

Il discorso vale per sistemi aperti e chiusi. Il bottleneck è il centro che limita le prestazioni.

La domanda  $D_i = V_i S_i$

Il tempo di risposta in un centro è da quando un job arriva a quando esce,  
il tempo di residenza è quanto tempo passa in un centro, magari in più visite.

Qui  $S_i$  è il tempo di servizio sul dispositivo "i", mentre  $D_i$  è il tempo totale speso a quel dispositivo. La domanda è calcolabile in modo più semplice, perchè  $V_i$  è rapporto tra i completamenti. Possiamo usare la legge del flusso forzato, allora  $V_i = X_i/X_0$ , nel sistema aperto è ciò che entra e ciò che esce, nel sistema chiuso, poichè non esce nulla, è rispetto ad un punto di riferimento. Sappiamo che  $X_i = C_i/T$ . Allora  $V_i = C_i/T * T/C_0 = C_i/C_0$

Possiamo anche scrivere  $S_i = B_i/C_i$ , quindi  $V_i = C_i/C_0 B_i/C_i = B_i/C_0 = V_i$

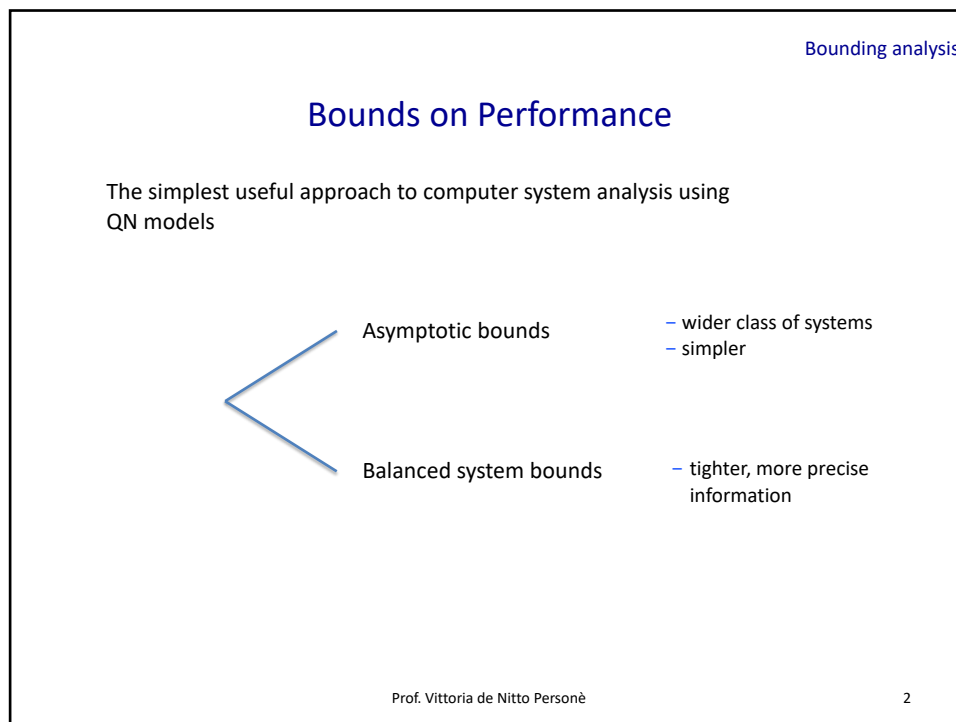
Più facile perchè sia i busy time che i completamenti sono più facili da calcolare.

Dalla legge dell'utilizzazione  $U_i = X_i * S_i = X_0 V_i S_i$ , avendo ora applicato la legge del flusso forzato. Il tutto è riscrivibile come  $X_0 D_i$ , ovvero una visione più sul "sistema intero".

L'utilizzazione  $U_i$  tende ad 1 quando  $X_0$  arriva ad un certo livello "lambda di saturazione" e la domanda arriva a un livello "bottleneck"  $D_b$ . Allora  $1 = \lambda_{sat} * D_b$  e quindi  $\lambda_{sat} = 1/D_b$

L'analisi del bottleneck cerca il centro di domanda massima, ovvero

$\max\{V_1 S_1, V_2 S_2, \dots, V_k S_k\} = D_{max} = V_b S_b$ .



## Bounds on Performance

Useful characteristics:

- ✧ provide valuable insight into the primary factors affecting the performance of computing systems
- ✧ can be computed quickly, even by hand; suitable as a “first cut” modeling technique useful to eliminate inadequate alternatives at an early stage of a study
- ✧ In many cases, a number of alternatives can be treated together, with a single bounding analysis useful information about them all

*System sizing studies, based on preliminary estimates of system characteristic*

*Alternative upgrades to existing systems, to estimate the potential performance gain*

3

## Asymptotic Bounds

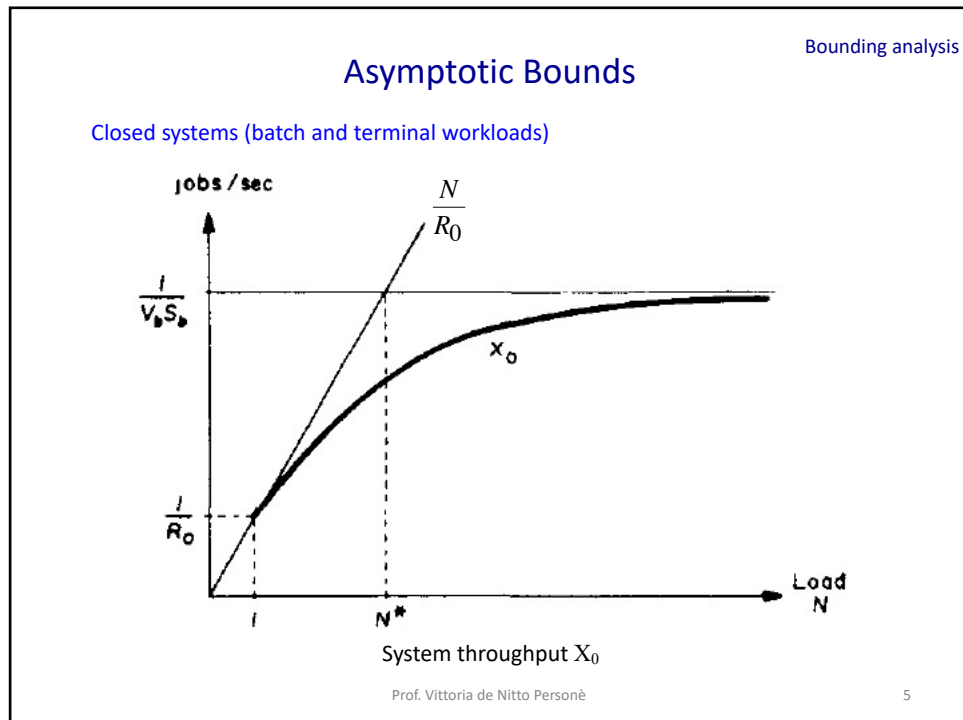
Only one assumption:

the service demand at a center does not depend on how many other customers currently are in the system, or at which service centers

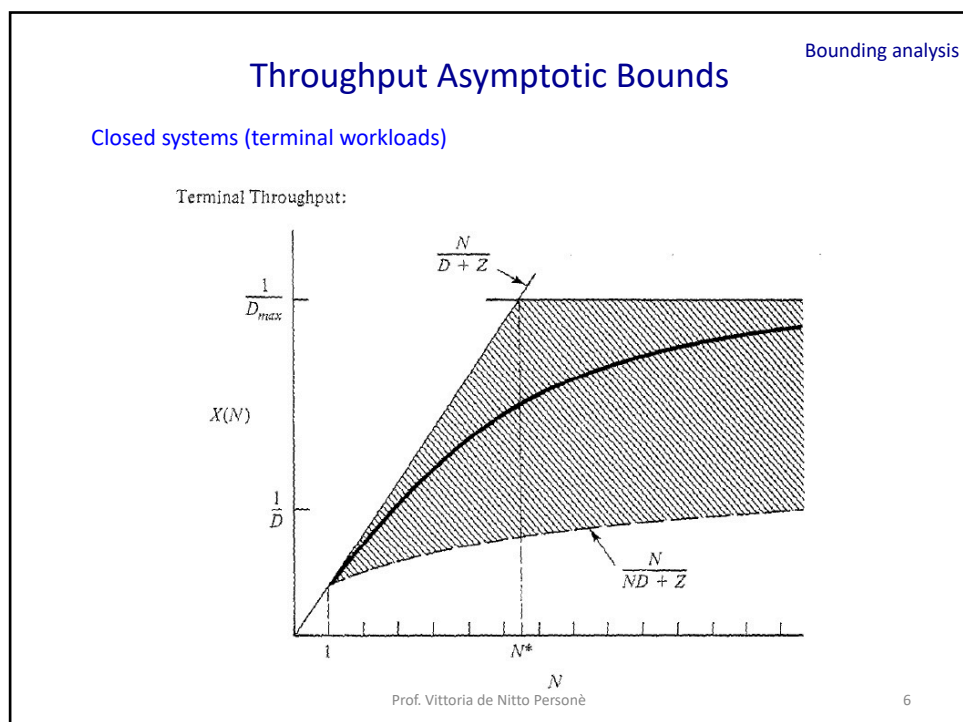
Open systems (transaction workloads):

the throughput indicates the maximum possible arrival rate that the system can process successfully

4



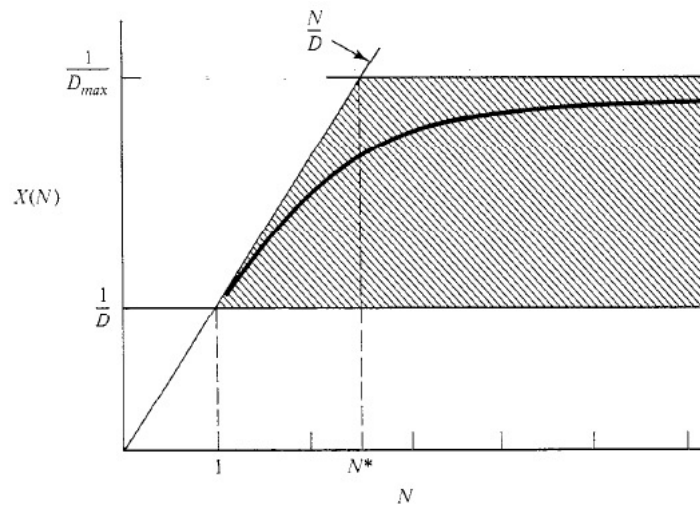
5



6

## Throughput Asymptotic Bounds

Closed systems (batch workloads)



Prof. Vittoria de Nitto Personè

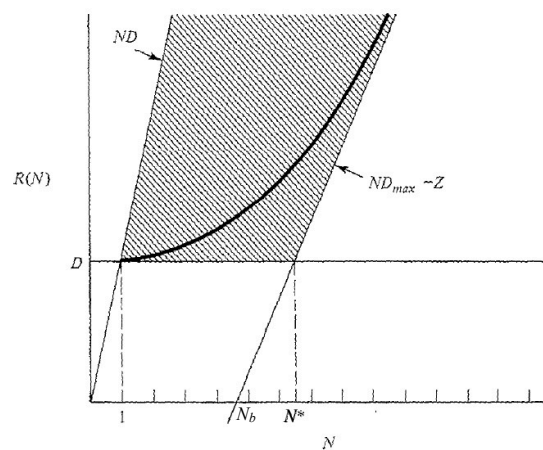
7

7

## Response Time Asymptotic Bounds

Closed systems (terminal workloads)

Terminal Response Time:



Prof. Vittoria de Nitto Personè

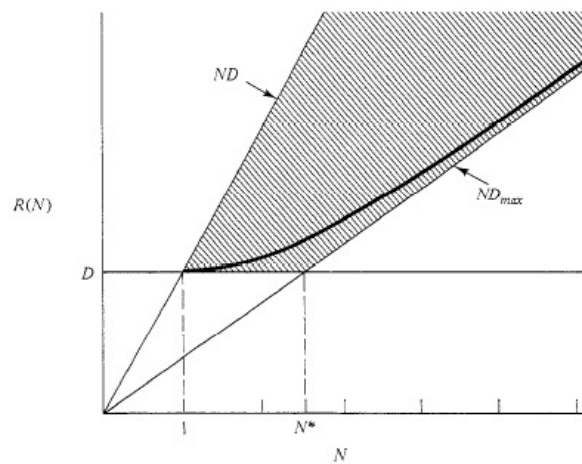
8

8

## Response Time Asymptotic Bounds

Closed systems (batch workloads)

Batch Response Time:



Prof. Vittoria de Nitto Personè

9

9

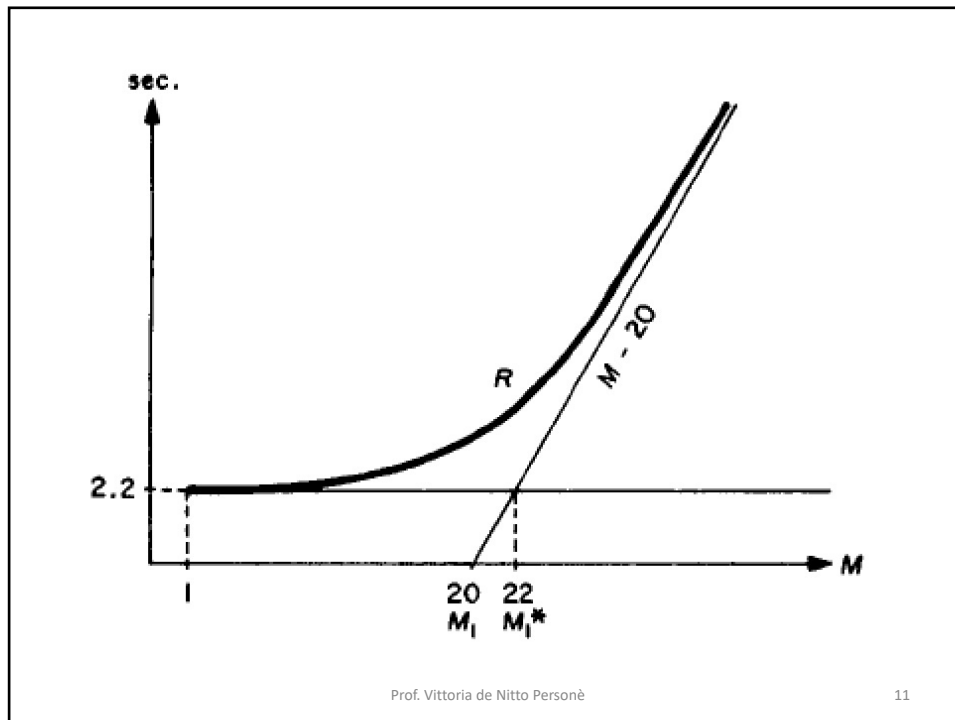
## Asymptotic Bounds: conclusion

- ✧ Gross guidance on effects of proposed changes
- ✧ reducing  $V_i$  or  $S_i$  for a device which is not the bottleneck will not affect significantly the throughput  $\rightarrow$  just a minor change in  $D$
- ✧ Reducing  $V_i S_i$  for all the bottleneck devices remove the bottleneck and the improvement will be noticed until the bottleneck will move elsewhere

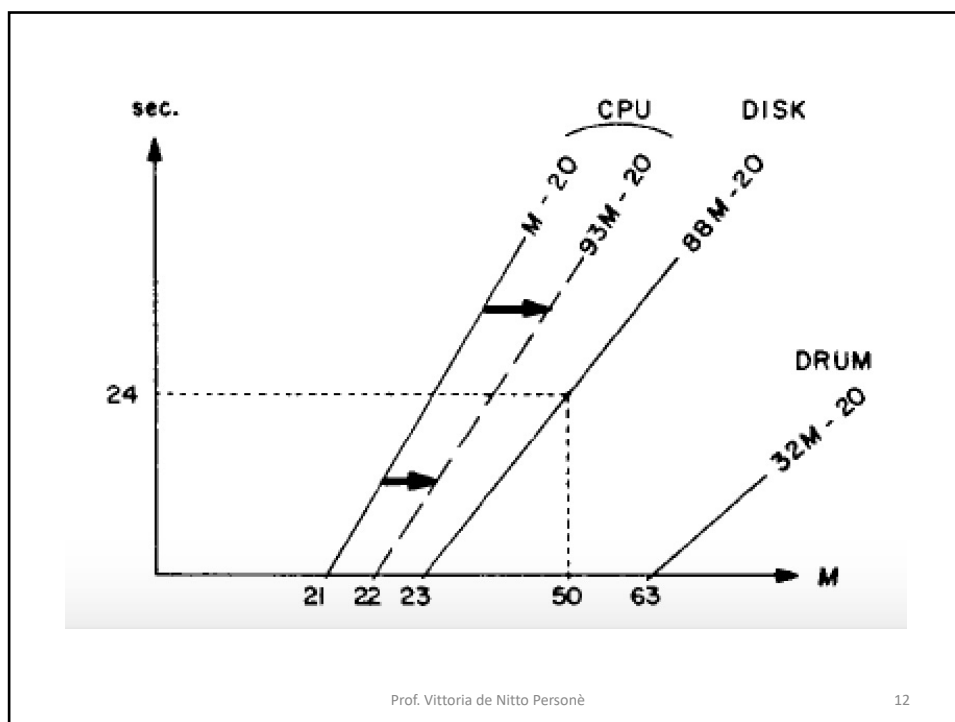
Prof. Vittoria de Nitto Personè

10

10



11



12