

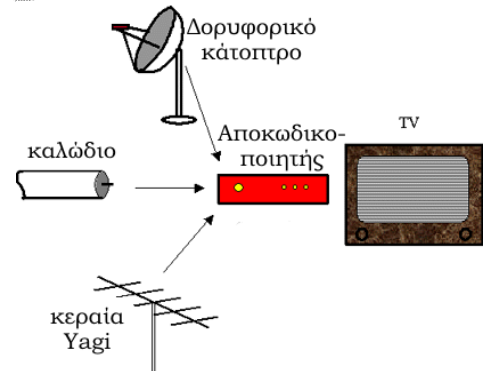


Το **DVB (Digital Video Broadcasting)** αναφέρεται στην μετάδοση ψηφιακού βίντεο και περιλαμβάνει τα εξής συστήματα μετάδοσης:

1. Τα δορυφορικά συστήματα **DVB-S** και **DVB-S2**
2. Το καλωδιακό σύστημα **DVB-C**
3. Το σύστημα επίγειας ψηφιακής μετάδοσης **DVB-T**
4. Το σύστημα επίγειας ψηφιακής μετάδοσης για υπολογιστές χειρός **DVB-H**

### Γενικά

Η αναλογική τεχνολογία βρίσκεται πια στην δύση της σε όλους τους τομείς, ακόμα και στον τομέα των τηλεοπτικών εκπομπών που ίσως ήταν και ο δυσκολότερος λόγω του μεγέθους των δεδομένων. Όμως χάρη στους αλγόριθμους MPEG τα ψηφιακά βίντεο συμπιέζονται αρκετά, ώστε να απαιτούν μικρό εύρος ζώνης για την εκπομπή τους, χωρίς να χάνεται η ποιότητα στην εικόνα και τον ήχο! Η διαμόρφωση τους είναι τύπου QPSK ή QAM.



Η ψηφιακή εκπομπή εικόνας και ήχου προσφέρει μεγαλύτερες αναλύσεις εικόνας και παλικάναλο ήχο (ποιότητα HDTV) ξεφεύγοντας από την ποιότητα SDTV. Βέβαια η εφαρμογή αυτών των συστημάτων σε κάθε χώρα ποικίλει χρονικά. Για παράδειγμα το DVB-T ξεκίνησε στην Ελλάδα πιλοτικά στις αρχές του 2006 (με στόχο το 2012 να εκπέμπουν ψηφιακά όλοι οι τηλεοπτικοί σταθμοί), ενώ στην Αγγλία η πρώτη πιλοτική ψηφιακή εκπομπή DVB-T πραγματοποιήθηκε τέλη του 1998!

Εκτός από την ανώτερη ποιότητα εικόνας και ήχου, το σύστημα DVB περιέχει νεωτερισμούς που δεν υπάρχουν στο αναλογικό σύστημα τηλεοπτικών εκπομπών. Για παράδειγμα τα ψηφιακά εκπεμπόμενα δεδομένα κατά DVB θα μπορούν να καταγραφούν σε ένα ψηφιακό οικιακό βίντεο, αλλά δεν θα μπορούν να διαμοιραστούν στο internet, καθώς θα είναι προστατευμένα από το **σύστημα προστασίας αντιγραφής** (DVB-CPCM -Content Protection and Copy Management system).

Μαζί με την εκπομπή των ψηφιακών βίντεο εκπέμπονται και επιπλέον πληροφορίες (DVB - Service Information) εμφανιζόμενες με μορφή κειμένου, π.χ. **ηλεκτρονικός οδηγός τηλεοπτικών προγραμμάτων** (EPG - Electronic Program Guide).

### **DVB-S και DVB-S2**

Το σύστημα **DVB-S** ξεκίνησε το 1995 και ήταν το πρωταρχικό σύστημα ψηφιακής μετάδοσης βίντεο μέσω δορυφόρων. Τα μεταδιδόμενα βίντεο ήταν κωδικοποιημένα κατά MPEG-2 και είχαν ποιότητα ανάλυσης SDTV (Standard Definition TV).

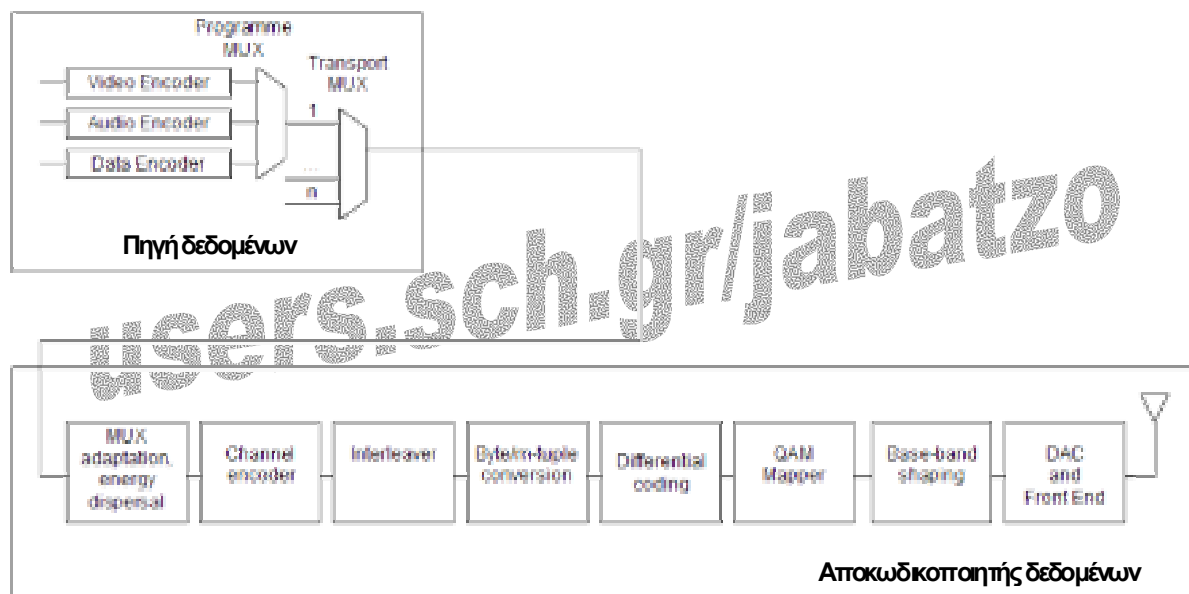
Τον Μάρτιο του 2005 το DVB-S αντικαταστάθηκε από το βελτιωμένο **DVB-S2** (Digital Video Broadcasting - Satellite - Second Generation). Το DVB-S2 έχει ποιότητα ανάλυσης **HDTV** (High Definition TV), ενώ τα βίντεο του είναι κωδικοποιημένα με τον αλγόριθμο H.264 (MPEG-4). Ωστόσο μπορεί να εκπέμψει βίντεο με κωδικοποίηση MPEG-2 και διαμορφωμένο κατά QPSK ή MAPSK.

Το DVB-S2 έχει 30% καλύτερη απόδοση από το αρχικό DVB-S χάρη στις νέες τεχνικές που ενσωματώνει, όπως είναι η αλλαγή παραμέτρων κωδικοποίησης και διαμόρφωσης σε πραγματικό χρόνο (**VCM** - Variable Coding and Modulation) και η συμπίεση του βίντεο κατά **MPEG-4**. Χάρη στην συμπίεση των δεδομένων κατά MPEG-4, έχει επιτευχθεί η εκπομπή βίντεο ποιότητας HDTV στο ίδιο εύρος καναλιού που απαιτούνταν για εκπομπή βίντεο MPEG-2 από το σύστημα DVB-S με ποιότητα SDTV!

Τα δεδομένα πριν εκπέμψουν 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** και **32APSK**.

### **DVB-C**

Το σύστημα καλωδιακής μετάδοσης ψηφιακού βίντεο **DVB-C (Digital Video Broadcasting – Cable)** μεταδίδει βίντεο με ήχο συμπεταμένα με τον αλγόριθμο MPEG-2 και διαμορφωμένα κατά QAM.



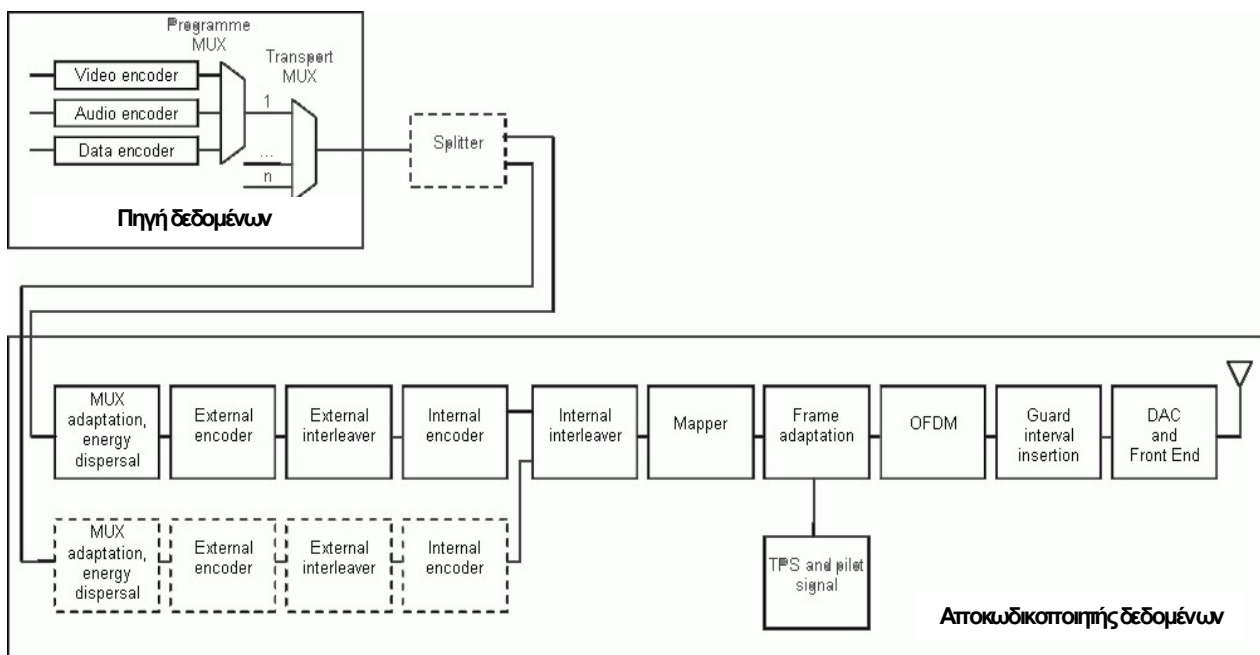
Στον πομπό το βίντεο, ο ήχος και τα δεδομένα πολυπλέκονται σε μια ροή προγράμματος MPEG-2 PS (Program Stream). Μία ή περισσότερες ροές προγράμματος πολυπλέκονται σε μια ροή μεταφοράς MPEG-2 TS (Transport Stream), η οποία τελικά μεταδίδεται και καταλήγει στον αποκωδικοποιητή μας. Οι ρυθμοί μετάδοσης του μεταδιδόμενου MPEG-2 TS μπορούν να φθάσουν τα 64 Mbit/s και εξαρτώνται από τις παραμέτρους διαμόρφωσης.

Στον αποκωδικοποιητή μας οι λαμβανόμενες MPEG-2 TS ροές αναγνωρίζονται ως πακέτα δεδομένων μήκους 188 bytes. Σε αυτά εφαρμόζεται ο κώδικας Reed-Solomon RS (204, 188), ο οποίος δίνει την δυνατότητα διόρθωσης έως 8 λάθος bytes σε κάθε πακέτο των 188 byte. Οι επιτρεπόμενες διαμορφώσεις είναι οι: 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM και 256-QAM. Το διαμορφωμένο σήμα φιλτράρεται για την απομάκρυνση των παρεμβολών. Έπειτα μετατρέπεται σε αναλογικό σήμα για να διαμορφωθεί στο τελικό σήμα RF. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι ροές δεδομένων ανάλογα με την διαμόρφωση και το εύρος ζώνης.

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

### DVB-T

Το **DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial)** είναι το Ευρωπαϊκό σύστημα επίγειας εκπομπής και λήψης ψηφιακού σήματος. Σύμφωνα με αυτό εκτέμνεται μια συμπιεσμένη ψηφιακή ροή εικόνας-ήχου συμπιεσμένη κατά MPEG-2 ή H.264 και διαμορφωμένη κατά OFDM. Η λήψη πραγματοποιείται με την απλή κεραία μας τύπου Yagi.



Όπως φαίνεται και στο προηγούμενο σχήμα, στον πομπό πραγματοποιείται αρχικά η κωδικοποίηση του ήχου, της εικόνας και των δεδομένων και έπειτα αυτά πολυπλέκονται σε μια ροή προγράμματος MPEG-2 PS. Αν στο ίδιο κανάλι πρόκειται να μεταδοθούν και άλλα προγράμματα, τότε πολυπλέκονται όλα μαζί σε μια ροή μεταφοράς MPEG-2 TS. Αυτή μεταδίδεται για να ληφθεί και να αποκωδικοποιηθεί από τον δέκτη (Set Top Box). Οι ρυθμοί μετάδοσης κυμαίνονται από 5 έως 32 Mbit/s ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη κωδικοποίηση και διαμόρφωση.

Μπορούμε να εκπέμπουμε ταυτόχρονα 2 διαφορετικές ροές μεταφοράς MPEG2-TS με την χρήση της τεχνικής **Ιεραρχικής Μετάδοσης** (Hierarchical Transmission) και ενός **διαχωριστή** (splitter) στην έξοδο του πομπού. Για παράδειγμα μπορούμε να εκπέμπουμε ταυτόχρονα το ίδιο τηλεοπτικό πρόγραμμα σε ποιότητα στάνταρ ανάλυσης (SDTV) και υψηλής ανάλυσης (HDTV). Οι δέκτες θα λαμβάνουν και τα δύο προγράμματα και ανάλογα με την ποιότητα του λαμβανόμενου σήματος θα επιλέγουν αν θα δείχνουν στην οθόνη την HDTV ή την SDTV εκπομπή.

Ο αποκωδικοποιητής του δέκτη αναγνωρίζει και διαχωρίζει τις εισερχόμενες ροές MPEG-2 TS σε πακέτα μήκους 188 bytes έκαστο. Σε αυτά εφαρμόζεται ο **κώδικας Reed-Solomon RS** (204, 188), ο οποίος δίνει την δυνατότητα διόρθωσης έως 8 λάθος bytes σε κάθε πακέτο των 188 byte. Τα πακέτα κωδικοποιούνται, αναδιατάσσονται και διαμορφώνονται με QPSK, 16-QAM ή 64-QAM σε σύνθετα σύμβολα. Αυτά ομαδοποιούνται σε **μπλοκ** σταθερού μήκους των 1512, 3024 ή 6048 συμβόλων ανά μπλοκ. Ένα **πλαίσιο** (frame) αποτελείται από 68 μπλοκ, ενώ 4 πλαίσια συγκροτούν ένα **υπερπλαίσιο** (superframe). Ακολουθεί διαμόρφωση των μπλοκ με την τεχνική της OFDM διαμόρφωσης και έπειτα στην αρχή του κάθε μπλοκ εισάγονται **κενά ασφαλείας** (Guard intervals) με μήκος  $1/32$ ,  $1/16$ ,  $1/8$  ή  $1/4$  του μήκους του μπλοκ. Τέλος μετατρέπεται σε αναλογικό σήμα για να διαμορφωθεί στην τελική ραδιοσυχνότητα της μπάντας VHF ή UHF. Το εύρος κάθε καναλιού καθορίζεται σε 6, 7 ή 8 MHz. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ροές δεδομένων για ένα σύστημα DVB-T με κανάλια των 8 MHz.

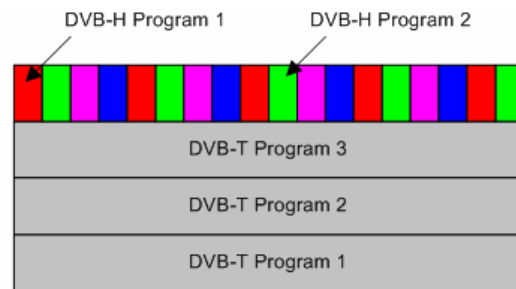
Διαμόρφωση	Coding rate	Κενά Ασφαλείας			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4.976 Mbps	5.529 Mbps	5.855 Mbps	6.032 Mbps
	2/3	6.635 Mbps	7.373 Mbps	7.806 Mbps	8.043 Mbps
	3/4	7.465 Mbps	8.294 Mbps	8.782 Mbps	9.048 Mbps
	5/6	8.294 Mbps	9.216 Mbps	9.758 Mbps	10.053 Mbps
	7/8	8.709 Mbps	9.676 Mbps	10.246 Mbps	10.556 Mbps
16-QAM	1/2	9.953 Mbps	11.059 Mbps	11.709 Mbps	12.064 Mbps
	2/3	13.271 Mbps	14.745 Mbps	15.612 Mbps	16.086 Mbps
	3/4	14.929 Mbps	16.588 Mbps	17.564 Mbps	18.096 Mbps
	5/6	16.588 Mbps	18.431 Mbps	19.516 Mbps	20.107 Mbps
	7/8	17.418 Mbps	19.353 Mbps	20.491 Mbps	21.112 Mbps
64-QAM	1/2	14.929 Mbps	16.588 Mbps	17.564 Mbps	18.096 Mbps
	2/3	19.906 Mbps	22.118 Mbps	23.419 Mbps	24.128 Mbps
	3/4	22.394 Mbps	24.882 Mbps	26.346 Mbps	27.144 Mbps
	5/6	24.882 Mbps	27.647 Mbps	29.273 Mbps	30.160 Mbps
	7/8	26.126 Mbps	29.029 Mbps	30.737 Mbps	31.668 Mbps

### DVB-H

Το **DVB-H (Digital Video Broadcasting - Handheld)** δημιουργήθηκε το Νοέμβριο του 2004 με σκοπό την μετάδοση ψηφιακού βίντεο σε συσκευές χειρός. Είναι η νεώτερη τεχνική ψηφιακής μετάδοσης του προτύπου DVB. Η τεχνολογία του DVB-H ουσιαστικά βασίζεται στην τεχνολογία του συστήματος DVB-T, ειδικά όμως τροποποιημένη για χρήση σε φορητούς δέκτες μπαταρίας. Το DVB-H λειτουργεί στις μπάντες **VHF-III** (174-230 MHz), **UHF-IV/UHF-V** (470-830 MHz) και **L** (1.452-1.492 GHz) και προσφέρει ένα μονόδρομο κανάλι (μόνο εμείς «κατεβάζουμε» δεδομένα) υψηλής ταχύτητας.

Για οικονομία ισχύος στους φορητούς δέκτες χρησιμοποιείται η τεχνική **“time slicing”**. Σύμφωνα με αυτή οι ροές προγραμμάτων κατανέμονται σε ομάδες δεδομένων έως 2 Mbits (μαζί με τα bit ισότητας) και οι εκπομπές αυτών των ροών γίνονται διαδοχικά (βλέπε διπλανό σχήμα). Έτσι σε κάθε κανάλι εκπομπής δεν εκπέμπεται συνέχεια μόνο ένα πρόγραμμα, αλλά πολλά προγράμματα με

μια καθορισμένη σειρά. Ο δέκτης αντίστοιχα ενεργοποιείται μόνο για τα χρονικά διαστήματα που πρέπει να παραμείνει συντονισμένος στο πρόγραμμα που ζητήθηκε από τον χρήστη. Έτσι εξοικονομείται ενέργεια με την απενεργοποίησή του κατά την διάρκεια των υπόλοιπων προγραμμάτων που δεν μας ενδιαφέρουν. Ωστόσο οι ροές προγράμματος που έλαβε ο δέκτης αποθηκεύονται σε κάποιο προσωρινό buffer, ώστε να προβληθούν στην οθόνη του χωρίς διακοπές.



### Νέες υβριδικές υπηρεσίες

Σύντομα (2007-2008) θα εμφανιστεί η νέα υβριδική υπηρεσία **DVB-SSP** (Satellite Services to Portable devices) που θα συνδυάζει τις δορυφορικές και επίγειες υπηρεσίες εκπομπής και λήψης ψηφιακού σήματος μέσω της μπάντας συχνοτήτων **S** (2GHz – 4GHz). Θα χρησιμοποιεί **γεωστατικούς δορυφόρους** με υψηλή ισχύ εκπομπής για την λήψη σήματος σε εξωτερικούς χώρους (π.χ. στους δρόμους) σε συνδυασμό με εκπομπές χαμηλής ισχύος από **επίγειους αναμεταδότες** για την λήψη σήματος από εσωτερικούς χώρους (π.χ. τα σπίτια).