

4X-Bulletin

גיליון מס' 1 מרץ 2020



בתמונה: מיכאל ברק ז"ל, עורך "הגל" 2002 - 2019

תוכן עניינים

- 3 - דבר העורך
- 4 - דבר העורך היוצא – מיכאל ברק ז"ל 4X1KF
- 10 - רשת ה- DMR – רונן פינצ'וק 4Z4ZQ
- 19 - רשת חירום לאומית – ד"ר בן ציון שעל 4X1IL
- 10 - בננה ירוקה אלוף עולם – 4X4GB – יהודית (בן-נסים) ספונר
- 13 - תחנת חיפה רדיו 4XO אינה עונה – נפתלי בלבן-אוברהנד 4Z1RM
- 16 - חובבי הרדיו במלחמת שלום הגליל ב-1982 – מאת 4Z1RM
- 19 - הדציבל – אבנר דרורי – 4X1GE
- 29 - סוללות – מיכאל ברק ז"ל – 4X1KF



דבר העורך

עורך "הגל", מיכאל ברק ז"ל 4X1KF, לפני שהלך לעולמו העביר לנו את החומרים שכתב ואסף, מתוך כוונה שנפרסמם בגיליון "הגל" אותו עמדנו להוציא לאור. לצערנו, אותו עיתון שהופיע באופן קבוע קרוב לשבעים שנה פסק חדל להתקיים. ולכן החלטנו לפרסם חומרים אלה ביוזמתנו ובאופן פרטי וחופשי במהדורה אלקטרונית. אנו מקדישים גיליון זה לזכרו של האדם היקר הזה שהלך מאיתנו.

שם הגיליון – עיתון לענייני חובבות הרדיו: **4Xbulletin**
נערך על-ידי משה אינגר 4Z1PF ונפתלי בלבן-אברהנד 4Z1RM.
על העורכים:

משה אינגר – מחנך, עורך וכותב ספרים בתחום הטכנולוגיה, כתב בעבר בעיתון "הגל" של אגודת חובבי הרדיו. כיהן כיו"ר האגודה והיה חבר בוועד האגודה במשך שנים רבות.

נפתלי בלבן-אברהנד – כיהן כיו"ר האגודה, משורר, סופר ועיתונאי, חבר ועד באגודת הסופרים העבריים במדינת ישראל. כמו כן חבר פעיל בוועד אגודת העיתונאים בחיפה והצפון.

החומרים המופיעים בגיליון ניסיוני זה חוברו על-ידי חובבי רדיו בארץ ונועדו לשיבוץ בעיתון "הגל" של IARC. אך כך רצה הגורל שלא התאפשר לעורכי גיליון זה לפרסמם, לכן הם החליטו לפרסם את החומרים באופן עצמאי ובלתי תלוי באמצעות ניוזלטר חופשי להפצה בין אנשים האוהבים את חובבות הרדיו בהיבטיה השונים.

בימים קשים אלה, כאשר מגיפת וירוס הקורונה משתוללת בעולם ואנו רובנו סגורים בבתינו, חשבנו לתרום במשהו על מנת להציע חומר קריאה מעניין בתחום התחביב שלנו.

אמר לי פעם אדם שהוא מחנך בישראל: "חובבות רדיו אינו תחביב אלא אורח חיים!" אנו חובבי הרדיו שתמיד מוכנים לעזור לאנשים בכל מקום בעולם ע"י יצירת קשר בחירום, "מובטלים" כעת, מכיוון שהעולם אמנם חולה – אך התקשורת הממוסדת פועלת היטב.

טוב עשו חובבי הרדיו חברי ה-IARC שבנו וטיפחו את רשת הממסרים המפוארת שקיימת בארץ כבר מ-1974 (46 שנים), ועם חלוף הזמן השתכללנו ועברנו מציוד שפופרתי, טרנזיסטורי לציווד ממוחשב למופת.

גם אצלנו ישנן אופנות: אם בשנות ה-40 שלט אפנון ה-AM, בשנות ה-60 ה-SSB ובשנות ה-70 ה-FM, הרי בשנות ה-80 ב-RTTY ורדיו מנות. כיום אנו מתקשרים ב-DMR, תקשורת לוויינים וממשיכים להתעניין בשיטות נוספות המקובלות בעולם החובבים. לאחרונה הוקמה קבוצה של חובבים המעוניינים להקים רשת חירום אינטרנטית בשיטה המוכרת בארה"ב שם AREDN. כבר נעשים ניסויי קשר ונכון להיום הרשת הניסיונית שברובה ביתית, מכסה חלקים משטחי המרכז וצפון הארץ.

בגיליון ראשון זה תמצאו מאמרים הן על רשתות מודרניות וכן מאמרים תיאורטיים בתורת הרדיו וכן סיפורים הקשורים להווי חובבי הרדיו בישראל.

אנו מתכננים להוסיף גם מדורים נוספים כגון: פינת ה-DX, תחרויות, לוויינים, אנגלית ועוד... נשמח לקבל כתבות, משוב, וגם בקשות הסרה לכתובת המייל שלנו:

4XBulletin@gmail.com

קריאה נעימה! **נפתלי בלבן-אברהם 4Z1RM**, עורך הגיליון הנוכחי.

דבר העורך היוצא

דבר

כאשר קיבלתי עלי את תפקיד עורך "הגל" ב-2002 "הגל" הכיל 60 עמודים. קיבלתי חומר שהיה יכול לספק שני עיתונים ואף דחיתי חומר לעיתון הבא ואפילו ליותר. כתבות ארוכות זכו אצלי לפריסה לעיתון הבא או אפילו יותר. לאט אבל בטוח המצב השתנה, והיום איני מקבל אפילו שמינית מכך. אם מישהו חשב שאני אהיה עורך, מתרגם ו/או כתבן של כל העיתון אני מציע שיחשוב שנית. ויתור על אורח החיים שלי, לשבת כל יום 8-10 שעות כדי לספק את דרישות העיתון, כדאי שיחשוב שוב, או יעשה את זה בעצמו. מ-2002 אני עורך את העיתון. כמעט שש עשרה שנה. אני חושב שצריך לתת למישהו צעיר ומוכשר ממני להיכנס לנעלי העורך. כאשר יענקלה וטוביה זרקו לי את הרעיון לא ידעתי דבר, חוץ מעברית, אנגלית, גרמנית ואפילו הולנדית במידה מסוימת. במשך השנים "נשמות טובות" קיצצו בשכר שלי והשגיאה שלי, שלא הפסקתי בו במקום לערוך את הגל. אבל זה היסטוריה. כרגע הסיבות שונות, אבל בשום פנים אינני חוזר בי. כמו שאמר לי פעם גדעון רדין 4X4IO "אני רוצה את החיים שלי חזרה" – צדק! אני מודה לו וגם לאבנר דרורי 4X1GE שהיו לי ל"עורכי משנה" ולעזר רב, גם בחומר וגם בעצות מועילות. אני מאחל הצלחה מרובה לעורך הבא!

שלכם מיכאל 4X1KF



רשת ה-DMR בארץ,

מאת: רונן פינצ'וק, 4Z4ZQ מרץ 2020

בשנים האחרונות הוקמה בארץ רשת ממסרים ספרתיים העובדת בפרוטוקול DMR. בכתבה זו נסקור את הרשת וניגע ביישומים ובאפשרויות ההתחברות אליה. השם DMR מציין ראשי תיבות של Digital Mobile Radio. זהו תקן פתוח של שידור ספרתי, אשר אומץ בתחילה על-יד מוטורולה, ובהמשך על-ידי יצרנים נוספים של ציוד קשר. הוא מהווה תקן של תקשורת ספרתית המיועד במקור לצורך מסחרי, וחובבי הרדיו אימצו אותו לתקשורת בתחביבם.

תכונותיו הבולטות של ה-DMR הן:

1. שני ערוצי דיבור באותו תדר בו זמנית
2. איכות שמע נקייה ללא רעשים האופייניים למערכת אנלוגית
3. אפשרות להעביר מידע ספרתי, הודעות טקסט, מיקום GPS ואפילו העברת קבצים.
4. אפשרות לחבר בין ממסרים לקבלת רשת עם כיסוי טווח גדול מאוד.

חובבי הרדיו לקחו מכשירי DMR, (בתחילה מוטורולה, ועם כניסתם של הסינים לתחום, גם ציוד סיני), וחיברו את הממסרים לרשת בה משתתפים ממסרים מכל קצווי תבל. בעת בה נכתבות שורות אלה קיימים בארץ 7 ממסרים, המחברים לאחת הרשתות העולמיות המכונה "Brand Meister" מצ"ב תרשים המבנה של הרשת הישראלית. רשת ה-Brand Meister הינה רשת עולמית, אליה מחוברים כ-4000 ממסרים מכל העולם. היא מורכבת מ 46 שרתים לצורך חיבור הממסרים לרשת. גם בארצנו ישנו שרת, אשר הוקם ומתוחזק על ידי יורם רוטבך.

חיבור הממסרים בארץ לרשת נותן לנו אפשרות ליצור קשר מכל אחד מהממסרים למשנהו, כך שמי שקורא על ממסר אילת למשל, יכול למעשה ליצור קשר עם כל קצוות המדינה. כמו כן, וכפי שצוין, תקן ה-DMR מאפשר שני ערוצי דיבור בו זמנית, ניתן לנהל שיחה נוספת על הממסר.

מכיוון שהרשת מחוברת גם לרשת העולמית, ייתכן בהחלט מצב בו חובב מסוים יקיים קשר בערוץ הארצי (קבוצת דיבור 425 Talkgroup), ובמקביל חובב אחר מישראל יקיים קשר עם חברו בארה"ב.

הוחלט שהרשת הארצית, (TG425) תשתמש ב--Timeslot1, ושיחות לחו"ל תתבצענה על Timeslot2.

בנוסף לדיבור על הממסר, הרשת מאפשרת גם את הפעולות הבאות:

1. קשר לכל ממסר. (או חובב שברשותו DMR) בעולם

2. קשר פרטי בין שני מכשירים ברשת
3. משלוח נתוני GPS והצגתם על מסך
4. העברת הודעות טקסט
5. חובב יכול לשמוע את השידור שלו עצמו כדי לשמוע איך הוא נשמע במסר זו היא פונקציה מובנית בשרת והשם הנפוץ שלה בקרב החובבים הוא תוכי שהיא למעשה קריאה פרטית ל ID 425997 אשר יש לשדר אותה על סלול 2.

החיבור לרשת יכול להתבצע במספר דרכים:

1. עבודה מול ממסר (נדרש לשם כך מכשיר DMR)
2. עבודה מול Hotspot (נדרש לשם כך מכשיר DMR)
3. ע"י דונגל "מקודד" שמכיל את שיטת התקשורת של הנתונים בה ה-DMR משתמש (AmBe2+) למחשב או לטלפון חכם ודיבור דרכו. (אינו דורש מכשיר DMR)
4. בנוסף, הותקן צומת, המאפשר להיכנס לרשת הארצית (TG425) מרשת ה- Echolink. זה מאפשר להיכנס מכל מקום בעולם להיכנס מטלפון חכם לרשת. (רק נדרש להתקין את ה- Echolink על הטלפון החכם).

הציוד הקיים בשוק לעבודת DMR

קיים ציוד רב בו ניתן להשתמש לשם עבודה עם DMR. ציוד זה יקר בדרך כלל, ואינו נותן מענה מספק לצרכי החובבים. כמו כן, הוא גל בודד. לאחרונה הופיע ציוד תוצרת סין Dual-Bander, שעונה על צרכי החובבים בצורה טובה.

חלק ממכשירי הקשר הנישאים המתאימים לחובבים הם:

1. Baofeng RD5R
2. Anytone AT-D868UV וכן 878
3. Allunce HD1
4. Radioddy GD77
5. TYT-MD2017
6. TYT-MDUV380 מכשיר גל בודד.

לרכב קיימים שני מכשירי Dual Band האחד – TYT-9600, והשני הינו מכשיר מבית היוצר של מודל Anytone 578. אשר מכיל שני מקלטים ומאפשר האזנה בו זמנית על 2 תדרים או באותו גל או בשני גלים שונים כמו כן מאפשר האזנה על גל אחר גם בזמן שמשדרים בגל השני. ישנם גם מכשירי רכב גל בודד אבל מומלץ להצטייד במכשירי Dual-Bander מאחר ויש לנו כבר ממסרי DMR בשני הגלים טווח מחירי ה-Handy הוא בין 70 ל 160 דולר, כאשר מסתמן שהמכשיר המתאים ביותר לצרכי החובבים הוא: AT-D878. כמכשיר נישא ולרכב ה 578 הוא המכשיר המומלץ.

עלייה על האוויר

מאחר ו-DMR נועד במקור לשימוש מסחרי, תכנות המכשירים שונה מזה לו אנחנו רגילים במכשירי החובבים. במקור התכנות נעשה באמצעות "תוכנת צריבה" (CPS), והיא אינה פשוטה בהשוואה לתכנות מכשיר חובבים.

חלק מהפרמטרים ניתן לתכנת במכשיר דרך המקלדת, אך מדובר בתהליך לא פשוט. לכל המכשירים המוכרים קיימים קבצי תכנות (Code Plug), המוכנים לעבודה מול הממסרים בארץ. הדרך הקלה ביותר היא לקחת קובץ כזה, לשנות בו את מספר הזיהוי (כל חובב מקבל מספר זיהוי ייחודי כדי שהרשת תזהה אותו), למספר של החובב המתאים ולעבוד.

מאחר ומדובר במערכת ממוחשבת עולמית, ניתן לקבל שירותים רבים. שניים מתוכם הם: ראייה של כל מי שמדבר ברשת בזמן אמת, ואפשרות חיתוך של מידע ספציפי. כגון קבוצת העבודה שמדברים עליה או פעילות ספציפית על ממסר מסוים ועוד

עושים זאת על-ידי גלישה לכתובת הבאה: [HTTP://brandmeister.network/?page=lh](http://brandmeister.network/?page=lh) מתקבלת טבלה גדולה של פעילות בזמן אמת עם מידע מי מדבר, דרך מה הוא מדבר, ועם מי הוא מדבר.

בנוסף, ניתן לשמוע בזמן אמת כל שיחה שמתבצעת על-ידי גלישה לכתובת הבאה: <https://hose.brandmeister.network>

אפשר לחפש את קבוצת הדיבור של ישראל, וכשרואים אותה, לחיצה על העכבר תביא אותנו למסך המאפשר השמעה.

קישור ישיר לרשת הארצית הוא בכתובת הבאה:

<https://hose.brandmeister.network/425>

ניתן להאזין שם בזמן אמת לשיחות ברשת הארצית.

לסיכום: רשת ה-DMR הארצית נותנת אפשרויות רבות שהיו בגדר חלום ברשת האנלוגית. הציוד כיום זול מאוד, וב-100 דולר ניתן לקנות מקמ"ש סיפרתי נישא Dual Bander. (כמובן שכל מקמ"ש ספרתי יכול לעבוד באופן אנלוגי וניתן לדבר בממסרים האנלוגיים הישנים).

אני ממליץ בחום לעלות על הרשת ולדבר דרכה.

רשת חירום לאומית

מאת: ד"ר בן ציון שעל 4X1IL

בימים טרופים אלה בה עלולות מערכות התקשורת והחשמל להיפגע (אם כי הקורונה היא לא הגורם הישיר לכך), הרי יש לאמץ גישה, לתכנן ולתרגל פעילות על מנת שביום פקודה נפעל ללא דופי. במצב בו לא יהיה קישור אינטרנטי, ומערכת החשמל לא תפעל, או תפעל לסירוגין עם הפסקות רבות. לפיכך, יש לגבש מדיניות של תפעול קבוצתי. בתדרי החירום בפס ה-HF הבינלאומיים יש פתרון לתקשורת ארצית ובין ארצית. דרישות הפתיחה כוללות מעבר לציוד נייד ואנטנות, רכב זמין ומתודלק לאספקת מתח תפעולי מהמצבר. תקשורת ידנית או ניידת בתדרי V/U אכן מומלצת, אך פגיעה מהפרעות ואובדן קישור אינטרנט בין הממסרים. גם תקשורת הלוויינים החדשה עלולה לסבול מהפרעות ומאילוצים פוליטיים שישביתו את הפעילות הזו. מעבר לכך, כמות המידע הספרתי שניתן להעביר באמצעים אלו הוא מוגבל. תקשורת המחשבים בתדר של 13 ס"מ מאפשרת להתגבר על כל המכשולים. המערכת עשויה לתמוך בקישור בין כל הממסרים, למעט קבוצות הדיבור לחו"ל. ההספק הנדרש הוא זעיר וניתן לגיבוי על ידי סוללת שמש. היחידה מופעלת עושה שימוש במחשב נייד, ומתפקדת כממסר רישתי גם כשלא נעשה בה שימוש מקומי.

קיימים בשוק מספר רב של התקנים שניתן להפעילם בקונפיגורציה מקובלת (ad hoc) של קבוצת חובבים אמריקאית AREDN התופסת תאוצה בין החובבים בארץ ובעולם. חלקם בהספק של כמעט וואט עם חיבורי אנטנות חיצוניות, ואטומים להפעלה בחוץ. בנוסף, יחידות עם אנטנות פנימיות בהספק של עד 0.1 וואט להפעלה ביתית. הראשונות מופעלות ממתח של 12 וולט באמצעות מעגל PoE (Power over Ethernet), כלומר, אספקת מתח הפעלה גבוה יותר המתקבל משנאי רשת ומועבר על קו התקשורת (RJ-45) שהוא בן 8 גידים, ומונחת בהתנגדות המוליכים למתח הנדרש. במקרה של הפעלה ניידת מרכב ניתן להעלות את מתח המצבר ל-15 וולט להזנת מעגל ה-PoE או להשתמש בממיר למתח של 220 וולט ז"ת. בסקירה בהמשך נתרכז במערכות בעלות מתח כניסה של 5 וולט המתקבל בהתקן USB הקיים גם בכל מכונת. מוצרים כאלו מיוצרים על ידי שתי חברות (MikroTik and GL-iNET), מחירים בסביבות מאה שקלים וניתן להשיגם במלאי בארץ.

החלוקה התפעולית של המערכות מתבצעת בתדרי מיקרוגל הדורשים קו ראייה בין היחידות. הציוד הציבורי בדומה לממסרים פועל בתחום של 5.8 גה"ץ, מהווה נקודות גישה למערכות הקצה, ולתקשורת בין הממסרים. ההתקנים האישיים פועלים בתחום הנמוך של 2.3 - 2.4 גה"ץ. קיים ציוד בתדר של 3.5 גה"ץ, אולם הוא יקר לרכישה בהשוואה לשאר. הציוד בתדר 900 מה"ץ נמכר בארה"ב, אך אסור לשימוש בארץ.

היתרון המשמעותי בתפעול יחידות כאלו הוא השימוש בתאי שמש להטענת סמארטפונים יחד עם סוללת גיבוי מתאימה. ואכן המערכת המוצגת GL-AR300M16-Ext בעלת הספק של 100 מיליוואט הפועלת בתדר 2397 מה"ץ מוצבת על תלת רגל, ומחוברת לאנטנה כיוונית סמי גריד של 24 dbi מחד ואנטנה כלל כיוונית של 9 dbi מאידך. הטווח עשוי להגיע למספר קילומטרים וניתן לארוז את כל הציוד בקופסא אטימה למים. אפשר להתקשר מאותה מערכת

עצמה כאשר היא משמשת כ"ממסר", תוך כדי שימוש בתכונה הרישתית (mesh) וזאת בעזרת מחשב נישא ותוכנת גלישה כלשהיא, ללא כל צורך בחיווט ביניהם. מערכת כזו עשויה להיות רכזת למערכות מחשבים רבות משתתפים כאשר ההתקן הוא יחידת USB150 לטווח קצר המזוון מהמחשב הנייד המארח. תא השמש מספק מתח של 5 וולט בהספק של 5 וואט לסוללת גיבוי סטנדרטית של סמארטפון. בתנאי מזג אויר רגילים של ארצנו המערכת מתפקדת 24/7 ללא כל אחזקה וטעינה חיצונית. יחידת התקשורת במחשב היא GL-USB150 בהספק 100 מיליואט עם אנטנה פנימית בלבד, ובהתאם הטווח.

פרטים נוספים והסבר מפורט להתקנת הקושחה הספציפית בהתקנים ניתן למצוא באתר הקבוצה לתקשורת ספרתית <http://www.ildcg.org>. תשובות לשאלות והבהרות אפשר למצוא בקבוצת הוואטסאפ של הקבוצה. קישור להצטרפות לקבוצה:
<https://chat.whatsapp.com/Geh8y2WnjaF6yAKRvOXg3A>
נשמח להצטרפותכם.





בננה ירוקה אלוף עולם 4X4GB

כתבה : אחותו יהודית (בן-נסים) ספונר

כמו צופה במסך סינמסקופ ענק, עולות תמונות ימי ילדות מאושרים בביתי בכפר גנים. מוקף היה הבית עצי פרי לרוב ובגינה פרחים ריחניים בשלל צבעים. בצידו האחד היה כרם ענבים, מצידו האחר שורת ברושים גובהי צמרת. בחזית מעברו השני של הרחוב, פרדס ירוק שניטע על ידי הורינו כאשר הגיעו למקום זה להתיישב בו. כביש סלול היה בגדר חלום. הרחוב שלנו עטור חולות זהובים לוהטים בימי הקיץ ושלוליות ענק בחורף הקשו את הגישה להולכי הרגל. רכב בודד שנקלע במקרה נהגו הלא מיומן היה שוקע בחולות הללו, לנו הילדים נוספה עוד חוויה.

כיום, הסמרטפון משמיע קול שריקה ומתריע בכל רגע על הודעה חדשה מחברה או חבר מקבוצה זו ואחרת, בלחיצת מקש כל העולם מגיע לפתחנו על מגש. היו גם זמנים אחרים בהם התקשורת הייתה רק פנים אל פנים. חברים היו בשפע, משפחות ובניהם באו לביקורי פתע. באותם הימים משפחתי היקרה אבא גבריאל, אמא פנינה סבא וסבתא וחמישה ילדים, גרנו הרחק מהעיר הגדולה במקום הטובל בשדות ירוקים ומרחבים. אחי הגדול יאיר המוכשר היה ממציא גדול. את רדיו הטרגזיסטור הראשון שנראה בארצנו בנה במו ידיו מקופסת סיגריות כתומה מפלסטיק אותה נתן מתנה לאחותי הגדולה תמר שיכלה לשמוע מוסיקה וחדשות בזמן שירותה הצבאי בתותחנים. הוא הצליח להפתיע את סבי אליהו כאשר בנה מכשיר הקלטה והקליט אותו מתפלל ומברך אותנו הילדים שעמדו לידו וסבי לא הבין מאין מגיע קולו שלו עצמו, היה זה פלא בעיניו.

היו אלה ימים שלאחר הצנע. עם שחרורו מצבא הקבע בחיל הקשר החליט יאיר להקים תחנת שידור בביתנו. במעט חסכוניותו קנה חלקי חילוף מעודפי הצבא, מכשירים אותם הפך לשמישים ובנה במו ידיו מקלט ומשדר חזק במיוחד, הנורות הגדולות שבו הפיצו אור וקרינה שנורת ניאון ארוכה שאחזו בידו נדלקה מעצמה. את המיקרופון והפיה יצר מבסיס של ונטלטור ישן. הקשר היחיד עד כה עם החוץ היה מכשיר טלפון שחור יקר מציאות שהותקן בביתנו לאחר ציפייה של מספר שנים. כאשר הונחה תשתית עמודי טלגרף מיוחדת היה מכשיר זה היחיד בכל האיזור כולו, אליו נוספה עתה תחנת הרדיו.

יאיר הצטרף לקבוצת חובבי הרדיו לאחר שקיבל רשיון שהוענק לו על ידי שירותי הנדסה ורדיו של משרד הדואר, לאחר שעמד בבחינות והוכיח שביכולתו הידע הטכני לתפעולה של תחנת רדיו. לימים התקבל לעבודה במקום זה.

אות הקריאה של יאיר היה 4X4GB וגם התחנה נקראה כך :

תחנה חזקה צריכה שתהיה לה אנטנה מיוחדת. במרכזה של הגינה בחצר ביתנו הציב עמוד צבוע כתום 15 מ' גובהו, בראשו התנוססה אנטנה מעל צמרות העצים ונראתה למרחקים, פלא הנדסי שאותו בנה יאיר מצנורות השקיה. היה לה מנגנון שיכולה להסתובב לכל כיוון בלחיצת כפתור מתוך הבית, במתקן עגול בצורת שעון עם מחוג ומפת העולם מצויירת עליו. מכל קצות הארץ באו אנשים לראותה בפעולה. והיותה סימן היכר לביתנו מאחר ולא היה עדיין שם לרחוב.

חבריו בארץ אף הם הקימו תחנות שידור בביתם, כמובן לאחר שעמדו גם הם בבחינות מטעם שירותי הנדסה ורדיו. תחילה היתה שפתם רק שפת המורס, בהמשך קיבלו היתר לעבוד בגלים קצרים גם בדיבור. מדי שבת היינו בני המשפחה מצטופפים בקירבת המשרד ושומעים את חובבי הרדיו קוראים אחד לשני: "סיק-יו סיק-יו" "מחפש אותך" אחי יאיר ארבע איקס ארבע ג'י-בי או "גרין בננה" היה עונה ומזהה חברים. היו מדברים על הא ועל דא, על מזג האויר על כוחו של המכשיר, גובה האנטנה ועוצמת השידורים. מאזין שכיוון מקלטו לגלים קצרים יכול היה לשמוע שיחות מעל גלי האתר הללו שרחשו יומם ולילה. במשך הזמן התרחב מעגל חובבי הרדיו, חובבים מכל העולם יצרו קשרים עם עמיתיהם בארץ. החליפו גלויות עם סימן היכר של כל תחנה, נוצרו חברויות ממש יפות. זאת להזכיר שלא היה אמצעי קשר אחר. לשמוע שיחה מאנטארקטיקה או מאלסקה ופינלנד גרם לשמחה והתרגשות רבה.

אגודת חובבי הרדיו בישראל הוקמה ובעידודה נערכו כנסים שנתיים שבהם יכלו חובבי הרדיו להכיר איש את רעהו ובאותו מעמד לבנות תחנת שידור ארעית ולשדר ממקום הכינוס, נוצרו קשרי חברות יפים בין האנשים. מדי פעם נשמעו חובבי רדיו מארצות שחל איסור חמור ליצור איתן קשר ואסור היה לענות להם אפילו שקראו ורצו לדבר עם הישראלים. יאיר במסגרת תפקידו בשירותי הנדסה ורדיו אחראי היה על תחנות האלחוט של חובבי הרדיו לבל יעברו על הכללים המוגדרים ולא ישדרו דברים אסורים "אנחנו רואים את חובבי הרדיו כשגרירי המדינה לכל דבר, הם מייצגים אותנו בעולם על כן עלינו להקפיד שיפעלו בצורה מכובדת ומעוררת כבוד."

מדי שנה נערכה תחרות בינלאומית והשתתפו בה החברים מישראל שהגיעו למקומות טובים. גם יאיר השתתף בתחרויות הללו והצליח להגיע למקומות טובים. בשנת 1957 הגיע למקום הרביעי ובשנה שלאחר מכן חסרו לו שלוש התקשרויות להגיע למקום הראשון.

בשנת 1959 התקיימה תחרות בינלאומית נוספת בה לקח יאיר חלק. השנה הייתה החלטתו נחושה לנצח ויהי מה. חוקי התחרות חמורים שופטים מוסמכים מאזינים משך כל הזמן על כל גל וגל ובודקים אם אין המתחרים מנסים לעקוף את החוק. כלל ראשון הוא שעל חובב בעל רשיון להתקשר בעצמו במשך כל 48 השעות אסור להחליף אותו ולו גם לשיחה אלחוטית אחת. התקשרות עם כל יבשת אחרת מזכה את המתחרה בשלוש נקודות ואילו התקשרות עם אותה יבשת בה נמצאת התחנה – בנקודה אחת. נאסר בערב לפני התחרות לשדר אלא משעה שנקבעה. דממת האלחוט הופרה ברגע שהתחרות החלה. היה צורך ליצור קשרים עם חובבים ברחבי העולם ולדבר עם כמה שיותר מהם. במהלך יממות אלה ללא שינה ועם גרון ניחר יאיר עמד במשימה. איסלנד, גרינלנד, קוסטה-ריקה, סלוואדור ועוד. במהלך אותה תחרות התקשר יאיר עם

אלף (!) חברים במאה ארצות שונות, לידו עוזרת ברשימת התחנות אחותי הגדולה תמר שאותה מכירים חובבים בעולם כמו פיטר מפינלנד שבימים רגילים היה עורך לה חידוני מוסיקה או מנגן לה על הגיטרה שלו.

המאמץ נשא פרי יאיר עמד בתחרות הגיע למקום הראשון וזכה להיות אלוף עולם בשנה זו ואף בשנה שאחריה. במשך שנתיים ברציפות "גריין בנגה" פורסם בכל העולם. שני גביעים עם הקדשות מתנוססים ברוב כבוד על המדף בסלון ביתו. בכותרות העיתונים התנוססה ההודעה: "בנגה ירוקה אלוף עולם". כל בני המשפחה רתומים לתחביב הזה מאזינים לשיחותיו עם ידידי האלחוט שלו. כולנו, אחי הקטנים ממני אלי ואורנה אף הם משתתפים בשמחה. בית משפחת בן-נסים בכפר גנים על החולות הפך מוקד משיכה למבקרים רבים. אורחים מגיעים מקצווי תבל, אין רגע משעמם. רב אמן השחמט שמואל רשבסקי שהגיע לתחרות שחמט בישראל בא לביקור בביתנו על מנת לדבר עם בני משפחתו בארצות הברית. לואי אמסטרונג המחצצר הנודע פקד את ביתנו. גם רופא השגרירות הארגנטינית ד"ר רוברטו קרלוסו קטפנו היה מגיע מדי יום ראשון לביתנו על מנת לשוחח עם משפחתו שהתיצבה בביתו של חובב רדיו ארגנטינאי בשעה יעודה. יאיר עצמו נסע לאיטליה וברומא פגש חבר אותו הכיר על גלי האתר, התקשר עם ידידו חובב רדיו אף הוא מכפר גנים להודיע לנו לפתוח המכשירים וכך שוחחנו מביתנו עם יאיר ברומא.

שבועות אחדים לאחר התחרות במוצאי שבת ישב יאיר ליד המקלט ושמע ממנו קריאה קלושה קוראת דחוף לכל תחנות "ארבע איקס ארבע". הקריאה באה מאקרה בירת גאנה והופנתה לישראל. על הגלים דיבר דיק חובב הרדיו האנגלי שהודיע על תאונת דרכים קטלנית בה נפצע קשה רמי כץ בן השמונה ומבקש להזעיק עזרה. יאיר מכוון האנטנה לכיוון גאנה ומשיב לקריאתו. אל דיק מגיע יוסקה איש משרד החוץ הישראלי העובד בגאנה ומוסר הפרטים הדרושים. הוא מבקש ליצור קשר עם מומחה לנתוחי מוח ד"ר אשכנזי מביה"ח בילינסון. השיחה מגאנה עוברת דרך הטלפון שלנו אל הרופא המקבל פרטים ועומד על חומרת המצב. יש להחיש לילד עזרה ולהציל את חייו. מתחילה סדרה של התקשרויות. הוא מבקש שיאיר יתקשר עם מפכ"ל המשטרה מר יוסף נחמיאס ועם מרכז הקשר של משרד החוץ למציאת מקום טיסה לרופא וסידור מסמכים. למחרת התפרסם הדבר בארץ ובעולם כולו. חמישה רופאים בעלי שם מרחבי העולם הוזעקו אף הם אל הנער. ד"ר אשכנזי הגיע לגאנה במהירות טיפל בנער והציל את חייו. הילד החביב החלים חזר ארצה ובא לבקר עם משפחתו בביתנו. אמא שלנו היקרה כהרגלה כיבדה את האורחים במטעמים ובתה המפורסם שלה עם הניחוח המשובח בסטיקנאת מל צ'אי. יאיר קיבל מברקי ברכה משרת החוץ גולדה מאיר, משגריר ישראל מר אהוד אבריאל וזכה להרבה כתבות אוהדות בכל העיתונים בארץ. על קיסר חבש הילה סילאסי שניצל מהפיכה בזכות תשדורת שנקלטה כאן ועוד סיפורים נשאר לפעם הבאה.

ירושלים, אב תשע"ז אוגוסט 2017

תחנת חיפה רדיו 4XO אינה עונה

נפתלי בלבן-אברהם, 4Z1RM

נחזור לשנותיה הראשונות של המדינה, ואף לפני כן.

נמל חיפה שהוקם בשנת 1932 והיה נמל מודרני, שירת את ארץ ישראל הקטנה ואף חלק ממדינות ערב, שנשלטו על-יד הבריטים והיה זקוק לתחנת רדיו חזקה. ואכן, תחנה מעין זו פעלה עד סוף המאה ה-20.

תפקידה של התחנה היה לתת שירות רדיו – טלפון, והעברת מברקים לאניות בלב ים של הצי הישראלי, שהיה גדול באותם ימים וכן שירותי תקשורת ב-VHF לאניות המתקרבות לחופי הארץ ובעיקר לנמל חיפה.

חובבי הרדיו בצפון, וכאלה שלמדו את תורת הרדיו, היו מעוניינים לדעת מה נמצא בתוך התחנה הגדולה והמפורסמת הזאת, במקום זה באגן הים התיכון, מה גם שנודע לנו שמנהל התחנה משמש גם כבוחן ראשי לאלחוטאים מקצוענים וגם לחובבים. לאחר תאום בין מועדון חובבי הרדיו 4X4HF בחיפה לבין תחנת חיפה רדיו, התקיים הביקור המיוחל.

התחנה שכנה בצריף גדול שהיה קיים עוד מימי הבריטים, כפי שניתן היה למצוא במחנות רבים כאלה. סביב לבנין היו מוצבות אנטנות גדולות לתחום ה-HF הימי. כל הנ"ל נמצא במפרץ חיפה, צמוד לשדה התעופה הקטן של חיפה, ולבית - הספר הטכני הגדול של חיל האוויר.

כמובן שדרשו מאיתנו רישיון כניסה למתחם. בכניסה למקום, המשמש בעיקר את תלמידי בית-הספר הטכני, ישנו שער גדול וש"ג קטן, וכן על עמוד ברזל מוצב מטוס סילון, כנראה מיסטר צרפתי משנות ה-60 של המאה הקודמת ותחנה של צער-בעלי-חיים הצמודה לגדר.

את פנינו קיבל מנהל התחנה "ירמיהו", אדם נחמד מאוד, אשר הציג לפנינו את צבי, הסגן שלו ואמר: "צביקה יסביר לכם הכי טוב". ואכן, ירמיהו יצא מהמקום, וכמה מעובדי המקום הביטו בו, ואחד מהם אף קרץ לחברו. לא ייחסנו לכך חשיבות. בתחנת רדיו חיפה היו מוצבים שולחנות ארוכים צמודים לקירות, והתחנה הגדולה הייתה בצורת האות "ח". השולחנות היו במרחק מסוים זה מזה, והיו מונחים עליהם מקלטי תקשורת משוכללים, מפתחות מורס מקצועיים ופה ושם גם מיקרופונים. התברר לנו שהתחנה משמשת לקליטת אותות מהאניות, והשידור מתבצע מאתר משדרים באזור הרצלייה, ובין שני המתחמים קיים חיבור נל"ן (נקודה לנקודה). בדרך זו ניתן לשדר בו זמנית למספר אניות, מבלי שהמשדרים המקומיים חוסמים את הקליטה במקלטים. כאשר עברנו מעמדה אחת לשנייה, שמנו לב לכך שאלחוטאי מקצועי, אדם נחמד בשם אבנר, מתלווה אלינו ומתיידד אתנו. רוב התקשורת המקצועית מתבצעת בשפת המורס, אך כאמור, היו גם שיחות רדיו טלפון בעזרת מתאם טלפון, שנקרא אצלנו בשפת החובבים Phone Patch. ביקרנו כמובן גם בפינת הת"ג VHF. היה זה מקמ"ש בתדר 156-800, ערוץ 16, המשמש בתור

ערוץ קריאה בינלאומי להודעות חרום בים, הנקרא גם MM (לא מיקי מאוס) אל Maritime Mobile. בכל מקום בו כלי שיט כלשהו חייב להודיע דבר מה לתחנה הנמצאת על היבשה או בספינה חולפת, היה ידוע לכולם שמרבית הספינות משאירות את התדר הזה פתוח ומאזינות לכל קריאה אפשרית, ובמיוחד לקריאות חרום. לצורך הבהרה – למכשירי הקשר VHF ישנם תדרים ממוספרים רבים, ובדרך כלל, לאחר שנוצר קשר ראשוני בין כלי השיט, המפעילים עוברים לתדר פנוי אחר על-מנת להשאיר את ערוץ 16 פנוי לקריאת חרום. גם במקרה זה ערוץ 16 היה מופעל בנל"ן על-ידי משדר המוצב על הכרמל, ונאמר לנו שטווח השידור שלו הוא כ-200 ק"מ מחופי ישראל. מתקנים דומים מוצבים בכל נמלי ישראל. הביקור בתחנה היה מעניין ומרשים. התיידדנו עם העובדים, במיוחד עם צבי ואבנר.

עם צאתנו, מסרנו דרישת שלום לירמיהו ושאלנו מתי הוא עומד לשוב. התשובה לשאלתנו הייתה חיך רחב, מלא משמעות, ונאמר לנו כי מדי יום הוא הולך לשעתיים, אך חוזר לקראת סיומו של יום העבודה. הייתה זו חידה בעינינו לאן ירמיהו הולך מדי יום ביומו.

לאחר שבוע, אבנר הגיע למועדון והתיידד מיד עם כל התלמידים וכל החובבים שהיו במקום. התברר לנו שהוא חובב רדיו, אך לא ידע כיצד למצוא את החובבים המקומיים. למן אותו יום הוא הצטרף לפורום המפגשים, הרכיב בביתו תחנה ועבד בעיקר במורס.

באחד השיעורים שהתקיימו במקום, שידרתי ברמקול גדול תרגילי מורס. באותה תקופה נהגנו להתאמן בפורמט של חמישיות, כלומר חמש אותיות בקבוצה, וכך ברצף - עשרות חמישיות התלמידים קלטו את השידור ורשמו את התוצאות על גבי דף נייר. גם אבנר רצה לשדר. נתתי לו דף נייר ומכשירי כתיבה, והתחלתי לשדר. שמתי לב לכך שאבנר אינו כותב התלמידים מלאו דף שלם במורס, ואילו הדף של אבנר נשאר נקי. שאלתי אותו: "אתה לא הצלחת לקלוט?" תשובתו הייתה – "בוודאי שהצלחתי!" בו ברגע החל לרשום את כל ה"חמישיות" (היה מדובר במאות סימנים). הסתבר שהוא ניחן בזיכרון פנומנאלי וזכר טקסטים שלמים בעל-פה מבלי לרשמם.

נשאלת השאלה האם תחביב הרדיו נפגע מההמצאות הגדולות של המאה העשרים? רבים חושבים שכן. התקשורת האלחוטית הלוויינית איימה לחסל את ענף ה-HF הימי, ואף נקבע המועד לכך – 1995. מה ההיגיון בהמשך העיסוק בתקשורת HF, כאשר בכל אנייה אפשר להתקין טלפון לווייני חובק עולם, ולכן – לשם מה נחוצים האלחוטאים? מה פשוט יותר מאשר להרים את שפופרת הטלפון באנייה, לשוחח עם כל העולם ואף לשלוח פקס? ואכן, תחנות ה-HF החלו להצטמצם בהדרגה. אולם, ממש אז הוחלט להעביר את תחנת רדיו חיפה ממקומה המצוין במפרץ לעיר התחתית, בצמוד לסניף הדואר הראשי – סניף שקמונה. התחנה הועברה למבנה בן שתי קומות, שעל גגו נמצאות שתי אנטנות זעירות מסוג Multi Band. המיועדות לחובבים החפצים להסתיר משכניהם את התחנה שבביתם. הטווח של האנטנות האלו לדעתי האישית כ-100 מטר, מאחר ובניין התחנה החדשה מוקף ברבי קומות של קריית הממשלה בחיפה.

כאשר שאלתי את אבנר מה פשר ההחלטה האומללה הזו, לעבור ממקום נהדר במפרץ ליד הים, לרחובות מלאי רעש בעיר התחתית, הפולטים ניצוצות מזיקים. אבנר ענה לי: "האם זכור לך

שירמיהו נהג לצאת מדי יום מהעבודה למספר שעות? ובכן, הוא היה נוסע בכל יום לשוק תלפיות בחיפה, הנחשב לאחד המקומות הזולים בארץ, לפירות וירקות ולמוצרי מזון. הוא נהג לקנות שם, והילכו שמועות שהוא שכנע את משרד התקשורת להעביר את תחנת חיפה רדיו לעיר התחתית למקום קרוב לשוק....

רוב האנשים אותם הזכרתי, אינם יותר עימנו, SK.

ומה קורה כיום, עשרים שנה לאחר המתואר לעיל? מסתמן שגופי תקשורת בינלאומיים חושבים שלא תמיד הלוויינים כה יעילים, ובעיקר שהתקשורת בהם קורסת כאשר יש עליה עומס רב, למשל באזורי אסונות טבע. ישנה שמועה שה-HF עומד לחזור!

עכשיו החובבים יכולים להרים את ראשיהם ולומר: "אמרנו לכם!".

נ.ב. למעשה תחנת חיפה לא נעלמה לגמרי מהאופק, כיום קיים בה סניף של רשת תקשורת חרום הבינלאומית לאניות בלב ים בשם Navtex שם התחנה R.C.C Haifa. הנותנת שירותי הצלה מ-2009, באלחוט בתדרי 156.8 VHF (ערוץ 16), ובתחומי ה-MF ה-HF. ואף ב-500 kHz.



על תרומתם של חובבי הרדיו להעברת ד"ש מחיילים בתקופת מלחמת לבנון הראשונה. מאת: נפתלי בלבן-אברהנד, 4Z1RM

השנה 2020 ימלאו 38 שנה ממבצע "שלום הגליל" 1982, להלן סיפור מנקודת מבטם של חובבי הרדיו.

חובבות הרדיו הצטיירה תמיד כמשהו הקשור לריגול, כי טבעי הדבר שאדם שיש לו משדר פרטי בביתו, יכול לשדר מתי שהוא רוצה, ולאן שהוא רוצה.

לפני כ-100 שנה, כאשר התחביב החל, כבר אז חוקקו הרשויות חוקים מיוחדים כדי לשמור על תוכן השידור, במטרה למנוע חריגה מדיבור ישיר, וכמובן קבעו תקנות מסוימות על מה מותר ועל מה אסור לדבר, ומה חייבים לומר.

חובבי רדיו מכירים את הכללים ומקיימים בדרך כלל את התקנות הללו, מה גם שרשויות התקשורת בכל מדינה בוחנים את האלחוטאים החובבים בבחינות מיוחדות, הכוללות את חוקי התקשורת המחמירים, וכן עליהם להוכיח ידע בתורת הרדיו. על חובבי הרדיו חל איסור להפריע לשירותים האחרים, כגון תקשורת אזרחית וצבאית על גלי האתר.

כלל ברור אחד קיים בכל המדינות: בזמן מלחמה נאסר על חובבי הרדיו לשדר מטעמי סודיות, ושורת דממת אלחוט.

בפרוץ מלחמת העולם השנייה נדרשו אלפי חובבי רדיו בארה"ב להפסיק את שידוריהם, ורבים מהם גויסו לחיל הקשר האמריקני ואף הצליחו במשימתם במידה רבה מאוד. מאז, מרבית המדינות החלו להעריך את יכולתם של חובבי הרדיו ואפשרו להם לפעול בתחומים רבים של תדרים.

בכל מלחמות ישראל חובבי הרדיו בארץ נדרשו להשבית את תחנות השידור שלהם לאלתר.

למרבית הפלא, בשנת 1982 בה פרצה מלחמת לבנון הראשונה, התקבלה החלטה לבטל את האיסור על השידורים. חובבי רדיו רבים שגויסו למילואים, לקחו עימם את המשדרים הממוזערים שלהם.

כידוע, בתחילתה של המלחמה הנחנו שהיא תהיה מוגבלת לכמה עשרות קילומטרים, אך בדיעבד התברר שכוחותיו של אריק שרון התקדמו במהירות לכיוון בירות. בשבועות הראשונים לא התאפשר קשר בין החיילים בחזית לבין האזרחים בעורף, ובני משפחותיהם של החיילים חששו מאוד לגורל יקיריהם. בדרום לבנון לא היו לישראלים טלפונים זמינים.

באמצע שנות השבעים, החובבים החיפאים התקינו "תחנת ממסר להגדלת טווח השידור" על גג מגדל האוניברסיטה בחיפה. במיקום נהדר בגובה 600 מטר מעל פני הים נקרא בפינו "ממסר חיפה", אפשר לנו, החובבים, להתקשר למרחק גדול של למעלה מ-200 ק"מ ואף לקפריסין וזאת באמצעות מכשיר קשר אישי וקטן.

והינה, קרה דבר בלתי צפוי: חיילים חובבי-רדיו שידרו דרך ממסר חיפה מדרום לבנון לתוככי מדינת ישראל, ומסרו דרישות שלום למשפחותיהם. זה התקיים בצורה הבאה: אנו, חובבי רדיו בישראל, האזנו לתדר של ממסר חיפה, וכאשר שמענו את קולו של חייל חובב שנמצא בלבנון, קבלנו ממנו את פרטיו – שמו, מה שלומו ומספר הטלפון של בני משפחתו. את המידע הזה העברנו טלפונית לבני המשפחה המודאגים, ולעתים אף העברנו באמצעות הטלפון את הקולות מלבנון לבני המשפחות שהצליחו לשוחח עם יקיריהם בעזרת מתקן מיוחד – "מגשר טלפון".

עשרות רבות של חובבי רדיו בארץ השתתפו בפעולה המיוחדת הזאת של העברת אות חיים מהחיילים לבני המשפחות. אחד האנשים הפעילים ביותר היה חובב הרדיו יורם קיזלר ז"ל שעשה ימים כלילות בתעבורה האלחוטית.

חיילים נוספים אשר היו עדים לשיחות הללו, ביקשו אף הם למסור דרישות שלום, ואכן החובבים בחזית לקחו את פרטיהם של אותם חיילים, ושידרו זאת לחובבים בארץ, ואלה האחרונים טלפנו למשפחות. אני, וכן רבים מחבריי, ישבנו שעות והעברנו מאות רבות של דרישות שלום מעין אלה.

במשך החודש הראשון של המלחמה, חשבון הטלפון שלי היה בגובה של כמות שנתית של שיחות. כזכור, באותה תקופה חיוג בינעירוני היה יקר מאוד, ואנחנו טלפנו לכל איזור בארץ בלי חשבון.

היו מקרים בהם חיילים חובבי רדיו טיפסו על עמודי חשמל ואף על עצים, על מנת לשפר את הקשר עם הארץ. והחיילים העבירו בצעקות מלמטה אל החובב שישב על תורן גבוה את שמותיהם ואת מספרי הטלפון של המשפחות, וכך הועברו דרישות שלום רבות בשרשרת.

אחד המקרים המרגשים אירע כאשר חובב רדיו בשם מיקי מנזרי שידר אלינו מתוך רכב צבאי, ולאחר שקישרתי אותו עם בני משפחתו והוא שוחח עימם, הוא ביקש ממני שאתן גם לחבריו לשוחח עם בני משפחותיהם. כמובן שנעניתי לבקשתו ברצון, ובזה אחר זה החיילים דיברו באמצעות מכשיר הקשר הנייד, הממסר באוניברסיטת חיפה וחיבור הטלפון הביתי שלי. כך התקיימו שיחות מרגשות במיוחד כאשר בני המשפחה שאלו כל הזמן: "היכן אתה, ומה אתה עושה כרגע?" והחיילים השיבו בקצרה: "הכול בסדר, רות – סוף".

לאחר כשבועיים, כאשר צה"ל כבר היה עמוק בתוך לבנון, הגיעו לשם טכנאי בזק והתקינו טלפונים ציבוריים רבים, פטורים מתשלום, ומאז דרישות השלום עברו בצורה בלתי אמצעית.

עם תום המלחמה התקשר אתי מיקי מנזרי והזמין אותי ואת יורם קיזלר למסיבה של חיילי הגדוד שלו שהתקיימה בתיאטרון החאן הירושלמי. היה זה מפגש מיוחד במינו, בו השתתפו עשרות חיילים וקצינים במילואים, ובאווירה של הרמת כוסיות, נתגלה לי סודם. הסתבר שהשיחות שקיימו עם בני המשפחות בגלי החובבים נערכו תוך כדי קרב קשה. השיחות עם בני המשפחות בעיצומה של המלחמה, הרימה מאוד את המורל שלהם וסייעה להם להתגבר על הלחץ בו היו נתונים.

הם הביעו את תודתם לחובבי הרדיו, ולסיום הערב התקיימה הופעה נהדרת של זמרת המלחמות יפה ירקוני, במלוא תפארתה...

מוקדש לחברינו אריה קרץ ז"ל, פעיל בזמנו בתחנת המועדון בערד 4Z4EV אשר נהג באוטובוס שהוביל חיילי צה"ל ללבנון, אסף מהם דרישות שלום והעביר אותן לקרובי המשפחה בארץ.

עפ"י ראיון שלי ברדיו, בתכניתו של משה טימור "ששי אישי", 4.2.2017, בכאן רשת ב',
על תרומתם של חובבי הרדיו להעברת דרישות שלום של חיילים בתקופת מלחמת לבנון
הראשונה ב-1982.

28 יוני 1982

לכבוד
מר מרדכי ציפורי
שר התקשורת
משרד התקשורת
י ר ו ש ל י ם

כבוד השר,

הנני פונה אליך בשם קציני וחיילי חטיבת השיריון במילואים "הבזקה",
אשר גוייסה בראשית מבצע "שלום הגליל" ולחמה בגיזרה המזרחית בלבנון.

במהלך שהייתה של החטיבה בלבנון נעזרנו רבות בחובבי רדיו אשר באמצעות
חובב רדיו מבין חיילי היחידה קישרו את הלוחמים לבתיהם ולמשפחותיהם ומסרו
באופן שוטף דרישות שלום מן החזית לבתי החיילים ומן המשפחות לחיילים.

חובבי הרדיו ששמותיהם וכתובותיהם מפורטים בהמשך, לא חסכו כל מאמץ,
זמן וממון וזאת בכל שעות היום והלילה בבצוע מושלם של משימה אנושית זאת.

ואכן, כתוצאה מכך, תרמו רבות לשיפור מורל אנשי החטיבה וקרבו למעשה את
בני המשפחות לשדה המערכה.

אנו סבורים שראוי שמשרד כבודו ישגר מכתבי הערכה לאותם חובבים על תרומתם
הרבה כפי שהוסבר לעיל ואולי אף ישקול פטור על חשבונות הטלפון המתייחסים
לתקופה שבה נצרו קשרים אלו היינו בתאריכים 10 עד 20 ליוני ש.ז.

אנו מבקשים לציין כי מכתבנו זה נכתב ביוזמתנו הבלעדית וללא ידיעתם של
החובבים הנוגעים בדבר.

מצ"ב רשימת החובבים בציון אותות הקריאה שלהם, כתובותיהם ומס' הטלפון.

בכבוד רב
אלי"מ אמציה אטלס
מפקד החטיבה



הדציבל The Decibel

ערוך ע"י אבנר דרורי 4X1GE

מבוא

מספר תופעות טבע, הן פסיקליות והן פיזיולוגיות, מצביעות על העובדה שהתוצאות אינן יחסיות באופן ישר לאנרגיה המושקעת ביצירתן. הדוגמה, האופיינית לכך, היא אוזן האדם.

אם ננסה להעריך עוצמת קול (LOUDNESS) בעזרת האוזן בלבד, נגיע למסקנה שלהשגת עוצמה כפולה נדרש לכפול את ההספק, היוצר אותה, פי 10. דבר זה נכון אם נגדיל את ההספק מ-1 ל-10 ווט, מ-10 ל-100 וואט או מ-100 ל-1000 וואט. המשמעות היא שהענות אוזן האדם היא לוגריתמית.

עובדה זו היא הבסיס לשימוש ביחידת השוואה, או יחס, המכונה "בל" (Bell) המתארת את היחס הלוגריתמי בין שני הספקים. לערכים, של יחס זה, ישנן משמעויות שבהמשך נעמוד עליהן.

ההשוואה החלה במדידת הספקי/עוצמות שמע בקווי טלפון ולכן אימצה את שמו של ממציא הטלפון, אלכסנדר גראהם בל, לשם היחידה.

מסתבר שיחידת "בל" היא גדולה מדי לשימוש רגיל ולכן משתמשים ביחידות דציבל, שהן עשירית בל, ונהוג לסמנם ב-"דציבל" (Decibel) או בקצור dB. הדציבל היא 1/10 "בל",

חשובים ראשוניים

ראשית נתייחס לנוסחה, לפיה מחשבים יחס זה, שהיא :-

$$\text{Bell} = \log_{10} P_2/P_1 \quad (1)$$

מאחר והתוצאה המתקבלת תהיה קטנה מאוד, נשתמש ב-"דציבל" ונוסחת החישוב תהיה מעתה :-

$$\text{Decibel} = 10 \log_{10} P_2/P_1 \quad (2)$$

מסתבר ששיטה זו נוחה לשימוש מהרבה בחינות. ראשית נבחן את הרגישויות השונות של הערכים המתקבלים, נעבור לתחום הדינאמי ואחר כך נחשב שרשרות הגברה וניחות.

לפני שממשיכים הלאה, כדאי לזכור שהמספר 10 הינו מלאכותי (עשר אצבעות...) וידועים לנו גם המספרים הבינריים וההקסדצימליים, אז למה דווקא לוגריתם על בסיס 10? זאת באמת שאלה טובה.

מסתבר שיש עוד סוג לוגריתם והוא ה-"לוגריתם טבעי" שבסיסו הוא 2.72 ונהוג לסמנו ב-e. במקום יחידות "בל" נקבל יחידות "נפר" (Naper). נפר היה קצין תותחנים ומתמטיקאי שנעזר בידע המתמטי שלו לפתור בעיות של מסלולי ירי והגיע, תוך כדי כך, לפיתוח השימוש בלוגריתמים. יחידות ה-"נפר" באו להנציח את זכרו ותרומתו למדע.

"נפר" אחד שווה 0.1151 ד"ב. קשה להניח שבספרות החובבים תקלו ב-"נפר" אבל כדאי לדעת על קיומו.

רגישויות

הזכרנו כבר מקודם שהגדלת ההספק פי עשר תשמע לנו כהכפלת העוצמה רק פי שניים. בשפה המקצועית נוכל להגיד כי להכפלה זו נדרש הספק הגדול ב-10 ד"ב מקודמו. כפי שהזכרנו כבר מקודם, אין חשיבות או משמעות לערך המוחלט של ההספקים.

מה יקרה בין 0dB ובין 10dB? מסתבר שהפרש של 1dB כמעט אינו ניתן להבחנה באוזן. הבחנה בשנוי ברמת העוצמה נעשית רק כאשר ההספק מוכפל פי 2, כלומר ב-3db. המסקנה המידית שיחידה של 1db היא מספיק קטנה ובאופן מעשי אין כמעט צורך בהבחנות יותר קטנות מערך זה. ניתן, אמנם, לבצע בדיקות מעבדתיות בהבחנות קטנות יותר (רזולוציה גבוהה יותר) אבל זה לא מענייננו.

אחת המסקנות, מכך, היא שהחישובים יהיו ביחידות שלימות ולא בערכים המכילים שברים, דבר המהווה נוחיות רבה גם לאלה החזקים בחשבון.

בנקודה זו אפשר כבר להתייחס למושג של "רוחב סרט". אם אוזנינו אינה רגישה לשנויים הקטנים מ-3 ד"ב, הרי שרוחב הסרט של מגבר שמע יהיה התחום בו ההגבר, בתדרים השונים, יהיה בגבולות של ± 3 ד"ב כלפי נקודה במרכז התחום (נהוג להשתמש בנקודה של 1 ק"ה).

תחום דינאמי (DYNAMIC RANGE)

תחום דינאמי מוגדר כאותו תחום שבקצהו האחד ישנם אותות שקשה להבחין ביניהן, בגלל היותם חלשים ביותר, ובקצהו השני ישנם אותות שגם ביניהם קשה להבחין מכיוון שהמערכת הקולטת נמצאת ברוויה או מעל סף כאב האוזניים. הקצוות הנגדיים נקראים "סף השמיעה" ו-"סף הכאב".

סף השמיעה הינו כ-16-10 W/cm² בתדר של 600 הרץ. מכיוון שהוא נקודת הייחוס ערכו יהיה 0 ד"ב. סף הכאב יהיה בהספק הגדול ממנו פי 10 טריליון שהוא "רק" 130 ד"ב מעליו. במקום לעסוק במספרים אסטרונומיים אנו עוסקים בתחום של עשרות או מאות יחידות בלבד.

מכיוון שנקודת הייחוס היא הספק מוגדר, הרי שכל ההספקים המתייחסים אליה, ב-ד"ב, יהיו למעשי ערכי הספק ולא רק יחס. מכיוון שאנו עוסקים בהספקי שמע הרי שמדובר על אקוסטיקה וליחידות ההספק החדשות נקרא בשם dBa (a - אקוסטיים) או דב"א. מדי עוצמת השמע מכילים תמיד ב-dBa.

בהמשך אשתמש גם בקיצורים העבריים של ד"ב, דב"מ ודב"א.

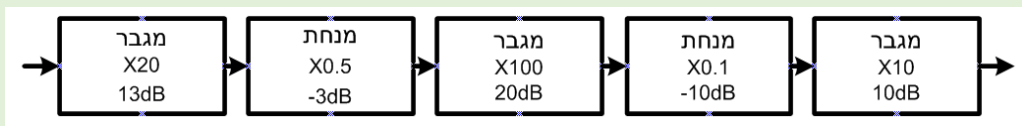
לסקרנים שבנינו אפשר להוסיף מספר ערכים אופייניים. בכיתת בית ספר (בארה"ב) יש לצפות לרעש של 40 דב"א. במשרד רגיל רעש של 45 דב"א. במפעל תעשייתי יש לצפות לרעש של כ-80 דב"א. שאגת אריה, במרחק של 7 מטר, תהיה בעוצמה של כ-90 דב"א. מפעיל קומפרסור, לניפוח כבישים, יהיה חשוף לרעש בעוצמה של כ-110 דב"א. הרעש בדיסקוטקים ובחתונות אינו רחוק מכך וגם לא חוקי.

חישובי שרשרות מגברים ומנחתים

נניח לרגע שיש לנו שרשרת של מגברי הספק ומנחתים בחיבור קסקדי. נניח לרגע כי לכל מגבר ישנה הגברה קבועה ולכל מנחת ישנו ניחות קבוע. אם מגבר כופל את ההספק, הרי שיש לו ערך חיובי של ד"ב. מנחת משמש כמחלק הספק לכן ערכו, ב-ד"ב, יהיה שלילי. נניח, כמו כן, שגם למגברים וגם למנחתים אין אילוץ הספק. בשפה אחרת, הם יכולים להגביר ו/או להנחית כל הספק אפשרי.

במבט ראשון ההגבר, של כל השרשרת, צריך להיות המכפלה של הגברות המגברים כשהוא מחולק להנחתות המנחתים. חזרה לתורת הלוגריתמים מזכירה לנו שאם מדובר בהגברים/ניחותים ב-ד"ב הרי שמספיק לחבר את ההגברים ולהחסיר את ההנחתות, פעולה חשבונית פשוטה של חיבור וחסור. (הערה למי שעדיין זוכר את החישובים שעשינו בעבר בעזרת לוגריתמים. אז היינו הופכים מספרים ללוגריתמים, מחברים/מחסירים את הלוגריתמים והופכים אותם למספר רגיל. כאן אנחנו נשארים ברמת הלוגריתמים ולא הופכים אותם למספר רגיל).

באיור הבא ישנה המחשה המתייחסת להספקי שרשרת מגברים ומנחתים:



איור 1 – שרשרת מגברים ומנחתים

החישוב הלוגריתמי הוא פשוט. מסכמים, אפילו בע"פ, את המספרים ומקבלים מיד את התוצאה שהיא 30dB. החישוב האריתמטי ייתן לנו 1000.

החישוב האריתמטי היה הפעם קל מכיוון, שלצורך ההדגמה, נבחרו ערכים עגולים. תארו לעצמכם שהמספרים השונים היו בני שלוש ספרות, כול אחד, והיה צורך בהכפלה ובחלוקה לאורך כול הדרך.

נקודה לתזכורת: השימוש בדציבלים התחיל הרבה שנים לפני שהיו בשימוש מחשבוני, במקרה הטוב היו סרגלי חישוב שהותיקים בינינו ודאי השתמשו בהם. (חפשו ב-גוגל "סרגלי חישוב") בכול מקרה, חיבור וחסור קלים יותר, לביצוע, מאשר כפל וחילוק.

סיכום ביניים

- החישובים, ב-ד"ב, נוחים לשימוש מאחר והם:-
- מאפשרים לטפל גם ביחסים וגם בערך המוחלט של ערכים שונים.
- מטפלים ביחידות שלימות בלבד (לפחות ברוב המקרים).
- תחום המספרים קטן יחסית, הוא נע בתחום של כ-200 יחידות בלבד.
- החישובים מתבססים על חיבור וחסור בלבד.
- קל מאד לבצע חישובים אלה, לעיתים קרובות אפילו בע"פ.

שימושים ראשוניים

השימושים הראשונים היו בקווי טלפון. אסור שההספק יהיה נמוך מדי, אחרת לא ישמעו את הצד השני. כמו כן אסור שיהיה גבוה מדי, אחרת ישמעו, את השיחה, גם את אלה שמדברים על הקו השני (תופעה הנקראת "ערב דיבור" או Cross talk).

הזכרנו מקודם שעוצמה כל שהיא יכולה לשמש כייחוס ואז ערכה 0db. בקווי טלפון נהוג להשתמש, לייחוס, בעוצמה של 1 מילי-וואט (1 mW) שזו הרמה התקנית של הספק השמע בקו טלפוני. נהוג לסמן אותה ב- dBm או דב"מ. הפעם ה-m היא מהמילי-וואט.

מכיוון שיחידות ה-ד"ב מבטאות יחס של הספקים, הרי שהתייחסות ל-דב"מ מגדירה, גם כאן, הספק. 10 דב"מ הם 10mw, 20 דב"מ הם 100mW ו-30 דב"מ הם 1 וואט וככה הלאה. גם כאן יש לזכור ש-ד"ב היא יחידת יחס ואילו דב"מ היא יחידת הספק.

התחום הדינמי, המקובל בקצה קו טלפוני, הוא 30 ד"ב. לפיכך רמת ההספק בקו תנוע בין אפס ל-30- דב"מ.

אנחנו מעוניינים שההספק שיגיע למנוי יהיה ברמה המרבית המותרת. אם ההספק נמוך מדי, למשל 20- דב"מ בלבד, הרי שהוספת מגבר של 20 ד"ב תפתור את הבעיה. אם חס וחלילה ההספק גבוה מדי, נניח 15+ דב"מ, הרי מנחת בערך זה יפתור את הבעיה.

אנו רואים שבעזרת מגברים ומנחתים, המכילים ב-ד"ב, קל מאד לאזן את רמות ההספק בקו טלפוני. זאת בתנאי שאנו יודעים מה ההספק (ב-ד"ב), באותה נקודה, שאותו אנו צריכים להגביר או להנחית.

מדידות בתדרי שמע

למעשה לא מודדים את ההספק, בכל נקודה, בצורה ישירה. מודדים את המתח, על פני עומס קבוע (ערכו של העומס שווה לעכבת האופיינית של הקו שבקווי שמע תהיה 600 אום) ומחשבים את ההספק שיתפתח באותה נקודה. מדידה עקיפה זו מחייבת אותנו לנקוט בכמה אמצעי זהירות כולל שנוי קל בצורת החישוב.

מכיוון שיחס הספקים שווה לריבוע של יחס המתחים, ומכיוון שאנו עוסקים בחשבון לוגריתמי, הרי שמספיק לכפול את ערכי ה-ד"ב (של המתח) בשניים ואז נקבל את הנוסחה הבאה:-

$$\text{dB} = 20 \log_{10} P_2/P_1 \quad (3)$$

מי שעסק בבדיקות מתחי שמע ודאי נוכח שמדי המתח (AC Voltmeters) מכילים גם בוולטים וגם ב-ד"ב, בנוסף לכך רשומה עליהם הערה האומרת הקריאה היא ב-dBm בתנאי שהמתח נמדד על קו של 600 אום.

לאנשים, הרגילים להשתמש בערכים של וולטים, קשה להתרגל לעבוד עם ערכים של דב"מ. אנשי הטלפוניה, לעומת זאת, רגילים לעבוד בערכים של דב"מ והם משתמשים במדי הספק (למעשה מד-מתח) המכילים רק ב-דב"מ. מדי הספק אלה נקראים בשם dB-Meters.

המדידות בעזרת ה-dB-Meter מתאימות לרמה יציבה של ההספק הנמדד. השימוש מתחיל להיות בעיתי כאשר עוסקים במדידת עוצמות תדרי שמע המצטיינות בשנויים של תדר ורמה. מערכת הגברה קולית, להבדיל מקו טלפון, עשויה להיות בעלת תחום דינמי של 40 ד"ב ויותר.

אם מהירות התגובה, של מכשיר המדידה (בין אם הוא אנלוגי עם מחוג או אלקטרוני בעל ספרות או עם שורת נוריות LED), תהיה גבוהה מאד הרי שהוא ינסה לעקוב אפילו אחרי מחזור תדר השמע. אם תגובתו תהיה איטית מאד הוא לא יספיק להגיע לשיאי עוצמה קצרים.

במדידות אלה יש צורך להגדיר את זמן תגובתו של המודד. אם רוצים למנוע שיאים מעל גבול המותר, דבר הנדרש במערכות הקלטת, עלינו להשתמש במכשירי מדידה זריזים הקרואים Peak Reading Voltmeters. במערכות הגברת שמע (הקלטות והשמעה) מעניין אותנו ההספק הרגעי האפקטיבי (RMS) ואז זקוקים למודד בעל ריסון גבוה יותר.

למטרה זו משתמשים במודדים המסוגלים להגיע ל-99%, מהערך הנמדד, תוך 0.3 שנייה. מודדים אלה הם למעשה dBm-Meter אולם מכיוון שהם מודדים יחס של ערכי הספק אפקטיביים הם קרואים בשם Volume Indicators ומכילים ביחידות של "Volume Units" או, בקיצור, VU, כאשר אפס VU זהה לאפס dBm.

ודאי שמתם לב שישנו הבדל בין ערכי שיא וערכים אפקטיביים. לפעמים ההבדל גדול במיוחד ויש צורך להקטינו, דבר הנעשה בעזרת פעולת "דחיסה" הידועה יותר בשם "Compresions".

מדידת ערכים אבסולוטיים

ראינו כבר שיחידות ד"ב משמשות גם למדידת ערכים אבסולוטיים. לצורך זה מוסיפים אות המציינת את הערך הנמדד (דב"א, דב"מ וכדומה). נראה עכשיו ערכים נוספים.

כאשר משתמשים בערכים גדולים רצוי לקחת גם נקודת יחוס גבוהה יחסית. במדידות הספק נהוג להתייחס

ל-1Watt ולכן היחידות תהינה מסומנות ב-dBW. הספק של 10 וואט יהיה 10dBW והספק של 20 וואט יהיה 13dBW, הספק של 100 וואט יהיה 20dBW וככה הלאה.

אותו דבר נכון גם לגבי מדידת מתחים. ניתן לקבוע נקודת יחוס של 1 וולט ולפי אותה אנלוגיה היחידה תקרא dBV. יש לזכור כי חישובי היחס יעשו הפעם לפי נוסחה (3).

חשוב לזכור שהבסיס, לשימוש ב-ד"ב, הוא יחסי הספקים. אי לכך השימוש ב-dBV חייב להיעשות על גבי אותה העכבת. על גבי מדי ה-dBV מצויין תמיד לאיזה עומס הם מיועדים (מקודם כבר ראינו שמודדים לתדרי שמע מכילים על פני 600 אום).

כמו תמיד, גם כאן ישנם יוצאים מהכלל. הגבר של מגברי שרת (Operational Amplifiers) נמדד ב-ד"ב למרות שעכבת הכניסה שלהם אינה זהה לעכבת היציאה. מכיוון שמדובר על כללי משחק ידועים (עכבת כניסה שואפת לאין-סוף ועכבת יציאה שואפת לאפס) ניתן לחרוג הפעם מהכללים.

כאשר מודדים ערכי מתח נמוכים אנו עלולים להסתבך בעבודה עם ערכים שליליים, דבר שאינו נוח. ערכים נמוכים נמדדים, בעיקר, בקווי אנטנות קליטה. לשימוש זה נבחרה נקודת יחוס של 1 מיקרו-וולט ולכן היחידות תקראנה, כמובן, בשם dBμV מכיוון שהאות היוונית "מיו" אינה בין האותיות הנפוצות במכונות כתיבה, מעבדי תמלילים או אפילו בדפוס, נהוג להשתמש באות לטינית הדומה לה, הכוונה ל-u. אי לכך הסימון יראה כ-dBuV. אם ראיתם את טכנאי הכבלים בעבודתו, וודאי ראיתם שהוא משתמש במודד המכיל ב-dBuV.

קווי התמסורת, המשמשים לקליטת שדורי רדיו, מצויים בשתי עכבות. מערכות המשמשות לקליטה בלבד, כגון טלוויזיה, הן בעכבת של 75 אום. מערכות המשמשות לשידור וקליטה הן בעכבת של 50 אום. כאשר נגשים לבדיקת מתחי קליטה יש לשים לב לאיזה עכבת מיועד המודד. לעיתים יש אפשרות לבחירת העכבת, או להעזר טבלת המרה, המאפשרים לנו להגיע לערך הנדרש.

בהמשך נראה דוגמאות נוספות לשימושים במדידות אבסולוטיות. יש להיזהר בהן מכיוון שבהרבה מקרים נהוג להשמיט את התוספת לסימן ה-dB כאשר ההנחה היא שעלינו להבין במה מדובר ולכן אפשר להשתמש בכינויים מקוצרים. גישה זו עלולה לגרום לטעויות, במיוחד באותם המקרים בהם משתמשים בנקודות יחוס דומות לאותו סוג מדידה.

מדידות אנטנה השוואתיות

דוגמה טובה, למדידות השוואתיות, היא מדידת עקומות הקרינה של אנטנות. למעשה אין כל משמעות לערך האבסולוטי הנמדד והמדידה התועלתית נעשית ב-ד"ב. אם האנטנה כיוונית הרי שיש לנו יחסי קרינה קדימה-אחורה, קדימה-צד, זוויות גובה שונות וכדומה. אין ספק שכאן רק ה-ד"ב יכול לבא לעזרתנו.

לעיתים קרובות רוצים למדוד יעילות אנטנה מסוימת כלפי אנטנת יחוס. גם כאן יבוא ה-ד"ב לעזרתנו.

ישנן שתי אנטנות שנהוג להתייחס אליהן. במקרה הראשון זו אנטנה תיאורטית בלבד שהיא "מקור נקודתי" (Isotropic Antenna). שימוש זה מיועד לחשוב מדויק ונהוג להשתמש בו במקרים של הגדרת הספק המשודר, למשל, ללוויינים. יחידות הייחוס תהינה, בהתאם לאנלוגיות הקודמות, יחידות של dBi.

כאשר מדובר על בצוע מדידות השוואתיות, הרי שצריך להתייחס לאנטנות מעשיות. במקרה זה נהוג להתייחס לאנטנה מצויה וקלה לבצוע, כמובן שזו אנטנת הדיפול (Dipole) או, ביתר דיוק, לשיא עקומת הקרינה שלה. יחידת ההשוואה, לפי האנלוגיות הקודמות, תקרא בשם dBd.

מדידות השוואתיות אחרות

אם נמשיך באותה אנלוגיה, ה-ד"ב יעזור לנו גם בהגדרות יחס אחרות. נתייחס הפעם לכל מיני קרינות לא רצויות המלוות את השידור שלנו. הכוונה היא לתדרים זרים (Spurious) הרמוניות וכדומה. נהוג למדוד את ערכם כלפי הגל-הנושא (Carrier) ולכן מובן כיצד נוצרה ההגדרה dBc.

סיכום ביניים נוסף

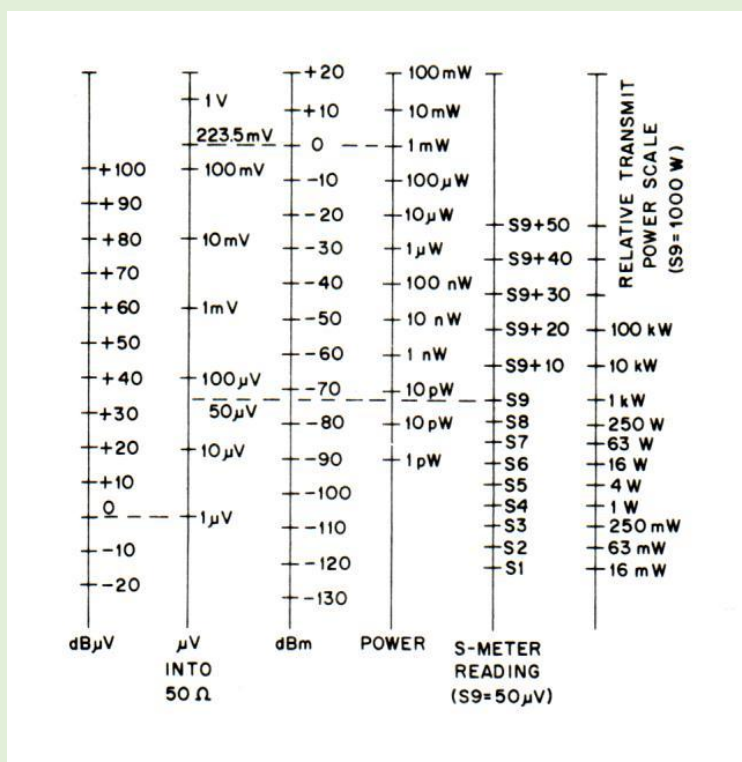
כדאי להיעצר בנקודה זו ולהשוות כיצד מה שתואר לעיל בא ליד ביטוי בחיי היום-יום. הדוגמה הטובה ביותר היא מקלט הרדיו וה-S Meter שעל חזיתו.

לכל S Meter ישנה סקלה המכוילת ב-"יחידות S" (S Units) המשתרעות מאפס עד 9. מעל ה-9 אנו רואים שנתות של ד"ב בלבד.

למעשה יש לנו מד מתח המודד את המתח בכניסת האנטנה. אם נחזור למה שנכתב בסעיפים הקודמים, נראה שאנו זקוקים לשני נתונים בסיסיים שהם העכבת ונקודת יחוס. העכבת היא, כמובן, 50 אום ונקודת הייחוס שלנו תהיה ה-S9 (שהיא למעשה נקודת ה-0 ד"ב שלנו) וערכה יהיה שווה ל-50 מיקרו-וולט. אות כניסה, של 50 מיקרו-וולט, מבטיח לנו קליטה חזקה וברורה ולכן ערך זה נבחר כיחידת יחוס. כל מה שנמצא מעליה מכויל ב-ד"ב.

על מנת לא להסתבך עם ערכים שליליים ובנוסף לזה לתת יותר משמעות ליחידות ה-S, נקבע שכל יחידת S תהיה שווה ל-6 ד"ב. ראינו כבר מקודם ש-3 ד"ב הוא ההבדל הקטן ביותר הניתן להבחנה באוזן, הבדל של 6 ד"ב נותן לנו כבר הבחנה ברורה.

המחשה, לנושא זה, ניתנת באיור 2. שתי העמודות השמאליות מתארות את התחום הדינמי של המתח בכניסה למקלט. באופן מעשי תחום זה משתרע בין 1 מיקרו-וולט ובין 250 מילי-וולט המקבילים לתחום דינמי של כ-130 ד"ב. המעניין הוא מיקומה של נקודת ה-50 מיקרו-וולט.



איור 2 - טבלת השוואה של רמות והספקי אותות רדיו

ישנם מקלטים הנכנסים לרוויה באותות גבוהים ולכן נמצא, בחלק גדול מהמקלטים, מנחת כניסה שיעזור לנו בעניין זה. קל מאד למדוד את ערכו של המנחת, כל מה שצריך הוא לכוון לתחנה חזקה (כ-20 ד"ב מעל ה-9), להכניס את המנחת לפעולה ולראות בכמה ד"ב ירדה קריאת המודד.

שתי העמודות המרכזיות עוסקות בהספקים. העמודה הימנית, ביניהן, אינה משמעותית ביותר למעט הציון ש-0 דב"מ הוא 1 מיליוט. העמודה השמאלית מכוילת ב-דב"מ והיא, למעשה, מתארת את התחום הדינאמי של המקלט.

העמודה החמישית היא לוח השנתות של ה-S-Meter. S9 מקביל ל-50 מילי-וולט ו-S1 לאות של 0.5 מיקרו-וולט.

העמודה הימנית ביותר מראה לנו את השפעת אות השידור על עוצמת הקליטה. אם הספק שידור של 1 קילו-וואט יתן לנו קריאה של S9, הרי ששידור של 250 וואט (מאותה נקודה) ייתן לנו S8. על מנת להשיג S7 מספיק הספק של 63 ווט.

כאן עשויה להישאל השאלה: למה צריך 1 קילו-וואט? רק בשביל שתי נקודות S? כאשר האותות הנקלטים הם מעל S9 באמת שאין צורך. מסתבר, לעומת זאת, שאותן שתי "נקודות S" עשויות להיות חשובות מאד בתנאי קליטה קשים.

מערכות שמע נוספות

הנושא הבא הוא מיקרופונים. גם כאן צריך לחפש נקודות יחוס ועכבות אופייניות.

ברוב המקרים התפוקה נמדדת כלפי 1 וולט ולכן היא תהיה בערכי dBV. השימוש ב-dBV הוא נוח מאד מכיוון ש-1 וולט היא רמה מקובלת בשימושים רגילים של מערכות שמע (למעשה מדובר על 0.775 וולט המתאים לרמה של אפס דב"מ על פני קו של 600 אום). כל מה שצריך, על מנת להגיע ל-1 וולט, זה מגבר בעל הגברה, ב-ד"ב, הזזה לאות התפוקה, ב-ד"ב (שלילי), של המיקרופון. השימוש ב-dBV, להגדרת מיקרופונים, הפך להיות תקני וישנן היום הרבה מערכות שמע (כולל כניסת מיקרופון למקמ"שים) שמצינות את רמת הכניסה ב-dBV בלבד.

המיקרופונים מיוצרים בעכבות שונות, הן נמוכות והן גבוהות. דבר זה עלול להקשות את השימוש בכללים של עבודה בעכבת זהה. גם כאן ישנה התכנסות לערכים תקינים ובמערכות התקשורת, המעניינות אותנו, נמצא את הערכים של 500 אום ושל 50 קילו-אום.

לצורך השוואה נחוץ לנו גם הספק כניסה (לחץ אקוסטי) מוגדר. גם כאן אין עדיין אחידות בהגדרה אבל ישנה התכנסות לערך של 1 מיקרובר (מיקרובר שייך למערכת המדידות MKS בעוד היחידות הישנות, השייכות למערכת CGS, משתמשות בערכים של Dyne לס"מ רבוע. מיקרופונים ישנים עלולים להיות מוגדרים בערכי מערכות המדידה הישנות). הערך, של 1 מיקרובר, מתאים ללחץ הנוצר ע"י דיבור רגיל במרחק 5 ס"מ מהמיקרופון.

דוגמה לסימון, מוגדר וברור, ניתן בדף התיאור של מיקרופון MC-60A של קנווד. למיקרופון יש שני מצבי התנגדות הניתנים לבחירה ע"י מודד, 500 ו-50 קילו-אום. ההגדרות הן:

$$\begin{aligned}0 \text{ dB} &= 1 \text{ V/uBAR, at } 1000 \text{ Hz} \\-54.5 \text{ dB} &/ 50 \text{ Kohm} \\-71.0 \text{ dB} &/ 500 \text{ ohm}\end{aligned}$$

למרבה המבוכה הסימון הוא, ברוב המקרים, dB בלבד. כמו כן ישנם הרבה ערכים מקובלים, הן להתנגדות והן ללחץ האקוסטי, ולכן צריך להיזהר בזמן קריאת מפרטים. כל מי שינסה להשתמש בנתונים קטלוגיים, של מיקרופונים, חייב לבדוק היטב את הגדרות היסוד ששמשו בסיס להגדרת מתח היציאה.

סיכום

השימוש ב-ד"ב בא כדי לעזור בפתרון בעיות הקשורות הן ליחסי הספק והן להגדרת ערכים אבסולוטיים.

השימוש ב-ד"ב מהווה כלי וכמו בכל כלי, אפשר להשתמש בו בצורה יעילה רק כאשר מכירים אותו היטב. המאמר הינו סקירה בלבד, אני מקווה שהנאמר בו יעזור סקרנות להעמיק בנושא ולפנות למקורות ששניים מהם מפורטים להלן:-

The Radio Amateurs Handbook - ARRL 1988

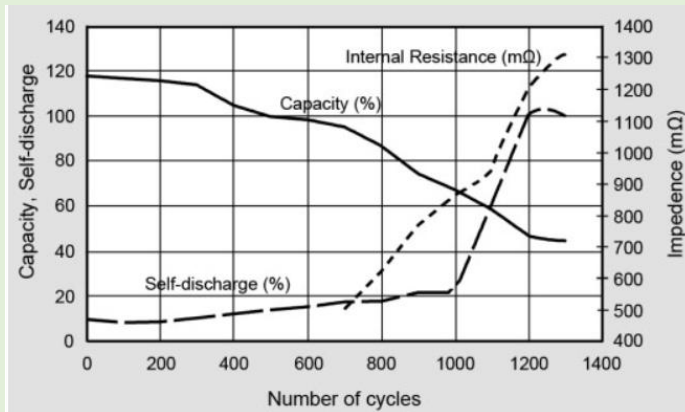
Low Band DXing - ARRL 1987

הערת עורך המאמר – מאמר זה הינו "שידור חוזר". המאמר המקורי נערך בשנת 1990 ופורסם ב-"הגל" בחודשים אוג'-ספט' באותה שנה.

סוללות

מהאינטרנט - תרגום - מיכאל ברק 4X1KF
(המשך מהגיליון הקודם של עיתון "הגל")

NiMH – ניקל הידריד מתכתי - NiMH

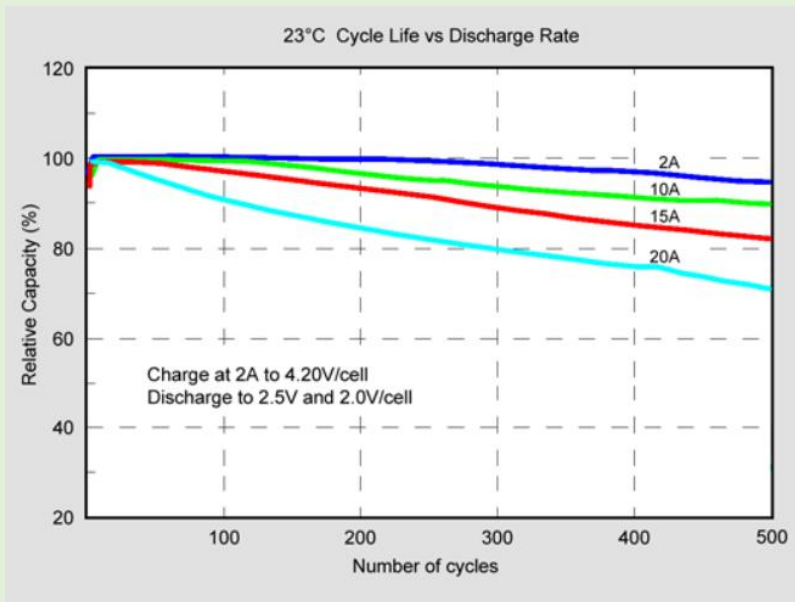


איור 1.

לסוללת NiMH ביצועים טובים בהתחלה אך אחרי כ 100 מחזורים הקיבול מתחיל לקטון, ההתנגדות הפנימית ופריקה עצמית גדלים די מהר.

Lithium Ion – ליתיום-יון

איור 2 בוחן את דעיכת הקיבול של תא לי-יון חדיש ב 2, 10, 15 ו 20 אמפר פריקה. המאמצים גדלים עם גידול זרם העומס והדבר אמור גם לגבי זרם טעינה מהירה יותר. יצרני סוללות לי-יון מציינים לעיתים נדירות את הגידול של ההתנגדות הפנימית ופריקה עצמית כפונקציה של כמות המחזורים. היו התקדמויות עם שיפור תוספים אלקטרוליטים המנסים להקטין את ההתנגדות הפנימית משך רוב חיי הסוללה. הפריקה העצמית של סוללת לי-יון היא בדרך כלל נמוכה אבל יכולה לגדול בשימוש מוגזם.



איור 2 - מאפייני צימצום הקיבולת כפונקציה של הגדלת עומס הצריכה השונה.

סוללות שנבדקו במעבדה נוטות להציג תוצאות טובות יותר מאשר כאלה שנבדקו בשדה. אלמנטים של לחץ ו/או מתח בשימוש יומיומי לא תמיד מועברים טוב בתנאי ובניסויי מעבדה. התישנות משחקת תפקיד זניח במעבדה כי הסוללות עוברות מחזורי טעינה/פריקה תכופים לעומת סוללות הזוכות למחזוריים לאחר שנים של איחסון. הטמפרטורה לרוב מתונה והסוללות נטענות תחת תנאים מבוקרים ועל ידי מטענים שעברו מנטיה לסבול מחיי מחזור קצרים יותר כאשר הפריקה נעשית בפולסים. יש להמנע מטעינת יתר של סוללות הגורם למאמץ יתר.

איך פועל קבל-על? Super-capacitor.

גלה איך קבל-על יכול לשפר ולהגדיל את הסוללה. הסופר-קבל הידוע גם כאולטרה-קבל או קבל כפול-שכבות, שונה מקבלים רגילים בזה שהוא בעל קיבול גדול מאד. קבל אוגר או מאחסן אנרגיה על ידי מטען סטטי בניגוד לתגובה אלקטרו-כימית. הפרש מתח כין הלוחות החיוביים לשליליים טוען את הקבל. הדבר דומה להתפתחות מתח כאשר הולכים על שטיח. מגע בעצם מסוים משחרר אנרגיה דרך האצבע.

ישנם שלושה סוגים של קבלים והבסיסי ביותר הוא הקבל האלקטרוסטטי בעל המפרידים היבשים. קבל קלאסי זה הינו בעל קיבול קטן מאד והוא בעיקר משמש לכיוון תדרי רדיו וסינון. טווח הגודל שלו קטן מכמה פיקו-פאראד (pf) עד למיקרו-פאראד (μf) נמוך. הקבל האלקטרווליטי מספק קיבול גבוה יותר מהקבל האלקטרוסטטי והוא בגבולות המיקרו-פאראד. שהוא פי מיליון גדול מן הפיקו-פאראד. קבלים אלה משתמשים בפריסה של מפרידים

לחים אשר משמשים לסינון, הפרדה והעברת אותות. כמו לסוללה יש לקבל האלקטרוסטטי, שיש להם קוטב חיובי ושליילי שהכרחי להתחשב בהם, חיבור הפוך יסתיים בשבילם בפח האשפה.

הסוג השלישי הינו הסופר-קבל, בתחום הפאראדים אשר הוא פי אלף מהקבלים האלקטרוליטיים. הסופר-קבל נמצא בשימוש לאגירת אנרגיה, העובר טעינה ופריקה תכופים בזרם גבוה וזמנים קצרים.

פאראד היא יחידת קיבול על שמו של הפיזיקאי הבריטי מיכאל פאראדיי (Michael Faraday 1791-1867). פאראד אחד מכיל קולומב (coulomb) אחד של מטען חשמלי על ידי 1 וולט. מיקרופאראד אחד הוא אחד חלקי מיליון של פאראד אחד ופיקו פאראד אחד הוא אחד חלקי מיליון של מיקרופאראד אחד.

המהנדסים בג'נרל אלקטריק ערכו ניסויים בגרסה מוקדמת של קבל-על ב 1957, אבל לא ידוע אם היו לזה השלכות או יישומים מסחריים. ב 1966 סטנרד-אויל גילתה מחדש את ההשפעה של קבל-העל בעל שכבה כפולה, במקרה, בשעה שעבדו על ניסויים ותכנון תאי-דלק. השכבה הכפולה שיפרה מאד את היכולת לאגור אנרגיה. החברה לא הפכה את ההמצאה למסחרית ורק נתנה את הרשיון לחברת NEC אשר שיוקה את הטכנולוגיה ב 1978 כ "קבל-על" לצורך גיבוי זכרון במחשבים. אבל רק ב 1990 ההתקדמות הטכנולוגית בחומרים ושיטות ייצור הובילו לשיפור ביצועים והורדת מחירים.

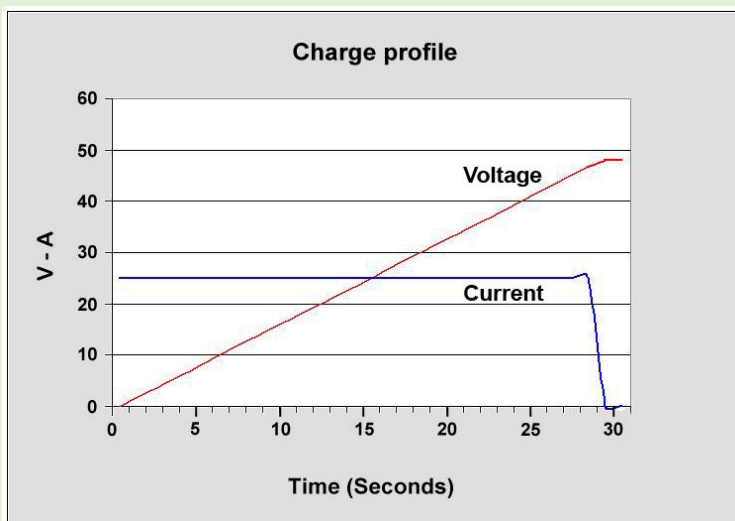
הסופר-קבל התפתח והשתלב לתוך טכניקת הסוללות על ידי שימוש באלקטרודות מיוחדות וחומר אלקטרוליטי. בזמן שקבל כפול השכבות האלקטרוכימי הבסיסי (FDLC) תלוי בפעילות אלקטרוסטטית, קבל כפול השכבות האלקטרוכימי האסימטרי, משתמש באלקטרודות כמו בסוללות רגילות להשיג צפיפות אנרגיה גבוהה יותר, אבל דבר זה גם מקצר את חיי הסוללה הזו ומעמיס עליה נטל נוסף המשותף לה ולסוללה רגילה. אלקטרודות גרפן (Graphene – סוג של פחמן) מבטיח השבחה של הסופר-קבל וסוללות בכלל, אך פיתוח כזה עדיין רחוק.

סוגים שונים של אלקטרודות נוסו עד כה והשיטה הנפוצה ביותר היום מבוססת על קבל בעל שכבה כפולה אלקטרו כימית, מבוסס על פחמן, בעל אלקטרוליט אורגני וקל ליצור.

לכל הקבלים יש מגבלה של גובה המתח. בזמן שאפשר לייצר את הקבל האלקטרו-סטטי לעמוד בעל מנת לעלות למת גבוה יותר יש לחבר כמה קבלי מתחים גבוהים, הסופר-קבל מוגבל ל 2.5-2.7 וולט. ניתן לעלות עד ל 2.8 וולט ואפילו ליותר, אבל במחיר של אורך חיים קצר יותר. על מנת להגיע למתח גבוה יותר אפשר לחבר כמה סופר-קבלים בטור. זה אמנם מקטין את הקיבול הכללי וגם מגדיל את ההתנגדות הפנימית. שרשרת של יותר משלושה סופר-קבלים בטור תזדקק למעגל איזון מתחים, על מנת למנוע גידול מתח פראי על אחד הקבלים. סוללות ליתיום זקוקות לאותו מעגל הגנה.

האנרגיה הסגולית של סופר-קבל היא בין $1\text{Wh/kg} - 30\text{Wh/kg}$, פי 10-50 פחות מלי-יון. עקומת הפריקה היא חסרון אחר. בזמן שסוללה אלקטרו-כימית מספקת מתח קבוע בתחום ספקטרום המתח השימושי, מתח הסופר-קבל קטן על סקלה ליניארית, מקטין את ההספק השימושי של ספקטרום ההספק.

קחו מקור מתח של 6V ונפרק אותו עד 4.5V לפני שהציוד משתתק. עד שהסופר-קבל יגיע סף מתח זה פריקה ליניארית תספק רק 44% של האנרגיה, 56% של יתרת האנרגיה נשמרת. ממיר DC-DC אופציונאלי עוזר להשיג מחדש את הפסד האנרגיה בפס המתח הנמוך בהשוואה יספק 90 עד 95 אחוזים של רזרבת האנרגיה לפני שמגיע לסף המתח.

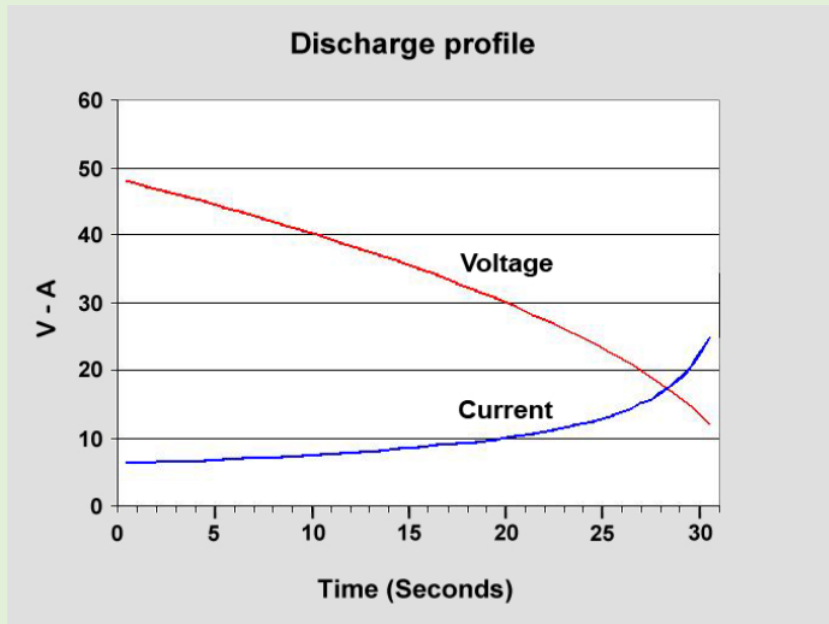


איור 3 המתח גדל באופן ליניארי עם זרם קבוע בעת הטעינה. כאשר הקבל מלא הזרם נופל כברירת מחדל.

איור 3 ו 4 מדגימים מאפייני מתח וזרם בטעינה ופריקה של סופר – קבל. בטעינה המתח גדל ליניארית והזרם קטן כברירת מחדל כאשר הקבל מלא ללא הצורך בהתקן המציין את מלוא הטעינה. בפריקה המתח קטן ליניארית. על מנת להשיג רמת מתח קבועה עם הפחתת המתח, ממיר ה DC-DC מתחיל לצרוך יותר ויותר זרם. סוף הפריקה מושג כאשר אין אפשרות יותר לספק את צרכי העומס.

זמן הטעינה של סופר-קבל הינו בין 1-10 שניות. מאפייני הטעינה דומים לאלה של סוללה אלקטרו-כימית וזרם הטעינה גם כן במידה רבה. אבל מוגבל ליכולתו של זרם המטען. ניתן לזרז מאד את זרם הטעינה הראשוני אבל סיום הטעינה יקח יותר זמן. יש לדאוג להגבלת שטף הזרם האתחלתי כאשר טוענים סופר-קבל ריק מאחר שהקבל יספוג ככל יכולתו. אין סכנה שסופר-קבל יסבול מטעינת יתר, הוא פשוט יפסיק לספוג זרם כאשר הוא מלא.

את הסופר-קבל ניתן לטעון ולפרק למעשה אין-סוף פעמים. שלא כמו סוללה אלקטרו-כימית שיש לה מספר מוגבל של מחזורי טעינה-פריקה. אבל ישנה כמות מסוימת של שחיקה אחרי זמן מה של שימוש. גם גיל והתישנות יותר ידידותיים לסופר-קבל מאשר לסוללה. בתנאים רגילים סופר-קבל נמוג מן התנאים של 100 אחוזי קיבולת הרגילים אל כ 80% לאחר כ 10 שנים. ל"נפח את המתח" מקצר את חיי הסופר-קבל. אבל לעומת זאת הוא סלחני יותר בטמפרטורות גסוהות או נמוכות, תכונות שסוללות רגילות חסרות.



איור 4 המתח נופל בצורה ליניארית בפריקה. ממיר DC-DC אופציונאלי ישמור על רמת ההספק על ידי אספקת יותר זרם עם נפילת המתח.

הפריקה העצמית של הסופר-קבל, משמעותית גבוהה מאשר זו של קבל אלקטרו-סטטי ומעט יותר מאשר קבל אלקטרו-כימי, האלקטרוליט האורגני תורם לכך. הסופר-קבל מתפרק בין 50%-100% ב 30-40 ימים.. סוללות מבוססות ליתיום ועופרת, בהשוואה, מתפרקות עצמית כ 5% לחודש.

ישומים

יש מקרים בהם הסופר-קבל אינו מובן כראוי. הוא אינו תחליף לסוללה לשמור לזמן ארוך על אנרגיה. אם לדוגמה הטעינה והפריקה הם יותר מ 60 שניות – יש להשתמש בסוללה, אם הזמן קצר יותר יש הצדקה להשתמש בסופר-קבל, אם יש צורך

הסופר-קבל יעיל אם ישי צורך בעומס לזמן קצר. כאשר הבחירה המועדפת היא סוללה כשיש צורך בעומס לזמן ארוך. קומבינציה של שניהם לסוללה היברידית מספקת את שני הצרכים ומונעת מאמץ מיותר על הסוללה, ומבטיח אורך חיים רב יותר. סוללות מסוג זה ניתן להשיג במשפחות חומצת-עופר

קבלי-סופר יעילים ביותר בגישור על פערי עוצמה הנמשכים מכמה שניות עד לכמה דקות וניתנים לטעינה במהירות. לגלגל תנופה אותן תכונות, ואחד היישומים בו הסופר-קבל מתחרה בגלגל תנופה היא ניסוי הרכבת של לונג-איילנד של ניו-יורק. רכבת זו היא אחת העסוקות ביותר בצפון אמריקה.

על מנת למנוע צניחת מתח עם גידול בתאוצה של הרכבת, ועל מנת למנוע צריכת הספק מכסימלי בוצע ניסוי בניו-יורק של סופר-קבל בעל 2MW עצמה מול גלגל תנופה, בעל הספק של 2.5 MW. שתי המערכות חייבות לספק עוצמה רצופה של 30 שניות בזמן קיבול יחסי המגה ואטים ולהיטען במלוא הכמות באותו זמן. המטרה היא להשיג ויסות שהוא בתחום 10% של המתח הנומינלי; לשתי השיטות חייבת להיות תחזוקה מועטה ואורך חיים של לפחות 20 שנה. המומחים מאמינים ששיטת גלגל התנופה יותר קשוחה ויעילה אנרגית ליישום זה, מסוללות. הזמן יגיד.

זמן הטעינה של סופר-קבל הוא 1-10 שניות. אופי הטעינה דומה לסוללה אלקטרו-כימית וזרם הטעינה מוגבל ברובו על ידי מגבלות אספקת הזרם של המטען. הטעינה הראשונית יכולה להיות מהירה מאד אבל סיום הטעינה עשויה להיות ארוכה יותר. יש לדאוג לעיכוב זרם הטעינה הראשוני לסופר-קבל ריק, הסופר-קבל ינוק כל מה שהוא יכול. אין סכנה של טעינת יתר ואינו צריך אמצעי מיוחד להגבלת טעינת יתר. ברגע שהסופר-קבל מלא הוא יפסיק לקלוט זרם נוסף. טבלת השוואה בין סופר-קבל ללי-יון טיפוסי

שימוש	סופר-קבל	לי-יון (רגיל)
זמן טעינה	1-10 שניות	
אור חיי מחזור	1 מיליון – 30 אלף שעות	
מתח תא	2.3 – 2.75 וולט	3.5 וולט נומינלי
אנרגיה סגולית (Wh/kg)	5 טיפוסי	120-240
עצמה סגולית (W/kg)	עד 10,000	1,000-3,000
מחיר ל kWh	טיפוסי \$10.000	\$250-100
תקופת שרות (תעשייתי)	10-15 שנים	5 – 10 שנים
טמפ. טעינה	40 – 65° C	0-45°C
טמפ. פריקה	40- 65°C	-20 - 60°C

השוואת ביצועים בין סופר-קבל לסוללת לי-יון.

אפשר לטעון או לפרוק את הסופר קבל מספר פעמים בלתי מוגבל, שלא כמו סוללה אלקטרו-כימית אשר לה מספר מחזורי מוגדר, אין לסופר-קבל בעיות של גיל או התיישנות כתוצאה משימוש (פריקה או טעינה). גם הגיל יותר ידידותי לסופר-קבל מאשר לסוללה. בתנאים רגילים הסופר-קבל דועך מהנתונים החדשים שלו (100% קיבול) לכדי 80% במשך 10 שנים. הזנת מתח יותר גבוה מקצר את חיי הסופר-קבל. הסופר קבל סלחני בחום או קור, יתרון שאין לסוללות רגילות.

הפריקה העצמית של סופר-קבל הינה משמעותית גבוהה מקבל אלקטרוסטטי ומעט גבוהה מסוללה אלקטרו כימית, האלקטרוליט האורגני תורם לכך. הסופר קבל מתפרק מ 100 ל 50 אחוז ב 30 עד 40 ימים. סוללות מבוססות עופרת או ליתיום, בהשוואה, מאבדות כ 5 אחוז לחודש.

יישומים

לעיתים הסופר-קבל אינו מובן כהלכה, הוא אינו תחליף לאיחסון ארוך טווח של אנרגיה. אם לדוגמה זמני הטעינה והפריקה הינם מעבר ל 60 שניות – השתמש בסוללה, אם לעומת זאת קצר יותר הסופר-קבל יותר אקונומי.

