

דמיינים צבאיים

סרן אבי אופיר

בשנים האחרונות חלה הרחבה ניכרת בשימוש בדמיינים (סימולטורים). מכשירים אלה מופעלים על-ידי חברות תעופה, בתי-ספר צבאיים ובתי-ספר מקצועיים.

ביסודו, אין הדמיון דבר חדש. בצורותיו השונות נזקק לו האדם — כמעט מאז החל לטוס. שני הדגמים המוקדמים ביותר של דמייני-טיסה הופעלו באנגליה עוד בשנת 1910. דמיינים אלה, מתנד ארדלי-בילי וה-מאמן סאנדרס, היו מעין העתק גס של מטוסי אותה תקופה, מורכבים על כן, שאיפשרו לדמיון תנועה מוגבלת בעלרוד (הרמה והורדה של החרטום), בסבסוב (פניה ימינה ושמאלה) ובגלגול (הטיית הכנפיים).

מאמן סאנדרס אופיין, בין היתר כדלהלן: —

„אנשים המבקשים ללמוד טיסה, אם לשם כילוי ואם כמקצוע, נתקלים בקשיים רבים בראשית דרכם. קושי חמור, במיוחד לגבי אלה שאינם משופעים באמצעים, הוא סיכון שירסקו את המכונה, תוך כדי נסיונותיהם ללמוד כיצד להטיפה. כל חניך, ויהא המחונן ביותר, יקלע במוקדם או במאוחר לקשיים, ובהיותו בלתי-מיומן, יקריב את המכונה כדי להימנע מתאונה חמורה או כדי להציל את חייו. יש לברך, אפוא, על המצאת המתקן, המעניק לפרח-הטיס אפשרות ללמוד את רזי הפעולה של האווירון, את דרכי השליטה בו וכן את התנאים השוררים באוויר, מבלי שיסכן בכך את עצמו ואת זולתו...”

דברים אלה נכתבו לפני 63 שנה, אך עדיין מצויים אנשים המסתייגים מהם.

שאלת כדאיות כלכלית

במלחמת-העולם הראשונה ולאחריה, נמשך פיתוח הדמיינים לצורך הדרכת טיסה על הקרקע מטעמי בטיחות. דמיון שפותח בצרפת ב-1917 כבר הכיל אפשרויות לדימוי תחושת הבקורות, תגובות המטוס, המהירות המשווערת, רעש המנוע וגישת-ראות פשוטה. בשלהי שנות ה-20 הואץ פיתוח המטוסים. הטיסה עברה לגבהים ולמהירויות שלא נודעו קודם לכן. גברה גם מורכבות כלי-הטיס והוחל בטיסת מכשירים עיוורת. אימון טיסת-מכשירים היה מסוכן ויקר גם יחד, ועל-כן הוחל במחקר ובפיתוח דמיינים קרקעיים שיענו על שתי בעיות הדרכה אלו. ב-1929 השלים אדוארד א. לינק את בניית דמיון-הטיסה הראשון שנקרא על שמו.

בתחילת מלחמת-העולם השניה כבר נפוץ השימוש בדמייני-לינק בתעופה האזרחית ובתעופה הצבאית גם יחד. אף שאין בידינו נתונים בדוקים על יעילותם של דמיינים אלה, תרומתם לקידום התעופה, האזרחית והצבאית, הינה מעבר לכל ספק. מאז תום מלחמת-העולם השניה עשו דמייני הטיסה ככרת-

דרך גדולה בהתפתחותם ממתקני המיכניים הפשוטים של לינק, לדמיינים מתוחכמים — ממוחשבים, שהינם העתקים מושלמים, כמעט, למטוסים המדומים. אולם, ככל שהדמיינים נעשו מורכבים יותר, עלה מחירם ובשל כך הועמד המשך השימוש בהם בסימן שאלה.

מאז 1949 נערכה שורת מחקרים במגמה לקבוע מהו שיעור הדברים שנלמדו באמצעות דמיון והועתקו למטוס האמיתי. כמה מממצאי המחקרים הללו בסוגיית העתקת הנלמד היו במשך זמן רב שנויים במחלוקת.

טייסים ותיקים ומנוסים נטו לבטל את תועלת דימוי הטיסה ואילו חניכים צעירים ראו בו כלי-עזר ממדרגה ראשונה. ואמנם, ערכם של הדמיינים בהגברת המיומנות ובצמצום זמן הטיסה זכה בהכרה כללית. ס. ב. וסטברוק, שדן לפני עשור שנים בהיבט זה של הדמיינים, קבע כי „למעשה, הוכיחו ניתוחים רבים, כי הדמיינים עשויים לחסוך, תוך זמן קצר, הרבה מעבר עלותם וזאת, בכך שהם מצמצמים את זמן הטיסה הדרוש לשמירה על כושר הטייסים, במיוחד בנושאים כגון: טיסת מכשירים ומצבי-חירום”.

פישוט יעדי למידה

ראשי מערך ההדרכה של חברות-התעופה האמריקניות שיפרו בהתמדה את תכניות ההדרכה שלהם וכיום מצביעות כל תכניות ההדרכה, המנוהלות על-ידי האקדמיה לאימוני טיסה של חברות התעופה, כי די בחמש שעות טיסה במטוס לשם הסבת טייס מסוג מטוס אחד למשנהו. הדוגמה הדרמטית ביותר בתחום זה מומחשת בממוצע של 2.1 שעות טיסת מטוס, הדרושות להסבת טייס למטוס DC-10. הרעיון של הנהגת תכנית מעין זו בתעופה הצבאית, נתקבל בחוסר התלהבות בולט. טבעי הדבר, כי טייסים רבים, שצברו שנות נסיון רבות, מבלי שנוקקו לאמצעי דימוי, עדיין גורסים, כי „הדרך היחידה שבה ילמד אדם לטוס — היא לטוס”. הפרצות בגישה זו נוצרות באיטיות, אך הן נוצרות לבסוף.

בשנת 1972 ערכו 200 קצינים בכירים של חיל-האוויר האמריקני ביקורים במתקן האימונים של חברות-התעופה. רובם התרשמו עמוקות מן ההתקדמות שחלה בטכנולוגיות ההדרכה והדמיינים ואימצו את הדעה, כי ההדרכה השיטתית באמצעות המערכות שהוצגו, ישימה בהחלט באימוני הטיסה של חיל-האוויר. בדרך כלל, נזקפת התקדמות זו באפשרויות ההדרכה, לזכות קפיצת הדרך הגדולה בטכנולוגיה של הדמיינים ולזכות ההתפתחות הרבה בדרכי ההוראה וההדרכה.

דמיון מנוצל כראוי, הוא האמצעי הטוב והזול ביותר, המצוי כיום בידינו, לפישוט יעדי הלמידה של חניך. מסקנה זו הינה פרי ניסויים והערכות, שימיהם כימי התעופה עצמה.

גישת ההדרכה האינדיבידואלית

הפיגור באימוץ מסקנה זו, נובע, בין היתר, מבעיות תכנון קשות וספקות בדבר התועלת שבדבר. אך עיקר הפיגור נעוץ בחשש מפני סיכון ולו הקלוש ביותר שאימון הטייסים הקרביים ילקה בחסר. תהליך ההתגברות על המכשולים והחששות היה תהליך ממושך, אך כיום קיימת הערכה המבוססת על ראיות בדוקות ומתועדות בתועלתם ובפריצונם של הדמיינים. הכרה זו, וכן האמונה כי על-ידי השימוש בדמיון טיסה תושגנה תוצאות

טובות יותר, הניבו, בסופו של דבר גישה חדשה בנושא זה. כיום, שוב לא יכפור איש בתועלת המבורכת הגלומה בדימוי. הגישה לשיטות ההדרכה המקובלות הולכת ומשתנה ואת מקומה תופסת גישה חדשה, ואותה רוצה אני לתאר, ולו רק בשל הקשר ההדוק שבין פיתוח הדמיינים ותהליך פיתוח הגישה החדשה: ההדרכה האינדיבידואלית.

תהליך ההדרכה האינדיבידואלית ננקט על-ידי הפיקוד הטקטי של חיל-האוויר האמריקני בפיתוח קורס ההסבה למטוס A-7D. הקורס מיועד לבוגרי בית-ספר לטיסה ומנוהל בבסיסי בית-הספר לאימון צוותי קרב A-7D של הפיקוד הטקטי. ניתוח שנערך בנושא, הצביע על הצורך בקשת רחבה של סוגי ציוד הדרכה, שהבולט בהם הוא דמיין מתוחכם למטוס A-7D. דמיין זה הוא אחד הפריטים המתוחכמים ביותר, המצויים כיום ברשימת ציוד האימון המבצעי בחיל-האוויר האמריקני.

כל אחד מן הדמיינים המצויים ביחידה עלה לחיל-האוויר האמריקני כ-6 מיליון דולר. דמיין זה הינו תא-טיס מבצעי מושלם, המורכב על משטח תנועה (תנועות סיבוביות בעלרד, בגלגול ובסבסוב ותנועות העתקה אנכיות) ומופעל באמצעות מחשב דיגיטלי (ספרתי) רב הספק. אין המתקן מסוגל לדמות דימוי מושלם של פעולות שחרור חימוש מן המטוס, קרב אויר-אוויר או תדלוק באוויר, אך הוא מסוגל לדמות נוהג טיסה סטנדרטי, מן ההתנעה ועד להדממת המנוע לאחר הנחיתה, וכן נוהלי טיסת מכשירים ונוהלי חירום שונים. לפי שעה אין במערכת הדמיין תצוגה חזותית, אולם עתה פועלים גם בכיוון זה ובקרוב יתווסף גם התצוגה. הדמיין מצטיין באמינות גבוהה ומשתווה למטוס עצמו מכל הבחינות, לרבות תחושות תנועה. כדאי להזכיר, כי נקודת-המוצא בדיון זה היתה היעילות באימוני הטיסה. בניית הדמיין והספקתו, כשלעצמן, אינן אלא חלק מן המשימה. עתה נבחן את אופן השימוש בדמיין, בהשוואה לעזרי אימון אחרים ואת התוצאות המתקבלות בכל מקרה.

התהליך שנקבע פותח בפירוט מטרות המשימה. ניקח דוגמה סתמית: החניך מסוגל להתניע את מטוס ה-A-7D (קרוסיידר) ולהסיעו עד קצה מסלול ההמראה במיומנות המספקת את בדיקת הכשירות למשימה קרבית. זהו יעד משימתי חד, מנוסח במונחים של התנהגות מעשית, של דרגת המיומנות הדרושה ושל מהות הציוד שלגביו תוצג המיומנות.

הגישה המסורתית היתה מביאה אותנו הישר אל כיתת הלימוד ולשימוש בחתכים ובתרשימים. אחר-כך היינו מצמידים לחניך טייס-מדריך ומטוס, ומאמנים אותו עד אשר ישיג את המיומנות הנדרשת. גישה זו מחייבת הדרכה בכיתות לקבוצות חניכים; היא מרתקת מטוסים לאימונים; מגבירה את עומס עבודות-התחזוקה ומסכנת ציוד רב-ערך. גישה זו גוזלת משאבים מבצעיים על חשבון הכוננות המבצעית של חיל-האוויר.

לעומת זאת, ימצא חניך ההסבה למטוס A-7D במסגרת ההדרכה האינדיבידואלית גישה שונה לחלוטין ללמידה. בתחילה הוא יופנה למרכז-הלימודים לשיעור המתוכנן, כמספר 1 בנושא התנעה והסעה. הוא ילמד את השיעור, יערוך את המבחן העצמי המצורף ויוודא כי הינו שולט בחומר, שליטה מוחלטת. הדף האחרון של השיעור יפנה אותו לספריית המרכז ללימודים, שבה יבדוק עצמו בשיעור האור-קולי (שקופיות-פסקול)

מס' 123 באותו נושא. הוא יסיים את השיעור במתן תשובות על השאלות המוצגות חזותית וההוראה הקולית האחרונה תפנה אותו לחדר אחר, שם יצפה בגליל הסרט (Video Cassette) 321, המציג את נוהלי ההתנעה וההסעה ומסיים בהצגת הנוהלים בדגם-התא.

גליל-סרט זה, שבאמצעותו בדק החניך את התקדמותו, שולח אותו לדמיין הטיסה שם יתקבל על-ידי מדריך-טיסה. המדריך יבדוק את מידת התמצאותו של החניך בתא ויאשר את המשך אימונו בדמיין שבו יתרגל החניך את כישוריו ויצג את רמת מיומנותו. לאחר נקיטת גישה דומה לגבי יעדי למידה אחרים, כגון: רשות המראה, רשות נחיתה ומערכות המטוס — (כש-החניך לומד כיצד להפעילן ולא רק כיצד הן פועלות), מגיע לבסוף החניך אל מטוס A-7D עצמו, יחד עם מדריך הטיסה. לאחר תרגול אחד, אמור הוא לעבור את בדיקת הכושר בהתנעה, בהסעה, ברשות-המראה, בנוהלי-חירום ועוד.

השוואה בין השיטות

כל האמור לעיל, אינו אלא השוואה בין האימון המסורתי בהדגמתו הקיצונית, לבין שיטה המומחשת באמצעות מערכת האימון של ה-A-7D. מן הראוי להצביע כאן על נקודות מספר, התורמות להשגת יעדי ההדרכה המשופרת, והן:

- היעד המוגדר בבהירות לחניך-הטיס: מה בדיוק עליו לבצע, באיזו דרגת מיומנות, ובאיזה ציוד.
- תהליך הלמידה הוא אינדיבידואלי וקצוב-עצמית (Self-Paced). החניך וחבריו לקורס, לא נפגשו יחדיו בכיתה אפילו פעם אחת, כל אחד מהם התקדם בקצב המתאים לו ולכישוריו.
- ביקורת ההתקדמות הופעלה תכופות, כדי לוודא את השגת דרגות המיומנות הנדרשות.
- המדריכים לא עסקו בהדרכה ישירה, כי אם ניהלו את הלמידה העצמית של החניך ובנו למענו את האמצעים לכך.
- החניך השתמש אך ורק בציוד שנדרש להשגת דרגת המיומנות המוגדרת. בציוד היקר ביותר (מטוס A-7D), השתמש רק בסוף התהליך, וגם אז במידה מזערית אשר נועדה לוודא את המיומנות הנדרשת.
- חמש הנקודות הללו — פרי המחקרים שהושקעו בפיתוח מערכת ההדרכה — הן העושות את הדמיין לאמצעי החסכוני ביותר להשגת אימון איכותי. על-יסוד ההיגיון הגלום בגישה זו, בנה הפיקוד-הטקטי את קורס-ההסבה למטוס A-7D, במגמה למקד את האימון בדרישות ביצועי התפקיד. גם אם עדיין קיימת שיטת חדר-הרצאות, ההדרכה האינדיבידואלית הקצובה-עצמית, הינה יעד מערכת ההדרכה של ה-A-7D.

הסמכה ומשימות קרב

כל הדרכים הללו להגברת יעילות האימון, אף שהן כרוכות בקשיי הסתגלות לא מעטים ומצריכות זמן, מניבות בסופו של דבר שיפורים משמעותיים ביותר. בוגר בית-הספר לטיסה הבא לקורס הסבה ל-A-7D מאומן בפחות זמן מעמיתו המוסב למטוס F-4, המתבצע בשיטת ההסבה המקובלת. קורס ההסבה ל-A-7D קצר ב-37 ימים מן הקורס המקובל, ומפחית את שעות טיסת החניך ב-26% לעומת קורס ההסבה ל-F-4. הקורס החדש מסמך את הטייס בסופו של דבר, ככשיר למשימות קרב. זאת, בעוד לבוגר קורס-ההסבה ל-F-4, לפי

דמיין טיסה למטוס-קרב

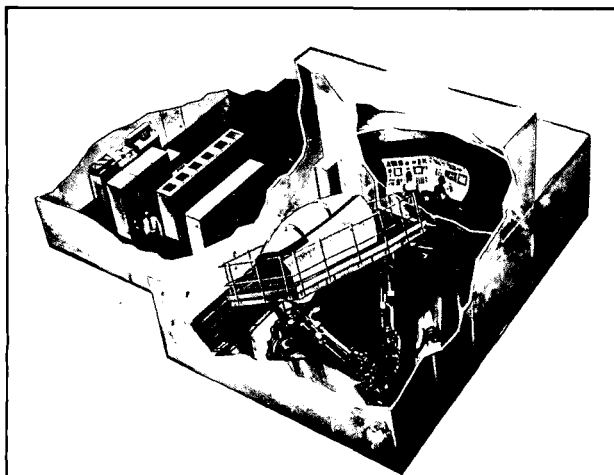
דמיין הטיסה (ראה תמונה מס' 1) כולל את הרכיבים העיקריים הבאים:

תא הטייס

זהו העתק מדויק של תא-טייס הכולל את כל מערכות המכשירים, מתגי הבקרה, המנופים והתצוגות הנראים לאנשי הצוות. כדי להגביר את תחושת המציאות, ציידו היצרנים את התאים באבזרי-מטוס ממש, כגון: לוחות מכשירים, דוושות, מושב הטייס, הגאים ועוד.

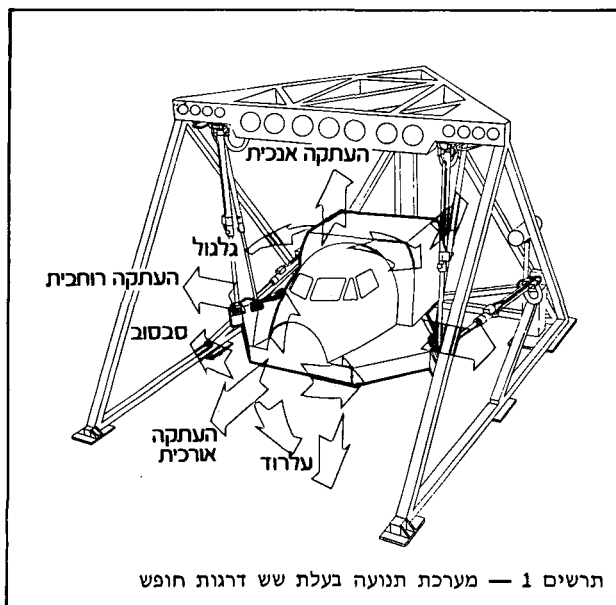
תא הטייס מורכב על משטח-תנועה (פלטפורמה) המקנה לו אפשרות תנועה בשישה צירים שונים (ראה תרשים מס' 1):

★ עלרוד (Pitch) — גלגול סביב ציר הרוחב של המטוס (הרמה והורדה של החרטום).



תמונה 1 — דמיין טיסה למטוס-קרב

מימין — עמדת המדריך; משמאל — מערכת המחשבים; מלפנים — תא הטייס ומערכת התנועה;



תרשים 1 — מערכת תנועה בעלת שש דרגות חופש

התכנית הקונבנציונלית המקבילה, ניתנת רק הסמכה של „כשיר למשימות“, והוא זקוק לאימון נוסף ביחידה המבצעת שבה יוצב עד שיוכתר למשימות קרב.

מעניין גם היחס בין שעות טיסה לשעות דמיין בכל אחת מן התכניות. בתכנית A-7D, עושה החניך 45 שעות בדמיין ו-85 שעות במטוס. בתכנית קונבנציונלית מקבילה, עושה החניך 117 שעות במטוס ורק 27 שעות בדמיין.

לאור התוצאות האמורות, בנה הפיקוד הטקטי מחדש את תכנית האימונים בבתי-הספר לצוותי-קרב לכל מערכות-הנשק העיקריות על-פי קוים דומים לאלה של קורס ה-A-7D. דוגמאות אחרות ליעילות הדמיינים בהדרכת טיסה על-יסוד עיקרון פיתוח המערכת, מצויות בשפע.

„פיתוח מערכת ההדרכה“ ושימוש מושכל בציוד האימון המצוי, קיצרו את משך ההסבה למטוסי C-130E ו-C-130A ב-13 שעות טיסה וב-15 ימי אימונים וזאת, מבלי לגרוע מרמות הביצוע. בדומה לכך, קוצר משך ההסבה למטוס RF-4 ב-13 שעות טיסה. להוציא את האימון ב-A-7D, הושג הדבר ללא השקעה בציוד דימוי חדש. למערכת ה-C-130 הוצעו דמיינים שישולבו בתכנית אימונים מתוקנת.

חיסכון בשעות טיסה

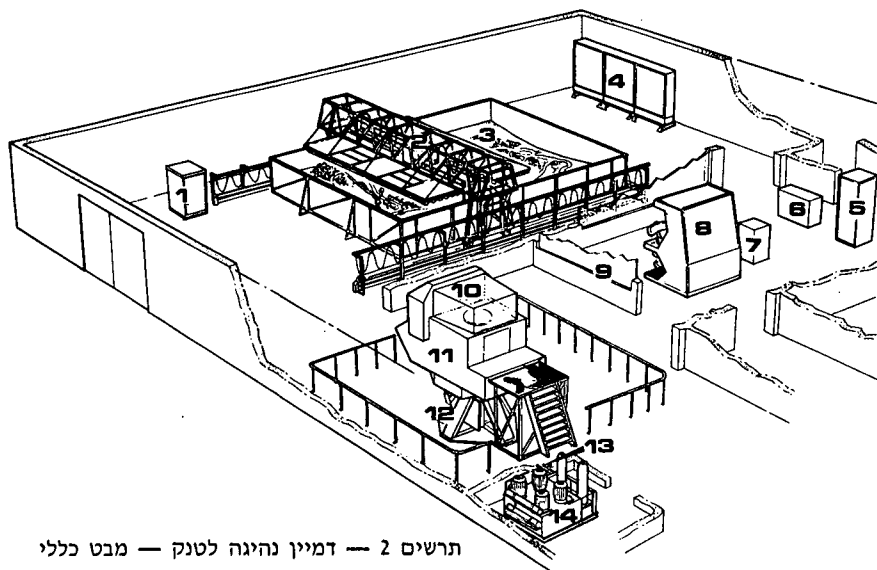
רכישת דמיינים כרוכה בהוצאות כספיות ניכרות, אולם השקעה זו כדאית. בדרך-כלל, חוזרת ומשתלמת ההשקעה בדמיינים, עוד בטרם נקלט והופעל הפריט האחרון לפי לוח הזמנים של הרכישה. הדבר נכון לגבי דמייני ה-C-130, לגבי הדמיינים לאימונים הבסיסי של נווטים ולגבי הדמיינים לאימון לוחמה-אלקטרונית. הדבר נכון לגבי מערכות הדימוי החזותי של דמייני ה-C-5, C-141, H-3 ו-H-53. הדבר יהיה נכון גם לגבי כל דמיין אחר שיירכש.

נוסף על הישגי היעילות הממשיים הללו, גלומים גם יתרונות פחות מוחשיים בשילובן של מערכות הדמיינים באימוני הטיסה. כך, למשל, ברור כי תוספת אמצעי דימוי חזותי לדמייני בית-ספר לצוותי-תובלה של פיקוד-התובלה בבסיס אלטום, יאריך את חייהם השמישים של ה-C-5 וה-C-141 ביחס ישר לצמצום שעות-הטיסה בהם לצרכי אימונים. סיכויי תאונות-האוויר, כאשר הסיכון גבוה יותר בשל מיומנותו הנמוכה יחסית של איש צוות-האוויר בתקופת אימוניו, מצטמצמים אף הם. אף-על-פי-כן, בסיום קורס-טיסה המבוסס במידה רבה על דמיין, מיומן הטייס יותר מעמיתיו שהתאמנו בעיקר במטוס. החיסכון בשעות טיסה למטרות הדרכה, מאפשר גידול ניכר בשעות טיסה משימתיות. על-פי השיטה הנוכרת לעיל, זוכה חיל-האוויר בכושר מבצעי מוגדל, ללא הגדלת ההוצאות; בהיות פחות מטוסים מועסקים בהדרכה, עומדים מטוסים רבים יותר לרשות היחידות המבצעות, דבר המאפשר הגדלת מספר יחידות אלו, אף במסגרת המגבלות התקציביות החזויות. קביעה זו בלבד, די בה להצדיק את השימוש המוגבר בדמיינים.

★

על-מנת לקרב את הקורא לנושא מורכב זה, יתוארו בקצרה שני דמיינים עיקריים המיוצרים כיום בעולם, האחד לטיסה והאחר לנהיגה בטנק.

1. קופסת בקרה למצלמה
2. מתלה מצלמת הטלביזיה
3. המדגם
4. מערכת הבקרה לתאורת המדגם
5. תא המחשב
6. מדפסת
7. תא הקישור
8. עמדת מדריך
9. מחיצת זכוכית
10. התצוגה החזותית
11. תא הנהג
12. מערכת התנועה
13. נקודת יציאה לכוח הידראולי
14. מערכת הכוח ההידראולי

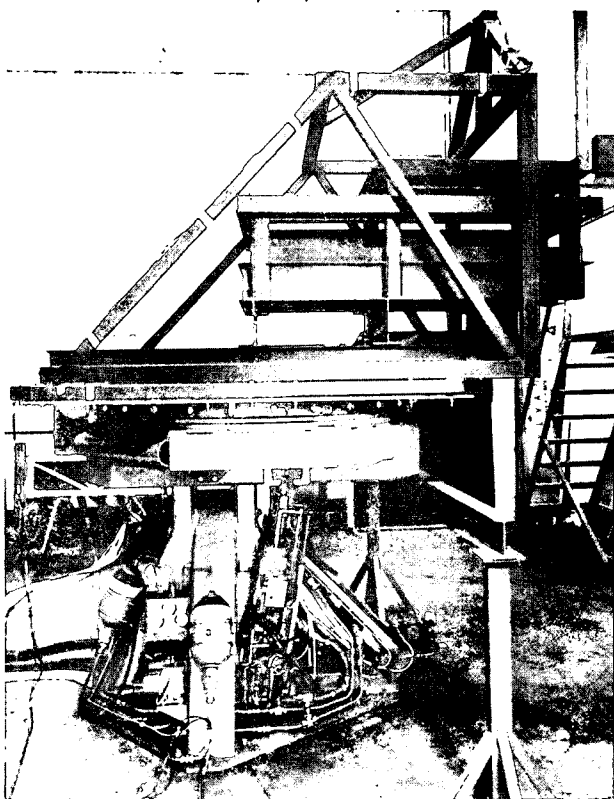


תרשים 2 — דמיין נהיגה לטנק — מבט כללי

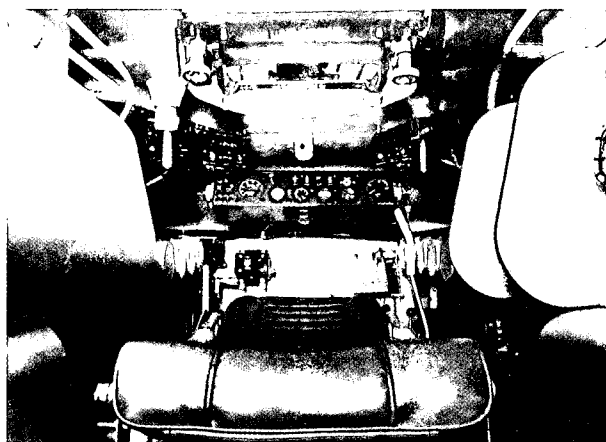
- ★ גלגול (Roll) — גלגול סביב ציר האורך של המטוס (הרמה והורדה של הכנף).
- ★ סבסוב (Yaw) — גלגול סביב הציר האנכי של המטוס (תנועת החרטום ימינה ושמאלה).
- ★ העתקה אנכית (Heave) — תנועה על-פני הציר האנכי (עליה וירידה של כל המטוס).
- ★ העתקה רוחבית (Sway) — תנועה לאורך ציר הרוחב (תנועת כל המטוס לצדדים).
- ★ העתקה אורכית (Sunge) — תנועה לאורך ציר האורך (תאוצה ותאווה).

משטח התנועה מונע באמצעות צילינדרים הידראוליים בפיקוד חשמלי-אלקטרוני המקבל אותות לתנועה מהגאי הדמיין שבתא-הטייס, בתגובה על הפעולות היוזמות המתבצעות על-ידי החניך. תנועת התא מאפשרת הקניית תחושות מצביי-טיסה מושלמות לחניך, בנוסף על התחושה החזותית המתקבלת מהמכשירים וממערכות התצוגה החזותית.

תמונה 3 — מערכת תנועה לדמיין טנק



תמונה 2 — תא נהיגה



מערכת המחשב

מערכת המחשב כוללת את המחשב עצמו ואת ציוד העזר להפעלת המחשב ולעדכון התכניות המצויות בזכרונו, כגון: — סרט מגנטי, מדפסת, קורא כרטיסים ומערכות כניסה ויציאה שונות. המחשב משמש כיחידה המקשרת בין פעולות החניך בתא (הפעלת מתגים, הנעת מנופים) ובין תגובות המכשירים, תנועת-התא והתצוגות השונות.

מערכת המחשב מפקחת על הנתונים הקבועים והמשתנים, הכלולים בטיסה, כגון: תצרוכת דלק, תנאי מזג-אוויר ועוד. המחשב מסוגל להעריך רמת-טיסה של חניך על-ידי השוואת חתך טיסתו של החניך לחתך טיסה אופטימלי המאוכסן בזכרונו. האינפורמציה היוצאת, מתקבלת בהדפסה המתארת באחוזים או ביחידות ספציפיות, את הסטיות מהאופטימום.

עמדת המדריכים

עמדת המדריכים מכילה את כל התצוגות והמחוונים הדרושים למעקב אחר המתרחש בתא-הדמיין. המדריך יכול „להתערב“ בטיסה באמצעות מערכת-הקשר או על-ידי שינוי נתונים על המחוונים בתא. ביכולתו של המדריך ליצור עבור החניך מצבי-חירות ותנאי הפעלה בלתי-שגרתיים על-ידי „הכנסת“ תקלות, שינוי נתונים וכדומה. ניתן להדגים למתאמן כיצד לבצע חתך-טיסה או תהליך כלשהו על-ידי הפניית הפיקוד על התא אל המחשב. מרגע זה, המחשב — הוא ה„מטיס“ את התא וכל מה שנוותר למתאמן לעשות הוא לשבת בחיבוק-ידיים ולנסות לקלוט את המתרחש.

המדריך יכול גם להקפיא מצב-טיסה כלשהו למשך זמן הרצוי לו, על-מנת לעמוד על שגיאה שביצע החניך. הוא יכול גם להחזיר את מהלך השיעור לאחור לפרק-זמן מסוים, ולהציג בפני החניך את השגיאות בהן שגה זה עתה. כאן כדאי להעיר, כי כיום ניתן לצמצם את ממדי עמדת המדריך על-ידי הצגת הנתונים והקריאות המוצגות בתא-הטיס ספרתית על-פני מסך טלביזיה.

בעמדת המדריך קיים מסך עליו מוצג המטוס המיירט (המתאמן) ומטרה מדומה אותה מיירט המתאמן. בתום האימון בדמיין מקבל המדריך תדפיס המראה את ביצועי החניך. תדפיס זה משמש לשתי מטרות: לעריכת תחקיר לאחר הטיסה ולמעקב אחר התגובות ברמת הטיסה של החניך.

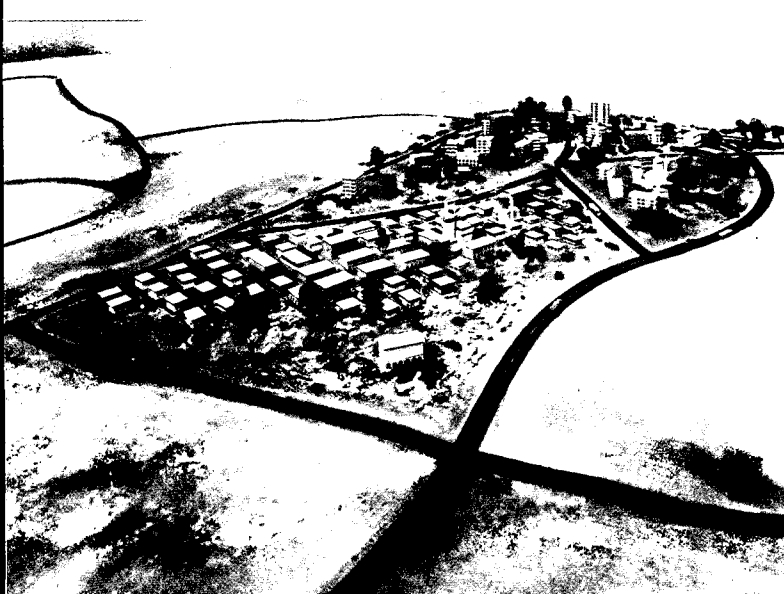
דמיין נהיגה לטנק

הדמיין לנהיגה בטנק (ראה תרשים מס' 2) הינו דמיין בעל מחשב ספרתי המתוכן ומורכב בידי חברת לינק. הוא כולל את הרכיבים העיקריים הבאים:

- * שחזור תא הנהיגה של הטנק על כל המנופים, הידיות והמחוונים שבו. (ראה תמונה מס' 2).
- * מערכת תנועה בעלת שלושה צירים המאפשרת תנועת גלגול, סיבוב ועלרוד (ראה תמונה מס' 3).
- * מערכת תצוגה חזותית המכילה מערכת טלביזיה צבעונית במעגל סגור ומדגם שטח בעל מתאר (ראה תמונות מס' 4, 5).
- * לוח מכשירים למדריך מצויד במכשירי עקיבה הדרושים לקיום התרגיל וניהולו (ראה תמונה מס' 6).

* מחשב ספרתי ומערכת קישור.

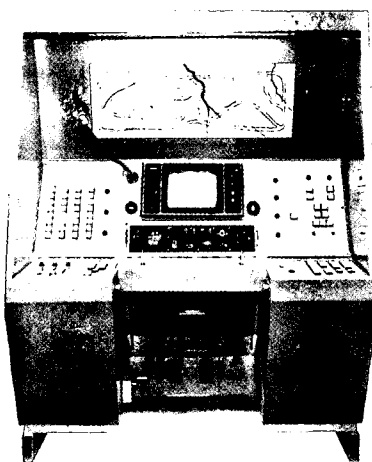
* יחידת דימוי רעשים אופייניים ויחידות חלוקת-כוח.



תמונה 4 — המדגם למערכת תצוגה חזותית לטנק — מבט כללי



תמונה 5 — מערכת תצוגה חזותית לטנק — התמונה המתקבלת



תמונה 6 — עמדת מדריך

- * צמצום הוצאות האחזקה של משטח-האימון.
- * ויתור על שטח גדול לאימון נהיגה. על-ידי כך מתאפשר כיום בית-הספר באיזור עירוני, למשל.
- * צמצום בעיות איכות הסביבה בשטח-האימון.
- * הקלה על בעיות לוח-הזמנים של משטח-האימון.
- * אי צריכת דלק.
- * בטיחות.

תצוגה חזותית

מערכת תצוגה חזותית (ראה תמונה מס' 7) מאפשרת ראיית המרחב הטבעי של הכלי אותו מדמה הדמיין ומאפשרת התייחסות המתאמן לסביבה בה יהיה עליו לתפעל את הכלי. במטוס נעשית הקרנה של קר-אופק, מסלול-נחיתה, מטרה אוירית (מטוס אויב) מטרה קרקעית, נושאת-מטוסים וכד'. ניתן להקריין בטנק מסלול-מכשולים, נסיעה בתוך עיר, מדבר, שטח הררי ומבוותר ועוד. תופעות מזג-אוויר ניתנות אף הן לדימוי במערכת-התצוגה החזותית. ניתן לדמות ראות מוגבלת, סופות-אבק, גשם, שלג, שטח בוצי, ערפילים וכו'.

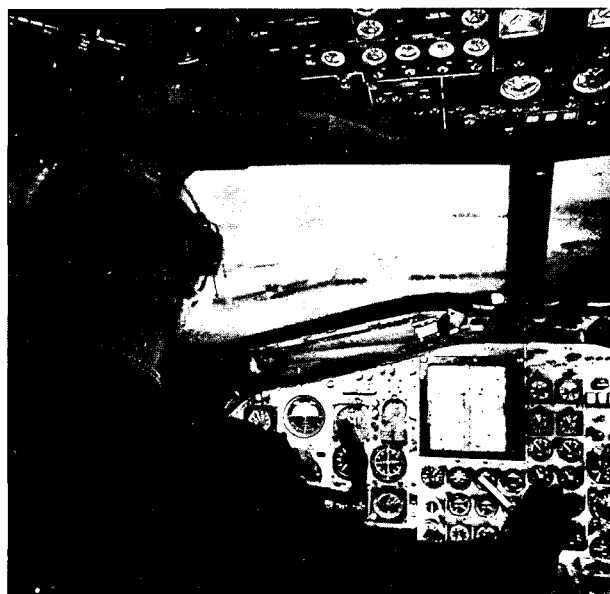
מערכת התצוגה החזותית בנויה כך שפעולות המתאמן בתא (הטייס או נהג הטנק) מועברות על-ידי מחשב ליחידה הבונה את התמונה. התמונה נעה בהתאם לפעולותיו של המתאמן ונותנת תחושה ריאלית של מצב הטיסה או הנסיעה. מערכת זו בנויה בדרך-כלל מתבליט „אמנותי“ של שטח האימון הדרוש כמתואר לעיל. מול תבליט זה מותקנת מצלמה בעלת רגישות גבוהה מאד המצלמת את פני התבליט. התמונה מועברת במעגל סגור אל יחידת ההקרנה ומוקרנת על-פני מסך לנגד עיני המתאמן. כל תנועה שתתבצע ע"י המתאמן תהיה מתורגמת לתנועת-מצלמה אשר תניע את התמונה המוצגת בהתאם. התחושה המתקבלת היא תחושה קרובה באופן מדהים למציאות. לאחרונה פיתחו חברות McDonnell Douglas ו-Good-Year מערכות תצוגה חזותית הבונות את התמונות על-ידי מחשב בלבד, היוצר תמונה, ללא כל אמצעי סינתטי, כגון: תבליט, סרט, מצלמה וכו'. התוצאה: עלות נמוכה, תמונה צבעונית, הקטנת זמן התגובה של התמונה, הקטנה ניכרת בממדי מכלול המערכת וריאליזציה נוספת של הדימוי.

סיכום

אפשרויות רבות עומדות עדיין בפני דור הדמיינים הבא. קצב התפתחותם — הן מבחינת מהירות ההתפתחות הטכנולוגית הניתנת לניצול בדמיינים, והן מבחינת נושאי ההדרכה אותם ניתן להקיף בעזרתם — הוא עצום. תודעת השימוש בדמיינים הולכת ומשתרשת ברחבי העולם, הן בצבאות והן בחברות האזרחיות.

הדמיינים באים לידי שימוש בתחומים רבים כגון: בקרת-טיסה, שיגור-טילים, ירי-תותחים, עיבוד-נתונים, נהיגה, טיסה, ניווט, אחזקת מערכות יקרות ומורכבות ועוד. אם לא נפתח גישה לסימולציה (דימוי) עלול הדבר להיות בעוכרינו. עקב התנופה העצומה המוקנית לאלה המשתמשים כבר בדמיין כאמצעי-עזר הדרכתי, עלולים אנו למצוא את עצמנו מפגרים בידע ובמימוש נות בנושאים שונים הניתנים להדרכה בעזרת דימוי.

מאמר זה ישיג את מטרתו אם ייצא קורא אשר „ידלק“ לעניין וינסה ליישם גישה זו בתחום פעולתו.



תמונה 7 — מערכת תצוגה חזותית למטוס — התמונה המתקבלת

האימון

הדמיין מאפשר הדרכת חניכים באימון ראשוני בהסבה לכלי חדש ובאימון מתקדם, להשלמת האימון הכללי. ניתן גם לתרגל תרגילים נוספים העוסקים בתקלות ונוהלי-חירום, וכן מצבי נהיגה בלתי שגרתיים, ונהיגה תוך פעולה חלקית או מוגבלת של מערכות שונות בטנק. אפשרויות האימון בדמיין זה כוללות:

- הכרת תא-הנהג.
- פיקוח על המנוע (נוהלי התנעה ודימום מנוע, מלווים באפקטים קוליים מתאימים).
- שימוש במנופים ובבקורות העיקריים (בחירת הילוכים למצב קדמי ואחורי, היגוי במהירויות שונות עד למהירות מירבית, הילוך סרק, בלימה והאצה).
- שימוש בבקורות-עזר (הפעלת בלמי-חניה לעצירה והיגוי).
- ניסיון בנהיגה בתנאים לא שגרתיים (בכל מזג-אוויר, על דרך סלולה ובלתי סלולה, בשטח בור, בשלג, קרח או בוצ).
- נהיגה בשטח בנוי המצריך כושר שיפוט של רוחב דרך, שפות מדרכה, וכו'.
- נהיגה בשטח פתוח (דרך פתוחה, הכוללת פניות, שיפועים, פינות חסומות, בעלות שדה ראייה אפס; דרך רטובה או יבשה).
- נהיגה בשטח פתוח, מיוער, מישורי או גבנוני.
- נהיגה תוך מעבר מכשולים, נהיגה בדרך צרה מאוד בין שני תהומות וקירות בטון.
- שימוש בציוד חירום, כולל אזהרת אש ומערכות-כיבוי.

השימוש בדמיין-טנק בהיותו משולב כיאות בתכנית אימון שלימה, מאפשר השגת היתרונות הבאים:

- * חיסכון כספי על-אף מחירו הבסיסי הגבוה.
- * צמצום זמן האימון הכללי.
- * שחרור מספר רב של טנקים לתפקידים פעילים ומבצעיים.
- * ייצור נהגים טובים יותר, המנוסים במגוון רחב של בעיות ותקלות העולות להיווצר בשטח.
- * הענקת ביטחון עצמי לחיילים.