



Università degli Studi di Firenze

Misure di Affidabilità e Disponibilità

Marcantonio Catelani – Facoltà di Ingegneria Firenze
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni
Via S. Marta, 3 – 50139 Firenze
marcantonio.catelani@unifi.it

Affidabilità e Disponibilità : prestazioni della Qualità

**QUALITA' : grado in cui un insieme di caratteristiche
soddisfa i requisiti**

[UNI EN ISO 9000:2005 - Sistemi di Gestione per la Qualità - Fondamenti e Terminologia]

Caratteristica: elemento distintivo di una entità

- ✓ Le caratteristiche possono essere: *fisiche* (meccaniche, elettriche, ecc.), *funzionali*, *temporali* (**affidabilità**, **disponibilità**, ecc.), *comportamentali* (cortesia, ecc.), *ergonomiche*.

Una entità deve avere le seguenti caratteristiche:

- ◆ Possedere la *capacità tecnica* per fare ciò che è richiesto
 - ✚ L'entità è caratterizzata da determinate **prestazioni**
- ◆ Mantenere nel tempo la propria capacità tecnica
 - ✚ La capacità tecnica “vincolata” al **tempo** introduce il concetto di **affidabilità**
- ◆ Poter essere utilizzata nel momento in cui è richiesta la sua funzione
 - ✚ Si introduce il concetto di **ripristino** e, quindi, di **disponibilità**

Le caratteristiche sono tradotte in prestazioni misurabili:

- **Conformità:** rispondenza dei parametri funzionali (prestazioni) ai valori prestabiliti (specifiche).

La conformità è definita e misurabile attraverso parametri deterministici: valore nominale e tolleranza, numero dei difetti, ecc.

- **Affidabilità** (*reliability*): attitudine di un'entità a svolgere una funzione richiesta in condizioni date per un dato intervallo di tempo.

E' definita tramite modelli matematici (legge fondamentale dell'affidabilità) e misurabile/stimabile attraverso parametri statistici (MTTF, MTBF, ecc.).

- **Manutenibilità** (*maintainability*): attitudine di un'entità ad essere mantenuta o riportata in uno stato nel quale può svolgere la funzione richiesta.

E' definita tramite modelli matematici e misurabile/stimabile attraverso parametri statistici (MTTR, MDT,ecc.).

- **Disponibilità** (*availability*): attitudine di un'entità ad essere in grado di svolgere la funzione richiesta, in determinate condizioni, supponendo che siano assicurati i mezzi esterni eventualmente necessari.

E' definita tramite modelli matematici e misurabile/stimabile attraverso la combinazione di parametri statistici (MTTF, MTBF, MTTR).

Elemento; entità

Item

Ogni parte, componente, dispositivo, sottosistema, unità funzionale, apparecchiatura o sistema che può essere considerata individualmente

Guasto

Failure

La cessazione dell'attitudine di un'entità ad eseguire la funzione richiesta.

Nota: il guasto può essere classificato in funzione del modo, della causa, dell'effetto e del meccanismo

Tempo al guasto

Time to failure

La durata di tempo complessiva del tempo di funzionamento di un'entità, dal momento in cui essa viene dapprima messa in uno stato di disponibilità fino al guasto, oppure dal momento in cui avviene il ripristino fino all'apparizione del guasto successivo.

Tempo medio al guasto

Mean Time To Failure, MTTF

Il valore atteso del tempo al guasto.

Tempo operativo tra guasti
Operating time between failures

La durata di tempo complessiva del tempo di funzionamento (tempo operativo) tra due guasti consecutivi di un'entità riparata.

Tempo operativo medio tra guasti
Mean operating Time Between Failures, MTBF

Il valore atteso del tempo operativo tra guasti.

Tempo al ripristino
Time to recovery

Intervallo di tempo durante il quale l'entità è in uno stato di indisponibilità a causa di un guasto.

Tempo medio al ripristino
Mean Time To Recovery, MTTR

Il valore atteso del tempo al ripristino.

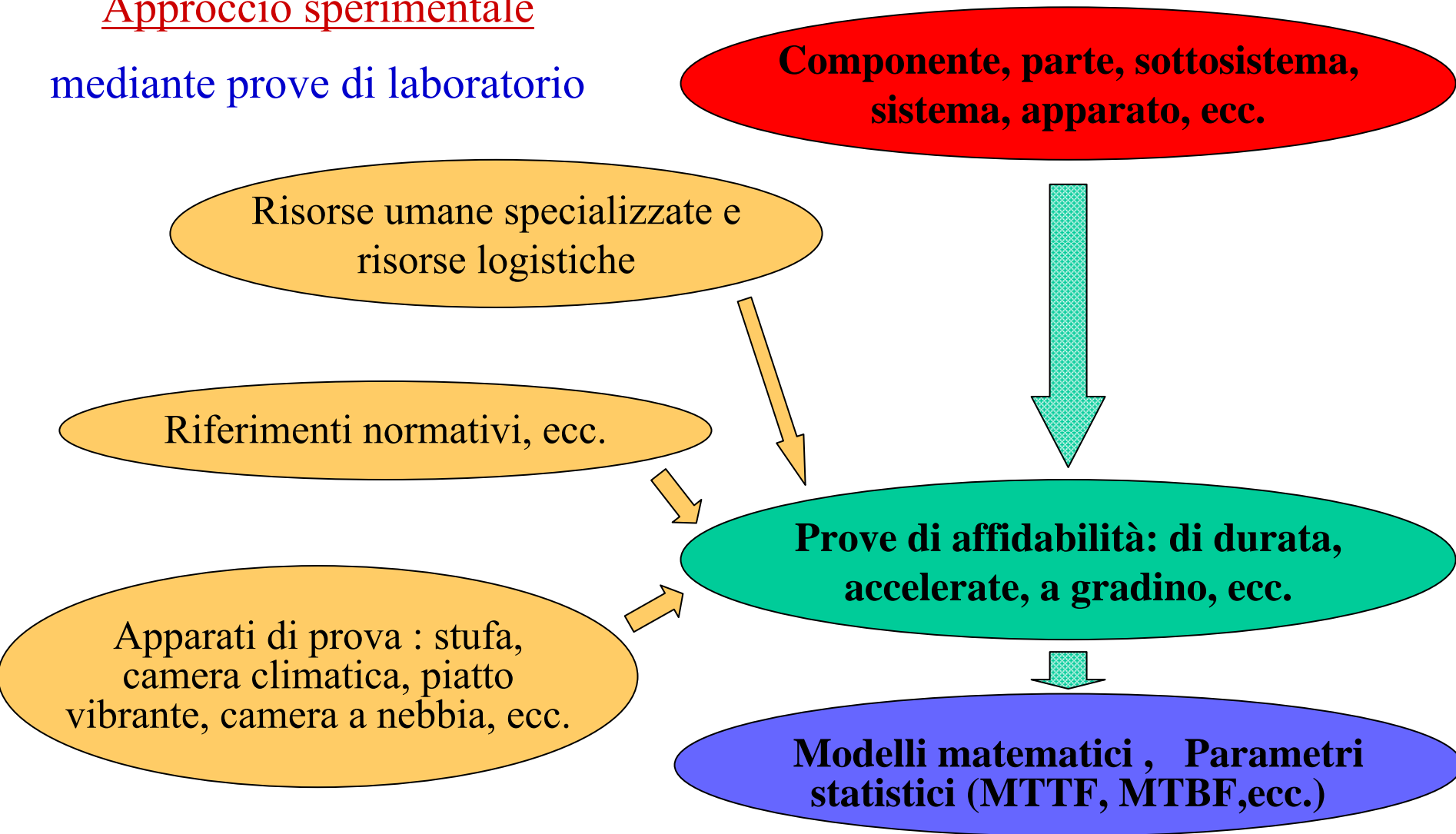
Nota: è sconsigliata la denominazione di Tempo medio di riparazione

Norma CEI-IEC 56-50 : *Fidatezza e qualità del servizio - Termini e relative definizioni*

Come si determinano le prestazioni di Affidabilità e Disponibilità ?

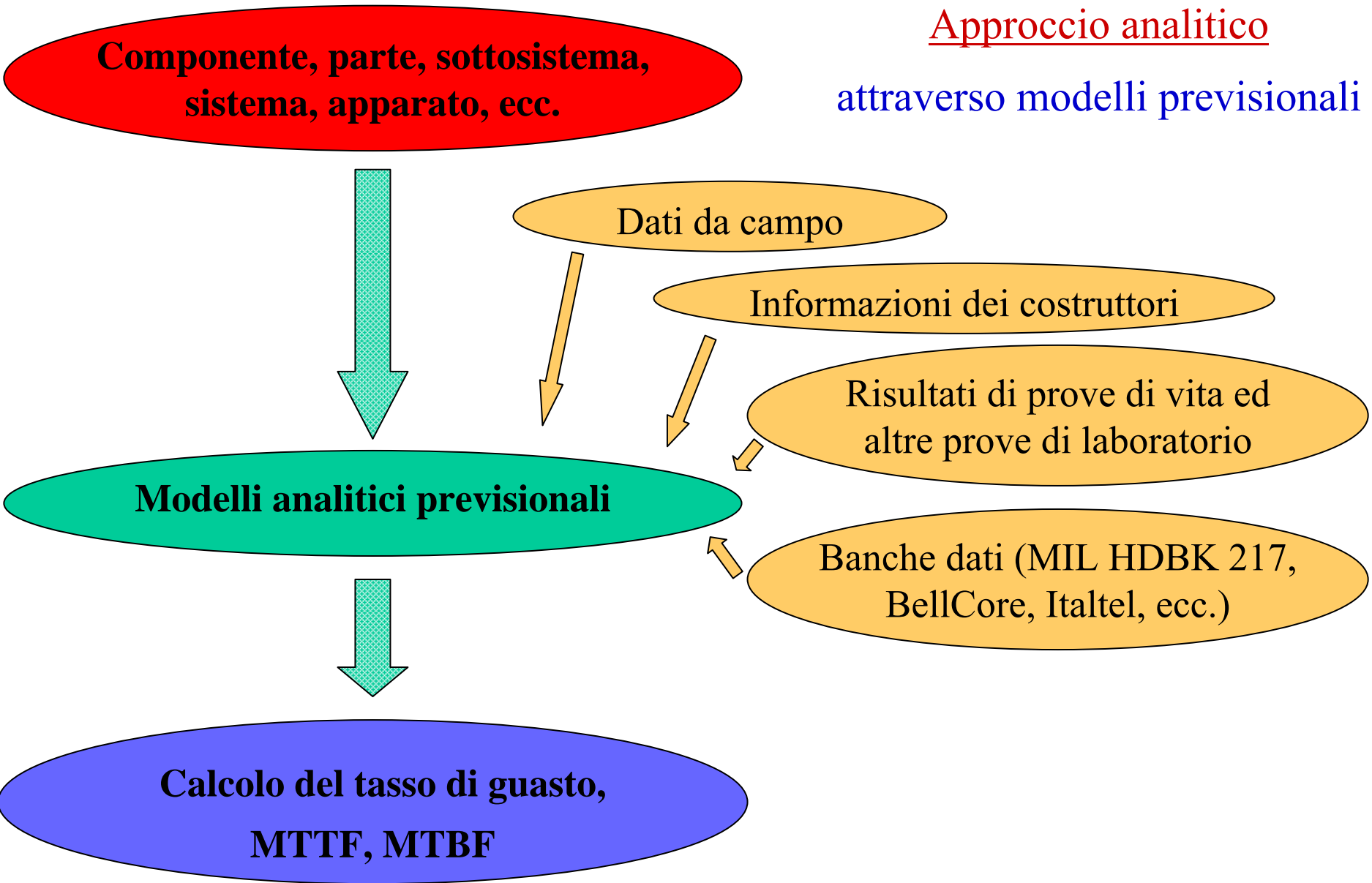
Approccio sperimentale

mediante prove di laboratorio



Approccio analitico

attraverso modelli previsionali



LEGGE FONDAMENTALE DELL'AFFIDABILITA' :

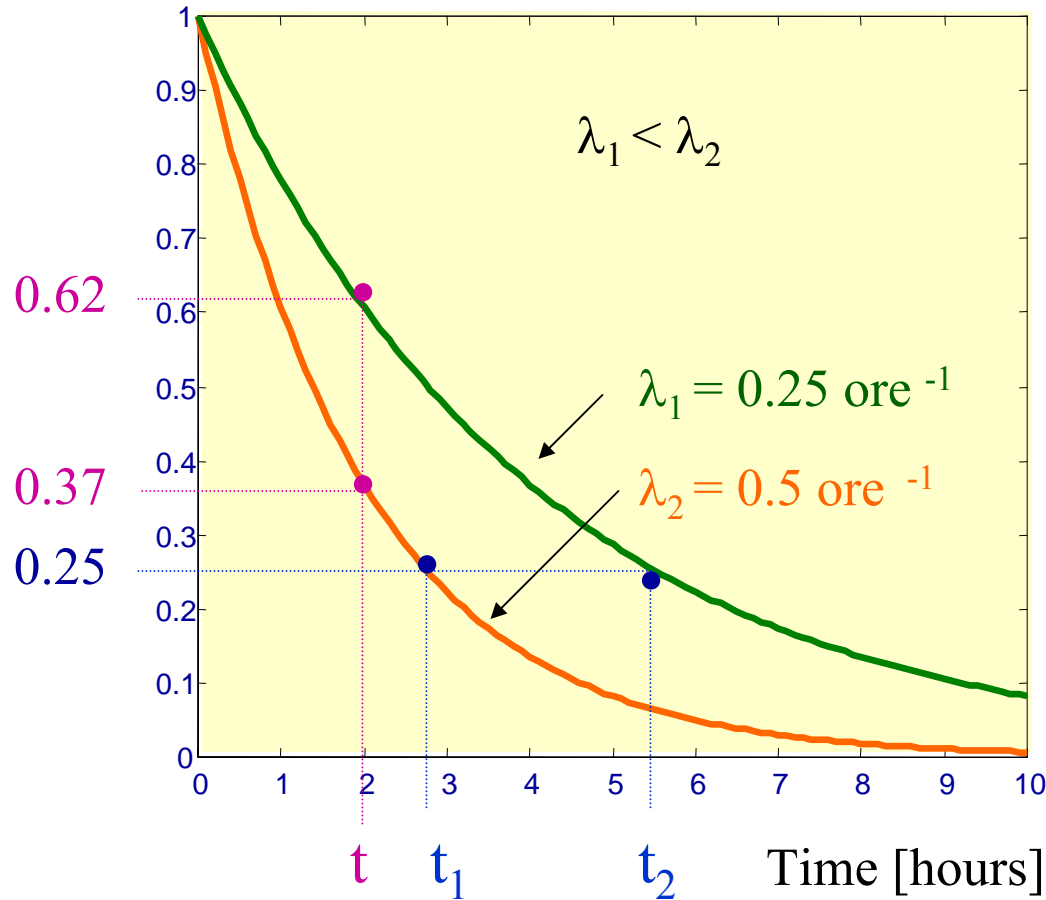
$$R(t) = \exp \left\{ - \int_0^t \lambda(\tau) d\tau \right\}$$

Considerazioni:

- ✓ assume valore massimo (pari ad uno) per $t = 0$;
- ✓ decresce esponenzialmente nel tempo in funzione del tasso di guasto λ (espresso in ore⁻¹).

Caso particolare: tasso di guasto costante

Reliability



Tasso di guasto costante:
 $\lambda(t) = \lambda$

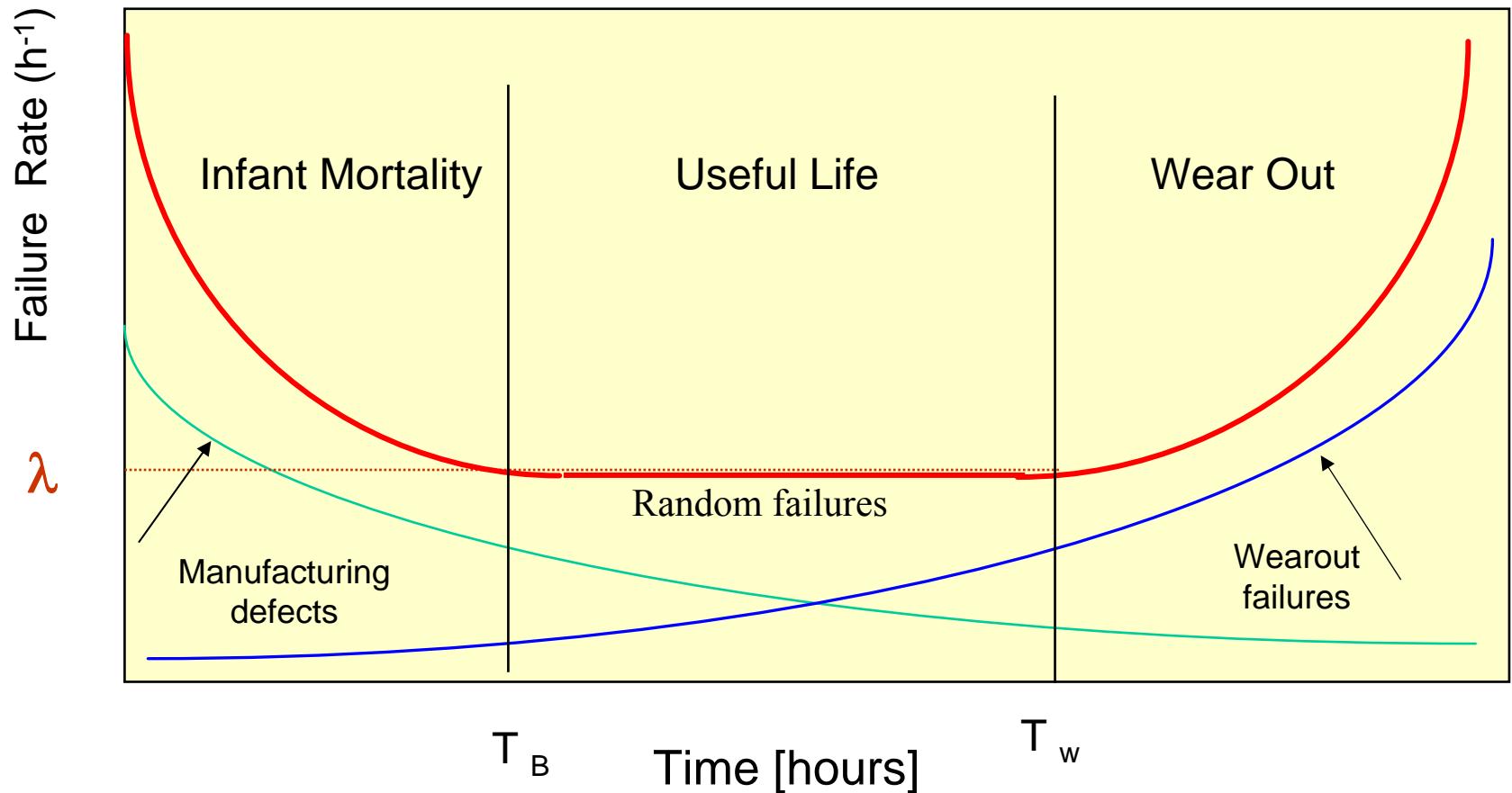


$$R(t) = \exp\{-\lambda t\}$$

$$\lambda_1 \rightarrow R_1(t) = e^{-\lambda_1 t}$$

$$\lambda_2 \rightarrow R_2(t) = e^{-\lambda_2 t}$$

Tasso di guasto istantaneo (Bath-Tub Function)

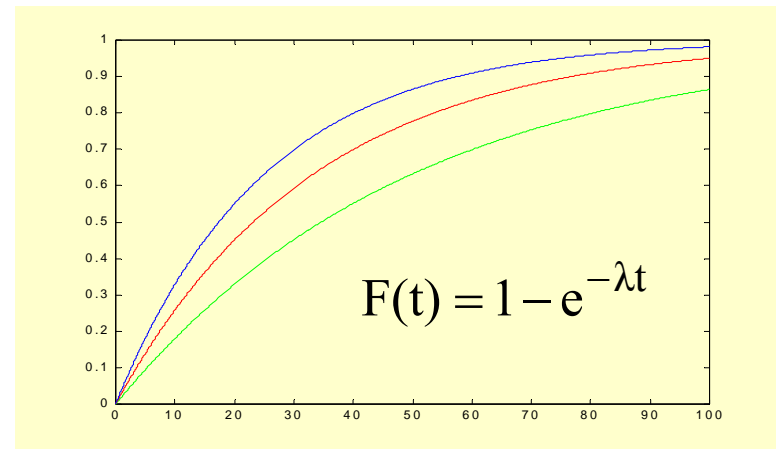
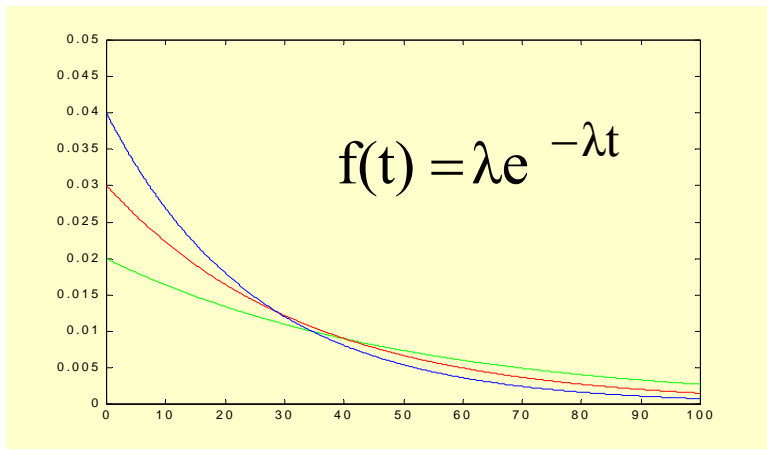
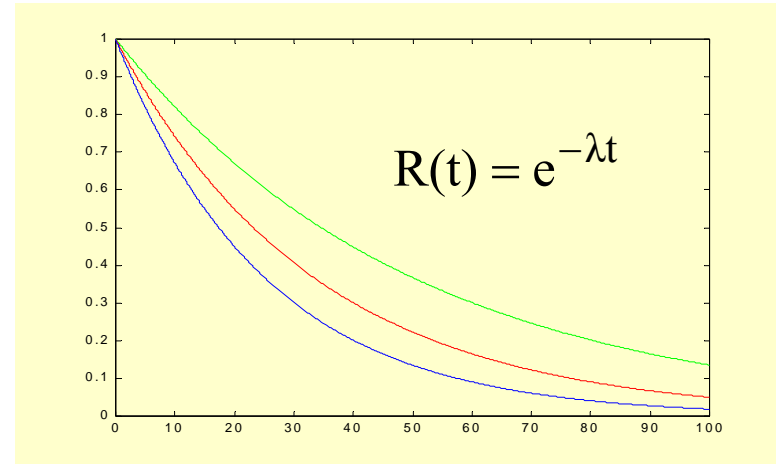
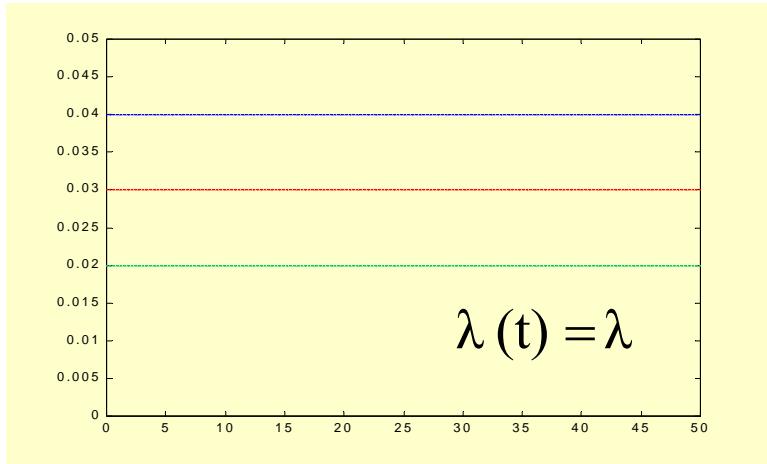


$(0, T_B] = \text{Possible Burn-in or ESS time}$

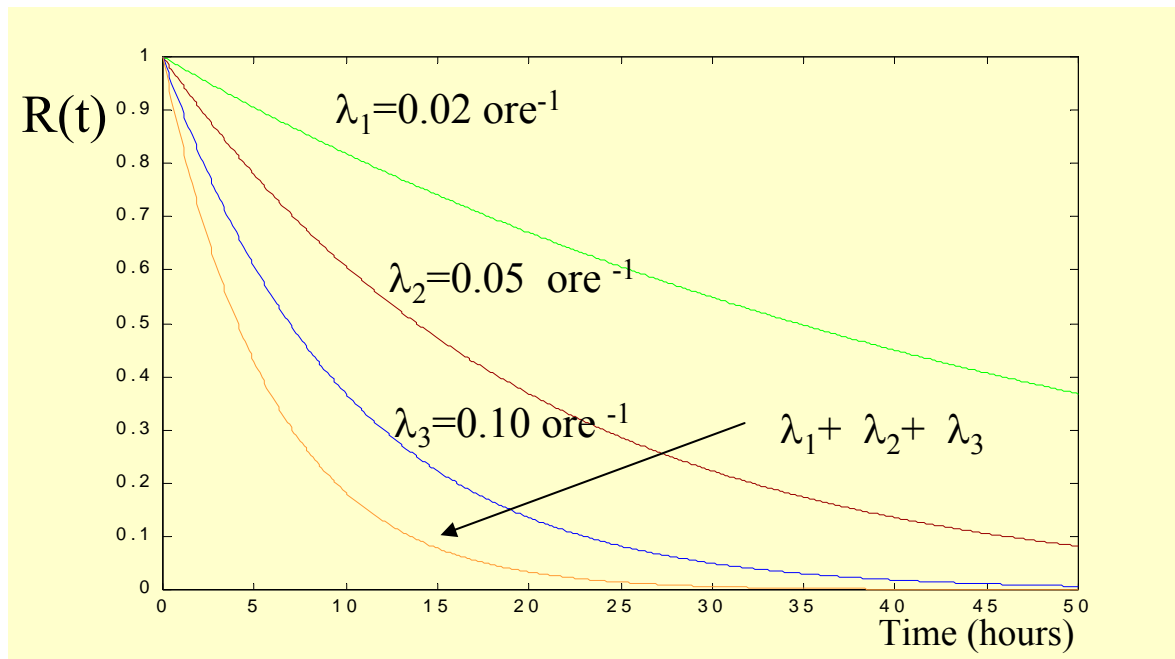
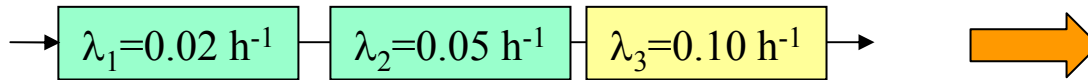
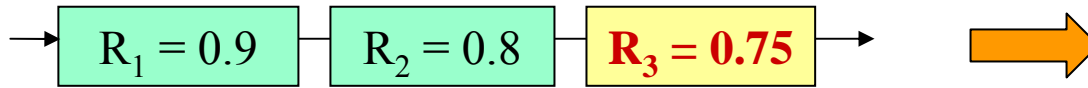
$T_w = \text{Start of wearout time}$

Funzioni di distribuzione esponenziale

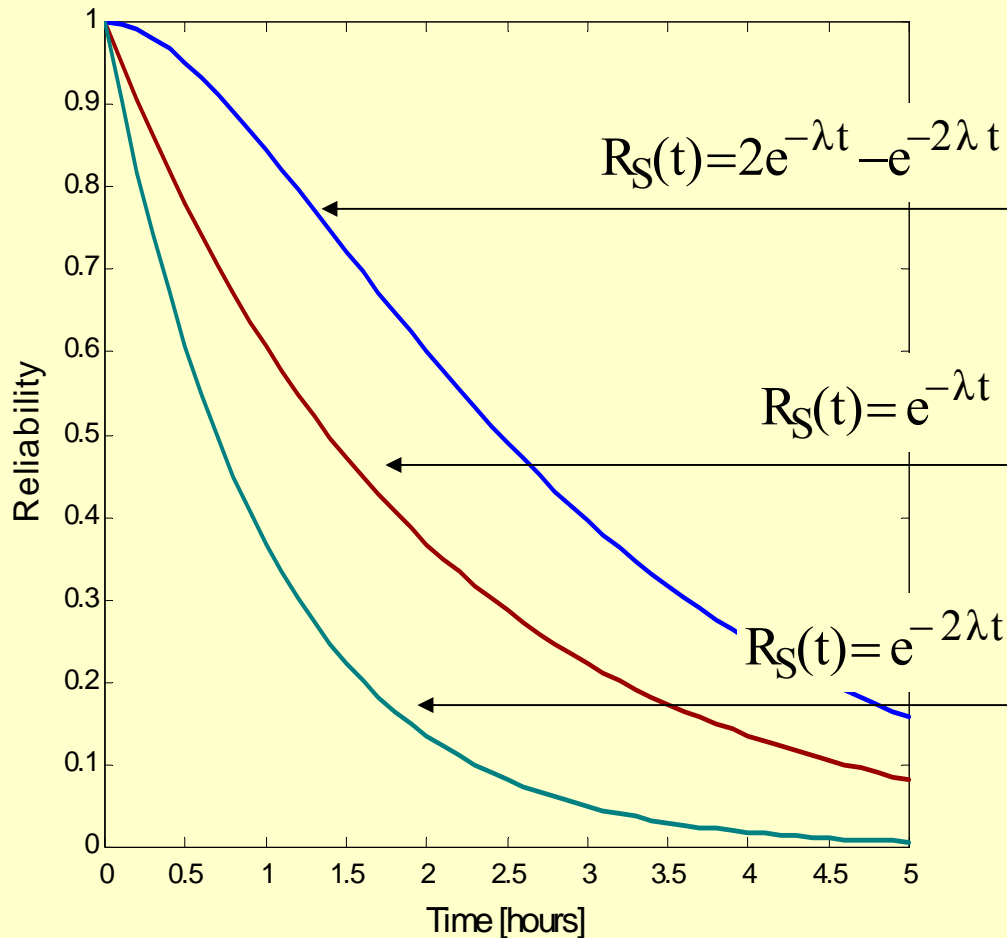
($\lambda = 0.04 \text{ h}^{-1}$, $\lambda = 0.03 \text{ h}^{-1}$, $\lambda = 0.02 \text{ h}^{-1}$)



Esempio - Configurazione serie



Esempio - Confronto tra configurazioni canoniche



Due elementi in parallelo:

$$R_S(t) = 2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t} \quad ; \quad \text{MTTF}_S = 3 / (2 \lambda)$$

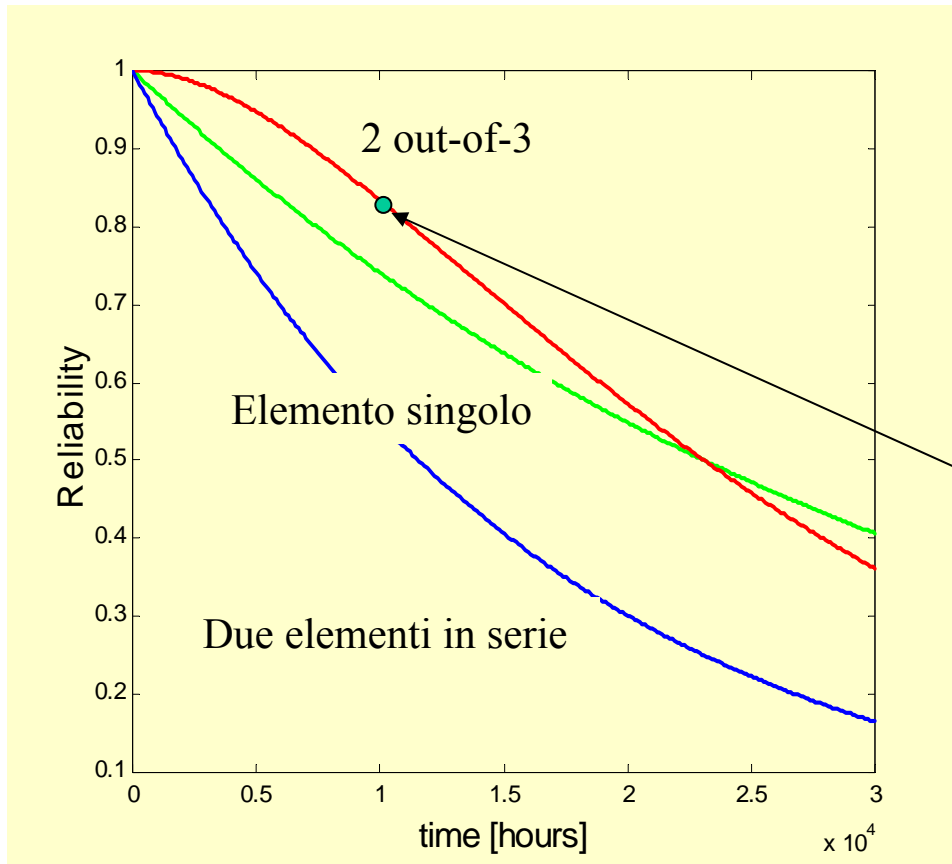
Elemento singolo:

$$R_S(t) = e^{-\lambda t} \quad ; \quad \text{MTTF}_S = 1 / \lambda$$

Due elementi in serie:

$$R_S(t) = e^{-2\lambda t} \quad ; \quad \text{MTTF}_S = 1 / (2\lambda)$$

Esempio - Configurazione 2 su 3 con elementi uguali e tasso di guasto λ costante



Se $\lambda = 3.0 \times 10^{-5} \text{ h}^{-1}$; $t = 10^4 \text{ h}$



$$R_S(t) = 3e^{-6 \cdot 10^{-1}} - 2e^{-9 \cdot 10^{-1}} = 0.833$$