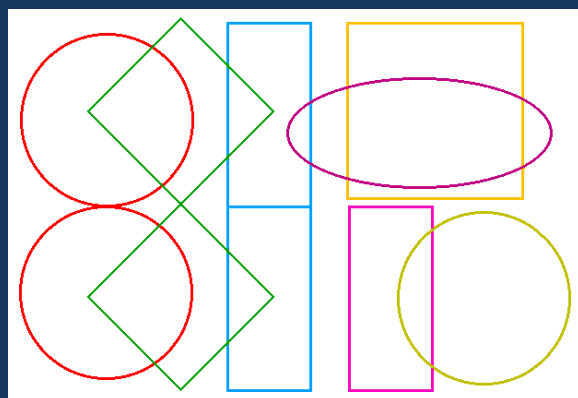


# Το Σχήμα Βροχοκεραιών

Από το κείμενο του

Ubaldo Martone IW6MKI (IW2BFP)

“La Forma dei Loop”



Στάθης Πάντος

SV1BAC ex i8JKE,SV0CV

E-mail: [stathispantos@yahoo.com](mailto:stathispantos@yahoo.com)

[sv1bac@gmail.com](mailto:sv1bac@gmail.com)

# Το σχήμα Βροχοκεραιών

Ελεύθερη μετάφραση: Στάθης Πάντος SV1BAC

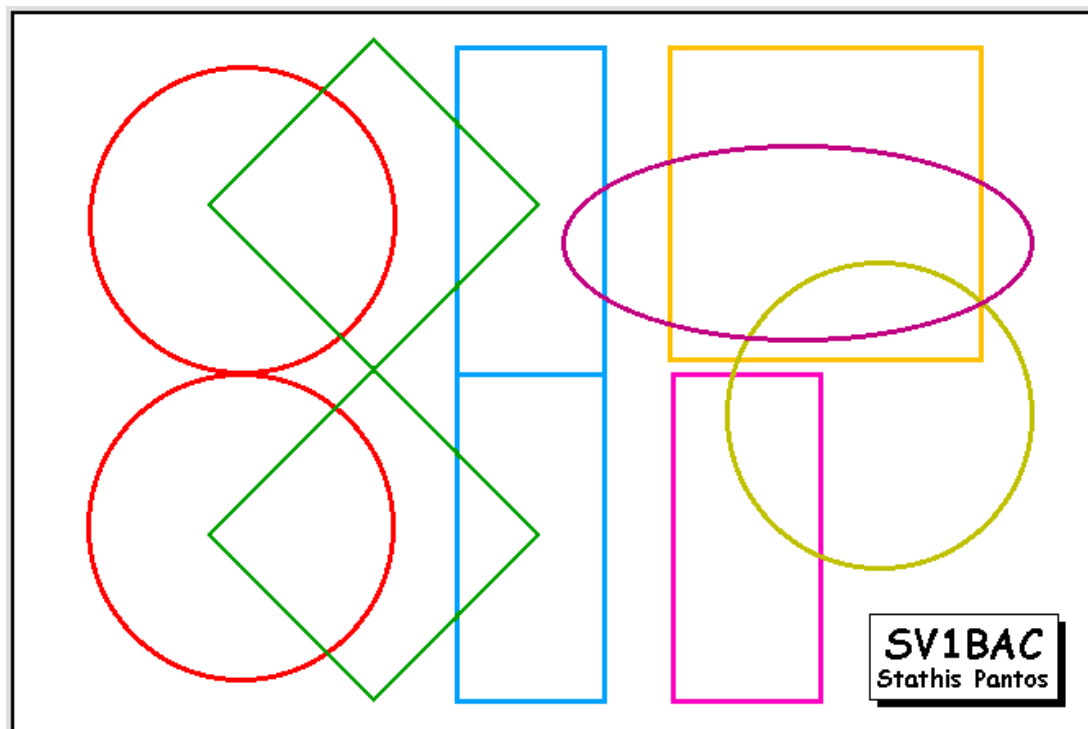
από το κείμενο του:

Ubaldo Martone IW6MKI (ex IW2BFP)

"La forma dei Loop"

Radio Rivista 04-2005

Στις αρχές της δεκαετίας του 40 δημιουργήθηκε η κεραία ορθογώνιου βρόχου για την μπάντα των 80m, με περίμετρο ίση με 1λ και με λόγο διαστάσεων 2/1, όχι όμως για ραδιοερασιτεχνική χρήση. Η χρήση αυτής της κεραίας με δεδομένη την καλή της συμπεριφορά στη λειτουργία της, γέννησε από τότε τα πρώτα ερωτήματα σχετικά με το σχήμα του βρόχου.



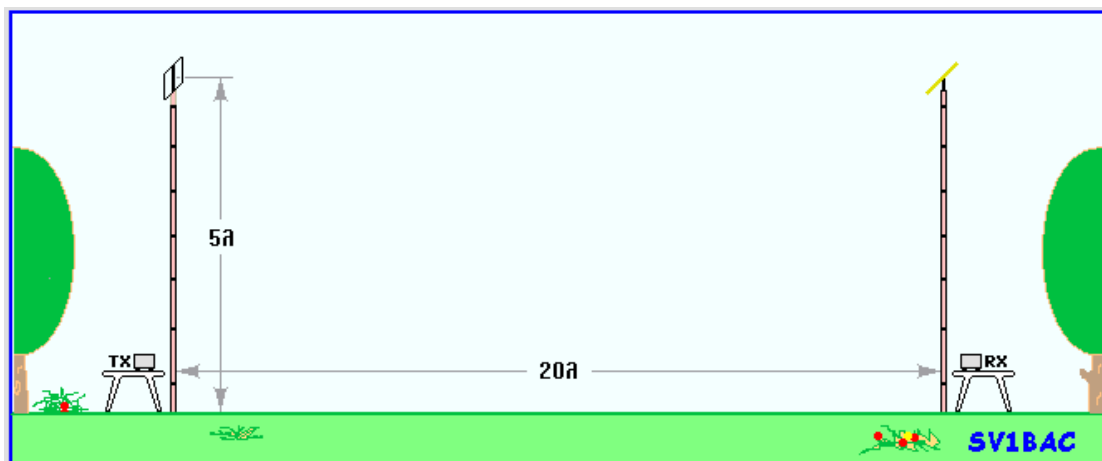
Σχ. 1. Διάφορα σχήματα βροχοκεραιών

Κατασκευάστηκαν και άλλες ορθογώνιες κεραίες με λόγο διαστάσεων πλευρών 2/1 σημειώνοντας μάλιστα καλύτερες επιδόσεις από βρόχους άλλων γεωμετρικών σχημάτων, αλλά καμία σοβαρή έρευνα δεν είχε γίνει ποτέ μέχρι

που στη δεκαετία του 90 ένα Ιαπωνικό πανεπιστήμιο δημοσιοποίησε τα αποτελέσματα μιας σειράς μελετών σχετικά με το σχήμα του βρόχου. Ο Πίνακας 1 συνοψίζει ορισμένα από τα αποτελέσματα αυτά.

Τα προηγούμενα χρόνια, έκανα μερικές δοκιμές επάνω σε βροχοκεραίες με αποτέλεσμα να μου κεντρίσουν την περιέργεια και την ενθάρρυνση για τη συνέχιση των δοκιμών.

Τους θερινούς μήνες που πέρασαν αποφάσισα να κάνω μια σειρά από συγκριτικές δοκιμές. Για να είμαι ειλικρινής, στόχος και πρόθεσή μου είναι, μια απλή παρουσίαση των δοκιμών για να μπορέσω να καταλήξω σε συμπεράσματα έτσι ώστε σε μελλοντικές κατασκευές βροχοκεραιών που ενδεχομένως προβώ να υπάρξουν στοχευμένες επιλογές.










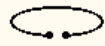




**Σχ. 2. Απόσταση πομπού-δέκτη και το ύψος των κεραιών συναρτήσσει του  $\lambda$ .**

Λαμβάνοντας υπόψη τις διαστάσεις του κήπου του σπιτιού (Σχήμα 2 και 3) και την ανάγκη τήρησης αποστάσεων της τάξης περίπου των  $20\lambda$  (είκοσι λάμδα) μεταξύ κεραιών πομπού και δέκτη, περιορίστηκε η επιλογή της συχνότητας δοκιμών στα UHF.

Για την παρουσίαση μιας καλύτερης εικόνας του τρόπου που έγιναν οι δοκιμές και οι επιλογές, θα κάνω μια σύντομη περιγραφή του χώρου μέσα στον οποίον έγιναν αυτές. Το σπίτι περιβάλλεται από κήπο, αυτό βρίσκεται στη νότια πλευρά του και η κατασκευαστική του δομή δεν είναι από σκυρόδεμα,

ανατολικά και σε απόσταση πάνω από 30 μέτρα, υπάρχει ένα διώροφο σπίτι από οπλισμένο σκυρόδεμα, στη βόρεια πλευρά πέρα από τους θάμνους διαθέτω ένα χώρο (28 m) δένδροφυτεμένο και στο κέντρο του υπάρχει ένας ορθοστάτης για την στήριξη των δεκαμετρικών κεραιών της ΧΥΛ, τέλος δε στα δυτικά, υπάρχει ένα μικρό οίκημα σε μια απόσταση περίπου 25 μέτρων.

Τα στηρίγματα των κεραιών αποτελούσαν δυο καλάμια μπαμπού που στηρίζονταν σε δυο μεταλλικούς σωλήνες κατακόρυφα καρφωμένοι στο έδαφος και προεξέχοντας από αυτό λιγότερο από 3 εκατοστά. Το έδαφος ήταν καλυμμένο με κουρεμένο γρασίδι, στο δε υπέδαφος δεν υπήρχε κανενός είδους αγωγός, καλώδια, σωλήνες, μπετόβεργες κλπ.

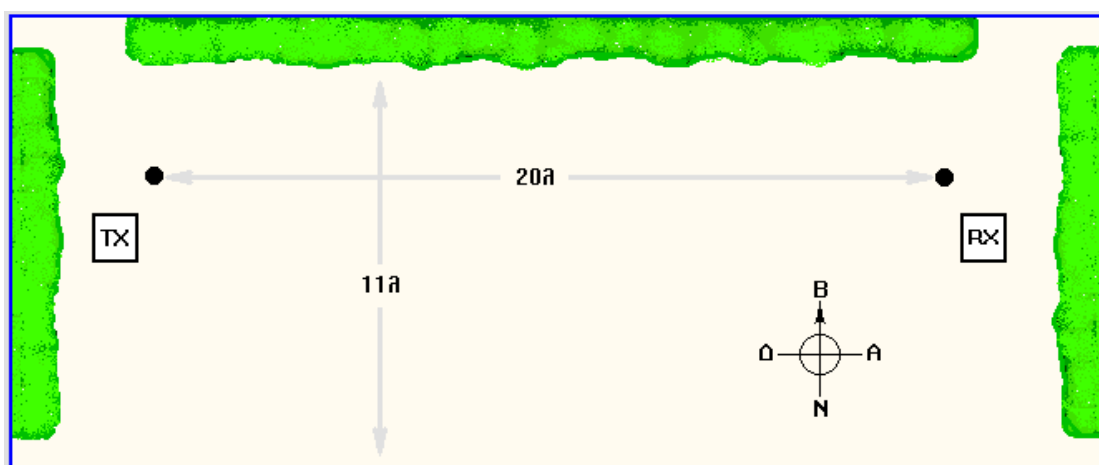
Σύστημα συτεταγμένου		Κέρδος ως προς το δίπολο $\lambda/2$	Κέρδος ως προς την ιστροπική κεραία	Σύστημα συτεταγμένου		Κέρδος ως προς το δίπολο $\lambda/2$	Κέρδος ως προς την ιστροπική κεραία
$\Upsilon/\chi = 0/1$		0,00 dB	2,15 dBi	Ρομβικό $\Upsilon/\chi = 1/1$		0,98 dB	3,13 dBi
Ορθογώνιο Παραλληλόγραμμο $\Upsilon/\chi = 1/3$		0,21 dB	2,36 dBi	Ρομβικό $\Upsilon/\chi = 3/1$		1,69 dB	3,84 dBi
Τετράγωνο $\Upsilon/\chi = 1/1$		0,98 dB	3,13 dBi	Ελλειπτικό $\Upsilon/\chi = 1/3$		0,28 dB	2,43 dBi
Ορθογώνιο Παραλληλόγραμμο $\Upsilon/\chi = 3/1$		2,37 dB	4,52 dBi	Κυκλικό $\Upsilon/\chi = 1/1$		1,34 dB	3,49 dBi
Ρομβικό $\Upsilon/\chi = 1/3$		0,20 dB	2,35 dBi	Ελλειπτικό $\Upsilon/\chi = 3/1$		2,61 dB	4,76 dBi

*Πίνακας 1. Διάφορα σχήματα βροχοκεραιών με την απολαβή (Gain) που παρουσιάζουν.*

Πριν ξεκινήσω τις δοκιμές, έφτιαξα δύο πανομοιότυπα δίπολα αναφοράς χρησιμοποιώντας για υλικά επικασσιτερωμένο σωληνάκι και ράβδο χαλκού συντονισμένα και τα δύο στη συχνότητα των **432,3 MHz** και για σύστημα προσαρμογής χρησιμοποίησα το σύστημα **gamma match**.

Η διάταξη **RX** αποτελείται από ένα συντονιζόμενο μετρητή πεδίου της **Hirschmann** τον **FPM134**, τοποθετημένος επάνω σε ένα πλαστικό τραπέζι με τροφοδοσία μπαταριών και συνδεδεμένος στη μία από τις δύο όμοιες κεραίες των διπόλων αναφοράς. Η όλη διάταξη παρέμεινε ανέπαφη κατά την διάρκεια των δοκιμών.

Η διάταξη ΤΧ αποτελείται από ένα RTX Yaesu FT-780R στο οποίο έκανα μια μικρή μετατροπή που μου επέτρεπε στη θέση της χαμηλής ισχύος των 100mW να ρυθμίζω την ισχύ από 100mW μέχρι 1 W, ένα τροφοδοτικό, δύο βαττόμετρα με γέφυρα στασίμων κυμάτων για τη μέτρηση του VSWR, ένα, το URM-120 και το άλλο το DAIWA το NS-663A. Για τις συνεχείς μετρήσεις ήταν συνδεδεμένο στο κύκλωμα το Daiwa. Το URM-120 το χρησιμοποιούσα σε περιπτώσεις αμφιβολίας για την ορθότητα των ενδείξεων και κατά διαστήματα γινόντουσαν συγκρίσεις με αυτές του DAIWA. Όλες οι συσκευές ήταν τοποθετημένες επάνω σε ένα πλαστικό τραπέζι.







*Σχήμα 3.*

*Κάτοψη του κήπου με την θέση των κεραιών λήψης και εκπομπής*

Η μπαλαντέζα τροφοδοσίας ήταν τοποθετημένη στο έδαφος πίσω από τους θάμνους στα δυτικά και ερχόταν από το σπίτι που βρισκόταν στη νότια πλευρά του κήπου (Σχ.2). Από τις πρώτες δοκιμές που έκανα με τα δίπολα παρατήρησα ότι καθώς πλησίαζα τον μετρητή πεδίου προκαλούσα μεταβολές στις ενδείξεις του οργάνου και γι' αυτό το λόγο του λοιπού χρησιμοποίησα ένα ζευγάρι κιάλια (7x50) για να βλέπω εξ' αποστάσεως τις ενδείξεις χωρίς να υπάρχει λόγος μετακίνησης μου καθότι η προσέγγισή μου στα μηχανήματα δημιουργούσε πρόβλημα. Όλες οι επόμενες αναγνώσεις έγιναν με αυτό τον τρόπο ενώ καθόμουν σε μια πλαστική πολυθρόνα δίπλα στο συγκρότημα ΤΧ.

Το ομοαξονικό καλώδιο που τροφοδοτούσε από το RTX το εκάστοτε δοκιμαζόμενο στοιχείο παρέμεινε το ίδιο για όλες τις δοκιμές, απλά σε κάθε αλλαγή του στοιχείου που δοκιμαζόταν σε εκπομπή γινόταν η ανασυγκόλληση του.

ΕΝΕΡΓΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Μέτρηση σε dBm	Διαφορά ως προς το Δίπολο	ΕΝΕΡΓΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Μέτρηση σε dBm	Διαφορά ως προς το Δίπολο	ΕΝΕΡΓΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Μέτρηση σε dBm	Διαφορά ως προς το Δίπολο
Δίπολο $\lambda/2$	82	—						
Περίμετρος βρόχων $1\lambda$			A	91	9	D	106	24
Σχέση a/b 1/1 	88	6	B	95	13	E	110	24
Σχέση αξόνων 1/1 	90	8	C	104	24			
Σχέση a/b 1/3 	98	16						
Σχέση αξόνων 1/3 	98	16						
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 2.</b>			<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 3.</b>					

Όλα τα στοιχεία (κεραίες) εκπομπής έγιναν με **γαλβανισμένο σύρμα διαμέτρου 2,25 χιλιοστά** και οι συγκολλήσεις με κράμα κασσίτερου-μολύβδου (καλάι). Η περίμετρος κάθε βρόχου είχε μήκος **1λ**, η **συχνότητα  $f=432,3$  MHz**, η **ισχύς 500 mW**, οι ενδείξεις του μετρητή πεδίου σε  **$\text{dBmicroV}$**  και χρησιμοποιήθηκε μόνο οριζόντια πόλωση. Την ημέρα των δοκιμών η **θερμοκρασία ήταν  $31^\circ\text{C}$**  και η **υγρασία 34%**.

Στον **Πίνακα 2** φαίνονται τα αποτελέσματα των συγκρίσεων που έγιναν με την απευθείας σύνδεση του ομοαξονικού καλωδίου στο σημείο τροφοδοσίας. Η μόνη διαφορά που διαπιστώθηκε ήταν αυτή ανάμεσα στον ορθογώνιο παραλληλόγραμμο βρόχο και τον ελλειπτικό που δεν έδωσε αποδεκτό λόγο στασίμων κυμάτων **VSWR**.

Στον ελλειπτικό βρόχο φαίνεται να είναι κρίσιμη η ακτίνα καμπυλότητας του αντιδιαμετρικού σημείου τροφοδοσίας τηρώντας την αναλογία **3/1**. Μετά από μερικές δοκιμές εγκατέλειψα αυτό το σχήμα βρόχου.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο ορθογώνιος παραλληλόγραμμος βρόχος. Η μεγάλη του πλευρά πρέπει να είναι ίση με  $3/8 \lambda$ , και η μικρή ίση με  $1/8 \lambda$ . Ο χώρος που απαιτείται μεταξύ των δύο άκρων στο σημείο τροφοδοσίας, είναι προτιμότερο να ληφθεί από μια ελαφρά κάμψη των αγωγών σε αντίθετες κατευθύνσεις, αλλά κάθετα προς το επίπεδο που ορίζεται από την βροχοκεραία.

Το σύστημα προσαρμογής της αντίστασης της κεραίας με **gamma match** αποδείχτηκε ικανοποιητικό για τον τετράγωνο βρόχο, εξαιρετικό για τον κυκλικό (ιδίως εάν τοποθετηθεί εξωτερικά), ενώ στα άλλα δύο υπήρξαν μικρές απώλειες. Δεν δοκίμασα άλλες μεθόδους για την προσαρμογή της αντίστασης.

Ο κυκλικός βρόχος και ο ορθογώνιος παραλληλόγραμμος φαίνεται ότι δεν επηρεάζονται από την παρουσία ενός μεταλλικού βραχίονα (Boom) διερχόμενου από τα γεωμετρικά τους κέντρα. **Η προσθήκη ενός επιπέδου ανακλαστήρα αποδείχτηκε ιδιαίτερα πλεονεκτική για τον ορθογώνιο παραλληλόγραμμο βρόχο.**

Στον **Πίνακα 3** βλέπουμε συνδυασμούς δύο και περισσότερων βρόχων σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της επόμενης ημέρας υπό τις ίδιες συνθήκες που περιγράφονται ήδη και απεικονίζονται, μόνες διαφορές, η **θερμοκρασίας 34°C** και η **υγρασίας 46%**.



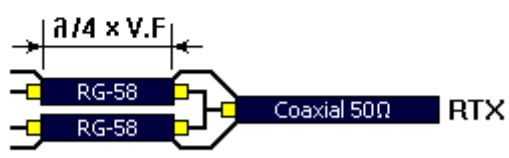
Δεν προέκυψε κάτι το καινούριο, με εξαίρεση τον συνδυασμό D και την αναλογία διαστάσεων του ορθογώνιου παραλληλόγραμμου βρόχου. Τα άλλα περιγράφονται σε διάφορες δημοσιεύσεις, για παράδειγμα, παραθέτω: το **Antennenbuch** του **K. Rothammel**, **VHF UHF Manual** του **G6JP** έκδοση **1983**, **THE UHF Compendium** του **DJ9HO** και άλλα για να μην αναφερθώ στις ιστοσελίδες στο διαδίκτυο του **Cebik**, του **Dan Handelsman** και άλλων ακόμη.

Οι συνδυασμοί **A** και **B** είναι διαδεδομένοι (ειδικά από Γερμανούς **OM**), για τους άλλους δεν μου προκύπτει καμία πληροφόρηση από ραδιοερασιτεχνικές πηγές. Στους συνδυασμούς **A**, **B**, **C** και **D**, κάθε βρόχος έχει μια περίμετρο ίση με  $1\lambda$ , είναι συνεπώς συνδυασμοί δύο βρόχων παράλληλα συνδεδεμένων.

Για το βρόχο **A** κάθε πλευρά είναι ίση με  $\lambda/4$ , για το **C** η μια πλευρά του βρόχου είναι πλευρά και του άλλου, με άλλα λόγια η πλευρά, στις οποίας το

κέντρο υπάρχει το σημείο τροφοδοσίας, είναι ίση μόνο με  $\lambda/8$  και είναι κοινή στους δύο βρόχους. Μηχανικά αυτός ο συνδυασμός αποτελείται από δύο μεγάλες πλευρές ίσες με  $6\lambda/8$  η κάθε μια, που συνδέονται μεταξύ τους με τρία κομμάτια μήκους το καθένα  $\lambda/8$ , οι δύο από τις τρεις έχουν μήκος η κάθε μια  $\lambda/8$ , δύο στα άκρα και τρεις ενδιάμεσες έχουν μήκος  $3\lambda/8$ .

Ο συνδυασμός **E** αποτελείται από τέσσερις βρόχους και μηχανικά αν τον εξετάσουμε έχει τις δύο μεγάλες πλευρές ίσες με  $12\lambda/8$  η κάθε μια συνδέεται με την άλλη με πέντε ίσα τμήματα μήκους  $\lambda/8$ , δύο στα άκρα και τρία ενδιάμεσα σε απόσταση  $3\lambda/8$ .

ΕΝΕΡΓΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Μέτρηση σε dBm	Διαφορά ως προς το Δίπολο
Δίπολο $\lambda/2$	82	—
Περίμετρος βρόχων $1\lambda$		
Σχέση αξόνων 1/1 	92	10
Σχέση a/b 1/3 	95	13
 <p>V.F=Velocity Factor καλωδίου</p>		
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 4.</b>		

Ο συνδυασμός **D** απέδειξε και πάλι ότι η ακτίνα καμπυλότητας των σημείων που γεωμετρικά βρίσκονται απέναντι από το σημείο τροφοδοσίας είναι κρίσιμη. Η παρουσία ενός επίπεδου ανακλαστήρα καθιστά τους συνδυασμούς **B** και **C** διακριτές κεραιές και ο συνδυασμός **E** έχει ενδιαφέρον. Οι δύο άλλες βροχοκεραίες εκπομπής το μόνο κοινό που έχουν με τα όσα εξετάσαμε μέχρι στιγμής είναι μόνο το γεωμετρικό τους σχήμα.

Στον **Πίνακα 4** φαίνονται δύο γεωμετρικά σχήματα ανοιχτά σε αντίθετα σημεία. Αν για οποιαδήποτε μορφή διατηρήσουμε την περίμετρο ίση με  $1\lambda$



δημιουργούνται εξ αντικειμένου δύο δίπολα του  $1/2$  μήκους κύματος ( $\lambda/2$ ) με τα άκρα από κοινού. Το σχετικό σύστημα τροφοδοσίας εικονίζεται με σαφήνεια στο κάτω μέρος του ίδιου πίνακα.

Το  $q$ th locator του σταθμού μου είναι το JN62PK και δεν γνωρίζω που βρίσκεται ο λόφος του S. Giacomo στον οποίο υπάρχει ένας επαναλήπτης, τον οποίο λαμβάνω με έξοδο στους 431.950 MHz και είσοδο -1,6 MHz κάτω.

Έχοντας συντονιστεί ακριβώς επάνω στη συχνότητα του κάποια στιγμή, τον άκουγα με φύσημα χρησιμοποιώντας τον τετράγωνο βρόχο, με ελαφρύ φύσημα με τον κυκλικό, τον ορθογώνιο παραλληλόγραμμο και τον ελλειπτικό, ενώ μπορούσα να τον ενεργοποιώ μόνο με τον ορθογώνιο παραλληλόγραμμο βρόχο και με ισχύ τουλάχιστον 500 mW, με αυτές τις συνθήκες έτυχε έτσι κάποια στιγμή να κάνω ένα QSO.

Ο συνάδελφος που επικοινωνούσα μαζί του μου είπε, πως με άκουγε με ένα φύσημα που δεν τον εμπόδιζε να ακούει τη διαμόρφωσή μου. Δεν μπορώ όμως να πω με πόσες μονάδες ερχόταν το σήμα του, διότι η βελόνα από το S-meter μου παρέμενε ακίνητη.

Εκθέτοντας λοιπόν τα συμπεράσματα μου ελπίζω να κέντρισα την περιέργεια και το ενδιαφέρον μερικών συναδέλφων να δοκιμάσουν και αυτοί.

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εξάίρετο συνάδελφο Κωνσταντίνο Ζάγκαλη (SV1BYO) ο οποίος μου έδωσε το γνήσιο κείμενο το οποίο θεώρησε ενδιαφέρον όπως και εγώ στη συνέχεια και αποφάσισα να το μεταφράσω στα Ελληνικά και να το δημοσιοποιήσω, πιστεύοντας πως αρκετοί συνάδελφοι μπορούμε να εμπλουτίσουμε τις γνώσεις μας μέσα από τις εμπειρίες άλλων ραδιοερασιτεχνών*

**STATHIS PANTOS**

**SV1BAC ex SVOCV, I8JKE**

**E-mail: [stathispantos@yahoo.com](mailto:stathispantos@yahoo.com)**

**[sv1bac@gmail.com](mailto:sv1bac@gmail.com)**