

**PARABLINDA AIRLINES
2010**

**Navigazione con le
radioassistenze VOR**

di

Alberto Serra Alessio Angius

INDICE DEGLI ARGOMENTI

Introduzione	pag.	5
1. Definizioni	pag.	6
2. Generalità sui VOR e sulla radiali	pag.	8
3. Intercettazione di una radiale	pag.	14
3.1 La fase iniziale e la virata di intercettazione	pag.	14
3.2 Intercettazione OUTBOUND	pag.	20
3.3 Intercettazione INBOUND	pag.	20
6. Conclusioni	pag.	28

Download, aggiornamenti e links

Questo documento che avete appena scaricato è l'ultima versione disponibile. Gli aggiornamenti, eventuali nuovi esempi e altre modifiche, saranno disponibili alla pagina sul sito di ivao. Successivamente le modifiche saranno disponibili anche su documento PDF a disposizione di tutti e facilmente scaricabile dal sito wiki.ivao.it.

Altre utili informazioni sono reperibili sui seguenti siti:

www.ivao.aero

www.ivao.it

wiki.ivao.it

Avvertenza

N.B.: Le situazioni riportate nelle immagini esplicative sono puramente indicative in quanto riferite a condizioni ideali ed in assenza di vento. Pertanto, nel volo simulato, prue e QDM e QDR potrebbero non coincidere e differire tra di loro anche di 10° dipendentemente dall'intensità del vento e dalla sua direzione.

Introduzione

Nessuna introduzione.... Leggete direttamente.

1. Definizioni

Il capitolo che segue ha lo scopo di dare al lettore gli strumenti per una chiara lettura delle pagine successive e offrirgli la possibilità di assimilare i concetti relativi alla navigazione strumentale con l'ausilio dei VOR, portandolo a ragionare attivamente sulle problematiche che emergeranno nell'analisi delle varie situazioni in cui un pilota, virtuale e non, potrebbe trovarsi durante le fasi del volo.

Per far ciò è necessario partire da una base comune e cioè conoscere il significato dei termini che useremo d'ora in avanti.

Il lettore tenga presente che questo piccolo manuale non intende essere esaustivo dell'argomento ma fornire un aiuto alla comprensione del volo strumentale per chi inizia a cimentarsi.

Per le seguenti voci sono state utilizzate le informazioni presenti sul Glossario e sul Instruction pack presenti sul sito wiki.ivao.it.

DME - Distance Measuring Equipment.

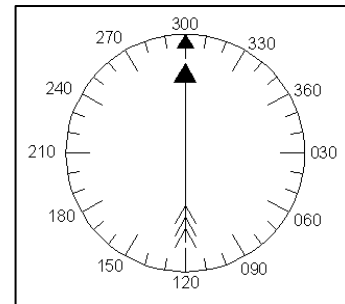
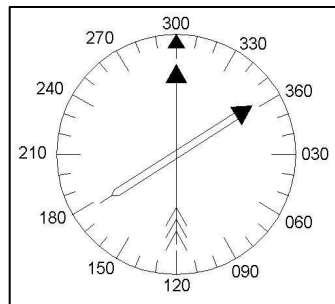
Radioaiuto per la navigazione aerea, generalmente accoppiato con un VOR o ILS, che fornisce la distanza dalla stazione considerata e la velocità rispetto al suolo (GS).

RADIALE – La radiale è una semiretta che ha origine da una stazione VOR.

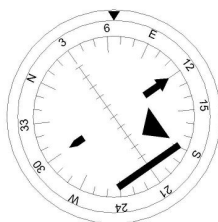
Nella navigazione aerea, la radiale viene utilizzata per definire una rotta aerea, o aerovia. Un VOR emette, per convenzione, 360 radiali. La radiale 360 corrisponde alla direzione Nord, partendo dalla stazione VOR in esame e allontanandosi; le radiali 090, 180, 270 corrispondono rispettivamente ad Est, Sud e Ovest; le altre radiali definiscono le rotte intermedie. Oltre a definire le aerovie, una coppia di radiali distinte emesse da due diversi VOR possono determinare un punto (intersezione) su di una mappa, o anche essere utilizzate per stabilire la posizione di un aereo. Per evitare confusione, nelle comunicazioni aeronautiche, la radiale "254" si legge "due-cinque-quattro" e non "duecentocinquantaquattro".

VOR - Very high frequency Omnidirectional Range. Sistema di radioguida utilizzato per la navigazione aerea. Offrono informazioni lungo tutti i 360 QDR che provengono dalla stazione; in questo caso prendendo il nome di radiali. Si dividono in HVOR (per la navigazione nello spazio aereo superiore), LVOR (aerovie spazio aereo inferiore), TVOR (terminali, per le procedure strumentali di avvicinamento/partenza). Ognuno di questi ha un diverso raggio di propagazione del segnale; indicativamente dalle 20 alle 250 miglia nautiche.

RMI - Radio Magnetic Indicator – Strumento derivato dall'unione di un direzionale e di un ADF a due indici, i quali hanno la facoltà di orientarsi verso stazioni NDB ma anche VOR. Consente la lettura diretta dei rilevamenti dalle stazioni.



HSI – Horizontal Situation Indicator



Nelle figure precedenti è rappresentato un RMI ed un HSI reali con le frecce indicatrici della radiale del VOR e del QDM del NDB, rispettivamente freccia verde e freccia gialla, mentre nelle figura vicino alla precedente è riportato un RMI schematizzato.

Viene anche riportato un HSI, così come si presenta sul cockpit di un aeromobile e come invece verrà rappresentato nelle trattazioni successive.

Nelle trattazioni successive verrà utilizzato sempre lo schema grafico.

2. Generalità sui Vor e sulla radiali

Il VOR (VHF Omnidirectional Range) è il sistema di radioguida più utilizzato nelle navigazioni strumentali a corto e medio raggio.

Con l'emissione di due segnali sfasati tra loro, in funzione della direzione di emissione, il VOR consente, grazie al ricevitore a bordo dell'aeromobile, di individuare inequivocabilmente la radiale su cui si trova l'aeromobile stesso.

In pratica il VOR definisce 360 sentieri, separati tra loro di un grado, che possono essere seguiti come una strada.

Di seguito riportiamo il VOR XYZ con l'indicazione di alcune sue radiali (figura 1).

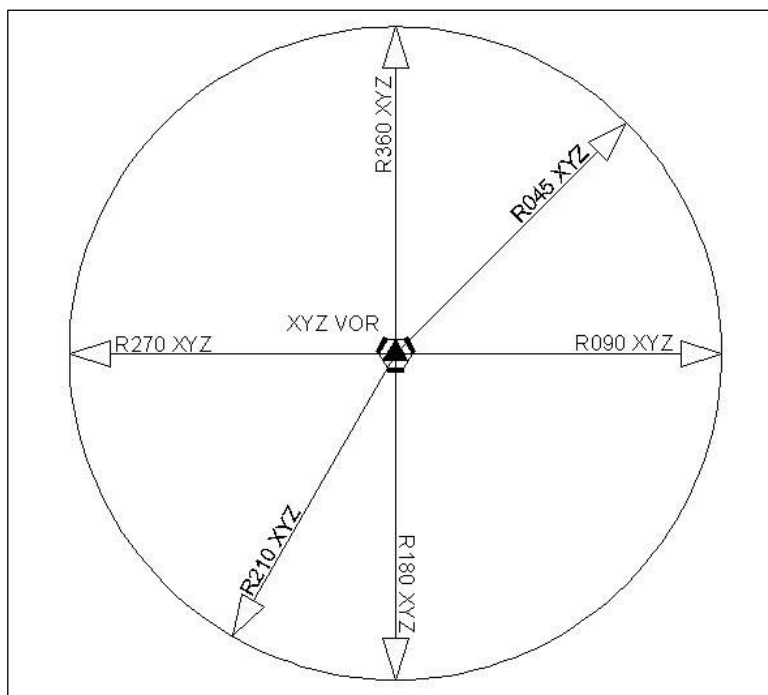


Figura 1

Come si può vedere dalla figura le radiali sono semplicemente delle semirette che nascono dal VOR separate tra loro di un grado; abbiamo indicato alcune di queste radiali ed in particolare le radiali 360 (tre sei zero), 045 (zero quattro cinque), 090 (zero nove zero), 180 (uno otto zero), 210 (due uno zero) e 270 (due sette zero).

Come è facile capire le radiali prendono il nome dalla rotta

magnetica seguita per allontanarsi

dal VOR stesso e, per definizione, sono sempre OUTBOUND .

Guardando la figura X è inoltre evidente che una stessa radiale può essere percorsa in due versi: in avvicinamento o in allontanamento al VOR.

Se si vola in avvicinamento si ha “Radiale 045 INBOUND XYZ VOR” o in alternativa “Radiale 045 TO XYZ VOR”, viceversa volando in allontanamento si ha “Radiale 045 OUTBOUND XYZ VOR” o in alternativa “Radiale 045 FROM XYZ VOR”.

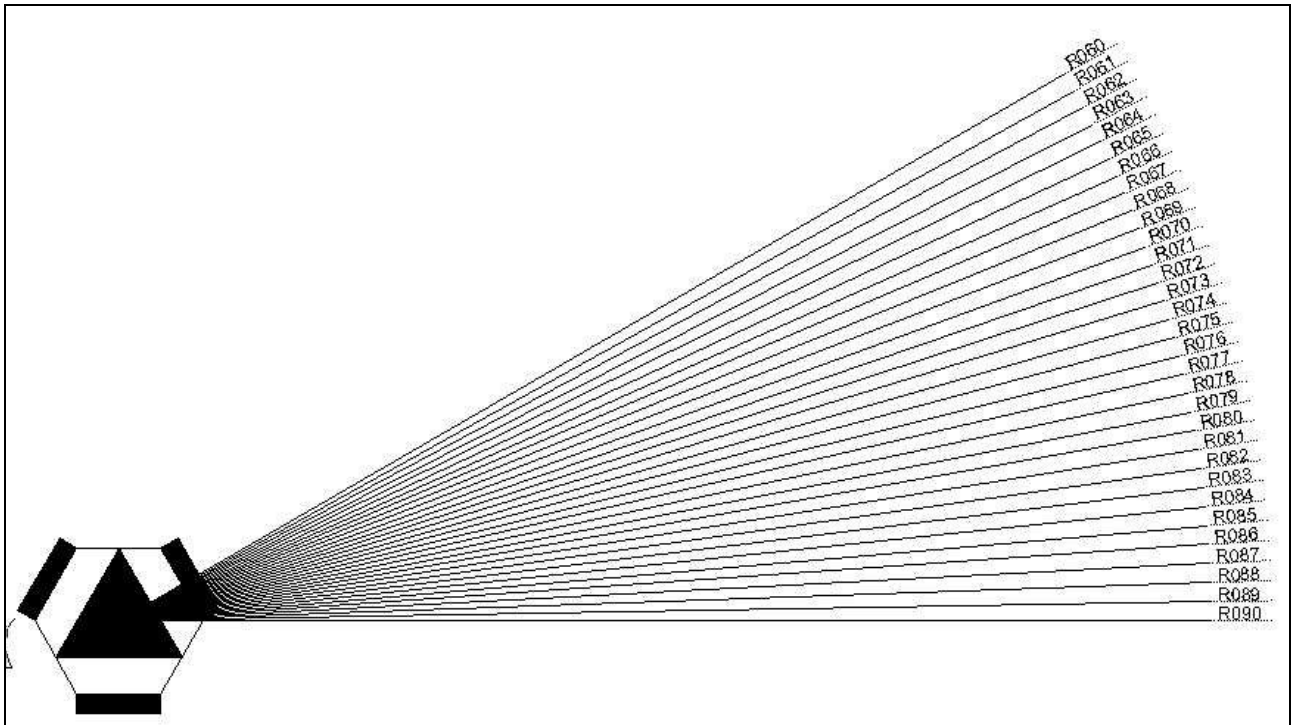


Figura 2

Nella figura sopra abbiamo riportato schematicamente un VOR che emette il segnale lungo le sue radiali. Per facilitare la lettura sono state riportate solo alcune di queste radiali. E' qui evidente che maggiore è la distanza dal VOR maggiore sarà la distanza fra le radiali.

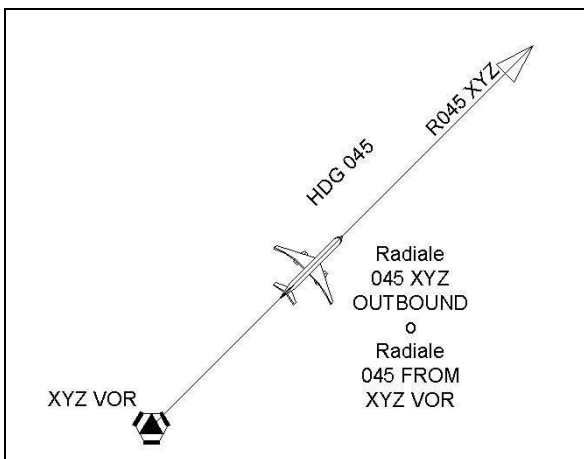


Figura 3.A

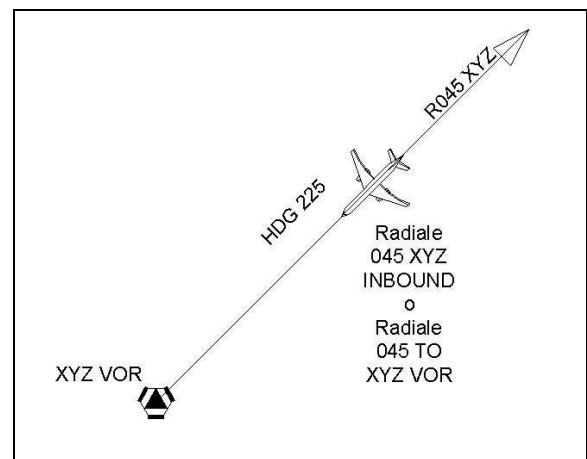


Figura 3.B

Dalle figure 3.A e 3.B capiamo che in caso si assuma una rotta in allontanamento dal VOR la prua (HDG) coincide con la radiale, HDG045 R045 XYZ, mentre volando in avvicinamento la prua è il reciproco a 360° della radiale, HDG225 R045 XYZ VOR.

Nella figura 3.C si nota che l'aeromobile, pur mantenendo la stessa prua, volando verso il VOR e sorpassandolo, cambia radiale passando dalla radiale R045 INBOUND alla radiale R225 OUTBOUND.

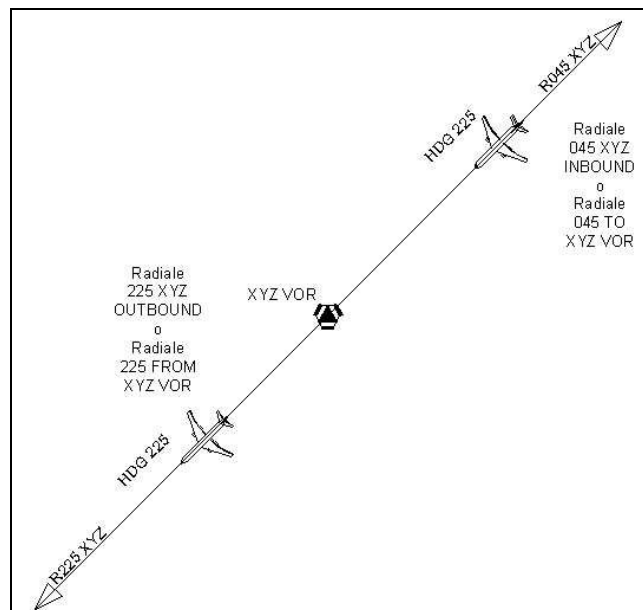


Figura 3.C

Per la navigazione con le radioassistenze VOR in questo manuale utilizzeremo l'HSI (Horizontal Situation Indicator) e l'RMI.

Per la navigazione con i VOR vi sono, in base all'aeromobile utilizzato, vari strumenti che differiscono di poco da quello utilizzato in questa trattazione, e comunque i concetti spiegati sono facilmente riportabili su tutti i tipi di strumentazione.

Nella figura appena sotto è rappresentato un HSI. Lo strumento in esame è composto da:



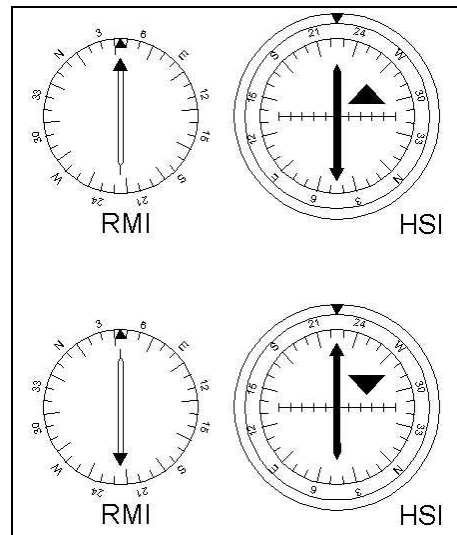
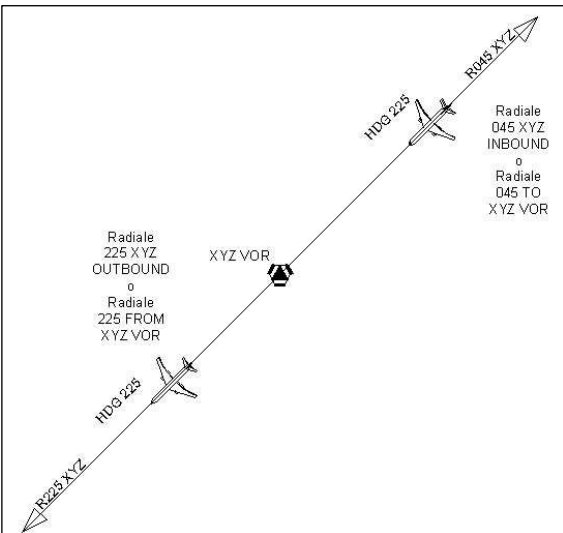
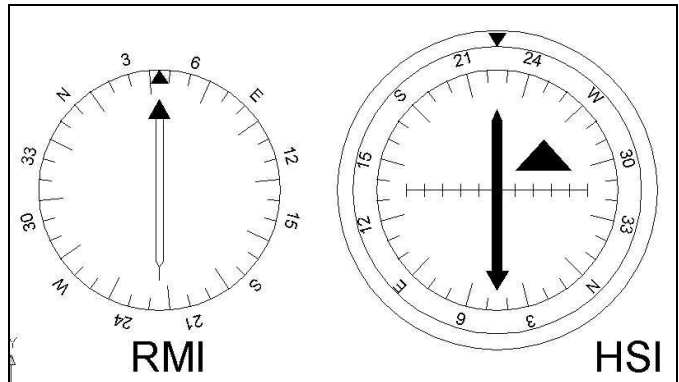
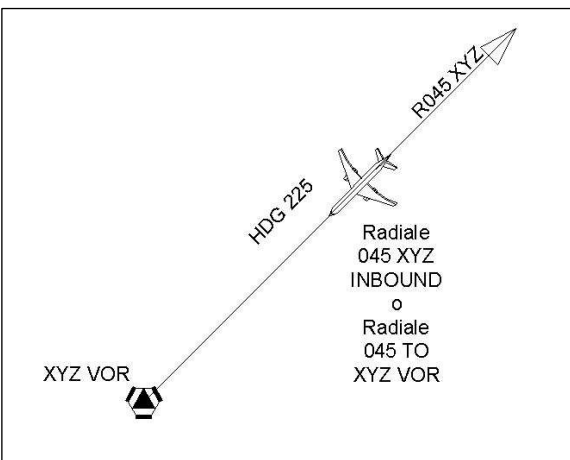
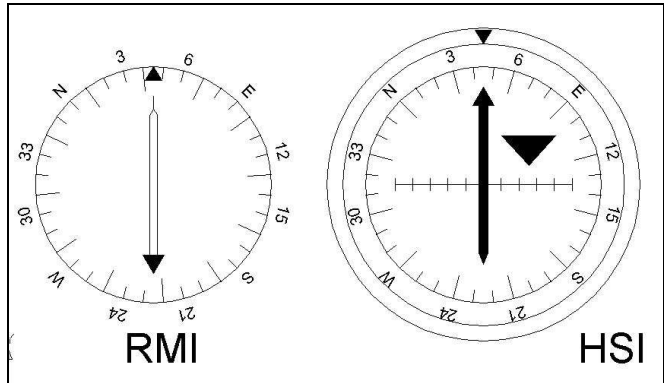
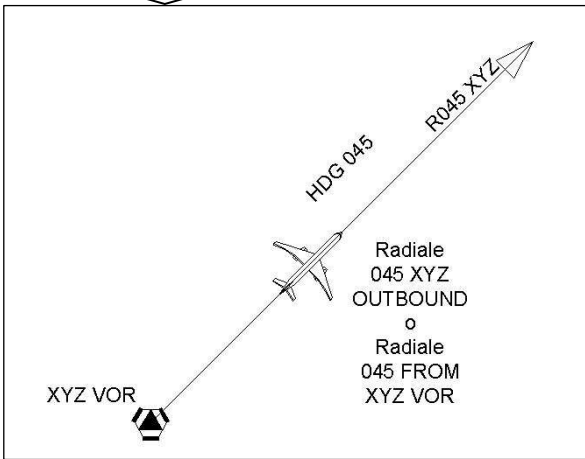
1. Una bussola (la ghiera esterna rotante) su cui viene indicata la prua dell'aeromobile e la radiale selezionata.
2. Una freccia (rotante tramite il nottolino in basso a sinistra) indicante la radiale selezionata. Nella figura la radiale selezionata è la R350.

3. Una barra basculante, che risulta essere parte del corpo della freccia, indica la posizione dell'aeromobile relativamente alla posizione della radiale.
4. Un triangolo bianco che fornisce l'indicazione del verso di percorrenza della radiale INBOUND/OUTBOUND (TO/FROM). Se orientato verso l'alto saremo INBOUND, cioè diretti verso il VOR, viceversa, se orientato verso il basso, saremo OUTBOUND, ovvero in allontanamento dal VOR.
5. Una serie di tacche perpendicolari alla freccia, che ne seguono i movimenti, indicano lo scostamento dell'aeromobile in gradi rispetto alla radiale selezionata. Avendo ogni tacca un valore di 2 gradi, dalla figura si deduce che siamo scostati circa 4 gradi rispetto alla radiale selezionata cioè siamo sulla radiale R346 INBOUND XYZ VOR.

E' facilmente utilizzabile anche l'RMI (Radio Magnetic Indicator) che indica sempre la posizione fisica della radio assistenza e quindi la direzione da seguire per raggiungerla. Di seguito riportiamo le figure viste in precedenza e la configurazione del HSI (sul quale, con l'obs abbiamo settato la radiale in corrispondenza della punta della freccia) e del RMI.

Posizione e direzione dell'aereo

Vista frontale degli strumenti nel cockpit



Vedremo successivamente il comportamento della strumentazione nelle varie fasi del volo.

Al VOR può essere accoppiato un DME, (Distance Measuring Equipment) che, come indicato dal nome, misura la distanza dal radiofaro. Chiariamo subito che il Vor e il DME sono due apparecchiature distinte, che lavorano separatamente e talvolta possono anche essere dislocati in posizione diversa (es. Alghero LIEA).

L'indicazione della distanza fornita dal DME è utilizzata anche per valutare quale sia l'angolo migliore di intercettazione di una radiale. Tali valutazioni diverranno via via più precise con la pratica.

3. Intercettamento di una radiale

3.1 La fase iniziale e la virata di intercettamento

Consideriamo le situazioni proposte nella figura 4.A e 4.B.

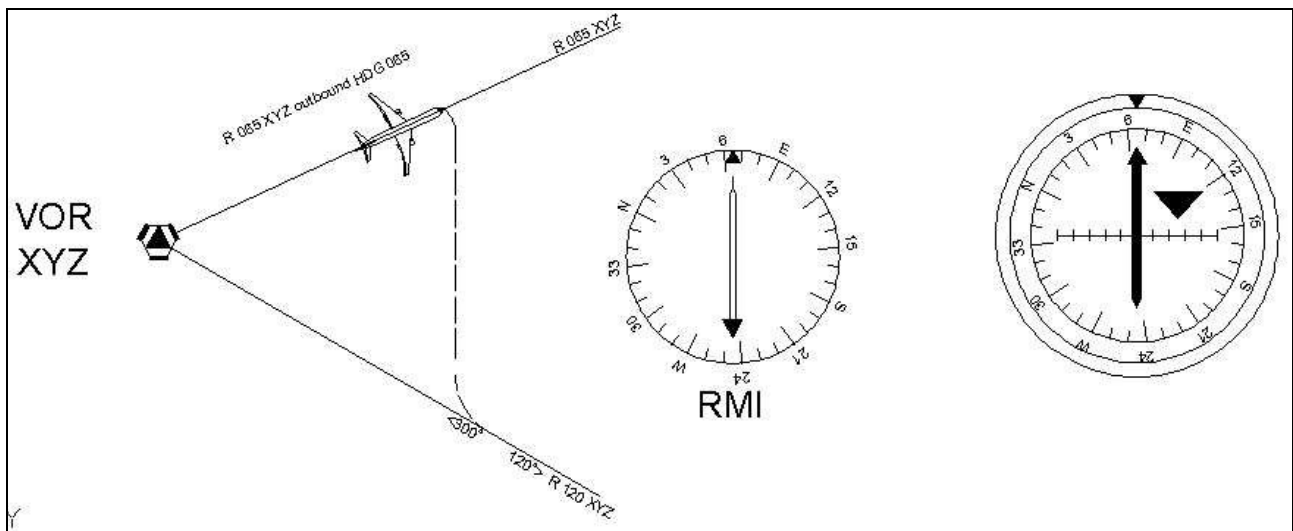


Figura 4.A

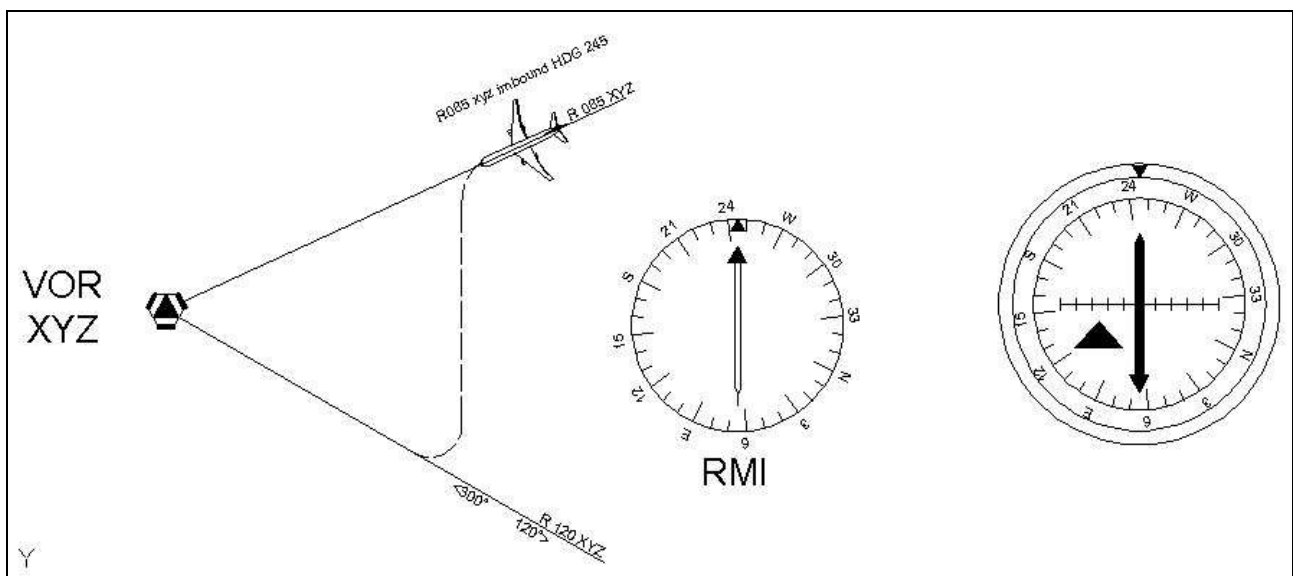


Figura 4.B

Un aeromobile percorre la radiale R065. Nella figura KK.A si trova OUTBOUND rispetto al VOR mentre nella successiva lo troviamo INBOUND.

Vediamo anche le differenze nelle configurazione della strumentazione di bordo.

Il primo caso (OUTBOUND) (Figura 4.A), l'RMI, che come detto in precedenza indica sempre la posizione della radioassistenza, troveremo la freccia rivolta verso il basso indicante il valore 245. Guardando la coda della freccia si ha subito l'indicazione della radiale sulla quale ci si trova (R065 XYZ VOR).

L'HSI si trova in posizione verticale con la freccia verso l'alto indicante il valore 065.

L'indicatore INBOUND/OUTBOUND (Triangolino) si trova orientato verso il basso, fornendo così l'informazione che la radioassistenza è dietro l'aeromobile e conseguentemente l'aereo vola in allontanamento dalla stessa.

Nel secondo caso (INBOUND) (FIGURA 4.B) troveremo la freccia rivolta verso l'alto sul valore 245 coincidente con l'HDG dell'aeromobile.

L'HSI si trova in posizione verticale con la freccia verso il basso indicante il valore 065.

L'indicatore INBOUND/OUTBOUND (Triangolino) si trova orientato verso l'alto ad indicare la posizione del VOR che risulta essere davanti l'aeromobile.

Ipotizziamo che un ATC dia la seguente istruzione "ABC1234, dalla presente, intercetti e segua la radiale 120 INBOUND/OUTBOUND XYZ VOR" o in fonìa inglese "ABC1234, from the present, intercept and follow radial 120 INBOUND/OUTBOUND XYZ VOR".

Vediamo quali sono i passaggi da compiere per eseguire correttamente questa istruzione.

STEP 1

La prima operazione da compiere è quella di regolare l'obs sulla radiale da intercettare, nel nostro caso 120. Agendo sul nottolino in basso a sinistra portiamo a coincidere la punta della freccia dell'HSI sul valore 120. Dopo aver eseguito l'operazione avremo una situazione come da figura 5.A e 5.B.

Negli aeromobili più moderni la regolazione dell'OBS, chiamato COURSE[CRS], è stato integrato nell'autopilota. E' dotato di un piccolo display, o quadrante, sul quale viene visualizzata la radiale esatta scandita in gradi e di un nottolino per la regolazione.

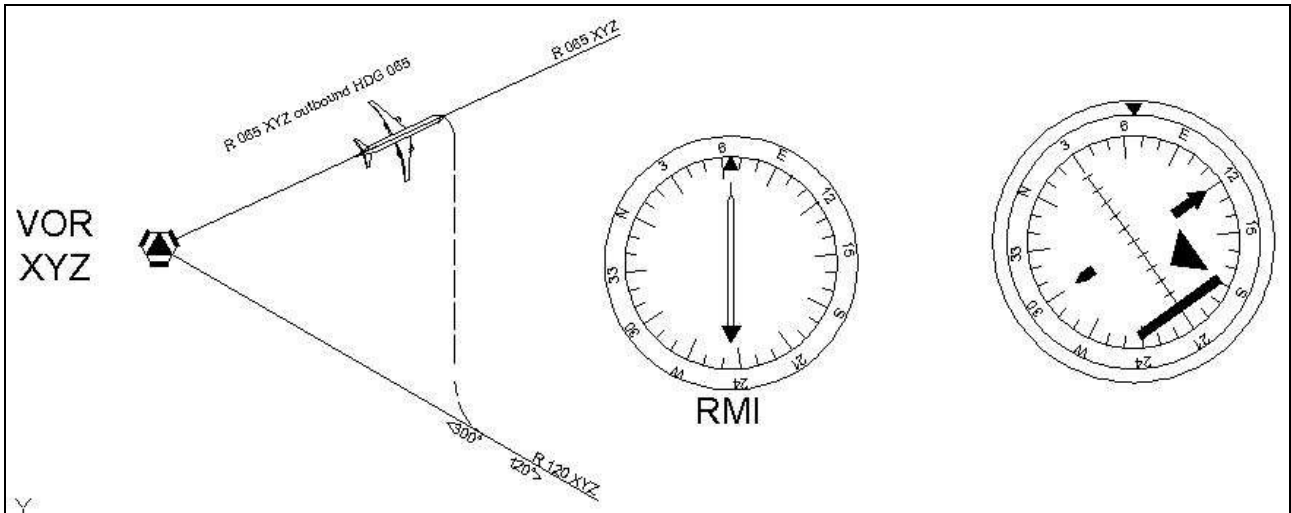


Figura 5.A

Osservando l'indicazione della barra mobile dell'HSI settato sulla radiale cui siamo stati istruiti dall'ATC, è intuitivo che la radiale da intercettare è a destra dell'attuale rotta dell'aereo

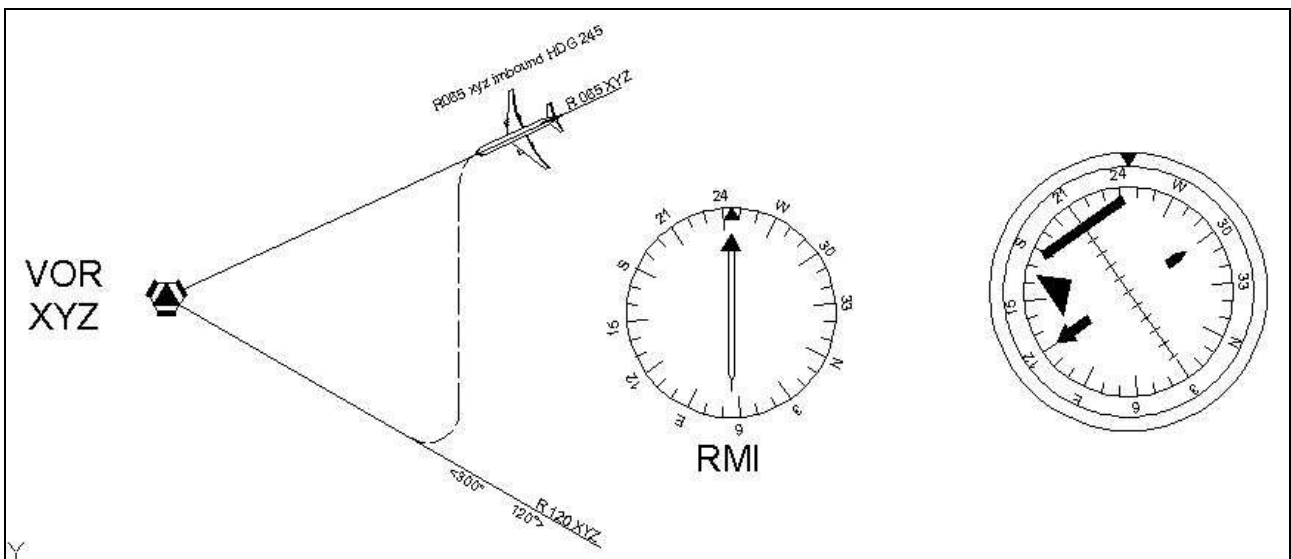


Figura 5.B

In questo caso è invece istintivo leggere nell'HSI che la radiale da intercettare, e da percorrere inbound, è a sinistra della attuale rotta dell'aereo.

STEP 2

Dopo aver settato l'obs dobbiamo quindi regolare la prua dell'aereo per intercettare la radiale dataci. Virando in manuale faremo assumere all'aeromobile una prua che ci faccia volare verso la barra mobile dell'HSI. Compiendo la virata con l'autopilota in modalità HDG, setteremo il selettore di prua [HDG] dell'aeromobile affinché il triangolino sulla ghiera indichi una rotta in avvicinamento alla barra mobile come da figura 6.A e 6.B. Per entrambi i casi abbiamo scelto una prua HDG di 180° malgrado non sia la prua ideale per intercettare INBOUND, poiché in questo caso particolare porterebbe ad un allontanamento dal VOR. La scelta è stata però adottata per unificare e semplificare la trattazione. In appendice tratteremo l'argomento sull'angolo di intercettazione, con un certo rigore matematico,. Per amor di discussione assumiamo come corretta la prua di 180° per l'intercettamento.

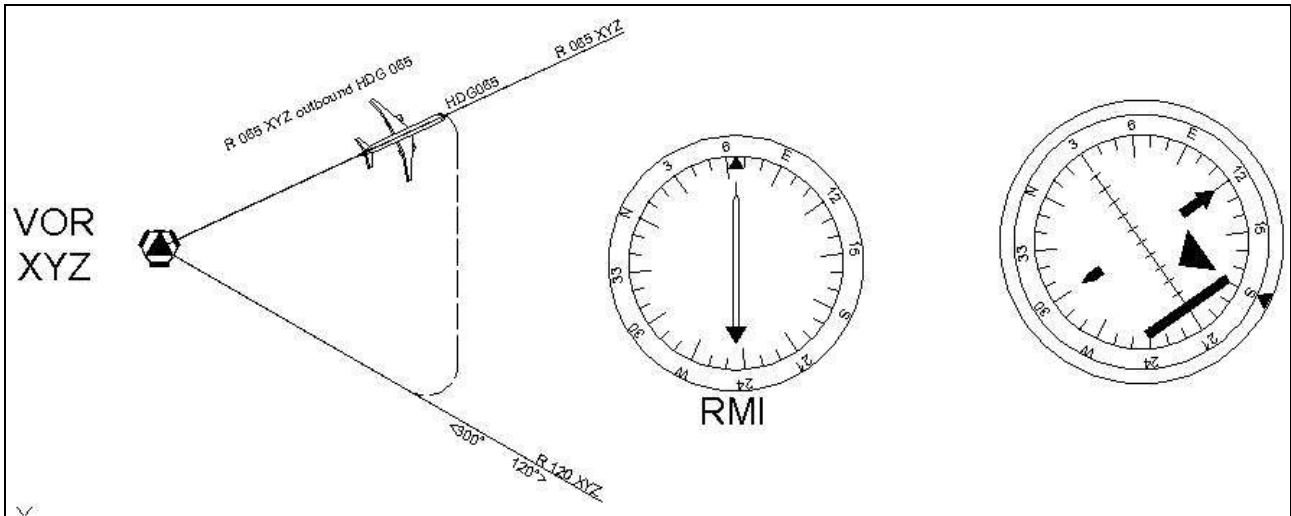


Figura 6.A

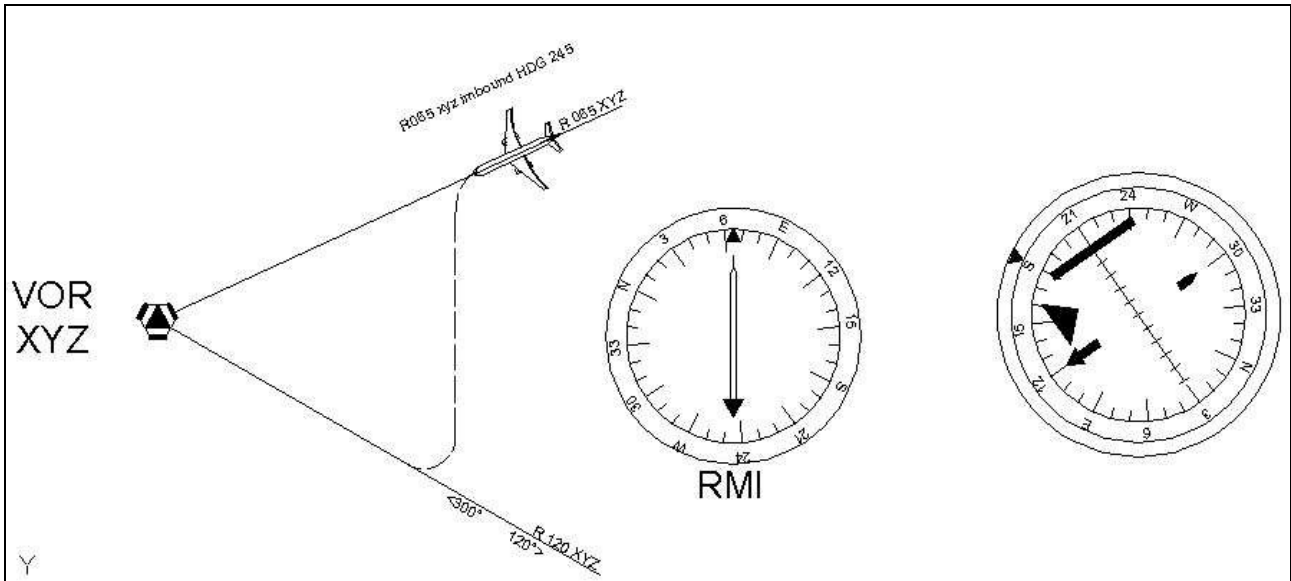


Figura 6.B

Nelle figure 7.A e 7.B riportiamo il movimento dell'aeromobile e il comportamento della strumentazione da subito dopo la virata per prua HDG180 a poco prima di intercettare la radiale 120 INBOUND/OUTBOUND. Nei due casi la situazione in cui ci troviamo è simile.

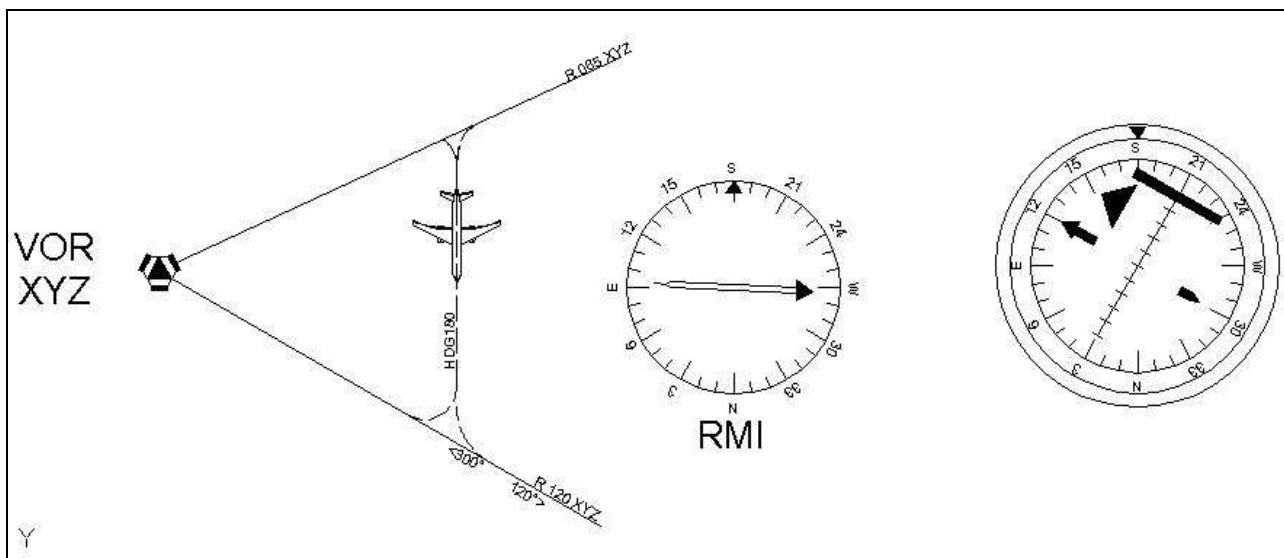


Figura 7.A

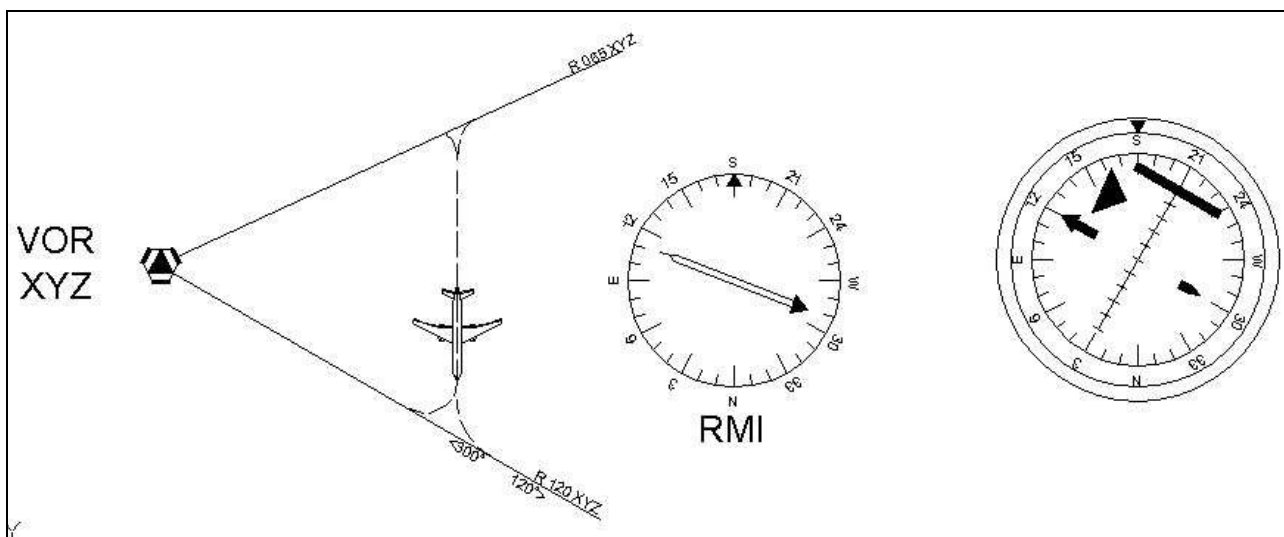


Figura 7.B

Nelle figure 7.A e 7.B abbiamo visto l'aeromobile prima dell'inizio della virata di intercettazione finale della radiale. Avvicinandoci alla radiale R120, la barra basculante

dell'HSI tenderà a muoversi verso il corpo della freccia. Dobbiamo quindi iniziare la virata per inserirci sulla radiale 120 INBOUND/OUTBOUND.

Il momento in cui cominciare la virata non è stabilito a prescindere. Dipende infatti da due fattori: quanto si è distanti dalla radioassistenza e a quale velocità avanza l'aeromobile.

Infatti, maggiore sarà la distanza dal radiofaro, maggiore sarà la distanza tra le radiali (vedi Figura 2).

Nel caso in esame la barra inizierà a muoversi molto lentamente verso il corpo freccia poiché le radiali sono molto distanziate fra loro; inoltre maggiore sarà la velocità dell'aeromobile, minore sarà il tempo necessario ad iniziare la virata per inserirsi nella radiale. Possiamo quindi intuitivamente regolare il nostro momento e angolo di virata osservando il movimento, e la sua velocità, della barra basculante dell'HSI verso il corpo freccia.

Considerazioni più tecniche verranno fatte nell'allegato al presente documento.

3.2 Intercettamento OUTBOUND

Assumiamo che quanto rappresentato in figura 7.B sia il momento ideale per cominciare la virata di inserimento nella radiale R120 OUTBOUND XYZ VOR. Ruotando il nottolino HDG dell'autopilota fino a far coincidere il triangolo HDG nella ghiera con la punta della freccia o, se preferite manualmente, l'aeromobile inizierà la sua virata come nella figura 8.A. Nelle figure successive riportiamo la cronistoria della virata con la posizione dell'aeromobile e l'esatta configurazione della strumentazione durante la fase di inserimento in radiale; le commenteremo di seguito.

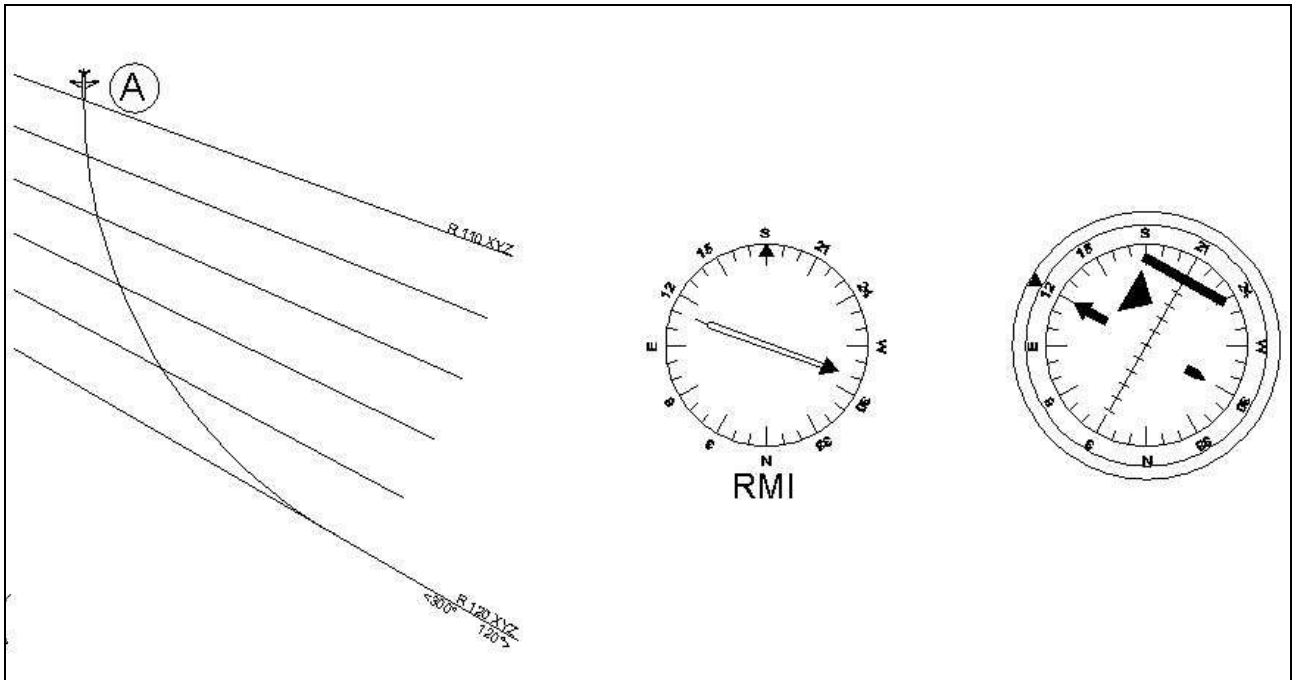


Figura 8.A

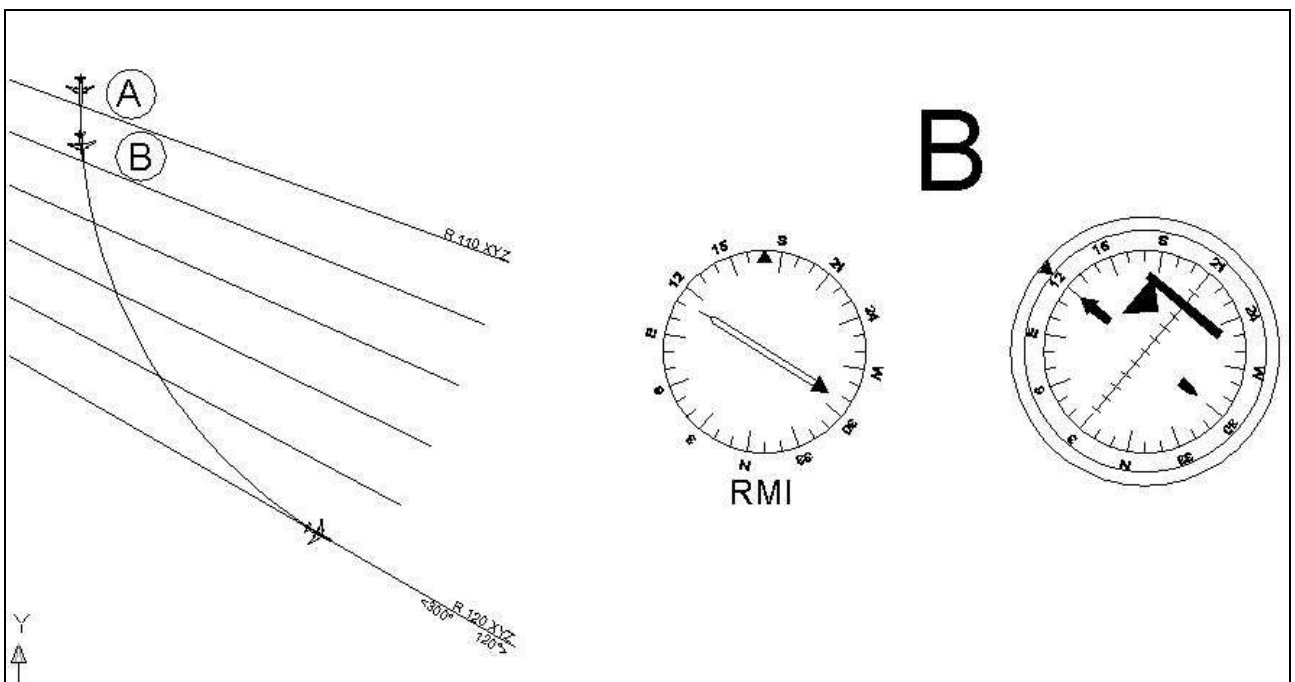


Figura 8.B

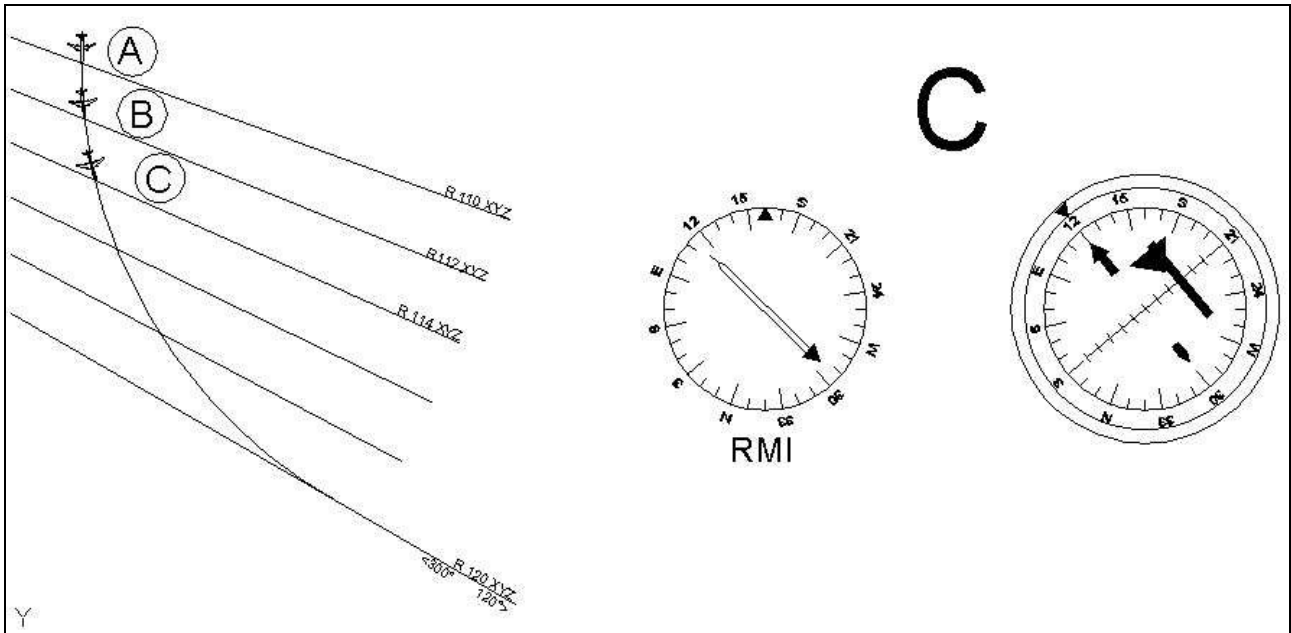


Figura 8.C

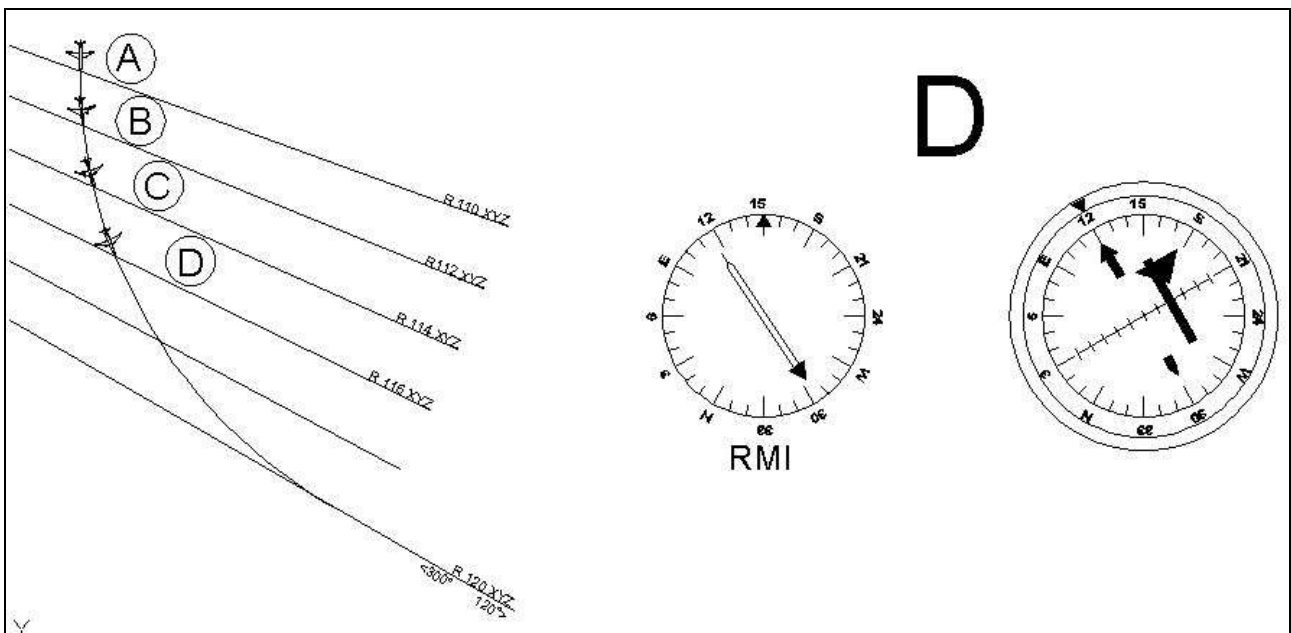


Figura 8.D

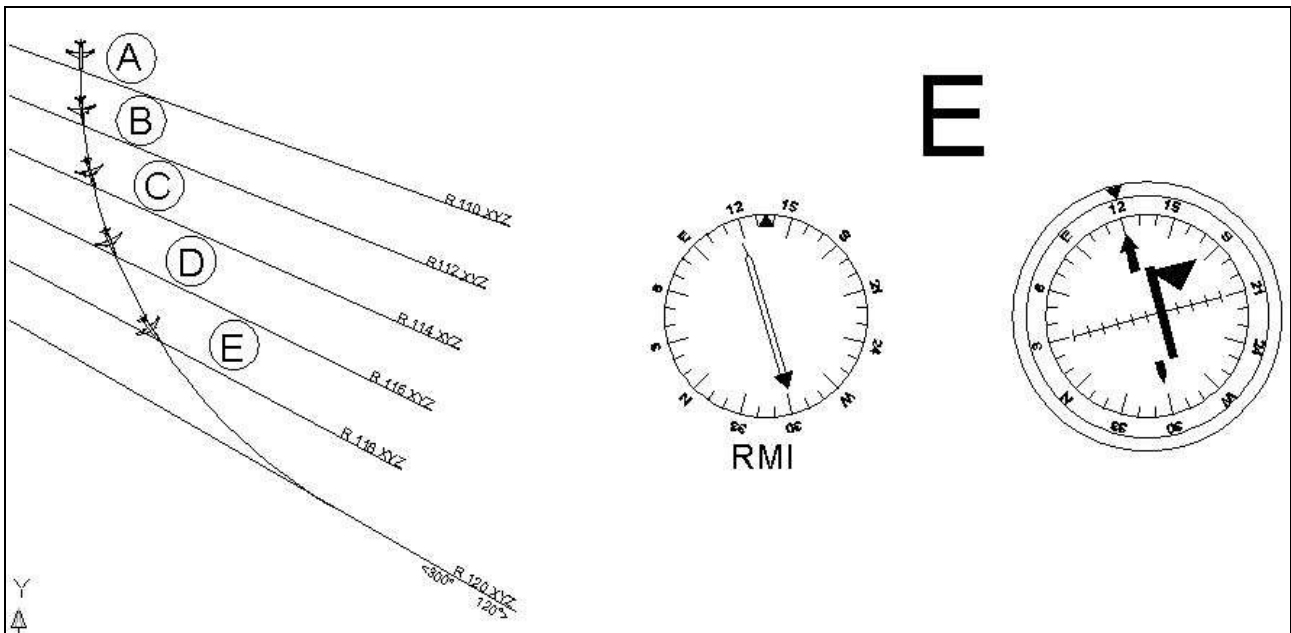


Figura 8.E

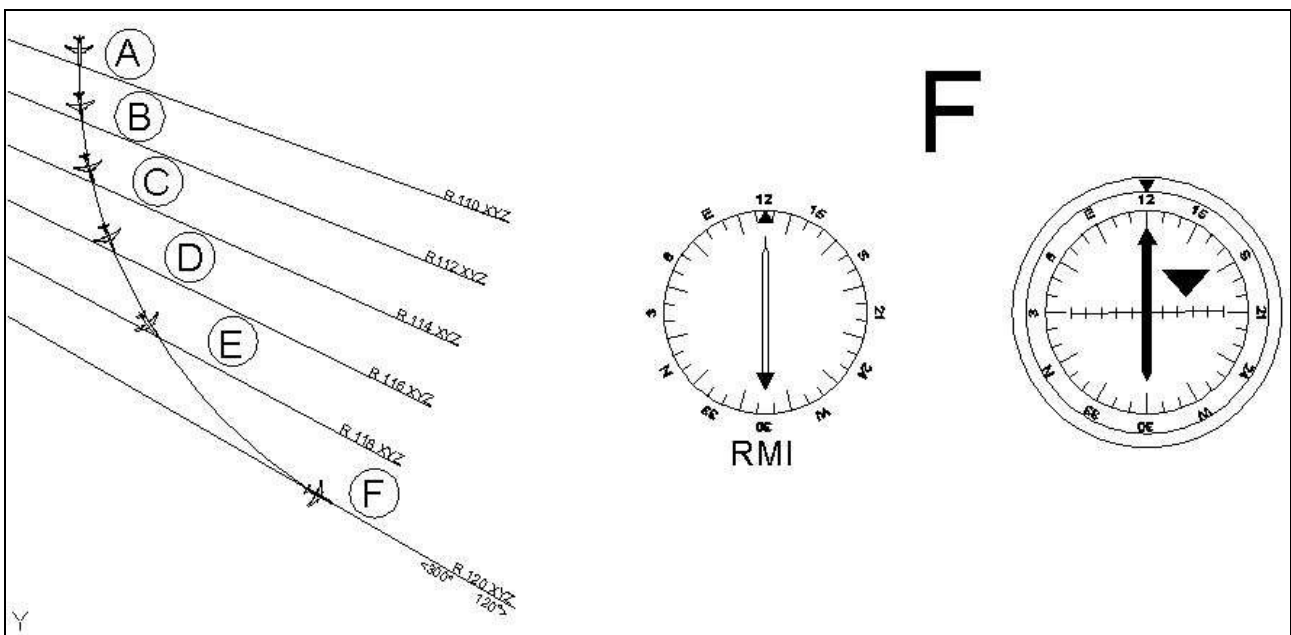


Figura 8.F

I punti A, B, C, D, E e F rappresentano il momento in cui l'aeromobile incrocia le radiali in avvicinamento alla radiale da intercettare. Nelle figure, sempre per facilità di lettura, sono separate di 2 gradi.

3.3 Intercettazione INBOUND

Assumiamo che quanto rappresentato in figura 7.B sia il momento ideale per cominciare la virata di inserimento nella radiale R120 INBOUND XYZ VOR. Ruotando il nottolino HDG dell'autopilota fino a far coincidere il triangolo HDG nella ghiera con la coda della freccia o, se preferite manualmente, l'aeromobile inizierà la sua virata come nella figura sotto. Nelle figure successive riportiamo la cronistoria della virata con la posizione dell'aeromobile e l'esatta configurazione della strumentazione durante la fase di inserimento in radiale; le commenteremo di seguito.

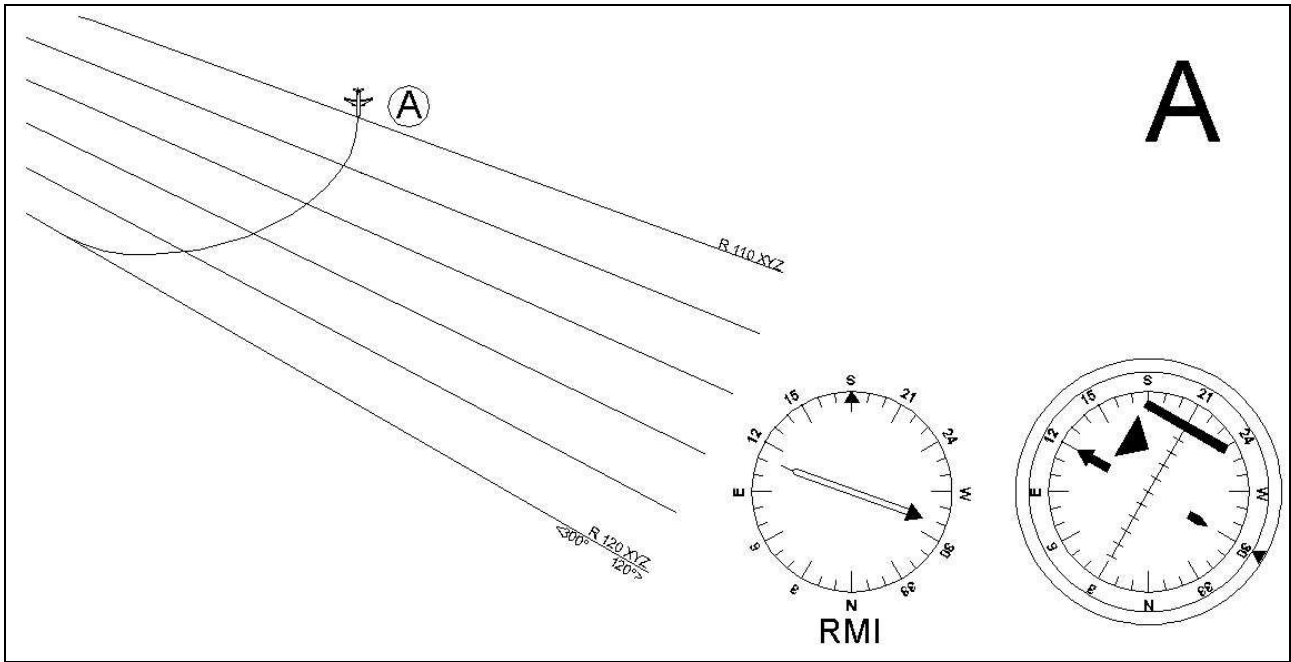


Figura 9.A

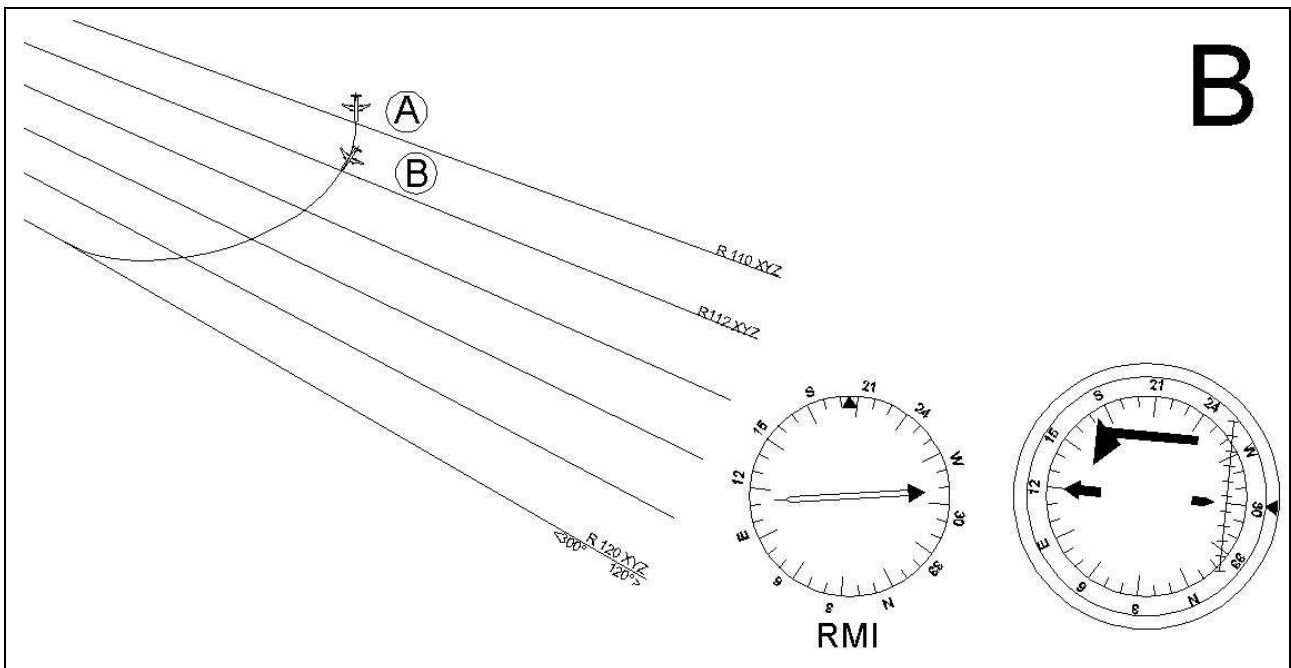


Figura 9.B

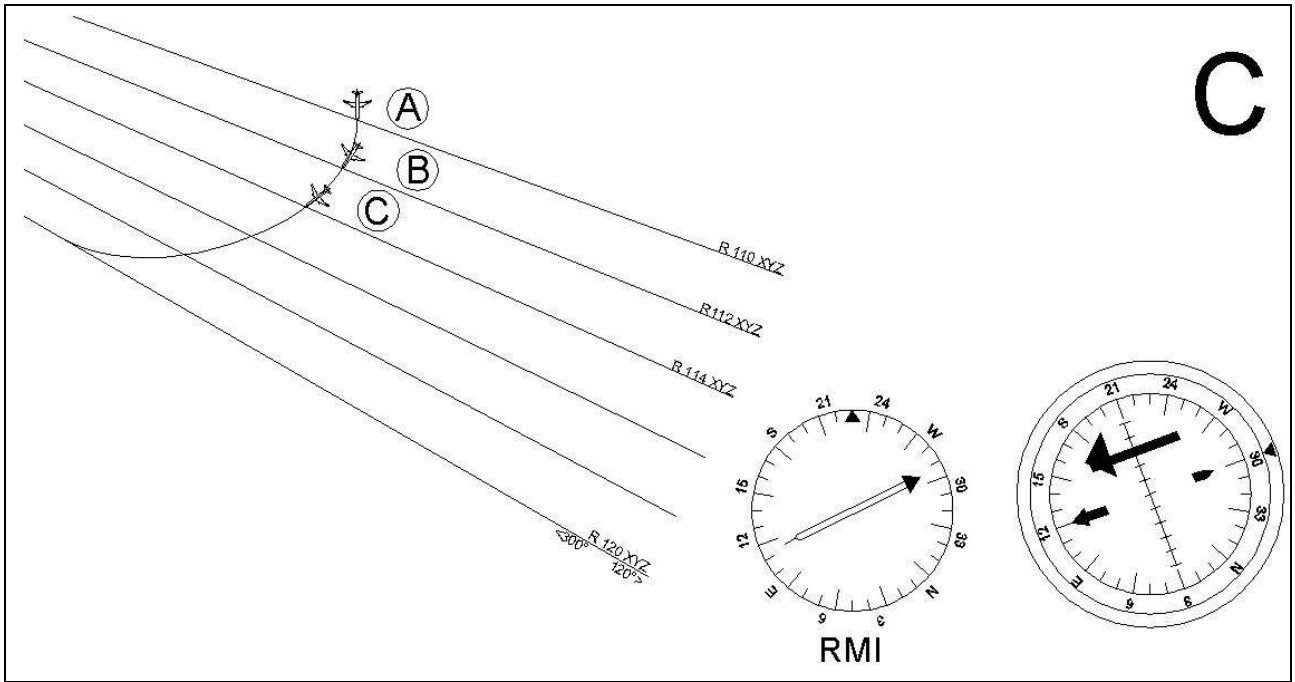


Figura 9.C

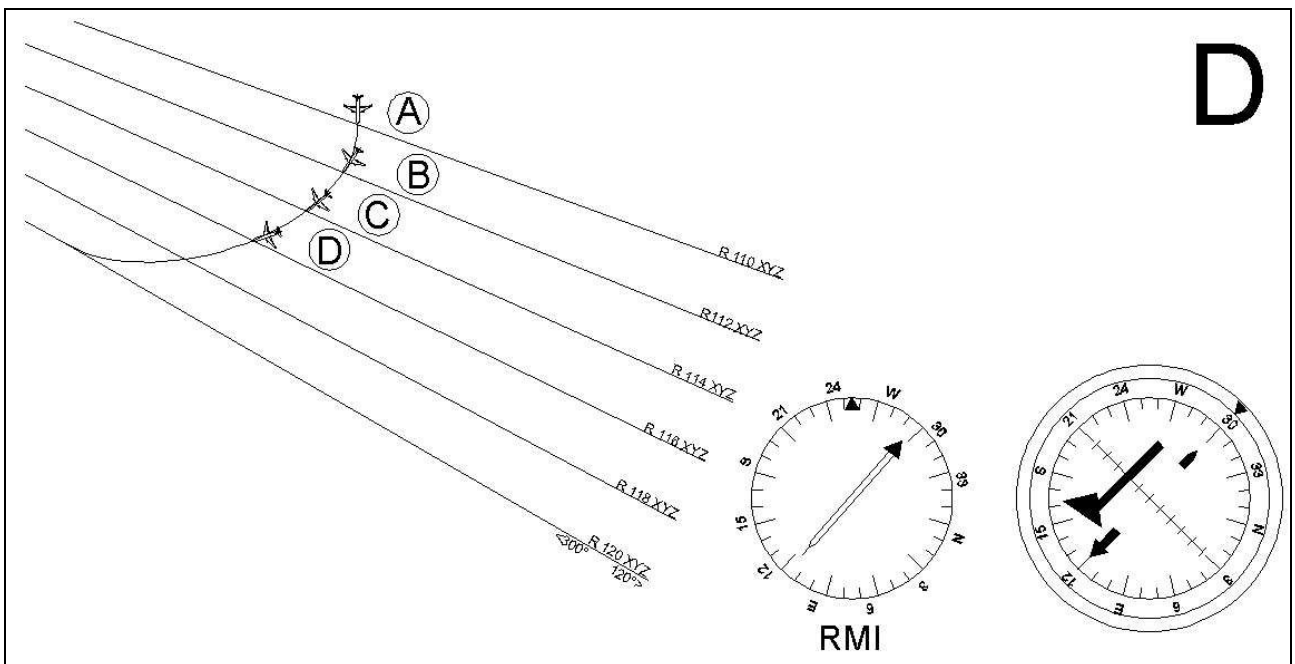


Figura 9.D

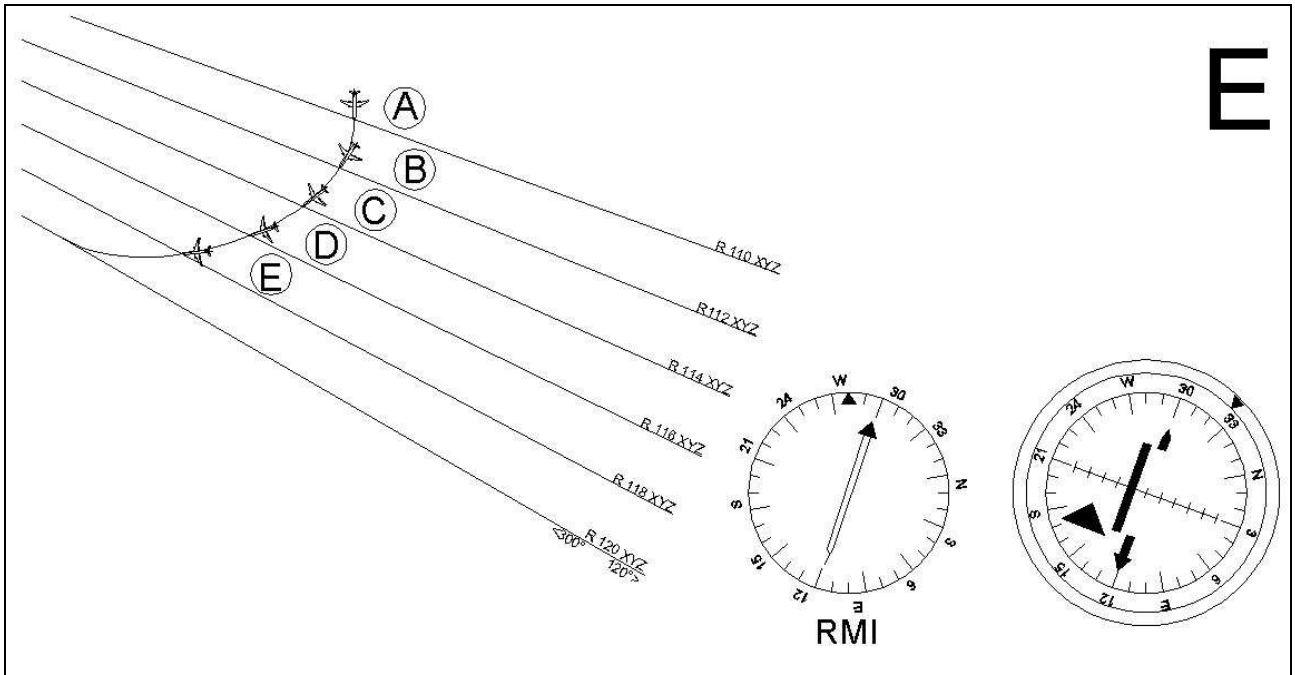


Figura 9.E

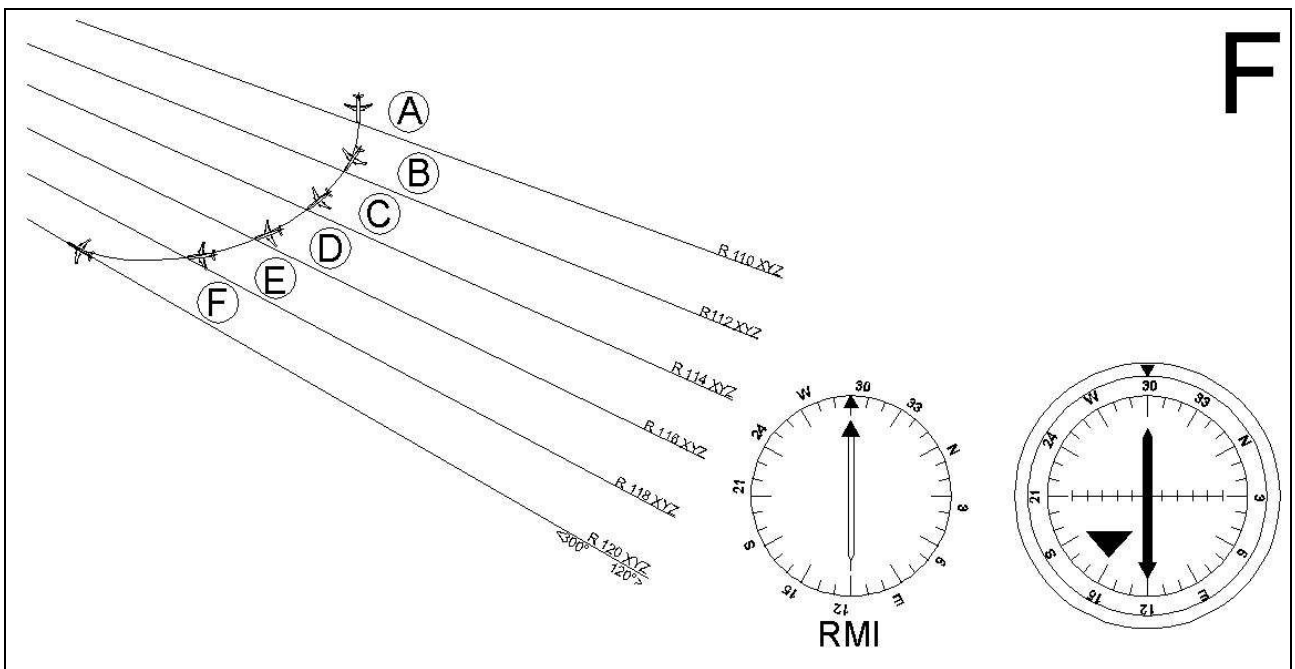


Figura 9.F

6.1 Conclusioni

L'argomento delle radiali e del loro intercettamento ricopre fondamentale importanza nella quotidianità del volo. Malgrado i moderni aeromobili siano dotati di strumentazioni avanzate che semplificano molto la gestione della navigazione aerea, è necessario e doveroso conoscere i meccanismi che rendono possibile volare una determinata rotta. Inoltre, le procedure di partenza e avvicinamento agli aerodromi, sono basate sull'intercettamento di radiali, QDR e QDM. E' quindi necessario raggiungere una precisione pressoché assoluta nell'intercettare e seguire le varie radio assistenze.

Pur non potendo, per comprensibili ragioni di ampiezza del documento, essere completamente esaustivi in merito ai vari casi, crediamo di aver qui fornito perlomeno le informazioni basilari necessarie non già a volare senza più dubbi, ma ad avere consapevolezza della propria posizione rispetto ad una determinata radioassistenza e del metodo utile ad un corretto comportamento nel volo.

Alberto Serra

Alessio Angius

Staff IIAS