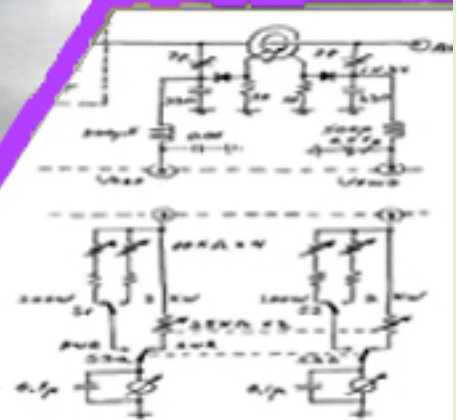


4X-BULLETIN

גיליון מס. 5
יולי 2020



החובב המתחיל
דיווח מבחינות רישוי
היסטוריה
למה דציבל
על מדף הספרים
קניות ומכירות
מכתבי חברים

עריכה:

משה אינגר 4Z1PF

מאמרים מפרי עטם של:

משה אינגר 4Z1PF

אבנר דרורי 4X1GE

אמנון בר-גיורא ז"ל 4X1DF

אורה מורג

דורון טל 4X4XM

קראו והעירו:

אבנר דרורי 4X1GE

נפתלי אוברהנד (בלבן) 4Z1RM

ד"ר צביקה אביגל (ביגלמן) 4X1BY

אתר הביטאון: <http://4xbulletin73.byethost15.com/?i=1>

דוא"ל הביטאון: 4XBulletin@gmail.com

דבר העורך

- 4 -

מבחנים לרישוי חובבי רדיו

- 5 -

אגודת חובבי הרדיו לאן?

- 7 -

חיבור צרכנים בטור, מקביל ומעורב

- 9 -

חיבור צרכנים בטור

- 9 -

חוק המתחים של קירכהוף

- 10 -

חיבור צרכנים במקביל

- 11 -

חוק הזרמים של קירכהוף

- 11 -

התנגדות שקולה של מעגל מקבילי
סיכום:

- 12 -

- 13 -

מד עוצמת שדה

- 14 -

אופן פעולת המעגל

- 14 -

תכנון המעגל

- 15 -

הבניה

- 16 -

כוון התדר

- 16 -

רעיונות נוספים

- 17 -

קניות, מכירות השאלות

- 18 -

הדציבל The Decibel

- 21 -

מבוא

- 21 -

חישובים ראשוניים

- 21 -

רגישויות

- 22 -

חישובי שרשרות מגברים ומנחתים

- 23 -

סיכום ביניים

- 24 -

שימושים ראשוניים

- 24 -

מערכות שמע נוספות

- 30 -

מכשירי מדידה

- 31 -

סיכום

- 33 -

הרפתקה במאוריציוס

- 34 -

המרגל מהקומה הרביעית

- 43 -



קוראים יקרים,

נכנסנו לתנאי קיץ הן בטמפרטורות שממשיכות לטפס והן בתנאי ההתפשטות בתוך הארץ על 7 מה"ץ. בבקרים של ימי שבת מתאספים לא מעט אותות קריאה על 7.130 מה"ץ ומנהלים שיחות מהצפון ועד הדרום. לעיתים התנאים מאוד מוזרים וניתן לנהל קשר למרחקים גדולים אך לא ניתן לשמוע את החבר שמעבר לרחוב ולעיתים להיפך. בשבועיים האחרונים התנוודדו התנאים בין המצבים השונים ויצרו תופעות מעניינות של פרקי זמן בהם הקשרים היו יציבים לבין QSB בלתי נסבל. נמשיך להיפגש, לעקוב וללמוד על התופעות שלא היו כל כך מוכרות לנו לפני שנים.

משרד התקשורת ערך מבחני רישוי חובבים והפעם בבניין עמותת חיל הקשר. התפשטות מגפת הקורונה והתנאים המגבילים הורגשו גם באופן הבחינה. שפוצלה בין שני חדרים. ונשמר מרחק כפי שנדרש בין הנבחנים. ניגשו לבחינה 31 נבחנים ועברו בהצלחה מלאה 12 נבחנים.

לקבלת הרישיון הנכסף נדרש לעבור גם השתלמות מעשית של שמונה שעות. המדריכים שהתנדבו להדריך גם הפעם הם צוריאלי ריינשטיין 4Z1RZ ומשה אינגר 4Z1PF. 40 חניכים שהגיעו מכל קצוות הארץ השתתפו בהשתלמות. אנו תקווה לשמוע את קולם על גלי האתר בעתיד הקרוב.

מספר לא מבוטל של בעלי רישיונות מחזיקים ברשותם ציוד לתחומים השונים. לצערנו אין אנו שומעים אותם על הגלים. האם הדבר נובע בגלל "פחד המיקרופון" או העדפה ל"קשקש" על המקלדת בפורמים השונים. כחובבי רדיו היינו מעדיפים לשוחח איתם ולא רק לקרא את הגיגיהם. לפי מסד הנתונים של ה-DMR יש עשרות רבות של חובבים שברשותם מכשירים אך מספר הפעילים על הרשת שואף לאפס. הושקעו אינסוף שעות של עבודה בהקמת הרשת ותחזוקה. אז הגיע הזמן לעשות בה שימוש.

אינגר משה
4Z1PF

מבחנים לרישוי חובבי רדיו

במהלך חודש יוני נערכו על יד משרד התקשורת מבחני חובבים לדרגות השונות. הפעם ההתנהלות הייתה שונה בגלל מגפת הקורונה והוראות משרד הבריאות בנושא הבידוד החברתי ושמירת מרחק בעת מפגש חברתי. הנבחנים חולקו בין שתי כיתות ונאלצו לחבוש מסכות דבר שהוסיף ללחץ ולאי הנוחות בעת הבחינה.

לבחינה נגשו 31 נבחנים מתוך 33 שנרשמו לבחינה. הנבחנים שעמדו בהצלחה בשתי הבחינות, נוהל וטכני, צריכים עוד להשלים את שני מפגשי ההשתלמות המעשית שיועברו על ידי צוריאל ריינשטין 4Z1RZ ומשה אינגר 4Z1PF.

למבחני דרגה א' נרשמו 7 מועמדים אבל הגיעו 6 בלבד. שניים עברו בהצלחה את שתי הבחינות והם עתה בעלי דרגה א'. שניים נוספים עברו רק חלק אחד של הבחינה ולכן יאלצו להשלים את הבחינה הנותרת במועד אחר.

לדרגה ג' נרשמו 5 מועמדים אך 2 בלבד עברו את שתי הבחינות ונבחן אחד עבר חלקית. גם על נבחן זה יהיה להשלים את הבחינה החסרה.



לדרגה ב' נרשמו 16 מועמדים אך רק 8 הצליחו לעבור את הבחינות.

ברכות לאלו שקיבלו אותות קריאה ונקווה לשמוע אותם בעתיד הקרוב על הגלים.

מועדון 4X4HQ בבית ספר עירוני ד' מנוהל ע"י דורון 4Z1ZX. חניכי המועדון עברו בעבר מבחני נוהל ועומדים לגשת לבחינות הטכניות לדרגות ג' ו-ד'. דורון מדווח שבמועד הקרוב (תחילת יולי) ייגשו 7 חניכים למבחן טכני דרגה ב' כאשר במועד הקודם הם עברו את החלק הנהלי. חניכים נוספים למדו לדרגה ג'. במועד הקודם הם עברו בהצלחה את בחינות הנוהל ועתה 13 תלמידים ייגשו לבחינה הטכנית.

נאחל להם בהצלחה



מפגש ההדרכה המעשית



אגודת חובבי הרדיו לאן?

דורון טל 4X4XM

אני חובב רדיו ותיק וחבר באגודתנו משנות הששים של המאה קודמת. מזה שנים אני פעיל על גלי האתר אך תומך נלהב בכל פעילויות האגודה ונמצא בקשר רציף עם חברים ותיקים.

בפברואר 2018 פורסם תקציר תהליך של תובנות עיקריות בשיחות שקוימו בנושא "האגודה לאן?"

אהבתי את המסקנות של צוותי החשיבה:

1. האגודה זה לא רק וועד, זה "אני ואתה"
2. נדרש תהליך קליטה ותרבות ארגונית מחבקת
3. מינוי מנהל קליטה וקשר עם החובבים החדשים – "שדכן"

והנה בתאריך 13 יוני 2020, התברר לי להפתעתי כי הייתה תקלה מתמשכת בשרת האגודה, ששלח לי במשך שנים מיילים לתיבת דוא"ל לא פעילה. לכן ביקשתי ממזכיר האגודה לעדכן את תיבת הדוא"ל שלי.

כתבתי למזכיר בנימה בדוחה, "אם כתובת מייל של חבר אינה מעודכנת אצלכם, כיצד יוכל החבר לקרוא את ההודעה (הזו) ולעדכן את כתובתו?" - ובמילים אחרות, האם זה הגיוני לצפות ממי שנשלחו אליו הודעות לתיבה לא פעילה כי יגיב להודעה זו?

במקום לענות לגופו של עניין ולעדכן את כתובתי (כפי שבקשתי כבר לפני שנים וחזרתי ובקשתי כעת), לא קרה דבר. המשכתי לקבל את הודעות האגודה לאותה תיבה לא פעילה. כשהזכרתי למזכיר כי התיקון טרם בוצע "קפץ על המציאה" ונזכר במשפט שכתבתי במייל קודם: "בנסיבות אלו החלטתי להפסיק את חברותי באגודה (מאז שנת 1963) ולבטל את הוראת הקבע."

למקרא שורות אלו הגיע המזכיר למסקנה כי מרגע זה ואילך כבר אינני חבר האגודה והוציא אותי לאלתר מרשימת התפוצה.

יתרה מזו, כאשר הלנתי על הוצאתי מהאגודה בטרם הודעתי על מועד פקיעת חברותי והזכרתי שחובה לפעול לפי הוראות החוק, התקנות והתקנון התערב יושב הראש וכתב לי: "חבל על השחתת המשאבים בהתכתבות עקרה שלא מקדמת דברים". הוא צדק. נותרה השאלה מי השחית את זמני בכך שלא עדכן לאלתר את כתובתי לפי בקשתי וגם הוציא אותי מרשימת התפוצה בניגוד לרצוני.

בעקבות האירוע הנ"ל בקשתי לקבל את שמות וכתובות חברי ועדת חברים וגם ועדת הביקורת ואז ענה לי המזכיר:
"שוב ושוב אנו משחיתים משאבים מיותרים בהתכתבויות עקרות . . . אם אתה עדיין מבקש לפנות לוועדת הביקורת, אנא כתוב את פנייתך אלי ואני מבטיח שאעביר מיידית את פנייתך ליו"ר ועדת הביקורת."

בעקבות האירוע המביש הזה "חפרתי" באתר האגודה, בקבוצת פייסבוק שלנו ובתיק האגודה אצל רשם העמותות. הופתעתי לגלות כי לאגודה אין אישור ניהול תקין לשנת 2020 וכל זאת בשל דיווחים לקויים לרשם העמותות במהלך השנתיים האחרונות (2018, 2019).

המסקנה שלי לאור מה שקרה כעת:

1. כרגע, האגודה זה רק וועד
2. אין באגודה תרבות ארגונית מחבקת
3. אין מנהל קשר עם החובבים, אין הפנייה ברורה מאתר האגודה לכתובות המעודכנות של חברי ועדת החברים וועדת הביקורת
4. הוועד לא מילא את תפקידו על פי הוראות החוק (חוק העמותות, התש"ם-1980) ובשל כך אין לעמותה אישור ניהול תקין.

אני מאמין כי ניתן לתקן את הטעון תיקון ולעשות זאת ברוח טובה. בגיליון הבא, אתמקד בחשיבותו של תקנון העמותה, מה הבנתי מתוך הצעת הוועד לשנות תקנון, אלו שינויים הם צו השעה לדעתי, אילו שינויים מן הראוי לדחות וכיצד יש להציג את השינויים בפני האספה הכללית הבאה.

,73

דורון טל 4X4XM



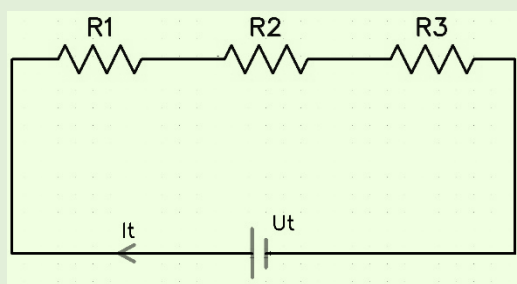
חיבור צרכנים בטור, מקביל ומעורב

אינגר משה 4Z1PF

לעיתים קרובות המעגל החשמלי מכיל מספר צרכנים, לדוגמה הצרכנים שבדירתנו כמו הנורות, מדיח הכלים, מיבש הכביסה ועוד. בפרק זה נראה מה הן האפשרויות העומדות בפנינו בחיבור הצרכנים ומה הן התכונות של כל חיבור.

חיבור צרכנים בטור

האיור מציג מעגל בו הצרכנים (נגדים) מחוברים בחיבור טורי.



איור 1: מעגל טורי

ניתן לומר ששני רכיבים חשמליים מחוברים בטור אם יש להם קצה משותף אחד **בלבד** ולנקודה משותפת זו לא מחובר מוליך נוסף. מהסבר זה נובע שנגד R1 מחובר בטור ל- R2 ונגד R2 מחובר בטור ל- R3 ואלו מחוברים בטור למקור המתח U_t .

במעגל טורי הזרם בכל הנגדים זהה. הזרם הוא תנועה של אלקטרונים ואלו אינם יכולים להיעלם תוך כדי תנועתם במעגל. כל האלקטרונים שיוצאים מהקוטב השלילי של מקור המתח יעברו ברכיבי המעגל ויחזרו לקוטב החיובי של המקור.

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_t$$

I_t מסמן את הזרם הכללי (total) במעגל, זהו הזרם שמספק מקור המתח.

חוק המתחים של קירכהוף

בניגוד לזרם ששווה בכל הרכיבים, מתח המקור מתחלק בין רכיבי המעגל שמחוברים בטור. חלוקה זו נקבעת לפי חוק המתחים של קירכהוף שקובע: סכום מפלי המתח במעגל טורי סגור שווה למתח המקור.

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

חוק אוהם גם הוא חייב להישמר ואם נציבו בחוק המתחים של קירכהוף נקבל:

$$I = \frac{U}{R}$$
$$I_t * R_t = I_1 * R_1 + I_2 * R_2 + I_3 * R_3 + \dots$$

במעגל טורי הזרמים שווים זה לזה ולכן מתקבל:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

משמעות הדבר שניתן להחליף את שלושת הנגדים (או יותר) שחוברו בטור, בנגד שווה ערך שערכו R_t (ערך נגד זה שווה לסכום ערכי הנגדים). נגד שווה הערך יקרא **התנגדות כללית של המעגל** או **התנגדות שקולה של המעגל**.

דוגמה: נניח שבחדר שלוש נורות שמחוברות בטור. לכל נורה התנגדות כלשהי. אם נסכם את ההתנגדויות נקבל התנגדות שקולה. נוכל להחליף את שלושת הנורות בנורה אחת שערך התנגדותה שווה להתנגדות השקולה. הנורה החדשה תספק בדיוק את אותה עוצמת תאורה של שלושת הנורות.

דוגמה:

ארבעה נגדים מחוברים בטור. ערכי התנגדותם 4, 5, 6 ו-9 אוהם. המעגל מוזן ממקור מתח של 12 וולט. מה הם מפלי המתח על הנגדים והזרם במעגל?

פתרון:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 4 + 5 + 6 + 9 = 24\Omega$$
$$I_t = \frac{U_t}{R_t} = \frac{12}{24} = 0.5A$$

במעגל טורי הזרמים דרך הנגדים שווים זה לזה לכן:

$$U_1 = I_1 * R_1 = 0.5 * 4 = 2V$$

$$U_2 = I_2 * R_2 = 0.5 * 5 = 2.5V$$

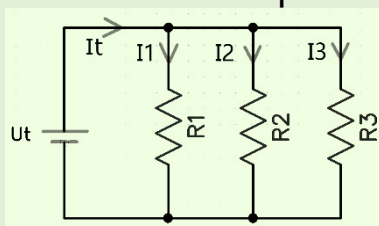
$$U_3 = I_3 * R_3 = 0.5 * 6 = 3V$$

$$U_4 = I_4 * R_4 = 0.5 * 9 = 4.5V$$

בדיקת נכונות הפתרון תעשה על ידי סיכום מתחי הנגדים ששווה למתח המקור 12V.

חיבור צרכנים במקביל

איור 2 מציג חיבור צרכנים במקביל.



איור 2: חיבור צרכנים במקביל

שני צרכנים מחוברים במקביל אם יש להם שני קצוות משותפים. באיור, לכל שני רכיבים יש שני קצוות משותפים לכן כל הרכיבים כולל מקור המתח מחוברים במקביל זה לזה. בחיבור זה המתח על כל הצרכנים זהה למתח המקור (זהו יתרון לעומת החיבור הטורי שבו מתח המקור מתחלק בין הצרכנים לפי חוק המתחים של קירכהוף). חיבור מסוג זה קיים ברשת הביתית והתעשייתית, מסיבה זו ניתן לייצר את הצרכנים הביתיים והתעשייתיים לפעול במתח קבוע וידוע מראש, לכן כל הצרכנים בבית מיועדים לפעול במתח הרשת 230 וולט.

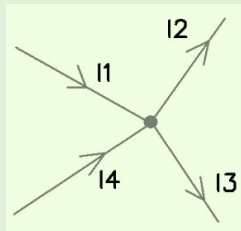
יתרון נוסף של חיבור זה על החיבור הטורי הוא האפשרות להוסיף ולגרוע צרכנים ללא פגיעה בפעולתם של האחרים. אין זה כך במעגל טורי, כאן ניתוק באחד הצרכנים יגרום להפסקת פעולתם של האחרים או הוספת צרכן או גריעת צרכן ישפיע על כל המעגל ויגרום לשינויי מתח וזרם ברכיבים ובמעגל.

חוק הזרמים של קירכהוף

צומת מתאר נקודה בה מתחברים מספר מוליכים. לדוגמה באיור 3 מתחברים ארבעה מוליכים לנקודת חיבור אחת, זהו הצומת.

חוק הזרמים של קירכהוף (חז"ק) קובע שסכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים ממנו. ובמקרה של איור 3:

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3$$



איור 3: צומת הכולל ארבעה מוליכים

דוגמה:

ערכי הנגדים באיור 4 הם: 3 אוהם, 6 אוהם ו-2 אוהם. מהם זרמי הנגדים אם מקור המתח הוא בעל 12 וולט?

פתרון: בחיבור מקבילי המתח על כל רכיב שווה למתח המקור 12 וולט.

$$U_t = U_1 = U_2 = U_3 = 12V$$

נחשב את זרמי הנגדים לפי חוק אוהם:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12}{3} = 4A$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12}{6} = 2A$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{12}{2} = 6A$$

הזרם הכללי ישווה לסכום הזרמים:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 = 4 + 2 + 6 = 12 A$$

התנגדות שקולה של מעגל מקבילי

הצבת חוק אום לתוך חוק המתחים של קירכהוף מאפשר לנו למצוא את ההתנגדות השקולה (הכללית) של מעגל מקבילי. הנוסחה הכללית שמתקבלת היא:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

ההתנגדות השקולה עבור שני נגדים בלבד שמחוברים במקביל מתקבלת הנוסחה:

$$R_t = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

דוגמה:

חשב התנגדות שקולה של שני נגדים שמחוברים במקביל. ערכי הנגדים 30 אוהם ו-60 אוהם.

פתרון:

$$R_t = \frac{60 * 30}{60 + 30} = 20\Omega$$

לעיתים קימים מספר רב של עומסים שווים שמחוברים במקביל. נוסחת חישוב במקרה זה תהיה:

$$R_t = \frac{R}{n}$$

כאשר n מציין את מספר הנגדים השווים שמחוברים במקביל ו- R ערך של נגד בודד.

דוגמה:

בכיתת לימוד קימים 24 נורות. התנגדות כל נורה 96 אוהם. מהי ההתנגדות השקולה?

פתרון:

מפני שהנורות שוות זו לזו נחשב את ההתנגדות השקולה לפי הנוסחה האחרונה:

$$R_t = \frac{96}{24} = 4\Omega$$

סיכום:

מעגל מקבילי	מעגל טורי	
שווה על כל הנגדים	נקבע לפי חמ"ק	מפלי מתח
מחושב לי חוק אוהם	שווה בכל הנגדים	זרם בנגדים
קטנה עם הוספת נגד	גדלה עם הוספת נגד	התנגדות שקולה

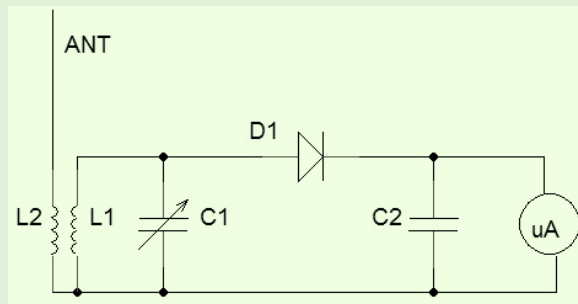
מד עוצמת שדה

אינגר משה 4Z1PF

עלות המכשיר המוצע עלותו נמוכה ביותר. הוא מתאים לכל חובב בניה, וחשוב ביותר לכל חובב מתחיל.

מד עוצמת השדה הינו מכשיר מדידה המראה המצאות שדה אלקטרו מגנטי המשודר מתחנת החובב. המכשיר שיוצג בשורות הבאות תוכנן עבור תחום ה- 144MHz אך ניתן לשנות את תחום העבודה שלו כפי שיוסבר בהמשך, וגם לבנות מכשיר רב תחומים עם מפסק בורר.

איור 1 מציג את המעגל החשמלי:



איור 1: המעגל החשמלי

L1 – 8 ליפופים (ראה הסבר בהמשך)

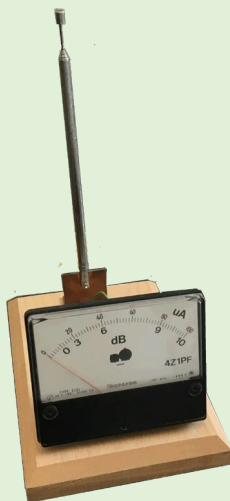
L2 – 2 ליפופים

C1 – טרימר 30 פיקופד

D1 – 1N270 או דומה

C2 – 0.1 מיקרופד

מודד בעל סטייה מרבית של כ- 50-100 מיקרואמפר



אופן פעולת המעגל

המעגל מזכיר את מעגל המבוא (מעגל האנטנה) של כל מקלט רדיו מצוי. מעגל התהודה בורר את תחום התדרים הרצוי עבור מד עוצמת השדה, מכלל התדרים שקולטת האנטנה. הדיודה מבצעת יישור חד דרכי (זוכרים? במקלט רדיו ישיר תפקדה הדיודה כדיודת

הגילוי) אשר מסונן על ידי הקבל. מתח זה נמדד על ידי המודד. ככול שעוצמת השדה גדולה יותר, כך תהיה קריאת המכשיר גבוהה יותר.

תכנון המעגל

מכשיר המדידה (ניתן להשיגו בג'נק במחיר אפסי), יכול להיות כל מכשיר שסטייתו המרבית תהיה נמוכה ככול האפשר. ככול שזרמו המרבי יהיה נמוך, כך תהיה רגישותו גבוהה יותר. לידיי נפל מכשיר המיועד ללוחות חשמל בעל סטייה מרבית של 100 מיקרו-אמפר, בעל סקלה ומחוג גדולים, ממש אידיאלי למטרה זו.

הדיודה צריכה לפעול בתחום העבודה של מד השדה המתוכנן. דיודות מסוג 1N270 1N34 1N60 יתאימו היטב למטרה זו (אין להשתמש בדיודות ישור כמו 1N4007).

מעגל התהודה יחושב לתדר הפעולה הרצוי לפי השלבים הבאים:

1. קבע את תדר הפעולה. במקרה שלי בחרתי $f=145\text{MHz}$.
2. בחר את הקבל (טרימר) שאיתו ברצונך לבנות את המעגל. במקרה שלי מצאתי בקופסת הג'נק שלי טרימר בערך של $C=30\text{pF}$.
3. חשב את ערכו של השראות הסליל עבור מרכז תחום העבודה של הטרימר. במקרה שלנו עבור $C=15\text{pF}$. ההשראות תחושב מתוך נוסחת תדר התהודה:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L*C}}$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$$

$$L = \frac{1}{4 * \pi^2 * (145 * 10^6)^2 * 15 * 10^{-12}} = 80\text{nHy}$$

מתוך ההשראות שחושבה נחשב את מספר הליפופים הדרוש. לצורך זה ניתן להיעזר בשיטות שונות, גרפים ונוסחאות מורכבות. אנו נפשט את העניין על ידי שימוש בנוסחה מקורבת, עבור סליל חד שכבתי, שאומרת:

$$L = \frac{0.39 * R^2 * n^2}{9 * R + 10 * l}$$

נוסחה זו תיתן תוצאות טובות אם יתקיים $l \geq 0.8 * R$

L = השראות הסליל במיקרו-הנרי

l = אורך הסליל בסנטימטרים

R = רדיוס הסליל בסנטימטרים

n = מספר כריכות הסליל.

למען הפשטות ליפפתי את הסליל, מחוט מבודד, על הגרעין הראשון שניקרה לידי, גרעין פלסטי של סליל ישן (הדגם הראשון נבנה על עיפרון הכתיבה שלי). מדידה פשוטה מראה שרדיוסו 0.2 סנטימטר. אם נניח שאורך הסליל יהיה סנטימטר אחד. אז תתקיים הדרישה המינימלית לקירוב טוב של הנוסחה. נציב ערכים אלה לנוסחה ונקבל:

$$n = \sqrt{\frac{L(9 * R + 10 * l)}{0.39 * R^2}}$$

$$n = \sqrt{\frac{80 * 10^{-3} * (9 * 0.2 + 10 * 1)}{0.39 * 0.2^2}}$$

$$n \approx 7.8 \text{ turns}$$

הדיוק במספר הליפופים אינו קריטי. נוכל תמיד להגיע לתדר התהודה על ידי כיוון הקבל המשתנה. כזכור החישובים נעשו עבור הערך המרכזי של קיבול הקבל.

הבניה

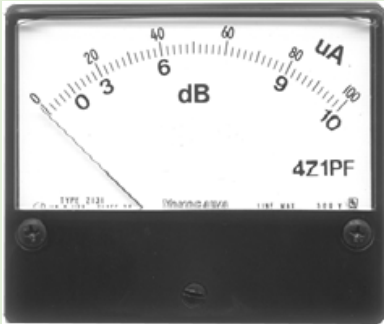
את המעגל ניתן לבנות על לוח מחורר קטן, אותו שתלתי בתוך בית המודד. לצורך נוחיות הכיוון של מעגל התהודה קדחתי חור בחלקו האחורי של אריזת המודד. מיקום הקדח מאפשר גישה, בעזרת מברג כוון, לקבל הסיבובי. חוט האנטנה, אשר הוצא מאריזת המודד דרך קדח קטן נוסף, הוא חוט גמיש שאורכו אינו קריטי. במקום חוט פשוט ניתן להשתמש באנטנה טלסקופית של מקלט רדיו ישן.

כוון התדר

הכוון הינו פשוט ביותר. יש לשדר בתדר אליו תוכנן המודד ולכוון את הקבל המשתנה לקריאה מרבית על המודד. במקרה שלי כיוונתי את תדר ההנדי שלי ל-145 מגה-הרץ, ותוך כדי שידור ליד אנטנת מד עוצמת השדה, כיוונתי את הקבל הסיבובי.

רעיונות נוספים

כיוול המכשיר – למעשה אין צורך לכייל את המכשיר לערכים כלשהם. מתפקידו להראות רק הימצאות שדה אלקטרו מגנטי. למדקדקים אני ממליץ להוסיף על סקלת המכשיר סקלת ערכים יחסיים בדציבלים.



1. כזכור הכפלת ההספק פי שתיים נותן לנו תוספת של 3dB. על רעיון זה ניצור את הסקלה היחסית. נפעיל משדר בהספק של 1W. נמקם את מד עוצמת השדה במרחק שהוראת המודד תהיה לדוגמה 1. נקודה זו נסמן כ-0dB, עתה ללא שינוי המיקום הפיזי של המשדר והמכשיר נשדר בהספק של 2W. נסמן נקודה זו כ-3dB. כך נוכל להמשיך בכיוול, כל הכפלה בהספק תוסיף 3dB על הסקלה וכל הכפלת ההספק פי 10 יוסיף לנו 10dB לסקלה.

2. מכשיר רב תחומים – אם נרצה להרחיב את המכשיר לתחומי קליטה נוספים כמו HF. ניתן לעשות זאת על ידי הוספת מפסק בורר אשר ימתג סלילים שונים עבור כל תחום רצוי.

3. הגדלת רגישות המכשיר – ניתן להגדיל את רגישותו על ידי הוספת מגבר DC בין קבל C2 למודד. את המגבר ניתן לבנות כמגבר טרנזיסטורי או מגבר כמגבר אינטגרלי.

בניה נעימה

קניות, מכירות השאלות

ישראל לביא 4X1UF 052-3250815 מודיע:

אנו שמחים להודיע שנכנסו גם לתחום ה HF ומעתה אנו מקבלים הזמנות גם לציווד HF לעיתים יש גם במלאי

תחום ה HF



מקמ"ש YAESU FT-891 מקמ"ש
לרכב
 100 וואט, קטן ממדים, אפשרות
 להפרדת הפנל (אופציה), 160-6
 מטר

מקמ"ש ICOM SDR IC-7300 ,
אידאלי לתחנה



100 וואט, מתאם אנטנה פנימי, מתאם למחשב פנימי, ספקטרום פנורמי
 פנימי אידאלי לשימוש אנלוגי / דיגיטלי. המכשיר הפופולרי בעולם כיום.

ניתן להזמין כל ציוד רדיו ל HF ונשמח לספקו.

מקמ"ש ICOM SDR IC-705, חלומו הרטוב של כל חובב רדיו בתנאי שדה



מקמ"ש בהספק 5 וואט עם הסוללה הפנימית שלו, 10 וואט עם 13.8 וולט חיצוני, קליטה רצופה עד 430 מה"ץ שידור בתחום תדרי החובבים בתחום ה HF, UHF I VHF.

מגבר לינארי ACOM A-700S, המגבר האידאלי ל IC-7300 ולמעשה לכל מקמ"ש HF אחר

מגבר טרנזיסטורי הספק יציאה 700 וואט, 160-6 מטר, ספק כח פנימי, הגנות אוטומטיות פנימיות, מחליף תדר פעולה אוטומטי יחד עם המקמ"ש.



תחום ה UHF/VHF

מקמ"ש ANYTONE, AT-D578UVPRO, מקמ"ש FM, DMR אנלוגי דיגיטלי.



המקמ"ש הפופולרי בעולם, מתקדם טכנולוגית, שידור 1-50 וואט לפי בחירה, דואלי, FM, DMR, יכולות ממסור בין פלטפורמות, ממשק

Bluetooth למולטי מדיה ברכב או דיבורית אישית.

מקמ"ש ANYTONE, AT-D878UV+, מקמ"ש נישא, ידני בעל יכולות כמעט מקבילות לאחיו הגדול.



הסוללה מחזיקה בממוצע 3 ימים. הספק שידור עד 7 וואט לפי בחירה, ממשק Bluetooth למולטי מדיה ברכב או דיבורית אישית.

אביזרים

כמו כן, מחזיקים (בדרך כלל) במלאי אביזרים נלווים, רמ"ק, אזניות שב"כ, סוללות חזרביות, מתאם חשמל לרכב, אנטנות מגנטיות מסוגים שונים על פי הצורך.

נשמח לעמוד לרשותכם ולשירותכם עם התמיכה הטכנית,
וההדרכה הידועה שלנו (כמעט 24/7)

ישראל לביא 4x1UF 052-3250815



הדציבל The Decibel

ערוך ע"י אבנר דרורי 4X1GE

מבוא

מספר תופעות טבע, הן פיסיקליות והן פיזיולוגיות, מצביעות על העובדה שהתוצאות לא תמיד יחסיות באופן ישיר לאנרגיה המושקעת ביצירתן. הדוגמה, האופיינית לכך, היא אוזן האדם.

לדוגמה - אם ננסה להעריך עוצמת קול (LOUDNESS) בעזרת האוזן בלבד, נגיע למסקנה שלהשגת עוצמה שמע כפולה ($\times 2$) נדרש להכפיל את ההספק, היוצר אותה, פי 10.

דבר זה נכון גם אם נגדיל את ההספק מ-1 ל-10 וואט, מ-10 ל-100 וואט או מ-100 ל-1000 וואט ולכן המשמעות היא שהענות אוזן האדם אינה לינארית אלא לוגריתמית.

עובדה זו היא הבסיס לשימוש ביחידת השוואה, או יחס, המכונה "בל" (Bell) המתארת את היחס הלוגריתמי בין שתי עוצמות. ההשוואה החלה במדידת הספקי/עוצמות שמע בקווי טלפון ולכן אימצה, לשם היחידה, את שמו של ממציא הטלפון, אלכסנדר גראהם בל.

מסתבר שיחידת "בל" היא גדולה מדי לשימוש רגיל ולכן משתמשים ביחידות דציבל, שהן עשירית בל, שנהוג לסמנם ב-"דציבל" (Decibel) או בקצור dB. הדציבל הוא $1/10$ "בל". מכיוון שהמדידות הן השוואתיות, ניתן להשתמש בהן גם להשוואת ערכי עוצמות לצרכים נוספים כפי שיפורט בהמשך.

חישובים ראשוניים

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

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

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

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

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 הטבעי" 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 תתקלו 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 מעניינינו.

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- $16-10 \text{ W/cm}^2$ בתדר של 600 הרץ. מכיוון והוא 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 מכוילים תמיד ב-dBa.

לסקרנים שבנו 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, לניפוץ 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 בהגברות/הנחתות ב-ד"ב הרי שמספיק לחבר את ההגברים ולהחסיר את ההנחתות, פעולה

חשבונית פשוטה של חיבור וחיסור. (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 מחשבוניים, במקרה הטוב היו סרגלי חישוב שהותיקים בינינו ודאי השתמשו בהם. בכול מקרה, חיבור וחיסור 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 וחיסור 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 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 וכך 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 תדרי 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 שני 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:-

$$N_{dB} = 20 \log_{10} P2/P1 \quad (3)$$

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 ועצמה. 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 הקלטה, עלינו להשתמש במכשירי מדידה זריזים הקרויים PEAK READING VOLTMETER. 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 קרויים 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 להקטין, דבר הנעשה בעזרת פעולת "דחיסה" הידועה יותר בשם "COMPRESSION".

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-1 Watt 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-d"ב, הוא יחסי הספקים. אי לכך השימוש ב-dBV חייב להיעשות על גבי אותה העכבת. על גבי מדי ה-dBV מצוין תמיד לאיזה עומס הם מיועדים (מקודם כבר ראינו שמודדים לתדרי שמע מכוילים על פני 600 אום).

כמו תמיד, גם כאן ישנם יוצאים מהכלל. הגבר של מגברי שרת (OPERATIONAL AMPLIFIERS) נמדד ב-d"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-dBμV.

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 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-d"ב. אם האנטנה כיוונית הרי שיש לנו יחסי קרינה קדימה-אחורה, קדימה-צד, זוויות גובה שונות וכדומה. אין ספק שכאן רק ה-d"ב יכול לבא לעזרתנו.

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

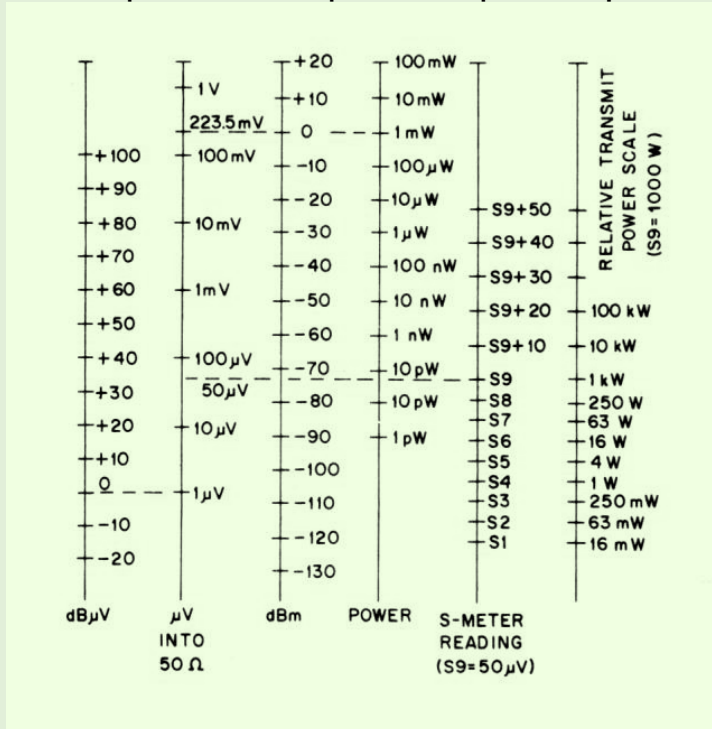
סיכום ביניים נוסף

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 המכילת 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 מכילת 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.

ברב 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) שמציינות 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:

$$0 \text{ dB} = 1 \text{ V/uBAR, at } 1000 \text{ Hz}$$

$$-54.5 \text{ dB} / 50 \text{ Kohm}$$

$$-71.0 \text{ dB} / 500 \text{ ohm}$$

למרבה המבוכה הסימון הוא, ברב 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.

מכשירי מדידה

הזכרנו כבר מאפייני מדידות שיש להתייחס אליהן והכוונה לשיא ואפקטיבי (ממוצע).

עכשיו הגיע הזמן לדבר גם על מכשירי מדידה, נושא רחב שבמסגרת מאמר זה לא ניתן למצות אותו במילואו אבל יש להתייחס לפחות לחלק ממנו.

דבר ראשון, אנחנו מתייחסים לאנרגיות בתחומי תדרים שונים, מתדרי שמע עד לתדרים בעלי אורך של סנטימטרים, כשלכול תחום יש מכשירי מדידה שונים שמאפייין אותם סקלות המכילות ב-ד"ב.

דווקא לתדרי התקשורת ישנו פתרון פשוט. חובבי רדיו משתמשים ב- מקמ"שים המצוידים ב-S meter שבעזרתו ניתן לבצע מדידות.

בחרתי להשתמש דווקא בדוגמאות של מדידת רעשים, השייך לתחום המדידות האקוסטיות. הסיבה לכך היא זמינות ציוד המדידה לתחום הזה. מודדים לתחום התדר הנמוך, הכוונה לתדרי שמע, יכולים להיות מולטימטרים המודדים מתחים ומכילים ב-ד"ב, מודדים יחודיים הכוללים מיקרופונים ועוד אמצעי הנקרא "טלפון חכם" הכולל מיקרופון, צג ומעבד שבעזרתו ניתן להציג מספר פרמטרים בו-זמנית.

אני מניח שלא לכול קוראי המאמר ישנם מכשירי מדידה, לתחומי התדרים השונים, אבל אני משוכנע שלרובם יש "טלפון חכם" שניתן להשתמש בו בעזרת יישומים מתאימים.

הזכרתי מקודם את רמות הרעש של מקומות ידועים ובמיוחד במקומות רועשים במיוחד שקהל חשוף להם. חתונות ישראליות ידועות ברעשן עד שנוצר הצורך להגביל, בחוק, את רמת הרעש המותר. בעת כתיבת המאמר (יוני 2020) אסור, באולמי שמחות וגני אירועים, שהרעש יעלה על 85 ד"ב. נקודת ההתייחסות, לבדיקות אקוסטיות, היא דממה מוחלטת ונקודת היחוס (0 dBA) מוגדרת כ-"סף השמיעה". מכיוון ש-"סף השמיעה" שונה אצל בני אדם שונים, ישנן גם הגדרות פיסיקליות מדויקות שניתן למצוא אותן באתרי האינטרנט.



תחפשו, בחנות היישומונים של הטלפון שבידכם, SPL meter (Sound Pressure Level) ותבחרו את היישומון המוצג בתמונה.

ישנם יישומונים המציגים רק סקלה המכוילת ב-Db וישנם כאלה המציגים סקלה לינארית מכוילת ב-Db, תצוגה דיגיטלית ורמת העוצמות של התדרים המרכיבים את הרעש.

ניתן לקבוע, את נקודת האפס של המודד, ע"י כניסה לחדר אטום בשעות שאין רעשים סביבתיים. לחיצה אחת בשורה המתאימה, תבצע זאת.

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 ששלושה מהם מפורטים להלן:-

The Radio Amateurs Handbook - ARRL 1988

Low Band DXing - ARRL 1987

טבלת עוצמת רעשים

<http://www.sengpielaudio.com/TableOfSoundPressureLevels.htm>



הרפתקה במאוריציוס

מזיכרונותיו של אמנון בר-גיורא 4X1DF ז"ל

אמנון בר-גיורא - חובב רדיו, נשיא אגודת חובבי הרדיו בישראל, הרפתקן ואיש שרות המדינה. הפרק שמובא כאן עוסק בנושא שהיה קרוב ללבו. זהו ספור אחד מתוך תריסר סיפורים שנלקח מספרו "דרך יבשות ואיים" שמתאר את פרקי חייו.

ת האני מאוריציוס אני מכיר היטב עוד משנת 1988 כשהתגוררתי בפורט לואיז, בחדר גדול למדי שהוקצה לי בקצה הנמל. אהבתי את העבודה שעיקרה היה בניית תוכנית ביטחונית כוללת לכלי השייט הנכנסים לנמל החדש. התמקדתי תחילה בחקירת מאפייני כניסת הקונטיינרים לנמל. תוצאות הבדיקות נדונו בשיחות מרתוניות במשרדי הממשלה המקומית, בסופם הייתי כל כך מותש, שרק טיולים ארוכים ברחבי האי וצפייה בנופיו הירוקים היפהפיים של האי השכיחו ממני לרגע את נטל העבודה המאומצת. עזבתי את האי עם השלמת הפרויקט הביטחוני בידיעה שאשוב בהקדם האפשרי למקום שאהבתי כל כך. אבל עשר שנים חלפו עד שמימשתי את ההבטחה לעצמי. הפעם שבתי לאי, מלווה בדינה בת זוגתי וחמוש ברעיון שלא משממחי כל השנים. החלטתי לממש חלום שיחזיר אותי בקרוב לאי ויפצה על השנים הארוכות של ההיעדרות.



כחובב רדיו, שאפתי ליזום ולארגן משלחת לאיתור אזורים בלתי מיושבים. משלחות אלה מתמקמות לזמן מה באיים ומתקינות תחנות שידור המפיצות את בשורת האי הבלתי מוכר לחובבי הרדיו ברחבי העולם. הטיול נועד לאתר את האי המתאים למשלחת חובבי רדיו.

כצפוי, האזור המתאים למשלחת נמצא ללא קושי. עשרים ושניים איי סנט ברנדון השייכים למאוריציוס הם גן עדן אמיתי. אבל קודם לכל נדרשתי להמציא רישיונות למסע מרשויות מאוריציוס. במפתיע, הרשויות גילו אדישות ליוזמה שאמורה היתה להפיץ את שמעם ברחבי העולם. למשרד האחראי על האיים לא היתה כתובת ידועה. אולי כי מנהל המשרד, בן המיעוט המוסלמי באי, מצא שהנוזקים לשרותיו, מתעייפים לאחר זמן מה מחיפושיהם וזונחים את הרעיון.

אבל מאמצי הבלשיים ובעיקר עקשנותי השתלמו והשגתי לבסוף את מספר הטלפון המיוחל של המשרד. לאחר ניסיונות ההתקשרות בלתי נלאים, אפילו זכיתי לדבר עם האחראי בעצמו. הוא הבהיר לי נחרצות שאין לו זמן להקדיש לבקשתי. הפצרתי בו וחזרתי והפצרתי עד שנעתר באי חשק לקבוע פגישה והקציב את זמנה בחצי שעה, לא יותר.

המנהל נאסיר זימן אותי למשרדו, וילה מרוחקת ממקום יישוב, כנראה כדי להבטיח שמעטים יטריחו עצמם אליה. הוא הקביל את פניי בלבוש פשוט, חולצת כותנה ומכנסיים רחבות בגוני הבז' האופייניים לתושבי האזור. אני סיפרתי על תוכניתי ונתבקשתי לפרט את צורת ההגעה של המשלחת לאי. סיפרתי על חברת הדיג, בעלת זיכיון דייג לאיים בסביבה, שתסייע בכל הכרוך בהובלת חברי המשלחת והמטען. בעליה של יכטה גדולה החכיר לנו אותה לשלושה שבועות, כולל רב החובל המיומן היטב בים ההודי הנחשב כמסוכן ביותר.

כן גיליתי לו שמנהל חברת הדיג, צעיר צרפתי אתו קשרתי קשרי ידידות, הציע לשימושינו את ביתו באי סנט רפאל שגודלו כגודל מגרש כדורגל. ברור, הבטחתי לו, שעלינו להצטייד בכל הנדרש לחמישה עשר עד עשרים חברים, כולל אוהלים, מזון, מים וציוד קשר, ונעשה זאת למרות הקשיים, שכדאי שידע שהולכים ונפתרים בהדרגה.

נאסיר חזר ושאל ואני הוספתי עוד פרטים ועוד הסברים. חצי השעה שהקציב לי מזמן חלפה ואחרי כמה שעות של דיבור עייפתי בעצמי. נאסיר נראה, עם זאת, מרותק ונלהב לא פחות ממני לרעיון ולא הפסיק לשבח את עושר ידיעותיי והיכרותי המעמיקה את האיים.

כשקמתי ללכת הוא אמר: "טוב, התוכנית שלך בהחלט מעניינת אותי. מה אתה עושה בערב? מותר לי לבוא אליך?"

כשהגעתי למסעדת המלון, נאסיר כבר היה ישוב בשולחני ובתיקו אישורי השהייה באי. כעת נותר לי להשלים את הסידורים האחרונים לקראת ההפלגה. נציג חברת הדיג המופתע מהצלחותיי בהשגת האישורים ממשלת מאוריציוס ומארגון המסע, התנדב לספק את מצרכי המזון. למרות זאת, ההוצאות גדלו מעבר לחישובים המוקדמים שערכתי. היה עליי לדאוג במשך שלושה שבועות למחסורם של שישה עשר איש משבע ארצות, זאת בנוסף להקמת ארבע תחנות, עבורן נצרכתי לאוהלים, אנטנות, גנרטורים, ודלק.

לעזרתנו התגייסה חברה יפנית, יצרנית ציוד תקשורת. חברה אחרת סיפקה את האנטנות. רשת מסעדות ובתי מלון תרמה כסף וחברי המשלחת הוסיפו את חלקם. שלושה שבועות לפני ההפלגה החלו ראשוני חברי המשלחת להגיע למאוריציוס. מרביתם היו משווייץ, והיו גם יפני ובן מאוריציוס וגם נאסיר ביקש להצטרף למסע בתואנה שכך יוכל להתפנות להשלמת כתיבת הספר אותו הוא דוחה זמן רב.

יום ההפלגה היה בהיר ונעים כרגיל באזור. הים היה רוגע כשהעמסנו את מטלטלנינו על היכטה. אבל כבר עם היציאה מהמזח חשנו בסערה המתקרבת. לא חלף זמן רב והים ההודי הפך סוער. רבים מחברי הצוות חלו, ולא נותר לי ולחבר נוסף אלא לטפל בחולים. על רב החובל דווקא הסערה המתגברת לא השפיעה והוא נראה אדיש לטלטלות המתחזקות והולכות.

ואכן, השייט עבר ללא כל תקלות. עם ההגעה לאי נשכח החולי. האי המרהיב בצבעיו העזים עמד שוקט ושלו. כשצעדנו במעלה החוף, תרים אחר מקום מתאים לחנייה, נדהמנו משפע בעלי החיים כמותם לא ראינו מעולם, בהם מרבי רגליים גדולי ממדים החורצים תלמים בחול הזהוב, עקרבים מנוקדים המתנהלים לצדם, ציפורים בצבעים מרהיבים ומיני שחפים ייחודיים לאיי הסביבה.

החום הרב, המלווה בלחות כבדה ומדי פעם בגשם, לא השביתו את אושרנו. שעות רבות נמשכה בנייתו של המחנה, על אוהלי הלינה, תחנות התשדורת, המטבח מרובה האביזרים ופינות הישיבה. הערב ירד כשהמחנה ניצב איתן, צופה אל מרחבי הים ואחרוני הציפורים מיהרו בקול מחאה לתפוס את מקומן על העצים הגבוהים לקראת לינת הלילה. לאחר ארוחת הערב נקבעו התורנויות לעבודת המטבח ולתשדורות, ופרשנו ללינת הלילה.

עם אור ראשון נמשכנו אל פנים האי, ואת זמננו העברנו חליפות בימים הבאים בטיולים בו ובאיי הסביבה ובתורנויות שידור. באחד משיטותינו בחופי אי סמוך מצאנו עצמנו בתוך מושבת ציפורים שהקימו קניהן בחול. הציפורים בהו בנו באדישות, עסוקות במלאכתן, ואפשרו לנו להכיר מקרוב את אורחותיהן.

הקמנו תחנה קטנה באי, ולקראת הצהרים התפנינו להכנת הארוחה שהבאנו ממטבח המחנה. האוכל כבר היה חם בצלחות כשהתברר ששכחנו לדאוג לסכו"ם. אחד הסועדים, יפני, נעלם לרגע וחזר כשהוא אווז קנים מהם חתך לכל אחד מאתנו מקלות אוכל.

לעת ערב חזרנו למחנה. ספינת הדייגים שנהגה לחלוף דרך האי מדי כמה ימים, עגנה במפרץ הקטן, פורקת כמה ארגזי דגים טריים לארוחה שלמחרת. כמה מעובדי התחנה המטאורולוגית הקטנה שישכנה באי הוזמנו לשתיית תה ערבית ואליהם הצטרפו עובדי משמר החופים ששירותו על האי. השיחות החרישיות הופסקו לזמן מה כשהדייגים החלו לתופף על פחי נפט בקצב עליז. אחרים טפחו על גבי בידידות, לחצו את ידיי וברכו אותי במזל טוב לרגל יום הולדתי שחל באותו היום.

ככל שחלפו הימים נוכחתי שהתכניות שערכתי מתממשות כמתוכנן ותואמות את ההערכות שלי. המזון היה מספק ולעת הצורך נשמרו עודפים. בנוסף למזון החיוני דאגתי להקציב שתי פחיות בירה ליום לכל חבר שנשמרו קרות במקרה. עד שיום אחד הבחין האחראי על האוכל בשני חברים אמריקאים שסברו שהבירה חופשית ונטלו לעצמם בירה כרצונם. האחראי כבר התכוון להתקין מנעול במקרה, כשעצרתי בעדו.

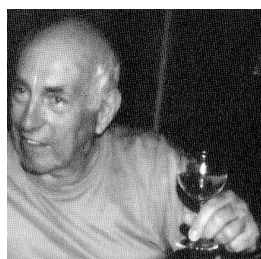
"אני אדבר איתם," אמרתי.

האמריקאים היו עסוקים בחיזוק אחת האנטנות ולגמו מדי פעם מהפחיות שהניחו לצדם. אני לא שותה בירה והם יוכלו לקבל את ההקצבה שלי, אמרתי וביקשתי שיעמדו להבא בהקצבה של המזון והשתייה. הם התנצלו מייד. בטעות סברו שאספקת הבירה חופשית, הסבירו. מאז נוספו להתלוצצויות של החבורה גם התייחסויות מגוונות על האפשרות לפרש את הקצבת הבירה.

בתום שלושה שבועות הגענו לשיא של חמישים ושלושה אלף קשרים עם מאה חמישים וחמישה מדינות ברחבי העולם. משימתנו הצליחה, והתחלנו להתכוון לעזיבה. הציוד הכבד כבר הועמס על היכטה ואחרוני

המזוודות הונחו בירכתיה, כשרב החובל הודיע על סערה גדולה המתקרבת לאזור. בינתיים במאוריציוס הושלמו ההכנות לקבלת פנים חגיגית ולמסיבה גדולה לכבודנו. לא יכולנו לדחות את היציאה בזמן שקצבנו.

הצעתי שנתחיל בשייט ונראה כיצד ייפול דבר. רב החובל השיט את היכטה קרוב ככל האפשר לאיים הסמוכים לסנט ברנדון, עד לאחרון במקבץ האיים, ועגן במפרצו, ממנו צפינו בים הפתוח שהשתרע למלוא העין. הים נדמה רוגע, ונראה היה שיציאה לים הפתוח לא תסכן אותנו.



אלא שככל שהתרחקנו מהאי עוצמת הגלים הלכה וגברה. הגלים התנשאו לגובה של

עשרה מטר ואיימו להפוך את היכטה. רב החובל ניסה להפנות את היכטה על צירה חזרה לעבר האי, אך ככל שהתאמץ לסובבה, היא נסתה יותר הצידה והסכנה שתתהפך מעצם פעולת הסיבוב גברה על הסכנה שתתהפך מעוצמת הגלים. רב החובל הסיט באיטיות רבה את הספינה, ולאחר שעתיים של מאמץ מתוח נמצאנו באי, רועדים מפחד ורטובים עד לשד עצמותינו.

האי הקטן היה מיותר מיושבים. המזון הלך ואזל, ולא נותר לנו אלא לדוג דגים ולהשלים את ארוחותינו בשאריות העוגיות והביצים אותם חילקנו בינינו במשורה ודאגנו בקפדנות לרשום על קליפתן את שם בעליהן. המזון הלך ואזל אבל מצב רוחנו הטוב לא נפגע, ונהנינו משיחות ארוכות וסיורים באי הזעיר.

כעבור יומיים הגיעה ההודעה בקשר, הסערה שוככת. עוצמת הגלים הועמה ותפסנו שוב את מקומנו על סיפון היאכטה. אלא שהים הפתוח עדיין היה גועש מדי עבור הספינה הקטנה. ככל שהתרחקנו התרבו החולים. בהינו בפנים מתוחות במרחב שכולו גלים עצומי ממדים, שמיים קודרים וערפל כבד. חזרתי ועברתי בין צדי הגשר, מסייע ככל

הניתן לחולים ומבצע את פקודותיו של רב החובל קר הרוח. היבשה צצה לפתע, ללא כל סימנים מקדימים. ככל שקרבנו אליה, הפכו הגלים הסוערים לרוגעים יותר. את פנינו קיבלו תושבי המקום בהתרגשות רבה, וכל אותו יום וביום שלאחריו בילינו באירועים רשמיים ובמסיבות.

היה ברור לי שעל ההרפתקה באי אני חייב לחזור. לקראת 2001, מלווה בחבר מהמשלחת הקודמת, פתחנו בחיפוש אחר אי מתאים למשלחת. השם אגלגה, אי המאוכלס בתשע מאות תושבים, כולם קתולים, עלה כאפשרות טובה. אלא שהפעם השתדלויותיי בפני האחראי על האיים, מחליפו העוין של חברי נאסיר, לא צלחו. המקומיים שינו טעמם ושוב לא מצאו כל עניין במשלחת וסרבו נחרצות לספק את האישורים הנדרשים.

השגרירות הצרפתית נזעקה לעזרתנו, אך גם היא נסוגה כשנודע על התקוממות באחד האיים באזור. הזעקתי את נאסיר, שהציע למקורביו בקרב השכנים מאיי סיישל לאמץ את המשלחת. כך מצאתי עצמי נוכח בישיבה מיוחדת שזימן נשיא סיישל, בה נכח גם האחראי על האיים. תיארתי את התלאות בהשגת האישורים. האחראי זעם. הוא לא הבין כיצד מאוריציוס מוותרת בקלות שכזו על התיירים שמעוניינים להגיע לאזור. הוא לא התכוון לוותר, מה עוד שאגלגה היתה קרובה הרבה יותר לסיישל ממאוריציוס.

המנהל, בעל חברת מטוסים, דאג להטסה וגם לתכנית ההגעה. המטוסים יובילו אותנו לאי קוטיבי הנמצא בדרך לאגלגה. מהאי הידוע כגדול ביותר בגידול שרימפס, נפליג באוניה לאגלגה.

כך אכן היה. המטוסים הובילו את חברי המשלחת והציוד לקוטיבי. רכב המתין לנו בשדה התעופה הזעיר ונלקחנו מייד לאוניה, שהובילה אותנו ללא כל קושי לאגלגה. את פנינו הקביל גשם טרופי שהקשה על הקמת המאהל ותחנת התשדורת. למחרת נשכחו הקשיים ונותרנו עם הנופים הכחולים-ירוקים ותושבי המקום השלווים.

הצוות מנה עירוב לאומים: ארבעה ישראלים, צרפתי, שוויצרים, פורטוגלים, אנגלי, גרמני, פולני ואמריקאי, שפעל כגוף אחד. בסיום המסע נלוו לחוויות גם חריגות של שישים אלף דולר ממאתיים וחמישים אלף דולר, אך במאמץ לא רב מצאתי תורמים שסייעו במימון.

לימים נודעה סיבת הסרבנות העיקשת של מאוריציוס ליציאת המשלחת. התברר שארצות הברית, נקעה נפשה מאספקת הסמים המגיעה בקביעות מהמגדלים באיי האזור, סגרה אותו לתנועת תיירים, פעלה להעביר את תושבי האי הדרומי והסבה את היבול לשימושים רפואיים. נדמה היה שאין מקום לזרים שכמונו על האיים המועדים לעבריינים, אבל אלפי התשדורות הנלהבות מרחבי העולם, העניין הרב שמצאנו בפיסת עולם נידחת והקשרים החמים שקשרנו עם תושבי האי אגלגה הבהירו לנו שהתעוזה אכן השתלמה.

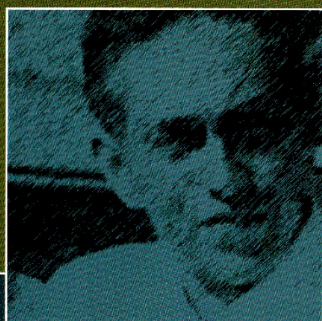
המשלחת לאי אגלגה היתה האחרונה שיזמתי וארגנתי. מאז נוספו אירועים רבים בהם נדרשה עזרתם של חובבי הרדיו. אחד הבולטים בהם היה אסון הצונאמי. כמה שעות לאחר שנודע על האסון, יצרתי קשר עם חובבי רדיו בבנגקוק, שניסו ללא הצלחה ליצור קשר עם האזורים שנפגעו. במהירות הוקם מרכז חירום באי פוקט, בה נמצאו מרבית הישראלים, ומידע החל לזרום. רשימות עם שמות של ישראלים נעדרים הועברו למרכזים ושמות של ישראלים שנמצאו הוחזרו לארץ.

מרכז החירום עבד במלוא המרץ יממה לפני שמושרד החוף הישראלי הצליח להיערך ולהפעיל מוקד שהעביר רשימה ארוכה של נעדרים. הבעיה היתה שבחלק מהאזורים שנפגעו, כולל באי אנדמן, בהם נשמרו ערכי הטבע, לא היתה תקשורת טלפון. למזלם, משלחת חובבי רדיו ביקרה במקרה באי. ראש המשלחת, אישה נמרצת, גייסה מייד את עמיתיה לסייע באיתור הנעדרים וסיפקה לנו במהירות רשימה של ישראלים שאותרו, אותה העברנו למשרד החוף.



זמן קצר לאחר אסון הצונאמי, נקראנו לסייע באסון בבואינוס איירס. שריפה פרצה במהלך פסטיבל גדול וגרמה למאות פצועים. פיקוד העורף בצה"ל ביקש את עזרתנו. במיוחד הדאיגה את ישראל קבוצת ילדים שהיתה אמורה להשתתף בפסטיבל.

הקמתי קשר עם בואינוס איירס. נעניתי מייד על ידי חובבי רדיו במרכז החירום שהקימו במקום. בתרגום מספרדית לאנגלית נעזרנו בחובבי רדיו יפני. תוך שעה הגיעו לידי רשימות כל ההרוגים בשריפה. חלפתי על פני השמות כשידיי רועדות. הילדים לא נכללו ברשימה, ונותר רק לבשר על כך למשפחותיהם.



דרך יבשות ואיים

אמנון בר גיורא

אסון כנע

בני ישראל ואינם

המרגל מהקומה הרביעית

ספר חדש מפרי עטה של הסופרת אורה מורג. כלת פרס זאב, פרס אקו"ם ופרס הספריות הציבוריות. זהו הספר ה-20 בסדרת ספרי המתח ההיסטוריים שלה על-שם אחיה, טוביה מורג ז"ל.

הספר מגולל סיפור בו משולבים חובבי רדיו צעירים. חברנו דורון 4Z1ZX חשף את הסופרת לתחביב חובבות הרדיו. הודות לחשיפה זו שולבו חובבי הרדיו בספר זה.



בעיטה אדירה נשמעה מכיוון הדלת של חוג חובבי הרדיו בדמשק. מואיז ורוזין קפאו על מקומם. מי גילה שהתקשרנו לתחנת חובבי רדיו בישראל?

לחדר פרצו בסערה שלושה אנשי ביטחון באקדחים שלופים.

"מה קורה פה? מי אתם?" צעקו על שני הילדים.

"אה... אה... אנחנו שייכים לחוג של חובבי רדיו צעירים," גמגמה רוזין חיוורת.

איש הביטחון רכן אל המִשְׁדֵּר ונדהם: "אתם מדברים עם ישראל?"

"לא, לא..." לחש מואיז מאובן מרוב אימה.

"אתם מדברים עם הציונים? אתם מרגלים!"

בעמודים הבאים מובאת ההקדמה לספר, והסיפור כיצד הגיעה הסופרת לשלב את חובבי הרדיו בעלילה. המועדון בבית ספר עירוני ד' כנראה הרשים מאוד את הסופרת, חשים זאת מתוך דפי העלילה.

הקדמה

קוראי היקרים!

אני נרגשת במיוחד עם יציאתו לאור של ספרי זה, ספר מספר 20 בסדרת המתח ההיסטורית שלי על שם אחי, טוביה מורג ז"ל. היש מקריות מקורית יותר מהעובדה שספר מספר 20 יוצא בשנת 2020?

מדי פעם, בתום המפגשים שאני עורכת בבתי הספר, אני מפנה אליכם, התלמידים, את השאלה: מי מכם רוצה להציע לי נושא לספר הבא? לעתים מישהו מציע לי נושא נהדר, אלא שכבר כתבתי עליו, והתלמיד המציע פשוט לא קרא (עדיין) את כל הסדרה. לעתים מוצע לי נושא מעניין, אך הוא אינו קשור לעם ישראל או לא מתרחש בשנים שבהן אני עוסקת: מראשית הציונות ועד ימינו.

פעמים רבות נשאלתי באותם מפגשים: "למה אינך כותבת על אלי כהן? הרי הוא נמנה עם גיבורי ישראל שעליהם את כותבת בספרייך!" צדקו השואלים. ברור שעלי לכתוב על אותו מרגל נועז, האיש שלנו בדמשק, שעליו אמר יצחק שמיר: "בפנתיאון הגבורה של עם ישראל יש מעטים כמוהו. רבים שם גיבורי החיל שנלחמו בגבורה נגד אויבי עמם, אבל מעטים הם המרגלים הלוחמים בסתר, המסכנים חייהם בבדידות, בהתמדה, במלחמת מוחות." גם יצחק רבין הצדיע לאלי כהן כאחד מהטובים שב"חבורת האלמונים שאין להם שם, ואין להם שם משפחה, ויש להם תעודת זהות מזויפת ומשדר קטן," והדגיש: "אין שיעור לתודה שמדינת ישראל חבה להם."

אם כן, החלטתי לעלות על הכתב את סיפורו המדהים והלא ייאמן של גדול המרגלים הישראלים בכל הזמנים, אלי כהן. חיפשתי כל מה שנכתב ונאמר עליו, והופתעתי לגלות עד כמה לא הכרתי את סיפורו המרתק. קראתי ספרים שנכתבו עליו, צפיתי בסרטים ושוחחתי עם אברהם, אחיו של אלי. כך נפרסה לפני קשת חייו המופלאה. באומץ לב נדיר התיישב אלי כהן ב"לוע הארי", בדמשק. בחוכמה ובקסם אישי רב רקם מערכת יחסים קרובה עם בכירי הממשל והצבא הסורי, ושלח לישראל באמצעות מכשיר מורס מידע סודי, קריטי לבטחון המדינה. מרבית שנותיו עברו עליו בארצות ערב, והיו קודש לבניינה ולבטחונה של ארץ ישראל, שבה כמעט לא הספיק לחיות. אלי לא זכה לראות את פירות שליחותו: לא את הניצחון במלחמת ששת הימים, שלהשגתו תרם, ולא את השלום עם מצרים – המדינה שבה נולד ובה חי רוב שנותיו.

לאחר שנפלה ההחלטה בעניין נושא ספרי, שוב התלבטתי: איך אשלב חבורת ילדים ישראלים, יהודים, בספר המתרחש ברובו בסוריה? איך ארקום עלילה אמינה שלא תגרום לכם לפקפק באמיתותה?

ושוב, כבספרים קודמים, בא לעזרתי ידידי, ההיסטוריון ד"ר אמנון ז'קונט, שהצילני לא אחת בעבר במוצאו אותה "הערת זהב" שהוציאה את הספר למרחב.

שאלתיו: "איך אשלב חבורת ילדים מישראל בפרשיית המרגל אלי כהן?"

"חוג חובבי רדיו!" ענה.

אמנם לא היה לי כל מושג על מה מדובר, אבל בחושי הבנתי שזה כנראה פתח ההצלה שלי. נכנסתי לרשת האינטרנט וקראתי על הנושא. טבעתי בים של הסברים, מספרים, טבלאות ומושגים שבלבלו אותי לגמרי. כמעט התייאשתי. החלטתי

שאחפש תחנת חובבי רדיו צעירים ואראה בזמן אמת איך היא פועלת. גיליתי שאין הדבר פשוט. כיום לא קיימים די חוגים פעילים שכאלה.

וכאן קרה אותו נס שפוקד אותי כמעט בכל ספר: משהו או מישהו כיוון אותי להגיע למקום הנכון, כמו יד נעלמה המובילה בשביל, היישר למקום שיפתח בפני את שערי העלילה.

יצרתי קשר עם מזכיר אגודת חובבי הרדיו בארץ וביקשתי רק לבוא ולראות את המכשור. הוא היה חביב ביותר, אך בדיוק נסע או חזר, ולא היה לו נוח. לכן שלח אותי לחובב רדיו אחר, שיש לו תחנה בבית ולבטח יסכים לקבלני. אף אותו חובב היה נחמד ומסביר פנים (גיליתי שכל החובבים הללו הם גם חביבים), אך הוא בדיוק חלה או נסע, אינני זוכרת. אולם בטרם ניתקנו את השיחה אמר: "רגע, רגע, רגע, יש לי בשבילך משהו הרבה יותר טוב."

"כן?" אמרתי חסרת תקווה.

"בבית ספר עירוני ד' בתל אביב יש תחנת חובבי רדיו, ובה מתקיים חוג חובבים צעירים לתלמידי תיכון."

"מה?!" צווחתי. "הרי זה בדיוק מה שאני מחפשת!"

צלצלתי נרגשת לדורון אביב, מדריך החוג של חובבי הרדיו בבית הספר, וביקשתי לבוא לראותם בפעולה. דורון הזמין אותי ברצון להגיע כבר למחרת! לא האמנתי.

למחרת קיבלו אותי במאור פנים המדריך דורון וכל חברי חוג החובבים – כולם כאמור חביבים. שמחתי לגלות שחלקם אף קרא את ספרי. הרשו לי לשבת בצד, על תקן של זבוב על הקיר, ולנסות להבין מי נגד מי.

מבחינתי באותו רגע יצא הספר לדרך.

ביום הראשון הכול נשמע לי מבלבל ובלתי מובן, אך לא ויתרתי. בפגישה השלישית כבר התפוגג הערפל, והתחלתי להתמצא

במונחים, בשפה, ובעיקר התבהר לי כיצד תתפתח העלילה וכיצד תשתלב באירועים ההיסטוריים. כך התחלתי רוקמת אותה תוך כדי תנועה. על כל רעיון שצץ לי – גם לכאורה מטורף – שאלתי את דורון: "הייתכן? האם זה אפשרי?" והתברר לי שכן...

דורון גילה אהדה גדולה לרעיון שילוב חוג חובבי הרדיו בסיפורו של אלי כהן, ועזר לי בצורה שקשה לתארה. הוא תיקן והוסיף, בדק ושיפר, כך שקוראי יקבלו ספר אמין ומדויק להלל... מדי יום אמרתי לעצמי: איזה מזל שהגעתי אליהם! איזה מזל שכל הקודמים לא יכלו לקבלני! גם ילדי החוג היו לי לעזר רב, ושילבתי את שמותיהם האמיתיים בעלילת הספר.

אחת הבעיות בסיפורו של אלי כהן היא שלא כל פרטי המקרה ידועים. מדי פעם צצות עובדות חדשות או סותרות. נאלצתי לתמרן בין שפע העובדות ולהחליט למי אני מאמינה יותר: להיסטוריונים, לבני המשפחה או לעיתונאים.

כאן בא לעזרתי ברצון ובנדיבות אברהם כהן, אחיו של אלי, ידען גדול בקורותיו הסבוכים של אחיו. אברהם נרתם למשימה ברוח טובה, קרא, העיר, האיר, שיפר ותרם רבות לאיכותו של הספר ולאמינותו. אני מודה לו מקרב לב על עזרתו המבורכת והחשובה כל כך, ועל "אחרית הדבר" היפה והמרגשת שכתב.

לנערות ולנערים מתחנת חובבי הרדיו 4X4HQ, השוכנת בבית ספר עירוני ד' בתל אביב – תהילה, מאיה, מייסאן, אלון, אמיר, יובל, עידו, עילי, איתי, איתמר, אמיתי, דוד, יונתן, עומר, עמית, תומר, בן, עדן, יהלי, יאיר ודניאל – אני מודה לכל אחד ואחת מכם מכל הלב. ותודה גדולה ומיוחדת למדריך החוג, שהוא גם המורה לפיזיקה, דורון אביב.

אורה מורג

תל אביב