



# Ψηφιακή Τηλεόραση

10 Απριλίου 2005

Στο άρθρο αυτό θα δώσουμε μερικά βασικά τεχνικά στοιχεία του συστήματος της ψηφιακής τηλεόρασης, απευθυνόμενοι στον μη εξειδικευμένο τεχνικό, για να κατανοήσει τις βασικές αρχές, τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες του συστήματος, χωρίς όμως να επεκταθούμε σε λεπτομέρειες, οι οποίες είναι πολλές και περίτεχνες (\*\*).

Οι περιορισμοί της αναλογικής έγχρωμης τηλεόρασης. Τα τρία συμβατικά συστήματα έγχρωμης τηλεόρασης που ισχύουν σήμερα (PAL, SECAM και NTSC), καθιερώθηκαν πριν από περίπου 40 χρόνια, με τη δέσμευση να είναι συμβατά με τα συστήματα της ασπρόμαυρης τηλεόρασης, που πρωτολειτούργησαν περίπου πριν από 60 χρόνια. Η βασική δέσμευση ήταν το εύρος συχνοτήτων του κάθε καναλιού να μην ξεπερνά τους 7 έως 8 MHz, γεγονός που περιόριζε την ευκρίνεια της εικόνας σε 720 εικονοστοιχεία ανά γραμμή και σε 625 γραμμές ανά εικόνα, δηλαδή σε  $720 \times 625 = 450.000$  εικονοστοιχεία, για εικόνες που προβάλλονται με συχνότητα 50 Hz. Στην πράξη η θεωρητική αυτή ευκρίνεια περιορίζεται σημαντικά για πολλούς και διάφορους λόγους (εισαγωγή των πληροφοριών χρώματος με ενδοδιαμόρφωση, διερεύνηση με αλληλοδιαδοχή των πεδίων, περίοδο συγχρονισμού κλπ.) και δεν ξεπερνούν τα 200.000 εικονοστοιχεία ανά εικόνα. Να σημειωθεί ότι η ευκρίνεια της εικόνας του κινηματογράφου είναι 500.000 εικονοστοιχεία. Το γεγονός αυτό πραγματικά περιορίζει την ελάχιστη απόσταση παρακολούθησής της εικόνας σε 6H (H είναι το ύψος της οθόνης) που αντιστοιχεί σε μέγιστη διαγώνια διάσταση της οθόνης σε 70 περίπου εκατοστά (28 ίντσες), αφού οι διαστάσεις των χώρων συνήθως δεν δίνουν τη δυνατότητα παρακολούθησής της τηλεόρασης από αποστάσεις μεγαλύτερες των τριών ή τεσσάρων μέτρων. Πειραματικές έρευνες απέδειξαν ότι εικόνες μεγαλύτερου μεγέθους δίνουν εντονότερα την αίσθηση της πραγματικότητας και ότι θα έπρεπε να προτιμούμε αποστάσεις παρακολούθησής των κινητών εικόνων από απόσταση ίση με 2H ως 3H. Ωστόσο για να επιτευχθεί η δυνατότητα αυτή, με αποδεκτή ποιότητα εικόνας, θα πρέπει να αυξηθεί σημαντικά η ευκρίνεια της εικόνας.

Προσπάθειες για τη βελτίωση της ποιότητας της αναλογικής τηλεόρασης έχουν γίνει πολλές, χωρίς όμως θεαματικά αποτελέσματα, παρά την πρόοδο της ηλεκτρονικής τεχνολογίας, γιατί το πρόβλημα βρίσκεται στα συστήματα αυτά καθαυτά και στο απαιτούμενο μεγάλο εύρος συχνοτήτων που χρειάζεται για τη βελτίωση της ευκρίνειας. Χαρακτηριστική είναι η μεγάλη προσπάθεια που έγινε στον ευρωπαϊκό χώρο για την καθιέρωση των ημιαναλογικών συστημάτων MAC/packet με την ευκαιρία της εισαγωγής της δορυφορικής τηλεόρασης, τα οποία όμως δεν πρόσφεραν ουσιαστικές βελτιώσεις.

Η ψηφιοποίηση των οπτικών σημάτων. Οι προσπάθειες ψηφιοποίησης των οπτικών σημάτων χρονολογούνται από το 1950. 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 χρωμοδιαφοράς 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 δυφιοροής (bitstream) 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 της δυφιοροής 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, ασυρματικά δίκτυα ή καλωδιακοί άξονες) με τις συνηθισμένες μεθόδους διαμορφώσεως απαιτεί εύρος συχνοτήτων της τάξεως των 125 MHz και βέβαια η απαίτηση αυτή είναι απαγορευτική, αν ληφθεί υπόψη ότι το αναλογικό τηλεοπτικό κανάλι δεν ξεπερνά τους 7MHz. Θα πρέπει ακόμα να τονίσουμε ότι στο πρότυπο 4:2:2 η κωδικοποίηση των πληροφοριών χρώματος γίνεται με τη μέθοδο της κωδικοποίησής με συνιστώσες (component coding) στην οποία το σήμα φωτεινότητας (Y) και τα σήματα χρωμοδιαφοράς (CR και CB) κωδικοποιούνται και εκπέμπονται με ξεχωριστές δυφιοροές. Με τον τρόπο αυτόν εξουδετερώνονται τα προβλήματα που υπάρχουν στην αναλογική τηλεόραση από την ενδοδιαμόρφωση των σημάτων χρωμοδιαφοράς στο σήμα φωτεινότητας (κωδικοποίηση με σύνθετο σήμα - composite coding).

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 50 Hz για το ευρωπαϊκό και 525 γραμμές ανά εικόνα με συχνότητα πεδίου 60 Hz για το αμερικανικό). Με τον τρόπο αυτόν απλοποιείται η ανταλλαγή τηλεοπτικών και λοιπών προγραμμάτων σε παγκόσμια κλίμακα.

Το σύστημα MPEG-2. Δε θα είναι υπερβολή να ισχυριστούμε ότι το πρόβλημα της συμπίεσης 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 (1). 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. Για το λόγο αυτόν στη συνέχεια θα δώσουμε μερικά μόνον πληροφοριακά στοιχεία.

Το σύστημα είναι έργο μιας επιτροπής του διεθνούς οργανισμού τυποποίησης που είναι γνωστή ως MPEG (Motion Picture Expert Group). Η επιτροπή άρχισε τις εργασίες της το 1988 με αντικειμενικό σκοπό να ορίσει τους αλγορίθμους κωδικοποίησης του οπτικού σήματος για ψηφιακή αποθήκευση σε CD-ROM. Από τις εργασίες της προέκυψε ένα πρότυπο, γνωστό ως MPEG-1, το οποίο αφορά εγγραφή και αναπαραγωγή κινητού βίντεο, που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές ατομικών υπολογιστών και υποστηρίζει κωδικοποιήσεις οπτικών σημάτων μέχρι 1,5 Mbit/s. Το 1990 η επιτροπή MPEG άρχισε να εργάζεται για την καθιέρωση ενός προτύπου που θα έχει τη δυνατότητα κωδικοποίησης εικόνων με διάφορες ευκρίνειες και με ταχύτητες δυφίων από 2 μέχρι 15 Mbits/s, με απώτερο σκοπό να επεκταθεί σε κωδικοποιήσεις εικόνων υψηλής ευκρίνειας. Το πρότυπο δημοσιεύτηκε το 1994 και το 1995 έγινε διεθνές πρότυπο (1,2,3). Οι εργασίες της επιτροπής συνεχίζονται για την παραγωγή του προτύπου MPEG-4, που αφορά τη διαλογική τηλεόραση και του προτύπου MPEG-7 που αφορά το Internet.

Στο σύστημα MPEG η συμπίεση της ταχύτητας της δυφορορής στηρίζεται στην αφαίρεση των πληροφοριών που πλεονάζουν και έχουμε τέσσερα είδη πλεονασμών:

α. 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 συνημιτόνου (Discrete cosine transform) και η συμπίεση αυτή καλείται ενδοπλαισιακή συμπίεση.

β. 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.

γ. 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.

δ. Τον ψυχοοπτικό πλεονασμό στον οποίο εκμεταλλευόμαστε την περιορισμένη ικανότητα της οράσεως να ξεχωρίζει τις λεπτομέρειες της εικόνας και τα κινούμενα είδωλα.

Το σύστημα MPEG-2 είναι ευέλικτο και υποστηρίζει πολλές περιπτώσεις ποιότητας εικόνας, αναλόγως της ταχύτητας της δυφορορής. Οι εικόνες της συμβατικής τηλεόρασης (πρότυπο 4:2:2) υποστηρίζονται με ταχύτητες δυφίων από 15 έως 20 Mbit/s, ενώ για εικόνες με χαμηλή ευκρίνεια για CD-ROM κλπ. η ταχύτητα φθάνει μέχρι 4 Mbit/s. Η τηλεόραση μεγάλης ευκρίνειας, στην οποία θα αναφερθούμε παρακάτω, υποστηρίζεται από ταχύτητες δυφίων από 80 έως 100 Mbit/s. Από τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι με τη χρήση του συστήματος MPEG-2 επιτυγχάνουμε συμπίεση της απαιτούμενης ταχύτητας δυφίων σε λόγο της τάξεως του 100:1, χωρίς ουσιαστικά μείωση της ποιότητας της εικόνας.

Δεν είναι δυνατόν στη σύντομη αυτή παρουσίαση να αναφερθούμε στον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η εκμετάλλευση των πλεονασμών της εικόνας ώστε να επιτύχουμε τη συμπίεση του 100:1, που είναι το αποτέλεσμα εκτεταμένης θεωρητικής - εφαρμοσμένης έρευνας σε παγκόσμια κλίμακα, στην οποία γίνεται χρήση αποτελεσματικών μαθηματικών μετασχηματισμών και αποδοτικών κωδίκων.

Η τηλεόραση μεγάλης ευκρίνειας. Σύμφωνα με αυτά που αναφέραμε παραπάνω η ψηφιακή τηλεόραση με ταχύτητα δυφίων από 15 έως 20 Mbit/s δεν προσφέρει στο θεατή πλεονέκτημα σε σχέση με τη συμβατική τηλεόραση από απόψεως ποιότητας εικόνας. Η άποψη αυτή δε σημαίνει ότι δεν υπάρχουν πλεονεκτήματα, στα οποία θα αναφερθούμε παρακάτω. Η ουσιαστική βελτίωση στην ποιότητα της εικόνας εισάγεται με τη λεγόμενη τηλεόραση μεγάλης ευκρίνειας (HDTV: High Definition Television).

Έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί, περιγραφικοί και ποσοτικοί, χωρίς όμως να υπάρχει διεθνής συμφωνία. Στην αναφορά 709-1 της ITU (4), η οποία όμως δεν έχει ακόμα οριστικοποιηθεί, προτείνεται η καθιέρωση προτύπου για την τηλεόραση μεγάλης ευκρίνειας, παρόμοιο με το πρότυπο 4:2:2, που καθιερώθηκε για την αναλογική τηλεόραση.

Στην αναφορά 709-1 της ITU προτείνεται η τυποποίηση δύο συστημάτων: του ευρωπαϊκού και του αμερικανικού. Τα δύο συστήματα έχουν κοινό λόγο πλάτους προς ύψος 16/9 και αριθμό δειγμάτων ανά ενεργό γραμμή ίσον προς 1920. Στο ευρωπαϊκό σύστημα ο προτεινόμενος αριθμός γραμμών ανά πεδίο είναι 1.250 με αλληλοδιαδοχή των πεδίων με συχνότητα 50Hz, ενώ στο αμερικανικό ο αριθμός των γραμμών είναι 1.125 με αλληλοδιαδοχή των πεδίων με συχνότητα 60 Hz. Αποδεικνύεται ότι η απαιτούμενη ταχύτητα δυφίων για παλμοκωδική κωδικοποίηση είναι της τάξεως των 1200 Mbit/s. Με τις σημερινές δυνατότητες διαμορφώσεως για την εκπομπή δεδομένων, όπως θα δούμε παρακάτω, η ταχύτητα αυτή χωράει σε κανάλι των 27 MHz, είναι όμως πολύ δαπανηρή.

Υπάρχει και ένα άλλο πρόβλημα που σχετίζεται με την τηλεόραση μεγάλης ευκρίνειας. Για να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες που παρέχει, ώστε να έχουμε πραγματικά τον κινηματογράφο στο σπίτι και να μπορούμε να παρακολουθήσουμε την τηλεόραση από απόσταση 2 ως 3 H, απαιτούνται οθόνες μεγάλου μεγέθους. Η τεχνολογία των λυχνιών καθοδικών ακτίνων δεν μπορεί να δώσει μεγάλες οθόνες μεγαλύτερες των 80 εκατοστών, μεταξύ άλλων προβλημάτων και λόγω του απαιτούμενου μεγάλου όγκου και βάρους των δεκτών οικιακής χρήσεως. Η λύση στο πρόβλημα αυτό βρίσκεται στις επίπεδες οθόνες απεικονίσεως (flat panel display), οι οποίες είναι δυνατόν να κρεμαστούν στον τοίχο, όπως οι πίνακες ζωγραφικής και χρησιμοποιούν την τεχνολογία πλάσματος. Οι οθόνες αυτές ήδη εμφανίζονται στο εμπόριο σε διαγωνίους διαστάσεις που επί του παρόντος φθάνουν τα 1,3 μέτρα.

Εκτιμάται ότι η επίπεδη οθόνη απεικονίσεως, σε συνδυασμό και με το δίσκο ψηφιακού βίντεο (Digital Video Disc - DVD), ο οποίος με τις σημερινές δυνατότητες δίνει διάρκεια προγράμματος 3,5 ωρών, με ποιότητα εικόνας ανώτερη του συστήματος PAL - plus, που θα δημιουργήσουν την απαίτηση για εκπομπή τηλεοράσεως μεγάλης ευκρίνειας.

Τα ευρωπαϊκά συστήματα ψηφιακής τηλεόρασης. Στην Ευρώπη την περίοδο αυτή βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο υλοποίησης προγράμματος ψηφιακής τηλεόρασης, με την ονομασία ψηφιακή εκπομπή του βίντεο (DVB- Digital Video Broadcasting), στο οποίο συνεργάζονται 200 οργανισμοί από 25 χώρες, συντονιζόμενοι από την EBU (European Broadcasting Union). Το πρόγραμμα περιλαμβάνει τα εξής επιμέρους συστήματα, στη σχεδίαση των οποίων κατεβλήθη προσπάθεια να υπάρχει μεταξύ τους η μέγιστη δυνατή ομοιότητα:

α. DVB-S: Σύστημα δορυφορικής εκπομπής, του βίντεο στην περιοχή συχνοτήτων 11/12 GHz σε κανάλια των 27 MHz.

β. DVB-C: Σύστημα καλωδιακής εκπομπής σε κανάλια των 8 MHz.

γ. DVB-SMATV: Σύστημα εκπομπής των δορυφορικών σημάτων από επίγειους σταθμούς.

δ. DVB-T: Σύστημα επίγειας εκπομπής για περιοχές συχνοτήτων UHF σε κανάλια των 7 ή 8 MHz.

ε. DVB-MMDS: Σύστημα τηλεοράσεως διανομής του βίντεο πολλών σημείων, με το οποίο εισάγεται η διαλογική τηλεόραση.

Η γενική τεχνική προσέγγιση στα συστήματα DVB είναι ότι το κάθε κανάλι θεωρείται σα δοχείο το οποίο έχει ορισμένη χωρητικότητα, η οποία εξαρτάται από το εύρος συχνοτήτων του καναλιού. Τα επίγεια κανάλια με εύρος συχνοτήτων 7 ή 8 MHz έχουν τη δυνατότητα να χωρέσουν πληροφορίες των 20 Mbit/s. Τα δορυφορικά κανάλια των 27 MHz έχουν χωρητικότητα των 40 Mbit/s. Με την εφαρμογή πολυπλέξεως στο διάστημα του χρόνου τα κανάλια είναι δυνατόν να διαιρευθούν σε επιμέρους κανάλια με ταχύτητα δυφιοροής που εξαρτάται από την απαιτούμενη ποιότητα. Σήμερα είναι γενικώς παραδεκτό ότι ταχύτητες δυφιοροής των 4 ή 5 Mbit/s δίνουν ικανοποιητική ποιότητα εικόνας για το συμβατικό σύστημα τηλεόρασης, όπως θα αναλύσουμε παρακάτω. Συνεπώς, σύμφωνα με τα παραπάνω, ένα δορυφορικό κανάλι μπορεί να χωρέσει 8 ως 10 κανάλια συμβατικής τηλεόρασης, γεγονός που είναι σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα της ψηφιακής τηλεόρασης. Το βασικό πλεονέκτημα της δορυφορικής τηλεόρασης σε σύγκριση με την επίγεια, είναι ότι έχει μεγάλη χωρητικότητα και καλύπτει μεγάλη γεωγραφική περιοχή, που είναι σχεδόν ανεξάρτητη της μορφολογίας του εδάφους, ενώ το βασικό μειονέκτημά της είναι ότι δεν είναι κατάλληλη για κάλυψη τοπικών προγραμμάτων μικρής εμβέλειας και για κινητή λήψη.

Η σχέση της ταχύτητας δυφιοροής με το απαιτούμενο εύρος φάσματος συχνοτήτων. Με τη χρήση του συστήματος MPEG-2 επιτυγχάνεται συμπίεση της ταχύτητας δυφιοροής του οπτικού σήματος, που όμως αναφέραμε παραπάνω, μπορεί να φθάσει σε λόγο 100:1. Η λειτουργία αυτή συντελείται σε τμήμα του συστήματος, που είναι γνωστό ως κωδικοποιητής της πηγής (source coding). Η επεξεργασία και η προετοιμασία του σήματος της ψηφιακής τηλεόρασης συνεχίζεται και ολοκληρώνεται στο επόμενο τμήμα του συστήματος, που είναι γνωστό ως κωδικοποιητής του καναλιού (channel coding). Στο τμήμα αυτό το σήμα υφίσταται περαιτέρω κωδικοποίηση και διαμορφώνει το φέρον σήμα της εκπομπής. Με την επεξεργασία αυτή εξασφαλίζεται αφενός μεν προστασία της ροής από σφάλματα με ρυθμό που ξεπερνά το ένα σφάλμα ανά ώρα εκπομπής, αφετέρου δε περαιτέρω μείωση της απαιτούμενης ταχύτητας δυφιοροής. Για τη διαμόρφωση χρησιμοποιείται η M ορθογωνική διαμόρφωση φάσεως (M quadrature phase shift modulation) ή η M ορθογωνική διαμόρφωση εύρους (M quadrature amplitude modulation).

Στους παραπάνω ψηφιακούς διαμορφωτές παράγονται σύμβολα M δυαδικών καταστάσεων, από m δυαδικά ψηφία της δυφιοροής (Όπου  $M=2^m$ ). Αποδεικνύεται ότι στην περίπτωση αυτή η ταχύτητα δυφιοροής στην έξοδο του διαμορφωτή (RS) είναι ίση με την ταχύτητα δυφιοροής στην είσοδό του (Rc) δια m, ήτοι  $RS=RC/m$ . Στην πράξη χρησιμοποιούνται τιμές του M από 4 μέχρι 64 και καταβάλλονται προσπάθειες αύξησης του M σε τιμές 128 ως 256, γεγονός που σημαίνει ότι μειώνεται αντίστοιχα η απαιτούμενη ταχύτητα δυφιοροής και βελτιώνεται ο ρυθμός των σφαλμάτων.

Ιδιαίτερα σημαντικός παράγων για την εκλογή του είδους της ψηφιακής διαμορφώσεως είναι το απαιτούμενο εύρος συχνοτήτων. Ο παράγων αυτός οδηγεί στην έννοια της αποδόσεως του φάσματος (Γ) (spectral efficiency) που ορίζεται ως:

$\Gamma =$  Ταχύτητα δυφιοροής στην έξοδο διαμορφωτή (Rs) (bit/s, Hz).

Εύρος συχνοτήτων (B)

Αποδεικνύεται ότι για την ορθογωνική διαμόρφωση φάσεως η θεωρητική τιμή του Γ είναι 2 (bit/s, Hz), στην πράξη όμως, αν ληφθούν υπόψη οι ατέλειες που υπάρχουν στους τηλεπικοινωνιακούς άξονες η τιμή του Γ κυμαίνεται μεταξύ 1,4 ως 1,6. Τούτο σημαίνει ότι ένα δορυφορικό κανάλι των 27 MHz μπορεί να αποδώσει ταχύτητες δυφιοροής μεταξύ 38 και 43 Mbit/s, όπως ήδη αναφέραμε προηγουμένως.

Από όσα αναφέραμε παραπάνω, προκύπτει η σημασία που έχει η ταχύτητα δυφιοροής για την ψηφιακή τηλεόραση και τις ψηφιακές επικοινωνίες. Στο παρελθόν ο πελάτης ζητούσε από τον οργανισμό τηλεπικοινωνιών φάσμα του τηλεπικοινωνιακού άξονα. Σήμερα η τάση είναι να ζητούν ταχύτητα δυφιοροής που είναι ενδεχομένως κάποιο μέρος της χωρητικότητας του τηλεπικοινωνιακού άξονα.

Τα πλεονεκτήματα της ψηφιακής τηλεόρασης. Από αυτά που αναφέραμε ήδη, θα έχει πεισθεί ο αναγνώστης για τα πλεονεκτήματα της ψηφιακής τηλεόρασης. Τα πλεονεκτήματα αυτά θα τα συνοψίσουμε παρακάτω:

α. Ο μειωμένος λόγος σήματος προς θόρυβο, σε σύγκριση με την αναλογική τηλεόραση, επιτρέπει τη μείωση της εκπεμπόμενης ισχύος περίπου κατά 30 db (1000 φορές), ώστε να έχουμε την ίδια ποιότητα εικόνας. Τούτο σημαίνει οικονομία φάσματος συχνοτήτων, αφού την ίδια συχνότητα μπορούμε να την ξαναχρησιμοποιήσουμε σε μικρότερη απόσταση.

β. Οικονομική χρήση των τηλεπικοινωνιακών αξόνων, αφού όπως ήδη αναφέραμε σ ένα δορυφορικό κανάλι των 27 MHz, ενώ στο παρελθόν χωρούσε ένα μόνο κανάλι, τώρα χωρούν 8 ως 10 κανάλια συμβατικής τηλεόρασης με την ίδια ποιότητα.

γ. Ευέλικτη αρχιτεκτονική των ψηφιακών συστημάτων που επιτρέπει την ύπαρξη πολλών προγραμμάτων και υπηρεσιών επιλεγόμενης ποιότητας και ευκρίνειας σε μία μόνον δυφορροή.

δ. Διαλογικότητα που επιτρέπει τη διακοπή ενός προγράμματος με αναζήτηση άλλων από μία βάση δεδομένων εικόνας.

ε. Μεταβλητή ταχύτητα εκπομπής αναλόγως των απαιτήσεων ποιότητας του προγράμματος.

στ. Εύκολη αλλαγή μεταξύ διαφόρων συστημάτων τηλεοράσεως με τη βοήθεια λογισμικού.

ζ. Ενσωμάτωση των διαφόρων εφαρμογών βίντεο, όπως είναι η τηλεόραση, το εικονοτηλέφωνο κλπ. σε κοινή πλατφόρμα των πολυμέσων.

η. Ικανότητα συντάξεως και επεξεργασίας, όπως είναι η κοπή της εικόνας, η παραπομπή, η αυξομείωση του μεγέθους, η αφαίρεση θορύβου κλπ.

Η εισαγωγή καλύτερων αλγορίθμων συμπίεσεως, δικτύων με οπτικές ίνες, ταχύτερων υπολογιστών και ψηφιακής μαγνητικής εγγραφής υπόσχονται μεταξύ άλλων και την εισαγωγή μεγάλης ποικιλίας συσκευών βίντεο και τηλεπικοινωνιών με εικόνες, όπως είναι:

α. Η ψηφιακή τηλεόραση μεγάλης ευκρίνειας (HDTV) με 20 Mbit/s σε κανάλια των 6 MHz.

β. Τα Πολυμέσα με ταχύτητα 1,5 Mbit/s σε CD-ROM ή σε αποθήκευση σε σκληρό δίσκο.

γ. Το σύστημα εικονοδιάσκεψης (Videoconference) με 384 Kbit/s σε κανάλια του ISDN.

δ. Συστήματα εικονοτηλεφωνίας (Video telephony) με 10 Kbit/s σε ενσύρματα τηλεφωνικά δίκτυα.

### **Περισσότερες πληροφορίες**

Τεχνικές πληροφορίες και υποστήριξη: [support@lemco.gr](mailto:support@lemco.gr)

Σχόλια: [info@lemco.gr](mailto:info@lemco.gr)

**Συγγραφέας : Παντελής Βαφειάδης**

Copyright © 2005 by Lemco Electronics