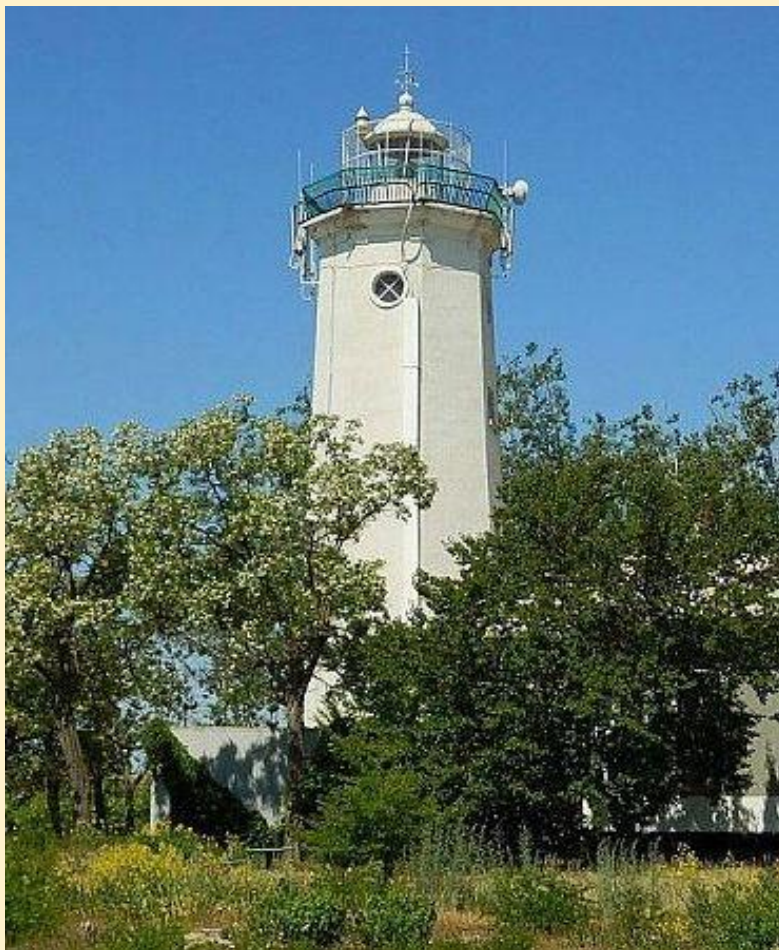




הגל החדש – 4XBulletin

גיליון מס' 30, אוגוסט 8/2022



מגדלור מריופול באוקראינה

מה בגיליון:

ד"ש מהמכבייה הראשונה ב-1932.
הפעלה ממגדלורים בארץ ובעולם.
נא להכיר – חובב רדיו מפורטוגל.
בנייה עצמית של אנטנה לגלי ה-HF.
בקרת מתאם אנטנה להספקים גבוהים.
חדשות אגודת חובבי הרדיו בישראל.
המצאת התקשורת הלוויינית, חלק ב'.

תוכן העניינים

- 3 - דבר העורך – אוגוסט 2022, גיליון 30
- 4 - הפעלה מיוחדת לכבוד משחקי המכביה ה-21
- 8 - ד"ש מהמכביה הראשונה בארץ ישראל בשנת 1932
- 10 - נא להכיר – אדלינו CT1AL
- 12 - אנטנה אחת לכל גלי ה-HF
- 15 - על הפעלות תחנות חובבים ממגדלורים בארץ ובעולם
- 17 - בקרת מתאם אנטנה להספקים גבוהים
- 21 - הודעות אגודת חובבי הרדיו בישראל
- 24 - ארתור ס. קלארק - ממציא התקשורת הלוויינית חלק ב'

משתתפים בגיליון זה:

פרופ' עלי לוין
צביקה סגל 4Z1ZV
דר' איל רסקין 4X1RE
משה אינגר 4Z1PF
יורם נאומן

בברכת 73, וקריאה נעימה! נפתלי בלבן-אברהם 4Z1RM, מו"ל ועורך הגיליון.
תודה לעדו רוזמן 4X6UB על תרומתו המקצועית בטיפול אתר הבולטין.
לקריאת גיליון זה וגם את קודמיו ניתן להיכנס לאתר: <https://4xbulletin.org/>
כתובת המערכת לתגובות, בקשות ומשלוח 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 8-705-765-965-978 ISBN
כתובת המערכת: "הוצאת אחוזה-חיפה", ת.ד. 3773, חיפה 3103701
הערה: המאמרים המופיעים בגיליון זה הם באחריות הכותבים בלבד.



דבר העורך – אוגוסט 2022, גיליון 30

מאת: נפתלי בלבן-אברהם, 4Z1RM

חברים יקרים,

אנו נמצאים בעונת המלפפונים – אמצע הקיץ, הילדים והנכדים כרגע בחופש הגדול וקוראים לנו "לעזור" להם... אם כך למי יש זמן לעסוק בחובבות הרדיו החביבה על כולנו? הנה קורים כל מני דברים מעניינים, חברים שלנו נוסעים להשתתף בתחרויות בחו"ל, כאן בארץ הסתיימה המכביה ה-21 בה השתתפנו בצורה מכובדת, ואיך לא? בארצות מסוימות קוראים לתחביב שלנו "רדיו ספורט" וזו הגדרה נכונה גם עבורינו. בארץ, כמה מאיתנו מתכוננים להפעלת רדיו מהמגדלורים היפים שיש לנו במדינה. מתקיימים מפגשי חובבים בכל שבוע בימי שלישי החל מהשעה 9 בבוקר בקפה יוניקו ביגור. על כל הנ"ל תקראו בגיליון ה-30 שלנו! קריאה מהנה!

ברוך הבא לחובב הרדיו הוותיק ריקי קליין 4X4NJ הגיע עם אשתו בקי לביקור מולדת. ריקי שימש כחבר ועד האגודה בשנות ה-70 והיה פעיל במיוחד בגל 160 מטר, מביתו בגן-יבנה. הוא עבד בתעשיית האלקטרוניקה בישראל. ריקי ובקי הגיעו למפגש ספונטני שהתקיים ב-19/7/2022 ובנוכחות 11 חברים חובבים בקפה פולה שבראש"צ, הנה התמונה:



ריקי 4X4NJ יושב שלישי משמאל



הפעלה מיוחדת לכבוד משחקי המכביה ה-21

כתב, ריחפן וקצת הפעיל – צביקה סגל 4Z1ZV

SPECIAL WORLD WIDE RADIO OPERATION



**Israeli Amateur Radio
Club**

In cooperation with

Maccabiah Games



התערוכה בפרידריכסהפן היא כר פורה למפגשים חברתיים, הכרויות וסיעורי מוחות. אני ככה נחשפתי כחובב חדש לאנשי "הפלג הצפוני" והפרלמנט החיפאי. השנה דובר האגודה, הד"ר איל רסקין 4X1RE, המכונה גם אנרג'זר (הסוללה שלא נגמרת) נפגש עם מרק שטרן

4Z4KX, מהמתנדבים במשרד התקשורת ויזם בלתי נלאה החל מבולי המגדלורים, דרך הפעלות מיוחדות ותחביבו העיקרי מעבר להפעלת CW היא הענקת גביעים ומדליות במסגרת תחרויות ארץ הקודש.

מרק העלה רעיון של הפעלה מיוחדת במסגרת אירועי משחקי המכבי ביולי השנה, "אנרג'זר" לאחר התלבטות מה לקח את המושכות, ודרך קשריו הבלתי אמצעיים הגיע עד אריק זאבי, אלוף אולימפי לשעבר ויו"ר המכביה, אשר אישר את השת"פ בדמות ברכת הדרך, הנחיה לצוות האירוע המסור, סרטון קצר בדמותו ובקולו אשר עלה לאחר כבוד לדפי ה-qrz.com.

שיתוף הפעולה עם הנהלת המכביה היה מצוין, זכינו במענה מידי והיענות כמעט מלאה לכל מבוקשינו. כולנו תקווה שתהא זאת סנונית ראשונה לפעילויות משותפות נוספות בעתיד, הן בתחרויות המכביה והן באירועים לאומיים גדולים אחרים בארץ.

תותחי העל, מרק היזם ודב גביש 4X1DX מנהל ה-HF באגודה, גיבשו מודל מעניין בו כל אחד מהם מוביל קבוצה של מפעילים תחת שני אותות קריאה – 4Z21MG/4X21MG אשר אושרו על ידי משרד התקשורת. כל קבוצה השתמשה ב-WHATSAPP לצורכי סינכרון, אך בעיקר לשחרור יצר התחרות וההתלהמות – מי עושה יותר קשרים... סוג של תחרות בין הקבוצות ומנהיגיהן למי יותר ארוך...

בנוהל הקרב הרגיל להפעלות מיוחדות, גיל 4Z1KD פתח דפי qrz.com, עם תאור האירוע וקשורים לאתר האגודה לשם הקשרים עלו באופן כמעט אוטומטי מכל מפעיל שהשתמש בלוג הקדוש שכתב גיל ודובר עליו רבות באחד מהמגזינים הקודמים.

בנוסף הוסיף גיל סוג של ON LINE CLUSTER אוטומטי, בו ניתן היה לראות מי מפעיל, ובאיזה תדר ומוד. חידוש מרענן. אני כרגיל טיפלתי בלוגים האלקטרוניים – eQSL ו-LoTW, ואודי 4X6ZM חובב הנייר לקח את מושכות מנהל קש"ל בר מישוש ומשלב סיום האירוע יפנק את החובבים בעולם שעדיין משתוקקים למוצרי הפפירוס.

בנוסף, בשני סופי שבוע, התקבצנו להפעלות שדה וסוג של מפגש חברתי ופיקניק על המדשאה של כפר המכביה, שם יפתח, מנהל התפעול החביב והכול יכול של הכפר, פרס עבודנו שולחנות,

גזיבו ומקור מתח להפעלה במקום. תחנת הלוויין הניידת שלי נתנה קצת עבודה ופינקנו חובבים במרחבי הכסוי של הלבין הקטארי QO-100. ההתרגשות וההתלהבות בקרב המפעילים הישראלים הייתה רבה שבאה לידי ביטוי בהתגייסות גדולה למבצע והפעלה רציפה סביב לשעון במודים ובגלים השונים וכל זאת עם הרגשת שליחות לאומית.



בית מכבי העולמי – משמאל למטה תחנת הלוויין הניידת

בנוסף זכינו לביקור מרתק במוזיאון החדש של כפר המכביה בהדרכתה של קרן המרגשת והמתרגשת אשר סחטה אפילו מאבירי החובבים דמעות נסתרות. למדנו על ההיסטוריה של הספורט היהודי וכיצד אורגנה המכביה הראשונה בארץ ישראל בתקופת השלטון הבריטי ב-1932. המוזיאון מתמקד פחות בהישגים האולימפיים המרשימים בפני עצמם ויותר בסיפור האישי וכוח הנפש, ההעצמה וההשראה של המתמודדים.



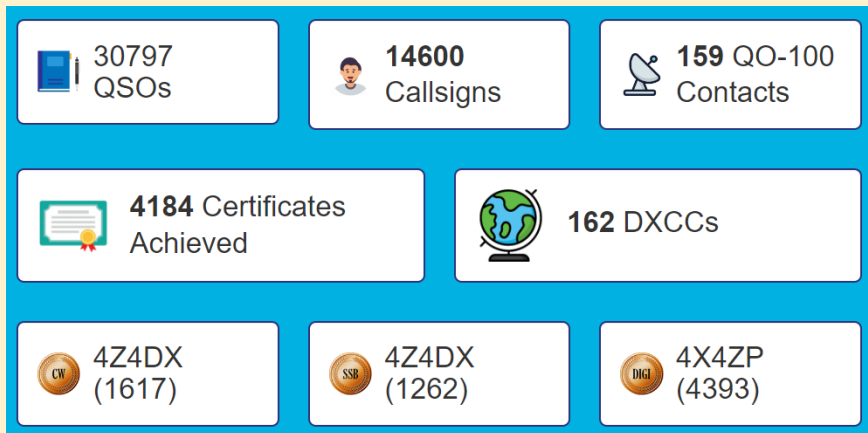
בקר "מחזור 1" במוזיאון כפר המכביה בהדרכת קרן המרגשת והמתרגשת

כמקובל, המשתתפים בביקורים זכור לתשורות כמו חולצות, כובעים וסמלים שעוד רבות ידובר בהם למי שיגיע ליום השדה הקרוב...

ואם הזכרנו את תותחי ההפעלות, מארק ורב, אז אי אפשר בלי תעודות בהן יתנוססו חתימותיהם.. כל חובב אשר ביצע את כמות הקשרים הנדרשת במועדים, מודים ובתדרים השונים – זכה להוריד מאתר האגודה דיפלומה.

ניכר שגם חובבים בעולם רוו נחת מהמבצע הישראלי וזכינו לשיתוף פעולה נרחב מהם, שניכר הן במספר הקשרים הרב, הן במספר התעודות שהופקו והן במספר הכניסות הרב (למעלה מ-50000) לאתרי ההפעלה השונים.

החובבים מהקבוצות זכו גם הם לדיפלומות והמארגנים של האירוע בכפר המכביה יקבלו כל אחד תעודת הוקרה ממוסגרת בה מתנוססת לתפארת חתימות היו"ר, הדובר, ומנהיגי הקבוצות דב ומארק.



סיכום התוצאות וההישגים

יכול נאה מאוד של מעל 30,000 קשרים ומעל 4,000 חובבים בעולם זכו לדיפלומה ולמדו ביחד איתנו על קיומו של האירוע – משחקי המכביה, כיום האירוע הספורטיבי השני בגודלו אחרי המשחקים האולימפיים עם כ-10,000 משתתפים.

שימו לה לכוכב העולה, רוני אנגל 4X4ZP, חובב חדש יחסית, תוך כדי ניגוב החלב מהשפתיים גילה נחישות ושליטה מדהימה בטכנולוגיית ה-FT8, והניב את כמות הקשרים המרשימה ביותר.

בשנה הבאה יעשה זאת ב-SSB. 😊



דיפלומה למפעיל החרוץ



כרטיס QSL אלקטרוני

קסם של רדיו

חברנו משה ירונסקי, הוא שדרן ותיק וכיום מנהל את "רדיו קסם" של המכון הטכנולוגי בחולון. משה הוא קורא נלהב של הבולטין, וכאשר קרא בגיליון הקודם על האירועים שאנו החובבים מפקים, הוא הזמין אותנו לשידור מיוחד בתחנה שלו. ד"ר איל ראסקין 4X1RE סיפר על הפעילות במכביה ה-21, ואני 4Z1RM סיפרתי על היריד בפרידריכסהפן שנערך ביוני האחרון. היה כיף להשתתף בתכנית משה – איש רדיו מנוסה אשר שואל את השאלות הנכונות. אפשר לשמוע את הקלטת השידור באתר: [הקלטה ברדיו קסם עם איל ראסקין ונפתלי בלכן אוברהנד](#).



ד"ש מהמכביה הראשונה בארץ ישראל בשנת 1932

מאת: יורם נאומן



אני, יורם נאומן, נולדתי בפלסטינה, חיפה ב-1943, לפני הקמת המדינה. (פלסטינה). בוגר הריאלי בחיפה. גרתי בכרמל בבית מנחושט שהובא מגרמניה. לאחר שירותי הצבאי למדתי משפטים בירושלים ואני משמש עו"ד מאז 1968 ועד עצם היום הזה.

משפחתי הגיעה לארץ ישראל מגרמניה בשנת 1933, בעקבות אימי סוזי המבורגר שהשתתפה מטעם

הנוער הציוני בגרמניה במכביה

הראשונה שנערכה בתל-אביב בשנת 1932. היא הייתה אצנית. לאחר השתתפותה במכביה (שהיא מפגש ספורט של כל העם היהודי בעולם כדוגמת האולימפיאדה), האיצה במשפחה לעזוב את גרמניה ולעלות לארץ ישראל. ב-1933 כל משפחתנו עלתה ארצה. ובזכותה ניצלה המשפחה מציפורני הנאצים שהשמידו את אלה שנשארו בגרמניה.

אימי נישאה ב-1933 לאבי סמי נאומן. כל בני המשפחה גרו יחד בדירה צנועה. ברבות הימים, הקים אחיה של אימי, ארנסט המבורגר, את חברת הביטוח ששמה "הראל" הנמצאת כיום בבעלות בני הדודים שלי. ב-1990 אימי השתתפה במצעד "בוגרי המכביה הראשונה", השנה בה קרס גשר המכביה.

אחי, גדי נאומן ז"ל, היה ממקימי "אלביט מערכות", חברה בה עבד למעלה מ-30 שנה, גדי עסק בנעוריו בחובבות רדיו.

הוריי הביאו ארצה רבים ממיטלטליהם שנמצאים בביתי עד היום. בשנת 1933 ניתן היה עדיין להוציא רכוש מגרמניה, דבר שלא היה ניתן לעשות יותר לאחר שהיטלר עלה לשלטון. בין הדברים שאימי הביאה ארצה היו גם מגלשי הסקי שלה, כי חשבה שבפלסטינה יש שלג... המגלשיים היו בשימוש פעם אחת, כשהיה השלג הגדול בחורף 1950 וכל התחבורה שבתה באותו יום. אבי גלש במגלשיים אלה ממרומי הכרמל לעיר התחתית בחיפה, למקום עבודתו בבנק "לאומי".

לקריאה נוספת



סוזי המבורגר ז"ל בשנות ה-30



נא להכיר – אדלינו CT1AL

מאת: נפתלי בלבן-אברהם 4Z1RM



CT1AL Adelino da Silva Francisco

אני מכיר את החבר הזה כבר למעלה מ-10 שנים, עוד מאחת הפעמים הראשונות בהן הגעתי למפגש בפרידריכסהאפן.

פגשתי אותו בחדר העיתונאים שם, לרוב עם אחד מחבריו מפורטוגל. הוא מגיע לפרידריכסהאפן בקביעות, וידוע בתור עיתונאי ב-QSP – REVISTA. בפורטוגל, אחת הארצות שהשתתפה בגירוש יהודי ספרד, ישנם כיום חובבי רדיו, והעיתון הנ"ל הינו היחיד שם העוסק בתחום הזה.

כידוע לנו, בעולם הרחב קיימים ביטאונים אחדים של חובבי רדיו. חלקם ממוסדים, השייכים לאגודות הרדיו הגדולות כמו ה-QST של ARRL, ה-RSGB הבריטי, וה-CQ-DL של האגודה הגרמנית – ה-DARC.

לעומתם, קיימים העיתונים החופשיים העצמאיים המופיעים על בסיס מסחרי, הנמכרים בדוכנים, או מופצים למנויים שלהם. כגון ה-Funk Amateur האיכותי היוצא לאור בברלין ומקורו בתקופה בה הייתה קיימת גרמניה המזרחית.

ה-QSP – REVISTA הינו עיתון עצמאי המופיע מדי חודש ב-80,000 עותקים. כיצד ניתן להסביר שישנה כמות כה גדולה של עיתונים, בעוד שמספרם של החובבים קטן יחסית? מסתבר שזה העיתון היחיד בפורטוגל העוסק במגוון רחב של נושאים, ביניהם חובבות הרדיו, תורת החשמל, הסלולאר, חקר החלל, ומתפרסמים בו גם חומרים רבים העוסקים בלימוד מקצועות אלה.

במפגש האחרון בפרידריכסהאפן, אדלינו ואני נפגשנו בשמחה כידידים ותיקים, והסתבר לי שהוא העורך הראשי, המו"ל ובעל העיתון המעניין שלו. הוא מתגורר בעיר VISEU בפורטוגל. עיר זו התפרסמה בשעתו, כי בסביבתה התגורר בה דיפלומט פורטוגלי **ארישטידש דה סוזה מנדש**, אשר שירת כקונסול ב-1939 בעיר בורדו בצרפת ובלי רשות ממשרתו הנפיק אלפי ויזות כניסה לפורטוגל לפליטים יהודים אשר נרדפו ע"י הנאצים בתקופת השואה באירופה, ועל ידי כך הציל את חייהם של 10,000 מבני עמנו.

אדלינו סיפר שתושבי אותה עיר גאים מאוד באזרח חסיד אומות העולם שהיה בעירם. מסתבר שלאדלינו יש בית גדול, ובו נמצאת מערכת העיתון, שם עובדים אנשי מערכת וגרפיקאים המכינים את המאמרים אותם כותבים אנשי מקצוע, וגם הוא כמובן. בביתו נמצא גם בית דפוס משוכלל, והעיתון מודפס בו בצבע ומופץ משם לכל היעדים. אדלינו הזמין אותי לבקר אצלו ולהתארח בביתו הגדול, בו נערכים מפגשי חובבים מכל העולם. הוא מרבה לטייל בעולם, ואף ביקר בארצות המזרח התיכון, ומכיר את ישראל ואת מצבה הבינלאומי. ראיתיו בפעילותו.

הוא הגיע לפרידריכסהאפן ב-23/6/2022, יום לפני פתיחת התערוכה, עשה סיור מקדים, צילם, תיחקר את המציגים בתערוכה, בדק את הציוד החדש המוצג בה והכין כתבות הכוללות טקסט וצילומים. כבר ביום השני של התערוכה שלח את כל החומרים לפורטוגל, כשהם כתובים בכתב יד, ותוך כמה שעות כבר קיבל את טיוטת עיתון יולי 2022 להגהה סופית לפני הדפסה. את הגיליון לדוגמא הוא תלה בחדר העיתונות בתערוכה על לוח המודעות כדי להראות זאת לעיתונאים שבאו לסקר את התערוכה. נפרדנו כידידים וקבענו להחליף בקרוב חומרים, מאמרים, חדשות וכו'. כך כותב אדלינו על עצמו: אני פעיל כחובב רדיו מגיל 20, זה יהיה לנצח התחביב האהוב עליי. כבר 40 שנה (1980) אני עורך את מגזין QSP, המיועד לחובבי רדיו ולמקצוענים בתחום האלקטרוניקה. אני פעיל בקיץ, בדרך כלל על VHF/UHF וכן 70 ס"מ. בחורף אני יוצר קשרים בעיקר ב-40, 80 ו-160 מטר. אני אוהב לבנות ולהתנסות עם אנטנות Yagi עד Long Wire. תחביב נוסף הוא הטסת מטוס ססנה 172 חד מנועי. אני גם אוסף מכשירי רדיו ישנים שפופרתיים. למידע נוסף – באתר www.qsprevista.com



פסלו של חסיד אומות העולם ארישטידש דה סוזה מנדש



צילום החוברת QSP-Revista



אנטנה אחת לכל גלי ה-HF

משה אינגר 4Z1PF

אנטנת הדיפול מככבת אצל רובנו בספקטרום תדרי ה"ג. יתרונה היא פשטות התקנה והעלות האפסית שיש להשקיע בה בעיקר לחובב המתחיל שמתחיל לשחות באינסוף הצעות ורעיונות של החובבים הוותיקים. אחד החסרונות הבולטים של הדיפול, הדרישה לחיתוך מדויק לאורך המוליכים בתלות התדר הרצוי. כמובן שנידרש למספר אנטנות מסוג זה. אנטנה לכל גל רצוי.

האם קיימת אפשרות להתעלם משתי החסרונות שהוזכרו? לאחרונה הרכבתי לצורך התרשמות ובדיקות את האנטנה המוצעת כאן ולה שני היתרונות:

1. אורך מוליכי האנטנה אינו קריטי.
2. אנטנה אחת יכולה לכסות את כל ספקטרום ה"ג.

מבנה

1. האנטנה מורכבת משני מוליכים באורך זהה כפי שבנויה אנטנת הדיפול. אורך המוליכים אינו חשוב אך כדאי לזכור שככול שהאנטנה תהיה ארוכה יותר כן נוכל לרדת בתדר השידור. במקרה שלי בגלל מגבלות מקום אורך כל מוליך הוא 6.2 מטר בלבד (12.4 מטרים מקצה לקצה). אנטנה זו מכסה את תחום תדרי השידור/קליטה מ- 5MHz ועד 30MHz. מוליכים ארוכים יותר יכולים להוסיף את תחום ה- 3.5MHz לספקטרום.



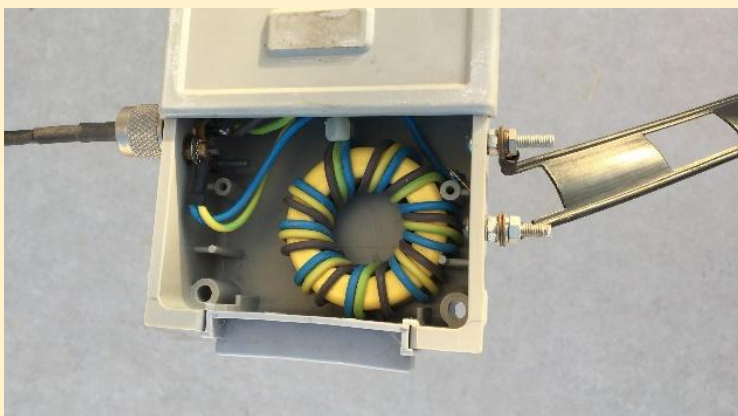
איור 1 - מוליכי האנטנה וקו התמסורת המאוזן

2. קו תמסורת פתוח של 450 אוהם מאוזן, חובר לשני מוליכי האנטנה (איור 2). אורך קו זה אינו קריטי במקרה שלי אורכו 4 מטרים בלבד. מי שיכול למשוך קו כזה עד התחנה עצמה זה מומלץ.



איור 2 – חיבור קו התמסורת למוליכי האנטנה.

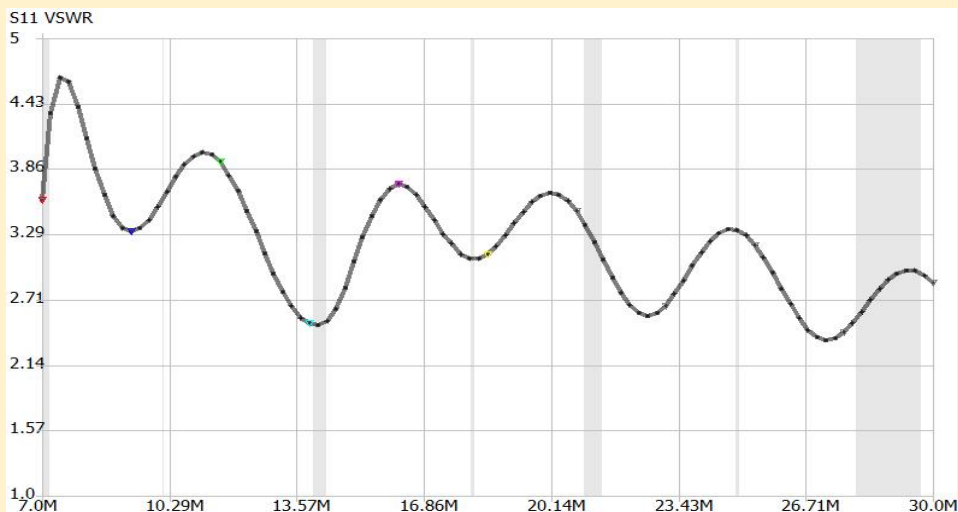
3. יש לחבר מתאם אנטנה בעל יציאת אנטנה מאוזנת וכניסת קואקס עבור חיבור למקמ"ש. בתחנתי הצנועה אין בנמצא מתאם אנטנה שכזה ולכן בניתי בלון 1:9 (BALUN) (איור 3).



איור 3 – בלון 1:9

4. קו הקואקס חובר למקמ"ש TS590. מתאם האנטנה הפנימי של המקמ"ש הצליח לתאם את תחום התדרים 5-30 מה"ץ.

5. בדיקת האנטנה עם נתח רשת (VNA) בכניסת הבלון, נתן את התוצאות הבאות:



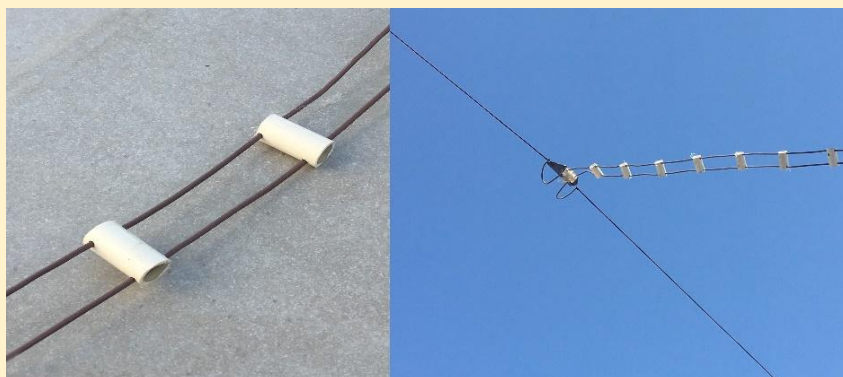
איור 4 – יג"ע בתלות התדר.

6. לאחר בדיקות והתרשמות ראשונית נעשו מספר לא מבוטל של קשרים עם אנטנה זו בארץ וגם חו"ל. מסקנתי שאנטנה זו עדיפה על אנטנות הדיפול עם כל היתרונות והחסרונות של כל אחת מהן.

אחרית דבר

לאחר חודשי הקיץ התברר שקו ההזנה לא עמד בשמש הקופחת ובקרינה האולטרה סגולית. הבידוד נבקע והיה צורך להחליפו.

החלטתי לבנות קו זינה ל-450 אום מחוטי חשמל קשיחים. לקבלת עכבת אופיינית של 450 אום עם מוליך 1.5 מ"מ יש צורך למרווח של 25.4 מ"מ בין המוליכים. המבדדים ששומרים על מרווח זה נוצרו מצינור חשמל מסוג מרירון כפי שנראה באיור 5. המרחק בין המבדדים נקבע ל-10 ס"מ. למניעת תנועה של המבדדים על המוליך, הם חוזקו למוליכים בעזרת דבק חם.



איור 5 – קו זינה ממוליכי חשמל.



על הפעלות תחנות חובבים ממגדלורים בארץ ובעולם

מאת: ד"ר איל רסקין, 4X1RE

הפעלת תחנות של חובבי רדיו ממגדלורים, הינה חלק מתכנית עולמית לשימור והעצמת המבנים המרשימים הפזורים לאורך חופים בעולם. מאות שנים המגדלורים עזרו ליורדי הים לנווט את דרכם בים. כיום עם התקדמות הטכנולוגיה, הם מהווים מוקדי משיכה רומנטיים עבור רבים. רקע: קימות בעולם 2 אגודות מגדלורים:

1. האגודה הבין לאומית שבאחריות VK2CE ונקראת ILLW

2. האגודה האמריקאית ודרום אמריקה ה-ARLHS

לכל אגודה רשמת מספור שונה לכל מגדלור שממנו מקיימים את שידורי החובבים. האגודה הבינלאומית ILLW קפדנית מאוד, ומכניסה לרשימתה רק מגדלורים שמופיעים ברישומי ספנות בין לאומיים + שנראים חיצונית כמגדלור (על סמך הגדרות שלהם לגבי מהו ממגדלור ועל פי תמונות)

האגודה האמריקאית ARLHS פחות קפדנית וסומכת על החובבים המקומיים המבקשים להכיר במגדלור מסוים.

למעשה ה-ARLHS מאשרת כמעט כל דבר שמוצע להם כמגדלור (האחריות נופלת על המציע המקומי).

בפועל לכל מגדלור אמורים להיות 2 מספרים (אחד של ה-ARLHS ועוד אחד של ה-ILLW). מצ"ב 2 הרשימות.

ניתן לראות שמגדלורי אילת ומכמורת לא מופיעים ברשימת ה-ILLW כי מעולם לא הוכרו כמגדלורים על פי קריטריונים שלה.

אך הם כן מוכרים ברשימת ה-ARLH מהסיבה שהם מאשרים כמעט כל דבר שמוצע להם. רוב מדינות העולם משתייכות ל-ILLW הבין לאומי.

אנו ה-IARC כמו רוב העולם משתתפים נותנים קדימות לאירוע של ה-ILLW.

אירוע זה אמור להתקיים בסוף השבוע השלישי של אוגוסט ז.א. 20-21/08/2022 (לא ניתן להפעיל בסופ"ש הזה ממגדלורים שאינם מאושרים לתכנית ה-ILLW ויש להימנע מלתת מספור של תכנית אחרת ועל כן ההפעלה צריכה לעשות רק מחמשת המגדלורים שלנו ומוכרים: עכו, סטלה מאריס, תל אביב, יפו ואשדוד.

אלו הן העובדות ואנו מחויבים לכללים הבינלאומיים.

במידה והאגודה הבינלאומית תשנה מדיניות ותחליט להכיר באתרי מכמורת ובאילת— נודיע על כך בהקדם.

International Lighthouse Lightship Weekend - ILLW

Normally held on the 3rd full weekend in August

This year 00.01UTC 20th August to 24.00UTC 21st August 2022 (48 hours)

<https://illw.net/index.php>

COUNTRY	LIGHTHOUSE NAME	DXCC	Continent	Map	ILLW No.
Israel	Akko /Acre	4X	AS		IL0004
Israel	Ashdod	4X	AS		IL0003
Israel	Mount Carmel /Stella Maris	4X	AS		IL0002
Israel	Jaffa	4X	AS		IL0001
Israel	Tel Aviv, Reading, Tel Kudadi Hayarkon, Auja	4X	AS		IL0005

ARLHS World List of Lights (WLOL) 2022 סופ"ש 1 של אוגוסט

List of the world's lighthouses by the Amateur Radio Lighthouse Society/Israel:

wlo.arlhs.com/index.php?mode=zones&zone=ISR

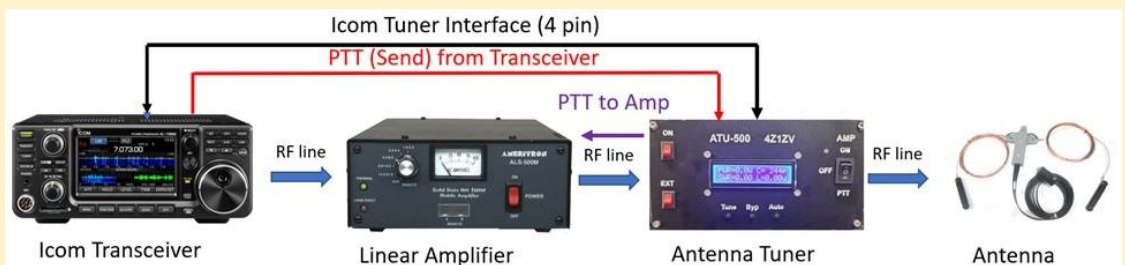
Lighthouse Name	ARLHS Number	Status	State	Coordinates			Gridsquare	IOTA	# of Activations
				Lat	Long	Map			
Acco (Akko)	ISR 003	--	-	32° 55.2' N	035° 4.0' E	Map	KM72mw	-	3
Ashdod	ISR 001	--	-	31° 49.0' N	034° 39.0' E	Map	KM71ht	-	2
Marina/Eilat	ISR 007	--	-	29° 32.0' N	034° 58.0' E	Map	KL79lm	-	1
Eilat	ISR 002	--	-	29° 30.0' N	034° 55.0' E	Map	KL79lm	-	1
Jaffa	ISR 005	--	-	32° 3.0' N	034° 45.0' E	Map	KM72jb	-	2
Mikhmoret	ISR 006	--	-	32° 24.0' N	034° 52.0' E	Map	KM72kj	-	2
Reading Light HaYarkon Auja Light and TLV Port Light	ISR 008	--	-	32° 6.2' N	034° 46.6' E	Map	KM72jc	-	-
Stela-Maris Mt. Carmel/Haifa	ISR 004	--	-	32° 50.0' N	034° 58.0' E	Map	KM72lu	-	2

בקרת מתאם אנטנה להספקים גבוהים

תאם וממשק – צביקה סגל 4Z1ZV

הכל התחיל מרכישה בעלי הזריז של קיט בפחות מ-100 שקל של מתאם אנטנה בשם ATU-100 שפותח על ידי החובב דוד דיפניצקי N7DDC אשר חוץ מקפה עושה כמעט הכל בתחום תאומי אנטנות. מכסה את כל תחום ה-HF עד 100 וואט, מאפשר הפעלה ידנית או אוטומטית, עקיפה, תצוגת הספק, יג"ע וערכי סלילים וקבלים, ולבעלי ציוד תכנות ל-MICRO CHIP אפשרויות תכנות ה-EEPROM של המעבד. חיפוש קצר במרשתת על N7DDC ATU-100 יעלה ים של מקורות וחומר.

לפני שנצלול לפתרון והאתגרים המתוארים במאמר, כמה מילים לגבי אופן השימוש במתאם אנטנה המשולב עם מקמ"ש של Icom ומגבר הספק ליניארי:



הסיבה שהמאמר מתמקד במקמ"ש Icom נובע מהעובדה שלכל מקמ"ש היצרן תפר ממשק בקרה שונה והפתרון המוצג מתייחס לממשק של חברת Icom. בעיקרון אתגרי התפעול דומים לכל מקמ"ש, מתאם אנטנה ומגבר הספק.

יציאת הת"ר של המקמ"ש מזינה את המגבר, וזה אומר שהמתאם הפנימי (אם קיים) כבר לא רלוונטי ולכן נדרש מתאם אנטנה נוסף לפני האנטנה העמיד בהספקים גבוהים.

לצורך תפעול רגיל של מתאם אנטנה, נדרש להזין אותו עם גל נושא CW, בהספק נומינלי של כ-10 וואט. זה אומר שתהליך התאום הוא די מייגע למרות שמדובר במתאם אנטנה "אוטומטי לכאורה" כפי שיוסבר בהמשך.

הפרויקט האמור מתיימר (בהצלחה) לתת מענה לכל האתגרים האמורים ולאפשר בלחיצת כפתור TUNE, במקמ"ש או במתאם האנטנה, לאפשר תהליך אוטומטי לחלוטין תוך נטרול המגבר בזמן התאום.

המאמר מתמקד בממשק התפעולי בין המקמ"ש למתאם (הקווים השחור והאדום) והממשק בין המתאם למגבר (הקו הסגול).



אז נחזור לסיפור המעשה...
בעיצומם של ימי הקורונה
השתעשעתי עם ידידי הכרסם וחובב
ההספקים הגבוהים יורם שלום
4X1YS בבניית מתאם אנטנה
להספק של עד 1,000 וואט.
בשיטוט במרשתת מצאנו את הערך
ATU-1000, וכמה ספקים בעלי
הזריז המספקים קיט כזה.
מסתבר שחובב מבלרוס -

EU2AV פיתח גרסה של מתאם
אנטנה הפועלת עד 1,000 וואט.
בגדול הוא הגדיל את הממסרים,

הגדיל את הטורואידים לסלילים והקשיח את עמידות הקבלים על ידי שימוש בקבלים למתח של
3.000 וולט וחיבור של עד 5 כאלו במקביל לעמידה בזרמים.

עשינו משא ומתן עם החנות לקבלת הנחת כמויות (שתי יחידות...), הזמנו כמובן את הקיט עם
רכיבי ה-SMD מולחמים ומעבד צרוב, ולאחר כמה חודשי סגר הגיע הקיט המיוחל.

בדיקה ראשונית העלתה (ולאחר דיונים מול הספק וקבלת השרטוטים וה-BOM) **שיש טעות של
עד פי 5 בערכי 7 סטים של הקבלים העיקריים.** הוא פשוט השתמש 5 קבלים במקביל בערך
המקורי ולא בחמישית הערך.

שימו לב למי שמזמין את הקיט – הוא יצר כ-2,000 יחידות וקרוב לוודאי שכולן דורשות הסבה!

מצאנו פיתרון להזזת הקבלים ורכישה של כמה ערכים, ומי שמתכוון לרכוש את הקיט שיצור
קשר איתי לקבל את המידע.

מאחר והמתאם משתמש באותה תוכנה של N7DDC היו לי כבר כל הכלים לתכנות, יצאתי לדרך
וחיש קל היה על השולחן מתאם אנטנה עובד.

השלב הבא היה אתגר הזווד וממשק למקמ"ש. יורם שלום בנדיבותו כי רבה תרם לי בעסקת
ברטר מארז איכותי מאלומיניום משוך אשר היה קצר בכ-3 ס"מ מלהכיל את התצוגה והלוגיקה
לממשוק היחידה למקמ"ש.

הדפסתי מאריך למארז ובמקביל הדפסתי פנלים עם הפתחים הרלוונטיים, הכל כדי לוודא
שהתכנון נכון לפני שעוברים למלאכת חרושת אלומיניום שם המתכת אינה סלחנית לטעויות
בתכנון וכרסום.

כאן המקום להתמקד בחלק המיוחד בפרויקט הזה – והוא ממשק למקמ"ש Icom ולמגבר
לינארי.

אמנם מתאם האנטנה הוא "אוטומטי", אבל כדי להכניס אותו למצב TUNE צריך שהמקמ"ש
יוציא גל נושא בהספק נומינאלי של כ-10 וואט.

במידה ויש במערכת מגבר הספק לינארי, יש להשבית אותו, אחרת ה-10 וואט יכולים להפוך למאות וואטים. כידוע ממסרים לא אוהבים הספק גבוהה בזמן המיתוג (יש להם הרגל להוציא ניצוץ ולהדבק) ומגבר טרנזיסטורי לא אוהב מיתוג והסופיות שלו עשויים להישרף ממתח יתר (מניסיון מוכח...).

זה אומר שמתאם כזה ללא ממשק אינטגרלי למקמ"ש ולמגבר, הפעלתו היא נטל לא מבוטל ופוטנציאל לנזק בתפעול לא זהיר.

בשלב זה התמקדתי ב-2 הממשקים.

ממשק למקמ"ש Icom

למקמ"שים Icom יש מחבר מלבני מאורך דמוי מולקס של דיסק קשיח ישן רק עם סיומת משולשת בצד אחד, דבר המאפשר הסבה עם קאטר של מחברי מולקס ישנים.

למחבר 4 פינים:

1. אדמה

2. מתח ספק

3. START – המקמ"ש מוריד לאפס כבקשת תאום למתאם

4. KEY – מקבל בקשת שדור מהמתאם, עובד למצב CW ומוציא 10W כל עוד האות הזה נמוך.

נגד של 10K בין פינ 2 ו-3 מודיע למקמ"ש שמחובר מתאם חיצוני והוא נכון לקבל ממנו הוראות. במקמ"ש כמו IC7300 הכולל מתאם פנימי, הוא משבית את הפנימי. בניתי מעגל תאום פשוט יחסית. הדיודות זנר מיועדות להגנה על המעבד במקרה של חיבור שגוי ושאר הרכיבים להגן על מצבי קצה של ניתוקי מתח וכו'.

בדקתי את המעגל על IC7300, IC7100, ואברהם 4Z1HZ, בנה את המעגל עבור IC706, עובד אצלו היטב והוא הכין תיעוד מצוין שיפורסם בגיליון הבא – עבור מתאם ATU-100.

ממשק למגבר לינארי

כאמור, האתגר הוא לנטרל את מעבר המגבר לשידור בזמן ה-TUNE.

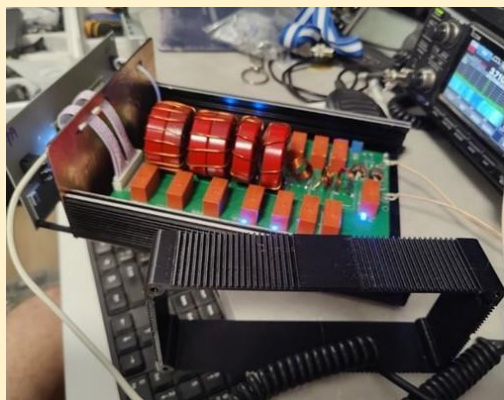
לצורך כך, שרשרתי את אות ה-PTT (או SEND בשפת Icom) לתוך המתאם עם שני מחברי RCA שנתרמו על ידי ידידי סימן טוב מפורום פרלמנט חיפה. המעגל כולל ממסר וטרנזיסטור NPN למיתוג הממסר. אות ה-SEND מהמקמ"ש עובד דרך מתג 3 מצבים המאפשר להשבית את המקמ"ש, להכניס קבוע לשידור או להמתין לפקודת SEND. נורית LED נותנת אינדיקציה להפעלת הממסר וכפועל יוצא מיתוג המגבר.

בסיס הטרנזיסטור ניזון משני אותות המכניסים אותו לקיטעון כאשר מבוצע ה-TUNE והם מאחדים את המצבים הבאים: לחיצה על לחצן TUNE במתאם, בקשה ל-TUNE של המקמ"ש, ובקשה לקבל הספק מהמקמ"ש על ידי המתאם.

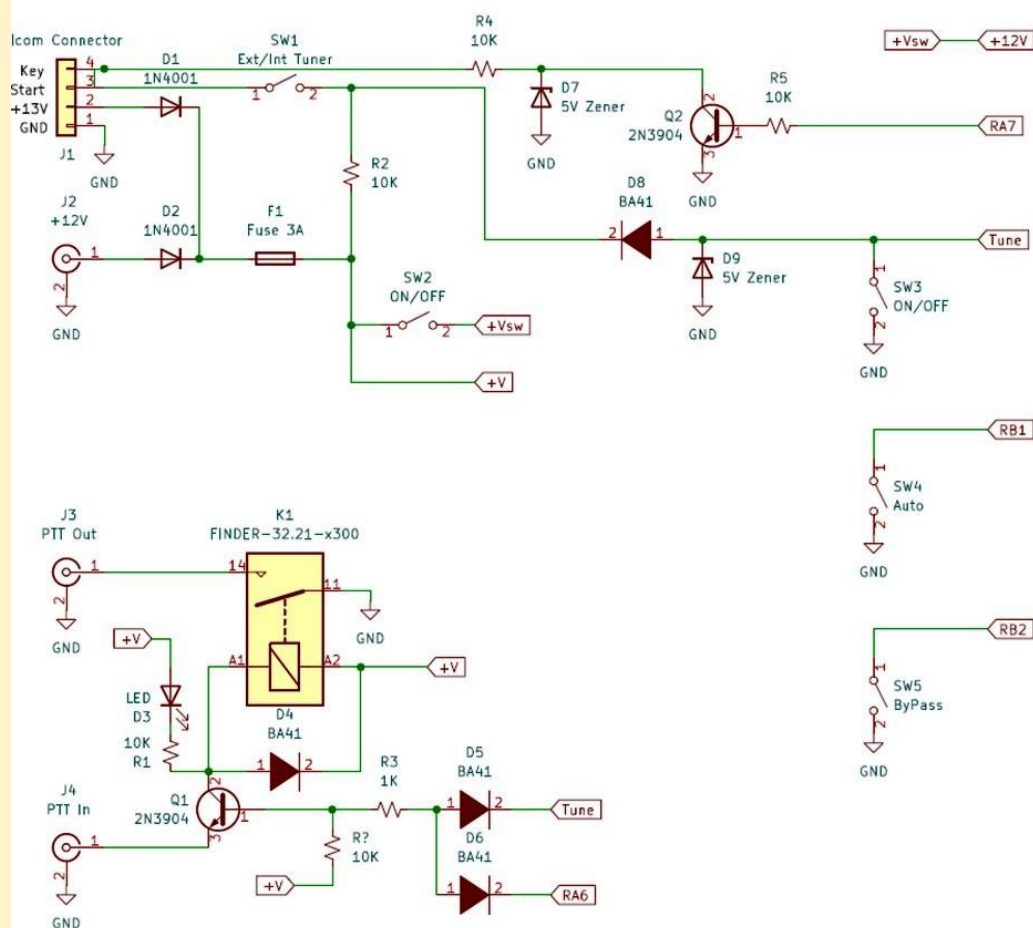
מיותר לציין כי העסק עובד נפלא... אני עם המגבר שלי מסתפק ב-500 וואט ושיניתי את שמו

ל-ATU-500 ☺





ATU Signals

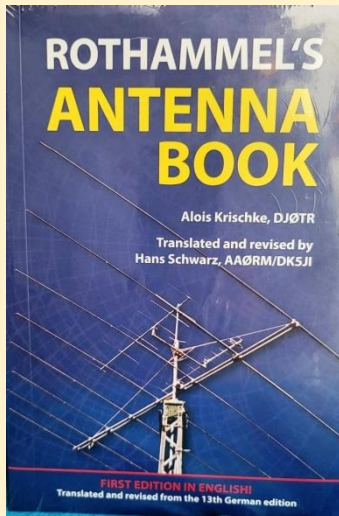


סכימת המעגל



הודעות אגודת חובבי הרדיו בישראל

מאת דר' איל רסקין, דובר האגודה 4X1RE



חברים יקרים, ספר האנטנות של רוטהמל, נכתב לפני זמן רב בגרמניה המזרחית ועד היום נחשב מהטובים מסוגו בעולם, גרסתו אנגלית מוצעת לנו וזאת לאחר שהושג הסכם עם האגודה הגרמנית לגבי יבוא של כ-60 ספרים עבור חברי האגודה בישראל.

מסתבר שכל משלוח של מעל ל-3 ספרים זהים מוגדר בארץ כיבוא מסחרי שדורש רישוי מיוחד וכפוף לעלויות נוספות שהופכות את כל העניין ללא כדאי.

ולכן כל חובב שנרשם ברשימתנו המוקדמת יוכל להזמין את הספר באופן אישי מאתר אגודת חובבי הרדיו הגרמנית

<http://rothammel.com>

במחיר מוזל (55.14 יורו כולל משלוח) לחברי אגודה בלבד.

מי שאינו חבר אגודה ייחויב במחיר מלא (71 יורו ועוד 16 על משלוח) אלא הימנעו מאי נעימויות מול הגרמנים שבאים לקראתנו והיכנסו רק אם אתם חברי אגודה משלמים ל-2022.

קדימה להזמין....

הנחיות:

כשמגיעים לחלק הזה - את חלק האדום למלא.

את החלק הכתום יש להשאיר ריק.

בחלק הירוק יש ללחוץ V ובכך לאשר שקראת בטופס שיפתח על הגנת הפרטיות.

אחר כך לשלוח את הטופס והכול טוב.

ברגע שהכנסתם את הכתובת ואות קריאה ישראלי - המשלוח מתאפס והמחיר יורד ל-55.14 אירו.

CALLSIGN

Callsign

MEMBERNUMBER

Membernumber

☒ DATA PROTECTION DECLARATION (READ)

Please see our Privacy Policy.

☐ SUBSCRIBE TO THE NEWSLETTER (CANCELLING POSSIBLE EVERYTIME)

By entering my e-mail address and clicking on the "subscribe" button, I declare that I agree that DARC Verlag GmbH regularly sends me information about products from the product range by e-mail. I can withdraw my consent at any time via the **Newsletter Administration** from DARC Verlag GmbH with effect for the future. My data will only be used in conjunction with the newsletter and will not be disclosed at any time.

PASSWORD

Password

PASSWORD (REPEATED)

Password (repeated)

☒ Shipping address and billing address are identical

אתר האגודה - לאן?

רקע:

השבוע הופץ שאלון/סקר: "אתר האינטרנט של האגודה לאן". וזאת לצורך קבלת החלטות באשר לשדרוג אתר האגודה.

צוות מהוועד הקודם עשה עבודה מעמיקה להגדרת דרישות לאתר אגודה מודרני, אמין אשר יאחד את כל השירותים המבוזרים כיום בכמה אתרים וטכנולוגיות הפרויקט הגיע לשלב הצעות מחיר אשר היו בהיקף גבוה מדי יחסית תקציב האגודה השנתי. אנו מנסים להגדיר פעילות בהיקף צנוע יותר אשר תיתן מענה חלקי אך מספק ובעלויות סבירות לצרכי ויכולות האגודה.

בשלב הראשון מונה צוות מטעם הוועד שכולל את דני קצמן 4Z5SL וצביקה סגל 4Z1ZV להוציא את הקול הקורא, ובעקבות התגובות יגובש צוות מולטי דיסציפלינארי להגדרת הדרישות.

מטרת הקול קורא (הסיבה שבגינה קבלת מסמך זה:

- לשותף את חברי האגודה בדילמה.
 - להגדיר את הדרישות לאתר האגודה החדש.
 - לקבל רעיונות מצבור החובבים.
 - לגבש צוות שיגדיר את הדרישות ועל בסיס זה יוגדר צוות נהול לפרויקט ויישומו.
- האתר הנוכחי – סטאטוס ואתגרים:
- מורכב מכמה חלקים עיקריים – הראשי, אתר הקורסים ואתר ה-SK.
 - כולל אזור אישי לחברי האגודה וניהול בסיס נתונים.
 - מספק הרבה מידע וקישורים, אך הנגישות והנווט מורכבים.
 - כולל תמיכה בתחרויות.
 - נבנה בשלבים, המבנה אינו אחיד והעיצוב (לרבות דף הנחיתה) אינו מחמיא והשימוש בו לשווק התחביב הוא "אתגרי".
 - עדכון האתר מתבצע על ידי כמה חובבים בעלי יכולת טכנולוגית.
 - מבוזר על כמה טכנולוגיות ושרתים.
 - מדי פעם היו נפילות באתר ואתגרים בשחזורו.
- בחודש שעבר נשלחו בדוא"ל הודעות וטופס למילוי חוות דעתכם – נא למלא ולהחזיר.

מיועדינו ז'אן 4X1VF ורוס 4Z5LA יצאו לאי הפולני WOLIN EU-132 להשתתף בתחרות IOTA (30-31 ביולי 2022) עם אות הקריאה 3Z5LA/1. בהצלחה! ביולי, שבוע לפני התחרות יצאו הרבה משלחות לאיים הנחשבים גם לארצות נדירות. ניתן להעלות את הלוג לאתר IOTA RSGB ולקבל אישור אוטומטי למספר איים מאושרים. 100 איים מזכה בתעודה בסיסית יפה.

* * * * *

מפגש ראשון של "האקדמיה לחובבי רדיו" יתקיים ביום חמישי 4/8/2022 בשעה 18:00 במרכז למדעים הרצלייה. נושאי המפגש הראשון: ישום מעשי של החומר הנלמד לקראת מבחני הרישוי-הקמת תחנת חובבים ראשונה. (פירוט הנושאים בפרסום נפרד בערוצי הרדיוור השונים).

* * * * *

יום שדה יתקיים ביום שבת 13/8/2022 החל משעה 8:00 בבוקר, בגן הלאומי "מקורות הירקון" שליד כפר הבפטיסטים בפתח תקווה. יום השדה יתקיים, כרגיל, באזור המגודר הפנימי שבגן ולרשותנו יעמדו שירותים צמודים, שולחנות וספסלים עם מקור מתח 220V לשימושנו. מוזמנים: חברי האגודה ואורחיהם (חברי אגודה בלבד אשר שילמו את מיסי החבר לשנת 2022 פטורים מתשלום דמי כניסה). ניתן להביא ציוד ואנטנות ולהפעיל משטח יום השדה. כאמור במסגרת יום השדה יתקיים טקס סיום לפעילותינו במסגרת המכבייה ה-21.

* * * * *

העמותה להנצחת חללי חיל הקשר והתקשוב השיקה ספר חדש:
הצבי במדים: הדואר הצבאי תש"ח-תשע"ה (1948 – 2016) מאת דניאל רוזן 4X1SK.
הספר זמין ב: <https://www.amutakesher.org.il/?CategoryID=327&ArticleID=885>
מצגת שהוצגה באירוע זמינה ב:
https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/The_Stag_In_Uniform_Presentation_1.0.pdf

* * * * *

בחודש יולי נפרדנו מחובב הרדיו מנחם גלנט ז"ל 4X6LQ SK. תנחומינו למשפחה האבלה.

* * * * *

אגודת חובבי הרדיו משתתפת בצערו של חברנו אברי דותן 4X1YV עם פטירתו של אביו שמעון ג'ורי דויטש ז"ל. שלא תדעו צער.

* * * * *

לקוראינו היקרים, המעוניינים ללמוד ולקבל רישיון שידור לחובבי הרדיו מידע על כך אפשר לקבל באתר: <https://courses.iarc.org>
אפשר גם ליצור קשר ישיר עם אחראי הקורסים: דני קצמן, 4Z5SL בטלפון 050-5207273

* * * * *



ארתור ס. קלארק - ממציא התקשורת הלוויינית חלק ב'

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

לגרסה מלאה של המאמר כולל חלק א' ראה: <https://4xbulletin.org/articles/>

משוואת התקשורת בערוץ הגיאו-סטציונרי

משוואת התקשורת הלוויינית היא מקרה פרטי של משוואת התקשורת על שם הרלד פריס

$$(2) \quad Pr / Pt = Gt Gr \lambda^2 / (4\pi)^2 R^2$$

כאשר

Pr	הספק נקלט
Pt	הספק משודר
Gt	שבח אנטנה משדרת
Gr	שבח אנטנה קולטת
λ	אורך גל
R	מרחק בין המקלט והמשדר

נוכיר כי שבח אנטנה G מתקבל על ידי

$$(3) \quad G = 4\pi A_{eff} \eta / \lambda^2$$

כאשר

A_{eff}	השטח האפקטיבי של האנטנה
η	נצילות האנטנה (בצלחות היא בדרך כלל 0.7)

בתקשורת לוויינים מקובל לנסח את המשוואה בצורה שונה במקצת. הגורם המרכזי שאותו מעוניינים להשיג הוא C/N Carrier to Noise Ratio שמשמעותו דומה במידה רבה ליחס אות לרעש S/N. הרעש התרמי במקלט הוא כידוע

$$(4) \quad N = kTBF$$

כאשר

k	קבוע בולצמן $1.38 \times 10^{-23} [W/^\circ K/Hz]$
T	טמפרטורת רעש של המקלט במעלות קלווין
B	רוחב הסרט במקלט
F	ספרת הרעש

בתקשורת לוויינים (ובמיוחד במסלול גיאוסטציונרי) נרצה לבדוד את C/N כלומר לקבל את היחס בין הספק הקליטה לבין הרעש התרמי. כפי שנראה להלן, יחס זה קשור ישירות לרמת השגיאות הצפויה בערוץ. נרשום אפוא את משוואת הערוץ באופן הבא

$$(5) \quad C/N = (P_t G_t) \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L} (G_r / T) \frac{1}{kBF}$$

כאשר

$P_t G_t$ EIRP = Effective Isotropic Radiated Power
 $\lambda^2 / (4\pi)^2 R^2$ Free Space Path Loss
 L Atmospheric Loss
 G_r/T Gain (receive) over Temperature

אנו רואים אפוא חלוקה קומפקטית של משוואת הערוץ לשלושה מרכיבים :

$EIRP = P_t G_t$ מרכיב השידור
 $\lambda^2 / (4\pi R)^2 L$ הפסדי המעבר בתווך
 $(G_r/T) / kBF$ מרכיב הקליטה

בנקודה זו עלינו לעבור לסקלה לוגריתמית של דציבלים, המוגדרת לפי

$$(6) \quad A \text{ (dB)} = 10 \log_{10} A$$

המאפשרת לעבור מכפל וחילוק לחיבור וחיסור

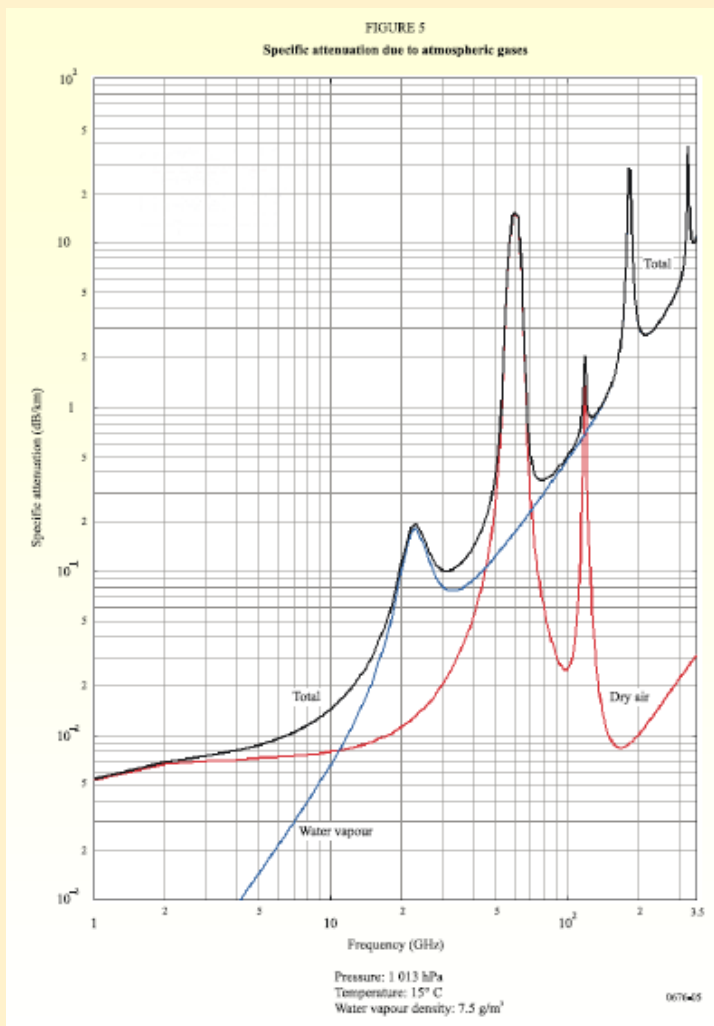
$$(7) \quad C/N \text{ (dB)} = EIRP \text{ (dBW)} + \text{Path Loss (dB)} + (G_r/T) \text{ (dB)} - kBF \text{ (dB)}$$

כאשר מדובר בהספקים, ניתן להתייחס להספק המשודר ביחס להספק נומינלי של 1 Watt ואז לבטא את ההספק ביחידות dBW

$$(8) \quad P_t \text{ (dBW)} = 10 \log_{10} (P_t \text{ in Watts} / 1 \text{ Watt})$$

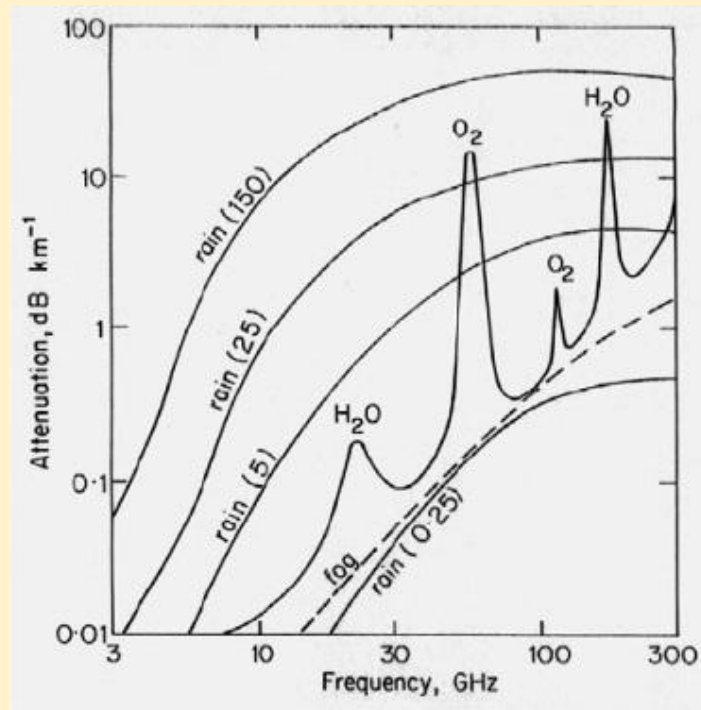
ההפסד האטמוספרי אינו נתון קבוע אלא הוא פונקציה של התדר, של הגובה מעל פני הקרקע ושל מזג האוויר. הקורא המתעניין יוכל למצוא בספרות המקצועית (ראו רשימת ספרי עיון במראי המקום) מאות דפי נתונים וגרפים רלבנטיים, אך ביריעה זו נביא רק טיפה מן היס. איור 8 מציג גרף קלאסי של בליעה אטמוספרית במזג אוויר בהיר (עם ובלי אדי מים). רואים שיש תדרים שבהם הבליעה חזקה במיוחד עקב נוכחות מולקולות מסוימות (22 GHz, 60 GHz, 110 GHz) וביניהם יש תדרים שבהם הבליעה פחות חזקה (נקראים "חלונות אטמוספריים") כגון 35 GHz,

94 GHz. למשל בתדר 10 GHz הבליעה הכוללת הטיפוסית היא 0.02 dB/km ולאורך מעבר מלא באטמוספירה בין תחנת הקרקע לבין הלוויין (נניח שהאטמוספירה היא באורך כולל של 12 km) הבליעה תהיה נמוכה מ-0.3 dB. לעומת זאת, בתדר 22 GHz שאינו מומלץ כמובן לתקשורת לוויינים, מגיעה הבליעה עקב נוכחות מולקולות מים באוויר עד 15 dB/km.



איור 8 בליעה באטמוספירה בתלות בתדר, עבור אוויר יבש ואוויר עם אדי מים, הבליעה ניתנת ביחידות dB/km

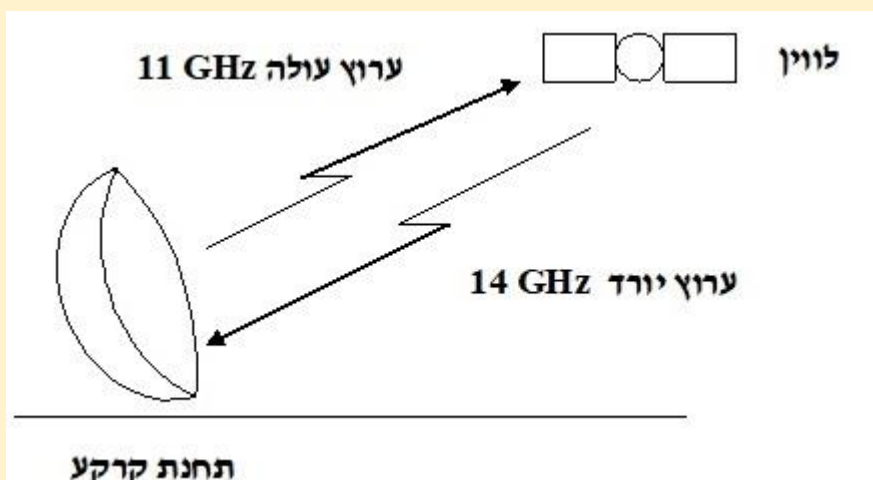
נתונים טיפוסיים עבור הבליעה בגשם ובערפל מובאים באיור 9. רואים שהבליעה כתוצאה מגשם אינה פונקציה חדה של התדר, אך בתדר 30 GHz למשל, הבליעה עלולה להגיע עד כדי 1 dB/km בגשם לא חזק במיוחד של 5 מילימטר לשעה, כלומר עלולה בהחלט לחסום את התקשורת הלוויינית.



איור 9 בליעה באטמוספירה בתלות בתדר עבור גשם וערפל

על פי רוב התקשורת הלוויינית הפועלת בתדרי המיקרוגלים אינה עובדת כראוי בתנאי מזג אוויר קשים. מקובל לנקוב בזמינות ערוץ שנתית על פי מצבי מזג אוויר קיצוניים. למשל ערוץ בזמינות 99% יפסיק לפעול 1% ממשך השנה שהם 86 שעות ואילו ערוץ בזמינות 99.99% יחדל מלפעול רק כשעה במהלך שנה שלמה.

נמחיש את משוואת הערוץ הלווייני בעזרת דוגמה מייצגת - ערוץ תקשורת עולה UPLINK בתדר 11 GHz וערוץ תקשורת יורד DOWNLINK בתדר 14 GHz כמתואר באיור 10.



איור 10 ערוץ עולה וערוץ יורד שבהם הלווין משמש כממסר-משיב

נתוני הערוץ העולה הם כדלקמן:
משדר

הספק שידור 100 W

אנטנת צלחת בקוטר 2.4 m

תווך

מרחק נומינלי בין התחנה הקרקעית והלוויין $R = 36,000 \text{ km}$

$$(\lambda/4\pi R)^2 = -204.4 \text{ dB}$$

הפסד אטמוספרי $L = 1 \text{ dB}$

מקלט

אנטנת צלחת בקוטר 1.2 m

טמפרטורת מערכת 400°K

רוחב סרט 100 MHz

ספרת רעש 2 dB

הצבת שבח האנטנות

$$G_t = 4\pi (\pi r^2) \eta / \lambda^2 = 46.7 \text{ dBi}$$

$$\text{EIRP} = 46.7 + 20 = 66.7 \text{ dBW}$$

$$G_r = 4\pi (\pi r^2) \eta / \lambda^2 = 40.7 \text{ dBi}$$

$$G_r/T = 40.7 - 26 = 14.7 \text{ dB}/^\circ\text{K}$$

תוצאה

$$C/N = \text{EIRP} - \text{Loss} + G/T - kBF = 22.6 \text{ dB}$$

נתוני הערוץ היורד הם כדלקמן:
משדר

הספק שידור 50 W

אנטנת צלחת בקוטר 1.2 m

תווך

מרחק נומינלי בין התחנה הקרקעית והלוויין $R = 36,000 \text{ km}$

$$(\lambda/4\pi R)^2 = -206.5 \text{ dB}$$

הפסד אטמוספרי $L = 2 \text{ dB}$

מקלט

אנטנת צלחת בקוטר 2.4 m

טמפרטורת מערכת 200°K

רוחב סרט 100 MHz

ספרת רעש 2 dB

הצבת שבח האנטנות

$$G_t = 4\pi (\pi r^2) \eta / \lambda^2 = 40.7 \text{ dBi}$$

$$\text{EIRP} = 40.7 + 17 = 57.7 \text{ dBW}$$

$$G_r = 4\pi (\pi r^2) \eta / \lambda^2 = 46.7 \text{ dBi}$$

$$G_r/T = 46.7 - 23 = 23.7 \text{ dB}/^\circ\text{K}$$

תוצאה

$$C/N = \text{EIRP} - \text{Loss} + G/T - kBF = 19.5 \text{ dB}$$

הקורא חד העין שם אולי ליבו לכך שקלארק הציע שבח אנטנה של $G = 80 = 19 \text{ dBi}$ באנטנת הלווין ואילו בדוגמה שלנו השבח גבוה בהרבה. האם יש כאן טעות? התשובה היא לא, אבל קיים קשר פיזיקלי חד משמעי בין השבח לבין רוחב האלומה. במקרה של אנטנות צלחת מקובל להניח

$$(9) \quad \Theta = 70 \lambda / d$$

כאשר

Θ רוחב אלומת הקרינה במעלות

d ממד האנטנה (בצלחת הקוטר)

מהצבת משוואה (9) במשוואה (3) נוכל לבטא את הקשר בין שבח האנטנה לבין רוחבי האלומה באזימוט ובהגבהה

$$(10) \quad G = 32000 / \Theta_{az} \Theta_{el}$$

ארתור ס. קלארק רצה שהלווין יכסה עם האלומה הראשית שלו את כדור הארץ בדיוק. עבור מרחק של 36,000 ק"מ זווית הפתיחה של האלומה, כך שעיקבת הקרינה (spot) תתאים לקוטר כדור הארץ, היא כ-18 מעלות (גם באזימוט וגם בהגבהה). אם ניקח מרווח נוסף ונאיר את כדור הארץ בזווית 20 מעלות, נוכל לשרת גם מטוסים החורגים מקוטר כדור הארץ. אם נציב 20 מעלות במשוואה (10) נקבל שבח אנטנה $G = 80$ בדיוק כפי שהציע קלארק. מצד שני, חלק מלוויני התקשורת מתוכננים לשרת מנויים בשטח קטן יותר, כגון אגן הים התיכון. על כן בדוגמה המספרית בחרנו שבח גבוה בהרבה אבל כיסוי זוויתי מוקטן.

אין אנו מתפלאים במיוחד מדוע $(C/N)_{\text{uplink}} > (C/N)_{\text{downlink}}$ מצב זה נובע מן העובדה שהלווין מסוגל לשדר בהספק נמוך יותר מאשר תחנת הקרקע וטמפרטורת המקלט הקרקעי נמוכה יותר מטמפרטורת המקלט הלוויני. באופן עקבי תדר הערוץ היורד נבחר להיות גבוה במקצת מתדר הערוץ העולה. היות שהתקשורת היא ספרתית, קיים קשר בין C/N בערוץ העולה ובערוץ היורד המתבטא על ידי יחס C/N הכולל

$$(11) \quad 1/(C/N)_{\text{total}} = 1/(C/N)_{\text{downlink}} + 1/(C/N)_{\text{uplink}}$$

כך שבדוגמה המספרית, יחס C/N הכולל הוא כ-20 dB. האם ערך זה מתאים לדרישות? עבור כל שיטת אפנון ספרתי יחס האות לרעש קובע את רמת השגיאות. נניח שיטת אפנון ספרתית המקובלת בלווינות מסוג QPSK (או 4PSK). יעילות האפנון נרשמת בדרך כלל על פי הפרמטר E_b/N_0 שהוא אנרגיה פר ביט בודד פר צפיפות הרעש התרמי. הקשר בין הפרמטר E_b/N_0 לבין C/N נתון על ידי

$$(12) \quad C/N = E_b/N_0 \times B/R$$

B (Hz) רוחב הסרט

R (bps) קצב המידע

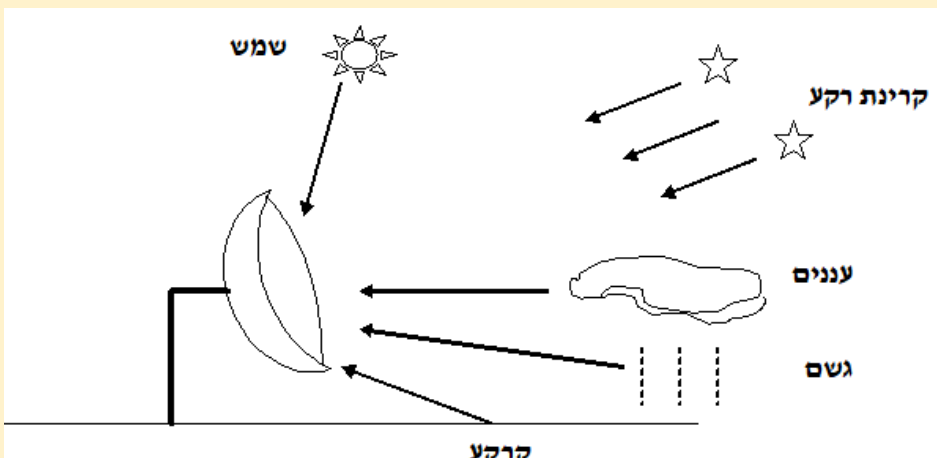
R/B יעילות ספקטרלית של האפנון

למשל באפנון QPSK שלגביו ידוע כי $R/B = 2$ אם נבחר קצב שגיאות של 10^{-5} נקבל כי הערך הדרוש הוא $E_b/N_o = 10 \text{ dB}$ כלומר לפי משוואה (12) $C/N = 13 \text{ dB}$.

בהינתן אפוא שהערך הנדרש הוא $C/N = 13 \text{ dB}$ והערך המתקבל ממשוואת הערוץ הוא $C/N = 20 \text{ dB}$, ניתן בידנו "עודף" של 7 dB במאזן הערוץ. עודף זה יתבזבז על נקלה על ידי הפסד מסוים בהכוונת האלומה של האנטנות Pattern Loss, בהפסד עקב אי התאמה בקיטובי האנטנות או עקב השתנות קיטוב הגלים בתווך Polarization Loss, בקליטת שידורים לא רצויה מערוצים שכנים Interferences וכמובן מגשם קל הניתך על הקרקע באיזור התחנה הקרקעית. סיכומו של דבר, עודף ערוץ Link Margin של $5-10 \text{ dB}$ הוא בהחלט מוצדק ומעשי כך שנתוני הדוגמה שלעיל, וביחוד הספקי השידור, גודל האנטנות ורוחב הסרט הם ריאליים.

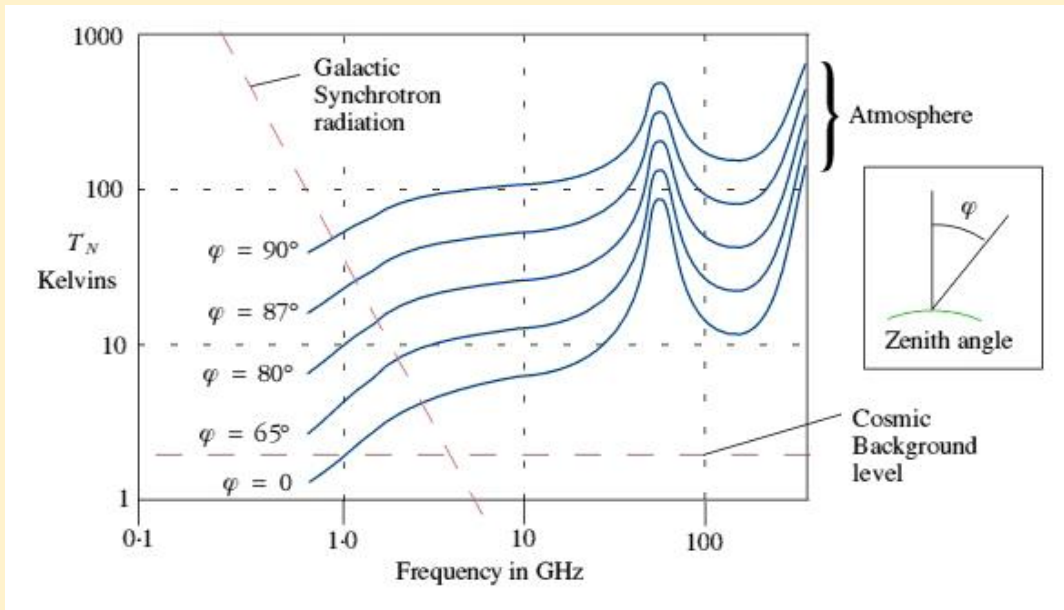
נושא אחרון הוא "טמפרטורת המערכת" הנקובה בתוך G/T ולכך נקדיש את המשך סקירת הערוץ. כל גוף פיזיקלי הנמצא בטמפרטורה כלשהי מעל טמפרטורת האפס המוחלט (0°K) פולט קרינה אלקטרומגנטית אשר ניתנת לביטוי על ידי "טמפרטורת רעש" אפקטיבית או טמפרטורת הבהירות (Brightness) TB. כאשר אנטנת רדיו מכוונת אל גוף פיזי כלשהו, הרעש הטבעי שהגוף פולט נכנס לתוך האנטנה דרך האונה הראשית או דרך אונות הצד כמודגם באיור 11. לעיתים קרובות משתמשים במונח "טמפרטורת השמים" כדי לתאר כניסת רעש הנובע מן הסביבה הרחוקה של האנטנה. טמפרטורת הבהירות של עצמים רחוקים המשוקפת לתוך האנטנה מקבלת ערכים טיפוסיים שבין 4°K עד 300°K בתלות בזווית ההטייה של האנטנה ביחס לאופק ובתנאי מזג האוויר.

במקרה נדיר במיוחד שבו האנטנה מכוונת בדיוק מול השמש, טמפרטורת השמים שלה עשויה להגיע לאלפי מעלות. גם ארתור ס. קלארק חזה אפשרות כזאת ואף חישב את ההסתברות שלווניים "ייסונוורו" על ידי השמש. נציין גם את התרומה של טמפרטורת הרקע הקוסמית (4°K) שמקורה במפץ הגדול והמגיעה באופן אחיד מכל כיוון במרחב.



איור 11 טמפרטורות הסביבה הנכנסות לתוך האנטנה

איור 12 מציג את טמפרטורת השמים הנובעת מאפקטים של כדור הארץ ושל האטמוספירה בתלות בתדר ובזווית הראייה של האנטנה. ניתן לראות כי בתדר 10 GHz אנטנה המסתכלת לכיוון האופק "רואה" טמפרטורת שמים של 100°K ואילו אנטנה המסתכלת לכיוון 30 מעלות מעל האופק (מצב סביר בתקשורת לוויינים גיאוסטציונרית) רואה טמפרטורת שמים של 20°K.



איור 12 טמפרטורת השמים בתלות בתדר ובזווית ההסתכלות

נסמן את טמפרטורת האנטנה הנובעת מטמפרטורת השמים בסימון TA. טמפרטורה זו מציינת את החלק היחסי של הופעת האובייקט בעל טמפרטורת בהירות TB(θ,φ) בתוך עקום הקרינה המרחבי של האנטנה G(θ,φ)

$$(13) \quad T_A = \frac{\iint TB(\theta,\phi)G(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi}{\iint G(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi}$$

גם האנטנה עצמה מהווה מקור רעש הנובע מן הטמפרטורה הפיזית שלה TP. נסמן את טמפרטורת הרעש העצמי של האנטנה בסימון TAP הנתונה על ידי

$$(14) \quad TAP = [(1/eA) - 1] TP$$

הפרמטר eA מבטא את היעילות התרמית של האנטנה וערכיו הטיפוסיים הם בין 0.8 עד 0.9. ממשוואה (14) רואים שהשפעת הטמפרטורה הפיזית של האנטנה היא קטנה יחסית כאשר eA קרוב ל-1.

הטמפרטורה האפקטיבית בהדקי האנטנה היא אפוא TA+TAP. טמפרטורה זו עוברת לתוך המקלט דרך קו תמסורת ו/או רכיבים נוספים המייצרים ניוחות כלשהו. נסמן את היעילות של העברת הספק הרעש מן האנטנה אל המקלט באות la המבוטאת בערך מוחלט (קטן מ-1). נעיר כי היעילות של העברת ההספק קשורה למונח המוכר יותר של הפסד La ביחידות dB על ידי הקשרים

$$(15) \quad La \text{ [dB]} = -10 \log_{10} (la)$$

$$- La/10$$

$$(16) \quad la = 10^{-La/10}$$

למשל $La = 0.5 \text{ dB}$ מתאים לערך $la = 0.9$

$La = 1 \text{ dB}$ מתאים לערך $la = 0.8$

$La = 3 \text{ dB}$ מתאים לערך $la = 0.5$

איור 13 מדגים את המעבר של טמפרטורת האנטנה לתוך המקלט. בהדקי האנטנה הטמפרטורה היא TA+TAP ובהדקי המקלט הטמפרטורה היא Ta

$$(17) \quad Ta = TA la + TAP la + To (1 - la)$$

כאשר

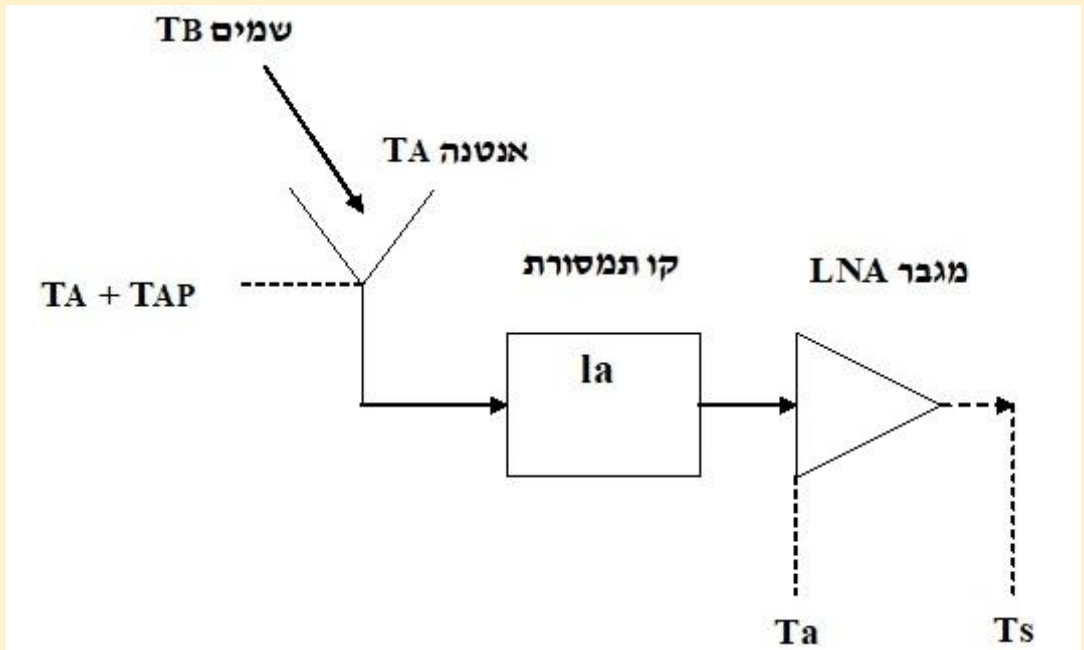
Ta	טמפרטורת אנטנה בהדקי המקלט
TA	טמפרטורת אנטנה הנובעת מטמפרטורת שמים
TAP	טמפרטורת אנטנה הנובעת מטמפרטורה פיזית
To = 290°K	טמפרטורת ייחוס
la	יעילות העברת הספק הרעש עד המגבר

לבסוף, טמפרטורת האנטנה מתווספת לטמפרטורת הרעש של המקלט Tr וביחד הן מהוות את טמפרטורת המערכת Tsys

$$(18) \quad T_{sys} = Ta + Tr$$

כאשר

$$(19) \quad Tr = (Noise \text{ Figure} - 1) To$$



איור 13 טמפרטורת הרעש באנטנה ובמקלט

דוגמאות מספריות

נמצא את טמפרטורת המערכת של תחנת קרקע כאשר טמפרטורת השמים היא $T_A = 20^\circ\text{K}$. האנטנה נמצאת בטמפרטורת סביבה $T_p = 290^\circ\text{K}$ והיעילות התרמית שלה $ea = 0.8$ לכן $T_{AP} = 73^\circ\text{K}$. נניח $l_a = 0.8$ ונקבל בהדקי המקלט $T_a = 132^\circ\text{K}$. בהנחה שהמקלט עצמו מוסיף רעש מועט $T_r = 75^\circ\text{K}$ (שקול לספרת רעש $1\text{ dB} = 1.25 = NF$), הרי טמפרטורת הרעש המערכתית בתחנת הקרקע תהיה 207°K .

נמצא את טמפרטורת המערכת של המקלט הלווייני. כאשר הלוויין מכוון לכדור הארץ טמפרטורת השמים שלו היא $T_A = 300^\circ\text{K}$ (טמפרטורת כדור הארץ). האנטנה עשויה להימצא בטמפרטורת סביבה מכסימלית $T_p = 400^\circ\text{K}$ והיעילות התרמית שלה $ea = 0.9$ לכן $T_{AP} = 44^\circ\text{K}$. נניח גם כאן $l_a = 0.8$ ונקבל בהדקי המקלט $T_a = 333^\circ\text{K}$. בהנחה שהמקלט עצמו מוסיף רעש $T_r = 116^\circ\text{K}$ (שקול לספרת רעש $1.5\text{ dB} = 1.4 = NF$), הרי טמפרטורת הרעש המערכתית בלוויין תהיה 449°K .

סיכום

ארתור ס. קלארק פעל בשני עולמות מקבילים - הן כסופר פורה של מדע בדיוני שהגה רעיונות מדעיים וחברתיים מקוריים - והן כמדען "אמיתי" שהמציא את רעיון לוויין התקשורת הקבועים מעל קו המשווה, המכסים את כדור הארץ כתחנות ממסר אולטימטיביות. בשני העולמות קידם את האנושות וזכה לתהילה רבה.

מראי מקום

כתבי ארתור ס. קלארק (המסומנים בכחול תורגמו לעברית)

Novels

- Against the Fall of Night (1948, 1953)
- The Sands of Mars (1951)
- [Childhood's End \(1953\)](#)
- [The City and the Stars \(1956\)](#)
- The Deep Range (1957)
- [A Fall of Moondust \(1961\)](#)
- Glide Path (1963)
- 2001: A Space Odyssey (film with Stanley Kubrick) (1968)
- Rendezvous with Rama (1972)
- [Imperial Earth \(1976\)](#)
- [The Fountains of Paradise \(1979\)](#)
- 2010: Odyssey Two (1982)
- [The Songs of Distant Earth \(1986\)](#)
- 2061: Odyssey Three (1987)
- The Hammer of God (1993)
- 3001: The Final Odyssey (1997)
- A Time Odyssey (2003, 2005, 2007) a series of three novels

Short Story Collections

- Expedition to Earth (1953)
- Reach for Tomorrow (1956)
- [Tales from the White Hart \(1957\)](#)
- The Other Side of the Sky (1958)
- [Tales of Ten Worlds \(1962\)](#)
- [The Wind from the Sun \(1972\)](#)
- The Best Of Arthur C. Clarke 1937-1955 (1982)
- The Sentinel (1983)
- Tales From Planet Earth (2001)
- The Collected Stories of Arthur C. Clarke (2001)

Non-Fiction

- Interplanetary Flight: an introduction to astronautics (1950)
- [The Exploration of Space \(1951\)](#)
- The Exploration of the Moon, with R. A. Smith (1954)
- The Coast of Coral (1955)
- Voice Across the Sea (1958)
- Profiles of the Future: An Inquiry into the Limits of the Possible (1962)
- Voices from the Sky: Previews of the Coming Space Age (1965)
- The Promise of Space (1968)
- The View From Serendip (1977)
- Astounding Days: A Science Fictional Autobiography (1989)
- How the World Was One: Beyond the Global Village (1992)
- Greetings, Carbon-Based Biped: Collected Essays, 1934–1998 (1999)

- [1] B.R. Elbert, **The Satellite Communication Applications Handbook**, Artech, 2003.
- [2] D. Roddy, **Satellite Communications**, McGraw Hill, 2006.
- [3] T. Pratt and C.W. Bostian, **Satellite Communications**, Wiley, 2006.
- [4] A.K. Maini and V. Agrawal, **Satellite Technology, Principles and Applications**, Wiley, 2007.
- [5] L.J. Ippolito, **Satellite Communication Engineering**, Wiley, 2008.
- [6] B.R. Elbert, **Introduction to Satellite Communication**, Artech, 2008.
- [7] R. Dybdal, **Communication Satellite Antennas**, McGraw Hill, 2009.
- [8] G. Maral and M. Bousquet, **Satellite Communication Systems**, Wiley, 2010.
- [9] T. Radford, **SatCom Guide for the Technically Challenged**, Radford, 2010.
- [10] L. Parks and J. Schwoch, **Down to Earth, Satellite Technologies, Industries and Cultures**, Rutgers University Press, 2012.
- [11] T. M. Brown, **Satellite Communication Payload and System**, Wiley, 2012.
- [12] M.O. Kolawole, **Satellite Communications Engineering**, CRC Press, 2013.
- [13] Z. Sun, **Satellite Networking – Principles and Protocols**, Wiley, 2014.
- [14] M. Richharia, **Mobile Satellite Communications – Principles and Trends**, Wiley, 2014.
- [15] R. Cochetti, **Mobile Satellite Communications**, Wiley, 2014.
- [16] D. Minoli, **Innovations in Satellite Communications**, Wiley, 2015.
- [17] P. Berthon, M. Diaz, T. Gayroud and C. Baudoin, **Satellite and Terrestrial Hybrid Networks**, Wiley, 2016.