

MITROVAČKA GIMNAZIJA SREMSKA MITROVICA



RAČUNARSTVO I INFORMATIKA HARDVERSKE KOMPONENTE RAČUNARA



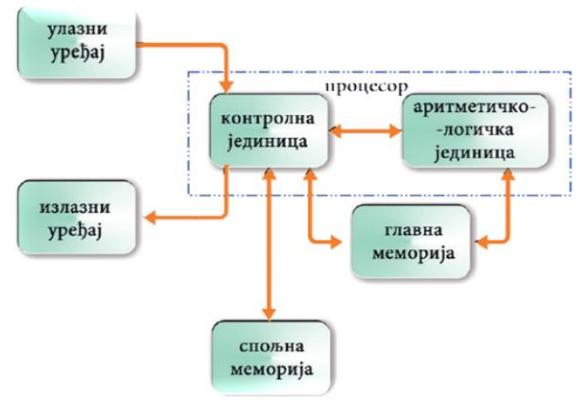
prof. Ivan Filipović

Hardware računara

Hardver ili računarski hardver (eng. *hardware; computer hardware*) je fizički, opipljivi deo računara.

Hardverska, računarska arhitektura koja se koristi u kućnim računarima se naziva Von-Neumann arhitektura. Takođe, postoje i druge arhitekture, ali se mnogo ređe koriste.

Mogućnosti računara u najvećoj meri zavise od hardvera i njegovih kvaliteta.



Osnovni delovi računara

Osnovni delovi računara mogu se podeliti na:

1. Unutrašnja periferija
2. Uređaji za skladištenje podataka
3. Grafički izlazni uređaji
4. Zvučni ulazni/izlazni uređaji
5. Ulazni uređaji

Unutrašnju periferiju računara čine:

1. Matična ploča
2. Procesor
3. RAM memorija
4. Hard diskovi
5. Optički uređaji
6. Grafička karta
7. Zvučna kartica
8. Mrežna kartica
9. Napojna jedinica

Matična ploča - Matična ploča je hardverski deo računara koji veže sve komponente u jednu celinu i omogućava komunikaciju između raznih delova računara. Matična ploča direktno utiče na performanse računara shodno mogućnostima njenih glavnih delova. Glavni delovi matične ploče su: **Čipset**: Glavni deo koji veže sve ostale delove sa procesorom i šalje CPU informacije ostalim delovima, sastoji se od dva dela: NorthBridge i SouthBridge. **NorthBridge**: NorthBridge je direktno konektovan sa procesorom (CPU) preko FSB-a (Front Side Bus ili Sabirnica) što omogućava brzu dostupnost podataka iz memorije i grafičke. **Southbridge**: Southbridge je sporiji od Northbridge-a pa sve informacije iz CPU-a idu prvo preko Northbridge-a pa tek onda na Southbridge koji je magistralama spojen na PCI, USB, zvučni čip, SATA i PATA konektore itd.

Delovi koji čine matičnu ploču su:

Socket: Socket određuje koju vrstu procesora možemo priključiti na matičnu ploču. Zadnji univerzalni socket koji su podržavali svi proizvođači procesora za PC kompjutere je bio socket 7. Danas je nemoguće staviti AMD procesor u matičnu ploču koja podržava Intel socket (i čipset). **BIOS**: Basic Input/Output System (BIOS) kontroliše primitivne funkcije računara i svaki put proverava svoje stanje kod paljenja računara.

Memorijski slotovi: Služe kao dom za RAM memoriju, obično ih ima više.

PCI-express slotovi: Konektori za grafičke kartice, novije zvučne, TV, mrežne karte, RAID.

SATA konektori: Serial Advanced Technology Attachment, služi za konektovanje SATA hard diskova, i logično donosi bolje mogućnosti, sam konektor je nešto manji i praktičniji od PATA.

USB priključci: Universal Serial Bus služi za priključivanje vanjskih uređaja, te je najnoviji standard USB 3.1 koji je skoro dvostruko brži od USB 3.1 a mnogo brži od starog USB 2.0.

Konektori za periferije: Konektori za miš i tastaturu, nisu se previše menjali.

CMOS baterija: Pamti neke vitalne i osnovne postavke, takođe sadrži u sebi sistemski sat. **Integrисани delovi**: Većina ploča danas ima već ugrađene audio (zvučne), mrežne, bluetooth, wireless čipove, dok su u novijim računarima grafički čipovi integrirani uz sam procesor.

Naponski konektor: Preko njega matična ploča dobija struju (od napojne jedinice), te je raspoređuje ostalim delovima na matičnoj ploči.

Jedan od najvažnijih delova matične ploče je **magistrala**. Preko magistrale idu svi podaci te tako komponente međusobno komuniciraju. Brzina magistrale se meri u MHz-ima. Što je veća brzina to više podataka istovremeno može brže proći. Najbitnija magistrala je **FSB**, koja povezuje Northbridge i CPU, a kako memorija ide preko northbridge-a FSB-ova brzina može dramatično povećati performanse računara. Osim FSB-a, imamo i druge magistrale: **Memorijska** spaja northbridge sa memorijom, **IDE** spaja southbridge sa hard diskovima ili CD/DVD uređajima, **PCI Express x16** spaja grafičku kartu sa memorijom i CPU, **PCI** spaja PCI slotove sa southbridge-om, takođe PCI magistralu koristi novi **PCI Express**

Procesor - je elektronska komponenta napravljena od minijaturnih tranzistora na jednom čipu (poluprovodničkom integralnom sklupu). Centralni procesor je srce svakog računara, iako centralni procesor (CPU) nije jedini procesor, njega imaju grafička kartica (GPU), zvučna kartica i mnogi drugi delovi, ali pod imenom procesor najčešće se misli na centralni procesor (CPU).

Procesor radi u tesnoj saradnji sa RAM memorijom, ustvari procesor adresira svaki podatak koji ide na memoriju. RAM memorija je veoma brza, i svi podaci u njoj su brzo dostupni, stoga je bitno imati što više RAM memorije jer CPU onda može adresirati mnogo više podataka.

Memorijska hijerarhija:

Unutrašnja memorija direktno utiče na performanse našeg računara, a čine je: Registri procesora, keš memorija, RAM memorija

Spoljašnja memorija služi za skladištenje podataka na računaru kao i za prenos podataka. Od spoljašnjih memorija razlikujemo: Hard diskove, SSD diskove i prenosnu memoriju kojoj pripadaju USB memorije, optički uređaji, i neki od uređaja koji se više ne koriste: floppy diskovi, zip diskovi.

Neke od karakteristika memorija su:

1. Trajnost memorije. Ovde razlikujemo:

Privremene (volatile) memorije gube sadržaj nakon nestanka napajanja i	Trajne (non volatile) memorije čuvaju sadržaj i kada nisu priključene na struju
--	---
2. Promenjivost memorije. Promenjive memorije omogućavaju i čitanje i upis podataka (*read-write*, RWM) dok nepromenjive memorije dozvoljavaju samo čitanje (*read-only*, ROM)
3. Pristup memorije. *Random access memory*, **RAM** omogućava pristup svakoj memoriji bez obzira na lokaciju na kojoj se nalazi i *Sequential access memory*, **SAM** zahtevaju da se lokacijama pristupa redom
4. Brzina memorije. Pokazuje koliko se podataka može iz memorije pročitati ili u nju upisati u jedinici vremena. Bitne stvari kod brzine su: vreme pristupa, kašnjenje i brzina prenosa odnosno protok
5. Tehnologija izrade memorije, ovde razlikujemo 3 tipa izrade memorije: **elektronske** (glavna memorija, flash memorije, SSD memorije), **magnetne** (hard diskovi i magnetne trake) i **optičke** (CD, DVD, BlueRay)
6. Kapacitet memorije izražava količinu podataka koja se može uskladištiti i izražava se u kilobajtima (kB), megabajtima (MB), gigabajtima (GB) ili terabajtima (TB)
 $1\text{TB} = 1,048,576\text{MB} = 1,073,741,824\text{kB}$

RAM - memorija (nasumičnog pristupa), je jedan od oblika skladištenja računarskih podataka čijem sadržaju se može pristupiti po bilo kom redosledu.

Kod ove vrste memorije podaci se mogu ne samo čitati, već i zapisivati.

RAM se u računarima upotrebljava prvenstveno za primarno skladištenje podataka koji se aktivno koriste i neprestano se menjaju.

Hard disk - je uređaj koji piše i čita podatke. Na njemu se skladište svi podaci neophodni za pokretanje računara, npr. operativni sistem, aplikativni programi.... On radi na skroz drugačijem principu od RAM memorije i omogućava računaru da zapamti podatke i posle gašenja istog. Hard disk spada u vrste mehaničkih uređaja.

Delovi hard diska: Magnetna ploča, Glava za čitanje/pisanje, Pobuđivačka kazaljka (nosač glave za čitanje/pisanje), Pobuđivač (motor glave za čitanje/pisanje), Osovina.

Solid State Drive, SSD, je naslednik hard disk-a. Za razliku od HDD on nema mehaničke delove i u poređenju mehaničkim diskovima, otporniji su na fizičke udare, nečujni su, imaju manje vreme pristupa i manje kašnjene samim tim ostvaruju veće brzine od mehaničkih diskova

Delovi SSD: **Kontroler** – ugrađeni procesor koji obezbeđuje elektronici da spoji memorijske komponente sa matičnom pločom, **Memorija** - Većina SSD proizvođača koristi **nepromenjivu NI fleš memoriju** koja zadržava podatke i nakon gubitka električne energije i **DRAM** – odlikuje ultrabrz pristup podacima, a prvenstveno se koriste za ubrzavanje aplikacija. DRAM baziran SSD uključuje ili unutrašnje baterije ili spoljni AC/DC adapter za električnu energiju

Optički uređaji - CD/DVD/BlueRay uređaj služi za reprodukovanje sadržaja koji se nalaze na mediju. Neki mogu samo prikazivati sadržaj, dok imamo i uređaje koji su u mogućnosti i snimati nove podatke sa računara ili s drugog medija.

Grafička kartica

Grafička adapteri (video kartice, grafičke kartice) služe za pravljenje i kontrolu slike koja se prikazuje na monitoru ili projektoru. U poslednje vreme su integrisane na matičnu ploču ili procesor i uglavnom nam pružaju osnovne mogućnosti.

Grafička kartica se ugrađuje na matičnu ploču u slot namenjen za njenu upotrebu (PCI-Express konektor, starije koriste AGP konektor).

Glavni delovi grafičke kartice su:

- PCB (Printed Circuit Board) je štampana ploča na kojoj se nalaze svi delovi grafičke kartice
- GPU (Grapich Processing Unit) grafički procesor, ujedno i glavni deo koji prevodi binarni kod u sliku. Princip je jednostavan, CPU u saradnji sa nekim softverom, kao što je 3D računarska igra, šalje informacije grafičkom procesoru koji potom obrađuje dobijene informacije i šalje ih na monitor
- RAM (ili VRAM - Video Random Acces Memory), služi za skladištenje i obradu podataka za GPU.
- Konektori: PCI, AGP, PCI Express
- Izlazi:
 - VGA (Video Graphics Array)
 - DVI (Digital Visual Interface)
 - Video in/Video out (VIVO)
 - HDMI (High Deffinition Multimedia input) – Display Port

Zvučna kartica

Zvučna kartica je deo koji obezbeđuje zvučni ulaz i izlaz. Zvučna kartica na sebi sadrži zvučni čip koji pretvara analogne zvučne talase u digitalni signal (nule i jedinice).

Zvučni čip se uglavnom nalazi i na matičnoj ploči sa unapred integrisanim ulazima i izlazima na njoj i ovakve zvučne kartice pružaju, u zavisnosti od ugrađenog čipa, osnovne karakteristike zvučne kartice.

Deo koji obavlja konvertovanje se zove **CODEC** u koji su integrisana dva glavna dela koja obavljaju taj posao, **ADC** (Analog Digital Converter) i **DAC** (Digital Analog Converter) pretvarač. Osim toga, imamo i **DSP** (Digital Sound Processor), zvučni procesor koji oslobađa CPU od obrade zvučnih signala (ako ga zvučna karta nema, onda to radi CPU), takođe zvučna kartica ima svoju memoriju.

Komunikacija sa matičnom pločom se odvija putem magistrale na koju je kartica priključena (uglavnom PCI, u novije vreme se koristi PCI-Express magistrala), dok sa zvučnicima i mikrofonom ostvaruje preko ulaznih i izlaznih konektora.

Mrežna kartica

Mrežna kartica (eng. *Network card, NIC, network adapter*) je deo koji se brine za komunikaciju računara preko računarske mreže.

Moderne matične ploče obično na sebi imaju integriran mrežni čip i priključak, ali takođe postoje i mrežne kartice koje se ubacuju u PCI, odnosno PCI-Express konektor na matičnoj ploči. Danas se ređe viđaju odvojene mrežne kartice, obično se uzima dodatna kartica (uz integriranu) zbog mogućnosti priključivanja više mrežnih uređaja (npr. ADSL modem i mrežni hub), iako neke matične ploče dolaze i sa dva čipa, odnosno priključka.

Danas postoje mrežne kartice koje omogućavaju 100, 1000 Mbit/s (Gigabit) propusnost podataka koju može podneti jedna mrežna kartica.

Napojava jedinica – napajanje

Napojava jedinica, napajanje je hardverski deo koji računaru obezbeđuje napon i struju.

Napojava jedinica obezbeđuje da svaki deo računara dobije određenu količinu energije koja mu je potrebna, s obzirom da sve komponente računara ne troše istu količinu električne energije. Takođe, jedan od glavnih zadataka napojne jedinice je da pretvoriti 220 V u 3,3 V, 5 V i 12 V što je u skladu sa naponskim zahtevima hardvera u računaru. Napojna jedinica ima sopstveno hlađenje.

Glavna karakteristika napojne jedinice je njena snaga. Električna snaga se meri u W (vatima).

Grafički izlazni uređaji

Grafičke izlazne uređaje čine:

- Monitor
 - LCD/LED/OLED monitor
 - CRT monitor
 - Plazma monitor
- Štampač
 - Laserski štampač
 - Inkjet štampač
 - Termalni štampači
 - 3d štampači

Monitori:

Monitor ili ekran je uređaj koji služi za prikazanje slike. Slika koja se prikazuje na monitoru obično se stvara na grafičkoj kartici, posebnom sklopu kome je funkcija stvaranje i obnavljanje slike.

Veličina ekrana - se meri u inčima, neke poznatije veličine su: 15", 17", 19", 21", 22". Standardni prenosni računari imaju rezoluciju od 15.6", dok su u poslednje vreme počeli masovno da se ugrađuju 11", 14" displeji, dok je veličina kod standardnog monitora od 19" pa do 24, ili 27"

Odnos širine i visine (aspect ratio) - predstavlja odnos u kom su stranice monitora. Pre je standard bio 4:3 a u novije doba najzastupljeniji je 16:9 (wide), za njim idu 16:10, a u novije vreme imamo i 21:9 (ultrawide)

Rezolucija - je broj piksela (pixel) na monitoru. Rezolucija je izražena u brojevima piksela koji se nalaze u vodoravnim i uspravnim linijama monitora. U poslednje vreme najpopularnija je FullHD rezolucija (1920x1080), dok se veće rezolucije (2560x1440, 3840x2160) mogu naći na najnovijim monitorima većih rezolucija

Kontrastni odnos – predstavlja odnos osvetljenja najsvetlijie (bele) i najtamnije (crne) tačke, razlikuju se statički i dinamički.

Frekvencija osvežavanja (refresh rate) – određuje koliko se puta u sekundi vrši prikaz svakog piksela i meri se u hercima (Hz). Što je veća frekvencija to je slika stabilnija i oštريja. Današnji ekranii imaju sve veće frekfencije osvežavanja, standardi za osvežavanje su 24 odnosno 60 puta u sekundi za filmove, tj digitalnu televiziju. Za meduslike između 2 susedne slike (interpolaciju) zadužen je specijalizovani hardware u monitoru

Odziv (response time) predstavlja vreme potrebno za stabilizaciju boje piksela između 2 prikaza. Obično se meri koliko je vremena potrebno da se potpuno crni piksel postane potpuno beo. Ovo vreme se meri u milisekundama (ms) i što je manje to je slika bolja, i jasnija

Tehnologija prikaza određuje opšte osobine i kvalitet monitora. Ovde razlikujemo:

- **CRT** monitore
- **LCD** monitore
- **Plasma** monitore

CRT monitori

Katodni monitor ili **CRT monitor** je grafički izlazni uređaj temeljen na katodnoj cevi.

Ovaj način prikazivanja se koristio u većini monitora, kao i što se katodna cev koristi u TV-u, osciloskopu i drugim uređajima. Karakteriše ih velika težina, veliko zauzimanje prostora kao i visoka potrošnja el.energije, ali zato imaju veoma dobru kvalitetnu i oštru sliku. Danas, katodni monitori se skoro nigde ne koriste jer su njihovo mesto preuzele LCD i Plazma monitori.

LCD monitori

LCD je monitor čiji je ekran sastavljen od određenog broja piksela koji su poređani ispred nekog svetlosnog izvora, troši veoma malo električne energije, pa zauzima malo prostora. LCD radi na principu tečnih kristalnih molekula.

Pozadina ovih ekrana je osvetljena a tanak sloj tečnih kristala prouzrokuje da se svetlost određene boje zaustavi. Ovo se ostvaruje tako što kristali pod naponom menjaju polaritet i time propuštaju ili zaustavljaju svetlost.

U zavisnosti od vrste pozadinskog osvetljenja razlikuju se stariji LCD monitori koji su koristili fluroscentne katodne cevi i noviji, koji koriste LE diode za osvetljenje ekrana i najnoviji OLED monitori koji umesto pozadinskog osvetljenja imaju „organske“ LE diode umesto svakog piksela.

Mane LCD monitora zasnovanih na fluorescentnim cevima je što je pozadinsko osvetljenje mnogo jače po ivicama ekrana pa može da se javi da su ivice ekrana preosvetljene u odnosu na centralni deo ekrana. LED monitori je što imaju problem sa prikazom crne boje jer kristal ne može da zaustavi svetlost maksimalno i crna boja će često izgledati kao jako tamna siva boja. OLED monitori su rešili problem sa probijanjem svetlosti kroz piksele, jer sada umesto pozadinskog osvetljenja svaki piksel nezavisno sija te možemo da dobijemo savršenu crnu boju.

Plazma monitori

Plazma monitor (engl. plasma display panel –PDP) je vrsta pljosnatog ekrana koja je tipična za TV uređaje. Naziv “plazma” dolazi od građe svakog piksela (tačke) koja je fluorescentna cev. U stvarnosti plazma TV ima par miliona takvih malih fluorescentnih cevi. Fluorescentna cev je svetlosni izvor u kojem se vidljiva svetlost dobija na fluorescentnom sloju pobuđenim ultraljubičastim zračenjem koje nastaje električnim izbojem u smesi živine pare i plemenitih gasova. Svaki piksel zapravo sadrži tri ćelije koje imaju tri različite primarne boje i kombinacijom napona signala može se postići različita boja koju vidimo na ekranu.

Prednosti plazma tehnologije su skroz crna boja a glavna primena im je u televizorima.

Štampači

Laserski štampači

Laserski (eng. *Laser*) štampači štampaju na papir pomoću lasera, koji osvetljava bubanj i time nanelektriše površinu bubenja. Zatim bubanj prolazi kroz toner gde se na nanelektrisane delove bubenja lepe fine čestice mastila u prahu, papir prolazi preko bubenja i prah ostane na papiru. Na kraju papir prolazi kroz grejač koji zapeče prah na papiru. Najefikasniji je u ispisivanju tekstova, jer postiže mnogo veće brzine od igličnih štampača (od 4-20 stranica u minutu). Postoje i laserski štampači u boji.

Inkjet štampači – štampači sa mlaznicama

Inkdžet (engl. *Inkjet*) štampači (sa mastilom) štampaju tako što iz rezervoara mastila (engl. *cartridge*) mlazom gađaju papir: u svakoj sekundi ispali se oko 50.000 kapljica mastila. Postoje rezervoari za crnu i kolor štampu. Mlazni štampači su najefikasniji za štampanje slika u boji, jer se mogu kupiti već za nekoliko hiljada dinara. Mana mlaznih štampača je što usled nekorišćenja može da dođe do začepljenja mlaznica. U tom slučaju neophodno je zameniti ceo mehanizam što nekada košta više nego cena samog štampača.

Termalni štampači

Štampači sa **direktnim zagrevanjem** štampaju tako što zagrevaju papir koji menja boju pod uticajem toplotne. Primer ovakve vrste štampača su telefaks uređaji (u zadnje vreme postali su rašireni i mlazni telefaks uređaji, jer faksovi koji su ispisani na papiru osetljivom na toplotu vremenom blede).

3D štampači

3D štampa (*3D print*) je jedinstveni proces u kojem se štampaju pravi trodimenzionalni objekti svih oblika. To je zapravo aditivna proizvodnja (*Additive Manufacturing*), proces u kojem se slojevi materijala dodaju jedan na drugi. U zavisnosti od tipa štampača, predmet može biti od različitog materijala i bezbojan ili u boji. Model se prvo priprema u digitalnom obliku, a zatim se šalje do štampača gde započinje štampanje predmeta. Kreiranje objekata ovim putem se postiže na različite načine, ali je princip zajednički za sve. U pitanju je fino ređanje slojeva materijala jedan preko drugog. 3D štampa je radikalno drugačiji način konstruisanja, a primena je ekstremno velika, od minijaturnih modela pa sve do štampanja stambenih objekata.

Ostali ulazni, izlazni i ulazno izlazni uređaji

Mikrofon

Mikrofon je električni uređaj koji akustične talase koji do njega dopiru pretvara u električne analogne ili digitalne signale, koji kasnije mogu biti sprovedeni do drugih uređaja koji iste mogu da pamte, obrađuju ili reprodukuju. Mikrofoni se koriste u svakodnevnom životu (telefona, kasetofona i diktafona (za snimanje zvuka), slušnih pomagala, u radiju, televiziji, muzičkoj i filmskoj produkciji itd.)

Zvučnici

Računarski ili multimedijalni zvučnici su vanjski zvučnici opremljeni sa muškim priključkom koji se uključuje na zvučnu karticu. Računarski zvučnici su obični pojednostavljeni stereo sistemi bez radia i ostalih integrisanih stvari.

Postoji mnogo različitih zvučnika, od najobičnijih stereo zvučnika pa sve do 7.1 surround sistema sa naprednim opcijama.

Slušalice

Slušalica odnosno **slušalice** su jedan ili par malih zvučnika koje korisnik drži u blizini svoga uha da bi mogli čuti zvuk koji izlazi iz nekog izvora kao: pojačalo, CD uređaj, walkman, iPod, telefon, računar.

Tastatura

Tastatura je periferni uređaj računarskog sistema napravljen po ugledu na pisaću mašinu. Služi kako za unos teksta, brojeva i znakova tako i za kontrolu operacija koje računar izvršava.

Fizički, tastatura je skup tastera sa ugraviranim ili odštampanim slovima, brojevima, znakovima ili funkcijama. U većini slučajeva pritisak na taster prouzrokuje ispisivanje jednog simbola. Ipak, da bi se dobili neki simboli potrebno je pritisnuti i držati više tastera istovremeno ili u određenom redosledu. Pritiskom na neke od tastera ne dobija se nikakav simbol već se oni koriste za određene operacije na samoj tastaturi.

Miš

Miš je jedna od bitnih komponenti svakog desktop računara i funkcija mu je da se pomoći njega pomera kurzor na ekranu monitora.

Miševi se proizvode za PS/2 i USB priključak, dok je postojala i stara verzija sa serijskim priključkom. U budućnosti PS/2 se planira potpuno zameniti sa USB standardom.

Neka od osnovnih podela miševa je na:

- Žične
- Bežične

Takođe ih možemo podeliti i po tehnologiji koja se koristi u njima:

- Miš sa kuglom
- Optički miš
- Laserski miš

Skener

U oblasti računarstva, pojam **skener** (eng. *scanner*) ima više značenja. Pojam skenera slika se odnosi na optički ulazni uređaj koji omogućava da se crtež, fotografija ili štampani, odnosno rukopisni tekst pretvore u kod koji odgovarajući kompjuterski programi mogu da obrade. Skeniranje slika (digitalizacija slika) je postupak kojim se slika (dokument) pretvara u oblik pogodan za prenos, obradu i čuvanje u elektronskom formatu. Neki tipovi skenera koji se koriste su:

Ručni skener radi na principu ručnog prevlačenja uređaja preko skeniranog objekta. Može da skenira ravnu površinu širine do 10 cm i to crno-belu, sivu skalu i kolor. Rezolucija je do 800 dpi (tačaka po inču) i obično imaju najviše do 12 bita po boji. Namenjen je skeniranju manjih površina, sličica, odnosno logotipa.

Položeni, stoni, desktop skener je najčešća vrsta skenera u kućnoj i poslovnoj upotrebi zbog dobrog odnosa cene i radnih performansi. Obično koristi A4(210×297mm) ili A3(297×420mm) format papira i može da skenira u punom koloru. Rezolucija položenih skenera može da se kreće do 5400 dpi i više.

Prolazni skener snima dokument tako što se isti provlači kroz njega. Telefaksi su najjednostavniji primer.

Filmski skener snima filmske materijale, pozitive ili negative, formata od 35 do 120 mm. Ti uređaji su specijalno napravljeni za ovu svrhu. On radi na principu obrtnog nosača koji pokreće slajdove ispred sočiva i optičkog senzora. Rezolucija je, na 36 mm dužine filma 4000 linija, odnosno samog skenera maksimalno 2700 lpi (linija po inču).