

הגל החדש – 4XBulletin



גיליון מס' 36, פברואר 1/2/2023



חובבי רדיו בתחרות בינלאומית 4X2M – מקום ראשון באסיה!

מה בגיליון:

חדשות חובבי הרדיו בארץ ובעולם.

מציאתה של מירלה ע"י חובבי רדיו.

רדיו גביש - הפשוט והזול בעולם.

סיפורו של חובב - על 4X4KX

שמע ספרתי - DV.

המצאת האנטנה המודפסת.

המדור בשפה האנגלית ENGLISH CORNER

ועוד...

תוכן העניינים

- 3 - דבר עורך פברואר 2023
- 4 - חדשות והודעות לחובבי הרדיו
- 7 - מציאתה של מירל'ה-טרזה
- 10 - הגביש
- 12 - מקלט בעל גלאי גבישי
- 14 - אני והרדיו
- 17 - תחרות CQWW VHF – יולי 2022
- 18 - רשת ספרתית לחירום של חובבי רדיו
- 21 - The English language section
- 26 - 4X2M В контакте CQWW VHF 2022
- 30 - שמע ספרתי (DV – Digital Voice)
- 37 - מי המציא את האנטנה המודפסת
- 46 - רכיבי SFP ושימושם בסיבים אופטיים

משתתפים בגיליון זה:

	פרופ' עלי לוי
	אדי פלצ'י
4X1SK	דניאל רוזן
4X1IL	דר' בן ציון שעל
4Z4LS	לאוניד שפיר
4Z1PF	משה אינגר
4Z1MS	מיכאל שוורץ
4X4KX	זאבן בלוך
4X1ST	טים סקרימשואו
4Z4KX	מארק שטרן

בברכת 73, וקריאה נעימה! נפתלי בלבן-אוברנהנד 4Z1RM, מו"ל ועורך הגיליון.

המאמרים אשר לא צויין שמו של המחבר, נכתבו ע"י העורך.

חברי מערכת: משה אינגר 4Z1PF, דר' איל רסקין 4X1RE.

תודה לצביקה סגל 4Z1ZV ועדו רוזמן 4X6UB על תרומתם המקצועית.

לקריאת גיליון זה וגם את קודמיו ניתן להיכנס לאתר: <https://4xbulletin.org/>

כתובת המערכת לתגובות, בקשות ומשלוח מאמרים: 4xbulletin@gmail.com

שימוש בתמונות לפי חוק זכויות יוצרים 27א'. עיתון זה נכתב ונערך בהתנדבות עבור חובבי רדיו שלא למטרות רווח, יש אפשרות לפרסם קטעים ממנו במקומות אחרים בתיאום עם המערכת.

כתובת המערכת: "הוצאת אחוזה-חיפה", ת.ד. 3773, חיפה 3103701

הערה: המאמרים המופיעים בגיליון זה הם באחריות הכותבים בלבד



דבר העורך פברואר 2023

מאת: נפתלי בלבן-אוברנהנד, 4Z1RM



יום הזיכרון הבינ-לאומי לשואה מצוין ב-27 בינואר, התאריך שבו שוחרר ב-1945 מחנה ההשמדה אושוויץ מידי הנאצים ע"י הצבא האדום. תאריך זה שימש מדינות אחדות, ובהן גרמניה ובריטניה, כיום הזיכרון לשואה עוד קודם להחלטת האו"ם. לראשונה צוין יום זיכרון זה בשנת 2006, וההחלטה עליו התקבלה פה אחד (ויקיפדיה). איני יודע מדוע בארץ מתקיים יום הזיכרון לשואה ולגבורה באביב. נאספו כמה חומרים שיש בהם אזכור לשואת העם היהודי באירופה בהקשר לחובבות רדיו.

לעתים, כאשר שואלים אותי מה התכלית של חובבות הרדיו עבורי, אני עונה כי גולת הכותרת של פעילותי הייתה איתור של בת משפחה ניצולת שואה יחידה מכל משפחה אשר נעלמה ב-1945, ורק אחרי 45 שנה הצלחתי לאתר אותה בעזרת חובבי רדיו משלוש מדינות וזאת בפעילות על 20 מטר. קראו את הסיפור בהמשך הגיליון בעמ' 7.

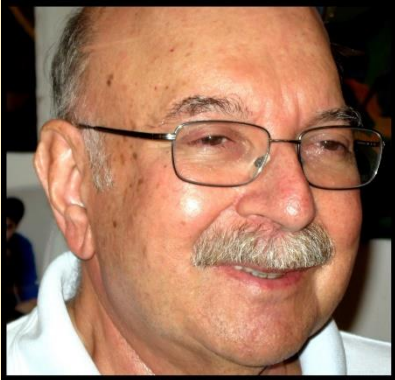
אם ברצוננו להתנחם, נזכיר כאן שלאחר מלחמת העולם השנייה והקמת מדינת ישראל – פרץ סכסוך בין המעצמות הגדולות וכתוצאה מכך מיליוני מאחינו תושבי בריה"מ היו כלואים ברוסיה וגרורותיה ולא יכלו לעלות לישראל. אנחנו, אזרחי המדינה, ציפינו ליהודים אלה ככיליון עיניים. והנה הנס קרה, ומ-1990 החלה העלייה הגדולה והגיעו בה כמיליון אנשים, רבים מהם בעלי השכלה גבוהה, בעלי מקצוע מעולים מהרבה תחומים אשר תרמו ותורמים ומקדמים את המדינה. עלו גם חובבי רדיו רבים בעלי כישורים טכניים, אשר יודעים גם לבנות ציוד רדיו כמו ידיהם, וכן מיומנים מאוד בעשיית קשרי רדיו.

בתמונת השער מוצגת תמונה של חובבים עולים לשעבר, שיצאו לחורשה בהרי הכרמל, והשתתפו בתחרות בינלאומית ב-VHF, וזכו במקום הראשון באסיה ואחד המקומות הראשונים בעולם.

קראו את הכתבות בנושא זה בעברית, ולכבוד הקבוצה גם ברוסית בהמשך הגיליון. קריאה נעימה!



חדשות והודעות לחובבי הרדיו



4Z4LX SK רמי-אברהם שלאין ז"ל. נדס ונפרד מאתנו ב-2 בינואר 2023 בגיל 86, פְּרוֹףּ הפְּשָׁרוֹנוֹת וְהַמְעֵשׂ. יליד תל אביב, אדריכל, אמן ומתנדב, אוהב טבע ואדם. בשירותו הצבאי נחשף לחובבות הרדיו ולאחר סיום לימודיו בטכניון, למד ועבר את בחינות החובבים. היה פעיל באגודת חובבי הרדיו בישראל, במוסדותיה, השתתף בפעילויותיה ובמפגשים החברתיים וקיים קשרי רדיו נרחבים וקבועים בעולם במשך עשרות בשנים. בהיותו אספרנטיסט (שפת האספרנטו הבינלאומית) קיים קשרים נרחבים בשפה זו עם חובבי רדיו אספרנטיסטיים בכל העולם. ב-1987 פגש בכנס אספרנטו העולמי בוורשה, זוג צעירים יהודים מפרם הרי

אורל, שהגיעו במשלחת מברית המועצות, קשר עימם קשר אמיץ ושכנע אותם לעלות לארץ ב-1991, דאג להם אישית, הפך לסנדק לבנם שנולד בארץ ומשפחתו אמצה אותם וקשורה עמהם עד היום. מאת מרגלית שלאין XYL של רמי.

באתר האגודה באינטרנט קיימת פינת ההנצחה לחובבים- SK זכרונם לברכה :

<https://www.iarc.org/silentkey>

ידידנו אברי דותן 4X1YV נעתר לבקשת הוועד וימשיך במלאכת הקודש אותה החל לפני מספר שנים- ריכוז, קידום ושימור האתר. המצב כיום הינו שמתוך רשימה של כ 300 חובבים שהלכו לעולמם, רק לגבי כשליש מהם קיימת רשומת הנצחה כלשהי.

יש האטה בקבלת חומר על אלו שאינם עוד איתנו, ובכך מתקשים להשלים פרויקט חשוב זה. ככל שעוברות השנים גם גיוס המידע הופך מורכב יותר.

"עם שאינו יודע את עברו, ההווה שלו דל ועתידו לוט בערפל" ~ יגאל אלון.

אנא הירתמו לפרויקט החשוב זה ושלחו לנו חומר כתוב ו/או תמונות ישירות לאברי במייל :

avridotan@gmail.com

במסגרת האקדמיה לחובבי הרדיו – התקיימה ב-19/1/2023 הרצאה בנושא: הקמת תחנת חובבים ללווין הקטארי. המרצה: צביקה סגל 4Z1ZV סיפר על לוויין החובבים גאוסטציונארי – אוסקר 100 – רקע ומבנה • מושגי יסוד בתחנת לוויין לחובבי רדיו • בחירת אנטנה וכוון • בניית ערוץ קליטה • יציבות תדר במתנדדים וחיבורתו • בניית ערוץ שידור ועוד... אפשר לצפות בהקלטה של ההרצאה באתרים:

<https://www.youtube.com/watch?v=ERZLCkhrSik>

<https://m.youtube.com/watch?v=ERZLCkhrSik&feature=youtu.be>

תזכורת מאת אגודת חובבי הרדיו בישראל לגבי תשלום מיסי החבר לשנת 2023.
אפשר לשלם בקלות ובמהירות את דמי החבר בסך 250 שקל באתר זה.



חברי "פרלמנט יגור" חגגו יום הולדת 80 שמח לחברנו היקר עמוס סובל 4X4MF, היה זה במפגש השבועי ביום שלישי, ה-17/1/2023. התכבדנו בעוגת יום הולדת נהדרת שחולקה באופן מדויק כך שכל אחד קיבל פרוסה אישית. עמוס הוא אחד מחלוצי החובבים אשר עובדים ונהנים ב-FT8, ואף מעביר לנו מידע על תקשורת מהפכנית זאת שהשתרשה היטב בעולם. עמוס הוא תושב חיפה משכונת נווה שאנן ומתגורר סמוך לטכניון בו למד בעבר. הוא עבד הרבה שנים כמהנדס באלביט בפיתוח אמצעי ניווט אלקטרו מגנטיים.
מזל טוב !!!

סיפורו של 4Z1IZ אברהם סלע אל"מ מיל.

סרט מרגש על מקורות משפחתו שרובה נספתה בשואה, חייו בקיבוץ, בתל אביב ולימודיו בטכניון, על מות שני אחיו קציני צה"ל, משה ואורי 4X1VR על מלחמות ישראל שהשתתף בהם ואיך חובבות הרדיו עזרה לו בזמן הקרבות בהם השתתף – מרתק! לצפייה:
<https://m.youtube.com/watch?v=rW5Ir9MlxyY>

דורון טל 4X4XM כותב על נושא חשוב לכל חובבי רדיו פעיל:

חיזוי התפשטות גלי רקיע בתדר גבוה (ת"ג) - חובבי רדיו - תנאי תקשורת. כשהייתי בן עשר ראיתי את הסרט הצרפתי 'אילו היו כולם כמוהם'. שבע שנים מאוחר יותר קיבלתי את הרישיון להפעלת תחנת חובבים. הייתי פעיל במשך כ-28 שנים. לפני כשנתיים חזרתי לעסוק בתחביב. התברר לי, להפתעתי, כי למרות כל מה שלמדנו במהלך השנים, עדיין לא הבנתי עד הסוף כיצד השמש משפיעה על התפשטות גלי הרדיו. בשלב זה אני מעמיק בנושא חיזוי התפשטות גלים, אוסף נתונים ומנתח את התוצאות. הדף שבקישור הינו תקציר בעברית של הממצאים שהעליתי, עם קישורים לדף העיקרי בשפה האנגלית : <https://www.qsl.net/4x4xm/HF-Propagation-Hebrew.htm>

פרסומים חדשים באתר העמותה להנצחת חללי חיל הקשר והתקשוב:

אוגדן עבודות צוערים על האלוף שלמה ענבר:

http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/MG_Shlomo_Inbar.pdf

יונידואר – ספר עזר ליונאים:

http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/1953_Carrier_Pigeons_Record.pdf

קטעים מיומני איש MI5 גיא לידל, העוסקים בעניינים ציוניים וענייני ארץ ישראל – חומר גלם מעניין למחקרים היסטוריים:

http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Notes_from_TNA_Liddell_Diaries_1.01.pdf

תחנת אלחוט חשאית בדמשק, 1941:

http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Clandenstine_Radio_Damascus_1941.pdf

קריאה מהנה, דני רוזן 4X1SK



מציאתה של מירל'ה-טרזה

מאת: נפתלי בלבן-אוברהנד 4Z1RM



מירלה בגיל 4

בשנת 1942, בתקופת מלחמת העולם השנייה, בפולין המזרחית, כיום בלרוס, הנאצים ערכו אקציות (הוצאות להורג המוניות) ביהודים בעיר לידא, משם מוצאה של משפחתה של יעל רעיית. לאחר האקציה הראשונה הבין הדוד מישה וורנובסקי (אחי אביה של יעל), שהקץ קרב, והעביר את בתו מירל'ה בת השש לידי ראש משפחה נוצרית בשם אוחטו מהכפר דויינובו הסמוך לעיר, וביקש ממנו להחביא את הילדה עד יעבור זעם. אותו אוחטו, שהיה קתולי אדוק, שמר על מירל'ה עד תום המלחמה.

ככל הנראה, אחד המניעים של המשפחה היה לנצר את הילדה והם אמנם עשו זאת ונתנו לה את השם "טרזה".

הילדה גדלה עם המשפחה בכפר וכמנהג המקום, הם העבירו אותה קשה בעבודות המשק החקלאי. הילדה חיה בחסותה של משרתת המשפחה. במסגרת האקציה השנייה בלידא קבוצה נוספת של יהודים נרצחו ביצרות הסמוכים לעיר. הנותרים נשלחו למחנות השמדה בפולין. כל חברי משפחת וורנובסקי נרצחו, מלבד הדוד אריה שהצליח לברוח לרוסיה, בעוד שאשתו וילדיו נרצחו.

בתום המלחמה ב-1945, הגיעו ללידא ראשוני ניצולי השואה שהחלו לחפש קרובי משפחה, אך אכזבתם הייתה מרה כיוון שכמעט לא נותר איש מאלפי יהודי המקום. לקרוב משפחה בשם מובשוביץ נודע על הימצאה של מירל'ה בכפר הסמוך. הוא פנה לאוחטו ושכנע אותו לשחרר את הילדה בכדי להעבירה בעזרת "עליית הנוער" לארץ ישראל. הילדה אמנם נסעה עימו ללידא ולפי התכנית הייתה אמורה לנסוע למחרת ברכבת מערבה לעיר לודז', ומשם לארץ. למחרת בבוקר, אוחטו הפולני התחרט על העסקה, הגיע עם עגלה הרתומה לסוס לבית בו שהתה הילדה, וקרא: "טרזה, בואי!" הילדה המפוחדת ברחה והצטרפה אליו.

קרובי המשפחה הגיעו לארץ וסיפרו לאביה של רעיית שאחינינו מירל'ה שרדה את השואה ועל כך שכל קרוביהם הנותרים נספו. בני המשפחה בארץ היו מזועזעים ואבלים. היה זה בתקופת המנדט הבריטי, ואביה של יעל, (שלימים כיהן כשופט), פנה לשגרירות פולין בקהיר וביקש שיעזרו לו לאתר ולהחזיר לידיו את מירל'ה היתומה. התשובה שקיבל הייתה שאין באפשרותם לעזור לו. הוא ניסה לפעול בדרכים נוספות, אך ללא הועיל. הוא התייאש, והאמין שכך קבע הגורל, ולא יוכל לדאוג לבתו של אחיו מישה שניספה בשואה.

ב-1989, עם תחילת הפרסטריוקה, ונפילת הגוש הקומוניסטי. הגיעו לביקור קצר בישראל שלושה חובבי רדיו מווילנה שבליטא. הם היו אורחיו של מרק שטרן, 4Z4KX יליד מליטא. אחד מהם היה LY1BA ואלדס סלזאס, כנראה ממוצא פולני, שדיבר פולנית שוטפת. האורחים ערכו ביקור נימוסים בחיפה והגיעו גם לביתי.



סיפרתי לוואלדס את סיפור הילדה האבודה, ובמהלך שיחתנו התברר שלידא נמצאת במרחק של 90 ק"מ בלבד מווילנה. שאלתי אותו אם יוכל לעזור לי לאתר את מיר'לה. ואלדס נעתר מיד ברצון לבקשתי והבטיח שעם שובו לווילנה יתחיל בחיפושים. קבענו בינינו שנקיים SKED, קשר רדיו בימים, שעות ותדר קבועים ב-HF. **Valdas - LY1BA**

ואלדס אכן החל בחיפושים, ובו זמנית דיווח לי על פעולותיו על גלי החובבים.

הוא ביקש חבר בעל משאית לנסוע ולחפש את הכפר הקטן דוינובו. היה קשה למצאו בגלל שינויים שעבר האזור במהלך עשרות השנים שחלפו מאז תום המלחמה. אולם הוא מצא את המקום ומיד החל לברר את העניין עם אנשי המקום. נודע לו שלאחר שהאזור שוחרר על ידי הצבא האדום, המשפחה נסעה למערב פולין יחד עם הילדה והתיישבה שם בכפר בלתי ידוע.

פתחתי מיד בסדרת שידורים ושיחות עם חובבי רדיו בפולין. חובב רדיו אחד מהעיר פוזנן שבמערב פולין התנדב לעזור ולאחר בירורים העביר לי את שם הכפר שבו היה רק קו טלפון אחד. בעזרת שירות הטלפונים הבינלאומי של בזק 188 הזמנתי שיחה לפולין ונאמר לי שהתיאום לשיחה כזו אורך כשלושה ימים. להפתעתי, לאחר זמן קצר קיבלתי שיחת טלפון מתל אביב ממרכזנית בזק. היא אמרה לי כי היא נמצאת בקשר עם ורשה, אך הטלפונאית בפולין אינה יודעת אנגלית, ושאלה אותי האם אני יכול לדבר בפולנית – כמובן שהשבתי בחיוב והעניין התחיל להתגלגל במהירות. על הקו עלתה בחורה צעירה, נכדתו של אוחטו, ושאלתי אותה היכן מיר'לה. היא ענתה שאינה מכירה שם כזה, אז שאלתי אולי קראתם לה מריה? על כך השיבה הפולניה, מריה הגיעה לפולין אך נפטרה לפני שנתיים. נעצבתי מאוד והנחתי את השפופרת. והנה יעל נכנסה הביתה ושאלה מה על לבי. השבתי – זה עתה נודע לי כי מיר'לה נפטרה. יעל השיבה – מה פתאום? היא צריכה להיות בשנות ה-50 שלה, ולא מתים בגיל הזה...

לפנות ערב שוב עליתי על ה-SKED עם החובב הפולני, והוא הבטיח לי שהוא ינסה לברר פרטים נוספים. קבענו להיפגש למחרת בשעה 16:00 GMT וכך היה. בדיוק בשעה שנקבעה שמעתי את קולו הברור של הפולני אשר בישר לי: "בת הדודה שלכם חיה ומתגוררת בעיר פוזנן". הוא אף מסר לי את מספר הטלפון הישיר שלה בביתה. הטעות שלי נבעה מכך שלא ידעתי שבזמן שהטבילו אותה לנצרות שינו את שמה לטרוזה.

מיד הרמתי את הטלפון וחייתתי למספר 0048-61-xxx, והנה מיר'לה ענתה. מיד שאלתי אותה לשמה והיא ענתה "טרוזה". יש לך שם נוסף? שאלתי, "כן ענתה מיריה" והוסיפה את שמות הוריה – הכל התאים. היא הוסיפה שיש לה כמה תמונות של משפחתה מלפני המלחמה, ופרצה בבכי, "בואו אליי! עד עכשיו חייתי במחשבה שאין לי אף אחד בעולם..."

הסתבר שיש לה נפש יהודייה ועל אף התלאות הרבות, היא רכשה השכלה גבוהה ומשמשת פקידה בכירה במשרד האוצר.

סיכמנו להחליף בינינו מכתבים ותוך שבועיים הגיע מכתב לחיפה אליו היא צרפה תצלומים של המשפחה מלפני המלחמה. תמונות היו זהות לתמונות שהיו ברשותנו ונשלחו לארץ בסוף שנות ה-30.

מיד הזמנו אותה לביקור בישראל ושלחנו לה כרטיסי טיסה. היא התבקשה לסדר לעצמה ויזה כניסה לישראל. בהגיעה לקונסוליה הישראלית בוורשה, הפקידים התפלאו שאישה פולניה רוצה לנסוע לישראל – אולם כאשר אמרה שהיא יהודייה, מייד קיבלה ויזה ונאמר לה שתוכל לנסוע לארץ לכמה זמן שתרצה.

מיר'לה-טרוזה הגיעה ב-1991, בערב פסח, וחגגה עימנו סדר פסח מסורתי. היא לא ידעה הרבה על היהדות, וסיפרה שהסתירה את יהדותה בגלל האנטישמיות בפולין. היא בילתה בארץ כחודש ימים. סיפורה התפרסם בחיפה וראש העיר דאז, אריה גוראל, הזמין אותנו ללשכתו. היא חששה לדבר עם "נשיא העיר", כפי שהיא קראה לו. אריה גוראל הזמין אותה לבוא ולהתיישב בחיפה ואף הבטיח להשיג עבורה דירה בעיר, אך היא סירבה בנימוס.

לפני שובה לפולין אמרה שהיה זה החודש המאושר בחייה. הקשר בינינו נמשך למעלה מ-20 שנים, וכלל ביקורים הדדיים, בהן גם טיילנו יחדיו. לא פעם היא אמרה שהחמיצה את הזדמנות חייה בכך שלא עלתה לארץ.

טרוזה הייתה ערירית. היא נפטרה ממחלה ב-2013, ואני דאגתי להביאה לקבורה בפולין בטקס יהודי.

הרגשתי שכל המאמצים שהשקעתי כדי להיות חובב רדיו, שכללו ביו השאר מבחנים והקמתה של תחנת חובבים, אפשרו את הצלתה של נפש יהודית אחת...



יעל, זלמן אביה ומירל'ה-טרוזה, נתב"ג, מרץ 1991

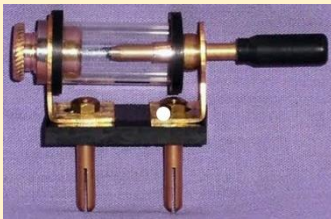


הגביש

משה אינגר 4Z1PF

לפני כארבעים שנה פגשתי את חברי אבנר דרורי 4X4GE בביתו בקרית אונו. הגעתי אליו כדי להעניק לו רכיבים לבניית מוניטור סקופ. באותו המפגש הציג לי אבנר בגאווה גביש עתיק שכמוהו לא ראיתי ובטח לא החזקתי בידיי. לא גביש אחד היה מונח במגירת התחנה אלא שניים, זוג מהשמיים. ניסיתי לבקש, לשכנע, להתחנן, לקבל לידיי גביש אחד בלבד. אבל אבנר המקצוען שמכיר היטב בערכו של כל חלק לא נטה להיענות לבקשתי.

השבוע נפגשנו בביתו להחלפת חוויות מאותן שנים. לשמחתי הוא זכר את אותו מפגש ואת כמיהתי לגבישים. בטכס רב רושם הוא קם והעניק לי הפעם את שני הרכיבים. המעניין הוא שהם אינם זהים אבל המבנה של שניהם מבוסס על אותו רעיון.

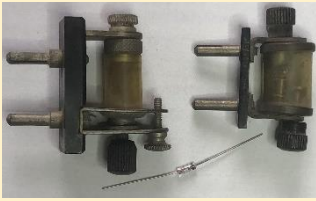


הרכיב שימש כדיודת גילוי במקלטים שנבנו בתחילת המאה הקודמת (באיור גביש משנת 1912). באחד הצדדים מוקם מינרל גבישי (המינרל הוא יסוד או תרכובת כימית גבישית בדרך-כלל הנוצרים כתוצאה מתהליכים גאולוגיים, לדוגמה אבן צורנית) ומצדו השני הבורג שבקצהו מחט. בעזרת הבורג והמחט היה צורך למצוא נקודה על פני הגביש שתיצור הולכה חד כיוונית מה שנקרא בימינו דיודה ובעבר גביש.

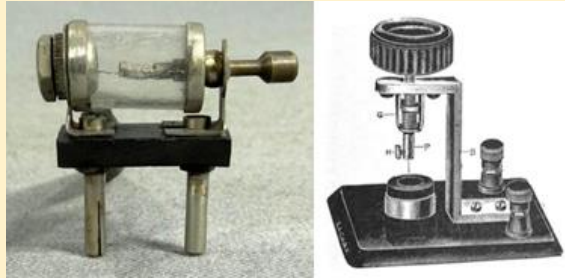


החובבים הוותיקים חשקו מאוד ברכיב כזה אך ידם לא הייתה משגת לרכוש אותו. גם הזמינות של החלק בחנויות האלקטרוניקה הייתה אפסית או שגם לא היו מודעים לקיומו. (יעיד על כך נפתלי RM שכתב: רכיב מעניין ה"גביש" הזה, בזמנו כילד חיפשתי אותו בחנויות ולא מצאתי וגם הזכנים לא ידעו על מה מדובר. טכנאי חשמל נתן לי רכיב דומה שלא פעל - כיוון שהיה זה מישר זרם סלניום זעיר. בחנות אחת ניסו למכור לי רכיב חדש - דיודת גרמניום קטנטנה במארז זכוכית, שכמובן התאימה יותר מהגביש העתיק... אך אני לא קניתי כי לא האמנתי שהדיודה 1N34 מתאימה לי HI).

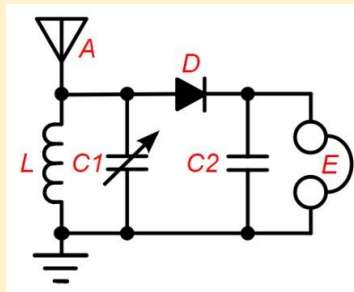
כתחליף זול לרכיב השתמשנו בסכיין גילוח שחור (במקום הגביש) ומחט שבעזרתה חיפשנו נקודה בה קיבלנו את פעולת הדיודה. היו זמנים...



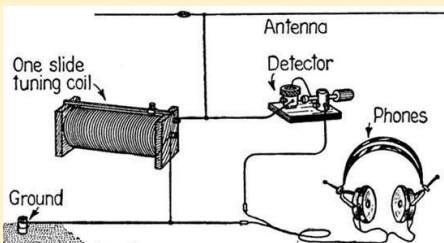
שני הגבישים שברשותי ולידם דיודת גרמניום שהחליפה את הרכיבים שבצילום. הרכיבים הוחלפו תחילה על ידי שפופרת ריק (דיודה), ורק מאוחר יותר הופיעו הרכיבים החצי מוליכים.



תצורות שונות של דיודה מתחילת המאה הקודמת



תרשים אופיני של מקלט גביש



האיור מציג תרשים משנת 1922 לבניית מקלט גבישי שמכונה באותה תקופה גם בשם מקלט גלנה GALENA. הגלנה הינו מינרל גבישי שמכיל בעיקר עופרת וגופרית (PbS) ובו עשו שימוש בתחילת המאה הקודמת. התרשים עדיין אינו משורטט מהסימולים הסכמתיים החשמליים כפי שהם מוכרים בתקופתנו אלא ציור הרכיבים ואופן חיבורם.



מקלט בעל גלאי גבישי

אדי פלצ'י - אדר תשס"ה, מרס 2004

פריס 1943.

אנחנו חיים ללא רדיו, מקלט הרדיו שלנו הוחרם אשתקד. קשה לשאת את היעדרו של הקשר הזה עם העולם. יום אחד, בצאתי מתחנת הרכבת התחתית אטואל (Etoile) ביוני 1943, פגשתי חבר ללימודים... לשעבר, שהקשר שלי עמו אבד לפני שלוש שנים...

הקשר בינינו לא היה קרוב במיוחד, והוא לא ידע כלל שיהודי אני; עתה, לאחר שראה את הטלאי הצהוב על המעיל שלי, הוא ידע!

הוא ידע לספר לי כל מיני סיפורים על אירועי השנים האחרונות, ושמעתי את דבריו ללא תשומת לב תוך שהרהרתי שעל דעתי לא עולה כלל לספר לו את סיפורי. אבל ברגע מסוים הוא התחיל לספר על מקלט בעל גלאי גבישי ועל האפשרויות הרבות שיש בו, במיוחד לקליטת תחנות רחוקות מחוץ לארץ, מיד הצפתי אותו בשאלות: כיצד מתקנים אותו, היכן משיגים את חלקי החילוף, כמה הם עולים... אין הדבר פשוט כל כך. קשה להשיג את הרכיבים המתאמים, המקלט שברירי מאוד, הוא רגיש לכל מיני רעידות. אך אני דחקתי הצדה את כל הסתייגויותיו, אני כה חפץ ברדיו כזה שאהיה מוכן לכל מאמץ כדי להשיג את הדרוש. אך, למרות התלהבותי, לא אוכל להתעלם מן העובדה שחסר לי ידע מינימאלי. לא כן החבר שלי, שהוא תלמיד בבית ספר מקצועי; עזרתו דרושה לי.

כעבור שבועיים, ביום חמישי, יצאתי השכם בבוקר עם ילקוט בידי. אין בו ספרים או מחברות, הוא נועד ל'כיסוי' הטלאי הצהוב שלי, במקרה ש...

אני פוסע בצעד מהיר לעבר תחנת הרכבת התחתית אטואל הקרובה לבית. הקיץ חם, לא יותר מהרגיל, רוח קלה נושבת בעצים העבותים משני צדי השדרה. עלים אחדים נוחתים לאחר שהסתחררו בנפלים, כדרכם של פרפרים סביב שלהבת נר. הולכי הרגל מעטים, זה עידן ועידנים שלא היו כאן תיירים!

אני יורד במדרגות הכניסה לתחנה, ומיד מבחין בשכמיות השחורות של השוטרים. אין מה להתפלל, זה מחזה שגרתי, כמעט יומיומי. במנהרות המוליכות אל הרציף פזורים שוטרים רבים, רבים מדי. תחושת הסכנה נעשית מוחשית יותר, ודפיקות לבי מהדהדות בי כאות אזהרה שלא אוכל להתעלם ממנו. אני מהסס שבריר שנייה: אולי מוטב שאשוב על עקבותיי? מאוחר מדי, אי אפשר לסגת! אני ממשיך לצעוד, ותוך כדי כך אני מכוון את הילקוט הריק כך שיסתיר את המקום ה'רגיש'. קבוצת שוטרים במדים 'מסתירה' מאחוריה שוטרים אחרים בלבוש אזרחי במעילי גשם עם מגבעת על ראשם, העוצרים מקצת הנוסעים ודורשים מהם להציג מסמכי זיהוי. אני מנסה להקטין את עצמי עוד יותר, אני נמוך קומה ממרבית תלמידי כיתתי, ומיד הבנתי את היתרון שיש בכך עבורי. אני בקצה המסדרון; אני עולה בריצה במדרגות, חובק עדיין את תיק הספרים על חזי. בהגיעי לרחוב אני פותח בריצה, אני מדמיין את עצמי כארנבת הנרדפת בידי

הציידיים (לפני שנתיים עשינו את הקיץ בכפר וצפיתי במחזה). אני רץ ימינה, שמאלה, ימינה, אבל אינני יודע לאן לפנות. אני מדמיין שהפכתי לאויב הציבור מס' 1, שהכול מחפשים אחריו. אני ממשיך לרוץ באחת השדרות של כיכר אטואל, אני מבחין בשער כניסה של בית שנשאר פתוח ואני מתפרץ פנימה, מתנשם בכבודות ומזיע, וכשאימה מכווצת את מעי.

אני נועל את השער מאחורי. חושך, אינני רואה דבר, אבל לא אשלח יד אל מתג החשמל; מוטב כך.

איש לא יראה אותי. בגבי אל הקיר אני מתאמץ לשלוט בנשימתי, ידי רועדות, אני מתקשה לשלוף את ממחטה כדי לקנח את הזיעה ממצחי. דממה מוחלטת, אין כאן איש. אין מקום לשבת, לאט לאט אני מחליק אל אבני הרצפה הלחות, ופיסות טיח נושרות מן הקיר שגבי מתחכך בו.

אני נוחת בשלום, אך באפיסת כוחות, כאילו גופי התרוקן מכל תוכנו. הייתי רוצה מאוד לבכות, איש אינו מביט בי ולא יצביע בלעג על הנער בן ה-12 שנמלט מן המלכודת. אך הדמעות אינן באות, הן נתקעו לפני חצי שעה ועתה הן ממאנות לצאת, אולי הן בושות מעצמן! אני מתכווץ עם תיק הספרים בשתי ידי. אינני יודע כמה זמן נשארתי המום בתוך חצר זו. לבסוף אני מצליח לקום, לנקות איכשהו את בגדי ולהשתלט על עצמי כדי שאוכל לצאת כדרך ילד המתגורר בבניין.

אני שב הביתה מבלי להקדיש שנייה אחת של מחשבה לסיבת צאתי ממנו לפני כמה שעות. רחוק הוא המקלט בעל גלאי גבישי, רחוק מאוד. חולף שבוע. למזלי מופיע חברי, שלא הבין מדוע לא הגעתי אליו כמוסכם. אני ממציא הסבר סביר ולא מסובך מידי.

בו במקום קבענו מפגש חדש אצלו בבית, בשבוע הבא. הגעתי ללא כל בעיה, ומיד ניגשנו למלאכה. הוא הכין הכול מראש. מקלט בעל גלאי גבישי הורכב, כוון, נבדק (בידיו, כמובן, אני רק 'שוליה' שלו). מגיעה שעת הניסוי, ואני כמעט מתאכזב: המכשיר אינו קולט אלא את רדיו-פריס. אכן, הוא הזהירני מראש, אין זה פשוט. קליטת תחנות רחוקות אינה מובטחת בניסוי ראשון, אך אין להתיימש! ברגע זה ממש אני שומע אותו, להפתעתי, מזמזם לעצמו "רדיו פריס שקרן, שקרן, כי הוא גרמני, גרמני!" הפזמון זר לי לחלוטין, וכאשר אני שואל למקורו הוא משיב בחיוך: "מן הבי.בי.סי., לא מרדיו בעל גלאי גבישי!" אינני מבין. אז הוא לוחש באוזני כיצד, מתי, והתעלומה נפתרה. כעת אני חולק עמו סוד. הלוואי שהייתי אני במקומו!

כעבור חודש, בשעת ביקור שני אצלו, כשאני מנסה להפעיל את הרדיו, אני מפיל כתנועה לא-מוצלחת את המכשיר. הוא נשבר והופך לשלד חסר לב וקול. כל התנצלויותי אינן מועילות, זה קרה באשמתי וזה חסר תקנה, גרוע מתאונה. נעלתי את הדלת בפני תקווה, תקווה זעירה. מעטה עופרת עוטף אותי, אינני יכול להשילו מעלי.

הוא הזהיר אותי מלכתחילה, רדיו בעל גלאי גבישי הוא מכשיר שברירי מאוד. אבל חיי הנוכחיים, הלוואי גם הם שבריריים מאוד מאוד.

(מאמר זה מופיע באתר אלומים ובאישורם)



אני והרדיו

מאת: זאבן בלוך, 4X4KX

לחובבות הרדיו הגעתי דרך שני ענקים – יענקל'ה 4X1AH וטוביה 4X4GT. את יענקל'ה הכרתי כאשר הייתי חשמלאי של בקיבוץ נחשון, והוא תיקן את מכשירי הרדיו, והוא פתח בפני את עולם חובבות. ביקרתי בביתו הצנוע ברחוב הפרדס בתל אביב וגם בצריף של טוביה בשכונת נורדיה (לשעבר). הוקסמתי מהפעילות והחלטתי שאני מצטרף לחבורה. אבל איך? לא הייתי בחיל הקשר, הייתי חשמלאי אבל לא הבנתי ברדיו, ובעסקי אנטנות רק ידעתי טוב לטפס על עמודים עוד מימי עבודתי בנמל, כשהיה צורך להחליף מנורה בראש תורן באוניה שמתנדנדת על הגלים.



זאבן (זאב) בלוך 4X4KX בתחילת הדרך בשידורי AM

חיפשתי לימודי רדיו וגיליתי שאביו של אחד מחבריי להכשרה הוא מהנדס רדיו ומקיים קורסי ערב, לשמחתי הוא הסכים לקבל אותי ללא תשלום. הלימוד היה מעניין ונמשך כחודשיים, ואז התעוררה הבעיה הגדולה – כיצד לומדים מורס? ניסיתי ללמוד בעצמי, קניתי מפתח ובניתי זמזם אבל לא היה לי איפה לשמוע מורס. חיפשתי ומצאתי תקליט לימוד שאפשר היה להריץ אותו על פטיפון במהירויות של 45, 78 ו-33.

נגשתי למבחן, את החלק העיוני עברתי, אך במורס נכשלתי. רק אחרי אימון עצמי נוסף הצלחתי לעבור את מבחן המורס לדרגה ב', את הרישיון ואת ה-4X4KX קבלתי ביוני 1958. (גילוי נאות - מאז לא נגעתי במפתח מורס)...

אז היו נחוצים לי תחנה ואנטנה. בעזרתו של טוביה GT הצלחתי לבנות משדר עם מנורה סופית 6L6. מצאתי רדיו עם גלים קצרים ובניתי אנטנה דמוית HB9CV מצינורות השקיה על עמוד טלפון ישן בגובה 5 מטר, וב-15/7/1958 תחנת 4X4KX עלתה לאוויר. תנאי הקשר בשנים הללו היו מצוינים ועם התחנה הקטנה שהייתה ממוקמת באחד המקלטים בקיבוץ והאנטנה המאולתרת, הצלחתי לעשות DX יפים. בדקתי ב-Logbook שלי ולדוגמא – ב-15/1/1959 קיימתי קשר עם OR4VN – משלחת בלגית באנטארקטיקה!

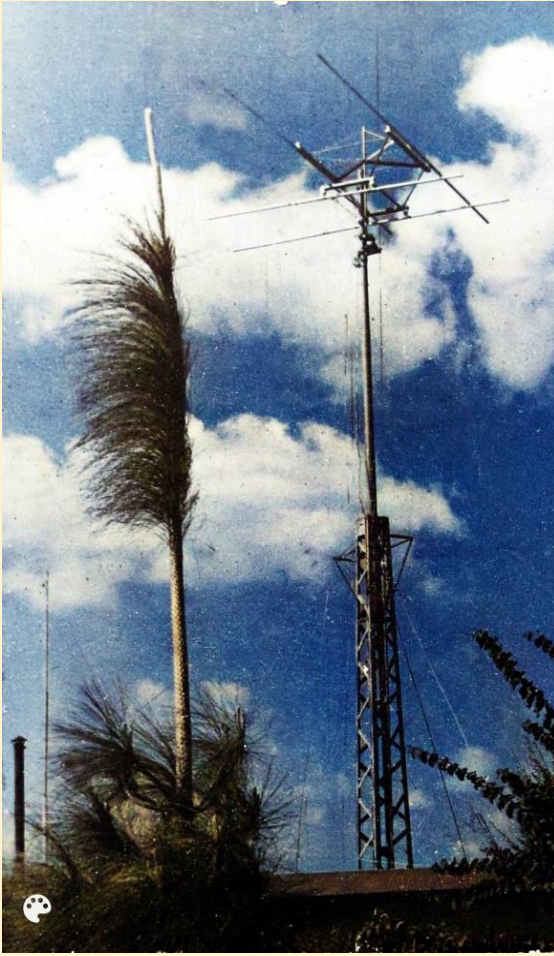
עם השנים שדרגתי את התחנה: "התקדמתי" למנורה סופית 807, ובשנות ה-60 הראשונות הצלחתי להשמיש מקלט "המרלנד" מעודפי מלחמת העולם השנייה ורכשתי משדר Johnson Viking. גם את האנטנה שדרגתי. בשלב הראשון חיברתי שני עמודי טלפון אחד על השני וקיבלתי אנטנה גבוהה עם אפשרות לסיבוב ידני (כלומר לצאת החוצה ולכוון את האנטנה ידנית). בשלהי שנת 1959 עברנו לחדר חדש בקיבוץ והייתי צריך עמוד חדש. חיפשתי פתרון טוב ונזכרתי כי בשטח ההפקר שבין הקיבוץ ללטרון נשאר עמוד אחד של מתח גבוה בעל 4 רגליים שלא נשדד בגלל כובדו. ארגנתי כמה חברים, טרקטור עם כבל ארוך ואת המסגר של הקיבוץ שהצטייד במבער חיתוך, למזלנו הרב הירדנים לא פתחו באש לגרש אותנו והצלחנו לחתוך את רגלי העמוד ולגרור אותו לקיבוץ.

למרכז העמוד הכנסתי עמוד טלפון עם אפשרות לשלוף אותו למעלה ע"י גלגלת. כדי להעמיד את הענק הזה הכנתי בור, מכונת בטון, וטרקטור גייסתי את כל הגברים בקיבוץ. מנוף לא היה ולכן כדי שהטרקטור יוכל למשוך ולהרים, היינו צריכים להרים תחילה בידים עד זווית של כ-20 מעלות. המבצע הצליח – העמוד גלש לבור ואז יצקנו בטון לבור ויישרנו את העמוד. לאנטנת הצינורות הוספתי עוד שני אלמנטים והתקנתי אותה על עמוד הטלפון. שלפתי אותו כלפי מעלה, בניתי מנגנון סיבוב מחלקי מערכת חקלאית ומנוע חשמלי וקיבלתי אנטנה מסתובבת בגובה של 15 מ'. המערכת המאולתרת והלא מקצועית עבדה 13 שנים עד שעברתי לגור בכפר בילו.

ביולי 1966 אני וג'ו ליברזון FV מקיבוץ סאסא הפעלנו את התחנות שלנו מהשומריה הרביעית שהתקיימה בחורשות שער העמקים וההתעניינות של מאות הצעירים בתחביב הייתה מעודדת. המשכתי לשדרג את התחנה ובשנת 1969 הזמנתי מקמ"ש Heathkit 100, הבנייה וההתקנות ארכו כחודשיים וב-11/4/1969 יצאתי בשידור SSB ראשון. התנאים היו טובים וה DX בהתאם.

לבקשת צה"ל חזרתי והתגייסתי לשירות קבע ביוני 1969 ומשנת 1970 ועד 1977, כאשר הגעתי לגיל פרישה מצה"ל, התחנה לא הייתה פעילה פרט לאפיזודה קצרה כאשר שירתי כמושל נפת הירדן. כאשר נרגעו הרוחות לאחר מלחמת יום הכיפורים, הורדתי את התחנה לתקופה קצרה ליריחו והצלחתי לצאת עם אנטנה Long Wire שפרסתי מעל מבנה המשטרה.

ב-1977 לאחר שהשתחררתי מהצבא, רכשתי אנטנה Hy-gain לשלשה גלים וגם מנוע לסבוב האנטנה, שהורכבו על עמוד קטן מעל הבית וחזרתי לפעול.



אנטנות HB9CV בראש המגדל

בגלי ה-HF הייתה פעילות מעניינת וה-Phone Patch הייתה דרך מצוינת להתקשר לחברים בחו"ל. ב-VHF היה לנו מועדון בוקר של חברי משכמי קום בדרך לעבודה.

השנים חלפו והגיע עידן המחשבים. ב-1984 שלמה הרץ 4X6LB עשה לנו קורס מחשבים. נסעתי לשם עם רן 4Z4KB ועם דובי 4X1KP. היינו כ-15 תלמידים, ואיתנו אהרון קירשנר 4X1AT שהיינו מעלים אותו במדרגות עם הכיסא לכיתה בקומה השלישית (לא הייתה מעלית בבניין של "עתידים"). נושא המחשבים שבה את ליבי. יחד עם רן היינו בין הראשונים לקנות מחשבים תואמי IBM. למדתי קצת תכנות, בניתי תוכניות עזר לעבודתי כמנהל בתנובה והייתי בין הראשונים שתנובה הסכימה להתקין לו מחשב אישי בעבודה.

התוצאה של כניסת המחשוב הייתה ירידה בפעילות של חובבות הרדיו, אך גם המשכתי בשיפור התחנה. לאחר שחברנו שלמה הרץ נפטר ממחלת הסרטן ב-1990, רכשתי את ה-Kenwood 930 שלו שהיה מכשיר מעולה בזמנו. ב-1991

אני ובננה בנינו עמודים של 18 מטר עם כרך לקיפול בגובה של כ-6 מטר לפי תוכנית שהוא מצא באחד מהמגזינים של החובבים. בניתי בסיס רציני, העמדתי את העמוד והרכבתי עליו

אנטנת Hy-gain ואנטנת רינגו ל-VHF והכל עבד טוב ויפה.

עוד עשור חלף, העבודה דרשה הרבה. נכנסתי לתחביב נוסף של צילום ועריכת וידאו. ומאחר ויש רק 24 שעות ביממה, הזמן לרדיו הצטמצם. לא הצלחתי לעקוב אחרי ההתפתחות הטכנולוגית בתחביב ולמעשה מ-2010, תחנת 4X4KX השתתקה.

מרבית החובבים בני דורי כבר SK, קשרים נותקו, והנה הגיע KX ג'וניור, ידידנו 4Z4KX שהחליט להעיר אותי מתרדמת החובבות ולהחזיר אותי בתשובה. הייתה לו כוונה טובה לחגוג לי 90 (ואפילו הכין לשם כך כובע מיוחד), וכן להגיע עם חברים לבדוק את התחנה ולעזור לי לחזור לפעילות. אך תכנית זו לא צלחה בגלל מחלתה ומותה של דרורה, אשתי וחברתי לחיים שנפרדתי ממנה אחרי 71 שנים ביחד.

בעזרת המשפחה והחברים אני מתארגן לצורת חיים אחרת וכאשר "אאסוף" את עצמי אחרי הטלטלה הקשה אבקש את מרק וחבריי החובבים לבוא לבדוק את התחנה ואולי להציע אולי לחדש ציוד ועוד, ובעזרתם אולי תחנת 4X4KX תעלה שוב לאוויר.



תחרות CQWW VHF 16-17 ליולי 2022

מאת מיכאל שוורץ 4Z1MS גרסה עברית מארק שטרן 4Z4KX

קבוצה מגובשת של חובבי רדיו שכבר השתתפו יחד בעבר בתחרויות רבות על 160 מ' מחוף דור, החליטו הפעם לנסות משהו חדש ולהשתתף בתחרות אחרת ב-VHF. אופי התחרות דרש למקם את התחנה במקום גבוה ופתוח לכל הכוונים, ואז הוחלט להתמקם בחניון לילה "רקפות" על הר כרמל בחיפה שגובהו 525 מטר. אחרי קבלת האישורים להפעלה מחניון הלילה, התחלנו לארגן ציוד לתחרות שכלל עמודים, אנטנות, מכשירי קשר, גנרטור, אוהלים, אוכל ואפילו שרותי שדה כימיים.

הקבוצה כללה 4 חובבים מנוסים בעלי ידע רב בתחרויות ובבניית אנטנות ועמודים מתקפלים וכמובן בהפעלה בתנאי שדה:

מיכאל - 4Z1MS, אנדריי - 4Z5LY, ארתור - 4X1MM, אלכס - 4Z4AK.

החברים הגיעו מוקדם בבוקר למקום והחלו להקים את התחנה והביאו את הציוד הנדרש. באופן בלתי צפוי, כמה שעות לפני תחילת התחרות הגיעו פקחים של רשות הגנים ושמורות הטבע וביקשו לפנות את השטח בדחיפות, בטענה שהמקום שאושר להם נמצא כ-300 מטר מהמקום בו נמצאו.

התנהל משא ומתן והסבירו לפקחים שהתחרות נועדה לייצג את ישראל בעולם והתחרות עומדת להתחיל בעוד כמה שעות, ואז התקבלו אישורים חדשים להפעלה במקום.

התחרות המיוחדת נמשכה 24 שעות, והנקודות נקבעו לפי המרחק בין התחנות.

הציוד כלל 3 מקמ"שים: TS-2000, IC-7300, K3 ומגבר ACOM 2100.

אנטנות el 9 ל-VHF וכן el 5 ל-50 MHz. החברים הפעילו ב-CW, FM, FT8, ו-SSB.

בסך הכל התחרות הייתה מוצלחת מאד. כל הציוד עבד ללא תקלות, כולל הגנרטור.

החברים עשו 204 קשרים עם תוצאה של 24.012 נקודות, שזיכתה אותם במקום ראשון כמובן בישראל, מקום ראשון באסיה ומקום חמישי בעולם.

היו קשרים מעניינים עם כמעט כל המדינות באירופה וקשר עם אוסטרליה על 50 MHz ב-FT8 במרחק של 11.295 ק"מ.

להצלחת התחרות תרם תכנון מוקדם, דבקות במטרה ושאיפה לנצח.

ניפגש בשנה הבאה.



רשת אלהוטית לתקשורת ספרתית לחירום של חובבי רדיו בישראל

מוגש למשרד התקשורת בהתייחס לקול קורא:

https://www.gov.il/he/departments/publications/Call_for_bids/14082022

מאת: ד"ר בן ציון שעל 4X1IL

מבוא

נושא החדשנות בין חובבי הרדיו אינו חדש. מאז ומעולם היו חובבי הרדיו בראש החנית. חובבי הרדיו תרמו להתפתחות התקשורת הבין אטלנטית מיד ולאחר הוכחת הישימות של מרקוני. התקשורת הספרתית בעקבות פרויקט "אלוהה" באוניברסיטת הוואי קיבלה מפנה פורץ דרך על ידי קבוצת חובבים בטוסון אריזונה שפיתחה ציוד ותוכנה תואמת תקשורת חובבית ואושרה ברשויות שם.

לא חסרים תובנות וחידושים שפותחו על ידי צוות הנדסי של חברות מסחריות שהיו בחלקם או רובם גם חובבי רדיו. לדוגמא ניתן לציין את התפתחות שיטת השידור חד פס יחיד בחברת קולנס, וגרסת השידור הדיגיטלי למכשירי קשר ניידים על ידי מוטורולה. והגורם לכך היא העובדה כי "מגרש המשחקים" של חובבי הרדיו הוא חובק עולם ומספר המשתתפים לכאורה הוא בלתי מוגבל.

"עשרת הדברות" של חובבי הרדיו, העשה ואל תעשה, קובעות כי חובבי הרדיו יהיה נאמן ופטריטי לעמו לארצו ולקהילה. יעמיד את עצמו וציודו לכלל בעת מצוקה וחירום הנדרשת. השילוב בין זה וידע חדשני טכנולוגי הוא שילוב מנצח.

רקע

בעשור האחרון התאחדו והתארגנו מספר קבוצות חובבי רדיו (לדוגמא AREDN) בארצות הברית לקידום הנושא. הם עושים שימוש בציוד מסחרי קיים ממספר מקורות, כך שעונה על כל הצרכים של ציבור החובבים המשתמשים. כל ההתקנים פועלים במסגרת ההספקים המותרים להפעלה בתחום התדרים המותרים לשימוש חובבי דה פקטו. המשותף לכל הציוד המומלץ להפעלה היא התוכנה שהוסבה בהתאם לדרישות הגורמים המוסמכים לרישוי (FCC) ואחרים. כל התקן הרשום במערכת מזוהה גם על ידי אות הקריאה של החובב המורשה המפעיל, שהוא בעל שליטה מלאה על תפקוד היחידה. במסגרת פיתוח התוכנה העצמי על ידי החברים בקבוצה הושם דגש על האופטימיזציה (mesh) של הקשר. המערכת קובעת את מסלול ההעברה של המידע בין תחנות הרשת השונות להצלחה מיטבית. בנוסף קיים פיתוח של תוכנות יישומיות להטמעת התקשורת החובבית במסגרת דואר אלקטרוני למשל, על תוכנות גלישה מקובלות התומכות במערכת, ועוד.

פיתוח הרשת התרחב גם ליבשת אירופה, ולאחרונה הצטרפו חובבים מטורקיה השכנה למערכת. לא מן הנמנע כי ארצות שונות ברחבי היבשת מחברים את הרשתות ביניהן. רוב הפעילות מתקיימת על תדרי החובבים בתחום 13 ו-6 ס"מ. כאשר בתחום התדר הנמוך יותר עומדים לרשות המשתמשים 4 ערוצי תקשורת בלעדיים, דבר המבטיח עמידות בתנאי תקשורת קשים הנחוצים בעיקר במצבי חירום בהם קיים מצב של עומס על תדרים משותפים עם כלל האוכלוסייה

הפעילות הישראלית

בארץ בוצעה פעילות ניסיונית להוכחת היתכנות. במסגרת זו נעשו קשרים בתדר 2.397 גה"ץ באזור מישור החוף מכפר יונה דרך חדרה ועד למרומי הכרמל בחיפה. הפעילות שנמשכה לאורך זמן הייתה חסינה מהפרעות ומפגעי מזג אוויר ומשינוי עונות לאורך השנה. המסקנות מההפעלה הראשונית הראתה כי מבנה הרשת, הטופולוגיה דומה פחות למקובל באירופה ובמקומות אחרים בארה"ב. המצב דומה למדינת קליפורניה שהיא בעלת ממד אורכי בחוף המערבי שם. מעבר לכך, ריכוזי הרשת המחולקת לפי ערים מרכזיות באירופה בכל ארץ וארץ, או בהתאם לחלוקה לפי מדינות שונות בארה"ב, לא תואמות את הדרישות והמחויבות של ציבור חובבי הרדיו המפעילים את הרשת בעיקר בעתות חירום ומצוקה. על כן נדרשת רשת ארצית שתתפרס לאורך מרכזי האוכלוסין בקו חיפה תל -אביב בראשונה. הרשת תכסה אז את מישור החוף הצפוני ואזור גוש דן המורחב. בשלב הבא תורחב הרשת לכיוון עמק יזרעאל הגליל העליון והתחתון ורמת הגולן, קישור שייתן מענה לכיוון עמק בית שאן והבקעה. במקביל יוקם קישור לכיוון ירושלים, אשדוד אשקלון ובאר שבע, שיורחב לנגב מצפה רמון ואילת.

הפעילות הרחבה עשויה להתרכז על תחום 13 ס"מ. הציוד הקיים והמאושר ליבוא הוא זול ונגיש לפרט. אם כי רוחב הסרט המובנה הוא מוגבל במידת מה, אזי ניתן לעבור לתחום של 6 ס"מ. בתחום הזה ניתן להרכיב אנטנות קטנות יותר, ותעבורת רשת נרחבת יותר.

במרכזי ערים וישובים לאורך מישור החוף ובמקומות נוספים בהם יש ריכוז של תחנות, ניתן להתקין תחנה ריכוזית שתשרת את התחנות המקומיות מחד, ותספק קישוריות לריכוז האחרים של הרשת.

המערכת המיועדת עצמה הינה מערכת סגורה שאינה מאפשרת קשר לעולם החיצון האינטרנטי. למעשה זו מערכת דמוית אינטרא-נט משרדית או מפעלית שנותנת קישור של דואר הודעות ודיבור על קווי הרשת בין החברים. בנוסף ניתן להתקין שרת שיכלול מידע עדכני של ספרות מקצועית וירחונים של קבוצות עולמיות אחרות וכו' להעשרת הידע של המשתמשים. בעיקרון מאד מומלץ שהרשת תהיה בפעילות יום יומית של החברים, על מנת שתתפקד כהלכה ביום פקודה. בעת כזו, ניתן להעמיד את הרשת לעזרת הגופים הממלכתיים שידרשו זאת לאחר אישור

המנהל הכללי על תעבורת צד שלישי. הגוף המוסמך העיקרי לדבר שהוא רח"ל – רשות החירום הלאומית אכן מכירה בעובדה שהיענות הפרט שהוא חובב רדיו בעל תחנה ניידת להגיע לאזור מוכה אסון היא המהירה ביותר מבין גופי ההצלה. בהערכה, ארבעים עד חמישים חובבי רדיו שישתתפו בפעילות יכסו את כל הנדרש ברחבי הארץ כולה, וכל המרכה הרי זה משובח.

פעילות חדשנית עתידית צפויה לבדוק היתכנות של שידור וקליטת נתונים בלוויין (קטארי) קבוע (סטציונרי) שתלוי מעלינו ועומד לשימוש חובבי רדיו באזורינו בתדר 2.4 גה"ץ, בעתות חירום.

סיכום

מיזם כזה כפי שנדרש במקומות אחרים בעולם חשוב ורצוי בארצנו על אחת כמה וכמה. ההוצאה הכספית היא מזערית, סדר גודל של מאתיים עד שלוש מאות שקלים חדשים, שיושגו על חובב הרדיו כפרט. הציוד הציבורי שהוא מעט יקר יותר ונע בין ארבעה לשש מאות שקלים חדשים יירכש על ידי הקבוצה.

דוגמא אחת מני רבות להירתמות לעזרה בנושא תקשורת נתונים בעת חירום היא הרשויות המקומיות. כאשר מערכת האינטרנט הציבורית עלולה לקרוס הגופים הללו ומרכז השלטון המקומי האמונים על פס"ח ומל"ח לא יתפקדו. ונשאלת השאלה מי יתפעל את המערכת? ובכן אותם חובבים שכבר לא נקראים לשירות ובמיוחד בני נוער חניכי המועדונים שהרשויות המקומיות יטפחו. אמנם דור ה"Z" אינו מעוניין כנראה בחובבות הרדיו הקלאסית. זה דור שנולד עם סמארטפון ביד. אך הנושא הטכני בכלל ותקשורת המחשבים האלחוטית בפרט יהיו מוקד משיכה. באם ראש הרשות רוצה תקשורת נתונים בלעדית בחמ"ל שלו בעת אירוע חירום, יהיה עליו לפתח את הנושא מבעוד מועד. בנושא זה עזרת המשרד בהכוונה שכנוע ופרסום, ומימון חומר לימודי בהחלט רצויה.

המיזם אינו דורש מהמשרד הקצאת תדרים מיוחדת לתפעול הרשת. הדבר היחיד שנדרש הוא החזרת השימוש בתדרים הבינלאומיים של אזור 1 שנלקחו לאחרונה מחובבי הרדיו בארץ בתחום 13, 9 וכן 6 ס"מ.

הערה: המסמך לעיל הוגש למשרד התקשורת בעקבות קול קורא של סמנכ"ל המשרד בנושא חדשנות. המידע במסמך מבוסס על ניסיון בשטח של הפעלה ניסיונית מצומצמת שנעשתה בפועל בעבר. כל הידע והניסיון שנצבר מאפשר הפעלה מעשית מהירה של הרשת בתפקוד מלא. לקריאה נוספת:

קבוצת וואטסאפ, הקבוצה לתקשורת ספרתית, אתר אינטרנט: <http://www.ildeg.org>
בן ציון שעל, הקבוצה לתקשורת ספרתית, תרמו והעירו: נפתלי בלבן, צבי ברץ.



Welcome to the English language section for February 2023

Tim Scrimshaw 4X1ST

In this month's edition, Rich Gussow 4Z1JJ tells us about his experience with the Greencube satellite, and report on a recent "parliament" of English-speaking hams. We'll look forward to the Bouvet Island DXpedition, and get an update from Zvi Kahn

The Greencube Satellite - IO117

I have been perating on low earth orbit (LEO) satellites for a few years now. Until recently, all the active amateur radio satellites (with the exception of QO-100), have been Low Earth Orbit (LEO) satellites. These satellites have a small footprint, with most passes lasting no more than 10-15 minutes.

Satellites with linear transponders operate in SSB, CW and digital modes, while other satellites operate FM. The International Space station (ISS) also has an FM repeater for amateur use. My most exciting contact was when I called CQ on the ISS, expecting to hear the usual stations from Italy, Greece or Turkey. Instead, NA1SS came back to me, operated by one of the astronauts in the ISS. It took about 5 months to receive the QSL card, showing how slow the postal service is between outer space and Israel.

The downside of the LEO satellites is that they are low earth orbit. I have worked stations as far east as India and as far west as Spain and England, but due to the low altitudes of the LEO satellites, the satellite footprints are relatively small, and stations outside of the footprint, such as North and South America, Japan and Australia are well out of range.

Greencube

The launch of the Greencube satellite, also known as IO-117, has been a gamechanger in terms of area coverage. The Italian satellite's primary mission is a micro-garden to experiment with farming in outer space. Fortunately, Greencube also has an amateur radio packet digipeater. The satellite is at a medium earth orbit (MEO) of about 6,000 km, and as a result has a much larger footprint than the LEO satellites, which typically

are at an altitude of 1,200 km or less. Contacts with distances in excess of 10,000 km are common.

Equipment Needed

In order to operate Greencube, you need a radio that operates SSB on UHF, a computer running the appropriate software and a UHF antenna. Due to the altitude of the satellite, a directional antenna is necessary, and a pre-amplifier is highly recommended. Many hams are using handheld antennas such as the Arrow, which can also be mounted on a tripod and rotated manually.

Although the satellite operates on 435.310 simplex, the effective frequencies for transmit and receive will be different due to the Doppler effect. Software such as SATPC32 can be used to control many radios and adjust the transmit and receive frequencies to account for Doppler.

The most used software is developed by UZ7HO, and you can download it here http://uz7.ho.ua/modem_beta/hs_soundmodem27.zip The software includes a virtual modem and a digipeater application where you can send and receive your messages. My stations consist of an Icom 9700, a WIMO X-Quad antenna, a Yaesu satellite rotor, and a preamplifier. I use the SAT controller from CSN Technologies, which interfaces with my radio, rotor and computer to control the radio frequencies and the antenna direction.

Satellite Packet Can Be Challenging

Operating Greencube is by no means easy. Many of my transmissions do not reach the satellite due to “collisions”, where two or more stations are transmitting at the same time. Depending on the level of activity, there are some days when most of my packets get through, and others when hardly any get through. If your frequency is off by even just a little bit, the software may not be able to decode packets and your transmissions may not reach the satellite. Finally, the digipeater is not the main function of the satellite, and often it is turned off with no warning due to the priority given to the primary mission of the satellite.

Working the World Through Satellite

Since the activation of the satellite in November, I have made over 150 contacts in 35 countries, including Japan, the Philippines, Brazil, Guadeloupe, South Africa,

Mauritius, Canada, and several stations in the United States, including some relatively rare states such as Montana and North Dakota. I have achieved the ARRL VUCC award for working and confirming 100 Grid Squares via satellite. I have also made a number of new friends who write to me via email or Facebook after our contact.

Israel is rare DX on the Greencube, and I get many QSL requests, usually via LoTW. It is good for my ego to be so popular. If you want to be popular too while trying a fun and challenging new mode, get on Greencube.

Upcoming Contests

The contest scene is reawakening after the holiday break. As ever, you'll find all the details at WA7BNM's Contest Calendar <https://contestcalendar.com/weeklycont.php>
Here are a few of the major events for February

- European Union DX Contest: 1200Z, Feb 4 to 1200Z, Feb 5 - CW, SSB
- CQ WW RTTY WPX Contest: 0000Z, Feb 11 to 2359Z, Feb 12 - RTTY (obviously...)
- ARRL International DX Contest: 0000Z, Feb 18 to 2400Z, Feb 19 - CW
- FTn DX Contest: 1200Z, Feb 25 to 1200Z, Feb 26 - FT4/FT8

English-Speaking Hams' Parliament

A group of Israel's English-speaking hams got together in Ra'anana earlier this month to catch up over some good food.



L-R: Howard 4X5HL, Zvi (John) 4X1ZS, Ted 4X1TS, Renato 4X6ST, Louis 4Z5OT, Aaron 4X6FB, Tim 4X1ST, and Howard 4X1ZZ.



L-R: Richard KA2KDQ, Howard 4X5HL and Ted 4X1TS

We're spread around the country and don't often get the chance to meet up, so it was great to see friends from Haifa and Jerusalem, as well as the centre of the country.

To the guys that couldn't make it: we missed you - and hope to see you next time. By the way, you don't need to be from an English-speaking country to join in - hi.

Update from Zvi Kahn (4Z1IX, G7VTU)

Zvi wrote to us from England to pass on the news that his long-time friend Steve Gilbert G3OAG is now SK. The two met up in 1962 as Zvi started out in amateur radio and had weekly QSOs from Israel to the UK after Zvi made aliya.

Zvi likes to keep in touch with Israel and occasionally pops up on our national DMR talkgroup (425) - if you hear G7VTU, please do give him a call (English or Hebrew is fine hi).

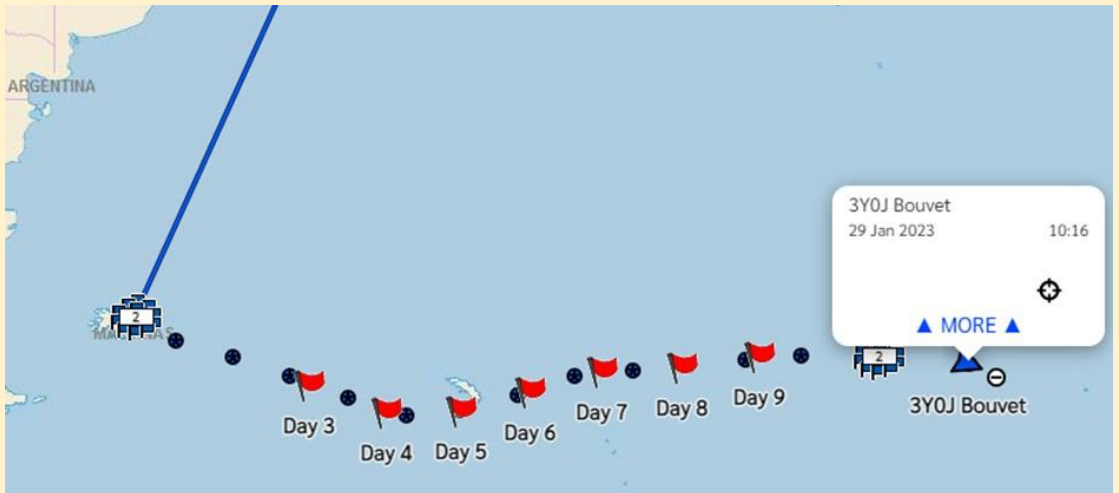
Bouvet Island DXpedition 3Y0J



According to Clublog, Bouvet is the 2nd most-wanted DXCC, after P5 North Korea. It's the world's most remote island, approximately 2500km south of South Africa. Bouvet is an uninhabited protected nature reserve.

Several attempts to reach the island have been made in recent years but abandoned at the last minute due to dangerous weather conditions making it impossible to land.

The current expedition has been two years in the planning and has raised over \$700,000 US. Most of that was needed for the journey to and from the island, equipment and supplies to support a two-month operation.



The team is now approaching the island, and are hoping to operate for 3-4 weeks, depending on conditions. We wish them the very best of luck. And good luck if you're trying to get that elusive DXCC - it really is going to be the mother of all pile-ups!



4X2M в конгесте CQWW VHF 2022

Михаил Шварц 4Z1MS



Всегда хочется попробовать что нибудь новенького, или испытать новые эмоции. Давно слаженная конгест-команда 4X2M, решила броситься из одной крайности в другую. Неднократно занимая призовые места в одном из тяжелейших соревнованиях CQWW 160m CW, решила попробовать себя в другом не очень легком соревновании CQ WW VHF. Было принято решение участвовать в CQWW VHF 2022. На этот раз команда состояла из четырех участников. 4X1MM Артур -оператор CW 50 mHz , 4Z4AK Александр - оператор CW FT8 50mHz, 4Z1MS Михаил - оператор FT8 50mHz и по совместительству - шеф повар, 4Z5LY Андрей оператор CW, SSB, FM 144mHz.

Итак по порядку. Первым делом нужно было определиться с позицией для конгест станции. Условия очень просты чем выше, тем лучше. Решено было работать с горы Кармель. Высота составляла 525 метров над уровнем моря, что уже было не плохо. И практически полностью открыто направление на Европу через море. Так как известно, что бы получить какое нибудь разрешение у нас нужно пройти ни одни врата ада. С этого и начали. Получили разрешение на работу с ночной стоянки Ракафот от Управления природой и парками. Дальше нужно было получить разрешение на работу с генератором. После всех

перепитий и согласований нужные разрешения были получены. Чему все очень обрадовались. На общем собрании контеcт-команды 4X2M решили все технические вопросы. После всех соображений за и против было принято следующее решение. Что основная позиция будет состоять из трансиверов Icom 7300 - FT8, Elecraft K3 - CW на диапазоне 50mHz и помощником служить усилитель Acom 2100. В контеcте он в основном он работал в паре с Elecraft K3, но иногда если у Icom 7300 не хватало его 100 ватт, переключали Acom в помощь. Для закрытия диапазона 144mHz трансивер Kenwood TS2000 с усилителем 200 ватт, все это работало на антенну Яги 9 элементов на мачте высотой 4 метра, с ручным вращением с шека. Конструктор Андрей 4Z5LY. Для работы на 50 мгц была куплена антенна Яги 50мгц с 5 эл на буме 6 метров. Она в последствии была установлена на мачту 11 метров, изготовленную Александром 4Z4AK, мачта вращалась поворотным устройством Ну Gain Ham4 у основания. Электропитания всего нашего оборудования осуществлялось с помощью генератора Kiprog IG4000, мощностью 4кВт, с авторегулятором оборотов двигателя и напряжения. В общей сложности он выдержал плотную работу в течении двух суток.

Ну что ж все было собрано, и мы отправились в путь. Часам к 12 на месте уже были я Михаил 4Z1MS и Андрей 4Z5LY, мы установили две палатки, одну под шек, вторую для проживания. Также Михаил прекрасно оборудовал жилое пространство. От палящего солнца нас укрывал небольшой тент. Под ним находилась наша обеденная зона, раскладной стол и стулья. Также была установлена отдельная палатка с биотуалетом. В последствии сыгравшую главную роль в этой истории. К часам 14 приехали Артур 4X1MM и Александр 4Z4AK. Началась основная часть этого проэкта. Установка антенн и всего прочего оборудования. К закату все основное антенное хозяйство и оборудование было установлено и подключено. Провели пару связей для проверки. Прохождение обещало быть отличным.

И к хорошему прохождению необходимо было еще и добавить хорошее питание. Чем я и занимался в перерывах от дежурств в эфире.

На следующее утро ничего не предвещало проблем. Плотно позавтракав, мы продолжили подготовку к соревнованиям. Начало контеcта в 18:00 UTC. Около 16 часов местного времени вдруг недалеко от нас останавливается машина инспекторов охраны окружающей среды. Они не просто вышли из машины, они вылетели из нее, как вроде бы увидели злостных нарушителей. Сразу задано куча вопросов. Что мы здесь делаем, и кто нас сюда пустил, и где наши разрешения, и дальше началось как обычно. Мы были ошарашены когда услышали что мы должны все собрать и уехать с этого места до захода солнца. Нужно было видеть наши лица. Начались уговоры и объяснения. Что мы к этим соревнованиям готовились очень долго - и это правда. Что у нас есть все разрешения и - это тоже правда. Как оказалась мы немного ошиблись с местом

нашей позиции, всего лишь на 300 метров. Мы остановились на верхушке горы, а ночная стоянка находилась чуть дальше. И это была главная проблема. После долгих разговоров инспекторов с их руководством по телефону, после кропотливого изучения наших разрешений, после того как они увидели возле генератора огнетушитель. Нашего заявления о том что мы защищаем честь Израиля на международной арене, и - это тоже правда. Они начали колебаться в своем решении нас выдворить. Последним аргументом было то, что мы так любим нашу природу что даже привезли и поставили биотулет. Это была наша первая половина победы в этих соревнованиях. Инспекторы приняли решение что мы можем остаться на этом месте на время соревнований, и после этого необходимо убрать и привести все место в первоначальное состояние. Что мы в последствии и сделали, все было убрано!

Берегите природу, Мать Вашу!

16.07.2022 18:00 UTC. Старт. Первая связь на VHF с 4Z5MZ, Андрей с почином. Через минуту связь Михаил проводит связь на 3200 km с финами OH2FQV в FT8. Это было превосходное начало, и придало нам еще больше уверенности в том что все сделано правильно. Прохождение есть, надо работать. Украина, Швеция, Италия, Польша, Германия, Нидерланды, Венгрия, Франция, Швейцария, Румыния... и т.д. У нас полтора часа пайлап, вся Европа. И в 19:30 UTC начинают работать Артур и Александр. Также пайлап, уже в CW, но не долго. К сожалению станций мало, снова возвращаемся в FT8 и продолжаем работать в плотном режиме до 21:00 UTC. Прохождения по тихоньку затухают. Дежури всю ночь по переменному, и это приносит пусть немного, пять QSO в нашу копилку победы. Это 01:57 E74BYZ - 2050km, 03:26 IR9K -1900km, 04:46 SX2I -1450km, 06:10 SV1DH - 1165km, 07:17 UN3G - 3835km!!! 09:29 CN8LI - 3900km, 10:28 MD0CCE - 3930km, и в правду магический диапазон! До 11:00 уже 17 июля продолжаем работать в FT8, после этого переходим на CW, станций не очень много. Снова возвращаемся в FT8, приятно сработать в контексте с A62A, и вишенькой на торте 11:58 VK8AW 11295km в FT8!!! И 17.07.2022 в 12:19 UTC мы провели радиосвязь с HA5OB в CW и закончили этот превосходный контекст.

Наши результаты по логу N1MM

50mHz CW QSOs 31, Pts 31, Grd 19

50mHz FT8 QSOs 170, Pts 170, Grd 96

144mHz FM QSOs 1, Pts 2, Grd 1

144mHz USB QSOs 2, Pts 4, Grd 0

Total QSOs 204, Pts 207, Grd 116, Score: 24012

Официальные результаты с сайта CQWW VHF:

QSO – 201, Mult 123, Score 24723

Rank: Israel #1, Asia #1, World #5

Из всего выше изложенного можно сделать вывод. Нужно стремиться к успеху и победе. И самое главное в этом правильная подготовка и планирование.




The Radio Amateur's Journal
Takes pleasure in awarding this Certificate of Merit to
4X2M
Operators: 4Z1MS 4X1MM 4Z4AK 4Z5LY
in recognition of your achievement in the 2022
World Wide VHF Contest
placing **#1 Israel** category
for the **Multi-Operator**
A total score of **24,723** points was computed on the basis of the
number of stations worked and grid squares contacted. In witness of this
achievement, we hereby affix our signatures on this day.

VHF Contest Director

Editor, CQ
#1 Asia
#5 World



צלול וברור? שמע ספרתי (DV – Digital Voice)

דניאל רוזן, 4X1SK

מבוא

חובבות הרדיו נמצאת בשנים אלה במעבר מתקשורת אנלוגית לתקשורת ספרתית, באופן דומה למעבר מאפנון תנופה לחדפס בשנות החמישים והשישים של המאה שעברה.

הפעילות של חובבי רדיו בתקשורת ספרתית מתמקדת כיום בתקשורת טקסטואלית,¹ כאשר אחד המחסומים למעבר לתקשורת דיבור ספרתית הוא שליטה מסחרית על הטכנולוגיה, באמצעות פטנטים.² בתקשורת בתג"ס/תא"ג, מחסום המעבר לתקשורת ספרתית 'פתוחה' נפרץ באמצעות יישום הטכנולוגיה של DMR.³ בתקשורת בת"ג מחסום זה נפרץ בשנים האחרונות באמצעות הטכנולוגיה של FreeDV.

העברת דיבור ספרתי באיכות סבירה בערוץ ת"ג בגלי רקיע מאתגרת, שכן מדובר בערוץ צר סרט (רוחב סרט של 2.3 קה"ץ),⁴ הסובל מדעיכות (fading) ושינויי תדר (Doppler shift), רבינותיב (multipath) ונפיצה (dispersion), רעש והפרעות. הערוץ מאפשר תקשורת ספרתית בקצב מוגבל, עם שיעור שגיאות גבוה יחסית, והדבר מקשה על שימוש בו לתקשורת דיבור ספרתית איכותית. הפיתוח של FreeDV אמור לתת מענה לכך.

האם חובבי הרדיו ייענו לאתגר, יתמודדו עם הטכנולוגיה, ויעברו לתקשורת דיבור ספרתית בת"ג?

מהו FreeDV?

FreeDV הוא פרוטוקול 'קוד פתוח' המאגד מודם, קודק בשם Codec 2 ותיקון שגיאות FEC,⁵ זמן כיישום שניתן להתקין במחשב אישי (חלונות, לינוקס, אפל) או כהתקן חומרה, מיועד לתקשורת דיבור ספרתית באמצעות מקמ"ש ת"ג של חובבי רדיו.

Codec 2 הוא מקודד דיבור ב'קוד פתוח' (open source) המאפשר תקשורת דיבור בקצבים בין 700 ל-3,000 סל"ש. מעבד זה דוגם את אות השמע בקצב 8 קס"ש, כאשר כל דגימה היא 16 סיביות, ובאמצעות עיבוד ספרתי מחלץ מהדגימות את הפרמטרים של אות השמע – רמה ספקטרלית

¹ פרוטוקול מקובל לתקשורת טקסטואלית מוגבלת הוא FT8, ערוץ ברוחב 50 הרץ בו משדרים 75 סיביות במשך 15 שניות, בקצב שידור של 5 סיביות לשנייה, מאזינים 15 שניות ושוב משדרים. ייחוד פרוטוקול זה הוא ביכולת לקיים קשר בעוצמות שידור נמוכות כאשר האות הנקלט הוא בסף הרעש.

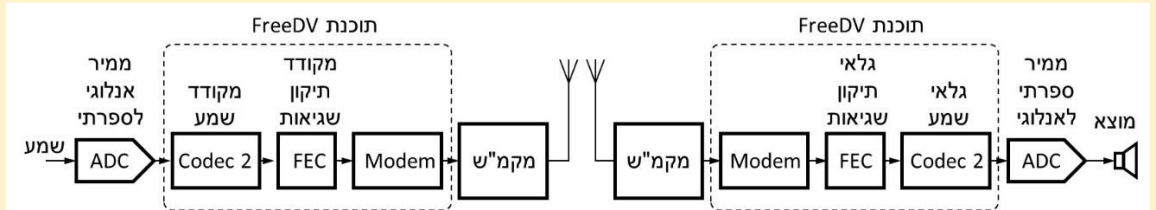
² הטכנולוגיה של קידוד דיבור ספרתי לשם שידורו בקצבים נמוכים נמצאת בשימוש מסחרי וצבאי מתחילת שנות השבעים.

³ אות הדיבור בפרוטוקול DMR (Digital Mobile Radio) מעובד בעזרת מקודד AMBE+2 לאות ספרתי בקצב 2,450 סיביות לשנייה, מקודד באמצעות FEC, ויחד עם איתותים וסנכרון יוצר ערוץ בקצב 4,800 סיביות לשנייה. המקודד הוגדר בתקן של ארגון התקינה ETSI, אחרי שבעלי הפטנטים התחייבו להעמידם לשימוש הציבור במחיר הוגן.

⁴ להשוואה: רוחב הסרט של ערוץ DMR, בו משדרים שני ערוצים בקצב כולל של 9,600 סיביות לשנייה, הוא 12.5 קה"ץ.

⁵ קודק, ראשי התיבות של Coder – Decoder, הוא התקן או תוכנת מחשב המקודד אות אנלוגי לאות ספרתי, ומפענח קידוד זה והופך את האות הספרתי לאות אנלוגי; שיטת תיקון השגיאות FEC (Forward Error Correction) מבוססת על הוספת יתירות למידע המשודר, כך שניתן לזהות נכונה כל מסגרת (Frame) גם אם יש טעות בקליטת מספר סיביות.

(Spectral magnitude), אנרגיה, חיזוי תיקון בתדר נמוך (Low frequency LPC Correction), קוליות (Voicing), והעיורור היסודי (Pitch). פרמטרים אלה 'נארוזים' במסגרת (Frame) עם אות סינכרון, עוברים קידוד לתיקון שגיאות (FEC), ומשודרים באמצעות מודם. בקליטה מבוצע תהליך הפוך, ומופק 'שמע מלאכותי' בהתאם לפרמטרים שנקלטו.⁶ מרשם מלבנים של מערכת FreeDV מתואר באיור מס' 1.



איור מס' 1: מבנה מערכת FreeDV

הפרוטוקול מפותח בהתנדבות, למען הציבור, בידי צוות בינלאומי של חובבי רדיו. הדמות המובילה במיזם FreeDV והמפתח של Codec 2 הוא דוד רו (David Rowe), חובב רדיו אוסטרלי באות הקריאה VK5DGR, חובב רדיו משנת 1981 (בהיותו בן 14) ובעל תואר ד"ר בעיבוד דיבור משנת 1999.⁷

אופני פעולה וביצועים

ניתן להפעיל את פרוטוקול FreeDV במספר אופני פעולה. טבלה מס' 1 מציגה את אופני הפעולה הניסיוניים בשימוש תקשורת חובבי רדיו.

איכות שמע ⁸	התמודדות ברבניתב Multipath	יחס אות לרעש מזערי [ד"ב]	תיקון שגיאות FEC	קצב שידור [סל"ש]	רוחב סרט [הרץ]	מודם	קודק	אופן פעולה Mode
3/10	טוב	2	-	1,400	1,500	14 Carrier QPSK + Diversity	Codec 2 700C	700C
	בינוני	-2	LDPC (224,112)	1,900	1,000	17 Carrier OFDM/QPSK		700D
	טוב	1	LDPC (112,56)	3,000	1,500	21 Carrier OFDM/QPSK		700E
-	-	-	-	800	2,000	4FSK	-	800XA
4/10	חלש	4	Golay (23,12)	1,600	1,125	14 DPSK + Pilot	Codec 2 1300	1600
	-	-	-	2,400	5,000	4FSK		2400B
7/10	טוב	2	LDPC (504, 396)	3,000	1,600	31 Carrier OFDM/QPSK	LPCNet 1733	2020
טוב	3	LDPC (112, 56)	4,100	2,100	29 Carrier OFDM/QPSK	2020B		

טבלה מס' 1: אופני הפעולה (Modes) של FreeDV

⁶ מערכת זאת מדמה את התהליך האנושי של הפקת קול: הוצאת אוויר מהריאות דרך מיתרי הקול יוצרת גל קול בתדר היסודי (pitch), העובר דרך חללי הדיבור (vocal tract – הגרון והפה, עם תנועת הלשון), המתפקדים כמערכת אקוסטית היוצרים 'פורמנטים' (תדרי תהודה) בגל הקול. הצליל היסודי מאפשר לזהות מי הדובר, הפורמנטים מאפשרים לזהות מה נאמר – מספר פורמנטים יוצרים פונמה, היסוד הקטן ביותר בלשון הנושא משמעות.

⁷ ראו ראיון עם דוד רו : <https://youtu.be/Nzf4XCCwHoI>

⁸ להשוואה: חדיפס מדורג 5/10 (בקליטת אות בעוצמה חזקה. המובנות מדרדרת כאשר יחס האות לרעש נמוך מ-10 dB), יישום Skype מדורג 8/10.

אופן הפעולה 700D מיועד לקשר 'סביר' בערוצי ת"ג 'גרועים'. הקול נשמע 'מכני' ו'רובוטי', אך המובנות טובה, והביצועים משופרים בהשוואה לחדפס: מובנות ערוץ חדפס מדרדרת ביחס אות לרעש קטן מ־10 ד"ב, ואינה מאפשרת תקשורת כאשר יחס האות לרעש נמוך מ־3 ד"ב, בעוד ערוץ FreeDV באופן פעולה 700D מאפשר קשר תקין ביחס אות לרעש של 2- ד"ב.⁹

אופן הפעולה 1600 מיועד לקשר בערוצי ת"ג 'טובים'. הקול נשמע מעט יותר נעים ומובן בהשוואה ל־700D. אופן הפעולה 2020 משלב את הטכנולוגיה החדשנית של קידוד דיבור ברשת עצבית מלאכותית (neural net speech coding), לתקשורת איכותית בערוצי ת"ג 'טובים'. הוא פועל רק עם מעבדים תוצרת אינטל שיוצרו לאחר שנת 2020. אופן הפעולה 2020B הוא שיפור של אופן הפעולה 2020, שהניסויים בו החלו בפברואר 2022, והוא עדיין בפיתוח. באופן פעולה זה יש פוטנציאל לשיפור איכות השמע.

אופני הפעולה 800XA ו־2400B מיועדים לתג"ס/תא"ג.

תוכנת FreeDV

תוכנת FreeDV היא תוכנה חנימית בסיסית המאפשרת תקשורת דיבור ספרתית בפרוטוקול FreeDV. המשתמש מוריד מהאינטרנט את גרסת התוכנה המתאימה למערכת ההפעלה של מחשבו ומתקין את התוכנה (בתהליך עליו להתגבר על מערכות ההגנה של המחשב, המתריעות על כך שהתוכנה לא מאושרת ו'מסוכנת').¹⁰ בהפעלה הראשונה הוא מתבקש להגדיר את אביזרי השמע (בקליטה: מבוא השמע לתוכנה, הוא מוצא השמע מהמקמ"ש; מוצא השמע של התוכנה, הוא הרמקול של המחשב. בשידור: מבוא השמע לתוכנה, הוא המיקרופון של המחשב; מוצא השמע של התוכנה, הוא מבוא השמע למקמ"ש). היה וברצונו לשדר, עליו להגדיר כיצד תועבר למקמ"ש הודעת 'לחץ לשידור' (PTT).¹¹ רובנו, עם מחשב אישי שכבר מחובר למקמ"ש לצורך תקשורת ספרתית (כדוגמת FT8 עם תוכנת WSJT-X), לא יתקשו בכך.

בגלי החובבים של 10 מה"ץ ומטה נפעיל את המקמ"ש ב־LSB. בגלי החובבים הגבוהים יותר נפעיל את המקמ"ש ב־USB. מומלץ לקרוא באופן פעולה 700D, שהוא אופן הפעולה המאפשר תקשורת בתנאים הגרועים ביותר. תדרים מקובלים הם 3.625, 3.643, 3.693, 3.697, 7.177, 14.236, 14.240, 18.118, 21.313, 24.933, 28.330 ו־28.720 מה"ץ.

בקליטה, שידור FreeDV נשמע כמו זמזום יתוש. יש לכוון את המקלט ל־ ± 60 הרץ מתדר השידור (קל לעשות זאת עם ה'מפלי' (Waterfall) של תוכנת FreeDV), והתוכנה י'תנעל' על האות הנקלט. בעת הזאת, התוכנה קולטת ברזמנית את כל אופני הפעולה המשמשים לתקשורת ת"ג (700C/D/E, 1600, 2020), מזהה אוטומטית את אופן הפעולה הנקלט ומסתכרנת על האות הנקלט. מהירות הסינכרון תלויה באיכות הערוץ – בדרך כלל הסינכרון מהיר. בערוץ גרוע הסינכרון נמשך מספר שניות.

באופני הפעולה של 700D ו־2020 יש השהיה של האות (latency) עד כ־2 שניות. באופני פעולה אחרים, ההשהיה נמוכה יותר.

⁹ אופן הפעולה 700D הוא עם מקודד דיבור זהה ל־700C, עם תיקון שגיאות ומודם משופרים. 700E הוא וריאנט עם מסגרת קצרה (80 מילי שנייה) המקטינה את ההשהיה, מקצרת את משך הסינכרון ופועלת טוב יותר בערוצים עם דעיכות מהירות.

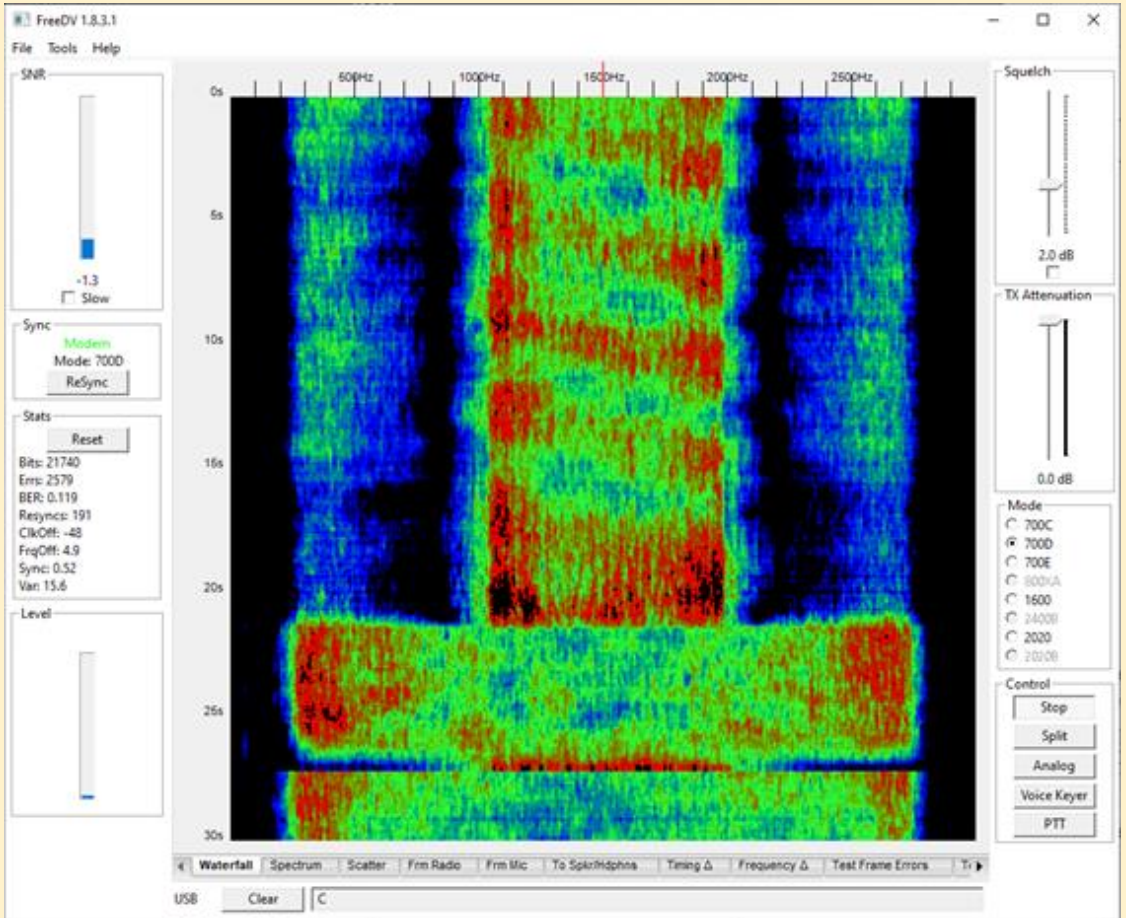
¹⁰ ניתן להוריד את התוכנה באתר: <https://github.com/drowe67/freedv-gui/releases>

¹¹ התוכנה כוללת 'ספרייה' (HamLib) לתקשורת טורית למקמ"שים המקובלים, לצורך הפעלת PTT.

תקשורת FreeDV דומה לתקשורת את"ד (FM), בכך שהאות החזק 'מנצח', והאות החלש לא נשמע. לכן חשוב לשמור על 'משמעת רשת', ולהעביר את השידור בצורה ברורה לתחנה מנגד.

אופן פעולה זה עדיין לא נמצא בשימוש רחב. יישום אינטרנט, בשם FreeDV HF QSO Finder, מאפשר לתאם הקמת קשר עם חובבי רדיו אחרים בעולם, כדי להתנסות בהפעלה באופן פעולה ייחודי זה.¹²

איור מס' 2 מציג את מסך תוכנת FreeDV בקשר באופן פעולה 700D כאשר נקלט אות על סף הרעש, ביחס אות לרעש של 1.3- ד"ב. איורים מס' 3 ו-4 מציגים את המסכים העיקריים של תוכנת FreeDV באופני פעולה שונים, כדי להשוות ביניהם.

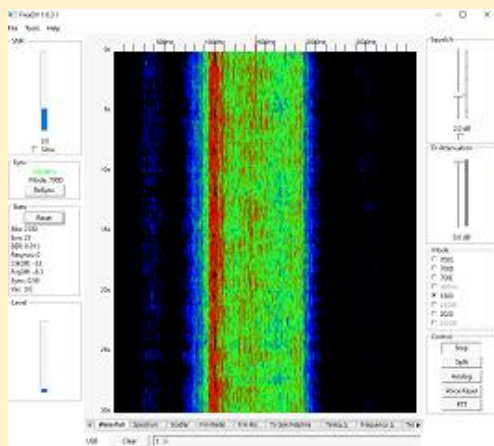


איור מס' 2: מסך תוכנת FreeDV בקליטה בסף הרעש

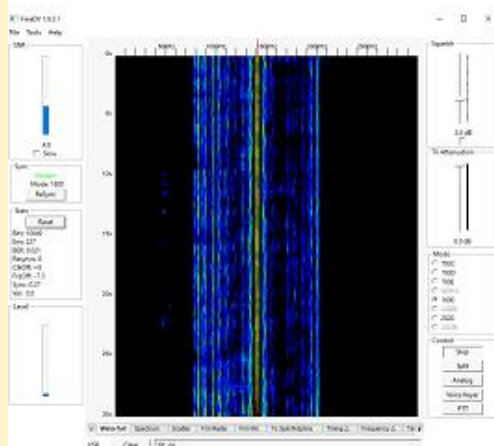
קשר באופן פעולה 700D עם SV8ENI, Kostas, 14.236 מה"ץ, 0630 (UTC), 16 אוקטובר 2022. SV8EUP שידר בהספק 20 וואט.

האות נקלט ביחס אות לרעש שני בין 0 ל-1.5 ד"ב. בחד"פס לא ניתן היה לשמוע דבר. ב-FreeDV הייתה איכות שמע יסבירה' ללא רעש רקע.

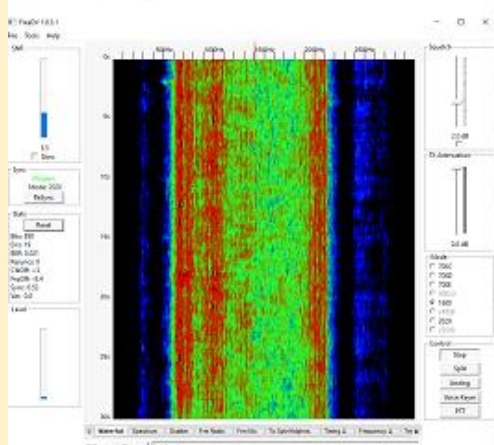
¹² ראו: <http://qso.freedv.org/>



אופן פעולה 700D

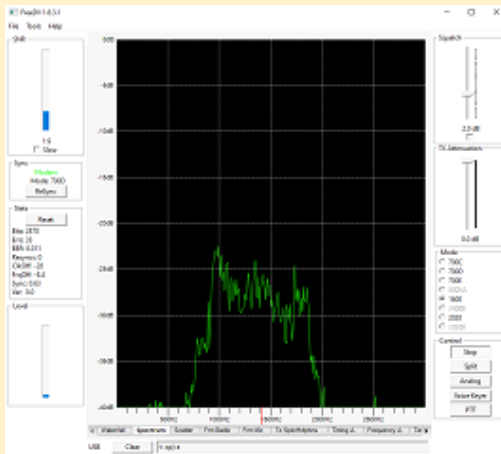


אופן פעולה 1600D

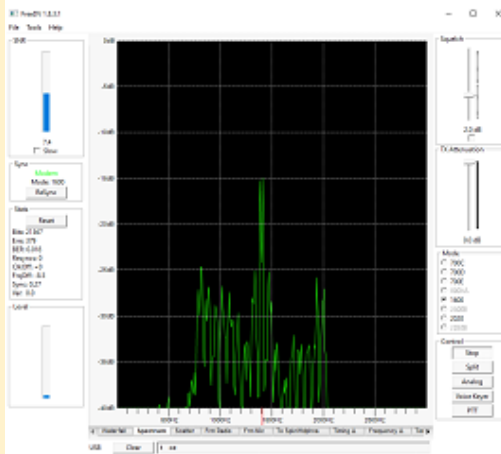


אופן פעולה 2200D

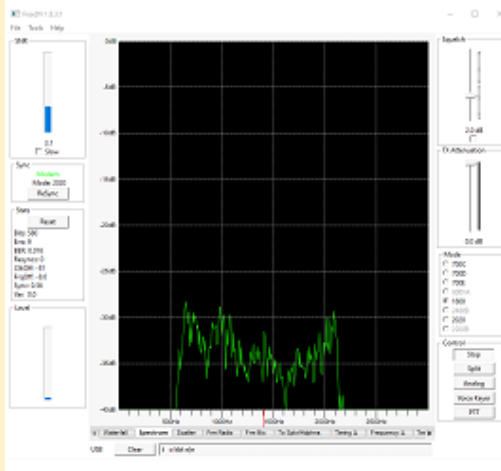
איור מס' 3: מסך תוכנת FreeDV באופני פעולה שונים: מפל (Waterfall)
 קשר עם חנן, 4Z1DZ, 28.330 מה"ץ, 17 אוקטובר 2022 (הטווח – 17 ק"מ).
 4Z1DZ שידר בהספק 100 ואט. הקליטה בחדפס הייתה 55 (קשר טוב, רעש רקע גבוה).



אופן פעולה 700D



אופן פעולה 1600D



אופן פעולה 2200D

איור מס' 4: מסך תוכנת FreeDV באופני פעולה שונים: ספקטרום האות הנקלט
 קשר עם חנן, 4Z1DZ, 28.330 מה"ץ, 17 אוקטובר 2022.
 האות המנחה (Pilot), במרכז, מסומן בקו אדום.

התנסות בהפעלה על גלי האתר

התנסיתי במספר קשרים עם חובבים באירופה, בעיקר על 20 מטר. רוב הקשרים היו באופן פעולה 700D. עקב מיעוט המשתמשים בטכנולוגיה של FreeDV, לא קוראים CQ, אלא מתאמים את הקמת הקשר באמצעות האתר FreeDV HF QSO Finder. במספר קשרים לא ניתן היה לקיים קשר בחדפס, אך ניתן היה לקיים קשר באופן פעולה 700D.

קיימתי ניסוי קשר ממושך בתוך הארץ, בנתיב בו קשר החדפס היה חלש אך יציב, להתרשמות השוואתית בין אופני הפעולה השונים. בקשרים אלה נוכחתי לדעת כי איכות השמיעה רחוקה מהאיכות המעולה של תקשורת ספרתית ב-DMR, ופחות טובה ויטבעית מחדפס, אך 'סבירה' – הקול 'מכני' ו'רובוטי', אך השמע בהחלט מובן, ואין רעשי רקע.¹³

ככל שעולים בקצב הקידוד יש שיפור מסוים, אם כי לא דרמטי, באיכות השמע. אופן פעולה 1600 נשמע מעט יותר 'נעים' מאופן פעולה 700D, ואופן פעולה 2020 נשמע מעט יותר 'נעים' מאופן פעולה 1600. המובנות הייתה בהחלט סבירה, בכל אופני הפעולה.

שידור FreeDV כולל מרכיבים ספקטריים שעוצמתם משתנה, ולכן מד הספק במוצא המשדר 'רוטטי'. בהתאם לקבוע הזמן של מד היג"ע. ההספק היעיל הוא כמחצית או פחות מההספק השיאי.

בדומה ל-DMR, יש להתחיל לדבר מספר שניות לאחר לחיצה על לחצן השידור, כדי לאפשר למקלט להסתנכרן, ובתום השידור יש להמתין מספר שניות עד ששומעים את התחנה שמנגד.

תכונה נחמדה של התוכנה היא שליחת אות הקריאה בהודעת טקסט קצרה במקביל לדיבור, בקצב של 25 סיביות לשנייה.

ההתרשמות היא שהטכנולוגיה פועלת, מאפשרת לבצע קשרים, יש בה פוטנציאל רב, אך היא עדיין לא מציגה שיפור דרמטי בהשוואה לחדפס, ובמצבה הנוכחי לא תבצע 'מהפך' בתקשורת דיבור של חובבי רדיו (בדומה למהפך שהטכנולוגיות הספרתיות עשו בתקשורת טקסטואלית). התקדמות טכנולוגית ושיפורים נוספים, ככל שייעשו, ישנו את התמונה.

¹³ ניתן להתרשם מהדגמת קשר FreeDV בסרטון : <https://youtu.be/ovAJBkOWKZ4>



מי המציא את האנטנה המודפסת

MUNSON ו- DESCHAMPS

פרופ' עלי לוי, מכללת אפקה להנדסה, תל אביב ElyL@afeka.ac.il

הרעיון של אנטנה מודפסת (או אנטנת מיקרוסטרפ) תואר לראשונה על ידי Deschamps and Sichak בשנת 1953 ונרשם כפטנט על ידי Gutton and Baissinot בשנת 1955. האנטנה פורסמה בספרות המקצועית כמוצר מעשי על ידי Munson ו- Howell במקביל בשנים 1972-1974 ומאז זכתה לתהודה רבה ולמגוון שימושים רחב ביותר. בכתבה זו נסקור את ראשיתה של האנטנה הזאת ונסה להבין מדוע רוברט מונסון (1940-2015) נחשב כממציאה העיקרי.

הקדמה

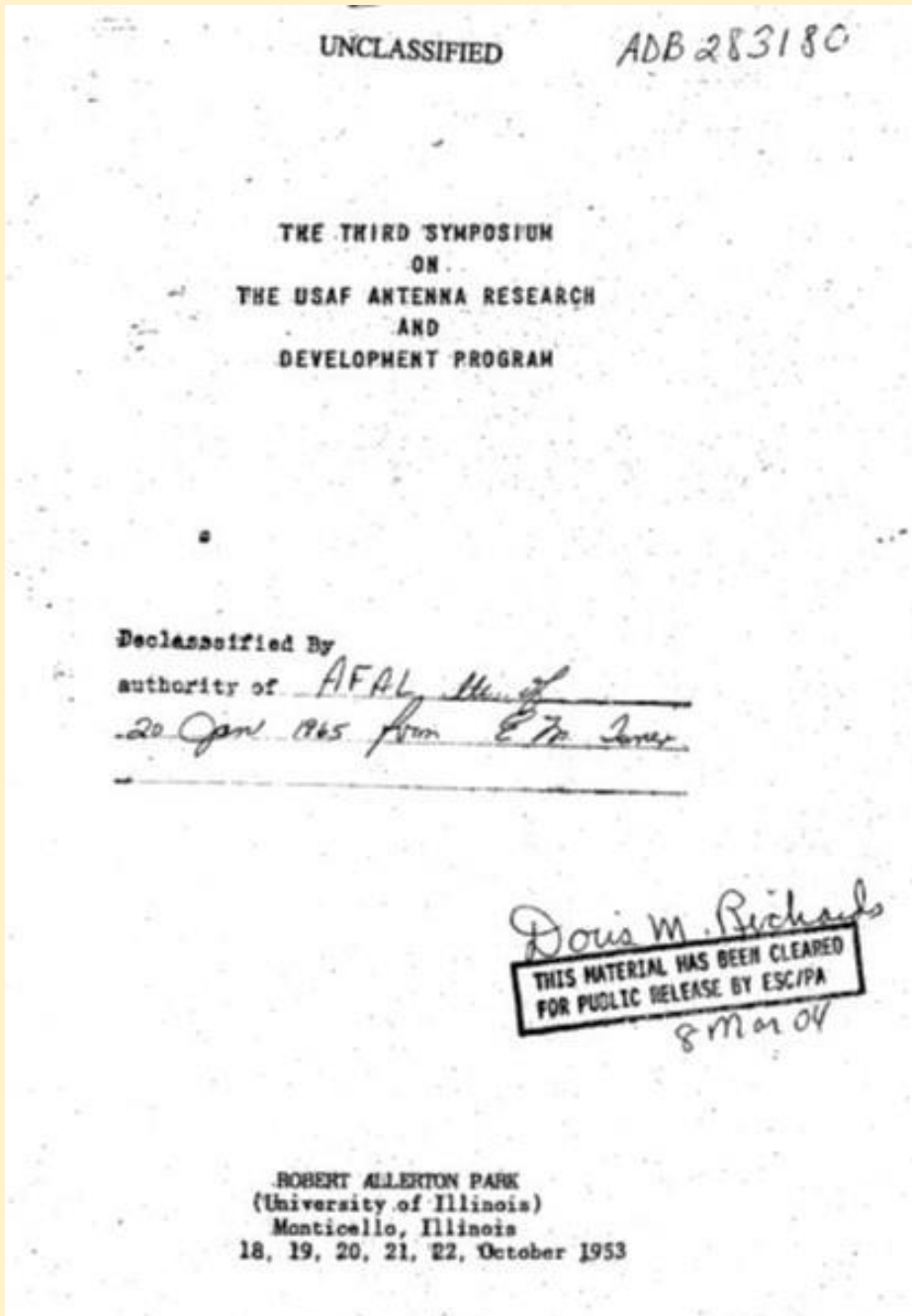
אנטנות מודפסות מהוות מרכיב מהותי במערכות תקשורת צבאיות ואזרחיות בתחומי הרדיו האלחוטי והמיקרו-גלים. אנטנות אלו מיוצרות בטכנולוגיה של מעגלים מודפסים על גבי מצעים פלסטיים דקים. הן מתאימות לשילוב עם מכלולי שידור וקליטה וזולות מאד בייצור. לאנטנות אלו מספר יתרונות בסיסיים על פני אנטנות אחרות כמו שופרים וצלחות והם: משקל ונפח קטנים, פשטות בייצור, שילוב טבעי במעגלים מוכללים והאפשרות לעצב מערכים קונפורמיים על פני משטחים אווירודינמיים. הפוטנציאל היישומי שלהן בא לידי ביטוי במערכות בהן יש חשיבות רבה לנפח ולמשקל כמו מערכות תקשורת ניידות ומוטסות, תחנות לקליטה והעברת מידע דרך לוויינים, מערכות ניווט והנחייה של כלי נשק. שלוש מגבלות בסיסיות של אנטנות אלו הן: רוחב פס תדרים מצומצם, יעילות נמוכה במערכים גדולים עקב הפסדים ברשת ההזנה, הספק שידור מוגבל עד עשרות וואט ממוצע בגלל הפסדי בליעה ומוגבל עד מספר קילוואט בשידור דפקים בגלל מתח פריצה בקווי ההזנה.

סקירות היסטוריות מן השנים האחרונות [1]-[4] המתארות את התפתחות האנטנות המודפסות, הן בהיבט של האלמנט הבודד על צורתיו השונות והן בהיבט של מערכי אנטנות, מראות כי התיאורים הראשונים פורסמו בשנות החמישים של המאה העשרים על ידי Deschamps and Sichak [5] ואחר כך Gutton and Baissinot [6]. ניתן גם למצוא פרסומים בשנות ה-60 [7]-[9] אך הפריצה המשמעותית התרחשה בתחילת שנות ה-70 עם מאמריהם רבי ההשפעה של Munson [10],[12] ושל Howell [11],[13]. לאחר התהודה הרבה שצברו מאמרים אלו, ובייחוד בשל העובדה שניהם עבדו בתעשיית החלל (Munson בחברת Ball Aerospace ו-Howell ב-NASA), פותחו אנטנות מעשיות רבות לצד שפע רב של פרסומים, פטנטים וספרי עיון.

המאמר הראשון משנת 1953

הרעיון של אנטנה מודפסת, או קרינה מתוכננת מקו מיקרוסטרפ הועלה לראשונה על ידי שני חוקרים אמריקאים Deschamps & Sichak במהלך יום עיון של חיל האוויר האמריקאי בשנת 1953 [5]. יום העיון נערך בפארק Robert Allerton באילינוי, בהשתתפות קהל מצומצם יחסית. Deschamps הציג הרצאה על Microstrip Microwave Antennas ותאר כיצד קו תמסורת מודפס עם משולש מתכת בקצהו, עשוי להוות מקרן שימושי. מעיון בעמוד הראשון של המאמר רואים ששם המרצה המקורי הוא Georges Deschamps ולידו נוסף בכתב יד השותף למאמר

William Sichak. ברוב הספרים וכתבי העט נשמט שמו של Sichak ו-Deschamps מופיע ככותב היחיד. במאמר המקורי מוצגים בבירור גרפים של גלים עומדים, דיאגרמות סמית ועקומות קרינה. ניכר היטב כי המאמר המקורי אינו רק "הפרחת רעיון" אלא הוא מכיל תיעוד הנדסי מפורט על מאמץ הנדסי שלם ועל יצירה מוחשית של אנטנה שלמה ועובדת. הגיאומטריה של המקרן היא בצורת משולש או של סקטור מוצמדים לשופר מישורי נפתח, צורת שכבר אינן מקובלות כיום.



עמוד השער במאמר הראשון משנת 1953

MICROSTRIP MICROWAVE ANTENNA

By Georges Deschamps ^{and} W. Sichak
Federal Telecommunication Laboratories

Contract AF33(038)-13289

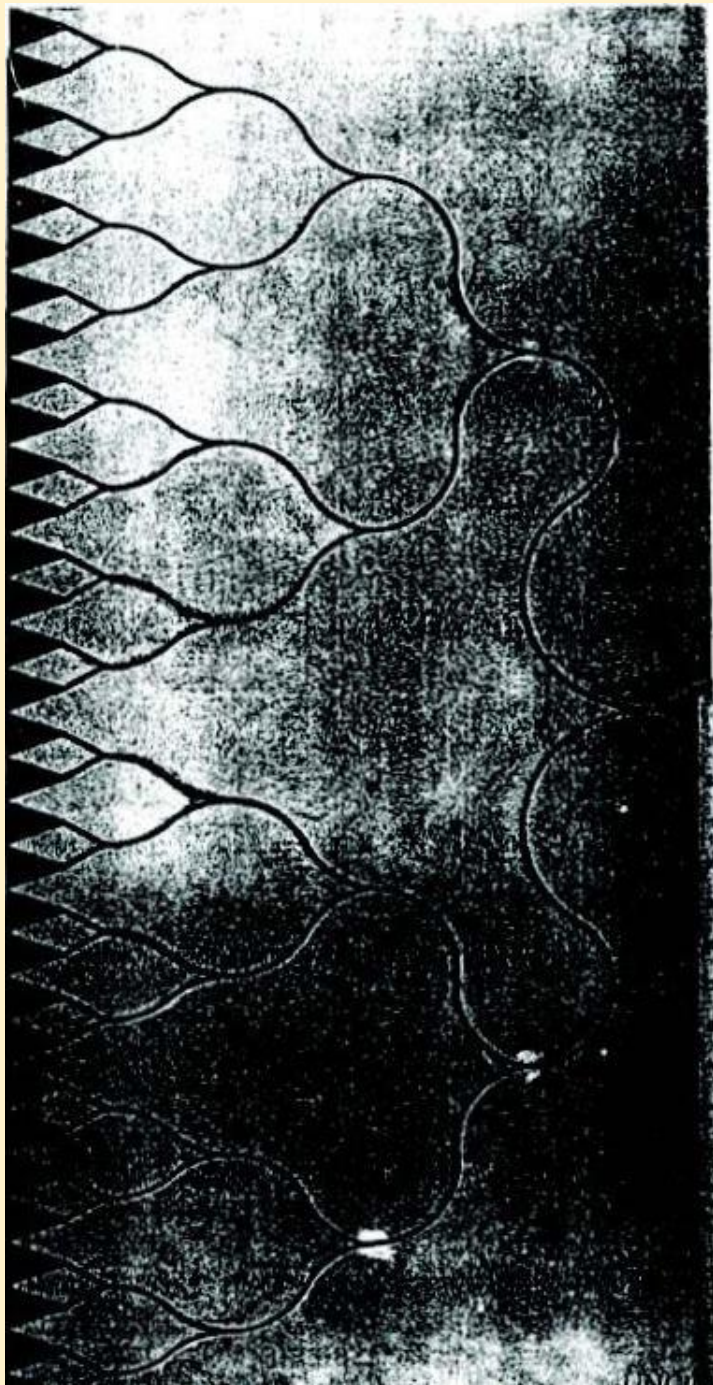
INTRODUCTION

The problem was to obtain a high resolution, X-band antenna with shaped vertical-pattern and a horizontal beamwidth of less than one degree. The usual solution of using a long linear array feeding a cylindrical reflector was adopted and it remained to design the linear array, which in the present case was to be 300 wavelength long.

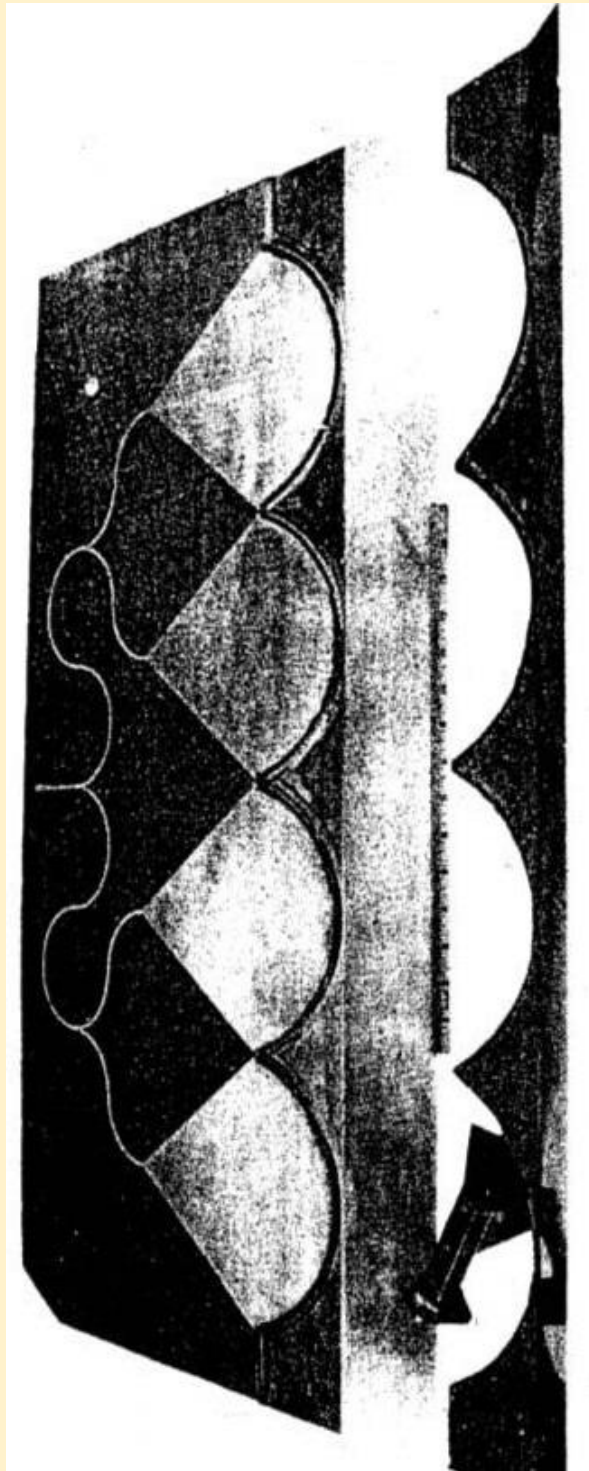
Methods for obtaining such an array are: 1) The pillbox or sectoral lens, 2) The end fed slot array, 3) The linear array where all elements are fed through equal lengths of waveguide. With the second solution the pattern varies with frequency and the design is complicated by mutual effects between slots. The first and third solutions avoid this difficulty and are essentially similar; in (1) the power distribution is done continuously by spreading of the wave and bending by refraction or reflection, in (2) it occurs at the junctions along the feed system.

The third solution with standard waveguides makes a rather bulky system. In the present case since about 300 radiating element spaced one wavelength apart had to be fed, 255 or 511 two-way power dividers would be needed. The recent development at FTL of the microstrip removed this objection and it was decided to investigate a solution based on this transmission medium.

העמוד הראשון במאמר הראשון משנת 1953

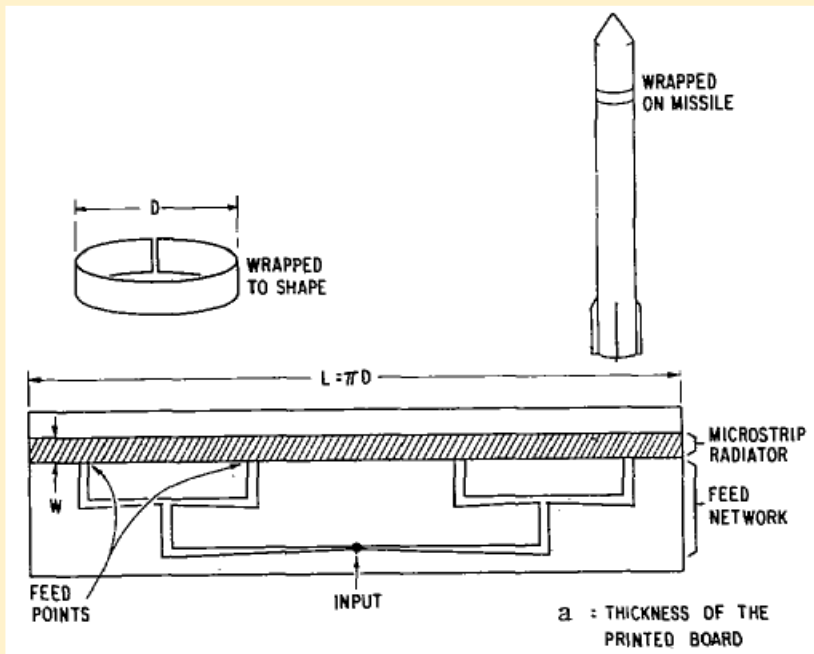


מסיכה של שורת מקרנים עם 32 אלמנטים ורשת הזנה



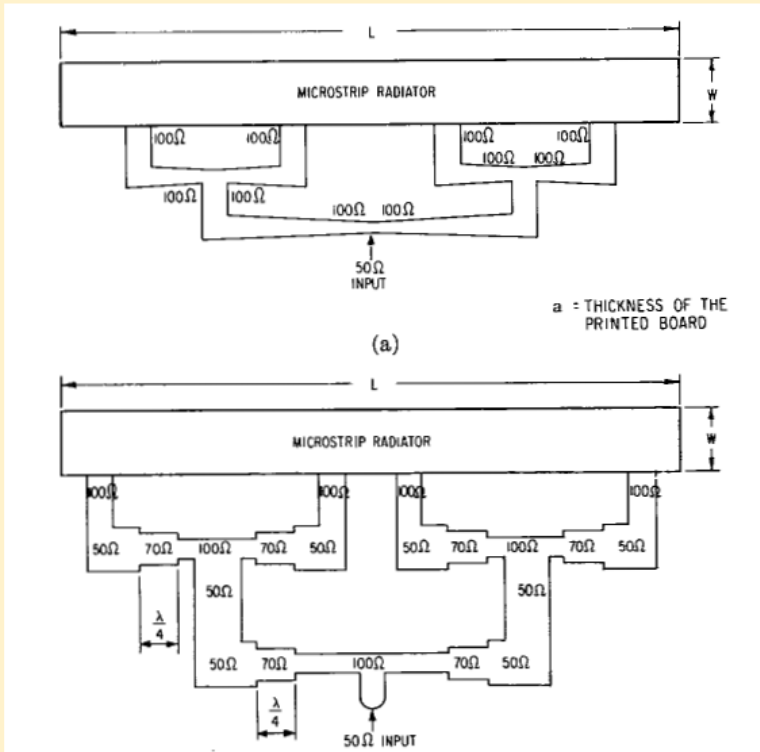
מסיכה של 4 מקרניים רחבי סרט עם רשת הזנה

Robert (Bob) Munson מהנדס צעיר שסיים תואר ראשון בהנדסת חשמל באוניברסיטת אילינוי ותואר שני בהנדסת חשמל באוניברסיטת דרום קליפורניה, הצטרף לחברת Ball Aerospace בעיר בולדר, קולוראדו. בתקופה זו התעוררה התעניינות מחודשת באנטנות שטוחות וגמישות עבור יישומים צבאיים ויישומי חלל. מונסון הכיר היטב את הצרכים של חיל האוויר, חיל הים וסוכנות החלל ומאידך השכיל לנצל יכולת טכנולוגית למימוש אנטנות שטוחות על טילים ועל גופים חלליים. בהרצאה היסטורית באוקטובר 1972 [10] ובהמשך במאמר משנת 1974 [12] הוא תאר אלמנט רחב, כרוך סביב גליל, עם נקודות הזנה אחדות. המאמר הכיל גם פירוט הנדסי ראוי כיצד האנטנה נבנתה וגם הוכחה מעשית ליישום הנדרש. מונסון גם הראה כיצד ניתן לשלוט על הפאזה בעזרת דיודות PIN ובכך לממש גם מערכים סוקרים מבוקרים על ידי הפאזה של כל אלמנט. מונסון פרסם כ-30 פטנטים, רובם בתחום האנטנות. נפטר באוגוסט 2015.

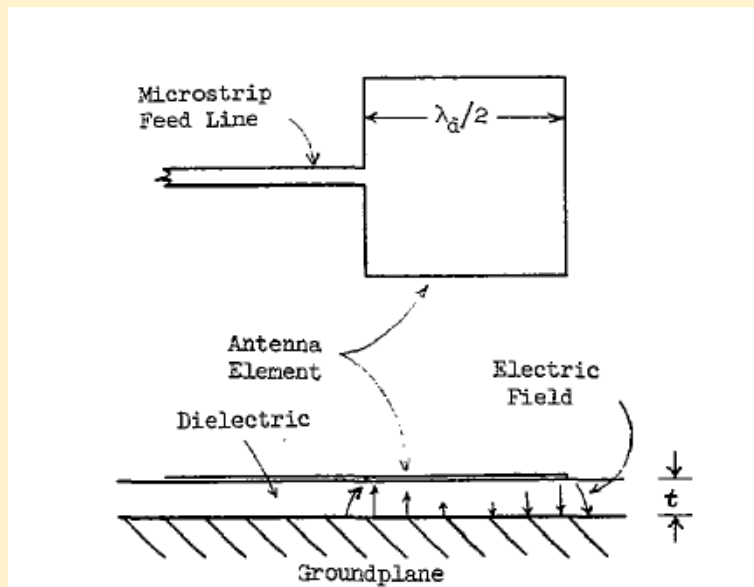


האנטנה המקורית של Munson הנכרכת סביב גוף גלילי

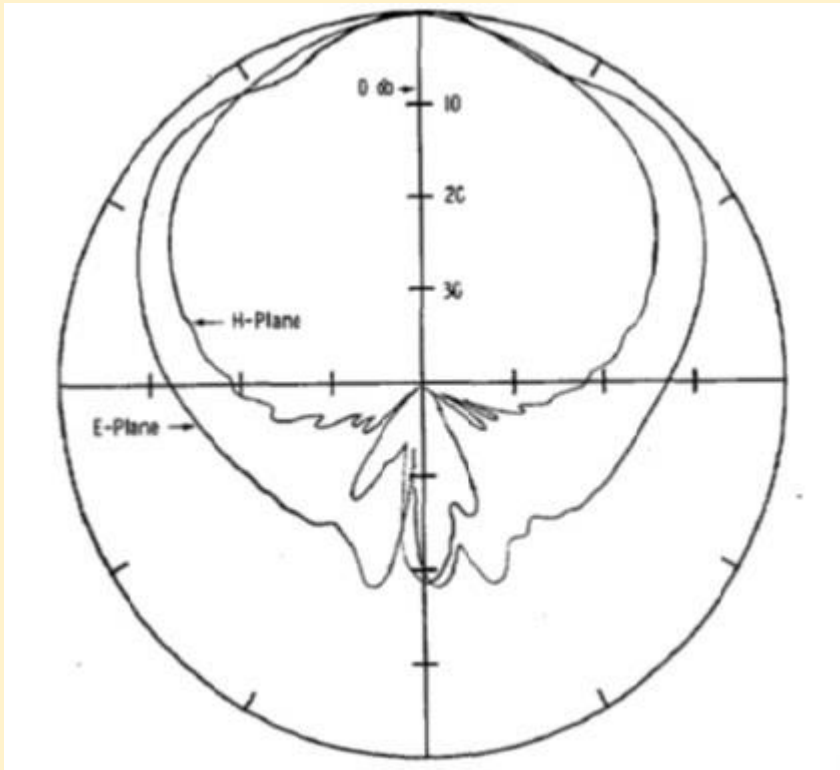
בדצמבר 1972 השתתף J. Q. Howell בכנס האנטנות השנתי [11] IEEE AP-S והרצה שם על אנטנות מודפסות וביחוד תאר את האלמנט הקורן היסודי בצורת "טלאי" Patch על מעגל מודפס. בינואר 1975 פורסם מאמרו הנושא שם זהה בעיתון [13] IEEE AP אך העיתון מצייך כי בעת הפרסום המחבר כבר לא היה בחיים. ברשימת מראי המקום ניתן קרדיט ל-Munson על תרומתו למאמר על בסיס תכתובת פרטית עם המחבר. ההרצאה הפומבית של Munson קדמה אפוא להרצאה של Howell בחודשיים ימים וחברת Ball Aerospace זכתה להוביל במשך תקופה ארוכה את שטח האנטנות המודפסות כיצרון כמעט בלעדי. מונסון זכה להכרה בינלאומית רחבה כ"אבי האנטנות המודפסות". באותן שנים גם גדלה מאד הזמינות של מצעים דיאלקטריים גמישים בעלי הפסדים נמוכים (בעיקר יציקות טפלון עם סיבי זכוכית שזורים פנימה). היה כאן אפוא צירוף מוצלח של פתרון הנדסי לדרישה מבצעית ושל טכנולוגיה שהבשילה.



פירוט רשת ההזנה של האלמנט הקונפורמי על פי Munson



איור בסיסי של אלמנט מיקרוסטרפ על פי Howell



חתכי קרינה ראשיים של אלמנט מודפס על פי Howell

מראי מקום

- [1] H. Howe, "Microwave Integrated Circuits – An Historical Perspective", IEEE Trans. **MTT-32**, pp. 991-996, Sept. 1984.
- [2] J.T. Bernhard, P.E. Mayes, D. Schaubert and R.J. Mailloux, "A Commemoration of Deschamp's and Sichak's "Microstrip Microwave Antennas" – 50 years of Development, Divergence and New Directions", Proceedings of the 2003 Antenna Applications Symposium, Monticello Illinois September 2003.
- [3] C. Peixeiro, "Microstrip Patch Antennas – An Historical Perspective of the Development", Microwave and Optoelectronics Conference, **SBMO/IEEE MTT-S** 2011.
- [4] B.D. Patel, T. Narang, S. Jain, "Microstrip Patch Antenna – A Historical Perspective of the Development", Conference on Advances in Communications and Control Systems, **CAC2S** 2013.
- [5] G. Deschamps and W. Sichak, "Microstrip Microwave Antennas", Proceedings of the Third Symposium of the USAF Antenna Research and Development Program, October 1953.

- [6] H. Gutton and G. Baissinot, "Flat Aerial for Ultra High Frequencies", French Patent No. 703113, 1955.
- [7] L. Lewin, "Radiation from Discontinuities in Stripline", **Proc. IEE**, Vol. 107, pp.163-170, 1960.
- [8] E. J. Delinger, "Radiation from Microstrip Resonators", **IEEE Trans. Microwave Theory Tech.** Vol. **MTT-17**, no, 4, pp. 235-236, April 1969.
- [9] E.V. Byron, "A New Flush-mounted antenna element for Phased Array Application", in **Proc. Phased Array Antenna Symp.**, pp.187-192, June 1970.
- [10] R. E. Munson, "Microstrip Phased Array Antennas", **Proc. Of the Twenty Second Symposium on the USAF Antenna Research and Development Program**, October 1972.
- [11] J. Q. Howell, "Microstrip Antennas", in **IEEE AP-S Int. Symp. Digest**, pp. 177-180. December 1972.
- [12] E. Munson, "Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays", **IEEE Trans. on Antennas and Propagat.**, Vol. **AP-22**, pp. 74-78, January 1974.
- [13] J. Q. Howell, "Microstrip Antennas", **IEEE Trans. On Antennas and Propagat.**, Vol. **AP-23**, pp. 90-93, January 1975.

הקדשה

הכתבה מוקדשת לזכרם של פרופ' דוד טרבס ז"ל (1930-2015) ופרופ' שמואל שטריקמן ז"ל (1930-2003) ממכון ויצמן למדע, שהיו מן החוקרים הראשונים בישראל אשר עסקו באנטנות מודפסות. עבודותיהם החלוציות שהחלו בשנת 1977, בהשתתפות תלמידי מחקר (יוסי אשכנזי, פיני פרלמוטר, עלי לוי, חיים מצנר, שלמה פנחס, גבי מלמוד, אבי כספי ושחר גוב), וסגל טכני (יעקב ליפקין, דוד ליבוביץ, יוסי שופן, ישראל גונן, מיכאל דמארי, יוסי דרייר ואחרים), הניבו חידושים תיאורטיים ומעשיים רבים בשטח זה.



רכיבי SFP ושימושם בסיבים אופטיים

מאת: לאוניד שפיר 4Z4LS

מטרתו של המאמר הזה, לתת הסבר כללי של מודול SFP ולהציג את המבנה הפנימי שלו.

הודות לטכנולוגיות אופטו-אלקטרוניות, האינטרנט מאפשר גלישה במהירויות גבוהות ממש. היום כמעט בכל בית אנו מוצאים מודם או ראוטר שמתחבר לתשתיות הסיב האופטי. מה שמגשר בין המודם לתשתית הוא רכיב SFP. פירושו הקיצור Small Form-factor Pluggable. מודולים אלו קיימים בשוק כמה עשורים והם נועדו לתת גמישות בבחירת הסיבה לשם העברת נתונים. זהו למעשה תקן תעשייתי עבור משדרים קומפקטיים ומודולריים המשמשים להעברת נתונים בתקשורת. רוב היצרנים המפורסמים בעולם אימצו את פורמט SFP ומייצרים ציוד בהתאם. המאפיין העיקרי של מודולים מסוג זה הוא גודלם הקטן בהשוואה לפורמטים אחרים, מה שמאפשר למקם אותם בצידוד רשת קטן ממדים וגם להחליפם בתוך הציוד המופעל.

רכיבי SFP משדרים וקולטים את אותות LASER באמצעות מוליך אור ובהתאם לסיווגם קיימת חלוקה לאורכי גלים ותחומי עבודה. הסיב האופטי הוא למעשה מוליך אור שנוצר ע"י מקור – דיודה LASER, שמשדרת באורך גל מסוים. מול הדיודה שמסוגלת לשדר, קיימת גם דיודה שיכולה לקלוט את השדר.

ה-SFP הינו מקמ"ש הממיר אות חשמלי לאות אופטי בערוץ TX ואות אופטי לחשמלי בערוץ RX. מודולים של SFP משלבים מקלט (RX) ומשדר (TX), המאפשרים לבחור את השילוב הנכון בהתאם לחיבור הנדרש. בהתבסס על סוגי הסיבים האופטיים, רכיבי SFP מסווגים בשתי קבוצות עיקריות - SINGLE MODE ו-MULTIMODE. קבוצת SINGLE MODE יכולה לכלול רכיבי SFP בעלי אורך גל אחד - רחב סרט ורכיבים בעלי רוחב סרט צר ואורך גל קבוע, כאשר כל אורך גל מקבל מס' ערוץ מסוים. חלוקה זו נועדה להבדיל בשימוש של סוגי הסיבים. הסיבים הכוללים מוליך אור בודד שייכים לתת קבוצה WDM - WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING.

מכיוון שלסיב האופטי יש הפסדים נמוכים בהולכת אור, עוצמת ה-LASER נמוכה יחסית, וכאשר הדיודה משדרת מתוך SFP, היא מסוגלת ליצור שידור למרחקים של עשרות או מאות קילומטרים ללא צורך בדרגות הגבר.

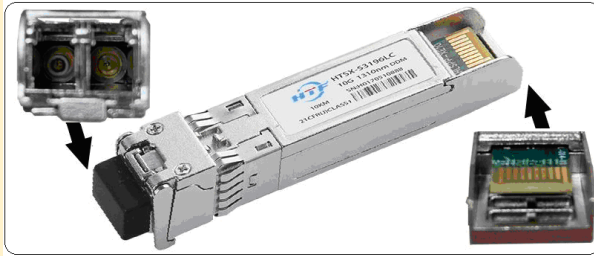


מחברי LC מוכנים להכנסה ל-SFP



רכיב SFP MULTIMODE

לערוץ הקליטה הנ"ל יש רמת רגישות טובה המאפשרת לקלוט את אור ה-LASER המשודר ממקור חיצוני. רוב המודולים של SFP הם דו-סיביים, יש להם ממשק עם שני מחברים מסוג LC (Lucent Technologies) שמוכנים לחיבור כבל אופטי.



מוצגים בתמונה שני צדדים של רכיב SFP.

למודולים של SFP MULTIMODE יש מקלט ומשדר נפרדים באורך גל קבוע של 850nm. לסוג זה של SFP טווח שידור קצר מאוד.

ברכיבי SFP SINGLE MODE מסוגלים לשדר את האור לטווח של 20, 40, 80, 120, 150 ק"מ. אורכי הגל בסדרת רכיבים אלו נעים בין 1270nm ל-1610nm.

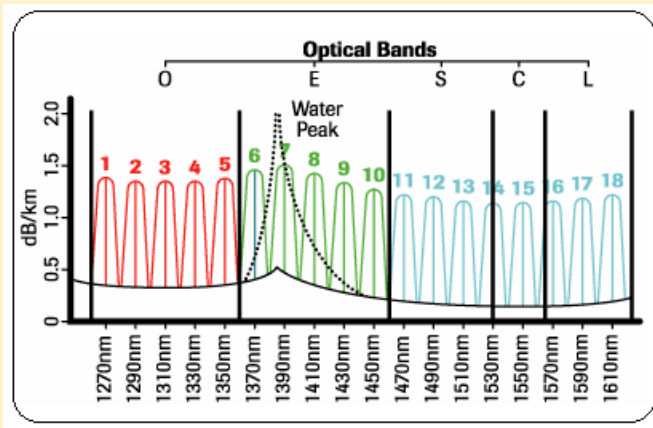
בנוסף, ישנן קבוצות נוספות של רכיבי SFP שבנויות בטכנולוגיה שמאפשרת לחלק את תחומי השידור והקליטה ל"פסים" צרים של רוחב סרט ועל ידי כך מאפשרים יצירה והעברה של ערוצים וכן מידע רב שניתן להריץ בו זמנית בעזרת סיב בודד. זה מאוד נוח בתקשורת נתונים, כאשר נדרשת הפרדה בין הערוצים. חלק מהערוצים ניתנים להצפנה, ואת חלקם אפשר להריץ ללא הצפנה. גם המהירות של העברת הנתונים יכולה להיות שונה מערוץ לערוץ. חלק מהערוצים יכולים להעביר שמע וחלק אחר אות חוזי או CW.

השימוש ברכיבי SFP החל כאשר נוצרה יכולת לשימוש בסיבים האופטיים בזול, וכיום ניתן ליצור המרות סוגי תקשורת בתשתיות המבוססות על הסיבים האופטיים בלי הפסדים הקיימים בקווי נחושת או מתכות אחרות. זה גם מאפשר להעלות את מהירויות העברת הנתונים בקצב של 10 ג'יגה בייט לשנייה. כאשר משתמשים במקום ש"ש SFP, תקשורת בין הנקודות נחשבת הכי מאובטחת. גם עלויות ציוד הקצה אינן גבוהות בהשוואה לשנים קודמות, ואפשר לציין יתרונות אחדים של השימוש ב-SFP:

1. החלפה מהירה - החלפת מודול לא דורשת כיבוי מתח במערכות שבהן מותקן SFP, פעולה זו מפחיתה את זמן ההתקנה ואינה מפריעה להמשכיות העבודה.
2. גודל קטן של המכלול - הציוד המחובר ל-SFP יכול להכיל מחברים רבים עבור מודולים כאלה. זה מאפשר לשרת מספר עצום של התקני רשת בציוד בודד.
3. העברת מידע במהירות גבוהה - הייחודיות של SFP היא לספק חיבור אינטרנט מהיר, עיבוד הנתונים מואץ והעברת המידע נעשית במהירויות גבוהות מאוד.
4. העברת נתונים למרחקים גדולים - יחידת SFP מסוגלת להעביר במהירות נתונים למרחק של עד מאה וחמישים קילומטרים.
5. עמידות גבוהה בפני תקלות. תקן SFP אינו נכשל במהלך נחשולי מתח, כך שאפשר להיות בטוחים לחלוטין לגבי תקינות הציוד.
6. תמיכה בשליטה אופטית דיגיטלית - מודלים מסוימים מצוידים בפונקציה של פתרון בעיות ובדיקת הפרמטרים עבור תאימות האותות.



כמה סוגים של רכיבי SFP. צבע המנוף יכול גם לקבוע את השייכות לתחומים. שחור בד"כ מסמל את MULTIMODE.



רכיבים מסוג SFP CWDM - Coarse WDM הם גרסה מודרנית יותר של WDM עם מקלט ומשדר נפרדים שעובדים בין 1310nm ל-1610nm, כאשר התחום הזה מחולק לערוצים לכל ערוץ רוחב סרט של 20nm. המקלט של רכיבי SFP כאלה הוא בעל פס סרט רחב, מה שאומר ששתי יחידות SFP בעלות כל אורכי הגל יכולים לעבוד בזוגות בשידור. בנוסף ל-16 ערוצים עיקריים ועוד 2 ערוצים נוספים שפועלים מאורך גל של 1270nm ו-1290nm. למרות היעילות של היחידות המפורטות לעיל, לא סביר להשתמש ב SFP יחיד, לכן משתמשים ביחידות בודדות שכל אחת בנויה לערוץ נפרד, סה"כ 16 יחידות SFP, אותן מחברים ל-Multiplexer/Combiner או למפצל שאוגר אור של אורכי גל שונים ומייחד אותם לשידור בסיב בודד. קליטת נתונים בקצה השני מתבצעת בסדר הפוך – כאן משתמשים ב-Splitter. SFP DWDM - Dense WDM סוג נוסף של SFP. בדומה ל- SFP CWDM עובדים בטכנולוגיית DWDM. ההבדל העיקרי מ- CWDM הוא הטווח המורחב של ערוצי שידור. את חלוקת התחומים ניתן לראות בטבלה.

הצגה בתמונה להסבר חלוקת ערוצים אופטיים של SFP WDM של היחידות המפורטות לעיל, לא סביר להשתמש ב SFP יחיד, לכן משתמשים ביחידות בודדות שכל אחת בנויה לערוץ נפרד, סה"כ 16 יחידות SFP, אותן מחברים ל-Multiplexer/Combiner או למפצל שאוגר אור של אורכי גל שונים ומייחד אותם לשידור בסיב בודד. קליטת נתונים בקצה השני מתבצעת בסדר הפוך – כאן משתמשים ב-Splitter.

SFP DWDM - Dense WDM סוג נוסף של SFP. בדומה ל- SFP CWDM עובדים בטכנולוגיית DWDM. ההבדל העיקרי מ- CWDM הוא הטווח המורחב של ערוצי שידור. את חלוקת התחומים ניתן לראות בטבלה.

תחום שידור/קליטה	אורך גל התחלתי	אורך גל סופי	רוחב הסרט של ערוץ בודד	מס' ערוצים
C	1528,77nm	1577,03nm	0,82nm	61
L	1577,86nm	1622,25nm	0,87nm	52

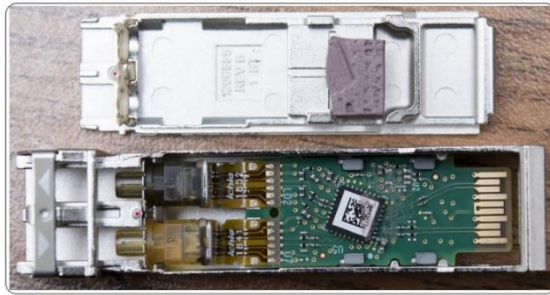
בנוסף לתחומים שצוינו בטבלה, קיימים גם תת-תחומים Q & H. מיקומם של ערוצי תת-תחום H הינו בין הערוצים של תחום C ומיקומם של ערוצים בתת-תחום Q הינו בין ערוצי תחום L. מספר הערוצים של כל תת-תחום בהתאם למספר הערוצים של התחומים הראשיים – C & L. בסך הכל לפי טכנולוגיית DWDM ניתן למנות 113 ערוצים בתחומים העיקריים וגם 113 ערוצים בתת-תחומים. העברת נתונים בטכנולוגיית DWDM לא תלויה בפרוטוקול או סוגי הנתונים המשודרים, כמון כן אין השפעות של תזרים נתונים על מערכת שבה מותקנים רכיבי SFP מהסוג הזה. כל רכיבי SFP המודרניים הם בעלי תמיכה בניטור אבחון דיגיטלי בפורמט:

DDM - Digital Diagnostics Monitoring — פורמט זה הידוע גם בתכונת הניטור האופטי הדיגיטלי DOM - Monitoring Digital Optical.

לסיכום: רכיבי SFP כמכלול עצמאי הם מקמ"שים אופטיים-חשמליים ומאוד נפוצים לצורך העברת מידע ונתונים למרחקים בלי תלות במזג האוויר, תנאיי קליטה ושידור. להפעלתם נדרש ציוד זול יחסית.

ההתעסקות הראשונה שלי עם תקשורת בסיבים האופטיים הייתה בשנת 1991 בתחנת הטלוויזיה בכבלים "תבל". ציוד שהיה בשימוש מאת Highlight Harmonics והעלויות היו ממש גבוהות. עם השנים מחירי השוק ירדו עקב השימוש הרב בסיבים האופטיים והיום שימוש בסיבים קיים כמעט בכל בית בישראל.

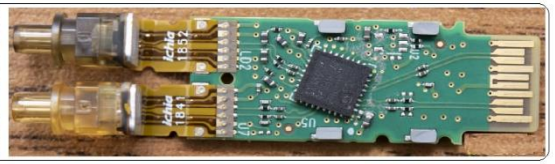
לתיאור המבנה פנימי של המודול SFP מוצגות מונות אחד המודולים של חב' Finistar. הפריט המוצג די זול (כ-13 דולרים) והוא מהסוג Multimode.



מבנה פנימי של SFP – פירוק חלקי.

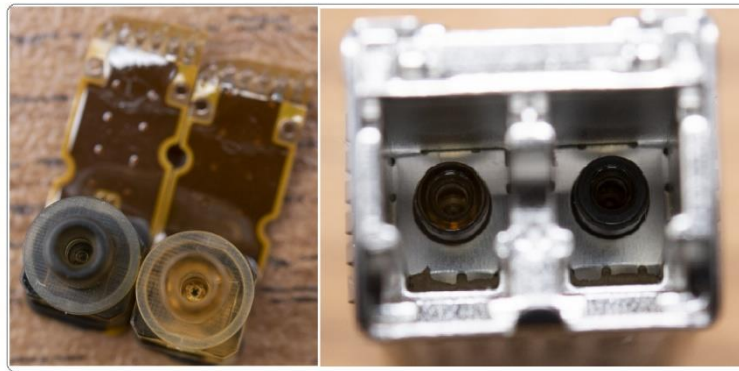


חיבורי צמה רכה בין דיודות למעגל



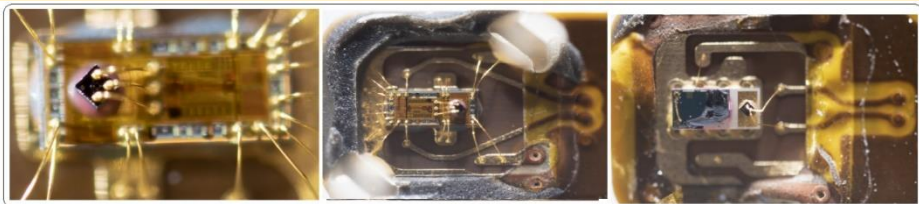
בתמונה בצד ימין נראה המיקרו-בקר שמעבד את האותות שנקלטים ומשודרים ע"י SFP. התמונה בצד שמאל מציגה את EEPROM שמכיל מידע חשוב על המוצר, כולל מס' סידורי. הדיודות שמתמשים בהן:

TOSA- Transmission Optical Sub Assembly. ROSA - Receiver Optical Sub Assembly.



הדיודה המשדרת שבתמונה מעל היא בעלת פלסטיק כהה. יתר על כן ROSA ו-TOSA מחוברים ללוח הראשי. ללוח יש שבב ריטיימר שדואג לפלטור את הקלט שמקבלת ROSA. בד"כ קיימות הפרעות עקב המהירויות הגבוהות, לכן יש צורך בפילטור. תפקיד נוסף של רכיב ריטיינר הוא אפנון של LASER ב-TOSA.

בתמונות אלו מוצגות עדשות שדרכן האור משודר או נקלט ב-SFP.



דיודה ROSA מעל המטריצה. מטריצה של ROSA בהגדלה. דיודה TOSA