

SEMINARSKI RAD

Solid state diskovi (SSD)

ARHITEKTURA RAČUNALA

Student:

Davor Vajda

Mentor:

Doc.dr.sc. ALFONZO BAUMGARTNER

Sadržaj:

1. Povijest pohrane	1
2. Moderni SSD	2
3. Arhitektura	4
3.1. NAND Flash	4
3.2. Upravljački sklop	7
3.3. ECC	8
3.4. Procesor i međuspremnik	8
3.5. Hardversko sučelje	8
4. Performanse	9
4.1. Izdržljivost	9
4.2. IOPS-i (brzina)	9
4.3. Usporedba HDD i SSD	11
5. Segmenti tržišta	16
5.1. Osobna računala	16
5.2. Vojska	17
5.3. Industrija	18
6. Zaključak	19
7. Literatura	21

1. Povijest pohrane

Početkom 20. stoljeća IBM razvija električne pisače strojeve. Razvijajući te strojeve shvatili su da trebaju biti fleksibilniji i da trebaju napraviti programibilne strojeve. Sa tim rješenjima dolazi i potreba za memorijom, kako stalnom, tako i privremenom. U početku im je bilo najlakše iskoristiti ono čime su se već koristili, papir. Tako nastaju bušene kartice od papira. Za privremenu memoriju cijevi. Zbog sporog načina rukovanja ovakvim tipom pohrane, trebala se razviti nova vrsta pohrane. To uspijeva korištenjem magnetizma, što ubrzava sve radnje, brzinu i fleksibilnost. Tu dolazi i do daljnjeg razvijanja pohrane. Sredinom 1950-ih dolazi do pojave magnetskog bubnja, a 1956. Godine pojavljuje se prvi tvrdi disk. Proizveo ga je IBM, mogao je spremiti 4.4MB podataka.



Prvi tvrdi disk

U to vrijeme SSD-ovi se razvijaju kao brza pomoćna memorija. U 1970 – ima i 1980 – ima SSD – ovi su implementirani u poluvodičku memoriju za prva IBM–ova superračunala (Amdhal i Cray). Međutim zbog pretjerano visoke cijene SSD–ova izrađenih po narudžbi naišli su na rijetku primjenu. U kasnim 1970 – ima silikon nitrid EAROM – ovi su pušteni na tržište. Imali su električki upravljano brisanje bloka kao i flash memorija kasnije. Na žalost upotreba je pokazala da čuvanje podataka do 10 godina nije ostvarivo. Zbog toga se 1980 – ih napušta i prebacuje na CMOS RAM s napajanjem. Tvrtka

Dataram je 1976. godine napravila SSD nazvan BULK CORE koji se spajao na mini računala tvrtke Modular Computer System i imitirao tvrde diskove od DEC – a ili Data Generala. Svako kućište je sadržavalo 8 * 256k * 18RAM modula i imalo kapacitet 2 MB.

2. Moderni SSD

Prvi moderni SSD – ovi razvijaju se 1978. godine. Prvi takav je razvila tvrtka StorageTek. Texas Memory Systems predstavio je 16kb RAM bazirane SSD – ove dizajnirane da ubrzaju prikupljanje seizmičkih podataka naftne industrije. Treba napomenuti da se razvijanje modernih SSD –ova potaklo baš zbog njihove izdržljivosti i brzine koje su potrebne za vojnu i naftnu industriju. Intel 1980. uvodi novu tehnologiju, ne ishlapljujuću bubble memoriju, koja koristi tanki sloj magnetskog materijala koji drže mala magnetska područja (svako sprema 1 bit), a 1983. Predstavljen Sharp PC-5000 koji koristi tu tehnologiju. Santa Clara Systems predstavlja Bat Ram tijekom 1980-ih, niz od 1MB DIP RAM čipova i upravljača koji je emitirao tvrdi disk.



Jedan od prvih modernih SSD diskova

RAM diskovi su bili popularni *boot* medij 1980 – ih, kada su tvrdi diskovi bili skupi, a floppy diskovi bili spori. Par sistema, kao Amiga, Apple II gs i Macintosh Portable su podržavali takvo *bootanje*. Pod cijenu nešto glavne memorije sistem se mogao dići u nekoliko sekundi. Neki sustavi su sadržavali bateriju tako da sadržaj ostane sačuvan kad se sustav ugasi. 1993.godine se osniva tvrtka Solid Data System's koja je povećala performanse SSD – ova prevodeći SCSI adrese direktno u DRAM eliminirajući čekanja. 1995. tvrtka M-System's predstavlja SSD – ove bazirane na flash memoriji. Od tada počinje naglo razvojj SSD– ova. SSD – ovi postaju zamjena za spore tvrde diskove u vojnoj, zrakoplovnoj i ostaloj industriji. Osim brzine, jedna od glavnih značajki je ta što SSD postiže izuzetan MTBF. Krajem 20. stoljeća i početkom 21. stoljeća., proizvode se do tada SSD – ovi s najvećim

kapacitetom (bazirani na flash memoriji). Prvog proizvodi BiTMICRO kapaciteta 18 GB, ali on se ne pušta u prodaju. Zatim Adtron proizvodi 14 GB SSD (S35PC) koji se pušta u prodaju i cijena mu je bila 42 000 \$ (3000 \$/GB).



SSD početkom 21.stoljeća

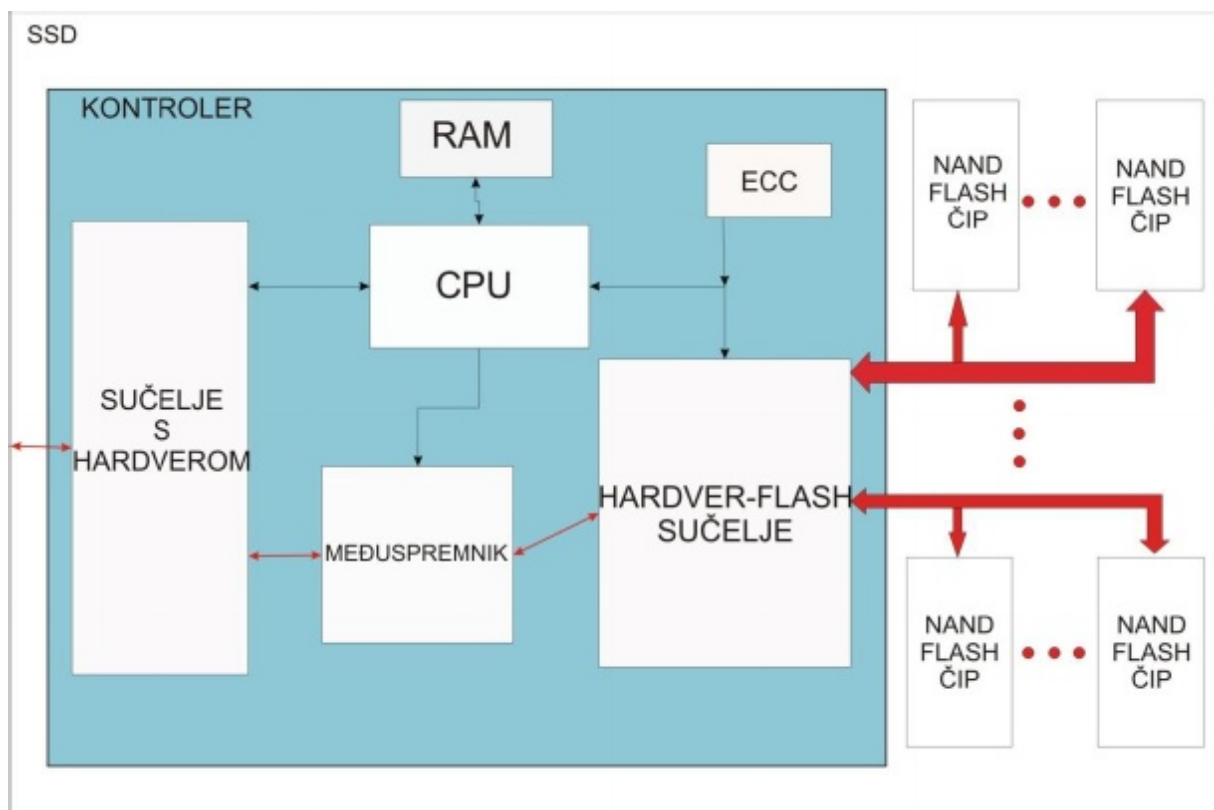
U 2002. – ož se pojavljuje prvi NAS flash SSD. U 2005. cvjeta SSD tehnologija, uvode se SATA i USB sučelja, te se počinju proizvoditi SSD– ovi i do 192 GB kapaciteta. U 2009. SSD prestiže HDD po pitanju kapaciteta. Tvrtka OCZ demonstrira 1TB SSD koristeći PCI Expressx8 sučelje, dostiže brzinu pisanja 654 MB/s i čitanja 712 MB/s. Iste godine tvrtka Micron Technology najavljuje prvi SSD koristeći 600 MB/s SATA sučelje.



OCZ 1TB SSD i izgled modernih SSD diskova

3. Arhitektura

Kao što se spomenulo ranije, pojavom nove memorije, NAND Flash memorije, SSD diskovi doživljavaju procvat u svijetu pohrane podataka i počinju se proizvoditi diskovi ne samo za servere ili vojsku, nego i za krajnje korisnike. Za razliku od RAM SSD-ova gdje su podaci očuvani pomoću baterije koja je dolazila sa njima, kod flash SSD-ova podaci su očuvani neishlapljujućim svojstvom flash memorije. Sada će se zavirit u arhitekturu flash baziranih SSD-ova.



Slika arhitekture SSD diska

Krećući se po gornjoj slici objasniti će se osnovni dijelovi SSD-a te njihove zadaće. SSD se sastoji od glavnog sučelja, RAM-a, procesora, hardver-flash sučelja, međuspremnik, ECC-a te naravno NAND flash čipa.

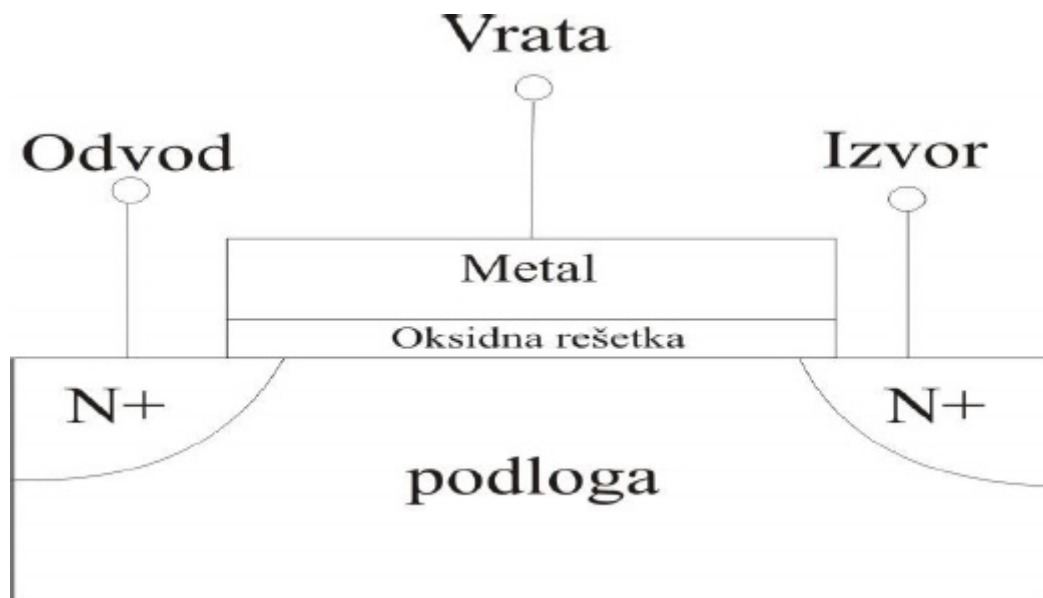
3.1. NAND Flash

Ime NAND dolazi od „Not And“, a zapravo je naziv za negirana I vrata. Da bi se razumjelo što i kako točno radi NAND flash memorija prvo treba objasniti ove pojmove:

- što je MOSFET tranzistor ?

- što je napon praga?

MOSFET tranzistor je poluvodič koji se koristi kao električna sklopka koja služi kao vrata. U shemi možemo vidjeti metal i oksidnu rešetku, važne elemente u shvaćanju MOSFET tranzistora.



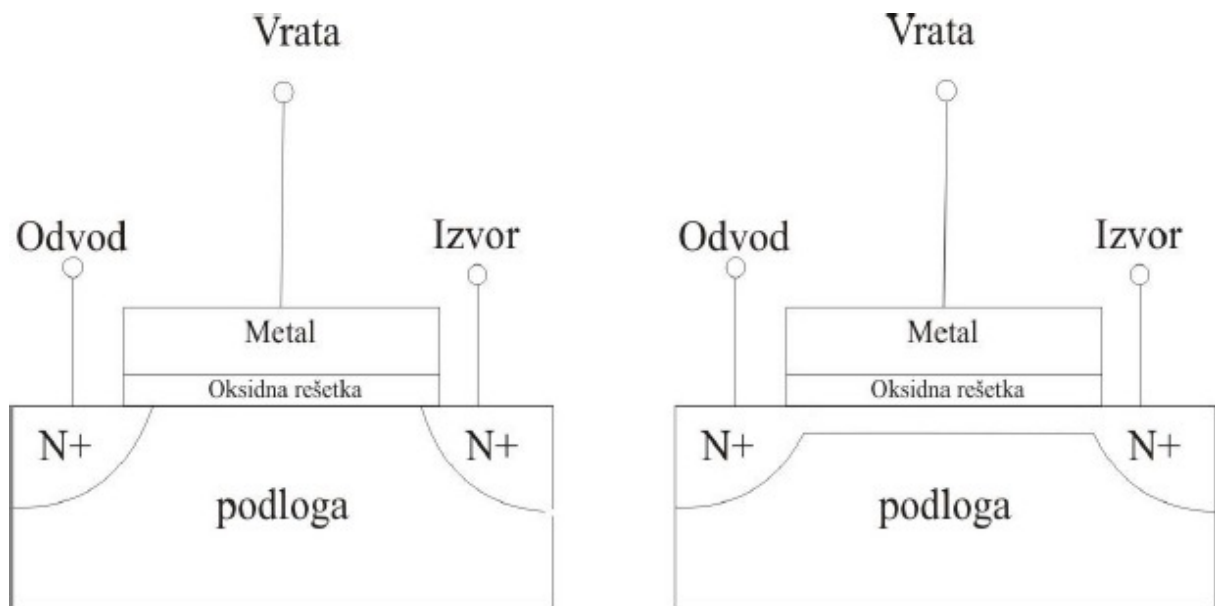
MOSFET tranzistor

Drugi važan element je kanal. Kanal je područje ispod rešetke, on omogućava protok struje od izvora do odvoda. Tranzistor je zapravo vrata koja mogu biti otvorena ili zatvorena i kad su otvorena struja teče kroz kanal. Drugi važan pojam kod tranzistora je okidni (engl. threshold) napon (V_t). Okidni napon je definiran kao napon rešetke koji omogućava tok elektrona.

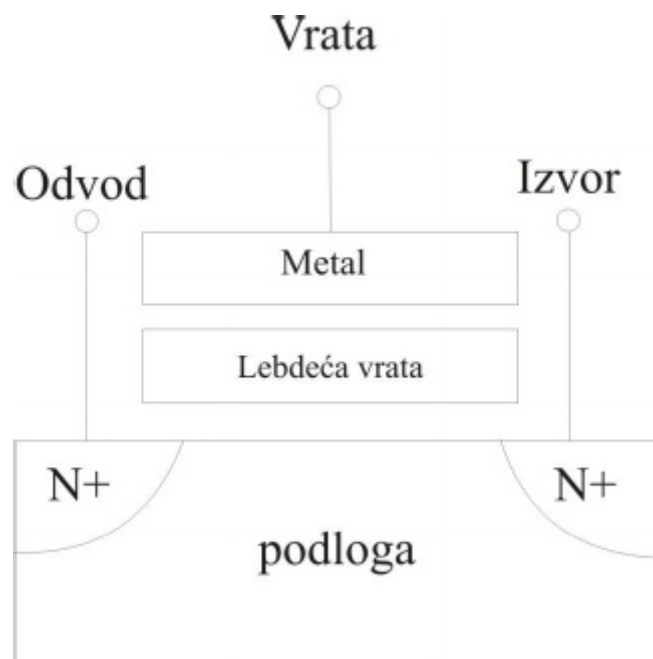


Okidni napon

Znači kada je napon u tranzistoru ispod *okidnog* napona, tranzistor je zatvoren, a kad je iznad *okidnog* napona tranzistor je otvoren.



Zatvoreni tranzistor (lijevo), otvoreni tranzistor (desno)



Tranzistor sa lebdećim vratima

Tuneliranje je fenomen gdje se elektroni kreću preko izoliranog područja, to je osnova i sanja i brisanja kod NAND flash memorije. Sada kada su se objasnile najbitnije stvari, mogu se malo detaljnije opisati osnove NAND flash memorije. Spomenulo se isključivanje i

uključivanje MOSFET tranzistora, sličan princip je i kod tranzistora sa lebdećim vratima. Visina napona potrebnog da se tranzistor uključi i dopusti protok elektrona se koristi za spremanje podataka. Ako je napon okidanja ispod napona vrata, ćelija je uključena, a ako je iznad njega, ćelija je isključena. Različit napon okidanja se postiže korištenjem lebdećih vrata. Električni naboj lebdećih vrata je promjenjiv ubrizgavanjem elektrona i ovisi o manjku ili višku elektrona u lebdećim vratima, on će povećati ili smanjiti naboj upravljačkih vrata. SLC čipovi koriste jedan napon okidanja, dok MLC čipovi koriste više različitih napona.

3.2. Upravljački sklop

Zadaća upravljačkog sklopa je dvostruka:

1. da pruži najprikladnije sučelje i protokol prema domaćinu i flash memoriji
2. da efikasno postupa podacima, maksimizira brzinu prijenosa, integritet podataka i zadržava podatke

Da se izvedu takvi zadaci, dizajniran je uređaj za tu namjenu, ugrađujući standardni procesor (uobičajeno 8/16 bitni) zajedno sa potrebnim hardverom da rukuje sa vremenski kritičnim zadacima. Kao što je vidljivo iz slike, memorijski upravljač se može podijeliti u više dijelova, koji su implementirani ili u hardveru ili kao programi izvedeni u sklopovskoj opremi (engl. firmware). Zbog jednostavnijeg objašnjavanja neke dijelove upravljačkog sklopa se odvojilo od glavnih zadata upravljačkog sklopa koje će se ovdje pojasniti. Dio koji će se pojasniti kod upravljačkog sklopa je takozvani Flash File System(FFS), to je datotečni sustav koji omogućava primjenu SSD-ova kao magnetskih diskova. FFS je implementiran programu izvedenom u sklopovskoj opremi (eng. Firmware) i rukuje svim pristupima podataka na/sa glavnog računala sa minimalnom granularnošću od 512 bytea. Ovaj blok je najvažniji tijekom prijenosa podataka Glavne funkcije su Wear Leveling, Garbage Collection i Bad Block Managment. Za sve ove funkcionalnosti koriste se tablice za mapiranje sektora i stranica iz logičkih u fizičke. Sa korisnikova stajališta podaci su pisani i prebrisani unutar zadanog logičkog sektora: zbog ograničenosti flasha, prebrisati na istoj stranici nije moguće, zbog toga se nova stranica mora alocirati u fizičkom bloku i prethodna je označena kao nevažeća. Vidljivo je da će nakon nekog vremena, trenutni fizički blok postati pun i za to se drugi (međuspremnik) pridjeljuje istom logičkom bloku. Potrebne tranzicijske tablice su uvijek spremljene u samom uređaju i tako smanjuju kapacitet uređaja.

3.3. ECC

Ovaj zadatak obavlja posebni dio hardvera unutar upravljačkog sklopa. Smetnje čitanja i prebrisavanje postaju važni faktori u rukovanju sa podacima kod SSD-a. Problem kod čitanja je što će svako čitanje prouzrokovati laganu promjenu u nivou napona programiranja u svim ćelijama istoga bloka. U tom slučaju će ECC algoritmi uz praćenje učestalosti pogreške bita (engl.BER) ukazivati na potencijalno pogoršanje integriteta podataka u danom bloku i signalizirati upravljaču da oporavi postojeće podatke prije nego što se dostigne točka „smrti“ ćelije. Moderni upravljači to rješavaju koristeći BER u svim pristupima podacima kao indikator pogoršanja integriteta podataka. Ako se BER poveća iznad predefinirane vrijednosti, upravljač će znati da se određeni dio podataka pogoršava čitanjem i poduzet će potrebne protumjere kopirajući podatke na drugu lokaciju nakon provjere integriteta i popravke vidljivih grešaka korištenjem ECC algoritama. Kod pogreške prebrisavanja dolazi do zarobljenih bita, to se može očitati kao loša ćelija, a može biti jednostavna MOS pogreška (dubinska istrošenost) koja se riješi sljedećim pisanjem podataka. Da upravljač ovo ne bi prepoznao kao Bad Block i stavio u tablicu loših blokova služi ECC, koji prepoznaje i ignorira ovakvu grešku.

3.4. Procesor i međuspremnik

SSD dolazi sa najmanje 32 bitnim procesorom koji izvršava važne procese ugrađenih programa sa namjenom da upravlja svim aktivnostima SSD-a. Međuspremnik dohvaća podatke koji dolaze sa računala tijekom operacije čitanja ili pisanja. Procesor koristi hardver-flash sučelje koje se ponaša kao DMA da ubrza prijenos između flash memorije i među spremnika.

3.5. Hardversko sučelje

SSD nasljeđuje sučelja od tvrdog diska tako da je lako zamijeniti tvrdi disk sa SSD-om. Da se ne ulazi u detalje pobrojati će se najčešća sučelja. Parallel ATA (PATA) – dostiže brzinu od 133 MBps i zahtjeva puno pinova. SATA (serial ATA) – dizajniran da zamijeni ATA standard, koristi brzi serijski kabel koji dostiže brzinu do 1.5 Gbps (oko 150 MBps). Koriste se još PCI Express (Peripheral Component Interconnect Express) te SCSI (Small Computer System Interface).

4. Performanse

4.1. Izdržljivost

Izdržljivost SSD-a se može opisati na hardverskoj i softverskoj razini. Najvažnija razina je softverska razina. „*Izdržljivost SSD-a se definira kao maksimalna količina podataka koja se može zapisati na uređaj prije njegova kvara.*“ Na ovoj razini upravljač ima najveću zadaću i sve ovisi koliko su mu dobri algoritmi Wear Levelinga, Bad Block Management te ECC.

NAND Reliability – ukupan broj ciklusa programiranja/brisanja koji se može izvesti na svakom bloku bez da se prijeđe granica tolerancije od pogreške.

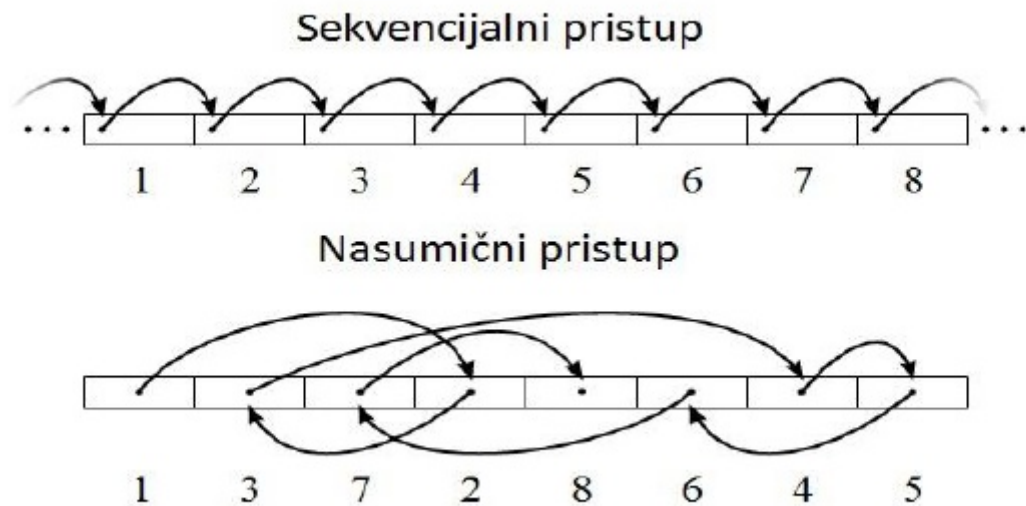
Kapacitet uređaja – kapacitet potreban za prebacivanje rasporeda podataka na disku

Efikasnost Wear Levelinga – parametar koji pokazuje koliko je efikasan Wear Leveling algoritam u raspoređivanju operacija programiranja/brisanja po cijelom NAND flashu

Write Amplification Factor – omjer između podataka koje je programirao Upravljač i podataka koji je korisnik zapisao

4.2. IOPS-i (brzina)

IOPS (Input/Output Operations Per Second) je broj ulazno/izlaznih operacija u sekundi (čitanja / pisanja). Uobičajeno mjerilo performansi uređaja za pohranu podataka kao tvrdi disk i SSD. Računanje IOPS-a se obavlja mjerenjem sekvencijalnih i nasumičnih operacija. Sekvencijalne operacije pristupaju susjednim lokacijama na uređaju i povezane su sa prenošenjem većih podataka, na primjer, 128 KB. Nasumične operacije pristupaju lokacijama na uređaju slučajnim odabirom i povezane su sa prenošenjem manjih podataka, na primjer, 4 KB.



Sekvencijalni i nasumični pristup lokacijama

Najvažnije mjere kod IOPS-a su:

Ukupni broj IOPS-a – ukupni broj U/I operacija u sekundi

Broj IOPS-a kod nasumičnog čitanja – prosječna vrijednost operacija nasumičnog čitanja U/I operacija u sekundi

Broj IOPS-a kod nasumičnog pisanja – prosječna vrijednost operacija nasumičnog pisanja U/I operacija u sekundi

Broj IOPS-a kod sekvencijalnog čitanja – prosječna vrijednost operacija sekvencijalnog čitanja U/I operacija u sekundi

Broj IOPS-a kod sekvencijalnog pisanja – prosječna vrijednost operacija sekvencijalnog pisanja U/I operacija u sekundi

Kod SSD-a nasumični broj IOPS-a ovisi o upravljaču koji taj SSD koristi, a kod HDD-a taj broj ovisi o vremenu pozicioniranja. Dok sekvencijalni broj IOPS-a ovisi o maksimalnom bandwidth-u koji uređaj može podnijeti.

Možda je većina korisnika naviknulo na mjere MB/s koje se viđaju i ne samo kod tvrdih diskova nego i u mrežama, itd. I često pitanje na koje se može naići je: „Je li bolje koristiti mjeru IOPS ili MB/s“. Odgovor na to pitanje je jednostavan, IOPS. Zato što MB/s se inače odnosi na sekvencijalni pristup i na prenošenje većih količina podataka, a IOPS-i se odnose na nasumični pristup i prenošenje manje količine podataka, što je u računalima češće

nego prenošenje većih količina podataka. Stoga je preporuka kupcu, ako se odlučuje oko kupnje i bitna mu je brzina, uzeti SSD sa što većim brojem IOPS-a.

4.3. Usporedba HDD i SSD

„Bitne karakteristike tvrdih diskova su tzv. *seek time*, *rotational latency* i *spin-up*. Prva karakteristika je vrijeme koje je potrebno mehanizmu glave koja čita podatke da se pozicionira iznad staze u kojoj se nalazi traženi podatak. Latencija rotacije se događa ako se traženi sektor na disku ne nalazi točno ispod glave u traženom trenutku pa treba pričekati dok okretom diska podatak ne dođe točno ispod glave. Ukupno ove dvije karakteristike uzimaju od 5 do 20 milisekundi, a uglavnom ovise o brzini okretanja diskova. *Spin-up* je vrijeme koje je potrebno da bi diskovi iz stanja mirovanja došli na potreban broj okretaja (primjerice 15.000 ili 7.200 okretaja u minuti), a to vrijeme može iznositi i nekoliko sekundi. Sreća je da se ovo događa samo prilikom uključivanja sustava. Sve ove karakteristike ne postoje na SSD-ovima, pa je pristup informacijama višestruko brži, gotovo trenutni i to od trenutka uključivanja uređaja.“

„Što se tiče veličine ovih jedinica, radi jednostavnosti je zadržana kompatibilnost s postojećim kućištima, pa su upotrebi dobro nam poznate oznake veličine (eng. *Form factor*) od 5.25, 3.5, 2.5 i 1.8 inča. Malo je poznato da to nisu fizičke dimenzije cijelog uređaja nego dimenzije rotirajućih ploča u klasičnim tvrdim diskovima. U osobnim i prijenosnim računalima najčešće se upotrebljavaju jedinice veličine 2.5 inča. Postoje još i jedinice koje su izgledom i veličinom vrlo slične radnoj memoriji za osobna i prijenosna računala (eng. *Base-board factors*).“



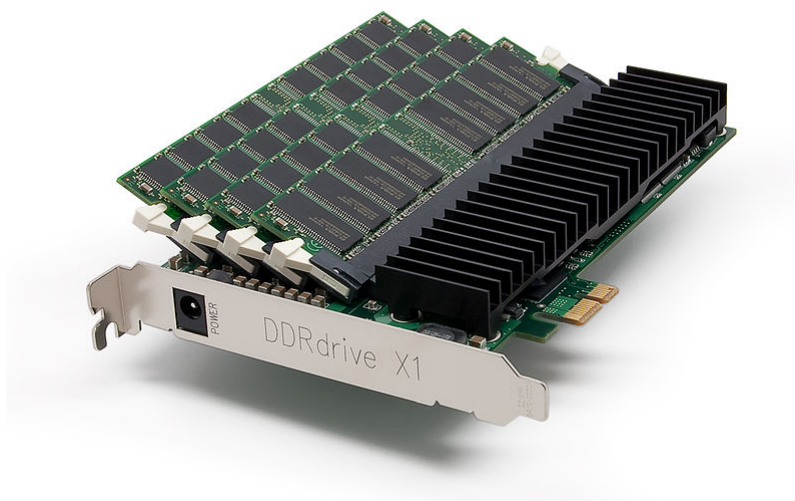
"klasični" SSD veličine 2.5"



Base-board SSD s vidljivim podatkovnim (SATA) kabelom

„Kapacitetom SSD-ovi još nisu dostigli klasične diskove. Brojke se danas kreću se od 50GB do 256GB, a rijetke su i (pre)skupe jedinice većeg kapaciteta. Međutim, proizvođači pokušavaju dobiti na kapacitetu novim kontrolerima koji logički spajaju više diskova u jedan, ali ta rješenja višestruko dižu ionako visoku cijenu. Iz svih ovih razloga u osobna se računala obično stavlja jedan SSD na kojem se nalazi operativni sustav i programi, a podaci se drže na "običnim" diskovima. Međutim, u poslužiteljima i visokodostupnim sustavima je druga priča, tamo se zbog brzine sve više koriste isključivo SSD jedinice.“

„Sučelja kojima se SSD spaja na računalo su ista kao i za klasične tvrde diskove. Kako su neka od njih već zastarjela, sad se uglavnom mogu naći Serial ATA (SATA), Serial attached SCSI (SAS), PCI Express i USB sučelja.“



SSD sa PCI-E sučeljem i vidljivim utorom za vanjsko napajanje

„Najvažniji dio SSD-a je njegov kontroler. O njemu ovise vrsta sučelja i, još važnije, performanse same jedinice. Neke od funkcija koje kontroler obavlja su ispravljanje grešaka (*Error correction – EEC*), mapiranje loših blokova (*Bad block mapping*), keširanje čitanja i pisanja (*Read-Write caching*), te enkripcija. Upravo se u kontrolerima kriju najveće razlike među danas dostupnim SSD-ovima. Neki proizvođači dizajniraju svoje kontrolere, a drugi

koriste već postojeće, koje nastoje poboljšati sitnim izmjenama u kontrolnom softveru (eng. *Firmware*). Neki od poznatijih kontrolera su SandForce (koriste ga, između ostalih, Kingston, Intel te SanDisk), IndiLinx (OCZ), Link A Media (Corsair) i MDX (Samsung). Već ste zaključili da većinu proizvođača poznajete kao proizvođače radne memorije, a razlog je više nego očit, u pitanju je slična tehnologija.“

Do pojave SSD-a kupovanje medija za pohranu podataka (tvrdog diska) je bio jako jednostavan posao. Izabralo bi se nekoliko tvrdih diskova, ovisno o kapacitetu, usporedilo bi ih se i uzeo bi se onaj najbrži.

Danas je to malo teže, zato što se može birati između dvije drugačije tehnologije. I prije same kupovine se mora odlučiti, koju tehnologiju izabrati, koja je najbolja. Temeljni elementi za pohranu podataka kod tvrdih diskova su ploče, koje se vrte vrlo visokim brzinama i prekrivene su magnetskim materijalom. Za čitanje i pisanje podataka se koriste glave koje lebde iznad ploča i mijenjaju magnetska svojstva materijala(pisanje) ili čitaju podatke. Glava se od tih ploča nalazi samo na udaljenosti od par mikrometara, zamislite što bi proizveo mali udar pri čitanju ili pisanju podataka.

Glava bi došla u dodir sa pločom i oštetila dio ploče i izgubili bi se neki podaci. Čitanje i pisanje podataka zahtijeva puno posla. Glava se stalno pomiče, a i ploče se moraju vrtjeti određenom brzinom da bi se uopće počeli čitati ili pisati podaci. To zahtijeva puno vremena, a i veću potrošnju energije. A uz sve to, mehanički diskovi znaju biti vrlo bučni. Sve ove probleme rješava SSD.



Tvrđi disk iznutra

SSD se rješava magnetskih ploča, glave, svih mehaničkih komponenata i zamjenjuje ih sa puno jednostavnijom komponentom, čipom. Dok tvrdim diskovima treba par sekundi dok zavrti ploče i pripremi disk za čitanje ili pisanje podataka, SSD je automatski spreman za te operacije. SSD je otporan na udarce ili bilo kakav oblik udara ili vibracija. Što se tiče potrošnje energije, SSD troši jako malo energije, pogotovo kad čita podatke. Začudujuće, ali tvrdi disk troši samo mali dio „života“ baterije, tako da SSD produžuje „život“ baterije za 5-10 min, a to nekome i u nekim situacijama može biti jako vrijedno.

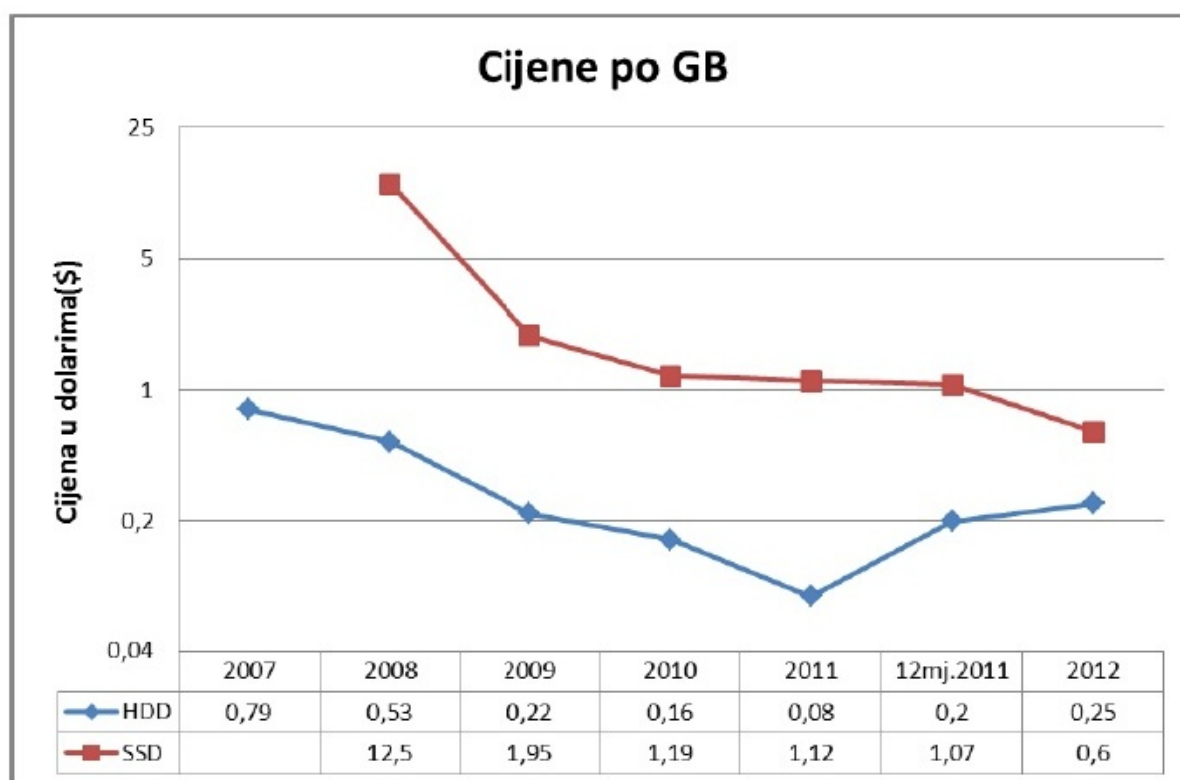


SSD iznutra

Što se tiče brzina, SSD na tom području daleko nadmašuje tvrdi disk. Brzina sekvencijalnog čitanja kod tvrdog diska jedva dostiže i 100 MB/s dok kod SSD-a dostiže i do 250MB/s. Što se tiče brzine zapisivanja podataka, kod boljih tvrdih diskova ona dostiže i do 118 MB/s, a u prosjeku između 50 i 70 MB/s, a kod SSD-ova se ta brzina penje i do 200 MB/s. Što se tiče MTBF-a kod tvrdih diskova je on oko 1 500 000 sati (171 godina), a kod SSD-ova preko 2000 000 sati (228 godina).

Kada se pogledaju ove dvije tehnologije, vidi se da je SSD tehnički nadmoćniji u mnogim područjima. Najveći problem je to što su puno skuplji i sa puno manje kapaciteta. Cijene SSD diskova su u zadnjih par godina drastično pale i još su u konstantnom padu. Mnogi stručnjaci predviđaju svijetlu budućnost što se tiče dostizanja cijena tvrdih diskova,

ali naravno da to neće biti moguće bar još koju godinu. Tržište tvrdih diskova zadobilo je dobar udarac u zadnjem kvartalu 2011. godine, kada je poplava pogodila Tajland u kojem se nalaze tvornice najvećih proizvođača tvrdih diskova na svijetu. Cijene su se povećale u prvom tjednu i do 25%, a na kraju 2012. taj postotak je dosezao čak i do 180% za neke tvrde diskove. To je bila dobra prilika da se SSD diskovi probiju i počnu svoj proboj i pravu borbu protiv tvrdih diskova. Jer zbog nestašice tvrdih diskova na svjetskom tržištu mnogi proizvođači se odlučuju baš za SSD diskove, a i proboj tehnologije kao ultrabook računala im idu u prilog.



Usporedba cijena po GB

Iz grafa se jasno vidi drastični pad cijena SSD diskova, koji je svoj najveći pad imao sa 2008. na 2009. godinu. Najveći razlog tome je što se 2009. godine naglo povećava broj tvrtki koje počinju proizvoditi SSD diskove. U zadnjem kvartalu 2011. godine je jasno vidljivo naglo povećanje cijena tvrdih diskova te lagani pad cijena SSD diskova zbog spomenutog. Zadnja, 2012. godina se temeljila na predviđanjima stručnjaka. Koji su previđali da će se tržište tvrdih diskova teže oporavljati i da se neće oporaviti na kapacitet proizvodnje koji su imali prije poplava te da će se s time cijene još lagano povećavati. Isto tako za SSD diskove predviđaju da će postupno postajati sve jeftiniji te da će se cijena po GB SSD diska spustiti ispod jednog dolara, čemu će uzrok biti ne samo navedene poplave na Tajlandu nego i

navodno smanjenje tehnologije u proizvodnji. Sve te prognoze su se većinom i ostvarile, kod nas u Hrvatskoj cijene diskove su porasle i do 100%, zbog velike nestašice diskova radi poplava koje su se desile na Tajlandu!



Hibridni disk iznutra

5. Segmenti tržišta

5.1. Osobna računala

Danas se sve više povećava broj uređaja baziranih na SSD-u. Vrlo su prikladni u uređajima kao ultrabook ili netbook gdje su mobilnost, izdržljivost baterije te težina osnovni faktori. Još jedan segment osobnih računala u kojima ima puno koristi od SSD-ova su računala za igrače. Igrači traže da njihova igrice bude brza i da ne bude toliko čekanja pri učitavanju podataka te zastajanje same igrice, to se postiže sa SSD-om. Kapaciteti u segmentu osobnih računala se kreću od 40GB – 480GB U ovom segmentu je najvažnija cijena po gigabajtu. Ovi SSD-ovi su inače bazirani na MLC čipovima koji su jeftiniji.



SSD za osobna računala

5.2. Vojska

Ovo tržište je totalna suprotnost prethodno navedenom. U vojsci se traže visoke performanse i visoka pouzdanost. Performanse moraju biti besprijeorne u svim situacijama, od pustinskih uvjeta do teških polarnih hladnoća, te teških vibracija u vozilima. Moramo napomenuti da su se SSD-ovi počeli razvijati u vojne svrhe. Današnji SSD-ovi u vojsci postižu velike brzine pisanja i brisanja (2,5" modeli se u ovom segmentu ne razlikuju puno od onih za osobna računala), postižu najveći MTBF >5,000,000 sati, te su sposobni raditi na temperaturama od -40°C do +85°C. Od ovih SSD-ova se zahtjeva i velika sigurnost, jer se na njima nalaze podaci velike važnosti. U tim diskovima je razvijeno brzo brisanje podataka zbog mogućnosti da disk završi u neprijateljskim rukama gdje sama enkripcija ne bi bila dovoljna da zaštiti važne podatke. Stoga su tvrtke razvile načine da se cijeli disk obriše u jako brzom vremenu ne zna se puno o tome). Vjerojatno se disku pošalje signal ili SMS poruka i on na jedan od načina obriše sve podatke.



5.3. Industrija

Industrijski sustavi se sastoje od širokog područja aplikacija. Počevši od aplikacija za medicinske uređaje pa sve do aplikacija na naftovodima i plinovodima. Najosnovniji zahtjev za diskove na kojima se nalaze ove aplikacije je da se može nositi sa velikim udarima i vibracijama naglim promjenama temperature, te da ima dug život uređaja i lako održavanje. Tipične aplikacije iz ovoga područja su uređaji za prikupljanje podataka, za razna mjerenja i testiranja, industrijske radne stanice, robotske sustave, itd. Svi ti uređaji zahtijevaju visoke performanse i pouzdanost u najtežim uvjetima, brz prijenos podataka, nošenje sa dilatacijama napona te sposobnost da se predvidi život uređaja.



Različiti tipovi SSD-a u industriji

6. Zaključak

Jedna od najrevolucionarnijih računalnih komponenti je svakako SSD disk, uvelike su slični hard diskovima. Ako opremite svoje stolno ili prijenosno računalo ovim tipom diska budete sigurni da će Vam se značajno ubrzati podizanje operativnog sustava, pokretanje programa, buđenje iz sleep-a i gašenje računala. Mjerenja na istom računalu opremljena s SSD diskom naspram klasičnog HDD-a su pokazala ubrzanja od 20-40x. Podizanje operativnog sistema Win 7 operativnog sustava na današnjim modelima računala s SSD diskom je od 10-15 sekundi. Pokretanje Office programa je gotovo trenutno, a gašenje u svega par sekundi. Odlični rezultati su zamjetni i pri "podizanju ekrana" tj. buđenju prijenosnika iz sleep mod-a. Naša preporuka su SSD diskovi veličine 120GB koja se pokazala dovoljna za operativni sustav i korisničke programe. U slučaju da imate stolno računalo ili prijenosnik s dva hard diska, preporučujemo da operativni sustav i korisničke programe smjestite na SSD disk dok multimedijske datoteke spremate na klasičan hard disk. Cijene SSD diskova su u padu, već prvi modeli (60GB) su nešto iznad 400 Kn. Minusi su mu: Cijena SSD diskova je još uvijek dosta veća od cijene klasičnih HDD-a (uspoređujući iste veličine diska) i iako SSD diskovi ubrzano rastu po količini gigabyte-a, još uvijek su manjeg kapaciteta nego klasični HDD

Neke od glavnih prednosti SSD diskova:

- Trajnost – SSD diskovi su puno izdržljiviji od klasičnih diskova jer nemaju mehaničkih dijelova koji se mogu pokvariti, SSD diskovi su bitno otporniji na udarce i padove jer nemaju pokretnih dijelova.
- Performanse – kako nemaju pokretnih dijelova pristup podacima je nekoliko puta brže nego kod klasičnih diskova.
- Potrošnja energije – SSD diskovi i pri 100% opterećenju troše oko 3 wata struje, dok u usporedbi sa klasičnim diskovima koji troše oko 6 wata struje. Dakle i ekološki su prihvatljiviji
- Manje se griju – svi znamo da je toplina jedan od najvećih problema u data centrima, zato se SSD diskovi griju u pola manje od njihovih mehaničkih prethodnika. Mehanički diskovi su zaslužni za 70% topline koja se generira u datacentrima.
- SSD diskovi su manjih dimenzija. Postoje u mSATA standardu (veličine samo 5x3 cm i debljine nekoliko mm), PCI-e standardu (kartica za PCI-e utor), SATA 1.8" i SATA 2.5".
- Brzina rotacije ploča tih diskova su od 4.200 do 15.000 okretaja u minuti. Većina klasičnih HDD-a postižu brzinu vrtnje od 5.400-7.200 o/m.

- SSD diskovi koriste memorijske čipove dok klasičan hard disk (HDD) koristi jednu ili više rotirajućih ploča za magnetski zapis.
- SSD diskovi su značajno brži od klasičnih diskova, računalo se brže "boot-a" u operativni sustav, brže se otvaraju aplikacije, kraće je vrijeme buđenja računala iz sleep-a i računalo se brže gasi



Na kraju mogu reći da je SSD budućnost, i jako korisna stvar kome treba brzo računalo!

7. Literatura

- tekst naveden pod navodnicima o SSD-u citiran je s ove stranice
<http://sistemac.carnet.hr/node/1211>
- www.bug.hr
- informatički forumi i stranice, zanimljive rasprave i usporedbe vođene od stručnih ljudi (informatičara) i „laika“ – koji vode raspravu na forumima, sve te informacije su pomogle pri sastavljanju ovog seminara
- web shop-ovi s kojih su skinute slike i karakteristike
- http://www.secus.hr/index.php?route=ac_cms/article&b_id=15
- https://hr.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive