Αφιερωμένο σε ολους τους Ελληνες Ραδιοερασιτέχνες.

Es”Hail-2Geosat (QO-100) QATAR - OSCAR 100

sv7lo

Τι σημαίνει ES” HAIL ?

Αναφέρεται στο όνομα ενός αστεριού, που εμφανίζεται στον νυκτερινό ουρανό της Μέσης Ανατολής.

Καθώς το καλοκαίρι τελειώνει και μπαίνει το φθινόπωρο, η εμφάνιση του Es” hail φέρνει ευτυχία, επίσης σημαίνει ότι ο χειμώνας έρχεται και ο καλός καιρός σύντομα θα βρίσκεται κοντά μας.

Το ίδιο ευχόμαστε, ότι ο ερχομός του Es” hail Sat θα πριμοδοτήσει τους ραδιοερασιτέχνες που ασχολούνται με την χρήση και την έρευνα του συγκεκριμένου γεωστατικού δορυφόρου. (ελεύθερη μετάφραση)

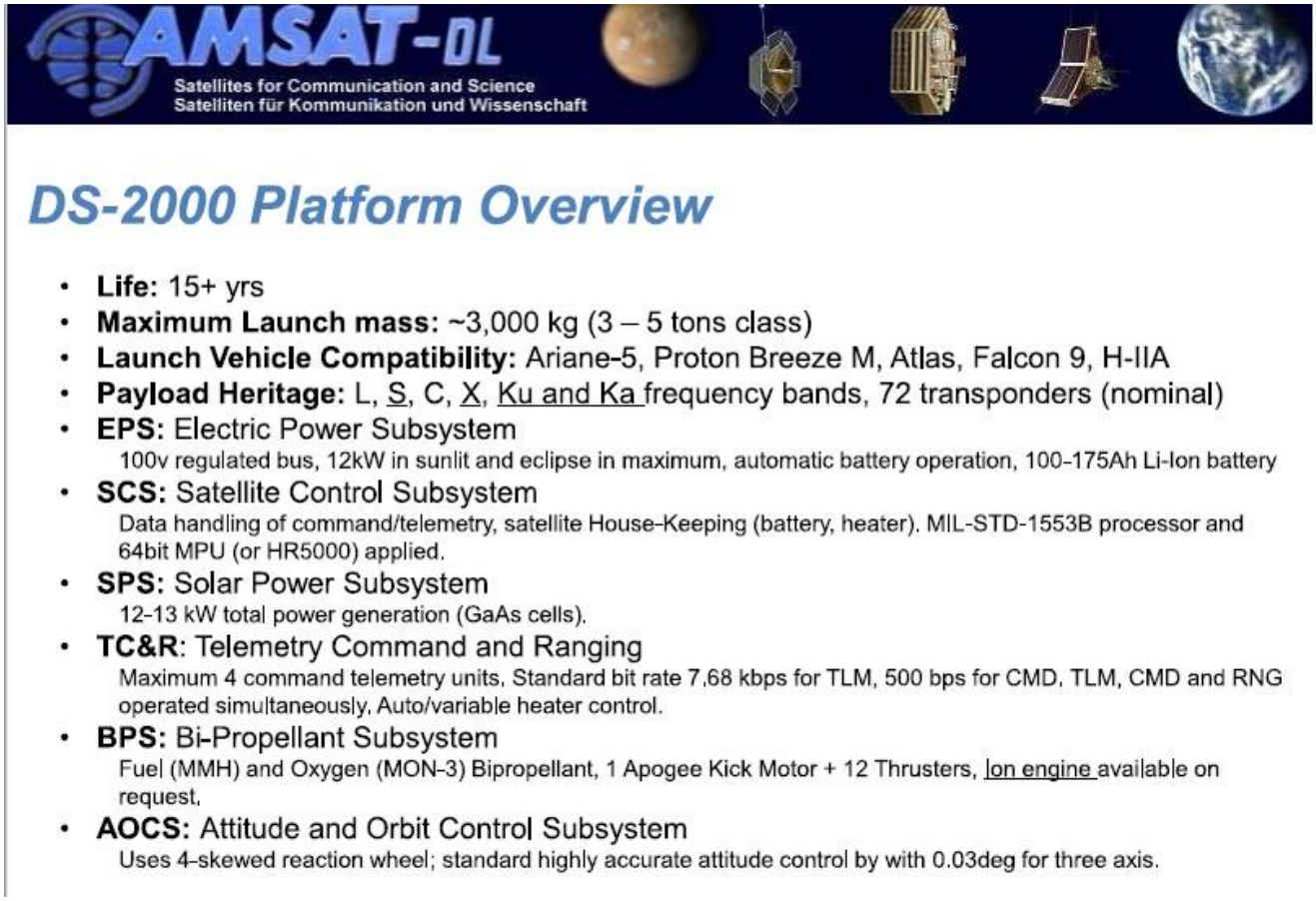
(From Es” hail sat : follow the star.)

https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=NgsnyETnjAs

https://www.youtube.com/watch?v=zrU3nZ-vrm4

https://www.youtube.com/watch?v=Jn-TrRl8mLw

https://www.youtube.com/watch?v=sv8kkZS5rPA



Ο Oscar 100 είναι ένας Γεωστατικός δορυφόρος στις 25.5 μοίρες Ανατολικά , ζυγίζει 3 τόνους και παρέχει ενέργεια 15KW.

Εκτοξεύτηκε από το Cape Canaveral Air Force Station Space Launch Complex 40 in Florida με ένα SpaceX Falcon 9 launch vehicle.

Εκτός από το βασικό **pay load ***

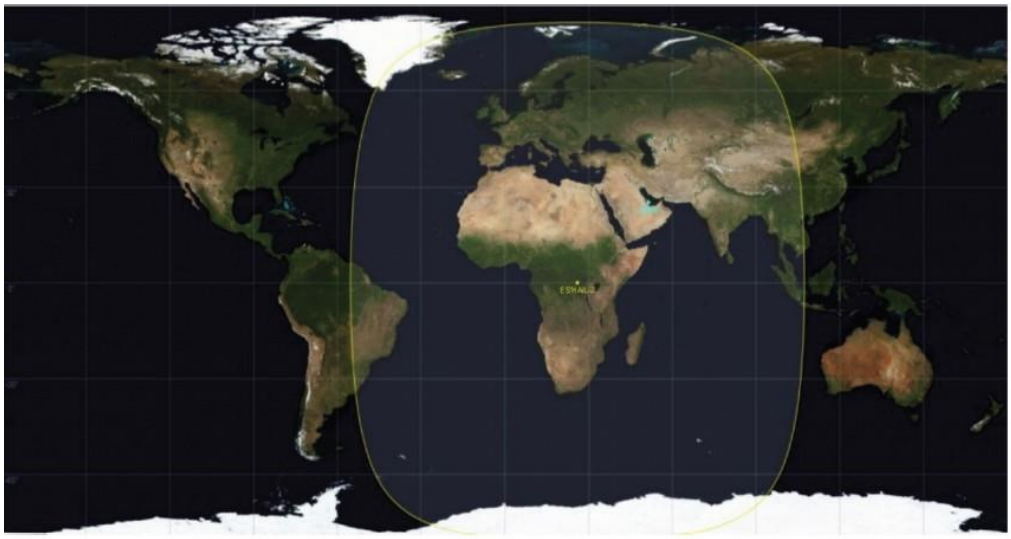
(72 transponders), φέρει και δύο transponders (narrow @ broadband television), που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά από τους ανά τον κόσμο ραδιοερασιτέχνες.

Είναι οι πρώτοι ραδιοερασιτεχνικοί αναμεταδότες σε Γεωστατική τροχιά.

*Καλύπτει περιοχές από την **Βραζιλία** μέχρι και την **Ταϊλάνδη** (**foot print**).*

(*) payload: Το φορτίο του πυραύλου που πληρώνεται από τις ενδιαφερόμενες εταιρείες για την μεταφορά του στο διάστημα.

Οι ραδιοερασιτεχνικοί δορυφόροι δεν πληρώνουν για την μεταφορά τους στο διάστημα, γιατί χρησιμοποιούνται σαν «έρμα» ώστε να συμπληρωθούν τα κιλά για τον προϋπολογισμένο σε βάρος πύραυλο μεταφοράς του payload.



Coverage of the Qatar Oscar 100 satellite

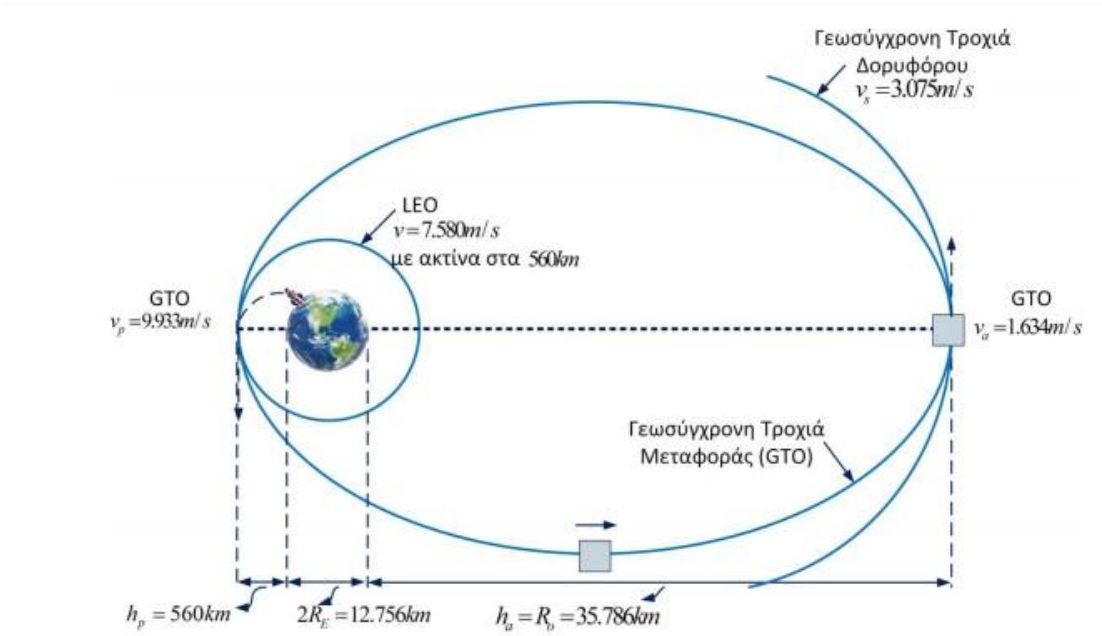
Κατηγορείς δορυφορικών τροχιών.

Κυκλικές τροχιές μικρού ύψους (low earth orbit (LEO)

Το ύψος του δορυφόρου από την Γή παραμένει σταθερό και είναι ίσο με μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα. Η περίοδος περιστροφής είναι της τάξης των 100 δευτερολέπτων και Η γωνία κλίσης είναι σχεδόν 90 μοίρες, χαρακτηριστικό των πολικών τροχιών.

Ο δορυφόρος που ακολουθεί μία πολική τροχιά παραμένει ορατός από ένα επίγειο σταθμό **10-15** λεπτά.

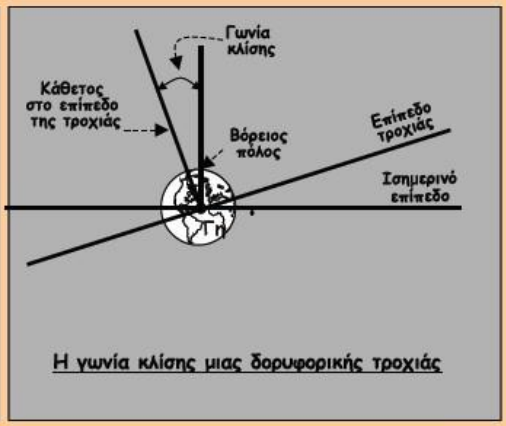
Έτσι απαιτείται ολόκληρος αστερισμός δεκάδων δορυφόρων για παροχή παγκόσμιας κάλυψης σε πραγματικό χρόνο. Για περίπου 1/3 της τροχιάς του ένας δορυφόρος LEO βρίσκεται στην σκιά της Γής, με αποτέλεσμα να μην εκμεταλλεύεται πλήρως την Ηλιακή ενέργεια, πράγμα που μειώνει την διάρκεια ζωής του δορυφόρου, (5-7) χρόνια. Ο **DUTH sat** είναι ένας δορυφόρος LEO.



Κυκλικές τροχιές μέσου ύψους (medium Earth orbit (MEO)

Οι τροχιές αυτές έχουν ύψος 1000 χιλιόμετρα, περίοδο περιστροφής 6 ώρες και γωνία κλίσης 50 μοίρες. Η περίοδος περιστροφής αυτών δορυφόρων επιτρέπει ένα επίγειο σταθμό να βλέπει τον δορυφόρο περίπου για 60 λεπτά, επομένως ένα σύστημα **10-15** δορυφόρων που κινούνται σε δύο επίπεδα μπορεί να καλύψει όλη την Γή σε πραγματικό χρόνο.

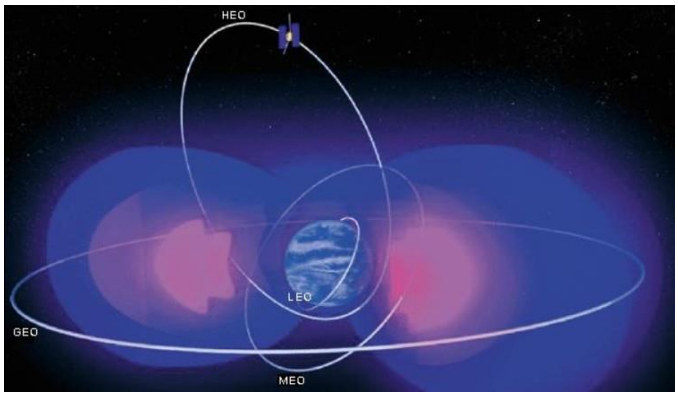
Οι δορυφόροι **MEO** έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, αλλά απαιτούνται υψηλότερα επίπεδα ισχύος τόσο από τον δορυφόρο, όσο και από τους επίγειους σταθμούς.



Ύψος, ακτίνα, περίοδος και ταχύτητα για μερικές περιπτώσεις κυκλικών τροχιών

Ύψος (Km)	Ακτίνα (Km)	Περίοδος (h:m:s)	Ταχύτητα (Km/h)
500	6878	01:34:37	27405
1000	7378	01:45:07	26461
10000	16378	05:47:39	17760
35786	42164	23:56:04	11069

Ελλειπτικές τροχιές μεγάλης γωνίας κλίσης 64 μοιρών(HEO) oscar13

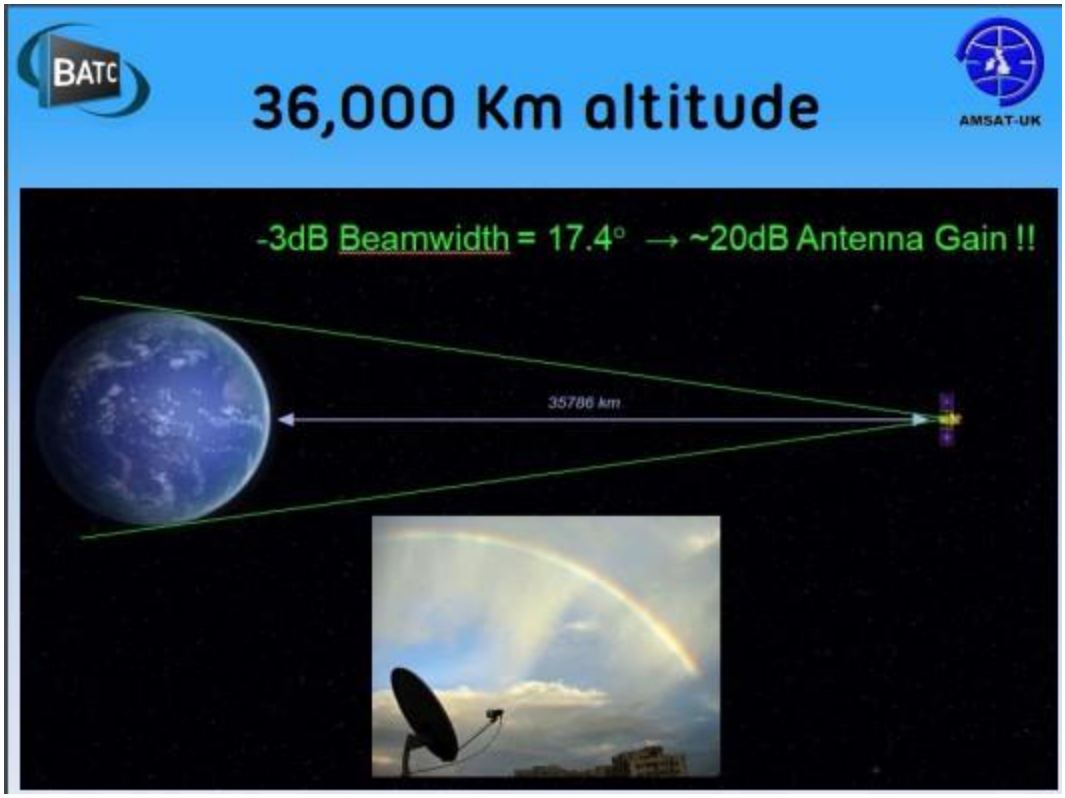


Αυτός ο τύπος τροχιάς είναι ιδιαίτερα σταθερός λόγω της μεγάλης κλίσης και επιτρέπει στον δορυφόρο να καλύπτει περιοχές με μεγάλο γεωγραφικό πλάτος και για μεγάλα κλάσματα της τροχιάς, καθώς περνά από το απόγειο.

Τρείς δορυφόροι που κινούνται σε διαφορετικές τροχιές, εξασφαλίζουν συνεχή τοπική κάλυψη. Η περίοδος περιστροφής είναι 12 ώρες.

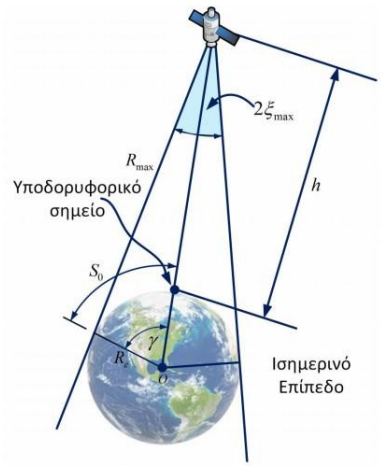
Και στα τρία είδη δορυφόρων (LEO , MEO , και ελλειπτικής τροχιάς, HEO) εμφανίζεται το φαινόμενο **Doppler**, δηλαδή μεταβολή της συχνότητας σε σχέση με την ταχύτητα προσέγγισης, η απομάκρυνσης του δορυφόρου από τον παρατηρητή.

Γεωστατικές τροχιές (geostationary earth orbit) (GEO)



Πρόκειται για κυκλικές τροχιές μηδενικής κλίσης. (ισημερινές τροχιές). Οι δορυφόροι περιστρέφονται με την ίδια φορά και την ίδια περίοδο περιστροφής της Γής σε ύψος **35.768 Km**, έτσι παραμένουν ακίνητοι στην ουράνια σφαίρα σε σχέση με τους με τους επίγειους σταθμούς και οι οποίοι, δεν χρειάζονται ειδικά συστήματα, για την παρακολούθησή τους. Λίγες εκατοντάδες χιλιόμετρα πιο πάνω βρίσκεται το νεκροταφείο των γεωστατικών δορυφόρων, εκεί καταλήγουν οι κατεστραμμένοι γεωστατικοί δορυφόροι.

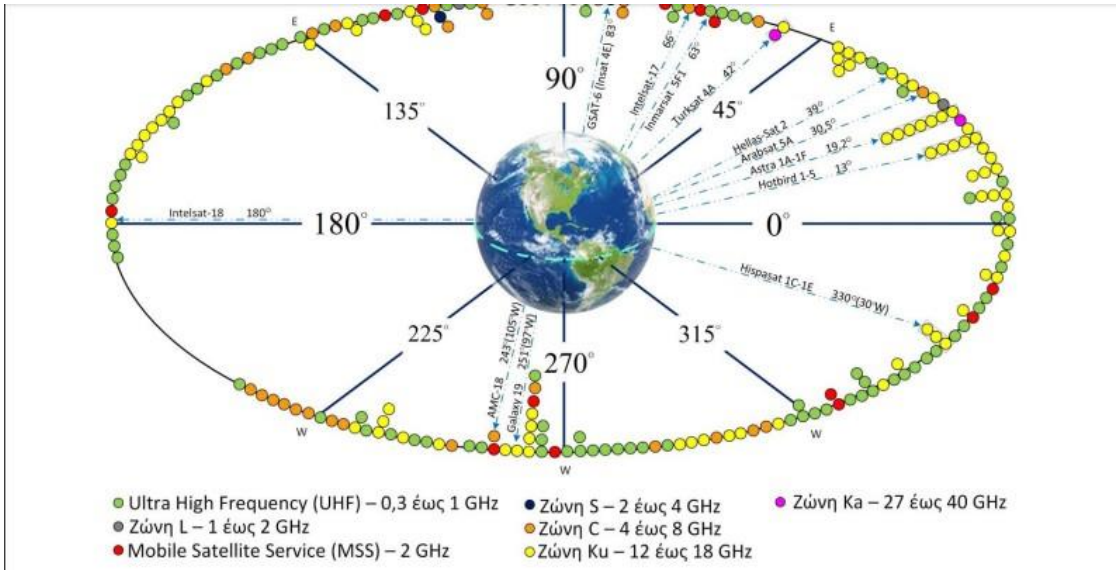
Ένας δορυφόρος **GEO** είναι ορατός από το 38% της Γής , επομένως με **τρείς** τέτοιους δορυφόρους, μπορεί να εξασφαλισθεί παγκόσμια κάλυψη (έκτος πολικών περιοχών).



Οι τροχιές αυτές χρησιμοποιούνται από τους τηλεοπτικούς και τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους.

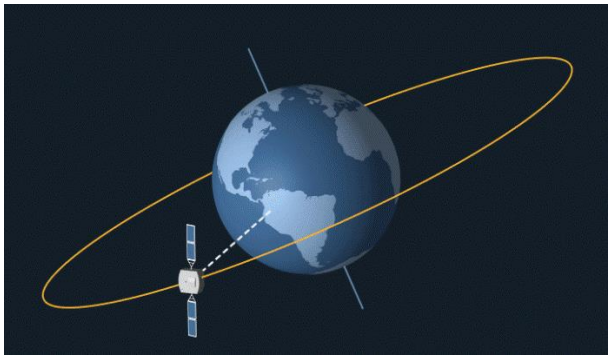
Βασικά μειονεκτήματα είναι μεγάλη χρονική καθυστέρηση του σήματος (238 ms), που προκαλεί το φαινόμενο ηχούς και λόγω της μεγάλης απόστασης από την Γή απαιτείται υψηλή **RF** ισχύς, κεραίες υψηλής κατευθηντικότητας και απολαβής στους δορυφόρους , καθώς και στους επίγειους σταθμούς.

Η μέγιστη απόσταση ζεύξεως μεταξύ δύο σταθμών στη γη μέσω ενός γεωστατικού δορυφόρου είναι περίπου *17.000 km.*

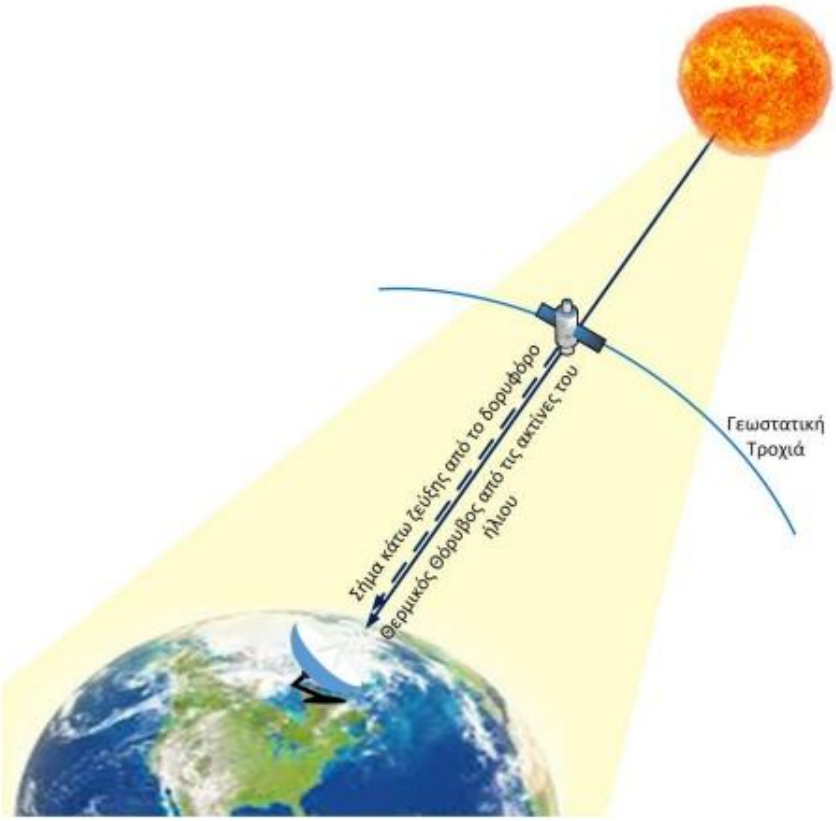


Γεωστατικοί δορυφόροι. Video κίνησης γεωστατικού δορυφόρου.

https://3.bp.blogspot.com/-Fq2xVRbhoDA/WuMccFAAYZI/AAAAAAAADKU/p1INlYzkjaogkyJYKfqW-Dzkf59jzDqGACKgBGAs/s1600/05-Geostationar



Η γεωστατική τροχιά βρίσκεται κοντά στο άκρο της εξωτερικής ζώνης Van Allen, με αποτέλεσμα ένας γεωστατικός δορυφόρος να δέχεται λιγότερη δόση ακτινοβολίας ενεργειακών σωματιδίων παγιδευμένων στο μαγνητικό πεδίο της γης.

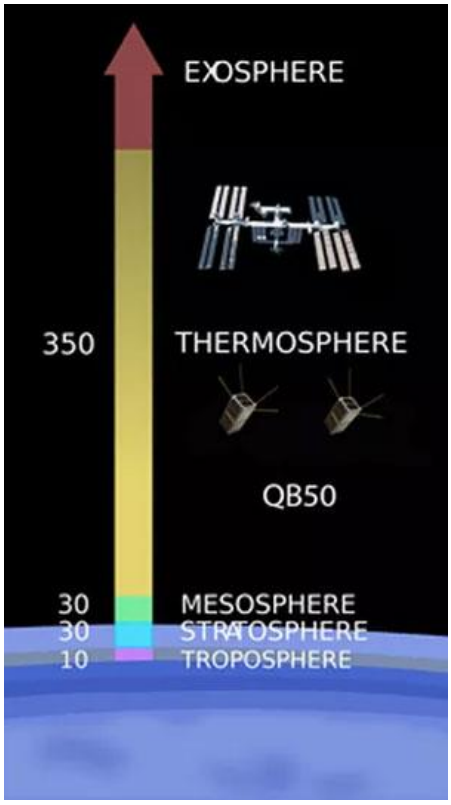


Θερμικός θόρυβος από τις ακτίνες του Ήλιου.

Οι **ζώνες Βαν Άλεν** αποτελούνται από σωματίδια με μεγάλο ηλεκτρικό φορτίο που, παγιδεύτηκαν από το μαγνητικό πεδίο της Γής.

Βρίσκονται όμως πολύ πιο πέρα από την θερμόσφαιρα. (Η θερμόσφαιρα είναι η περιοχή όπου βρίσκεται ο Διεθνής Διαστημικός σταθμός και όπου κινούνται τα διαστημικά λεωφορεία και οι τεχνητοί δορυφόροι.

Ονομάζεται θερμόσφαιρα, λόγω της πολύ υψηλής θερμοκρασίας της.

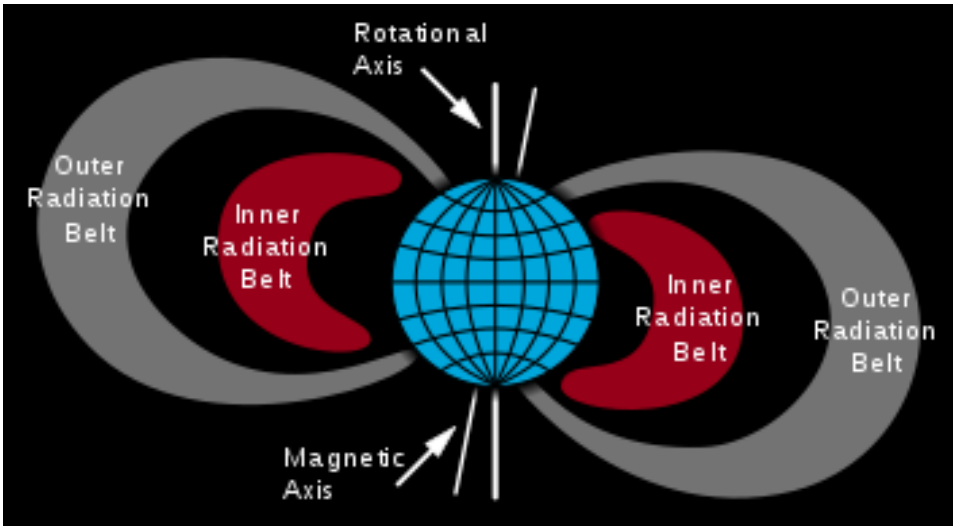


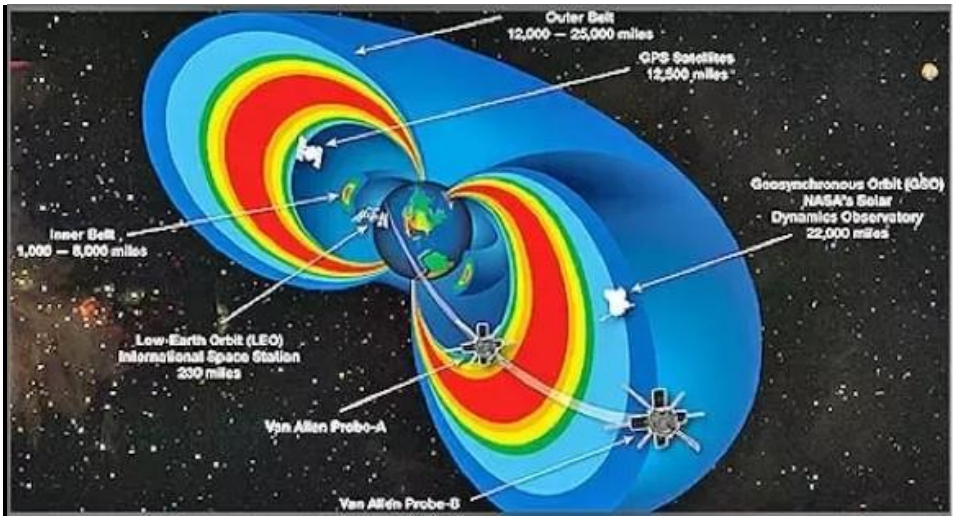
Αρχίζει στους -90 βαθμούς κελσίου και φτάνει τους +2000 βαθμούς κελσίου, εκτίνεται στα 400χιλιόμετρα από το έδαφος.

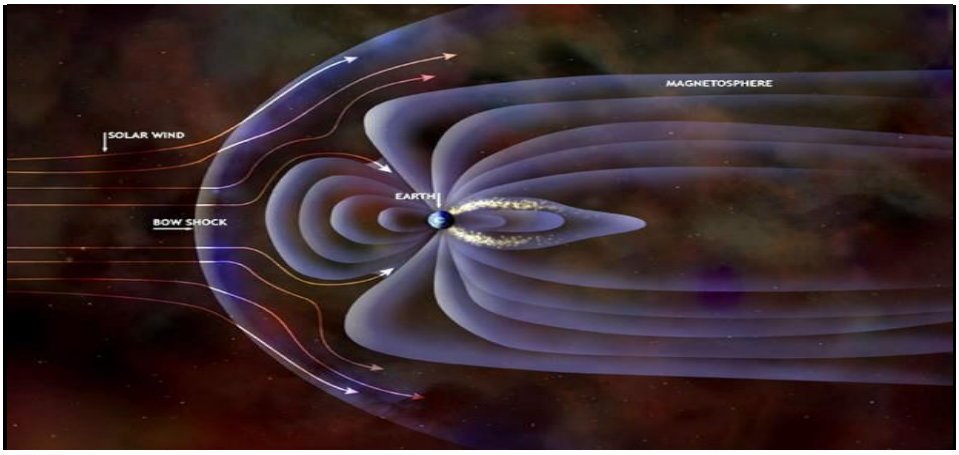
Η κάθε ζώνη από αυτές έχει το σχήμα ενός πελώριου δακτυλιδιού και η μία βρίσκεται στο εσωτερικό της άλλης. Το ισχυρότερο τμήμα της εσωτερικής ζώνης, βρίσκεται γύρω στα **3.200** χιλιόμετρα από το έδαφος.

Η προέλευσή της πιθανολογείται ότι οφείλεται στην δράση του Ήλιου, ενώ η ύπαρξη της εξωτερικής ζώνης, κρίνεται πως έχει ηλιακή και κοσμική καταγωγή.

Η ισχυρότερη περιοχή της δεύτερης βρίσκεται γύρω στα **16.000** χιλιόμετρα πάνω από τον Ισημερινό της Γης.







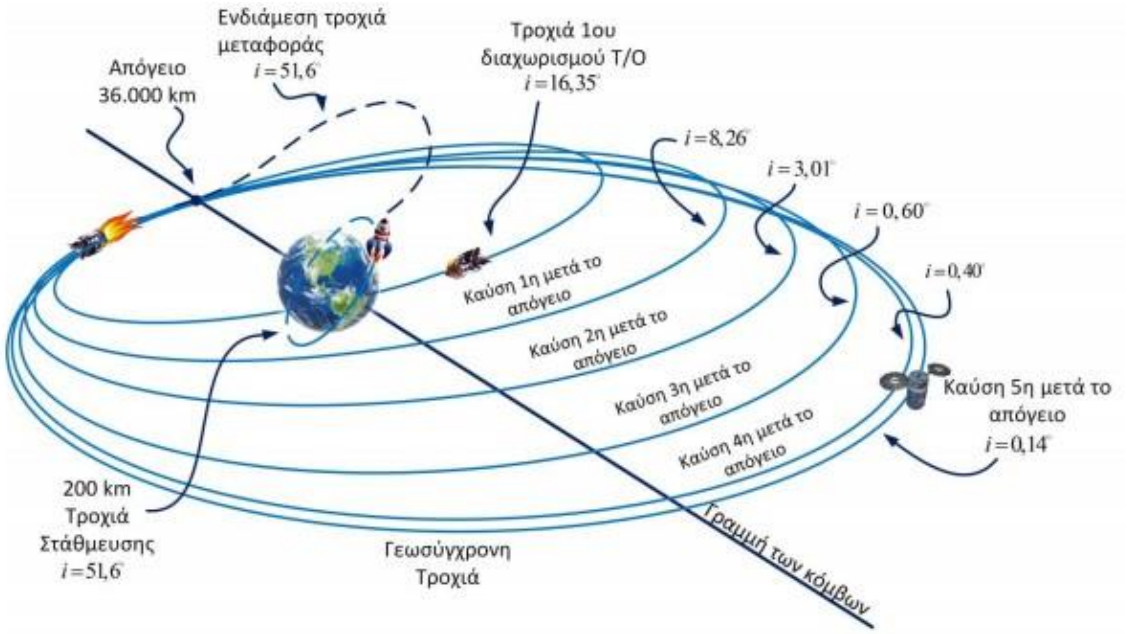
https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/ten-highlights-from-nasa-s-van-allen-probes-mission

Εκτόξευση και τοποθέτηση δορυφόρου, σε γεωστατική τροχιά.

Για να εκτοξευθεί με επιτυχία ένας τεχνητός δορυφόρος, πρέπει να κινηθεί τουλάχιστον με την κρίσιμη ταχύτητα διαφυγής, η οποία δίδεται από τη σχέση:

V2=2g*(M/R)

όπου g είναι η σταθερά παγκόσμιας έλξης, M η μάζα της Γης και R η ακτίνα της. Αν πάντως η εκτόξευση γίνεται από κάποιο ύψος **I**, αντί του **R**(επιφάνεια της Γής) τότε **(R+I)** η ταχύτητα διαφυγής **ελαττώνεται.** φαίνεται καθαρά στον πίνακα ταχυτήτων.



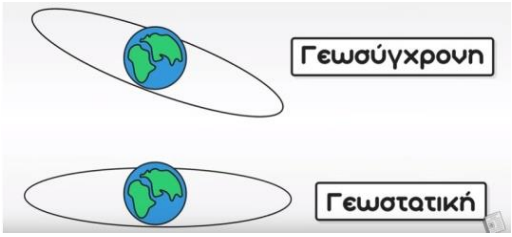
ΎΨΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΦΥΓΗΣ
0 km	11,18 km/sec
200 km	11,01 km/sec
400 km	10,85 km/sec
600 km	10,69 km/sec
800 km	10,54 km/sec
1000 km	10,40 km/sec

Η ταχύτητα διαφυγής στην επιφάνεια της Γης είναι **11,18 km/sec,** ενώ στην επιφάνεια της **Σελήνης 2,38 km/sec.**

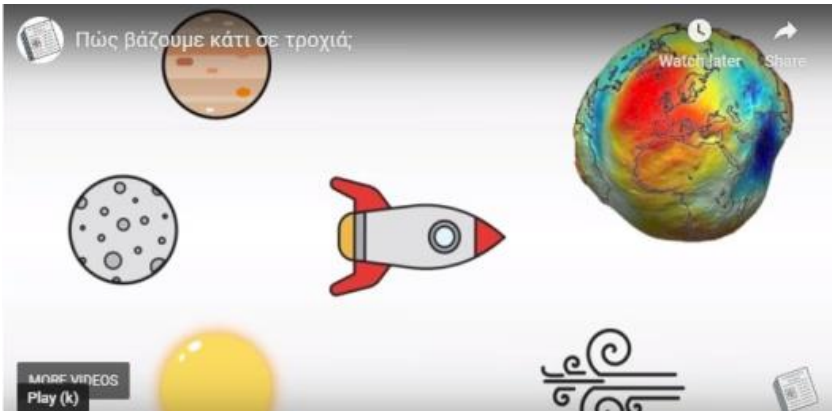
Η κίνηση των τεχνητών δορυφόρων ακολουθεί τους νόμους του Κέπλερ, όπως ακριβώς και οι φυσικοί δορυφόροι.

Η ταχύτητα την οποία πρέπει να έχει ένα σώμα για να τοποθετηθεί σε κυκλική τροχιά, σε ορισμένο ύψος ονομάζεται **«πρώτη κοσμική ταχύτητα»**.
Αν ένα σώμα κινείται με την ταχύτητα **διαφυγής**, δηλαδή 11,18 km/sec, θα διαγράψει παραβολική τροχιά, ενώ αν εκτοξευτεί με ταχύτητα **μεγαλύτερη** από **11,18 km/sec,** θα διαγράψει υπερβολική τροχιά. Αυτή η ταχύτητα διαφυγής ονομάζεται **«δεύτερη κοσμική ταχύτητα»**.

Και στις δύο αυτές περιπτώσεις θα διαφύγει στο διάστημα, εγκαταλείποντας τη Γη, χωρίς να ξαναπέσει πάνω σε αυτήν.
Αν ένα σώμα κινηθεί με την ταχύτητα αυτή, τότε απελευθερώνεται μεν από την έλξη της Γης, αλλά όχι και από εκείνη του Ηλίου.
Έτσι, θα συνεχίσει την κίνηση του γύρω από τον Ήλιο σαν τεχνητός πλανήτης.
Αν θέλουμε να εκτοξεύσουμε ένα σώμα, το οποίο να εγκαταλείψει το ηλιακό σύστημα και να κινηθεί στον μέσο αστρικό χώρο, τότε θα πρέπει, κατά την εκτόξευση, να έχει ταχύτητα τουλάχιστον **16,6 km/sec,** η οποία λέγεται **«Τρίτη κοσμική ταχύτητα»**
Όσο πιο κοντά στην επιφάνεια της Γής κινείται ο δορυφόρος, τόσο πιο γρήγορα πρέπει να κινείται, για να μην πέσει.
Η Σελήνη βρίσκεται στις 385.000. km κινείται με 1 km/sec Και κάνει μία περιφορά σε 29,530 μέρες.
Στις 35.786 χιλιάδες χιλιόμετρα, ένας δορυφόρος κινείται με 3km/sec και κάνει μία περιφορά σε μία μέρα. Η τροχιά αυτή ονομάζεται Γεωσύγχρονη , αν η κλίση προς τον ισημερινό είναι μηδέν μοίρες ονομάζεται Γεωστατική.



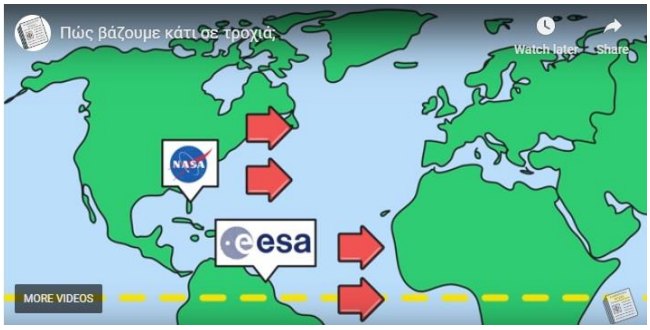
Στα 400 km ο πύραυλος πρέπει να κινείται με 8 km/sec, εκτελώντας μία περιφορά κάθε 90 λεπτά.
Εδώ υπάρχει ένα παράδοξο, αν αυξήσουμε την ταχύτητα του πυραύλου για να τον επιταχύνουμε, τότε θα **μεγαλώσουμε** την ακτίνα με αποτέλεσμα να **μειώσουμε** την ταχύτητα του πύραυλου, έτσι **επιβραδύνοντας** το πύραυλο**,** μειώνουμε την ακτίνα περιστροφής, **Αυξάνοντας** την ταχύτητα του πυραύλου
Το μόνο που μένει είναι να διατηρήσομε την τροχιά μας .
Αν και δεν χρειάζεται να καίμε καύσιμα για να κινούμαστε, κάποιες μικροδιορθώσεις πρέπει να κάνουμε, η βαρύτητα των υπόλοιπων ουράνιων σωμάτων, ο λιγοστός αέρας, όποιος και αν είναι εκεί πάνω και η ανομοιομορφία της Γής επηρεάζουν την τροχιά μας.

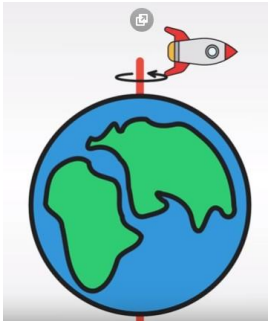


Κατατοπιστικό video.
https://www.youtube.com/watch?v=sUQVdW_bStU
https://www.youtube.com/watch?v=ror4P1UAv_g
https://www.youtube.com/watch?v=BvjlBpP4zU8

Εκτόξευση δορυφόρου.

Επειδή η Γη περιφέρεται γύρω από τον άξονα της από Δυσμάς προς Ανατολάς,
η εκτόξευση γίνεται πάντοτε κατά την ίδια κατεύθυνση, με σκοπό να γίνει εκμετάλλευσης της ταχύτητας περιστροφής της Γης, η οποία στον ισημερινό είναι 465 m/sec, (1670 km/h), ενώ σε γεωγραφικό πλάτος 30° φτάνει τα 402 m/sec και σε πλάτος 45° τα 328 m/sec.
Για αυτό το σημείο εκτόξευσης πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στον Ισημερινό, ώστε να προστεθεί και η αντίστοιχη ταχύτητα της Γης.



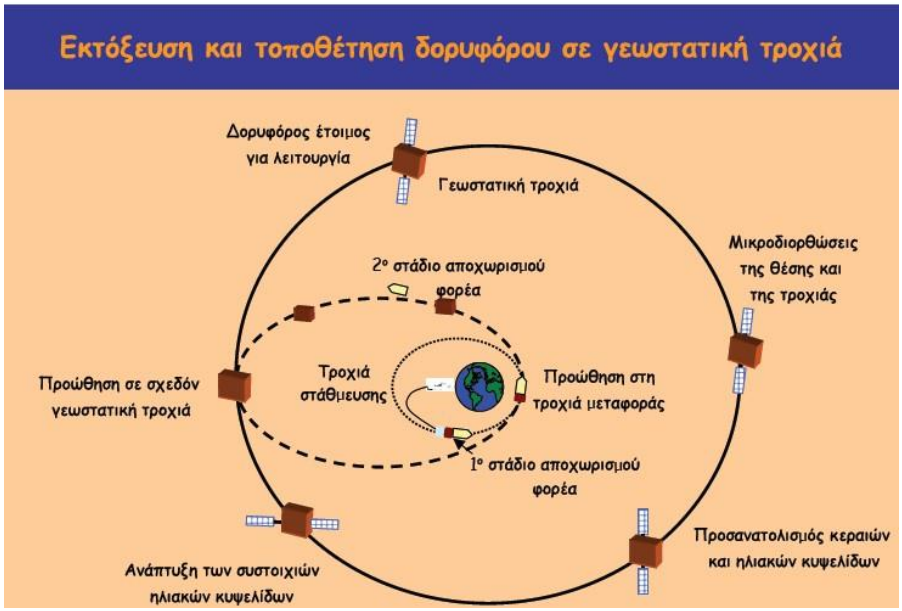


Διακρίνουμε τα σημεία εκτόξευσης της **NASA** και της **esa** που βρίσκονται πολύ κοντά στον ισημερινό.
Η δυσκολότερη φάση του εγχειρήματος είναι η τελική τοποθέτηση του δορυφόρου στην τροχιά του, η οποία διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα μόνο.
Κατά τη διάρκεια της, συνήθως, προκύπτουν τόσα προβλήματα, ώστε για να διατυπωθούν και να λυθούν χρειάζονται 10 μαθηματικοί, οι οποίοι θα εργάζονται επί 10 χρόνια, και όμως, με τα αυτόματα συστήματα και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, που χρησιμοποιούνται σήμερα, όχι μόνο αναγνωρίζονται, και διατυπώνονται αλλά και λύνονται.

Οι λύσεις τους στέλνονται στο σκάφος και εφαρμόζονται σε λίγα μόλις δευτερόλεπτα.
Είναι φανερό, ότι **δε** θα μπορούσε να γίνει εκτόξευση και επιτυχής τοποθέτηση σε τροχιά, κανενός δορυφόρου, αν δεν είχαν αναπτυχθεί τα αυτόματα συστήματα παρακολούθησης και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές.

χωρητικότητα τροχιακών θέσεων

Ο αριθμός των δορυφόρων πάνω στη γεωστατική τροχιά είναι περιορισμένος. Ο περιορισμός γίνεται προς αποφυγή παρεμβολών. Έτσι, για δορυφόρους που χρησιμοποιούν τη ζώνη *C*, ένα τόξο διαχωρισμού *4°-5°* κρίνεται ικανοποιητικό. Στη ζώνη *Ku*, *3°* είναι αρκετές. Μελλοντικά, για λειτουργία στη ζώνη *Ka*, το όριο θα είναι περίπου *1°*. Προς το παρόν, η γεωστατική τροχιά έχει διαιρεθεί σε *120* τόξα των *3°*.
Οι *3°* αντιστοιχούν σε περίπου *2200 km.*



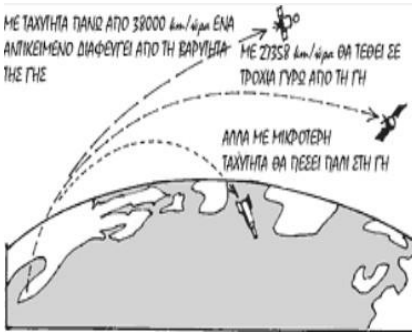
Η ταχύτητα διαφυγής είναι, η ικανή και αναγκαία ταχύτητα ενός προωθητικού πυραύλου, που πρέπει να αναπτύξει κατά την διάρκεια της εκτόξευσής και όλης της πτήσης του, ώστε να μπορέσει να αποσπαστεί από την έλξη της Γής και να βάλει σε τροχιά ένα δορυφόρο.

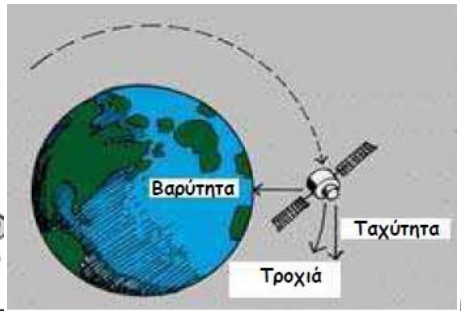
Εάν η ταχύτητα είναι μικρότερη από τις ταχύτητες που αναφέραμε στον προηγούμενο πίνακα, ο πύραυλος ποτέ δεν θα μπορέσει να αποσπαστεί από την έλξη της Γής και θα καταστραφεί πέφτοντας στην Γή, μόλις τελειώσουν τα καύσιμα του.

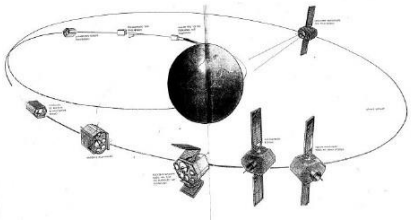
Το πρόβλημα δεν είναι πώς θα στείλουμε το δορυφόρο στο διάστημα, αλλά πώς θα τον κρατήσουμε σε τροχιά, εάν παρατηρήσατε την εκτόξευση ενός πυραύλου, θα προσέξατε, μετά την κατακόρυφη διαδρομή

του πύραυλου, αυτός αρχίζει να παίρνει μία κλίση , προς την ανατολή, έτσι έχουμε μια κίνηση **παράλληλη** προς την επιφάνεια της Γής, και την **βαρύτητα** της Γής, που τον τραβά προς τα το κέντρο της γης, αν η ταχύτητα είναι η ενδεδειγμένη για το συγκεκριμένο ύψος , ο δορυφόρος θα κάνει μια καμπυλόγραμμη τριχιά και (ποτέ) δεν θα πέσει στην Γή.

Εξειδικευμένα συστήματα στον δορυφόρο , προσανατολίζουν και κρατούν το δορυφόρο σε τροχιά.

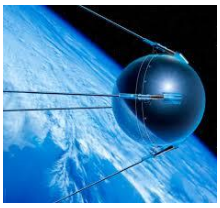




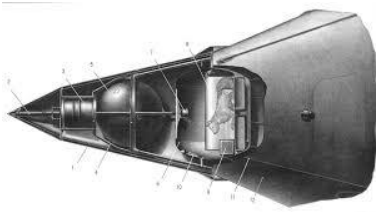


ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ

Ένας τεχνητός δορυφόρος είναι οποιαδήποτε κατασκευή που δημιουργήθηκε από τον άνθρωπο και τοποθετείται σε τροχιά γύρω από ένα ουράνιο σώμα.
Ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος, ο Σπούτνικ 1, εκτοξεύθηκε από την Σοβιετική Ένωση στις 4 Οκτωβρίου 1957. Ήταν απλώς μία μεταλλική σφαίρα διαμέτρου μόλις 58 εκατοστών που περιβαλλόταν από τέσσερις κεραίες. Ωστόσο κατάφερε να μπει σε τροχιά γύρω από τη Γη και να στείλει για πρώτη φορά πληροφορίες για τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και της ιονόσφαιρας.

. 

Λίγο αργότερα θα σταλθεί στο διάστημα ακόμη ένας τεχνητός δορυφόρος, ο Σπούτνικ 2. Στο εσωτερικό του εκτός από όργανα μετρήσεων, υπάρχει και μια καμπίνα, στην οποία θα παραμείνει για έξι μέρες υπό συνθήκες έλλειψης βαρύτητας ένας σκύλος, η Λάικα, ο πρώτος ζωντανός οργανισμός στο διάστημα.



Τον Φεβρουάριο του 1958, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής εκτοξεύουν επιτυχώς τον Εξπλόρερ 1, εγκαινιάζοντας μια εποχή ανταγωνισμού για την κατάκτηση του διαστήματος.

Από τότε χιλιάδες δορυφόροι έχουν τεθεί σε τροχιά γύρω από τη Γη, με έναν από τους σημαντικότερους να είναι ο Βοστόκ, ο οποίος τον Απρίλιο του 1961, μετέφερε τον Γιούρι Γκαγκάριν,

.

τον πρώτο άνθρωπο που βρέθηκε στο διάστημα

Κατηγορίες δορυφόρων

Οι δορυφόροι κατηγοριοποιούνται συνήθως είτε ανάλογα με το μέγεθος και το βάρος τους, είτε ανάλογα με τον σκοπό λειτουργίας τους.
Συγκεκριμένα, οι κατηγορίες δορυφόρων σύμφωνα με το βάρος τους είναι.

Μεγάλοι δορυφόροι (>1000kg)

Μικροί δορυφόροι (500-1000kg)

Mini-δορυφόροι (100-500kg)

Micro-δορυφόροι (10-100kg)

Nano-δορυφόροι (1-10kg)

Pico-δορυφόροι (0.1-1kg)

Femto-δορυφόροι (<0.1kg)

Η κατηγοριοποίηση των δορυφόρων, όπως είπαμε, μπορεί να γίνει και ανάλογα με τον σκοπό της αποστολής τους.

Οι μετεωρολογικοί δορυφόροι

Συλλέγουν πληροφορίες για την ατμόσφαιρας της Γης,

τις οποίες αποστέλλουν στους επίγειους μετεωρολογικούς σταθμούς και από την επεξεργασία των στοιχείων αυτών, γίνεται δυνατή η καλύτερη πρόβλεψη του καιρού.

Οι αστρονομικοί δορυφόροι

Είναι δορυφόροι εφοδιασμένοι με ειδικά όργανα για την εκτέλεση αστρονομικών παρατηρήσεων έξω από την ατμόσφαιρα της Γης. Με την χρησιμοποίησή τους αποφεύγονται οι παρεμβολές και οι περιορισμοί λόγω της γήινης ατμόσφαιρας, προσφέροντας δεδομένα πολύ καλύτερης ποιότητας από τα αντίστοιχα των επίγειων μετρήσεων. Το διαστημικό τηλεσκόπιο Χαμπλ είναι ένα παράδειγμα αστρονομικού δορυφόρου.

Ττηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι.

Επιτρέπουν την μεταφορά πληροφοριών από τη μία άκρη του κόσμου στην άλλη, ώστε το εμπόδιο της σφαιρικότητας της Γης να παραλείπεται. Οι δορυφόροι αυτοί, χρησιμεύουν στη τηλεφωνία (σταθερή και κινητή), την τηλεόραση, το ραδιόφωνο και το διαδίκτυο.

Οι δορυφόροι προσανατολισμού και πλοήγησης.

Βοηθούν στον προσανατολισμό πλοίων, αεροσκαφών και άλλων οχημάτων, καθώς και στην καθοδήγηση τους. Το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) είναι ένα πλέγμα 30 περίπου τέτοιων δορυφόρων. Άλλες κατηγορίες δορυφόρων είναι.

Δορυφόροι γεωπαρατήρησης.

Έχουν ως αποστολή την γεωφυσική παρατήρηση και την χαρτογράφηση της Γης.

Βιο-δορυφόροι.

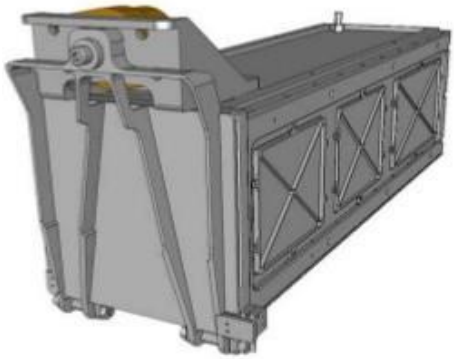
Είναι σχεδιασμένοι να μεταφέρουν ζωντανούς οργανισμούς για την διεξαγωγή επιστημονικών πειραμάτων.

Τέλος, δορυφόροι χρησιμοποιούνται κατά κόρον για στρατιωτικούς σκοπούς, καθώς και ως διαστημικοί σταθμοί, όπως για παράδειγμα ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (International space Station-ISS).

Cubesat DUTH (Democritus University of Thrace-Πολυτεχνική σχολή Ξάνθης, εργαστήριο ηλεκτρομαγνητισμού και διαστημικής)

Ο Cubesat είναι ένας τύπος δορυφόρου με συγκεκριμένο μέγεθος και διαστάσεις. Πρόκειται για έναν pico-δορυφόρο, ο οποίος κατασκευάστηκε με σκοπό την διαστημική έρευνα. Το όνομά του προκύπτει από το κυβικό του σχήμα.
Το Cubesat Project ξεκίνησε το 1999 ως συνεργασία δύο πανεπιστημίων, του California Polytechnic State University (Cal Poly) και του Stanford University, και αναπτύχθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς.
Κύριος εμπνευστής του ήταν ο καθηγητής Bob Twiggs και βασικός στόχος του εγχειρήματος αυτού ήταν, να γίνει η πρόσβαση στο διάστημα προσιτή, σε μικρά φορτία, προσφέροντας, μια πρακτική, αξιόπιστη και οικονομική λύση.
Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είναι ότι χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ηλεκτρονικά εξαρτήματα που βρίσκονται εύκολα στο εμπόριο, τα επονομαζόμενα COTS (commercial off the shelf).

Ένας λόγος που υπάρχουν οι περιορισμοί στις διαστάσεις και το βάρος, είναι γιατί οι συγκεκριμένοι



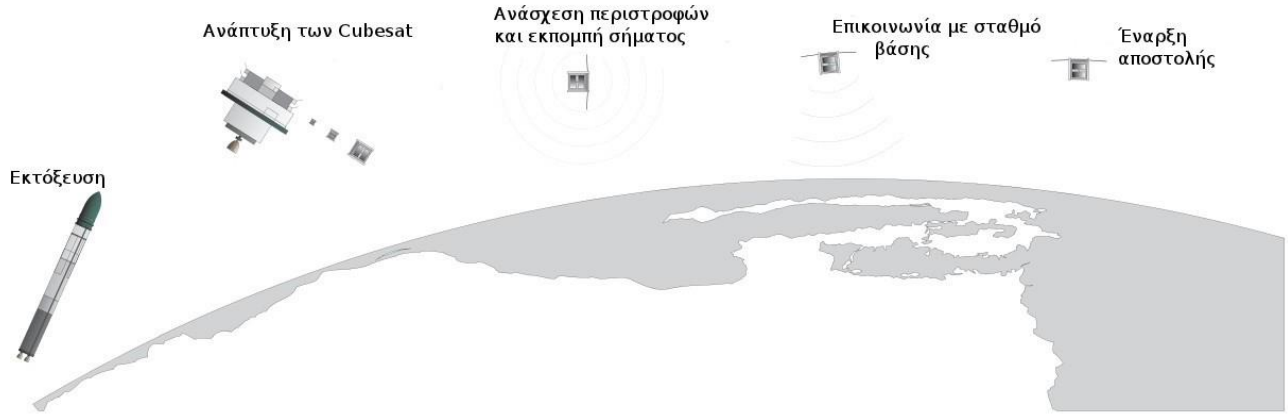
δορυφόροι εκτοξεύονται μέσα σε ειδικούς φορείς σταθερών διαστάσεων. Οι φορείς αυτοί ονομάζονται P-POD (Poly Picosatellite Orbital Deployer) και αναπτύχθηκαν από το πανεπιστήμιο Cal Poly, ειδικά για τους δορυφόρους Cubesat.

Οι δορυφόροι Cubesat τοποθετούνται μέσα στους P-POD φορείς και μεταφέρονται στο διάστημα με πυραύλους, ως δευτερεύων ή τριτεύων φορτίο.

Αφού, το ωφέλιμο μέρος του πυραύλου, το οποίο περιέχει και το φορτίο του μπει σε τροχιά, οι μηχανισμοί P-POD αφήνονται ελεύθεροι. Λίγο αργότερα, οι μηχανισμοί αυτοί ανοίγουν και οι δορυφόροι Cubesat εκτοξεύονται στο διάστημα με την βοήθεια ιδικού ελατηρίου. Η διαδικασία ανάπτυξης του δορυφόρου σε διαστημικές συνθήκες συνεχίζεται με την έναρξη λειτουργίας του λίγα λεπτά αργότερα, ενώ ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια για ανάσχεση των συνεχών περιστροφών του.

Μόλις επιτευχθεί η ευθυγράμμιση και ο προσανατολισμός, επιχειρείται η πρώτη μετάδοση σήματος από τον δορυφόρο και η επικοινωνία του με τον σταθμό βάσης, ο δορυφόρος θα λάβει πληροφορίες για την τροχιά του, την θέση του και θα ξεκινήσει την αποστολή του. Οι φάσεις αυτές φαίνονται και στο παρακάτω σχήμα.

Ένας συνηθισμένος Cubesat δορυφόρος αναμένεται να έχει ενεργή ζωή ενός χρόνου. Αφού ολοκληρώσει την αποστολή του, παραμένει σε τροχιά ως διαστημικό σκουπίδι για μερικά χρόνια ακόμα, έως ότου κλείσει τον κύκλο ζωής του, με το να καεί κατά την επανείσοδό του στην ατμόσφαιρα, εξαιτίας της βαρυτικής έλξης της Γης.



Video εκτόξευσης του Duth sat από τον ISS.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=11&v=m411cie8WAg
https://www.youtube.com/watch?time_continue=16&v=qA94lY_3Mks

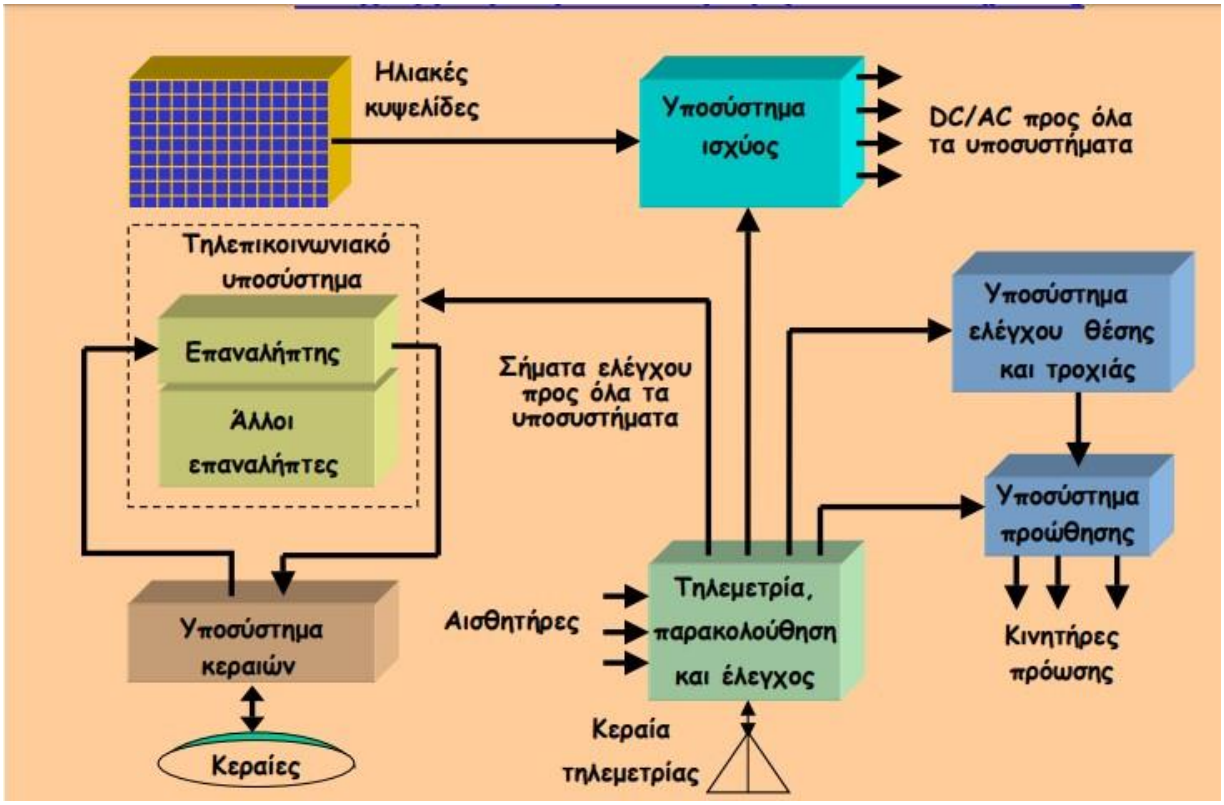
Μέρη του δορυφόρου

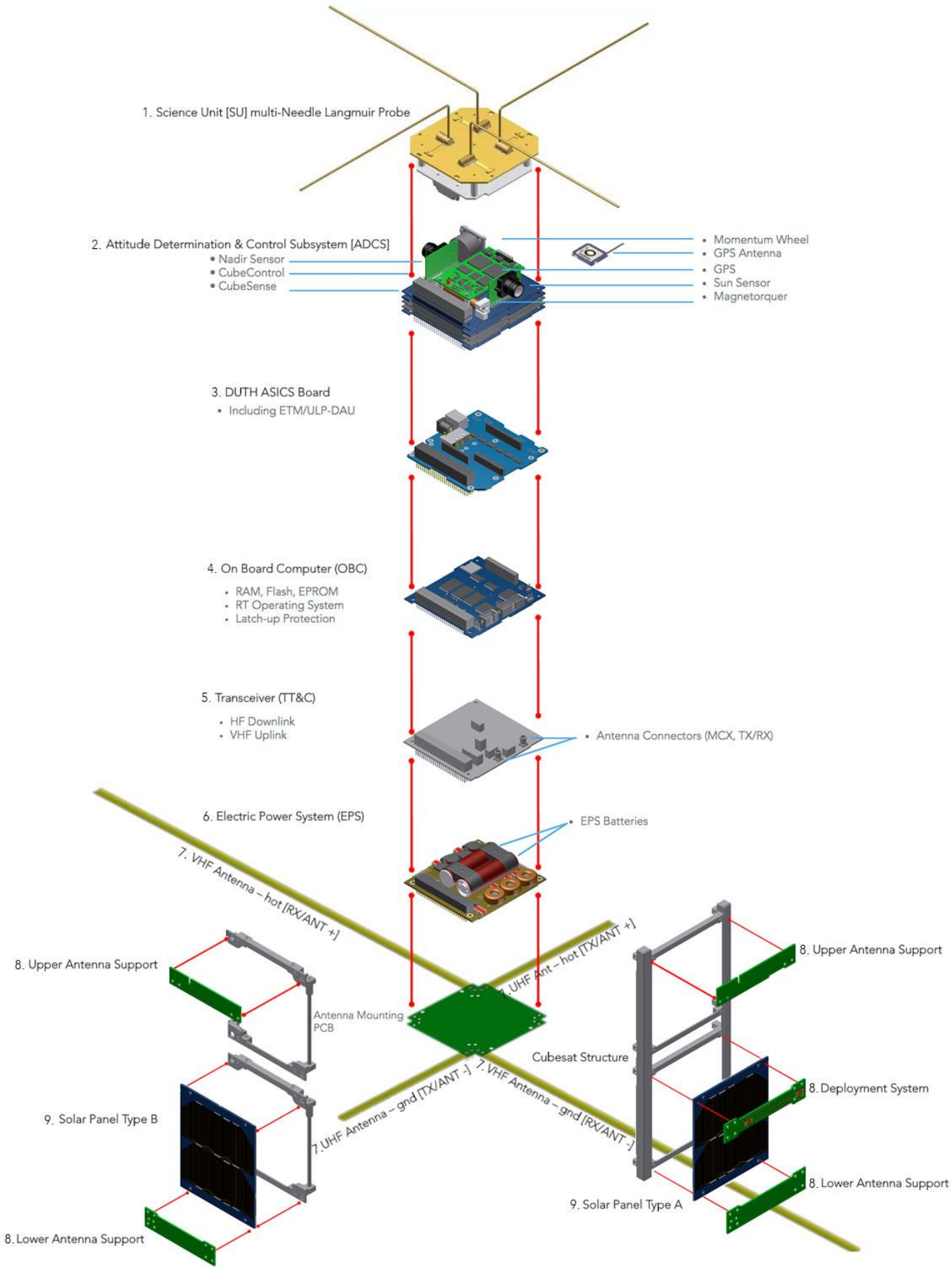
Ο Cubesat, όπως και κάθε δορυφόρος, αποτελείται από επιμέρους υποσυστήματα, τα

οποία όλα μαζί συνθέτουν το σύστημα του δορυφόρου. Η λειτουργία και η συνεργασία των υποσυστημάτων μεταξύ τους είναι απαραίτητη για μία επιτυχή αποστολή. Παρακάτω γίνεται μια αναφορά στα υποσυστήματα.

Δομή της κατασκευής του δορυφόρου

Η μελέτη της δομής του δορυφόρου είναι πολύ σημαντικό κομμάτι για την επίτευξη της κατασκευής του. Το υποσύστημα αυτό περιλαμβάνει τη μελέτη, τον σχεδιασμό και την ανάλυση του σκελετού του δορυφόρου, καθώς και των διαφόρων μηχανισμών για την ανάπτυξη κεραιών ή φωτοβολταϊκών συστοιχιών. Η δομή αυτή θα φιλοξενήσει τα υπόλοιπα υποσυστήματα του δορυφόρου.




1. Science Unit [SU] multi-Needle Langmuir Probe
2. Attitude Determination & Control Subsystem [ADCS]
• Nadir Sensor
• CubeControl
• CubeSense
• Momentum Wheel
• GPS Antenna
• GPS
• Sun Sensor
• Magnetorquer
3. DUTH ASICS Board
• Including ETM/ULP-DAU
4. On Board Computer (OBC)
• RAM, Flash, EPROM
• RT Operating System
• Latch-up Protection
5. Transceiver (TT&C)
• HF Downlink
• VHF Uplink
• Antenna Connectors (MCX, TX/RX)
6. Electric Power System (EPS)
• EPS Batteries
7. VHF Antenna – hot [RX/ANT +]
7. UHF Ant – hot [TX/ANT +]
8. Upper Antenna Support
Antenna Mounting PCB
Cubesat Structure
7. UHF Antenna – gnd [TX/ANT -]
7. VHF Antenna – gnd [RX/ANT -]
8. Deployment System
9. Solar Panel Type B
8. Lower Antenna Support
9. Solar Panel Type A
8. Upper Antenna Support
8. Lower Antenna Support

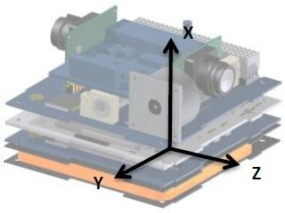
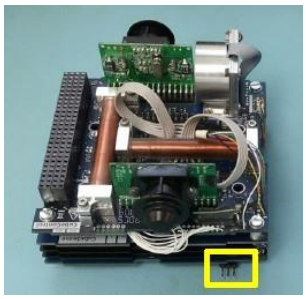


Figure 6 ADCS coordinate system



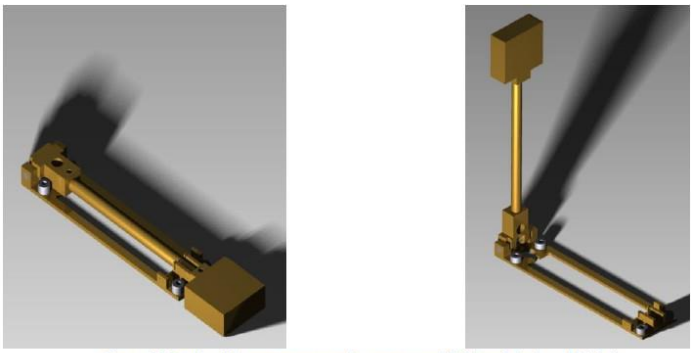


Figure 11 Deployable magnetometer boom stowed (left) and deployed (right)

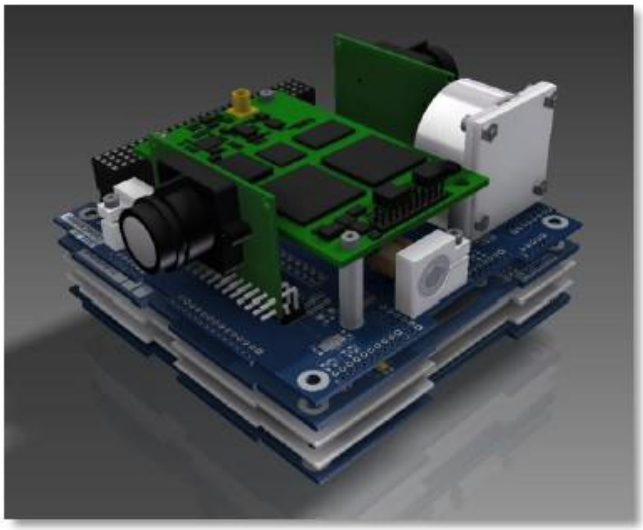


Figure 4 QB50 ADCS component stack

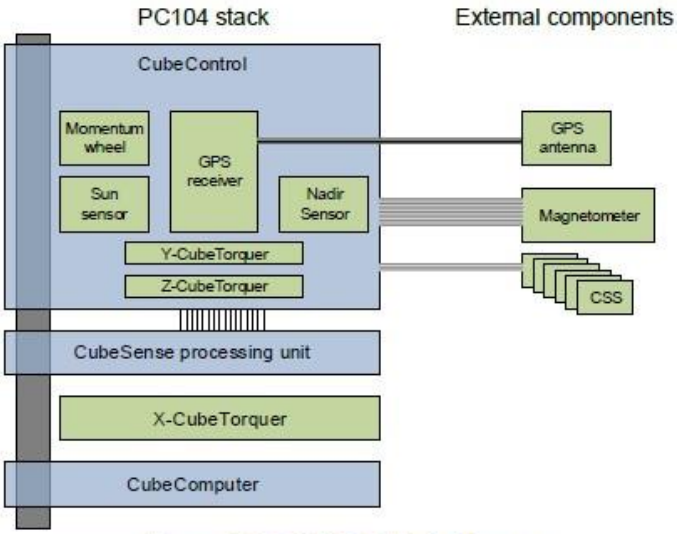


Figure 5 QB50 ADCS block diagram

Figure 1 CubeSense sun and nadir sensor

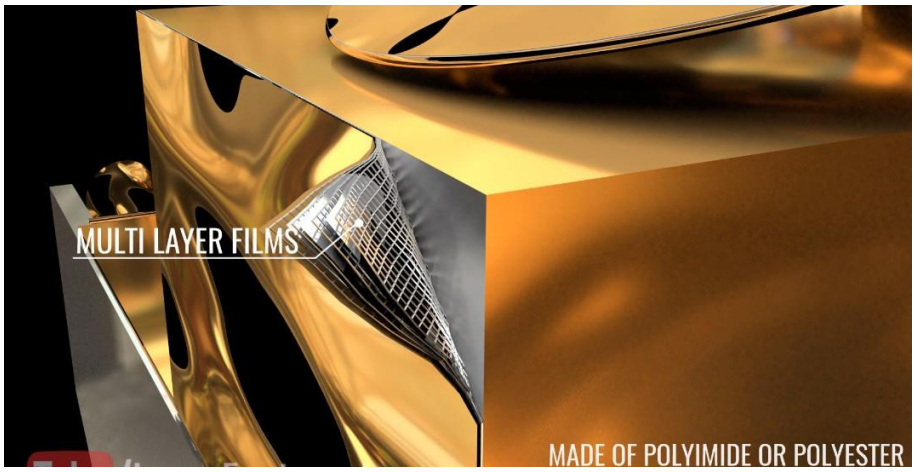
Figure 2 CubeComputer

Figure 3 CubeControl

Όπως προαναφέρθηκε, ο **QUBESat** πρέπει να ικανοποιήσει συγκεκριμένους περιορισμούς σε μάζα και μέγεθος.

Συγκεκριμένα, ο δορυφόρος θα αντιμετωπίσει ακραίες θερμοκρασίες μεταξύ -150 - + 200 βαθμούς Κελσίου, μεγάλες επιταχύνσεις και έντονες δονήσεις κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης, ακτινοβολία και συνθήκες κενού κατά τη διάρκεια της παραμονής του στο διάστημα. Θα πρέπει δηλαδή η επιλογή του υλικού να είναι τέτοια ώστε να προστατεύει την κατασκευή από μηχανικές καταπονήσεις και να παρέχει στα υπόλοιπα υποσυστήματα θερμική προστασία. Υλικά όπως το αλουμίνιο, το ατσάλι, το μαγνήσιο τα ανθρακονήματα και εξειδικευμένα υλικά πολλών επιστρώσεων (χρυσό περίβλημα που μοιάζει σαν αλουμινόχαρτο), χρησιμοποιούνται συχνά σε αντίστοιχες αποστολές, αφού πληρούν τα κριτήρια για χαμηλό βάρος θερμομόνωση και ανθεκτικότητα.

Συσκευή εξομοίωσης κραδασμών εκτόξευσης, διαστημικής ακτινοβολίας και αυξομείωσης θερμοκρασίας που ελέγχτηκε ο DUTHSAT.



Video εξομοίωσης της ταλάντωσης κατά την εκτόξευσή

https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=s7sQFe_lnHw

Test Set-up

The vibration table used for the DUTHSat Vibration Testing is an LDS-LING Dynamic System Vibration model V804MKII, by Brüel & Kjær, which is located at the premises of the Hellenic Aerospace Industry (HAI). This is controlled by an LDS DVC 4000 Digital Vibration Controller and a DSC 8 Digital Sine Controller. The LDS DVC 4000 Digital Vibration Controller, the DSC 8 Digital Sine Controller and the LDS Vibration Test System have recently been calibrated, and their calibration certificate was up to date at the time of the test.

The LDS DVC 4000 Digital Vibration Controller

Στη δομή του δορυφόρου περιλαμβάνεται και ο μηχανισμός κίνησης ηλιακών συλλεκτών. Τα φωτοβολταϊκά που χρησιμοποιούνται στους δορυφόρους είναι τοποθετημένα είτε στις πλευρές του δορυφόρου, είτε σε ειδικούς μηχανισμούς, οι οποίοι κατευθύνουν τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες προς την κατεύθυνση του Ήλιου, με σκοπό την αύξηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και συνεπώς και της αποδιδόμενης ισχύος στο σύστημα.
Για τον δορυφόρο QUBESat έχει γίνει ειδική μελέτη για τέτοιου είδους μηχανισμό.
Ο μηχανισμός αυτός απαιτεί ηλεκτρική τροφοδοσία για λίγα μόνο δευτερόλεπτα, Έπειτα, από τη στιγμή που θα δοθεί η συγκεκριμένη εντολή, υπάρχει μηχανικό κλείδωμα και διακοπή της τροφοδοσίας του.

Σύστημα τροφοδοσίας ηλεκτρικής ισχύος (PSU)

Το σύστημα τροφοδοσίας ηλεκτρικής ισχύος (Power Supply Unit) έχει ως σκοπό την παραγωγή, αποθήκευση, ρύθμιση και διανομή της απαιτούμενης ισχύος στα διάφορα υποσυστήματα του δορυφόρου. Στα παραπάνω πρέπει να προστεθεί και η προστασία του συστήματος από σημαντικά σφάλματα και η αποθήκευση δεδομένων, για την χρήση από τον κεντρικό υπολογιστή.
Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος τροφοδοσίας είναι τα φωτοβολταϊκά, οι μπαταρίες, οι ρυθμιστές για τη φόρτιση και την εκφόρτιση των μπαταριών, οι ρυθμιστές για τη ρύθμιση του επιπέδου τάσης, διακόπτες, ασφάλειες και φυσικά η καλωδίωση.
Στο σύστημα μπορούν να προστεθούν και άλλα εξαρτήματα ανάλογα με το σκοπό της αποστολής.
Για την παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ισχύος μπορούν να χρησιμοποιηθούν συσσωρευτές (μπαταρίες), κυψέλες καυσίμου (fuel cells), φωτοβολταϊκά κύτταρα, ηλιακοί ασυγκέντρωτές, πυρηνική-θερμοηλεκτρική ενέργεια, πυρηνική-χημική ενέργεια, ενέργεια από ραδιοϊσότοπα. Οι απαιτήσεις ισχύος, ο σκοπός αλλά κυρίως η διάρκεια της αποστολής είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες στους οποίους στηρίζεται η επιλογή της μονάδας παραγωγής ισχύος.
Στους μεγάλους δορυφόρους συνήθως επιλέγονται δύο ή και περισσότερες μονάδες παραγωγής ισχύος.

Στο σύστημα τροφοδοσίας ηλεκτρικής ισχύος του δορυφόρου QUBSat, όπως προαναφέρθηκε, γίνεται χρήση φωτοβολταϊκών. Για την αποθήκευση χρησιμοποιούνται μπαταρίες ιόντων λιθίου (ή πολυμερών).

Σύστημα επικοινωνιών (COM)

Το σύστημα επικοινωνιών (Communications System) αποτελείται από τον πομποδέκτη που βρίσκεται επάνω στον δορυφόρο και τον σταθμό βάσης στη Γη. Βασικό καθήκον του συστήματος είναι η ασύρματη μεταφορά δεδομένων.

Η επικοινωνία όλων των υπόλοιπων υποσυστημάτων γίνεται μέσω του συστήματος επικοινωνιών. Πρωταρχική αποστολή του είναι η εκπομπή του σήματος με το οποίο ο σταθμός βάσης θα εντοπίσει τον

δορυφόρο και ακολουθεί η μετάδοση της τηλεμετρίας προς τον σταθμό βάσης και η λήψη εντολών από αυτόν. Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μπορούν να είναι, είτε καταγεγραμμένα σε κάποια μνήμη, είτε πραγματικού χρόνου. Η ταχύτητα μετάδοσης εξαρτάται από τις ανάγκες του πειράματος.
Όσο αφορά την κεραία, που χρησιμοποιείται από τον πομποδέκτη, μπορεί να είναι πτυσσόμενη ή όχι, ενώ πολλές αποστολές έχουν χρησιμοποιήσει κεραία η οποία ακολουθεί την κίνηση του δορυφόρου στον ουρανό. (Παραβολικές κεραίες).
Όσο αφορά τον DUTHSAT, οι δύο κεραίες VHF - UHF, αποτελούνται από συντονισμένα μεγέθη μετροταινιών. Είναι αναδιπλωμένα στο σώμα του δορυφόρου και αναπτύσσονται μετά από την εκτόξευσή τους από το P-POT.
Η συγκράτησή τους στο σώμα του QUBESAT γίνεται με πλαστικά νήματα, στην αρχή της στήριξης και πάνω στο νήμα, υπάρχουν τέσσερεις αντιστάσεις, οι οποίες με εντολή, ενεργοποιούνται, καίγοντας τα νήματα, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη των κεραιών (μετροταινιών).

Σύστημα κεντρικού υπολογιστή πτήσης (OBC)

Η μονάδα του κεντρικού υπολογιστή πτήσης (On Board Computer) είναι ο εγκέφαλος του δορυφόρου.

Το σύστημα διαχείρισης δεδομένων (Data Handling System-DHS), τρέχει το λειτουργικό σύστημα στον κεντρικό υπολογιστή, ελέγχοντας την επικοινωνία μεταξύ των επιμέρους υποσυστημάτων, ενώ είναι υπεύθυνο και για την διαχείριση και αποθήκευση των στοιχείων που αφορούν το σχέδιο πτήσης. Τα στοιχεία αυτά επεξεργάζονται μετέπειτα από τον σταθμό βάσης και εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την λειτουργική κατάσταση του δορυφόρου.

Ο υπολογιστής πτήσης αποτελείται από μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU), μνήμες RAM και ROM.

Σύστημα προσδιορισμού και ελέγχου θέσης (ADCS)

Το σύστημα προσδιορισμού και ελέγχου θέσης (Attitude Determination and Control System), είναι υπεύθυνο να κρατάει την θέση (attitude) του δορυφόρου μέσα στα επιθυμητά όρια, τα οποία έχει θέσει ο προγραμματιστής. Μέσω του ελέγχου θέσης (Attitude Control -AC).

Ως θέση εννοούμε τον προσανατολισμό του δορυφόρου σε ένα σύστημα καθορισμένων εξωτερικών συντεταγμένων, στην περίπτωσή μας, της Γης.

Η λειτουργία αυτού του συστήματος είναι πολύ σημαντική, καθώς παρέχει την απαιτούμενη ακρίβεια προσανατολισμού, που απαιτείται από τις κεραίες, τα φωτοβολταϊκα, τους διάφορους αισθητήρες και τις κάμερες φωτογράφισης.

Βασικά στοιχεία του συστήματος αυτού είναι οι **αισθητήρες** και οι **ενεργοποιητές.** Ο δορυφόρος προσδιορίζει τη θέση του μέσω των μετρήσεων που λαμβάνει από τους αισθητήρες του και την συγκρίνει με την επιθυμητή θέση που έχει δοθεί από τον προγραμματιστή.

Σε περίπτωση απόκλισης, γίνεται προσπάθεια επανατοποθέτησης του δορυφόρου στην σωστή θέσης με την βοήθεια των ενεργοποιητών που διαθέτει. Αυτοί δημιουργούν μια ροπή ικανή να κινήσει τον δορυφόρο.

Ως ενεργοποιητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιγραμματικά.

Πηνία

Τροχοί αντίδρασης

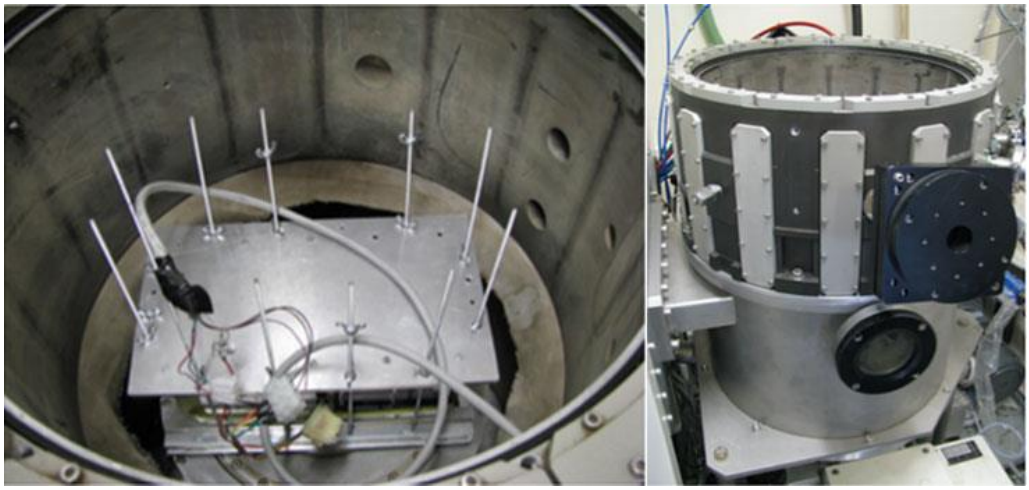
Προωθητές

Για τον δορυφόρο DUTHSat, ως ενεργοποιητές, έχουν επιλεγεί τρία πηνία, τα οποία διαρρεόμενα από ρεύμα δημιουργούν ένα μαγνητικό πεδίο, το οποίο αλληλεπιδρά με το μαγνητικό πεδίο της Γης, δημιουργώντας κατά αυτόν τον τρόπο ροπές έλεγχου.

Σύστημα θερμικού ελέγχου

Το σύστημα θερμικού ελέγχου (Thermal Control System) είναι υπεύθυνο για την διατήρηση της θερμοκρασίας των επιμέρους υποσυστημάτων μέσα στα επιθυμητά όρια.

Η θερμική προστασία γίνεται με διάφορους τρόπους ανάλογα με τα επιθυμητά όρια διατήρησης θερμοκρασίας, τις εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν στην τροχιά που βρίσκεται ο δορυφόρος και το μέγεθός του. Τυπικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι ψυκτικά, περσίδες, θερμικές επενδύσεις πολλών στρωμάτων, μονωτικές ταινίες, θερμικά συστήματα, θερμοστάτες, αισθητήρες θερμοκρασίας και ηλεκτρονικά ελέγχου. Τα θερμίστορς χρησμοποιούνται ως αισθητήρες θερμοκρασίας.

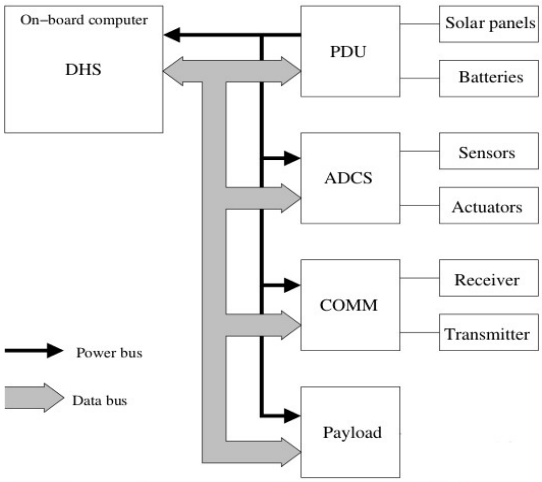


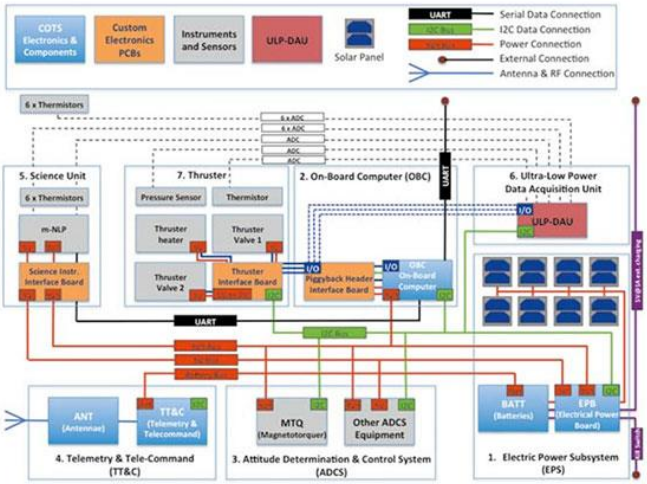
Θάλαμος προσομοίωσης διαστημικών συνθηκών ακτινοβολίας και θεοκρασίας (-30 – +90 βαθμών κελσίου) που ελέγχθηκε ο DUTHsat.

Φορτίο

Αρκετές ομάδες κατασκευής Cubesat χρησιμοποιούν τον δορυφόρο ως μέσο για την εκπλήρωση κάποιας αποστολής στο διάστημα.

Για παράδειγμα, κάποιοι από τους δορυφόρους αυτούς φέρουν κάμερες για την φωτογράφιση της Γης, ή όργανα μέτρησης για την συλλογή δεδομένων για επιστημονικούς σκοπούς. Το φορτίο που φέρει ο κάθε δορυφόρος, θεωρείται ξεχωριστό υποσύστημα και είναι αναγκαία η μελέτη εγκατάστασης, καθώς πρέπει να ληφθούν υπόψη, οι ανάγκες του όσο αφορά τον χώρο στη μνήμη του υπολογιστή πτήσης, για την αποθήκευση δεδομένων, αλλά και η ενεργειακή του κατανάλωση. Η τοποθέτηση φορτίου, αυξάνει την πολυπλοκότητα, δεδομένων των περιορισμών σε χώρο και βάρος στον δορυφόρο.





Περιβάλλον του δορυφόρου

Ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τη Γη, υπόκειται σε ένα φυσικό περιβάλλον, το οποίο περιλαμβάνει συστήματα φορτισμένων σωματιδίων υψηλής ενεργειακής ακτινοβολίας, παρουσία απειροελάχιστου οξυγόνου και γεωφυσικά φαινόμενα, όπως το βαρυτικό και το μαγνητικό πεδίο της Γης. Τα περισσότερα από αυτά τα στοιχεία επηρεάζουν μέρη του δορυφόρου, από τη δομή του, μέχρι τα ηλεκτρονικά του συστήματα. Έχουν επίδραση όμως και στη δυναμική του δορυφόρου. Ένας δορυφόρος σε τροχιά είναι κατά προσέγγιση ένα σύστημα αρκετά ελεύθερο από εξωτερικές ροπές, συγκρινόμενο πάντα με αντίστοιχα συστήματα στη Γη. Παρόλα αυτά, λαμβάνουν χώρα πολλές διαταραχές, με την αντιστάθμιση των οποίων είναι επιφορτισμένο το σύστημα ελέγχου θέσης. Εκτός από το φυσικό περιβάλλον, διαστημικά σκουπίδια και μικρομετεωρίτες, συνθέτουν την ολική εικόνα που θα συναντήσει ο δορυφόρος

Θερμοκρασία και πίεση

Όσο απομακρυνόμαστε από τη Γη, η ατμόσφαιρα γίνεται ολοένα και πιο αραιή.

Μετά τα 100 km η πυκνότητα της ατμόσφαιρας μειώνεται εκθετικά και φτάνει πρακτικά σε συνθήκες κενού. Σε αυτές τις συνθήκες, η πίεση είναι πολύ χαμηλή, ενώ η εξωτερική θερμοκρασία μπορεί να φτάσει σε τιμές αρκετά υψηλές. Ενδεικτικά, η θερμοκρασία στην επιφάνεια του δορυφόρου μεταβάλλεται δραματικά ανάλογα με την τροχιακή του θέση και μπορεί να κυμανθεί από -150 ^{O}C όταν ο δορυφόρος βρίσκεται στην μη φωτιζόμενη από τον Ήλιο πλευρά της Γης, μέχρι και 200°C στην πλευρά της Γης που “βλέπει” τον Ήλιο. Έτσι, θα πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται αντέχουν σε αυτές τις συνθήκες και δεν θα καταστραφούν από το φαινόμενο της εξάτμισης.
Εξαιτίας των συνθηκών κενού, δημιουργείται επίσης το πρόβλημα της δυσκολίας αποβολής θερμότητας.
Κάθε σύστημα που βρίσκεται στη Γη το πετυχαίνει αυτό, με το να μεταφέρει θερμότητα προς την ατμόσφαιρα. Στο διάστημα δεν υπάρχει ατμόσφαιρα, και είναι πρόβλημα, που αφορά κυρίως τα ηλεκτρονικά μέρη του δορυφόρου και την στρέψη των μετάλλων, που προκύπτει, λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας στην σκιερή και φωτιζόμενη πλευρά του σώματος του δορυφόρου.

Ακτινοβολία

Όσο λιγότερη ατμόσφαιρα συναντάει ο δορυφόρος, τόσο λιγότερη η προστασία από την ακτινοβολία, έχει. Στο διάστημα υπάρχουν δύο ειδών ακτινοβολίες, που επηρεάζουν έναν τεχνητό δορυφόρο. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ακτινοβολία από σωματίδια.

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ακτινοβολίας προέρχεται από τον Ήλιο, αλλά και από την σωματιδιακή ακτινοβολία από το μαγνητικό πεδίο της Γης.

Εξίσου σημαντική είναι και η κοσμική ακτινοβολία, μία κατηγορία ακτινοβολίας που αποτελείται από σωματίδια υψηλών ενεργειών, τα οποία παράγονται σε κάποιο μέρος του Σύμπαντος, μακριά από τη Γη.

Η σωματιδιακή ακτινοβολία προέρχεται ουσιαστικά από τον Ήλιο και περιορίζεται γύρω από το μαγνητικό πεδίο της Γης, από διατεταγμένες ζώνες, οι οποίες ονομάζονται ζώνες Van Aalen. (Αναφερθήκαμε σε αυτές προηγουμένως).

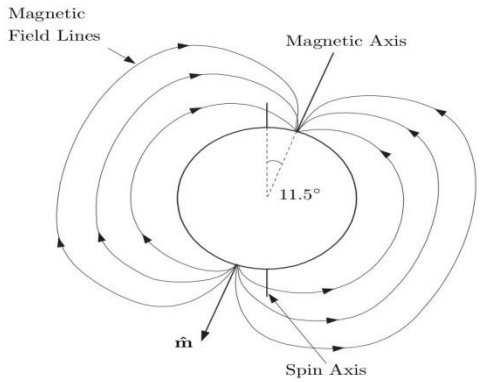
Και τα δύο είδη ακτινοβολίας, σωματιδιακή και η ηλεκτρομαγνητική, υποβαθμίζουν την λειτουργία των ηλεκτρονικών με την πάροδο του χρόνου. Γι αυτό το λόγο τα ηλεκτρονικά που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες αποστολές περνάνε ειδικές δοκιμασίες για την εξακρίβωση της αντοχής τους. Η προστασία των ηλεκτρονικών γίνεται με την θωράκισή του δορυφόρου με κάποιο υλικό ανθεκτικό στη ακτινοβολία, και με εξειδικευμένες τεχνικές (συστήματα backup, spot shielding) και εξειδικευμένα υλικά (rad hard) (radiation hardness.) ανθεκτικά στην ακτινοβολία.

Spot Shielding

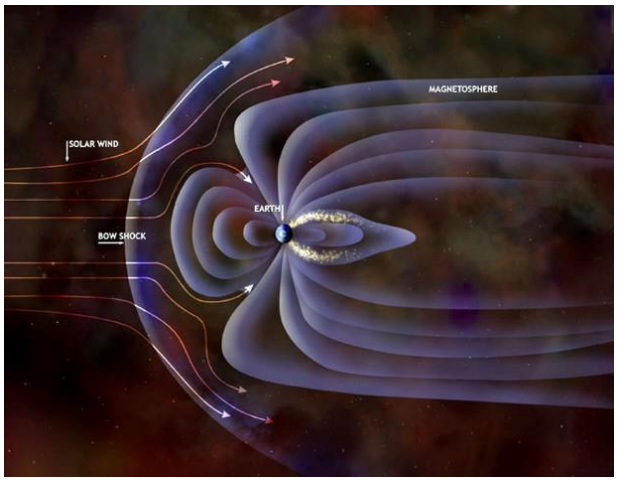
Figure 2. RAD-PAK® spot shielding packaging technology. Source: DDC

Μαγνητικό πεδίο της Γης

Το γεωμαγνητικό πεδίο, είναι το μαγνητικό πεδίο το οποίο εκτείνεται από τον εσωτερικό πυρήνα της Γης, μέχρι εκεί που συναντάμε τον ηλιακό άνεμο. (στρώμα σωματιδίων από τον Ήλιο.) Προστατεύει τη Γη τόσο από κοσμικές ακτινοβολίες, όσο και από τον προαναφερθέντα ηλιακό άνεμο. Πρόκειται για ένα χρονικά μεταβαλλόμενο πεδίο, με την έντασή του να είναι μεγαλύτερη κοντά στους μαγνητικούς πόλους της Γης και μικρότερη γύρω από τον ισημερινό. Η ευθεία που ενώνει τους μαγνητικούς πόλους, ονομάζεται μαγνητικός άξονας της Γης. Να σημειωθεί, ότι οι μαγνητικοί πόλοι της Γης, δεν ταυτίζονται με τους γεωγραφικούς της πόλους, αφού ο μαγνητικός άξονας σχηματίζει με τον γεωγραφικό άξονα γωνία **θ,** που μεταβάλλεται χρονικά. Οι μαγνητικές γραμμές του γήινου μαγνητικού πεδίου έχουν φορά από το νότιο γεωγραφικό πόλο (βόρειο μαγνητικό), προς τον βόρειο γεωγραφικό πόλο της Γης (νότιο μαγνητικό). Σε τροχιές κοντινές στη Γη, θα μπορούσαμε να παρομοιάσουμε το γεωμαγνητικό πεδίο με ένα ισχυρό μαγνητικό δίπολο και τον δορυφόρο ως έναν μαγνήτη.



Η Γη ως ένας τεράστιος μαγνήτης



Τροχιά δορυφόρου

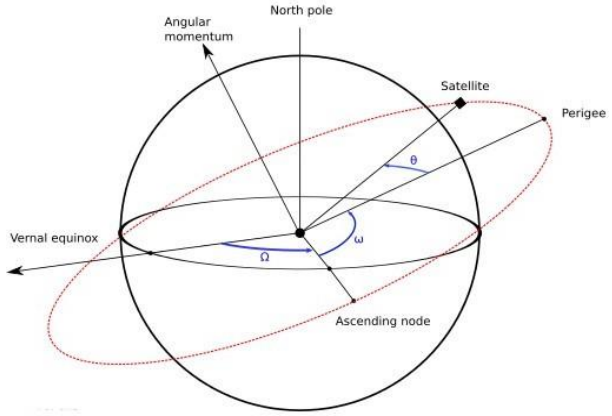
Όταν εκτοξεύεται ένας δορυφόρος, τοποθετείται σε τροχιά γύρω από τη Γη. Η βαρυτική δύναμη της Γης κρατάει τον δορυφόρο σε ένα συγκεκριμένο μονοπάτι ενώ αυτός γυρίζει γύρω από αυτή. Το μονοπάτι αυτό ονομάζεται τροχιά. Επειδή μάλιστα η συγκεκριμένη τροχιά έχει ως σημείο αναφοράς τη Γη, ονομάζεται γεωκεντρική τροχιά, για να ξεχωρίζει από τροχιές γύρω από τον Ήλιο ή από άλλα σώματα.

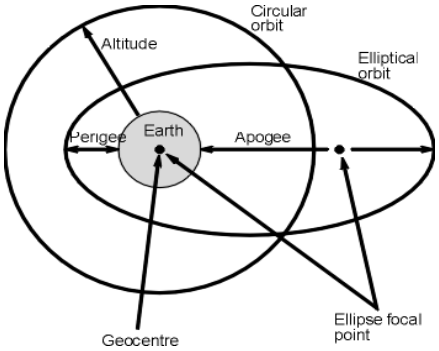
Η τροχιά ενός δορυφόρου μπορεί να είναι κυκλική ή ελλειπτική. Στην πρώτη περίπτωση, η απόσταση του δορυφόρου από τη Γη είναι σταθερή, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ελλειπτικά μεταβαλλόμενη. Κάθε τροχιά προσδιορίζεται από κάποιες παραμέτρους και συγκεκριμένα από τα στοιχεία **Κέπλερ**.

Τα δύο στοιχεία Κέπλερ που περιγράφουν το σχήμα της τροχιάς είναι, ο κεντρικός ημιάξονας και η εκκεντρικότητα. Ο κεντρικός ημιάξονας ορίζεται, ως η μισή απόσταση μεταξύ περιγείου και απογείου. Το απόγειο είναι η μέγιστη απόσταση του δορυφόρου από τη Γη, ενώ το περίγειο είναι η ελάχιστη απόσταση. Έτσι, το μέγεθος της τροχιάς περιγράφεται από τον κεντρικό ημιάξονα.

Η εκκεντρικότητα από την άλλη, περιγράφει την απόκλιση της τροχιάς από ένα κύκλο. Συγκεκριμένα, με εκκεντρικότητα ίση με μηδέν, συνεπάγεται κυκλική τροχιά. Οι ελλειπτικές τροχιές έχουν εκκεντρικότητα με τιμές από 0 έως 1, με πιο ελλειπτικές τις τροχιές αυτές των οποίων η εκκεντρικότητα προσεγγίζει την μονάδα. Τέλος, για εκκεντρικότητα ίση με 1, έχουμε πλέον παραβολική τροχιά.

Για να παραμείνει ο δορυφόρος σε τροχιά γύρω από τη Γη, η εκκεντρικότητα **δεν πρέπει να ξεπεράσει τη μονάδα.**





Στοιχεία Κέπλερ και άλλα χαρακτηριστικά γεωκεντρικής τροχιάς

Ο προσανατολισμός της τροχιάς περιγράφεται από τρείς γωνίες:

Την **κλίση**, **το μήκος του ανερχόμενου κόμβου** και την **γωνιακή απόσταση περιγείου.**

Η κλίση είναι η γωνία μεταξύ του ισημερινού και της τροχιάς.

Το μήκος του ανερχόμενου κόμβου είναι η γωνία μεταξύ του ανερχόμενου κόμβου της τροχιάς και του ισημερινού.

Ο ανερχόμενος κόμβος είναι το σημείο όπου η τροχιά συναντάει τον ισημερινό, από νότο προς τον βορρά.

Η γωνιακή απόσταση περιγείου είναι η γωνία μεταξύ περιγείου και ανερχόμενου κόμβου στη κατεύθυνση της κίνησης του δορυφόρου.

Τέλος η θέση ενός δορυφόρου σε μια τροχιά δίνεται από την πραγματική ανωμαλία, η οποία είναι η γωνία μεταξύ περιγείου και θέσης του δορυφόρου σε μια συγκεκριμένη στιγμή.

Η μέση ανωμαλία, η οποία ανήκει στα στοιχεία Κέπλερ, περιγράφει τη θέση του δορυφόρου κατά τον ίδιο τρόπο, αλλά υπό την προυπόθεση ότι η τροχιά είναι κυκλική. Χρησιμοποιώντας τη μέση και όχι την πραγματική ανωμαλία, είναι πιο εύκολο να υπολογιστεί η θέση του δορυφόρου σε μια μελλοντική στιγμή.

Γενικά, μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους δορυφόρους ανάλογα με το είδος της τροχιάς στην οποία τοποθετούνται.

Η βασική διάκριση μεταξύ των τροχιών γίνεται με βάση την απόστασή τους από την επιφάνεια της Γης. Πρέπει να σημειωθεί ότι για τη αποφυγή προβλημάτων παρεμβολών και συγκρούσεων, έχει οριστεί το ποιος θα χρησιμοποιεί δορυφόρους και σε ποια τροχιά και συχνότητα.

Ο οργανισμός που είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο των θέσεων των δορυφόρων, ονομάζεται **NORAD** (North American Aerospace Defence Command).

Περιγραφή του συστήματος προσδιορισμού και ελέγχου θέσης

Το σύστημα προσδιορισμού και ελέγχου θέσης, κατέχει θεμελιώδη ρόλο στην λειτουργία ενός δορυφόρου, αφού αποτελεί ένα αναγκαίο κομμάτι τόσο για την επιβίωσή του, όσο και για την ικανοποιητική επίτευξη της αποστολής του. Κάθε δορυφόρος κατά τη διάρκεια παραμονής του σε τροχιά, είναι σίγουρο ότι θα αναγκασθεί να **“στρέψει”** τον εαυτό του προς κάποιο σημείο αναφοράς. Για παράδειγμα, ο QUBESat, προκειμένου να τροφοδοτηθεί με ενέργεια, θα πρέπει να μετατοπιστεί, έτσι ώστε τα φωτοβολταϊκά του να στραφούν προς τον Ήλιο και μάλιστα με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουμε την βέλτιστη απόδοση.

Ακόμη ένα παράδειγμα από το οποίο φαίνεται η σημασία του συστήματος αυτού, είναι το γεγονός ότι ένας δορυφόρος ο οποίος φέρει φορτίο μια κάμερα, έχοντας σαν αποστολή την φωτογράφιση ενός μέρους της Γης, θα πρέπει να στραφεί με ακρίβεια προς το σημείο φωτογράφισης.

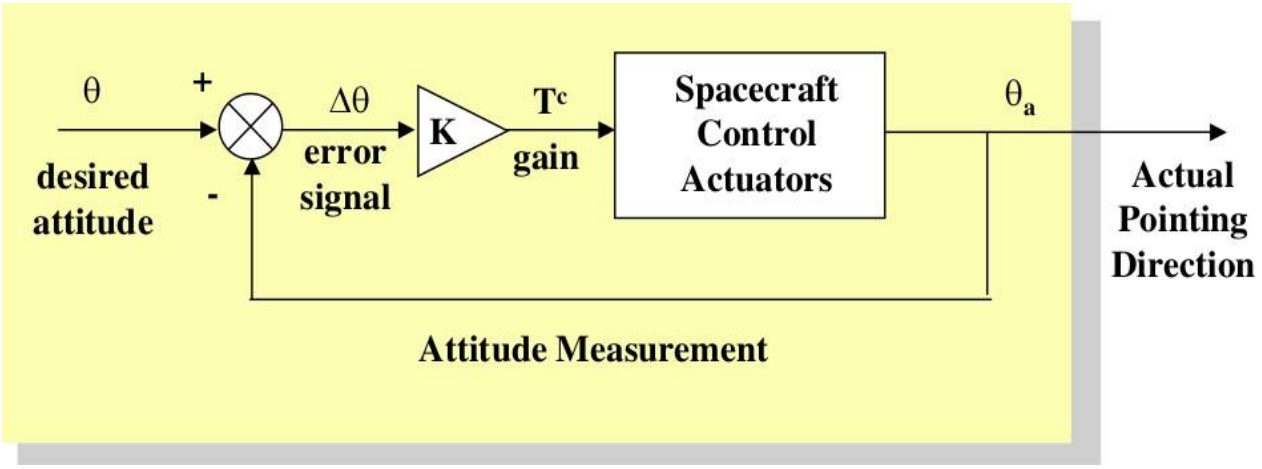
Το σύστημα χωρίζεται σε δύο επιμέρους υποσυστήματα:

Το σύστημα ελέγχου θέσης (Attitude Control) και το σύστημα προσδιορισμού θέσης (Attitude Determination).

Συστήματα συντεταγμένων

Για τον καθορισμό της θέσης του δορυφόρου είναι απαραίτητος ο καθορισμός ενός συστήματος συντεταγμένων, ως πλαίσιο αναφοράς για το δορυφόρο.

Η μεταστροφή του δορυφόρου και η διατήρηση της συγκεκριμένης θέσης μέσα στα επιτρεπτά όρια, είναι το βασικό καθήκον του συστήματος ελέγχου. Να υπενθυμίσουμε ότι ως θέση εννοούμε τον προσανατολισμό του καθορισμένου συστήματος συντεταγμένων του δορυφόρου, σε σχέση με ένα καθορισμένο εξωτερικό σύστημα συντεταγμένων. Έτσι, μέσω του συστήματος ελέγχου, κάθε χρονική στιγμή ελέγχεται εάν ο δορυφόρος έχει την επιθυμητή θέση, η οποία έχει δοθεί από τον προγραμματιστή. **Εάν διαπιστωθεί απόκλιση μεταξύ επιθυμητής και τρέχουσας θέσης**, το σύστημα ελέγχου χρησιμοποιώντας κάποια μέθοδο σταθεροποίησης και με τη βοήθεια των ενεργοποιητών του, μεταβάλλει τη θέση του έτσι ώστε η απόκλιση να τείνει προς το **μηδέν**, προσεγγίζοντας την επιθυμητή θέση.



Απλοποιημένο σύστημα ελέγχου θέσης

Για να είναι εφικτός ο έλεγχος της θέσης, είναι απαραίτητο να γνωρίζει το σύστημα ελέγχου την εκάστοτε θέση του δορυφόρου σε πραγματικό χρόνο. Ο δορυφόρος προσδιορίζει τη θέση του χρησιμοποιώντας μετρήσεις, τις οποίες εξάγει με την βοήθεια των αισθητήρων του. Ο υπολογισμός θέσης ολοκληρώνεται με τη χρησιμοποίηση μιας σειράς αλγορίθμων οι οποίοι επεξεργάζονται τα δεδομένα των αισθητήρων.

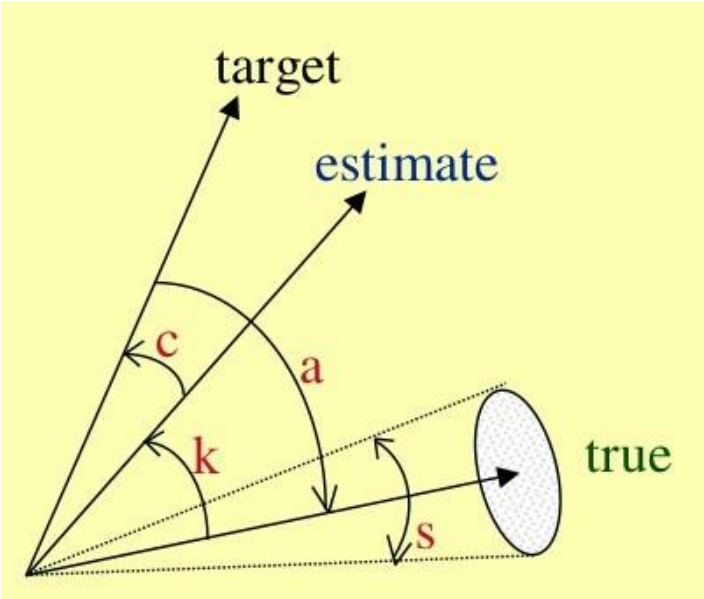
Ορισμοί και παράμετροι

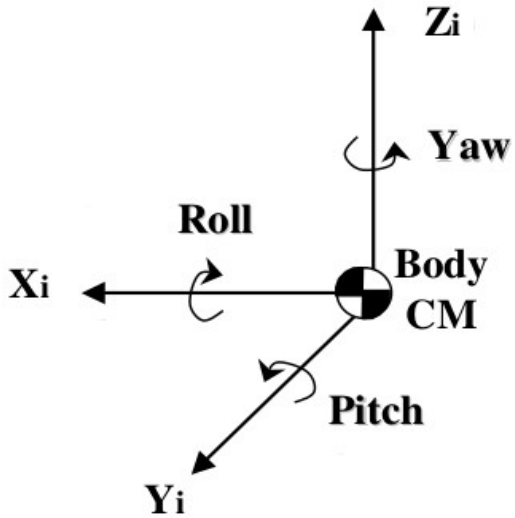
Για να γίνει πιο κατανοητός ο έλεγχος θέσης, αναφέρονται παρακάτω μερικοί ορισμοί του ελέγχου αναφοράς και οι βασικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή περιστροφικών κινήσεων, όπως οι περιστροφικές γωνίες.

Έλεγχος αναφοράς

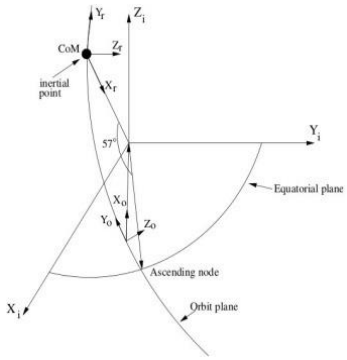
Η μεταβολή θέσης γίνεται όπως είδαμε, για να στραφεί ο δορυφόρος προς κάποιο σημείο αναφοράς.

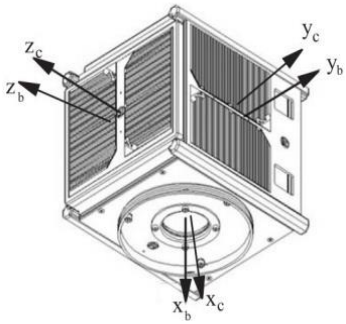
Στο παρακάτω σχήμα διακρίνονται τα βασικά διανύσματα και κάποιοι παράμετροι με την βοήθεια των οποίων επιτυγχάνεται ο έλεγχος θέσης ως προς κάποιο σημείο αναφοράς.





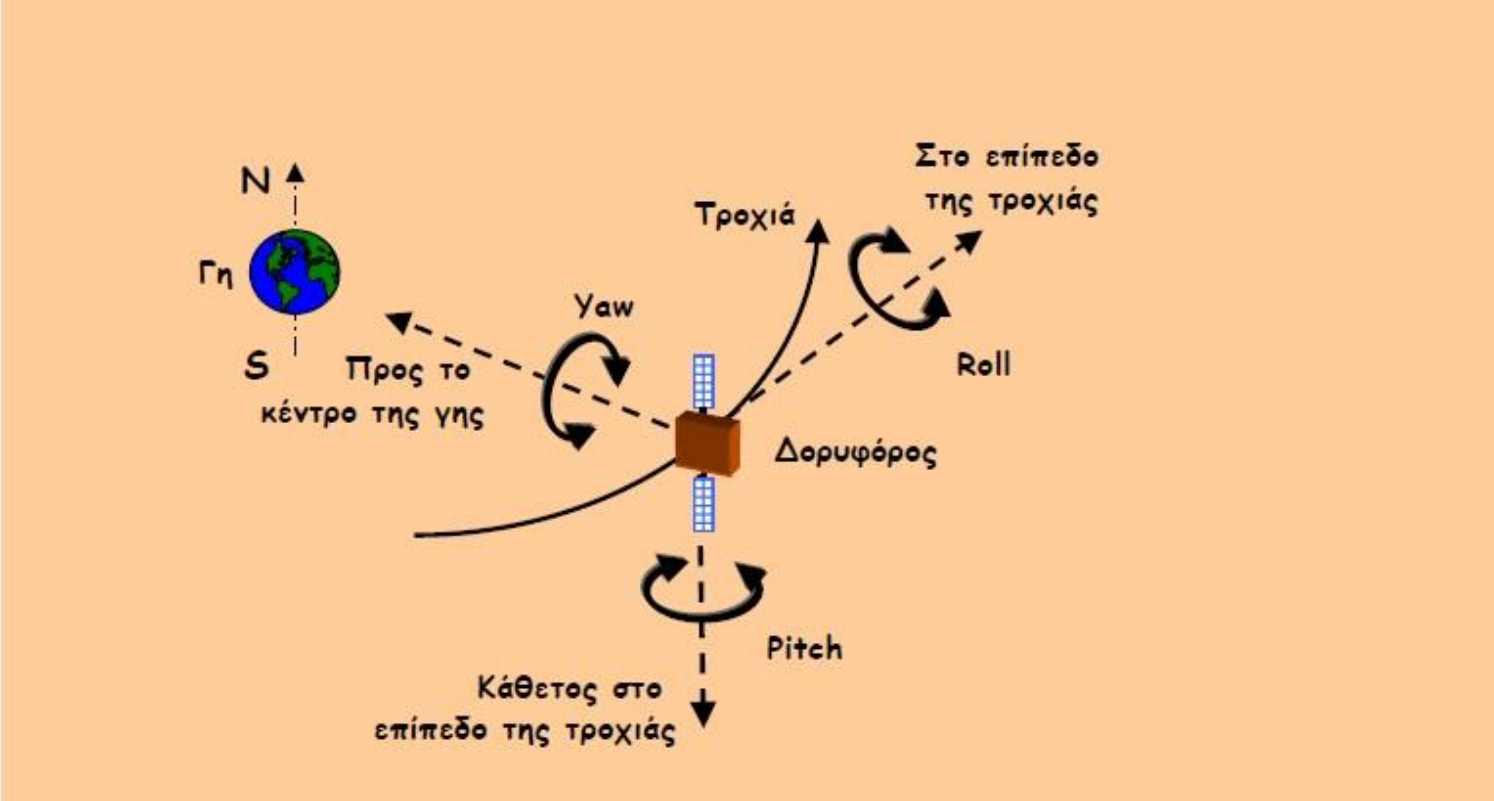
Παράμετροι ελέγχου αναφοράς





Η επιθυμητή θέση του δορυφόρου αντιπροσωπεύεται από ένα επιθυμητό διάνυσμα.

Περιστροφικές γωνίες



Γωνίες περιστροφής: Μεταβολής (**roll**), Πρόνευσης (**pitch**) και Εκτροπής (**yaw**).

Στην επιστήμη της αεροδυναμικής, η μεταβολή της κίνησης ενός στερεού σώματος όπως ο δορυφόρος, αναλύεται σε τρείς διαδοχικές περιστροφές στις τρείς διαστάσεις.
Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια τριών παραμέτρων, συγκεκριμένα, τριών γωνιών περιστροφής. Οι γωνίες αυτές, είναι η γωνία μεταβολής **(roll**), η γωνία πρόνευσης **(pitch)** και η γωνία εκτροπής **(yaw)**.
Αρχικά ορίζεται ένα σύστημα συντεταγμένων για τον δορυφόρο (**xi , yi , zi**) ,συνήθως με κέντρο το κέντρο μάζας του δορυφόρου.
Η γωνία μεταβολής είναι η γωνία περιστροφής του άξονα **xi** , η γωνία πρόνευσης αντιστοιχεί στην περιστροφική γωνία ως προς τον άξονα **yi** και τέλος η γωνία εκτροπής είναι η γωνία περιστροφής ως προς τον άξονα **zi.**

Αισθητήρες

Για να επιτευχθεί έλεγχος ως προς τους τρείς άξονες, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της θέσης του δορυφόρου ως προς τους τρείς άξονες. Ο προσδιορισμός αυτός γίνεται με την βοήθεια των αισθητήρων, οι οποίοι ανάλογα με το είδος τους προσπαθούν να καθορίσουν τη θέση του δορυφόρου κάθε χρονική στιγμή. Συχνά, για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται γνώση της αρχικής θέσης. Οι αισθητήρες **"δίνουν"** την θέση του δορυφόρου σε μορφή διανύσματος.
Η διάκρισή των αισθητήρων μπορεί να γίνει σε αισθητήρες **αναφοράς** και **αδρανειακούς** αισθητήρες. Οι μεν πρώτοι καταγράφουν τη θέση του δορυφόρου σε σχέση με ένα γνωστό σημείο αναφοράς, ενώ οι δεύτεροι προσδιορίζουν τη θέση μετρώντας περιστροφικές, ή μεταφορικές κινήσεις. Μερικές περιπτώσεις αισθητήρων που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αποστολές δορυφόρων Cubesat είναι οι εξής:

Αισθητήρες ορίζοντα
Ηλιακοί αισθητήρες
Ανιχνευτής αστερισμών
Μαγνητόμετρα
GPS
Επιταχυνσιόμετρα
Γυροσκόπιο

Ο αισθητήρας ορίζοντα

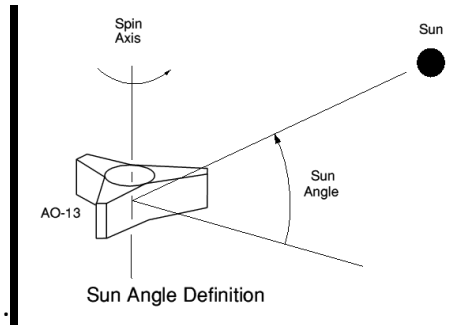
Είναι ένα οπτικό όργανο, το οποίο ανιχνεύει το υπέρυθρο φως της γήινης ατμόσφαιρας, το οποίο ξεχωρίζει σε σχέση με το ψυχρό διαστημικό περιβάλλον του δορυφόρου. Αυτό το επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μια υπέρυθρη δίοδο και ένα φακό. Υπάρχουν δύο ειδών τέτοιου τύπου αισθητήρες, οι σαρωτές και οι διασταυρούμενων δεικτών. Αισθητήρες ορίζοντα, τύπου σαρωτή, παρέχουν μεγάλη ακρίβεια στην μέτρηση, είναι όμως σχετικά ακριβοί και μεγάλοι σε μέγεθος.

Γενικά, ο προσδιορισμός γίνεται μόνο ως προς δύο άξονες, για αυτό και επιβάλλεται η επιπλέον χρήση και άλλου τύπου αισθητήρων.

Ο ηλιακός αισθητήρας

Είναι μια συσκευή η οποία δημιουργεί για τον υπολογισμό της θέσης ένα διάνυσμα, με κατεύθυνση προς τον Ήλιο. Ένας τέτοιος αισθητήρας θα μπορούσε απλοϊκά να παρομοιαστεί με μια φωτοδίοδο, η οποία ανιχνεύει από που προέρχεται το περισσότερο φως, στη περίπτωσή μας το ηλιακό φως.

Εξελιγμένα μοντέλα τέτοιων αισθητήρων, προσφέρουν πολύ καλή ακρίβεια. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του διανύσματος θέσης, μετρήσεις των **ρευμάτων** από τα ηλιακά πάνελ, που είναι εγκατεστημένα στις πλευρές του δορυφόρου. Είναι μια αξιόπιστη, απλή και φθηνή λύση , με κύριο μειονέκτημα ότι δεν είναι πάντα ορατός ο Ήλιος από τον δορυφόρο.



ανιχνευτής αστερισμών.

Πρόκειται για μια κάμερα η οποία φωτογραφίζει θέσεις αστερισμών, για να ταχτοποιηθούν αργότερα μέσα από την σύγκρισή τους, με τα ήδη υπάρχοντα στη μνήμη του κεντρικού υπολογιστή, πρότυπα αστερισμών.
Η αναγνώριση τουλάχιστον δύο αστερισμών επαρκεί για να υπολογιστεί η θέση του οχήματος.
Οι ανιχνευτές αστεριών, ` απαιτούν υψηλή ευαισθησία, μπορεί να έχουν συγκεχυμένη λειτουργία λόγω του ηλιακού φωτός που αντανακλάται από το διαστημόπλοιο.
Αν και προσφέρουν τον πιο ακριβή προσδιορισμό θέσης (0.001 deg) αυξάνουν σημαντικά τον όγκο, το κόστος και την υπολογιστική πολυπλοκότητα.

Το μαγνητόμετρο

είναι μια συσκευή που ανιχνεύει το μαγνητικό πεδίο της Γης.

Αποτελείται από τρείς ορθογώνια τοποθετημένα μεταξύ τους αισθητήρες, των οποίων οι μετρήσεις σε ένταση και κατεύθυνση του πεδίου συγκρίνονται με ένα πρότυπο γεωμαγνητικό χάρτη. Από την σύγκριση αυτή, εξάγεται ένα διάνυσμα θέσης.

Το πιο διαδεδομένο μοντέλο γεωμαγνητικού χάρτη είναι το **IGRF** (International Geomagnetic Reference Field).

Οι αισθητήρες αυτοί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε τροχιές που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της Γης, όπου το γεωμαγνητικό πεδίο είναι ισχυρό και καλά μοντελοποιημένο. Είναι οικονομικοί αλλά δεν παρέχουν μεγάλη ακρίβεια (1 deg)

Το δίκτυο δορυφόρων GPS

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό θέσης.

Οι δορυφόροι του συστήματος ταξιδεύουν στη μέση γήινη τροχιά, ενώ οι δορυφόροι Cubesat στη χαμηλή τροχιά.

Η υψομετρική αυτή διαφορά επιτρέπει σε ένα GPS δέκτη να υπολογίσει τη θέση του.

Τέσσερις δορυφόροι του GPS είναι αρκετοί για το σκοπό αυτό. Προσφέρει μεγάλη ακρίβεια αλλά είναι δύσκολη η υλοποίηση για την περίπτωση των pico- δορυφόρων.

Περιπτώσεις αδρανειακών αισθητήρων είναι.

Τα επιταχυνσιόμετρα και το γυροσκόπιο.

Το γυροσκόπιο μετράει την γωνιακή επιτάχυνση, η οποία εάν ολοκληρωθεί δύο φορές μας δίνει εκτίμηση για την θέση.
Ο ακριβής υπολογισμός δεν είναι δυνατός, εξαιτίας ολισθήσεων στο γυροσκόπιο.

Τα επιταχυνσιόμετρα

Με τη σειρά τους υπολογίζουν τις μεταφορικές επιταχύνσεις.
Ο υπολογισμός θέσης γίνεται με τη βοήθεια του κεντρικού υπολογιστή πτήσης, κάτι το οποίο αυξάνει την υπολογιστική πολυπλοκότητα.

Μέθοδοι σταθεροποίησης

Πρωταρχικός σκοπός του συστήματος ελέγχου θέσης είναι η σταθεροποίησή του δορυφόρου κατά τις πρώτες φάσεις λειτουργίας του στο διάστημα.

Μόλις ο δορυφόρος αφεθεί από τον P-POD μηχανισμό, κινείται με διαρκείς περιστροφές και μεγάλες γωνιακές ταχύτητες. Για την ανάσχεση των περιστροφών αυτών είναι απαραίτητη η εφαρμογή ελέγχου μέσω μιας μεθόδου σταθεροποίησης. Η ίδια αυτή μέθοδος είναι ο βασικός παράγοντας στην διεκπεραίωση του αυτομάτου ελέγχου θέσης. Για την σταθεροποίηση της θέσης και τον έλεγχό της, υπάρχουν αρκετές τεχνικές. Οι τεχνικές αυτές διακρίνονται σε παθητικές και ενεργητικές.

Παθητικές μέθοδοι σταθεροποίησης

Οι τεχνικές παθητικού ελέγχου εκμεταλλεύονται βασικές αρχές της φυσικής και δυνάμεις που επιδρούν στο δορυφόρο από το περιβάλλον του.

Η εκμετάλλευση επιτυγχάνεται με τον σχεδιασμό του δορυφόρου, έτσι ώστε να ενισχύεται η επίδραση μιας επιλεγμένης δύναμης, ενώ μειώνεται η επίδραση όλων των υπολοίπων δυνάμεων.
Χαρακτηριστικό των μεθόδων αυτών, οι οποίες ενδείκνυνται για μικρούς δορυφόρους, είναι ότι δεν απαιτούν ενεργειακή κατανάλωση. Ακόμη, δεν είναι αναγκαία η διαχείριση και οι υπολογισμοί δεδομένων, οπότε και ο προσδιορισμός ελέγχου είναι προαιρετικός. Δεν προσφέρουν μεγάλη ακρίβεια αναφοράς και ευστάθειας, για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται συνήθως σε αποστολές με χαμηλές απαιτήσεις.
Παρόλα αυτά είναι απλές στην εφαρμογή τους και αρκετά οικονομικές.
Τέλος, κοινό και βασικό χαρακτηριστικό των παθητικών μεθόδων είναι ότι η σταθεροποίηση γίνεται ως προς δύο άξονες .

Διάφορες παθητικές μέθοδοι είναι:

Η εκμετάλλευση της κλίσης του βαρυτικού πεδίου της Γης (gravity gradient)

Η εκμετάλλευση του σπιν του δορυφόρου (spin stabilization)

Οι παθητικοί μαγνήτες (passive magnets)

Τα ηλιακά πανιά (solar sails)

Η αεροδυναμική σταθεροποίηση (aerodynamic stabilization)

Η πρώτη από τις προαναφερθείσες μεθόδους, χρησιμοποιεί την **βαρυτική** δύναμη της Γης για να σταθεροποιήσει τον δορυφόρο. Η λειτουργία της στηρίζεται στην κατανομή μάζας του δορυφόρου και συγκεκριμένα στο κέντρο βαρύτητας του. Ο δορυφόρος, ο οποίος υπόκειται στο βαρυτικό πεδίο της Γης, υφίσταται μια ροπή που τείνει να ευθυγραμμίσει τον άξονά, του με την ελάχιστη αδράνεια, προς την κατεύθυνση του πεδίου. Η σταθεροποίηση όπως προαναφέραμε, επιτυγχάνεται ως προς δύο άξονες. Το αν η μέθοδος αυτή θα έχει επίδραση στη σταθεροποίηση ή όχι, εξαρτάται από την θέση του κέντρου βαρύτητας. Για τον λόγο αυτό, τοποθετείται στο δορυφόρο μια επιπλέον μάζα, στη μορφή μιας ράβδου η οποία μετατοπίζει το κέντρο βαρύτητας, ώστε η δύναμη του βαρυτικού πεδίου να μπορεί να εκμεταλλευτεί ως παράγοντας σταθεροποίησης. Δημιουργείται όμως με αυτό το τρόπο πρόβλημα, όσο αφορά την ανάπτυξη ενός τέτοιου μηχανισμού, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς των διαστάσεων του δορυφόρου. Η ακρίβεια που παρέχει η μέθοδος αυτή είναι περίπου 1-5 deg

Η εκμετάλλευση της ιδιοπεριστροφής του δορυφόρου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν ο δορυφόρος, περιστρέφεται ως προς τον άξονα με τη μεγαλύτερη ορμή αδράνειας. Με αυτό τον τρόπο, το γυροσκοπικό φαινόμενο θα μειώσει τις αυξομειώσεις των περιστροφών ως προς τους άλλους δύο άξονες. Η μέθοδος αυτή εξαρτάται από την κατανομή της αδρανειακής ορμής. Είναι πιο εφικτή η σταθεροποίηση όταν η ροπή του σπιν εφαρμόζεται σε έναν άξονα, χωρίς να επηρεάζει τους άλλους δύο. Έτσι, κατά τον σχεδιασμό ορίζεται ο ένας άξονας ως άξονας ιδιοπεριστροφής και η μάζα κατανέμεται στους άλλους δύο. Όσο αφορά την ακρίβεια αναφοράς, αυτή κυμαίνεται μεταξύ 0.1 και 1 deg .

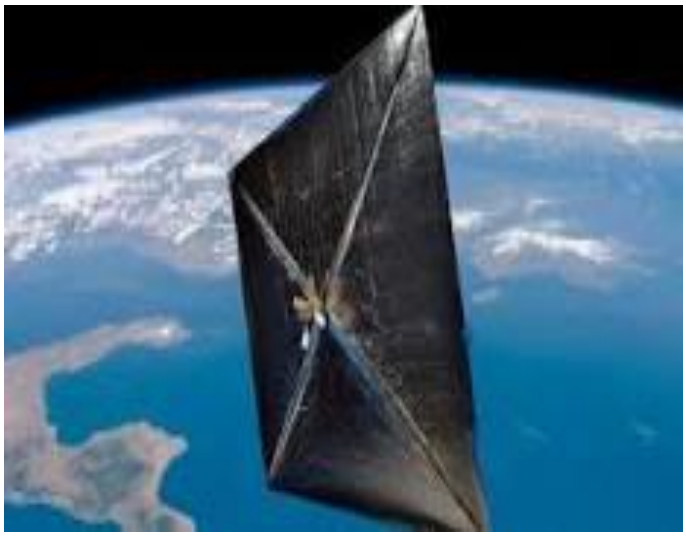
Οι παθητικοί μαγνήτες

Σταθεροποιούν τον δορυφόρο με τη βοήθεια του μαγνητικού πεδίου της Γης.

Ένα σετ μόνιμων μαγνητών ευθυγραμμίζουν τον δορυφόρο με το γεωμαγνητικό πεδίο και τον αναγκάζουν σε τροχιά, ακολουθώντας τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου αυτού.

Σε τροχιές με χαμηλή κλίση οι μαγνήτες τείνουν να στραφούν προς τον μαγνητικό βορρά της Γης, όπως ακριβώς κάνει η βελόνα μιας πυξίδας. Η τεχνική των παθητικών μαγνητών έχει ως βασικό μειονέκτημα, το γεγονός ότι το μαγνητικό πεδίο των μαγνητών του δορυφόρου, είναι αρκετά ισχυρό ώστε να επηρεάσει και να αδρανοποιήσει τυχόν μαγνητόμετρα που χρησιμοποιούνται ως αισθητήρες για τον προσδιορισμό της θέσης.

Τα ηλιακά πανιά *



Είναι μια μέθοδος, η οποία χρησιμοποιεί την πίεση της ακτινοβολίας μιας πηγής φωτός, συνήθως του Ήλιου, η δέσμης αχτίνων laser εκπεμπόμενων από συστοιχία κεραιών από την Γή, για την προώθηση του δορυφόρου. Η λειτουργία της τεχνικής αυτής στηρίζεται στο ότι ειδικοί, και πολύ λεπτοί καθρέφτες χρησιμοποιούν την ανάκλαση του φωτός για ώθηση. Η μέθοδος αυτή δεν έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα για χαμηλές γήινες τροχιές κάτω από 800 km, τα αποτελέσματα που μας δίνει αυτή η μέθοδος είναι πολύ μικρές επιταχύνσεις, που θέλουν μήνες για να μας δώσουν χρήσιμες ταχύτητες , το μέγεθος του πανιού είναι περίπου 32 τετραγωνικά μέτρα.

https://wwwhttps://www.youtube.com/watch?v=-OmGvycgNCg.
youtube.com/watch?time_continue=39&v=gUEuMQivNOo

https://www.youtube.com/watch?v=OHCHWDVjTZ4

Η ατμοσφαιρική πυκνότητα

Μειώνεται εκθετικά όσο αυξάνεται η απόσταση από την επιφάνεια της Γης.
Για χαμηλές γήινες τροχιές γύρω στα 500 km, η ατμόσφαιρα είναι επαρκώς ικανή για να κινήσει έναν δορυφόρο. Η αεροδυναμική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή σταθεροποίησης, ευθυγραμμίζοντας τον δορυφόρο με το διάνυσμα της ταχύτητάς του.
Η σταθεροποίηση γίνεται ως προς τις γωνίες **πρόνευσης** και **εκτροπής**, ενώ είναι αδύνατος ο έλεγχος ως προς τη γωνία **μεταβολή**ς.

Ενεργητικές μέθοδοι σταθεροποίησης

Οι ενεργητικές μέθοδοι σταθεροποίησης, σε αντίθεση με τις παθητικές, περιλαμβάνουν και την επενέργεια αυτομάτου ελέγχου με ανάδραση για την σταθεροποίηση του δορυφόρου. Μέσω των

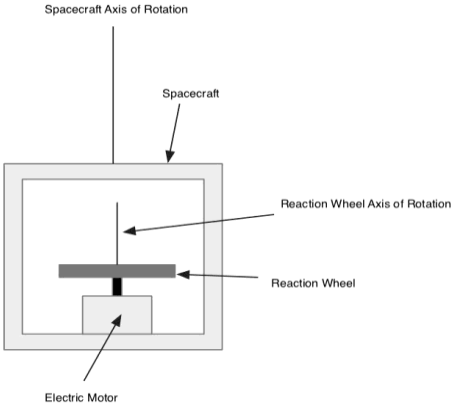
αισθητήρων του δορυφόρου προσδιορίζεται η θέση του και εφαρμόζεται, εάν χρειάζεται, μια ροπή ελέγχου για να την αλλάξει, με σκοπό την απόκτηση της επιθυμητής θέσης. Η ροπή ελέγχου εφαρμόζεται από τους ενεργοποιητές.

Κάποιες από τις τεχνικές αυτές είναι κατάλληλες για την εφαρμογή τους σε δορυφόρο Cubesat, αφού πληρούν τις κατασκευαστικές προϋποθέσεις και ως προς τους τρείς άξονες.

Έλεγχος θέσης με τροχούς αντίδρασης ως ενεργοποιητές

Έλεγχος θέσης με προωθητές ως ενεργοποιητές

Μαγνητικός έλεγχος θέσης

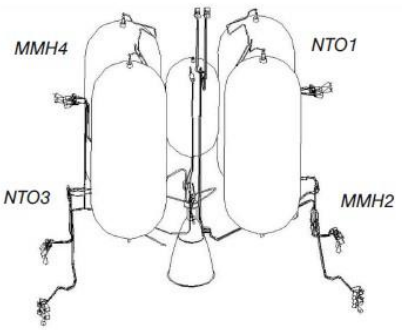


Η μέθοδος αυτή προσφέρει έναν γρήγορο έλεγχο με αρκετά ικανοποιητική ακρίβεια, αλλά η εφαρμογή της είναι ακριβή από οικονομικής απόψεως.
Συχνά απαιτείται και η χρησιμοποίηση πηνίων ή προωθητών επιπρόσθετα, για τον περιορισμό της ορμής, Πολύ συχνή μέθοδος σταθεροποίησης, για μεγάλους δορυφόρους.

https://www.youtube.com/watch?v=ty9QSiVC2g0
https://www.youtube.com/watch?v=OIqfbvb-HHs

Χρησιμοποίηση προωθητών ως ενεργοποιητές.

ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΕΙΔΙΚΗ ΩΘΗΣΗ I_w
Υδραζίνη	220 sec
Θερμή Υδραζίνη	300 sec
Ηλεκτρικά ιόντα	1000-10000 sec



Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου στηρίζεται και αυτή στο νόμο του Νεύτωνα περί δράσης και αντίδρασης.

Η ώση του δορυφόρου επιτυγχάνεται με την εκτίναξη αερίων καυσίμων από ειδικά τοποθετημένα στον δορυφόρο ακροφύσια.

Η εκτίναξη αυτή προς μια κατεύθυνση, αναγκάζει τον δορυφόρο να κινηθεί προς την ακριβώς αντίθετη. Ως καύσιμα χρησιμοποιούνται αναλώσιμα, όπως κρύο αέριο (φρέον, N2) ή υδροζίνη (N2H4). Ο έλεγχος που μπορεί να λειτουργήσει είναι ο On-Off, ενώ αντιθέτως ο αναλογικός έλεγχος συνήθως δεν είναι εφικτός.

Πρόκειται για μια τεχνική που προσφέρει γρήγορο και ικανό έλεγχο, με το κόστος βέβαια της αναγκαιότητας των καυσίμων. Επίσης, είναι αρκετά πολύπλοκη και οικονομικά δαπανηρή μέθοδος.

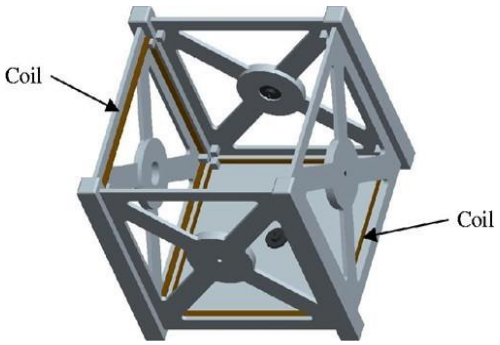
Πηνία ως ενεργοποιητές του συστήματος ελέγχου

Ο μαγνητικός έλεγχος επιλέγεται ως μέθοδος σταθεροποίησης και για τα τρία κάθετα μεταξύ τους οδηγούμενα από ρεύμα πηνία.

Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στην θεωρία του ηλεκτρομαγνητισμού.

Όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, τότε γύρω από τον αγωγό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο, που δημιουργείται από τα τρία πηνία του δορυφόρου, προσπαθεί να αποκτήσει την ίδια διεύθυνση με το μαγνητικό πεδίο της Γης. Τείνει δηλαδή να ευθυγραμμίσει τους άξονές του με τους άξονες του γεωμαγνητικού πεδίου. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται ροπές ικανές να κινήσουν τον δορυφόρο. Η δυνάμεις που σχηματίζονται από το μαγνητικό πεδίο του δορυφόρου και δημιουργούν με τη σειρά τους τις ροπές, είναι δυνάμεις Lorentz .
Διακρίνουμε, **L**, το μήκος ενός αγωγού, **I** το ρεύμα που τον διαρρέει και **B** την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται.
Η μαγνητική ροπή εξαρτάται από το μαγνητικό πεδίο του δορυφόρου, το οποίο με τη σειρά του εξαρτάται από το μέγεθος του ρεύματος που θα περάσει από το πηνίο. Έτσι, ανάλογα με τη τιμή του ρεύματος μπορούμε να ελέγξουμε την μηχανική ροπή και άρα την κίνηση του δορυφόρου.

Πηνία τοποθετημένα στις πλευρές δορυφόρου Cubesat για τον μαγνητικό έλεγχο θέσης



Τα πηνία αυτά δημιουργούν μαγνητικό πεδίο στον δορυφόρο, το οποίο αλληλεπιδρά με αυτό της Γης και οι παραγόμενες μαγνητικές ροπές κάνουν τον δορυφόρο να κινηθεί ως προς κάποιο άξονα. Η ροπή που δημιουργείται είναι μέγιστη όταν το πηνίο και το γεωμαγνητικό πεδίο είναι παράλληλα, ενώ στη περίπτωση που πηνίο και πεδίο είναι κάθετα μεταξύ τους, η ροπή δεν έχει καμία επίδραση. Ο έλεγχος μπορεί είναι ως προς τους τρείς άξονες, για αυτό και χρησιμοποιείται ένα σετ τριών ορθογώνιων μεταξύ τους πηνίων. Στο σχήμα διακρίνεται η τοποθέτηση δύο τέτοιων πηνίων στις πλευρές του δορυφόρου.

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά για δορυφόρους σε χαμηλές τροχιές ως προς τη Γη. Αυτό ισχύει γιατί λόγω της απότομης μείωσης της έντασης του γεωμαγνητικού πεδίου, όσο αυξάνεται το ύψος, δηλαδή την απόσταση του δορυφόρου από την επιφάνεια της Γης, Οι μηχανικές ροπές που δημιουργούνται από τα πηνία είναι μικρές σε μέγεθος. Οπότε, τα πηνία ως ενεργοποιητές δεν είναι κατάλληλα για μεγάλους δορυφόρους, ή για δορυφόρους που λειτουργούν σε υψηλές γήινες τροχιές.

Από την άλλη μεριά, εξαιτίας του μικρού κόστους, μικρού βάρους, και των μικρών σχετικά αναγκών τους σε ενεργειακή κατανάλωση, τα πηνία αποτελούν μια πολύ καλή λύση για μικρούς δορυφόρους που λειτουργούν σε χαμηλές γήινες τροχιές.

Ο σχεδιασμός για την εφαρμογή της μεθόδου είναι σχετικά απλός. Είναι μια φθηνή μέθοδος με μικρή όμως ακρίβεια αναφοράς και με αργή απόκριση. Γενικά, τέτοια πηνία χρησιμοποιούνται όχι μόνο για έλεγχο θέσης, αλλά και για τον αποκορεσμό τροχών αντίδρασης σε περιπτώσεις που έχουν επιλεχθεί οι τροχοί ως μέθοδος σταθεροποίησης. Επίσης υπάρχει και η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν και ως αισθητήρες για την εξαγωγή της θέσης και την εξακρίβωση της τροχιακής τοποθεσίας, σε μια τέτοια περίπτωση, τα πηνία δεν μπορούν να λειτουργούν ως ενεργοποιητές και ως αισθητήρες την ίδια χρονική στιγμή.

Επιλογή μεθόδου σταθεροποίησης για τον δορυφόρο QUBESat

Η επιλογή της μεθόδου σταθεροποίησης του δορυφόρου γίνεται με βασικό κριτήριο τους περιορισμούς που έχουμε ως προς τον όγκο και την μάζα. Ως επακόλουθο των δυο αυτών κατασκευαστικών περιορισμών, στενεύουν και τα περιθώρια όσο αφορά την ενεργειακή κατανάλωση. Έχοντας υπόψη μας τα παραπάνω, εξετάζουμε τις διάφορες μεθόδους που αναφέρθηκαν.

Αρχικά, οι παθητικές μέθοδοι φαίνονται αρκετά ελκυστικές. Πληρούν όλες τις προϋποθέσεις για μάζα και χώρο, ενώ επιπροσθέτως δεν έχουν καθόλου ενεργειακές απαιτήσεις.

Παρόλα αυτά, η σταθεροποίηση σε δυο άξονες που μας προσφέρουν, με όχι πολύ καλή ακρίβεια, καθώς και η απουσία ελέγχου σε αυτές, μας οδηγεί στην **μη** επιλογή τους.

Αναφέρθηκαν επίσης οι προωθητές, οι τροχοί αντίδρασης και τα πηνία, ως προτάσεις για ενεργοποιητές ενεργητικών μεθόδων.

Οι προωθητές είναι η πλέον ακατάλληλη επιλογή για εφαρμογή στον δορυφόρο QUBESat. Αν και προσφέρουν γρήγορο έλεγχο, είναι δύσκολο να εφαρμοστούν κυρίως λόγω του οτι απαιτούν καύσιμα για να λειτουργήσουν, κάτι το οποίο προσθέτει βάρος και προσδίδει πολυπλοκότητα στην κατασκευή.

Βασικός λόγος αποκλεισμού είναι επίσης και το μεγάλο κόστος.

Η τυχόν εφαρμογή των τροχών αντίδρασης με τη σειρά της, προσφέρει μια γρήγορη και συνεχή ανάδραση.

Στον αντίποδα, αυξάνει το κόστος και προσθέτει βάρος, αφού θα χρειαστούν τρεις τροχοί για τον έλεγχο. Δημιουργείται επίσης μεγάλο πρόβλημα και με την τοποθέτησή τους, αφού θα πρέπει οι τρείς τροχοί να τοποθετηθούν ορθογώνια μεταξύ τους, δεδομένου της έλλειψης χώρου στο εσωτερικό του δορυφόρου.

Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται οι τροχοί αυτοί, είναι αναγκαία η απόσβεση της ορμής, η οποία επιτυγχάνεται συνήθως με την επιπρόσθετη χρησιμοποίηση κάποιας άλλης μεθόδου, όπως τα πηνία, κατά κάποιο τρόπο δηλαδή, η χρησιμοποίηση των πηνίων είναι αναπόφευκτη.

Η λύση των πηνίων είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται συχνά για έλεγχο σε χαμηλές γήινες τροχιές, όπου και θα βρεθεί και ο δορυφόρος QUBESat. Το χαμηλό κόστος, το μικρό βάρος και η μικρή ενέργεια που απαιτεί για την λειτουργία της, καθιστούν την μέθοδο άκρως ελκυστική.

Επίσης, θετικό είναι ότι δεν υπάρχει μεγάλη δυσκολία στον σχεδιασμό και την εγκατάσταση των πηνίων.

Από την άλλη μεριά όμως, η ακρίβεια αναφοράς που προσφέρει δεν είναι η καλύτερη δυνατή.

Συγκεκριμένα, η απόκλιση σε ακρίβεια αναφοράς είναι 1-2 deg, την ίδια στιγμή που η μέθοδος των τροχών αντίδρασης έχει απόκλιση 0.001-1 deg, παρόλα αυτά, ως μέθοδος σταθεροποίησης του δορυφόρου επιλέγεται η μέθοδος του μαγνητικού ελέγχου θέσης, αφού τα πλεονεκτήματα συγκριτικά με τα μειονέκτημα υπερτερούν.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας στον οποίο συνοψίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των ενεργητικών μεθόδων, που αναλύθηκαν προηγουμένως.

Ενεργητική μέθοδος σταθεροποίησης	**Ακρίβεια (deg)**	**Πλεονεκτήματα**	**Μειονεκτήματα**
Τροχοί αντίδρασης	0.001 - 1	γρήγορος έλεγχος	κόστος, μεγάλο βάρος, μεγάλη κατανάλωση, απαιτεί επιπρόσθετο έλεγχο ορμής
Προωθητές	0.1	γρήγορος και ικανός έλεγχος	απαιτεί καύσιμα, κόστος, πολύπλοκη κατασκευή
Πηνία	1- 2	κατάλληλη για LEO, μικρό βάρος, μικρό κόστος, χαμηλή κατανάλωση	αργός έλεγχος

Συστήματα συντεταγμένων του δορυφόρου

Το σύστημα αυτό είναι ένα δεξιόστροφα ορισμένο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων, το οποίο στηρίζεται στους βασικούς άξονες της αδράνειας, ενώ το κέντρο του συμπίπτει με το **κέντρο μάζας** του δορυφόρου. Οι άξονές του (xc , yc , zc)

Σύστημα συντεταγμένων σώματος (Body Coordinate System)

Το σύστημα αυτό είναι ένα δεξιόστροφα ορισμένο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων, το οποίο όμως ταυτίζεται με τους **γεωμετρικούς** άξονες του δορυφόρου. Το κέντρο του συμπίπτει με το κέντρο μάζας του δορυφόρου. Οι άξονές του (xb , yb , zb). Ο άξονας x συμπίπτει με τον άξονα του φορτίου.

Τροχιακό σύστημα συντεταγμένων (Orbit Coordinate System)

Όπως και τα προηγούμενα συστήματα και αυτό είναι δεξιόστροφα ορισμένο, με κέντρο το κέντρο μάζας του δορυφόρου. Ο άξονας **x** έχει κατεύθυνση προς το κέντρο της Γης ενώ ο άξονας **z** είναι παράλληλος με την κατεύθυνση του τροχιακού επιπέδου. Ο άξονας **y** συμπληρώνει τον κανόνα του δεξιού χεριού για ένα καρτεσιανό
σύστημα συντεταγμένων και συμπίπτει με την διεύθυνση του διανύσματος της γωνιακής ταχύτητας, εάν βέβαια υποθέσουμε ότι η τροχιά είναι απολύτως κυκλική.

Σύστημα συντεταγμένων αναφοράς (Reference Coordinate System)

Το σύστημα αυτό (xr , yr , zr) έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με τα παραπάνω συστήματα, μόνο που περιστρέφεται ολόκληρο, σε σχέση με ένα αρχικό σημείο. Ο άξονας **x** έχει πάντα κατεύθυνση προς το **ναδίρ** σημείο της Γης, σχηματίζοντας μια γωνία με το επίπεδο του ισημερινού.

Αδρανειακό σύστημα συντεταγμένων (Inertial Coordinate System)

Πρόκειται για ένα αδρανειακό ορθογώνιο σύστημα, δεξιόστροφα ορισμένο, με κέντρο το κέντρο μάζας της Γης. Ο άξονας **z** είναι παράλληλος στον άξονα περιστροφής της Γης, με κατεύθυνση προς τον βόρειο πόλο της. Ο **x** άξονας είναι παράλληλος με την ευθεία που ενώνει το κέντρο της Γης με τον ισημερινό, έχοντας κατεύθυνση προς τον ισημερινό.
Τέτοια αδρανειακά συστήματα που χρησιμοποιούνται, είναι το ECI (Earth Centered Inertial) και το ECEF (Earth Centered Earth Fixed). Το πρώτο είναι σταθερό και δεν επηρεάζεται από την περιστροφή της Γης. Το δεύτερο είναι ορισμένο έτσι ώστε να περιστρέφεται μαζί με την περιστροφή της Γης. Ο **x** άξονας του διαπερνάει το μηδενικό γεωγραφικό μήκος, δηλαδή τον μεσημβρινό του Γκρίνουιτς, ενώ ο z άξονάς του ταυτίζεται με τον άξονα περιστροφής της Γης.

Figure 7 Orbit coordinate system

Πρώτα εγκαταστήστε το xnaf40_redist.msi (Microsoft XNA Framework Redistributable 4.0 Setup Wizard.) For orbit simulation.

μετά, RUN EOS-QB50 (αυτό με το σχήμα της Γης.) Η εξομοίωση αρχίζει κάνοντας κλικ στο σχήμα μα το γρανάζι) χειριστείτε τα slitters για διαφορετικές προσομοιώσεις..

Προσομοίωση συστημάτων

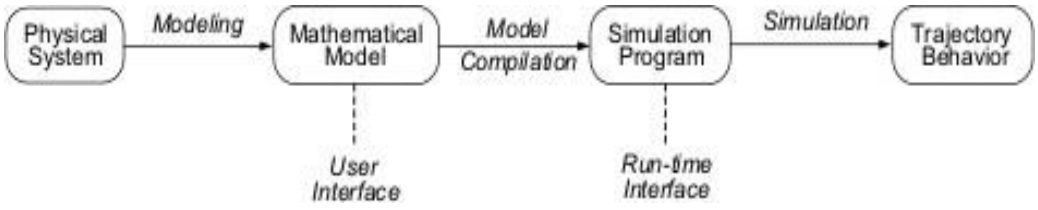
Η προσομοίωση μπορεί να οριστεί σαν την αναπαράσταση μιας διαδικασίας του πραγματικού κόσμου. Με αυτό τον τρόπο, η κατανόηση της συμπεριφοράς και της λειτουργίας οποιασδήποτε διεργασίας μπορεί να αναλυθεί, κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες. Στην σύγχρονη μηχανική, η προσομοίωση είναι απαραίτητο εργαλείο και χρησιμοποιείται για την μελέτη και την βελτιστοποίηση της παραγόμενης τεχνολογίας.

Στα πλαίσια αυτά, η προσομοίωση αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την επιστήμη των συστημάτων και του αυτομάτου ελέγχου. Μια οποιαδήποτε διεργασία, αποτελώντας ένα σύστημα, μοντελοποιείται με την εξαγωγή μιας μαθηματικής σχέσης, η οποία περιγράφει τη φυσική της συμπεριφορά. Με βάση το μαθηματικό αυτό μοντέλο, είναι πλέον εφικτή η προσομοίωση της συμπεριφοράς του συστήματος σε ελεγχόμενες από τον προγραμματιστή συνθήκες.

Γενικότερα, ο τομέας της μοντελοποίησης ασχολείται με την εξαγωγή γνώσης από τη φυσική υπόσταση ενός συστήματος. Η τελική πληροφορία που μας δίνει είναι το μοντέλο του συστήματος.

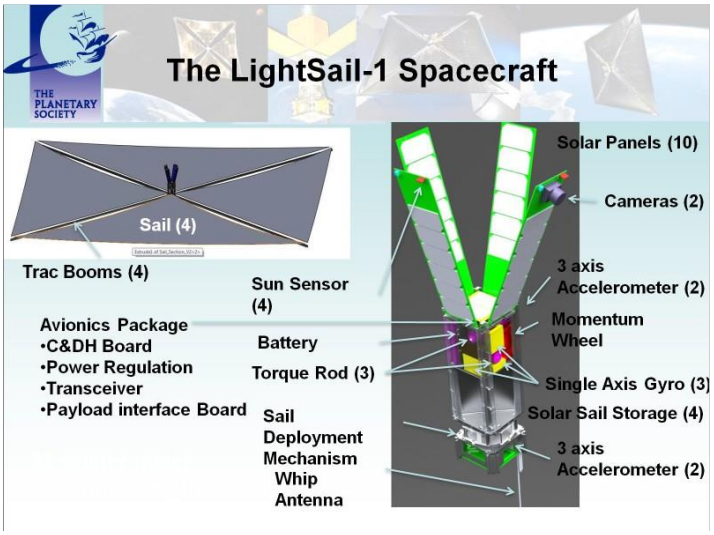
Ο τομέας της προσομοίωσης με τη σειρά του, ασχολείται με την διεξαγωγή πειραμάτων στο μοντέλο αυτό, κάνοντας υποθέσεις για το πως το αντίστοιχο πραγματικό σύστημα θα συμπεριφερόταν, έτσι, η προσομοίωση είναι πολύ σημαντική για τα συστήματα, προτού εξεταστούν στον πραγματικό κόσμο. Είναι εφικτή η εξαγωγή γνώσης και χρήσιμων συμπερασμάτων για αυτά, αποτελεσματικά και με ακρίβεια.

Έχει επίσης νόημα για την ανάλυση και την πρόβλεψη συμπεριφοράς για συστήματα, στα οποία είτε είναι δύσκολο να εφαρμοστούν, είτε δεν έχουν κατασκευασθεί ακόμα.



*Τα Ηλιακά πανιά χρησιμοποιούνται για την συνεχόμενη επιτάχυνση ενός διαστημοπλοίου στο διάστημα. Πώς επιτυγχάνεται αυτό.

Τα φωτόνια είναι πακέτο ενέργειας **χωρίς μάζα**, πώς λοιπών **θα ΣΠΡΟΞΟΥΝ** ένα αναπτυγμένο ηλιακό πανί αφού δεν έχουν μάζα? , ας εξετάσουμε τον όρο ΟΡΜΗ, αυτή προσδιορίζεται από τον τύπο , P=MV. Όπου M η μάζα και V η ταχύτητα, Για να αλλάξουμε την ορμή, πρέπει να αλλάξουμε, την ταχύτητα, η την μάζα, εδώ έρχεται η εξίσωση E=MC>2, βλέπουμε μια απευθείας σχέση της ενέργειάς με την μάζα, αντικαταστόντας λοιπόν την μάζα, με τον λόγο ενέργειας και της ταχύτητας του φωτός, στον τύπο της ορμής, βλέπουμε ότι μπορούμε να έχουμε ορμή **Χωρίς μάζα**, τα πακέτα των φωτονίων ανακλώνται στο ηλιακό πανί , σπρώχνουν μονίμως το διαστημόπλοιο, επιταχύνοντάς το. Έτσι την πρώτη μέρα μετά το άνοιγμα των πανιών, το διαστημόπλοιο θα τρέχει 160 kh, στο τέλος του χρόνου θα τρέχει με 58000 kh και μετά τρία χρόνια 160000 kh, αυτό δεν είναι θεωρητική προσέγγιση, αλλά πειραματικά αποδεδειγμένο.



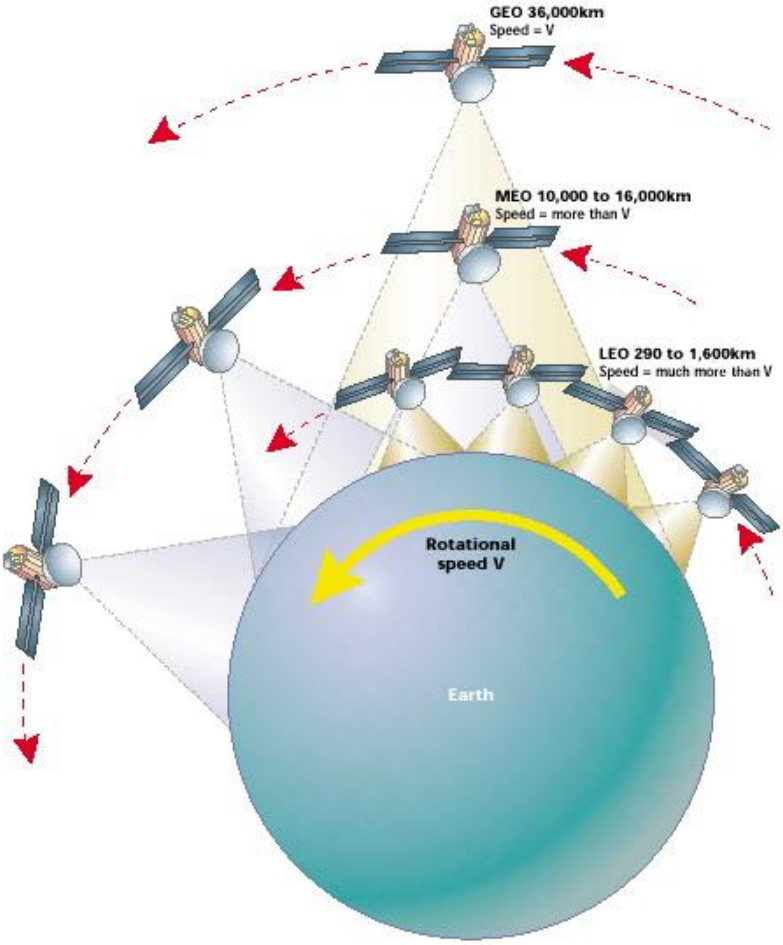
https://www.youtube.com/watch?v=-OmGvycgNCg

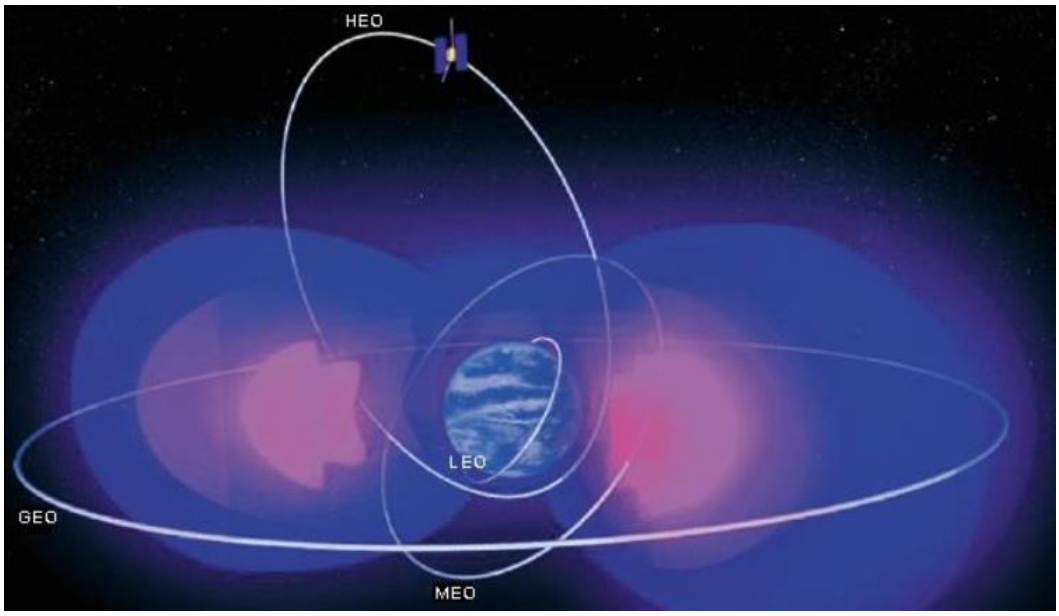
https://www.youtube.com/watch?v=OHCHWDVjTZ4

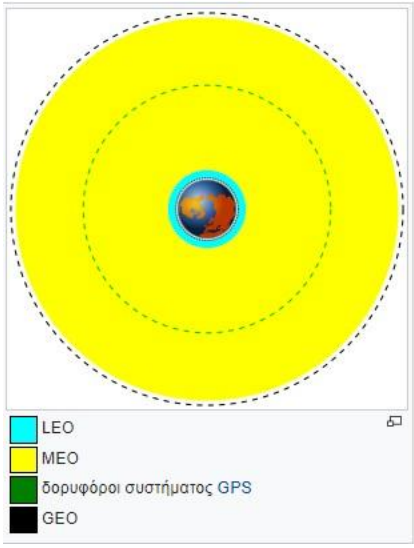
https://www.youtube.com/watch?v=bI_FH_2Cqr8

Ο δορυφόρος Oscar 100 ανήκει στην συνομοταξία των γεωστατικών δορυφόρων (GEO)

FIGURE 71: SATELLITE ORBITAL DISTANCES





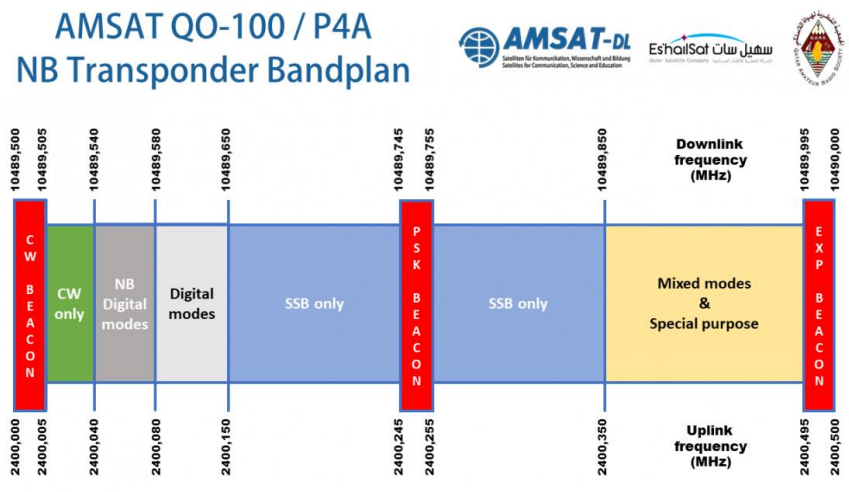


Έχει δύο αναμεταδότες (narrow band modes) και (broadband television transmission), που λειτουργούν από 2400 MHz έως 10450 MHz.

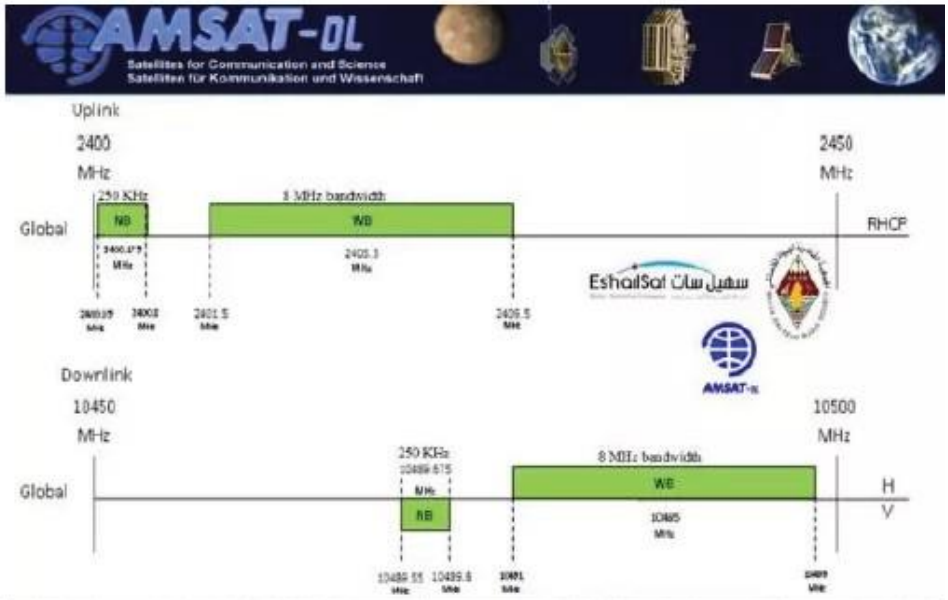
Ο ένας αναμεταδότης έχει εύρος 250 KHz για την αναλογική λειτουργία (ssb, cw, sstv κλπ) και δεύτερος αναμεταδότη εύρους 8 MHz για την λειτουργία πειραματικής ψηφιακής διαμόρφωσης και DVM amateur television.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι οι δύο αναμεταδότες εκπέμπουν σε διαφορετική πόλωση.

POLARIZATION	START (MHZ)	END (MHZ)	WITDTH (MHZ)
Vertical	10489.550	10489.800	0.250
Horizontal	10491.000	10499.000	8.000




```
Narrowband Linear transponder
2400.050 - 2400.300 MHz Uplink
10489.550 - 10489.800 MHz Downlink (Vertical Polarisation)
Wideband digital transponder
2401.500 - 2409.500 MHz Uplink
10491.000 - 10499.000 MHz Downlink (Horizontal Polarisation)
```



Xpdr	U/L FREQUENCY (MHz)				D/L FREQUENCY (MHz)				LO	BW
No	Pol	Begin	Center	End	Pol	Begin	Center	End	(MHz)	(MHz)
NB	RHCP	2400.05	2400.175	2400.3	V	10489.55	10489.675	10489.8	8089.5	0.25
WB	RHCP	2401.5	2405.5	2409.5	H	10491	10495	10499	8089.5	8

Λήψη του σήματος ssb cw sstv psk (narrowband 250 khz bandwidth) από τον Oscar 100

Ο σταθμός εδάφους για την λήψη του Oscar 100 στην πιο απλή του σύνθεση αποτελείται από τις εξής μονάδες.

1 Μία κεραία παραβολικού κατόπτρου υψηλής απολαβής .

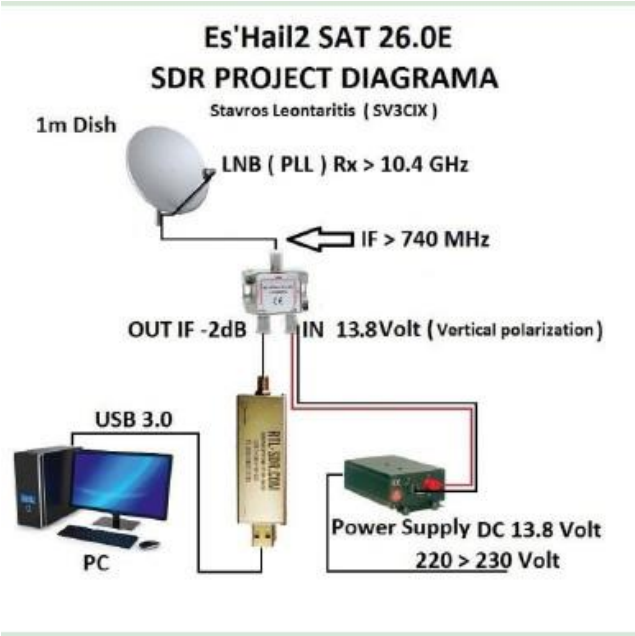
2 LNB (low noise block) με PLL και εξωτερικό σημείο αναφοράς ταλάντωσης 25MHz η GPS clock reference.

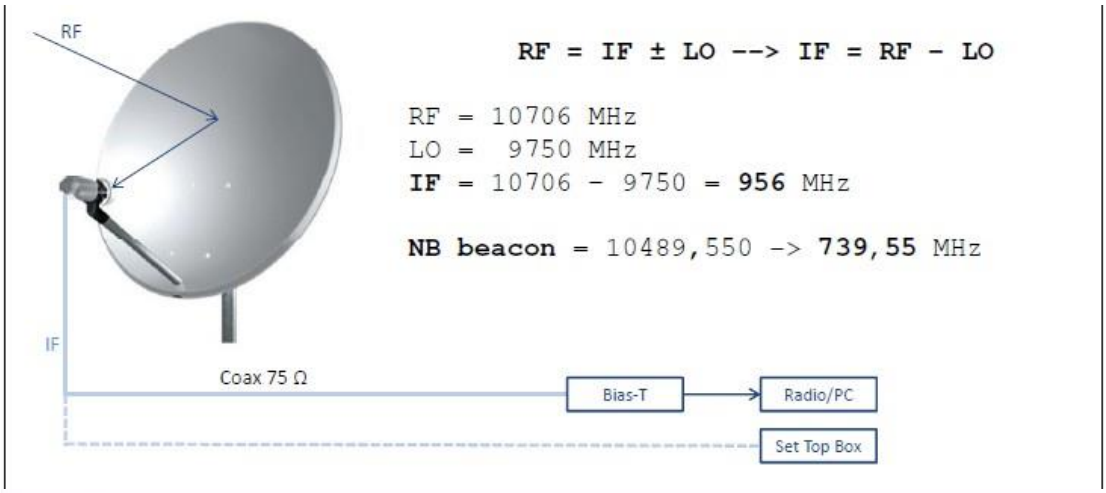
3 T BIAS για την τροφοδοσία του LNB 12 η 18 volts

4 SDR receiver άλλο δέκτη (RTL) η άλλο πομποδέκτη πχ YAESU ft 817

5 PC με πρόγραμμα SDR console version 3+ η άλλο πρόγραμμα.

5 POWER SUPLY 12 – 18 VOLTS.

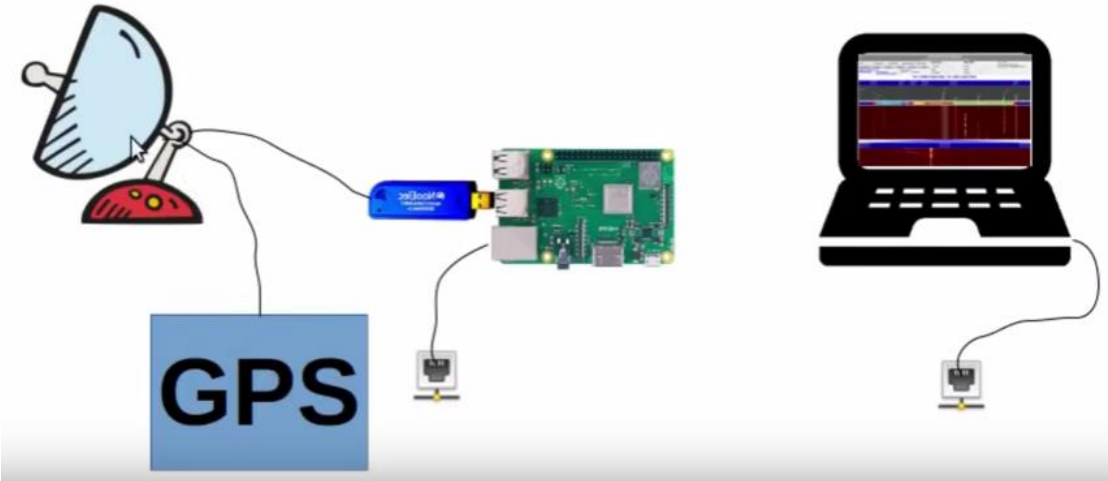


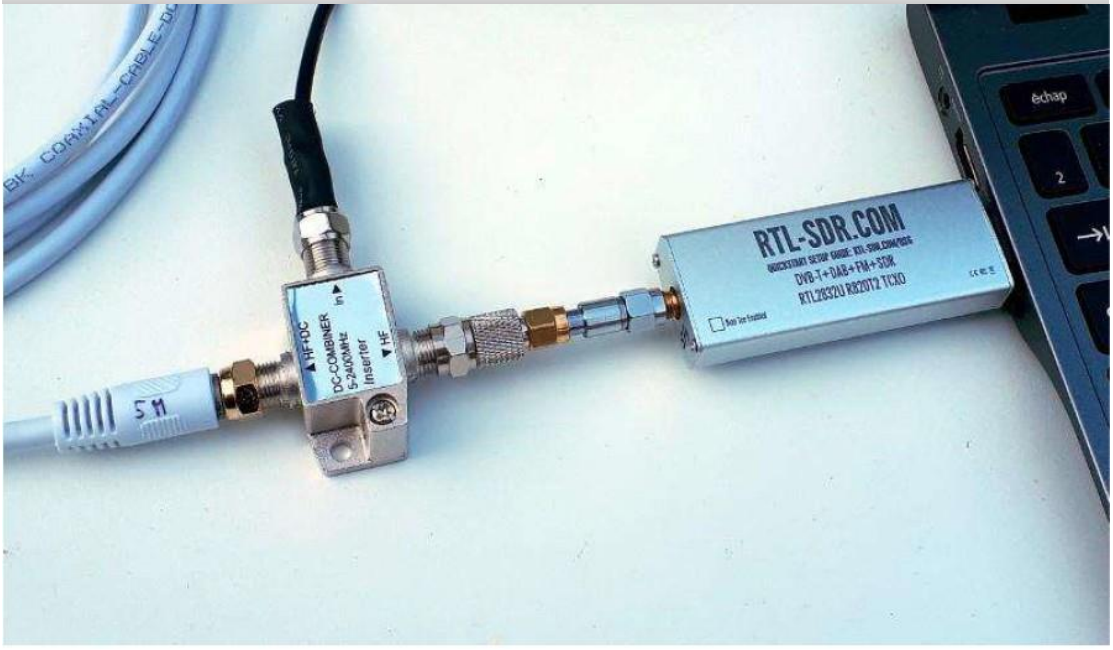


https://www.youtube.com/watch?v=nyf5-YOdivU

QO-100 CW Beacon	10489,550	MHz
external GPS	25,000	MHz
Multiplier	390	
LNB LO	9750	MHz
RX=Sat – LO	739,550	MHz
we start at -25kHz:	739,525	MHz

QO-100 CW Beacon	10489,550	MHz
external GPS	25,769	MHz
Multiplier	390	
LNB LO	10050,00009	MHz
RX=Sat – LO	439,550	MHz
we start at -25kHz:	439,525	MHz



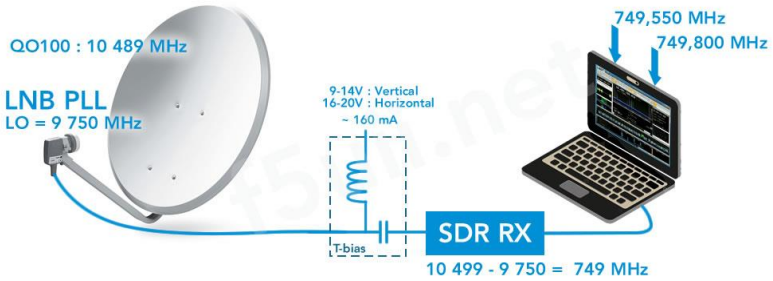


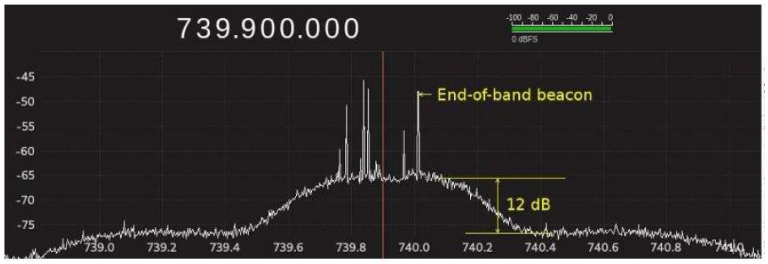
Minimum setup for **SSB** communications:

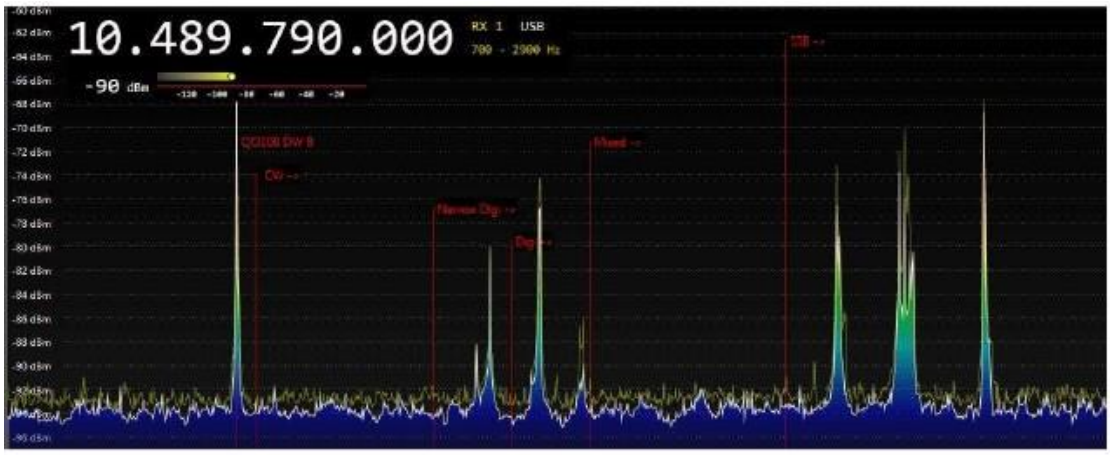
RX Antenna	60-90 cm SAT-TV dish
Receiver	LNB with power injector and DVB-T dongle + SDR software (for example SDR#) OR 3 cm LNA with downconverter to 70cm
Transmitter	10W PEP in 60-90 cm dish plus upconverter from 144 MHz

Minimum setup for **DATV** (DVB-S2) communications:

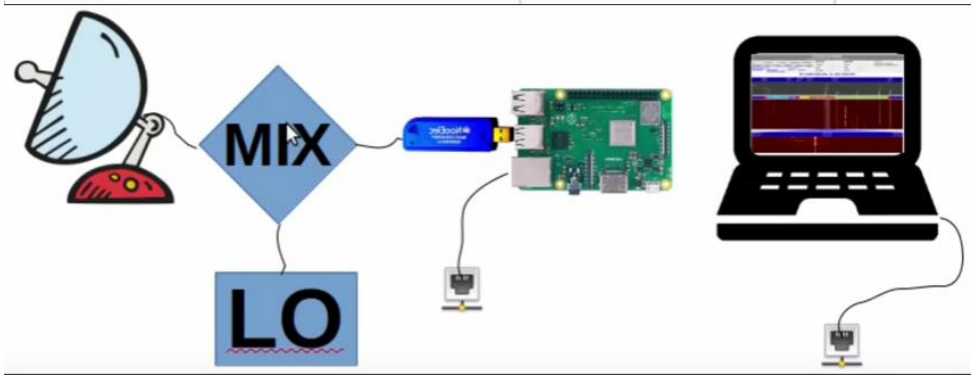
RX Antenna	60-90 cm SAT-TV dish
Receiver	modified LNB with standard satellite receiver box (DVB-S2) OR modified LNB with PCI DVB-S2 cards for PC use
Transmitter	25W PEP in 2.4m dish plus DVB-S2 modulator for a 2MSym/s videostream



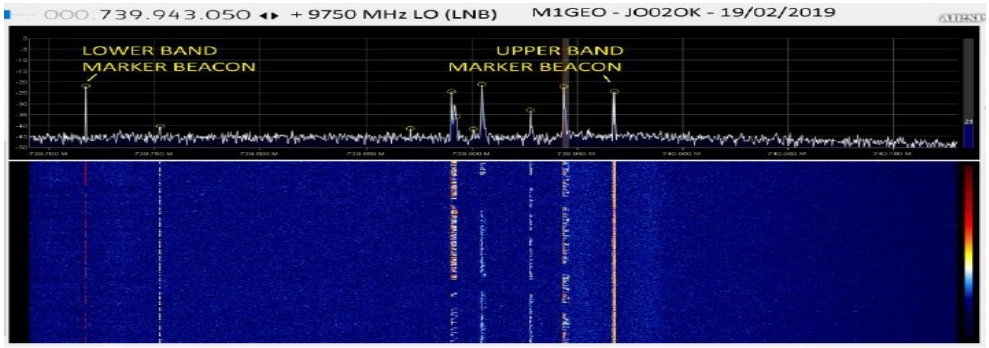




A	B	C
QO-100 CW Beacon	10489,550	MHz
LNB LO	9750,000	MHz
Downmixer Input	739,550	
Downmixer LO	595,000	MHz
Downmixer Output	144,550	MHz



https://www.youtube.com/watch?v=I-SiHpxweiw



Es'Hail-2 NB transponder, showing 2 beacon signals, 4 SSB signals and a CW signal

LNB (low noise block (down converter))

https://www.youtube.com/watch?v=pXAhllAJbcg&t=58s&fbclid=IwAR098TAMo4PsC1KRqbIJZ_gJWaa4XRriv3vKvux8cJIBZp0EopFlzdhy8iU

Το LNB είναι ο δέκτης που τοποθετιέται στο σημείο εστίασης μιας παραβολικής κεραίας , ο δέκτης αυτός αποτελείται από ένα ενισχυτή χαμηλού θορύβου, μείκτη συχνότητας , τοπικό ταλαντωτή και ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας.

Αυτός ο δέκτης λαμβάνει το μικροκομματικό σήμα το οποίο συλλέγεται από την παραβολική κεραία, ενισχύεται και μετατρέπει το block των αρχικών συχνοτήτων, σε block ενδιάμεσων συχνοτήτων **(IF)** (10499-9750 = 749 MHz), επιτρέποντας το σήμα να καταλήξει στον δέκτη μέσω της γραμμής μεταφοράς, χωρίς μεγάλες απώλειες.

Το LNB τροφοδοτείται με τάση για την λειτουργία των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων του μέσω του ομοαξονικού καλωδίου, που μεταφέρει το σήμα στον δέκτη μέσω μιας συσκευής **T BIAS**. Η συσκευή αυτή επιτρέπει την συνεχή τάση να πάει **μόνο** στο LNB και **ΟΧΙ** στη είσοδο του δέκτη. Η τροφοδοσία του LNB με το carrier των 22KHz επιτυγχάνεται από το ίδιο ομοαξονικό η ξεχωριστό καλώδιο, από την γεννήτρια των 22KHz.

Εάν η τάση είναι **9-14** volts, επιλέγεται κάθετη πόλωση στην κεραία λήψης του LNB και εάν η τάση είναι **16-20** volts, επιλέγεται οριζόντια πόλωση.

Στην φωτογραφία διακρίνονται τα δύο δίπολα, οριζόντιας και κάθετης πόλωσης.

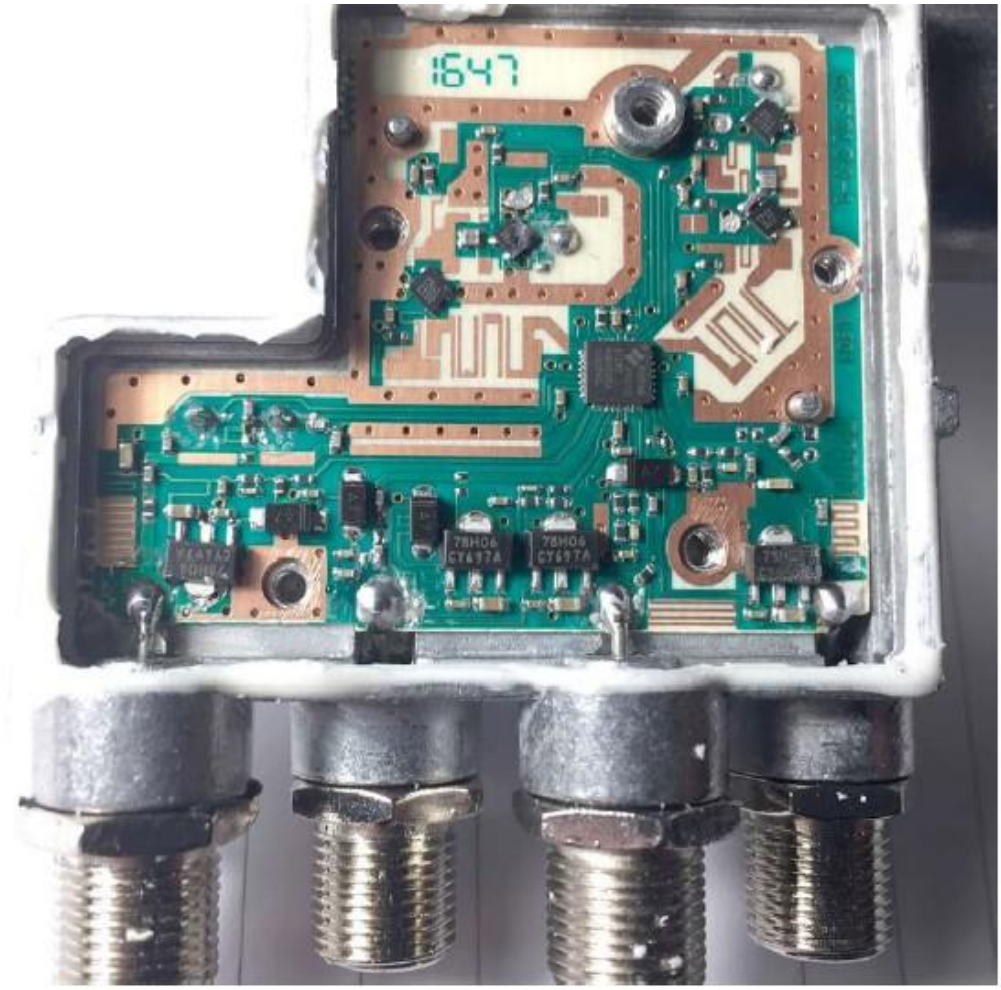
Το LNB έχει δύο τοπικούς ταλαντωτές που λειτουργούν σε συχνότητες 9.75 GHz και 10.6 GHz, η υψηλότερη συχνότητα επιλέγεται προσθέτοντας 22KHz στο DC σήμα.

Επιλέγουμε LNB με PLL για περισσότερη σταθερότητα και εάν είναι αναγκαίο εξωτερικό ταλαντωτή στα 25 MHz, η συγχρονισμό από το cloak GPS η άλλη πυγή αναφοράς.

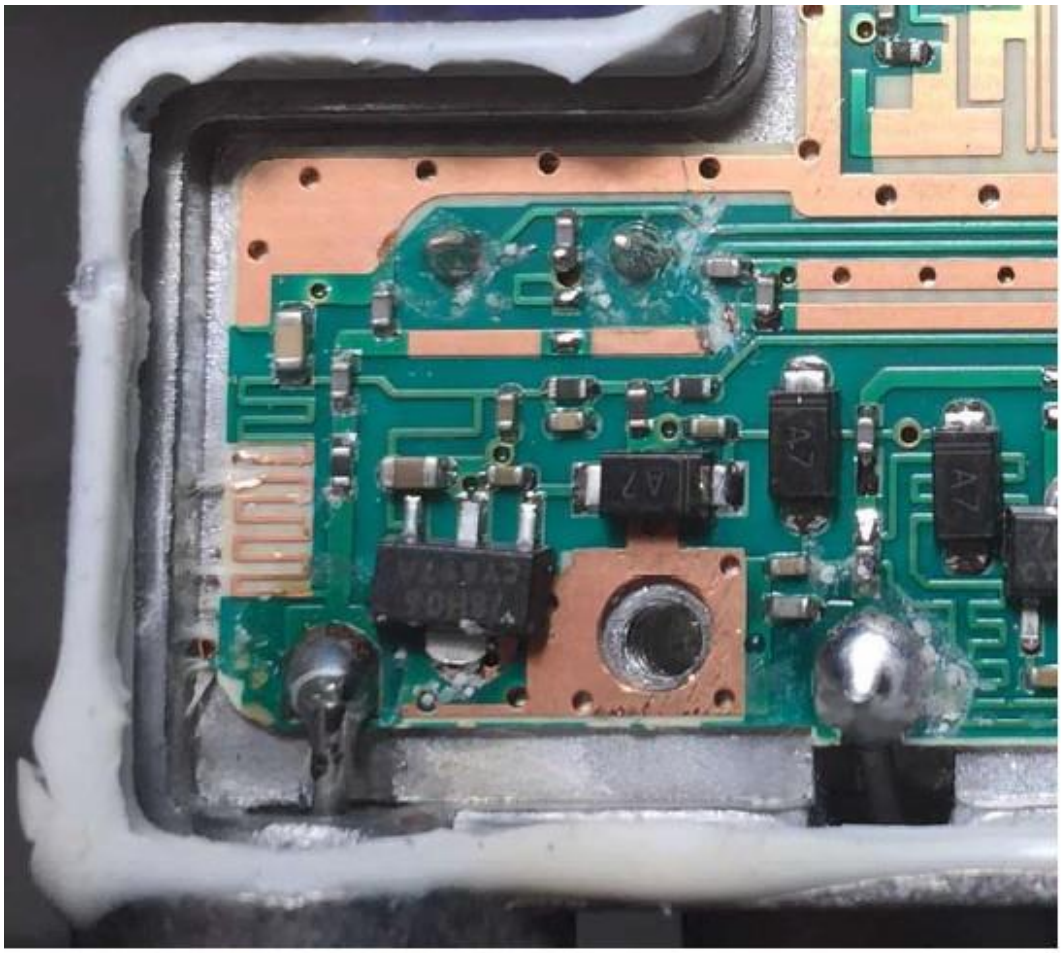
https://www.f5uii.net/en/transmit-datv-over-qo100-with-sdr-adalm-pluto-f5oeo-plutodvb/?fbclid=IwAR2-IrHPjey90bD_Zx69ylc9PPC00UQA9sQBdAqDuavBxfYJ9rzIleSIVfU

Modification για octagon LNB με εξωτερικό ταλαντωτή στα 25 MH

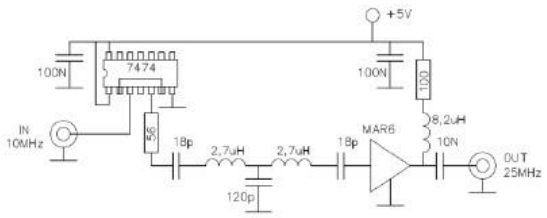
https://www.youtube.com/watch?v=qRCekour9l4



The 25 MHz crystal is mounted on the reverse side of the board, just North of the West-most 78H06 regulator. The modification involves cutting the tracks leading to the West-most output and then coupling this to the East-most crystal connection, having cut the tracks to the crystal. Use a magnifying glass, a fine knife and a fine soldering iron, taking anti-static precautions.



The track cuts can be seen here. The first is in the zig-zag inductor to cut the DC path from the socket. The second is in the RF path just South of the East-most crystal connection. The 3rd and 4th cuts are adjacent to the crystal connection.



- To lock the Starcom LNB to an external reference, it needs 25MHz on the PLL.
- I have a 10MHz GPSDO in the shack.
- This I use to get 25MHz out of 10MHz.
- The Starcom SR3602 mini works fine on it.

I then soldered a 10n capacitor across the old RF capacitors. I put a 100 ohm chip resistor to ground at the middle of the East-West RF track, and then a 10n chip capacitor from the East end of the RF track to the track which used to connect to the crystal.

The LNB should then be tested with a 25 MHz reference. Note that it will not now operate without a reference signal. If all is well, the cover can be replaced. Before putting the LNB on the dish, I sealed around the cover using a neutral cure silicone sealer. Screwfix 83710 is cheap and does the job.

Suitable 25 MHz Reference

The modified LNB will run from a square wave or sine wave at 25 MHz, but needs around +6 dBm. Lower levels of reference increase the Phase noise. I used a Leo Bodnar GPS reference, with a low pass filter so that I fed a sine wave through the cable to the LNB.

The low pass filter had 5 elements, 288 pf to ground on the input, a series inductor of about 10 turns on a 4 mm core, 407 pf to ground in the centre, then another identical series inductor and 288 pf on the output. A QRP-Labs 10m low pass filter kit for c. £4 may make a suitable alternative.

Phase Noise

While having a stable LO might be perfect for narrow-band operation, any increase in phase noise might reduce the apparent sensitivity for DATV. I found that a 1MS DVB-S signal that gave 24 dB MER with the crystal oscillator only gave 21 dB MER with the external reference; this will need more investigation.

PPM Calculator

Oscillators and other frequency control devices specify their frequency variation in units of parts per million (ppm). Use the calculators below to convert between ppm and Hz. The equation for this relationship is,

$$df = \frac{f \times ppm}{10^6}$$

where ppm is the peak variation (expressed as +/-), f is the center frequency (in Hz), df is the peak frequency variation (in Hz), and 10^6 is 1000000 (e.g. one million). Enter numbers below as integers, decimals, or use scientific notation (for example, enter 1500 as 1500, 1.5e3, or 1.5E3).

Convert ppm to Hz

Enter f (Hz)

Enter ppm (+/-)

Calculate Reset

Variation, +/- df (Hz)

Min Frequency (Hz)

Max Frequency (Hz)

Max - Min Period (sec)

For example, 100 ppm of 100 MHz represents a variation in frequency of 10 kHz. The maximum and minimum frequencies are therefore 100.01 and 99.99 MHz, respectively. The change in period between these two frequencies is 2 ps (that is, 1/99.99MHz - 1/100.01MHz).

Convert Hz to ppm

Enter f (Hz)

Enter max or min f (Hz)

Calculate Reset

Variation, +/- df (Hz)

ppm (+/-)

https://www.jitterlabs.com/support/calculators/ppm

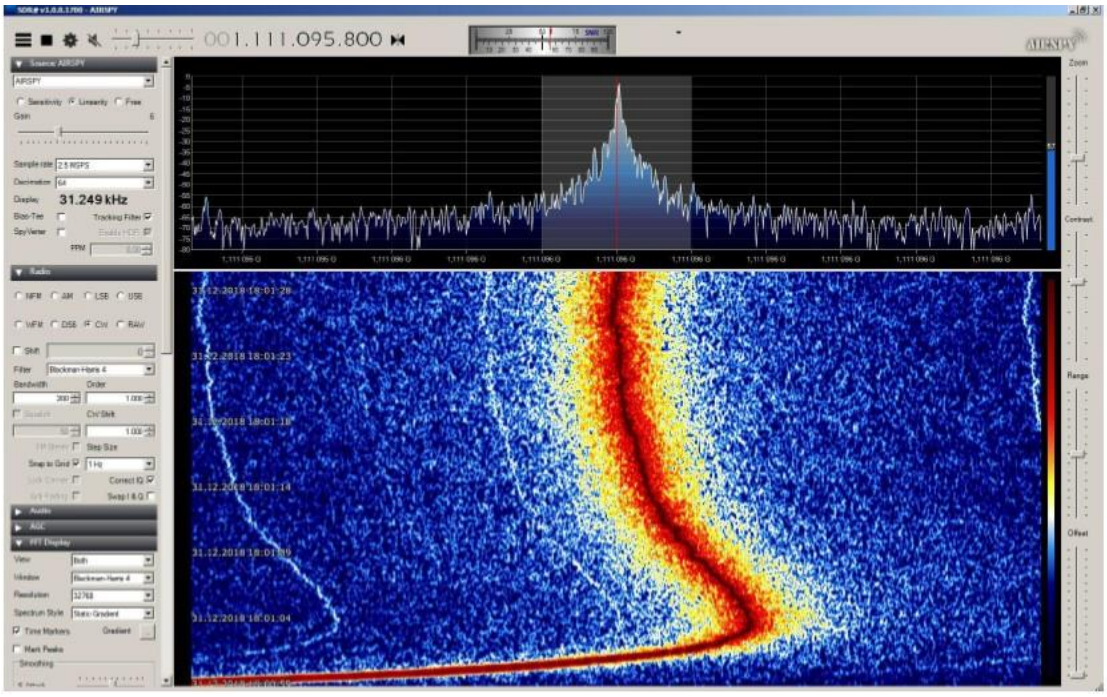
(link για τον υπολογισμό PPM)

High Precision and Stable 10MHz Clock Source

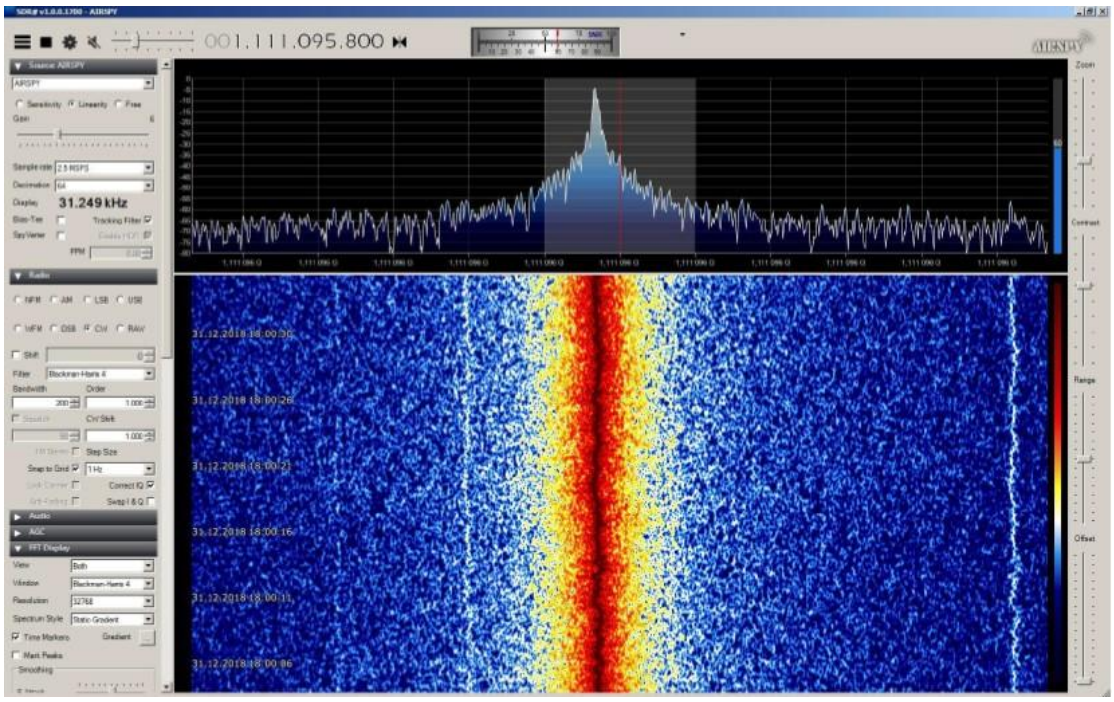
Adjustable Center Frequency
Temperature Stability 0,25ppm -10°C to +70°C
Output 2Vpp at 1KOhm pure Sine Wave
Output Power at 50 Ohm 5mW (+7dBm)
Supply +5V to +12V at < 10mA

External 0.1ppm TCXO`s for under 20$/€. Also with customized frequencies.
(Scroll down to the bottom of that page for further information).
https://www.ebay.de/.../25MHZ-hifi-TCXO-0-1ppm-.../132652769518...

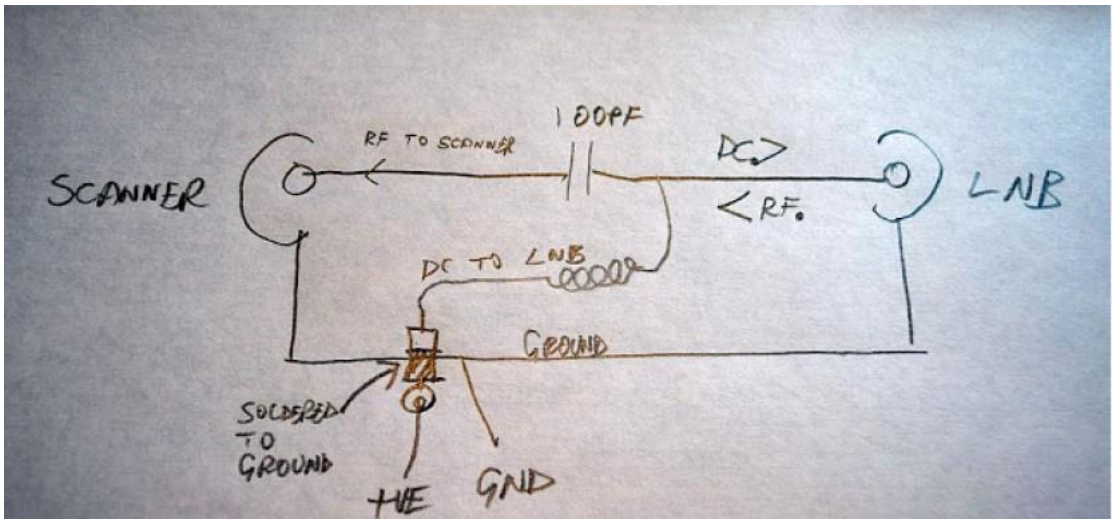
QRP Labs OCXO/Si5351A Synthesiser Module

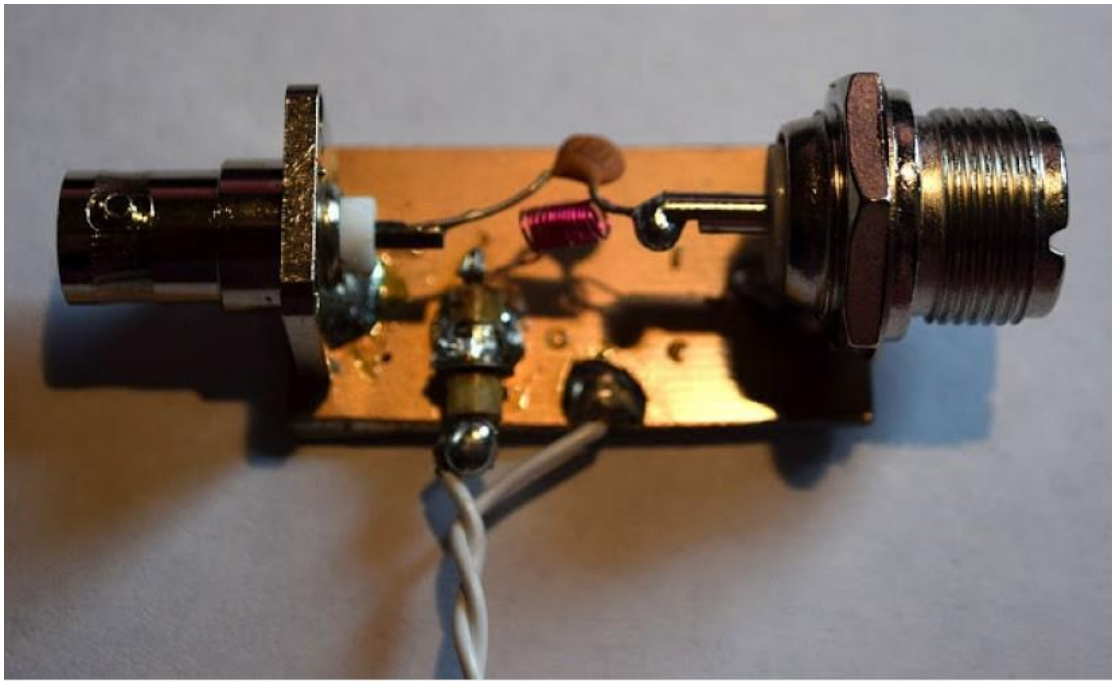


Frequency shift, μετά την σταθεροποίηση της συχνότητας του LNB



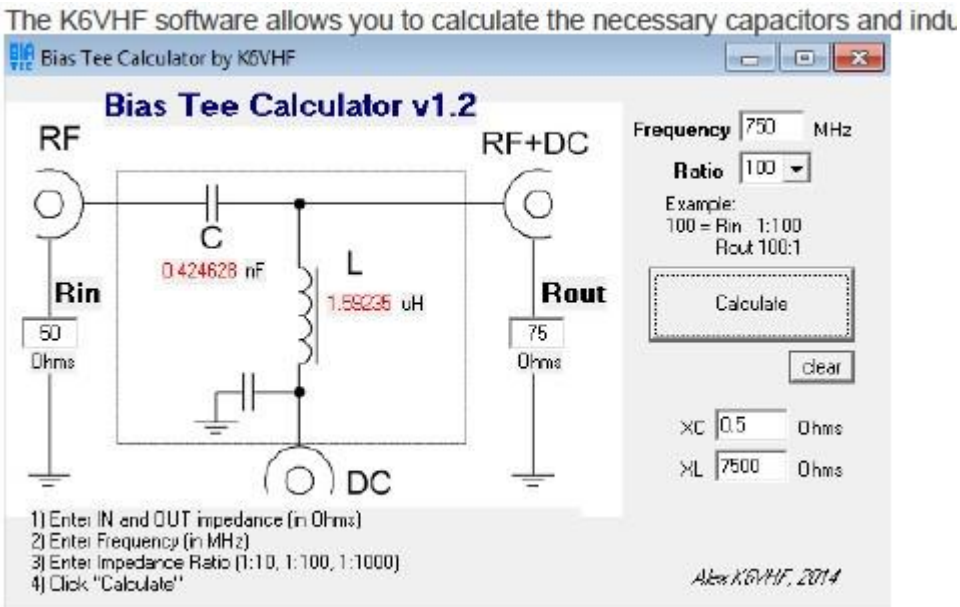
T - BIAS


SCANNER
RF TO SCANNER
100PF
DC>
<RF.
LNB
DC TO LNB
GROUND
SOLDERED TO GROUND
+VE
GND

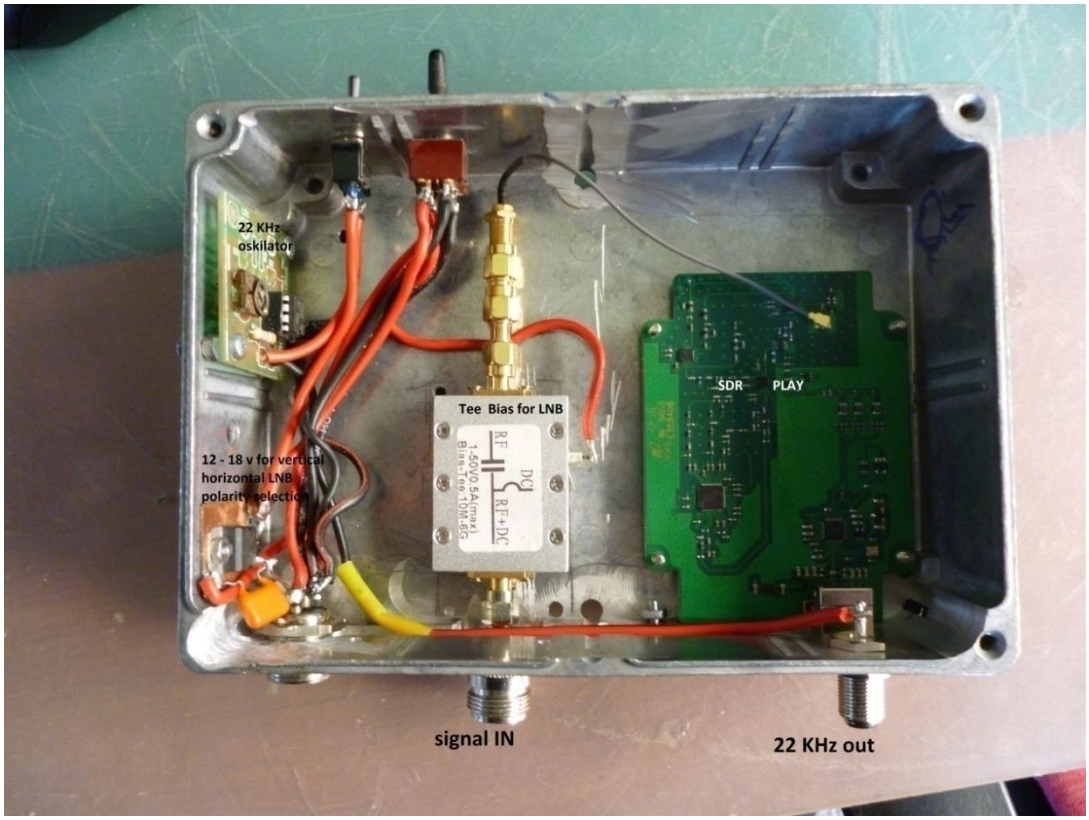


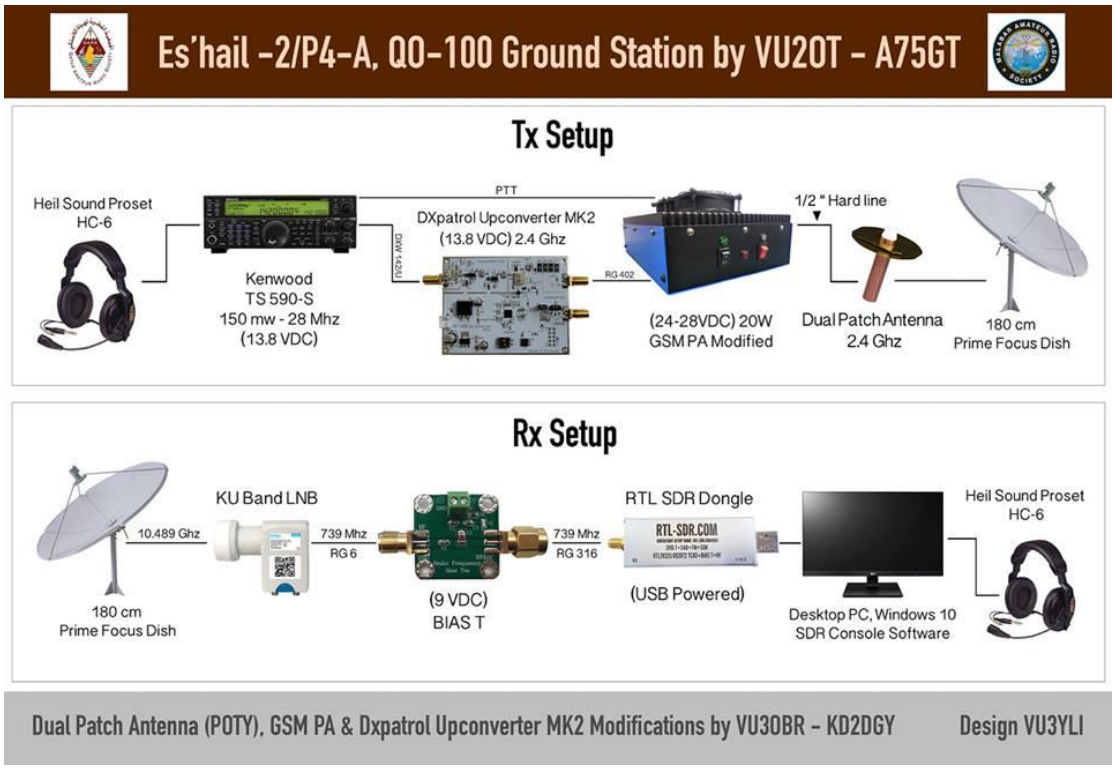
Πρόγραμμα για τον υπολογισμό των τιμών του bias- tee.

http://k6vhf.com/projects/BTC102.rar.



Στην κατασκευή μου, διακρίνεται ο SDR PLAY δέκτης , με σταθεροποιημένο τροφοδοτικό 12-18 volts (για την επιλογή **κάθετης** η **οριζόντιας** πόλωσης), και ο 22KHz generator για επιλογή **upper local oscillator στο LNB).**





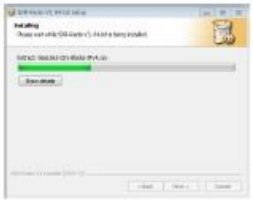
Receiving Qatar Oscar 100 with SDR Console

Receiving Qatar Oscar 100 satellite with SDR Console

https://www.f5uii.net/en/reception-satellite-qatar-oscar-100-phase-4a-eshail-2-sdr-console-sdr-radio-software/5/

https://www.youtube.com/watch?v=6C_29shqLYs

Language:
Français
English



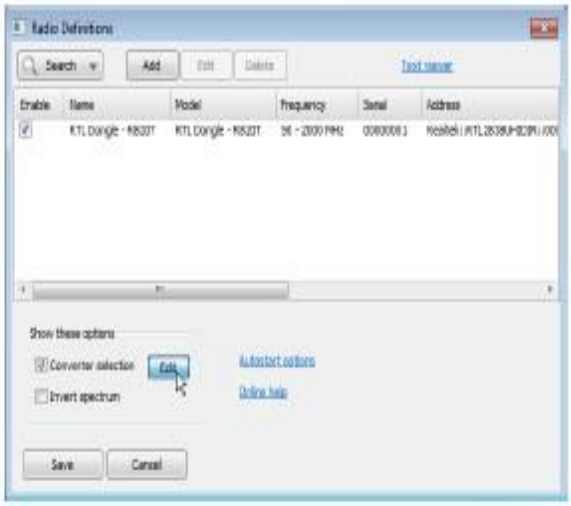
Install your SDR device

At the first launch, the software offers you to search for your SDR devices, which must be connected to your computer.

On the *Radio Definitions* window, click *Search* to add your device that you have connected to the computer. Here I am looking for the RTL stick.

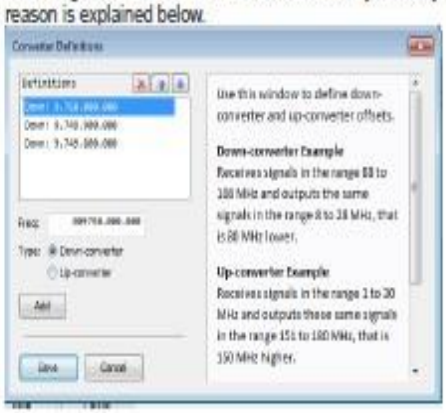
The software confirms that it has found the hardware. I then click on *Add*.

The dongle is then added to my "*Radios*". Don't forget to click on the "*Save*" button.



We will now enter the conversion frequency as 009750.000.000.000 and check *Down-converter*.

Don't forget to click on the *Save* button to save your entry. Here, I entered several frequencies, close to 9 750MHz. The reason is explained below.



Start reception

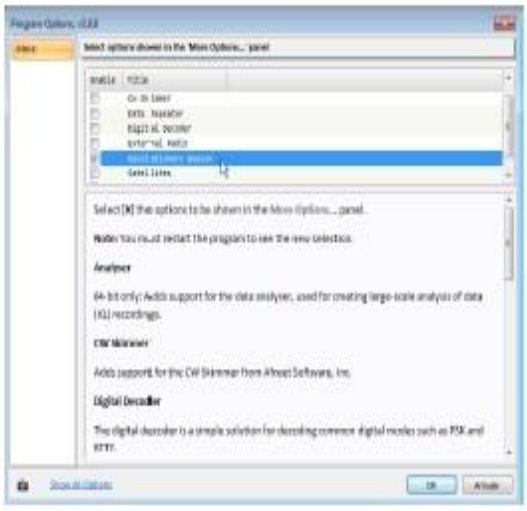
After connecting the cable to your T-bias and dish to your SDR receiver, we will start receiving with SDR Console. Select the radio, as well as the frequency of the 'Converter'. Click on 'Start'.

The reception stabilization option

Since version 3.0.7, the **SDR Console** software has included a very practical reception stabilization feature. Indeed, the LNB PLL drifts slightly depending on the temperature evolution. Simon G4ELI has developed a software system for controlling the reception window by referring to the modulated BPSK beacon located at the end-of-band of the transponder. The beacon frequency is known and fixed at 10,489,800 MHz.

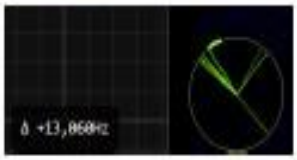
We will immediately start the **SDR Console** option which allows the frequency stabilization: In the "View" tab, click on *Select* of the "*More options...*" button.

Check the line "*Geostationary Beacon*" and confirm with OK.



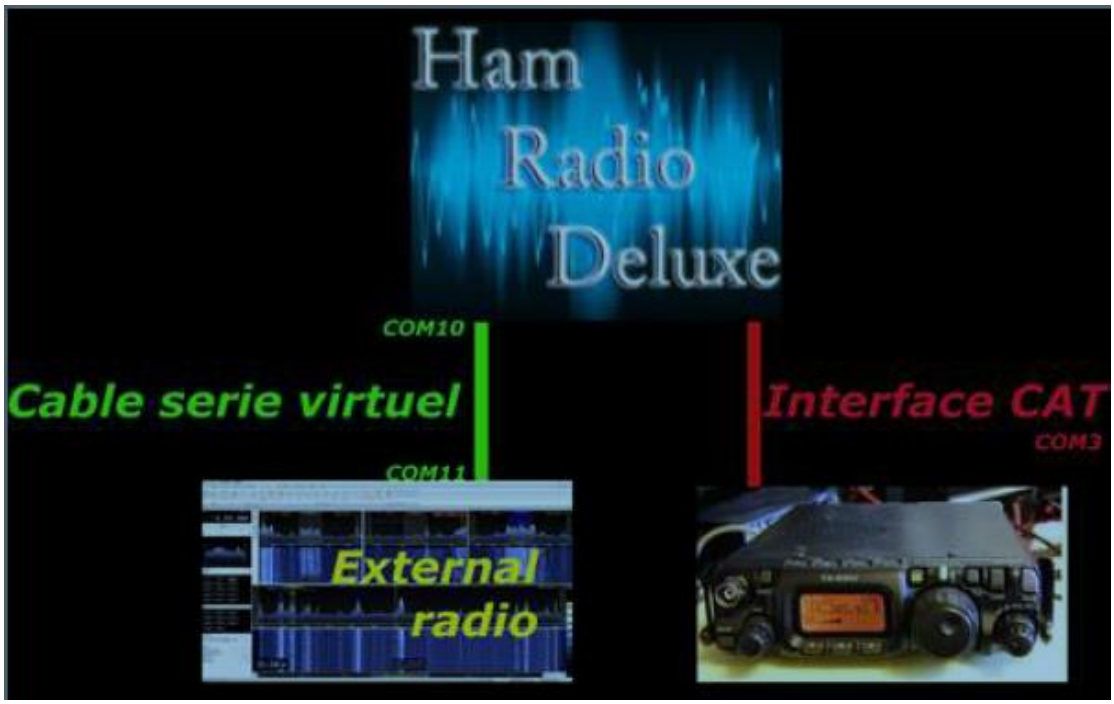
You should see the upper band beacon modulated in BPSK. If, as in the above capture, you do not see this QO-100 beacon, this means that your LNB has a frequency difference too high for display the beacon in the 10489700 – 10489900 range proposed by **SDR Console**. To display the BPSK beacon, you will then need to add different conversion frequencies (reduced or increased) to the list of *Down Converters*, as presented above in the text.

2. On the following picture, and in my case, by selecting a Down converter frequency of 9 749 900, the BPSK beacon appears well now in the window. Click with the mouse on the beacon itself, so that the two white lines at the top and bottom of the window are aligned with the beacon. You then read live the delta of frequencies measured by SDR Console, the delta is the difference between the actual frequency and the expected frequency of the beacon. Here on this capture, it is 13,929 kHz. Considering the conversion currently in place (9749900), the delta is actually 113,929 kHz.



3. To start the frequency correction, click on the second *Enable* button on the side band. The button is active (highlighted). The entire spectrum is then automatically adjusted by **SDR Console** to place the beacon at its fixed frequency of 10 489 800 kHz, whatever the real drift that the entire spectrum is undergoing due to the drift of the LNB.

When **SDR Console** is launched in the future, you will no longer have to perform steps 1 and 2, but only step 3 to select the BPSK beacon and launch the locking feature (click on Enable).



LING ΜΕΤΑΞΥ SDRCONSOLE και HRD

A) link μεταξύ UHF transmitter και HRD

Ο UHF transmitter πρέπει να συνδεθεί με cat καλώδιο με τον Η/Υ που τρέχει το HRD. Η συχνότητα που δείχνει ο πομποδέκτης εμφανίζεται και στο HRD.

Να σημειώσουμε ότι το καλώδιο συνδέεται σε μια **ΦΥΣΙΚΗ** πόρτα στον Η/Υ πχ στην δική μου περίπτωση στην πόρτα 3.

B) Link μεταξύ SDRCONSOLE – HRD.

Χρειάζεται να φτιάξουμε ένα VIRTUAL SERIAL CABLES.

Κατεβάζουμε το vps το οποίο θα δημιουργήσει το virtual cable .

Θα συνδέσουμε το com 10 port στο HRD και το com 11 port στο SDRCONSOLE μέσω του

virtual transceiver.

Το πινακάκι συμπληρώνουμε το com 10 – com 11 και πατάμε **Create Pair** το καλώδιο έχει γίνει.

Ακολουθούν τρία βήματα.

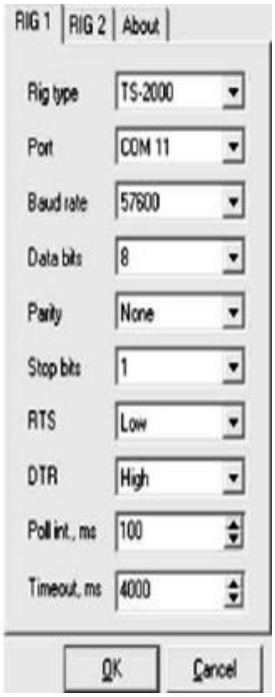
Α) Συνδέουμε το HDR με το virtual serial καλώδιο μέσω του com 10

Θα ανοίξει ένα παράθυρο.

Η ταχύτητα της com 10 είναι 57600 bauts , είναι απαραίτητο να βάλουμε και την ίδια ταχύτητα στην com 11 57600 bauts.

Β) Θα δημιουργήσουμε to virtual transmitter/receiver.

Κατεβάζουμε το **omnirig** και το εγκαταστούμε.

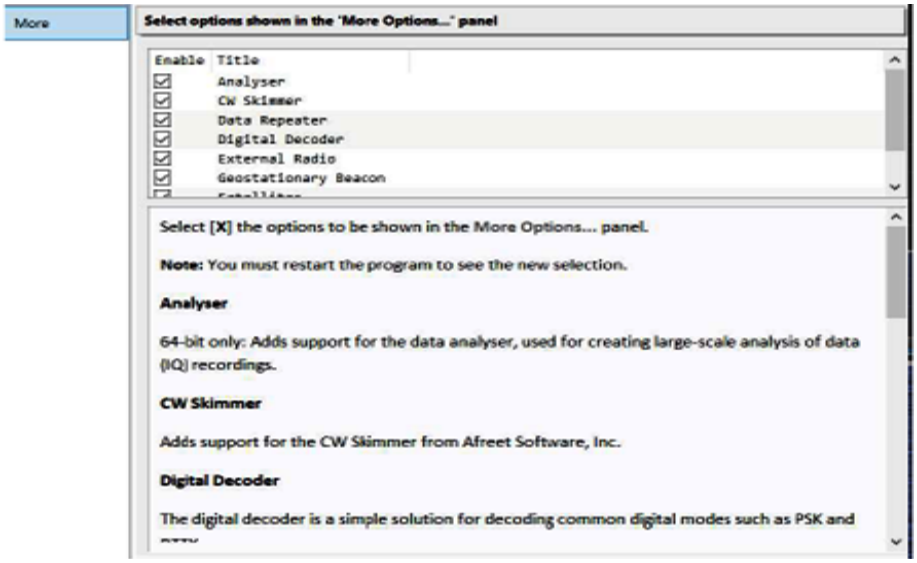


Το virtual RIG θα είναι το TS-2000 και θα δηλωθεί στην πόρτα com 11, 57600 bauts.

Γ) Θα συνδέσουμε το TS-2000 που μόλις φτιάξαμε στο **SDRCONSOLE .** Στο πρέπει να

ενεργοποιήσουμε το EXT ERNAL RADIO

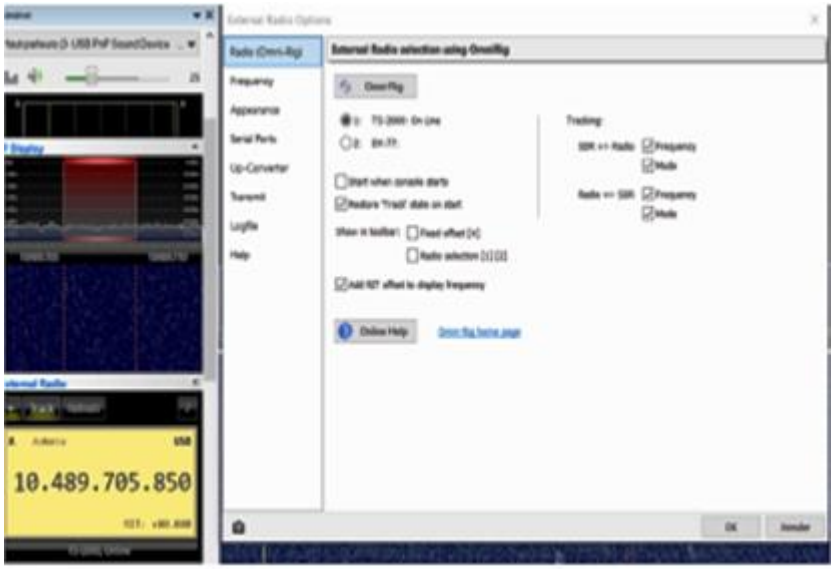
Κλικ στο view tab και μετά στο **more options** , στο select ανοίγει ένα παράθυρο, επιλέξτε το EXTERNAL RADIO.



Το SDRCONSOLE ξανά ξεκινά .

Το EXTERNAL RADIO παράθυρο εμφανίζεται στο αριστερό μενού στην οθόνη.

Τώρα πρέπει να ξεκινήσουμε το EXTERNAL RADIO. Για να το κάνουμε αυτό κλικ στο τρίγωνο δίπλα στο TRACK and REFRESH, και η οθόνη στο external radio γίνεται κίτρινη.



Η συχνότητα 10.489.705.850 εμφανίζεται στο παράθυρο του external radio η ίδια συχνότητα και στο waterfall.

Το παράθυρο του EXTERNAL RADIO έχει τέσσερα κουμπιά

Το τρίγωνο ξεκινά το EXTERNAL RADIO

TRACK επιτρέπει την έναρξη του ακρόασης μεταξύ της συχνότητας που εμφανίζεται στον καταρράκτη και της συχνότητας του EXTERNAL RADIO.

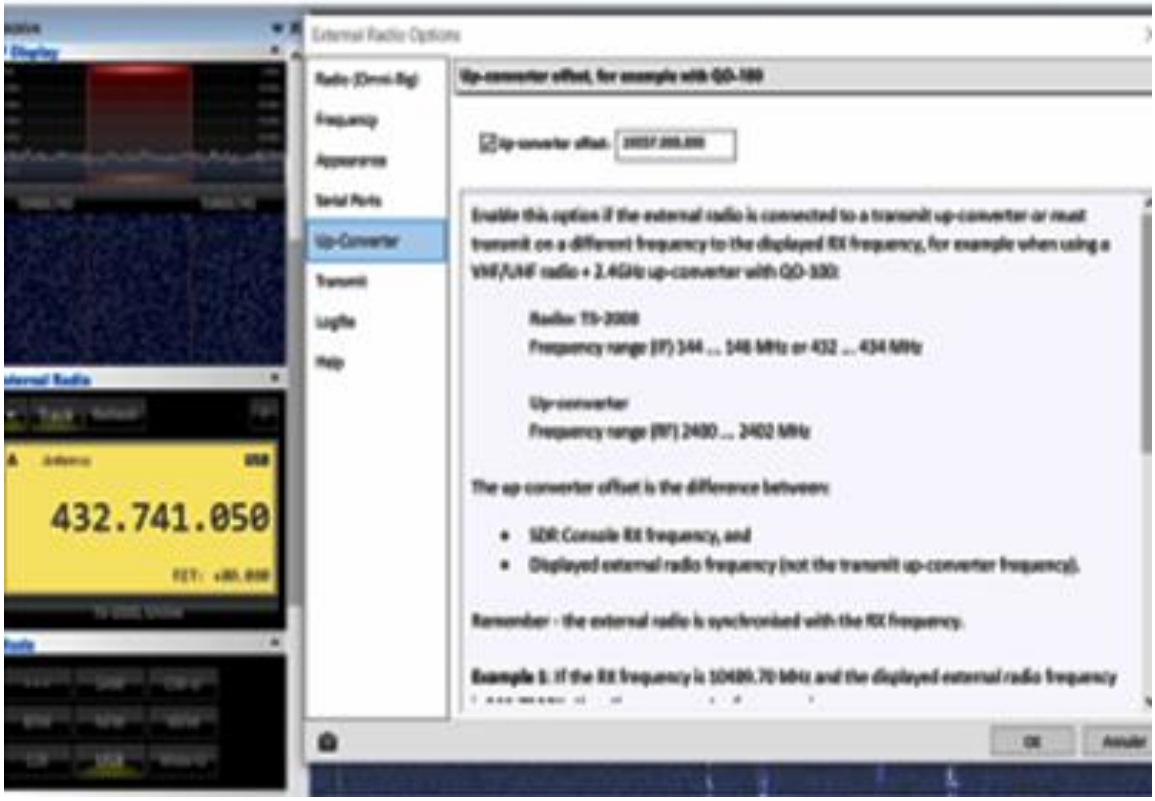
REFRESH

? Πρόσβαση στο configuration menu.

Τώρα πρέπει να σετάρουμε το EXTERNAL RADIO.

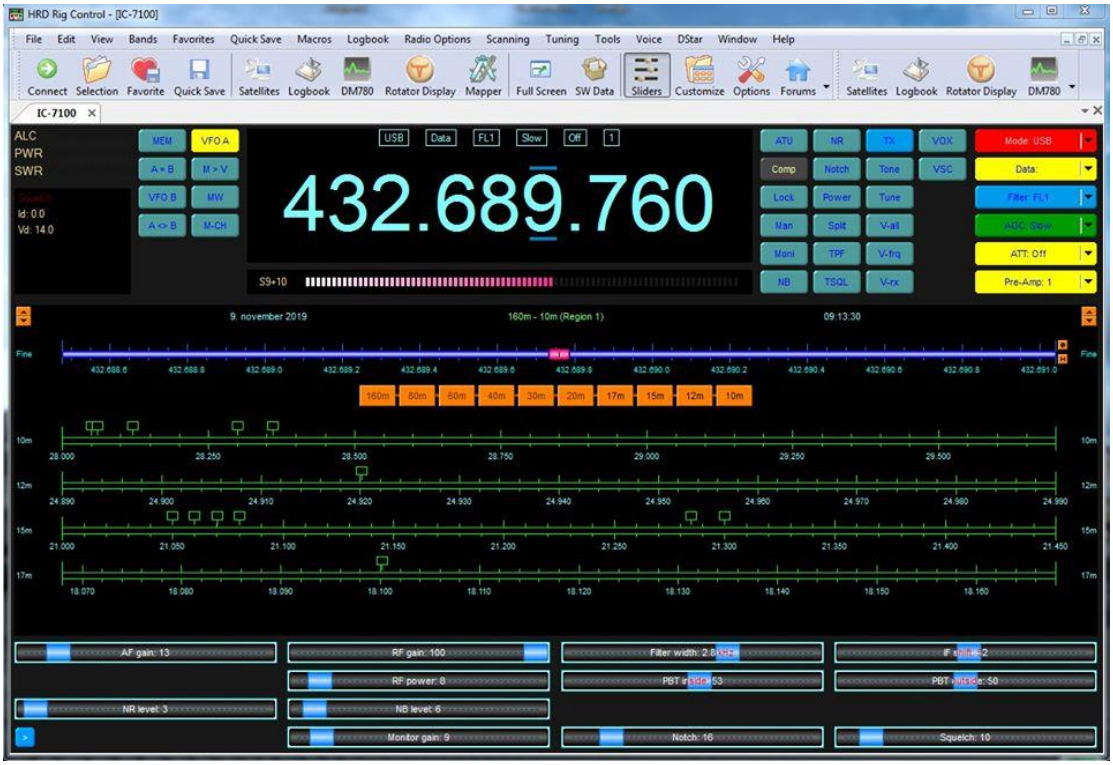
Για να το κάνουμε πατάμε το ? εμφανίζεται το configuration παράθυρο. Εάν το OMNIRIG δεν ανοίξει στο background ένα μήνυμα θα εμφανιστεί να το ανοίξεις.

http://www.arra.re/logiciels/178-yaesu-controls-sdrnsole



ΤΩΡΑ ΤΟ FT 817 ΕΛΕΓΧΕΙ ΤΟ SDRCONSOLE μέσω του virtual TS-2000 και το ανάποδο.

Ham radio deluxe



An example of How to Measure RF-Power for QO-100 Narrow Band 2400 MHz Up-link for less than €100 (10W) or €170 (50W)

ver. 27.12.2019

Gian Piero de Medici (DO1BAB) gpdemedici@web.de

Thanks to Michael (DH5DAX) who shared with me the existence of the power meter used here.

I do not take any *responsibility* and I am *not liable* for any *damage.*

Distribute and copy freely, modify with permission only.

1. Equipment

A. RF-Power Power Meter

"8GHz RF Power Meter 1-8000Mhz OLED -55～-5 dBm + Sofware RF Attenuation Value" for example: https://www.ebay.de/i/392012282333 **€29 (Approximately)**

There are also other power meters, for example ones that measure up to 3 GHz, I have tested only the one above.

B. Attenuators

for example:

"10W SMA RF Fixed Attenuator 3GHz Connections 1–40dB Then by BECEN" https://www.amazon.de/dp/B07838TQCH/ref=twister_B078BJ4M7R?_encoding=UTF8&psc=1 **€30 each (Approximately)**

These attenuators have an impedance of 50 Ohm and work in the frequency range of up to 3GHz. An attenuator providing 40dB attenuation can be combined in series with say a second 6dB attenuator to reach for example 46dBm (the maximum rating of these attenuators is 10W).

...or…

"50 W N RF Fixed Attenuator 3GHz Connector 1 – 40dB Then by BECEN" https://www.amazon.de/gp/product/B07839RMLT/ref=ppx_od_dt_b_asin_title_s00?ie=UTF8&psc=1 **€60 each (Approximately)**

A 10dB 50W attenuator combined with a 40dB 50W attenuator allows measuring up to 30W, in this case attenuators like these that can take more than 10W are required. These use N type connectors.

c. A couple of SMA Pigtail Connectors or N type to SMA

€10 to €20 (Approximately)

I needed both male-to-male as well as male-to-female SMA and N-to-SMA connections. The cheap ones have more loss than the expensive ones but seem to do the job here.

2. Set Up overview (I recommend referring to the products' manuals)

1. Provide 5V Input to the Power Meter via USB
2. Switch ON
3. Set the "Offset" to the value of the attenuator(s) used
4. Set Frequency to the one used
5. Connect, Transmit in short burst

I find navigating the Menu, by pressing the buttons directly on the board, after a short while, intuitive.

3. Measuring

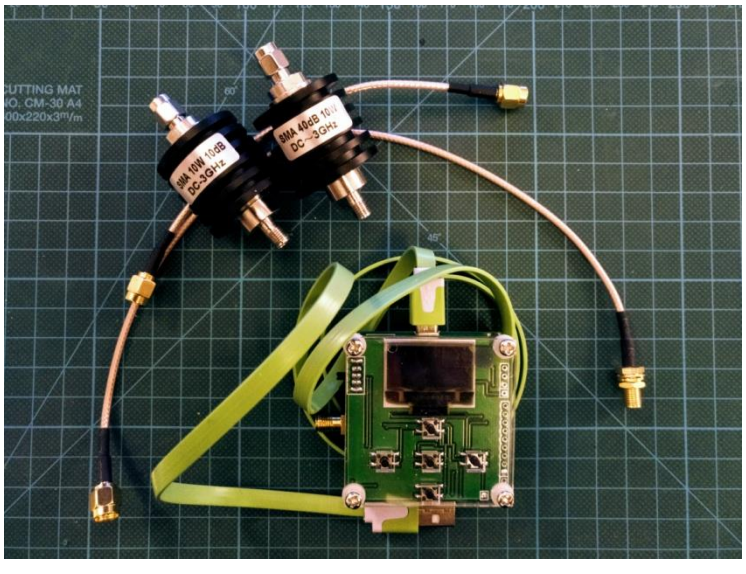
I make my measurements in FM. The Power Meter is rated like this:

-45～-5 dBm (max ～ 0.3 mW)

Examples of maximum measurable powers of **3-50W** are achievable via attenuation as per the table below (very approximate and rounded values to get a readable overview):

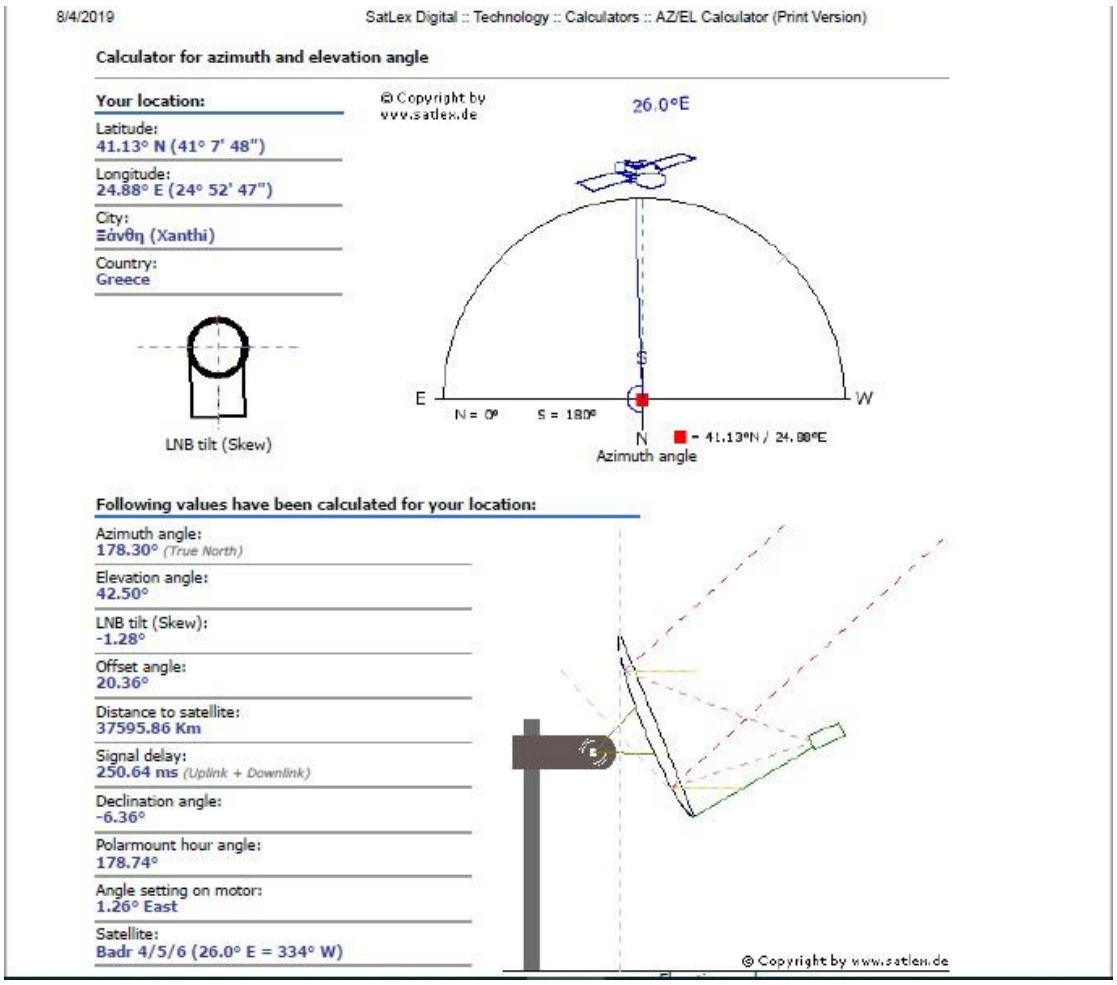
Max 10 W - limitation due to the 10W attenuator(s):
40 dB Attenuation: -5～35 dBm (～ 0,0003 ～+ 3 W)
46 dB Attenuation: 1～41 dBm (～ 0,0010 ～+ 10 W)

Max 50 W - limitation due to the 50W attenuators:
50 dB Attenuation: 5～45 dBm (～ 0,003 ～+ 30 W)
65 dB Attenuation: 20～55 dBm (～ 0,100 ～+ *300 W*) Max 50W as per attenuator's specs



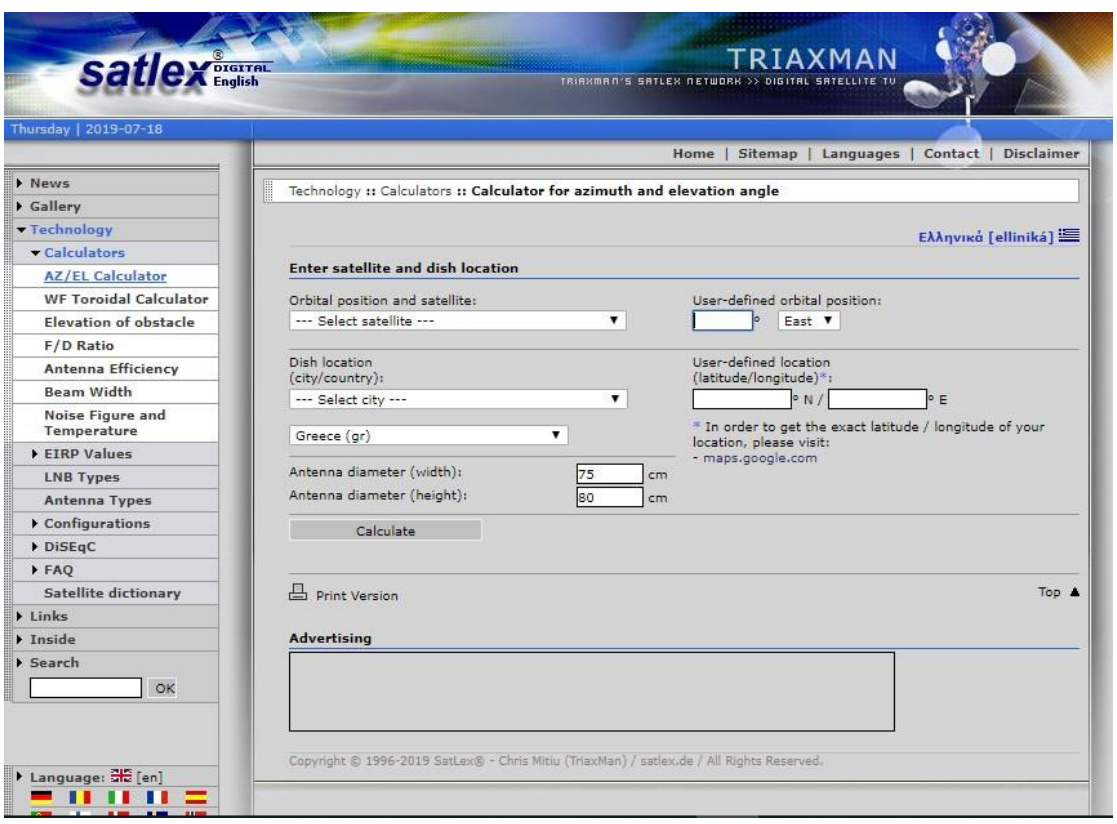
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟΥ ΚΑΤΡΟΠΤΟΥ

Συντεταγμένες για την ΞΑΝΘΗ



Link για το αντίστοιχο πρόγραμμα.

https://satlex.de/en/azel_calc.html

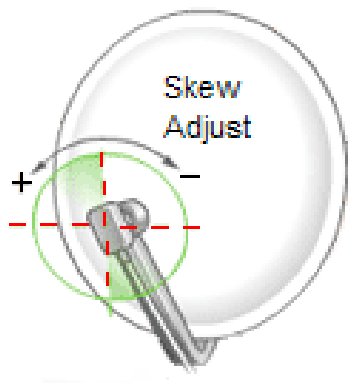


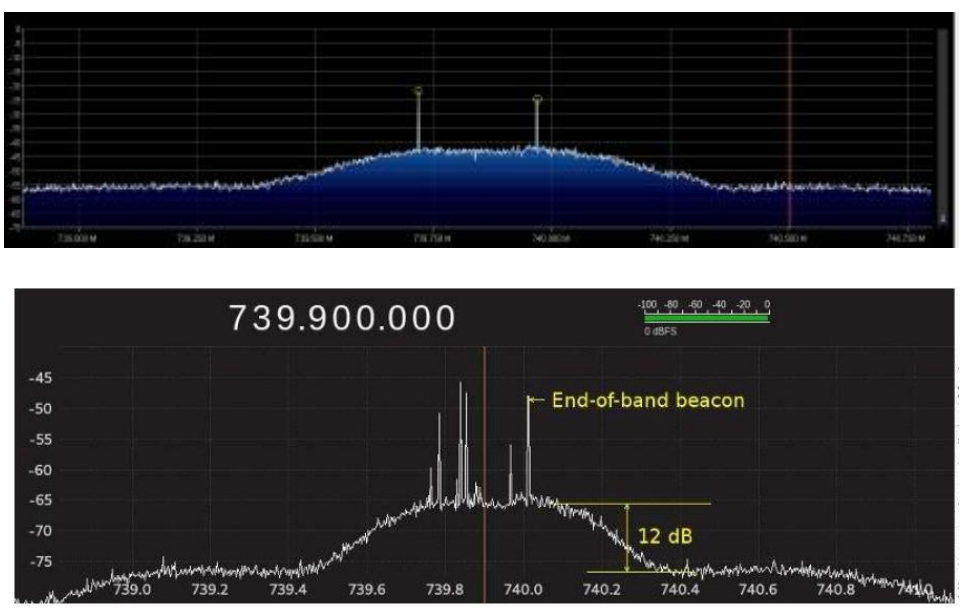
Οι τιμές του αζιμούθιου και της κλίσης που δηλώνονται για κάθε δορυφόρο, είναι οι απόλυτες τιμές και δεν αντιστοιχούν στις τιμές για την περιοχή που πρόκειται να τοποθετηθεί η κεραία μας.

Αυτές εξαρτώνται από τις συντεταγμένες της κάθε περιοχής. (longitude latitude)

Δηλώνοντας στο **on line** πρόγραμμα **satlex** το όνομα του δορυφόρου, την πόλη, την χώρα και τις δύο διαμέτρους της κεραίας του παραβολικού κατόπτρου, (διαφορετικοί διάμετροι εάν το κάτοπτρο είναι off set) (αργότερα θα αναφερθούμε λεπτομερέστερα στα διάφορα είδη κατόπτρων), παίρνουμε τις πραγματικές τιμές αζιμούθιου και κλίσης για την περιοχή μας.

Εάν στην λίστα των δορυφόρων που αναφέρονται στο πρόγραμμα **satlex** δεν υπάρχει ο δορυφόρος που μας ενδιαφέρει, στην προκειμένη περίπτωση **ES HAIL2 GEOSTAT,** (25,5 ανατολικά), τότε δηλώνουμε τον πλησιέστερο στον ουράνιο θόλο με τον **ES HAIL2 GEOSTAT** που είναι ο **BADR 4/5/6** και βρίσκεται στις 26 μοίρες ανατολικά. Το σφάλμα είναι ελάχιστο και διορθώνεται μετακινώντας μικρομετρικά το κάτοπτρο, όσον αφορά το αζιμούθιο, την κλίση και την γωνία του LNB, (skew) για την καλύτερη θέση του, στο σημείο εστίασης του κάτοπτρου (focus point). Παρατηρώντας την οθόνη του υπολογιστή, παίρνουμε το μέγιστο σήμα θορύβου, με διακριτά τα δύο beacons.



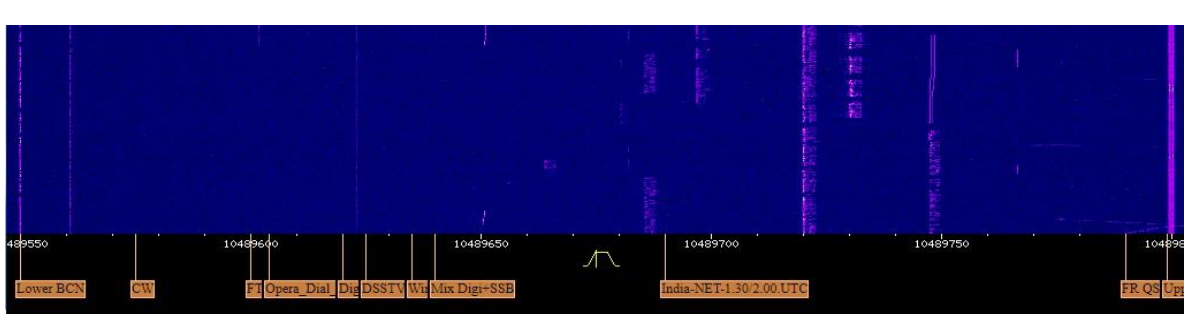


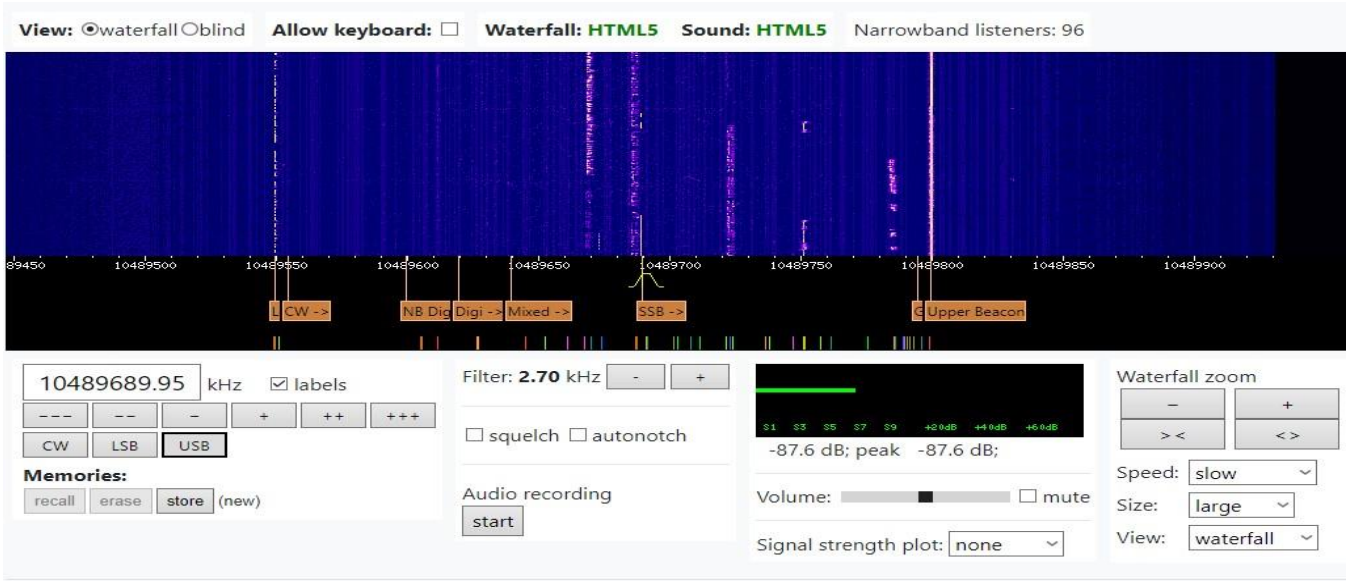
Μπορούμε να πιστοποιήσουμε ότι έχουμε κάνει lock στον σωστό δορυφόρο, κάνοντας ταυτόχρονα monitor τον δορυφόρο Oscar 100, στο internet στην διεύθυνση.

https://eshail.batc.org.uk/nb/

http://217.133.56.150:8901/

Για λήψη SSTV πρέπει να εγκαταστήσουμε ένα virtual audio cable . Κατά την διάρκεια λήψης SSTV στο Websdr επιλέξτε output device as virtual audio cable. In SSTV software configure input device as virtual audio cable.

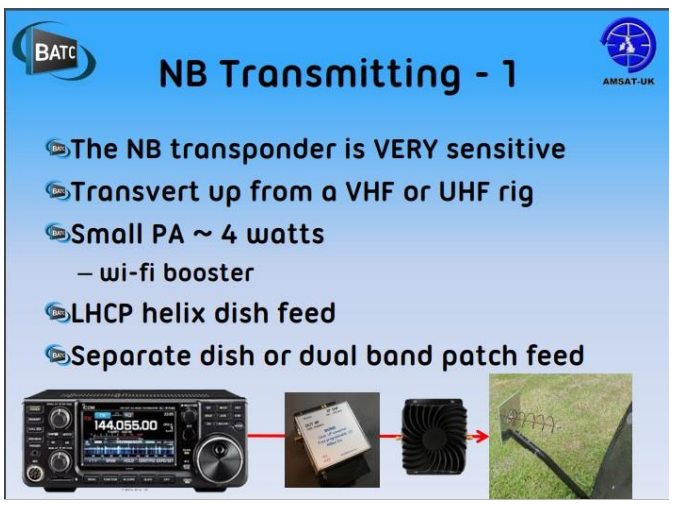


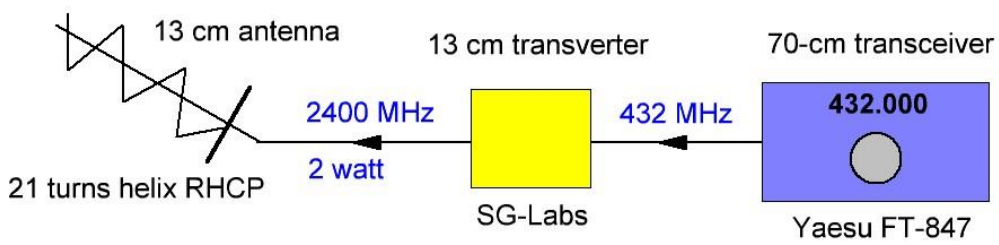


Για τον προσανατολισμό (αζιμούθιο, κλίση) του κατόπτρου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μία πυξίδα και ένα κλισίμετρο, η εναλλακτικά το κινητό μας τηλέφωνο τρέχοντας μία ελεύθερη εφαρμογή από το Play store.

Το πρόγραμμα **πυξίδα** είναι ελεύθερο και πολύ καλό, για την κλίση χρησιμοποίησα το επίσης ελεύθερο πρόγραμμα **Clinometer.**

F5UII – French Hamradio Station





OZ1BXM transmit chain

New DX-Patrol QO-100 Up converter MK2

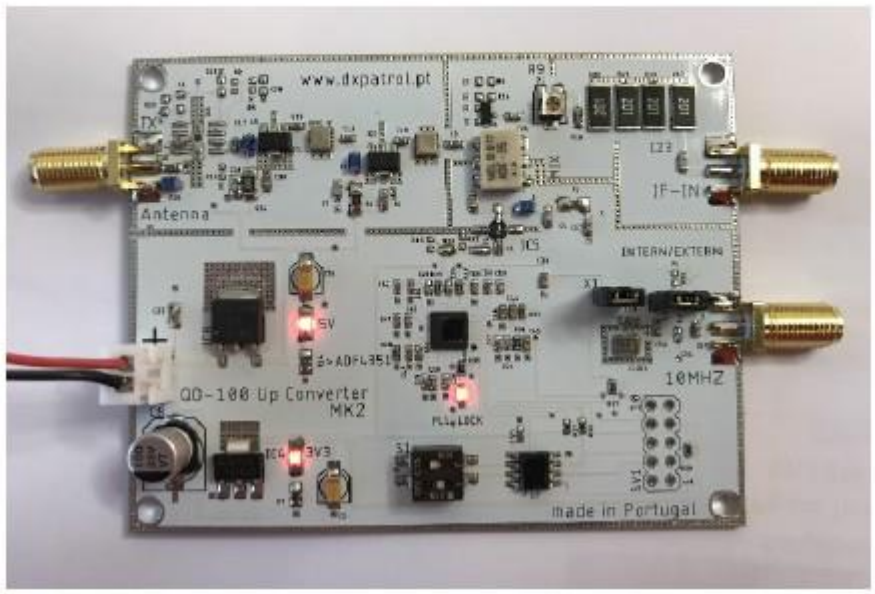
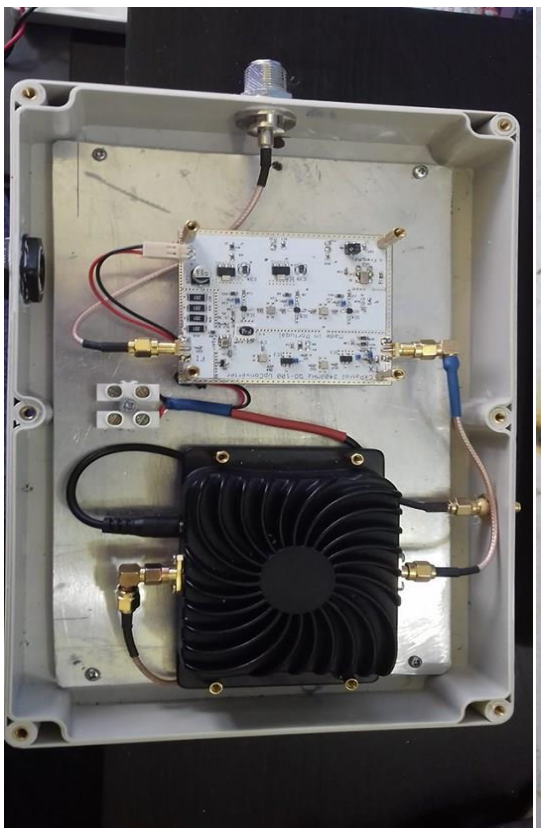
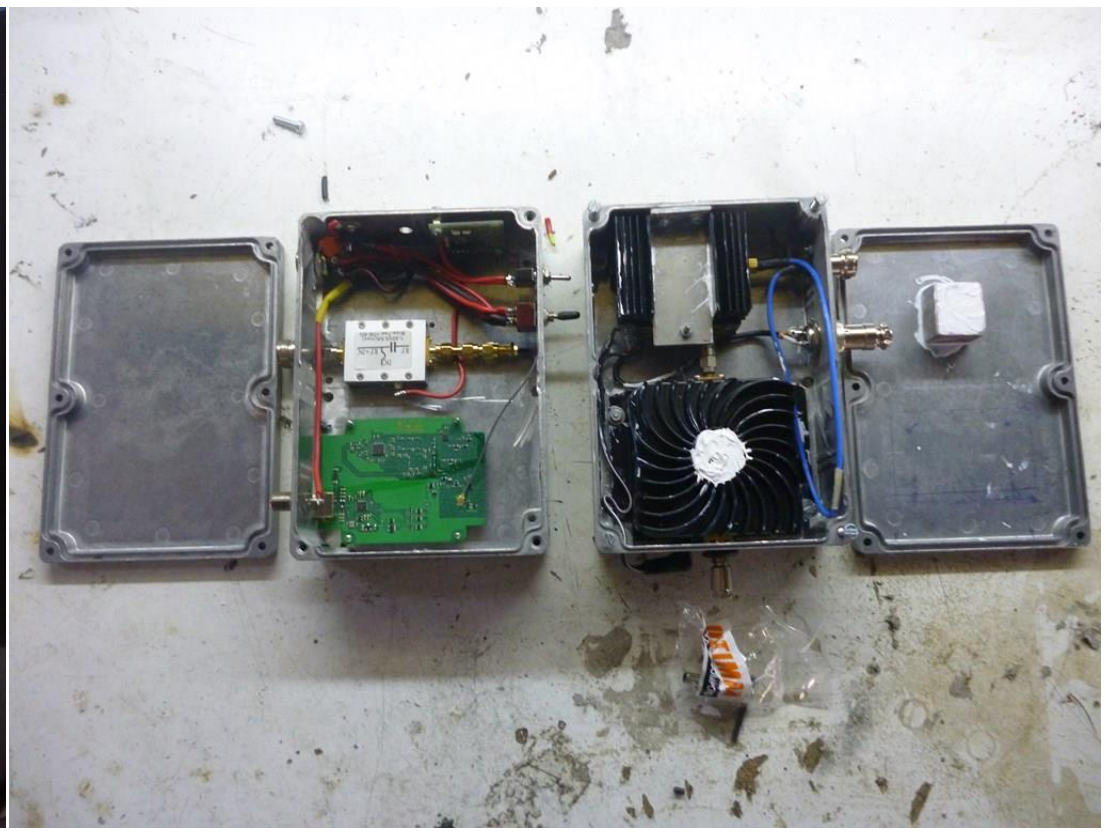


fig 1, Upconverter full assembled PCB

- Full lockable into a internal TCXO 10 Mhz reference or a external GPSDO
- Extreme accuracy and precision transmission frequency.
- Local Oscillator has 4 factory pre-programmed frequencies for 4 IF usages. (*see table*)
- Easy selection by dip switch (s1) on board.
- Clean and stable signal.
- Spurious emissions = < 50dB
- 100mW output 20dBm
- Local Oscillators uses a Analog Devices AF4351 synthesizer
- locked into **10MHz TCXO Clipped Sine Wave Oscillator Frequencies Stability 500ppb**
- power supply 10 to 15V
- Current consumption 300mA
- Dimensions: 84mm/65mm
- Connectors SMA
- PLL Lock red LED indication
- RF input 1 to 3 W (*6W absolute maximum*)

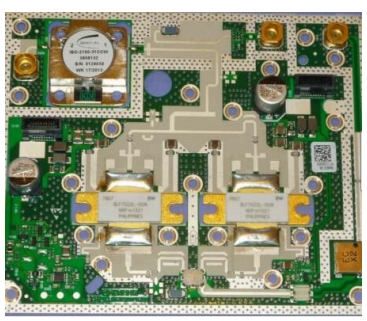
Ανάλογα με την έξοδο της συχνότητας από τον πομπό μας, επιλέγουμε την είσοδο στον up converter. (10 m , 2 m , 70 cm ,23 cm). Σε κάποιους γίνετε με software, ενώ σε άλλους με jumpers. **Ενδέχεται να χρειαστεί attenuator μεταξύ πομποδέκτη και up converter εάν η έξοδος του πομπού μας είναι μεγάλη και αυτό είναι απαραίτητο για να να μην κάψουμε τον up converter.**

Up converter και 8 watt linear

.

Είναι απαραίτητο το κουτί να είναι μεταλικό για την απαγωγή της θερμότητας στον ενυσχητή των 8 watts, παρατηρήσετε την ασπρη σιλικόνη στον ενυσχητή και το καπάκι για καλλίτερη επαφή.



SSPA 40W Power Amplifier module for 13cm 2320MHz 2400MHz DIY kit + manua

Εκπεμπόμενη ισχύς

Η uplink εκπομπή μας πρέπει να είναι η μικρότερη, αλλά και ικανή να διεγείρει τον transponder και με σήμα ίδιο και **χαμηλότερο** από το ίχνος του beacon.

Το web-based spectrum monitor θα επιτρέψει τους χρήστες να ρυθμίσουν την εκπεμπόμενη ισχύ.

Κανόνες εκπομπής

- **Not stronger than the Beacon**, keep your signal below Beacon level.
- **No FM mode** or any other modulation exceeding 2700 Hz bandwidth is allowed on the NB transponder.
- No digital FM modes like C4FM, DSTAR and others, same rule as above!
- No transmission below the lower CW beacon: the Amateur Satellites Service operate exclusively on a secondary basis in the band 2400-2450 MHz. You are responsibly for you own transmissions!
- No transmission above the upper PSK beacon.
- The NB transponder is a bent-pipe transponder and non-inverting.
- Uplink polarisation is RHCP (right-hand circular polarization).
- Downlink polarisation for the NB transponder is V (vertical linear polarization).
- Excessive signals might trigger LEILA warnings to remind you to reduce uplink power.
- Full-Duplex operation is mandatory (you must be able to monitor your own downlink while transmitting!)
- The Upper Beacon is modulated in 400 bit/s BPSK (similar to the P3-satellites).
- The beacons are generated by the groundstation and will carry additional operational or maintenance information.
- Remote operation over Internet (Gateway traffic) is undesirable and only permitted during disaster communication.

Βασικοί παράμετροι κεραιών

Η κεραία είναι συσκευή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία ακτινοβολεί και το ανάποδο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σαν κεραία εκπομπής, είτε σαν κεραία λήψης.

Συχνότητα

Μήκος κύματος

Σύνθετη αντίστασης

Vswr & ανακλώμενη ισχύ

Εύρος μπάντας

Εύρος γωνίας ακτινοβολίας μισής ισχύος

Πυκνότητα ακτινοβολίας

Γωνία ανύψωσης

Κέρδος και κατευθηντικότητα

Ισοτροπική ακτινοβολία

Πόλωση ακτινοβολίας

Διάγραμμα ακτινοβολίας

Πλευρικοί λοβοί

Μηδενικοί λοβοί

Λόγος εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού ακτινοβολία

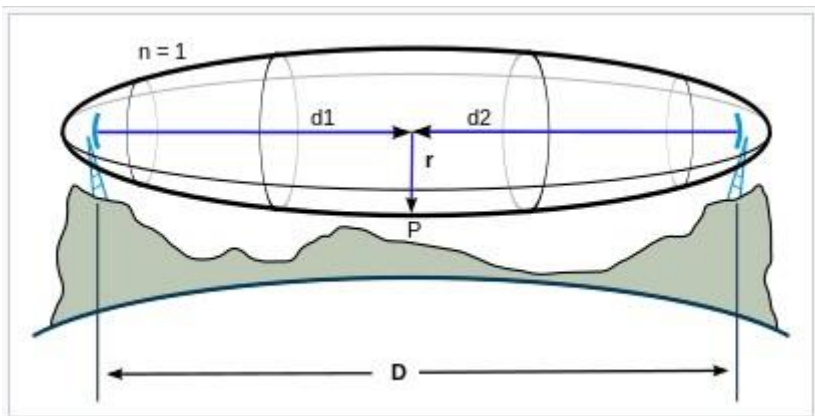
https://hackaday.com/2019/07/11/the-physics-behind-antennas/

Συνθήκες οριακής επαφής στην επιφάνια της Γής.

Η απόσταση *d* σε *km* και τα ύψη των κεραιών h_1 και h_2 σε *m*

$$d = 3{,}57(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

Προκύπτει ότι υπό συνθήκες οριακής οπτικής επαφής, ένα μέρος της ακτινοβολούμενης ενέργειας από την κεραία εκπομπής, εμποδίζεται από την επιφάνεια της γης. Η οπτική επαφή είναι εξασφαλισμένη μόνον όταν το μέγιστο μέρος της μεταδιδόμενης ενέργειας φτάνει στην κεραία λήψεως. Δεχόμαστε ότι αυτό συμβαίνει, όταν είναι ελεύθερο από εμπόδια ένα στερεό ελλειψοειδές εκ περιστροφής, το οποίο ονομάζεται **ελλειψοειδές του Fresnel**



Υπάρχουν ελεύθερα προγράμματα που μας δίνουν όλες τις παραμέτρους μιας παραβολικής κεραίας και οχι μόνο, τέτοια προγράμματα είναι .

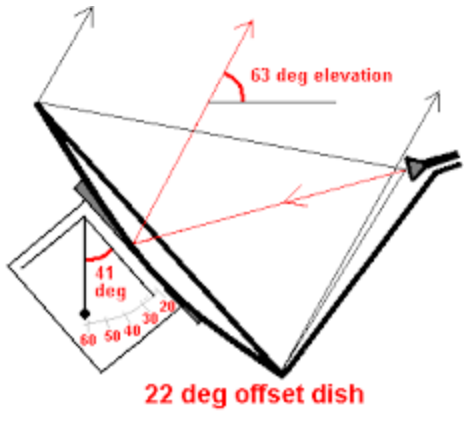
```
****************
*              *
*    HDL_ANT   *
*  version 2.1 *
*              *
****************
```

https://www.softpedia.com/dyn-postdownload.php/5a0816062c32f9361aa6dc41a32ca557/5d4bf7b9/348b0/4/1

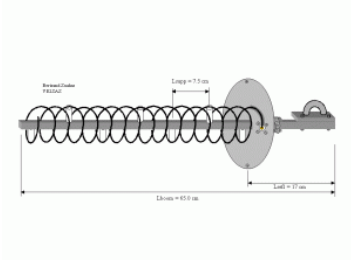
Αυτό το πρόγραμμα είναι ελεύθερο.

ΚΕΡΑΙΕΣ ΛΥΨΗΣ και ΕΚΠΟΜΠΗΣ για τον Es”Hail-2Geosat (QO-100) OSCAR 100

ΚΕΡΑΙΑ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟΥ ΚΑΤΟΠΤΡΟΥ

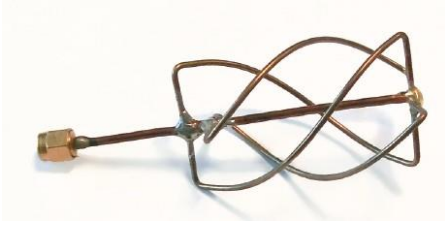


ΕΛΙΚΟΕΙΔΕΙΣ ΚΕΡΑΙΑ



PATCH ΚΕΡΑΙΑ με ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΚΟ.

QUADRIFILAR BACK FIRE ANTENNA



ΚΕΡΑΙΑ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟΥ ΚΑΤΟΠΤΡΟΥ

Η παραβολική κεραία αποτελείται από ένα μεταλλικό κάτοπτρο, που συμπεριφέρεται σαν ανακλαστήρας και την κεραία τροφοδότη που βρίσκεται στο σημείο εστίασης του κατόπτρου. (focus point f)

Η επιφάνια του μπορεί να κατασκευαστεί από διαφορετικά υλικά, αλουμίνιο η σίδηρο, πλέγμα αλουμινίου, η σιδήρου, με ανοίγματα στο πλέγμα, μικρότερου από το μήκος κύματος τις υψηλότερης ακτινοβολίας λήψης, η εκπομπής.

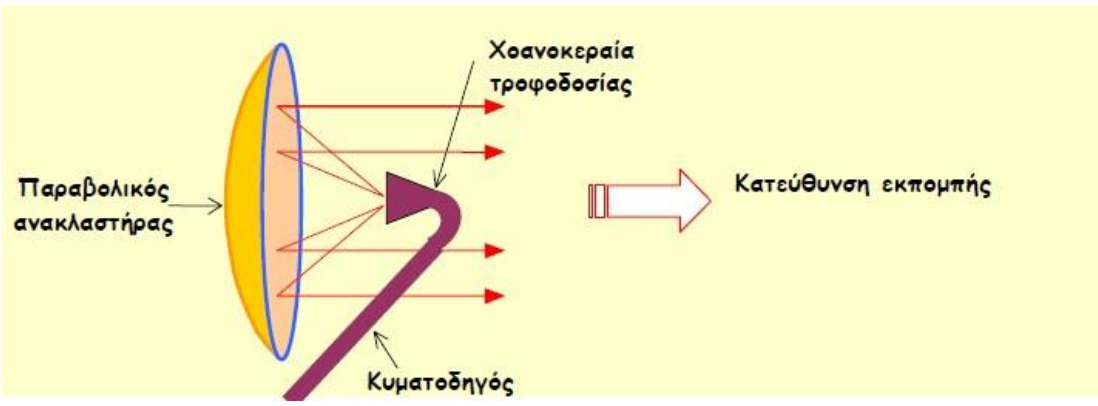
Αυτό είναι απαραίτητο, για να έχουμε πλήρη ανάκλαση και όχι απορρόφηση της ακτινοβολίας, (συντονισμό), λόγω του μήκους των οπών.

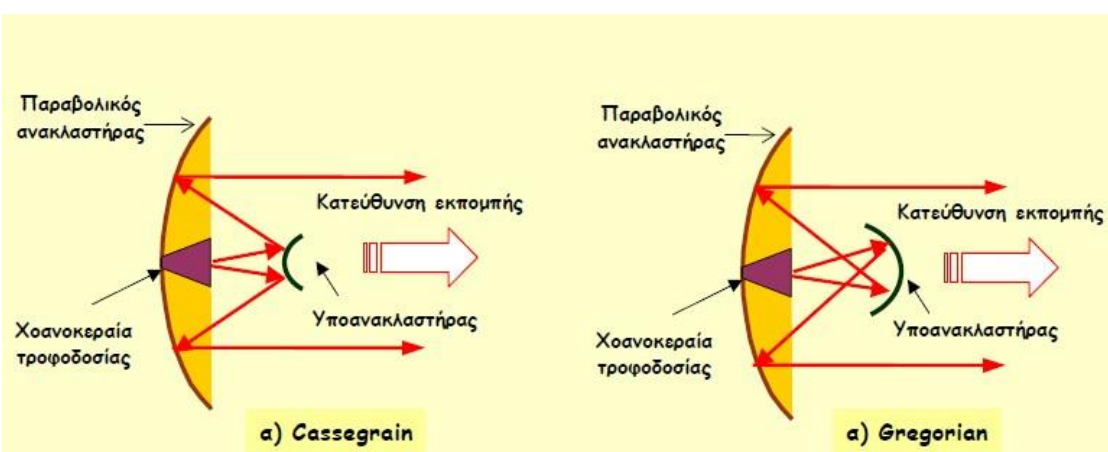
Η κατασκευή αυτή έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα, είναι ελαφριά και δεν συγκεντρώνει την θερμική ενέργεια του ήλιου, στο focus point του κατόπτρου που βρίσκεται το LNB , αυξάνοντας έτσι θόρυβο της μονάδας λήψης.

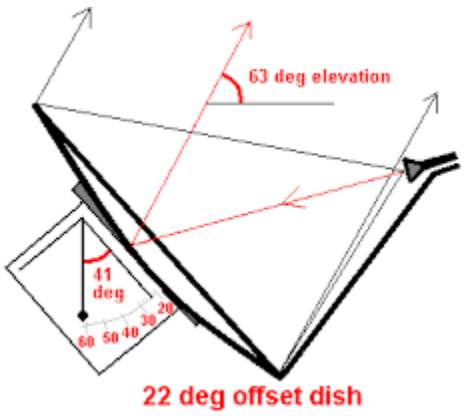
Μία άλλη μέθοδος κατασκευής είναι από fiberglass με επικάλυψη μετάλλου, μέθοδος που χρησιμοποιείται για την κατασκευή μεγάλων κατόπτρων, κάνοντάς τα πιο ελαφριά και που επίσης δεν συγκεντρώνουν την θερμική ακτινοβολία του ήλιου, γιατί η μεταλλική επιφάνεια βρίσκεται κάτω από το πρώτο στρώμα του fiberglass.

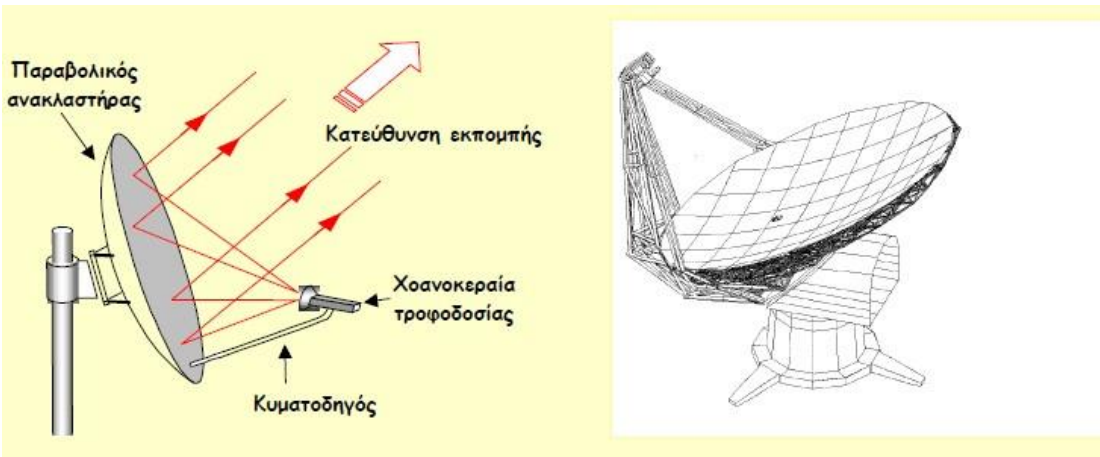
Και στις δύο περιπτώσεις κεραιών το χρώμα του κατόπτρου είναι ΜΑΤ για να μην αντανακλά την ηλιακή θερμότητα στο LNB.

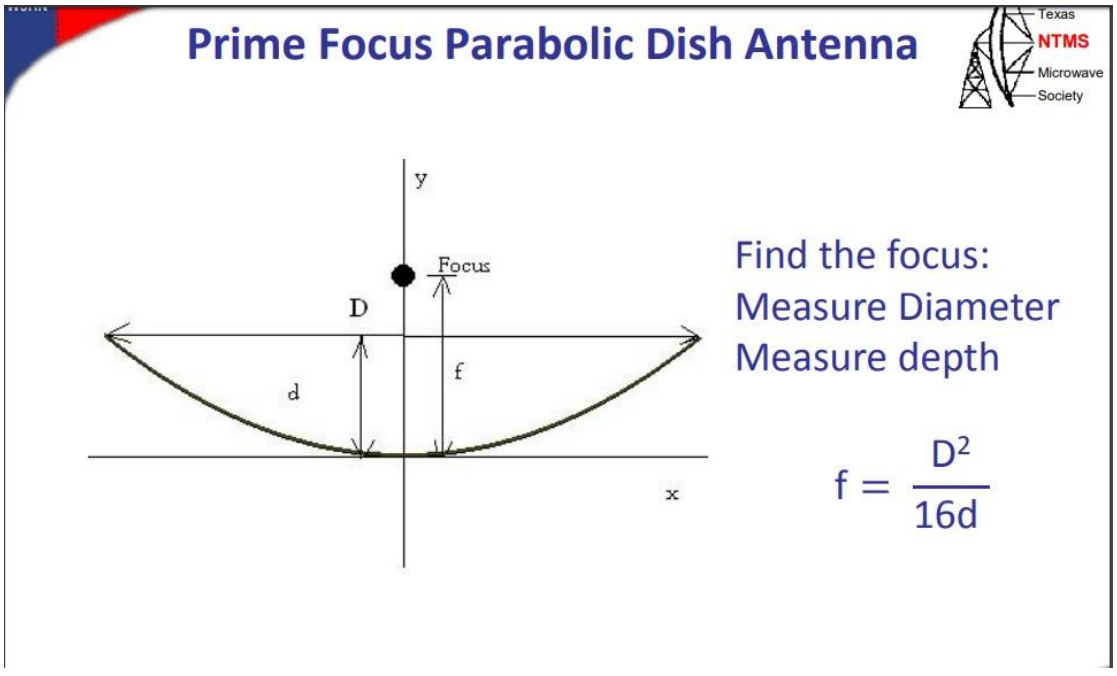
Υπάρχουν διάφοροι τύποι παραβολικών κεραιών **, prime focus, offset focus , cassegrain, Gregorian.**











Εάν συγκρίνουμε τις δύο πιο γνώστες παραβολικές κεραίες, (offset η prime focus) με την ίδια επιφάνια, η **offset** κεραία έχει την καλλίτερη απόδοση , διότι στην **prime focus antenna**, σκιάζεται το κέντρο του ανακλαστήρα, (vertex) από την κεραία τροφοδοσίας (feeder antenna), μειώνοντας την επιφάνεια ανάκλασης .

Λιγότερο ανακλώμενο σήμα, λιγότερη εκπομπής, η λήψης, μικρότερο gain.

Ενώ **η offset antenna** δεν παράγει καμία σκίαση.

Στις κεραίες μεγάλης επιφάνειας, το φαινόμενο αυτό δεν έχει και μεγάλη σημασία.

Κάθε παραβολική κεραία έχει την ταυτότητά της, όσον αφορά τον λόγω εστιακής απόστασης και διαμέτρου του κατόπτρου. Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε αυτή την σχέση, ώστε, να επιλέξουμε το είδος του feeder της παραβολικής κεραίας.

Έτσι πρέπει να βρούμε τις δύο διαστάσεις .

Την διάμετρο του δίσκου, **(D)** μας ενδιαφέρει μόνο, η ενεργή διάμετρος του κατόπτρου και το βάθος δυο δίσκου **(d)**

Εάν το κάτοπτρο έχει δύο διστάσεις, οριζόντια και κάθετη, (offset) επιλέγουμε την οριζόντια που συνήθως είναι και η μικρότερη.

Βάθος του δίσκου **(d).** Ττοποθετούμε τον δίσκο σε οριζόντια θέση, στρέφοντάς τον προς τον ουρανό, τοποθετώντας μία βέργα υποστηριζόμενη από τις άκρες του δίσκου και μετράμε το βαθύτερο σημείο.

Βρίσκουμε την εστιακή απόσταση, **(f) (focal length),** που είναι η απόσταση μεταξύ του κέντρου της επιφάνειας του δίσκου και του σημείου τροφοδοσίας που βρίσκεται η ενεργή κεραία. Ο τύπος που μας δίνει το **(f)** είναι.

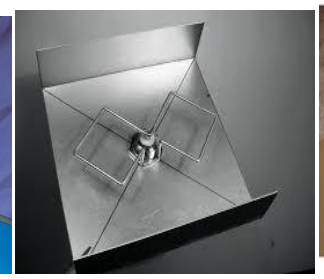
$$f = \frac{D^2}{16d}$$

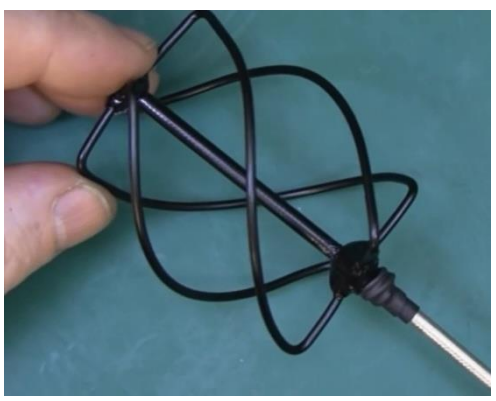
Γνωρίζοντας τον λόγο f/D , προσδιορίζουμε το εύρος ακτινοβολίας της ενεργής κεραίας και έτσι, επιλέγουμε τι είδους ενεργή κεραία θα χρησιμοποιήσουμε, ώστε να φωτίζει ακριβώς όλο τον δίσκο.

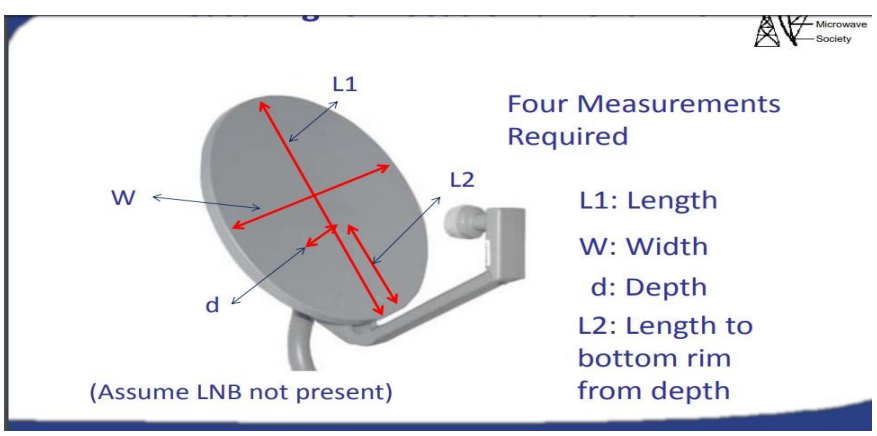
Όσο ο λόγος f/D γίνεται **μικρότερος**, τόσο **φαρδύτερη** γίνεται η γωνία εκπομπής της ενεργής κεραίας.

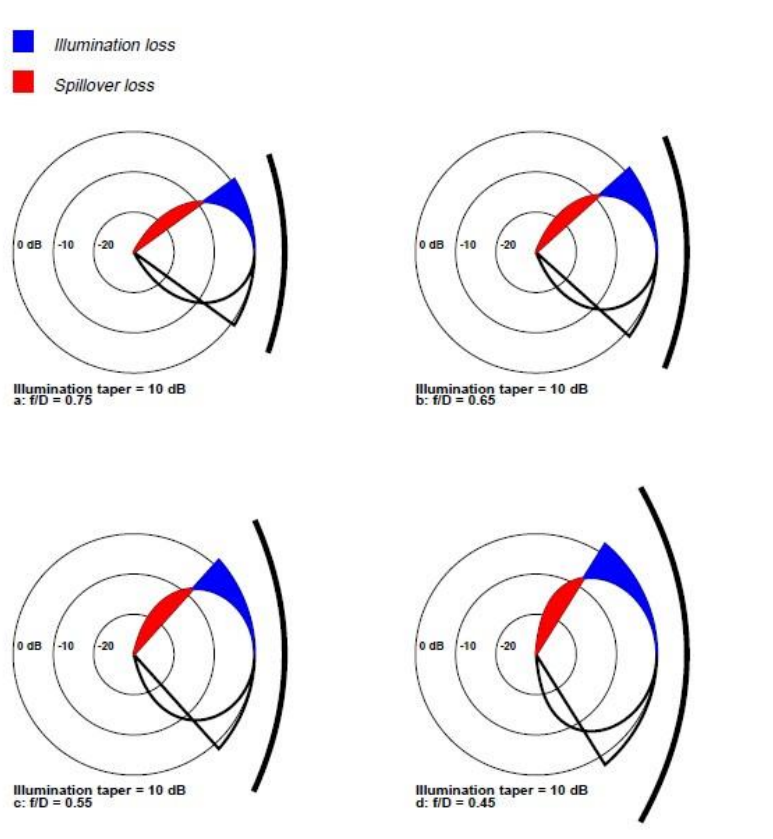
Τα είδη των ενεργών κεραιών μπορεί να είναι.

Ελικοειδείς κεραίες , κεραίες Χοάνης, Δίπολα , Patch antennas, κεραίες κυλίνδρου, biquad, quadrifilar antennas κλπ, όλες προσαρμοσμένες στο focus point.









Το focal ratio, (f) **είναι μικρότερο** από την τιμή 0.4 για τις παραβολικές κεραίες **prime focus.**

Μεταξύ 0.4 και 0.7 για τις offset.

Η κεραία τροφοδοσίας πρέπει να φωτίζει όλη την επιφάνεια του κατόπτρου και μόνο αυτή, έτσι έχει μεγάλη σημασία να βρίσκεται ακριβώς στο σημείο εστίασης. Εάν ο δίσκος **υπέρ** φωτίζεται, τότε η λήψη μας έχει θόρυβο, ανεπιθύμητο για αυτές τις συχνότητες.

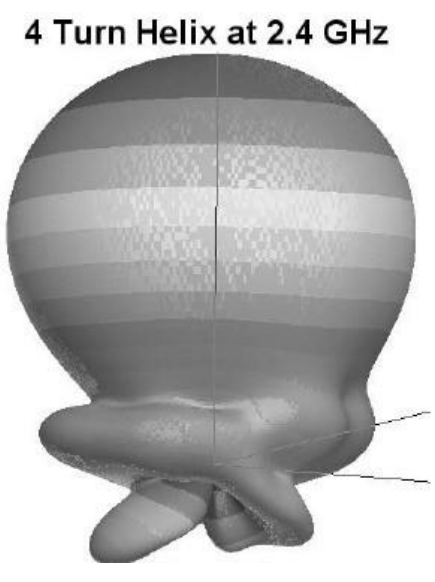
Εάν **υπό** φωτίζεται μικραίνει η απόδοση της κεραίας μας , γιατί **μέρος** της επιφάνειας του δίσκου δεν χρησιμοποιείται.

Ελικοειδής κεραία τεσσάρων ελικόσεων.

Μια ελικοειδή κεραία 4 ελικόσεων, με pitch 12.5 μοίρες και ανακλαστήρα με διάμετρο 0.94λ, έχει απόδοση πάρα πολύ καλή, 77% στο κέντρο της συχνότητας των 2.4 GHz.

Με **f/D** 0.69, η αναμενόμενη απόδοση να είναι > 60%

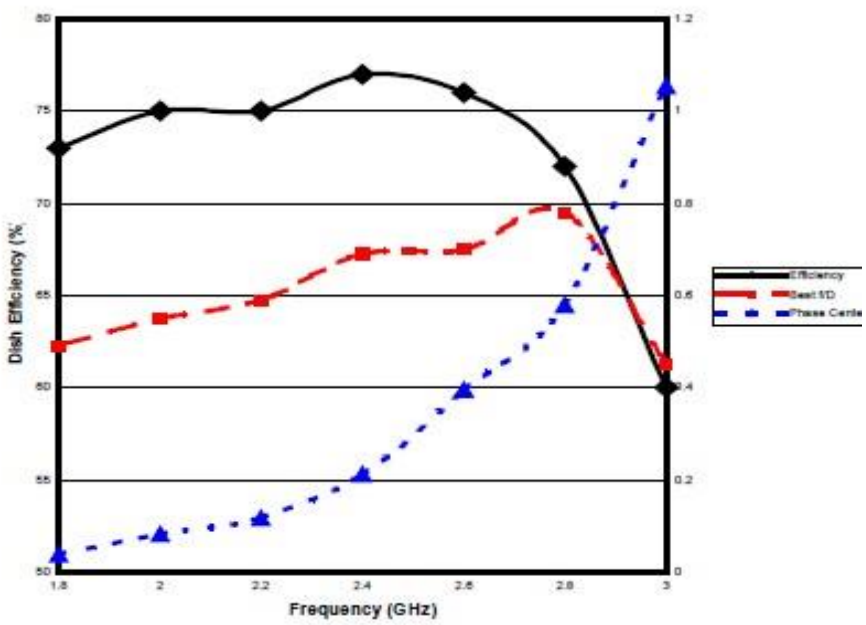
Το τρισδιάστατο διάγραμμα ακτινοβολίας, μας δείχνει ένα καθαρό διάγραμμα με μικρούς πλευρικούς λοβούς.



Turns	10dB Beamwidth
2.25	116
2.75	107
3.25	95
3.75	88
4.25	85
4.75	81
5.25	78
5.75	74
6.25	71
6.75	69
7.25	66
7.75	64

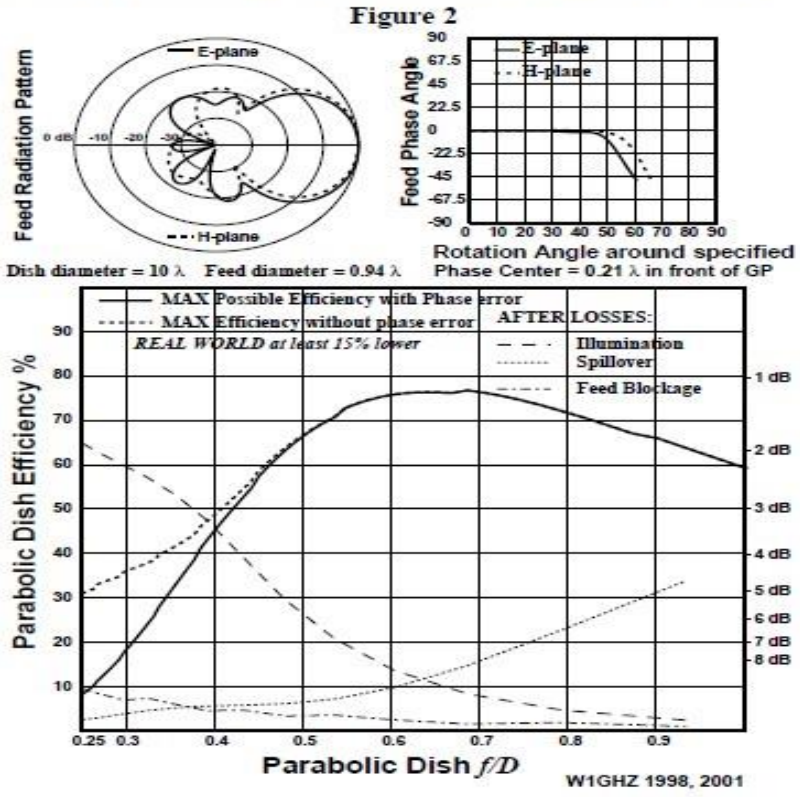
The bandwidth of the helical feed can be seen from calculated radiatio
patterns over a 50% bandwidth, from 1.8 to 3.0 GHz, shown in Figure

Figure 5: Helix feed - 4 turns, 12.5 deg, 0.94 lambda GP

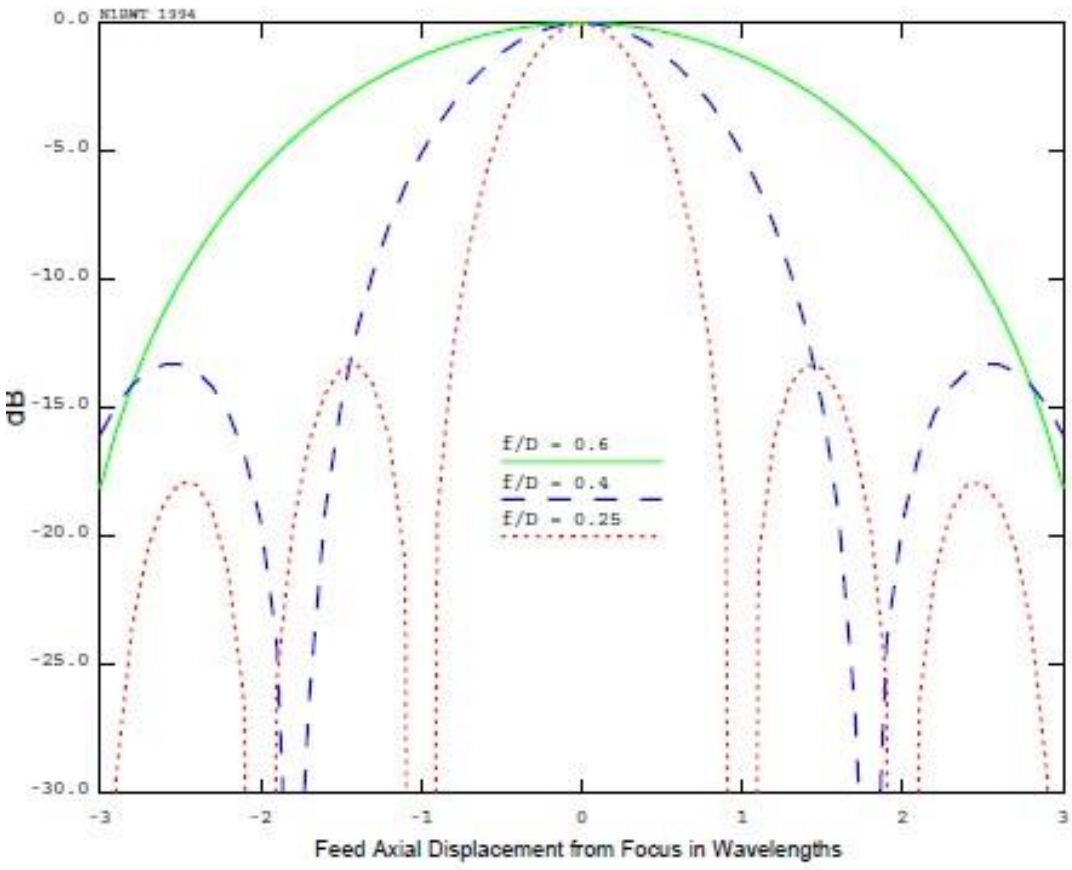


Helix Feed 4 turns 12.5° with 0.94λ GP diameter at 2.4 GHz

Figure 2



Προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για το τρισδιάστατο διάγραμμα ακτινοβολίας είναι το, **Zeland Fidelity @ Ansoft HESS,** όπως και το πρόγραμμα **NEC2 .**



Το σφάλμα ρύθμισης της εστιακής απόστασης κατά 6 χιλιοστά, επηρεάζει άμεσα το Gain της κεραίας 60 εκατοστών στα 10 GHz .

Με f/D = 0.39 οι μεταβολές του Gain είναι.

Measured effect of focal length error at 10 GHz:

Feed distance	Relative gain
8.125”	-0.6 dB
8.250”	0 dB
8.375”	-0.3 dB
8.625”	-1.7 dB

Για τα 2.4 Ghz, το σφάλμα ρύθμισης της εστιακής απόστασης είναι της τάξης των 24 χιλιοστών.

Το **Gain** παραβολικής κεραίας μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο.

$$G_{dBi} = 10\log_{10}\left(\eta\frac{4\pi}{\lambda^2}A\right)$$

όπου **A** η επιφάνεια του κατόπτρου**, η** η απόδοση της κεραίας.

$$\mathbf{A = \pi r^2}$$

(50%) είναι μια καλή τιμή για τους πρώτους υπολογισμούς.

r η ακτίνα του κατόπτρου.

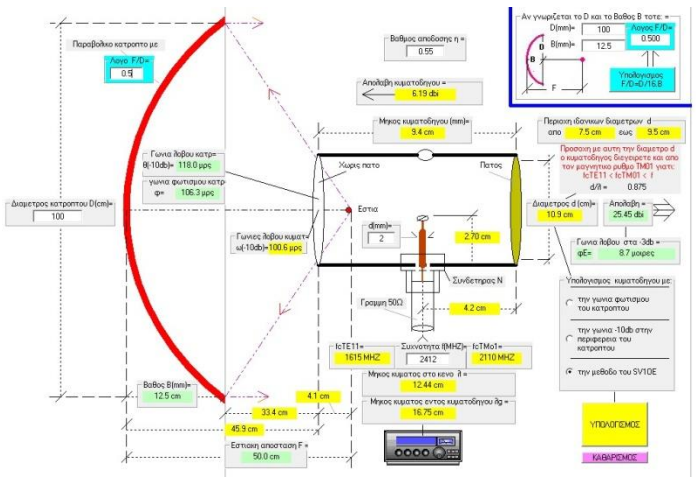
Κάθε φορά που η διάμετρος δυο δίσκου διπλασιάζεται, το κέρδος της κεραίας τετραπλασιάζεται. (6 db.) Έτσι εάν και οι δύο κεραίες, (εκπομπής και λήψης) διπλασιάσουν την διάμετρό τους, το κέρδος είναι 12 db.

2.4 GHz Gain

0.6m 21-22 dB
0.9m 24.5-25.5 dB
1.2m 27-28 dB
1.5m 29-30 dB
1.8m 30.5 - 31.5 dB
2.4m 33-34 dB

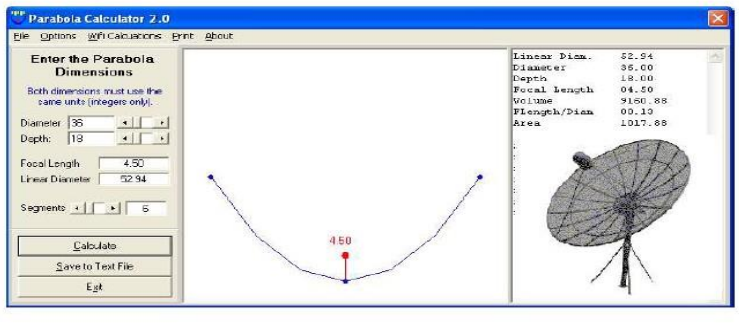
Πολύ καλό πρόγραμμα για παραβολικές κεραίες, είναι του συναδέλφου **SV1BYO,** με διέγερση από κυλινδρικό κυματοδηγό

. **Parabola Calculator for Satellite Dish Antenna Designe**



Parabola Calculator for Satellite Dish Antenna Design

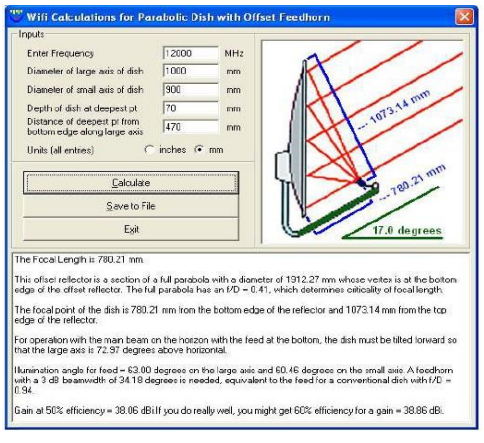
18 Comments ↓



http://www.sv1cim.gr/software

http://www.electronicecircuits.com/electronic-software/parabola- **calculator-for-satellite-**

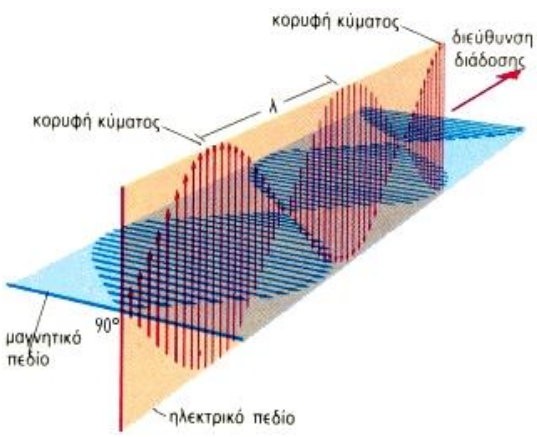
https://www.satellite-calculations.com/Satellite/gain_bw.htm



Εύρεση με ακρίβεια της θέσης του σημείου εστίασης του feeder (lnb+κεραία εκπομπής για τα 2.4 Ghz), χρησιμοποιώντας την ανάκλαση του Ήλιου, στους πέντε μικρούς καθρέφτες πάνω στο παραβολικό κάτοπτρο.

ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ @ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΚΥΚΛΙΚΗ ΠΟΛΩΣΗ

Η επιλογή της πόλωση της κεραίας έχει πολύ μεγάλη σημασία, τα συστήματα επικοινωνίας χρησιμοποιούν κάθετη, οριζόντια, η κυκλική πόλωση.



Κάθετη πόλωση

Σε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, το επίπεδο του ηλεκτρικού πεδίου είναι κάθετο στο επίπεδο του μαγνητικού πεδίου, όταν το ηλεκτρικό πεδίο είναι **κάθετο** προς το επίπεδο της Γής, τότε έχουμε κάθετη πόλωση.

Οριζόντια πόλωση

Όταν το ηλεκτρικό πεδίο είναι **οριζόντιο** προς το επίπεδο της Γής , τότε έχουμε οριζόντια πόλωση.

Η κάθετη αλλά και η οριζόντια πόλωση χαρακτηρίζεται σαν **γραμμική πόλωση**.

Κυκλική πόλωση

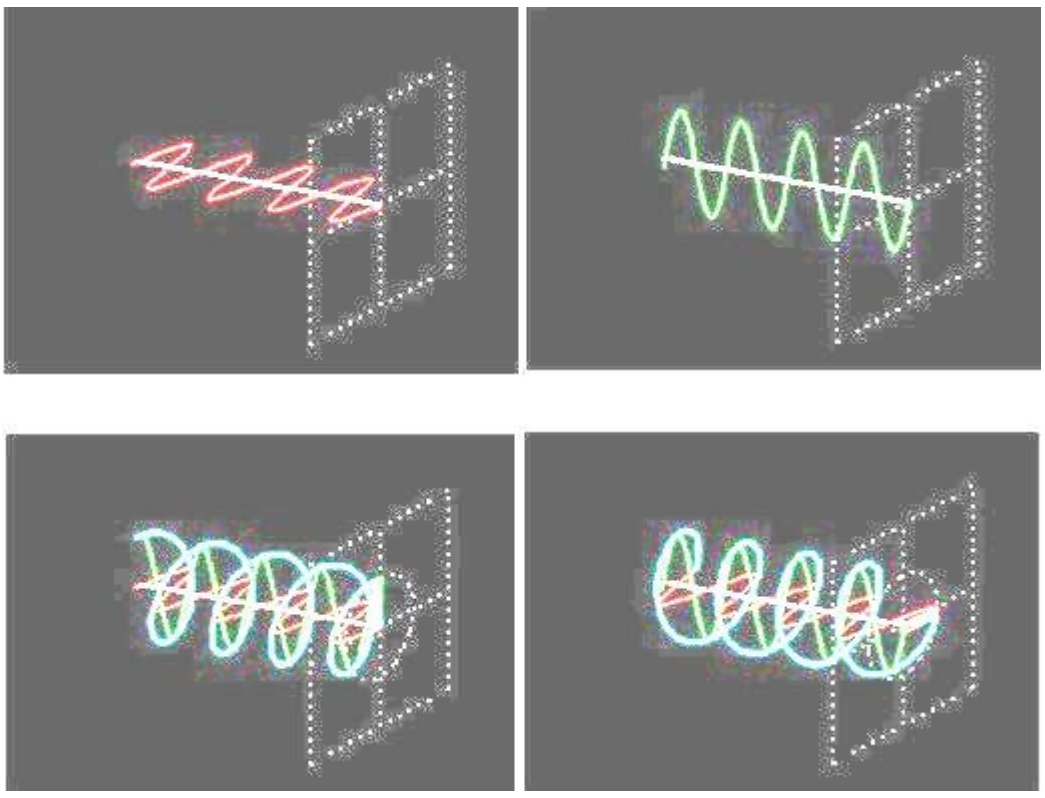
Στην κυκλική πόλωση η ενέργεια εκπέμπεται στο **οριζόντιο** , **κάθετο** όπως και στα **ενδιάμεσα επίπεδα** και προς την **διεύθυνση ακτινοβολίας.** Έχει μεγάλη σημασία η κεραία λήψης και εκπομπής να έχουν την ίδια πόλωση, μια διαφορά στην πόλωση κατά 45 μοίρες, θα μειώσει την ένταση του σήματος κατά το μίσο, 3 db , ενώ κατά 90 μοίρες κατά 30 db.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι μια κεραία **κυκλικής** πόλωσης θα επικοινωνήσει με μια κεραία **γραμμικής** πόλωσης, (κάθετη η οριζόντια πόλωση) με απώλεια μέχρι και 3 db, όμως θα **επικοινωνήσει.**

Σε αντίθετη περίπτωση, μια κεραία οριζόντιας πόλωσης, με μια κεραία κάθετης πόλωσης, δεν θα επικοινωνήσει, και ας βρίσκονται στη ίδια συχνότητα.

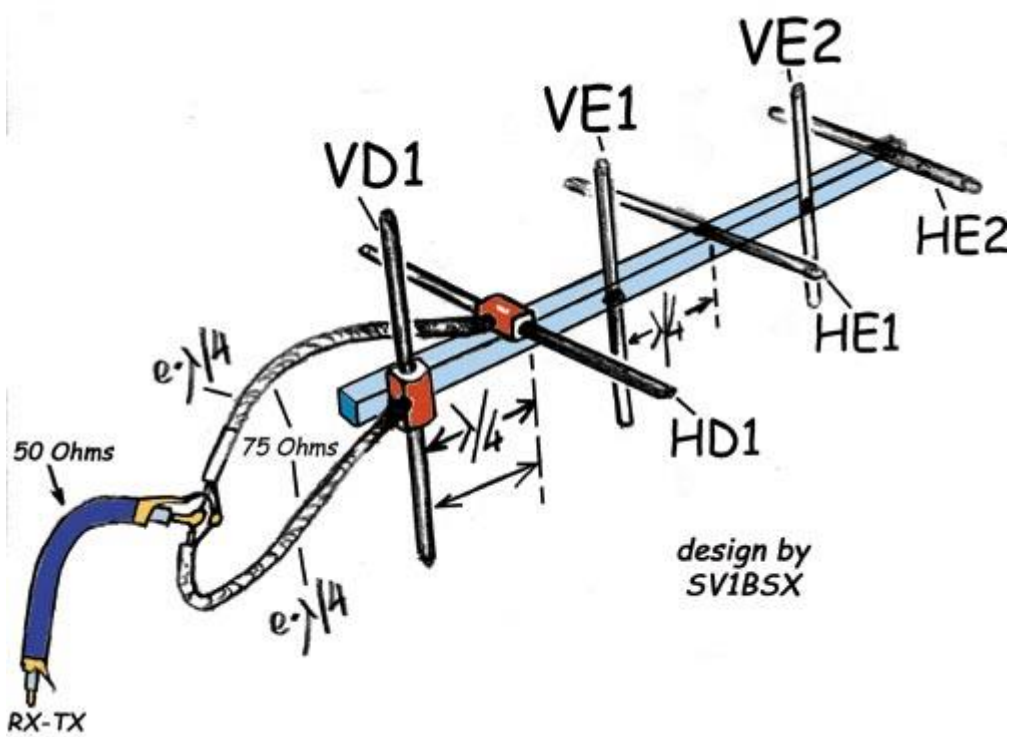
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΑΣΘΕΝΙΣΗΣ ΣΗΜΑΤΟΣ ΛΟΓΩ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΟΛΩΣΕΩΝ

	Horizontal	Vertical	RHCP	LHCP
Horizontal	0	30	3	3
Vertical	30	0	3	3
RHCP	3	3	0	30
LHCP	3	3	30	0



Στην κυκλική πόλωση πρέπει να συνυπάρχουν τρείς καταστάσεις.

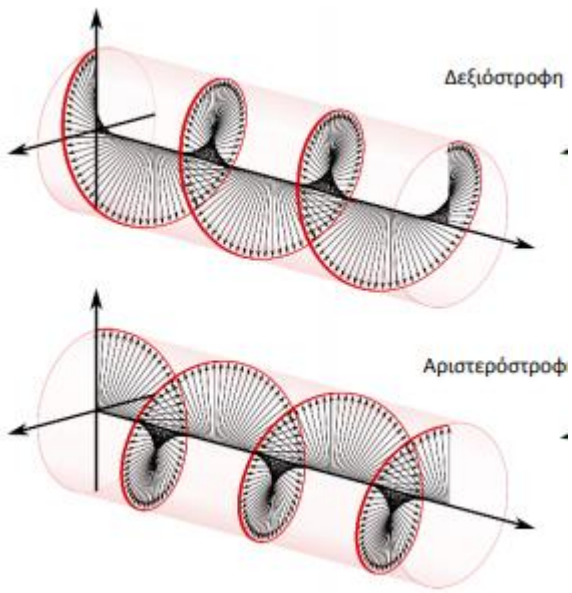
1 διαχωρισμός του σήματος σε δύο ιδία σήματα.
(Ο διαχωρισμός του σήματος στο μισό μπορεί να γίνει με ένα διαιρέτη ισχύος. (Wilkinson power divider)).
2 Τροφοδοσία του ενός σήματος στον οριζόντιο **χ** άξονα και το άλλο στον κάθετο **Y** άξονα.
3 Αλλαγή της φάσης κατά 90 μοίρες σε ένα από τα δύο σήματα.



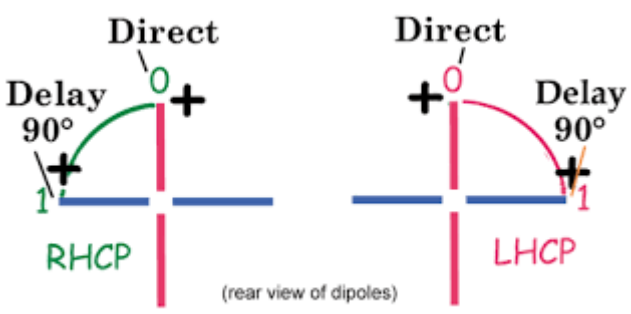
4
Σε αυτή την διάταξη, η διαφορά φάσης κατά 90 μοίρες επιτυγχάνεται, μετακινώντας κάθε στοιχείο της οριζόντιας κεραίας , ακριβώς κατά (λ/4).
Με αυτή την μέθοδο δεν είναι απαραίτητη η χρήση συστήματος ομοαξονικών καλωδίων, σαν Matching -stab .
Χρησιμοποιούμε έναν απλό power splitter, που μοιράζει την ισχύ**, ίσια**, στις δύο κεραίες .
Είναι μία από τις μεθόδους να πάρουμε διαφορά φάσης 90 μοίρες, σε δύο κεραίες, (δίπολα, yagi, quad, loop) επιτυγχάνοντας κυκλική πόλωση.
Παραθέτουμε πληροφορίες για καλλίτερη κατανόησης κυκλικής πόλωσης, από το άρθρο του **συναδέρφου sv1bsx**
Αναφερόμενο στις cross yagi antennas.

https://www.qsl.net/sv1bsx/antenna-pol/polarization.html

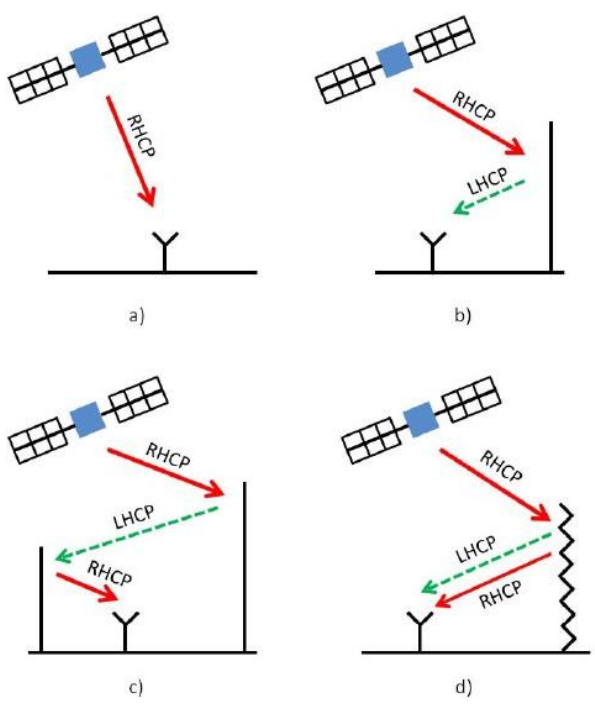
Είναι συνηθισμένο στο ίδιο carrier να υπάρχουν δύο κανάλια , σε γραμμική πόλωση, το ένα σε **κάθετη** πόλωση και το άλλο σε **οριζόντια**, η σε κυκλική πόλωση, το ένα **LHCP** και το άλλο **RHCP**, με isolation μεταξύ τους 30 db.



Στην κυκλική πόλωση, δύο σήματα με διαφορετική περιστροφή, (RHCD – LHCP) έχουν εξασθένιση μεταξύ τους είναι 30 db.



Να σημειώσουμε, για κάθε ανάκλαση του κυκλικά πολωμένου σήματος, η περιστροφή του αλλάζει από (LHCP σε RHCP η RHCP σε LHCP)



Για κάθε **διπλή** ανάκλαση του σήματος η περιστροφή του παραμένει η ίδια.

Σχήμα (c , d), έτσι το εξερχόμενο σήμα από τον feeder, όταν θα ανακλαστεί στο παραβολικό κάτοπτρο, θα αντιστραφεί η περιστροφή του, για αυτό πρέπει να προσέξουμε **τι** περιστροφή θα δώσουμε στην κυκλική πόλωση της κεραίας εκπομπής προς το παραβολικό κάτοπτρο.

Για τον Oscar 100 χρίζεται εκπομπή σε πόλωση RHCP, άρα ο feeder πρέπει να εκπέμψει σε LHCP, αφού μετά την ανάκλασή του στον δίσκο θα μετατραπεί σε RHCP.

Η συχνότητα f ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι σταθερή, ανεξάρτητου μέσου διάδοσης, ενώ η ταχύτητα **c** εξαρτάται από το μέσο διάδοσης.

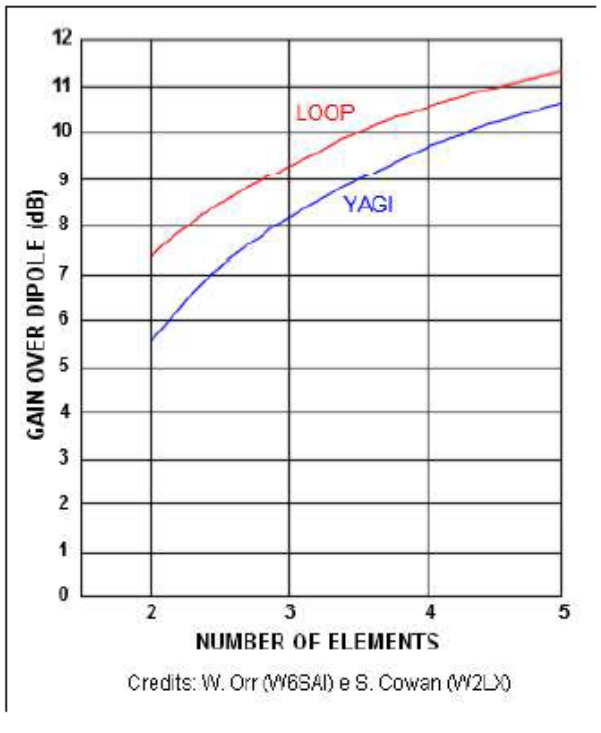
Από τη σχέση λ = c/f. Προκύπτει το συμπέρασμα ότι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα έχει διαφορετικά μήκη κύματος σε διαφορετικά μέσα διάδοσης.

Loop yagi Antenna.

Υπερέχει σε σχέση με την γραμμική yagi, με τον ίδιο αριθμό στοιχείων, στο αυξημένο gain και bandwidth.

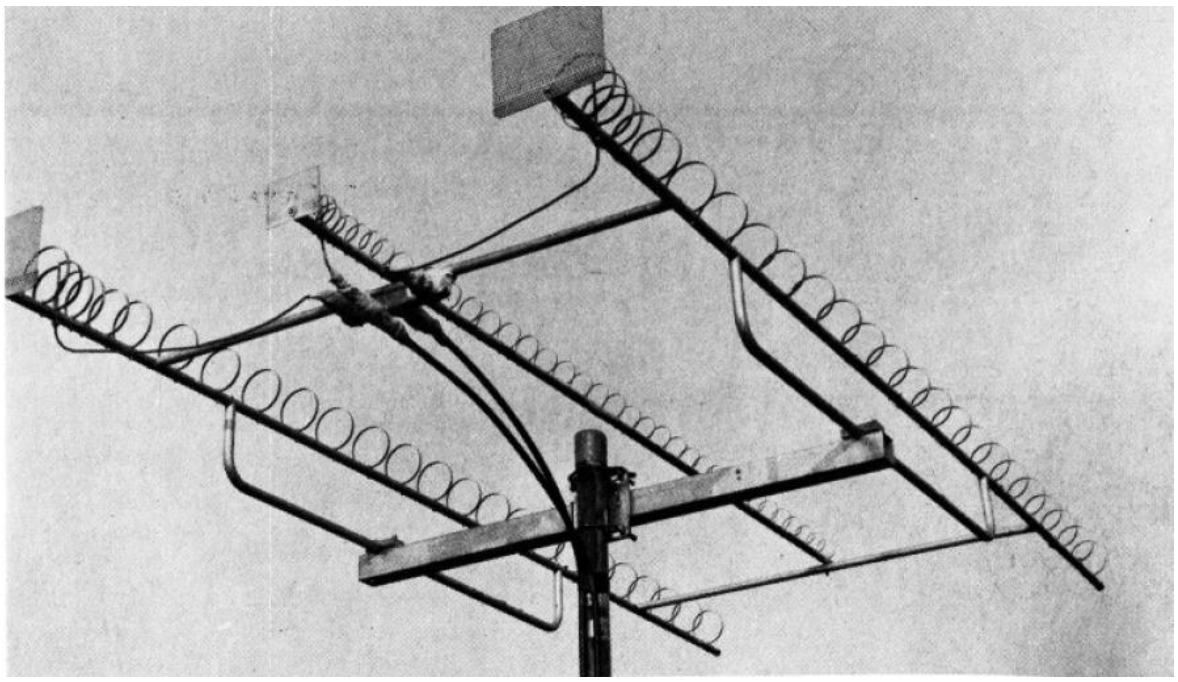
Gain

Usually a Loop antenna exhibits a higher gain than a Yagi antenna with the same number of elements (see W. Orr W6SAI and S. Cowan W2LX)



Ενεργοποιήσ
Μετάβαση στις ρ
Windows.

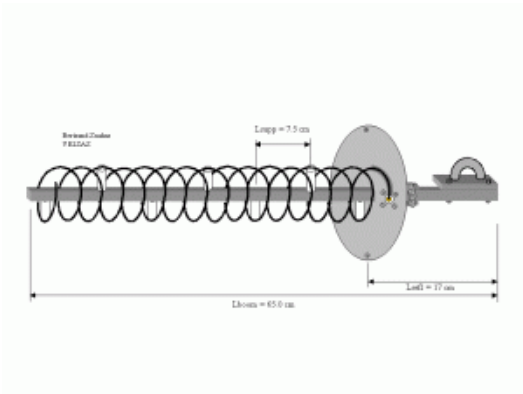
Taken from the ARRL Antenna Book (ed. 21), what follows is an interesting diagram which compares two 5-element/21 MHz having the same boom length (abt. 8,5 m.) and a 3 el. Loop with a 4 el Yagi on 20 m.



Ελικοειδής κεραία

Η ελικοειδής κεραία είναι μια κεραία οδεύοντας κύματος, έχει μοναδικές ιδιότητες, **μεγάλο κέρδος**, **μεγάλο εύρος λειτουργίας συχνοτήτων** και πάνω από **όλα κυκλική πόλωση**, που την καθιστά μοναδική για τις δορυφορικές επικοινωνίες.

Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κεραία τροφοδοσίας για τις παραβολικές κεραίες μεγάλου κέρδους, με κυκλική πόλωσης. Έχει μόνο ένα μειονέκτημα , δεν μπορεί να αντιστραφεί το είδος της κυκλικής πόλωσης (αριστερόστροφη σε δεξιόστροφη και το ανάποδο).



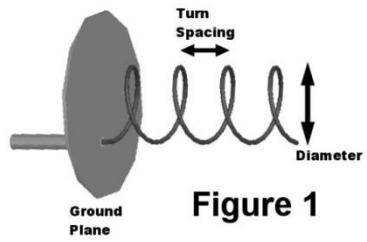


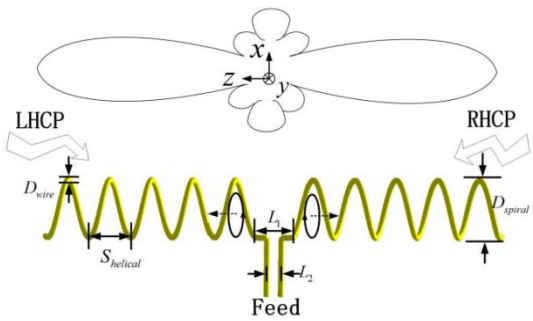
Figure 1

Το κέρδος μιας ελικοειδούς κεραίας εξαρτάται από τον αριθμό των στροφών και μπορεί να φτάσει μέχρι 15 db για ένα μήκος περίπου **7λ.**

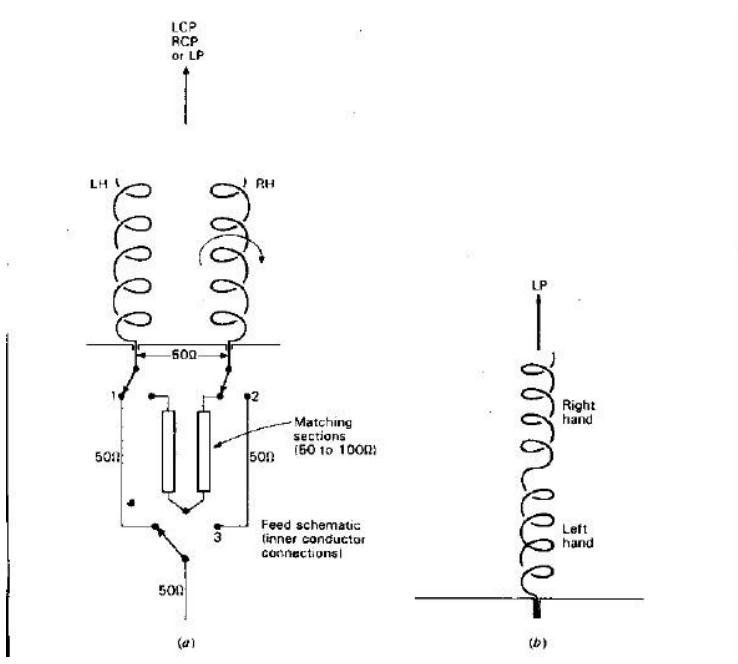
Οι δορυφορικές εφαρμογές απαιτούν κεραίες , με μεγάλο κέρδος (25 και 30 db).Φυσικά ο δίσκος χρειάζεται κεραία τροφοδοσίας, μια κοντή ελικοειδής κεραία, είναι ιδανική, παρέχει κυκλική πόλωση και bandwidth πόλων μοιρών, ώστε να εφαρμόζει η ακτινοβολία απολύτως στα όρια του κατόπτρου, χωρίς ούτε να **υπερφωτίζει** η να **υποφωτίζει.**

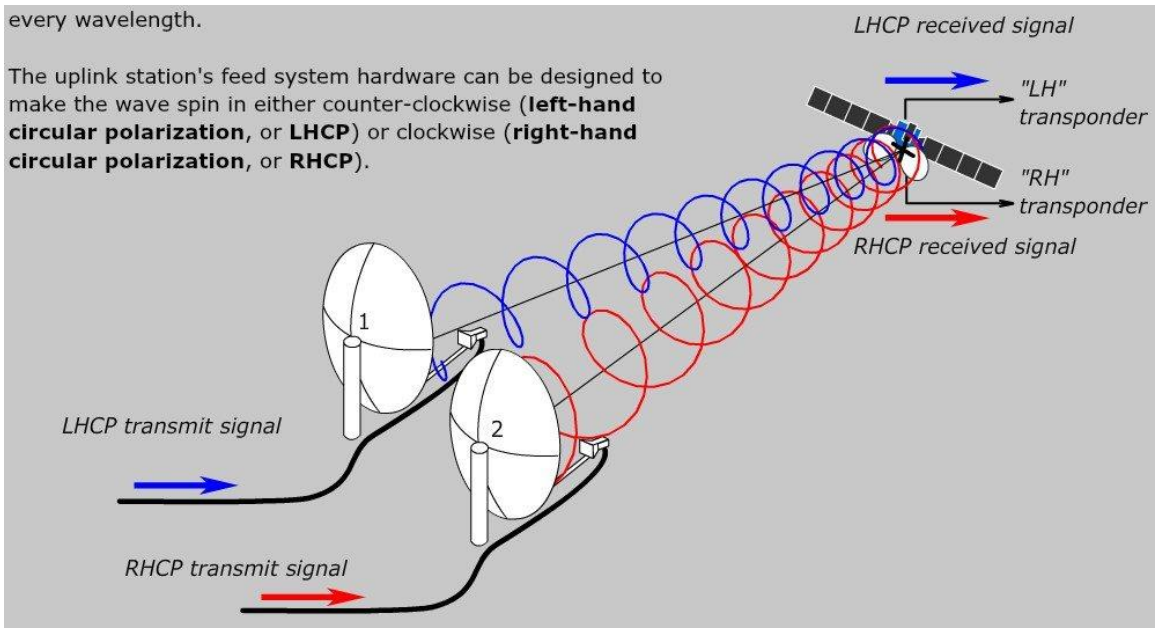
Όπως αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, έχει μεγάλο εύρος λειτουργίας (broadband), που την καθιστά ευέλικτη, μια και η διστάσεις της δεν είναι κρίσιμες.

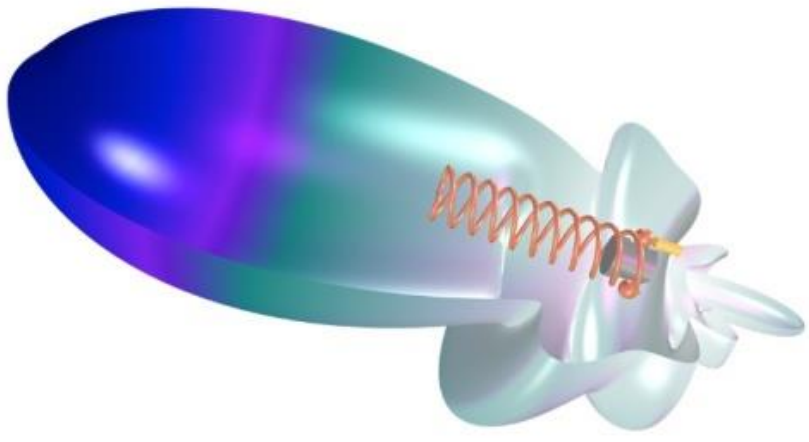
Ταυτόχρονη δεξιόστροφη και αριστερόστροφη εκπομπή κυκλικής πόλωσης.



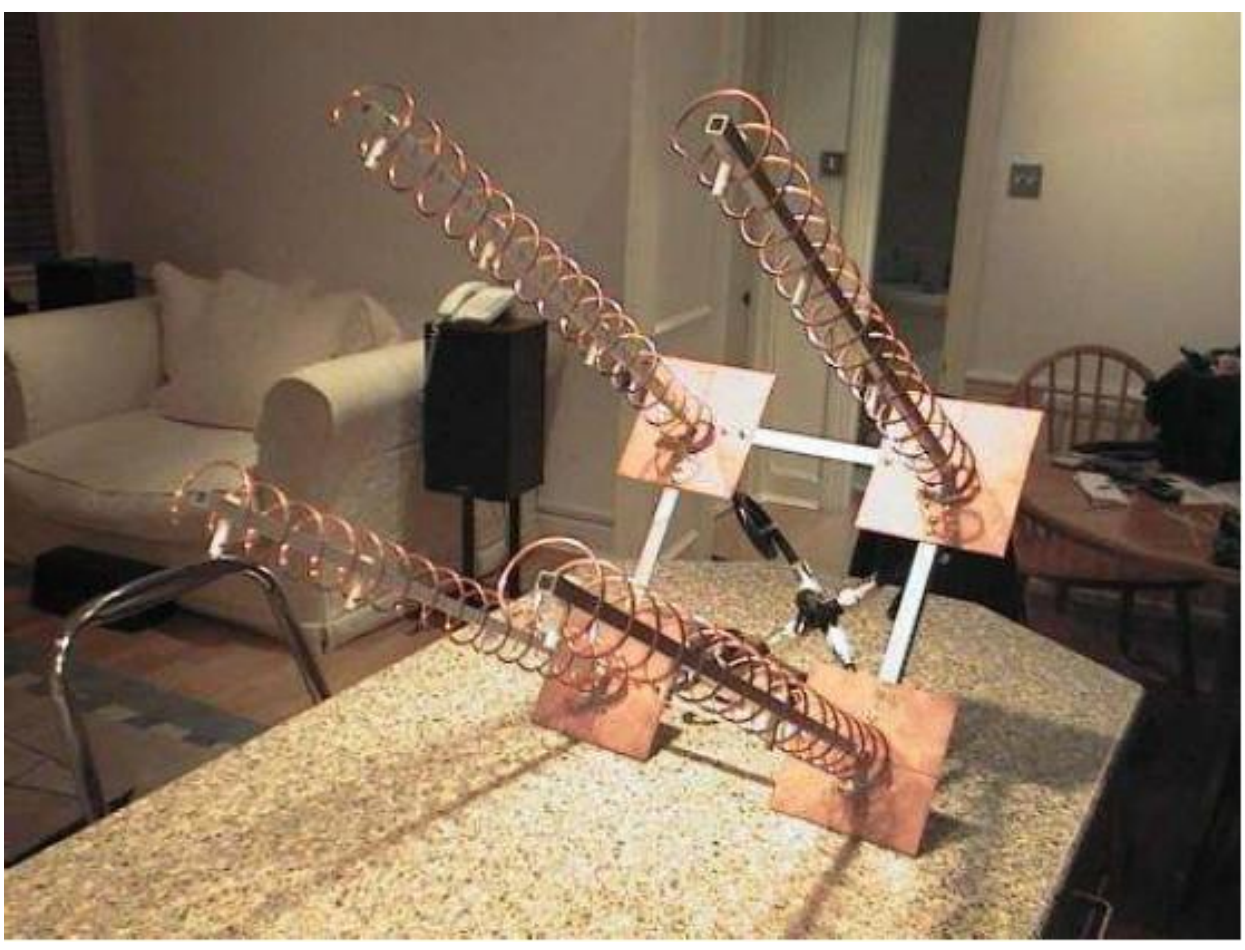
Σχεδιάγραμμα αριστερόστροφης , δεξιόστροφής και γραμμικής πόλωσης , ανάλογα με την συνδεσμολογία της . (KRAUS ANTENNAS)

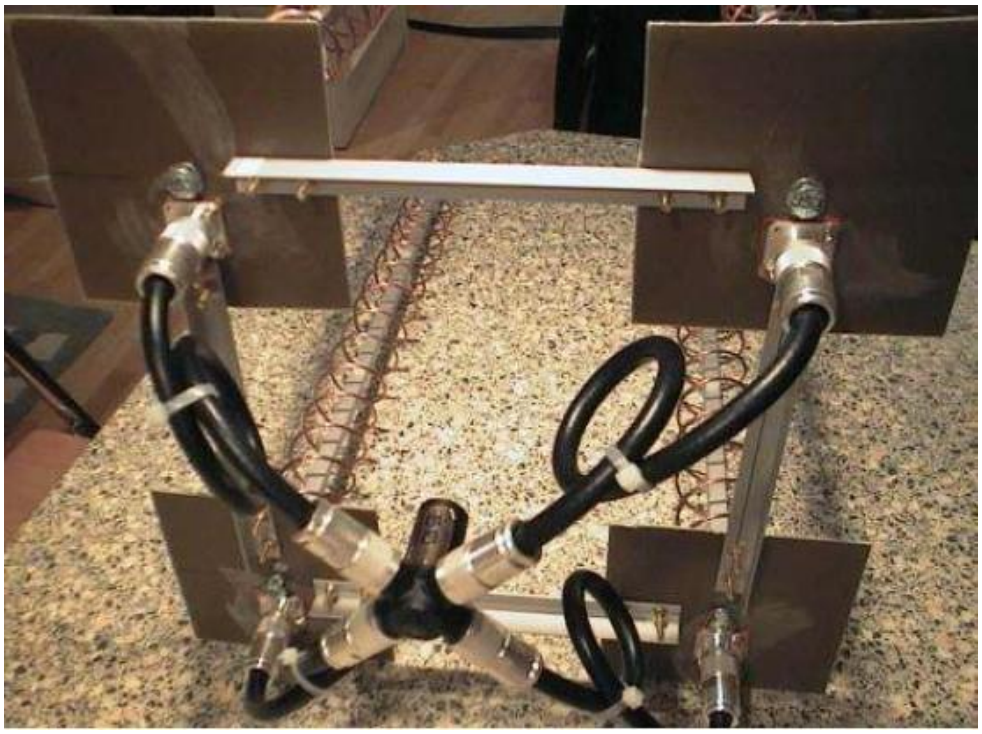






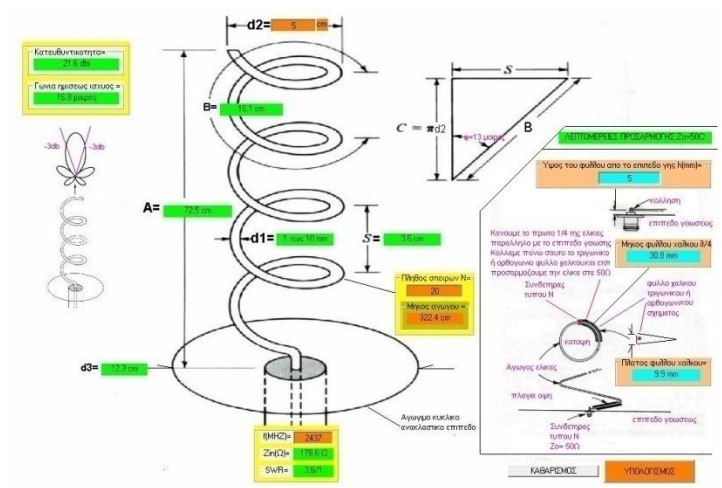
Η συγκεκρημένη ελικοειδής κεραία εχει **γραμική πόλωση,** γιατί οι έλικες είναι δεξιόστροφες και αριστερόστροφες και συνδεδεμένες στην κορυφή.



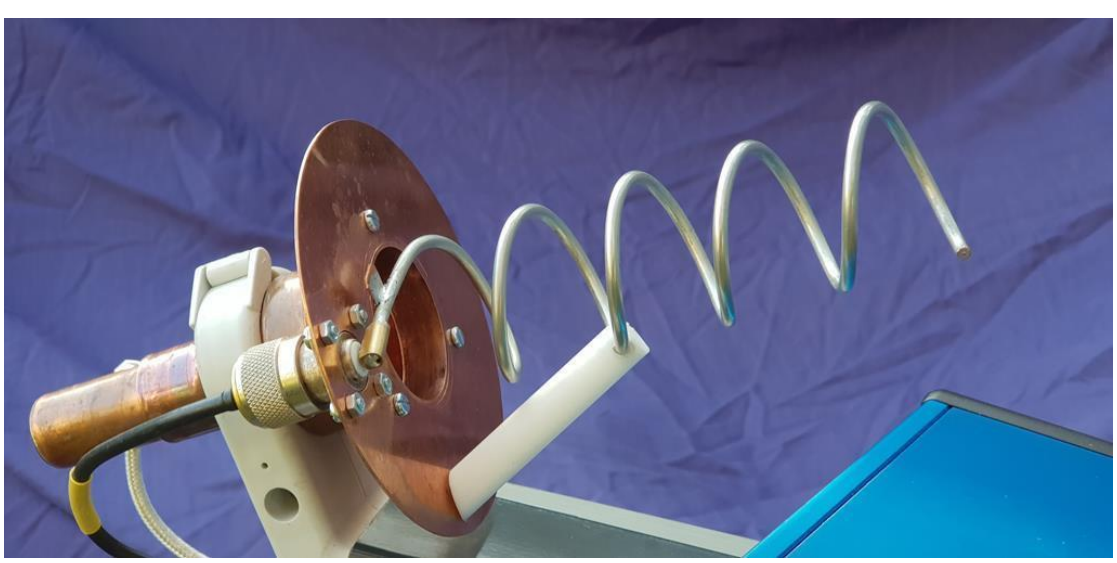


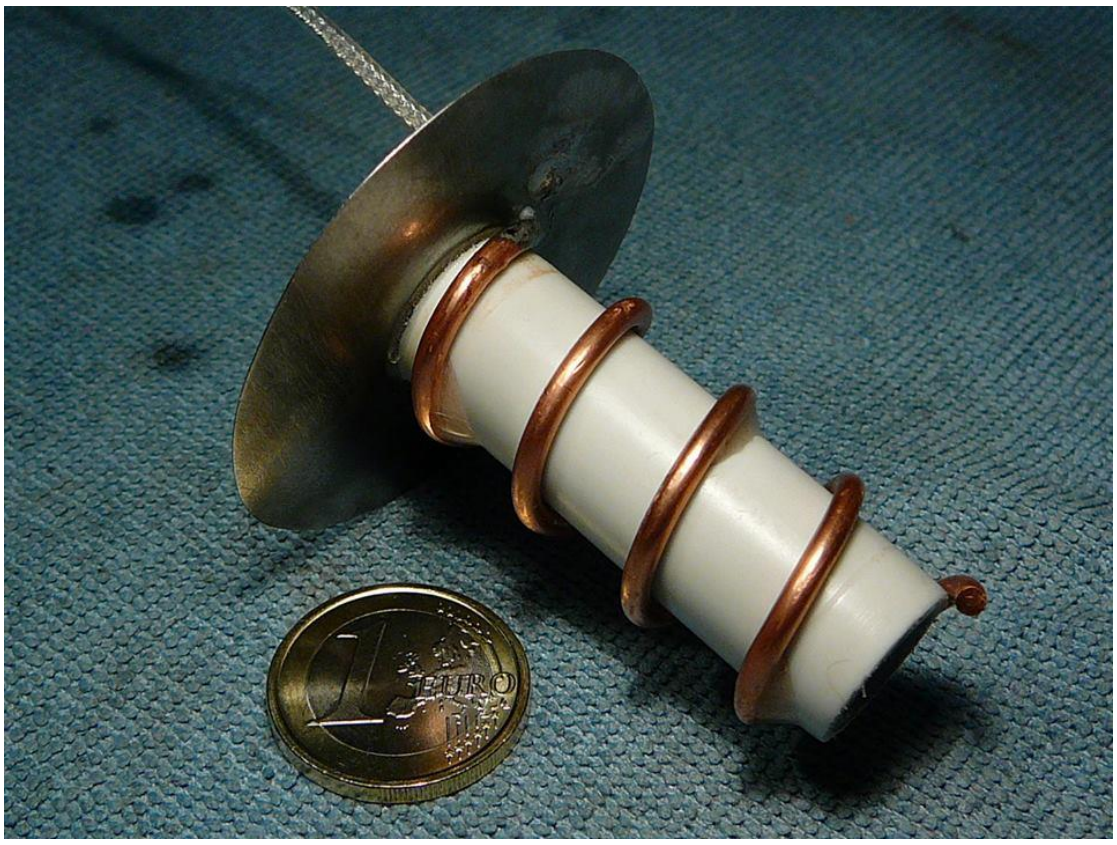
Πολύ ευχρηστο πρόγραμμα του συναδέρφου **SV1BYO** .

http://www.sv1cim.gr/software



Κατασκευές ελικοειδών κεραιών.

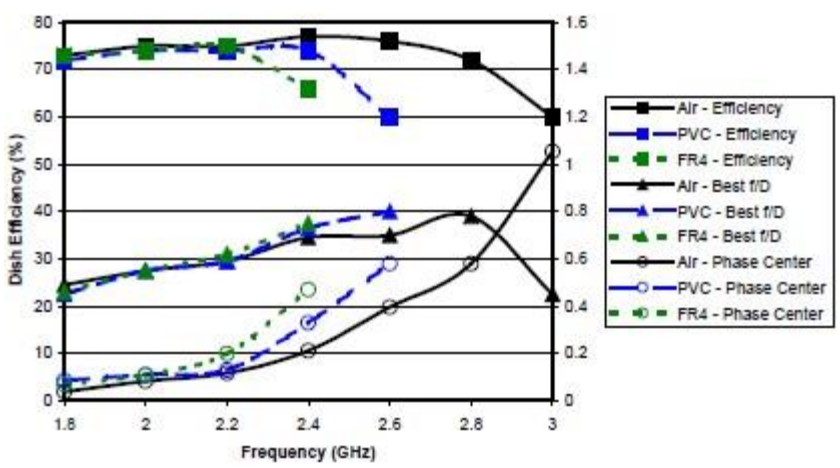




Ο Kraus, στο βιβλίο του Kraus, J.D. & Marhefka, R.J., *Antennas: for All Applications, third*

Αναφέρει ότι ο διηλεκτρικός κύλινδρος, μεταφέρει το bandwidth σε χαμηλότερες συχνότητες , έτσι χρειάζεται μικρότερη ελικοειδή κεραία για την δεδομένη συχνότητα.

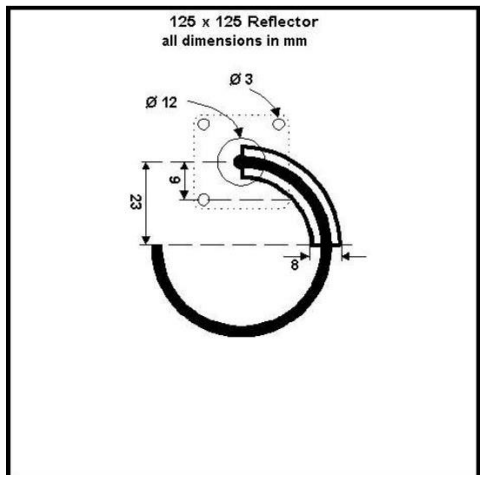
Figure 17: Helix feed with dielectric support tube

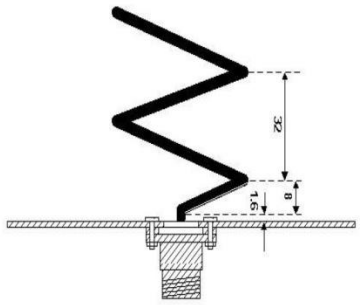


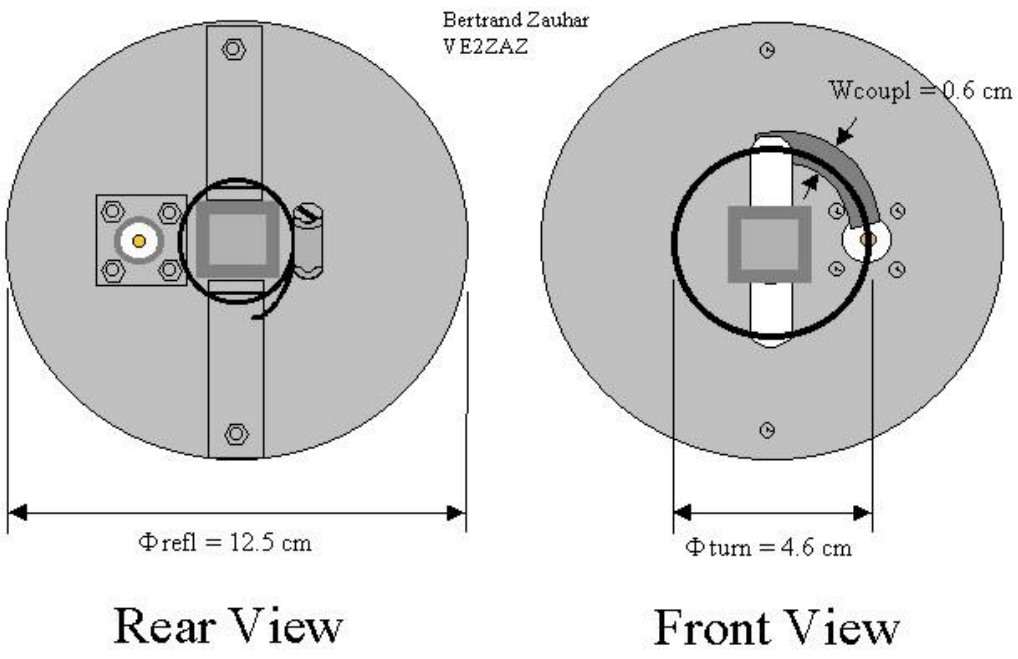
Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχει μείωση της ανώτερης συχνότητας κατά 13% για PVC και 20% για fiberglass .

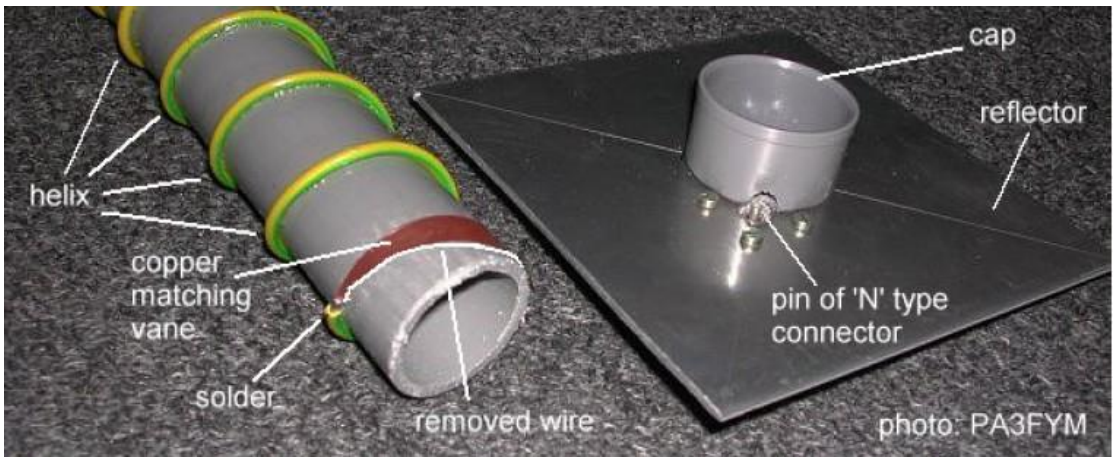
Σύνθετη αντίσταση εισόδου

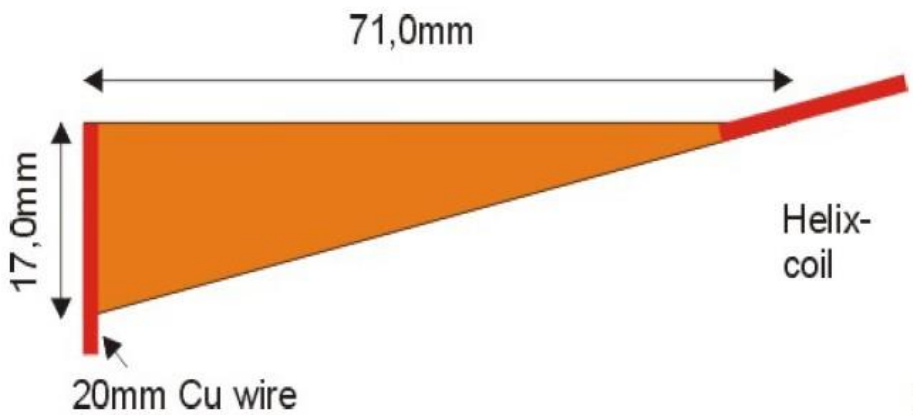
Η αντίσταση εισόδου της ελικοειδούς κεραίας είναι γύρο στα 140Ω, ένα βραχυκύκλωμα ¼ λ θα μας προσαρμόσει την κεραία στα 50Ω.



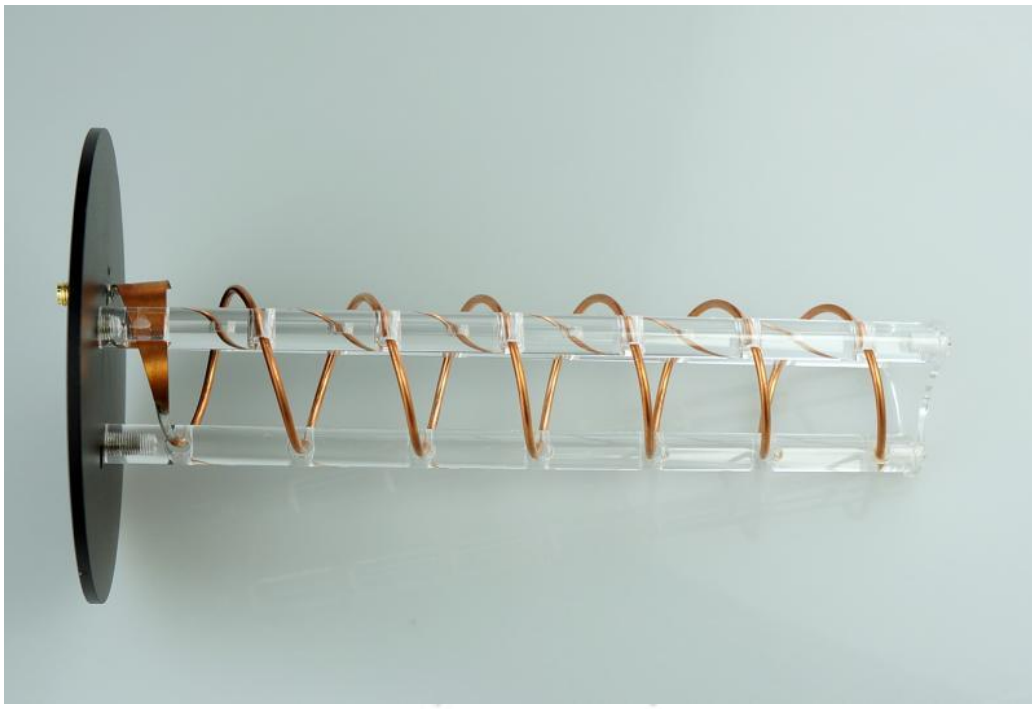




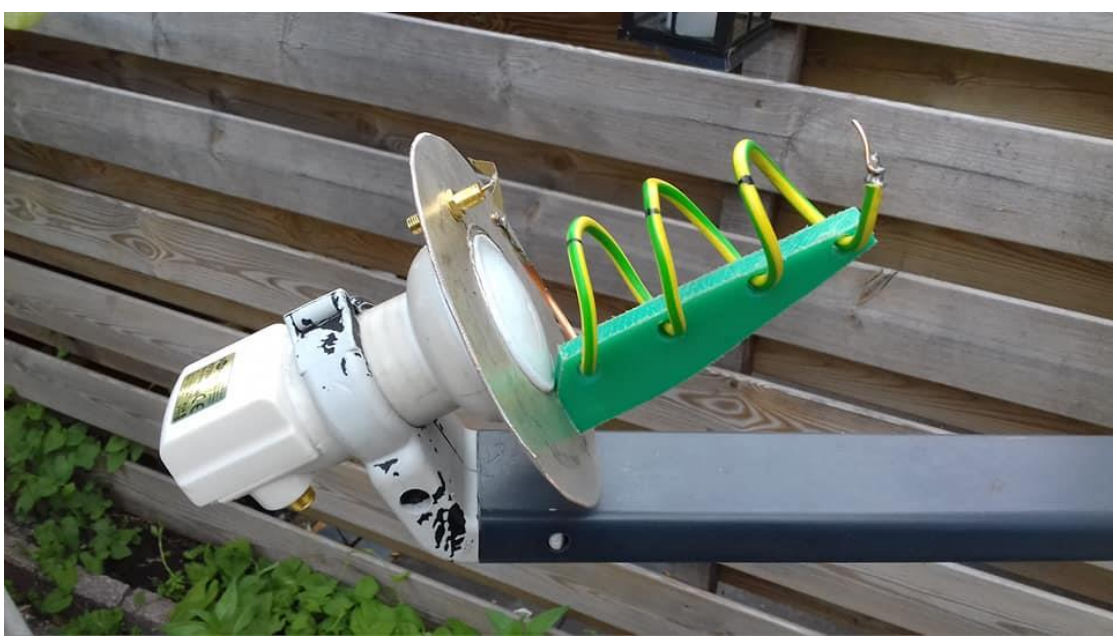

cap
reflector
helix
copper
matching
vane
pin of 'N' type
connector
solder
removed wire
photo: PA3FYM

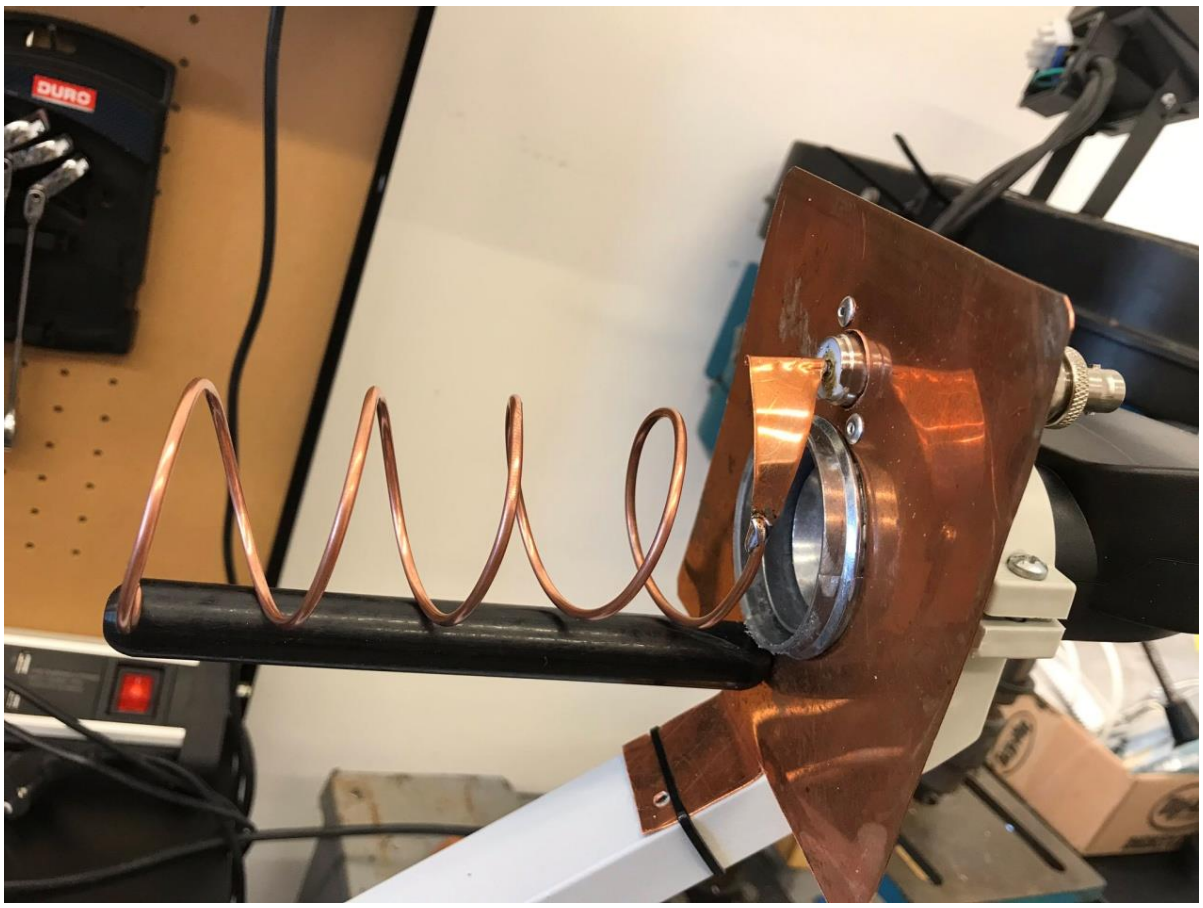

71,0mm
17,0mm
Helix-
coil
20mm Cu wire

connector
mounting
of the stub
17 mm
71 mm
stub
(copper foil)
photo: PA3FYM
testing.. 1,2,3...
photo: PA3FYM
pin of
'N' connector

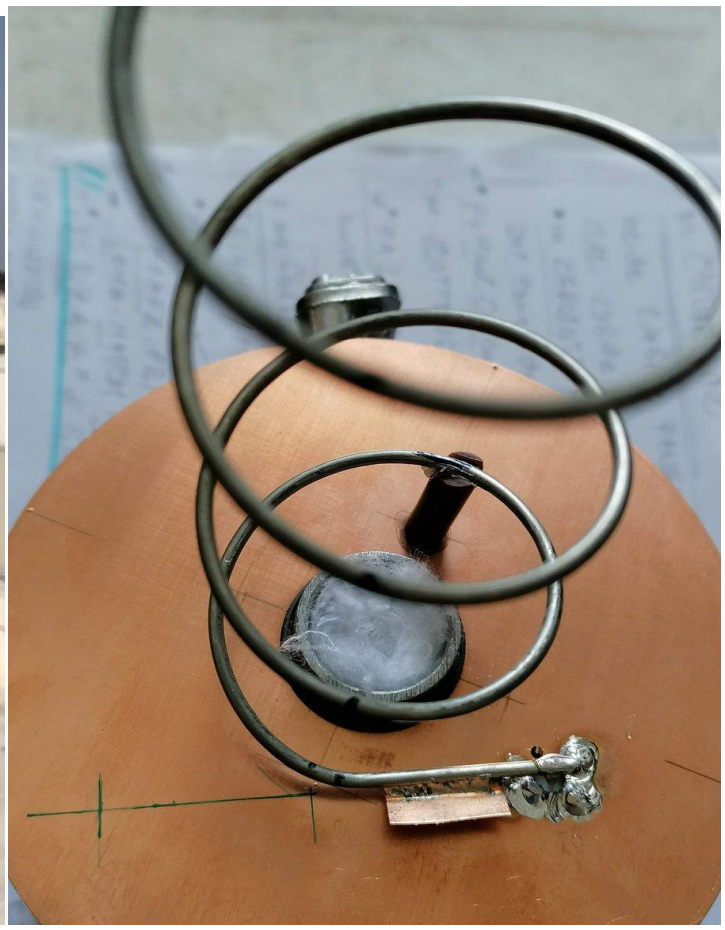


Slon-HELIX
f= 2.4 Ghz
Pipe endcap

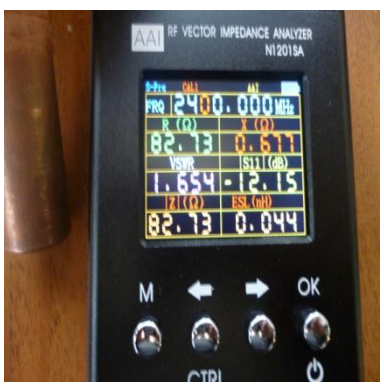


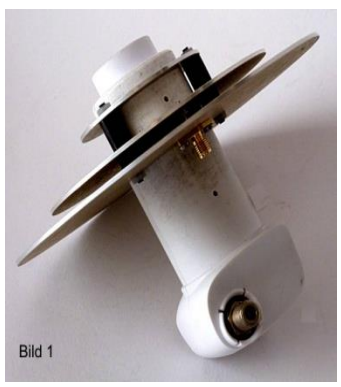


Η κεραία είναι κατασκευή του **sv8rv.**



MICROSTRIP η PATCH ΚΕΡΑΙΑ





Η Patch κεραία, έχει δύο παράλληλες επίπεδες επιφάνειες, οι δύο αντίθετες πλευρές της πρώτης επιφάνειας , συμπεριφέρονται σαν ακτινοβολούντα δίπολα, και η δεύτερη παράλληλη προς την ενεργή σαν ground plane. Πολλές φορές κατασκευάζονται πάνω σε πλακέτες PCB.

Η απόσταση μεταξύ των δύο επιφανίων, καθώς και το διηλεκτρικό υλικό, καθορίζουν το bandwidth της κεραίας.

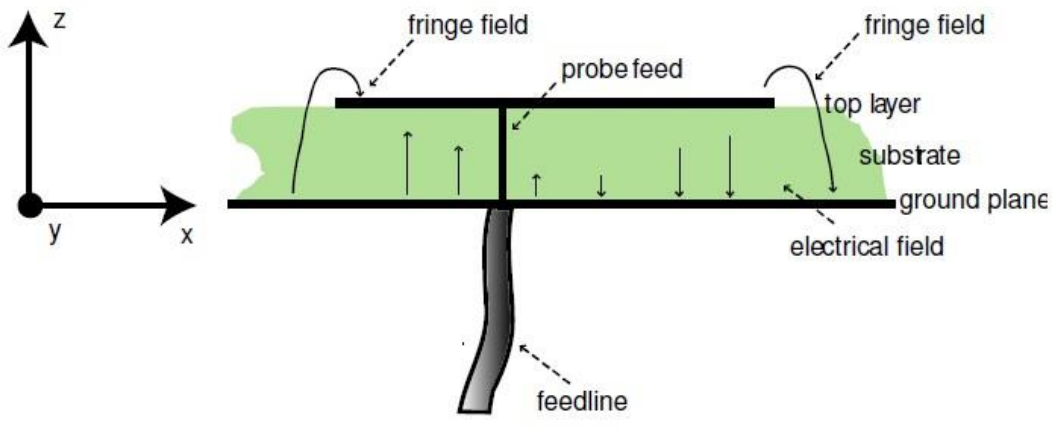


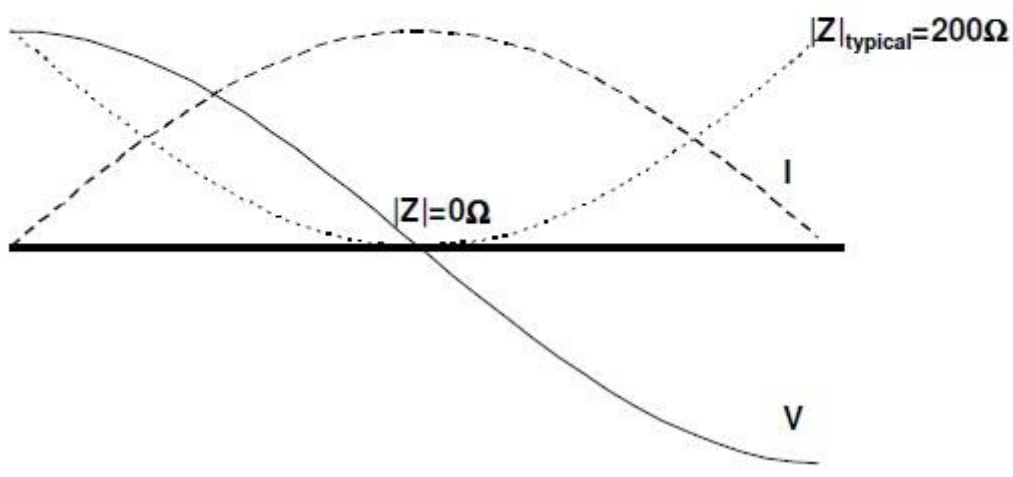
Figure 1: Cross section of a patch antenna in its basic form

Το ηλεκτρικό πεδίο είναι μηδέν στο κέντρο της ενεργής επιφάνειας, maximum (+) στην μία πλευρά και minimum (-) στην αντίθετη πλευρά. Η θετική και αντίθετη αρνητική πλευρά συνεχώς αντιστρέφονται σαν τις φάσεις σε ένα RF σήμα.

Να θυμηθούμε, ότι το ηλεκτρικό πεδίο είναι αυτό που καθορίζει την πόλωση μιας κεραίας.

Το ηλεκτρικό πεδίο δεν σταματά τελείως στις πλευρές της ενεργής επιφάνειας , όπως συμβαίνει σε μια cavity, το πεδίο επεκτείνεται και πέρα από την εξωτερική περιφέρεια (πλευρά), αυτή η επέκταση ονομάζεται **fringing field** και είναι η αιτία της ακτινοβολίας των αντίθετων πλευρών επιφάνειας.

Figure 2: Current distribution on the patch surface



ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

Το συντονισμένο μήκος X στην πιο κάτω εικόνα καθορίζει την συχνότητα συντονισμού και είναι περίπου λ/2 για την τετράγωνη επιφάνεια.

Ηλεκτρικά είναι λίγο μεγαλύτερη από ότι στην πραγματικότητα λόγω του φονεμένου fringing fields και αυτή η διαφορά εξαρτάται από το πάχος του PCB και της διηλεκτρικής σταθεράς του υλικού (1 για τον αέρα).

$$L \approx 0.49\,\lambda_d = 0.49\,\frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_r}}.$$

- L = resonant length
- λ_d = wavelength in PC board
- λ_0 = wavelength in free space
- ε_r = dielectric constant of the printed circuit board material

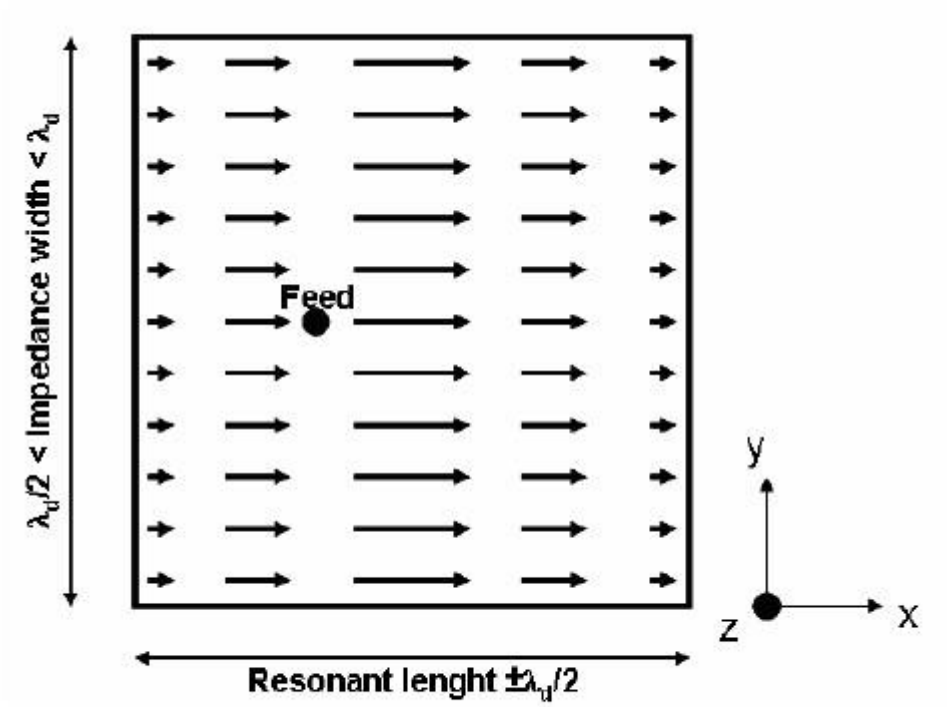


Figure 2: Current distribution on the patch surface

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Θεωρητικά στο κέντρο της επιφάνειας και κατά μήκος του άξονα **χ** η αντίσταση είναι 0 Ω και μερικές εκατοντάδες Ω στις πλευρές.

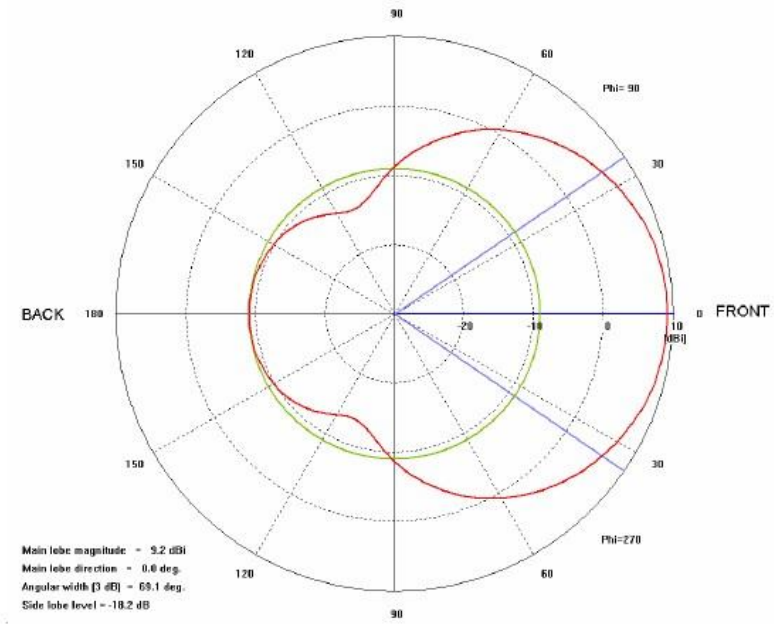
Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν δύο σημεία με σύνθετη αντίσταση **50 Ω** κατά μήκος του άξονα **χ**. Κάπου εδώ θα πρέπει συνδέσουμε την κεραία μας.

Αυτή η εύκολη επιλογή του σημείου τροφοδοσίας της κεραίας την κάνει ευέλικτη, πχ μπορούμε να συνδέσουμε δύο κεραίες στο σημείο των 100Ω με ομοαξονικό καλώδιο των 50 Ω η τέσσερεις στο σημείο των 200 Ω.

ΟΙ πλευρές που ακτινοβολούν, μπορούν να προσομοιωθούν με κεραίες σχισμής τοποθετημένες πάνω από μια ground plane επιφάνεια, ακτινοβολώντας προς στο μισό ημισφαίριο πάνω από την μεταλλική επιφάνεια που συμπεριφέρεται σαν ground plane και προς στην πλευρά της patch κεραίας.

Η κεραία αυτή, έχει ένα πολύ καλό **front to back ratio** με κέρδος 3db . Επιπλέων άλλα 3db μπορούν να προστεθούν διότι υπάρχουν αιχμές ακτινοβολίας , έτσι συνολικά έχουμε μέγιστη κατευθηντικότητα στον άξονα των Z , 8 έως 9 dbi .

Figure 4 shows a typical radiation pattern for a square, half wave patch.

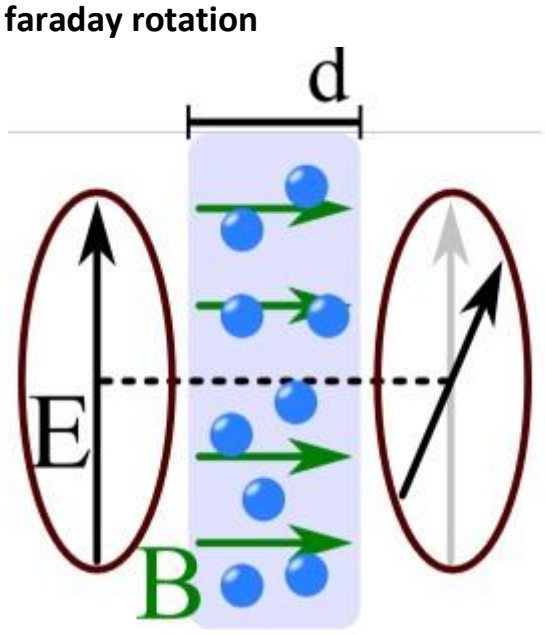


ΠΟΛΩΣΗ PATCH ΚΕΡΑΙΑΣ

Το Επίπεδο στο οποίο το ηλεκτρικό πεδίο μεταβάλλεται , είναι γνωστό σαν επίπεδο πόλωσης. Στην patch κεραία , στην ποία αναφερθήκαμε μέχρι τώρα και στο συγκεκριμένο σημείο τροφοδοσίας , έχει γραμμική πόλωση, μια και το ηλεκτρικό πεδίο μεταβάλλεται μόνο σε μια διεύθυνση. Αυτή η πόλωση μπορεί να είναι κάθετη η οριζόντια, ανάλογα με την θέση της κεραίας ως προς το έδαφος.

Οι δορυφορικές επικοινωνίες δεν λειτουργούν σωστά σε γραμμικές πολώσεις, λόγω της στρέψης του διανύσματος του ηλεκτρικού πεδίου μέσω των αερίων της ιονόσφαιρας . Το μέγεθος της στρέψης είναι 1/(συχνότητα) ^2 . **(faraday rotation)**

faraday rotation



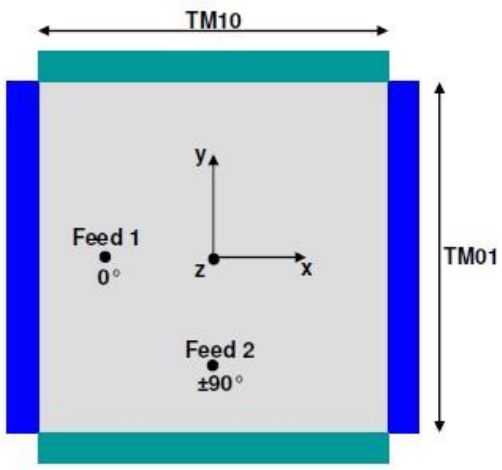
Η κυκλική πόλωση είναι ιδανική , λόγω της ανεξάρτητης θέσης της κεραίας σε σχέση με το έδαφος.

Στην κυκλική πολωμένη κεραία, το ηλεκτρικό πεδίο μεταβάλλεται μεταξύ των δύο επιπέδων **X @ Y** με το ίδιο μέγεθος και με διαφορά φάσης 90 μοιρών.

Το αποτέλεσμα είναι ταυτόχρονη συνύπαρξη και των δύο modes, με καθυστέρηση φάσης 90 μοιρών σε σχέση της μιας με την άλλη.

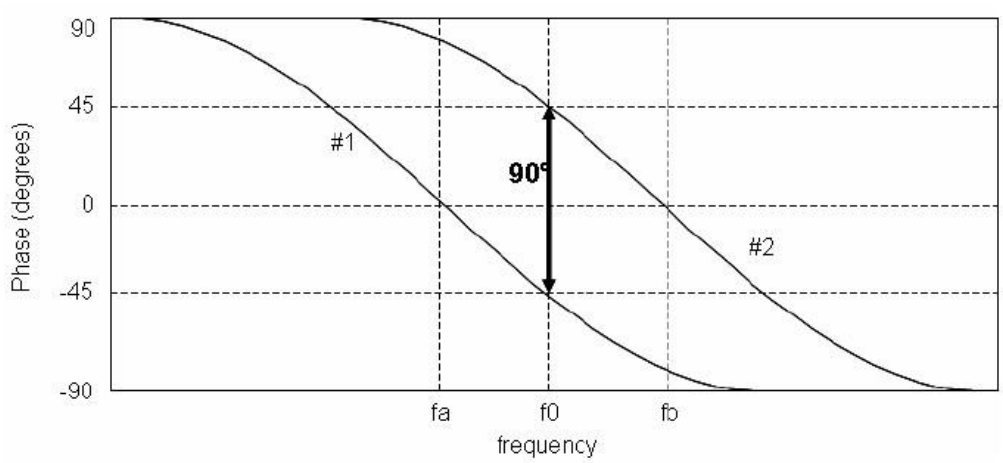
Η κυκλική πόλωση διακρίνεται σε δεξιόστροφη (RHCP 0-90) και αριστερόστροφη (LHCP 0 +90) πόλωση.

Εάν η τετράγωνη patch κεραία τροφοδοτηθεί σε δύο σημεία και προστεθεί στο ένα καθυστέρηση 90 μοίρες στην φάση, τότε έχουμε κυκλική πόλωση.



Μια άλλη προσέγγιση είναι να κάνουμε τις δύο διαστάσεις της κεραίας (X@ Y) λίγο διαφορετικές μεταξύ τους στο μήκος.

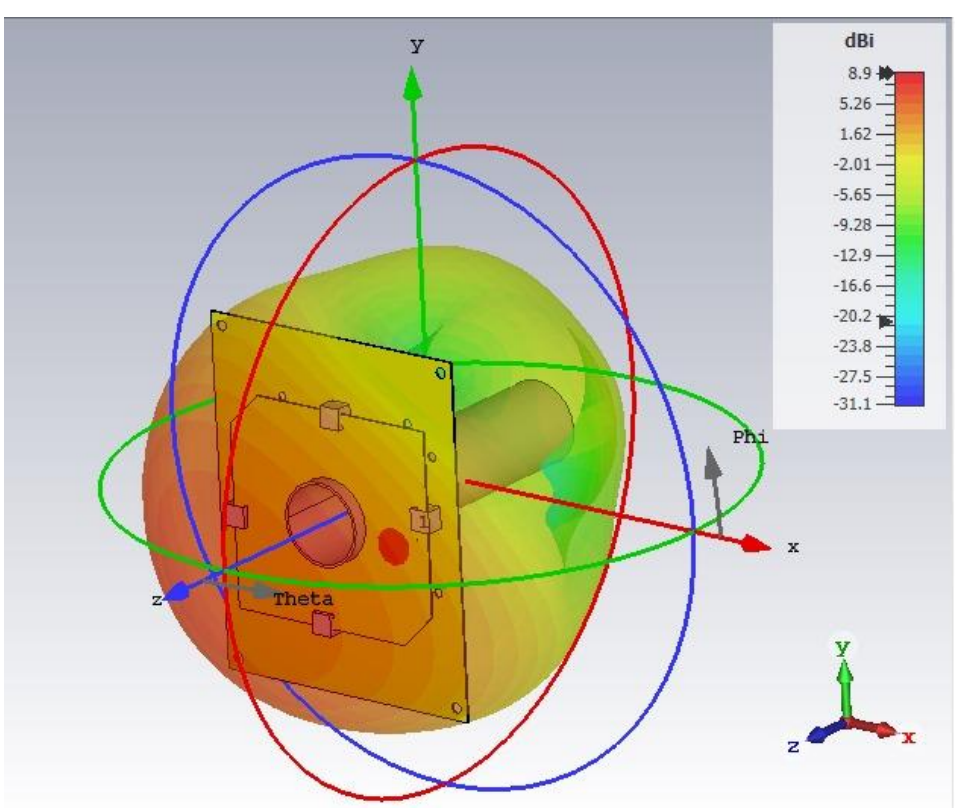
Τότε θα υπάρξουν δύο διαφορετικές συχνότητες συντονισμού **fa @ fb με διαφορετικό RLC.** Αυτή διαφορά δημιουργεί μετατόπιση της φάσης κατά 90 μοίρες.

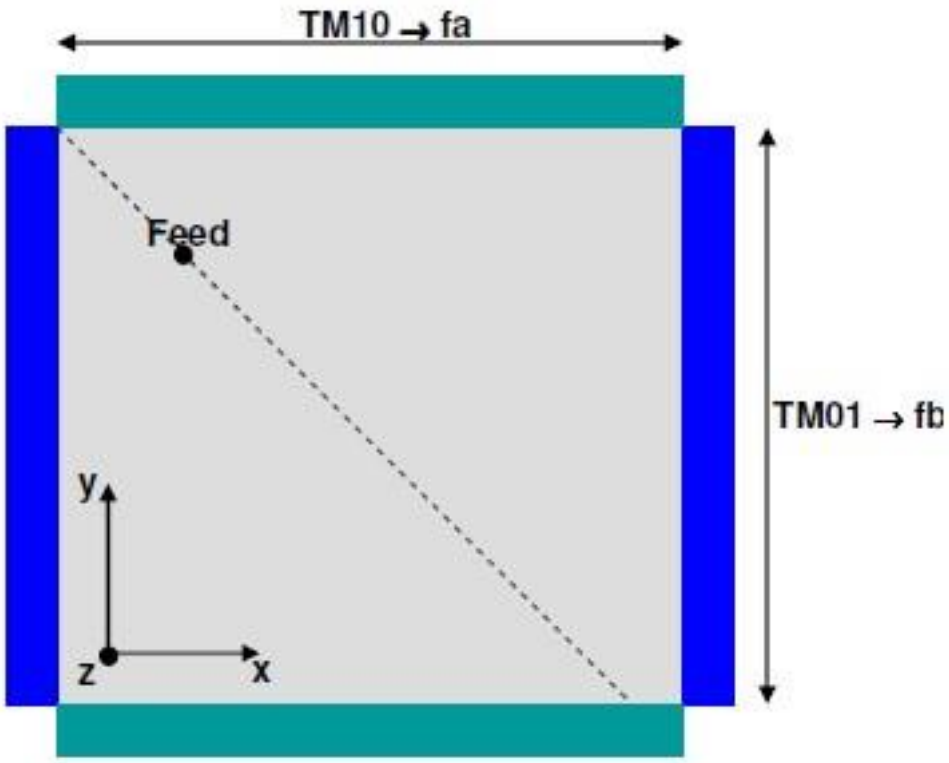


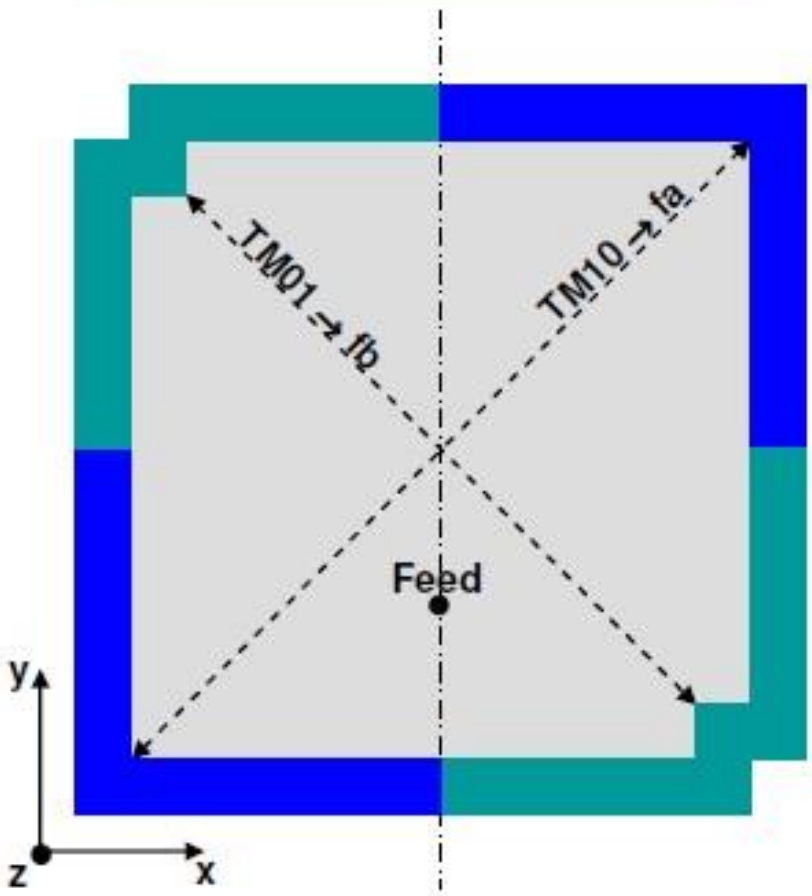
Έτσι έχουμε μια συχνότητα **f0** με εύρος από **fa μέχρι fb.** με κυκλική πόλωση.

Κυκλική πόλωση μπορεί να δημιουργηθεί σε μια κεραία patch εάν οι πλευρές της είναι λίγο διαφορετικές.

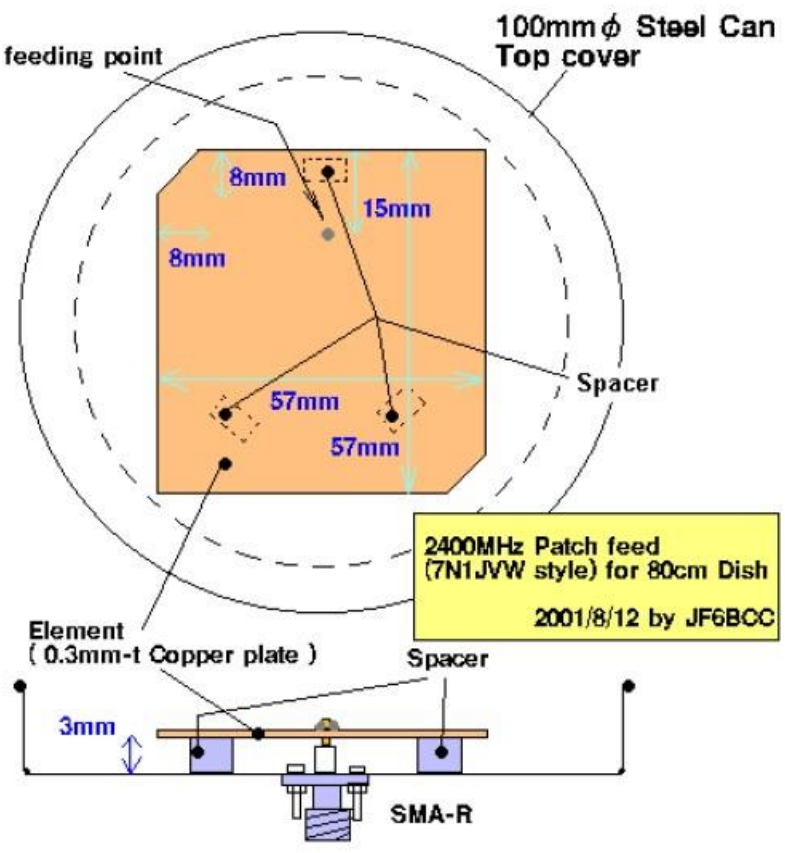
https://www.facebook.com/willchan.rakkanam/videos/3273697832659325/



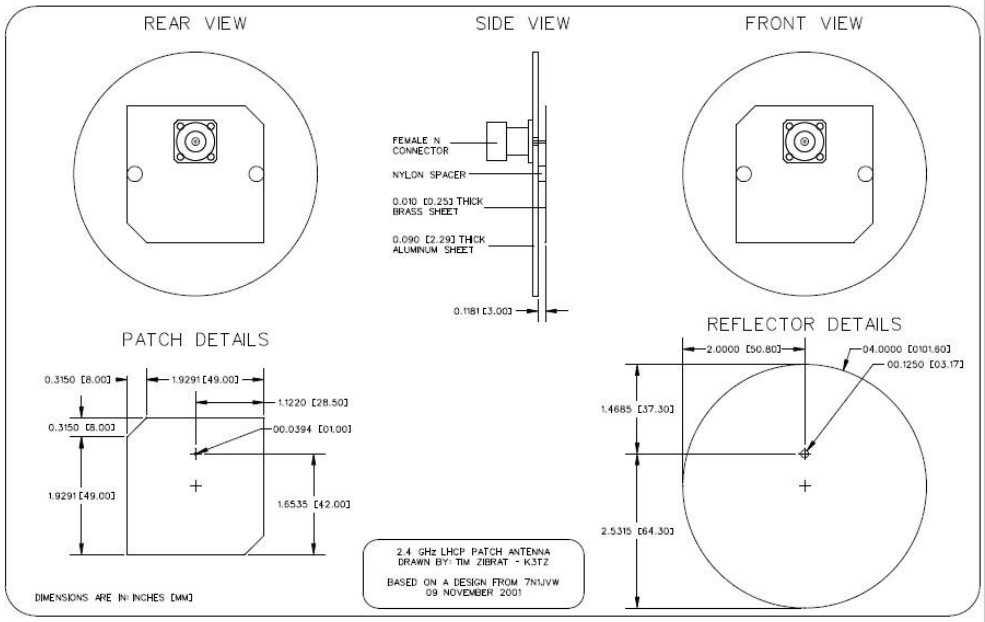

TM10 → fa
Feed
TM01 → fb
y
z
x

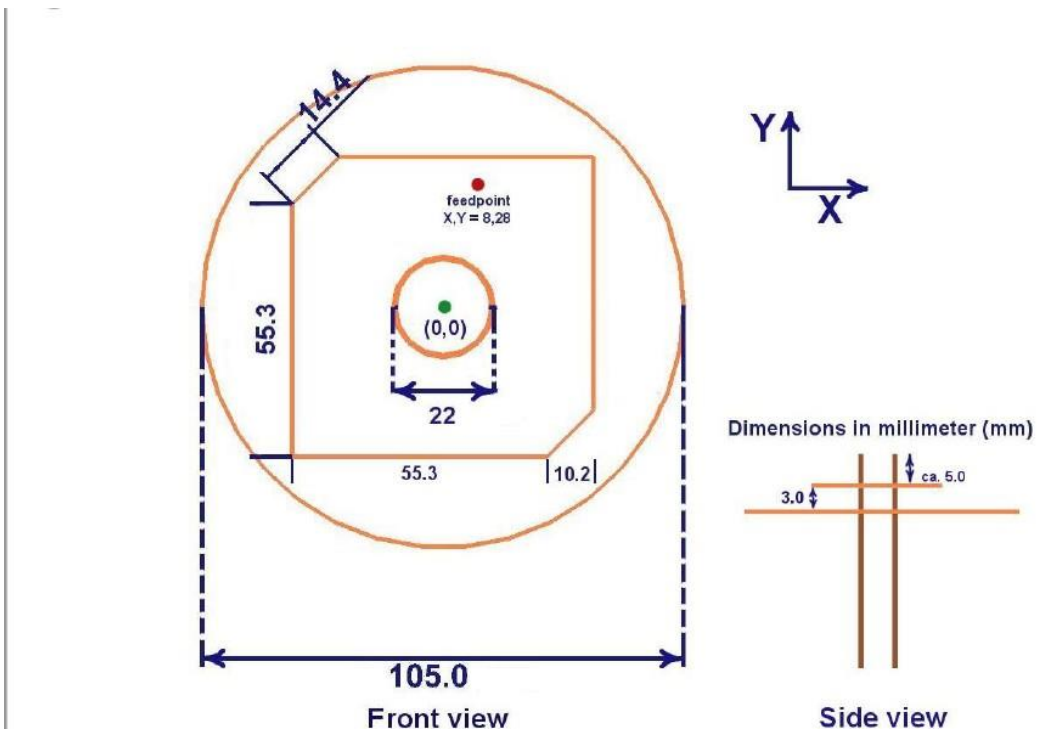

TM01 → fb
TM10 → fa
Feed
y
z
x

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ PATCH ΚΕΡΑΙΑΣ



.



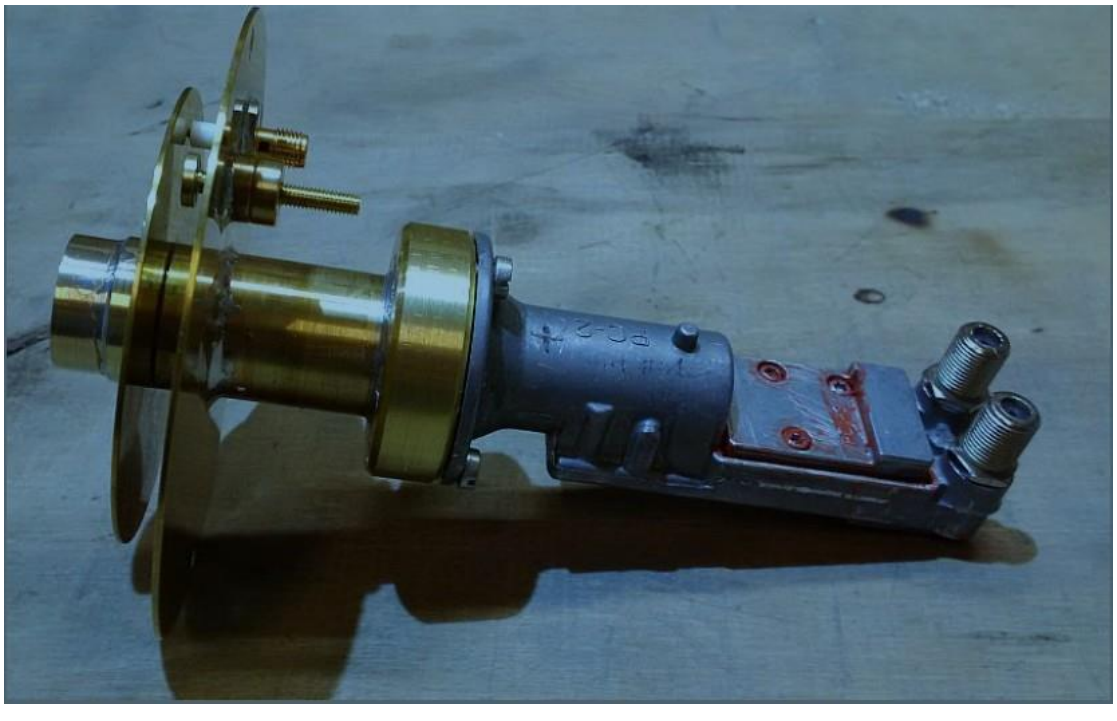


Construction

Cut the material according to the dimensions given above. Drill or punch 22mm holes in the respective centres of the plates. Cut the waveguide with a pipe cutter and deburr the ends. Position the plates onto the waveguide so that they are centred. Drill a 1 mm diameter hole through both plates at the feed point position (X=8mm, Y=28mm). Mark out, drill and tap the mounting holes for your chosen connector on the reflector

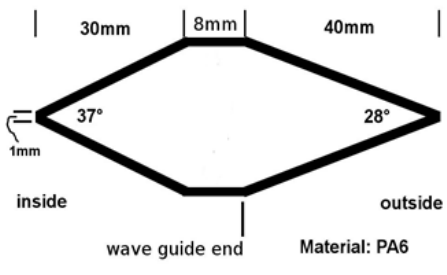
Prior to soldering, degrease all parts with hot soapy water and clean with Scotchbrite or wire wool to ensure the surface will solder perfectly. First solder the reflector on the waveguide, see the picture below. Keep the plate aligned at 90° to the 22mm tube at the right place (e.g. with an olive or clamp ring under-neath), hold the assembly in a vice, taking care not to crush the copper tubing and ensure 9 - 10mm of 22mm tube is protruding above the reflector. Don't use excessive solder. Flux paste will aid the process.

Patch κεραία με μικρομετρική βίδα συντονισμού και LNB για λήψη



Patch κεραία διπλής τροφοδοσίας με μικρομετρική βίδα συντονισμού

ΚΕΡΑΙΑ ΦΑΚΟΥ



Η κεραία φακού χρησιμοποιείται για την σύγκλιση, η απόκλιση σημάτων RF, σε συνδυασμό με κεραίες εκπομπής, όπως και λήψης.

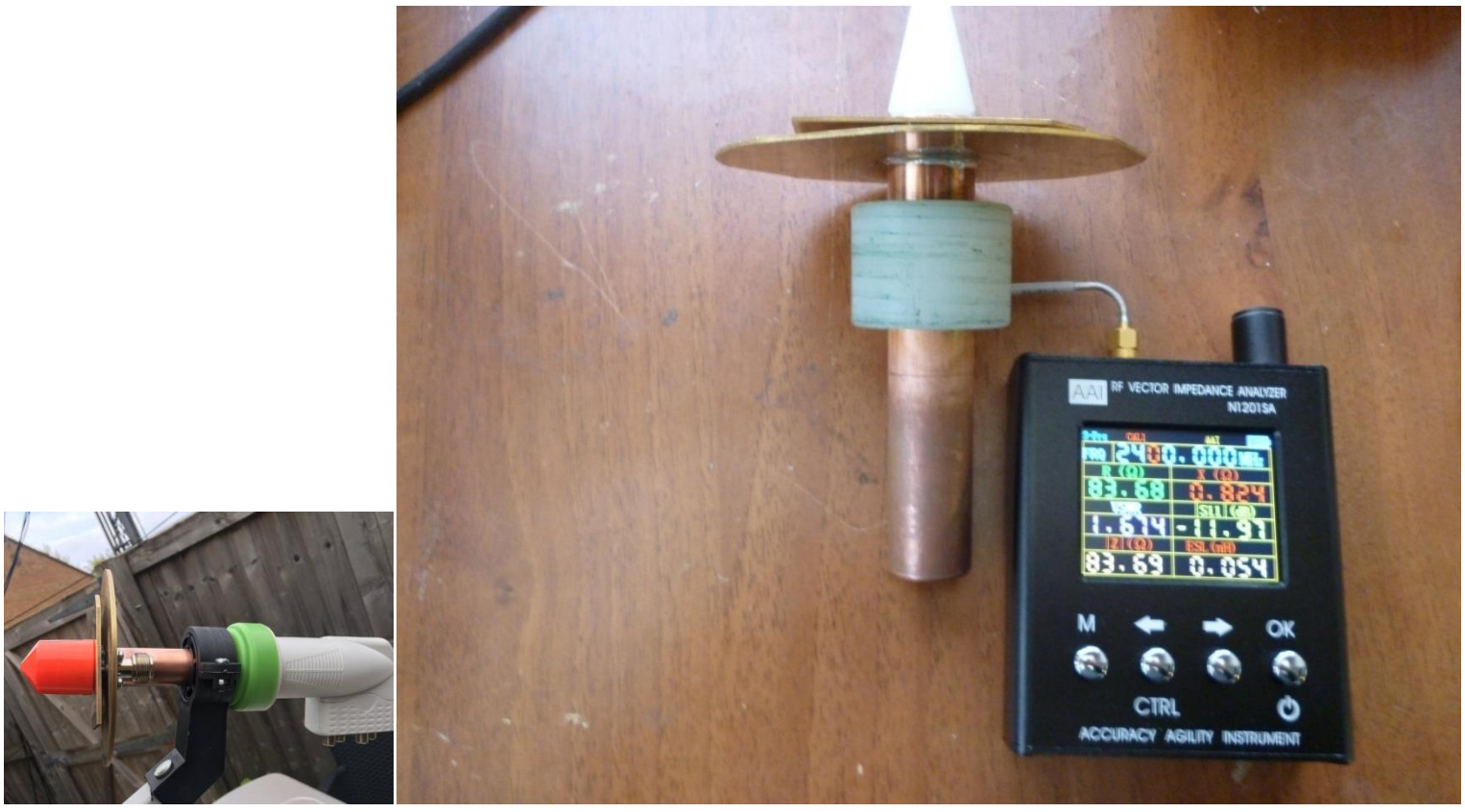
Στην διπλή κεραία εκπομπής και λήψης για τον Oscar 100, που βρίσκεται στο focus point του παραβολικού κατόπτρου, μπροστά από την patch κεραία εκπομπής και στην είσοδο του κυματοδηγού που καταλήγει στο LNB , βρίσκεται η κεραία ακριλικού φακού.

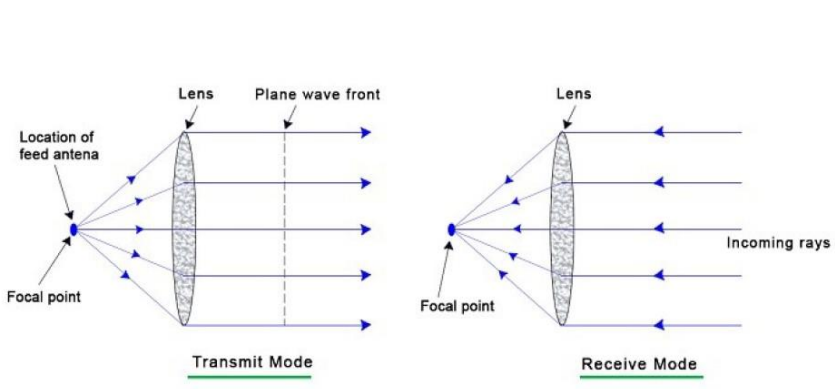
Κατά την εκπομπή, ο φακός τοποθετείται στο σημείο εστίασης, έτσι η εξερχόμενη ακτινοβολία να έχει μορφή παράλληλων σημάτων.

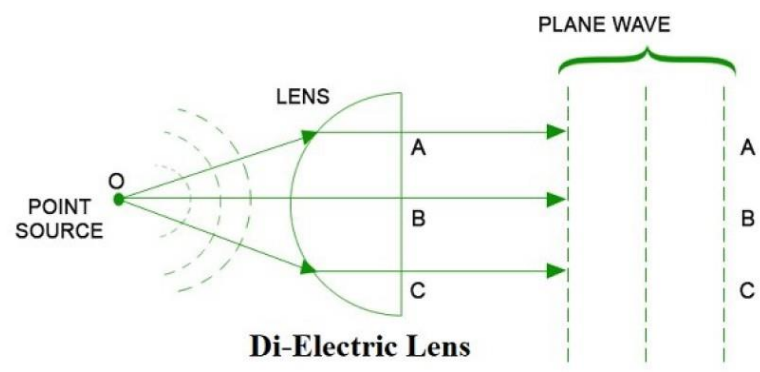
Κατά την λήψη, η ακτινοβολία κτυπά στον πολυεστερικό φακό και διαθλάται, οπότε συγκεντρώνεται στο σημείο εστίασης.

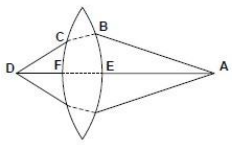
Υπάρχουν δύο τύποι φακών, οι πολυεστερικοί, η φακοί καθυστερήσεις και οι μεταλλικοί φακοί.

Στην φοτωγραφία διακρήνουμε στο focus point του παραβολικού κατόπτρου, τον συνδιασμός των δύο κεραιών εκπομπής **patch antenna** και λήψης, με οδήγηση πολυεστερικού φακού για το LNB.



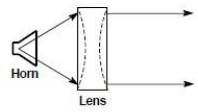






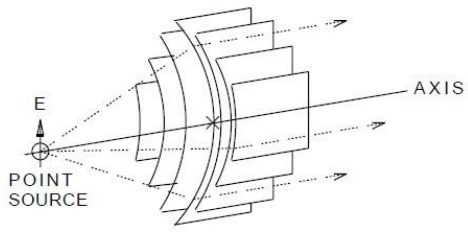
Travel time along AEFD equals travel time along ABCD.

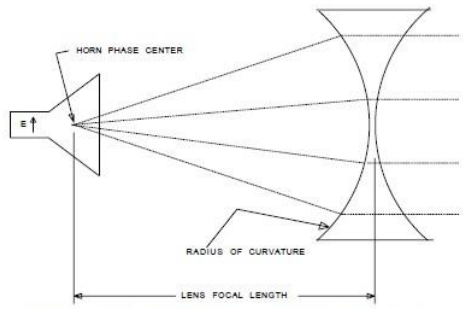
Figure 3-1



Horn Feeding Lens Antenna

Figure 3-2

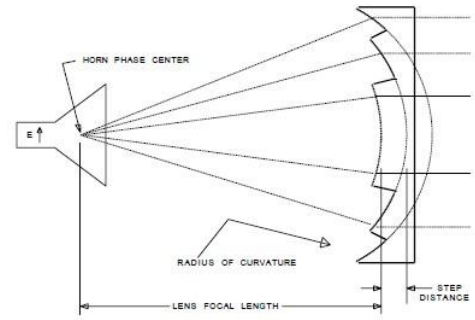




METAL LENS ANTENNA - DOUBLE CURVE

N1BWT & KB1VC

Figure 3-6



METAL LENS ANTENNA - ZONED TO REDUCE THICKNESS

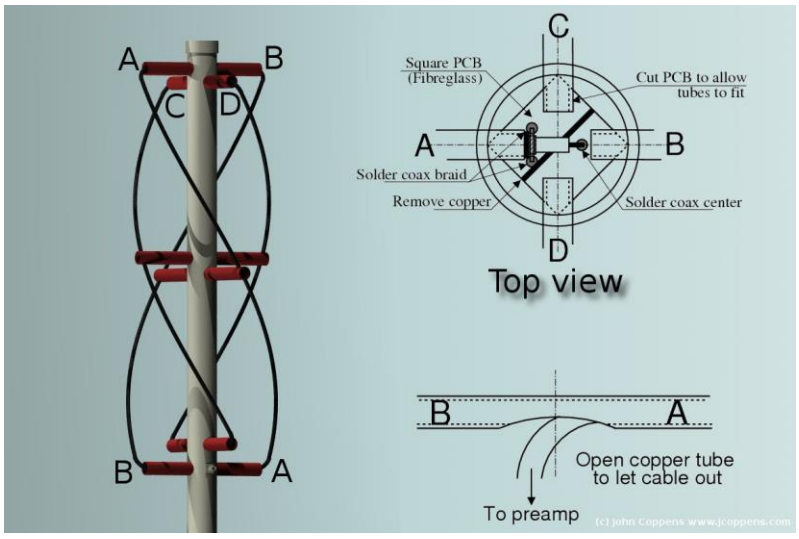
Figure 3-7

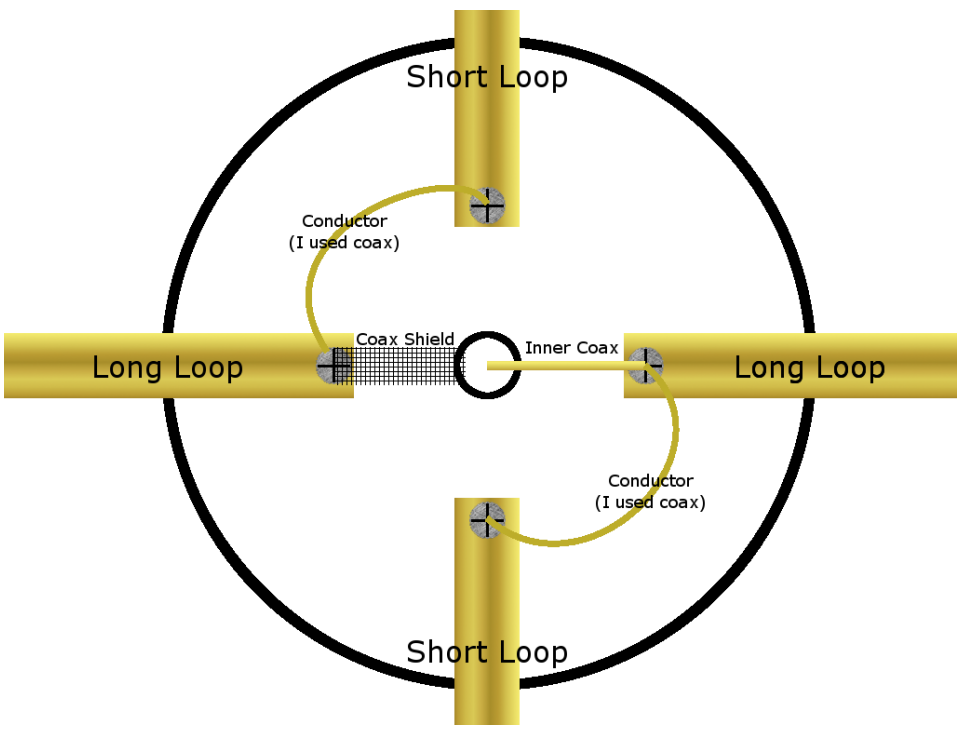
N1BWT & KB1VC

Στην φωτογραφία διακρίνουμε διάφορα είδη φακών με διαφορετικές ιδιότητες

name	Lens	relative forward gain dB	-10dB angle	return loss dB
cilinder large	1	5,9	68	-15,5
cilinder small	2	5,6	77	-15,5
Rocket	3	5,5	83	-20,5
print big	4	4	90	-30,5
poty	5	3,5	91	-26,5
HB9PZK	6	3,5	91	-31,5
print small	7	2,5	109	-25,5
open waveguide	8	0	149	-19,5

QUADRIFILAR BACK FIRE ANTENNA





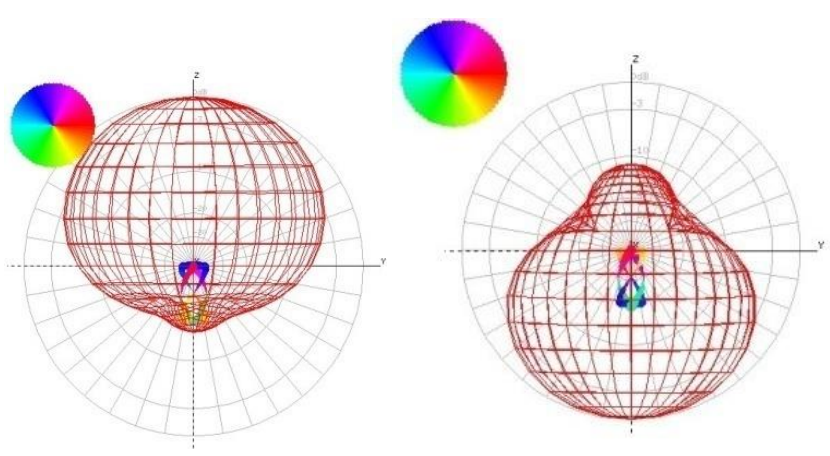
Η κεραία QFH , αποτελείται από δύο loops. Προκειμένου να δημιουργήσουμε κυκλική πόλωση, είναι απαραίτητο, ότι τα ρεύματα και στα δύο loops , να έχουν διαφορά φάσης 90 μοίρες.

Αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε με μία (phasing line) γραμμή, γνωστή από τις (turnstile antennas) η τις cross yagi.

Η πιο διαδεδομένη λύση είναι , τα δύο loops να έχουν ελαφρώς διαφορετικά Μίκη.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το ρεύμα στην μία λούπα να είναι επαγωγική και στην άλλη , χωρητική.

Η σύνδεσή τους στην κορυφή (back fire antenna)



η στην βάση είναι σχεδόν 50 Ω.

Το μόνο πρόβλημα που απομένει είναι, ότι το σημείο τροφοδοσίας .

Όπως στις περισσότερες κεραίες , είναι συμμετρικό.

Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε να συνδέσουμε coax καλώδιο , (ασύμμετρο) σε αυτό το σημείο.

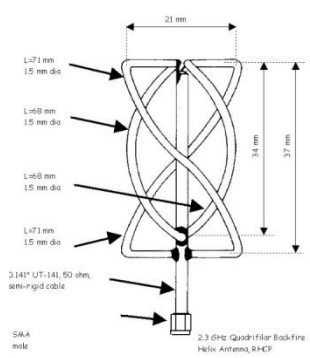
Transformer.

Μπορούμε να φτιάξουμε ένα balun transformer στην κορυφή για 50 Ω.

Choke .

Στρέφοντας μερικές στροφές από το ομοαξονικό καλώδιο στην κορυφή , θα καταστήσουμε το μπλενταζ να συμπεριφέρεται σαν RFC choke που μπλοκάρει τα εξωτερικά ρεύματα.

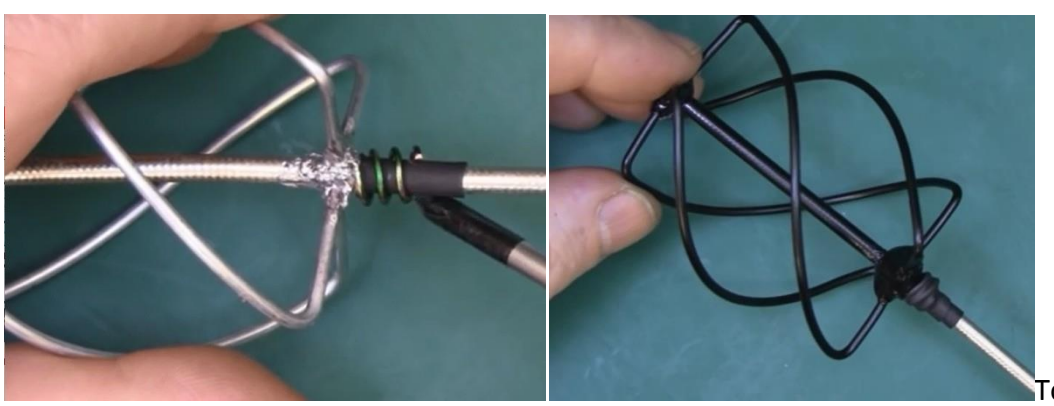
Η σύνθετη ανάσταση στην κορυφή είναι ίδια και στην βάση , έτσι μπορούμε να τροφοδοτήσουμε την κεραία στη βάση , αλλάζοντας τον λοβό ακτινοβολίας, από back fire σε end fire.



Η κεραία αυτή είναι ιδανική για την λήψη δορυφόρων διαφόρων τύπων τροχιών (LEO , MEO ,HEO) , την χρησιμοποιώ για την λήψη του **ISS** με πολύ καλά αποτελέσματα, να σημειώσουμε ότι λόγω του ιδιαιτέρου **back fire** λοβού ακτινοβολίας , η λήψη του σήματος σε όλο το ημισφαίριο έχει σχεδόν την ιδία ένταση.

Έτσι, η λήψη του σήματος του δορυφόρου αρχίζει σχεδόν με την ανατολή του δορυφόρου και τελειώνει στην δύση, με την ίδια σχεδόν ένταση.

Ένας καλός προ ενισχυτής χαμηλού θορύβου, βοηθάει πάρα πολύ.


Το link αυτό είναι πολύ χρήσιμο στον σχεδιασμό της QFH κεραίας.

http://jcoppens.com/ant/qfh/calc.en.php

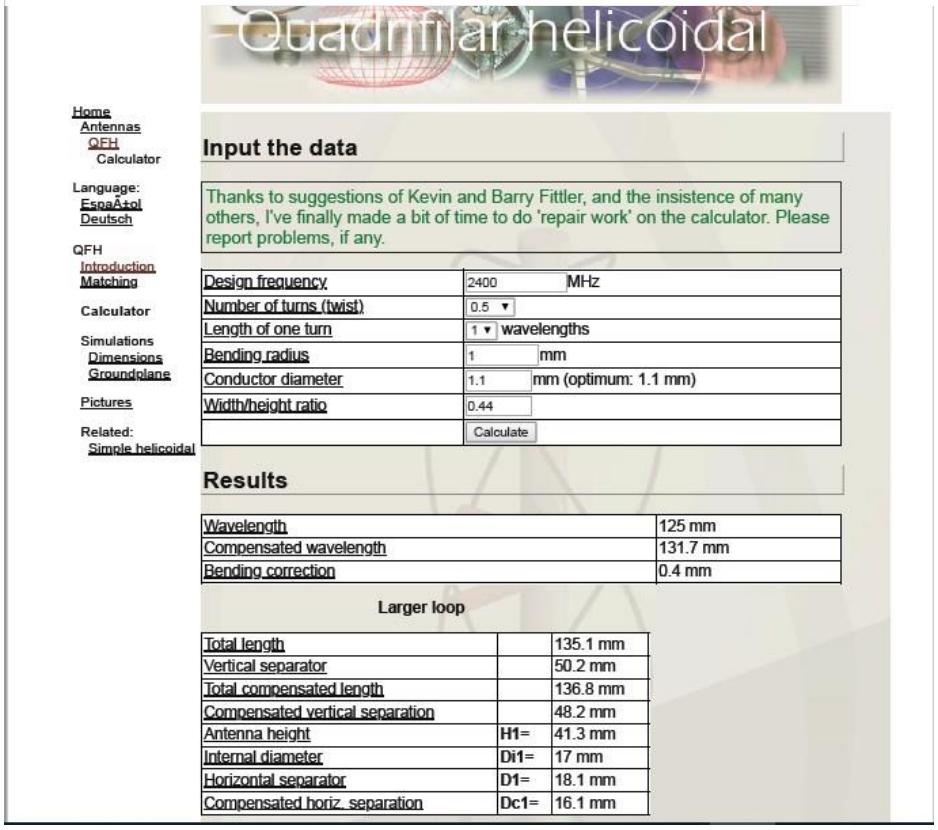
Την κεραία αυτή μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε σαν κεραία **feeder,** στην prime feed κεραία παραβολικού κάτοπτρου, γιατί δεν αφήνει RF σκίαση στο VERTEX (κέντρο του κατόπτρου). Δεν ισχύει το ίδιο για **offset** antenna.

Το επόμενο link μας δίνει κατασκευάστηκα στοιχεία σε video, μιας QFH κεραίας για τα 2.4GHz

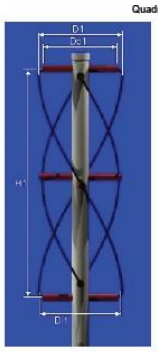
https://www.youtube.com/watch?v=agZOr4T8I3w

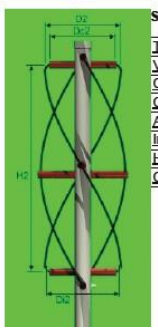
6/8/2019 Quadrifilar helicoidal antenna - Javascript on-line calculator

Number of turns (twist)
What's the twist of the antenna? (normally 0.5 (180 degrees)
Length of one turn
A few variations of the antenna exist. Normally the circumference (length of the loop) is 1 wavelength, but 1.5 wavelength and 2 wavelength versions exist.
Bending diameter
As it's impossible to bend the corner abruptly at 90 degrees, this value is needed for the calculations. It's measured from the bending center to the center of the tube.
Conductor diameter
External diameter of the tube or coax cable.
Diameter/height ratio
Most frequently this ratio is 0.44, but slightly lower values (0.3 to 0.4) give better horizon coverage.
Wavelength
Wavelength, corresponding to the selected frequency.
Compensated wavelength
Wavelength, compensated according to the conductor diameter.
Bending correction
Correction value needed according to the bending diameter.
Total length
Total length of the loop, before compensation.
Total loop cmpensated length
Total length of the loop, compensated for the bending effect, and the fact that the loop must be slightly larger (or smaller). This is the amount of tubing necessary for this loop.
Compensated vertical separation
Vertical separation (without the 'bends').
Compensated horizontal separation
This is in fact the horizontal part without the 'bends', and corresponds to the horizontal pipe necessary to support the cable.
Antenna height
Height of the loop (twisted!).
Internal diameter
The diameter of the (imaginary) cylinder on which the loop would be wound.



6/8/2019 Quadrifilar helicoidal antenna - Javascript on-line calculator





Smaller loop

Total length		128.4 mm
Vertical tube		47.7 mm
Compensated total length		130.1 mm
Compensated vertical tube		45.7 mm
Antenna height	H2=	39.3 mm
Internal diameter	Di2=	16.1 mm
Horizontal separator	D2=	17.2 mm
Compensated horiz. separator	Dc2=	15.2 mm

The Es'Hail-2's wideband DVB-S2 Digital video Amateur tv

Το beacon του δορυφόρου (Es'Hail-2's wideband DVB-S2) στους 10.492,500 GHz, πάντα εκπέμπεται για την ανίχνευση του Video.

Η ψηφιακή τηλεόραση έχει πολλά διαφορετικά standards, το βασικό είναι ο **τύπος της διαμόρφωσης**. (Πώς τα δεδομένα κωδικοποιούνται, μέσα στο RF carrier).

Η **Ταχύτητα Δειγματοληψίας ανά δευτερόλεπτο. Picture mode (DVB-S, DVB-S2, κλπ).**

Το **FEC (forward error correction).**

Επίσης, PID **(packet identifier)** το οποίο και αναγνωρίζει το πρόγραμμα.

Οι προδιαγραφές καθορίζονται από το πρωτόκολλο.

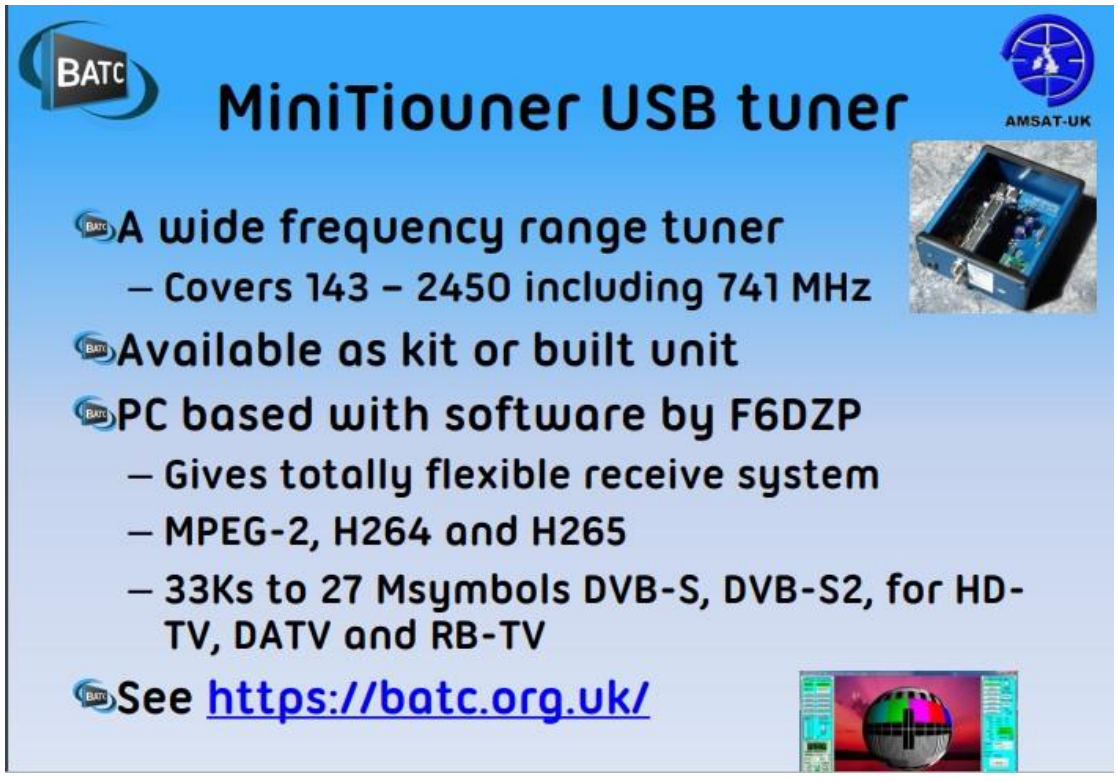
ETSI EN300-468 specification.

Η πολύπλεξη στην ψηφιακή τηλεόραση έχει ένα εύρος 8 MHZ. Στην ραδιοερασιτεχνική τηλεόραση , χρησιμοποιείται πολύ μικρότερο εύρος που ονομάζεται **Reduced Bandwidth TV (RB-TV)**.

Οι εμπορικοί δέκτες δεν υποστηρίζουν αυτές τις προδιαγραφές , έτσι ειδικοί δέκτες (MINITIOUE) κατασκευασμένοι από τον **F6DZP** και άλλους, επιτρέπουν τον έλεγχο των εξειδικευμένων παραμέτρων, πού έχουν σχέση με την εκπομπή της ραδιοερασιτεχνικης τηλεόρασης.

Μια υποσημείωση, ο τίτλος MINITIOUNER , με **R** στο τέλος αναφέρεται στο **Hardware PCB**, και ο τίτλος MINITIOUNE **χωρίς το R** στο τέλος αναφέρεται στο **Software.**

'MiniTiouner' Receiver



Το MiniTioune κατασκευάστηκε από τον **F6DZP,** είναι ένα USB tuner που σχεδιάστηκε ειδικά για την ραδιοερασιτεχνική τηλεόραση και καλύπτει το εύρος των συχνοτήτων από, 143 MHZ έως 2450 MHZ , ικανό να λάβει τον Oscar 100 όπως και άλλους δορυφόρους χωρίς τροποποιήσεις, η επιπλέων up-converters.

Για περισσότερες πληροφορίες (BATC MinTioune) .

ΟΙ περισσότερες ραδιοερασιτεχνικές εκπομπές τηλεόρασης γίνονται σε μειωμένο εύρος της τάξεως μικρότερο του ενός MHZ. (Reduced Bandwidth DATV (RB-TV)) 90% της εκπομπής του Oscar 100 γίνεται σε **RB-TV.**

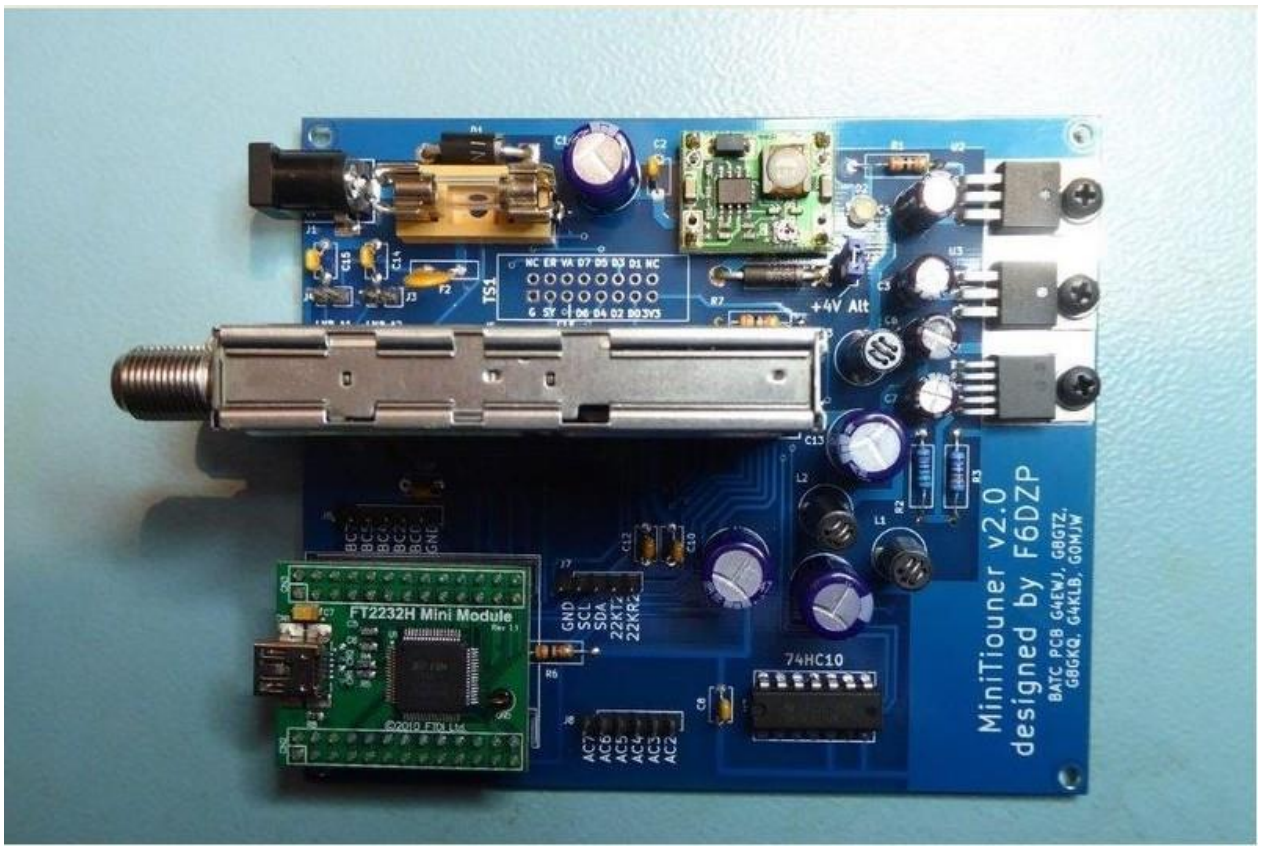
Το MiniTiouner

είναι ένα KIT από την BATC και συνοδεύεται από κατασκευαστικές οδηγίες .

Μπορεί να κάνει λήψη σε modes. **DVB-S, QPSK, BVB-S2, QPSK, 8PSK, 16PSK, 32PSK**, από broadcast και amateur TV με δειγματοληψία (SR**)** **27 M** symbols μέχρι και **33 Ksympols** ανά δευτερόλεπτο.

Επίσης μπορεί να κάνει λήψη σημάτων DATV και είναι **το μόνο** σύστημα ικανό για αυτή την λήψη .

Reduced Bandwidth (RB-TV) ιδανικό για την λήψη από τον Oscar 100 χωρίς εξωτερικούς frequency converters.

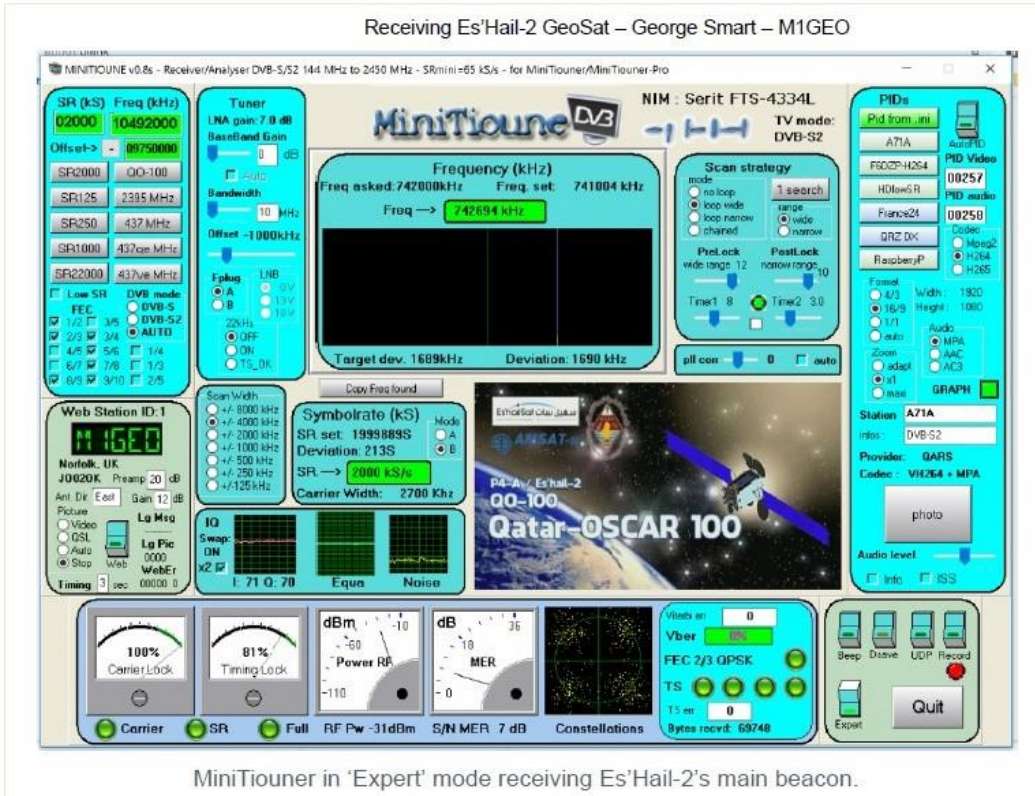


Το Mini Tioune Software

Όταν το πρόγραμμα αρχίσει για πρώτη φορά, θα εμφανιστεί μια εικόνα όπως.

MiniTiouner Splash Screen

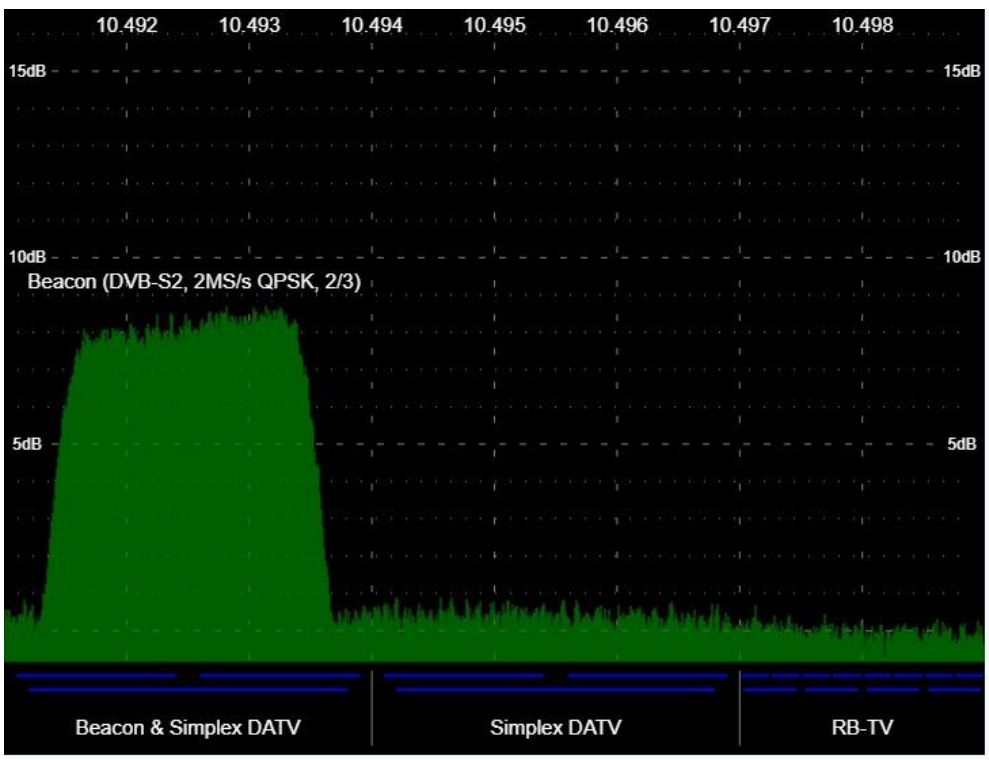
Μετά από λίγο θα εμφανιστεί το βασικό παράθυρο του προγράμματος



MiniTiouner in 'Expert' mode receiving Es'Hail-2's main beacon.

Mini tioune.

Μη αλλάξετε καμιά παράμετρο στο πρόγραμμα τώρα. Πρώτα κάντε λήψη του Beacon, γιατί το beacon έχει γνωστές παραμέτρους.



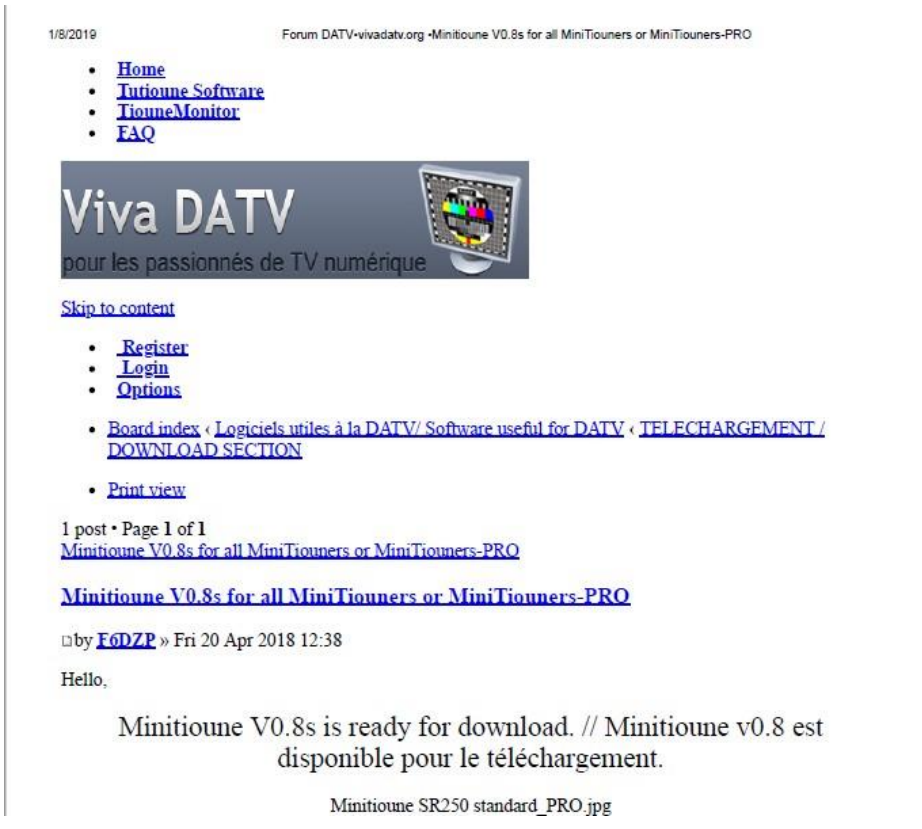
Λήψη του Es Hail-2 (Oscar 100) DVB Beacon

Πρέπει να τονίσουμε ότι ο wideband transponder στον Oscar 100, έχει οριζόντια πόλωση, πρέπει λοιπών να τροφοδοτήσουμε το LNB με 18V DC για να αλλάξουμε την πόλωσή του, η να περιστρέψου το LNB 90 μοίρες σε οιαδήποτε κατεύθυνση.

Το Minitiouner, έχει δύο jumpers που επιτρέπουν την τροφοδοσία του LNB με τάση DC μέσω των LNB – F connectors και δια μέσου της μονάδας (Serit module). Θα τις εντοπίσουμε πάνω στο PCB σαν LNB_A1 @ LNB_A2.

Στην επάνω αριστερή γωνία του βασικού παραθύρου του Minitioune, θα δούμε ένα παράθυρο, που θα βάλουμε το **sample rate** (SR) και την συχνότητα σε KHZ.Η συχνότητα του beacon είναι κεντραρισμένη στους 10.492,500 GHZ και εκπέμπει DVB-S2 με 2 MS/s QRSK διαμόρφωση , χρησιμοποιώντας, 2/3 FEC (forward error correction). Επίσης πρέπει να επιλέξουμε η AUTO η DVB-S2 mode, και να τσεκάρουμε στο κουτάκι για 2/3 FEC enabled.

Εγκατάσταση του προγράμματος του Minitioune



1/8/2019 Forum DATV•vivadatv.org •Minitioune V0.8s for all MiniTiouners or MiniTiouners-PRO

- Home
- Tutioune Software
- TiouneMonitor
- FAQ

Viva DATV
pour les passionnés de TV numérique

Skip to content

- Register
- Login
- Options

- Board index ‹ Logiciels utiles à la DATV/ Software useful for DATV ‹ TELECHARGEMENT / DOWNLOAD SECTION

- Print view

1 post • Page 1 of 1
Minitioune V0.8s for all MiniTiouners or MiniTiouners-PRO

Minitioune V0.8s for all MiniTiouners or MiniTiouners-PRO

□by F6DZP » Fri 20 Apr 2018 12:38

Hello,

Minitioune V0.8s is ready for download. // Minitioune v0.8 est disponible pour le téléchargement.

Minitioune SR250 standard_PRO.jpg

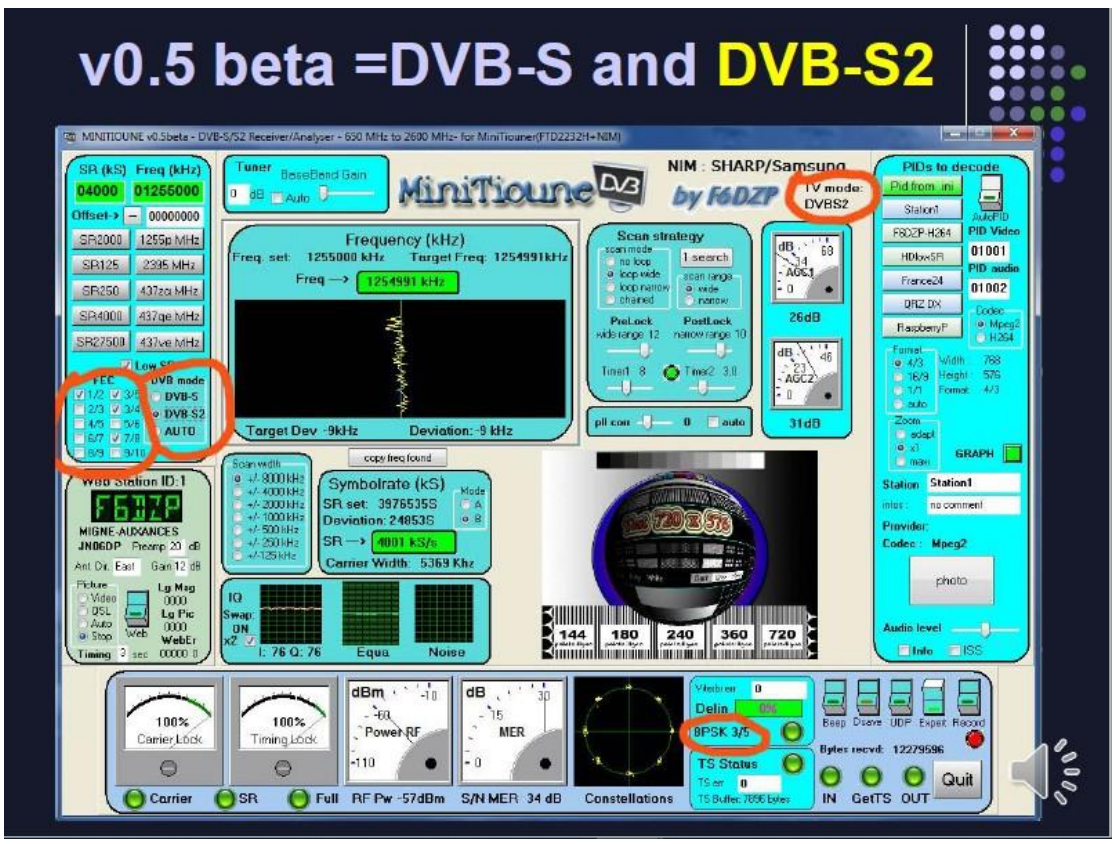
περισσότερες πληροφορίες θα βρούμε στο διαδίκτυο , για την εγκατάσταση του προγράμματος .

http://www.w6ze.org/DATV/InstallingMiniTiouner_onWin10.pd

Installing MiniTiouner_v0.4c on Windows10

This set of instructions is intended to outline everything needed to install MiniTiouner on Win10 in one place. There are four installation and testing areas for installing MiniTiouner_v0.4c with the hardware tuner on a Windows10 computer. Install the FT2232H USB driver for the MiniTiouner board• Inspect the FT2232H USB-controller module for correct internal memory programming• Install LAVfilters CODECs and test the board and test the DirectShow filters• Run the MiniTiouner_v0.4c executable• & perhaps adjust the decoder filters being used. 1.0 Install the USB driver for the MiniTiouner board 1.1) download a FT2232H device driver from the FTDichip website (the FTDI CDM driver : http://www.ftdichip.com/Drivers/CDM/CDM21218_Setup.zipI) 1.2) also download a tool called FT_PROG (also from the FTDI site) that will be used to check the configuration of the FT2232H module to confirm it contains the BATC programming 1.3) plug-in MiniTiouner board and install FT2232H driver by allowing an internet connection to find the driver (it is all done silently on Windows 10...wait perhaps 5 minutes for installation to become completed) 1.4) if the Win10 auto-install works correctly, then the CONTROL PANEL Device Manager will display two new entries for USB Device Controllers (see screen-capture below): • USB serial controller A • USB serial controller B …ELSE…follow the driver-installation manual steps for FT-2232H in FTDichip drivers Application Note AN_396 (for Win10) Windows10 Device Manager showing correct installation of FT-2232H device driver in the USB-controllers area 2.0 Inspect the FT2232H USB-controller module for correct programming 2.1) download the FT_PROG app note AN_124 User Guide for FTDI FT_PROG Utility 2.2) install and use FT_PROG tool to now confirm that the USB-module contains the BATC programming for the NIMtuner (and is in Direct D2XX mode) 2.3) select “Scan and Parse” from the “EEPROM -> Devices” menu of FT_PROG 2.4) select HARDWARE SPECIFIC….first PORT A HARDWARE should be already set as RS232 and DRIVER can be set to VCP or D2XX 2.5) Next PORT B HARDWARE should already be set as 245 FIFO and DRIVER should be set to D2XX DIRECT 2.6) If FT_PROG shows everything is correct in steps 2.4 and 2.5...go directly to step 3.0 ELSE...if necessary, there is excellent procedure to fully re-program the FT2232H module internal memory contents on the vivaDATV website at http://www.vivadatv.org/viewforum.php?f=80 (English) 3.0 Install LAVfilters CODECs and test the board and test the DirectShow filters [Note: Pierre HB9IAM-F8BXA cautions that when performing the two working tests of the MiniTiouner (TestMyMiniTiouner and CheckMiniTiouneDriverAndFilters), to be attentive to temporarily disable the antivirus, especially AVAST, to prevent it from erasing these two test files !] 3.1) Be sure that you have the good codec: install LAVfilters …… http://www.videohelp.com/software/LAV-Filters (currently version 0.68.1) 3.2) Be sure you have registered the "usrc.ax" file in the windows registry by running the file “install_usrc_ax_winXP.exe“ tool

as an administrator (NOTE this tool will work OK on any version of Windows from WinXP to Win10) 3.3) move the downloaded Minitiounev04c_pack folder to a convenient document location. DO NOT install the Minitiounev04c_pack folder in the Windows Program Files area because MiniTioune_V0_4c does not have admin rights to run there. 3.4) You can test your MiniTiouner board using the software "TestMyMini Tiouner_v1_3b" You must have 0 errors. 3.5) test that all is good using the software tool "CheckMiniTiouneDriverAndFilters V0_2b" All LEDs should be green. 4.0 Running the MiniTiouner_v0.4c executable [Note: Jean-Pierre F6DZP cautions that you do NOT want to use a generic Windows video driver for the Graphics controller card on your PC, ...ELSE…you will not have successful access to a "Video Mixing renderer". Some graphic cards have a bad driver that doesn't allow the use of a "Video Mixing renderer" after the decoder filter, but only a simple "renderer". So you will absolutely need a good/recent specific graphics driver from the manufacturer (not Microsoft) for the graphic card in your PC.] 4.1) Make any necessary adjustments to the minitiounr.ini file for desired frequency and SymbolRate, etc. to start your first test. …(NOTE: the software now automatically detects any kind of "acceptable" NIM tuner) 4.2) Make sure the there is a transmitted DVB-S signal out there for the tuner to receive. Then power up the MiniTiouner board…and start the "Minitiounev0.4c" executable file. Make any adjustments to frequency and the expected SymbolRate etc until you see the modulation constellation displayed by the MiniTioune software screen. 4.3) It is possible that you can have poor video being displayed on the screen of the MiniTioune Analyzer on your particular PC? If you have poor video (my video was initially very “jerky” …maybe 1 FPS because Windows had not chosen the LAV video decoder filter…but instead chose “Microsoft DTV/DVD video decoder”), then you may have to install GraphStudioNext to manually choose the LAV video decoder. 4.4) Install the free GraphStudioNext executable in the same folder as the MiniTioune executable to inspect and select and adjust DirectShow filters and the graph to work best with MiniTioune executable on your PC.



Κατασκευή του δέκτη Mini Tiouner

Το **κιτ** του δέκτη αποτελείται από πέντε βασικές μονάδες.

PCB board

Voltage Regulator

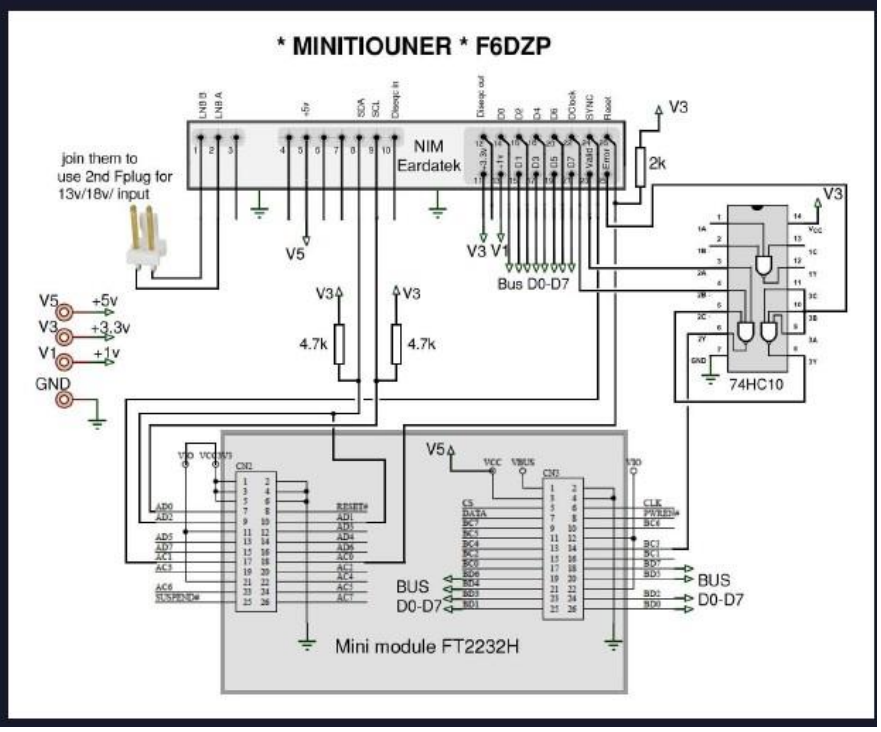
Tuner Module

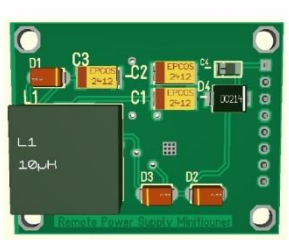
USB Converter board

Τα υπόλοιπα εξαρτήματα τα βρίσκουμε στα ηλεκτρονικά καταντήματα.

Πρώτα βάζουμε αντιστάσεις και διόδους , μετά DC jack Fuse Holders & Voltage Regulators και ακολουθούν , Sockets & USB converter Board.

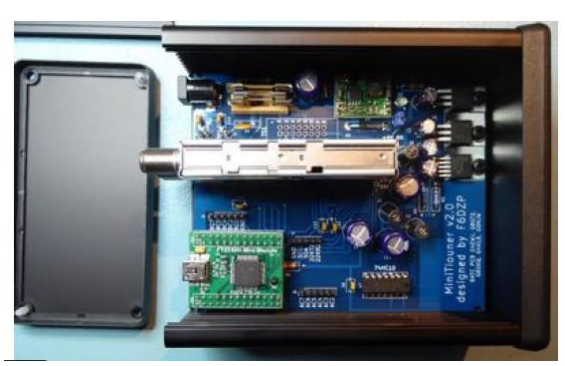
MiniTiouner: basic Schematic





Click to download

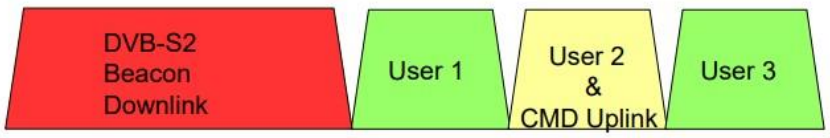
For the users of the F1CHF MiniTiouner V1, and the F5XG batch, as well as the BATC version V2, it was not possible to control the LNB's remote power supply via Jean-Pierre F6DZP's Minitioune V0.8s software.



Oscar 100 Wideband

- Oscar 100 wideband is an "8 MHz bent pipe" transponder for wideband digital use
- Occupied bandwidths can be 200 kHz – 8 MHz
- Most signals are <1MHz wide
- Some experiments below 100Khz
- DVB-S2 with H264 / H265 video

DATV Bandplan (draft)



8 MHz

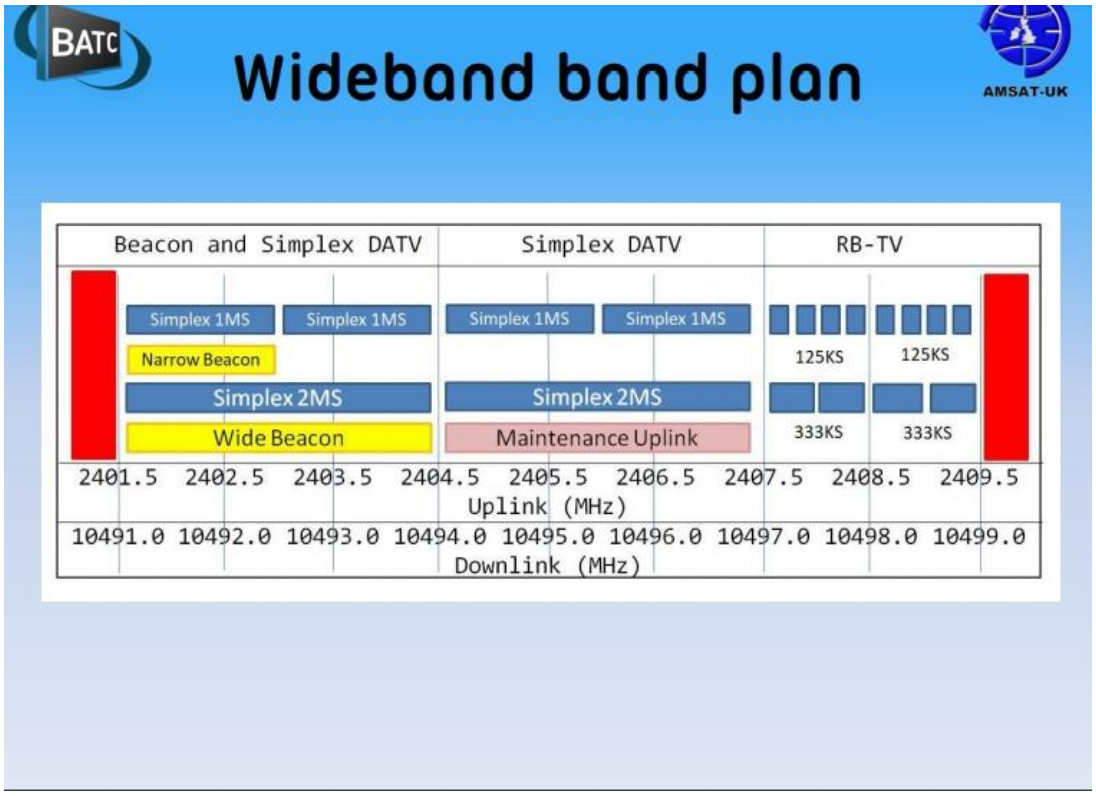
Beacon: 2403,000 MHz, 2.4 Msym (BW=3 MHz, DVB-S2)
User 1: 2405,350 MHz, 1.2 Msym (DVB-S2 or DVB-S)
User 2: 2407,000 MHz (see User 1 and Command Uplink)
User 3: 2408,700 MHz (see User 1)

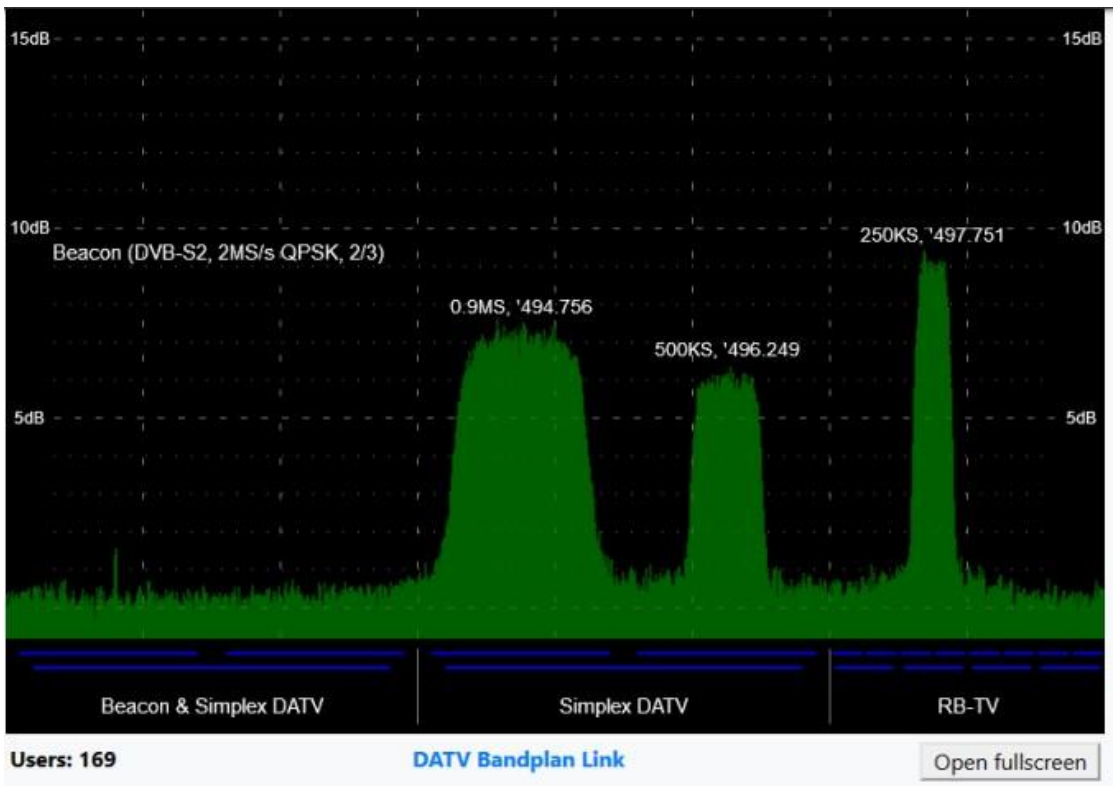
User DVB-S2: 8PSK with 2/3 FEC, BW = 1.5 MHz
User DVB-S: QPSK with 7/8 FEC, BW = 1.62 MHz

Cmd Uplink: 1.2 Msym / 3.6 Msym, ~ 9.3 Mbit Data

DATV transmit

- ~30 watts in to a 1.2m dish
- PA at dish and VERY short feeder
- Dual band dish feed
  - 2.4GHz patch
  - LNB 22mm waveguide

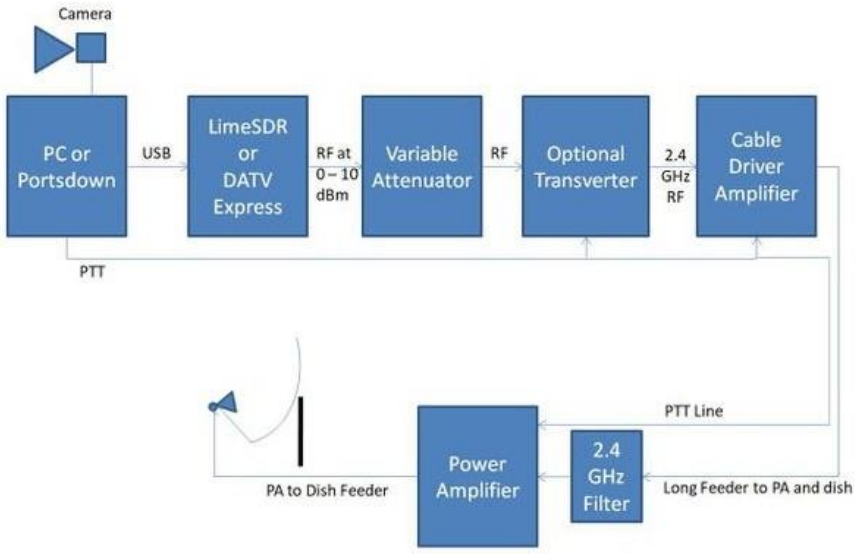


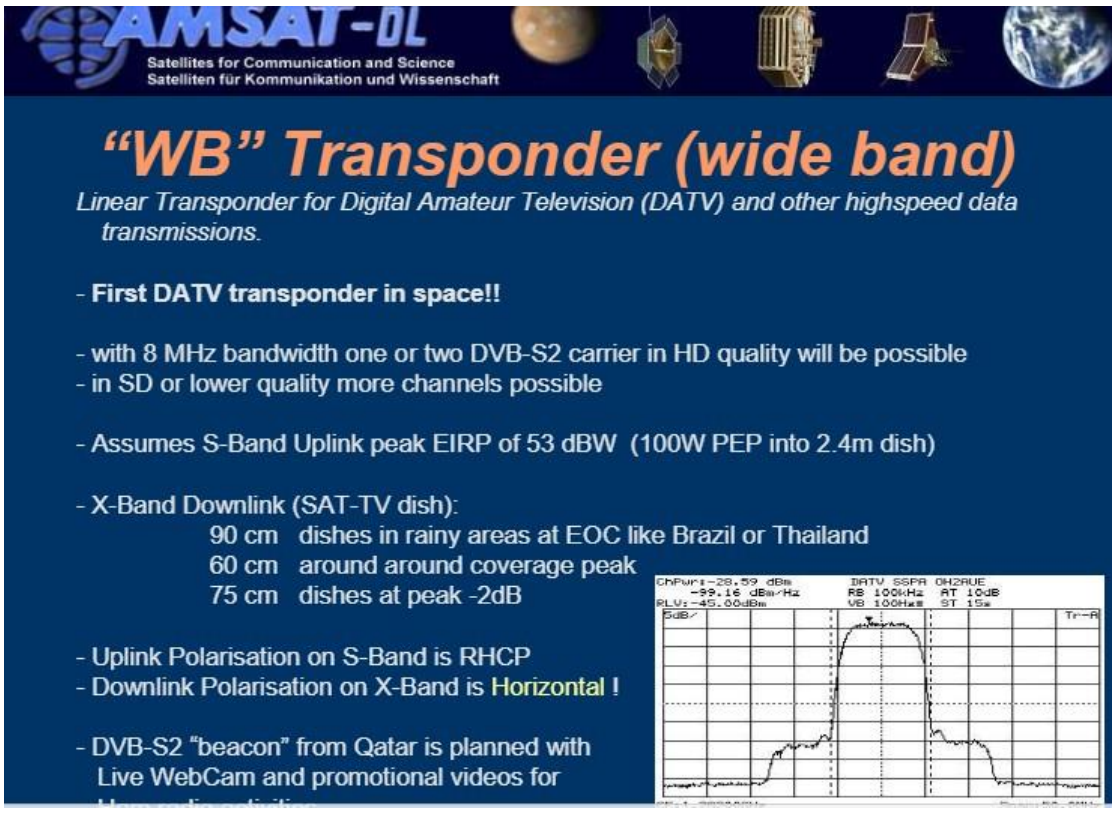


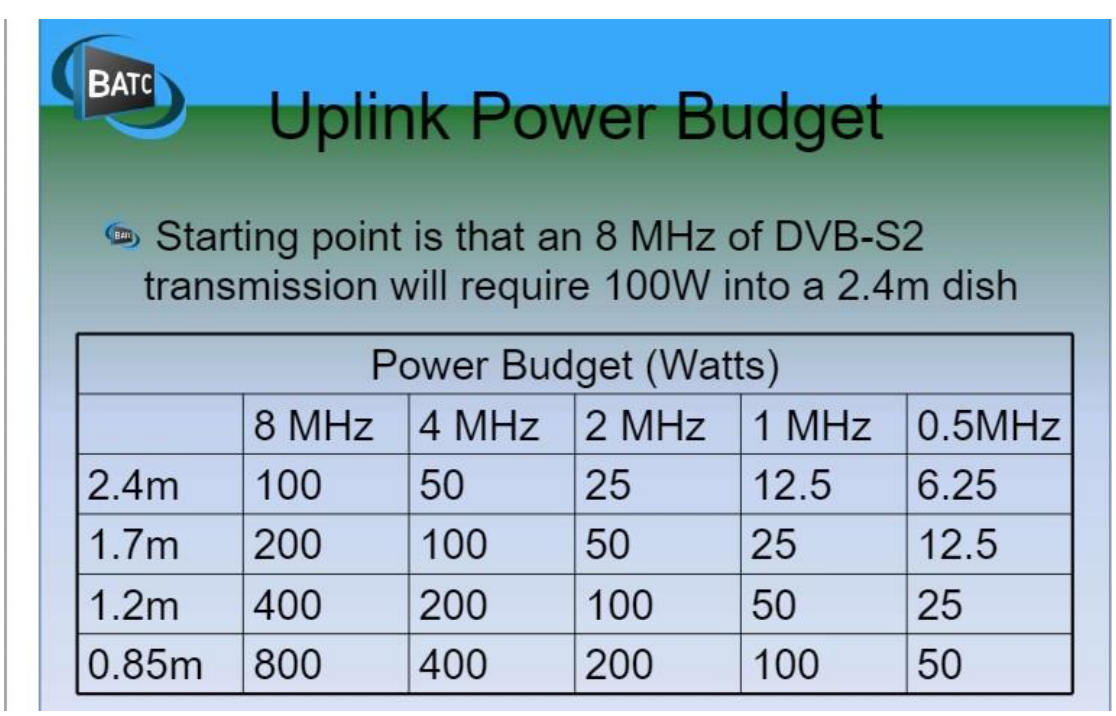
S-Band 2.4 GHz WB-Uplink (DATV):
– wide band modes, DVB-S2
– peak EIRP of 53 dBW (2.4m dish and 100W) required
– RHCP polarisation

DATV transmit systems

To transmit DATV on Oscar 100 you will need a system to generate DVB S or DVB-S2 (preffered) on 2400MHz.







Power Budget (Watts)					
	8 MHz	4 MHz	2 MHz	1 MHz	0.5MHz
2.4m	100	50	25	12.5	6.25
1.7m	200	100	50	25	12.5
1.2m	400	200	100	50	25
0.85m	800	400	200	100	50

Μέγεθος παραβολικού Δίσκου και απαιτήσεις ισχύος.
Υπάρχουν τρείς μεταβλητές .

1 Μέγεθος Δίσκου

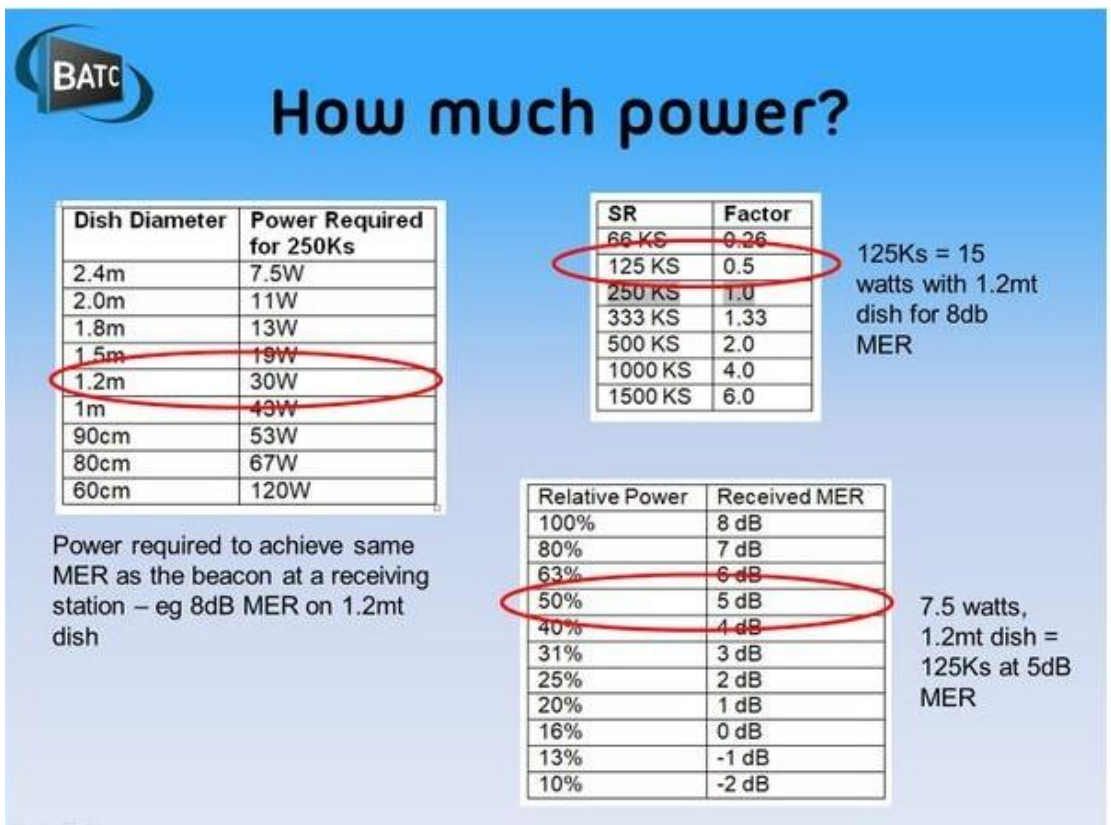
2 Ισχύς

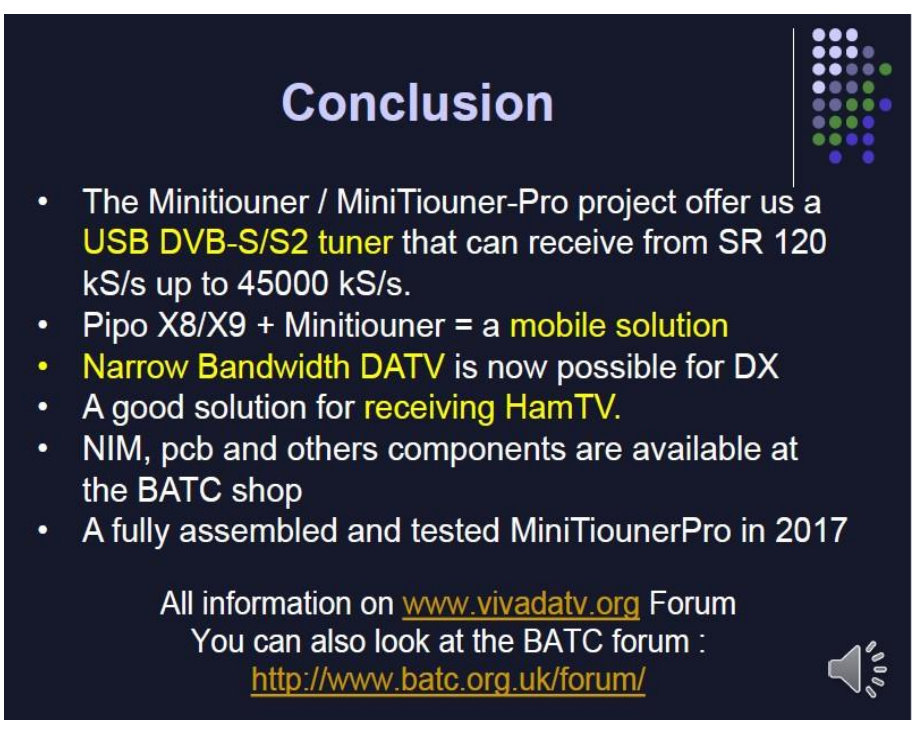
3 Ταχύτητα δειγματοληψίας συμβόλων.

Η ισχύς που λαμβάνεται από τον δορυφόρο μεταβάλλεται με το τετράγωνο της διαμέτρου του δίσκου.

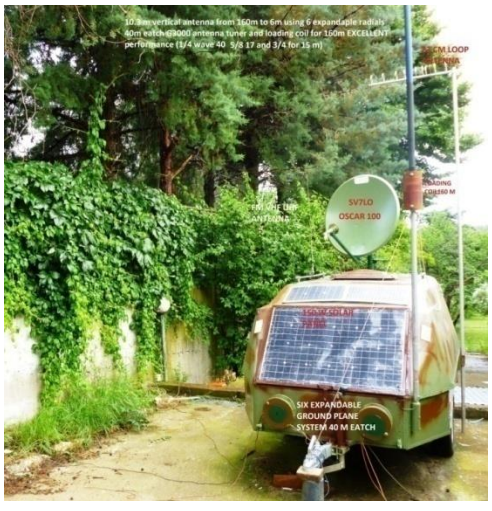
Πχ για δίσκο με διάμετρο 1.2 μέτρα, θα πάρουμε 4 φορές του μεγέθους της ισχύος (6 db), από τον δίσκο με 60 εκατοστά διάμετρο. Το μέγεθος της ισχύος μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με την ταχύτητα δειγματοληψίας , πχ ένα σήμα **250 KS** θα στείλει **διπλάσια ισχύ** (watts per MHz) στον δορυφόρο συγκρινόμενο με το σήμα των **500 KS της ίδιας ισχύος.**

Ο πίνακας μας δίνει τις απαιτήσεις της ισχύος σε σχέση με την διάμετρο των δίσκων προκειμένου να έχουμε την ίδια στάθμη σήματος . **250 KS.**





https://www.youtube.com/watch?v=PN0hFGfv-4g&feature=push-fr&attr_tag=RkcmnVDkby75ibUk%3A6



Βιβλιογραφία

" Oscar-100, QO-100 satellite operators and experimenters group"

chapter 4 Parabolic dish antennas N1BWT

Paul wade W1GHZ Microwave antenna book

Es'hail-2 Oscar 100 Dual Band Patch Antenna | UHF-Satcom

OSCAR-100, QO-100, Es'Hail, satellite operators and experimenters sv8rv

Software-defined demodulation of Digital Amateur TV from QO-100

The Basics of Patch Antennas, Updated

By D. Orban and G.J.K. Moernaut,
Orban Microwave Products
Amsat-UK's Oscar News, 1993 Oct No.103 p20-21
Entitled: "Small iS beSteSt"
Satellite Operator No. 33, June 1993. update ?
The Amsat Journal (USA) Vol 16 No.4, Jul/Aug 1993. Update Nov/Dec 93
*Amsat-VK Newsletter No. 99, 1993 June, update No. 102, 1993 Oct*A cheap 10Ghz receive system | HAMRADIOALAdvanced Circularly Polarised Microstrip PatchAntennasAdam Z. Narbudowicz

Technological University Dublin

Amateur Radio Astronomy
How to start.
Jean Marie Polard

[F5VLB Analyzing Operating Mode Options for Helical Antennas | COMSOL Blog

Kraus antennas handbook

ARRL antennas handbook

MCRP 3-40C
ANTENNA HANDBOOK

Analyzing Operating Mode Options for Helical Antennas

Thomas Forrister

Es'hail-2 LNBs and Antennaes - BATC Wiki

https://e-class.teilar.gr/modules/document/file.php/CS250/LESSON_SLIDES/Sat_lesson_6.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

https://twitter.com/HHolsink

http://www.pabr.org/radio/leandvb/leandvb.en.html

https://amsat-uk.org/2019/02/10/qatar-oscar-100-web-receiver-now-live/

http://g4jnt.com/OctagonExtLo.pdf

http://www.qsl.net/pa0hoo/helix_wifi/index_eng.htm -

Improved Dutch PA0HOO, HELIX

www.amateurfunkbasteln.de/patchantenne/patchantenne.html

https://www.f5uii.net/en/

www.orbanmicrowave.com
https://www.george-smart.co.uk/2019/02/eshail2-rx/

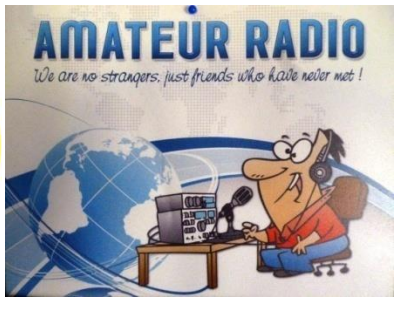
http://www.w6ze.org/DATV/InstallingMiniTiouner_onWin10.pd

http://jcoppens.com/ant/qfh/calc.en.php

https://www.jitterlabs.com/support/calculators/ppm

http://www.duthsat.gr/

Διπλωματική ΘΕΟΔΩΡΟΥ Π. ΚΑΤΣΙΒΑ.



Sv7lo Best 73es

Παράρτημα

Transmitting on QO100

Hello, My Name is Hans From Austria.

Today we´ll go through the Steps that must be taken to Transmit over the Geostationary QO100 Transponder. Please keep in Mind that there are several ways to do so. We´ll di- scuss diff erent Setups and i´ll explain how i did it with my Setup. Well also talk a bit about operation Practice since some Things youll see on the Transponder are not the best Practi- ces...

When i mention Hardware in this Guide its because i have it either here or i bought it for the Pourpouse. I dont get Money or Hardware for mentioning certain Products here. (Un- for- tunatly... X))

I am not responsible for any Damage that might occur on Hardware or your Health by fol- lo- wing this Guide! Please use your common Sense when working with Tools and clim- bing on Roofs...

Considerations to be made:

I assume you have already setup your Station so that you can Receive the Satellite. So you should have setup and adjusted your Dish already.

There are 3 Ways to transmit to the Satellite:

- You can either use your existing Dish that you use to receive the Satellite and add some kind of Feed. A feed is a small Antenna that emitts RF to the Satellitedish where the RF gets reflected in the Direction of the Satellite. There are different kind of Feeds like the Dual Patchfeed from Mike Willis and UHF-Satcom. You can also use Helix Antennas or other Feeds.

- You can also use a second Dish where you mount a normal Feed.

- The third method is that you use a normal high Gain Antenna like a long Helix Antenna or a wifi Antenna. (Keep in mind that you loose 3db Gain when using a non polarised Anten- na) This Method can be usefull when you dont want to mount a second Dish that is only dedicated to QO100 or you manage to mount the QO-100 LNB on your normal Satelli- teTV Setup like DH2PA did (Pictures below.).

What Radio will you use?

This one is interesting and should be thought about carefully. Most of HAMS nowerdays have some kind of SDR Radio at Home. My station for now consists of a HackRF for TX and and Airspy for RX. Later id like to setup my Station so that i can work over the Satellite without the need of a PC, so i want to use a Stationradio... (C´MON ICOM RELEASE THE IC-9700 ALREADY!!!!)

- Using an SDR: SDR Radios are getting cheaper and powerfull. There are different Radios out there that can TX on the 13cm band without the need of an Upconverter. Most of them already have a Connector for a Frequency Reference that will be wanted and nee- ded. You can use the HackRF, the ADLAM Pluto, the LimeSDR, and many many more... For todays Guide we will use the HackRF.

- You can however also use your Stationradio. The Radio must be capable of Transmit- ting on the 2m or 70cm Band (depends on the Input Frequency of your Upconverter). The prefered Voice Mode on QO100 is USB, you could technically also use LSB... Your Radio should either have a very accurate TCXO or a Connector or Mod for an External Frequency Reference. When using your Stationradio you will need an Upconverter wich we will describe later...

Talking Upconverters...

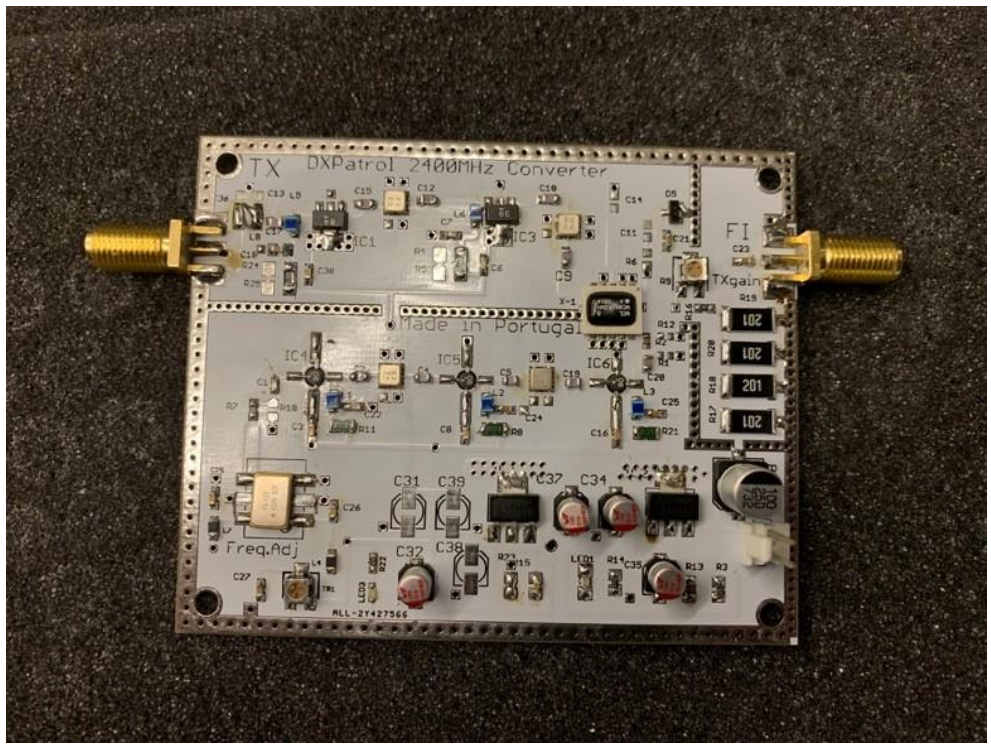
If you want to use a Radio that cannot TX on the 13cm Band on its own you can use an Upconverter. The Upconverter takes the Input Frequency from your Radio and „adds“ the Frequency from the LocalOscillator (LO Frequency) of the Upconverter. The Result is the higher Frequency that comes out of the Upconverter. So lets say the Upconverters LO Fre- quency is 1970Mhz and you send a Signal on 430.2Mhz the Output Signal after the Upcon- verter will be at 2400.2Mhz. The Upconverter is normally designed for a speciffic Band. It has Filters build in to interrupt unwanted Frequencies.

There are diff erent Upconverters usable with QO100. Id suggest you use the Transverter from SG-Labs sice i have heard good Reports. But there is also the Bu500 that can be bought on EBay and the Upconverter from DXPatrol. (There are many more, but these are the ones i know a bit about.)

Please notice that the Upconverter also needs a stable LocalOscillator, the best Solution is to get one where you can connect an external Reference...

You also have to check the maximum Inputpower the Upconverter can handle... If your Ra- dios minimal Outputpower is higher than the Upconverters maximum Inputpower you want to get some Attenuators between them...

The LO Frequency of these Upconverters can normally be set. either over a USB connec- tion, Jumpers or Trimmers.



„This TCXO drifts like a Motherf%&$r“

Quote from @0x47DF on Twitter

When working with rather high Frequencies we want our Oscillator to be as Accurate as Possible. The „Unit“ of the Oscillators Error is given in ppm (PartsPerMillion). When you have an Oscillator with an Accuracy of 50ppm at a Frequency of 25Mhz your Frequency can variy 1250Hz Those Frequencies are often multiplied and so does the Error.

Better Oscillators are TCXOs (TemperatureControlledOscillator) and OCXOs (OvenControl- ledOscillators)

Most of the Equipment have not the best Oscillators installed. Since we work in the 13cm Band wich is Quite High and we also often use 2 Radios for RX and TX we want to get our Frequency as stable as Possible.

The most common Method today is getting a GPSDO (GPSDisciplinedOscillator) wich is a Frequencysource that uses the Signals send from GPS Satellites. They got quite cheap and can be programmed for different Outputfrequencies and Powers. The most common used GPSDO (as far as i can tell) are the ones from LeoBodnar...

Another Method is getting yourself a Rubidium Frequency Standard wich is basically an Atomic Clock. There have been used Standards (wich can be programmed between 0,5 and 25Mhz) sold over ebay some time ago... They work very well for our uses and they increase the Uberhaxxor-31337Value of your Shack at least 42%... =)

Id recommend the GPSDO when you want something that just works...

You want to connect the Reference to everything that has an internal Oscillator, The LNB, the RX-Radio, the TX-Radio, the Upconverter. With such a setup you should be able to get a very stable Signal and you wont have to retune...

Power the more the better?

How much Power do you need to make a QSO over QO100? Surprisingly little!

When your Antenna is alligned accurately, has a reasonable Size and your Powersource (Radio) is near the Feed you can make CW QSOs wich a few 10s of mw. You can make good SSB QSOs wich 2-3Watts easily.

Make sure you use a high Quality Feedcable with low Signalloss. Aircell7 looses over 30db on 100m, Airbourne10 uses „only“ 20db on 100m. Get your cables short.

You can also put your Gear near to the Feed but that needs a good watherproove hou- sing...

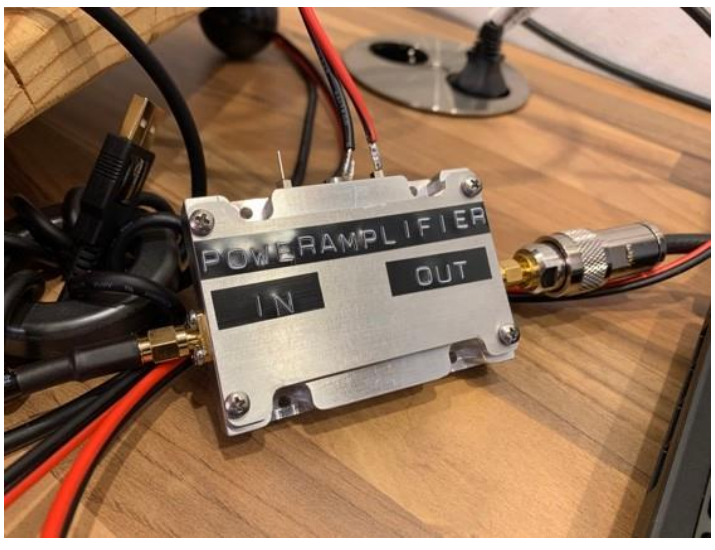
If you need one or more PowerAmplifiers depends on your setup. If you have a short good Feedcable and your Upconverter puts out 3W of RFpower you might go with that.

If your HackRF puts out 8mw and you have 22m feedline you wont be done with just one Poweramplifier.

Good Results have been made with a small Preamplifier like the LNA4all and an 8W Wifi- booster (that puts out about 2W of RF... go figure...).

My current Setup consists of the HackRFs 8mw that goes into a LNA4all that puts out 22mw that goes into the WifiAmplifier that puts out 500mw that goes into the SG-Labs Amplifier that puts out 20W. At full power the feed will be supplied with 8W. Off course you should adjust your Power at a suitable Level... I hope i get a Preamp soon that is is capab- le of putting out the 500mw for the SG-Labs PA so i can get rid of the PA-Centipete...

Take a look at the Specs of your Gear and see if you need a PA and if so what PA is suitab- le for you. A good PA in my Eyes is the SG-Labs PA. (I dont get paid to say that, Im just a Fan...)



OK Lets do this...

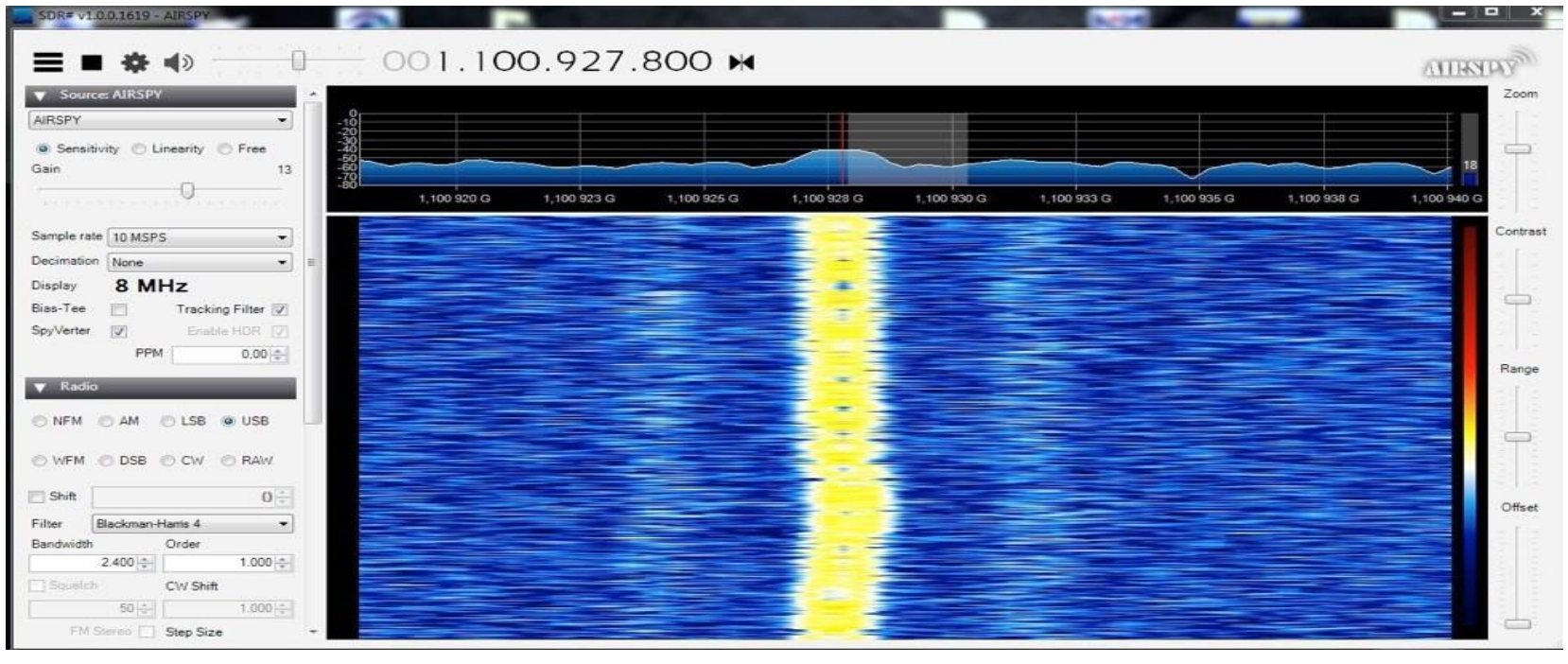
We will now go through the Steps to Transmit Signals to QO100. I assume that your Trans- mitting Antenna is Setup and pointed to the Satellite. If you use a DualPatchfeed as i use you just need to mount it on the Dish. When you use another Antenna you need a Com- pass and a Anglemeter... You should have a Feedcable in your Shack, you should have all Software installed and enough power on the Feed to get the Signal to the Satellite. You should also have your Reference Frequency connected to your Radios and if needed Up- converter and LNB...

I highly encourage you that you try to send on the supposed Frequencies with low Po- wer and low gain Antennas between Radios inside your Shack. We dont want to be a bad Example for other Users.

Switch everything on and let it Run for a few Minutes to get on Temperature. Especially if your LNB is not connected to the Frequency Reference you want to do this. If your LNB drifts badly you can wrap it with some Bubblewrap some Cloth and a last Layer of Alumini- umfoil. You also want to Weatherproove your Feed...

Make sure everything has Power. The BiasT for the LNB the Poweramplifiers and the Radi- os. We dont want to search an Error for just to notice that the Power to the Amplifier was not plugged in. Make sure that the GPSDO or the Rubidium Frequency Standard is locked.

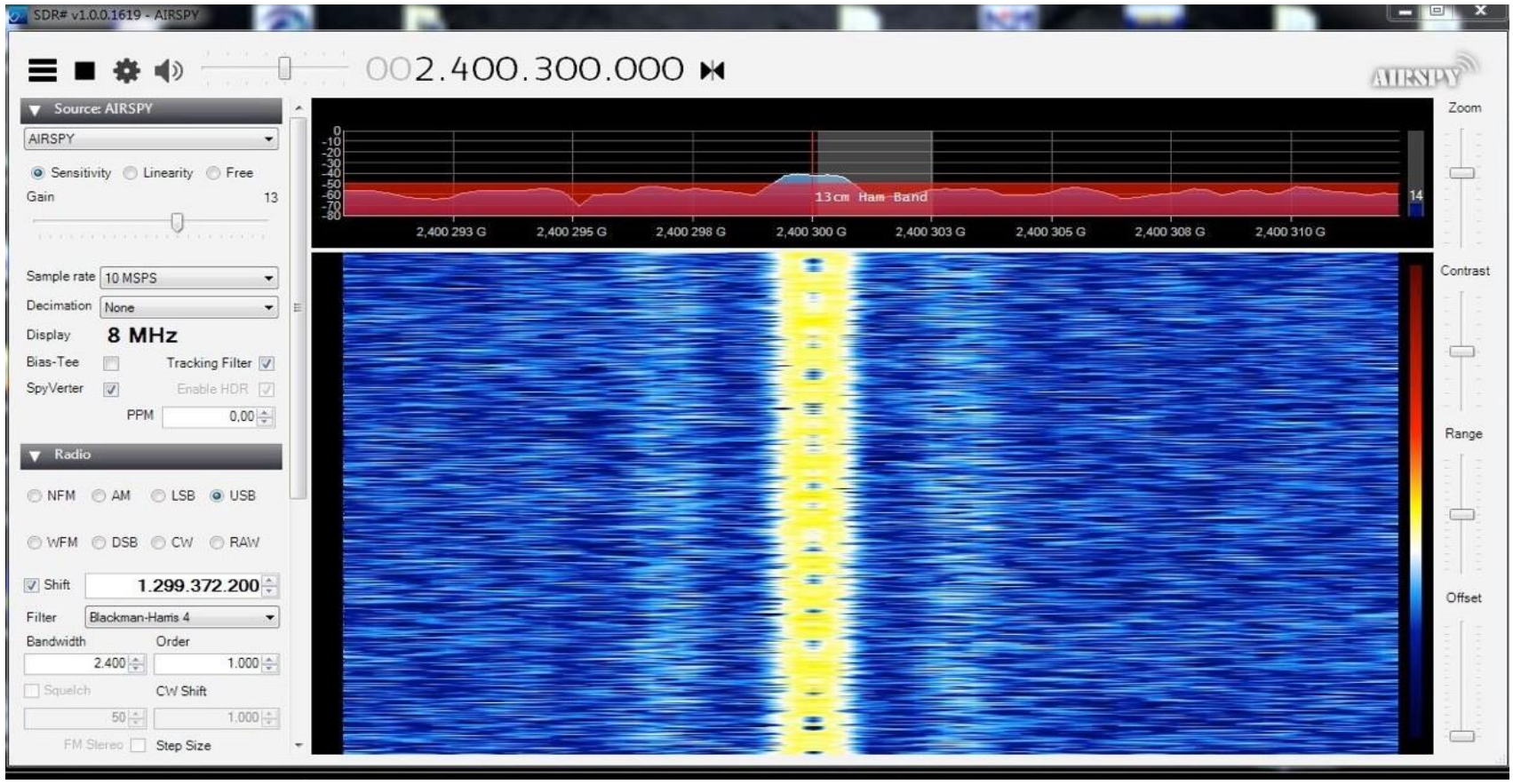
Fire up your RX Software, SDR# in my Case. Before we start with the TX we want to make sure that we 100% know where we are on the Band... Search for the Upper Beacon of
QO-100 and Zoom in. Set the Demodulator for USB and adjust the Frequency that the Be- ginning of our set Frequency is in the Middle of the Upper Beacon of QO-100. Note That Frequency.



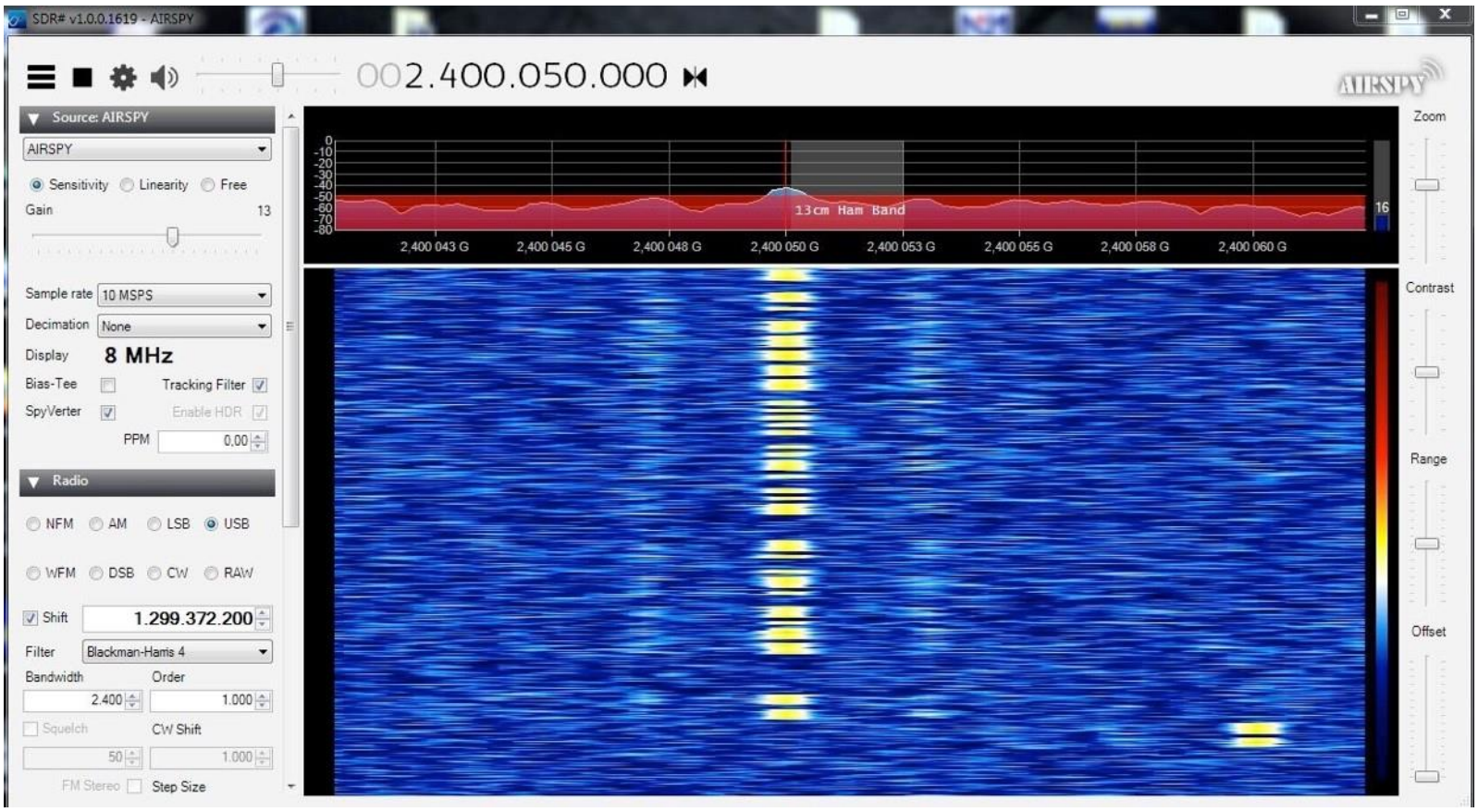
Its a good Practice that you have your RX and TX Frequency adjusted so it DISPALY the same Frequency in your SDR Software. In reality the upper Beacon would be at 10.489800 GHZ. When we would THEORETICALLY want to send on the Beacons Frequency we would have to set our TX Frequency at 2.400300GHZ. I´d suggest you send your RX Fre- quency in your SDR Software so it matches the actual TX Frequency. It makes Things much easier...

Take the Readout of the Center of the Uupper Beacon. In my Case thats 1.100927800GHZ. We want to set an Off set that the displayed Frequency is 2.400300GHZ so we have to set our Shift (in GQRX its called LO Frequency in the Setup Menu) to 1.29972200GHZ (2400300000 - 1100927800 = 129972200)

Now the RX Frequency Readout should show 2.400300Ghz.



You can doublecheck your Off set by centering your RX Frequency at the lower CW Bea-con. The Readout should be 2.400050GHZ



Please be adviced that the Off set might value when our LNB or Receiver is Drifting. Its a good Practice when you check if your Off set is correct from time to time...

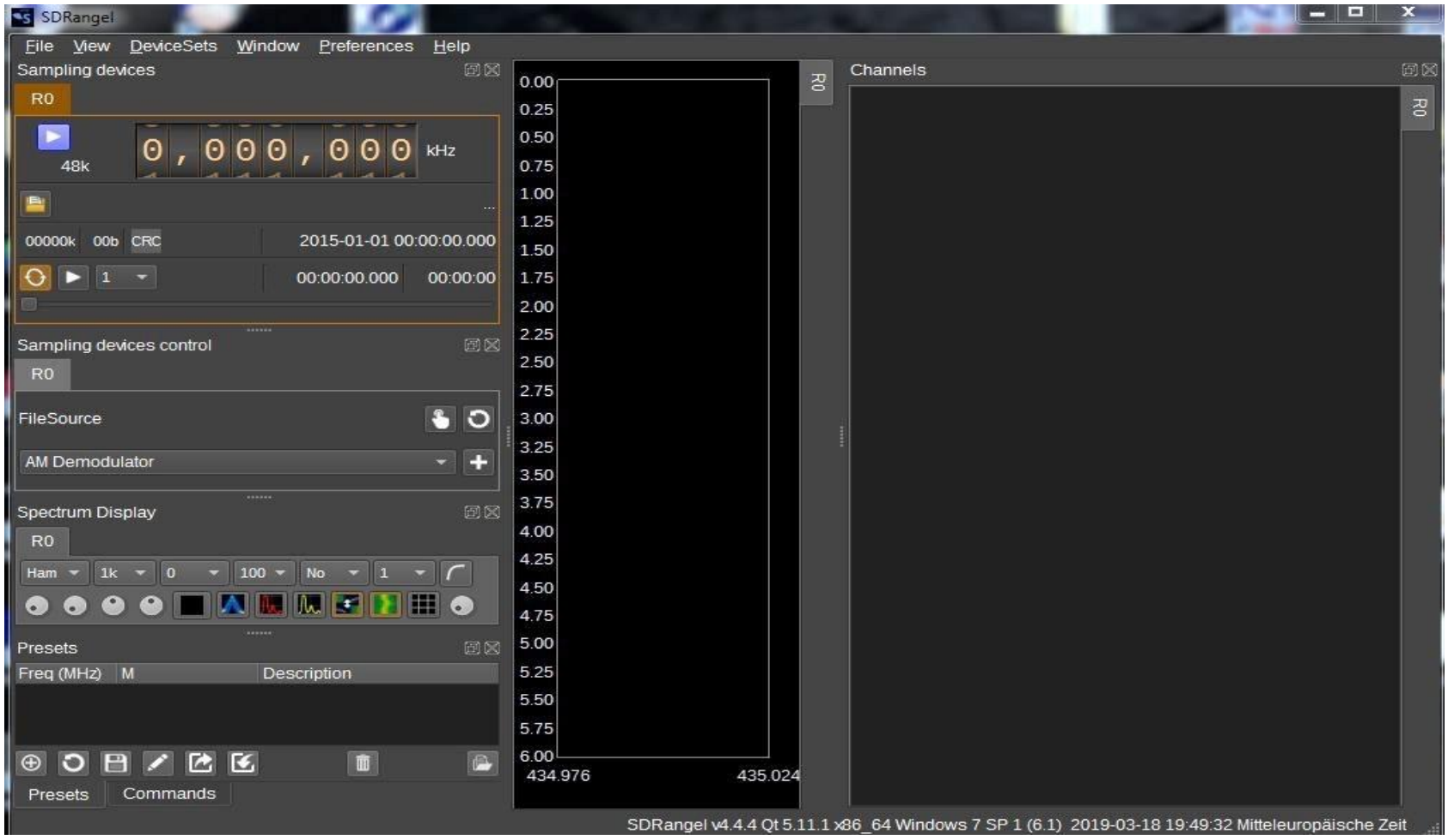
I lead you now Step by Step to make your first Transmission.

I´ll use my HackRF and SDRAngel to do this but you might use your Radio and Software of Choice.

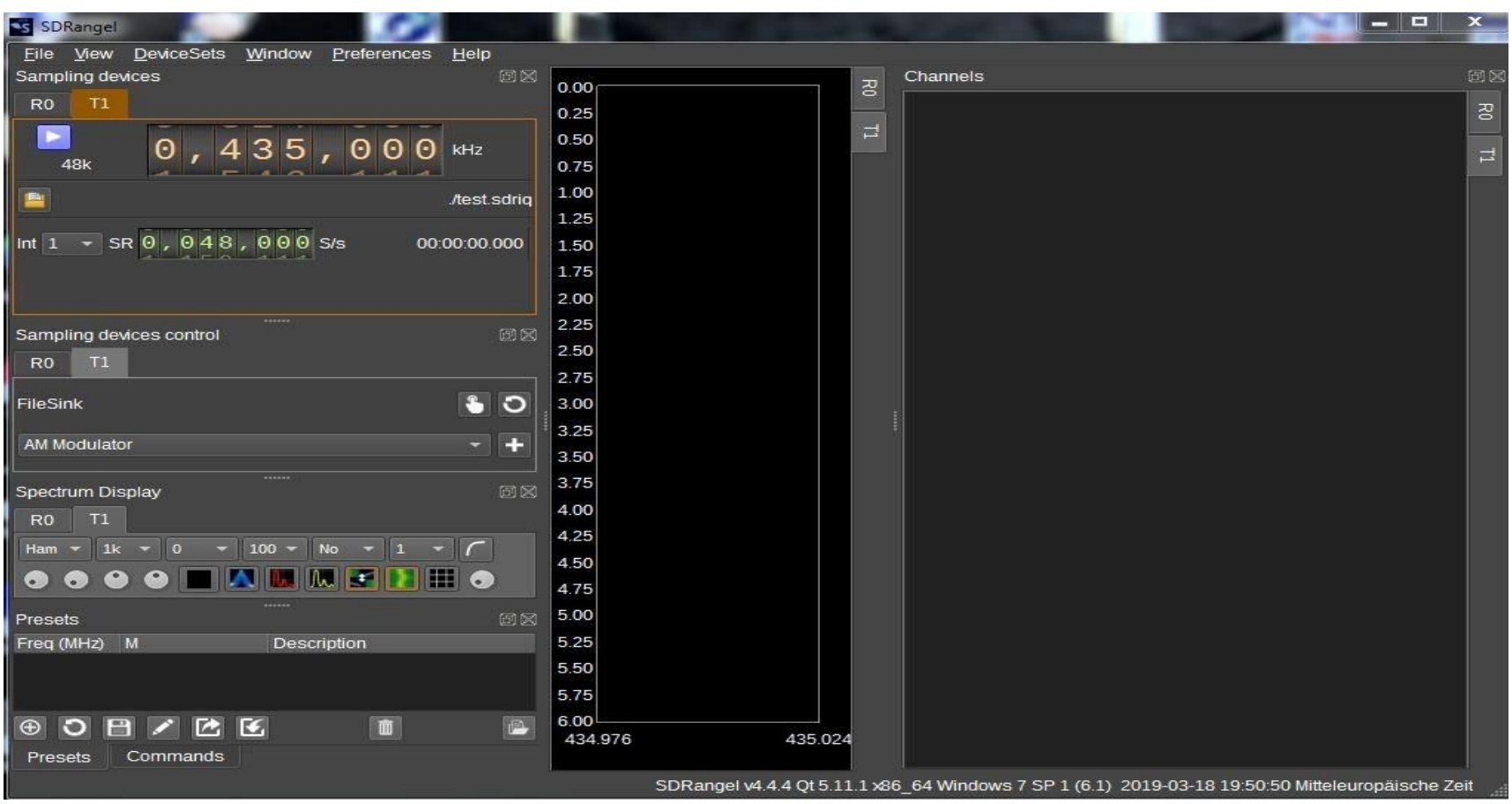
Connect your HackRF and start SDRAngel.

Το SDRangel Μπορεί να αποδιαμορφώσει και σήματα DMR, D-STAR

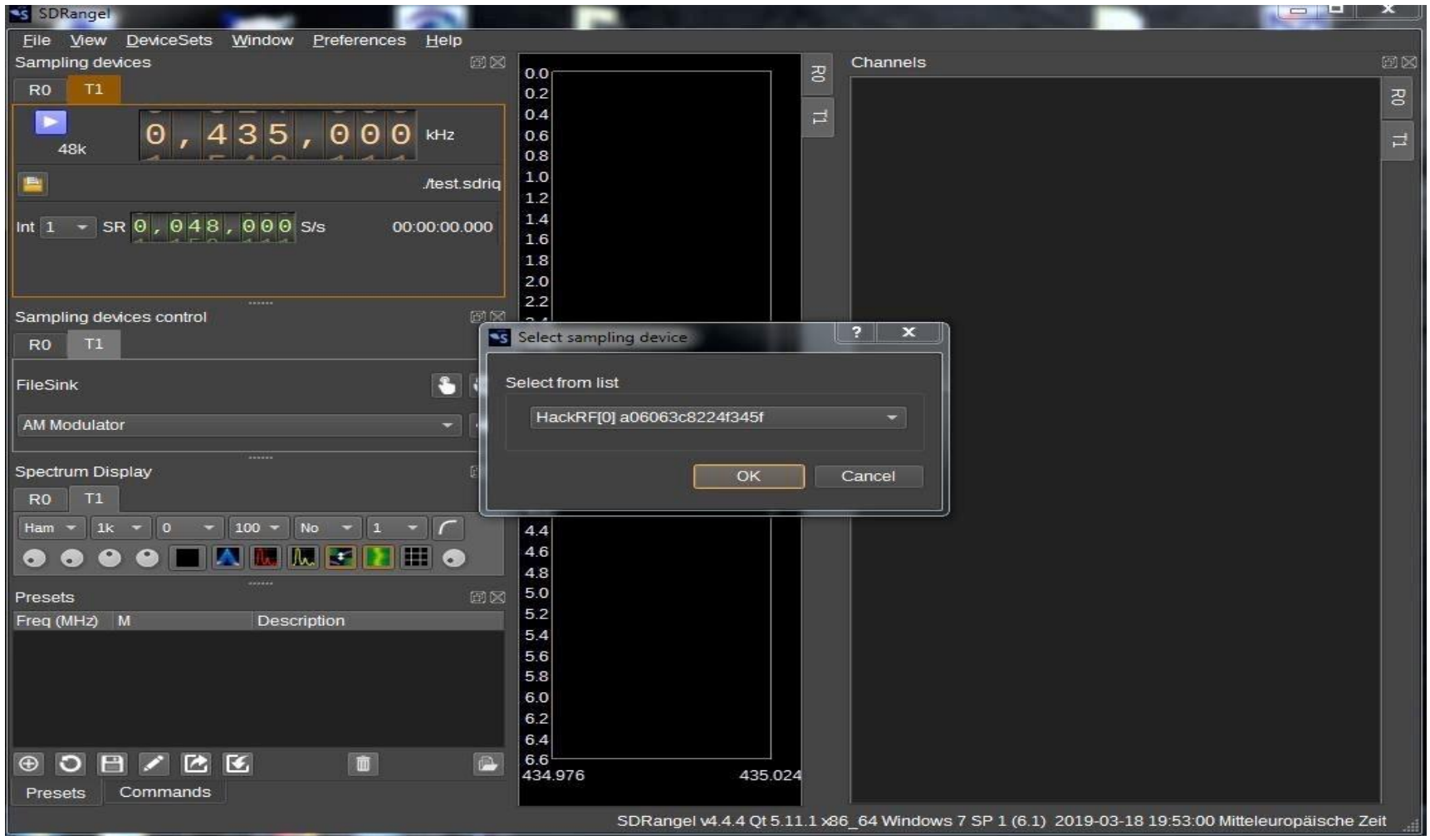
https://www.rtl-sdr.com/tag/sdrangel/



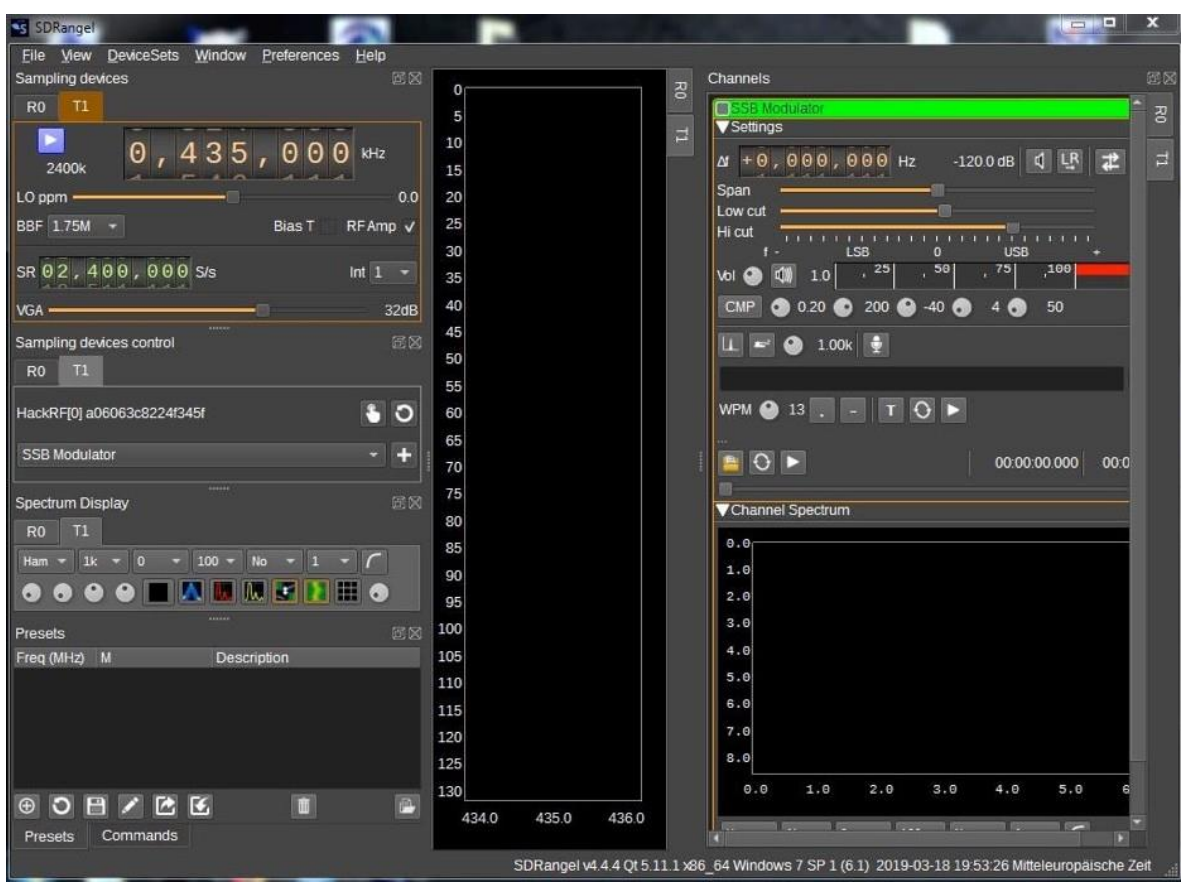
Click on „DeviceSets“ on the upper Menu and select „Add Sink Device“.



Now click on the „Refresh“ icon in the middle of the left Area. Select your Radio and Press „OK“.

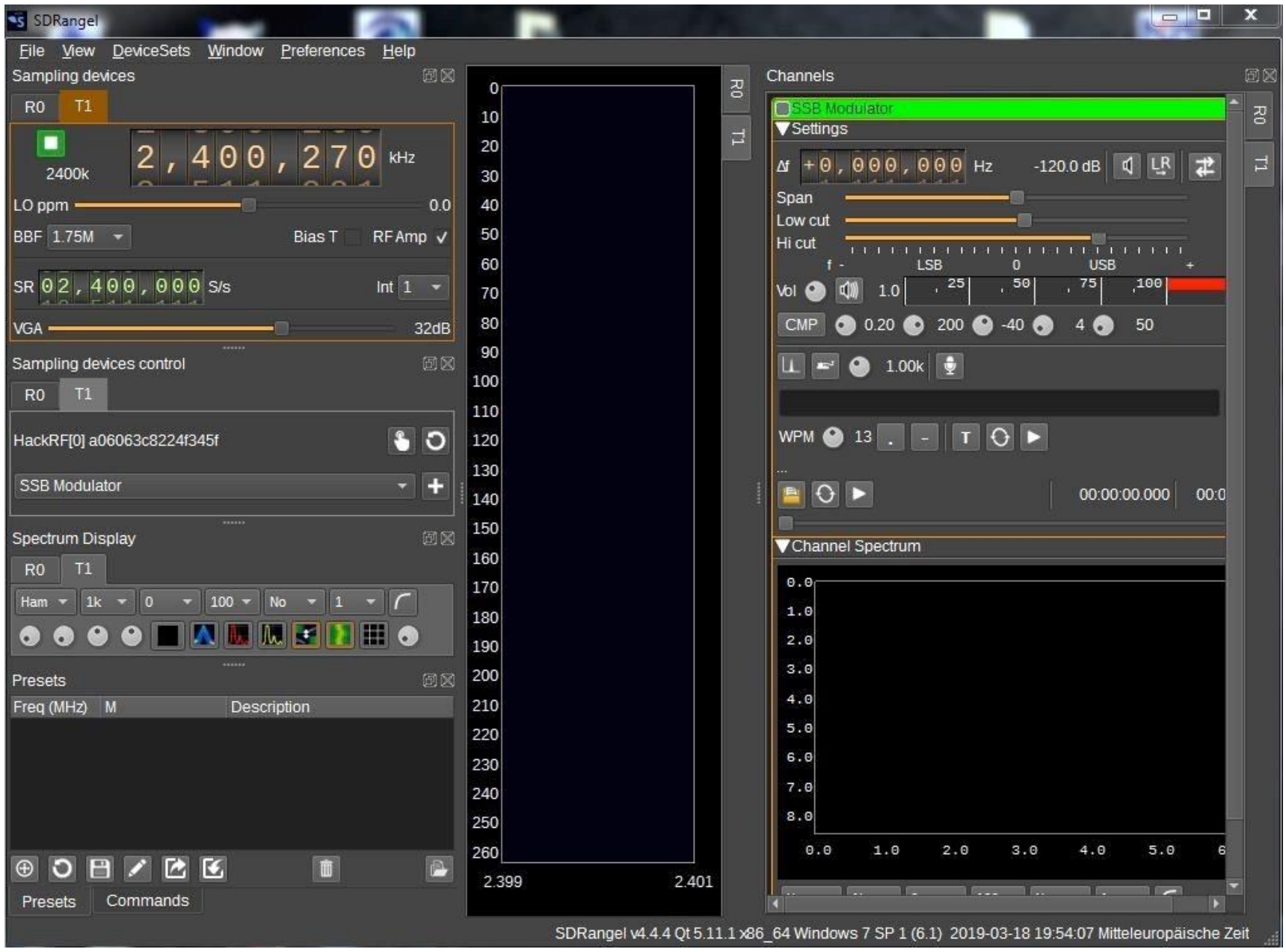


Select „SSB Modulator“ in the DropdownMenu and press „+“ on the Right Side of the DropdownMenu. Make sure „RF Amp“ is checked and that „VGA“ is not too high. (The HackRF puts out about 9mw on full Power but it depends what Ampifiers you have after your Radio...)



Take a Look at your RX Software and look for a free Frequency in the SSB Area of the Transponder (2.400190 - 2.400295 GHZ).

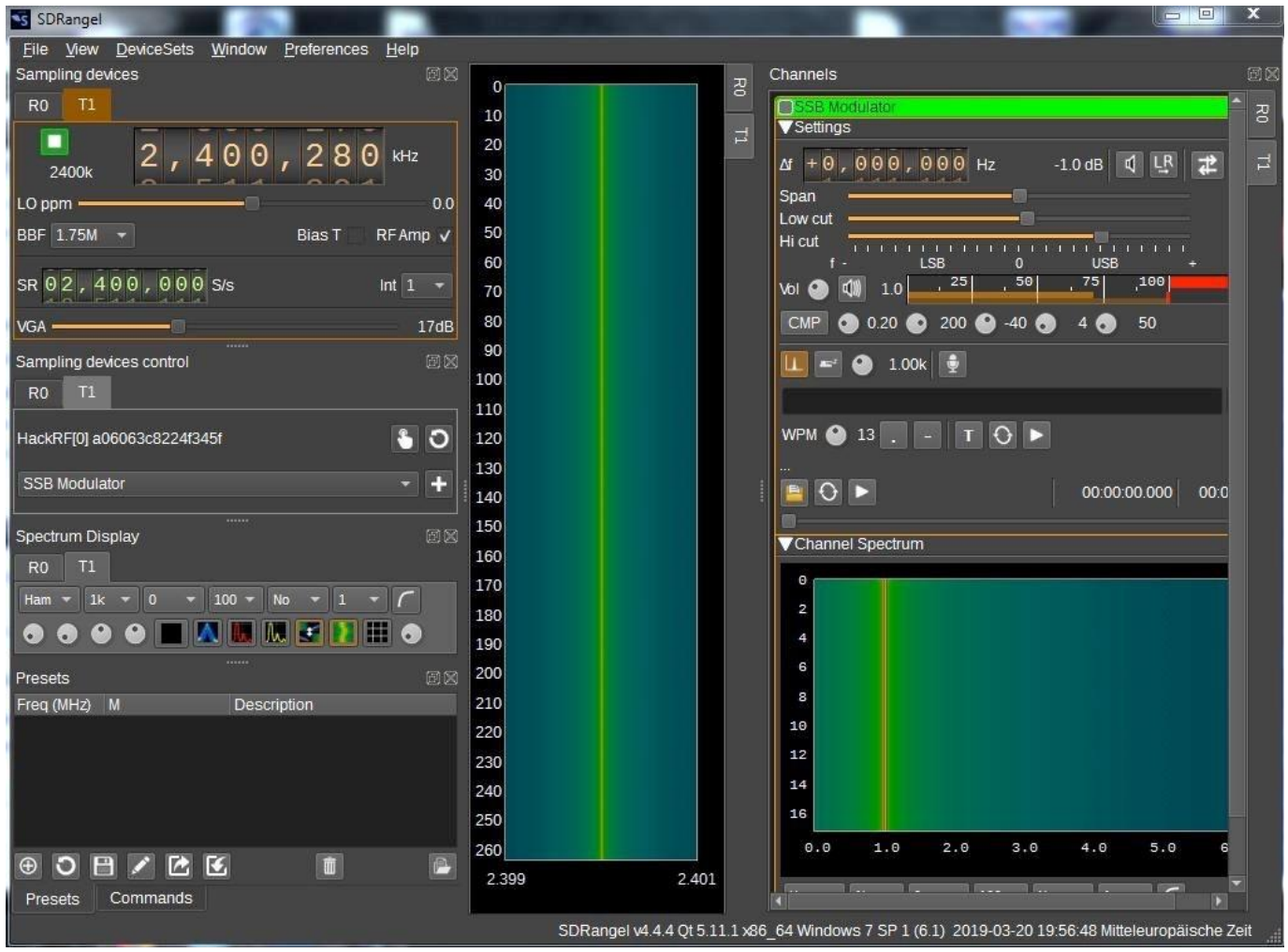
Set the TX Frequency to the free Frequency on the left side of the Programm and klick on the „>“ Button. You are not transmitting yet...

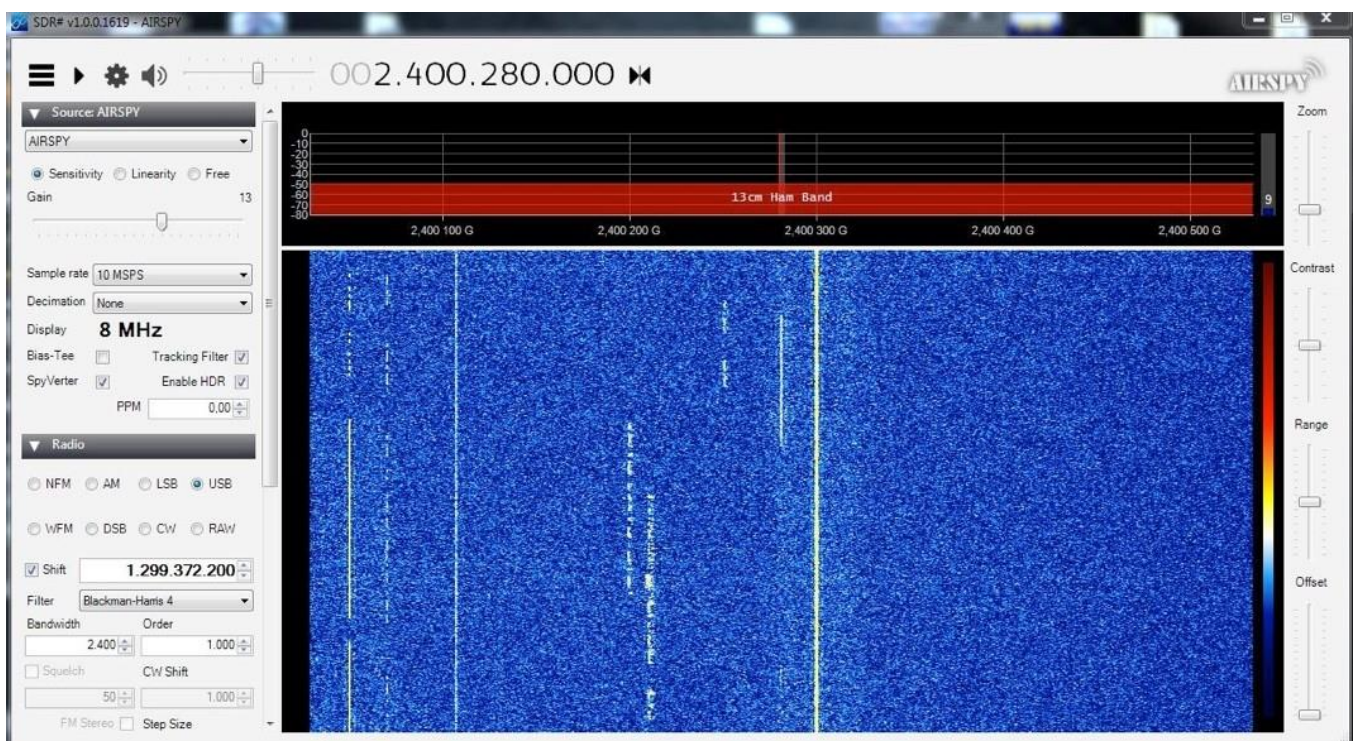


On the Right side of the Window there is in the a Button showing a „Amplitude“ on a Graph. If you press this Button the SDR will send a Carrier Signal.

Open your RX Software and observe the Area. Click on the „Amplitude“ Button and let it go for a Second or so. Click on it again to stop the Transmission and observe if you can see your Signal in the RX Software.

If there is no Signal seen you can increase the TX Power by move up the „VGA“ Slider on the left Side of the TX Window.

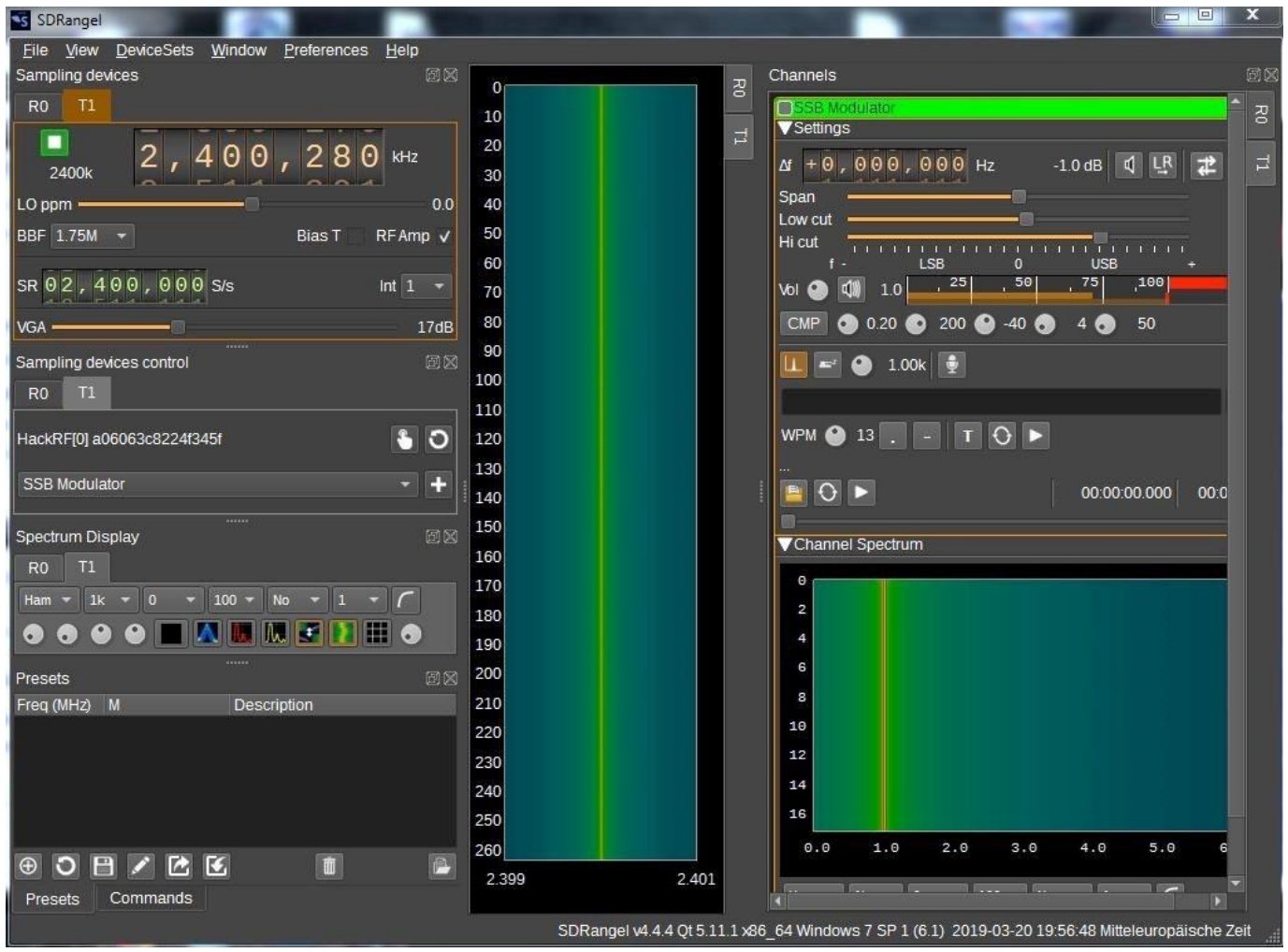




As mentiond before, i highly recommend you to test everything with low Power and low Gain Antennas in your Shack before transmitting to the Satellite. Make sure everything works good and your Frequency settings are correct...

If you want to make a SSB QSO connect your Headset or Mic to the Computer and make it the „Default Source“. Got to SDRAngle Select your Audio Input Device in the „Prefe- rence“ Menu. Adjust the Volume and if needed the Compressor.

By clicking on the „Microphone“ Icon you switch your SDR into TX Mode and you send your Audio...



Since the Readout Frequencies from our RX and TX Radios are the same you can listen for an CQ Call and Dial in the Frequency in your TX Software and make your QSO easily.

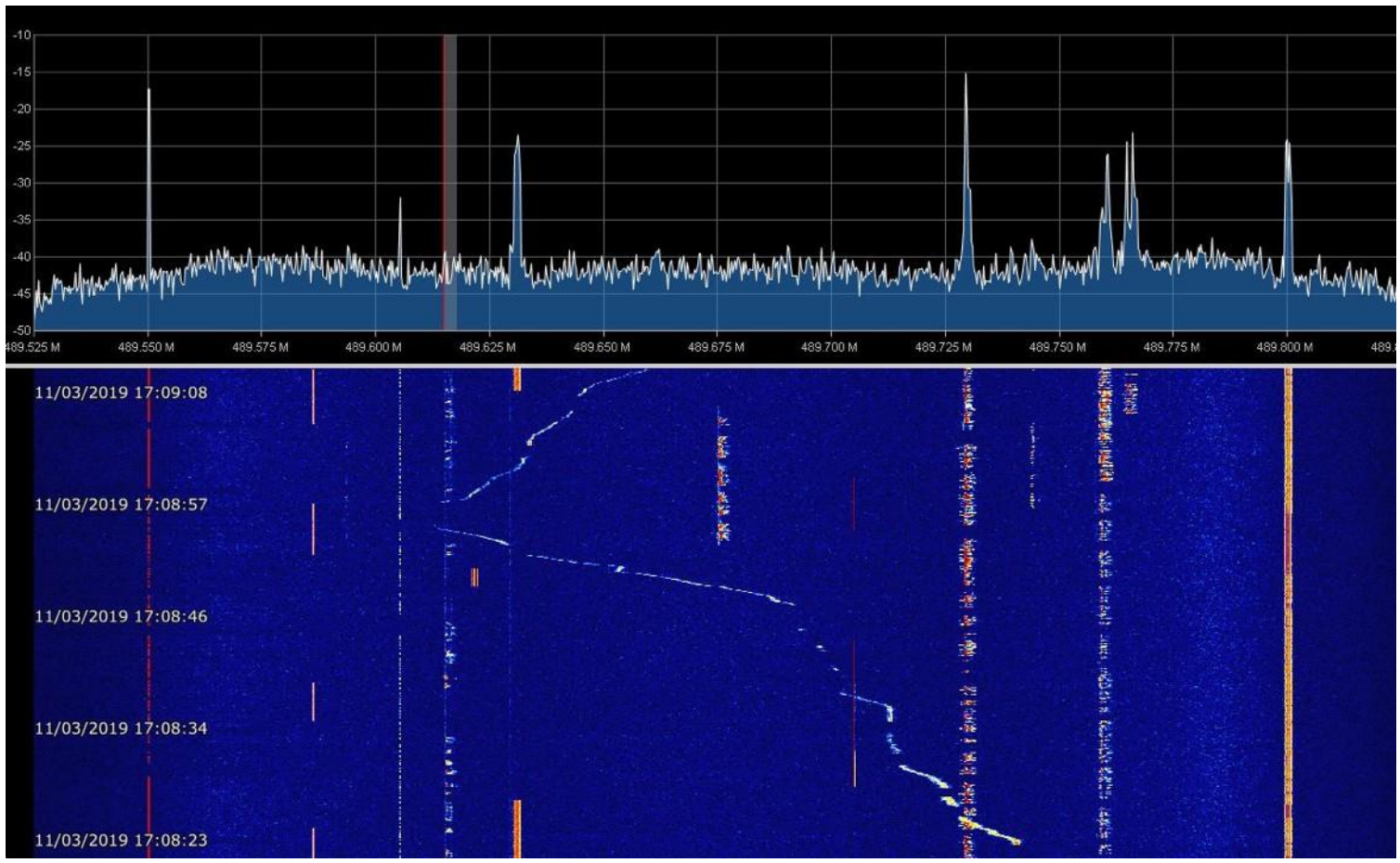
Keep in Mind that you will probably have to increase your Outputpower for a SSB Trans- mission to be heard well.

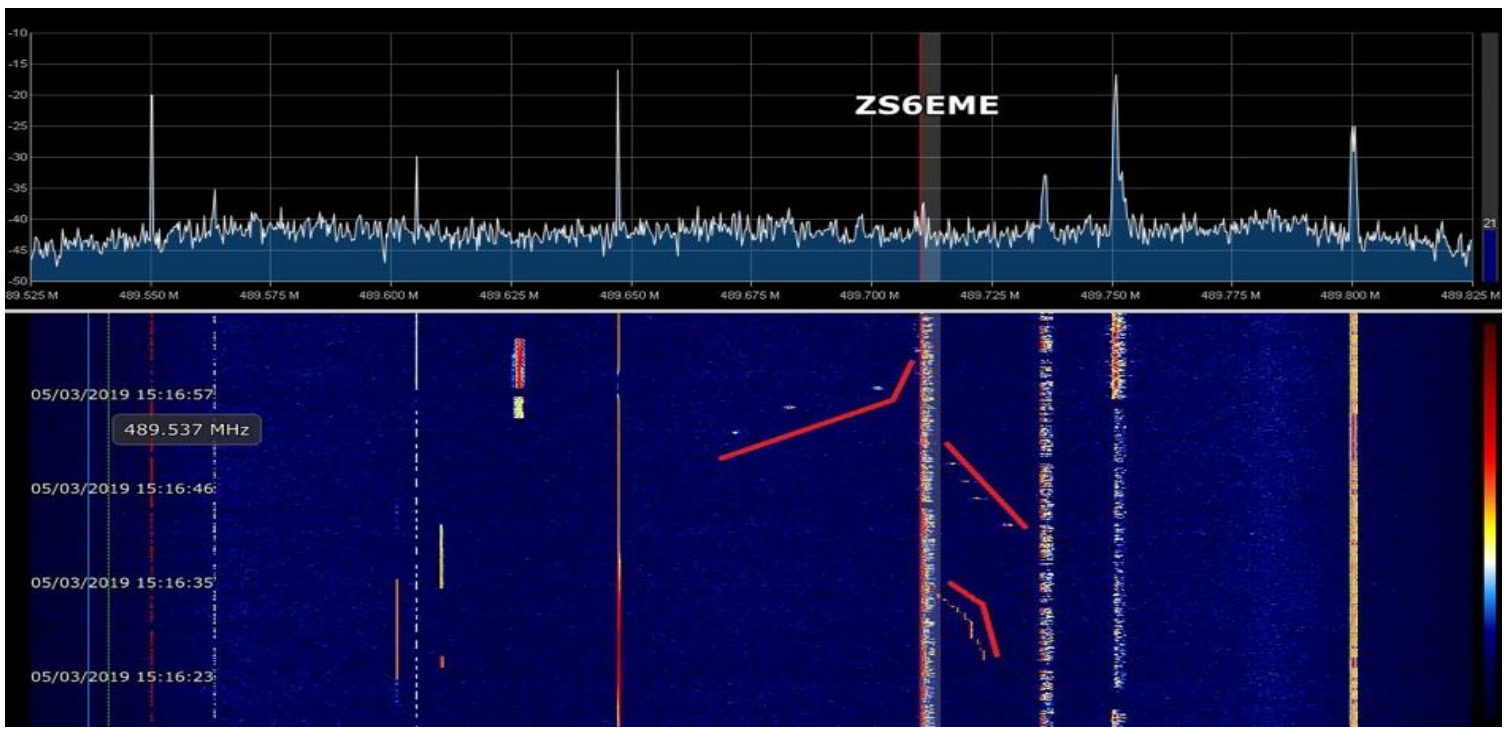
Congratulations... You made your first Transmission to QO100. Now reward yourself with something you like, like a beer or something else... I dont Judge... ;)

Operation Practice 101:

There are quite a few People on QO100 that have a „special“ Way to Operate to put it mildly. You can often see Carriers that are sweeping around the Transponder at full Power getting near to a SSB Signal and then engaging a QSO.

That Kind of Operation is disturbing other Users and does not make yourself liked in the Community.





So why do People operate this Way and what can we do to do better?

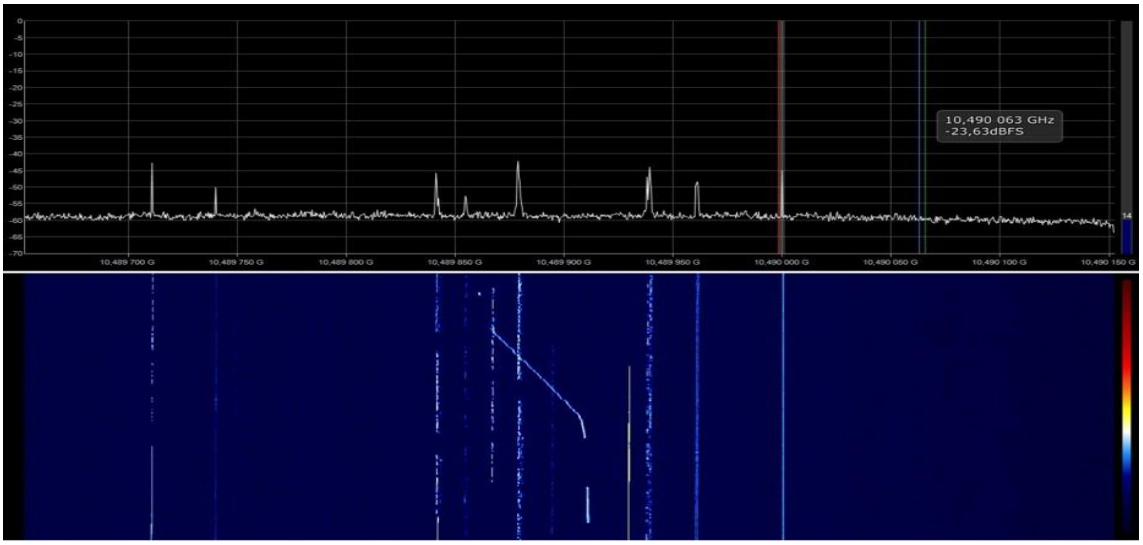
If you have your displayed RX Frequency set to the LNBs Outputfrequency (for example 730.xyxMHZ) its hard to know where your TX will go when set to the REAL TX Frequency (for example 2400.280MHZ) Nobody can do this in their Head and when you add some LNB Drift this can be a real Problem.

Nowerdays since SDR Radios are getting cheap and you cannot only hear Signals but you can also see them you can just send a Carrier swipe around on the Band until you SEE that you are there where you want to be.

The Solution to this Dilemma is easy, in fact we already did it... When you set your RX Readoutfrequency to the matching TX Frequency (by syncronising to the Beacon where we know the exact Frequency...) you know all the Time what you should dial in your Software.

Go to the desired Frequency in the RX Software. Dial the ReadoutFrequency into the TX Software and you are good to go.

Check if you had some Drift from time to time by confirming that the Beacons are at the Right Frequencies and adjust the Off set if needed.



TX/RX full-duplex on QO-100 SAT with SDR-Console and Pluto SDR

https://amsat-dl.org/p4-a-nb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines/

http://www.oe8hsr.at/blog/wp-content/uploads/Manuals/QO100RX.pdf

http://www.oe8hsr.at/blog/wp-content/uploads/Manuals/BuildingThePlates.pdf

http://www.oe8hsr.at/blog/wp-content/uploads/Manuals/PatchFeedAssembly.pdf

http://www.leobodnar.com/shop/index.php?main_page=product_info&products_id=301

http://www.sprut.de/electronic/referenz/frequenz/rubidium/rubidium.html

Ολοκληρωμένες μονάδες TX – RX (half , full duplex)

HackRF One

HackRF One is the current hardware platform for the HackRF project. It is a Software Defined Radio peripheral capable of transmission or reception of radio signals from 1 MHz to 6 GHz. Designed to enable test and development of modern and next generation radio technologies, HackRF One is an open source hardware platform that can be used as a USB peripheral or programmed for stand- alone operation.

- half-duplex transceiver
- **operating freq: 1 MHz to 6**
- **GHz**
- supported sample rates: 2 Msps to 20 Msps
- (quadrature) resolution: 8 bits
- interface: High Speed USB (with USB Micro-B
- connector) power supply: USB bus **power**
- software-controlled antenna port power (max 50 mA at 3.3
- V) SMA female antenna connector (50 ohms)
- SMA female clock input and output for
- synchronization convenient buttons for programming

HackRF One's absolute maximum TX power varies by operating frequency:

- 10 MHz to 2150 MHz: 5 dBm to 15 dBm, generally increasing as frequency
- decreases 2150 MHz to 2750 MHz: 13 dBm to 15 dBm

Transmit Power

- 2750 MHz to 4000 MHz: 0 dBm to 5 dBm, increasing as frequency decreases
- 4000 MHz to 6000 MHz: -10 dBm to 0 dBm, generally increasing as frequency decreases

Through most of the frequency range up to 4 GHz, the maximum TX power is between 0 and 10 dBm. The frequency range with best performance is 2150 MHz to 2750 MHz.

Hardware Documentation

https://github.com/mossmann/hackrf/tree/master/doc/hardware

https://www.youtube.com/watch?v=qx_orXHiQk8

https://greatscottgadgets.com/2015/05-15-hackrf-one-at-1-mhz/

https://www.rtl-sdr.com/using-a-hackrf-to-transmit-to-a-local-repeater/

https://www.youtube.com/watch?v=Bb8S_J9peD8

https://www.youtube.com/watch?v=cyq_47qqhJg

https://www.youtube.com/watch?v=XlB47BAupsA

https://www.youtube.com/watch?v=Dhs0fwXOJ60

https://www.youtube.com/watch?v=yx4uGhKqfTw

https://www.youtube.com/watch?v=YEeDGSzZc1A&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0Qqp8_YsU4gX0MZT24vwD-vbz64IsRS_2tAb7QyS3XxQqjYlk-rdHbNmE

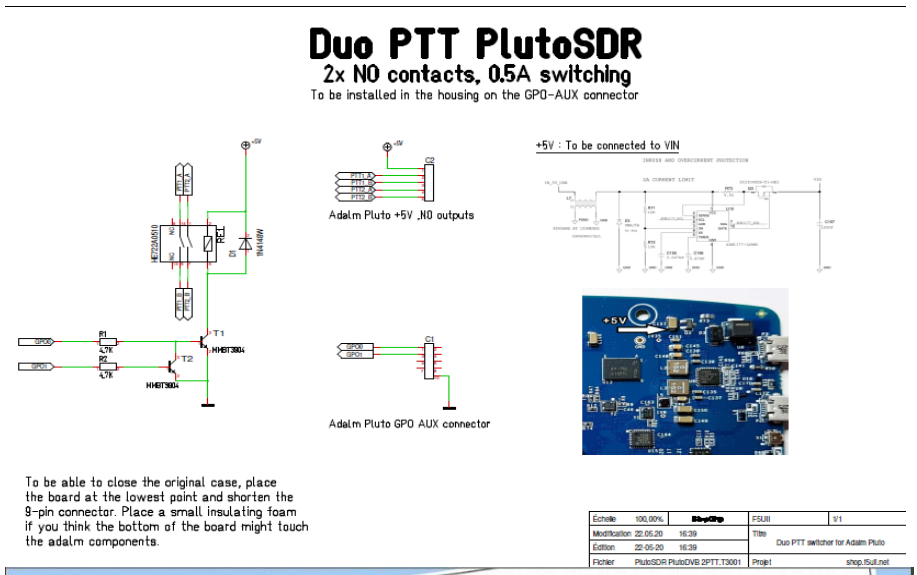
https://www.youtube.com/watch?v=qy2IKwzfO4w&feature=youtu.be&fbclid=IwAR2sWYFB3Ge699hRKTM7tIJqjG0-sTd-3fzAoQoLXxlN2EyZPu32zhcrsP4

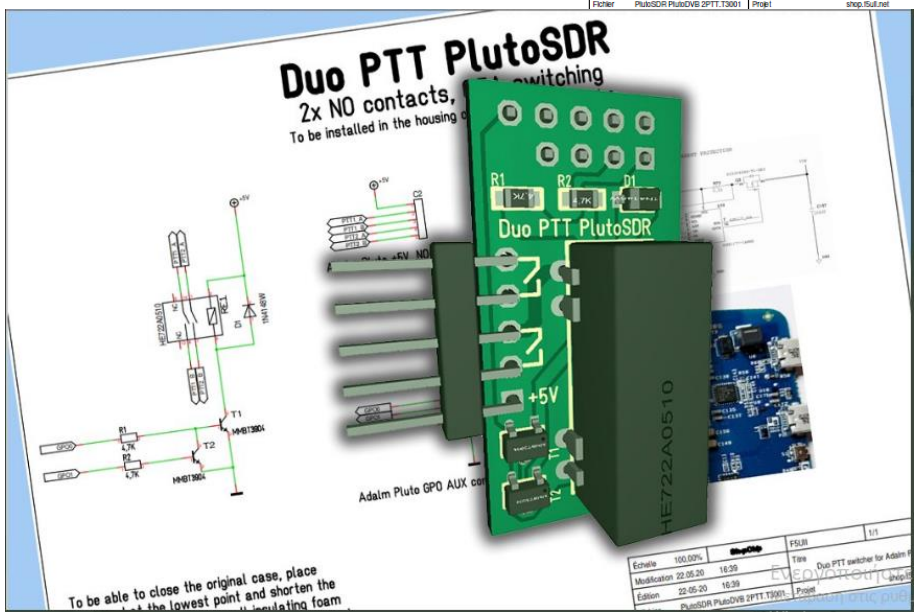
https://www.youtube.com/watch?v=idW3ysqvMno

Overview

Features and Benefits Product Details

Portable self-contained RF learning module
Cost-effective experimentation platform
Based on Analog Devices AD9363--Highly Integrated RF Agile Transceiver and Xilinx® Zynq Z-7010 FPGA
RF coverage from 325 MHz to 3.8 GHz
Up to 20 MHz of instantaneous bandwidth
Flexible rate, 12-bit ADC and DAC
One transmitter and one receiver, half or full duplex
MATLAB®, Simulink® support
GNU Radio sink and source blocks
libiio, a C, C++, C#, and Python API
USB 2.0 Powered Interface with Micro-USB 2.0 connector
High quality plastic enclosure





bladeRF 2.0 micro

View bladeRF 2.0 xA4

View bladeRF 2.0 xA9

OVERVIEW FEATURES

SOFTWARE SUPPORT & APPLICATIONS

SPECIFICATIONS PRODUCTS

OVERVIEW

bladeRF 2.0 micro

The bladeRF 2.0 micro is the next-generation 2x2 MIMO, 47MHz to 6GHz frequency range, off-the-shelf USB 3.0 Software Defined Radio (SDR) that is easy and affordable for students and RF enthusiasts to explore wireless communications, yet provides a powerful waveform development platform expected by industry professionals.

Support is available for Linux, macOS, and Windows. The bladeRF libraries, utilities, firmware, and platform HDL are released under open source licenses, and schematics are available online. The FPGA and USB 3.0 peripheral controller are programmable using vendor-supplied tools and SDKs that are available online, free of charge.

LimeSDR Mini by Lime Microsystems

An open, full-duplex, USB stick radio for femtocells and more.

https://www.crowdsupply.com/lime-micro/limesdr-mini?fbclid=IwAR1gfYTZEQ145dvU0DVFWg_Y2MTNKNLqiknRbbwYffBKQbS_r-P1xnjkGn