

VIŠA ELEKTROTEHNIČKA ŠKOLA

BEOGRAD

M. MILOSAVLJEVIĆ, M. MILIĆ

MONTAŽA I SERVISIRANJE RAČUNARA

SKRIPTA

BEOGRAD, SEPTEMBAR 2004.GOD.

SADRŽAJ:

UVOD	5
MATIČNE PLOČE	7
MEMORIJA	15
MIKROPROCESORI	21
HARD DISKOVI	27
FLOPI DISKOVI I DISK JEDINICE	37
VIDEO KARTICE	39
STEPENI ZA NAPAJANJE	45
MONITORI SA KATODNOM CEVI	55
TFT MONITORI	65
LASERSKI ŠTAMPAČI	81

UVOD

U današnje vreme PC računari su prisutni u svim oblastima života, pa praktično ne postoji ni jedna ljudska delatnost u kojoj se oni u većoj ili manjoj meri ne primenjuju. Svakako da je najvažnija njihova primena u poslovne svrhe. U industriji, administraciji i upravi se savremeno poslovanje bez njih više ne može zamisliti. Druga važna oblast primene PC računara je u obrazovanju, tako da je obrazovnim ustanovama i pojedincima dostupna ogromna baza stručne i naučne literature, kao i mnogobrojni kursevi i slični obrazovni sadržaji. Treća oblast gde su PC računari takođe najšire prisutni je zabava. Sa razvojem PC tehnologije postalo je moguće koristiti raznovrsne multimedijalne sadržaje, tako da se danas korišćenjem računara mogu gledati filmovi, slušati kvalitetni muzički sadržaji, igrati mnogobrojne igre, ali i stvarati kompletna umetnička dela, kao što su slike, filmovi i muzika.

Ogroman broj PC računara u svetu i još veći broj njihovih korisnika, dovodi do velike potrebe za održavanjem, popravkama i nadogradnjama postojećih računara, kao i odgovarajućeg i racionalnog izbora prilikom nabavke novih računara. U tom cilju će biti ukratko prikazane glavne komponente savremenih PC računara, pri čemu neće biti naglaska na suvišne tehničke podatke, koji se i onako veoma brzo menjaju usled neprestanog pojavljivanja novih i jačih PC konfiguracija, već će veća pažnja biti posvećena osnovnim principima rada pojedinih komponenti, njihove ugradnje, konfigurisanja i eventualnog servisiranja.

Pri tome treba imati u vidu da se razvojem i širenjem PC tehnologije i cene pojedinih komponenti smanjuju, tako da se popravka nekih od njih, sa jedne strane materijalno ne isplati, a sa druge strane tehnološki je praktično nemoguća sem u fabričkim uslovima. Zbog sve većeg stepena integracije koji se primenjuje u današnjoj proizvodnji PC računara, gotovo kod svih njihovih komponenta prevladava SMD tehnologija (Surface Mounted Devices – elementi sa površinskom montažom) montaže i lemljenja elektronskih sastavnih delova. Osim toga integrisana kola (takođe u SMD tehnologiji) postaju sve kompleksnija i namenski pravljena za pojedine uređaje, pa se kao takva ne mogu ni naći na slobodnom tržištu. Uzimajući u obzir ove dve činjenice, broj sastavnih elemenata u PC računaru koji se isplativo može popravljati na nivou pojedinačnih elektronskih komponenti se znatno smanjio. Ipak, još uvek ima prostora i potrebe za popravkama stepena za napajanje, monitora i perifernih uređaja kao što su štampači. Zato će ovim elementima biti posvećena i naročita pažnja.

U svim PC računarima, njihovim monitorima, svim štampačima, skenerima i ostalim perifernim uređajima postoje takozvani impulsni (prekidački) stepeni za napajanje. Pošto se u svim nabrojanim uređajima koriste stepeni za napajanje koji rade na istom principu, i ako se zna da su kvarovi u ovim stepenima relativno česti u odnosu na ostale komponente, jasno je da je od velike koristi upoznavanje sa principima rada ovakvih stepena za napajanje i njihovog servisiranja.

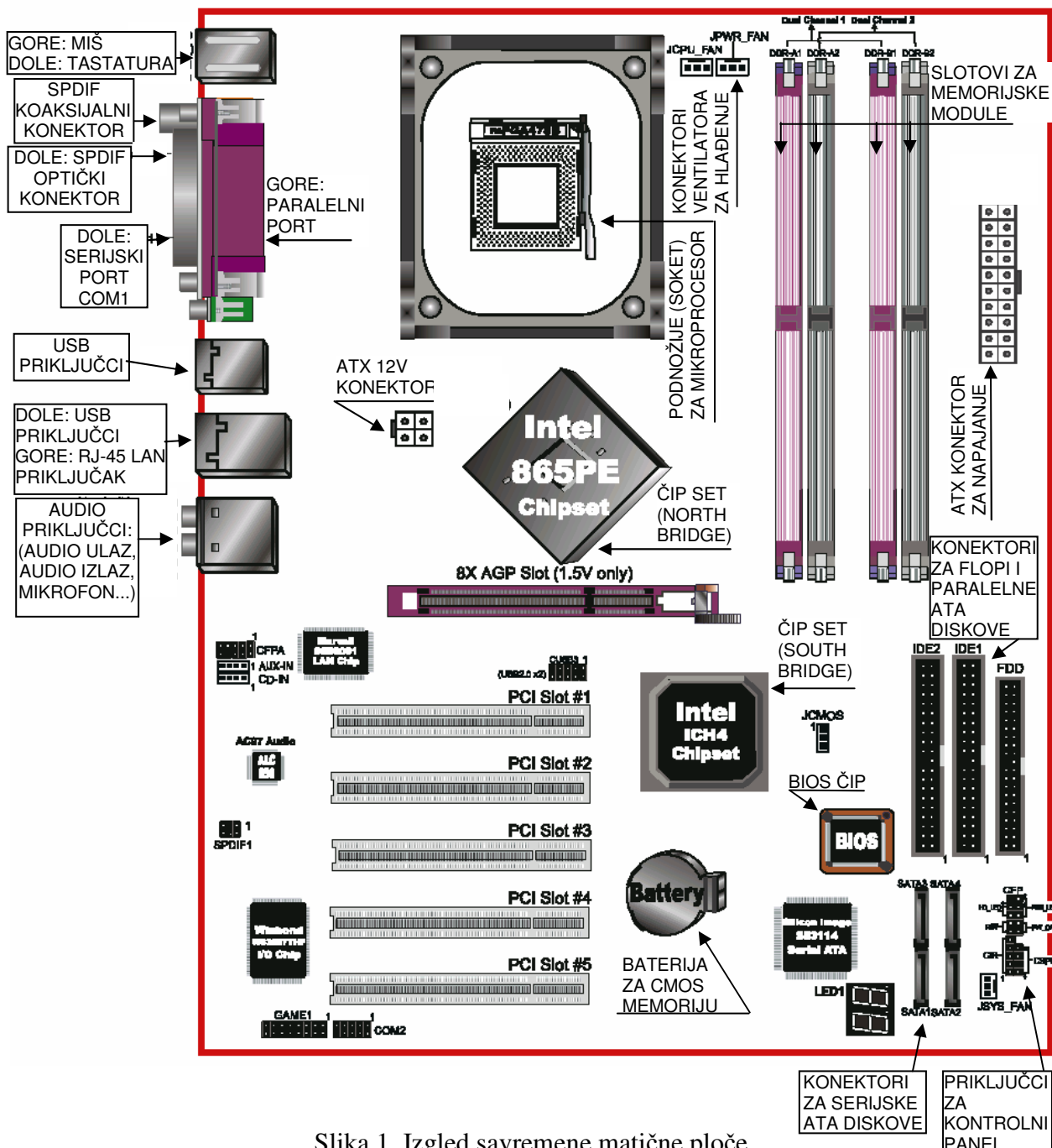
Monitori za PC računare još uvek imaju relativno visoku cenu, a kako se kod njih još uvek većinom primenjuje klasična tehnologija izrade, sa integrisanim kolima koja su manje više dostupna, i oni spadaju u PC komponente kojima će biti posvećena veća pažnja.

I pored sve većeg korišćenja dokumenata u elektronskom obliku, još uvek je potrebno veliki broj dokumenata koristiti u papirnom obliku. Za tu namenu se najviše koriste laserski štampači. Kod ovih štampača se, pored hardverskih, javljaju kvarovi i smetnje koje su ili privremenog karaktera, ili koji se mogu relativno jednostavnom intervencijom otkloniti. Zato će biti detaljno opisan princip njihovog rada i način otklanjanja nekih kvarova i smetnji.

I za većinu ostalih sastavnih komponenti PC računara će biti navedene moguće intervencije na njima. Nekim komponentama koje su veoma jeftine ili spadaju u potrošnu robu (tastature, miševi i slično) neće biti posvećena neka pažnja, jer za to nema racionalnih razloga.

MATIČNE PLOČE

Matična ploča je centralni element PC računara, koji međusobno povezuje sve ostale elemente. Korišćenjem ovakvog koncepta računara omogućena je jednostavna promena pojedinih komponenata koje čine računar i na taj način i promena (unapređenje) njegovih karakteristika. Na slici 1 je prikazan izgled matične ploče jednog savremenog PC računara sa glavnim elementima na njoj.

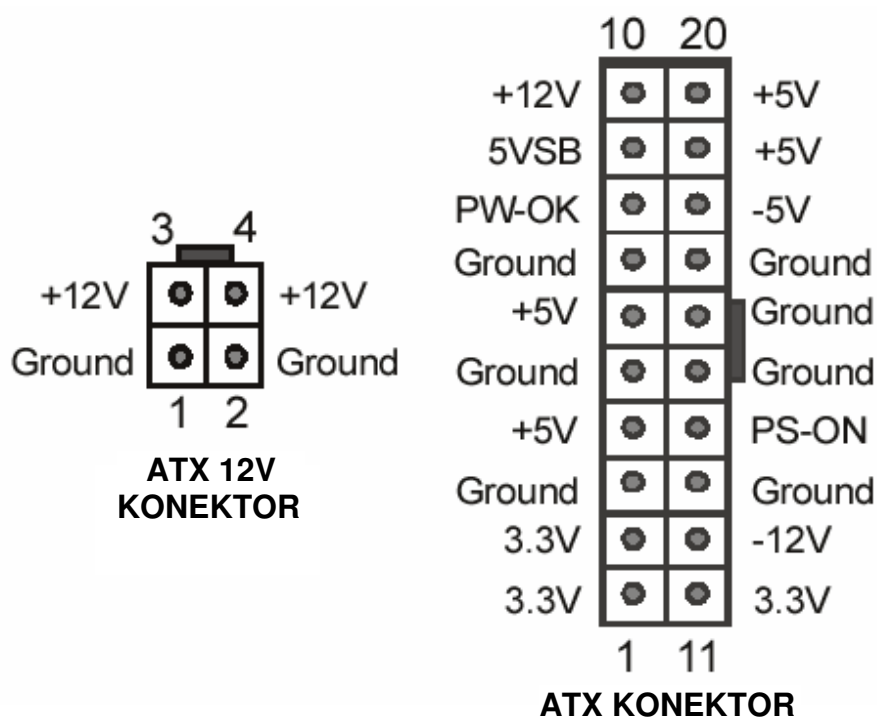


Slika 1 Izgled savremene matične ploče

Matična ploča se sastoji od jedne višeslojne štampane ploče na kojoj se nalazi zalemljen veliki broj elektronskih i elektromehaničkih elemenata. Električne veze između elemenata na matičnoj ploči su izvedene tanjim ili debljim bakarnim linijama i površinama. Neki od elemenata na ploči omogućavaju priključenje ostalih elemenata računara i to su razni konektori,

podnožja (slotovi), igličasti priključci (džamperi) itd. Drugi elementi kao što su integrisana kola i ostale elektronske komponente (kondenzatori, otpornici, diode, tranzistori i kalemovi) obezbeđuju generisanje i prenos potrebnih električnih signala neophodnih za rad računara.

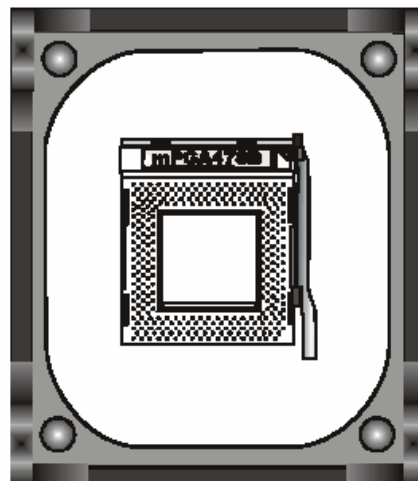
Navešćemo one glavne elemente na matičnoj ploči koji su od značaja prilikom montaže (sklapanja) računara. Pre svega, da bi matična ploča uopšte radila na nju moraju da se dovedu potrebni naponi iz stepena za napajanje. Današnje matične ploče ATX formata imaju jedan ili dva konektora za priključenje napona za napajanje. Jedan od njih (ATX konektor) je obavezan i



Slika 2 Konektori za napajanje

ima 20 pinova (slika 2) i preko njega se dovode naponi +3,3V, +5V, -5V, +12V, -12V, pomoćni napon +5VSB, kao i signal za uključenje računara PS-ON i signal ispravnosti napona za napajanje PW-OK (ovaj signal se najčešće naziva **power good** i označava sa PG). Drugi konektor (ATX 12V konektor) ne postoji na svim matičnim pločama. Prvi put se pojavio na novijim Pentijum 4 matičnim pločama. Njime se dovodi napon +12V na deo matične ploče na kome se nalazi posebni prekidački stepen za napajanje i koji koristeći taj napon proizvodi napon za napajanje jezgra mikroprocesora.

Drugi važni element je podnožje (soket) za priključenje mikroprocesora, prikazan na slici 3. Razni tipovi procesora imaju različita podnožja (oblik, veličina, broj pinova, način učvršćenja hladnjaka sa ventilatorom). Generalno se može reći da podnožje ima jedan ugao drugačiji od ostalih (jedan pin manje). Time se označava tačan položaj procesora prilikom njegovog postavljanja u podnožje. Da bi se procesor postavio, prvo treba osloboditi i podignuti na više polugu za fiksiranje procesora, zatim pazeći na orijentaciju procesora u odnosu na podnožje, spustiti procesor da svojim pinovima upadne u podnožje i na kraju spustiti i zabraviti polugu za fiksiranje. Posle montaže procesora je neophodno montirati i hladnjak sa ventilatorom. Za razne procesore sistem montaže je različit i naveden je u

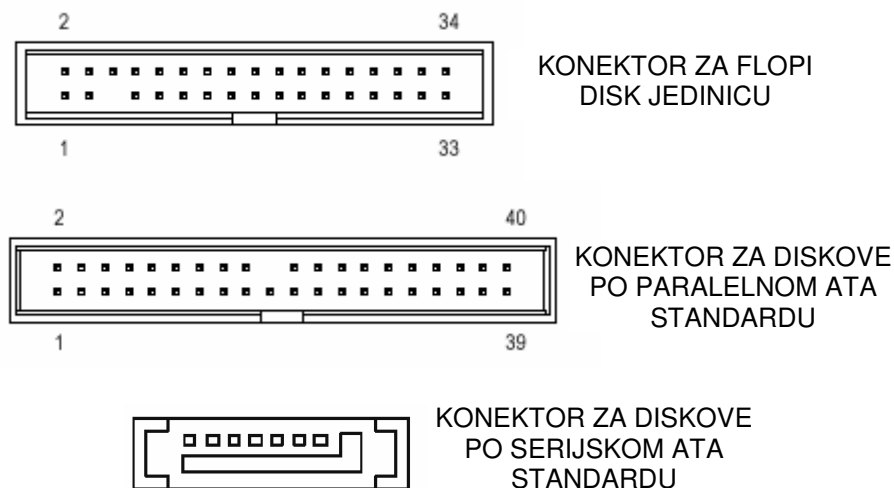


uputstvu za matičnu ploču. Na kraju treba priključiti i konektor za napajanje ventilatora u odgovarajući konektor na matičnoj ploči.

Sledeći elementi koje treba pomenuti su slotovi za proširenja. To su konektori posebnog oblika u koje se postavljaju razne kartice za proširenje, na primer video kartica, modem, zvučna kartica, razni kontroleri i tako dalje. Na matičnoj ploči prikazanoj na slici 1 postoji pet PCI slotova i jedan AGP slot. Dok su PCI slotovi univerzalni, to jest mogu da prime kartice različitih namena, AGP slot je namenjen samo za priključenje grafičke (video) kartice. Kod starijih računara su postojali i ISA slotovi za proširenja, ali su oni danas napušteni.

Za postavljanje memorijskih modula na matičnim pločama postoje posebni slotovi. Njihov broj varira od 2 do 6, zavisno od toga kava je memorijska arhitektura primenjena na matičnoj ploči. Sa sadašnjim tipovima memorijskih modula (SDRAM i DDR) je dovoljno postaviti i samo jedan memorijski modul da bi ploča radila, ali se često postavlja i veći broj modula (obično parni broj) da bi se dobila veća količina memorije i veći propusni opseg memorije (dvokanalni pristup memoriji). Memorijski slotovi imaju tačno definisani oblik (broj kontakata i posebna ispupčenja na određenim mestima), tako da se u njih može postaviti samo odgovarajući tip memorijskih modula.

Na matičnu ploču se preko posebnih konektora priključuju i razne disk jedinice: flopi disk, CD ROM, DVD ROM i hard diskovi. Konektori za ovu namenu su prikazani na slici 4.



Slika 4 Konektori za prključenje disk jedinica

Konektor za flopi jedinicu ima 34 pina i na njega se priključuje konektor sa trakastog kabla za vezu sa flopijem. U uputstvu za matičnu ploču je dat i raspored pinova (položaj pina 1 na konektoru), a obično je i na samoj matičnoj ploči on obeležen sito štampom. Prema tom pinu treba postaviti pin 1 konektora na trakastom kablju (obično je žica koja je vezana za prvi pin obojena crvenom bojom). Na većini matičnih ploča konektor za flopi jedinicu ima žleb na plastičnom oklopu i odlomljen pin broj 5, tako da je i fizički nemoguće pogrešno okrenuti konektor na trakastom kablju.

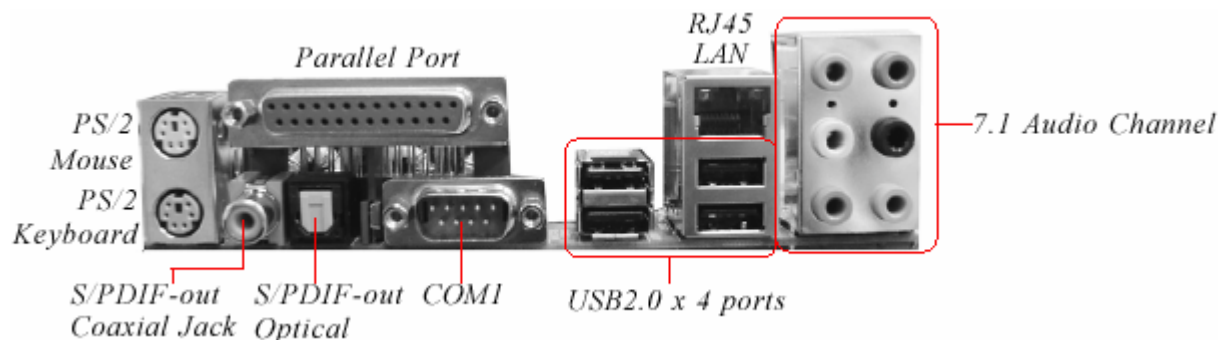
Uobičajeno je da se na matičnim pločama nalaze po dva konektora za disk jedinice po paralelnom ATA standardu. To su takozvani primarni i sekundarni IDE kanali. Na svaki od ova dva konektora, koji imaju po 40 pinova, mogu se trakastim kablovima priključiti po dve disk jedinice (hard disk, CD ROM, DVD ROM ...). Pošto su konektori na trakastim kablovima vezani paralelno, onda se disk jedinice koje su na njih priključene moraju definisati jedna kao master a druga kao slejv. To se radi posebnim kratkospojnicima na samim disk jedinicama. Kao i kod konektora za flopi jedinicu, i IDE konektori imaju tačno određeni početak pinova (pin broj 1) koji je obično označen na matičnoj ploči, pa treba paziti prilikom priključenja trakastog kabla da se prema tom pinu postavi pin1 konektora na trakastom kablju. Pored toga, često je na IDE

konektorima odlomljen pin broj 20, a i sam konektor ima žljeb na plastičnom oklopu, tako da je u tom slučaju nemoguće pogrešno priključiti konektor trakastog kabla na IDE konektor.

Kod novijih matičnih ploča su se pojavili i konektori za priključenje hard diskova po serijskom ATA standardu, takozvanih SATA hard diskova. Na svaki od ovih konektora, koji imaju po 7 pinova, posebnim sedmožilnim kablom se može priključiti po jedan serijski ATA hard disk. U početku je obično bilo po dva ovakva konektora, ali najnovije matične ploče ih imaju i više (4 do 8 konektora). Pojavom SATA hard diskova postali su široko dostupni i takozvani RAID sistemi diskova, kod kojih se više fizičkih diskova udružuje u jedan logički disk, čime se postiže veća brzina rada ili/i veća sigurnost snimljenih podataka.

Na prednjoj strani matične ploče se nalazi i grupa igličastih kontakata (konektora) na koje se priključuju LED diode i tasteri sa kontrolnog panela na kućištu računara, pomoću kojih se upravlja radom računara i prati njegova aktivnost.

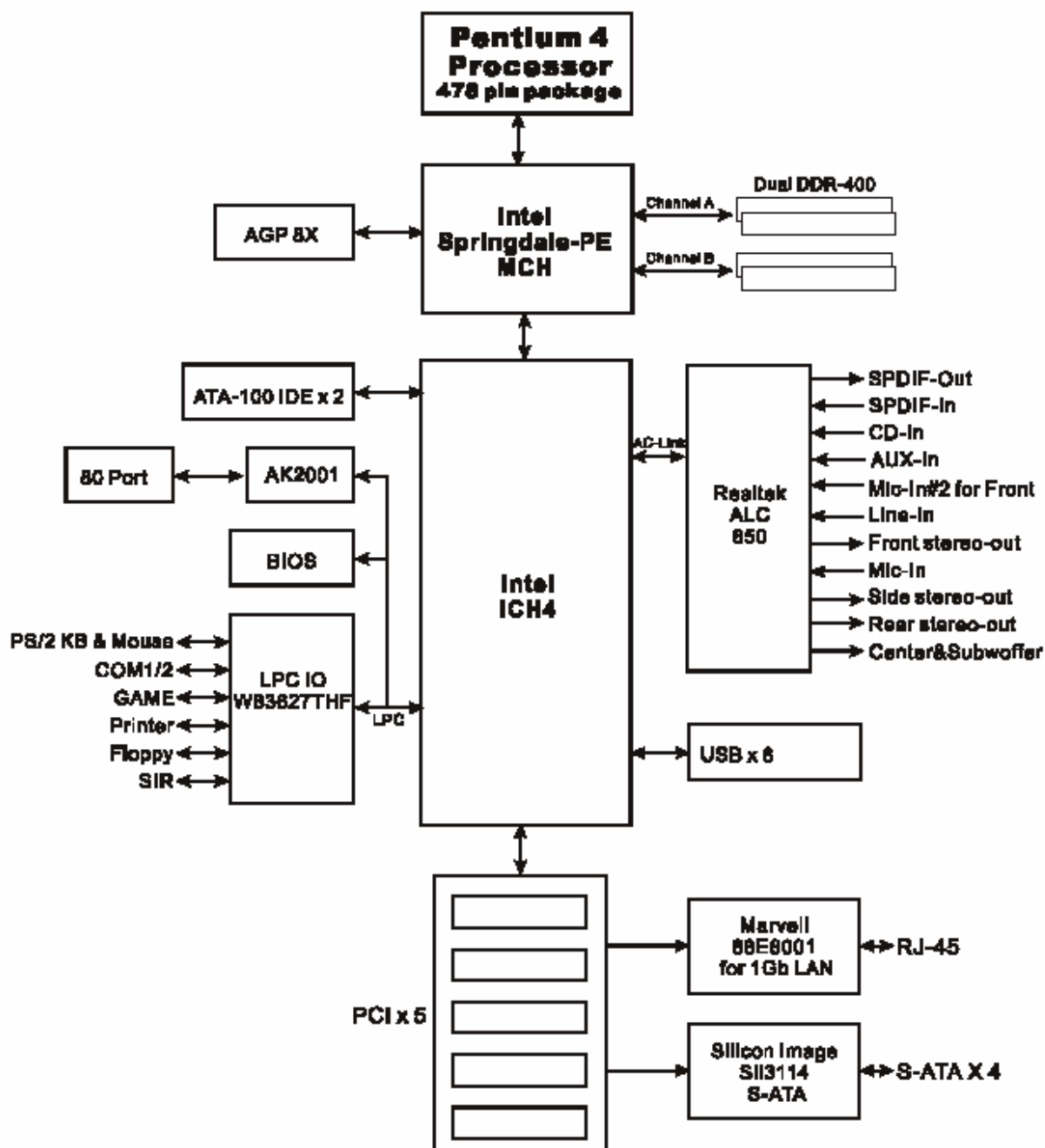
Na zadnjoj strani matične ploče se obično nalazi grupa konektora preko kojih se priključuju spoljašnji elementi računara i razni periferni uređaji, kao što je prikazano na slici 5. Tu u prvom redu dolaze konektori za tastaturu i miš kao standardni ulazni elementi savremenog računara, zatim paralelni port preko koga se najčešće priključuju štampači i jedan



Slika 5 Konektori na zadnjoj strani matične ploče

ili dva konektora za priključenje spoljašnjih uređaja koji rade po serijskom standardu RS232 (COM1 i COM 2). Danas su, pored nabrojanih konektora, kao standard prihvaćeni i takozvani USB konektori (ima ih najmanje dva), koji omogućavaju priključenje velikog broja spoljašnjih uređaja na univerzalnu serijsku magistralu (USB – Universal Serial Bus). Takođe većina savremenih matičnih ploča na sebi sadrži integrisane mrežnu i zvučnu karticu, pa se u ovoj grupi konektora nalaze i RJ-45 konektori za priključak mrežnih kablova i više čina konektora za razne audio ulazne i izlazne priključke. Skuplje i bolje matične ploče mogu imati i dodatne konektore, na primer SPDIF (Sony/Philips Digital InterFace) izlazne koaksijalne i optičke audio konektore preko kojih se priključuju digitalni uređaji za reprodukciju zvuka. Kako postoji veliki broj izlazno/ulaznih priključaka, za neke od njih često nema mesta za posebni konektor na zadnjoj ivici matične ploče. U tom slučaju se ti priključci završavaju igličastim kontaktima (konektorima) na matičnoj ploči, pa se odatle spajaju trakastim kablovima na konektore na zadnjoj ili prednjoj strani kućišta računara. Tako se često spajaju dodatni USB priključci, audio priključci izvedeni na prednju stranu kućišta računara i priključci za povezivanje periferija preko infracrvenih zraka. Pored ovih igličastih konektora, na matičnim pločama postoje i manje grupe igličastih kontakata, pomoću kojih se korišćenjem odgovarajućih kratkospojnika mogu podešavati neki od parametara bitnih za rad matične ploče, a koji zavise od korišćenih elemenata, najčešće od tipa i brzine mikroprocesora. Ovi parametri se kod nekih matičnih ploča umesto kratkospojnicima (džamperima), podešavaju pomoću posebnih mikroprekidača (do 8 prekidača grupisanih u jedno kućište). Međutim, ova dva načina podešavanja matičnih ploča su danas znatno proređena, pošto se sve više koristi softverski način podešavanja, pomoću odgovarajućih opcija u okviru Setup programa iz BIOS-a, a često Setup program automatski detektuje tip procesora i prema njemu podesi potrebne parametre.

Važan element na matičnoj ploči je i baterija za napajanje CMOS memorije u kojoj se čuvaju podaci o konfiguraciji računara. Te podatke unosimo koristeći Setap program prilikom prvog uključanja računara, a zatim se uz pomoć baterije oni čuvaju u CMOS memoriji i kad je računar isključen, tako da ih pri sledećim uključanjima nije potrebno ponovo unositi. Nekada su se koristile nikl-kadmijumske baterije koje su se dopunjavale tokom rada računara. Danas se na matičnim pločama upotrebljavaju litijumske baterije koje se ne dopunjavaju tokom rada računara, ali zahvaljujući izuzetno maloj potrošnji CMOS memorije, traju vrlo dugo. Ako računar posle dužeg vremena počne da gubi sadržaj CMOS memorije, takve baterije se jednostavno zamene novim, s tim da se posle toga mora ponovo proći kroz Setap i uneti potrebne podatke.



Slika 6 Blok šema matične ploče

Pored nabrojanih konektora i priključaka, na matičnoj ploči se nalazi i veliki broj elektronskih elemenata. Najznačajniji od njih su razna integrisana kola, od kojih su najvažnija dva kola koja sačinjavaju takozvani čip-set (skup čipova). Zadatak čip seta je da omogućiti međusobnu komunikaciju između praktično svih delova računara, tako da se on može posmatrati kao srce matične ploče.

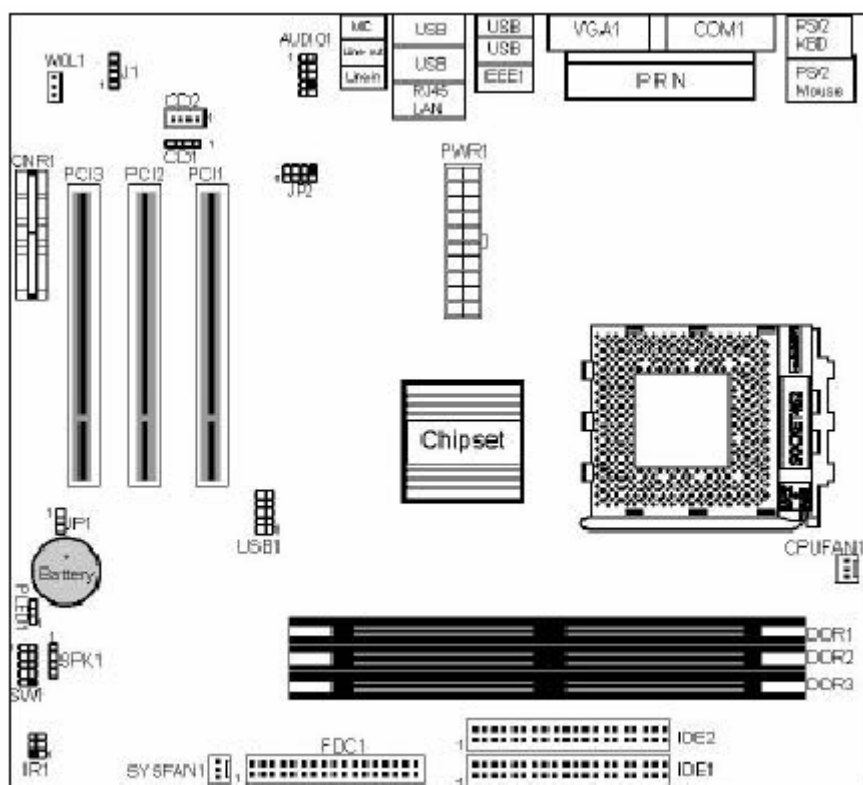
Na slici 6 je prikazana blok šema matične ploče sa slike 1. Sa slike 6 se vidi da se čip set sastoji od dva integrisana kola. Prvo kolo ima nazive severni most (north bridge) ili MCH – Memory Controller Hub, a drugo južni most (south bridge) ili ICH – Input/output Controller Hub. Severni most (North Bridge) ima četiri pristupa. Sa njegove gornje strane (na blok šemi na slici 6) je preko procesorske magistrale (FSB – Front Side Bus) priključen mikroprocesor, sa desne strane su preko memorijske magistrale priključena podnožja za memorijske module, sa leve strane je priključen AGP slot u koji se postavlja video kartica, i na kraju, sa njegove donje strane je izvedena veza prema južnom mostu. Vidimo da su na severni most priključene jedinice koje zahtevaju veliki propusni opseg (memorija i AGP port) i koje su zbog toga veoma blizu mikroprocesora. Na južni most (South Bridge) su priključene ulazno/izlazne jedinice koje su po svojoj prirodi sporije od memorije i AGP porta, pa su zato i mogle biti udaljene od procesora. Na blok šemi uočavamo da su te jedinice razni kontroleri (IDE kontroler za paralelne ATA diskove, kontroler za tastaturu, miša, paralelne i serijske portove, kontroler za zvuk, kao i PCI i USB slotovi i konektori koji su preko istoimenih magistrala priključeni na južni most. Preko PCI magistrale su priključeni i kontroler za serijske ATA diskove i mrežni kontroler. Treba napomenuti da je ovo samo jedan od sve većeg broja čip setova, tako da drugi čip setovi mogu imati i drugačiju arhitekturu, mada te razlike nisu suštinske prirode, već se više svode na način priključenja ulazno/izlaznih jedinica na južni most. Zbog svoje kompleksnosti severni most u okviru čip seta obavezno ima i hladnjak, a nekada i sopstveni ventilator koji obezbeđuje potrebno hlađenje. Južni most je jednostavnije konstrukcije i obično ne zahteva hladnjak na sebi. Kako i integrisana kola u okviru čip seta, tako i ostala integrisana kola na matičnoj ploči nisu predviđena za zamenu, pošto su fiksno zalemljena na štampanu ploču. Neka od tih integrisanih kola predstavljaju kontrolere za razne ulazno/izlazne jedinice, neka obezbeđuju potrebne napone napajanja za mikroprocesor, memorijske module i AGP port, a neka predstavljaju logička kola kojima se ostvaruju potrebne veze između različitih elemenata na matičnoj ploči.

Već je rečeno da se prilikom sklapanja računara mora izvršiti konfigurisanje matične ploče. Većina podešavanja u okviru ovog konfigurisanja obavlja se iz Setup programa prilikom prvog uključenja računara, ali još uvek ima matičnih ploča kod kojih treba ručno podesiti neke od njih. Potrebna podešavanja su navedena u uputstvu za matičnu ploču koje se obavezno dobija prilikom njene nabavke. Najvažnija od njih zavise od mikroprocesora koji je primenjen na toj matičnoj ploči. Kao prvo neophodno je podesiti napon napajanja mikroprocesora. Današnji mikroprocesori imaju dva napona napajanja. Jedan je za ulazno/izlazne jedinice, a drugi za jezgro procesora u kome se i vrše sve potrebne operacije. Dok se za prvi napon najčešće koristi napon +3,3V iz stepena za napajanje, za napajanje jezgra mikroprocesora postoji na matičnoj ploči poseban prekidački (impulsni) stepen za napajanje. Ovaj stepen za napajanje daje potrebni izlazni napon, čiju veličinu treba podesiti prema upotrebljenom procesoru. Stariji mikroprocesori su imali taj napon u intervalu od 2 do 2,9V, a sadašnji mikroprocesori zbog manjeg zagrevanja imaju napon od oko 1,5V, sa tendencijom daljeg smanjivanja. Važno je podesiti tačnu vrednost ovog napona, jer ako se postavi manja vrednost mikroprocesor neće pouzdano raditi, a ako se podesi veća vrednost, doći će do pregrevanja mikroprocesora što može dovesti do prekida njegovog rada, pa čak i do trajnog oštećenja. Drugi parametar koji je potrebno podesiti je učestanost sistemske magistrale. Matične ploče obično pružaju mogućnost izbora ove učestanosti, pa treba izabrati učestanost odgovarajuću primenjenim komponentama. Na kraju treba podesiti i takozvani množilac, to jest broj sa kojim treba pomnožiti učestanost sistemske magistrale da bi se dobila učestanost na kojoj radi jezgro mikroprocesora. Ostala podešavanja se obično izvode iz Setup programa, bilo intervencijom korisnika, bilo automatski.

Zato pre prvog uključanja sklopljenog računara treba dobro proučiti uputstvo koje je došlo uz matičnu ploču, da bi se upoznali sa potrebnim podešavanjima i načinom njihovog izvođenja

Matične ploče su relativno puozdane komponente savremenih PC računara i retko se kvare. Zbog same tehnologije njihove izrade, to jest korišćenih namenskih integrisanih kola visokog stepena integracije sa velikim brojem pinova (i preko 200 kod većih kola) i SMD tehnike lemljenja elemenata na štampanu ploču, male su mogućnosti za popravak neispravne matične ploče. I pored toga, neke kvarove je moguće otkloniti. Rečeno je da se na matičnoj ploči nalaze regulatori napona (prekidački i kontinualni) koji daju napone za napajanje jezgra mikroprocesora, memorijskih modula i AGP porta. Ako neki od tih regulatora ne daje potreban izlazni napon, moguće je otkriti neispravan element i onda ga zameniti nekim odgovarajućim. Ti elementi su najčešće tranzistori MOS-FET tipa, ili integrisani stabilizatori napona koje je često moguće nabaviti i relativno lako zameniti pošto imaju mali broj izvoda. Takođe se dešava da elektrolitski kondenzatori u regulatorima napona i na njihovim izlazima izgube kapacitet, pa čak i da im iscure elektrolit, što može izazvati kratke spojeve između pojedinih tačaka na ploči. Ovakvi elektrolitski kondenzatori se prepoznaju po nabubreloj izolaciji oko izvoda, ili po smanjenom ili istopljenom plastičnom omotaču. Njihova zamena ne predstavlja problem i ako nisu izazvali dalje kvarove, velika je verovatnoća uspešne popravke.

Postoje matične ploče različitih karakteristika i mogućnosti, a samim tim i cena. Pored već opisane ploče koja se može smatrati kao standard jer omogućava najveću fleksibilnost u upotrebi i eventualnoj nadogradnji, popularne su i takozvane integrisane matične ploče, koje na sebi sadrže integrisane sve potrebne kontrolere uključujući i video kontroler (video karticu). Takvim matičnim pločama je potrebno samo dodati mikroprocesor i memoriju, naravno i disk jedinice i one su spremne za upotrebu. Na slici 7 je prikazana jedna takva matična ploča.



Slika 7 Integrisana matična ploča

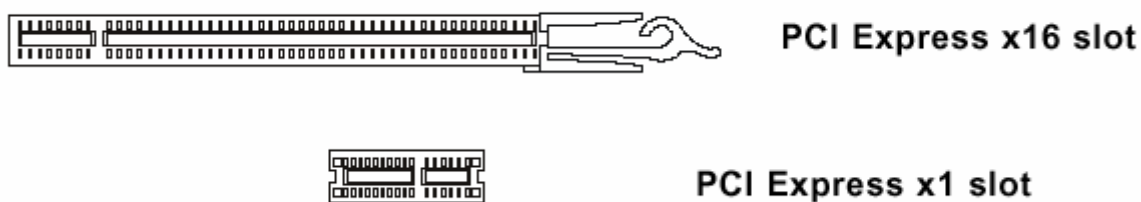
Ova matična ploča ima na sebi integrisane kontrolere za video, zvuk, mrežu, IDE disk jedinice, flopi, serijske i paralelni port, tastaturu i miš. Od mogućnosti za eventualnu nadogradnju na raspolaganju stoje tri PCI slota i jedan CNR slot (CNR – Communication

Network Riser, slot u koji se može postaviti specijalna modemska kartica). Neke matične ploče su imale i AMR slot (AMR – Audio Modem Riser, slot u koji su mogle da se postave zvučna ili modemska kartica posebnog formata), ali ovaj kao i CNR slot nisu dobili neku širu popularnost i sada se više praktično ne pojavljuju na novim matičnim pločama.

Stariji računari su imali matične ploče u AT formatu. Takve matične ploče se više ne proizvode, ali se još uvek koriste u velikom broju računara, pa ćemo se ukratko osvrnuti na razlike između njih i današnjih ploča u ATX formatu. Osim toga što većina od njih nema na sebi veći broj integriranih elemenata (zvučnu i mrežnu karticu, USB kontroler), glavna razlika je u konektoru za priključivanje napona napajanja. Ove ploče imaju dva šestopinska konektora preko kojih se dovode naponi +5V, -5V, +12V, -12V, kao i signal ispravnosti napona za napajanje (PG - power good). Takođe konektor za priključak tastature nije PS/2 tipa kao kod ATX ploča, već se koristi DIN 5 konektor. Za priključenje miša nema posebnog konektora, već se za to koristi jedan od serijskih portova (COM 1 ili COM2). Osim AT ploča poslednje generacije, ranije ploče nisu imale AGP port za priključak video kartice, već se ona postavljala u jedan od PCI slotova, što je uslovljavalo slabije karakteristike video sistema. Sve AT ploče su imale i ISA slotove za proširenje.

Kod najnovijih matičnih ploča, pored već uobičajenih PCI slotova za proširenje i odgovarajuće PCI magistrale, pojavila se i nova magistrala, nazvana PCI Express. Za razliku od PCI magistrale, koja je paralelnog tipa, pošto istovremeno prenosi veći broj podataka (32 bita) po više paralelnih linija, PCI Express magistrala je serijskog tipa. Kod nje se prenos podataka obavlja po serijskom kanalu i to dvosmerno. Na najnovijim matičnim pločama se ova magistrala pojavljuje u dve varijante, kao PCI Express X1 i kao PCI Express X16. Prva varijanta će u budućnosti postepeno zamenjivati standardne PCI kartice za proširenje, a druga varijanta (PCI Express 16X) će zameniti AGP 8X port za priključivanje video kartica.

Na slici 8 je prikazan izgled PC Express slotova i to za varijante x16 i x1.



Slika 8 Izgled PCI Express slotova na matičnim pločama

MEMORIJA

Za rad PC računara neophodna je memorija pošto se u njoj tokom rada smeštaju programi koji se izvršavaju, kao i podaci koji se tim programima obrađuju. Osnovna jedinica za veličinu memorije je bajt. U jedan bajt memorije, koji sadrži osam bita, može da se smesti jedan ASCII karakter. U PC računarima se koriste memorije veoma velikog kapaciteta, pa je bajt suviše mala i nepraktična jedinica. Umesto nje se češće koriste kilobajt (kB) i megabajt (MB), pri čemu je: $1\text{ kB} = 1024\text{ B}$ i $1\text{ MB} = 1024\text{ kB} = 1024 \times 1024\text{ B} = 1048576\text{ B}$.

U PC računarima se koristi nekoliko vrsta memorije. Osnovna podela memorije je na ROM (Read Only Memory) – memorija koja može samo da se očitava i RAM (Random Access Memory) – memorija sa proizvoljnim pristupom, u koju podaci mogu da se i upisuju i iz koje mogu da se i očitavaju.

ROM MEMORIJA

ROM memorija je takva da kada se podaci jednom u nju upišu, oni se ne mogu menjati (brisati stari i upisivati novi), već se mogu iz nje samo očitavati. Vrlo važna osobina ROM memorije je ta da kada se isključi napajanje računara, ona zadržava podatke upisane u njoj, bez obzira koliko dugo nema napona za napajanje. Zahvaljujući ovoj osobini ROM memorije moguće je i startovanje računara po uključenju napajanja. Naime, proizvođač matične ploče uvek smešta na nju jedan čip sa ROM memorijom u kojoj se pored ostalog nalazi i startni program, na čiji početak se po uključenju napajanja upućuje mikroprocesor. Startni program se ne može smestiti u RAM memoriju, pošto je po uključenju napajanja ona prazna. Zato mikroprocesor uvek kreće od memorijske adrese u ROM memoriji na kojoj je smeštan početak startnog programa, počne njegovo izvršavanje, pa onda već prema upisanom programu poziva i ostale programe koji omogućavaju testiranje ispravnosti pojedinih komponenti računara (POST – Power On Self Test), zatim podešavanje i definisanje tipova priključenih elemenata računara (Setup) i na kraju poziva but (Boot) instrukcije koje započinju učitavanje operativnog sistema instaliranog na računaru. Pored ovih programa u ROM memoriji se nalaze i BIOS (Basic Input Output System) programi koji upravljaju raznim hardverskim komponentama u PC računaru, tako što predstavljaju vezu između tih komponentata i operativnog sistema. Tokom razvoja PC računara ROM memorija je prošla kroz nekoliko faza. U prvoj fazi su se koristili ROM čipovi u koje su u fabrici prilikom proizvodnje, jednom za uvek upisani podaci i nije postojala nikakva mogućnost da se oni promene. Posle toga su se pojavili PROM (Programmable ROM) čipovi koji se proizvode prazni, pa se zatim jednom isprogramiraju i više se ne mogu obrisati. Sledeća faza su EPROM (Erasable Programmable ROM) čipovi koji su se programirali u posebnim uređajima (EPROM programatorima), ali čiji se sadržaj mogao obrisati dužim izlaganjem jakom ultravioletnoj svetlosti. Ova vrsta čipova se lako prepoznaje po okruglom otvoru na sredini čipa, koji je pokriven kvarcnim staklom. Kroz taj otvor je omogućen prolaz ultravioletne svetlosti kojom se briše sadržaj čipa. Takvi čipovi sa obrisanim sadržajem su se mogli ponovo programirati u EPROM programatorima, što je otvorilo mogućnost za eventualna poboljšanja BIOS-a smeštenog u njima. Najnovija vrsta ROM memorije koja se danas i najčešće primenjuje jesu EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) čipovi kod kojih je mogućnost promene podataka još više olakšana, pošto se za brisanje ne koristi ultravioletna svetlost, već posebno definisani električni signali koji se dovode na čip. Kada se sadržaj čipa obriše tim signalima, čip se onda lako može ponovo isprogramirati. Ceo proces brisanja i ponovnog programiranja se obavlja bez vađenja čipa sa matične ploče. Postoje namenski pravljeni programi kojima se može obrisati stari sadržaj EEPROM čipova i zatim upisati novi sadržaj. Drugi naziv za EEPROM memoriju je i fleš (flash) memorija. Nažalost, ovu mogućnost lakog brisanja sadržaja EEPROM memorije koriste autori raznih virusa, pa je moguće da se dejstvom virusa obriše BIOS program i time matična ploča učini neupotrebljivom. Proizvođači tome

pokušavaju da doskoče uvođenjem takozvanog Dual BIOS sistema, gde postoje dva identična EEPROM čipa, tako da ako jedan pretrpi bilo kakvo oštećenje, drugi preuzima kontrolu nad računarom i omogućava povratak oštećenih podataka na prvi čip.

RAM MEMORIJA

Osobina RAM memorije je da se svakom njenom bajtu može slobodno pristupiti nezavisno od prethodne memorijske lokacije, s tim da se u nju podaci mogu i upisivati i očitavati iz nje. Svakim upisom podatka u neku lokaciju, njen prethodni sadržaj se automatski gubi. Druga važna osobina RAM memorije je da ona podatke koji se u njoj nalaze zadržava (čuva) samo dok postoji napon napajanja na njoj. Čim nestane napona napajanja, kompletan sadržaj memorije se gubi i prilikom ponovnog dolaska napona napajanja (pri sledećem uključanju računara) ona je potuno prazna. Zbog ovakvih osobina RAM memorija je veoma pogodna za izvršavanje programa i obradu podataka. Zato se programi i podaci učitavaju u RAM memoriju (obično sa hard diska) i tu ih koristi mikroprocesor izvršavajući učitane programe i njima obrađuje dobijene podatke. On to može da radi samo u ovoj memoriji pa se zato RAM memorija obično naziva i radna memorija.

Prema načinu izrade RAM memorija se deli na dve osnovne vrste: statički RAM (SRAM) i dinamički RAM (DRAM). Memorijski elementi kod statičkog RAM-a su napravljeni korišćenjem flip-flopova, pa zahvaljujući tome, kada se neki podatak upiše u njih, on ostaje nepromenjen sve do sledećeg upisa u istu lokaciju ili do isključenja napona napajanja. Za razliku od SRAM-a, memorijski elementi kod dinamičkog RAM-a su napravljeni od minijaturnih kondenzatora, koji vremenom gube svoje naelektrisanje, pa je neophodno povremeno obnavljanje upisanih podataka. To obnavljanje se obavlja svakih nekoliko milisekundi, a taj proces se naziva osvežavanjem.

Kao posledica različitih tehnologija proizvodnje SRAM i DRAM memorije imaju i različite karakteristike. SRAM memorija je skuplja za proizvodnju, na određenu površinu se može postaviti ograničena količina memorije, ali je zato veoma brza, to jest proces upisivanja u nju i učitavanja iz nje se brzo obavlja. DRAM memorija je jeftinija, na određenu površinu se može smestiti mnogo veća količina memorije, ali je zato i desetak puta sporija od SRAM memorije. U PC računarima se koriste i statička i dinamička RAM memorija. Dinamička memorija se koristi kao glavna radna memorija. U nju se učitavaju programi koje računar treba da izvršava, kao i podaci koji se tim programima obrađuju. Kako je vreme pristupa memorijskim lokacijama u dinamičkoj memoriji znatno duže od brzine kojom mikroprocesor može da obradi dobijene podatke iz memorije, zaključuje se da će mikroprocesor gubiti mnogo vremena čekajući da dobije potrebne podatke iz memorije, što bi dovelo do velikog usporenja rada računara. Da bi se to sprečilo, između glavne radne memorije koja je realizovana kao dinamički RAM i mikroprocesora se postavlja manja količina znatno brže statičke RAM memorije. Ova memorija se naziva keš memorijom. Na matičnim pločama u okviru čip seta postoji i memorijski kontroler, koji pored ostalih poslova koje obavlja, na osnovu podatka koje je mikroprocesor zatražio, predviđa koji će sledeći podaci biti potrebni mikroprocesoru, pa ih iz spore dinamičke memorije unapred prenosi u brzu statičku memoriju. Kada sada procesor zatraži sledeće podatke, ako se oni već nalaze u keš (statičkoj) memoriji, on će ih dobiti mnogo brže nego da je morao čekati da stignu iz dinamičke memorije. Na taj način se znatno ubrzava rad računara, pošto se postiže maksimalno usklađivanje brzina mikroprocesora i memorije. Drugi uzrok povećanja brzine računara pomoću keš memorije je činjenica da prilikom upisa u memoriju, mikroprocesor mnogo brže preda podatke keš memoriji nego što bi to bio slučaj sa radnom memorijom. Kada se podaci koje mikroprocesor treba da upiše u radnu memoriju, brzo prebace u keš memoriju, procesor može da nastavi sa nekim drugim poslom, a memorijski kontroler će podatke iz keš memorije poslati u radnu memoriju. Naravno, memorijski kontroler ne može uvek pouzdano da predvidi koji će podaci uskoro biti potrebni

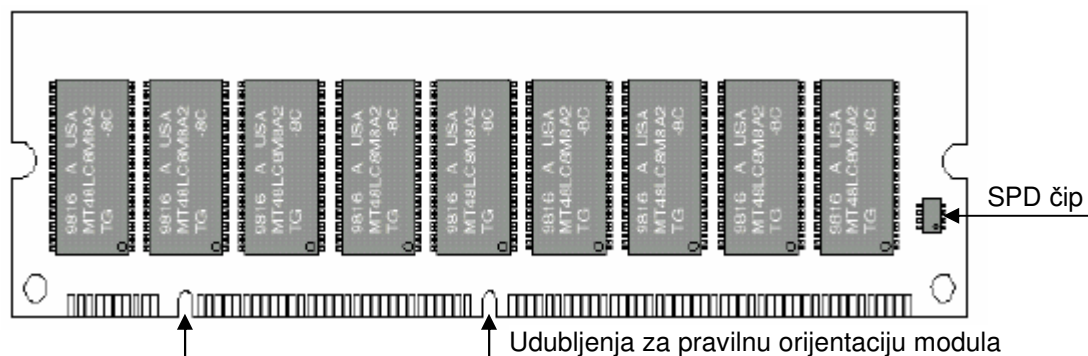
mikroprocesoru, pa u slučaju pogrešne pretpostavke dolazi do usporenja rada računara, zbog toga što se podaci isporučuju mikroprocesoru iz spore dinamičke memorije. Od kvaliteta (preciznosti predviđanja) memorijskog kontrolera zavisi u velikoj meri i prosečna brzina rada računara. To je ujedno i objašnjenje zašto različite matične ploče sa istim mikroprocesorima i istom količinom memorije, mogu imati prilično različite brzinske karakteristike. Ranije je keš memorija bila smeštena na matičnoj ploči u vidu čipova postavljenih u odgovarajuća podnožja, ili u vidu malih kartica, dok se danas keš memorija po pravilu nalazi ugrađena u sam mikroprocesor, što još više poboljšava performanse računara. Pri tome postoje čak dva nivoa keš memorije. Prvi nivo, takozvani L1 nivo je relativno mali i on se nalazi u okviru samog jezgra mikroprocesora i radi na njegovom unutrašnjem taktu. On obično ima dva odvojena dela. U jednom se smeštaju instrukcije koje bi procesor trebao da izvrši, a u drugom podaci koje bi trebao da obradi. Drugi nivo keš memorije (L2 nivo) ima znatno veću količinu memorije, smešten je u ulazno-izlaznom delu mikroprocesora, i zavisno od konstrukcije samog mikroprocesora može da radi i sa manjom učestanosti takta.

U PC računarima postoji još jedan tip memorije koji po svojoj prirodi spada u RAM memoriju, ali se praktično koristi kao neka vrsta ROM memorije, kojoj se sadržaj može povremeno menjati. To je takozvana CMOS memorija ili CMOS RAM. U ovu memoriju se smeštaju podešavanja pojedinih komponenata računara, koje korisnik može da izabere prilikom uključivanja računara. Da ne bi bilo potrebno prilikom svakog uključivanja računara ponovo podešavati iste parametre, koristi se CMOS memorija koja i posle isključenja računara zadržava svoj sadržaj zahvaljujući maloj bateriji koja se nalazi montirana na matičnoj ploči. Ta baterija omogućava da CMOS RAM zadrži svoj sadržaj veoma dugo i posle isključenja računara, pošto je potrošnja ovog tipa memorije minimalna. Prema tome, podešavanja koje korisnik računara obavlja korišćenjem Setapa se smeštaju u CMOS RAM, gde se čuvaju, s tim da se mogu vrlo lako po potrebi promeniti.

Kao radna memorija u PC računarima se, kao što je već rečeno, koristi dinamička RAM memorija. Tokom razvoja PC računara, promenilo se nekoliko generacija ovog tipa memorije. U početku je memorija bila u obliku čipova koji su bili zalemljeni na štampanu ploču, ili su postavljeni u odgovarajuća podnožja. Ubrzo sa porastom potrebne količine memorije, ovakav način realizacije radne memorije je postao jako nepraktičan jer je zahtevao veliki prostor na matičnoj ploči. Zato se prešlo na korišćenje memorijskih modula, malih štampanih pločica na kojima su bili zalemljeni memorijski čipovi. Moduli na donjoj ivici imaju ivični konektor koji ulazi u za to predviđen konektor na matičnoj ploči nazvan memorijski slot. Prvi memorijski moduli moduli su imali 30, a ubrzo i 72 pina na ivičnom konektoru. To su takozvani SIMM moduli (Single In-line Memory Module). Takvo ime dolazi od toga što su pinovi na ivičnom konektoru koji se nalaze jedan iznad drugog bili električki kratko spojeni (povezani), tako da su zajedno predstavljali samo po jedan pin, odnosno duž ivičnog konektora postoji samo jedan niz kontakata. Kod prvih Pentijum računara moralo se postavljati paran broj SIMM modula od 72 pina, pošto su oni 32 bitni, a Pentijum procesori imaju 64 bitnu magistralu podataka. Kapacitet SIMM modula se kretao od 256 kB do 16 MB (moduli sa 30 pina), odnosno 1 do 128 MB (moduli sa 72 pina). Postoji nekoliko generacija SIMM modula (FPM, EDO), koje su promenama u organizaciji pristupa memoriji omogućavali veće brzine memorije, a time i brži rad računara.

Zatim su se pojavili DIMM moduli (Dual In-line Memory Module). Kod njih ne postoji direktna električna veza između pinova koji se nalaze jedan iznad drugog na ivičnom konektoru, tako da duž samog konektora postoje dva reda kontakata. Ukupan broj kontakata na modulu iznosi 168. Kod DIMM memorijskih modula se koristi tehnologija SDRAM (Synchronous Dynamic RAM), kod koje memorija radi sinhrono sa brzinom sistemske magistrale matične ploče. Ovi moduli su bili 64 bitni, tako da je bilo dovoljno postaviti samo jedan modul na matičnu ploču Pentijum računara da bi on radio. Izgled jenog ovakvog memorijskog modula je prikazan na slici 8. Kao što se sa te slike vidi, SDRAM memorijski moduli imaju po dva

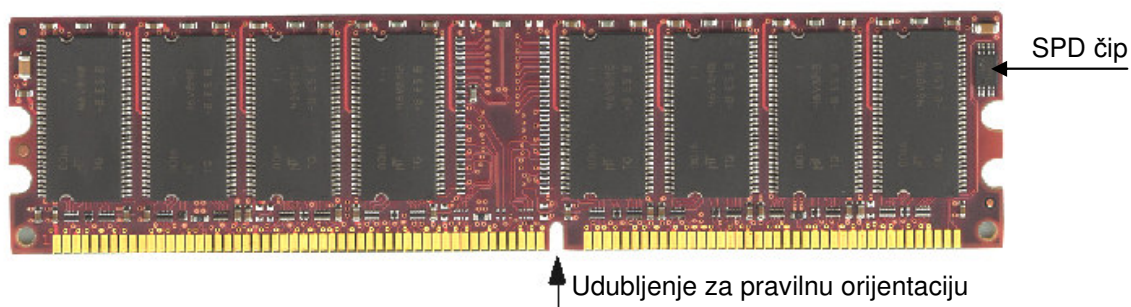
udubljenja duž ivičnog konektora. Ta udubljenja se prilikom postavljanja modula na matičnu ploču, postavljaju prema odgovarajućim ispupčenjima na memorijskom slotu, tako da je osigurano ispravno postavljanje modula u slot, to jest ne može se pogrešno okrenuti modul. Takođe je položaj udubljenja određivao i tehnološku generaciju modula (napon napajanja, korišćeni baferi ili ne i tako dalje). Najrasprostranjeniji SDRAM moduli se napajaju naponom +3,3 V. Moduli mogu da sadrže integrisana kola samo sa jedne strane pločice ili sa obe njene



Slika 9 SDRAM memorijski modul

strane. Zato se razlikuju jednostrani i dvostrani moduli, a samim tim i maksimalni memorijski kapaciteti, koji iznose od 32 do 256 MB. Na slici 9 se pored osam memorijskih čipova vidi i jedan mali čip. To je takozvani SPD (Serial Presence Detect) čip. To je mala fleš memorija u kojoj je proizvođač modula upisao podatke o njegovim karakteristikama. Podatke iz ove memorije koristi Setap program prilikom konfigurisanja računara, da automatski podesi parametre koji odgovaraju primenjenom memorijskom modulu.

Danas se gotovo isključivo koriste DDR SDRAM (Double Data Rate Synchronus DRAM) memorijski moduli ili kraće DDR moduli. Principiska razlika između običnih i DDR modula je u tome što obični moduli obavljaju jednu operaciju tokom jednog takt impulsa. DDR moduli tokom jednog takt impulsa obave dve operacije, pošto koriste obe ivice takt impulsa (i uzlaznu i silaznu), što teoretski omogućuje dvostruko brži rad. DDR moduli imaju ukupno 184 pina i jedno udubljenje koje osigurava ispravnu orijentaciju modula prilikom njegovog postavljanja u memorijski slot na matičnoj ploči. Napajaju se naponom od +2,5 V koji se dobija posebnim regulatorom napona na matičnoj ploči. Na slici 10 je prikazan izgled jednog DDR SDRAM modula.

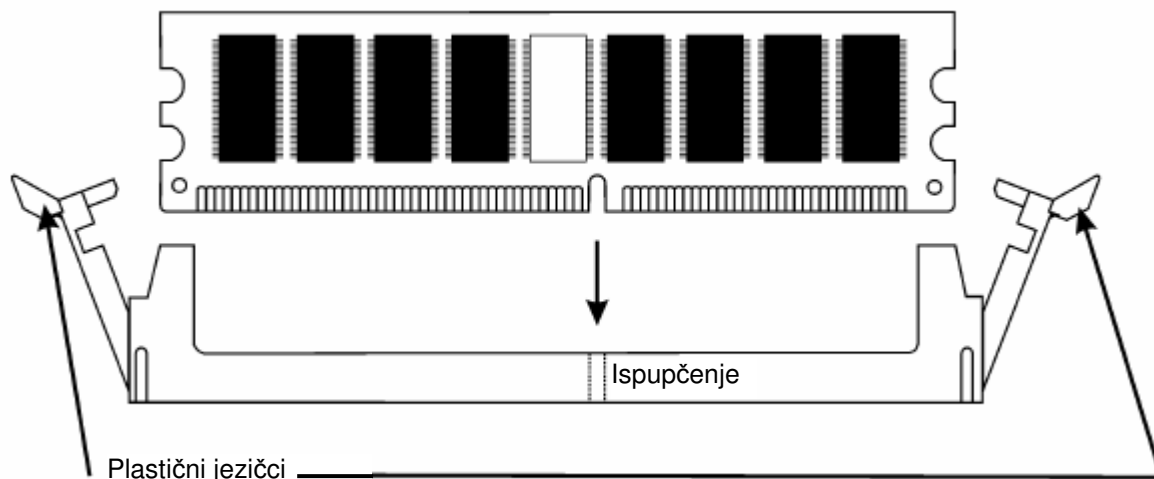


Slika 10 DDR SDRAM memorijski modul

Kapaciteti DDR memorijskih modula se kreću od 64 MB do 1 GB. Stalna potreba za sve većom brzinom pristupa memoriji dovodi do novih memorijskih arhitektura. Bolje današnje matične ploče koristeći DDR module, koriste takozvani dvokanalni pristup memoriji. Kod ovakvog rešenja memorijski kontroler u okviru čip seta ima dva kanala po kojima može

istovremeno da pristupa do dva bloka memorije. Time se postiže veći propusni opseg, a time i brži rad memorije. Da bi ovaj režim bio moguć, moraju se memorijski moduli postavljati u parovima, dakle na matičnoj ploči mora biti 2, 4, 6 ili čak do 8 memorijskih modula. Memorijski moduli u okviru jednog para moraju imati jednake karakteristike.

Na slici 11 je prikazan način postavljanja jednog memorijskog modula (u slučaju na slici se radi o DDR modulu) u memorijsko podnožje (slot) na matičnoj ploči.



Slika 11 Postavljanje memorijskog modula u podnožje na matičnoj ploči

To se postiže na sledeći način:

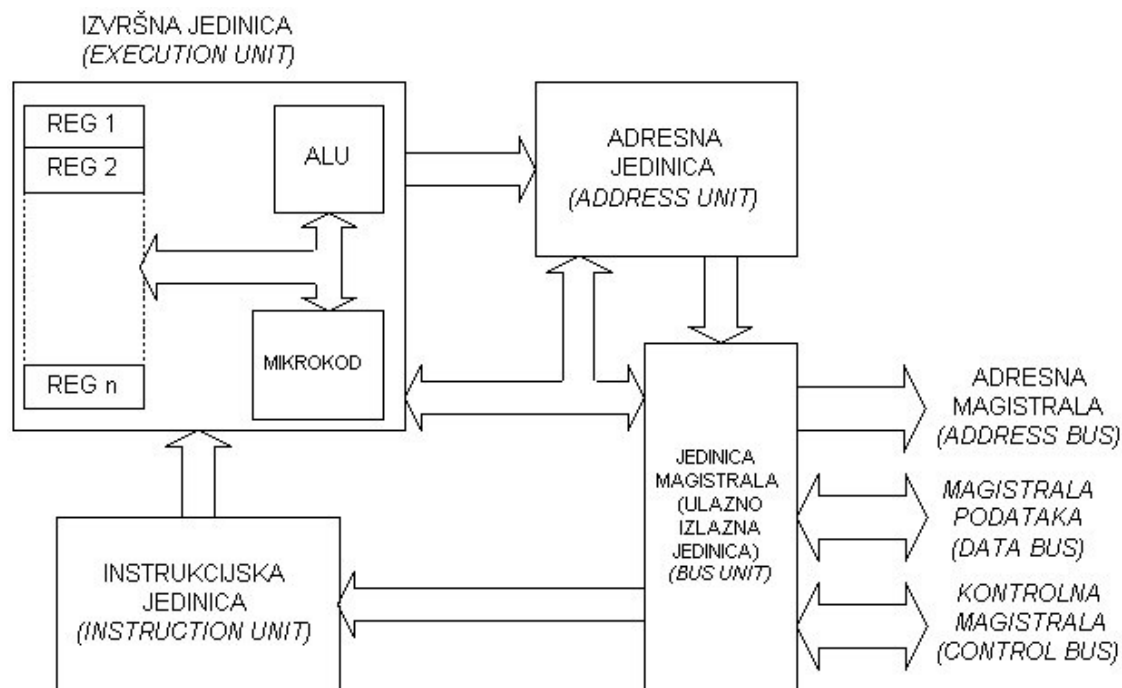
- Plastični jezičci na podnožju za memorijske module na matičnoj ploči se otvore u stranu.
- Memorijski modul se postavi iznad podnožja, tako da se udubljenja na njemu poravnata sa ispupčenjima na podnožju.
- Memorijski modul se pritisne na dole, tako da upadne u podnožje, a plastični jezičci se zabrave u polukružne useke na bočnim ivicama modula.

Pored uobičajene DDR memorije koja je danas u najširoj upotrebi, pojavljuje se i njena nova varijanta, nazvana DDR2 memorija. Za razliku od DDR memorijskih modula, koji se napajaju naponom od 2,5V i imaju 184 izvoda (pinova), DDR2 memorijski moduli se napajaju naponom od 1,8V (dobija se posebnim regulatorom napona na matičnoj ploči) i imaju 240 izvoda (pinova). Iz ovih podataka se vidi da DDR2 i DDR memorijski moduli nisu međusobno kompatibilni, pa se prema tome i ne mogu zamenjivati jedan drugim. Suštinska razlika između DDR i DDR2 memorije je u arhitekturi memorijskih čipova, koja kod DDR2 čipova omogućava veću stabilnost signala podataka, što daje mogućnost za više učestanosti radnog takta, a time i za veći propusni opseg, odnosno brži rad. Takođe je kod DDR2 memorijskih modula potrošnja električne energije skoro za 30% manja nego kod DDR modula.

MIKROPROCESORI

Osnovni element svakog računara je mikroprocesor ili centralna procesorska jedinica (Central Processing Unit – CPU). Mikroprocesor je realizovan u vidu jednog integrisanog kola i u njemu se obavlja najveći broj operacija tokom rada računara. Te operacije se obavljaju koristeći podesno uređen skup komandi (instrukcija), odnosno program (software).

Mikroprocesor se u principu može podeliti na četiri glavna elementa, koja su šematski prikazana na slici 12. Ti elementi su:



Slika 12 Osnovni elementi mikroprocesora

1. Adresna jedinica (Address Unit) koja ima zadatak da upravlja pristupom memoriji i njenom zaštitom. Na primer ona proverava da li je dozvoljen pristup određenoj zoni memorije, što može da bude izuzetno značajno u multitasking okruženjima.
2. Jedinica magistrala ili ulazno izlazna jedinica (BUS Unit) predstavlja mesto preko koga se mikroprocesor povezuje sa spoljašnjim svetom, to jest prima i šalje podatke. Ova jedinica takođe pristupa instrukcijama koje se nalaze u memoriji.
3. Instrukcijska jedinica (Instruction Unit) prihvata instrukcije koje dolaze iz jedinice magistrala i dekoduje ih (prepoznaje ih), pa ih u odgovarajućem formatu šalje u izvršnu jedinicu.
4. Izvršna jedinica (Execution Unit) je srce mikroprocesora. Ona se, kao što se sa slike 12 vidi, sastoji od tri glavna dela:
 - Aritmetička i logička jedinica (Arithmetic and Logical Unit) – ALU. U ovoj jedinici se obavljaju operacije koje su zadane instrukcijom.
 - Skup registara. Uloga registara je da privremeno sačuva podatke koji su potrebni da bi se obavila zadata instrukcija. Broj registara, njihova vrsta i veličina (broj bitova) je različita kod različitih mikroprocesora. Veličina registara određuje bitnost procesora. Kada se kaže da je, na primer, Pentijum procesor 32-bitni, to znači da njegovi registri imaju veličinu od 32 bita.
 - Mikrokod je blok u kome se nalazi skup instrukcija i tabela na osnovnom nivou koje kontrolišu i određuju rad samog mikroprocesora.

Mikroprocesori komuniciraju sa spoljašnjim svetom preko grupa električnih signala, koje se nazivaju magistralama. Magistrala je grupa električnih signala koji prenose istu vrstu informacija, na primer adrese, podatke i tako dalje. Uopšteno rečeno, postoje nekoliko magistrala kod mikroprocesora, i to:

- Adresna magistrala, koja definiše memorijsku lokaciju kojoj procesor treba da pristupi.
- Magistrala podataka se koristi za predaju i prijem podataka (za očitavanje sadržaja memorije ili za upisivanje rezultata operacije). Današnji Intel Pentijum i AMD Athlon procesori imaju 64-bitnu magistralu podataka, što opet ne znači da su oni 64-bitni, već pošto su im registri širine 32 bita, oni su 32-bitni.
- Kontrolna magistrala definiše vrstu pristupa i smer prenosa podataka (R/W očitavanje/upis). Ova magistrala takođe omogućava perifernim uređajima da komuniciraju sa mikroprocesorom. Koristeći kontrolnu magistralu, periferni uređaji mogu da prekinu trenutni posao mikroprocesora i da ga angažuju za svoje potrebe. Na primer, prilikom svakog pritiska na bilo koji taster na tastaturi, kontroler tastature preko kontrolne magistrale zaustavlja rad mikroprocesora i predaje mu kod pritisnutog tastera. Kada mikroprocesor prihvati taj kod i obradi ga, on se vraća svom prethodnom poslu. Određena linija kontrolne magistrale takođe definiše da li mikroprocesor pristupa memoriji ili ulazno/izlaznim uređajima (M)/(I/O). Kada mikroprocesor pristupa memoriji, READY linija kontrolne magistrale označava kada su podaci spremni na magistrali za ciklus očitavanja ili upisivanja. Preko ove magistrale se dovode i takt impulsi koji određuju i trajanje svake operacije koja se izvodi u mikroprocesoru, a time i brzinu rada samog mikroprocesora.

Da bi se sagledao način funkcionisanja mikroprocesora, potrebno je objasniti kako se informacije prenose u mikroprocesor i iz mikroprocesora. Naravno da se informacije kreću preko odgovarajućih magistrala. Kada mikroprocesor treba da zatraži neku instrukciju, adresna jedinica postavi na adresnu magistralu adresu na kojoj se nalazi potrebna instrukcija. R/W (Read/Write) linija na kontrolnoj magistrali dobije vrednost logičke jedinice. Time započinje ciklus očitavanja. Očitani podatak (instrukcija) se preko magistrale podataka dopremi u jedinicu magistrala, gde se pročita i prosledi u instrukcijsku jedinicu. Dobijeni podaci se u instrukcijskoj jedinici dekoduju i zatim šalju na izvršenje u izvršnu jedinicu. Dekodovana instrukcija sadrži podatke o tome koje registre mora da upotrebi izvršna jedinica, kao i da li mikroprocesor treba da pristupi memoriji da bi u nju smestio rezultat koji je dobijen izvršenjem instrukcije. Ako rezultat operacije treba da bude smešten u memoriju, izvršna jedinica prosleđuje adresu adresnoj jedinici radi kontrole (provere). Ako je pristup navedenoj adresi dozvoljen, rezultat i adresa se onda prenose u jedinicu magistrala, koja podatak i njegovu odredišnu adresu postavlja na magistralu podataka, odnosno adresnu magistralu. R/W linija na kontrolnoj magistrali dobija vrednost logičke nule, čime započinje ciklus upisivanja u memoriju. Memorijski uređaj koji je adresiran će onda pročitati podatak sa magistrale podataka i smestiti ga u memorijsku lokaciju definisanu adresom na adresnoj magistrali.

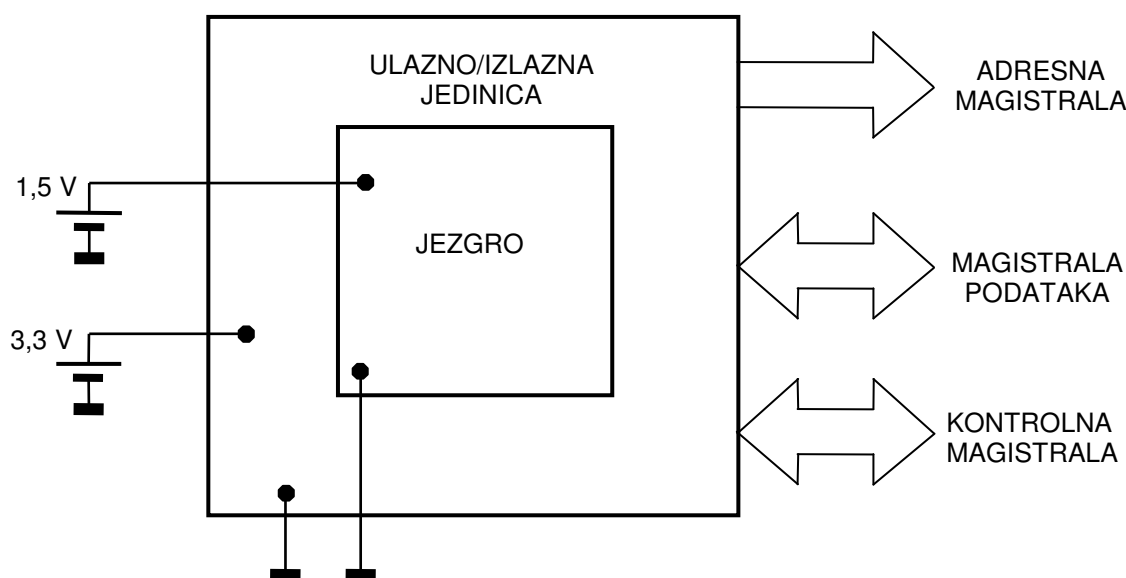
Blok šema mikroprocesora prikazana na slici 11 je opšta i na njoj se zasnivaju svi mikroprocesori. Kako su zahtevi za performansama PC računara vremenom sve više rasli, to su se i mikroprocesori razvijali i poboljšavali, pa su osim osnovnih elemenata sa slike 12, dobijali i dodatne mogućnosti i funkcije. Prvo proširenje funkcija mikroprocesora sa slike 12 se odnosi na dodavanje jedinice za rad sa decimalnim brojevima (Floating Point Unit). Naime, aritmetičko logička jedinica (ALU) radi samo sa celim brojevima. U slučaju da je potrebna obrada decimalnih brojeva, to se može izvršiti i u ALU jedinici, ali to zahteva veoma mnogo izračunavanja a samim tim i vremena. Zato je kod prvih generacija PC računara pored mikroprocsora na matičnu ploču bilo moguće postaviti i takozvani koprocessor. Koprocessor je

bio zadužen za rad sa decimalnim brojevima. Počevši od generacije 486 procesora, jedinica za rad sa decimalnim brojevima je uključena u sam mikroprocesor, što je omogućilo znatno povećanje brzine rada sa decimalnim brojevima.

Procesori su postajali sve brži i brži, ali ostali elementi računara nisu mogli da prate tako brzi razvoj. To se naročito odnosi na memoriju. Brzina RAM memorije je sve više zaostajala za brzinom mikroprocesora. Da bi se ta nesrazmera smanjila, uvedena je takozvana keš memorija. Za razliku od radne RAM memorije koja je dinamičkog tipa, keš memorija je statičkog tipa i ima za red veličine (oko 10 puta) kraće vreme pristupa. Keš memorija je postavljena između mikroprocesora i radne memorije, a njenim radom je upravljao posebni keš kontroler. Ovaj kontroler je na osnovu podatka kojeg je mikroprocesor tražio iz memorije pokušavao da predvidi koji će sledeći podatak biti potreban mikroprocesoru, pa je unapred, ne čekajući zahtev, taj podatak očitavao iz radne memorije i smeštao ga u keš memoriju. Ako je predviđanje bilo dobro, kada mikroprocesor zatraži taj podatak, on će ga dobiti iz keš memorije, a to će biti desetak puta brže nego da ga je čekao iz radne memorije. Drugi uzrok ubrzanja rada računara je u tome da kada mikroprocesor treba da smesti neke podatke u memoriju, on ih predaje brzom keš memoriji, odakle se ti podaci pod upravljanjem keš kontrolera šalju u radnu memoriju. Za to vreme je procesor slobodan da obavlja neke druge poslove. Keš memorija se prvobitno smeštala na matičnu ploču, ali je već od 486 procesora delimično premeštena u sam mikroprocesor. Pojavom Pentijum procesora, pojavila su se i dva nivoa keš memorije. Keš memorija prvog nivoa (L1 nivo) je smeštena u samo jezgro mikroprocesora. Ova veoma brza memorija ima relativno mali kapacitet i podeljna je na dva bloka, jedan služi za instrukcije a drugi za podatke. Ona obično radi na istom taktu kao i sam procesor. Keš memorija drugog nivoa (L2 nivo) ima znatno veći kapacitet i kod današnjih mikroprocesora je takođe smeštena unutar samog procesorskog čipa. Zavisno od tipa procesora, ova keš memorija može da radi na punom taktu procesora ili na nižem taktu (obično polovina učestanosti takta procesora). Uvođenjem keš memorije u sam mikroprocesor dobilo se dalje povećanje brzine rada računara, s tim da ta brzina dosta zavisi od kvaliteta keš kontrolera, odnosno od toga koliko dobro on predviđa sledeće podatke koje će biti potrebni mikroprocesoru, da bi mogao unapred da ih pripremi.

Kako dolaze sve novije generacije mikroprocesora sa sve boljim karakteristikama, to raste broj tranzistora u mikroprocesoru, a sa time i problemi sa potrošnjom energije i zagrevanjem tokom rada. Da bi se ti problemi smanjili teži se ka smanjenju radnih napona mikroprocesora. Smanjenjem radnih napona se dobija manja potrošnja električne energije, odnosno manja snaga koju procesor zahteva da bi normalno radio. To je naročito značajno kod prenosnih računara koji rade na baterije. Smanjenjem radnog napona se takođe smanjuje i toplota koja se razvija tokom rada mikroprocesora, pa je potreban i manji hladnjak za procesor, a to znači i manje zauzetog prostora, a takođe i duži životni vek samog procesora. I konačno, ako se procesor tokom rada manje zagreva, može se lakše ubrzati povećanjem učestanosti radnog takta. Sve do pojave Pentijum MMX procesora, ceo procesor, dakle i jezgro i ulazno/izlazne jedinice su napajane istim naponom, prvobitno sa +5V, a zatim sa +3,3V. Takvi procesori imaju jednostruko napajanje. Od Pentijum MMX procesora pa na dalje, uvedeno je dvostruko napajanje. Kod njih se naponom +3,3V napajaju ulazno/izlazne jedinice (radi očuvanja kompatibilnosti sa postojećim magistralama, memorijskim modulima, čip setom i ostalim logičkim elementima. Za razliku od ulazno/izlaznih jedinica, samo jezgro mikroprocesora se napaja nižim naponima. Ti naponi su prvobitno bili oko 2,8V, a kod današnjih mikroprocesora su već spuštani na oko 1,5V, sa tendencijom daljeg smanjivanja. Na slici 12 je principski prikazan način priključivanja takvih mikroprocesora. Sa slike se vidi da se koristi dvostruko napajanje. Jedan napon (oko 1,5V) se koristi za napajanje jezgra mikroprocesora, a drugi (3,3V) za napajanje ulazno/izlazne jedinice. Sa ulazno/izlazne jedinice preko adresne magistrale, magistrale podataka i kontrolne magistrale, mikroprocesor je povezan sa spoljašnjim elementima (matičnom pločom). Napon napajanja ulazno/izlazne jedinice se

dobija iz stepena za napajanje (kod današnjih ATX računara), dok se napon napajanja jezgra procesora dobija posebnim prekidačkim stepenom za napajanje koji je smešten na samu matičnu ploču. Kod Pentijum 4 računara taj prekidački stepen se napaja naponom +12V iz stepena za napajanje računara, i od tog napona se dobija napon jezgra od oko 1,5V. Noviji mikroprocesori imaju posebne izvođe preko kojih se konfiguriše prekidački stepen za napajanje na matičnoj ploči, koji daje napon za napajanje jezgra procesora. Kod takvih mikroprocesora nema potrebe za podešavanjem napona jezgra, jer se on automatski podešava. Međutim, kod nekih starijih mikroprocesora, napon napajanja jezgra se mora podesiti postavljanjem odgovarajućih kratkospojnika na igličastim konektorima na matičnoj ploči, podešavanjem posebnih mikroprekidača na matičnoj ploči, ili podešavanjem u okviru Setap programa. Za takve mikroprocesore se mora znati tačan napon napajanja i on se mora podesiti na jedan od tri pomenuta načina.



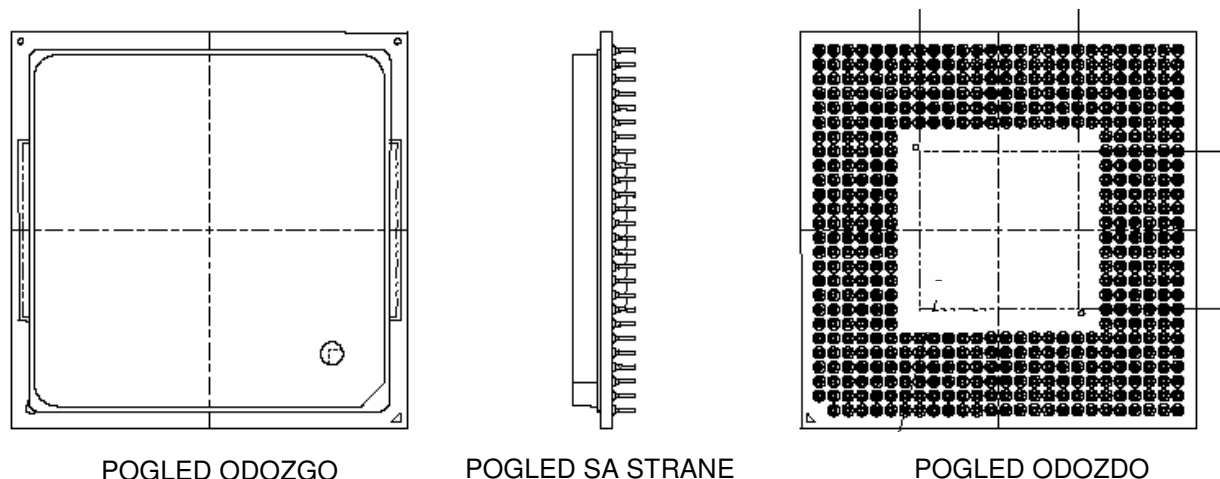
Slika 13 Priključenje današnjih mikroprocesora

I pored toliko smanjenog napona napajanja, savremeni mikroprocesori se dosta greju i ne bi mogli da rade bez odgovarajućeg odvođenja toplote proizvedene u njima. To odvođenje toplote se postiže korišćenjem odgovarajućih aluminijumskih ili bakarnih hladnjaka, koji se učvršćuju na gornju površinu mikroprocesora. Na vrhu hladnjaka se nalazi ventilator koji se napaja naponom +12V sa matične ploče. Ventilator omogućava efikasno hlađenje, a pošto je njegov ispravan rad neohodan za sigurnost mikroprocesora, obično se logikom na matičnoj ploči kontroliše brzina njegovog obrtanja. U slučaju da ta brzina padne ispod određene vrednosti, ili da se ventilator čak i zablokira, logika daje upozorenje ili u zavisnosti od načina podešenosti može i da obezbedi isključenje računara.

Svi mikroprocesori preko jedne linije na kontrolnoj magistrali dobijaju takt signal (pravougaone impulse određene učestanosti). Učestanost tog takt signala je u stvari učestanost sistemskog takta matične ploče. Samo jezgro savremenih mikroprocesora radi na znatno većoj učestanosti internog takta. Ta učestanost je određena takozvanim množiocem, to jest brojem kojim treba pomnožiti učestanost sistemske magistrale da bi se dobila interna učestanost na kojoj radi jezgro mikroprocesora. Kod većine starijih matičnih ploča je postojala mogućnost da se podešavanjem kratkospojnicima, mikroprekidačima ili u nekoj od opcija Setap programa, podese i sistemska učestanost matične ploče i množilac koji određuje internu radnu učestanost mikroprocesora. Većina današnjih mikroprocesora ima fabrički fiksiran množilac, tako da nema potrebe za njegovim podešavanjem. Time se sprečavaju pokušaji da se mikroprocesor

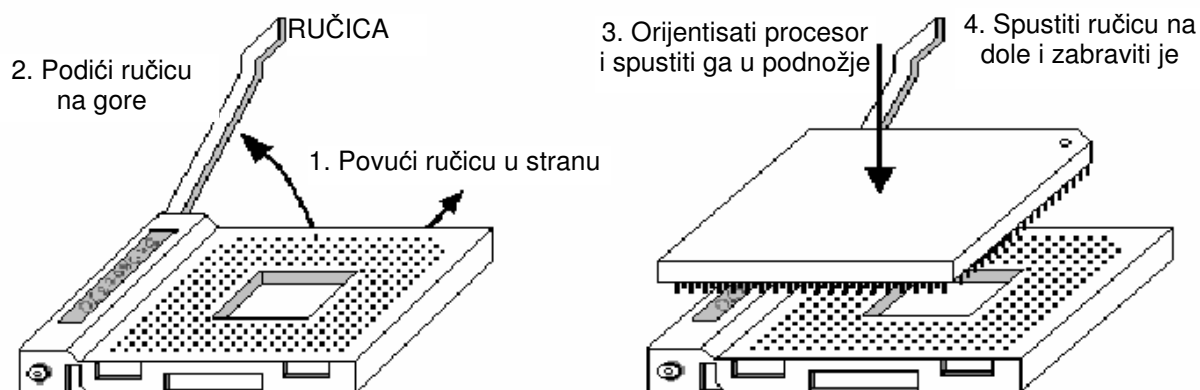
natera da radi na višoj učestanosti radnog takta nego što je fabrički predviđeno, čime se obezbeđuje njegov stabilan rad i duži životni vek.

Tokom razvoja PC računara, promenjeno je dosta generacija i tipova mikroprocesora. Broj izvoda na procesorskim čipovima se kretao od početnih 40-tak, a danas kod nekih tipova prelazi i 900. Kako su se pojavljivali novi tipovi mikroprocesora, tako je rastao broj izvoda (pinova) na njima, pa su se pojavljivali i novi tipovi podnožja za priključenje na matičnu ploču. Danas se praktično isključivo koriste mikroprocesori u obliku čipa koji ima kvadratni oblik. Izgled jednog takvog mikroprocesora (Pentium 4) je prikazan na slici 14. Sa slike se vidi da su izvodi (pinovi) raspoređeni sa donje strane čipa, dok je gornja strana pokrivena metalnim poklopcem preko koga se montira hladnjak sa ventilatorom. Sa donje strane, na kojoj su izvodi, u jednom uglu nedostaje jedan pin.



Slika 14 Izgled jednog mikroprocesora

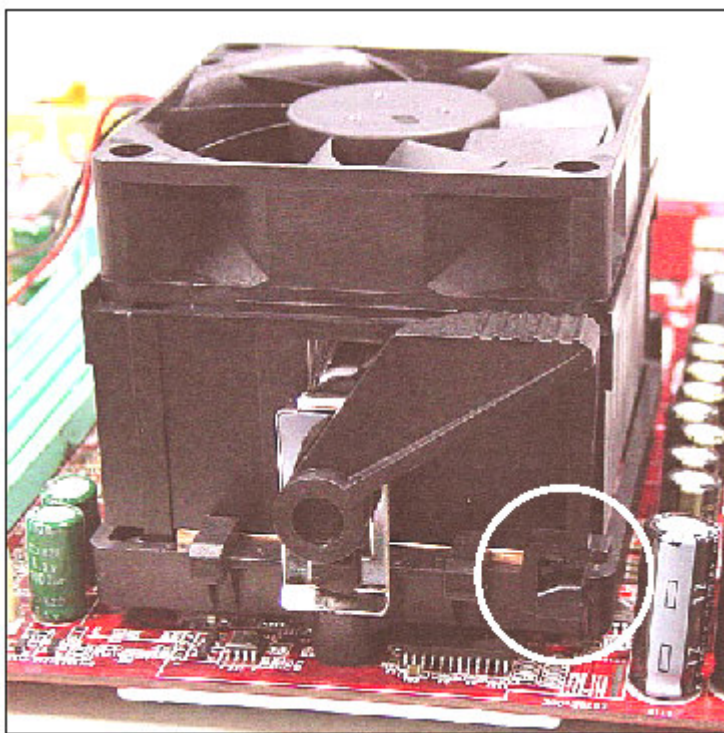
To je način za označavanje početka brojanja izvoda, odnosno omogućivanja ispravne orijentacije procesora prilikom postavljanja u podnožje na matičnoj ploči. Naime i u podnožju nedostaje jedan otvor u odgovarajućem uglu, tako da se mikroprocesor u podnožje može postaviti samo u jednom položaju. Način postavljanja mikroprocesora u podnožje je prikazan na slici 15.



Slika 15 Način postavljanja mikroprocesora u podnožje

Posle postavljanja procesora u podnožje, potrebno je na njega montirati hladnjak sa ventilatorom. Način montaže hladnjaka zavisi od tipa procesora, i obično je opisan u uputstvu koje stiže uz matičnu ploču. Korisno je između procesora i hladnjaka naneti tanak sloj termoprovodne paste, koja poboljšava prenošenje toplote sa procesora na hladnjak, a time obezbeđuje i njegovo bolje hlađenje. Kod većine novih matičnih ploča, u središnjem delu

podnožja za mikroprocesor postoji ugrađen NTC otpornik (otpornik sa negativnim temperaturnim koeficijentom) koji se može iskoristiti za merenje temperature kućišta mikroprocesora. Na slici 16 je prikazan hladnjak sa ventilatorom, montiran na jednom mikroprocesoru.



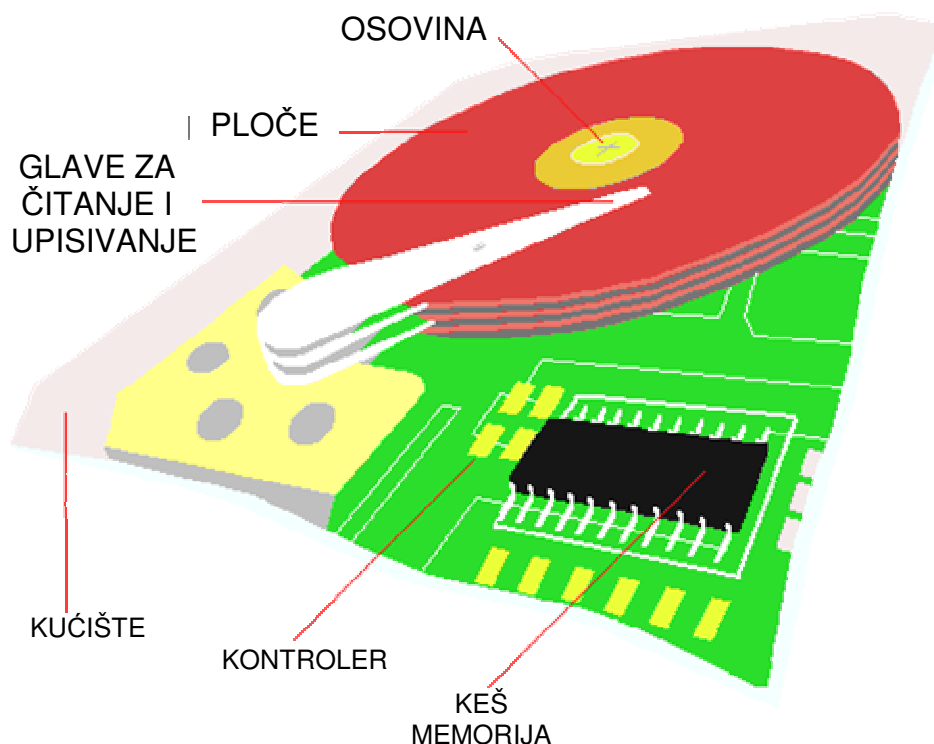
Slika 16 Hladnjak sa ventilatorom montiran na procesoru

Današnji mikroprocesori su veoma pouzdani i retko se kvare, pod uslovom da im je obezbeđeno odgovarajuće hlađenje i da se ne koriste na radnim višim učestanostima od fabrički predviđenih. Ono što je korisno je aktivirati softver za nadgledanje brzine okretanja ventilatora na hladnjaku i temperature kućišta mikroprocesora. Takav softver se često nalazi i u okviru BIOS-a matične ploče, a ako ga neka matična ploča nema, postoji veći broj nezavisnih programa (na primer **Hardware monitor**), koji pored ostalih poslova vrlo uspešno obavljaju i ova nadgledanja i u slučaju neke opasnosti štite mikroprocesor od oštećenja.

HARD DISKOVI

Hard diskovi u računarima se koriste za čuvanje (smeštaj) programa koje korisnik upotrebljava tokom trada na računaru, kao i za smeštaj podataka (dokumenata) nastalih korišćenjem pomenutih programa. Osim ove dve namene, sam PC Računar koristi hard disk kao privremenu memoriju, kada mu za potrebe nekog posla zafali RAM memorija.

Fizički satav hard diska sa njegovim glavnim elementima je prikazan na slici 17.

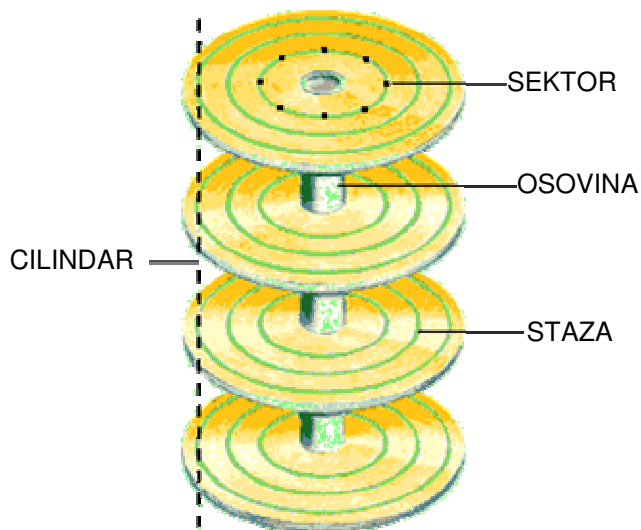


Slika 17 Konstrukcija hard diska

Glavni elementi hard diska su jedna ili više okruglih ploča od nemagnetnog materijala, koje su vezane zajedničkom osovinom. Ploče su sa obe svoje strane prevučene tankim slojem magnetnog materijala, na koji se upisuju podaci i sa kojeg se kasnije, kada su potrebni, očitavaju. Iznad obe strane svake ploče nalaze se glave za čitanje i upisivanje podataka. Glave su smeštene na specijalnim ručicama (aktuatorima), koje se nalaze na zajedničkoj osovini, tako da se istovremeno pokreću i menjaju svoj položaj od ivice ploča pa skoro do njihovog centra. Svi mehanički elementi hard diska (ploče sa osovinom i motorom, ručice koje nose glave za snimanje i čitanje sa mehanizmom za njihovo pokretanje) su hermetički zarvoreni u kućište, kako bi se sprečila oštećenja osetljivih elemenata usled nečistoća (prašine) iz vazduha. Radom motora koji obrće ploče sa magnetnim materijalom, kao i radom sistema za pomeranje ručica sa glavama za čitanje i pisanje upravlja kontroler koji se nalazi na štampanoj ploči smeštenoj na donjoj strani kućišta hard diska. Kontroler na sebi, pored ostalih elemenata, ima i konektor preko koga se disk priključuje na računar (u slučaju savremenih PC računara to priključivanje se vrši na odgovarajuće interfejsne na matičnoj ploči). Pored ovoga konektora postoji i konektor za priključenje napona za napajanje. Uloga kontrolera je da obezbedi stabilnu brzinu obrtanja ploča sa magnetnim materijalom, zatim da na osnovu zahteva koji dobije sa matične ploče računara, obezbedi pomeranje ručica sa glavama za čitanje i pisanje na tačno određeno mesto, i na kraju, da u slučaju upisivanja podataka na disk, signale koji stižu sa matične ploče obradi i pošalje u glave za snimanje kako bi bili upisani na disk, a u slučaju očitavanja podataka sa diska,

električne signale koji se indukuju u glavama za čitanje pojača, obradi i pošalje na matičnu ploču računara.

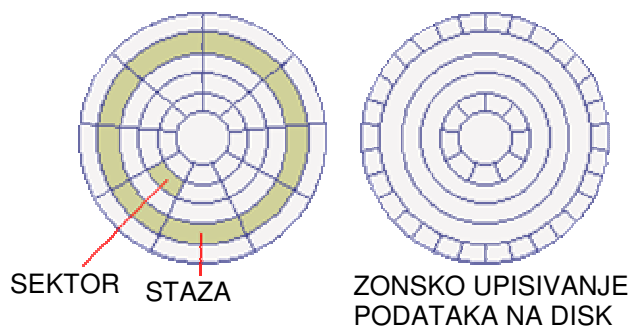
Da bi se površina za smeštanje podataka na pločama diska racionalno iskoristila, uvedena je posebna organizacija upisa, koja je prikazana na slici 18. Osnovni elementi u toj organizaciji su staze. One su raspoređene kao koncentrični krugovi na obe površine svih ploča, počevši od spoljne ivice, pa prema unutrašnjosti ploče. Zavisno od konstrukcije diska, svaka staza može da sadrži veliki broj bitova podataka, pa bi bilo neracionalno koristiti stazu kao jediničnu veličinu za smeštaj podataka. Da bi se to izbeglo, staze se dele na određen broj sektora, s tim da sektor sadrži 512 bajtova podataka. Još jedan parametar koji karakteriše organizaciju smeštaja podataka na hard disk su cilindri. Cilindar čine staze na svim pločama koje se nalaze na istom poluprečniku



Slika 18 Parametri hard diska

(na istom rastojanju od centra ploče). Sa ovakvom organizacijom se postiže racionalno iskorišćenje površine za smeštaj podataka i obezbeđuje najbrži rad hard diska. Najmanja veličina prostora koji se može iskoristiti za upisivanje nekih podataka je jedan sektor. Ako su podaci koje treba upisati veći od jednog sektora, onda se prelazi u sledeći sektor na istoj stazi i tako dalje. Ako ni cela staza nije dovoljna za smeštaj potrebnih podataka, posle popunjavanja te staze, prelazi se na stazu sa istim brojem, koja se nalazi na suprotnoj strani iste ploče. Ako je veličina podataka koje treba smestiti na disk, tolika da i posle popunjavanja istoimenih staza na jednoj ploči svi podaci nisu snimljeni, prelazi se na istoimenu stazu na susednoj ploči, to jest smeštanje podataka se obavlja u okviru jednog istog cilindra. Tek kada se popuni ceo cilindar, a svi podaci još uvek nisu smešteni na disk, ručice sa glavama za snimanje se pomeraju na sledeći cilindar, gde se nastavlja sa snimanjem. Na taj način je ostvareno minimalno mehaničko pomeranje ručica sa glavama. Pošto je ovo pomeranje najsporija operacija u funkcionisanju hard diska, na ovaj način, sa minimalno mogućim pomeranjem ručica, se postiže najveća brzina upisivanja ili očitavanja podataka. Naravno, kada se kasnije tokom rada neki sektori ili staze popune, prilikom sledećeg upisivanja podataka, kontroler će videti da su oni zauzeti, pa će ih preskočiti, a što može imati za posledicu prelazak na neki drugi cilindar, a to znači dodatno pomeranje ručica sa glavama, odnosno sporiji pristup tim podacima.

Radi još boljeg iskorišćenja površine ploče, kod savrmenih hard diskova broj sektora po stazama nije stalan, već se disk deli na veći broj zona. Broj sektora na stazama u jednoj zoni je stalan, ali u različitim zonama imamo i različit broj sektora po stazama. Pošto su dužine staza koje se nalaze bliže spoljašnjoj ivici ploče veće od dužina staza koje se nalaze bliže centru ploče, onda se u spoljašnjim stazama može smestiti više sektora nego u unutrašnjim, a to znači i veću količinu smeštenih podataka. Ovo je ilustrovano na slici 19, gde se vidi jednak broj sektora po stazama (levo) i znatno veći broj sektora u prvoj (spoljašnjoj) stazi



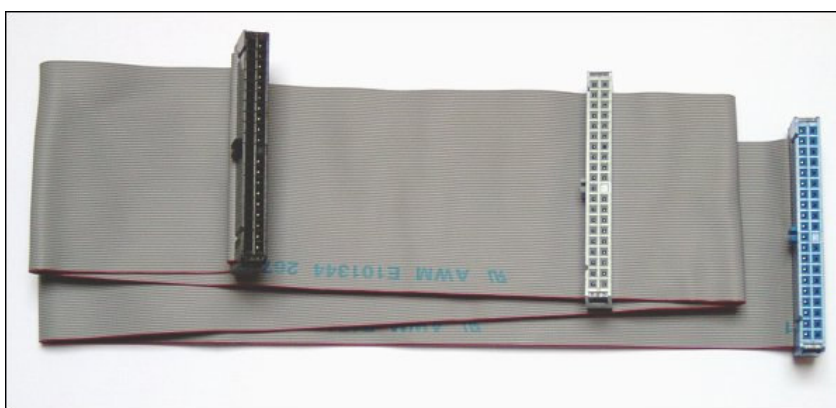
Slika 19 Ravnomerno i zonsko upisivanje podataka

nego u poslednjoj (unutrašnjoj) stazi. I u ovom slučaju važi da svaki sektor ima 512 bajtova, pa je jasno da se tehnikom zonskog upisivanja podataka na ploču može postići znatno veći kapacitet diska.

Na slici 17 se vidi da na kontroleru postoji i keš memorija. Njena uloga je da uspostavi ravnotežu između spore mehanike diska i znatno brže elektronike. Naime, pošto je brzina dolaska podataka koji treba da se snime na disk mnogo veća od same brzine upisivanja, onda se između ulaznog interfejsa na disku i mehanike stavlja keš memorija. Sada kada računar šalje podatke koji treba da se snime na disk, podaci se smeštaju u keš memoriju na kontroleru diska i odmah započinje njihovo snimanje. Kada se svi podaci smeste u keš memoriju, mikroprocesor se oslobađa za druge poslove, a podaci iz keš memorije diska se nezavisno od mikroprocesora snimaju na disk. Na taj način se ubrzava rad računara, jer sada mikroprocesor ne mora da čeka da se završi upisivanje podataka na disk, već nastavlja sa izvršavanjem programa čim sve podatke smesti u keš memoriju diska. Korišćenjem keš memorije se ubrzava rad računara i prilikom učitavanja podataka sa diska. Kada se sa površine ploče očitava jedan blok podataka i smesti u keš memoriju, kontroler učitava i naredne blokove podataka u istu memoriju u nadi da će uskoro i oni zatrebati mikroprocesoru. Ako je to predviđanje bilo dobro, onda će mikroprocesor te podatke dobiti mnogo brže iz keš memorije, nego da je morao čekati da se oni očitaju sa ploče diska.

Naponi za napajanje hard diskova i uopšte EIDE disk jedinica se dovode iz stepena za napajanje računara jednim četvoropinskim konektorom, na kome postoje naponi +5 i +12 V i dva pina za masu. Konektor za priključak napajanja je tako napravljen da se ne može pogrešno priključiti.

Već je pomenuto da se za priključenje hard diska na matičnu ploču koristi neki interfejs. U današnjim računarima se najčešće koristi takozvani EIDE (Enhanced Integrated Drive Electronics) interfejs, koji predstavlja poboljšanu verziju prvobitnog IDE interfejsa. Drugi naziv za ovaj interfejs je ATA (Advanced Technology Attachment). Do skora je u isključivoj upotrebi bio paralelni ATA interfejs (interfejs kod koga se u jednom trenutku preko više paralelnih linija istovremeno šalje veći broj bitova podataka). Na matičnim pločama PC računara se po pravilu nalaze dva konektora za disk jedinice sa paralelnim ATA interfejsom. Prvi konektor predstavlja primarnu, a drugi sekundarnu IDE granu. Na svaku od tih grana se mogu priključiti po dve disk jedinice (hard disk, CD ROM drajv, DVD drajv). Samo priključenje se obavlja trakastim (flet) kablom prikazanim na slici 20.

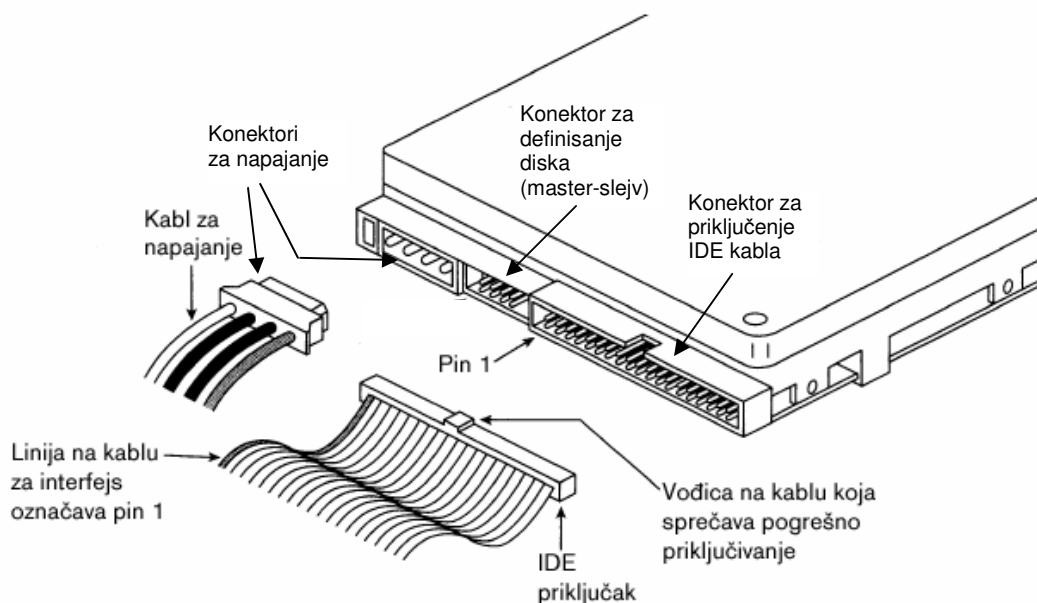


Slika 20 Kabl za priključenje EIDE

Ovaj kabl ima 3 konektora sa po 40 pinova. Svi pinovi sa istim brojem su međusobno povezani jednom žilom kabla, tako da je broj žila u kablu takođe 40. Kod novijih diskova je broj žila u kablu povećan na 80, tako što je između svake dve prvobitne žile ubačena još po jedna žila koja je vezana na masu. Na taj način se postiže veće razdvajanje između pojedinih električnih signala koji se prenose kablom, to jest smanjuju se međusobni uticaji između tih

signala. Zahvaljujući tome može se ostvariti brži prenos signala kroz interfejs (Ultra ATA/66 i Ultra ATA/100 standardi).

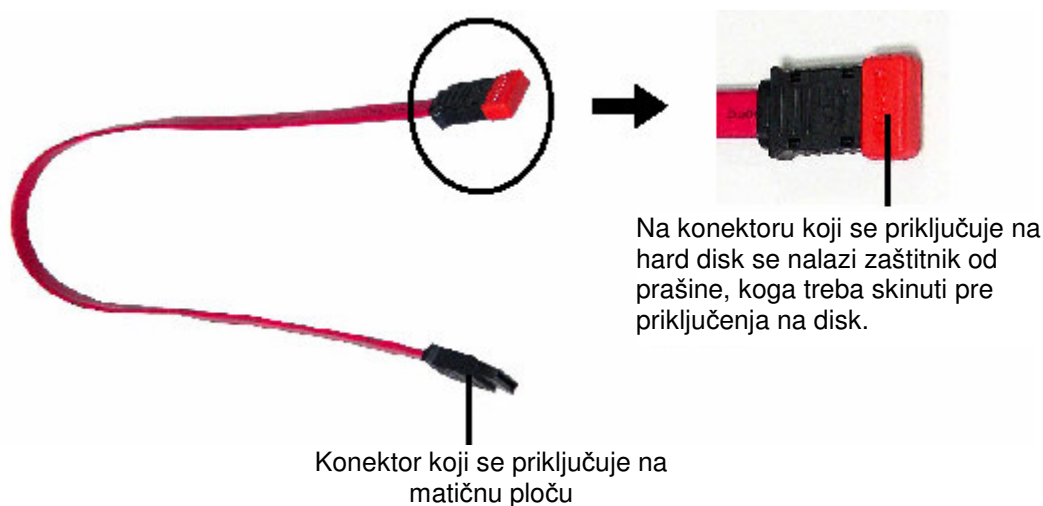
Pošto su pinovi sa istim brojevima na konektorima spojeni zajedno, mora se napraviti razlika između dve disk jedinice koje su priključene na isti kabl. Jedna od tih jedinica se definiše kao **master**, a druga kao **slejev**. To definisanje jedinica se obavlja spajanjem kratkospojnika (džampera) na igličaste konektore koji postoje na disk jedinicama. Na svakoj disk jedinici postoje ovi konektori i obeležen je način postavljanja kratkospojnika da bi jedinica radila kao master ili slejev. Na slici 21 je prikazan zadnji deo jednog tipičnog hard diska, tako da se vide konektor za priključak trakastog kabla za paralelni ATA interfejs, konektor za priključak kabla za dovod napajanja i igličasti konektor za postavljanje kratkospojnika kojima se konfiguriše hard disk. Ako u računaru imamo samo jedan hard disk, njega treba priključiti na primarnu IDE granu i konfigurisati ga kao **single** ili **master**. U slučaju da se na istu granu spajaju dve disk



Slika 21 Konektori na hard disku

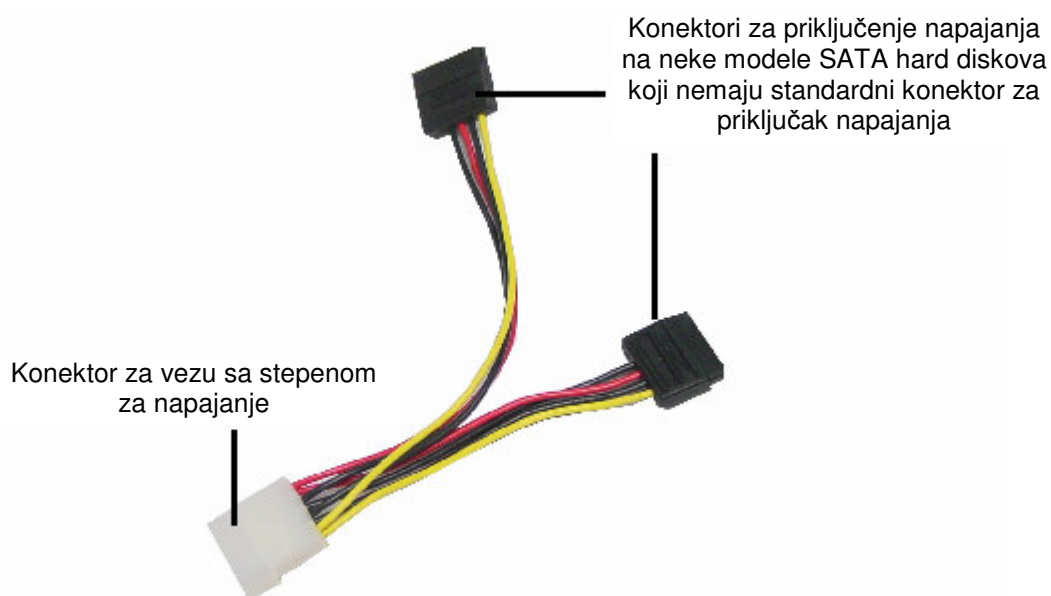
jedinice, jedna se konfiguriše kao **master**, a druga kao **slejev**. Postoji još jedan način za spajanje dve disk jedinice na jednu IDE granu. To je takozvani **cable select** način definisanja disk jedinica. U ovom slučaju se na obe disk jedinice kratkospojnici postavljaju u položaj **cable select**, a razlika između njih se postiže tako što na trakastom kablju, između dva konektora koja se priključuju na disk jedinice postoji prekid u žili broj 28. Ovaj način se češće koristi kod **brand name** računara, dok se kod nas uobičajenih računara češće koristi master – slejev način definisanja disk jedinica.

Pored disk jedinica po paralelnom ATA standardu koje su i dalje u najširoj upotrebi, sve više se koriste i hard diskovi po serijskom ATA standardu (takozvani SATA diskovi). Kod ove vrste diskova podaci se prenose serijski, bit po bit, a ne istovremeno više bitova kako je to kod paralelnih ATA diskova. Zahvaljujući tome veza između matične ploče i hard diska je ostvarena sedmožilnim kablom, koji je znatno uži nego trakasti kabl za PATA diskove, pa samim tim i manje ometa strujanje vazduha kroz kućište računara, a time se dobija bolje hlađenje komponenata računara. Pored toga SATA interfejs obezbeđuje veću brzinu prenosa podataka između diska i matične ploče. Kod SATA diskova nema potrebe za definisanjem diska kao master ili slejev, pošto se na svaki SATA konektor na matičnoj ploči može priključiti samo jedan hard disk. Na slici 22 je prikazan kabl kojim se SATA hard disk priključuje na matičnu ploču.



Slika 22. Kabl za priključenje SATA hard diska na matičnu ploču

Neki SATA diskovi nemaju standardne konektore za priključenje napajanja, pa se za njih koriste posebni adapteri. Jedan takav adapter je prikazan na slici 23.



Slika 23 Kabl sa konektorima za dovod napajanja na SATA hard diskove

Pojavom SATA diskova postali su široko dostupni i takozvani RAID (Redundant Arrays of Independent Disks) sistemi hard diskova. Kod ovog sistema se više diskova (najčešće dva) kombinuje u jednu logičku jedinicu. Ovim se dobija brži rad diska ili veća sigurnost snimljenih podataka (otpornost na greške diska). Ova veća sigurnost se dobija redundantnim upisivanjem podataka na dva diska, tako da ako jedan disk otkaže, kopija podataka se može dobiti sa drugog diska. Svi pojedinačni diskovi iz niza se nazivaju članovi niza. Informacije o konfiguraciji svakog člana niza se zapisuju u jednom rezervisanom sektoru na disku, koji identifikuje disk kao člana niza. Sve diskove koji su članovi niza, operativni sistem vidi kao jedan jedinstveni fizički disk. Kombinovanje diskova u RAID nizove se može vršiti na razne načine, koji se uobičajeno nazivaju RAID nivoima. Razni RAID nivoi imaju različite nivoe performansi, sigurnosti podataka i cene. U PC računarima se najčešće koriste nivoi RAID 0 i RAID 1.

U RAID 0 nivou (Striping) podaci koje treba upisati na disk se dele na manje paralelne delove, koji se istovremeno upisuju i to svaki blok na po jedan član niza. Tim postupkom se dobija brži rad ekvivalentnog diska. Međutim loša strana ovog RAID nivoa je da ako jedan disk iz niza otkáže, izgubljeni su kompletni snimljeni podaci (dakle i podaci sa ispravnih članova niza). Kapacitet ekvivalentnog diska jednak je proizvodu broja članova niza i kapaciteta najmanjeg člana iz niza. Veličina blokova koji se istovremeno upisuju na članove niza se može podešavati u opsegu od 4 do 64 kB.

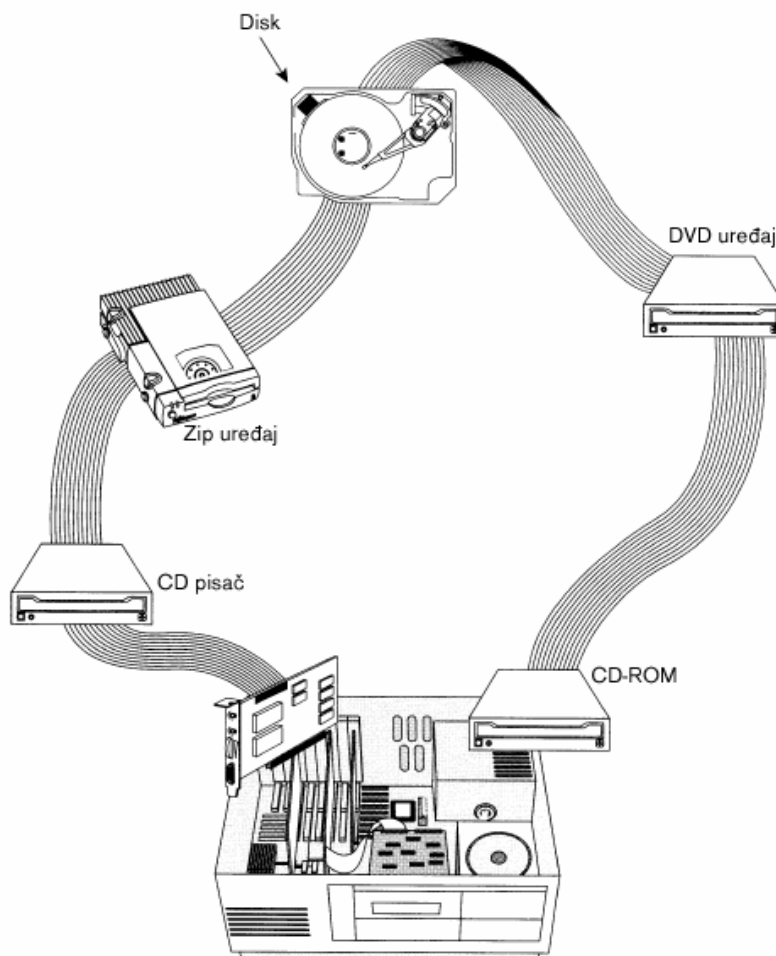
Kod RAID 1 nivoa (Mirroring) paralelno se upisuju isti podaci na par hard diskova, odnosno paralelno se očitavaju podaci sa oba diska. Ako jedan od diskova iz ovakvog niza otkáže, preostali ispravan disk će nastaviti da funkcioniše. Zbog redundancije prilikom upisa podataka na članove niza, kapacitet ekvivalentnog diska jednak je kapacitetu najmanjeg člana niza. Kod ovog RAID nivoa moguće je umesto neispravnog diska priključiti novi rezervni disk, koji će se aktivirati kao potpuna zamena za disk koji je otkazao, to jest na njega će se preneti kopija podataka sa ispravnog člana niza. Prema tome, ako kod RAID nivoa 1 bilo koji disk otkáže, pristup podacima će biti moguć sve dok postoji bar jedan ispravan disk u nizu.

U serverima za računarske mreže, gde su zahtevi za sigurnošću i brzinom veoma veliki, često se primenjuju i drugi RAID nivoi nastali kombinacijom nivoa 0 i 1. Ovi nivoi obezbeđuju i brži pristup podacima i veću sigurnost zbog redundancije prilikom snimanja podataka, ali zato zahtevaju veći broj članova niza, što naravno znatno utiče na cenu takvog računara.

Pored diskova koji se zasnivaju na EIDE, odnosno ATA standardu, bilo paralelnom bilo serijskom, u PC računarima koji se koriste kao serveri za računarske mreže se primenjuju i diskovi koji rade po SCSI (Small Computer System Interface) standardu. Ovaj standard definiše posebnu SCSI magistralu koja je preko odgovarajućeg kontrolera vezana za ulazno izlaznu magistralu računara. Kontroler se retko nalazi integrisan na matičnoj ploči računara, već se najčešće sreće u vidu PCI kartice koja se postavlja u PCI slot za proširenje na matičnoj ploči. Na štampanoj ploči kontrolera se nalazi konektor na koji se priključuje trakasti SCSI kabl za vezu prema unutrašnjim SCSI jedinicama (SCSI magistrala omogućava priključenje ne samo hard diskova već i drugih uređaja kao što su CD ROM uređaji, uređaji za bekap podataka sa trakom, skeneri, Iomega i Zip drajvovi i tako dalje), kao što je to prikazano na slici 24. Na zadnjoj ploči SCSI kontrolera (koja je učvršćena na zadnju stranu kućišta računara) nalazi se poseban konektor na koji se priključuju spoljašnji SCSI uređaji. Spoljašnji SCSI uređaj obično ima dva konektora. Prvi konektor služi za vezu prema SCSI kontroleru, a na drugi konektor se može priključiti sledeći spoljašnji SCSI uređaj. Vidimo da se na SCSI magistralu može priključiti više spoljašnjih i unutrašnjih SCSI uređaja. Postoji nekoliko varijanti SCSI standarda, pa na primer uska SCSI magistrala prima do sedam uređaja, a široka do petnaest uređaja. Svaki SCSI uređaj, uključujući i sam kontroler mora imati svoj jedinstveni identifikacioni broj (SCSI ID). Tako kod uskog SCSI sistema imamo ID brojeve od 0 do 7, a kod širokog od 0 do 15. ID brojevi se podešavaju bilo postavljanjem kratkospojnika (džampera) na odgovarajuće igličaste pinove na samom SCSI uređaju, bilo pomoću okretnih kodnih preklopnika, koji i prikazuju izabrani ID broj. Još o jednoj stvari se mora voditi računa kada se ugrađuju SCSI uređaji. Krajnji (poslednji u nizu) SCSI uređaji, i to kako unutrašnji, tako i spoljašnji, moraju biti završeni posebnim otpornicima – terminatorima, kojima se postiže prilagođenje impedanse na linijama magistrale, a time se postiže nesmetani prolaz signala (bez izobličenja) po magistrali. Terminatori se postavljaju u obliku posebnih konektora na kraju spoljašnje i unutrašnje grane, ili ako na završnom SCSI uređaju postoji ugrađen terminator, on se uključuje posebnim kratkospojnicima.

SCSI uređaji na sebi imaju sopstvene kontrolere koji komuniciraju sa glavnim SCSI kontrolerom, koji njima i upravlja. Ovakav koncept omogućava da nekoliko SCSI uređaja može da koristi magistralu u isto vreme, a da mikroprocesor za to vreme bude slobodan da obavlja druge poslove. SCSI hard diskovi imaju bolje karakteristike od ATA diskova (brži su, imaju veći kapacitet, pouzdaniji su), ali se zbog veće cene, kao i potrebe za posebnim (skupim) kontrolerom retko koriste u kućnim i poslovnim računarima. Najčešće se koriste u serverima za

važne računarske mreže, gde je primarni faktor pouzdanost i brzina, a cena opreme nije odlučujuća.



Slika 24 Priključenje unutrašnjih SCSI uređaja pomoću trakastog kabla

PRIPREMA HARD DISKA ZA KORIŠĆENJE

Pre nego što se disk može početi koristiti, moraju se izvršiti neke pripremne radnje koje omogućavaju korišćenje. Osnovna operacija je formatiranje. Postoje dve faze formatiranja. Prvo se vrši formatiranje hard diska na niskom nivou (low level formatting). Ovo formatiranje obavlja proizvođač diska i korisnik nema potrebe da o tome brine. Tokom formatiranja na niskom nivou, ploče diska se dele na staze i sektore. U ovoj fazi formatiranja se pored navedenog vrši i postavljanje svih bajtova na svim stazama i pločama na vrednost logičke nule. Kod sadašnjih diskova se isključivo koristi tehnika zonskog upisivanja kod koje staze koje su bliže ivici ploče imaju više sektora nego staze koje su dalje od ivice (bliže centru ploče). Kao što je već rečeno, svaki hard disk dolazi iz fabrike već formatiran na niskom nivou i korisnik nema potrebe da to ponovo radi, pogotovo što se ovo formatiranje obavlja posebnim postupkom, koji nije svakom dostupan. Moguće je i da korisnik kasnije izvrši formatiranje na niskom nivou, ali u tom slučaju teško može da postigne maksimalni kapacitet diska.

Prva operacija koju budući korisnik hard diska mora da obavi je definisanje particija, odnosno odvojenih delova diskova koji se sa stanovišta operativnog sistema ponašaju kao posebni diskovi. Hard disk može imati i samo jednu particiju, ali ga je racionalnije, naročito kod sadašnjih diskova velikog kapaciteta, podeliti na više delova.

Najčešći slučaj je podela diska na dve particije, od kojih je prva takozvana primarna particija, a druga produžena particija. Produžena particija se dalje može podeliti na veći broj logičkih disk jedinica. Sve ovo se može obaviti pomoću programa **Fdisk**. Ako je potreban veći broj primarnih particija (maksimalno ih može biti 4), mora se koristiti neki drugi program, na primer **Partition magic**.

Podelom diska na particije se omogućava lakša organizacija smeštanja programa i podataka na disk, a takođe i u zavisnosti od korišćenog operativnog sistema i bolja iskorišćenost prostora na disku. Na primer, DOS operativni sistem koji je 16 bitni i koji koristi FAT16 sistem datoteka, može da adresira samo $2^{16} = 65536$ jedinica na disku. Pošto je najmanja jedinica koja se može adresirati jedan sektor, koji kao što je poznato ima 512 bajtova, to bi značilo da bi maksimalni kapacitet hard diska bio $65536 \times 512 = 33554432$ bajta, odnosno $33554432/1024/1024 = 32$ MB. U početku je u DOS operativnom sistemu maksimalna veličina hard diska stvarno bila ograničena na 32 MB. Kako su vremenom rasli zahtevi za većim kapacitetima diskova, uvedena je nova minimalna jedinica koju operativni sistem može adresirati na disku. Ta jedinica se naziva klaster i ona se sastoji od više uzastopnih sektora koji čine jedan klaster. Broj sektora u klasteru može biti 2, 4, 8, 16, 32 ili 64. Sa ovako definisanom minimalnom adresibilnom jedinicom prostora na disku, maksimalni kapacitet diska iznosi $65536 \times 512 \times 64 = 2147483648$ bajtova, odnosno $2147483648/1024/1024 = 2048$ MB = 2 GB. Pri tome je veličina klastera $512 \times 64 = 32768$ bajta, odnosno $32768/1024 = 32$ kB. Nedostatak ovog sistema je neracionalno korišćenje kapaciteta hard diska u slučaju velikog broja malih datoteka koje treba na njega snimiti. Naime, minimalni prostor koji će zauzeti neka mala datoteka (na primer od 1 kB) iznosi jedan klaster, a to u slučaju diska od 2 GB iznosi 32 kB. Vidimo da je u tom klasteru za smeštaj datoteke upotrebljen 1kB, dok je preostalih 31 kB izgubljeno, pošto se u tom prostoru više ništa ne može smestiti. Tako, ako na disku postoji veliki broj malih datoteka, veličina izgubljenog prostora na disku može dosta narasti i dostići i nekoliko desetina procenata od ukupnog kapaciteta diska. Iz ovoga se zaključuje da bi za efikasnije korišćenje kapaciteta hard diska, trebalo da veličina klastera bude što manja.

Međutim, kako su potrebni kapaciteti diskova još brže rasli, uvidelo se da je dotadašnji FAT16 sistem datoteka prevaziđen, pa je umesto njega uveden novi sistem FAT32. Kod njega je maksimalni broj klastera na jednom disku $2^{26} = 67108864$, a to je 1024 puta više nego kod FAT16 sistema. Zato su veličine klastera kod FAT32 sistema manje, pa se bolje koristi kapacitet diska (manji gubitak prostora na disku u slučaju većeg broja malih datoteka). Pored toga, FAT32 sistem datoteka podržava i veličine particija veće od 2 GB. Do 1998 godine veličina particije je bila ograničena na 8,4 GB zbog toga što su dotadašnji BIOS-i koristili 24 bita za adresiranje klastera na disku. Tada je promenom BIOS-a (uvođenjem proširenog prekida 13h), omogućeno da se za adresiranje sada može koristiti 64 bita. To omogućava veoma velike particije koje u doglednoj budućnosti sigurno neće biti prevaziđene.

Podelom savremenih hard diskova velikih kapaciteta na particije i logičke diskove, obezbeđuje se minimalna veličina klastera, a time i bolje iskorišćenje kapaciteta diska.

Posle izvršene podele diska na particije i eventualne logičke diskove, potrebno je izvršiti i formatiranje na visokom nivou tih delova diska. To formatiranje se obavlja programima koji zavise od operativnog sistema koji će biti instaliran na konkretnoj particiji. Za najčešće korišten operativni sistem Windows, formatiranje particija i logičkih diskova se može obaviti programom **Format**, mada se mogu koristiti i drugi programi (disk menadžeri) koje često isporučuju proizvođači diskova uz svoje diskove.

Hard diskovi su elementi u PC računaru koji neprestano rade dok je računar uključen. Tokom rada oni se i zagrevaju, pa u takvim uslovima nije isključena pojava njihovih otkaza i kvarova. Postoje dva tipa kvarova po načinu njihovog nastanka.

Prvi tip kvara je hardverski kvar, kada može da otkáže mehanika diska, to jest obrtne ploče na koje se smeštaju podaci, motor za njihovo okretanje, ručice sa glavama za snimanje i očitavanje podataka i mehanizam za njihovo pokretanje, a takođe može doći i do kvara na

elektronici diska. U oba ova slučaja (kvar mehanike ili elektronike), popravak diska u kućnim uslovima je praktično nemoguć.

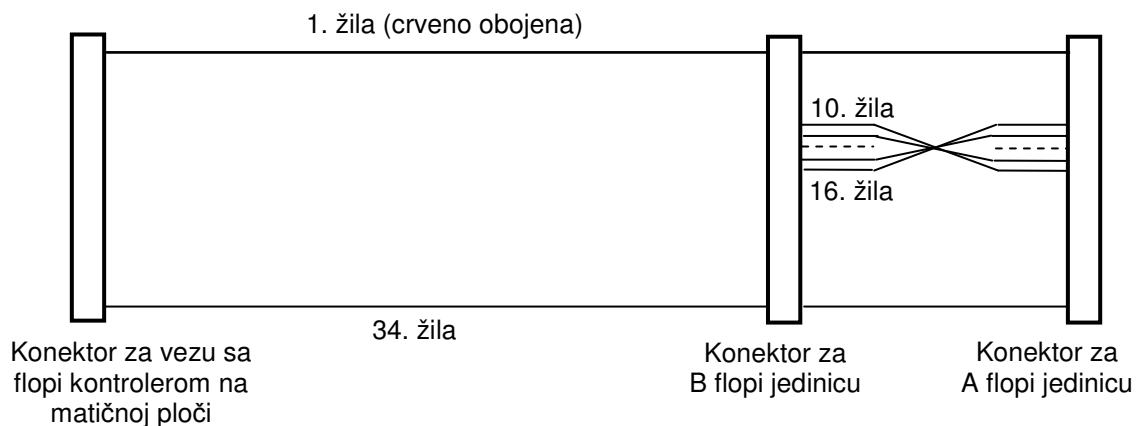
Drugi tip kvara hard diskova je softverski, kada zbog neke neregularnosti pri upisu ili učitavanju podataka dođe do oštećenja pojedinih sistemskih sektora na disku. Ti sektori omogućavaju operativnom sistemu da pronađe potrebne datoteke koje već postoje na disku, kao i da na slobodna mesta na disku snimi nove datoteke. Jedan od mogućih uzroka softverskih kvarova na hard diskovima je i dejstvo raznih virusa. U slučaju kvara ove prirode, često je moguće izvršiti oporavak diska korišćenjem odgovarajućih softverskih alata. Tako na primer za oporavak hard diska sa operativnim sistemom Windows, može se koristiti program **Scandisk**, ali postoje i znatno bolji i efikasniji programi, kao što je **Norton disc doctor** i drugi.

FLOPI DISKOVI I DISKETNE JEDINICE

Flopi diskovi ili diskete su široko prihvaćeni prenosivi medijum za snimanje podataka u PC računarima. Za razliku od hard diskova, koji su fiksni delovi računara i u principu se ne vade iz njega, disketu na kojoj su snimljeni neki podaci možemo izvaditi iz disketne jedinice i preneti u bilo koji drugi PC računar i tu ponovo koristiti snimljene podatke.

U današnjim PC računarima se koriste disketne jedinice širine 3,5 inča. Ranije su se koristile jedinice širine 5,25 inča, ali su one potpuno potisnute jedinicama od 3,5 inča koje pored većeg kapaciteta imaju i veću pouzdanost.

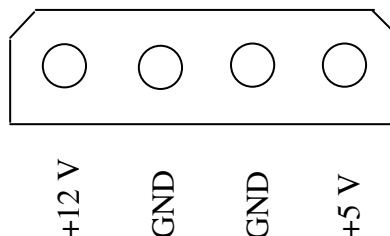
Na priključak flopi kontrolera na matičnoj ploči računara se posebnim trakastim (flet) kablom mogu priključiti jedna ili dve flopi jedinice. Ovaj trakasti kabl ima 34 žile i tri konektora sa po 34 pina. Ranije je trakasti kabl imao pet konektora da bi obezbedio mogućnost priključenja i disketnih jedinica od 5,25 inča, koje imaju drugačiji konektor za priključenje. Kako su te disketne jedinice danas napuštene, sada se isporučuju trakasti kablovi sa samo tri konektora. Na slici 25 je prikazan izgled trakastog kabla kakav se danas koristi za priključenje flopi jedinica.



Slika 25 Trakasti kabl za priključenje flopi disk jedinica

Konektor na početku kabla se priključuje na odgovarajući konektor na matičnoj ploči. Između preostala dva konektora, uvrnute su žile od 10 do 16. Ako u računaru imamo jednu disk jedinicu, na nju treba priključiti krajnji konektor sa trakastog kabla, koji se nalazi iza uvrnutog dela kabla, gledano od početka kabla (od konektora koji se priključuje na matičnu ploču). Tako priključena disketna jedinica će dobiti ime A. Ako u računaru treba da postoje dve disketne jedinice (što je danas veoma redak slučaj), jedinicu koja treba da bude prva (sa imenom A) treba priključiti na krajnji konektor trakastog kabla, a jedinicu koja treba da bude druga (sa imenom B), treba priključiti na srednji konektor trakastog kabla, dakle ispred uvrnutog dela kabla gledano od početka kabla (od konektora koji se priključuje na matičnu ploču). Na taj način se postiže definisanje imena disketne jedinice, bez potrebe da se na samim jedinicama bilo šta podešava. Ako iz nekog razloga ovakav raspored disketnih jedinica nije pogodan, u većini BIOS-a postoji opcija kojom se softverski mogu zameniti mesta jedinica A i B. Konektori na trakastom kablju obično imaju osiguranje od pogrešnog priključenja (okretanja za 180°). Međutim, moguće je naići na konektore koji nemaju to osiguranje. Ako se takav konektor okrene za 180° u odnosu na ispravan položaj, flopi disk jedinica neće moći da radi, a na njenoj prednjoj strani će stalno svetleti LED dioda koja normalno treba da svetli samo prilikom upisa ili čitanja podataka sa diskete. Stalno svetljenje LED diode je znak da je konektor pogrešno okrenut i da ga treba postaviti u ispravan položaj.

Pored trakastog kabla kojim se prenose signali podataka i upravljački signali sa i ka flopi kontrolera na matičnoj ploči, na flopi jedinicama postoji i konektor na koji se priključuju potrebni naponi za napajanje. Ovaj konektor ima četiri pina preko kojih se iz stepena za napajanje dovode naponi +5V i +12V i masa. Na slici 26 je prikazan raspored napona na ovom konektoru.



Slika 26 Raspored napona na konektoru za napajanje flopi jedinice

Današnje flopi jedinice od 3,5 inča u sebi sadrže dve glave za čitanje i pisanje, tako da mogu da koriste obe strane diskete koja se ubacuje u jedinicu. Glave se pomeraju posebnim mehanizmom sa step motorom, tako da se mogu precizno postaviti na određenu stazu na disketi. Organizacija upisa podataka na diskete je slična kao i kod hard diskova. Naime disketa je podeljena na strane, staze i sektore. U FAT16 fajl sistemu koji se koristi u operativnom sistemu Windows i DOS, standardna disketa ima dve strane, sa po osamdeset staza na svakoj strani i sa 18 sektora po svakoj stazi. Svaki sektor sadrži, kao i kod hard diskova, po 512 bajtova, tako da ukupan kapacitet jedne diskete iznosi: $2 \times 80 \times 18 \times 512 = 1474560$ bajtova, odnosno $1474560/1024 = 1440$ kB, ili $1440/1024 = 1,4$ MB. Postoje i diskete koje imaju kapacitet od 720 kB, kao i 2880 kB, ali su one malo rasprostranjene i retko se sreću.

Da bi flopi disketa mogla da se koristi, mora se izvršiti njeno formatiranje. Pošto je danas najčešće korišten operativni sistem Windows, proizvođači disketa obično isporučuju diskete koje su već formatirane prema FAT16 fajl sistemu, koji se koristi za rad sa disketama. Ako korisniku zatreba naknadno formatiranje diskete (to je najsigurniji način za brisanje sadržaja diskete), to se može obaviti pomoću programa **Format**.

Disketne jedinice su danas postale toliko jeftine da se njihova eventualna poravka u slučaju kvarova apsolutno ne isplati ni vremenski ni finansijski. Ipak, ako se povremeno teže očitavaju fajlovi sa disketa sa kojih je to ranije bilo bez problema moguće, može se probati sa čišćenjem glava za snimanje i očitavanje. Za tu namenu postoje specijalne diskete za čišćenje koje se ubace u disketnu jedinicu. Obrtanjem diskete u disketnoj jedinici, dolazi do trenja između površina glava i naročitih četkica na disketi za čišćenje, čime se može ukloniti prašina i prljavština sa površina glava.

VIDEO KARTICE

Uloga video kartice u PC računarima je da daje signal slike koja treba da se prikaže na monitoru. Monitori sa katodnom cevi, koji su danas još u velikoj većini u odnosu na TFT monitore, za svoj rad zahtevaju analogne signale triju osnovnih boja: crvene, zelene i plave. Osnovna funkcija video kartice je da primi digitalne informacije o slici od procesora, zatim da ih pretvori u analogne signale triju osnovnih boja i da ih kao takve pošalje u monitor. Pored analognih signala boja, video kartica šalje u monitor digitalne signale vertikalnih i horizontalnih sinhro impulsa. Od svih komponenti u računaru, video kartica je definitivno najzaposleniji deo, pošto ona neprestano šalje nove signale koje monitor treba da prikaže. U današnjim PC računarima video kartice se pojavljuju u dva oblika, kao prava kartica za proširenje koja se postavlja u jedan od slotova za proširenje na matičnoj ploči i kao integrisana kartica u okviru same matične ploče. Video kartice integrisane na matičnoj ploči u principu imaju slabije karakteristike od samostalnih kartica, i obično se nalaze u jeftinijim računarima namenjenim uglavnom za jednostavnije poslove. Integrisane kartice se pored toga, uvek upotrebljavaju u prenosnim lap-top računarima.

Kao i mnogi drugi elementi u PC računarima, video kartice u početnim oblicima su bile jednostavni uređaji sa relativno malom inteligencijom. Takve starije video kartice su jednostavno samo obavljale konverziju video signala i ništa više. Sa takvim načinom rada, mikroprocesor na matičnoj ploči je morao da obavlja sve proračune potrebne za prikaz svih objekata na površini ekrana monitora. Kako su PC računari sve više postajali orijentisani ka grafici, zadaci koji su bili dati mikroprocesoru u vezi generisanja grafike postali su toliko veliki, da su zahtevali veliki deo njegovog vremena, tako da je za ostale poslove ostajalo sve manje vremena. To je imalo za posledicu veliko usporenje rada računara pri obavljanju programa koji su bili orijentisani ka grafici. Zato se pojavila nova generacija video kartica koja u sebi sadrži posebni mikroprocesor, i danas se isključivo upotrebljavaju takve video kartice. Mikroprocesor koji je ugrađen na grafičkoj kartici se naziva i video procesor. Što više poslova u procesu generisanja slike preuzme na sebe procesor na video kartici, ostatak računara ima više resursa za obavljanje ostalih poslova. Mnogi programi, a naročito video igre zahtevaju vrlo veliku procesorsku snagu u video kartici, da bi korektno funkcionisali. Loše dizajnirane video kartice i njihovi drajveri su jedni od glavnih uzroka nestabilnosti u radu PC računara.

Video kartica zajedno sa monitorom je odgovorna za kvalitet slike na ekranu monitora. Loša video kartica ili monitor može izazvati naprezanje i zamor kod korisnika.

Osnovni element bilo kog grafičkog ekrana je piksel (pixel – picture element). Broj upotrebljenih piksela da bi se formirala cela slika se naziva rezolucijom ekrana. Rezolucija se uobičajeno izražava kao proizvod broja piksela po horizontali i po vertikali ekrana. Uobičajene rezolucije su 640 x 480, 800 x 600, 1024 x 768 i 1280 x 1024. Ukupan broj piksela u slici se dobija jednostavnim množenjem broja piksela po horizontali i vertikali. Svaki piksel je napravljen još od manjih elemenata. To su tačke (dot) u tri osnovne boje: crvena, zelena i plava. Promenama intenziteta (osvetljaja) tih tačaka, može se menjati boja svakog piksela, tako da se dobiju sve boje koje ljudsko oko može da razlikuje.

Broj promena intenziteta koji se može proizvesti na svakoj od te tri osnovne tačke se naziva dubinom boje. Dubina boje je određena brojem bitova po pikselu, kojima se mogu izazvati te promene u intenzitetu. Na primer standardni VGA režim rada ima 16-o bojnu paletu, koja zahteva 4 bita ($2^4 = 16$) memorije po jednom pikselu. Novije video kartice podržavaju i režim prave boje (true color), koji koristi 24 ili 32 bita po pikselu. U 24-bitom true color režimu, svaki piksel može da prikaže $2^{24} = 16.777.216$ različitih boja, dok u 32-bitom režimu broj mogućih boja iznosi $2^{32} = 4.294.967.296$. Ako se zna da ljudsko oko može da razazna nešto malo više od 1.000.000.000 različitih boja, vidi se da 32 bitni režim daje više boja nego što oko to može da razazna, pa prema tome, samo nepotrebno troši memoriju.

Količina memorije koja je potrebna da se prikaže neka slika se može izračunati po sledećoj formuli:

$$M \text{ [MB]} = \frac{(\text{broj piksela po horizontali}) \times (\text{broj piksela po horizontali}) \times (\text{dubina boje[bit]})}{8 \times 1024 \times 1024}$$

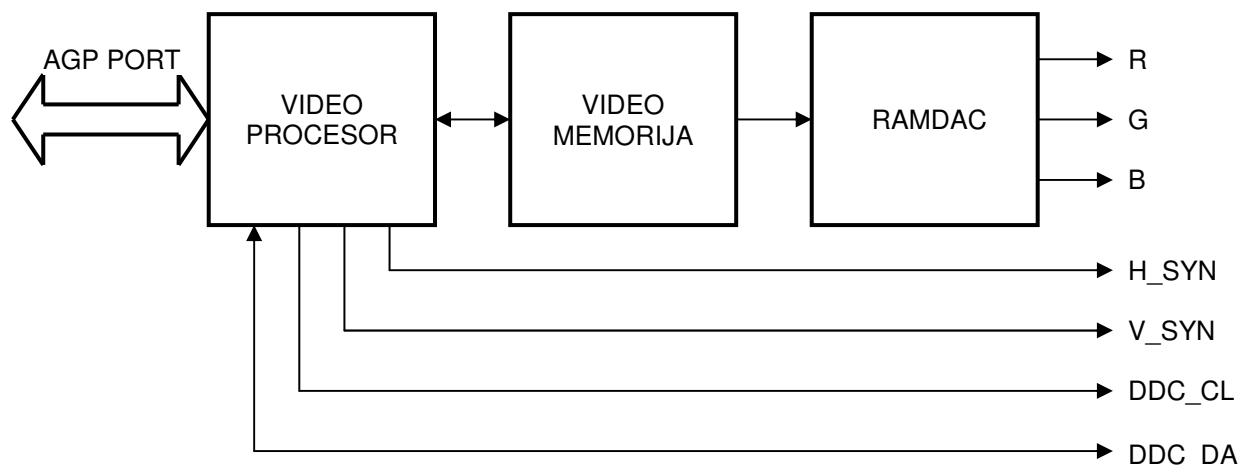
Na primer za prikaz slike u rezoluciji 1024 x 768 u 24-bitnom režimu (true color), potrebna je sledeća količina memorije:

$$M = \frac{1024 \times 768 \times 24}{8 \times 1024 \times 1024} = 2,25 \text{ MB}$$

Može se primetiti da je kod uobičajenih rezolucija odnos broja piksela po horizontali i po vertikali jednak 4:3. Ova vrednost se naziva odnos strana (aspect ratio) i obično iznosi upravo 4:3.

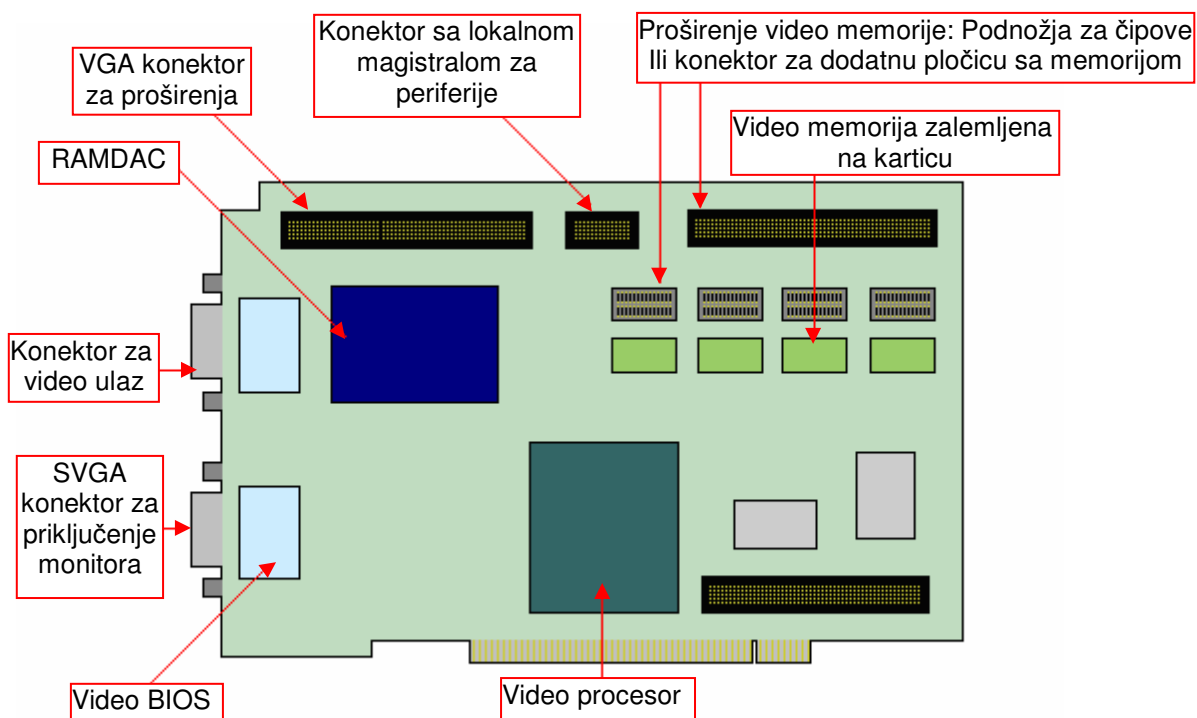
Kao što je već navedeno, prvobitne verzije video kartica su bile jednostavno samo posrednici između procesora i monitora. Takve kartice samo uzimaju podatke u digitalnom obliku od mikroprocesora računara, pa ih pretvaraju u analogni oblik i onda šalju u monitor. To se ostvaruje korišćenjem specijalnog kola koje se naziva digitalno-analogni konvertor (Digital to Analog Converter – DAC). Ovaj koncept je bio sasvim dobar dok je na ekranu monitora prikazivan uglavnom tekst. Sa pojavom Windows operativnog sistema, mikroprocesor računara je postao opterećen velikim poslom pomeranja i menjanja dimenzija prozora, prevlačenjem i postavljanjem ikona i upravljanjem velikom paletom boja. Ubrzo su takve video kartice postale usko grlo za performanse računara, koje su kočile dalji razvoj i širenje Windowsa. Da bi smanjili opterećenje mikroprocesora, proizvođači video kartica su uveli koncept ubrzanih grafičkih kartica. Ovakve video kartice su na sebe preuzele zadatak proračunavanja svih promena u slici na displeju. Sada ako korisnik želi da pomeri na primer neku ikonu na ekranu, mikroprocesor će poslati jednostavnu instrukciju video kartici da pomeri tu ikonu iz tačke A u tačku B. Video kartica će onda, koristeći sopstveni mikroprocesor koji je ugrađen na njoj, obaviti sva izračunavanja potrebna za željeno pomeranje ikone na ekranu. Danas praktično svi PC računari koriste ubrzane grafičke kartice. Ova tehnologija se naročito razvila pojavom 3D (trodimenzionalnih) ubrzanih grafičkih kartica. Ove kartice preuzimaju na sebe ogroman matematički posao pretvaranja trodimenzionalne slike iz prirode, u dvodimenzionalnu sliku na ekranu.

Na slici 27 je prikazana uprošćena blok šema jedne savremene video kartice. Na levoj strani slike je prikazan priključak na AGP port, a na desnoj strani priključci na VGA konektoru preko koga se priključuje monitor. Pored standardnih signala (analogni signali triju osnovnih boja R, G i B i digitalnih signala horizontalnih i vertikalnih sinhro impulsa H_SYN i V_SYN), prikazani su i signali takozvanog DDC kanala (Display Data Chanel), koji uspostavlja dvosmernu komunikaciju između monitora i video kartice. Ovi signali (DDC_CL – takt i DDC_DA – podaci) omogućavaju da operativni sistem automatski prepozna tip monitora i da na osnovu njegovih karakteristika podesi režim rada video kartice.



Slika 27 Uprošćena blok šema video kartice

Na slici 28 je prikazan izgled jedne video kartice sa glavnim elementima na njoj.



Slika 28 Glavni elementi na video kartici

Kao što matične ploče sadrže posebna logička kola (čipset) koja kontolišu i ostvaruju međusobne veze između različitih komponenti u računaru i mikroprocesora, tako i ubrzane grafičke kartice sadrže slična logička kola (čipset). Karakteristike video čipseta imaju direktni uticaj na performanse video kartice. Čipset na grafičkoj kartici se često naziva i video koprocesorom.

Današnje video kartice, koje koriste sopstvene mikroprocesore (u ovom slučaju oni se nazivaju video procesorima, pošto se namenski prave za poslove obrade video signala), mogu se smatrati mini računarima unutar samog PC računara. Kao što PC računar ima svoj BIOS na matičnoj ploči, i video kartice imaju svoje BIOS programe koji upravljaju interfejsom između

video čipseta i video memorije. Naravno da je video BIOS jednostavniji od BIOS-a na matičnoj ploči, pošto su u njemu samo instrukcije koje se odnose na video funkcije. Različite video kartice koje koriste isti čipset, a različite video BIOS-e, mogu imati i različite karakteristike. Postoji veliki broj grafičkih kartica koje se uglavnom međusobno razlikuju po softveru (BIOS i drajveri), a vrlo malo u primenjenom hardveru.

Video memorija (Frame Buffer) je deo video kartice u kome se čuvaju informacije o slici koja se trenutno prikazuje na ekranu monitora. Video memorija se pravi od različitih tipova RAM memorije. Prednost rešenja u kome se video memorija nalazi na samoj video kartici je u tome što onda ona može biti dizajnirana i podešena za specifični posao prikaza slike. Količina video memorije na grafičkoj kartici direkto obrađuje maksimalnu rezoluciju slike na ekranu i dubinu boje. Kao što je napred pokazano, slika u rezoluciji 1024 x 768, sa true color dubinom boje (24 bita) zahteva 2,25 MB video memorije. Na isti način se može pokazati da slika u rezoluciji 1600 x 1200 sa dubinom boje od 32 bita, zahteva nešto više od 7 MB video memorije.

Informacija o slici koja treba da se prikaže se smešta u video memoriju u digitalnom obliku, kao niz jedinica i nula. Pošto tu informaciju treba proslediti u monitor, koji zahteva analogni signal, na video karticama se koristi naročito logičko kolo RAM digitalno-analogni konvertor (RAM Digital to Analog Convertor – RAMDAC). RAMDAC uzima digitalnu informaciju o slici iz video memorije, pretvara je u analogni signal, koji zatim šalje u monitor. Brzina i kvalitet RAMDAC-a imaju direktni uticaj na maksimalnu rezoluciju, dubinu boje i vertikalnu učestanost osvežavanja slike, koje podržava video kartica.

Za realizaciju video memorije se koriste razni tipovi memorijskih čipova. Uobičajeni tipovi su Video RAM (VRAM), Window RAM (WRAM), sinhroni grafički RAM (SGRAM) i multi-bank DRAM (MDRAM). Standardni DRAM čipovi koji se koriste za radnu memoriju računara nisu pogodni za korišćenje u video karticama zbog ograničenog propusnog opsega i činjenice da video koprocesor i RAMDAC neprestano pokušavaju da istovremeno pristupe video memoriji. Gore navedeni tipovi memorijskih čipova koji se koriste u video karticama imaju dvostruke portove za pristup, tako da memoriji istovremeno mogu da pristupaju i video koprocesor i RAMDAC. Na današnjim video karticama ima znato više memorije nego što je potrebno za prikaz slike. Ta dodatna memorija je potrebna video procesoru za rad, pošto on naročito u programima sa 3D grafikom ima ogromni broj izračunavanja. Da bi ta izračunavanja brzo obavio, potrebna mu je velika količina memorije. Zato se na današnjim video karticama postavlja i preko 10 puta više memorije nego što je neophodno samo za smeštaj slike koja se prikazuje na ekranu. Na nekim video karticama može da bude i manje memorije, ali u tom slučaju su predviđena podnožja za dodavanje memorijskih čipova, kako bi u slučaju potrebe mogla da se poveća ukupna količina memorije na kartici. Proširenje memorije na nekim video karticama se može izvršiti i pomoću dodatne memorijske kartice koja se postavlja u za to predviđen konektor.

Video kartice se na matičnu ploču priključuju preko slotova za proširenje. Prvobitne video kartice su koristile 8-bitne ISA slotove, a zatim se prešlo na 16-bitne ISA slotove i magistrale. Sa pojavom grafički orijentisanih operativnih sistema (Windows), ove magistrale su postale suviše spore. Zato su se pojavile 32-bitne magistrale, prvo VESA Local Bus (VLB), a zatim i PCI. Od ove dve magistrale je preovladala PCI magistrala, pa su dugo vremena video kartice upravo nju i koristile. PCI magistrala radi na učestanosti takta od 33 MHz.

Kada je i PCI magistrala postala spora za sve veću količinu podataka koje je trebalo preneti u video karticu, razvijen je novi tip priključka. To je takozvani ubrzani grafički port (Accelerated Graphic Port – AGP). Ovo nije magistrala kao u slučaju PCI, VLB ili ISA, koje mogu koristiti dodatne kartice raznih namena, već je posebno namenjen slot za proširenje, isključivo namenjen za video kartice. Kao i PCI magistrala i AGP port ima 32-bitnu magistralu podataka, ali radi na duplo većoj učestanosti takta, odnosno na 66 MHz. Posledica dvostruko bržeg takta je i dvostruko veći propusni opseg. Pošto se koristi samo za priključenje video kartice, AGP port ne deli svoj propusni opseg sa bilo kojim drugim uređajem. Druga prednost

AGP porta u odnosu na PCI magistralu je u tome što AGP port ima direktnu vezu sa sistemskom memorijom na matičnoj ploči računara.

Prvobitni AGP port je i dalje unapređivan pojavom AGP 2X režima, kod koga se udvostručuje propusni opseg slanjem podataka i na uzlaznoj i na silaznoj ivici takt signala, dakle dva puta u okviru jedne periode takt signala. Posle ovog su se pojavili i AGP X4 i AGP X8 režimi, koji su ponovo udvostručavali prenosni opseg u odnosu na prethodni režim. Zahvaljujući direktoj vezi sa sistemskom memorijom, kao i razvojem same sistemske memorije (pojavom DDR memorije sa dvokanalnim pristupom), došlo je do ujednačavanja propusnih opsega AGP porta, sistemske memorije i procesorske magistrale, što je dovelo do daljeg povećanja brzinskih karakteristika savremenih PC računara.

Današnje video kartice se isključivo rade kao AGP kartice i rade u režimima AGP X4 ili AGP X8. Video procesori koji se na njima koriste po svojoj kompleksnosti (broju tranzistora u njima) često prevazilaze i mikroprocesore na matičnim pločama računara. Zbog toga se i kod video procesora javlja problem odvođenja toplote koja se neminovno razvija u njima tokom rada. Od prvobitnih pasivnih hladnjaka od rebrastog aluminijuma ili bakra, ubrzo se prešlo na aktivne hladnjake sa ventilatorima koji se napajaju naponom +12V sa same video kartice. Zbog velikih struja koje troše savremeni video procesori, na nekim video karticama se čak mogu naći i konektori kojima se direktno dovodi napon iz stepena za napajanje. Time se izbegavaju gubici u energiji koji nastaju zbog prelaznih otpora na kontaktima između video kartice i AGP slota na matičnoj ploči. Kao i kod mikroprocesora, tako i kod video procesora se smanjenje potrošnje energije, a time i smanjenje zagrevanja, postiže smanjenjem napona napajanja. Tako se jezgra video procesora na video karticama koje rade u režimima AGP X4 i X8, napajaju naponom od 1,5V. Ovaj napon se dobija posebnim prekidačkim stepenom za napajanje smeštenim na matičnoj ploči ili na samoj video kartici.

Savremene video kartice, pored standardnog izlaznog VGA konektora za vezu prema monitoru, imaju često i dodatne izlazne konektore kojima se signal iz kartice može proslediti i na druge uređaje za reprodukciju ili snimanje video signala (TV prijemnici, video rikorderi i tako dalje). Pored izlaznih konektora, kod nekih video kartica postoje i ulazni konektori, preko kojih se u karticu može dovesti neki spoljašnji video signal, koji se u samoj kartici pomoću namenskih programa može obrađivati, pa zatim i reprodukovati.

Sa pojavom TFT monitora, koji imaju potpuno drugačiji način formiranja slike na ekranu u odnosu na dosadašnje monitore sa katodnom cevi, došlo je i do modifikacije i video kartica. Naime, TFT monitori mogu da primaju video signale u digitalnom obliku, pa prema tome nije potrebna konverzija signala slike iz digitalnog u analogni oblik na video kartici. Signal slike se može preneti u monitor u digitalnom obliku. Pošto se takvim načinom rada izbegava postupak digitalno – analogne konverzije, u kome uvek ima po malo izobličenja, dobija se kvalitetnija slika. Zbog ogromnog broja video kartica sa analognim VGA video izlazom, svi TFT monitori standardno imaju analogni VGA ulazni priključak. Kvalitetniji monitori imaju i digitalni DVI priključak. Na boljim video karticama zato, pored analognog VGA izlaznog konektora, postoji i digitalni DVI konektor, preko koga se slika u monitor šalje digitalnim signalima. Tako će još dosta vremena na video karticama postojati i analogni i digitalni izlazni priključci.

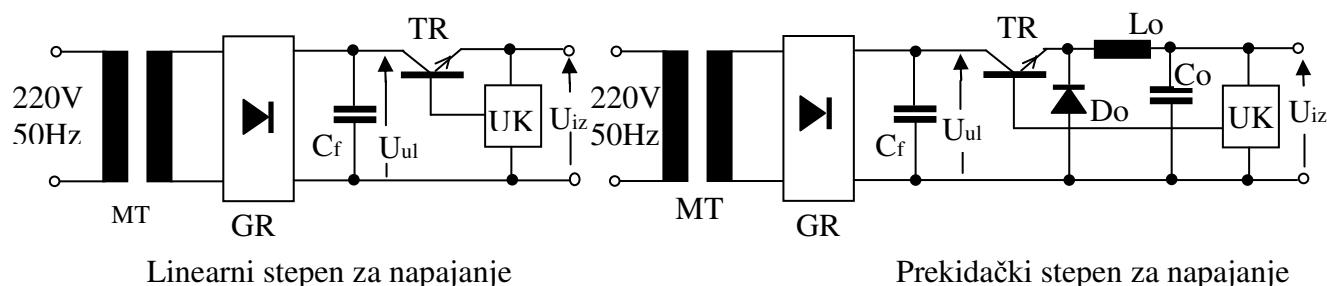
Zbog primenjene tehnologije izrade (skoro svi elementi na štamanoj ploči su SMD tipa, koriste se integrisana kola vrlo visokog stepena integracije) popravke neispravnih savremenih video kartica su praktično neizvodive u našim uslovima. Ipak je potrebno s vremena na vreme prokontolisati rad ventilatora na hladnjaku video procesora i očistiti ga od eventualno nataložene prašine, jer bi ona mogla da izazove njegovo blokiranje.

STEPENI ZA NAPAJANJE

VRSTE STEPENA ZA NAPAJANJE

Stepen za napajanje nekog uređaja ima zadatak da obezbedi potrebne napone za napajanje. Najčešći slučaj je da se uređaj napaja iz mreže naizmeničnog napona 220 V, a da je za rad njegovih sklopova potreban jedan ili više jednosmernih napona. Zadatak stepena za napajanje je da iz mrežnog napona od 220 V, obezbedi potrebne jednosmerne napone.

Postoje dva osnovna tipa stepena za napajanje: linearni (kontinualni) i prekidački (impulsni). Principijske blok šeme ove dve vrste stepena za napajanje su prikazane na slici 29.



Slika 29 Dve osnovne vrste stepena za napajanje

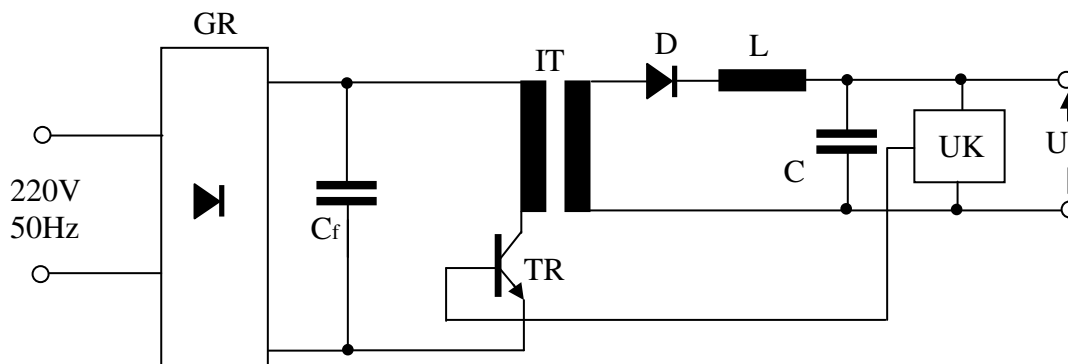
Kod oba stepena za napajanje je na početku mrežni transformator MT, koji snižava mrežni napon na vrednost koja odgovara potrebnom jednosmernom naponu. Sekundarni naizmenični napon se zatim ispravlja u grecu GR tako da se iza greca dobija jednosmerni napon koji se filtrira kondenzatorom Cf. Dobijeni jednosmerni napon je nestabilisan i njegova vrednost se menja sa promenama mrežnog napona i sa promenama struje potrošača koji je priključen na taj stepen za napajanje. Da bi se od nestabilisanog jednosmernog napona dobio stabilisan, koriste se stabilizatori napona. Kod linearnog stepena za napajanje stabilizator napona sačinjavaju tranzistor TR i upravljačko kolo UK, a kod prekidačkog stepena za napajanje, pored tranzistora TR i upravljačkog kola UK, stabilizator čine i dioda D0, prigušnica L0 i kondenzator C0.

Karakteristika linearnog stepena za napajanje je da na tranzistoru TR stalno postoji razlika nestabilisanog i stabilisanog napona ($U_{ul} - U_{iz}$), zbog čega je disipacija snage na tranzistoru velika, jer direktno zavisi od proizvoda $(U_{ul} - U_{iz}) \times I_{iz}$, gde je I_{iz} struja potrošača. Zato tranzistor TR mora biti predviđen za veliku snagu i mora biti montiran na veliki hladnjak. Upravljačko kolo UK obezbeđuje takvu polarizaciju tranzistora TR da izlazni napon U_{iz} bude konstantan.

Za razliku od linearnog stabilizatora napona, kod prekidačkog stabilizatora, struja kroz tranzistor TR teče u impulsima, i to tako da kada tranzistor provodi, on bude u zasićenju. Tada je napon na njemu vrlo mali (reda oko 0,5 V), pa je i disipacija snage na njemu mala. Kada tranzistor ne provodi na njemu praktično nema disipacije snage. Na osnovu toga se zaključuje da je disipacija snage na tranzistoru u ovom slučaju znatno manja nego kod linearnog stabilizatora, pa je samim tim potreban tranzistor manje snage i manji hladnjak za njega. Upravljačko kolo UK daje impulsnu pobudu tranzistoru TR, tako da se na izlazu stabilizatora, pomoću diode D0, prigušnice L0 i kondenzatora C0, dobija jednosmerni napon koji vrlo malo osciluje oko potrebne vrednosti jednosmernog napona.

Zbog potrebne velike snage u PC računarima se isključivo koriste prekidački stepeni za napajanje. Dalje smanjenje veličine i težine stepena za napajanje se postiže time da se mrežni napon prvo grecom GR ispravi u jednosmerni, pa se takav nestabilisani jednosmerni napon, filtriran kondenzatorom Cf, dovodi na invertorski transformator preko jednog prekidača (prekidač je realizovan sa jednim ili dva prekidačka tranzistora). Principijska šema ovakvog

stepena za napajanje je prikazana na slici 30. Upravljačko kolo UK daje impulsnu pobudu tranzistoru TR, tako da kroz primar invertorskog transformatora IT teče struja u impulsima. Zato se i u sekundaru transformatora indukuju naponski impulsi, koji se diodom D ispravljaju u jednosmerni napon i zatim filtriraju prigušnicom L i kondenzatorom C. Na taj način se na izlazu stabilizatora dobija jednosmerni napon koji vrlo malo osciluje oko potrebne vrednosti jednosmernog napona. Taj napon se pored potrošača vodi i na upravljačko kolo koje na osnovu



Slika 30 Principijska šema stepena za napajanje u PC računaru.

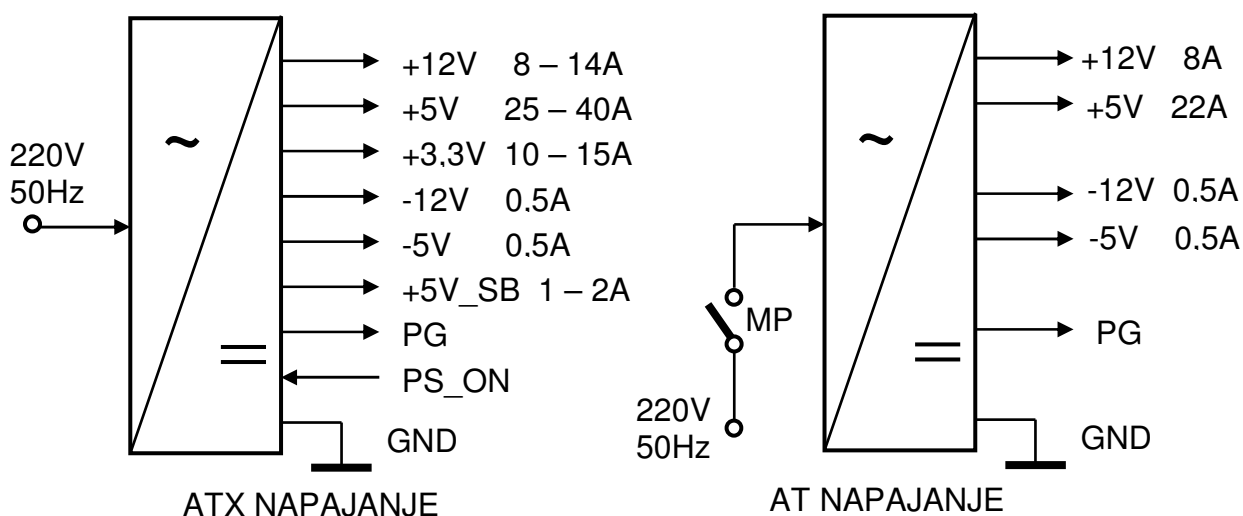
njegove vrednosti reguliše impulsnu pobudu prekidača (tranzistora) u primaru invertorskog transformatora IT, tako da se dobije potrebna vrednost izlaznog napona. Regulacija izlaznog napona se postiže na sledeći način: Ako izlazni napon opadne od nominalne vrednosti, upravljačko kolo UK daje duže pobudne impulse prekidačkom tranzistoru TR, usled čega će kroz primar invertorskog transformatora IT duže teći struja, pa će se u njegovom sekundaru indukovati impulsi većeg napona, koji posle ispravljanja daju veći jednosmerni izlazni napon, koji kompenzuje prethodni pad izlaznog napona. Slično važi i u slučaju povećanja izlaznog napona, samo što sada upravljačko kolo daje kraće pobudne impulse prekidačkom tranzistoru. Učestanost prekidanja struje kroz invertorski transformator je reda nekoliko desetina kHz, pa je za tu učestanost potreban mnogo manji i lakši transformator nego za učestanost od 50 Hz sa kojom se radi u stepenima za napajanje prikazanim na slici 29. Takođe pri tim većim učestanostima su potrebni i kondenzatori manjeg kapaciteta, što sve dovodi do mnogo manjih dimenzija i težina celog stepena za napajanje, nego kada bi se koristio princip prikazan na slici 29.

KARAKTERISTIKE NAPAJANJA U PC RAČUNARIMA

Današnji PC računari imaju glavne komponente (matične ploče, napajanja, kućište) u takozvanom ATX formatu. One za svoj rad zahtevaju sledeće jednosmerne napone: +5V, +12 V, +3,3V, +5V_SB, -5 V i -12 V. Pored današnjih PC računara u ATX formatu, u upotrebi ima još dosta PC računara prethodnih generacija, koji su napravljeni u AT formatu. Ovakvi računari za svoj rad zahtevaju jednosmerne napone od +5V, +12V, -5V i -12V. Na slici 31 su prikazani svi ulazi i izlazi na stepenima za napajanje u ATX i AT formatu, sa odgovarajućim naponima i približnim vrednostima struja koje se na tim izlazima mogu dobiti.

Potrebna snaga (odnosno jačine struja) koju stepen za napajanje mora da obezbedi, pored potrošnje osnovnih sklopova računara (procesor, memorije, čip-set i ostali elementi na matičnoj ploči, disk jedinica ugrađenih u računar), zavisi i od potrošnje kartica za proširenje ugrađenih u slotove na matičnoj ploči. Zato stepen za napajanje mora biti tako dimenzionisan da obezbedi dovoljnu snagu za napajanje svih priključenih elemenata računara. Najčešće snage stepena za napajanje danas iznose između 250 i 400 W (za računare u ATX formatu), odnosno između 200 i 250W (za računare u AT formatu). Međutim za računare koji treba da služe kao serveri, sa

većim brojem priključenih diskova i drugih uređaja, koriste se i snažniji stepeni za napajanje, pa čak i više stepena za napajanje u jednom računaru.



Slika 31 Ulazi i izlazi stepena za napajanje u ATX i AT formatu

Sa slike 31 se vidi da se na napajanje u AT formatu mrežni napon dovodi preko mrežnog prekidača MP, koji se nalazi na prednjoj strani kućišta računara. Kada je taj prekidač isključen, na stepen za napajanje se ne dovodi mrežni napon, pa on i ne može da radi i računar je isključen. Uključenjem mrežnog prekidača počinje da radi stepen za napajanje, a samim tim i računar.

Kod računara u ATX formatu ne postoji mrežni prekidač, već se mrežni napon dovodi direktno na stepen za napajanje. Pošto je mrežni napon stalno prisutan na ulazu stepena za napajanje, jedan njegov deo stalno radi i daje napon od +5V, označen sa +5V_SB na slici 31. Ovaj napon se vodi na matičnu ploču računara, i na njoj napaja kola koja omogućavaju uključanje i isključenje računara. Uključenje i isključenje računara se vrši signalom koji logika na matičnoj ploči (napaja se stalno prisutnim naponom +5V_SB) šalje na ulaz stepena za napajanje označen sa PS_ON na slici 31. Kada je računar isključen na ovom ulazu postoji neki jednosmerni napon (logička 1). Kada se kratkotrajno pritisne taster za uključanje računara na prednjoj ploči kućišta, na ulazu PS_ON napon pada na logičku nulu, što omogućava početak rada glavnog stepena za napajanje, a samim tim i početak rada računara. (Napomena: kod nekih ATX stepena za napajanje postoji na samom njihovom kućištu mrežni prekidač. Ovaj prekidač nije predviđen za uključanje ili isključenje računara. Njime se stepen za napajanje odvaja od mrežnog napaona ako se računar neće duže vremena koristiti. Ako takav prekidač ne postoji, onda čak i kada računar ne radi, u stepenu za napajanje postoji mrežni napon, tako da kod eventualnog otvaranja stepena za napajanje o tome treba voditi računa. Takođe stepen za napajanje u tom slučaju obezbeđuje pomoćni napon +5V_SB koji se vodi na matičnu ploču, pa je i tu potrebna opreznost kod eventualnih intervencija na matičnoj ploči).

Zahvaljujući ugrađenoj logici na matičnoj ploči, uključanje računara se može obaviti (ako se te opcije omoguće setovanjem matične ploče, hardverski pomoću odgovarajućih kratkospojnika ili softverski u BIOS-u) i pritiskom na neki taster tastature, kao i daljinski preko mrežne kartice ili modema.

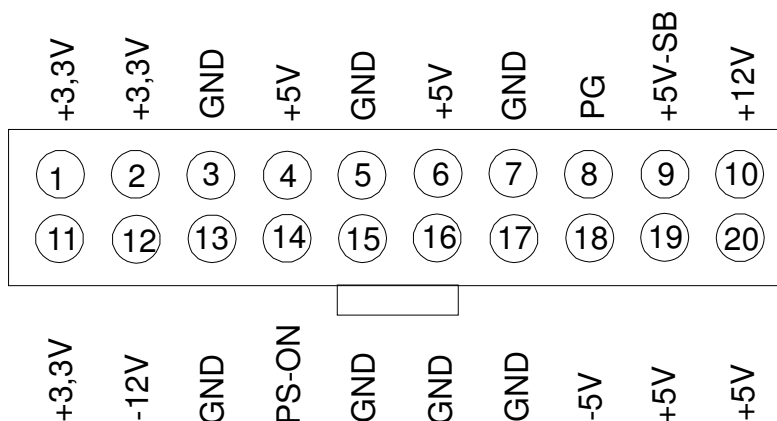
Pored navedenih izlaznih napona, oba tipa stepena za napajanje imaju i izlazni signal označen sa PG. Ovaj signal se vodi ka reset ulazu mikroprocesora na matičnoj ploči. Taj signal se naziva POWER GOOD (PG). Dok se svi izlazni naponi koje daje stepen za napajanje ne stabilizuju na potrebne vrednosti, signal POWER GOOD ima vrednost 0 V, pa time drži mikroprocesor resetovanim. Zato mikroprocesor ne može da krene sa izvršavanjem programa iz BIOS-a računara. Kada svi naponi dobijeni iz stepena za napajanje postignu svoje nominalne

vrednosti, signal POWER GOOD dobija vrednost +5 V, pa mikroprocesor više nije u reset stanju, već započinje izvršavanje programa iz BIOS-a i podizanje operativnog sistema računara. Na taj način se izbegavaju moguće greške u radu mikroprocesora sa neodgovarajućim naponima napajanja. Signal POWER GOOD daje upravljačko kolo u stepenu za napajanje, koje upravlja i samim radom stepena za napajanje.

MEHANIČKA KONSTRUKCIJA STEPENA ZA NAPAJANJE U PC RAČUNARIMA

Stepen za napajanje se nalazi zatvoren u metalnoj kutiji učvršćenoj sa unutrašnje strane kućišta. Da bi se obezbedilo hlađenje samog stepena za napajanje, kao i ostalih sklopova u kućištu računara, kutija u kojoj je smešten stepen za napajanje je perforirana, i u njoj je smešten ventilator koji izbacuje topao vazduh iz kućišta računara kao i iz samog sklopa za napajanje. Iz samog kućišta napajanja izlazi više grupa kablova, kojima se dovodi mrežni napon i odvode jednosmerni naponi ka matičnoj ploči i disk jedinicama ugrađenim u kućište računara.

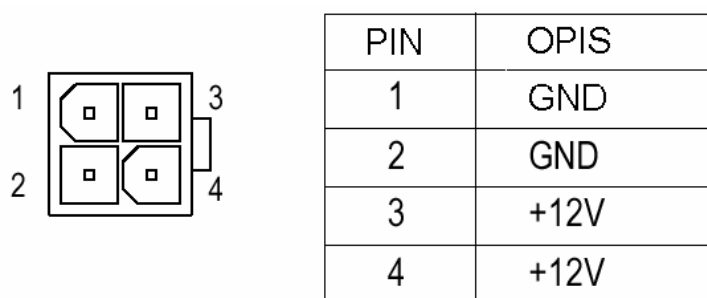
Današnji stepeni za napajanje u ATX formatu imali su samo jedan konektor kojim se dovodi napajanje na matičnu ploču. Na slici 32 je prikazan izgled ovog konektora i raspored pojedinih napona i signala na njegovim pinovima. Taj konektor ima 20 pinova i on se ne može pogrešno priključiti na matičnu ploču.



Slika 32 Konektor za priključenje napona na ATX matičnu ploču.

Kod najnovijih ATX računara priključak napajanja na matičnu ploču se ostvaruje preko 24 pinskog konektora. Na tom konektoru postoje isti naponi i signali kao i na standardnom 20 pinskom konektoru, ali je zbog veće potrošnje najnovijih računara povećan broj priključaka za napone +5V i +12V, kao i za masu.

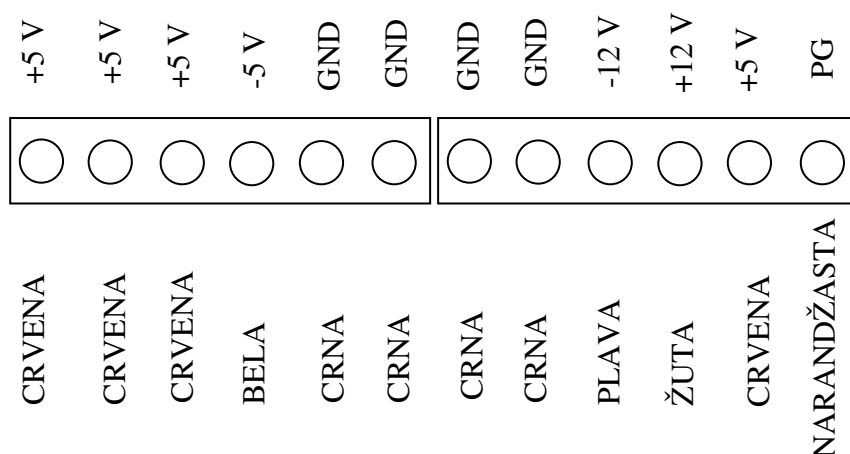
Pored standardnog 20 (odnosno 24) pinskog konektora za dovod napajanja na matičnu ploču, napajanja za novije ATX računare imaju i četvoropinski ATX12V konektor kojim



Slika 33 ATX12V konektor za dovod napajanja na matičnu ploču

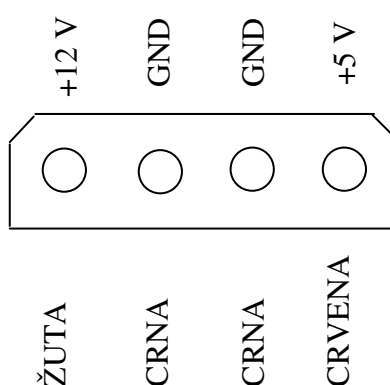
se napon +12V dovodi direktno do prekidačkog stepena za napajanje na matičnoj ploči, koji pravi napon za napajanje jezgra mikroprocesora. Na slici 33 je prikazan izgled ovog konektora i raspored njegovih priključaka.

Kod stepena za napajanje u AT formatu, za dovod napajanja na matičnu ploču služe dva šestopinska konektora. Na slici 34 je prikazan raspored napona na pojedinim izvodima ovih konektora, kao i boje žica kojima se ti naponi dovode na matičnu ploču. Prilikom spajanja tih konektora na matičnu ploču mora se voditi računa da četiri crne žice koje dovode masu, budu zajedno jedna do druge, u sredini konektora, kao što je to prikazano na slici 34.



Slika 34 Konektori za priključenje napajanja na AT matičnu ploču

Pored konektora kojim se napajanje vodi na matičnu ploču, iz svih stepena za napajanje izlaze i kablovi sa konektorima koji dovode napone za napajanje disk jedinica ugrađenih u kućište računara. Napajanje na svaku od disk jedinica u računaru se priključuje posebnim kablom, na čijem se kraju nalazi četvoropinski konektor. Na konektor se pored dva pina koja dovode masu, dovode i naponi +5 V i +12 V. Raspored pinova i boje žica na konektorima za disk jedinice, bilo da su od 3,5 ili 5,25 inča, su prikazani na slici 35.



Slika 35 Konektor za priključenje napona na disk jedinice

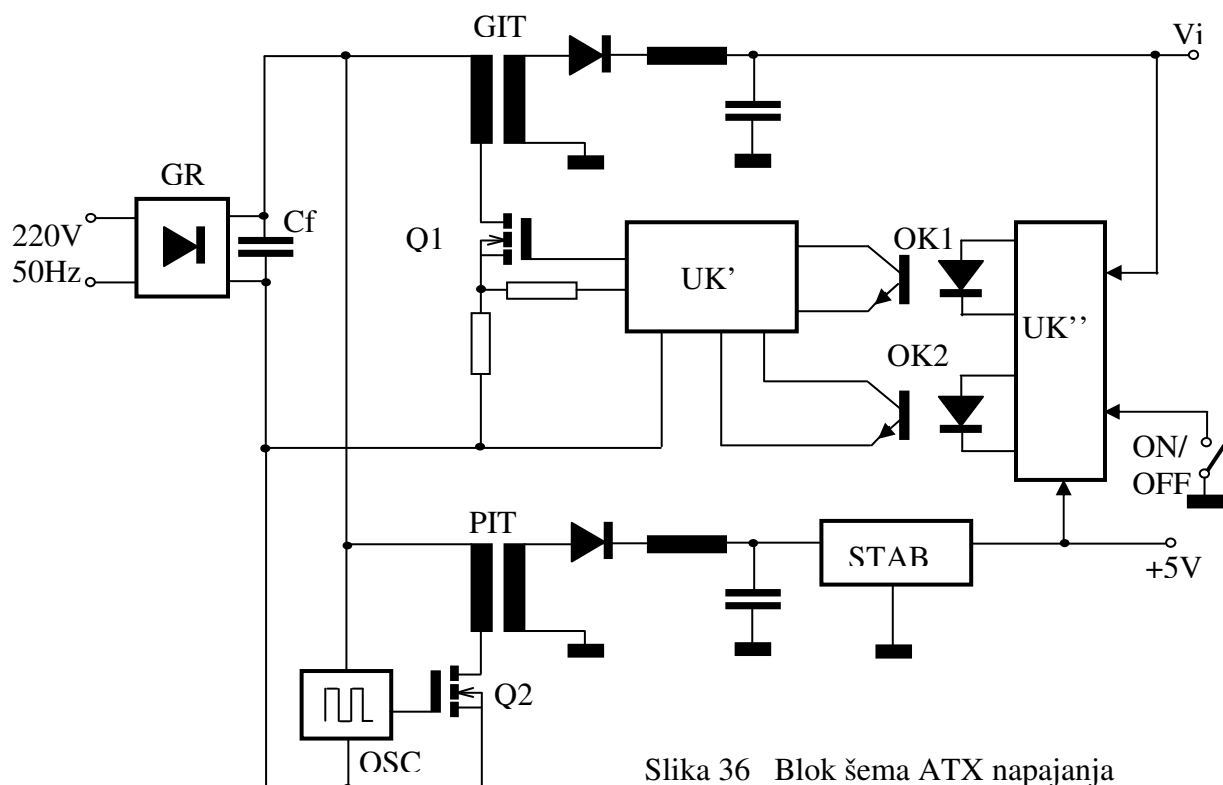
Napajanje za računar u ATX formatu, kao što je već rečeno, može, ali i ne mora, na sebi da ima i prekidač kojim se potpuno isključuje mrežni napon. Ako takav prekidač ne postoji, onda čak i kada računar ne radi, u stepenu za napajanje postoji mrežni napon, tako da kod eventualnog otvaranja stepena za napajanje o tome treba voditi računa. Takođe stepen za napajanje u tom slučaju obezbeđuje pomoćni napon +5V_{SB} koji se vodi na matičnu ploču, pa

je i tu potrebna opreznost kod eventualnih intervencija na matičnoj ploči. Ovaj napon se dobija posebnim prekidačkim stepenom za napajanje, koji ima malu snagu, tako da i ako stalno radi (čak i kad je računar isključen), disipacija na njemu je minimalna, što mu i omogućava neprestani rad.

PRAKTIČNA REALIZACIJA STEPENA ZA NAPAJANJE PC RAČUNARA

Na slici 36 je prikazana blok šema jedne od realizacija ATX napajanja, sa karakterističnim elementima.

Jednosmerni napon dobijen ispravljanjem mrežnog napona se vodi na dva invertora, glavni i pomoćni. Pomoćni inverter stalno radi kada je priključen mrežni napon, tako što oscilator OSC pobuđuje tranzistor Q2 u čijem se dreznu nalazi pomoćni invertorski trafo PIT. U sekundaru ovog trafoa se dobijaju naizmenični naponski impulsi, od kojih se ispravljanjem i filtriranjem dobija jednosmerni napon koji se stabilizuje na +5V fiksnim regulatorom napona.



Slika 36 Blok šema ATX napajanja

Tako se dobija pomoćni (stand-by) napon. Taj napon se pored ostalog vodi i na sekundarno upravljačko kolo glavnog invertora (UK'). Na ovo upravljačko kolo se priključuje i logika na matičnoj ploči koja omogućava uključanje i isključanje računara. Ova logika igra ulogu prekidača. Kada se taj prekidač zatvori (to se događa posle pritiska na taster za uključanje računara na prednjoj ploči kućišta), napon logičke nule (0V) se preko sekundarnog upravljačkog kola (UK'') i opto kaplera OK2 prenosi na primarno upravljačko kolo glavnog invertora (UK'), što izaziva i početak njegovog rada. Kada ovo upravljačko kolo proradi, preko tranzistora Q1 se pobuđuje glavni invertorski trafo GIT. Naponski impulsi koji se javljaju u primaru ovog trafoa se prenose u njegove sekundare, gde se ispravljaju i filtriraju, dajući potrebne izlazne napone. Tada počinje da radi računar. Izlazni naponi se vode i na sekundarno upravljačko kolo UK'', odakle se preko optokaplera OK1 uspostavlja petlja koja reguliše izlazne napone i ostvaruju

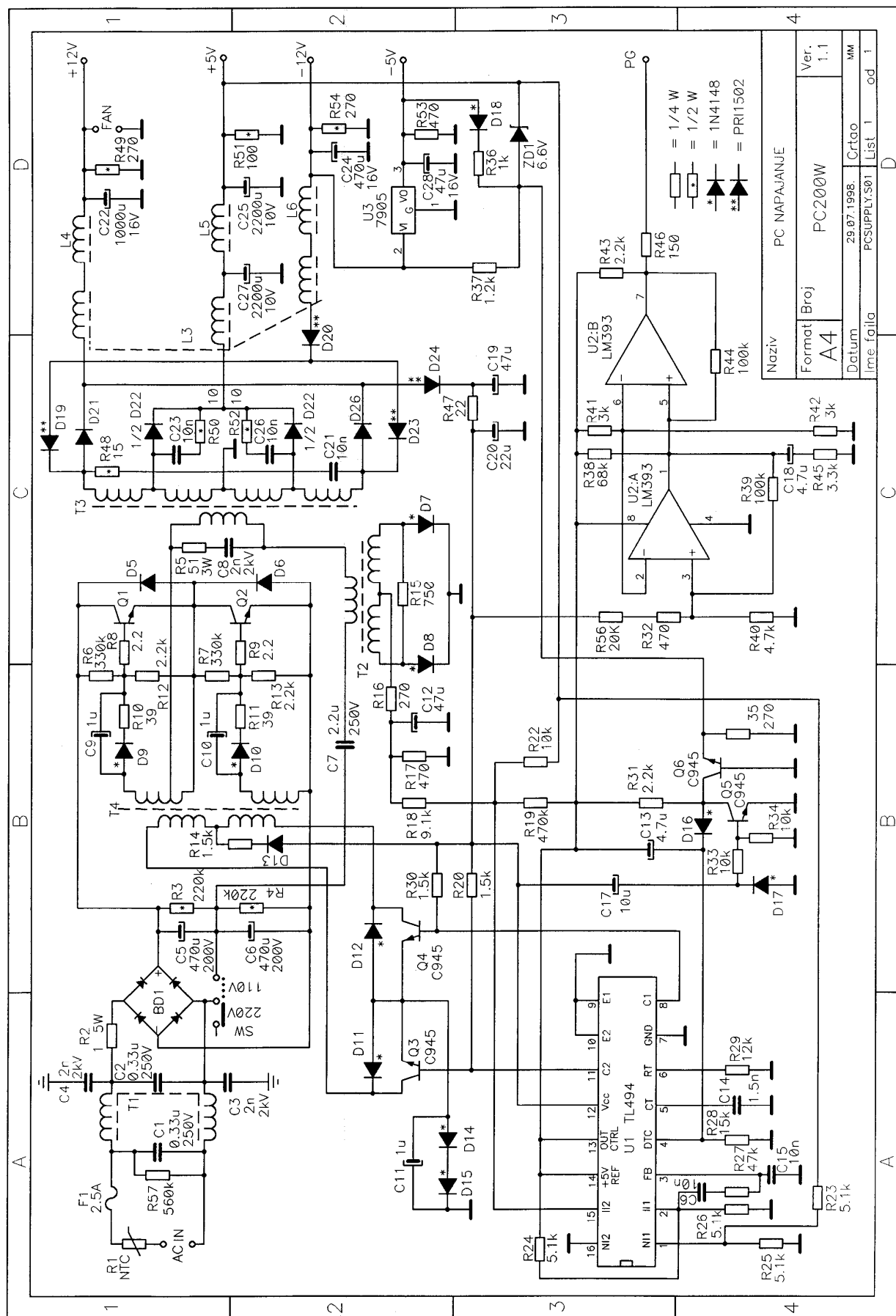
potrebne prenaponske i prekostrujne zaštite. Kada se da komanda za isključenje računara, logika na matičnoj ploči dovodi na ulaz PS_ON napon logičke jedinice (otvoren prekidač ON/OFF na slici 36), što izaziva prekid rada glavnog invertora i isključenje računara.

Na slici 37 je prikazana električna šema jednog konkretnog stepena za napajanje PC računara u AT formatu. Pomoću ove šeme će ukratko biti objašnjen način rada i uloga pojedinih elemenata u stepenu za napajanje.

Na priključke označene sa AC IN se dovodi naizmenični napon iz mreže 220 ili 110 V. U okviru sklopa napajanja postoji preklopnik SW kojim se vrši izbor napona napajanja. Taj preklopnik mora biti postavljen u odgovarajući položaj prema vrednosti mrežnog napona. Ako se to ne poštuje, može doći do velike havarije stepena za napajanje. Kondenzatori C1 i C2 zajedno sa prigušnicom T1 čine mrežni filter, čija je uloga da sprečava prolaz impulsnih smetnji. Zatim se mrežni napon vodi na grec ispravljač BD1 gde se ispravlja, tako da se na rednoj vezi kondenzatora C5 i C6 dobija nestabilisani jednosmerni napon reda 310 V. NTC otpornik R1 u trenutku uključanja napona ima relativno veliku otpornost (10 do 20 oma), tako da ograničava struju punjenja praznih elektrolitskih kondenzatora C5 i C6. Kako struja teče kroz NTC otpornik, on se zagreva i smanjuje svoju otpornost na malu vrednost (reda jednog oma), tako da se na njemu tokom rada ne stvaraju gubici energije. Osigurač F1 služi za zaštitu u slučaju proboja neke od dioda u grecu BD1, proboja elektrolitskih kondenzatora C5 i C6, ili proboja prekidačkih tranzistora Q1 i Q2. Prekidački tranzistori Q1 i Q2 naizmenično propuštaju struju kroz primar invertorskog transformatora T3, i to u suprotnim smerovima, tako da ta struja primara nema jednosmernu komponentu. U sekundarima invertorskog transformatora T3 se nalaze ispravljačke diode D22 (dupla dioda, t.j. dve diode u jednom kućištu, koja služi za dobijanje napona +5 V), D21 i D26 (služe za dobijanje napona +12 V), kao i D19 i D23 koje služe za dobijanje napona -12 V. Ispravljeni impulsi sa sekundara invertorskog transformatora se vode na filtre koje sačinjavaju prigušnice L3, L4, L5 i L6 i kondenzatori C22, C27, C25 i C24. Na izlazima filtera se dobijaju stabilisani jednosmerni naponi +5 V, +12 V i -12 V. U ovom stepenu za napajanje se napon od -5 V dobija pomoću integrisanog kola U3 koje koristi stabilisani napon -12 V. (Drugi način za dobijanje napona -5 V, koji se primenjuje u stepenima za napajanje, je dodavanje još dve ispravljačke diode na sekundarima invertorskog transformatora, zatim još jedne prigušnice i elektrolitskog kondenzatora, tako da se tada napon -5 V dobija na isti način kao i ostali naponi).

Radom stepena za napajanje upravlja upravljačko kolo koje sačinjavaju integrisana kola U1 i U2 sa pripadajućim elementima oko njih. Napon za napajanje upravljačkog kola se dobija preko diode D24, od ispravljenih impulsa za napon +12V, posle čega se napon filtrira kondenzatorima C19 i C20, kao i otpornikom R47. Integrisano kolo U1, na osnovu veličine izlaznog jednosmernog napona, daje preko pobudnih tranzistora Q3 i Q4 i transformatora T4 impulse kojima se pobuđuju prekidački tranzistori Q1 i Q2. Trajanja tih impulsa se tako određuju da se na izlazu stepena za napajanje dobiju potrebni jednosmerni naponi. Integrisano kolo U1 pored impulsa kojima upravlja radom samog sklopa napajanja, obezbeđuje i napon napajanja za integrisano kolo U2 koje generiše POWER GOOD signal.

U okviru upravljačkog kola se nalazi i kolo za zaštitu od preopterećenja. Naime struja primara invertorskog transformatora T3 prolazi i kroz primar transformatora T2. Indukovani napon u sekundaru ovog transformatora se ispravlja diodama D7 i D8, tako da se dobija jednosmerni napon proporcionalan struji kroz primar invertorskog transformatora. Taj jednosmerni napon se preko otpornika R16 i R18 vodi na pin 15 integrisanog kola U1. Ako taj napon pređe neku određenu vrednost (usled prevelike struje potrošača), upravljačko kolo U1 blokira dalji rad napajanja i tako ga štiti od eventualnog oštećenja.



Slika 37

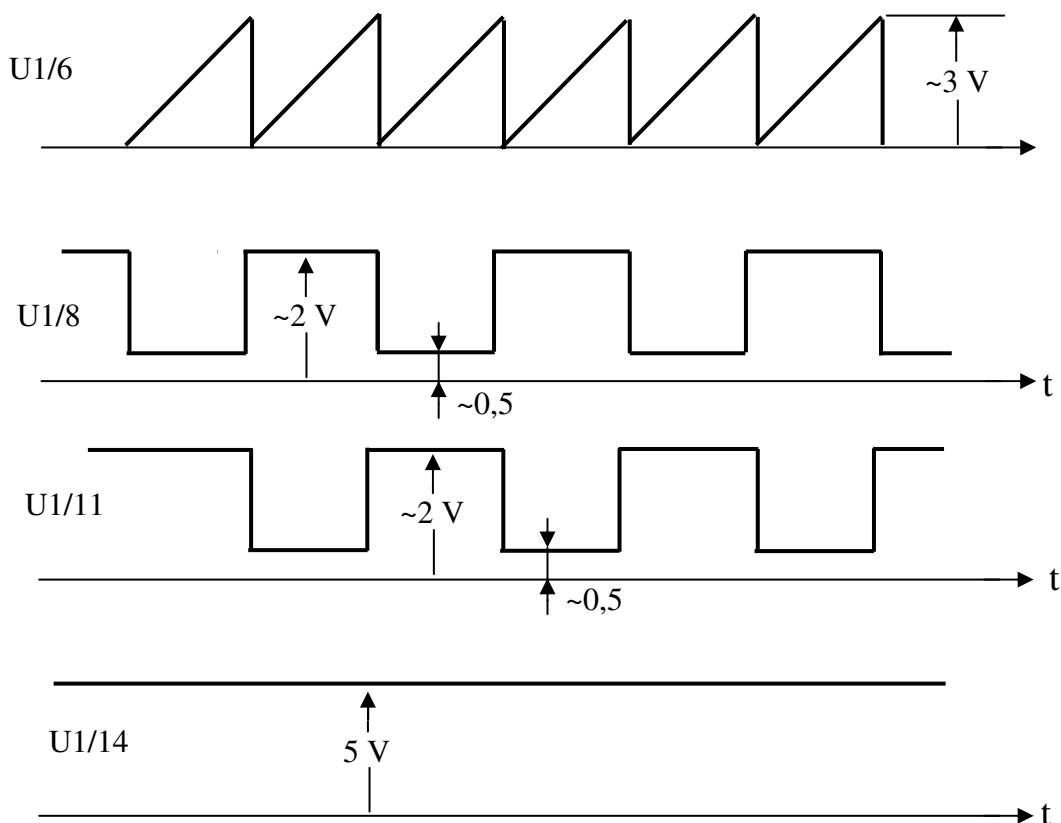
NAJČEŠĆI KVAROVI NA STEPENIMA ZA NAPAJANJE PC RAČUNARA

Kvarovi na stepenima za napajanje se ne dešavaju često, ali se ipak dešavaju. Stepen za napajanje je, pored monitora, praktično jedini sklop u savremenim PC računarima koga je moguće i isplativo popravljati na nivou komponenti. Zato je od interesa znati karakteristične kvarove i način njihovog otkrivanja i otklanjanja.

Kada dođemo u dodir sa računarom koji ne radi, i na njemu ne gori LED dioda koja signalizira uključen računar, možemo odmah znati da ne postoji napon +5 V kojim se ta LED dioda napaja. Međutim, ne treba žuriti sa zaključkom da je stepen za napajanje neispravan. Moguće je da bude neispravan mrežni prekidač, tako da mrežni napon uopšte ne dospe do stepena za napajanje. Ovu neispravnost je najlakše otkriti merenjem napona na priključku za napajanje monitora, koji se nalazi na samom kućištu stepena za napajanje (AT tip). Ako je mrežni prekidač u uključenom položaju, a na priključnici za napajanje monitora ne postoji mrežni napon, onda je mrežni prekidač neispravan, pa ga najčešće treba zameniti novim. Može se pokušati popravka mrežnog prekidača, tako što se on otvori i očiste se zagaravljeni kontakti, a zatim vrate na svoje mesto. U izvesnom broju slučajeva ovo će rešiti problem, ali je svakako sigurnije neispravnog prekidača zameniti novim, naravno ako se može naći odgovarajući.

Ako je mrežni prekidač ispravan, a na izlazima stepena za napajanje ipak nema napona, treba odspojiti sve kablove kojima se napon vodi na disk jedinice i matičnu ploču, tako da stepen za napajanje bude bez opterećenja. Ako se tada pojave naponi na izlazima stepena za napajanje, znači da na nekoj od disk jedinica ili na matičnoj ploči postoji proboj, zbog koga se napajanje preoptereći, pa reaguje ugrađena zaštita od preopterećenja, koja blokira dalji rad stepena za napajanje. Dešava se da neki stepeni za napajanje neće da rade ako nemaju neko minimalno opterećenje. Da bi se i ta mogućnost isključila, treba izlaz za +5 V opteretiti nekim otpornikom otpornost reda 1 do 3 oma, i snage bar 10 W. U nedostatku takvog otpornika može se koristiti neka disk jedinica ili matična ploča za koju sigurno znamo da je ispravna. Ako i posle svega toga nema napona na izlazima stepena za napajanje, onda je sam stepen sigurno neispravan.

Najveći broj kvarova na stepenima za napajanje se dešava na elementima preko kojih se prenosi velika snaga, kao što su grec ispravljač mrežnog napona, prekidački tranzistori u primaru invertorskog transformatora, ispravljačke diode u sekundarima invertorskog transformatora, kao i elektrolitski kondenzatori koji filtriraju ispravljeni mrežni napon i ispravljene napone na sekundarnoj strani stepena za napajanje. Ako je pregoreo mrežni osigurač, onda obavezno treba naći uzrok tog pregorevanja. To je najčešće proboj neke od dioda u grec ispravljaču ili proboj prekidačkih tranzistora u primaru invertorskog transformatora. Ove kvarove, kao i kvarove na sekundarnoj strani, najlakše je tražiti ispitivanjem sumnjivih elemenata ommetrom, bez uključenog mrežnog napona. Relativno često se dešava da budu neispravni otpornici za polarizaciju prekidačkih tranzistora. U šemi stepena za napajanje na slici 37 to bi bili otpornici R6, R7, R8 i R9. Ako se ispitivanjem pobrojanih elemenata ne nađe kvar, treba preći na ispitivanje upravljačkog kola. Treba reći da su kvarovi na elementima koji čine upravljačko kolo dosta ređi. Za ovo ispitivanje je neophodan osciloskop i jedan ispravan stepen za napajanje. Iz tog ispravnog stepena treba dovesti sve izlazne napone na odgovarajuće priključke ispitivanog napajanja, to jest +5 V, +12 V i -12 V. Napon od -5 V treba dovesti ako se na ispitivanom napajanju -5 V generiše direktno ispravljanjem napona sa sekundara invertorskog transformatora, dok ako se napon -5 V generiše stabilizatorom iz napona -12 V, kao što je to slučaj na slici 37, tada se na ispitivano napajanje ne dovodi spoljašnji napon -5 V. Pri ovom ispitivanju se neispravno napajanje ne priključuje na mrežni napon. Kada se ispravno napajanje uključi, osciloskopom se mogu posmatrati talasni oblici napona na upravljačkom kolu. Kao upravljačko integrisano kolo se redovno koristi kolo TL494, i ono ako je ispravno, treba da na svojim pinovima 6, 8, 11 i 14, da talasne oblike prikazane na slici 38.



Slika 38. Talasni oblici napona u karakterističnim tačkama stepena za napajanje PC računara

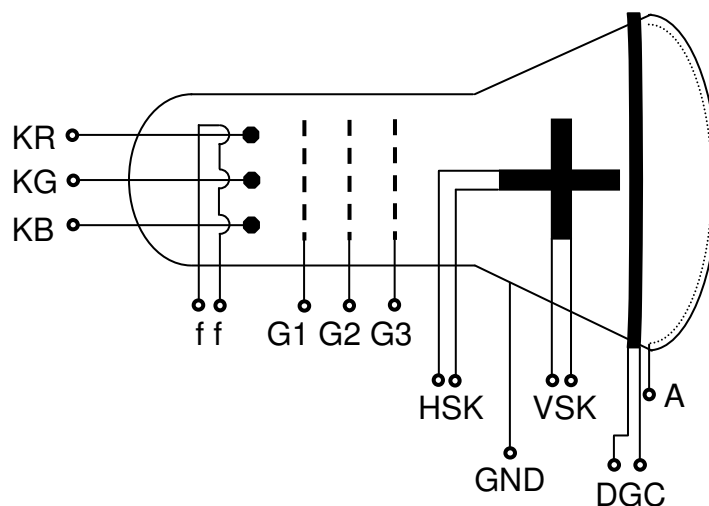
Impulsi na pinu 6 upravljačkog integrisanog kola su signal iz unutrašnjeg oscilatora, impulsi na pinovima 8 i 11 su izlazni impulsi kojima se pobuđuju prekidački tranzistori, a napon na pinu 14 je referentni napon +5 V koji se interno generiše u samom integrisanom kolu. Ako neki od ovih signala ne postoji, treba proveriti samo integrisano kolo, ili neki od elemenata oko njega. Impulse sa pinova 8 i 11 treba osciloskopom ispratiti preko pobudnih tranzistora Q3 i Q4, pobudnog transformatora T4, sve do baza prekidačkih tranzistora Q1 i Q2. Praćenjem impulsa i otkrivanjem mesta gde se oni gube, može se lokalizovati neispravan element u upravljačkom kolu. Takođe prilikom ovog ispitivanja treba proveriti i kolo koje daje POWER GOOD signal. Na šemi na slici 37, ovo kolo je realizovano integrisanim kolom U2.

Kod servisiranja stepena za napajanje za ATX format, prvo je potrebno utvrditi da li je kvar u kolu koje obezbeđuje pomoćni napon (+5V_{SB}) ili u kolu glavnog invertora. To se radi tako da se dovede mrežni napon na stepen za napajanje, pa se proveriti postojanje pomoćnog napona. Ako taj napon ne postoji, kvar je u kolu prekidačkog stepena koji daje pomoćni napon, a ako taj napon postoji, kvar je u kolu prekidačkog stepena velike snage (glavni invertor). Da bi se ispitala ispravnost glavnog invertora, najlakše je parčetom žice napraviti kratku vezu između pinova PS_{ON} i GND na 20 pinskom konektoru kojim se vodi napajanje na matičnu ploču. Time se simulira logika na matičnoj ploči i omogućuje da se kompletno napajanje zasebno ispita (bez priključivanja na matičnu ploču). Ispitivanje glavnog stepena za napajanje se vrši na isti način kao i kod stepena za napajanje u AT formatu.

MONITORI SA KATODNOM CEVI

Monitori su izlazni uređaji preko kojih se prati rad računara. Mada se tokom vremena tehnologija monitora razvijala i menjala, princip rada je sve do skora ostao nepromenjen, čvrsto se oslanjajući na katodnu cev. Dijagonala katodne cevi je i osnovna karakteristika monitora i ona se obično izražava u inčima. Savremeni monitori imaju katodne cevi od 14, 15, 17, 19 i 21 inča. Za kućne potrebe se koriste uglavnom monitori sa ekranima 14 (ova veličina je već napuštena), 15 i 17 inča. Za kancelarijske poslove su pogodne veličine 15 i 17 inča, a za profesionalce u pripremi za štampu i grafičkoj obradi su odgovarajući ekrani od 19 i 21 inča.

Na slici 39 je prikazan šematski prikaz katodne cevi sa svim njenim priključcima. Svi ti elementi, osim skretnog sistema i namotaja za razmagnetisavanje ekrana, se nalaze unutar staklenog balona posebnog oblika, u kome se nalazi vakuum. Sliku na ekranu stvara mlaz elektrona koji pogađa površinu presvučenu specijalnim fosfornim slojem na unutrašnjoj strani ekrana. Kod monitora u boji postoje tri osnovne boje, odnosno tri tipa fosfornih tačaka, crvene, zelene i plave, koje se nalaze grupisane jedne do drugih, obrazujući najmanji mogući element slike koji se naziva "dot".



Slika 39 Katodna cev

Na zadnjoj strani katodne cevi se nalaze tri katode (elektronska topa) **KR**, **KG** i **KB**, po jedna za svaku od osnovnih boja. Katode se zagrevaju grejnim vlaknom **ff** zbog struje koja teče kroz njega. Užareno grejno vlakno zagreva katode i usled toga one emituju elektrone. Elektroni pod uticajem visokog pozitivnog napona na anodi katodne cevi **A** (reda 25 kV) obrazuju mlazeve koji udaraju u odgovarajuće fosforne tačke na ekranu. Na svaku od te tri fosforne tačke pada posebni elektronski mlaz. Kada mlaz elektrona padne na fosfornu tačku, ona emituje svetlost. Intenzitet te svetlosti zavisi od intenziteta elektronskog mlaza. Na taj način, menjanjem intenziteta elektronskih mlazeva koji odgovaraju trima osnovnim bojama, mogu se mešanjem tih boja dobiti praktično sve postojeće boje. Menjanje intenziteta elektronskih mlazeva, a time i promena intenziteta osvetljaja i boja se vrši promenom napona između katoda i prve rešetke katodne cevi **G1**. Napon na **G1** je negativan u odnosu na napone na katodama i u zavisnosti od njegove veličine više ili manje će sprečavati prolaz elektronima sa katoda prema anodi katodne cevi. Na drugu rešetku katodne cevi **G2** se dovodi pozitivan napon reda 500 do 600 V, koji ima zadatak da pomogne elektronima da savladaju negativni potencijal na prvoj rešetki i da nastave put ka anodi. Na treću rešetku katodne cevi **G3** se dovodi pozitivni jednosmerni napon reda 6 kV kojim se vrši fokusiranje elektronskih mlazeva tako da svaki od njih padne tačno na odgovarajuću fosfornu tačku na ekranu, čime se obezbeđuje oštra slika i precizna reprodukcija boja.

Mlazevi se zajedno kreću po površini ekrana po precizno određenom redu; prva horizontalna linija koju ispisuju, počinje u gornjem levom uglu ekrana, a završava se u gornjem desnom uglu. Kada mlazevi na kraju te linije dođu do desne ivice ekrana, oni se gasi i vraćaju se na početak sledeće linije, na levu ivicu ekrana, kada se ponovo uključe i započnu iscrtavanje nove linije. Kada posle iscrtavanja poslednje horizontalne linije elektronski mlazevi dospu u donji desni ugao ekrana, oni se gasi i vraćaju u gornji levi ugao, čime postaju spremni za iscrtavanje sledeće slike. To pomeranje elektronskih mlazeva po horizontali i vertikalni se vrši dovođenjem odgovarajućih struja kroz horizontalne i vertikalne skretne kalemове **HSK** i **VSK** koji se nalaze sa spoljašnje strane grla katodne cevi u okviru takozvanog skretnog (otklonskog) sistema.

Pored opisanih elemenata katodne cevi koji neposredno učestvuju u formiranju slike na ekranu, katodna cev sadrži i namotaj za razmagnetisavanje ekrana (degaussing coil), označen sa **DGC** na slici 39. Namena ovog namotaja je da se propuštanjem naizmeničnog napona kroz njega, izvrši razmagnetisavanje površine ekrana. Ekran se može slučajno namagnetisati nekim spoljašnjim magnetnim poljem i usled toga se gubi na čistoći boja. Namotaj za razmagnetisanje ekrana u tom slučaju omogućuje ponovni prikaz čistih boja na ekranu.

Broj slika koji se u jednoj sekundi na opisani način iscrta, zove se učestanost vertikalnog skeniranja ili brzina vertikalnog osvežavanja (refresh rate). Ona se izražava u hercima (Hz). Ako je ta učestanost niska dolazi do treperenja slike, jer fosfor smanjuje intenzitet izračene svetlosti (gasi se), ako ga elektronski mlaz nije na vreme ponovo pogodio, to jest osvežio. Nekada je vrednost učestanosti vertikalnog skeniranja bila reda 60 Hz, ali je danas opšte prihvaćeno da ona iznosi bar 72 Hz, a po mogućstvu i 75 do 85 Hz. Savremeni monitori postižu učestanosti vertikalnog skeniranja i preko 100 Hz, ali je teško primetiti neki poseban dobitak pri tim učestanostima u odnosu na učestanost od 85 Hz. Učestanost vertikalnog skeniranja ograničava maksimalna učestanost horizontalnog skeniranja na kojoj monitor može da radi. Da bi pri određenoj rezoluciji imali neku učestanost vertikalnog skeniranja, monitor mora da stabilno radi na učestanosti horizontalnog skeniranja datoj izrazom:

$$\text{horizont. učestanost} = (\text{vert. rezolucija}) \times (\text{učestanost vert. skeniranja}) \times k$$

Iz izraza se vidi da što je veća vertikalna rezolucija (odnosno broj horizontalnih linija koje treba iscrtati) i broj slika koje treba iscrtati u jednoj sekundi, monitor će morati da radi na većoj učestanosti horizontalnog skeniranja. Odavde je takođe jasno da nema potrebe insistirati na učestanostima vertikalnog skeniranja preko 85 Hz, jer to povlači veće učestanosti horizontalnog skeniranja, a time i komplikovanja i skuplja elektronska kola koja upravljaju skretanjem elektronskih mlazeva. Faktor k u gornjem izrazu (kreće se od 1,1 do 1,3) uzima u obzir vreme potrebno za povratak elektronskog mlaza sa kraja jedne na početak sledeće linije i sa kraja jedne na početak sledeće slike. Tako na primer, za rezoluciju 800 X 600 tačaka, pri učestanosti vertikalnog skeniranja od 75 Hz, učestanost horizontalnog skeniranja iznosi:

$$f_h = 600 \times 75 \times 1,1 = 49500 \text{ Hz}$$

Da bi postigli i veću rezoluciju i veću brzinu vertikalnog osvežavanja, monitor, odnosno elektronska kola u njemu, moraju da imaju dovoljno širok propusni opseg (bandwidth), to jest rastojanje između minimalne i maksimalne učestanosti koje mogu da prenesu bez izobličenja. Ako je širina propusnog opsega nedovoljna za datu rezoluciju, slika će izgubiti oštrinu i stabilnost. Potrebna širina propusnog opsega se može izračunati pomoću izraza:

$$\text{propusni opseg} = 1,5 \times (\text{horizont. rezol.}) \times (\text{vert. rezol.}) \times (\text{brzina vert. osvežavanja})$$

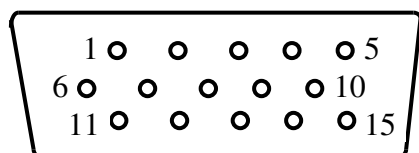
Iz gornjeg izraza se vidi da potrebni propusni opseg određuje broj elemenata slike (jednak proizvodu broja elemenata slike po horizontali i vertikali) i broj osvežavanja svakog elementa slike u jednoj sekundi, uz faktor sigurnosti od 1,5. Ako monitor nema dovoljan propusni opseg za željenu rezoluciju i brzinu vertikalnog osvežavanja, može se pribеći takozvanom ispisivanju linija sa preplitanjem (interlace). Naime, tada se u prvom prolazu iscrtavaju neparne linije slike, a u sledećem prolazu parne linije slike. Time se broj elemenata slike koje treba preneti smanjuje na polovinu, pa i potrebna širina propusnog opsega postaje dvostruko manja. Međutim, kvalitet slike u ovom radnom režimu je mnogo lošiji nego u radu bez preplitanja, pošto je приметnije trepernje slike, tako da duži rad u režimu sa preplitanjem nije preporučljiv.

Još jedan parametar koji utiče na kvalitet monitora je veličina fosforne tačke, to jest razmak između dva fosforna elementa iste boje. Što je taj razmak manji, slika je oštija. Današnji monitori imaju veličinu fosforne tačke oko 0,25 milimetara.

Noviji i skuplji monitori poseduju “digitalne” komande, kod kojih se upotrebom tastera, najčešće u zajednici sa “on screen display”-em, vrše sva podešavanja parametara slike, dok su na starijim i jeftinijim monitorima te komande analogne (pomoću potencijometara). Koji od ova dva načina kontrole je bolji (jednostavniji za korišćenje) je stvar ukusa, ali stoji činjenica da kod monitora sa digitalnim komandama, zahvaljujući postojanju memorije, prilikom promene rezolucije neće biti potrebno ponovo podešavati veličinu i poziciju slike na ekranu.

Kada danas proizvođači svoje monitore deklariraju kao “digitalne”, onda se to u stvari odnosi samo na način podešavanja parametara slike, pošto su signali boja u suštini analogni, jer se samo tako može imati veliki broj različitih boja na ekranu (do 16,7 miliona boja). Čak šta više, stariji tipovi monitora koji se više ne proizvode (crno beli Herkules, ili CGA i EGA u boji), su pre digitalni monitori, jer su njihovi signali boja imali ograničeni broj tačno definisanih nivoa, tako da su oni mogli da prikazuju maksimalno 16 do 256 boja.

Monitor je sa računarom (odnosno sa video karticom u računaru) povezan signalnim kablom koji na svojem kraju ima 15-o pinski konektor. Raspored pojedinih signala koji iz video kartice stižu na monitor preko VGA konektora, dat je na slici 40.



- 1 – SIGNAL CRVENE BOJE (R)
- 2 – SIGNAL ZELENE BOJE (G)
- 3 – SIGNAL PLAVE BOJE (B)
- 5,6,7,8,10 – MASA (GND)
- 13 – HORIZ. SINHRON IMPULSI (H)
- 14 – VERT. SINHRON IMPULSI (V)

Slika 40 VGA konektor

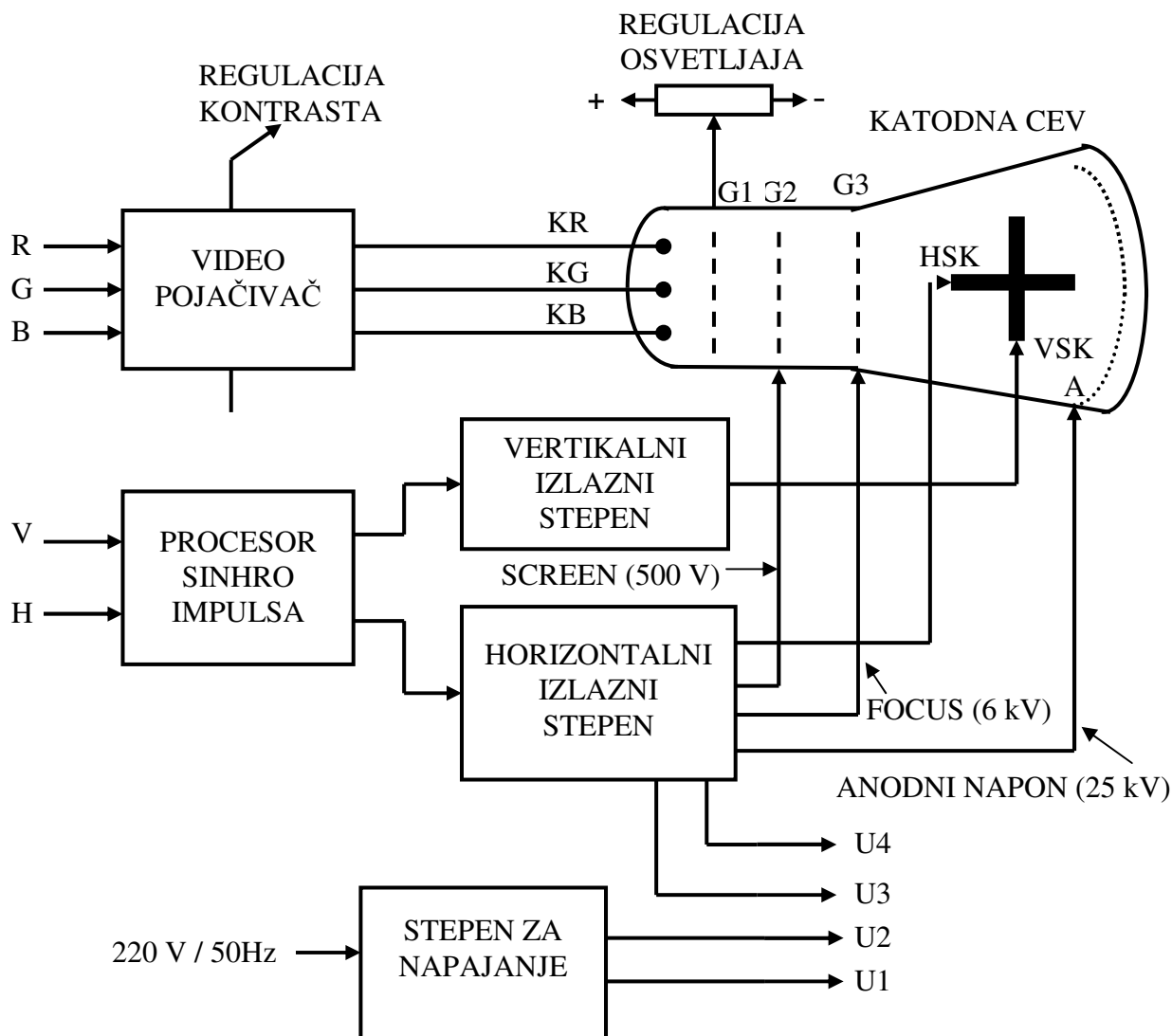
Pored standardnog VGA konektora prikazanog na slici 40, pojedini, naročito monitori viših klasa, imaju i BNC konektore. Takvi monitori se na video karticu priključuju standardnim petnaestopinskim konektorom iz koga polazi pet koaksijalnih kablova sa muškim BNC konektorima na krajevima. Ti konektori se priključuju na odgovarajuće ženske BNC konektore na kućištu monitora. U ovom slučaju se posebnim koaksijalnim kablovima vode signali osnovnih boja (crvena, zelena i plava), kao i vertikalni i horizontalni sinhron impulsi. Kabl sa BNC konektorima je skuplji od standardnog VGA kabla, ali zato obezbeđuje bolju zaštitu od šumova i smetnji iz okoline.

Sve doskoro komunikacija između video kartice i monitora je bila jednosmerna jer je monitor samo primao signale triju osnovnih boja (crvene, zelene i plave; pinovi 1, 2 i 3 na konektoru), kao i horizontalne i vertikalne sinhron impulse (pinovi 13 i 14 na konektoru). Noviji monitori, koji podržavaju “Plug and Play” standard, preko pinova 12 i 15 obezbeđuju i

komunikaciju u smeru monitor - video kartica, takozvani VESA Display Data Channel, čime se omogućava automatsko konfigurisanje monitora.

BLOK ŠEMA MONITORA U BOJI I NAČIN NJEGOVOG FUNKCIONISANJA

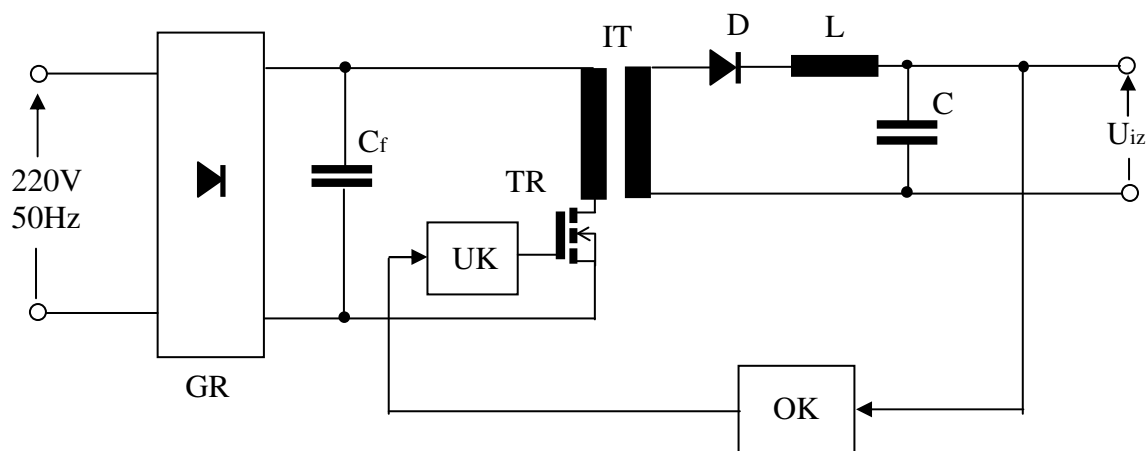
Na slici 41 je prikazana uopštena blok šema monitora u boji sa njegovim osnovnim sklopovima. Prikazani su samo osnovni sklopovi, dok kod boljih i novijih monitora mogu postojati i dodatni sklopovi koji omogućavaju kvalitetnu sliku pri velikom opsegu rezolucija i radnih učestanosti kao i prikaz menija za podešavanje parametara slike na ekranu, reprodukciju zvuka potrebnu za multimedijalne primene i tako dalje.



Slika 41 Uprošćena blok šema monitora u boji

Osnovni sklop bez koga ne bi mogao da radi ni jedan drugi sklop je stepen za napajanje. Zadatak ovog sklopa je da koristeći dovedeni mrežni napon obezbedi jednosmerne napone potrebne za napajanje ostalih sklopova u monitoru. Na blok šemi monitora na prikazanoj na slici 41 na stepenu za napajanje označena su dva izlazna jednosmerna napona U1 i U2, ali različiti stepeni za napajanje mogu i obično imaju i više izlaznih napona različitih vrednosti, što zavisi od konkretne realizacije. Sam stepen za napajanje je prekidačkog (impulsnog) tipa. Na slici 42 je prikazana principna šema tipičnog sklopa napajanja u monitorima. Dovedeni mrežni napon

se direktno grecom GR ispravlja u jednosmerni napon koji se onda filtrira kondenzatorom C_f . Tako dobijeni jednosmerni napon reda 310 V se vodi na primar invertorskog transformatora IT. U kolu primara ovog transformatora se obično nalazi MOS-FET tranzistor TR koji igra ulogu prekidača. Radom toga prekidača se upravlja upravljačkim



Slika 42 Principska šema stepena za napajanje u monitorima

kolom UK, obično realizovanim integrisanim kolom UC3842 ili nekim sličnim. Sekundar invertorskog transformatora ima nekoliko namotaja u kojima se indukuju naponski impulsi. Na slici 42 je prikazan samo jedan namotaj, i to onaj čiji ispravljeni napon, preko kola sa optokaplerom OK, reguliše rad upravljačkog kola UK. Impulsni naponi iz svakog sekundarnog namotaja se diodama D ispravlja u jednosmerne napone i filtriraju kondenzatorima C. Na taj način se dobijaju potrebni jednosmerni izlazni naponi U_{iz} . Upravljačko kolo sadrži i kola za zaštitu koja u slučaju prenapona ili preopterećenja blokiraju rad stepena za napajanje i time štite sam stepen za napajanje, kao i ostale stepene u monitoru od mogućih daljih i većih oštećenja.

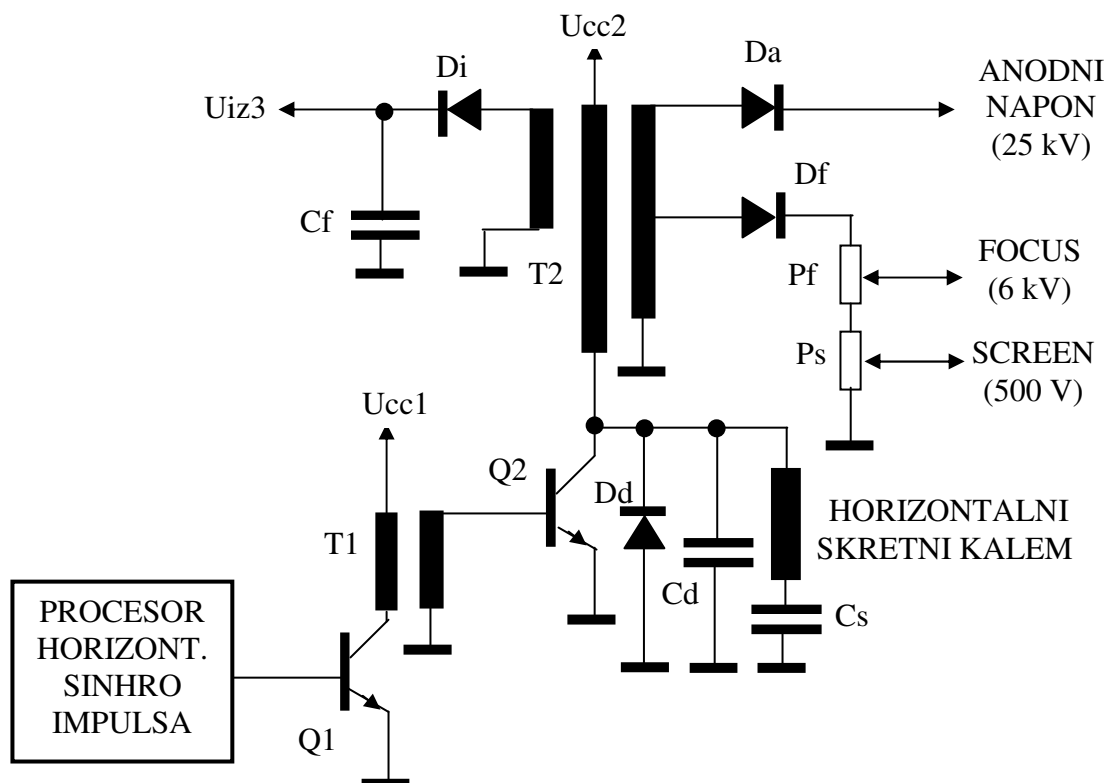
Iz video kartice u monitor dolaze signali tri osnovne boje (R, G i B), kao i horizontalni i vertikalni sinhro impulsi. Signali boja su u analognom obliku, sa amplitudom oko $0,7 V_{p-p}$, dok su sinhro impulsi digitalni sa TTL nivoima.

Sinhro impulsi se vode u sklop procesora sinhro impulsa, u kome se oni obrađuju i sinhronišu odgovarajuće oscilatore (vertikalni i horizontalni), pa tako generisanim impulsima pobudjuju vertikalni i horizontalni izlazni stepen. Današnji monitori obično imaju jedno integrisano kolo koje prima i obrađuje oba tipa sinhro impulsa iz video kartice, dok su stariji monitori imali odvojena kola za vertikalne i horizontalne impulse.

Vertikalni izlazni stepen, koristeći izlazni signal iz dela procesora sinhro impulsa koji obrađuje vertikalne sinhro impulse, proizvodi izlazni napon testerastog oblika. Tim naponom se pobuđuje vertikalni skretni kalem na katodnoj cevi, i njime se upravlja vertikalnim pomeranjem elektronskih mlazeva. Vertikalni izlazni stepen je danas obično realizovan jednim integrisanim pojačivačem snage, dok su ranije umesto integrisanog kola korišćeni diskretni elementi (tranzistori).

Horizontalni izlazni stepen ima višestruku ulogu. Na slici 43 je prikazana njegova principska šema sa najkarakterističnijim elementima. Na toj slici su prikazani samo glavni delovi horizontalnog izlaznog stepena; stvarna realizacija je dosta složenija. Obradeni horizontalni sinhro impulsi (učestanosti od 30 do 80 kHz, zavisno od rezolucije i brzine vertikalnog osvežavanja) iz procesora sinhro impulsa dolaze na pobudni tranzistor Q1, u čijem se kolektoru nalazi pobudni transformator T1. Tranzistor Q1 se napaja naponom U_{cc1} iz stepena za napajanje. Sinhro impulsi pojačani tranzistorom Q1, preko pobudnog transformatora T1 dolaze na bazu tranzistora Q2. Ovaj tranzistor je predviđen za velike snage i radne napone (reda 50 W i 1500 V). U njegovom kolektorskom kolu se nalazi primarni namotaj takozvanog linijskog transformatora T2, preko koga se dovodi napon U_{cc2} iz stepena za napajanje. Kao

posledica dovedenih sinhro impulsa na bazu tranzistora Q2, na njegovom kolektoru se javljaju kratkotrajni naponski impulsi vrednosti oko 1200 V. Pogodnim izborom vrednosti induktivnosti primara transformatora i horizontalnog skretnog kalema, kao i kapacitivnosti Cd,



Slika 43 Principijska šema horizontalnog stepena

kroz horizontalni skretni kalem, priključen na kolektor tranzistora Q2, se dobija struja koja ima testerasti oblik, i koja ravnomerno pomera elektronske mlazeve u horizontalnom pravcu.

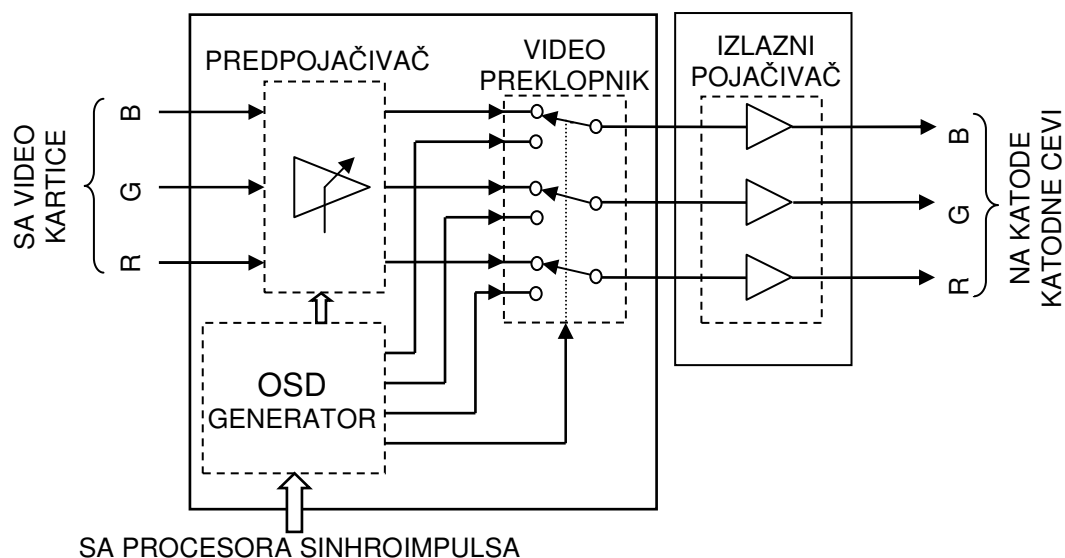
Pored ove uloge, horizontalni izlazni stepen obavlja još neke važne funkcije. Jedan od njegovih sekundarnih namotaja ima veoma veliki broj navojaka, tako da se u njemu indukuju veoma visoki naponi. Ti naponi se ispravljaju diodom Da, pa se tako dobija jednosmerni napon reda 25 kV, potreban za anodu katodne cevi. Sa izvoda na tom sekundarnom namotaju se uzimaju nešto niži naponski impulsi, koji se ispravljaju diodom Df, čime se dobija jednosmerni napon reda 6 kV. Ovaj napon se vodi na rednu vezu dva potencimetra, Pf i Ps, sa čijih se klizača odvodi napon za fokusiranje elektronskih mlazeva (FOCUS - na treću rešetku katodne cevi) i napon za predregulaciju osvetljaja (SCREEN – na drugu rešetku katodne cevi). Dioda Da i Df, kao i potencimetri Pf i Ps se nalaze zaliveni u samom kućištu linijskog transformatora, i iz njega su dostupni samo klizači potencimetara kojim se vrši fokusiranje i predregulacija osvetljaja ekrana.

Treća uloga horizontalnog linijskog stepena, pored dve već opisane, je da obezbedi i jednosmerne napone za napajanje nekih kola i sklopova u monitoru koji ne moraju da se napajaju iz samog stepena za napajanje. Na blok šemi monitora (slika 41), ti naponi su označeni sa U3 i U4, ali ih može biti i više i manje od dva. Na slici 43 je, zbog preglednosti slike, prikazan način dobijanja samo jednog takvog napona. Naponski impulsi indukovani u sekundarnom namotaju linijskog transformatora se ispravljaju diodom Di i filtriraju kondenzatorom Cf, tako da se dobije potrebna vrednost jednosmernog napona. Sama ta vrednost je određena brojem navojaka sekundarnog namotaja iz koga se i dobija. Koristeći ovaj princip moguće je dobiti više različitih i pozitivnih i negativnih napona. Ovi naponi se najčešće koriste

za kola za regulaciju osvetljaja ekrana, kao i za potrebe regulacije i zaštite u horizontalnom stepenu.

Noviji monitori, naročito oni sa većim dijagonalama ekrana često imaju horizontalni izlazni stepen podeljen u dva dela slične konstrukcije. Svaki od tih delova ima svoje tranzistore Q1 i Q2 sa slike 43, s tim što jedan ima linijski transformator i služi za dobijanje visokih jednosmernih napona za katodnu cev i pomoćnih jednosmernih napona, a drugi ima horizontalni skretni kalem i služi za generisanje testeraste struje, kojom se vrši horizontalno pokretanje elektronskih mlazeva. Pored toga, svaki od ova dva dela horizontalnog izlaznog stepena može da ima i sopstveni pomoćni prekidački izvor napajanja, čiji izlazni napon zavisi od izabranih radnih učestanosti. Na ovaj način se mnogo lakše postiže da monitor ima stabilnu sliku istih dimenzija u celom opsegu rezolucija i učestanosti vertikalnog osvežavanja sa kojima može da radi.

Video pojačivač se može podeliti na dva podstepena: predpojačivač i izlazni pojačivač, kako je to prikazano na slici 44. Video stepen dobija iz video kartice tri analogna signala osnovnih boja: crvene, zelene i plave, čije amplitude iznose 0,7 do 1 V. Ovi signali se obično zajednički pojačavaju u jednom predpojačivaču - integrisanom kolu (na primer LM1203N). U ovom kolu se promenom pojačanja vrši regulacija kontrasta slike na ekranu. Veće pojačanje znači veći raspon između najsvetlijih i najtamnijih detalja na slici, to jest veći kontrast, i obrnuto, smanjenjem pojačanja smanjuje se i kontrast slike. U okviru ovog podstepena se nalaze (kod starijih monitora) i trimer potencijometri kojima se pojedinačno mogu podesiti pojačanja i nivoi signala u kanalima osnovnih boja, što omogućava precizno podešavanje balansa boja. Ova podešavanja se vrše u fabrici, i ako nije neophodno, ne treba ih obavljati pri servisiranju, jer zbog velikog broja međusobno zavisnih potencijometara (obično 5 ili 6), samo podešavanje nije lako tačno izvesti. Kod novijih monitora nema ovih trimer potencijometara, već se pored predpojačivača u okviru ovog podstepena nalaze i OSD (On Screen Display) generator i video preklopnik, kao što je i prikazano na slici 44. Video preklopnik se obično nalazi u integrisanom kolu predpojačivača, dok je OSD generator posebno integrisano kolo. Iz procesora sinhro impulsa serijskom magistralom podataka u OSD generator dolaze komande kojima se vrši podešavanje pojačanja kanala osnovnih boja (ovo se obično radi u fabrici), kao i podaci za generisanje menija na ekranu pomoću kojih korisnik vrši potrebna podešavanja slike.



Slika 44 Blok šema video pojačivača

Video preklopnik, pod komandom signala iz OSD generatora, u određenim trenucima prekida put video signalu iz video kartice računara, i umesto njega ka katodnoj cevi prosleđuje signal iz

OSD generatora, tako da se na ekranu dobije željeni meni. Posle opisanog predpojačivačkog kola, koje na svom izlazu daje amplitudu signala oko 3 do 4 V, signali dolaze na izlazni video pojačivač. Zadatak ovog sklopa je da obezbedi amplitudu video signala dovoljnu za pobudu katoda katodne cevi. Ta amplituda obično iznosi oko 60 V. Ovaj pojačivač se ranije najčešće realizovao kao tri zasebna pojačivača sa visokonaponskim tranzistorima, a danas kod savremenih monitora postoje i integrisana kola za tu namenu, koja u sebi sadrže sva tri izlazna pojačivača.

Izlazni signali iz video pojačivača se vode na katode katodne cevi. Pored njih na elektrode katodne cevi se dovode još neki naponi. Za grejanje katoda se na grejno vlakno može dovesti ili naizmenični, ili jednosmerni napon. Kod monitora se najčešće dovodi jednosmerni napon, zbog manjeg uticaja na kvalitet slike. Na prvu rešetku se dovodi jednosmerni napon. Ovaj napon se obično može menjati potencijometrom, ili kod novijih monitora posebnim kolom kojim se komanduje tasterima ili ekranskim menijem, čime se menja naponska razlika između katoda i prve rešetke, a time se reguliše i osvetljaj ekrana. Kod nekih monitora prva rešetka može biti vezana na fiksni napon (često na masu), a regulacija osvetljaja se obavlja u okviru video pojačivača. Već je rečeno da se na drugu rešetku katodne cevi, iz horizontalnog izlaznog stepena, dovodi jednosmerni napon reda 500 V za predregulaciju osvetljaja, a na treću rešetku napon reda 6 kV, kojim se vrši fokusiranje elektronskih mlazeva. Najzad na anodu katodne cevi se dovodi jednosmerni napon reda 25 kV, takođe iz horizontalnog izlaznog stepena. Na blok šemi na slici 41 nije nacrtano, ali na katodnoj cevi postoje još neki namotaji. Jedan od njih je i namotaj za razmagnetisanje ekrana i on se napaja iz stepena za napajanje naizmeničnim mrežnim naponom preko otpornika sa pozitivnim temperaturnim koeficijentom (PTC otpornik). Ovaj namotaj prilikom ukjučenja monitora stvara jako naizmenično elektromagnetno polje, kojim se uklanjaju eventualna namagnetisanja ekrana, čija je posledica nečistoća boja na ekranu. Pored tog namotaja u okviru skretnog (otklonskog) sistema postoje i namotaji za korekciju geometrijskih karakteristika slike, takozvana korekcija istok – zapad i sever – jug. Ovi namotaji služe za ispravljanje zakrivljenja slike po horizontali i vertikali, nastalih kao posledica zakrivljenja same površine katodne cevi na kojoj se stvara slika. Kod savremenih monitora postoji i posebni mikrokontroler (mikroprocesor posebne namene), koji se nalazi u sklopu procesora sinhro impulsa i sa kojim mogu da se obavljaju praktično sva podešavanja parametara slike na ekranu. Ta podešavanja se mogu upisati u ugrađenu memoriju, tako da je moguća laka i brza promena radnog režima monitora, bez potrebe za bilo kakvim dodatnim podešavanjima slike. Mikrokontroler pored ovih funkcija, zajedno sa horizontalnim izlaznim stepenom ostvaruje i zaštitne funkcije koje sprečavaju veće i opasnije kvarove, odnosno rad monitora u režimima koji bi mogli da budu opasni i za sam monitor i za njegovog korisnika.

NAJČEŠĆI KVAROVI KOD MONITORA I NAČINI NJIHOVOG OTKLANJANJA

Monitori za PC računare su dosta komplikovani uređaji, a kako ih ima mnogo tipova od raznih proizvođača, koji imaju uvek po neko specifično rešenje za neki sklop, teško je generalizovati sve moguće kvarove i njihove uzroke. Ipak, mogu se navesti neki karakteristični kvarovi i njihovi simptomi, uz naznaku u kom stepenu monitora treba tražiti neispravnost.

- Monitor po uključenju uopšte ne radi, ne gori ni LED dioda koja signalizira uključenje

Prilikom ovakvih simptoma opravdano je pretpostaviti da ne radi stepen za napajanje, tako da ni jedan drugi sklop u monitoru ne dobija potrebne napone napajanja. Tada je potrebno proveriti elemente u ovom stepenu i to: mrežni osigurač, grec ispravljač (može biti realizovan kao jedinstveni element ili sa četiri posebne diode), NTC otpornik u kolu greca, kao i filtarski

elektrolitski kondenzator iza greca, prekidački tranzistor u primaru invertorskog transformatora (najčešće MOS-FET), ispravljačke diode u sekundarima invertorskog transformatora i elektrolitske kondenzatore u filterima iza njih, a takođe i integrisano kolo koje upravlja radom prekidačkog tranzistora (najčešće je to kolo UC3842). Kvar sa navedenim simptomima mogu izazvati i neki od elemenata koji se nalaze oko navedenih elemenata, tako da otkrivanje neispravnog, ili neispravnih elemenata zahteva strpljenje i sistematičnost. Kada se nađe neispravan element, potrebno je proveriti da on nije stradao zbog neke druge neispravnosti, jer ako je to slučaj, ponovo bi došlo do istog kvara.

- Nema slike na ekranu, a LED dioda koja signalizira uključenje blinka

Kada se nađe na ovakve simptome, može se zaključiti da stepen za napajanje funkcioniše, pošto LED dioda zasvetli. Međutim, pošto ona ne svetli trajno nego blinka, može se pretpostaviti da je neki od izlaza stepena za napajanje propterećen i da zato stupa u dejstvo zaštita od preopterećenja koja postoji u stepenu za napajanje. Ta zaštita prekida rad stepena za napajanje, usled čega nestaje izlazni napon a time i preopterećenje, pa LED dioda se gasi. Zatim stepen za napajanje ponovo počinje da radi, LED dioda opet zasvetli, ali kako se opet javi preopterećenje, stupa u dejstvo zaštita, i stvari se ciklično ponavljaju. Pošto stepen za napajanje ne daje normalne izlazne napone, monitor ne radi, a LED dioda koja signalizira uključenje stalno blinka.

U slučaju ovakvih simptoma treba proveriti otpornosti prema masi na svim izlazima stepena za napajanje. Vrednosti ovih otpornosti mogu da budu od nekoliko stotina oma pa do nekoliko kilooma. Ako se nađe neki izlaz koji prema masi ima relativno malu otpornost, onda je verovatno neki element u kolima koja se sa njega napajaju probio, što izaziva preopterećenje i opisane simptome. Relativno često se dešava da kvar ove vrste nastane u izlaznom horizontalnom stepenu, tako što probije izlazni tranzistor (Q2 na slici 43). Pošto se ovaj tranzistor napaja naponima od preko 100V, zbog njegovog proboja nastaje veliko preopterećenje i aktiviranje prekostrujne zaštite u stepenu za napajanje. Osim proboja ovog tranzistora, opisane simptome će izazvati i proboj nekog od elektrolitskih ili blok kondenzatora koji se nalaze duž posmatrane linije za napajanje prema masi, a mogući su i drugi uzroci. Kod nekih monitora, probaj izlaznog tranzistora u horizontalnom izlaznom stepenu trajno blokira rad stepena za napajanje, tako da LED dioda uopšte ne zasvetli. Tada imamo isti simptom kao i kod prethodnog kvara, ali kako vidimo, uzrok je drugačiji. Zato prilikom otkrivanja mesta kvara treba i o ovome voditi računa.

- Na sredini ekrana postoji horizontalna tanka bela linija

U ovom slučaju se zaključuje da stepen za napajanje i horizontalni izlazni stepen ispravno rade, pošto postoji skretanje mlazeva po horizontali, ali pošto ne postoji skretanje elektronskih mlazeva po vertikali, ne funkcioniše stepen za vertikalno skretanje. Uzroci za njegovo nefunkcionisanje mogu biti različiti, počev od nepostojanja potrebnog napona za napajanje, zatim otkaza nekog od elemenata oko izlaznog vertikalnog pojačivača ili samog integrisanog kola koje obavlja funkciju izlaznog pojačivača. Ako se nađe na ovakav kvar, treba obratiti pažnju da dugotrajno prisustvo svetle bele linije na istom mestu može oštetiti fosforne elemente na koje padaju elektronski mlazevi. Zato prilikom ispitivanja treba regulatorom osvetljaja zatamniti ekran i samo ispitivanje obaviti u što kraćem vremenu.

- Na sredini ekrana postoji vertikalna bela linija

Kod ovog simptoma ne treba po analogiji sa prethodnim kvarom zaključiti da ne radi stepen za horizontalno skretanje. Ovaj stepen radi, jer da on ne radi, ne bi postojao anodni napon na katodnoj cevi, pa uopšte ne bi mogao da ekran bude bilo gde osvetljen. Ovaj kvar je relativno redak, a može ga izazvati prekid u horizontalnom skretnom kalemu (ređe) ili loš kontakt u konektoru kojim se skretni kalemovi priključuju na štampanu ploču monitora (češće). Loš kontakt u konektoru, će zbog velikih struja koje teku kroz skretni kalem, izazvati zagrevanje konektora, pa može doći čak i do topljenja kalaja kojim je konektor zalemljen na štampanu ploču, a time i do prestanka protoka struje kroz skretne kalemove. Ovakav kvar izaziva i gubitak kapaciteta (prekid) kondenzatora označenog sa Cs na slici 43.

- Slika na ekranu postoji, ali je njena geometrija deformisana

Ovakvi simptomi ukazuju na to da kvar treba tražiti u stepenima koji upravljaju kretanjem elektronskih mlazeva, a oni se nalaze u okviru horizontalnog i vertikalnog izlaznog stepena i procesora sinhro impulsa. Pored eventualnog proboja nekog od aktivnih elemenata u tim kolima, ovakav kvar najčešće izazivaju osušeni elektrolitski kondenzatori, ili blok kondenzatori kod kojih je došlo do pregrevanja. Zato treba pažljivo pregledati sve kondenzatore u navedenim sklopovima, jer svaki blok kondenzator koji nema pravilan geometrijski oblik, nego je deformisan, predstavlja mogući uzrok ovog kvara. Takođe, osušeni elektrolitski kondenzatori se prepoznaju po nabubreloj izolaciji oko izvoda, ili po smanjenom ili istopljenom plastičnom omotaču.

- Ekran je osvetljen (postoji raster), ali nema slike

Pošto je ekran osvetljen, znači da su stepeni za skretanje elektronskih mlazeva (procesor sinhro impulsa, vertikalni i horizontalni izlazni stepen) ispravni, a pošto nema slike znači da je neispravan video pojačivač. U ovom slučaju greška je najverovatnije u prvom stepenu pojačanja, to jest u predpojačivaču, u kome se obično nalazi integrisano kolo LM1203N, ili neko drugo slično kolo. Neispravno može biti samo integrisano kolo, ili neki pasivni element oko njega. Takođe je moguće da na kolo ne dolazi neki od kontrolnih signala iz drugih delova monitora.

- Slika na ekranu postoji, ali fali neka od osnovnih boja

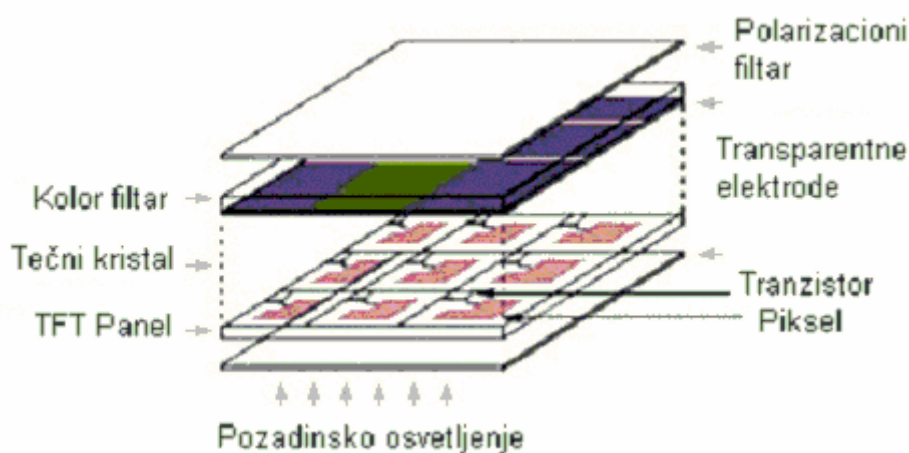
I kod kvara sa ovakvim simptomima, greška se nalazi u stepenu video pojačivača. Prilikom ovog kvara na ekranu se ne vidi bela boja. Da bi se na ekranu videla bela boja, na tri susedne tačkice sa osnovnim bojama i koje čine najmanji element slike (dot), moraju pasti određeni intenziteti elektronskih mlazeva sve tri osnovne boje. Ako nedostaje bilo koji od mlazeva neće biti moguće dobiti belu boju, a i ostale boje (osim postojećih osnovnih) neće biti tačno prikazane (čiste). Greška u ovom slučaju je obično u izlaznom video stepenu, koji je realizovan posebnim tranzistorima za svaki od kanala tri osnovne boje. Zato treba proveriti tranzistor (ili tranzistore) i elemente oko njega, u pojačivaču one boje koje nema na ekranu. Kod nekih monitora izlazni video pojačivač je realizovan integrisanim kolom koje pojačava sve tri osnovne boje. U ovom slučaju treba proveriti to integrisano kolo i elemente oko njega. Naravno, pre provere ispravnosti pomenutih elemenata treba utvrditi da li postoji napon napajanja izlaznog video pojačivača. Ovaj napon se po pravilu dobija iz stepena za napajanje, ali se može dobiti i sa jednog od namotaja na linijskom transformatoru u horizontalnom izlaznom stepenu.

TFT MONITORI

Sve do skora monitori za PC računare su se izrađivali isključivo sa katodnom cevi. Tehnologija ovih monitora je godinama usavršavana i dovedena je do svog maksimuma. Međutim, sa pojavom potrebe za lako prenosivim računarima, bilo je jasno da katodna cev ne može da obezbedi male dimenzije i težinu. Tada se pojavljuju prvi ekrani sa tečnim kristalima, koji su u početku imali znatno lošije karakteristike od katodne cevi, ali su vremenom i oni napredovali, tako da su uskoro i prenosni računari (lap-top, notebook) imali pristojne karakteristike. Kako su za pojedine poslove koji se rade pomoću PC računara (priprema za štampu, projektovanje i dizajn, obrada video signala ...) bili potrebni monitori sve većih dijagonala ekrana (19, 21 pa i više inča), klasični monitori sa katodnom cevi su postali suviše glomazni i teški. Takođe i veliki broj kućnih korisnika računara je želeo monitor sa većom dijagonalom, pa je i njima bilo teško da u stanu nađu mesto za veliki monitor sa katodnom cevi. Tada se pored za izradu prenosnih računara, ekrani sa tečnim kristalima počinju da pojavljuju i u monitorima za stone (fiksne) računare.

Kao što je kod dosadašnjih monitora katodna cev bila srce sistema (ona prikazuje sliku krisniku), tako je i kod TFT LCD monitora srce sistema takozvani TFT panel. Skraćenica TFT dolazi od izraza **Thin Film Transistor**, što znači tranzistor na tankom filmu, a LCD od **Liquid Crystal Display**, što znači displej sa tečnim kristalima. Radi kratkoće se umesto izraza TFT LCD monitor obično koristi samo TFT monitor, ali ovo nije pravilo. Sreću se i izrazi TFT LCD monitor, kao i LCD monitor.

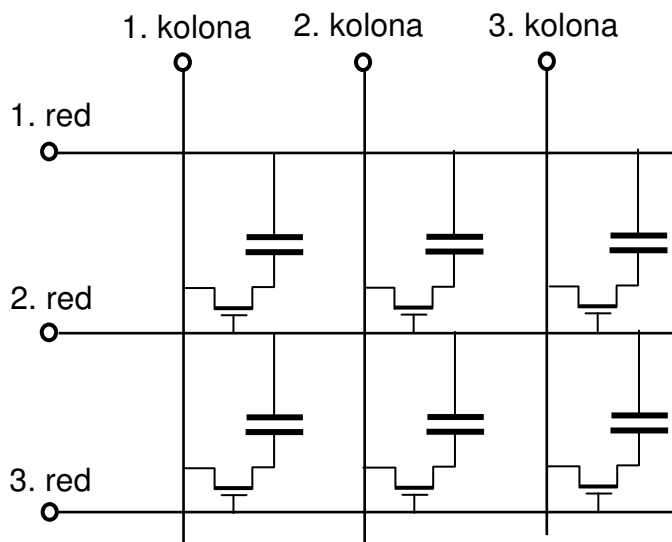
Ukratko će biti objašnjen princip rada TFT panela. Danas se uglavnom koriste paneli sa aktivnom matricom, pa će samo njima i biti posvećena pažnja. Između dve staklene ploče je ubačen specijalni materijal, tečni kristal. Ovaj kristal je žitka masa, negde na sredini između čvrstih i tečnih tela. Primećeno je da ako se on nalazi u električnom polju, u zavisnosti od jačine tog električnog polja njegovi molekuli menjaju orijentaciju, tako da tečni kristal više ili manje propušta svetlost. Ova osobina tečnog kristala je iskorišćena za realizaciju displeja za monitore. Na slici 45 je prikazan uprošćen princip realizacije aktivnog TFT panela. Donja transparentna elektroda (staklena ploča) je podeljena na određen broj redova i kolona, tako da preseči redova i kolona formiraju jedinične elemente slike – piksele. Na svakom pikselu je specijalnim postupkom napravljen po jedan tranzistor.



Slika 45 Princip realizacije TFT panela

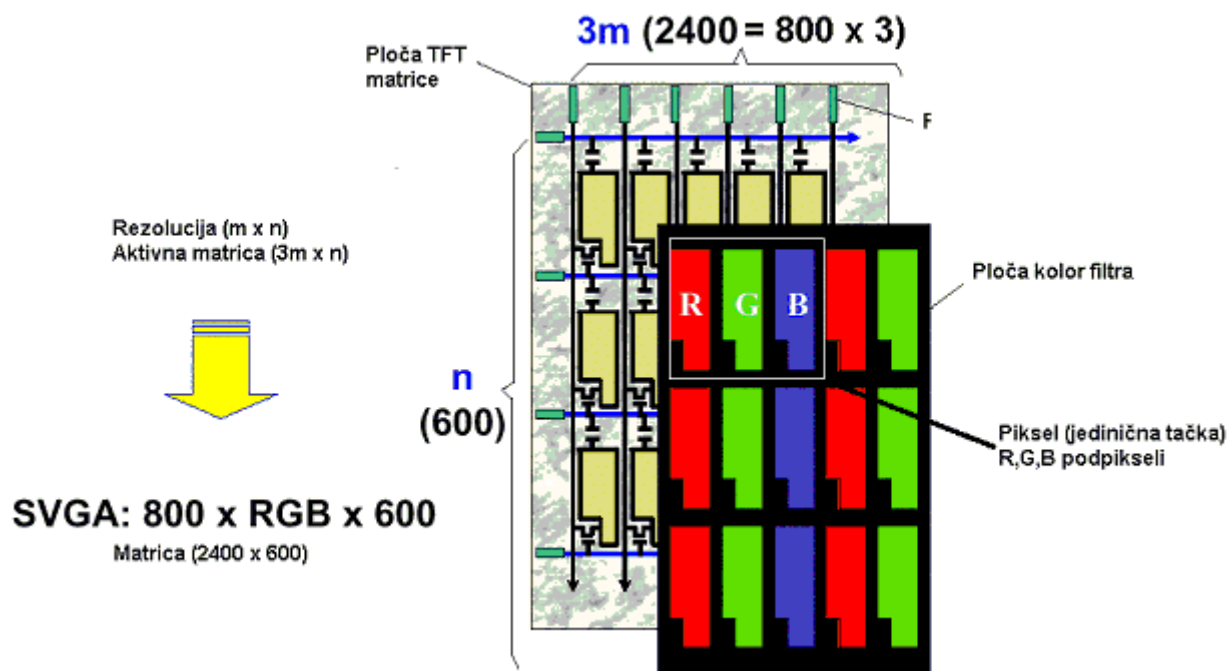
Tranzistori na jediničnim pikselima su FET tipa i njihove elektrode su vezane tako da čine jednu matricu, kao što je to prikazano na slici 46. Vidi se da su gejtovi svih tranzistora u jednom redu vezani zajedno, kao i sorsevi svih tranzistora u jednoj koloni. Drejnovi tranzistora su spojeni na površine piksela, gde se zahvaljujući prisustvu tečnih kristala formiraju minijturni

kondenzatori. Dovođenjem odgovarajućih napona na redove i kolone matrice, u jednom trenutku se aktivira samo jedan tranzistor, preko koga se puni odgovarajući kondenzator. Od veličine napona na koji se svaki kondenzator napunio zavisi količina svetlosti koju će taj piksel propustiti. Kao izvor svetlosti se koriste fluorescentne (neonske) cevi sa hladnom katodom, koje su postavljene iza sendvič strukture TFT panela.



Slika 46 Matrica TFT tranzistora

Na gornju staklenu ploču (transparentnu elektrodu) je nanešena posebna materija koja predstavlja kolor filter. Naime, iznad svaka tri uzastopna piksela u jednom redu postoje obojene površine iste veličine kao i pikseli. Te površine su u tri osnovne boje: crvena, zelena i plava, kako je to prikazano na slici 47.



Slika 47 Struktura TFT panela u boji

Bela svetlost koju daje pozadinsko osvetljenje, prolazi kroz tečni kristal u svim pikselima. Intenzitet te svetlosti zavisi od veličina napona koji se preko kolona matrice dovode na TFT tranzistore, pošto se tim naponima pune elementarni kondenzatori svakog piksela. Bela svetlost koja je prošla kroz tečni kristal dalje prolazi kroz kolor filter, koji propušta samo one njene komponente koje imaju boju jednaku tom delu kolor filtra. To znači da će iz crvenog dela kolor filtra izaći samo crvena svetlost, iz zelenog dela samo zelena svetlost i konačno, iz plavog dala samo plava svetlost. Pošto su dimenzije piksela vrlo male, tri susedna piksela u jednom redu, zajedno sa kolor filterom u tri osnovne boje iznad njih, mešanjem svetlosti koja prolazi kroz njih, proizvode sve moguće boje, slično kao što se događa i kod katodne cevi, kod koje se boje dobijaju mešanjem osnovnih boja sa tri susedne fosforne tačke.

Uobičajeno je da se svaki od tri osnovna piksela koji su gore opisani, naziva podpiksel (subpixel), a sva tri zajedno se nazivaju jediničnim (osnovnim) pikselom.

Sa slike 47 se vidi da TFT panel rezolucije $m \times n$ ima matricu TFT tranzistora sa n redova (linija) i m kolona. Na primer za panel rezolucije 800×600 , matrica ima 600 redova i 2400 kolona, odnosno ima $2400 \times 600 = 1440000$ tranzistora. Današnji TFT paneli dijagonale 15 inča najčešće rade u rezoluciji 1024×768 , pa imaju $1024 \times 3 \times 768 = 2359296$ TFT tranzistora, dok paneli dijagonale 17 inča rade u rezoluciji 1280×1024 , pa imaju $1280 \times 3 \times 1024 = 3932160$ TFT tranzistora.

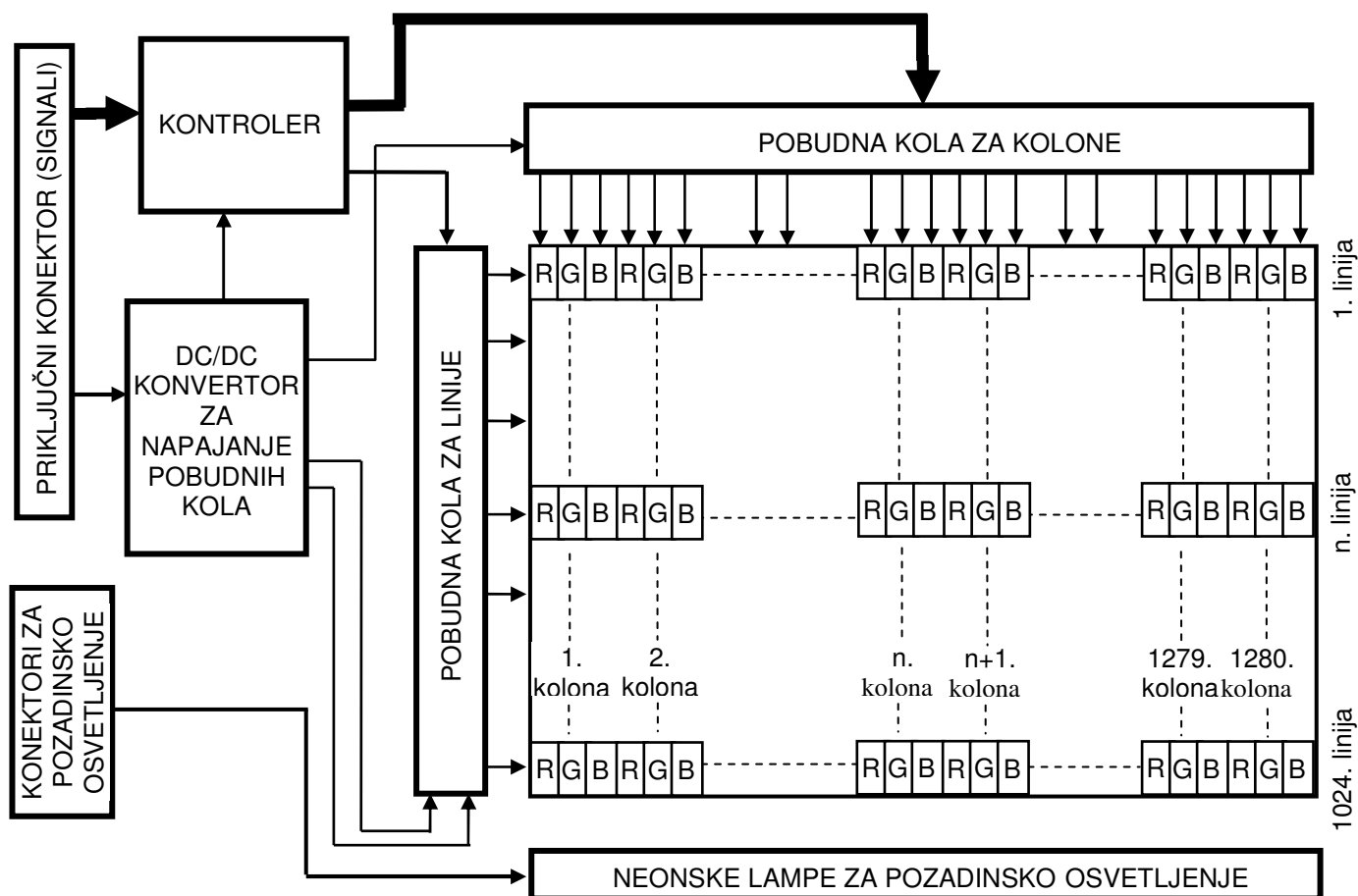
Za razliku od monitora sa katodnim cevima koji mogu da daju kvalitetnu sliku u svim rezolucijama od minimalne (VGA) do maksimalne (određene maksimalnom horizontalnom učestanošću koju podržava konkretni monitor), TFT monitori rade u svojoj prirodnoj rezoluciji (1024×768 za 15 inča, 1280×1024 za 17 inča) određenoj brojem piksela (jediničnih tačaka). To je ujedno i maksimalna rezolucija koja se može postići na njima. Ako se želi slika u manjoj rezoluciji od prirodne, to se može postići na dva načina. Prvi je da se dobije slika u željenoj rezoluciji, ali čije su dimenzije manje od dimenzija panela. Ovaj način nema mnogo smisla, jer se gubi na dimenzijama slike. Drugi način, koji se mnogo češće primenjuje, je da se izvrši elektronsko skaliranje slike, tako da se ona prikaže preko celog ekrana. Međutim, tada se dobija slika manjeg kvaliteta pošto odnosi broja tačaka pri različitim rezolucijama nisu celi brojevi. Tada se broj potrebnih piksela zaokružuje na najbliži ceo broj, usled čega dolazi do nazublivanja pravih linija, što smanjuje kvalitet slike naročito kod sitnijih objekata na njoj.

Zbog velikog broja potrebnih priključaka na TFT panelu, bilo bi apsolutno nepraktično da se oni izvode izvan samog panela i onda spajaju na elektronske stepene monitora. Zato je deo elektronike premešten u samo kućište panela. Na slici 48 je prikazana blok šema jednog kompletnog TFT panela dijagonale 17 inča, sa samim panelom i elektronskim kolima koja se nalaze u njegovom kućištu.

Na kućištu panela sa spoljnje strane su smešteni konektori za priključenje panela na preostala elektronska kola u monitoru. Postoje dve vrste konektora. Prva vrsta služi za dovođenje obrađenog video signala i jednosmernog napona za napajanje na panel, a druga za dovođenje naizmeničnog napona kojim se napajaju lampe koje daju pozadinsko osvetljenje. Za dovođenje video signala i jednosmernog napona za napajanje, zavisno od načina na koji je video signal obrađen, najčešće je dovoljan jedan konektor sa 30 kontakata, a postoje varijante kada se koriste i dva konektora kada je potreban veći broj kontakata (60 do 70). Konektori za lampe za pozadinsko osvetljenje se ne nalaze na samom kućištu panela, već iz njega obično izlaze posebni kablovi za svaku lampu. Na krajevima tih kablova se nalaze konektori koji se priključuju na sklop invertora koji daje napon za lampe za pozadinsko osvetljenje. Obično se koriste dve lampe, postavljene pri gornjoj i donjoj ivici panela, ali se može naći i veći broj lampi da bi se dobilo što ravnomernije pozadinsko osvetljenje.

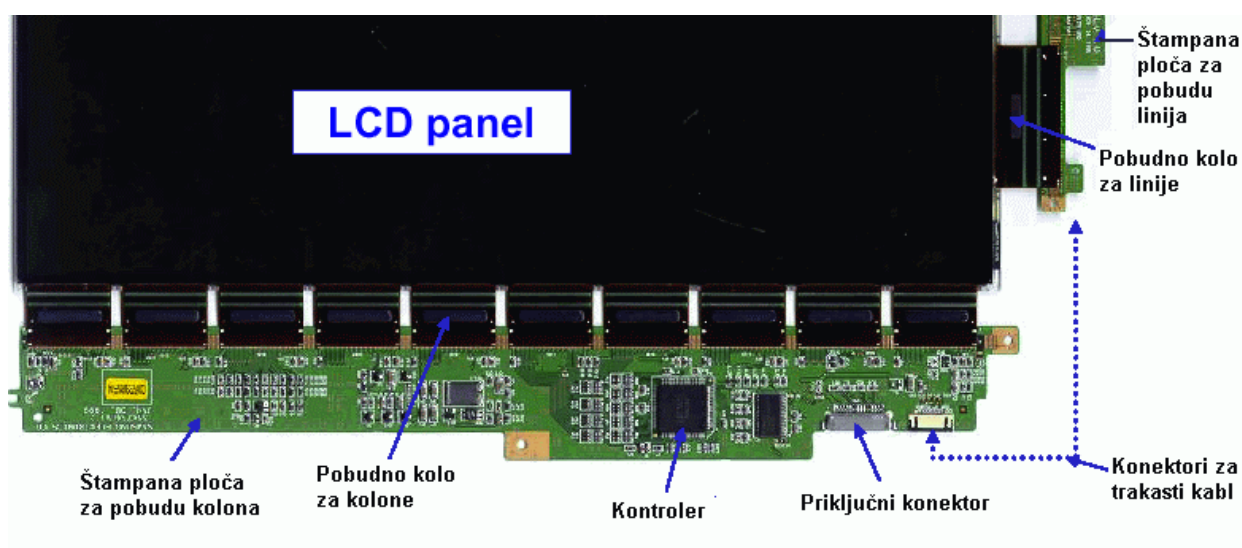
Unutar kućišta panela, pored samog TFT panela se nalaze dve štampane ploče. Na jednoj štampanoj ploči, smeštenoj uz donju ili gornju ivicu panela, nalaze se integrisana kola kontrolera, DC/DC konvertora i pobudna kola za kolone. Na drugoj štampanoj ploči, smeštenoj uz desnu ili levu ivicu panela, nalaze se integrisana pobudna kola za linije. Veza između ove dve

štampane ploče se ostvaruje posebnim trakastim kablom naparenim na savitljivoj plastičnoj foliji.



Slika 48 Blok šema TFT panela

Na slici 49 je prikazan deo jednog TFT panela, tako da se vide delovi obe štampane ploče sa karakterističnim elementima na njima.



Slika 49 Deo unutrašnjosti TFT panela sa štampanim pločama

Priključenje izlaza pobudnih kola za linije i kolone na priključne stopice na samom TFT panelu (slika 47) vrši se preko posebnih plastičnih folija na kojima su napareni vodovi i priključne stopice. Da bi se smanjile dimenzije kompletnog panela, obično se zahvaljujući tome što se za vezu sa samim panelom koriste ove savitlive folije, štampane ploče postavljaju iza samog TFT panela, tako da se može dobiti veoma tanak okvir oko samog panela.

Na većoj štampanoj ploči u kućištu panela se nalaze glavni kontroler, DC/DC konvertor koji daje potrebne napone za napajanje ostalih kola i pobudna kola za kolone.

Zadatak DC/DC kontrolera je da od dovedenog napona (obično +3,3V) napravi napone potrebne za rad pobudnih kola. Potrebna su tri napona: +8 do +10V za napajanje pobudnih kola, oko +20V za uključenje jedne linije, i -8 do -10V za isključenje svih ostalih linija. Obično se koristi jedno integrisano kolo koje radi kao prekidački regulator napona, s tim da taj regulator ima tri izlaza koji daju potrebne napone. Radi maksimalnog smanjenja dimenzija potrebnih induktivnosti i kapacitivnosti u okviru ovog regulatora napona, njegova radna učestanost obično se bira u intervalu od 600 do 1300 kHz.

Kontroler panela je složeno integrisano kolo koje prima video i sinhronizacione signale od elektronike monitora u digitalnom obliku, izvršava potrebne obrade i onda ih prosleđuje ka pobudnim kolima za linije i kolone. Video signali koji dolaze na ovaj kontroler mogu biti u dva formata. Prvi od njih je TTL format sa amplitudama napona od 2,5 ili 3,3 V. Drugi format, koji se danas češće koristi, je takozvani LVDS signal (Low Voltage Differential Signaling – diferencijalni prenos sa niskim naponom). O osobinama, prednostima i nedostacima ova dva načina prenosa video signala biće reči kasnije kada se bude govorilo o elektronskim sklopovima u TFT monitoru.

Pobudna kola za linije i kolone primaju signale iz kontrolera, i u potrebnim trenucima, određenim horizontalnim i vertikalnim sinhronizacionim signalima, šalju ih na odgovarajuće linije i kolone matrice na TFT panelu. Uprošteno prikazano, to funkcioniše na sledeći način:

Pod dejstvom vertikalnog sinhro impulsa iz kontrolera, na pobudno kolo koje daje napon za prvu liniju matrice se iz DC/DC konvertora dovodi napon od +20V, a za sve ostale linije napon od -8V. Takođe se pod dejstvom horizontalnog sinhro impulsa na pobudno kolo koje daje signale triju osnovnih boja za prvu kolonu matrice dovode digitalni signali koji predstavljaju video signal za prvi piksel u prvoj liniji. U pobudnom kolu se digitalni signali obrađuju i konačno pretvaraju u analogni oblik (napone). Ti naponi se dovode na sorsove TFT tranzistora u matrici. Kako je istovremeno na gejtovima ovih tranzistora prisutan napon +20V, ovi tranzistori provode, pa se naponima dovedenim na njihove sorsove pune kapacitivnosti u sva tri podpiksela u prvom pikselu. Od veličine dovedenih napona će zavisiti i količina svetlosti pozadinskog osvetljenja koja će proći kroz piksel i kolor filter iznad njega, odnosno osvetlaj i boja koja će se videti na ekranu. Pod dejstvom horizontalnog sinhro impulsa, kontroler sada šalje signale za drugi piksel (kolonu) u prvom redu matrice. Pošto na prvom pikselu sada nema dovedenog napona na kolone, sliku obezbeđuju napunjene kapacitivnosti u prethodnom koraku. U ovom koraku se pune kapacitivnosti druge kolone u prvoj liniji. Na isti način se, jedna za drugom, aktiviraju svih 1280 kolona (kod 17 inčnog monitora, slika 48) u prvoj liniji. Sada se pod dejstvom kontrolera preko pobudnog kola za linije, napon od +20V dovodi na drugu liniju matrice, a prva linija dobija napon od -8V. Sada se prethodna priča ponavlja, to jest jedna za drugom se aktiviraju svih 1280 kolona u drugoj liniji matrice, posle čega se prelazi na treću liniju i tako redom dok se ne završi sa poslednjom 1024 linijom. Tada se ponovo dolazi do prve kolone u prvoj liniji i cela priča se ponavlja. Vidi se da se u jednom trenutku naponi dovode samo na jedan piksel. Tada se pune kapacitivnosti tog piksela na napon koji odgovara dovedenom video signalu, odnosno potrebnoj slici. Ostali pikseli daju sliku koja odgovara naponima na koje su se njihove kapacitivnosti napunile prilikom poslednjeg aktiviranja. Pošto se ove kapacitivnosti tokom vremena prazne, potrebno ih je u određenim vremenskim intervalima ponovo napuniti, kako nebi došlo do pojave treperenja slike na ekranu. Kod TFT panela broj

obnavljanja napona u svim pikselima, odnosno broj slika u sekundi iznosi 60 do 75. Drugim rečima, vertikalna učestanost na kojoj rade TFT monitori iznosi 60 ili 75 Hz.

Zbog velikog broja linija i kolona matrice, koje je potrebno nezavisno aktivirati, pobudna kola su jako kompleksna zbog velikog broja izvoda. Na primer, uobičajena pobudna kola za kolone imaju po 384 izvoda za kolone (plus izvode za ulazne signale i napajanje), dok pobudna kola za linije imaju po 128 izvoda za linije. Lako se može izračunati da je za jedan TFT panel koji radi u rezoluciji 1280 x 1024 potrebno $1280 \times 3 / 384 = 10$ pobudnih kola za kolone i $1024 / 128 = 8$ pobudnih kola za linije.

Iz napred izloženog se može zaključiti da je TFT panel kompleksni i skup element TFT monitora. Ipak najskuplji za izradu je sam panel sa TFT tranzistorima koji se mora raditi u jednom komadu, i gde greška u izradi nekog od, recimo 3932160 tranzistora za 17 inčni displej, već dovodi do neispravnosti panela. Proizvođači zato tolerišu po nekoliko neispravnih piksela na displeju.

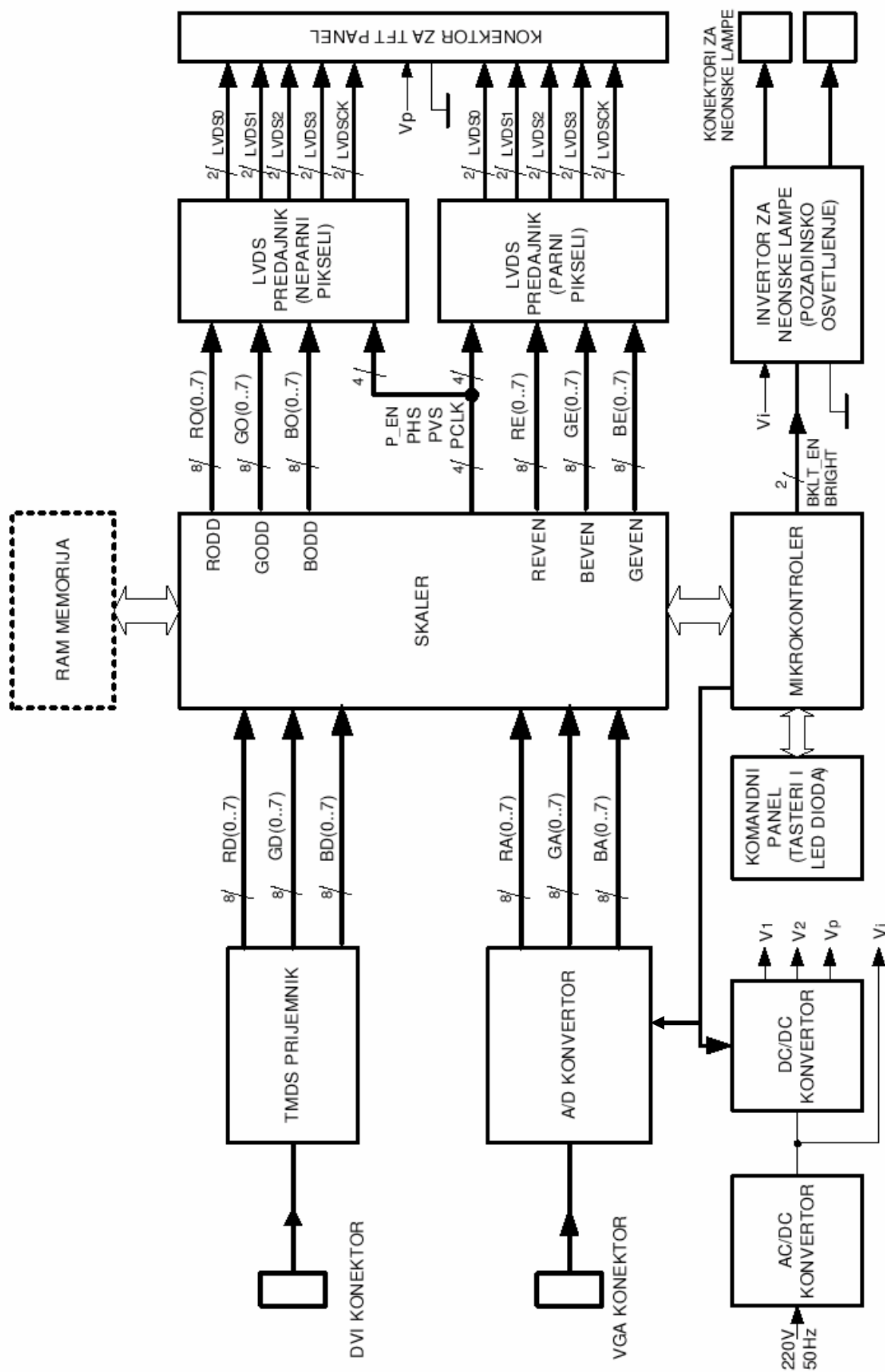
Kao što je kod klasičnih monitora katodna cev srce celog monitora i svi ostali sklopovi služe da joj obezbede potrebne radne uslove i signale, tako je i kod TFT monitora sam TFT panel srce sistema i svi ostali elektronski sklopovi služe za obezbeđivanje potrebnih radnih uslova za njega. Svi ti sklopovi se nalaze obično na tri štampane ploče koje su međusobno povezane u jednu celinu koja je zatim spojena sa TFT panelom. Na slici 50 je prikazana uopštena blok šema ovih elektronskih sklopova koje TFT monitor može, ali i ne mora da ima.

Sklopovi označeni sa AC/DC i DC/DC konvertor na slici 50 predstavljaju stepen za napajanje monitora. Kod TFT monitora postoje dve koncepcije stepena za napajanje.

Kod jedne je sklop AC/DC konvertora smešten u posebno kućište. Takav sklop čini jedan prekidački stepen za napajanje, koje na svom izlazu daje jedan jednosmerni napon, obično od +12 do +18 V. Taj napon se onda preko konektora na kućištu monitora dovodi na sklop DC/DC konvertora, koji je obično smešten na glavnoj ploči monitora. DC/DC konvertor od jednosmernog napona koji dolazi iz AC/DC konvertora, pravi nekoliko manjih jednosmerne napona. Vrednosti tih napona su obično +5, +3,3 i +2,5 V, ali mogu biti i drugačije. Za dobijanje nekih od ovih napona (+5 V i eventualno +3,3 V) se koriste prekidački stabilizatori napona, dok se za neke napone koji daju manje struje koriste i linearni stabilizatori napona. Pri tome se ovi naponi posebnim filterskim elementima (prigušnicama i kondenzatorima) odvojeno vode na pojedine sklopove u monitorima, to jest razdvajaju se napajanja sklopova za obradu analognih i digitalnih signala u monitoru.

Kod druge koncepcije sklopa za napajanje, ceo sklop napajanja se nalazi unutar kućišta monitora. Tada se obično na posebnoj štampanoj ploči nalazi sklop AC/DC konvertora koji sada daje dva napona (+12 do +18 V i +5 V). Naravno da se i ovde koristi prekidački stepen za napajanje. Ovim naponima se sada napajaju ostali sklopovi u monitoru, i to većim naponom inverter za pozadinsko osvetljenje, a naponom +5 V glavna ploča monitora. Na glavnoj ploči se sada nalaze elementi DC/DC konvertora koji daju ostale potrebne napone (+3,3 V, +2,5 V). Oni su obično realizovani kao linearni stabilizatori napona.

Funkcionalno nema nekih razlika između ove dve koncepcije stepena za napajanje. Kod prve vrste izvan monitora postoji ispravljač (AC/DC konvertor). Zato kućište monitora može da bude tanje i lakše. Druga dobra osobina ove koncepcije je u tome da ako dođe do kvara u AC/DC konvertoru, monitor se ne mora otvarati zbog popravke, već se ispravljač jednostavno zameni istim takvim, ili čak i drugim tipom koji daje isti napon. Zato je popravka brža i jeftinija. Nedostatak ovog rešenja je još jedno kućište i jedan kabl više oko računara, gde i onako ima već dovoljno raznih kablova. Kod koncepcije kod koje je kompletan sklop napajanja unutar kućišta monitora situacija je obrnuta. Debljina i težina kućišta su nešto veće, a u slučaju kvara na AC/DC konvertoru, monitor se mora otvoriti i popraviti sam sklop (ne može se zameniti sklopom sa nekog drugog tipa monitora). Kod ovoga treba napomenuti da se kvarovi u stepenu za napajanje najčešće dešavaju upravo na AC/DC konvertoru. Popravka je u ovom slučaju dugotrajnija i skuplja.



Slika 50 Blok šema TFT monitora

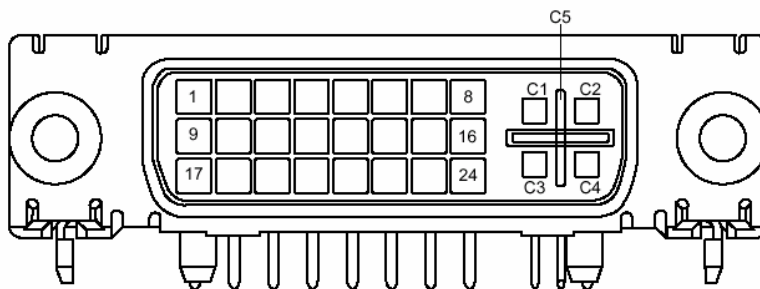
Uključenje i isključenje pojedinih napona napajanja, odnosno redosled njihovog pojavljivanja i nestajanja, se kontroliše pomoću sklopa mikrokontrolera. Ovo je potrebno zato što pojedini sklopovi u monitoru, a posebno sam TFT panel, zahtevaju tačan vremenski redosled pojavljivanja napona za napajanje i signala slike. Zato se napon za napajanje TFT panela (V_p na slici 50) kao i neki naponi za napajanje dela digitalnih sklopova u monitoru posebno uključuju preko elektronskih prekidača čijim radom upravlja mikrokontroler.

Pored funkcije upravljanja stepenom za napajanje sklop mikrokontrolera ima i druge važne uloge za functionisanje celokupnog monitora. Na njega je priključen prednji panel na kome se nalaze tasteri kojima korisnik upravlja radom monitora i jedna ili više LED dioda koje korisnika obavestavaju o režimu rada u kome se monitor nalazi. Mikrokontroler prima komande korisnika sa pritisnutih tastera, prepoznaje ih, i na osnovu njih započinje odgovarajuću operaciju. Takođe on daje napone za pobuđivanje LED dioda na prednjem panelu. Mikrokontroler takođe upravlja radom invertora za fluorescentne lampe u TFT panelu koje daju pozadinsko osvetljenje. Zadatak ovog invertora je da, koristeći napon V_i dobijen iz AC/DC konvertora u stepenu za napajanje, proizvede naizmenični napon veličine 600 – 800 V, i učestanosti reda 40 – 100 kHz, potreban za pobuđivanje i funkcionisanje fluorescentnih cevi sa hladnom katodom (Cold Cathode Fluorescent Lamp – CCFL). Mikrokontroler upravlja radom ovog invertora obično pomoću dva kontrolna signala. Signalom BKLT_EN (Backlight Enable) se omogućuje početak rada invertora, pošto on mora biti u određenom trenutku u odnosu na pojavu ostalih napona, dok se signalom BRIGHT menja veličina izlaznog naizmeničnog napona, a time i jačina pozadinskog osvetljenja, odnosno osvetlaj slike na TFT panelu. U sklopu ovog invertora se obično nalaze dva identična invertora sa zajedničkim upravljačkim kolom. Na izlazima ovih invertora se nalaze visokonaponski transformatori na čijim sekundarima se dobijaju naizmenični naponi učestanosti 40 do 100 kHz, sa naponom koji u trenutku uključivanja iznosi oko 1200 V (ovaj napon je potreban da bi fluorescentne lampe sa hladnom katodom počele da svetle), a zatim tokom normalnog rada vrednost napona iznosi oko 600 do 800 V.

Pored navedenih sklopova, mikrokontroler kontroliše rad i sklopova u kojima se obrađuje video signal, a to su kao što je prikazano na slici 50, A/D konvertor i skaler. U daljem tekstu će biti objašnjena uloga ovih sklopova.

Povezivanje monitora na PC računar se može obaviti na dva načina. Prvi je pomoću standardnog VGA konektora za analogne video signale, kakav se upotrebljava i kod klasičnih monitora sa katodnom cevi. Drugi način, koji se pojavio tek sa pojavom monitora sa ekranom od tečnih kristala, je povezivanje pomoću takozvanog DVI (Digital Visual Interface) konektora za digitalne video signale. Osnovna ideja za primenu ovog konektora se sastoji u tome da pošto se u video kartici računara obrađuje video signal u digitalnom obliku, a i pošto se skoro sva obrada video signala u TFT monitoru takođe obavlja u digitalnom obliku, mogu se izbeći dve konverzije video signala. Prva konverzija je digitalno/analogna konverzija u video kartici, pomoću koje se digitalni video signal pretvara u analogni signal potreban za klasične monitore sa katodnom cevi. Druga konverzija je analogno/digitalna konverzija na ulazu TFT monitora, kojom se dovedeni analogni video signali pretvaraju u digitalni oblik kakav je potreban u TFT monitorima. I pored današnje unapređene tehnologije D/A i A/D konverzije, njihovo korišćenje neminovno izaziva izobličenja i greške u video signalu, a time i smanjenje kvaliteta prikazane slike na ekranu monitora. Zato je uveden novi konektor preko koga se digitalni signal iz video kartice direktno, bez konverzija, dovodi u TFT monitor, gde se nastavlja njegova obrada u digitalnom obliku. Na taj način se, izbegavajući dve konverzije video signala (iz digitalnog u analogni oblik, pa zatim iz analognog ponovo u digitalni oblik), može postići kvalitetnija slika na TFT monitoru. Postoje dve vrste DVI konektora. Prva je DVI-D konektor koji prenosi samo digitalne video signale. Druga vrsta je DVI-I konektor preko koga se mogu pored digitalnih preneti i analogni video signali. Današnje kvalitetnije video kartice imaju na sebi i standardni VGA konektor za analogne signale i najčešće DVI-I konektor za digitalne i analogne video signale. Na slici 51 je prikazan izgled DVI-I konektora. Ovaj konektor je univerzalan jer se na

njega mogu priključiti kako TFT monitori koji imaju digitalni ulaz, a takođe pomoću posebnog adaptera i monitori sa analognim video ulazom (bilo sa katodnom cevi, bilo sa panelom sa tečnim kristalima).



Slika 51 DVI-I konektor

Zbog velikog broja piksela koji formiraju sliku na ekranu monitora, naravno da se pomoću DVI konektora ne mogu istovremeno preneti digitalni podaci o svim pikselima. Zato se ovi podaci prenose serijski (redno) koristeći takozvani TMDS postupak – Transmission Minimized Differential Signaling (diferencijalni prenos sa minimalnim tranzicijama). Kod ovog postupka se po osam bitova svake od tri osnovne boje (crvene, zelene i plave) zajedno sa po dva kontrolna bita pretvaraju u po deset bitova koji se prenose dvožično, diferencijalnim prenosom preko tri kanala. Po četvrtom kanalu se prenosi takt signal koji omogućava sinhronizaciju signala boja prilikom stvaranja TMDS signala u video kartici i njihovog ponovnog pretvaranja iz TMDS oblika u početne TTL signale u TMDS prijemniku u TFT monitoru. Osobina diferencijalnog prenosa je da je veoma otporan na spoljašnje smetnje, a takođe pošto se koriste relativno niski naponi i zahvaljujući primenjenom algoritmu kodovanja sa minimalnim brojem tranzicija nivoa, uticaj prenošenih signala na okolinu je znatno manji nego kada bi se koristio paralelni prenos signala sa TTL nivoima.

Standardni DVI-I konektor prikazan na slici 51 ima mogućnost priključivanja šest diferencijalnih kanala sa podacima o slici i jednog diferencijalnog kanala sa signalom takta. Na taj način se istovremeno mogu preneti podaci o dva uzastopna piksela u slici (jedan je parni a drugi neparni piksel). Ova dva piksela koriste zajednički kanal za signal takta i njihovim istovremenim prenosom se postiže dvostruko veći propusni opseg video signala, odnosno za isti broj prenetih podataka je potrebna upola manja učestanost takta nego kad bi se koristio prenos samo po jednog piksela u jednom trenutku. Međutim, većina današnjih monitora koji imaju i DVI ulaz koristi prenos samo jednog piksela u jednom trenutku, odnosno koristi samo tri diferencijalna kanala za prenos podataka o slici i jedan kanal za prenos takt signala. Preostala tri diferencijalna kanala za podatke onda ostaju neiskorišćena.

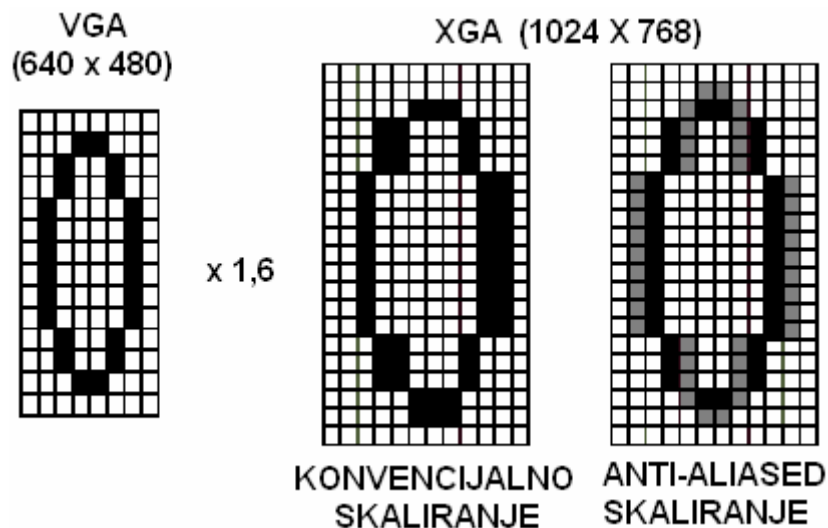
Od ova dva navedena ulazna priključka svi TFT monitori obavezno imaju analogni VGA priključak radi očuvanja kompatibilnosti sa ogromnim brojem video kartica u PC računarima koje imaju samo analogni (VGA) izlaz. Jeftiniji TFT monitori imaju samo ovaj analogni (VGA) ulazni priključak, dok monitori viših klasa imaju i DVI priključak za digitalne video signale. Zato i TFT monitori obavezno imaju blok analognog/digitalnog konvertora (A/D KONVERTOR u blok šemi na slici 50). Funkcija ovog sklopa je da dovedene analogne video signale prevede u digitalni oblik. Pošto se za prikaz svake od triju osnovnih boja kod današnjih monitora koristi po osam bita, A/D konvertor na svojim izlazima daje ukupno 24 bita, odnosno po osam bitova za svaku od tri osnovne boje (magistrale podataka RA(0..7), GA(0..7) i BA(0..7) na slici 50). U svakom trenutku na izlazima A/D konvertora se nalazi podatak o jednom pikselu. U sledećem trenutku (takt intervalu), na izlazima su podaci o sledećem pikselu, i tako redom dok se ne dobiju podaci o svim pikselima koji čine sliku. Sinhronizaciju pojave podataka o pikselima

obavlja mikrokontroler na osnovu horizontalnih i vertikalnih sinhro impulsa koji se sa VGA konektora dovode na njega.

Monitori koji imaju i DVI priključak za digitalne video signale moraju da imaju i sklop TMDS prijemnika. Ovaj sklop preko DVI priključka prima diferencijalne video signale i signal takta iz video kartice i dekoduje ih u tri grupe osmobitnih digitalnih video signala osnovnih boja sa TTL nivoima (magistrale podataka RD(0..7), GD(0..7) i BD(0..7) na slici 50). Tako se na izlazu TMDS prijemnika dobijaju osmobitni podaci o tri osnovne boje koje sačinjavaju svaki piksel.

Pošto se monitor sa računarom povezuje ili preko analognog VGA priključka, ili preko digitalnog DVI priključka, mikrokontroler prepoznaje koji je od ta dva priključka aktivan i prema tome aktivira ili A/D konvertor ili TMDS prijemnik.

Izlazi A/D konvertora i TMDS prijemnika se vode na sledeći sklop u TFT monitoru, a to je skaler. Ovo je funkcionalno i hardverski najkomplikovaniji sklop u monitoru. Njegov zadatak je da obavlja razne obrade digitalnih video signala, kao što su podešavanje kontrasta i osvetljaja slike, podešavanje zasićenja boja i slično. Ipak najvažniji njegov zadatak je takozvano skaliranje slike. Naime, poznato je TFT panel ima tačno određenu prirodnu rezoluciju (broj piksela). Ako je rezolucija video signala koji dolazi iz grafičke kartice na računaru jednaka prirodnoj rezoluciji TFT panela, onda nije potrebna promena veličine piksela (skaliranje). Međutim ako se iz video kartice dovede video signal u rezoluciji koja je niža od prirodne rezolucije TFT panela, tada bi slika na panelu imala manje dimenzije, odnosno bilo bi osvetljeno samo onoliko piksela kolika je i rezolucija dolazećeg video signala. Da bi se to izbeglo, vrši se skaliranje (povećanje veličine piksela). Na žalost, odnosi broja piksela pri raznim rezolucijama slike (i po horizontalama i po vertikalama) nisu celi brojevi, pa se veličina originalnog piksela ne može množiti celim brojem. Zato se moraju koristiti algoritmi skaliranja sa množenjem veličine piksela decimalnim brojevima, posle čega se izračunata veličina zaokružuje na najbliži ceo broj.



Slika 52 Dva algoritma skaliranja sa VGA na XGA rezoluciju

Na slici 52 je prikazan oblik slova „O“ prikazan u VGA rezoluciji (640 x 480 tačaka) i izgled istog slova u XGA rezoluciji (1024 x 768 tačaka) za dva algoritma skaliranja. Odnos broja tačaka za ove dve rezolucije je $1024/640 = 768/480 = 1,6$. Sa slike se vidi da oblik slova u skaliranoj slici ne može da bude isti kao u originalu. Od kvaliteta skaliranja, odnosno od primenjenog algoritma skaliranja, zavisi i kvalitet prikazane slike na ekranu TFT monitora. Ipak, generalno se može reći da TFT monitor treba da radi u prirodnoj rezoluciji, kada ima najbolji kvalitet i idealnu geometriju slike. Ako je potrebno prikazati sliku u nekoj nižoj rezoluciji, neizbežan je gubitak kvaliteta prikazane slike, naročito na oštrim ivicama (tekst, sitni detalji).

Kvalitetniji skalari omogućavaju korisniku da ako dovede iz računara signal više rezolucije od prirodne rezolucije TFT panela, a koja se u principu ne može prikazati na panelu, ipak dobije sliku koja se sada skalira na nižu (prirodnu) rezoluciju. Tako dobijena slika i ako je lošeg kvaliteta, omogućava korisniku da podesi radni režim (rezoluciju) video kartice na računaru da odgovara prirodnoj rezoluciji TFT panela.

U sklopu skalera se obično nalazi i kolo koje generiše korisničke menije na ekranu, preko kojih korisnik obavlja željena podešavanja slike. Taj deo skalera se naziva OSD (On Screen Display) generator.

Broj slika u sekundi koji TFT monitori mogu da prikažu (učestanost vertikalnog osvežavanja) iznosi 60 do 75 Hz. Ako priključeni analogni video signal iz računara ima veću vertikalnu učestanost, jeftiniji monitori će na ekranu ispisati poruku o grešci sa savetom za smanjenje vertikalne učestanosti. Bolji (skuplji) monitori u sebi sadrže izvesnu količinu RAM memorije (24 do 64 MB) u koju smeštaju dobijene podatke o pikselima koji čine sliku. Ta memorija se naziva bafer slike (frame buffer, frame store). Ako je učestanost vertikalnog osvežavanja veća od maksimalne učestanosti koju podržava TFT panel, onda skaler, koristeći podatke o slici smeštane u RAM memoriji, vrši konverziju broja slika na manju vrednost (FRC – Frame Rate Conversion). Na taj način se smanjuje vertikalna učestanost obrađenog digitalnog video signala, tako da ona bude u radnom opsegu TFT panela. Kao što je RAM memorija na matičnoj ploči računara vezana za mikroprocesor preko magistrale podataka, adresne i kontrolne magistrale, tako je i RAM memorija u TFT monitoru istim takvim magistralama vezana za skaler. Sklop skalera svoje složene i mnogobrojne zadatke izvršava u tesnoj koordinaciji sa mikrokontrolerom, sa kojim je povezan nizom kontrolnih linija.

Na izlazu iz skalera se dobijaju obrađeni digitalni video signali. Današnji skalari obično na svom izlazu daju podatke za dva uzastopna piksela, jedan neparni i sledeći parni. Svaki od ta dva piksela je predstavljen sa tri osmobarbitne vrednosti koje odgovaraju signalima tri osnovne boje. Na slici 50 to su signali RO(0..7), GO(0..7) i BO(0..7) za neparni (odd) piksel i RE(0..7), GE(0..7) i BE(0..7) za parni (even) piksel. Pored ovih signala za parni i neparni piksel, na izlazu skalera se pojavljuju i kontrolni signali za TFT panel: P_EN (Panel Enable – omogućavanje panela), PHS (Panel Horizontal Synchro – horizontalni sinhro impulsi panela), PVS (Panel Vertical Synchro – vertikalni sinhro impulsi panela) i PCLK (Panel Clock – takt panela).

Svi ovi signali (signali neparnih i parnih piksela i kontrolni signali) su TTL naponskim nivoima. Ovi signali se mogu u ovom obliku direktno voditi na TFT panel. Tako je i rađeno kod starijih TFT monitora. Dobra strana ovakvog načina pobuđivanja TFT panela je jednostavnost (nisu potrebna dodatna integrisana kola), a loša strana je veliki broj potrebnih paralelnih linija za povezivanje skalera i TFT panela. Ako se istovremeno prenosi i neparni i parni piksel, onda je potrebno $2 \times (3 \times 8) = 48$ linija za podatke o slici, zatim 4 linije za kontrolne signale i izvestan broj linija za dovod napona napajanja i mase (obično po 3 do 4), tako da je ukupno potrebno oko 60 paralelnih linija. Pošto se ovim linijama prenose digitalni signali sa TTL nivoima, između njih je teško sprečiti međusobna preslušavanja, koja mogu uticati na pojavu izobličenja i smetnji u prikazanoj slici. Druga mana ovakvog rešenja je u tome što zbog visokih učestanosti signala koji se prenose ovim paralelnim linijama dolazi do pojave električnog polja (zračenja) oko monitora. To polje može izazvati smetnje u radu drugih okolnih uređaja i sklopova. Zato se mora voditi računa o odgovarajućem oklapanju kabla za vezu između skalera i TFT panela.

Kod novijih monitora primenjuje se drugi način povezivanja skalera i TFT panela. Koristi se takozvani LVDS postupak prenosa (Low Voltage Differential Signaling – diferencijalni prenos sa niskim naponom). Kod ovog načina povezivanja 24 bita podataka o slici zajedno sa 4 kontrolna signala se vode na jedno integrisano kolo koje igra ulogu LVDS predajnika. Ono od dobijenih 28 paralelnih ulaznih signala, pravi pet diferencijalnih kanala po kojima se podaci prenose serijski. Po četiri kanala (LVDS0, LVDS1, LVDS2 i LVDS3) se prenose podaci o slici, a po petom (LVDSCK) kontrolni podaci. Kao što se vidi sa slike 50,

postojie posebni LVDS predajnici za neparne i za parne piksele, koji koriste zajedničke kontrolne signale. Na taj način je broj potrebnih linija za vezu sa TFT panelom smanjen na $2 \times (5 \times 2) = 20$ za signale, plus 6 do 8 linija za dovod napajanja i mase, što ukupno čini maksimalno manje od 30 linija. Pošto se po tim linijama prenose podaci u diferencijalnom režimu, zbog velike otpornosti diferencijalnog prenosa na preslušavanja i spoljašnje smetnje, praktično nema štetnih uticaja između pojedinih kanala, a time nema ni izobličenja u slici. Takođe, zbog malih naponskih nivoa koji se koriste pri diferencijalnom prenosu (oko 0,3V) praktično nema opasnosti od uticaja na okolne uređaje i sklopove, pa se o oklapanju ne mora voditi onoliko računa kao kod paralelnog prenosa signalima TTL nivoa. Nedostatak ovakvog načina povezivanja skalera i TFT panela je u potrebi za još 2 integrisana kola za LVDS predajnike i 2 integrisana kola za LVDS prijemnike u TFT panelu. Međutim, pri današnjem stepenu razvoja tehnologije proizvodnje integrisanih kola i pri velikim serijama tih kola koja se danas proizvode, cena i komplikovanija konstrukcija su znatno manji nedostaci od pozitivnih osobina ovog rešenja (smanjen broj linija za povezivanje i mnogo manja električna polja oko linija).

Kao što je već rečeno, u blok šemi TFT monitora na slici 50 su prikazani sklopovi koje on može ali i ne mora da ima. Na primer, jeftiniji monitori nemaju priključak za digitalne video signale, pa prema tome nemaju potrebe ni za TMDS prijemnikom. Takođe, ovakvi monitori obično nemaju ni RAM memoriju, pošto u njima nije predviđena konverzija broja slika koje se mogu prikazati u jednoj sekundi. Raniji modeli monitora nisu posedovali ni LVDS predajnik (ili LVDS predajnike ako se koristi istovremeni prenos i parnog i neparnog piksela). Još uvek postoje modeli kod kojih se u jednom trenutku prenose podaci samo o jednom pikselu, bez obzira da li se za vezu između skalera i panela koristi paralelni TTL ili serijski LVDS prenos, ali su mnogo češći modeli koji istovremeno prenose podatke o dva piksela (parnom i neparnom).

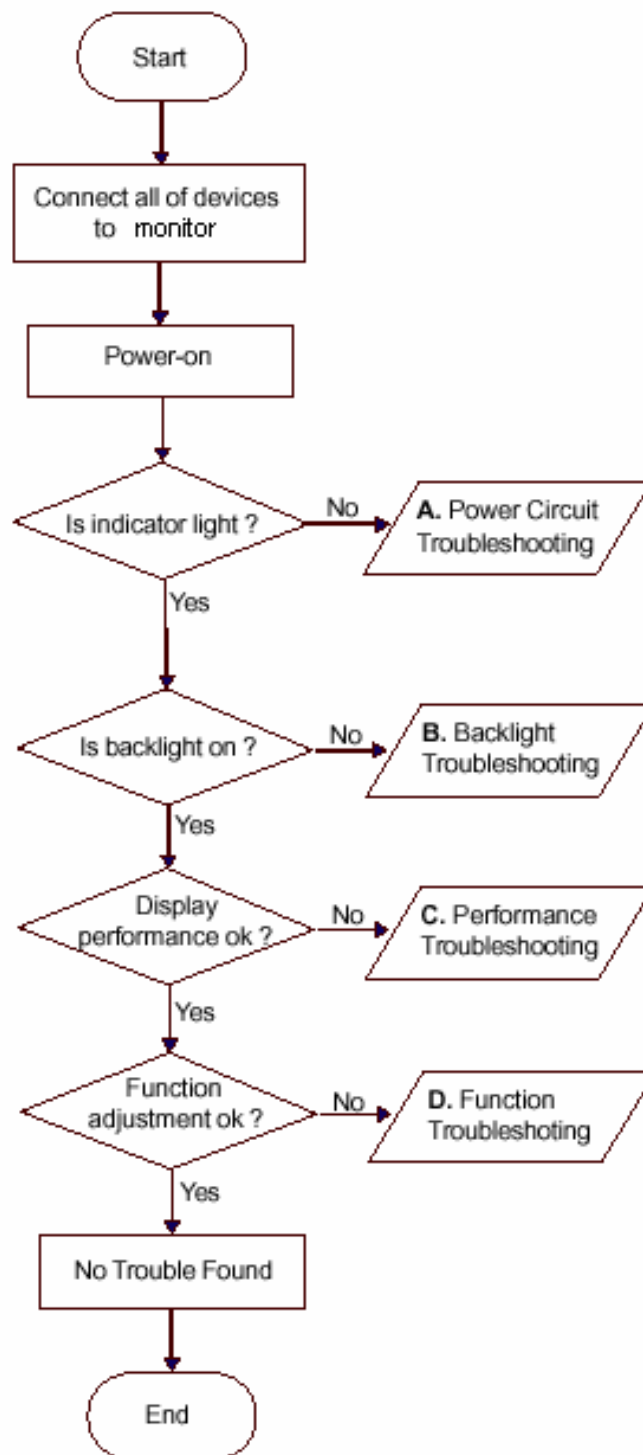
Što se tiče tehnološkog izvođenja sklopova sa slike 50, u opštem slučaju svaki od prikazanih sklopova sadrži svoje posebno integrisano kolo, ili i više njih. Sklopovi su obično raspodeljeni na tri štampane ploče. Na osnovnoj (glavnoj) štampanoj ploči se nalaze A/D konvertor, TMDS prijemnik, skaler, RAM memorija, mikrokontroler, LVDS predajnici i DC/DC konvertor. Na drugoj štampanoj ploči se nalazi komandni panel sa tasterima i LED diodama. Sadržaj treće štampane ploče zavisi od načina realizacije sklopa AC/DC konvertora. Ako je ovaj konvertor unutar kućišta monitora, onda se na trećoj štampanoj ploči nalaze AC/DC konvertor i inverter za neonske (fluorescentne) lampe. Ako je AC/DC konvertor izveden kao posebni sklop koji se nalazi izvan kućišta monitora, onda se na trećoj štampanoj ploči nalazi samo inverter za neonske lampe. Naravno ovo nije apsolutno pravilo, pošto su kod nekih modela moguća su i druga rešenja.

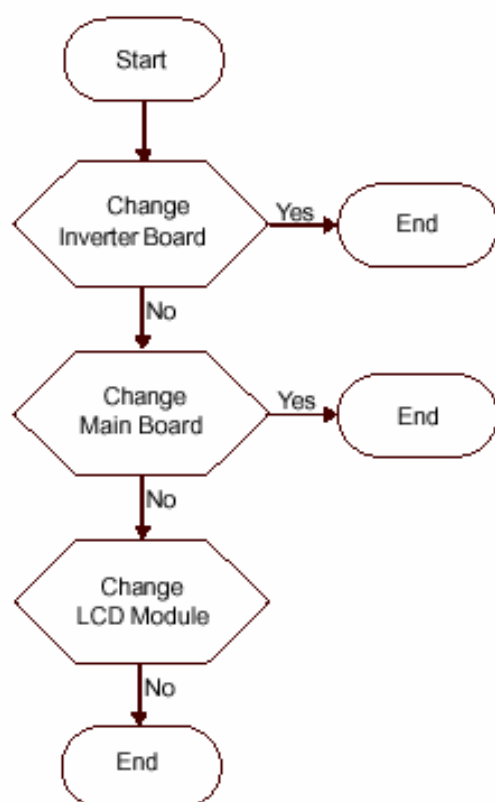
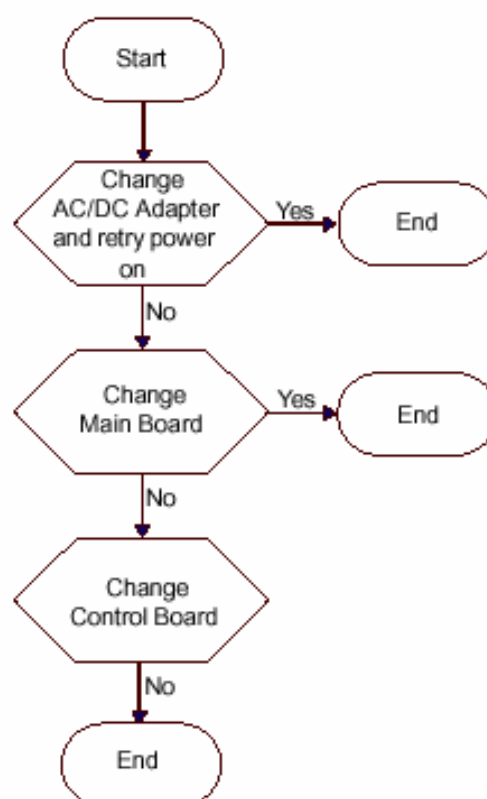
Najkompleksnije integrisano kolo je svakako ono koje vrši funkcije skalera. Zavisno od tipa ono može imati od 100 pa do preko 300 pinova. U cilju minijaturizacije i smanjenja cene osnovne (glavne) štampane ploče, u okviru integrisanog kola skalera se često nalaze i jedan ili više ostalih sklopova kao što su: A/D konvertor, TMDS prijemnik, mikrokontroler pa čak i LVDS predajnik. Ovo integrisano kolo, a i takođe i ostala integrisana kola, kao i većina ostalih pasivnih elemenata su izrađeni u tehnologiji za SMD montažu (Surface Mounted Devices – elementi za površinsku montažu). Ova činjenica, kao i sama kompleksnost integrisanih kola, čine eventualne popravke neispravnih TFT monitora na nivou komponenti veoma teškim, pogotovo što neka od tih integrisanih kola nisu ni dostupna na slobodnom tržištu.

U našim uslovima je moguće popravljati stepene za napajanje (AC/DC i DC/DC konvertore) jer oni obično koriste standardna integrisana kola koja nisu previše kompleksna i mogu se naći na tržištu. Po pravilu su AC/DC konvertori izvedeni kao prekidački stepeni, dok kod DC/DC konvertora srećemo i prekidačke i linearne stepene. Za ostale sklopove popravka na nivou elemenata je vrlo teška, ali tu se, ako to mogućnosti dozvoljavaju, može probati sa zamanama čitavih štampanih ploča, tako da se metodom eliminacije dođe do neispravnog sklopa.

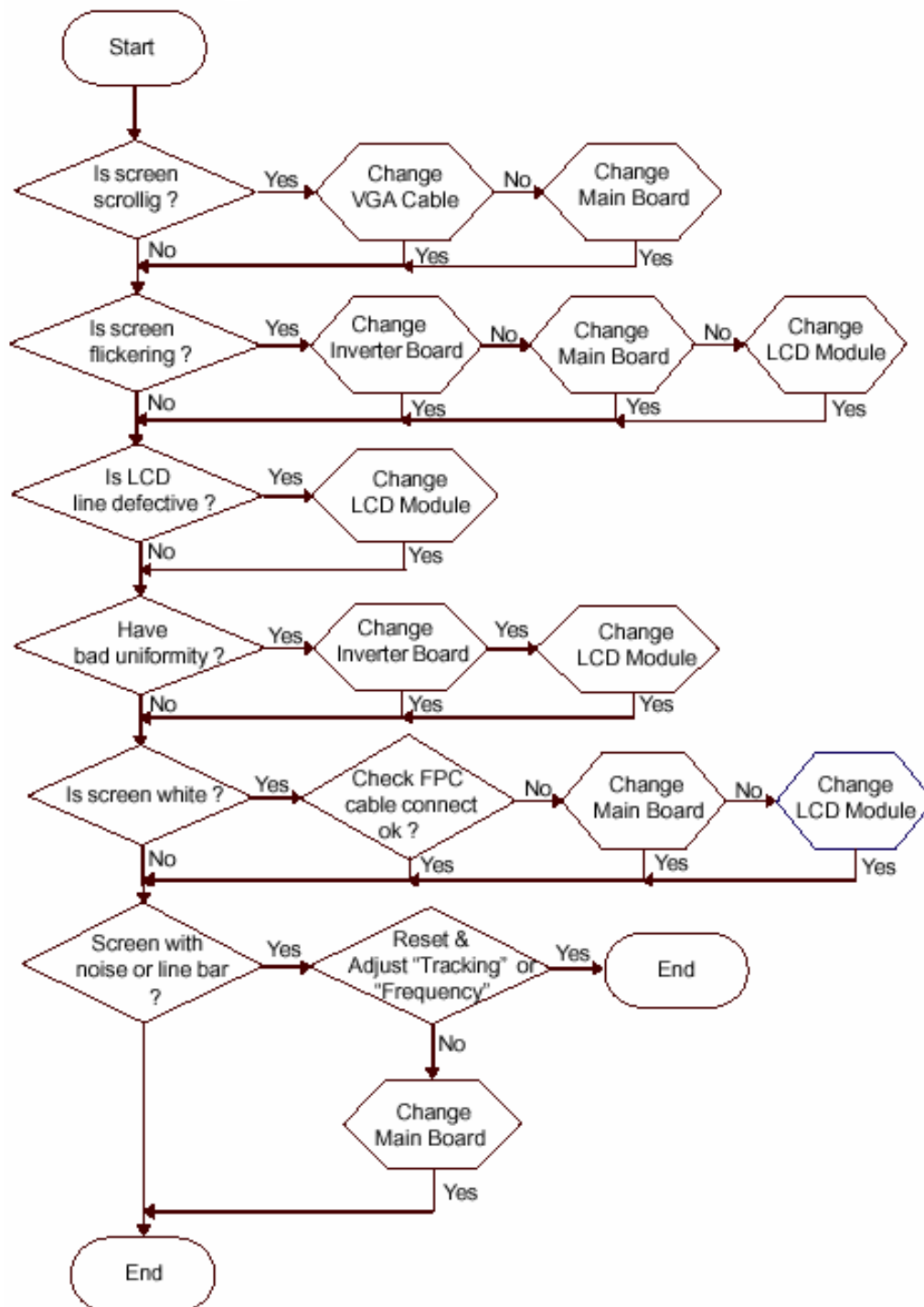
Kao ilustracija metode eliminacije prilikom pronalaženja neispravnog sklopa kod TFT monitora, dat je deo servisnog uputstva za jedan TFT monitor.

Main Procedure



B . Backlight Troubleshooting**A Power Circuit Troubleshooting****D Function Troubleshooting**

c Performance Troubleshooting



LASERSKI ŠTAMPAČI

UVOD

Dostignuća u oblasti računarske tehnike i razvoja informacionih sistema kao i masovna proizvodnja personalnih računara, nametnuli su i nove zahteve u oblasti štampača. Klasični štampači bazirani na složenim elektromehaničkim elementima nisu obezbeđivali kvalitetan otisak pri štampanju, stvarali su veliku buku, a brzina štampanja im je bila relativno mala. Takođe, složeni precizni mehanizmi štampača nisu bili dovoljno pouzdani u radu, što je uticalo na troškove njihovog održavanja.

Te zahteve u najvećoj meri ispunjavaju laserski štampači, koji u odnosu na klasične pružaju niz prednosti:

- velika brzina štampanja dokumenata,
- visok kvalitet otiska pri štampanju kako teksta, tako i grafike,
- laserska tehnika (modulacija laserskog zraka) kao i programsko upravljanje funkcijama štampača omogućili su da se jednostavno generišu svi alfanumerički karakteri i grafika različitih tipova,
- visok estetski izgled alfanumeričkih karaktera i grafičkih simbola, izbor i korišćenje velikog broja fontova, kako numeričkih, tako i namenskih, znači i visok estetski izgled samog dokumenta,
- štampanje na različitim vrstama materijala i u različitim formatima (bankpostu, pausu, kovertama, nalepnicama, P.V.C. folijama, termo-stabilnim folijama, folijama u boji i slično),
- mala buka (praktično bešuman rad).

Laserski štampači se svrstavaju u složene elektronske uređaje kako po njihovoj konstrukciji, tako i po primenjenim tehnikama. Nastali su kao rezultat sinteze niza tehnika i tehnologija:

- mikroelektronike
- laserske tehnike
- optike
- precizne mehanike
- elektrofotografije
- programskog upravljanja i drugih.

Iako su laserski štampači složene elektronske mašine, oni su relativno malih dimenzija, lako prenosivi i pogodni za rukovanje svih struktura korisnika. Potrebno je reći da oni, sve masovnijom proizvodnjom i svakodnevnim usavršavanjem zahvaljujući razvoju tehnologije, postaju i po ceni sve bliži klasičnim štampačima, kao i najširem sloju potrošača.

Posebno mesto u porodici laserskih štampača zauzimaju kolor laserski štampači, čijim su se nastankom zaokružili i najstroži zahtevi, potrebe i mogućnosti veoma zahtevnog tržišta.

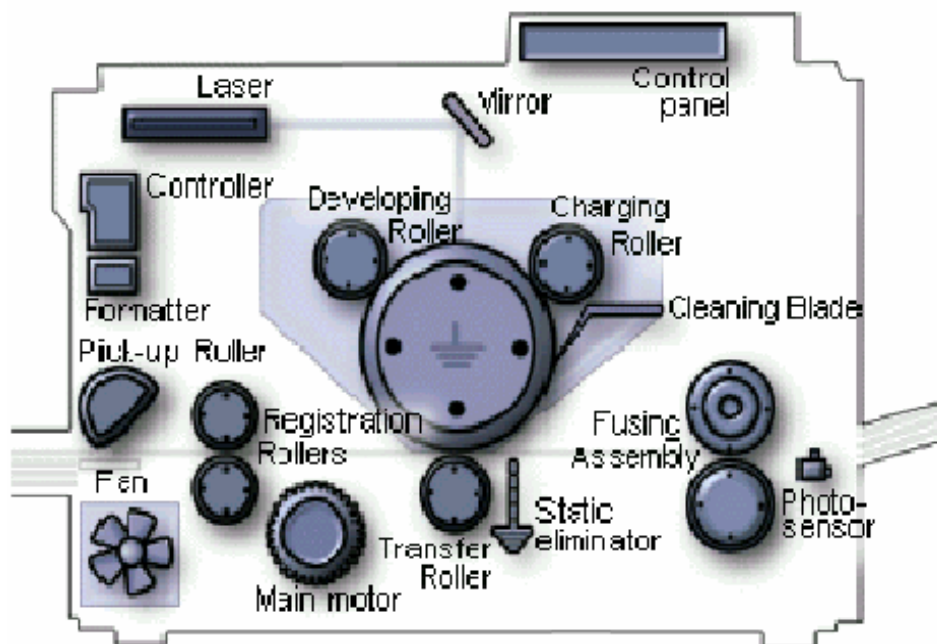
Obzirom na sve veću primenu laserskih štampača, koja za sobom neminovno vodi i brojne kvarove, od interesa je upoznati osnovne principe rada crno-belih laserskih štampača, moguće greške na njima kao i načine popravke i otklanjanje kvarova.

Postoji više proizvođača koji u svojoj ponudi imaju laserske štampače, npr. HEWLETT PACKARD, EPSON, CANON, XEROX, koji se po kvalitetu izdvajaju od ostalih.

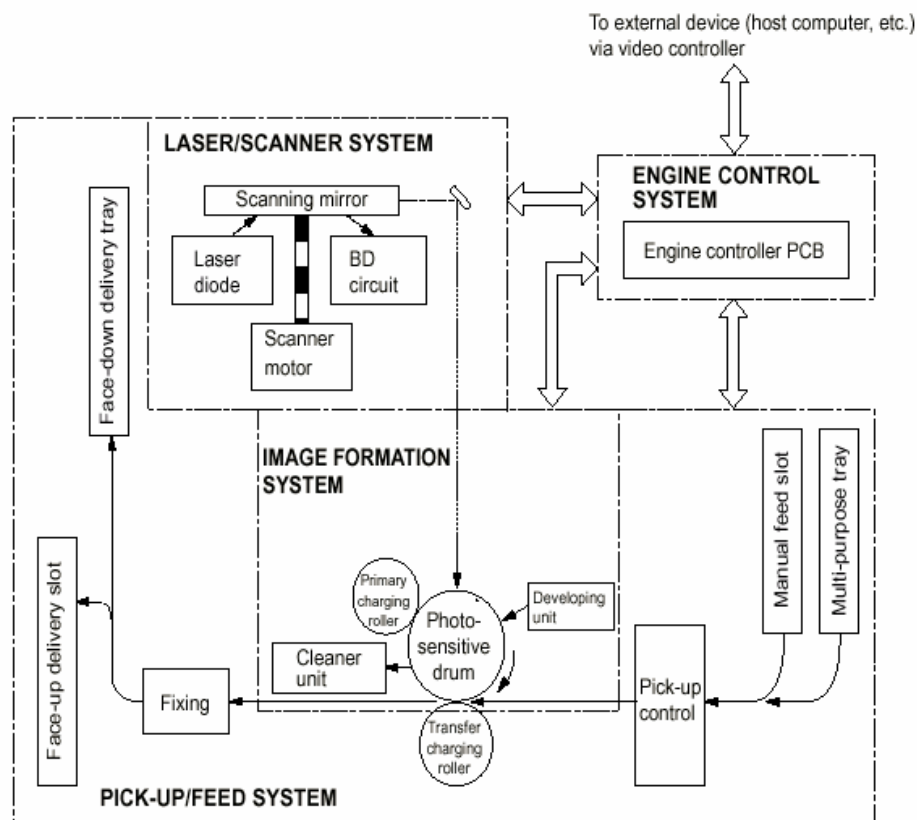
Dalje izlaganje ima za cilj da kaže više o načinu rada laserskih štampača, principa i procesa koji se u njemu odvijaju tokom rada, kao i o najčešćim problemima u radu i načinima da se kvarovi i zastoji otklone i prevaziđu.

CRNO BELI LASERSKI ŠTAMPAČI

Na slici 53 je prikazan presek kroz jedan tipični crno beli laserski štampač, a na slici 54 njegova principna blok šema sa glavnim sistemima koji omogućavaju njegovo funkcionisanje.



Slika 53 Presek kroz crno beli laserski štampač



Slika 54 Principna šema laserskog štampača

Radi razumevanja načina rada laserskih štampača, neophodno je definisati i detaljno opisati sisteme koji omogućavaju štampanje dokumenata na ovim uređajima. Rad laserskog štampača zahteva interakciju nekoliko različitih tehnologija: elektronike, optike, elektrofotografije, mehanike itd. Svaki proces funkcioniše nezavisno, ali mora biti usaglašen sa ostalima.

Razlikujemo dva osnovna sistema:

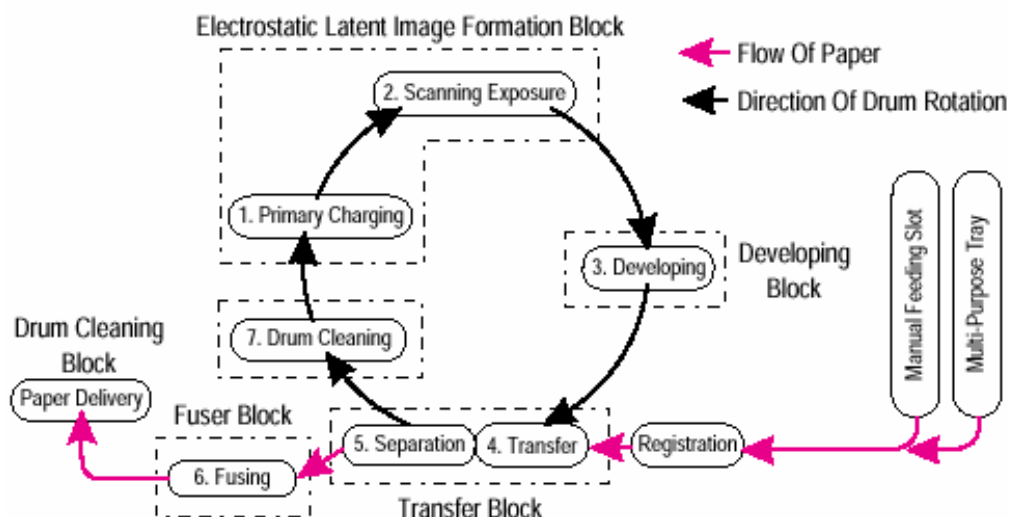
A – sistem formiranja slike

B – sistem za transport i kontrolu protoka papira kroz štampač

A. Sistem formiranja slike

Proces formiranja slike sastoji se iz 7 faza (slika 55)

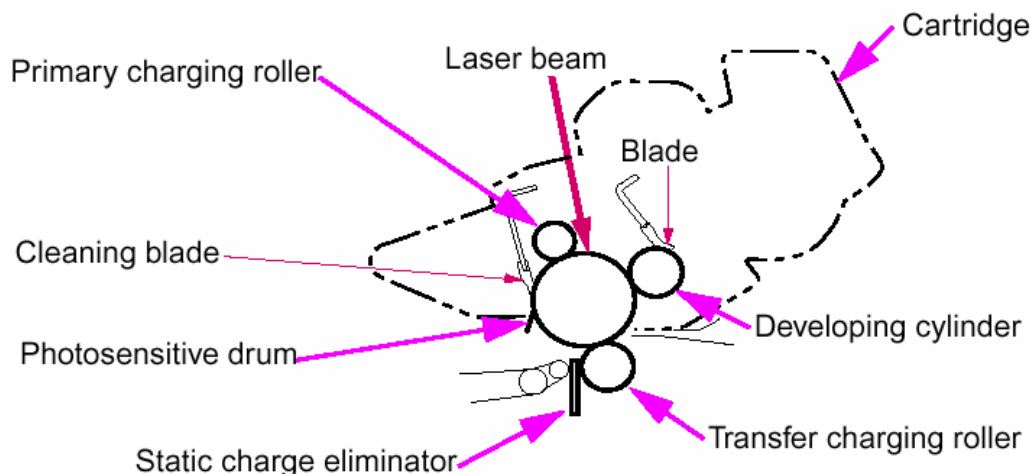
1. uspostavljanje primarnog naelektrisanja (conditioning, primary charging)
2. ispisivanje (formiranje otiska slike) (writing, scanning exposure)
3. razvijanje (developing)
4. prenošenje (transferring)
5. odvajanje (separation)
6. fiksiranje (fusing)
7. čišćenje (cleaning)



Slika 55 Faze u formiranju slike kod laserskog štampača

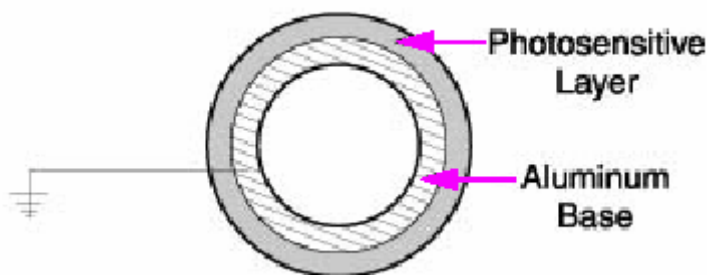
U procesu formiranja slike centralnu ulogu igra **toner kaseta (cartridge)**. Toner kaseta (slika 56) se sastoji iz:

1. fotoosetljivog bubnja (print drum, photosensitive drum)
2. valjka za nanošenje primarnog naelektrisanja (primary charging roller)
3. valjka za razvijanje (developing roller)
4. uređaja za čišćenje otpadnog tonera (cleaning blade)
5. kontejnera za toner,
6. kontejnera za otpadni toner.



Slika 56 Toner kasete

Fotoosetljivi bubanj (slika 57) je centralna komponenta toner kasete, oko koje se odvija čitav niz operacija koje omogućavaju formiranje slike na njegovoj površini i njen prenos na papir. Fotoosetljivi bubanj je napravljen od aluminijuskog cilindra, koji je presvučen slojem neotrovnog, organski fotoprovodnog materijala. Aluminijumska osnova bubnja je električki povezana sa masom. Organski fotoprovodni materijal ima osobine slične fotodiodi. Ako nije izložen svetlosti on je neprovodan.



Slika 57 Fotoosetljivi bubanj

Ako se površina bubnja negativno naelektriše, pa se jedan njen deo izloži dejstvu svetlosti, onda delovi bubnja koji su bili izloženi svetlosti postaju električki provodljivi (samo u jednom smeru) tako da se negativna naelektrisanja sa te površine kreću ka aluminiskoj osnovi bubnja i odatle do mase. Delovi površine bubnja koji nisu bili izloženi svetlosti ostaju neprovodljivi pa zadržavaju svoje negativno naelektrisanje.

Uloge ostalih delova toner kasete biće objašnjene u nastavku, prilikom opisa svake od faza koje se u toner kaseti dešavaju.

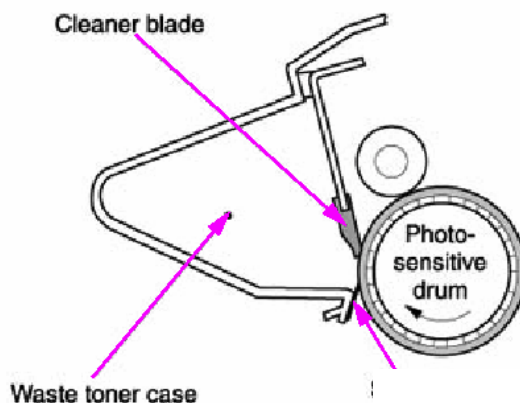
U toner kaseti se odvijaju faze: čišćenje, uspostavljanje primarnog naelektrisanja, ispisivanje slike i razvijanje slike.

Pored toner kasete u procesu formiranja slike ulogu igraju i laserski moduo sa sistemom ogledala, kao i sistem za transfer slike i grejni sistem (sistem za fiksiranje) tonera. Uloga svakog od ovih sistema će biti posebno objašnjena.

1. Faza čišćenja

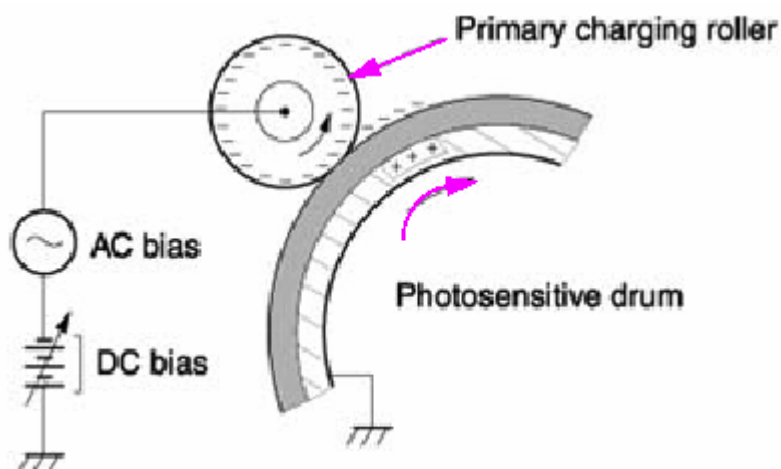
U toku ove faze, fotoosetljivi bubanj se priprema za prijem slike. Tokom štampe bubanj se stalno okreće, čineći nekoliko punih rotacija po jednoj odštampanoj stranici. Pre formiranja

sledećeg dela slike iz naredne rotacije, toner koji je ostao od prethodne rotacije mora biti očišćen. Tokom faze čišćenja, slika 58, gumena oštrica za čišćenje (cleaner blade) uklanja sav višak tonera sa fotoosetljivog bubnja (photosensitive drum). Taj suvišan toner se smešta u sklonište otpadnog tonera (waste toner case) u toner kaseti i više se ne koristi za štampanje.



Slika 58 Faza čišćenja

2. Faza uspostavljanja primarnog naelektrisanja (slika 59)

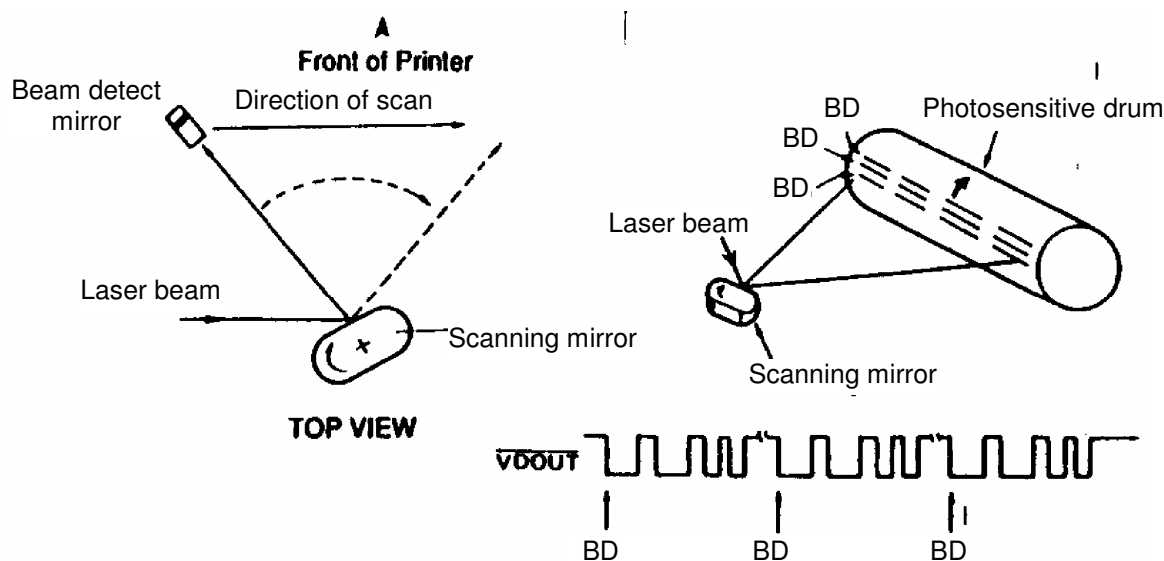


Slika 59 Faza uspostavljanja pozitivnog naelektrisanja

Posle čišćenja, neophodno je pripremiti novo početno stanje na fotoosetljivom bubnju za sledeću stranicu. Ovaj proces se sastoji od polarizacije fotoosetljivog bubnja stalnim negativnim naelektrisanjem po celoj njegovoj površini. Ovo se radi uz pomoć drugog, negativno naelektrisanog valjka (primary charging roller) smeštenog takođe u toner kaseti. Taj drugi valjak je prevučen slojem provodne gume. Na njega se dejstvuje naizmeničnim (AC) prednaponom da bi se otklonilo svako drugo naelektrisanje od prethodne slike. Pored toga, na taj valjak deluje i jednosmerni (DC) prednapon da bi se stvorio stalan negativan potencijal na površini valjka. Veličina jednosmernog napona je prilagođena gustini štampe. Trenjem ovog valjka o fotoosetljivi bubanj, prenosi se negativno naelektrisanje na celu površinu fotoosetljivog bubnja.

3. Faza ispisivanja – formiranja elektrostatičke slike (slika 60)

U ovoj fazi, laserski snop se koristi za pražnjenje negativnog potencijala bubnja (iz predhodne faze) na masu, pomoću fokusirane laserske svetlosti, na određenim delovima površine fotoosetljivog bubnja, odnosno na mestima na kojima treba da se nalaze elementi slike koju treba odštampati. Ovo stvara nevidljivu elektrostatičku sliku, koja se kasnije, nanošenjem praha tonera, razvija u vidljivu sliku. Laserski zrak proizvodi laserska dioda koja je modulirana strujom čiji je intenzitet proporcionalan svetlini površine na slici koja treba da se odštampa. Laserski zrak koji obrazuje dioda pada na rotirajuće ogledalo (može biti dvostrano, četvorostrano ili šestostrano, što zavisi od konkretnog štampača), koje se pogoni motorom skenera. Kako se ogledalo okreće, laserski zrak se



Slika 60 Faza ispisivanja

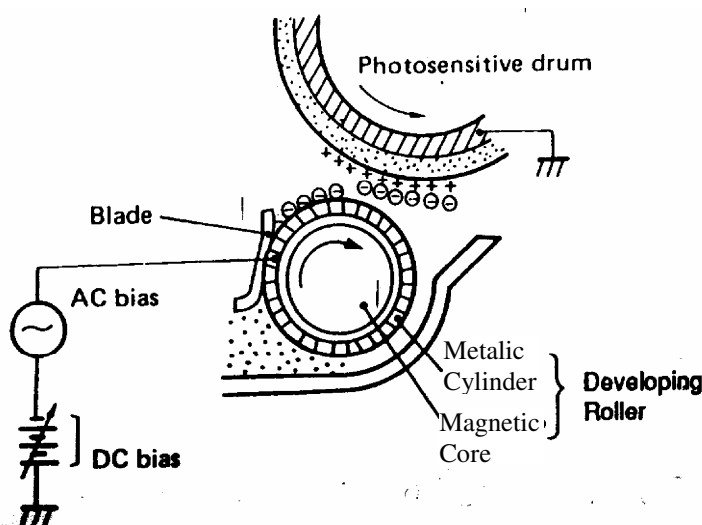
odbija od ogledala, i kreće se levo i desno. Grupa sočiva fokusira laserski zrak, koji kroz prerez na toner kaseti, pada na površinu fotoosetljivog bubnja. Zrak se kreće celom dužinom bubnja, a bubanj se okreće. Laserski zrak se uključuje i isključuje, tako da u jednom trenutku formira jednu po jednu tačku slike, kako se pomera po površini bubnja. Ovaj proces se ponavlja sve dok se ne pošalju podaci i o poslednjoj liniji slike. Oblasti na bubnju pogođene laserskim zrakom se razelektišu, a oblasti na koje nije pao laserski zrak ostaju negativno naelektrisane, što stvara nevidljivu elektrostatičku sliku na površini bubnja.

Ovako se na celokupnoj površini valjka formira slika. Tako se za svaku ispisanu liniju slike valjak pomera za na primer 1/600 inča, a i zrak se može duž linije uključiti i isključiti na svakih 1/600 delova inča. Na ovaj način se formira slika čija se rezolucija meri u broju tačaka po inču, u ovom slučaju dobijamo rezoluciju 600 x 600. Brzina motora skenera koji pokreće ogledalo i glavnog motora koji pokreće fotoosetljivi bubanj su sinhronizovane. Ova sinhronizacija se uspostavlja korišćenjem signala detektovanja mlaza. Na početku svake linije, pre nego što zrak dođe do bubnja, odbija se od ogledala za detekciju zraka, koje ima ulogu fotoreceptora – senzora početka reda na stranici. Kratkotrajan impuls svetlosti se šalje direktno ili preko optičkog vlakna do fotodiode na DC kontroleru, gde se pretvara u električni signal, koji se koristi za sinhronizaciju brzine ulaza/izlaza podataka za svaku liniju slike. Ovaj signal (VDOUT na slici 60) treba da ima tačno određenu učestanost, i kada je to postignuto uspostavljena je sinhronizacija između motora skenera i motora fotoosetljivog bubnja, pa se može obaviti upisivanje linije. Ovaj signal se takođe koristi za utvrđivanje problema sa laserskom diodom ili motorom skenera.

Na kraju celog procesa, delovi bubnja koji nisu bili izloženi laserskom zraku još uvek imaju stalan negativan potencijal, a delovi koji su bili izloženi zraku su ispražnjeni od negativnih naelektrisanja, pa dobijamo formiranu elektrostatičku sliku.

4. Faza razvijanja (slika 61)

Tokom faze razvijanja na osnovu nevidljive elektrostatičke slike koja je u prethodnoj fazi (upisivanje) formirana na površini fotoosetljivog bubnja, formira se vidljiva slika na bubnju. Delove toner kasete koji se koriste u fazi razvijanja čine metalni cilindar za razvijanje (developing roler) koji se okreće oko fiksiranog magnetnog jezgra unutar udubljenja za toner i toner smešten u spremištu. Toner je praškasta supstanca napravljena od gvozdениh delića, oivičenih crnom plastičnom smolom, koju na površinu valjka za razvijanje privlači magnetno jezgro valjka. Gumena oštrica ograničava količinu tonera koji dolazi na površinu valjka za razvijanje i ravnomerno ga raspoređuje po njemu.

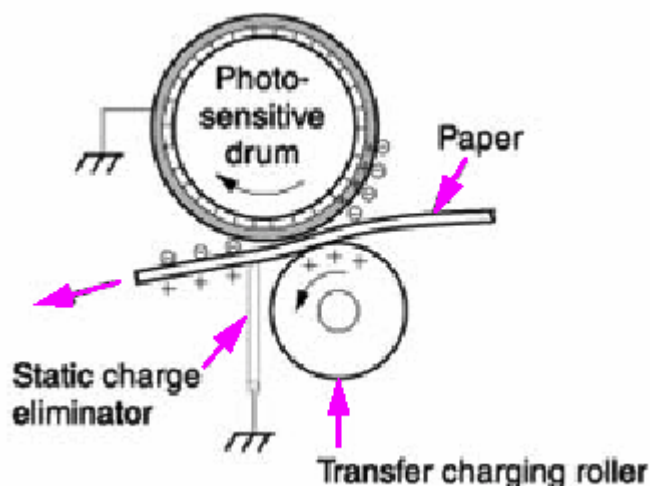


Slika 61 Faza razvijanja

Slika se razvija na sledeći način: čestice tonera dobijaju negativno površinsko naelektrisanje trenjem o valjak za razvijanje koji je povezan sa negativnim jednosmernim (DC) izvorom za napajanje. Tako negativno naelektrisane čestice tonera privlače delovi fotoosetljivog bubnja koji su bili izloženi laserskoj svetlosti i koji su zbog toga ispražnjeni od negativnog naelektrisanja, a odbijaju se od negativno naelektrisanih oblasti koje nisu bile izložene laserskom zraku. Ovako se na fotoosetljivom bubnju od tonera formira “pozitiv” slika. Na valjku za razvijanje je i naizmenični (AC) potencijal koji sprečava prekomerno privlačenje tonera i magnetskog jezgra cilindra i povećava odbijanje od onih delova bubnja koji nisu bili izloženi laserskoj svetlosti, čime se poboljšava gustina i kontrast slike.

5. Faza prenošenja (slika 62)

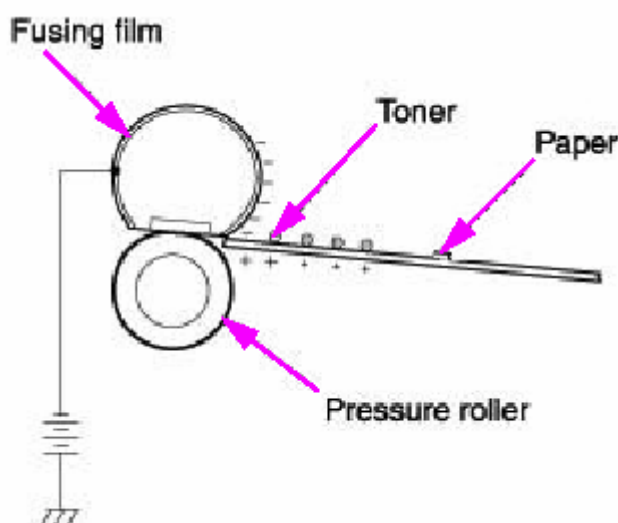
Tokom faze prenošenja, slika sa bubnja za štampanje se prenosi na papir. Glavnu ulogu u ovoj fazi igra prenosni (transfer) valjak koji je priključen na pozitivni napon. Ovaj pozitivni napon na transfer valjku formira pozitivno naelektrisanje na pozadini papira koji prolazi između valjka i fotoosetljivog bubnja, usled čega negativne čestice tonera sa fotoosetljivog valjka bivaju privučene na papir. Kao deo ove faze može se smatrati i faza razdvajanja papira od fotosetljivog bubnja. Mali prečnik fotoosetljivog bubnja i krutost papira dovode do toga da se papir odvaja od bubnja po nanošenju tonera na papir. Pored toga papir na daljem putu dodiruje i eliminator statičkog naelektrisanja (red oštih metalnih zuba koji su vezani na masu) koji uklanja pozitivno



Slika 62 Faza prenošenja

naelektrisanje sa papira i time slabi sile privlačenja između bubnja i papira. Bez njegove pomoći papir bi mogao da se umota oko bubnja. Nakon odvajanja, papir se pomera ka sklopu za fiksiranje, a bubanj se okreće ka sklopovima u kojima se obavljaju faze čišćenja i pripreme (uspostavljanja negativnog naelektrisanja) za sledeću sliku.

7. Faza fiksiranja (spajanja) (Slika 63)

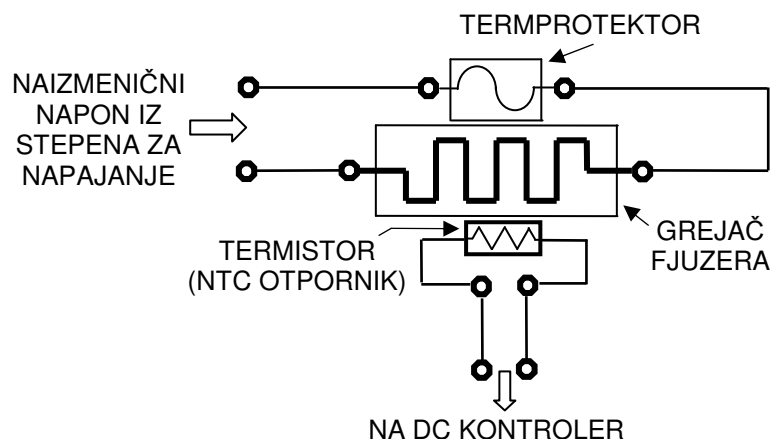


Slika 63 Faza fiksiranja

U fazi fiksiranja (spajanja), koja se odvija u delu štampača koji se zove grejač (fuser), toner se uz pomoć toplote i pritiska stapa sa papirom da bi se proizveo trajni otisak. Papir prolazi između nelepljivog valjka, koji je iznutra zagrejan pomoću halogene lampe ili keramičkog grejača i mekog (gumenog) potisnog valjka. Zagrejani valjak za fiksiranje rastapa toner na papiru, pa se rastopljeni toner lepi za vlakna papira, pošto ga sa jedne strane pritiska valjak za fiksiranje (fusing roller), a sa druge potisni valjak (pressure roller). Da bi se sprečilo lepljenje tonera ili papira, valjak za fiksiranje je presvučen nelepljivim slojem “teflonskog” tipa. Iz ovog razloga ovaj valjak se naziva i “teflonski valjak”. Na površinu teflonskog valjka se

može dovesti i negativan jednosmerni napon koji sprečava rasturanje čestica tonera pre nego što se fiksiraju na papir.

Temperaturu valjka za fiksiranje nadgleda regulator temperature sa termistorom oslonjenim na površinu tog valjka i logikom na DC kontrolerskoj ploči. Ako je grejač realizovan halogenom lampom, tada DC kontroler održava temperaturu od 120 °C tokom pripremnog (stand by) stanja, do 150 °C za vreme štampanja. Termistor menja otpornost u zavisnosti od temperature, i tu promenu koriste kola na DC kontroleru kako bi regulisanjem napona koji se dovodi na grejač, podesila potrebnu temperaturu. Ukoliko se pri prelasku iz stand-by stanja u fazu štampanja sklop ne zagreje sa 120 °C do 150 °C u roku od 30 sekundi, pojaviće se indikacija o grešci na displeju. Kod štampača koji imaju keramički grejač fjuzera, u pripremnom (stand-by) stanju se grejač ne uključuje, pošto se on može zagrejati za vrlo kratko vreme pred štampanje. U okviru sklopa za fiksiranje se nalaze jedan ili dva termoprotektora (termoprekidača) nalegnuta na teflonski valjak. Ukoliko se teflonski valjak usled nekog kvara na termistoru ili DC kontroleru pregreje (preko 175 °C), termoprekidači će prekinuti strujno kolo do grejača, i na displeju će se pojaviti indikacija o grešci. Termoprekidač koji je dejstvovao je nepovratno otvoren, pa se on mora zameniti. Na ovaj način se štampač štiti od pregrevanja ili čak i od zapaljenja. Pre zamene otvorenog termoprekidača mora se otkriti uzrok njegovog otvaranja. Na slici 64 je prikazana principna električna šema sklopa za fiksiranje (fjuzera) sa glavnim elementima (grejač, termoprotektor i termistor).

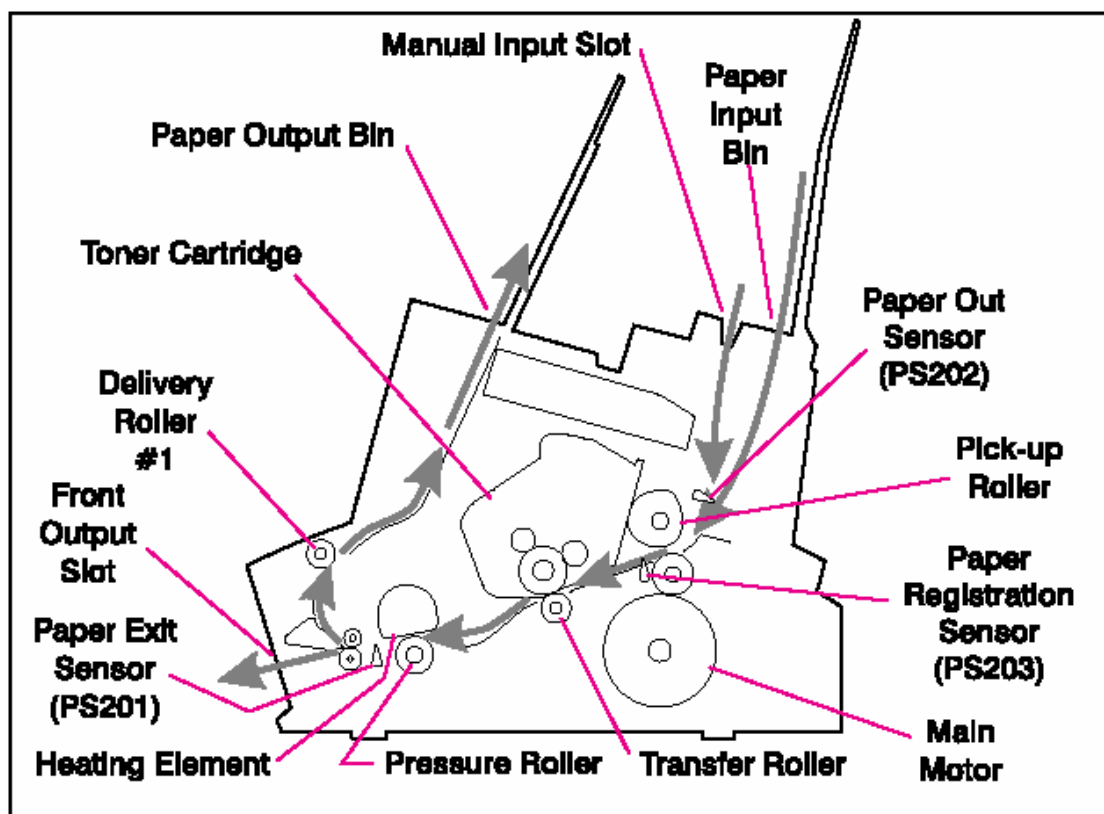


Slika 64 Električna šema sklopa za fiksiranje

B. Sistem za prihvatanje, transport i kontrolu protoka papira kroz štampač

Ovaj sistem je odgovoran za prihvatanje papira iz ulazne kasete ili tanjira za papir, njegovo dovođenje do sistema za formiranje slike u tačno određeno vreme, zatim dovođenje papira do sistema za fiksiranje i na kraju isporuku papira do odabranog izlaznog tanjira. Kod simpleks (jednostranog) štampanja, papir prolazi samo jednom kroz štampač. Kod dupleksnog (dvostranog) štampanja, papir mora jednom da prođe kroz štampač da bi primio sliku, zatim da se okrene i po drugi put prođe kroz štampač da bi primio drugu sliku.

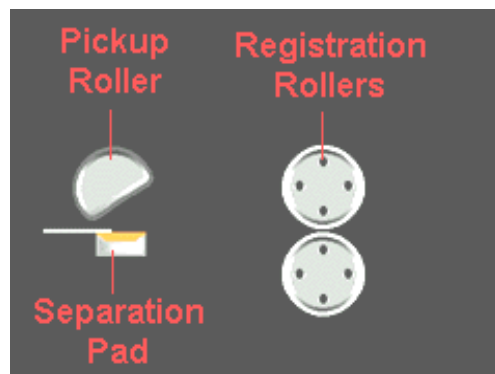
Na slici 65 je prikazan presek kroz jedan laserski štampač, tako da se vidi tok papira kroz njega prilikom štampanja. Otvor za stavljanje papira i slot za ručno ubacivanje pojedinačnih listova papira se skupljaju u jedan, glavni ulazni postor. Papir stavljen u bilo koji od ova dva ulaza aktivira senzor PS202, koji obaveštava DC kontroler da je papir prisutan na ulazu u štampač i da proces štampanja može da započne. Kada dobije komandu za štampanje, DC kontroler aktivira sklop lasera/skenera i glavni motor. Tada se dešavaju sledeći koraci:



Slika 65 Elementi sistema za transport papira i tok kretanja papira kroz štampač

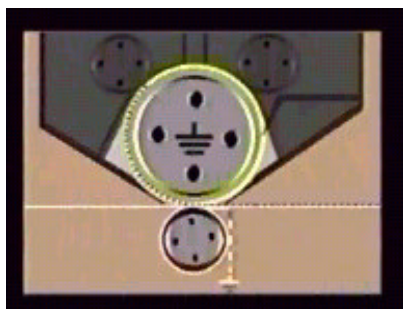
1. Pomoću elektromagneta koji igra ulogu kvačila se aktivira zupčanik, kojim se pokrene valjak za prihvat papira (pick-up roller), tako da on napravi jedan krug. Ploča za potiskivanje papira gura papir do valjka za prihvat. Valjak za prihvat prihvata gornji list papira i pomera ga do pogonskih valjaka za dopremu papira. Da bi se obzbedilo da se uzme samo jedan list papira, postolje za odvajanje (separation pad) drži ostatak papira na svom mestu.

2. U većini modela štampača, papir se privremeno zaustavlja na sklopu (valjcima) za registraciju (registration rollers), omogućavajući kontroleru štampača da sinhroniše vodeću ivicu papira sa slikom na bubnju za štampanje, pri čemu se onemogućuje i iskošenje papira. Kada su ivice papira i slike na bubnju sinhronisane, aktivira se kvačilo kalema za registraciju, pa valjci za registraciju počinju da se okreću i da pomeraju papir prema fotoosetljivom bubnju. Informaciju o položaju papira kontroleru daje senzor vrha papira PS203. Ovaj senzor obaveštava DC kontroler o tačnom položaju prednje (vodeće) ivice papira, tako da se slika koja je formirana na fotoosetljivom bubnju može precizno pozicionirati na listu papira. Koraci 1 i 2 su ilustrovani slikom 66.



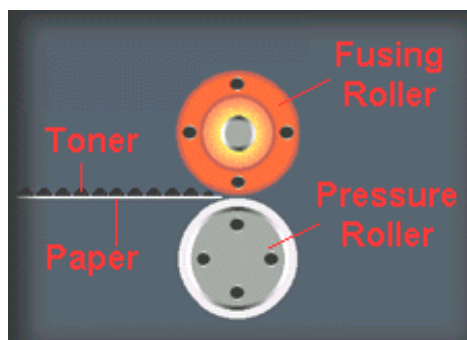
Slika 66 Koraci 1 i 2 u kretanju papira

3. Pogonski valjci onda pomeraju papir do oblasti valjka za transfer (slika 67), gde se toner sa fotoosetljivog bubnja prenosi na papir.



Slika 67 Korak 3 u kretanju papira

4. Pošto se slika prenosi na papir, papir uz pomoć vođica i eventualno valjaka, ulazi u sklop za fiksiranje (slika 68), gde toplota sa fjuzera (valjka za fiksiranje) i pritisak sa potisnog valjka trajno lepe toner za papir. Izlazni senzor papira PS201utvrđuje da je papir uspešno napustio oblast fiksiranja.

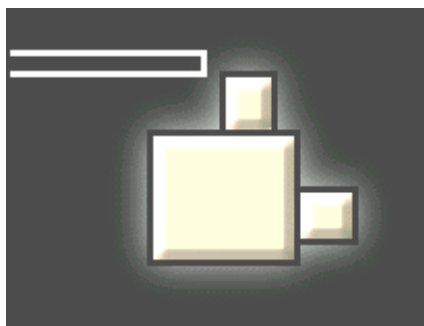


Slika 68 Korak 4 u kretanju papira

5. Izlazni valjci u sklopu fjuzera isporučuju papir u zavisnosti od položaja poluge usmerivača papira u gornji ili prednji otvor za izlaz papira.

DETEKCIJA GREŠAKA PRI TRANSPORTU PAPIRA

Fotosenzori (slika 69) su elementi koji se u laserskom štampaču koriste za davanje podatka o prisustvu ili neprisustvu papira u kaseti ili tanjiru za papir, prisustvu ili neprisustvu toner kasete i o tome da li su poklopci na štampaču otvoreni ili zatvoreni. Prednja i zadnja ivica papira se koriste za aktiviranje fotosenzora, koji signaliziraju kontroleru štampača kretanje papira kroz štampač



Slika 69 Fotosenzor

Senzor nedostatka papira PS202, senzor za registrovanje papira PS203 i senzor izlaza papira PS201, prate kretanje papira kroz štampač. Ako neki od njih detektuje grešku (zaglavljivanje, gužvanje papira), DC kontroler odmah zaustavlja proces štampanja i daje poruku o grešci (zaglavljivanju papira) na displeju (kontrolnom panelu).

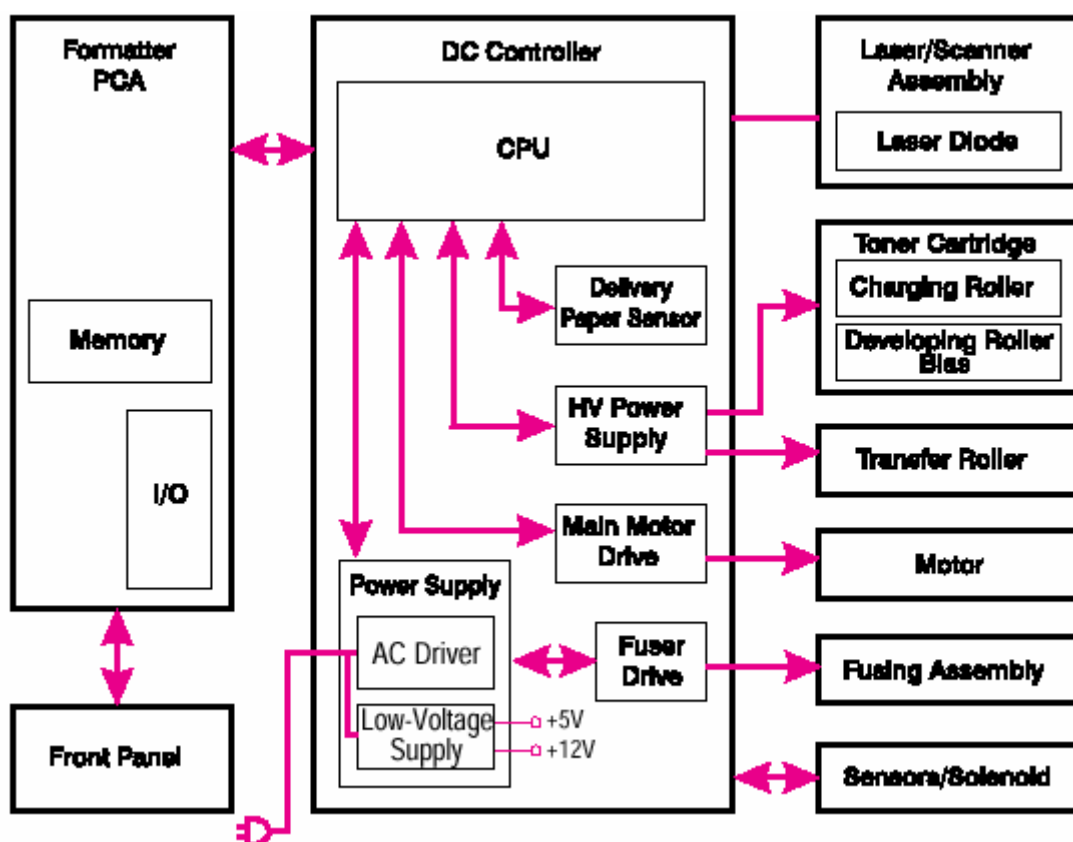
Greška u transportu papira se detektuje u sledećim slučajevima:

- Greška prilikom uključanja štampača, to jest kada je papir prisutan kod senzora PS201 ili PS203 prilikom uključanja štampača
- Greška prilikom prihvata papira, to jest kada papir ne dospe do prethodno slobodnog senzora PS203 za određeni period vremena. Taj period počinje od trenutka kada DC kontroler pobudi elektromagnet prihvata papira.
- Greške kašnjenja kod kojih papir ne dospe do, ili ne napusti pojedini senzor u toku određenog vremenskog intervala.

RAD ELEKTRONSKIH SKLOPOVA

Pored elektromehaničkih, mehaničkih i optičkih elemenata, važni elementi laserskog štampača su i elektronski sklopovi. Tipični elektronski sklopovi kod laserskog štampača su: DC kontroler, formater, stepen lasera/skenera, stepen za napajanje, visokonaponski stepen i ulazni interfejsi. Zavisno od konstrukcije nabrojani elementi mogu da budu na zasebnim štampanim pločama, a takođe neki od njih mogu biti realizovani na zajedničkoj štampanoj ploči.

Na slici 70 je prikazana blok šema jednog laserskog štampača na kojoj se vide glavni elektronski sklopovi i veze između njih.



Slika 70 Blok šema laserskog štampača

Uloga stepena za napajanje je da koristeći naizmenični mrežni napon obezbedi potrebne jednosmerne napone napajanja za ostale elektronske i električne sklopove u štampaču. Obično ti jednosmerni naponi iznose +5V (i +3,3V kod novijih štampača), +12V ili +24V (od ova dva napona je prisutan samo jedan, ali kod nekih štampača mogu postojati i oba dva). Osim jednosmerne napona, stepen za napajanje obezbeđuje i regulisani naizmenični napon kojim se napaja grejni element u sklopu fjuzera. Sam stepen za napajanje je prekidačkog (impulsnog tipa).

Visokonaponski stepen ima zadatak da obezbedi visoke jednosmerne i naizmenične napone potrebne za elemente toner kasete u fazi štampanja. Tu spadaju naponi za valjak za uspostavljanje primarnog naelektrisanja (primary charging roller), valjak za razvijanje (developing roller), kao i valjak za prenošenje tonera na papir (transfer roller).

Ulazni interfejsi omogućavaju priključenje štampača na računar sa koga dolaze dokumenti koji treba da se štampaju ili na računarsku mrežu, ako je štampač predviđen kao mrežni štampač, tako da se na njemu može štampati sa više računara koji se nalaze u toj mreži. Standardni interfejs za priključenje štampača na računar je paralelni port (Centronics), a noviji štampači pored njega imaju i USB priključak. Kod starijih štampača koristio se i serijski (RS232) priključak. Za priključenje na mrežu se najčešće koristi standardni RJ45 priključak.

Kontroler štampača (sreću se termini DC kontroler, ECU – engine control unit i tako dalje) je odgovoran za koordinaciju svih aktivnosti uključenih u proces štampanja. Ovaj kontroler kontroliše sledeće sisteme i funkcije:

- transport papira,
- vremensku sinhronizaciju,
- stanje štampača,
- veličinu i dostupnost papira,
- visokonaponski stepen,
- temperaturu fjuzera,
- pomeranje glavnog motora i snabdevanje jednosmernim naponom.
- kalemove, gde svaki kalem preko odgovarajućeg kvačila uključuje određeni valjak.
- fotosenzore kojima se kontroliše kretanje papira kroz štampač
- mikroprekidače pomoću kojih se kod nekih štampača određuje veličina kasete ili poslužavnika za papir.
- motore:
 - Glavni motor (M1) se okreće nakon što je bilo koji poklopac štampača zatvoren, za vreme perioda zagrevanja, perioda početne rotacije, štampanja i perioda završne rotacije. Glavni motor preko sistema zupčanika i kalema sa kvačilima u određenim intervalima pokreće valjke u štampaču.
 - Motor skenera. Ovaj motor radi za vreme početne rotacije, štampanja i završne rotacije. Njegova uloga je okretanje ogledala kojim se laserski zrak pomera, tako da posle usmeravanja kroz sistem sočiva, padne na fotoosetljivi bubanj i na njemu ispiše sliku koju treba odštampati.
 - Motor izduvnog ventilatora. Ovaj motor omogućava hlađenje sklopova unutar štampača. On radi malom brzinom za vreme zagrevanja i u pripremnom periodu. Velikom brzinom radi za vreme početne rotacije, štampe i završne rotacije.

Formater je elektronski sklop u štampaču koji ima sledeće uloge:

- Primanje i obrada ASCII podataka o slici sa ulaznih interfejsa (priključaka), kao i komunikacija u suprotnom smeru koja omogućava korisniku da podešava parametre štampača i nadgleda njegovo stanje sa računara.

- Generisanje i koordinacija smeštanja elemenata slike (tačkica) i sinhronizacija sa sklopom DC kontrolera.
- Nadgledanje komandi sa kontrolnog panela i prikazivanje informacija o stanju štampača na kontrolnom panelu.
- Čuvanje informacija o fontovima.

Formater prima ASCII podatke o slici od ulaznih interfejsa i pretvara ih u tačke koje čine sliku. Primljene i obrađene podatke o slici smešta u radnu (RAM) memoriju. DC kontroler štampača sinhroniše formiranje slike sa sistemom za dopremu papira, i kada je sve spremno šalje signal formateru da započne slanje podataka o slici iz radne memorije. Formater onda šalje ove podatke (tačkice) u formi video signala i proces štampanja počinje. Na sklopu formatera se najčešće nalaze i dodatni slotovi za proširenje RAM memorije.

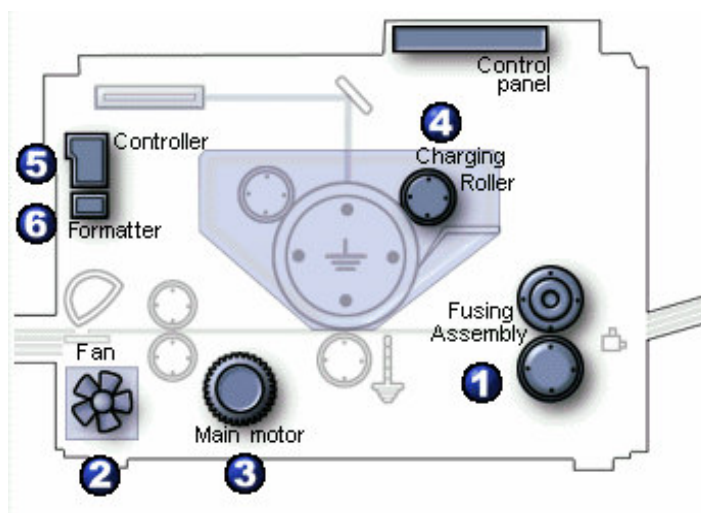
Formater sadrži sledeće blokove:

- Centralni procesor – CPU. Formater koristi jedan namenski mikroprocesor za kontrolu svih operacija. Brzina rada procesora zavisi od tipa i generacije štampača.
- ROM memorija Osim što čuva programe koje mora da izvršava mikroprocesor, ROM memorija čuva i određeni broj unapred definisanih, internih fontova. Maksimalan kapacitet ROM memorije zavisi, takođe, od tipa štampača.
- Neizbrisiva memorija (NV RAM). NV RAM ima kapacitet relativno mali kapacitet (na primer 1024 bajta). Pošto se njen sadržaj ne gubi kada se isključi napajanje, koristi se za čuvanje podataka o broju odštampanih stranica i informacije o parametrima konfiguracije štampača koje korisnik unosi preko kontrolnog panela ili računara.
- RAM memorija Kapacitet RAM memorije zavisi od tipa štampača i može se proširiti dodavanjem memorijskog modula u za to predviđeni slot za proširenje Ova memorija čuva informacije o strani koju treba odštampati i fontovima dobijene od računara, kao i izgled celokupne stranice za štampu pre nego što se podaci pošalju u laserski sklop štampača.
- Ulazno/Izlazni interfejs (priključak). Ovaj interfejs je najčešće paralenog tipa (Centronics), a noviji štampači mogu da imaju i USB priključak. Neki stariji štampači su pored paralelnog imali i serijski (RS232) priključak.

Novije generacije štampača poseduju mogućnost za masna slova, poboljšanje rezolucije i zaštitu stranice. Poboljšanje rezolucije se postiže modifikovanjem video podatka (podaci o tačkama slike) pre njihovog slanja u sklop laserske diode. Tim postupkom se dobijaju ublažene oštre (nazubljene) ivice. Ova (RET – Resolution Enhancement Tecnology) opcija se aktivira preko kontrolnog panela ili preko računara, i može se izabrati jedan od nekoliko nivoa.

Zaštita stranice (page protect) je potrebna u situacijama kada kompleksnost zadate stranice prevazilazi mogućnosti štampača. U tim slučajevima, moguće je da je štampač štampa stranicu u delovima pri čemu može da izgubi deo podataka. Javlja se poruka greške na kontrolnom panelu ili displeju (print overrun). Zaštita stranice omogućava formateru da kreira i smesti izgled cele stranice u memoriju, pre fizičkog pomeranja papira kroz štampač. Ovaj proces osigurava da će cela stranica biti odštampana na jednom listu papira. Zaštita stranice zahteva bar 1MB memorije i može se po želji uključiti ili isključiti.

Rad elektronskih sklopova u laserskom štampaču se može prikazati u pet faza (koraka) prikazanih na slici 71:



Slika 71 Faze u radu elektronskih sklopova u laserskom štampaču

1. Faza zagrevanja

Faza zagrevanja počinje po uključenju štampača. Sklop fjuzera dobija naizmenični napon za napajanje i počinje da se zagreva. Veličinu napona, a samim tim i temperaturu sklopa, određuje DC kontroler, na osnovu otpornosti termistora.

Ako postoje ventilator (ili ventilatori) za hlađenje, oni počinju da rade.

Glavni motor dobija napajanje u toku 2 do 3 sekunde, što omogućava okretanje bubnja za štampanje i njegovo čišćenje.

Valjak za naelektrisanje se trenutno naelektriše da bi se pripremila površina valjka za štampanje.

Kontroler štampača šalje READY signal u formater.

Formater šalje READY signal na displej na kontrolnoj ploči.

2. Faza čekanja

Tokom faze čekanja štampač je uključen i čeka na sledeći posao za štampanje. Sklop fjuzera održava svoju temperaturu predviđenu za fazu čekanja.

NAPOMENA: Štampač sa Instant-on fjuzerom (fjuzer sa keramičkim grejačem) ne održava temperaturu tokom faze čekanja, jer on može da zagreje grejni element za vrlo kratko vreme, tako da se na taj način smanjuje potrošnja energije.

Kontrolni panel pokazuje READY poruku.

3. Faza početne rotacije

Formater prima podatke za štampanje iz računara. On obrađuje te podatke i smešta ih u bafer za štampanje.

Formater šalje signal za štampanje u kontroler štampača, čime ga obaveštava da započne štampanje.

Sklop fjuzera počinje da se zagreva do temperature potrebne za štampanje.

Glavni motor, motor za skeniranje, i ventilator za hlađenje (ako postoji) dobijaju napajanje i počinju da funkcionišu.

Snaga koja se dovodi na lasersku diodu se proverava i po potrebi podešava. Signal detekcije laserskog zraska se šalje u kontroler štampača, označavajući početak linije skeniranja rasterskih podataka.

Dovodi se polarizacija na valjak za naelektrisanje, čime se omogućuje da on negativno naelektriše površinu bubnja za štampanje.

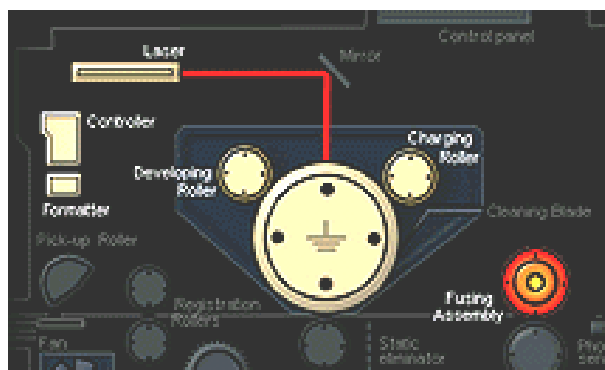
Valjak za transfer (ili transfer žica na nekim štampačima) se negativno naelektriše da bi odbio eventualni toner sa svoje površine.

Sklop fuzera dostiže svoju radnu temperaturu.

4. Faza štampanja (slika 72)

Tokom faze štampanja, rade sve komponente štampača. Svi sklopovi za proces formiranja slike se pobuđuju da bi primili rasterske podatke i pretvorili ih u sliku na papiru. U ove komponente spadaju:

- formater
- kontroler štampača
- laserski sklop za skeniranje
- valjak za naelektrisanje
- bubanj za štampanje
- valjak za razvijanje
- valjak za prenošenje slike
- zagrevni element u sklopu fuzera



Slika 72 Faza štampanja

Sledeći mehanički elementi na putanji kretanja papira (slika 73) se pobuđuju i transportuju papir kroz štampač:

- glavni motor
- valjak (valjci) za prihvatanje
- valjak za prenošenje
- valjak za fiksiranje



Slika 73 Elementi za transport papira kroz štampač

5. Faza završne rotacije

Formater dobija signal za kraj posla od računara.

Formater obaveštava kontroler štampača da započne fazu završne rotacije. Tokom završne rotacije, štampač se priprema za povratak u stanje (fazu) čekanja. Ove posebne procedure se razlikuju od štampača do štampača.

GREŠKE U RADU LASERSKIH ŠTAMPAČA

Tokom rada laserskog štampača mogu se javiti razne smetnje privremenog ili trajnog karaktera, kao i kvarovi na elementima samog štampača. Zahvaljujući ugrađenim hardverskim i softverskim komponentama, omogućeno je otkrivanje dobrog dela smetnji, njihovo identifikovanje i prikaz informacije o prirodi smetnje (greške) na kontrolnom panelu štampača. Kod jeftinijih štampača kontrolni panel je realizovan sa nekoliko LED dioda i tastera. U korisničkom uputstvu za upotrebu štampača dato je i uputstvo za upotrebu kontrolnog panela, sa načinom interpretiranja poruka prikazanih LED diodama. Obično jedna dioda svetli kada je štampač ispravan i u READY stanju, druga svetli (blinka) kada štampač prima podatke za štampanje, a treća svetli kada postoji neka smetnja (greška). U slučaju greške, treba pritisnuti određeni taster, posle čega se pale neke od LED dioda i svetle bilo stalno, bilo isprekidano (blinkaju). Svaka kombinacija svetljenja LED dioda predstavlja jednu vrstu smetnje (greške) u radu štampača, tako da se koristeći opis u korisničkom uputstvu relativno brzo može ustanoviti vrsta i mesto nastale greške u radu štampača. Skuplji štampači umesto kontrolnog panela sa LED diodama i tasterom imaju alfanumerički displej koji u dva do tri reda daje osnovne podatke o detektovanoj greški, i to numerički kod greške i tekstualni naziv sklopa u kome se greška nalazi. Na primer kod štampača Hewelet Packard, neke od karakterističnih poruka na displeju mogu biti:

00 READY -	Štampač je spreman za upotrebu.
13 PAPER JAM -	Ova poruka se pojavljuje ukoliko papir ne ulazi, ne pomera se, ili ne izlazi iz štampača u pravilnim vremenskim intervalima, to jest ako dođe do zastoja, gužvanja ili cepanja papira.
41 ERROR -	Privremena greška do koje dolazi ako u toku štampe iz nekog razloga nisu sinhronizovani prednja ivica papira, sa fotoosetljivim bubnjem i signalom detektovanja početka linije.

- 50 NEEDS SERVICE - Ova poruka ukazuje na neispravan sistem za fiksiranje (fjuzer)
 51 ERROR - Ova poruka ukazuje na neispravnosti u radu sklopa laserske diode i motora skenera, kao i sistema za detekciju početka linije.

Ovo su samo neke od poruka koje se mogu pojaviti na displeju, a potpuni spisak svih poruka sa preporučenim načinom njihovog otklanjanja je dat u uputstvu za upotrebu štampača.

Tokom rada laserskog štampača moguće je da na kontrolnom panelu ne bude prijavljena nikakva greška, tako da se proces štampanja normalno odvija, ali da na odštampanim stranicama ipak postoje neke nepravilnosti (defekti). U korisničkom uputstvu za štampač je dat i spisak ovakvih defekata kao i saveti za njihovo prevazilaženje. Međutim, ako se zna način formiranja otiska u laserskom štampaču, serviser može se i sam zaključiti šta može biti uzrok tih defekata. Neki od tih defekata su:

1. Ako iz štampača izlazi prazna (bela) stranica papira, mogu se pretpostaviti neki od uzroka ove pojave:
 - Blokirani ulaz laserskog zraka u toner kasetu. Poklopac (zatvarač) otvora za laserski snop na toner kaseti je zatvoren i sprečava prolaz laserskog zraka do fotoosetljivog bubnja. Kao posledica toga nema upisa slike na površini fotoosetljivog bubnja, pa ceo bubanj ostaje negativno naelektrisan i ne može da privuče čestice tonera sa valjka za razvijanje. U ovom slučaju treba proveriti rad poklopca otvora za laserski snop na toner kaseti. Po potrebi zameniti toner kasetu.
 - Loši kontakti kojima se dovodi masa na fotoosetljivi bubanj u toner kaseti. Ukoliko je kontakt uzemljenja na visoko-naponskom stepenu savijen i ne dodiruje kontakt na toner kaseti, sa delova bubnja koji su pogođeni laserskim zrakom neće se isprazniti negativno naelektrisanje, pa neće biti privučen negativno naelektrisan toner sa valjka za razvijanje. U ovom slučaju treba pregledati i eventualno očistiti i ispraviti odgovarajuće kontakte na visokonaponskom stepenu i toner kaseti.
 - Nema pozitivnog napona na valjku za transfer. Bez ovog napona na valjku za transfer, toner se ne može prebaciti sa fotoosetljivog bubnja do papira. U ovom slučaju treba proveriti i očistiti kontakte na visokonaponskom stepenu preko kojih se dovodi napon na valjak za transfer, kao i stanje valjka za transfer. Ako je potrebno očistiti ili zameniti valjak za transfer.
 - Nema negativnog napona na valjku za razvijanje. Negativni napon na valjku za razvijanje negativno naelektriše čestice tonera, tako da ih zatim mogu privući mesta na fotoosetljivom bubnju koja su bila izložena laserskom zraku. Proveriti i očistiti kontakte na visoko naponskom stepenu i toner kaseti. Ako su ovi kontakti dobri, zameniti visokonaponski stepen.
2. Ako iz štampača izlazi potpuno crna stranica papira, jedan od mogućih uzroka ove pojave su i loši kontakti kojima se dovodi negativni napon na valjak primarnog naelektrisanja. Ako su kontakti valjka za nanošenje primarnog naelektrisanja iskrivljeni, valjak neće biti negativno naelektrisan, pa zbog toga ni fotoosetljivi bubanj neće dobiti potrebno negativno naelektrisanje. Površina bubnja će se onda ponašati kao da je cela bila izložena laserskom zraku, a rezultat toga je crna stranica. Ako su ovi kontakti dobri, moguće je da je neispravan visokonaponski stepen pa ga treba zameniti.
3. Vertikalne bele linije na odštampanoj stranici. Pored ostalih mogućih uzroka, ovu pojavu mogu izazvati strani predmeti (prašina, dlačice i slično) koji se nalaze na putu laserskog zraka od laserske diode do fotoosetljivog bubnja. U ovom slučaju je potrebno mlazom vazduha ili finom krpicom koja ne ostavlja dlačice, pažljivo očistiti ogledala i sočiva u sklopu laser/skenera, koja usmeravaju laserski zrak na fotoosetljivi bubanj.

4. Vertikalne crne linije na odštampanoj stranici. Ovakav defekat mogu izazvati ogrebotine na površini fotoosetljivog valjka u toner kaseti. Na takvim mestima se ne može naneti početno negativno naelektrisanje, pa će ona privlačiti toner kao i ona mesta koja su bila pogođena laserskim zrakom. U ovom slučaju se mora zameniti toner kaseta.