Μεθοδολογία εξουδετέρωσης αναλογικών παρεμβολών στην ψηφιακή λήψη

Το πρόβλημα που παρουσιάστηκε πρόσφατα

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, μια που υπήρχαν εναλλακτικές λύσεις λήψης για τα ίδια κανάλια.

Η έναρξη όμως των ψηφιακών εκπομπών, άλλαξε το τοπίο: Οι ψηφιακές εκπομπές προέρχονται από λίγα μόνο βασικά σημεία εκπομπής και όλοι θέλουμε να μπορέσουμε να λάβουμε τα ψηφιακά σήματα. Αν συνυπολογίσουμε το γεγονός ότι η ψηφιακή εκπομπή επιτρέπει τη λήψη και αξιοποίηση πολύ χαμηλότερων σημάτων σε σχέση με την αναλογική, είναι φανερό ότι οι ψηφιακοί πομποί φτάνουν με αξιοποιήσιμο σήμα πολύ πιο μακριά από τους αναλογικούς. Είναι αναμενόμενο λοιπόν να προσπαθούμε να κάνουμε σωστή λήψη των ψηφιακών καναλιών σε μεγάλες αποστάσεις ή γενικότερα σε δύσκολες περιοχές. Είναι φυσικό να προσπαθούμε να δώσουμε για πρώτη φορά πεντακάθαρη εικόνα σε περιοχές που παραδοσιακά είχαν προβλήματα στην αναλογική λήψη (είδωλα, χιόνια, παρεμβολές κλπ).
Αυτό με τη σειρά του σημαίνει ότι στις απομακρυσμένες περιοχές που μπορεί εύκολα να φτάσει το ψηφιακό, είναι πάρα πολύ πιθανό να υπάρχει κάποια αναλογική εκπομπή στο ίδιο κανάλι, η οποία να εμποδίζει την απρόσκοπτη λήψη του ψηφιακού.
Σε αυτό θα προσπαθήσουμε να δώσουμε λύσεις με αυτό το άρθρο.

Φαίνεται λοιπόν ότι για τα επόμενα 5 χρόνια - μέχρι το switch off της αναλογικής – θα έχουμε πολλά τέτοια φαινόμενα. Έχουν ήδη 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: πχ 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 – για να μην αναφέρουμε αναλυτικά τις παρεμβολές από τούρκικα και ιταλικά κανάλια στην ανατολική και δυτική Ελλάδα αντίστοιχα.

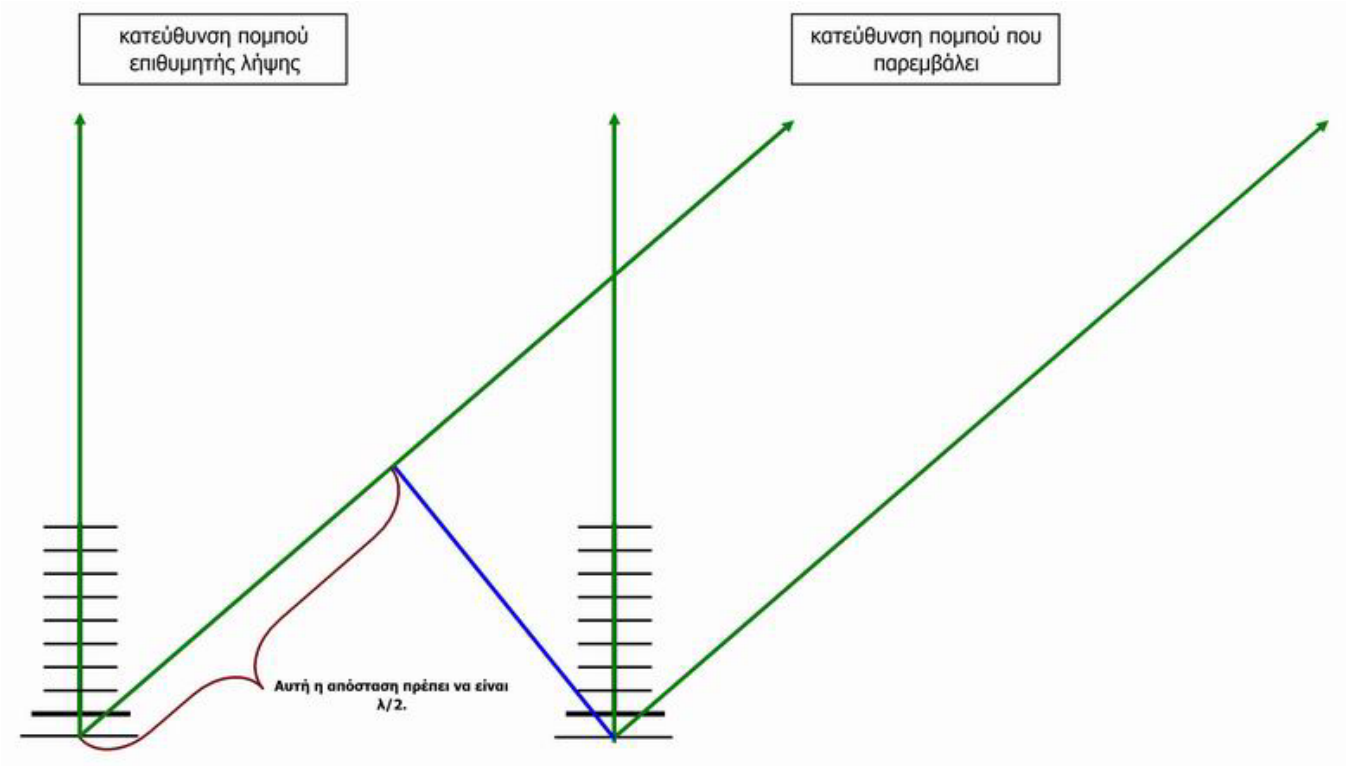
Επικαιροποιείται λοιπόν η ανάγκη να βρούμε μια διάταξη η οποία θα μας δίνει τη δυνατότητα να ελαττώσουμε τη στάθμη στο ανεπιθύμητο κανάλι που μας έρχεται από διαφορετική κατεύθυνση ή ακόμα και να την απαλείψουμε εντελώς.
Είναι φανερό ότι δεν θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε κάποια διάταξη φίλτρων, μια που 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.

Είχαμε χρησιμοποιήσει μια τέτοια διάταξη πριν από πολλά χρόνια και την έχουμε αναφέρει σε αρκετά από τα σεμινάρια που έχουμε κάνει την τελευταία δεκαετία, παρατηρώντας μάλιστα ιδιαίτερο ενδιαφέρον από το σύνολο των τεχνικών που την πρωτογνώριζαν.

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 $2^{ης}$ κεραίας στη λήψη του αναλογικού κατά 180 μοίρες.
Αυτή ακριβώς τη διάταξη θα μελετήσουμε και θα δούμε με λεπτομέρειες την υλοποίηση 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 παρακάτω σχήμα μπορεί να μας δώσει για καλύτερη ιδέα του προβλήματος και της μεθοδολογίας επίλυσης.



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. Εφ' όσον 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 σήματός του εξ αιτίας 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 (ίσα μήκη 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 (που βρίσκεται λ/2 - μισό μήκος κύματος - πιο μακριά από τον πομπό σε σχέση με το πρώτο δίπολο), φτάνει με χρονική καθυστέρηση τόση που θα αντιστοιχεί σε διαφορά φάσης 180 μοιρών σε σχέση με το πρώτο.

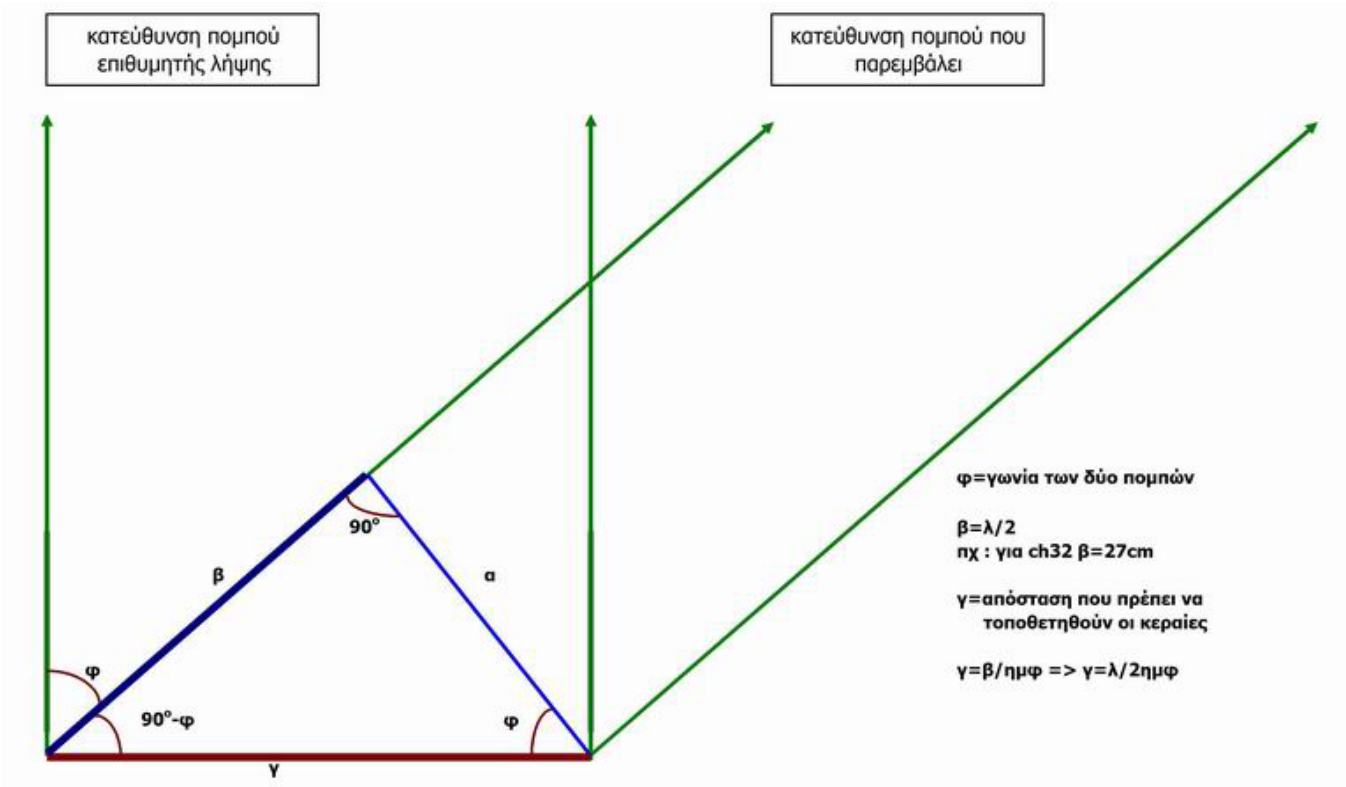
Δηλαδή:
1. Τα σήματα από τον επιθυμητό ψηφιακό πομπό φτάνουν ταυτόχρονα (συμφασικά) στα δίπολα των δύο κεραιών. Το αποτέλεσμα είναι ότι τα πλάτη προστίθενται και μας διπλασιάζουν την τάση – δηλαδή τη στάθμη του σήματος, δηλαδή προσθέτουν 6 db στην απολαβή μας. Βέβαια επειδή ο ζεύκτης έχει απώλεια 3 db, το τελικό κέρδος στην απολαβή είναι 3 db.
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 2^{ο} δίπολο είναι μισό μήκος κύματος μεγαλύτερη ή μικρότερη από την διαδρομή προς το 1^{ο} 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 (0 dbμV) 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, αρκεί να γυρίσουμε (καθυστερήσουμε) τη φάση του σήματος κατά 180 μοίρες στη μία από τις δύο κεραίες.
Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι μηδενική έξοδος για το αναλογικό κανάλι, μια που τα δύο σήματα θα αλληλοαναιρεθούν.
Δηλαδή στην έξοδο του ζεύκτη θα έχουμε το επιθυμητό ψηφιακό κανάλι με σήμα μεγαλύτερο κατά 3 db 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).

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.
Ας δούμε λοιπόν το παρακάτω σχήμα:



Εάν η γωνία μεταξύ των δύο πομπών είναι φ, το β είναι το μισό του μήκους κύματος.
Δηλαδή για ένα κανάλι που βρίσκεται στους 600 MHz το μήκος κύματος είναι 50 cm, 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, πχ το λ για το κανάλι 25 είναι: λ = 300/506 = 0,593 m = 59,3 cm – για το κανάλι 48 είναι: λ = 300/690 = 0,435 m = 43,5 cm κλπ.

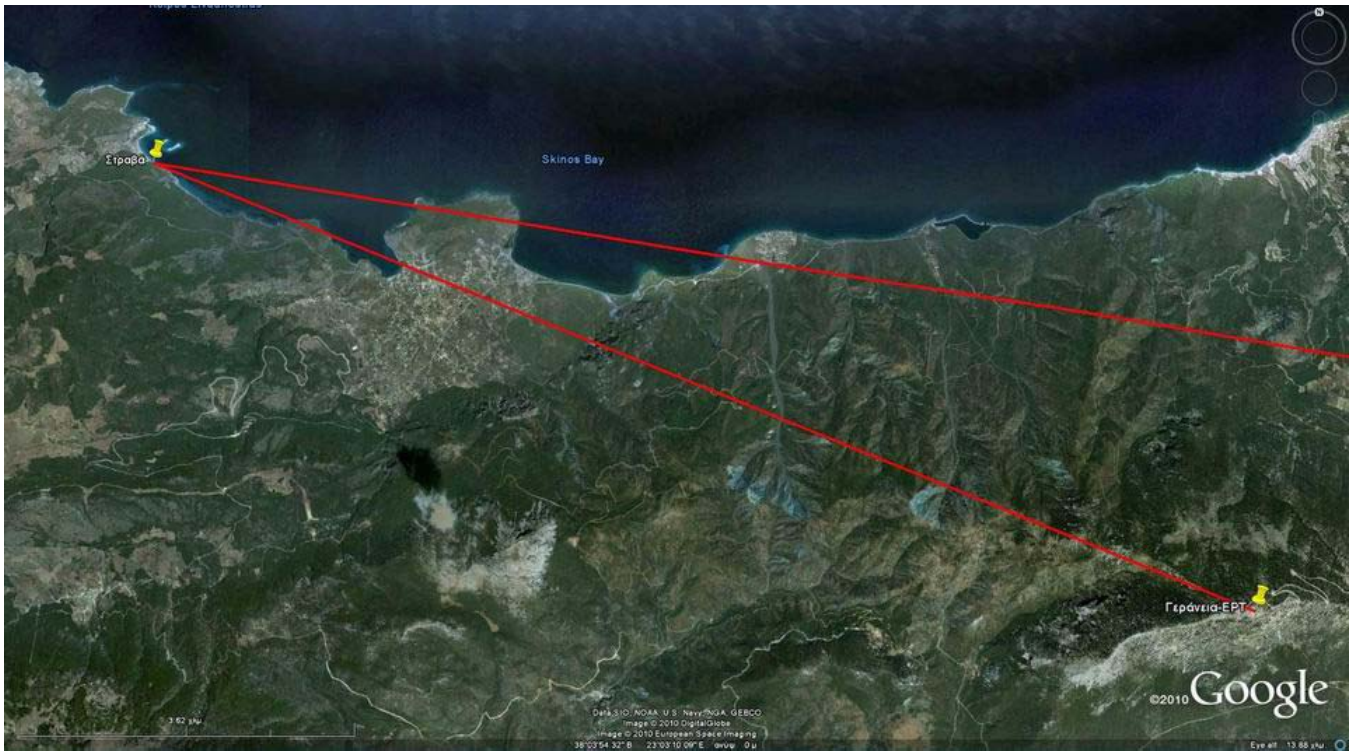
Επομένως η απόσταση γ των δύο κεραιών είναι: γ=β/ημφ δηλαδή γ=0,5*λ/ημφ.

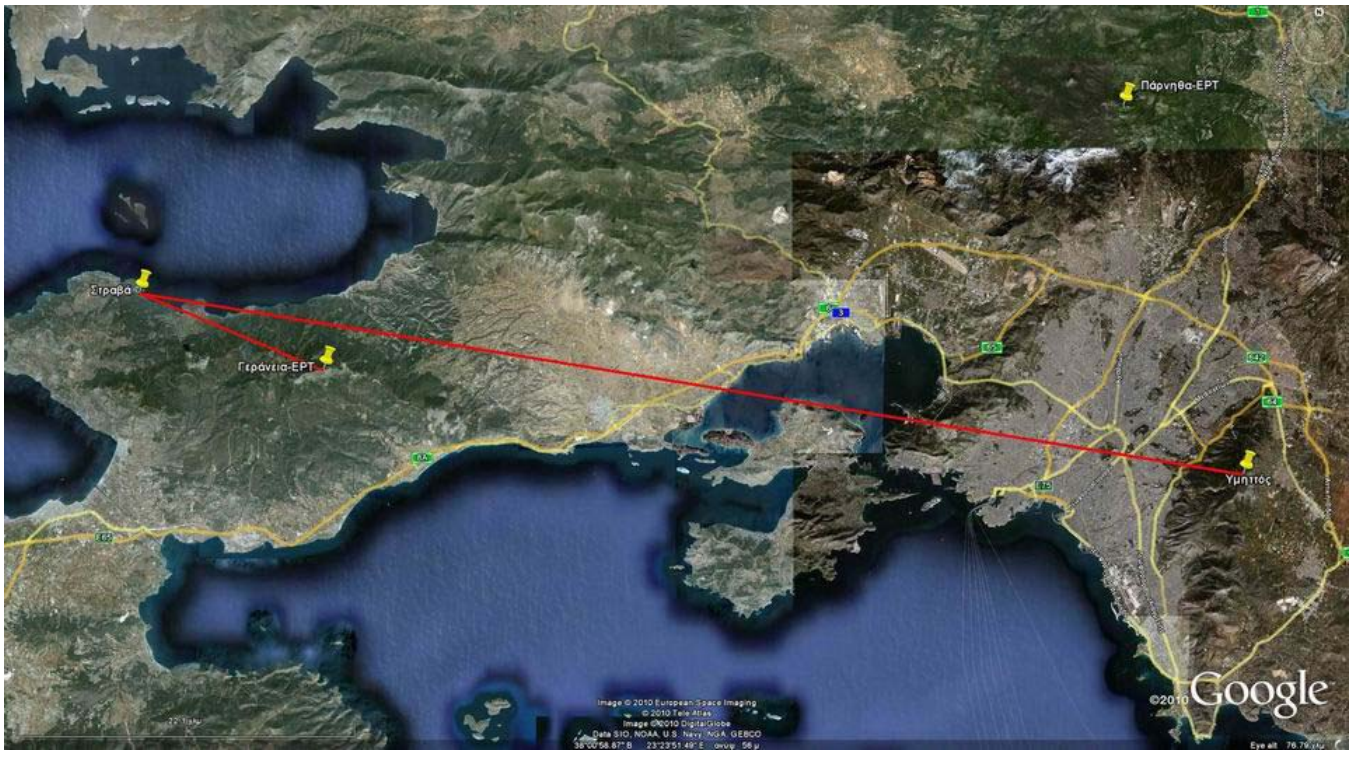
<u>Ο υπολογισμός για το παράδειγμα μας</u>

Η γωνία μεταξύ των δύο πομπών υπολογίστηκε με άριστη ακρίβεια με την 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 μας δίνει τις γωνίες με ακρίβεια εκατοστού της μοίρας, η οποία είναι υπεραρκετή για την εφαρμογή μας.

Στις παρακάτω εικόνες 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 (690 MHz): λ=0,435, λ/2=21,75 cm
γ=β/ημφ => γ=0,5*λ/ημφ
γ=21,75/ημ12,64
γ=21,75/0,218824506609864565065714312897
γ=99,395 cm = 99,4 cm

Δηλαδή οι κεραίες μας θα πρέπει να τοποθετηθούν σε μία απόσταση 99,4 εκατοστών – δηλαδή σχεδόν ενός μέτρου.
Εάν οι κεραίες τοποθετηθούν σε αυτή την απόσταση, τότε όταν σκοπεύουμε ακριβώς στο επιθυμητό ψηφιακό κανάλι, το σήμα του ανεπιθύμητου αναλογικού καναλιού προσπίπτει στα δύο δίπολα με μια χρονική καθυστέρηση, η οποία αντιστοιχεί σε διαφορά φάσης 180 μοιρών και τα σήματα των δύο κεραιών κυριολεκτικά αλληλοαναιρούνται για το αναλογικό κανάλι.
Φυσικά το σήμα του επιθυμητού ψηφιακού καναλιού προσπίπτει συμφασικά στα δύο δίπολα και αυτό δίνει πρόσθετη καθαρή απολαβή της συστοιχίας 3 db (+6 db από το διπλασιασμό των τάσεων, μείον 3 db η απώλεια του ζεύκτη).

Η υλοποίηση

Α. Η προετοιμασία

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.
Μάλιστα επειδή υπήρχε μία ακόμα ανάγκη που θα έπρεπε να μπορούμε να καλύψουμε, η συγκεκριμένη σιδηροκατασκευή έγινε ένα Η στο οποίο θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε στο μέλλον άλλες δύο κεραίες.
Η οριζόντια απόσταση των κατακόρυφων τμημάτων, επιτρέπει την τοποθέτηση δύο κεραιών στην υπολογισθείσα απόσταση των 99,4 cm είτε στο επάνω τμήμα είτε στο κάτω, είτε και στα δύο.
Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται η κατασκευή πριν τοποθετηθεί επάνω της το οποιοδήποτε εξάρτημα.

Οι κεραίες που χρησιμοποιήσαμε στη συγκεκριμένη υλοποίηση, ήταν οι γνωστές FlasHD της IKUSI, μια που εκτός από την ανάγκη για την εξουδετέρωση της παρεμβολής, τα πολύ χαμηλά σήματα που έχει η περιοχή στη λήψη απαιτούσαν την χρήση μιας κεραίας με κορυφαίες επιδόσεις στην απολαβή και τα άλλα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά.
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 ικανοποιούσαν οι κεραίες FlasHD.

Για την ζεύξη των σημάτων από τις δύο κεραίες χρησιμοποιήθηκε ο νέος ζεύκτης EAS-102 της IKUSI.
Η νέα σειρά ζευκτών είναι βαρέως τύπου, μεταλλικοί, απόλυτα θωρακισμένοι και στεγανοί με χαμηλές απώλειες και άριστη προσαρμογή σύνθετης αντίστασης.
Είναι οι ίδιοι που χρησιμοποιούμε και στην εκπομπή για ισχύ μέχρι 10 Watt, αλλά φυσικά κάνουν και για τις ζεύξεις στη λήψη.

Η πολύ χαμηλή στάθμη (30 dbμV) με την οποία έφταναν τα ψηφιακά σήματα στην περιοχή, κατέστησε αναγκαία την χρήση ενισχυτή ιστού μετά από το ζεύκτη. Η ταυτόχρονη λήψη σε μικρή γωνία με τον Υμηττό των πολύ ισχυρών σημάτων των NET & ET3 με στάθμη πάνω από 80 dbμV, καθιστούσε την επιλογή ενισχυτή σπαζοκεφαλιά διότι χρειαζόμαστε ενισχυτή με:

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

Μετά από αρκετή μελέτη επιλέχθηκε ο νέος SBA-120 της IKUSI ο οποίος διαθέτει τα παραπάνω χαρακτηριστικά (απολαβή 35 db, στάθμη εξόδου 114 dbμV, συντελεστή θορύβου < 3 db).
Σαν πρόσθετο χαρακτηριστικό διαθέτει δύο φίλτρα βύθισης που θα βοηθούσαν να απαλείψουμε εντελώς τον κίνδυνο ενδοδιαμόρφωσης από τα δύο ισχυρά κανάλια, έτσι αποδείχτηκε ιδανικός για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Για τις συνδέσεις μεταξύ των κεραιών, του ζεύκτη και του ενισχυτή, χρησιμοποιήθηκε το ποιοτικά κορυφαίο καλώδιο της IKUSI τύπου CCI-175 με απώλειες 16,6 db/100m στους 862 MHz.

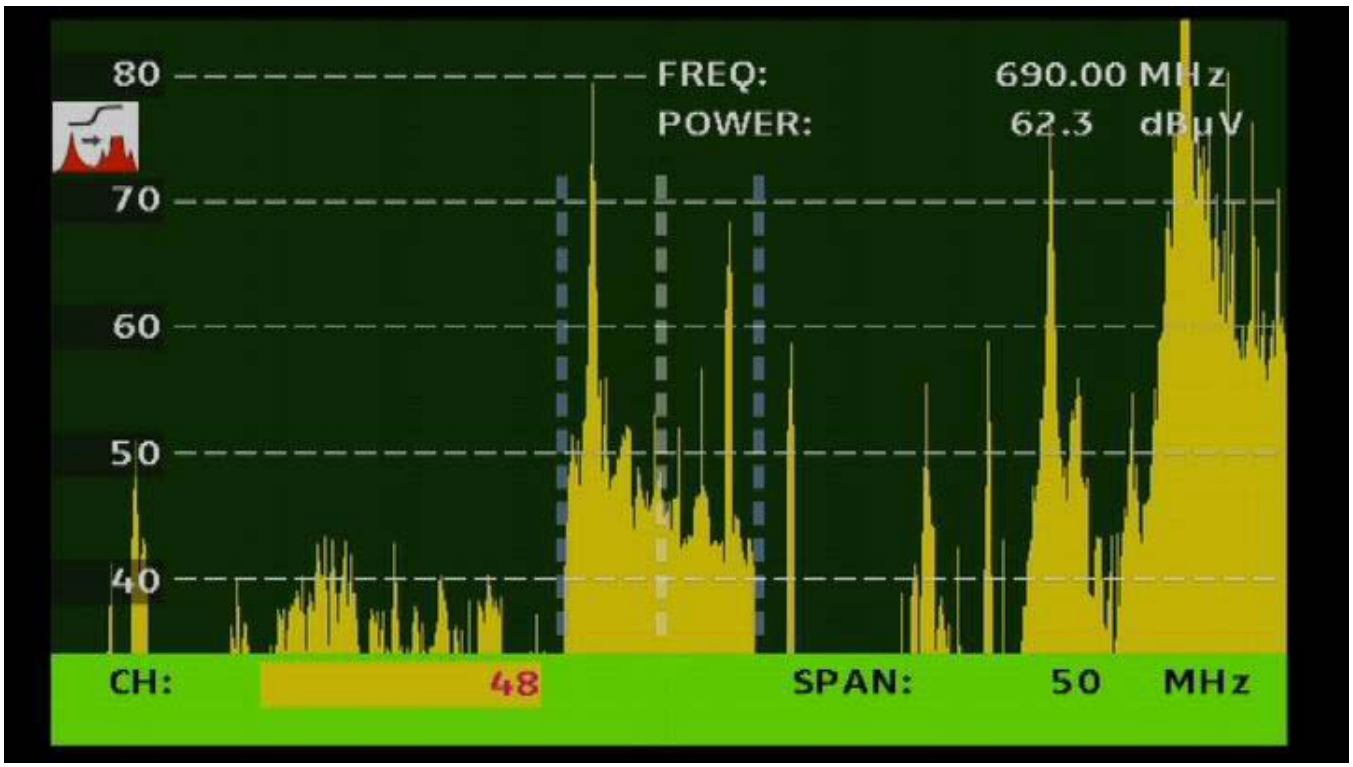
Β. Η υλοποίηση – το πρακτικό μέρος

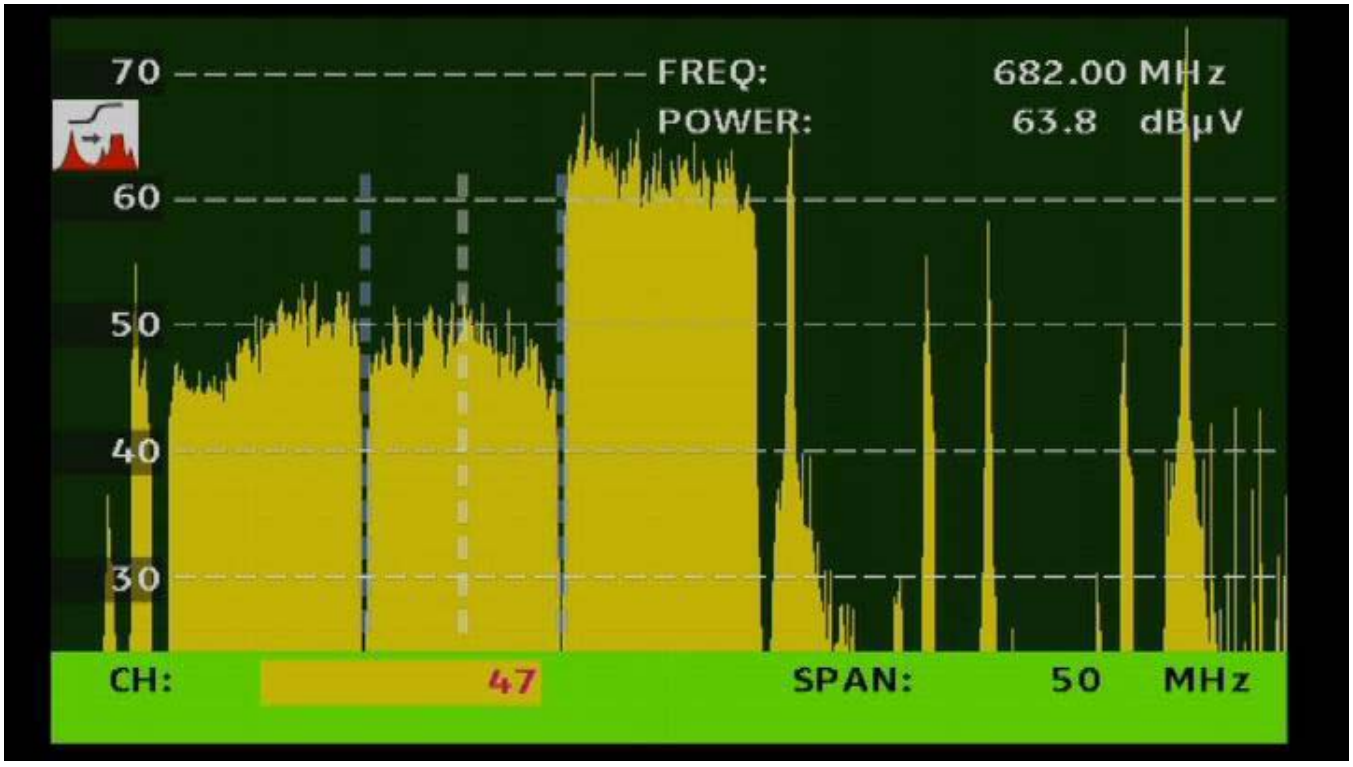
Σαν πρώτο βήμα μοντάραμε τις κεραίες FlasHD, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις αποστάσεις σταθεροποίησης της δαγκάνας από το δίπολο.
Το 2^{ο} βήμα ήταν να δέσουμε το Η της σιδηροκατασκευής επάνω στον ιστό (μονοκόμματο 6μετρο γαλβανισμένο σωλήνα).
Στη συνέχεια μπήκαν όλα τα στοιχεία της ζεύξης (κεραίες, ζεύκτης, ενισχυτής) πάνω στο Η της σιδηροκατασκευής 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.
Το πλήρες σύστημα φαίνεται στην φωτογραφία.

Και στην τελική θέση:

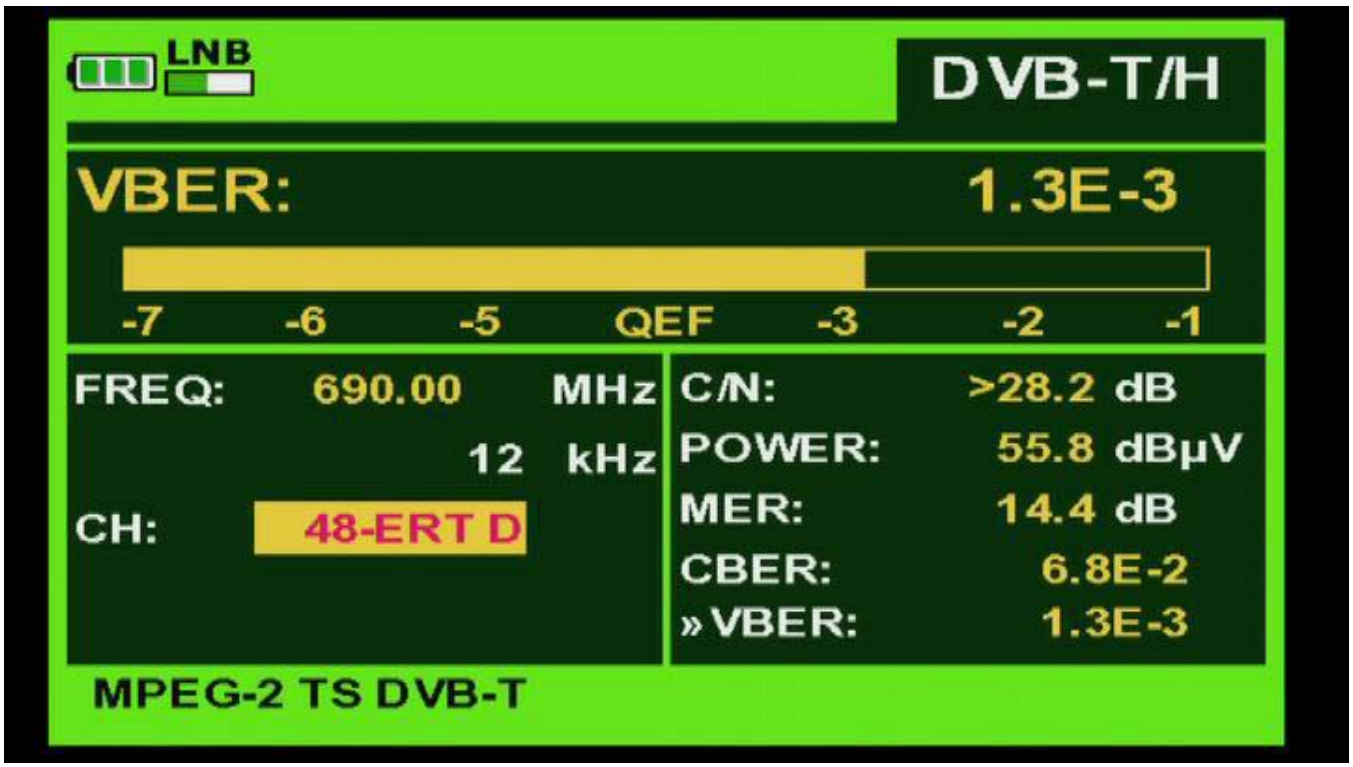
Γ. Οι μετρήσεις

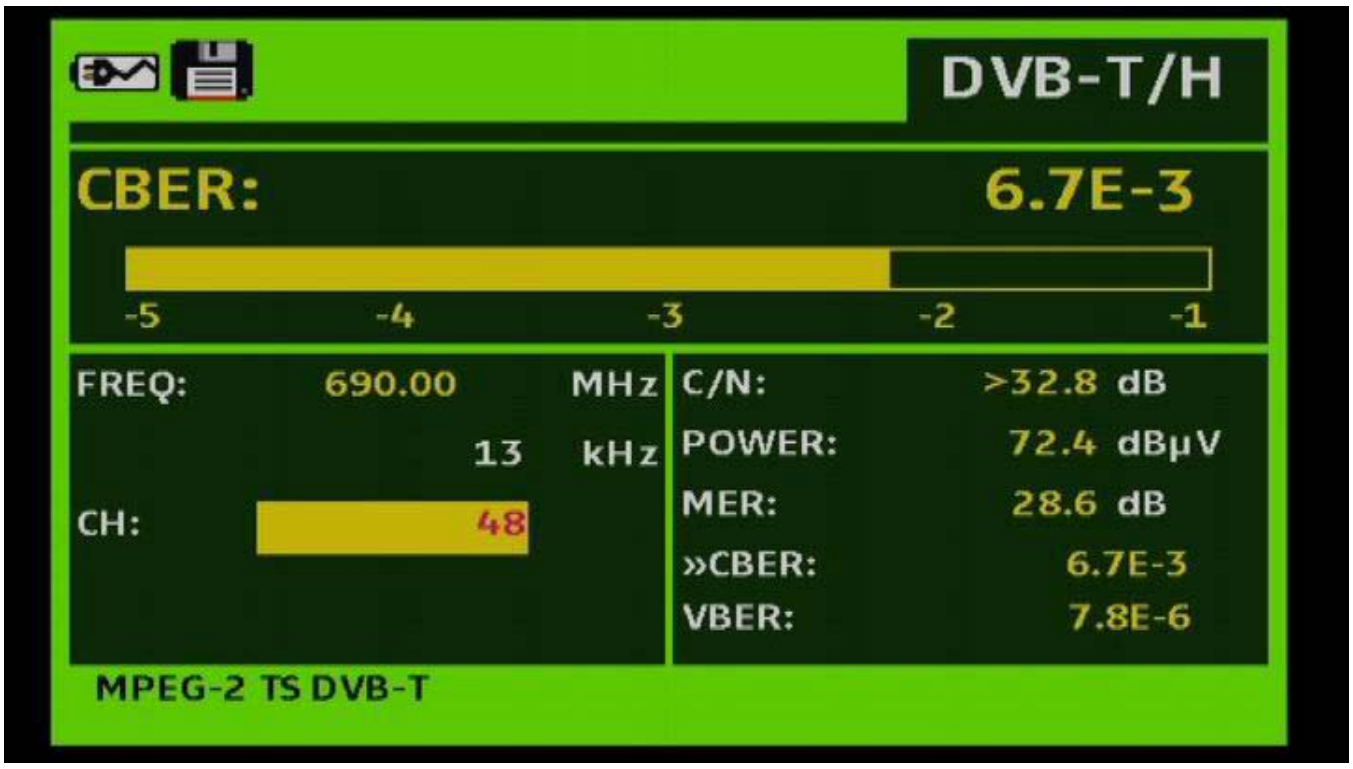
Αφού πήραμε όλα τα αναγκαία μέτρα για την σωστή στήριξη του συστήματος, αρχίσαμε τις μετρήσεις και τις μικρομετρικές ρυθμίσεις για να επιτύχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα, δηλαδή την καλύτερη δυνατή λήψη των επιθυμητών ψηφιακών streams, με την ταυτόχρονη μέγιστη μείωση της στάθμης του ανεπιθύμητου αναλογικού καναλιού.
Τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά!!!
Τα ψηφιακά σήματα κέρδισαν 3 db σε σχέση με τις μετρήσεις με μία κεραία και το ισχυρό αναλογικό σχεδόν εξαφανίστηκε κάτω από τις φέρουσες του ψηφιακού.
Για τις μετρήσεις μας χρησιμοποιήσαμε το κορυφαίο ίσως πεδιόμετρο-αναλυτή φάσματος της αγοράς, το TV Explorer HD, μια που θέλαμε να δούμε εικόνα και στα σήματα με MPEG4. Οι προηγμένες δυνατότητες του μας επιτρέπουν να καταγράψουμε τα stream αλλά και να πάρουμε πολλά screenshots (στιγμιότυπα) από της μετρήσεις μας.
Στα δύο επόμενα screenshots φαίνεται το φάσμα με την μία κεραία, το φάσμα με το σύστημα ζεύξης και φυσικά οι διαφορές στην παρεμβολή του αναλογικού πάνω στο ψηφιακό.





Στα δύο επόμενα screenshots φαίνονται οι τιμές των μετρήσεων με μια κεραία και οι τιμές των μετρήσεων με το σύστημα ζεύξης. Οι πλέον χαρακτηριστικές από αυτές είναι οι τιμές του MER και του BER.





Είναι φανερό ότι με την συστοιχία κεραιών σωστά ρυθμισμένη παίρνουμε πολύ καλύτερα αποτελέσματα από όλες τις πλευρές, με το MER να ξεπερνά τα 28 db, την ώρα που με μία κεραία δεν μπορούμε να ξεπεράσουμε τα 8,5-9,0 db και φυσικά είναι αδύνατο να φορτωθούν τα κανάλια του stream.

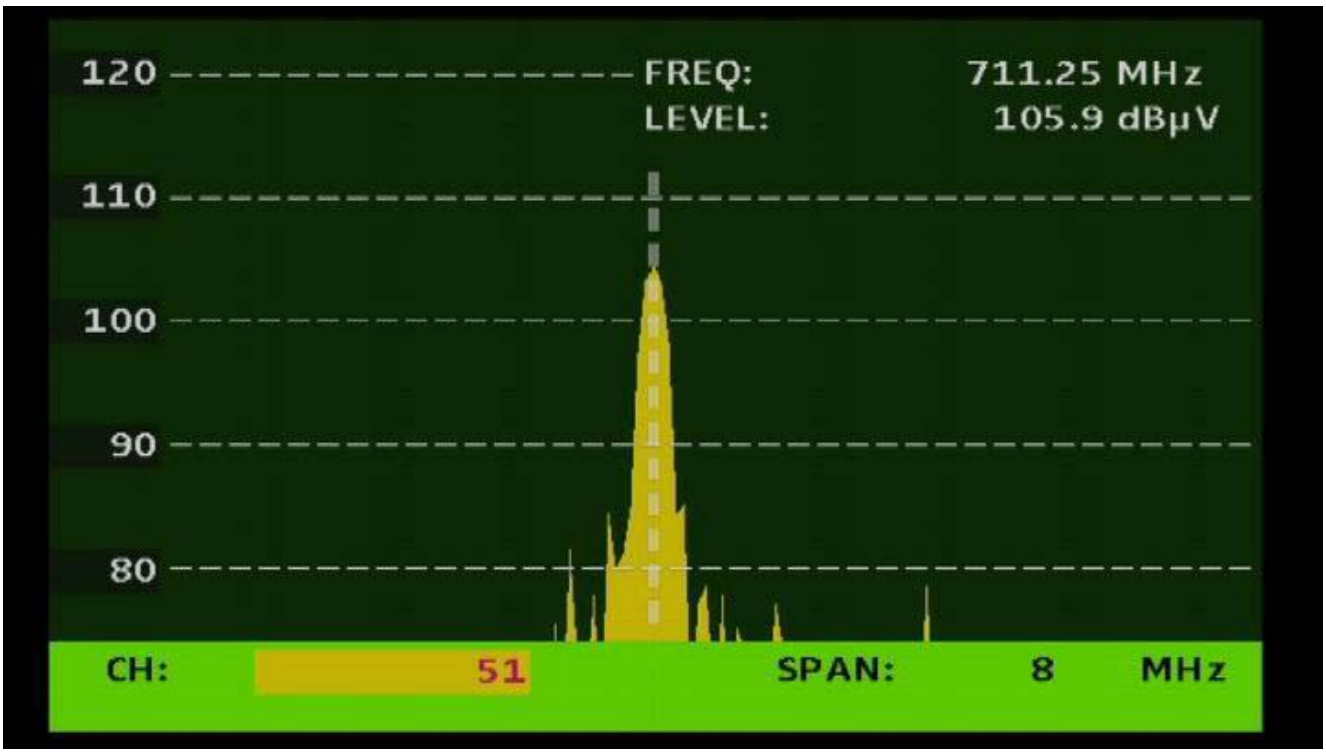
<u>Πολύ σημαντικές παρατηρήσεις</u>

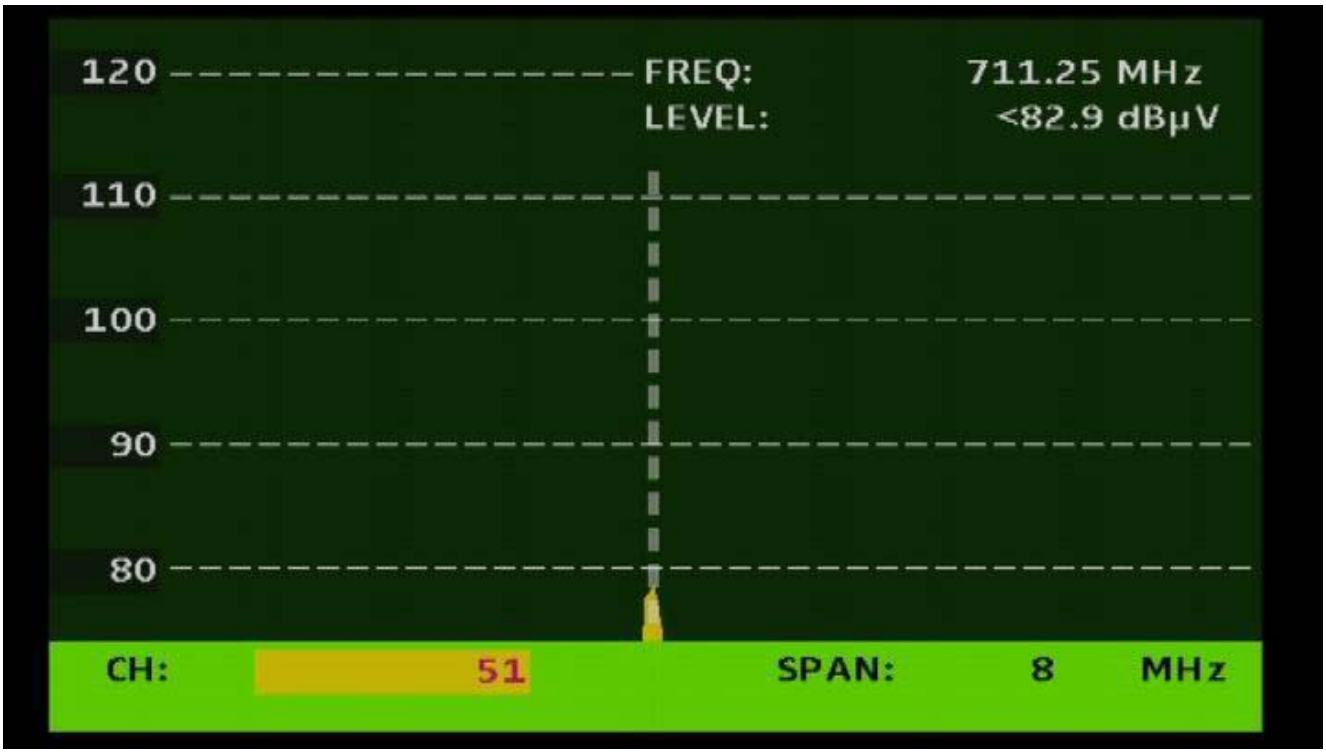
1. Όπως είδαμε η απόσταση των δύο κεραιών μεταξύ τους, δίνεται από τον τύπο: γ=0,5*λ/ημφ. Στην περίπτωση του παραδείγματος της εφαρμογής είδαμε ότι για το κανάλι 48 και για γωνία 12.5 μοιρών, η απόσταση μεταξύ των κεραιών είναι 99,5 cm.

Αν μεταβάλουμε τη γωνία και δώσουμε μικρότερες τιμές, βλέπουμε ότι η απόσταση μεταξύ των κεραιών αυξάνεται. Πχ 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 πχ 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 28 cm και φυσικά δεν μπορούμε να τοποθετήσουμε τις κεραίες τόσο κοντά.
   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 έχουμε και πάλι στις κεραίες αντίθετα σήματα που αλληλοαναιρούνται. Επομένως αρκεί να πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα που βρήκαμε προηγούμενα (τα 28 cm στο παράδειγμα των 50 μοιρών για το 48 κανάλι) επί 3 ή επί 5 ή επί 7 κλπ. Το αποτέλεσμα (84 cm, 140 cm 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: ίσες αποστάσεις δαγκάνας στήριξης από το δίπολο, παραλληλία κεραιών, ορθή γωνία των κεραιών σε σχέση με το επίπεδο της σιδηροκατασκευής (το Η), κλπ.
   Οι παρακάτω φωτογραφίες δείχνουν κάποιες από τις λεπτομέρειες που θα πρέπει να προσέξουμε

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. Για να φανεί καλύτερα η μείωση της στάθμης, έχουμε πάρει και 2 screenshots σε ένα καθαρό – χωρίς παρεμβολή - κανάλι:
   Στην 1η εικόνα φαίνεται το 51 από τα Γεράνεια με την συστοιχία στραμμένη στα Γεράνεια. Η στάθμη του φτάνει τα 106 dbμV.
   Στην 2η φαίνεται η στάθμη του (~76 dbμV) με την συστοιχία στραμμένη στον Υμηττό, δηλαδή 12,5 μοίρες αριστερά.
   Οι στάθμες που φαίνονται στις εικόνες, είναι μετά από ενίσχυση 25 db - δηλαδή το κανάλι 51 φέρνει πάνω από 80 dbμV με σκέτη κεραία.





Όπως είναι φανερό από τα διαγράμματα η εξασθένηση του ανεπιθύμητου καναλιού είναι της τάξης των 30 db και με προϋποθέσεις μπορεί να ξεπεράσει τα 40 ή ακόμα και τα 50 db.
Οι προϋποθέσεις έχουν να κάνουν με την αρτιότητα της υλοποίησης μας και με την μορφή του περιβάλλοντος χώρου, με την ύπαρξη ανακλάσεων, την πιθανότητα διαφοροποίησης του πλάτους των σημάτων που φτάνουν με διαφορά φάσης στις δύο κεραίες κλπ.
Σε κάθε περίπτωση όμως το κέρδος μας είναι πάρα πολύ σημαντικό και ιδιαίτερα στην περίπτωση των ψηφιακών σημάτων μας εξασφαλίζουν μόνιμη άριστη λήψη με πολύ χαμηλές – σχεδόν άριστες τιμές VBER.

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 καλά - 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 να κάνουν κάτι ικανοποιητικό – κάτι καλύτερο από την τοποθέτηση μιας πολύ καλής κεραίας και ενός πολύ καλού ενισχυτή σε ένα ψηλό ιστό.

Για την υλοποίηση της εφαρμογής μας με την κατασκευή της συστοιχίας, το στήσιμο του συστήματος, την καταγραφή των μετρήσεων κλπ, εκτός από τον υπογράφοντα συνεργάστηκαν οι Δημήτρης Σπουρνιάς, Παύλος Κερασίδης και ο Αργύρης Νομικός.
Όταν ολοκληρώσαμε με απόλυτη επιτυχία το εγχείρημα, το χαμόγελό μας αποδείκνυε την ικανοποίηση μας από την επίτευξη του στόχου. ☺

Στη συγκεκριμένη περιοχή κανείς κάτοικος δεν έχει δει ποτέ καθαρά τα αναλογικά από Αθήνα. Η Πάρνηθα δεν περνάει, ο Υμηττός φέρνει σήματα στα 25-40 dbμV και όλα τα κανάλια έχουν θόρυβο, είδωλα και παρεμβολές. Τα ψηφιακά της Digea τα έχουν πιάσει ελάχιστοι με σταθερό συγχρονισμό (κάτω από 30 dbμV 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.

Θανάσης Κυριακόπουλος