

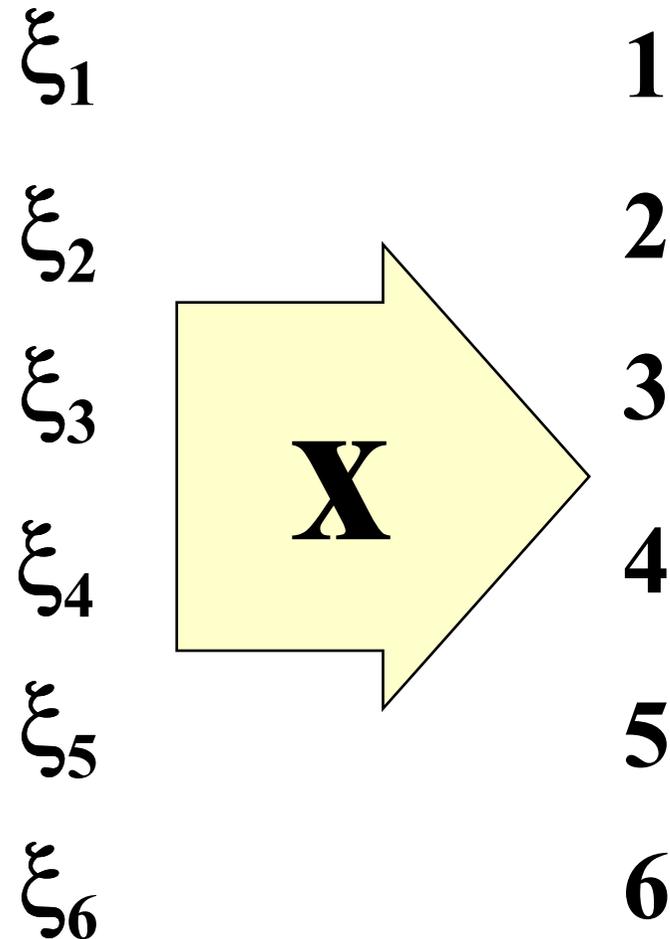
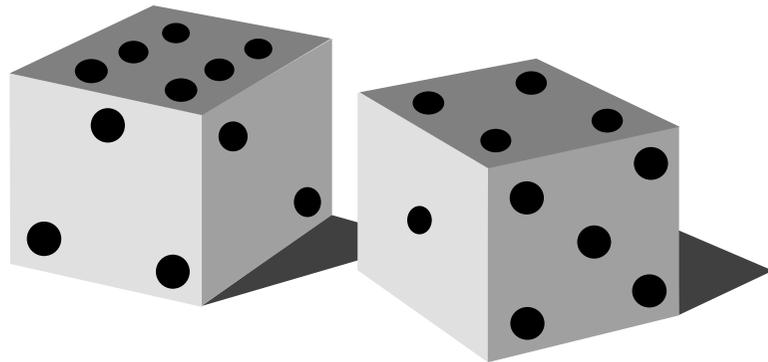
2.

**CONCETTI BASE
DI AFFIDABILITA'**

Ed.1 del 14/09/98
Rev. 3 del 08/09/00

LE VARIABILI CASUALI

VARIABILE CASUALE
Relazione che lega il risultato
di una prova ad un valore
numerico



LA FUNZIONE DI DISTRIBUZIONE

FUNZIONE DI DISTRIBUZIONE

La probabilità che
una variabile casuale X
assuma un valore minore o uguale
ad un certo numero reale x .

$$F_X(x) = P(X \leq x)$$

LA FUNZIONE DI DISTRIBUZIONE

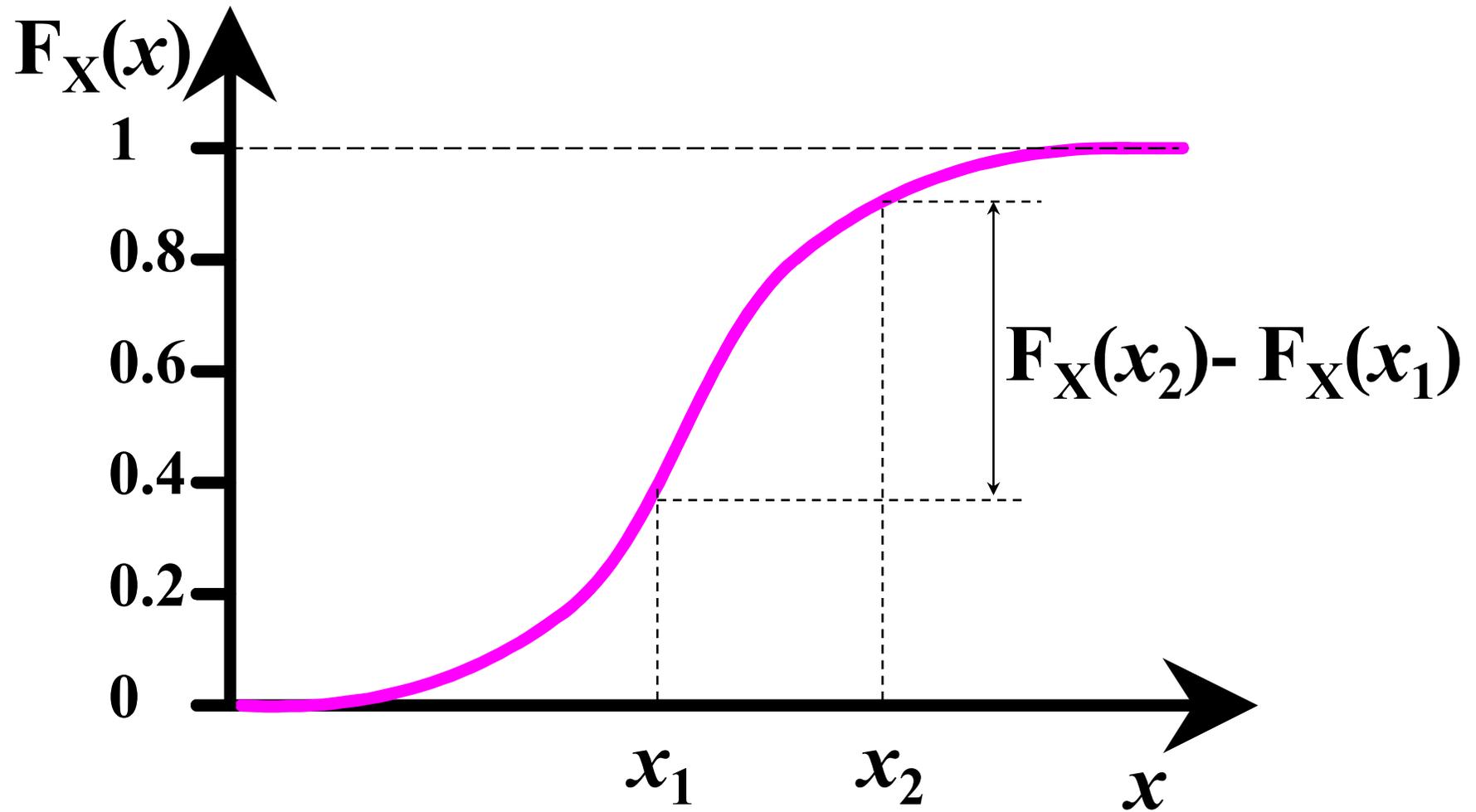
ALCUNE PROPRIETA' DELLA FUNZIONE DI DISTRIBUZIONE

$$F_x(0) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} F_x(x) = 1$$

$$F_x(x) \quad \text{non decrescente in } x$$

LA FUNZIONE DI DISTRIBUZIONE



LA FUNZIONE AFFIDABILITA'

τ = variabile casuale tempo al guasto

n = numero iniziale componenti

$n_s(t)$ = numero componenti funzionanti al tempo t

$n_f(t)$ = numero componenti guasti al tempo t

$$n_s(t) + n_f(t) = n$$

LA FUNZIONE AFFIDABILITA'

Probabilità che al tempo t un oggetto, scelto casualmente dalla popolazione n, sia sopravvissuto

$$R(t) = \frac{n_s(t)}{n_s(t) + n_f(t)} = \frac{n_s(t)}{n}$$

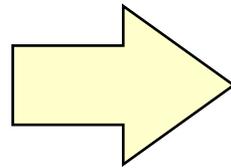
**FUNZIONE
EMPIRICA DI
AFFIDABILITA'**

$$R(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_s(t)}{n}$$

**FUNZIONE
DI
AFFIDABILITA'**

LA PROBABILITA' DI GUASTO

**Probabilità che al tempo t
un oggetto,
scelto casualmente
dalla popolazione n ,
si sia guastato**



$$F(t) = \frac{n_f(t)}{n}$$

$$F(t) + R(t) = 1$$

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

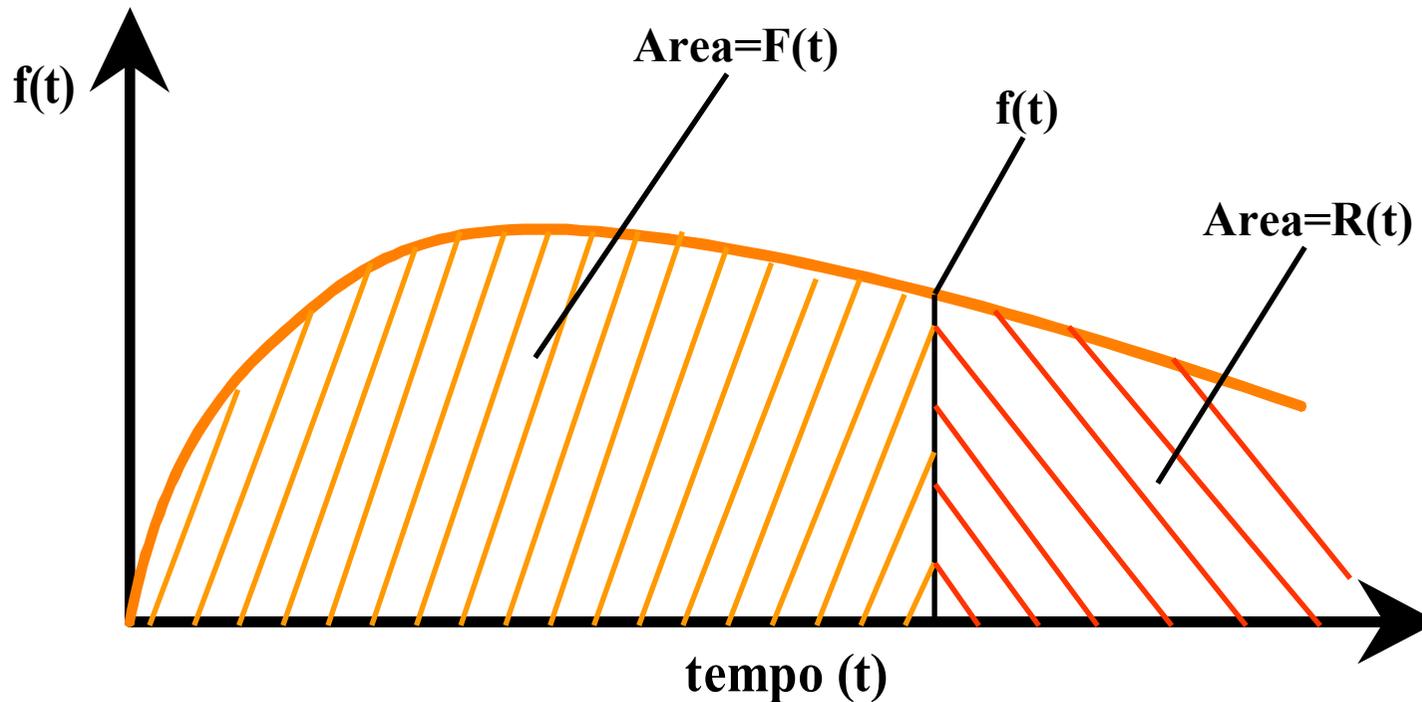
LA DENSITA' DI PROBABILITA' DI GUASTO

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{1}{n} \frac{dn_f(t)}{dt}$$

$$f(t) = - \frac{dR(t)}{dt} = - \frac{1}{n} \frac{dn_s(t)}{dt}$$

LA DENSITA' DI PROBABILITA' DI GUASTO

$$\int_0^{\infty} f(\tau) d\tau = 1$$
$$F(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau \quad R(t) = 1 - \int_0^t f(\tau) d\tau = \int_t^{\infty} f(\tau) d\tau$$

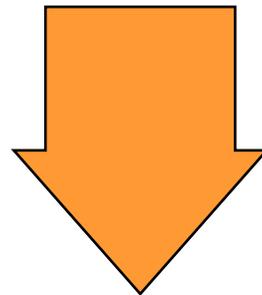


IL TASSO DI GUASTO ISTANTANEO



R1 = 86% per 200 ore

R2 = 91% per 100 ore



TASSO DI GUASTO

IL TASSO DI GUASTO ISTANTANEO



$$v = \frac{dn_f(t)}{dt}$$

**VELOCITA' ALLA QUALE
I COMPONENTI
SI GUASTANO**

$$\lambda(t) = \frac{1}{n_s(t)} \frac{dn_f(t)}{dt}$$

**TASSO DI GUASTO
ISTANTANEO**

IL TASSO DI GUASTO ISTANTANEO

$$\lambda(t) = \frac{1}{n_s(t)} \frac{dn_f(t)}{dt}$$

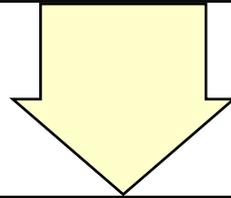
$$R(t) = \frac{n_s(t)}{n}$$

$$F(t) = \frac{n_f(t)}{n}$$

$$\lambda(t) = \frac{1}{R(t)} \frac{dF(t)}{dt} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

RELAZIONE TRA R(t) E TASSO DI GUASTO

$$\lambda(t) = \frac{1}{R(t)} \frac{dF(t)}{dt} = - \frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt}$$



$$\lambda(t) dt = - \frac{dR(t)}{R(t)}$$

RELAZIONE TRA R(t) E TASSO DI GUASTO

$$\int_0^t \lambda(\tau) d\tau = - \int_1^{R(t)} \frac{dR(\tau)}{R(\tau)} =$$
$$= - \left[\ln R(\tau) \right]_1^{R(t)} = - \ln R(t)$$

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

UNITA' DI MISURA DEL TASSO DI GUASTO

%/Kh

**1%/Kh =
1 guasto atteso
ogni 100 componenti
in 1000 ore di funzionamento**

ppm/Kh

**1ppm/Kh =
1 guasto atteso
ogni milione di componenti
in 1000 ore di funzionamento**

ppm/Kh=FIT

**? FIT ?
Failure In Time
Failure unIT**

IL TASSO DI GUASTO MEDIO

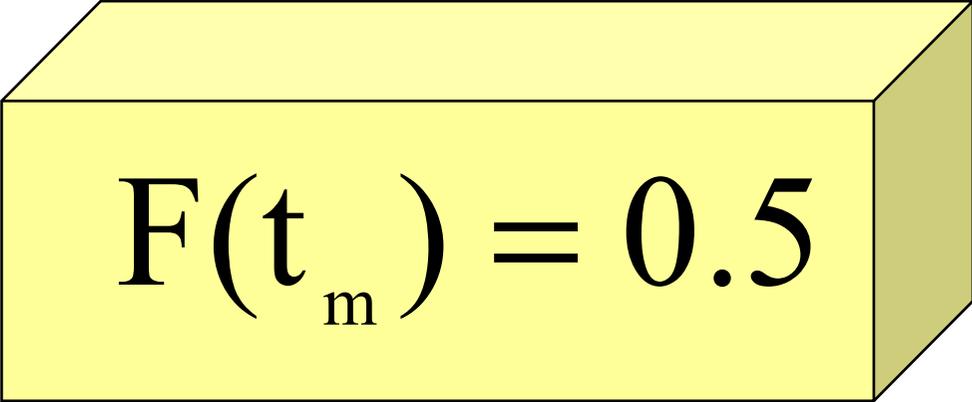
$$\bar{\lambda} = \frac{\int_0^T \lambda(t) dt}{T} = \frac{\int_0^T \frac{dn_f(t)}{n_s(t)}}{T}$$

$$n_f \ll n$$

$$\bar{\lambda} \cong \frac{1}{nT} \int_0^T dn_f(t) = \frac{n_f(T)}{nT} = \frac{F(T)}{T}$$

IL TEMPO MEDIANO AL GUASTO

**L'istante t_m in cui la probabilita' di guasto
assume il valore 0.5**


$$F(t_m) = 0.5$$

IL TEMPO MEDIO AL GUASTO (MTTF)

**MEDIA
EMPIRICA**

$$\text{MTTF} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

**MEDIA
STATISTICA**

$$\text{MTTF} = \int_0^{\infty} tf(t)dt$$

IL TEMPO MEDIO AL GUASTO (MTTF)

$$\text{MTTF} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = - \int_0^{\infty} t \frac{dR(t)}{dt} dt$$

$$\text{MTTF} = -[tR(t)]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt$$

$$\text{MTTF} = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

$$R(\infty) = 0$$