

NAPAJANJE RAČUNARA – 3. deo

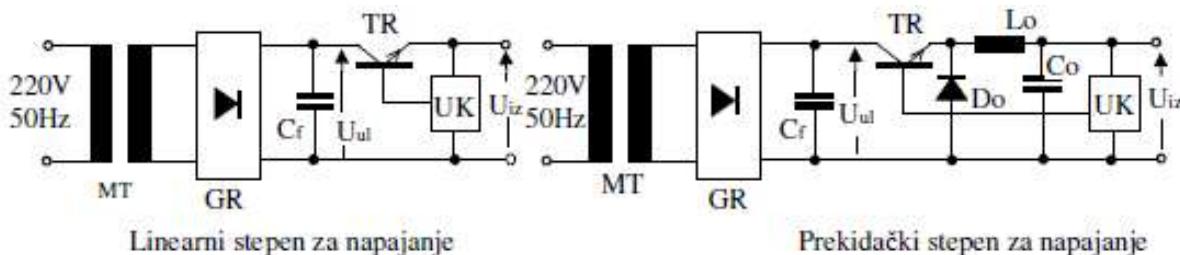
1. STEPEN ZA KONVERZIJU NAPONA

Osnovni deo računarskog napajanja je elektronski sklop koji ima ulogu stepena za konverziju napona. Postoje dva osnovna tipa stepena za konverziju napona:

- a) linearni (kontinualni) i
- b) prekidački ili impulsni (*switched*)

Napajanja prvih PC računara su bila realizovana kao linearni stepen. Ovo električno kolo je jednostavno za implementaciju i sastoji se od transformatora (trafo), Grecovog stepena (usmerać) i naponskog stabilizatora. Ova starija AT napajanja snage 63.5W, davala su napone od +5V i +12V, a bili su dostupni i naponi od -5V i -12V, ali sa manjom snagom. Nedostatak ovih napajanja je što su se jako grejala. Kako su se vremenom javljale komponente veće potrošnje (CPU, grafičke karte) i dodavane komponente koje ranije nisu bile predviđene (npr. optički drajvovi, SSD drajvovi itd.), ova napajanja su zamenjena novim, zasnovanim na prekidačkom stepenu.

Prekidački izvori su efikasniji, ali i složeniji u odnosu na lineарне tipove izvora napajanja. Tipičan koeficijent korisnog dejstva je oko 80%. Upotrebom pouzdanih prekidačkih tranzistora i dobrih filtera, moguće je obezbediti tačnost regulacije napona do 0,01% i nivo talasnosti od 1 mV. Principijelne šeme izvora napajanja koji rade u oba navedena režima prikazane su na Slici 1.

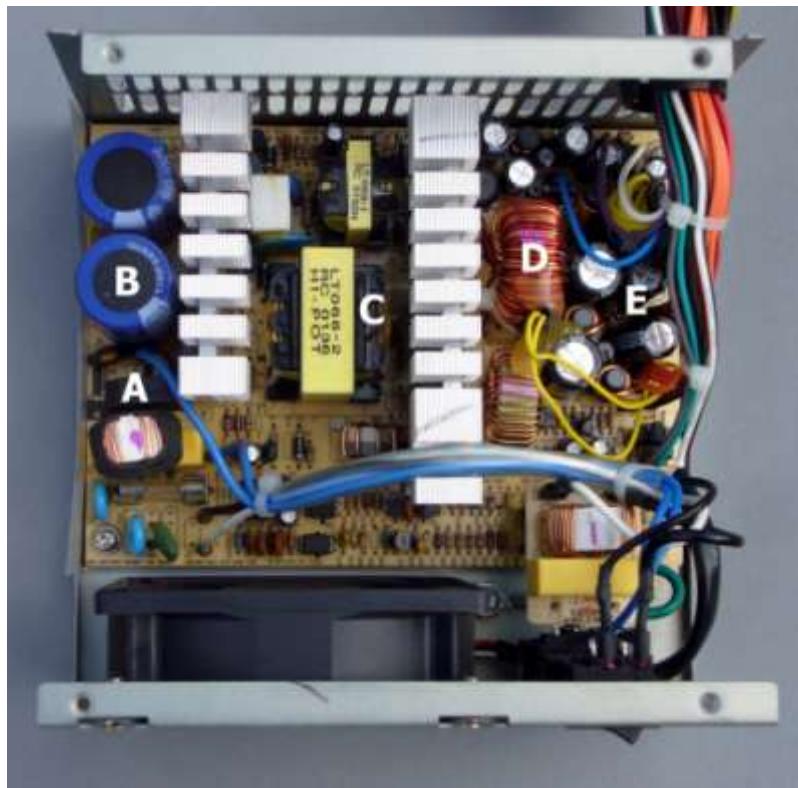


Slika 1: Blok šema linearnog napajanja (levo) i prekidačkog napajanja (desno)

Kod oba stepena za napajanje na početku se nalazi mrežni transformator (trafo) MT, koji snižava mrežni napon na nisku vrednost naizmeničnog napona koji se dalje konverte. Napon na sekundaru trafoa se zatim ispravlja u Grec-usmeraćkom kolu GR, tako da se iza Greca dobija jednosmerni napon koji se filtrira kondenzatorom C_f. Dobijeni jednosmerni napon je nestabilisan i njegova vrednost se menja sa promenama mrežnog napona i sa promenama struje potrošača koji je priključen na izlaz napajanja. Za dobijanje stabilisanog DC napona, koriste se naponski stabilizatori (Slika 1.).

Kod linearnog stepena za napajanje stabilizator napon se sastoji od tranzistora TR i upravljačkog kola UK. Prekidačka napajanja su kompleksnija jer prekidački stepen, pored tranzistora TR i upravljačkog kola UK, sadrži i stabilizatorsko kolo koje čine dioda D0, prigušnica L0 i kondenzator C0. Samo UK kolo je mnogo kompleksnije, ali i efikasnije nego linearno UK kolo.

Na Slici 2. prikazan je fizički izgled elektronskog konverzionog dela ATX napajanja, sa označenim delovima i komponentama.

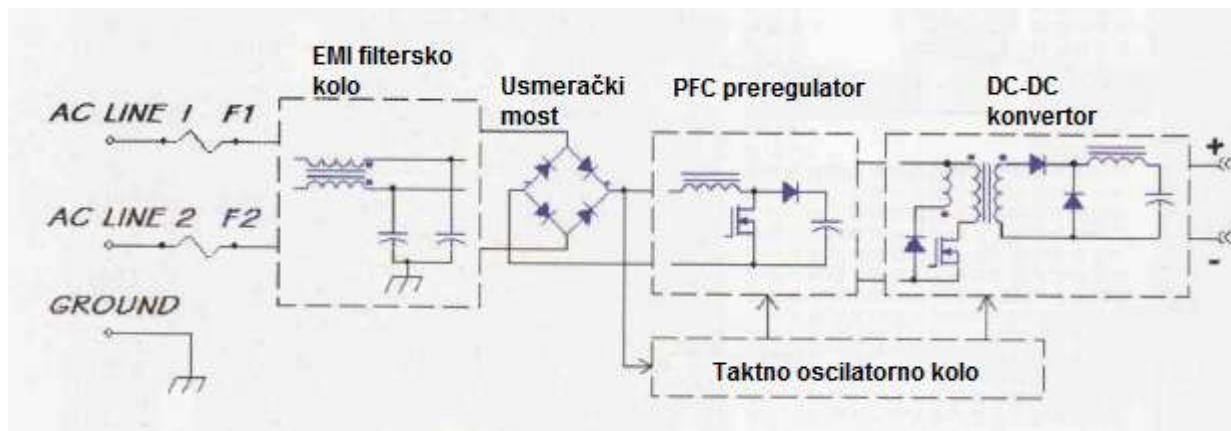


Slika 2: Delovi elektronskog konvertorskog dela napajanja:

- A** – Usmeračko kolo (Grecov most) (bridge rectifier)
- B** – Kondenzatori ulaznog tranzientnog linijskog filterskog kola
između **B** i **C** – rebrasti hladnjak za visokonaponske tranzistore
- C** – Transformator (trafo)
- između C i D** – rebrasti hladnjak za niskonaponske, visokostrujne usmerače
- D** – Namotaji izlaznog filterskog kola
- E** – Kondenzatori izlaznog filterskog kola
(Upravljačka kola se ne vide !!)

Savremena prekidačka napajanja nazivaju se još i SMPS (*Switching Mode Power Supply*) napajanja, jer rade u tzv. prekidačkom (*switching*) modu. Naziv ovih napajanja potiče od brzih prekidačkih tranzistora, najčešće realizovanih u MOSFET tehnologiji (tranzistori sa efektom polja), koji imaju osobinu ultrabrzog prekidačkog rada. Kod SMPS napajanja veličina transformatora i kapacitet elektrolitskog kondenzatora obrnuto su proporcionalni frekvenciji AC napona. Kako napajanje kao ulazni AC napon koristi frekvenciju gradske mreže od 50Hz, zbog tako niske frekvencije, naponu na ulazu (primaru) transformatora se podiže frekvencija na vrednosti opsega 40-60KHz, čime se dimenzije transformatora i kapaciteti elektrolitskih kondenzatora znatno umanjuju. Postignuto je još jedno poboljšanje - elektronski sklop formira zatvoreni upravljački krug, tako da elektronika nadgleda rad transformatora i dobija podatke o naponima koji se pojavljuju na izlazu SMPS napajanja. Izlazni naponi se tada mogu korigovati povećavanjem ili smanjenjem *Duty Cycle* vremena, što zavisi od potrošnje računara. **Duty Cycle** se definše kao odnos vremena trajanja logičke nule podeljeno s vremenom periode signala, odnosno ono pokazuje odnos vremena u kojem je tranzistor upaljen i vremena u kojem je tranzistor ugašen. U praksi se ovo naziva **PWM** (*Pulse Width Modulation*) ili modulacija širinom impulsa. Izlaz SMPS napajanja se na taj način reguliše u zavisnosti od potrošnje na njegovim izlazima, što nije slučaj sa klasičnim linearnim napajanjima, pa se tako ujedno razvija manje toplotne i štedi električna energija.

Na Slici 3. prikazana je principijelna blok-šema ATX napajanja, sa označenim karakterističnim delovima i komponentama za konverziju napona i formiranja stabilisanih DC izlaznih napona.



Slika 3: Blok-šema ATX računarskog napajanja

U ulaznom delu je priključak mrežnog AC napona (220V, 50Hz) i filtersko kolo za potiskivanje smetnji (EMI kolo). Kod nekih napajanja ovde se nalazi NT otpornik (menja otpor u zavisnosti od temperature i služi za zaštitu od prevelike topote), kao i prenaponska zaštita. Glavna komponenta prenaponske zaštite je **varistor**, nelinearni otpornik koji odstranjuje naponske pikove i ona se najčešće sastoji od kalema i kondenzatora (deo B na Slici 2.). Nakon filterskog dela sledi usmerački most (obično se realizuje kao Grecov most sa 4 dijedama), koji će AC napon ispraviti u DC napon i isti dovesti na ulaz sklop za korekciju faktora snage (**PFC preregulatorsko kolo**). PFC (Phase Factor Correction) je elektronsko kolo koje nalazimo kod svih ATX napajanja u različitim izvedbama. Kod jeftinijih modela ATX napajanja sa pasivnim PFC sklopolom, između ulaznih filtera i ispravljača smešten je sklop za udvostručavanje ulaznog napona, koji se prepoznaje po dva velika elektrolitska kondenzatora i malom preklopniku 110/230V na spoljašnjoj strani napajanja. Napajanja s aktivnim PFC modulom nemaju taj podsklop, već njihov naponski opseg podnosi sve napone u opsegu od 100V do 240V. Sledeći stepen predstavlja pobudno kolo prekidačkih (switching) tranzistora (obično su to dva snažna tranzistora sa efektom polja - MOSFET), koji stvaraju signal pravougaonih impulsa visoke frekvencije koji prosleđuju na primar transformatora. Izlazni napon sa sekundara transformatora takođe je pravougaonog oblika i jednostavno ga je nakon ispravljanja snažnim Šotki (Schottky) diodama pretvoriti u jednosmerni napon. Završni stepen napajanja čini filtersko kolo zaa poboljšanje kvaliteta izlaznog DC napona, koji se onda vodi na priključna mesta za napone od +3,3V, +5V i +12V.

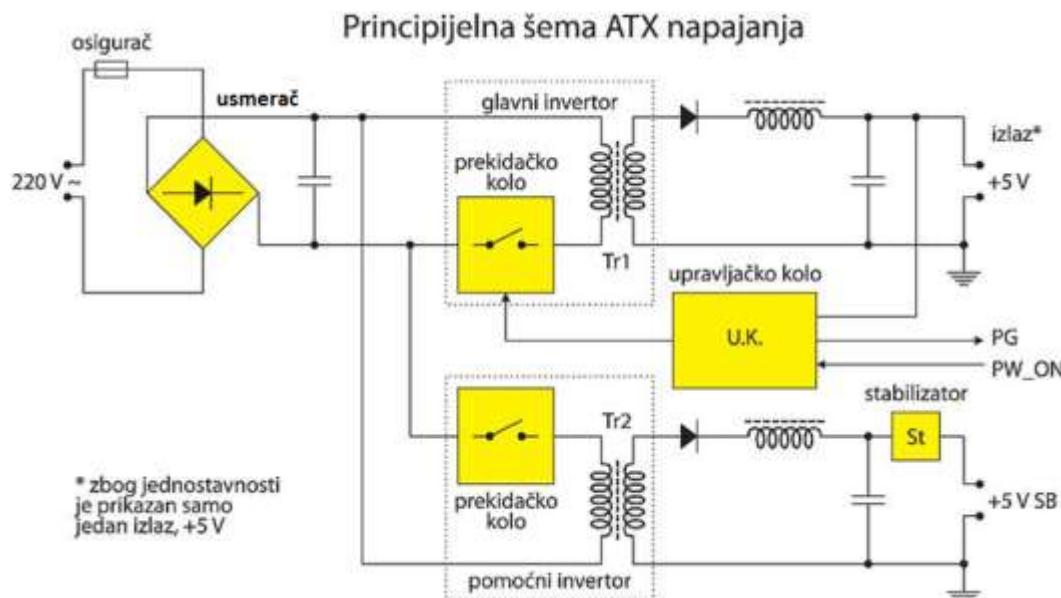
Unutar ATX napajanja postoji kontrolni upravljački krug koji nadzire celi izvor napajanja. ATX napajanja evoluirala su iz AT napajanja koja su imala mrežni prekidač u primarnom namotaju trafoa za uključenje računara, a kod savremenih napajanja se to ostvaruje **PS_ON** (Power Supply On) logičkim signalom. Taj signal šalje matična ploča, tako da ona uključuje napajanje (zelena žica na glavnom ATX konektoru). Važno je pomenuti i **PG** (Power Good) generator signal, koji će nakon uspešnog starta napajanja javiti matičnoj ploči jesu li izlazni naponi dobrog kvaliteta i potrebnog naponskog nivoa (+5V TTL signal kašnjenja 100-500ms). Sklop upravljačke PWM logike, najčešće je električno izolovan od primarnog dela ATX napajanja, i to se obično ostvaruje malim transformatorom ili optokaplerskim (*optocoupler*) predajnikom/prijamnikom, kako bi se onemogućila direktna galvanska veza.

Standardno ATX napajanje najčešće ima tri transformatora: glavni (na ulazu), izolacijski (koji odvaja PWM blok od primarnog i koji u slučaju optičkog razdvajanja mora postojati) i treći transformator za napon **+5V_SB** (StandBy) naponski izlaz od +5V (2,5A je u funkciji i kad je računar isključen).

Na izlazu se nalazi DC-DC konvertor u kojem su brze Šotki diode za ispravljanje potrebnih napona (za napon od +12V i struje do 16A ili za napone od +3,3V i +5V i struje do 60A). Najčešće postoje dva strujna kruga za ispravljanje i filtriranje napona +5V i +12V, dok se napon +3,3V uzima sa izvoda od +5V. Kod vrlo kvalitetnih napajanja to je zaseban strujni krug samo za napon od +3,3V, i koji može dati i do 45A jačinu struje. Iz tog razloga, napajanja često imaju navedenu kombinovanu snagu. Na nalepcici na kućištu napajanja navedena je kombinacija snage na izlazima +3,3V i +5V, ili kombinacija na naponima od +5V i +12V. Potrebno je pomenuti strujni krug

negativnih napona od -5V i -12V, koji se koriste za stare ISA kartice, a koji se vrlo retko nalaze u novim napajanjima. Poslednjih godina potrošnja električne energije u desktop računarima sa dosadašnjih +3,3V polako migrira u smeru +12V. Razlog tome je potrebna veća snaga za mnoge komponente, a pri većem naponu potrebna je manja struja za isporučivanje iste snage (provodnici napajanja moraju biti dovoljnog poprečnog preseka da bi izdržali nominalne struje). Treba istaći da podatak o jačini struje ne zavisi samo od pomenutih poluprovodničkih blokova, već i od drugih komponenti kao što su kalemovi, elektrolitski kondenzatori, a i bitan je i presek vodova i širina vodova štampane ploče.

Na Slici 4. data je malo detaljnija blok-šema ATX napajanja. Računarsko napajanje sastoji se, u principu, od dva dela: usmerača i elektronskog pretvarača jednosmerne struje u jednosmernu struju drugih osobina (DC-DC pretvarač) zvanog invertor. Na ulazu se AC struja napona 220V iz gradske mreže ispravlja i filtrira. Dobijena DC struja propušta se kroz elektronsko prekidačko kolo (switch). Tranzistorima u elektronskom prekidaču precizno upravlja posebno integrisano elektronsko kolo. Ritam prekidanja i ponovnog uspostavljanja struje tačno je određen i iznosi nekoliko desetina hiljada prekidanja u sekundi (40-60KHz)! Ovako „iseckana” struja može se propusiti kroz transformator, kao u klasičnom ispravljaču, ali taj transformator sada ne mora da bude onako glomazan – čak i za najjača napajanja od preko 500W snage nije prevelikih dimenzija! Transformator ima nekoliko sekundarnih namotaja koji daju različite naizmenične napone (+5V, +3,3V, +12V, -12V). Na svaki namotaj spojena je dioda koja ispravlja struju, a zatim i kombinacija kalema i kondenzatora koja tu struju „pegla” (filtrira). Ti elementi takođe su mnogo manji nego što bi bili kod klasičnog ispravljača. Za komponente u računaru veoma je važno da DC naponi napajanja budu tačni i da se ne menjaju tokom vremena (tj. da budu stabilni). Ta regulacija se kod napajanja vrši malim promenama ritma po kojem se „secka” napon u invertoru. Duže trajanje uključenog stanja, a kraće isključenog stanja daje nešto više napone na izlazu, i obrnuto. Za regulaciju se stara kontrolno integrisano kolo, koja daje komandu tranzistorima da se uključe ili isključe, već pomenutom promenom Duty Cycle vremena.

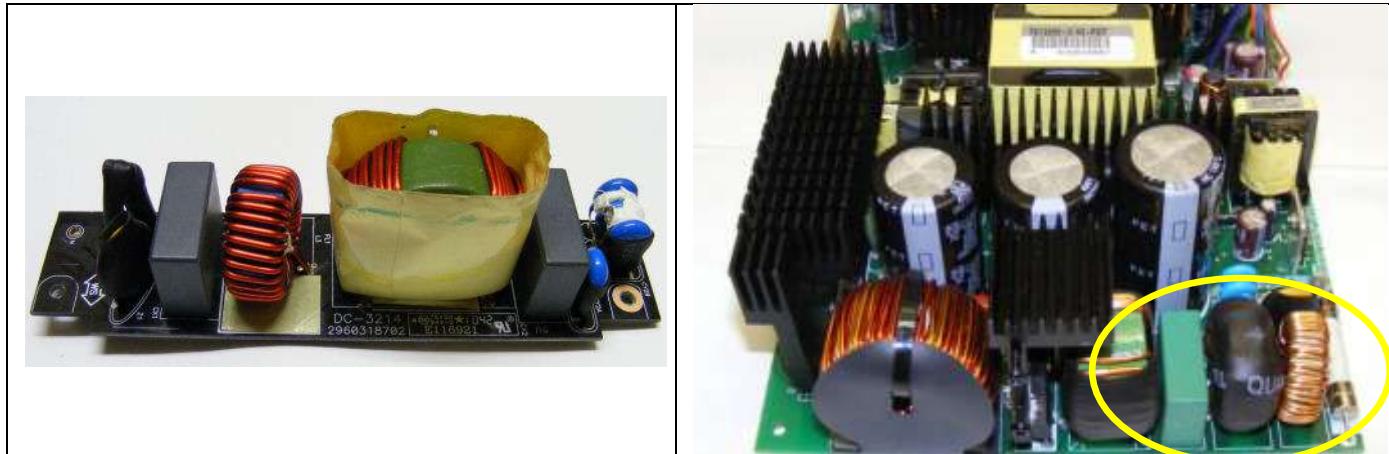


Slika 4: Principijelan blok-šema ATX računarskog napajanja

2. ELEKTRONSK DELOVI NAPAJANJA

Ulazni (transient) linijski EMI filter:

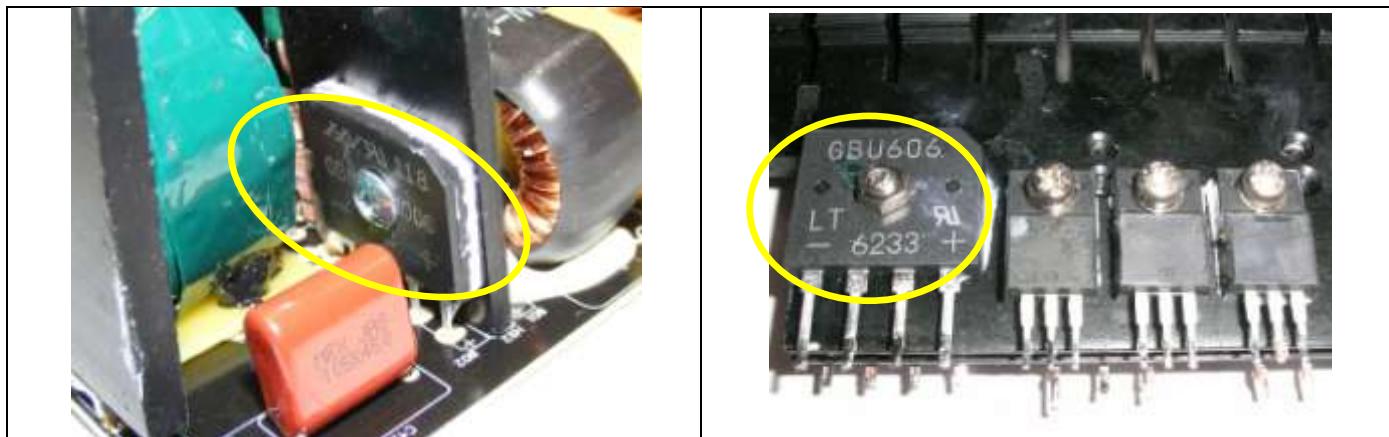
Rad računarskog napajanja zavisi od stabilnosti AC napona koji dolazi na njegov ulaz. Tranzientni EMI filter se nalazi između ulaza napajanja i ostatka elektronskog kola. U njemu se nalazi kombinacija metal-oxide varistora (za zaštitu od prenapona), kondenzatora i zavojnica, radi smanjenja linijskih šumova i interferencije ulaznog AC napona. Takođe štiti PSU od sopstvenih interferencija koje ono unosi pri svom radu.



Slika 5: Deo napajanja sa ulaznim linijskim EMI filterom

Usmeračko kolo:

Nalazi se odmah iza ulaznog EMI filtera i vrši AC/DC konverziju. Obično je to diodni most koji se sastoji od četiri snažne usmeračke diode (kod jeftinijih napajanja), mada kod naprednijih napajanja ovih dioda ima više (Slika 6.). Najveći broj napajanja koja nemaju aktivno PFC imaju prekidač 120/240V prekidač sa zadnje strane kućišta, i ovaj prekidač je deo usmeračkog kola.



Slika 6: Usmerački most sa hladnjakom (levo) i dvostruki usmerački most sa obe strane hladnjaka (desno)

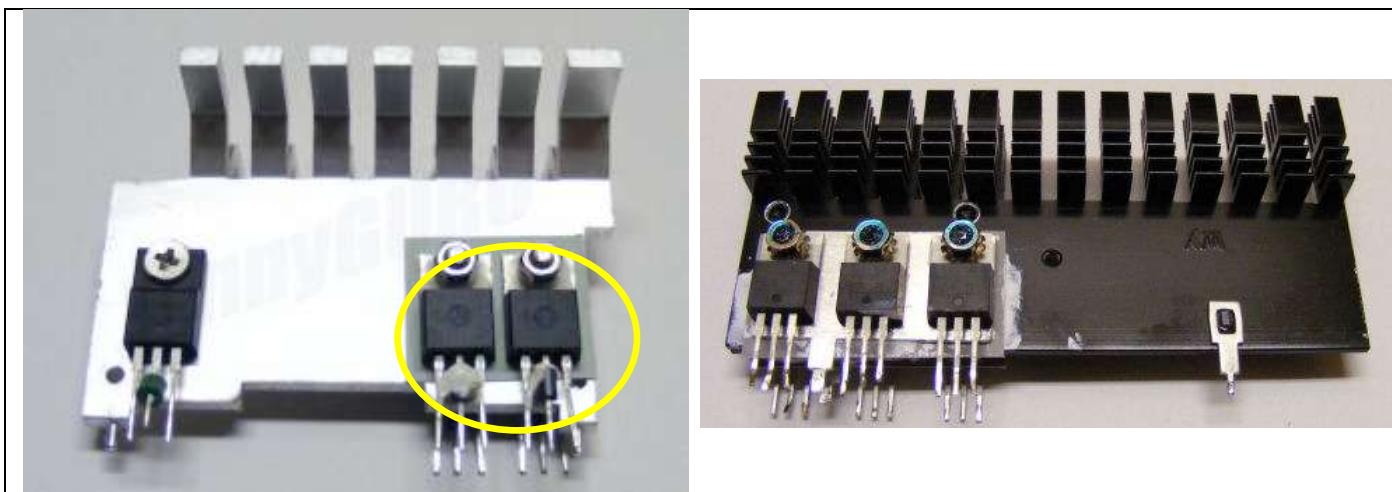
PWM i PFC kontrolno kolo:

Ovo je elektronsko kolo koje kontroliše frekvenciju prekidanja tranzistora koji formiraju izlazne DC napone. Obično je to jedno integrisano kolo koje se sa primarnim prekidačkim tranzistorima povezuje transformatorom ili optokaplerima (radi izolacije kontrolerske elektronike od samih tranzistora). PWM kontrolerska elektronika se kod naprednijih napajanja nalazi na posebnoj ploči (*doughterboard*) koja je direktno “zalemljena” za glavnu elektronsku ploču napajanja (Slika 7.). Na istoj ploči se kod nekih napajanja nalazi i PFC elektronika za korekciju faktora snage.



Slika 7: Kontrolna ploča sa PWM i PFC čipovima (levo) i tranzistori PFC kontrolnog kola (desno)

Prekidački tranzistori:



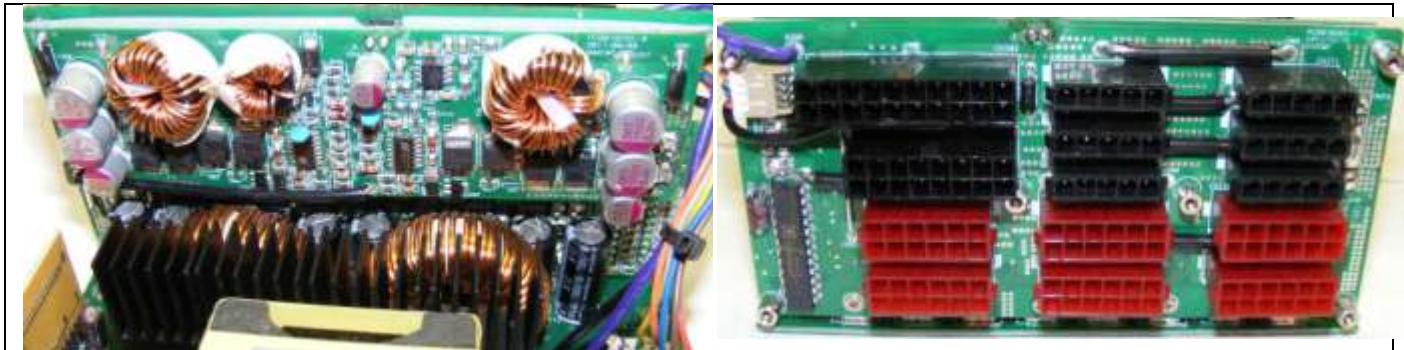
Slika 8: Snažni prekidački MOSFET tranzistori (za regulaciju naponskog +12V izlaza -levo)

Elektronska ploča:



Slika 9: Prikaz donje strane elektronske ploče napajanja (bitan je kvalitet lemova)

Ploče naponske regulacije (VRM):

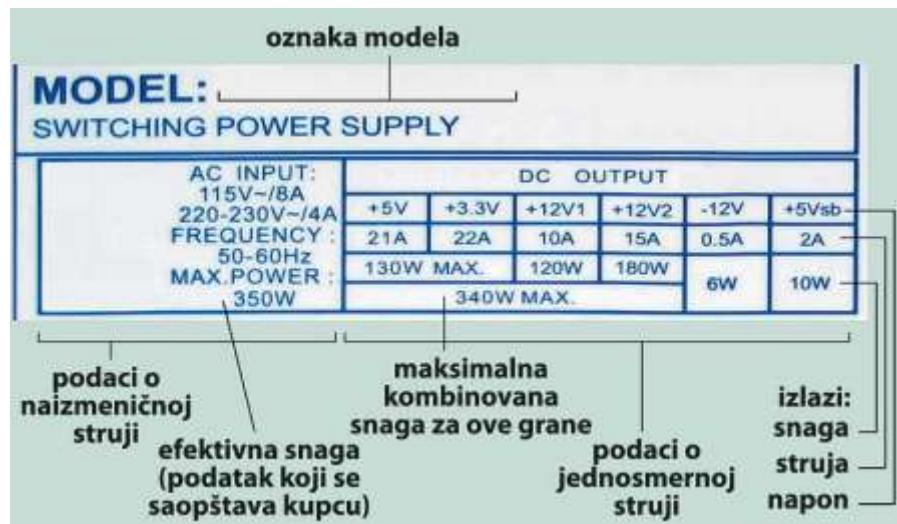


Slika 10: Prikaz prednje strane naponskog regulatora za +12V liniju (levo) i ploče sa modularnim konektorima (desno)

3. OZNAKE ZA SNAGE, NAPONE I STRUJE NAPAJANJA

Oznake snaga na napajaju su najčešće zbuljujuće. Pored raznih oznaka sertifikata, najvidljivija oznaka, koja se redovno nalazi u odeljku za objašnjenje ulazne naizmenične struje (AC), jeste upravo ona cifra koja se saopštava kao podatak o snazi napajanja (datoj u vatima –W). Međutim, ta efektivna snaga je samo približna cifra, služi u marketinške svrhe i uopšte je nebitna u praktičnoj primeni. Proizvođači pravu snagu daju u okviru tabele u delu za jednosmernu struju (DC). U njoj su ispisani svi naponski nivoi, maksimalna struja na svakom nivou, a ispod toga su podaci o snazi.

Pošto komponente u računaru uglavnom koriste kombinaciju napona, što se i vidi po naponskim vodovima, proizvođači u tabeli daju podatke o maksimalnoj kombinovanoj snazi. (Vidi se da to nije prost zbir snaga po priključcima!) U datom primeru ispod nalazi se podatak o kombinovanoj snazi naponskih nivoa od +5V i +3,3V. Na kraju, svi prozvođači daju maksimalnu kombinovanu snagu (u datom primeru na Slici 11. je to 340W) na „+“ naponskim nivoima, i ova veličina pokazuje pravu maksimalnu snagu koja se može omogućiti komponentama u računaru. Razlika od 10W između maksimalne snage i maksimalne kombinovane snage otpada na stalni naponski nivo +5 V_{SB}.



Slika 11: Primer pločice (nalepnice) napajanja sa vrednostima snaga, struja i napona

Pošto je i struja limitirana, može se lako doći do zaključka da napajanja od 300W imaju maksimalno dozvoljenu struju na naponskom nivou od +5V oko 25% manju, a na liniji +12V oko 15% manju nego napajanja od 400 W. Pored grafičkih kartica, potrošnja samog procesora sa svakom novom generacijom raste. Pošto i CPU koristi naponski nivo +12V, dizajneri su lako mogli da „povećaju“ jednosmernu struju na ovoj grani, time i snagu, kako bi zadovoljili i procesorske potrebe. Međutim, po standardu za sigurnost EN 60950, maksimalna (tzv. prividna) snaga na kontaktima (svi izlazni priključci napajanja) ne može da bude veća od 240VA (12V i 20A po ovoj naponskoj liniji), nije bilo moguće ovo rešenje, pa su dizajneri pribegli uvođenju druge grane sa naponskim nivoom od +12V koji se vidi i na primeru nalepnice. Tako se došlo do toga da napajanje proizvodi dva naponska nivoa od +12V.

Međutim, pojedina napajanja imaju po četiri ili čak šest +12V naponskih grana (uvezeno u EPS12V specifikaciju). To su najčešće visokokvalitetna napajanja jako velikih izlaznih snaga (većih od 1000W), koja imaju 4 ili 6 PCIe konektora i gde struja ne prelazi 20A po svakom +12V naponskom vodu. Obično su kod tih napajanja po dva +12V voda namenjena procesoru, a preostali periferijama.

Svako napajanje koje je u stanju isporučiti konstantnu struju na +12V liniji veću od 20A, mora imati odvojene +12V naponske linije (*rails*). Ako imamo napajanje koje na +12V ima recimo 25A, ono mora imati odvojene +12V railove kako bi ispunilo normu. Razdvajanje naponskih linija može se izvršiti na različite načine, kao na primer:

- +12V1: 20A ; +12V2: 5A
- +12V2: 15A ; +12V2: 10A
- +12V3: 10A ; +12V2: 15A ...itd.

Primer 1:

Prilikom kupovine napajanja ne treba toliko pažnje obraćati na njegovu snagu. Radije proveriti naponske linije i struje koje su moguće na njima, koje se mogu isporučiti ali konstantno. Takođe, ako se izračunaju snage po linijama, dolazi do neslaganja i tu se vidi koliko proizvođači ne navode tačne podatke u svojim oznakama. Da bi se dobila ukupna snaga treba pomnožiti jačinu struje sa naponom za svaku liniju i to sabrati. Kod najvećeg broja napajanja doći će do neslaganja. Ovde postoje tri linije sa +12V, svaka je sa 16A.



$3 \times 16A = 48A$

$48A \times 12V = 576W$ (ovo znači da napajanja samo na +12V railu može da isporuči čak 576W) !!!!!
U tabeli je proizvođač naveo maksimalnu konstantnu snagu na +12V railu od 384W.

$384W / 12V = 32A$ (to je struja na +12V railu, prema proizvođaču)

Zašto oznaka $3 \times 16A$ u tabeli?

Ovde se ne radi o struji koju je moguće konstatntno isporučiti, već se radi o maksimalnoj struji koju je pojedini rail u mogućnosti dati. Zvući slično ali u principu nije. Struja se ne deli geometrijski po railovima već se deli količinski po zahtevu pojedinog potrošača. Dakle, ovo napajanje je u mogućnosti konstantno pružiti 32A koji će se podeliti npr. na $10+12+10A$ ili $15+5+12A$ itd... ali **nikad** neće jedan imati više od 16A jer je tako projektovan (što ulazi pod EPS12V normu od maksimalnih 20A po +12V railu). Dakle, ovo napajanje ima 32A/+12V što ukupno daje 384W s time da je maksimalna jačina struje za pojedini rali 16A.

Primer 2:



Sa svojih $14A + 15A$ na +12V railu ovo napajanje deluje slabije od prethodnog, na prvi pogled.

Proračun je sledeći: napajanje je u stanju isporučiti 348W na +12V, što daje 29A a toliko je upravo i $14A + 15A$ na svakom od dva +12V raila.

$14A \times 12V = 168W$

$15A \times 12V = 180W$

$168W + 180W = 348W$ (ovo se sasvim slaže sa natpisom u tabeli)

Ovde nema "caka", jedino što se mora uočiti je da +12V1 rail ima 14A i to je maksimalna struja koji on može dati. Ne može se desiti (tj. nebi se smelo) da jedan rail daje npr. 18A ili vrednosti iznad onih 14A za 12V1 ili 15A za 12V2 railove.

4. NAPAJANJA VELIKE EFIKASNOSTI

Sve više proizvođača proizvodi visokoefikasna napajanja za desktop računare i servere, čiji faktor korisnog dejstva prelazi 80%. Uglavnom se i dalje rasipa 20-30% električne energije zbog neefikasnih napajanja (topljeni gubici, rad ventilatora i ostalog ...). Tendencija prelaska glavnih potrošača u računaru na +12V liniju ide u prilog tom cilju, kao i težnja organizacije 80plus.org (www.80plus.org) koja okuplja proizvođače i sertificuje napajanja koja zadovoljavaju pomenuti uslov. Ova organizacija dodeljuje napajanjima nekoliko oznaka za efikasnost pri 100% opterećenju: bela za 80% efikasnosti, bronzana za 81%, srebrna za 85%, zlatna za 88% efikasnosti i platinasta za 91% efikasnosti.

Najviše sertifikovanih napajanja imaju kompanije BeQuiet, Chanell Well Technologies, Chieftec, Cooler Master, Dell, HP, Seasonic, Sparkle Power i Thermaltake. Efikasnije napajanje u osnovi štedi energiju. Uštede koje se mogu postići za konfiguraciju sa Intel iCore 2 Duo E8500 procesorom, Radeon X1900 XTX grafičkom karticom, 150GB WD Raptor primarnim hard-diskom i 750GB Seagate HDD sekundarnim diskom i Creative X-Fi zvučnom karticom prikazane su u Tabeli 1. i iznose oko 8-10% ukupne potrošnje električne energije.

| Proces | Standardno napajanje | Visokoefikasno napajanje |
|-------------------|----------------------|--------------------------|
| Stand-by | 5W | 5W |
| Podizanje sistema | 237W | 214W |
| Idle stanje | 204W | 185W |
| Puno opterećenje | 270W | 247W |

Tabela 1: Uporedni prikaz efikasnosti napajanja za referentnu konfiguraciju



Slika 12: Oznake kategorija sertifikata efikasnosti

U Tabeli 2. prikazana je tabela efikasnosti po standardu 80+ za različite AC napone i nivoje opterećenja napajanja. Nama je od interesa 230V napajanje.

| 80 PLUS Certification | 115V Internal Non-Redundant | | | | 230V Internal Redundant | | | |
|-------------------------|-----------------------------|-----|-----|------|-------------------------|-----|-----|------|
| % of Rated Load | 10% | 20% | 50% | 100% | 10% | 20% | 50% | 100% |
| 80 PLUS | --- | 80% | 80% | 80% | N/A | | | |
| 80 PLUS Bronze | --- | 82% | 85% | 82% | --- | 81% | 85% | 81% |
| 80 PLUS Silver | --- | 85% | 88% | 85% | --- | 85% | 89% | 85% |
| 80 PLUS Gold | --- | 87% | 90% | 87% | --- | 88% | 92% | 88% |
| 80 PLUS Platinum | --- | 90% | 92% | 89% | --- | 90% | 94% | 91% |
| 80 PLUS Titanium | --- | --- | --- | --- | 90% | 94% | 96% | 91% |

Tabela 2: Tabela efikasnosti po standardu 80+ za različite AC napone i nivoje opterećenja

5. POPRAVKA FAKTORA SNAGE (PFC)

Na pojedinim napajanjima postoji oznaka „PFC” ili „Dynamic (Active) PFC”. Skraćenica PFC znači *Power Factor Correction*, i pitanje je kakve veze ima sa kvalitetom napajanja.

Faktor snage je veličina koja ima veze s potrošačima priključenim na naizmeničnu struju. U slučaju računara, potrošač je napajanje sa svim komponentama priključenim na njega, a izvor naizmenične struje je električna mreža napona 220V. Kada bi se grafički prikazali napon i struju na priključcima potrošača, videlo bi se da su oba grafika približno oblika talasaste linije – sinusoide. Zavisno od vrste potrošača, ti talasi mogu da se poklapaju po horizontali (u fazi su) ili jedan može da prednjači ili kasni u odnosu na drugi (postoji fazna razlika). To prednjačenje ili kašnjenje može se matematički prikazati i na drugi način. Ako je faktor snage jednak jedinicama, potrošač može korisno da upotrebi najveći deo energije koju dobija iz mreže (ne računajući ostale gubitke – zbog zagrevanja i slično), a ako je manji od jedan, deo energije ne može se korisno upotrebiti i predstavlja gubitke (reaktivna energija).

Postoje načini da se faktor snage potrošača popravi, to jest približi jedinicama. Nažalost, faktor snage se menja u zavisnosti od opterećenja. Zato neka napajanja imaju dinamičku (aktivnu) korekciju koja uzima u obzir i opterećenje. PFC je bitan parametar samo za elektrodistribuciju i od značaja je tek u slučaju da je veliki broj računara priključen na istu mrežu npr. u većoj firmi. Ako je računar samo jedan manji potrošač u stanu ili manjoj firmi, njegov uticaj se može zanemariti. Proizvođači navode podatak da njihovo napajanje poseduje određeni PFC uglavnom zato što su u Evropskoj Uniji na snazi strogi propisi u pogledu štednje energije koji zahtevaju da sva računarska napajanja imaju dinamičku (aktivnu) korekciju faktora snage.



Slika 13: Oznaka aktivnog PFC faktora (levo) i 80PLUS Gold sertifikata (desno) na kućištu napajanja

6. MODULARNA NAPAJANJA

Modularna napajanja su napajanja novijeg datuma koja imaju izmenljive kablove. Kablovi se isporučuju zasebno sa konektorima na oba kraja. U pakovanju se obično dobija dovoljan broj različitih standardnih modularnih kablova. Prednost modularnih napajanja je što se mogu po potrebi dodavati samo oni kablovi koji su u datom trenutku zaista potrebni za povezivanje grafičke karte, optičkih drajvova, ili drugih kartica. Ova napajanja imaju više +12V linija na koje po potrebi i u zavisnosti od hardvera dodajemo šta i koliko je potrebno od komponenti, čime se smanjuje gužva kablova u kućištu i omogućen je lakši cable management. Primeri ovakvih napajanja sa modularnim utičnicama, konektorima i pregledom kablova dati su na Slikama 14, 15 i Tabeli 3.



Slika 14: Prikaz modularnih konektora na kućištu napajanja



Slika 15: Prikaz modularnih kablova sa konektorima različitog tipa

| Type of connector: | Lepa G1600-MA | |
|---------------------------------------|---------------|---------------|
| Modular Cables | | |
| ATX connector (590mm) | 24 pin | 12V1 |
| 8 pin EPS12V connector (650mm) | 1 | 12V2 |
| 5.25" Drive (450mm+150mm+150mm+150mm) | 8 | |
| 3.5' Drive (+150mm) | 2 | 12V4/ 12V6 |
| SATA (450mm+150mm+150mm+150mm) | 14 | |
| 5.25" Drive (+150mm+150mm) | 2 | |
| 8 pin EPS12V connector (600mm) | 1 | 12V3/ 12V4 |
| 4 pin ATX12V connector (600mm) | 1 | 12V5/ 12V6 |
| 6+2 pin PCIe (500mm) | 10 (5 dual) | 12V6 |
| Unit Dimensions (L x W x H) | | |
| 180mm x 150mm x 86mm | | |

Tabela 3: Pregled modularnih kablova jednog savremenog ATX napajanja

7. PREPORUKE PRI IZBORU NAPAJANJA

1. Ne kupovati najjeftinija napajanja

Ne može se očekivati da će napajanje sumnjivih karakteristika pouzdano pokretati računar. S takvim izborom riskira se kvar komponenti koji bi mogao nastati padom napona i preopterećenjem. Od skupljeg napajanja može se očekivati njegov pouzdaniji i trajniji rad koji će zadovoljiti naše potrebe. Kvalitetno i skuplje napajanje imaće i duže vreme zadržavanja pa će tako biti efikasnije u trenutnim kolebanjima napona i kratkotrajnim promenama napona gradske mreže.

2. Kupiti napajanje potrebne snage

Preporuka je da napajanje ima realnih 450W za prosečne potrebe. Poželjno je izbegavati sumnjive natpise sa neuglednih kutija gde je navedeno da napajanje ima 500W ili čak 600W snage. Bolje je proveriti nalepnicu na kojoj je navedena snaga i jačine struje na svim naponskim izlazima, posebno na +12V. Za igračke ili naprednije računare, radi povećane potrošnje, preporuka su napajanja sa deklarisanih 550W snage pa naviše. Ne zavaravati se npr. sa brojkom od 350W snage, to nije dovoljna snaga napajanja za današnje sisteme.

3. Korekcija faktora snage

Ako je to finansijski moguće, trebalo bi kupiti ATX napajanje sa aktivnom korekcijom faktora snage (PFC). Na kućištu napajanja ili na njegovoj ambalaži, nalazi se logotip PFC korekcije ili podatak o tome. Mnogi modeli napajanja sa aktivnom PFC-om dostižu i do 99% iskorišćenja snage i takvih napajanja ima sve više na tržištu.

4. Kupiti visokoefikasno napajanje

U početku je potrebno izdvojiti više novca, ali se zasigurno isplati. Manje ćete električne energije trošiti na emitovanje toplice i reaktivne gubitke. Slediti preporuke organizacije 80 Plus i efikasnost od najmanje 80%. Znajte kako je visoka efikasnost proporcionalna višoj cijeni, no dobro odmerite svoje potrebe i utrošak energije.

5. SLI podrška

Najčešće jedna grafička kartica nije dovoljna za gamerske računare. Tada je potrebno potražite sertifikovano napajanje s natpisom **SLI Ready** i nVidia logotipom koji su pokazatelji da je napajanje dovoljno snažno za stresna vršna opterećenja koje će stvoriti istovremeno korišćenje više grafičkih kartica. Isto tako, to je pokazatelj kako napajanje ima dovoljan broj potrebnih PCIe i ATX 12V konektora.

6. Jačina struje

Vršna vrednost ili kontinualno opterećenje napajanja? Najčešće se daje prednost kontinualnom opterećenju, mada je uvek potrebno obezbediti odgovarajuću rezervu snage. Vršna vrednost je maksimalna potrošnja računara do krajnjih granica, ali vremenski vrlo ograničena jer ako bi potrajala kontinualno, sigurno bi oštetila računar. Kontinualno opterećenje se definiše kao maksimalno opterećenje u uslovima stabilnog rada računara.

7. Kupiti ATX napajanje sa dovoljnim brojem konektora i većom dužinom provodnika

Potrebni su glavni ATX 24-pinski konektor, 4/6-pinski 12V konektori za CPU, dovoljan broj Molex i SATA konektora za periferije (preporučeno 4 i više), barem jedan Mini 4-pinski konektor, kao i 6/8-pinski 12V konektori za grafičku kartu (obratiti pažnju koliko grafička karta ima utičnica za ove konektore). Obratite pažnju na dužinu žica, a ako se koristi Big Tower kućište, posebno glavnog ATX konektora i brojnih Molex konektora za periferije.

8. Obratiti pažnju na snagu +12V izlaza

Što više snage može da se isporuči preko +12V naponske linije, to je bolje. Topologija računarskih komponenti i potrošnje danas menja se u smeru maksimalne potrošnje na naponskoj liniji +12 V. Treba izabrati ono napajanje koje ima više snage na +12V ili kombinovano na +5 V i +12 V. Novije matične ploče za Intel procesore zahtevaju najmanje dva +12 V ATX 4-pinska konektora (ili jedan 8-pinski).

9. Tolerancije napona

Potražiti podatak da je ATX napajanje u skladu s ATX specifikacijom 2.2. Taj podatak naveden je na nalepnici ATX napajanja, na Web stranici proizvođača ili ambalaži proizvoda. Podatak o skladu prema ATX 2.2 specifikaciji garantuje odstupanje pozitivnih napona od najviše 5%, ili negativnih napona od 10%, što na kraju znači manje variranja napona pod različitim opterećenima i veću pouzdanost sistema.

10. Duže vreme zadržavanja

Ukoliko računar ne poseduje UPS radi zaštite od kratkotrajnih varijacija napona u gradskoj mreži, potrebno je ATX napajanje sa dužim vremenom zadržavanja jednosmernih napona, koje će mnogo lakše i nesmetano prebroditi kratkotrajne promene napona u gradskoj mreži.

11. Dodatne zaštite

Dodatne zaštite napajanja nisu na odmet. Potražiti napajanje koje sadrži podatke da ima ugrađene zaštite, od ulaznih flitera u primaru trafoa koje će ublažiti i apsorbovati kolebanja gradske mreže, prenaponske zaštite naponskih pikova i prekostrujne zaštite, zaštite od previšokog napona i kratkog spoja, do poremećaja u hlađenju i radu ventilatora.

12. Duža garancija

Ona pokazuje odnos proizvođača, dobavljača i trgovca prema kupcu i daje sigurnost i pravo na reklamaciju ako se nešto desi sa napajanjem. Birati napajanja sa što dužom garancijom, tri ili pet godina je prihvatljiv period.

13. MTBF (*Mean Time Between Failures*)

To je srednje vreme do pojave kvara i ono se odražava na pouzdanost sistema, odnosno verovatnoću da će računar raditi pouzdano u posmatranom periodu. Što je taj broj veći, napajanje je pouzdano. Dakle, napajanje sa MTBF vremenom od 100.000 sati je u prednosti nad onim od 50.000 sati.

14. Koristiti sertifikovano napajanje

Brojni međunarodni sertifikati i oznake na nalepnici napajanja i ambalaži proizvoda pokazatelj su ozbiljnog pristupa i nivoa kvaliteta koju proizvodač nastoji zadržati, kako bi i dalje mogao širiti krug kupaca.

15. Prikladno hlađenje

Generička napajanja imala su samo jedan aksijalni ventilator od 80mm na zadnjoj strani. Svojevremeno su postojala i napajanja sa dva ventilatora, ali to zbog buke nije bilo najidealnije rešenje. Danas je pristup problematici hlađenja napajanja malo drugačiji. Sve se češće ugrađuju aksijalni ventilatori prečnika 120,130 ili 140mm na bočnoj strani, sa promenljivim i prilagođenim brojem obrtaja i AFC kontrolom (*Air Flow Control*), što je znatno povoljnije rešenje za efikasno hlađenje. Omogućen je veći protok vazduha, tiši rad i efikasnije hlađenje procesora i komponenti matične ploče.

16. Vodeno ili klasično hlađenje

U novije vreme češće se pojavljuju ATX napajanja sa vodenim blokom ili topotnim cevima. Za sada su ta napajanja prilično skupa. Korišćenje vodenog hlađenja ima svoje prednosti, mada je potrebno i odgovarajuće kućište koje je dodatni finansijski izdatak.

17. Protok vazduha i otvor i prozračivanje

Za ispravan rad napajanja vrlo je važno osigurati odgovarajući protok vazduha i veliku površinu za njegovo strujanje. Izbegavati napajanja sa malim otvorima za prozračivanje. Bolja su napajanja sa više rešetkastih površina. Ukloniti povremeno prašinu sa mrežica, ventilatora i elektronike napajanja. Ne pokrivati zadnju stranu napajanja i ne postavljati napajanje potpuno do zida ili zadnje strane stola. Pazizi da iza napajanja ima dovoljno prostora za slobodno izduvavanje vazduha.

18. Povećanje potreba za energijom

Proveriti da li napajanje ima dovoljan broj Molex konektora za periferije, ima li više ATX12V konektora za CPU i više PCIe konektora za grafičke karte.

19. Modularnost

Predstavlja dodatni trošak jer su modularna napajanja skupljia od klasičnih. Dobitak je korišćenje samo onih provodnika napajanja koji su zaista neophodni, bolja organizacija kablova u kućištu, bolji vizuelni pregled i olakšano strujanje vazduha u unutrašnjosti računara.