

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ КОНСТРУКТИВА ATX ДЛЯ КОМПЬЮТЕРОВ

Юрий Гончаров
Анатолий Орехов

Компьютерная техника в последнее время стремительно развивается – совершенствуются технологии изготовления, высокие темпы растут производительность, емкость оперативной и буферной памяти, емкость жестких дисков.

На фоне такого стремительного развития компьютерные блоки питания изменились незначительно. За последнее время самое существенное изменение связано со способом включения блока питания. В блоках питания, выпускаемых ранее, включение происходило механическим замыканием контактов, через которые подается высокое внешнее напряжение сети.

В последнее время широкое развитие получили источники питания типа ATX.

УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Стандарт ATX (AT Extension) установлен корпорацией INTEL с введением нового формфактора на материнские платы (формфактор – отношение ширины платы к ее длине, а также план размещения посадочных мест). Позволение нового формфактора обусловлено ожидаемым расширением возможностей персональных компьютеров: аудио- и видеосвязь, поддержка виртуальной реальности, реализация видео-выхода TV, а также факсимеда. Стандарт ATX предполагает снижение общей стоимости комплектующих за счет уменьшения длины кабелей, снижения их числа посредством схемотехнических решений, уменьшения числа вентиляторов и дополнительных карт. Снижение числа компонентов на плате предполагает и смену корпусов, поскольку новые платы не соответствуют старым корпусам на лабораториях.

В источнике питания для конструктива ATX (в дальнейшем – источник) изменен разъем для подключения питания к системной плате. Он имеет 20 контактов, и через него подается напряжение ± 5 В, ± 12 В, +3.3 В (для будущих моделей PCI плат расширена). Кроме того, на разъем выводится сигнал "PS-ON", предназначенный для включения питания программными средствами, например, по команде "Shut down the computer" ("закончить компьютер") в среде WINDOWS.

В связи с этим в блок питания добавлен вспомогательный источник дежурного питания "+5 VSB" и дистанционное управление включением и выключением выходов источника постоянного напряжения. Все выходные напряжения, кроме "+5 VSB", запрещаются сигналом лог. "1" на входе "PS-ON".

Спецификой источников конструктива ATX является высокая массогабаритная характеристика при средней мощности 230 Вт:

- значительный диапазон изменения тока нагрузки – от 10 до 100%;
- низкий уровень шума и пульсаций всех выходов напряжений;
- низкий уровень излучения электромагнитных помех;
- хорошая изоляция выходных напряжений от питающей сети;
- широкий диапазон допустимого напряжения сети – 180...265 В для стандарта 220 В и 90...135 В для стандарта 110 В;
- рабочий диапазон изменения частоты питающего напряжения от 48 до 63 Гц;
- диапазон рабочих температур от 0 до 40°C при относительной влажности от 10 до 85% без выпадения конденсата.

Структурная схема источника (рис. 1) состоит из двух функциональных узлов – сетевого выпрямителя (СВ) и преобразователя напряжения (ПН). Преобразователь напряжения включает в себя конденсатор (К) и устройство управления (УУ). Конвертор, в свою очередь, состоит из инвертора (И), преобразующего постоянное выходное напряжение СВ в переменное прямоугольной формы; силового трансформатора, работающего на повышенной частоте (~60 кГц) и обеспечивающего гальваническую развязку сети с нагрузкой; выпрямителя и высокочастотного LC-фильтра (ВФ). Устройство управления обеспечивает мощные транзисторы инвертора импульсами возбуждения определенной длительности, реализует, таким образом, принцип широтно-импульсного регулирования и стабилизации выходного напряжения U_n .

Кроме того, устройство управления выполняет функции плавного включения и аварийного отключения блока питания.

Согласование напряжений выходных сигналов логических элементов УУ с рабочим напряжением транзисторов выполняется усилителем импульсов (УИ) через трансформатор Т2, который обеспечивает гальваническую развязку.

Схема вспомогательного преобразователя (ВП) обеспечивает напряжения питания усилителя импульсов, узлы схемы управления и линейный стабилизатор "+5 VSB".

После запуска инвертора устройство управления получает питание от вспомогательного выпрямителя (ВВ).

Сетевой выпрямитель (рис. 2) выполняет функции выпрямления напряжения сети и сглаживания пульсаций; обеспечивает режим плавной зарядки конденсатора фильтра С5 и С6 (терморезистор ТН1 ограничивает пиковый ток зарядки конденсаторов С5, С6 до допустимого значения) при включении источника; обеспечивает бесперебойность подачи энергии в нагрузку при кратковременных (до 300 мсек) провалах

- КПД не менее 65% при полной нагрузке на всех выходах;

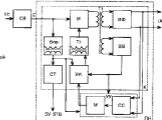


Рис.1. Структурная схема блока питания

СВ – сетевой выключатель;
 И – регулируемый источник;
 ВПр – вспомогательный преобразователь для “+5VSB”;
 УИ – усилитель импульса базового тока силового ключев
 инвертора;
 ВФ – выпрямитель и сглаживающий фильтр;
 СС – схема сравнения;
 М – модулятор;
 СТ – линейный стабилизатор “+5VSB”;
 ВБ – вспомогательный выпрямитель.

напряжение сети ниже допустимого уровня и уменьшает уровень помех за счет применения помехоподавляющих фильтров (элементы СХ1, Б11, Б12, Б13, СУ1, СУ2, С1, И1, С2, С3, С4).

Для выравнивания напряжений конденсаторов С5 и С6 шунтируются резисторами R2, R3 (с допуском не более ±2%), которые, к тому же, абсорбируют разрядку этих конденсаторов при выключении источника питания.

На выходе СВ формируется постоянное напряжение, которое может составлять 264-340 В для однофазной сети ~220 В с учетом допуска =15%...+10%.

Двухполюсный выключатель SW1 коммутирует входное сетевое напряжение. Ключ SW2 служит для переключения на стандарт питающего напряжения ~110 В. При его замыкании жеревый выпрямитель передает в режим удвоенного напряжения на схеме Лапласа.

Сетевая часть регулируемого инвертора выполнена по полумостовой схеме на транзисторах Q1 и Q2 (рис. 2). Транзисторы Q1 и Q2 открываются противофазно на разные временные интервалы t_1 и t_2 (рис. 3).

Временные интервалы открытого состояния транзисторов разделены защитным интервалом Δt , исключая возникновение короткого тока через Q1 и Q2. Выходной сигнал инвертора подается через токовый датчик Т4 на первичную обмотку силового трансформатора Т1. Силовой трансформатор Т1 подключается к выходу высоковольтного делителя напряжения С5, С6 через конденсатор С7, исключая параллелизацию сердечника трансформатора и предотвращая насыщение его магнитопровода в установившемся режиме работы. Защиту от коммутационных импульсов напряжения обеспечивают варисторы VD1 и VD2. Цепочки R4, С8, шунтирующие первичную обмотку трансформатора Т1, снижают добротность резонансного контура, что также способствует уменьшению импульсных помех.

Возвратные диоды D1 и D2 ограничивают напряжение на коллекторах транзисторов Q1 и Q2, обеспечивая их безопасную работу в инверсном режиме при возврате реактивной энергии, накопленной в нагрузке и трансформаторе, в систему электроснабжения через открытый трансистор.

Усилители импульсов на транзисторах Q4 и Q5 сигналами от IC1 (TL494) с помощью согласующего трансформатора Т2 управляют работой силовых

ключей (транзисторы Q1 и Q2). Особенностью работы данных усилителей является положительное напряжение смещения на емкости С15. Подвижное напряжение на диодах D10 и D11 используется для динамического запаривания транзисторов Q4 и Q5.

Управление базовыми цепями транзисторов Q1 и Q2 осуществляется через ускоряющие цепочки D3, R7, C9, R5 и D4, R8, C10, R6, которые форсируют прямо и обратные токи баз Q1 и Q2 на электах их включения и выключения.

Трансформатор Т4 служит для формирования сигнала аварийного выключения источника при превышении мощности потребления свыше 250 Вт. Порог срабатывания защиты устанавливается термистором резистором VR1.

На магнитопроводе силового трансформатора Т1 располагаются вторичные обмотки для получения выходных напряжений ±12 В, +5 В, +3.3 В. Выпрямителям напряжений вторичных обмоток выполнены по двух-полупериодной схеме, причем для получения выходных напряжений +12 В, +5 В, +3.3 В используются одновентные диоды, установленные на радиаторе. Трансформатор Т5 снижает уровень синфазных помех в выходные напряжения +12 В, +5 В, -12 В. Широко-импульсная стабилизация применяется только для самых мощных источников “+12 В” (макс.=8 А) и “+5 В” (макс.=22 А). В этой ситуации стабильность остальных источников оказывается недостаточной, и для ее повышения используются либо интегральные линейные стабилизаторы напряжения (IC4 в канале “-12 В” и IC5 в канале “-5 В”), либо стабилизатор на дискретных элементах (канал “+3.3 В”). Последний выполнен на регулирующем транзисторе Q10, резисторах R60, R63, VR3, конденсаторах С3 и микросхеме IC7. Микросхема IC7 (TL431) представляет собой маломощный регулируемый стабилизатор постоянного напряжения параллельного типа положительной полярности и используется в качестве регулируемого источника опорного напряжения (“регулируемого стабилизатора”) [3].

Вспомогательный преобразователь, обеспечивающий напряжение питания узлы устройства управления и источник “+5 VSB”, представляет собой одноступенчатый преобразователь напряжения (ОПН) с самовозбуждением. Положительная обратная связь обеспечивается дополнительной обмоткой, расположенной на магнитопроводе трансформатора Т3.

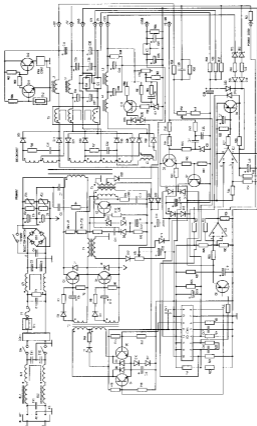


Рис. 2. Принципиальная схема блока питания

Резистор R10 обеспечивает самозабурение ОПН посредством начального замыкающего тока в базу транзистора Q3. Демпфирование импульсного коллекторного напряжения транзистора выполняется цепью R14, C13.

Большие коммутационные перегрузки транзистора Q3 по току коллектора являются основным недостатком рассмотренной схемы и требуют применения довольно мощного высоковольтного ключевого транзистора, например, 2SC6070.

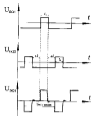


Рис. 3. Временные диаграммы коммутационных процессов переключения силовых транзисторов Q1 и Q2

Выходное напряжение $+5 \text{ ВSB}^*$ формируется на инвертирующем диоде D20 с помощью линейного стабилизатора IC3.

Питание ВПр осуществляется от сетевого выпрямителя через резистор R9.

В данной установке в качестве схемы управления УУ используется микрофункциональный ИМС типа TL494, предназначенная для управления импульсными источниками вторичного электропитания различного вида [3].

Ее аналогами являются ИМС μPC494 , ИЭМО2, KA7500 и аналогичные KP1134LY4.

Питание микросхемы в устанавливаемом режиме работы осуществляется от вторичной обмотки трансформатора T1 через выпрямительный диод D27. Микросхема имеет встроенный источник опорного напряжения (ИОН), обеспечивающий стабильным напряжением остальные узлы ИМС, а также элементы токовой защиты: транзисторы Q6, Q8, микросхему IC7 и др. ИОН формирует опорное напряжение $+5 \text{ В} \pm 1\%$ на выходе (вывод 14) при подаче на вход (вывод 12) напряжения 27 В.

Частота внутреннего задающего генератора задается элементами R26 и C17, последовательными соответственно к выводам 6 и 5 ИМС. При $R26=16 \text{ к}\Omega$ и $C17=1000 \text{ нФ}$ получим $f=66 \text{ кГц}$ ($T=15 \text{ мкс}$).

Выходное напряжение ИОН через делитель R25, R24 подается на вывод 4. Конденсатор C18, установленный в этот делитель, определяет временные параметры плавного затухающего источника при нулевом включении напряжения питания или после срабатывания соответствующих схем защиты.

Выход 1 ИМС является входом схемы сравнения. Уровень выходных напряжений источника устанавливается потенциометром VR2. Потенциометр VR2 регулирует напряжение, получаемое с выводов схемы мощного источника $+12 \text{ В}$ и $+5 \text{ В}$.

Корректирующая цепь R22, C16 обеспечивает устойчивый режим стабилизации.

Сигнал с вывода 3 ИМС TL494 используется для образования сигнала "POWER GOOD". Сигнал проходит через резистор R23, транзистор Q6 и операционный усилитель IC2. С выхода 1 усилителя IC2 на резисторе R51 образуется сигнал лог. "1" с

временем задержки от 100 до 500 мкс при включении и не более 1 мкс при выключении. Время задержки при выключении определяется емкостью C19.

Второй операционный усилитель в IC2 (IA393) используется в касковой защите. При увеличении мощности, потребляемой источником, более 250 Вт напряжение с потенциометра VR1 через диод D13 поступает на вход компаратора ИМС IA393 (вывод 6). Отрицательное выходное напряжение с вывода 7 IC2 инвертируется транзистором Q9 и через диод D18 поступает на вывод 4 IC1, задерживая выходные импульсные последовательности на выводах В и II и переводя блок питания в дежурный режим.

Схема на резисторах R40, R48, R52, R54, R55, диодах D19, D23, D24, стабилизаторах ZD2, ZD3 и конденсаторе C28 используется также для получения положительного напряжения запитки при переключении источника $+3.3 \text{ В}$, $+5 \text{ В}$, -5 В , -12 В или повышении напряжений на выводах источника $+3.3 \text{ В}$ и $+5 \text{ В}$.

Каскод на транзисторах Q7, Q8 и "управляемый стабилизатор" IC6 (TL431) используется для дистанционного включения и выключения источника сигналами с логическими уровнями "0" и "1" соответственно.

Блок питания формата АТХ, основанный на самой термостабилизированной скорости вращения охлаждающего вентилятора зависит от температуры внутри корпуса — на максимальную скорость вентилятор выводит только при температуре, превышающей 40°C . Таким образом, при нормальной температуре источника обладает пониженным уровнем шума.

НЕИСПРАВНОСТИ

Наиболее часто встречающаяся неисправность в источнике питания типа АТХ:

1. В дежурном режиме работы ("STANDBY") замедлит или срывает транзистор Q3 (2SC4020: $I_{\text{к макс}}=3 \text{ А}$, $U_{\text{кз макс}}=800 \text{ В}$) и сгорает резистор R9 (4.7 Ω , 2 Вт).
2. В процессе работы чаще всего отказывают элементы, связанные с изменением выходного напряжения питания: диоды D1 и D2 (FR107 — SUITEK: 3A, 1000В) или варисторы VD1 и VD2 (W07M10241K — THOMSON);
3. Реже выводит из строя следующие детали: резисторы R7, R8 (39 Ω , 1/8 Вт), транзисторы Q1, Q2 (2SC4242: $I_{\text{к макс}}=7 \text{ А}$, $U_{\text{кз макс}}=400 \text{ В}$), трансформатор T2. При этом выгорит предохранитель F1 (5 А, 250 В).
4. Значительно реже происходит отек вентилятора, но это также приводит к частичному последствию от перегрева выгорят диоды L1, L2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рамос Э.М. и др. Высоковольтные транзисторные преобразователи. — М.: Радио и связь, 1988.
2. Сергеев Б.С. Схемотехника функциональных узлов источников вторичного электропитания. Справочник. — М.: Радио и связь, 1992.
3. Шмидт Д.А. Справочное пособие по зарубежным ИМС управления импульсными источниками вторичного электропитания. — М.: АО "Звезда и С", 1994. ■