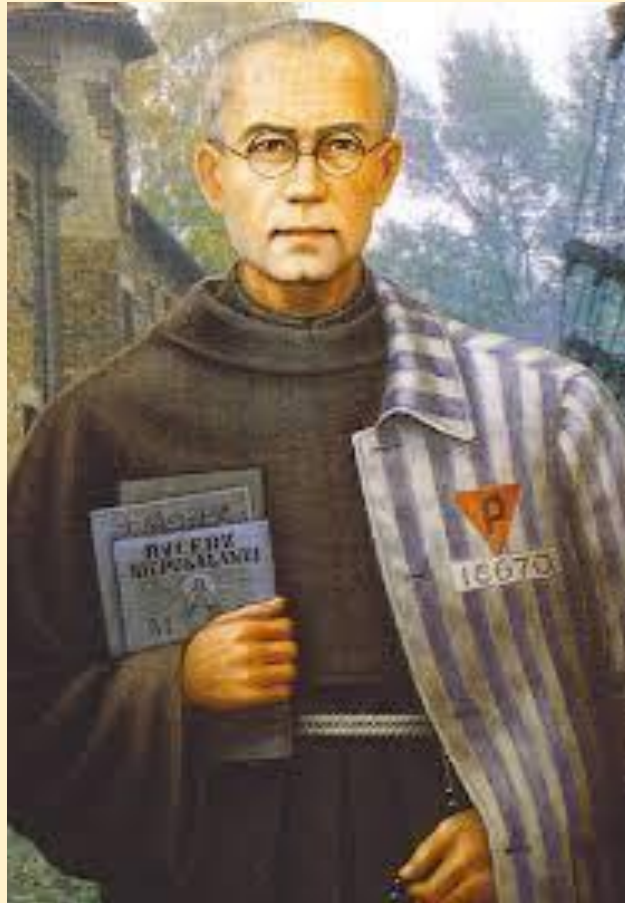


4XBulletin

גיליון מס' (24) פברואר 2022



מקסימיליאן קולבה SP3RN
חובב הרדיו שהציל 2000 יהודים בשואה

מה בגיליון:

SP3RN חובב הרדיו מאושוויץ.

פ. אולנדורף המדען שברח מהנאצים.

כיצד לשלוח דוא"ל ב-HF?

על מזג האוויר בחלל.

מכתבי קוראים Feedback

בנייה עצמית – רתכת לסוללות.

משוואת התקשורת האלחוטית.

- 3 - דבר העורך 1/2/2022
- 6 - חובב הרדיו שהציל 2000 יהודים בשואה
- 8 - מזג האוויר בחלל – Space weather
- 9 - Winlink דואר אלקטרוני ב-HF
- 13 - בניית מכונת ריתוך נקודתית
- 16 - המורה שלי, פרופ' אולנדרף
- 18 - היכרותי עם פראנץ
- 21 - משוואת התקשורת האלחוטית – ה. פריס

משתתפים בגיליון זה:

פרופ' עלי לוי	
יוסי גלזמן	
דניאל רוזן	4X1SK
צביקה סגל	4Z1ZV
אבנר דרורי	4X1GE
יורם רוטבך	4Z1YR

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

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



דבר העורך 1/2/2022

מאת: נפתלי בלבן-אברהם, 4Z1RM

ב-27 בינואר 2022 צוין יום הזיכרון הבינלאומי ה-77 לשואה.
ב-27 בינואר 1945 שחררו הכוחות הסובייטים את מחנה הריכוז וההשמדה אושוויץ-בירקנאו.
מחנה אושוויץ הפך לסמל של השואה, והוא מייצג את השיא של חוסר האנושיות של האדם כלפי אדם אחר. בשנים 1939 - 1945 לא התקיימה פעילות של חובבי רדיו, אך חובבים רבים הצטרפו לחילות הקשר של המדינות הלוחמות בנאצים.
בגיליון זה נביא סיפור יוצא דופן על חובב רדיו SP3RN שעסק בהצלת נרדפי נאצים בפולין ושילם על כך בחייו.

תגובות הקוראים לגיליון ינואר 2022

הכתבה על ישראל קז 4X1IK SK

השתתפתי בהלווייתו של ישראל ז"ל, אותו הכרנו מסוף שנות השישים כאשר גר בשיכון הותיקים ברמת גן. למיטב זכרוני זה היה כאשר ישראל חזר ארצה מארה"ב ואז גם התמנה לקונסול כבוד של שבדיה בישראל.
השגריר השבדי שכיהן בארץ היה מכר שלנו לפני הגעתו לארץ למלוי תפקידו, והיה אחד השגרירים הפרו ישראלים ששירתו בארץ. ישראל היה מיווד מאוד איתו ואיתנו.
ישראל עשה רבות למען אזכור השואה והעזרה שניתנה בשבדיה לפליטי היהודים שהגיעו לארץ זו בסוף מלחמת העולם ב"אוטובוסים הלבנים", שאחד מהם הובא אישית ע"י ישראל למוזיאון בירושלים.
ישראל גם תמך באירוע שנערך במוזיאון ת"א, בו השתתפו הנסיכה קריסטינה (אחות מלך שבדיה) וקרובי הרוזן ברנדוט אשר נרצח בירושלים בסוף תקופת המנדט הבריטי. שמעון פרס, בשם מדינת ישראל ביקש סליחה על המעשה.
באותו אירוע הוקרה השתתפו עשרות מניצולי שואה והיה מיצג שבחלק ממנו הובא לארץ ע"י אשתי, שאמה הייתה רופאה שטיפלה בניצולים, גברים חולי שחפת שהגיעו לבית חולים במרכז שבדיה. ישראל תרם את החוברת שהודפסה לקראת האירוע.
אלו היו הדברים "הקטנים" אותם ישראל עשה בסתר! והיו הרבה אחרים.
זאת הייתה גדולתו האמיתית של האיש.
יהי זכרו ברוך!

מאת: גונילה ומיכאל מנזרי 4X4KK

להלן הרחבה ואנקדוטות על מבצע "חסידה" - מטוס הנשק מצ'כוסלובקיה ב-1948.

אודות מבנה משטרת הטיגרט:

המבנה ממוקם בכניסה המערבית לבאר טוביה, והוא הקטע צפון מזרחי של מסלול החרום אשר הבריטים סללו כחלופה למסלולי הנחיתה בחצור (שנסלל כאשר היה חשש שצבא רומל יפלוש לפלשתינה).

אזכור האווירון והמבצע בסרט הוליוודי:

המבצע הזה גם מוזכר בסרט "**הטל צל ענק**" - אך במקום מטוס הסקיימסטר C-54 בעל ארבעה מנועים, מוצג הדקוטה DC-3 הדו-מנועי.

השחזור האוטנטי ביותר:

הבמאי והיוצר בני עורי עשה תחקיר מצולם ומרתק של מבצע "נחשון", הכולל ראיונות עם דמויות אשר פעלו במבצע זה כמו: כאפרים אילין, אהרון רמז, צבי רוזנברג מיודענו ואחרים. וכן שחזורים מאתרים קשורים.

בתחקיר ניתן לצפות בשחזור תחנת הרדיו והציוד אשר שימש את הקמת הקשר עם המטוס, כאשר המשחזור הוא לא אחר מאשר מיודענו מהכתבה בגיליון - פרץ רוזנברג הקשיש בכבודו ובעצמו, אשר יושב ליד המכשיר הקשר ומדגים את התהליך, ומספר את הקוריוז בשיבוש הזמנים כפי שאכן מובא בכתבה בגיליון ינואר 2022.

בקטע זה אודות מבצע החסידה, ניתן לצפות החל מהדקה ה 41 בקליפ שבקישור:

סרט תעודה: "כל מה שיורה" של הבמאי בני עורי, על עזרתה של צ'כוסלובקיה לישראל במלחמת העצמאות. חלק א' YouTube .

למה "כל מה שיורה"?

קטע מתוך שיחה נזעמת שערך בן גוריון עם שאול אביגור מפקד מבצע הרכש באירופה, לאיתורם והבאתם המיידית לישראל של כל כלי הנשק מכל סוג, שמצליח לירות כדורים ופגזים לאיזה שהוא כיוון.

את המידע הנ"ל קיבלתי מידידי הוותיק תושב באר טוביה, זאב גל-און. שמוכר כאחד ממדריכי התיירות הטובים בארץ וכקנאי למורשת ארצנו.

בברכה, איתן גל 4Z4FV

חדשות והודעות בקצרה:

באתר העמותה להנצחת חללי חיל הקשר והתקשוב פורסמו כמה מאמרים:
א, חומר מעניין על הקמת גלי צה"ל.

[https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/1\(15\).pdf](https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/1(15).pdf)

[https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/2\(6\).pdf](https://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/2(6).pdf)

ב. מיכאל נגל, סיפורה של מחברת: ניתוח מחברת טיוטות של פועה רון ז"ל, אלחוטאית בקיבוץ עין הנצי"ב בשנת 1949.

https://amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/notrbook.pdf

ג. דניאל רוזן, רשת הכבלים הארצית, 1956: מעבר רשת התמסורת הבין-עירונית במדינת ישראל מטורים עיליים, ירושת ממשלת המנדט, לכבלים תת-קרקעיים, שנרכשו בגרמניה, בכספי השילומים.

https://amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/1956.pdf

ד. כמו כן באותו האתר (<https://www.amutakesher.org.il>), במדור 'ספרות ופרסומים להורדה', בתת-מדור 'מאמרים', נוספו שלושה פרסומים, שוודאי יעניינו אתכם:

מודיעין אותות (SIGINT) וסיום המנדט בפלשתינה, 1944–1948

נכתב בידי פרופ' ג'ון פריס. מאמר זה הוא קטע מספר היסטוריה מוסמך על סוכנות הביון הבריטית GCHQ, שתורגם לעברית ומתפרסם באתר העמותה באדיבות GCHQ. המאמר מציג את פעילות מודיעין התקשורת הבריטית בארץ בתקופת המנדט ואת פרשנות המודיעין הבריטי לאירועים בארץ באותה עת.

ראו: http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/231.pdf

פְּסוּמָא פְּאַרְפָּה – הצופן בשירות הקשר של 'ההגנה'

מכתב בידי אל"ם (בדימוס) דניאל רוזן. פורסם בעלי זית וחרב, כרך י"ט, 2019, עמודים 125–152. המאמר חושף את הפענוח של צופני שרות הקשר בידי הכוחות הבריטיים בשנות המערכה לעצמאות. בהקדמה לחוברת כותב העורך ד"ר ניר מן: בהתבסס על מקורות ארכיוניים בריטיים שנפתחו לאחרונה לעיון, פֶּעַנַח דניאל רוזן את סוד לכידת ספינות המעפילים בידי הכוחות הבריטיים. איתור ספינות המעפילים בשנות המערכה לעצמאות הושג הודות להאזנה לתעבורת הקשר האלחוטי, והספינות שהצליחו לחמוק ולהגיע לחוף המולדת היו אלו ששמרו על דממת אלחוט או שמכשיר הקשר שלהן הושבת. מובא באדיבות מערכת עלי זית וחרב.

ראו: http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/4545435.pdf

צפונות האניגמה העברית שפילסה נתיבות בימים

נכתב בידי פרופ' אביבה חלמיש. פורסם בעלי זית וחרב, כרך י"ז, 2018, עמודים 259–261. זה מאמר ביקורת על הספר גדעונים: מפעילי הקשר האלחוטי בשירות המדינה שבדרך, שנכתב בידי אל"ם (בדימוס) דניאל רוזן, בהוצאת העמותה. מובא באדיבות מערכת עלי זית וחרב.

ראו: http://www.amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/3434.pdf

הספר גדעונים: מפעילי הקשר האלחוטי בשירות המדינה שבדרך זמין אף הוא באתר העמותה.

ראו: http://amutakesher.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/gidonim2.pdf

נמסר ע"י דניאל רוזן, 4X1SK

חדשות בנושא משרד התקשורת:

בעקבות שינוי במדיניות משרד התקשורת, ניתן לקבל את קריאה מיד לאחר מעבר הבחינות לאלחוטאים חובבים, ואין עוד צורך לעבור קורס השלמה מעשית.

לפיכך, כל מי שעבר בחינה מוזמן לפנות למשרד התקשורת, לקבלת אות קריאה.

איש הקשר - מר אלעד יעקב, דוא"ל radioamat@moc.gov.il בטלפון 03-5198228



חובב הרדיו שהציל 2000 יהודים בשואה

מאת נפתלי בלבן-אברהנד 4Z1RM

הכומר הפרנציסקאני מקסימיליאן קולֶּבּה נולד ב-8/1/1894. אביו היה ממוצא גרמני, ואמו פולניה. מגיל צעיר התעניין בדת, ובגיל עשרים הפך לכומר.

הוא החל את פעילותו כחובב רדיו בדצמבר 1938, ואות הקריאה שלו היה SP3RN. הוא אהב מאוד את טכנולוגיית הרדיו, וקיווה להתקשר באמצעותה למספר אנשים רב ככל האפשר. הוא גם ייסד חוגי תקשורת לקבוצות פעילות במפגשי הרצאות, אירועים בצילום תמונות ואף ערך עלון חדשות אקטואלי.

בהמשך פעילותו נשלח ליפן, שם הקים מנזר בעיר נגסאקי. (אותה עיר ספגה הפצצה אטומית ב-1945 וכתוצאה מכך נהרסה, אך המנזר שאותו ייסד לא נפגע).

בתחילת הכיבוש הגרמני בפולין במלחמת העולם השנייה, בספטמבר 1939 הנאצים חשדו בו שהוא מעורב בפעולות ריגול, והוא נאסר. בתחילה הנאצים הציעו לו להצהיר על מוצאו הגרמני ועל ידי כך להשתחרר ולקבל זכויות של אזרח גרמני, אך הוא סרב, והזדהה כפטריוט פולני. לאחר שלושה חודשים שוחרר, והמשיך בעבודתו במנזר, שם עסק בהצלתם של נרדפי הנאצים. הוא הצליח להחביא במנזר שלו ובמנזרים אחרים 3000 בני אדם, מתוכם 2000 יהודים.

על פי עדותו של אחד מעובדי המנזר, כאשר יהודים נרדפים היו מגיעים לשערי המנזר ומבקשים פרוסת לחם, הוא שאל את קולֶּבּה האם להושיט עזרה ליהודים? ותשובתו הייתה שצריך לעזור להם, כי כל בני האדם הינם אחים.

בפברואר 1941, המנזר שלו נסגר על-ידי הגסטפו, ובמאי אותה שנה, קולֶּבּה הועבר לאושוויץ, שם נקבע בתור אסיר מס' 16670. הוא עונה והוכה קשות על-ידי הגרמנים.

בסוף יולי 1941, אחד האסירים ברח מאושוויץ. סגן מפקד המחנה, קארל פרידש, אסף 10 אסירים, והודיע להם שהם יומתו ברעב כעונש על כי חברם ברח וטרם נתפס.

אחד מהנידונים למוות פרנצי'שק גיובניצ'ק, החל לבכות ולצעוק: "רחמנות: יש לי אישה ושני ילדים קטנים!"

כאשר קולֶּבּה שמע זאת, הוא אמר בקול רם: "קחו אותי, ושחררו את גיובניצ'ק!". הקצין הנאצי שאל: "מה אמר החזיר הזה?" ולהפתעת כולם, הוא שיחרר את גיובניצ'ק ועצר את קולֶּבּה. כל העשרה הוכנסו למרתף חשוך והמתינו למותם. הימים חלפו, והנידונים מתו ברעב בזה אחר זה. רק קולֶּבּה נותר בחיים. בשלב מסוים הנאצים החליטו שהם זקוקים לתא הנידונים למטרות אחרות, והחליטו להמית את הנותר בחיים באמצעות זריקת רעל. קולֶּבּה הושיט את ידו בגאון, ולא אמר מאומה.

פרנצי'שק גיובניצ'ק (1901-1995) שירת כסמל בצבא פולין. עם נסיגת הצבא הפולני מפני הנאצים, הוא ניסה לברוח ולעבור את הגבול לסלובקיה. אך נתפס בזקופנה, והועבר לאושוויץ ב-1940.

גיובניצ'ק שרר את המלחמה והחליט שמטרת חייו הינה להנציח את קולֶּבּה. ואכן, דבר גבורתו יוצאת הדופן של חובב הרדיו מקסימיליאן קולֶּבּה נודעה ברבים. ב-10 באוקטובר 1982 הוכרז

כקדוש מעונה על ידי האפיפיור יוחנן פאולוס השני "כקדוש מקסימיליאן קולבה", ופטרוֹן של העוסקים בתקשורת ובחובבות הרדיו.

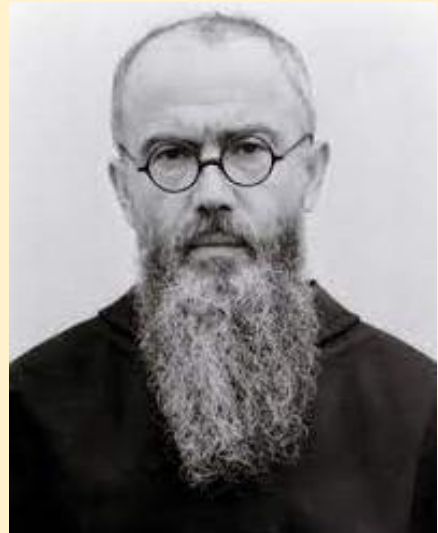
אף שקולבה הציל 2000 יהודים הוא לא הוכר כחסיד אומות העולם ע"י יד ושם, אך ארגונים יהודיים אחרים אכן הכירו לו תודה על מעשיו האצילים וזאת בהמלצת פולנים ויהודים אשר חבו לו את הצלתם.

50 שנה לאחר מותו ב-1991 הופק סרט באורך מלא על אותה הפרשה, לצפייה בקדימון:

[Life for Life: Maximillian Kolbe - YouTube](#)



התא של קולבה באושוויץ



מקסימיליאן קולבה 1939



בול דואר לכבודו של קולבה SP3RN



פרנצ'ישק גיובניצ'ק באושוויץ



מזג האוויר בחלל – Space weather

נערך ע"י אבנר דרורי 4X1GE

למה לנו, כחובבי רדיו, מעניין מזג האוויר של החלל? התשובה היא: "מסיבה פשוטה", פרטים להלן.

התקשורת בגלים קצרים (HF) תלויה במזג האוויר שבחלל שהוא תוצאה של קרינת השמש שאחד המדדים שלה הוא "מספר כתמי השמש". ככול שמספרם יעלה כך גם תעלה האפשרות להתקשר למרחקים ארוכים.

למעשה ישנן עוד מדדים, המשפיעים על התקשורת אבל הפעם תהיה התייחסות ל-"כתמי השמש" בלבד שניתן להגיע אליו בקלות יחסית.

למזלנו אנחנו לא "בנים יחידים", לנעשה בחלל, וישנם נושאים העלולים להיפגע מקרינות יתר של השמש ולגרום לקטסטרופה עולמית וכוונתי ל-לוויינים המשייטים בחלל.

עקב החשיבות של מצב החלל והשפעתו על ה-לוויינים, ישנן סוכנויות חלל רב לאומיות העוקבות אחר האווירה החללית ואנחנו, כחובבי רדיו, נהנים מהמידע הזה. איך מגיעים למידע? המקור, שקל מאוד להגיע אליו, הוא SPACEWEATHER.COM תכנסו לדפדפן, תקישו את הכתובת ותקבלו את העדכון בזמן אמת.

באותו אתר ישנה גם קישור לקבלת הסבר על מהות כתמי השמש ומומלץ לנצל את האופציה הזאת.

מקור נוסף, המכיל מספר גדול של קישורים לכול מה שאתם רוצים לדעת על התפשטות גלים וגם על נושאים אחרים הקשורים לתחביב, הם פרסומי ה-ARRL.

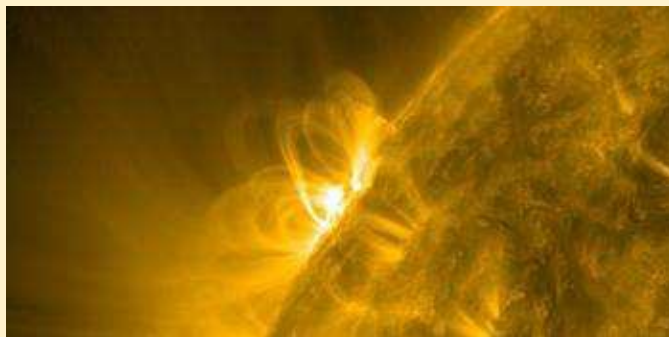
כול מה שצריך לעשות זה להיכנס לדפדפן ולחפש בו ARRL propagation report. תופיע רשימה ארוכה, של אתרים, ואתם מוזמנים לעיין בהם.

באתר הבא, sunspot regions of 2022, נמצאים קישורים נוספים ותוכלו לצפות במידע נוסף על קרינת השמש כולל התייחסות למספר כתמי השמש.

מסתבר שישנה חשיבות גם לשטח הכתמים וההסבר לכך נמצא באתר הבא:

How do you determine the size of a sunspot region? | Help | SpaceWeatherLive.com

מאחל לכם צפיה מהנה.



14/01/2022 G1 storm watch, M-class solar flare



Winlink שליחת וקבלת דואר אלקטרוני ב-HF

מה במאמר

- * מה זה Winlink
- * תצורות הפעלה
- * ארכיטקטורת הרשת
- * שיטות חיבור
- * מהירויות חיבור ומודמים ל HF
- * הכנת המחשב והתחנה
- * מה קיים בישראל
- * חובבי הרדיו בחירום

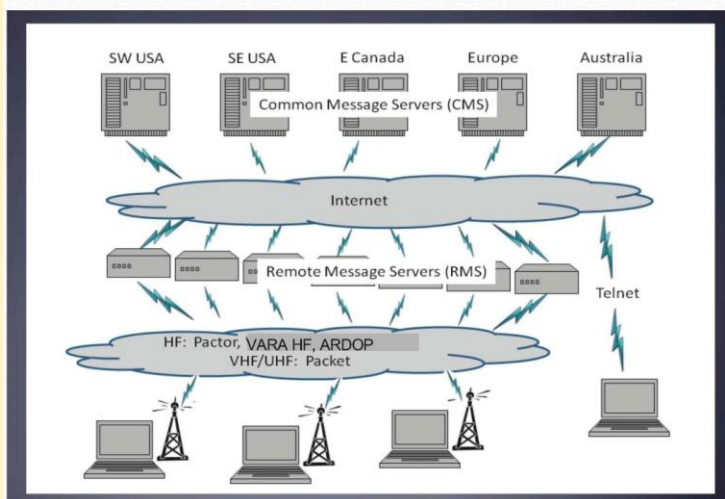
מה זה Winlink

Winlink היא רשת תקשורת גלובלית לחובבי רדיו המאפשרת שליחת הודעות דואר אלקטרוני מכל מקום בעולם בו רשת תקשורת אחרת לא זמינה או בזמן חירום. שליחת ההודעות אפשרית בין חברי הרשת או בין חברי הרשת לכל אחד בעולם שיש לו כתובת דואר אלקטרוני.

תצורות הפעלה Winlink

- * Winlink מאפשרת שלוש תצורות הפעלה למתן גמישות מרבית:
- * קונבנציונלית - שליחת הודעות ברדיו שמנותבות באמצעות שרתים מרכזיים שנגישים ברשת האינטרנט.
- * סריג Mesh היברידי - העברת הודעות מצומת לצומת ברדיו.
- * נקודה לנקודה - העברת הודעות בין שתי תחנות באופן ישיר.

ארכיטקטורת רשת בתצורה קונבנציונלית



שרתי ליבה CMS

שרתי גישה RMS Gateways

תחנות קצה
(חובבי רדיו)

שיטות חיבור ב-Winlink

לטובת אפנון המידע הדיגיטלי באופן שיאפשר לשלוח אותו בתווך רדיו, Winlink משתמשת במודמים:

* תדרי HF – שימוש ב- Pactor, ARDOP, VARA HF

* תדרי VHF/UHF – VARA FM or Packet 1.2/9.6

* קיימת אפשרות להתחבר ישירות לשרתי ה-CMS באמצעות פרוטוקול telnet ללא רדיו לצרכי תרגול

מהירויות החיבור ב-Winlink בתווך HF

כל המודמים לעבודה ב-HF משתמשים במספר מגגונים בסיסיים:
קצב משתנה באופן שמתאים את עצמו לתנאי הערוץ, אישור וקבלה של מסרים, דחיסה. ההבדלים הם בשיטות האפנון, כמות הגלים הנושאים, פרוטוקולי תיקון שגיאות, האם הם ממומשים בחומרה או תוכנה וכמובן המחיר.

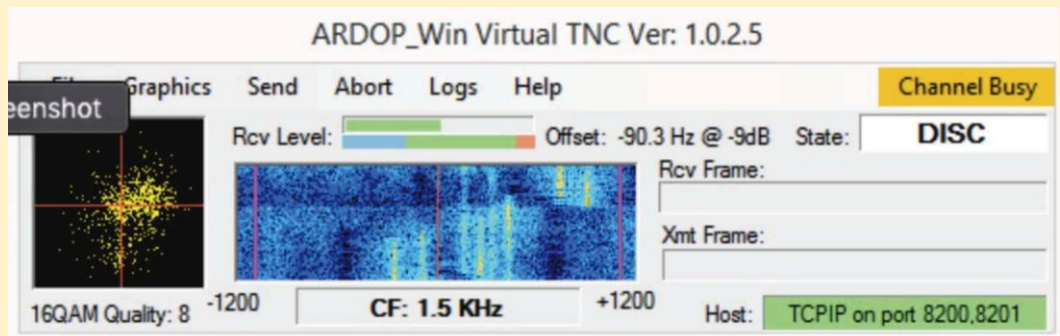
PACTOR

פתרון חומרה (יקר) עובד בפרוטוקול Pactor-4 אך מאפשר יצירת קשר בתנאים קשים במיוחד. היצרן טוען שניתן להגיע עד 10500 ביטים לשנייה בתנאים אופטימאליים.



ARDOP

מודם תוכנה בקוד פתוח - זמין על חלונות ולינוקס כולל Raspberry PI. מגיע לקצב תיאורטי של 2000 ביטים לשנייה. עובד סביר בתנאים טובים אך מתקשה בתנאי QRM/QRN



מודם תוכנה בקוד סגור - ביצועים כמעט זהים ל Pactor 4 ב 5% מהמחיר. מגיע תיאורטית ל 11000 ביטים לשנייה ומאפשר תקשורת אמינה גם בתנאים קשים מאוד. קיימת גירסה חנימית שמוגבלת במהירות. עובדת בחלונות בלבד.

מה צריך כדי לעבוד ב Winlink

- * בדומה לכל עבודה במודים דיגיטליים (FT8, RTTY,...) נדרשים המרכיבים הבאים:
- * רדיו HF ואנטנה באחד או יותר מהגלים הבאים: 80,40,20 מטר.
- * מחשב תחנה מסוג חלונות או לינוקס / Raspberry Pi.
- * "כרטיס קול" - יכול להיות חיצוני כמו Signalink או פנימי כמו שקיים ב IC-7300 ואחרים.
- * חיבור CAT לשליטה על הרדיו PTT-1.
- הנחת המוצא במסגרת מאמר זה שלחובב יש נסיון בסיסי בהפעלת מודים דיגיטליים ב-HF.

הכנת המחשב לעבודה ב Winlink

- להתקנת תחנת קצה Winlink יש להצטייד במרכיבים הבאים:
- * מחשב חלונות -גירסה 7 ומעלה.
- * מודם VARA HF.
- * תוכנת RMS Express.
- למעוניינים להפעיל Winlink על גבי Raspberry Pi, מומלץ לצפות בערוץ של KM4ACK ב YouTube

מה קיים בישראל לטובת Winlink

כחלק מתפיסת תחביב חובבות הרדיו בישראל, אגודת חובבי הרדיו משקיעה במוכנות לחירום. לצורך מתן אפשרות לתקשורת דיגיטלית בזמן חירום או בזמן שתשתיות תקשורת אחרות לא זמינות, השקיעה האגודה בהקמת Winlink Gateway (RMS) באתר האגודה במגידו אשר כולל:

- מקמ"ש HF מסוג Yaesu FT-891
- אנטנה ורטיקלית רב-גלית מסוג Hustler BT-6
- מתאם אנטנה אוטומטי מתוצרת LDG
- מתאם רדיו מסוג Signalink USB
- מחשב Intel NUC Core i3 עם התוכנות הדרושות.
- המערכת מגובה UPS ובקרום תותקן באתר גם מערכת הזנת מתח סולרית.

חובבי הרדיו בחירום ו-Winlink

הקלות היחסית של התחברות לרשת Winlink-בייחוד על ידי חובבים הפעילים במודים הדיגיטליים היא הזדמנות לתרום למוכנות למשבר תקשורת בזמן חירום. חובבי רדיו שיתחברו לרשת Winlink וישמרו על מוכנות התחנה להפעלה, יוכלו לסייע בשמירת קשר בין ישראל לעולם על ידי שליחת הודעות דואר אלקטרוני לקרובי משפחה וחברים בארץ ובעולם. מה עושים?

מתקינים ומתחברים ל-Winlink

שולחים מייל ל: 4X1NET@WINLINK.ORG ומקבלים תשובה.

מתחברים לקבוצת ה-WhatsApp "חובבים בחירום - 4X Emcomm" הקבוצה מנוהלת על ידי רון יציב 4X1IG- אחראי החירום באגודה.

ב-תאריך 23/12/2021 התקיימה הרצאה ב Zoom המסבירה שלב אחר שלב את אופן התקנת והשימוש ב-Winlink.

לינק להרצאה המוקלטת: <https://youtu.be/viL8tBLy6Tc>



אתר ה-Winlink במגידו

73! de 4Z1YR

יורם רוטבך

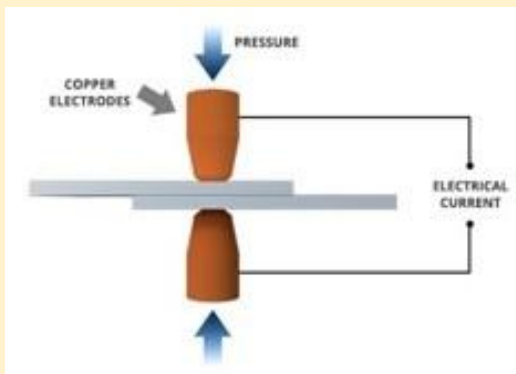


בניית מכונת ריתוך נקודתית – Spot Welding

ריתך צביקה סגל – 4Z1ZV

מידי פעם עולה השאלה מה ניתן לעשות עם שנאי של מיקרוגל ישן מעבר למשקולת. חברנו יורם ארד למשל בונה מהם שנאים למתח 2000 וולט על ידי חיבור שני שנאים במקביל וכל עוד ערן אברבנאל ז"ל היה בחיים, היה חובט בו ומסביר למה זה לא יעבוד.

אז כידוע למיקרוגל יש משדר בתחום המיקרוגלים (ומכאן שמו...) ואת המשדר הזה דוחף מתח



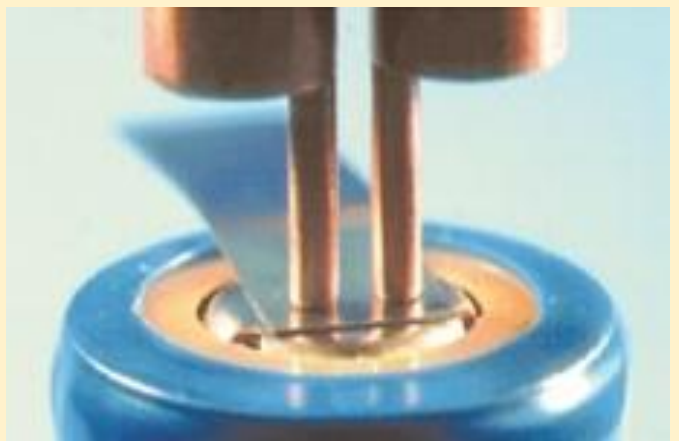
גבוה אשר מיוצר בין היתר על ידי שנאי 220 וולט לאזור ה-800 עד 1,000 וולט לרוב בהספק של כ-800 עד 1,000 וואט, שחישוב פשוט ילמד שמדובר בזרם לא גבוה של כ-1 אמפר. לרתך איתו אי אפשר, אבל להרוג זה בהחלט יכול ☺ אז אחד היישומים האפשריים הוא מכונת ריתוך נקודתית.

מהי טכניקת ריתוך זו? אז בעיקרון היא מאוד פופולארית בריתוך פחים זה לזה, למשל

בתעשיית הרכב או בתחום הקרוב ללבנו – חבור מוליכים לסוללות.

הרעיון הוא להזרים זרם של מאות עד אלפי אמפר למשך זמן קצר מאוד בעזרת שתי אלקטרודות נחושת דרך שני הפחים. הזרם הגבוה יוצר חום רב עד להתכה נקודתית של הפחים בנקודת המגע אשר יוצר את אפקט הריתוך. היתרון הוא בתהליך מהיר היוצר חיבור מכני חזק וגם מגע חשמלי טוב היכן שנדרש.

בסוללות משתמשים ברדיד מוליך דק ושתי אלקטרודות הנחושת יוצרות מגע ומעגל הזרם נסגר דרך משטח הסוללה. הזרם הגבוה יוצר את החום הנדרש להתכה נקודתית ואפקט הריתוך. השיטה הזאת מאוד מקובלת בחיבורים לרוב תאי הסוללות ויתרונה בפשטות ומהירות, הבצוע שיוצרת חימום נקודתי בלבד שאינו מזיק לסוללות הרגישות לחום.



אז נחזור לשנאי המיקרוגל... מפרקים את סליל המתח הגבוה על ידי נסור ובחלל שנוצר מהסרת אלפי ליפופים, משחילים מוליך נחושת עבה עד כדי 25 מ"מ. לפי יחס ההשנאה קיבלתי כ-1.5 וולט עבור 2 ליפופים מה שאומר ששנאי 800 וואט יוכל לנפק זרם של עד 500 אמפר אם ירצה השם.



אני למשל השתמשתי במוליך הארקה עב כרס כסליל המשני.

בעלי הזריז מזמינים בקר – שמבקר את זמן הריתוך ואת עצמת הזרם על ידי שליטה באחוז המחזור – וזאת בעזרת שתי פוטנציומטרים. הבקר דורש מתח AC של כ-9 וולט (לצורך סנכרון ה-SCR) ואת זה הכי קל לפרק מספק/מטען ישן טרם עידן הספקים הממותגים.

כמארז השתמשתי בספק כוח מדור ה-AT/XT הישנים והגדולים, הכולל כבר מאוורר, שקע כוח "קומקום" תקני ומתג הפעלה הולם ל-220 וולט.

נשאר להוסיף מתג הפעלה, ונוח מאוד לעשות זאת במתג רגל (בדומה למתג PTT למפעילים בתחרויות).

את החיבור לאלקטרודות ניתן לבצע בכל מיני שיטות. אני בחרתי מחברים בריונים של מכונת ריתוך המאפשרים לי חיבורים שונים של אלקטרודות ריתוך והרבה גמישות.



נשאר לרכוש רדידי מתכת דקים. ממליץ להתאמן תחילה על רדידי המתכת בלבד ואחר כך למצוא סוללות ישנות להתאמן עליהם. עד לרכישת מיומנות יש מצב לריתוכים באיכות גרועה בגלל חוסר או עודף זרם, ועבדיכם הנאמן הצליח אפילו לגרום לסוללת ליתיום להתלקח אחרי כמה ניסיונות כושלים והזרמת זרם גבוה מיד. ראו הוזהרתם.



סוללות עם חיבור של ריתוך נקודתי



המורה שלי, פרופ' אולנדורף

מאת יוסי גלדמן



פרופ' פרנץ אולנדורף

כאשר סיימתי את לימודי בבית הספר היסודי בחיפה, לקחה אותי אימא להירשם ללימודים תיכוניים. הבחירה הייתה - בית ספר מקצועי תיכוני (בסמ"ת). אימא ואני הגענו לבית הספר. בחצר פגשנו את האדם אותו אתם רואים בתמונה, לבוש בחליפת שלושה חלקים ומגבעת. "להיכן אתם הולכים?" שאל במבטא גרמני כבד. כששמע שבאנו להירשם לבית הספר, נטל את ידי והוביל אותי ואת אמי עד למזכירות ההרשמה. בהמשך נודע לי שהיה זה פרופ' אולנדורף, מגדולי המדענים בעולם.

החלה שנת הלימודים. באחד הימים, המורה לפיזיקה היה חולה, ובמקומו נכנס לכיתה פרופ' אולנדורף. בכיתה הושלך הס. שתינו בצמא את דבריו. היה משהו מיוחד באוויר. הרגשנו שזכינו בחוויה בלתי נשכחת.

פרנץ אולנדורף נולד בשנת 1900 בברלין, בירת גרמניה, למרתה, ולאיש העסקים נתן אולנדורף.

הוא למד הנדסה באוניברסיטה הטכנית של ברלין, בה המשיך לימודיו וסיים תואר דוקטור בשנת 1921. במהלך לימודיו היה אולנדורף סטודנט של מקס פלאנק ועבד במכון הנושא שם זה. כמו כן, שימש כאסיסטנט של אלברט איינשטיין. לאחר לימודיו עבר לאוניברסיטת דנציג, בה ביצע מחקרים בתדרי הרדיו, ושם הכיר את אשתו רות.

בשנת 1924 אחר שנערך מסע השמצות ע"י פטרסן על רקע אנטישמי כנגד אולנדורף, באוניברסיטת דנציג, עזב אולנדורף את המקום אף כי בתקופה זו זכו הישגיו להכרה. והוא עבר לעבוד כמהנדס ראשי בחברת סימנס, ובהמשך חזר לאוניברסיטה בברלין, שם כיהן כמרצה (פריבט-דוצנט) במחלקה של ארנסט אולריך. ממשרה זו הודח בשנת 1933 עם עליית הנאצים לשלטון וחקיקת החוק להחזרת הפקידות המקצועית הלאומית על כנה. במהלך עבודתו כמרצה באוניברסיטה בברלין פרסם מספר ספרים חשובים בנושאי התיאוריה האלקטרומגנטית. כמו כן פיתח תיאוריות חשובות במתמטיקה.

בנוסף, עסק בברלין בחינוך בבית הספר היהודי. בשנת 1934 העתיק את בית הספר לירושלים יחד עם תלמידיו, ולאחר מכן שב לגרמניה, שם היה פעיל ב"עליית הנוער". בשנת 1937 עלה יחד עם אשתו לארץ ישראל והצטרף לסגל הטכניון ובמקביל לסגל המורים של בסמ"ת, בו לימד עד לשנת 1975, והקים בו ב-1938 את המגמה להנדסת חשמל, (שנקראה אז "זרם חזק"), ומגמת רדיו שלימים הפכה למגמת אלקטרוניקה. אשתו עבדה כמורה למוזיקה. לזוג לא היו ילדים. ב-1942 אמו נשלחה לטרזיינשטט, שם נספתה.

הוא לימד במשך 44 שנים בטכניון, שימש דיקן הפקולטה הראשון להנדסת חשמל, והמשיך במחקריו בתור פרופסור, הראשון בטכניון במעמד זה. בסוף 1956 מונה לפרופסור בתחום המחקר באוניברסיטת קליפורניה, אך עם תחילת מבצע סיני חזר לישראל.

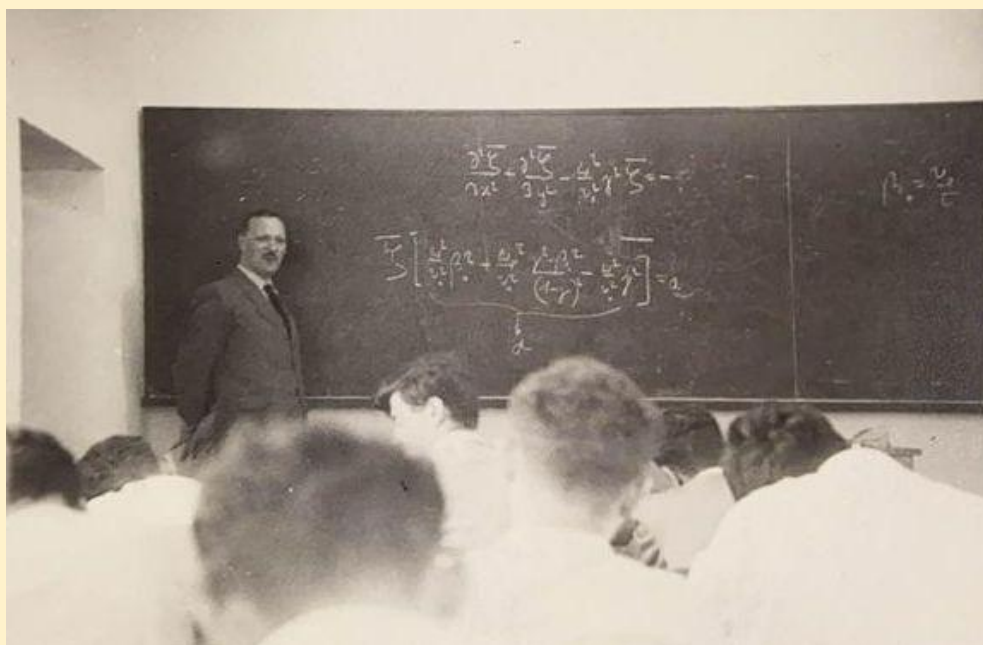
מחקריו עסקו בתורת הגלים האלקטרומגנטיים והמכ"ם, והוא פיתח את תורת השיקופים לפתרון בעיות אלקטרומגנטיות. בנוסף מחקריו עסקו בתחום שפופרות ריק וה-TWT (Traveling-Wave-Tube).

כמו כן, מחקריו עסקו בביופיזיקה, בביו אלקטרוניקה ובביו רפואה. הוא אף עסק בפיתוח מכשירים רפואיים יחד עם הד"ר אברהם צליוק בתחום רפואת אף אוזן גרון. סדרת הרצאותיו בנושאי פילוסופיה של המדע זכתה להצלחה בינלאומית, ובהן הביע את חשיבות המכאניקה בהליכים רפואיים. מחקריו בתחום השדות המגנטיים הביאו לפיתוח עין אלקטרונית אשר תאפשר יכולת ראייה לעיוורים באמצעות אלקטרודות.

אולנדרוף התנגד לרישום פטנטים על גילויים והמצאות של אנשי מדע. איש המדע חייב, לדעתו, להנחיל את המצאותיו לכלל. ואכן, שום עבודת מחקר לא נרשמה על שמו במשרד הפטנטים. אולנדרוף נמנה במשך תקופה מסוימת על חברי הוועדה לאנרגיה אטומית, ופרש משום שלא ראה תועלת בישיבות הוועדה. ההחלטות נתקבלו, לדבריו, במוסדות אחרים. פרישתו נבעה גם מגישתו העקרונית והמצפונית לבעיית השימוש באנרגיה האטומית, אך הוא נמנע מלדבר על פרטי הדבר. בתחילת שנות ה-60 נמנה עם קבוצה של אנשי מדע ישראלים שקראו לפירוז המזרח התיכון מנשק גרעיני.

נפטר בחיפה ב-9 בדצמבר 1981 ונקבר בבית הקברות כפר סמיר.

נכתב ע"י יוסי גלזמן, מזכיר העיר חיפה לשעבר. (מקורות נוספים בוויקיפדיה)



פרופ' פרנץ אולנדרוף בטכניון

היכרותי עם פראנץ

מאת נפתלי בלבן-אוברהנד, 4Z1RM



רחוב פרופ' פרנץ אולנדורף בבאר שבע

כאשר אני מבקר את משפחתי המתגוררת בשכונת המדע בצפון באר שבע, אני חולף על פני הרחוב הנקרא על שמו של פרופ' פרנץ אולנדורף.

שמו של הרחוב הזה בשכונה חדשה יחסית, מעורר בלבי בזיכרונות משנות נעורתי, כאשר למדתי בבסמ"ת (בית ספר מקצועי תיכוני) שליד הטכניון הישן אשר נמצא בלב שכונת הדר בחיפה, ומשמש כיום בתור מוזיאון לאומי למדע, ולמעשה יותר כמשחקיה טכנית עבור תלמידי בתי הספר היסודיים אשר באים לערוך בו ביקורים מכל קצווי הארץ. הטכניון נבנה

בחיפה, שנחשבה כעיר העתיד של ארץ-ישראל, לפני למעלה מ-110 שנים.

מאחורי הבניין היפה של הטכניון הוקמו כמה בניינים נוספים, פחות מרשימים, והם שמשו בתור בית הספר המקצועי הטוב ביותר בארץ. אך ברבות הימים, עיריית חיפה הבלתי מפוארת, בשיתוף עם פרנסים אחרים, החליטו לסגור את שני בתי הספר המקצועיים בחיפה (השני היה בית ספר "שוב" בנווה דוד). כבר בהיותי בן 15 החשבתי את עצמי לחובב רדיו, ובניתי מקלט רדיו בעל 5 שפופרות, וכן משדר רדיו בעל 3 שפופרות, אחת מהן היא 807 המפורסמת והעוצמתית. במשדר הייתה לי רק בעיה טכנית אחת, שלא השגתי מיישר סלניום למתח של 100v, המשמש לספק מתח BIAS שלילי לשפופרת. נכנסתי לרדיו גולדשטיין ושאלתי האם נמצא ברשותם מיישר כזה. תשובתו של הזבן משה הייתה שהם קבלו אביזר טוב יותר – דיודת זכוכית זעירה IN34. הוא הוסיף שזוהי דיודת המתאימה לעבוד ב-60v. אמנם ידעתי שצריך רישיון כדי לשדר באוויר, אך סברתי שאם המשדר יעבוד היטב, אעשה רישיון, ואם לאו, למה לי להתאמץ וללמוד לקראת הבחינות של משרד התקשורת?

שמח וטוב לב הלחמתי את הדיודת לתוך המשדר וחיברתי אותו לחשמל. הדיודת נשרפה תכף ומיד. ה-807 לא קיבלה את המתח השלילי הדרוש על מנת להפעילה בנקודת העבודה הנכונה. השפופרת התאדמה מרוב חום, עשן יצא מהספק של המשדר ואני נבהלתי מאוד וניתקתי את הזרם. לקח לי 18 שנה להתאושש מהטראומה הזו, עד אשר עברתי את המבחנים וקבלתי רישיון כחוק.

בינתיים, בכיתות ט' עד י' בבסמ"ת נחשבתי לגאון הרדיו, שכן הבאתי למסיבת פורים מגבר קול עם מיקרופון פחמי מבניית עצמית. התלמידים והמורים התלהבו מאוד, וקולם נשמע ברמה. האירוע השני שהעלה את קרני בבסמ"ת התרחש בבתי המלאכה של הטכניון, שם למדנו לשייף ברזלים עד כלות הנשמה...

בבית הספר הייתה מערכת כריזה אמריקנית ורמקולים תלויים בבתי המלאכה הגדולים, וגם בחצר הטכניון. כמו כן, היו שם: פטפון, מיקרופון ומגבר ובו 15 כפתורים, שהכיל כניסות ויציאות רבות. במערכת הזו השתמשו כדי להודיע לתלמידים שהפסקת הצהריים הארוכה בת

השעה מסתיימת, ועליהם לשוב לסדנאות השונות. ההודעות נמסרו על ידי אנשי ההנהלה, וכן מורים ומדריכים.

אלא מה? לא תמיד המערכת פעלה, וכאשר מורה כלשהו צעק לתוך המיקרופון וקולו לא היה נשמע, במקום לבדוק מה המצב של בקרי הקול, אותו מורה חשב כי "החוטם אינם מחוברים היטב". כל מורה למקצועות הברזל האמין שהוא שולט היטב גם בחשמל. לאחר שהתייאשו מאחר ולא הצליחו להפעיל את הרמקולים וחיפשו דרך להתגבר על התקלה, מישו נזכר בכך שישנו תלמיד אחד בשם נפתלי, היודע הכול...

באותו בית ספר בו היו שלוש מגמות לחשמל, אלקטרוניקה ורדיו, כולל מורים מובילים, הגיעו דווקא אליי, העולה החדש, שנכשל בכול מקצועות העברית וגם בתנ"ך, וביקשו את עזרתי. נכנסתי לחדר הבקרה, ותוך שלוש דקות עשיתי סדר בחיבורים, וקולה של ההנהלה שוב נשמע ברמה.

לפעמים הייתי עושה את עצמי בודק את המערכת, ובו בזמן משמיע באמצע השיעורים מוסיקה לטינית סוערת. מורים מבועתים רצו מהכיתות למשרד וצעקו: "סגרו מיד את המוסיקה, התלמידים רוקדים במקום לשייף!"

בשלב זה הכרתי את פרופסור אולנדורף. באחד השיעורים הוא הגיע כמורה מחליף לכיתה בה למדתי. הוא היה אדם מרשים מאוד. היה לו שיער שחור ושפם קטן. הוא דיבר בעברית משוגעת (בשגיאות רבות), והיה אדם עדין וחביב בצורה יוצאת דופן בהשוואה למורים האחרים בבסמ"ת. הוא אמר לנו: "איני מעוניין ללמדכם את חומר הלימודים השוטף, אך אני מוכן ללמד אתכם כל נושא אחר ולענות על כל שאלה שתשאלו. מה ברצונכם לדעת?" בכיתה השתרר שקט, ואז אני אמרתי שמעניין אותי כיצד הטלוויזיה פועלת.

מיד נשמעו קריאות מכל עבר: "הרי אין טלוויזיה בארץ!" על כך עניתי: "עד שאני אלמד זאת, כבר תגיע הטלוויזיה לארץ הקודש!" ואכן צדקתי, הטלוויזיה הגיעה באמצעות שידורים מארצות ערב.

פרופ' אולנדורף שמח לשמוע את בקשתי, שרטט על הלוח בגיר ריבוע, ואמר שזהו המסך. הוא הסביר שישנה קרן אלקטרונית העוברת מצד לצד ומציירת שורות לרוחב המסך. הקרן אף יורדת מלמעלה למטה, ובדרך זו כל המסך מתמלא בשורות. במקום בו הקרן פוגעת, נוצרת נקודה לבנה, ובמקום בו הקרן מופסקת ואינה פוגעת, ישנה נקודה חשוכה. צירוף הנקודות הלבנות והשחורות נותן תמונה בשחור לבן. הקווים על המסך הינם כה צפופים, שהם נראים לעינינו כמסך אור אחיד. הוא הוסיף מלם אחדות על המבנה של שפופרת המסך, הפועלת במתח גבוה מאוד של 15,000v. הוא הסביר גם על שפופרת הצילום, שנקראת איקונוסקופ. ממש מרתק.

מאז, בכל פעם שפרופ' אולנדורף היה רואה אותי בחצר בית הספר, הוא היה ניגש אליי, שואל לשלומי ואף מלטף את ראשי. חביבותו זכורה לרבים. הוא היה המורה הטוב ביותר בבסמ"ת, והעמיד דורות של מהנדסי חשמל. סיפרו על אודותיו שהוא עזב את גרמניה והגיע לא"י פלסטינה. הוא עזר לבריטים לפתח שפופרות רדיו מיוחדות עבור מכשירי הרדאר שפותחו באנגליה, ותרמו רבות להבסת חל האוויר הרצחני של הנאצים.

פרופ' אולנדורף התגורר עם רעייתו בדירה צנועה ברחוב הקרוב לטכניון. בני הזוג היו חשוכי ילדים, והם אימצו נער, ולמרבת הצער האימוץ לא עלה יפה. הנער היה בעייתי, והיו סיפורים על כך שהזוג המבוגר סבל ממנו.

באחד הימים, פרופ' אולנדורף פנה אליי וסיפר לי שמערכת ה-High Fidelity בביתו התקלקלה, ומשמיעה קולות מעוותים. הוא שמע על כך שאני מומחה לדבר וקבענו שאגש לביתו למחרת,

אחרי הלימודים. הצטיידתי במלחם, בדיל, קאטר, פלייר, מברג טסטר ומולטי מטר קטן Sanwa, ושקית עם רכיבים. היה לו פטפון Garrard, ועליו הוא הניח תקליט מאת בך. היה לו רמקול פשוט בקופסת עץ, והמגבר היה מתוצרת Heatkit בהספק של 10 וואט. מיד לאחר ששמעתי את המגבר שהשמיע קולות כמו של סצ'מו הצרוד, (לואי ארמסטרונג) חשדתי מיד מהו הרכיב המקולקל. היה זה קבל צימוד לשפופרת הסופית EL84, בעל ערך של $0.1\mu F$ למתח 400v (המולטי מטר הוכיח זאת בבירור). הכנסתי את המלחם לשקע החשמל. לקח כרבע שעה עד שהוא התחמם. החלפתי את הקבל המקולקל. הפעלנו את המגבר, ומיד נשמעה יצירתו הנעימה של יוהן סבסטיאן בך, החביבה על פרופ' אולנדורף.

פרופ' אולנדורף רצה לשלם לי תמורת עבודתי, אך כמובן שסירבתי. לשאלתו מדוע איני רוצה תשלום, השבתי לו: "אתה לימדת אותי כיצד פועלת הטלוויזיה, וזה שכרי!".

זמן מה לאחר מכן, עזבתי את בסמ"ת.

באחד הימים, כאשר הגעתי לחנות המפורסמת "רדיו גולדשטיין", (שהיה אחיו של רדיו גבעון בתל אביב), נאמר לי שהגיע לארץ עולה חדש, קטן מימדים, בגוון כחול בוהק. היה זה הטרנזיסטור המסחרי הראשון CK722, אשר גרם לתפנית בתחום האלקטרוניקה...



בניין הטכניון הישן בחיפה (צילום מאתר הטכניון)



משוואת התקשורת האלקטרונית על פי הרלד פריס

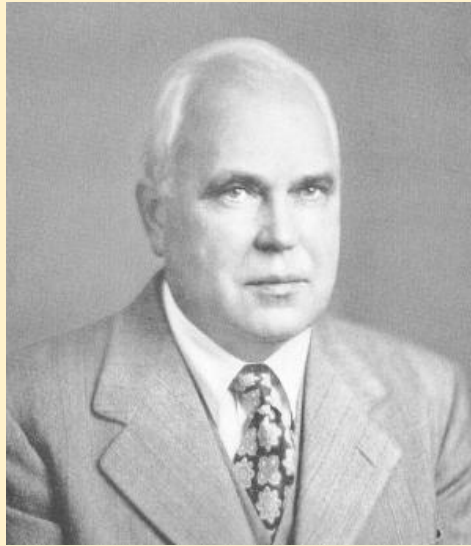
פרופ' עלי לוי, מכללת אפקה להנדסה ElyL@afeka.ac.il

הרלד פריס Harald T. Friis, מהנדס רדיו ממוצא דני שפעל במעבדות בל בארצות הברית, היה שותף לכמה מהישגי המופת של התקשורת האלקטרונית במאה העשרים, אך את עיקר פרסומו קנה בזכות המשוואה הנקראת על שמו – משוואת התקשורת האלקטרונית. משוואה זו קושרת את הספקי השידור והקליטה עם הפסדי המעבר בתווך ועם כיווניות האנטנות. על אף פשטותה ואולי בזכותה, ולמרות שחלפו כ-75 שנה מאז פרסומה, היא מדויקת ושימושית ביותר.



הביוגרפיה של הרלד פריס

הרלד פריס Harald T Friis נולד בדנמרק בתאריך 22 בינואר 1893 ונפטר בתאריך 15 יוני 1976. הוא סיים את לימודי התואר הראשון בהנדסת חשמל בקולג' המלכותי של דנמרק Royal Technical College וכן קיבל בו תואר דוקטור להנדסה בשנת 1938. בשנים 1917 עד 1918 עבד בחברת Royal GUN בקופנהגן ובשנת 1919 היגר לארצות הברית ולמד הנדסת רדיו באוניברסיטת קולומביה. בשנת 1920 הצטרף לחברת Western Electric Company שהפכה לחלק ממעבדות בל ושם בילה את כל חייו המקצועיים.



הרלד פריס 1893-1976

בשנות ה-20 פיתח מקלטי רדיו רגישים המבוססים על שפופרות ריק ובנה תחנות תקשורת לאניות באורכי גל 300-400 מטר. הוא ערך מדידות רבות של התפשטות גלי רדיו במרחב וחקר תופעות של עקיפת מכשולים והתאבכויות. בשנות ה-30 פיתח אנטנות רבות וביניהן את האנטנה הרומבית ושופר עם רפלקטור ושיתף פעולה עם החוקר המפורסם Karl Jansky בתצפיות רדיו של החלל. כמו כן השתתף בפיתוח מכ"מים וגלאים שונים בשיתוף פעולה עם מעבדת המכ"ם על שם לינקולן ב-MIT. בשנת 1946 פירסם מאמר באורך של עמוד וחצי המתאר באופן כמותי את התפשטות גלי רדיו בין שתי אנטנות. מכל עשרות שנות עבודתו ועשרות המאמרים והפטנטים שפירסם, עיקר תהילתו באה מאותו מאמר קצר ומיוחד.

A Note on a Simple Transmission Formula*

HARALD T. FRIIS†, FELLOW, I.R.E.

Summary—A simple transmission formula for a radio circuit is derived. The utility of the formula is emphasized and its limitations are discussed.

INTRODUCTION

THIS NOTE emphasizes the utility of the following simple transmission formula for a radio circuit made up of a transmitting antenna and a receiving antenna in free space:

$$P_r/P_t = A_r A_t / d^2 \lambda^2 \quad (1)$$

where

* Decimal classification: R120. Original manuscript received by the Institute, December 6, 1945.

† Bell Telephone Laboratories, Holmdel, N. J.

P_t = power fed into the transmitting antenna at its input terminals.	} Same units of power
P_r = power available at the output terminals of the receiving antenna.	
A_r = effective area of the receiving antenna.	} Same units of length
A_t = effective area of the transmitting antenna.	
d = distance between antennas.	
λ = wavelength.	

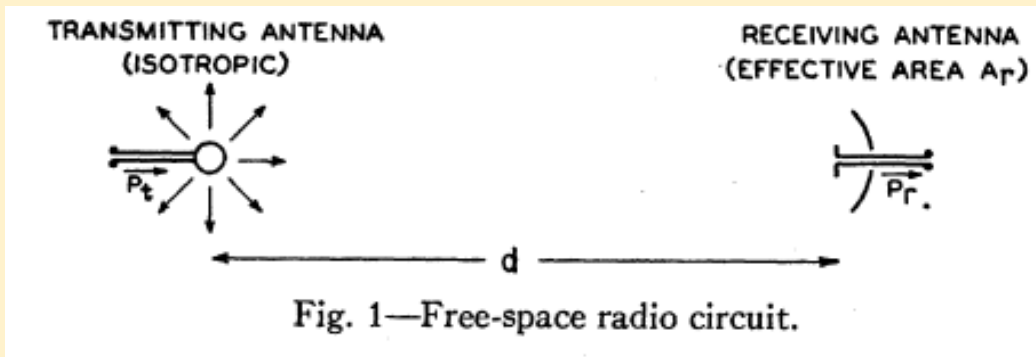
The effective areas appearing in (1) are discussed in the next section and this is followed by a derivation of the formula and a discussion of its limitations.

בשנת 1952 התמנה למנהל המחקר האלקטרוני במעבדות בל וקיבל פרסי הערכה רבים וביניהם גם תואר אבירות של ממלכת דנמרק. תרומה חשובה נוספת שגם היא ידועה על שם Friis היא החשיבות המיוחדת של ספרת הרעש בגלאים וחישוב ספרת הרעש הכוללת של מערכת קליטה המורכבת ממספר דרגות הגברה.

משוואת התקשורת האלחוטית

נתאר מקור קרינת רדיו עם פיזור איזוטרופי (קרינה שווה לכל הכיוונים) המשדר בהספק P_t [Watt]. איור 1 מתוך המאמר המקורי של פריס מדגים את ערוץ השידור והקליטה. במרחק R מן המקור, צפיפות ההספק תהיה:

$$(1) \quad \Delta P / \Delta A = P_t / 4\pi R^2 \quad [\text{Watt/meter}^2]$$



איור 1 ערוץ שידור וקליטה אלחוטי על פי Friis

כלומר ההספק ליחידת שטח יהיה ההספק הכולל מחולק לשטח כדור שרדיוסו R . אם במרחק R נציב אנטנה קולטת ששטחה האפקטיבי הוא A_r הרי ההספק שיכנס אליה מתוך הגל המישורי הפוגע יהיה:

$$(2) \quad P_r = (\Delta P / \Delta A) A_r = P_t A_r / 4\pi R^2 \quad [\text{Watt}]$$

כעת נכניס למשוואה את האפשרות שהאנטנה המשדרת היא בעלת כיווניות מרחבית, כלומר האלומה ממוקדת לתוך גזרה צרה יותר מאשר כדור. במקרה כזה האנטנה מגבירה את צפיפות ההספק פי השבח שלה, המסומן באות G_t .

$$(3) \quad P_r = G_t P_t A_r / 4\pi R^2 \quad [\text{Watt}]$$

הקשר הפיזיקלי הבסיסי בין שבח אנטנה לבין השטח האפקטיבי שלה נתון על ידי:

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

נדגיש כי השטח האפקטיבי אינו זהה לשטח הפיזי כי הוא תלוי גם בצורת העירור של הגלים. כמו כן קיימת נצילות הספק מסוימת η שהיא תמיד קטנה מ-1. כעת נציב במקום שטח האנטנה הקולטת את השבב שלה:

$$(5) \quad A_r = G_r \lambda^2 / 4\pi$$

ונקבל:

$$(6) \quad P_r / P_t = G_t G_r \lambda^2 / (4\pi)^2 R^2$$

נשים לב כי יעילות האנטנה המשרתת ויעילות האנטנה הקולטת נכללות כבר בהגדרת השבב שלהן. לביטוי $\lambda^2 / (4\pi)^2 R^2$ קוראים בדרך כלל הפסדי המעבר Path Loss, להבדיל מהחלק G_r המבטא את בחירת האנטנות.

הביטוי הכללי שניסח Friis התבסס דווקא על השטח האפקטיבי של האנטנות אך משמעותו כמובן היא זהה.

$$(7) \quad P_r / P_t = A_r A_t / \lambda^2 R^2$$

משוואת Friis תקפה במגבלות הבאות: ראשית היא מניחה כי בין המסדר והמקלט קיים מרחק משמעותי המקיים את תנאי השדה הרחוק על שם פראונהופר:

$$(8) \quad R > 2 D^2 / \lambda$$

היכן שהממד הגדול ביותר של האנטנה הוא D . שנית, המשוואה מניחה שקיים קו ראייה נקי הפרעות והסתרות בין האנטנות וכן אין השפעה למשטח האדמה.

לעיתים מוסיפים למשוואה את הפסדי ההחזרה של האנטנות או את הפסדי הקיטוב הכרוכים בהצבה לא נכונה של האנטנות, אך ברור כי אין בכך הכרח. לעיתים גם מוסיפים את הפסד האטמוספרי של התווך בין האנטנות. הרחבה מאוחרת יותר למשוואה, מוסיפה השפעות של קו ראייה חלקי או העדר קו ראייה בכלל על ידי חזקת ההתפשטות n

$$(9) \quad P_r / P_t = G_t G_r \lambda^2 / (4\pi)^2 R^n$$

כאשר n הוא מספר לא שלם המבטא את רמת ההסתרות וההחזרות בערוץ. בערוצי תקשורת אלחוטיים במרחב פתוח (outdoor) נהוג לקחת n בתחום 2.5 עד 4. בשטחים עירוניים נהוג להעריך את ערכו של n בתחום 3.5 עד 5 ובאתרים סגורים (indoor) ערכו של n יכול להגיע אף עד 6 או 7. השימוש המעשי של משוואת Friis נעשה בדרך כלל בסקלה לוגריתמית של dB.

נדגים באופן מספרי את חישובי הטווח המעשיים לפי משוואת Friis. לצורך זה נרשום את המשוואה כפונקציה של הטווח.

$$(10) \quad R^n = P_t G_t G_r \lambda^2 / (4\pi)^2 P_r$$

ובסקלה לוגריתמית:

$$(11) \quad n R = P_t (\text{dBm}) - P_r (\text{dBm}) + G_t + G_r + \lambda^2 - (4\pi)^2$$

מודם WiFi בדירת מגורים

$$P_t = 10 \text{ mW} = 10 \text{ dBm}$$

$$P_r = -90 \text{ dBm}$$

$$G_t = 1 = 0 \text{ dBi}$$

$$G_r = 1 = 0 \text{ dBi}$$

$$f = 2.4 \text{ GHz}, \lambda = 0.12 \text{ m}$$

$$\lambda^2 = -18.5 \text{ dB}$$

$$(4\pi)^2 = 157 = 22 \text{ dB}$$

נניח מודל התפשטות $n = 5$ ונקבל

$$5 R = 10 - (-90) + 0 + 0 + (-18.5) - 22 = 60 \text{ dB}$$

$$R = 12 \text{ dB} = 15 \text{ meter}$$

רואים שעקב הסתרות משמעותיות ביותר התקשורת מוגבלת למטרים ספורים. במקרה זה כאשר התקשורת מתקיימת בתנאי הסתרה מלאה, אין טעם בהגדלת האנטנות מפני שכיוון הקליטה הוא מקרי ואין להעדיף כיוון מסוים במרחב.

ערוץ תקשורת סלולרית בשטח גבעי (מתחנת הבסיס אל הטלפון הנייד)

$$P_t = 20 \text{ W} = 43 \text{ dBm}$$

$$P_r = -105 \text{ dBm}$$

$$G_t = 20 = 13 \text{ dBi}$$

$$G_r = 0.25 = -6 \text{ dBi}$$

$$f = 1800 \text{ MHz}, \lambda = 0.167 \text{ m}$$

$$\lambda^2 = -15.5 \text{ dB}$$

$$(4\pi)^2 = 157 = 22 \text{ dB}$$

נניח מודל התפשטות $n = 3.5$ ונקבל

$$3.5 R = 43 - (-105) + 13 - 6 + (-15.5) - 22 = 117 \text{ dB}$$

$$R = 33 \text{ dB} = 2 \text{ km}$$

ערוץ מיקרוגל מכוון בין שני תרנים

$$P_t = 20 \text{ W} = 43 \text{ dBm}$$

$$P_r = -70 \text{ dBm}$$

$$f = 10 \text{ GHz}, \lambda = 3 \text{ cm}$$

$$\lambda^2 = -30.5 \text{ dB}$$

$$G_t = G_r = 4\pi A_\eta / \lambda^2 = 40 \text{ dBi}$$

$$(4\pi)^2 = 157 = 22 \text{ dB}$$

נניח מודל התפשטות $n = 2.5$ ונקבל

$$2.5 R = 43 - (-70) + 40 + 40 + (-30.5) - 22 = 140 \text{ dB}$$

$$R = 56 \text{ dB} = 400 \text{ km}$$

רואים שלאנטנות הכיווניות יש השפעה עצומה והטווח מוגבל על ידי עקמומיות כדור הארץ ולא על ידי הספקי הרדיו.

דיון שכיח עוסק בבחירת התדר האופטימלי לתקשורת האלחוטית. השאלה תלויה בראש ובראשונה בסוג האנטנות שבהן משתמשים. כאשר משתמשים באנטנות תיל מסוג דיפול או מונופול או לולאה וכו', השבח של האנטנות אינו תלוי בתדר (כי גודל האנטנה הוא תמיד חלק קבוע של אורך הגל). הצבה במשוואת Friis מראה כי

$$(12) \quad R^2 \propto \lambda^2$$

כלומר הטווח גדל ככל ש- λ גדל וכדאי לרדת בתדר ככל שממדי האנטנות עדיין ריאליים. כאשר משתמשים באנטנות כיווניות שבהן השבח הפוך ל- λ^2 , הצבה במשוואת Friis נותנת:

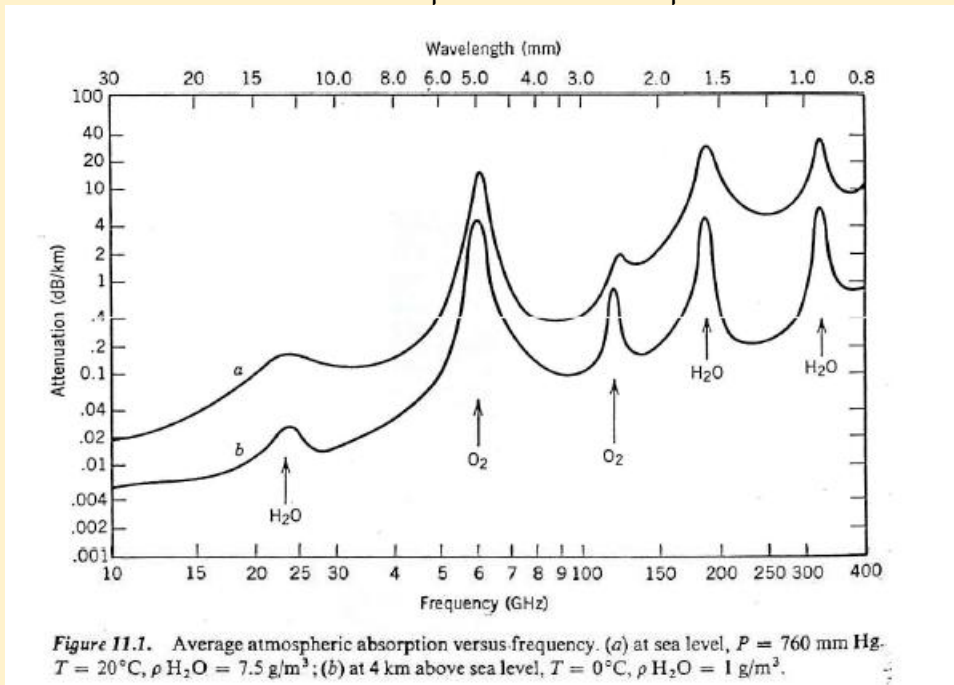
$$(13) \quad R^2 \propto 1 / \lambda^2$$

כלומר עקב ההשפעה המשמעותית של האנטנות, הטווח גזל ככל שאורך הגל יורד וכדאי לעלות בתדר עד כמה שהפסדי הבליעה באטמוספירה מאפשרים. איור 2 מציג דוגמה של הפסדי הבליעה באוויר ביום בהיר. רואים שבתדרים מסוימים (למשל 22, 60, 120 GHz) קיימים הפסדי

בליעה חזקים ואילו בתדרים נמוכים הפסדי הבליעה כמעט זניחים. כאשר אנטנה אחת היא כיוונית והאנטנה השנייה אינה כיוונית, כגון במקרים של תחנת בסיס המשרתת צרכנים ניידים, נוכל לקבל מקרה ביניים שבו:

$$(14) \quad R^2 \propto \text{constant}$$

ואז בחירת התדר תהיה פשוטה בין ממדי האנטנות לבין הבליעה האטמוספירית.



איור 2 דוגמה של הפסדי בליעה באטמוספירה (ביום בהיר) בתלות בתדר. הגרף העליון נמדד בגובה פני הים והגרף התחתון נמדד בגובה 4 קילומטר

רשימת פרסומים

BOOKS

Radar Systems and Components, Chapter on "Radar Antennas" (with W. D. Lewis), pp. 763-858. New York: D. Van Nostrand Company, 1949.

Antennas: Theory and Practice (with S. A. Schelkunoff). New York: John Wiley and Sons, 1952.

ARTICLES

"The Vacuum Tube as a Generator of Alternating-Current Power". (with John H. Morecroft), **Proceedings of the AIEE**, Vol. 38, No. 10, October 1919.

"Static Interference as a Function of Wavelength", (with L. J. Sivian), **Wireless World and Radio Review**, Vol. 10, No. 10, June 3, 1922.

"Radio Transmission Measurements", (with R. Brown and C. R. Englund), **Proceedings of the IRE**, April 1923, pp. 115-152.

"High-Frequency Amplifiers". (with A. G. Jensen), **Bell System Technical Journal**, April 1924, pp. 181-205.

"A New Directional Receiving System", **Proceedings of the IRE**, December 1925, pp. 685-707.

"A Static Recorder", **Bell System Technical Journal**, April 1926, pp. 282-291.

"A Radio Field-Strength Measuring System", (with E. Bruce), **Proceedings of the IRE**, August 1926, pp. 507-519,

"Methods for the Measurement of Radio Field Strength", (with C. R. Englund), **Transactions of the AIEE**, 1927, pp. 492-497.

"Direction of Propagation and Fading of Short Waves", **Proceedings of the IRE**, May 1928, pp. 658-665.

"Some Effects of Topography and Ground on Short-Wave Reception", **Proceedings of the IRE**, April 1932, pp. 699-721.

"Determination of Direction of Arrival of Short Radio Waves", (with C. B. Feldman and W. M. Sharpless), **Proceedings of the IRE**, January 1934, pp. 47-78.

"A Multiple-Unit Steerable Antenna for Short-Wave Reception", (with C. B. Feldman), **Proceedings of the IRE**, July 1937, pp. 303-318.

"Noise Figures of Radio Receivers". **Proceedings of the IRE**, Vol. 32, July 1944, PP-419-422.

"Note on a Simple Transmission Formula", **Proceedings of the IRE**, Vol. 34, May 1946, pp. 254-256.

"Radar Reflections from the Lower Atmosphere", **Proceedings of the IRE** (Letter to the Editor), Vol. 35, No.5, May 1947.

"Microwave Repeater Research". **Bell System Technical Journal**, Vol. 27, April 1948, pp. 183-246.

"A Reflection Theory for Propagation Beyond the Horizon". (with A. B. Crawford and D.C. Hogg), **Bell System Technical Journal**, Vol. 36, May 1957, pp. 627-644.

PATENTS

- 1,586,985 (1926) Duplex Carrier Wave Transmitting and Receiving Systems
- 1,647,349 (1927) Radio Signaling Apparatus
- 1,675,848 (1928) Transmission Regulation
- 1,678,183 (1928) Signal Reception
- 1,727,010 (1926) Radio Receiving Circuits (with A. G. Jensen)
- 1,762,974 (1930) Radio Receiving Systems
- 1,795,648 (1931) High Frequency Oscillation Generators
- 1,8°4,087 (1931) Wave Amplifying (with E. Bruce)
- 1,844,953 (1931) Radio Receiving Circuits
- 1,859,867 (1932) Wave Transmission Circuits (with A. G. Jensen)
- 1,867,356 (1932) Electric Wave Translating Systems
- 1,916,358 (1933) Radio Direction Finders (with E. Bruce)
- 1,947,256 (1934) Antenna Counterpoise Systems
- 2,013,140 (1935) Translating Circuit
- 2,041,600 (1936) Radio Systems
- 2,236,393 (1941) Directional Antennas (with A. C. Beck)
- 2,245,660 (1941) Radio System (with C. B. H. Feldman)
- 2,401,751 (1946) Coupling System
- 2,406,364 (1946) Oscillation Generator
- 2,416,675 (1947) Horn Antenna Systems (with A. C. Beck)
- 2,419,557 (1947) Branching Circuits
- 2,575,804 (1951) Microwave Hybrid Junction (with W. D. Lewis and L. C. Tillotson)
- 2,630,489 (1953) Waveguide Joint (with A. C. Beck)
- 2,773,978 (1956) Transmitting and Receiving Circuits for Wave transmission Systems