

VECTOR NETWORK ANALYZER -נתח רשת וקטורים.

ברצוני להגיש כאן סקירה על מס' מכשירים שבניתי והם מסדרה של **VECTOR NETWORK ANALYZER**. ראשית כל ברצוני לציין כי מכשירים אלו נועדו לבעלי ידעה ויכולת להשתמש במלחם. חלק מהציוד מופעל דרך מחשב בלבד וחלק גם יודע לעבוד בצורה עצמאית. רוב התוכנות גם **PC SOFTWARE** וגם **FIRMWARE** ניתן לקבל חנם בתנאי של שימוש אישי ולא מטרת מסחריות.

.NWT-7 / ex

הינו VNA שמופעל בשני צורות : באמצעות ערוץ USB ולעבודה כ- STAN ALONE כמובן שאפשרויות מדידה תלויות באופן הפעלתו. דרך ערוץ USB מכשיר משמש כגלאי חיצוני ואפשרויות מדידה הם בתלות ישירה מול תוכנת מחשב. תוכנה זו בהפצה חופשית ע"י DL4JAL באתר שלו <http://www.dl4jal.eu> וניתן להתקין אותה במס' שפות ממשק למשתמש. תוכנה בשם WINNT נכתבה עבור שימוש ב- LINUX, WINDOWS ו- MAC. גרסת WINDOWS האחרונה נמצאת כאן http://www.dl4jal.eu/linnwt4_V4_11_08.tar.gz. באופן כללי ניתן לחפש גרסאות עבור מכשיר זה תחת כותרת http://www.dl4jal.eu/linnwt4_V4_11_08.tar.gz Software LinNWT & WinNWT für באתר של DL4JAL [FA-NWT NWT500 NWT7 HFM9](http://www.dl4jal.eu/linnwt4_V4_11_08.tar.gz).



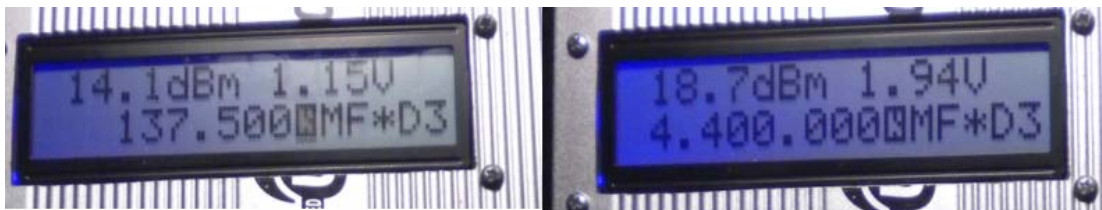
לרוב משתמשים בגרסת WINDOWS, שמאפשרת מדידות בסיסיות הבאות:

- מדידה וכיוון פילטרים BPF, HPF, LPF.
- ** SWEEP GENERATOR
- POWER METER בשני ערוצים נפרדים.
- VFO
- CALIBRATION OF LINEAR AND LOG DETECTORS
- מנחת משתנה בשלבים של 10 ד"ב עם בקרת לדים.
- ** אין מגבלת תוכנה בתחום תדרי הפעלה.

כאשר מכשיר מופעל ללא ממשק USB, ישנה תצוגה LCD ועליה מוצגים אפשרויות הבאות:

- בחירת גלאי LOG, LIN או LOG חיצוני.
- מיתוג בין מקורות תדר פנימיים.
- סינטיסייזר פנימי נוסף בתחום תדרים בין 137,5 מה"ץ עד 4,4 גה"ץ.
- גלאי פנימי נוסף עד 4 גה"ץ.
- הצוות תדר בודד ביציאת VFO דרך מטריצה מקשים או ENCODER של שני מקורות תדר.
- מדידת VSWR.
- POWER METER.
- IMPEDANCE METER.
- ATTENUATOR למצבי מדידה של POWER METER.
- שינוי תחומים לפי תדרים – BAND ***.
- CALIBRATION MENU.
- SETUP לבחירת ערכי קבע שונים.
- כיבוי והפעלת מתנדים/סינטיסייזרים RF OFF.

*** תחומים BAND הם VL, LF, MF, HF, VH, UH למרות חולקה לתחומים אין תלות בתדר. ניתן לבצע כעיול בכל אחד מהתחומים ותדרים. כמו כן בכיוון תדר ניתן להגיע לכל ספרה ולשנות אותה ספציפית.

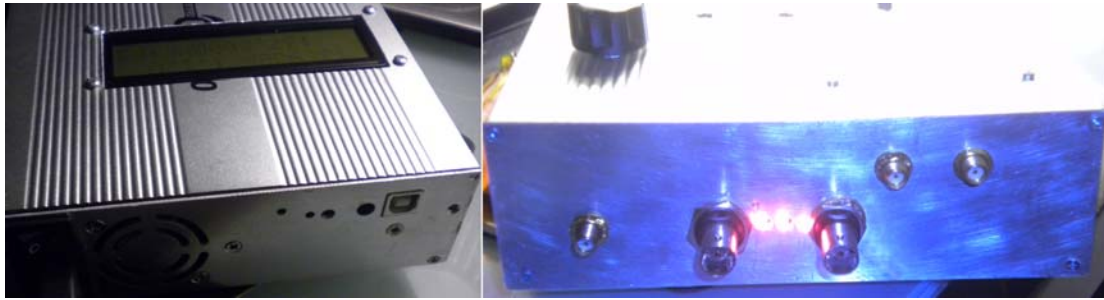


מבנה פנימי.

ביחס למבנה סטנדרטי של NWT-7 שבנוי על בסיס שני גלאים מבית ANALOG AD8310 & AD8361 ומיקרובקר של MICROCHIP, ישנם תוספות של שני אלקטרוניים - הגנה והפרדה בערוץ USB. כנ"ל ישנו מעגל הרחבה שמתחבר על יציאות פנויות של מיקרובקר. מעגל הרחבה מאפשר חיבור של מטריצה בת 18 מקשים פיקוד, OPTICAL ENCODER ותצוגה LCD. בנוסף יש אפשרות לחיבור מיידי של NGDK סינטיסייזר ADF4350 שיעבוד עד 4,4 גה"ץ ומעגל גלאי ADL5513 עד תדר של 4 גה"ץ. כנ"ל יש אפשרות להתחבר בתור גלאי נוסף, גלאי עם אפשרות לעכבה גבוהה. מבחינת תוכנה שמופעלת ב- PC אין מגבלות תדר. תחום דינאמי של גלאים בהתאם לדפי נתוני יצרן.

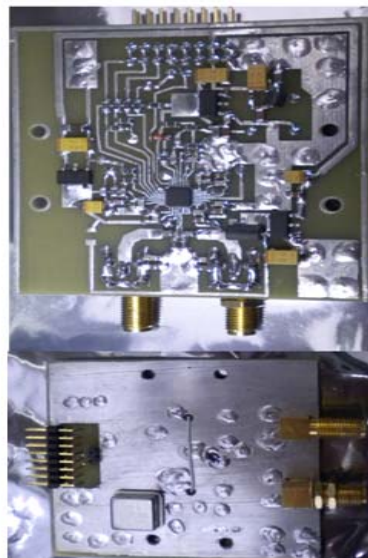
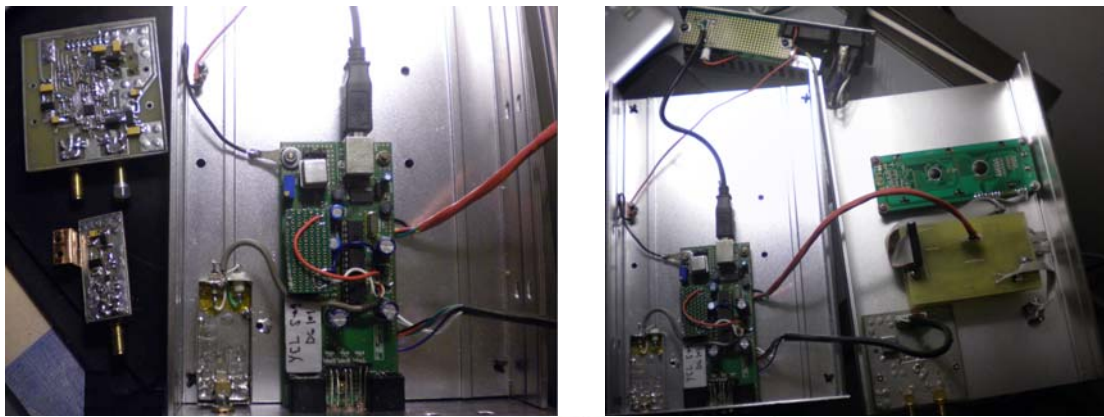


התקני מדידה סיומת 50 אוהם, REFLECTION BRIDGE ו- DIRECTIONAL COUPLER



מעגל מודפס ניתן להזמנה כאן <http://ur4qbp.ucoz.ua/shop/60/desc/pechatnaja-plata-dlja-universalnogo-izmeritelja-achkh-nwt-7-usb> (יש צורך בתרגום של עמוד לאנגלית או עברית דרך GOOGLE). מעגל מודפס באיכות טובה ובעל ממדים קטנים ממש. הוא לא מכיל את שנאים אלקטרוניים ומוזן מ-USB ישירות.

מארז מתכתי ברמת סיכוך גבוהה – אני ניצלתי את מארז אלומיניום של דיסק CD חיצוני של מחשב. קופסה בעלת 2 חלקים, קלה לעיבוד שבבים ובעלת מיקום פנימי ומראת חיצוני טוב. יש צורך בייצור עצמי של פחית חזית. חלק האחורי מוכן לכניסת AC וישנו מפסק כיבוי / הפעלה.



בתמונות לפי סדר מלמעלה למטה: NWT-7 פתוח כולל מעגל הרחבה וגלאי תדר גבוה. מעגל מורכב של NWT-7, סינטייזר 4.4 גה"ץ, VSWR BRIDGE לתדר גבוה, גלאי תדר גבוה.

מפרט טכני מקוצר:

נתוני מתנד VFO

- תחום תדרים מ- 50 קילוהרץ עד 70 מה"ץ, גליות לא יותר מ- 4 ד"ב.
- מנחת משתנה מ- 0 עד 50 ד"ב במיתוג של כל 10 ד"ב.
- רמת סיגנל במוצא עד +13 דב"מ (במתח הספקה למגבר +9 וולט).
- רמת ספוריוסים בתחום עד 40 ד"ב, תלות גם באיכות מסנן LPF.
- ניתן ליצור 5 תדרים במיתוג ביניהם ביחוס להזנת IF (הפעלת DDS).
- התנגדות מוצא – 50 אוהם.

מצב מדידות אפיון תגובת תדר בתלות למשרעת.

- * תחום תדרים מ- 25 קילוהרץ עד 90 מה"ץ (מעל ל- 70 מה"ץ ישנם הרמוניות, עדיין מאפשר מצב מדידות). יש להשתמש בתיקון מתמטי ע"י תוכנת מחשב.
- * תחום דינאמי עד 90 ד"ב. תלוי הרבי בסיכוך, מסגרת חיצונית וסביבת עבודה אלקטרומגנטית
- * גליות מדידות בהנחתה מ- 0 עד 50 ד"ב – לא יותר מ 1 ד"ב. יש להשתמש בתיקון מתמטי ע"י תוכנת מחשב.
- * גליות מדידות בהנחתה מ- 0 עד 80 ד"ב – לא יותר מ 1 ד"ב. יש להשתמש בתיקון מתמטי ע"י תוכנת מחשב.

מצב מדידה רמות מתח עם גלאי לוגריתמי.

- * תחום דינאמי מ- 75 דב"מ עד +15 דב"מ.
- * תחום עבודה (לפי נתוני יצרן) עד 400 מה"ץ.
- * התנגדות מבוא – 50 אוהם.

מצב מדידה רמות מתח עם גלאי ליניארי.

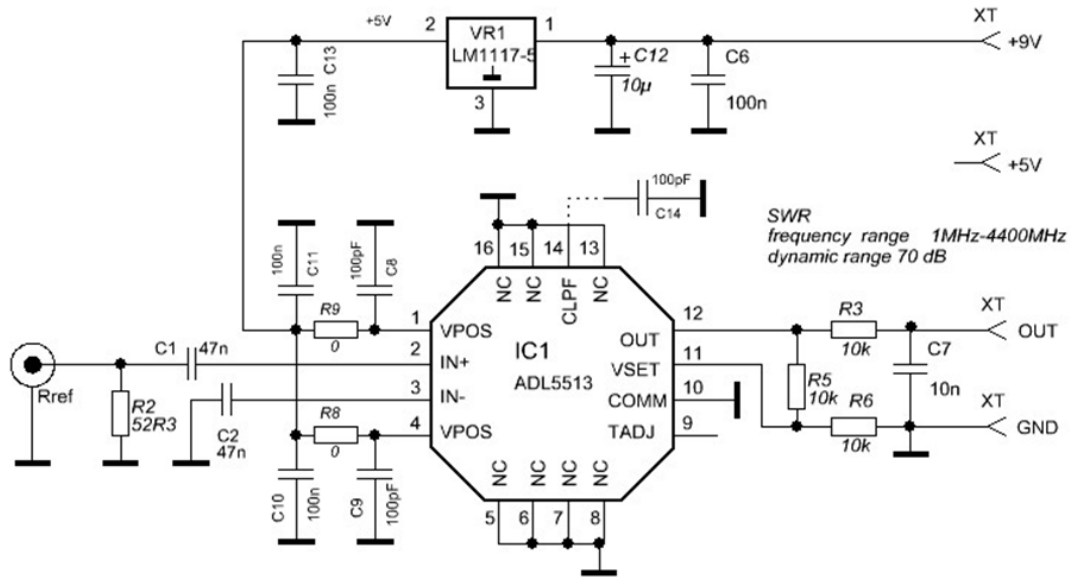
- תחום דינאמי מ- 20 דב"מ עד +10 דב"מ.
- תחום עבודה (לפי נתוני יצרן) עד 2000 מה"ץ.
- התנגדות מבוא – 50 אוהם.

מצב מדידה יג"ע (VSWR) בשימוש של REFLECTION BRIDGE

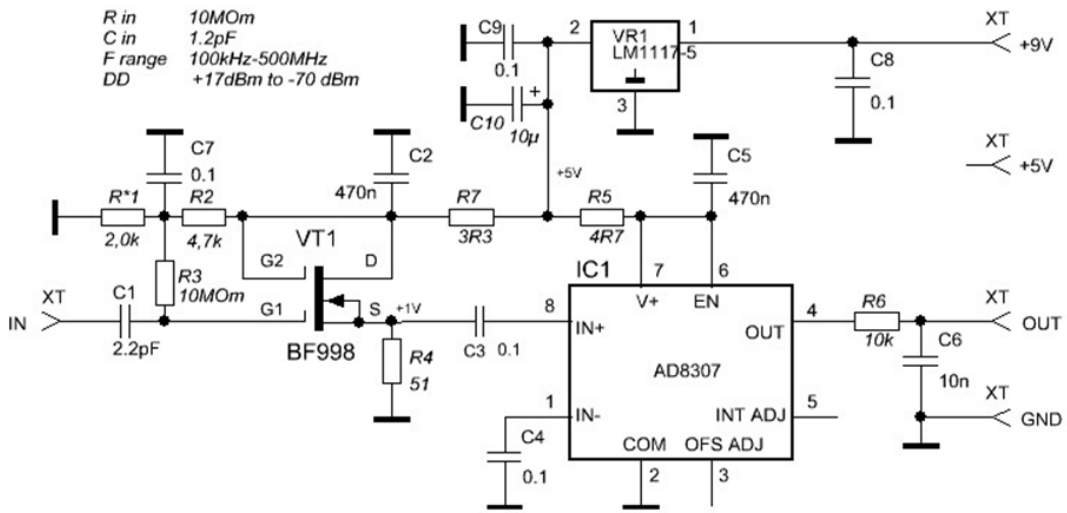
- תחום תדרים מ- 200 קילוהרץ עד 70 מה"ץ.
- דיוק של 0,4 ד"ב בערכו של יג"ע עד 2.
- דיוק של 0,6 ד"ב בערכו של יג"ע מעל 2.

מצב מדידה IMPEDANCE

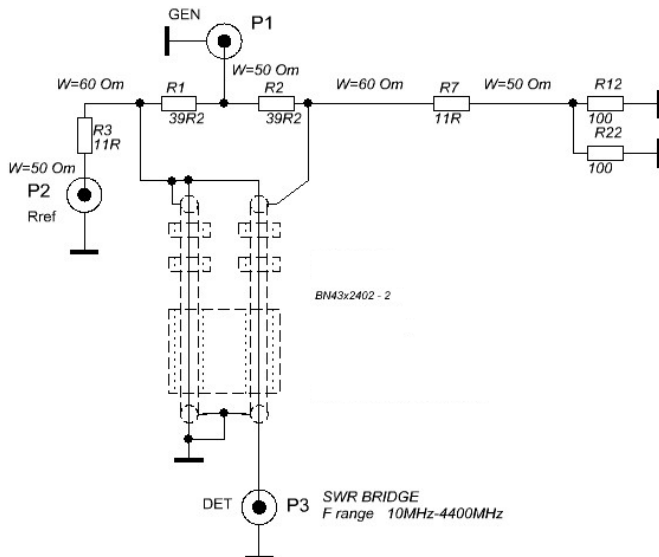
מדידות אלו מבצעים בתחום תדרים של REFLECTION BRIDGE מ- 200 קילוהרץ עד 70 מה"ץ. דיוק נמצא בתלות ישיר ממדידות של יג"ע מכון שעובד על אותו עקרון.



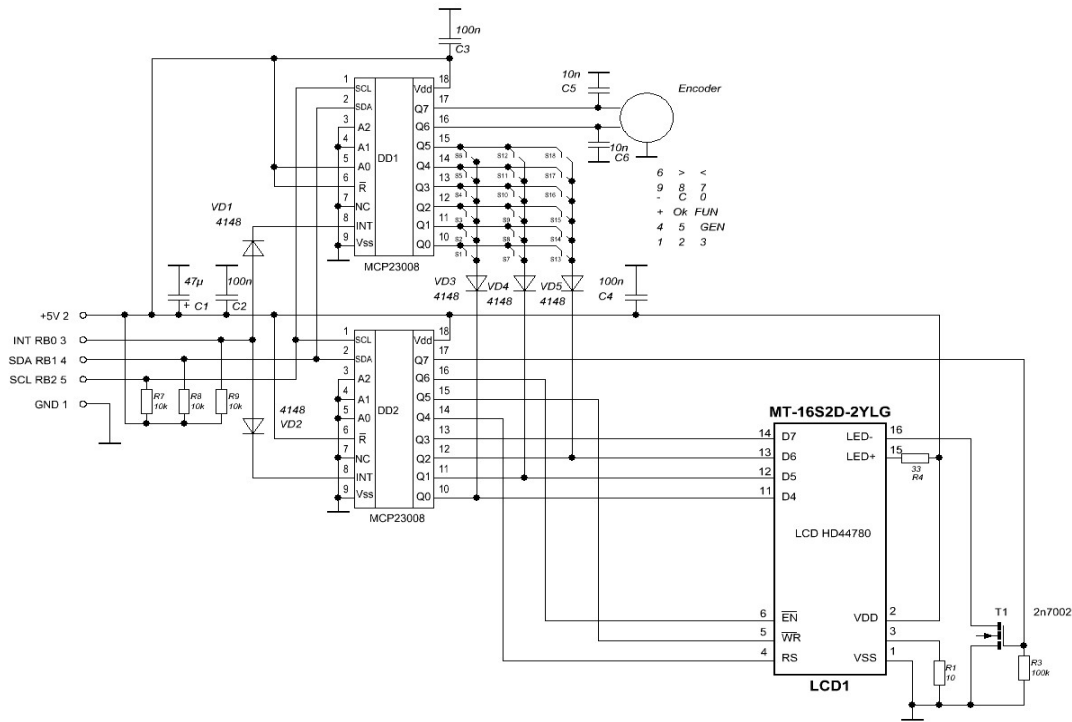
גלאי תדר גבוה.



גלאי בעל להתנגדות כניסה גבוה.

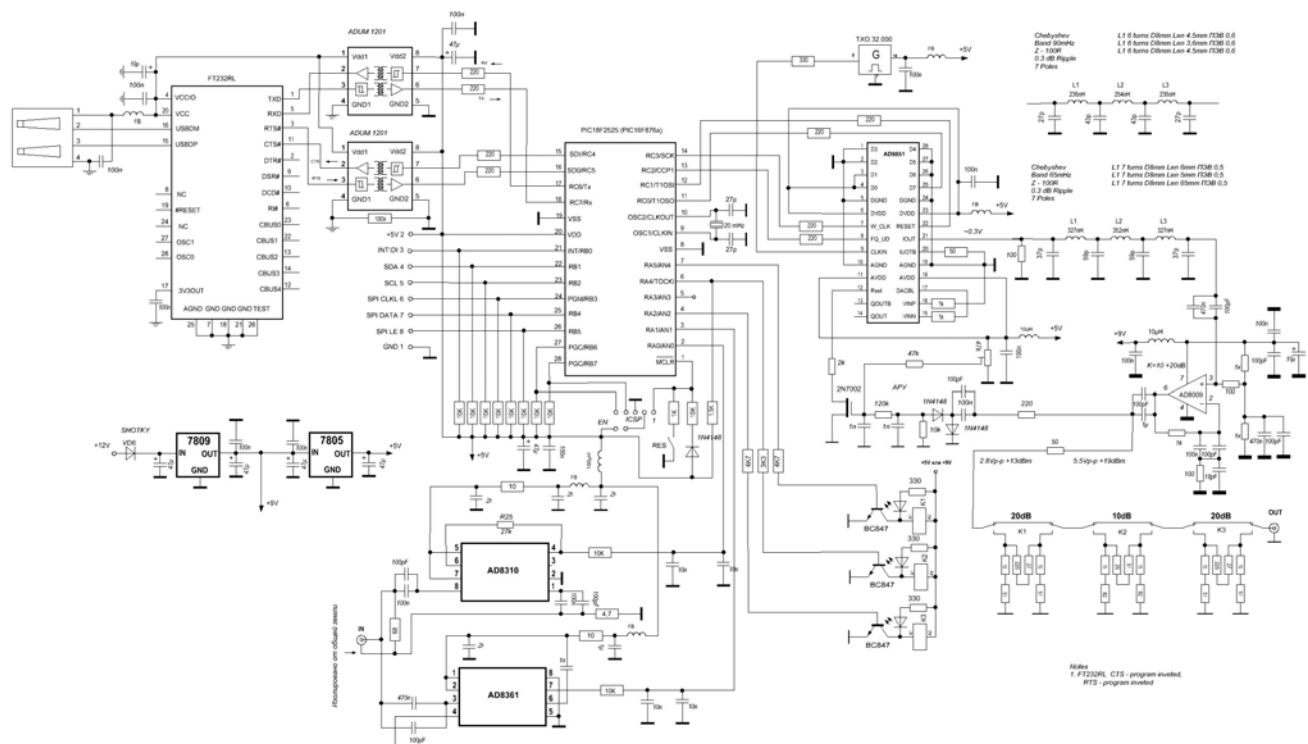


VSWR BRIDGE לתדר גבוה
 מבוסס על כבל קואקסיאלי בקוטר של 1,5 מ"מ וקורות פריט בינוקולאריים מסוגים שונים.



מעגל הרחבה ל- NWT-7

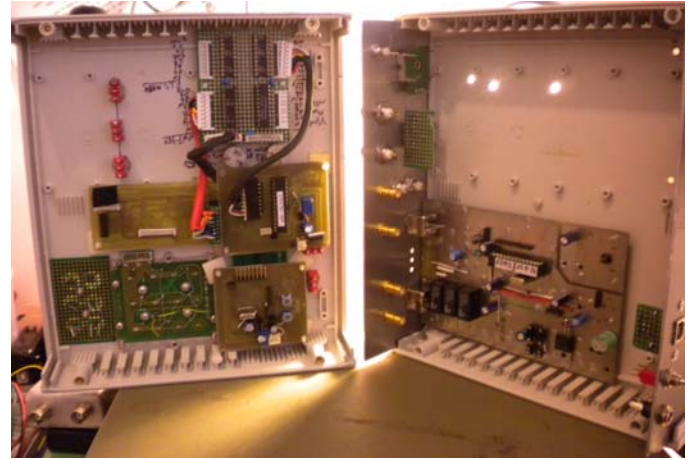
מטריצה מקשים יכולה להיות מובנת גם כ- 4X4 בתוספת של מקשי חץ. אני השתמשתי ב- ENCODER עם מפסק לחיצה על ציר שנוצל כמקש ENTER. מאוד נוח לשימוש לאחר בחירת תפריט או אצוות נתון ללחוץ על צירו.



שרטוט חשמלי של NWT-7

בהקשר ל- FT232RL. מכון שרכיב זה מופעל ע"י מיקרובקר וקשור להמרת RS232 ל- USB יש צורך בהפיכת RTS ו- CTS של RS232 ביניהם.

אב-טיפוס ראשוני של VNA NWT-7 שכלל מד תדר נפרד, מד L/C, ספקטרום אנלייזר ואנטנה אנלייזר.



גבנה ונערך ע"י ליאוניד, 4Z4LS.

HFM400/HFM3USB.



HFM400 הינו VNA עם יכולת לעבוד בכל תחומי HF כולל, תחומי 2 מ' ו- 70 ס"מ. במכשיר זה ישנם שני גלאים עצמיים לינארי ולוגריתמי שמקושרים למיקובקר. תווח עבודה של DDS מ- 30 קילוהרץ עד 150 מה"ץ. ישנה תוספת של TRANSVERTER שמאפשרת לעבוד בתחום בין 400 ל- 500 מה"ץ שמכסה את תחום 70 ס"מ. חיבור בין VNA למחשב נעשה בערוץ USB, כאשר תוכנת מחשב מפעילה את כל התפריטים. כמוכן כל זה דורש כיוונים מוקדמים וחד-פעמיים. מעגל של מכשיר מתוכנן מראש לכלול התקנה מהירה מסוג PLUG-IN מעגל נוסף שמאפשר מדידות קיבול וסליל ובנוסף מד תדר שמחולק לשני תחומים של 50 מה"ץ ו- 1 גה"ץ.

אפשרויות מדידה.

- *passageway measurement.* (LPF, HPF, BPF ניתן לכוון פילטרים)
- *reflecting measurement 1.*
- *reflecting measurement 2.*
- *spectral measurement.*
- *VFO.*
- *Power meter.*
- *Polar writer(writing implement) – may used as aerial direction analyzer with polar chart.*

בהוספת מעגל נוסף:

- *two ranges Frequency counter.*
- *L/C meter.*

תמונה של מעגל L/C METER ומד תדר.



התקן מעבדתי TRINUS.

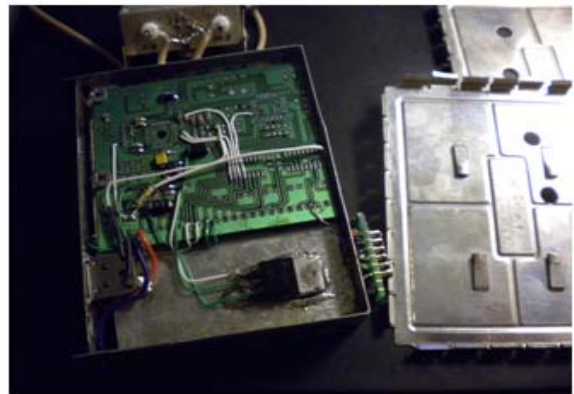
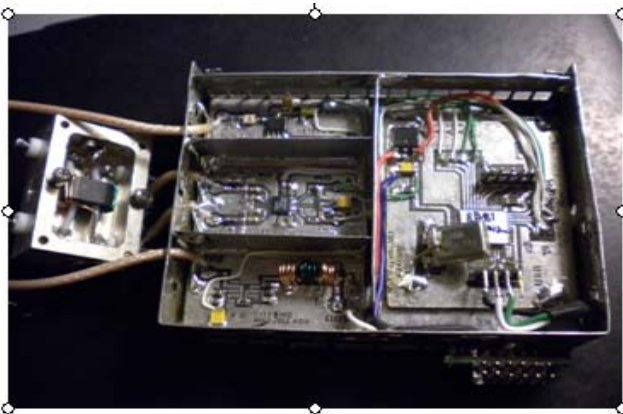
כתבה על מכשיר זה פורסמה לראשונה לפני 13 שנים. מכשיר זה קיבל אחד הפרסים כמכשיר טוב וזול לשימוש של חובבי הרדיו. הוא פותח ע"י שני חובבים מאיטליה KOSPX & IZOCWZ. פירושו של TRINUS זה **TRIPLE INSTRUMENT** **USB**

ממבט ראשון מכשיר נראה די פשוט, אך לסך אפשרויות שלו יש מקום מכובד במעבדת חובבים.

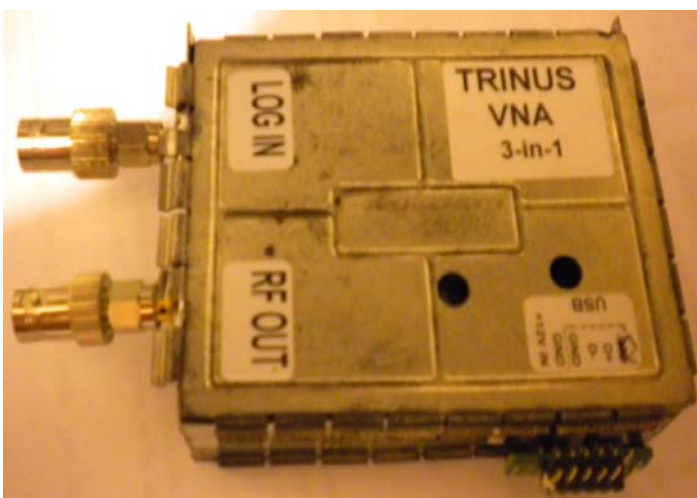
במכשיר זה נכללו פונקציות הבאות:

- FREQUENCY COUNTER
- SWEEP GENERATOR
- SYNTHESIZED VFO
- AERIAL ANALYZER
- XTAL's FREQUENCY TEST

חיסורנו של אנטנה אנלייזר בכך שהוא נייה בלבד ולא ניתן לעלות אותו על גג מבנה ולהתקרב לנק' הזנה של אנטנה שבבדיקה. ביתר נתונים זה נתח אנטנה מושלם.



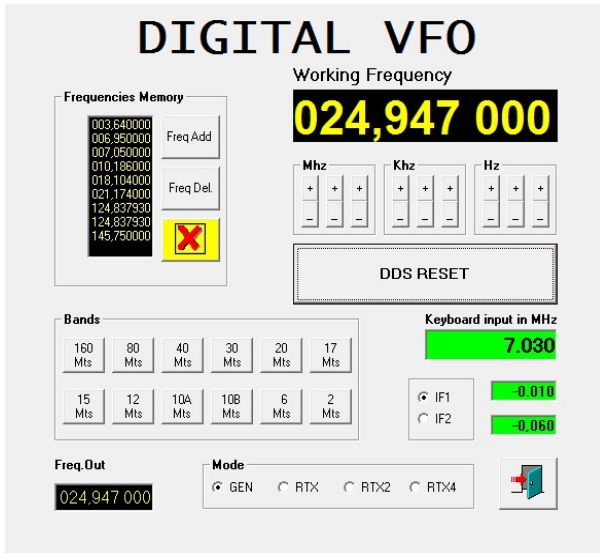
מבנה פנימי של TRINUS – DDS מבודד עם מחיצה מגלאים. צד של מיקרובקר, מגבר סופי וגלאים.



TRINUS סגור ומוכן לשימוש.



TRINUS אחרי שינויים באחד הגלאים.



מכשיר מבוסס על מיקרובקר של PIC18F4550 MICROCHIP ומתחבר למחשב אישי דרך ערוץ USB. צריכת זרם כללית די מזערית, לכן מספיק חיבור של USB על מנת לספק את מתח העבודה להפעלת TRINUS.

ליתרונות משמעותיים ניתן לייחס שימוש ברכיבים של חב' ANALOG, גלאים VFO מתנד AD8307 & AD8302 וגם באנטנה אנלייזר מופעל DDS AD9951. תוכנה של מיקרובקר צרוב מבקרת את כל הגלאים וגם את DDS. תוכנה שמופעלת במחשב בודקת את נוכחות ממשק USB ומתחברת אוטומטית ל- TRINUS.

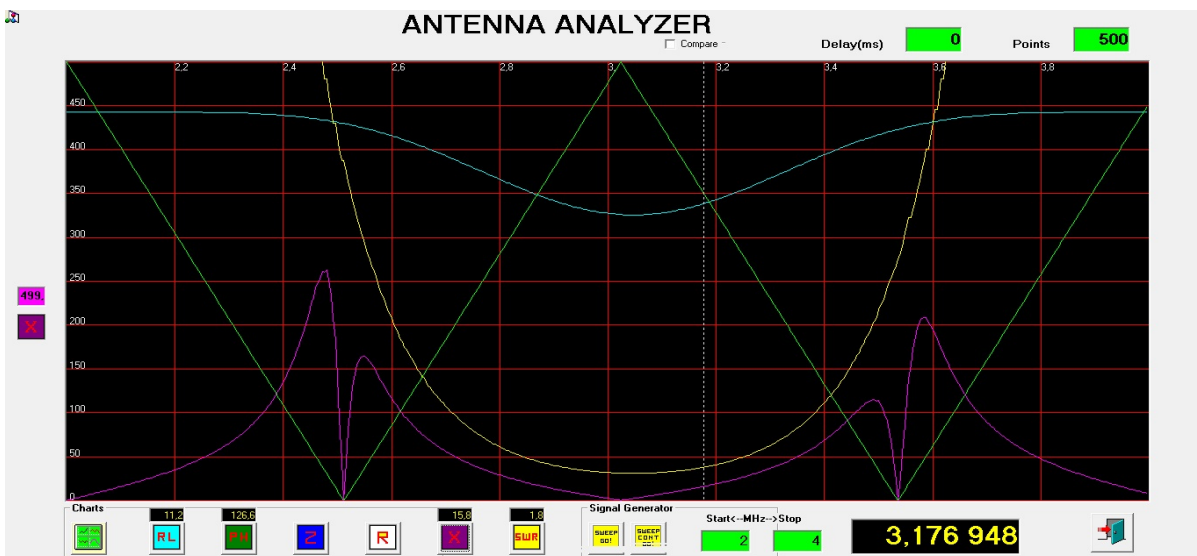
תמונת מסך ובו פונקציה של מתנד.

איך זה עובד?

אנטנה אנלייזר מבוסס על שבב AD8302 שמכילה גלאי מופע וגלאי רמת מתח מאפשרת למדוד את מקדם. תכונות אלו מאפשרות מדידה הנכונה ומדויקת של מקדם ההשתקפות של רשת N-מוט (*reflection coefficient of N-pole network*).

שבב נוסף שעובד כמגבר לוגריתמי הינו AD8307. משתמשים בו למטרות מד הספק של TRINUS. מתח מוצא של שבב זה נכנס למיקרובקר ולפי נתוני טבלה של גלאי מיקרובקר מחשב את רמות עוצמה בסקאלה TRUE RMS. בעקרון שינוי של כל ד"ב בכניסת גלאי יגרום לשינוי של 25 מיליוולט במוצא. ערך זה די מדויק ונשמר קבוע בכל תחום דינאמי שבו עובד גלאי.

על מנת לבצע מדידות חייבים להשתמש בכניסות של TRINUS במצמד (3-PORTS DIRECTIONAL COUPLER). עם מצמד בנוי בצורה נכונה, אזי מדידות לא משפיעות על מדידות שניתן לבצע והם S11 – REFLECTION COEFFICIENT, S21 – REFLECTION COEFFICIENT OF N-POLE NETWORKS

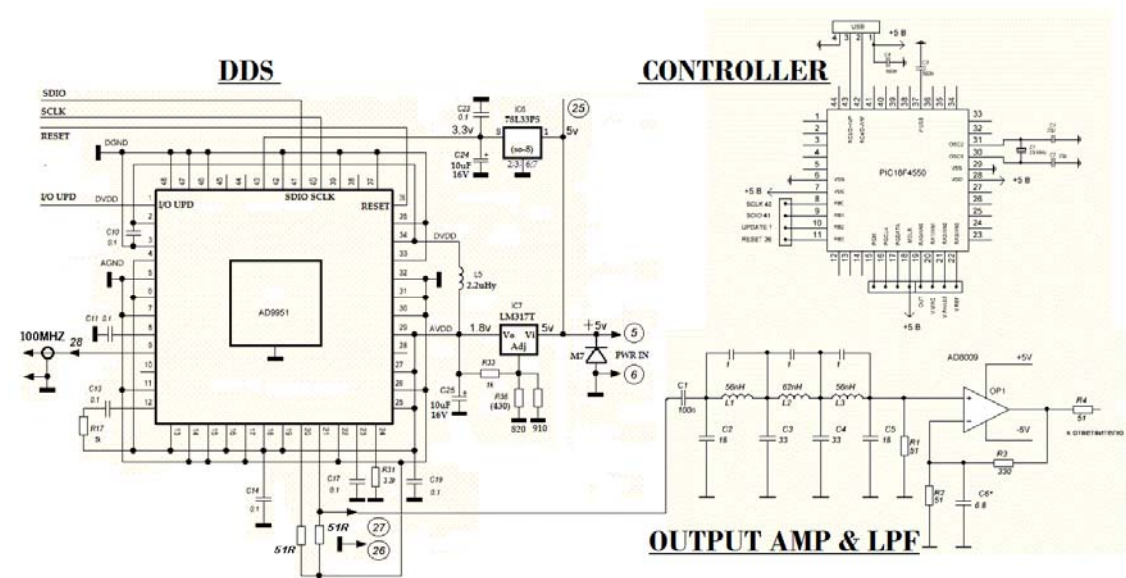


תמונת מסך של אנטנה אנלייזר

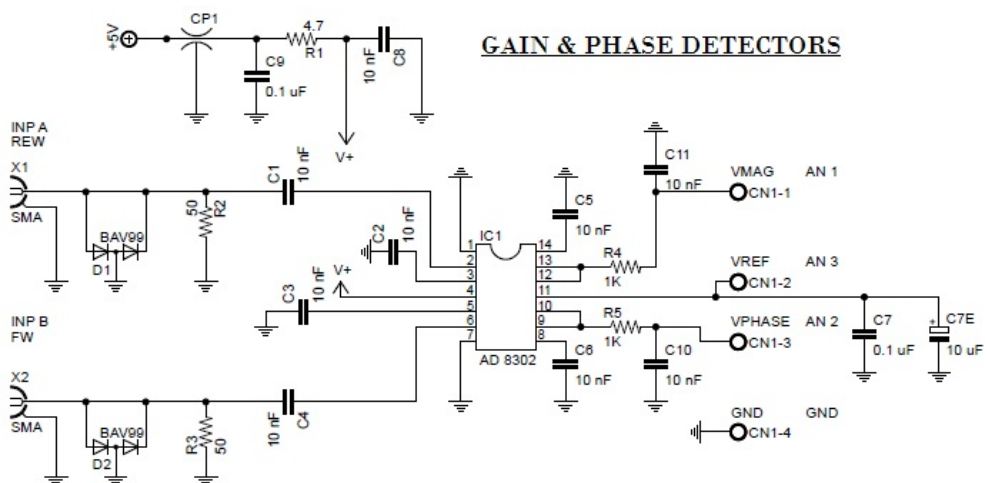
רשימת מקדמים של אנטנה אנלייזר ב- TRINUS/

- RL** – RETURN LOSS
- PH** – PHASE ANGLE (deg.)
- Z** – MAGNITUDE OF LOAD IMPEDANCE .
- R** – RESISTANCE of ANTENNA
- X** – REACTANCE of ANTENNA
- SWR** – (VOLTAGE) STANDING WAVE RATIO

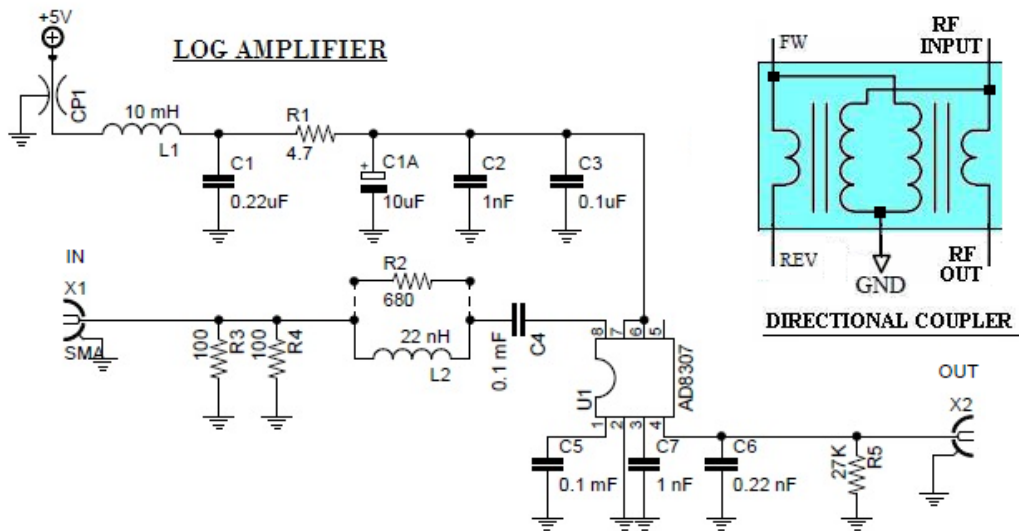
מכשיר לא יודע לבצע נטרול של כבל מיתר ערכים שהתקבלו, אך אלו שישנם מספיק בתפריט של תוכנת מחשב קיימת אופציה לבחירת תדר מתנד של REFERENCE OSCILLATOR. זה גם קובע את תחום סריקה של DDS וגם תחומי מדידת תדרים שבהם ניתן למדוד את אנטנה. בתדר מרבי של DDS ניתן לסרוק עד 200 מה"ץ.



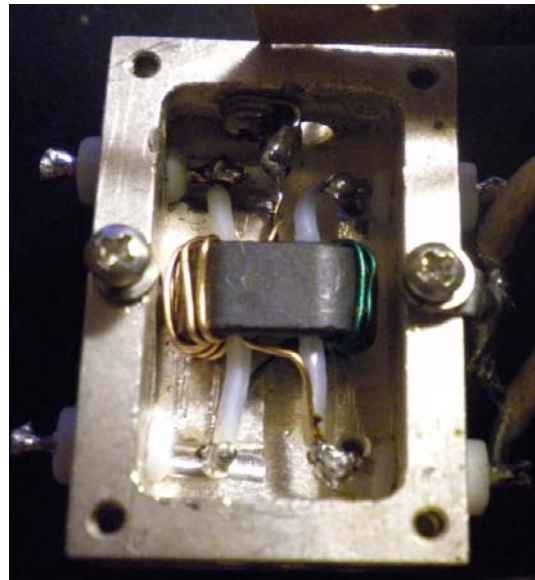
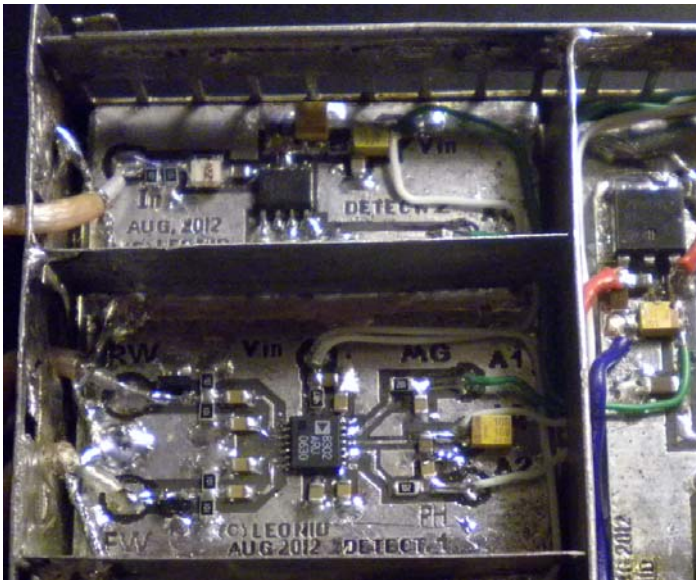
סרטוט חשמלי של TRINUS - חלק של DDS & מיקובקור.



סרטוט חשמלי של TRINUS - גלאי מופע ומשרעת.

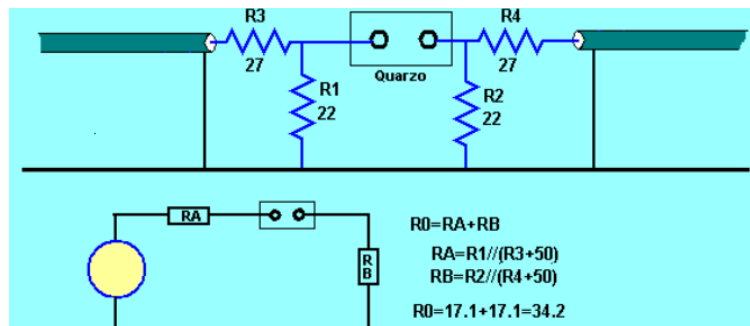


סרטוט חשמלי של TRINUS - גלאי לוגריתמי ו- DIRECTIONAL COUPLER



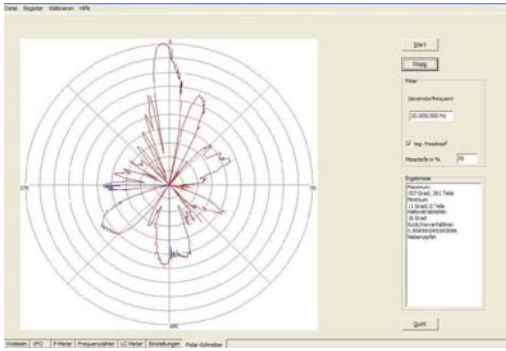
גלאים של TRINUS

DIRECTIONAL COUPLER.



התקן למדידה ובדיקת גבישים.

נבנה ונערך ע"י ליאוניד, 4Z4LS



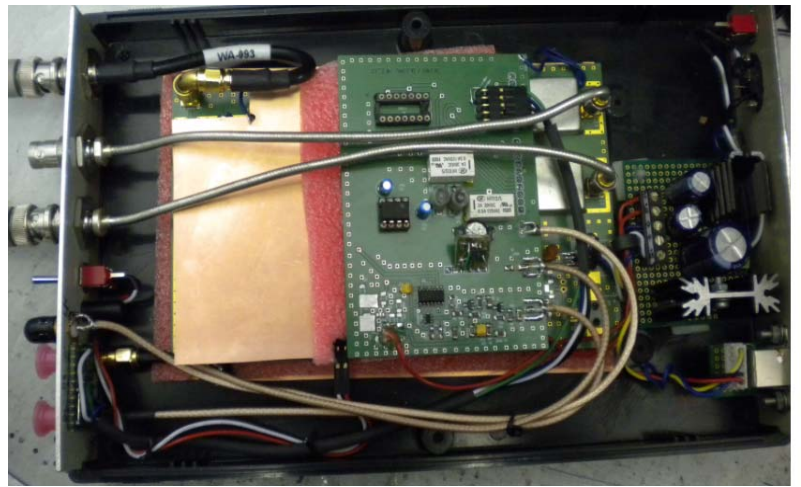
תמונת גראף פולארי.



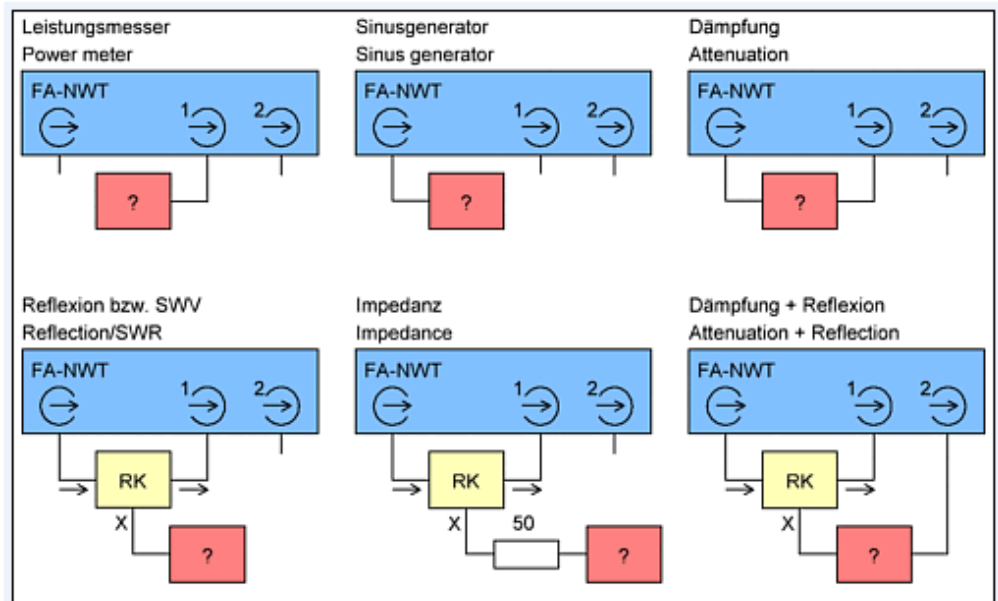
תמונה של מעגל ראשי.



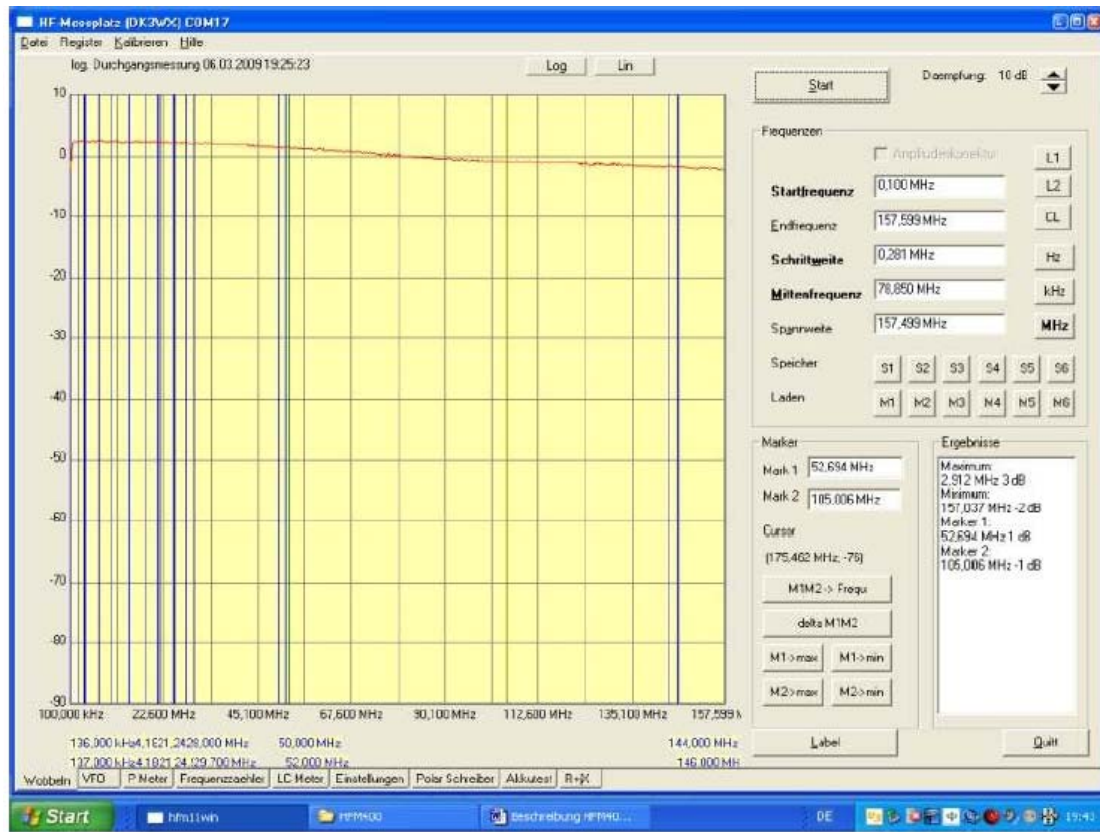
סיכוך על גלאים.



מבט על חלק פנימי של VNA.



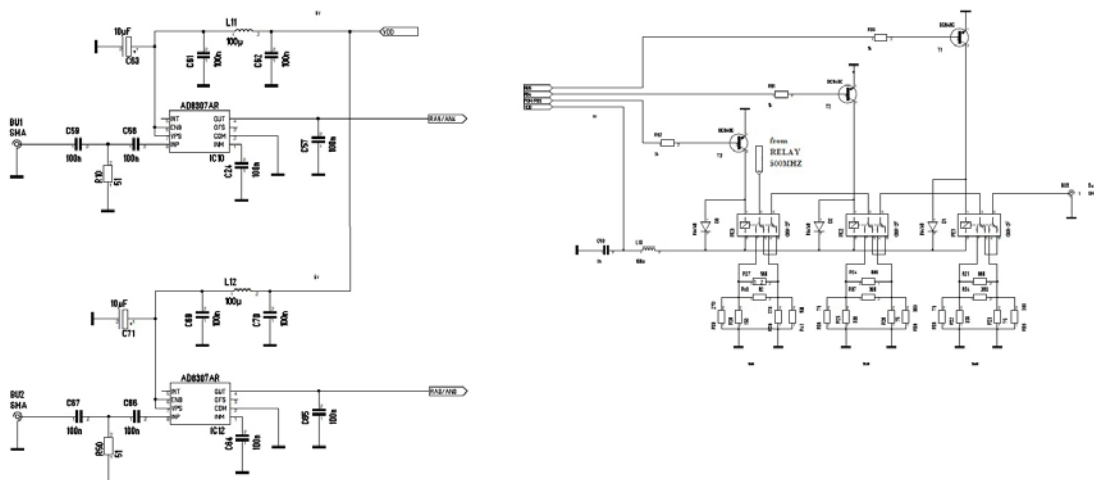
אפשרויות מדידה עם HFM400.



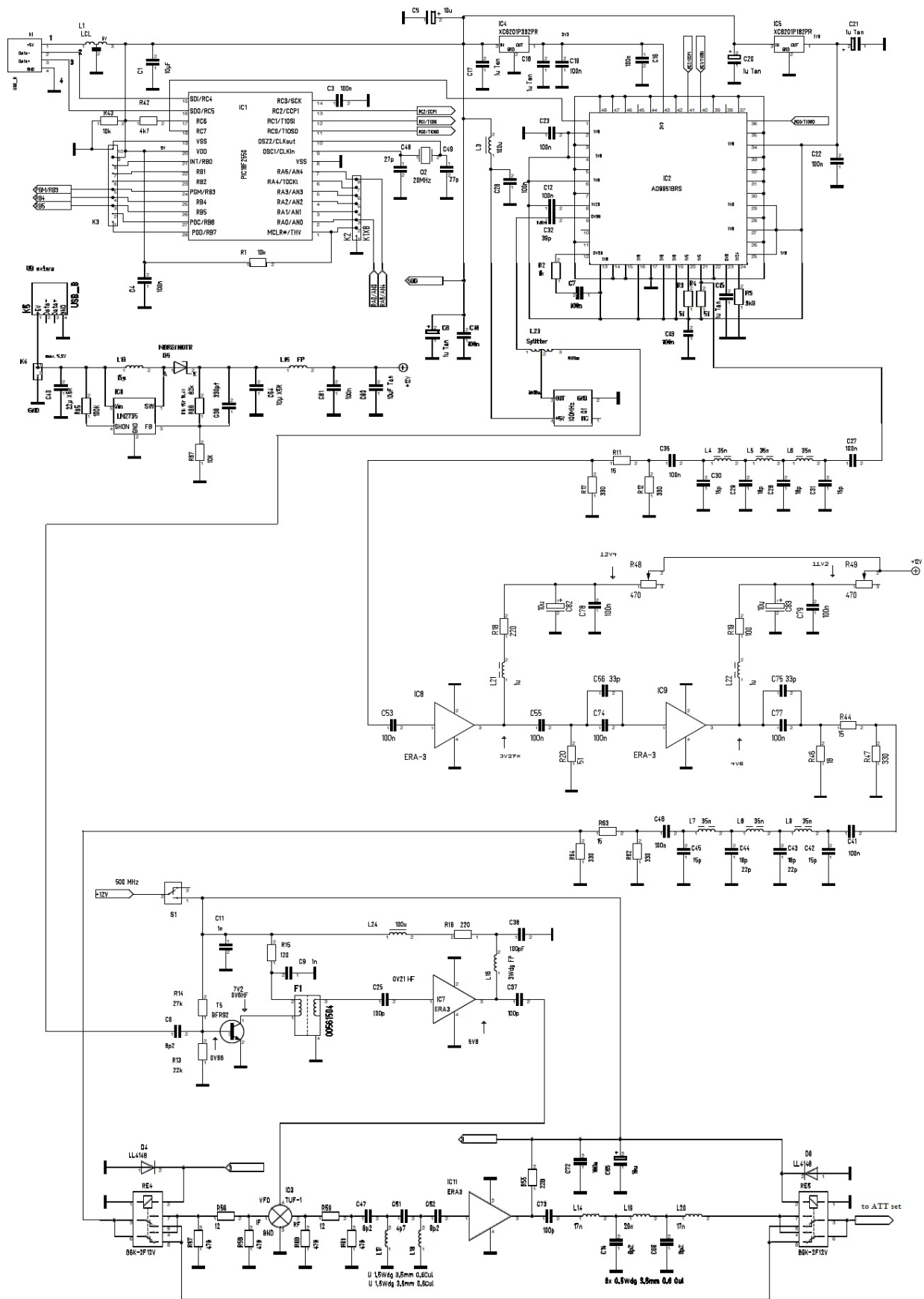
תמונת מסך ראשי של תוכנת מחשב.

איך זה עובד?

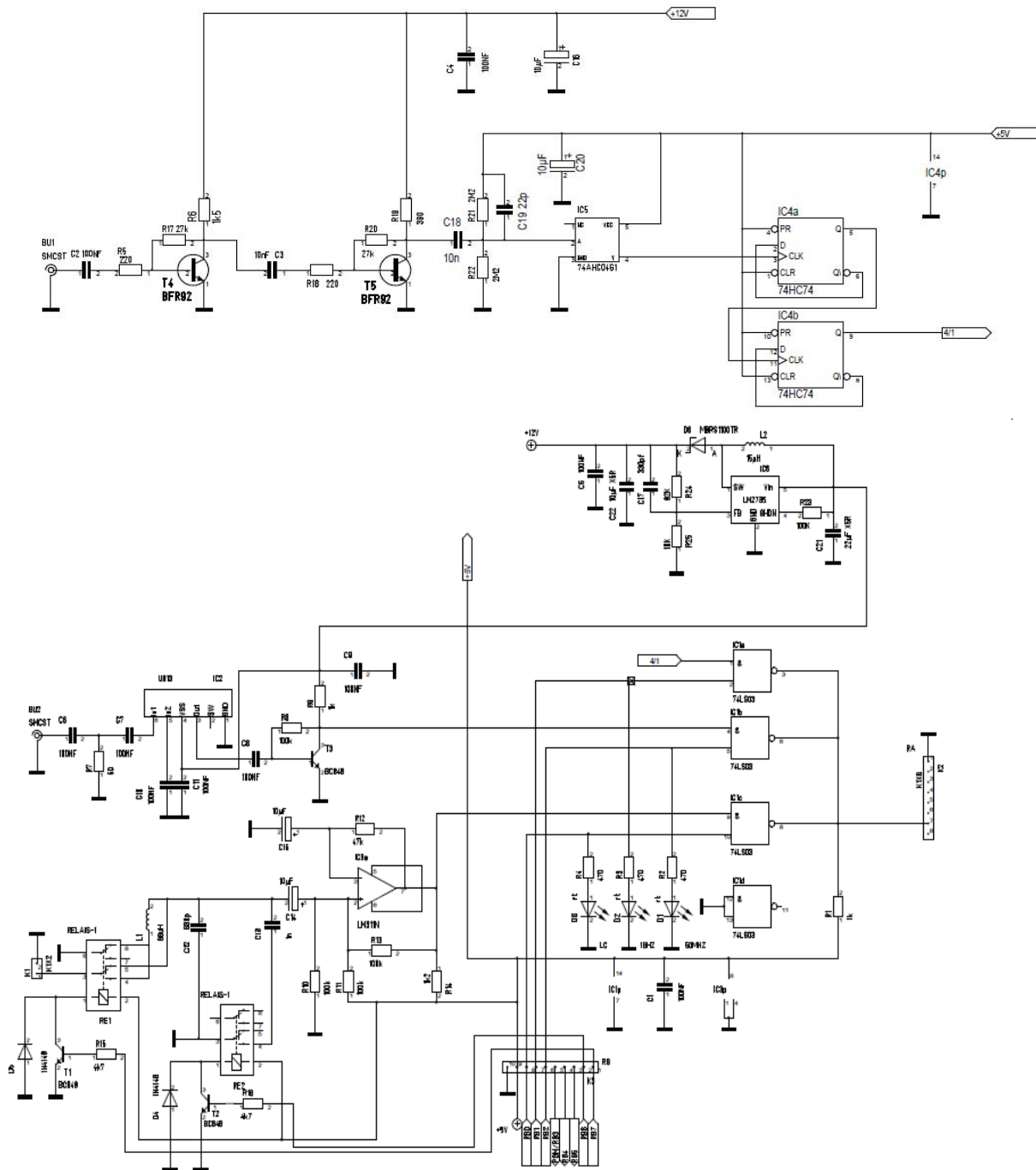
בתור גלאים במכלול זה משתמשים במגברים לוגריטמיים AD8307. כל אחד מהם מוגדר ע"י מיקרובקר לוגריטמי וליניארי. בתור מתנד סיפרתי משתמשים ב- DDS מסוג AD9951. למרות שתדר שעון שלו מגיע ל-400 מה"ץ, כאן משתמשים במתנד גבישי של 100MHz ולצורך עליית תדר עד 500 מה"ץ בלקידת הרמוניה חמישית של מתנד גבישי ומעבירים את אות דרך מסנן צר מהסוג HELICAL FILTER ואז דרך ערבול תדר TUF1. המכלול נבנה ע"פ כל כללי RF, כולל מסננים ומנחתים לאחר כל דגרות הגברה ישנו מנחת וזה משרת תיאום מושלם ומונעה עיווטים והגבר יתר.



שרטוט חשמלי של מערך מנחתים וגלאים שבכניסה.



שרטוט השמלי של HFM400



שרטוט חשמלי של מד תדר ו-L/C METER

רכיבים ומרכיבי מעגלים.

בחלק מהתמונות חסרים רכיבים פה ושם, פשוט זה צולם במהלך עבודה. כנ"ל גם חלק מרכיבים הוחלפו עקב כך כי היה קושי להשיג פריטים מסוימים כמו PRESCALLER וכדומה. פונקציונאלית זה הוחלף לרכיבים זהים. קופסה נמצאה באופן עצמאי ובעבודה מכאנית הושלמו פאנלים מחזית ומאחור. הרכבת מכשיר דורש ידעה בתחום RF קודם כל וכן היתר במיקרובקרים.

בנה ונערך ע"י ליאוניד, 4Z4LS.