

ILS Instrument landing system

نویسنده: جواد آتشی کارشناس کنترل ترافیک هوایی (ATS)

بعد از اولین پرواز بدون دید در سال ۱۹۲۹ و فرود موفق بدون دید در سال ۱۹۳۲ تحقیقات برای هرچه دقیق تر کردن این تجهیزات ادامه پیدا کرد تا اینکه در سال ۱۹۴۰ سیستم فرود بدون دید و یا با دستگاه براساس فرکانس VHF برای هواپیماهای نظامی و غیر نظامی رونمایی شد. اولین فرود آزمایشی در سال ۱۹۳۸ در فرودگاه پنسیلوانیا با موفقیت انجام شد و لندینگ کاملاً اتوماتیک و شبیه دستگاه های امروزی در مارس ۱۹۶۴ در شرایط بارش شدید برف و طوفان در فرودگاه بدفورد انجام شد .

این سیستم کمک ناوبری با ارائه ی هدایت افقی نسبت به خط مرکزی باند و هدایت عمودی نسبت به شیب مناسب برای فرود ، خلبان را در شرایط جوی بد و بدون دید تا نقطه ی مشخصی (Decision altitude/height) هدایت میکند و در این نقطه که بسته به نوع دستگاه ILS نصب شده میتواند در ارتفاع مشخصی از سطح زمین قرار داشته باشد ، خلبان باید تصمیم بگیرد اگر او بتواند سطح باند را ببیند اجازه می دهد که چرخ های هواپیما سطح باند را لمس کنند اما اگر این شرط به هر دلیل برقرار نباشد باید از نشستن بر روی باند منصرف شود و با اوج گرفتن خود را برای ادامه دادن به فرودگاه کمکی یا تلاشی دوباره برای نشستن در همین فرودگاه آماده کند .

سیستمهای ILS از نظر دقت با هم متفاوتند و به سه نوع اصلی تقسیم می شوند (CAT I ، CAT II، CAT III) که CAT III خود به ۳ دسته C و B و A تقسیم میشود و اگرچه اساس کار تمامیشان یکی است اما هر کدام الزامات و استانداردهای خاص خود را دارند و می توانند هواپیما را با حداقل دید مشخصی به صورت ایمن برای لندینگ هدایت کنند و ارتفاع تصمیم گیری برای هر کدام نیز متفاوت می باشد به عنوان مثال CAT III type c به هواپیما اجازه فرود در دید صفر را می دهد . البته به سبب قیمت بسیار بالا و هزینه نگهداری بایستی امکان سنجی اقتصادی جهت خریداری چنین نوع سیستمی برای فرودگاه صورت گیرد.

یک سیستم ILS شامل دو جزء سیستم اصلی و چند جز فرعی میباشد

۱) Localizer هدایت افقی (عرضی) (LLZ)

۲) Glide slope: هدایت ارتفاعی (عمودی) (GP)

اجزای فرعی شامل سه مارکریکن و یا یک دستگاه DME و آرایش چراغ سطح باند و چراغ های قبل از باند (چراغ های پروچ) و سنسور محاسبه دید در راستای باند (RVR)

آنتن LLZ معمولاً در انتهای باند قرار دارد و شامل چندین جفت آنتنهای یک جهته میباشد. دو سیگنال ۹۰ هرتز و ۱۵۰ هرتز روی فرکانسهای حامل بین ۱۰۸ الی ۱۱۱,۹۷۵ مگاهرتز از آنتنهای جداگانه‌ای که با هم بصورت مجتمع نصب شده اند پخش میشود . هر آنتن یک پرتو باریک ارسال میکند که یک گروه از این پرتوها با انحراف کمی سمت راست خط مرکزی باند قرار دارد (۱۵۰ هرتز) و گروه دیگر در فاصله کمی از سمت چپ خط مرکزی باند (۹۰ هرتز) منتشر می شود

گیرنده LLZ در هواپیما اختلاف عمق مدولاسیون بین ۹۰ و ۱۵۰ هرتز را محاسبه می نماید و نمایشگر داخل کابین، مقدار انحراف هواپیما نسبت به خط مرکزی باند را نشان می دهد و بدینوسیله خلبان خود را با امتداد فاینال و راستای خط مرکزی باند تنظیم می کند (هدایت عرضی)

در نشان دهنده درون کاکپیت دو خط عمود برهم وضعیت هواپیما را نسبت به بهترین نقطه برای فرود روی سطح نشان میدهد ، خط عمودی نشان دهنده LLZ است. اگر این خط به سمت چپ منحرف شود بدان معناست که هواپیما در سمت راست خط مرکزی قرار دارد و باید به سمت چپ متمایل شود.

آنتن GP در کنار منطقه تماس هواپیما با باند Touchdown در مجاورت باند نصب میشود. سیگنالهای ۱۵۰ و ۹۰ هرتز روی فرکانس حامل بین ۳۲۸,۶ تا ۳۳۵,۴ مگاهرتز با همان تکنیک مورد استفاده در LLZ ارسال میشود با این تفاوت که این دو سیگنال با اختلاف کمی نسبت به شیب اسمی فرود (path Nominal) پخش و در کابین خلبان گیرنده HSI خط افقی خواهد بود که اختلاف موقعیت هواپیما با این شیب را نشان میدهد . بطور مثال اگر خط افقی بالاتر از مرکز نشان دهنده باشد یعنی هواپیما بایستی کمی به سمت بالا متمایل شود تا روی شیب قرار گیرد (هدایت عمودی)

در صورتیکه دو خط افقی و عمودی HSI دقیقاً در مرکز واقع شده باشند بدان معناست که هواپیما دقیقاً در امتداد باند و روی شیب استاندارد فرود قرار دارد.

به غیر از GP و LLZ، سیستم ILS بایک سیگنال شناسایی نام خود را بصورت مورس کد یک کلمه ی ۴ حرفی که با حرف I شروع کی شود، روی فرکانس ۱۰۲۰ هرتز که توسط LLZ ارسال می گردد خود را معرفی میکند و نشان میدهد که به درستی وظیفه ی خود را انجام میدهد خلبان نیز با دریافت این مورس کد در می یابد که دستگاه خود را درست تنظیم کرده است و سیگنال های مربوط به دستگاه ILS باندی را که مجاز به لندینگ توسط کنترلر ترافیک هوایی فرودگاه شده است را دریافت میکند (مثلاً کد ITHR نشان دهنده ILS باند L۲۹ فرودگاه مهرآباد است)

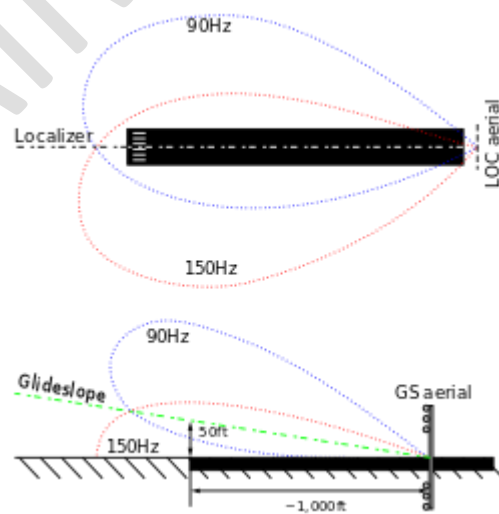
در برخی سیستم ها نیز سه آنتن (دستگاه NDB) با عنوان Marker Inner، Marker Middle، Marker Outer در فواصل مختلف از ابتدای باند در مسیر تقرب هواپیما قرار داده می شود که آنها سیگنالهایی روی فرکانس ۷۵ مگاهرتز ارسال می کنند که چراغ نشان دهنده هر کدام از آنها به خلبان فاصله از ابتدای باند را نشان می دهد. البته در سیستم های جدید DME جایگزین مارکرها شده و در تمام طول مسیر فاصله هواپیما از دستگاه DME که با GP در یک محل نصب شده را نشان می دهد. از محدودیت های این سیستم میتوان به حساس بودن پخش سیگنال ها نسبت به موانع نام برد و براین اساس هرگونه مانع اعم از هواپیما ساختمان و حتی خودرو در جلوی انتها ی این سیستم میتواند در عملکرد آن اختلال ایجاد کند بنابراین معمولاً در فرودگاه ها محدودی مشخص میشود که هیچ شخص یا شی نباید به آن ورود کند همچنین انعکاس امواج از سطوح مختلف میتواند موجب اختلال در کار این دستگاه شود

هدایت هواپیما در خط راست نیز از دیگر محدودیت های این سیستم می باشد در کت های دو و سه امکان لندینگ اتوماتیک بدون دخالت انسان (خلبان) نیز وجود دارد. و د دارد.



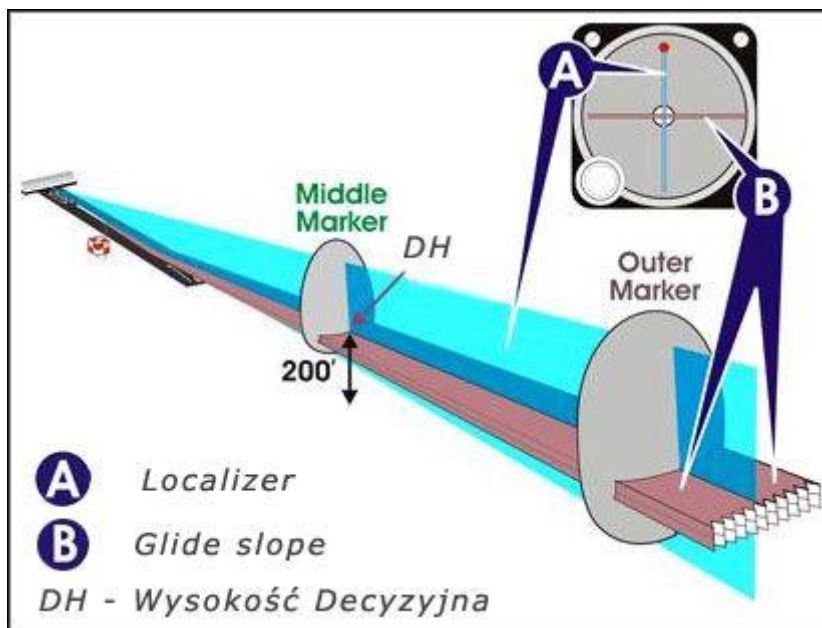
نشان دهنده ILS در کابین خلبان

@ZABOLAIRPORT



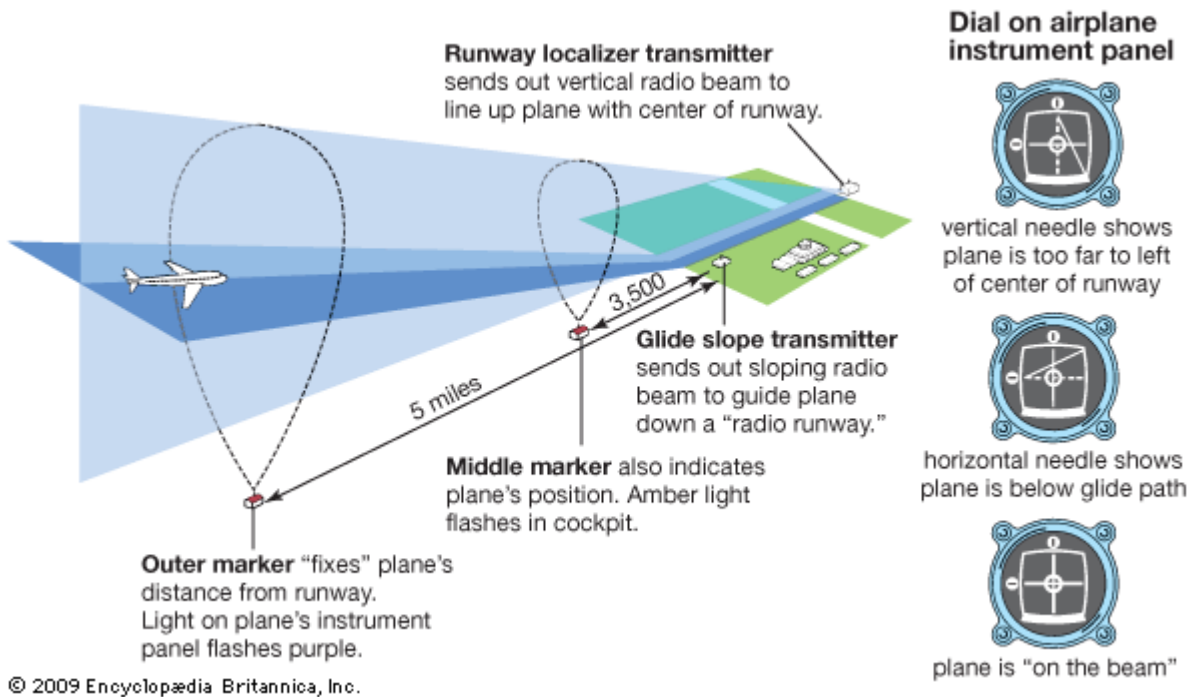
اولین نشان دهنده ILS در کاکپیت در سال ۱۹۴۳

محل قرار گیری انتن ها و نحوه ی پخش سیگنال های آن ها

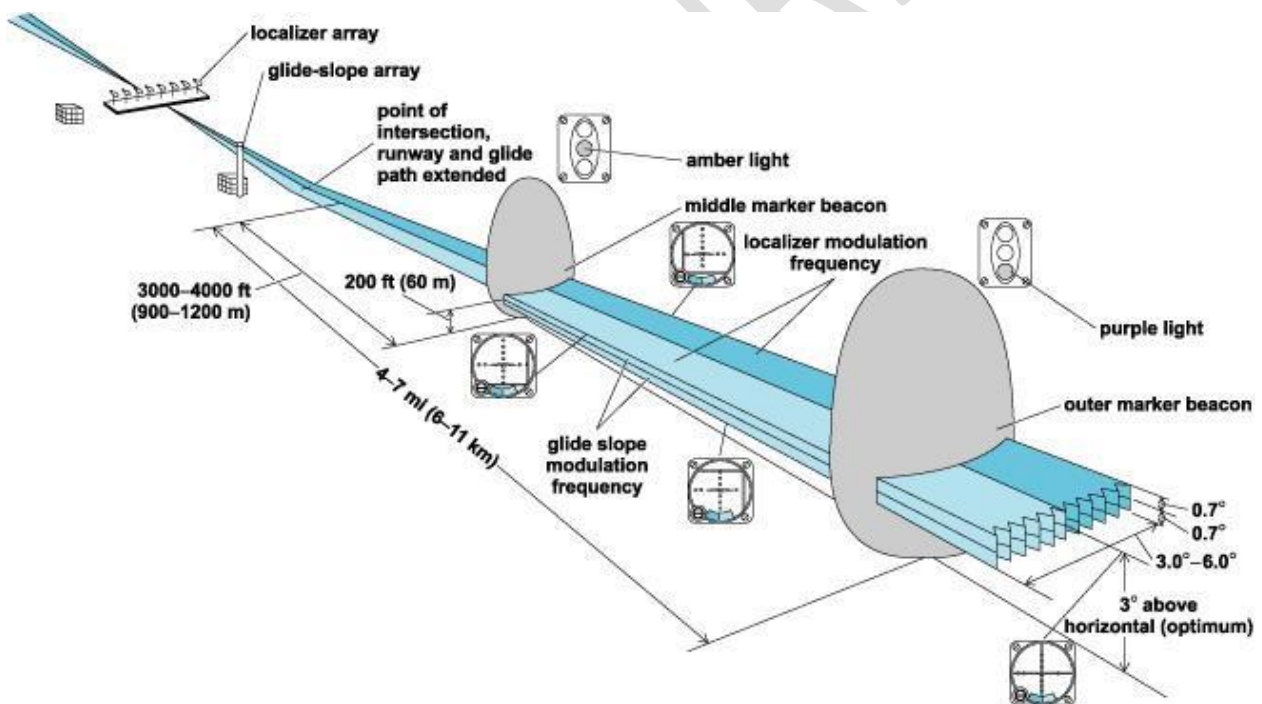


عقربه های مربوط به هدایت عمودی افقی بر روی نشانگر درون کابین خلبان

@ZABOLAIRPORT



محل قرار گیری بیکن ها



قرار گیری بیکن ها و رنگ مربوط به هریک که درون کابین خلبان روشن میشود هنگامی که بر فراز آنها پرواز می کند و نحوه ی انتشار امواج (LLZ شکل فوق) و امواج GS در شکل زیرین

AIRPORT



انتن **GS** که در حاشیه باند قرار میگیرد

@ZABOLAIRPORT

انتن های **LLZ** که در انتهای باند قرار میگیرد

شکل سه بعدی از محدوده ی انتشار امواج LLZ و برد انتشار ان

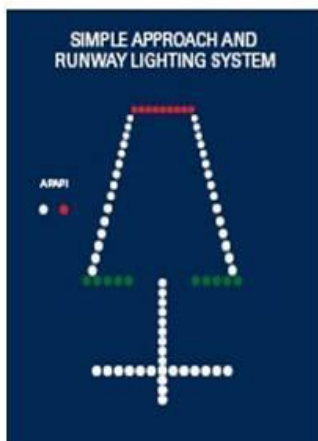


Fig: simple approach RL

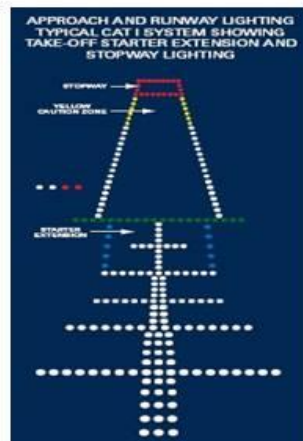


Fig: Runway cat I RL

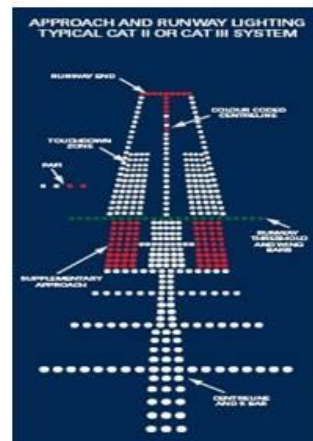


Fig: Runway cat II & cat III RL

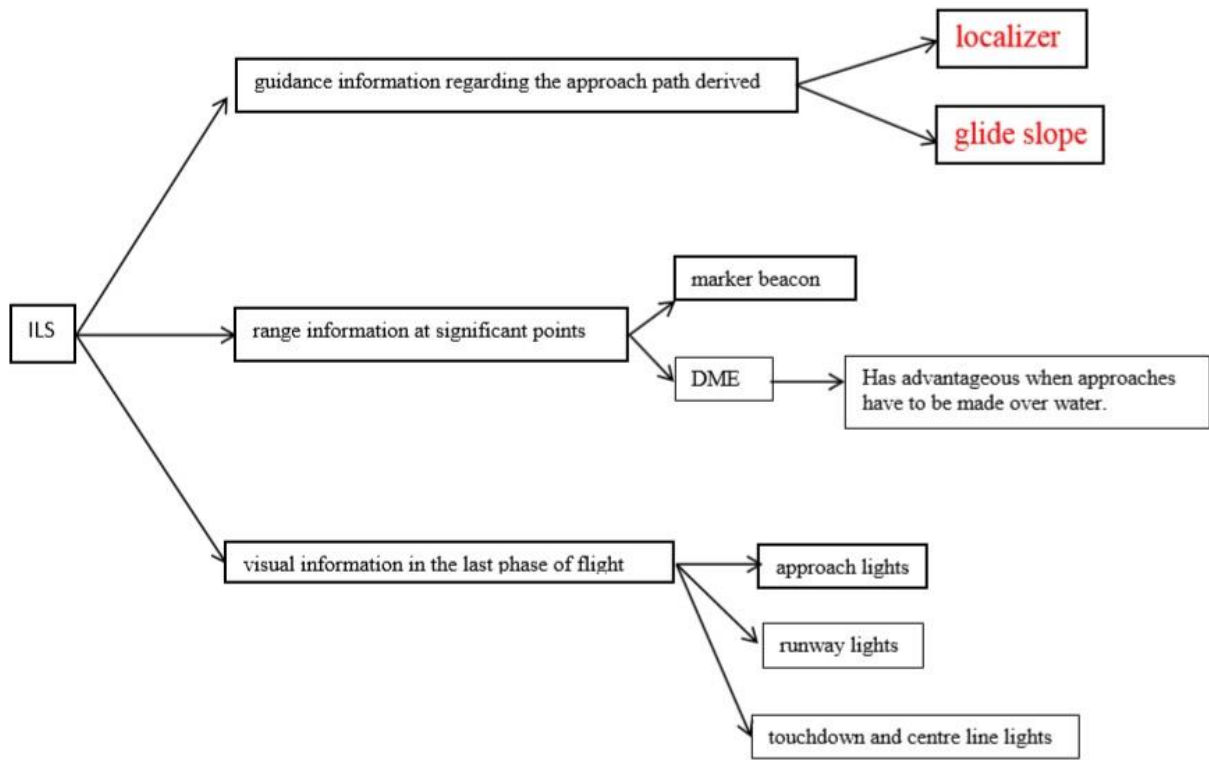
ارایش چراغ های باند و قبل از باند برای کت های مختلف **ILS** اولین از سمت چپ به باندی را نمایش میدهد که به **ILS** مجهز نیست و عکس وسط مجهز به **ILS CAT I** و عکس سمت راست مجهز به **ILS CAT II / III** میباشد

اطلاعات مربوط به ۳ کت مختلف ILS و استاندارد های آن ها
 DH ارتفاع تصمیم گیری و RVR حداقل دید افقی در راستای باند

ICAO Criteria

Category	System minima	Decision Height	RVR requirement
CAT I	60 m (200 ft)	Not less than 200 ft	Not less than 550 m or ground visibility not less than 800 m
CAT II	30 m (100 ft)	Less than 200 ft but not less than 100 ft	Not less than 350 m**
CAT III A	Nil	Less than 100 ft or no DH	Not less than 200 m
CAT III B	Nil	Less than 50 ft or no DH	Not less than 50 m *
CAT III C	Nil	No DH	None
* JAR OPS specifies 75 m RVR minimum for CAT III B			

** ICAO Annex 6, 8th Edition, July 2001. According to ICAO Annex 6, 9th Edition, July 2010 its 300 m

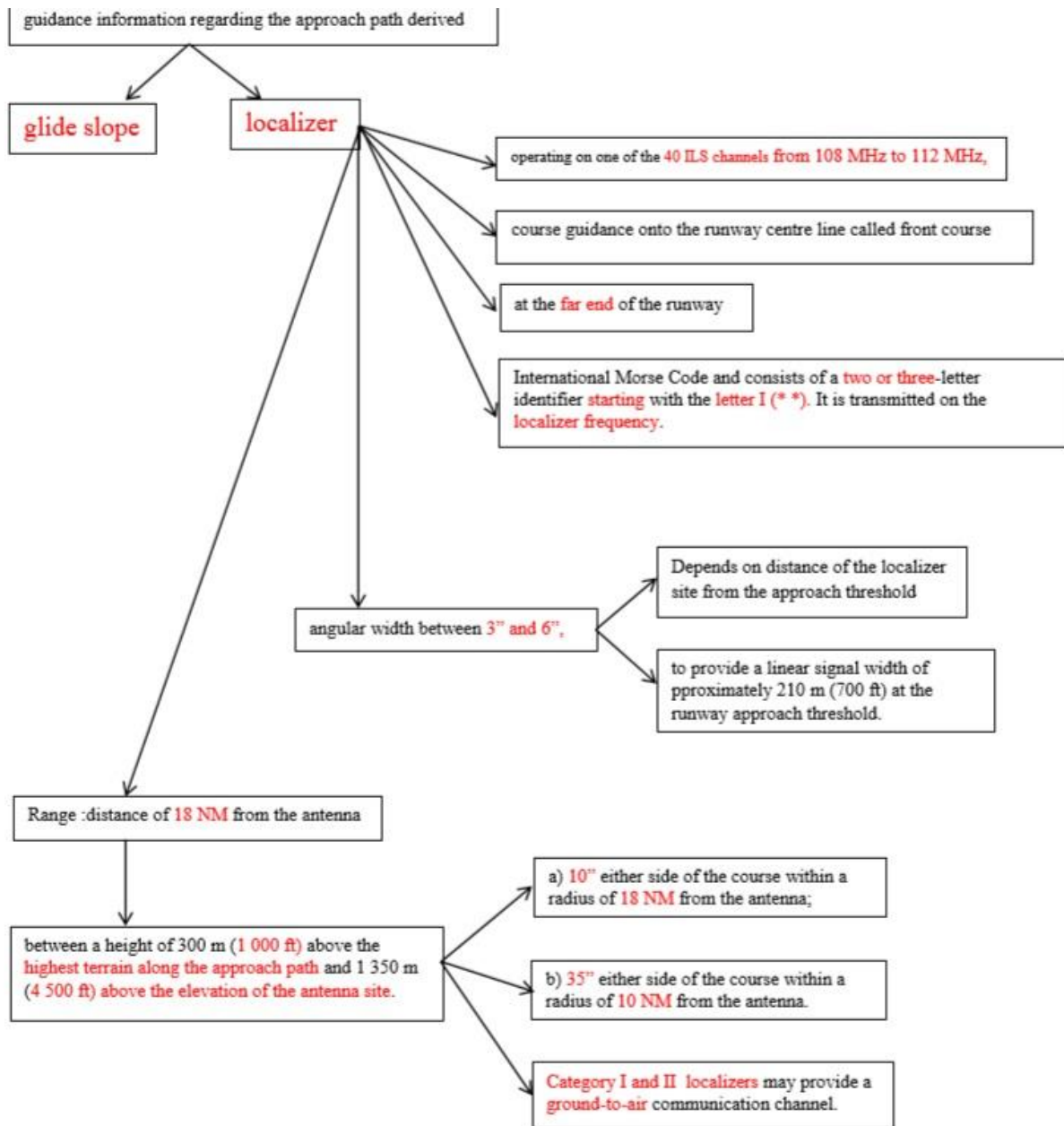


دیاگرام اجزای ILS

@ZABOLAH

@ZABOJAIRPORT

دیاگرام گلاید اسلوب



دیاگرام لوکولایزر

نویسنده: جواد آتشی کارشناس منترل ترافیک هوایی (ATS)