



Istituto Professionale "Guglielmo Marconi" – Prato

INTRODUZIONE ALLA MANUTENZIONE AERONAUTICA

L'aeromobile BAe146



A cura di Leonardo Bellini

PREMESSA

Secondo la definizione data dal sito Treccani.it il verbo

“**manutenére** v. tr. [recente rifacimento di *mantenere*, secondo *manutenzione*] (coniug. come *tenere*), non com. – Curare la manutenzione di un impianto, di una macchina e sim.: *m. un ascensore, un termosifone, un’autovettura.*”

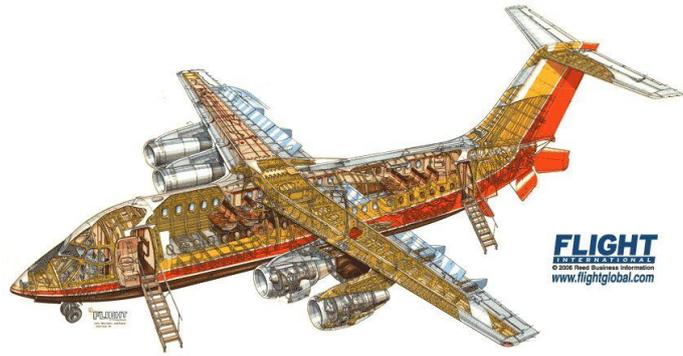
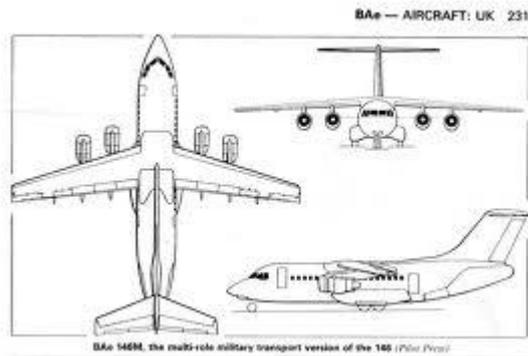
Questa definizione, a mio avviso e rapportata al campo aeronautico (ma non solo) è estremamente limitativa; il concetto di manutenzione parte dal presupposto che ogni macchina, con il passare del tempo, non conserva le caratteristiche e il funzionamento originario ma il proprio stato si degrada con il passare degli anni e dell’utilizzo. Tutti gli interventi atti (sia preventivi sia consuntivi) a mantenere le caratteristiche di efficienza della macchina in generale e in particolare di ogni impianto o componente della stessa, rientrano nelle operazioni di manutenzione.

La manutenzione, specialmente nel campo aeronautico, riveste un’importanza estremamente rilevante per la sicurezza del trasporto aereo per ovvi motivi. Come detto in precedenza gli interventi di manutenzione possono essere “consuntivi” (cioè avvenire dopo che il problema o guasto si è manifestato sull’aereo ripristinando il corretto stato delle cose) o preventivi: questi ultimi, come suggerito anche dall’espressione, sono gli interventi più importanti in quanti mirano a prevenire tutti gli inconvenienti tecnici prima che questi si manifestino (secondo un preciso programma manutentivo).

Come in tutti i lavori, l’operatore di manutenzione è la figura principale e al centro del processo e degli interventi; è come il medico che “cura” il velivolo sia prima del manifestarsi della malattia (con esami, test, controlli), sia dopo la manifestazione del problema con le riparazioni del caso.

1 – Breve descrizione dell’aeromobile BAe146

Il BAe146 (nelle sue versioni 100-200-300 a seconda della lunghezza della fusoliera e quindi del numero massimo di persone trasportate) è un aereo di linea quadrigetto ad ala alta che era prodotto in Gran Bretagna, molto impiegato per le rotte medio-brevi e con capacità *STOL* (*STOL* è l’acronimo per *Short Take-Off and Landing* -decollo ed atterraggio corto- che viene usato nell’industria aeronautica per descrivere gli aeroplani in grado di decollare ed atterrare utilizzando piste corte grazie a diversi accorgimenti tecnici e aerodinamici), alla quale contribuiscono le superfici mobili, di grande estensione, e la presenza di un aerofreno apribile posto nella parte finale della coda, che supplisce alla mancanza di dispositivi per l’inversione della spinta dei motori. Da quando nel 1993 il progetto fu trasferito alla Avro International, una sussidiaria della British Aerospace, è conosciuto anche con col nome di Avro RJ (la sigla RJ sta per Regional Jet – jet a corto raggio).



Il velivolo venne progettato per operare in condizioni difficili (piste sterrate presenti in molte località dell’Africa e dell’Asia) ed è per questo motivo che alcune parti sono sovradimensionate rispetto all’utilizzo in situazioni di “normalità”; ad esempio i carrelli ed i freni in carbonio sono di dimensioni eccessive in quanto dovevano assicurare la stabilità nelle fasi di atterraggio e successiva frenatura nelle condizioni più disparate.

2 – Introduzione al concetto di manutenzione in aeronautica

Come già accennato in premessa gli interventi manutentivi sono fondamentali per la sicurezza del velivolo e quindi per la sicurezza del volo e dei passeggeri dell’aeromobile.

E’ importantissimo sottolineare che ogni velivolo ha il proprio programma di manutenzione in cui sono indicati tutti i controlli da effettuare, le modalità di effettuazione di tali verifiche e il periodo di tempo che deve trascorrere tra un intervento manutentivo programmato e l’altro.

In particolare esistono diversi “livelli” di manutenzione in cui gli interventi crescono sia di numero che di consistenza; di seguito si riportano tali livelli con una breve descrizione delle operazioni manutentive principali:

- **Ispezione giornaliera** (aereo in piazzale): ispezione visiva della fusoliera, dei carrelli, dei freni, delle ali, dei timoni di coda, delle condizioni interne;
- **Check “A”** (aereo in hangar – circa ogni 500/800 ore di volo): smontaggio, ispezione e riassetto di alcune parti non strutturali della fusoliera/ali e parti non principali dei motori; verifica dell’impianto elettrico/elettronico, idraulico e pneumatico.
- **Check “B”** (aereo in hangar – circa ogni 4/6 mesi): smontaggio, ispezione e riassetto di alcune parti non strutturali della fusoliera/ali (in particolare vengono controllati i flaps) e alcune parti principali dei motori; verifiche approfondite dell’impianto elettrico/elettronico, idraulico e pneumatico.
- **Check “C”** (aereo in hangar – circa ogni 15/21 mesi): smontaggio, ispezione e riassetto di alcune parti strutturali della fusoliera/ali e dei timoni di coda, delle parti principali dei motori compresi il sistema di fissaggio dei piloni di collegamento con le ali; ispezioni accurate dell’impianto elettrico/elettronico, idraulico e pneumatico.

- **Check "D"** (aereo in hangar – circa ogni 5/6 anni): smontaggio completo, ispezioni approfondite con test e riassetto di tutte le parti strutturali della fusoliera/ali e dei timoni di coda, delle parti principali dei motori; smontaggio, ispezioni approfondite con test e riassetto dell'impianto elettrico/elettronico, idraulico e pneumatico.

Come si può notare il numero e l'accuratezza delle operazioni di manutenzione cresce con il passare del tempo e, per quanto riguarda il *check D*, si ha il completo ripristino delle condizioni iniziali del mezzo. Ovviamente l'impiego di operatori e mezzi tecnici per effettuare un singolo *check* crescono in maniera molto considerevole. Nella mia esperienza in Meridiana a Firenze ho effettuato un solo *check A* su un velivolo e un *check B* su un altro; per i *check C* e *D* l'hangar dell'aeroporto "A. Vespucci" non era sufficientemente attrezzato e gli aerei dovevano essere revisionati presso la sede principale della compagnia presso l'aeroporto di Olbia in Sardegna.

Oltre ai sopracitati interventi di manutenzione programmata, alla fine di ogni volo il comandante dell'aereo deve redigere un resoconto in cui si evidenziano le problematiche che si sono avute ai sistemi o agli impianti; questa nota viene sottoposta a fine giornata al capo manutenzione che valuta l'entità della segnalazione e individua il personale per le riparazioni.

Per i piccoli malfunzionamenti di elementi secondari (come spie e alcune luci che non compromettono in ogni caso la sicurezza del velivolo) esiste una lista denominata MEL (Minimum Equipment List) in cui sono elencati i tempi massimi per le riparazioni dal momento in cui si è stato segnalato l'inconveniente; solitamente i problemi presenti nella MEL vengono riparati in giornata.

Gli interventi di manutenzione più complicati e lunghi si svolgono principalmente di notte

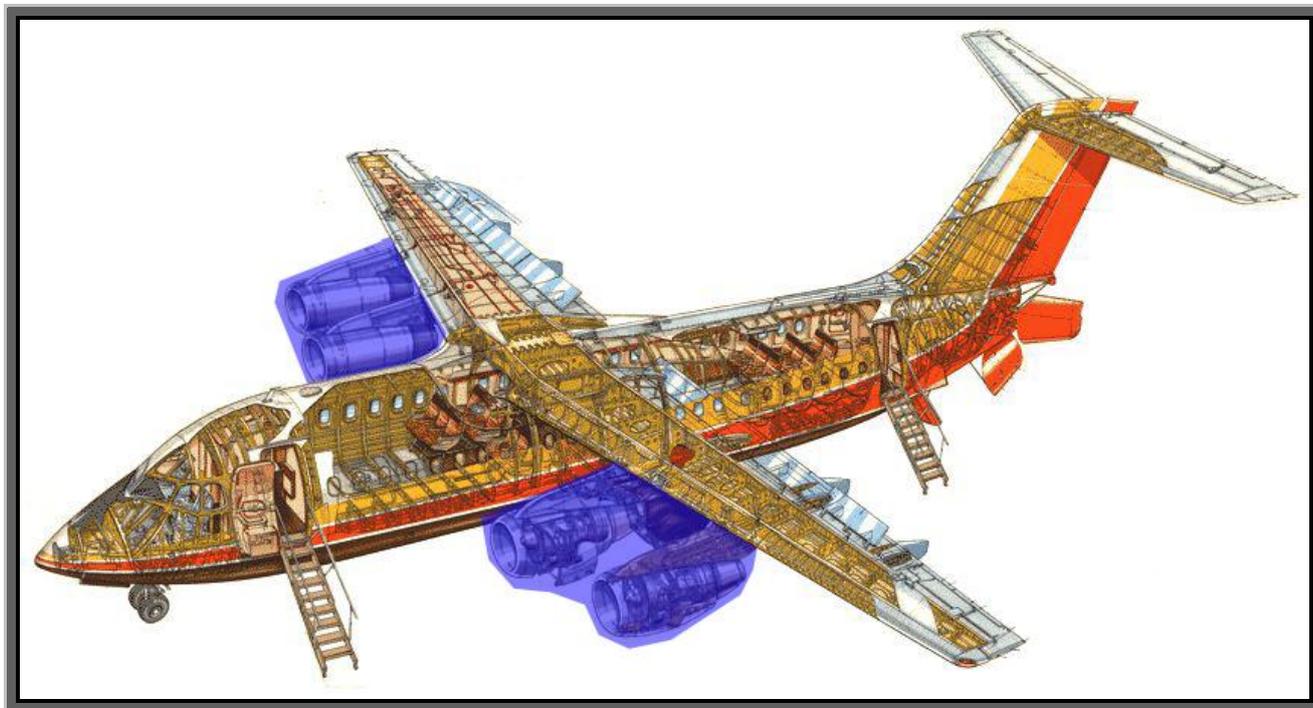
La struttura destinata alle riparazioni è l'hangar della compagnia aerea; questo enorme capannone può ospitare contemporaneamente uno o più velivoli al proprio interno garantendo anche ampi spazi di manovra sia di mezzi che di personale. Infatti è molto frequente l'uso di ponteggi metallici per la manutenzione delle parti poste a quote elevate (si pensi ad esempio alle ali e ai piani di coda) che comporta il montaggio, l'uso e lo smontaggio di questa struttura in condizioni di sicurezza. Inoltre oltre all'area destinata al ricovero degli aerei, nell'hangar sono solitamente presenti lungo il perimetro dell'edificio anche gli uffici tecnici, del personale di bordo, un'officina meccanica, un laboratorio per le riparazioni elettriche ed elettroniche dei componenti, un magazzino ricambi, un deposito materiali e attrezzature, gli spogliatoi per gli addetti alla manutenzione e un'area ristoro/relax.

Una parte dell'ufficio tecnico è destinata all'archivio dei manuali per la manutenzione del mezzo; il Bae146 viene mantenuto seguendo le dettagliate istruzioni dei 26 manuali in cui sono analizzati tutti gli elementi ed impianti presenti sul velivolo. Per ogni problema sono individuati i test ed i controlli da eseguire sugli apparati, le eventuali parti di ricambio da sostituire (ogni singolo pezzo presente sull'aereo, a partire dalle viti e dai bulloni, ha un proprio *serial number* e *part number*) e le verifiche da effettuarsi dopo la sostituzione della parte. **In aeronautica non si improvvisa niente e ogni aspetto è analizzato in dettaglio: l'operatore di manutenzione deve seguire le procedure alla lettera e non improvvisare nessuna riparazione.** Nel caso in cui un intervento richieda una procedura particolare non codificata sui manuali, il capo manutenzione coordina l'intervento in prima persona.

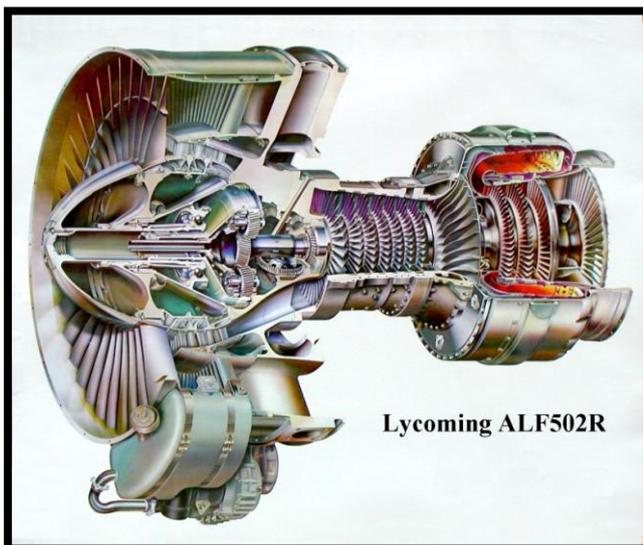
Nei paragrafi seguenti darò una breve descrizione dei principali interventi manutentivi personalmente eseguiti nel corso dello stage effettuato suddivisi per "zone" principali del velivolo

cercando comunque di fornire un quadro esauriente delle attività svolte e delle relative problematiche e criticità.

3 – Manutenzione dei motori



I motori del Bae146 sono quattro ALF 502 di derivazione elicotteristica; questi propulsori sono estremamente leggeri, parsimoniosi nei consumi e molto silenziosi. Inoltre essendo derivati dall'impiego sugli elicotteri sono anche estremamente affidabili e di semplice manutenzione.

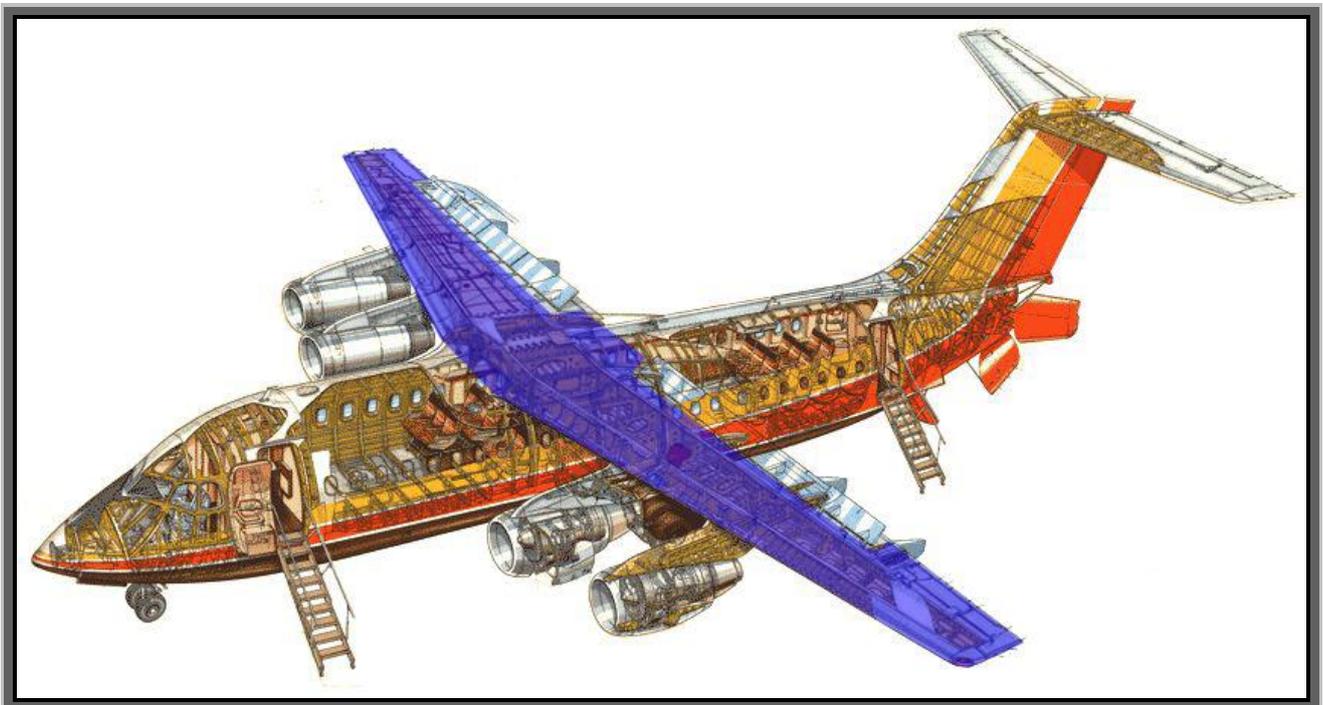


Come si può notare nel riquadro qui di fianco, il motore si compone di un compressore a due stadi a cui è associata una turbina a gas (anch'essa a due stadi); la funzione di quest'ultima è quella di fornire il movimento rotatorio attraverso due alberi coassiali agli stadi del compressore in modo tale da avere il getto d'aria che provoca la spinta in avanti dell'aereo per reazione. Gli organi sopra descritti insieme ai vari impianti secondari, quali motorino d'avviamento, dispositivi per lo spegnimento di eventuali incendi, alternatore per la produzione di energia elettrica, pompe per i lubrificanti e i liquidi di raffreddamento, sono contenuti in un involucro metallico di

forma aerodinamica (detto carenatura) posto di fianco alla fusoliera e collegato alle ali tramite i cosiddetti "piloni".

Gli interventi manutentivi standard sono quelli relativi alla verifica dei livelli dei liquidi lubrificanti e del corretto serraggio degli elementi della bulloneria principale. Un'operazione molto delicata riguarda la sostituzione completa del motore per sottoporlo a revisione totale presso un centro specializzato; in questo caso si procede all'imbragatura dello stesso tramite un apparecchio appositamente studiato, si procede poi allo smontaggio di tutti gli elementi di collegamento con il pilone e quindi si cala a terra su un carrello. Si monta quindi il nuovo motore e una volta terminata l'operazione si deve "metterlo in pari" con gli altri ovvero si deve regolare in modo tale che fornisca una spinta uguale agli altri tre motori. Infine, per verificare il buon esito dell'intervento, si porta il mezzo su un piazzale e si accendono contemporaneamente i quattro motori (ovviamente con i freni azionati) portandoli a circa il 70% del regime di rotazione; l'aereo comincia a vibrare fortemente in quanto la spinta dei getti d'aria è notevole e dopo alcuni controlli il test risulta superato.

4 – Manutenzione delle ali



Le ali sono fondamentali per il sollevamento del velivolo da terra, per la sua manovrabilità in aria e al loro interno sono riempite di combustibile utile per la propulsione del mezzo. Strutturalmente sono composte da due travi (collegate alla struttura della fusoliera) unite tra loro da svariate centine (di dimensioni diverse che formano il profilo alare) alle quali sono inchiodati i pannelli di rivestimento esterno ed interno che creano una tenuta stagna per il contenimento del carburante.

Dal punto di vista degli sforzi meccanici l'ala è soggetta a flessione verso il basso quando l'aereo è a terra (peso proprio della struttura e quello del combustibile) e verso l'alto quando il velivolo è in volo (dovuta alla portanza creata dall'aria che impatta la superficie alare).

Inoltre le ali accolgono anche altri sistemi come quello ausiliario frenante (*air brakes*), di aiuto/supporto al decollo/atterraggio (*flaps*), di sbrinamento sul fronte d'attacco per impedire la

formazione di ghiaccio, di manovrabilità del mezzo (virate attraverso gli alettoni all'estremità) e di illuminazione (luci di posizione e di atterraggio).

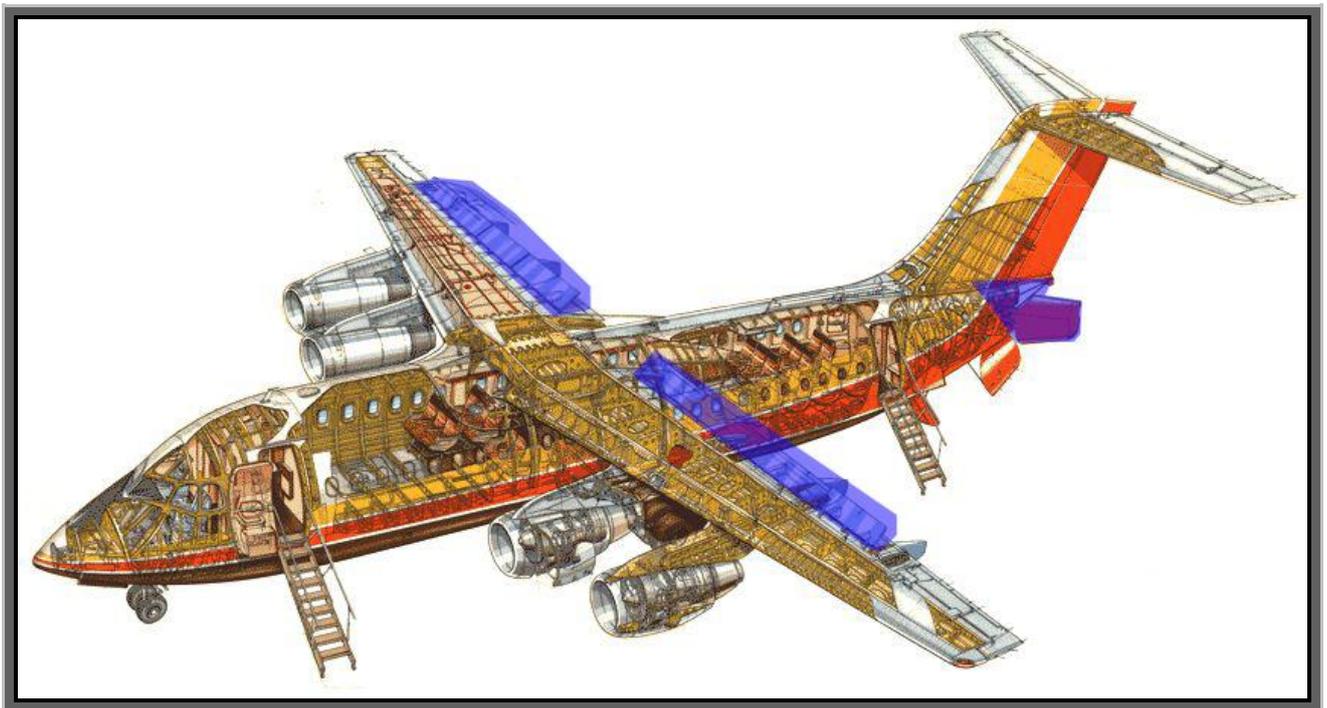
Un'altra funzione fondamentale delle ali, come sopra accennato, è quella di serbatoio di carburante; infatti tutto il profilo alare è suddiviso in tre scompartimenti principali (le due ali e la parte centrale al di sopra della fusoliera) che sono collegati tra loro da condotti principali e di *bypass* (e le relative pompe) che assicurano il passaggio di carburante ai motori anche in caso di malfunzionamento di uno dei tre serbatoi.

La manutenzione tipica dei serbatoi, oltre al controllo del funzionamento delle pompe interne, riguarda soprattutto un aspetto particolare delle caratteristiche del carburante avio utilizzato: infatti all'interno del carburante si ha la formazione e lo sviluppo di un fungo anaerobico che, a lungo termine, porta ad un malfunzionamento dei traduttori del livello del carburante nei serbatoi ed eventualmente anche un imperfetto funzionamento delle pompe.

Quindi per prevenire questo inconveniente grave si è costretti a svuotare completamente i serbatoi laterali e centrale, asciugare con getti di aria compressa continua l'interno degli stessi, ispezionare attentamente le pareti e le centine (in particolar modo nelle vicinanze dei sensori e delle pompe), intervenire con una schiuma o una soluzione antimicotica nel caso in cui si rilevi la presenza del fungo, testare i trasduttori e le pompe a vuoto, rimontare i pannelli e rifornire l'aereo di carburante. Infine bisogna verificare il livello segnalato dalla strumentazione in cabina di pilotaggio da quello che si può ottenere attraverso l'ausilio di tabelle in funzione dei litri dichiarati dall'autopompa rifornitrice.

Data la particolare conformazione e funzione delle ali, l'aspetto aerodinamico è fondamentale e quindi particolare attenzione è data alla verifica visiva del buon stato di tutti i pannelli esterni ed in particolar modo dalla perfetta geometria del fronte di attacco. Tutti gli altri aspetti manutentivi inerenti i sistemi complementari presenti saranno trattati nei paragrafi seguenti.

5 – Manutenzione degli air brakes



Gli *air brakes* sono delle superfici mobili posizionate in coda e sulla parte superiore delle ali e servono per “frenare” l’aereo rispettivamente nella fase di atterraggio e una volta toccata la pista. Infatti, una volta azionate queste superfici, si ha un effetto resistente dal punto di vista



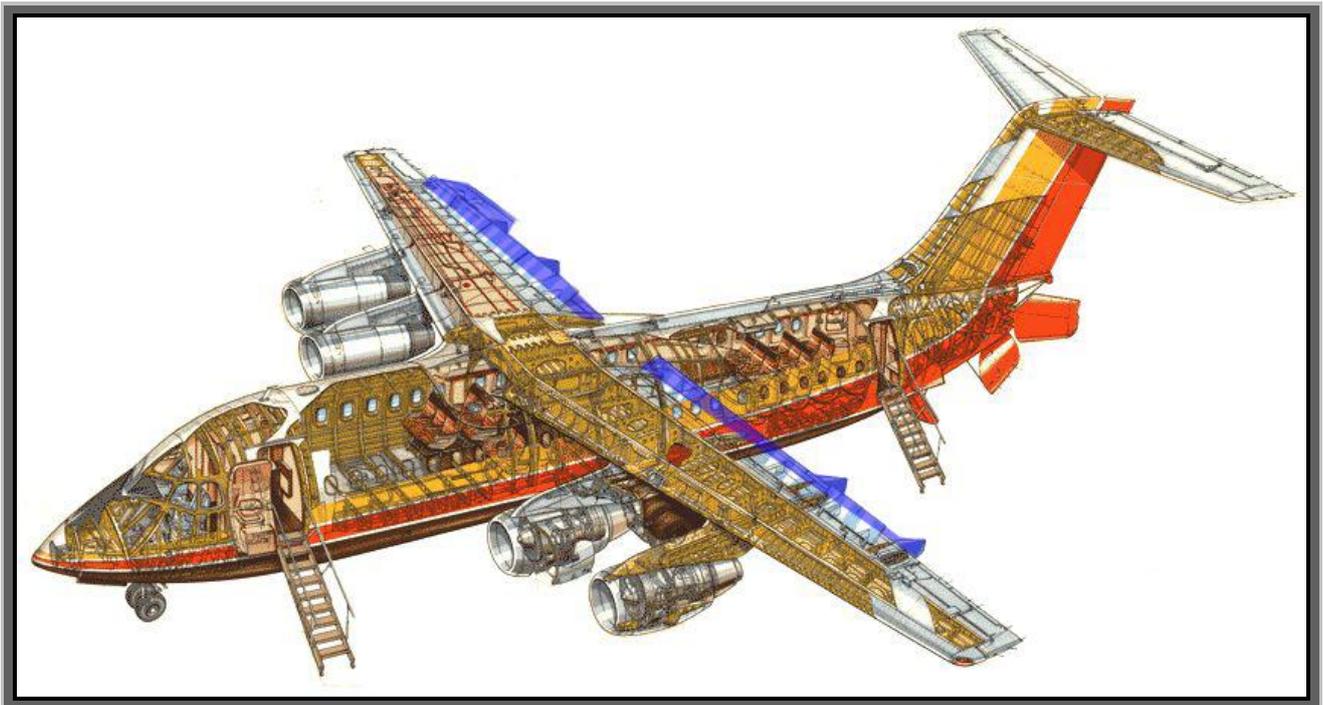
aerodinamico ed il mezzo rallenta quindi la sua corsa; con l’air brake in coda si può diminuire la velocità in volo in fase di atterraggio aprendo ad ali di farfalla letteralmente la coda del velivolo (vedi figura accanto). Per l’azionamento del movimento dei pannelli, considerata la grandissima resistenza aerodinamica data al velivolo in movimento, è necessario l’utilizzo di due potenti pistoni oleodinamici che si devono muovere in sincronia in maniera tale da non determinare un’apertura asimmetrica dei freni stessi (che comporterebbe uno squilibrio pericolosissimo per la stabilità del mezzo).



Discorso simile vale per gli air brake posizionate sulle ali (vedi immagine di lato) che servono per abbattere in misura drastica l’effetto portante delle ali una volta toccata la pista di atterraggio. Anche in questo caso i freni mobili sono azionati da pistoni idraulici ad elevata potenza.

La manutenzione di questi componenti riguarda la verifica delle condizioni delle cerniere delle superfici mobili che devono essere lubrificate con grassi appositi e i test sul funzionamento dei pistoni oleodinamici e delle relative pompe di azionamento. Non è raro che si sostituiscano le guarnizioni di tenuta (*o-ring*) dei pistoni dei freni in coda (che sono sottoposti sicuramente ad uno sforzo ed usura maggiore di quelli sulle ali).

6 – Manutenzione dei flaps



I *flaps* sono delle superfici alari “incorporate” nel profilo delle ali stesse in fase di crociera, ma utilissimi in fase di decollo ed atterraggio, in quanto variando il profilo alare a parità di velocità basse (appunto in queste due fasi) si ha un aumento dell’effetto portante. Questo determina un contributo importantissimo per la buona riuscita di queste due delicatissime fasi ed è per questo motivo che la manutenzione dei *flaps* è estremamente accurata e continua.



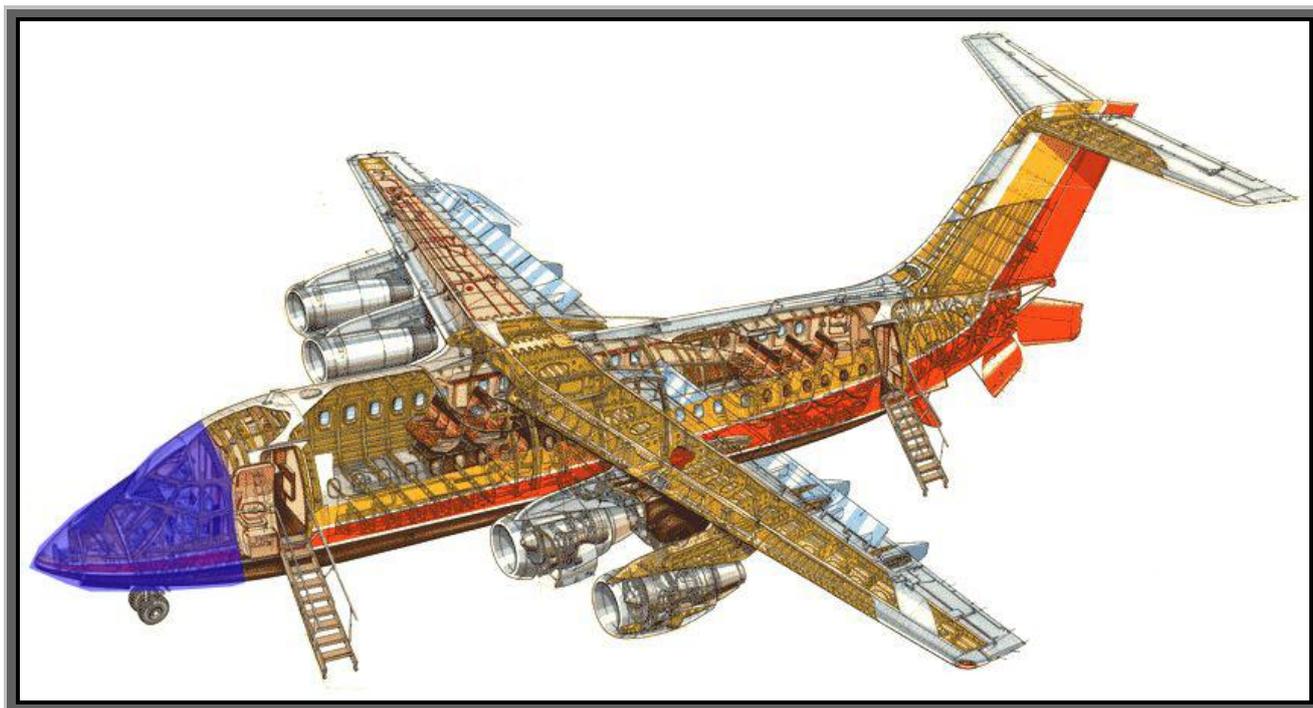
Nell’immagine qui accanto si può osservare il movimento dei *flaps* che “scivolano” verso il basso in fase di decollo e atterraggio e sono sistemati all’interno del profilo alare in fase di crociera. I movimenti delle superfici ovviamente devono essere simmetrici sulle delle ali per non creare uno squilibrio aerodinamico pericolosissimo.



Il meccanismo che permette il movimento delle superfici è una vite senza fine azionata da un motore elettrico che, attraverso tutta una serie di alberi di trasmissione e di rinvii, assicura il posizionamento delle varie superfici alari; infatti si possono impostare dalla cabina di pilotaggio 5 configurazioni principali in funzione del tipo di pista a disposizione.

Come già accennato la manutenzione dei *flaps* è continua e riguarda l'ingrassatura di tutti gli snodi e rinvii presenti attraverso un ingrassatore speciale, il controllo del motore elettrico principale e la verifica di tutte le superfici alari mobili. Il sistema è comunque estremamente affidabile benché molto complesso sia dal punto di vista meccanico che elettrico.

7 – Manutenzione della cabina di pilotaggio e avionica



La cabina di pilotaggio è il “cervello” dell’aereo e in questa parte del velivolo si trovano tutte gli apparecchi e strumentazioni per il controllo di tutti gli impianti dislocati in ogni parte del mezzo. Il posizionamento di tutti gli strumenti, degli indicatori, e in generale di tutta la componentistica di controllo è studiata in modo tale da essere la più immediata e istintiva possibile; questo studio comporta l’individuazione di zone più o meno “dense” dove l’attenzione dei piloti in caso di malfunzionamento di qualche impianto può essere richiamata da spie luminose, da segnali acustici o da entrambe le cose.

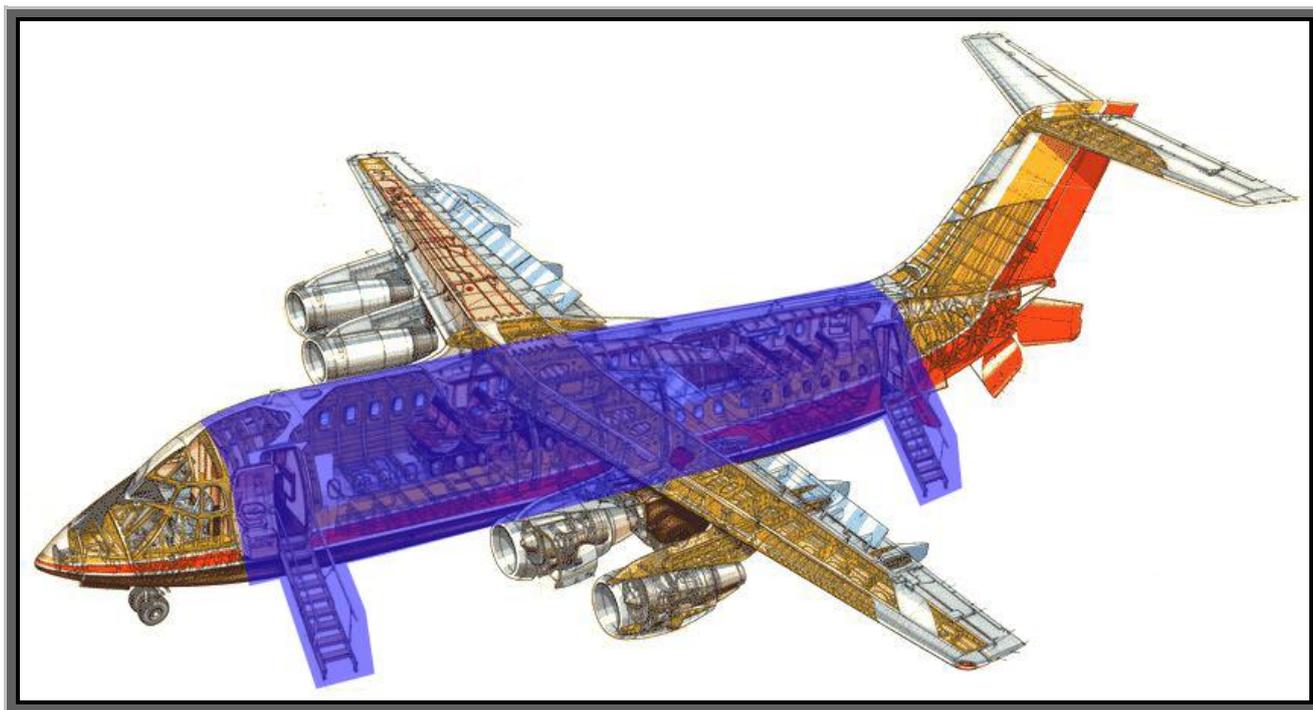


Come si può facilmente notare dalla foto il *cockpit* (ovvero il cruscotto) della cabina è veramente complesso! Analizzando solo la parte sinistra (in effetti la destra è quasi simmetrica), in estrema sintesi è possibile notare la *cloche* e i pedali per manovrare il mezzo, il cosiddetto “orizzonte artificiale” e l’indicatore di rotta, gli indicatori di velocità e altitudine da terra e nella parte centrale la strumentazione relativa ai quattro motori e il radar meteo. Nella parte superiore è collocata la radio per le comunicazioni e l’inserimento del pilota automatico.

Ovviamente quanto sopra riportato è molto riduttivo, ma serve per dare un’idea di massima della complessità della cabina di pilotaggio. Al piano di sotto della cabina c’è il reparto avionica che è direttamente collegato ad essa mediante una botola; in tale settore sono dislocate tutte le centraline di controllo dell’elettronica di bordo inerenti i più svariati sistemi ed impianti. Ogni centralina è identificata da un codice alfanumerico che a sua volta individua un particolare processo di manutenzione inteso come una serie di controlli e verifiche da effettuarsi periodicamente sulle stesse.

La manutenzione della cabina e del reparto avionica sono strettamente collegate tra loro; gli interventi principali riguardano la sostituzione delle apparecchiature di controllo che non funzionano e i test periodici sulle centraline. Un particolare riferimento va fatto anche al radar meteo posto sulla punta dell’aereo che deve essere controllato periodicamente.

8 – Manutenzione della fusoliera e della cabina passeggeri

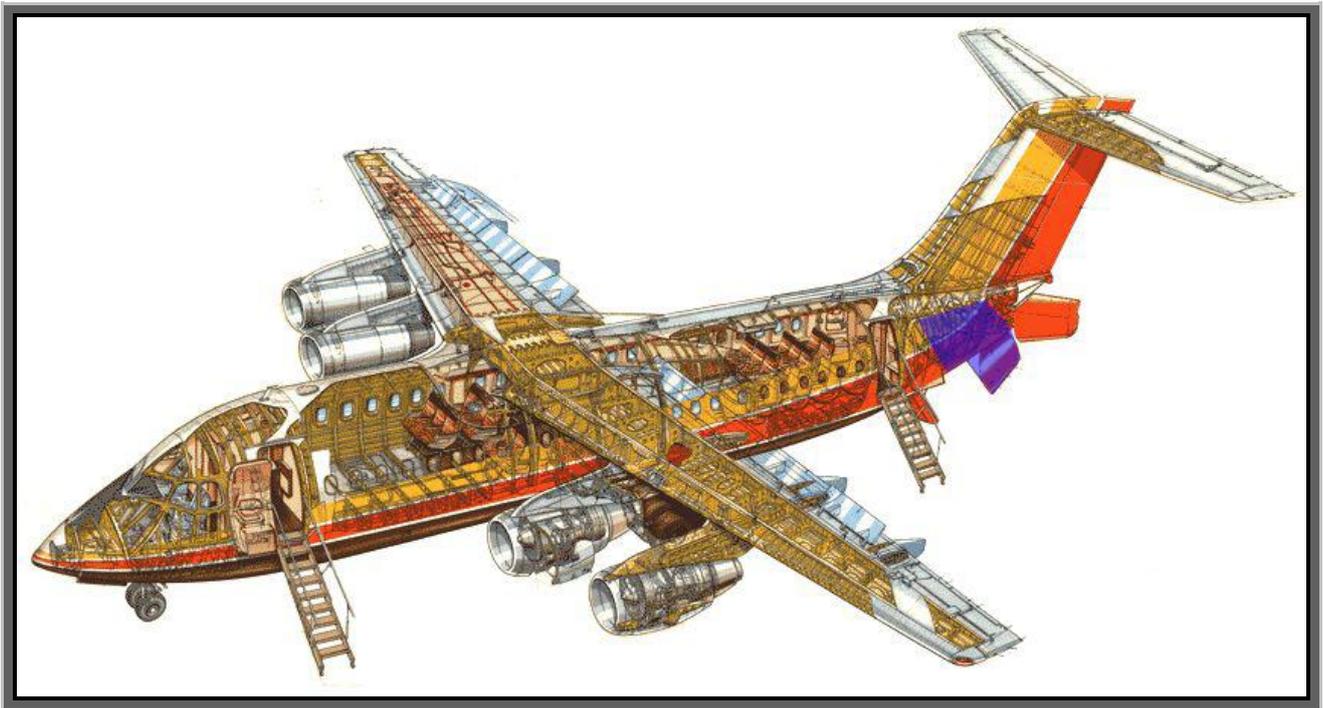


La fusoliera è l'elemento esclusivo dell'aereo usufruito dai passeggeri e quindi oltre ad avere delle caratteristiche tecniche e strutturali ben precise deve essere gradevole per le persone che deve ospitare. Ecco quindi che le caratteristiche funzionali del mezzo devono avere un buon compromesso anche con l'estetica ed il comfort. Per questi motivi di carattere commerciale l'interno della cabina è la parte più trafficata dell'aereo; infatti oltre ai tecnici di manutenzione, accoglie il personale di bordo (*hostess e steward*), i passeggeri, ma anche gli addetti al *catering* e alle pulizie. Ovviamente, aumentando il numero delle persone che possono utilizzare questo ambiente, aumentano anche i problemi relativi alla manutenzione. Basti pensare che ogni giorno i sedili hanno sempre qualche difetto da riparare, che qualche volta i passeggeri portano via con loro i dispositivi di emergenza (giubbotti gonfiabili, torce elettriche, ecc.) e che molto spesso anche i due bagni hanno qualche problema per gli scarichi che vengono ostruiti da oggetti gettati dai passeggeri.

Inoltre bisogna considerare che nella parte inferiore della fusoliera ci sono le due stive per i bagagli, l'alloggiamento per le pompe dell'impianto idraulico di servizio e di emergenza, le valvole per la pressurizzazione della cabina e in coda le cosiddette "scatole nere" (che in realtà sono arancioni o gialle fosforescenti perché in caso di incidenti devono essere facilmente individuabili). Infine nella parte superiore della cabina sono presenti anche le due scalette (una nella parte anteriore e una in quella posteriore) per l'accesso del personale al velivolo e quattro portelloni (due più grandi nella parte sinistra del mezzo e due più piccole in quella destra); anche se questi dispositivi sono realizzati in maniera molto semplice, hanno comunque anche loro un programma di manutenzione ben definito.

Il sistema fusoliera quindi è estremamente vario da manutere e quindi bisogna fare riferimento ai manuali una volta individuata la parte o il componente da verificare.

9 – Manutenzione dell’Auxiliary Power Unit (APU)



La Auxiliary Power Unit (APU) è un'unità di potenza ausiliaria installata nella coda del velivolo e serve per la produzione di energia (elettrica ed pneumatica) non direttamente utilizzata a scopo propulsivo.

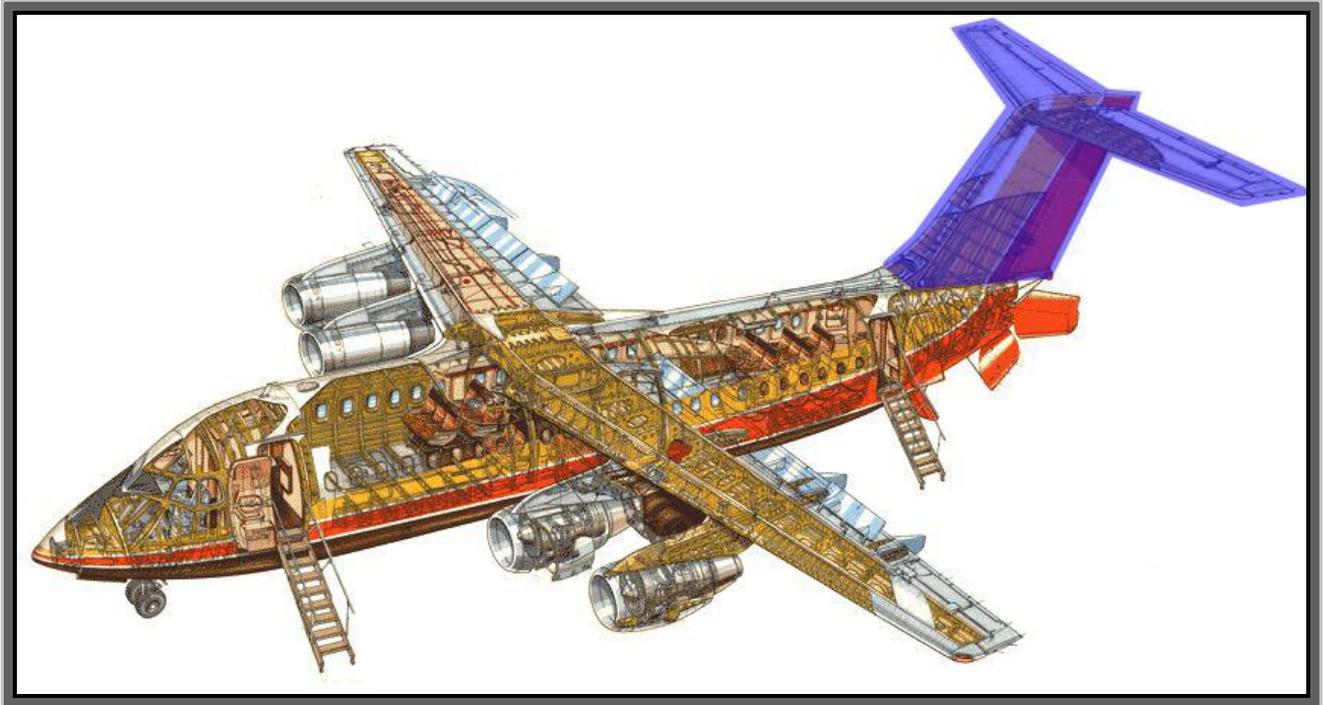
La funzione principale dell'APU è quella di fornire l'energia necessaria all'avviamento dei quattro motori principali. Per avviare l'ALF 502 è necessario portare la sua velocità di rotazione ad un valore tale (tipicamente tra il 20 ed il 30% della velocità massima) che permetta una compressione sufficiente ad assicurare l'accensione del combustibile in camera di combustione e garantire l'autosostentamento. Da quella velocità di rotazione in su il motore è in grado di accelerare autonomamente al regime di funzionamento desiderato senza apporto esterno di energia.

L'APU risolve questo problema in due fasi: dapprima l'unità viene accesa da un motore elettrico, con l'energia proveniente da una batteria o una sorgente esterna (*ground power unit*), poi accelera alla velocità massima, fornendo un quantitativo di energia molto più grande, sufficiente a mettere in moto i motori principali dell'aereo.

L'APU ha anche altre funzioni ausiliarie. L'energia elettrica e pneumatica è utilizzata per il funzionamento dei sistemi di riscaldamento, condizionamento e ventilazione, prima della messa in moto dei motori. Questo permette alla cabina di essere confortevole mentre i passeggeri si imbarcano, senza la spesa, il rumore ed il pericolo di far funzionare uno dei motori dell'aereo. L'energia elettrica è anche utilizzata per far funzionare i sistemi per i controlli pre-volo o in caso di avaria di uno dei generatori collegati ai motori principali in fase di decollo e atterraggio; infatti per la sicurezza di queste due delicatissime fasi il generatore ausiliario è sempre acceso, mentre viene spento in fase di crociera. L'APU è anche connesso ai sistemi idraulici, permettendo ai tecnici e all'equipaggio di agire sui comandi di volo ed ai sistemi elettrici senza l'ausilio dei motori principali.

L'APU è in tutto e per tutto un piccolo motore a reazione e quindi la sua manutenzione è estremamente complessa e delicata.

10 – Manutenzione dei piani di coda

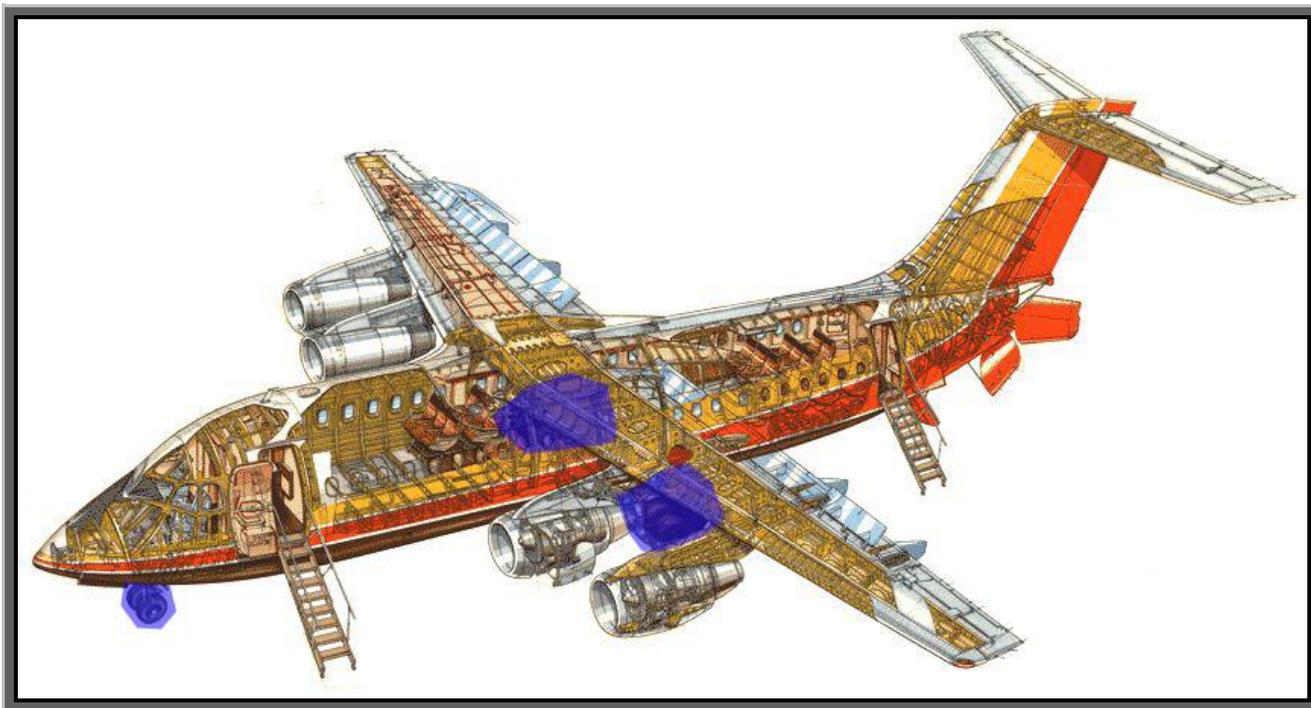


I piani di coda (verticale ed orizzontale) sono necessari al velivolo per compiere rispettivamente i movimenti di imbardata e beccheggio. Hanno una struttura interna in tralicci d'acciaio, opportunamente centinati e rivestiti da lamiera di forma aerodinamica. Oltre ad una parte fissa (rispettivamente detta deriva e stabilizzatore) possiedono anche una parte mobile (detta rispettivamente timone ed equilibratore) di dimensioni molto più piccole; sono queste ultime due superfici che potendosi muovere al comando del pilota permettono i movimenti lungo l'asse verticale (imbardata) e trasversale (beccheggio). Nel Bae146 il timone e l'equilibratore vengono mossi attraverso una serie di cavi opportunamente collocati e tramite pulegge e servomeccanismi.

La struttura di per se non necessita di molti interventi, ma in fase di *check B* vengono completamente smontate le lamiere e verificate le condizioni dei tralicci interni e l'usura dei cavi.

Nella parte inferiore dello stabilizzatore sono inserite le *logo-lights* ovvero le luci che servono per illuminare lo stemma della compagnia presente sulla deriva in fase di decollo e atterraggio; queste luci, data la particolare posizione (sono a circa 8 metri da terra) vengono sostituite mediante l'utilizzo di una piattaforma aerea a pantografo.

11 – Manutenzione dei carrelli

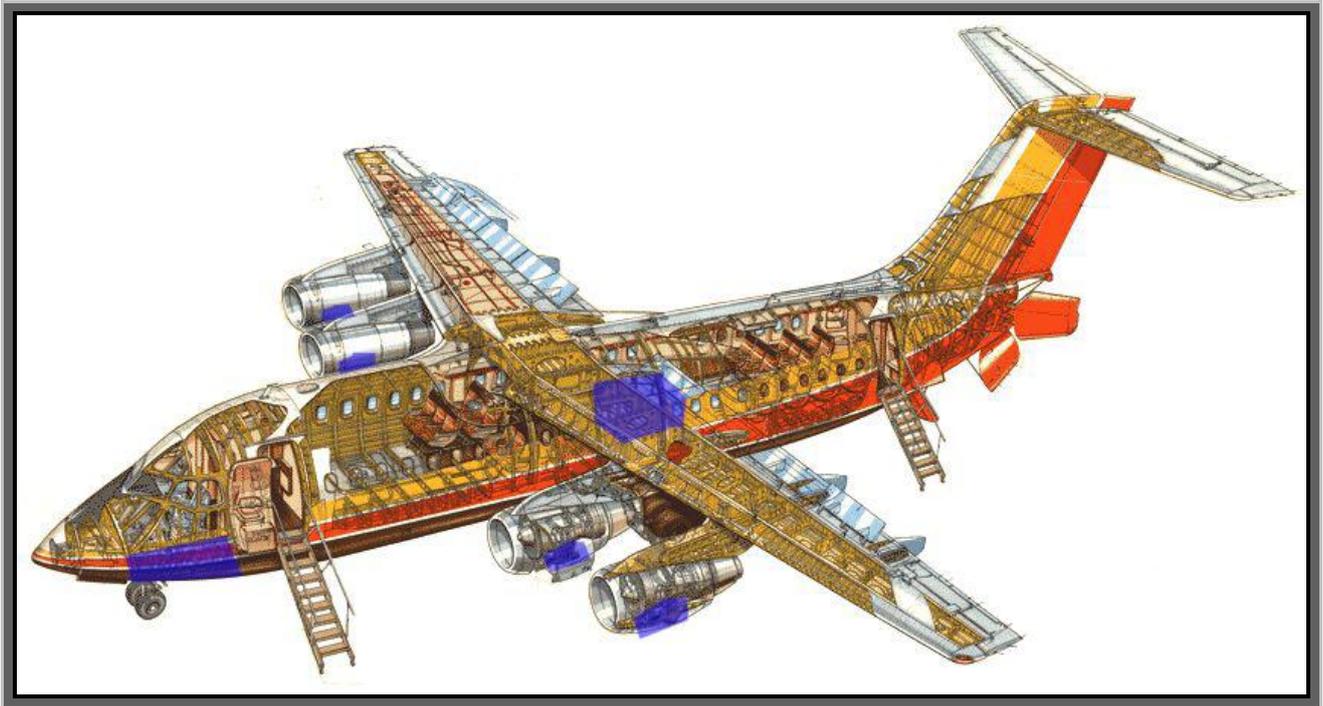


I carrelli (comprensivi degli pneumatici) sono una delle parti più sollecitate dell'aereo in quanto in fase di atterraggio devono sostenere il peso del mezzo lanciato a forte velocità al momento del contatto con la pista. Il Bae146 essendo stato progettato per l'utilizzo in zone disagiate come il centro Africa (piste in terra non battuta) ha la caratteristica di avere i carrelli di notevole dimensione (specialmente i due centrali). Infatti i tubolari della struttura portante e le cerniere su cui fanno perno per il rientro all'interno della fusoliera dopo il decollo sono sovradimensionati per la grandezza del mezzo ed anche gli pneumatici non sono da meno. Particolare importanza è data anche ai freni: infatti il pacco è formato da sedici dischi in carbonio e il potere frenante è decisamente alto.



Gli interventi principali riguardano l'ingrassatura delle cerniere di perno, la verifica del pacco freni e ovviamente la sostituzione degli pneumatici; curiosamente per quest'ultima operazione si procede come per il cambio gomme di un'automobile. Le differenze sostanziali riguardano il *crick* che è a funzionamento pneumatico, il dado di serraggio del cerchione (come in Formula 1 si ha un solo elemento di fissaggio) e la relativa chiave dinamometrica lunga circa due metri.

12 – Manutenzione degli impianti principali



A livello impiantistico un aereo è estremamente complicato in quanto molteplici sono i meccanismi, gli organi e collegamenti che devono funzionare contemporaneamente e che devono essere ridondanti per ovvi motivi di sicurezza; in estrema sintesi posso ricordare i seguenti impianti:

- **Elettrico** - I generatori sono situati nei due motori più vicini alla fusoliera e sono progettati per sopperire alle esigenze di tutte le utenze dell'aereo anche se solo uno di essi è funzionante; questo impianto assicura il funzionamento di tutta l'avionica, dell'illuminazione interna e di tutti i sensori e dispositivi elettrici/elettronici presenti sul mezzo.
- **Idraulico** - Le pompe principali sono situate nei due motori più esterni e come i generatori elettrici sono progettate per fornire l'energia necessaria a tutti i meccanismi del mezzo anche se solo una è in funzione; questo impianto assicura l'azionamento dei *flaps*, il movimento dei carrelli e la frenatura del mezzo. Nel vano posto accanto al carrello di destra è presente una macchina che consente di trasformare l'energia idraulica in elettrica e viceversa nel caso in cui le due pompe fossero entrambi in avaria totale.
- **Pneumatico** - L'aria compressa è prelevata direttamente dai compressori dei quattro motori e viene utilizzata principalmente per la climatizzazione del mezzo e per lo "sbrinamento" del fronte d'attacco delle superfici alari in caso di formazione di ghiaccio.
- **Antincendio** - I sensori sono collocati sui quattro motori, nel vano avionica e in cabina equipaggio/passeggeri; i sistemi di rilevazione del fumo e dello spegnimento di un eventuale incendio attraverso estintori automatici o manuali sono estremamente sofisticati.