

עבודת מורשת חיל הקשר והתקשוב



מערכות תקשורת טקטית
תג"ם בצה"ל בשנות ה-50

מגישים:

מפק"ץ חונך – סרן יסמין שפיץ
צוער - קמ"א יבגני רזניק
צוער - קמ"א רז כהן
צוער - קמ"א עמנואל עמר

מנחים:

סא"ל (מיל") יוסקה שר
אל"ם (מיל") מיכאל נגל
רנ"ג (מיל") ראובן גרינברג
מנחה אורח – אל"ם (מיל") יען ורד

השלמה טכנולוגית 025. אפריל 2015



-בלמ"ס-

תוכן

1.....	מערכות תקשורת טקטית תג"ס בצה"ל בשנות ה-50.....	1
4.....	הקדמה.....	1
5.....	מבוא.....	2
6.....	תקציר.....	3
7.....	שיטת המחקר.....	4
8.....	מונחון.....	5
10.....	מערכות תקשורת טקטית תג"ס בצה"ל בשנותיו המוקדמות ובשנות ה-50.....	6
10.....	מכשירים ידניים : מק - 6.....	6.1
10.....	6.1.1. המכשיר המוחלף : מק- 536.....	6.1.1
10.....	6.1.2. תיאור המכשיר : מק-6.....	6.1.2
11.....	6.1.3. יתרונות המערכת החדשה.....	6.1.3
12.....	6.2. מכשירים נישאים : מק - 10\9\8.....	6.2
12.....	6.2.1. המכשיר המוחלף : מק-300.....	6.2.1
12.....	6.2.2. תיאור המכשיר : מק-8,9,10.....	6.2.2
13.....	6.2.3. יתרונות המערכת החדשה.....	6.2.3
14.....	6.3. מכשירים מוסעים : מק – 105\..128.....	6.3
14.....	6.3.1. המכשיר המוחלף : מק – 508\608.....	6.3.1
15.....	6.3.2. תיאור המכשיר : מק -105\..128.....	6.3.2
15.....	6.3.3. יתרונות המערכת החדשה.....	6.3.3
16.....	6.4. תחזוקה תפעול והפצה.....	6.4
16.....	6.4.1. מבוא.....	6.4.1
16.....	6.4.2. תחזוקה.....	6.4.2
16.....	6.4.3. נוהל הבאת מכשירים.....	6.4.3
16.....	6.4.4. בקורות ציוד קשר.....	6.4.4
17.....	6.4.5. תפעול.....	6.4.5
17.....	6.4.6. החלוקה לדרגי תחזוקה.....	6.4.6
18.....	6.4.7. ההחלפה של המכשירים.....	6.4.7
19.....	7. תובנות ומסקנות.....	7
20.....	8. סיכום.....	8
22.....	9. ביבליוגרפיה.....	9
23.....	10. נספחים.....	10
23.....	10.1. נספח א- החלקים המרכיבים את המק - 6.....	10.1
24.....	10.2. נספח ב -טבלת השוואה בין מק - 536 למק - 6.....	10.2
25.....	10.3. נספח ג- החלקים המרכיבים את המק - 10.....	10.3
29.....	10.4. נספח ד -טבלת השוואה בין מק 300 למק - 10\9\8.....	10.4



-בלמ"ס-

- 10.5. נספח ה-טבלת השוואה בין מק 608\508 למק - GRC 30
- 10.6. נספח ו-סוגי מכשירי קשר ממשפחת - GRC 31
- 10.7. נספח ז-סוגי מכשירי קשר בצה"ל 1956-1967 33



-בלמ"ו-

1. הקדמה

אנו רוצים להודות לכלל המנחים שהובילו אותנו במהלך בניית הפרויקט, את הירתמותם ועזרתם הרבה והרצון שלהם לחלוק אתנו את סיפורם האישי וחוויותיהם כדי שנוכל לכתוב את העבודה הזו בצורה הטובה ביותר.



-בלמ"ס-

2. מבוא

מלחמת השחרור המכונה גם מלחמת העצמאות, היא המלחמה שהביאה בסופו של דבר את ישראל לעצמאות. המלחמה התחילה ב-30 בנובמבר 1947 והסתיימה ב-20 ביולי 1949. המלחמה פרצה עקב התנגדותם של ערביי ארץ ישראל ומדינות ערב להחלטת האומות המאוחדות להקמת מדינה יהודית בארץ ישראל. במלחמה זו, כמו בכל מלחמה, הקשר היה חלק הכרחי וחשוב מאוד לניצחון בקרבות, מדבריו של יוסקה שר:

"במהלך המלחמה שירתתי בגדוד 72 חטיבה 7- ומשימתנו הייתה לשחרר את הגליל העליון במסגרת מבצע חירם. הגליל היה חצוי לשני חלקים כאשר אחד מהם היה תחת שליטת הכנופיות של קאוקג'י. הכנופיות ישבו על כביש עכו צפת. מירון היה בתוך השטח של הערבים והנקודה הראשונה שבה הכל התחיל. המשימה הראשונה הייתה שחרור מירון. ישבנו מול מירון על גבעה, אני הייתי קשר של המ"פ וחברי היה הקשר של המ"פ השני. החבר שלי היה צריך לעלות לנקודה גבוהה יותר כדי ליצור קשר עם המג"ד. העלייה הייתה מסוכנת מאוד וחבר שלי נפצע בזמן העלייה. למרות שהיה פצוע בכל זאת הוא ביצע את משימתו עד הסוף ונאבק על הקשר."

מלחמת יום כיפור-חטיבה 188 בגולן-המח"ט נהרג וגם הסמח"ט נהרג- קצין הקשר חנן שוורץ ריכז את הקשר בין הגדודים."

עם התפתחות הטכנולוגיה בשנות ה-50 התקדם חיל הקשר בידע ובמכשור. יחידת היונאים הצה"לית הצטמצמה משנת 1954 עד שנסגרה סופית ב-1957. ב-1954 נקבעת סיסמת החיל הרשמית: "המברק עבור יעבור". כשנה לאחר מכן מוענק עיטור המופת הראשון בחיל ליגאל תלמי, קצין קשר גדוד 51 שהשתתף במבצע "ירקון". בשנת 1956 צה"ל יוצא למלחמת סיני, בה לוקח חיל הקשר חלק פעיל, כעת כשהוסדרו עקרונות הפעולה שלו. בתום המלחמה מוענק עיטור העוז לדן שליט, קצין הקשר של גדוד הנח"ל המוצנח, שהשתתף בקרב המיתלה. היה נדרש ממנו להשיג קשר ולכן טיפס לנקודה גבוהה והשיג קשר בסכנת חייו.

בעבודה זו אנו נציג את הפן התקשובי של צה"ל בתקופת המלחמה, ואת המכשירים בהם השתמשו הלוחמים בשטח באותו הזמן. בנוסף, נחקור את הכניסה של המערכות החדשות שהחליפו את המערכות הישנות, ואת ההשפעות שנוצרו בעקבות ההחלפה. נדון ביתרונות וחסרונות של הדור הישן אל מול הדור החדש תוך שימוש במפרט הטכני של כל אחת מהן. מעבר לכך, נוסיף מספר תכני מורשת תקשובית העוסקים בחיי החיילים באותה התקופה והקשיים שנבעו כתוצאה מההחלפה יחד עם האתגרים הנובעים משלוב החדש והישן שהיו צריכים קציני הקשר להתמודד עימם.

חשוב לציין כי לא הצלחנו להשיג את מפרט אג"א 7000 לצידוד הקשר ולכן אנו מסתמכים בעיקר על המסמכים של צבא ארה"ב ו"פנקס כיס לקצין הקשר" מינואר 1967.



-בלמ"ס-

3. תקציר

במהלך הרבה שנים היו המטרות בפיתוח מכשירי רדיו חדשים מאופיינות עפ"י הפרמטרים הבאים: צריכת הספק נמוכה, משקל נמוך וגודל פיזי קטן, תחום רחב יותר של תדרים, מרווח צר יותר בין ערוצים, יכולת שליטה של המפעיל בהחלפת ערוצים ואמינות גבוהה יותר.

העבודה עוסקת בהשוואה בין שני דורות של מכשירים וההשפעות שהיו על ההחלפה ולכן, אנו נציג את המכשירים באופן כזה שחוקר כל מכשיר לגופו ונציג את היכולות הטכניות שלו. לאחר מכן נציג טבלת השוואה בין השניים, נוסיף יתרונות של המערכת החדשה.

אנו נספר על המורשת של מכשירים ונראה איך המכשירים השפיעו על הקשר, לבסוף נסכם עם המסקנות והתובנות שהתקבלו בעקבות ההשוואה.



-בלמ"ו-

4. שיטת המחקר

החומר המוצג בעבודה נאסף ממספר מקורות :

1. אנשים אשר יכלו לספק מידע על אותה התקופה ועל השימוש במכשירים אותם אנו חוקרים. העבודה התבססה על פגישות ותשאולים, אסיפת מידע ע"י הקלטות והתכתבות במיילים.
2. אתרי אינטרנט המציגים מפרט טכני ומידע רב אודות המכשירים.
3. אנציקלופדיות ומאגרי ידע העוסקים בתקופת הזמן שלנו.



-בלמ"ס-

5. מונחון

1. מ"ק – מכשיר קשר
2. מקמ"ש – מקלט משדר
3. מ"ח – מכשיר חלקי
4. ס"כ – ספק כוח
5. מ"ט – מקבע טכני
6. רק"ם – רכב-קרבי משוריין
7. צב"ד – ציוד בדיקה
8. זמב"ת – זמן ממוצע בין תקלות
9. צל"ם – ציוד לחימה מבוקר (מכשירי קשר/נשק וכו')
10. אג"א – אגף אפסנאות (לוגיסטיקה)
11. תקן אג"א 7000 – רשימת המרכיבים של הערכה (המערכת).
12. מערכת ידנית – מ"ק שניתן לשאת ביד אחת.
13. מערכת נישאת – מערכת המוצמדת לגוף הקשר אליה מחובר מע"ד כדי לדבר.
14. מערכת מוסעת – מערכת המותקנת על כלי רכב או במתקן קבוע
15. ש"ט – שלט טווח (שלט מרחוק)

רשימת דורות מכשירי קשר טקטיים בצה"ל:

מ"קים	תקופה	דור
536 , 300 ,191\190	1947-1952	דור 1
536 ,300 ,508	1952-1957	דור 2
6 8,9,10 GRC	1957-1973	דור 3



-בלמ"ס-

כנוי המק"שים בצה"ל ובמקור :

אנגלית	עברית
PRC 6	מק – 6
PRC 8	מק – 8
PRC 9	מק – 9
PRC 10	מק – 10
SCR 300	מק – 300 (20)
SCR 536	מק - 536
SCR 508	מק – 508
RT 67,68 /GRC	מח - 67\68
R - 109,110 /GRC	מח - 110\1109
PP - 112,109 /GRC	סכ - 112\1109
AM - 65 /GRC	מח – 65
RT - 70 /GRC	מח – 70



-בלמ"ס-

6. מערכות תקשורת טקטית תג"ס בצה"ל בשנותיו המוקדמות ובשנות ה-50

6.1. מכשירים ידניים : מק - 6

6.1.1. המכשיר המוחלף : מק- 536

המכשיר הידני מהדור השני אשר פותח לפי הסטנדרטים התואמים לימים אלו (טווח שידור, משקל, חיי סוללה, זמן ממוצע בין תיקונים וכד') היה המק - 536. המכשיר פותח בארצות הברית בשנת 1941 ונעשה בו שימוש ראשוני במלחמת העולם השנייה ע"י יחידת הקשר בצבא ארה"ב. מק - 536 נתפס כמכשיר הידני הראשון הכולל בתוכו את כלל האמצעים כדי ליצור תקשורת (אנטנה, מקלט, משדר, סוללות, אמצעי דיבור ושמע) בכלי שניתן לשאת ביד. המכשיר מכיל בתוכו גבישים וסלילים לקביעת התדר ומגיע עם ערכת גבישים הניתנים להחלפה על ידי טכנאי. המכשיר הגיע לישראל בשנת 1947 ושימש את גדודי החי"ר, השריון והתותחנים במלחמת העצמאות. המבנה שלו ונשיאתו ביד הקנה לו את הכינוי "handie talkie".

המכשיר שידר אותות באפנון תנופה (את"ן), עוצמת שידור של 36 מילי וואט, בתדר עבודה בין 3.5-6 מגה הרץ, עם מרווח של 40 קילו הרץ בין כל ערוץ. הוא שקל 2.5 קילו גרם.



מק - 536

6.1.2. תיאור המכשיר : מק-6

המכשיר אשר מחליף את המק - 536 הוא מק - 6 הידוע גם כגרסת ה-FM של קודמו (וכך גם כל שאר המקמ"שים הטקטיים אחריו) והוא שייך לדור השלישי של מכשירי הקשר שהיו בשימוש ע"י צה"ל. המכשיר שימש את צבא ארצות הברית בסוף מלחמת קוריאה ובמהלך מלחמת ויאטנם. המכשיר עובד בערוץ קבוע הנבחר ע"י שימוש בגביש מתאים. הציווד כולל מערכת שידור וקליטה עם יכולת דיבור ושמע מובנית בתוכו, בנוסף קיימים מחברים לאנטנה שוט ומערכת יד (מע"ד). המכשיר הגיע לישראל בשנת 1956 והיה המכשיר הראשון שיוצר במיוחד עבור צה"ל. הוא שימש את יחידות השדה בשטח (בדומה לקודמו). היתרון המשמעותי הנובע כתוצאה מההחלפה היה העבודה בתדרים גבוהים יותר ובאפנון תדר (את"ד) מה שהוריד את הרעש באופן משמעותי והוביל לתקשורת רדיו נוחה ואמינה הרבה יותר.

11



-בלמ"ס-

6.2. מכשירים נישאים : מק - 10\9\8

6.2.1. המכשיר המוחלף : מק-300

מק - 300 (20) היה מכשיר קשר ששימש את צבא ארצות הברית במהלך מלחמת העולם השנייה והיה המקמ"ש הצבאי הראשון בעל אפנון תדר (את"ד). הוא נבנה כדי להיות מכשיר רדיו נייד אך ניתן להשתמש בו בקלות גם כעמדת רדיו קבועה. המכשיר ניתן לנשיאה על הגב עם רצועה ומכאן קיבל את הכינוי שלו "walkie talkie", כניסה לשימוש בישראל בשנת 1947. המכשיר עבד בתחום תדרים בין 40-48 מגה הרץ באפנון תדר עם מרווח ערוצים של 200 קה"ץ ושקל 17 קילוגרם, הקשר היה נושא אותו על גבו.



מק 20

6.2.2. תיאור המכשיר : מק-8,9,10

המכשירים שהחליפו את המק - 300 (20) היו שייכים לדור השלישי של מערכות הקשר – מכשירי מק-10\9\8. כל אחד מהם היה בעל תחום תדרים שונה, אך היה תחום חפיפה קטן בתדרים בין מק-8 למק-9 וכך גם בין מק-9 למק-10, כך שהדרגים השונים יוכלו לדבר ביניהם בתדרי החפיפה. המ"קים שימשו בהתאמה את חיילי, השריון התותחנים והחי"ר.

תחומי התדרים האלו נבעו מהיכולת הטכנולוגית בתקופה זו יחד עם חלוקת הכוחות הלוחמים בצבא לשלושה ענפים מרכזיים. היכולת להתקשרות "כלל צבאית" עדיין לא הייתה אפשרית באותו הזמן. המכשירים עוצבו בצורה כזו שרוב המשקל היה במרכז הגב מה שהקל על הנשיאה שלו על הגוף ואפשר לבצע תרגולות קרב גם בזמן שהוא על הגב. ניתן היה להתקין את המכשירים על רכב ע"י שימוש בספק כוח שממיר את מתח המצברים (12/24 וולט) למתח העבודה של הרדיו (כבל הסוללה מתחבר לספק הכח). בנוסף ניתן לחבר רמקול ע"י חיבורו למחבר AUX.

כל אחד מהמכשירים עבד בתחומי תדר שונים הנעים בתחומים הבאים: 38-55, 27-38.9, 20-27.9 מה"ץ (כל תחום שייך לכוח לוחם בהתאמה), כאשר קיים מרווח של 100 קילו הרץ בין הערוצים. המכשיר מאפשר עבודה בטווח של בין 5-10 ק"מ ושקל כ-11.8 ק"ג. למרות שהדור השלישי אפשר מספר ערוצי דיבור גדול יותר מקודמו ופתר חלקית את בעיית מצוקת התדרים, עקב אילוצים טכנולוגיים לא הצליחו לשלב את כל תחום התדרים בתוך מכשיר קשר אחד. תחום התדרים היה מפוצל לשלושה תחומי משנה (כפי שהוצג קודם) כאשר הספקטרום הנמוך היה מיועד לשריון המרכזי לתותחנים והגבוה (עם מספר הערוצים הכי גדול) לכוחות החי"ר. הפיצול יצר בעיה בתקשורת בין כוחות השריון לכוחות החי"ר בגלל שלא הייתה חפיפת תדרים בין הספקטרום הנמוך לגבוה. הפתרון החלקי שהוצע היה לבנות ממסר באמצעות הספקטרום המרכזי. עקב בעיית חלוקת התדרים בדור השלישי הוחלט שלא להשתמש במכשיר בעל הספקטרום הנמוך (מק - 8). בצה"ל



-בלמ"ס-

לעומת צבא ארצות הברית גם שריון וגם תותחנים השתמשו בתחום המרכזי והחיי"ר בגבוה.

הערכה הייתה ניתנת לאינטגרציה עם רדיו חוטי (RWI-ש"ט קווי). מה שאפשר לרדיו להיות ממוקם בנקודה מועדפת והמשתמש היה יכול לתקשר עם הרדיו דרך טלפון טקטי מנקודה בטוחה או רצויה יותר עד למרחק של 2 מייל.

שיטת ה-RWI פותחה במלחמת העולם השנייה ומשמשת אותנו גם היום. אפשרות נוספת שהייתה קיימת היא שימוש בפתיל ייעודי לחיבור שני מכשירי רדיו, בכדי ליצור תחנת ממסר המשתמשת בשני תדרים שונים במקביל במרווח של לפחות 3 מגהרץ ביניהם. את ההרכב הזה היה ניתן להניח בנקודה מועדפת כגון עץ גבוה, פסגה של הר או כלי טיס כדי לאפשר תמסורת בין תחנות רחוקות מאוד.



מק - 10\9\8

6.2.3. יתרונות המערכת החדשה

המכשירים החדשים הציגו מספר יתרונות משמעותיים:

ראשית – הם אפשרו פעילות פיזית נוחה יותר מעצם היותם קלים ומהעיצוב הפיזי שלהם (משקל שמתמקד במרכז הכובד של גוף האדם). כלומר, חיילים היו יכולים לרוץ, לקפוץ ולהתגלגל גם בזמן שהמכשיר היה על גבם. בנוסף, הירידה המשמעותית במשקל אפשרה תחלופה נמוכה יותר בין קשרים שיישאו את הציוד על גבם, או הוספת סוללה רזרבית.

שנית – העבודה בתדרים הייתה הרבה יותר טובה, נעילת התדר הייתה מדויקת יותר, למרות שטווח התדרים של המכשיר היה כמעט זהה בהשוואה למכשירים מהדור הקודם. המרווח בין הערוצים היה קטן יותר ואפשר מספר רב יותר של רשתות במקביל מבלי שיפריעו אחת לשנייה. יחד עם צמצום הטווח בין ערוץ לערוץ, כל מכשיר ייצג תחום תדרים שונה שעבד עבוד חיל אחר, ותחומי התדרים היו בעלי אזורי חפיפה שאפשרו תקשורת בין חילות שונים (עבודה בשיתוף פעולה, מהלך שהיה מאוד קשה לביצוע בעבר). שילוביות זו היא מטרה שמאז ועד היום עובדים על שיפורה, ואנחנו נחשפים אליה מדי יום ביומו בצה"ל בכלל ובחיל התקשוב בפרט.



-בלמ"ס-

6.2.4. סיכום ומסקנות

מעבר המערכות כאן מייצג אבן דרך מרכזית בהתקדמותו של צה"ל. מצד אחד קיבלנו תחומי תדרים שונים לחילות שונים, ואפשרות לכל חיל לעבוד בפני עצמו מבלי להפריע לכוחות אחרים בסביבה. מצד שני - התקדמות לקראת השילוביות בין הכוחות. היו המון מקרים בהם כוחות צה"ל ירו ופגעו בכוחות אחרים של צה"ל – דו"ץ (לדוגמא, אם כוחות שריון לא יכלו לתקשר עם כוחות החי"ר ויכלו לפתוח באש לעברם מבלי לדעת שהם באותו הצד), ותהליך השילוביות מייצג תהליך שאנו עובדים עליו גם היום במטרה שכל צה"ל יהיה תחת תקשורת אחודה ויוכל לדבר אחד עם השני.

למרות שמכשירי מק - 10\9\8 היו פלא טכנולוגי כאשר עוצבו בשנות הארבעים של המאה שעברה, והיוו מכשירים חדשים ששוקלים פחות, משדרים בעוצמה גבוהה יותר ורגישים יותר בקליטה, עדיין היה נדרש מאיש הקשר "לתפעל" את המכשיר. מעבר ללחץ על הכפתור ולדבר היה נדרש לכייל את תדר הדיבור, לסחוב סוללות כבדות מאוד, לכוון את ווסת המשקט ועוד שלל פעולות נוספות שהפכו את התפעול של המכשיר לחוויה מתסכלת מאוד. במיוחד בזמן שיורים עליך. אך הוא נותן מענה מצוין בחמ"ל ממוזג. בסך הכול, הבעיות המרכזיות שהיו הן הוויסות המסובך, יכולת הכיוון המסורבלת יחד עם צריכת הספק גבוהה, וסוללות עם מתחים מאוד גבוהים שנדרשו להפעלת המכשיר. הבעיות הללו הובילו את הפיתוח של המכשיר הבא והפכו את ה מק - 25 לחלופה רצויה שדרשה מעט הכנות ובעלת תפעול אינטואיטיבי.

-לטבלת השוואה בין מק 300 למק - 10\9\8 ראה נספח ד-

6.3. מכשירים מוסעים : מק – 105\..128

6.3.1 המכשיר המוחלף : מק – 608\508

מכשיר הדור השני ששימש את צה"ל הוא מק - 508, מערכת רדיו ניידת שנועדה ליחידת הקשר בצבא ארצות הברית במהלך מלחמת העולם השנייה לתקשורת קרקע קצרת טווח. המכשיר הציג את המחויבות של הצבא לאפנון תדר, וקביעת התדר נעשתה על ידי גבישים והיה מותקן בעיקר על רכבים משוריינים ומומוגנים. הדגם המבצעי הראשון הותקן בתאריך 22 ביולי 1941 ושימש כאמצעי שליטה על יחידות טנקים.



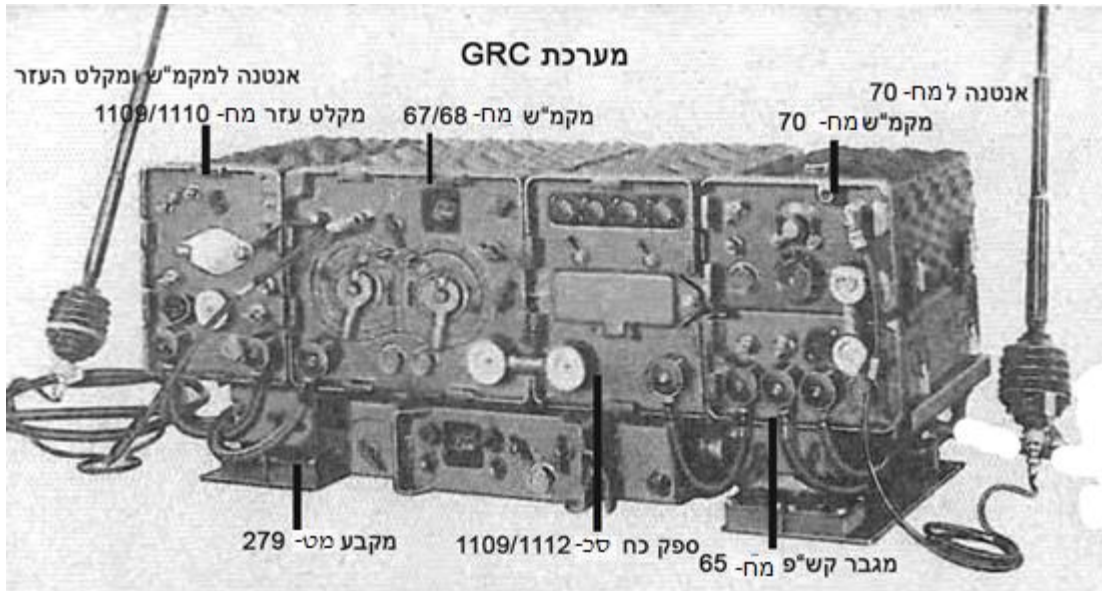
מק - 508



-בלמ"ס-

6.3.2. תיאור המכשיר : מק - 1105\128

מכשיר הדור השלישי המחליף את מק - 508 הוא מערכת הגיי-אר-סי (GRC) שהייתה מורכבת לפי הצורך מהרכיבים הבאים : מקמ"ש - 67\68, מקלט עזר - 1110\1109, ספק כח - 1112\1109, מקמ"ש ב' מח - 70 ומגבר קשר פנים (קש"פ) מח - 65 ומט - 237. הרכיבים הללו אפשרו בנייה של מערכת גדולה ומודולרית שהייתה יכולה להיות מורכבת ממספר מקמ"שים ומקלטים במקביל.



6.3.3. יתרונות המערכת החדשה

משפחת המערכות חדשה הייתה מודולרית מה שהפך את התחזוקה ליותר יעילה. טכנולוגיית יצור חדשה אפשרה להקטין את כמות החלקים המכניים במ"ק מה שתרם ליצירת מכשיר קשר קטן ואמין יותר. עוצמת שידור יותר גבוהה ורגישות קליטה טובה יותר נתנו אפשרת לקשר במרחקים ארוכים יותר. כמות רבה של תדרים וחפיפת תדרים בין החילות השונים נתנו מענה לבעיית מצוקת תדרים.

6.3.4. סיכום ומסקנות

המכשירים החדשים נתנו מספר רב של הערוצים לשימוש ופתרו את בעיית מצוקת תדרים. מכשירי ה-GRC אפשרו לבנות תקשורת מרמת הגדוד ועד לפיקוד בעזרת מכשירים מאתה משפחה. כמו כן המעבר בין התדרים ללא צורך בהחלפת גבישים אפשרה שימוש קל יותר במ"ק ונתן גמישות בתכנון של רשתות רדיו בצה"ל.



-בלמ"ס-

6.4. תחזוקה תפעול והפצה

6.4.1. מבוא

התכונה החשובה ביותר לטכנאי היא עין חדה

רוב התקלות שמתקנים הטכנאים הן בעקבות הרכבה לא נכונה של הציוד או אי תשומת לב של המפעיל. על הטכנאי לדעת לזהות את הבעיות הללו לפני החיפוש אחר טרנזיסטור או נגד פגום במעגל. היכולת לשמור על קשר עובד בכל מחיר הייתה המטרה של הטכנאים, מטרה שהצילה חיים וניצחה מלחמות, מתקומתו של צה"ל ועד היום.

6.4.2. תחזוקה

חלק בלתי נפרד בהכנסת מכשירים חדשים לצה"ל, ממש בדומה לפרויקטים חדשים שמתבצעים היום, הוא שלב התחזוקה והתפעול, שכן הוא השלב שבעצם מראה כמה המערכת הייתה חשובה וכמה זמן היא בעצם החזיקה בצבא. את התחום הזה היה צריך לתדרך וללמד גם את המפעילים וגם את הטכנאים כדי שיהיה אפשר לשמור על חיי מכשיר ארוכים ככל האפשר.

ידוע שמכשירי קשר שנשארים ללא הפעלה במשך זמן ממושך, מתקלקלים (בדומה לכך שלמכונית שעומדת זמן רב ללא הפעלה יש קשיים בהתנעה). וזאת, לא רק בגלל בעיות מכניות אלא גם בגלל בעיות חשמליות כגון מגעים שמתחמצנים או קבל אלקטרוליטי שהתייבש וכד'.

אי לכך, יש צורך בבדיקה תקופתית של המכשירים, בעיקר בימ"חים (מחסני חירום) שבהם הציוד מאוחסן זמן רב ללא שימוש. כדי לדעת מתי נבדק המכשיר לאחרונה, הונהגו תוויות "שמיש" שהוצמדו למכשיר ועליהן צויין תאריך הבדיקה האחרונה ושם הטכנאי שבדק (כמו שבסופרמרקט או בבית מרקחת מצוין תאריך תפוגה או תאריך מומלץ לשימוש). במקביל ישנן תוויות "לא שמיש" שמוצמדות לציוד לא תקין כדי להבדילו, במחסן מציוד תקין.

6.4.3. נוהל הבאת מכשירים

מכשיר קשר שלא ניתן לתקן אותו במעבדת הקשר היחידתית מועבר לתיקון בדרג גבוה יותר (מגדוד לחטיבה ומהחטיבה לבצ"פ ומהבצ"פ למש"א). לאחר התיקון הציוד מוחזר ליחידה או שמנופק לה ציוד תקין אחר במקומו. היחידות שאפו תמיד לקבל מכשירים "טריים" דהיינו מכשירים שנבדקו לאחרונה.

6.4.4. בקורות ציוד קשר

בנוסף לענף הטכני, במפקדת קשר"ר הוקם גם ענף בחינה וביקורת. בענף היה מדור ביקורת שאנשיו ביצעו ביקורות ביחידות הקשר ופרסמו דו"ח עם ממצאי הביקורת. בדרך כלל תאריך הביקורת היה מתוכנן מראש והיחידות היו נערכות לקראתה. הביקורת כללה בדיקה טכנית מדגמית וכן בדיקה של תקינות הרישומים והתאמת המלאי לתקן ולרישומים.

"במשרד של החתום מטה היה תלוי שלט גדול : הסיסמה של חוליית הביקורת : "תתנו עוגות וקפה - נכתוב דו"ח יפה" (מדברי רנ"ג ראובן גרינברג)



-בלמ"ס-

6.4.5. תפעול

את לימוד התפעול והאחזקה של המכשירים הללו עשו הטכנאים של חיל הקשר והחיילים בשטח. לדוגמא, בגייסות השריון היה בית הספר לשריון ושם היה מדור קשר, מדור זה העביר הדרכות למפעילים על המכשירים החדשים והישנים בחדרי לימוד ומעבדות. כל פיקוד דאג להכין את החיילים שלו לשימוש במכשירים יחד עם הטכנאים כאשר ההדרכה הועברה גם לאנשי הסדיר וגם לאנשי מילואים.

בשנת 1956 בתקופת ההחלפה הטכנאים שהגיעו מבית הספר הטכני למדו והכירו את המכשירים החדשים והישנים, ולעומתם רוב הטכנאים הוותיקים יותר הוכשרו ביחידותיהם.

כאשר מכניסים מערכות חדשות לשימוש, הן לא מגיעות לכלל הדרגים כאחד אלא מפוזרות באופן שונה כלומר, כל מכשיר קשר חדש שנכנס לצה"ל מגיע עם ייעוד ייחודי לו (קשר גדודי, קשר חטיבתי, קשר פלוגתי וכד') ולכן נדרש מטכנאים הנמצאים ברמות תחזוקה שונות יכולות תיקון שונות. ניתנו להם סמכויות תיקון שונות לכל מכשיר שהם מטפלים בתקלותיו.

6.4.6. החלוקה לדרגי תחזוקה

דרג א':

טכנאי פלוגתי (למשל בפלוגת טנקים): בדיקת תקינות של מכשירי קשר ומערכות קשר פנים ברק"ם (רכב-קרב משוריין), כיוון ערוצים במכשירי קשר (למשל החלפת גבישים במ"ק-508/608 וכיוונון הערוצים), החלפת מרכיבים לקויים של ציוד קשר כגון: מקמ"ש, מקלט או מגבר קשר פנים, או פתילים, כבלים ואביזרים (מיקרופון, אוזניות, מערכות ראש וכד') בפריטים תקינים בהתאם למלאי הרזרבי בפלוגה.

לא כולל פתיחת מכסים של מכשירי קשר (מקמ"ש, מקלט וכד')

דרג ב':

מעבדת קשר במפקדת גדוד או חטיבה: מותר כל מה שבסמכות דרג א', ובנוסף: המעבדה כוללת ציוד בדיקה (צב"דים) לבדיקת הספק שידור ורגישות קליטה: של המקמ"ש או המקלט בהתאם להוראות הבדיקה לדרג ב'

מותר לפתוח מכסים של מכשירי קשר ולהחליף חלקים בתוך המכשיר כפי שהוגדר בסמכות דרג ב' וכמו כן תיקון טלפוני שדה. בנוסף מאושר מתקון מכשירי קשר על כלי רכב: זחל"מים, נ"י-ים, ג'יפים ורכב יר"מי (רכב אזרחי מגויס). לצורך כך המעבדה מצוידת במקדחה חשמלית, מקדחים וברגים למתקן. כל טכנאי מצויד בארגז כלים מכ"ל-1 שכולל: מברגים, מכפתיים, מנגסות צד (קטר), מלחם חשמלי ובדיל להלחמה וכן מכשיר מדידה למדידת מתח, והתנגדות חשמלית. מחסן הקשר הגדודי או החטיבתי מצויד בחלקי חילוף שהוגדרו כמוחלפים בסמכות דרג ב'.

דרג ג':



-בלמ"ס-

מעבדת קשר בבסיס ציוד קשר פיקודי (בצ"פ) (או, בזמנו - בסיס ציוד הקשר הגייסי [של מפקדת גייסות השריון]): מותר כל מה שבסמכות דרג ב'. המעבדה מצויידת בציוד בדיקה מתאים לדרג זה. סמכויות התיקון של מכשירי הקשר (מקמ"שים, מקלטים, מגברי קשר פנים, טלפוני שדה וכד') בהתאם להוראות קשר"ר ובמסגרת חלקי החילוף שהוגדרו לדרג ג' כולל כוונן מעגלים חשמליים במכשיר.

דרג ד': (מרכז שיקום ואחזקה - מש"א)

כל התיקונים מותרים, כולל השבתה ופירוק.

6.4.7. ההחלפה של המכשירים

החלפת המכשירים הייתה מתוכננת מראש והדרגתית. ההחלפה החלה בבתי הספר שבהם הטכנאים למדו על המכשירים החדשים. בזמן ההחלפה המכשירים לא נכנסו לכל היחידות בבת אחת, ההחלפה בוצעה קודם כל בחטיבה 7 הסדירה ביחידות השריון, החלפת מכשירי המק-608 במכשירי GRC ואחר כך בחטיבה 27 שהייתה חטיבת מילואים. חטיבה 37 (מילואים) שהוקמה מאוחר יותר צוידה כבר ממילא במכשירי GRC. באשר ליחידות החי"ר ההחלפה החלה תחילה ביחידות הסדירות קודם ולאחר מכן יחידות המילואים. השלמת הציוד ביחידות הסדירות נעשה בצורה הדרגתית והתבצעה חלוקת תדרים ליחידות (הק"ש) בהתחשב בתחומי החפיפה בין התדרים והמרווחים בין הערוצים במערכות החדשות והישנות ובאפשרויות חבירה בחירום. במקביל להחלפה התבצעה הכשרת טכנאים חדשים והעברת השתלמויות לטכנאים ותיקים לפי סדר ההחלפה. בזמן ההדרכה החיילים קיבלו שיעורים על ידי טכנאים ולאחר השימוש בקרבות נעשו תחקורים על ידי הגופים הטכניים בחיל הקשר לגבי התפקוד של המערכות החדשות כדי להכין הוראות התקנה תחזוקה ובדיקה יחד עם הכנת מלאי חלקי חילוף.

להלן דוגמה להקמת צוות נייד לאספקה התקנה והדרכה (עפ"י סא"ל במיל' מיכאל נגל): מיד לאחר מלחמת ששת הימים היה צורך להתקין התקן קשר חשוב בזחל"מי הפקוד של היחידות שהתפרסו בקו התעלה, בסיני. ההתקנה כללה גם עבודת מסגרות בנוסף להתקנת המ"ט ועליו ההתקן וגם את הדרכת המפעילים. למטרה זו הוקם צוות של אנשי מש"א 7300 שכלל מסגרים וחשמלאים. הצוות צוייד במעבדה ניידת שכללה את הציוד, את הכלים ואת האביזרים הדרושים לעבודה זו. מאחר שבמלחמה שירתתי כמ"פ תקשורת בפקוד דרום, והכרתי היטב את קו התעלה, נתבקשתי לעמוד בראש הצוות. כך עברנו ממפקדה למפקדה לאורך הקו כשהטנאים מתקינים את הציוד ובמקביל אני מדריך את קצין הקשר בנוהל ובהפעלת הציוד.



-בלמ"ו-

7. תובנות ומסקנות

הקשר הוא תחום מאוד נרחב שעוד מהעבר הרחוק ועד היום נמצא בהתפתחות תמידית בתחומים רבים. ניתן לראות את הדמיון הרב בין דרכי החשיבה והמטרות המרכזיות שלאורך עבדו בעבר לעומתן כיום.

בנקודה זו של סוף העבודה אנו יכולים לראות חלקים רבים בעבר שמאוד דומים לתרחישים שקורים היום. ראשית, הטמעת המערכות ותחזוקתם היה בדיוק כפי שמתרחש תהליך פרויקטאלי בזמננו. ניתן לראות את הדמיון המשמעותי בשילוביות וביכולות הטקטיות שנותן חיל קשר ותקשוב. באותה התקופה, כמו היום, המכשירים הקנו יכולת קשר בין חילות שונים כדי לאפשר עבודה משותפת יחד למטרה אחת. כיום החיל מתקדם אל עבר שילוביות בין זרועית. כבר משנותיו הראשונות היה החיל שקישר בין כל דרג בצורה הכי גמישה וניסה לתת מענה לכל צורך מבצעי. והיום עם אינטרנט המבצעי אנחנו יכולים לספק ליחידות שדה את התמיכה הרציפה של כל המטה ושל כוחות סיוע באש. בנוסף, ניתן לראות שיפור משמעותי בבניית הכוח של חיל התקשוב כיום. כמות המידע שיש על כל מערכת על מנת להקל על התדרוך ומעבדות ללימוד מכשירי קשר העוזרות להפוך חיילים למקצועיים.

אספקת מערכות רלוונטיות למשתמש בשטח הייתה תמיד מטרה עליונה של חיל הקשר והתקשוב. היא מושגת על ידי הבאת מערכות נוחות לתפעול עם ממשק ידידותי למשתמש, בעלות אמינות גבוהה וביצועים טובים. וכמו בשנות החמישים המטרה הראשית שלנו היא: "המברק עבור יעבור".



8. סיכום

בשנים האחרונות, בעקבות התפתחות הטכנולוגיה נוספו יכולות תקשורת נוספות לחלק ממכשירי הרדיו או כיחידות קצה שלהם, כגון: רכיב ל"א פנימי (מדלג תדרים), מערבול שמע ושליחת וקבלת נתונים יחד עם תקשורת דיבור. בנוסף, היה צורך במכשירים המסוגלים לעבוד ביותר מתחום תדרים אחד. המכשירים האלה מאפשרים אלמנט לחימה חדש שכולל עבודה יחד עם יחידות המשטרה או כבאים.

תחזוקה של המכשירים קשר נלמדת היום בבה"ד 7 – בית הספר הארצי לקשר - אבל זה לא תמיד היה כך. תחזוקת המכשירים שהצגנו הייתה נלמדת בזמנו במגמת טכנאי אלחוט בבית הספר הטכני של חיל האוויר (כל נושא ההדרכה לטכנאי אלחוט היה בחיל האוויר, בעקבות הסכם עם חיל האוויר שלפיו התקציב להביא את כל הציוד והמעבדות הוא שלו). המדריכים הראשונים שהדריכו על המכשיר קיבלו את הידע שלהם בענף הטכני במפקדת קשר"ר, הידועה היום כ"לוטס" (בצריפין). הדרכת מ"ק - 6 ומ"ק - 10 במקשר"ר הייתה בקבוצות למידה קטנות מאוד. קורסי טכנאי האלחוט שכללו את כל המכשירים שהיו באותו זמן בשימוש נרחב נמשך כ-3-4 חודשים. בכל מכשיר למדו החניכים את המעגלים החשמליים שלו, את התפעול, התחזוקה ותרגלו איתור תקלות.

הדור החדש של המכשירים הטקטיים הביא ליתרון משמעותי, גם מעבר להיותם של מכשירים קטנים וקלים יותר. לדוגמא, המודולריות של מכשירי ה-GRC אפשרה למשתמש הטקטי מספר רב של קונפיגורציות שכל אחת מהן הייתה מתואמת למצב מסויים שהמשתמש נמצא בו (למשל - לכל מ"מ טנקים הייתה מערכת שמאפשרת דיבור ברשת מחלקתית ובו זמנית אפשרות להאזין גם למ"פ או למג"ד).

התחזוקה של המכשירים נעשתה הרבה יותר קלה הודות לכך שמכשירים שונים היו מורכבים מאותם הרכיבים, ולא היה צורך בעומס של מכשירי תיקון ורכיבי החלפה שונים (שפירושם הוא זמב"ת ארוך יותר). נוצר מצב בו התחזוקה הייתה זולה יותר. נוסף על כך, כל המכשירים השתמשו באותו ממשק שהיה מוכר למשתמש ולא היה צורך להעביר הכשרה חדשה.

התפעול נעשה פשוט יותר. לדוגמא, יחד עם מכשירים ה-GRC התפתחה היכולת להיות מוכנים להחלפת תדרים מבלי הנוכחות של טכנאי ומעבר מהיר יותר בין רשתות שהיה מאוד חשוב בזמן שכוח חדש רוצה לחבור לכוח קיים. השימוש במקלט נפרד הוביל להקצאת תדר "חירום חש"ן" ארצי לכוחות השריון שאיפשר תקשורת בין היחידות במצבים קריטיים בהם נדרשת תגובה מיידית למהלך שהיה יכול להיגמר בתאונה.

אי-אפשר להזניח את תרומת המכשירים החדשים לכוחות חי"ר. לקראת מלחמת סיני בשנת 1956 מחלקת הקשר בגדוד 890 של הצנחנים קיבלה ציוד חדש. את ה-מ"ק 300 החליף ה-מ"ק 10 שמשקלו היה כמחצית מקודמות והטווח שלו גדול יותר. את המכשיר הידני מ"ק - 536 החליף מ"ק - 6 שאפשר להתקשר גם ל-מ"ק 10. היחידה קיבלה בנוסף גם מכשיר קווי סודי - הטלפרינטר. יכולות היחידה גברו, ומחלקת הקשר התפתחה לפלוגת הקשר הראשונה. המכשירים החדשים - מ"ק - 6, הגיעו יום לפני תחילת מבצע קדש. תדרוך עליהם התקיים באותו יום, וכבר למחרת קשר"גים של פלח"ק נתנו מענה לקשר בעזרתם.

מדבריו של יוסקה שר: "מבצע קדש התחיל ביום ראשון, יום לפני תחילת המבצע הגיע המפקד ואמר שיש לנו עבודה ללילה, מחר יהיה מבצע וצריך לתדרך



-בלמ"ס-

מהר את גודד הצנחנים שמגיע אלינו על המ"ק 6. ישבתי כל הלילה והכנתי תוכנית התדרכה ובבוקר הגיעו קבוצות החיילים לקבל הדרכה של חצי יום ולצאת למלחמה עם מה שהצליחו ללמוד. אף אחד לא נתן לי הדרכה על המכשיר ואני הכרתי אותו רק בספרים. בבוקר הגיעו החיילים, קיבלו את ההדרכה כפי שיכולתי לתת להם ושהם יכלו לקלוט, חילקו להם את המכשירים והם יצאו לקרב. בסוף כשהם חזרו הייתי צריך לעשות תחקיר על התפקוד של המכשירים". מדובר לא רק על פשטות בשימוש במכשירים החדשים, אלא גם על הדגשת רמת המקצועיות הכי גבוהה של חיילים בחיל קשר: גם בשדה הקרב וגם בהדרכה."

כלל המאפיינים הללו הביאו לאמינות, פשטות ונוחות בשימוש והפכו את הקשר הטקטי לכלי עיקרי בתחום הפיקוד ושליטה של מפקדי צה"ל לעשורים הבאים. אפילו היום, בעידן הדיגיטלי, בזמן שבו מחשבים ורשתות מתקדמות נמצאים בכל פינה, התנאי ההכרחי לכניסת חיילים לקרב דורש קשר תא"ג או תג"ס. השינוי הזה יצר מהפכה לא רק במקומו של קשר הרדיו בעיניהם של המפקדים והחיילים המשתמשים בו, אלא במקומו וחשיבותו של חיל הקשר בצה"ל. הקשר החדש הבהיר את החשיבות של החיל ואת השפעתו העצומה לניצחון בכל מלחמה.



9. ביבליוגרפיה

1. <http://www.cckw.org/radio.htm>
2. <http://g503.com/forums/viewtopic.php?f=36&t=183139>
3. <http://g503.com/forums/viewtopic.php?p=428918>
4. http://www.greenradio.de/e_grc5.htm
5. http://www.greenradios.com/Radios/American/Old_Family/Sets.htm
6. <http://www.radiomilitari.com/scr508.html>
7. http://olive-drab.com/od_electronics_anprc10.php
8. <http://www.greenradio.de/tasker1.htm>
9. <http://www.n6cc.com/prc-10-infantry-radio>
10. http://www.radiomuseum.org/r/military_prc_10_rt_176a_prc_10.html



נספחים 10.

10.1. נספח א- החלקים המרכיבים את המק - 6

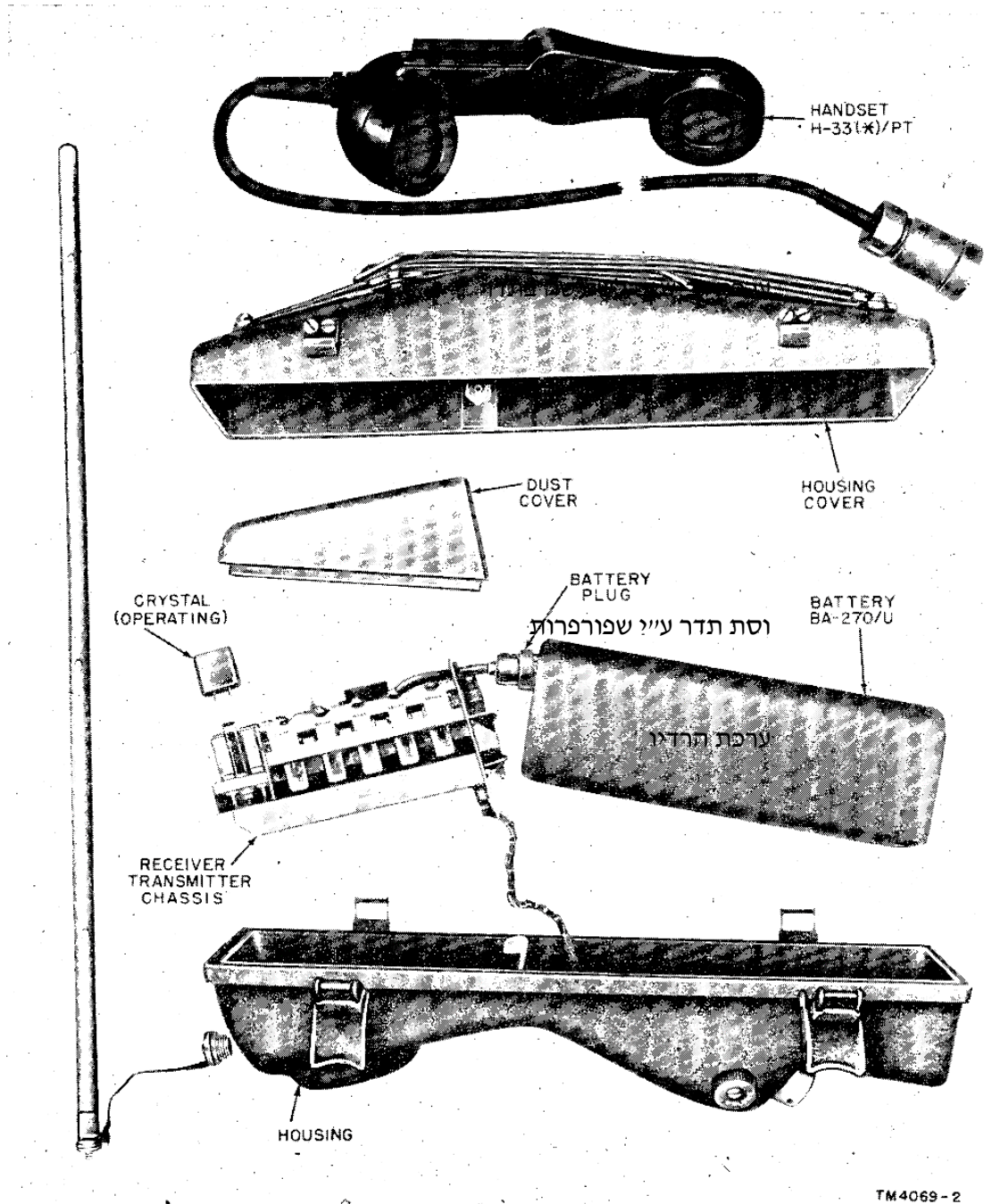


Figure 2. Radio Set AN/PRC-6, operating components.



-בלמ"ס-

10.2. נספח ב-טבלת השוואה בין מק - 536 למק - 6

מק - 6	מק - 536	.
47-55.4	3.5-6	טווח תדרים [Mhz]
תדר	תנופה	אפנון
200 kHz	40 kHz	מרווח בין ערוצים
1	1	כמות ערוצים
0.25 W	36 mW	הספק שידור
5 uV	3-5 uV	רגישות מקלט
1956	1947	שנת כניסה לצה"ל
536		מחליף את
2.5kg	2.5kg	משקל



-בלמ"ס-

10.3. נספח ג- החלקים המרכיבים את המק - 10

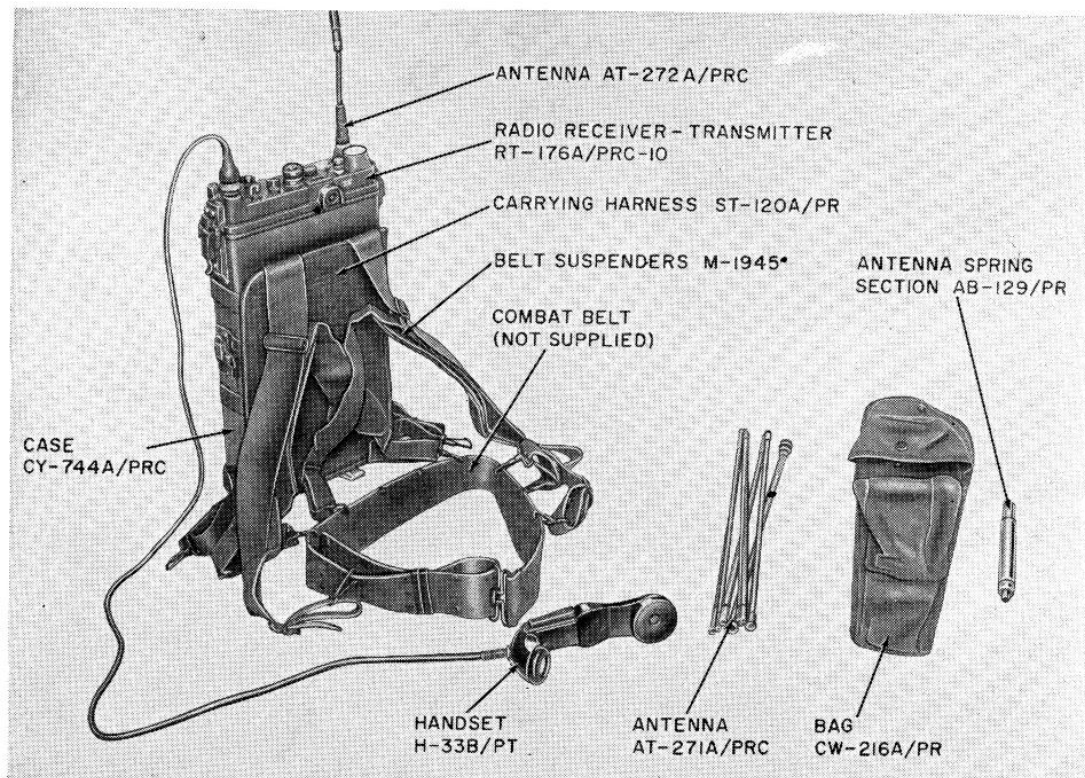
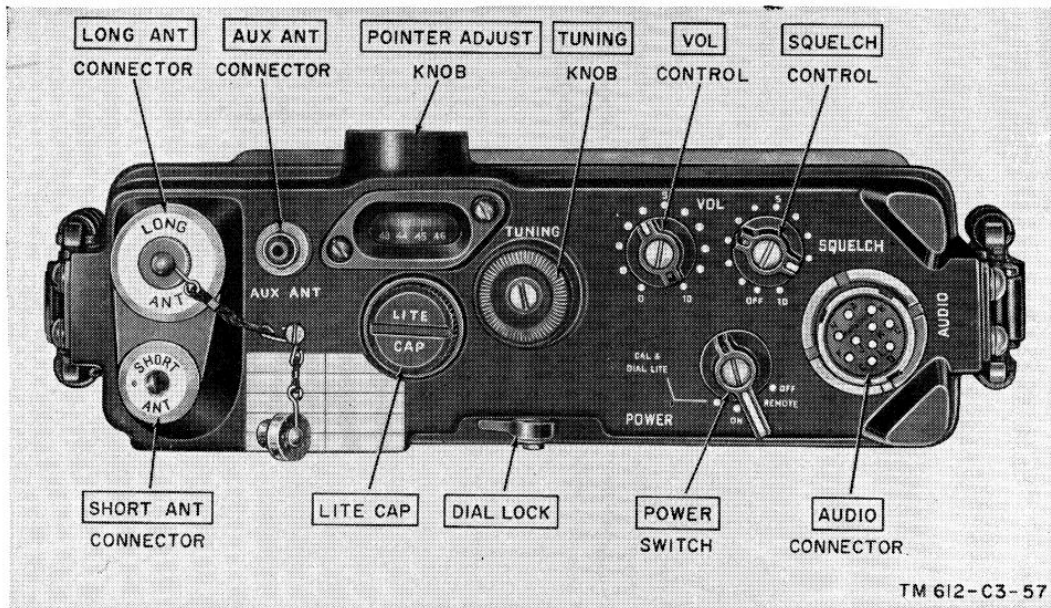


-בלמ"ס-



-בלמ"ס-







-בלמ"ס-

10.4. נספח ד -טבלת השוואה בין מק 300 למק - 10\9\8

מק - 10	מק - 9	מק - 8	מק - 300	.
38-55	27-38.9	20-27.9	40-48	[Mhz]טווח תדרים
FM	FM	FM	FM	אפנון
100kHz	100kHz	100kHz	200kHz	מרווח בין ערוצים
Tunable	Tunable	Tunable	Tunable	כמות ערוצים
0.9 W	1.0 W	1.2 W	0.3 W	הספק שידור
0.5 uV	0.5 uV	0.5 uV	3-5 uV	רגישות מקלט
1956	1956	1956	1948	שנת כניסה לצה"ל
מ"יק 300	מ"יק 300	מ"יק 300		מחליף את
11.8kg	11.8kg	11.8kg	17kg	משקל



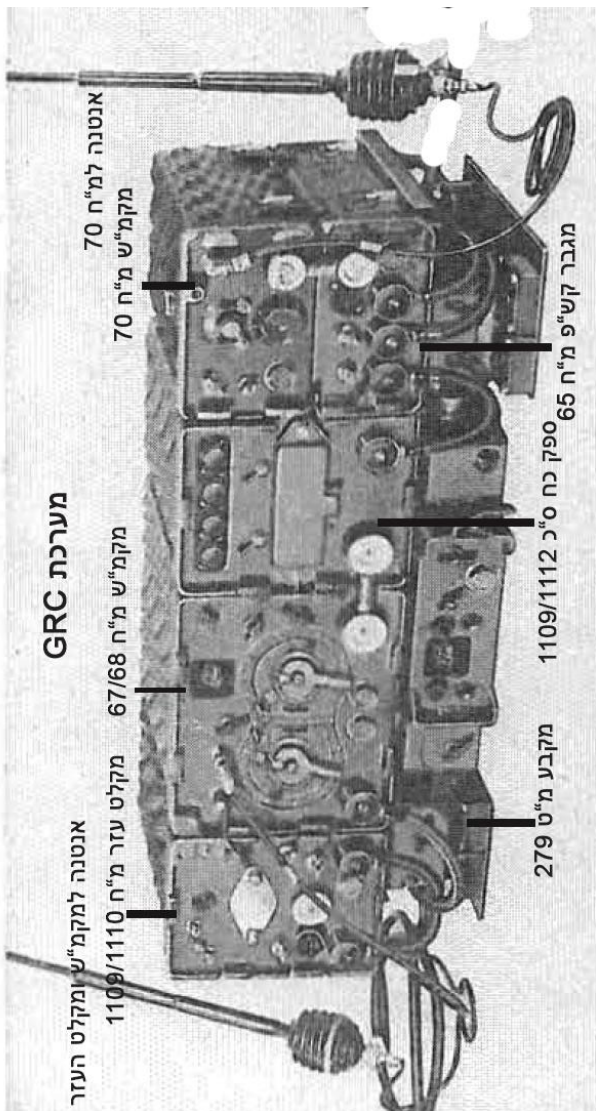
-בלמ"ס-

10.5. נספח ה -טבלת השוואה בין מק 508\608 למק - GRC

מח - 1109/1110	מח - 67/68	מק - 508/608	.
---	27-38.9/38-55	20-27.9/27-38.9	[מג"ה]טווח תדרים
FM	FM	FM	אפנון
100kHz	100kHz	100kHz	מרווח בין ערוצים
80/90/120	80/90/120	10	כמות ערוצים
	VFO	XTAL	שליטה בתדר
----	16\2W	30 W	הספק שידור
0.5 uV	0.5 uV	3-5 uV	רגישות מקלט
1957	1957	1952	שנת כניסה לצה"ל
מק - 508/608	מק - 508/608		מחליף את



10.6. נספח ו- סוגי מכשירי קשר ממשפחת - GRC

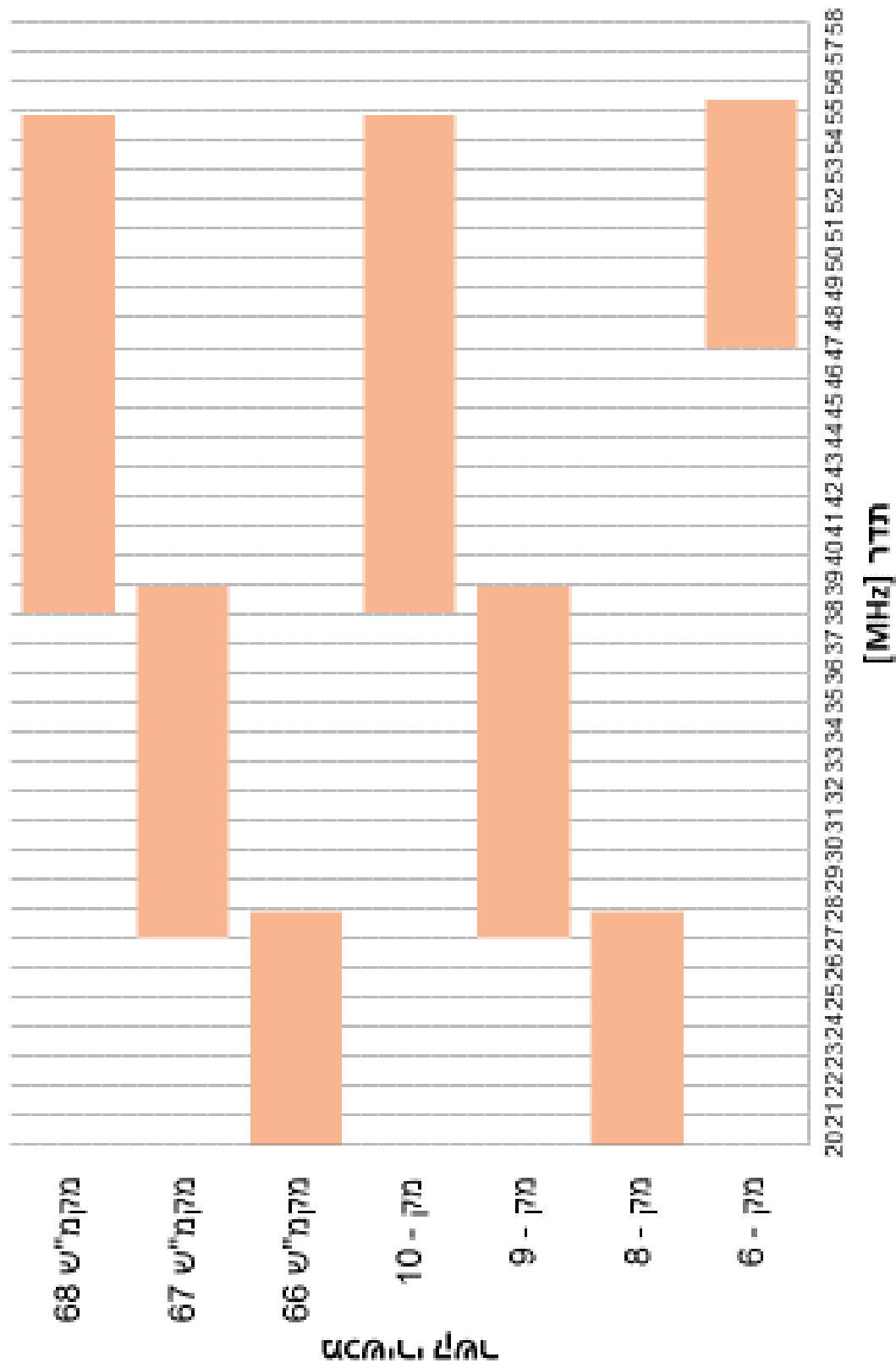


ההרכבים של מערכת GRC בצהל

תחום במג"ה	171	128	127	126	125	116	105	מ"ח / מ"ק
27.0-38.9				1	1	1	1	מקמ"ש מ"ח 67
27.0-38.9					1		1	מקלט עזר מ"ח 1109
47.0-54.9	1						1	מקמ"ש מ"ח 70
38.0-54.9		1	1					מקמ"ש מ"ח 68
38.0-54.9			1					מקלט עזר מ"ח 1110
		1	1	1	1	1	1	ס"כ 1109/1112
	1					1	1	מגבר קש"פ מ"ח 65
	1	1	1	1	1	1	1	מקבע מ"ט 297
	1	1	1	1	1	1	2	אנטנה שוט (חוליות)
תמ"ת		מגד ח"ר	מ"פ סיור	זחל"מ פקוד	זחל"מ פ"פ	טנק גור	טנק מ"מ, מגד	מתקון (מדגם)



חלוקת תדרים במערכת של הדור השלישי





-בלמ"ס-

10.7. נספח ז - סוגי מכשירי קשר בצה"ל 1956-1967

מכשירי אלחוט עיקריים בצה"ל 1956-1967

109		(GRC) 105-171		9,10	6	מ"ק
1004	874	70	1109/1110	67/68		מ"ח
מקלט	משדר	מקמ"ש	מקלט עזר	מקמ"ש	מקמ"ש	סוג
מורס / דיבור	מורס	דיבור	דיבור	דיבור	דיבור	שימוש
3.0-24.0	3.0-22.0	47.0-58.4	27.0-38.9 / 38.0-54.9	47.0-55.4	47.0-55.4	תחום מג"ה
תב"ש	תב"ש	115	120 / 170	43	43	ערוצים
גביש	גביש	תב"ש	תב"ש	תב"ש	גביש	קביעת תדר
1	1	2	3	2	1	כונן מראש
צנחנים		רק"ם		חי"ר, חת"ם	חי"ר	ייעוד
כללי		מחלקתית ?		גדודית	פלוגתית	רשת
מוצנח		מוסע		נישא	ידי	צורת נשיאה
2684/2685	סכ 65	1281/2	סכ 65	-	-	ספק כח
G43	רשת+סכ או גנרטור ידני	מצברים 12/24 וולט		סכ 1109/1112	סוללה בט 270	מקור כח
רייש 8-25 מטר	שוט	שוט	שוט	קצרה /ארוכה (3מ)	שוט (עלים)	אנטנה
-	-	65 מט מגבר קש"פ מח 65		-	-	לרכב
4.5	4	11.5	16	16	2.5	משקל ק"ג
תנופה	גל נושא	תדר	תדר	תדר	תדר	אפנון
-	10-15 וואט	0.5 וואט	-	1 וואט	0.25 וואט	שידור
10μV 10db S/N	-	1μV 25db S/N	0.5μV 25db S/N	25 μV	0.5 μV 10db S/N	קליטה
			סכ 16 ק"ג, 23 מט, 7 ק"ג	Walkie Talkie	Handie Talkie	הערות
1956-196X		1956-196X		1956-196X	1956-197X	תקופה
ארה"ב		ארה"ב		ארה"ב	ארה"ב	מקור
AN/GRC-109	RT-70/GRC	R-109/110/GRC	RT-67/68/GRC	AN/PRC-10	AN/PRC-6	כינוי מקורי
TM 11-5820-474-14	TM 11-290	TM 11-898	TM 11-289	TM 11-612	TM 11-4069	ספרות
18 May 1962	Feb. 1957	23 Mar. 1953	July 1954	Sep. 1951	June 1952	
74 מ"ק	VRC			25 מ"ק	601 מ"ק	הוחלף ע"י