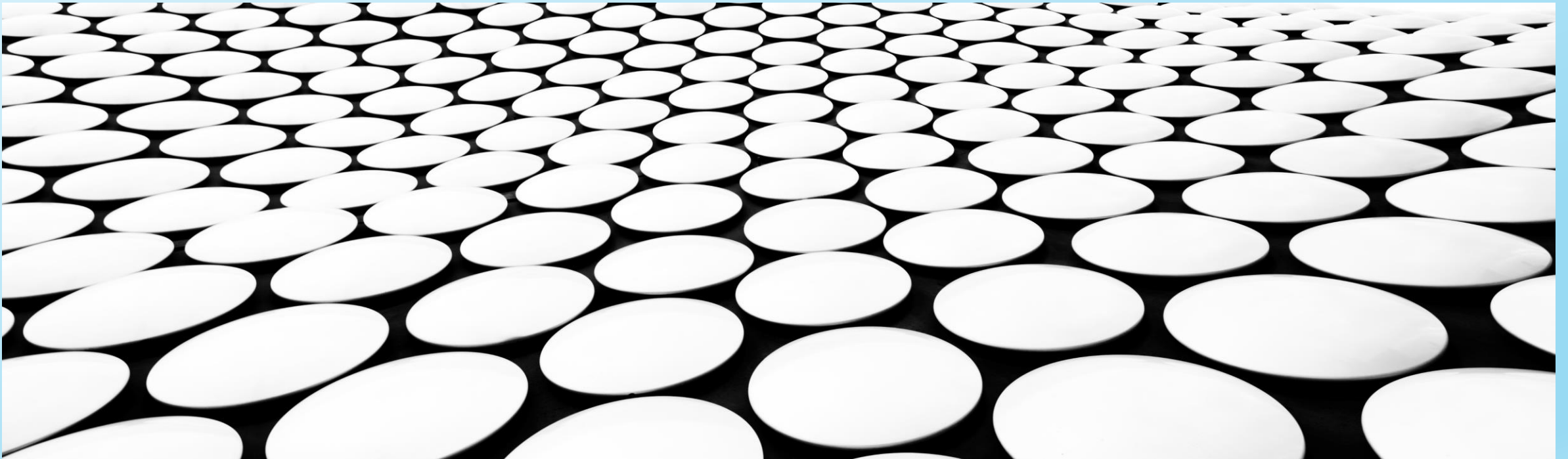

ARHITECTURA SISTEMELOR DE CALCUL

UB, FMI, CTI, ANUL III, 2022-2023



ARHITECTURA SISTEMELOR DE CALCUL

- Conf.Dr. Florin Stanculescu



- Lect.Dr. Alecsandru Chiroasca



- Asist.Dr. Gianina Chiroasca

Adrese institutionale:

florin.stanculescu@unibuc.ro
alecsandru.chirosca@unibuc.ro
gianina.chirosca@unibuc.ro

Adrese pentru comunicare informala:

asc@fpce1.fizica.unibuc.ro

SITE-UL CURSULUI

<http://asc.fizica.unibuc.ro/>

BIBLIOGRAFIE RECOMANDATA

Computer Organization and Design

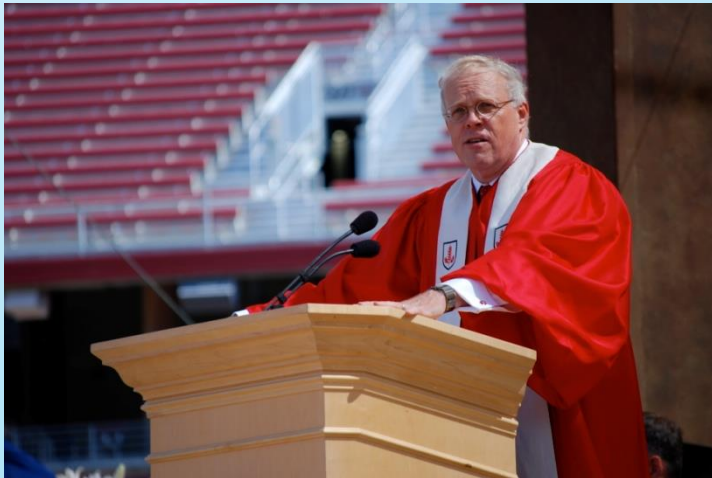
The hardware/Software interface

David Patterson, John Hennessy, Fifth edition, Elsevier 2014

Computer Architecture

A quantitative Approach

John Hennessy, David Patterson, Fifth edition, Elsevier 2012



John L. Hennessy:

- President of Stanford University (2010-2016)

- co-founder of MIPS Computer Systems Inc

Marc Andreessen called him "the godfather of Silicon Valley."

Arhitectura si performantele sistemelor de calcul

Arhitectura: Felul în care este construit sau alcătuit ceva
Presupune o concepție vizuală

SISTEM: Ansamblu de elemente dependente între ele și
formând un întreg organizat

*Presupune existența mai multor elemente sau subsisteme;
Minim două elemente*

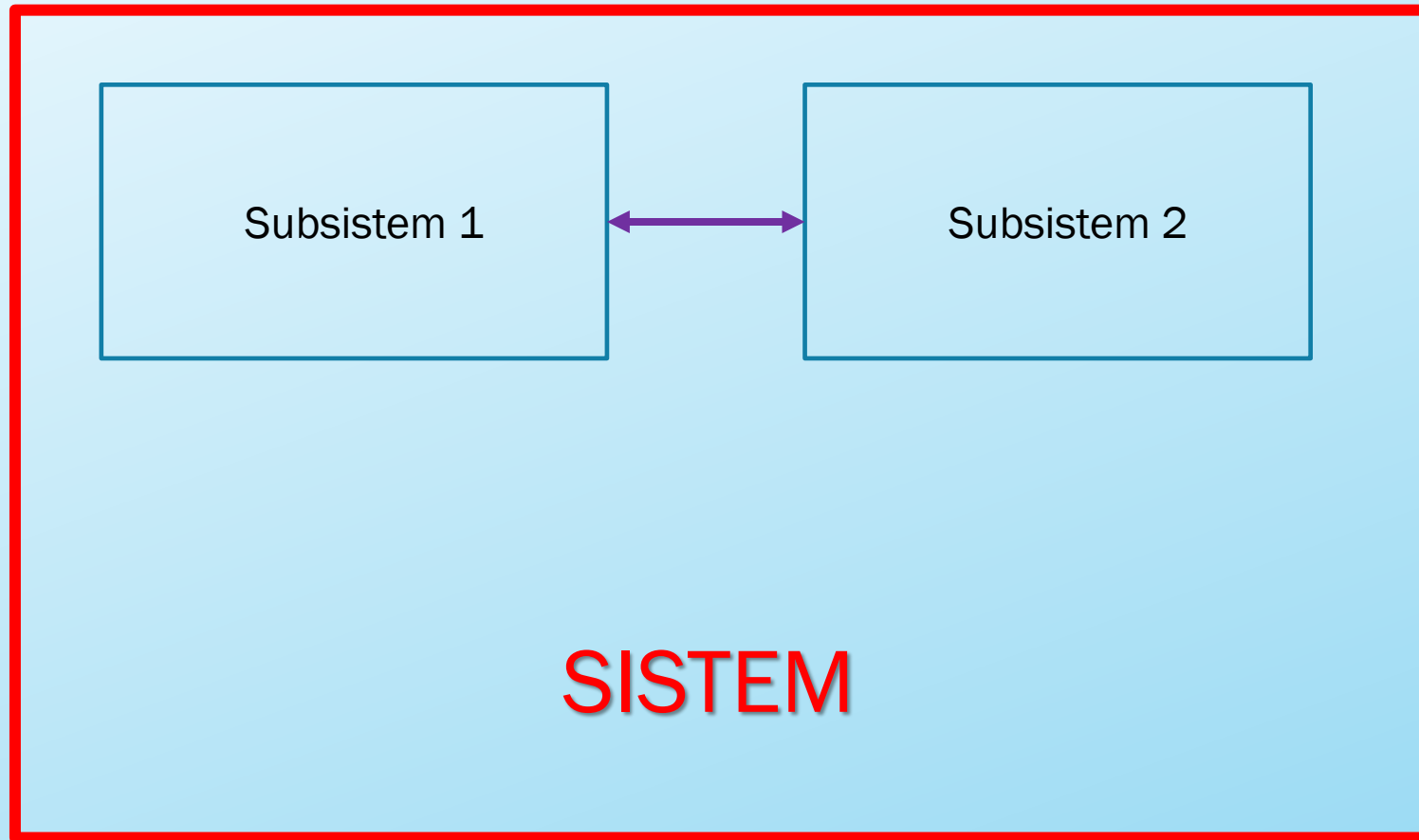


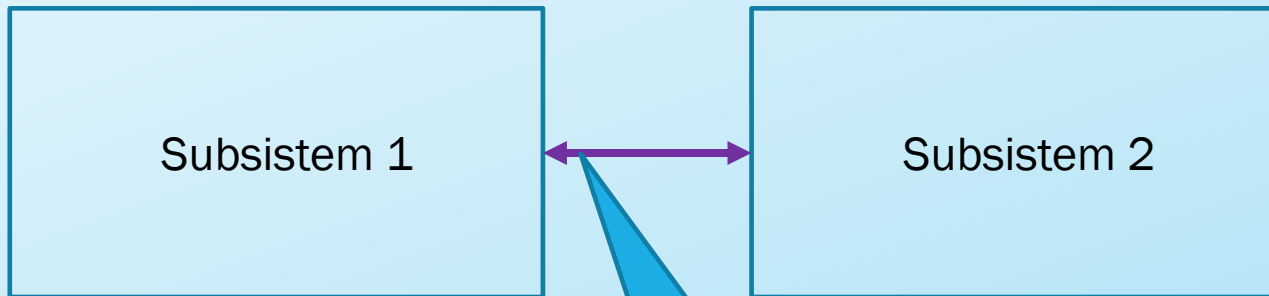
A diagram showing a large light blue rectangle with a thick red border. Inside this rectangle, at the top, are two smaller light blue rectangles with thin blue borders. The left one is labeled 'Subsistem 1' and the right one is labeled 'Subsistem 2'. At the bottom center of the large rectangle, the word 'SISTEM' is written in red capital letters.

Subsistem 1

Subsistem 2

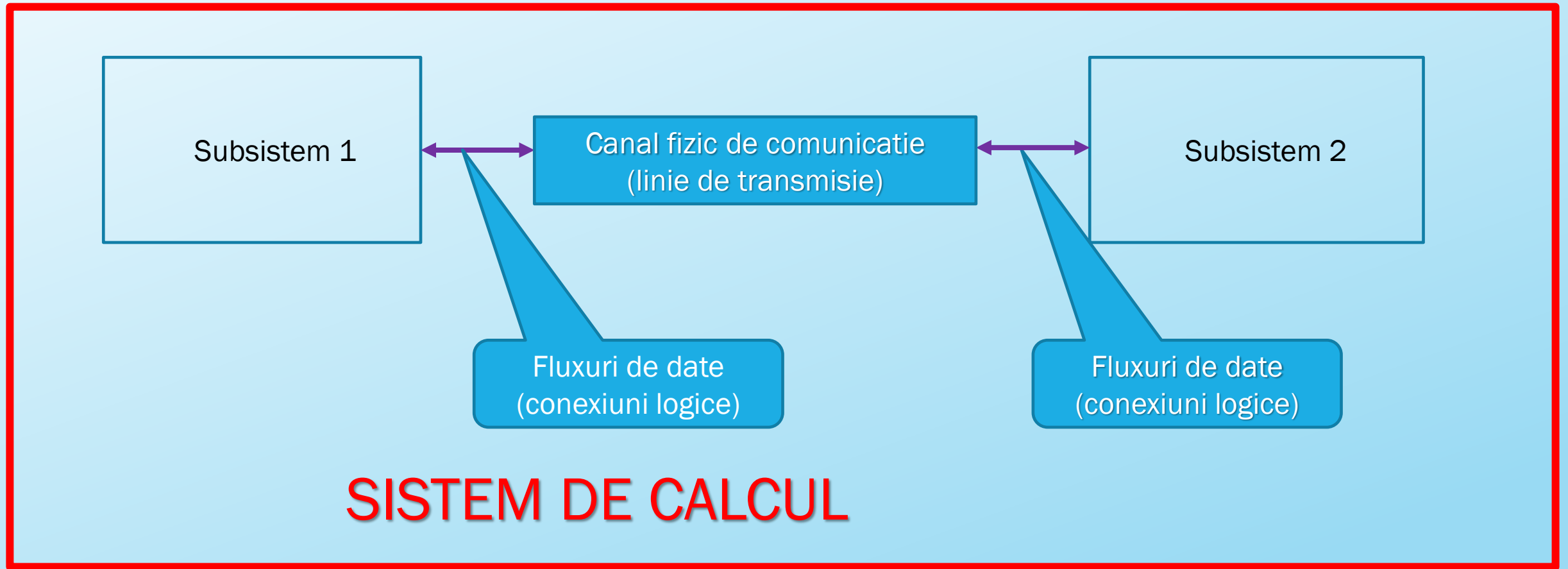
SISTEM





Fluxuri de date
(conexiuni logice)

SISTEM DE CALCUL



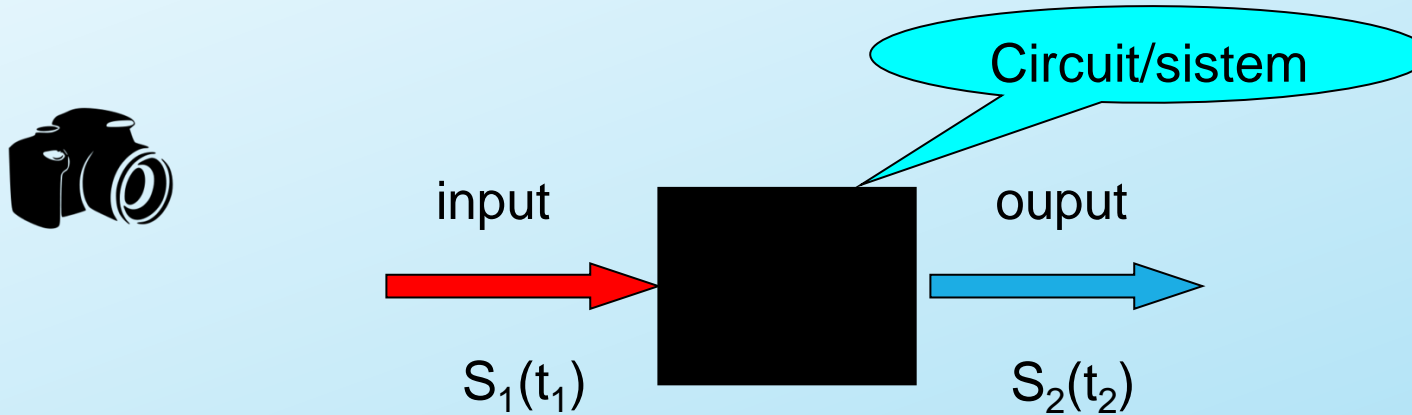
Canalul fizic de comunicatie este un subsistem al unui sistem de calcul

Un sistem de calcul presupune executia succesiva (fara intrerupere) a unui sir de instructiuni

Performantele se refera, de regula, la executia instructiunilor

- Performanțele unui sistem de calcul se pot masura folosind un numar foarte mare de criterii.
 - Criteriile se impart in mai multe categorii.
- De regula, performanțele se masoara prin **raportare** la performanțele unui **sistem de referința**.

Latența



S_1 semnalul la intrare; S_2 semnalul la iesire;
 t_1 momentul de inceput al intrarii; t_2 momentul de inceput al iesirii

Latența = $t_2 - t_1$ **Largimea de Banda (debit)** = $1/L$

Definiția performanței (asociată cu latența)

$$\text{Performanța}(X) = \frac{1}{\text{Latența}(X)}$$

Această definiție generală este aplicabilă și unui sistem de calcul (X):

De exemplu: t_1 momentul lansării în execuție a unei instrucțiuni,
 t_2 momentul lansării în execuție a următoarei instrucțiuni

Sporul de performanta (lui Y in raport cu X) =

$$= \frac{\textit{Performanta}(Y)}{\textit{Performanta}(X)} = \frac{\textit{Latenta}(X)}{\textit{Latenta}(Y)} = n$$

Sistemul **Y** este de **n** ori mai rapid decat sistemul **X**

Timpul de execuție

- Pentru un sistem de calcul în locul latenței se folosește termenul: **timp de execuție**.
- iar performanța se exprimă prin **viteza de execuție**, având ca unitate de măsură:
MIPS (**M**illions of **I**nstructions **P**er **S**econd)
 - (A nu se confunda cu ISA MIPS)
- Timpul de execuție se poate referi la diverse activități.
- Timpul de execuție al unui program (P) de către un sistem (S) este:

$$\text{timp de execuție}(P, S) = \frac{\text{număr de instrucțiuni}(P)}{\text{viteză de execuție}(S)}$$

- In anii 1970' viteza unui sistem de calcul era raportata la un calculator VAX 11/780;
 - viteza unui astfel de calculator era considerata 1 milion de instrucțiuni pe secunda.
- Viteza de calcul depinde de frecvența ceasului intern (generatorul de tact)

Ecuția performanței (procesorului)

$$\frac{timp}{program} = \frac{timp}{ciclu} \times \frac{cicluri}{instrucțiune} \times \frac{instrucțiuni}{program}$$

Ciclu: ciclul de ceas (generatorul de tact)

timp/ciclu: este *inversul frecvenței* generatorului de tact

cicluri/instrucțiune: este numărul mediu de cicluri de ceas pe instrucțiune

timp/program: timpul consumat de CPU pentru execuția programului

Sunt excluse perioadele de timp în care CPU face altceva.

În aceste condiții se mai introduce o mărime:

Numarul de cicluri pe instrucțiune (**CPI**) [Cycles Per-Instruction]

- Observație: Timpul de execuție al fiecărui tip de instrucțiune este diferit!

CPI este o mărime medie (**globală**):
$$CPI = \sum_{i=1}^n F_i \cdot CPI_i$$

unde CPI_i este numărul de cicluri al fiecărui tip de instrucțiune, iar F_i este frecvența de utilizare a instrucțiunii tip i .

Ansamblul $\{F_i\}$ determină compoziția în instrucțiuni a programului. [instruction mix]

Compoziția este specifică atât fiecărui program cât și fiecărei ISA

Există o anumită procedură de determinare a compoziției numită: workload characterization

Exemplu:

Operația	F_i	CPI_i	$F_i \times CPI_i$
Aritmetică	40%	1	0.4
Cu memorie	40%	4	1.6
De salt	20%	2	0.4
TOTAL (CPI)	100%		2.4

$$nr\ de\ cicluri(P, S) = \text{numarul de instructiuni}(P) \times CPI(S)$$

$$\begin{aligned} timp\ executie\ program(P) &= \frac{nr\ de\ cicluri(P, S)}{frecventa\ generatorului\ de\ tact(S)} = \\ &= \frac{\text{numarul de instructiuni}(P) \times CPI(S)}{frecventa\ generatorului\ de\ tact(S)} \end{aligned}$$

Alta unitate de masura pentru viteza de execuție

FLOPS (scris și flops sau flop/s) este un acronim ce provine de la expresia engleză **f**loating **p**oint **o**perations **p**er **s**econd (tradus: operații în virgulă mobilă pe secundă).

Name	FLOPS
<u>yotta</u> FLOPS	10^{24}
<u>zetta</u> FLOPS	10^{21}
<u>exa</u> FLOPS	10^{18}
<u>peta</u> FLOPS	10^{15}
<u>tera</u> FLOPS	10^{12}
<u>giga</u> FLOPS	10^9
<u>mega</u> FLOPS	10^6
<u>kilo</u> FLOPS	10^3

■ Estimare

- Majoritatea procesoarelor contemporane sunt caracterizate de 4 FLOPS/ciclu ceas
- In aceste conditii un single-core la 2.5GHz va avea o performanta maxima de 10 GFLOPS

Legea Amdahl

Se refera la cresterea in performanța a unui sistem de calcul atunci cand este imbunatațita numai o porțiune (componenta) din sistem.

$$S = \frac{1}{(1 - f) + f/K}$$

S: este factorul global de crestere a performanței;

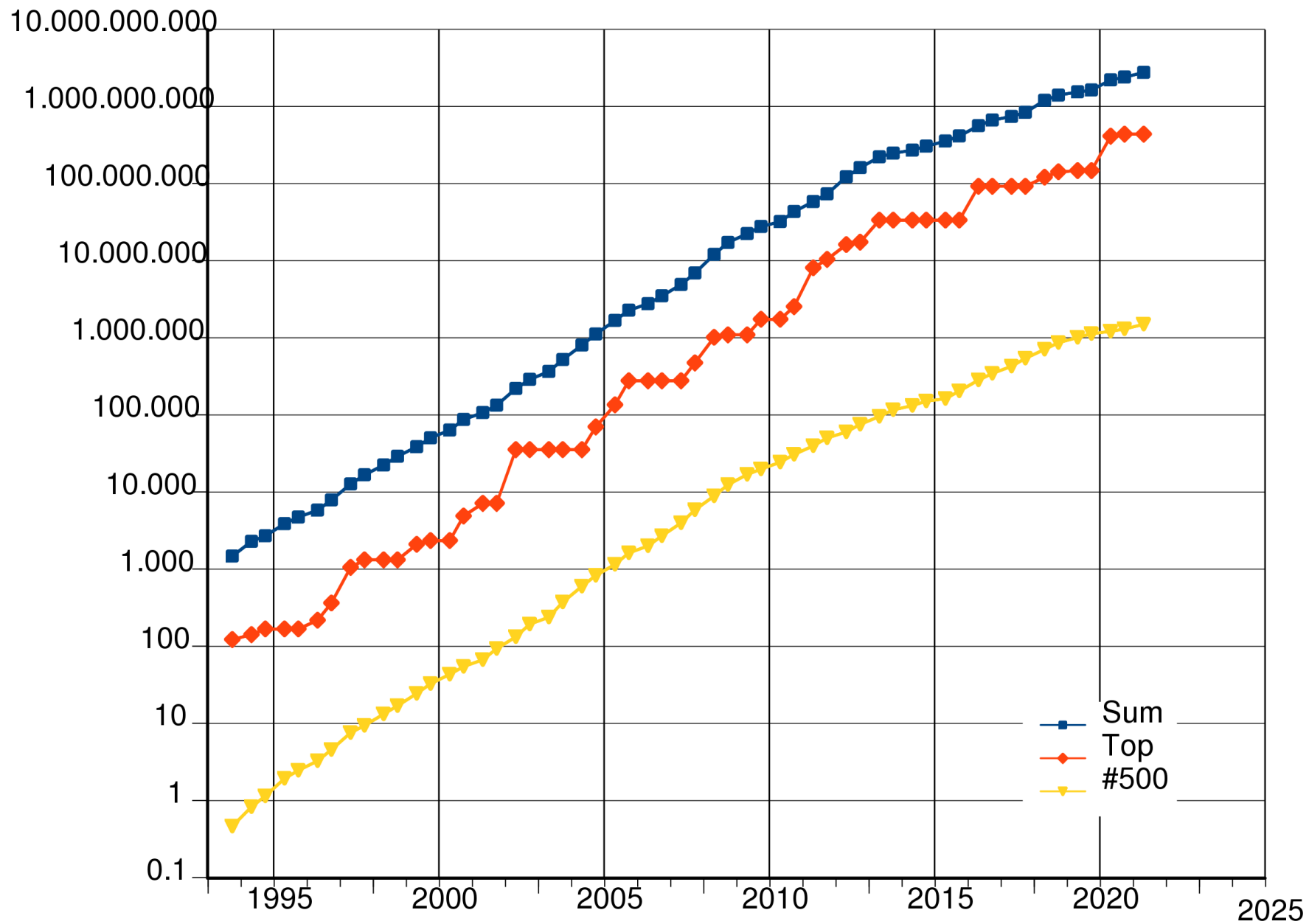
f: fracția din activitate realizata de componenta imbunatațita,

K: cresterea in performanța a componentei

In particular se poate calcula impactul cresterii performantei unei magistrale asupra performantei intregului sistem

Performantele supercomputerelor

1993	Intel Paragon XP/S 140	0.143 teraflops
1997	Intel's ASCI Red	1.338 teraflops
2002	NEC Earth Simulator	35.86 teraflops
2007	IBM Blue Gene/L	478 teraflops
2008	Cray XT Jaguar	1.64 petaflops
2009	Cray Jaguar	1.75 petaflops
2010, oct	Tianhe-1A,(China)	2.56 petaflops
2011, nov.	Fujitsu K computer (Japan)	10.51 petaflops
2012, iun.	IBM's Sequoia	16.32 petaflops
2012, nov.	Titan/Cray Inc	17.59 petaflops
2013, iunie	China's Tianhe-2	33.86 petaflops
2016	Sunway TaihuLight (Wuxi, China)	93.01 petaflops
2018	IBM Summit	122.3 petaflops
2020	Supercomputer Fugaku (Fujitsu)	537 petaflops
2023	El Capitan (Cray)	1.5 exaflops



sursa:
Top500

Gflops

