

4XBulletin

גיליון מס' (20) אוקטובר 2021



64 שנות SSB בישראל, עמי שמי 4X4DK חלוץ העידן ב-1957

מה בגיליון:

משואה חדשה בישראל.

מה קורה כשיש התפרצויות חזקות מהשמש?

חובבי רדיו באתרים היסטוריים.

יום שדה בכרמל.

תחרות סוכות 2021.

על כרטיסי QSL נדירים.

בניית תחנת חובבים ללוויינים אורביטלים.

מדורי אנטנות לחובבים ומקצוענים.

תוכן העניינים:

- 3 - דבר העורך 1/10/2021
- 5 - על הקול שנדם – איתן לוין, SK 4X6FF
- 6 - "קצרמרים" לקט מאמרים קצרים
- 9 - משואה חדישה בישראל
- 11 - אנטנת דיפול קצרה
- 14 - תחרות VHF/UHF סוכות 2021
- 18 - יום שדה בחורשת הארבעים
- 21 - הכול בגלל קידוח אופקי
- 22 - 1957, תחילתו של עידן ה-SSB בארץ
- 24 - הפעלות שדה
- 28 - סיפור בניית תחנת לוויינים אורביטאליים
- 32 - האנטנות של ד"ר ג'אד בלס

משתתפים בגיליון זה:

פרופ' עלי לוין	
דניאל רוזן	4X1SK
צביקה סגל	4Z1ZV
בנצי שעל	4X1IL
אבנר דרורי	4X1GE
דורון טל	4X4XM
דקל נחום	4X5EH
אודי קדם	4X6ZM
עמי שמי	4X4DK
מאיר גלוברמן	4X4JP
אמיר ברנהולץ	4Z1AR
יורם רוטבך	4Z1YR

בברכת 73, וקריאה נעימה! נפתלי בלבן-אברהנד 4Z1RM, עורך הגיליון.
סיוע לעריכה: אבנר דרורי 4X1GE, דורון טל 4X4XM, תודה לעדו רוזמן 4X6UB
על עזרתו המקצועית.

לקריאת גיליון זה וגם את הקודמים של העיתון יש להיכנס לאתר: <https://4xbulletin.org/>
כתובת המערכת לתגובות בקשות או משלוח מאמרים: 4xbulletin@gmail.com
עיתון זה נכתב ונערך בהתנדבות עבור חובבי רדיו שלא למטרות רווח, יש אפשרות לפרסם
קטעים ממנו במקומות אחרים וזאת בתיאום עם המערכת. מסת"ב 978-965-765-705-8
כתובת המערכת: "הוצאת אחוזה-חיפה", ת.ד. 3773, חיפה 3103701 פקס: 15348256064
הערה: המאמרים המופיעים בגיליון זה הם באחריות הכותבים בלבד.

דבר העורך 1/10/2021

מאת: נפתלי בלבן-אוברנהנד, 4Z1RM

שלום לכם, חברים!

סוף סוף עברו החגים השמחים, וגם הימים הנוראים על-פי דת ישראל. אך לצערנו ימי הקורונה ממשיכים להיות נוראים, ועלינו להישמר לנפשותינו! בחודש האחרון היו בארץ פעילויות רבות של חובבי רדיו, שכללו טיולים, תחרויות ומפגשים. אירועים אלה קיבלו חשיפה בגיליון הנוכחי.

אפילו המפגש השבועי ביגור התקיים ביום האחרון של חג הסוכות, בהשתתפות 3 חובבים. סיפורו של QSL: בדומה לבולי דואר שביכולתם לספר היסטוריה, ישנם גם ב-QSLים, ובמיוחד באלה מלפני שנים רבות, סיפורים מרתקים על החובבים בעולם ועל ארצותיהם. פעם קראתי שניתן למדוד את התפתחותה הטכנולוגית של מדינה על-פי חובבי הרדיו הנמצאים בה. למשל בארה"ב וביפן ישנם מאות אלפי חובבים, בניגוד לארצות מסוימות במזרח התיכון ואסיה המנהלות מלחמות פנימיות ואף מעבר לגבולותיהן. בגיליון הקודם כתבנו על אסון התאומים בניו-יורק, אשר אירע לפני 20 שנה, ובעקבותיו ארה"ב יצאה למלחמה בטרור העולמי, אשר גם כיום שולט בחלקים נרחבים בעולם. והנה לאחרונה, ארה"ב החליטה להוציא את כוחותיה מאפגניסטן, בה נמשכה המלחמה שנים על גבי שנים. מגוחך ומצער כי בתחילה ארה"ב סיפקה לאפגניסטן נשק כנגד הנוכחות הסובייטית שם, ולאחר שהסובייטים עזבו, הנשק הרב הזה כוון כנגד ארה"ב עצמה. התסריט הזה חוזר על עצמו יותר מדי פעמים, ולמרבה הצער גם אצלנו.

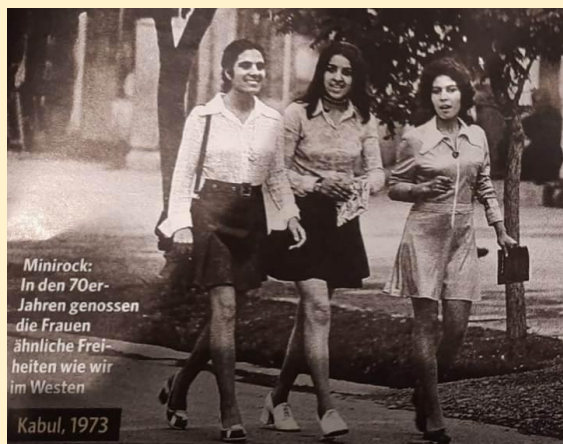
מתפתחת שותפות עם מישהו, ולפתע פורצת מהפכה, ומתרחשת תפנית של 180 מעלות. בשנות ה-70 היה באפגניסטן שלטון חילוני כחסות בריה"מ, ורכים מהתושבים, ובעיקר הנשים במדינה נהנו מאורח חיים חופשי ואף חילוני. אולם הגלגל התהפך, והמדינה האומללה הזו נכבשה על-ידי הטליבאן, אשר הנהיגו בה את חוקי השריעה החמורים ביותר. בסיועו של מרק שטרן 4Z4KX, קבלתי מידע על חובבי הרדיו שפעלו באפגניסטן במשך עשרות בשנים. היו אלה אנשים אירופיים או אמריקנים, אשר עבדו באפגניסטן או שירתו בה. מרק אף העביר לידי QSL מהתקופה בה הוא היה בעל דרגה ג' בלבד, באות הקריאה 4Z4NKX.

YA 1 RYS	YA 3 RYS				
P.O.B 279 Ghost					
KABUL	Pakhtia				
	Pashtoonistan				
AFGHANISTAN					
Member of the Camel Drivers Club					
TO RADIO	DATE	TIME	MHZ	2X	RST
4Z4NKX	8 Jul	2015	21	CU	599
Transceiver: KWM 2 A, SWAN 500					
Antenna: 2 el quad, inv. V dipole					
Please send your card via my home address, because amateur operation is prohibited in Afghanistan at the moment					
G.W.M. Rijs, PAØRYS, pse 951					
Zuiderweg 54 B Ger					
WIJDE WORMER 1440, The Netherlands.					
Picture: 'Talkings around the preparation of popcorn in the streets of Kabul'.					



QSL זה מתאר את הקשר שהיה למרק עם חובב רדיו הולנדי YA1RYS מאפגניסטן.

כדי להמחיש מה יהיה גורלם של אזרחי אפגניסטן, מצ"ב תצלום שהתפרסם באירופה השבוע, בה נראות נשים בעיר קבול באפגניסטן, שלא נדע מצרות...



קבול 1973



קבול 2010

הודעות קצרות:

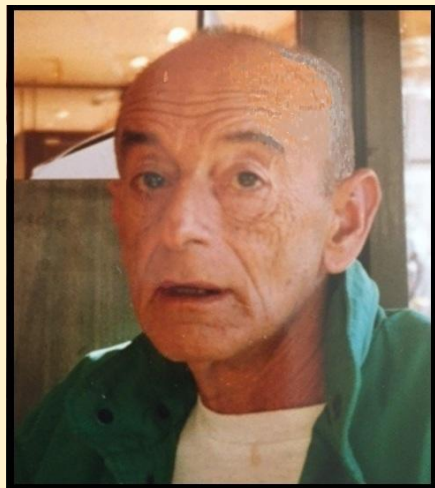
א. ברכות 73! לישראל קז 4ZXIK, ליום הולדתו שחל ב-22/9! ישראל היה בעבר יו"ר האגודה, ייבא לארץ ציוד תוצ' קנווד לחובבי הרדיו, ואף מימן במשך שנים את הוצאתו לאור של עיתון "הגל" הזכור לטוב.

ב. למתעניינים ללמוד בקורסים לחובבי רדיו, יש לפנות לדני קצמן 4Z5SL במייל: dankatzman1954@gmail.com המנהל את נושא ההדרכה לחובבי הרדיו בארץ.

ג. אנו נחדש את מפגשי הבוקר בקפה אוניקו, בכניסה לקיבוץ יגור, ביום שלישי 5/10/2021 בשעה 9:00. כולכם מוזמנים לבוא למפגש זה ולהגיע מדי שבוע באותה שעה ובאותו מקום.



על הקול שנדם – פרופ' איתן לוין, SK 4X6FF 1934-2021



איתן נולד בשנת 1934 בתל אביב לאמו אטל ולאביו שמואל שעלו לארץ מארצות הברית. המשפחה חזרה לאמריקה בשלהי שנות השלושים. המצב הקשה בארץ אז עקב המאורעות והקשיים הכלכליים גרמו לכך.

במלחמת קוריאה שרת איתן במארינס, ומאז התעניין בנושאים טכנולוגיים, בחשמל ובאלקטרוניקה, התעניין בחובבות רדיו ובהמשך פעל באות קריאה אמריקאי KG2WW.

את לימודי התואר הראשון עשה איתן באוניברסיטת ניו יורק, ואת התואר השני והשלישי בסמינר התיאולוגי היהודי של אמריקה. מחקר נוסף לתואר דוקטור ביצע איתן באוניברסיטה ברצלונה בפילוסופיה שמית. באוניברסיטה העברית בירושלים השלים איתן בהצלחה תואר בתר-דוקטור במקרא.

כיהודי וציוני נלהב גמלה בליבו ההחלטה לחזור ולהשתקע בארץ. בשנת 1970 הצטרף איתן לסגל האקדמי באוניברסיטת חיפה. הוא מילא את כל החובות האזרחיות, כולל שירות מילואים בצבא ההגנה לישראל.

באוניברסיטה, בחוג למקרא התקדם איתן לדרגת פרופסור מן המניין. היה חבר בסנט האוניברסיטה, ואף עמד בראש החוג. מלבד ההוראה איתן עסק במחקר השוואתי של כתבי המקרא בשפות שמיות אחרות. הוא פרסם עשרות מאמרים בכתבי עת ידועים ומוערכים. כמרצה אורח בשנות השבתון האקדמי שלו בילה איתן בהוראה באוניברסיטאות יוקרה כגון ייל, הרוורד ואחרות בהצטיינות יתירה וזכה לשבחים רבים. איתן המשיך לאחר פרישתו כפרופסור אמריטוס במחקר בנושאי יהדות ואף פרסם ספרים בנושא.

על גלי האתר המשיך איתן לפעול בתחביב חובבות הרדיו באות קריאה ישראלי 4X6FF. הוא פעל בגלי ת"ג בעיקר במורס וחיפש תמיד את הקשר האישי בין המפעילים.

הוא היה Rag Chewer בנשמתו, על כן הכותרת "על הקול שנדם" מטעה במידה מסוימת. ההגדרה SK תואמת את איתן במלואה, מפתח המורס שנדם.

מלבד התעסקותו בחובבות רדיו פיתח איתן עניין בצילום, בשירי עם ובספורט, בריצה למרחק ובשחייה.

איתן הלך לעולמו ביום 9 לספטמבר 2021 ונטמן בשדה יהושע על גבעה קטנה הצופה על הים, שכה אהב לשחות בו.

תנחומינו לאשתו יוהנה ולילדיה, לילדיו אילן, נאוה ועזרא, נכדו ואחותו בארצות הברית. יהי זכרו ברוך.

נכתב ע"ד ר' בנצי שעל 4X1IL (עיצוב גרפי של התמונה: רענן רוזן)



קצרמרים

דורון טל 4X4XM

רדיו לשימוש של עיוורים



המכון הבריטי הלאומי לעיוורים (RNIB) פיתח מוצר מעניין, רדיו לשימוש של עיוורים. מקלט הרדיו הנ"ל קולט FM אנלוגי וגם שידורים דיגיטליים, DAB+.

דור 5 משפיע על הקצאת תדירים

הדור החמישי של טכנולוגיות תקשורת אלחוטית נמצא בפתחנו. לא זו בלבד שטכנולוגיות אלו מאפשרות מהירויות רשת עד פי 100 ביחס לדור הרביעי (LTE), הן תאפשרנה לחבר בו זמנית פי 100 מכשירים. התחרות העולמית הולכת וגואה ממש בימים אלו.

מעבר לאתגרים הטכנולוגיים משחקת הפוליטיקה תפקיד נכבד. מנהל התקשורת והמידע הלאומי (NTIA), הממוקם בתוך משרד המסחר של ארה"ב, היא הרשות המבצעת האחראית על פי חוק פדרלי ליעוץ לנשיא בנושאי מדיניות תקשורת ומידע. התוכניות וקביעת המדיניות של NTIA מתמקדות בעיקר ביישום הרחבת הגישה לאינטרנט בפס רחב והבטחה שהאינטרנט יישאר מנוע להמשך החדשנות והצמיחה הכלכלית. מטרות אלה הן קריטיות לתחרותיות של ארה"ב בכלכלה העולמית של המאה ה-21 תוך מתן מענה לצרכים ציבוריים, כגון שיפור החינוך, בריאות ובטיחות הציבור. יש לכך השלכות מרחיקות לכת על הקצאות חדשות בפסי "התדרים הנמוכים" 1.7 גה"ץ, ו"התדרים הבינוניים" 2.5 ו- 3.5 גה"ץ. פרטים נוספים: [What's New in 5G - September 2021](#)

סיכויי חשיפה לקרינה בלתי מייננת - 2021

בתאריך 13 לאוגוסט 2021, בית המשפט לערעורים בארה"ב החזיר את החלטת ה-FCC לשנת 2019 בנושא **תקני חשיפה לרדיו (RF)**. ר' **נוסח החלטת בית המשפט**.

ה-FCC החליט בשנת 2019 לא לשנות את הסטנדרטים שלו **לחשיפה לקרינת RF**. בעקבות זאת הוגשה עתירה בצירוף ראיות שמוכיחות, לכאורה, כי **חשיפה לקרינת RF ברמות הנמוכות מהסף הנוכחי שנקבע ע"י ה-FCC עלולה לגרום להשפעות בריאותיות שונות** פרט לסרטן. בית המשפט דחה את טענת ה-FCC, שהסתמך אך ורק על קביעות של ה-FDA, מבלי לקחת בחשבון את החשיפה הצפויה ביישומי הדור החמישי. התיק הוחזר ל-FCC לצורך קבלת החלטה מנומקת על שינוי **בערכי הסף לחשיפה א"מ**.

ההתחשמות

הבזק זיכרון מאת מאיר גלברמן 4X4JP
מתוך סיפרו "הו אילת – אילת"

כשעופר היה בן שישה חודשים, אימי הגיעה לביקור. היא רצתה לעזור לנו גם בסידור וניקיון הבית. בשלב זה בחיי, המשכתי את תחביבי ואת עיסוקי ברדיו - זה היה הקשר היחיד שנשאר עם תל אביב. ישבתי בחדרי הקטן, שהיה לבית מלאכה. סגרתי את הדלת כדי שלא יהיה רעש. היה בדלת תריס קבוע. הפעלתי את המשדר החדש. החוט מהאנטנה של המשדר ניתק, ביד ימין החזקתי את המיקרופון, ביד שמאל נפל החוט מהמשדר על הבוהן שלי וגרם להתחשמות בין שתי הידיים. הזרם החשמלי עבר מיד ימין שהחזיקה את המיקרופון דרך בית החזה לבוהן שמאל. ואז ראיתי הבזק משמעותי: בני חוגג את בר המצווה שלו. הבנתי שאני עלול לסיים את כאן חיי, ואז פרצתי את הדלת עם התריס. זו הייתה הדרך היחידה להינצל. בבת אחת ניתקו כל החוטים. אשתי ואימי התעוררו מהרעש. "מה קרה?" הן שאלו בבהלה. "שום דבר", עניתי. לא רציתי להלחיץ אותן. קמתי על רגליי ואספתי את הקרשים של הדלת. לפתע אימי הבחינה בכתמי דם על הרצפה וכך הגעתי לבית החולים הקרוב, שממוקם כעשרים מטרים מהבית. כשהגענו לבית החולים התעלפתי. ההתחשמות גרמה לפצע ולצלקות ואושפזתי למשך כשבוע.

מה קורה כשיש התפרצויות חזקות מהשמש?

אבנר דרורי 4X1GE

כחובבי רדיו אנחנו מודעים להשפעת קרינת השמש על התקשורת האלחוטית בתחום הגלים הקצרים (HF). מדי פעם מתפרסם מידע בנושא זה הכולל תראות על **התפרצויות חריגות מהשמש**, כאשר הדגש אינו על התקשורת האלחוטית, אלא דווקא על **התקשורת בכבלים** ועל **התקשורת בעזרת לווין**ים המשרתים, בין השאר, את מערכות **האינטרנט**. בעבר קבלנו כבר מידע על הנזקים שנגרמו, מהתפרצויות קרינה של השמש. אפשר לקרוא אותם בפרסום בחוברת "הגל" אוקטובר 2009 תחת הכותרת: **"מה קורה שיש יותר מדי כתמי שמש"**.

גם הטכניון פרסם מאמר בנושא, בתאריך 2/9/20, וניתן לקרוא אותו בפייסבוק: **הגילוי הראשון בשנת 1859 של התפרצות על השמש שפגעה בשירותי הטלגרפיה וגרמה למחרת לתופעת זוהר הקוטב**.

מה שעורר לאחרונה מהומה היה פרסום האינטרנטי בנושא זה, שפורסם בתאריך 26/8/2021 תחת הכותרת: **Solar Storms Could Cause an "Internet Apocalypse"** ובתרגום חופשי לעברית: **"הסערה הסולרית עלולה לגרום לקץ העידן האינטרנטי"**.

הפרסום היכה גלים ונכתבו עוד פרסומים בנושא זה. אם תבצעו **חיפוש בגוגל** תוכלו למצוא מאמרים נוספים.

סמוך לאותו מועד הייתה התפרצות ענקית מהשמש והיה קל ליצור קשר בינה לבין המאמר שפורסם קודם. מאחר ולא הגיע לידי מידע על נזקים כול שהם כתוצאה מקרינת השמש, החלטתי לבדוק למה באמת הפרסום המדאיג תפש תאוצה.

בתאריך 13/9/2021 קראתי **פרסום נוסף** באתר Spaceweather.Com. באתר זה מתפרסמים, באופן שוטף, עדכונים על מצב הקרינה מהשמש ומומלץ לעשות עליו מנוי כדי להיות מעודכנים. דווקא במקור מהימן זה לא התרגשו מההתפרצות זו ולא הייתה לי ברירה אלא לחזור ולקרוא את הפרסום המדאיג ומסתבר שצריך לקרוא אותו בעיון כדי להבין שאין מה להיבהל דווקא מאירוע השמש האחרון. במאמר המדאיג נאמר שאם תהיה התפרצות כזאת, דבר שיתכן מאוד מבחינה סטטיסטית, עלולים להיגרם נזקים שיביאו לקריסתו הסופית של האינטרנט.

הכנס האחרון, **SIGCOMM 2021 data communication conference** התקיים בתאריכים: 23-27 באוגוסט השנה. מעניין במיוחד המאמר,

Solar Superstorms: Planning for an Internet Apocalypse

מסתבר שלא היה כול קשר להתפרצות שמש מסוימת, אלא רק **"חזון אחרית הימים"** שאנחנו מכירים אותו אפילו מהפרסום הישן משנת 2009.

אז למה הייתה בהלה בפרסומים הרבים בעניין זה?

מסתבר שחלק גדול, מאתרי האינטרנט, מתפרנסים מפרסומות הצמודות למאמרים בעלי כותרות מרשימות כגון **"האם הגיע הקץ לעידן האינטרנט?"** מסקנה נוספת: אין להסתפק בקריאת כותרות בלבד, חשוב לקרוא גם את התוכן.



משואה חדישה בישראל

מאת יורם רוטבה 4Z1YR

עדכון מצוות הממסרים:

אנו שמחים לעדכן על הפעלתה של משואת WSPR לחקר התפשטות גלים בתחום ה-HF הפועלת בפרוטוקול WSPR אומרים וויספר (whisper) פותח לבדיקת התפשטות גלים בהספקים נמוכים מאוד, על ידי Joe Taylor אסטרופיזיקאי, (חתן פרס נובל וחובב רדיו) שהמציא גם את FT8 ואת תוכנת WSJT.

הרעיון להקים רשת עולמית של משואות WSPR הוא של Roland HB9VQQ אשר פנה אל אגודת חובבי הרדיו לפני מספר חודשים והציע להקים משואה בישראל, וזאת לאור מיקומה הגיאוגרפי של ישראל וניסיונה בהפעלת משואת CW 4X6TU כחלק מרשת NCDXF. לאחר פעולות הכנה שארכו מספר חודשים וכללו השגת האישורים הנדרשים ורכש אנטנה, הוקמה המשואה על גג אתר הנצחת חללי חיל הקשר והתקשוב שבו נמצא גם משרד האגודה. המשואה עצמה משרדת בהספק מקסימלי של 200mW, (בעברית 200 מילי וואט!!) והיא תרומתו של HB9VQQ. אנטנה בשימוש ורטיקלית רב גלית : Hustler 6-BTV

מי שמעוניין ללמוד יותר על פרויקט הרשת העולמית של משואות WSPR יכול לעשות זאת בקישור הבא : <https://github.com/HB9VQQ/WSPRBeacon>
כדי לראות מי שומע את המשואה 4Z4SI, יש לעשות זאת בקישור הבא : <http://www.wsprnet.org/drupal/wsprnet/map>
יש לבחור 4Z4SI תחום תדר ALL ולקבוע את משך הזמן.

בהקמה השתתפו:

אברי - 4X1YV מזכיר האגודה.

נמרוד - 4X1BG חבר צוות הממסרים.

ניר - 4X5NI חבר צוות הממסרים.

יורם - 4Z1YR חבר צוות הממסרים.

תודתנו נתונה ל:

מר יהודה מתתיהו - מנכ"ל אתר ההנצחה.

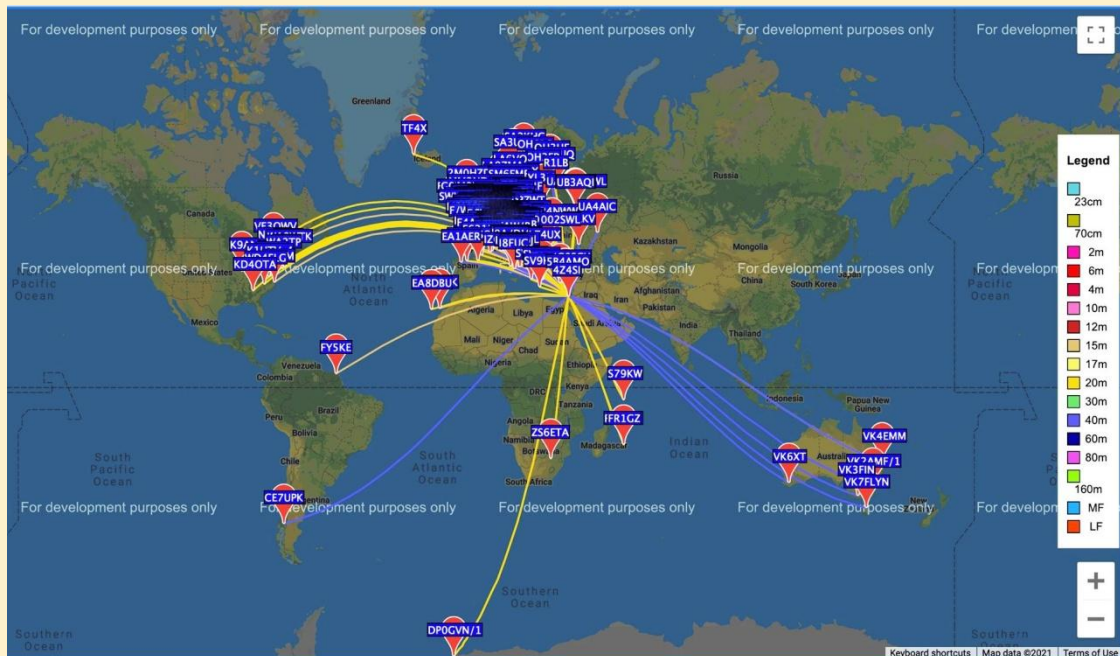
לוועד האגודה - על התמיכה בפרויקט שמרחיב את נוכחות חובבי הרדיו בישראל בעולם.

דני רוזן - 4X1SK על הסיוע בהשגת האישורים.

חנן צבר - 4X1DZ על הכנת החומרים הדרושים למשרד לאיכות הסביבה.

ליוורם שלום 4X1YS שתרם בעבודות מסגרות להכנת בסיס האנטנה.

תודה לניר עדן 4X5NI מצוות הממסרים באגודת חובבי הרדיו אשר החזיר את המשואה, ביום 19/9/2021 לשירות עם החידושים הבאים: הוספת גלים: 10m וכן 80m וכן בניית מערכת אנרגיה סולארית - מאפשרת פעילות עצמאית למשך מספר ימים גם כאשר בימי החורף והגשם המועטים, השמש תסתתר מאחורי העננים.



מפת הטווחים של המשואה המשרתת מיהוד, ישראל ב-0.2 ואט אל העולם



מקימים את ה- Hustler 6-BTV



ניר 4X5NI, נמרוד 4X1BG, אברי 4X1YV, ויורם 4Z1YR



אנטנת דיפול קצרה

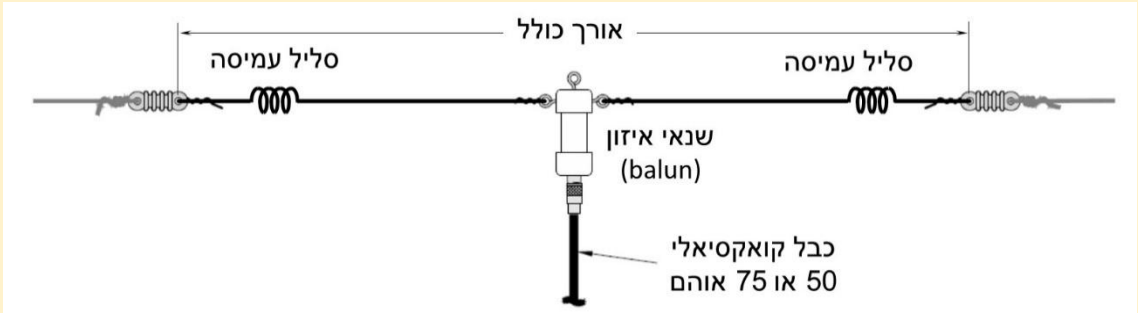
דניאל רוזן, 4X1SK

מבוא

אנטנת דיפול היא אנטנה פשוטה ויעילה, הנמצאת בשימוש נרחב בידי חובבי רדיו, בצורות התקנה שונות: (א) באופן 'רגיל', כשהיא תלויה בין שתי נקודות עגינה גבוהות; (ב) כשמרכזה על עמוד גבוה, ותילי האנטנה מוטים כלפי הקרקע (צורה של V הפוך – Inverted V); (ג) כשהיא תלויה 'אלכסונית', מראש תורן לקרקע (Sloper Dipole). הבעיה בהקמת אנטנה כזו היא מקום לפריסתה. אנטנה באורך מלא צריכה להיות באורך חצי אורך גל. אנטנה ל-40 מטר היא באורך כולל של כ-20 מטר – ורבים מאיתנו מתקשים למצוא מקום מתאים לפריסת אנטנה באורך כזה. אנטנה ל-80 או 160 מטר מחייבת מקום גדול יותר. אחד הפתרונות המעשיים לפרוס אנטנת דיפול במקום מוגבל הוא לקצר את האנטנה באמצעות שימוש בסלילי עמיסה (Loading Coils), כמתואר במאמר קצר זה.

הדיפול הקצרה

הדרך הפשוטה ביותר לקצר אורך של אנטנת דיפול היא להתקין בה סלילי עמיסה, כמתואר בצירור:



מבלי להסתבך בנוסחאות והסברים מתמטיים, הדרך הפשוטה לחשב את המיקום והמאפיינים של סליל העמיסה הוא להשתמש בגיליון חישוב מקוון. גיליון פופולרי כזה ניתן למצוא באתר של K7MEM, בכתובת https://k7mem.com/Ant_Short_Dipole.html¹. נמחיש בדוגמה: נאמר שאנו מבקשים להקים אנטנת דיפול ל-80 מ', ואנו יכולים לפרוס אנטנה באורך כולל של 20 מ' בלבד. נציב זאת בגיליון החישוב (בחרנו בתדר 3.6 מה"ץ ובתיל בחתך 14AWG).

¹ גיליון חישובים פופולרי נוסף:

<https://m0ukd.com/calculators/loaded-quarter-wave-antenna-inductance-calculator/>

Center Freq. (MHz) 3.600	$F_0 = 3.6 \text{ MHz}$, Dimension A = 65' 7-3/8" (20.000 M) Note: The length of Dimension A should not include end insulators or mounting brackets. This is strictly the length of the antenna.
Length Available (Dim. "A") 20 M	
Wire Size 14 AWG#	

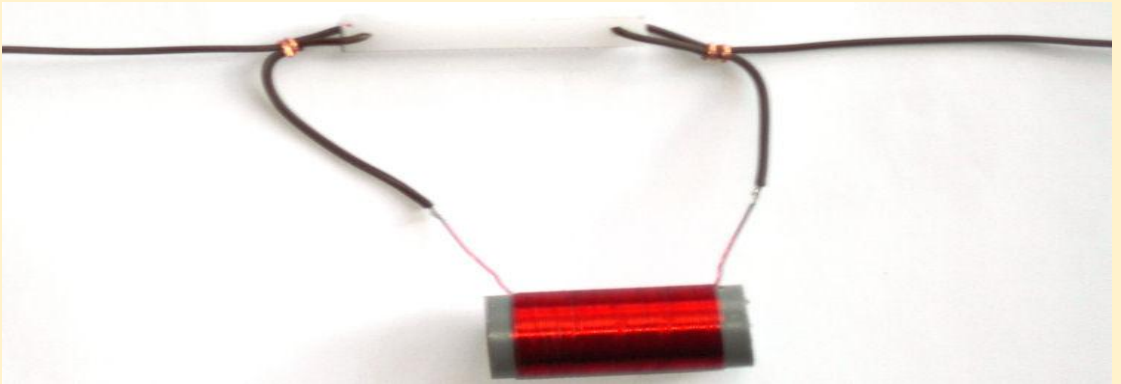
וגיליון החישובים מחשב לנו את מיקום סלילי העמיסה ואת פרטי סליל העמיסה הנדרש:

Available Space (A) -	65' 7-3/8" (20.000 M)
Dimension B -	16' 4-7/8" (5.000 M)
Dimension C -	16' 4-7/8" (5.000 M)
Inductance -	41.5 uH
Diameter -	4-3/4" (119 mm)
Length -	2-3/8" (60 mm)
Turns -	18.3
Wire Size -	#14 AWG, 0-1/8" (1.6 mm)

ניתן גם לבחור מיקום שונה לסליל, ולחשב בהתאם את ההשראות הנדרשת לסליל העמיסה:

Length for Dimension "B":	
7	M
Frequency - 3.6 MHz	
Available Space (A) - 65' 7-3/8" (20.00 M)	
Dimension B - 22' 11-9/16" (7.00 M)	
Dimension C - 9' 10-1/8" (3.00 M)	
Required Inductance - 68.528 uH	

סליל מתאים הוא מספר ליפופים של תיל נחושת מבודד על גוף מבדד מתאים, כמו צינור פלסטי קשיח להולכת כבלי חשמל. את סליל העמיסה ניתן לתלות על מבדד, כך:



מקור: [80m mid-loaded dipole \(nonstopsystems.com\)](http://nonstopsystems.com)

פתרונות מסחריים

קיימים מספר דגמים מסחריים של אנטנות דיפול קצרות מסוג זה. הנפוצים (והזמינים) ביותר הם מתוצרת החברה היפנית Diamond Antenna, המייצרת מספר דגמים, כולם מיועדים להספק מעטפת שיאי של 1,200 וואט ולאופני התקנה שונים – תצורה 'רגילה', V הפוך או באופן 'אלכסוני':

W721 : אנטנת דיפול ל-40 ר' 15 מ', שאורכה הכולל 12.4 מ'.

W735 : אנטנת דיפול ל-80 ר' 40 מ', שאורכה הכולל 26 מ'.

W8010 : אנטנת דיפול ל-80, 40, 15 ר' 10 מ', שאורכה הכולל 19.2 מ'.

למרות שאנטנות אלה קצרות, יעילותן כמעט שאינה נופלת מזו של אנטנות דיפול רגילות.

תחרות VHF/UHF סוכות 2021

צביקה סגל 4Z1ZV

כרגיל בעולמנו הצר, לכל פעילות יש היסטוריה ולמרות שכולנו בגילנו המופלג יודעים הכל, שווה מידי פעם לרענן.

אז מסתבר שכבר בשנת 1976, נערכה תחרות ארצית בחול המועד פסח, והעתק הגווילים נמסר לי על ידי זיו גלעד 4X1UK אשר כל דבר מתויק אצלו להפליא לרבות ערך הקבל שהחליף צורי במקמ"ש קנווד שהיה זמנית בבעלות האגודה ונעלם ברישומים...

התחרות ההיסטורית הייתה על כל גלי החובבים וכללה בין היתר העברת מברקים דרך "תחנות ממסר אנושיות". יומני התחנה נוהלו על גבי "פאפירוסים" מורכבים ועיבוד (או איבוד) התוצאות נעשה אני מניח עם טכנולוגיה דומה – נייר ועפרון.

תחרות ישראלית - פסח, ע"ש מנחם חלפון ז"ל, 4x4M

מאורגנת ע"י "הגל" - כסאון אגודת חובבי הרדיו בישראל

1976

מטרה: מטרתה העיקרית של התחרות היא לעודד את פעילות תחנות החובבים בישראל. פעילות זו, שתקיף את כל קצות הארץ, הנה בעלת חשיבות ראשונה במעלה;

לעודד חובבים להפעיל גלים שאינם בשימוש כיום, כ-160 מסר בחחום הח"ג ו-432 מה"צ בחחום החג"מ;

לעודד חובבים להפעיל תחנות ניידות מאזורים נבחרים בארץ.

חוקים:

1. תאריך : שבת, 17.4.76 עד 0900 (זמן מקומי);
2. זמן : 1300 (זמן מקומי);
3. פסים : 80 מסר 144 מה"צ 40 מסר 432 מה"צ
4. סוגי קרינה: כהתאם לתנאי הרשיון. קשרים מעורבים מותרים.
5. סוג התחרות: הפעלה על כל הגלים - מפעיל יחיד; (תחנות מועדון - מפעיל יחיד או רבים).
6. נוהל תקשורת: RS(T) ומספר הקשר (לפי 001) (המספור עוקב גם אחרי שינוי הפס), ומספר האזור. דוגמא: 59(9) 001 18
7. ניקוד : א. כל קשר על 80, 40 ו-2 מ" 5 נקודות ב. כל גל אחר 10 " ג. תחנות ניידות ונישאות (כנסע"ף א) 6 " ד. תחנות ניידות ונישאות (כנסע"ף ב) 12 " ה. קשר עם אחר אזור 1 "

תקנון תחרות ישראלית פסח 1976, באדיבות זיו 4X1UK

אז חלפו להם מעל 40 שנה, ורון יציב 4X1IG לא הסתפק בתפקידו הרם כגזבר האגודה, והחל לקדם נושא הקרוב לליבו – חובבי הרדיו בחירום.

התנודבתי להוביל צוות חשיבה בנדון עם נכבדי האגודה לדורותיהם במהלך 2018 שעקרונותיו פורסמו ברבים ואף הצגתי באסיפה הכללית בתחילת 2019. התובנות היו מרתקות וכדאי כנראה להקדיש מאמר רענון נפרד בנדון.

אחת התובנות הייתה כי יש מאות ואולי אלפי מכשירי רדיו בתחום ה-UHF/VHF, חלקם מיטלטלים, חלקם מותקנים ברכב וכנראה רבים מהם ב"בויידמים" של חובבי הרדיו. תדרי החירום אינם מוכרים לרבים מאיתנו וכפועל יוצא גם אינם מתוכננים במכשירים.

במקביל קיימים מאות מכשירי DMR בקרבינו וחובבים רבים לא מודעים לכך שניתן לקיים קשר סימפלקס קלאסי בין המכשירים "ללא צורך בתשתית אינטרנט". אחת המסקנות הייתה לנסות לשלב את המועיל עם המענג ולהכריז על תחרות ארצית שתתמקד בתחום ה-VHF/UHF במהלך חול המועד סוכות כך שגם צבור שומרי שבת יוכל להשתתף. התמנה צוות חשיבה בנדון אשר פרסם כמה טיוטות להערות הצבור והוגדרו המטרות העיקריות לפעילות:

- "ניקוי אבק" מציד הקשר, רענון וצריבת תדרי הפעולה בחירום במכשירי החובבים.
- מיפוי אתרי הפעלה אסטרטגיים - נקוד על פי טווח הקשר.
- עידוד לחובבים להשתתף ולתכנן מראש – למשל בעלי באופנג עם אנטנה מגנטית על גג הרכב יגלו שניתן לעשות קשרים ב-1 וואט לטווחים של מאות ק"מ מאתרים הולמים.
- הפעלה מהבית, מהשדה, ממספר אתרים, לבודדים וקבוצות.
- עידוד כל החובבים להשמיש, לצרוב לבנות ולרכוש ציוד מתאים (אנטנת יאגי ל-U/V וכו')
- יצירת מודעות שתקשורת DMR SIMPLEX אינה זקוקה לממסר ואינטרנט
- לימוד ותובנות רלוונטיות לגבי הפעלה בחירום ובכלל
- ליהנות מהפעלה עממית

מאחר והנקוד הוא על פי טווח, כל חובב נדרש לציין ולדווח את המיקום שלו ושל התחנה שעבד על ידי שמוש בלוקיטור חובבי רדיו בן 6 סימנים למשל – KM72KD שהוא רבוע בגבול הרצלייה – רמת השרון בו מפעילים לפחות 3 חובבי רדיו. גיל 4Z1KD הכין תשתית לקליטת הלוגים, חישוב המרחק והנקוד, מה ששפר דרמטית את אי הצורך לעבד גווילי ניר. הרעיון כי חובבים קרובים יזכו לנקוד נמוך של נקודה אחת באותו הרבוע מול חובב שבחר באתר אסטרטגי וכל קשר שלו יהיה מעל 50 ק"מ ויזכה אותו בקשר בודד לנקוד יותר גבוה מכל החובבים במרכז ביחד.

כ-50 חובבים השתתפו בתחרות, מי בביתו ומי מהשטח, הרשת געשה למשך 3 שעות להנאתם הצרופה של כל המשתתפים. לאחר איסוף משוב מצבור החובבים קיימנו דיון סיכום, מסקנות ותובנות בהמתנה בדריכות לתחרות הבאה.

התחרות של 2020 נדחתה בשל ארועי הקורונה אשר לא אפשרו הפעלות שטח, ובשעה טובה פורסם תקנון תחרות מעודכן על ידי האגודה ונערכה התחרות בחול המועד סוכות 2021. אחת התובנות הייתה מיעוט תדרים להפעלה, ואכן התקנון המעודכן הגדיר תדרי עבודה נוספים בשני התחומים.

בדיוק בשעה 10:00 החלה הרשת לגאוש בפעילות. המקמ"ש בסריקה עבר תדר אחר תדר ורובם שקק חיים.

קשור להקלטה קצרה במקמ"ש סורק: <https://youtu.be/cXHYqy7pzxk>

כמה עשרות חובבים הפעילו בהתלהבות להנאתם במשך 3 שעות, והקשר "הקרקעי" (בין תחנות קבועות) הארוך ביותר שנעשה היה בין אפי 4X1TI לנמרוד 4X1BG בהרצליה שזה קרוב ל-150 ק"מ.



אלי 4Z1NB ועידו

ברצוני לציין לשבח את אלו שהגדילו לעשות, התפרשו בשטח, הרימו תרנים ושילבו הפעלת שטח מהנה עם קשרים למרחקים על פי מיקומם מצפון לדרום בעיירך. מתנצל מראש אם נשכח מפעיל ברשימה או שנפלה לי טעות קולמוס:



עופר 4X1ON

אילן צמרת 4X5HF עבד מהר מירון בגובה של קרוב לק"מ ויזכה ללא ספק לתואר חובב הגובה...

ישראל 4X1UF התמקם במיקום מעולה ברום הכרמל, גובה 547 מטר הפתוח למרכז הארץ ודרומה. אבל גם ה-XYL עליזה לא יכלה לעזור לפתור את ההפרעות

של מתקן בוק הסמוך, אשר בדיעבד היו ההסבר לרגישות הקליטה הנמוכה. עופר 4X1ON "נועל קבוצת הווסטאפ" הפעיל בגבעת המורה "רק" 520 מטר גובה ביחד עם שחר 4X5ZB והרעיש לנו את מרכז הארץ.



איל 4X1RE



אילן צמרת 4X5HF על הר מירון

חנן 4X1DZ איש ה-CW הפעיל ממצפה הדר (על שם הדר גולדין) בסלעית, ונאלץ להסתפק ב-270 מטר ובקשר דבור רהוט בלבד. זה לא הפריע לו להסביר בנינוחות האופיינית את מהות הפעילות למבקרים באתר ההנצחה.

טים 4X1TS התנחל באריאל והפעיל ביד רמה, וקולו של קריין הרדיו נשמע היטב, לא פחות טוב מרדיו 100FM.

אלי 4Z1NB הפעיל ביחד עם אחיינו עידו 4X5MG בהר איתן בגובה של 788 מטר מעל פני הים עם מערך אנטנות לתפארת שהתנוססו על תרנים טלסקופיים לרבות וורטיקאלית X300 אשר שימשה לרוב הקשרים ואנטנת יאגי כיוונית לטובת תחנות חלשות במיוחד.

בסמוך לצוות המשפחתי בפינת מסתור בהרי ירושלים הפעיל רון 4X1IG עם אנטנת יאגי על תורן הדפון לרכב.

איל 4X1RE איש הפאונות הפעיל מתל גזר עם תמיר 4Z1VJ. האתר הוא גם חלק מתוכנית גנים לאומיים עולמים 4XFF-0170, איך לא? ☺

נראה שהתובנות העיקריות מההפעלה הן כצפוי – המיקום בכלל ולמפעילי השטח בפרט הוא הפרמטר החשוב. קו ראייה אלקטרומגנטי תורם הרבה יותר מהספקים ואנטנות מרובות אלמנטים. לקליטת תחנות חלשות, כמובן שהגורם הקריטי הוא האנטנה. בשידור אפשר להעלות הספק, בקליטה האנטנה היא שחקן מפתח.

מצד שני, באפנון FM להבדיל מ-SSB, קיימת תופעת השתקה של הרעש וכן אותות חלשים על ידי האות החזק יותר. זה אומר שבעל באופנג הקרוב לתחנה הקולטת יצור חסימה לתחנות מרוחקות, דבר הידוע היטב לחוסמי הממסרים הסלקטיביים לדורותיהם.

בתחום ה-VHF יש הפרעות גלובליות הגורמות להעלאת רמת הרעש אבל לרוב רק מקטינות רגישות ולא חוסמות. בתחום ה-UHF, חלק נכבד מהתדרים המוקצים נחסמו על ידי רשתות דיגיטאליות, בחלקן כנראה בשל שכנונו מצפון וממזרח.

סך הכל ההפרעות האלו היו עבורי תרגול טוב של איך מסלקים את הערוצים מטבלאות הסריקה ואיך משלימים קשר למשל עם צורי 4Z1RZ על תדר רועש, בין השתקה להשתקה..

בלטו בהעדרם מספר רב של חובבים בעלי ציוד ויכולת וכמקובל במחוזותינו הקומץ הקבוע והידוע שלא משתתף בפעילות אבל יש לו ביקורת מכאן עד להודעה חדשה על התקנון (אשר לא טרחו לקרוא כידוע..). הציף את המרשתת ברעש לבנבן מיותר שגרם לידידי עופר להוציא לפגרה זמנית את קבוצת הווטסאפ עד אשר יירגעו הטובים במקלדת ופחות ב-PTT.





רשמים מצולמים מיום שדה בחורשת הארבעים 18-Sept-2021

אמיר ברנהולץ 4Z1AR

כבכל שנה בסוכות, גם השנה, קיימה אגודת חובבי הרדיו יום שדה בסוכות. השנה המקום שנבחר היה מקום קסום בהרי הכרמל שנקרא חורשת הארבעים. המקום נבחר בקפידה כך שיהיה לנו נוף יפה, צל, מקום חניה צמוד ומספיק שטח כדי לפרוש אנטנות ולהקים תחנות רדיו.

ליום השדה הגיעו חובבים רבים. חלק מהם הקימו תחנות והרימו תרנים ואנטנות לתפארת ומרבית החברים כמוני, הגיעו על מנת לנצל את ההזדמנות ולהיפגש פנים מול פנים עם החברים לתחביב וללמוד ולהתעדכן זה מזה בחידושים האחרונים בנושא התחביב וכן כדי לדסקס בעיות ולקבל עצות מועילות לפתרון.

האגודה גם דאגה לשולחן עם כיבוד ושתייה כפי שאיציק היו"ר קורא לה ה"תקרובת" וסביב שולחן זה התנהלו הרבה דיונים והוחלף מידע רב.

אני אמנם לא הקמתי תחנה אך נתתי יד לעזרת האחרים שאמנם הקימו תחנות רדיו בשטח. כמה דברים חשובים שלמדתי ביום שדה זה:

Winlink – למי שלא יודע זו מערכת להעברת דואר אלקטרוני במצבי חירום באמצעות רדיו (אולי אכתוב בעתיד מאמר מוקדש לנושא זה בלבד), למדתי שהוקמה צומת ישראלית כחול לבן! עד עכשיו חובבים שעשו שימוש במערכת השתמשו בצמתים מחו"ל בעיקר בולגריה ועכשיו יש לנו צומת משלנו, אשר נמצאת במגידו וכרגע נעשים ניסיונות בתחום ה-HF לשלוח מיילים באמצעות צומת זו – מיתקן זה נבנה והוגדר ע"י יורם 4Z1YR.

עוד דבר שלמדתי – גם בהקשר של וינלינק זה על מודם תוכנה חדש בשם VARA שמחליף את המודמים הישנים כמו winmor או paktor.

כמו כן בזמן ששוחחנו על אנטנות HF - סיפרתי על אנטנת דלתא-לופ רבת גלים (אקדיש לה מאמר נפרד) ובעיות שמונעות ממני להרכיב אותה וקיבלתי טיפ ענק מאברי 4X1YV ועכשיו אוכל סוף סוף לפרוש אותה.

מבחנתי כאמור היה יום שדה מעולה! פגשתי את כולם ולמדתי הרבה דברים חדשים.

בנוסף לחובבות רדיו אני גם חובב צילום וניצלתי את שהותי גם לצורך תיעוד מצולם של האירוע להלן כמה תמונות מייצגות על מנת שמי שלא היה יכול להתרשם:

הקמת תחנות ושידורים :





כל התמונות (מעל 80) ניתנות לצפייה
בפייסבוק בכתובת :
<https://tinyurl.com/8en6s3ev>

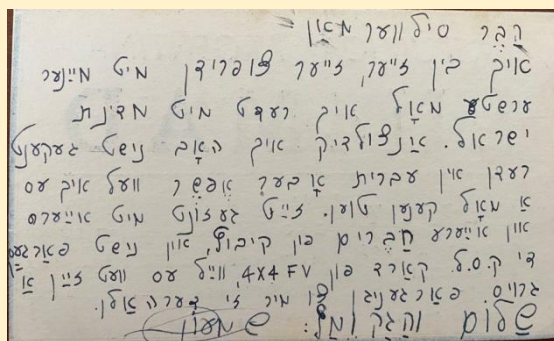




הכול בגלל קידוח אופקי

מאת: דקל נחום 4X5EH

בילדותי התנגן ברדיו השיר "הכול בגלל מסמר קטן" ומכאן אני רוצה לספר. שהכול בגלל קידוח אופקי. ולמה? תגלו בסוף הסיפור, במסגרת עבודתי בחברה קבלנית לעבודות חשמל, כמנהל פרויקטים, נתבקשתי לבצע קידוח אופקי, וזימנתי לשם כך קבלן לביצוע העבודה שזה תחום עיסוקו. למחרת התקשרה אליי מזכירתו וביקשה את כתובת הדואר האלקטרוני שלי, וזאת בכדי לשלוח לי את הצעת המחיר. ובעוד אני מאיית לה את הכתובת באלף בית פונטי, אמרתי כבודך אגב, כדוגמת חובבי הרדיו, ואז היא סיפרה לי שאבא שלה היה חובב רדיו, ומכאן התבקשה השאלה מיהו האבא חובב הרדיו שלה? ומסתבר ששמו הוא זאב (זילברמן) סלע ז"ל, שהתגורר בקיבוץ סאסא ואות הקריאה שלו הוא 4X4FV. שאלתי בעדינות האם נשאר דבר מה מהתחנה, ואם כן האם בני המשפחה מעוניינים להעביר את הדברים לאגודה, שאולי ברבות הימים יוקם מוזיאון הנצחה לחובבי הרדיו בישראל... אכן נשארו שלושה ארגזים, ובהם אישורי קשר מכל העולם כולל תחנות חובבים ותחנות מועדון כאן בארץ. ואכן הם נענו לכך בשמחה. בינתיים קבלתי ארגז אחד עם כרטיסי קשר. מקווה שנקבל את השאר בעתיד. והנה הכול בגלל קידוח אופקי!



כרטיס משמעון גרוטמן, ארגנטינה ב-1958, לקיבוץ סאסא, הכולל מכתב בידיש.

חבר סילברמן,

אני מאד, מאד מרוצה מהפעם הראשונה שאני מדבר עם מדינת ישראל. אני מתנצל שלא יכולתי לדבר עברית, אבל, יתכן שפעם אוכל. איחולי בריאות לך ולחבריך מהקיבוץ. אל תשכח את כרטיס הקש"ל 4X4FV כי יהיה לי לכבוד ולעונג לקבל אותו. שלום וחזק ואמץ, שמעון.

תורגם מידיש ע"י אמיר ברנהולץ 4Z1AR.



1957, תחילתו של עידן חדש בחובבות הרדיו בארץ ה-SSB

מאת עמי שמי 4X4DK

מי שלא חווה את המעבר מאפנון אמפליטודה AM לאפנון חד פס-SSB, לא יכול להבין את גודל החידוש שדבר זה הביא לעולם חובבות הרדיו.

אסביר בקצרה מה השוני והיתרונות של המעבר. נניח למשל שאנחנו רוצים להעביר בשידור אלחוטי תדר בתחום השמע של 1000 הרץ בשיטת אפנון אמפליטודה, עלינו לשדר גל נושא בתדר F_c , ולערבל אותו עם תדר השמע 1000 הרץ. נאמר שהספק הגל הנושא הוא 100 וואט והספק המודולטור באפנון משתנה בעוצמתו לפי עומק האפנון ויכול להגיע לעוצמת הגל הנושא בכל אחד משני פסי הצד, ב 100% מודולציה.

פסי הצד ממוקמים משני צידי הגל הנושא בתדרים $F_c + 1000\text{Hz}$ ו- $F_c - 1000\text{Hz}$, המרחק בין פסי הצד בספקטרום הוא 2000 הרץ ואם מדובר לא בתדר מאפן יחיד אלא בדיבור רגיל בתחום של עד 3000 הרץ, רוחב הפס יהיה 6000 הרץ.

לעומת AM ב-SSB אנחנו משדרים רק את אחד מפסי הצד עליון USB או תחתון LSB, וללא הגל הנושא, כל ההספק ששודר ב AM יוצא לשידור באחד מפסי הצד, רוחב הפס קטן לחצי דבר שמספר את יחס אות לרעש בקליטה.

אולם מציוד השידור והקליטה נדרשים ביצועים הרבה מעבר לאלה שנדרשו באפנון אמפליטודה, במיוחד יציבות המתנדדים במקלט ובמשדר, פילטרים חדים ושטוחים, יותר מערבלי תדרים, מה שבאפנון אמפליטודה נחסך כי דרגות מגברי תדרי הרדיו עבדו ב- Class C, דבר שאיפשר הכפלת תדר, ועם מתנד אחד בתדר 1.8 מגהרץ ע"י הכפלת תדר אפשר היה לעבוד על כל גלי החובבים של אותם ימים.

לאחר רענון הידע נעבור מעט לנוסטלגיה של תחילת הפעילות של החובבים בארץ ובעולם.

הקשר הראשון בישראל ב-SSB התקיים ביום 7/2/1957 בין VE3MR ל-4X4DK.

המשדר היה מוזן ממחולל SSB בשיטת ה-Phasing של חברה אמריקאית בשם Central Electronic דגם A10 שנתן 10 וואט והזין מגבר ליניארי תוצרת עצמית 250 וואט. את המחולל קיבלתי במתנה מידידי מרטין רוזנטל VE3MR/4X8MR. ראה תמונה 1.

ומאותו יום כמעט אני לא מוצא קשרים ב AM, הביקוש של חובבים בעולם להתקשר עם ישראל ב-SSB לראשונה היה רב, לחלקם הייתי הארץ ה-100 לתעודה החדשה SSB-DXCC.

ב-1957 חל מפנה עולמי באלחוט דיבור, תחרויות, תעודות מיוחדות כמו SSB DXCC, WAZ, ועוד. משהו דומה למה שהיום הולך עם FT8.

ביום בהיר אחד מתקשר אלי "אישי" הלא הוא אל"מ ישעיהו לביא קצין קשר ראשי באותם ימים ומבקש לשמוע רשמים מניסיוני בשימוש ב-SSB, ואיזה ציוד מומלץ, המלצתי על קולינס KWM1 שהיה נפוץ אצל העשירים והייתה לי הזדמנות להפעילו כאשר ביקר בארץ ידידי VE3MR עם מכשיר מסוג זה.

כעבור זמן לא רב שוב התקשר אלי "אישי" 4X4FB כאשר הוא מפעיל KWM1, ומאז תחילת שנות השישים רוב ציוד הקשר ב-HF בצה"ל עבר ל SSB.

אפרופו 4X4FB ותחרויות ב SSB, קוריוז מעניין ובזכותו אולי הצלחתי בתחרויות ב-SSB. אני עד 1964 התגוררתי בירושלים כמה מאות מטרים ממחנה שנלר, זה היה בצפון העיר. במחנה היה ממוקם משדר AM BC610 שהיה מיועד להעברת שידורי גלי צה"ל לאזור ירושלים. את האודיו של השידורים היו מעבירים בעזרת ממסר FM מתל אביב בתדר שהיה 71.55 מגהרץ, הרמוניה חמישית של 14.310, זה היה התדר המרכזי של הפעילות בתחרויות ב-SSB, בגלל הקרבה שלי למיקום אנטנת הקליטה הורטיקאלית של גלי צה"ל, בכל פעם שהייתי משדר בסביבות 14.310 הייתי מפריע לשידורי גלי צה"ל בירושלים. תמיד נזהרתי לא להתקרב לתדר. אולם אם רוצים להצליח בתחרות צריך להיות מנוטרל ממגבלות. היה לי הסכם שאורגן ע"י אישי- 4X4FB, שלפני כל תחרות אני מודיע לאיש הקשר בתחנה והוא היה מחליף את העברת השידור לקו טלפון במקום הממסר האלחוטי.

כך בשנת 1962 זכיתי במקום ראשון בעולם בתחרות CQ DX SSB Contest, זו הייתה השנה השישית שהתחרות התקיימה, ולאחר מכן שונה שמה ל- WPX Contest.

לאחר כשנה החלטתי לבנות מחולל SSB בעצמי בשיטת הפילטר בתכנון עצמי, הרבה יותר מורכב אבל הרבה יותר טוב, ואכן הביצוע עלה יפה. ראה בתמונת השער, המכשיר הימני. היה לי ידיד 4X4IX אייב נגל מהרצלייה שגם בנה מחולל בשיטת הפילטר ויחד שיתפנו פעולה בידע והוא אם זכור לי היה החובב השני בארץ שהופיע ב-SSB.

וייראו כי טוב, ואז התחילו חובבים בארץ ובעולם למלא את גלי החובבים בשידורי SSB. מכאן והלאה החלו להופיע בשוק המסחרי מקמ"שים מיועדים לגלי חובבים ע"י חברות ידועות כמו קולינס עם KWM1, כמו קנווד, יאסו איקום ועוד.

בארץ אפשר היה לקנות ציוד לחובבים אצל ישראל קז 4Z4IK שהיה סוכן רשמי לציוד חובבים של חברת קנווד. השידורים ב AM נעלמו מגלי החובבים כליל.

כיום גם רב שידורי הרדיו המסחרי שעבד ב AM נעלמו מגלים קצרים ובינוניים, וזאת לשמחת חובבי הרדיו שהשידורים בגלים בינוניים הפריעו מאוד לחובבי הגלים הנמוכים - 160 מטר.

אולם הטכנולוגיה המתקדמת מהווה בעיה לא פשוטה לחובבי הרדיו, בכל מה שנוגע לרמות רעש הרקע הנפלט מציוד אלקטרוני זול וגם יקר ומפריע לגלי החובבים.

בארץ הנושא הזה לא מטופל מספיק, וזו תהייה בכייה לדורות הבאים, כל הנושא של חשמל סולרי שנעשה פופולארי גם בארץ, נותן את אותותיו הרועשים בכל תדרי החובבים, ואין איש לא באגודה ולא במשרד התקשורת שיטפל במצב, יש לקחת דוגמא מארה"ב כמה פעילות שעושים החובבים שם וכמה הרשויות מעורבות בכך, אבל זה נושא אחר לדון בו.



בתמונה 1

עמי שמי 4X4DK
בשידור SSB בעזרת
מתאם דגם A10
ישראל 1957



הפעלות שדה

מאת: אודי קדם 4X6ZM

חלום הצטרפות להפעלות שדה היה נטוע בתוכי מיום קבלת רישיון החובבים (אפריל 1990). ולמרות זאת ההשתלבות בהפעלות שדה החלה בהפעלת Christmas דצמבר 2016, שזוהי הפעלת השדה הראשונה בה זכיתי להשתתף. שם גם הבנתי שאני יכול ליהנות מהפעלות שדה. ואכן כחודש לאחר מכן בוצעה ההפעלה הבאה מאתר הטבילה בקאסר אל יהוד - סמוך למפגש נהר הירדן עם ים המלח. ההפעלה בוצעה במסגרת ה-Hocota Program בניצוחו של עמוס 4Z1AB.

כשאני משמש כקבלן משנה קריא מאתר/בוחר את אתר ההפעלה מקבץ צוות הפעלה (בהמשך פעילות הפעלות השדה נוצר גרעין קשה שמלווה את ההפעלות האלה בצורה מעוררת כבוד ובהחלט מראה ש"שיגעון" הפעלות השדה הוא לא פרי דמיוני בלבד). ג'יב נוסף שמתלווה לפעילות הוא נושא החלפת כרטיסי הקש"ל הכוללת כרטיסים אלקטרוניים bureau, direct. אכן, לא המצאתי את הגלגל והפעלות השדה היו קיימות הרבה לפני שהתוודעתי לתחביב, עובדה זו לא מונעת ממני להתרגש כל פעם מחדש.

חלק חשוב וקריטי בבחירת מועד ההפעלה, ולמעשה תאריך היעד של אותה הפעלה ספציפית מוצע למפעילים הפוטנציאליים רק לאחר שבדקתי ומצאתי שהתאריך המוצע נטול/חף מקונטסטים (contest) "מזיקים".

קונטסט (contest) מזיק זהו קונטסט (contest) שהורס את ההפעלה ולא מאפשר לך לעלות לאוויר עם ההפעלה שלך.

מאז הפעלת קריסטמס 2016 רשימת ההפעלות הולכת ותופחת ומכילה את ההפעלות הבאות:



מנזר בית ג'מאל, אפריל 2017



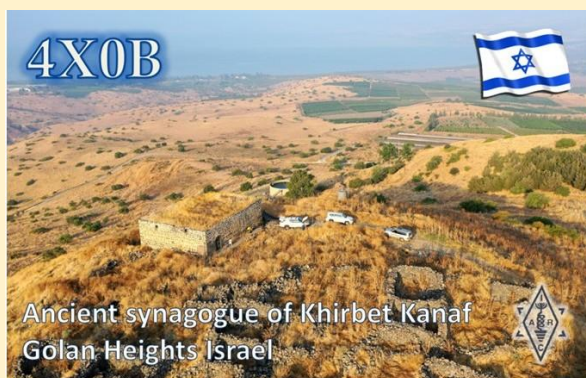
אתר הטבילה – קאסר אל יהוד, ינואר 2017



בית הכנסת בסוסיא (דרום הר חברון),
נובמבר 2018, אות קריאה: 4X0B



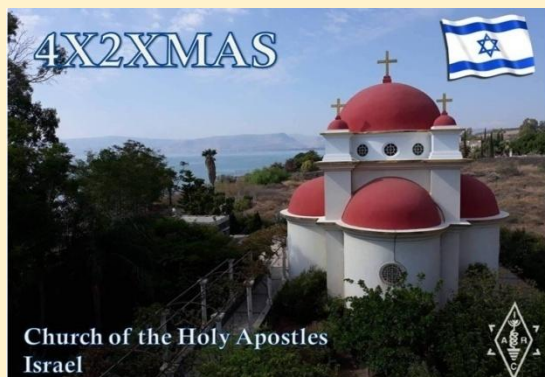
מנזר המר סבא - מדבר יהודה - נובמבר 2017,
אות קריאה: 4X0B



בית הכנסת בחרבת כנף (ליד מושב כנף רמה"ג),
ספטמבר 2019, אות קריאה: 4X0B



מצודת הונין (בכניסה למושב מרגליות),
יולי 2018, אות קריאה: 4X0B



הפעלות Christmas דצמבר 2018 מכנסיית 12 השליחים Church of the Holy Apostles- (ליד לכפר נחום), אות קריאה: 4X2XMAS



מגדלור אשדוד – ארבע הפעלות רצופות שנתיות בכל אוגוסט ומשתלבות ביוזמת המגדלורים העולמית, הפעלה אות קריאה אישי עם הוספה של XXXXXX/L.H

הפעלות Christmas דצמבר 2016 מכרי דשא בניצוחו של 4Z1ZV, אות קריאה: 4X9XMAS
 הפעלות Christmas דצמבר 2017 מניצנה בניצוחו של 4Z1ZV, אות קריאה: 4X2XMAS
 בנוסף זכיתי להצטרף ליוזמות נוספות כמו הפעלת תמנע - 4Z1ZV ובנוסף הפעלת אכזיב
 4Z1RE, 4Z1NB, 4Z4DX
 בית הכנסת רימון (יער להב), מרץ 2019, אות קריאה: 4X0B
 מצודת אשדוד ים, ינואר 2018, אות קריאה: 4X0B
 בית הכנסת בברעם, אוגוסט 2017, אות קריאה: 4X0B



כמו כן, מתקיים פרויקט נוסף בשם "הפעלת ארץ המכתשים" - מדובר בארבע הפעלות (כמספר המכתשים בישראל):



הפעלת מכתש עריף, נובמבר 2020, אות קריאה: 4X0ARF

הפעלת מכתש ירוחם (הגדול), אפריל 2021, אות קריאה: 4X0GDL

הפעלת המכתש הקטן (בקרוב), אות קריאה: 4X0KTN

הפעלת מכתש רמון (בקרוב), אות קריאה: 4X0RMN

חווית הפעלות השדה מכילה בתוכה מספר לא מבוטל של נעלמים, ספקות, תהיות לגבי כל הפעלה והפעלה - כל הפעלה דורשת את ההתארגנות המיוחדת לאותה ההפעלה ולכן סיור מוקדם באתר ההפעלה המיועד הוא תנאי (היו הפעלות שבוצעו 3-4 סיורים מוקדמים) לקיומה של הפעלת השדה.

ביקורים באתרי הפעלה מומלצים, גם כעניין חברתי (יום שדה קטן) כמו גם חובבים חדשים שמגלים עניין בהקמת התחנה בשטח ומגיעים מדי פעם. חלק מההפעלות דורש רכבי 4X4 (מכתש עריף וחרבת כנף).

לסכום, הפעלות השדה הן לא מועדון סגור, כל מי שהפעלות שדה מסקרנות אותו – מוזמן לבקר/להצטרף. פרסום ההפעלות מתבצע באמצעות הגל המשודר. המון תודה לאותם מפעילים בעיקר לאותו גרעין קשה ונאמן שלא חוסך שום מאמץ במטרה לאפשר את הפעלות השדה.

נ.ב. הייתה גם הפעלה מהמוחרקה, ליד כנסיית אליהו הנביא בכרמל ב- 3/6/2017.



הפעלת דמורה
3/יוני/2017

מימין: יוני מריח 4X5MY עם נפתלי בלבן-אברהם 4Z1RM



ספור חברות מופלאה ובניית תחנת לוויינים אורביטאליים

נכתב עם חיוך רחב על ידי צביקה סגל 4Z1ZV

את ידידי יעקב גוטגולד, לימים 4X6LA וכיום 4X1LA הכרתי בעקבות הרצאה של אפי 4X1TI על בניית תחנת לוויין קטארי. פרסמתי קול קורא לתרומת צלחת קליטת לוויינים וקבלתי פניה מחובב שגר מרחק קשר באופנג ממני – "אני יעקב ויש לי עבורך צלחת של סבאתי ז"ל". לימים גיליתי שחשכתי 80 שקל שלמים על צלחת חדשה, אבל נאלצתי לחזור ולשנן את משוואות מקסוול כדי להביא את הצלחת למצב עבודה מחד ולהכיר מקרוב את יעקב מאידך. העובדה שאני משושלת הבעל שם טוב, ויעקב איש ירא שמיים למדי וסב ל-36 נכדים חרדים, יצרה בינינו ידידות מופלאה כאשר כל מפגש או שיחת טלפון מחייבת שריון של כמה שעות פנויות...

משמעות הידידות הזאת אומרת, שכאשר יעקב צריך לקדוח חור, הוא יגיע לסדנתי, וכך היה. לפני כשנה בעיצומם של סגרי הקורונה הגיע אלי יעקב עם שלל מוטות אלומיניום והסביר לי שהוא הולך לבנות תחנת עקיבה ללוויינים אורביטאליים. להבדיל מלווייני תקשורת כמו YES, עמוס, הלוויין הקטארי וכו' שהם סטציונאריים וממוקמים במקום קבוע סביב קו המשווה, הלוויינים האורביטליים מקיפים את כדור הארץ, מי במסלול מרוחק ומי במסלול קרוב הידועים כ- LEO – Low Earth Orbital.

לוויינים אלו דורשים עקיבה אחרי המסלול שלהם וגם קיזוז בזמן אמיתי של תדרי הקליטה והשידור עקב אפקט דופלר – שינוי התדר לפי המהירות היחסית של הלוויין ביחס לתחנת הקליטה שמשתנה ברמות של כמה קה"ץ.

לווייני החובבים נחלקים לכמה סוגים עיקריים: לוויינים עם ממסרי FM בדומה לממסרי חובבים רק Cross Band V-U, לוויינים עם טרנספונדר במוד SSB המסיטים תחום תדר שלם של כמה עשרות קה"ץ, מודים דיגיטאליים הדורשים שימוש בתוכנות קידוד ופענוח, ביקון, וכו'. רשימה של הלוויינים הפעילים היום ניתן למצוא באתר Amsat, ארגון חובבי הרדיו בלוויין (תודה למיכה קליין):

<https://www.amsat.org/two-way-satellites/>

מסתבר שיעקב שייך לדור יבדלו לחיים ארוכים שכבר לפני שנים רבות בנו תחנות לוויין כדי לעבוד עם Oscar 10 שהיה לוויין אורביטלי. בהיותו מרוחק יותר איפשר בצוע עקיבה ידנית וקשרים ממושכים יחסית. את הקשרים היה עושה בין היתר מול שלמה מנוחין ז"ל 4X1AS כמובן על ידי תאום מראש של זמני התקשורת.

יעקב מצא בעליית הגג שלו את המסובב דו צירי הישן והטוב של Yaesu ושרידי אנטנה הליקלית חבוטה (שנראתה כאחת שלא תעבוד, ואכן גם לא עבדה...), החליט שהוא מחזיר עטרה לישנה ומקים מחדש את התחנה.

יעקב התחיל להשלים למסובב האנטנה את כל מה שחשב שנדרש: אנטנת VHF, אנטנת UHF קצת צנרת, כבלים, מתאמים וזהו... מה שהסתבר מאוחר יותר שזה די מזכיר את הספור על האיש שמצא וונטיל של צמיג והשלים לו וולוו...

קיצר, סיימנו לקדוח את החורים במה שיהפוך להיות הבום של אנטנת VHF Cross Yagi עתירת אלמנטים עם Gamma Match. לתאום האנטנה רכש יעקב את ה- NANO VNA המשופר עם תשתית עתידית ל-3 גיגה הרץ ונאלץ ללמוד להשתמש בו. השלב הבא היה להפוך את האנטנה לקיטוב מעגלי כיאות לתחנת לוויינים וזאת על ידי סכום בהפרש פאזה של 90 מעלות של הקיטובים הליניאריים. על הדרך למדנו כי אם הכבלים לא באורך הנכון, הקיטוב לא יצא ממש מעגלי...



האנטנה ההליקלית הישנה ל-UHF הוחלפה באנטנה חדשה לתלפיות שבנה יעקב. בזכות ה-NANO VNA ורדידי נחושת שרכש בחנות לצרכי אמנות, תואמה להפליא האנטנה. כל "הגישטל" הזה הותקן בשלבים על ידי טכנאים מזדמנים ועל ידי שכנו הטוב שטרח וטפס לגג הרעפים ועשה כמיטב יכולתו להתקין, אמנם באוריינטציה שגויה כפי שלמדנו מאוחר יותר...

אז מסתבר שזה לא נגמר שם...

בעידן המודרני משתמשים בתוכנות חכמות

לצורכי עקיבה של האנטנות, הצבת התדרים והמודים ותיקון אפקט הדופלר.

הבקר העתיק של Yaesu מספק ממשק של מגעי ממסרים ומשוב מתח 0-5 וולט לכל היותר ותוכנה מודרנית מעדיפה משום מה ממשקי USB. זה הוביל לפרויקט ממשק בקר למסובב האנטנה.

כאן נכנס לתמונה ידידנו משכר הימים יורם שלום 4X1YS, מורי ורבי לכרסום וחריטה הידוע גם ביכולתו למצוא פרויקטים מעניינים בעיקר בזכות הצורך ליצר להם מעגלים מודפסים, הרכבות SMD וכמובן חריטת פנלים מקצועית.

יורם בדיוק איתר והשלים פרויקט על פי תכנון של K3NG מבוסס ארדואינו היודע להתממשק כמעט לכל דבר שזו מצד אחד ולתמוך בשלל פרוטוקולי תוכנה לשליטה במסובבים.



כל מה שנשאר ליעקב זה לבנות את הבקר, לטעון לארדואינו את התוכנה שכבר קינפג יורם, לזווד בקופסא שנתרמה על ידי כותב המאמר ולצפות לטוב אחרי שהמסרים התחילו לתקתק... בשלב הזה הסתבר שנדרש גם מקמ"ש הולם All Mode UHF-VHF לרבות עם יכולת ממשק CAT למחשב ורצוי עם הספקי שדור ראויים.

למשימה הזאת נבחרה ספינת הדגל של Icom, IC7900, אשר מפאר כבר כמה בתי אב ואם בישראל. ברובם הוא תורם מקצת פרורים מיכולותיו המופלגות, בין היתר בזכות מגבלות מסוימות בממשק מחשב שלו בתמיכה בארכיטקטורה הייחודית הדורשת טיפול מורכב יותר. זאת למדנו כמובן כמו רבים וטובים, רק לאחר רכישת המקמ"ש במיטב זוזיו של יעקב. בשלב האינטגרציה הראשונית עם תוכנת SDR CONSOLE שחוץ מקפה עושה כמעט הכל, למדנו בדרך הקשה שכנראה לא ניתן להתממשק באופן מלא למקמ"ש וכי נדרש לתור אחרי פיתרון הולם אחר.

פרסמנו קול קורא בארץ ובעולם לרבות לחלוצי התחום כמו שמאי 4Z1WS, דוד 4X1DG ומיכה 4Z1KM מהם קבלנו חידוקים לאתגר. מיכה אמר שיש מצב שתוכנת עקיבה בשם SatPC32 תתמוך, ואכן לאחר שיטוט בקבוצות עולמיות בתחום התקבל אשרור להנחה. חיש קל הותקנה הגרסה הפתוחה של התוכנה, המחייבת הזנת קואורדינטות בכל הפעלה שלה. מסתבר שהתוכנה שנכתבה על ידי חובב גרמני שעדיף שנשתמש בשם הפרטי שלו – אריק, מורכבת למדי להתקנה וקינפוג. כיאות למוצר גרמני מספקת ממשק אדם מכונה נוראי, אבל יציבה בטרוף וכוללת כל מה שנדרש בתחנת לוויינים ובעיקר תמיכה פרטנית בכל הצרכים המיוחדים של IC9700.

בשלב הזה הושלמה האינטגרציה לרבות הצלבת חיבורי הממשקים, תיקון אוריינטציית האנטנות, סדור המזגן שנזל וסיכן את המקמ"ש ועוד כהנה וכהנה... יעקב גילה כי Rich 4Z1JJ הזכור לי לטובה מההפעלה בתמנע – מפעיל תחנה עם קונפיגורציה דומה והוזמן לאחר כבוד לטכס החניכה.

יעקב כהרגלו, בחר להדבק בקורונה, כך שהטכס נדחה לאחר שקבל תו ירוק ברמת בר"ץ... ב-2 בספטמבר התכנסנו בתחנה של יעקב לרבות חנן 4Z1DZ איש ה-CW הידוע שסייע בפענוח קשרים בשפה הרוסית ומקבץ שלישיות מקודד שרק הוא כנראה הבין מה זה. ריץ', בנינוחות האופיינית התיישב בתחנה, בחר את הלוויין הרוסי RS44 והדגים איך עושים בתוך כמה דקות שהלוויין חולף קשר עם חובב צרפתי.

מיותר לציין את ההתרגשות הרבה בתחנה בעיקר של יעקב אשר הגשים חלום לאחר שנה של השקעה בחומרים, דיסיפלינות וחברים וזכה לתחנה פועלת לתפארת.

קשה לתאר את חווית האוטומציה למשתמש: לבחור לוויין בקליק, לראות את שליחת האזימוט והגבהה לבקר המסובב, התקתוק המתוק של הממסרים, לצפות במשלוח התדרים המתעדכנים למקמ"ש, לשמוע את תחילת אפקט הדופלר בתקשורת, והופה, התיקון המיוחל לתדר וחוזר חלילה. כשהלוויין מרוחק, איכות הקליטה גבולית, והולכת ומשתפרת ככל שהוא מתקרב והכסוי

שלו יעיל לשתי התחנות המשתתפות בקר. כמובן לצפות במפת העולם המציגה את מיקום הלווינים, ומכריזה "RS44 Rising" כשהלוויין מתקרב.

כידוע, לחובבות רדיו אין מודל עסקי, ואין שום יחס בין ההשקעה בזמן, משאבים ואנרגיה לבין תועלת התוצאה. במקרה שלנו - לעקוב שעות אחרי לווינים, לחכות לאלו שפעילים שיחלפו עם כסוי אזורי הולם ואם מתקיימים כל התנאים – אז נצליח לעשות קשר חפוז עם השכן ליד לאחר שתאמנו איתו מראש את הזמן או לחליפין לסמוך על הסטטיסטיקה ולקוות שיש עוד חובב הזוי עם תחנה הולמת שזמין על הלוויין בזמן ובתדר ואז ניתן לו 73/55 ©.

אבל, קשה לתאר במילים את הסיפוק, ההנאה והנחת מתהליך הלימוד, הבניה, אינטגרציה של שלל טכנולוגיות וה-Climax הוא כמובן לראות שכל העסק הזה גם עובד. לא פחות חשוב זה שיתוף הפעולה עם חובבים נוספים ויצירת מעגלים חברתיים בין אנשים עם צרכים מיוחדים כמונו...



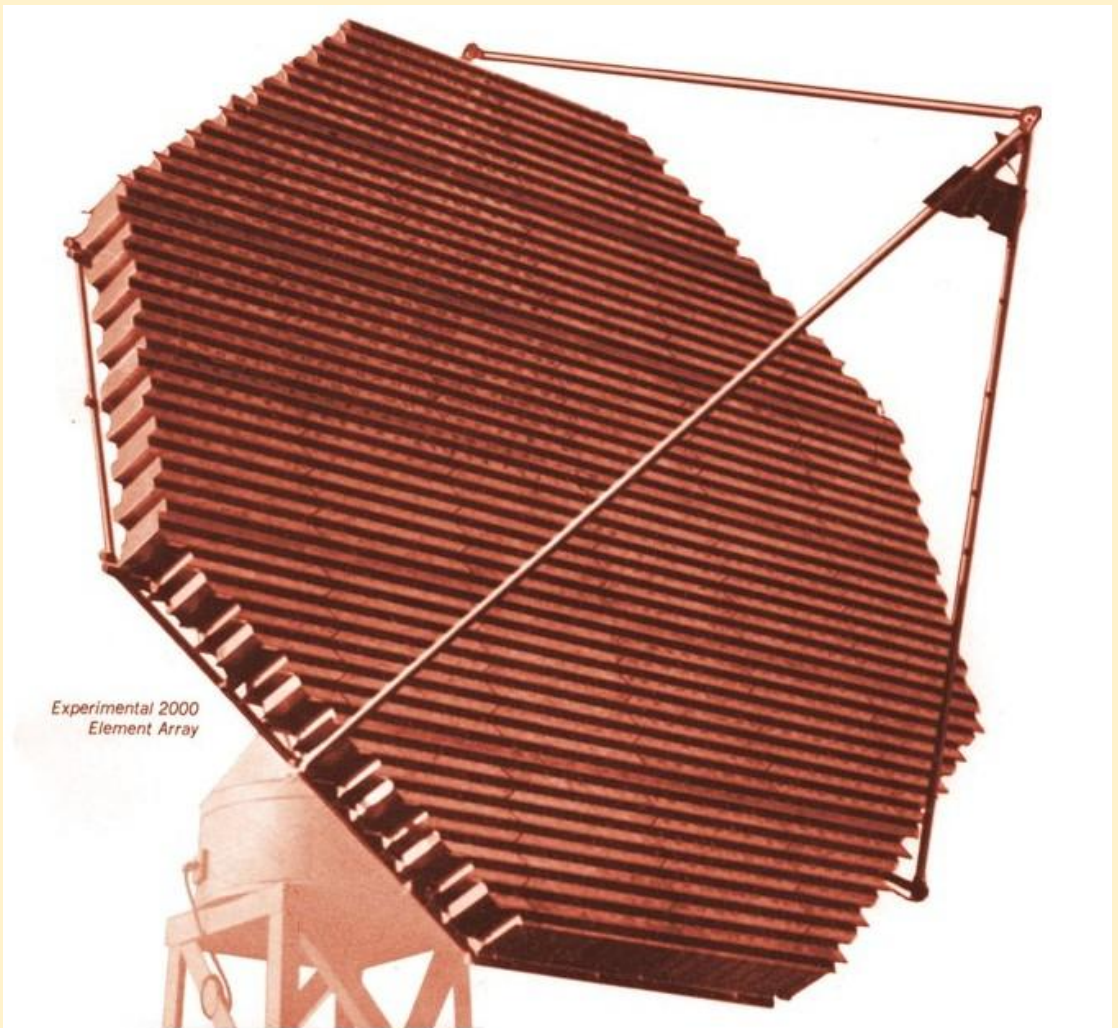
מימין יעקב 4X1LA משמאל רייז' 4Z1JJ



האנטנות של ד"ר ג'אד בלס

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

אחד ממהנדסי האנטנות המבריקים שפעלו בישראל, ד"ר ג'אד (יהודה) בלס ז"ל, שהמציא וחדש בעולם האנטנות בנושאים מגוונים, נולד בניו יורק בשנת 1925, עבד שנים רבות בארה"ב ולאחר מכן עלה ארצה ופעל פה עד פטירתו בשנת 1985. מבין שלל המצאותיו, הידועה ביותר היא מטריצת בלס לאנטנה מרובת אלומות (פורסמה לראשונה בשנת 1961). מטריצה זו זוכה כיום להתעניינות רבה וליישומים מעשיים במערכות אלוטיות חדשניות.





ג'אד בלס

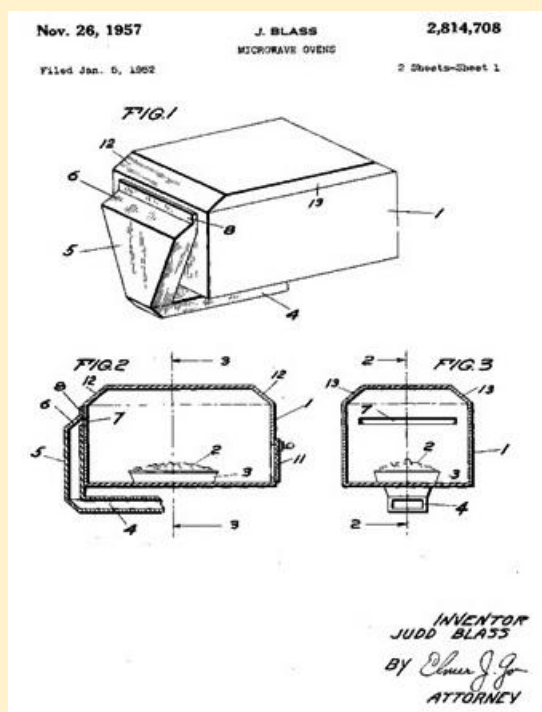
קורות החיים של ג'אד בלס

Judd Blass נולד בשנת 1925 בעיר ניו יורק וסיים את לימודי ההנדסה במכון הפוליטכני של ברוקלין בשנת 1944. בשנים 1944-1946 שירת בחיל הים האמריקאי בזירת האוקיינוס השקט. לאחר מכן רכש תואר שני ושלישי במכון הפוליטכני בשנים 1947 ו-1952. מקום עבודתו הראשון היה Microwave Research Institute שם עסק בין השנים 1947-1950 במחקרים על רכיבי גלבו. בשנת 1950 הצטרף לחברת Raytheon Manufacturing Company שם פיתח אנטנות מכ"ם ותנורי מיקרוגל. בשנת 1952 התמנה למנהל הפרויקטים הראשי בחברת Dornier Margolin שעיקר עיסוקה היה באנטנות מוטסות ומערכות איכון. בשנת 1954 הצטרף לחברת Maxson Corporation ועבד בה עד שנת 1960 בנושאי אנטנות ומערכי אנטנות, בין היתר שימש שם כמנהל מחלקת המיקרוגלים ופיתח מדי גובה חיוניים לתעופה האזרחית.

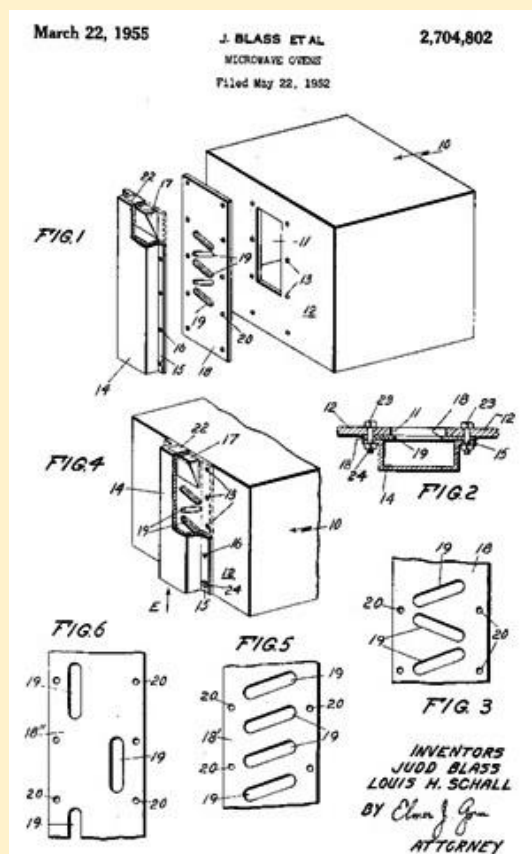
בגיל 35 הקים את החברה הראשונה שלו Blass Electronics Corporation שהיתה חברת בת של תאגיד אנגלהרד בניו ג'רסי ופיתח במסגרתה אנטנות ומערכות מכ"ם. התרומה הידועה ביותר שלו קופלה במאמר קצר ביותר משנת 1961 המכיל 3 עמודים בלבד ובו תאר את מטריצת בלס שהפכה לשם דבר בתחום האנטנות. באותה שנה יצא לאור מדריך האנטנות הקלאסי בעריכת Henry Jasik וד"ר ג'אד בלס תרם בו את הפרק השמיני העוסק באנטנות חריץ (כתובתו לצורך המאמר היתה Blass (Consultants Inc).

לאחר מלחמת ששת הימים החל לפעול בישראל והגיע לביקורי עבודה רבים. בשנת 1970 קבע כאן את מקום מושבו העיקרי ופעל במסגרת החברה שהקים Beam Systems Israel בנושאי אנטנות ורכיבי מיקרוגל. פירסם פטנטים נוספים על אנטנות רחבות סרט וכן על מערכות להדמיה מגנטית (MRI) עבור חברת אלסינט בחיפה. האנטנות הרבות שפיתח, יושמו והוטמעו במערכות תקשורת צבאיות ואזרחיות לרוב. ד"ר ג'אד בלס נפטר בשנת 1985 והניח אחריו אשה (לורל), שלושה בנים (יהונתן, אשר ויוסף) ושתי בנות (רחל ואביגיל) וידידים רבים בתעשייה הישראלית.

בשנת 1955 נרשם בארצות הברית פטנט מספר 2704802 על שם ג'אד בלס ולואיס של, שניהם מחברת Raytheon המתאר תנור מיקרוגל ליישומים ביתיים ותעשייתיים (איור 1). החידוש העיקרי בתנור זה היה העברת האנרגיה ממקור הגלים אל חלל תהודה סגור באמצעות אוסף חריצים (דומה לאנטנות חריצים slotted waveguide המקובלת במכ"מים מוטסים). פטנט נוסף, מספר 2814708 נרשם על שם ג'אד בלס בשנת 1957 ובו מתואר מכשיר ביתי, קומפקטי יותר, לחימום מזון עם פיזור אחיד של הגלים בתוך חלל התהודה (איור 2).



איור 2 תנור מיקרוגל ביתי עם פיזור קרינה אחיד

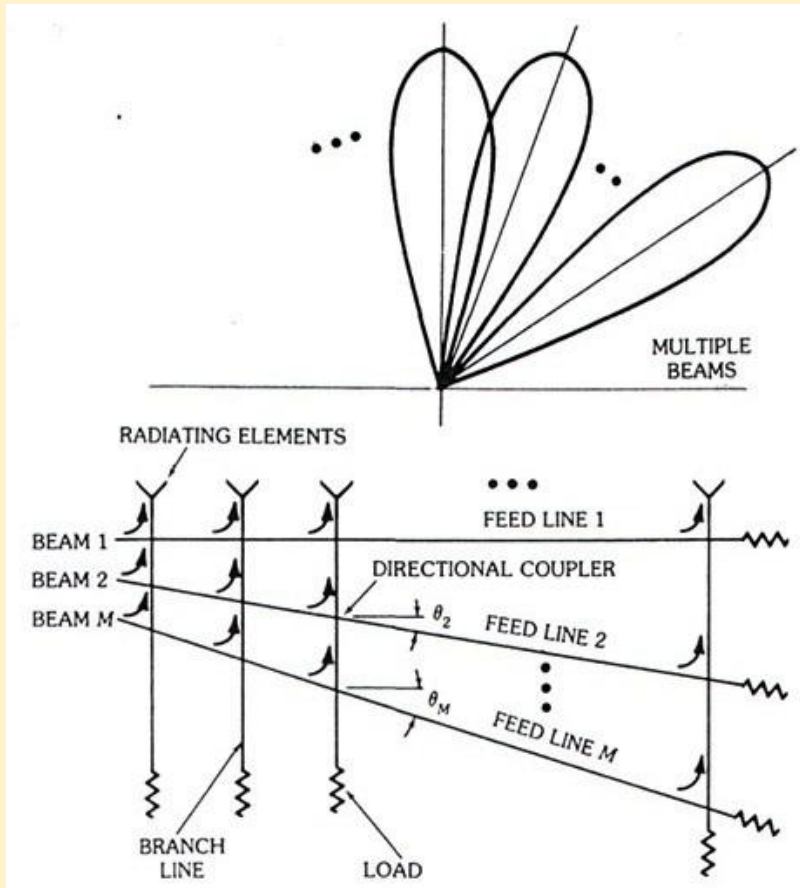


איור 1 תנור מיקרוגל המזון על ידי אוסף חריצים

מטריצת בלס

בשנת 1961 פרסם ד"ר ג'אד בלס מאמר קצר בכנס IRE בארצות הברית בשם Multidirectional Antenna, a new Approach to Stacked Beams [1] שבו תואר מערך אנטנות מרובה אלומות. מערך זה נודע לימים בשם מטריצת בלס והפך לאבן בנייה מרכזית במערכות מכ"ם ולוחמה אלקטרונית, ולימים גם בתקשורת אלחוטית מודרנית. מטריצת בלס מורכבת מאוסף של N

אלמנטים קורנים המוזנים באופן טורי על ידי M קווי הזנה בעלי אורך שונה כמתואר באיור 3. עיצוב האלומה נעשה על ידי גלים נעים Traveling Waves המחוברים במטריצה של מצמידים כיווניים. במטרה להבטיח את איכות הגלים הנעים, הדקי הכניסה מתואמים על ידי עומסים המונעים החזרות לתוך המטריצה.



איור 3 סכימה של מטריצת בלס לאנטנה מרובת אלומות

הסחת האלומה מוסברת על ידי הפרשי הפאזה העוקבים בין המקרנים. המטריצה מייצרת בו זמנית M אלומות שונות (בניגוד למערכים סוקרים או ממותגים שבהם ברגע נתון מיוצרת אלומה אחת בלבד). משורת N מקרנים המוזנים באותה פאזה מתקבל עקום קרינה כדלקמן:

$$F(\theta) = \sum_{n=0}^{N-1} C_n \exp(jknd \sin\theta)$$

כאשר

C_n מקדמי העירור של האלמנטים

$k = 2\pi/\lambda$ הוא מספר הגל

d המרחק בין האלמנטים (בהנחה שהוא שווה לכולם)

אם קיימים הפרשי פאזה קבועים בין האלמנטים ϕ_n הרי עקום הקרינה יסטה לכיוון θ_0 לפי:

$N - 1$

$$F(\theta) = \sum_{n=0}^{N-1} C_n \exp [jknd \sin(\theta - \theta_0)]$$

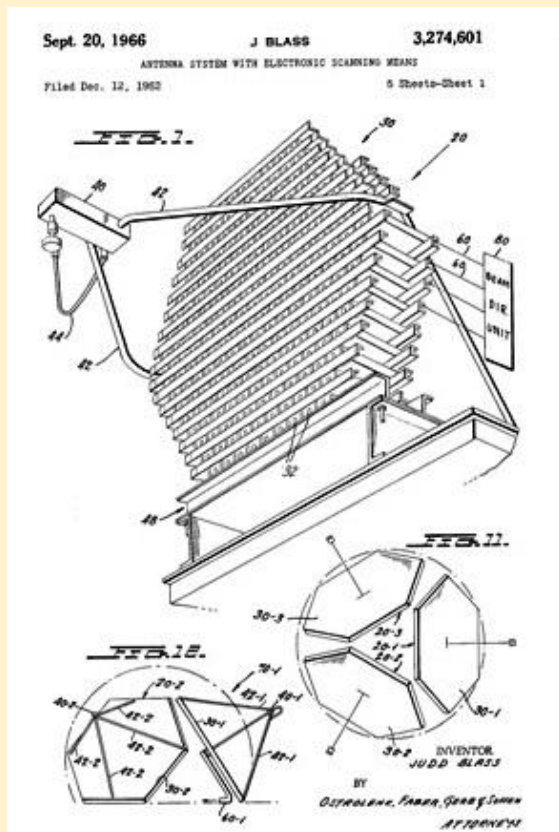
כאשר

$$knd \sin(\theta_0) - \phi_n = c[2\pi] \quad n = 0, 1, 2 \dots N-1$$

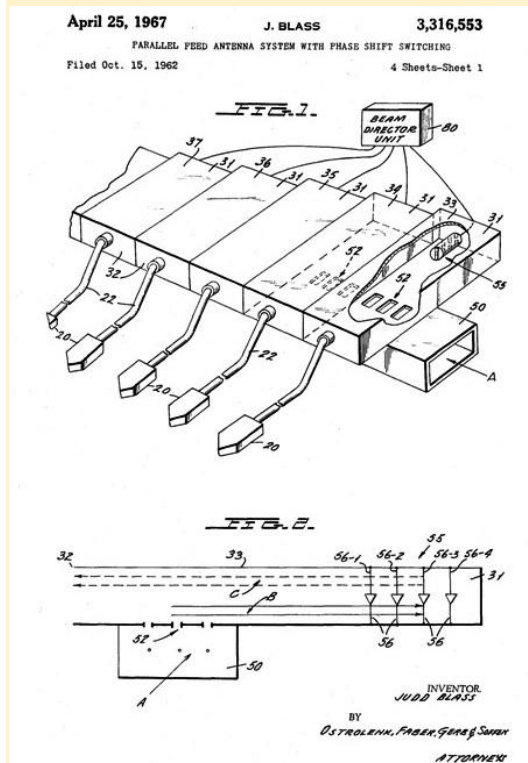
מטריצת בלס מצטיינת בכך שכיוון האלומות אינו משתנה בתלות בתדר ולכן היא רחבת סרט. החומרה הנדרשת למימוש המטריצה אינה מעטה, אך המבנה המערכתי שלה פשוט ונוח למימוש משטחי במבנה רב שכבות. בערך באותן שנים זמן פרסמו Butler and Lowe [2] מטריצה שונה, שבה החיבורים בין האלמנטים הקורנים לבין הדקי הכניסה (הדקי האלומות) נעשים על ידי אוסף של $N \times N$ מצמדים היברידים וקווי השהייה. במשך שנים רבות התנהלה מעין "תחרות" בין מטריצת בלס לבין מטריצת בטלר [3] וכן למול העדשות המרחביות לעיצוב אלומה שפותחו באותה עת כגון עדשת רוטמן [4] ועדשת רוז [5].. היתרונות העיקריים של מטריצת בלס הם רוחב סרט גדול (קווי השהייה אמיתית ולא הסחת פאזה), גמישות במספר המקרנים ובמספר הדקי האלומות (מטריצת בטלר שימושית רק עבור מספר ריבועי של $N \times N$ הדקים) ויכולת נוחה לשלוט על מקדמי העירור ומכאן על עיצוב האלומה. החיסרון העיקרי במטריצת בלס הוא ההפסדים ברשת קווי ההזנה הנוצרים עקב בליעה בעומסים המתואמים. ד"ר J.C. Nolen פיתח מקרה פרטי של מטריצת בלס הידועה כמטריצת נולן ובה ההפסדים ברשת קווי ההזנה הם נמוכים [6]. בשנים האחרונות, כאשר התקשורת האלחוטית המודרנית משופעת בטכניקות לריכוז אלומות מרחבי spatial beam diversity באמצעות ריבוי אלמנטים קורנים MIMO (Multi Input Multi Output), מבחינים ביתרון ניכר של מטריצת בלס והיא זוכה להתעניינות רבה וליישומים מוצלחים [7]-[10].

אנטנות סוקרות

בשנות ה-60 התמחה ד"ר ג'אד בלס במערכי אנטנות ובמיוחד במערכי אנטנות סוקרים Phased Arrays ומרובי אלומות Multibeam, במסגרת חברת Blass שהקים וניהל בניו יורק. המצאה חשובה של ד"ר ג'אד בלס הנוגעת לאנטנות סוקרות נרשמה כפטנט 3274601 בשנת 1966. בהמצאה זו "מאירים" אוסף של אלמנטים קורנים כפי שמאירים רפלקטור, אך מערך של עיצוב אלומה המחובר לאלמנטים הקורנים דואג לשלוט על הפאזות של האלמנטים ולפיכך על כיוון האלומה במרחב. איורים 4-5 מדגימים חלק מהמצאותיו.



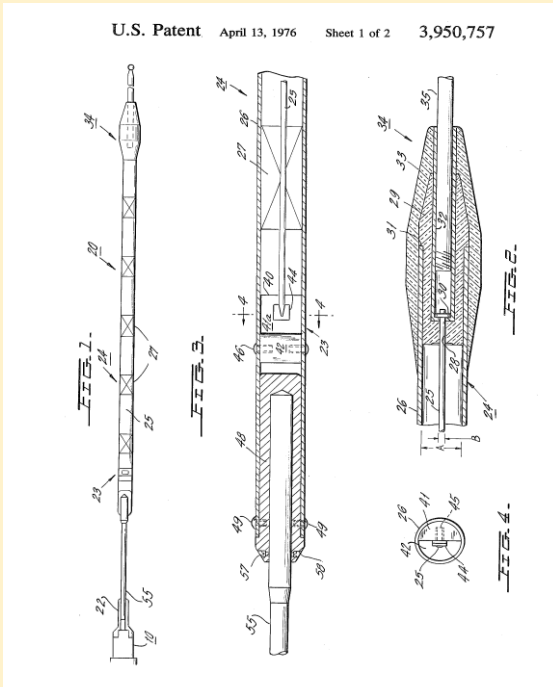
איור 5 אנטנת מכ"ם סוקר
עם מזיזי פאזה ממותגים



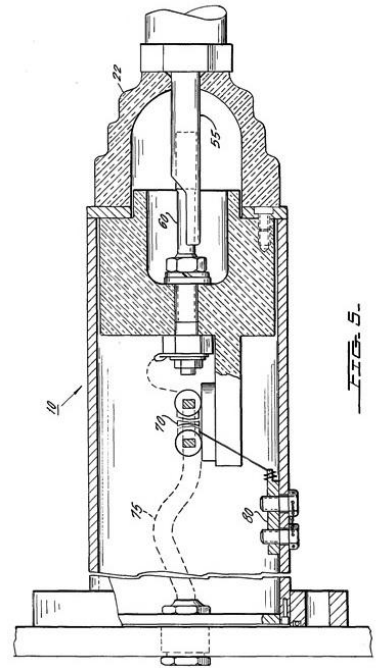
איור 4 מערך סוקר אלקטרוני הפועל
על ידי החזרה מאוסף אלמנטים

אנטנות רחבות סרט

בשנות ה-70 עסק ד"ר ג'אד בלס, במסגרת חברת Beam Systems Israel, בהצליה, בפיתוח אנטנות תיל קצרות ודקות אך רחבות פס ויעילות. הוא הקפיד לתכנן אנטנות אסתטיות וידידותיות למשתמש ולכן גם נהג להעסיק מעצבים. אנטנה תיל פשוטה אך מיוחדת מתוארת בפטנט 3950757 שרשם ד"ר ג'אד בלס בשנת 1976. באנטנת תיל זו, המורכבת ממספר מקטעים, הורכבה שרשרת סלילים פריטיים אשר מבטיחים אימפדנס קבוע בתחום תדרים רחב במיוחד (איור 6).

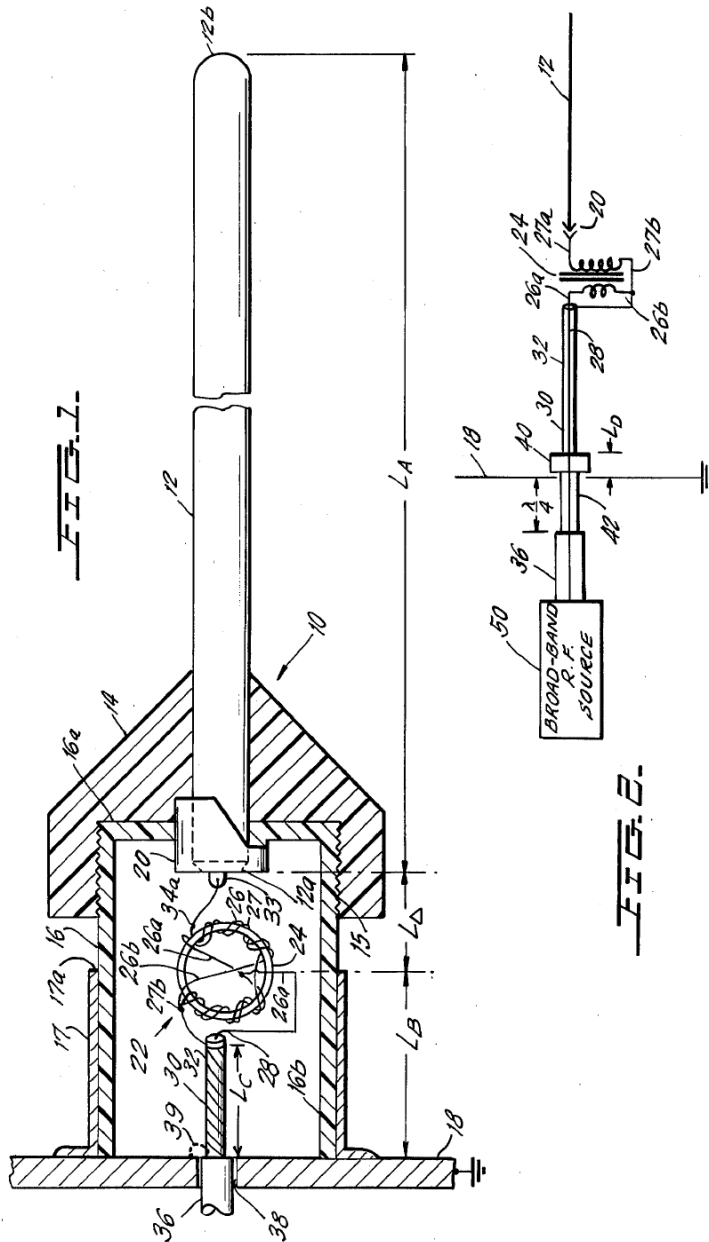


איור 6 (ב) אנטנת תיל עשויה ממקטעים
עם רכיבי פריט



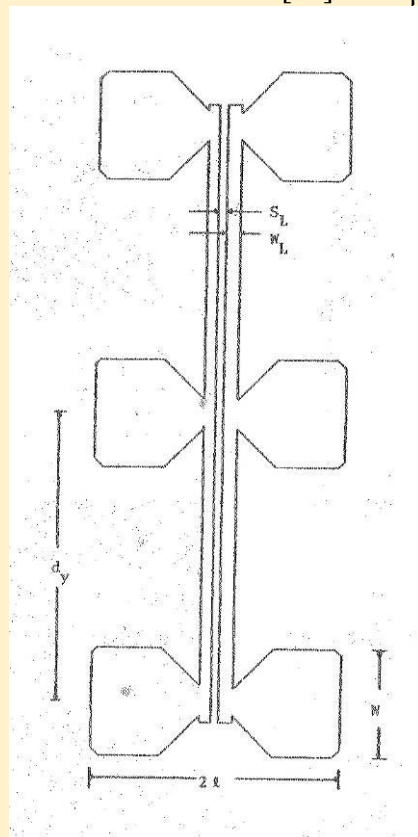
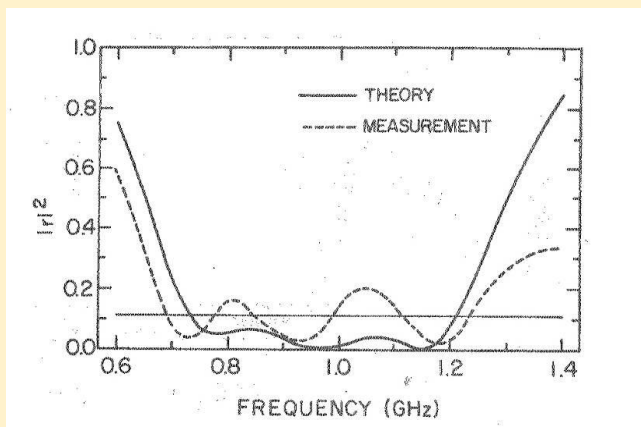
איור 6 (א) אנטנת תיל עשויה ממקטעים
עם רכיבי פריט

רעיון נוסף לאנטנת תיל רחבת סרט עם אורך קצר במיוחד, המתואמת על ידי סליל מחומר פריטי (איור 7) תואר בפטנט 4028704 משנת 1977 שגם הוא נרשם בבעלות החברה הישראלית Beam Systems Israel.



איור 7 אנטנת תיל עם מתאם אימפדנסים רחב סרט

אנטנה שטוחה מיוחדת BSI 46200 הבנויה משלושה דיפולים רחבי סרט (נפתחים באופן הדרגתי מנקודת ההזנה) מעל משטח אדמה, עם הזנה טורית ביניהם מתוארת באיור 8. באנטנה זו המוזנת על ידי BALUN הושג רוחב פס נדיר של 50% שאינו שכיח באנטנות מודפסות, עקב השימוש המושכל במצע אוויר עבה ובסיכום פאזות בין האלמנטים היוצר שלושה תדרי תהודה קרובים [13].



איור 8 סקיצה של אנטנה מודפסת מעל משטח אדמה BSI 46200 עם שלושה אלמנטים קורנים, המוזנת במרכזה על ידי זן אנכי וגרף מדור של מקדם ההחזרה המראה רוחב סרט של 50%.

מילות סיכום

ד"ר ג'אד בלס הגה, פיתח ובנה מגוון רחב של אנטנות, רכיבי רדיו, מערכות מכ"ם והדמייה רפואית. הוא מיעט לפרסם מאמרים והעדיף למצות את רעיונותיו באמצעות פטנטים. עבודתו הצטיינה בחדשנות רבה, אך היתה גם מעשית ושימושית. התרומה הידועה ביותר שלו בנושא אנטנות מרובות אלומות ("מטריצת בלס") זוכה לפריחה מחודשת בעשור האחרון במסגרת מערכות תקשורת אלוטיות מרובות אנטנות (MIMO).

- [1] J. Blass, "Multidirectional Antenna, a new Approach to Stacked Beams", IRE International Conference Record, Vol.8 Part 1, pp. 48-50, 1960.
- [2] J. Butler and R. Lowe, "Beam forming Matrix Simplifies Design of Electronically Scanned Antennas", Electronic Design, pp.179-173, April 1961,
- [3] P. S. Hall and S.T. Vetterlein, "A Review of RF Beam forming Techniques for Scanned and Multiple Beam Antennas", IEE Proc. Vol. 137, pp. 293-303, October 1990.
- [4] W. Rotman and R. Turner, "Wide Angle Microwave Lens for Line Source Applications", IEEE Trans, Antennas and Propagation, Vol AP-11, November 1963, pp. 623-632.
- [5] J. Ruze, "Wide Angle Metal Plate Optics", Proc. IRE Vol. 38 pp. 53-69, 1950.
- [6] J.C. Nolen, "Synthesis of Multiple Beam Networks for Arbitrary Illuminations", PhD Thesis, Bendix Corporation, Radio Division, Baltimore, April 1965.
- [7] J. Litva and T.K.Y Lo, Digital Beamforming in Wireless Communications, ARTECH House, 1986.
- [8] S. Mano et. al. "Application of Planar Multibeam Antennas to Diversity Reception", Electronics and Communications in Japan, Part 1, Vol. 79, pp., 104-112, 1996.
- [9] S. Mosca, et. al. "A Novel Design Method for Blass Matrix Beam-Forming Networks", IEEE Trans. Antennas and Propagation, AP-50, pp 225-232, February 2002.
- [10] J.G. Fonseca, "An Investigation of Blass and Nolen Matrices", CNES Technical Note 152, November 2007.
- [11] J. Blass, "Slot Antennas", chapter 8 in: H. Jasik (ed.) Antenna Engineering Handbook, McGraw Hill, 1961.
- [12] J. Blass, "An Analysis of the Radiation from Circular Array of Directive Elements", IEEE Trans, Antennas and Propagation, Vol. AP-22, November 1974, pp. 84-87.
- [13] עלי לוי, רוחב פס ויעילות במערכים מודפסים, עבודת דוקטורט במחלקה לאלקטרוניקה, מכון ויצמן למדע רחובות, דצמבר 1986.