

A3 – Affidabilità

Con il termine affidabilità si può intendere, in termini generali, una proprietà e una disciplina. L'affidabilità è, in termini qualitativi, una proprietà definita come l'attitudine di una parte ad adempiere ad una richiesta funzione sotto determinate sollecitazioni ed in determinate condizioni per uno stabilito periodo di tempo.

Per esprimere l'affidabilità in termini quantitativi sono state introdotte delle misure, tra le quali:

- I il tasso di guasto, cioè il numero dei guasti nell'unità di tempo di riferimento;
- I il tempo medio tra i guasti, espresso in ore, inverso del tasso di guasto.

L'affidabilità è dunque l'indice della funzionalità intrinseca di un componente o di un sistema. Essa esprime numericamente la probabilità di corretto funzionamento di un apparato per un certo periodo di tempo in determinate condizioni ambientali e di funzionamento per le quali è stato progettato.

Considerata come disciplina, è una teoria di validità generale che ha per scopo quello di descrivere, prevedere e dominare il comportamento delle parti o componenti o interi sistemi nel tempo. La variabile principale di cui si occupa è il guasto (o il suo parametro complementare, il funzionamento). Tale disciplina comprende un insieme di teorie

matematiche, di modelli di comportamenti fisici dei componenti e di metodi di progettazione e costruzione.

La valutazione dell'affidabilità può riguardare un componente molto semplice, come un diodo o un interruttore oppure un sistema complesso come un aereo. L'affidabilità di sistemi complessi dipende, ovviamente, da quella delle parti che li compongono attraverso precise relazioni matematiche. Se non si verificano guasti, l'apparato è affidabile al 100%; se la frequenza dei guasti è molto bassa, il livello di affidabilità risulta accettabile; se la frequenza di guasto è alta l'apparato è inaffidabile.

Tutto ciò va messo in relazione all'importanza dell'apparato dal punto di vista operativo e della sicurezza.

Le attività da mettere in atto per ottenere che un apparato funzioni correttamente nel tempo e non si guasti sono costituite da:

- I accurata progettazione
- I corretta costruzione
- I rigoroso collaudo
- I opportuna manutenzione in esercizio

I guasti che vengono presi in considerazione sono quelli intrinseci agli apparati e possono essere classificati in tre categorie:

- I guasti infantili
- I da usura
- I casuali

Ovviamente non vengono presi in considerazione guasti dovuti a manomissioni e a cattivo impiego del dispositivo.

I guasti infantili sono così definiti in quanto sono caratteristici del periodo iniziale di vita del componente. Nella gran parte dei casi essi sono dovuti alla inadeguatezza delle tecniche di costruzione e di controllo della

qualità durante il processo di produzione. Essi possono essere ridotti od eliminati attraverso processi di rodaggio (funzionamento dell'apparato per un determinato numero di ore in condizioni simulanti l'impiego). Le parti che hanno superato il rodaggio dovrebbero risultare esenti da difetti di natura costruttiva.

I guasti causati da usura sono dovuti al progressivo invecchiamento dei componenti in esercizio. In generale questo tipo di guasti può essere prevenuto o ridotto mediante interventi di manutenzione aventi lo scopo di ridurre l'usura o la sostituzione preventiva delle parti (prima che avvenga il guasto).

I guasti 'casuali' sono quelli che non rientrano nelle classificazioni precedenti e che risultano dovuti, in generale, a improvvisi ed imprevisi accumuli di sollecitazioni oltre la resistenza massima di progetto del componente. Per la loro natura la occorrenza di questi guasti non può essere prevista in maniera precisa o calcolata: ci si basa perciò sulla esperienza consolidata attraverso il monitoraggio dei componenti in sede di esercizio su periodi di tempo sufficientemente lunghi e su valutazioni di tipo statistico e probabilistico.

L'affidabilità di un componente nel suo periodo di funzionamento è determinata dalla frequenza dei suoi guasti casuali. Di fatto un componente che risulti affetto da numerosi guasti 'casuali' non è comunque un componente avente un buon livello di affidabilità. La rappresentazione dell'andamento dei guasti sopra descritti è costituita dal diagramma riportato in allegato, definito 'a vasca da bagno'.

Per poter effettuare uno studio valido dell'affidabilità bisogna definire esattamente le funzioni del componente nelle varie condizioni ambientali e di impiego e sperimentarne il funzionamento nelle condizioni di impiego

reali, o simulandole in laboratorio. In quest'ultimo caso si pone anche il problema di riprodurre in laboratorio le effettive condizioni presenti in esercizio.

Molte sono le difficoltà che si incontrano nella pratica di prevedere e valutare le effettive condizioni e modalità di impiego, le condizioni ambientali ed i possibili eventi esterni (ad esempio: fulmini). In relazione alle sollecitazioni va tenuto conto anche della loro possibile combinazione con conseguente effetto cumulativo (bassa temperatura con vibrazioni – fattori corrosivi più umidità – ecc.).

I tre parametri chiave dell'affidabilità sono:

- I la funzione richiesta
- I le sollecitazioni
- I il tempo

Oltre al parametro tempo, principalmente utilizzato, può essere più adatto riferirsi al numero di 'cicli' o di 'interventi operativi' nel caso di funzionamento saltuario.

Un componente od un impianto che sia stato progettato correttamente e che funzioni regolarmente per tutto il tempo previsto può essere definito affidabile: un sistema costituito da componenti affidabili può definirsi affidabile. Le considerazioni ai fini della sicurezza comportano valutazioni più ampie rispetto a quelle di affidabilità in quanto tengono conto anche degli effetti delle avarie sul sistema aeromobile in relazione alla criticità delle funzioni interessate.

Ovviamente sarebbe auspicabile ottenere per tutti gli impianti e componenti il livello di sicurezza massimo – sempre funzionante correttamente - ma questa caratteristica è praticamente irraggiungibile e

pertanto bisogna accontentarsi , nel concreto, di un livello di affidabilità il più alto possibile per garantire un accettabile livello di sicurezza.

Un aeromobile è definito sicuro se ogni suo componente o impianto è affidabile/sicuro secondo i requisiti definiti. I requisiti per l'affidabilità sono definiti nei Regolamenti di aeronavigabilità. Secondo questi, gli impianti del velivolo ed i relativi componenti , considerati separatamente ed in relazione agli altri impianti , devono essere progettati in modo che sia estremamente improbabile il verificarsi di una qualsiasi condizione di avaria che possa compromettere la sicura continuazione del volo e dell'atterraggio. In sostanza bisogna fare in modo che le avarie degli impianti aventi conseguenze catastrofiche (perdita di vite umane e, generalmente perdita dell'aeromobile) non si verifichino mai. Per comprendere il significato di quanto sopra occorre innanzi tutto definire che per condizione di avaria si intende la perdita di una funzione svolta da un impianto la quale abbia un significativo impatto sulla continuazione del volo o sulla possibilità dell'equipaggio di fronteggiare condizioni operative avverse.

A tal fine le funzioni svolte da un impianto sono divise in tre categorie:

- I non essenziali: funzioni la cui perdita non causa o contribuisce a causare una condizione di avaria;
- I essenziali: funzioni la cui avaria perdita causa o contribuisce a causare una condizione di avaria;
- I critiche: funzioni la cui perdita causa o contribuisce a causare una condizione di avaria che potrebbe impedire la continuazione del volo o l'atterraggio in condizioni sicure.

Ad ognuna di queste categorie relative alla gravità dell'effetto è associata quindi una probabilità di occorrenza che è inversamente proporzionale alla importanza della funzione. Una opportuna analisi del rischio connesso a determinati eventi richiede di associare ad ogni condizione di avaria gli effetti ai fini della sicurezza globale del volo.

La perdita di una funzione non essenziale può essere probabile; ovvero ci si può aspettare che la perdita della funzione possa avvenire diverse volte nel corso della vita dell'aeromobile (probabilità di occorrenza maggiore di 1 su 100.000 ore di volo). La perdita di una funzione essenziale deve essere improbabile ovvero ci si aspetta che possa avvenire durante la vita dell'intera flotta di aeromobili di quel tipo ma non durante la singola vita di un aeromobile (1 volta su 10 milioni di ore di volo).

La perdita di una funzione critica deve essere estremamente improbabile ovvero non dovrebbe avvenire mai durante l'intera vita della flotta di quel tipo di aeromobile (1 volta su 1 miliardo di ore di volo).

L'analisi della sicurezza degli aeromobili effettuata attraverso la valutazione sia delle caratteristiche di progetto che dei modi di guasto degli equipaggiamenti, impianti, installazioni costituisce una parte importante della progettazione. Le valutazioni devono riguardare ogni tipo di guasto per ognuno dei componenti costituenti il sistema. Opportune circolari FAA o JAA riportano le metodologie per i calcoli probabilistici e le modalità di guasto.

In sede di progettazione ai fini dell'affidabilità dei sistemi complessi va utilizzata anche la ridondanza degli impianti/componenti per assicurare la funzionalità continua almeno delle funzioni critiche. Va tuttavia considerato che la ridondanza di un impianto non raddoppia l'affidabilità in

quanto vengono aggiunti altri componenti e quindi introdotte nuove cause di avaria. Lo studio dell'affidabilità diventa più complesso in quanto deve tener conto del contributo dei componenti aggiuntivi. Va inoltre tenuto conto che la ridondanza presenta comunque costi aggiuntivi dovuti alla maggior complessità degli impianti ed al maggior onere della manutenzione.

Per quanto esposto, nell'ambito dell'analisi di affidabilità assume rilevanza non trascurabile anche la pianificazione della manutenzione dei sistemi nel corso del loro impiego. Per assicurare il corretto funzionamento di componenti e sistemi è necessario evitare che l'usura degli stessi arrivi a livelli tali da provocare avarie gravi o catastrofiche limitando il tempo di impiego al periodo di 'vita utile'.

Ciò si ottiene con un piano di ispezioni che consentano di rilevare il deterioramento delle funzioni prima che il degrado raggiunga livelli inaccettabili e con un piano di sostituzioni dei componenti prima del completamento della loro 'vita utile' .

