

מקלט לתחום הת"ג לקליטת כל שיטות השידור

מאת : פרופ' יוסי פנחסי 4Z1VC

המאמרים האחרונים שפרסמתי ב"הגל", התרכזו בעיקר במעגלי השידור ופחות במעגלי הקליטה. הסברה הרווחת בקרב חובבי הרדיו היא שמעגלי הקליטה הם מסובכים הרבה יותר ממעגלי השידור ודורשים מיומנות מיוחדת בתכנונם ובבנייתם. בעבר, כאשר המעגלים היו מבוססים על רכיבים "בדידים", שפופרות או טרנזיסטורים, מעגלי הקליטה אכן היו סבוכים ודרשו לא מעט רכיבים, בכלל אלה מעגלים מוכוונים ומסננים. אולם, בעשורים האחרונים הופיעו מעגלים מוכללים הכוללים כמעט את כל דרגות המקלט. בנוסף לכך, מסננים קרמיים או גבישיים צרי סרט מחליפים את מעגלי הסינון המבוססים על משרנים ('סלילים') וקבלים מסורבלים הדורשים כוונן מדויק. כך הופך תכנונו של מקלט לפשוט, קומפקטי עם מיעוט רכיבים ואפילו זול מאוד.

המקלט שיתואר להלן, תוכנן ונבנה על ידי לפני מספר שנים והוא משמש במקמ"ש בנייה עצמית בתחנתי. הוא רגיש ביותר ומבוסס כולו על שלושה מעגלים משולבים ואינו דורש כמעט כל כוונן. המקלט כולל המרה אחת לתדר ביניים של 453KHz ומאפשר גילוי של אותות באפנונים השונים AM, SSB, CW ו-FM. המקמ"ש מתוכנן לפעול בתחום הת"ג (HF), אם כי אין כל בעיה להביאו לפעול גם בתחומי התדר הגבוהים יותר בתחומי ה-VHF.

אציין שהמתנד המקומי (VFO) מבוסס על קיט של DDS (ראשי תיבות של Direct Digital Synthesizer) שרכשתי מ-Douglas Pongrance בעל אות הקריאה N3ZI. ה- DDS מכסה את כל תחום ה-HF והוא בעל גמישות בקביעת פרמטרים שונים כמו תדר הביניים, קפיצות תדר, תחומי תדר, סטיית תדר וכדומה. פרטים ניתן למצוא באתר :

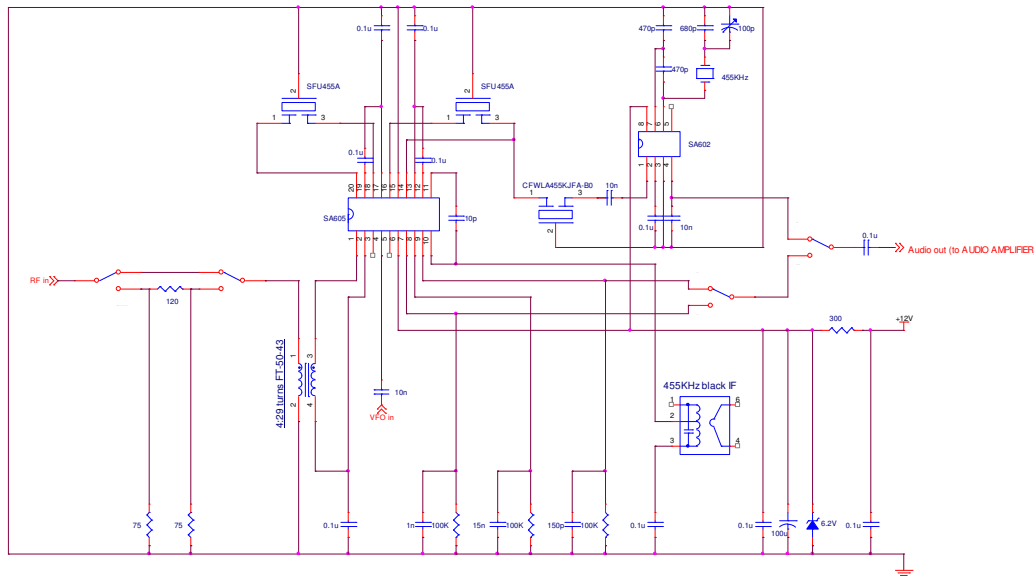
<http://www.pongrance.com/super-dds.html>

נעיין עתה בתרשים החשמלי של המקלט המופיע באיור 1. במבוא המקלט מותקנת רשת נגדים המאפשרת שילוב מנחת של 14dB. תיאום עכבות מתבצע באמצעות שנאי רחב סרט הכולל במשני שלו (צד המקלט) 29 ליפופים של חוט מצופה שמספרו 24 על פריט טורואידי מסוג FT-50-43. הראשוני, בצד האנטנה, כולל 4 ליפופים של חוט מבודד דק חד-גיד. ליבו של המקלט הוא המעגל המשולב SA605. זהו מעגל שיוצר בעבר על ידי Signetics והיום על ידי Philips. המעגל הוא למעשה מקלט FM מוכלל הכולל דרגת כניסה (Front end) רחבת סרט, ערבול (Mixer) להורדת התחנה הנקלטת לתדר ביניים, דרגת תדר ביניים (IF), מגבל (Limiter) וגלאי Qudrature למיצוי אות השמע המתקבל בפין 9 (Un-muted audio out). אות מהמתנד המקומי (ה- DDS-VFO) מוזן לפין 4. בדרגות ה-IF משולבים שני מסננים קרמיים מסוג SFU455A המקובלים במקלטי רדיו מסחריים. רוחב הפס שלהם הוא כ- 10KHz (בנקודות -3dB) והם מאפשרים להעביר אות ברוחב הסרט בו משדרות תחנות חובבים באפנון AM ו-FM. ברשת הזאת המופע הנדרשת בגלאי ה-

Quadrature מותקן שנאי לתדר ביניים של מקלט AM מסחרי בצבע שחור המכוון לתדר 453KHz.

על מנת לגלות אות AM, ננצל את יציאת ה- RSSI (Received Signal Strength Indicator) בפין 7. ביציאה זו מתקבל מתח DC היחסי למעטפת האות הנקלט. אם נקבע את קבוע הזמן של מעגל הסינון מסוג נגד-קבל (RC) להיות כזה שיאפשר מעקב אחר מעטפת האות המאופנן, נאפשר פענוח של אותות באפנון תנופה.

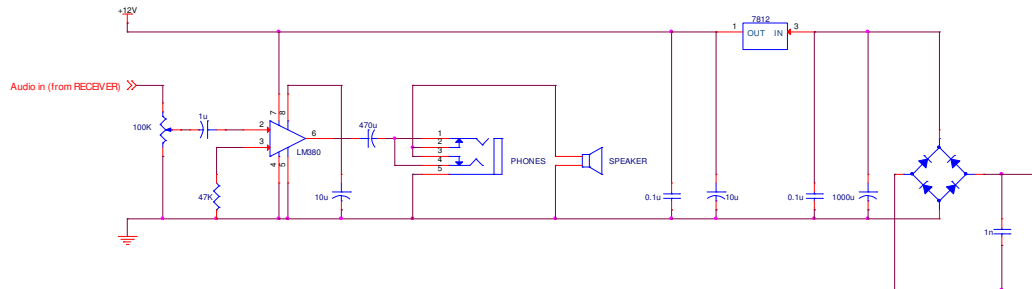
נשאר עתה לבצע פענוח של אותות CW ואותות SSB. לצורך כך אנו נדרשים להוסיף מעגל של גלאי מכפלה (Product detector). זהו למעשה ערבול שמבצע הכפלה בין האות בתדר ביניים לאות סינוסי המופק מ- BFO בתדר הביניים. לפני ביצוע המכפלה, נעביר את האות המתקבל בפין 14 (לפני שהוא נכנס למגבל) דרך מסנן SSB צר ברוחב סרט של כ- 4KHz (בנקודות -6dB) לשיפור הברירות של המקלט. לצורך כך בחרתי את המסנן הקרמי CFWLA455KJFA-B0 מתוצרת Murata המעביר פס בין 453KHz ל- 457KHz. על מנת שיעבור רק פס צד אחד יש לדאוג שבפין 14 יתקבל אות שמרכזו בתדר של כ- 453KHz. לזאת נדאג באמצעות קביעת תדר ה- IF של ה- DDS-VFO כמוסבר להלן.



איור 1 : מבנה המקלט.

גלאי המכפלה מבוסס על מעגל המשולב SA602. זהו מעגל מוכר מאוד והוא זהה במבנהו לדרגת הכניסה של מעגל ה- SA605. הוא כולל מגבר כניסה, מתנד מקומי ומכפל. המתנד המקומי הוא גבישי המבוסס על גביש בתדר 455KHz שהתדר שלו מוזז ל- 453KHz באמצעות הקבלים

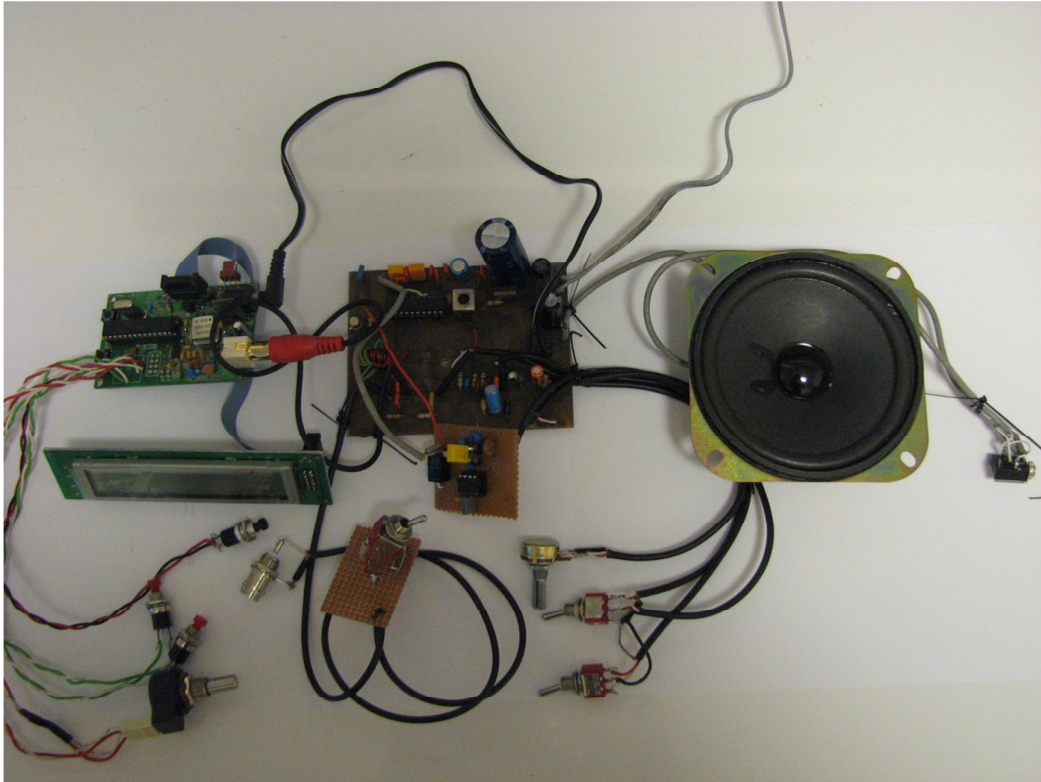
המחברים בטור אליו (הטרימר). השמע מתקבל בפין 4 (או 5) של הרכיב. כל מוצאי השמע מועברים דרך מתגים למגבר שמע המופיע באיור 2. בחרתי לעשות שימוש במגבר מסוג LM380 המפיק כ-1W, אם כי אפשר כמובן להשתמש במגבר LM386 המוכר יותר.



איור 2 : מגבר השמע וספק הכוח ל-12V.

כאשר מבקשים לקלוט אות באפנון פס צד עליון (USB), יש לתכנת את תדר ה- DDS-VFO להיות נמוך ב- 453KHz מזה של התחנה הנקלטת. לדוגמא, לצורך קליטת תחנה המשדרת באפנון USB בתדר 14.200MHz, תדר ה- DDS-VFO יהיה $14.200 - 0.453 = 13.747\text{MHz}$. אם מבקשים לקלוט אות באפנון פס צד תחתון (LSB), יש לקבוע את תדר ה- DDS-VFO להיות גבוה ב- 453KHz מזה של התחנה הנקלטת. לדוגמא, לצורך קליטת תחנה המשדרת באפנון USB בתדר 7.100MHz, תדר ה- DDS-VFO צריך להיות $7.100 + 0.453 = 7.553\text{MHz}$.

תמונה של המקלט כפי שהוא נבנה על ידי מופיע באיור 3. כאן המקום לציין שהיות והמקלט הוא רחב סרט, הוא עלול לקלוט תחנות בתדר הבבואה. יתרה מזו, תחנות שידור חזקות עלולות לגרום לתופעות לא לינאריות בדרגת הכניסה הרגישה, בכלל אלה תוצרי ערב-אפנון (Inter-modulation) שיפגעו קשות בביצועי המקלט. לצורך כך הוספתי את המנחת של 14dB בכניסה למקלט אשר תפקידו להפחית באופן ניכר תופעות אלה. אפשר להוסיף מנחת נוסף אם נדרש. מומלץ גם להוסיף מסננים מעבירי פס שניתן למתג ביניהם בין תחומי תדרי החובבים ב- HF על מנת לדחות קליטה של אותות שווא במקלט הרגישה הזה.



איור 3 : תמונת המקלט וה- DDS.