

"קורמורן"

מערכת לוחמה אלקטרונית לדיכוי ושיבוש סוללות טילי קרקע-אוויר
סוביטיות

יורם ולפיש¹

כתבה 46 בסדרת כתבות על היסטוריית רפא"ל בעריכת ד"ר ראובן אשל²

שלבי לידת הצורך

התקופה בה עוסקת הכתבה הינה המעבר ממלחמת ההתשה למלחמת יום כיפור, שנפרסת על השנים 1970-1973. בתקופה זו חיל האוויר מתאמן בהשמדת סוללות טילי קרקע-אוויר (טק"א) סוביטיות שפזורות לאורך הגבול הדרום-מערבי של ישראל עם מצרים והגבול הצפון-מזרחי שלה עם סוריה. מדובר במערכים צפופים מאוד, קשים לחדירה, בהם הכמות יצרה איכות. בדרום מוקמו למעלה ממאה סוללות, ובצפון למעלה מששים. התפישה המבצעית באותה תקופה הייתה כי ההתמודדות בלחימה עם סוללות הטק"א היא בשלב ראשון נטרול הסוללות, ולאחר מכן חדירה לשטח האויב.

אחד מלקחי המלחמה היה, להילחם בנוכחות (ע"י דיכוי), ולא דווקא השמדה.

פרויקטי הדגל ברפא"ל באותה תקופה היו - "גביע" מערכת אלינט לזיהוי נקודות ציון (נ.צ.) סוללות טק"א ו"אנדרטה" מערכת הגנה עצמית מנוהלת הספק אשר התבססה על פוד אמריקאי שפותח לטובת מלחמת וייטנאם, כפרויקט תגובה מהירה (Quick Reaction Capability - QRC).

באותה תקופה נבנו ברפא"ל תשתיות לפיתוח טכניקות ומערכות לוחמה אלקטרונית (ל"א). הקטר היה פרויקט "אנדרטה" - מערכת להגנה עצמית מנוהלת הספק. התשתיות הארגונית הפכו לימים לשטח סמל"א- תשתית לאומית של סימולצית מערכות לוחמה אלקטרונית לכלל התעשיות.

¹ ראש הפרויקט

² ראש ענף היסטוריה של רפאל (בדימוס)

במקביל התפתחו התחומים הטכנולוגיים, שהתרכזו בפיתוח מכלולים במיקרו-גלים, ומערכי אנטנות. הקטר היה פרויקט "גביע" - מערכת אינטרפרומטית מבוססת על מדידות פאזה, ולא זמן הגעה (Time Of Arrival - TOA)

סקרנו בצורה תמציתית את היכולות ברפא"ל ערב כניסה למלחמת יום כיפור, על מנת להבין את הכלים, התשתיות והתפיסה המבצעית שהייתה מקובלת באותו זמן: האיומים שטיפלנו בהם במלחמת ההתשה היו סוללות SA-2, SA-3 ו-SA-8. כולן סוללות מבוססות מכ"ם: מכ"ם חיפוש, מכ"ם עקיבה, וראשי ביות מכ"מי.

מפקד חיל אוויר באותה תקופה, האלוף בני פלד ז"ל, גרס כי פצצה של 500 ק"ג פותרת כל בעיה. כל תחום הל"א לא נתפס בעיני צה"ל כתחום מקצועי באותו הזמן³. טייסים האמינו רק באמצעים שניתן לחוש ולראות, ולא לסמוך על נסתרות האלקטרוניקה.

בתחילת מלחמת יום כיפור ציפתה לח"א ההפתעה בדמות סוללות הטק"א מבוססי טיל שלא הוכר קודם לכן: סוללות SA-6 ניידות עם טילים מאוד יעילים אשר הסבו נזק כבד לח"א במהלך המלחמה כאשר עשרות רבות של מטוסים נפגעו והופלו. הצורך המבצעי היה ברור - פענוח האיום, ומציאת פתרון שיאפשר למטוסי ח"א לטוס בבטחה.

ניתן להשוות במידה מסוימת את התקופה והאתגר, לפיתוחי האמריקאים במלחמת וייטנאם, בתוכניות QRC, כמענה ל-SA-2, SA-3.

בביקור בחברת וסטינגהאוס בארה"ב למדנו את פודי הל"א שפותחו במסגרת QRC, מיד תקפנו את ראש הפרוקט על התכן, התשובה שנתן, שהפיתוח של כל הפוד נמשך רק חודשים, והוא לא חושב שבזמן הנתון היה ניתן לעשות טוב יותר.

השיקולים לייצוב הפתרון

נדלג על כל תהליך פענוח השלל שנעשה ברפא"ל בתחילת הלחימה, במסגרת רפא"ל (סמל"א ואחרים), בסיוע טובי המדענים בפקולטה להנדסת חשמל בטכניון - הפרפסורים משה זכאי בתחום מכ"ם, ישראל דוד בתחום

³ מי שכן הכיר בחשיבות הל"א היה דווקא איש לא טכני - שר הביטחון דאז, משה דיין ז"ל, כי למד מהאמריקאים את לקחי מלחמת וייטנאם.

תקשורת ופרופסור סיוון בתחום בקרה. שני הראשונים עברו לטכניון מרפא"ל בסוף שנות הששים ולכן הייתה להם הכרה עמוקה עם אנשיה והשפעה מכרעת בפתרון.

משך תקופת הפענוח הבסיסי הייתה פחות משבועיים, כאשר העקרונות פוענחו תוך מספר ימים - זמן שיא! העמקת הפיענוח והרצת מודל וניסויים לאימות, נמשכו בהמשך מספר שבועות.

המשימה החשובה ביותר של צוות הפיענוח הייתה, מציאת טכניקת ל"א, שתשבש את מעוף הטיל. הידע של המדענים שעסקו בפיענוח כלל כאמור הבנה מעמיקה בתחום המכ"ם, בתחום התקשורת וכן מומחה הטילים, ד"ר משה (מויה) אפשטיין. בראיה לאחור השילוב היה קריטי בפענוח טיל שלא הכרנו מאחר והטיל שילב טכניקות מכ"ם ותקשורת במערכת אחת. לאחר הבנת נקודות התורפה, נשאלה השאלה מה הדרך לייצוב הפתרון, שרצוי שיהיה בה שימוש בזמן המלחמה, מלבד תמרוני התחמקות מטוסינו ששימשו את חיל האוויר בשלב א'?

לאחר הבנת נקודות התורפה, שאפנו לטכניקה שתבצע הטעיה זוויתית. הטעיה מסוג כזה, כך חשבנו, תבטיח החטאה וכך מטוסינו לא יפגעו. מערכות ל"א, ניתן להתקין על שני סוגי פלטפורמות:

הסוג הראשון מטוסי קרב, שחודרים לשדה הקרב לביצוע לחימה אלו מערכות להגנה עצמית, שמצריכות מערכת לכל מטוס תוקף. הטכניקות שניתן לממש במערכות אלו נוגעות יותר בהטעיות טווח, וקשה לבצע בהן טכניקות להטעיה זוויתית.

הסוג השני של הפלטפורמות, הינו מטוסים או מסוקים שטסים מחוץ לאזור מוכה הטילים (אמ"ט). היתרון של פתרון זה הוא האפשרות לבצע טכניקות להטעיית זווית, כך שהטיל לא יטוס לכיוון מטוסינו, וכן, שכמות הפלטפורמות הנדרשות באוויר להגנת גזרת פעילות, קטן יחסית, ומגן על כל סוגי מטוסי התקיפה. הפלטפורמה שנבחרה הינה מסוק תובלה מסוג "יסעור", (איור 1) שמסוגל לטוס גבוה, ועליו ניתן להתקין מערכות גדולות, שמיועדים לטוס לאורך הגבול מחוץ לאמ"ט (יתרון למבנה הגאוגרפי של מדינת ישראל)



איור 1 : מסוק "יסעור" (סיקורסקי CH-3), שבתוכו הותקנו מכלולי "קומורן" ובצדדיו אנטנות המערכת

יתרונות הפתרון

לאחר שנבחר כפלטפורמה מסוק כבד , עם יכולת התקנת ציוד כבד במדפי המסוק (בדומה ל- "כתפים"), הותקנו אנטנות על דלתות בצדי המסוק וקישור למקור הספק מגנרטור פנימי מתאים בו.

הפתרון מבוסס על משיב אוטומטי , הקולט בצורה עצמאית מדויקת ביותר את האות המנחה את הטיל . אחרי הקליטה בצורה ספרתית מתורגם האות , לאות השידור שתפקידו להטעות את הטיל , ולהבטיח שלא יפגע במטרה .

את האות המשודר העברנו דרך מערכת הגברה, אשר תבטיח רמת הספק גבוהה בקליטה בראש הטיל. לטובת הקליטה , ושחזור האות המשודר , השתמשנו בציוד מעבדתי , שהיה מצוי במעבדות התקשורת, בעוד המשדר שבו השתמשנו, התבסס על יחידה שפותחה למטרות אחרות - משדר מבוסס שפופרות TWT בקירור אוויר מאולץ .

שלבי הפיתוח - עד לכשירות מבצעית

בתוך שלושה שבועות פותחו שתי מערכות מבצעיות לכיסוי כל גזרה, שנקלטו בחיל אוויר לפעילות מבצעית כשבועיים לפני תום המלחמה. המערכת פותחה וזוודה במסדים תעופתיים תקינים שהותקנו על גבי בולמי זעזועים בבטן המסוק. היחידות שפותחו כללו ממשק בין היחידות השונות, ואלגוריתמי לחימה וכן כל מה שנדרש מהמפעיל על מנת לוודא שכל היחידות מופעלות ומקבלות מענה מלא לצרכיהם. ראה איור 2, באדיבות **אברהם אילן (זילבר)**.



איור 2: אחד ממכלולי "קומורן" שהותקנו במסוק (צילום מתוך סרט) מימין יורם ולפיש ומשמאל שלמה אייכלר

אנקדוטות מאותם ימים: בתחילת המלחמה היה גיוס המוני, ומי שלא גויס הגיע לעבודה ברפא"ל. עברנו בצריפים ואספנו אנשים פנויים ממשימות חרום. כך בנינו קבוצות עבודה. אחרי המלחמה התעורר בדיעבד הפולמוס למי אנשים אלו שייכים לאחר שעברו גיבוש ופיתוח מיומנות בפיתוח מערכת ל"א.

כמו כן צריך היה לבנות מחסנים לחומרים לפיתוח, למדנו שמוקדם בבוקר מגיעים צריפים על משאיות גרר לרפא"ל, ורק צריך לכוון אותם היכן להציב את הצריפים. אחרי המלחמה ניטשו גם ויכוחים על הרכוש הזה.

בניסוי המוטס הראשון, המערכת עלתה לאוויר ולא פעלה, הסתבר שנרכשו ברפא"ל מחברי-כוח במכרז, המחיר ניצח, והמחברים שקיבלנו היו פגומים

זדרשנו אחרים. פעילות הל"א התבצעה כ"משיב חכם" ללא התערבות יד אדם.

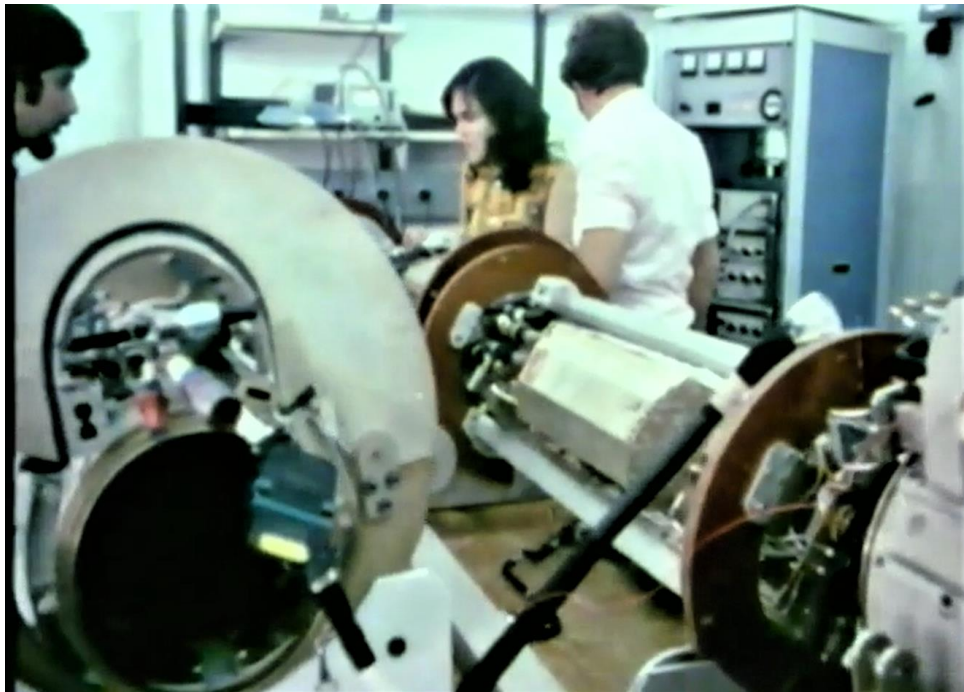
המערכת עברה ניסויים חיים ברפא"ל, כאשר על הקרקע היה ראש ביות חי, ומערכת "קורמורן" בצעה הטעיה תוך טיסה באוויר. בניסויים השתתפו מפקד חיל אוויר ואנשי מבצעים. מצד רפא"ל השתתפו מנכ"ל רפא"ל - ד"ר **זאב בונן** וראש חטיבת אלקטרוניקה - ד"ר **יואל צפיר**. בצד השיווקי טיפל נוח שחר שגם תיעד את כל האירוע בסרט בשם הוד "נתיב".

בסיום הסרט שילב נוח קטוע משידורי הרדיו "הייתה תקיפה וכל כוחותינו חזרו בשלום" על רקע "את המנגינה הזאת אי אפשר להפסיק". חיל אוויר חזר לשלוט באוויר והאויב לא הצליח יותר ליירט את מטוסינו.

נושאים אחרים שנהנו מפירות הפיתוח

בהמשך חיל אוויר למד איך נלחמים בטיל שלא הכרנו: תפיסת הלחימה עברה להיות מלחמה בנוכחות, ע"י דיכוי הסוללות ולא דווקא השמדתם.

הטכניקה שולבה במערכת "סרפד כדורי" וזווד בפוד על מטוס מלווה, שנתן הגנה גם בגבהים מעל יכולת מסוקי "יסעור". ראה איורים 3, 4, באדיבות אברהם אילן (זילבר).



איור 3: מכלולי קורמורן" בתצורת "סרפד כדורי" לפני הכללתם במיכל מוטס (צילום תוך סרט)
מימין לשמאל נראים: שבתאי גלברט, נילי לבנה ז"ל ואבנר אפרת



איור 4: המיכל המוטס AQL-119 בו זוויד "סרפד כדורי"