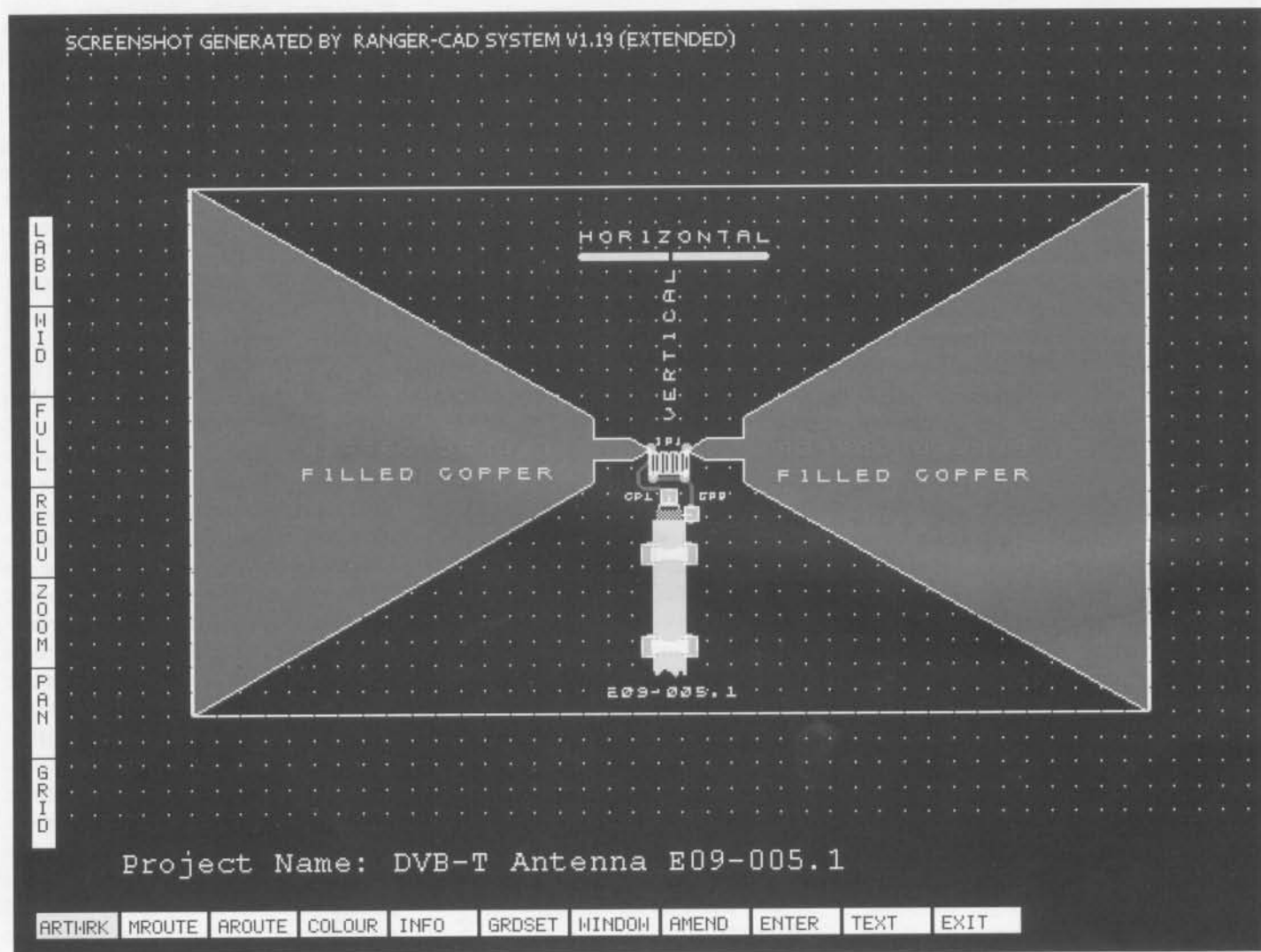


Δίπολο πεταλούδας για λήψη DVB-T

Μία απλή και οικονομική κεραία εσωτερικής λήψης

Από τον Rolf Badenhausen



Σε πολλές περιοχές έχει ήδη αρχίσει η εκπομπή της ψηφιακής επίγειας τηλεόρασης (DVB-T). Για να μπορέσουμε βέβαια να απολαύσουμε τις χάρες της, θα χρειαστούμε ένα δέκτη DVB-T και μία (νέα) UHF κεραία. Όσοι δεν διαθέτουν την κατάλληλη κεραία, μπορούν εύκολα και οικονομικά να κάνουν την δουλειά τους με την μικρή εσωτερική κεραία που παρουσιάζουμε στην συνέχεια.

Η επίγεια ψηφιακή εκπομπή τηλεοπτικού σήματος είναι ήδη διαθέσιμη σε πολλές περιοχές, και υπάρχουν μάλιστα σχέδια για μελλοντική κατάργηση όλων των αναλογικών εκπομπών σε PAL (κάτι το οποίο ήδη έχει αρχίσει να εφαρμόζεται σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες).

Εάν κάποιος είναι συνδρομητής σε καλωδιακή ή δορυφορική τηλεόραση και για λόγους κόστους σκέπτεται να στραφεί προς την DVB-T, χρειάζεται οπωσδήποτε μία κεραία συμβατή με DVB-T. Η κεραία βέβαια αυτή δεν συνδέεται απ' ευθείας με την τηλεόραση αλλά προηγείται ένας τηλεοπτικός δέκτης DVB-T το καλούμενο 'set-top box'.

Από τους τηλεοπτικούς δέκτες DVB-T που κυκλοφορούν στην αγορά, αυτοί που διαθέτουν μαζί και την κεραία είναι πολύ λίγοι. Στο **Σχήμα 1** έχουμε ένα παράδειγμα μίας απλής κεραίας. Το βασικό μειονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου κεραίας -πέρα από την συνήθως άσχημη εμφάνιση-, είναι το σχετικά στενό εύρος ζώνης στο οποίο υπάρχει καλή ευαισθησία (συγκρινόμενο με το συνολικό εύρος της ζώνης UHF στο οποίο κατανομούνται οι εκπομπές των ψηφιακών καναλιών).

Περισσότερο κατάλληλη για εσωτερική λήψη DVB-T είναι η κεραία που λόγω σχήματος είναι γνωστή ως 'δίπολο πεταλούδας'. Πέρα από το γεγονός ότι η συγκεκριμένη κεραία παρουσιάζει καλύτερη απόδοση σε εύρος ζώνης, είναι και περισσότερο διακριτική δεδομένου ότι λόγω του πολύ μικρού της πλάτους μπορεί εύκολα να κρυφτεί πίσω από ένα οποιοδήποτε αντικείμενο ή ένα κάδρο.

DVB-T

Χάρη στην συμπίεση δεδομένων που επιτυγχάνει το πρότυπο κωδικοποίησης MPEG-2, στο εύρος ζώνης που καταλαμβάνει ένα απλό αναλογικό κανάλι είναι δυνατόν να γίνει εκπομπή τεσσάρων ψηφιακών καναλιών. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακό εάν λάβουμε υπ' όψη μας ότι ένα σύγχρονο τηλεοπτικό σήμα με 625 γραμμές και συχνότητα 50 Hz θα πρέπει λογικά να χρειάζεται ένα ρυθμό δεδομένων γύρω στα 216 Mbit/s (χοντρικά). Το εύρος ζώνης που χρειάζεται αυτή η πληροφορία είναι μάλλον απαγορευτικό για επίγειες ή δορυφορικές εκπομπές. Το πρότυπο MPEG-2, αποτελεί μία σημαντική εξέλιξη του προτύπου MPEG-1, και είναι σε θέση να μειώσει την απαιτούμενη ροή ψηφιακών δεδομένων στα 13,27 Mbit/s, μόλις δηλαδή το

6 % της αρχικά υπολογιζόμενης τιμής. Ένα έξυπνο μάλιστα σχήμα κωδικοποίησης το οποίο είναι γνωστό ως CODFM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex = πολυπλεξία καταμερισμού συχνότητας κωδικοποιημένου ορθογωνίου), εξασφαλίζει την βέλτιστη χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης συχνοτήτων και της ισχύος. Ένα από τα πρώτα άρθρα σχετικά με την DVB-T μπορεί κανείς να βρει στην παραπομπή [1].

Δίπολο πεταλούδας

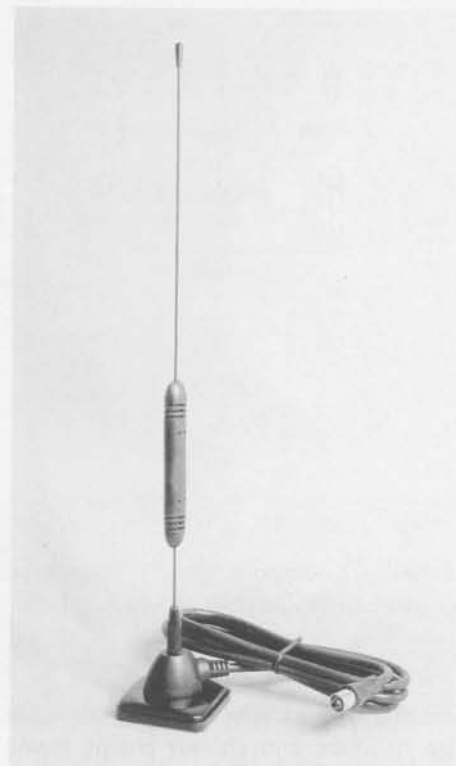
Η πραγματική εμπέδηση κεραίας ενός διπόλου πεταλούδας είναι της ίδια τάξης και πλάτους με αυτή ενός διπόλου πλήρους κύματος. Για ένα τέτοιο σύστημα διπόλου πλήρους κύματος, η τυπική εμπέδηση κυμαίνεται μεταξύ 240 Ω και 300 Ω, πλησιάζοντας στην πράξη περισσότερο τα 300 Ω. Σε κάθε πάντως περίπτωση, για να ανταποκριθούμε στην ονομαστική εμπέδηση εισόδου κεραίας του δέκτη που είναι 75 Ω, χρειαζόμαστε προσαρμογή.

Για ένα μετασχηματιστή προσαρμογής όπως αυτός που εικονίζεται στο **Σχήμα 2** με λόγο μεταφοράς N, έχουμε:

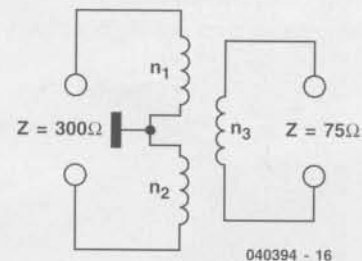
$$N = (z_i / z_o)^{1/2} = n_1 / n_3$$

όπου z_i και z_o είναι αντίστοιχα οι εμπεδήσεις εισόδου και εξόδου του συστήματος και n_1 και n_3 είναι το πλήθος των σπειρών στην κάθε πλευρά του μετασχηματιστή. Για λόγο μεταφοράς $N = 2$ με $n_1 = n_1 + n_2$ και $n_3 = n_3$ καταλήγουμε ότι το πλήθος των σπειρών n_1 , n_2 και n_3 είναι το ίδιο. Το γεγονός αυτό διευκολύνει σημαντικά την κατασκευή του μετασχηματιστή: δεδομένου ότι κατά μήκος όλων των σπειρών εμφανίζεται η ίδια τάση αλλά και όταν δεν θέλουμε γαλβανική μόνωση μεταξύ εισόδου και εξόδου (που θα μας προσέφερε ένας κανονικός μετασχηματιστής), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα μόνο πηνίο με μεσαία απόληξη όπως αυτό που εικονίζεται στο **Σχήμα 3**.

Οι χαμηλού κόστους εμπορικές εκδόσεις του συγκεκριμένου μετασχηματιστή με πυρήνα από αέρα, είναι κατασκευασμένες με διπλό πηνίο. Στο **Σχήμα 4** απεικονίζεται αυτή ακριβώς η διάταξη, όπου οκτώ σπείρες από δύο παράλληλα επισμαλτωμένα χάλκινα σύρματα διαμέτρου 0,5 mm (τα οποία για να είναι περισσότερο εμφανή εικονίζονται σε μαύρο και άσπρο) τυλίγονται σε μία κυλινδρική φόρμα διαμέτρου 4 mm, οδηγώντας σε πραγματικά αμελητέες απώλειες. Το τύλιγμα 4 του μετασχηματιστή



Σχήμα 2. Ο μετασχηματιστής προσαρμόζει την κεραία σε μία εμπέδηση 75 Ω.



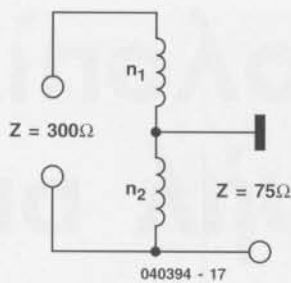
Σχήμα 1. Μία απλή DVB-T κεραία εσωτερικού χώρου από την Technisat, το μήκος της οποίας είναι 31 cm. (πηγή: ο υπογράφων).

καταλήγει λίγο μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα, οδηγώντας σε καλύτερη προσαρμογή όπως αυτή εμφανίζεται στην πράξη.

Όπως φαίνεται και στο κυκλωματικό διάγραμμα του **Σχήματος 4**, στην έξοδο προστίθεται και ένας κεραμικός πυκνωτής σύζευξης. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ότι η οποιαδήποτε συνεχής στάθμη δεν βραχυκυκλώνει με την γη. Γενικά πάντως, οι δέκτες παρέχουν και μία έξοδο +5 V για το ενδεχόμενο χρήσης ενεργούς κεραίας ή ξεχωριστού ενισχυτή κεραίας.

Κατασκευή

Το συνολικό πάχος της κατασκευής συμπεριλαμβανομένου του μετασχηματιστή και του πυκνωτή σύζευξης, δεν ξεπερνά το πλάτος ενός στυλού διαρκείας. Η κατα-



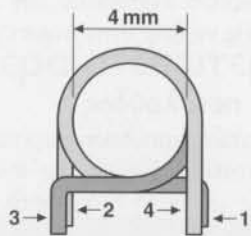
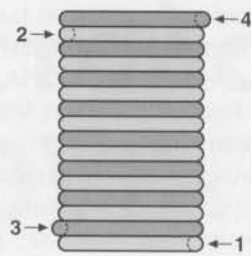
Μια στήλη και αλκυονική κεραία

Ανταρτήρας

Σχήμα 3. Προσαρμογή όπου χρησιμοποιούμε μετασχηματιστή με μονή περιέλιξη.

σσκευή μπορεί να γίνει επάνω σε ένα τεμάχιο πλακέτας από εποξική ρητίνη, μονής όψεως και πάχους 1,5 mm. Το σχέδιο στήριξης φαίνεται στο **Σχήμα 6**, και η διάταξη διατίθεται -όπως πάντα- δωρεάν από τον δικτυακό τόπο www.elektor.gr

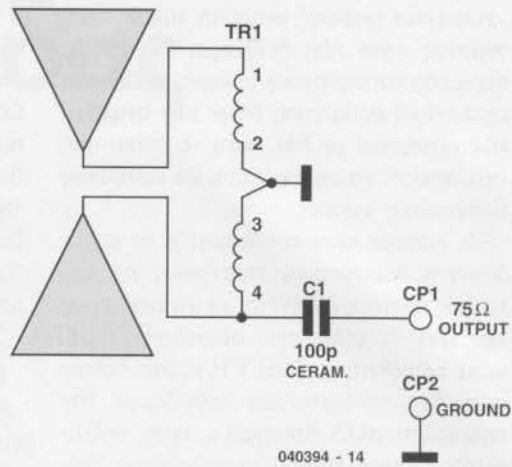
Η κατασκευή είναι επίσης δυνατόν να γί-



040394 - 15

Σχήμα 4. Πρακτική μέθοδος κατασκευής με την βοήθεια ενός διπλού πηνίου με πυρήνα αέρα.

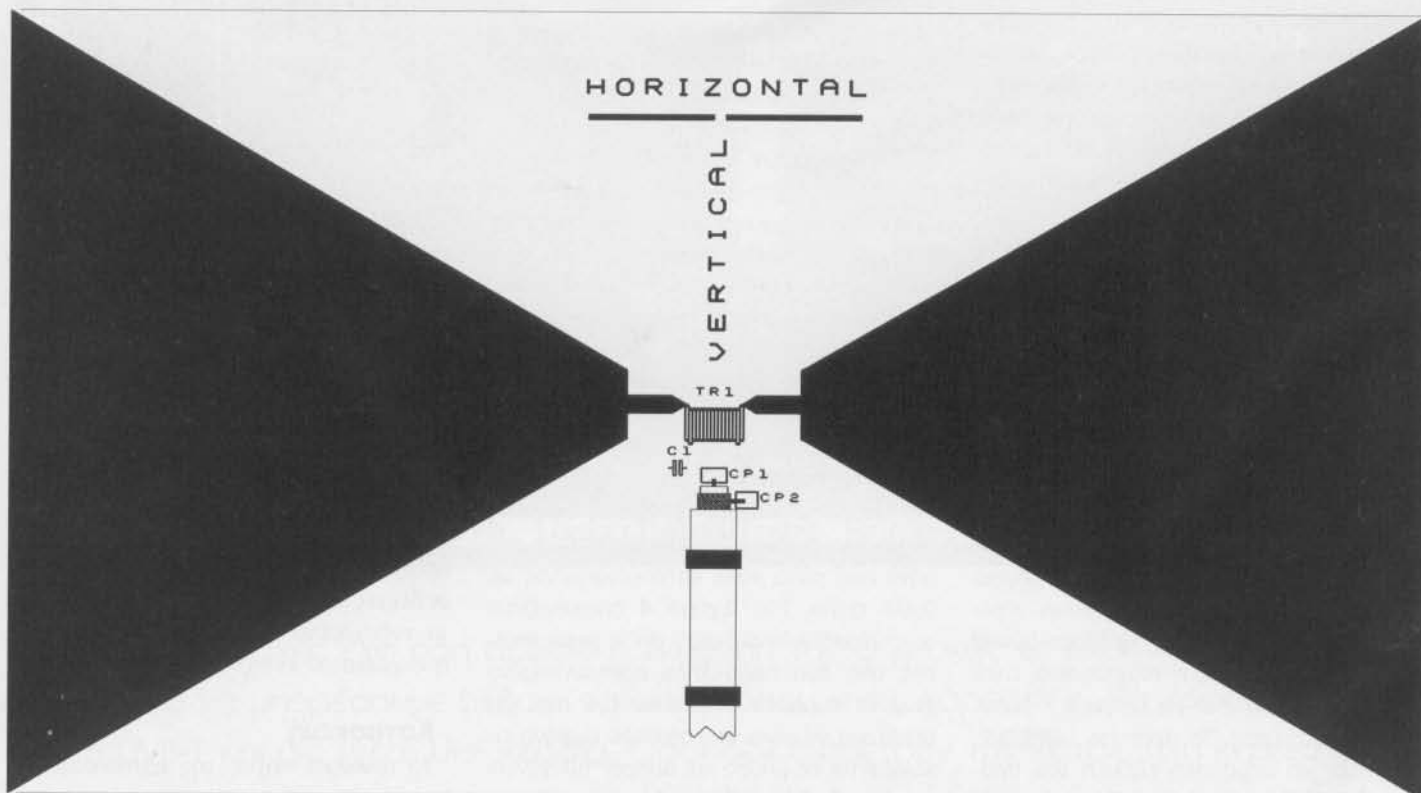
νει με την βοήθεια λεπτών φύλλων τσίγκου, χαλκού ή μπρούντζου, στερεωμένων επάνω σε ένα μονωτικό φύλλο κατασκευασμένο από ξύλο ή πλεξιγκλάς. Στο **Σχήμα 7** έχουμε ένα τέτοιο παράδειγμα κατασκευασμένο επάνω σε ένα φύλλο ξύλου. Ο μετασχηματιστής και ο πυκνωτής σύζευξης εί-



Σχήμα 5. Η κεραία με τον μετασχηματιστή και τον πυκνωτή σύζευξης.

vai στερεωμένοι στο πίσω μέρος, μαζί με τις συνδέσεις του καλωδίου των 75 Ω με την κεραία.

Οι κεραίες τηλεοπτικής εκπομπής είναι δυνατόν να είναι πολωμένες οριζόντια ή κατακόρυφα, οπότε και το δίπολο θα πρέπει να έχει τον αντίστοιχο προσανατολι-



Σχήμα 6. Η πλευρά των εξαρτημάτων, της πλακέτας της κατασκευής (σε ομίχρυνση). Το αποτύπωμα της χάλκινης πλευράς διατίθεται στον δικτυακό τόπο του περιοδικού.

αμό. Όπως κατά κανόνα συμβαίνει με τις εσωτερικές κεραίες (ιδιαίτερα στην περιοχή των UHF), για να μπορέσουμε να εντοπίσουμε την βέλτιστη θέση λήψης και να ελαχιστοποιήσουμε το πρόβλημα των ανακλάσεων, θα χρειαστεί να πειραματιστούμε λιγάκι. Σε γενικές πάντως γραμμές η κεραία δεν είναι σε θέση να αντεπεξέλθει σε συνθήκες σήματος κακής ποιότητας, όπως για παράδειγμα είναι το ισόγειο μιας πολυκατοικίας. Η χρήση ενισχυτή κεραίας είναι κάτι το οποίο δεν συνιστάται. Υπάρχουν αναφορές σε φόρα συζητήσεων στο διαδίκτυο, σύμφωνα με τις οποίες σήματα προερχόμενα από άλλες περιοχές συχνοτήτων του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος λαμβάνονται από την κεραία και ενισχύονται από αυτή (όταν είναι ενεργή κεραία), με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα. Στην περίπτωση όπου οι αιχμές θορύβου ξεπερνούν το (μάλλον χαμηλό) κατώφλι εισόδου του δέκτη DVB-T, τότε ακόμη και η ομολογούμενως σύνθετη διαδικασία αποκωδικοποίησης στον δέκτη δεν είναι σε θέση να

εμποδίσει την παραμόρφωση στον ήχο ή την εικόνα. Το ίδιο φαινόμενο είναι επίσης δυνατόν να παρατηρηθεί όταν ο ενισχυτής κεραίας υπερ-οδηγείται σε μία περιοχή με υψηλή ένταση σήματος.

Δεδομένου ότι στην κεραία πεταλούδας που περιγράφεται στο άρθρο περιλαμβάνεται και μετασχηματιστής στα 75 Ω, εάν κρίνεται σκόπιμο ότι πρέπει οπωσδήποτε να χρησιμοποιηθεί ενισχυτής κεραίας (όπως για παράδειγμα στην περίπτωση που ο βασικός δέκτης βρίσκεται τοποθετημένος σε σχετικά μεγάλη απόσταση από την κεραία), είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε φτηνός ενισχυτής κεραίας της αγοράς. (040394-1)

[1] Ψηφιακή Τηλεόραση:

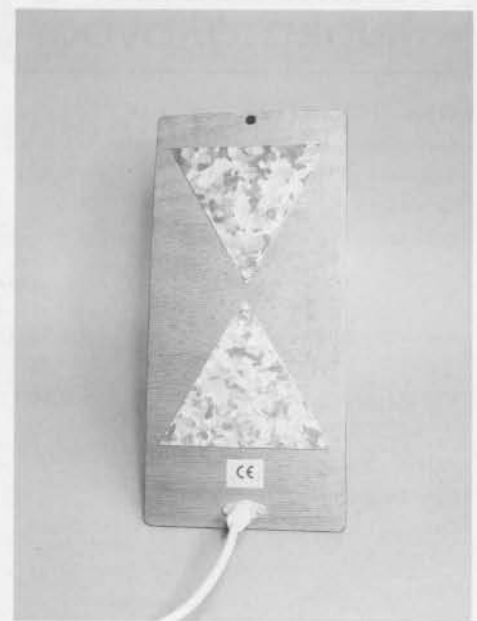
Περιοδικό Ελεγκτορ, Σεπτέμβριος 1995.

Για θεωρητική τεκμηρίωση και καλή πηγή αναφοράς:

[2] Kraus, John D.

Antennas

McGraw-Hill Book Company, 1950.

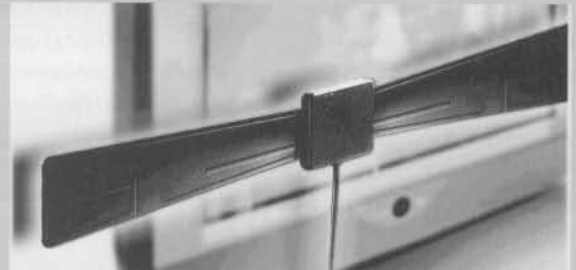


Σύγκριση κεραίων εσωτερικής λήψης

Υπάρχουν βέβαια και πολλοί κατασκευαστές εξοπλισμού για τηλεόραση οι οποίοι έχουν ήδη στρέψει την προσοχή τους στην αγορά DVB-T. Η εταιρεία Hama για παράδειγμα έχει παρουσιάσει μία κεραία εσωτερικού χώρου την οποία καλεί 'Butterfly' και η γεωμετρία της οποίας είναι παρόμοια με αυτή του διπόλου πεταλούδας. Οι αναλογίες της κεραίας (Σχήμα 8) παραπέμπουν στην κεραία διπλού κώνου [2], ενώ από την άλλη η σύνθετη σχεδίαση της Hama θυμίζει επίσης δίπολο λωρίδας. Εάν λάβουμε υπ όψη τις φυσικές της διαστάσεις (μήκος 40 cm), ο συντονισμός -και κατά συνέπεια η καλύτερη ευαισθησία- θα πρέπει να παρουσιάζεται στα 350 MHz περίπου, συχνότητα η οποία δεν εντάσσεται αμιγώς ούτε στην ζώνη των VHF ούτε των UHF αλλά κάπου ανάμεσα.

Σε γενικές γραμμές οι συνδυασμένες κεραίες εσωτερικού χώρου VHF και UHF, δεν αποτελούν τίποτε περισσότερο από ένα συμβιβασμό. Ανεξάρτητα πάντως από αυτό, η εταιρεία Thomson έχει επιλέξει μία διαφορετική αλλά όχι λιγότερο ενδιαφέρουσα εκδοχή: την ANTD200 (Σχήμα 9). Πρόκειται για μία κεραία δύο ζωνών, οι μικρές διαστάσεις της οποίας παραπέμπουν σίγουρα στην ζώνη των UHF. Παρότι όμως πολύ μικρή για την ζώνη των VHF, το εσωτερικό κύκλωμα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να αντισταθμίζει το μικρό της μέγεθος επιμηκύνοντας σε ένα ποσοστό ηλεκτρικά το μέγεθος των διπόλων. Οι γεωμετρικές πάντως διαστάσεις του διπόλου δείχνουν καθαρά την προτίμηση της σχεδίασης προς την λήψη UHF DVB-T. Εν κατακλείδι, θα λέγαμε ότι έχουμε να κάνουμε με μία πολύ λογική σχεδίαση.

Η ίδια αρχή εφαρμόζεται και στην κεραία πεταλούδας που παρουσιάζουμε παραπάνω, με την σχεδόν ισόπλευρο τριγώνου γεωμετρία της. Η αυτεπαγωγή του μετασχηματιστή επιμηκύνει κατά κάποιο τρόπο τα δύο μισά δίπολα σε συχνότητες κάτω από την ζώνη των UHF, γεγονός το οποίο βελτιώνει την λήψη στην περιοχή 3 των VHF.



Σχήμα 8. Η κεραία τύπου πεταλούδας της Hama (πηγή: Hama).



Σχήμα 9. Η κεραία ANTD200 της Thomson, με απολαβή 18 dB (πηγή: Thomson).