

AV-8B HARRIER II PLUS



L'Harrier occupa un posto particolare nella storia dell'aviazione, essendo stato il primo progetto aeronautico ad utilizzare la tecnologia dedicata al volo verticale per un aeromobile ad ala fissa.

Sviluppato originariamente in Gran Bretagna dalla British Aerospace prendendo spunto dal velivolo sperimentale Hawker Siddeley P.1127 Kestrel, l'Harrier è in servizio in diverse versioni con la RAF, la Royal Navy, i Marines Statunitensi e le aviazioni della Marina Italiana, Spagnola e Indiana.

Il P.1127 iniziò i collaudi nel 1960, subendo successivamente alcune modifiche per rendere la macchina idonea all'impiego bellico, con l'adozione di travetti alari per il trasporto di armamento di caduta e motori più potenti. Il velivolo definitivo, denominato Harrier, volò la prima volta il 31 Agosto del 1966 e divenne operativo nel 1969. La RAF acquisì 132 monoposto Gr.1 e 19 biposto da addestramento T.2, divenendo così la prima forza aerea a disporre di un velivolo da combattimento a decollo corto ed atterraggio verticale (VSTOL).

Tra il 1971 ed il 1974, l'Harrier entrò in servizio anche con l'aviazione dei Marines Statunitensi, con la denominazione AV-8A. I primi modelli di Harrier pronti per il combattimento erano equipaggiati con il motore Rolls-Royce Pegasus 102, derivato dalla versione meno potente Pegasus 101 che spingeva i primi prototipi. L'avionica e la strumentazione erano piuttosto semplici e si verificarono, soprattutto tra gli esemplari in servizio con l'USMC, numerosi incidenti che costrinsero ad aggiornare l'intera flotta di Harrier ed AV-8.

I nuovi caccia a decollo verticale aggiornati furono denominati Gr.3 in Gran Bretagna ed AV-8B negli Stati Uniti. Nel frattempo, anche l'India e la Spagna adottarono il caccia per le loro unità navali portaerei.

Gli aggiornamenti destinati alle nuove versioni dell'Harrier comprendevano il più potente propulsore Pegasus 103, un designatore laser montato sul muso, un ricevitore d'allarme RWR ed un Head Up Display (HUD).

Tra il 1978 ed il 1994 gli Stati Uniti, dopo che la McDonnell-Douglas ne acquistò la licenza di produzione, svilupparono ulteriormente il velivolo (denominandolo prima con la sigla AV-8A e successivamente AV-8B II e AV-8B II Plus), migliorandolo nella struttura e potenziandone le capacità operative.



Hawker Siddeley P.1127 Kestrel

L'AV-8B HARRIER II PLUS è un velivolo V/STOL (Vertical/Short Take-Off and Landing), multiruolo, subsonico, ognitempo-ognimare. E' in grado di effettuare un decollo verticale, anche se ciò comporta una drastica riduzione del suo carico bellico e della sua autonomia. L'Harrier è l'unico aereo a decollo corto ed atterraggio verticale in servizio al mondo; solo il velivolo sovietico YAK-141, che venne ritirato molto rapidamente dal servizio operativo, aveva capacità V/STOL. I sovietici utilizzarono come aerei imbarcati anche i velivoli Yak-38 "FORGER"; questo tipo di aereo, esternamente molto simile all' AV-8B HARRIER II PLUS, si differenziava da quest'ultimo per il tipo di propulsore e per il profilo dei piani di coda e delle ali, queste ultime ripiegabili alle estremità per facilitare lo stivaggio del velivolo. Esso è in grado di partire da terreni semipreparati e dal ponte di portaerei di piccolo tonnellaggio.

L'AV-8B HARRIER II PLUS è stato concepito per poter decollare ed atterrare senza l'ausilio di sistemi di lancio come catapulte e sistemi di arresto come ganci e funi. Il decollo è corto (Short Take Off) e si avvale di uno "SKY JUMP" o "trampolino" costituito da una rampa inclinata, mentre l'atterraggio è verticale (Vertical Landing); l'assenza di sistemi di lancio e di arresto consente l'impiego del velivolo da portaerei di dislocamento particolarmente contenuto e di costo molto inferiore a quello delle portaerei di tipo tradizionale.

La Marina Militare Italiana dispone della portaerei Giuseppe Garibaldi, sulle quali l'AV-8B HARRIER II PLUS è imbarcato. Per il decollo da queste

portaerei il velivolo si avvale dello "SKY JUMP" presente sul ponte. Dal 2009 potrà disporre di una nuova portaerei, la Cavour. Di seguito vengono riportate due immagini, la portaerei Garibaldi e la rampa di lancio usata dagli Harrier per il decollo.



Portaerei Garibaldi



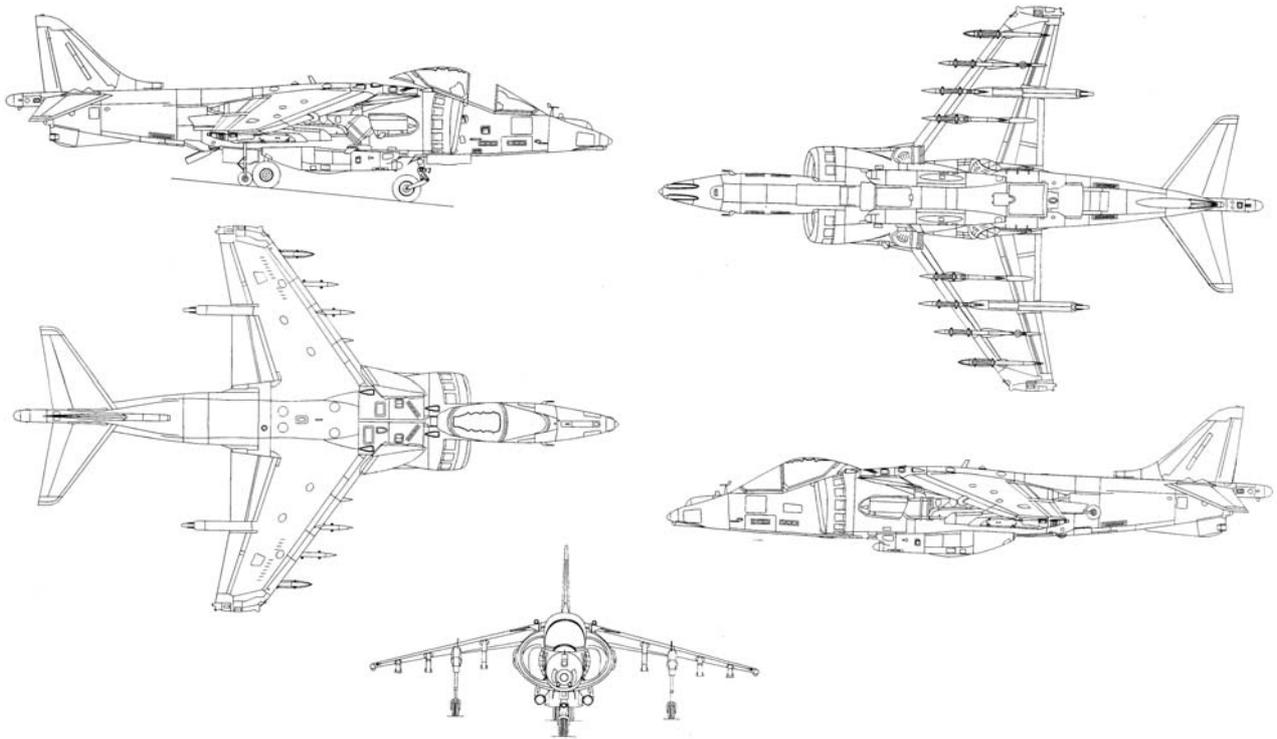
AV-8B in decollo dalla Sky Jump

L' AV-8B HARRIER II PLUS è un velivolo estremamente versatile e flessibile: esso può essere impiegato come caccia intercettore per la difesa aerea territoriale (ad esempio contro attacchi terroristici da parte di aerei leggeri in volo di penetrazione a bassa quota, denominati "Slow Movers"), come caccia bombardiere per il supporto tattico ravvicinato (Close Air Support) in condizioni "HI-HI" ossia

mantenendosi ad alta quota per impedire di essere colpito da terra, per il supporto aereo offensivo (Battle Air Interdiction), per l'attacco a bersagli navali di superficie (Naval Strike) e come ricognitore armato (Armed Recce).

La Marina Militare Italiana è stata la prima forza armata al mondo ad utilizzare l'AV-8B HARRIER II PLUS nel corso di un'operazione militare (Somalia 1995).

SPECIFICHE VELIVOLO



Dimensioni

Lunghezza:	14.11 m
Apertura alare:	9.24 m
Altezza:	3.60 m
Superficie alare:	21.37 m ²

Pesi e carichi

Peso a vuoto:	6.336 Kg
Peso max al decollo verticale:	8.870 Kg
Peso max al decollo corto:	14.061 Kg
Carico max esterno al decollo verticale:	3.062 Kg
Carico max esterno al decollo corto:	6.003 Kg
Carburante max serbatoi interni:	3.519 Kg
Carburante max serbatoi esterni:	3.661 Kg

Prestazioni

Velocità max:	1.085 km/h (s.l.m.)
Rateo di salita:	4.485 m/min
Carico alare:	460.4 kg/m ²
Velocità di stallo:	250 Km/h
Corsa di decollo corto:	110 m
Max accelerazione:	+8 / -3 g

Propulsione

Motore: 1 Turbofan Rolls-Royce F402-RR-408A da 10.795 Kg di spinta

Avionica

Radar: AN/APG 65

Armamento

La versione italiana dell'AV-8B HARRIER II PLUS è dotata di un cannone GAU 12/A da 25 mm a 5 canne rotanti con 300 colpi sistemato in un POD in posizione ventrale; inoltre possiede nove punti di attacco subalari per missili a medio raggio a guida radar AMRAAM, missili AIM-9L Sidewinder a guida IR, bombe MK-83, MK-82, MK-81 e MK-20, missili anticarro AGM-65 Maverick, contenitori per razzi da 70 mm e bombe a guida laser.

IL VELIVOLO

PROFILO ALARE

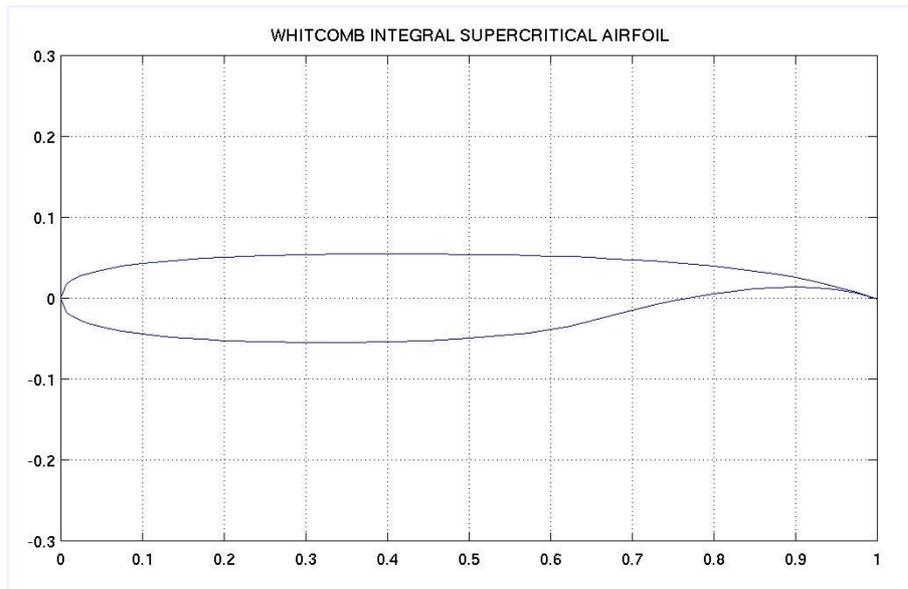
L'AV-8B Harrier II Plus possiede un profilo alare supercritico. Il basso valore di allungamento dell'ala e la necessità di ridurre al minimo la resistenza prodotta dal velivolo sono ricaduti sulla scelta di questo profilo alare.

Il profilo supercritico ha le seguenti caratteristiche:

- un raggio del bordo d'attacco relativamente grande che permette di ottenere una portanza più elevata rispetto alla serie NACA 6;
- per mantenere il flusso supersonico a pressione costante, o decrescente in modo molto dolce verso l'onda d'urto, il dorso è più piatto rispetto ai profili precedenti;
- per ottenere portanza senza onde d'urto molto intense, viene utilizzata una curvatura verso il bordo d'attacco che permette di generare una portanza maggiore nella zona posteriore del profilo rispetto ai NACA 6.

Uno svantaggio di questa soluzione può essere un grande momento picchiante a portanza nulla;

- per evitare il distacco dello strato limite, il dorso e il ventre sono quasi paralleli verso il bordo di uscita, dove si nota uno spessore ancora abbastanza grande.

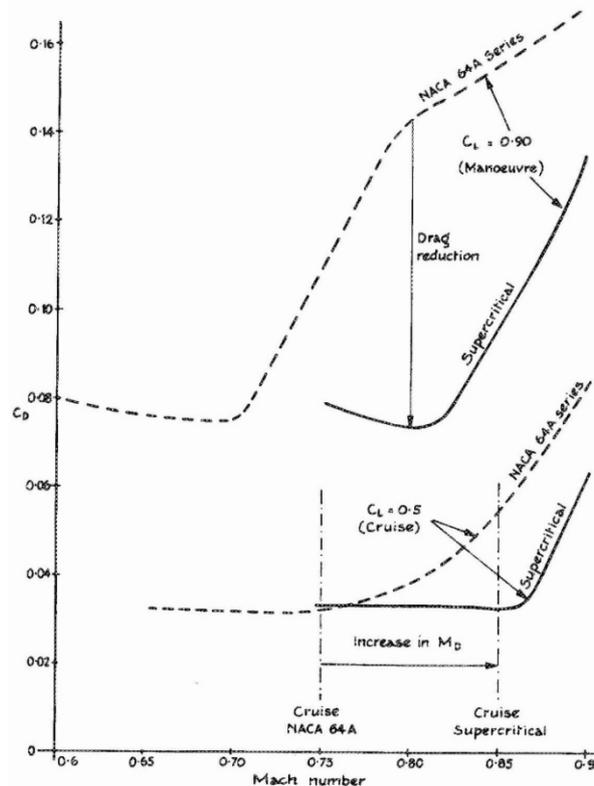


A velocità in campo transonico in conseguenza del passaggio in campo supersonico il profilo supercritico ritarda la formazione dell'onda d'urto sulla superficie alare e riduce la sua forza, consentendo al velivolo di volare più veloce con meno sforzo.

Il profilo fu sviluppato dalla NASA e i programmi di collaudo cominciarono nel Marzo 1971, utilizzando come velivolo per i test l'F-8 Crusader.

Prima della fine del programma, l'U.S. Air Force, in collaborazione con la NASA, sviluppò un progetto di velivolo militare con profilo supercritico. Per l'occasione fu scelto un F-111 con geometria variabile. I test si svolsero dal 1973 al 1975. I risultati furono molto soddisfacenti: il profilo supercritico aveva generato una portanza maggiore del 30% rispetto al profilo originale. I test furono eseguiti a tutte le geometrie possibili dell'F-111. Questo risultato è stato molto utile per l'industria aerospaziale per la progettazione di nuovi velivoli.

Il seguente grafico relativo all'F-111 illustra la resistenza creata dal profilo supercritico e dal profilo NACA originale. Possiamo notare come il profilo supercritico sviluppi la stessa resistenza del profilo NACA, ma ad una velocità maggiore. Possiamo dedurre quindi che il profilo supercritico ha il vantaggio di ritardare la formazione di resistenza aerodinamica.



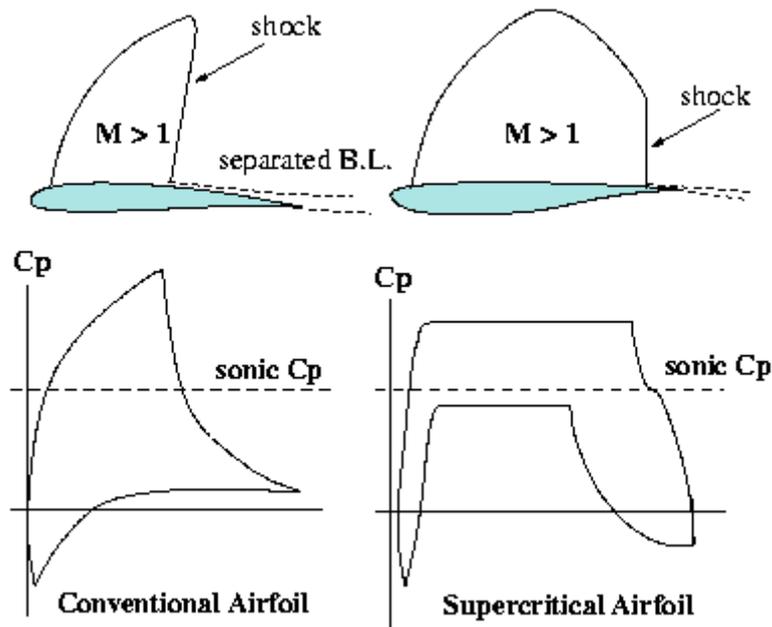
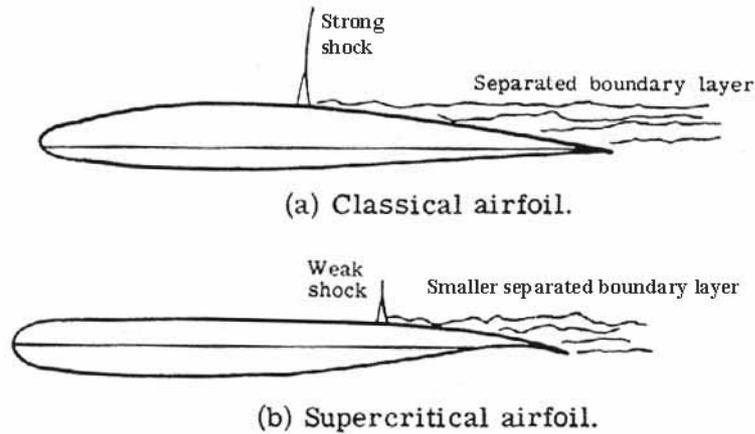
Vantaggi del profilo supercritico

Quando un velivolo avente un profilo convenzionale si avvicina alla velocità del suono di Mach 1, l'aria fluisce sul dorso del profilo più rapidamente diventando supersonica. Questo crea un'onda d'urto sulla superficie alare anche se l'aeromobile nel suo insieme non è superiore a Mach 1, superando la cosiddetta velocità critica.

Sulla parte vicina al bordo d'uscita comincia a crearsi una turbolenza. Questo fenomeno crea un aumento di resistenza, causando un aumento del consumo di carburante, una diminuzione della velocità e la formazione di vibrazioni. In rari casi gli aeromobili possono diventare incontrollabili a causa della separazione dello strato limite.

I profili supercritici a differenza di quelli convenzionali hanno il dorso quasi piatto, con un raggio del bordo di entrata maggiore. Quando l'aria fluisce sul dorso non accelera come in un profilo qualsiasi. Questo ritarda la formazione dell'onda d'urto e riduce la resistenza aerodinamica. Parte della portanza persa a causa della curvatura

quasi nulla del profilo viene recuperata aumentando il raggio del bordo di entrata. In questo modo il velivolo è in grado di volare ad una velocità subsonica più alta, con meno pericolo quando si avvicina a Mach 1 e con un consumo di carburante minore per la minore resistenza.



La Rockwell, la Canadair e la Lear negli Stati Uniti, la Dessault in Europa, sono state le prime imprese commerciali ad applicare la tecnologia dei profili supercritici sui propri velivoli. Al giorno d'oggi questa tecnologia è applicata in tutto il mondo, come ad esempio nei Boeing 777, e da grandi nomi come Bombardier, Galaxy, Cessna, Falcon, Airbus Industries, ecc.

Ovviamente questa nuova tecnologia ha trovato spazio anche nei reparti militari. Oltre all'AV-8B Harrier II Plus, troviamo il C-17 dell'U.S. Air Force, e, in fase di test, il Lockheed Martin F-22 e due velivoli che andranno a far parte delle forze armate Statunitensi, l'X-32 e l'X-35.

FUSOLIERA

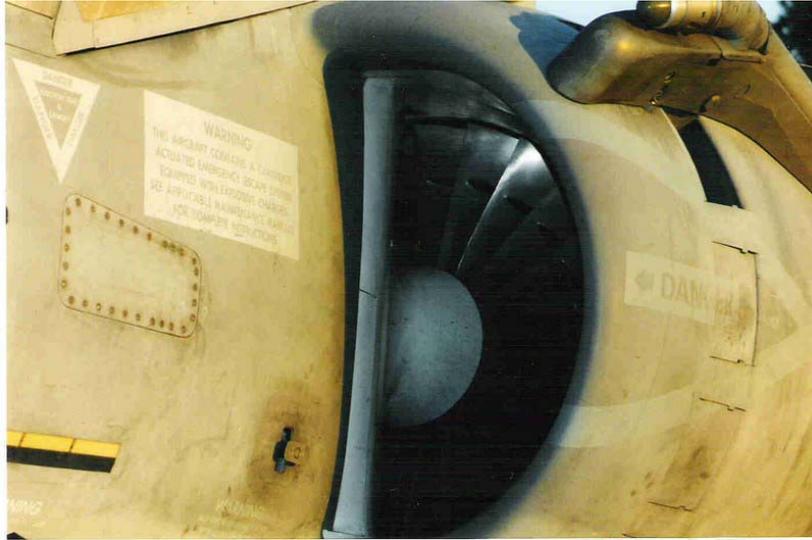
La fusoliera dell'Harrier è costruita in modo da ospitare il motore Pegasus. Si tratta di una zona che nel tempo ha mantenuto le forme originali, migliorando qualche dettaglio. La parte più importante sono le due prese d'aria laterali. Costruite appena dietro il cockpit, queste devono fornire aria al motore con la minima distorsione, sia volando all'indietro a 90 Km/h o a velocità supersonica in avanti. Ciò ha portato ad un costante processo di ri-progettazione, anche se gli elementi di base come il grande diametro, la forma semi-circolare e la profondità ridotta sono rimasti gli stessi.

I quattro ugelli del Pegasus sono allegati al motore tramite quattro intagli circolari nella fusoliera. La sezione di questa è fondamentalmente una barca a U, con una grande apertura sopra al motore con vari pannelli di accesso per la manutenzione. Sotto la fusoliera troviamo un pilone centrale per il montaggio di POD, serbatoi o armamenti.

La parte posteriore della fusoliera ospita l'avionica con due porte di accesso laterali. Qui troviamo apparecchiature elettriche e di condizionamento. Nella parte anteriore troviamo il freno aerodinamico montato sotto lo scompartimento dell'avionica.

I piani di coda sono montati a livello dell'ala nella parte posteriore della fusoliera con una forma a S. Le sezioni del piano di coda interagiscono con il flusso d'aria per fornire la stabilità longitudinale positiva. Esso è fortemente influenzato dallo scarico del motore proveniente dagli ugelli, quindi il suo angolo di attacco varia poco con la velocità dell'aria e l'angolo di attacco del velivolo.



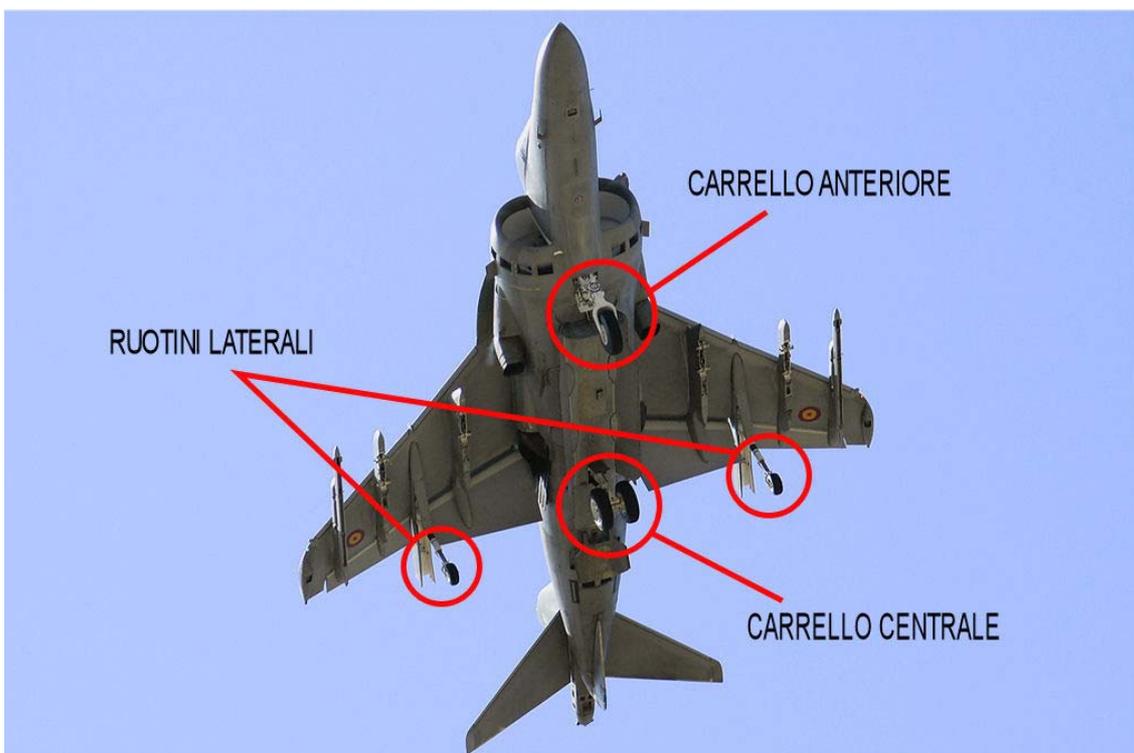


Un dettaglio delle prese d'aria laterali e delle
Palette del motore Pegasus

CARRELLI

L'Harrier dispone di un sistema di carrelli molto particolare. L'unico metodo possibile è stato quello di adottare una disposizione dei carrelli a triciclo con carrello centrale anteriore. Oltre a quest'ultimo, l'Harrier dispone di altri due ruotini, situati uno per ogni semiala, e di un carrello centrale montato centralmente sotto la fusoliera. La geometria scelta è stata dettata dalla necessità di evitare l'interazione con il motore durante il getto di gas di scarico e di fornire una buona terra.

Il carrello anteriore non supporta solo una grossa quantità del peso del velivolo, ma fornisce anche uno sterzo di 45°. Il carrello principale, situato centralmente sotto la fusoliera, è composto da due ruote gemellate ed è dotato di potenti freni. Sostiene gran parte del peso del velivolo. I pneumatici sono a bassa pressione per facilitare le operazioni su erba o altre superfici. Con il carrello bloccato i principali portelli sono chiusi per ridurre il rischio che qualche oggetto estraneo entri nel vano sotto la fusoliera.



CONTROLLI DI VOLO

L'Harrier è dotato di due sistemi integrati di controllo, uno per il controllo delle superfici mobili tradizionali e un secondo per il controllo del velivolo in volo convenzionale V/STOL.

Per il controllo del velivolo in volo tradizionale l'harrier usa superfici aerodinamiche, con alettoni sul bordo esterno delle semiali e con i piani di coda, tutti comandati con martinetti idraulici. Il timone è stato manuale nella prima generazione di Harrier e potenziato con l'Harrier II. Le superfici mobili sono legate alla leva di comando del pilota, mentre la pedaliera usa un sistema di barre e cavi. Il velivolo è caratterizzato da un sistema di controllo automatico, con un aumento della stabilità del velivolo in volo.

Per il volo convenzionale V/STOL, dove le forze aerodinamiche sulle superfici sono ridotte quasi al minimo, viene usato, per il controllo del velivolo, un sistema di valvole a reazione. Queste valvole sono connesse agli alettoni, ai piani di coda e al timone e consentono il controllo di rollio, imbardata e beccheggio.



Piani di coda dell'AV-8B Harrier II Plus

RADAR

L'AV-8B Harrier II Plus è dotato del radar AN/APG-65, introdotto nel 1993 con l'ultima versione dell'AV-8B.

L'attuale versione II Plus dell'Harrier dispone di tutti i miglioramenti per l'attacco notturno e la modalità multi-radar. La fusione di queste due caratteristiche permette al velivolo di rispondere ai requisiti per il volo offensivo e di supporto aereo, di notte e in condizioni meteo avverse. L'AN/APG-65 è basato su specifiche già esistenti per l'F/A-18, convertite per le missioni dell'Harrier, che prevedono la capacità di monitorare più obiettivi contemporaneamente e di effettuare attacchi aria-aria e aria-superficie in condizioni di scarsa visibilità, di giorno e di notte.



Radar AN/APG-65

PROPULSIONE

L'AV-8B Harrier II Plus è equipaggiato con un Turbofan a doppio flusso **Rolls-Royce Pegasus F 402-RR-408** da 10.795 Kg di spinta. La turboventola Pegasus è al momento l'unico propulsore al mondo con spinta orientabile; essa è provvista di due rotori coassiali controrotanti in grado di bilanciare l'effetto giroscopico. Il motore, inoltre, è collegato ad un serbatoio interno contenente circa 230 litri di acqua: l'iniezione di questa nella camera di combustione della turbina è in grado di aumentare la spinta da 10.078 Kg a 10.795 Kg.



Engine Specifications

Engine	Pegasus 11-61/-408
Thrust (lbf)	23.800
Bypass ratio	1.2
Pressure ratio	16.3
Length (in)	137
Diameter (in)	48
Basic weight (lb)	3.960
Compressor	3LP, 8HP
Turbine	2LP, 2HP

Il Pegasus è un unico turbofan ad alte prestazioni che è stato progettato e costruito specificamente per la British Aerospace, da impiegare sull'Harrier. A causa dei suoi requisiti SVTOL il Pegasus è stato costruito con lo scopo di poter variare la direzione degli ugelli per essere in grado di fornire la spinta verso il basso per il decollo e l'atterraggio verticale. Gli ugelli sono quattro: due si trovano nella sezione anteriore del motore, ed emettono aria fredda proveniente dalla ventola, mentre gli altri due, che si trovano nella parte posteriore del motore, emettono aria calda generata dal compressore della turboventola. Gli ugelli possono essere orientati simultaneamente con una corsa di 98°.

Il Pegasus è composto da una ventola a 3 fasi, spinta da una turbina a bassa pressione a 2 fasi. La ventola espelle parte dell'aria tramite i due ugelli anteriori. Inoltre, questa funge da amplificatore a bassa pressione per il compressore ad 8 fasi assiali ad alta pressione, il quale elimina l'aria dalla turbina a 2 fasi assiali ad alta pressione. Il

compressore viene alimentato con aria ad una pressione di 16.3 atmosfere. L'alta pressione dell'aria combusta viene utilizzata per produrre la potenza necessaria al ciclo del motore. I gas di combustione vengono quindi espulsi tramite gli ugelli posteriori, dove l'energia di combustione rimanente viene convertita in spinta.

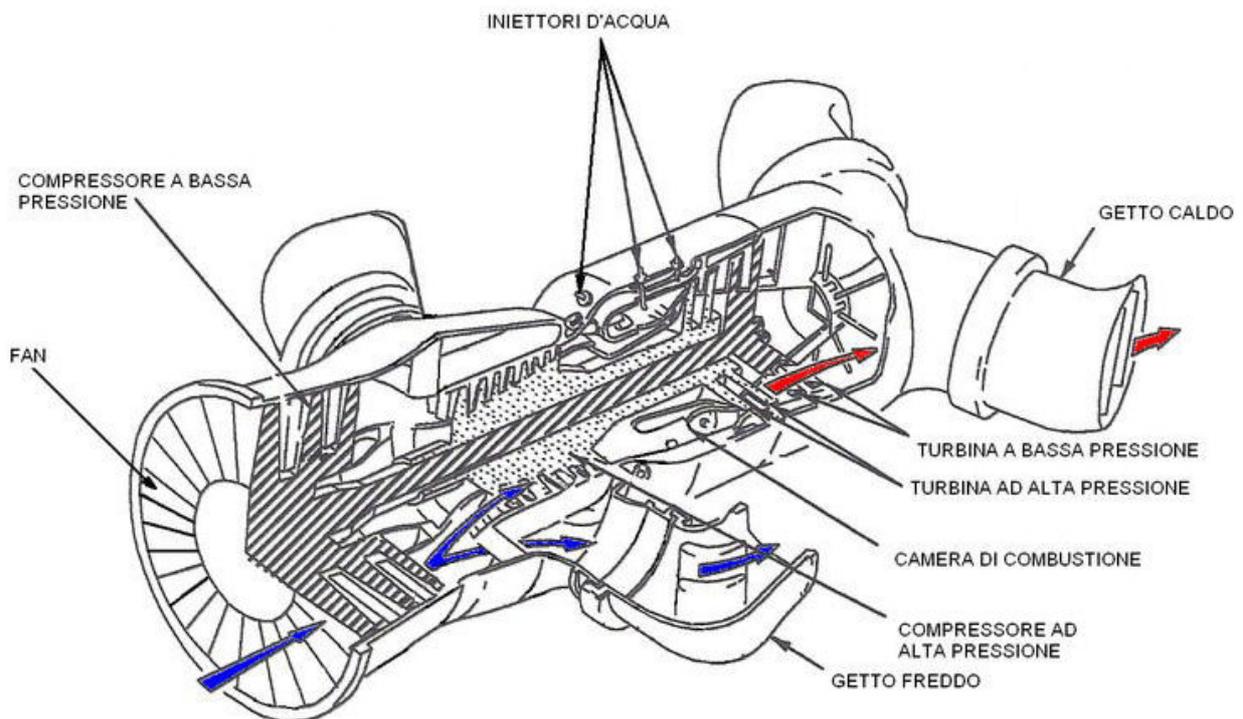
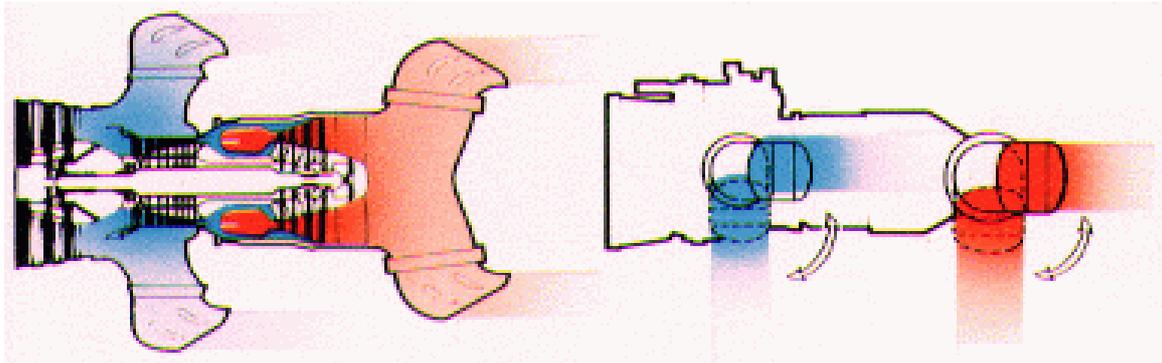
Il motore ha un rapporto di bypass 1.2 : 1. Questo rapporto di bypass e turbina è stato progettato in modo tale che la quantità di spinta prodotta dalla ventola e dalla turbina sia pressoché equivalente, in modo che l'aeromobile rimanga in equilibrio in volo verticale e in volo stazionario.

A parte la caratteristica presenza degli ugelli orientabili, il Pegasus è un motore estremamente potente, nonostante non abbia alcun postbruciatore; sarebbe troppo complicato per un ingegnere lavorare sulla postcombustione con i quattro ugelli e il pilota non sarebbe in grado di utilizzare i postbruciatori in volo verticale, poiché l'elevata velocità di scarico e le temperature altissime danneggerebbero la superficie di atterraggio e decollo. Nonostante questa mancanza, il Pegasus produce una spinta di 24000 lb, che è maggiore di molti altri motori di caccia provvisti di postbruciatore. Il motore è dotato di iniezione ad acqua, al fine di consentire al velivolo di raggiungere la sua massima spinta anche in giorni caldi e ad alte quote.

Funzionamento del Pegasus

Il ciclo del motore incomincia con l'ingresso dell'aria nel motore tramite le due prese d'aria presenti a destra e sinistra della fusoliera. L'aria viene compressa dalla ventola e dal compressore a bassa pressione (Low Pressure) presente all'ingresso. Il 58% dell'aria compressa viene indirizzata in una camera, su entrambi i lati della quale troviamo i due ugelli anteriori attraverso i quali essa viene espulsa per fornire metà della spinta del motore. Il restante 42% del flusso d'aria passa dal compressore LP al compressore ad alta pressione (High Pressure). Successivamente quest'aria viene introdotta nella camera di combustione, riscaldata dalla combustione del carburante, e fatta passare sopra le turbine HP e LP, le quali

alimentano i rispettivi compressori. Una volta che l'aria riscaldata lascia le turbine viene spinta in una condotta dove si trovano gli ultimi due ugelli. Questi permettono all'aria di uscire a 650°C e quindi di produrre l'altra metà di spinta del motore, in modo da equilibrare la spinta degli ugelli anteriori.

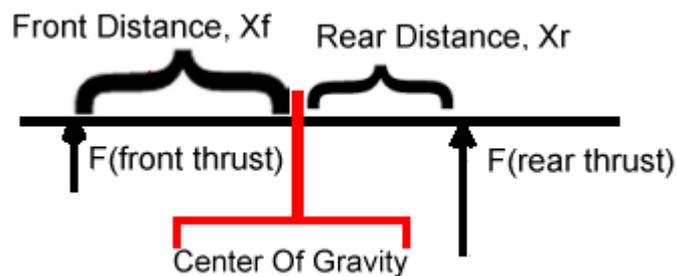


Il flusso di aria calda diretto dagli ugelli posteriori ha una velocità superiore causata dal compressore HP e dal sistema di combustione rispetto al flusso di aria fredda generata dagli ugelli anteriori. Pertanto la spinta posteriore sarà più grande di quella anteriore. L'area del flusso dell'aria però rimane la stessa sia nella parte anteriore che in quella posteriore. Per eliminare lo squilibrio lungo il piano orizzontale del velivolo, la spinta posteriore deve essere più vicina al centro di

gravità dell'aeromobile e la spinta della parte anteriore più lontano dal centro. Questo equilibrio può essere riassunto nella seguente equazione:

$$F_{FRONT} * X_F = F_{REAR} * X_R \quad (F = \text{Spinta})$$

Il seguente diagramma rappresenta i momenti VSTOL dell'Harrier:



Al fine di eliminare l'effetto giroscopico durante le manovre di volo stazionario, le bobine LP e HP del motore vengono ruotate, in modo da annullare a vicenda le forze giroscopiche.

E' importante che tutti i quattro gli ugelli ruotino contemporaneamente, al fine di garantire la massima stabilità al velivolo. A tal fine, essi sono collegati fra loro da un sistema alimentato da aria esausta proveniente dal motore. Il motore inoltre fornisce alimentazione anche per sistemi elettrici, idraulici e di condizionamento attraverso una serie di generatori e pompe.

V/STOL (Vertical/Short Take-Off And Landing)

L'AV-8B HARRIER II PLUS è un velivolo V/STOL, cioè in grado di decollare e atterrare verticalmente o su piste corte. L'Harrier è probabilmente il velivolo V/STOL più famoso.

La funzione V/STOL è stata sostituita con la STOVL (Short Take-Off And Vertical Landing). In questo modo per il decollo si usa una breve rincorsa, riducendo così la quantità di spinta necessaria al velivolo per decollare e aumentando così il carico utile. Ad esempio l'Harrier è in grado di decollare verticalmente, ma, per trasportare un carico esterno o una quantità di carburante maggiore, compie un decollo corto da una pista o da una rampa. L'atterraggio avviene sempre in modo verticale.

Questa caratteristica dell'Harrier è possibile attraverso la rotazione dei quattro ugelli di scarico del motore Rolls-Royce Pegasus; a differenza di tutti gli altri velivoli a reazione, che sono dotati di ugelli posteriori fissi, l'AV-8B HARRIER II PLUS è provvisto di quattro ugelli orientabili che, ruotando verso il basso, consentono al velivolo di effettuare un volo stazionario e di decollare e atterrare verticalmente. I due ugelli anteriori scaricano aria fredda, mentre quelli posteriori scaricano aria calda. Inoltre l'Harrier è dotato di speciali valvole a reazione collocate a prua, a poppa e sulle estremità delle due semiali che garantiscono la stabilità del velivolo.

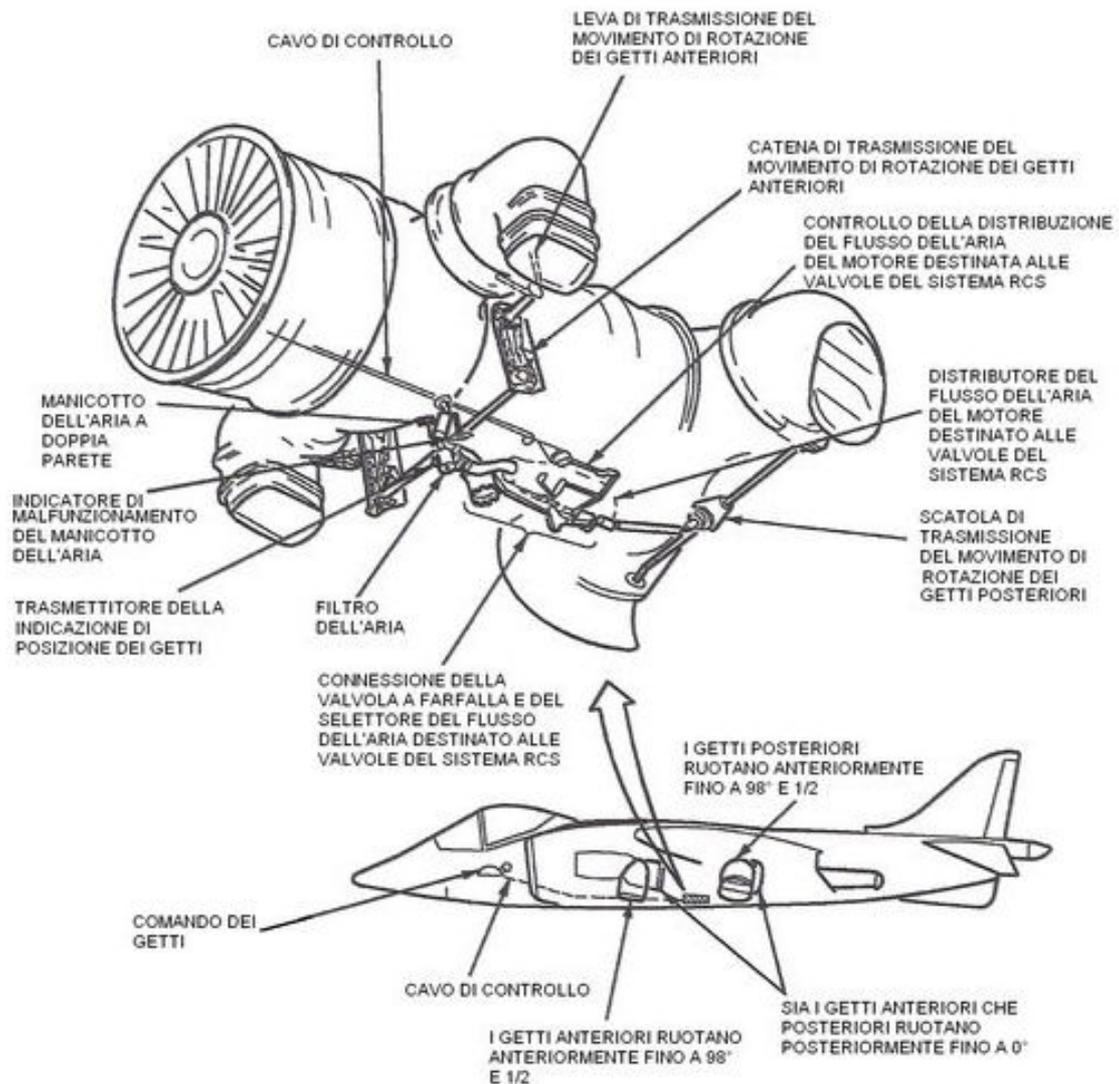


Ugello anteriore sinistro

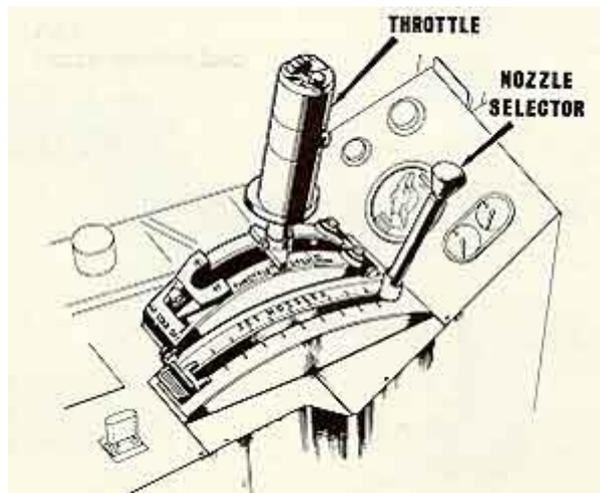


Ugello posteriore sinistro

Meccanismo di controllo degli ugelli orientabili



Nel cockpit dell'Harrier, accanto alla manetta del gas, si trova una leva per la regolazione dell'angolazione degli ugelli e quindi per indirizzare la spinta del motore. Grazie a questi ugelli, l'Harrier è in grado di volare a 90 Km/h all'indietro e a più di 1.000 Km/h in avanti.



Disegno del comando per il controllo degli ugelli



Cockpit di un AV-8B Harrier

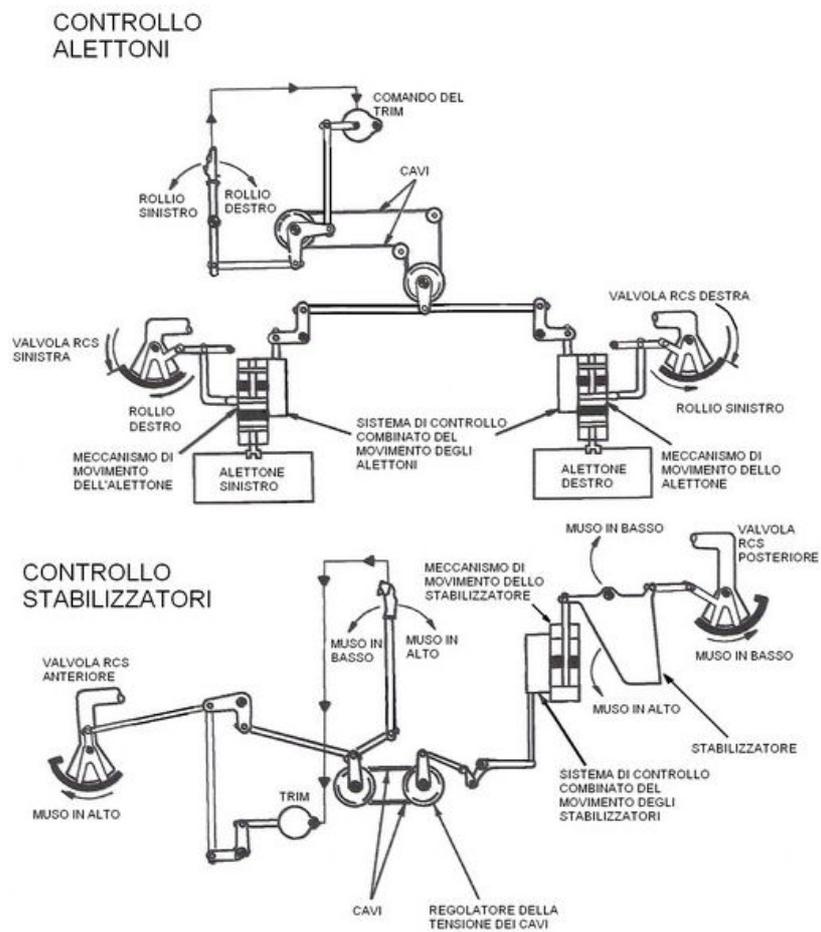


Leva per il controllo degli ugelli

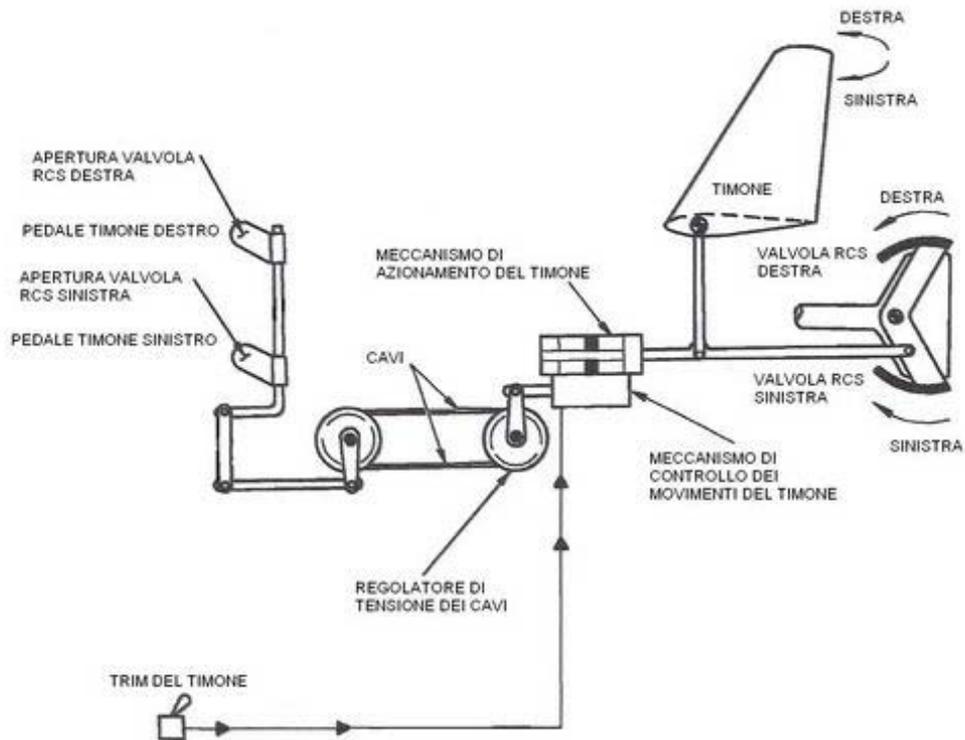
L'AV-8B HARRIER II PLUS è provvisto di un sistema di controllo dell'assetto denominato **R.C.S. (Reaction Control System)** che si attiva automaticamente durante le fasi di decollo e di atterraggio verticali e durante il volo in stazionario (*hovering*), quando le normali superfici aerodinamiche sono inefficaci per la bassa velocità. L'RCS è costituito da un ugello di controllo a reazione a prua (che controlla i movimenti di beccheggio del muso del velivolo), da un ugello a reazione alle estremità di ciascuna delle due semiali (due complessivamente, che

controllano i movimenti di rollio) e da un ugello a "tre vie" a poppa (RCS AFTER) che controlla i movimenti di beccheggio e di deviazione destra-sinistra della coda. Questi ugelli ricevono l'aria ad alta pressione dal compressore del motore e funzionano tramite i normali comandi di volo.

Lo schema seguente rappresenta il controllo di alettoni e stabilizzatori. La barra di comando del velivolo aziona sia le superfici mobili che le valvole a reazione del sistema RCS.



Nello schema è raffigurato il sistema di controllo del timone, comandato dal pilota con la pedaliera.



CONTROLLO TIMONE

Di seguito vengono inserite tre immagini relative alle valvole del sistema R.C.S.



Valvola a reazione a prua



Valvola a reazione sull'estremità della semiala sinistra



Valvola a reazione a poppa del velivolo

Nelle fasi di decollo e di atterraggio, sulla superficie della fusoliera si forma un'area rettangolare, delimitata, anteriormente e posteriormente, da due superfici mobili che si estendono quando i due carrelli centrali, anteriore e posteriore, vengono estratti, e, lateralmente, da due pinne fisse. All'interno di quest'area si crea una specie di cuscino d'aria che determina un aumento della portanza ed una diminuzione della resistenza e che consente al velivolo di sostenersi in volo e di non perdere quota. Questo fenomeno aerodinamico, noto come **effetto suolo**, si verifica a quote la cui altezza è simile all'apertura alare del velivolo e viene sfruttata nelle fasi di decollo e di atterraggio.



La superficie mobile anteriore



Le due pinne fisse laterali



La superficie mobile posteriore dell'area



La visione di insieme responsabile dell'effetto suolo

DECOLLO CORTO

Nel decollo corto si mantiene il velivolo frenato sulla linea di volo con gli ugelli orientati posteriormente per ottenere il massimo della spinta orizzontale, si dà "tutta manetta", si tolgono i freni e si lancia il velivolo sulla pista di decollo; gli ipersostentatori escono automaticamente e dopo un breve rullaggio di circa 100-110 metri di corsa (raggiunta la velocità di 70-75 nodi) si orientano gli ugelli secondo una inclinazione di 60-65 gradi spostando "tutto indietro" la leva situata nel cockpit accanto alla leva della manetta, si tira verso di sé la barra di comando e l'aereo decolla. Appena il velivolo raggiunge la velocità di volo, gli ipersostentatori rientrano automaticamente e tutta la portanza è assicurata dall'ala. Tutta l'operazione è controllata dal computer di bordo; una volta impostata l'inclinazione degli ugelli, la velocità ideale di decollo compare su uno dei display H.U.D. o M.F.D.

DECOLLO DA PORTAEREI

La possibilità di sostenersi e di atterrare verticalmente consente all'AV-8B HARRIER II PLUS di decollare e di appontare sul ponte di volo di una portaerei. Durante il decollo l'aereo, dopo avere effettuato la prova motore in posizione frenata (*Top RPM*), con la manetta al massimo e gli ugelli orientati a 50 gradi si lancia sul ponte di volo della nave e dopo avere raggiunto la velocità di circa 200 chilometri orari e percorso circa 130 metri si alza in volo. Durante l'appontaggio l'aereo, dopo avere sorvolato la nave, riduce progressivamente la propria velocità e si dispone parallelamente al ponte di volo mantenendosi in volo stazionario (*hovering*) alla stessa velocità della nave; raggiunta una quota di circa 10 -15 metri l'aereo effettua una traslazione e si sposta al di sopra del ponte di volo in corrispondenza del punto di appontaggio (*spot*). Sempre in volo stazionario, il pilota riduce progressivamente la potenza e scende lentamente verso il ponte di volo sul quale si appoggia. Le operazioni di decollo e di appontaggio sono assistite dagli specialisti addetti al volo e coordinate da un Ufficiale Pilota (*LSO*, "Landing Signal Officer").



HI POWER

Ogni 90 ore di volo o in occasione del cambio del propulsore, l'aereo viene sottoposto alla prova dello HI POWER (letteralmente massima potenza). La prova viene effettuata su di una apposita piazzola situata al termine di un raccordo, all'estremità opposta a quella della linea di volo: l'aereo viene vincolato alla superficie della piazzola con delle catene fissate in corrispondenza dei carrelli principali e secondari dell'aereo. La superficie della piazzola è rivestita con lastre in acciaio per proteggere l'asfalto dal calore emanato dai getti caldi: nel corso della prova il propulsore viene portato a diversi regimi di funzionamento secondo schemi stabiliti e preordinati, compreso quello della massima potenza (hi power). Gli specialisti seguono la prova all'interno di una cabina insonorizzata e comunicano direttamente col pilota attraverso un apposito apparato di trasmissione via cavo.



Controlli pre-test dell'asfalto



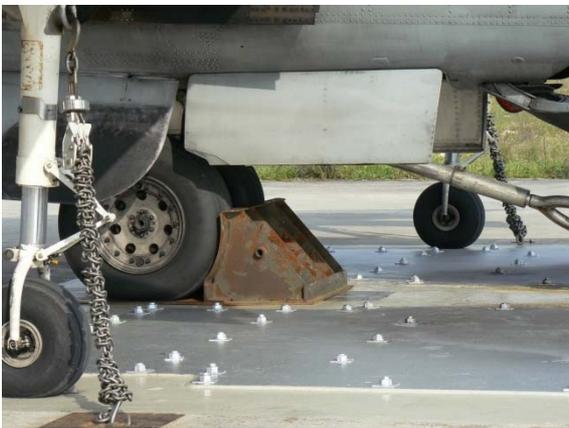
Copertura protettiva metallica



Particolare della prua del velivolo



Ancoraggio della fusoliera



Ancoraggio del carrello centrale e laterale



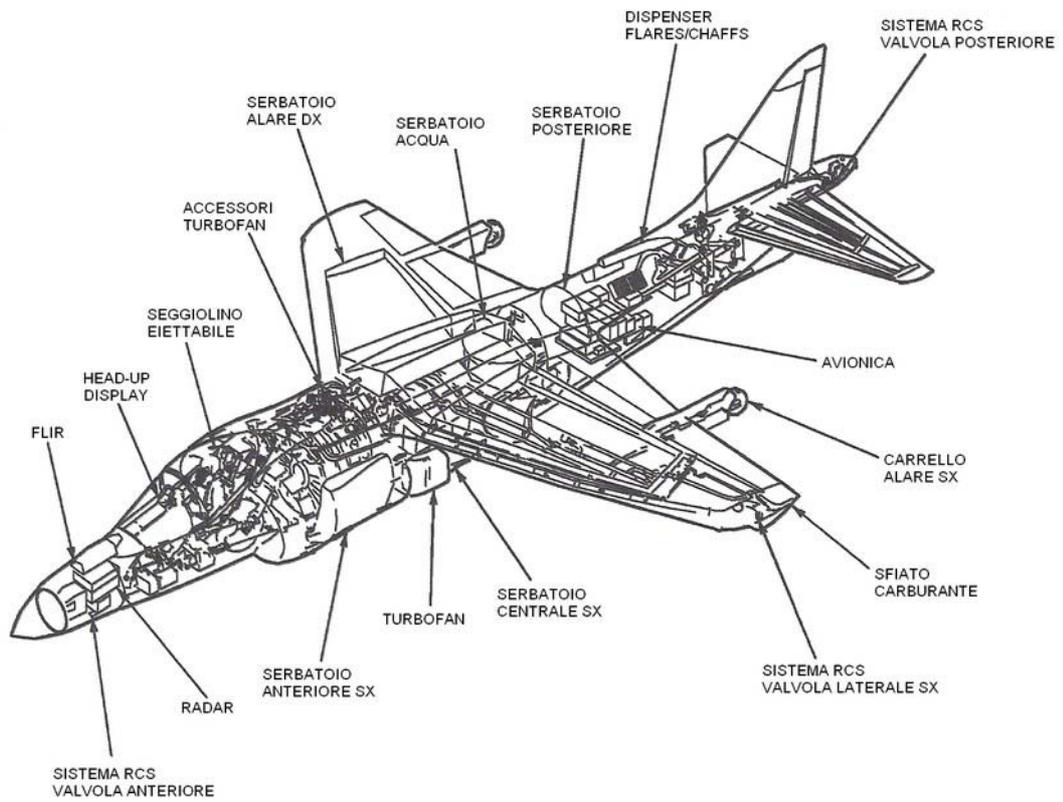
Ancoraggio del carrello anteriore



Velivolo pronto per i test



Durante i test (vista dalla cabina insonorizzata di controllo)



Esplso dell'AV-8B Harrier II Plus

