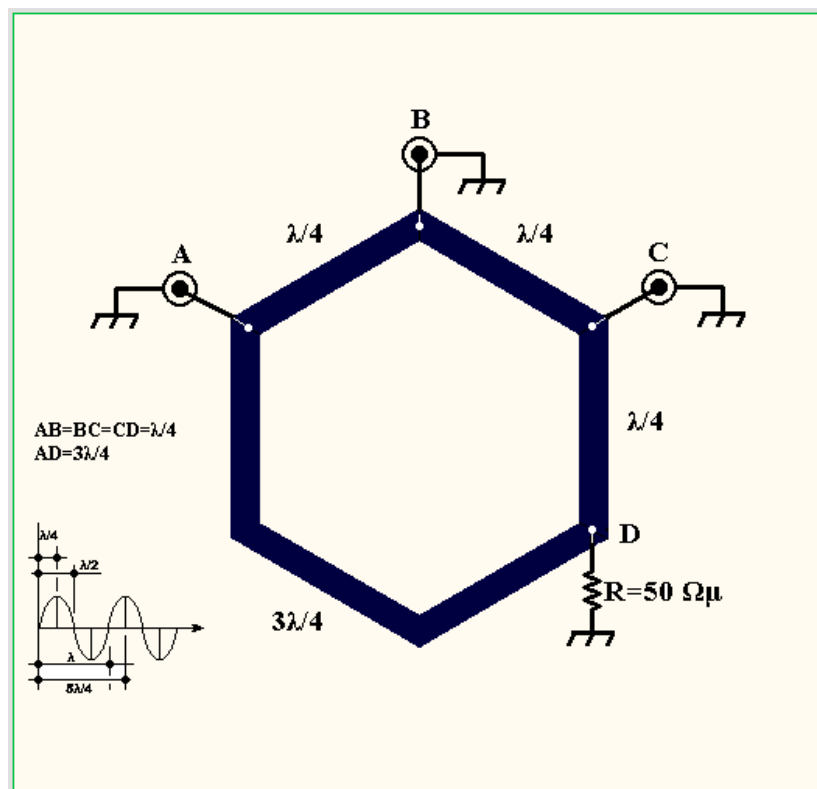


Υβριδικός Δακτύλιος



Στάθης Πάντος
SV1BAC ex ιδjke, sv0cn

E-mail: stathispantos@yahoo.com
sv1bac@gmail.com

Υβριδικός Δακτύλιος

Στις δορυφορικές επικοινωνίες για παράδειγμα στις μπάντες των **2m**, ή των **70cm** οι κεραίες που χρησιμοποιούμε, δεν καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο όπως αυτές των **HF** και ιδικά στην έννοια του πλάτους, υπάρχει δηλαδή η δυνατότητα στον ιστό ανάρτησης κεραιών να τοποθετηθούν αρκετές από αυτές καθότι ο όγκος που καταλαμβάνουν δεν είναι πολύ μεγάλος για το χώρο που γίνεται η εγκατάσταση τους.

Επομένως για μια συγκεκριμένη συχνότητα μπορούμε να τοποθετήσουμε συστοιχίες κεραιών που στοχεύουν στην ίδια κατεύθυνση με σκοπό την αύξηση της **απολαβής (Gain)** στα σήματα εκπομπής και λήψης. Όταν λέμε συστοιχία κεραιών εννοούμε ένα σύνολο από αυτές συνδεδεμένες παράλληλα μεταξύ τους.

Οι γραμμές προσαρμογής λοιπόν για τον παραλληλισμό των κεραιών παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον και μπορούν να επιτευχθούν με διάφορους τρόπους. Όπως είναι φυσικό κάποια μέθοδος θα είναι η βέλτιστη, θα παρουσιάζει δηλαδή τα μικρότερα προβλήματα και τα περισσότερα πλεονεκτήματα. Μια από αυτές τις διατάξεις είναι ο « **υβριδικός δακτύλιος** ».

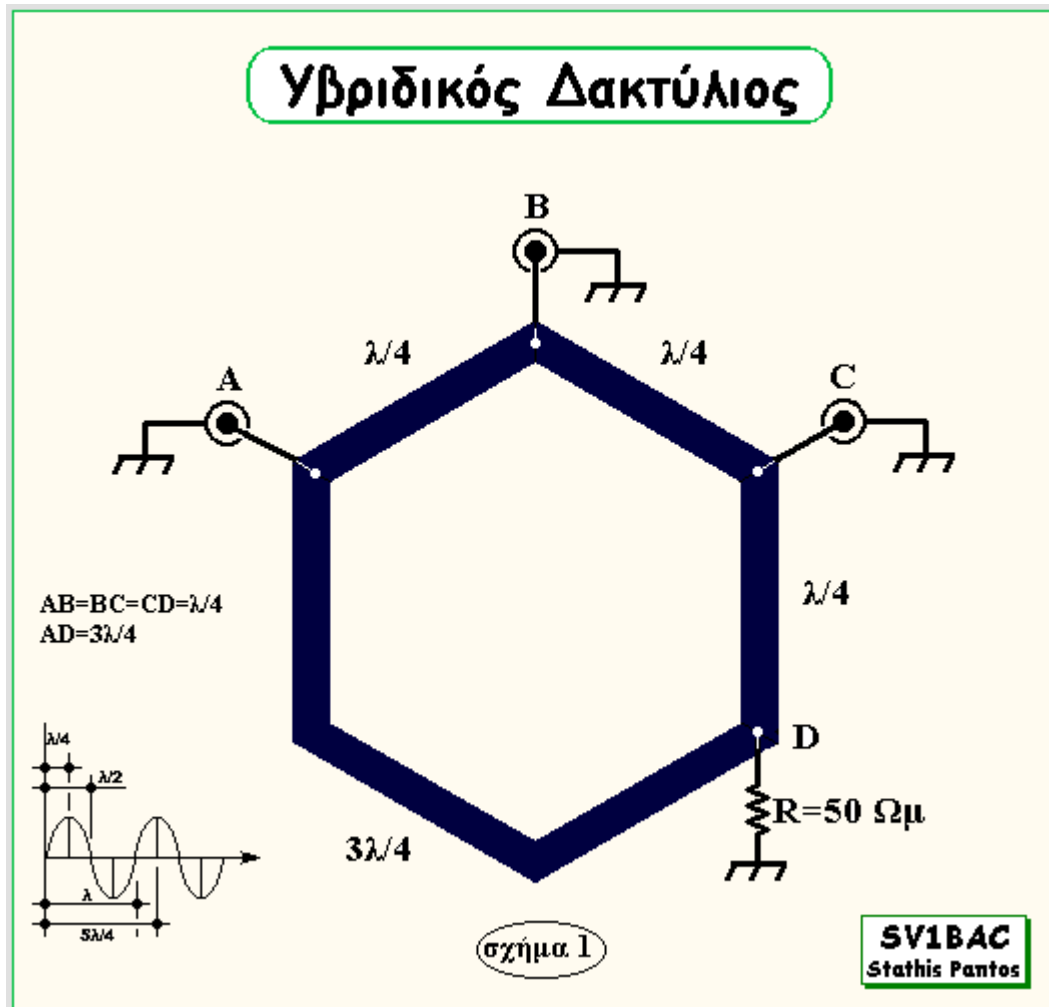
Το άκουσμα « **υβριδικός δακτύλιος**» ξενίζει λίγο, ακούγεται κάπως περίεργα και είναι δύσκολο αναλύοντας ετυμολογικά τις λέξεις να συμπεράνουμε περί τίνος πρόκειται. Ας αναλύσουμε όμως τις έννοιες των όρων και ας δούμε τι σημαίνουν αυτές.

- **Υβριδικός**, γεννητικά είναι αυτός που προέρχεται από νοθογέννηση, από την ένωση δηλαδή δύο ξεχωριστών ή συγγενών ειδών, με άλλα λόγια ο νόθος.
- **Δακτύλιος**, είναι το δακτυλίδι, στη περίπτωση μας πρόκειται για έναν αγωγίμο κλειστό βρόχο.

Συμπερασματικά λοιπόν μπορούμε να πούμε διατυπώνοντας το με απλές λέξεις, πως ο Υβριδικός Δακτύλιος είναι ένας **νόθος δακτύλιος**. Το σχήμα του είναι **κυκλικό ή εξαγωνικό** και τον χρησιμοποιούμε στη σύζευξη κεραιών και αλλού. Το γιατί νόθος, θα μας προκύψει στη συνέχεια βλέποντας το πώς είναι φτιαγμένος. Ερχόμαστε λοιπόν να δούμε το ηλεκτρικό του κύκλωμα, τη δομή του και πώς αυτός λειτουργεί.

Όπως προαναφέρθηκε πρόκειται για ένα κλειστό βρόχο, που φτιάχνεται με ομοαξονική γραμμή ή με ένα τυπωμένο κύκλωμα. Το συνολικό του μήκος, η

περίμετρος του δακτυλίου δηλαδή, είναι ίση με $6\lambda/4$ (σχ.1) και έχει σταθερή σύνθετη αντίσταση. Αυτή η αντίσταση είναι ίση με την τετραγωνική ρίζα του 2 πολλαπλασιασμένη με την τιμή της σύνθετης αντίστασης που επιθυμούμε να έχει η κάθε μια από τις τέσσερις (4) πύλες που υπάρχουν επάνω του. Δηλαδή εάν θέλουμε η κάθε πύλη να έχει σύνθετη αντίσταση ίση



με 50Ω τότε η σύνθετη αντίσταση του θα είναι ίση με $70,5 \Omega$. Στη πράξη όμως όταν πρόκειται για αυτοκατασκευή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ομοαξονικό καλώδιο των 75Ω όπως το **R611** ή το **R659** που είναι 73Ω .

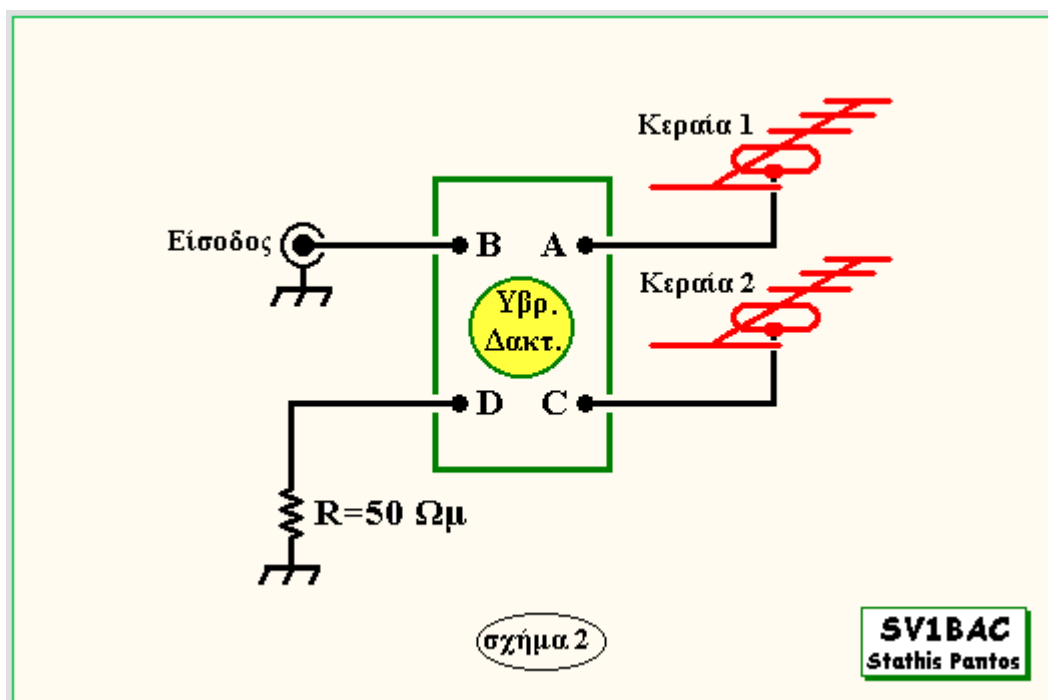
Ο Υβριδικός Δακτύλιος αποτελείται από 3 σκέλη ομοαξονικού καλωδίου ίσα με $\lambda/4$ το καθένα και από ένα κομμάτι ίσο με $3\lambda/4$ συνδεδεμένα μεταξύ τους όλα στη σειρά και καταλήγουν με την ηλεκτρική σύνδεση του τέλους και της αρχής. Στα σημεία ένωσης των ομοαξονικών τμημάτων που προαναφέραμε και απαρτίζουν το βρόχο, υπάρχουν τέσσερες (4) πύλες, οι: **A**, **B**, **C** και **D**.

Αυτές είναι λοιπόν η αιτία που μεταλλάσσεται ο αμιγής χαρακτήρας του δακτυλίου σε νόθο.

Στη περίπτωση που θα κατασκευαστεί όλο το κύκλωμά του με γραμμή τύπου **Microstrip** οι απώλειές του αυξάνονται ελαφρώς υπάρχει όμως σίγουρα εδώ το κατασκευαστικό πλεονέκτημα.

Για να υπολογίσουμε το φυσικό μήκος της ομοαξονικής γραμμής που συνθέτει το δακτύλιο θα χρειαστεί να λάβουμε υπόψη μας το συντελεστή διάδοσης k του ομοαξονικού καλωδίου. Η τιμή αυτού του συντελεστή κυμαίνεται μεταξύ του **0,66** και του **0,79** (βλέπε πίνακα 1).

Ερχόμαστε όμως τώρα να δούμε την αρχή λειτουργίας του. Είπαμε πως επάνω του υπάρχουν τέσσερις (4) πύλες. Ας υποθέσουμε πως στην πύλη **B**



συνδέουμε μια γεννήτρια σημάτων και πως στις υπόλοιπες πύλες **A**, **C** και **D** συνδέουμε τρία (3) εικονικά φορτία (Dummy Loads) το καθένα 52Ω . Ας δούμε λοιπόν ξεχωριστά τι συμβαίνει στη κάθε πύλη.

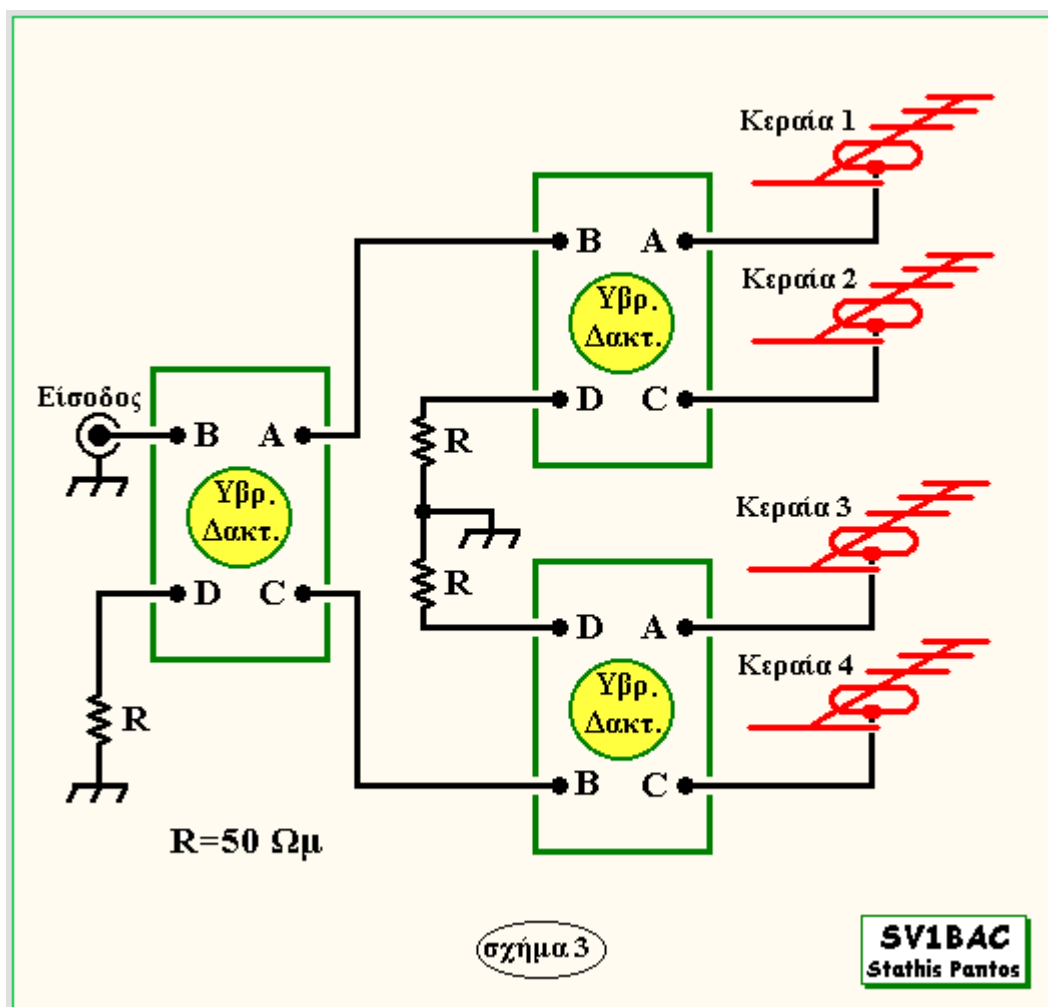
α. Πύλη C: Η πύλη αυτή δέχεται ταυτόχρονα δύο σήματα, ένα που προέρχεται από την πύλη **B** και διατρέχει το δακτύλιο με μήκος διαδρομής $5\lambda/4$ και με φορά αντίθετη από αυτή των δεικτών του ρολογιού, και άλλο ένα σήμα που προέρχεται και αυτό από την πύλη με διαδρομή $\lambda/4$ και φορά ίδια με αυτή των δεικτών του ρολογιού.

Συμπέρασμα: Από ηλεκτρική σκοπιά, ένα ημιτονοειδές σήμα που διατρέχει μια διαδρομή μήκους $\lambda/4$ είναι ισοδύναμο (εννοώντας την ισοδυναμία ως προς τη φάση) με το ίδιο σήμα που διατρέχει μια άλλη διαδρομή μήκους $5\lambda/4$. Επομένως

και τα δύο σήματα που φτάνουν στην πύλη *C* βρίσκονται μεταξύ τους στην ίδια φάση.

β. Πύλη *A*: και σε αυτή την πύλη ισχύει ο συλλογισμός που έγινε για την πύλη *C*.
Συμπέρασμα: και στην πύλη *C* λοιπόν όπως και στην πύλη *A* εμφανίζεται το σήμα που προέρχεται από την πύλη *B* με την ίδια φάση και το ίδιο πλάτος.

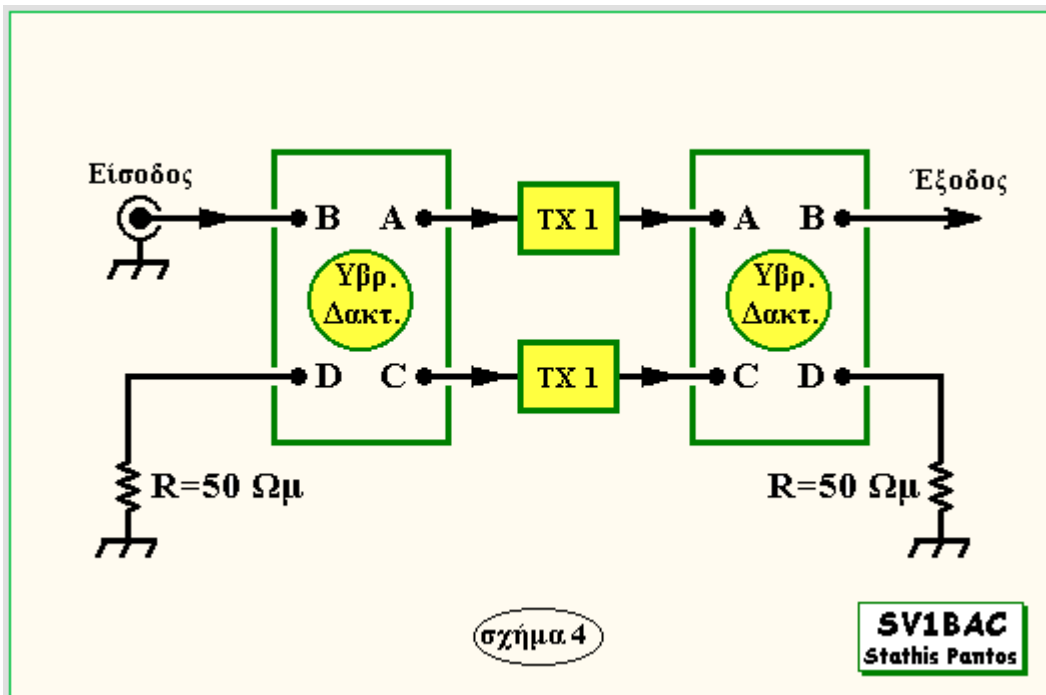
γ. Πύλη *D*: και αυτή η πύλη δέχεται δύο σήματα από την πύλη *B*, ένα που διατρέχει διαδρομή μήκους λ και με φορά αντίθετη από αυτή των δεικτών του



ρολογιού και άλλο ένα που διατρέχει το μήκος $\lambda/2$ με φορά ίδια αυτής των δεικτών του ρολογιού. Αυτό το δεύτερο σήμα έχει φάση αντίθετη από αυτή του σήματος της εισόδου *B*. Αυτά λοιπόν τα σήματα που φθάνουν στην πύλη *D* με προέλευση την πύλη *B* αναιρούνται, μηδενίζονται.

Συμπέρασμα: προκύπτει λοιπόν πως η πύλη *D* δεν βλέπει την πύλη *B*. Στην πράξη η πύλη *D* συνδέεται με το σασί του Υβριδικού Δακτύλιου μέσω μιας καθαρά ωμικής αντιστάσεως των $50 \Omega\mu$. για να οδηγήσει στο σασί τα στάσιμα κύματα που παρουσιάζονται στον Υβριδικό Δακτύλιο. Για να μην αλλοιωθούν τα

χαρακτηριστικά του δακτύλιου που αφορούν την σύνθετη αντίσταση για την οποία έχει υπολογιστεί αυτός, η τιμή της ωμική αντίστασης είναι ίδια με αυτή των φορτίων των άλλων πυλών.



Σε αυτό το σημείο, με δεδομένο πως κατανοήθηκε η αρχή λειτουργίας του Υβριδικού Δακτυλίου μετά απ' τα όσα προαναφέρθηκαν, ας δούμε μερικές από τις εφαρμογές του, σημαντικές και πολύ χρήσιμες, με την προϋπόθεση πως θα θεωρήσουμε πύλες εισόδου την **A** και την **C** στις οποίες καταφθάνουν σήματα με την ίδια φάση και το ίδιο πλάτος και την πύλη **B** το σημείο εξόδου στο οποίο ουσιαστικά εμφανίζεται το αθροιστικό αποτέλεσμα (αλγεβρικό άθροισμα) των σημάτων που εισήλθαν στον Υβριδικό Δακτύλιο.

Ο Υβριδικός δακτύλιος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σύζευξη δύο κεραιών που καταλήγουν στον ίδιο πομπό, δέκτη ή πομποδέκτη βλέπε (σχ.2). Το κέρδος, η απολαβή και των δύο κεραιών μαζί, είναι ίση με την απολαβή της μιας κεραιάς συν 3dB. Επίσης θα πρέπει να τονιστεί πως αυτός ο τρόπος σύζευξης είναι ιδανικός καθότι ο Υβριδικός Δακτύλιος παρουσιάζει μεταξύ των εισόδων **A** και **C** ένα διαχωρισμό (Separation) της τάξης των 30dB, που σημαίνει πως έχουμε την δυνατότητα να τηρήσουμε μικρές αποστάσεις ανάμεσα στις δύο κεραιές που προφανώς η αλληλοεπίδρασή τους με άλλο τρόπο σύζευξης θα μείωνε τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα.

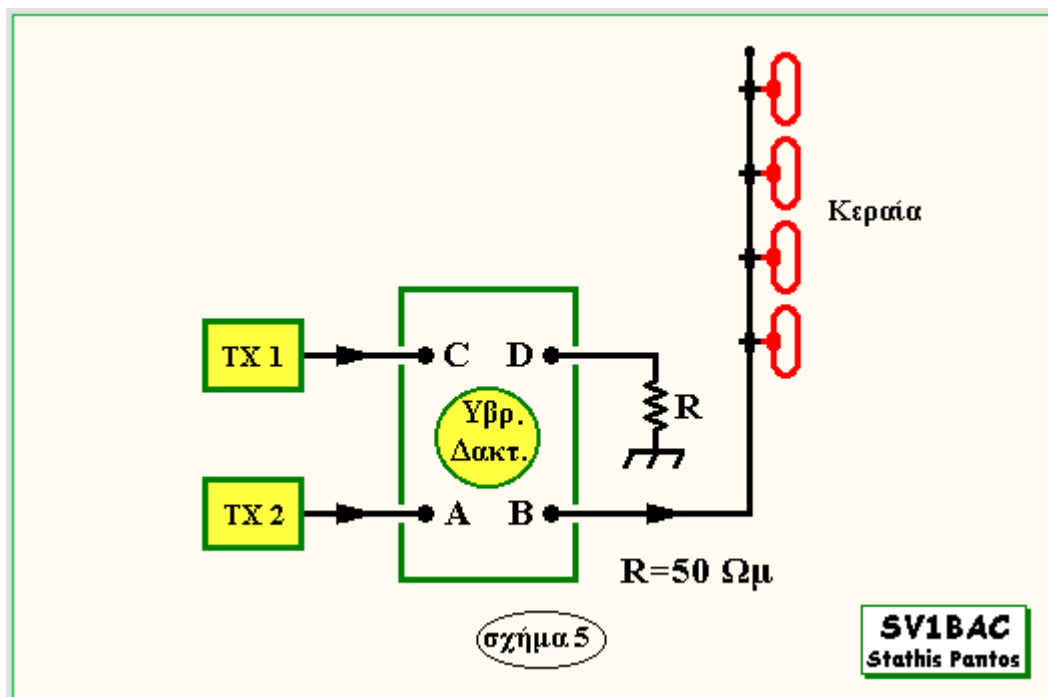
Στο (σχ.3) έχουμε την σύζευξη τεσσάρων κεραιών μέσω τριών Υβριδικών δακτυλίων. Αυτή η διάταξη για τέσσερες κεραιές που η κάθε μία ξεχωριστά δεν θα ξεπερνούσε τα 12-13 dB θα μπορούσε να αποτελέσει μια θαυμάσια συστοιχία κεραιών για δορυφορικές επικοινωνίες.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΜΟΑΞΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ								
ΤΥΠΟΣ	Z	k	ΤΥΠΟΣ	Z	k	ΤΥΠΟΣ	Z	k
RG-6	75.0	.75	RG-55	53.5	.66	RG-141	50.0	.70
RG-8X	52.0	.75	RG-55A	50.0	.66	RG-141A	50.0	.70
RG-8	52.0	.66	RG-55G	53.5	.66	RG-142	50.0	.70
RG-8*	50.0	.80	RG-58	53.5	.66	RG-142A	50.0	.70
RG-8A	52.0	.66	RG-58*	53.5	.79	RG-174	50.0	.70
RG-9	51.0	.66	RG-58A	53.5	.66	RG-213	50.0	.66
RG-9A	51.0	.66	RG-58B	53.5	.66	RG-214	50.0	.66
RG-9B	50.0	.66	RG-58C	50.0	.66	RG-215	50.0	.66
RG-11	75.0	.66	RG-59	73.0	.66	RG-216	75.0	.66
RG-11*	75.0	.80	RG-59*	75.0	.79	RG-223	50.0	.66
RG-11A	75.0	.66	RG-59A	73.0	.66	9.913	50.0	.84
RG-12	75.0	.66	RG-62	93.0	.86	9.914	50.0	.78
RG-12A	75.0	.66	RG-62A	93.0	.86			
RG-17	52.0	.66	RG-62B	93.0	.86			
RG-17A	52.0	.66	RG-133A	95.0	.86			

*=Εκτονωμένο αφρώδες διηλεκτρικό, Z=σύνθετη αντίσταση καλωδίου
k=συντελεστής διάδοσης ομοαξονικού καλωδίου.

πίνακας 1.

Στο (σχ.4) βλέπουμε την σύζευξη δύο ενισχυτών Υψηλής Συχνότητας για να επιτύχουμε διπλασιασμό της ισχύος στην έξοδο.



Τέλος στο (σχ.5) παρουσιάζεται η σύζευξη δύο πομπών που μέσω ενός Υβριδικού Δακτύλιου μπορούν και χρησιμοποιούν την ίδια κεραία εκπομπής.

Στάθης Πάντος
SV1BAC ex SV0CV, i8JKE
E-mail: stathispantos@yahoo.com
sv1bac@gmail.com