



OSNOVNI KONCEPTI

Infrastruktura za elektronsko poslovanje

dr Miloš CVETANOVIĆ
dr Zaharije RADIVOJEVIĆ



Nastava: 2+2+1

Predavanja: Zaharije Radivojević (zaki@etf.rs) – kancelarija 37a
Miloš Cvetanović (cmilos@etf.rs) – kancelarija 36

Vežbe: Nemanja Kojić (nemanja.kojic@etf.rs) – kancelarija 37b

Ocena: K1(10%) + K2(10%) + Lab(10%) + Projekat (50%) + Ispit(20%)
Predispitne obaveze 30% {K1, K2, Lab} – samo u toku trajanja nastave
Ispitne obaveze 70% {Projekat, Ispit} – u svakom ispitnom roku

Lista: si3iep@lists.etf.rs

Materijali: <http://rti.etf.bg.ac.rs/rti/si3iep/index.html>



ASP.NET MVC

Softverska infrastruktura

Internet prodavnica

Aplikacioni server, Baze podataka

Virtuelizacija

Hardver

XML, Web servisi, SET protokol

MapReduce, NoSQL

Klasteri, Konsolidacija, Server sale

Hardverska infrastruktura



Osobina	Mobilni	Desktop	Server	Klaster	Namenski
Cena sistema (US\$)	100 - 1000	300 - 2500	5000 - 10 000 000	100 000 - 200 000 000	10 - 100 000
Cena mikroprocesora (US\$)	10 - 100	50 - 500	200 - 2000	50 - 250	0.01 - 100
Prostor dizajna sistema	-Cena -Energija -Multimedija -Odziv	-Cena/Perfomanse -Energija -Performanse grafike	-Propusna moć -Dostupnost -Skalabilnost -Energija	-Cena/Perfomanse -Propusna moć -Energetska proporcionalnost	-Cena -Energija -Namenske performanse

Procena za 2010: 1,8 milijardi mobilnih uređaja
350 miliona desktop PC
20 miliona servera
19 milijardi namenskih procesora (~30% ARM)

Sistem	Gubitak po satu (US\$)
Brokerska firma	6 450 000
Obrada kreditnih kartica	2 600 000
Transport robe	150 000
Kućna nabavka	113 000
Kataloška prodaja	90 000
Avio rezervacije	89 000
Bankovne ATM usluge	14 000

Dostupnost:

99,0% (prekidi do 87,6 časova godišnje)
99,5% (prekidi do 43,8 časova godišnje)
99,9% (prekidi do 8,8 časova godišnje)



Trendovi u tehnologiji memorije:

1. RAM memorija: rast 25-40% godišnje
2. Flash memorija: rast 50-60% godišnje (15-20 puta jeftinije od RAM)
3. Magnetni disk : rast 30-40% godišnje (300-500 puta jeftinije od RAM)

Trend protoka (količina posla u jedinici vremena) u odnosu na odziv (vreme kašenjenja):

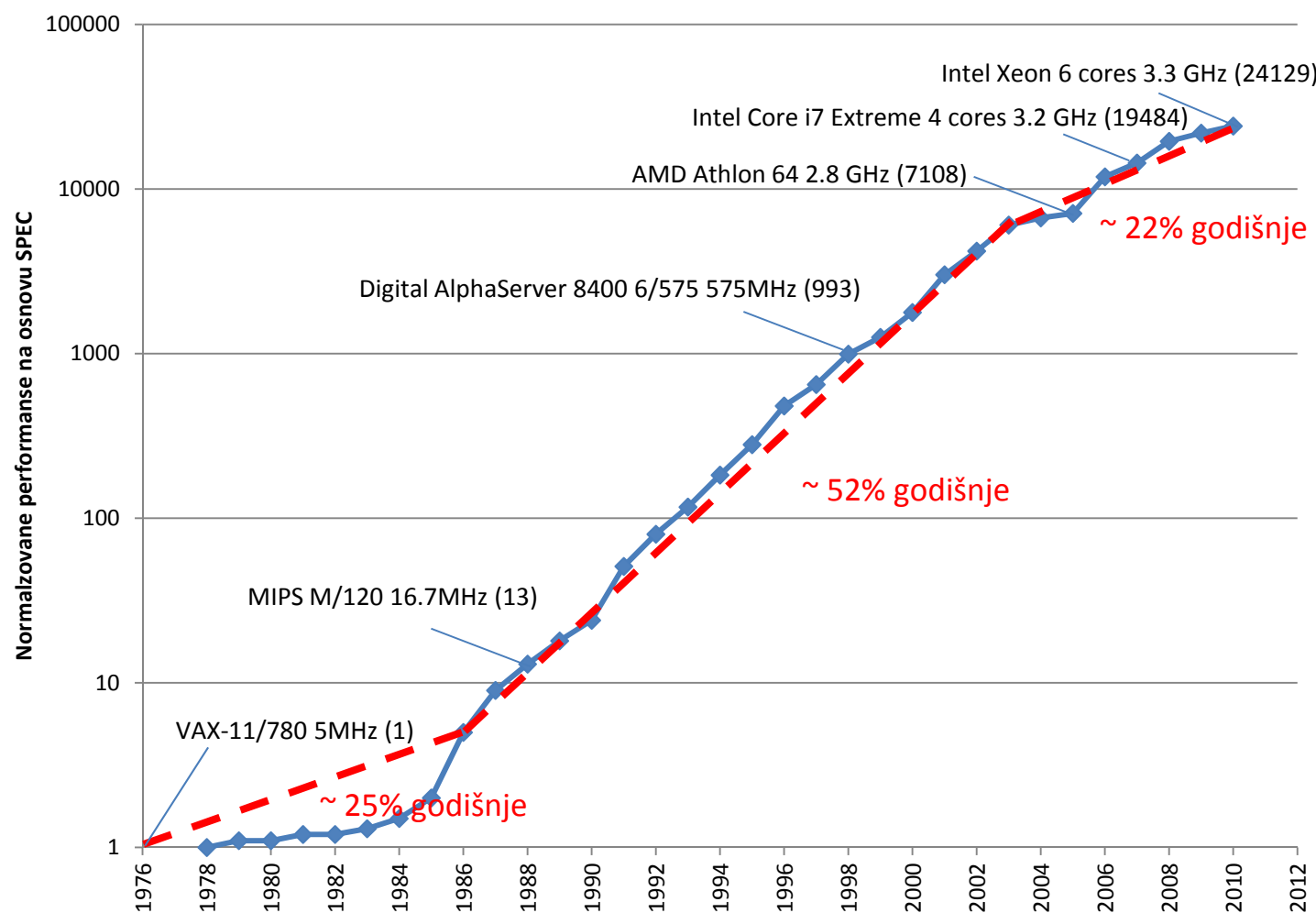
1. Memorija - protok 1200 puta, odziv 6 puta
2. Disk - protok 300 puta, odziv 8 puta
3. Mreža - protok 10000 puta, odziv 30 puta
4. Procesor – protok 25000 puta, odziv 80 puta

Trend u paralelnoj obradi na nivou podataka i na nivou poslova (Data-level, Task-level):

1. na nivou instrukcija (npr. protočna obrada, spekulativno izvršavanje)
2. vektorskom arhitekturom (npr. GPU, jedna instrukcija na kolekciji podataka u paraleli)
3. na nivou niti (npr. procesor – ...4, 8 jezgra, poslovi koji su međusobno zavisni)
4. na nivou zahteva (na nivou poslova koji ne interaguju)

Trend cena :

1. Cena opada sa vremenom (tehnologija se savlada, odnosno otklone nedostaci proizvodnje)
2. Cena opada sa količinom (tehnologija se brže savlada, lanac nabavke sirovina efikasniji)
~ 10% sa dupliranjem količine



Rast radnog takta procesora: najpre ~15%, potom ~40%, trenutno ~1% godišnje



Trendovi u dizajnu po pitanju snage i energije:

1. Maksimalna snaga procesora
2. Snaga termalnog dizajna (TDP) – znatno ispod vršne snage, a iznad prosečne
3. Energetska efikasnost (snaga ili energija) ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$)

Primer 1. Da li je bolje uzeti procesor A, koji ima 20% veću potrošnju snage od procesora B, ukoliko je poznato da procesor A izvrši posao za 70% vremena potrebnog da isti posao izvrši procesor B?

Odgovor: $1,2 \cdot 0,7 = 0,84 \rightarrow$ dakle, bolji izbor je procesor A

Dinamička energija pulsa kapacitivnog punjenja:

$$E_{\text{din}} \sim 1/2 \cdot C \cdot V^2$$

Dinamička snaga pulsa kapacitivnog punjenja:

$$P_{\text{din}} \sim 1/2 \cdot C \cdot V^2 \cdot f$$

Gde su: C – kapacitivnost, V – napon punjenja, f – frekvencija okidanja pulsa

Statička snaga (bitna zbog struja curenja)

$$P_{\text{stat}} \sim I_{\text{stat}} \cdot V$$

Primer 2. Procesori se prave tako da imaju podesivu radni napon. Ukoliko se pretpostavi da 15% smanjenja napona dovodi do 15% smanjenja frekvencije, odrediti kakav to uticaj ima na dinamičku energiju i dinamičku snagu?

Odgovor: $E_{\text{novi}}/E_{\text{stari}} = (V_{\text{stari}} \cdot 0,85)^2 / (V_{\text{stari}})^2 = 0,85^2 = 0,72$

$P_{\text{novi}}/P_{\text{stari}} = 0,72 \cdot (f_{\text{stari}} \cdot 0,85) / f_{\text{stari}} = 0,61 \rightarrow$ potrebna snaga smanjena na 61%.



Primer 3. Dati su sledeći podaci:

Komponenta	Karakteristika	Potrošnja
Procesor A	1,2 GHz	72-79 W
Procesor B	2,0 GHz	48,9 - 66 W
DRAM A	1GB - 184 pin	3,7 W
DRAM B	1GB - 240 pin	2,3 W
HD A	5400 rpm	7,0 W read/seek, 2,9 W idle
HD B	7200 rpm	7,9 W read/seek, 4,0 W idle

a) Uz pretpostavku da je svaka od komponenti maksimalno opterećena, i da napajanje servera ima efikasnost od 80%, koliko vati snage treba da ima to napajanje ukoliko se server sastoji od procesora B, potom 2GB memorije DRAM B, i jednim diskom HD B?

Odgovor:

$$\text{Snaga} \cdot 0,8 = 66\text{W} + 2 \cdot 2,3\text{W} + 7,9\text{W} \rightarrow \text{Snaga} = 98,125\text{W} \sim 99\text{W}$$

b) Koliko snage troši disk HD B ukoliko je poznato da 60% provodi u stanju idle?

Odgovor:

$$\text{Potrošnja diska} = 0,6 \cdot 4\text{W} + 0,4 \cdot 7,9\text{W} = 5,56\text{W}$$



Primer 3. Dati su sledeći podaci:

Komponenta	Karakteristika	Potrošnja
Procesor A	1,2 GHz	72-79 W
Procesor B	2,0 GHz	48,9 - 66 W
DRAM A	1GB - 184 pin	3,7 W
DRAM B	1GB - 240 pin	2,3 W
HD A	5400 rpm	7,0 W read/seek, 2,9 W idle
HD B	7200 rpm	7,9 W read/seek, 4,0 W idle

c) Poznato je da se podaci sa diska HD B čitaju za 75% vremena potrebnog da se isti podaci pročitaju sa diska HD A. Koliko vremena treba da provodi u stanju idle disk HD B da bi u proseku imao istu potrošnju kao i diska HD A?

Odgovor:

$$\text{read}(\text{HD B}) = 0,75 \cdot \text{read}(\text{HD A})$$

$$\text{read}(\text{HD B}) + \text{idle}(\text{HD B}) = 100$$

$$\text{read}(\text{HD A}) + \text{idle}(\text{HD A}) = 100$$

$$\text{read}(\text{HD B}) \cdot 7,9 + \text{idle}(\text{HD B}) \cdot 4,0 = \text{read}(\text{HD A}) \cdot 7,0 + \text{idle}(\text{HD A}) \cdot 2,9$$

$$\rightarrow \text{idle}(\text{HD B}) = 29,8\%$$



Primer 3. Dati su sledeći podaci:

Koponenta	Karakteristika	Potrošnja
Procesor A	1,2 GHz	72-79 W
Procesor B	2,0 GHz	48,9 - 66 W
DRAM A	1GB - 184 pin	3,7 W
DRAM B	1GB - 240 pin	2,3 W
HD A	5400 rpm	7,0 W read/seek, 2,9 W idle
HD B	7200 rpm	7,9 W read/seek, 4,0 W idle

d) Neka server sala može da disipira maksimalno 200W na svakih 0,1 m². Ukoliko je poznato da jedan orman (rack) zauzima 1,1 m², odrediti koliko servera može biti stavljeno u jedan orman, ukoliko se koriste samo jedna rashladna vrata ormara koja mogu da disipiraju 14KW? Konfiguracija svakog servera je procesor B, potom 1GB memorije DRAM B, i jedan disk HD B.

Odgovor:

$$200W \cdot 11 = 2200W$$

$$\text{Jedan server: } 66W + 2,3W + 7,9W = 76,2W$$

$$\text{Broj servera po ormanu: } 2200W/76,2W = 28,9 \rightarrow 28$$

$$\text{Jedna vrata } 14 \text{ KW} / 76,2 \text{ W} = 183,73 \rightarrow 183$$

e) Koji servera iz tačke d) mogu da rashlade jedna rashladna vrata ormara ukoliko se za potrebe redundanse u svaki server doda još po jedan disk HD B?

Odgovor:

$$14 \text{ KW} / (66W + 2,3W + 2 \cdot 7,9W) = 166,47 \rightarrow 166$$



Ostvarenost funkcije sistema:

1. Pouzdanost modula (reliability) – mera kontinualnog rada sistema

MTTF (mean time to failure) – broj otkaza u toku milijardu sati rada (jedinica je FIT)

npr. MTTF od 1 000 000 sati je isto što i MTTF od 1000 FIT (failures in time)

$$1 \text{ FIT} = 10^{-9} \text{h}^{-1}$$

MTTF je obrnuto proporcionalan učestalosti otkaza

MTTR (mean time to repair) – srednje vreme trajanja otkaza tj. vreme popravke

MTBF (mean time between failures) – zbir MTTF+MTTR

Eksponencijalna raspodela vremena života elektronskih komponenti

→ starost ne utiče na verovatnoću otkaza

→ učestalost otkaza skupa komponenti je suma učestalosti otkaza pojedinih modula

2. Dostupnost modula (availability) – mera ostvarenosti funkcije sistema

za ne rududantni sistem: $\text{availability} = \text{MTTF} / (\text{MTTF} + \text{MTTR})$



Primer 4. Posmatra se disk sistem uz pretpostavku da važi eksponencijalna raspodela vremena života komponenti od kojih se sistem sastoji:

10 diska (svaki sa MTTF od 1 000 000 sati), 1 napajanje (MTTF of 200 000 sati),
1 ventilator (MTTF od 200 000 sati), 1 ATA kontroler (MTTF od 500 000 sati),
1 ATA kabl (MTTF od 1 000 000 sati).

a) Odrediti MTTF opisanog disk sistema?

Odgovor:

Učestalost otkaza sistema = $10 \cdot 1/1000000 + 1/200000 + 1/200000 + 1/500000 + 1/1000000$

Učestalost otkaza sistema = $23/1000000 = 23000/1000000000 = 23000 \text{ FIT}$

$MTTF_{\text{sistema}} = 1/23000\text{FIT} = 1000000000/23000 = 43500 \text{ sati } (\sim 5 \text{ godina})$

b) Ukoliko se uvede redundantno napajanje, i ukoliko se pretpostavi da je MTTR napajanje 24 sata, odrediti MTTF tako modifikovanog sistema napajanja.



Odgovor:

Dodavanje novog napajanja duplira učestalost otkaza bar jednog od napajanja. Takođe, potrebno je odrediti približnu verovatnoću otkaza drugog napajanja za vreme trajanja popravke prvog napajanja.

$MTTF_{\text{para}} = (MTTF_{\text{napajanja}}/2) / (MTTR_{\text{napajanja}}/MTTF_{\text{napajanja}}) = (MTTF_{\text{napajanja}})^2 / (2 \cdot MTTR_{\text{napajanja}})$

$MTTF_{\text{para}} = 200000^2 / (2 \cdot 24) \sim 830\,000\,000 \rightarrow \text{odnosno } \sim 4150 \text{ puta pouzdanije}$



Capacity	3TB	2TB	1TB
 	Show me : What's Different What's the Same		
Form Factor	3.5"	3.5"	3.5"
Interface Options	SATA 6Gb/s	SATA 6Gb/s	SATA 6Gb/s
Performance			
Spindle Speed (RPM)	7200	7200	7200
Cache (MB)	64	64	64
Transfer Rate, Max Ext (MB/s)	600	600	600
Sustained Data Rate OD	180MB/s	180MB/s	180MB/s
Average Latency (ms)	4.16	4.16	4.16
Reliability/Data Integrity			
Nonrecoverable Read Errors per Bits Read	1 in 10 ¹⁴	1 in 10 ¹⁴	1 in 10 ¹⁴
Annualized Failure Rate (AFR)	1.065%	1.065%	1.065%
Power Management			
Idle, Typical Operating (W)	0.34	0.34	0.34

AFR = 1,065%

Jedan kvar u koliko godina? $\rightarrow (1/\text{AFR}) \cdot 100 = 93,9$ godina

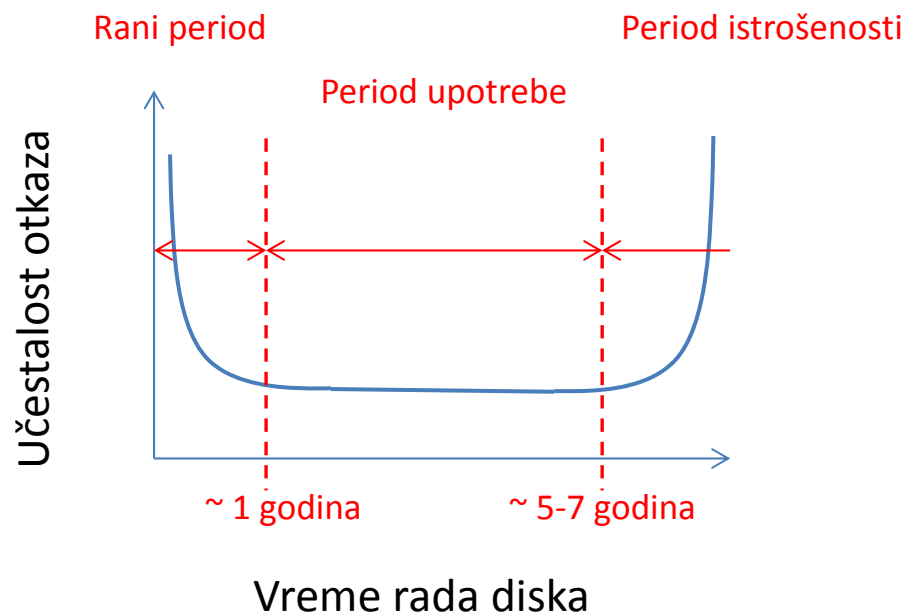
AFR \rightarrow recipročna vrednost MTTF

MTTF = 93,9 godina \cdot 8760 sati = 822564 sati

MTTF = (Period_testiranja \cdot Broj_testiranih) / Broj_otkazalih

Npr. 1000 sati testiranja, 1000 diskova, otkazao 1 \rightarrow MTTF = 1 000 000 sati
(testiranje 1000 sati \rightarrow 41,7 dana testiranja)

\rightarrow da imamo 1000 diskova onda bi u toku jedne godine otkazalo 8,76, tj. ~ 9



Rezultati istraživanja:

- projektovano vreme rada 5-7 godina
- godišnje 3% – 7% , odnosno MTTF 125 000 – 300 000 sati
- realni MTTF je 2 do 10 lošiji od onoga što proizvođač navodi



Performanse sistema:

1. Propusna moć – ukupna količina obavljenog posla u jedinici vremena

2. Vreme izvršavanja – vreme odziva (IO vreme+CPU vreme+...)

$$n = \text{Vreme}_Y / \text{Vreme}_X = (1/\text{Performanse}_Y) / (1/\text{Performanse}_X)$$

$$n = \text{Performanse}_X / \text{Performanse}_Y$$

Testiranje performansi sistema (Benchmark test):

1. SPEC (www.spec.org) - 5 generacija testova SPEC2006 (89, 92, 95, 2000)

desktop (CPU + GPU) [SPEC CPU2006 = 16 • CINT2006 + 17 • CFP2006]

server (SPECPower_ssj, SPECWeb-web server, SPECsfs-mrežni fajl sistem)

SPECRatio – geometrijska sredina rezultata na pojedinim testovima

$$n = \text{SPECRatio}_A / \text{SPECRatio}_B = (\text{Vreme}_{\text{ref}} / \text{Vreme}_A) / (\text{Vreme}_{\text{ref}} / \text{Vreme}_B)$$

$$n = \text{Vreme}_B / \text{Vreme}_A = \text{Performanse}_A / \text{Performanse}_B$$

2. TPC (www.tpc.org) obrada transakcija (pristup bazi podataka, promena podataka)

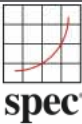
TPC-C (kompleksni upiti), TPC-H (za OLAP obradu), TPC-E (za OLTP obradu)

broj transakcija po sekundi, ali samo kada se vreme dato odziva zadovolji



Primer 5. Posmatraju se tri multiprocesorska sistema sa sledećim karakteristikama. Izvršiti procenu ova tri sistema sa aspekta odnosa cene, performasni i potrošnje?

Komponenta	Sistema 1		Sistem 2		Sistem 3	
		Cena		Cena		Cena
Osnova		653		1437		1437
Napajanje	570 W		1100 W		1100 W	
Procesor	Xeon X5670	3738	Opteron 6174	2679	Opteron 6174	5358
Radni takt	2,93 GHz		2,20 GHz		2,20 GHz	
Broj procesora	2		2		4	
Broj jezgara po procesoru	6		12		12	
Ukupan broj jezgara	12		24		48	
RAM	12 GB	484	16 GB	693	32 GB	1386
Ethernet	2x1 Gb/s	199	2x1 Gb/s	199	2x1 Gb/s	199
Disk	50 GB SSD	1279	50 GB SSD	1279	50 GB SSD	1279
OS		2999		2999		2999
Ukupna cena		9352		9286		12658



Standard Performance Evaluation Corporation

[Home](#)
[Benchmarks](#)
[Tools](#)
[Results](#)
[Contact](#)
[Site Map](#)
[Search](#)
[Help](#)

Benchmarks

- CPU**
- Graphics/Workstations
- MPI/OMP
- Java Client/Server
- Mail Servers
- Network File System
- Power**
- SIP
- SOA
- Virtualization
- Web Servers

Results Search

Submitting Results

- CPU/Java/Power/SFS
- SIP/Virtualization
- MPI/OMP
- SPECap/SPECviewperf


Tools

- SERT

SPEC's Benchmarks and Published Results

CPU

- SPEC CPU2006**
[\[benchmark info\]](#) [\[published results\]](#) [\[support\]](#) [\[order benchmark\]](#)
 Designed to provide performance measurements that can be used to compare compute-intensive workloads on different computer systems, SPEC CPU2006 contains two benchmark suites: CINT2006 for measuring and comparing compute-intensive integer performance, and CFP2006 for measuring and comparing compute-intensive floating point performance.
- SPEC CPUv6**
[\[info\]](#)
 The CPU Search Program seeks to encourage those outside of SPEC to assist us in locating applications that could be used in the next CPU-intensive benchmark suite, currently designated as SPEC CPUv6.
- SPEC CPU2000**
[\[Retired\]](#)



All Published SPECpower_ssj2008 Results

These results have been submitted to SPEC; see the [disclaimer](#) before studying any results.
 Last update: Wednesday, 20 February 2013, 12:05

Published Results (427):

Hardware Vendor	Test Sponsor	System Enclosure (if applicable)	Nodes	JVM Vendor	Processor					Total Memory (GB)	Scheme			Result (Overall sj_ept/watt)
					CPU Description	MHz	Ckps	Cores	Total Threads		sj_ept @ 100%	avg. watt @ 100%	avg. watt @ active idls	
ASUSTeK Computer Inc.	ASUSTeK Company Inc.	ASUS RS160-E5 (Intel Xeon L5430 Processor, 2.66 GHz) Nov 20, 2008 HTML Test	1	Oracle Corporation	Intel Xeon L5430	2666	2	8	8	8	278,927	173	89.4	1,020
ASUSTeK Computer Inc.	ASUSTeK Company Inc.	ASUS RS160-E5 (Intel Xeon L5420 Processor, 2.50 GHz) Nov 20, 2008 HTML Test	1	Oracle Corporation	Intel Xeon L5420	2500	2	8	8	8	270,621	170	86	1,009
ASUSTeK Computer Inc.	ASUSTeK Company Inc.	ASUS RS100-E5 (Intel Xeon X3360 Processor, 2.83 GHz) Jan 2, 2009 HTML Test	1	Oracle Corporation	Intel Xeon X3360 Processor	2833	1	4	4	4	165,064	118	56.7	905
Acer Incorporated	Acer Incorporated	Acer AR360 F2 Jan 9, 2013 HTML Test	1	IBM Corporation	Intel Xeon E5-2660 2.2 GHz (Intel Turbo Boost Technology up to 3.00 GHz)	2200	2	16	32	24	1,435,697	315	69.4	3,900
Acer Incorporated		Altos R520 Oct 9, 2008 HTML Test	1	Oracle Corporation	Intel Xeon E5450	3000	2	8	8	16	307,704	269	155	731
Acer Incorporated		Altos R720 Dec 4, 2008 HTML Test	1	Oracle Corporation	Intel Xeon L5430	2667	2	8	8	8	273,032	206	135	810
Acer Incorporated		Altos R520 Dec 12, 2008 HTML Test	1	Oracle Corporation	Intel Xeon L5430	2667	2	8	8	8	274,923	195	125	863



Odgovor:

www.spec.org → SPECpower_ssj

(ssj_ops@100%) → Sistem 1 (910 978 ssj), Sistem 2 (926 676), Sistem 3 (1 840 450)

Odnosno po jedinici cene:

Sistem 1 (97,4), Sistem 2 (99,8), Sistem 3 (145,4) → Sistem 3 najisplativiji?

← www.spec.org/power_ssj2008/results/res2012q4/power_ssj2008-20121030-00569.txt

Dell Inc. PowerEdge R720 (Intel Xeon E5-2660, 2.20 GHz)
SPECpower_ssj2008 = 5,497 overall ssj_ops/watt

Test Sponsor: Dell Inc.
SPEC License #: 55
Tested By: Dell Inc.
Test Location: Round Rock, TX, USA
Test Date: Oct 24, 2012
Publication: Nov 14, 2012
Hardware Availability: Dec-2012
Software Availability: Jun-2012
Test Method: Single Node
System Source: Single Supplier
System Designation: Server
Power Provisioning: Line-powered

Benchmark Results Summary

Performance			Power	Performance to Power Ratio
Target Load	Actual Load	ssj_ops	Average Active Power (W)	
100%	99.2%	1,447,466	230	6,305
90%	89.5%	1,306,322	199	6,557
80%	80.0%	1,167,089	177	6,606
70%	70.0%	1,021,464	160	6,375
60%	59.9%	874,048	140	6,263
50%	50.0%	729,614	122	5,968
40%	40.1%	584,498	112	5,215
30%	29.9%	436,744	98.4	4,438
20%	20.0%	291,791	87.4	3,340
10%	10.0%	146,131	77.1	1,896
	Active Idle	0	53.8	0
sum of ssj_ops / sum of power =				5,497

Odgovor nastavak:

Ako se posmatra i potrošnja?

Ukupno (ssj_ops/watt) =

= Suma (ssj_ops) / Suma (snaga)

Sistem 1 (3034 ssj/watt),

Sistem 2 (2357 ssj/watt),

Sistem 3 (2696 ssj/watt)

Odnosno po jedinici cene (na svakih 1000):

Sistem 1 (324,4),

Sistem 2 (253,8),

Sistem 3 (212,9)

→ Sistem 1 najbolji izbor po kriterijumu
cena/performance/potrošnja



Povećanje performansi sistema – ubrzanje (Amdalov zakon):

Novo – sistem sa upotrebom ubrzanja

Staro – sistem bez upotrebe ubrzanja

Ubrzanje = $\text{Performanse}_{\text{novi}} / \text{Performanse}_{\text{staro}}$

Ubrzanje = $\text{Vreme}_{\text{staro}} / \text{Vreme}_{\text{novi}}$

UbrzaniDeo – udeo ubrzanog dela u celini

UbrzanjeDela – ubrzanje dela

$\text{Vreme}_{\text{novi}} = \text{Vreme}_{\text{staro}} \cdot ((1 - \text{UbrzaniDeo}) + (\text{UbrzaniDeo} / \text{UbrzanjeDela}))$

Odnosno:

$\text{Ubrzanje} = \text{Vreme}_{\text{staro}} / \text{Vreme}_{\text{novi}}$

$\text{Ubrzanje} = 1 / ((1 - \text{UbrzaniDeo}) + (\text{UbrzaniDeo} / \text{UbrzanjeDela}))$

Ubrzanjem dela, maksimalno ubrzanje celine je recipročno ne ubrzanom delu.

Primer 6. Posmatra se web server kod koga se 40% vremena utroši na obradu zahteva, a 60% vremena na IO operacije. Ukoliko se postojeći procesor zameni novim koji 10 puta brže obavlja obradu zahteva, koliko će biti ubrzanje web servera?

Odgovor: $\text{UbrzaniDeo} = 0,4; \text{UbrzanjeDela} = 10;$

$\text{Ubrzanje} = 1 / ((1 - 0,4) + (0,4 / 10)) = 1 / (0,6 + 0,04) = 1 / 0,64 \rightarrow \text{Ubrzanje} \sim 1,56$



Primer 7. Kompanija razmatra izbor između procesora A i procesora B. Neka su dati delimični rezultati SPEC testova:

	Procesor A		Procesor B	
	Vreme	SPECRatio	Vreme	SPECRatio
wupwise	51,5	31,06	56,1	28,53
swim	125,0	24,73	70,7	43,85
mgrid	98,0	18,37	65,8	27,36
ammp	136,0	16,14	132,0	16,63
apsi	150,0	17,36	231,0	11,27
equake	72,6	17,92	36,3	35,78
Geometrijska sredina		20,34		24,74

Analiza aplikacija u kompaniji je pokazala da se 60% vremena izvršavaju aplikacije slične wupwise, 20% vremena aplikacije slične ammp i 20% vremena aplikacije slične apsi.

a) Koji procesor treba odabrati ukoliko se odabir radi isključivo na osnovu SPEC rezultata, a koji ukoliko se posmatra analiza aplikacija koje se izvršavaju u kompaniji?
Odgovor:

Samo na osnovu SPEC rezultata: → Procesor B, jer ima bolje performanse

Nakon analize: Procesor A = $0,6 \cdot 0,92 + 0,2 \cdot 1,03 + 0,2 \cdot 0,65 = 0,888$

Procesor A = 0,888 · Procesor B → Procesor A ima bolje performanse za dato opterećenje

Postiže se ubrzanje od $1/0,888 = 1,126$