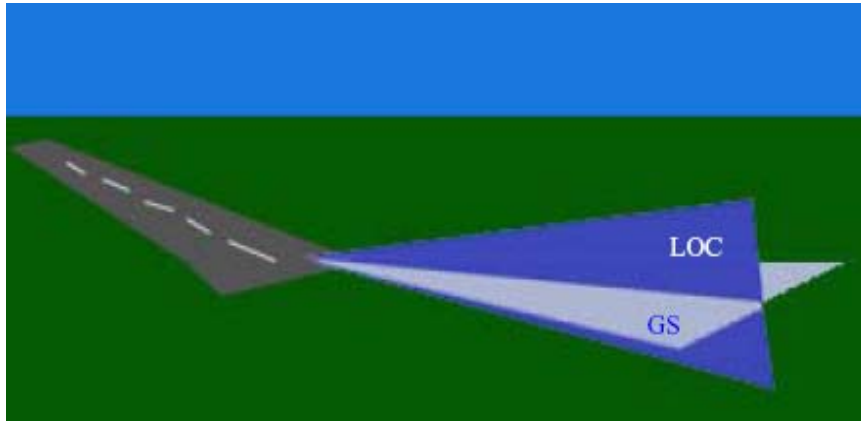


## ILS – INSTRUMENT LANDING SYSTEM

מערכת נחיתת מכשירים – תפקיד המערכת לאפשר לטייס לטוס תוך כדי הנמכה לאורך ציר המסלול מנקודת גישה הסופית (FAF) ועד להגעה לגובה (המינימה) בו הוא חייב לראות את המסלול ולנחות בתנאי ראייה.



המערכת מבוססת על שידור רדיו שמשודר מהקרקע אל המכשיר במטוס. המכשיר במטוס יודע לפענח אם הוא נמצא בצידו האחד של השידור או בצידו האחר.

מחט ה LOC



מחט ה LOC

המכשיר במטוס למעשה מורכב משני מכשירים שונים ונפרדים ולכל אחד תפקיד משלו: מחוון ציר מסלול Localizer מציין אם המסלול נמצא מימין או משמאל למטוס. מחוון קו גלישה GlideSlope מציין אם קו הגלישה אל המסלול נמצא מעל או מתחת למטוס.

**Localizer** - ה - ה - LOC משודר בתחום ה VHF בין התדרים 108.1 – 111.95 MHz (ב 40 ערוצים בלבד). ה LOC מכוון לאורך המסלול ומיועד לתת לטייס את ה FRONT COURSE (כיוון הנמכה ראשי)

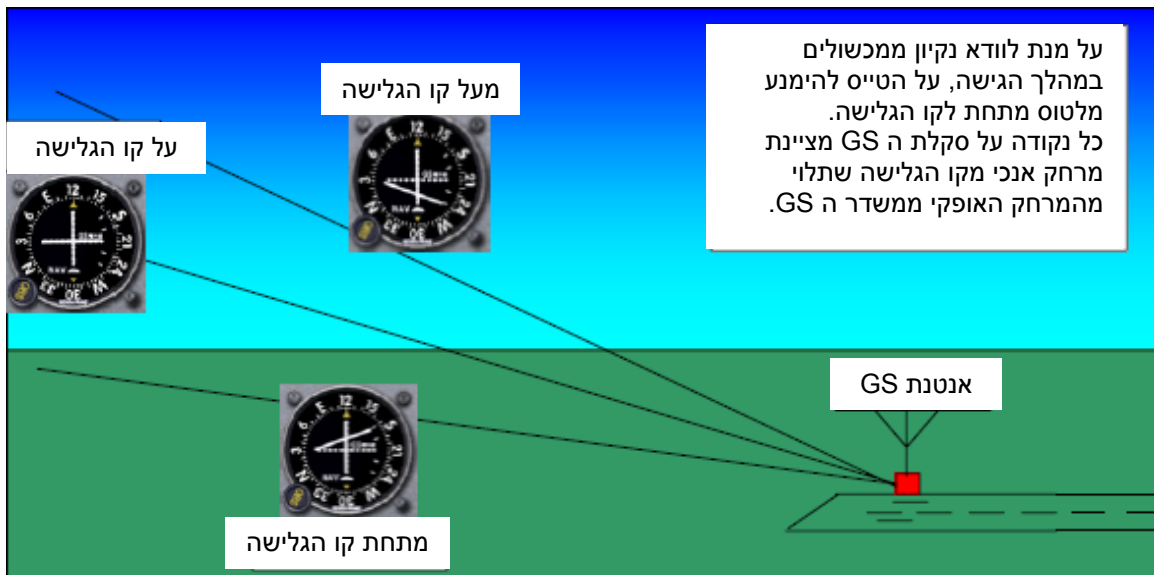
במכשיר ה ILS מחט ה LOC היא מחט אנכית שזזה לימין ולשמאל. מחט ה LOC מראה לטייס אם ציר המסלול נמצא מצד ימין של המטוס או מצד שמאל.

האנטנה על הקרקע משדרת קרן לאורך המסלול. **צד ימין** משדר **150 Hz** ו**צד שמאל** משדר **90 Hz**. אם המטוס טס מול ציר המסלול, כלומר באמצע, יש שיווי משקל בין שני התדרים והמחט תהיה באמצע.

אם המטוס טס מימין לציר המסלול, המכשיר במטוס יקלוט חזק יותר את השידור של 150 Hz ומחט ה LOC תזוז שמאלה ו"תגיד" לטייס שציר המסלול נמצא משמאלו. בשימוש במערכת ה LOC במכשיר ה ILS (שאינו HSI) אין חשיבות לרדיאל הנבחר, כל עוד כיוון הטיסה של המטוס דומה לכיוון המסלול, המחט תראה חיוויים נכונים.

רמת הדיוק של ה LOC גדולה פי 4 מזו של ה VOR והיא  $2.5^\circ$  מהמרכז לקצה הסקלה (FULL DEFLACTION) לעומת  $10^\circ$  ב VOR.

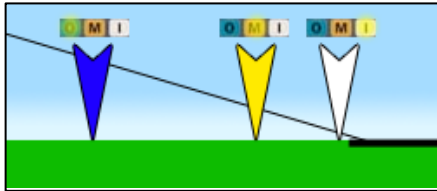
**GlideSlope**: ה GS משודר ב UHF בתדרים 329.15 – 335 MHz בזווית של  $3^\circ$  (בדרך כלל) מהנקודה שבה המטוס אמור לגעת במסלול. ה GS מראה לטייס באמצעות מחט אופקית, מהי הסטייה הורטיקאלית של המטוס ביחס לקו הגלישה. רמת הדיוק של ה GS הינה  $1.4^\circ$  לכל הסקלה.



למרות שה- LOC משדר ב VHF וה GS משדר ב UHF, על הטייס לכוון במקלט ה NAV הרגיל רק את תדר ה LOC ב VHF אשר מכוון לנו אוטומטית את התדר ב UHF לטובת ה GS (בדומה למכשיר ה DME), כלומר לכל ערוץ VHF של ה LOC יש ערוץ UHF של GS וערוץ UHF אחר של DME תואם (ברוב מערכות ה ILS היום יש DME).

**Markers:** במערכת ה ILS ישנם שלושה מציינים שהם למעשה משואות המשדרות מן הקרקע בצורת קונוס אל המטוס בתדר 75 Mhz. משואות ה Marker נמצאות בנקודות מסויימות לאורך ציר ה LOC. כאשר המטוס עובר מעל משואת Marker, נדלקת בפנל נורה אחת המייצגת את סוג ה Marker ונשמע צליל מורס לפי סוגו.

ישנם שלושה סוגים של משואות:



**Outer Marker – OM** המשואה הרחוקה ביותר נקראת **OM** – סמן חיצוני והיא נמצאת בדרך כלל קרוב לנקודת ה FAF (6-7 NM מקצה מסלול). כשהמטוס עובר מעליה, הטייס ישמע צליל מורס (קווים ברצף) בתדר 400 Hz. ותדלק נורה כחולה במטוס.

המשואה הבאה נקראת ה **Middle Marker – MM** סמן אמצעי שמשדר קו נקודה ברצף בתדר 1300 Hz ותדלק נורה צהובה במטוס.

בסוף הגישה נמצאת משואת ה **Inner Marker – IM** שמשדרת רק נקודות במורס בתדר 3000 Hz ובמטוס תדלק נורה לבנה. (ה IM נמצא רק בשדות בהן אפשר לבצע גישת ILS מדויקת יותר כך שהמינימה תהיה מאוד קרובה למסלול בערך פי ארבע מהנמכת ILS רגילה, ה IM משודר מקצה מסלול).

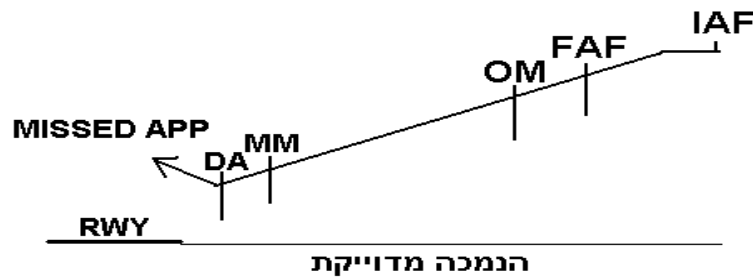
על דפית הנמכת ILS מסומן מה מרחקן של משואות ה-Markers מקצה מסלול וגם מה DME של ה LOC וגם מה DME של ה VOR שבשדה ולפיו אפשר לבצע את בדיקת הגובה לפי מרחק.

**מינימה:** המינימה היא הגובה בוא אם הטייס תוך כדי הנמכה לא הצליח חעצור קשר עין אם המסלול או עם אורות הגישה, עליו ללכת סביב לביצוע גישה נוספת או לטוס לשדה אחר. בשום אופן אין לרדת מתחת לגובה המינימה בתנאי מכשירים.

מינימה היא שם כללי, בגישת ILS מלא היא נקראת DA או DH. DA הוא גובה שבו על הטייס להחליט אם להמשיך בגישה או ללכת סביב. גובה ה DA בדרך כלל נע בין 50' מעל המסלול בהנמכה מדויקת מאוד ועד ל 200' מעל המסלול בהנמכה סטנדרטית.

Decision Altitude = DA זהו גובה החלטה ב QNH (מעל פני הים) גובה שאותו ניתן לראות באמצעות מד הגובה הרגיל במטוס.

Decision High = DH זהו גובה ההחלטה ברגל מעל המסלול, גובה שאותו ניתן לראות במד גובה אלקטרוני אלקטרוני.



גישת ILS מלא, גישה שבה כל העזרים עובדים ותקינים היא גישה בה הטייס מטיס את המטוס דרך נקודת ה FAF, OM, MM ומסיים כשמגיע לגובה ה DA. לאורך כל הדרך המטוס מנמיך וטס על קרן ה LOC ועל קרן ה GS.

**גישת Localizer DME:** כאמור מערכת ה ILS מורכבת ממספר רכיבים (LOC, GS, Markers, אורות גישה וכו'). במידה ואחת הרכיבים מתקלקל עדיין ניתן לבצע את הגיה אבל על הטייס יחולו מגבלות שונות, אופן הגישה ישתנה והמינימה תיגדל. גישת DME LOC מיושמת במידה זו GS לא שמיש.

הטייס מבצע את הגישה בעזרת LOC בלבד ונעזר ב Markers וב DME ובחיתוך עם רדיאלים ממשואות VOR שקרובות לגישה, כדי לזהות נקודות שבהן המטוס להיות בגבהים מסוימים (גבהי הבדיקה של ה GS). הטייס יטוס לאורך קרן ה LOC וינמיך במדרגות מנקודה לנקודה.



גישה זו **איננה מדוייקת** לכן גובה המינימה גדל והופך להקרא בשם (Minimum Descent Altitude) MDA. טייס שמבצע גישה כזאת ינמיך עד לגובה ה MDA וימשיך בגובה זה עד לנקודת ה -MAP (Missed Approach Point). אם הטייס הגיבה לנקודת ה MAP והוא בגובה ה MDA ועדיין לא יצר קשר עין עם המסלול עליו ללכת סביב. אם הטייס יחליט להפסיק הנמכה וללכת סביב עוד לפני הגעתו ל MDA אזי ימשיך ישר עד ה MAP כולל התחלת טיפוס אבל הפניה לתהליך הליה סביב יעשה רק לאחר ה MAP.

גישה לא מדוייקת נוספת שנוצרת ממערכת ה- ILS היא גישת ה - LOCALIZER BACK COURSE (LOC BC) שעליה נדון בהמשך.

**מגבלות גובה וראות:** בתחתית כל דפית הנמכת מכשירים ישנה טבלת מינימות שמציגה את גבהי ההחלטה לכל סוג מטוס לפי קטגוריות ואת ה MDA במקרה שה GS לא עובד ואת מגבלות הראות ומגבלות אחרות לביצוע הגישה. לכל גישה ישנה מגבלת ראות מינימלית ובגישה מדויקת (מקטגוריות II ו III) יש מגבלות RVR – מכשיר על המסלול המודד את הראות האופקית עליו.

ל DME ולאורות גישה (ALS) יש חשיבות רבה, לפעמים ההנמכה לא מאושרת בלעדיהם ולפעמים ה DA וה MDA גדלים אם הם אינם שמישים.

הנמכות מקטגוריות II ו III אינן מאושרות ללא DME או ALS מפני שגבהי ההחלטה שלהן קבועות 50' ו 100' מעל המסלול, לכן אם העזרים הנ"ל לא שמישים בהנמכות אלה הטייס יאלץ לעבור לקטגוריה הסטנדרטית (I) (אם יש זאת באפשרותו מבחינת ראות מינימלית). בדרך כלל כאשר ה GS לא שמיש או כל ציוד אחר בשדה אזי מגבלות הראות גדלות בהתאם.

**שעור הנמכה:** בגישת ILS על הטייס להנמיך גובה מסוים במרחק מסוים, לכן ככל שהמהירות הקרקעית של המטוס גדלה, המטוס עובר את אותו המרחק בפחות זמן כך שהטייס יצטרך להנמיך בשיעור הנמכה גדול יותר.

לכן ישנה טבלה שמציגה את שעור ההנמכה (כדי להיות מיוצבים על ה GS) לפי מהירות.

לדוגמא: סונה 172 שתנמיך במהירות 90 קשר תצטרך להנמיך 484 רגל בדקה ואילו בואינג 747-200 במשקל 250 טון שמהירות הגישה שלו היא 140 קשר ינמיך 753 רגל בדקה. (בזווית הנמכה של 3°).

### **גישת (LOC BC) – Localizer Back Course:**

משדר ה LOC משדר שידור בעל 2 צדדים: **ימין ושמאל** שכוונו הוא ככוון המסלול. יש אפשרות להשתמש ב LOC ולבצע גישת מכשירים על המסלול הנגדי, **אבל** קיימת בעיה קטנה (גדולה):

בגישה רגילה כשהמטוס נמצא מימין לציר מסלול, מכשיר ה LOC במטוס קולט את **צד ימין**. במצב זה המכשיר במטוס מבין שהוא מימין למסלול ומציג מחט LOC מצד שמאל. כלומר ציר המסלול משמאל למטוס.

עכשיו צריך לדמיין: נניח שהמטוס משתמש בקרו ה LOC אבל על המסלול הנגדי. הפעם כשהמטוס יהיה מימין למסלול, מעשיר ה LOC במטוס קולט את **צד שמאל** (הפוך!). במצב זה המכשיר במטוס מבין שהוא משמאל למטוס ומציג מחט LOC מצד ימין! משמעות הדבר הוא שבגישת LOC BC חיווי ה LOC יהיו הפוכים למצד של גישה מהכיוון הראשי. על הטייס להיות מודע להבדלים ולהיות מתורגל היטב.

את בעיית החיווי הפוך ניתן לתקן על ידי שימוש במכשיר HSI ובחירת "רדיאל" של הכוון הראשי.

בעיה נוספת: בהנמכת LOC BC בלתי אפשר לקבל חיווי GS מפני שאחרי מעבר תחילת השידור, הקרן נכנסת "לתוך האדמה" לכן הנמכת LOC BC היא הנמכה **לא מדויקת**. עם כל המשתמע מכך: הנמכה במדרגות, גובה מינימה גבוה, MDA וכו' אנטנות במטוס:

- אנטנת LOC + VOR משותפת בזנב (אנטנת V)
- אנטנת GS בדרך כלל פנימית באף המטוס
- אנטנת Markers בדרך כלל בחלק התחתון של המטוס.