Γράφει ο Θανάσης Κυριακόπουλος |

Μεθοδολογία εξουδετέρωσης αναλογικών παρεμβολών στην ψηφιακή λήψη

Μετά την έναρξη των ψηφιακών εκπομπών από την ERT Digital και την Digea παρατηρήθηκε ένα φαινόμενο ασυνήθιστο τα τελευταία χρόνια – αυτό της παρεμβολής μεταξύ καναλιών που λειτουργούν στην ίδια συχνότητα. Όσο είχαμε μόνο τα αναλογικά, οι θέσεις των καναλιών ήταν λίγο πολύ ξεκαθαρισμένες, οι παρεμβολές λίγες και σε όσες περιπτώσεις υπήρχε κάτι τέτοιο, συνήθως δεν ενοχλούσε το μεγαλύτερο μέρος των λήψεων, αφού πάντα υπήρχαν εναλλακτικές λύσεις λήψης για τα ίδια κανάλια. Η έναρξη όμως των ψηφιακών εκπομπών άλλαξε το τοπίο.

Σήμερα, όλοι επιθυμούμε να λαμβάνουμε τα ψηφιακά κανάλια. Όμως εκτός των περιοχών γύρω από τα βασικά και λιγοστά σημεία εκπομπής απ' όπου μεταδίδονται τα κανάλια, στην υπόλοιπη Ελλάδα η λήψη είναι σχεδόν ακατόρθωτη. Όμως, το καλό με την ψηφιακή εκπομπή είναι ότι επιτρέπει την λήψη και αξιοποίηση πολύ χαμηλότερων σημάτων σε σχέση με την αναλογική, κάτι που επιτρέπει στους ψηφιακούς πομπούς να φτάνουν με αξιοποιήσιμο σήμα πολύ πιο μακριά από τους αναλογικούς.

Όσο και αν φαίνεται απίθανο μια τέτοια λήψη θα μπορούσε να δώσει λύση σε μεγάλες αποστάσεις ή σε περιοχές με προβληματική αναλογική λήψη (είδωλα, χιόνια, παρεμβολές, κλπ.). Ακριβώς αυτό αποπειραθήκαμε να κάνουμε και εμείς. Όμως και εδώ τα πράγματα δεν ήταν απλά, αφού στο κανάλι εκπομπής του ψηφιακού σήματος είχαμε να αντιμετωπίσουμε μια ισχυρή αναλογική τηλεοπτική εκπομπή από τον τοπικό αναμεταδότη.

Εκτός από την δική μας περίπτωση, τα επόμενα 5 χρόνια –μέχρι το switch off της αναλογικής– από ό,τι φαίνεται θα συναντήσουμε πολλά τέτοια φαινόμενα. Ήδη έχουν αναφερθεί πάρα πολλές περιπτώσεις όπου τα ψηφιακά φτάνουν μεν με ικανοποιητικό σήμα σε περιοχές μακριά από τον πομπό τους, αλλά έχουν ισχυρές παρεμβολές από τοπικά ή άλλα κανάλια: π.χ. Ανατολική Αττική από τους αναλογικούς αναμεταδότες στην νότια Εύβοια και αντίστοιχα οι Κυκλάδες, η Πελοπόννησος, πολλά νησιά στο Αιγαίο, η Κρήτη, η κεντρική Μακεδονία (με το ισχυρότατο αναλογικό Βοσνιακό στο 25, κλπ). Και σε αυτά συνυπολογίστε τις παρεμβολές από τούρκικα και ιταλικά κανάλια στην ανατολική και δυτική Ελλάδα αντίστοιχα. Επικαιροποιείται λοιπόν η ανάγκη να βρούμε μια διάταξη που θα μας δίνει τη δυνατότητα να ελαττώσουμε τη στάθμη στο ανεπιθύμητο αναλογικό κανάλι που έρχεται από διαφορετική κατεύθυνση ή ακόμα και να την απαλείψουμε εντελώς.

Η χρήση διάταξης φίλτρων είναι αναποτελεσματική, αφού η επίδρασή τους θα ήταν ίδια και για το επιθυμητό και για το ανεπιθύμητο κανάλι, επομένως μόνο μία διάταξη η οποία θα αξιοποιούσε κατάλληλα τις διαφορές φάσης θα μπορούσε να μας δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή την εξάλειψη τους ενός από τα δύο κανάλια που λαμβάνονται στην ίδια συχνότητα.

Έχοντας την τύχη να έχουμε άμεση πρόσβαση σε μία τοποθεσία με πολλά προβλήματα λήψης και κυρίως με εντονότατη εμφάνιση του προβλήματος που θέλουμε να πραγματευτούμε, δηλαδή ισχυρής παρεμβολής αναλογικού σε αδύναμο ψηφιακό, στήσαμε μία διάταξη απόρριψης του αναλογικού καναλιού με χρήση δύο κεραιών και μετατόπιση της φάσης της 2ης κεραίας στη λήψη του αναλογικού κατά 180 μοίρες.

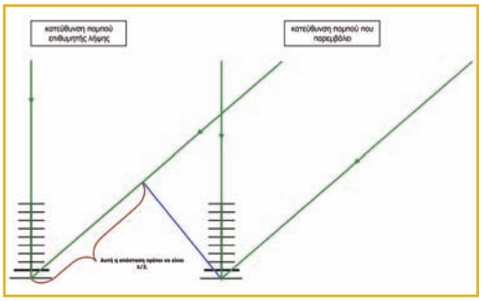
Αυτή ακριβώς τη διάταξη θα μελετήσουμε και θα δούμε με λεπτομέρειες την υλοποίησή της, μια που είναι η μόνη που μπορεί να εξουδετερώσει εντελώς το ένα από τα δύο κανάλια που λειτουργούν στην ίδια συχνότητα. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί είναι εύκολη στην υλοποίηση της, έχει προσιτό κοστολόγιο και δουλεύει καλά… πολύ καλά!

Η γενική ιδέα

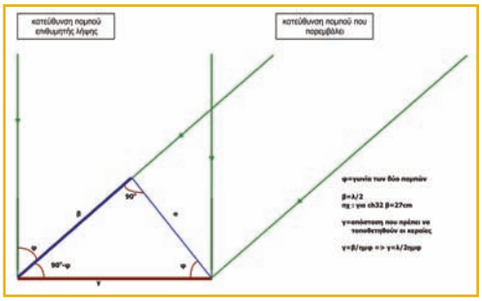
Το **σχήμα 1** μπορεί να μας δώσει μια καλύτερη ιδέα του προβλήματος και της μεθοδολογίας επίλυσής του. Ας πούμε ότι έχουμε ένα ψηφιακό κανάλι στην κατεύθυνση που μας δείχνει το βέλος προς τα επάνω και άλλο ένα κανάλι, ας πούμε αναλογικό, που εκπέμπει στην ίδια συχνότητα και το σήμα του έρχεται από την κατεύθυνση του δεύτερου βέλους (λοξά δεξιά). Εάν χρησιμοποιήσουμε μία κεραία είναι φυσικό ότι το αναλογικό κανάλι θα παρεμβάλει το ψηφιακό. Εφόσον μάλιστα το πρακτικό πρόβλημα είναι ότι θέλουμε να λάβουμε και να αξιοποιήσουμε το σήμα ενός μακρινού και επομένως αδύναμου ψηφιακού, το σύνηθες είναι ότι το αναλογικό κανάλι είναι κοντινό και ισχυρό. Έτσι η ελάττωση του σήματος του αναλογικού καναλιού, εξαιτίας του κατευθυντικού λοβού λήψης της κεραίας μας, δεν είναι αρκετή για να το μειώσει σε ικανοποιητικό βαθμό. Επομένως η παρεμβολή θα είναι ισχυρή και το αναλογικό θα "σκεπάζει" το ψηφιακό. Εάν όμως χρησιμοποιήσουμε δύο κεραίες με τυπική ζεύξη (με ίσα μήκη ακριβώς ίδιων καλωδίων, κλπ), έχουμε τη δυνατότητα να τις τοποθετήσουμε σε τέτοια απόσταση, όπου ενώ το ψηφιακό σήμα θα φτάνει πάνω στα δύο δίπολα ταυτόχρονα - την ίδια χρονική στιγμή, το αναλογικό θα φτάνει στο πρώτο δίπολο σε ένα δεδομένο χρόνο και στο δεύτερο δίπολο φτάνει με χρονική καθυστέρηση τόση, που θα αντιστοιχεί σε διαφορά φάσης 180 μοιρών σε σχέση με το πρώτο. Διαφορά φάσης 180 μοιρών σημαίνει στην πράξη απόσταση των δύο κυμάτων μεταξύ τους ίση με λ/2 (μισό μήκος κύματος). Δηλαδή:

1. Τα σήματα από τον επιθυμητό ψηφιακό πομπό φτάνουν ταυτόχρονα (συμφασικά) στα δίπολα των δύο κεραιών. Το αποτέλεσμα είναι ότι τα πλάτη προστίθενται και μας διπλασιάζουν την τάση – δηλαδή τη στάθμη του σήματος, δηλαδή προσθέτουν 6dB στην απολαβή μας. Βέβαια επειδή ο ζεύκτης έχει απώλεια 3dB, το τελικό κέρδος στην απολαβή είναι 3dB.
2. Τα σήματα από τον ανεπιθύμητο αναλογικό πομπό φτάνουν στα δίπολα των δύο κεραιών με διαφορά φάσης 180 μοίρες, επειδή η διαδρομή από τον πομπό μέχρι το δεύτερο δίπολο είναι μισό μήκος κύματος μεγαλύτερη ή μικρότερη από την διαδρομή προς το πρώτο δίπολο. Εάν τα πλάτη των δύο σημάτων είναι ακριβώς ίσα, οι τάσεις για αυτόν τον πομπό αλληλοαναιρούνται και η τάση στην έξοδο του ζεύκτη είναι κυριολεκτικά μηδενική (0dBμV) για αυτόν τον αναλογικό πομπό.

Αυτή είναι η ιδέα για την απάντηση στο πρόβλημα μας. Τόσο απλή. Αν οι δύο κεραίες είναι όμοιες, το πλάτος των σημάτων που πέφτει και στις δύο είναι ακριβώς ίδιο. Άρα, αρκεί να γυρίσουμε (καθυστερήσουμε) τη φάση του σήματος κατά 180 μοίρες στη μία από τις δύο κεραίες και το τελικό αποτέλεσμα θα είναι μηδενική έξοδος για το αναλογικό κανάλι, αφού που τα δύο σήματα θα αλληλοαναιρεθούν. Δηλαδή στην έξοδο του ζεύκτη θα έχουμε το επιθυμητό ψηφιακό κανάλι με σήμα μεγαλύτερο κατά 3dB από αυτό που θα πάρουμε με μία κεραία, ενώ το ανεπιθύμητο αναλογικό κανάλι θα έχει μειωθεί πάρα πολύ (με ιδανικές συνθήκες θα εξαφανιστεί στην πράξη).



1 Τα δύο σήματα όπως λαμβάνονται στην περιοχή μας από τις δύο κεραίες μας που βρίσκονται σε κατάλληλη απόσταση.



2 Ο υπολογισμός της απόστασης των δύο κεραιών επιτυγχάνεται με απλά μαθηματικά.

3 Το Google Earth μάς δίνει τις γωνία που σχηματίζουν οι δύο πομποί με την περιοχή μας, με ακρίβεια εκατοστού της μοίρας.

4 Η σιδηροκατασκευή σχήμα «Η» που παραγγείλαμε.

5 Ο ζεύκτης της Ikusi EAS-102 που χρησιμοποιήσαμε.

Ο υπολογισμός γενικά

Επομένως το βασικό μας ζήτημα είναι να υπολογίσουμε σωστά την απόσταση που πρέπει να τοποθετηθούν οι δύο κεραίες, σε σχέση με τη γωνία που σχηματίζουν οι δύο πομποί, αλλά και με τη συχνότητα (κανάλι) που εκπέμπουν. Έστω, ότι στο **σχήμα 2**, η γωνία μεταξύ των δύο πομπών είναι φ, τότε για να έχουμε απόσβεση το β θα πρέπει είναι το μισό του μήκους κύματος. Για ένα κανάλι που βρίσκεται στους 600MHz το μήκος κύματος είναι 50cm, επομένως το β είναι ίσο με 25 cm. Γενικά, το μήκος κύματος λ για οποιαδήποτε συχνότητα UHF, το βρίσκουμε διαιρώντας το 300 με την κεντρική συχνότητα του καναλιού. Για παράδειγμα, το λ για το κανάλι 25 είναι: λ = 300/506 = 0,593 m = 59,3 cm, ενώ για το κανάλι 48 είναι: λ = 300/690 = 0,435 m = 43,5 cm. Επομένως η απόσταση γ των δύο κεραιών είναι: γ=β/ημφ δηλαδή γ=0,5*λ/ημφ.

Στην περιοχή που πραγματοποιήσαμε την εγκατάσταση η γωνία μεταξύ των δύο πομπών υπολογίστηκε με άριστη ακρίβεια με τη χρήση του Google Earth που αποτελεί ένα εξαίρετο εργαλείο για αυτή τη δουλειά. Αφού βρέθηκαν οι ακριβείς θέσεις των κεραιών εκπομπής, χαράχτηκαν οι ευθείες μεταξύ της θέσης λήψης και του κάθε πομπού. Το Google Earth μάς δίνει τις γωνίες με ακρίβεια εκατοστού της μοίρας, η οποία είναι υπεραρκετή για την εφαρμογή μας.

Στην **εικόνα 3** φαίνονται οι θέσεις των πομπών, η θέση λήψης, αλλά μπορείτε να πάρετε και μία γεύση για τις σχετικές αποστάσεις.

Η ακριβής γωνία μεταξύ των δύο πομπών που λαμβάνουμε είναι 12,64 μοίρες. Εφαρμόζοντας αυτή την γωνία στον προηγούμενο τύπο και στο μήκος κύματος του καναλιού 48 έχουμε:

Ch48 (690MHz): λ=0,435, λ/2=21,75 cm

γ=β/ημφ => γ=0,5*λ/ημφ => γ=21,75/ημ12,64 => γ=21,75/0,21 => γ=99,395cm = 99,4cm.

Δηλαδή οι κεραίες μας θα πρέπει να τοποθετηθούν σε μία απόσταση 99,4 εκατοστών – δηλαδή σχεδόν ενός μέτρου. Σε αυτήν την απόσταση, όπως είπαμε, θα μηδενιστεί το αναλογικό κανάλι και θα προστεθούν 3dB στο ψηφιακό σήμα.

Τα υλικά

Με δεδομένο ότι είναι γνωστή η απόσταση που πρέπει να έχουν μεταξύ τους οι δύο κεραίες, το πρώτο βήμα ήταν η παραγγελία μιας ανθεκτικής σιδηροκατασκευής στις συγκεκριμένες διαστάσεις. Παραγγέλθηκε λοιπόν και κατασκευάστηκε η υποδομή μέσω της οποίας θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε σταθερά τις δύο κεραίες στη σωστή απόσταση. Έτσι, έφτασε μια σιδηροκατασκευή σχήματος «Η», στην οποία μπορούμε να τοποθετήσουμε μέχρι 4 κεραίες (**εικόνα 4**). Η οριζόντια απόσταση των κατακόρυφων τμημάτων, επιτρέπει την τοποθέτηση δύο κεραιών στην υπολογισθείσα απόσταση των 99,4cm είτε στο επάνω τμήμα, είτε στο κάτω, είτε και στα δύο.

Οι κεραίες που χρησιμοποιήσαμε στη συγκεκριμένη υλοποίηση, ήταν οι γνωστές FlasHD της Ikusi. Η τοποθέτηση των κεραιών έγινε 10 μέτρα από τη θάλασσα, επομένως η πολύ καλή ποιότητα κατασκευής και η μεγάλη αντοχή στο χρόνο ήταν ένα πρόσθετο αναγκαίο σημαντικό χαρακτηριστικό το οποίο πλην άλλων, ικανοποιούσαν οι κεραίες. Για την ζεύξη των σημάτων από τις δύο κεραίες χρησιμοποιήθηκε ο νέος ζεύκτης EAS-102 της Ikusi (**εικόνα 5**).

Τα ψηφιακά σήματα έφταναν στην περιοχή μας με πολύ χαμηλή στάθμη (30dBμV), κάτι που κατέστησε αναγκαία την χρήση ενισχυτή ιστού μετά από το ζεύκτη. Έπειτα από αρκετή μελέτη επιλέχθηκε ο νέος SBA-120 της Ikusi (**εικόνα 6**). Και λέμε έπειτα από αρκετή μελέτη, γιατί η ταυτόχρονη λήψη σε μικρή γωνία με τον Υμηττό των πολύ ισχυρών σημάτων των NET & ET3, με στάθμη πάνω από 80dBμV, καθιστούσε την επιλογή ενισχυτή σπαζοκεφαλιά διότι έπρεπε να έχει:

- Τον χαμηλότερο δυνατό συντελεστή θορύβου για να μην επιδεινώσει το ήδη πολύ χαμηλό C/N.

Ανακαλύψτε τη στην www.ikusi.com/flashd

Σχεδιασμένη για τη λήψη

FULL HD Digital Quality

DVB-T ATSC

FLASHD

η στιγμιαία κεραία

Το πρωτοποριακό σύστημα με πατέντα της Ikusi επιτρέπει τη συναρμολόγηση και εγκατάσταση της κεραίας σε 3 δευτερόλεπτα.

Μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού, η κεραία συναρμολογείται. Με μια απλή κίνηση η κεραία αλλάζει τη θέση ανοίγματός της - έτσι αντιμετωπίζονται οι ανακλάσεις και βελτισοποιείται έτσι η λήψη του σήματος.

nano FLASHD

mini FLASHD

Πρόσθετο
Ενεργό Δίπολο

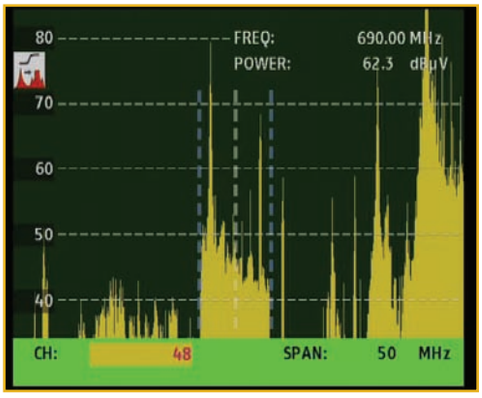
IKUSI

www.ikusi.com

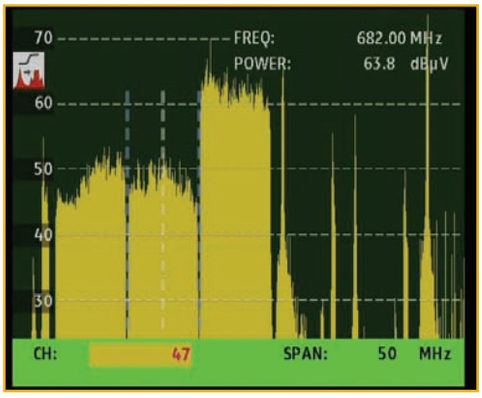
IKUSI HELLAS
Λ. Ποσειδώνος 33, Άλιμος, Τηλ.: 210-9852935
info@ikusi.gr • http://www.ikusi.gr

6 Ο ενισχυτής της Ikusi SBA-120 που χρησιμοποιήσαμε.

7 Οι δύο κεραίες πρέπει να τοποθετηθούν παράλληλα μεταξύ τους και ακριβώς κάθετα στο επίπεδο της σιδηροκατασκευής.



8 Το φάσμα του ψηφιακού καναλιού με μία κεραία.



9 Το φάσμα του ψηφιακού καναλιού με δύο κεραίες σε σύζευξη.

- Μεγάλη απολαβή για να ενισχύσει ικανοποιητικά τα πολύ χαμηλά σήματα που είχαμε στη διάθεση μας.
- Μεγάλη στάθμη εξόδου για να μην ενδοδιαμορφώσει από τα πολύ ισχυρά σήματα των NET & ET3.
- Τεχνολογία interstage.

Το πρακτικό μέρος

Σαν πρώτο βήμα μοντάραμε τις κεραίες, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις αποστάσεις σταθεροποίησης της δαγκάνας από το δίπολο. Το δεύτερο βήμα ήταν να δέσουμε το «Η» της σιδηροκατασκευής επάνω στον ιστό (μονοκόμματο 6μετρο γαλβανισμένο σωλήνα). Στη συνέχεια μπήκαν όλα τα στοιχεία της ζεύξης (κεραίες, ζεύκτης, ενισχυτής) πάνω στο «Η» και συνδέθηκαν μεταξύ τους με ίσα μήκη καλωδίων. Το πιο κρίσιμο κομμάτι ήταν η γεωμετρικά απόλυτα ακριβής τοποθέτηση των κεραιών: παράλληλες μεταξύ τους και ακριβώς κάθετα στο επίπεδο της σιδηροκατασκευής (**εικόνα 7**).

Οι μετρήσεις

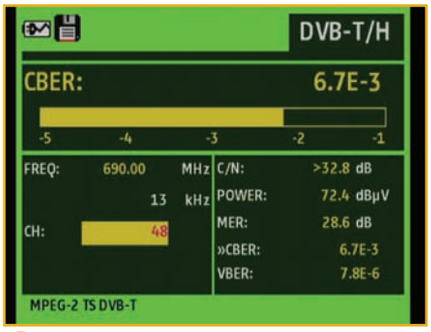
Αφού πήραμε όλα τα αναγκαία μέτρα για την σωστή στήριξη του συστήματος, αρχίσαμε τις μετρήσεις και τις μικρομετρικές ρυθμίσεις για να επιτύχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα, δηλαδή την καλύτερη δυνατή λήψη των επιθυμητών ψηφιακών streams, με την ταυτόχρονη μέγιστη μείωση της στάθμης του ανεπιθύμητου αναλογικού καναλιού. Τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά!!!

Τα ψηφιακά σήματα κέρδισαν 3dB σε σχέση με τις μετρήσεις με μία κεραία και το ισχυρό αναλογικό σχεδόν εξαφανίστηκε κάτω από τις φέρουσες του ψηφιακού. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με το πεδιόμετρο TV Explorer HD της Promax. Στην **εικόνα 8** φαίνεται το φάσμα με την μία κεραία, ενώ στην **εικόνα 9** το φάσμα με το σύστημα ζεύξης. Οι μετρήσεις με το σύστημα ζεύξης φαίνονται στην **εικόνα 10**. Είναι φανερό ότι με την συστοιχία κεραιών σωστά ρυθμισμένη παίρνουμε πολύ καλύτερα αποτελέσματα από όλες τις πλευρές, με το MER να ξεπερνά τα 28dB, την ώρα που με μία κεραία δεν μπορούμε να ξεπεράσουμε τα 8,5-9,0dB και φυσικά είναι αδύνατο να φορτωθούν τα κανάλια του stream.

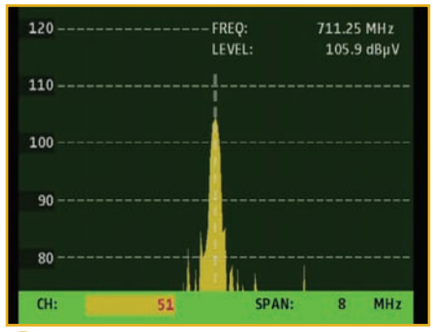
Πολύ σημαντικές παρατηρήσεις

1 Όπως είδαμε η απόσταση των δύο κεραιών μεταξύ τους, δίνεται από τον τύπο: γ=0,5*λ/ημφ. Στην περίπτωση της εφαρμογής μας, για το κανάλι 48 και για γωνία 12.5 μοιρών, η απόσταση μεταξύ των κεραιών είναι 99,5 cm. Αν μεταβάλουμε τη γωνία και δώσουμε μικρότερες τιμές, τότε η απόσταση μεταξύ των κεραιών αυξάνεται. Για παράδειγμα, αν η γωνία μεταξύ των πομπών είναι 5 μοίρες, η απόσταση μεταξύ των κεραιών πρέπει να γίνει 2,5 μέτρα (για το κανάλι 48 πάντα). Είναι φανερό λοιπόν ότι το μικρότερη γωνία για την οποία μπορούμε να εφαρμόσουμε αυτή την τεχνική, εξαρτάται από τα όρια της φυσικής κατασκευής που μπορούμε να φτιάξουμε – δεν έχει νόημα δηλαδή να προσπαθήσουμε να φτιάξουμε μια σιδηροκατασκευή για να τοποθετήσουμε τις κεραίες π.χ. στα 10 μέτρα μεταξύ τους…

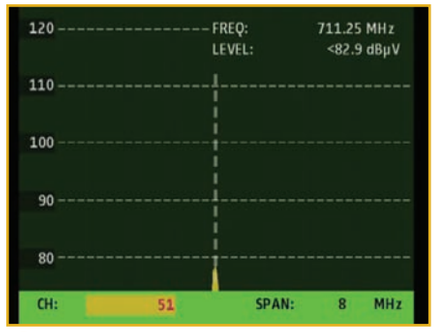
2 Αν όμως μεταβάλουμε τη γωνία αντίθετα και δώσουμε μεγαλύτερες τιμές, βλέπουμε ότι η απόσταση των κεραιών μικραίνει και από ένα σημείο και μετά οι κεραίες ακουμπούν μεταξύ τους και φυσικά δεν είναι δυνατό να υλοποιήσουμε μια τέτοια κατασκευή. Αν για παράδειγμα η γωνία μεταξύ των πομπών είναι 50 μοίρες, η απόσταση των κεραιών μεταξύ τους θα γίνει 28cm και φυσικά δεν μπορούμε να τοποθετήσουμε τις κεραίες τόσο κοντά (λόγω του φυσικού τους πάχους). Και σε αυτή την περίπτωση όμως υπάρχει λύση. Το αποτέλεσμα της ζεύξης και της αλληλοαναίρεσης των σημάτων των δύο κεραιών για το ανεπιθύμητο κανάλι, θα είναι το ίδιο εάν τοποθετήσουμε τις κεραίες με τρόπο που η διαφορά φάσης μεταξύ τους να είναι περιττό πολλαπλάσιο του λ/2, δηλαδή 3λ/2, 5λ/2, κλπ. Με αυτό τον τρόπο



10 Το φάσμα του ψηφιακού καναλιού με δύο κεραίες σε σύζευξη.



11 Η στάθμη του αναλογικού καναλιού με την κεραία στραμμένη προς το σημείο εκπομπής.



12 Η στάθμη του αναλογικού καναλιού με την κεραία στραμμένη κατά 12,5 μοίρες από τον άξονα του σημείου εκπομπής.

έχουμε και πάλι στις κεραίες αντίθετα σήματα που αλληλοαναιρούνται. Επομένως αρκεί να πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα που βρήκαμε προηγουμένως (τα 28 cm στο παράδειγμα των 50 μοιρών για το 48 κανάλι), επί 3 ή επί 5 ή επί 7 κλπ. Το αποτέλεσμα (84cm, 140cm, κλπ.) θα μας δώσει την απόσταση στην οποία πρέπει να τοποθετήσουμε τις κεραίες για να δουλέψει η ζεύξη μας το ίδιο σωστά με το αρχικά υπολογισμένο λ/2.

3 Για να επιτύχουμε σε μία τέτοια κατασκευή, θα πρέπει να προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε το πώς λειτουργεί αυτή η αναίρεση των σημάτων στηριζόμενοι στη διαφορά φάσης που δημιουργούμε. Είναι πολύ σημαντικά να αποκτήσουμε μια "γεωμετρική" αντίληψη της όλης κατασκευής. Ο στόχος μας είναι να πέσουν τα σήματα από τον επιθυμητό πομπό την ίδια χρονική στιγμή επάνω στα δύο δίπολα και τα σήματα από τον ανεπιθύμητο πομπό με διαφορά απόστασης ίση με λ/2, δηλαδή με καθυστέρηση χρόνου ίση με διαφορά φάσης 180 μοιρών. Είναι απόλυτα αναγκαίο να στήσουμε το κεραιοσύστημα αποφεύγοντας την οποιαδήποτε ασυμμετρία της κατασκευής συνολικά. Λεπτομέρειες πού έχουν σημασία είναι: ίσες αποστάσεις δαγκάνας στήριξης από το δίπολο, παραλληλία κεραιών, ορθή γωνία των κεραιών σε σχέση με το επίπεδο της σιδηροκατασκευής (το Η), κλπ.

4 Για την ένωση των δύο κεραιών χρησιμοποιούνται ζεύκτες οι οποίοι επιτυγχάνουν την σωστή προσαρμογή της σύνθετης αντίστασης. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε ότι πρόκειται για συγκεκριμένα εξαρτήματα και αν θέλουμε να έχουμε το σωστό αποτέλεσμα δεν θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε απλούς μίκτες ή διακλαδωτές συνδεδεμένους ανάποδα.

5 Μικρομετρική ρύθμιση της κατεύθυνσης των κεραιών με το CBER. Όταν θα φτάσουμε να αρχίσουμε να βλέπουμε στο πεδιόμετρο σημαντική βύθιση στη στάθμη του σήματος του ανεπιθύμητου καναλιού, δεν θα μπορούμε να το ξεχωρίσουμε μέσα στο φάσμα, αφού το ψηφιακό σήμα θα αρχίσει να το σκεπάζει. Για τον ίδιο λόγο δεν θα μπορέσουμε να πάρουμε αναλογική μέτρηση της στάθμης. Όπως όμως έδειξαν οι πολύωροι πειραματισμοί μας, μπορούμε να μειώσουμε ακόμα περισσότερο την επίδραση του ανεπιθύμητου καναλιού. Αρχικά θα εστιάσουμε στο MER και θα βελτιώσουμε την τιμή του με μικρομετρική περιστροφή του κεραιοσυστήματος. Σύντομα όμως θα πρέπει να πάμε στο CBER, με το οποίο μπορούμε να επιτύχουμε την άριστη απόδοση της κατασκευής μας.

6 Η μείωση της στάθμης φαίνεται καλύτερα στις **εικόνες 11 και 12**. Στην **εικόνα 11** φαίνεται το κανάλι 51 από τα Γεράνεια, με την συστοιχία στραμμένη στα Γεράνεια. Η στάθμη του φτάνει τα 106dBμV. Στην **εικόνα 12** φαίνεται η στάθμη του (~76dBμV) με την συστοιχία στραμμένη στον Υμηττό, δηλαδή 12,5 μοίρες αριστερά. Οι στάθμες που φαίνονται στις εικόνες, είναι μετά από ενίσχυση 25dB. Δηλαδή το κανάλι 51 φέρνει πάνω από 80 dbμV με σκέτη κεραία. Όπως βλέπουμε, η εξασθένηση του ανεπιθύμητου καναλιού είναι της τάξης των 30dB και με προϋποθέσεις μπορεί να ξεπεράσει τα 40 ή ακόμα και τα 50dB. Οι προϋποθέσεις έχουν να κάνουν με την αρτιότητα της υλοποίησής μας και με τη μορφή του περιβάλλοντος χώρου, με την ύπαρξη ανακλάσεων, την πιθανότητα διαφοροποίησης του πλάτους των σημάτων που φτάνουν με διαφορά φάσης στις δύο κεραίες, κλπ.

Συμπεράσματα

Η λύση που αναφέρουμε εδώ είναι η μόνη που μπορεί να διώξει εντελώς το ένα από τα δύο κανάλια που λειτουργούν στην ίδια συχνότητα, έχει προσιτό κόστος, είναι εύκολη στην υλοποίηση της και δουλεύει πολύ καλά. Για την υλοποίηση της χρειάζεται η σωστή κατανόηση των παραπάνω, αλλά κυρίως μεράκι. Είναι όμως μεγάλη η ηθική ικανοποίηση όταν καταφέρνεις να κάνεις άριστη λήψη σε μια πολύ δύσκολη περιοχή και μάλιστα σε κανάλια που οι όλοι άλλοι θεωρούν ότι είναι αδύνατον. Στη συγκεκριμένη περιοχή κανείς κάτοικος δεν έχει δει ποτέ καθαρά τα αναλογικά από Αθήνα. Η Πάρνηθα δεν περνάει, ο Υμηττός φέρνει σήματα στα 25-40dBμV και όλα τα κανάλια έχουν θόρυβο, είδωλα και παρεμβολές. Τα ψηφιακά της Digea τα έχουν πιάσει ελάχιστοι με σταθερό συγχρονισμό (κάτω από 30dBμV και τα δύο), ενώ λόγω παρεμβολής την ERT Digital δεν την έχει πιάσει ποτέ κανένας. Με την υλοποίηση της συστοιχίας πιάσαμε όλα τα ψηφιακά με σταθερή λήψη, με άριστες τιμές MER, VBER, C/N και φυσικά η εικόνα μας δεν έχασε ποτέ το συγχρονισμό της. Είναι αυτονόητο ότι και τα αναλογικά βελτιώθηκαν θεαματικά σε στάθμη σήματος, θόρυβο, είδωλα και παρεμβολές, αλλά για να πετύχουμε το μέγιστο αποτέλεσμα χρειάστηκε κάτι ακόμα, το οποίο… αξίζει να αναλύσουμε διεξοδικά σε επόμενο άρθρο! ■

Για την υλοποίηση της εφαρμογής συνεργάστηκαν οι Θανάσης Κυριακόπουλος, Δημήτρης Σπουρνιάς, Παύλος Κερασίδης και Αργύρης Νομικός.