

הקמת תחנת חובבים

נובמבר 2019

מרכז מדעים הרצליה



P4-A / Es'hail-2

QO-100

Qatar-OSCAR 100





תודה וקרדיטים

• לאפי רוזנצוויץ ו4X1T, מחלוצי התחום בארץ, שהצית להבות ביום השדה, הקים את קבוצת הווטסאפ הכי עיניינית, ולא הרפה עד שעליתי באוויר. "בגללו" אנחנו כאן היום 😊



• ל-AMSAT-DL/UK על השת"פ עם חברת הלוויין הקטארית והתמיכה בחובבי הרדיו ועל החומרים שנלקחו מהאתרים שלהם

• לחברת הלוויין ואגודת חובבי הרדיו הקטארית

• לכל החובבים בקבוצה הארצית והעולמית שכל יום משתפים חומרים חדשים ומסייעים



מה נלמד היום ?

- לוויין חובבים גאוסטציונארי – אוסקר 100 – רקע ומבנה
- מושגי יסוד בתחנת לוויין לחובבי רדיו
- בחירת אנטנה וכוון
- בניית ערוץ קליטה
- יציבות תדר במתנדים וחיבורות
- בניית ערוץ שידור
- עבודה עם תוכנת SDR CONSOLE
- יצירת קשר לווייני וכללי אתיקה
- אינטגרציה עם תוכנת LOG4OM והעלאת קשרים ל-LoTW
- שיחה "לוחמים"



הלווין הקטארי אוסקר 100 – QO100



AMSAT P4-A

First geostationary amateur radio transponder (incl. DATV) on *Es'hail-2*



- לוויין מסחרי גאוסטטסיונארי
- הלוויין הסטטסיונארי הראשון עם שירות לחובבי רדיו
- שת"פ עם AMSAT-DL שאפיינו ובנו את המשיב - TRANSPONDER

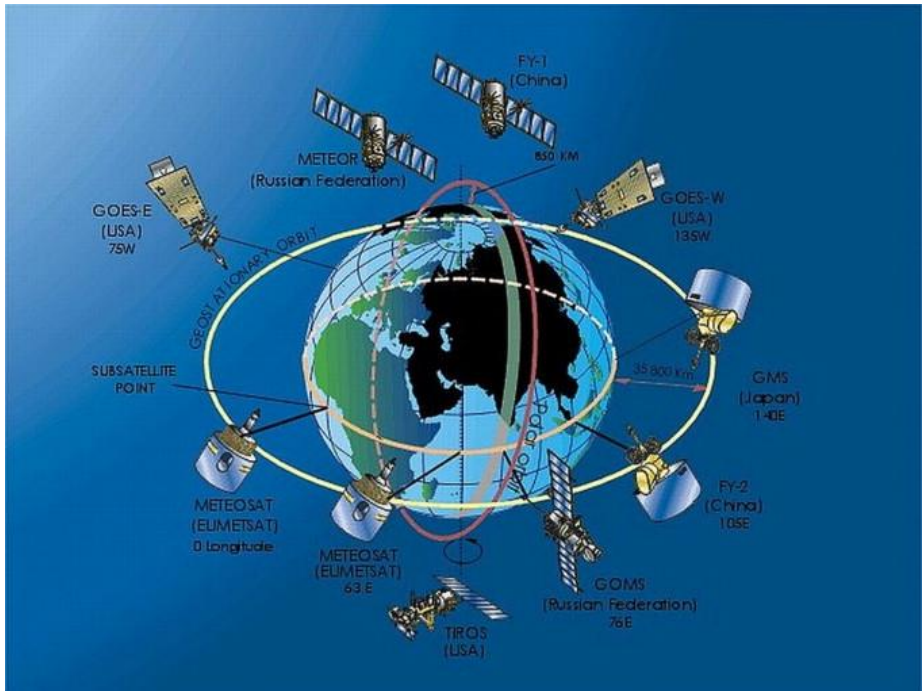


Launch: Q4 2018 - **Position:** 26 deg East - **Lifetime:** 15+ years

Zvika Segal 4Z1ZV zvisegal@yahoo.com



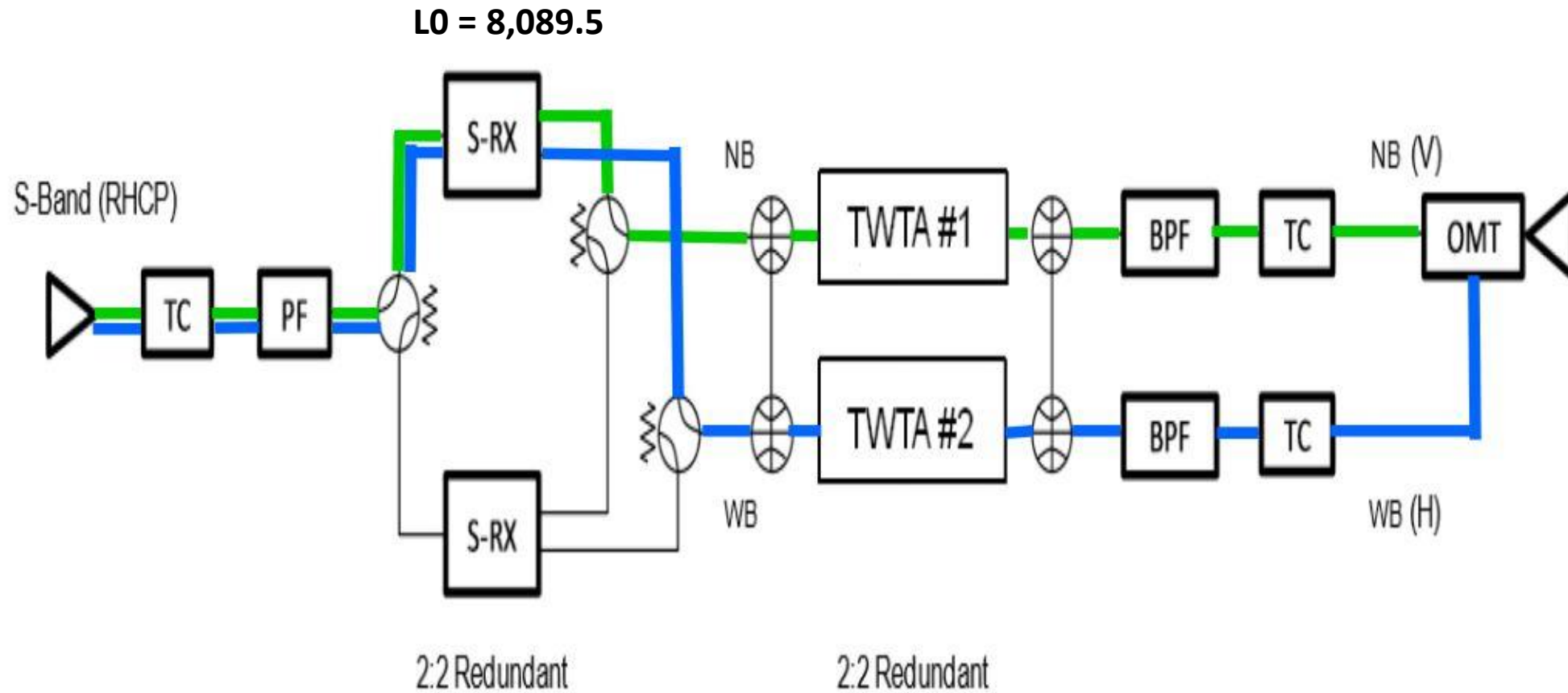
כסוי הלוויין – 24/7



Location E 26

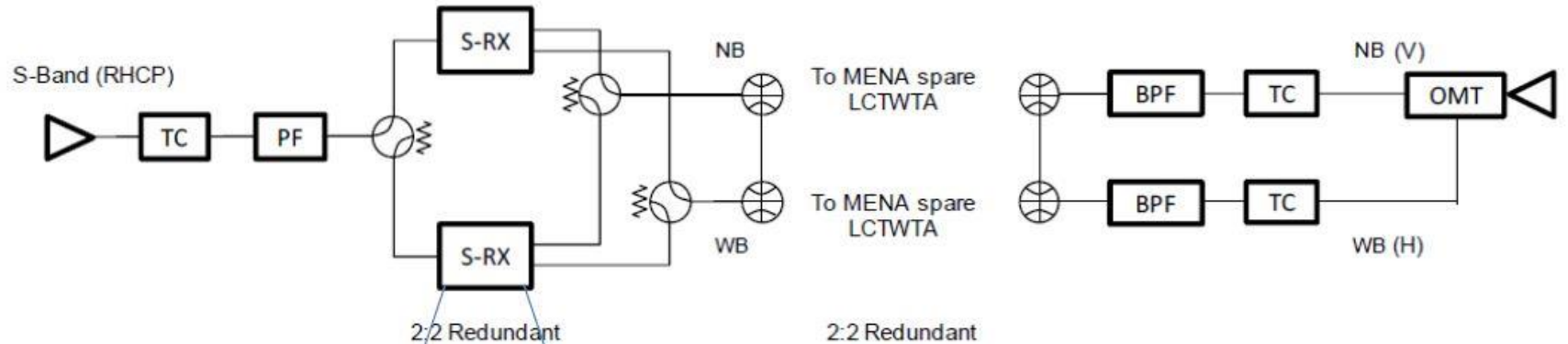


מבנה ה-TRANSPONDER

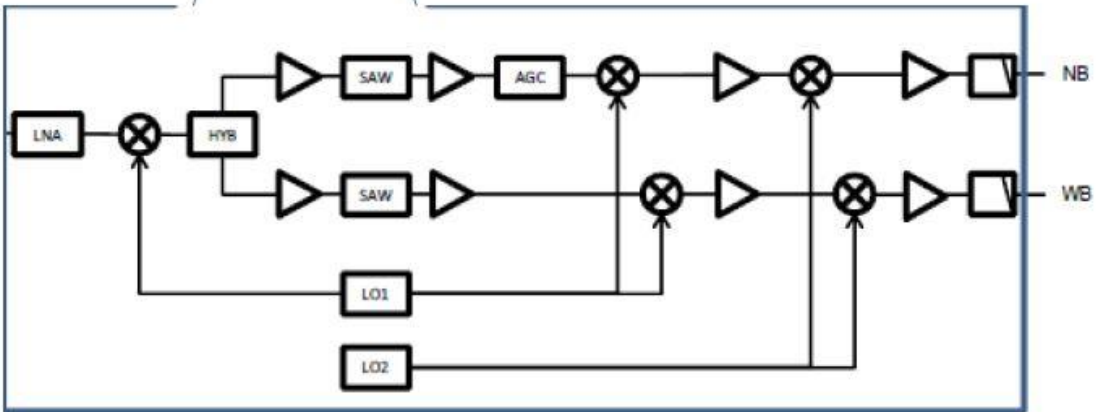




AMSAT Block Diagram



AMSAT Payload Block Diagram



S-band Receiver/X-band Upconverter Assembly



System Design: Ground Segment

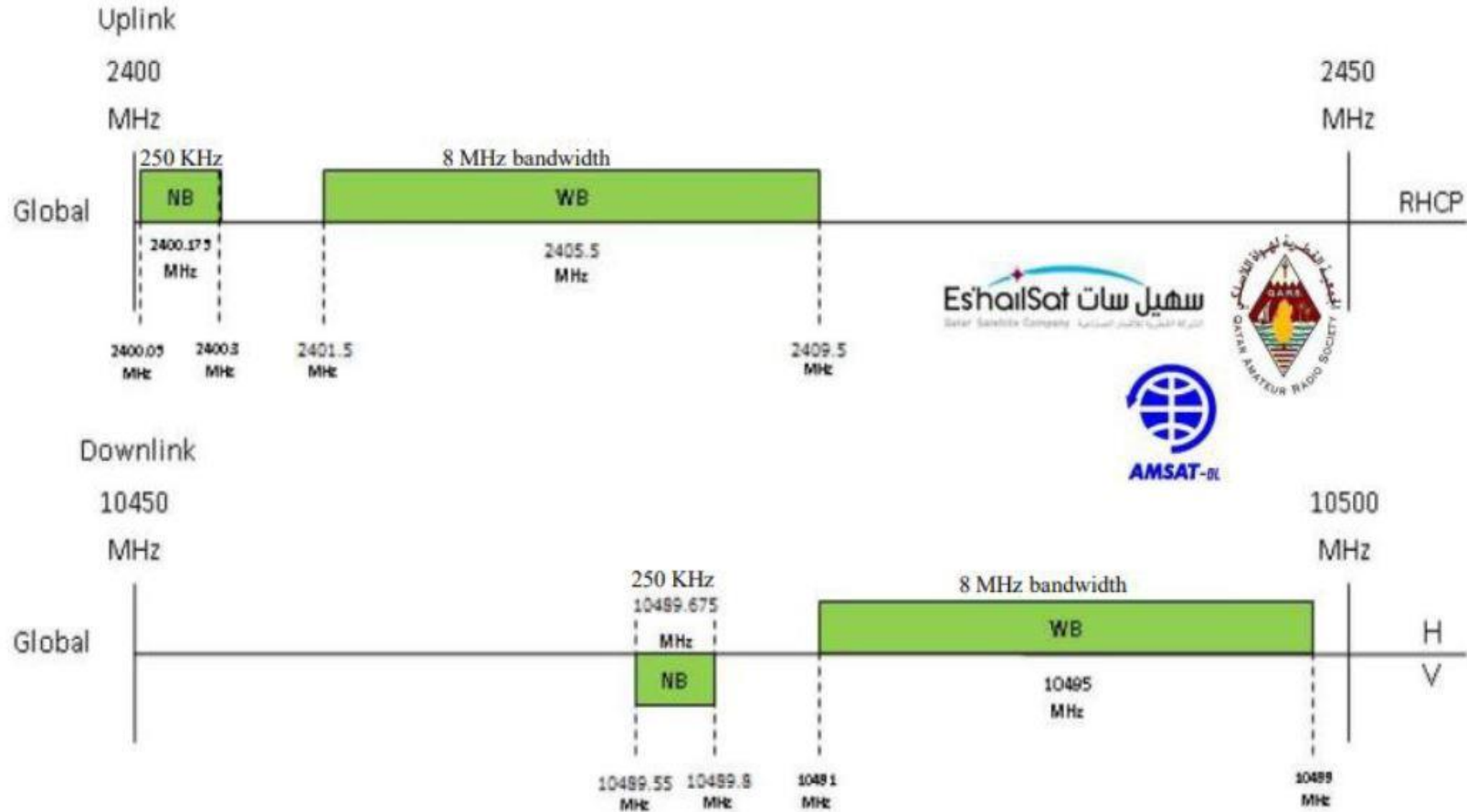
- Target user segment:
 - 89 cm dishes in rainy areas at EOC, like Brazil
 - 60 cm around coverage peak.
 - 75 cm dishes elsewhere.
 - 10 W BUCs
- Initial link budgets with worst case satellite performance.

Uplink (EOC, SFD = -106 dBW/m ²)		Downlink (EOC)	
Freq	2.4 GHz	Freq	10.5 GHz
Dish size	0.75 m	TWTA output power	100 W
Ant gain	23.64 dBi	OBO	6 dB
HPA Output Power	10 W	On-board losses	1.5 dB
Uplink path losses	1.5 dB	S/C Ant. Gain	17 dBi
Ground EIRP	32.14 dBW	S/C EIRP	29.5 dBW
		Power sharing	50 channels
		S/C EIRP per channel	12.5 dBW
Earth-S/C distance	41126 Km		
Free Space Loss	192.3 dB	Free Space Loss	205.1 dB
95% availability att	0.12 dB	95% availability att	0.55 dB
S/C G/T	-12 dB/K	Ground Sta. G/T	13.98 dB/K
C/N0	56.3 dBHz	C/N0	49.4 dBHz
Channel Bw	2.5 KHz	Channel Bw	2.5 KHz
C/N per user (PEP)	22.3 dB	C/N per user (Avg.)	15.4 dB

- AMSAT-DE/ At least 3 AMSAT spacecraft were in HEO. Thus, long distance communications were already tested for AMSAT systems. However, it was mainly for lower frequencies.



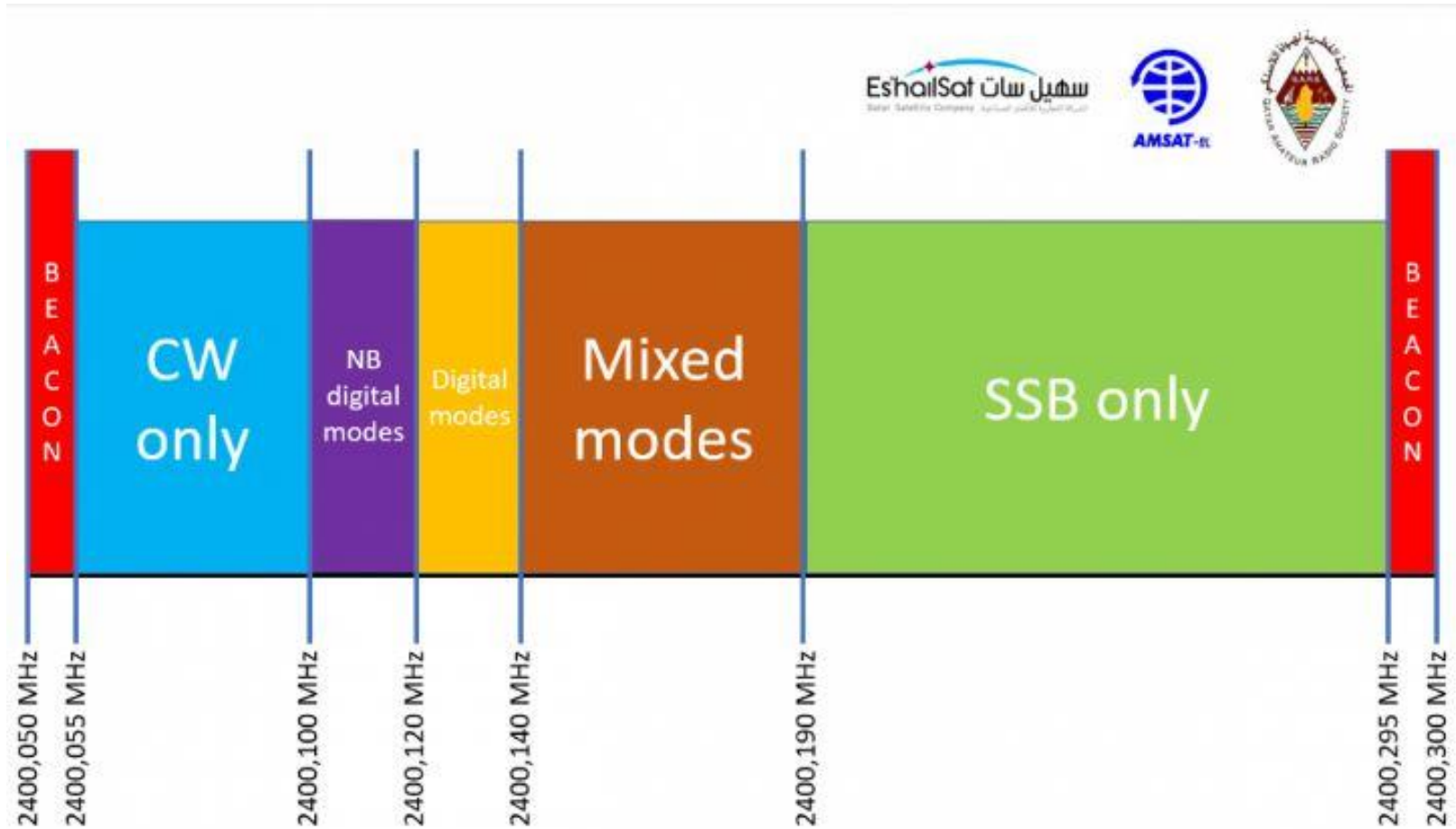
תחומי תדר אוסקר 100



Xpdr No	U/L FREQUENCY (MHz)				D/L FREQUENCY (MHz)				LO (MHz)	BW (MHz)
	Pol	Begin	Center	End	Pol	Begin	Center	End		
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



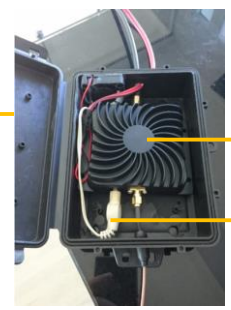
הקצאת התדרים ב-NB



Few options to get on QO-100 narrow band transponder

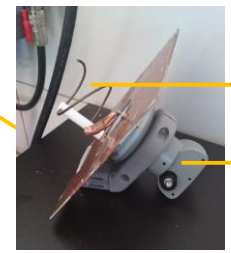


PY2RN - Ed, GG66LW



"8W" EDUP wi-fi Amp. Pin = 500mW - 1.5W / Pout ~ 4.0W - 5.0W (real)

12Vdc



1.5 to 4.5 turn helix LHCP

LNB (Xtal=25MHz)
Change Xtal



POTY Patch

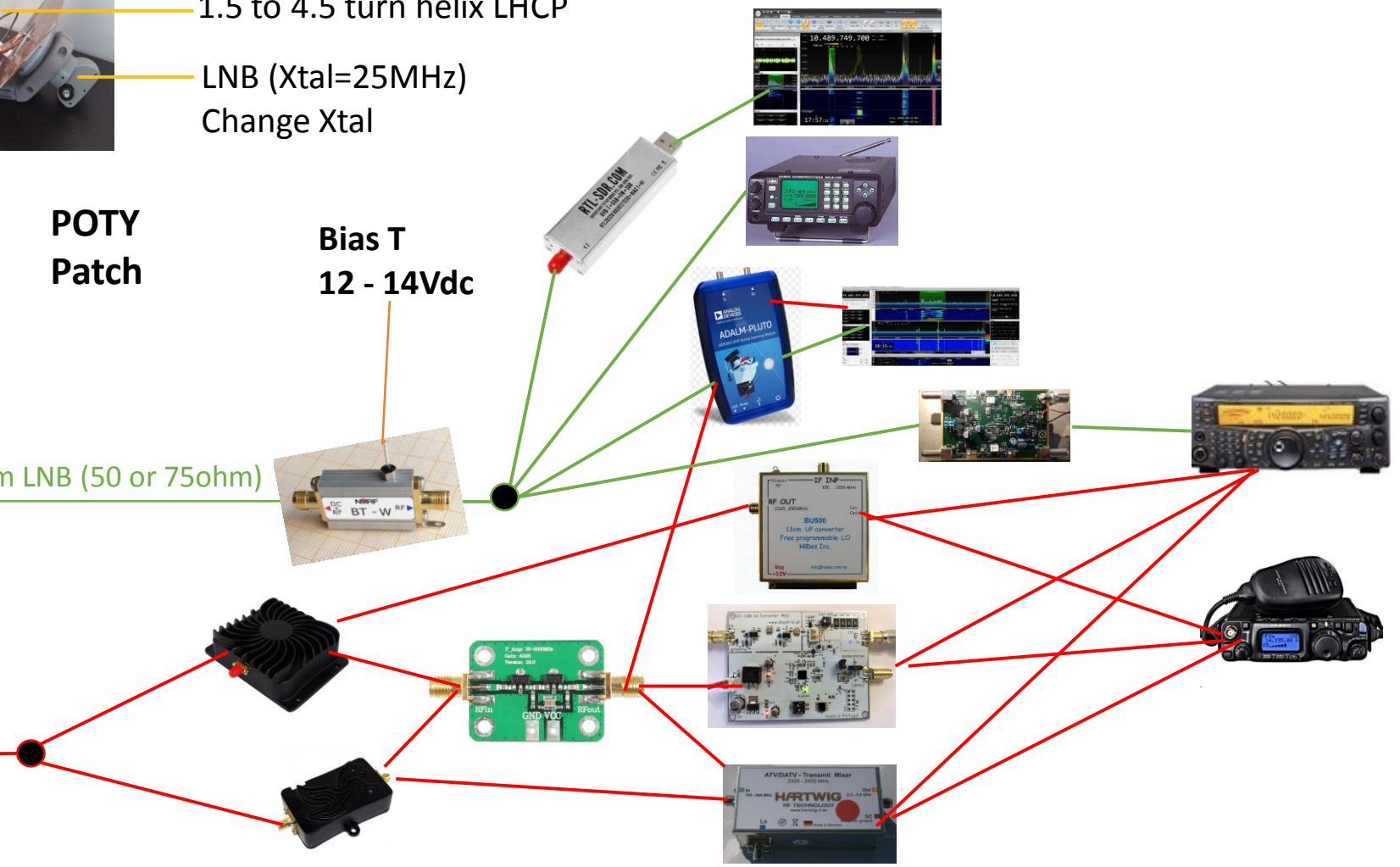
Bias T
12 - 14Vdc

739MHz RX line from LNB (50 or 75ohm)

One Rx/Tx Separate

2.4GHz TX line to dish feeder (50ohm)

Credit to PY2RN





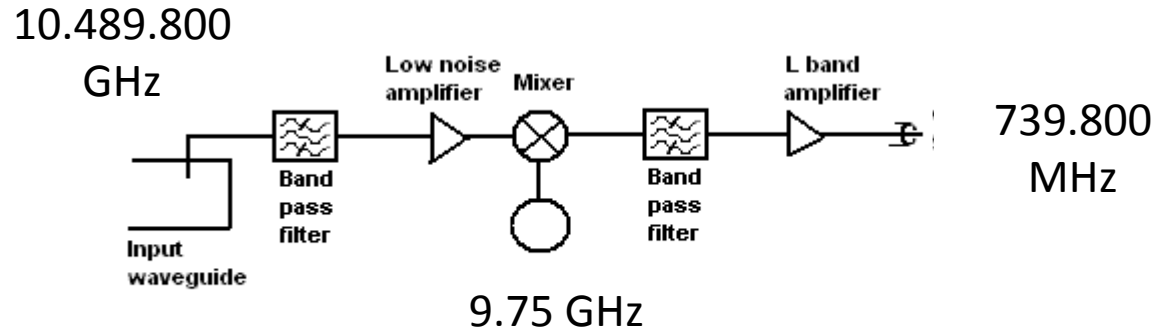
אנטנה פרבולית

- המרכיב הזול בפתרון....
- צלחת מוקד פריים
 - המוקד במרכז הצלחת
 - כוון האלומה ניצב לצלחת
- צלחת מוקד אופסט
 - המוקד מוזז מהמרכז
 - כוון האלומה מוסח בזווית האופסט ביחס לצלחת פריים
 - הסתרה קטנה יותר של הזן את הצלחת
- **זווית האלומה = זווית מכנית + זווית אופסט**
- רוב הצלחות המסחריות הן אופסט משקולי התקנה והסתרה
- רוב הזנים (LNB) – מתאימים לצלחות אופסט





LNB – Low Noise Block



- משלב זן לתדר הקליטה, מגבר דל רחש, ממיר תדר, ומעגל הזנה וגלאי ל-22 קה"ץ

- ניזון דרך הקואכס

- מתח 13/18 וולט בוחר קיטוב אנכי/אופקי

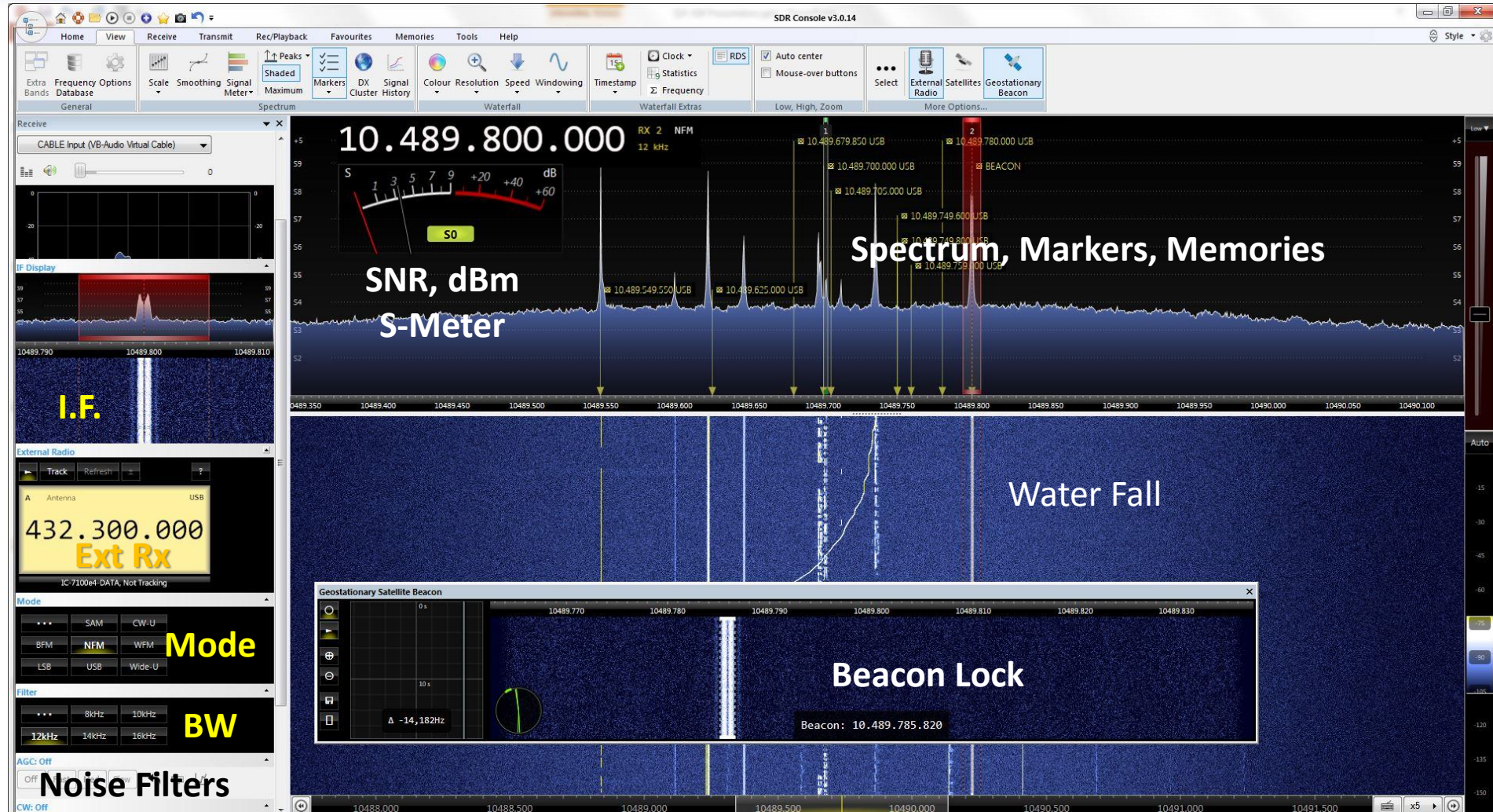
- טון 22 קה"צ ממתג בין שני LO-9.75/10.6 גיגה הרץ

- נעול PLL/TCXO/XTAL – יציבות תדר ורעש פאזה





SDR-CONSOLE SOFTWARE



לינק להאזנה

Zvika Segal

4Z1ZV

zvisegal@yahoo.com



ערוץ קליטה

מארז מפצל CATV
 קבל $100\text{pF} <$
 סליל – 10 ליפופים על גפרור

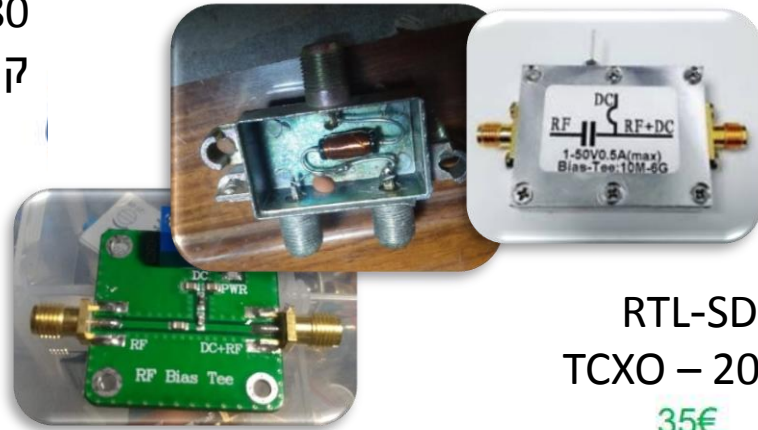
80 שקל
 קוטר 80 ס"מ



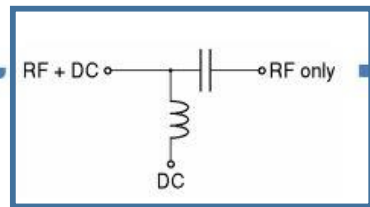
20€

12€

OCTAGON GREEN PLL
 יציאה אחת או יותר
 לטובת קליטת אל ג'זירה



Bias Tee



NB → (V)ertical: 11...14 V
 WB → (H)orizontal: 16...20 V

RTL-SDR
 TCXO – 20USD

35€



Display Spectrum and listen
 with SDR# or similar...

• אנטנה פרבולית רצוי 80 ס"מ
 ומעלה

• LNB-PLL – קטוב אנכי, 15 מעלות

• כבל תמסורת – RG6/RG59

• BIAS TEE להזנת מתח

• מחברים ומתאמים – SMA, F

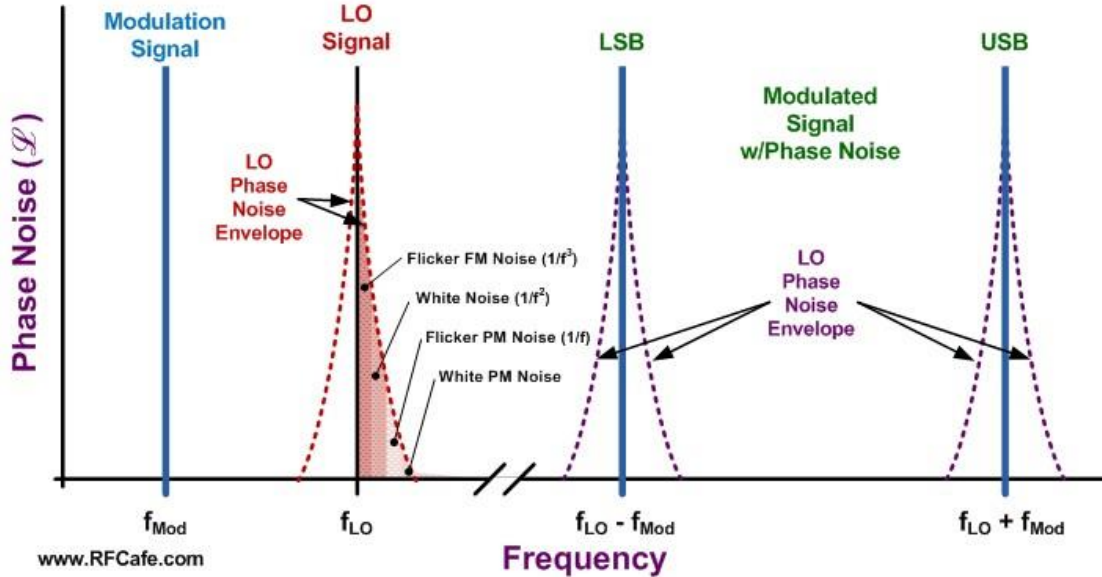
• תוכנת פענוח – SDR-CONSOLE

תחום תדרים חדש שרובינו פחות מתורגלים בו



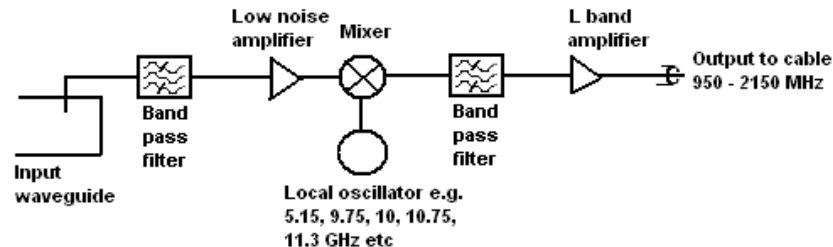
יציבות תדר ורעש פאזה – מושגי יסוד

- דיוק תדר – ההפרש בין הרצוי למצוי
- יציבות תדר – השתנות התדר על פני זמן וטמפרטורה
- זחילת תדר – יציבות התדר בטווח הקצר
- נמדדים ב-ppm (חלק למליון – ב-10 גיגה, 1ppm = 10KHz)
- רעש פאזה – תזוזת הפאזה/תדר בקצב המידע



דיוק תדר ניתן לכייל, לעקוב, לנעול בתוכנה או עם מקור יחוס חיצוני

רעש פאזה מובנה – כמעט ולא ניתן לתיקון והוא קריטי לפענוח אותות צרי סרט כמו CW,SSB, מודים דיגיטאליים וכו'

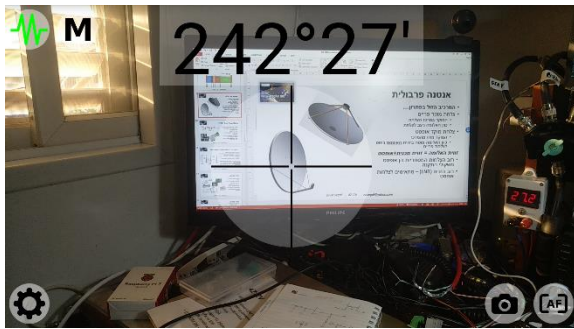
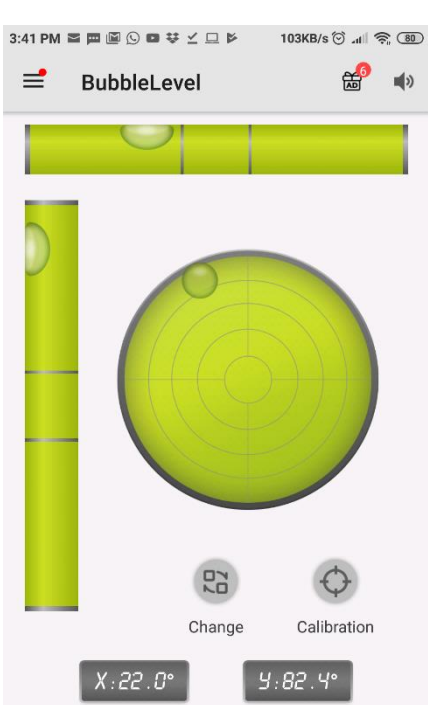




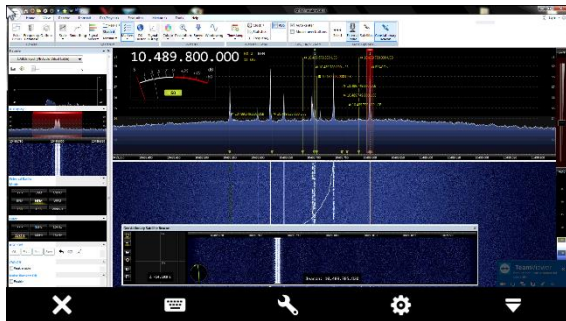
כוון האנטנה בקליטה

ניתן לבצע הכל בעזרת אפליקציות מצפן ופלט בטלפון סלולארי בלבד

AR Bearing/Compass



TeamViewer



• לכוון את זווית ההגבהה ל-52 מעלות

• במידה ויש סימון – לכוון ל-52 פחות זווית האופסט (לדוגמא עבור אופסט 23 מעלות, מכוונים ל-29 מעלות)

• ניתן להשתמש במד זווית או אפליקצית פלס כאשר מודדים את הזווית כמה ס"מ מתחת למרכז הצלחת (לא לשכוח להשלים ל-90 מעלות לפי אופן המדידה...)

• לכוון את האזימוט לזווית 197 (כוון כללי דרום), זווית מגנטית 192

• מדידת זווית חוזרת (102 מגנטי) ונצבת (282/102 מגנטי) עם מצפן עם כוונות, או אפליקציות טלפון, ממרחק גדול ככל שמתאפשר.

• לכוון להספק מירבי בעזרת SAT FINDER, ספקטרום אנלייזר, מקלט לוויינים (אם יש) על ידי כוון ההגבהה.

• באותו כוון יש מספר לוויינים, כך שלא נדע האם זווית הצדוד מדוייקת.

• מחברים את מערך הקליטה עם ה-SDR ומחפשים את הפיילוט בתדר 739.800 מגה הרץ (+/-20 קה"ץ)

• מתחברים למחשב בעזרת אפליקציית TeamViwer על הטלפון ומכוונים בעדינות את זווית הצדוד לקבלת הביקון בהספק מירבי.

• חוזרים על הפעולה שוב בזווית הגבהה ושוב צידוד, ומחזקים סופית את הברגים

• כוון זווית ה-LNB ל-15 מעלות ומשחק קל עם המוקד

הר הבית בידך...



אנטנת השדור



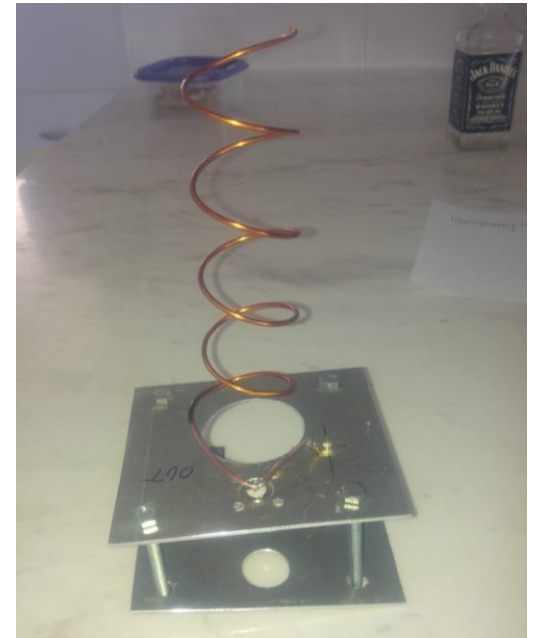
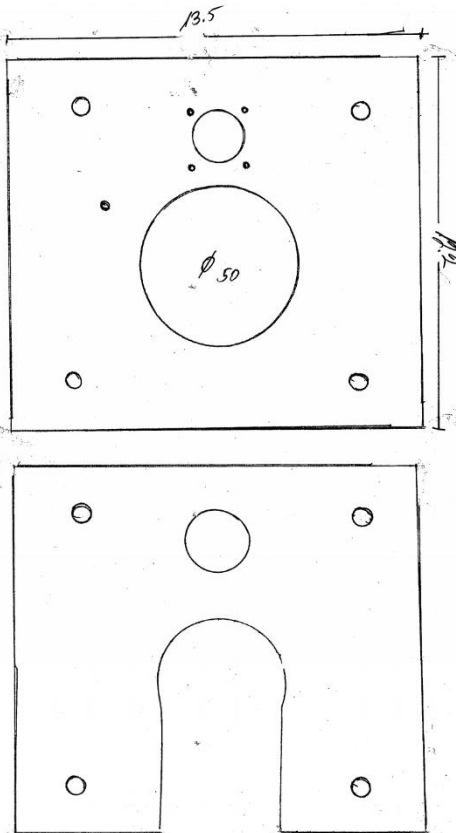
- עבודה עם אנטנת שדור וקליטה נפרדות
 - מיותר לחלוטין לתחום הצד
 - רלוונטי למי שישדר ווידאו רחב סרט שם כל ד"ב משמעותו הפסד משמעותי
- אנטנה משולבת קליטה/שידור
 - זן PATCH בבניה עצמית או קנוי
 - זן הליקלי בבניה עצמית





זן הליקאלי בבניה עצמית

- 4.5 ליפופי חוט נחושת על גליל 40 מ"מ
- רפלקטור אלומיניום
- מחבר N-TYPE או SMA
- מעגל תאום מ-140 ל-50 אוהם
- פס נחושת רוחב כ-6 מ"מ אורך כ-33 מ"מ, מרחק מהמשטח כ-3 מ"מ
- פשוט, יעיל, עובד בכל הקונפיגורציות



Zvika Segal

4Z1ZV

zvisegal@yahoo.com



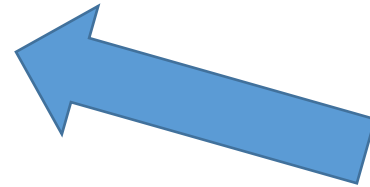
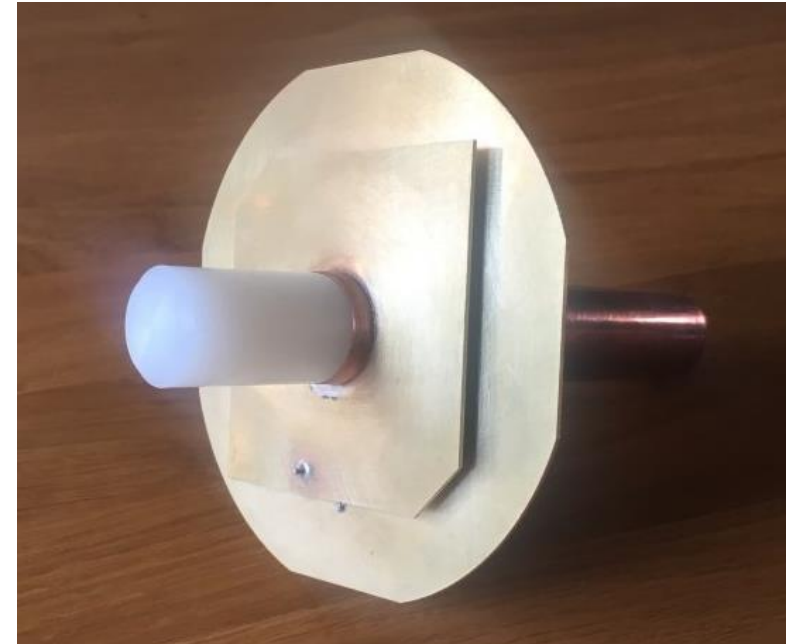
אנטנה הליקלית משולבת





אנטנת PATCH

קניה או בניה עצמית ואינטגרציה
30-50 אירו



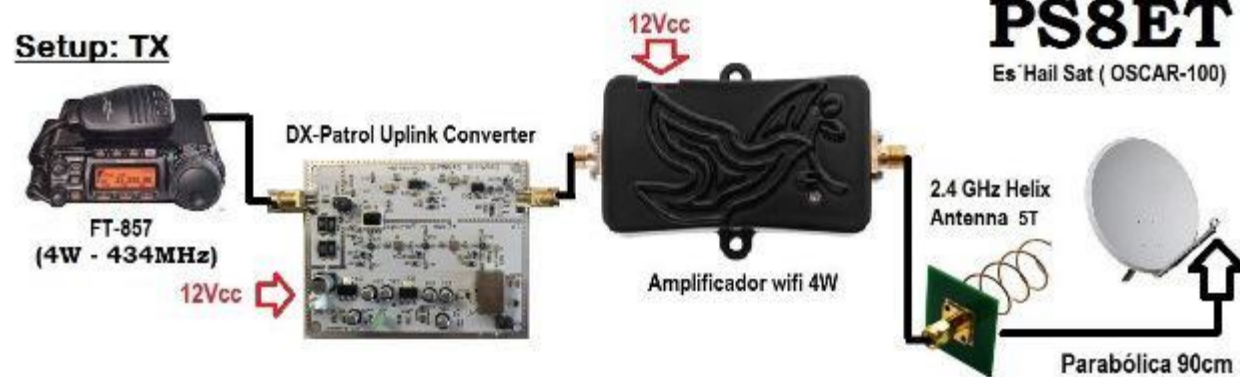
קניית אנטנה אינטגרלית מוכנה
100-200 אירו



בניית ערוץ השידור

- מרכיב שדורש תכנון על פי אילוצי התקנה ותשוקות ותקציב החובב..
- נסקור כמה אפשרויות ונתמקד במומלצת למי שמעוניין לעלות באוויר מהר "ובזול"
- עם הספק בסדר גודל של 1 וואט וצלחת 80 ס"מ ניתן לקיים קשרים נאים
- ההבדל בין הצלחות השונות, זנים והספקי שידור בין 1 ל-8 וואט – יהיה כ- 1-2 S-POINT
- מדובר בתחום תדר חדש עבור רובינו על כל המשמעויות
- שימוש במקמ"ש ALL MODE 70 ס"מ והמרה ל- 2.4 גיגה הרץ

מקמ"ש
SSB UHF





משמעויות תדר גבוה - מחברים



F-Type CATV Low Cost



<http://www.winpoint.com.tw>



משמעויות תדר גבוה - ניחות כבלים

Coax Cable Attenuation (Loss) in dB per 100' at 25°C														
Model	Ω	Cost	160 m	80 m	40 m	20 m	15 m	10 m	6 m	2 m	70 cm	33 cm	23 cm	2.5 G
RG-174	50	24	1.1	1.6	2.2	3.1	3.9	4.5	6.1	10.2	18.1	26.3	31.4	44.5
RG-316	50	203	1.1	1.6	2.1	3.0	3.7	4.3	5.8	9.8	17.2	25.1	29.9	42.4
RG-58	50	24	0.6	0.9	1.2	1.7	2.1	2.5	3.3	5.6	10.0	14.7	17.6	25.4
LMR-195	50	58	0.5	0.7	1.0	1.4	1.7	2.0	2.6	4.4	7.8	11.3	13.5	19.0
RG-8X	50	35	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.7	4.5	8.2	12.4	15.0	22.2
RG-59	75	24	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	4.1	7.4	10.9	13.2	19.2
LMR-200	50	74	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	4.0	7.0	10.1	12.0	16.9
RG-6	75	23	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.9	3.3	6.0	9.0	10.9	16.0
LMR-240	50	69	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.8	3.0	5.3	7.7	9.2	12.9
RG-214	50	249	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.7	5.0	7.6	9.2	13.7
RG-213	50	89	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.4	2.4	4.5	6.8	8.3	12.3
RG-8 RG-8/U	50	79	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.4	2.4	4.5	6.8	8.3	12.3
LMR-400	50	123	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.5	2.7	4.0	4.7	6.8
LMR-600	50	238	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	1.0	1.7	2.5	3.1	4.4
LMR-1200	50	616	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	1.3	1.6	2.3

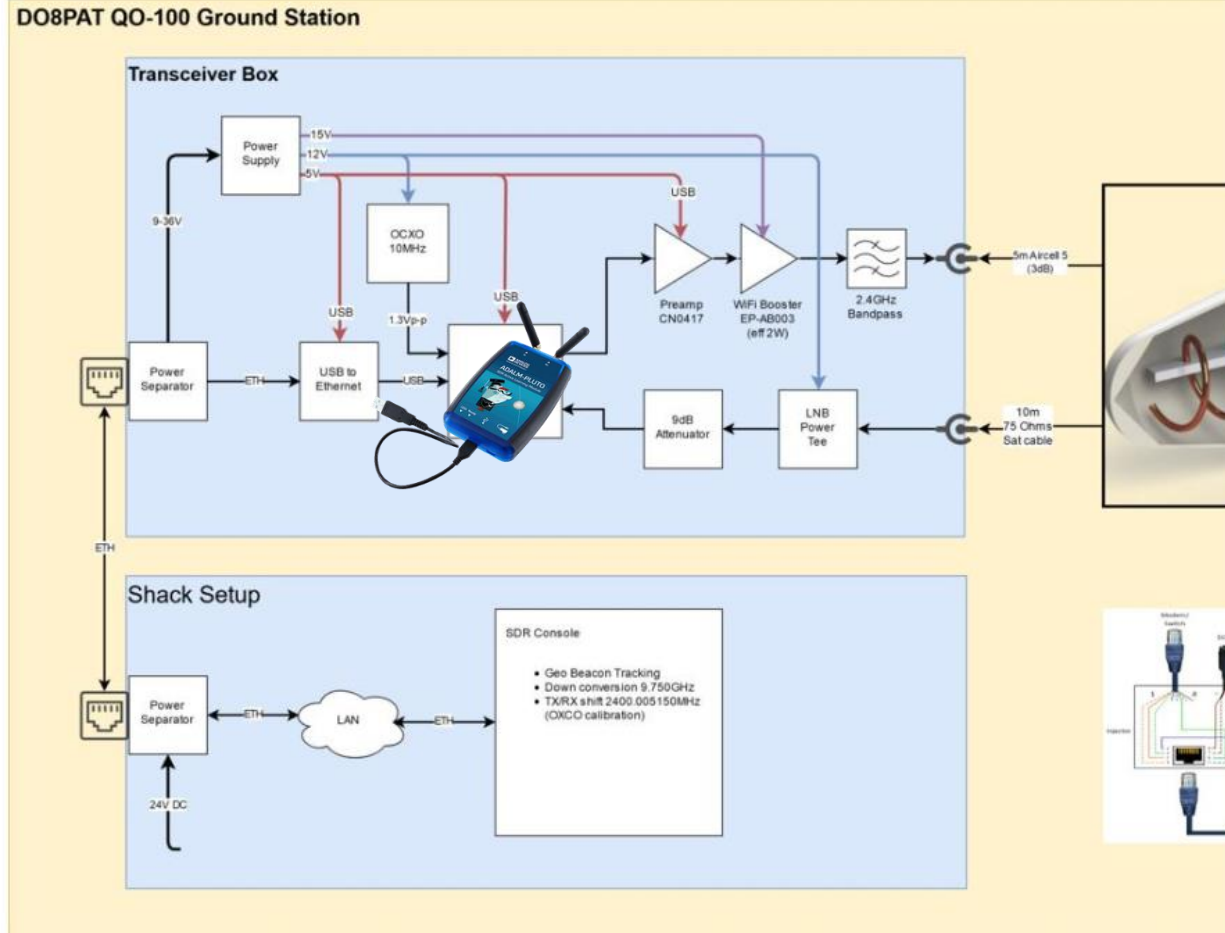
Cost = typical price in cents per foot (obviously, this will vary tremendously)



ערוץ שידור קליטה עם SDR

- פתרון מתקדם טכנולוגית
- שידור וקליטה עם התקן SDR
- כלכלי יותר למי שאין מקמ"ש UHF-SSB \$200-400 למכלול SDR בלבד
- השדור והקליטה מבוצעים בתוכנה

ה-LO זוחל ורצוי להחליפו ב-TCXO
נדרש כוון נכון של המודולציה/רמות שמע



Lime Mini SDR



Pluto SDR





דוגמת מימוש עם PLUTO SDR

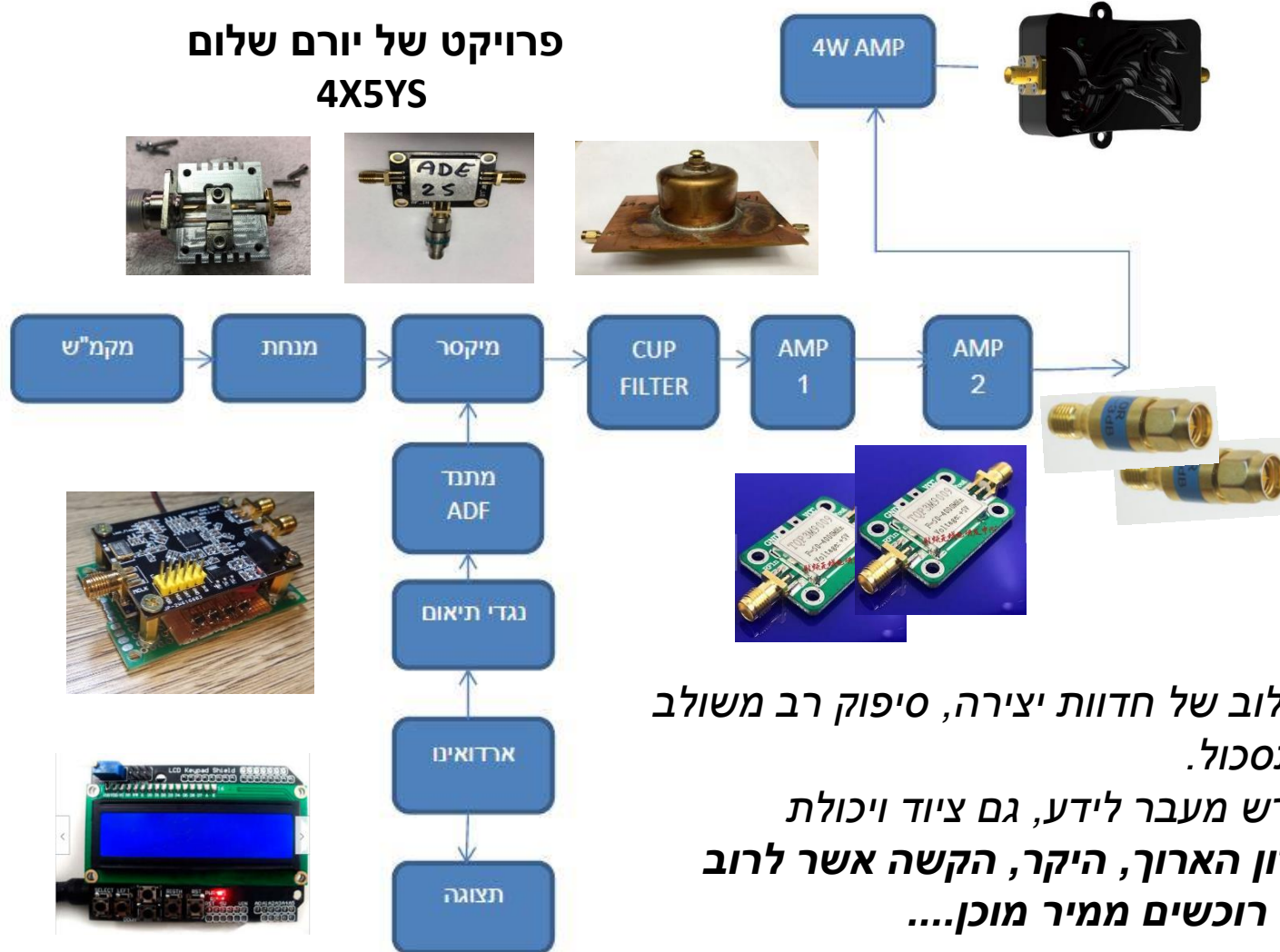




בניה עצמית של ממיר התדר וזווד

פרויקט של יורם שלום
4X5YS

בניה וזווד של דוד גרינברג - 4X1DG



- שילוב של חדוות יצירה, סיפוק רב משולב בתסכול.
- דורש מעבר לידע, גם ציוד ויכולת הפתרון הארוך, היקר, הקשה אשר לרוב בסופו רוכשים ממיר מוכן....



פתרון "הבית" ה-מומלץ



432.05-432.30 MHz
SSB Transmitter
IC-7100, FT-817, FT-857
Etc...



+12V

Optional
Power Monitor

Cable + Attenuator
Pin=100mW Max ↔ Pout=1-2W

for SSB CW Pactor
with IF Input attenuator inside (absolute Input maximum 400mW or +26dBm)

Vcc 10...14V Input 432,100 MHz (LO 1968MHz) Output 2400,100 MHz
CW mode

Input mW	Output mW	Output RF Monitor mV
105	2220	1022
85	2110	920
65	1920	816
53	1630	720
42	1360	642
33	1120	578
25	900	522
18	735	475
7	240	299
3	125	235

④
-0E7DBH-
TESTED

When ordering add notes:

- >2Watt Output Power
- 100mWatt IF
- Big heatsink



דוגמת תכנון

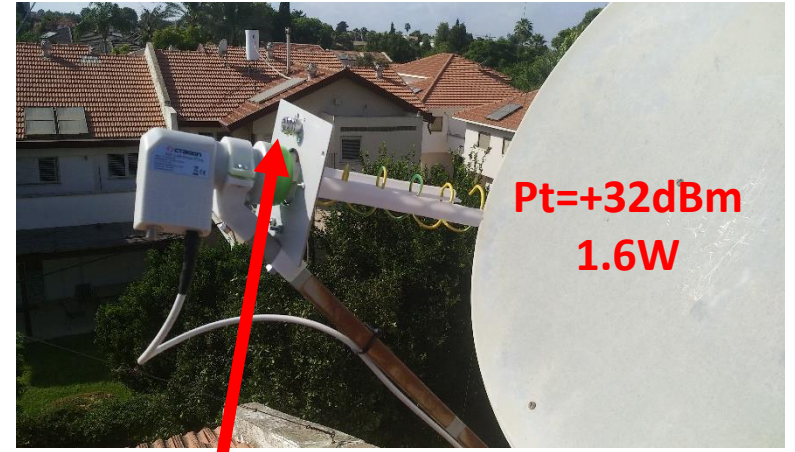
Coax Cable Attenuation (Loss) in dB per 100' at 25°C														
Model	Ω	Cost	160 m	80 m	40 m	20 m	15 m	10 m	6 m	2 m	70 cm	33 cm	23 cm	2.5 G
RG-174	50	24	1.1	1.6	2.2	3.1	3.9	4.5	6.1	10.2	18.1	26.3	31.4	44.5
RG-316	50	203	1.1	1.6	2.1	3.0	3.7	4.3	5.8	9.5	17.2	25.1	29.9	42.4
RG-58	50	24	0.6	0.9	1.2	1.7	2.1	2.5	3.3	5.1	9.1	13.0	17.6	25.4
LMR-195	50	58	0.5	0.7	1.0	1.4	1.7	2.0	2.6	4.0	7.0	10.0	13.5	19.0
RG-8X	50	35	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.7	4.5	8.2	12.4	15.0	22.2
RG-59	75	24	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	4.1	7.4	10.9	13.2	19.2
LMR-200	50	74	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	4.0	7.0	10.1	12.0	16.9
RG-6	75	23	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.9	3.3	6.0	9.0	10.9	16.0
LMR-240	50	69	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.8	3.0	5.3	7.7	9.2	12.9
RG-214	50	249	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.7	5.0	7.6	9.2	13.7
RG-213	50	89	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.4	2.4	4.5	6.8	8.3	12.3
RG-8, RG-B/U	50	79	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.4	2.4	4.5	6.8	8.3	12.3
LMR-400	50	123	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.5	2.7	4.0	4.7	6.8
LMR-600	50	238	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	1.0	1.7	2.5	3.1	4.4
LMR-1200	50	616	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	1.3	1.6	2.3

Cost = typical price in cents per foot (obviously, this will vary tremendously)

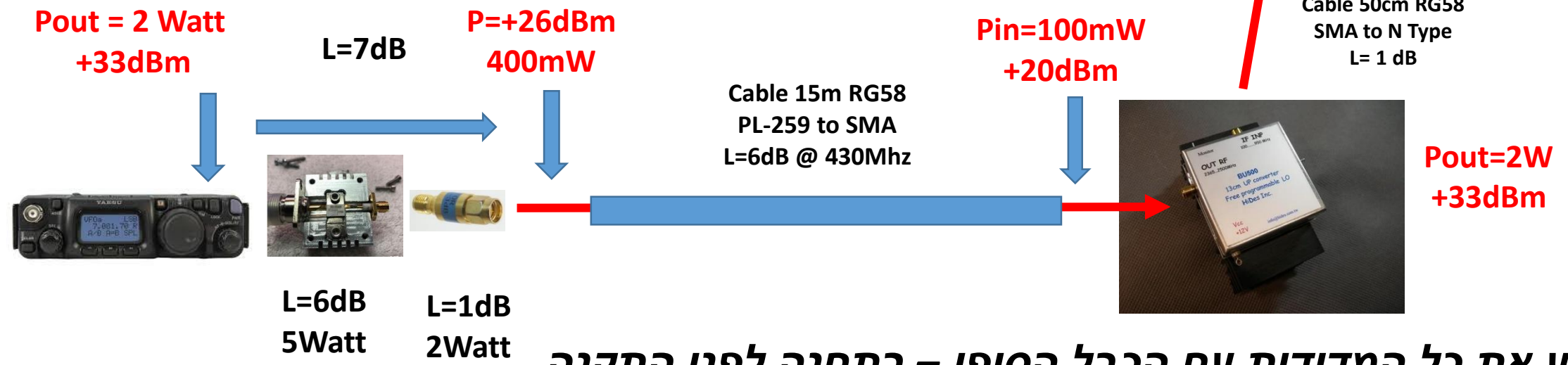
Testreport BU500v2 „golden edition“ for SSB CW Pactor with IF Input attenuator inside (absolute Input maximum 400mW or +26dBm)
 Vcc 10...14V Input 432,100 MHz (LO 1968MHz) Output 2400,100 MHz CW mode

Input mW	Output mW	Output RF Monitor mV
105	2220	1022
85	2110	920
65	1920	816
53	1630	720
42	1360	642
33	1120	578
25	900	522
18	735	475
7	240	299
3	125	235

-0E7DBH - TESTED



SSB UHF Transceiver



לבצע את כל המדידות עם הכבל הסופי – בתחנה לפני התקנה



FULL WORKING SOLUTION

**Octagon Green PLL
LNB+Self Made Helix
or
Dual LNB-Patch**



**RG6/59 Cable
<100m**



Rx Channel

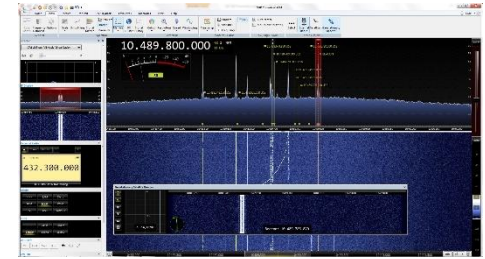
BIAS TEE



**RTL-SDR DONGLE
TCXO**



**SDR CONSOLE SOFTWARE
ON PC**



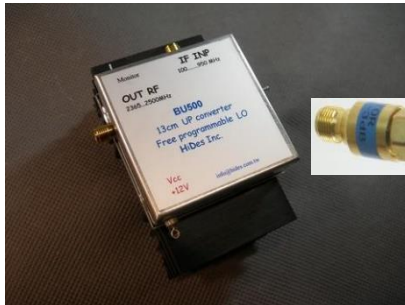
12V 1.5A PS

*** Use Monitor out for power tuning**

BU-500 Up-Converter

*** When ordering add notes:**

- >2Watt Output Power
- 100mWatt IF
- Big heatsink



*** May need Attenuator
for final adj.**

**RG-58 30m
L=10dB**



**Cable act as
Power attenuator**

**UHF SSB Xcvr
1-2W Pout**



Tx Channel

*** All links are for reference only !!!**

*** Check store, price & shipping**

Zvika Segal

4Z1ZV

zvisegal@yahoo.com

*** Pay Attention to connector types**

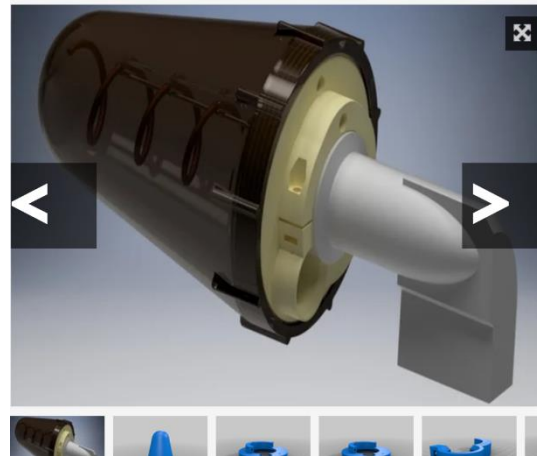
*** Use pigtails where needed**



לא לשכוח לאטום מחברים ויחידות חשופות !!!



by [DM4DS](#) Oct 12, 2019





רשימת מכולת ועלויות מערכת בסיסית עובדת – מ-1,000 שקל מקבלים עודף

- צלחת 80 עד 100 ס"מ – 80-100 שקל
- מתאמים מכניים להתקנה – 100 שקל
- *OCTAGON GREEN PLL*- LNB PLL – 50-150 שקל
- ממיר *BU-500* – כ-600 שקל
- דונגל *RTL-SDR* או דומה – 40-100 שקל
- כבלים, מחברים, מתאמים, מנחתים – 50-200 שקל
- *BIAS TEE* – 10-40 שקל
- ציוד מדידה, כלים, רכיבים לארגז החול של החובב – אלוהים גדול 😊

תדרים - מגדל בבל ...



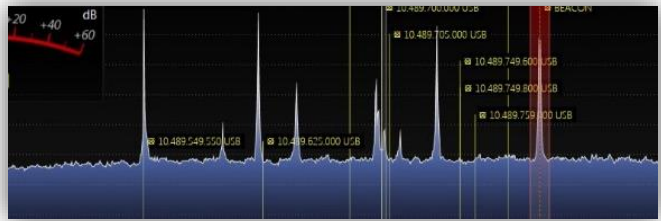
LNB LO = 9,750 Mhz



IF = 739.55 – 739.80 Mhz



To Sync Transceiver to Rx Frequency
Offset (Rx – UHF Tx) = 10,057.50 Mhz



Tx = 2,400.05 - 2,400.30 Mhz
Rx = 10,489.55 - 10,489.80 Mhz

UHF Tx = 432.05 – 432.30



U/C LO = 1,968 Mhz



מצוות עשה ואל תעשה

- **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.**
- 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.



LoTW



אינטגרציה עם

**Don't Forget to add
Your Locator in TQSL**

Station

Call Sign 4Z1ZV
 DXCC ISRAEL (336)
 CQ Zone 20
 ITU Zone 39
Grid KM72KE

Worked Station

Worked VU2LBW
 DXCC INDIA (324)
 CQ Zone 22
 ITU Zone 41
 Grid MK82TV
 Date/Time 2019-11-10 18:06:00
 Mode SSB (PHONE)
 Band 13CM
Frequency 2400.22929
Receive Band 13CM
 Propagation Mode SAT
 Satellite QO-100
 QSL 2019-11-10 19:14:13

Record ID 1098428979 Received: 2019-11-10 19:14:13

Log4OM [User Profile: Zvika 4Z1ZV] [Solar data info K: 0 A: 0 SFE: 0 Sunspot: 0]

Log4OM Upload LOTW

LOTW Information: User Id: 4z1zv, Station Location: Home, Available records: 5

TSQSL Information: Station Location: Home, Private sign pass: []

QSO info (F1): Country IOTA SOTA (F2): Club and Awards (F3): Contest (F4): Extended info & QSL (F5): SAT/Prop (F6)

QSO info: Freq RX: 10489.700, RX Band: 3cm, Transverter offset (KHz): [], Propagation: [], Satellite: QO-100

Callign	QSO date	QSO start time	Band	Mode	LOTW Sent status	LOTW Sent date	LOTW Rcvd status
9X2AW	06/11/2019	14:40:53	13cm	SSB	Y	06/11/2019	R
4Z5ML	05/11/2019	14:13:00	10m	FT8	Y	06/11/2019	R
IIBCVS	04/11/2019	11:19:03	13cm	SSB	Y	06/11/2019	R
RA3S	04/11/2019	10:09:47	13cm	SSB	Y	06/11/2019	R
F1ELJ	04/11/2019	10:05:30	13cm	SSB	Y	06/11/2019	R
DL6SMA	03/11/2019	10:22:53	13cm	MFSK8	Y	03/11/2019	R

Records found: 1274 / Detach Grid | Display limit (0 = all) 5000

[Link to Presentation](#)



You like it – Tell your friends
You do not like it – Tell me 😊

Enjoy