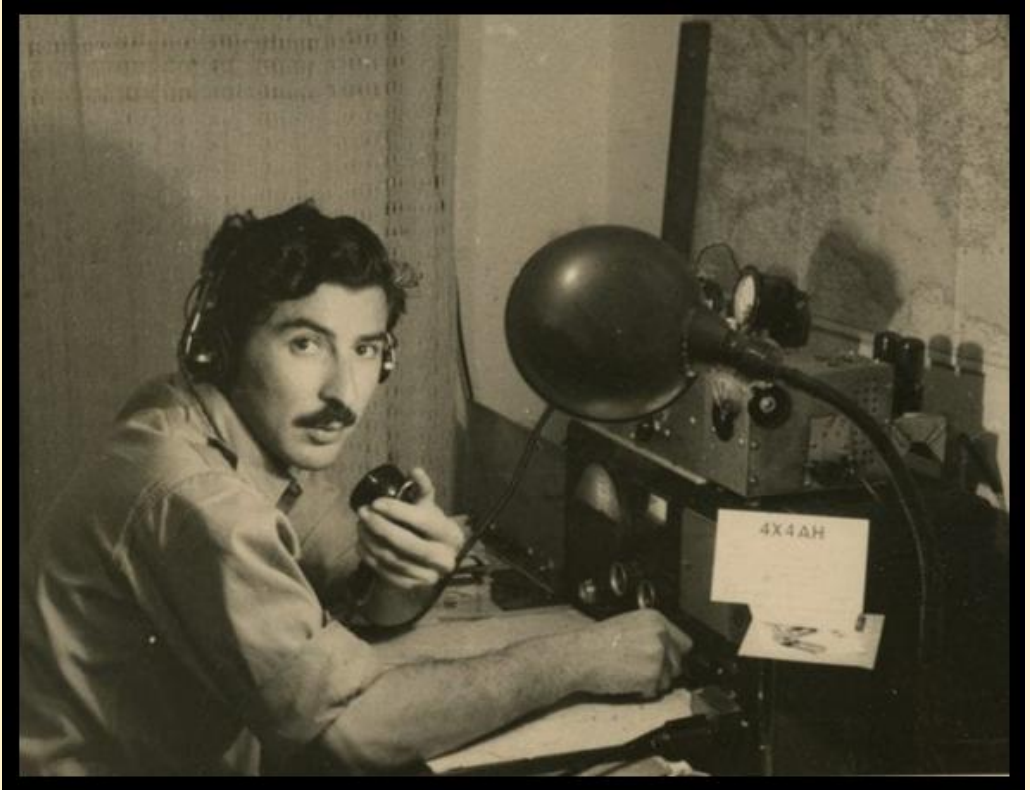


4XBulletin

גיליון מס' (11) ינואר 2021



עשר שנים למותו של יענקלה יצחק ז"ל, 4X1AH, נשיא האגודה לשעבר בתחנת הרדיו בביתו בתל אביב, עם מקלט 'הליקרטר' דגם S.40, ומשדר חובבים על בסיס Command Set באדיבות העמותה להנצחת מורשת לוחמי חירות ישראל (לחיי)

בגיליון החודש :

הביורוקרטיה והשפעתה על חובבי הרדיו.

כשהבריטים תפסו את יענקלה פלבסקי.

הפעלות, תחרויות ותוכנות עזר ל-DX.

האלף-בית הפונטי הנאצי.

מקלטים בטכנולוגיית SDR

בניית מערכת סולארית עצמאית לחובב הרדיו ועוד...

תוכן העניינים:

- 3 - דבר העורך
- 7 - מכתבים למערכת
- 8 - לזכרו של עוזי ליגי 4X4CP SK
- 9 - האלף-בית הפונטי הנאצי
- 11 - כשהבריטים תפסו את יענקלה פלבסקי
- 15 - Omnirig הרי זה כה פשוט
- 18 - תחרות חובבי רדיו ומבחן התוצאה
- 20 - מקלטים בטכנולוגית SDR
- 25 - הפעלת חנוכה 2020
- 27 - תכנון ובניית מערכת סולארית עצמאית

משתתפים בגיליון זה:

- 4Z4ZQ רונן פינצ'וק
- 4X6FR צביקה שטסל
- 4Z4KX מארק שטרן
- 4X6AG גדי אלון
- 4Z1AR אמיר ברנהולץ
- 4X1SK דניאל רוזן

בברכת 73! וקריאה נעימה! **נפתלי בלבן-אוברהנד 4Z1RM**, עורך הגיליון.
תודה מיוחדת לעדו רוזמן 4X6UB על עזרתו בשיבוץ העיתון באתר האינטרנט החדש שלנו.
לקריאת גיליונות קודמים של העיתון נא להיכנס לאתר: [/https://4xbulletin.org](https://4xbulletin.org)
כתובת המערכת לתגובות בקשות או משלוח מאמרים: 4xbulletin@gmail.com
הערה: המאמרים המופיעים בגיליון זה הם באחריות הכותבים בלבד.

הנכם מוזמנים לכתוב מכתבים למערכת, הערות והצעות לכתובת: 4xbulletin@gmail.com,
וכמובן להיכנס ולקרוא את כל הגיליונות שיצאו לאור עד כה באתר החדש של העיתון.
73!, נפתלי



דבר העורך

מאת: נפתלי בלבן-אוברהנד 4Z1RM

1, האירוע המרכזי המסיים את שנת 2020

נראה שמופע האימים של הקורונה אינו פוסח על חלקה טובה כלשהי בחיינו אשר השתנו לבלי הכר, וזוהי רק ההתחלה! יהודי יקר יליד סלוניקי אשר ביוון, ששם הולדתו היה ישראל בורלא, הוא המנכ"ל של פיזור - חברת התרופות המפורסמת בעולם, שהביאה את הוויאגרה אשר הצילה את הגברים המזדקנים, ולאחרונה את החיסון המפורסם נגד מגפת הקורונה. אותו בורלא אמר שהקורונה תישאר איתנו עוד 10 שנים, וזה ממש מצמרר.

אותה קורונה, שכילתה מיליון וחצי בני אדם בעולם, וגרמה למיליונים לאבד את פרנסתם, הביאה גם חידושים, ובראשם השימוש בתכנת ה-Zoom, אשר התפרסמה תוך זמן קצר בכל העולם ונמסרת לכל דורש חינם אין כסף.

ופתאום נפתחות אוניברסיטאות בזום, אינספור הרצאות לקהל הרחב בזום ואפילו בחירות בזום. השתתפתי בבחירות באגודה אחרת בה אני חבר שהתקיימו ב-Zoom, ונפרש לפניי מסך ועליו כ-300 חברים, כולם נראים יפה, מחייכים, מנופפים בידיהם איש לרעהו ושולחים מסרונים ב-Chat ובווטסאפ. המיקרופונים של רובם היו מושתקים, אך בכל פעם כשמישהו רצה להגיב, הוא נופף בידו, בקשתו נרשמה וטופלה תוך זמן קצר. האנשים התבטאו באופן חופשי בזמן שעמד לרשותם. התנהלו ויכוחים, ומרבית המשתתפים הרגישו את עצמם כאילו היו במפגש חברתי אמיתי פנים אל פנים.

בלבי הייתה תקווה שדרך זו תתנהל גם האסיפה השנתית של חובבי הרדיו, אלופי התקשורת האלחוטית בעולם, אך לא כך היה. האסיפה אורגנה בקפדנות, כאילו שהיה מדובר בתכנית טלוויזיה "ריאליטי" בה צופים באנשים ב"הישרדות" בג'ונגל כשהם נאבקים באיתני הטבע, ובמיוחד איש עם רעהו, אך הצופים בבית אינם יודעים שעשרות הפרקים צולמו אי-שם בעולם כבר לפני שנה-שנתיים. הפרסומת מודיעה בצעקנות שהערב תהיה הדחה היסטורית, אך ההדחה כבר התקיימה מזמן אך על המסך היא מופיעה כאילו שהיא מתקיימת בזמן אמיתי. זוהי ההקדמה לאסיפה השנתית אשר התקיימה ב-30/12/2020 ב-Zoom, ואורגנה ע"י חברה מסחרית על-פי הזמנתו והנחיותיו של ועד האגודה היוצא/נכנס.

אחרי המתנה של שלושים דקות הגיעו כ-180 חברים והתחברו ב-Zoom. לא ניתן היה לראות אף אחד מהמשתתפים פרט ל"פאנליסטים" חברי ועד אחדים אשר ארגנו את המופע ה"מעניין הזה". האסיפה נפתחה בברכות המסורתיות, ולהפתעתנו לא ראינו את הדוברים ב-LIVE, אלא צפינו בהקלטות שנעשו בצורה חובבנית בתמונות חשוכות, ונשמעו בקולות עמומים. הייתי נותן להם S 4 6. (לא 59) ניתן היה להבחין אפילו בקו הזוחל המראה את הזמן הנוותר לסיום ההקלטה. מתי זה הוקלט? האם באותו יום, ואולי לפני חודש? ואם כל החובבים האלה, שהם מהירי הלשון באוויר, אך חוששים לנאום לפני מיקרופון פתוח ונזקקים להקלטה של

הסמארטפון שלהם נתנו ביטוי לדעותיהם באמצעות הקלטות, הרי מול זה בלטה היעדרותו של נציג משרד התקשורת. בלטו בחסרונן מילות ההערכה של אנשי המשרד, שתמיד עודדו אותנו בהבטחות להיטיב עמנו, כפי שנהגו בעבר. חבל שלא הובאה לפחות הקלטה של דבריהם, הרי משרד התקשורת הינו ה"אבא" של כולנו, ובלעדיו לא ייפול דבר.

הבחירות התבצעו ב-SMS או במחשב. כמעט ולא ניתן היה לבחור במועמדים, אלא רק בקבוצות מוגדרות היטב מראש. אי-אפשר היה להביע דעה לפני הבחירות שארכו כ-20 דקות, ופרט לשניים-שלושה אנשים שלא הצליחו להיבחר לוועדת הביקורת ולוועדת החברים, הרי כל המועמדים הרשומים אשר הובאו להצבעה נבחרו ברוב עצום.

חברים אחדים ביקשו מהמארגנים שיפתחו את המצלמות האישיות כדי שנראה זה את זה, אך כתשובה נאמר להם שתוכנה זו אינה מאפשרת זאת. מישהי העירה שידוע לה שגופים אחרים המשתמשים באותה תוכנה פותחים את האופציה לראות את המשתתפים, אך אף אחד לא התייחס לדבריה.

לסיום, התקיים ויכוח חופשי מעניין, ועליי לציין שהרשימו אותי שני חובבים עולים לשעבר מבריה"מ, שאמרו את אשר על ליבם לגבי האיסורים לפעול בתחומים והספקים בתדרים הגבוהים – איסורים שהונהגו לאחרונה רק בישראל, למשל בתדרים בהם מתקיימת תקשורת ה-EME – כדור הארץ-הירח-כדור הארץ (בה הירח כולו משמש בתור רפלקטור המחזיר את גלי הרדיו לכדור הארץ ומאפשר קשר גלובלי מושהה בזמן) אנשים דיברו מליבם, וטוב היה לשמוע שישנם עדיין אנשי תקשורת אמיתיים המתפקדים כחובבי רדיו כבעבר ולא כחובבי ה"עלי-אקספרס" של ימנו...

גולת הכותרת של האסיפה הייתה ההצבעה על התקנון החדש, שהתקבל ברוב גדול ע"י החברים, וזאת בניגוד לנהלים שהיו מקובלים בעבר הרחוק, בהם התרחשו שינויים מועטים, ובזהירות רבה, תוך התראה מראש של כחודש לפני ההצבעה, ולעתים אף באמצעות הודעות בדואר רשום. הפעם ועדת התקנון הוציאה באביב האחרון איזשהו קומוניקט, ובו הצעות לשינוי רדיקלי בתקנון. לאחר מכן עברה חצי שנה ללא כל פרסום, ואז 5 ימים לפני ההצבעה הופיעו המסמכים: התקנון הישן, החדש ומסמך המראה את השינויים המופיעים בתקנון החדש. במסמך המשווה סומנו השורות המתארות את ההחלפה בגוון אדום. עיניי האדימו נוכח השינויים הרבים. כל אדם ודעתו הוא, וביכולתי רק להביע את דעתי, שהדבר שהטריד אותי במיוחד: הוא הכנסת הסעיפים הממוסחרים בהם מצוין שחברי האגודה מתירים לוועד לבצע עסקאות מסחריות שאינן קשורות כלל לחובבות הרדיו.

קבוצה קטנה של חובבים יצאה כנגד כמה מהשינויים החדשים המוצעים לפני קיום האסיפה ונתקלה בוואטסאפ בקריאות בוז, גידופים, הקנטות וצחקוקים, ממספר חברי ועד בפועל וע"י כמה משת"פים פעילים שלהם, ביניהם חבריי הטובים לשעבר. נראה שמארגני האסיפה השיגו את כל מבוקשם, אך כל נשכח שבאסיפה האלקטרונית הזו לקחו חלק רק כשליש מחברי האגודה, אם כי היה קל מאוד להשתתף, אפילו לא היה צורך לצאת מהבית.

באספות הקודמות ביהוד, הנמצאת בעק-וועלט (קצה העולם) מבחינת נגישות לתחבורה ציבורית, היו נוכחים יותר חברים מאשר ב-Zoom. למעשה, מה שבולט הוא שתיקתם הרועמת של למעלה מ-300 חברים, שלא טרחו כלל להופיע.

2. האם הביורוקרטיה מקשה על חובבי הרדיו?

לפני כמאה שנים התחילו שידורי ה-AM לקהל הרחב וזאת הודות להמצאת שפופרות הרדיו אשר מסוגלות להגביר אותות רדיו חלשים ביותר והמשודרים ממרחקים. עד אז אמנם התקיימו שידורי טלגרף בעזרת משדרי ניצוצות ומקלטי גלאים בלבד. אם כי שמתקנים אלה היו "פרימיטיביים" יחסית לציוד המודרני כיום, הם אפשרו הצלת אוניות במצוקה בלב ים, והמקרה הידוע ביותר הוא טביעת הטיטאניק ב-1912 בו בעזרת קשר רדיו, חולצו מחצית הנוסעים שהיו על אונית פאר זו.

למקלטי ומשדרי השפופרות ישנם הרבה יתרונות על משדרי הניצוצות והם – עוצמות שידור גדולות בצליל טוב, ורגישות קליטה מצוינת במקלטים הביתיים, בהמשך הזמן גם ירדו המחירים, ותוך שנים מעטות היה כבר רדיו כמעט בכל בית. השידורים התקיימו בארה"ב בגלים הבינוניים ובאירופה גם בגלים ארוכים.

השימוש בגלים קצרים לא היה רב וגם לא מוצלח. בגלל הקושי הטכני להפיק תדרים גבוהים מאוד בטכנולוגיה הישנה ובגלל שהטווחים שהושגו בעזרת הגלים הקצרים (מעל 2–3 מה"ץ) היו נמוכים – בניגוד לטווחים הטובים של הגלים הארוכים יותר.

בכל מקרה – חלומם של מהנדסי הרדיו באותה התקופה היה לעבור את האוקיאנוס אטלנטי, כלומר לשדר מאירופה לאמריקה.

על אף המאמצים העצומים וההשקעה בציוד וכספים – הדבר לא צלח בידם, הובעה הדעה שהגלים הקצרים הם good for nothing (לא שווים דבר) ונאמר לחובכים שהם יכולים לשחק בגלים הקצרים, ובלבד שלא יפריעו לגלים הבינוניים.

חובבי רדיו לפני מאה שנה לא הפסיקו את ניסיונותיהם לחפש פתרונות, ולהלן תיאור מעשה גילוי אופן הפעולה של הגלים הקצרים:

שני חובבי רדיו – האחד צרפתי בשם ריינהרד והשני בארה"ב, קבעו ביניהם לנסות שיטה חדשה – והיא לשדר זה אל זה מדי יום בשעה קבועה - והנה בינגו! יום אחד הצרפתי שמע שידור חזק מאוד מהאמריקני ושאל אותו: "מה, הגעת לביקור לצרפת?" – האמריקני ענה, "לא אני באמריקה", וכך הם המשיכו לנסות באותו אופן והם אשר גילו את תופעת גלי הרקיע, זאת אומרת שבתנאים מסוימים גלי הרדיו ממריאים אל היונוספירה אשר משמשת כרפלקטור ומחזירה את הגלים למקומות מרוחקים וכך מתגברים על עקמומיות כדור הארץ.

מרגע הגילוי והשמחה הבינלאומית על כך – עלתה קרנם של חובבי הרדיו בעולם וארגון התקשורת הבין-לאומי ITU החליט להמליץ לכל ארצות העולם לתת לחובכים את כל הכפולות של ה-7 מה"ץ למען שישחקו הנערים.

מתן אישור גורף למאות אלפי חובבי רדיו להשתמש בתדרים – כמובן לאחר שהרשויות בכל מדינה בוחנים את החובכים בידע שיש לחובב וזאת למען ששידורי החובכים לא יפריעו לשירותים אזרחיים וצבאיים ואחרים.

שנות ה-20 של המאה העשרים היו פוריות ביותר. הוקמו בעולם אלפי תחנות רדיו, רובן ממלכתיות, ובארה"ב הוקמו תחנות פרטיות, והרדיו היה כלי להפצת חדשות בידור ממדרגה ראשונה. לצערנו בארצות מסוימות הוא הפך לשופרו של הרודן השליט. הרדיו שימש להשמעת פרופגנדה בעד ונגד הדמוקרטיה.

נשאלת השאלה במה זכתה האנושות בעקבות פעילותם של חובבי הרדיו? לדוגמא, כאשר ארה"ב הצטרפה למלחמת העולם השנייה, גויסו חובכים רבים והיוו בסיס להקמת חיל הקשר המצוין של המדינה. חובבי רדיו השתלבו בתעשיית האלקטרוניקה והצטיינו בפיתוח ציוד חדיש

ביותר בכל הזמנים. אזכיר רק נושא אחד – כדי לחקור את התפשטות הגלים עלידי חוקרים מתחום הפיזיקה, היה צורך לגייס בתשלום עשרות אלפי אנשים שלא היה ידוע מהי המוטיבציה שלהם, ואילו החובבים התגייסו במימדים של עשרות אלפים כמתנדבים, והפכו אבן על אבן על מנת למצוא פתרונות, והם מצאו.

אנו החובבים, וממשיכי דרכם – האלחוטנים המקצועיים (שרבים מהם גם חובבים), הבאנו להצלתם של רבים שנמצאו בסכנה בחלקים שונים בתבל לאחר רעידות אדמה, כאשר התקשורת הממוסדת הצבאית והמסחרית כשלו. לדוגמא, ברעידת האדמה במקסיקו סיטי, כאשר 18 מיליון תושבים היו כמעט מנותקים מהעולם החיצון, והקשר היחיד שהמשיך להתקיים היה בין חובבי הרדיו במקום לבין החובבים בעולם.

הטכנולוגיה רצה ומתקדמת במהירות רבה יותר מהחובבים – כיום אותם גורמים אשר אנחנו תרמנו להם מהידע שלנו, לוטשים עיניים על כל פיסת ספקטרום, בעיקר למטרות מסחריות, ומנסים עתה לגזול גם את כבשת הרש. למה הדבר דומה? לתכניותיהם של יזמי נדל"ן לבנות מגדלים בשמורות טבע. עומדים לצינדנו ארגונים בינלאומיים כמו ITU, שכן רוב מדינות העולם מבינות ומוקירות את חשיבות חובבי הרדיו לפיתוח הטכנולוגי ולשירותי הרדיו.

בישראל עברה לפני מספר שנים הסמכות להועדה והקצאה של תדרים לגוף עלום בשם "ועדת התדרים", ששיקוליו והפרוטוקולים של דיוניו לא פתוחים לציבור. והנה – התבשרנו כי גוף זה קבע לחובבי הרדיו בארץ טבלת תדרים חדשה, והתברר כי תדרים מסוימים, שיועדו לחובבי רדיו לפי כללי ITU, שהם אמנה בין-לאומית שישראל מחויבת לקיים, לא יהיו נגישים לחובבי רדיו בישראל. הכיזד? יש לקוות שחובבי הרדיו ונציגיהם יצליחו לטפל בזה בדחיפות, בתקווה כי משרד התקשורת ישכיל לוודא קיום התחייבויות מדינת ישראל על פי אמנת ה-ITU.

עד כאן תיארתי את הבעיה של מצוקת התדרים והמאבק עליהם, אך הינה מתעוררת בעיה חדשה לגבי החובבים, ולפי השמועה ישנה החלטה של אלה הקובעים את תוכן הבחינות לחובבי רדיו להקשות על הנבחנים ולהפכם מבחינות לחובבי רדיו לבחינות לחובבי משפטים. נכון הוא שלכל חובב נחוץ ידע רב מאוד בהפעלה, וגם ידע טכני, זהירות ושליטה עצמית על-מנת לשמור על הכללים. אך מסתמן, כך לוחשות הציפורים שבאוויר, שקובעי התכנים של הבחינות ינסו לבחון את המועמדים בפרטים המשפטיים של פקודת הטלגרף האלחוטי ותקנותיה. ובנוסף – החובבים יצטרכו להפגין ידע אדיר בטבלאות של עשרות תחומי תדרים, הספקים, מה משני ומה ראשי, ולאילו דרגה מתוך שלוש הדרגות הנהוגות בארץ מותר או אסור סגמנט זה או אחר. למה הדבר דומה? למבחן נהיגה, בו במקום לשלוט בחוקי הנהיגה הנכונים והתמרוקים, ידרשו מהמועמדים להפגין ידע בכל הרחובות, ברמזורים וכל מקומות החנייה המותרים או אסורים בכל המדינה. אנו עם הספר, ולומדים בבתי הספר תנ"ך ברמה סבירה. האם תלמידי ישראל יידרשו להיבחן ברמה הדומה לזו של חידון התנ"ך העולמי?

אין ספק כי החובבים צריכים להיות בקיאים בתנאי רישיונם, והגיע הזמן שמשרד התקשורת יפיץ לנו את תנאי הרישיון, אך לימוד החוקים והתקנות הוא עניין לעורכי דין ולא לחובבי רדיו. אנו החובבים צריכים באמת לדעת את הכפולות המופלאות של 7 מגהרץ, ולדעת איך לקרוא את הטבלאות שבהן רשמות התדרים, ומן הראוי שתהיה בתחנת החובבים טבלה כזו.



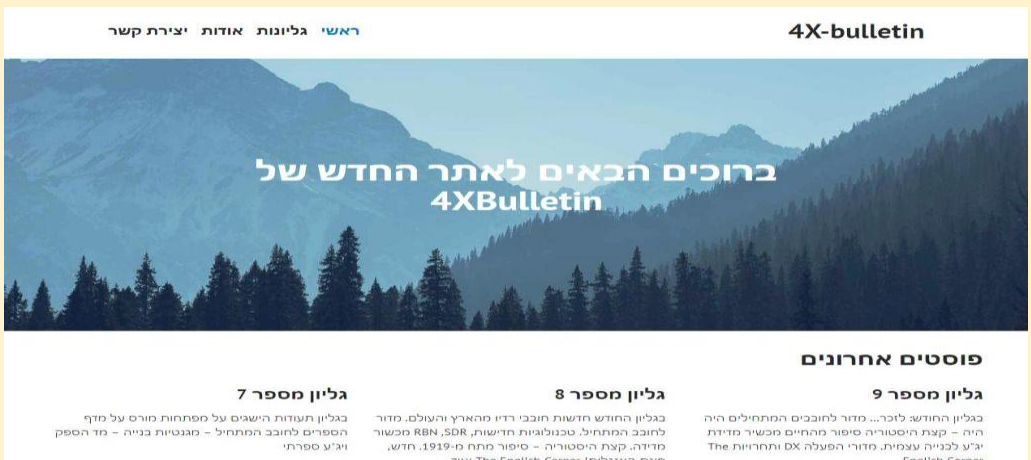
RF Feedback - **מכתבים למערכת**

Dear sir: thank you very much for the great job !!!!
 its a pleasure to read the magazine every month.
 Keep up the good job !!!!
 KC2RXV 73 Raanan Barr (BEN) 1/12/2020

בוקר טוב וברכות על הגיליון המדהים! אופפר שמאי 4Z1WS 1/12/2020

לכל החובבים החדשים ולחובבים שעוד לא הספיקו להצטרף ל- ברצוני להמליץ על העיתון המקוון 4xbulletin אשר ערוך היטב, מכיל תכנים ועדכונים מיוחדים בנושאים טכניים, חינוך, היסטוריה ועוד.. הטקסטים כתובים יפה, והכתבות מאוד מעניינות. מומלץ מאוד!! 👍 4z5bh אהרון ריצימן, 14/11/2020

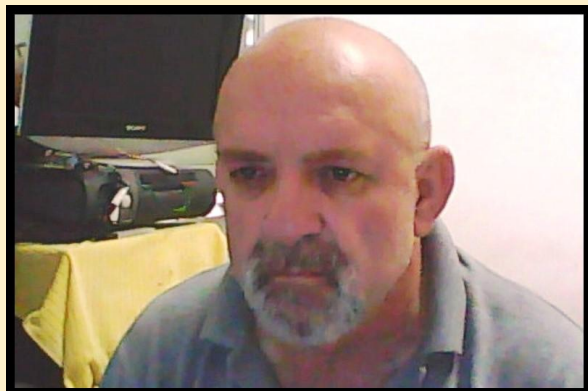
Shalom from Canada! I get your club's bulletin in Hebrew.
 Unfortunately, my level of understanding is: Shmi Dahveed. Ani b'kitah Aleph!
I have not been able to reach my friend, Shalom Barak, by Internet, and by WhatsApp. I hope he is well.
 Whenever I visited Israel, he would pick me up from my hotel, and take me to have dinner with his ham pals on Friday evenings.
 Also, Shalom has helped me buy trees in your SKF.
 Please tell Shalom I have been trying to talk with him.
 Perhaps he can contact me by Internet at this address: david.rosner@shaw.ca
 I am sending you the newsletter from my radio club here in Winnipeg, Canada:
 Best wishes for Chanukah. Chag Sameach! 73 David Rosner VE4DAR.



כניסה לאתר: <https://4xbulletin.org>

לזכרו של עוזי ליגי 4X4CP SK (1956-2020)

מאת: רונן פינצ'וק 4Z4ZQ



נדהמתי לקבל ראשון את הבשורה המרה על לכתו של עוזי ידידי משכבר הימים, והתמלאתי בצער רב. הכרתי את עוזי בעת היותי תלמיד בית ספר בסביבות גיל 12, בעת ביקור במועדון הטכני ע"ש "אלי כהן" שבקריית מוצקין.

עוזי היה בין המדריכים, והחובב האחראי היה אז גדעון הלר 4X4LE. כבר אז עוזי היה אדם מיוחד, שולט היטב ברזי התקשורת, סבלני ומסביר פנים.

הוא ואחרים היו אלה שדחפו אותי ללכת לעשות בחינות במשרד התקשורת. לאחר קבלת הרישיון עלייתי על המסרים וגם הפעלתי על גלי ה-HF, מידי פעם הייתי שומע את עוזי משדר מהמועדון. בהמשך דרכו עוזי נכנס לוועד האגודה והיה חבר פעיל.

כאשר הקמנו (ב~1990) את רשת הפאקט שהייתה חידוש עולמי בקרב החובבים בכל בעולם, וביקשנו מהוועד תקציבים למרות שכל הנושא זה לא היה מוכר לוועד (וגם לא לנו המקימים). עוזי כנציגינו תמיד פירגן ודחף לתת לנו גיבוי בנושא תקציבים וניסויים כדי לבחון את הטכנולוגיות החדשניות, והוא עצמו היה שותף פעיל ברשת, קנה ציוד והיה חובב פעיל בנושא זה. גם בנושא שרת האגודה שהיה אז חידוש, עוזי עשה לנו לובי חזק בוועד. לימים נפרדו דרכינו. אני "הורדתי פרופיל" ולא הייתי פעיל.

לפני כמה שנים חזרתי לפעילות אינטנסיבית ושמחתי לשמוע את עוזי פעיל על הגלים.

בשלב כלשהו נודע לי שעוזי מסתובב עם קוצב לב, ומשיחה שהייתה לי לפני הרבה שנים עם דר' אלכס וילנסקי 4X1MH שהוא חובב מוכר מאוד בקרב החיפאים, שהיה אחראי על המיכשור הרפואי בבי"ח רמב"ם הוא הראה לי בשעתו "חידוש עולמי" - קוצב לב דבר שלא היה קיים בעבר, והקוצב שאלכס הראה לי היה קוצב חכם, גם כזה שניתן לתכנת אותו מרחוק (ע"י סליל השראה בתדר נמוך מאוד) וכן שהקוצב הוא ידע לתת מכת חשמל ברגע שהוא זיהה שלבן האדם אין דופק. באותה שיחה אלכס אמר שחובבי רדיו שמושתל בגופם קוצב מנועים באופן מוחלט מלשדר, מכיוון שהשידור משבש את פעולת הקוצב.

כאשר שאלתי את עוזי איך זה מסתדר עם התחביב והאם הרופאים יודעים שהוא משדר, ענה לי שהם יודעים זאת ומותר לו לשדר. מסתבר שהקוצבים של היום אינם מושפעים משידורים. כל כך שמחתי בשבילי... רק לפני ימים אחדים שמעתי את עוזי על ממסר חיפה.

עוזי קיבל דום לב, ולמרות כל הקוצבים המשוכללים מסתבר שהטכנולוגיה עדיין לא כל יכולה. לי אישית עוזי יחסר מאוד כאחד המנטורים, שלי וכאחד שהתעסק כמעט נטו בתחביב בלי הפוליטיקה.

תמיד אזכור אותו כדוגמא לחובב אמיתי, יהי זכרו ברוך.



האלף-בית הפונטי הנאצי מול האלף-בית הבינלאומי

מאת: נפתלי בלבן-אוברהנד 4Z1RM

אנו חובבי הרדיו, מרבים להשתמש באלף-בית הפונטי, אך חשיבותו גדלה במיוחד במצבי חרום. באירועים כמו שיטפונות, רעידות אדמה ועוד, ישנם קשיים בתקשורת. פעמים רבות קורה שרעשים או אותות חלשים עלולים לפגוע בטיב הקשר. מסיבה זו החליטו להשתמש באלף-בית הפונטי שלפיו כל אות באלף-בית מקבילה למילה מסוימת, וכך הודעות חשובות מגיעות בצורתן הנכונה.

בשנת 1920 הפיק ארגון הטלקומוניקציה הבינלאומי (ITU) את האלף-בית הפונטי הראשון שנודע בעולם, אשר היה מורכב משמות של ערים ומדינות בעולם כמו: אמסטרדם, בולטימור, קזבלנקה, מדגסקר, ניו-יורק, אוסלו, פריז, קוויבק, רומא, סנטיאגו, טריפולי, אופסלה, ולנסיה, וושינגטון, יוקהמה, ציריך.

לאחר שנים בהן נערכו שינויים בקוד במדינות שונות. החליטה נאט"ו - ארגון האמנה הצפון-אטלנטית (NATO) לאמץ קוד המבוסס על מלים משפות שונות, אשר הושאל ברובו מהמקובל בתעופה האזרחית ונכנס לתוקף ב-1/3/1956 והתקבל בעולם.

דוגמאות לקוד זה: אלפא, בראו, צ'רלי, דלתא, אקו, פוקסטרוט, גולף וכו'. האות X מסובכת, מכיוון שכמעט ואין מלים מוכרות המתחילות באות הזו. נהגו להשתמש במילה "קסילופון", בגרמניה השתמשו ב"קסנטיפה" ובקוד נאט"ו ב-X-Ray על שם הקרינה שגילה רנטגן ב-1897.

לצידו של קוד נאט"ו, לגרמניה יש אלף-בית פונטי משלה, אשר נוצר ב-1890 ושונה ב-1934 ע"י הנאצים אשר החליפו 14 מונחים שנראו להם ממקור עברי ואו יהודי. "נתן" הפך ל"נורדפול" (הקוטב הצפוני), "דויד" הפך ל"דורה" ועוד. לאחר מלחמת העולם השנייה, הוחלפו חלק מהסימנים האלה אך לא כולם ויש מהם שנמצאים עדיין בשימוש בגרמניה.

בעקבות קמפיין של פעילים אנטי נאציים מבאדן-וירטמברג, גרסת האלף-בית הפונטי של גרמניה שהונהגה בעידן הנאצי תוסר, מכון התקנים בגרמניה (DIN) החליט להסיר את השינויים שהנהיגו הנאצים ולהציע מונחים חדשים לאותיות הבעייתיות.

נשיא מועצת יהודי גרמניה בירך על יוזמתם של פעילים אלה באומרו כי "הגיע הזמן להשתחרר משפת הנאצים".

מקורות: מהתקשורת העולמית כולל ה-BBC, תודה לחנן צבר 4Z1DZ שהציע נושא זה.



A	ALPHA	----
B	BRAVO	-----
C	CHARLIE	-----
D	DELTA	-----
E	ECHO	-----
F	FOXTROT	-----
G	GOLF	-----
H	HOTEL	-----
I	INDIA	-----
J	JULIET	-----
K	KILO	-----
L	LIMA	-----
M	MIKE	-----
N	NOVEMBER	-----
O	OSCAR	-----
P	PAPA	-----
Q	QUEBEC	-----
R	ROMEO	-----
S	SIERRA	-----
T	TANGO	-----
U	UNIFORM	-----
V	VICTOR	-----
W	WISKEY	-----
X	XRAY	-----
Y	YANKEE	-----
Z	ZULU	-----

אות	אלפבית צילי
<u>א</u>	אלף
<u>ב</u>	בעז
<u>ג</u>	גימל
<u>ד</u>	דוד
<u>ה</u>	הגר
<u>ו</u>	וו
<u>ז</u>	זאב
<u>ח</u>	חיה
<u>ט</u>	טיח
<u>י</u>	יונה
<u>כ</u>	כרמל
<u>ל</u>	לאה
<u>מ</u>	משה
<u>נ</u>	נשר
<u>ס</u>	סמך
<u>ע</u>	עין
<u>פ</u>	פסל
<u>צ</u>	צפור
<u>ק</u>	קורח
<u>ר</u>	רות
<u>ש</u>	שמיר
<u>ת</u>	תלם

נ.ב. געגועים לפרידריכסהפן



הדוכן הישראלי בכנס החובבים בפרידריכסהפן, יוני 2019 – צילום אייל רסקין 4X1RE



כשהבריטים תפסו את יענקלה פלבסקי

דניאל רוזן, 4X1SK

תפיסת תחנת השידור של הלח"י ברחוב השומר 3, תל אביב

ביום שני, 18 פברואר 1946, פשט כוח בריטי גדול על האזור התחום בין רחוב השומר ורחוב רמב"ם בתל אביב, כדי לאתר ולתפוס תחנת שידור מחתרתית של הלח"י, 'קול המחותר העברית'. הכוח כלל שבע מחלקות משטרה, מהם אחת (20 שוטרים) מאומנת במיוחד לפיזור הפגנות, פלוגת צנחנים, ארבע מכוניות משוריינות, מחלקת חבלה ומספר טכנאים מחיל הקשר המלכותי.

הכוח יצא ממחנה שרונה מיד עם תחילת השידור המחתרתי, בשעה 1930, הגיע לאזור בשעה 1940, ובודד את אזור הפעולה. שש חוליות חיפוש החלו לעבור בין הבתים.

הדו"ח הבריטי (הארכיון הלאומי הבריטי The National Archives CO 537/1724) מתאר את האירוע כך: כבר בהתחלה זיהה סרג'נט בריטי אדם נכנס בריצה לבניין ברחוב השומר 3. אדם זה היה יענקלה פלבסקי, המוכר לכולנו כיענקלה יצחקי ז"ל, 4X1AH, נשיא כבוד של אגודת חובבי הרדיו בישראל בשנים 1985–1996. הסרג'נט דלק אחרי יענקלה במעלה המדרגות, אך דרכו נחסמה בידי שני גברתנים, מאבטחי התחנה – אשר פייס ומרדכי מוסקוביץ. בתגרה שהתפתחה השתלטו הבריטים על המאבטחים והבניין ואיתרו תחנת שידור בדירת הגג, שם נמצא מיודענו יענקלה, הקריינית גאולה כהן, וחמישה אנשים נוספים, שכולם נעצרו בידי הבריטים: יצחק זהבי, שמואל גינזברג, דניאל בלאו, אליהו בוטון יוסף ונתן מרפיש. הבריטים עצרו גם את אברהם פוש שישב בבית הקפה בקומת הרחוב, ו-10 מדיירי הבניין.

בדירה נתפסו תחנת השידור של הלח"י, ארבעה אקדחים, שלוש פצצות ו-500 תעודות זהות.

באתר העמותה להנצחת מורשת הלח"י מתואר האירוע כך: "אל הרמקול ניגשה גאולה והחלה לקרוא בהתלהבות, כדרכה. לפתע פרץ לחדר השומר שעל הגג, מבוהל: 'צבא! תוך כדי קריאה הרגישה גאולה שהתרחש דבר והיא שאלה: 'מה קרה?' אלכס [יענקלה יצחקי. 'אלכס' היה כינויו החשאי במחתרת] ניתק מיד את זרם החשמל מן המשדר. הוא הסביר לנוכחים: 'אנו מוקפים צבא, הסתלקו מיד! אני אדאג למה שצריך. אלכס ארוז את המשדר בשתי מזוודותיו ודחף אותן אל מתחת למיטה. את המפתחות השליך לגג, כדי שיוכל למצוא אותם אם יתברר שזו בהלת שווא. בעצמו החל יורד במדרגות. במישורת הקומה השנייה עצרוהו החיילים בשאלה: 'אתה גר פה?' אלכס השיב בשלילה ונצטווה ללכת אחריהם... כל הגברים שנמצאו בבית, בדירות ובחדר המדרגות, נלקחו לחקירה. דיירי הבית שוחררו לאחר עשרים וארבע שעות. אנשי לח"י מן החדר שעל הגג לא שוחררו. הם הספיקו להשמיד חומר כתוב, שעלול היה לשמש עדות מרשיעה נגדם, אך סיפורי האליבי שלהם לא הועילו. הם נשלחו ללטרון. גאולה נשלחה לבית הסוהר לנשים בבית לחם." הלח"י השתמש בדירה זו במשך כחודשיים וחצי.

נתגלה משדר חשאי של „לוחמי חרות ישראל“

משדר חשאי של „לוחמי חרות ישראל“ נתגלה אמש בבית ברחוב השומר 3 בתל-אביב, בשעת חיפוש שהקיף את הרחובות השומר, רמב"ם והכרמל. השידור של תחנת זו נפסק אמש רגעים מספר אחר שהתחיל על הבית הנ"ל התנוססה אנטנה גבוהה, ששמשה כנראה למשדרים. כמה צעירים יצ-עירה אחת נאסרו.

על החיפוש נודעו פרטים אלה:

אמש בשעה 8 הקיפו כוחות צבא מהדיב"י וזה המוסטת את הרחובות רמב"ם, השומר ושוק הכרמל בת"א. חסמו את מכואותיהם בגדרי היל וערכו חיפוש מדויק בבתים, בחצרות ובמחסנים. השרות בקו „המעביר“

מספר 9 הופסק ומשמרות של חיילים מזוי-נים הועמדו על גגות הבתים ברחוב נחלת בנימין בקרבת מקום החיפוש.

החיפוש נתרכז בעיקר סביב הבית מספר 3 ברחוב השומר. באחת הדירות שעל גג הבית הזה, בה גרים 4 צעירים, נשכרו רהי-טים על מנת לחפש בהם. מטות, שולחנות ומזרונים הוחרמו לבידיקה נוספת. שני צעי-רים שהיו בדירה נאסרו.

החיפוש נמשך כשעה וחצי. חיפשו גם בעזרת זקורים. בבתים רבים נגרו נזק בשי-עת החיפושים במטות וארונות ואף מתחת

לרצפה. בכמה מקומות פתחו גם ציפיות כרים. בכמה בתים נמצאו שמיכות צבאיות. נעצרו 15 איש, כמה מהם במלון „הכרמל“ ואחרים ברחוב השומר.

המשקיף, 19 בפברואר 1946

השידורים המתחרתיים

שידורים מתחרתיים החלו עוד בשנת 1939, אך הופסקו בתקופת מלחמת העולם השנייה, כאשר המאבק בנאצים ועוזריהם קיבל עדיפות על פני השאיפות הלאומיות של היישוב.

בפברואר 1946 פעלו בארץ שתי תחנות שידור מתחרתיות: 'קול ישראל', תחנת השידור של 'ההגנה', ששידוריה חודשו ב-4 באוקטובר 1945, כ'תחנת שידור של תנועת המרי העברי', הצעד הראשון לחידוש המאבק בבריטים לאחר תום מלחמת העולם, ו'קול המחתרת העברית', תחנת השידור של הלח"י, ששידוריה חודשו בשלהי 1945. השידור המתחרתי של האצ"ל, 'קול ציון הלווחמת', חודש בשנת 1942 אך נדם עם תפיסת המשדר בידי הבריטים ב-2 במרץ 1944.

שידורי קול ישראל נפתחו בשריקת מנגינת 'התקווה', לחן השורה 'התקנה פת שנות אלפים', התקיימו כל יום בשעה שתיים בצהריים. שידורי הלח"י נפתחו בשריקת המנון הלח"י, 'חיילים אלמונים'. השידורים התקיימו פעמיים בשבוע, בימי שני וחמישי, בשעה שבע וחצי בערב.

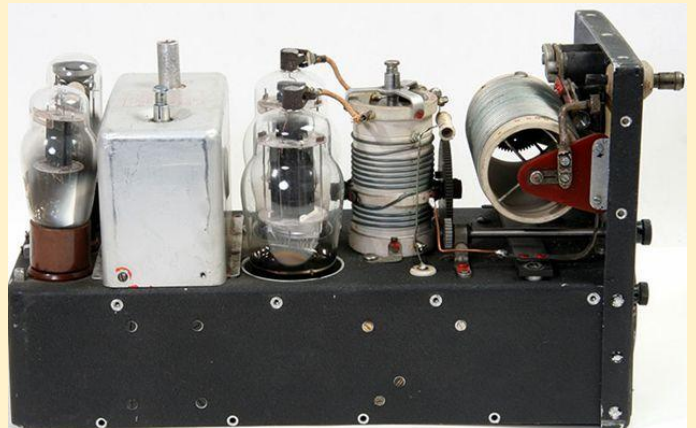
שידורים אלה היו שידורים קצרים, שנמשכו כ-10–15 דקות. השידורים נעשו בגלים קצרים, בדרך כלל בגל 49 מ' (5.9 עד 6.2 מה"ץ) ובגל 41 מ' (7.2 עד 7.5 מה"ץ), במשדרי את"ן (אפנון תנופה - AM). 'המשדרים הופעלו עם אנטנות Long Wire, שכן באותה עת, מקלטי רדיו ביתיים לא קלטו ללא אנטנה חיצונית. האנטנה המקובלת הייתה אנטנת Long Wire, שהותקנה על גגות הבתים (על גגות בתי דירות שנבנו בארץ עד שלהי שנות החמישים ניתן למצוא תורן נמוך ועליו טבעת גדולה, בקוטר כ-30 ס"מ, ששימשה לתליית האנטנות). זו האנטנה ששימשה למשדר המחתרתי.

שידורי רדיו לציבור בארץ ישראל היו אז דבר חדש. שידור הבכורה של 'קול ירושלים' המנדטורי התקיים ב-30 במרץ 1936. מקלטי רדיו באותה עת היו שונים ממקלטי רדיו של היום: הם היו רהיט גדול ויקר, בארגו עץ מהודר (לא היה אז רדיו ברכב). ההאזנה הייתה לעיתים קרובות קולקטיבית: אנשים היו מתקבצים סביב מקלט הרדיו כדי להאזין לשידור. מקלט הרדיו של אותה התקופה פעל במספר 'גלים' (תחומי תדר): גלים ארוכים, גלים בינוניים ומספר תחומים של גלים קצרים. החזקת מקלט רדיו הייתה חייבת ברישיון מממשלת המנדט. בשנת 1940 היו

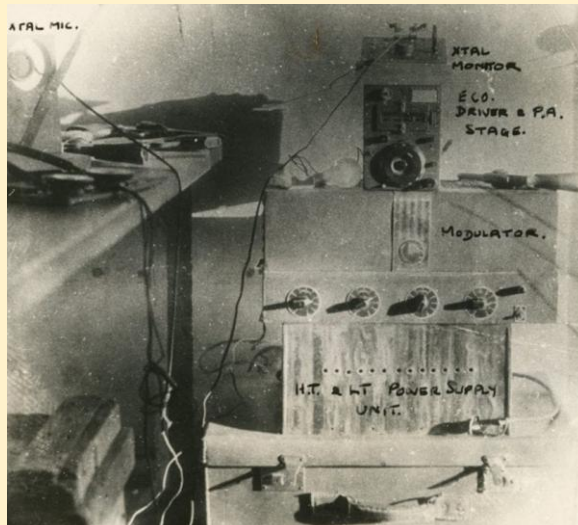
בארץ 47 אלף רישיונות להחזקת מקלט רדיו; בשנת 1946 היו בארץ 86 אלף רישיונות. כ-80% מהמקלטים היו ביישוב היהודי.

משדר הלח"י שנתפס

המשדר שנתפס בדירת הגג ברחוב השומר 3 היה משדר צבאי מוטס AN/ARC-5 שנגנב מחיל האוויר המלכותי (דגם שכינויו היה Command Set), שהדרגה הסופית שלו הייתה שתי שפופרות 1625 במקביל (שפופרת דומה ל-807, אך עם מתח חימום של 12.6 וולט ולא 6.3 וולט), בהספק שידור של כ-50 ואט, מגבר שמע אזורי (מסוג ששימש באולמות אירועים ובתי קולנוע) שימש כאפנן, וספק כוח ייעודי מבנייה עצמית. הציוד הורכב והופעל בידי יעקב יצחקי (בכינוי החשאי 'אלכס').

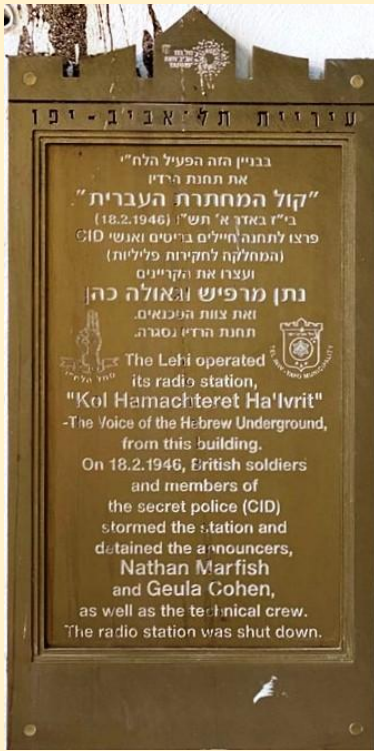


משדר BC-458, המכונה גם T-21/ARC5 (צילומים: PA3ESY)



משדר הלח"י שנתפס בידי הבריטים

צילום בריטי. באדיבות העמותה להנצחת מורשת לוחמי חירות ישראל (לח"י)



**המבנה ברחוב השומר 3 תל אביב, כפי שהוא נראה היום, ושלט זיכרון המוצב על המבנה
צילומים: דניאל רוזן, 2020**

סוף דבר

יענקלה יצחקי נשפט בידי הבריטים ונשלח למחנות מעצר באריתריאה ובקניה. הקריינית גאולה כהן (בכינוי החשאי 'אילנה') נתפסה אף היא באותה פשיטה בריטית, נשפטה ונדונה לשבע שנות מאסר.

יענקלה נכלא בכלא יפו, בלטרון ובירושלים, ואחר כך הוטס לגלות באריתריאה. הוא חזר ארצה ביולי 1948, עם אחרוני הגולים. עם שובו הצטרף אל לוחמי לח"י בירושלים, שם הקים את רשת הקשר. אחרי ההתנקשות במתווך האו"ם הרוזן ברנדוט, התגייס יענקלה לצה"ל, שירת בחיל הקשר, ובין היתר עסק בהקמת תחנת גלי צה"ל. עם שחרורו מצה"ל פתח עסק לטכנאות אלקטרוניקה.

גאולה כהן ריצתה 14 חודשים בכלא הנשים בבית לחם, כשבין היתר נפצעה שם מירי במסגרת ניסיון בריחה שכשל. לאחר מכן הצליחה לברוח במבצע נועז, במסגרתו התחפשה לערבייה, הסתתרה בחיפה ולבסוף חזרה לפעילות מחתרתית.

יענקלה יצחקי נפטר בפברואר 2010. גיליון אפריל 2010 של 'הגל', בטאון אגודת חובבי הרדיו בישראל, הוקדש לזכרו.



Omnirig הרי זה כה פשוט

מאת: גדי אלון 4X6AG

Omnirig היא תוכנה חנימית המאפשרת לשלוט על מקמ"ש שמצויד ב-CAT

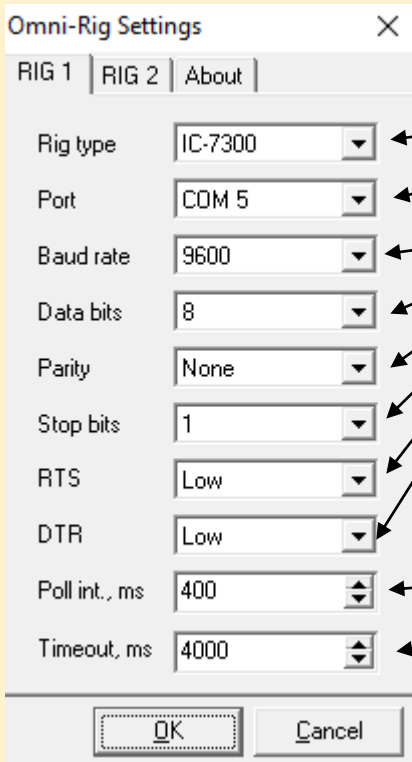
(Computer Aided Transceiver) ממספר רב של תוכנות בו זמנית.

שם התוכנה **Omnirig** מצביעה על על שימושה, השם מורכב מהמילה הלטינית **Omni** – שפירושה הכל, או לכל ו **RIG** שהוא ביטוי עממי (סלנג) בקרב חובבי ברדיו למקמ"ש. השימוש ב- **Omnirig** נועד לפתור את הבעיה, שגישה לפורט טורי מתאפשרת רק במצב נקודה לנקודה. ה- **Omnirig** משמש כמתווך, הוא מוגדר מול המקמ"ש ואילו שאר התוכנות מוגדרות מולו. לדוגמה: אם רוצים להגדיר את תוכנת **Log4OM** יש לבחור בהגדרות ה-CAT: **Omnirig**. בתוכנת ה **JTDX** אותו עקרון: במקום מקמ"ש מסוים בהגדרות ה- **CAT** יש לבחור **Omnirig**.

שימוש ב- **Omnirig**, מקנה שליטה דו כיוונית רציפה ובו זמנית על מספר תוכנות אל מול מקמ"ש אחד, דהיינו: שינוי **VFO**, **BAND**, **MODE** במקמ"ש יגרום לשינוי מידי בכל הפרמטרים בשאר התוכנות המשתמשות בשרותי ה- **Omnirig** והנתמכים על ידי ה- **CAT**. בהתאמה, שינוי באחד הפרמטרים בכל אחת מהתוכנות המחוברות ל- **Omnirig** ישפיע על שאר התוכנות וכמובן על המקמ"ש.

ל **Omnirig** - עד גרסה 1.1.9 כולל, יש אפשרות להגדיר ולחבר שני מקמ"שים שונים ולכל אחד מהמקמ"שים לחבר תוכנות שונות. איך שיתוף בין המקמ"שים או התוכנות! בגרסה 2.0 יש אפשרות לחבר ארבעה מקמ"שים. בדוגמה השתמשתי ב **Omnirig1** מכיוון שאני משתמש במקמ"ש אחד מול מספר תוכנות והגדרת המקמ"ש היא מול **Omnirig1**.

הגדרות ה- **Omnirig** נעשות מול המקמ"ש שמחובר פיזית (USB או RS-232) למחשב שעליו מותקנות התוכנות. חשוב לציין שתוכנת ה- **Omnirig**, עובדת ברקע "קלת משקל" ואינה צורכת כלל משאבי מחשב.



*הגדרת הציוד (מקמ"ש)

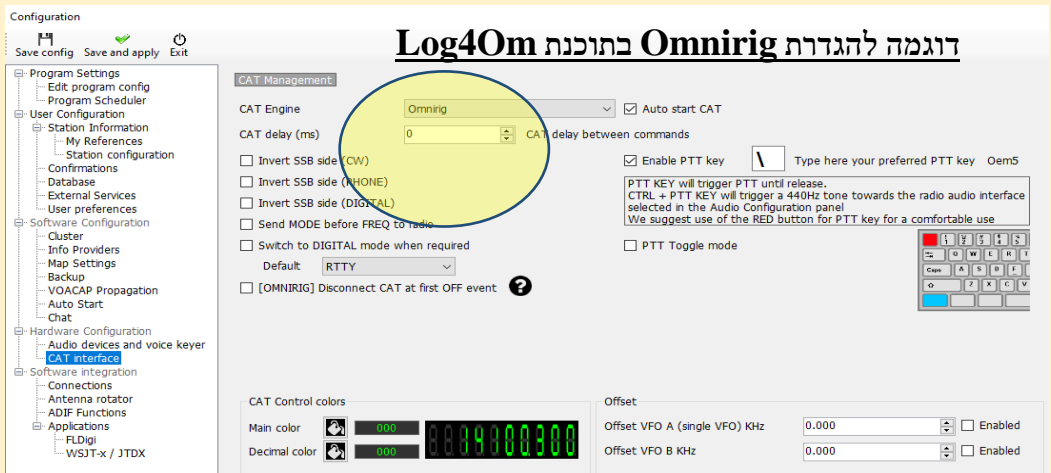
**הפורט הפיזי במחשב אליו מחובר הציוד

מאפייני התקשורת של הציוד המוגדרים במקמ"ש

זמן ריענון הנתונים

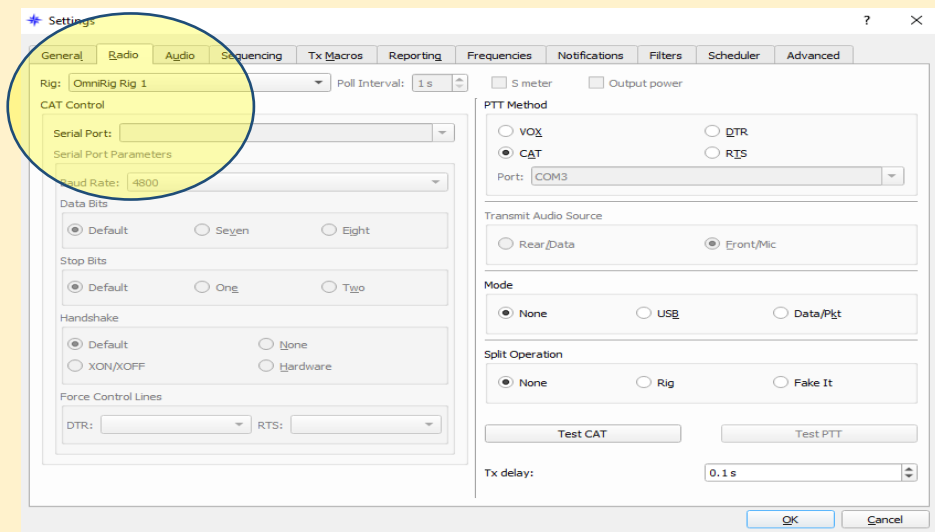
משך הזמן שה-Omnirig יעצור עקב נתק בתקשורת

* קיים מאגר רחב מאוד של ציודים מקלטים/משדרים/סורקים ועוד.
 אם לא נמצא במאגר ניתן לכתוב קובץ INI יעודי (יש הנחיות והסברים באתר המפתח)
 * מתייחס גם ל-USB וגם ל- RS-232

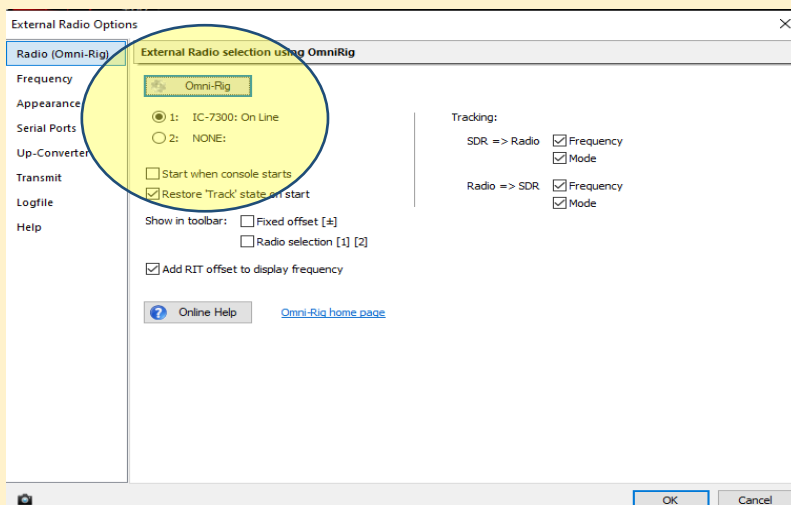


דוגמה להגדרת Omnirig בתוכנת Log4Om

דוגמה להגדרת Omnirig בתוכנת JTDX



דוגמה להגדרת Omnirig בתוכנת SDR Console



קישור לדף הבית של Omnirig המקורי: <http://www.dxatlas.com/omnirig>
קיימות גרסאות נוספות של Omnirig שפותחו על ידי מפתחים נוספים, מניסיוני גרסה 1.19 היא יציבה ולא מצאתי שינויים שמצדיקים שידרוג גרסה.

גדי אלון 4x6ag@iar.org



תחרות חובבי רדיו ומבחן התוצאה

מאת: צבי שטסל 4X6FR

אחד הגורמים הפוגמים בחוויית התחרות היא העובדה כי אנחנו נאלצים להמתין כמעט שנה שלמה עד שאנחנו מקבלים את התוצאות ורק אז אנחנו לומדים לאיזה מקום הגענו ומה השגנו. לרוב, אחרי שנה אנחנו כבר שוכחים שבכלל הפעלנו. אבל, זה ממש לא צריך להיות כך. כיום בעידן האינטרנט ויומנים ממוחשבים ניתן לקבל תוצאות ראשוניות שעות ספורות לאחר סיום התחרות, או אפילו במהלכה.

ראשית, קיימים שני אתרים אשר משקפים בזמן אמת את התוצאה של כל אחד מהמתחרים, כמובן רק אלה שבחרים להציג את התוצאות שלהם (Real time score board)¹ הדיווח מתקבל באופן אוטומטי כל מספר דקות מהיומן שלנו (בתנאי שהגדרנו זאת) ומאפשר לראות את התוצאה וקצב ההתקדמות של כל אחד מהמשתתפים. חוויה מרתקת ומאתגרת, אנחנו רואים בכל רגע נתון איפה אנחנו ביחס לאחרים. זריקת מוטיבציה אמיתית שתגרום לנו להדבק לכסא להמשיך וללחוץ.

בחלק מהתחרויות, זמן קצר לאחר המועד האחרון לשליחת היומנים מפרסמים המארגנים באתר של התחרות תוצאות ראשוניות (High claimed score) זאת על בסיס הדוחות שהמשתתפים שלחו ולפני תהליך הבדיקה. תוצאות אלה משקפות תמונה של כל אלה שבחרו לקחת חלק בתחרות. אומנם התוצאה הסופית תהיה שונה אבל המיקום היחסי סביר להניח שישמר.

בנוסף, מעבר לפרסומים של מנהלי התחרויות, קיים אתר יעודי

<https://www.3830scores.com/>

אשר מאפשר לכל אחד מהמשתתפים בכל אחת מהתחרויות להעלות ולדווח את תוצאה אליה הגיעו. הדיווח כולל את הקטגוריה, מספר קשרים ומכפילים ואת התוצאה הסופית. המשמעות היא שתוך מספר שעות מסיום התחרות כל אחד מאיתנו יכול לראות את התוצאה שלו ביחס למתחרים האחרים ולדעת לאיזה מקום אנו צפויים להגיע.

בתחרויות הגדולות, בהם מרבית המשתתפים מעלים תוצאות, קימת הלימה טובה בין המידע המתקבל באתר לבין התוצאה הסופית. כמובן שהתוצאה הסופית לאחר הבדיקה תהיה נמוכה מעט יותר, אבל, אם לא עשינו פאשלה גדולה התוצאה היחסית למתחרים האחרים נשמרת וכך אנו יכולים לבחון תוך מספר ימים לאיזה מקום הגענו.

קצת על 3830 ואיפה זה נולד

מקור השם של האתר הוא בתדר 3830 מה"צ (75מ' מחוץ לתחום עבורנו אבל בתוך תחום התדרים הלגיטימי בצפון אמריקה). במסגרת התחרות בין תחנות המולטי מולטי הגדולות בארה"ב W3LPL, KC1XX, K3LR תחרות בעלת מסורת של 20 שנה, מיד עם סיום התחרות (ARRL ו-CQWW) 3 התחנות נוהגות להפגש על התדר 3830 ובצורה גינטלמנית כל תחנה מכריזה על התוצאות שלה ובו במקום הם מגדירים את המנצח ביניהם.

לסכום – מספר רשמים מתחרות ה- CQWW-CW

במהלך השבוע האחרון של נובמבר התקיימה תחרות CQWW-CW אשר יש כאלה שמכנים "אליפות העולם ב CW".

בדומה לתופעות טבע אחרות, תחרות עולמית מייצרת לעצמה תנאים. מי שנקלע באותו סוף שבוע לתדרי ה HF נחשף לפעילות רבה מאוד על כלל הגלים כולל 10 מ' שנפתח למזרח הרחוק, אוסטרליה ואירופה למספר שעות במהלך הבוקר ואחר הצהריים (מי אמר שאין תנאים)? 15 מ' נפתח למשך כל שעות היום עם סיגנאלים חזקים מאירופה וצפון אמריקה. 20 מ' היה פתוח עם סיגנאלים חזקים החל מאור ראשון ועד מעט לאחר השקיעה. 40 מ' היה פתוח החל משעתיים לפני השקיעה למזרח ולצפון אירופה ועד שעות הבוקר המאוחרות לכיוון מערב.

80 מ' גם הוא היה פתוח עם תנאים טובים, ויחסית מעט רעשים סטאטיים מה שאפשר לקיים מאות קשרים במהלך התחרות.

בתום התחרות שלחו שלחו מעל 9000 חובבים מרחבי העולם את היומנים שלהם לבדיקה והם מכילים למעלה מ 3 מליון קשרים שהתקימו כולם במהלך 48 שעות. גם לישראל היה יצוג מכובד, סה"כ 19 חובבים ישראלים שלחו את היומנים לבדיקה ואני מניח שרבים נוספים השתתפו ולא שלחו יומן.

תוצאות ראשוניות ניתן לראות בקישור הבא: <https://www.cqww.com/raw.htm?mode=cw> :
השנה נגמרת ואנחנו נכנסים לעונת התחרויות של 2021, מקווה שרבים יצטרפו וייהנו מהתנאים המשתפרים, בהצלחה!



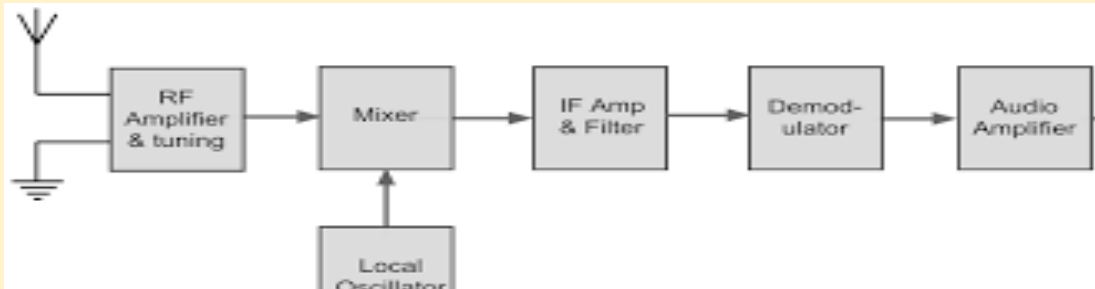
TI7W הופעל בתחרות ע"י KL9A מי שנחשב לאחד מהמפעילים החזקים בעולם. השלים 11800 קשרים ב 48 שעות (מעל 245 קשרים בשעה בכל אחת משעות התחרות במוצע) תמונה מתוך אתר פייסבוק.



מקלטים בטכנולוגיית SDR

מאת: רונן פינצ'וק 4Z4ZQ

במאמר זה אסקור את טכנולוגיית ה SDR בעיקר מההיבט המעשי אשר נראה לעיני המשתמש, אבל לפני כן, נשווה את ההבדלים בין מקלט "רגיל" ל SDR. מקלט רגיל בדרך כלל מורכב מדרגת כניסה (לרוב פילטר לתחום התדרים הנקלט ולעיתים גם מגבר קליטה), ערבול, מגברי תדר IF, פילטר גלאי ומגבר שמע. סכמת מלבנים מופשטת של מקלט כזה ניתן לראות כאן:



מקלט מסוג זה בנוי רובו מרכיבי חומרה, הפילטרים שבו שדרושים לצורך קביעת רוחב הסרט הינם רכיבי חומרה רוחב הסרט קבוע, ואם רוצים לשנות אותו בדרך כלל שמים פילטרים נוספים וממתגים ביניהם לפי הצורך. לדוגמא מקלט אשר נדרשת ממנו יכולת קליטה של שידורי AM CW SSB ו FM צריך להכיל לפחות 4 פילטרים.

גם שיטות האפנון אותם המקלט מסוגל לפענח הינן קבועות ובלתי ניתנות לשינוי, מאחר וכל שיטת אפנון דורשת גלאי משלה.

באופן כללי ניתן לומר כי תכונות המקלט נקבעות ברגע התכנון והייצור, ומרגע הבנייה אינן ניתנות לשינוי.

מקלט SDR מורכב ממעגל דגימה אשר הופך את האות הנקלט לאות ספרתי, וממעגל פיענוח אשר מקבל את האות הספרתי, דואג לרוחב סרט הנדרש עבורו לצורך הקליטה ומפענח את שיטת האפנון אותה אנו רוצים לפענח. כל המערכת אשר מטפלת בפיענוח האות לאחר שהוא נדגם והפך לספרתי היא מערכת מבוססת תוכנה בצורה זו או אחרת.

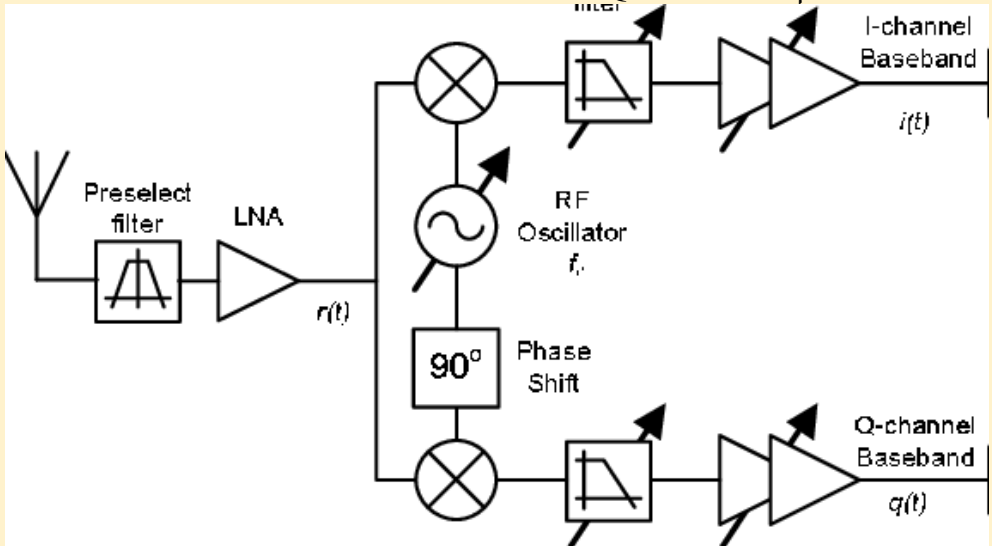
ישנם 2 טכנולוגיות עיקריות למימוש מקלטי SDR: אחת בשם DIRECT SAMPLING והשניה ZERO IF.

במקלט מסוג DIRECT SAMPLING שנחשב יותר איכותי דוגמים את תדר הקליטה האמיתי וממירים אותו למידע ספרתי ומשם הוא מועבר למערכת הפיענוח.

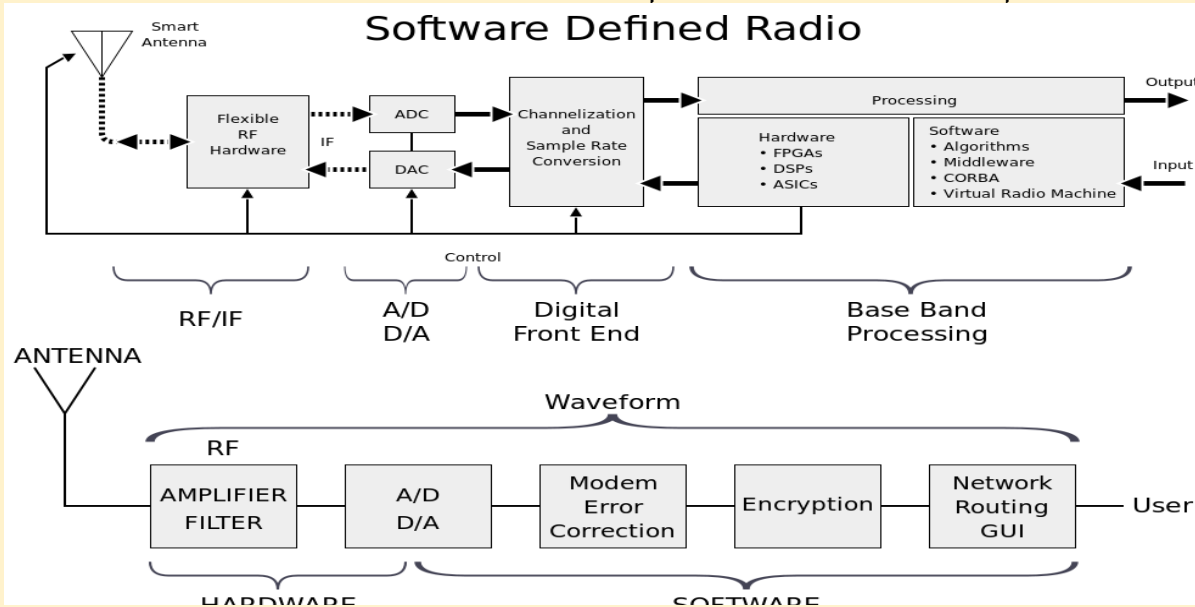
במקלט SDR מסוג ZERO IF ממירים את תדר הקליטה לתדר נמוך מאוד והוא נכנס לדוגם. לצורך כך מפצלים אותו לשני מסלולים אחד מסומן כ-I שהוא בעצם מסלול רגיל של התדר

והשני הוא Q, שהוא אותו תדר מוזז במופע של 90 מעלות, הדבר הזה דרוש כאשר ממירים את התדר (או תחום התדרים) לתדר נמוך יותר סביב תדר 0 (או כמעט 0) (אשר נקרא ZERO IF או NEAR ZERO IF) בין השאר כדי להבדיל בתדרים שהם מתחת לתדר 0 לתדרים שהם מעל לתדר 0 (משהו דומה לתדר בכבואה במקלט רגיל).
 2 מסלולי האות הנ"ל לאחר הדגימה נכנסים למערכת הפענוח והיא יודעת "לסנן" את התדרים מתחת לתדר 0 ולהשאיר רק את התדרים האמיתיים.

כך נראה שרטוט בלוקים של מערכת I-Q



סכמת בלוקים של מערכת SDR נראית כך



מהשרטוט הנ"ל ניתן לראות כי בעצם כל החלקים של המקלט למעט דרגת הכניסה והדוגם הינם בעצם תוכנה

מאחר וכל הטיפול באות לאחר הדגימה מתבצע בתוכנה, ניתן לקבל גמישות גדולה מאוד כפונקציה של מה שתכיל התוכנה, למשל פילטרים בכל רוחב שרוצים, או גילויי של כל שיטת אפנון בה חפצים, הכל בתלות בתוכנה. ניתן לשים יותר מפילטר אחד. כמו כן ניתן לשנות את רוחב הסרט של הפילטר בלחיצת עכבר (או כפתור). ניתן לשים NOTCH FILTER אחד או יותר ולהוריד תחנה מפריעה. כמובן ניתן לעדכן תוכנה ועל ידי כך לשנות תכונות.

במקלט SDR ניתן לנתב את האות ישירות מהגלאי ולהעביר אותו לתוכנה (או חומרה) חיצונית לצורך פיענוח, כל זה ללא צורך בהלחמה מהגלאי כפי שהיה נהוג במקלטים רגילים.

מאחר ומקלט SDR דוגם בבת אחת תחום רחב של תדרים ניתן "להקליט" את הרוחב הזה לשמור אותו, ובכל זמן נתון "לנגן" אותו שוב ובעצם לראות ולנתח כל מה שקרה באותו רגע על אותו ספקטרום תדרים.

אם נחוץ פיצר נוסף, כל שצריך לעשות הוא לעדכן את התוכנה והפיצר החדש נכנס לפעולה, דבר שבמקלט רגיל כמעט בלתי ניתן לביצוע, ולכן מקלטי SDR מאוד גמישים מבחינת תוספות ותצורה.

מקלט SDR יודע לטפל ברוחב סרט גדול מאוד ביחס למקלט רגיל ולכן ניתן לקלוט בעזרתו יותר מתדר אחד בו זמנית, ומאחר והוא מטפל בתחום תדרים רחב (לדוגמא-הדונגל המפורסם המכונה RTL-SDR יודע לטפל ברוחב של יותר מ-2 מגה הרץ בבת אחת). אחת האופציות הנפוצות שלו היא SPECTRUM ANALYZER או PANORAMIC DISPLAY שמאפשר בעצם לראות כל מה שנקלט במכה אחת באותו רוחב סרט, דבר שמקלט רגיל לא מאפשר.

במקלט SDR, לרוב בחירת התדר הנקלט היא ע"י לחיצה על העכבר על המקום בספקטרום ולא ע"י סיבוב גלגל כנהוג במקלטים של פעם. (אם כי ישנם מקלטים מבוססי SDR שבחירת התדר היא בדיוק כמו במקלט של פעם ע"י גלגל).

מאחר ומקלט SDR מטפל ברוחב סרט גדול כמעט בזמן אמת, לא משנה היכן התחנה נמצאת על הספקטרום. המקלט "ייעל" עלייה בזמן אפסי, לעומת מקלט רגיל שסורק תדר בודד בכל פעם ולכן, ייקח לו להינעל הרבה זמן על תחנה. דבר זה מאפשר ל-SDR להציג שידורים קצרצרים, ולהינעל עליהם לעומת מקלט רגיל שעד שהוא יגיע לתדר שלהם יש סבירות שהשידור יעלם. לכן מקלט SDR מסוגל לתפוס סיגנלים שמקלט רגיל עשוי לפספס.

מאחר ומקלט SDR ממוחשב (או ע"י חיבורו למחשב חיצוני לצורך הפעלתו או ע"י מחשב פנימי שמפעיל אותו) ניתן להתחבר אליו מרחוק ולעבוד עליו כאילו הוא נמצא ליד המפעיל, וברוב המקרים ניתן להתחבר אליו מספר פעמים, וכל חיבור כזה מאפשר להקשיב לתדר אחר לגמרי.

אחד החלקים החשובים במקלט SDR הוא הדוגם (אשר דוגם את תדר הרדיו והופך אותו לספרתי).

מחירו של דוגם כזה הוא בין היתר פונקציה של תדר הדגימה שלו ומספר הסיביות שהוא מוציא. התדר שהדוגם צריך להיות מסוגל לדגום נקבע לפי התדר העליון שרוצים לקלוט (משפט הדגימה אומר שצריך לדגום אות בלפחות פי 2 מהתדר שלו כדי לא לאבד מידע). במקלט שקולט עד 500 מגה הרץ נצטרך דוגם שמסוגל לדגום לפחות 1 גיגה הרץ. (או ליתר דיוק 1 גיגה דגימות בשנייה).

מספר הסיביות קובע את התחום דינאמי של המקלט, יותר סיביות נותנות מקלט עם תחום דינאמי יותר גדול.

ככל שתדר הדגימה עולה ומספר הסיביות עולה, מחירו של הדוגם עולה. ולכן במקלטים זולים (מקלטי ZERO IF) מעדיפים לעשות המרה לתדר נמוך, ואת התדר הנמוך לדגום עם דוגם זול. מרכיב נוסף שמשפיע על פקטור המחיר הוא נושא התוכנה או רכיבי החומרה שמכילים את התוכנה (כגון FPGA או DSP).
לכן מקלט SDR איכותי הינו יקר.

ניתן למצוא בשוק מגוון רחב של מקלטי SDR, רובם בגודל פיזי קטן שאינו עולה על גודלה של קופסת סיגריות, חלקם דורשים מחשב חיצוני שהתוכנה שרצה עליו עושה את כל הטיפול בסיגנל המומר לספרתי, וישנם מקלטים שיכולים לעבוד עצמאית ללא צורך במחשב חיצוני.
אחד הנפוצים הוא ה RTL-SDR, זהו מקלט קטן שנראה כמו DISK ON KEY, שבמקור משמש לקליטת טלוויזיה. תחום התדרים שלו נע בין 40 ל-1800 מגה הרץ. הוא מסוגל לטפל ברוחב סרט של כ-2 מגה הרץ ומתחבר דרך USB למחשב חיצוני שעליו רצה התוכנה. זה מקלט פשוט וזול מאוד זול עולה כ-25 דולר. ניתן לקנותו בקישור הבא: RTL-SDR Blog V3
RTL2832U 1PPM TCXO HF BiasT SMA Software Defined Radio

מקלט נוסף הוא AIRSPY שהוא איכותי יותר, אף הוא מתחבר למחשב דרך USB ודורש תוכנה שתרוץ על המחשב כדי להפעילו. הוא קולט תחום דומה למקלט של ה-RTL-SDR, אך ברוחב סרט של 10 מגה הרץ, ויש לו תחום דינאמי יותר טוב. מחירו כ-100 דולר. וניתן לקנותו בקישור הבא: <https://www.itead.cc/airspy.html>

מקלט נוסף הוא HACKRF זהו מקלט עם תחום תדרים יותר גדול בין 1 מגה הרץ ל-6 גיגה הרץ, מקלט זה גם מתחבר למחשב דרך USB, אולם ניתן לקנות עבורו אינטרפייס הנקרא PORTAPACK שמתחבר עליו, המכיל מסך מגע קטנטן וכפתורים אשר מאפשרים לו לעבוד עצמאית. מחירו ללא האינטרפייס כ-100 דולר ועם האינטרפייס כ-150 דולר וניתן למוצאו בקישור הבא:

HackRF One 1MHz to 6GHz USB Open Source Software Radio Platform SDR

מקלט נוסף הוא PLUTO SDR. זה מקלט איכותי בתחום תדרים של 300 מגה הרץ עד כמעט 4 ג'יגה הרץ, הוא דורש חיבור למחשב לצורך הפעלתו. מחירו כ-200 דולר, ניתן להזמין בקישור הבא:

<https://www.amazon.com/ANALOG-DEVICES-ADALM-Pluto-Software-Learning/dp/B079VXXKXR>

רוב מקלטי ה-SDR הדורשים תוכנה כדי להפעילם מתחברים למחשב דרך ה-USB, וכדי שהמחשב יכיר את המקלט צריך להתקין לו DRIVER בשם ZADIG, ניתן להורידו כאן: <https://zadig.akeo.ie/>

לאחר חיבור המקלט למחשב צריך להריץ על המחשב את תוכנת הקליטה, כאשר המחשב מקבל את המידע הספרתי מהמקלט דרך ה-USB, והתוכנה שרצה על המחשב מפענחת אותו. ברשת יש הרבה תוכנות קליטה התומכות במקלטים הנ"ל שהנפוצות שביניהם הן:

HSDSR : ניתן להורידה בכתובת הבאה : <http://www.hdsdr.de>

SDRSHARP ניתן להורידה כאן : <https://airspy.com/download>
לתוכנה זו נכתבו הרבה מאוד פלאגים שמאפשרים לעשות שימוש מגוון במקלטים המחוברים אליה, כמו גלאי PL, DPL, סריקה, פיענוח DMR, P25, פיענוח TETRA ולאחרונה פיענוח DPMR ועוד. כל הזמן ממשיכים לכתוב פלאגים נוספים עבורה.
הדבר חוסך התקנה של תוכנות חיצוניות העושות אותם הדברים ששימוש בתוכנות הקליטה האחרות היה מצריך.

SDR CONSOLE ניתן להורידה כאן : <https://www.sdr-radio.com/download>
התוכנה הנ"ל חביבה מאוד על החובבים אשר משתמשים ב SDR כדי לקלוט את הלוויין הקטארי בעיקר בגלל פיצר שקיים, השומר על יציבות התדר תוך הסתייעות בביקון שמשודר מהלוויין כתדר יחוס.

למקצוענים שבינינו: ישנה תוכנה בשם GNU RADIO
זו סביבת פיתוח שמאפשרת לעשות כמעט כל העולה על רוחנו הקשור לתוכנת הפיענוח של הסיגנל הספרתי, כאשר מזינים אותו למערכת ממקלטי SDR או מכל חומרה אחרת שדוגמת את ה RF וממירה אותו לאות ספרתי.
הרעיון הוא שמחברים בלוקים שכל אחד עושה פונקציה מסוימת של טיפול בסיגנל הספרתי (למשל פילטר או גלאי FM או ספקטרום אנליזר). מזינים את הכניסה ממקלט SDR ואת היציאה מנתבים לרמקול המחשב, וניתן לבנות כך דברים כיד הדמיון (או כיד התוכנה המורכבת מהבלוקים שמחברים).

האתר של GNU RADIO הוא בכתובת הבאה : <https://www.gnuradio.org/about>

בין מקמ"שי החובבים מבוססי SDR, הנפוץ ביותר הוא ה-ICOM 7300, ואחד הטובים (וגם היקרים) הוא של חברת FLEX RADIO.
לאחרונה יצאו לשוק מקמ"שי SDR HF סינים במחירים של כ-450 דולר ליחידה השווים לכל נפש.

2 הנפוצים שבהם: AILUNCE מודל 2HS שהוא מקמ"ש UHF + VHF + HF בעל תחום תדר קליטה של מ-300 קילו הרץ עד כ-1.6 גיגה הרץ, וה 90G של XIEGU שהוא מקמ"ש VHF+HF והספק המוצא שלהם הוא כ 15 וואט.

למי שרוצה להתנסות ב SDR ישנם כמה אתרים אשר מאפשרים התחברות מרחוק למקלטי SDR, הנפוץ הוא בכתובת הנ"ל <http://www.websdr.org>

ולמי שרוצה לקלוט את הלוויין הקטארי האתר הנ"ל מאפשר קליטה של כל התעבורה על הלוויין <https://eshail.batc.org.uk/nb>

לסיכום : כפי שראינו, לטכנולוגית SDR יתרונות רבים לעומת הטכנולוגיה הוותיקה יותר של מקלטים קונבנציונליים, המקלט יותר גמיש לשינויים ובעל תכונות שכמעט אינן ניתנות ליישום במקלט רגיל. מומלץ בהחלט להתנסות בעבודה עם מקלט SDR.



הפעלת חנוכה 2020

מאת: מארק שטרן 4Z4KX

הרעיון לעשות הפעלה מיוחדת של חובבים ישראלים בחנוכה נולד אצלי כבר בשנה שעברה, אך בגלל הפעלת חג המולד זה נדחה.

הרעיון התבשל בראשי באופן סופי ואחרי ראש השנה, פניתי לחברים אחדים שהם חובבים מנוסים כדי לשמוע את דעתם על הפעלה מיוחדת בחנוכה. כולם כמובן התלהבו מהרעיון והבטיחו לעזור בתכנון וביצוע. קיבלתי גם אור ירוק מהאגודה וממשרד התקשורת.

פניתי לגיל 4Z1KD כדי שיתכנן עבורנו דף מיוחד לאינטרנט לגבי האירוע. לדף זה הוכנסה איור של חנוכייה גדולה ואותות קריאה שמשו בה בתור נרות. בכל יום נדלק נר שייצג אות קריאה חדש שסימן לאותות קריאה פעילים באוויר.

משרד התקשורת הקצה לנו 8 אותות קריאה מיוחדים לפי סדר הנרות בחנוכייה, ובעלי סיומות היו אותיות מהמילה CHANUKAH ואות הקריאה 4X0NER לשמש. כתבנו והפצנו ברכים את נוהל ההפעלה המתוכנן בעברית ובאנגלית. נעזרנו בצחי 4Z1TL בבניית 9 אתרים לכל אות הקריאה ב-QRZ.COM. עכשיו נשאר רק לבחור 9 מנהלי קבוצות להפעלה, וזה היה קל יחסית בגלל ההכרות שלי עם חובבים שמשתתפים שנים בתחרויות והפעלות שונות. כל מנהל קבוצה בחר את המפעילים שלו, לפי כלל אחד: שהמפעילים יפעלו (לפחות אחד מהם) במורס, בדיבור, בדיגיטל ולווין. 9 הקבוצות שנבחרו היו מעיר החשמונאים, חיפה, תל-אביב, נתניה, באר שבע, קריית שמונה, אשקלון, ירושלים ורעות-מודיעין. רשימת אותות הקריאה של מנהלי הקבוצות והמפעילים הרבים מופיעה באתר "החנוכה" גיל בנה אתר לתפארת ועוד הוסיף שעון ספירה לאחור לקראת השעה של תחילת הפעלה ב-10 לדצמבר. כמובן תכננו גם תעודה דיגיטלית צבעונית יפה לחובבים שיעמדו בתנאים ושיהיה קל להוריד אותה מאתר האגודה. סלבה 4Z5MU התנדב להיות אחראי ל QSL הרבים שנקבל.

זהו! שעת האפס הגיעה, והנר הראשון נדלק בחנוכייה המיוחדת באתר! תשעה ימים (הוספנו עוד יום), אחת אחרי שנייה עלו התחנות- נרות לאוויר עד שכל החנוכייה נדלקה באותות הקריאה- נרות!

תשעה ימים ולילות הפעילו 9 צוותים בגלים שונים כולל לווין. התעניינות הייתה עצומה,

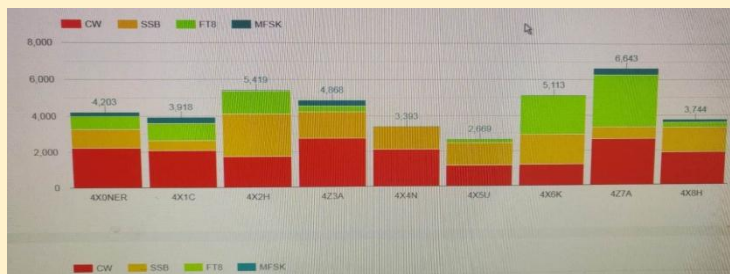
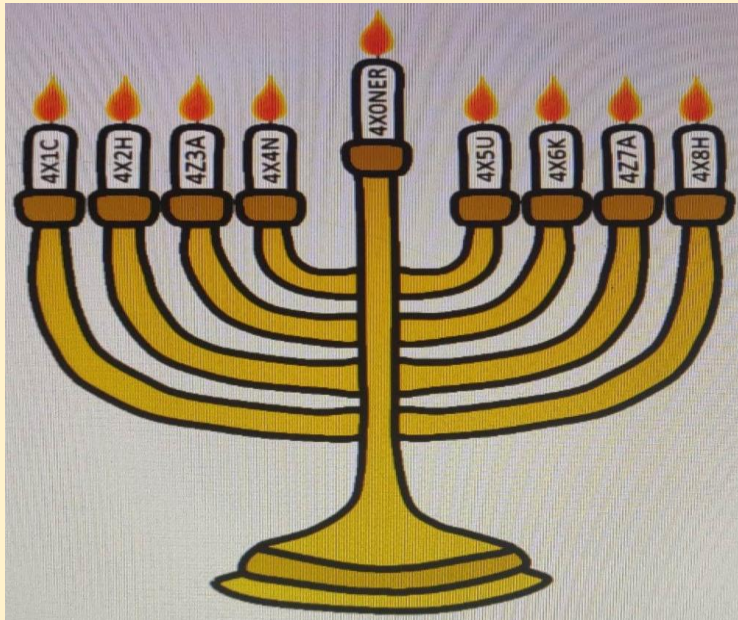
כל התדרים והקלוסטרים היו מלאים בתחנות ישראליות מיוחדות וכולם חיפשו אותנו.

סיימנו את ההפעלה עם קרוב ל- 40.000 אלף קשרים מ-140 מדינות שונות וכמעט 13.000 חובבי רדיו שונים בעולם. כ-1000 חובבים מתגאים בתעודה המיוחדת שהשיגו. לא יאומן !!!

63 חובבי רדיו בארץ היו אחראים למספרים המיוניים האלה, שאפו !!!

פרטים נוספים על הפעילות סטטיסטיקות, גרפים ועוד אפשר למצוא באתר האגודה.

בסוף תודה מיוחדת לכל החובבים הרבים שעזרו, תמכו, דאגו והפעילו בימים ובלילות ואפשרו את הצלחת המבצע.





תכנון ובניית מערכת סולארית עצמאית (Off-grid solar system)

אמיר ברנהולץ 4Z1AR

הקדמה :

בחצי שנה האחרונה התעסקתי בלמידה ויישום של מערכת אספקת חשמל ירוקה הניזונה מהשמש. זה התחיל משטות, בדף הפייסבוק של האגודה מישהו שאל שאלה הקשורה ללוויין הקטארי QO100, השאלה הייתה איך אתם מזינים את BU-500? ומחשבה תמימה שאזין את ה bu500 עם מצבר ופאנל סולרי קטן ליד הצלחת, זה הסתיים במערכת שהיום מפעילה את כל תחנת הרדיו שלי, שזה אומר, רדיו לפי הצורך, תאורה לפי הצורך, מחשב ומסך נוסף לפי הצורך ומקרר שפועל 24/7 וכן מכשירי חשמל שונים בתחנה כמו מקדחת עמוד, משור חשמלי, מלחם וכד' – וכל זה נטו מהשמש – המערכת שבסופו של דבר נבנתה בעצם מסוגלת להפעיל כל מכשיר חשמלי שנמצא בבית לפי הצורך.

במצב חירום לנו כחובבי רדיו יש משהו שאין לאזרח מהשורה – לנו יש אפשרות ליצור קשר עם כל העולם כשאינן טלפונים ואין אינטרנט ואין חשמל! אהה רגע ... אין חשמל? אז איך נפעיל רדיו? ובשגרה אפשר להפעיל לפחות את התחנה בחינם מהשמש אז למה לא? הרי כולנו יודעים שמה שלא עובד יום יום בשגרה – לא יעבוד בזמן חירום.

במאמר זה אספר לכם מה עשיתי – ארחיב על מרכיבי המערכת שהשתמשתי בהם – וכל אחד אם ירצה יוכל ממה שהוא ילמד כאן לבנות מערכת המתאימה לצרכיו אם זה ל QRP בשטח ואם זה ל SOTA ואם זה לשעת חירום או אפילו סתם ללמידה והתנסות כחלק מהתחביב הנפלא שלנו כמו שאני עשיתי – העקרונות זהים.

המרכיבים של מערכת סולארית :

רכיבי חובה :

- פאנלים סולאריים : תפקידם לקלוט את אור השמש וליצור ממנו חשמל
- סוללה/מצבר : תפקידו לאגור את החשמל שהפאנלים מייצרים כדי שאפשר יהיה להשתמש בחשמל המיוצר מהפאנלים גם בלילה או בימים מעוננים גשומים שאין שמש
- בקר טעינה סולארי : תפקידו לטעון את המצבר בצורה בטוחה ויעילה מהחשמל שמפיקים הפאנלים.
- כבלים : תפקידם לחבר את רכיבי המערכת.
- נתיכים : תפקידם לשמור מפני זרימת זרם גבוה במעגלים השונים ולשמור שהמוליכים לא יותכו עקב תקלה ולא יגרם חלילה אסון.
- אמצעי התקנה – קונסטרוקציה/התקן להצבת הפאנלים מול השמש והרכבת הרכיבים השונים באופן בטוח.

רכיבי רשות : לא חובה אבל בהחלט רצוי שיהיו :

- מדים שונים: תפקידם להציג את סטטוס המערכת כמו מתח, זרם, הספק, מצב סוללה וכד'
- ממיר ל 13.8V: תפקידו לייצר מתח של יציב של 13.8V לשימוש עם מכשירי חשמל המיועדים לרכבים וכמובן מכשירי הרדיו שלנו במערכות בהן המצבר הוא גדול מ 12V למשל מצברים של 24V 36V 48V.
- ממיר DC ל 230V AC: תפקידו לאפשר למכשירי חשמל רגילים שבדרך כלל ניוונים מרשת החשמל (הגריד) לפעול מהמצבר למשל מקרר.
- ATS: Auto Transfer Switch – תפקידו להעביר באופן אוטומטי את צרכני ה AC הניזונים מהממיר הסולארי אל רשת החשמל (הגריד) במצבים יזומים או כשמתח הסוללה יורד מתחת לסף מסוים.

פאנלים סולארים:

הפאנלים מגיעים במגוון הספקים, צורות, טכנולוגיות, ומתחים. יש פאנלים גמישים, מתקפלים שאפילו אפשר להכניס לתרמיל ויש פאנלים קשיחים.

הפאנלים מורכבים מתאים פוטו וולטאיים כאשר כל תא פוטו וולטאי מחולל מתח ישר של כחצי וולט בלבד ומסוגל לספק זרם קטן.

כדי להפיק הספק שימושי – הפאנל מכיל הרבה תאים כאלה שמחוברים בטור וכך המתח של הפאנל הוא סכום המתחים שכל תא יוצר והזרם שניתן למשוך מהפאנל הוא אותו הזרם כמו שאנחנו יכולים למשוך מתא בודד (חיבור טורי).

כאשר מסתכלים על מפרט של פאנל סולארי – בדרך כלל יש מדבקה מאחורי הפאנל שבה אנחנו נמצא את המאפיינים של הפאנל והבנתם היא קריטית כדי לקבוע איזה פאנלים אנחנו צריכים וכמה פאנלים צריך כדי לספק את דרישות האנרגיה שלנו.

אז הדבר הראשון שאנחנו צריכים להבין הם באילו תנאים הנתונים האלה נמדדו והאם התנאים אצלנו בבית דומים לתנאים בהם נמדד הפאנל.

כל דפי הנתונים של פאנל מתייחסים למדידות מתחת לתאורה הומוגנית אשר מייצרת צפיפות הספק של 1000W למ"ר על פני הפאנל. והפאנל מקורר ומבוקר שלא יתחמם מההספק שמוקרן עליו לטמפרטורה קבועה של 25 מעלות צלזיוס בדיוק.

עוד דבר שצריך לדעת זה שביצועי הפאנל יורדים חזק מאוד כאשר הוא מתחמם ומשתפרים פלאים כאשר הוא מתקרר.

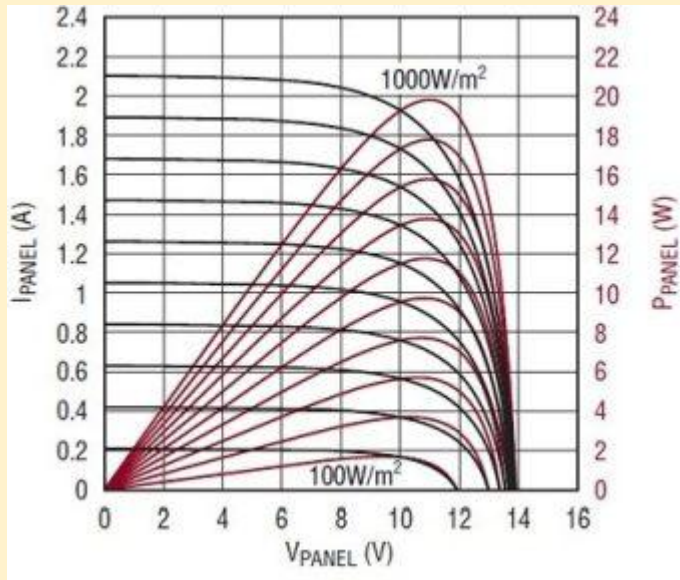
בארץ התברכנו בשמש בשפע – ואנחנו בהחלט יכולים לצפות לקבל צפיפות הספק של 1000 ואט למ"ר – אבל היות ובארץ חם וההספק המוקרן על הפאנל מחמם את הפאנל – אין שום סיכוי שבעולם להגיע לנתונים שמצוינים במפרט של הפאנל.

עוד דבר שאנחנו צריכים להבין – זה שברגע שאנחנו מתחילים למשוך זרם מהפאנל מתח ההדקים שלו מתחיל לרדת ככל שנמשוך יותר זרם כך מתח ההדקים ירד.

התלות בין הזרם שאנחנו מושכים מהפאנל למתח ההדקים שלו אינה לינארית וההספק המקסימלי יהיה אך ורק בנקודה אחת שבה משכנו זרם שמפיל את המתח לערך מסוים כך שזרם זה ומתח זה יתנו את ההספק המקסימלי.

ולכן יש רק נקודה אחת בה ההספק הוא מקסימלי . הנקודה הזאת כל הזמן וזה ומשתנה עקב שינויים ברמת התאורה של השמש כתוצאה מעננים , צללים וכן כתוצאה משינויי הטמפרטורה על פני הפאנל .

ככה נראה גרף של זרם כנגד מתח של פאנל סולארי אופייני בתנאי תאורה שונים מ 100 עד 1000 וואט למ"ר ובטמפרטורה קבועה של 25 מעלות



הקווים השחורים הם מתח-זרם והקווים האדומים זה ההספק (המכפלה) אנחנו רואים שבקרינה של 1000 וואט למ"ר ההספק המקסימלי שהפאנל יפיק לא יתקבל אם נמשוך 2.1A כי אז מתח ההדקים יורד ל 0V ואם נמשוך למשל רק 1.4A המתח יעלה ל 13V אבל ההספק יהיה 8.2W צריך להיזהר שלא למשוך מעט מידי זרם או יותר מידי זרם – אנחנו רואים ש 20W נקבל רק אם נמשוך 1.8A במדויק ואם נמשוך קצת יותר זרם ההספק ירד וגם אם נמשוך קצת פחות זרם ההספק גם ירד .

זאת תובנה חשובה ביותר שנוזכר בה בהמשך שנדבר על בקר הטעינה .

אז בואו נסתכל על נתונים של פאנל (הפאנל שלי):

הדבר הראשון שאנחנו רואים זה שהפאנל הוא בעל 60 תאים וההספק הוא 230W

הספק זה מתקבל במעבדה בתנאים כמו שתיארתי ומצוינים בתחתית המדבקה

mp (7.78A) זה הזרם שנמשך במעבדה בזרם זה מתח ההדקים הגיע ל 29.6V (Vmp) והופקו 230.28 W

ל 230.28 W (29.6V) והופקו 230.28 W ל זה ההספק המקסימלי התיאורטי

Model: JKM230P-60	
Rated Maximum Power(Pmax)	230W
Tolerance	±3%
Voltage at Pmax(Vmp)	29.6V
Current at Pmax(Imp)	7.78A
Open-Circuit Voltage(Voc)	36.8V
Short-Circuit Current(Isc)	8.35A
Nominal Operating Cell Temp(NOCT)	48±2°C
Maximum System Voltage	Δ 1000VDC
Maximum Series Fuse Rating	15A
Operating Temperature	-40°C to +85°C
Protection Class	☑ Class A
Cell Technology	Poly-Si
Weight(kg)	19.5
Dimensions(mm)	1650*992*45
All technical data at standard test condition	
AM=1.5 E=1000W/m² TC=25°C	

שהפנל מסוגל להפיק לכן הספקו הנקוב עוגל ל 230W .
 Isc (8.35A) – זה זרם הקצר – זרם זה נקבל כאשר העומס מקסימלי והדקי הפאנל פשוט
 מקוצרים. Voc (36.8V) – זה מתח הריקים – כלומר מתח ההדקים ללא עומס כלל.
 מנתונים אלה – אנחנו יכולים להעריך \ לנבא בקירוב ראשון כמה הספק נוכל להפיק בפועל
 מהפאנל .

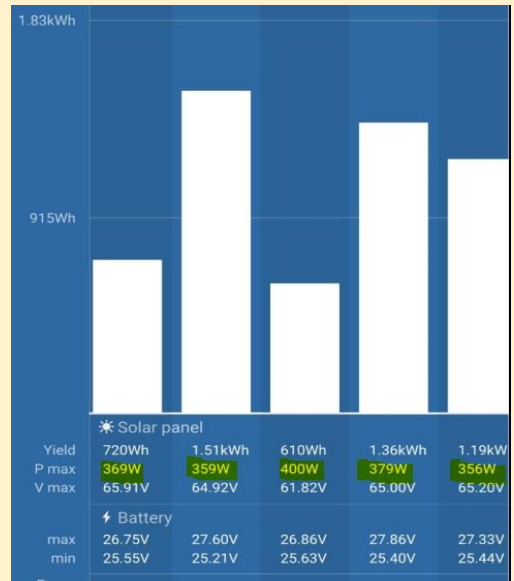
יש מקדם שאני קורא לו "מקדם המציאות" אבל הוא נקרא מקדם העומס של הפאנל מקדם זה
 נותן הערכה די טובה למה שנקבל במציאות . מקדם זה הוא היחס בין ההספק הדמיוני שנוצר
 ממכפלת זרם הקצר במתח הריקים לבין ההספק המקסימלי התיאורטי במקרה שלנו
 $230/307=0.75$:

אם אני רוצה לדעת מה יקרה במציאות אני אמדוד
 את זרם הקצר ומתח הריקים המציאותי ב פאנלים
 שלי בצהרי היום , ממדידה במציאות קבלתי 7.8A
 32V ואם אכפיל במקדם העומס
 $7.8 \times 32 \times 0.75 = 187W$ כלומר במציאות אני אפיק

מזוג פאנלים כ 374W (אולי בקיץ מעט יותר) .
 ואם נסתכל מימין על נתוני מקסימום שנאגרו ע"י
 בקר הטעינה מהימים החורפיים האחרונים :

אני רואה שהקירוב היה די טוב – אלה הספקי
 השיא שאני מקבל עכשיו בחורף בימים מעוננים
 וקרים בצהרי היום ברגעים בהם השמים התבהרו
 (פאנל קר ושמש טובה).

מיקום הפאנל – גם חשוב , אנחנו צריכים למקם
 אותו כך שיקבל כמה שיותר שמש מלאה ללא
 צללים . כל צל מארובה תורן או מעקה מפחית



משמעותית את ההספק שהפאנל מפיק.

בגג שלי עכשיו בחורף הפאנלים מפיקים אנרגיה במשך כ 10 שעות אבל מתוכן רק כ 5 שעות
 בהן אני מקבל הספק משמעותי (יש ימים שאני גם לא מקבל כלום כי פשוט אין שמש) . עדין לא
 ראיתי מה הפאנלים עושים בקיץ אבל עכשיו בחורף בימים שלא מעוננים וגשומים אני מקבל
 במוצע 1.6KWh ביום



למה קניתי דווקא את הפאנלים האלה ?

לגמרי במקרה מצאתי מישהו שפירק לול ומכר
 אותם במחיר מגוחך של 150 שקל לפאנל
 ולקחתי זוג בלי לחשוב פעמיים .

אז הרכיב הראשון ממנו התחילה המערכת שלי
 היו הפאנלים שהשגתי בהזדמנות ולא כפי
 "שצריך לעשות" שזה תחשיבי הספקים
 וצרכים ולפיהם לקבוע את גודל וכמות
 הפאנלים הדרושה .

מהפאנלים – גזרתי את יתר המערכת .

את הפאנלים התקנתי על קונסטרוקציה שבניתי

מזוויות פלדה 30X30X3 – אשר מאפשרת כיוון זווית הפאנלים מול השמש לפי עונות השנה – הקונסטרוקציה מורכבת על גלגלים – כך שבימים שבהם אני ממש רוצה לחלוב כל בדל שמש אני יכול להזיז ולסובב את הפאנלים ולהוציאם מתוך צל ולכוונם מול השמש. ביום יום הפאנלים פונים לכיוון דרום ולא זזים.

סוללות:

עכשיו שאני יודע שעם הפאנלים האלה אני אפיק כ 1600 ואט ביום אני יכול להחליט אילו צרכנים אני יכול לחבר ולדעת כל צרכן כמה זמן יוכל לעבוד. אני יכול להחליט כמה מההספק המיוצר אני אצרוך וכמה מההספק הזה אני אחסן. סוללה זה כמו דיאטה – כל עוד אנחנו אוכלים בדיוק מה שאנחנו מוציאים בפעילות גופנית משקל הגוף שלנו יישאר קבוע ללא שינוי, אם נאכל יותר מהפעילות הגופנית – אנחנו נעלה במשקל ואם נאכל פחות מהפעילות הגופנית אנחנו נרד במשקל. כך בדיוק הסוללה. זאת אומרת שאני צריך סוללה עם קיבולת מינימלית של 1600Wh אם אצרוך פחות הסוללה בכל בוקר תהיה טעונה במלואה ואפילו חלק מהאנרגיה שהשמש מפיקה סתם ילך לאיבוד ואם אצרוך יותר בבוקר לפני זריחת החמה הסוללה תהיה ריקה והשמש לא תחזיר לסוללה את כל מה שצרכתי ואני אהיה בגרעון שילך ויתפח מיום ליום. אז צריך סוללה בעל קיבולת שימושית יותר גדולה מהייצור של השמש כך שאם הצריכה במשך כמה ימים תהייה נמוכה מ- 1600Wh הסוללה תלך ותטען מיום ליום כל יום קצת יותר מהיום הקודם עד שהיא בסופו של דבר תהיה טעונה במלואה לאחר כמה ימים וכן הסוללה גם תאפשר לי אוטונומיה. אוטונומיה זה כמה ימים הסוללה תוכל לספק את תצרוכת החשמל שלי ללא ייצור חשמל מהשמש כלל (לימים ללא שמש)

סוללה עם קיבולת שימושית של בערך פי 2 מכושר הייצור של הפאנלים תאפשר לי גם ניצול יומי של כל מה שהשמש מייצרת וגם אוטונומיה ליום שלם בלי שמש כלל. בפועל אני צורך פחות ממה שהשמש מייצרת כך שאפילו אם יש כמה ימים חורפיים גשומים ללא שמש ברצף הסוללה תחזיק את הצרכנים שלי במשך כמה ימים ואחרי שהשמש תצא תוך יומיים שלושה הסוללה שוב תהיה מלאה.

אז עכשיו כשברור כשמש איזה סוללה אני צריך. אני אשאל: האם אני יכול לקנות סוללת רכב של 12V בקיבולת של 250Ah שזה 3000Wh ובא לציון גואל ? אז זהו שלא !!

וכאן אנחנו צריכים להבין בסוגי הסוללות וכמה קיבולת שימושית הסוללה מכל סוג יכולה לספק.

הסוללות הנפוצות ביותר הן סוללות עופרת חומצה שכולנו מכירים מהמכוניות – אילו הסוללות הזולות ביותר הקיבולת שלהן מבחינת הספק שימושי הוא כ 1/4 ממה שכתוב על הסוללה ! כלומר מסוללה של 12V 250Ah אני יכול לצפות לצרוך כ 750Wh בלבד. צריכה גבוהה מזאת תקצר דרסטית את חיי הסוללה והיא תשבוק חיים בטרם עת.

לכן אם אני מחליט להשתמש במצבר עופרת חומצה אני אצטרך 4 מצברים של 250Ah. אם הצרכנים שלי מושכים זרם רב – המתח על הסוללה כזאת צונח דרסטית אסור להשתמש בסוללה שהמתח שלה תחת עומס קטן מ 10V.

יש סוללות ג'ל לצורך העניין הן סוללות עופרת חומצה עם ג'ל במקום נוזל. ישנן סוללות עופרת-חומצה שבטח שמעתם עליהן שנקראות "סוללות פריקה עמוקה", אילו הסוללות שמיועדות לרכבים חשמליים ולמערכות סולריות. בסוללות אלה המתח צולל פחות מאשר

בסוללת רכב רגילה והקיבולת השימושית שלהן היא כ $\frac{1}{2}$ מהקיבולת הנקובה, אז כדי להשביע את הצרכים שלי אצטרך שתי סוללות כאלה.

הסוג השלישי של הסוללות הן סוללות הליתיום Li-ion – היום ישנם שש משפחות כימיות שונות של סוללות ליתיום שנבדלות זו מזו במחיר, במתח הנומינלי, צפיפות ההספק, אורך החיים והיציבות (בטיחות).

ששת המשפחות הן: NCA, LCO, NMC, LMO, LFP, LTO – כאשר הנפוצות ביותר הן LFP - Lithium Iron Phosphate (LiFePO4) ו-NMC - Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (LiNiMnCoO2).

מה שמשותף לכל סוללות הליתיום – שהקיבול הנקוב הוא הקיבול השימושי – כלומר אם יש לי סוללה של 3000Wh אז כן אני אוכל בהחלט להשתמש בכל ההספק האגור הזה! סוללות הליתיום הן גם בעלות צפיפות אנרגיה גבוהה ביותר – כלומר קיבולת שימושית בנפח פיזי קטן.

בסוללת li-ion (מסוג NMC) צפיפות האנרגיה היא כ 220Wh/Kg לעומת מצבר עופרת חומצה שצפיפות האנרגיה בו היא רק כ- 30Wh/Kg.

מסוללות ליתיום גם ניתן למשוך זרם מאוד גבוה לאורך זמן (ממש עד פריקה מלאה). צריכת הזרם המקסימלית וכן זרם הטעינה המקסימלי מגודרים ככפולות של C כאשר C הוא קיבולת הסוללה ב Ah.

בסוללות ליתיום גדולות צריכת הזרם המקסימלית היא בסביבות 2C-3C ובסוללות קטנות כמו למשל של רחפנים יכולות להגיע אפילו ל 80C, למה זה חשוב?

אם נניח הרדיו שלכם בשידור צורך 20A ובניתם את המצבר שלכם מתאים של 2000mAh תצטרכו לבנות את המצבר כך שחוף מהתאים הטוריים שמעלים את המתח יהיו גם תאים במקביל שיעלו את הקיבולת כך שהמצבר המתקבל יהיה לפחות 10C.

היתרונות של סוללות הליתיום הם ברורים ללא שום ספק, אבל יש להן גם חסרונות שחובה עלינו להבין ולהכיר שכן הבטיחות שלנו וחיינו תלויים בהבנה טובה של החסרונות.

בסוללות ליתיום בגלל צפיפות האנרגיה האדירה שלהן הן עלולות להיות לא יציבות עד כדי התפוצצות או התלקחות אם לא מקפידים על עבודה איתן בתוך מגבלות מאוד הדוקות שקבע היצרן.

למשל טעינת יתר – בסוללת עופרת חומצה לא יקרה כלום אם נטען אותה מעל 14.7V – מקסימום היא תפלוט גזים והסתומים יפרצו – בסוללת ליתיום טעינה של כמה עשרות מילי וולטים בלבד מעל מה שהיצרן קבע עלולה לפוצץ אותה או לגרום לשריפה.

מצד שני פריקת יתר – בסוללת ליתיום היצרן קבע את מתח הפריקה הנמוך ביותר – פריקה מתחת למתח זה תגרום להתגבשות החומר האלקטרוליטי ולפליטת מלחים ולנוק בלתי הפיך לסוללה שבמקרה הטוב רק יקטין את הקיבולת השימושית שלה ובמקרה הרע יגרם קצר פנימי והסוללה לא תיטען יותר.

שמשתמשים בסוללות ליתיום אנחנו רוצים לחבר כמה תאים בטור כדי להגיע לטווחי מתחים כמו של סוללת עופרת חומצה כדי שתהיה לנו תאימות לצרכנים שמשתמשים במצברי עופרת חומצה.

המתח של סוללת NMC הוא 4.2V כאשר היא טעונה במלואה ו 2.8V כאשר היא פרוקה ומתח נומינלי של 3.7V
המתח של סוללת LFP הוא 3.65V כאשר היא טעונה במלואה ו 2.5V כאשר היא פרוקה ומתח נומינלי של 3.3V
מתח נומינלי של מצבר עופרת חומצה הוא 12V בזמן טעינה יגיע ל 14.7V יצוף ב 13.8V ופריקה ירד עד 10V

אם אנחנו רוצים מצבר ליתיום תואם עופרת חומצה אפשר להשתמש ב ארבע תאים של LFP לקבלת מצבר תואם 12V או שמונה תאים למצבר תואם 24V . עם תאי NMC אי אפשר לבנות מצבר תואם 12V ! אבל עם שבעה תאים כן ניתן לבנות מצבר תואם 24V .
אז הבנו שאנחנו צריכים לחבר תאים בטור ודיברנו על הסכנות של טעינת יתר ופריקת יתר אשר מתייחסות לכל אחד מתאי מצבר הליתיום בנפרד !

על כן בשימוש עם מצברי ליתיום אנחנו נהיה חייבים לנטר תמידית את המתח בכל תא ותא בנפרד כיוון שלא ניתן להסיק ממדידת המתח הכללי מהו המתח של כל תא. בזמן טעינה המתח הכללי של המצבר יכול להצביע שהסוללה עדיין לא טעונה במלואה , אבל אם יש הבדל של כמה עשרות מילי וולטים בין תא לתא , יתכן מצב בו תא אחד עלול להיות כבר במתח המקסימלי ויתר התאים עדיין לא ואם נמשיך לטעון את הסוללה יש סכנת התלקחות והתפוצצות של התא ! אותו הדבר בפריקה אם יש תא שנפרק מהר יותר מהאחרים מתח המצבר הכללי יכול להצביע שהסוללה עדיין טעונה מספיק, אם יש תא אחד שכבר הגיע למינימום ונמשיך לפרוק את המצבר , תא זה יפרק מתחת למינימום המותר וינזק לצמיתות.

אם אנחנו ננטר את מתח התאים ונזהה תא שהגיע למתח המקסימלי אנחנו נצטרך להפסיק את הטעינה או אם נזהה תא שיורד מתחת למתח המינימלי נצטרך לנתק את העומס .

לכן שבונים מצבר ליתיום - יש וודא שלכל התאים יש אותה הקיבולת בדיוק! ולפני שאנחנו מחברים את התאים בטור או במקביל אנחנו חייבים לוודא שלכל התאים יש בדיוק אותו המתח ! אחרת אנחנו מראש יוצרים אי איזון ואנו עלולים לטעון טעינת יתר או פריקת יתר. במצבר NMC זה פשוט להשוות מתחים לפני ההרכבה אבל במצבר LFP זה יותר מסובך כיוון שמצבר LFP שומר על המתח שלו כמעט לכול אורך מחזור הפריקה או הטעינה , אז אפילו אם אני מודד 3.3V לתא אין לי מושג מה מצב הטעינה של התא ! הוא עלול להיות כמעט טעון במלואו או כמעט פרוק במלואו . אז אם מרכיבים מצבר ליתיום מתאי LFP יש לפני ההרכבה לטעון כל תא עד סופו או לפרוק כל תא עד סופו שכן רק בשתי נקודות אלה המתח מצביע על מצב טעינת הסוללה.

במצבר ליתיום חדש שאנחנו לא מאמצים במיוחד (אפליקציה סולארית למשל שבה הטעינה בערכי C נמוכים וגם הפריקה) אם התאים היו מאוזנים בזמן ההרכבה – התאים ישמרו מאוזנים במשך המון מחזורים ורק מידי כל כמה עשרות מחזורים יש להביאם לאיזון שוב . עם הגיל והבלאי של התאים היציאה מאיזון תלך ותגדל.

אם אתם לא רוצים לשבת 24\7 ליד המצבר ולמדוד אותו כל הזמן - יש התקן שנקרא BMS - Battery Management System



התקן זה הוא למעשה מתג שיושב על הדק הסוללה הראשי (-) ויש מיקרו בקר שפותח או סוגר את המתג הזה על סמך המתח שהוא מודד באופן רציף על כל תא בנפרד ומספיק למשל שתא אחד בלבד יעבור את מתח הטעינה המקסימלי המפסק יפתח מיד. היות וכל התאים מחוברים ממילא עם מוליכים דקים לצורך המדידה, ה bms יכול לחבר כל תא בנפרד לנגד עומס כדי לפרוק באופן יזום ומבוקר תאים שהמתח שלהם גבוה מתאים אחרים וכך לאזן אותם. זה נקרא איזון פסיבי, זרם האיזון הוא קטן מאוד ועומד ב bms גדול על 30mA בסך הכל. אז אין שום סיכוי שבעולם שאם זרם הטעינה של כל המצבר הוא בסדר גודל של אמפרים שה bms יצליח להדביק את קצב היציאה מאיזון לפני שתא מסוים יטען/יפרק יתר על המותר. מה שכן ה bms יעשה זה שהוא ינתק את הסוללה מהעומס/מטען ובזמן שהמצבר מנותק, ה BMS באיטיות עם זרם של 30mA לפריקה לתא יאזן את כל התאים בתהליך שלוקח כמה שעות ואז שכל התאים מאוזנים יחבר חזרה את המצבר.

ה bms גם לא מאזן כל הזמן! הוא מתחיל לאזן רק שהמתח הוא 4.18V לתא (NMC). זאת אומרת שאם כדי להאריך את חיי הסוללה אנהיג משטר טעינה כזה שלעולם לא אגיע ל 4.18V, ה bms לעולם לא יפעיל את פונקציית האיזון שלו. במשטר טעינה כזה אין לוותר על אמצעי ניטור חיצוניים בנוסף ל bms כך שאם אנחנו מזהים אחרי כמה שבועות או חודשים יציאה מאיזון אנחנו נוכל באמצעות התקן איזון ייעודי לאלץ איזון תוך כדי פריקה או טעינה. ה bms אינו אוניברסלי – את ה BMS יש לבחור לפי סוג הסוללה (3.7 או 3.3), מספר התאים בטור וזרם הפריקה המקסימלי.

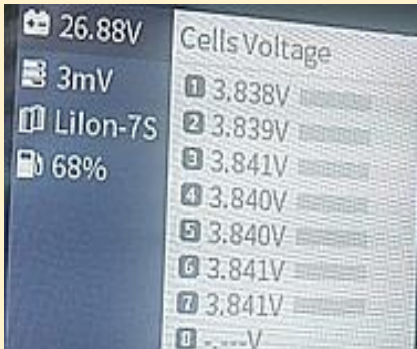


המצבר שבניתי - הוא מצבר ליתיום NMC שמורכב מ 14 תאי Lg Chem N2.1 60Ah בתצורה של זוגות תאים שמחוברים במקביל ו שבעה זוגות כאלה שמחוברים בטור. זה נותן לי מצבר תואם 24V בעל קיבולת של יותר 3000Wh (מדדתי). כל זוג תאים מזווד בתוך מודול אלומיניום מודולרי והמודלים משתלבים זה בזה כמו קוביות לגו וכך שבעת המודולים יושבים זה מעל זה הדק חיובי מעל הדק שלילי ומחוזקים ע"י ארבעה מוטות הברגה שעוברים דרך המודולים. את החיבור בין ההדקים ביצעתי באמצעות עיבוי ההדקים עם פלטות נחושת ופלטות אלומיניום בהתאם לחומר ממנו עשוי ההדק (למניעת קורוזיה גלוונית) כאשר כל זוג פלטות מופרדות ע"י צינוריות פליז שמשמשות כספייסרים מוליכים ובתוך הצינוריות יש ברגי נירוסטה שמהדקים את ההדקים מצד לצד וכך הזרם זורם דרכן.

ה BMS מקובע מעל המצבר. זה bms תוצרת Daly ייעודי למתח 3.7V שבעה תאים שיכול להזרים דרכו באופן רציף 120A. המצבר שלי מסוגל לפריקה של 3C (360A) והגבלתי אותה באמצעות ה bms "רק" ל 1C באופן מעשי אני לעולם לא אצטרך לצרוך יותר מ 120A, בצריכה של 1C רציפה אני אפרוק את המצבר תוך שעה. הצרכן הכי גדול שקיים בבית הוא מכונת הכביסה ואפילו אם ארצה להפעיל את מכונת הכביסה באמצעות המצבר צריכת החשמל המרבית שלה הוא 2.4Kw שזה בסה"כ 92A אז 120A זה מעל ומעבר לכל צורך מעשי שאצטרך. בגלל ההגבלה ל 120A יכולתי להסתפק במוליכים של 16 ממ"ר. בנוסף יש שני מודדים לצורך ניטור ויזואלי כפי שהסברתי:

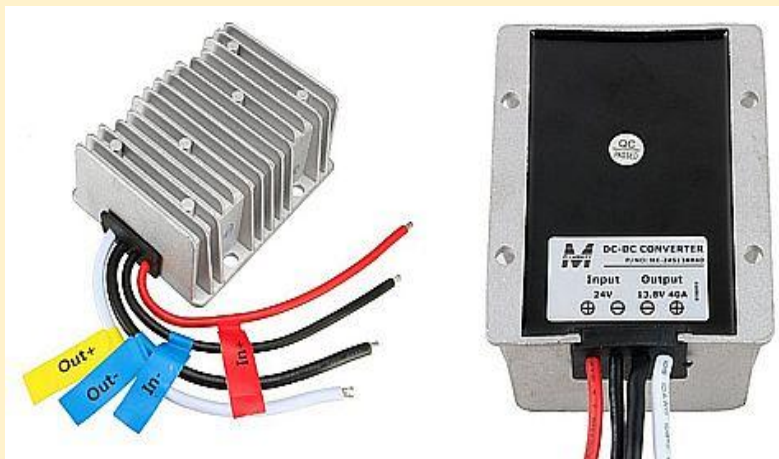


מודד אחד (מימין) הוא מודד קולוני שבאמצעות חיישן אפקט האל מודד באופן רציף את כל האנרגיה שעוברת דרך המצבר גם האנרגיה הנכנסת וגם האנרגיה היוצאת והיות ובמצברי ליתיום יחס הטעינה/פריקה הוא כמעט 1, תמיד הסכום של האנרגיה הנכנסת והאנרגיה היוצאת נותנת לי את מצב הטעינה במדויק ואני תמיד יודע כמה Ah יש בכל רגע נתון בסוללה. היות והיחס הוא לא ממש 1 אלא בסביבות 0.98 יש למודד פונקציית איפוס אוטומטית שברגע שהסוללה טעונה במלואה והמתח עליה הוא 29.4V הוא מתאפס אוטומטית ל 120Ah. המודד מדויק מאוד דגם wls-pva 200. יש מודדים קולוניים שמודדים באמצעות נגד מיצד (שאנט) הם פחות רגישים, השאנט לא מודד טוב זרמים נמוכים וגם צריך להכניסו פיזית בטור לסוללה, לכן העדפתי חיישן האל.



המודד השני (משמאל) מחובר במקביל ל BMS והוא מראה לי ויזואלית את המתח בכל תא בנפרד, המתח הכללי וההפרש המקסימלי בין מתחי התאים. בנוסף, הוא גם התקן איזון אקטיבי (balancer) אשר באמצעותו באופן יזום אני יכול להפעיל איזון בכל מצב גם אם ה BMS לא הגיע למתח סף האיזון. איזון אקטיבי מחליף אנרגיה בין התאים, הוא מעביר אנרגיה מתאים שבהם המתח גבוה לתאים בהם המתח נמוך לעומת איזון פסיבי שפורק תאים עם מתח גבוה דרך נגד ומייצר חום. מודד

זה הוא גם לא יקר והוא תוצרת isdt דגם bg-8s הוא ניתן לכיול וכיילתי אותו מול fluke מדויק מאוד. המודד גם מראה את כמות האנרגיה הנותרת בסוללה באחוזים, אך מדידה זו אינה מדויקת ואני מתעלם ממנה, המדידה אינה מדויקת כי היא מבוססת על מדידת מתח. המתח לא מעיד על מצב הטעינה בסוללת ליתיום מה גם שיש שוני מהותי בין מדידה בזמן טעינה לבין מדידה בזמן פריקה - למשל בטעינה, שהמתח לתא מגיע ל 4.2V הסוללה טעונה ל 80% אולם שהסוללה טעונה במלואה ומתחילה הפריקה מצב הסוללה הוא 100% לכן רק מדידה קולונית נותנת נכון את סטטוס הטעינה (SOC-State of charge) של המצבר.



היות והמצבר הוא 24V אני לא יכול להפעיל באמצעותו צרכני DC ישירות ולכן שילבתי במערכת שבניתי ממיר DC-DC אשר מוריד את המתח של המצבר למתח יציב של 13.8V. מוצאו של ממיר זה מחובר לקופסת נתיכים אליה מתחברים צרכני ה-DC, כגון מכשירי הרדיו וגופי התאורה. חיבור מכשירי

הרדיו לממיר הזה מיותר את ספקי הכוח של מכשירי הרדיו. המצבר מזין ישירות (דרך נתיך כמובן) ממיר AC-DC שמעלה את המתח ל- 230V עליו ארחיב בהמשך אליו מתחברים הצרכנים הכבדים.

בקר טעינה סולארי:

לאחר שדיברנו על הפאנלים והבנו שההספק שהם מפיקים משתנה ללא הרף כתלות בתאורה והעומס ודברנו על הסוללה אנחנו יכולים לדבר על בקר הטעינה אשר מקבל את האנרגיה מהפאנלים וטוען את הסוללה. מתח הפאנלים חייב להיות גבוהה ממתח הסוללה הבקרים אינם יודעים להעלות את המתח אלא רק להורידו.

כל סוגי הבקרים טוענים את הסוללה ב 3 שלבים:

- א. זרם קבוע נקרא גם CC או bulk הבקר מעלה את המתח בהדרגה כדי לשמור את זרם הטעינה קבוע עד שהמתח על פני הסוללה מגיע לרמה הסופית (14.7V בסוללת עופרת-חומצה).
- ב. מתח קבוע נקרא גם CV או Absorption הבקר שומר על המתח על פני הסוללה קבוע (14.7V עופרת) וזרם הטעינה יורד עד שמגיע כמעט ל 0 – זה המצב בו הסוללה טעונה לחלוטין.
- ג. מתח צף – הסוללה מוחזקת תחת מתח קבוע (13.8V במצבר עופרת חומצה)

שלב המתח הקבוע – CV הוא שלב הטעינה האחרון – זהו השלב שבתחילתו הסוללה כבר טעונה כמעט במלואה והוא אורך המון זמן! זה השלב שהכי מקצר את חיי הסוללה! בסוללת ליתיום בסיום שלב ה CC הסוללה כבר טעונה ליותר ל כ 80% ואם נוותר לחלוטין על שלב ה CV נוכל להאריך את חיי הסוללה באופן משמעותי. המתח הצף חשיבותו רבה מאוד במערכת סולארית בה העומס מחובר באופן מתמיד לסוללה – כלומר הסוללה נפרקת תמידית ובאופן רציף בין אם יש טעינה ובין אם אין טעינה. בואו נתאר מצב שהסוללה נטענה לגמרי והבקר התנתק מהסוללה. הסוללה מיד מתחילה להתפרק כיוון

שהיא מחוברת לעומס ואם יש עוד כמה שעות שמש ייווצר מצב אבסורדי שעם שקיעת החמה במקום להתחיל את תהליך הפריקה עם סוללה מלאה אנחנו מתחילים עם סוללה שכבר פרוקה במידת מה.

כדי שנתחיל את הפריקה רק שהשמש שוקעת ולא נבזבז לטמיון שעות שמש יקרות – אנחנו נגדיר מתח ציפה ובקר הטעינה ינסה לשמור על מתח זה כל הזמן, אם השמש מייצרת הספק רב, השמירה על מתח הציפה תגרום לכך שרוב ההספק שהשמש מייצרת ילך ישירות לצרכנים ולא ימשך זרם מהסוללה, אם הצרכנים צורכים זרם מועט, הבקר צריך להיות חכם מספיק כדי לזוז מנקודת שיא ההספק ולקחת מהפאנלים רק את ההספק המועט הדרוש כדי לשמור על מתח הציפה שלא יעלה ולא ירד, זוהי ציפה אמיתית.

כל מה שהסברתי על קביעת מתח הציפה, או ויתור על שלב ה CV או קביעת משך שלב ה CV או קביעת המתח בו תהליך ה CC יסתיים - נקרא הגדרת פרופיל הטעינה.

יש שני סוגי בקרים :

בקר PWM ובקר MPPT

בקר PWM הוא זול מאוד – הוא מתאים רק לסוללות עופרת חומצה. אי אפשר לתכנת בו את פרופיל הטעינה. הבקר מוריד את מתח הפאנל למתח שנדרש לטעינה ע"י מיתוג מתח ה DC שמגיע מהפאנל לפולסים של המתח הזה שהדיוטי סייקל של הפולסים משתנה (Pulse Width Modulation) ובכך לגרום למתח אפקטיבי נמוך יותר כפי שצריכה הסוללה. בקר זה גם מוגבל במתח הכניסה שמגיע מהפאנלים ואם רוצים לחבר הרבה פאנלים נהיה חייבים לחברם במקביל כדי שהמתח לא יעלה – אם הפאנלים מרוחקים מהבקר זה ידרוש מוליכים מאוד עבים ויקרים כדי למזער את מפלי המתח עליהם כתוצאה מהזרם הגבוהה שיוצר החיבור המקבילי. אם מחברים פאנלים בטור אנחנו מעלים את המתח והזרם נשאר כשל פאנל יחיד – אך בקר PWM לא יכול לקבל מתחים גבוהים מ 36V. בקר זה אינו יודע מהי נקודת שיא ההספק ולכן הרבה הספק שהשמש יכולה לייצר פשוט לא מנוצל. גם אם לא נשתמש בדייקנות בפאנל שמתאים לסוללה (נניח פאנל 36V וסוללה 12V) הבקר רק יוריד את המתח למתח הסוללה ויבזבז את מרבית ההספק שהפאנל יכול לייצר!

מבחינת רדיו בקרים אלה מאוד עוינים ל HF ופולס ה PWM נקלט חזק מאוד באנטנות ומפריע מאוד לקליטה.

בקר MPPT – Maximum Power Point Tracking - זהו בקר יקר משמעותית מבקר pwm ליבו של בקר זה הוא ממיר DC-DC Buck Converter שיעילותו היא כ 98% שמבוקר ע"י מיקרו מעבד, הבקר במשך כל זמן פעולתו עוקב בצורה רציפה אחרי התזוזות של נקודת שיא ההספק (הסברתי בפרק הפאנלים) והוא יסחוט עד תום את כל האנרגיה האפשרית שהשמש תפיק. כל המגבלות שתוארתי בבקר pwm לא קיימות, הוא מאפשר לשלוט על פרופיל הטעינה ולכן הוא מתאים לסוללות ליתיום והוא גם מסוגל לקבל מתחים גבוהים בכניסה ומאפשר לחבר פאנלים במקביל ובטור.

היות ואני משתמש בסוללת ליתיום ומתח הפאנלים שלי בטור יכול לעבור את ה 70V ברור שבחירתי בבקר MPPT



הבקר שבחירתי נחשב לאחד הבקרים הטובים ביותר הקיימים בשוק.

הבקר הוא Victron-Smart Solar 100/30 בקר זה מסוגל לקבל פאנלים בטור עד 100V ולטעון את הסוללות בזרם של עד 30A הבקרים זמינים במבחר מתחים וזרמים.

היות והפאנלים שלי בתאוריה יכולים להפיק 460W זרם הטעינה המקסימלי האפשרי במערכת של 24V יהיה 20A לכן בחירתי בבקר של 30A כדי לא לעבוד בקצה – יתכן שבקר של 20A היה מספיק בהחלט ופחות יקר אך עם בקר של 30A יש לי יותר מרווח נשימה ויכולת התרחבות עתידית.

מבחינת רדיו הבקר הזה גם יוצר הפרעות, הפרעות אלה הן חלשות מאוד ואם לא מעבירים את אנטנת הדיפול או הלונג ווייר ממש ליד הפאנלים לא מרגישים בקיומן כלל. אצלי אם אני מרים דיפול ל 20 מטר היא לא מתקרבת לפאנלים ולא מרגישים את ההפרעות. אבל אם אני משתמש באנטנה הרב גלית שלי החלק האחרון שלה נמצא ממש מעל הפאנלים – וזה יוצר לי קצת רעש סטאטי (ממש לא נורא) בגלים הנמוכים מ 20 מטר (רק ביום). זהו סרטון הסבר על ההבדלים העקרוניים בין הבקרים.

=====

אם יש לכם את כל הרכיבים שתיארתי עד עכשיו – יש לכם מערכת סולרית עובדת שיכולה להפעיל צרכני DC בלבד זה מספיק לרדיו, תאורה, טעינה של טלפונים, טאבלטים ואפילו מחשב נייד.

שני הרכיבים הבאים הם כבר לא חובה - אבל אם כבר יש לי מערכת שמפיקה יותר מ 1500Wh ליום לא חבל שהם סתם ילכו לאיבוד ?

ממיר DC-AC :

יש לי בתחנה מקרר – למה שהוא לא יוזן מהשמש ? יש לי מכשירים שונים שאני משתמש בהם מידי פעם בתחנה כמו מלחם, מקדחה, משורר למה שלא יוזנו גם מהשמש ? ויש לי מסך מחשב גדול למה שהוא גם לא יוזן מהשמש ? ואם במצב חירום ארצה להרתיח מים או לחמם משהו במהירות במיקרוגל – למה שלא אוכל ? או אפילו לחבר את הטלוויזיה והסטריאו שיש הפסקת חשמל – למה לא ?

אז לצורך זה הוספתי ממיר DC-AC

יש שני סוגים עיקריים :

ממירים שמיצרים גל "דמוי סינוס" שהוא למעשה גל מרובע – ממיר כזה לא טוב להפעלת מקרר או מכשירי אלקטרוניקה עדינים כמו מחשבים – אפילו דבר פשוט כמו הרתחת מים בקומקום חשמלי – לוקחת יותר זמן ומכשיר מיקרוגל מקרטע ומשמיע רעשים.

לכן עדיף ממיר מהסוג השני שנקרא ממיר גל סינוס טהור – ממיר זה מייצר מתח סינוס יותר יפה ונקי מהמתח של חברת החשמל – הוא ידידותי לכל מכשירי החשמל הביתיים ובפרט למכשירי אלקטרוניקה עדינים .

מבחינת רדיו – הגיוני שממיר סינוס טהור גם יפריע פחות – לא מצאתי לזה שום התייחסות ברשת וכך לא נותר לי אלא לנסות.

כשחיפשתי ממיר – למדתי גם איך בונים את הממירים ויש דברים שאתם מיד יכולים רק מראייה לדעת אם זה זבל טהור או ממיר שהושקע בו קצת יותר - הדבר הראשון שאתם מסתכלים בתמונה של ממיר זה על הדפנות הארוכות של המארז שלו – אם אתם רואים שלאורך כל הדופן יש ברגים – אל תטרחו אפילו לקרוא מה כתוב בהודעת המכירה – דפדפו הלאה . מה שזה אומר שלממיר הזה אין בכלל heat sink-ים ואין לו בכלל מערכת יעילה לסילוק החום – בממיר כזה ה-FET-ים שהם הרכיבים הכי חשובים בממיר מוברגים ישירות למארז שמשמש כמסלק החום. ואני לא מדבר על כשל באחד הרכיבים האלה שעלול לחשמל את כל המארז. אל תתפלאו אם תראו בכותרת של ממיר כזה 3000W ובתוך המפרט יהיה כתוב שברצף זה רק 1500W ממירים יותר טובים מכילים בתוכם שני היטסינקים ענקיים ומסיביים שאליהם מוברגים כל הfet-ים והדיודות ואל כל היטסינק כזה מחובר מאוורר איכותי שמסלק ממנו את החום החוצה .

תסתכלו גם על הטרמינלים של ה DC הם צריכים להיות מנחושת והם צריכים להיות גדולים ומסיביים – הזרמים שם אדירים כי ההספק הוא אותו הספק (פחות הפסדי המרה) גם בצד ה AC וגם בצד ה DC. בנוסף תחרשו גם סקירות שבודקות את כל ההגנות שיש בממיר ומראות לכם גם את הממיר מבפנים וגם מדגימות התמודדות עם עומסים השראתיים – שזו הנקודה הכואבת ברוב הממירים . אם יש התייחסות של חובבי רדיו – שימו אליה לב היטב – אני לא מצאתי – אבל יש חובבי רדיו Preper ידוע [OH8STN](#) שעובד QRP ו SOTA והוא מדבר על ממירים ומערכות סולאריות – אז אחד הדברים שהוא מדגיש זה לבדוק שיש את כל הסרטיפיקטים של קרינה אלקטרומגנטית – כמובן שהממיר שהוא המליץ עליו הוא קטנטן ולא מתאים לצרכי.



הלכתי על ממיר סינוס טהור שיש לו את כל הסרטיפיקטים לקרינה אלקטרומגנטית ויש לו המוני ביקורות וסקירות מעולות ברחבי הרשת. הממיר שבחרתי הוא ממיר סיני של חברת Reliable Electric בהספק רציף של 3000W שאני מפעיל באמצעותו ללא בעיות כל מכשיר חשמלי שקיים בבית אפילו מזגן, מיקרו ומכונת כביסה (בדקתי) הממיר הזה נמכר בארה"ב תחת שם המותג WZRELB.

הממיר באמת פנטסטי – ממש לא היה לי להגיד עליו משהו רע לולא הייתי חובבי רדיו...

הממיר הזה קצת עוין לרדיו, הלכתי לסרטיפיקטים ומסתבר שבדיקות ה RFI לא כוללות HF הממיר באמת לא מפריע ל vhf לא ל uhf לא לטלוויזיה לא לסטריאו ואפילו לא לכל הבנדים ב HF, אבל מ 20 מטר ומטה זה פשוט לא טוב – אמנם אפשר לעבוד, אבל הספורים שהממיר מוציא לא יציבים והם כל הזמן נוסעים על הספקטרום ימינה ושמאלה – רוב הספורים חלשים

אך יש כמה ספורים עתירי אנרגיה שעוברים את ה S9 ואפילו מכניסים את הרדיו לאוברפלואו ושמקרב כזה ספור אליך הוא פשוט הורג לך את הסיגנל לרגע וממשיך הלאה . הממיר הזה מקריין RFI באוויר – לא מחוטי החשמל שמפלוטרים טוב אלא ממש כל הקופסא מקרינה והאנטנה קולטת את זה וכמה שהאנטנה יותר ארוכה זה מחמיר . סף הרעש עולה ל במוצע ל 3 וכל הבנדים שזורים בספורים במרווחים של 250Khz זה כל בנד ה 40 מטר ובתמונה התחתונה 20 מטר באזור של ה ft8 ft4 שקטן מ 250Khz שבדיוק עובר בו ספור חלש.



אם אני מנתק ידנית את צרכני ה- AC (צריך לוודא שמדחס המקרר לא פועל ומוריד את המחשב בצורה מסודרת וכו') (וזה לוקח כמה דקות) ומחבר אותם לרשת החשמל ואז מכבה את הממיר הכל חוזר להיות שקט – גם מבחינת RFI וגם מבחינת אקוסטית – שהמאוררים נכנסים זה כמו הרצת מטוס סילון בתחנה .

:ATS- Automatic Transfer Switch

היות ואת מרבית הזמן אני לא מבלה בתחנה אין לי בעיה שהממיר יעבוד 24/7 אבל כשאני כן נמצא בתחנה ואני נניח רוצה להעביר שיעור מורס בזום אז הרעש של הממיר לא נסבל . גם אם אני מפעיל רדיו נניח רק שעה ביום, אני לא רוצה לשמוע את הממיר שהמאוררים שלו נכנסים כל 3 דקות ל-30 שניות ואני בטח לא רוצה את ה RFI בזמן שאני עובד . אני



רוצה להיות מסוגל בלחיצת כפתור להעביר את כל צרכני ה AC לגריד ולסגור את הממיר ובלחיצת כפתור להחזיר חזרה את צרכני ה AC לממיר בצורה חלקה בלתי מורגשת ואפילו אם המדחס של המקרר עובד והמחשב עובד הצרכנים לא יחשו כלל בהעברה, זה אחד מהדברים שאני מסוגל לעשות עם ה ATS הזה (תוצרת MoesHouse). ה ATS עובד כמו UPS הפוך כלומר העדיפות שלו היא שצרכני ה AC יקבלו מתח מהממיר הסולארי ורק אם מתח הסוללה ירד מתחת למתח סף שהגדרתי (בחורף אחרי רצף של כמה ימים גשומים ללא שמש) הוא יעביר אוטומטית (תוך כ 10mS) את הצרכנים לגריד וייתן לשמש לעשות את שלה עד שמתח הסוללה יתאושש ויחזור לסף שהגדרתי ואז צרכני ה AC חוזרים אוטומטית לקבל חשמל מהשמש. שכתבתי למעלה על בקר הטעינה, כתבתי שהדבר שהכי מקצר את חיי הסוללה זה שלב ה CV ואמרתי שבאמצעות בקר הטעינה אני יכול לקבוע את מתח בו יגמר שלב ה CC, אז אם אני מתכנת את הבקר כך שהטעינה תופסק ב 80% וב ATS אני מגדיר שהצרכנים (הכבדים) ינותקו ויעברו לגריד ב 20% הנהגתי משטר פריקה\טעינה אופטימלי שיוכל להחזיק את הסוללות בחיים פי כמה וכמה מזמן החיים שהגדיר היצרן. זהו סרטון שמדגים ומסביר על ה- ATS שמותקן אצלי במערכת.

תוצאה סופית :

כל רכיבי המערכת כפי שתיארתי במאמר זה הורכבו על לוח סנדביץ' שהוברג לקיר בתחנה כל מוליכי ה DC עתירי הזרם הם בחתך של 16 מ"מ יש נתיך חצי אוטומטי ראשי שמשמש גם כמפסק ראשי ו kill switch ויש נתיך חצי אוטומטי לבקר הטעינה וכן לממיר ה DC-DC נתיך חצי אוטומטי כפול נוסף מחובר על פס דיין בין הפאנלים לבקר – הכבלים מהפאנלים לתחנה הם בחתך של 7.5 מ"מ והם נסללו בתוך זוג צינורות מרירון הצמודים לקיר עם שלות עד לתחנה. בתמונה אפשר לראות את כל המערכת רגע לפני שהמצבר והפאנלים חוברו לראשונה לפני חודש – היא כבר פועלת חודש שלם בדיוק לפי התכנון ומעל למצופה. מד הקולון זוויד בקופסא אחרת בהמשך ומד המתח של כל תא הוחלף ב isdt שתיארתי במאמר.

תודות לרונון 4X5GB ונחום 4X5EH שבלעדיהם הפרויקט לא היה מיושם.