

<b>Технически Университет - Габрово</b>	<b>Организация на компютъра</b>
<b>Тема: Захранване на персоналните компютри</b>	<b>Лабораторно № 11</b>

## 1.Основна функция и работа на захранващия блок

Основната функция на захранващия блок е да преобразува типа на електрозахранването, идващо от контакта на стената, в типа, който електронните схеми могат да използват. Захранващия блок в една конвенционална система е проектиран да преобразува или 115 волта (60 Hz) или 230 волта (50 Hz) променлив ток в +3,3v , +5v и +12v прав ток. Съществуват захранващи блокове, които позволяват използването и на двата вида електрозахранване.

Захранващият блок е импулсно захранване на постоянно напрежение чрез полумостово пряко преобразуване (constant voltage half-bridge forward converting switching power supply), което се дефинира по следния начин: Постоянно напрежение (constant voltage) означава, че захранващият блок подава едно и също напрежение към вътрешните компоненти на компютъра независимо от напрежението на променливия ток, с който то работи, или собствения му капацитет (изходната мощност във ватове на захранващия блок).

Захранващият блок трябва да осигурява добро, стабилно захранване с постоянен ток, за да може системата да работи правилно. Устройства, работещи с различни от тези напрежения, трябва да се захранват от регулатори на напрежение. Например RIMM-овете и DDR модулите (DDR DIMM-ове) изискват 2.5V, а AGP 4x и по-бързите карти изискват 1.5V – и двете нива на напрежение се осигуряват от прости регулатори на напрежение. Процесорите също изискват широк диапазон от напрежения (до 1.3V и по-малко), които се осигуряват от сложен модул за регулиране на напрежението (voltage regulator module – VRM). Този модул или е запоеен на дънната платка, или е пхнат в специално предназначен за него цокъл. На една съвременна дънна платка ще откриете поне три такива модула.

Ако погледнем спецификацията на един типичен захранващ блок за PC, ще видим, че блокът генерира не само +3.3V, +5V и +12V, но също така -5V и -12V. Видяхме, че положителните напрежения се използват за захранване на всичко в една система (логика и двигатели). Дори някои конструкции на захранващите блокове, като например тази на малкия форм-фактор (small form factor – SFX) вече не включват изхода за -5V. Единствената причина за наличието на такова напрежение в повечето захранващи блокове е, че нивото от -5V се изисква от спецификацията на ISA шината за пълна обратна съвместимост.

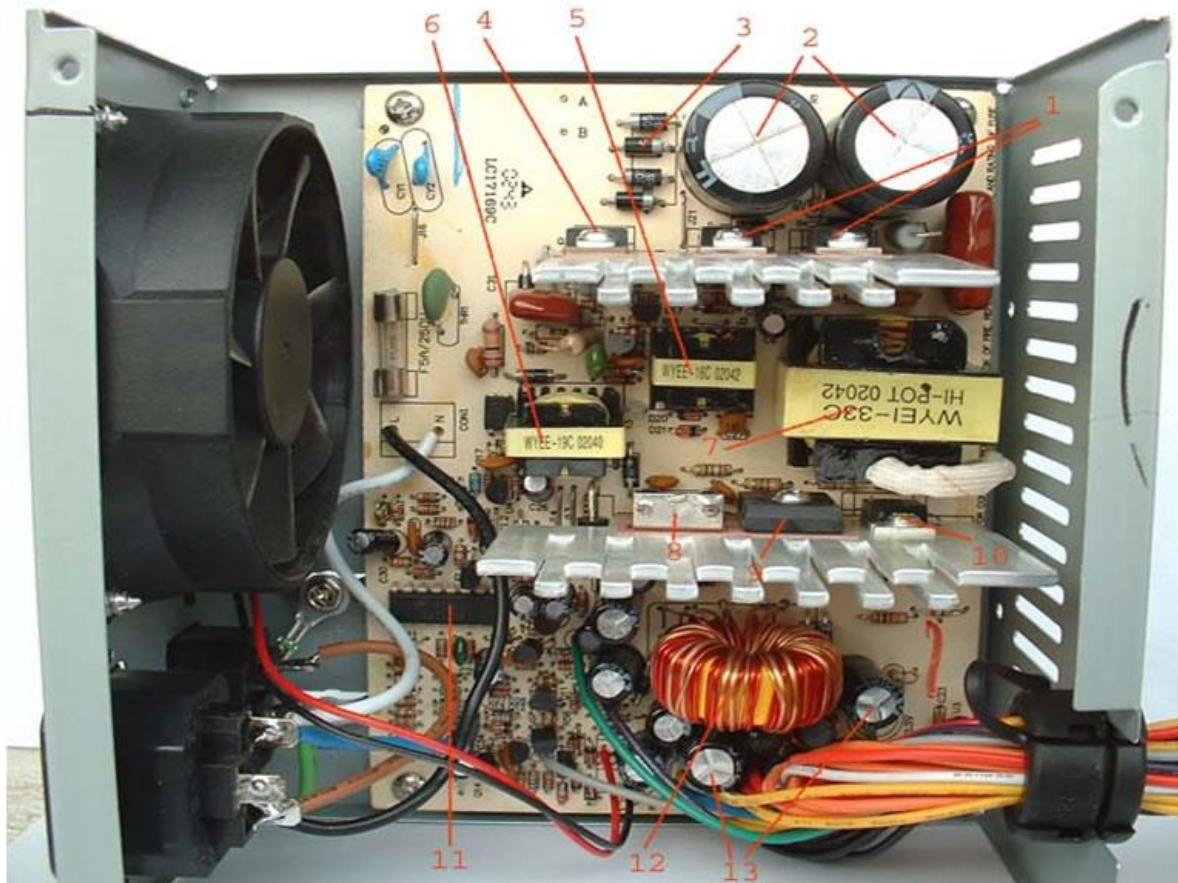
Въпреки че -5V и -12V се доставят на дънната платка през захранващите конектори, самата дънна платка нормално използва само +3,3v, +5v и +12v. Напрежението от -5v просто се свързва към извод B5 на ISA шината така че всяка ISA карта да може да го използва, макар че в днешно време не са много картите, които изискват такова

напрежение. Логиката на дънната платка обикновено не използва и напрежението от -12V, то обаче е необходимо на някои карти за поддръжка на серийни портове и мрежа. Въпреки, че старите схеми за серийни портове използват +/-12V, днес повечето от тях работят само на +3.3V или +5V. Основната функция на захранването с напрежение +12V е да задвижва двигателите на дисковите устройства, както и да захранва мощния регулатор на напрежение за процесора в някои от по-новите дънни платки. Обикновено захранващият блок доставя доста силен ток на изхода от +12V, особено при моделите, проектирани за захранване на множество дискови устройства например в една tower конфигурация.

Освен от дисковите устройства и по-новите регулатори на напрежение за процесора, +12V се използват и от всички вентилатори в системата, които, разбира се, трябва да работят постоянно. Един охлаждащ вентилатор черпи между 100mA и 250mA ток, много от по-новите вентилатори обаче използват по-ниската стойност от 100mA. Повечето системи използващи по-новите форм-фактори, като ATX, micro-ATX или NLX, включват още един специален сигнал. Той се нарича PS ON и може да се използва за включване и изключване на захранващия блок (а от там и на системата) по софтуерен път. Понякога този сигнал се нарича и soft-power възможност. PS\_ON се проявява, при използване на операционна система като Windows, поддържаща спецификациите APM (Advanced Power Management) или ACPI (Advanced Configuration and Power Interface).

## 2. Начин на функциониране

На Фиг. 1 е показан захранващ модул от персонален компютър.



Фиг.1. Захранващ модул – основни компоненти

Мрежовото напрежение първо се изправя от диодна Грец схема (3), след това напрежението се "изглажда" чрез филтровите кондензатори (2) и чрез мощни високоволтови (най-често биполярни) транзистори се "накъсва" на правоъгълни импулси с висока честота (над 20KHz, при компютърните е около 35,5-40KHz, но това зависи най-вече от вида на импулсния трансформатор). След това тези импулси се подават на феритен импулсен трансформатор (7), който както класическия мрежов има първична и вторични намотки, но с тази разлика, че работи на много по-висока честота от него и от там идва голямата мощност при много малки тегло и обем, което е предимството на всички импулсни захранвания.

Вторичните намотки, които както и първичната са изпълнени със средна точка се получават цяла гама от напрежения - +5V, +12V, +3,3V.... Тези напрежения се изправят от двуполупериодните изправители със средна точка (от по два диода) (8) и (9). Това задължително са мощни бързодействащи Шотки диоди комбинирани по два в един специален корпус (9) или класическо изпълнение с дискретни диоди (8). Това са точно изправителите отговарящи за изправяне на мощните +5V и +12V, които трябва да отдават голям ток (30A +5V) (13A +12V). Напрежението +3,3V с което обикновено се захранва ядрото на съвременните процесори се получава, като се вземе напрежението +5V след изправителя и се стабилизира със импулсен стабилизатор на 3,3V от типа на схемата TL431C.

Отрицателните напрежения се получават от същите намотки както и положителните, но там изправителите са с маломощни Шотки диоди (1A диоди), които се намират в близост до дросела (12) и диодите им са обърнати наобратно. Така получените напрежения преминават през дросела (12) който е един с много намотки за всяко напрежение и постъпват на изходен L,C филтър (13). Често този филтър се спестява и се слагат само филтриращите кондензатори (13) както е в този случай. Пести се и от входния LC филтър който се слага веднага след предпазителя на 220V. Първият филтър предотвратява проникването на високочестотни смущения и техните хармоници в компютъра а втория-мрежовия на високочестотни смущения в захранващата мрежа.

Мощните ключови транзистори (1), защитата и изобщо цялото захранване се ръководят от схема TL494 (11), която неизменно присъства във всички компютърни захранвания и се произвежда от много производители. Тази схема е специализиран широчинно-импулсен регулатор за фабрични импулсни захранвания и чипа съдържа два операционни усилвателя за грешка, вътрешен източник на опорно напрежение, вътрешен генератор на трионообразно напрежение и логически блок за управление на двата вградени Дарлингтон крайни транзистора.

Трансформаторът (6) е така нареченият спомагателен автогенератор преобразувател. Неговата роля е да произвежда непрекъснато напрежение +5VSB (voltage stand by) с помощта и на линейния стабилизатор тип 7805, което е необходимо на дъното за първоначалното стартиране и то присъства винаги когато вашият компютър е включен в контакта независимо дали ATX работи или не.

При персоналните компютри се използват импулсни захранвания, тъй като то предлага редица предимства пред "класическите". В този случай мрежовото напрежение първо се изправя от "Грец схема", след това напрежението се "изглажда" чрез филтровите кондензатори и чрез мощни високоволтови (най-често биполярни) транзистори се

"накъсва" на правоъгълни импулси с висока честота (около 35,5-40KHz, но това зависи най-вече от вида на импулсния трансформатор). Променливото напрежение от ел. мрежата (220V) се изправя, след което се филтрира и в резултат на това се получава постоянно напрежение-приблизително 310V. Това изправено високо напрежение се използва за захранване на същинския импулсен преобразовател и на схемата на Stand By захранващия източник -5VSB.

Импулсният преобразовател (който в случая е и стабилизатор) представлява ключов елемент (мощен биполярен транзистор или MOSFET транзистор), който е свързан към първичната намотка на високочестотен импулсен трансформатор, и неговото превключване се управлява от специализирана интегрална схема, наречена широчинно-импулсен модулатор (ШИМ) или в английската техническа литература – PWM (Pulse Width Modulator). След това тези импулси се подават на феритен импулсен трансформатор който както класическия мрежов има първична и вторични намотки, но с тази разлика, че работи на много по-висока честота от него и от там идва голямата мощност при много малки тегло и обем, което е предимството на всички импулсни захранвания.

На вторичните намотки, които както и първичната са изпълнени със средна точка, се получават цяла гама от напрежения - +5V, +12V, +3,3V.... Тези напрежения се изправят от двуполупериодните изправители със средна точка (от по два диода). Това задължително са мощни бързодействащи Шотки диоди комбинирани по два в един специален корпус или класическо изпълнение с дискретни диоди. Това са точно изправителите отговарящи за изправяне на мощните +5 и +12V, които трябва да отдават голям ток (30A +5V) (13A +12V) за 300W ATX.

Напрежението +3,3V, с което обикновено се захранва ядрото на съвременните процесори се получава, като се вземе напрежението +5V след изправителя и се стабилизира със импулсен стабилизатор на 3,3V от типа на схемата TL431C. Понякога обаче в някои модели 3,3V се получават от отделни секции на вторичната намотка. Отрицателните напрежения се получават от същите намотки както и положителните, но там изправителите са с маломощни Шотки диоди. Този метод е евтин, но има съществени недостатъци – стабилизацията се осъществява само по едно от напреженията. На практика какво се получава? Когато се натовари примерно 5V линията, тогава се увеличава тока през вторичната намотка на трансформатора, изправителните диоди и филтриращите дросели и в следствие на което се получава пад на напрежение, което ШИМ контролера се опитва да компенсира (така, че на изхода пак да имаме 5V) като увеличава коефициента на запълване на импулсите подавани на ключовия елемент. Но тъй като отношението между вторичните намотки на трансформатора на 5V и 12V е фиксирано, то тогава напрежението в 12V линията ще се повиши. Още повече, че съотношението м/у 12V и 5V е 2.4 и това означава, че при промяна на 5V линията с 0.1V, то 12V линията ще се промени с  $0.1 \cdot 2.4 = 0.24V$ .

При всички положения е много добре да знаете колко консумира всеки един компонент от вашата машина, за да вземете точното захранване във ватове. За да се изчисли мощността, употребявана от компонентите на компютъра, е достатъчно да се знае големината на тока по проводниците, свързани със захранването.

Много важен компонент от едно захранване е и още един блок – Stand By (5VSB) източника. Той работи постоянно, дори когато PC-то е изключено и трябва да осигури

необходимия ток за правилно функциониране на системата за PowerON на дънната платка, както и допълнителните блокове като USB, LAN и RAM (в S3 режим). Именно от този блок възникват и най-големите проблеми. Масово в евтините PSU (а и в някои по-качествени) се използват елементарни схеми, без каквито и да е защиты, не можещи да осигурят необходимите 2А ток (регламентиран в ATX спецификациите) и в резултат на това много често имаме катастрофални последици! За съжаление едно PSU не се изчерпва само със стойностите на напреженията и само на тяхна база няма как да се направи заключение, дали е качествено или не, още повече, че за обикновения потребител, са достъпни единствено декларираните стойности на ток и мощност на етикета (които се приемат на доверие) и евентуално измерените напрежения с мултиметр или от хардуерния мониторинг на дънната платка – в повечето случаи той не дава достатъчно достоверни стойности.

Захранващият блок провежда вътрешни проверки и тестове, преди да позволи на системата да стартира. Ако тестовете са успешни, захранващият блок изпраща специален сигнал към дънната платка – Power Good. Този сигнал трябва да се подава постоянно, за да може системата да работи. Ето защо, когато напрежението на променливия ток пропадне и захранващият блок не може да поддържа нивата на изходните напрежения в определените толерирани граници, подаването на сигнала Power\_Good се прекратява, което принуждава системата да се рестартира

Това обикновено отнема 100ms-500ms, след като натиснете бутона за включване на захранването. След това захранващият блок изпраща сигнала Power\_Good на дънната платка, където той се получава от синхронизиращия чип, контролиращ линията reset на процесора.

При липса на Power\_Good синхронизиращият чип задържа линията reset на процесора, което не позволява на системата да работи при лошо или нестабилно захранване. Когато синхронизиращият чип получи сигнала Power\_Good, той освобождава линията reset и процесорът започва да изпълнява кода, намиращ се на адрес FFFF:0000 (обикновено ROM BIOS).

Ако захранващият блок не може да поддържа правилни изходни напрежения например при моментен спад на централното електрозахранване, подаването на сигнала Power Good се прекратява и процесорът автоматично се установява в начално състояние (ресетва се). Когато изходните напрежения възстановят нормалните си нива, захранващият блок генерира отново сигнала Power Good и системата отново започва да работи.

Чрез прекратяване на сигнала Power-Good преди изходните напрежения да паднат под критичния минимум системата никога не получава лошо захранване, защото работата ѝ се прекратява (reset), вместо да бъде оставен да работи с нестабилни и неподходящи нива на захранването, което може да причини грешки в контрола по четност и други проблеми.

Повторното стартиране се отлага, докато сигналът Power\_Good не се появи отново. Сигналът Power\_Good (понякога наричан Power\_OK или PWR\_OK) е с номинал +5v и е активен при високо ниво. Той се подава на дънната платка, когато захранващият блок премине своите вътрешни тестове и изходните напрежения са се стабилизирани

Повечето системи, използващи по-новите форм-фактори, като ATX, micro-ATX или NLX, включват още един специален сигнал. Той се нарича PS\_ON и може да се използва за включване и изключване на захранващия блок (а от там и на системата) по софтуерен път. Понякога този сигнал се нарича и soft-power възможност. PS\_ON се проявява, когато се използва с операционна система като Windows, поддържаща спецификациите APM (Advanced Power Management) или ACPI (Advanced Configuration and Power Interface). Когато се избере опцията Shut Down от менюто Start, Windows автоматично изключва компютъра, след като приключи с процедурата по затваряне на операционната система. Система без наличието на тази възможност просто извежда съобщение на екрана, че е безопасно да я изключите.

### **3. Необходими захранващи напрежения**

Напреженията, необходими за функциониране на една компютърна конфигурация са следните:

- +3.3 V- чипсети, DIMM памети, PCI/AGP карти за преносими компютри и др.
- +5 V- логика на дискове, PCI/AGP карти за стационарни компютри, SIMM памети, ISA карти, регулатори на напрежение, други чипове
- +12 V- двигатели, регулатори на напрежение

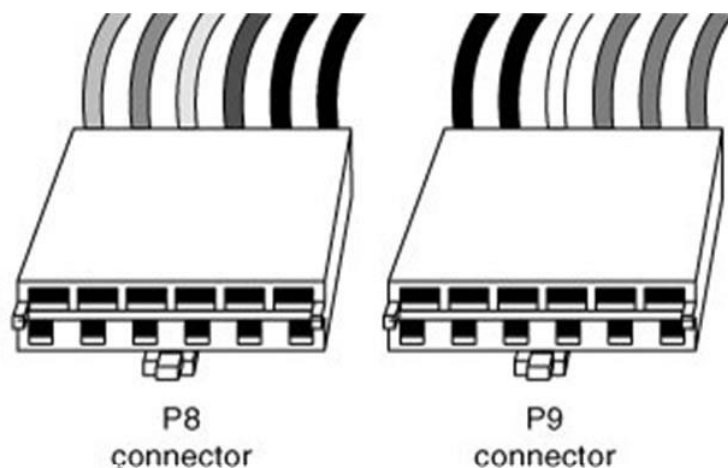
За да работи правилно системата, захранващият блок трябва да осигурява стабилен ток с постоянно напрежение. Устройства, които използват различно напрежение от горепосочените се захранват от вградени регулатори на напрежение. Например, RIMM и DDR DIMM модулите изискват 2.5V, DDR2 DIMM модулите изискват 1.8V, AGP 4x/8x изискват 1.5V, а PCI Express картите използват само 0.8V, които се осигуряват от прости вградени регулатори.

Процесорите също изискват широк диапазон напрежения (за съвременните процесори 1.3 V и по-малко ), които се осигуряват от сложен регулиращ модул VRM (voltage regulator module), който или е запоен на дънната платка или е пъхнат в специално предназначен за него цокъл. Обикновено в съвременната дънна платка може да се открият поне три такива модула.

Всеки захранващ блок за РС притежава специални конектори, които се свързват към дънната платка и по този начин осигуряват захранване на процесора, паметта и всички разширителни карти на слотове (ISA, PCI и AGP). Неправилното свързване на тези конектори може да има унищожителен ефект върху вашето РС, включващ изгаряне на захранващия блок и дънната платка.

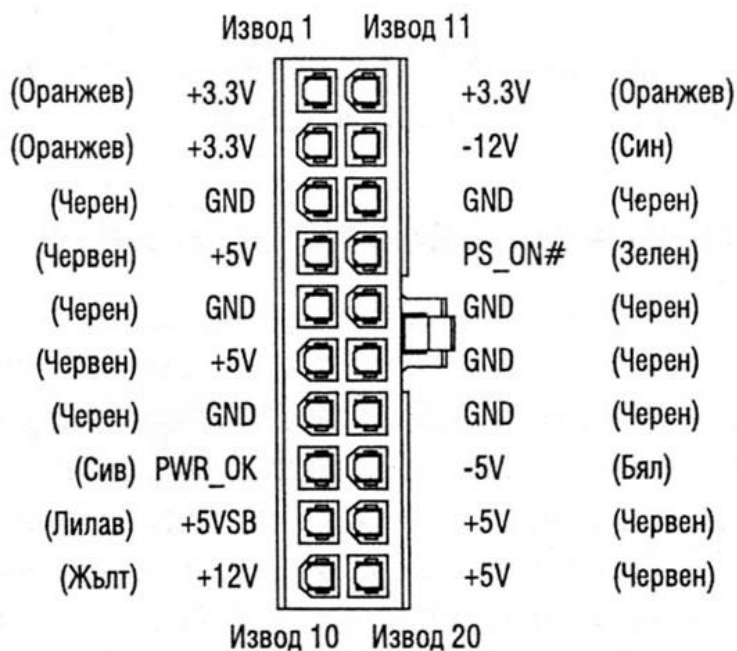
АТ захранванията се характеризират с два основни захранващи конектора (P8 и P9, порядко обозначавани като P1 и P2), всеки с по шест извода, които свързват захранващия блок с дънната платка. Те са разчетени да издържат 5 ампера ток на извод при напрежения до 250V.

Фигура 2 показва конекторите P8 и P9 (понякога наричани също P1/P2) в тяхната правилна ориентация при свързване.



Фиг.2 P1/P2 конектори

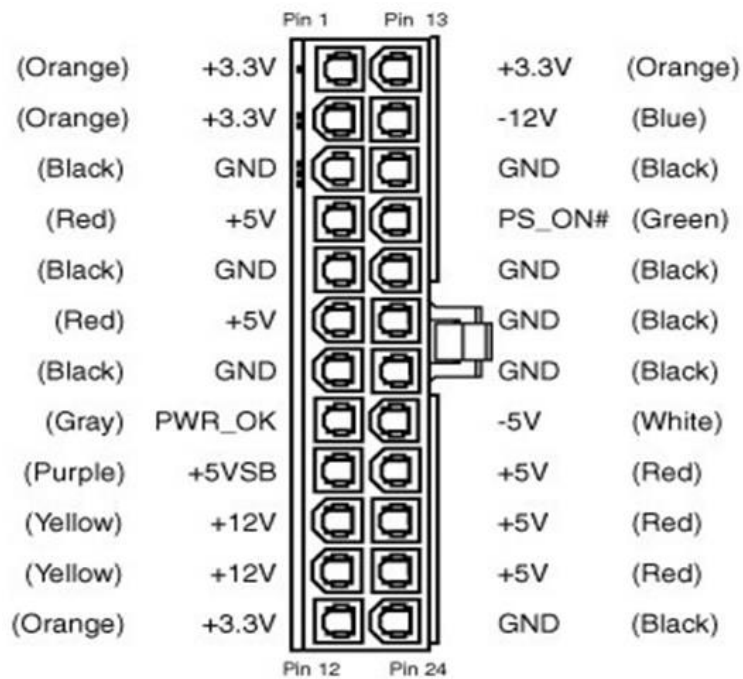
На Фиг. 3 е показан 20-изводния главен ATX конектор към дънната платка и наименованието на всеки един от тези сигнали.



Фиг.3 Главен ATX 20-изводен конектор

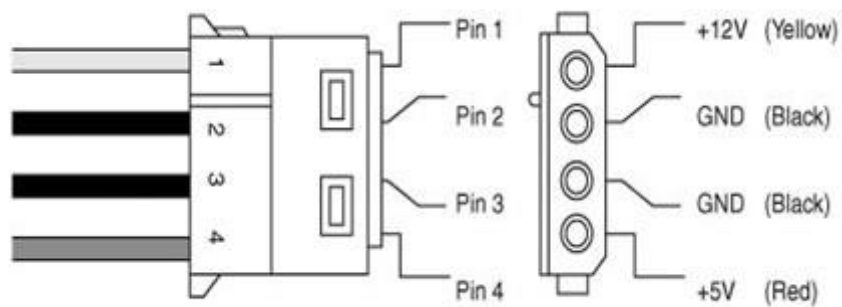
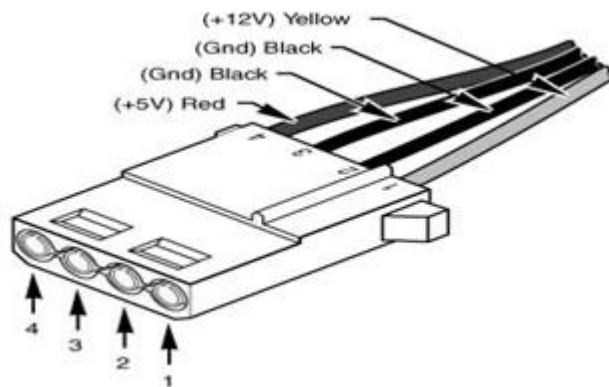
През юни 2004 в дънните платки се появява новата шина PCI Express. Видеокартите PCI Express x16 изискват повече енергия (до 75 W), отколкото може да осигурят 20-изводния главен и 6-изводния допълнителен конектор. Тези видеокарти изискват +12V, които не могат да се осигурят и от допълнителния 4-изводен +12V конектор, защото той е конструиран специално да захранва процесора и е недостъпен за други устройства

На Фиг. 4 е показан ATX12V 2.x 24-изводен конектор за главно захранване.

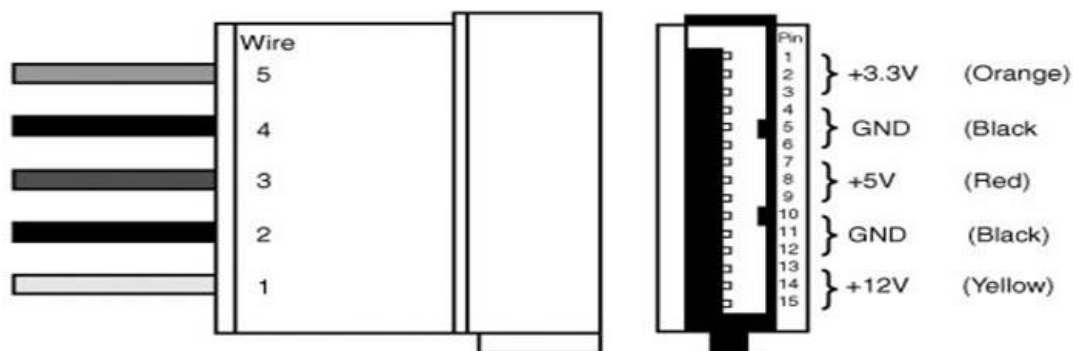


Фиг. 4. ATX12V 2.x 24-изводен конектор

#### Конектори за захранване на периферни устройства:







Конектор за SATA дискове

SATA конекторът е специален 15-щифтов конектор, свързан към само 5 проводника, което означава, че към всеки проводник директно са свързани 3 контактни щифта. Номерацията на проводниците е в обратен ред на номерацията на щифтовете.



PCI Express x16 графични захранващи конектори

Вече съществуват видеокарти които изискват значително по-голяма мощност на захранването (над 100 W) и ще се появяват карти, които ще изискват все повече. Тъй като през дънната платка не може да се осигурят повече от 75 W, от групата PCI-SIG (Special Interest Group) е създаден стандарт за подаване на поне 150 W енергия директно към видеокартата чрез допълнителен графичен конектор. Този конектор е с 6 извода, направени в стила на главния и допълнителния +12V конектори (фиг. 12). В официалния стандарт се включват само 2 извода +12V (извод 2 не се използва), макар че повечето захранващи блокове използват три извода.

#### 4. Диагностика на захранващ блок

За да пуснем в работа едно ATX захранване без компютър е нужно да дадем на някъсо неговите зелен и черен изходни кабели от голямата правоъгълна букса, която се включва към дъното с многото кабели. Черните кабели са маси GND а зеления кабел е така нареченият PC\_ON#. При изключено захранване на него има логическа единица. За да се стартира захранването трябва да му се подаде логическа 0 а това става най-лесно като го свържете постоянно към черния проводник - маса. При това захранването трябва да тръгне. Не е зле преди това да го отворите и най-малкото да проверите дали е здрав бушона на 220V. Ако го включите и той не изгори това е добре.

Проверете на изходните клеми с мултицет дали има напрежение на червения проводник +5V а на жълтия +12V. Най-вероятно обаче да няма нито едно напрежение. Проверете дали има +5VSB на виолетовия проводник (всички измервания са спрямо черен

проводник-маса). Това напрежение трябва да го има дори при неработещо захранване, нужно е само кабела му да е включен към мрежата. Без него захранването не може да се запусне дори да е изправно. Ако липсва причината е някъде в автогенератора- изгорял трансформатор (6), ключовия транзистор (4) или самият стабилизатор 7805 (понякога е в миниатюрен транзисторен корпус а не в добре познатия TO220).

Проверете и четирите изправителни диода на този генератор. Корпусите на транзисторите на горния радиатор трябва да са изолирани от радиатора, най-малкото тези на високоволтовите транзистори. Проверете и дали тази изолация е здрава. Друга възможна повреда е изгаряне на диодите от входната Грец схема (3). Проверете всеки поотделно и при нужда го заменете с Si тип за 2A/500V (не стават 1N4007) защото са за 1A. Може обаче да замените всеки оригинален диод с по два паралелно свързани 1N4007 и така токът през тях е допустим. Важно е само диодите да са едни и същи. Ако до тук всичко е наред след изправителя трябва да имате изправено напрежение 220V, което освен това е и "изгладено" от големите филтрови кондензатори става около 300V.

Филтровите кондензатори са високоволтови (200V). Стойността им е между 220 uF и 470uF (колкото по-голям капацитет по-добре). В схемата те са свързани последователно и така пробивното им напрежение става 400V но еквивалентния капацитет е наполовина. Ако до тук е ОК, трябва да имаме около 300V постоянно напрежение върху крайните транзистори (между колектора на горния и емитера на долния по схемата). Проверете и самите високоволтови транзистори дали са здрави. Най-вече това е най-честата повреда - изгаря единия от тях или и двата. При замяната и двата трябва да са един и същ тип.

При всички положения дори и ATX да не работи TL494 трябва да е захранена и между нейните крачета 7 GND и 12 VCC трябва да има напр. от 7-40V. Чрез два маломощни NPN транзистора те управляват прехвърлящия трансформатор и ако той е здрав във вторичните му намотки се получават правоъгълни управляващи импулси.

Проверете и изправителните диоди към базите на транзисторите. Ако имаме +5V а нямаме +3,3V причината най-вероятно е стабилизатора (10). Захранването може да издържи със спрял вентилатор поне десетина минути (критична температура на Si полупроводници - 130 градуса по Целзий). При токово претоварване или късо съединение често копчето на компютъра се оказва напълно безполезно тъй като "увисва" (губи се +5VSB) и в рискови ситуации бъдете готови директно да извадите захранващия кабел от контакта.

Добре е да знаете, че изправно захранване включено на празен ход, не може да изгори защото има задължителните товари вътре в него. Това са 1W резистори от по 100 ома, който са достатъчни за нормалната му работа. При това положение обаче напрежението 5V нормално е около 5,10 - 5,20V, а 12V и 3,3V са под тази стойност и то с обезпокоителен процент отклонение. При нормална работа не трябва да има повече от 5% отклонение от номиналните стойности на всички напрежения. Напреженията се нормализират в границите едва след като натоварите изхода +5V с по-голям ток отколкото го товари резистора вътре в захранването. При ток от 500mA и повече консумирани от +5V останалите напрежения се повишават и влизат в границите си.

Истинска проверка на точността на тези напрежения се прави само при номинално натоварване - това е включен компютър. Ако има отклонение с повече от 10% от

номиналните стойности нещо определено не е наред. Отклонение до 5% все още е в границите на нормалното. За пробите използвайте силно активни товари като товарни резистори или автомобилни крушки за фарове. Избягвайте да товарите захранването със силно индуктивни товари като постояннотокови електродвигатели. Добра работа за товар вършат дори крушки за осветление на 220V примерно 40 или 60W, които в студено състояние имат ниско съпротивление. Все пак не прекалявайте с товара!

## **Задачи за изпълнение**

**1. Чрез програма SetUp на BIOS проверете текущото ниво на захранващите напрежения, които се генерират от захранващия блок и дънната платка.**

<<Таблица 1 с две колони: Тествано напрежение, текуща стойност.>>

**2. Реализирайте задача 1 като използвате тествача програма Everest.**

<<Допълнете Таблица 1 с нова колона – стойности на захранващите напрежение, получени чрез Everest>>

**3. Намерете информация за захранващите напрежения и сигналите, които се използват за функциониране на захранващи модули от тип ATX (20 и 24 изходен основен куплунг).**

<<Поглед отгоре на куплунга, цвят на кабела, описание на сигналите.>>

**4. По аналогичен начин намерете информация за куплунзите, използвани за захранване на периферията (твърд диск, CD, DVD, флопи)**

<<Поглед отгоре на куплунга, цвят на кабела, описание на сигналите.>>

**5. Като използвате измервателен уред проверете текущите стойности на всички сигнали по куплунзите, описани в Задачи 3 и 4.**

<<За всеки куплунг таблица с три колони: номер на сигнал, цвят на кабела, текуща стойност [V]>>

**6. Опишете местоположението и измерете текущите стойности на всички захранващи напрежение от системната шина на тествана конфигурация. За целта:**

- Определете типа на разширителните слотове (Използвайте програма Everest);
- Определете позициите на захранващите напрежения върху разширителните куплунзи.
- Чрез осцилоскоп измерете стойностите на всички захранващи напрежения.

<<Таблица с три колони: Номер на сигнал, име на сигнала, измерена стойност.>>