



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Информатика у инжењерству

Предмет: Архитектура рачунарских система

Број индекса: 704/2012

Вулетић Ђорђе

Напајања рачунара

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јасна Радуловић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да: Истакне значај јединице за напајање, врсте јединица за напајање, делове напајања и њихово функционисање, као и електронске компоненте напајања. Треба да истакне развој напајања, као и облике и величине старијих и савремених стандарда. Такође, детаљно треба да опише типове конектора, ефикасност, поправку фактора снаге, савремена модуларна напајања и непрекидна напајања.

Препоручена литература:

- [1] **Чабаркапа Д.:** Напајање рачунара, техничка школа Шабац, 2002.
- [2] **Scott Mueller:** Надоградња и поправка РС-ја.
- [3] **Милосављевић М. И Милић М.:** Монтажа и сервисирање рачунара.

Крагујевац, датум

ментор:

Др Јасна Радуловић

Резиме: У овом раду се описује значај јединице за напајање рачунара, њени основни делови, конверзија напона и стандарди савремених и застарелих јединица; типови конектора напајања и које делове напајају, као и савремени модуларни и непрекидни уређаји.

Кључне речи: Напајање, напон, стандард, снага, наизменична, једносмерна, конектор.

Abstract: In my study I have described significance of PSU (Power Supply Unit), its main parts, voltage conversion and standards of modern and outmoded PSU; types of power connectors and parts supplied by them, and description of modular and UPS units.

Key words: PSU, voltage, power, AC, DC, connectors.

САДРЖАЈ

1.	УВОД.....	1
2.	РАЗВОЈ ОБЛИКА И ВЕЛИЧИНА НАПАЈАЊА (form factor)	3
2.1	PC/XT.....	3
2.2	AT(Advanced Technology).....	4
2.3	Baby-AT	6
2.4	LPX	6
2.5	ATX.....	7
2.6	SFX.....	9
2.7	EPS	10
2.8	TFX	10
2.9	CFX	11
3.	НАПОНИ И ОЗНАКЕ РАЧУНАРСКИХ НАПАЈАЊА.....	13
4.	КОНЕКТОРИ РАЧУНАРСКИХ НАПАЈАЊА.....	14
4.1	ATX 24-пински главни конектор	15
4.2	Напонски конектор за перифериске уређаје (MOLEX)	16
4.3	Напонски конектор за дискетну јединицу	17
4.4	Serial ATA (SATA) конектор за напајање	17
4.5	Конектори за напајање процесора	19
5.	СТЕПЕН ЗА КОНВЕРЗИЈУ НАПОНА.....	20
6.	ЕЛЕКТРОНСКИ ДЕЛОВИ	22
6.1	Уопштено о електронским компонентама	22
6.2	Електронски делови напајања	25
7.	ПОПРАВКА ФАКТОРА СНАГЕ (PFC).....	30
8.	ЕФИКАСНОСТ НАПАЈАЊА.....	31
9.	МОДУЛАРНА НАПАЈАЊА.....	33
10.	БЕСПРЕКИДНО НАПАЈАЊЕ (UPS).....	34
11.	ЗАКЉУЧАК.....	35
12.	ЛИТЕРАТУРА.....	36

1. УВОД

Ниједна рачунарска компонента не би могла да функционише без електричне струје, компонента која снабдева струјом делове рачунарског система који то захтевају назива се напајање, слика 1.

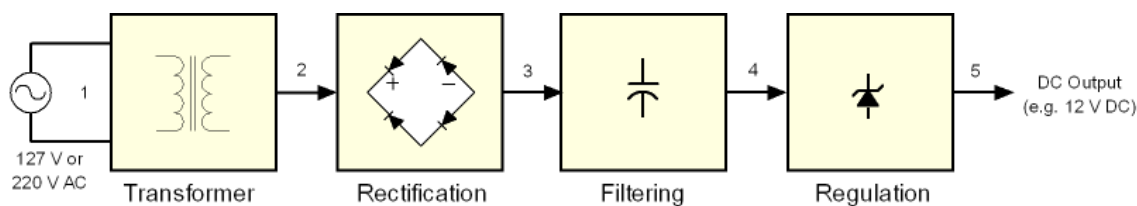


Слика 1 Савремено напајање

Напајање (PSU – Power Supply Unit), има улогу претварања наизменичне струје од 230 V или 110 V у једносмерну. Оно што је карактеристично за ова напајања је да имају више различитих излаза. То су у већини случајева напони од ± 5 , ± 12 или $+3.3$ V. Напајања су декларисана у ватима. Ват (W) је јединица за снагу. Снага напајања се обично креће од 250 W до 500 W. Обрађиваће се прекидачки извор напајања, (SMPS – switching-mode power supply) из разлога што се ова напајања највише употребљавају у рачунарској техници. Напајање и ако је витална компонента такође је и највећи узрочник кварова, са кваром напајања може доћи до оштећења других компоненти, врло је битно прво изабрати добро напајање па тек онда остале компоненте рачунара. На слици 1 видимо улаз за кабл од утичнице, вентилатор који одржава температуру компоненти, прекидач улазног напајања и мноштво каблова који шаљу различите напоне рачунарским

компонентама, оно што се не види на слици а веома битан део напајања је електронска плоча са степеном за конверзију напона. Данас је најзаступљеније ATX напајање које је добило име по ATX кућишту. [1], [6], [7]

Линеарни извор напајања, ова напајања узимају наизменичан напон из градске мреже и снижавају на малу вредност помоћу трансформатора, након тога сигнал се исправља групом диода, трансформирајући наизменичан напон у пулсирајући. Након тога пролази кроз филтер који је сачињен од електролитских кондензатора и кроз регулатор напајања на чијем се излазу добија једносмерни напон. Овај извор напајања може добро радити када су у питању мале снаге, да би приуштио велике снаге морао би да садржи веома велике трансформаторе и кондензаторе. Кораци од наизменичне до једносмерне струје су приказани на слици 2. [11]



Слика 2 Линеарни извор напајања

Прекидачки извор напајања је електронски извор напајања у ком транзистори раде као прекидачи. Прекидачки извор великом брзином пребацује транзистор између стања засићења и закочења стварајући напон правоугаоног облика чија је средња вредност једнака жељеној вредности а излазу. Проласком кроз усмерачко коло напон се конвертује из наизменичног у једносмеран. Главна предност прекидачких извора напајања је ефикасност која је већа и од 80%, такође је ова врста напајања лакша и мањих димензија, али је исто тако веома сложенија од линеарне. Мане су већи извор сметњи на излазу због прекидачког рада. [4]

2. РАЗВОЈ ОБЛИКА И ВЕЛИЧИНА НАПАЈАЊА (form factor)

Пре него што је на тржиште дошло АТХ напајање користила су се напајања различитих архитектура, различитих величина и положаја. Данас има и преко 10 различитих типова напајања. Облици и величине напајања зависе од матичних плоча и од кућишта у којима се налазе. У табели 1 можемо видети застареле, а у табели 2 можемо видети актуелне стандарде напајања. [1], [2]

Застарели стандарди напајања	Година објављивања	Типови конектора	Form Factor матичних плоча
PC/XT	1981	PC/XT	PC/XT, Baby-AT
AT/Desk	1984	AT	Full Size AT, Baby-AT
AT/Tower	1984	AT	Full Size AT, Baby-AT
Baby-AT	1984	AT	Full Size AT, Baby-AT
LPX	1987	AT	Baby-At, Mini-AT, LPX

Табела 1 Застарели стандарди напајања

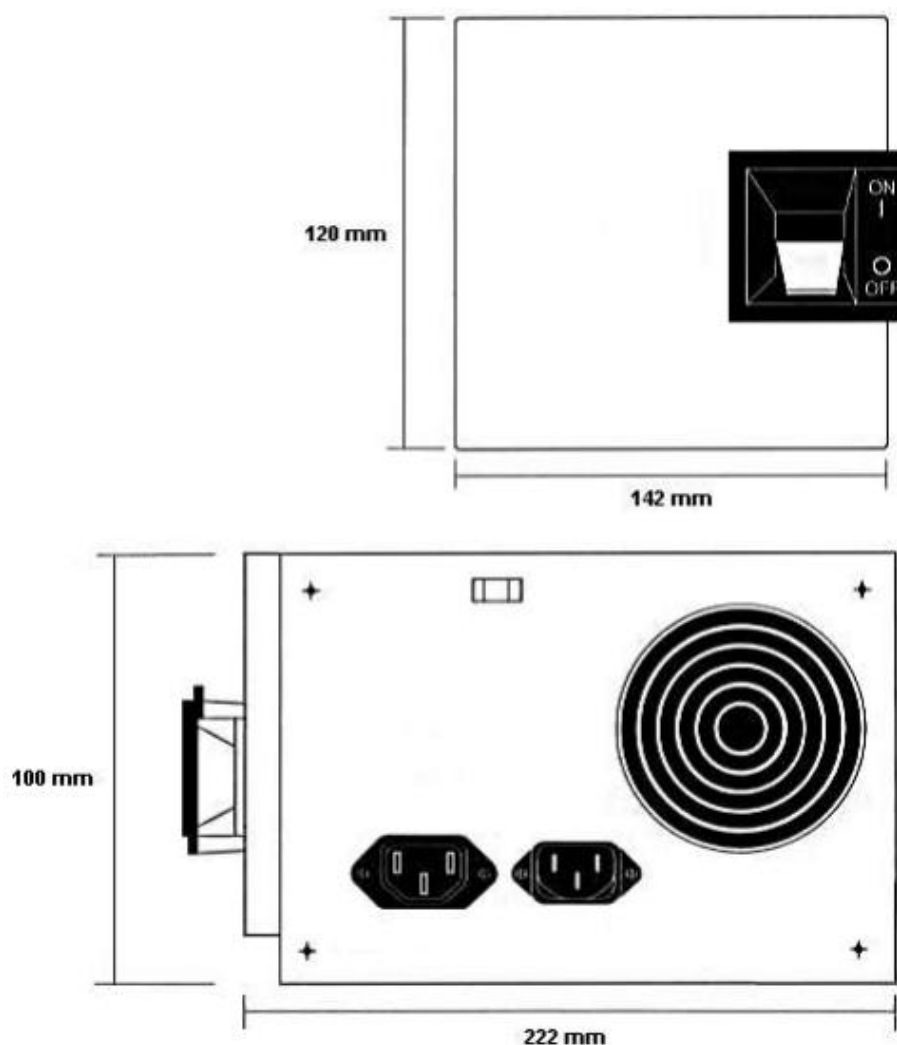
Савремени стандарди напајања	Година објављивања	Типови конектора	Form Factor матичних плоча
ATX	1995	20/24-pin Main, 4-pin +12V	ATX, microATX, BTX, microBTX
SFX	1997	20/24-pin Main, 4-pin +12V	microATX, FlexATX, microBTX, picoBTX, miniITX, DTX
EPS	1998	24-pin Main, 8-pin +12V	ATX, Extended ATX
TFX	2002	20/24-pin Main, 4-pin +12V	microATX, FlexATX, microBTX, picoBTX, miniITX, DTX
CFX	2003	20/24-pin Main, 4-pin +12V	microBTX, picoBTX, DTX
LFX	2004	24-pin Main, 4-pin +12V	nanoBTX, picoBTX, DTX
FlexATX	2007	24-pin Main, 4-pin +12V	microATX, FlexATX, microBTX, picoBTX, nanoBTX, miniITX, DTX

Табела 2 Савремени стандарди напајања

2.1 PC/XT

Први персонални рачунар је био IBM-ов PC, са одговарајућим PC напајањем. PC/XT облик и величина напајања је иста као и код PC-ја, али са дупло већом снагом. Напајање је смештено у кућишту на десној страни, а контролисано је са горе/доле полугом. Због истог облика и величине било је лако надоградити PC са новим PC/XT напајањем. Због популарности ових рачунара, друге фирме су почеле да клонирају и праве напајања истих облика и величина, тако је настао

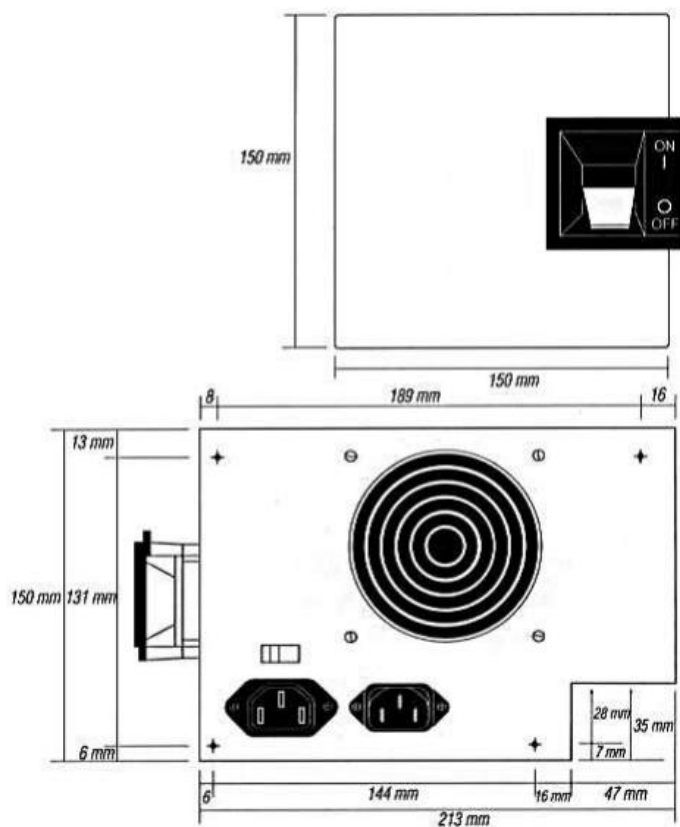
први form factor стандард. Овакав облик се не користи у данашњим системима, а може се видети на слици 3. [2], [12]



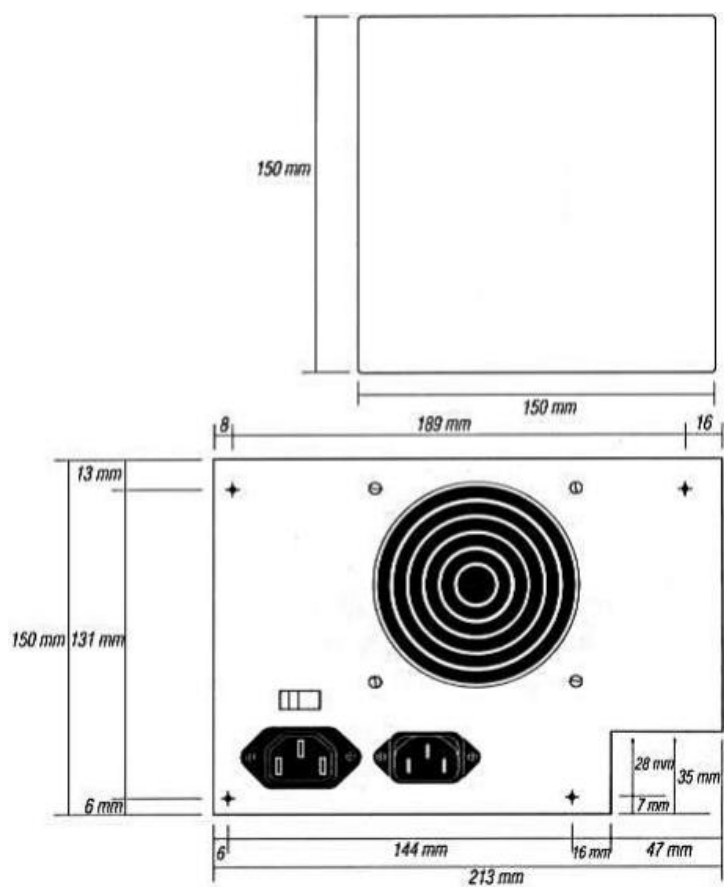
Слика 3 PC/XT напајање

2.2 AT(Advanced Technology)

Након PC/XT облика јавља се AT/стони облик већи од првог, са другим величинама и другачијим обликом. Многи произвођачи почели су да праве компитабилне делове који су били заменљиви са оригиналним IBM деловима. Изглед овог облика дат је на слици 4. После AT/стоног облика јавља се и AT/усправни облик, слика 5, који је углавном исти као и код стоног облика када би био постављен на бочну страну, усправно. Разлика између ова два AT облика је у положају прекидача напајања, код стоног облика прекидач у облику полуге је обично стајао на самом напајању, а напајања са усправним обликом користе спољни прекидач који је везан са напајањем преко четворожилног кабла. Спољни прекидач није приказан на слици 5. [2], [12]



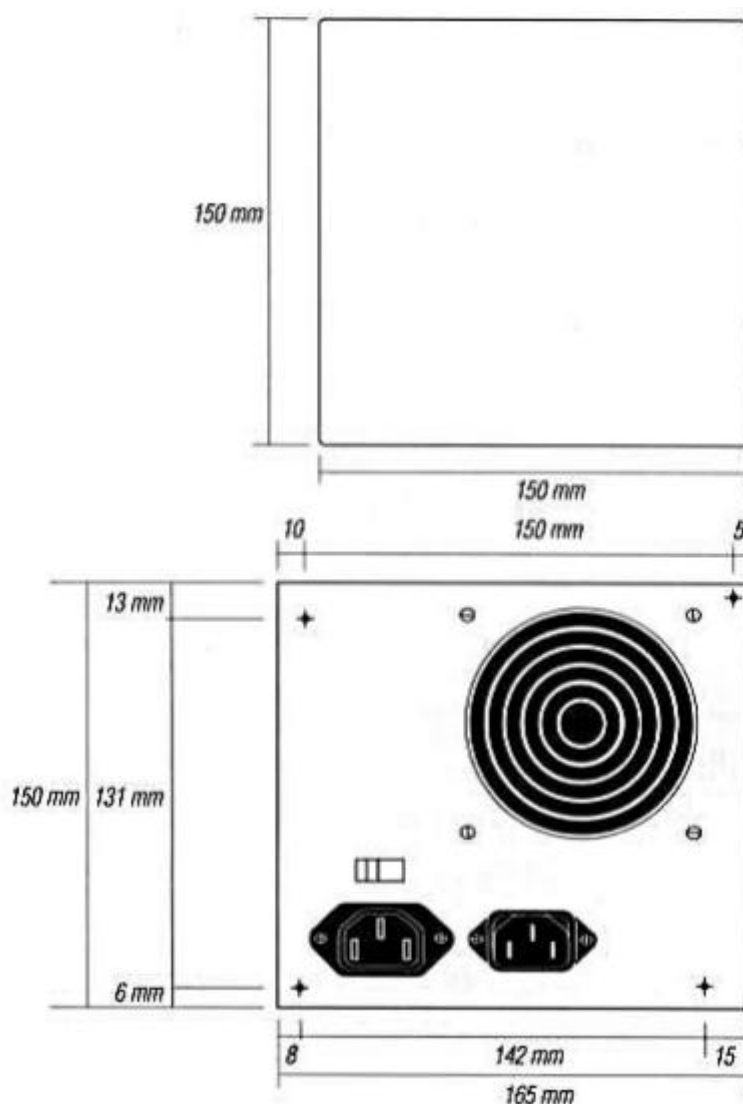
Слика 4 АТ/стони облик [12]



Слика 5 АТ/усправни облик [2]

2.3 Baby-AT

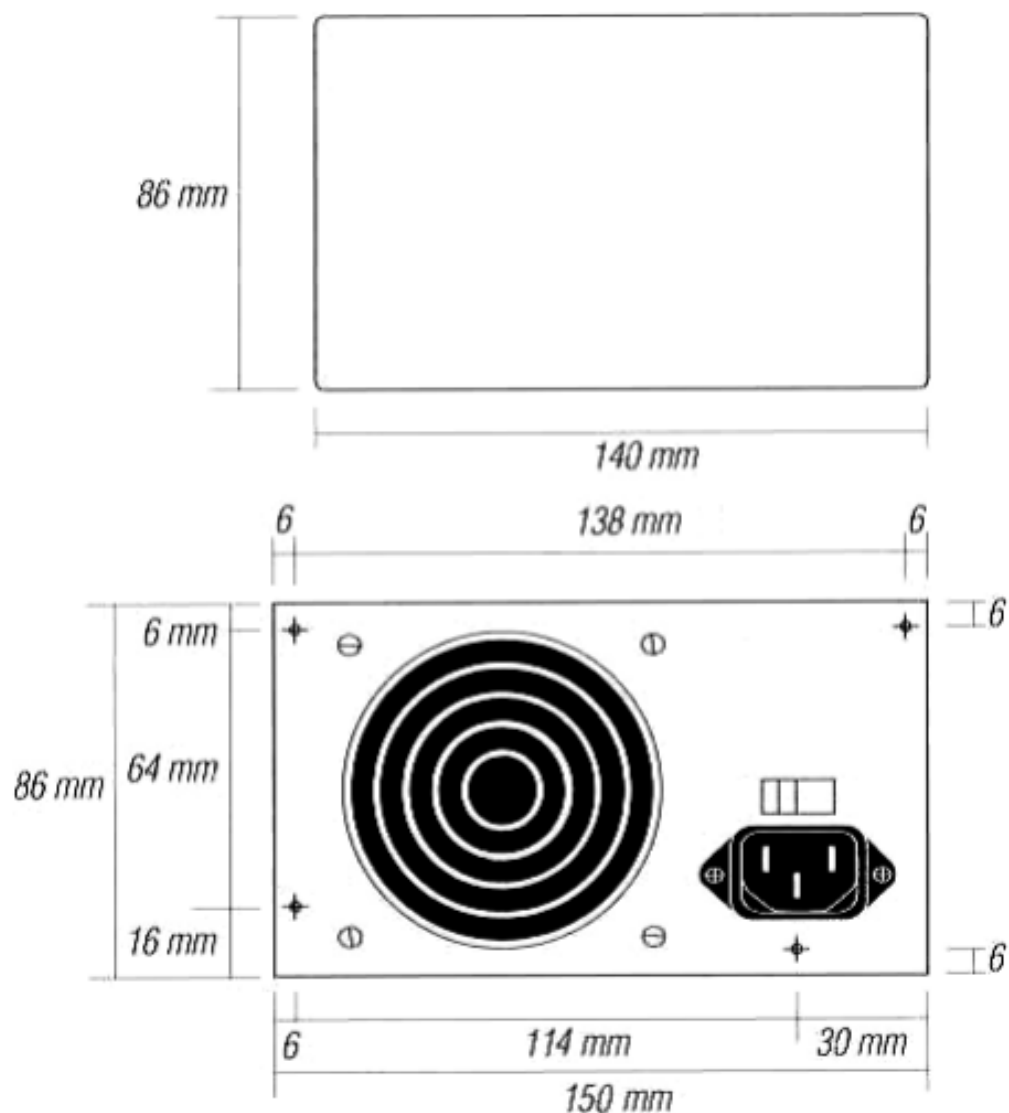
Нови облик Baby-AT је добио овакав назив зато што је мања верзија оригиналног AT облика. Baby-AT облик је направљен и за стону и за усправну варијанту. Овај нови облик је могао да стане на место и усправног и стоног AT облика, само AT/усправни облик није могао да стане на место Baby-AT-ја. Овај облик је био веома популаран док се нису појавили нови облици. Изглед овог облика се може видети на слици 6. [2], [12]



Слика 6 Baby-AT облик

2.4 LPX

LP у имену значи “low profile”, овај облик напајања још се назива и “slimline” напајање. Главни циљ овог облика је много мања величина јединице за напајање. Конектори су исти као и код Baby-AT-а. Овај облик напајања може да се стави на било које место напајања претходног облика. Изглед напајања LPX облика је приказан на слици 7. [2], [12]



Слика 8 ATX напајање

ATX је први пут представљен 1995 године, а годину дана касније је достигао велику популарност. Са појавом новијих пентијум процесора, овај облик је заменио Baby-AT облик. 2000 године усвојен је стандард ATX/ATX 12V, а име је добио по додатном напајању за процесор са 4-пинским +12 V конектором. 2003 године је усвојена нова верзија 2.0 где је главни конектор постао 24-пински и убачени су SATA конектори за хард дискове и оптичке уређаје. Слика савременог ATX напајања је дата на слици 9.



Слика 9 Савремено ATX напајање

2.6 SFX

SFX (Small Form Factor) је једна од микро ATX плоча са мањом величином. Овај стандард је пројектован за рад у мањим системима који имају ограничену количину хардвера. SFX стандард као и ATX има исте пине и електричне прикључке. Да ли ће те купити ATX или SFX напајање не зависи од матичне плоче већ од кућишта. Код овог стандарда се поново враћа расхлађивање са негативним притиском, вентилатором унутар кућишта и избацаивањем ваздуха са задње стране кућишта. Да би систем коректно функционисао обично је потребно додати и вентилатор на процесору. Приказ SFX стандарда, слика 10. [1], [4]



Слика 10 SFX напајање [1]

2.7 EPS

Ова врста напајања је заснивана према ATX стандарду, често се називају и проширена ATX (Extended ATX) због мало веће дужине кућишта. Када је група компанија креирала SSI (Server System Infrastructure), хтели су да направе стандардизоване заменљиве компоненте. Прво је креиран EPS (Entry-level power supply) намењен за entry-level сервере са усправним кућиштима. Пре него што је ATX увео 24-пински главни конектор то је урађено у овом стандарду као побољшање тадашњег ATX стандарда. Основна разлика савремених ATX и EPS напајања је у конекторима. EPS напајање користи 8-пинске dual +12 V конекторе, док ATX користи 4-пинске +12 V конекторе. 8-пински dual конектори се користе за напајање entry-level процесора и еквивалентни су са два 4-пинска спојена конектора. Једно EPS напајање се може видети на слици 11. [1], [4]



Слика 11 EPS напајање

2.8 TFX

TFX (Thin Form Factor) је направљен за напајање система малих димензија SFF (Small Factor Form), ова напајања за разлику од ATX и SFX напајања су дужа, али ужа, то им је омогућавало употребу у ниско профилним системима. Њихова снага се креће у вредностима од 180-300 W. Вентилатор је постављан са стране и износи 80 мм. Као и код ATX стандарда и код TFX-а се касније увео 24-пински главни конектор за матичну плочу, овакво напајање је приказано на слици 12. [1], [4]



Слика 12 TFX напајање

2.9 CFX

Због microBTX или picoBTX матичних плоча и уопште BTX (Balanced Technology Extended) система, интел је направио нови одговарајући стандард напајања, тај стандард је CFX (Compact Form Factor). Ова напајања су користила снагу од 220-300 W, имала су усек са једне стране што је одговарало BTX системима, вентилатор од 80 мм се налазио са задње стране напајања. Код овог стандарда се користе сви стандардни типови конектора. Овај стандард напајања је приказан на слици 13. [1], [4]



Слика 13 CFX напајање [1]

2.10 LFX

LFX (Low Profile Form Factor) су напајања која су намењена за ultra-small BTX системе, за picoBTX и nanoBTX матичне плоче. Имају нешто мањи вентилатор од 60 мм, снага се креће од 180-260 W, дуж целе једне стране се налази карактеристичан урез, има све стандардне конекторе, LFX напајање се може видети на слици 14. [1], [4]



Слика 14 LFX напајање

2.11 Flex ATX

Flex ATX напајање је углавном намењено за SFF и танке (1 U = 1,75") серверске системе. Често се назива и 1U-формат јер се веома често користи у серверским системима. Снага овог напајања се креће од 180-270 W, имају један или два вентилатора величине 40 мм, као и стандардне конекторе. Изглед Flex ATX напајања се види на слици 15. [1], [4]



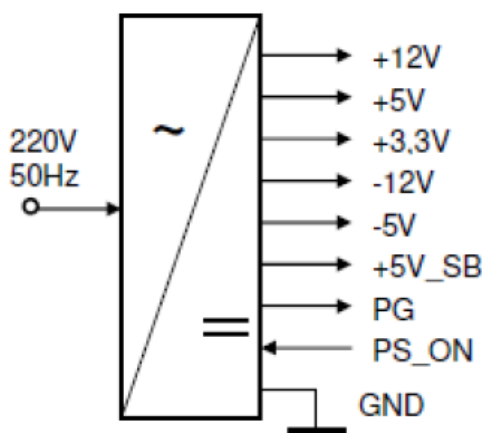
Слика 15 Flex ATX напајање

3. НАПОНИ И ОЗНАКЕ РАЧУНАРСКИХ НАПАЈАЊА

Као што смо рекли данашња напајања на излазима имају напоне од + 5, +12 и +3.3 V. Преко напонских линија (rails) се испоручују одговарајући напони до проводника који су везани на линију напајања. Електроника у рачунару углавном користи напон од +3.3 или +5 V, а мотори и вентилатори +12. Напон од +3.3 V користи: чипсет матичне плоче (северни и јужни мост), поједини DIMM слотови, PCI/AGP/PCIe картице, разни чипови и неки вентилатори. Напон од +5 V користе: електронске плоче хард дискова, мотори малих напајања, SIMM слотови, PCI/AGP/ISA катице, напонски регулатори, разни чипови. Напон од +12 V користе: Мотори и вентилатори, напонски регулатори, AGP/PCIe графичке картице. У данашњим рачунарским системима постоје и линије напона са негативним вредностима, али их данашњи рачунари не користе већ су ту само ради компатибилности са старијим верзијама. На слици 16 се виде напони са ознакама.

Поред стандардних напона постоје и три карактеристична напона (сигнала):

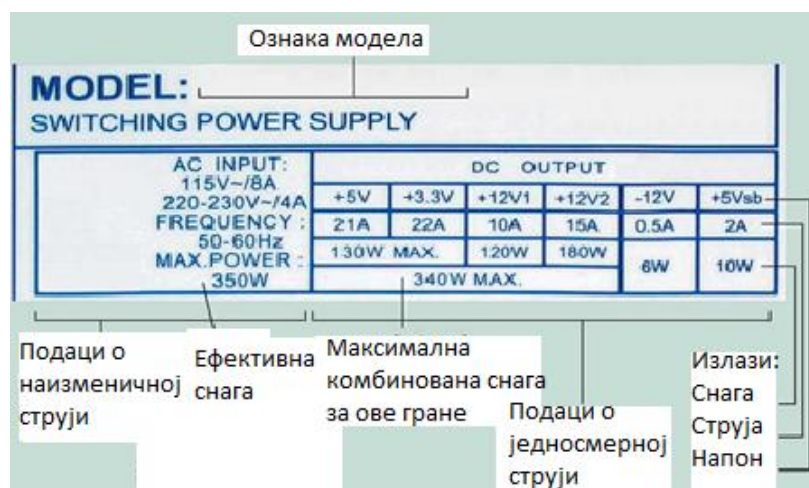
- +5_SB(StandBy)
- PS_ON
- PWR_OK (PG)



Слика 16 ATX напајање, напони и сигнали

Код рачунара са ATX обликом напајање из градске мреже се доводи директно на степен за напајање, не постоји мрежни прекидач. Тако један део увек има напајање од +5V, означена је са +5_SB(StandBy), овај напон се води на матичну плочу и напаја кола која су задужена за искључивање и укључивање рачунара, када је дугме on/off притиснуто та кола шаљу сигнал на улаз степена за напајање означеним са PS_ON. Постоји и сигнал који је означен са PG или PWR_OK, он се води ка ресет улазу процесора и има вредност нула док се сви излазни напони које даје степен за напајање не стабилишу. Када сви напони добију своје номиналне вредности сигнал добија вредност +5V и процесор креће са радом.

Произвођачи уз јединицу напајања дају табелу која садржи све битне ознаке и величине те јединице, у њој се налазе сви напонски нивои, максимална струја на сваком нивоу и подаци о снази. Пошто компоненте у рачунару обично користе комбинацију напона у табели се налазе подаци о максималној комбинованој снази. На слици 17 је дат пример где максимална комбинована снага износи 340 W. [1], [6]



Слика 17 напелница напајања

4. КОНЕКТОРИ РАЧУНАРСКИХ НАПАЈАЊА

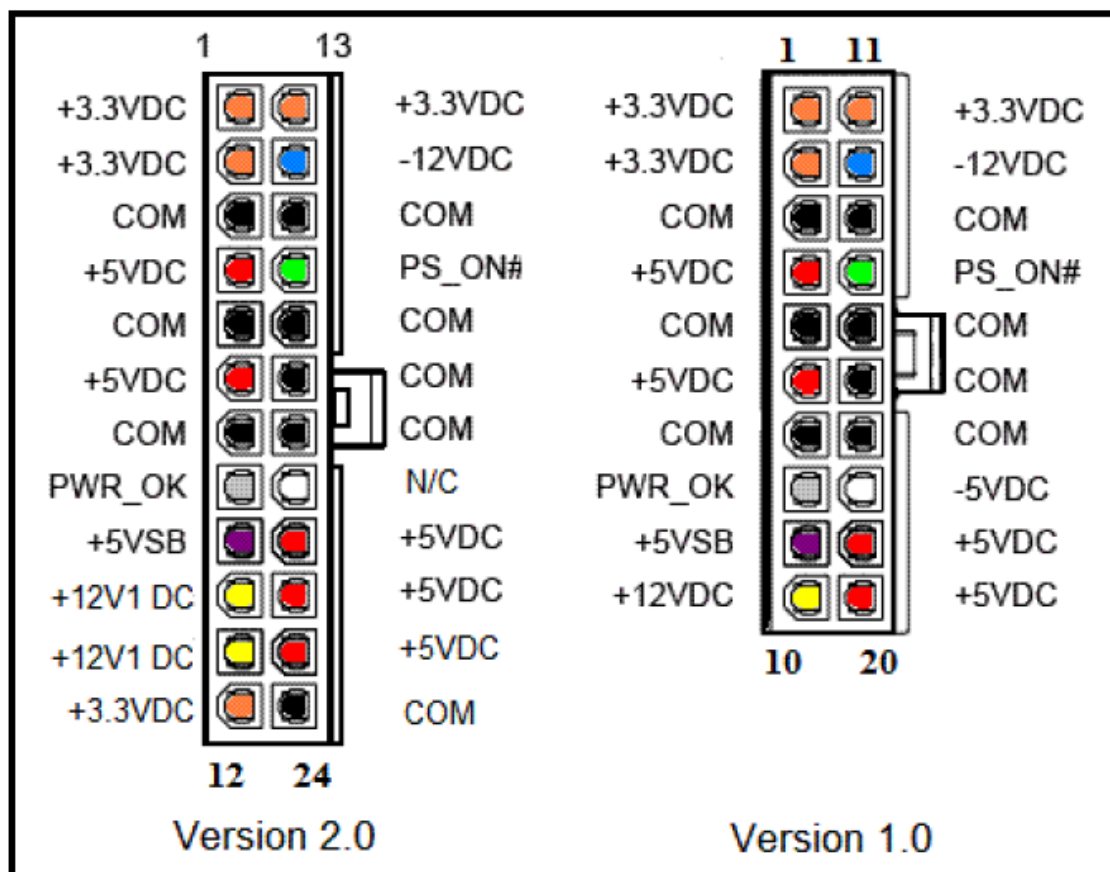
У табели 3 се налазе најзаступљенији конектори који се налазе на савременим напајањима, изглед конектора се заснива према новијим ATX стандардима.

Конектор	Број пинова	Употреба
ATX главни конектор за матичну плочу	20+4	Главни конектор који се повезује са матичном плочом и раздвојен је на два дела како би се могао повезивати и са старијим плочама.
Напонски конектор за перифериске уређаје (Molex)	4	Вентилатори кућишта, IDE хард драјвови и оптички драјвови.
Mini (Berg) или Floppy	4	Floppy-драјвови, неке картице.
SATA	15	SATA хард драјвови и SATA оптички драјвови
+12 V конектори за процесор	4 или 8	Додатно напајање за процесор, слотови за ове конекторе су на матичној плочи.
+12 V PCIe конектори за графичке карте	6 или 8	Додатно напајање за графичке карте, повезују се директно са подножјем на графичким картама.

Табела 3 Типови конектора

4.1 ATX 24-пински главни конектор

Како су се развијале компоненте матичној плочи је требало више напона, па су 2004 године почели да се користе 24-пински конектори уместо 20-пинских са додатне четири линије напона и то: +3.3 V, +12 V, +5 V и маса. Приказ пинова 20-пинског и 24-пинског конектора је приказан на слици 18. Изглед ова два конектора се може видети на слици 19. [1], [6]



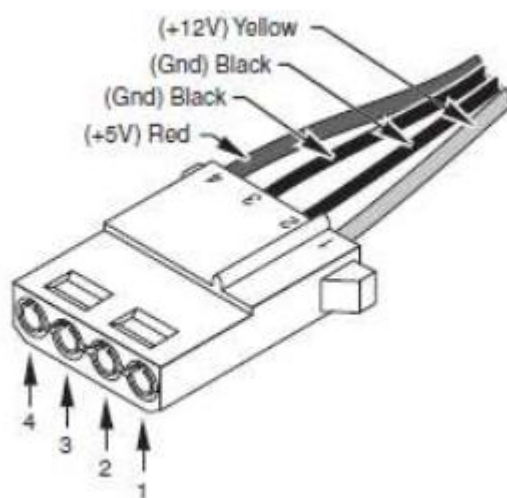
Слика 18 Пинови конектора



Слика 19 Изгледа 20-пинског и 24-пинског конектора

4.2 Напонски конектор за перифериске уређаје (MOLEX)

За напајање перифериских уређаја, хард дискова, оптичких драјвова и понекад осталих уређаја који захтевају напон од +5 или +12 V користи се 4-пински напонски конектор за перифериске уређаје. Овај конектор је најчешће заступљен и постоји од најранијих рачунарских система. Ивице овог конектора су заобљене па се тешко може повезати на погрешан начин. На слици 20 се види распоред напона, две црне жице у средини су маса, жута жица даје напон од +12 V, а црвена напон од +5 V. На слици 21 је приказан изглед конектора. [1], [6], [4]



Слик 20Распоред напона



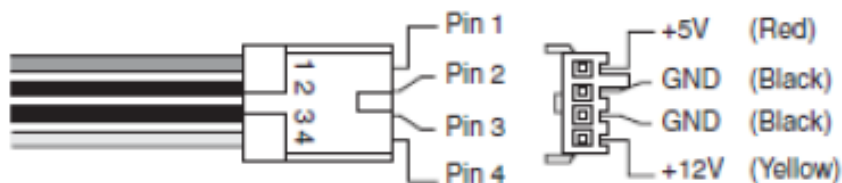
Слика 21 Изглед конектора

4.3 Напонски конектор за дискетну јединицу

Ова врста застарелих 4-пинских конектора је све мање у употреби. Овај конектор је направљен са појавом 3,5“ дискетних јединица. Такође користи напоне од +5 и +12 V, али за разлику од конектора за перифериске уређаје места напона су замењена, па је на првом пину напон од +5 V уместо +12 V. Изглед овог конектора се може видети на слици 22, а распоред напона на слици 23. [1]



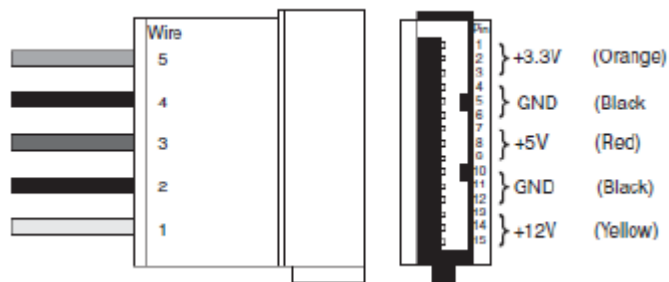
Слика 22 Изглед напонског конектора за дискетну јединицу



Слика 23 Распоред напоне конектора за дискетну јединицу

4.4 Serial ATA (SATA) конектор за напајање

Са развојем новијих хард дискова и оптичких драјвова развио се и новији конектор за напајање ових уређаја. Овај конектор је 15-пински са 5 жица. На слици 24 се види расподела напона, за сваку жицу одговара 3 пина, 6 пинова је за масу, 3 за напон од +3,3 V, 3 за напон од +12 V, 3 за напон од +5 V. Конектор и SATA утичница су у облику слова L па се не може погрешити при спајању. Изглед SATA конектора је приказан на слици 25.



Слика 24 Распоред напона SATA конектора



Слика 25 Изглед SATA конектора

У случају да у систему не постоји довољно SATA конектора могу се наставити на MOLEX конекторе помоћу MOLEX-SATA адаптера, слика 26. Проблем је у томе што тада SATA конектор има 4 жице, али то углавном не представља проблем за већину уређаја. [1], [7]



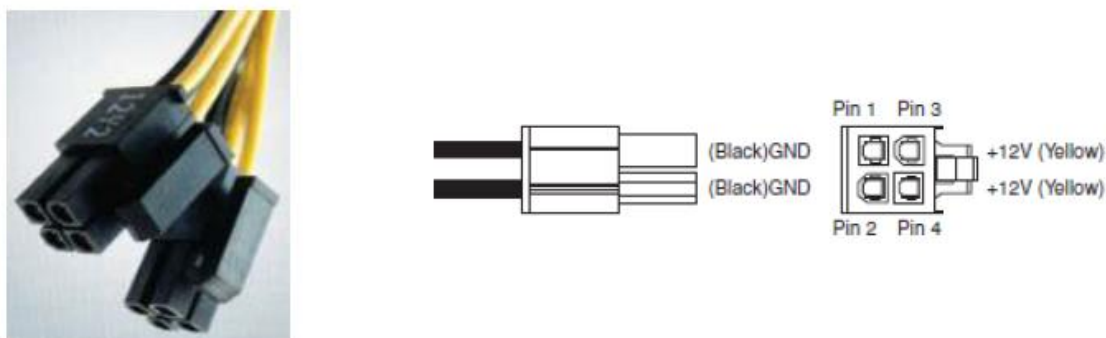
Слика 26 MOLEX-SATA адаптери

4.5 Конектори за напајање процесора

За напајање процесора се користи напонски регулатори VRM (Voltage Regulator Module), он се налази на матичној плочи и преко одговарајућих пинова процесора читава референтне вредности напона процесора, затим врши сопствену калибрацију за формирање одговарајућег напона. Напонски регулатор користи напоне од +5 и +12 V, некада се претежно користио напон од +5 V, али се данас користи напон од +12 V из разлога што је за већи напон потребна мања струја како би се добила иста снага. Постоје више врста напонских конектора за процесор, од којих ћемо неке сада размотрити.

+12 V 4-пински CPU напонски конектор

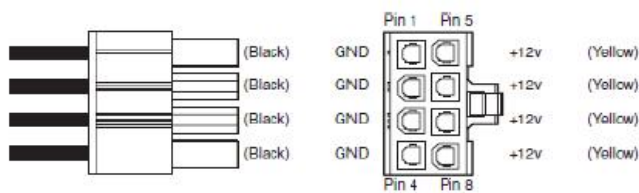
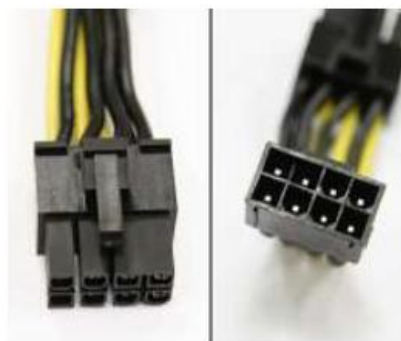
За напајање процесора и напонског регулатора користи се 4-пински напонски конектор, где су 2 пина +12 V, а 2 пина маса. На слици 27 приказан је 4-пински +12 V процесорски конектор, као и распоред пинова. Улаз за овај конектор се налази на матичној плочи, обично у близини самог процесора.



Слика 27 Изглед конектора и приказ редоследа пинова

+12 V 8-пински CPU напонски конектор

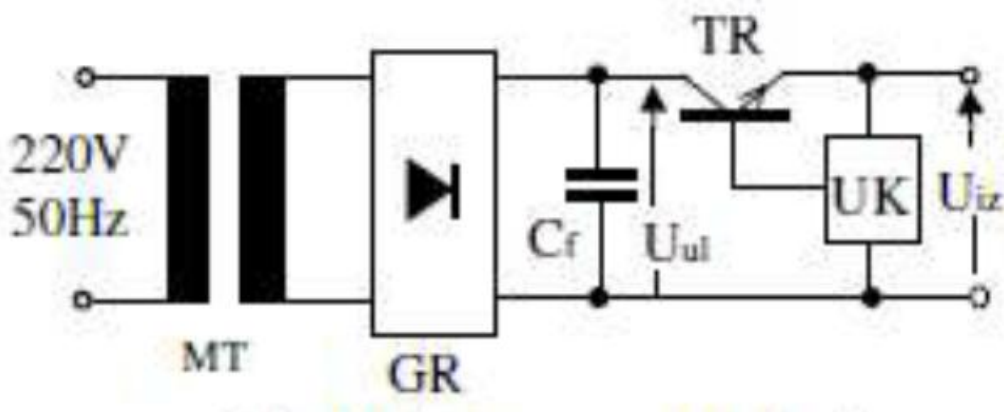
На неким матичним плочама постоји више напонских регулатора, како би се свима обезбедило напајање у почетку је додат још један 4-пински конектор па су касније два 4-пинска конектора спојена у један 8-пински. Употреба 8-пинских напонских конектора се углавном користи за серверске и захтевније системе. На слици 28 се види изглед овог конектора као и распоред пинова. Поједине матичне плоче ради исправности рада напонских регулатора користе свих 8 пинова, али велики број матичних плоча ће исправно радити чак и ако се користе само 4 пина. [1]



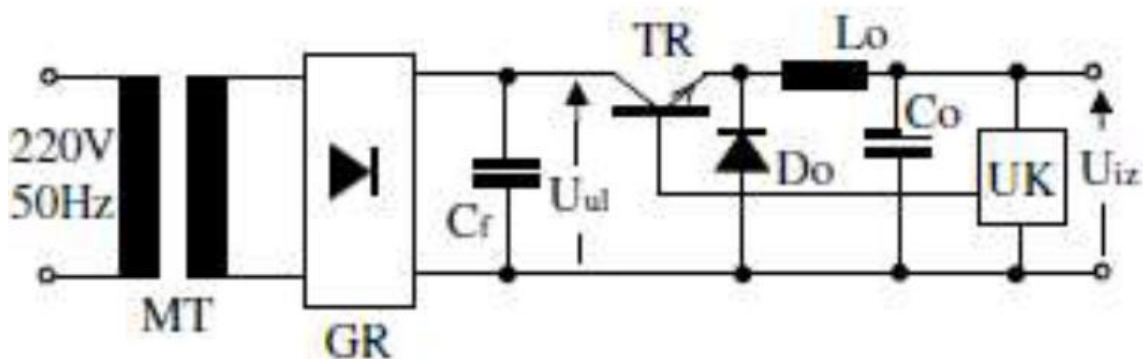
Слика 28 Изгледа 8-пинског напонског конектора и распоред пинова

5. СТЕПЕН ЗА КОНВЕРЗИЈУ НАПОНА

Степен за конверзију напона је електронски склоп који је главни део јединице за напајање. Постоје два типа степена за конверзију напона и то линеарни и прекидачки. Прва напајања су била реализована као линеарни степен, то коло је садржало трансформатор, герцов степен (усмерач) и напонски стабилизатор, проблем је био то што су се много загревали и оптерећивали појавом новијих компоненти па су напајања са линеарним степеном замењена са напајањима са прекидачким степеном. На слици 29 се види шема напајања са линеарним степеном, а на слици 30 са прекидачким степеном.



Слика 29 Линеарни степен за напајање



Слика 30 Прекидачки степен за напајање

Као што се види на сликама на почетку оба степена се налази мрежни трансформатор МТ, чија је улога да напон снизи минимално и омогући га за конверзију. Помоћу грецовог усмеривача напон који је снижен помоћу мрежног трансформатора се исправља и добија се једносмерни напон, након тога напон се филтрира помоћу Cf кондензатора. Такав добијени напон није још увек стабилан јер се мења са променама мрежног напона, па се за добијање стабилног напона користе напонски стабилизатори. Стабилизатор напона код линеарног степена је једноставан и састоји се из транзистора TR и управљачког кола UK. Код прекидачког степена коло је компликованије и поред транзистора TR и управљачког кола UK, садржи и стабилизаторско коло које се састоји од диоде D0, пригушнице L0 и кондензатора C0. На слици 31 приказана је унутрашњост напајања, коверзиски део са одговарајућим ознакама.



Слика 31 конверзиски део напајања

Ознаке конверзиског дела напајања са слике 31:

A – Усмерачко коло (грецов мост).

B – Кондензатори улазног транзиентног линиског филтерског кола.

Између B и C – Ребрасти хладњак за високонапоске транзисторе.

C – Трансформатор.

Између C и D – Ребрасти хладњак за нисконапонске, високострујне усмераче.

D – Намотаји излазног филтерског кола.

E – Кондензатори излазног филтерског кола.

На слици се не виде управљачка кола. [3]

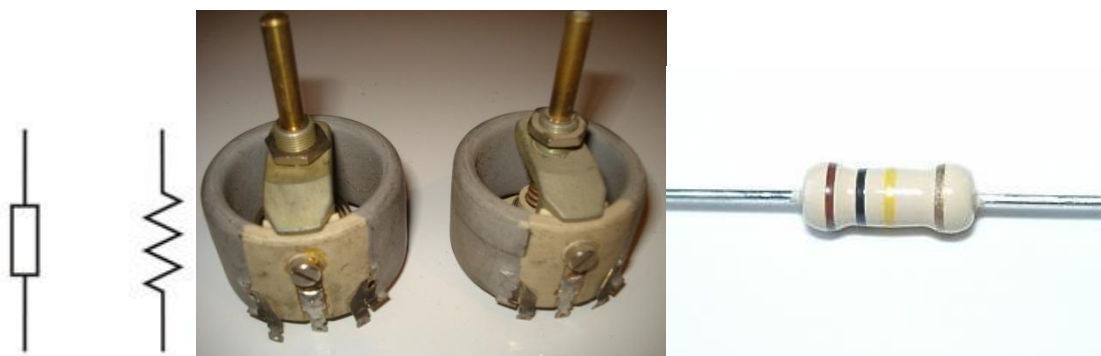
6. ЕЛЕКТРОНСКИ ДЕЛОВИ

6.1 Уопштено о електронским компонентама

Електронске компоненте поседују два или више извода који служе за повезивање. Међусобно повезивање више различитих компоненти формирају електронско коло које обавља одређену функцију. Постоје пасивне: отпорници, кондензатори, калемаи, диоде, итд. И постоје активне компоненте: транзистори, интегрисана кола, вакумске електронске цеви итд.

Отпорници

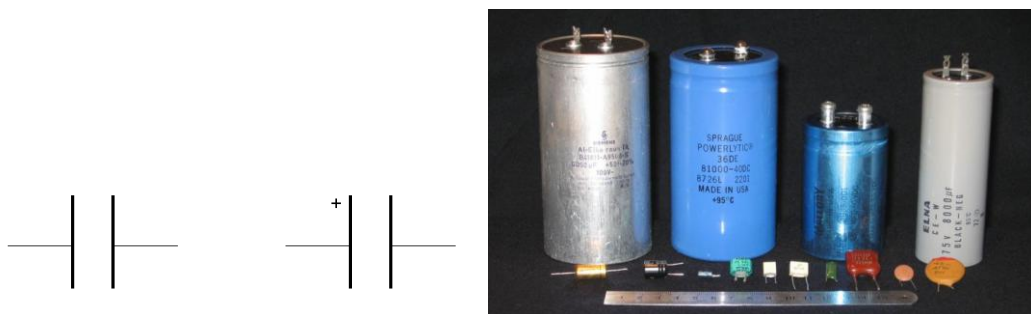
Отпорник је пасивна компонента чија је улога уношење отпорности у електронско коло. Отпорник има пар ивода и код њега је тренутна вредност напона између крајева сразмерна тренутној вредности струје која кроз њега протиче. Отпорност отпорника зависи од материјала од кога је направљен као и облика, али и од температуре на којој се налази. Отпорност отпорника може бити фиксна и променљива (потенциометри). У зависности од ког материјала су направљени отпорници могу бити угљени или метални. Вредност отпора изражава се у омима. Отпорници се обележавају бојама помоћу којих можемо израчунати вредност отпора. На слици 32 се види ознака отпорника на електронским шемама, потенциометар и изглед обичног отпорника са фиксном отпорношћу. Варистори су полупроводнички керамички нелинеарни отпорници. [14]



Слика 32 Отпорници

Кондензатори

Електрични кондензатор је компонента са паром прикључака и коме се електрична енергија акумулира у виду електростатичке енергије. Кондензатор се састоји од два проводна тела која су раздвојена изолатором, проводна тела су наелектрисана истом количином наелектрисања, али супротним поларитетом. Капацитивност кондензатора се изражава у фарадима. Кондензатори могу бити фиксни и променљиви. У зависности од ког материјала је направљен диелектрик деле се на: керамичке, пластичне, папирне, лискунске, електролитске. На слици 33 приказана је ознака кондензатора у шемама и различите врсте кондензатора. [14]



Слика 33 Кондензатори [14]

Индуктивни елементи (калемови)

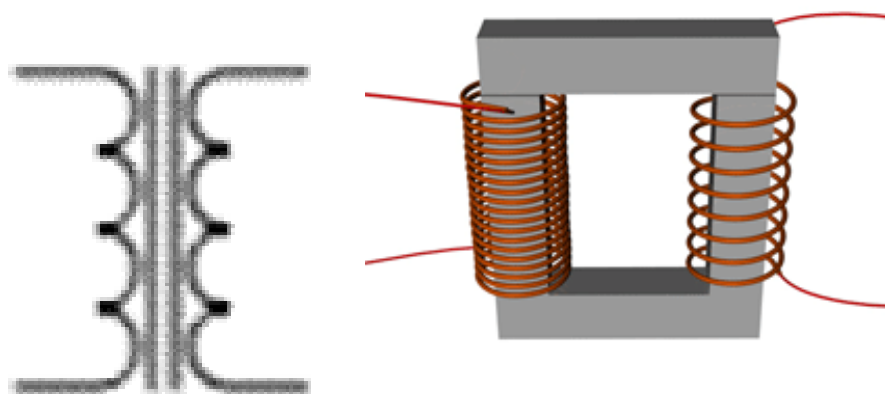
Калем је елемент са паром прикључака у коме се електрична енергија акумулира у виду магнетне енергије. Калем се реализује тако што се проводник намота на одговарајуће тело. Електроагнетно поље је најјаче у средини калема. Јединица а индуктивност калема је хенри (Н). Калемови могу бити: са фиксном индуктивношћу, са променљивом индуктивношћу, са језгром од магнетног материјала и без језгра. Калемови се користе као део осцилаторног кола, као пригушнице, као саставни део трансформатора, за акумулацију енергије итд. Слика 34 приказује ознаку калема као и разне варијанте. [14]



Слика 34 Калемови

Трансформатори

Трансформатор је електрични уређај који трансформише енергију из једног кола у друго посредством магнетне спреге. Трансформатор се састоји од два или више спрегнута намотаја и у већини случајева магнетног језгра који концентрише магнетни флуks. Наизменична струја у једном намотају ће индуковати струју у другим намотајима. Трансформатори се користе да смање или повећају напон, да мењају импедансу или да обезбеде електричну изолацију између кола. Трансформатор може имати већи број засебних секундарних намотаја преко којих се обезбеђују потребни напони. У електроници, трансформатори се користе у изворима напајања да се сви потребни напони напајања обезбеде из електричне мреже напона 230 V. На слици 35 је приказана ознака трансформатора и изглед. [14]



Слика 35 Трансформатори

Хладњаци

Хладњаци су електромеханичке компоненте које служе за одржавање температуре осталих компоненти, тако што преузету топлоту избацују у околину. Обично се праве од алуминијума ребрастих профила како би се добила што већа површина. Слика 36, изгледа хладњака.



Слика 36 Хладњак

Транзистори

Назив транзистор потиче од две речи (transfer-променљиви, resistor-отпор). Има три ивода који се користе као појачање, прекидање струје, у колима за стабилизацију напона, модулацију сигнала и многе друге операције. Транзистори су обично направљени од германијума, силицијума или неког другог полупроводничког материјала. Када се полупроводничком материјалу додају донори, добије више позитивног наелектрисања, а ако се донирају акцепторима вишак негативних, спајањем оваквих делова настали су НПН и ПНП биполарни транзистори. Они се састоје из три слоја из којих се изводе емитор, база и колектор. За интеграцију је кључна појава MOSFET транзистора (транзистор са ефектом поља), који су због својих малих димензија и специфичне технологије данас скоро скроз потисли биполарне транзисторе. Транзистор се сматра једним од највећих изума у историји човечаста. На слици 37 се види изглед разних транзистора. [14]

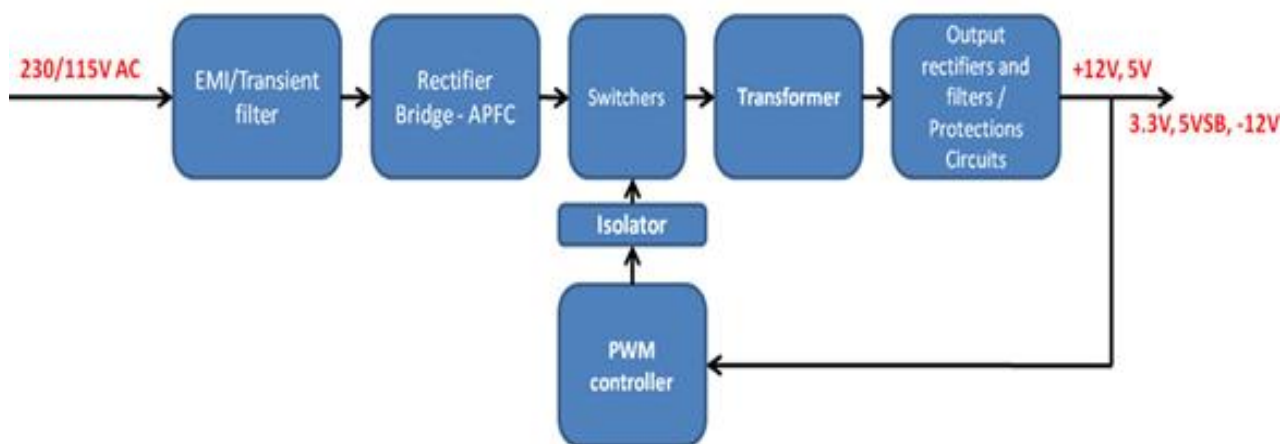


Слика 37 Транзистори

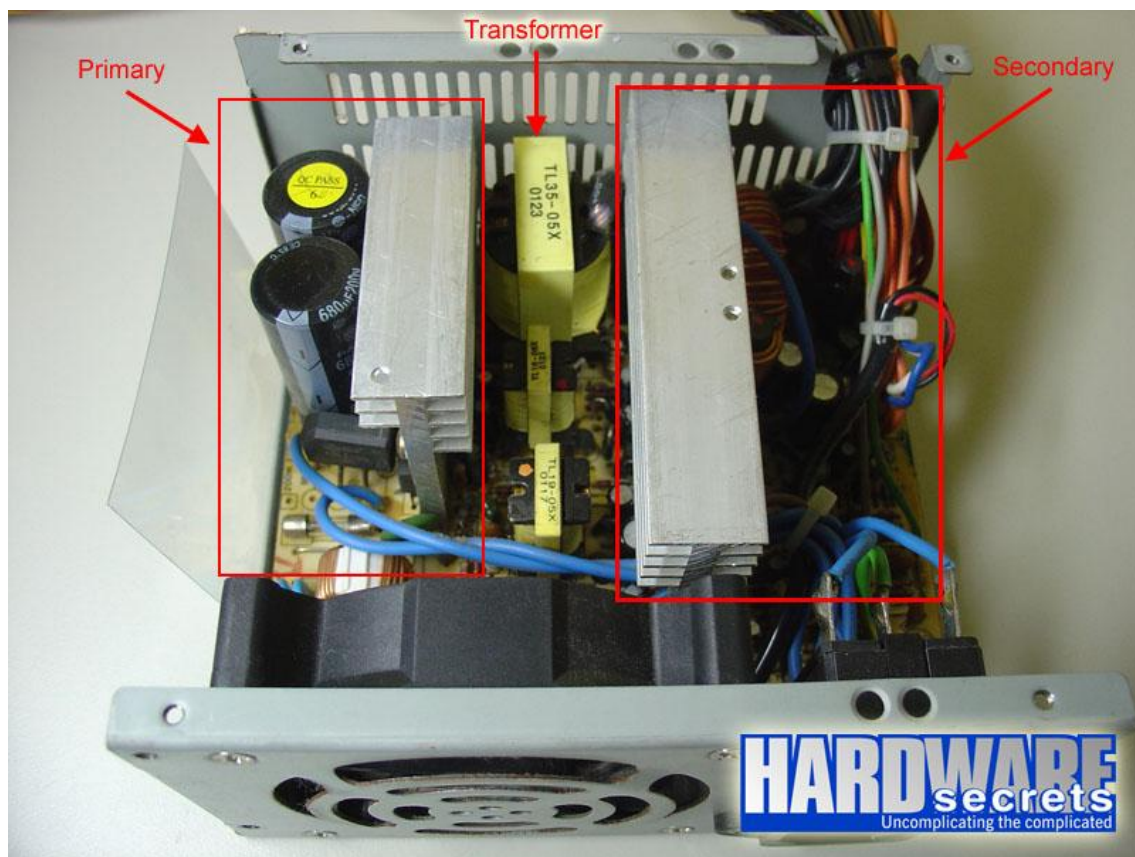
6.2 Електронски делови напајања

Принцип конверзије напона код напајања је прилично једноставан, енергија се узима из електричне мреже, онда се са великом фреквенцијом дели на мање пакете енергије који се преносе уз помоћ компоненти као што су кондензатори и калемови. Након тога енергетски пакети се спајају и након неколико процеса исправљања енергија тече из излаза. Највећа мана прекидачких напајања је производња EMI/RFI (Electromagnetic / Radio Frequency Interference), па се морају користити EMI филтери и RFI заштита. На слици 38 приказана је блок шема 7 основних компоненти напајања: Улазни EMI/Transient филтер, Bridge Rectifier – APFC (Усмерачко коло), Прекидачки транзистори, Трансформатор, Output Rectifiers & Filters - Protection Circuits, PWM Controller, Isolator. Свако напајање се састоји из примрног и секундарног дела, слика 39. Обично се између хладњака налазе 3 трансформатора. Главни трансформатор је највећи, средњи генерише напон од +5 V и најмањи се користи од PWM контролера како би изолирао секундар од примара (Исолатор). Један хладњак се налази на примару, а други на секундару. Код првог хладњака се налази прекидачки транзистори, PFC транзистор и диода, у неким напајањима PFC има засебни хладњак. На

секундарном хладњаку се налазе неколико исправљача, као и пар електролитских кондензатора и калема који припадају фази филтрирања. [1], [12], [13]



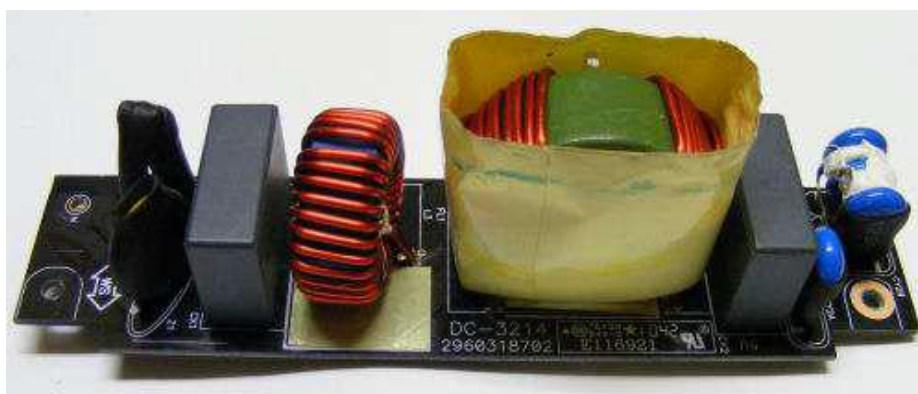
Слика 38 Блок шема напајања



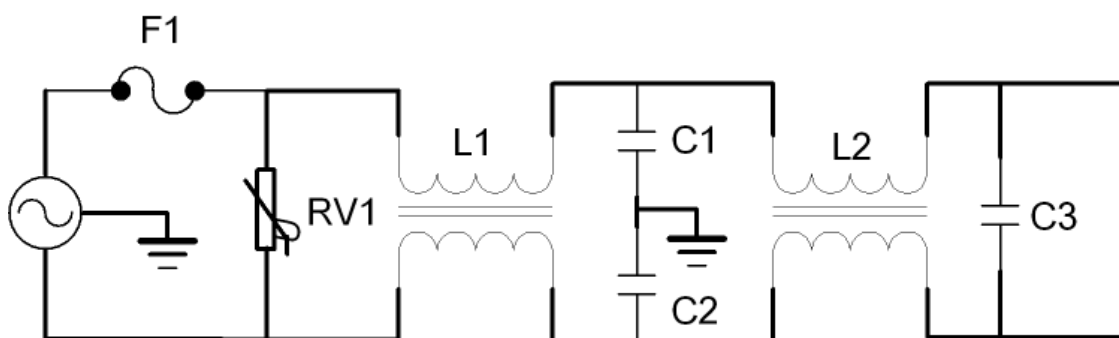
Слика 39 Примар и секундар

Улазни (транзиетни) линиски ЕМИ филтер:

Прекидачки транзистори стварају ЕМИ/RFI таласе који могу наштетити осталим деловима у кућишту. Овај део напајања чува од ових таласа, налази се између улаза напајања и остатка електронског кола. Овај филтер штити од пренапона, смањује линијске шуме и сметње улазног наизменичног напона. Потребни делови за правилан рад овог дела су три кондензатора (на шеми обележени са C1, C2 и C3), два намотаја (на шеми обележени са L1 и L2), комбинација metal-oxide варистора (на шеми обележени са RV1), јефтина напајања изостављају овај део и осигурач, слика 40. На слици 41 се види шема са свим потребним компонентама. [1]



Слика 40 ЕМИ филтер



Слика 41 Шема са свим компонентама кола

Bridge Rectifier (Усмерачко коло):

Одмах иза ЕМИ филтера налази се усмерачко коло. Улога усмерачког кола је претварање наизменичног величине у једносмерну, како се при претварању из наизменичног у једносмерни добија увећан напон он се даље шаље на APFC (Active Power Factor Correction), слика 42.



Слика 42 Усмерачко коло

PWM и PFC контролно коло:

Основна улога PWM контролера је да се одржи регулисан излазни напон и контролише количина енергије која се испоручује. Ово се постиже подешавањем циклуса дужности (duty cycle) главних прекидача. Овај циклус може да се подеси од 0-100. Можемо рећи да је излазни напон једнак производу улазног напона и циклуса дужности, $duty\ cycle\ (V_{out} = V_{in} \times duty\ cycle)$. PWM контролише фреквенцију прекидања транзистора и формира излазне напоне. Ово је обично једно интегрисано коло које се са примарним прекидачким транзисторима повезује трансформатором или оптокаплерима. PFC електроника служи за корекцију фактора снаге, ова кола су приказана на слици 43. [1] [13]

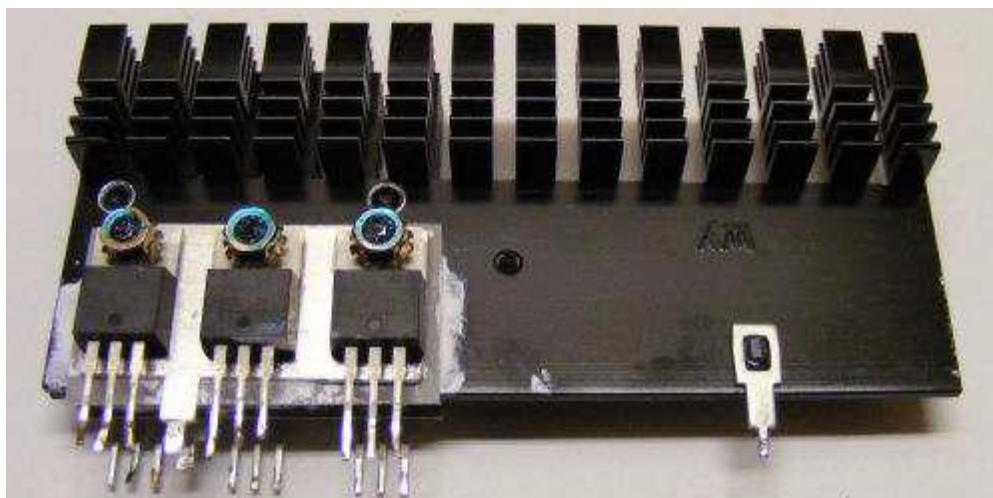


Слика 43 Плоча са PWM и PFC чиповима [1]

Прекидачки транзистори:

Ово су обично снажни MOSFET транзистори који служе за регулацију напонског излаза, слика 44. Они су закачени код хладњака примара. Постоји више

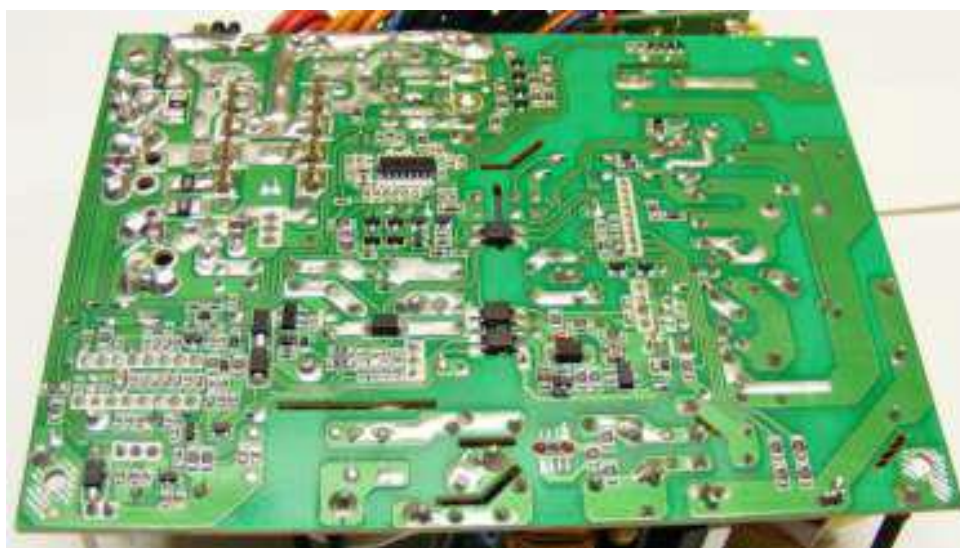
конфигурација транзистора за напајање рачунара: single-transistor forward (један транзистор напред), two-transistor forward (два транзистора напред), half bridge, full bridge, push-pull. Најчешће се користе push-pull и two-transistor forward.



Слика 44 Прекидачки транзистори

Електронска плоча:

Приказ доње стране електронске плоче кдо напајања је приказан на слици 45. Веома битна ствар код електронских плоча је квалитет лемова.

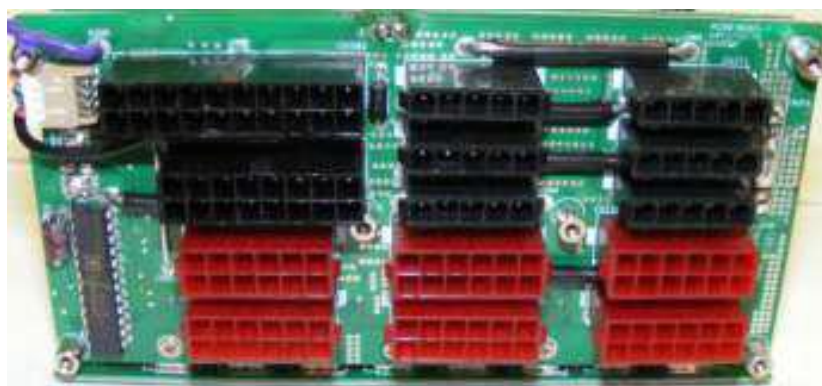


Слика 45 Електронска плоча [1]

Плоче напонске регулације (VRM):



Слика 46 Приказ предње стране напонског регулатора



Слика 47 Плоче са модуларним конекторима

7. ПОПРАВКА ФАКТОРА СНАГЕ (PFC)

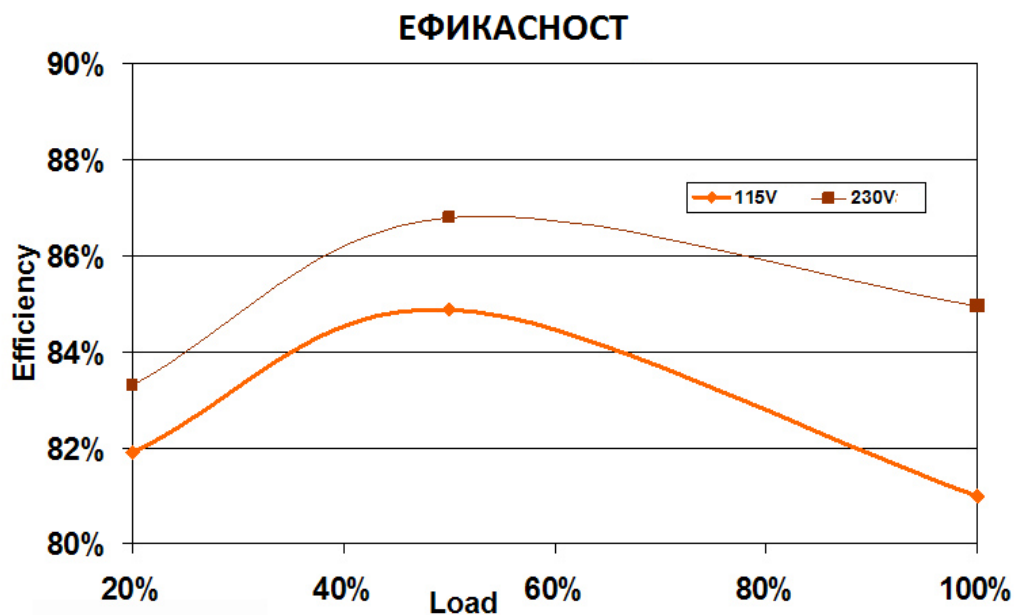
PFC је скраћеница од Power Factor Correction, ознака PFC или Dynamic (Active) PFC се налази на појединим рачунарима. Фактор снаге је величина која има везе са потрошачима који су прикључени на наизменичну струју, у случају рачунара напајање је потрошач са свим компонентама које су прикачене на њега, а извор наизменичне струје је градска мрежа од 230 V. Када би графички приказали напон и струју на прикључцима потрошача, оба графика би била у облику синусоиде. Ове две синусоиде у зависности од потрошача могу да се поклапају или да постоји фазна разлика између њих. Када је фактор снаге мањи од један онда имамо губитак енергије која се не може корисно употребити, када је фактор снаге јединица потрошач може највећи део енергије да употреби корисно. У зависности од потрошача и оптерећења фактор снаге се може поправити и покушати приближити јединици. Нека напајања имају динамичку корекцију која узима оптерећење у обзир. Овај фактор је значајан када је више рачуара прикључено на једну мрежу, у случају једног рачунара овај фактор се може занемарити. Данас се захтева да сва напајања имају PFC, слика 48. [1]



Слика 48 Напајање које поседује PFC [1]

8. ЕФИКАСНОСТ НАПАЈАЊА

Веома важна карактеристика свих напајања је ефикасност. Ефикасност напајања показује колико је снаге коју напајање повуче из мреже претворено из наизменичне у једносмерну величину. То је разлика између енергије коју рачунар потроши, пропорционално са оном коју напајање вуче из утичнице зида. Ефикасност = једносмерна снага / наизменична снага. На пример ако неко напајање вуче из зида снагу од 500 W, а троши 375 W, ефикасност у овом случају је $375/500=0.75$, па се може рећи да је ефикасност овог напајања 75%. Ефикасност напајања варира са оптерећењем (Load), напајање достиже највећу ефикасност када је оптерећење од 40-60 %, слика 49. Такође је ефикасност напајања већа уколико ради са напоном од 230 V. Због веће ефикасности при оптерећењу од 40-60 %, препоручује се напајање са дупло већом снагом од потребне како би ефикасност била максимална. Савремена напајања имају ефикасност преко 80 %. Ефикасност напајања је битна због више разлога, али главни разлог је потрошња. Мање ефикасна напајања испуштају више топлоте (енергије) па се због овога јављају проблеми са расхлађивањем система и буком јер ће напајање радити брже како би расхладило систем. [11]



Слика 49 Ефикасност напајања према оптерећењу

Организована група 80 плус прикупља произвођаче и сертификаује напајања која испуњавају услове ове организације. Све више произвођача се труди да испуни овај услов јер им помаже при производњи квалитетнијих производа. На слици 50 приказане су ознаке категорија сертификата ефикасности. Ознака ефикасности при 100% оптерећењу: бела је за 80% ефикасности, бронзана 81%, сребрна 85%, златна 88% и платинаста и титанијумска за 91% ефикасности са тим што титанијумска на 50% оптерећења има већу ефикасност.



Слика 50 Ознаке категорије сертификата ефикасности

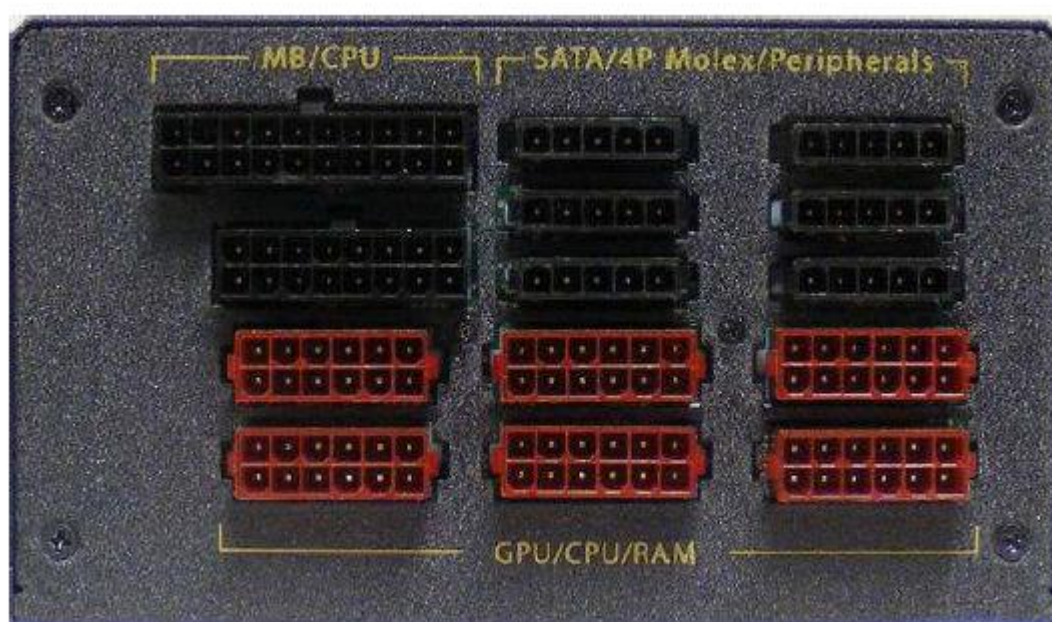
У табели 4 је приказана табела ефикасности за различите наизменичне напоне (у зависности од земље) и различите нивое оптерећења. У нашој земљи је наизменични напон од 230 V. [1], [5]

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%

Табела 4 Табела ефикасности

9. МОДУЛАРНА НАПАЈАЊА

Напајања новијег датума су модуларна напајања. Код ових напајања можемо мењати каблове и користити само оне који су нам тренутно потребни. Уз куповину модуларног напајања обично иде сет одговарајућих каблова. Овим се мањује гужва у кућишти која настаје од вишка не коришћених каблова. Ова напајања имају више +12 V линија које додајемо по потреби у зависности од хардвера. На слици 51 су приказани модуларни конектори а кућишту напајања, на слици 52 су приказани каблови који се могу мењати по потреби. [1]



Слика 51 Модуларни конектори на кућишту напајања [1]



Слика 52 Променљиви каблови модуларног напајања

10. БЕСПРЕКИДНО НАПАЈАЊЕ (UPS)

Често људи сматрају да је улога беспрекидног напајања или UPS-а (Uninterruptible Power Supply), рад на рачунару од неколико сати након нестанка струје, или сматрају да како је време рестрикција прошло ова напајања нису потребна.

Основна улога беспрекидног напајања је да када дође до нестанка струје корисник има времена да сачува свој рад на рачунару и безбедно угаси рачунар. UPS уређаји након нестанка струје напајају као и градска мрежа од 5-10 минута, у зависности од квалитета. Осим тога UPS уређаји требају да штите од разних нежељених потреба: промена мрежног напона, поднапона, пренапона, кратких спојева. На слици 53 се види један UPS уређај.



Слика 53 UPS уређај

Постоји више врста UPS уређаја као што су: Off line UPS, њих одликује ниска цена, али су мање софистицирани за разлику од других UPS уређаја, омогућава беспрекидно напајање и пружа заштиту од проблема насталих у мрежи; Line interactive UPS, бољи је од off line UPS-а, са побољшаним кодиционирањем и филтрирањем излазног напона; On line UPS, овакав уређај је константно активан и нема прекида при нестанку струје, препоручује се као поуздана заштита за сервере и друге битне системе. [8], [9]

11.ЗАКЉУЧАК

Јединица за напајање је један од веома важних делова рачунара, који се не треба занемарити. Напајање покреће сваки део рачунара и без њега ништа не би могло да ради. Облици и димензије напајања су се развијала са матичним плочама и кућиштима, као и типови конектора за напајање. Напајање има доста карактеристика и различитих архитектура и стално напредује у развоју, снази и ефикасности. Што је напајање ефикасније потрошња је мања, као и бука. Како би све компоненте функционисале регуларно потребна је одговарајућа снага јединице за напајање, за данашње потребе просечна су напајања од 450W. Модуларна напајања омогућавају коришћење каблова који су тада потребни, као и лепшу организацију и отклањање непотребних каблова.

12.ЛИТЕРАТУРА

- [1] **Чабаркапа Д.:** Напајање рачунара, техничка школа Шабац, 2002.
(Приступљено 1.10.2013)
- [2] **Scott Mueller:** Надоградња и поправка РС-ја. (Приступљено 2.10.2013)
- [3] **Милосављевић М. И Милић М.:** Монтажа и сервисирање рачунара.
(Приступљено 2.10.2013)
- [4] Википедија: (Приступљено 3.10.2013)
- а. http://en.wikipedia.org/wiki/Switched-mode_power_supply
- б. http://sr.wikipedia.org/wiki/Prekida%C4%8Dki_izvor_napajanja
- ц. [http://en.wikipedia.org/wiki/Power_supply_unit_\(computer\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_supply_unit_(computer))
- д. http://en.wikipedia.org/wiki/Molex_connector
- е. <http://en.wikipedia.org/wiki/ATX#SFX>
- [5] hwgurus: <http://www.hwgurus.com/forum/showthread.php?t=790>
(Приступљено 2.10.2013)
- [6] Свет компјутера: <http://www.sk.rs/2006/07/skse01.html> (Приступљено 2.10.2013)
- [7] LinkUniversity: <http://www.link-university.com/lekcija/Vrste-i-karakteristike-napajanja/4911> (Приступљено 4.10.2013)
- [8] Power Conversion: <http://www.powerconversion.co.rs/cesto-postavljana-pitanja/sta-su-i-cemu-sluzе-ups-uredjaji.html> (Приступљено 4.10.2013)
- [9] Enelps: <http://www.enelps.rs/sr/page/ups-uredjaji> (Приступљено 4.10.2013)
- [10] Tom's Hardware: <http://www.tomshardware.com/reviews/power-supply-specifications-atx-reference,3061-2.html> (Приступљено 3.10.2013)
- [11] Hardware secrets: <http://www.hardwaresecrets.com/article/Anatomy-of-Switching-Power-Supplies/327/1> (Приступљено 3.10.2013)
- [12] http://czman11.tripod.com/pwr_sup_formfact.pdf (Приступљено 2.10.2013)
- [13] Tech Power Up: <http://www.techpowerup.com/articles//overclocking/psu/160/2>
(Приступљено 2.10.2013)
- [14] **Mr. Nándor Burány** – Основи електронике, Виша техничка школа, Суботица 2001. (Приступљено 1.10.2013)