



AUTOMAZIONE

Cockpit Automation

AUTOMAZIONE (*cockpit automation*);

• **ORIGINE DELL'AUTOMAZIONE**

L'origine dell'automazione è strettamente legata a motivazioni di carattere, **operativo economico e di sicurezza** che hanno condotto sin dagli albori dell'aviazione alla gestione più o meno automatizzata del velivolo.

Le motivazioni **operative** sono state determinate principalmente dalla necessità di alleggerimento del lavoro dei piloti in operazioni di routine o di complessità elevata, come, ad esempio, quelle su velivoli militari condotti da un singolo pilota.

Quelle **economiche**, in particolare in tempi relativamente recenti, sono state indotte dalla volontà e necessità di ridurre al massimo il numero dei membri di equipaggio, sia per i velivoli civili sia per i velivoli militari.

Quelle **di sicurezza** invece, come precedentemente accennato (Cap. Fattore Umano in Aviazione), sono fortemente legate alla necessità, utilità ed impiego di tecnologie e sistemi tolleranti l'errore.

• **TECNOLOGIE**

Le principali tecnologie applicate alla gestione automatizzata di un velivolo sono basate principalmente su sistemi capaci di integrare il maggior numero possibile di informazioni, di rendere possibile la condotta del velivolo agendo su un numero limitato di comandi, di permettere la lettura di informazioni alfanumeriche durante la condotta visuale con l'esterno tramite l'**Head Up Display** (presentazione dei dati a testa alta), di impedire il raggiungimento volontario o involontario di assetti del velivolo non compatibili con il previsto con il suo inviluppo di volo tramite sistemi, denominati **Alpha Floor Protection**, legati alla tecnologia di comando delle superfici di governo aerodinamiche del velivolo **Fly By Wire** (telecomando a filo).

L'integrazione di informazioni necessarie alla condotta del velivolo sono oggi soddisfatte dall'adozione della cosiddetta tecnologia **Glass-Cockpit**, basata principalmente sull'utilizzo di strumentazioni di riporto dati ottenuta attraverso la presentazione degli stessi su schermi optoelettronici (EFIS) e non più su singoli strumenti elettromeccanici a presentazione analogica.

Tali apparati hanno il vantaggio di permettere la presentazione di più parametri, come assetto, velocità, altitudine e velocità variometrica su un solo schermo, integrandoli spesso con altre informazioni riferite ad esempio al vento o alla distanza da una determinata radioassistenza.



Su un altro schermo potrà essere possibile visualizzare i dati di navigazione o la mappatura del radar meteorologico o tutte e due le informazioni sovrapposte, al fine di avere una generale presentazione integrata.

Su un altro schermo ancora si potranno acquisire informazioni sul funzionamento dei propulsori o sui vari sistemi di bordo (elettrici, idraulici, carburante, ecc.); o scorrere le varie check-list operative senza ricorrere a supporti cartacei, così come sarà possibile richiamare rapidamente una check-list necessaria alla risoluzione di una determinata situazione di emergenza.

Infine è previsto scambiare la funzione di ogni EFIS, con un altro in caso di possibile avaria o malfunzionamento di un singolo schermo.

Il cuore di tutta la tecnologia Glass-Cockpit risiede comunque nell'**FMS** (*Flight Management System* o Sistema di Gestione del Volo), da molti ritenuto il principale elemento nel progresso aeronautico dell'ultimo quarto del secolo passato.

L'FMS permette, tramite l'utilizzazione di una banca dati di navigazione, risiedente nel sistema e l'interazione con la banca dati delle prestazioni caratteristiche del velivolo, risiedente nell'elaboratore principale del mezzo, il calcolo delle velocità ottimali di crociera, dei tempi necessari al raggiungimento di un determinato fix, dell'altitudine, delle eventuali procedure, nonché della gestione del carburante, al fine di comandare al sistema di guida del velivolo, il cosiddetto **CWS** (Control Wheel Steering), il controllo tridimensionale della macchina in funzione della missione programmata.



E' in condizione inoltre di effettuare il calcolo di tutti dati di decollo in funzione della temperatura, pressione atmosferica e peso e centraggio della macchina, ovvero lunghezza della pista necessaria, determinazione della potenza di decollo, settaggio della configurazione flaps, del pitch ed infine del profilo di salita.



In caso di avaria di uno o più propulsori, può determinare in tempo reale l'assetto corretto e tutti i parametri necessari a continuare il volo programmato in funzione della variazione della velocità di crociera garantendo il massimo rendimento della macchina.

• LIMITI DELLE TECNOLOGIE

Il principale limite tecnologico è legato agli attuali **FMS** in quanto ad oggi non è stato ancora fissato uno **standard internazionale** legato al software gestionale dei sistemi di volo.

Tali sistemi infatti vengono progettati e realizzati da ciascun produttore sulla base delle specifiche tecniche dettate dalle case costruttrici dei velivoli e sulla esigenza di precise richieste legate al ritorno economico progettuale.

Nella pratica, mentre nella condotta del volo in crociera tra un sistema e l'altro non esistono particolari differenze, nella gestione della condotta del volo nelle aree terminali, la complessità di un sistema rispetto ad un altro può a volte generare problemi che in determinati casi possono costringere i piloti ad aggirare



l'automatismo, comportando un decremento della precisione nella condotta della procedura ed un aggravo del carico di lavoro dei piloti stessi.



Altro limite è l'**interazione del sistema FMS con i piloti**, dettato dalla complessità più o meno rilevante della immissione di dati, non presenti nella banca dati del sistema, da parte dei piloti stessi, complessità che frequentemente comporta tempi relativamente lunghi di digitazione e concentrazione, a volte non compatibili con quelli legati alle procedure in esecuzione.

Anche l'impiego dei **sistemi di comando Fly-By-Wire** ha generato difficoltà di **interazione ergonomica** con i piloti.

Questo tipo di comandi, in particolare quelli che comportano l'uso di Side-Sticks al posto dei tradizionali volantini, a seguito del loro azionamento hanno la caratteristica di non far muovere il dispositivo gemello a disposizione dell'altro pilota, fornendo l'informazione dell'avvenuto movimento soltanto tramite un'indicazione visiva.

La stessa cosa avviene, in certi casi, in riferimento alla posizione delle manette che sotto la gestione automatica della potenza non si muovono, non fornendo così ai piloti la possibilità di una percezione visiva o tattile della variazione della potenza, in particolare durante la fase di avvicinamento o durante una riattaccata.



Grande importanza risiede infine nella difficoltà di adattamento dei piloti al nuovo modo di operare, almeno nella fase iniziale nella transizione, da sistemi di presentazione dati a scala analogica circolare a quelli con presentazione lineare.

Quest'ultima permette certamente di inserire innumerevoli informazioni in un solo strumento optoelettronico a raggi catodici (EFIS), ma la pratica ha dimostrato che tale presentazione non ha portato né a un miglioramento né ad una facilitazione nella condotta del volo da parte dei piloti.

La dimostrazione viene data dall'ultima generazione di EFIS, basata su tecnologia LCD, ovvero a cristalli liquidi, che fornendo la possibilità di disporre di schermi di maggiori dimensioni rispetto a quelli a raggi catodici, permette, in alcuni casi, anche la visualizzazione dei dati con presentazione analogica su scala circolare.

• GERARCHIA PILOTA MACCHINA

La filosofia Glass-Cockpit ha comportato un'**inversione del rapporto gerarchico tra la macchina e l'uomo**.

Infatti tale tecnologia ha favorito il passaggio da un ruolo di pilotaggio attivo ad una condotta quasi passiva del velivolo.

Nel primo caso il controllo continuo da parte dei piloti su innumerevoli parametri permette una totale gestione nella condotta del volo, nel secondo invece si instaura un ruolo di subordinazione uomo macchina ove i piloti, da protagonisti dell'azione, vengono ad assumere una veste di programmatori e supervisori di sistemi che determinano autonomamente la maggior parte delle scelte necessarie alla conduzione e controllo del velivolo.

In pratica il lavoro dei piloti diviene più un incarico di monitoraggio di sistemi che di vera e propria azione.

Frequentemente **i software degli FMS possono negare l'accesso ai piloti verso determinate informazioni** o, qualora fosse possibile, non sarebbe permesso modificarne la programmazione, anche se tale operazione non andrebbe ad inficiare la sicurezza del volo o meglio ancora potrebbe favorire una determinata procedura.

Sui velivoli convenzionali il controllo diretto del velivolo da parte dei piloti rende molto chiara l'azione ed il comportamento dello stesso; nell'aeroplano Glass-Cockpit l'avvenuta variazione o la variazione in corso durante una determinata manovra, viene segnalata ai piloti semplicemente tramite una specifica simbologia. In pratica i piloti non hanno più come riferimento dei cambiamenti di stato della macchina le variazioni strumentali vere e proprie, come altimetro, anemometro o variometro, ma un semplice passaggio di modo nella simbologia della strumentazione.

E' proprio in funzione di questa maniera di operare che i piloti di macchine Glass-Cockpit debbono modificare il loro modo abituale di pensare legato ai tradizionali autopiloti, ovvero **come l'automatismo intervenga**, ma ragionando invece con la logica di **cosa e perché esso agisca in una determinata maniera**.

Non tutto ciò che avviene nel governo dell'aeroplano da parte dei sistemi automatizzati è "visibile" e sotto controllo da parte dei piloti, come si potrebbe ipotizzare, bensì l'azionamento di un determinato comando nel velivolo Glass-Cockpit può dar corso all'attivazione di determinati impianti dei quali i piloti possono anche ignorare l'esistenza.



Tale mancanza di autorità di azione da parte dei piloti e la non totale consapevolezza di ciò che accade al velivolo durante una determinata manovra, può infondere negli stessi **una forma di frustrazione** legata, oltre che allo specifico problema di condotta del velivolo, anche **alla consapevolezza delle legittime responsabilità legali** che derivano dal loro ruolo.

Il fatto di non poter più contare totalmente nelle sensazioni percettive, richiede un diverso approccio alla *Crew-Coordination e Crew-Communication*, rendendo frequentemente gli attuali programmi di addestramento al **CRM obsoleti o non adeguati alla nuova filosofia di pilotaggio**.

Infatti il problema più serio legato al CRM in una macchina Glass-Cockpit è un terzo membro di equipaggio che si chiama “elettronica”, che come sopra illustrato frequentemente ha difficoltà di comunicazione con i piloti.

Tale difficoltà di comunicazione può condurre ad un fenomeno di **Automation-Complacency** denominato “**Over-Reilance**”, ovvero eccessiva fiducia che i piloti acquisiscono nel tempo nei confronti dei sistemi automatizzati che nel corso di una determinata procedura può indurli ad affidarsi quasi completamente all’automatismo, senza una ulteriore “**Control Loop**” o monitoraggio della situazione, non appena aver rilevate le necessarie segnalazioni positive di inizio operazione.

In poche parole i piloti possono tendere alla inconscia critica situazione di credere che il complesso **sistema automatizzato possa prendere delle decisioni**, spesso fuori del controllo dei piloti e non che detto sistema è invece solo e soltanto **un semplice esecutore di ordini**.

Paradossalmente, considerando che gran parte del carico di lavoro è delegato al sistema automatizzato, si tende a credere che lo scambio di Crew-Coordination, con particolare riferimento alla comunicazione verbale tra i piloti, possa essere diminuita o meglio semplificata, fattore che frequentemente può condurre ad una riduzione dello stadio di vigilanza e attenzione.

Nella realtà è necessaria proprio una logica inversa; in quanto tra i piloti deve essere sempre chiara la distribuzione dei compiti tra loro ed il sistema automatizzato, pena la possibilità che tra i due membri di equipaggio possano apparire modalità operazionali dettate dal sistema automatizzato diverse tra loro.

In particolare questa ultima caratterizzazione può nel tempo innescare una **Automation-Intimidation**, che nei piloti più esperti induce ad una “**Under-Reilance**”, ovvero una insufficiente fiducia nei sistemi automatizzati a seguito di esperienze negative pregresse, che conducono a difficoltà nello stabilire quando, come e perché utilizzare o meno l’automazione.

Questo stato di cose può alimentare conflitti tra i membri di equipaggio a seguito di difformità tra le proprie aspettative e le informazioni dettate dal sistema automatizzato.

• ASPETTI ADDESTRATIVI

Gravi disastri aerei verificatisi negli ultimi anni a carico di velivoli modernissimi altamente automatizzati e ritenuti pertanto molto sicuri, hanno avuto come causa principale o come concausa dell’evento la mancata integrazione dell’automazione con l’uomo.



In particolare e frequentemente la causa è stata determinata dalla tardiva o incorretta decisione da parte dei piloti di ricorrere all'intervento manuale sulla condotta del velivolo.

Studi approfonditi hanno dimostrato che i piloti addestrati al pilotaggio di macchine ad avanzato stadio di automazione tendono ad essere riluttanti ad intervenire manualmente nella condotta del velivolo.

Le cause si ritiene debbano risiedere nelle attuali metodiche addestrative radicalmente diverse da quelle fino ad oggi adottate per i velivoli convenzionali.

Gli attuali corsi addestrativi seguono di fatto due obiettivi primari tendenzialmente economici, **riduzione dei tempi necessari alla transizione e massima estensione dell'utilizzo dell'automazione**, delegando l'intervento manuale soltanto a limitati casi, derivanti da eventuali malfunzionamenti dei sistemi automatizzati o a particolari tipi di emergenze, con il risultato di una limitazione del tempo legato all'addestramento della condotta manuale tradizionale.

Anche il tempo dedicato all'addestramento ground, necessario per la conoscenza tecnologica della macchina, oggi è stato fortemente ridotto, grazie anche all'insegnamento basato su addestratori didattici computerizzati.

Determinati sistemi del velivolo, per i quali un tempo era necessaria una settimana di applicazione, oggi è possibile studiarli in poco più di un'ora.

In pratica oggi la transizione completa su un velivolo della classe Boeing 777 è possibile effettuarla in circa dieci giorni, contro i quattro cinque mesi che occorre per transitare su un DC8 o su un Boeing 707.

Quanto sopra porta a far credere ai piloti che ciò che hanno potuto acquisire in così poco tempo sia tutto ciò che è veramente necessario conoscere; in verità l'analisi degli incidenti ha dimostrato che purtroppo tale sistema di addestramento non è ancora adeguato alla realtà tecnologica.