

שלבי ההקמה של מפעל

התקני מצב מוצק

המ"ם

# שילבי ההקמה של מפעל התקני מצב מוצק (המ"ם)

כתב דן סיני עם סיכום מאת גיורא שלגי

כתבה 35 בסדרת כתבות על תולדות רפאל בעריכת ד"ר ראובן אשל

## מבוא

בתחילת שנת 1980 הוקמה ברפאל מחלקת המ"ם (התקני מצב מוצק), שייעודה לפתח ולייצר רכיבים מיוחדים בטכנולוגיות מוליכים-למחצה. הקמת פעילות מסוג זה הייתה חריגה בנוף רפאל, שהנה בית מערכות. קשיי רכישה מצד אחד וצורך לקשר הדוק בין מפתחי הרכיבים לאנשי המערכות מצד שני, הכתיבו את הצורך בהקמת הפעילות. פעילות כזו, המחייבת מומחיות במגוון מקצועות ותשתית ייחודית, הביאה לגישה מקורית בבניין היכולת. המקוריות, מקצועיות העובדים והקשר עם מפתחי המערכות הביאו להצלחה ברורה של המחלקה. עם הזמן הפכה המחלקה לשטח ובהמשך חברה משותפת עם קונצרן אלביט (לפני כן עם תדיראן ואחריה עם אלאופ שנקנתה ע"י אלביט-מערכות). החברה נקראת כיום באנגלית (Semi-Conductor SCD Devices) והיא ממוקמת במכון לשם של רפאל.

הכתבה הנוכחית מתארת את ראשית הדרך הארוכה שעשתה המ"ם למן הגדרת הצורך בתחילת שנות השבעים ועד להתבססותה כחברה מובילה ויחידה בארץ בשנת 1989. החברה, המהווה דוגמה לפעילות טכנולוגית ברמה גבוהה ולשיתוף פעולה מוצלח בין חברות מובילות בתעשייה הביטחונית, הפכה למוקד ידע ארצי בתחום התמחותה ולאחת מהמתקדמות בעולם בטכנולוגיות גלאים.

## שלב הנביטה

בשנת 1969 הסתיים פיתוח טיל אוויר- אוויר שפריר<sup>1</sup>. הסיום המוצלח של הפיתוח, הכנסת הטיל לשירות מבצעי בחיל האוויר וייצורו ברפאל היו בבחינת אבן-דרך חשובה בהתפתחותה של רפאל. ההצלחה נתנה דחיפה לפיתוח פרויקטים מורכבים, עתירי ידע מדעי וטכנולוגיה.

במקביל לכך הוקמה בשנת 1972 מחלקת אלקטרוניקה בראשות דן סיני, במסגרת חטיבת טכנולוגיות. המטרה הייתה לארגן את המחלקה לקליטת טכנולוגיות אלקטרוניות חדשות התואמות את צרכי הפרויקטים שבדרך (מעגלים מודפסים רב-שכבתיים, מעגלים גמישים ומיקרואלקטרוניקה).

גלאי האינפרא-אדום, שנדרשו לדור השלישי של טילי אוויר-אוויר מונחי חום, הוגדרו כרכיבים קריטיים על ידי האמריקנים וחיבו רישיונות יצוא. הללו יצרו איום ממשי על עתיד הפרויקט ופרויקטים דומים בעתיד. כתוצאה מכך זוהה הצורך הקריטי בהקמת יכולת מקומית של פיתוח וייצור גלאים מקוררים לתחום האינפרא-אדום – יעד שלא מעטים העריכו כדמיוני ובלתי ניתן להשגה.

הוקם צוות מקצועי לייצור גלאי עבור פרויקט "פיתון 3"<sup>2</sup>. הצוות שכלל שלושה אנשים<sup>3</sup> למד את תהליך הייצור המבוסס על טכנולוגיות מוליכים-למחצה, אשר פותח במעבדת המיקרואלקטרוניקה בטכניון בראשות פרופ' יצחק קדרון ז"ל<sup>4</sup>. הגלאי עצמו היה מבוסס על

<sup>3</sup> שלושת הראשונים היו: משה יוסט מוביל הצוות, דיויד לינד ואירנה קונורטי.

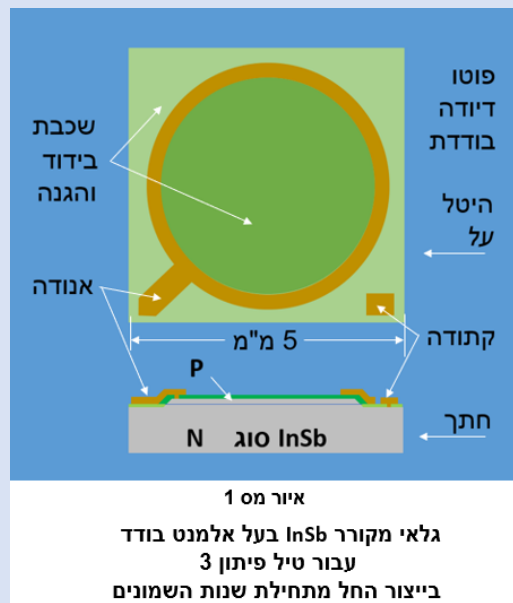
<sup>4</sup> גיורא שלגי, "להיות רואה ובלתי נראה", רפאל שלנו 15, אפריל 2010.

<sup>1</sup> חיים סלעי וד"ר אורי פלד, "תולדות שפריר-2", רפאל שלנו 17, אפריל 2011.

<sup>2</sup> דן רוזן, "פיתון 3", רפאל שלנו 30, מאי 2016.

התקן פוטו-דיודה באינדיום-אנטימוניד (InSb). (ראה איור 1).

טבעי היה שהצוות שהוקם לצורך ייצור הגלאים המקוררים ייקלט, עם חזרתו לרפא"ל, בקבוצת המיקרואלקטרוניקה שבמחלקה. הצוות, שנתמך על ידי יתר עובדי קבוצת המיקרואלקטרוניקה, השתלט במהירות על הטכנולוגיה, וגלאים ראשונים מתוצרת רפא"ל נמסרו לפרויקט "פיתון 3" בשנת 1976. היה זה פתיח לעולם טכנולוגי חדש.



בדיונים שנערכו עם מובילי פרויקטים ברפא"ל הובהר שמלבד אותו גלאי, קיים צורך דחוף ברכיבים מתקדמים נוספים המבוססים על טכנולוגיות מוליכים-למחצה, כגון מטריצות גלאים ורכיבים בטכנולוגיות גליום-ארסניד, שפיתוחם ויצורם יעשה בשיתוף עם מפתחי המערכות. הנושא של טכנולוגיות מוליכים-למחצה לא היה קיים כלל ברפא"ל. זהו פערי ידע טכנולוגי גדולים, לא היה כוח אדם מתאים ולא הייתה תשתית מתאימה (ציוד ומבנה). היה

ברור כי קיים כר פעולה נרחב לסגירת הפערים.

וכך, בעוד הייצור של הגלאים הראשונים ברפא"ל רק מתחיל, מתקבלת החלטה, בתמיכת ראש חטיבת טכנולוגיות דאז, אברהם פורז"ל, על תקיפת הנושא בחזית רחבה. סוכם על גיוס כוח אדם והכשרתו למשימה. לפיתוח וייצור רכיבים בטכנולוגיות מוליכים-למחצה נדרש מגוון רחב של מקצועות: פיזיקה, אלקטרוניקה, כימיה ומכונות. כמו כן נדרשו מהנדסי תחזוקה לציוד מגוון וטכנאים בעלי מיומנות גבוהה. הגיוס וההכשרה נעשו בדרך חריגה בשלושה כיוונים:

- א. גיוס כוח אדם בעל ידע בתחום שיצורף לצוות הקיים;
- ב. גיוס טכנולוגים שיעברו הכשרה במעבדת מיקרואלקטרוניקה בטכניון;
- ג. גיוס מהנדסים שיעברו הכשרה בשטח אלקטרואופטיקה על מנת להכיר את דרישות המשתמשים.

במסגרת זו נקלטו שבעה עובדים<sup>5</sup> ובמקביל סוכם על הקצאת שטח במבנה 2000 שהיה בתהליך הקמה, לצורך הקמת תשתית של חדרים נקיים.

עד מהרה התברר שהיקף הפעילות הנדרשת מחייב תפקיד טכני ניהולי במשרה מלאה שיקים וינהל את הפעילות שכל עיסוקה יהיה ברכיבים מתקדמים המבוססים על התקני מוליכים-למחצה והיא תעשה במסגרת יחידה עצמאית.

<sup>5</sup> ד"ר אילן סמיד, ד"ר יעל נמירובסקי, רפי גושן, נילי מיינצר, ד"ר שמואל צ'רבינסקי, לאה כרמיאל ומאיר ניצני

## שלב הקליטה והתכנון 1979-77

בסוף 1977, עם שובו משנת שבתון, קבל דן סיני את תפקיד "מהנדס מערכת התקנים מתקדמים" ומיד הוחל בהתארגנות להקמת המ"ם, בשלב ראשון במסגרת תחום. המשימה הייתה מורכבת - במונחים של היום מדובר על סטארט-אפ בטכנולוגיות היי-טק. לסטארט-אפ זה נדרש כוח אדם בעל התמחויות מגוונות, הקמת מעבדות מיוחדות ותקציב גבוה, בעיקר למימון התשתית והציוד.

קליטת עובדים נוספים<sup>6</sup> שהצטרפו לצוות הקיים, יצרו למעשה את צוות ההקמה (כתריסר עובדים). הצוות הכין את תכניות ההתארגנות, קליטת כוח אדם נוסף ורכישת הציוד המיוחד הנדרש.

בתמיכת ראובן זלמונס, שהיה ראש שטח אלקטרוניקה בחטיבת טכנולוגיות, נקלט כוח אדם נוסף, נמצא המימון להקמת מעבדה מתקדמת ("המעבדה") בשטח שהוקצה מראש במבנה 2000 והחלה פעילות הפיתוח והייצור של הרכיבים כשהדגש בשלב זה על גלאים וידודות לייזר. אווירת העבודה הייתה סוחפת ויצירתית. עובדים חדשים נקלטו והצטרפו במהירות למאמץ יוצא הדופן.

במקביל הוקם בשנת 1978, על ידי גיורא שלגי, שטח מחקר אלקטרואופטיקה בחטיבת הטילים, שהיה לצרכן ראשי של המחלקה המתהווה. השטח הגדיר את צרכי ההווה והעתיד של הגלאים למיניהם ובכך הכתיב את התוכניות לטווח קצר וארוך.

בשנת 1979, לאור נתוני הצריכה הצפויים, התקבלו מספר החלטות לגבי המשך:

- יש להקים מתקן תעשייתי המתאים לטכנולוגיות מוליכים למחצה

<sup>6</sup> ד"ר צפורה קלהורה, ארתור בראונשטיין ויעקב חסקי.

מתקדמות, כי המעבדה הקיימת אינה עונה עוד על הצרכים מבחינת איכותה וגודלה.

- המחלקה שתקום חייבת לכלול פעילות מו"פ רחבה לתמיכה במוצרים קיימים ופיתוח מוצרים חדשים שיעמדו בחזית הטכנולוגיה העולמית;
- קבוצות העבודה תהיינה בהתאם לטכנולוגית המוצר ותכלולנה עובדי מחקר וייצור כאשר ההרכבה הסופית תעשה בקבוצת הרכבות;
- הפיתוח יעשה ככל האפשר על ידי שימוש בציוד הייצור המשוכלל כך שיהיה איכותי יותר ויאפשר מעבר קל לייצור;
- הטכנולוגיות העיקריות תהיינה קשורות לגלאי אינפרא-אדום במגוון חומרים, לייזרים ורכיבי מיקרוגלים מיוחדים;
- הפיתוח יעשה תוך קשר הדוק עם מפתחי המערכות על ידי צוותי עבודה משותפים.

## שלבי ההקמה, הצמיחה והפריצה

### הטכנולוגית

בתחילת אפריל 1980 הוקמה מחלקת המ"ם באופן רשמי, ודן סיני מונה לתפקיד ראש המחלקה. בעת הקמתה מנתה המחלקה כ-20 עובדים, וכמו כל יחידת מחקר ברפא"ל היא חולקה לתחומים ומדורים בהתמחויות כפי שצוין לעיל. כמו כן נבנתה קבוצת תחזוקה לציוד המיוחד, שפעלה במשותף עם מחלקת תחזוקה בחטיבת סיוע. מבחינת אספקות, עיסוקה של המחלקה בתקופה זו היה בייצור

גלאים בעלי אלמנט בודד עבור "פיתון 3" והתחלת אספקה של מערכי גלאים (כ 100 אלמנטים) בטכנולוגיות InSb או MCT (Mercury Cadmium Telluride) עבור מערכות תצפית, כאשר הגלאי מזווד בדיואר מרובה יציאות. (ראה איור 2). עד מהרה התברר כי הטכנולוגיה לייצור דיודות אינדיום-אנטימוניד, כפי שהתקבלה מהטכניון, נותנת תנובת ייצור נמוכה ובלתי מספקת.



האתגר הטכנולוגי העיקרי היה פיתוח תהליך בעל אמינות והדירות גבוהות לייצור גלאים בודדים ומערכי גלאים. לפיכך הוחל בביצוע שני מחקרים לפיתוח טכנולוגיה (1980): מחקר ראשון, שנקרא "שכבות פסיבציה על אינדיום-אנטימוניד", הובל על ידי ד"ר צפורה קלהורה. מחקר שני, שנקרא "פיתוח מערכי גלאים מבוססי קבלים", הובל על ידי רפי גושן. שני המחקרים היו מתואמים וזכו להצלחה. משהופסק המחקר השני, מונפו תוצאות המחקר הראשון לטובת תהליך ייצור דיודות. התהליך שפותח היה הבסיס לבניית יכולת גבוהה לפיתוח וייצור מערכי גלאים בהדירות, בתנובה גבוהה ובאיכות ואמינות מצוינות,

והיווה פריצת דרך טכנולוגית חשובה. תהליך זה שולב בהצלחה עם תוצאות מצוינות של אלקטרוניקת עיבוד אותות במישור המוקד שפותחה במחקר השני. כתוצאה מעבודת המו"פ המשולבת שתוארה, נוצרה במחלקה יכולת ייחודית לייצור מערכי גלאים מורכבים עם עיבוד אותות במישור המוקד (ראה איור 3), יכולת שבאה לידי ביטוי לראשונה בפרויקט "תמוז-2"/"פתי"7<sup>7</sup>, ומונפה בהמשך לפיתוח ייצור מטריצות גלאי אינדיום-אנטימוניד. יצוין כי:

א. התהליך למימוש הדיודות שפותח על ידי ד"ר צפורה קלהורה היה שונה לחלוטין מהתהליך שהתקבל מהטכניון, החל ממפרט חומר הגלם, דרך אופן יצירת הצמתיים, וכלה בשכבות ההגנה ותהליכי הפוטו-ליטוגרפיה. תהליך זה היווה את הבסיס המוצלח באמצעותו מומשו מטריצות הגלאים;

ב. שבב האלקטרוניקה לעיבוד אותות במישור המוקד פותח על ידי רפי גושן ויוצר בחו"ל בזמן שפיתוח השבב בטכניון לא הבשיל.

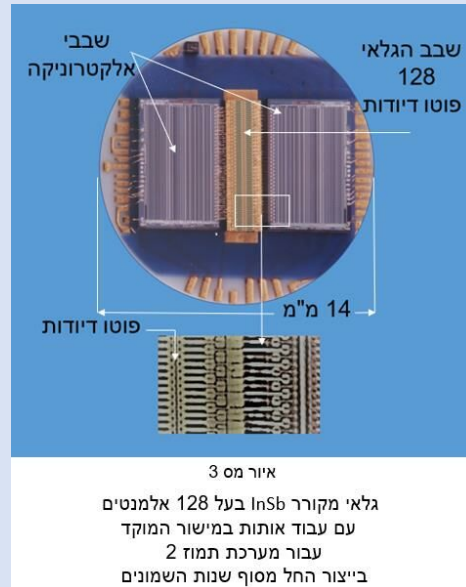
תהליך ייצור גלאים בטכנולוגיות MCT, שנלמד על ידי נילי מיינצר בשנים 1978-1979 בטכניון, הובא בהמ"ם למצב שאפשר ייצור גלאים בטכנולוגיה זו, שהחל בתחילת שנות השמונים וזכה להצלחה במערכות ראיית לילה. בשיתוף צוות הטכניון פותח בהמשך תהליך מתקדם לייצור פוטו-דיודות, שהשתלבו במערכות תצפית מרכזיות בארץ ובעולם.

<sup>7</sup> דן לשם, מנחם צוקר ויהושע קראוס, "תמוז דור ב", רפאל שלנו 29, דצמבר 2015.

שהיו קיימות אז בארץ לא היה הידע המתאים לתכנון ובנית מתקן תעשייתי לטכנולוגיות מוליכים-למחצה. היה צורך בחשיבה "מחוץ לקופסה" על מנת למצוא את הדרך הנאותה למתקן שיתאים לפעילות ויאפשר גמישות לשינויים והכנסת טכנולוגיות חדשות. דן סיני בחר בדרך של קשר עם חברת תכנון מקומי והתקשרות עם חברת ייעוץ אמריקנית המתמחה בטכנולוגיות מוליכים-למחצה. לאחר בדיקות נבחרה למטרה זו חברת הייעוץ האמריקאית ICE (Integrated Circuit Engineering). לחברה הוצג מפרט המציג את הדרישות. בתום מספר ביקורים במפעלים מתקדמים בארה"ב וראיונות עם צוותי תכנון ממספר משרדים שם, סוכם על גיבוש צוות של מיטב המתכננים האמריקניים שהציג את הצעתו לתכנון, כאשר הביצוע נועד להיעשות על ידי חברות קבלניות בארץ. למרות עלותה הגבוהה, אושרה ההצעה על ידי הנהלת רפא"ל. הביצוע החל בשנת 1984 והסתיים בשנת 1986 במתקן הפועל עד היום.

במקביל למאמץ הטכנולוגי נעשתה פעילות ייחודית בנושא פיתוח וייצור דיוארים לגלאים מקוררים. הפעילות הובלה על ידי עמירם קפלנסקי, שהחל את עבודתו מטעם המ"ם במסגרת שטח אלקטרואופטיקה ונמשכה בהמ"ם תוך שמירת קשר הדוק עם אנשי המערכות. במסגרת זו פותחו תוכנות וטכנולוגיות שהביאו למוצרים עם שמירת ואקום טובה, בידוד חום, עמידה ברעידות ומיקרופוניות נמוכה, והמותאמים למערכות השונות. כתוצאה מעבודה זו יכלה המ"ם להציע דיוארים איכותיים וזולים.

פיתוח הטכנולוגיות הייחודיות, שאפשרו בהמשך ייצור מטריצות גלאים (ראה איור 4), בשילוב מתקן מודרני ויחיד מסוגו, הביאו את



דיודות הלייזר, שבפיתוחן החל ד"ר אילן סמיד (ב-1980 בטכנולוגיות Liquid Phase Epitaxy, LPE) הובילו להקמת קו ייצור שלהן, שמונף בהמשך בשיתוף משה יוסט לקו ייחודי של מערכי דיודות לייזר (Collimated Stacks) המיוצרים בטכנולוגיית MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) ומשולבות במערכות נשק מרכזיות. דיודות לייזר להספק גבוה שפותחו בתהליך מקורי, נבדקו על ידי חברה מקומית לפעולה בתנאים קשים של אור יום ולילה בהשוואה לדיודות קנויות מחו"ל. לציון האיכות החריגה כינה מנהל החברה את הדיודות תוצרת המ"ם: **"סטריבריוס יום ולילה"**.

סינרגיה חשובה התקיימה בין הטכנולוגים של הגלאים לבין אלו של הגליום-ארסניד, סינרגיה שהביאה להישגים ופריצות דרך טכנולוגיות. הראיה למרחוק, התעוזה, שיתוף הפעולה והדבקות במטרה בעבודות אלו, היו ביטוי ליצירתיות שהייתה בתקופה מוקדמת זו, וללא ספק היו הבסיס ליצירת יכולת טכנולוגית פורצת דרך. מעבר לאתגרים הטכנולוגים עמדה שאלת המתקן המתאים לפעילות הטכנולוגית. "המעבדה" כבר לא התאימה לייצור הרכיבים החדשים מבחינת רמת הניקיון, בטיחות, גמישות ומקום. התברר כי בחברות התכנון

המ"ם להיות חברה ברמה טכנולוגית גבוהה ומהמובילות בעולם.



בזמן שהמ"ם צמחה, השתלטה על טכנולוגיות חדשות ועסקה בנושאי פיתוח שיבטיחו יכולות פורצות דרך, התקיימה בין רפא"ל לתדיראן מחלוקת לגבי המקום שבו יהיה המרכז הארצי לייצור גלאים, זאת משום שתדיראן הקימה במקביל, ובתמיכת משרד הביטחון/מפא"ת, מפעל לייצור גלאים בירושלים. חילוקי דעות התגלו גם בקשר למקום שבו יעשה עיקר המו"פ כאשר משרד הביטחון צידד בטכניון. נוסף לכל אלה היו בשלב זה חילוקי דעות עם הנהלת רפא"ל בקשר למשקל המו"פ בפעילות המחלקה (גם הנהלת רפא"ל נטתה לבצע את עיקר המו"פ בטכניון). דעתו הנחרצת של דן סיני הייתה שהשלמת המתקן המתוכנן, מגוון הטכנולוגיות, יכולת המו"פ הגבוהה של המחלקה והקשר הצמוד שלה עם מפתחי המערכות הם מפתח להצלחה ולהקמת יכולת חריגה ומשמעותית בתרומתה לביטחון. היה ברור כי מוסד אקדמי, שתרומתו להקמת התשתית המדעית והטכנולוגית אינה מוטלת בספק, אינו יכול להוות מוקד לפיתוח רכיבים

מיוחדים, כשנדרש מאמץ גדול (כספי וארגוני) שיסיט אותו מהכיוון האקדמי, מה גם שהפעילות בטכניון הייתה בנויה אז על אדם יחיד (פרופסור יצחק קדרון ז"ל). על רקע חילוקי דעות אלה בנושא הובלת המו"פ פרש דן סיני מתפקידו. ולאחר תקופות בהן ניהול המ"ם החליף מספר ידיים קבל את התפקיד אלי אילון. עקב התפתחויות בתדיראן ובטכניון (תדיראן התמקמה במבנה תעשייתי בעייתי ופרופ' קדרון חלה והפסיק את פעולתו בנושא) התממשה למעשה הגישה של ביצוע כל המו"פ במסגרת שטח המ"ם ברפא"ל דבר שהביא לחיזוק עוצמתו הטכנולוגית.

בשלב ראשון הוקמה שותפות של תדיראן ורפא"ל (ת"ר) בנושא פיתוח וייצור גלאים. פעילות המ"ם, שהועברה למתקן החדש והמשוכלל במכון לשם, גדלה מאד, והתבססו בה כל פעילויות המו"פ והייצור בניהולו של אלי אילון, ולאחר מכן של יאיר אלפרן (שעבר לכאן ממפעל תדיראן בירושלים) וברוך גליק. כתוצאה מלחץ משרד הביטחון לאחד את שתי הפעילויות (בתדיראן וברפא"ל) תחת קורת גג אחת, הוקמה ועדה מקצועית בראשות ד"ר מרק שטרנהיים מחברת אינטל לבדיקת הנושא. הועדה המליצה שבזכות המתקן המשוכלל והגמיש, בזכות הקשר המיוחד עם מפתחי המערכות ובזכות מיומנות העובדים, כל פעילויות המו"פ והייצור יעברו למתקן החברה ברפא"ל ולעובדי הסניף בירושלים תתאפשר העברה למתקן בלשם<sup>8</sup>. ההמלצה אומצה ע"י משרד הביטחון/מפא"ת. בהמשך הפכה השותפות לחברה משותפת לרפא"ל ולאבטי (אלבטי החליפה את תדיראן ואלאופ) ושינתה את שמה ל SCD-. החברה הפכה להיות מובילה בשטחי התמחותה ולמוקד ידע ארצי.

הטכנולוגיים בקשר למיזוג המ"ם ירושלים והמ"ם לשם, מסמך DM 7556971 מ-1.5.1989.

<sup>8</sup> מרק שטרנהיים, אלישע כהן ויוסף שפיר, דו"ח סיכום [המלצות] ועדת התקני מצב מוצק לבדיקת הפערים

**סיכום - מאת גיורא שלגי**, מנכ"ל רפאל

בשנים 1998 - 2004

ההחלטה להקים יכולת עצמאית של פיתוח וייצור גלאים אלקטרואופטיים ולהטיל את המשימה על המ"ם, מייצגת אירוע מכונן שיצר את הבסיס לפריצות הדרך המערכתיות של חטיבת הטילים ומעמדה המוביל של רפאל בארץ ובעולם. הקבוצה החלוצית, הקטנה, הנועזת והמוכשרת שהוקמה בהמ"ם בהנהגתו של דן סיני, בתמיכה נחושה ועתירת השקעות של מנכ"ל רפאל ד"ר זאב בונן ז"ל, הפכה עם השנים לחברה משותפת לרפאל ואלביט-מערכות תחת השם SCD.

החברה איחדה תחת כנפיה, בהנהגתו של מנכ"ל, רפאל אלוף (מיל') מוסה פלד ז"ל, את כלל הפעילויות הלאומיות בתחומי הפיתוח והייצור של גלאים אלקטרואופטיים שהיו מפוצלות בין רפאל, הטכניון וחברת תדיראן. שיתוף הפעולה הצמוד בין שטח אלקטרואופטיקה וחטיבת הטילים לבין המ"ם היה לנדבך מרכזי בהצלחת המ"ם. חברת SCD, בהנהגתו של ברוך גליק, הפכה לחברת גלאים מבוססת ומוערכת כאחת החברות המובילות מסוגה בעולם. החברה מעסיקה כיום 450 איש, ותרומתה מכרעת ליכולת הלאומית בתחום מערכות אלקטרואופטיות.

המפעל כיום הינו ONE STOP SHOP המספק גלאי אינפרא אדום בכל התחום הספקטרולי ובהתאם לדרישות מערכתיות מחמירות.

צחוק הגורל, שהאיסור שהטילו האמריקנים באמצע שנות ה-70 על מכירת גלאי אינפרא-אדום פשוטים לישראל, הניע תהליך שהפך אותנו לעצמאיים ולבעלי יכולת טכנולוגית שהביאה את האמריקנים, כעשרים שנים מאוחר יותר, לרכוש מחטיבת הטילים מערכות נשק אלקטרואופטיות עם ביצועים מצטיינים שנשענו על גלאים שפותחו ויוצרו ב- SCD.