



אייר תשפ"ו
אפריל 2026

מק-21 אל"ים (בדימוס) דניאל רוזן

מבוא

מק-21 הוא מקמ"ש ת"ג אפנון תנופה (AM), עם ערוץ בודד בתחום התדרים 2.3 עד 4.5 מה"ץ, בהספק שידור של 200 מיליואט. תדר הערוץ נקבע באמצעות שני גבישים (אחד לקביעת תדר השידור, שני לקביעת תדר הקליטה).

המכשיר יוצר משנת 1941, ואיפשר קשר לטווח של כ-1,500 מטר.¹ הוא יועד ליחידות צנחנים בצבא ארה"ב, ותוכנן להפעלה בתרמיל ייעודי על גב המפעיל, ולצניחה כשהוא ארוז על חזה המפעיל. המכשיר היה בקופסה מבקליט, היו בו שבע שפופרות ריק, והוא פעל עם אנטנה טלסקופית באורך 1.8 מטר עם סליל עמיסה בבסיסה, שניתן היה לצמצמה לאורך כ-40 ס"מ. משקלו היה כ-4 ק"ג.²



מכשיר על גב חייל, מוכן להפעלה



מכשיר ארוז על חזה חייל, לפני צניחה

¹ הכינוי בצבא ארה"ב: MAB

² Instruction Book for Navy Model MAB, Communication Company, Inc., Florida, October 1942
Instruction Book for Vibrator Power Supply Navy Type CRF-20221-A, The Radiart Corporation, Ohio, October 1944



מרכיבי מק-21: משדר־מקלט, מיקרופון, אזניות במעטה בד, אנטנה, תיק נשיאה



מק-21 מוכן לפעולה, בתיק נשיאה

המכשיר פעל עם שבע שפופרות ריק מיניאטוריות עם שבעה פינים. המקלט היה סופר-טרודיין עם ארבע שפופרות: פנטודה 1R5 כערבל ומתנד מקומי, פנטודה 1T4 כמגבר תדר ביניים בתדר 455 קה"ץ, פנטודה ודיודה 1S5 כגלאי וקדם מגבר שמע ופנטודה 3S4 כמגבר שמע, המזין את האוזניות באמצעות שנאי. המשדר פעל עם שלוש שפופרות: פנטודה 1T4 כמתנד גבישי, פנטודה 3S4 כאפן ופנטודה 3S4 כמגבר הספק. האפן הוא 'אפן זרם קבוע' (המכונה גם אפן Heising – שפופרת האפן מחוברת במקביל לשפופרת מגבר ההספק. כאשר שפופרת האפן מוליכה, הזרם במגבר ההספק נמוך, כאשר שפופרת האפן לא מוליכה, הזרם במגבר ההספק גבוה).³

במקלט היה מעגל וויסות עוצמה אוטומטי, אך לא היה בו משתק ולא היה בו ווסת עוצמת שמע, מה שהקשה על המפעילים. במשדר הייתה שמיעה עצמית.

³ מעגל אפן זה, ללא שנאי אפנון, היה מקובל בימים הראשונים של שידורי אפנון תנופה למרות ביצועיו המוגבלים.

מהמכשיר יצאו שני כבלים : אחד לחיבור לאנטנה ושני לכבל מסתעף (כבל Y), שהתפצל בין כבל לאוזניות וכבל למיקרופון, על כבל המיקרופון הותקן מתג הפעל/הפסק ועל המיקרופון הותקן לחצן שידור.

ספק הכח של המכשיר סיפק מתח אנודי של 135 וולט, מתח סריג של 67.5 וולט, מימתח של 6- וולט ומתח של 1.5 וולט לחימום השפופרות. מקור האנרגיה היה מצבר עופרת חומצה 6.4 וולט 19CWB-19046, בקיבולת 5 אמפר שעה, שניתן היה לטעון אותו ולבצע בו שימוש רב-פעמי, עם ספק כוח מבוסס על רֶפֶט (Vibrator) סינכרוני, לו זוג מגעים נוסף לאספקת ז"י במתחים הנדרשים (ללא צורך בשפופרת יישור), או סוללה יבשה ייעודית 6 וולט CWB-19042, לשימוש חד-פעמי, שהספיקו לכעשר שעות עבודה.

Channel Designation	Transmitter Crystal Frequency - Kc.	Receiver Crystal Frequency - Kc.
A	2436	2891
B	2772	3227
C	2304	2759
D	3035	3490
E	3155	3610
F	3585	4040
G	3725	4180
H	3865	4320
J	3995	4450
K	4105	4560
L	4435	4890
M	2356	2811
N	2506	2961
O	2554	3009
P	2604	3059
R	2656	3111
S	2744	3199
T	2844	3299
U	2884	3339
V	2952	3407

טבלת הגבישים של מק-21

מק-21 בצה"ל

ערב מלחמת העצמאות הבין שירות הקשר כי אמצעי ציוד הרדיו בת"ג מבנייה עצמית, ששירתו אותו במערכת הנייחת ובמבצעי ההעפלה, אינם מתאימים לצרכי מסגרות צבאיות, בלחימה ניידת. ראש שירות הקשר יעקב ינאי (יאן) יצא לארה"ב בינואר 1948, רכש כמויות גדולות של ציוד קשר

צבאי מעודפי מלחמת העולם השנייה, ופעל להבריחו ארצה תוך עקיפת אמברגו בין-לאומי על אספקת נשק למזרח התיכון.⁴ רוב הציוד הגיע ארצה עד אמצע אפריל 1948.

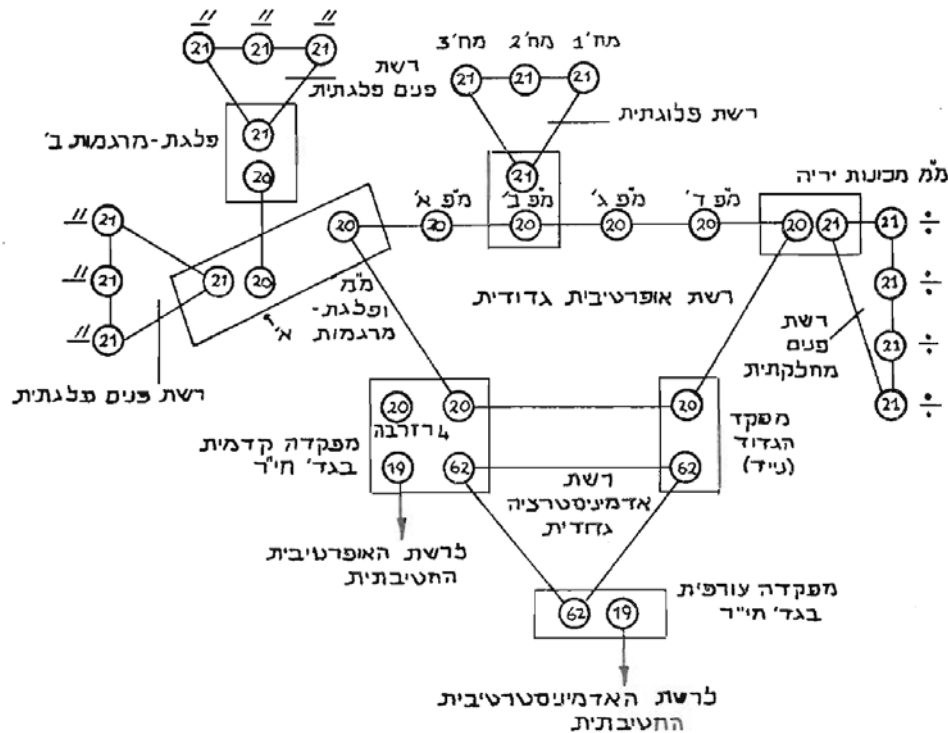
ציוד הרדיו הטקטי העיקרי שנרכש היה מקמ"ש ת"ג מק-191, מקמ"שים נישאים מק-20 (שלימים כונו מק-300) ומק-21, ומקמ"ש תג"ם לרכב מק-510/מק-610. כן נרכשו גבישים וסוללות.

מכשיר הקשר שנרכש בכמויות הגדולות ביותר (850 יחידות) היה מק-21, ששימש במלחמת העצמאות כמכשיר קשר מחלקתי, לקשר בין הפלוגה למחלקות.

הצעת תקן ציוד לגדוד וחטיבה של שירות הקשר מ-7 במאי 1948,⁵ הוצע תקן של:

- 38 מכשירי קשר מק-21 לכל גדוד חיל רגלים: 4 לכל פלוגה רובאית, 12 לפלוגות מרגמות, 5 למחלקת מכונות יריה, 5 רזרבה;
- 38 מכשירי קשר מק-21 לכל מחלקת קשר בחטיבת חיל רגלים, להחלפה לגדודים וכרזרבה חטיבתית;
- 35 מכשירי מק-21 לבית הספר הארצי לקשר.

כדוגמה לשימוש מבצעי במק-21 מוצג מרשם הקשר של מבצע 'יקב' באוקטובר 1948, בו גדוד 62 (גדוד בית חורון) מחטיבת עציוני בפיקודו של מאיר זורע (לימים אלוף בצה"ל – ראש אג"ם ואלוף פיקוד צפון) כבש את 'הר התעלה' (הר גילה), להרחבת פרוזדור ירושלים ולדחיקת הכוחות המצריים.



מרשם קשר גדוד חיל רגלים, מאי 1948

מקור: גבי שריג, מקראות קשר, מקראה שנייה: הקשר בטרם מדינה, עמוד 15.

⁴ המוסד לעלייה ב' מילא תפקיד מרכזי בהברחת ספינות נשק לארץ. ליגדעונים, אנשי שירות הקשר של 'ההגנה', היה תפקיד חשוב בפעילות זו.
⁵ ארכיון צה"ל ומערכת הביטחון 121/1950-179.



**קשרים עם מק-
21, ינואר 1948**

באדיבות אליהו
גולדנברג וארכיון
צה"ל ומערכת
הביטחון, 51227/0

הקשרים נהגו
לשאת את
המכשיר על החזה,
ואת המצבר
החיצוני על הגב.



**קורס קשרים,
חטיבת גולני,
1948**

באדיבות מוטי
כנרי ואתר
פיקוויקי, 6392

שני הקשרים
בשורה האחורית
משמאל – עם מק-
21



**לוחמים במסדר,
1948**

שני הקשרים
בשורה
הראשונה
מימין – עם
מק-21



**אימון ירי
מרגמה, רמת
רחל, 1948**

הקשר משמאל
עומד עם מק-21
על גבו

אוסף יוסף
קוריאל ומלכה
לבית מזרחי, יד
בן צבי,
YBZ.0525.233



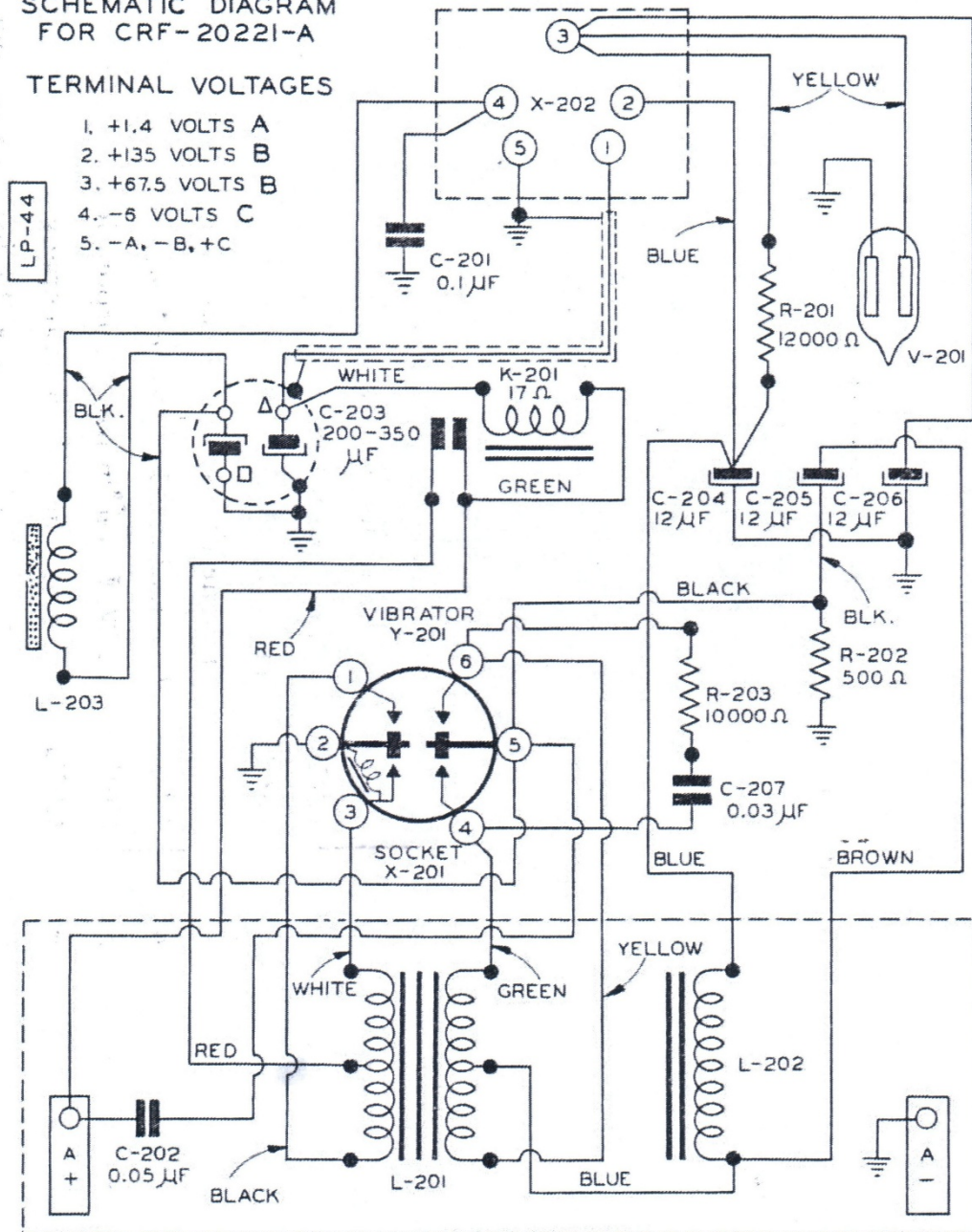
**קשרית בקרב
בנגב, עם מק-21**

מהסרט יגבעה
24 אינה עונה,
במאי: ת'ורולד
דיקנסון. הפקה:
מרגוט קלאוזנר,
אולפני הרצליה,
1955

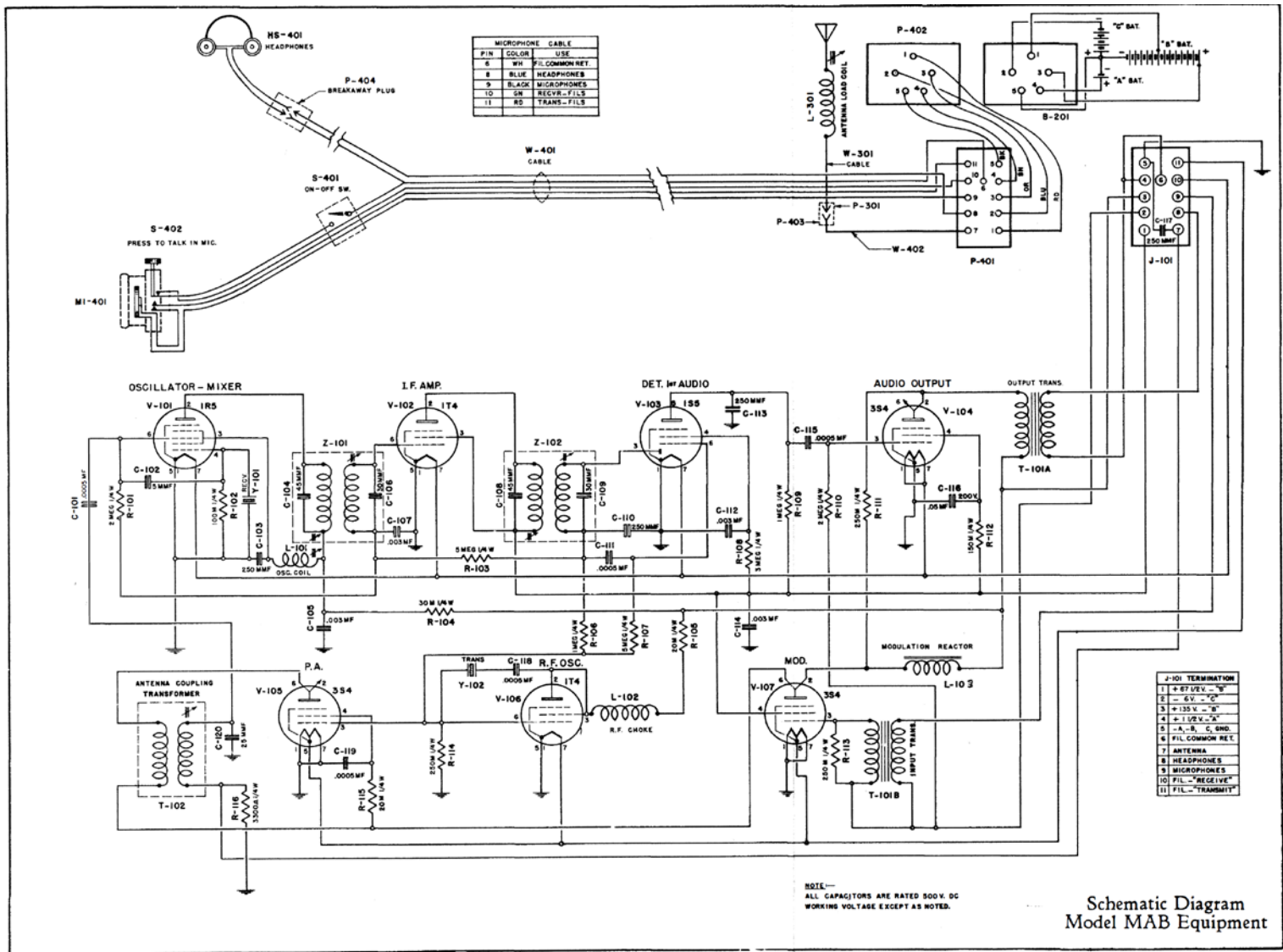
SCHEMATIC DIAGRAM
FOR CRF-20221-A

TERMINAL VOLTAGES

1. +1.4 VOLTS A
2. +135 VOLTS B
3. +67.5 VOLTS B
4. -6 VOLTS C
5. -A, -B, +C

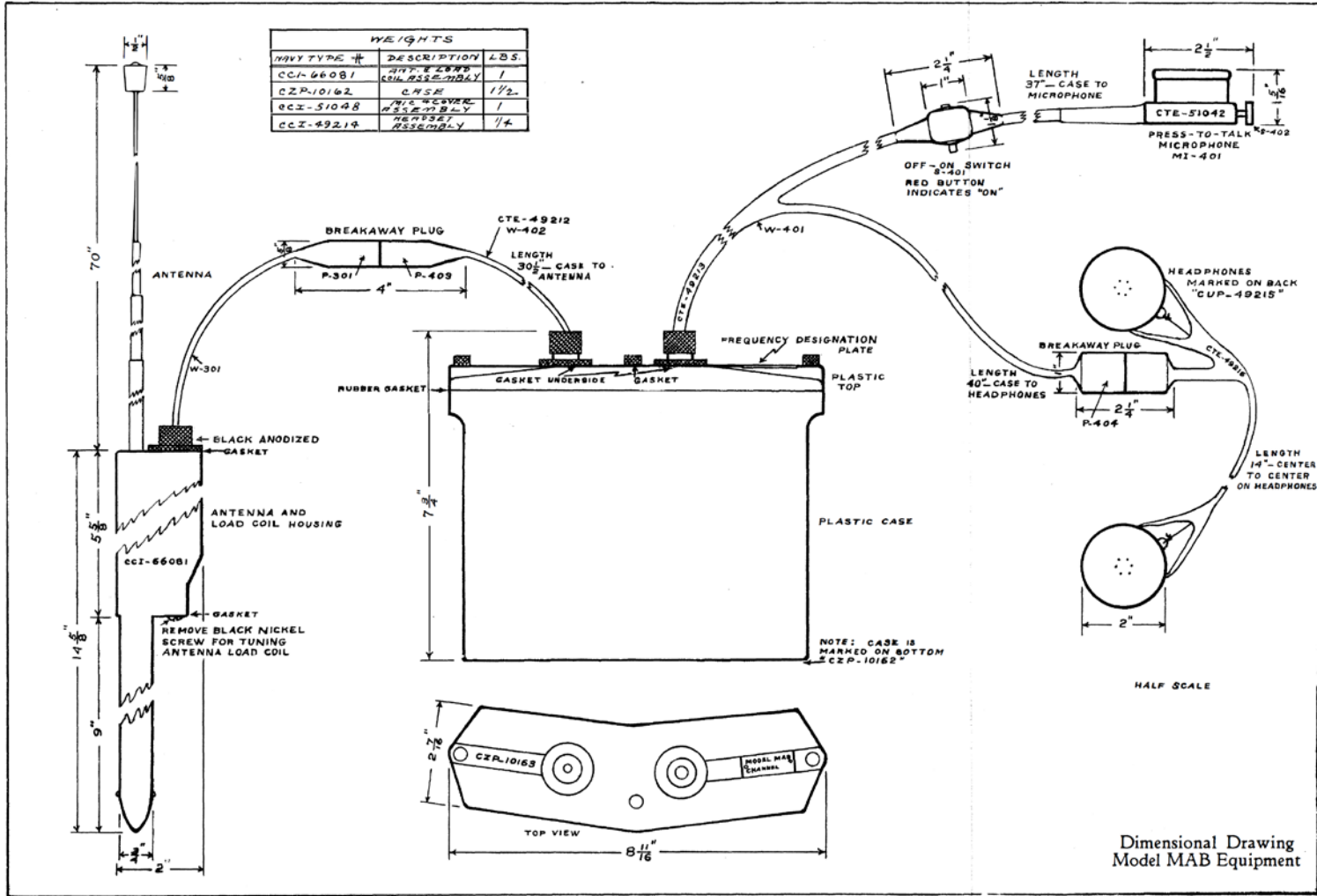


מרשם חשמלי - ספק כח עם רטט סינכרוני, לפעולה עם סוללה או מצבר זעיר 6 וולט
נורת הניאון V-201 משמשת כמייצב מתח



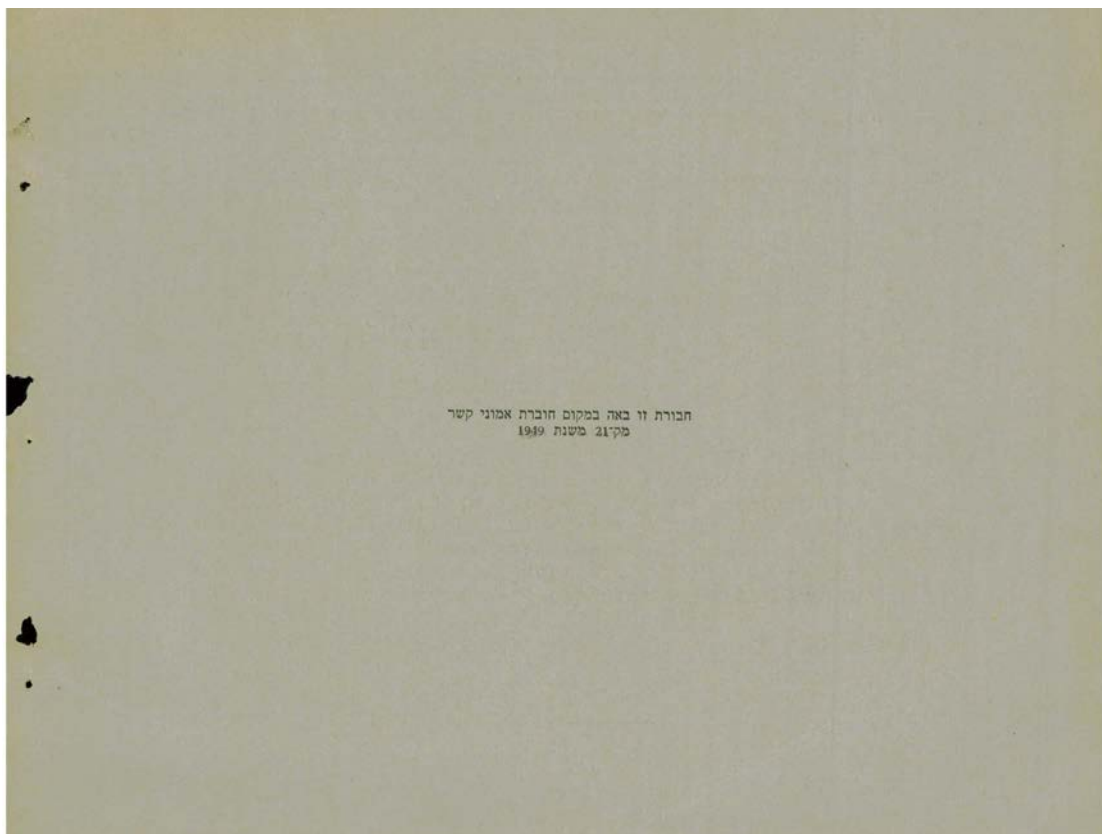
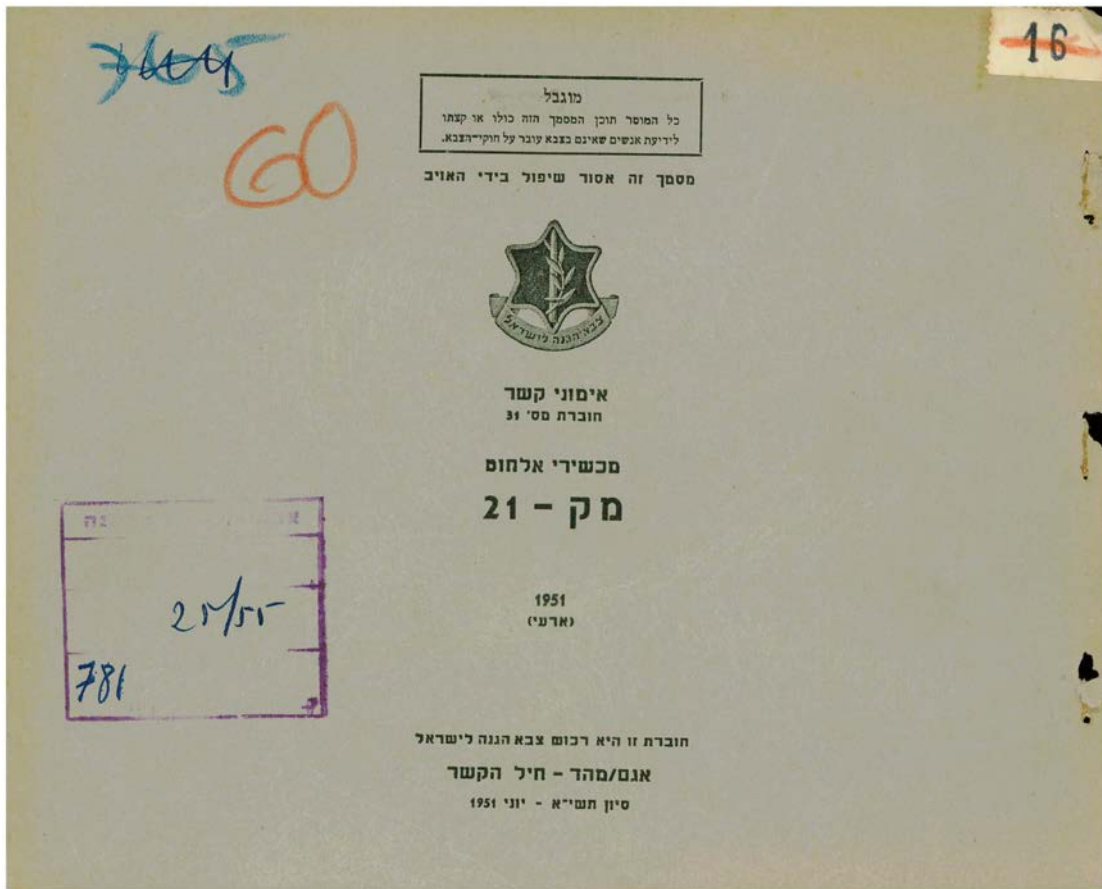
Schematic Diagram
Model MAB Equipment

מק-21
מרשם השמולי



מק-21
מבנה ומידות

נספח – חוברת הדרכה למק-21, 1951



השמד חומר נטוש באיזור קרב

במקרה שצריכים לסנוע תפיסת הציוד הזה בידי האויב וכסתקבל פקודה לכך:-

השמד אותו עד כדי כך ששום חלק לא ינוצל או יוכר על ידי האויב. שרוף את כל הנירות והחומר הנוגעים למכשיר.

השמד בעזרת:

1. חומר גפי
2. פטיש, גזון או כל כלי אחר אשר תשיג ידך
3. שריפה בבנזין, נפט, ניר או עץ
4. יריות סכלי נשק שונים.

השקיע את כל השרידים או חלקים בנהרות או כל מים עמוקים אחרים.

תהליך ההשמדה:

1. טשטש כל ציוד השמד טבלאות סמון טובלאות טעגלים.
2. נתץ את כל הלוחות, יציקות, סתגים ווסתים.
3. השמד את כל הבקרים, סנתקים, מודרים וחבורים.
4. הלוש את כל חוטי החבור, הרוס את צנורות הבנזין, השמן וקרור המים ביחידות כוח ומחוללים.
5. נתץ כל חלק חשמלי או מכני, סתובב, נע או קבוע.
6. שבור את כל כלי התפעול כמפתחות, אזניות, מיקרוטונים וכו'.
7. השמד את כל אמצעי הנשיאה מכל הסוגים, ארזים, רצועות סיכלים וכו'.

ה ש מ ד ה כ ל

תיכון הענינים

	<u>פרק 1 תאור כללי</u>
<u>דג</u>	
4	1.1 כללי
4	1.2 חלקי המכשיר
	<u>פרק 2 תאור החלקים</u>
5	2.1.1 מקלטן מסדר
6	2.1.2 סקור הכוח
6	2.1.3 תיבת הבקליט והמכסה
7	2.1.4 האנטנה
7	2.1.5 מיקרופון, אזניה וחבורים
	<u>פרק 3 התקנה והפעלה</u>
8	3.1 התקנה
9	3.2 הפעלה
10	3.4 תקונים
	ציון הערוצים ותכפי הגבישים של המסדר והמקלט 11

פרק 1 תאור כללי

1.1 כללי

מק-21 הוא מקלט/מסדר נייד המיועד לקטר א/ר בטוחים קצרים. מטמטיים
 זו ביחידות נבחרים, סוצבי חוץ, לסיורים או לפעולות אחרות הדורשות
 גמישות וקלות מיוחדת בתנועה.
 המכשיר עשוי יחד עם סקור הכוח, הדרוש להפעלתו, מוכנסים לתוך תיבה
 אטומה בפני מים; העשויה מחומר פלסטי. אפשר לשאת את המכשיר בכסה
 צרורה; כתרסיל צד, על החזה או על הגב. תיבה זו מוכנסת לתוך תיק
 בד בעל רצועות הסתאמות לנשיאה.
 המכשיר מק-21 מאפשר עבודה בתדירות אחת, המכוונת בעזרת גביס, בתוך
 תחום התדירויות בין 2,3 עד 4,5 מגהרץ.
 הספק המכשיר בערך 2,0 ווט והסחה שלו מגיעה ל 1,5 קילוסטרים. סוח
 זה יגדל במקצת כשמקטרים בין קטומות נטאים או מתחנות קרקע
 לטטטים.

1.2 חלקי המכשיר

המכשיר מק-21 מורכב מהחלקים הבאים.

- א. מקלט/מסדר
- ב. סקור הכוח (יחידת כוח או סוללה יבשה).
- ג. אנטנה מתכוונת עם סליל העמסה.
- ד. תיבת בקליט.
- ה. כססה התיבה
- ו. מיקרופון
- ז. אזניות.

סקל המכשיר מוכן לפעולה, כולל את סקור הכוח הוא כ 5 קילוגרמים.

פרק 2 תאור החלקים

2.1 המכשיר מק-21 מורכב ממקלט/מסדר וסקור הכוח המוכנסים בתוך תיבת
 בקליט, אנטנה שוט מתכוונת, מיקרופון פחם ואזניות מיוחדות אשר
 אפשר להבטן מתחת לכובע.

2.1.1 מקלט/מסדר

המקלט/מסדר מורכבים על גבי בסיס אחד. בצד העליון של הבסיס
 הזה נמצא סקע, בעזרתו מתחבר המכשיר לאנטנה, למיקרופון
 ולאזניות, ודרכו הוא מקבל מסקור הכוח את המתחים השונים
 הדרושים להפעלתו. החלפת גביס או ספופרת אפשר לבצע רק אחרי
 ספוריזים כססה מגן אשר סומר על כל החלקים העדינים של המכשיר,
 חורים בכססה זה מאפשרים את הגישה לכל בקרי הכוון מבלי להורידו.

2.1.2 מסור הכוח

שני סקורות כוח שונים יכולים לספק למכשיר מק-21 את המתחים
 הדרושים להפעלתו.

- א. יחידת כוח
- ב. סוללה יבשה

2.1.2.1 יחידת הכוח

יחידת כוח זאת מורכבת מסבבר בעל שני וולט ויחידת רטיטה.
 שהינם מוחזקים יחד כיחידה אחת בעזרת מלחצים מיוחדים.
 מלחצים אלה שומרים גם על המגע החשמלי הטוב בין שני החלקים
 האלה.

סקום היחידה הזאת כתא הסיועד לו בתיבת הבקליט. יתרון יחידת הכוח הוא בזה שאפשר לטעונה מחדש אחרי שהתרוקנה. סקע בקצה העליון של היחידה מחבר אותה דרך אמכסה לטכסיר.

2.1.2.2 הסוללה היבשה.

מטמטטים בסוללה היבשה כטאין יחידת כוח. היא מספקת את כל המתחים הדרושים ומקומה כתא יחידת הכוח אשר בתיבת הבקליט. סוללה זאת מאפשרת עבודה רצופה למסך עשר שעות בערך. בקצה העליון של הסוללה היבשה נמצא סקע שמחבר אותה דרך המכסה לטכסיר.

הערה.

כטאין להטיג סוללה מקורית (אמריקאית) מטמטטים בסוללה מתוצרת הארץ. לזאת שני חלקים שמחברים בחוט גטיס. החלק הקטן נכנס לתא יחידת הכוח בתיבת הבקליט והחלק השני מתורק לצד החיצוני של המכסיר.

2.1.3 תיבת הבקליט והמכסה

לתיבה זאת שני תאים. לאחד נכנסת יחידת הכוח או הסוללה היבשה ולחלק השני המקלט/מטרר. מכסה המכסיר מחוץ לתיבה בשלושה כרבים. חוט חבור האנטנה, חוט המיקרופון והאזניה מתחברים למכסה הזה ומקום חבורם מכוסה גומי הסופר בפני חדירת רטיבות לפני המכסיר. טבלה המסמלת את הערוץ, בו עובד המכסיר, מחובר לצד החיצוני של אותו מכסה.

2.1.4 האנטנה.

האנטנה מורכבת משבעה חלקים המתכווצים אחד לתוך השני ונכנסים לתוך גליל בקליט. את החלקים צריכים לסלוף אחד מתוך השני לכל ארכם לפני שיקבעו ותיוצר אנטנה סוצנת. האנטנה היא בלתי חדירה למים בשני מצביה (המכווץ והסוצנ). פקק גומי מחובר לקצה העליון של האנטנה סוגר את גליל הבקליט כשהאנטנה סכווצת. כל האנטנה צבועה בצבע ירקרק שאינו מבריק, גליל הבקליט מורחב בחלקו העליון ובתוך סקום לסליל העמסה. בקצה התחתון של החלק הרחב הזה ישנו בורג בעזרתו אפשר לכרוך את האנטנה לכל תדירות בתחום התדירויות של המכסיר. בורג זה נמצא בתוך סקע המכוסה אף הוא בבורג. מהקצה העליון של החלק הרחב יוצא חוט המחבר את האנטנה אל המכסיר.

2.1.5 מל סרופון אנזיה ומחברים.

שני מחברים מתחברים למכסה התיבה. אחד מחבר את האנטנה למכסיר והשני מסתעף לשני מחברים את האזניה ואת המיקרופון. בתוך המחבר המחבר את המיקרופון נמצא סתג "הפעל/הפסק". לסתג זה שתי דיסקיות, אחת מכל צד בצבעים כחול ואדום. לחצן עובר את המחבר ואת הדיסקיות האלה ובוטל באחד הצדדים. כשלוחצים את הלחצן הזה פנימה בצד הדיסקית האדומה, מופעל המכסיר. לחיצת הלחצן פנימה בצד הדיסקית הכחולה מפסיקה את פעולת המכסיר. לשני המחברים המחברים את האזניה ואת האנטנה ישנם "קעי בתוך" אותם מנתקים כשלא מטמטטים במכסיר. המיקרופון הוא מיקרופון פחם רבו לחצן "קלוט/סדר". לחיצה באותו לחצן מעבירה את המכסיר לסדר. האזניה קלה מאוד וצורתה הדקה מאפשרת את הביטחן סתחת לכובע.

פרק 3 התקנה והפעלה

3.1 התקנה.

- א. העבר את לחצן המג "הפעל/הפסק" למצב "הפסק". (לחץ את הלחצן פנימה בצד הדיסקית הכחולה).
- ב. פתח את שלושת הכרטיים ספחזקים את המכסה לתיבה.
- ג. הרם את המכסה בזהירות. (סלוף אותו סתוך סקע המכסיר).
- ד. הכנס את יחידת הכוח או את הסוללה היבשה לתא הסיועד להן.
- ה. התאם את המכסה לתיבה וסיים לב סנני התקעים רבי המבעים במכסה יתאימו לסקעים במכסיר וביחידת הכוח או בסוללה היבשה.
- ו. סגור את שלושת הכרטיים.
- ז. הכנס את המכסיר לתוך תיך הנד וסגור את התיך כשהמכסיר מסתלטים סתוכו.
- ח. הצב את האנטנה
- ט. חבר את תקע סחבר האנטנה לסקע החוט היוצא מהאנטנה.
- י. חבר את תקע סחבר האזניה לסקע האזניה.

3.2 הפעלה.

3.2.1 קליטה.

- א. לבט את המכסיר על הגב, על החזה או כתרסיל צר.
- ב. חבט את האזניה.
- ג. העבר את המג "הפעל" (לחיצת הלחצן פנימה בצד הדיסקית האדומה).
- ד. כעבור כמה שניות ישמע רחש באזניה.
- ה. הנך קולט.

3.2.2 שדור.

- א. לחץ על לחצן המיקרופון "קלוט/סדר".
 - ב. נסוף לתוך המיקרופון. הנשיפה תסמע באזניה.
 - ג. רצו לתוך המיקרופון.
 - ד. הנך סדר.
- לעבור שנית סדור לקליטה, הרפה מלחצן המיקרופון.

3.3 אם שנים או יותר מכשירי קס-21 צריכים לעבוד ברשת אחת, רצוי לבדוק אותם אם הם עובדים התדירות שיה. בודקים זאת על ידי הפעלת כל המקלטים של אותם המכשירים העתידים לעבוד ברשת אחת. כמעבירים את אחד המכשירים האלה לסדור, יפסק הרחש הנסמך לפני זה ככל האזניות. אם בין המכשירים האלה מכשיר אחד או כמה אחר בהם הרחש אינו פוסק, מסן הוא שהם אינם פועלים באותה התדירות בה פועל המכשיר המסדר.

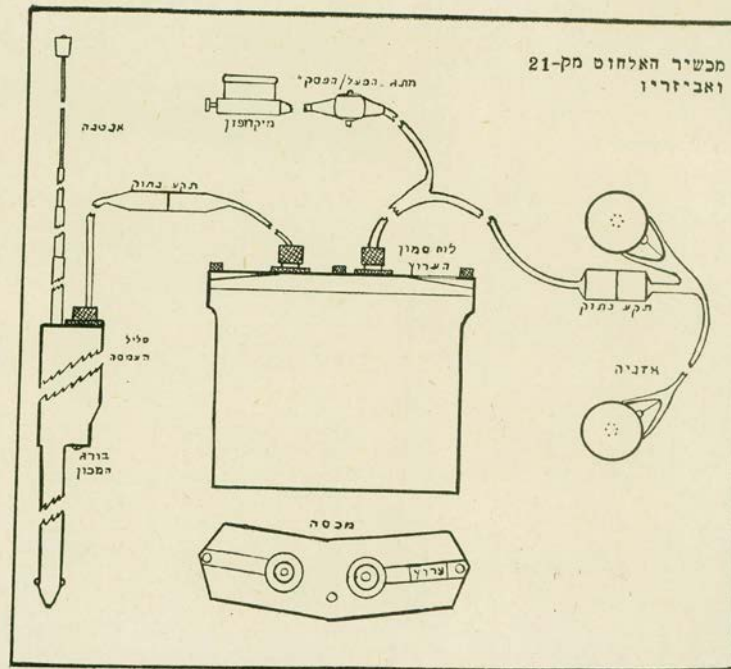
3.4 תקונים.

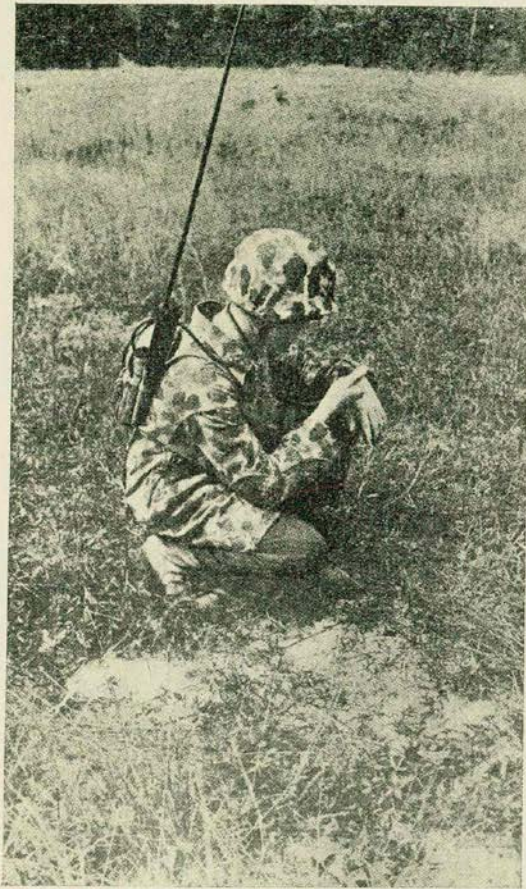
כשהמכשיר אינו פועל, אפשר למצוא את הסיבה לרוב בסוללה החלשה. אם החלפת את הסוללה והמכשיר עדין אינו פועל, מסור אותו למעבדה או לטכנאי יחידתך בצרוף פתק המכיל פרטים על אופי הקלקול.

אל תנסה לתקן את המכשיר בעצמך.

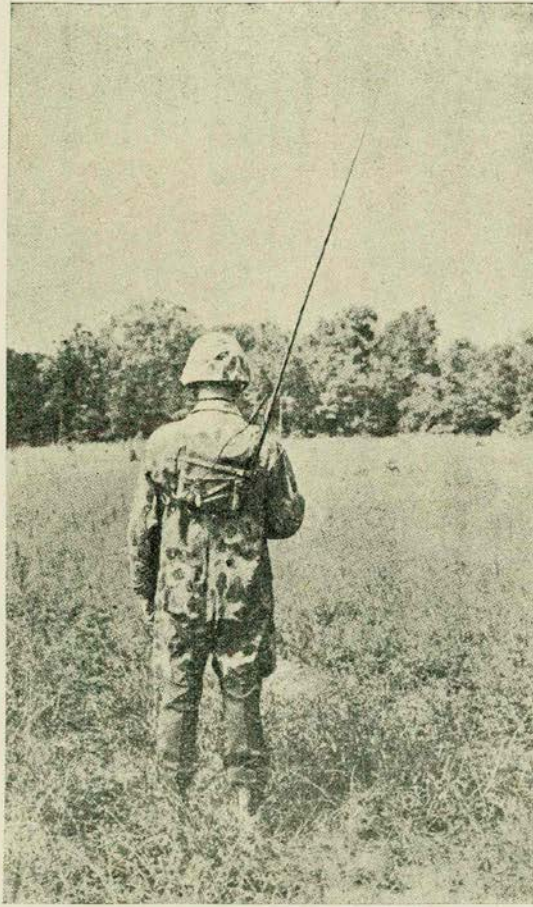
ציון הערוצים ותכפוש הגבישים של המשדר והמקלט.

ציון הערוץ	תיכף הגביש במסדר בסילוהרץ	תיכף הגביש במקלט בסילוהרץ
A	2436	2891
B	2772	3227
C	2304	2759
D	3035	3490
E	3155	3610
F	3585	4040
G	3725	4180
H	3865	4320
J	3995	4460
K	4105	4560
L	4435	4890
M	2356	2811
N	2506	2961
O	2554	3009
P	2604	3059
R	2656	3111
S	2744	3199
T	2844	3299
U	2884	3339
V	2952	3407

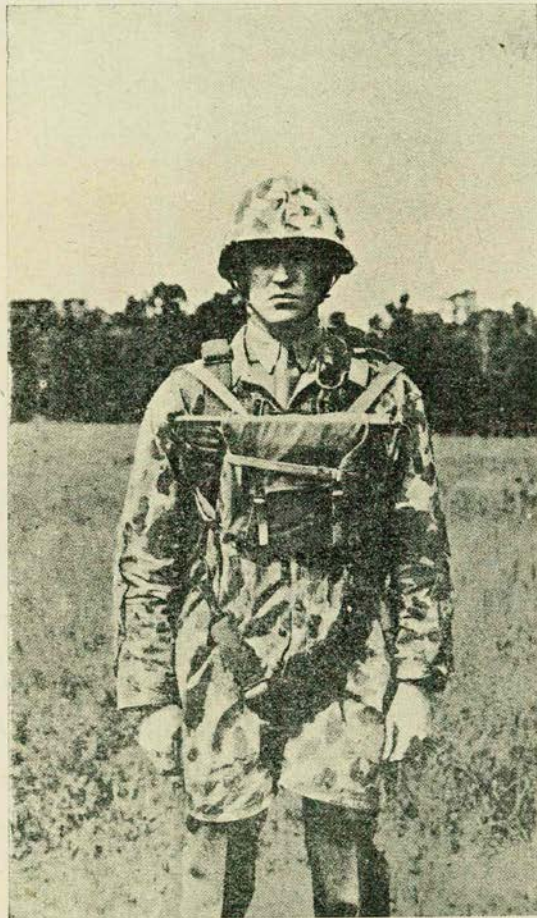




השמוש הטקטי במס-21.



מצב המק-21 בשעה הפעלה
על נב הקשר.



נשיאח המק-21 על ידי צנחן
לפני ובשעה הצניחה.