

הגל החדש – 4XBulletin



גיליון מס' 33, נובמבר 2022/11



אוה, HB9FPM חובבת רדיו ואלפיניסטית בשווייץ

מה בגיליון:

תחרויות והפעלות בארץ ובחו"ל.
מדור טכני נרחב, מדידות ובנייה עצמית.
על גלים אלקטרו מגנטים בחלל.
חמדור בשפה האנגלית ENGLISH CORNER
ועוד...

תוכן העניינים

- 3 - דבר העורך 1/11/2022
- 5 - לזכרם של חובבי רדיו שהלכו לעולמם באוקטובר 2022
- 8 - מיקי עמית- צייר ומאייר 4X4UE
- 10 - לרדת לקרקע – כיצד מודדים התנגדות הארקה?
- 15 - מד זרם עם חיישן הול
- 18 - X-Phase QRM Eliminator for HF bands
- 22 - חובבת רדיו אווה טימן HB9FPM,
- 24 - הפעלה מיוחדת מתחנת הרכבת העתיקה בצמח
- 26 - הודעות אגודת חובבי הרדיו בישראל
- 29 - Ham Radio in Israel - November 2022
- 32 - Amateur delegation from Israel to Rwanda 9X4X
- 41 - מה קורה לוקטור פוינטינג באיזור פראונהופר?

משתתפים בגיליון זה:

פרופ' עלי לוין

דניאל רוזן	4X1SK
מיקי עמית	4X4UE
משה אינגר	4Z1PF
לאוניד שפיר	4Z4LS
צביקה סגל	4Z1ZV
דר' איל רסקין	4X1RE
טים סקרימשאו	4X1ST

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

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

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

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

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

עיתון זה נכתב ונערך בהתנדבות עבור חובבי רדיו שלא למטרות רווח, יש אפשרות לפרסם קטעים

ממנו במקומות אחרים וזאת בתיאום עם המערכת.

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

הערה: המאמרים המופיעים בגיליון זה הם באחריות הכותבים בלבד.



דבר העורך 1/11/2022

מאת: נפתלי בלבן-אברהנד 4Z1RM

חברים יקרים, כבר עברנו את הימים הנוראים של חגי תשרי וגם את הימים הנוראים של הבחירות לכנסת המי יודע כמה. עכשיו נחזור לשגרה של פעילות חובבי הרדיו בישראל. לפי הפעילות המתוארת כאן – הרי אנחנו מעצמה עולמית. ברצוני לציין שני ימי הולדת שהתקיימו לחברים טובים שלי/שלכם, ריגשה אותי תשובתו של איש הרדיו נעם אבירם 4Z4VH, לחברים שברכו אותו ליום הולדתו, והנה היא כאן לפניכם:



- חברי היקרים, רציתי להודות מעומק לבי, על מכול הברכות והאיחולים, לכבוד יום הולדתי. אין לי מלים להביע את תודתי ולספר לכם כמה התרגשתי. אני מבקש לאחל גם לכם ידידי, בריאות טובה, הגשמת חלומות, וגם... כמה מעות... לא יזיקו למשוואה. אני גם מאחל לכולנו, שנצא כבר מהסבך החברתי והשלטוני שבו אנו נתונים. אם זה יקרה, לפחות לעניות דעתי, תהיה זו ממש יציאה "מעבדות לחרות", מהגלות הפנימית שבה אנו שוהים, בחזרה הביתה, אל מקומנו, החם העוטף, המחבק והטוב. בריאות טובה לכולנו, אני מיחל לכך שבשנה הבאה, נראה שעשינו ולו צעד קטן של פיוס ואחווה, בעיקר עם עצמנו. באהבה רבה, נעם.

- חברנו שלום ברק (בקלו) 4Z4BS חגג 90. מסיבה קטנה נערכה לכבודו, ביום שישי 14/10/2022, בקפה "קקאו" שבמרינה הרצלייה בהשתתפות כמה חברים קרובים. נאחל לו מזל טוב והרבה שנים מאושרות בבריאות טובה וחובבות רדיו.



חובבי רדיו ביום הולדתו של שלום ברק (רביעי משמאל)

חובבי רדיו בתקשורת: מאת: דני רוזן 4X1SK

למתעניינים בהיסטוריה של התפתחות טכנולוגיות התקשורת בישראל, להלן פרסומים חדשים
באתר העמותה להנצחת חללי חיל הקשר והתקשוב:

טלפונים, פעמוניות ומרכזות פרטיות בשנות החמישים:

[https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Telephones_Bellsets_PA
BX_1952_1954.pdf](https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Telephones_Bellsets_PA_BX_1952_1954.pdf)

שירות הטלפונים בישראל 1960 – דו"ח ד"ר פריי:

[https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/1960_Telephone_System
_Report.pdf](https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/1960_Telephone_System_Report.pdf)

לקראת יום השנה ה-66 למבצע סיני פרסמנו באתר העמותה להנצחת חללי חיל הקשר והתקשוב
מספר מסמכים מקוריים המציגים תמונה מקיפה ונאמנה של חיל הקשר במלחמה זו.

קליטת ציוד קשר חדש ערב המלחמה:

[http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/New_Equipment_Sinai_Ca
mpaign.pdf](http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/New_Equipment_Sinai_Campaign.pdf)

פקודות, נספחי קשר וסיכומים שנעשו מיד בתום הלחימה:

[http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Orders_and_Summaries_S
inai_Campaign.pdf](http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Orders_and_Summaries_Sinai_Campaign.pdf)

סקירה מקיפה על חיל הקשר במלחמה:

[http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Signal_Corps_in_the_Sina
i_Campaign.pdf](http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Signal_Corps_in_the_Sinai_Campaign.pdf)

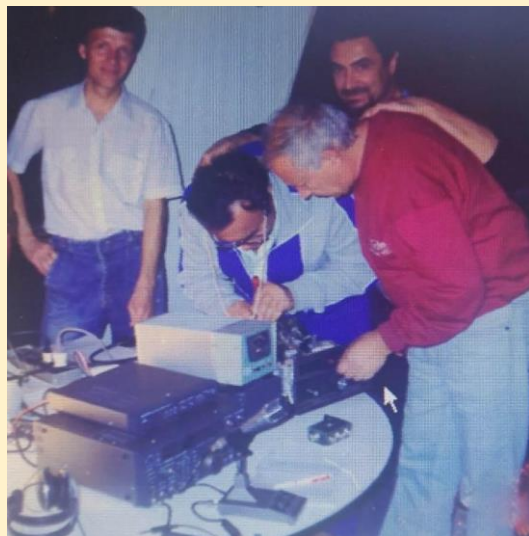
* * * * *

לקוראינו, המעוניינים ללמוד ולקבל רישיון אלוטאי חובב, נא ליצור קשר עם דני קצמן, 4Z5SL

בטלפון 050-5207273, במייל: dankatzman1954@gmail.com

לפרטים נוספים: <https://courses.iarc.org>

לזכרו של יצחק וקסלר SK 4Z1AO



איציק (איזיה) נולד בעיירה קטנה על גבול מולדובה. בגיל 10 התאהב בחובבות הרדיו, אהבה שלא הפסיקה במשך 64 השנים הבאות. בבריה"מ אז הייתה זו הדרך היחידה ליצור קשר עם העולם שמעבר למסך הברזל וזה מאוד משך אותו. הוא בנה בעצמו משדר רדיו באמצעים שעמדו לרשותו והתחיל לשדר, מה שהביא את הק.ג.ב לבקר את ההורים שלו, כדי לברר את פשר העניין...

ב-1975 איציק שכנע את כל משפחתו לעלות למדינת ישראל, הייתה אז מקום בלתי מוכר להם. למרות שרוב נוסעי המטוס נטשו אותו בווינה לטובת מעבר קל לארה"ב, איציק ומשפחתו המשיכו לישראל, ועד יומו האחרון האמין בכל איזיה 4Z1AO מתקן ציוד בחברת חבריו הטובים

ליבו שמדינת ישראל היא המקום הטוב ביותר ליהודים בעולם.

גם העלייה, על כל האתגרים שבה, לא עצרה את חובבות הרדיו של איציק. לכל דירה בה התגורר, הגיעו חובבים חברים לעזור לו והקימו ביחד אנטנת שידור שהלכה וגבהה מבית לבית והגיעה לשיא בבית האחרון. אני זוכרת שהצטרפתי אליו בזמן שהיה פרויקט מיוחד של חובבי הרדיו במאיץ של מכון וייצמן וזוכרת שהוא הצליח ליצור קשר עם תחנת חלל שעברה מעל ישראל. בחייו המקצועיים עבד שנים רבות בתעשייה הצבאית והיה ממפתחי החץ וכיפת ברזל. הוא נהג לשבת במרפסת הבית, לצפות ביירוטים ולטעון שהוא בודק את איכות העבודה שלו, למורת רוחם של בני המשפחה האחרים שהעדיפו שישב דווקא בממ"ד.

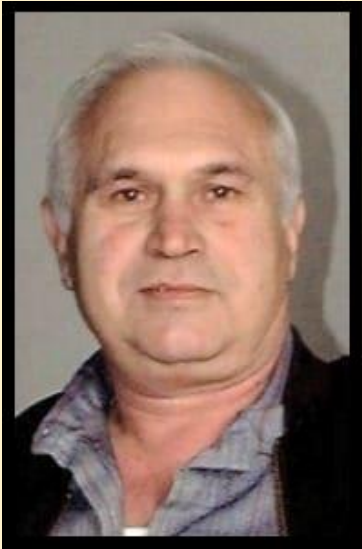
איציק סבל מנכות מילדותו מנכות, עקב מחלת הפוליו, אך לא נתן לכך לעצור אותו בהשכלה, בחיים המקצועיים ואף בחובבות הרדיו. מאחר ולא היה מסוגל לטפס על האנטנה לצורך תחזוקה, השתמש בכושר ההמצאה שלו ותכנן מעגלים אלקטרוניים בעזרתם ניהל את זוויות השידור של האנטנה בעזרת מחשב.

אם כי זמן רב לא היה פעיל, אפילו בבוקר יום פטירתו, אמר שזמן רב לא שידר, ותכנן לעשות זאת בהמשך אותו יום. כך שאחת המחשבות האחרונות שלו, הייתה באופן לא מפתיע, על הרדיו.

אנחנו, המשפחה, מודים מאוד לקהילת חובבי הרדיו שהייתה תומכת ונפלאה. תודה למי שבא לחלוק לו כבוד אחרון. ועל כך שאתם מזכירים אותו. יהי זכרו ברוך. נכתב ע"י בתו דנה.

מוטי נוה SK 4X6AB

מאת (בתו) רקפת נוה גרינברג, omskgn@gmail.com



אבא שלי נולד ב-1941 בבודפשט הונגריה.
עלה לישראל ב-1947 באונייה "עליה" לחוף נהרייה וכעבור זמן
קצר עבר לקיבוץ יחיעם לחברת הנוער.
התגייס לצבא ושירת במגוון תפקידים בחיל החימוש ואח"כ
בחיל האוויר עד שהגיע לדרגת רב סרן.
בשנת 1964 הכיר את אימא, עליזה, וגידלו שלוש בנות: רקפת,
כנרת, נרקיס.

חובבות הרדיו הייתה חלק משמעותי מאוד בחייו של אבא, לכל
טיול הביא עימו תחנה קטנה, והיה מכשור ברכב. אנטנות שונות
הזדקרו מעל.

בכל פיקניק וקמפינג הורכבה תחנה הייתה מוקמת עוד לפני
המאהל. שבוע לפני יום שדה הבית היה כמרקחה, כל הסלון
מלא בציוד ובשבת מוקדם בבוקר כולנו יצאנו לדרך וגם
לצעדות, ימי הנטיעות ותחרויות הקשר.

גלויות יפות וצבעוניות עם בולים מיוחדים מכל העולם היו צצות
מידי יום בתיבת הדואר ובסופי השבוע היו בני הנוער מגיעים

לביתנו, נכנסים אל מעבדת ההמצאות ומכשירי הרדיו ואז קולות של "חייששש" וצפצופים, דיבור
בקשר והרבה במורס וכל הזמן שיננו את ה- די די די דה דה דה די ומשפטים כמו: Hi
CQ, 73! "קילו בננה", "זברה טנגו" תמיד נשמעו בחלל הבית.

כאשר מחלת האלצהיימר הרימה ראש והקשתה על חייו החליט לתרום את כל ציוד התחנה התורן
והאנטנות למועדון נוער בקיבוץ סאסא התחנה נמצאת שם עד היום ומשדרת לכל העולם.

כזה אבא היה שלנו, אוהב אדם, מלא שמחת חיים, דובר עברית צחה ובעל ידע כללי נרחב. חיוך
תמידי על הפנים ובדיחה שגורה בפיו.

* נשמח לקבל תמונות, לשמוע סיפורים וחוויות מהיכרותכם רבת השנים עם אבא.

מילים לזכרו של 4X6AB מוטי נוה, מאת: רן בלגלי 4Z4CH

לשלושה חובבים אני חייב את תחילת דרכי בחובבות הרדיו, ראשית לאבי נחום ז"ל 4Z4NCH,
לאחרון קירשנר 4X1AT ז"ל אשר בביתו בחולון למדתי את רזי המורס לקראת מבחן הקליטה,
ואחרון חביב למוטי נוה 4X6AB ז"ל, אשר גם השבוע הצטרפה לאות הקריאה שלו הסיומת
"SK". עצוב, מאוד עצוב.

אצל מוטי תרגלתי את השידור במורס, הייתי מגיע לביתו ויושב שעות במטרה לעבור את מבחן
השידור, המבחן האחרון לקראת קבלת אות הקריאה וסגירת המעגל המשפחתי מבחינתי.

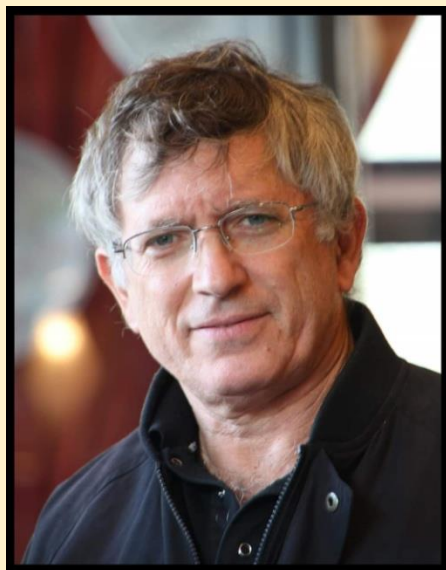
מוטי הדריך אותי בסבלנות רבה לקראת המטרה. "חבר שלי" פתח תמיד, "אתה תהיה חובב" כך
נהג לומר לי בשפתו.

גם לאחר קבלת אות הקריאה, המשכתי בקביעות להגיע לביתו בראשון לציון, לפגוש את רעייתו המקסימה עליזה, לשבת במטבח או בתחנה, במרפסת הקטנה שהייתה צמודה לסלון כדי ללמוד עוד דברים טכניים ולבצע המון הלחמות של מחברים לכבל RG213. למוטי הייתה שיטה לגילוי הגיד המרכזי וחיתוך הכבל עם חותך צינורות נחושת. מוטי הכיר לי בהמשך את כל חובבי הרדיו מראשון והמרכז שהיו נפגשים בקביעות ביום שישי לקראת כניסת השבת במסעדת "נאפס" בראשון. לאחר התקנת מכשיר הקשר ברכב, הייתי בעזרת מוטי כבר חלק בלתי נפרד מ"פרלמנט" הבוקר על R7 בניצוחו של מיודעינו לאופולד ז"ל 4X6PO.

דור שלם של חובבים הולכים לעולמם, זוהי דרך החיים, מה שנשאר לנו הנותרים בחיים, זה לזכור ולהוקיר את תרומתם לתחביב שלנו, באופן אישי ובכלל. נפרד ולא שוכח...

* * * *

לזכרו של דני ברטנטל 4Z4TK SK



- אגודת חובבי הרדיו בישראל משתתפת בצערה של משפחת ברטנטל עם מותו של חברנו דני ז"ל 4Z4TK שלא תדעו עוד צער.
- ברוך דיין האמת... היה לי חבר טוב ונאמן, שנים רבות, ציונה, היי חזקה ! נשיקות מאת ריימנד חסון, F6HNS, צרפת.



מיקי עמית- צייר ומאייר 4X4UE

אנטנה בגובה 18.000 רגל.

הניצוץ הראשון למשיכה לרדיו, ניצת אצלי כשהייתי ילד באילת ב-1958. גרנו ליד מאיר גלוברמן 4X4JP, ושידורי ה-AM שלו נכנסו חזק לבית שלנו. נדלקתי! לאחר שעברתי מאילת לחיפה, הקמתי שם את התחנה הראשונה שלי מציוד שרכשתי בג'אנק בחיפה ב-1965. רוב הפעילות הייתה אז על ה-40, ו-20 מטר ב CW, בשנתיים הבאות המשכתי את הפעילות שלי בשרות חובה, לאחר זמן הוסמכתי כאלחוטן אווירי, שהיה אז אחד המקצועות בבית הספר לטיסה, שירתתי בטייסות תובלה כאיש צ"א רס"ן. טסנו באין ספור משימות ברחבי אפריקה איראן ואירופה במטוסי סטרטוקרוזר ונורד. אלה היו שנים של ה-HF, שולט וייחודי, בעידן הקשר לטווחים ארוכים. במספר הזדמנויות הפעלתי כמובן מהמטוס על ה-20 מטר, עם תנאים אידיאליים של משדר חזק, ואנטנה באורך 25 מטר בגובה 18000 רגל!!



מטוס סטרטוקרוזר של ח"א ממריא מאנטבה לישראל – מיקי עמית

(מרשם בדוק למניעת תלונות וקלטורים משכנים!) חוויות עוצמתיות של השנים ההן היו יצירת קשרים במהלך טיסה עם חובבים מהארץ מקונגו וקניה, אזורים שהיו מלאי QRM עקב סופות ברקים ומזג אויר סוער באור המשווני. במשך השנים נדדתי בין מספר דירות. ושיכונים בבסיסי ח"א, ביניהם 15 שנים של מגורים ברעננה עם העברת היאגרי הישנה שלי מגג לגג. לאחר 15 שנות שרות בח"א השתחררתי והקמתי סטודיו לעיצוב גרפי, וכמאייר ואמן ותיק, אלו הפכו לתחום עיסוקי ברמה מקצועית..(עד היום) במקביל שימרתי באדיקות את האהבה ל CW, ומפעיל כיום תחנה בביתי בתל מונד. לעיתים אני מחפש תשובה הולמת, כשצריך לענות על השאלה.. "למה חובבות רדיו בעידן הזה", אך זר לא יבין את הקמיהה לרעשי ה-HF וכל השאר.. זה זורם בדם..



פיסול קרמיקה של מיקי עמית – "יד משדרת מורס"

מיקי עמית 4X4UE אמן פעיל ויוצר, יליד חיפה 1945. תושב תל מונד, נשוי ואב לשני ילדים. חבר באגודת המאיירים בישראל, אגודת ציירי התעופה באוסטרליה, אגודת הקריקטוריסטים בישראל, ואגודת חובבי הרדיו בישראל.

[אתר האינטרנט הרשמי](#) של מיקי עמית 

תודה לחנן צבר 4Z1DZ על העזרה בהכנת הכתבה.



לרדת לקרקע – כיצד מודדים התנגדות הארקה?

דניאל רוזן, 4X1SK

מבוא

להגנה מפני התחשמלות ולהגנה מפני ברקים נדרשים חובבי רדיו להארקה. הארקה טובה של תחנת חובבים מצמצמת את הרעש האלקטרומגנטי במקלטי התחנה.

החוק בישראל קובע שתי שיטות להגנה מסכנת התחשמלות: מבנים ישנים (שנבנו לפני שנת 1978) או מבנים טרומיים בהם אין יסודות בטון מוגנים ב'שיטת הארקה הגנה', המבוססת על אלקטרודות הארקה ייעודיות (בדרך כלל: מוטות פלדה באורך של מספר מטרים, שהחיבור אליהם נעשה באמצעות תא בקרה, המורכב מעליהם) או על חיבור לצנרת מתכתית לאספקת מים. עם מעבר מבני המגורים מהזנת חשמל חד'פאזית להזנת חשמל תלת'פאזית שונתה השיטה, ומבנים שנבנו אחרי שנת 1978 מוגנים ב'שיטת האיפוס', באמצעות 'פס השוואת פוטנציאלים' המחובר למוליך ה'אפס' של רשת הזנת החשמל וליהארקת יסוד', שהיא חיבור מרוחק לחלקי פלדה הטמונים בזיון של המבנה וביסודותיו.¹

החוק בישראל דורש התקנת הגנה מפני ברקים לפי תקן ישראלי ת"י 1173 חלק 1. הצורך בהגנה מפני ברקים נקבע (בהתאם להנחיות סעיף 6 בתקן) לפי האזור בארץ, גובה המבנה ושטחו, הסיכון לסביבה, החומר ממנו עשוי המבנה וייעוד המבנה.² תרנים ואנטנות של חובבי רדיו נדרשים בדרך כלל להגנה מפני ברקים.³

בדיקת הארקה למטרות הגנה מפני התחשמלות מבוצעת אך ורק בידי חשמלאי מוסמך באמצעות מכשיר המכונה Loop Tester, והיא מדידת התנגדות 'לולאת התקלה', המעגל החשמלי הנוצר בעת תקלה או התחשמלות, כדי להבטיח ניתוק הזנת החשמל בעת תקלה או התחשמלות תוך פחות מחמש שניות.⁴ התקן קובע כי בדיקה להארקת הגנה מפני ברקים תתבצע בידי חשמלאי מוסמך בעל הסמכה מיוחדת.

מאמר זה לא עוסק במדידת 'לולאת התקלה', היא 'מדידת הארקה' הרגילה שמבצעים חשמלאים, אלא מסביר כיצד מודדים את ההתנגדות בין נקודת החיבור להארקה למסה הכללית של כדור הארץ, נושא בעל עניין מיוחד לחובבי רדיו.⁵

1 תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה מפני חשמול במתח עד 1000 וולט), תשנ"א-1991.

2 תקן ישראלי ת"י 1173 חלק 1, מערכות הגנה מפני ברקים למבנים ולמתקנים: מערכת הגנה חיצונית.

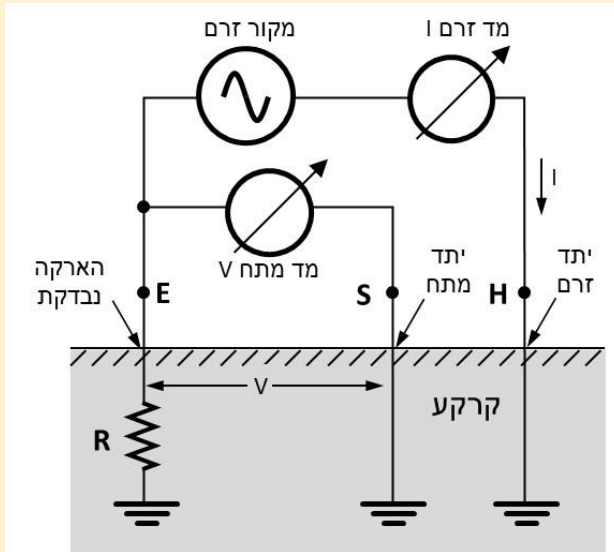
3 כך למשל: התקן הישראלי ת"י 799, מתקני אנטנות לקליטה משותפת (אק"ם), מתקני אנטנות לקליטה אינדיבידואלית (אק"א) ועמוד נושא אנטנה אנכית של חובבי רדיו, לפיו מקימים אנטנות אנכיות בגובה עד תשעה מטרים בפטור מהיתר, קובע חובת התקנת הגנה מפני ברקים, ומנחה כיצד לבצעה.

4 ראו: דניאל רוזן, מדרוך לבחינות חובבי רדיו (דרגה ג' ודרגה ב'), אגודת חובבי הרדיו בישראל, התש"ף-2020, עמ' 162-166. חובב רדיו מורשה אמור להכיר את המונח ואת משמעותו.

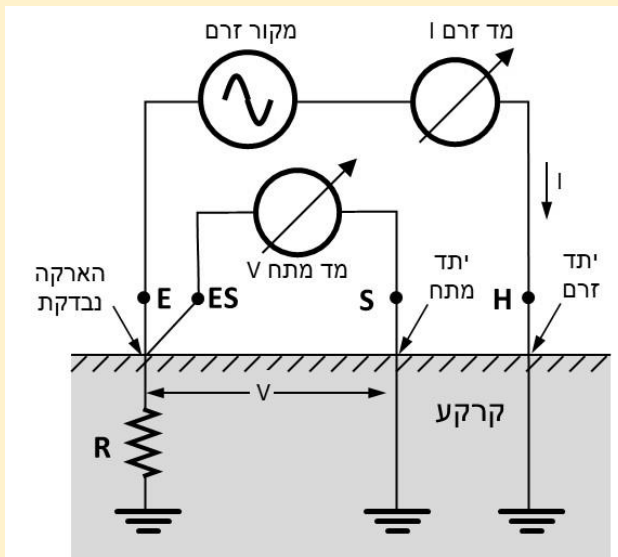
5 התקנות קובעות התנגדות מירבית של 5 אוהם להארקה באמצעות אלקטרודות הארקה, 20 אוהם להארקה בשיטת האיפוס. במבני מגורים נבדק פרמטר זה בעת הקמת מבנה, אך לא נבדק תקופתית. לצורך הגנה מפני ברקים לפי התקן הישראלי ת"י 1173 חלק 1, נדרשת התנגדות הארקה קטנה מ-20 אוהם, ונדרשת בדיקה תקופתית בפרקי זמן המוגדרים בתקן.

מדידת התנגדות הארקה

מדידת התנגדות הארקה, ההתנגדות בין נקודת החיבור להארקה למסה הכללית של כדור הארץ, נעשית בשיטת שלושת ההדקים (3-Point) או ארבעת ההדקים (4-Point). בשיטה זו מחדירים לקרקע שתי אלקטרודות בדיקה, יתד הזרם H או מזרימים זרם, יתד המתח S עליו מודדים את המתח, ומחשבים את התנגדות ההארקה לפי חוק אוהם (מתח חלקי זרם).



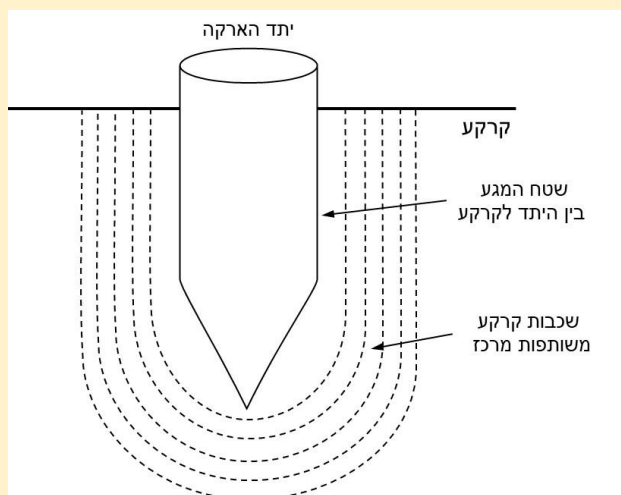
מדידת התנגדות הארקה בשיטת שלושת ההדקים



מדידת התנגדות הארקה בשיטת ארבעת ההדקים

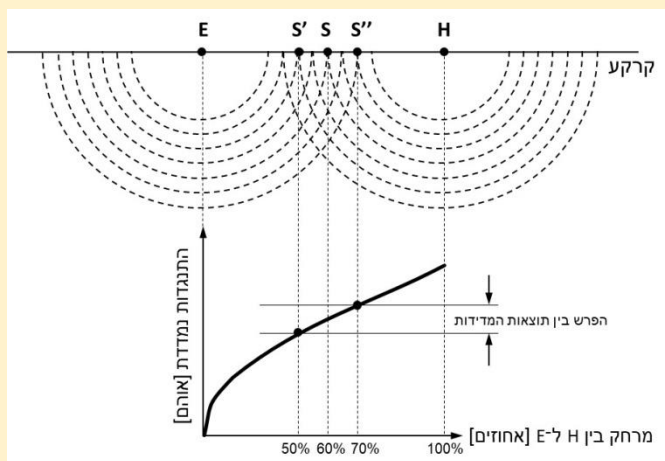
קביעת מרחק יתדות הבדיקה מהארקה הנבדקת

ליתד הארקה שטח פנים מסוים, עמו מתקיים המגע עם הקרקע, ככל שמתרחקים מהיתד, שטח הפנים של שכבות הקרקע גדל, וההתנגדות למסה הכללית של כדור הארץ יורדת.

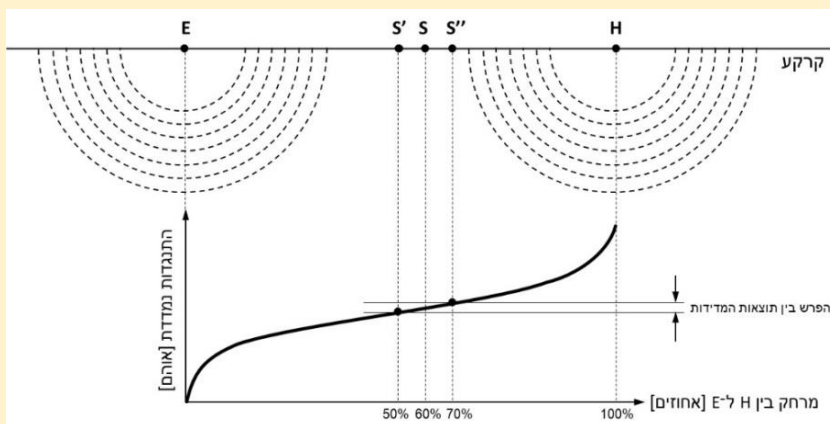


שטח הפנים של יתד הארקה ושכבות הקרקע מסביבו משפיע על ההתנגדות בין היתד למסה הכללית של כדור הארץ

ככל שאנו מחדירים לקרקע מספר יתדות, ייתכן כי המרחק ביניהם קטן מדי, עדיין לא נוצר מגע טוב בין היתדות לקרקע, ויתד נמצא ב'תחום ההשפעה' של יתד שכן. הדרך לבדוק זאת היא לשנות את מקום המדידה. היה ויש שוני גדול בין המדידות, היתדות קרובים מדי, והמדידה איננה מדויקת. האיור להלן ממחיש זאת.



יתדות קרובים מדי: האחד ב'תחום ההשפעה' של השני, ויש שוני גדול בתוצאות המדידה כאשר משנים את מיקום יתד המתח



יתדות במרחק נאות. האחד מחוץ ל'תחום ההשפעה' של השני, ויש רק שוני קטן בתוצאות המדידה כאשר משנים את מיקום יתד המתח

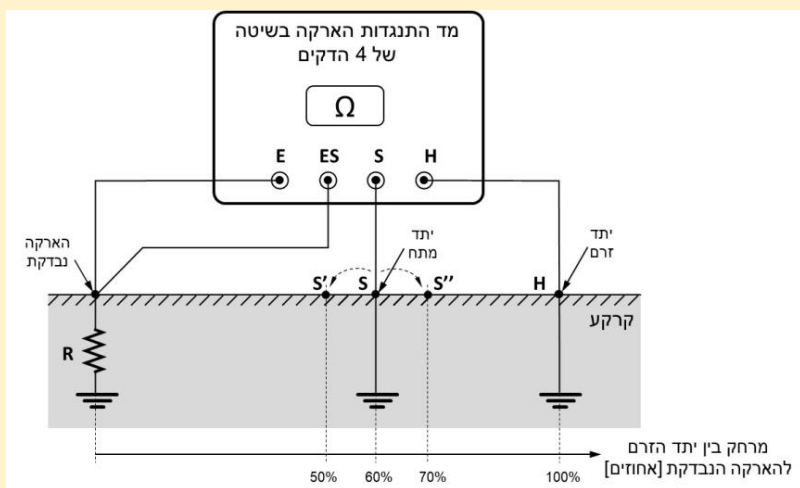
מקובל להשתמש בכלל של '60%': תוקעים את היתדות באדמה בקו ישר, כאשר יתד המתח S הוא בין יתד הזרם H לנקודת ההארקה הנמדדת, והמרחק בינו לנקודת ההארקה הנמדדת הוא 60% מהמרחק בין יתד הזרם H לנקודת ההארקה הנמדדת. לאחר מכן מבצעים שתי מדידות נוספות, כאשר באחת מעבירים את יתד המתח S לכיוון נקודת ההארקה הנמדדת, 10% מהמרחק, ובשנייה מעבירים את יתד המתח 10% מהמרחק לכיוון יתד הזרם H. אנו מצפים לכך שכל שיתד המתח יהיה קרוב לנקודת ההארקה הנמדדת נמדוד התנגדות נמוכה יותר, וכי ההפרש בין המדידות יהיה פחות מאפיונות המדידה הנדרשת (נאמר: 10%). היה וזה לא המצב, נרחיק את יתד הזרם מספר מטרים ונחזור על המדידות. שימוש במכשיר מדידה עם ארבעה הדקים מדויק יותר מאשר מדידה בשיטת שלושה הדקים.

הניסיון מראה כי מרחק מתאים בין יתד הזרם להארקה הנמדדת הוא פי 10 עד 20 מאורך אלקטרודת ההארקה הנמדדת, וכי רצוי לבזוק מים על יתדות המדידה, כדי לשפר את מוליכותם לקרקע.



מכשיר מודרני למדידות התנגדות הארקה

המכשיר בתמונה מאפשר, בין היתר, למדוד בשיטת שלושת ההדקים או בשיטת ארבעת ההדקים

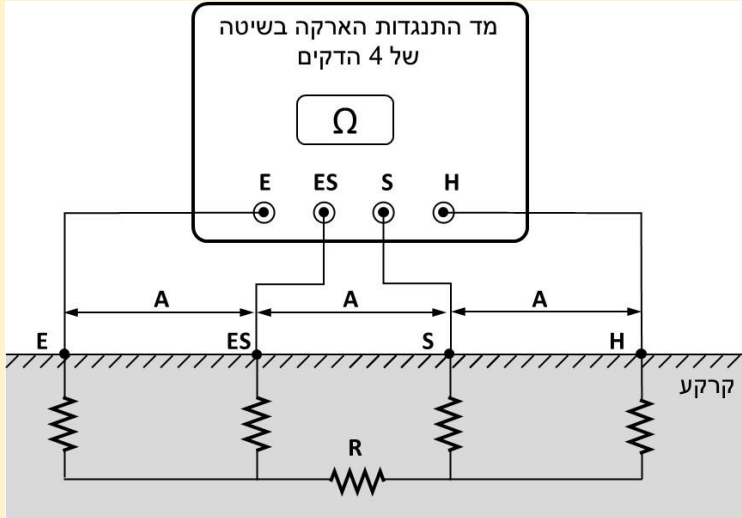


שימוש במכשיר למדידת התנגדות הארקה בשיטת ארבעה הדקים

מדידת התנגדות הקרקע

התנגדות הקרקע היא פרמטר חשוב בתכנון מערכות הארקה. שינויים בהתנגדות הקרקע מצביעים על שינויים בלחות הקרקע ופעילות השיתוך (Corrosion) בקרקע.

מדידת התנגדות הקרקע נעשית במכשיר מדידה עם ארבעה הדקים (4-Points): מחדירים לקרקע ארבעה יתדות, שניים מחוברים למקור זרם, ועל השניים האחרים מודדים מתח.



מדידת התנגדות הקרקע בעזרת ארבעה יתדות, התקועים בקרקע בקו ישר, במרחק A מטר האחד מהשני

אנו מודדים את ההתנגדות R , המכונה התנגדות וונר (Wenner resistance). היות ואנו מעוניינים בהתנגדות הקרקע בעומק A [מטר], נציב את היתדות בקו ישר במרחק A מטר זה מזה, כאשר המרחק A הוא עומק הקרקע בו אנו מבקשים למדוד את ההתנגדות. ההתנגדות ρ [אום למטר] בעומק A [מטר] תהיה:

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

בטיחות במדידות הארקה

החוק קובע כי בדיקות הארקה ייעשו אך ורק בידי חשמלאי מוסמך.

מדידת הארקה סמוך למתקני חשמל יכולה להיות מסוכנת, שכן תקלות במתקן החשמל יכולות ליצור מתחים גבוהים על אלקטרודות הארקה. לפיכך יש לנקוט באמצעי זהירות (כמו הפסקת המתקן החשמלי, ככל הניתן, ושימוש בכפפות מגן בעת מגע עם האלקטרודות וציוד המדידה).

רעש חשמלי יכול לעוות את תוצאות המדידה, ובמקרים רבים יש לנתק את האלקטרודה הנבדקת מהמתקן החשמלי אליו היא מחוברת, כדי למדוד את התנגדותה למסה הכללית של כדור הארץ. ניתוק זה מותר שיתבצע אך ורק בידי חשמלאי מוסמך.

אין לבצע מדידות הארקה בעת חשש לסופת ברקים.



מד זרם עם חיישן הול

אינגר משה 4Z1PF

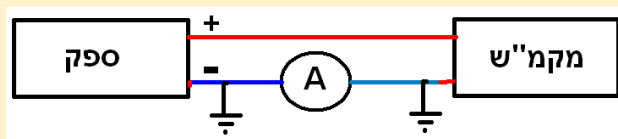
רבים מאתנו עושים שימוש בספקי מחשב ממותגים כספקי תחנה ל- 13.8 וולט. לא רק ספקי מחשב יכולים לתפקד כספק בתחנה אלא ניתן למצוא ספקים שמיועדים להפעלת נורות לד במחיר שווה לכל נפש. כאן יש לבדוק את נושא ההרמוניות שמייצרים ספקים אלו, אך מצאנו רבים שעונים על דרישותינו.

ברוב המקרים מוליכי מתח הרשת (230 V) חשופים וקיים חשש בטיחותי להפעילם ללא אריזתם במארז מתאים. אם אנו אורזים ספק כזה, נרצה גם להוסיף למארז מדי מתח וזרם.



איור 1 - מד זרם כולל נגד מייצד

הוספת מד זרם לסדרי גודל של מדידת עשרות אמפרים דורש הוספת נגד מייצד (shunt) במקביל למודד (איור 1). אם המודד הוא מודד ספרתי (דיגיטלי) יהיה צורך לחברו, ברוב המקרים, על מוליך המיננוס של ספק הכוח (יש לעיין במפרט המודד ואופן חיבורו). חיבור כזה דורש ניתוק הארקה בספק הכוח והפיכתו לספק בעל "מתח צף". פעולה זו מורכבת ולפעמים כמעט בלתי אפשרית. איור 2 מציג בעיה אם הספק מאורק בקו המיננוס וגם ציוד התחנה שלנו (מקמ"ש לדוגמה) מאורק. מהאיור ברור שמד הזרם מקוצר על ידי קווי הארקה ומד הזרם במצב כזה כמובן לא יתפקד.



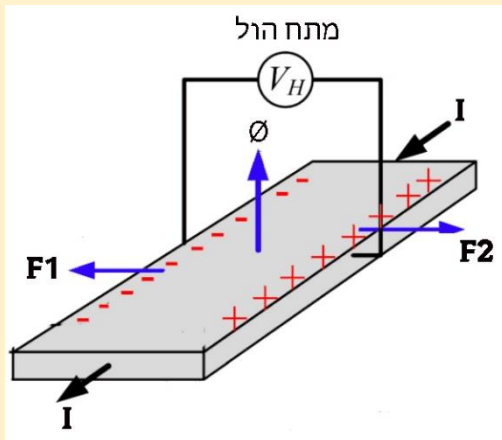
איור 2 - תאור מצב הקצר

חיישן אפקט הול (Hall Sensor)

הפתרון לבעיות שהוצגו הוא שימוש בחיישן הול.

אפקט הול הוא תופעה פיזיקלית בה נוצר מתח חשמלי בכיוון ניצב לכיוון זרימת זרם במוליך, כאשר מופעל עליו שדה מגנטי (ויקיפדיה).

איור 3 מתאר את האפקט. על זרם I שזורם במוליך נוצר כוח הודות לשדה המגנטי Φ . הכוח יוצר הפרדת מטענים כך שהמטענים החיוביים מתרכזים בצד אחד של המוליך והמטענים השליליים בצדו האחר. הפרש הפוטנציאלים שנוצר בין קצות המוליך הוא מתח הול V_H . ערכו של מתח זה תלוי במספר גורמים כמו: מידות המוליך, ערכו של השדה המגנטי, עוצמת הזרם ועוד. התוצאה החשובה עבורנו היא שערכו של מתח הול יחסי לזרם הזורם במוליך, החשוף לשדה המגנטי (בהנחה ששאר הפרמטרים נשארים קבועים).



איור 3 - חיישן הול

- Φ - כוון השטף המגנטי
- $F1$ – הכוח הפועל על המטענים החיוביים
- $F2$ – הכוח הפועל על המטענים השליליים
- I - הזרם במוליך
- V_H – מתח הול



איור 4 - חיישן הול ובמרכזו מוליך הזרם

שלושה מוליכים מחוברים לחיישן, שנים מעבירים את זרם המגנוט ליצירת השדה המגנטי, ובין שניים מתקבל מתח הול היחסי לזרם שזורם דרך מוליך המעגל הנבדק.

שימושים

לתופעת הול שימושים רבים:

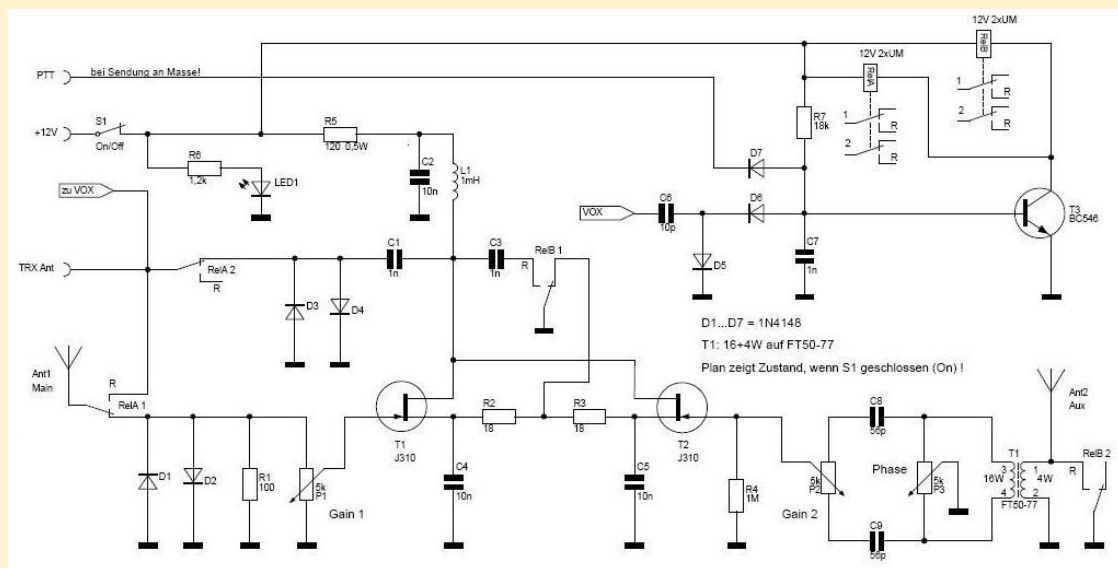
- ❖ חיישן למדידת זרם ישר וכוונו (קיימת אפשרות גם למדידת זרם חילופין)
- ❖ שימוש כחלק ממפסק קירבה (זיהוי מחשב נייד אם הוא פתוח או סגור)
- ❖ בדיקת מהירות ומופע סיבובי מנוע (הצתה במנוע בנזין במקום פלטינות)
- ❖ שימוש כמצפן אלקטרוני

תכונות

- ✓ חיבור פשוט, אין צורך בניתוק מוליכי המעגל.
- ✓ מזהה כוון זרם. במעגל טעינת מצברים ניתן לראות האם קיימת טעינה או פריקה.
- ✓ מעגל המדידה מבודד ממעגל העומס. מבטיח הגנה טובה במעגלי מתח גבוה.
- ✓ אין כמעט מגבלה לעוצמת הזרם המרבי שניתן למדוד. קיימים חיישנים למאות אמפרים.
- ✓ ניתן להגדיל רגישות במדידת זרמים נמוכים על ידי ליפוף המוליך, דרכו נמדד הזרם, מספר פעמים סביב החיישן.
- ✓ החיישן אינו מתחמם ואין בו איבודי הספק (בניגוד למודד עם נגד מייצד)
- ✓ דיוק החיישן $\pm 1\%$

X-Phase QRM Eliminator for HF bands

מאת לאוניד שפיר 4Z4LS



שרטוט חשמלי מלא של X-Phase QRM Eliminator

לפני שעוסקים בהפרעות קליטת רדיו ושיטות התמודדות איתן, רצוי למיין את סוגי הפרעות בצורה פשוטה. ההפרעות מחולקות לפי מידת הריחוק של המקור מאנטנת הקליטה הראשית, הן מקומיות או מרוחקות, ולפי צורתן מהמקור שמייצר דפקים או מקורות בעלי גל סינוס.

אם מקור ההפרעה נמצא בטווח הראייה של אנטנת הקליטה הראשית שלך, כלומר ברדיוס של 100 מטרים, ניתן להגדיר זאת כהפרעה מקומית.

כל הפרעה שמקורה מחוץ לרדיוס של 100 מטר, תיחשב להפרעה מרוחקת. נכון להיום, ספקי כוח של טלוויזיות, ומגוון רחב של מכשירי חשמל ביתיים אחרים מייצרים הפרעות בצורה של פולסים בתדרים נמוכים. כמו כן, רוב נורות תאורת ה-LED או נורות חסכוניות מסוגים אחרים גורמים להפרעות. בל נשכח את המקמ"שים של חובבי הרדיו, שאף הם גורמים להפרעות שונות וזה תלוי בסוג הקרינה.

יש לציין כי ספקי הכוח של היום הינם בעלי יתרונות רבים בהשוואה לספקי כוח עם שנאי מהסוג הישן. הם בעלי מימדים ומשקל קטנים ובהספקים גדולים ביחס למידותם החיצוניות. החלק

העיקרי הוא שנאי שעשוי ליכת פריט אשר בו מספר הליפופים קטן ביחס לשנאי בעל ליכת ברזל ותדר עבודה של 50 הרץ.

חסרונם היחיד הוא אי התאמה של תדרי עבודה שלהם לתחומי הקליטה של החובבים. קיימות מספר דרכים להתמודדות ברעשים והפרעות.

התקן X-Phase נועד לדכא רק הפרעות מקומיות בעלות דפקים. זה גם יכול להחליש באופן משמעותי הפרעות הרמוניות, אך רק אם מדובר בהפרעה מקומית.

להלן 3 דוגמאות נפוצות:

1. הפרעות היוצאות מטלוויזיה בעלת מסך שטוח ותאורת LED, הנמצאת בחדר סמוך, צג מחשב, מחשב נייד, תאורת עמוד רחוב, וכו'.

2. הפרעה שמגיעה מתחנת רדיו חזקה וקרובה מאוד אליך.

3. הפרעות מתחנה חזקה שמרוחקת מה-QTH שלך, אך קרובה לתדר העבודה שלך, כך שאותות שלה מפריעים מאוד לקליטת תחומי ה-HF.

אז במקרה הראשון והשני, אם ייעשה שימוש נכון, מכשיר ה-X-Phase יהיה מאוד יעיל ושימושי עבורכם. הוא יבטל ויחליש את ההפרעות הללו במידה רבה, אבל במקרה השלישי לא צריך לצפות ממנו לתוצאה טובה במיוחד. כמו כן מניסיון שימוש מעשי, ניתן ללכוד אות מתוך רעש מוחלט.

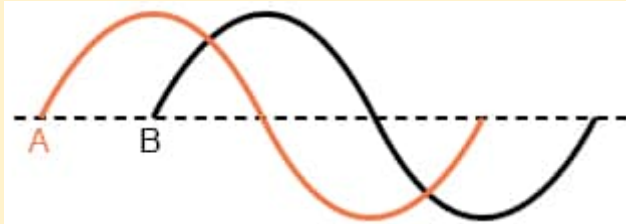
עקרון הפעולה של X-Phase

למכשיר מחברים שתי אנטנות נפרדות. ראשונה – Main (ראשית), קולטת את כל תדרי הרדיו, והיא בעצם העיקרית. אנטנה נוספת – AUX נועדה לקליטת כל ספקטרום ההפרעות והרעשים. זו יכולה להיות חתיכת חוט באורך של כמה מטרים בתוך הבית. חשוב מאוד שאנטנה AUX תקלוט כמה שפחות תחנות חיוניות או ספקטרום תדרים של תחנות שידור כל שהן. במקרה שאנטנה AUX תקלוט כמו ה-Main, היא עלולה להחליש את אותות שאנו מנסים לקלוט מתוך הרעש. המכשיר כולל שנאי TR1 - RF, שמלוּפף על טבעת פריט. מטרתו של שנאי זה לבצע תאום של אנטנה ה-AUX לכניסה של הופך הפאזה. בשל התכונות המגנטיות של הליבה מועברים אותות בתדרים מתחת ל-300 קילו-הרץ ומוחלשים אותות מעל תדר זה, ועל ידי כך נוצר מסנן המעביר נמוכים - LPF.

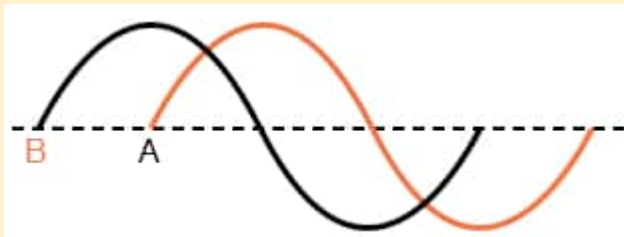
הערה לגבי אנטנה AUX. ניתן "לשחק" עם אורך החוט וגם להניח אותו על רצפת חדר עבודה, כך שערוץ הנ"ל יצבור את מלוא רעשי הסביבה.

ובכן, ישנם 2 אותות שנקלטים דרך אנטנות AUX ו-Main. אם נגרום לאות של AUX להזזת פאזה ע"י ה-Phase Inverter הפנימי, ב- 180° אשר ייכנס לגלאי הפאזה, ובכניסה הראשית נכניס אות של אנטנה ה-Main, כאשר שמתקיימת השוואת משרעות (Amplitudes), במוצא של גלאי הפאזה, יתקבל אות של ערוץ Main נקי מהפרעות, מכיוון שמרכיבי הרעש נבלעים ע"י גלאי פאזה.

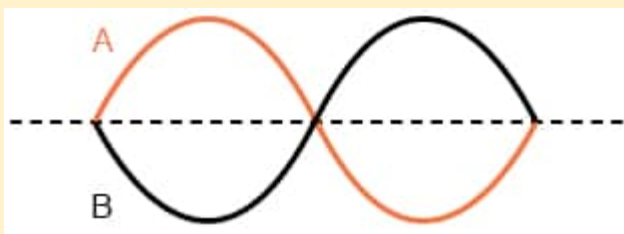
כדי לקיים את התנאי של השוואת משרעות של מרכיבי רעש בכניסות של גלאי פאזה, במעגל קיימים שני מנחתים המאפשרים ויסות עדין שהם: Gain-1 & Gain-2. כדי להזיז את הפאזה בצורה מדויקת משתמשים בווסת Phase. את תהליך חיסול האות בעל מרכיבי רעשים בתוך גלאי הפאזה. ניתן להסביר בעזרת מס' גרפים:



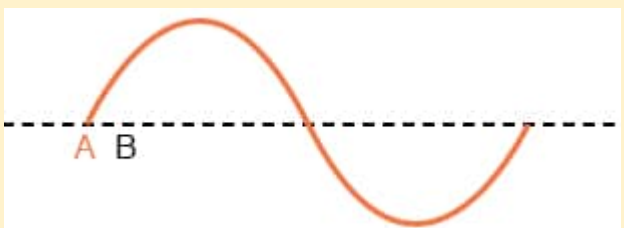
פאזה שהוזהה ב- 90°
כאשר אות A מקדים את אות B.



פאזה שהוזהה ב- 90°
כאשר אות B מקדים את אות A.



פאזה שהוזהה ב- 180°
כאשר אותות A ו-B מנוגדים זה לזה, מעין מראה אחד של השני.

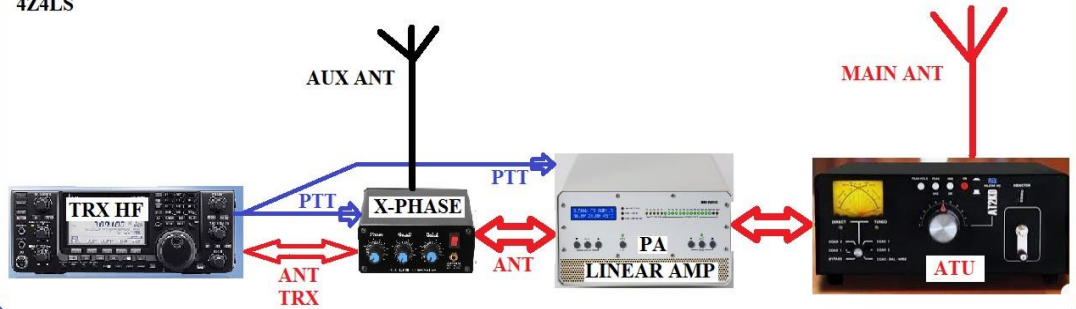


פאזה שהוזהה ב- 0°
כאשר צורות גלים A ו-B נמצאות בחפיפה.

הסבר קצר על הבנייה והחיבור של המכשיר עם המקמ"ש:

כאשר המקמ"ש נמצא במצב קליטה, אין חשש שהספק המשרד ייכנס ב-Main ויגרום נזק. אך במצב שידור מוצא המקמ"ש נכנס לישרות למכשיר הנ"ל, לכן יש לציין כי הבניה העצמית חייבת להיות לפי השרטוט החשמלי ויש לעשות את כל החיבורים בהתאם. מאוד חשוב לחבר את ה-PTT למקמ"ש כדי שבזמן השידור בלחיצה על PTT של מיקרופון, יתבצע מיתוג מצבים ע"י ממסרי המכשיר. אין לשכוח כי במבנה הנתון, ההספק שניתן להעביר הוא 100 וואט RF. במידה וקיים מגבר הספק בתחנה, יש לחבר את רכיבי התחנה לפי השרטוט המוצג למטה.

4Z4LS



נ.ב.

אני בניתי מכשירים אחדים מהסוג הזה ואף ניסיתי לפתח התקנים דומים בעלי עקרון עבודה שונה שמבוסס על שימוש רב בשנאי RF. מוצר ספציפי זה מתחיל לפעול מייד עם הספקת מתח עבודה של 12 וולט, וזאת בתנאי שהוא מורכב היטב וללא טעויות.

ניתן לרכוש קיט מתאים או מעגל המודפס בלבד ב-EBAY. (הזמנה מ"ס: 234600082169) להלן עצה לחובבים שיבנו את הקיט במו ידיהם: ניתן לשפר את הפעלתו ותפקודו של מוצר, על ידי הקטנת ערכי הנגדים המשתנים של GAIN1/2 ולהקטין אותם עד 1 קילו אוהם במקום 5 קילו אוהם. זה יכול להקל על הכיוון ושיפור הקליטה.



חובבת רדיו אווה טימן HB9FPM, OK3QE, JJ1CKE

תרגם וערך: נפתלי בלבן-אוכרהנד, 4Z1RM

אווה, היא חובבת רדיו צ'כית המתגוררת בשווייץ, בקרבת העיר ציריך, מקום מגוריה השני הוא זכירו בצ'כיה..

המוטו שלה הוא: "לאן שתחליט ללכת, לך עם לבך".

אווה קיבלה את הרישיון שלה לראשונה ב-2014, לאחר שלמדה במשך 4 ימים רצופים, ועברה בהצלחה את המבחן. היא עשתה זאת בעזרתם של חברים אחדים, ובמיוחד בעזרתו של בעלה אנדי ... היא מודה לכל אלה שסייעו לה והכניסו אותה לעולמם המופלא של חובבי הרדיו. היא ובעלה אנדריאס פעילים ונהנים מהפעילות ב-SOTA, שהוא ארגון חובבי רדיו המפעילים תקשורת מהרים גבוהים.



לאווה יש גם תחביבים נוספים, ביניהם: רכיבה על אופנועים גדולים Kawasaki Z800, פעילות כושר גופני, טיפוס הרים, גלישה על סקי, הליכה על קרחונים וגידול הכלב "צירו", כלב רועים סקוטי (golden retriever).

אווה ובעלה הינם הורים לשתי בנות, ולפני למעלה מעשור המשפחה עברה להתגורר בשווייץ, שם שניהם מועסקים באגודת חובבי הבינלאומית IARU, אווה עבדה כגזברית האגודה בשנים 2014-2017, ובנוסף היא ממלאת תפקידים חשובים באגודת חובבי הרדיו בשווייץ USKA.

היא החליטה ללמוד את שפת המורס, והצליחה בזאת תוך שנתיים. היא חברה גם בארגונים נוספים של חובבי רדיו ביפן, סקנדינביה ואוסטרליה ואחרים. עיקר פעילותה על הגלים 10-40 מטר, וכן 2 מטר. בבית היא משתמשת בציוד מיוחד. היא אוהבת את השילוב בין הרדיו לבין טיפוס הרים. את התעניינותה ברדיו היא קיבלה מבעלה אנדריאס, ולדעתה חובבות הרדיו הינו תחביב נפלא ומאתגר, המקשר בין אנשים בכל העולם. עומד לרשותה ציוד רב ומודרני בו היא משתמשת בעזרת בעלה אנדי. כאשר שואלים אותה מדוע היא משלבת בין הרדיו לטיפוס הרים וכיצד הגיעה לכך, היא משיבה: "לא תמיד המצב היה כך. בהיותי ילדה לא אהבתי את ההרים, ולא אהבתי לצאת מהבית ולטייל. איני יודעת מה גרם לשינוי באורח החיים שלי, כנראה שהזמן עשה את שלו. אני מאוד אוהבת לטייל בהרים, כי אז אני נמצאת לבד עם עצמי, ללא טלפונים והודעות מייל כלשהן, ואני רגועה. אם כי הטיפוס על ההרים מסוכן, אני אוהבת אתגרים, ואני מוכיחה לעצמי שאני מסוגלת להתמודד עם קשיים." אני פעילה מאוד בארגון תחרויות רדיו של נשים. השנה ארגנתי אירוע גדול בצ'כיה מולדתי, וב-2023 אני מתכננת לארגן אירוע בפולין. בדרך כלל נשים חובבות אינן בקיאות בטכניקה של מכשירי הרדיו במידה מספקת, לכן במפגשי נשים אנחנו עוברות התנסות בהפעלת המכשירים הללו. לפני שנים אחדות בעלי ואני ביקרנו בארצכם היפה. תודה מיוחדת לרוס 4Z5LA. על קבלת הפנים החמה לה זכינו, ועל כך שהראה לנו מקומות היסטוריים מעניינים.



אווה HB9FPM ובעלה אנדריאס HB9JOE

הפעלה מיוחדת מתחנת הרכבת העתיקה בצמח

צביקה סגל – 4Z1ZV

עוד הפעלה מבית מדרשו של אודי קדם 4X6ZM, סוּחָף הפעלות השטח המיוחדות הבלתי נלאה. הפעם הפעלה ראשונה בסדרת הפעלות מתחנות רכבת העמק תחת כנפי ובברכת אגודת חובבי הרדיו בישראל בשיתוף עם מכללת כנרת.

ההפעלה הזאת שולבה עם אירוע 104 שנים לנפילת חיילי גדוד הפרשים האוסטרלי ששחרר את תחנת צמח מהכבוש העות'מאני וציין אבן דרך לתחילת השלטון הבריטי בארץ ישראל (פלסטינה...).

מה שמיוחד בהפעלות האלו, שבעיני זו חובבות הרדיו בכל תפארתה הוא שילוב נפלא של "התנחלות" בשטח, הקמת מגוון תחנות (הפעם HF בשלל גלים, מודים ולוויין), אירוע חברתי ומשפחתי והפעם גם השתלבות באירוע "שבת ישראלית" בחסות מכללת כנרת. הפעם האירוע היה פחות קולינארי כמקובל והתבסס על המסעדות בסביבה ופחות על המנגל והשקשוקה של גל, אולי בגלל שלא העברתי הפעם את הלילה עם החבורה הנפלאה ☺



המשתתפים וכך גם המבקרים זכו לסיור והדרכה על הסורית רכבת העמק שם גם למדנו כי הסולטאן התורכי סלל את תוואי המסילה של 87 ק"מ מרוצפת בגשרים ומנהרות ב... כן לא 20 שנה, אלא שנתיים. כנראה אז לא היו בחירות כל שנה..

שאפו גדול לאודי וצוות היזמים הקבוע כמו גיל וגל (שהם שני אנשים..) רועי, חנן, רוני כהן 4X5RK וכל שאר המשתתפים והמבקרים שנהנו מהאירוע ולמשרד התקשורת שאשר את אות הקריאה המיוחד לאירוע – 4X0VK כחלק מהנצחת הגדוד האוסטרלי. תודה מיוחדת לזיו אופיר, סמנכ"ל מכללת כנרת שאפשר את ההפעלה המיוחדת והסרטון בלינק המצורף מוקדש לו: <https://youtu.be/mnljyRxbioU>



חברים המעוניינים להשתתף בהפעלה הבאה שתתקיים ב-4/5 בנובמבר בתחנות רכבת העמק בכפר יהושע – 4X02R ובאלרועי (טבעון) - 4X01R, נא לתאם עם אודי קדם 4X6ZM, וביקורים עם דני קצמן 4Z5SL.



הודעות אגודת חובבי הרדיו בישראל

מאת דר' איל רסקין, דובר האגודה 4X1RE

חברות וחברים יקרים

א. הנכם מוזמנים לטיול בהדרכת ידידנו אלי שחף 4Z1NB בשבת ה- 5.11.2022 לעמק יזרעאל ויסתיים בביקור באתרי ההפעלה באלרואי ובכפר יהושע. עקב העובדה שבתאריך הנ"ל תתקיים גם הפעלת חובבי רדיו באזורי רכבת העמק ההיסטורית, החלטנו "לחשב מסלול מחדש" ולשלב בין האירועים. אופן ההגעה: רכבים פרטיים (לא נדרש רכב שטח) נקודת מיפגש: בשעה 09.00 במתחם חוצות אלונים. מסלול: לאחר תדריך והרשמה, בשעה 09.30, נצא לדרך בשיירה לכיוון משטרת נהלל הישנה. ייערך סיור מודרך במקום הכולל הרצאה ומופע אור קולי, משם נמשיך למצפור "הר הקפיצה" בנצרת, במסלול הליכה קצר לנקודת התצפית על עמק יזרעאל והרי נצרת. נרד חזרה לעמק לסיור מודרך בשעה 12.00 בתחנת הרכבת כפר יהושע וביקור בתחנת החובבים במקום. נמשיך לתחנת הרכבת אלרואי ועין אלרואי בטבעון. נסייר בתחנה ונבקר את חובבי הרדיו שמפעילים שם. משם נעלה ליער שער הכרמל ליד מחלף אליקים להפסקת צהריים ופריסת תחנות רדיו למי שירצה. סיום משוער בשעה 16.00. מי שירצה להישאר באחת התחנות או שיוותר על ארוחת צהריים יודיע במקום.

הוראות הגעה לנקודת המפגש בויז: <https://waze.com/ul/hsvbfpxpm> כולם מוזמנים!

ב, בסוף השבוע 14-15 לאוקטובר התקיימה הפעלה מיוחדת של אגודת חובבי הרדיו בתחנת הרכבת ההיסטורית של צמח, (בה צוין יום השנה ה-104 לנפילת חיילי גדוד הפרשים האוסטרלים בתהליך כיבוש המקום מידי האימפריה העות'מאנית). התנאים היו נהדרים מכל הבחינות. הופעלו 3 תחנות בגלי ה-HF ותחנת לוויין אחת. הציוד במקום כלל 7 אנטנות שעבדו מצוין (4 דיפולים, 2 בימים וורטיקאלית אחת). חברים רבים באו לבקר, להפעיל ולהתרשם מהאתר המעניין. (ראו כתבה מפורטת בהמשך הגיליון).

ג, הפעלה נוספת ואחרונה כאמור לעיל, בפרויקט תתקיים ב 4/5 לנובמבר –שתי תחנות במקביל: תחנת כפר יהושע ותחנת אלרואי (טבעון). כולם מוזמנים לבקר ולהפעיל.



מודעה של מוזיאון הרכבת בכפר יהושע

רדיו רכבת - תחנת הרכבת ההיסטורית מארחת את אגודת חובבי הרדיו בישראל, שתפעיל באתר תחנת רדיו ליצירת קשרים עם חובבי רדיו בעולם, לציון ההיסטוריה של רכבת העמק. מוזמנים לסייר באתר וגם לפגוש את מפעילי התחנה ולשמוע מהם הסבר על אופן הפעלת הרדיו.

שלושת האתרים הם חלק משמונה תחנות שהיו פעילות בתקופה העותומאנית ומסוף מלחמת העולם הראשונה תחת המנדט הבריטי.

* * * * *. פרויקט "אחד לכל אחד" ממשיך להמריא ואני מבקש להזמין עוד חובבים להירשם ולהיכנס לרשימת החונכים המכובדת שמתגבשת.

עד כה נרשמו לפרויקט 40 חובבים (מבין 530 חברי האגודה). מספר יפה, אך לא מספיק. ברצוני להזכיר שוב שהנושא חשוב ביותר לעתיד חובבות הרדיו בארץ, ליצירת המשכיות לתחביב בדרך של "לימוד התורה בעל פה".

"אחד לכל אחד" הוא פרויקט ייחודי המבוסס על קשר אישי, אשר נועד לומר לחובבי הרדיו החדשים: "אינכם לבד!"

* * * * *

ד. תחרות סוכות התקיימה בתאריך 12/10/2022, במהלך חול המועד סוכות. מעל ל 30 אותות קריאה נשמעו על האוויר (מספר נמוך יחסית לשנים קודמות). עד כה התקבלו רק 17 לוגים. כאן הזמן להזכיר שוב למשתתפים לשלוח לוגים באחת מהדרכים הבאות:

-דרך הולילוגר ע"י יבוא של קובץ ADIF

-ע"י הטענה של קובץ קברילו באתר האגודה:

לוגים תחרות סוכות

ה. עדיין ניתן להזמין את ספר האנטנות הגרמני **להזמנה**.

במקביל נא להירשם אצל דובר האגודה לצורך הזנת ההנחה.

עד כה 89 ספרים נשלחו מגרמניה לחברי אגודה בארץ.

ו. יום שדה-צפון יתקיים בשבת 19/11/2022 במפגש שלושת הנחלים שליד קיבוץ שדה נחמיה. פרטים נוספים יפורסמו לקראת האירוע.

SAVE THE DATE

ז. אנו מקשיבים לכם....

לאור פניות רבות של חובבים מתחילים ופערי הידע הגדולים בקרב המשתתפים, אנו מעוניינים "לחשב מסלול מחדש" ולעדכן את התכנים שיועברו במסגרת ה"אקדמיה" לחובבי רדיו. מצ"ב פניה של הוועד אליכם, חובביי רדיו בראשית הדרך:

ועד האגודה מכיר בצורך לספק ידע פרקטי לחובבים בתחילת דרכם בתחביב. הוועד מתכנן לקיים מספר מפגשים בהם נדון וגם נדגים נושאים רלוונטיים. על מנת להבטיח שמירב הנושאים בהם החובב המתחיל מרגיש חוסר ידע, ייכללו בפגישות, אנו מבקשים לקבל מכם רשימה של נושאים או שאלות ספציפיות.

אנא שלחו את בקשותכם למייל של דני קצמן, Dankatzman1954@gmail.com,

אנא השתדלו לשמור על הפורמט הבא:

1. שם:

2. טלפון:

3. אות קריאה:

4. רשימת הנושאים והשאלות:

בברכה, ועד אגודת חובבי הרדיו בישראל.

החודש	תאריך	הפעילות
נובמבר	05/11/2022	הפעלה מתחנות רכבת אלרואי וכפר יהושוע
	05/11/2022	טיול- עמק יזרעאל
	19/11/2022	יום שדה סתיו- צפון הארץ
דצמבר	03/12/2022	טיול תל צפית ויער חרובית
	23-26/12/2022	הפעלת XMAS

תכנית פעילות ואירועים עד סוף שנת 2022



Ham Radio in Israel - November 2022

Tim Scrimshaw 4X1ST

Every month we review the latest ham radio activities in Israel, and occasional translations of previous Hebrew articles.

If you have news for inclusion, or would like a particular article translated, please let me know by email to 4x1st@iarc.org

News Roundup

Jezreel Valley Railway Operation

October 14/15 saw the activity at the historic Semakh railway station as 4X0VK This year commemorates 104 years since the fall of the Australian Light Horse regiment in the waning days of the First World War.

Conditions were great on all fronts: the location, the weather, and of course on the bands. We ran 3 stations on HF, and one on satellite.

The second and final activity of this project is on November 4th and 5th. Two stations will be on air, one from Kfar Yehoshua station 4X02R, and the other at Alroy station (Tiv'on) 4X01R.

Everyone is welcome to visit – and operate! These three stations were part of a total of eight that operated on the Jezreel Valley line during the Ottoman era and at the beginning of the British Mandate at the end of WWI.

Succoth VHF/UHF Contest

The contest was held on October 12th during hol ha'moed. In retrospect, holding the contest midweek somewhat affected the number of participants. Around 35 callsigns were heard on-air, fewer than in previous contests. However, everyone enjoyed hearing 2m and 70cm come alive, and of course the chance to operate from either home, or some of the beautiful hills and mountains of Israel.

Ham Radio Academy

The fifth session of Ham Radio Academy took place at the Herzliya Science Center. Professor Yossi Pinhasi 4Z1VC presented a lecture on the challenges of digital communication over radio links.

Silent Keys

Recently we parted from Dany Bertenthal 4Z4TK . IARC offers condolences to the family – may you know no more sorrow.

Birthdays

Our friend Shalom Barak 4Z4BS celebrated his 90th birthday on October 14th. A group of friends gathered at Cafe Kakao at Herzliya Marina. We wish Shalom mazal tov, with many years of good health, and plenty of ham radio!



Field Trip

Our friend Eli 4Z1NB will be leading a trip on Saturday November 5th. As this date clashes with the railway station activity, and we already visited Nahal Tananim, we decided to do a “route recalculation” and combine the two activities. So the tour on November 5th will be in the Jezreel Valley area, and end with a visit to the radio stations operating from Kfar Yehoshua and Alroy.

On Saturday November 11th, there'll be a field day in the North, at the Three Rivers site near Kibbutz Sde Nehemia. More details closer to the date.

Project One for All

The IARC mentoring project is gathering pace. We are still looking for members to join our team of mentors, now numbering 40 hams (from a membership of 530). It's a good number, but still not quite enough. This project is critical to attract new people into the hobby and encourage the development of ham radio in Israel. Project One for All lets new hams know that they are not alone. Register to be a mentor here:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeJW4wU-iRNR_g6SGgLx85Hn68V0TeUshoOocu24MRVwEfSnw/viewform

Eva Thiemann HB9FPM, OK3QE, JJ1CKE

We were happy to receive a letter from Eva, recalling her visit to Israel with OM Andreas HB9JOE in 2017.

She thanks our friend Ros 4Z5LA for showing them around the country, the warm hospitality, generosity and sharing his knowledge.

Eva's home QTH is in Muri AG, Switzerland; and she also has a QTH in Zbiroh in her home country of the Czech Republic.

She and Andreas are very active on the [SOTA](#) (Summits on the Air) program, and they enjoy activating rare mountaintops.

Eva organised the international YL event OL88YL earlier this year. 13 YLs from 6 DXCCs joined the station in the Czech Republic. Eva is already planning next year's YL event to be held in Poland.

If you hear Eva or Andreas on the air, give them a call. I'm sure they'll be happy to catch up with 4X stations.



Ross 4Z5LA, Eva HB9FPM and Andy HB9JOE



Journey of the amateur delegation from Israel to Rwanda 9X4X

November 24 - December 2, 2021 Hanan Zabar 4Z1DZ

In early August, Jan 4X1VF called me and told me about the idea of going to Rwanda for a week-long session at the CQ WW CW DX Contest.

At that time the group consisted of six members: Mark 4Z4KX, Chilik 4X6YA, Ross 4Z5LA, Ruben 4Z5FI, Jan 4X1VF and Slava 4Z5MU. To my question Jan replied that there is a place 30 km north of the capital Kigali where there is a German radio amateur named Harald - DF2WO who tries very hard to help us organize the event.

Jan asked me to get in touch with Harald, who speaks English, French and Portuguese but prefers to communicate in German.

I phoned Harald who was in Germany at the time preparing for a trip to Rusiga in Rwanda where we should arrive in November 2021.

It turned out that Harald is a 73-year-old pensioner married to Alice, who worked at the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development.

Harald and Alice traveled extensively in Africa, including Cape Verde, Burkina Faso, Rwanda and Senegal.



Harald donated bikes to local families



Harald donates solar systems to provide light and electricity

Harald and Alice

Harald wrote: "I came to what was then Upper Volta as part of a German aid program that began in 1977 to build roads on which transport trucks and machines were delivered from Germany.

My task in this program was to teach the trainees there, the trade of mechanic for the maintenance and repair of trucks and the associated machines for road construction.

I was looking for something to do with my free time and I decided to do amateur radio. I have applied for a local license and callsign. Both were given to me in 1977 and since then XT2AW has been on air "...

I got to know Rwanda through a colleague of my wife in 2017 and also got a license there. But at the location in Kigali, the reception problems were severe.

I was looking for a quiet place and in 2018, on the way north, I arrived at a hotel called "Kanyinya Hills Hotel".

In 2019 I found the hotel in Rusiga, a few kilometers north, which was more suitable as it had two tall trees right at the foot of a new "bungalow".

The owners of "Rusiga Highland Resort" have cooperated and I have always very much enjoyed the time I have spent there.

In my conversations with Harald, who was in Rwanda in August before our trip, he explained to me that he was leaving us a large and heavy green suitcase loaded with cables, accessories and material for a mast, the self-made Hex-Beam (directional beam antenna), a 56m long dipole antenna, which he also operates on 160m, a satellite dish and various accessories for operating the satellite station.

Harald and Alice continue to travel to Africa to visit and support private groups and individuals.

Harald has received significant contributions for his support work from amateur radio operators, including the Japanese radio amateur (Zorro JH1AJT), who made sure that bicycles were bought for the school children he supports in Ouagadougou - the capital of Burkina Faso (formerly Upper Volta).

Harald is primarily committed to the locals and collects donations for them.

Trip preparation

The group met several times, mainly for logistical preparations and once to test antennas. The meetings took place at Ruben 4Z5FI in Shani-Livna.

Mark 4Z4KX undertook to prepare signs, shirts and hats for the event and handled a lot of fundraising and promotion for our activity.

Slava 4Z5MU prepared the website of the group <http://9x4x.qrz.co.il/home> and the 9X4X page of QRZ.com. He also took care of uploading the files to the Club-Log website and has already uploaded the QSO's to LOTW and e-QSL.

Jan 4X1VF distributed the equipment lists that we needed to take with us, took care of them and reminded everyone of the bureaucratic tasks involved in starting the trip.

He also took care of the publication of the activity on international websites before and after the trip, especially with the Rwandan Ministry of Communications, which proved important useful and necessary.

Ros 4Z5LA prepared the necessary computer infrastructure and assisted Jan with logistics, dealing with the Ministry of Communications in Rwanda and travel management, financial management, equipment registration etc.

Ruben 4Z5FI has been appointed QSL manager. From him I heard, in his nice South American accent, "We always get rejected anyway" (it means: Let's try because we have nothing to lose) every time we considered trying one antenna or the other should, or in some situation we had a technical dilemma.

The antennas

Chilik 4X6YA was able to obtain a hex beam antenna manufactured by Folding Antennas promoting 4X6AV-Oded. Another antenna from the same manufacturer was obtained from Dov 4Z4DX. Due to time constraints, we only did a setup and SWR (standing wave ratio) test at low altitude and the antenna looked normal.

In practice reality, when we arrived in Rusiga and set up the antenna, it turned out that it was tuned to the SSB range on all waves. CW performance and SWR were very poor.

The flights and arrival in Rwanda

We booked flight tickets with Ethiopian Airlines. At the time of the flight, there were some concerns over news of an uprising in Ethiopia. A major benefit of flying Ethiopian Airlines was the ability for everyone to take two suitcases weighing 23kg each, in addition to the two small bags we took on the plane.

The flight was difficult. Since we left shortly after midnight, we landed in Addis Ababa in the morning and waited about five hours for the onward flight to Bujumbura, the capital of Burundi, located south of Rwanda on the shore of Lake Tanganyika. After a 50-minute wait in Bujumbura, we continued our flight north to Kigali, the capital of Rwanda, a distance of approximately 300 km, which we reached in the afternoon.

We got the entry visa on site for \$50 each and did a PCR test, which cost \$60. After a delay at the customs police, where the luggage was x-rayed and asked to open it to check its contents, we left the airport in the bus that was waiting for us.

Jan 4X1VF, who has been doing arduous preparatory work from Israel with the Rwandan Ministry of Communications, presented the certificates that helped us get out of customs.

All logistics were handled by Jan with Herve, whom we hired at the recommendation of Harald (DF2WO).



Landing in Kigali



Jan and Ruben pack Harald's suitcase



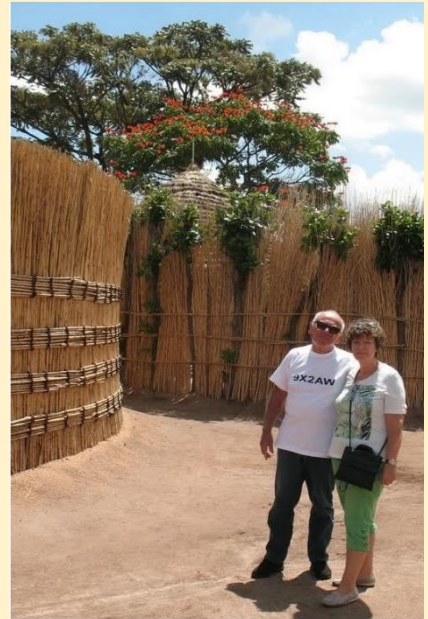
Herve

The distance from the airport is about 35 km, which we managed in an hour and a half and arrived at the place in the dark. Holyland DX Group has extensive experience in field operations and is equipped with a large number of wire antennas and telescopic columns for the construction of vertical dipole antennas.

The height of the tree on the left (below) is about 22-20 m. At a height of about 18 m, Harald connected an arm (GRP pipe) with a pulley and rope, so that as soon as we got there, a 40/80m dipole antenna could be very quickly pulled up. On the evening of arrival, one station was ready for operation.



The Two High Trees



Harald and Alice

On Harald's recommendation, Jan asked Herve to bring 10 m long bamboo poles (for a fee) to the site before our arrival, which we used for dipole and anchoring. We reached the resort on the night of Wednesday, November 24th, 2021. Herve, who rode with us

on the bus from Kigali Airport, showed us the arm he had made with the Harald on the 60-foot tree that was already completed with a rope and pulley system. Since Herve had no accommodation, he ate and slept with us at the station Bungalow all week us.

Armed with Ms. Daphi's (resort owner) blessing that we can do as we please, the crew took out the 40-80 dipole antenna, connected a RG-8X coaxial cable, took out the FT-991 transceiver and within minutes Ros 4Z5LA was already on the air with 9X4X.

The next morning a 20m dipole was set up vertically, in which we used a telescoping fiberglass column to span the antenna and one of the 10m bamboo poles that Herve had brought ahead to span the coax horizontally, because this is the optimal situation for this antenna.

The next antenna, which was a 40m vertical dipole, which also worked well on a 15m band, was mounted on another fiberglass mast with raised radials at 90 degrees to each other outside the cottage complex behind the wall.

https://www.youtube.com/watch?v=IF9xuGsTzOo&ab_channel=YaelBalaban

On Saturday morning, in preparation for the competition, the dipole antenna was lowered from the tree and in its place the Carolina Windom antenna was raised, which worked excellently on all bands relevant to the competition from 160m, 80m, 40m and 20m. The antenna was lent to us by Arthur 4X1MM who is also a member of the large HolyLand DX Group.

After the competition, the vertical dipole antenna was lowered to 20m and replaced by a dipole antenna (Inv. V) for the 17m band. Here we used the bamboo pole, which previously held 20m of the coaxial cable of a vertical dipole antenna.

“Rusiga Highland Resort” is owned by a family who fled Rwanda during the massacre and returned there after about 15 years living in Canada. The owners speak fluent English and French.

The place has no connection to running water ,the water supply comes from tankers that fill large water tanks when needed. The water pressure at the resort was low. When we came back to Israel to stay at the Dan Panorama Hotel (due to COVID-19 isolation requirements) we enjoyed immensely the water pressure and comfortable showers.

The power supply was unstable and the internet network suffered from interruptions and limited bandwidth, which made our work very difficult.

The place has a large farm and the family, with the help of about 30 workers, grows vegetables, fruit, has a small chicken coop, three cows and some sheep and even honey for the hotel's needs. Needless to say, the food we ate was organic and watered solely by the rainwater as it rained heavily every day.

From the property's northern vantage point, you can see Uganda's five volcanoes.

Rwanda, the land of 1,000 mountains

The route from Kigali to Rusiga was heavily busy with trucks heading to the north of the country to the Lakes Region, Congo and Uganda. From an altitude of about 1,200m we climbed to an altitude of 2,150 m above sea level.

Many cyclists drove up the mountains, holding on to trucks. On the way we saw monkeys

on the side of the road. Everything is covered with fresh green grass for miles on either side of the road. Every day, usually in the afternoon, it rained and the streets were clean and tidy. Not only because of the rain but also because women were cleaning the roadsides.

The previous Thursday, Roni Adam, the Israeli Ambassador to Rwanda, called me to say he and his entourage would be there in half an hour. He asked me to send him our location and a description of our accommodation. We immediately stopped work. Mark 4Z4KX hung the signs he had prepared on the walls of the cabin that served as our radio station, as well as on the wall next to it.

We put on shirts and hats that Mark had prepared in Israel for the group and informed the hotel owners of the Ambassador's arrival.

The ambassador, a nice man, open and warm, came with a bodyguard and Rwandan escorts. At 12:00 PM he was scheduled to attend a ceremony in which the State of Israel would donate 20 cows' worth \$750 each to the "Dolingo" district (the district where we are located). The ambassador used the time on the way to the ceremony to visit us. It turns out that Ambassador Roni Adam has a technical background and was even a communications instructor in the Air Force, the topic was of interest to him and he expressed his great appreciation for our work.

The next day he came back on his way for the weekend vacation and this time in casual clothes spent a little time with us in the open restaurant in the hotel and in the radio stations we set up.



The members assemble antennas



Ross, Jan and the ambassador

In a conversation with him, the topic of power outages in Rusiga was raised: "What is the problem?" He said, "Speak to Rwandan IEC President Ron Weiss." Ron Weiss (an Israeli) won a Rwandan government tender; I called Ron and explained him the problem After about an hour he called me back and explained that the electricity in this province comes from Uganda because the electricity there is cheaper and probably less stable. He added: "I have asked for your district to be connected to a local and stable 230-volt electricity supply and it is expected that during the time that you are here they will not have any blackouts, and especially not during the competition days."

We also explained our concern about the power outages to the owners of the place and they rushed out and rented a generator for us until Monday morning.

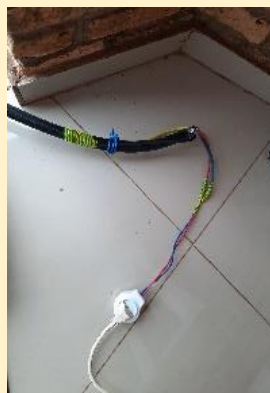
The connection of the cable ends, most of which were done by 4Z5FI and me , with an Israeli socket that we brought with us, which we only used for the main station.

The satellite station

The satellite station was based on the transmitter we brought: a YAESU FT-991 on a frequency of 432 MHz, which converts the input to a frequency converter on 2400 MHz (BU500), which is equipped with the helix antenna with the 3.5 turns and an 80 -cm offset antenna that Harald left us (power about 1.5 watts)



The generator and... ..



the improvised connection



Transceiver dish on the lawn



Bullseye LNB with helix feed for transmission

Reception was through the same dish to which I attached a bullseye LNB, for which I modified the lid to match the helix feed Harald had built. The LNB was connected to a Bias-T that fed the LNB with 12 volts on one side, and on the other side I connected an SDR receiver that I had brought with me, which was controlled by the SDR Console software.

I used the HRD Ham radio software which I connected to the VSP Manager software using the Omni-Rig software, courtesy of Steve Nance K5FR. The team, new to the satellite station, quickly got used to it and together we made 655 connections, 53 of which were unique countries



organic breakfast



Jan coordinates the meals with Miss Daphi



Mark Stern 4Z4KX Operates at night



Ruben 4Z5FI operates the satellite station

We operated with most of the Transceivers until the evening of Tuesday, November 30th, 2021; then we started dismantling. We left the Carolina Windom antenna doing a great job for Wednesday morning, so Ros, Slava and Mark ran the station until the next morning.

On the last morning we said goodbye to the resort owners, Miss Daphy, her husband Gilbert and the staff who had been with us throughout the week and took the bus Herve had booked to the airport. At the entrance to the airport in Kigali, we were taken off the

bus with our equipment, we were x-rayed and a special dog sniffed our equipment. We boarded the flight the same route we had come to Kigali.

Anecdotes from the operation

The main operators were Ross, Mark and Slava who were good at high-speed Morse code and also had experience working nights while the others went to bed. Mark 4Z4KX, Slava 4Z5MU and Ross 4Z5LA made the most connections day and night and brought the excellent result we achieved in terms of the number of connections in the competition and activity week. Chilik 4X6YA made several hundred connections in digital mode FT8.

Chilik built a G5RV antenna near his room with the help of Herve and Slava, which had almost the Band optimization it was designed for, but the SWR was poor. From there were mostly FT8 connections, which we always had to stop when they caused disturbances in the main station. There was interference even though we had installed enough bandpass filters. A sub-station, located in the main station room, served as a station for searching for "multipliers" and was usually manned by Jan, Slava and Mark. The substation sometimes operated on different frequencies from the main station frequency mainly on FT8.

Ruben 4Z5FI operated the main station mainly in SSB as well as in RTTY.

Chilik 4X6YA, who occupied a room in the main building, "suffered" from the African music that was played throughout the day and sometimes into the early hours of the night.

Ruben 4Z5FI's room and balcony in the bungalow, adjacent to the main station, served both as the satellite station and place of activity of the rest of the group, so as not to disturb the operators at the main station.

Every evening Jan met with Mrs. Daphi to coordinate and select the menu for dinner.

The food was mostly very tasty. Breakfast was mostly fruit like mango, pineapple, papaya, orange and a standard breakfast menu, sometimes vegetables like tomatoes.

The vehicle we rented for the duration of our stay served us for a shopping spree for groceries and drinking water, as well as a reserve for transport in an emergency and was used by us on Monday for a trip to Kigali for the PCR test before returning to Israel.

Pictures and news can be found on the website: <http://9x4x.qrz.co.il/home>

See also: <https://www.dx-world.net/9x4x-rwanda/>





מה קורה לוקטור פוינטינג באיזור פראונהופר?

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

אחד המושגים הבסיסיים בתורת הגלים האלקטרומגנטיים הוא וקטור פוינטינג Poynting המציג את כיוון ההתפשטות של האנרגיה במרחב. המרחק שבו לוקטור פוינטינג יש משמעות ברורה הוא איזור הקרינה הרחוק הקרוי על שם פראונהופר Fraunhofer ואיזור הקרינה הקרוב הקרוי על שם פרנל Fresnel. נתאר כאן את הקשר בין וקטור פוינטינג לבין איזורי פראונהופר ופרנל, תוך ציון הביוגרפיות של הפיסיקאי הבריטי פוינטינג, האופטיקאי הגרמני פראונהופר והמהנדס הצרפתי פרנל.



הקדמה

גל אלקטרומגנטי המתפשט בחלל החופשי מוגדר לפי וקטור השדה החשמלי E ווקטור השדה המגנטי H . במרחק רב ממקור הגלים, הקרינה הופכת לגל מישורי planar wave שבו השדה החשמלי הוא רכיב יחיד ($E\theta$) והשדה המגנטי גם הוא רכיב יחיד הניצב לשדה החשמלי ($H\phi$). במקרה כזה קיטוב הגל המתפשט הוא לינארי לפי כיוון השדה החשמלי. היחס בין השדה החשמלי לבין השדה המגנטי מוגדר היטב וערכו :

$$(1) \quad E_{\theta} / H_{\phi} = \mu_0 c$$

c = מהירות האור

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ פרמאביליות של הריק}$$

וכמו כן :

$$(2) \quad c = 1 / \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ פרמיטיביות של הריק}$$

ומכאן :

$$(3) \quad E_{\theta} / H_{\phi} = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0} = 120 \pi$$

היחידות של השדה החשמלי הן [Volt/meter] והיחידות של השדה המגנטי הן [Ampere/meter]
לכן היחידות של E_{θ}/H_{ϕ} הן [Ohm] [Volt/Ampere] כלומר :

$$(4) \quad E_{\theta} / H_{\phi} = \eta_0 = 120 \pi = 377 \text{ [Ohm]}$$

כאשר η_0 הוא אימפדנס הגלים בריק.

במקום שבו קיימים הוקטורים של השדה החשמלי ושל השדה המגנטי ניתן להגדיר וקטור שלישי על ידי מכפלה וקטורית ביניהם. זהו וקטור פוינטינג על שם המדען האנגלי **John Henry Poynting** (1852 - 1914) ולא במשמעות של הכוונה pointing כפי שרבים מאיתנו נוטים לטעות.

$$(5) \quad \mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$$

אם וקטורי השדות האלקטרומגנטיים הופכים לרכיבים, למשל $\mathbf{E} = E_{\theta}$, $\mathbf{H} = H_{\phi}$ אזי וקטור פוינטינג יהפוך גם הוא לרכיב בודד בכיוון r

$$(6) \quad S_r = E_{\theta} \times H_{\phi}$$

והיחידות שלו תהיינה $[Watt / m^2] = [Volt \text{ Ampere} / m^2]$ כלומר הוא מבטא צפיפות קרינה או הספק ליחידת שטח. החלק הממשי של וקטור פוינטינג כפול 1/2 מבטא את ההספק הממוצע ליחידת שטח

$$(7) \quad P_r = 0.5 \text{ Real} (\mathbf{E}_{\theta} \times \mathbf{H}^*_{\phi})$$

$\mathbf{H}^*_{\phi}$ = הצמוד המרוכב של $\mathbf{H}_{\phi}$

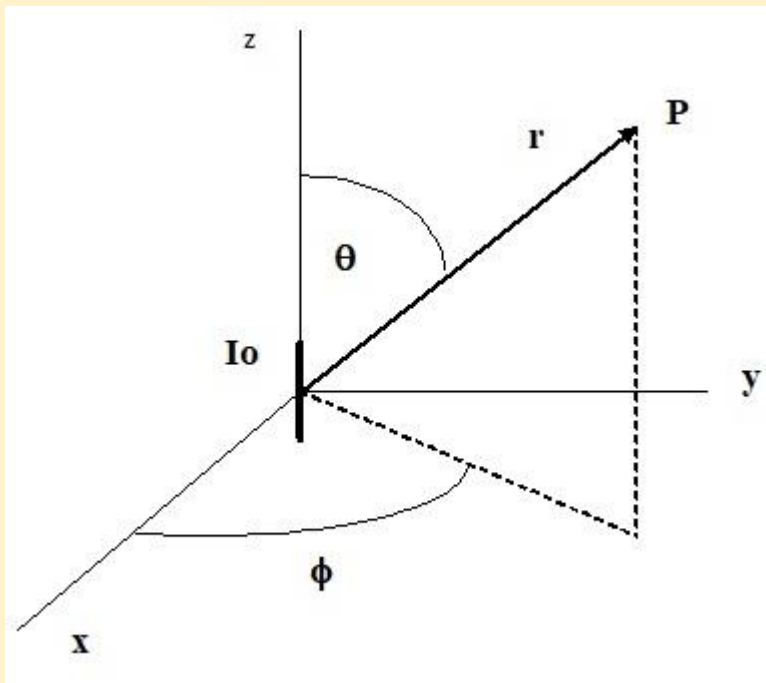
האינטגרל המשטחי על וקטור פוינטינג מבטא את סך זרימת ההספק במרחב ואילו האינטגרל הנפחי מבטא את סך האנרגיה האגורה בחלל הנתון. משפט פוינטינג הוא תוצאה ידועה של משוואות מכסוול, המראה את סך ההספק הזורם דרך משטח או סך האנרגיה האגורה במרחב. בשתי הצורות הוא מבטא את חוק שימור האנרגיה האלקטרומגנטית.

נסכם אפוא :

- במרחק רב מן המקור, הגל האלקטרומגנטי הוא מישורי וכולל רק את שני הרכיבים E_θ H_ϕ (במקרה הפרטי של קיטוב לינארי)
- שני הרכיבים ניצבים זה לזה באופן מושלם
- היחס ביניהם הוא אימפדנס הגלים בריק $\eta_0 = 120\pi \text{ Ohm}$
- המכפלה ביניהם היא וקטור פוינטינג $S = E \times H$ המכוון לכיוון r
- הערך $Pr = 0.5 \text{ Real}(E_\theta \times H^*\phi)$ מבטא את ההספק הממשי של הגל ליחידת שטח המועבר באוויר על ידי וקטור פוינטינג
- כל אחד מן השדות דועך לפי $1/r$ ולכן וקטור פוינטינג דועך לפי $1/r^2$

שדות הקרינה של מקור זרם אלמנטרי

כדי לתאר את השדות האלקטרומגנטיים במרחב ביתר פירוט, מקובל להשתמש במודל פשוט יחסית של מקור זרם אלמנטרי כמתואר באיור 1. כאן מקור הזרם הוא חוט דק באורך Δl הנושא זרם I_0 בכיוון z ואילו נקודת התצפית P נמצאת במרחק r מן הראשית.



איור 1 הגיאומטריה של אלמנט זרם קצר בנקודת הראשית

השדות המגנטיים הנוצרים על ידי אלמנט הזרם הם :

$$(8) \quad \begin{aligned} H_\theta &= H_r = 0 \\ H_\phi &= jk(I_0 \Delta l) \sin\theta \left(1 + \frac{1}{jkr} \right) \exp(-jkr) / 4\pi r \end{aligned}$$

השדות החשמליים הנוצרים על ידי אלמנט הזרם הם :

$$(9) \quad \begin{aligned} E_\phi &= 0 \\ E_\theta &= j\eta k(I_0 \Delta l) \sin\theta \left(1 + \frac{1}{jkr} - \frac{1}{(kr)^2} \right) \exp(-jkr) / 4\pi r \\ E_r &= 2\eta (I_0 \Delta l) \cos\theta \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{jkr^2} \right) \exp(-jkr) / 4\pi r \end{aligned}$$

כשמתרחקים מספיק ממקור הזרם, איברים בחזקות גבוהות של $1/r$ דועכים והשדות העיקריים הנותרים הם בחזקת $1/r$ בלבד. בקירוב הידוע כמרחק פרנל ע"ש המהנדס הצרפתי **Augustin Jean Fresnel (1788 - 1827)** מתקיים התנאי $kr > 1$ ושדות הקרינה הנותרים הם :

$$(10) \quad \begin{aligned} H_\theta &= H_r = 0 \\ H_\phi &= jk(I_0 \Delta l) \sin\theta \exp(-jkr) / 4\pi r \\ E_\phi &= 0 \\ E_\theta &= j\eta k(I_0 \Delta l) \sin\theta \exp(-jkr) / 4\pi r \\ E_r &= \eta(I_0 \Delta l) \cos\theta \exp(-jkr) / 2\pi r^2 \end{aligned}$$

בקירוב פראונהופר ע"ש האופטיקאי הגרמני הידוע **Joseph Von Fraunhofer (1787-1826)** מתקיים התנאי $kr \gg 1$ ושדות הקרינה הנותרים הם :

$$(11) \quad \begin{aligned} H_\theta &= H_r = 0 \\ H_\phi &= jk(I_0 \Delta l) \sin\theta \exp(-jkr) / 4\pi r \\ E_\phi &= E_r = 0 \\ E_\theta &= j\eta k(I_0 \Delta l) \sin\theta \exp(-jkr) / 4\pi r \end{aligned}$$

כעת נוכל להתבונן בוקטור פוינטינג לפי השדות השונים המרכיבים אותו :

$$(12) \quad \begin{aligned} \mathbf{P} &= 0.5 (\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*) = 0.5 (E_r \mathbf{1}_r + E_\theta \mathbf{1}_\theta) \times H_\phi \mathbf{1}_\phi = \\ &= 0.5 E_\theta H_\phi \mathbf{1}_r - 0.5 E_r H_\phi \mathbf{1}_\theta \\ &= \eta(I_0 \Delta l)^2 \sin^2\theta [1 - j/(kr)^3] / 8\lambda r^2 \mathbf{1}_r \\ &\quad + j\eta k(I_0 \Delta l)^2 \cos\theta \sin\theta [1 + 1/(kr)^2] / 16\pi^2 r^3 \mathbf{1}_\theta \end{aligned}$$

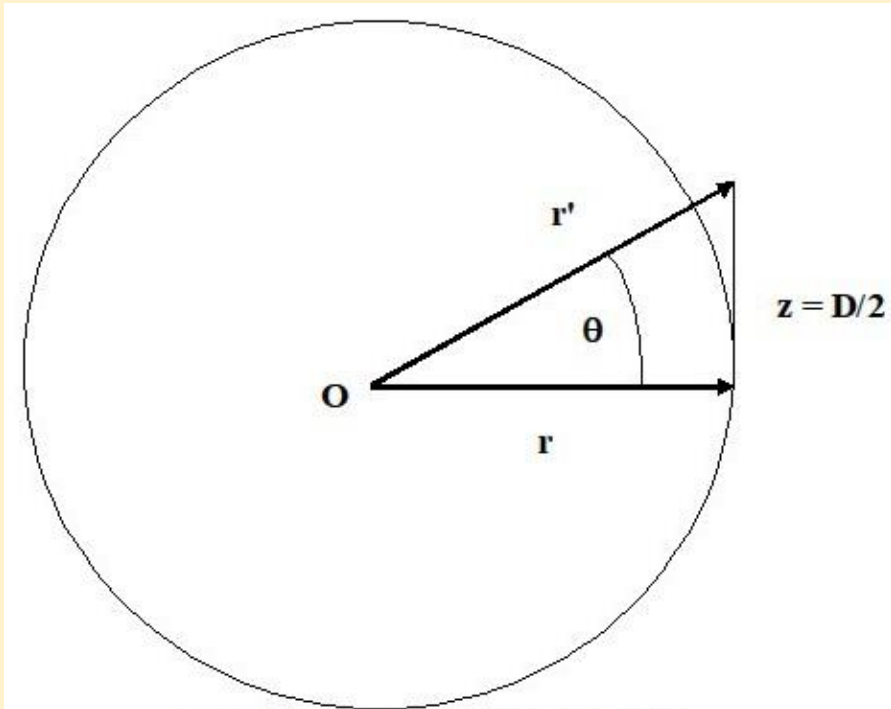
וביחוד נמצא כי באיזור פראונהופר וקטור פוינטינג מתכנס לביטוי פשוט בהרבה :

$$(13) \quad \mathbf{P} = 0.5 E_\theta^2 / \eta = 0.5 \eta H_\phi^2 = k^2(I_0 \Delta l)^2 \sin^2\theta / 8\pi^2 r^2 \mathbf{1}_r$$

ניתן לסכם אפוא כי באזור פראונהופר שדות הקרינה הבלעדיים הם E_θ, H_ϕ (או אם הקיטוב שונה אזי רכיבי השדה הרלבנטיים בהתאמה) אשר תלויים בחזקת $1/r$ בלבד ואז וקטור פוינטינג מופנה באופן בלעדי לכיוון ההתפשטות r וערכו תלוי בחזקת $1/r^2$ בלבד.

קירובי השדה לפי פראונהופר ולפי פרנל

נציג עתה את קירובי השדה הרחוק על פי פראונהופר ועל פי פרנל כתוצאה של שגיאת פאזה מותרת על פני האנטנה. נתאר מקור קרינה בנקודה O המפזר את הקרינה עד למרחק r על פני גזרה בגודל $2z$ כמודגם באיור 2.



איור 2 גזרת הקרינה במרחק r ממקור נקודתי

מרכז הגזרה נמצא במרחק r מן המקור ואילו קצה הגזרה נמצא במרחק $r' = r + \Delta r$ מן המקור. זווית הראייה של הגזרה היא θ ולכן נוכל לרשום לפי משפט הקוסינוסים:

$$(14) \quad r' = \sqrt{r^2 - 2 z r \cos \theta}$$

ולפתח את השורש לטור אינסופי

$$(15) \quad r' = r - z \cos \theta + z^2 \sin^2 \theta / 2r + z^3 \cos \theta \sin^2 \theta / 2r^2 + \dots$$

כעת נזניח את האיברים הגבוהים ונתייחס רק לאיבר השלישי בסדרה כאל איבר השגיאה העיקרי. נניח שזווית ההסתכלות המכסימלית היא $\theta = \pi/2$ כך שהשגיאה המכסימלית היא $z^2 / 2r$. אם הגל האלקטרומגנטי פוגע באנטנה בגודל D המונחת בדיוק על הגזרה הנדונה ($D = 2z$) אזי שגיאת הפאזה הנוצרת בקצה האנטנה (ביחס למרכז האנטנה) תהיה :

$$(16) \quad \delta_{\max} = k z^2 / 2r$$

$$k = 2\pi / \lambda$$

קריטריון פראונהופר קובע כי שגיאת הפאזה המכסימלית על פני האנטנה, הנובעת מן האיבר השלישי תהיה $\pi/8$, כלומר :

$$(17) \quad k z^2 / 2r = \pi/8$$

ומכאן נובע שהמרחק r שבו מתקבלת שגיאת פאזה זו על פני האנטנה שגודלה D :

$$(18) \quad r = 2D^2/\lambda$$

קריטריון פרנל קובע כי שגיאת הפאזה המכסימלית על פני האנטנה, הנובעת מן האיבר הרביעי תהיה $\pi/8$ וכדי לחשב אותה צריך קודם כל למצוא את זווית הראייה שבה השגיאה היא מכסימלית. נסמן את השגיאה e ונגזור אותה לפי θ

$$(19) \quad e = z^3 \cos\theta \sin^2\theta / 2r^2$$

$$de/d\theta = z^3 \sin\theta (-\sin^2\theta + 2\cos^2\theta) = 0$$

הזווית שבה הנגזרת מתאפסת היא $\arctan(\sqrt{2}) = 55^\circ$ ואז תנאי פרנל הוא :

$$(20) \quad k e = \pi/8$$

הצבה מתאימה של הזווית נותנת :

$$(21) \quad 2\pi e/\lambda = \pi z^3 / \lambda r^2 \sqrt{3} = \pi/8$$

$$(22) \quad r = 0.62 \sqrt{D^3/\lambda}$$

כלומר, איזור פראונהופר שבו חזית הגל היא כמעט מישורית (עד כדי שגיאת פאזה של $\pi/8$ בקצות האנטנה) מוגדר לפי:

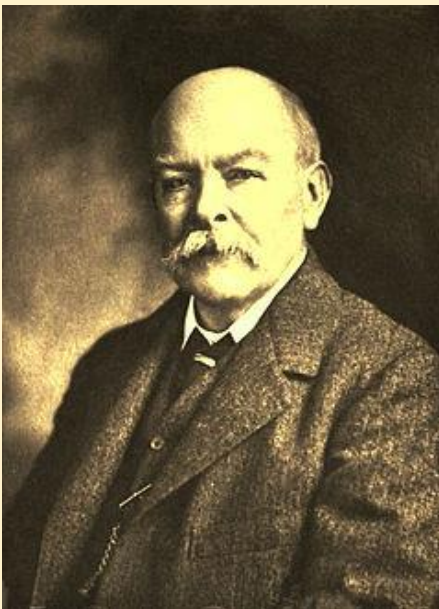
מרחק "פראונהופר" של שדה קרינה רחוק: $R \text{ FRAUNHOFER} > 2D^2/\lambda$

ואילו איזור פרנל שבו קיימת אלומת קרינה ראשית תקינה אך חזית הגל אינה בהכרח מישורית ואונות הצד עדיין אינן מדויקות מוגדר לפי:

מרחק "פרנל" של שדה קרינה קרוב: $0.62\sqrt{D^3/\lambda} < R \text{ FRESNEL} < 2D^2/\lambda$

בשני המקרים חייבים להניח $D > \lambda$ וגם $R > \lambda$. המעבר מאיזור פרנל לאיזור פראונהופר אינו חד אלא הוא הדרגתי. כמו כן יש להעיר כי מדידת אנטנות באיזור פראונהופר אינה מבטיחה דיוק מוחלט. במקרים בהם מעוניינים ברמת דיוק גבוהה במיוחד רצוי, במידת האפשר, להתרחק עד כדי $4D^2/\lambda$ ואף למעלה מזה.

הביוגרפיה של ג'ון הנרי פוינטינג



ג'ון הנרי פוינטינג

ג'ון הנרי פוינטינג נולד בשנת 1852 ונפטר בשנת 1914. הוא פעל באנגליה באוניברסיטת בירמינגהם, שם כיהן כפרופסור לפיזיקה משנת 1880. בשנים 1872 עד 1876 למד באוניברסיטת קיימברידג' ואף זכה לעבוד במעבדת קוונדיש במחיצתו של ג'יימס קלרק מקסוול. פוינטינג עסק בתורת האלקטרומגנטיות, המציא את וקטור פוינטינג המצביע על כיוון זרימת ההספק וניסח את משפט פוינטינג המבטא את שימור האנרגיה בגלים אלקטרומגנטיים. בשנת 1903 פירסם עם רוברטסון את העובדה שקרינת השמש ניתנת להצגה כזרם חלקיקים וכן עסק במדידת קבוע הגרביטציה העולמי. ביחד עם תומסון כתב ספר לימוד רחב היקף בפיזיקה ששימש כספר הלימוד העיקרי באירופה במשך למעלה מ-50 שנה. מכתשים בירח ובכוכב מאדים נקראים על שמו.

הביוגרפיה של ג'וזף פון פראונהופר



ג'וזף פון פראונהופר

ג'וזף פון פראונהופר נולד בשנת 1787 ונפטר בשנת 1826 בהיותו בן 39 שנים. פראונהופר חי ופעל בגרמניה בתחום המיכשור האופטי. פרסומו העיקרי נבע מגילוי פסי הבליעה בספקטרום של אור השמש (כ-576 קווי פראונהופר). בתאריך 21 ביולי 1801 נלכד בהתמוטטות בנין גדול וניצל בנס על ידי נסיך בוואריה בכבודו ובעצמו שאף העניק לו סכום כסף נאה לכבוד הצלתו. פראונהופר הצעיר השתמש בפרס כדי להשתלם בייצור עדשות במנזר בנדיקטוס במינכן. במהרה גילה יכולת טכנית נדירה והפך את המוסד הצנוע לתעשייה האופטית הטובה בעולם. פראונהופר היה אדם מעשי מאד והצליח לבנות מכשירים אופטיים איכותיים במיוחד – עדשות, מינסרות, טלסקופים, ספקטרומטרים ועוד – שזכו כולם להכרה עולמית. הוא לא פירסם ברבים את סודותיו המקצועיים ונהוג לטעון כי הם מעולם לא נתגלו ונקברו יחד איתו. על אף כישוריו הטכניים הנדירים הוא לא נחשב בזמנו לאיש מדע מובהק. ניתנה לו הרשות להשתתף באסיפות מדעיות אך לא לשאת בהן הרצאות.

הביוגרפיה של אוגוסטין ז'אן פרנל



אוגוסטין ז'אן פרנל

אוגוסטין ז'אן פרנל נולד בשנת 1788 ונפטר משחפת בשנת 1827 בהיותו בן 39 שנים. פרנל חי ופעל בצרפת בתחום ההנדסה האופטית – הן בהיבטים עיוניים והן בהיבטים מעשיים. הוא המציא את העדשה השטוחה הנקראת על שמו בהיותו ממונה על רשת המגדלורים בצרפת. פרנל עסק בעיקר בתופעות העקיפה וההתאבכות, בהמשך ישיר לעבודותיהם של **יאנג** על האופטיקה הפיזיקלית וה**ויגנס** על ההתאבכות ממקורות רציפים. שני המאמרים הבולטים שפירסם הם:

Memoir on the diffraction of light (1812)

On the action of rays of polarized light upon each other (1819)

כמו כן תרם להבנת תופעות החזרה מפינות חדות ועל שמו נקראות תופעות עקיפה בגלי רדיו (מרחקי פרנל).

- [1] D. K. Cheng, **Field and Wave Electromagnetics**, Addison Wesley, 1989.
- [2] H.A. Haus and J.R.Melcher, **Electromagnetic Fields and Energy**, Prentice Hall, 1989.
- [3] W.L. Stutzman and G.A. Thiele, **Antenna Theory and Design**, John Wiley, second edition, 1998.
- [4] J.D. Jackson, **Classical Electrodynamics**, John Wiley, third edition 1998.
- [5] D. J. Griffiths, **Introduction to Electromagnetics**, third edition, Prentice Hall, 1999.
- [6] J. D. Kraus and R.J. Marhefka, **Antennas for all Applications**, McGraw Hill, third edition, 2002.
- [7] R.S. Elliott, **Antenna Theory and Design**, John Wiley, 2003.
- [8] C.A. Balanis, **Antenna Theory Analysis and Design**, Wiley Interscience, third edition, 2005.
- [9] W,H. Hyat, **Engineering Electromagnetics**, McGraw Hill, 2005.
- [10] F.T. Ulaby, **Fundamentals of Applied Electromagnetics**, Prentice Hall, 2010.
- [11] J.A. Stratton, **Electromagnetic Theory**, Swedenborg, 2010.
- [12] B. Thide, **Electromagnetic Field Theory**, www.plasma.uu.se, 2011.