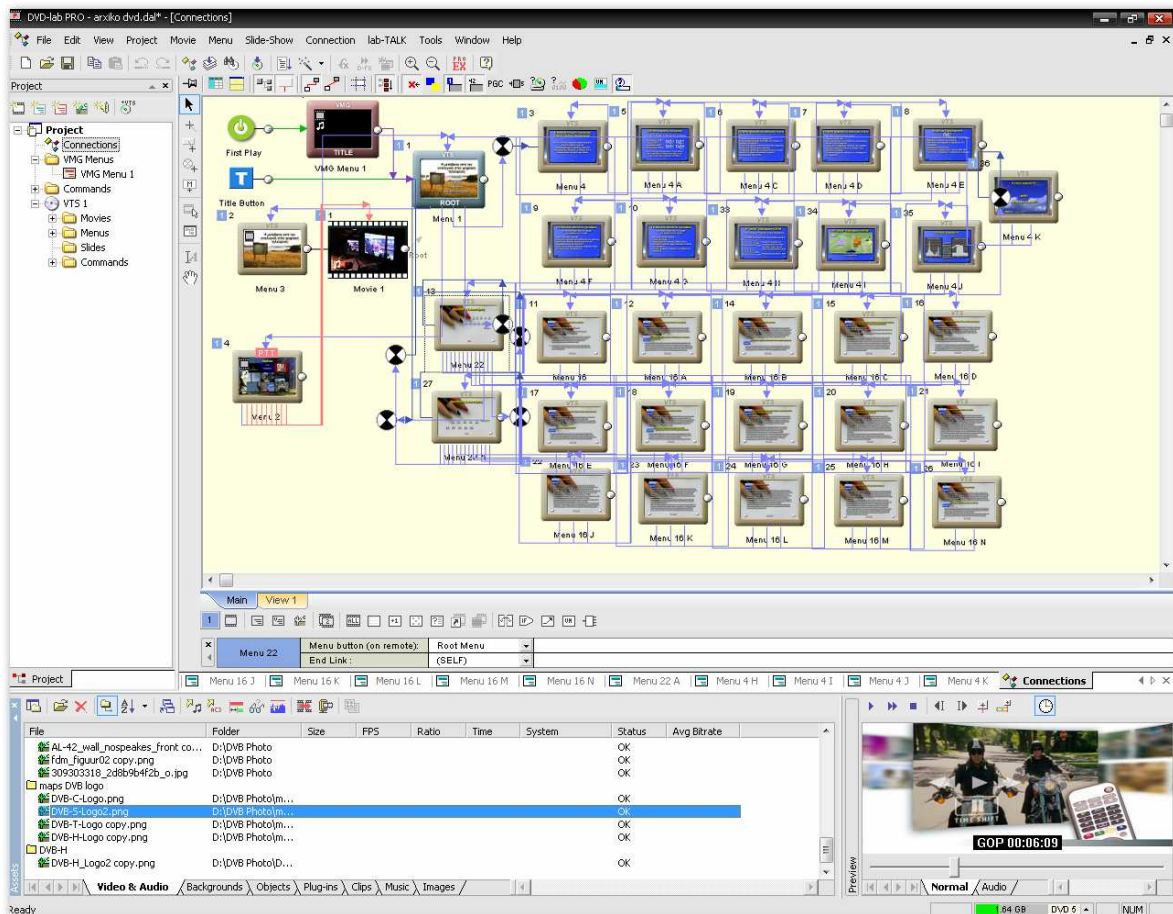
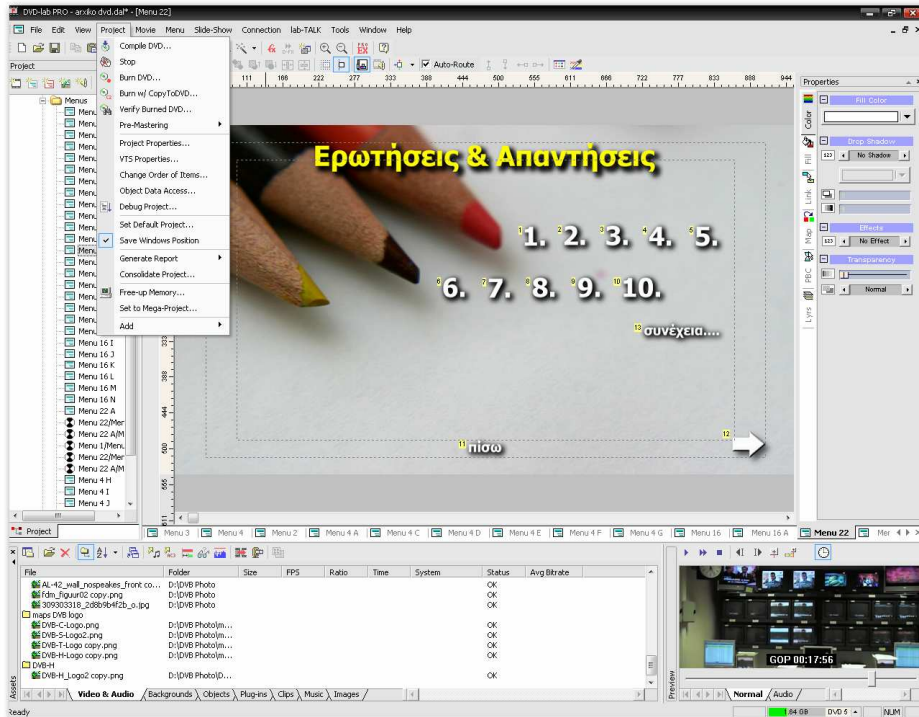


Εφόσον ολοκληρώθηκε το video μου το έκανα εξαγωγή με βάση το format MPEG-2 DVD μιας που είναι πιο εύκολη μετά η διαδικασία Authoring από τα περισσότερα προγράμματα.

Το Authoring ήταν φυσικά το τελευταίο κομμάτι που χρειαζόταν για την ολοκλήρωση του DVD. Χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του το πρόγραμμα της Mediachance το DVD-Lab Pro 2. Πολύ καλό πρόγραμμα που μπορείς κάθε φαντασία σου να την υλοποιήσεις, πράγμα που έκανα δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση. Οπότε και άρχισα την δημιουργία του κεντρικού μενού και μετά τα υπόλοιπα δευτερεύοντα μενού.



Χώρισα το video σε κεφάλαια και έδωσα την δυνατότητα για άμεση πρόσβαση σε κάποιο σημείο μέσα από το μενού *Κεφάλαια*. Ενσωμάτωσα την παρουσίαση μου σε μενού ώστε να εμπεριέχεται και αυτήν στο όλο DVD. Οι ερωτήσεις και απαντήσεις διαθέτουν δικό τους κεντρικό μενού για καλύτερη και γρήγορη πλοήγηση και είναι αρκετές από αυτές που η απάντησή τους είναι μέσα στο video αλλά και άλλες extra ακόμη.



Όλες οι συνδέσεις που υπάρχουν μεταξύ των μενού, video, κεφαλαίων, και τα transitions ανάμεσα στις μεταβάσεις μεταξύ μερικών μενού.



Η δημιουργία του Authoring όπως είπα προηγουμένως έγινε τελευταία και χρειάστηκε περίπου 5 μέρες μέχρι να συγκεντρώσω και το υλικό που σκόπευα να ενσωματώσω στις ερωτήσεις/απαντήσεις και στην παρουσίαση μου.

Αυτό που επίσης αρχικά είχα σκοπό να κάνω στο video, στην προσθήκη διάφορων σχημάτων και φωτογραφιών που χρησιμοποίησα για κατανόηση περισσότερο, πάνω στο αντικείμενο που περιέγραφα να το έφτιαχνα σε μορφή Flash Video και να γινόταν το μοντάζ μετά με βάση αυτό. Πράγμα ούτε και πολύ απλό μιας που έπρεπε να γνωρίζω και κάποιο αντίστοιχο πρόγραμμα δημιουργίας Flash καλά. Οπότε διότι δεν υπήρχαν περιθώρια χρόνου για κάτι τέτοιο, δεν έγινε!

Τέλος όλο το DVD Authoring και το video είναι σε λόγο διαστάσεων 16/9 διότι όπως έχουμε γράψει είναι ο λόγος που θα καθιερωθεί και χρησιμοποιείτε στην τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας, οπότε σκέφτηκα πως είναι προτιμότερο να το εφαρμόσω και για την πτυχιακή μου.



ΠΗΓΕΣ

Βιβλία:

Αναλογική – Ψηφιακή τηλεόραση και βίντεο
Πέμπτη έκδοση – Παντελή Χρ. Βαφειάδη

Αναλογική και ψηφιακή τηλεόραση
Κώστας Τσαμουτάλος – Παναγιώτης Σαραντής
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ

Περιοδικά:

Ψηφιακά Δορυφορικά Νέα
Τεύχος 44 Δεκέμβριος 2007

Digital TV SAT
Τεύχος 107 Νοέμβριος 2007

AV PRO
Τεύχος 35 Σεπτέμβριος 2007

Διαδίκτυο:

http://www.gameover.gr/default.php?pid=6&cat=&art_id=1911

<http://www.capital.gr/news.asp?Details=330143>

<http://www.avclub.gr/forum/showthread.php?t=7316>

<http://sportakias.com/forum/f71/enhmerwtikos-odhgos-gia-high-definition-1989/>

<http://www.businesswoman.gr/article.php?article=920&cat=24&lang=gr&offset=0>

<http://www.sat.gr/show.cfm?id=11&obcatid=19>

