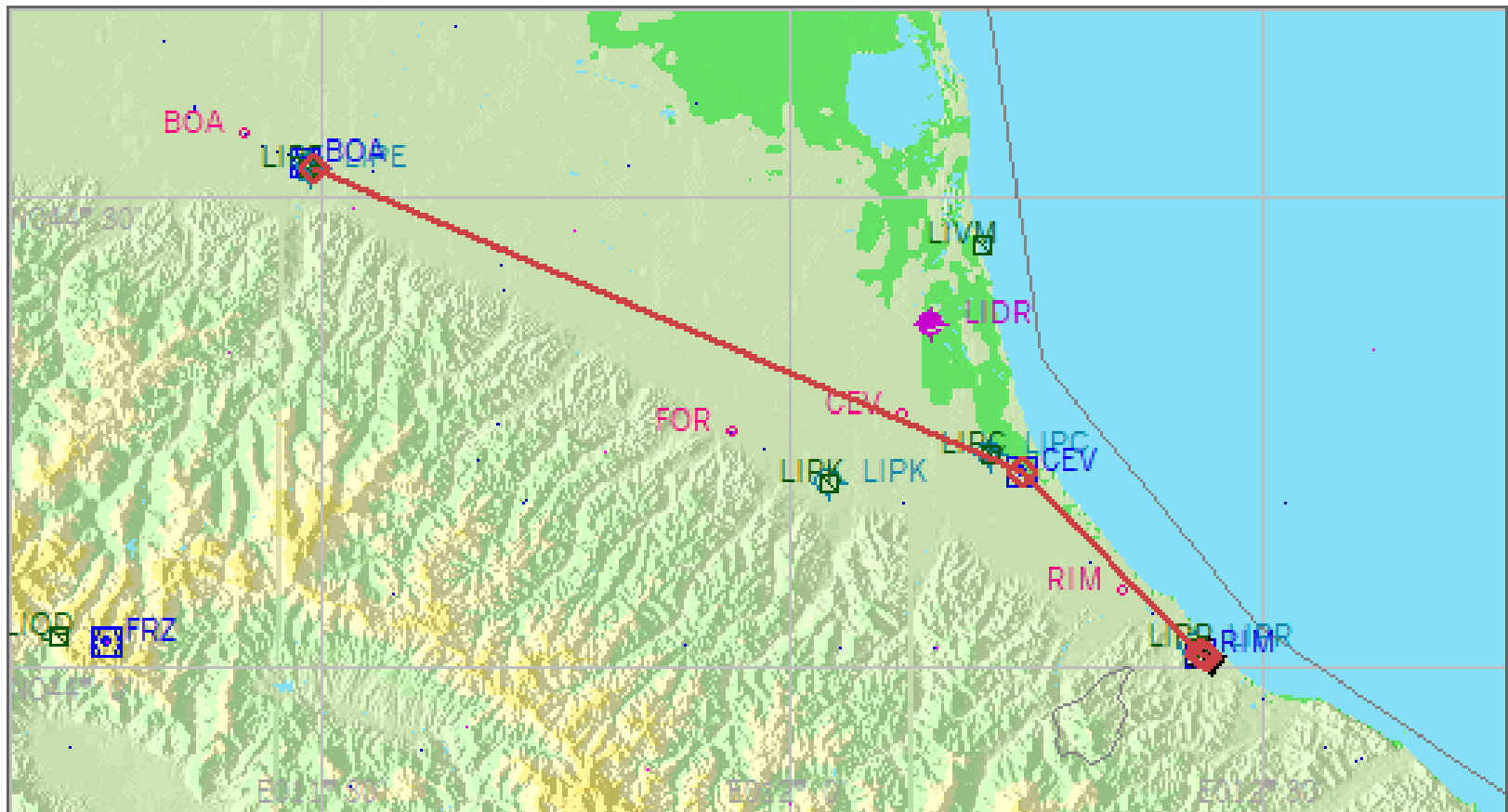


## ESERCITAZIONE CON SIMULATORE DI VOLO

Attraverso un volo simulato con decollo dall'aeroporto di Rimini (LIPR) ed atterraggio all'aeroporto di Bologna (LIPE) su un aereo da addestramento Cessna C172SP Skyhawk, si mostra l'utilizzazione della strumentazione per la radionavigazione presente a bordo dell'aeromobile nelle fasi di navigazione, avvicinamento all'aeroporto ed atterraggio.



## A.D.F. = Automatic Direction Finder - Ricercatore Automatico di Direzione

È un radiogoniometro costituito da un sistema di ricezione direttivo (diagramma di ricezione a cardioide) che, montato su un telaio girevole pilotato da un motore, viene automaticamente orientato verso una stazione trasmittente a terra di posizione nota (N.D.B. = Non Directional Beacon - Radiofaro Non Direzionale).

Lo strumento fornisce, **rispetto all'asse longitudinale dell'aereo**, la direzione dell'N.D.B. su cui è sintonizzato.

Gli N.D.B. possono operare ufficialmente nella banda di frequenze compresa fra 200 e 1750 kHz (normalmente fra 200 e 450 kHz). Le portate sono:

N.D.B. di navigazione: circa 280 km

N.D.B. di avvicinamento: fra 45 e 90 km

Quelli presenti in Italia emettono potenze comprese fra 25 e 300 W.

**L'A.D.F. non fornisce una rotta ma una direzione.** A causa della velocità del vento un aereo che punta sempre verso un N.D.B. non percorre verso lo stesso una retta ma una traiettoria spiraliforme detta “curva del cane”.

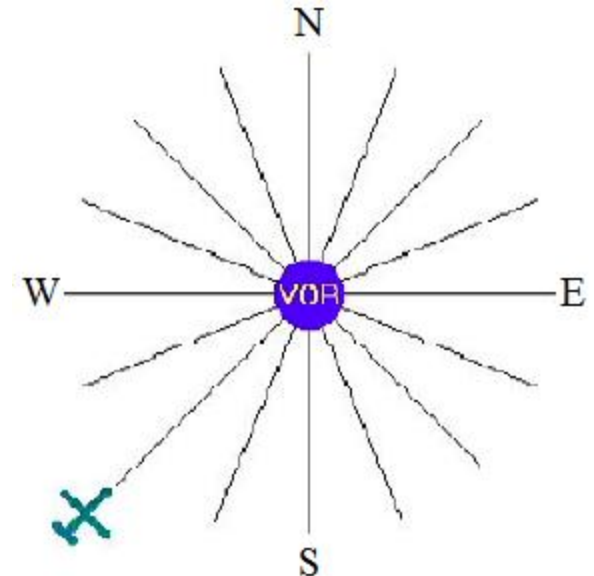
## V.O.R. = VHF Omnidirectional Range - Radiofaro Omnidirezionale VHF

La stazione terrestre trasmette una portante a radiofrequenza nella banda di frequenze compresa fra 112 e 118 MHz modulata da due segnali sinusoidali:

- uno di riferimento avente la stessa fase in tutte le direzioni
- uno progressivamente sfasato in ritardo rispetto a quello di riferimento su tutto l'angolo giro nel verso Nord - Est - Sud - Ovest.

La corrispondenza tra gradi azimutali e gradi elettrici definisce 360 rotte standard o direttrici attorno alla stazione V.O.R. **Il V.O.R. è quindi un sistema di radionavigazione a linee di posizione radiali.**

Il ricevitore V.O.R. posto a bordo del velivolo, misurando la differenza di fase fra i due segnali, indica, **indipendentemente dall'orientamento dell'aereo**, lo scostamento della sua posizione dalla rotta stabilita e la direzione in avvicinamento o in allontanamento dalla stazione V.O.R. sintonizzata. La portata di una stazione V.O.R. non supera generalmente i 200 km.



## D.M.E. = Distance Measuring Equipment - Apparecchio per la Misura della Distanza

È costituito da un ricetrasmittitore “interrogatore” a bordo dell’aereo che emette con continuità una serie di impulsi di radiofrequenza a sequenza casuale e da un ricetrasmittitore “trasponder” a terra che riceve, amplifica e ritrasmette con la stessa sequenza (su una differente frequenza) gli impulsi, dopo avere introdotto un ritardo fisso  $t_0$ , insieme agli impulsi ricevuti da tutti gli altri aerei.

L’apparato di bordo riceve tutti gli impulsi emessi dal trasponder, riconosce la sequenza corrispondente alle proprie interrogazioni, misura il tempo  $\Delta t$  trascorso tra l’emissione di ogni impulso di interrogazione ed il corrispondente impulso di risposta e ricava da esso la distanza  $d$  fra velivolo e stazione D.M.E. utilizzando la relazione  $d = c(\Delta t/2 - t_0)$  ( $c$  = velocità di propagazione delle onde radio).

È quindi un sistema a linee di posizione circolari.

Il sistema opera nella banda di frequenze compresa fra 960 e 1215 MHz (dove trovano posto 126 canali distanziati di 1 MHz).

## D.M.E. = Distance Measuring Equipment - Apparecchio per la Misura della Distanza

Il massimo ritardo che un D.M.E. può misurare è stato convenzionalmente stabilito essere 2500  $\mu$ s, che corrisponde ad una distanza massima di 370 km circa (a condizione che il segnale sia ben ricevibile).

Il D.M.E. emette, intercalato alle risposte distanziometriche, il nominativo della stazione in codice Morse.

Le potenze emesse variano fra qualche centinaio di W a qualche centinaio di kW.

Le stazioni D.M.E. sono generalmente abbinate ad una stazione V.O.R. in modo da poter fornire al pilota le coordinate polari ( $\rho$ ,  $\theta$ ) del velivolo rispetto alla stazione V.O.R. – D.M.E.

Per questo motivo i canali del D.M.E. sono stati ufficialmente abbinati alle frequenze del V.O.R.

La precisione del D.M.E. è circa 50 m.

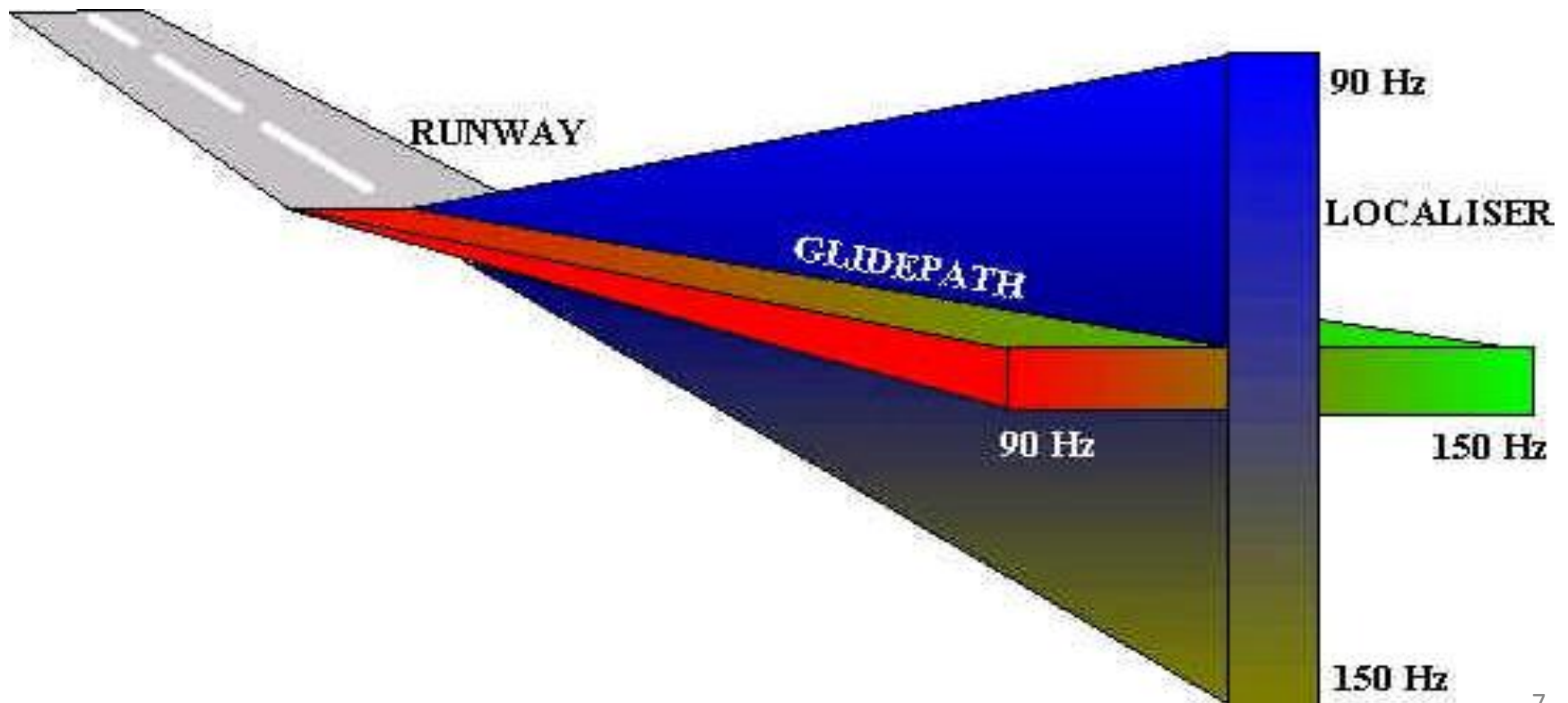
## I.L.S. = Instrumental Landing System – Sistema per l'Atterraggio Strumentale

Il sistema a terra fornisce al pilota, attraverso l'apparato di bordo:

- l'indicazione dello spostamento laterale del velivolo rispetto al piano verticale contenente l'asse longitudinale della pista, definito dal segnale irradiato da un trasmettitore detto **Localizzatore di Pista** nella banda compresa fra 108 MHz e 112 MHz;
- l'indicazione di spostamento verticale rispetto al piano inclinato, ortogonale al precedente e contenente la traiettoria di discesa stabilita per la pista, definito dal segnale irradiato da un trasmettitore detto **Guida di Planata** nella banda compresa fra 328,6 MHz e 335,4 MHz;
- l'indicazione del passaggio del velivolo su tre punti della traiettoria di discesa, posti a 7 km, 1 km e 75 m (opzionale, poco usato) dalla soglia della pista, attraverso segnali emessi in un'unica frequenza portante (75 MHz) da tre trasmettitori detti External Marker, Medium Marker e Inner Marker rispettivamente. Il primo modula la portante con un segnale sinusoidale a 400 Hz manipolato in codice Morse secondo linee ininterrotte, il secondo con un segnale sinusoidale a 1300 Hz manipolato con punti e linee alternati ed il terzo con un segnale sinusoidale a 3000 Hz manipolato secondo punti ininterrotti.

## I.L.S. = Instrumental Landing System – Sistema per l'Atterraggio Strumentale

I due piani che formano la traiettoria di discesa vengono generati nello spazio mediante particolari diagrammi di irradiazione, entro i quali si fa variare l'indice di modulazione di ampiezza della portante (da parte di due segnali a 90 Hz e 150 Hz) in funzione della distanza del punto ove si trova il velivolo rispetto ai piani stessi. Le frequenze del Localizzatore e della Guida di Planata sono fra loro abbinata (40 canali distanziati di 50 kHz).



## G.P.S. = Global Positioning System - Sistema di Posizionamento Globale

La sezione in aria è costituita da satelliti distribuiti su orbite circolari in una configurazione che permette di vedere, da qualunque punto della superficie terrestre, un numero di satelliti compreso fra 5 e 8.

Il mezzo in navigazione è dotato di un ricevitore che calcola la propria posizione nello spazio conoscendo la propria distanza da almeno 3 satelliti; tali distanze vengono ricavate misurando il tempo impiegato dal segnale emesso da ogni satellite a raggiungere il mezzo e dalle effemeridi di ogni satellite, comunicate dagli stessi al mezzo in navigazione assieme alle informazioni necessarie per la sincronizzazione dell'orologio del ricevitore con quelli a bordo dei satelliti.

L'utilizzazione dei segnali provenienti da 4 satelliti anziché da 2 permette di cancellare le imprecisioni dovute all'orologio del ricevitore.

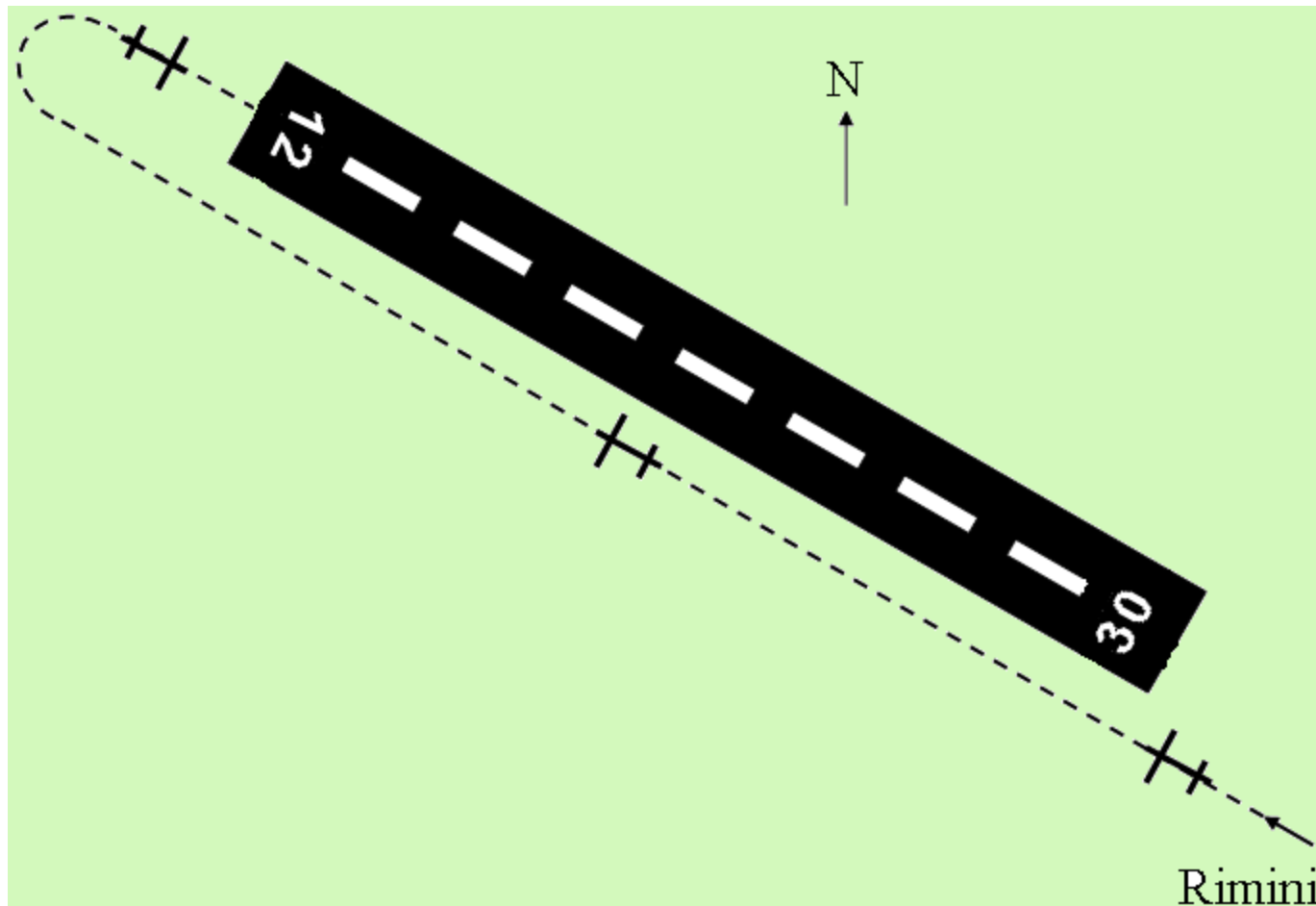
### Radar secondario

Sistema costituito da una stazione radar a terra che interroga il transponder a bordo del velivolo, che trasmette a sua volta a terra identificativo, quota ed altre informazioni, poi visualizzate sullo schermo radar. Il controllore del traffico aereo comunica al pilota, in fase di decollo, il codice identificativo che deve impostare sul transponder (squawk).





Poiché soltanto la pista 12 dell'aeroporto di Bologna è dotata di I.L.S.(di categoria 3), provenendo da Rimini occorrerà, volendo utilizzare tale ausilio, superare l'aeroporto percorrendo un braccio di sottovento, virare di 90° ed ancora di 90° e procedere all'avvicinamento alla pista 12 per poi atterrare.



## Web radar

<http://radar.zhaw.ch:80/radar.html>

<http://www4.passur.com:80/lax.html>

<http://www.passur.com/airportmonitor-locations.htm>