

מקלט שפרפרתי עם המרת תדר מעלה.

רעיון נוסטלגי של שימוש בציוד שפורפרתי בתחומי LW, MW ו-SW וגם קשר אלחוט בין חובבי הרדיו שעדיין קיים, אלו דברים שנתנו את הדחף לבנות מקלט זה. וודאי שלא ניתן לעמידו באותה שורה מול ייצור יפאני, קוריאני או סיני, אך צליל שפורפרתי מחזיר אותי לשנים רבות אחורה וכפי שאומרים וותיקים – צליל זה מחמם את הלב והנשימה.



למה שפורפרת ויתרון שלה על מוליכים למחיצה.

אם לדבר על שפורפרת בכללי זה התחיל מזמן ואבי הדבר נחשב עוד אדיסון ב-1883. הוא גילה זאת בניסיון להגדיל אורך חיים של נורת ליבון. לא אספר את תולדות העולם מאז, אך יש לציין שגם היום מייצרים שפורפרת ועלויותם לא ממש זניחה. לשפורפרת ישנם 2 חיסרונות יקריים: שבירות עקב גוף זכוכית וחום ששפורפרת פולתת בזמן עבודה. תיקון של ציוד שפורפרתי לא עורך זמן ממושך ולרוב זה שליפה והכנסתה של מנורה חדשה.



צעדים ראשונים בבניית מקלט – פרוטו. מדידת פילטר SSB וחישוב חוליות תאום. חלק משנאים נבנו ידנית.

שלא לדבר על משקל וגודל פיזי בציוד שפורפרתי, הרי מגבר טוב שוקל עד 80 ק"ג וזה לא סתם, גם מגברי טרנזיסטורים מיקצואים שוקלים לא פחות וגודלם לא פחות כנ"ל. בהקשר ליתרונות. יתרון מכריע בתחום שמע - צליל הלא מעוות ביחס למוליכים למחיצה וזה הדבר שלא עומד לויקוח כלל, זו אובדה מוגמרת. לשפורפרת ד"א כמו לטרנזיסטור ניתן לספק מתח נמוך וגם תפעל היטב, חימום - זה הבדל היחיד. ישנם הרבי דוגמאות של מגברי אוזניות על שפורפרת שמופעלים ממתחים נמוכים כמו 12 וולט. גם כמו בטרנזיסטור, שפורפרת כנ"ל יכולה להתחבר במספר תצורות ויחד עם זאת יש לציים אובדות הבאות: לשפורפרת ממש "לא אכפת" איך מחברים אותה (בחיבור סביר) - ישנם תצורות קסקודה, "אחת בטור לשנייה", ניתן גם לספק 1000 וולט, אך לדעת לבחור נכון את נק' העבודה ואז שפורפרת לא תזוק. אובדה נוספת כי נק' העבודה שבדפי יצרן זה רק גרגיר חול בים. יצרן הציעה, בדק והציג נתונים מסויימים, אל על אופייני נוכחי מתח ניתן לפחור בתחום לניארי עוד עשרות או מאות נק' עבודה כאלו. **ישנו כלל ישן שצויין בספרות בשנות ה-30 (כמעט לפני 100 שנים) כי שפורפרת תתפקד היטב כאשר מציבים תנאי עבודה שמהווים 80~85% מהנתונים המרביים (ABSOLUTE MAXIMUM RATING) שבהם ניתן להפעיל את השפורפרת בכלל.**

אני לא אכנס לחישובים רבים ונוסחאות רבות וזאת לא מסיבה שאין לי תשובות, אך תמיד יוכל לתת תשובה למה נגד זה או קבל זה נבחרו בערכים שלהם. בנוסף יש לציין שמודולים במקלט זה נבחרו על ידי כתבות רבות וכולם משנות 50~70 של מאה שעברה. לא המצאתי כאן גלגל ולא המצאתי כלום. שלב של אינטגרציה - זה אבן היסוד בכל מוצר מורכב. כל מכלול יכול לתפקד היטב לבדו, אך חיבור בין יחידות גורם מידי פעם שינוי דרמתי שאליו יש צורך איך להתגבר על מכשולים.



מודולים של שלבי בניה ראשונים.

בבחירת נוביסטורים.

בתצורה הראשונית מקלט נראה אחרת. ממיר תדר ראשוני היה בנוי ומבוסס על נוביסטור בחיבור סימטרי. ביסודו נבחרו זוג נוביסטורים, שפורפרות מתכתיות-קרמיות זהירות. הבחירה לפי פרמטרים מדפי יצרן. יש לציין פרט חשוב - זו לא מנורה רגילה ובשימוש שלה במיקסר, יש צורך להתאים זוג כאלו ו"לבשלם" תרם שימוש.



נוביסטורים ומבנה של אחד המודולים.

הליך "בישול"

לבחירת נוביסטור יש צורך להריץ 10~12 שפורפרות בו זמנית בתנאים של 50 ש"ע רצופות במתח אנודה 70 וולט וזרם אנודה (זרימה) של 20 מ"א. לאחר מכן מודד את זרם אנודה בשלוש התניות כאשר מזינים את סריג ראשון (שליטה) במתחים של -0,5, -1,0 ו-1,5 וולט. את הפרשי זרימה באנודה זה לא אחרת אלה איפיון המדרון - SLOPE שהוא אחד הנתונים החשובים בבחירת שפורפרת למטרות אלו. ניתן לקבוע כי זוג שפורפרות מתואם יחשב שפורפרות בעלות נתון מדרון S ואפרשי זרם אנודה לא גדולים מ-10% זו מזו וזאת בתנאי של מתח סריג 1- וולט בלבד. לדוגמא: אני הצלחתי לקבל נתונים של איפיון מדרון S=11 וזרמי אנודה של $I_a=11,4 \text{ mA}$ & $I_a=11,3 \text{ mA}$ כ"א. מנורות אלו הם בעלי תכונות "אצילות" כמו מקדם הגבר גבוה, רמת רעש עצמי נמוכה ואיפיון מדרון די גבוה, שזה מאפשר להם לעבוד בדרגות ארבל, קדם מגבר וזאת גם בתחום תג"ם. בנוסף בחל משפורפרות אלו התנגדות במוא במעגלי מיקסר הינה 50 אוהם. למען האמת מיקסר עבד ולא רע בכלל, אך כל נושא של סינטיסיזר הניב שינוי דרסתי.



התקן להרצה ו- "בישול" של נוביסטורים.

6CS1H-B Pre-run test diagram.

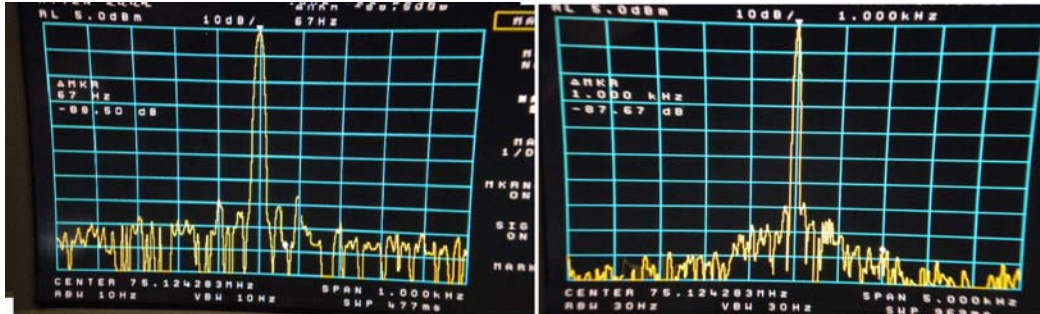
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Vg1=-0,5V	163.40 mV 16.673mA	169.40 mV 17.285mA	183 mV 18.673mA	187.51 mV 19.133mA	194.80 mV 19.877mA	167.51 mV 17.093mA	174.30 mV 17.785mA	174.40 mV 17.795mA	180.30 mV 18.397mA	176.50 mV 18.01mA
Va-a(0.5V)	56mV		45.7mV		355mV		32.4mV		81.3mV	
Vg1=-1,0V	106.30 mV 10.846mA	110.80 mV 11.306mA	116.00 mV 11.836mA	120.00 mV 12.245mA	127.19 mV 12.979mA	104.80 mV 10.693mA	112 mV 11.428mA	111.394 mV 11.367mA	117.394 mV 11.98mA	113.40 mV 11.571mA
Va-a(1.0V)	42mV		44mV		290mV		29mV		71mV	
Vg1=-1,5V	64.579 mV 6.591mA	67.399 mV 6.877mA	71.299 mV 7.275mA	72.60 mV 7.407mA	78.903 mV 8.051mA	60.202 mV 6.143mA	66.40 mV 6.775mA	66.50 mV 6.785mA	70.49 mV 7.192mA	67.30 mV 6.867mA
Va-a(1.5V)	26mV		15.5mV		229mV		23.5mV		59mV	
Va-k	72.5V		72.2V		69.8V		70.2V		71.3V	
Vf	6.30V	6.30V	6.30V	6.30V	6.30V	6.30V	6.30V	6.30V	6.30V	6.30V
Vg1=1,0V	10.846mA	11.306mA	11.836mA	12.245mA	12.979mA	10.693mA	11.428mA	11.367mA	11.98mA	11.571mA
S(total)	10.1mA/V	10.41mA/V	11.42mA/V	11.73mA/V	11.83mA/V	10.95mA/V	11.01mA/V	11.01mA/V	11.19mA/V	11.14mA/V

טבלת תוצאות מדידות של נוביסטורים שערכתי בזמן בדיקות.

בחזרה לעתיד.

לא כמו בסינטיסיזר המבוסס על PLL וישנם שיטות רבות אחרות לנעול תדר מקור, "אחיו קטן" - DDS די פשוט ולא נופל בהרבי באופיינים, פרט לדבר יחיד: ספוריוסים יכולים לצוץ בכל נקודה בספקטרום תדרים. ניתן רק לקוות או לנסות לבחור את התחום בעל ספוריוסים מועטים ביותר. עוד דבר חיובי שניתן לציין על DDS כי באזרת תוכנה שמפעילה אותו, ניתן לבחור תחום של תדר ביניים כלשהו וזאת ביחס לתדר מוצא של DDS. מתנד זה REFERENCE זה מתנד יחיד שחייב להיות בעל רמת רעש נמוכה ככל הניתן. מדובר ברעש מוסג של PHASE NOISE ולא משהו אחר, אם כי רמת PHASE NOISE נמדדת ביחידות של dBc/Hz ונתון של 140dBc/Hz at offset 10kHz - נחשב לסביר בתחום חובבי הרדיו. זו תאוריה מורכבת וביום מהימים אסביר די מפורט את הנושא של סינטיסיזרים.

אז ברור כי רמת PHASE NOISE חייבת להיות נמוכה ככל ניתן. לכל DDS בסידרה AD995X ישנו מכפל תדר פנימי. הרי זה לא פשוט לבנות מתנד בעל תדר מוצא יסודי של 500 MHz, לכן מכפל נועד להכפיל את תדר של REFERENCE. כמו כן DDS מחלק את התוצר פנימי וחלוקה ב- 3 או ב- 2 (בדרך כלל) גורמת לרמת ספוריוסים לקטון או לגדול, אך זה לא גורם יחיד.



מידות PHASE NOISE של DDS בנוי.

לכן קודם כל בניתי את סינטיסייזר על בסיס DDS AD995X והתחלתי לבדוק בסריקה את מצב הספוריוסים. התברר כי תחום בין 73 ל- 115 מה"ץ הכי "נקי" מבחינה ספקטרלית. כעת הגיע זמן לבחור את תצורה סופית במבנה של מקלט. החלטה נפלה על סטנדרטים שקיימים מזה שנים. קודם כל החלטתי לבנות מקלט עם המרה מעלה. זו למעשה טכניקה שלא ממש היתה מקובלת במקלטים שפורפרתיים ומקלטים כאלו נבנו ע"י יצרני בודדים שמזמן נעלמו מהעולם. בתצורת המרה מטה ישנו צורך במסנני תחום רבים, לכן מסנני תחומים שבכניסה תפסו חלק ניקר במקלטים בעלי אופי עם DOWN CONVERSION. כמוכן שבשני מקרים תוצר מתמתי של מיקסרים גורם לספוריוסים רבים, אך למרבי מזל וגם ללא חישובים הגעתי למצב של 8 נק' פגועות בלבד בכל התחום בין 0,1 ל- 30 מה"ץ, וזאת בבדיקה ללא אנטנה בכניסה ומנחת על הנחתה מירבית. יש לציין כי כל הנקודות הללו מחוץ לתחומי עבודה של חובבים.

כניסת מקלט וממיר תדר כפול.

כפי שצויין בחרתי במכלולים ממאמרים שחלקם היה צורך לשנות עקב אינטגרציה, אך לבנות היה צורך הכל מהתחלה ועד הסוף.

בחן מקלט שפורפרתי בקלות מתגבר על אותות של תחנות חזקות, הוא לא "נחנק", אין מצב של חסימת תחום דינאמי, אינטרמודולציות ותופעות אחרות.

אכן נוצר צורך להשתמש במסננים גבישים בין דרגות המרה, בפרט בדרגה שניה רצוי להשתמש במסננים בתחום התדרים בין 8 ל- 12 מה"ץ. כאשר ראיתי ש- DDS מסוגל לעבוד "נקי" סביב 75 מה"ץ החלטתי להשתמש במסנן סטנדרטי של 75 מה"ץ ברוחב סרט שלא יעלה על 20 קילוהרץ. מסנן גבישי כזה נקרא מסנן לרבייה מרוכז וזאת על מנת לקבל ברירות טובה ודחיית תדרי באבואה בדרגת המרה נוספת. תדר נוסף בשלב המרה שניה נבחר לא סטנדרטי והוא 11,4 מה"ץ. מתנד שגורם למיקסר לרדת מ- 75 מה"ץ ל- 11,4 מה"ץ עובד בתדר של 63,6 צה"ץ. זה חשבון די פשוט $63,6 = 75 - 11,4$.

כל רכיב פסיבי וגם מיקסרים, גוזלים מעוצמת אות את אנרגיה וגם מסננים מוסיפים כמה ד"ב של גורם ההפסד שבתחום. לצורך זה הוצבו שתי דרגות הגברה על טרנזיסטורים FET. הם למעשה חוברו לפי הגדרות יצרן. ישנם מס' חוליות תאום בין דרגות שונות על מנת להביא כל השרשרת להתנגדות אחידה של 50 אוהם. זה כלל שאזר להתגבר על הפסדים בד"כ. אם תשימו לב כי מיקסר ראשון מחובר עם התקן IF בכניסה ואות יוצא מ-RF. זאת לא שגיאה, כך נהוג לעבוד ב- UP-CONVERSION.



ממיר תדר כפול – בצורה פתוחה על השולחן ובתוך מקלט.

איך זה עובד?



מדידת מסנן LPF, אנטנה טיונר של מקלט, מבנה של מנחת משתנה בבניה עצמית, למרות שמולחם על מעגל תעשיתי.

אז את RF נכנס לאנטנה טיונר פשוט, בעל סליל בודד עם מס' סנפים וקבל משתנה. זה למעשה בדיקות מול אנטנה-חוט וזה עושה את העבודה די טוב. מפסק מחלק את התחומים בכל הספקטרום בים LW ועד 29 מה"ץ. בהמשך את נכנס למנחת משתנה שבניתי על שנאי RF ועקרון שלו חוסר איזון במעגל. מנחת זה נבדק עד 200 צה"ץ, הוא די ליניארי ומנחת מ- 0,5 ד"ב עד 53 ד"ב. מכאן את נכנס למסנן LPF מוכן (כמה טוב שיש ג'נקיאדה בשהם ©). תחום חיתוך 32 מה"ץ. הנחתה של LPF בתחום פחות מ- 0,2 ד"ב. גם מסנן וגם מנחת נמדדו על נתח רשת של HP. שימוש במנחת שבכניסה גורם בד"כ לעליית תחום הדינמי של מקלט כולו, ולמרות שמנחת זה נגד ונגד הינו מקור רעש ביסודו, ורמת רעש ראשוני קובע ומשפיע על רעש של כל המקלט, במצב זה ניתן להתגבר על הפרעות ולשמור על עוצמת את שנקלט בצורה די סבירה. מורגש היטב כי שינוי מנחת אף ל- 10 ד"ב מבדיל בין את לרעש משמאותית. מכאן את RF נכנס ישירות למיקסר ראשון וכאן מתחיל תהליך של המרות תדרים עד לקבלת את שמע ברמקול.

מיקסר ראשון מעלה את את RF לתדר ביניים (IF1) של 75 מה"ץ. במוצא ישנו מגבר של FET שמפצה על הפסדי המרה ומגביר מקצת את את לפני כניסתו למסנן גבישי ראשון של 75 מה"ץ. זה פילטר צר ותחונותיו ויעודו הוסברו מעל. מוצא של פילטר מתואם מול מגבר ואת מוגבר או מפוצה הפסדים נכנס לדרגת הגברה נוספת לפני המרת תדר שניה. המרה זו די חשובה בכל השרשרת כי מפרמטרים של דרגה זו משפעים על כל המקלט, כמו ברירות, דחיית תדרי באבוא וכו..

בהמשך את מוגבר נכנס למיקסר שני ובמוצאו מתקבל תדר ביניים שני של 11,4 מה"ץ. כאן נבנה מסנן גבישי בעל 6 חוליות לפי צ'בושב. רוחב סרט של מסנן זה בסביבות 9 קילוהרץ. מסנן כזה נחשב כ- GATE FILTER, על מנת להעביר רק את תוצר יחיד של המרה האחרונה. רוחב סרט כזה נבחר גם למטרת לתפעל פונקציה IF SHIFT. כל פילטר גבישי סביב תדרי 10~12 מה"ץ הינו בעל התנגדות של כמה מאות אוהמים. בכדי לחבר פילטר כזה למיקסר או למגבר שמתואמים מראש ל- 50 אוהמים. במקרים דומים יש צורך

להשתמש בחוליות תאום של אימפדנס. זה טוב גם לכיוונים של פילטר ומכלול כולו. בקצוות של כל פילטר ישנם סליל $2,7\mu\text{Hy}$ וקבל 82pF – אלו חוליות תאום שנועדו להמרת אימפדנס גבוה של פילטר ל- 50 אוהמים לכניסה של מיקסר. כאלו חוליות תאום לא גורמים להפסדים, פשוטים בבנייה ומחושבים ב-SMITH CHART. בכל מצב כל היחידה זו בין כניסה למוצא של שני ממירי תדר בסופו של דבר מעלה את עוצמת אות שנקלט בערך ב 3 ד"ב.

חשבון מתמטי פשוט.

ממיר ראשון – תדרי כניסה בין 100 קילוהרץ ל- 30 מה"ץ. תדרי מתנד / DDS $105\sim 75$ מה"ץ , תוצר IF אחרי פילטר גבישי ראשון תמיד 75 מה"ץ. ממיר שני – תדר כניסה 75 מה"ץ , מתנד של ממיר שני LO בתדר של 63,6 מה"ץ , תוצר מוצא IF2 הינו 11,4 מה"ץ .

יש לציין כי מתנד של ממיר שני מבוסס גביש בעל תדר יסוד נמוך מ- 63,4 מה"ץ, לכן ישנם מס' דברים קטנים שלא קופצים לעיין . נגד במגביל לגביש משמש להורדת Q של רכיב וגם מחסל את יתר הרמוניות פרט לתדר של 63,6 מה"ץ. ישנו עוד פרט קטן – זה אפשרות של הזזת תדר או רבלת IF SHIFT, וזה די נוח בזמן שינם הפרעות שבקליטה. ניתן לכוון הזזת תדר ביניים שני לתחום של +/- 3 קילוהרץ מתדר המרכזי, ובזאת אם תדר מתנד שני זו, גם תדרו של IF2 יזוז. כך מקבלים יחידת מבוא די ריצינית ומושלמת. יחידה זו נבדקה ברמות שונות וכל עניין ספוריוסים שבתחום תלויים רק בסינטייזר, אעל בחירת תחומי הפעלתו כבר נכתב.

שלב שפורפרתי.

מכאן והילך אני אסביר על יתר מכלולים , מדוע בחרתי בסוג מסויים של שפורפרת ומדוע זה נבנה כך ולא אחרת.

קעת לאחר המרת תדר כפולה ברמת נקיון האות RF דרך שני מסננים גבישים, אני החלטתי ליצור דרגת הגבר נוספת. ממבט כללי סך דרגות עד הגילוי היה מספיק גם ללא דרגת הגבר זו, אך בכל מצב AGC גרם להצות דרגה זו. שפורפרת בדרגת הגבר EF184, פנטודה בעלת רמת הגבר טוב בתדר IF2 11,4 מה"ץ. נקודת עבודה נבחרה ע"י נגד קטודה של 150 אוהם וזה בערך באמצע תחום ליניארי שלה. נגדי אנודה וסריג שני הם בעצם רק מחלק מתח וחלק של ספק כוח, כאשר נגד של 330 אוהם נחשב לנגד למניעת "צילצולים". נגד של סריג שני מגביל את הזרם דרך סריג וגם משפיע על הגבר של שפורפרת . שפורפרת זו הינה בעלת התנגדות פנימית מעל ל- 300 קילוהום. בכדי לתאם אותה לדרגה הבאה דרוש שינוי במתחים בכך שנגד עומס שבאנודה יהיה זהה בערכו להתנגדות פנימית, אבל ישנו כלל ברזל כי בדרגות מגבר בתור עומס אדיף להשתמש ברכיב בעל אופי השראותי ולכן מעגל תהודה יעשה כאן את עבודה לצד הטוב ביותר. מוצאה של דרגה מכוונת לתדר נקודתי של 11,4 מה"ץ ומחוברת לכניסת סט מסננים גבישים. זה למעשה מסננים אחרונים במערך הגברים והם אלו שיקבעו את רגישות של מקלט כולו. למה סט? – כי פילטר עליון שבסרטוט הוא בעל רוחב סרט של 4,5 קילוהרץ והוא מופעל במצב AM. למרות רוחבו הצר, זה מספיק לתחנות שך AM וזה לא גורעה מאיכות הצליל. מסנן נוסף הוא משולב USB/LSB , גבישי ובעל 6 חוליות , יכולת דחיה של יותר מ- 60 ד"ב בהזזה של +/- 1 קילוהרץ הצידה. רוחב סרט שלו 2,25 קילוהרץ ול- SSB זה מצויין.

	EF175	EF184	EF800	EF802	EF805 S		6E5P -I	6E6P -E	6J1P	6J9P	6J9P -E	6J10P	6J11P -E	6J38P	6J43P -E	
Ub:	250	250	170	200	230	-	150	150	120	150	150	200	150	150	150	V
Ua:	250	250	170	200	230	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V
Ug3:	0	0	0	0	0	0	150	150	120	150	150	100	150	100	150	V
Ug2:	100	250	170	200	-	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
Ug1:	-2.0	-40	-	-2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
Rg2:	50	50	0	7.5	15	-	30	30	200	80	80	80	50	82	50	Ohm
Rk:	140	-	140	140	140	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ia:	12	-	10	10	10	10	35	44	7.35	15.25	15	6.5	25	12	27	mA
Ig2:	3.0	-	4.1	4.1	4.1	2.5	18	10	3.2	5.0	2.4	-	7.5	1.8	6.0	mA
S:	4.5	0.003	15.6	15	15.6	7.5	24	29.5	5.2	17.5	17.5	10	28	10.6	30	mA/V
Ug2g1:	-	-	60	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ra:	-	-	0.33	0.38	0.51	0.68	10	15	300	150	100	100	-	280	36	kOhm
req:	-	-	0.3	0.33	0.3	0.3	0.35	0.35	1.8	0.35	0.35	0.9	0.24	0.5	0.24	kOhm
rin:	-	-	10	11	10	10	25	25	5.0	5.0	5.0	1.5	1.5	-	1.5	kOhm
f:	40	40	40	40	40	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	MHz
Ref #?	Rh21	Cf58 Th58			Th53		Ccc77	Ccc70	Ccc77	Ccc77	Ccc77	Ccc77	Ccc77	Ccc77	2A Ccc77	

req = 2.0 ... 5.0 kOhm												
	Ua	Ug3	Ug2	Ug1	Rk	Ia	Ig2	S	ra	req	rin	f
	V	V	V	V	Ohm	mA	mA	mA/V	MOhm	kOhm		MHz
6J2P	120	0	120	-	160	6.0	5.5	4.15	0.16	4.0	-	-
	Ua	Ug3	Ug2	Ug1	Rk	Ia	Ig2	S	ra	req	rin	f
	V	V	V	V	Ohm	mA	mA	mA/V	MOhm	kOhm		MHz

טבלת נתוני שפורפרות של מגברי IF במקלט.

המרת תדר אחרונה.

לדרגה זו נבחרה שפורפרת EF800. יתרון שלה על שפורפרות דומות זאת שפורפרת מקצועית. הבדל בין מקצועית ולא בשני פרמטרים של דפי יצרן: 10,000 שעות עבוד ונתון נוסף של מדרון S בסיום חיי שפורפרת. רעש פנימי נמוך, תדרי עבודה גבוהים (עד 100 מה"ץ מוצהר) שימושים כמיקסר, מגבר ועוד. הוחלט לבנות ארבל בשימוש של EF800. בכניסה אחד מתקבל אות של 11,4 מה"ץ כ- RF וגם שני תדרים נוספים במיתוג ביניהם זה יחשב כ- LO. תוצר סופי שיגיע להגבר של דרגות IF2 יהיה בתדר של 500 קילוהרץ. בשרטוט ישנם רכיבים רבים בכל – זאת תצורה של מיקסר. לא כמו שמיקסר פסיבי, בנוסף להמרת תדר שפורפרת זו גם מגבירה את תוצר ההמרה. כנ"ל כמו בדרגת הגבר קודמת גם כאן בעומס שלה ניצב מעגל תהודה לתדר נקודתי של 500 קילוהרץ. זה בעצם תדר שיגולה בהמשך ויומר לתדרי שמע.

מתנד פס צד SIDE BAND OSCILLATOR - בנוי על בסיס שפורפרת יחידה שהיא

פנטודה לשני מתנדים או מתנד על שני מעגלי תהודה גבישיים נפרדים. מעגל מסוג זה נחשב לטוב מבחינת יציבות תדר, אכן מתנד SSB חייב להיות די יציב, אחרת עם הזנת תדר קול ישתנה מנמוך לגבוה או להפך. אחד הגבישים מועמס בסריג שני וגביש אחר בסריג ראשון. כ"א מהם גורם לאוסילציות בזמן עבודה. במצבי מעבר מ- USB ל- LSB לא מורגש כל שינוי. מכוון שלכל גביש ישנה סטייה בתדר ותהודה בו יכולה להיות גם טורית וגם מקבילית, הרי שני נקודות תהודה מרוחקות ביניהם, לכן בטור לכל גביש ישנו מעגל תהודה עצמי שניתן בעזרתו לכוון את USB או LSB בדיוק רב, כך נוכל לשמוע היטב את שתחנה המשודרת. כיוונים אלו למעשה קושי רב שבכיוונים של מקלט SSB. בנוסף, כאשר יש לנו מס' רב של דרגות המרה לא ניתן להגיע לדיוק של ממש – ישנה סטיית תדר והיא נובעת עקב אי-דיוק של גביש עצמו שנמדד ב- PPM ומשתנה בתנאי סביבה ועבודה. שפורפרת פנטודה שבמתנדים הינה 6J9P-E מתוצר רוסיה, ושימוש יקרי שלה במתנדים. נתון מדרון שלה די גבוה S=17,5 זה די טוב למתנד. למרות שגבישים עמידים במתחים גבוהים, כאן בסריג שני השתמשתי בקבל בידוד DC לגביש. סליל של אנודה לא מהווה עומס הפעם, אלא זה כיעול של תדר מוצא במתנד זה. אפרש בין תדרים של מתנד הינו 1 מה"ץ וכך בכדי לקבל את LSB במתנד מופעל מעגל עם גביש של 10,9 מה"ץ ובמצב USB מעגל עם גביש של 11,9 מה"ץ. בזאת מתבצע מיתוג פשות גם בסריגים וגם באנודה ובאופן זה שפורפרת יחידה משרתת את שני מתנדים של פס צד בודד או AM (מופעל במצב USB ללא מתנד נוסף).

מגברי IF3.

כעת קיבלנו תדר ביניים אחרון 500 קילוהרץ ונשער להגבירו בכמה דרגות לפני שמגלים את שמע. אות מומר עובר דרך REJECTOR. מעגל זה מנחית את רמת רעשים משמאותית ומשעיר אות נקי ממש, אך די חלש. זו טכניקה ישנה, אך עובדת. שני דרגות של הגבר ביניים IF3-1 ו-IF3-2 בנויות בצורה זהה לחלוטין. יש כאן מאין דובדבן שבקצפת. דרגות אלו נבנו על בסיס שפורפרת 6J2P. היא בעלת תכונות של כיוון הגבר באמצעות של שני סריגים – ראשון ושלישי. נקודת עבודה נקבעה דרך נגד של 150 אוהם שבקטודה. צומת נגדים של סריג שני ואנודה הינו מחלק מתח וזה חלק של ספק כוח כמו בדרגת הגבר ראשונה. ושוב יש כאן שימוש בעומס בעל אופי השראותי. בשני דרגות אלו יש 3 מעגלי תהודה שמכוונים את תדר ביניים בצורה מעולה ומעלים את רמת הגבר למקסימום. מעבר בין דרגות הינו קיבולי של 8pF וזה מחושב לפי הגב בין דרגות. חישוב הגבר לדרגה מהסוג זה :

$$\underline{A=5,2 \operatorname{sqr}(SmA/V / fMHz * Cag1) \Rightarrow G=10 \log (A^2) = G(dB)}$$

AGC או כיוון עוצמה ידני.

התקבלה רמת הגבר מוספקת וכעת יש צורך גם בבקרת אוטומטית להגבר יתר – AGC. אני אפעלתי גם מצב ידני של הגבר, ז.א. יש מצב של הגבר-על ובכדי לשלוט בו ישנם שני מצבים – כיוון ידני או AGC. במצב AGC מקלט לבדו יכוון את עוצמת צליל כך שלא יהיה עיוטים בשמע ומקלט לא "יחנק". מצב זה מתקבל כאשר מסובבים את ידית TUNING ופתאום מתקבלת תחנה חזקה מבחינת עוצמת שידור. אז ניתן להזיז את ידית כיוון ידני או להעביר ל- AGC. מקלט ידע לאזן את עוצמה לבדו ויצור חסימת הגבר בשינוי מתח על סריג שלישי בשני דרגות של IF3 וגם בסריג ראשון של EF184. זמן מעבר נבחר לחצי שנייה וזה מפצה היטב במעברים חדים בין תחנות חזקות לחלשות יותר. בטור גלאי AGC בחרתי בדיודה כפולה 6AL5. רמה נכונה של GAIN CONTROL מתבצעת באזרת נגדי קטודה. מתח שצויין בסרטוט הינו 2,9 וולט זו פשרה בנקודה זו.

גילוי AM ו-SSB.

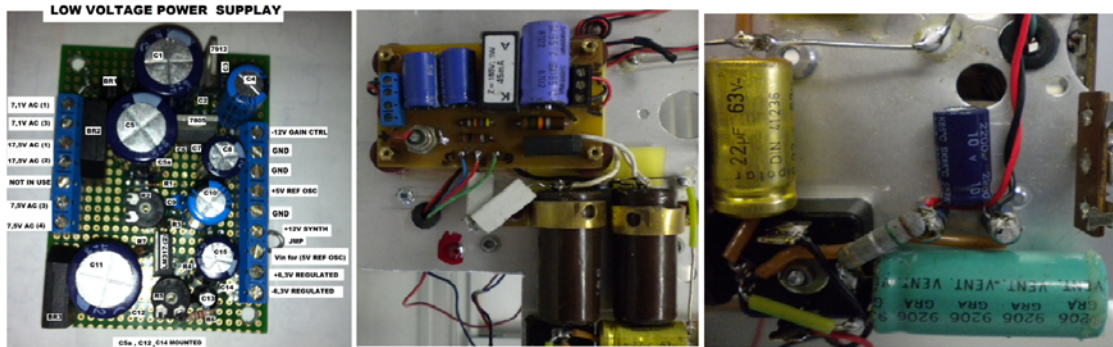
כעת נשער להעביר את אות RF מוגבר ומסונן דרך גלאי AM או SSB. מעגל זה מבוסס על שפורפרת 6Z2P שמשמשת גם כגלאי SSB, גם כגלאי AM וגם משרתת את S-METER. מעגל זה פורסם עוד בשנות ה-60 בחוברות בלואזית לחובבים. בכל מצב דרגה זו היא מיקסר, כאשר בגילוי SSB דרודש עוד מתנד של BFO. תדר של מתנד כזה זהה לתדר של תדר IF3, לכן כאשר מגישים אות של BFO בתדר 500 קילוהרץ, משחזרים תחנות SSB. מתנד זה נבנה על שפורפרת 6DZ4 שנועדה לעבוד בתחום מתנדים. גביש מופעל בסריג עם פידבק קיבולי. את האות RF מקבלים בקטודה שבא עוצמה די נמוכה וזה מה שדרוש לסריג שלישי של גלאי SSB. אין גם צורך להנחית את עוצמתו של מתנד ולכן אין צורך בסיכוך נוסף במקלט. שליטה על מתנד זה די פשוטה – ממסר מקצר את גביש לאדמה ובכך אוסצילציה מופסקת, כך ניתן לשמוע תחנות ב- AM.

הגבר שמע.

נבנה לפי שרטוט ישן וטוב. מגבר שמע נבנה על שפורפרת ECL82 בעלת שני שפורפרת בגוף אחד- טריודה למגבר קדם ופנטודה למגבר הספק. מגבר שמע בעל שני דרגות עם פילטור צלילים TONE ווסט עוצמת קול – VOLUME. דרגה סופית מועמסת על שנאי שמע ובמישני לרמקול.

ספק כוח של מתחי המקלט.

מתח גבוה מסונן ע"י משנק זוג קבלים אלקטרוליטיים. לפני מעגל מייצב ספק מזין את שפורפרת מוצא של מגבר שמע (פנטודה של ECL82). יתר דרגות שפורפרתיות של מקלט מקבלות הזנה מהספק מיוצב של 180 וולט. מייצב כולל את טרנזיסטור FET 2SK4111 או דומה לו. מתח גבוה ונקי עבודה שלו מיוצבת ע"י דיודות זנר. ספק מחושב לזרם בהספקה של 150 מ"א במקרה שלי. ישנם מס' ספקים למתחים נמוכים. חלקם מופעלים ע"י שנאי נוסף וזה נעשה מסיבה לא להכניס רעשים למעגלים חשובים.



ספקי כוח של מקלט.

סינטייזר תדרים.

מבוסס על DDS של חב' אנלוג AD995X ומבוקר ע"י מיקרו ATMEGA168. לחצנים בבקרה הינם FREQ UP, FREQ DN, RIT, FNC, SET, LOCK על תצוגה מקבלים מס' נתונים וגם סקאלה של S-METER. מוצא של סינטייזר מוגבר בדרגה יחידה על FET, BF998 עובד טוב יותר במקרה זה. ניתן לבנות כל דגם בסגנון זה.



DDS בשלבים שונים – ממעגל מורכב עד הפעלה ראשונית של מקלט.

נקודות פגועות בספקטרום – INTERMOD. PRODUCTS

זה לא סוד כי לכל מקלט ישנם נק' פגועות. אלו נקודות נבדקות ללא אנטנה שבכניסה וגם כאשר מנחת משתנה במצב הנחתה מירבית.

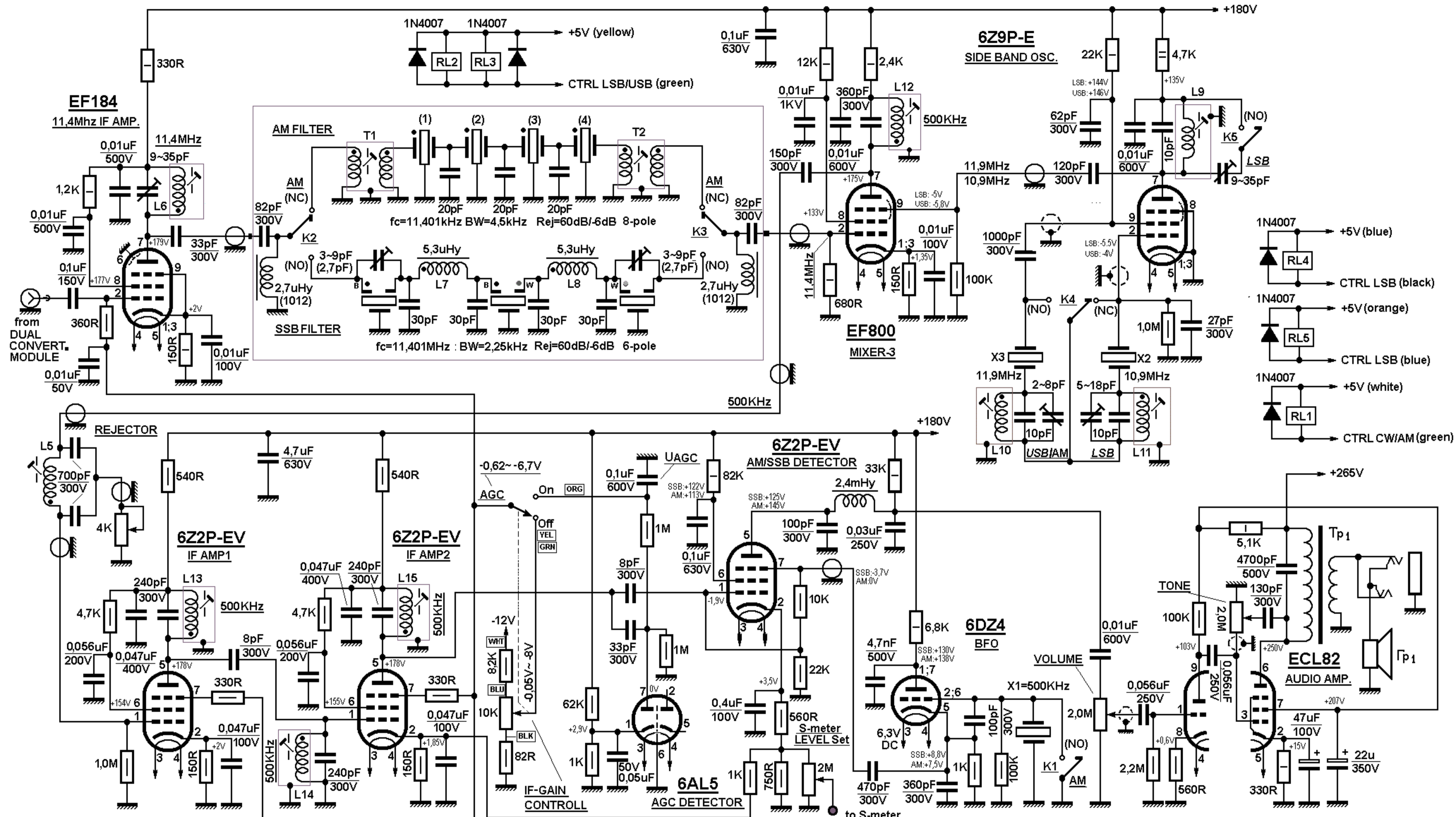
804 kHz (LSB)	_____	11,700 kHz (LSB)
1,807 kHz (LSB)	_____	11,900 kHz (USB)
7,813 kHz (USB)	_____	19,720 kHz (USB)
8,067 kHz (USB)	_____	22,601 kHz (LSB)
8,867 kHz (USB)	_____	23,884 kHz (USB)
10,900 kHz (LSB)	_____	26,100 kHz (USB)

מקורות:

רוב החומר נלקח מעיתונות בשפה רוסית.

- גלאי AM/SSB ובקרת S-METER - *NEW "Radio-Electronics", 1964, №11*
DETECTOR FOR SSB לול גם כאן
http://us3iat.qrz.ru/radio/1966/det_ssb/det_ssb.htm
- מערך AGC למעגלים שפרפרתים.
<http://us3iat.qrz.ru/radio/1969/aru/aru.htm>

נבנה ונערך ע"י ליאוניד שפיר
מרץ 2012



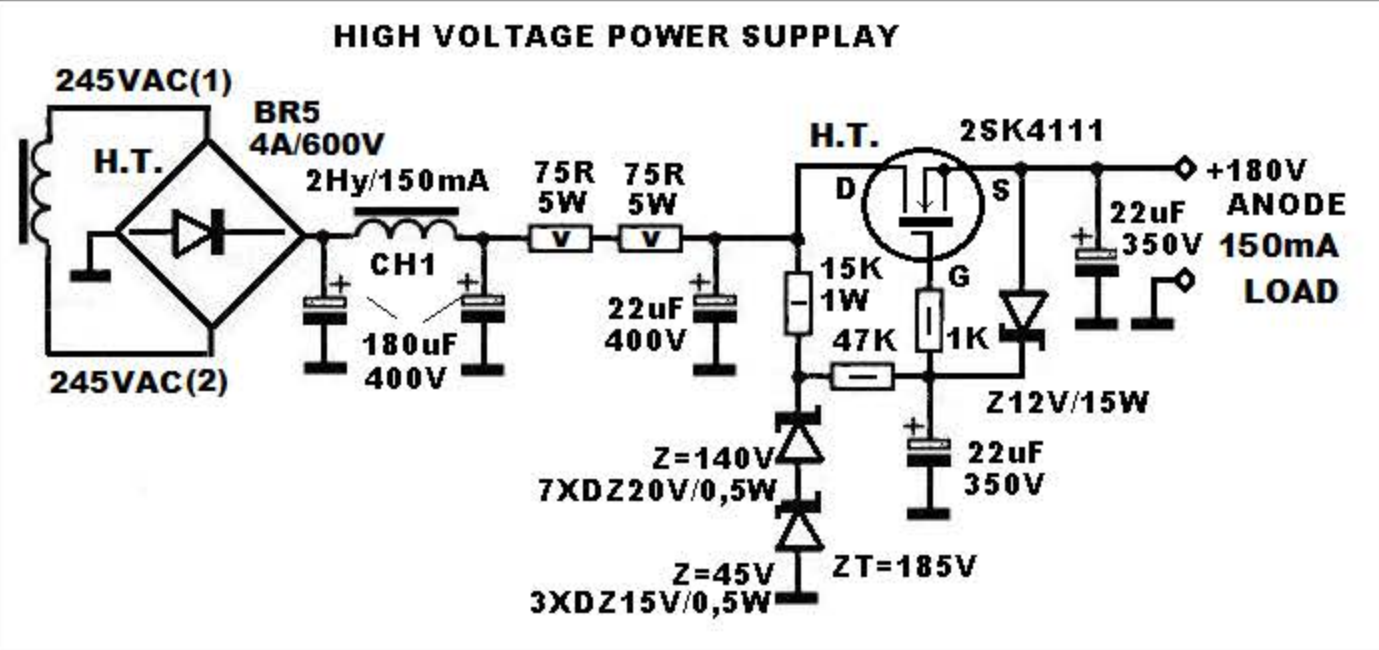
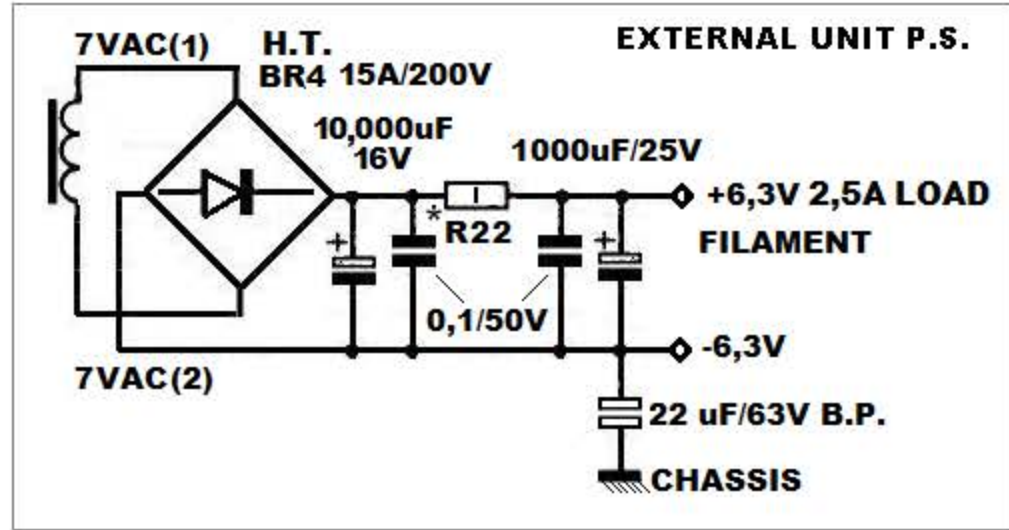
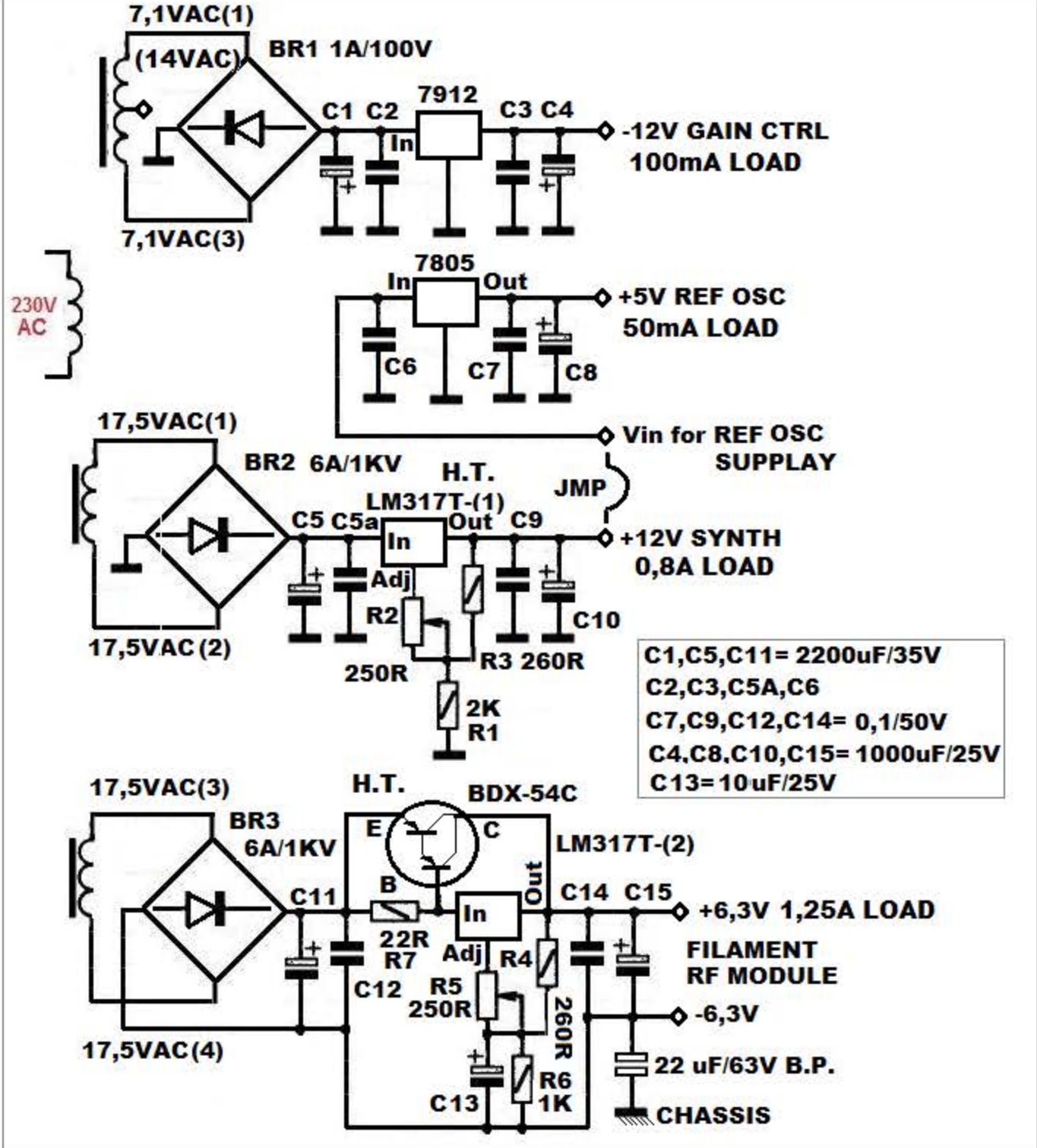
L5=200~300uHy; Litz 7x0,07mm
 L12=360~530uHy;Litz 7x0,07mm
 L13=380~630uHy;Litz 7x0,07mm
 L14=360~630uHy;Litz 7x0,07mm
 L15=320~540uHy;Litz 7x0,07mm
 ferr: D=7mm;L=13mm
 metall can: 20x20x63mm
 BASE: 19x19mm ; D=9mm;

L6=20T; Litz 7x0,07mm
 BASE: 7x7mm; D=5mm;
 CAN= 7,5x7,5mm
 L7 = 5,3uHy ;T.H.
 L8 = 5,3uHy ;T.H.

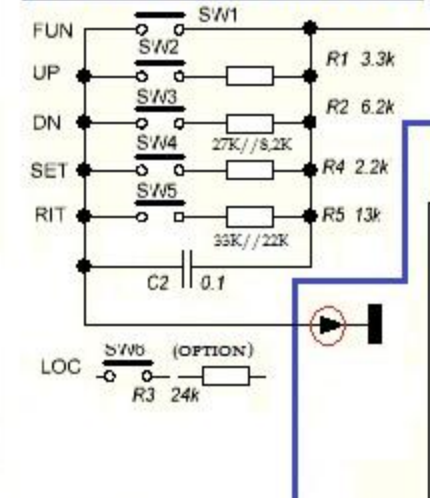
L9=22T; Litz 7x0,07mm
 L10=2 T; Litz 7x0,07mm
 L11=20T; Litz 7x0,07mm
 BASE: 19x19mm ; D=4mm;
 CAN=10,5x10,5mm

to S-meter
on SYNTH BOARD

- 1N4007 → +5V (yellow)
- 1N4007 → CTRL LSB/USB (green)
- 1N4007 → +5V (blue)
- 1N4007 → CTRL LSB (black)
- 1N4007 → +5V (orange)
- 1N4007 → CTRL LSB (blue)
- 1N4007 → +5V (white)
- 1N4007 → CTRL CW/AM (green)

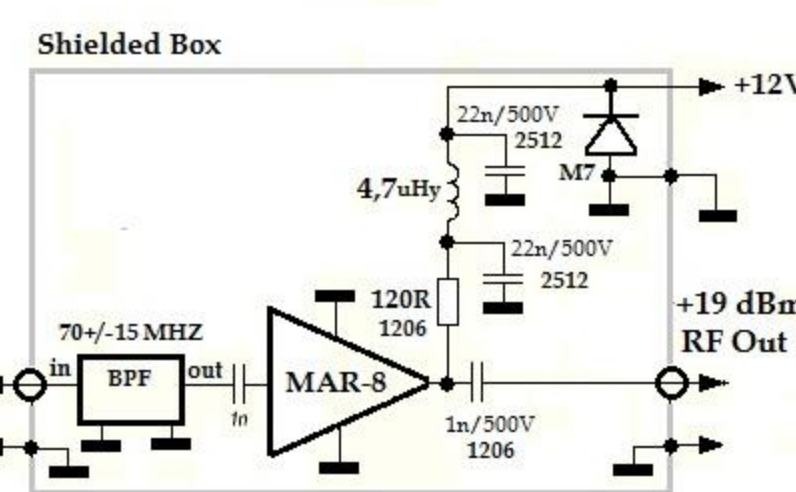
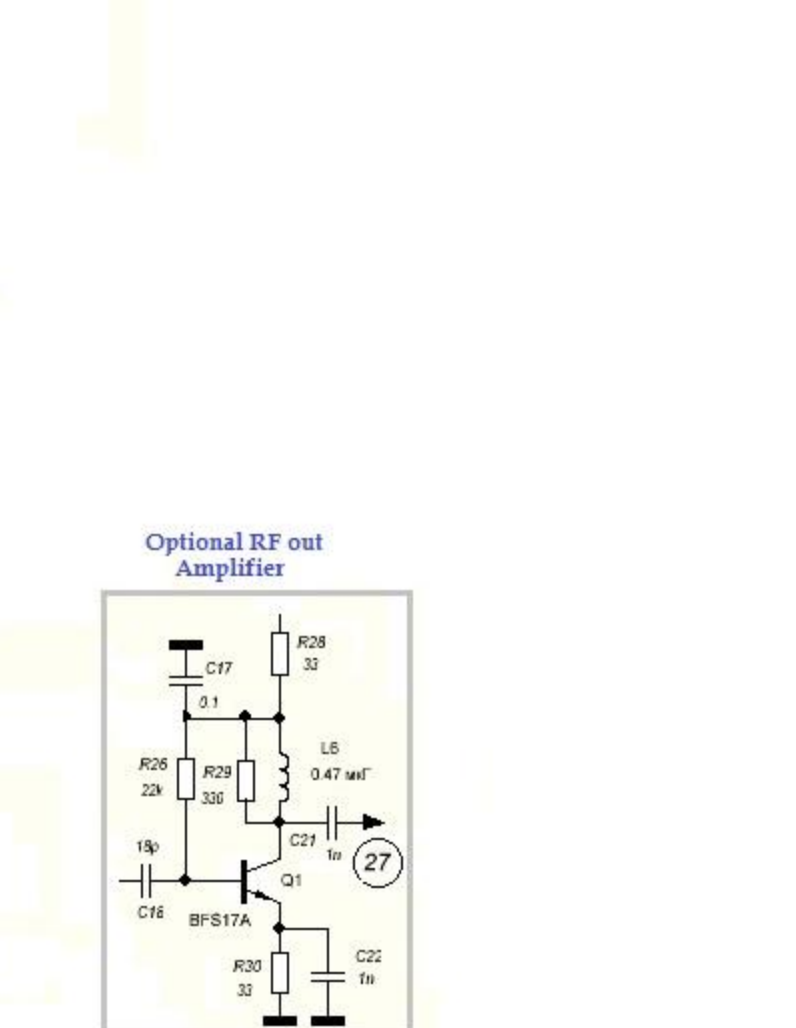
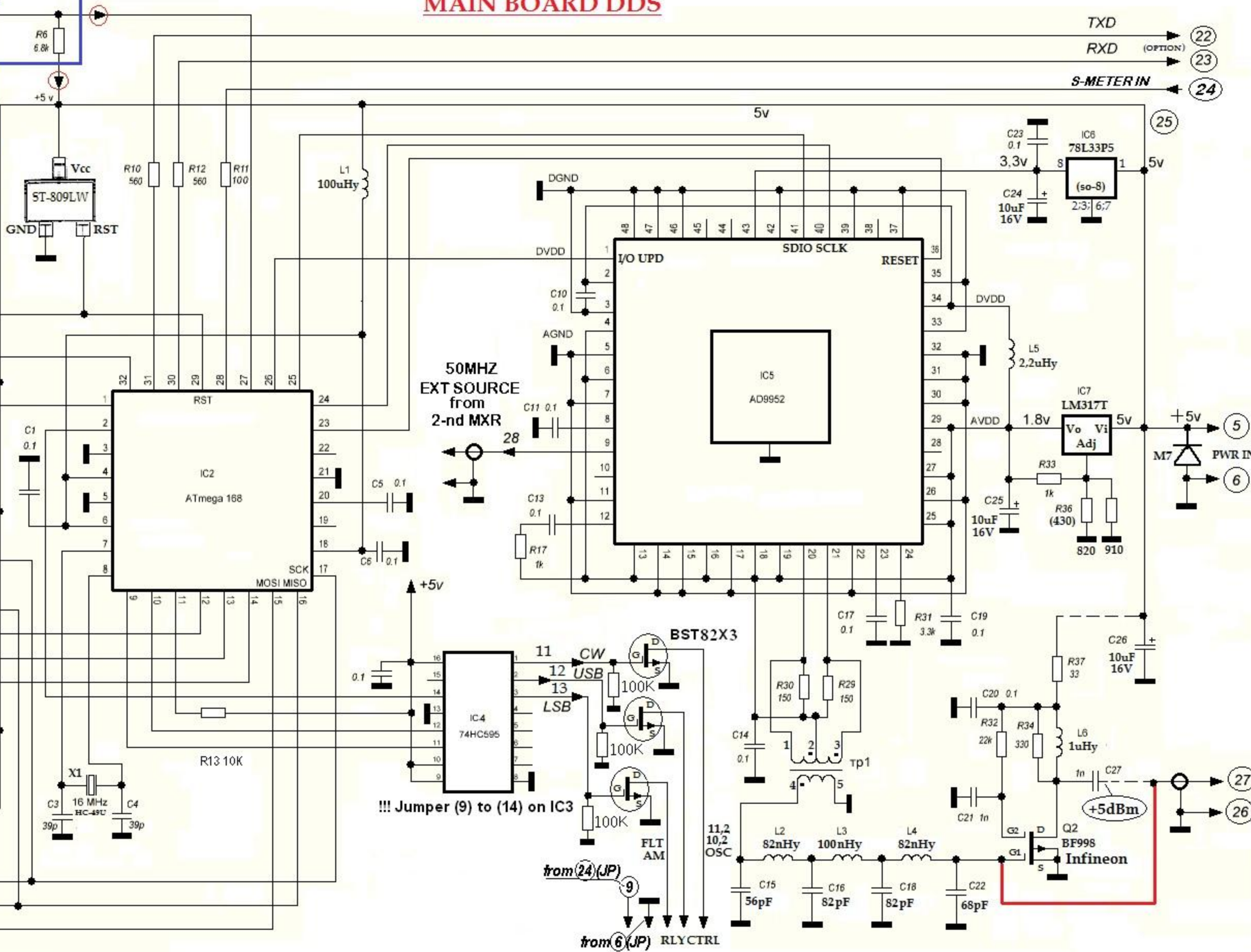
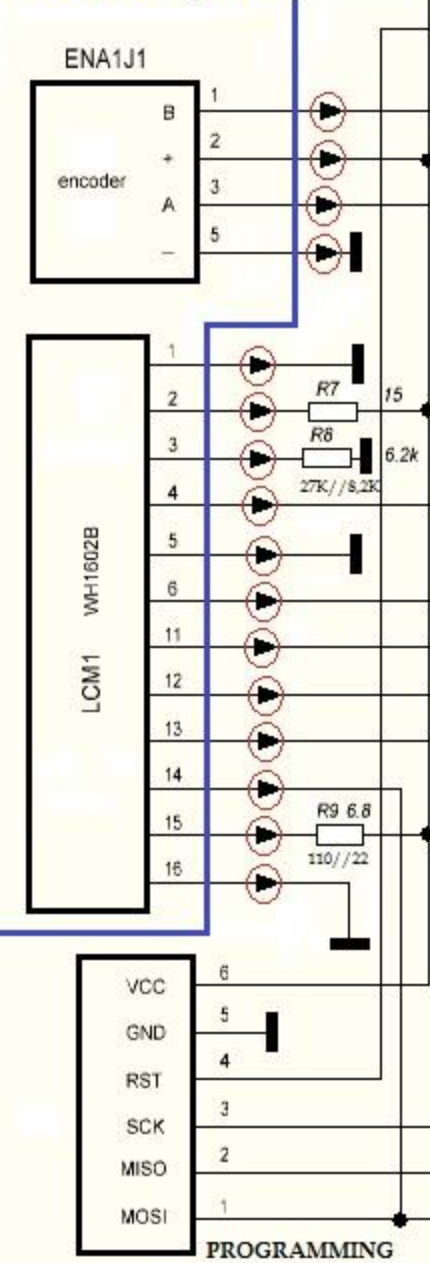


EXTERNAL BOARD

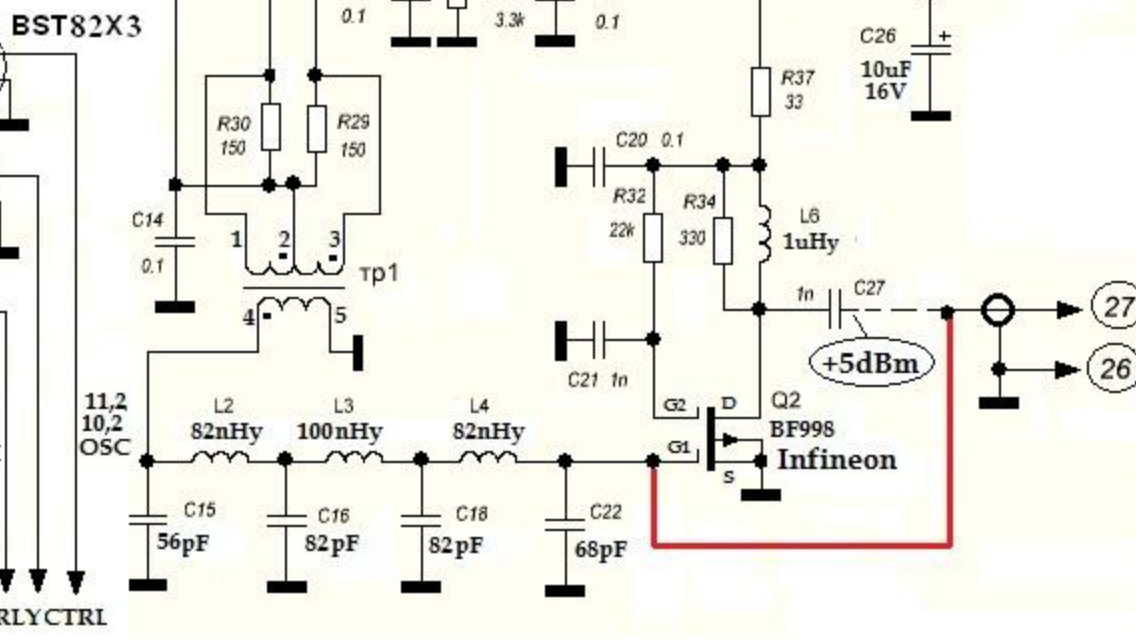
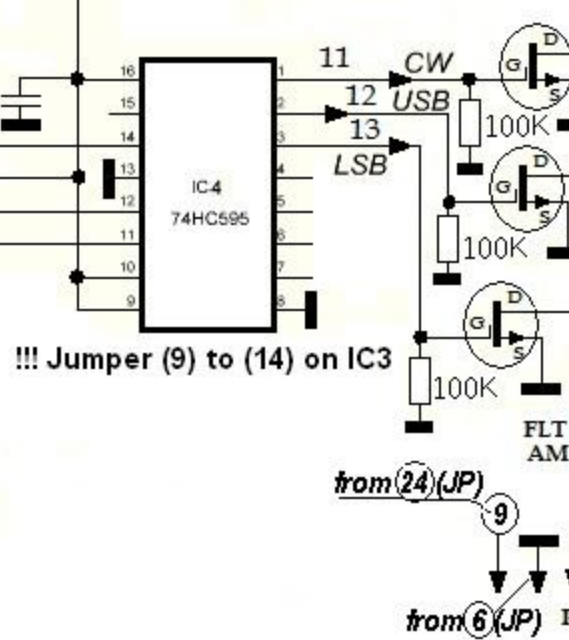


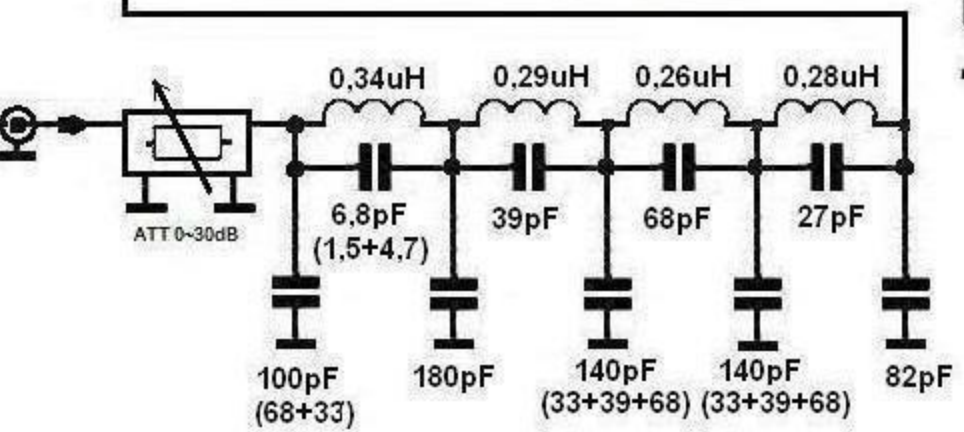
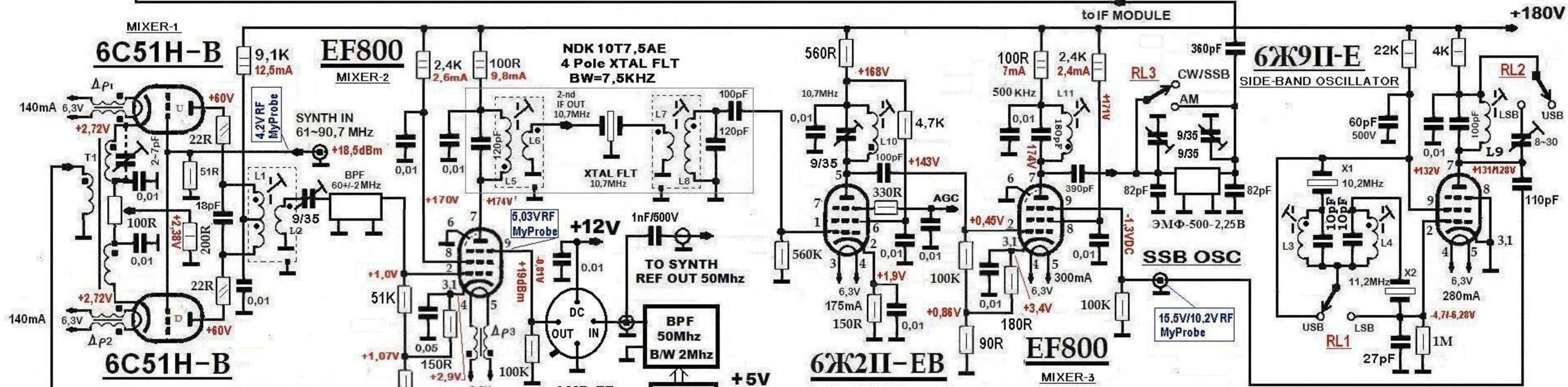
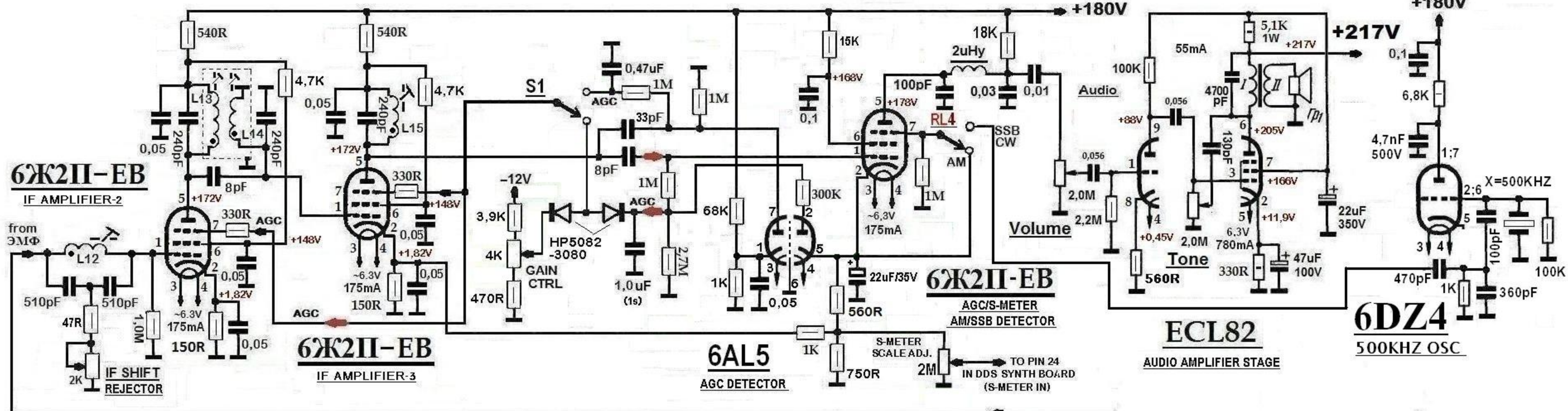
MAIN BOARD DDS

CONTROL/LCD



EXTERNAL POWER AMPLIFIER 20dBm





CONVERTERS SECTION

L1= 2X3T W=0,22mm D=6mm
 L2=2T ARROWND C.T. L1; W=0,22mm
 L3;L4=22T w/o order; W=0,22mm; D=4mm; SHIELD 10,5mm
 L5;L8=3X6T ; W=0,22mm D=4mm metal can 10,5X10,5mm
 L6;L7=12T in section close to cold end of L5;L8; w=0,22
 L9= 17T; W=0,22mm; D=5mm CERAMIC BASE

IF SECTION

after rechange of std IF coil metal can 20X20X63,5mm BASE 19X19mm D=9mm; ferrite d=7mm X 13mm

L11= 320-530uHy
 L12=360-530uHy After (-30T)
 L13=360-680uHy After (-30T)
 L14=360-630uHy After (-30T)
 L15=320-540uHy After(-30T)
 L_spare for BFO = 360-620uHy After (-30T)

The IF coils may change value by ferritte.

