

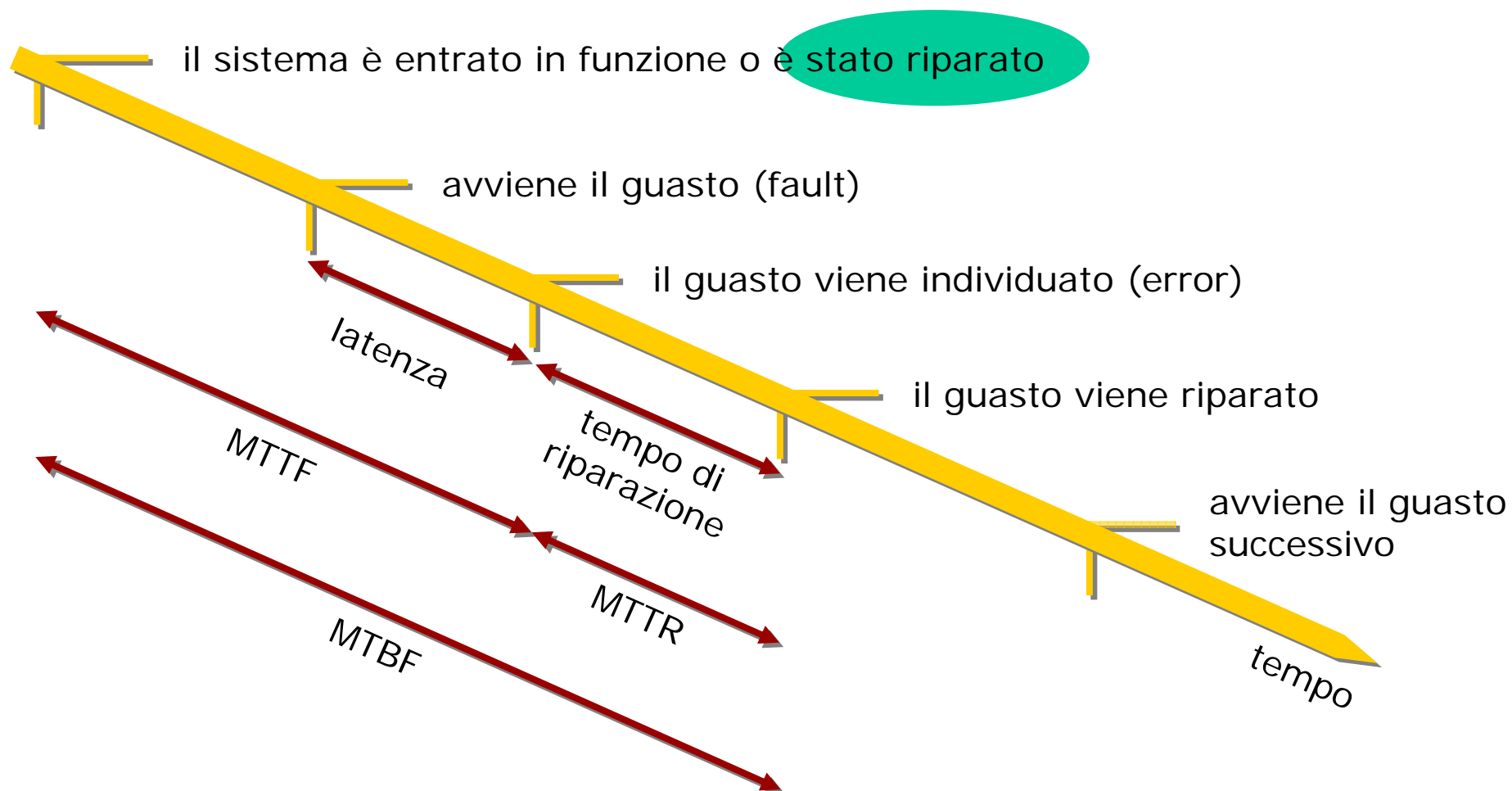
•Paolo Cremonesi

Impianti Informatici

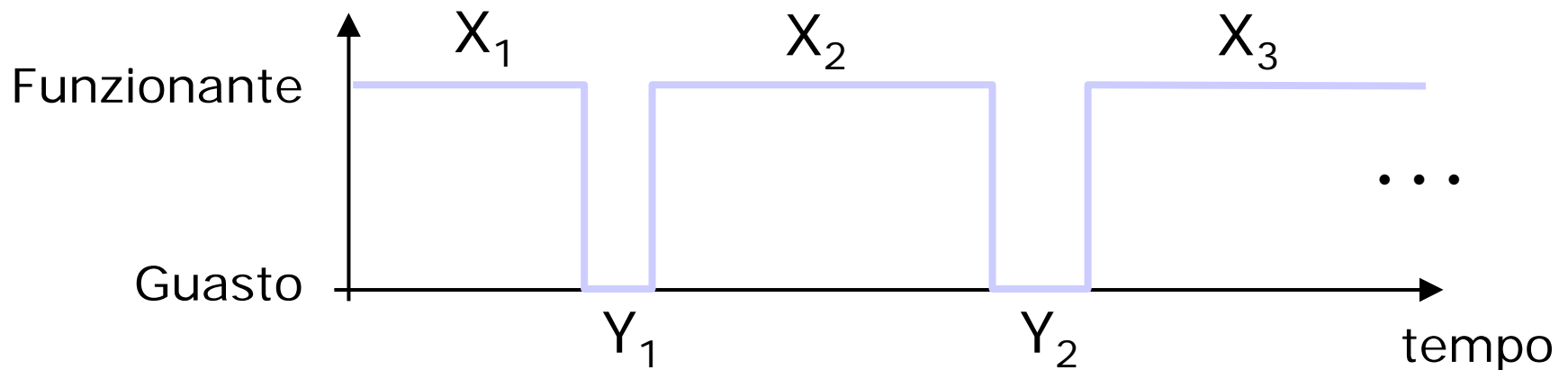
 POLITECNICO DI MILANO



Affidabilità dei Componenti:
Sistemi Riparabili



Il ciclo di vita dei guasti



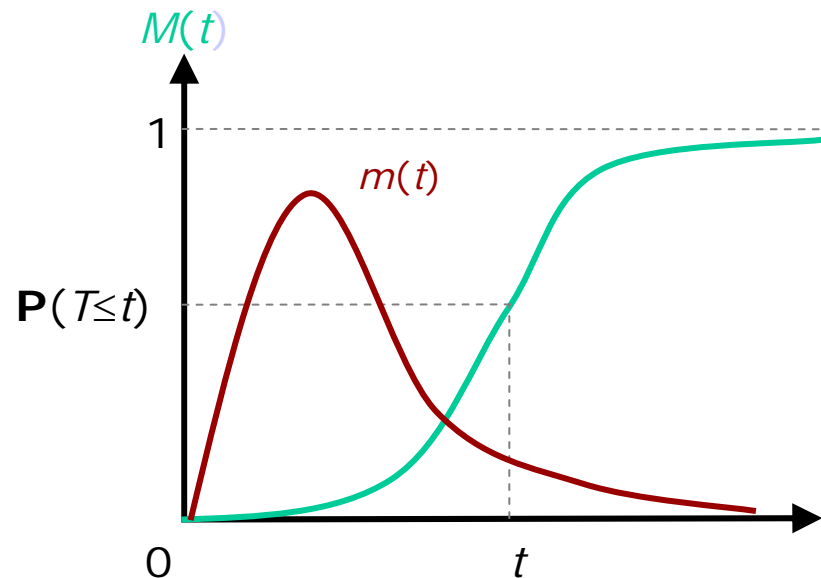
- $X_1, X_2 \dots X_n$: tempi di funzionamento
 - Variabili casuali con distribuzione $F(t) = \textit{unreliability}$
- $Y_1, Y_2 \dots Y_n$: tempi di guasto
 - Variabili casuali con distribuzione $M(t) = \textit{maintainability}$



Mantenibilità (Maintainability)

- **Mantenibilità $M(t)$** : probabilità che il componente venga riparato nell'intervallo $0...t$, sapendo che per $t=0$ il componente era guasto
- $M(t)$ è una funzione di distribuzione cumulativa
 - ha una densità di probabilità

$$m(x) = \frac{dM(t)}{dt}$$





Repair Rate

- **Repair rate $\mu(t)$** : velocità delle riparazioni
 - $\mu(t)dt \equiv$ probabilità che il componente venga riparato nell'intervallo $(t, t+dt)$ sapendo che all'istante t il componente era ancora guasto
 - $\mu(t)dt \equiv \mathbf{P}(t < T \leq t+dt \mid T > t)$
 - T = istante in cui avviene la riparazione





Repair Rate e Maintainability

- Repair rate e mantenibilità sono legati tra loro dalla relazione

$$\mu(t) = \frac{m(t)}{1 - M(t)} = - \frac{d \ln[1 - M(t)]}{dt}$$

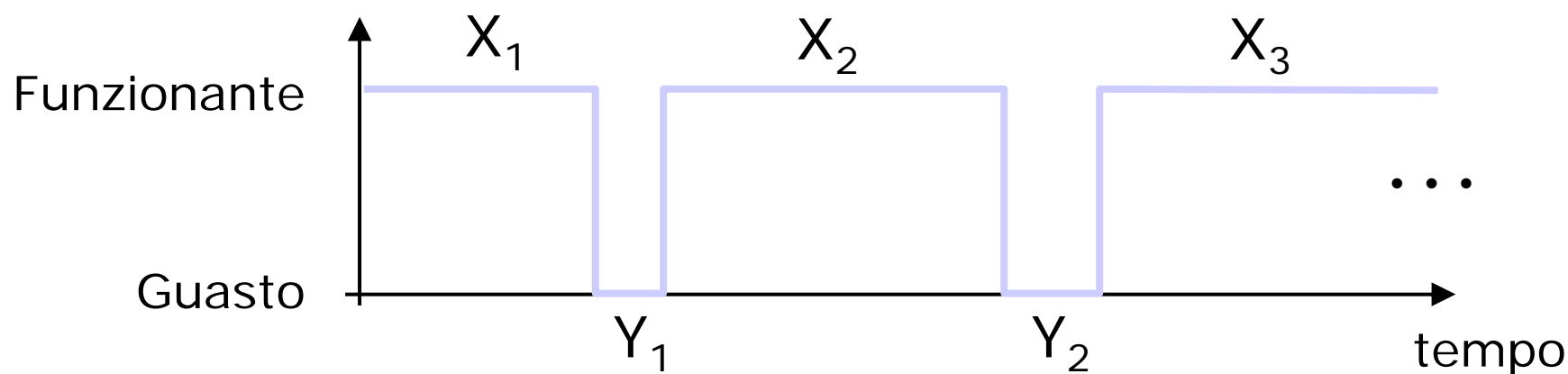
- Integrando rispetto al tempo si ottiene l'espressione fondamentale

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = - \frac{d \ln[1 - F(t)]}{dt}$$

- Se $\mu \equiv$ costante la mantenibilità ha distribuzione esponenziale

$$M(t) = 1 - e^{-\int_0^t \mu(x) dx}$$

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$



$$MTTF = E[X] = \int_0^{+\infty} t f dt = \int_0^{+\infty} t [1 - F] dt$$

$$MTTR = E[Y] = \int_0^{+\infty} t m dt = \int_0^{+\infty} [1 - M] dt$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTR = \frac{1}{\mu}$$

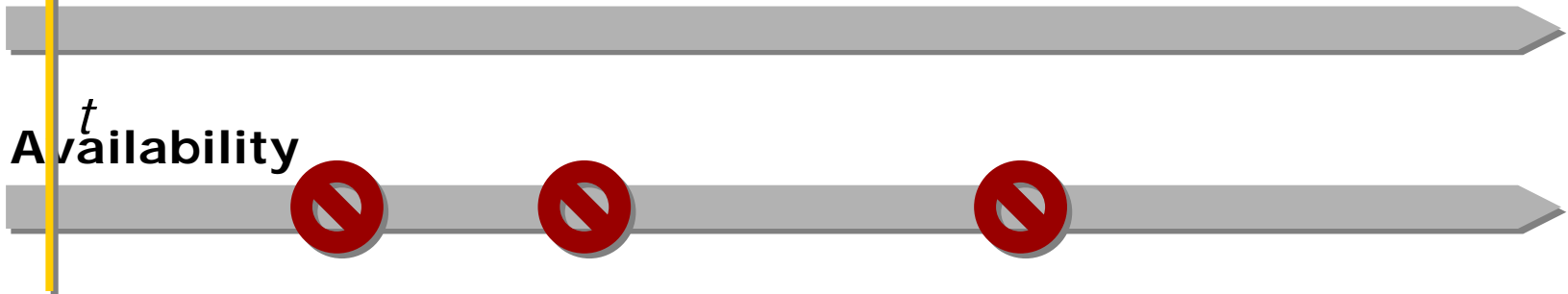
λ e μ costanti



Disponibilità (Availability)

- **Availability $A(t)$** : probabilità che il componente stia funzionando al tempo t
 - $A(0)=1$

Reliability

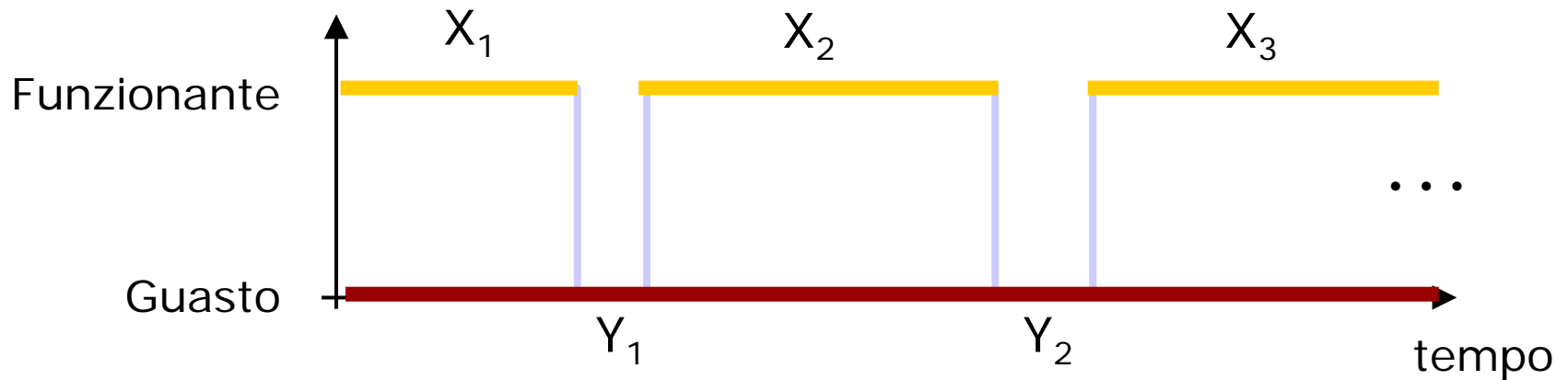


- **Unavailability $U(t)$** : probabilità che il componente sia guasto al tempo t
- $A(t) + U(t) = 1$



Disponibilità stazionaria

- La disponibilità stazionaria A è la percentuale di tempo in cui il sistema funziona correttamente



$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

Disponibilità stazionaria

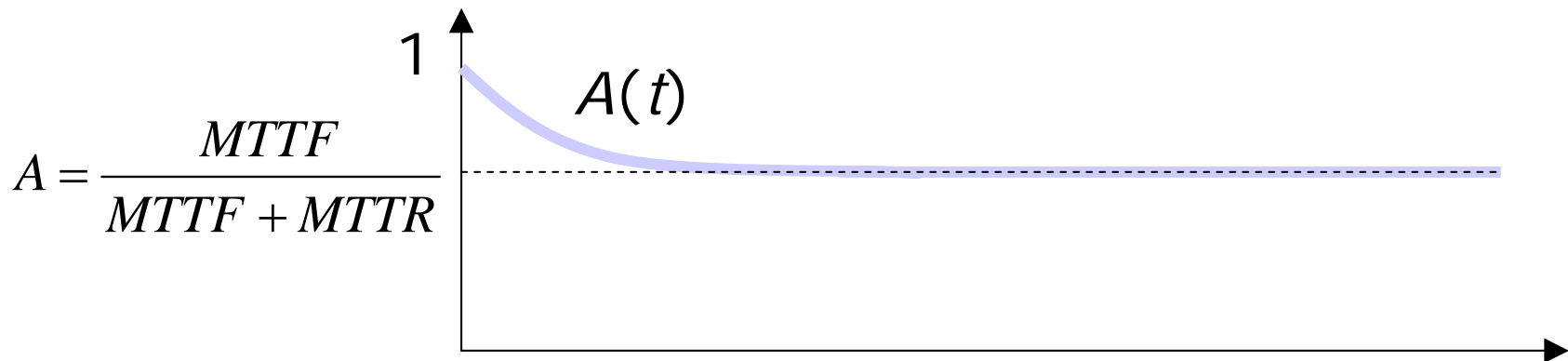
- La disponibilità stazionaria si calcola come

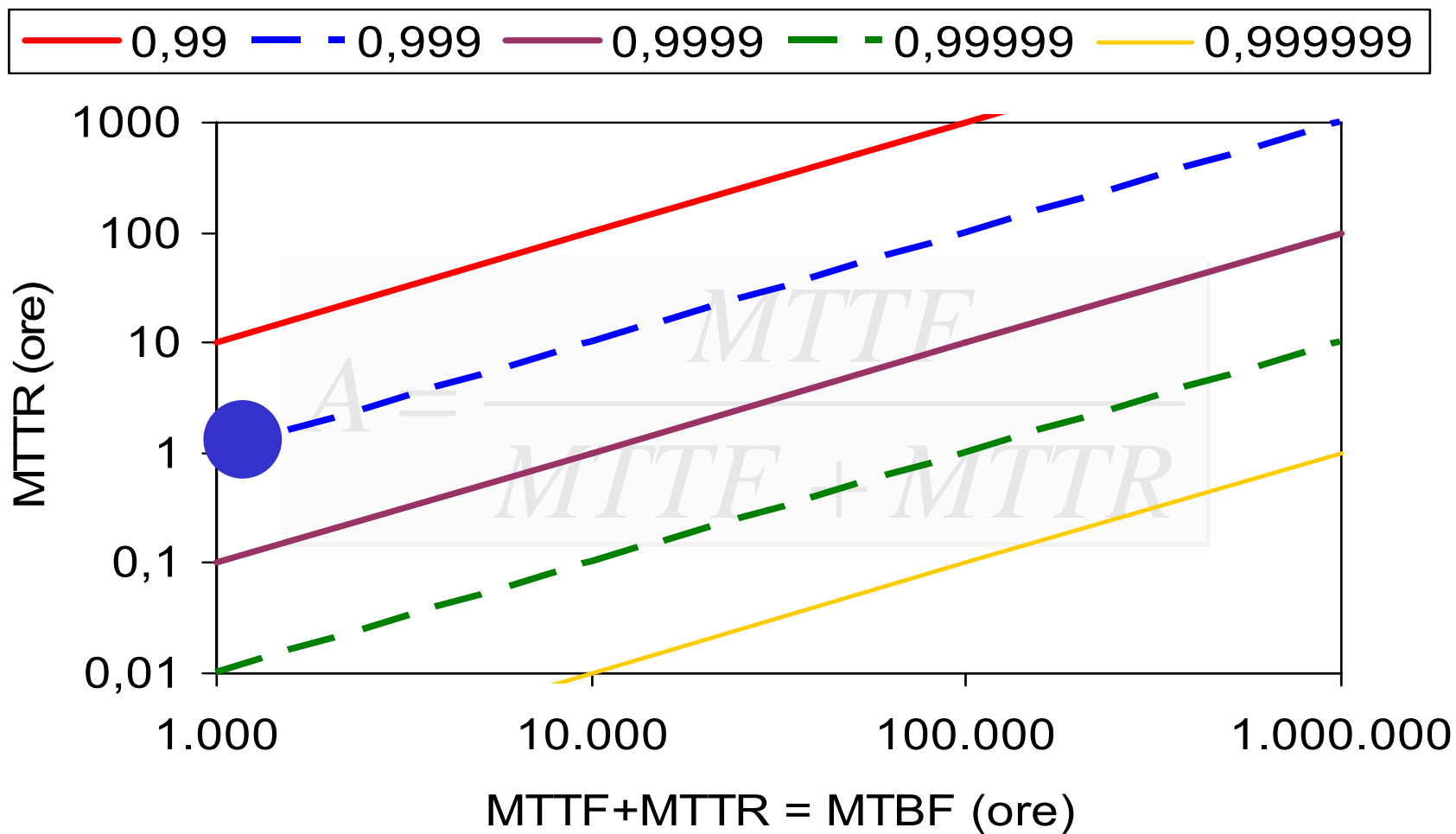
- $A = \lim_{t \rightarrow \infty} A(t)$

- Se μ e λ sono costanti

$$A = \frac{1/\lambda}{1/\lambda + 1/\mu} = \frac{\mu}{\mu + \lambda}$$

Questa relazione vale solo per reliability e maintainability reli: esponenziali







Disponibilità e Downtime

- Una notazione tipica per l'affidabilità e quella “dei nove”
 - un'affidabilità a 3-nove corrisponde al 99.9%
 - un'affidabilità a 5-nove corrisponde al 99.999%
- Downtime = $(1-A) \cdot (365 \cdot 24 \cdot 60)$
 - [min/anno]

Availability	Downtime
99.99% (4-nines)	52 minutes/year
99.999% (5-nines)	5 minutes/year