Modulo 5.1 Tecnica della manutenzione

Secondo le attuali normative la manutenzione è la *"combinazione di tutte le azioni tecniche e amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità*[1] *in uno stato in cui possa svolgere la funzione richiesta" (UNI 10147).*

Il concetto di manutenzione è cambiato notevolmente con l'evoluzione della tecnica; dalla Iº rivoluzione industriale fino agli anni 40 era normale intervenire su di un sistema soltanto a guasto avvenuto (manutenzione a guasto), con tutte le conseguenze che un approccio di questo tipo poteva causare.

A partire dagli anni 50, in particolare grazie allo sviluppo del settore aeronautico, si è iniziato a ragionare con un approccio di tipo diverso introducendo prima il *concetto di affidabilità* e poi su come aumentare tale affidabilità con una *manutenzione preventiva* con il duplice obiettivo di prevenire i guasti e di ridurre i costi.

Con il termine affidabilità si intende *l' attitudine di un'entità a svolgere una funzione richiesta in condizioni date per un dato intervallo di tempo"* (UNI 13306).

Per poter dare un giudizio sull'affidabilità di un sistema occorre chiarire accuratamente:

- quali mansioni sono richieste al sistema
- quali sono le condizioni di utilizzo
- qual'è la vita utile del sistema

Occorre specificare che i concetti relativi all'affidabilità sono *concetti di tipo probabilistico*; non è infatti possibile determinare il momento in cui il sistema non sarà più affidabile e si verificherà un guasto ma solo calcolare la probabilità che si verifichi o non si verifichi un guasto in un intervallo di tempo definito.

La definizione di guasto è *"cessazione dell'attitudine di un' entità ad eseguire la funzione richiesta"* (UNI 13306); quindi affermare che un sistema è guasto non implica necessariamente che tale sistema non sia più funzionante ma è sufficiente che non sia più in grado di eseguire la funzione richiesta.

I guasti possono essere classificati in tre modi diversi:

- in *base alla frequenza* con cui accadono: guasti sporadici o sistematici
- in base *alla gravità*: guasti con conseguenze minori, guasti con conseguenze maggiori, guasti rilevanti (pericolosi)
- in base *a come si manifestano*: guasti ripetitivi, latenti, repentini

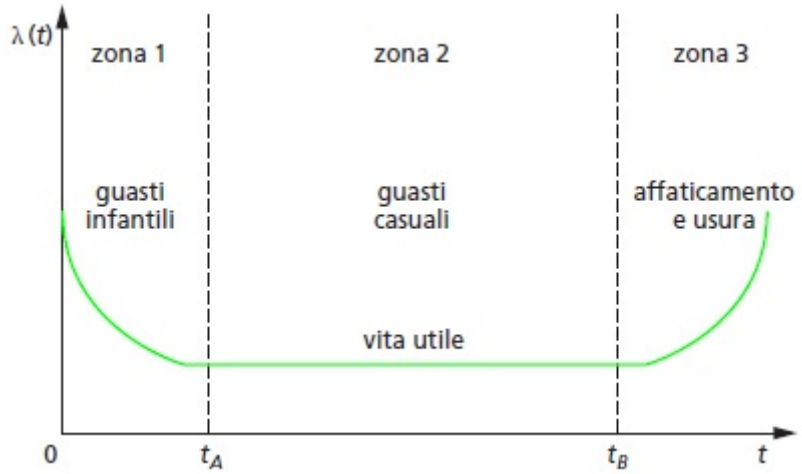
Le cause di guasto possono invece essere:

- sollecitazioni meccaniche
- usura
- corrosione
- condizioni ambientali

1 Ogni parte, componente, dispositivo, sottosistema, unità funzionale, apparecchiatura o sistema che può essere considerata individualmente (UNI 13306).

Si definisce *tasso di guasto* λ(t) il numero di guasti di un componente o di un sistema in un certo periodo; esso viene in genere indicato in ore^{-1}.

Una funzione tipica utilizzata per rappresentare il tasso di guasto è la *funzione a vasca da bagno;*



tale funzione è divisa formalmente in 3 parti, nella prima sono evidenti *i guasti infantili*[2], che accadono nel primo periodo di vita del sistema, nella seconda *i guasti casuali*, che accadono con regolarità ad intervalli abbastanza lunghi, nella terza *i guasti dovuti ad affaticamento e usura* che si ripetono sempre più spesso mano a mano che l'usura dei componenti si fa più marcata.

Nella parte della vita di un sistema compresa nella zona 2 della curva precedente (vita utile), e in tutte le condizioni dove il tasso di guasto è costante, l'affidabilità si può calcolare con la legge

$$A(t)=e^{-\lambda t}$$

dove t è il tempo indicato in ore.

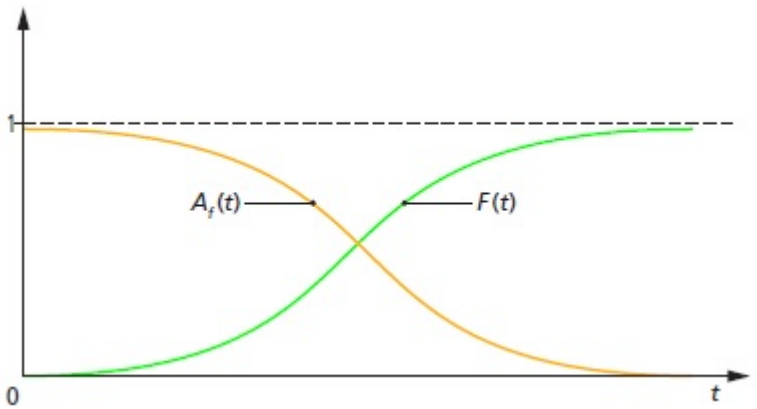
Ad esempio un impianto dove il tasso di guasto durante la vita utile è costante ed assume un valore λ_c=0,0001 ore^{-1} in un utilizzo di 200 ore avrà un'affidabilità pari a

$$A=e^{-\lambda t}=e^{-0,0001\cdot 200}=0,98=98\,\%$$

Dall' analisi dei risultati ottenuti si può notare che l'affidabilità aumenta se diminuisce il prodotto λt, quindi un valore più basso del tasso di guasto e/o un intervallo di tempo minore permettono di ottenere una maggiore affidabilità.

La figura a fianco indica come diminuisce l'affidabilità $A_f(t)$ al crescere del tempo t, fissato un certo valore del tasso di guasto λ.

La seconda curva presente nel grafico indica invece la



2 Si definiscono guasti infantili i guasti
manifestano in genere nel periodo di r

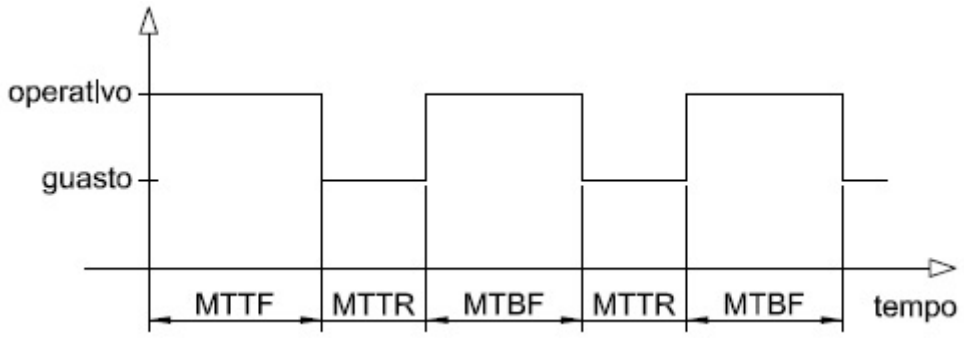
probabilità di guasto F(t), definità con la legge

$$F(t)=1-A(t)$$

Altri parametri utilizzati nei calcoli relativi all'affidabilità sono:

- MTTF (Mean Time To Failure = tempo medio di guasto) indica il tempo medio che intercorre tra l'installazione di un componente ed il manifestarsi del primo guasto; in genere viene indicato per i componenti non riparabili;
- MTBF (Mean Time Between Failures = tempo medio tra due guasti) indica il tempo medio che intercorre tra due guasti consecutivi;
- MTTR (Mean Time To Repair = tempo medio di riparazione) rappresenta il tempo medio necessario a riparare un sistema guasto

Il significato dei valori appena indicati viene riassunto nel grafico seguente:



Poichè il tempo medio tra due guasti (MTBF) è l'inverso del tasso di guasto λ, conoscendo quest' ultimo è possibile programmare la manutenzione ad intervalli prestabiliti.

Ad esempio se il valore del tasso di guasto è $\lambda c=0{,}0001$ ora^{-1} come nel caso precedente il tempo medio tra due guasti sarà pari a

$$MTBF=\frac{1}{\lambda_c}=\frac{1}{0{,}0001}=10000\,ore$$

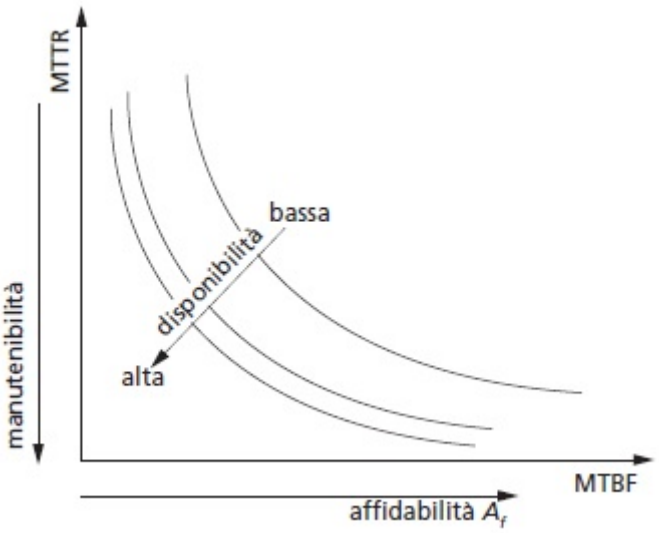
Si definisce disponibilità di un sistema "la possibilità di utilizzazione di una macchina o un impianto nel tempo".

Può essere espressa attraverso la seguente relazione:

$$D=\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$$

Si definisce manutenibilità “l’attitudine di un’entità, in assegnate condizioni di utilizzazione, a essere mantenuta o riportata in uno stato nel quale essa può svolgere la funzione richiesta, quando la manutenzione è eseguita nelle condizioni date, con procedure e mezzi prescritti”.

Le relazioni presenti tra disponibilità, manutenibilità e affidabilità sono indicate nella tabella seguente.


MTTR
manutenibilità
bassa
disponibilità
alta
MTBF
affidabilità A_r