

NAPAJANJA RAČUNARA – 2. deo

1. NAPONI I STUJE RAČUNARSKIH NAPAJANJA

Današnja savremena ATX napajanja na svojim izlazima formiraju stabilne pozitivne jednosmerne napone koji imaju vrednosti od **+3.3V**, **+5V** i **+12V**. Ovi naponi se u napajanju isporučuju preko tri osnovne naponske linije (*rails*). Iako u napajanju postoji više provodnika (žica) koje istovremeno prenose različite DC napone, svaki od provodnika vezuje se za jedinstvenu liniju napajanja. U napajanjima se koristi istovremeno više provodnika, jer je jeftinije i jednostavnije ispruživati napone putem više tanjih i manjih provodnika, nego koristiti duže provodnike sa ekstremno velikim prečnikom žica.

Digitalne elektronske komponente i elektronska kola u računaru (matična ploča, kartice, elektronika u drajvovima itd...) obično koriste napone od +3,3V ili +5V, dok motori na drajvovima ili ventilatori koriste napon od +12V. U Tabeli 1. dat je pregled osnovnih napona napajanja, kao i koje komponente računara koriste te napone.

Naponske linije	Komponente računara
+3,3V	Čipset matične ploče (severni i južni most), pojedini DIMM slotovi, PCI/AGP/PCIe kartice, razni čipovi, neki ventilatori
+5V	Elektronska ploča hard-diskova, low-voltage motori, SIMM slotovi, PCI/AGP/ISA kartice, naponski regulatori, razni čipovi
+12V	Motori i ventilatori, naponski regulatori, AGP/PCIe grafičke kartice

SIMM (*Single Inline Memory Module*)-memorijski slot sa jednim redom kontakata, stariji standard

DIMM (*Dual Inline Memory Module*)-memorijski slot sa dva reda kontakata

PCI (*Peripheral Component Interconnect*)-tip sabirnice na matičnoj ploči

PCIe (*PCI Express*)-tip sabirnice na matičnoj ploči većeg sa većom brzinom prenosa podataka

AGP (*Accelerated Graphics Port*)-tip sabirnice za grafičke karte, stariji standard

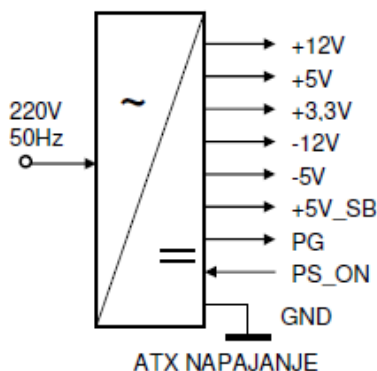
ISA (*Industry Standard Architecture*)-stariji tip sabirnice na matičnoj ploči, danas se ne koristi

Tabela 1: Naponske linije (rails) današnjih računarskih napajanja

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. Iako na današnjim napajanjima takođe postoje linije sa negativnim naponima od -5V i -12V, ovi naponi se u današnjim računarskim sistemima ne koriste. Oni postoje zbog kompatibilnosti i mogućnosti korišćenja napajanja na starijim PC konfiguracijama. ISA sabirnica (slotovi za kartice) na matičnim pločama starijih generacija koristila je napon od -5V za svoj rad. Takođe, stariji floppy kontroleri su koristili za svoj rad napon od -5V. Pojedine matične ploče su koristile -12V za serijske portove ili LAN Ethernet adaptere.

Pored standardnih napona, na ATX napajanjima postoje i tri karakteristična napona (signala):

- +5V_SB (Standby)
- PS_ON
- PWR_OK (PG)



Slika 1: ATX napajanje - standardni naponi i signali

Na Slici 1. su prikazani svi ulazi i izlazi na stepenima za napajanje u ATX formatu, sa odgovarajućim naponima. Kod računara u ATX formatu ne postoji mrežni prekidač, već se napon gradske mreže dovodi direktno na stepen za napajanje. Pošto je mrežni napon stalno prisutan na ulazu stepena za napajanje, jedan njegov deo stalno daje napon od +5V, označen sa **+5V_SB (Standby)**. Na ATX napajanju ovaj signal se nalazi na pinu (izvodu) br. 9 i označen je ljubičastom bojom provodnika. Ovaj napon se vodi na matičnu ploču računara, i na njoj napaja kola koja omogućavaju uključanje ili isključenje računara. Zbog stalno prisutnog napona od +5V na pojedinim elektronskim kolima matične ploče, čak i kada je računar isključen, potrebno je pri intervencijama unutar kućišta potpuno odvojiti računara od napona gradske mreže (izvući naponski kabel iz 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**. Upravljanje ovim signalom vrši se tasterom On/Off na kućištu ili softverski, preko operativnog sistema (OS). Kada je računar isključen, na ovom ulazu postoji neki jednosmerni napon (logička 1, napon je +3,3V ili 5V). Kada se kratkotrajno pritisne taster za uključanje računara na kućištu, na ulazu PS_ON napon pada na logičku nulu (manji je od 0,8V), što omogućava početak rada glavnog stepena za napajanje, a samim tim i početak rada računara. Zahvaljujući ugrađenoj logici na matičnoj ploči, uključanje računara se može obaviti (ako se te opcije omoguće softverski iz BIOS-a) i pritiskom na neki taster tastature, kao i daljinski preko mrežne kartice ili modema (Wake_on_LAN). PS_ON signal se na ATX napajanju nalazi na pinu br. 16 i označen je žicom zelene boje.

Pored navedenih izlaznih napona, ATX stepen za napajanje ima i izlazni signal označen sa **PG** ili **PWR_OK**. Ovaj signal se vodi ka reset ulazu procesora na matičnoj ploči. Dok se svi izlazni naponi koje daje stepen za napajanje ne stabilišu na potrebne vrednosti, signal PWR_OK ima vrednost 0V, pa time drži procesor u resetovanom stanju. Zato CPU ne može da krene sa izvršavanjem programa iz BIOS-a računara. Kada svi naponi dobijeni iz stepena za napajanje postignu svoje nominalne vrednosti, signal PWR_OK dobija vrednost +5V, pa procesor više nije u resetovanom stanju, već počinje izvršavanje programa iz BIOS-a i podizanje operativnog sistema računara. Tako se izbegavaju moguće greške u radu CPU čipa sa neodgovarajućim naponima napajanja. Signal PWR_OK formira upravljačko kolo u stepenu za napajanje, koje upravlja i samim radom stepena za napajanje. Na ATX napajanju ovaj signal se nalazi na pinu br.8 i označen je žicom sive boje.

U deklaraciji napajanja (na nalepnici ili u knjižici), proizvođači daju podatke o snazi i maksimalnoj jačini struje na pojedinim izlazima. Ove vrednosti se ponekad daju u dve varijante, kao najveće struje koje napajanje može da daje kontinualno i kao najveće struje koje napajanje može da izdrži u kraćim vremenskim intervalima. Naravno, vlasnicima je bitnija prva varijanta, jer daje realniju sliku o mogućnostima napajanja, ali iz marketinških razloga proizvođači često objavljuju samo drugu varijantu, jer na taj način napajanje predstavljaju kao jače. Prilikom davanja ovih podataka često se prećutkuje još jedna bitna stvar – prema Intelovim normama, glavni naponi napajanja i pri maksimalnom opterećenju ne smeju da odstupe više od 5% od nazivnih vrednosti. Mnoga napajanja taj uslov baš i ne zadovoljavaju, što znači da im je realna maksimalna snaga u stvari manja nego što se tvrdi.

Potrebna snaga (odnosno jačine struja) koju stepen za napajanje mora da obezbedi, pored potrošnje osnovnih sklopova računara (procesora, memorije, čipseta i ostalih elemenata na matičnoj ploči, disk jedinica i optičkih uređaja), 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 oko 500W za računare u ATX formatu. Međutim, za računare koji treba da služe kao serveri sa većim brojem diskova i drugih uređaja, ili za gaming računare koriste se i snažniji stepeni za napajanje, pa čak i više stepena za napajanje, čija snaga vrlo lako prelazi 1KW snage.

Intel ATX specifikacija 2.2 i uputstvo dizajna napajanja (*PSU Design Guide*) iz 2005 godine, osnovni su dokumenti za napajanja. Osim preporuka koje se tiču kućišta i smeštanja komponenti u njega, daje se celi niz detaljnih preporuka koje se direktno tiču napajanja, efikasnosti, kontrolnih signala, zaštite od preopterećenja i povišene temperature, elektromagnetske kompatibilnosti pa sve do načina uklanjanja neželjenih smetnji i detaljnih mehaničkih specifikacija, debljine provodnika, oblika konektora, dimenzija napajanja, protoka vazduha. Najbitnije promene tiču se napona od +12V (kojim se napaja CPU) koji se sada smatra glavnim. Povećan se broj konektora za napon +12V i definisan je novi ATX konektor sa 24 pina (2×12), koji omogućava podršku za PCIe sabirnicu sa potrošnjom do 75W. Minimalna efikasnost napajanja mora biti 70%, mada je preporučena efikasnost 77% (pod punim opterećenjem), što se može objasniti grejanjem aktivnih komponenti i utroškom struje ventilatora za hlađenje. Tabela 2. prikazuje pregled napona i dozvoljene tolerancije promene tih napona, uz prikaz dozvoljenih šumova (V_{pp} -signal od vrha-do-vrha).

Izvod	Tolerancija	Minimalno	Tipično	Maksimalno	Šum
+3,3V	5%	+3,14 V	+3,30 V	+3,47 V	50 mVpp
+5V	5%	+4,75 V	+5,00 V	+5,25 V	50 mVpp
+12V	5%	+11,40 V	+12,00 V	+12,60 V	120 mVpp
+5VSB	5%	+4,75 V	+5,00 V	+5,25 V	50 mVpp
-12V	10%	-10,80 V	-12,00 V	-13,20 V	120 mVpp

Tabela 2: Tolerancije napona i šum prema ATX 2.2 specifikaciji

2. TIPOVI KONEKTORA RAČUNARSKIH NAPAJANJA

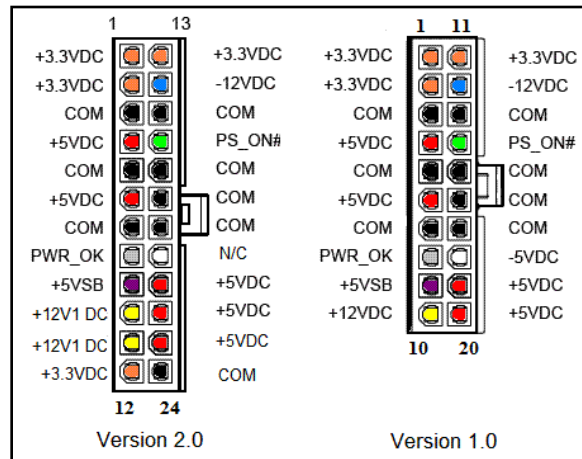
Savremeni računarski sistemi koriste nekoliko tipova konektora koji se nalaze na napajanjima. Uglavnom se današnji izgled konektora zasniva na novijim ATX 2.x standardima. U Tabeli 3. dat je pregled konektora.

Konektor	Br. pinova	Upotreba
ATX glavni konektor za matičnu ploču	20+4	Glavni konektor koji se povezuje sa matičnom pločom i razdvojen je na dva dela kako bi se mogao povezati sa starijim pločama
Naponski konektor za periferijske uređaje (Molex)	4	Ventilatori kućišta, IDE hard-drajvovi i optički drajvovi
Mini (BERG) ili Floppy	4	Floppy-drajvovi (retko u upotrebi), neke kartice
SATA	15	SATA Hard-drajvovi i SATA optički drajvovi
+12V konektori za procesor	4 ili 8	Dodatno napajanje za procesor; slotovi za ove konektore su na matičnoj ploči
+12V PCIe konektori za grafičke karte	6 ili 8	Dodatno napajanje za grafičke karte; ovi konektori se direktno povezuju sa podnožjima na grafičkim kartama

Tabela 3: Pregled konektora računarskih napajanja prema ATX12V 2.2 specifikaciji

2.1 ATX12V 2.x 24-pinski glavni konektor

Kod najnovijih ATX računara povezivanje napajanja sa na matičnom pločom se ostvaruje preko 24-pinskog konektora. Na tom konektoru postoje isti naponi i signali kao i na prethodnom standardnom 20-pinskom konektoru, ali je zbog veće potrošnje najnovijih računara povećan broj priključaka za napone +5V i +12V, kao i za masu. Počevši od 2004. godine, na matičnim pločama su počeli da se pojavljuju PCIe (*PCI Express*) slotovi za kartice. PCIe kartice su imale veće zahteve što se tiče potrošnje, pa je bilo potrebno dodati jo nekoliko naponskih linija od +12V i +5V. Posebno su postojali zahtevi za većim brojem +12V naponskih linija, pa je i napon +12V postao glavni napon ATX napajanja. Novi ATX 24-pinski konektori imali su 4 dodatna pina sa naponima od +3,3V, +5V, i +12V i masom. Počeli su da se koriste od 2004 godine. Pregled pinova (izvoda) ATX napajanja oba tipa 24-pinskog i 20-pinskog prikazan je na Slici 2. Na Slici 3. prikazan je fizički izgled ovih konektora.



ATX 2.x – Main (glavni) konektor					
Pin	Svrha	Boja	Pin	Svrha	Boja
1	+3.3V DC	narandžasta	13	+3.3V DC	narandžasta
2	+3.3V DC	narandžasta	14	-12V DC	smeđa
3	GND	crna	15	GND	crna
4	+5V DC	crvena	16	PS-ON	zelena
5	GND	crna	17	GND	crna
6	+5V DC	crvena	18	GND	crna
7	GND	crna	19	GND	crna
8	PWR_OK	siva	20	-5 V DC	plava
9	+5V_SB	ljubičasta	21	+5 V DC	crvena
10	+12V DC	žuta	22	+5 V DC	crvena
11	+12V DC*	žuta	23	+5 V DC*	crvena
12	+3.3V DC*	narandžasta	24	GND*	crna

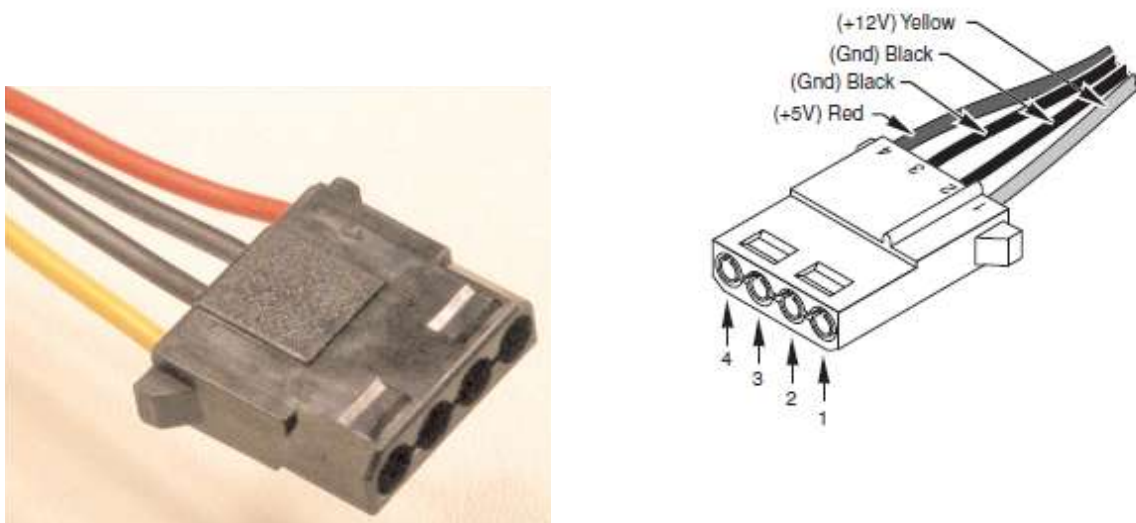
Slika 2: Prikaz pinova (izvoda) i napona ATX 24-pinskog konektora (levo) i ATX 20-pinskog konektora (desno) i oznake boja provodnika (dole)



Slika 3: Izgled ATX 24-pinskog i 20-pinskog glavnog konektora

2.2 Naponski konektor za periferijske uređaje (Molex)

Najčešće zastupljen dodatni konektor koji postoji još od prvih IBM računarskih sistema napajanja je konektor za napajanje periferijskih uređaja (*peripheral power connector*). Takođe se naziva i konektor za napajanje disk-drajvova, i nastao je od strane kompanije AMP kao deo komercijalne serije MATE-N-LOK, pa se često naziva i Molex konektor. Da bi se odredio položaj izvoda 1, treba pažljivo pogledati sam konektor. Oznaka je često sitna i teško se čita. Pin (izvod) 1 obeležava se vidljivim reljefnim markerom (uzdužnom linijom na samom konektoru), i on predstavlja naponsku liniju od +12V. Ovaj konektor ima zasečene ivice i teško se može desiti da se pogrešno poveže sa periferijskim uređajem (Slika 4.).

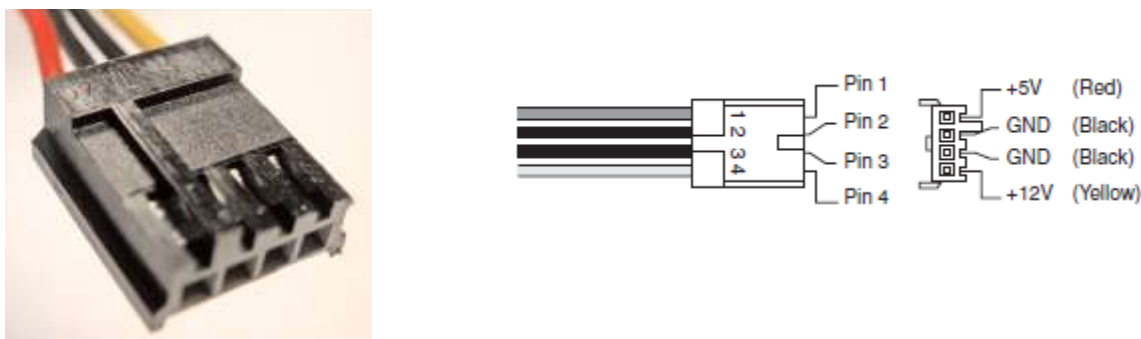


Slika 4: Molex konektor: izgled konektora (levo) i raspored napona i izvoda (desno)

Pored napajanja hard-diskova i optičkih drajvova, ovaj konektor se koristi kao dodatno napajanje za matične ploče, grafičke karte, ventilatore ili bilo koji drugi deo računara koji koristi napone od +5V ili +12V. Konektor je 4-pinski, pri čemu je maksimalna deklarirana struja svakog pina 11A. Ovaj konektor može da isporuči maksimalnu snagu od 187W ($11A(5V+12V)$).

2.2 Naponski Floppy (Berg) konektor

Nakon uvođenja 3,5" floppy-drajvova sredinom '80-ih, bilo je neophodno uvesti naponski konektor manjih dimenzija u odnosu na već prisutni Molex konektor. Floppy konektor je uveden za napajanje manjih drajvova u računarskom sistemu, uz istovremeno korišćenje napona od +12V i +5V. Ovaj tip konektora takođe ima 4 pina (izvoda) i približno je duplo manje širine u odnosu na Molex (Slika 5.). Svaki izvod je deklarisan za maksimalnu struju od 2A, tako da konektor može da isporuči maksimalnu snagu od 34W ($2A(5V+12V)$).



Slika 5: Floppy konektor: izgled konektora (levo) i raspored napona i izvoda (desno)

Obratiti pažnju na to da je raspored izvoda i napona na Floppy konektoru obrnut od Molex konektora (kod Floppy konektora na izvodu 1 je napon od +5V). Treba voditi računa ako se pravi adapter sa jednog tipa konektora na drugi jer zamena žute i crvene žice dovodi do fizičkog oštećenja uređaja. Ranija napajanja imala su samo dva napojna konektora za periferijske uređaje, dok su kasnija napajanja obavezno imala četiri i više Molex konektora i jedan ili dva Floppy konektora. Ako u kućištu postoji više drajvova i potrebno je više naponskih konektora za njih, može se koristiti Y-razdelnik ili Molex-Floppy adapter (Slika 6).

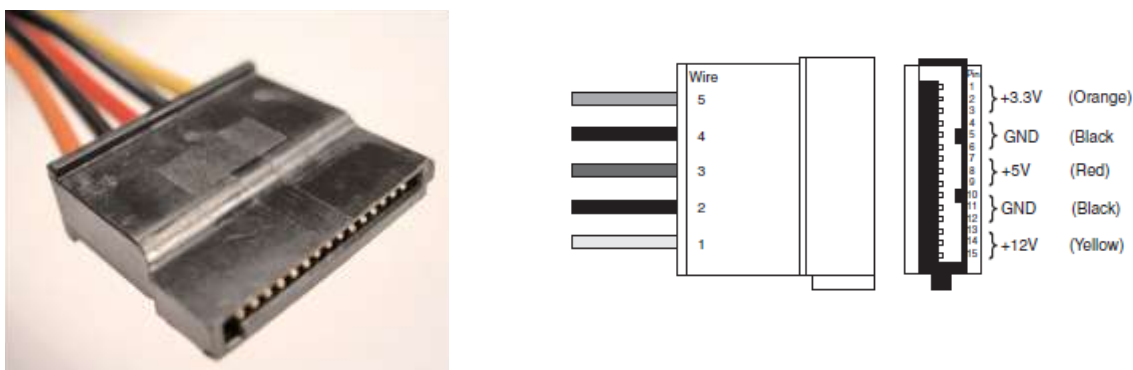


Slika 6: Razdelnici (adapteri): Molex-Floppy

2.3 Serial ATA (SATA) konektor za napajanje

Ako se žele dodati noviji SATA uređaji u računarski sistem, potrebno je za napajanje takvih uređaja koristiti poseban SATA konektor napajanja. To je naponski kabel sa 15-pinskim SATA konektorom sa pet žica i naponima na pinovima od +12V, +5V i +3,3V. Po tri pina (terminala) su rezervisana za svaki od napona i šest pinova je rezervisano za masu (GND), kao na Slici 7. Širina SATA konektora je slična širini Molex konektora, ali je sam konektor mnogo tanji. Sva novija napajanja po ATX standardu imaju obavezno po nekoliko SATA konektora. Oznaka pina br.1 je na SATA konektoru definisana je malim produžetkom (markerom) sa jedne strane konektora, i ovaj pin je na naponu od +12V. Takođe, povezivanje ovog konektora sa SATA drajvovima je olakšano jer je konektor i SATA utičnica u obliku slova L, pa se ne može pogrešiti.

Ako napajanje nema dovoljan broj SATA naponskih konektora, uvek se može koristiti Molex-SATA adapter (Slika 8.). Na jednom kraju nalazi se standardni Molex konektor (muški), dok na drugom kraju može biti jedan ili više SATA konektora. Međutim, ovi adapteri nemaju +3,3V napon (narandžasta žica) i SATA konektor ima četiri žice. To ipak nije problem za najveći broj SATA drajvova, jer oni uglavnom koriste napone od +12V ili +5V.



Slika 7: Izgled SATA konektora (levo) i raspored pinova i napona (desno)



Slika 8: Razdelnici (adapteri): Molex-SATA

2.4 Konektori za napajanje procesora

Procesorski čip dobija napajanje sa naponskog regulatora VRM (*Voltage Regulator Module*), koji se nalazi na matičnoj ploči. Ovaj elektronski modul očitava referentne vrednosti napona procesora preko odgovarajućih CPU pinova i vrši sopstvenu kalibraciju kako bi formirao odgovarajući napon za rad CPU čipa. VRM modul je dizajniran tako da za svoj rad koristi napone od +5V ili +12V. Tokom godina, mnogi VRM moduli su koristili +5V za svoj rad, mada se od 2000. godine oni sve više koriste napon +12V zbog manje struje koja se tada uzima iz napajanja (princip-“veći napon puta manja struja daju istu snagu”). Mnoga savremena IC kola naponskih regulatora za svoj rad koriste napone u opsegu od +4V do +36V, i to sve zavisi od dizajna čipova na matičnoj ploči. Na mnogim matičnim pločama danas se koriste naponski regulatori kompanija Semtech ili Linear Tehhnology.

Na primer, za Athlon CPU sa radnim taktom od 1GHz i sa maksimalnom snagom od 65W, nominalni radni napon je 1,8V. To znači da je za njegov rad potrebna struja od 36,1A (**Snaga=Napon × Struja**). Ako bi naponski regulator koristio napajanje od +5V, onda bi 65W snage procesora bilo jednako struji od 13A pri +5V. To bi bila struja ako bi naponski regulator koristio svih +5V linije napajanja (sa efikasnošću od 100%), što je nemoguće. Jedan deo ovog napona koristi CPU čip. Tipična efikasnost naponskih regulatora je oko 80%, pa bi za napajanje procesora i regulatora pri +5V bila potrebna struja od 16,25V. Ako se uzme u obzir da mnoga druga elektronska kola na ploči koriste +5V napon dolazi se do zaključka da je naponska linija napajanja od +5V preopterećena i ne može da isporuči dovoljno snage. To je osnovni razlog zašto današnji sistemi uglavnom koriste +12V naponske regulatore (veći naponi značajno smanjuju potrebnu struju).

U Tabeli 4. dat je primer naponskih i strujnih vrednosti za CPU Athlon na 1GHz i snage od 65W.

Snaga CPU (W)	Napon (V)	Struja (A)	Struja (A) pri efikasnosti regulatora od 80%
65	1,8	36,1	-
65	3,3	19,7	24,6
65	5,0	13,0	16,3
65	12,0	5,4	6,8

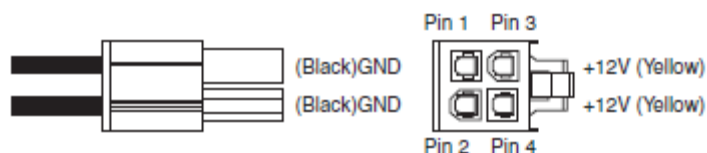
Tabela 4: Struje i naponi CPU čipa Athlon (1GHz, 65W)

Kao što se može videti, korišćenje napona od +12V za napajanje naponskog regulatora daje struju od samo 5,4A (tj. 6,8A). Dakle, korišćenje +12V napona za VRM modul je mnogo jednostavnije.

Istovremeno, problem je bio što pinovi na glavnom ATX konektoru ka matičnoj ploči nije bilo moguće isporučiti struju veću od 6A korišćenjem standardnih terminala. Bilo je potrebno pronaći drugačije rešenje za dodatno napajanje CPU i naponskih regulatora.

2.4.1 +12V 4-pinski CPU naponski konektor

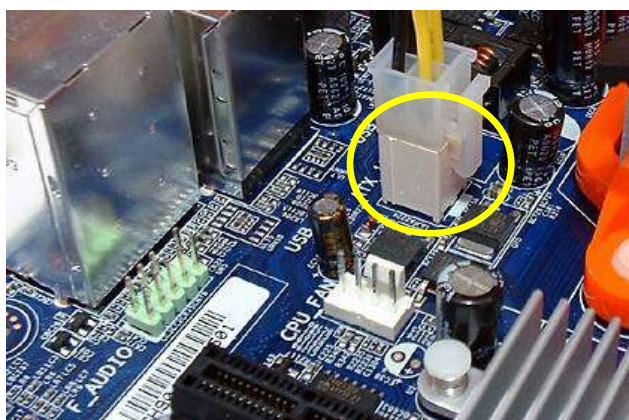
Kako bi povećao napajanje od +12V na matičnoj ploči, Intel je kreirao novu specifikaciju za ATX12V napajanja. Dodat je treći naponski konektor nazvan “+12V connector”, kojim je bio dodatno napajanje za matičnu ploču. On je bio istog oblika kao i glavni ATX naponski konektor, samo što je imao 4 pina (ženski ili female konektor). Dva pina su sa naponom od +12V, a preostala dva su masa. Maksimalna struja na pinovima može biti do 8A (ili do 11A korišćenjem boljih HCS terminala). Na ovaj način putem +12V konektora povećana je i struja ka matičnoj ploči na 16A, što je i potrebno za napajanje CPU i naponskih regulatora. Na Slici 9. prikazan je 4-pinski +12V CPU konektor, kao i raspored pinova i napona na njemu.



Slika 9: Izgled 4-pinskog +12V CPU konektora (levo) i raspored pinova i napona na konektoru (desno)

Standardni terminali u pinovima ovog konektora su deklarirani na maksimalnu struju od 8A. Bolji HCS terminali su projektovani za struju do 11A, dok se najbolji Plus HCS terminali koriste za struje do 12A. Ovo istovremeno znači da ovaj konektor sa standardnim terminalima pinova može da isporuči do 192W snage, konektori sa HCS terminalima do 264W, a Plus HCS terminali isporučuju maksimalno 288W snage [(12V+12V)·12A].

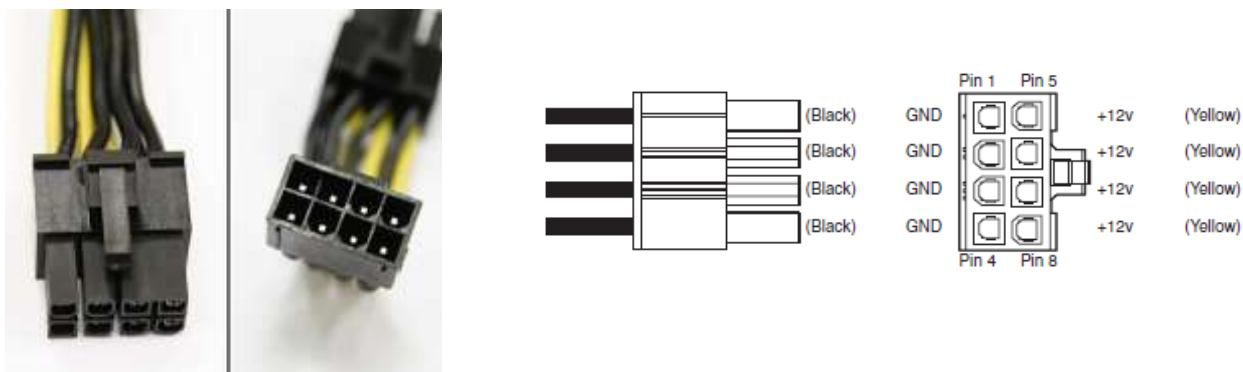
CPU konektorima sa standardnim terminalima ne možemo isporučiti veću snagu od 192W, jer bi svako dalje povećanje snage dovelo do pregrevanja konektora i oštećenja ploče. Za veće snage moraju se koristiti konektori sa HCS ili Plus HCS terminalima. Kombinovanjem glavnog 20-pinskog ATX konektora i dodatnog 4-pinskog +12V konektora moguće je isporučiti matičnoj ploči do 443W snage korišćenjem standardnih terminala. Dodavanjem još jednog +12V konektora, moguće je matičnoj ploči isporučiti preko 500W snage bez bojazni preopterećenja ili oštećenja konektora. Na Slici 10. prikazan je deo matične ploče sa odgovarajućim podnožjem za 4-pinski +12V CPU konektor. On se na ploči obično nalazi bliže samom CPU podnožju (Socket-u).



Slika 10: Podnožje sa 4-pinskim +12V CPU konektorom na matičnoj ploči

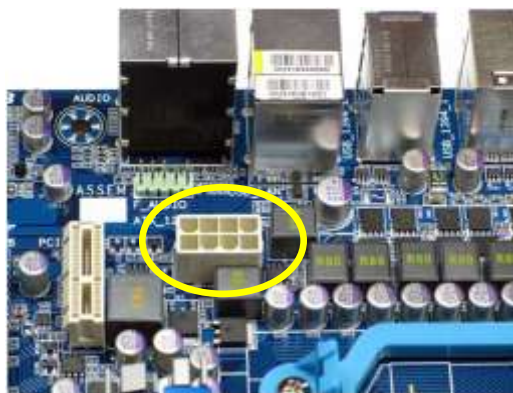
2.4.2 8-pinski +12V CPU naponski konektor

Visokokvalitetne matične ploče za zahtevne računarske sisteme često koriste višestruke naponske regulatore kako bi se obezbedilo napajanje za CPU čip. Kako bi se napon prosledio brojnim naponskim regulatorima, ove ploče su prvo koristile dva 4-pinska +12V konektora. Međutim, njih je bilo moguće fizički kombinovati i spojiti u jedan 8-pinski konektor (Slika 11.). Ovaj tip CPU naponskih konektora prvi put se pojavio u napajanjima sa EPS12V Ver. 1.6 specifikacijom (2000. godine). Mada je ova specifikacija bila namenjena prvenstveno serverskim sistemima, povećanje snage disipacije mnogih desktop procesora dovelo je do toga da najveći broj matičnih ploča dobije podnožje za ovaj konektor.



Slika 11: Izgled 8-pinskog +12V CPU konektora (levo) i raspored pinova i napona na konektoru (desno)

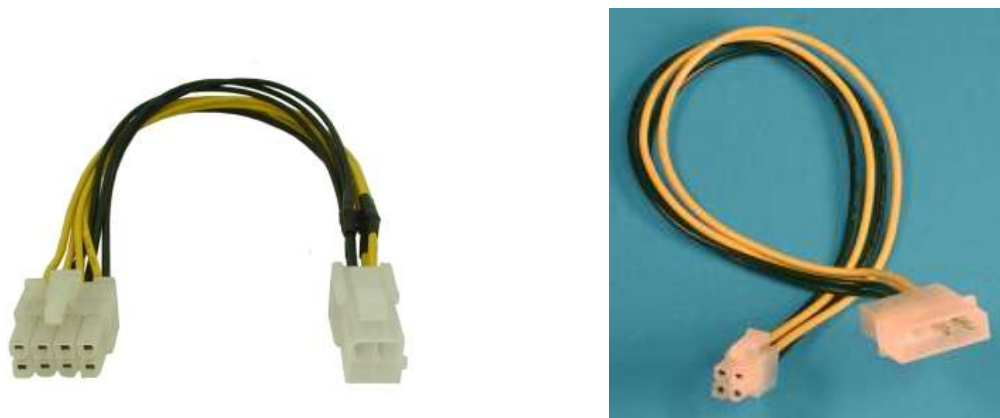
Pojedine matične ploče sa ovim konektorima koriste svih 8 pinova kako bi naponski regulatori funkcionisali ispravno. Međutim, veliki broj matičnih ploča će raditi korektno čak i ako se koristi samo jedan 4-pinski CPU konektor (preostala 4 pina su prazna). U ovom slučaju potrebno je pogledati uputstvo matične ploče i proveriti da li je moguće koristiti jedan 4-pinski +12V naponski konektor za procesore manjih snaga. Na Slici 12. prikazan je deo matične ploče sa podnožjem za 8-pinski +12V CPU konektor.



Slika 12: Podnožje za 8-pinski +12V CPU konektor na matičnoj ploči

2.4.3 Adapteri za +12V CPU naponske konektore

Ako matična ploča zahteva da svih 8 pinova bude povezano, a koristi se CPU manje snage dipacije i na napajanju ne postoji odgovarajući 8-pinski +12V konektor, može se koristiti adapter za konverziju postojećeg 4-pinskog konektora u odgovarajući 8-pinski (Slika 13). Postoje i adapteri za obrnutu konverziju (8-pinski u 4-pinski konektor), mada se uvek može povezati 8-pinski konektor sa 4-pinskim podnožjem na ploči, ostavljajući preostala 4 pina na konektoru neiskorišćena (*offsetting*). Naravno, i ostale kombinacije adaptera su moguće, kao npr. onaj tipa Molex/4-pinski. Ovde se mora voditi računa da periferni Molex konektor ima samo jednu +12V naponsku liniju, dok CPU konektor zahteva dve +12V linije. Tu može nastati problem prevelike snage na konektoru i situacije da terminali pinova adaptera ne mogu da izdrže prevelike struje pa može doći do njihovog pregrevanja i topljenja.



Slika 13: Adapteri: 4-pinski/8-pinski +12V CPU (levo) i Molex/4-pinski adapter (desno)

2.5 PCI Express (PCIe) naponski konektori za grafičke karte

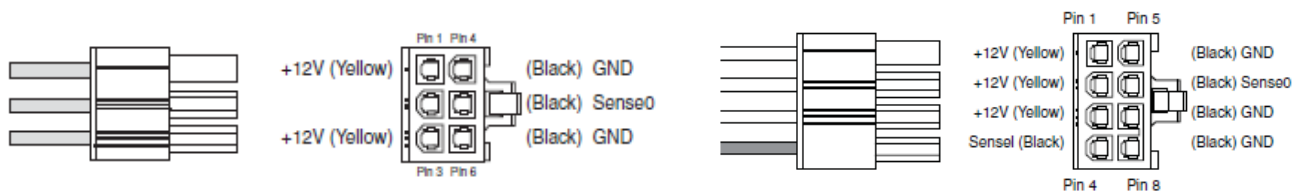
ATX12V 2.x specifikacija koristi novi 24-pinski glavni konektor za matičnu ploču sa više snage koja se isporučuje komponentama računara, pa i grafičkim kartama. Ovakav dizajn namenjen je prvenstveno grafičkim kartama koje se napajaju preko PCIe $\times 16$ slota i kojima se isporučuje maksimalno 75W snage. Ovo je bilo sasvim dovoljno za najveći broj grafičkih karti, ali gaming računari ili napredne radne stanice zahtevale su više snage za njihove grafičke podsisteme. Iz tog razloga bila je formirana PCI-SIG (*Special Interest Group*) grupa čijom su inicijativom uvedene grafičke karte koje su zahtevale dodatnu snagu direktno sa računarskog napajanja. Ti standardi su bili:

- **PCI Express $\times 16$ 150W-ATX Specifikacija za grafiku** – Objavljen u oktobru 2004, ovaj standard definiše 6-pinski (2 \times 3) dodatni naponski konektor koji je u stanju da isporuči dodatnih 75W snage grafičkoj karti direktno iz napajanja, tako da joj se isporučuje ukupno 150W snage
- **PCI Express 225W/300W specifikacija velike snage za grafičke karte** – Objavljen u martu 2008 godine, ovaj standard definiše 8-pinski (2 \times 4) naponski konektor koji isporučuje dodatnih 150W snage, ili ukupno 225W (75+150W) ili 300W (75+150+75W)



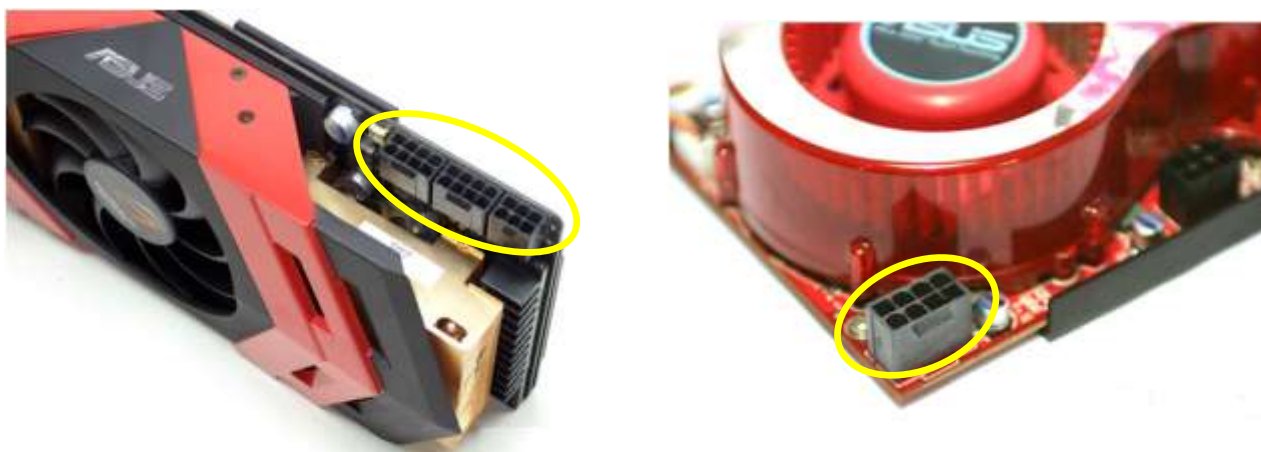
Slika 14: 6/8-pinski PCIe naponski konektori za grafičke karte

Oba ova tipa konektora (6-pinski i 8-pinski) su “ženski” (*female*) i povezuju se direktno sa portom na grafičkoj kartici (Slika 14.). Konektori su slični Molex konektorima, ali je sistem “kopčanja” konektora drugačiji kako se ne bi pomešali sa +12V naponskim konektorima za matičnu ploču. Na Slici 15. mogu se videti dijagrami rasporeda napona i pinova na ovim konektorima. Kod 6-pinskog konektora postoji Sense signal pa pinu br. 5 (na 8-pinskom konektoru to su pinovi br. 4 i br. 6), koji služe da grafička kartica detektuje da li je naponski konektor priključen na nju. Bez detekcije adekvatnog naponskog konektora, grafička karta neće biti u funkciji ili će raditi sa redukovanim funkcijama. Takođe, na 6-pinskom konektoru, pin br. 2 se tehnički označava bez konekcije (“no connection”) u zvaničnim specifikacijama, mada na najvećem broju napajanja ovaj pin je takođe na +12V.



Slika 15: Raspored provodnika i napona na PCIe konektorima za grafičke karte – 6-pinski (2x3) PCIe konektor (levo) i 8-pinski (2x4) PCIe konektor (desno)

Na Slici 16. prikazani su delovi grafičkih karti na kojima se nalaze 6/8-pinska podnožja za PCIe grafičke konektore. U zavisnosti od tipa grafičke karte i snage koja joj se direktno isporučuje sa napajanja, ovih konektora može biti više.



Slika 16: Prikaz podnožja za PCIe naponske konektore grafičkih kartica

Sense signali se koriste da bi grafička karta detektovala koji tip/tipovi konektora su povezani sa njom sa napajanja. Tako se i utvrđuje kolika je ukupna raspoloživa snaga grafičke karte. Npr., ako grafička karta zahteva svih 300W snage i ima oba tipa konektora (6/8-pinskih PCIe) na sebi, a mi je povežemo samo sa dva 6-pinska naponska konektora, kartica će “znati” da joj se isporučuje samo 225W snage i, u zavisnosti od dizajna, ili će se isključiti ili će raditi u režimu ograničenih funkcija.

Treba znati da se 8-pinski PCIe konektor ne može direktno povezati sa 6-pinskim podnožjem zbog njegovog posebnog “zaključavanja”, pa se na mnogim napajanjima ovaj konektor pravi u formi “6+2”, pri čemu se ova dva dodatna pina mogu ostaviti nepovezana. Takođe, obratiti pažnju na to da su 8-pinski PCIe i 8-pinski EPS12V CPU naponski konektori vrlo slični. Iako imaju različite profile i “kopčanje”, uz malo jači pritisak moguće je EPS12V

konektor povezati direktno sa grafičkom kartom ili PCIe naponski konektor povezati direktno sa matičnom pločom. Bilo koji od ova dva scenarija dovešće do kratkog spoja +12V napona sa masom što dovodi do potencijalnog uništenja matične ploče, grafičke karte ili samog napajanja.

Što se tiče isporučenih snaga, 6-pinski PCIe konektor koristi dve +12V žice kojima se obezbeđuje do 75W snage, dok 8-pinski PCIe konektor ima tri +12V žice kojima isporučuje do 150W snage kartici. Korišćenjem poboljšanih terminala na pinovima ovih konektora moguće je obezbediti mnogo veće snage od ovih prethodno navedeih (Tabela 5).

PCIe konektor	Broj +12V pinova	Max. snaga korišćenjem standardnih terminala (W)	Max. snaga korišćenjem HCS terminala (W)	Max. snaga korišćenjem Plus HCS terminala (W)
6-pinski	2	192	264	288
8-pinski	3	288	396	432

Samo dva +12V pina se koriste u 6-pinskom PCIe konektoru, iako najveći broj napajanja ih ima tri

Standardni terminali su projektovani za struju od 8A

HCS terminali su projektovani za struju od 11A

Plus HCS terminali su projektovani za struju od 12A

Tabela 5: Maksimalne snage PCIe naponskih konektora za grafičke karte

Ova dva tipa PCIe naponskih konektora ponekad se nazivaju PEG (*PCI Express Graphics*), SLI (*Scalable Link Interface*) ili *CrossFire* konektori, jer se koriste na high-end igračkim i hardverski snažnim grafičkim karticama sa SLI ili CrossFire mogućnostima. SLI i CrossFire su nVidia i AMD-ova tehnologija udruživanja dve grafičke karte u jedinstven podsistem. Današnje grafičke karte su vrlo veliki potrošači i imaju po nekoliko dodatnih naponskih podnožja za dodatno napajanje. Napajanja namenjena za ovakve SLI ili CrossFire sisteme moraju imati minimalno dva ili više 6/8-pinskih PCIe naponskih konektora za grafiku. Korišćenjem npr. dve grafičke karte od kojih svaka zahteva 300W snage, i napajanja od 750W, ostaće nam samo oko 150W snage za napajanje CPU čipa, matične ploče, diskova itd... Sa snažnim CPU čipovima od 120W i više, ovo napajanje neće biti dovoljno po iznosu snage. Iz tog razloga, ovakvi sistemi se projektuju za napajanja koja su u stanju da isporuče preko 1000W snage (1KW) ili čak i više.

O tome će biti nešto više reči u 3 delu.