

СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ

Ю.А. Осокин, М.В. Халин (г. Барнаул, Россия)

Все устройства электронной аппаратуры преобразуют потребляемую электрическую энергию в тепловую. Источниками тепла являются солнечная радиация, резисторы, транзисторы, все виды полупроводниковых элементов, интегральные микросхемы, электролитические конденсаторы, трансформаторы и многие другие элементы.

При этом перенос тепла происходит за счет теплопроводности, конвекции и теплового излучения.

Увеличение температуры электронных элементов приводит к увеличению тепловых шумов (шумы Дж.Б.Джонсона):

$$U_i = (4kTB/R)^{1/2}$$

где k – постоянная Больцмана ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); T – абсолютная температура, К; B – полоса пропускания шумов, R – сопротивление цепи, Ом.

Кроме того, увеличение температуры значительно изменяет передаточные характеристики полупроводниковых преобразователей, что требует применения специальных схем температурной компенсации. И в большинстве случаев электронные элементы выходят из строя из-за температурного перегрева.

Распространенным методом теплоотвода от источников тепла является применение радиаторов, осуществляющих конвективный теплообмен. Однако, радиаторы увеличивают громоздкость аппаратуры в целом, особенно при больших мощностях рассеяния. Так, для ограничения температуры перегрева на 50 градусов выше температуры окружающей среды площадь многореберного радиатора должна быть 25-тикратно увеличена на каждый Ватт рассеиваемой мощности, и уже при мощности 10 Вт составляет около 250 см².

С учетом тенденции неуклонного снижения габаритных размеров электронных приборов актуальным является решение задачи принудительного охлаждения электронных устройств. При этом в схемах активной вентиляции требуются применения точных, надежных, компактных датчиков температуры, схем управления и компактных, производительных вентиляторов.

С учетом конкуренции производители не очень активно предлагают решения этой проблемы. Встроенный датчик температуры процессора появились на Intel Celeron. Стандартные системы на материнских платах обычно обеспечивают измерение температуры с 3-х датчиков и измерение скорости 3-х вентиляторов или управление ими. Собственно мониторинг обеспечивается программами, прилагающимися к плате или альтернативными, в большом количестве находящимися в сети. Они от-

слеживают показания датчиков и в случае выхода за установленные пороги могут подавать сигналы или даже выключать ПК. Однако, конкретных сведений о принципах и схемах управления температурной средой с использованием вентиляторов не приводится в сопровождающей электронные приборы, ПК документации.

Кроме материнских плат, термодатчиками для создания определенных температурных режимов среды управлением скорости вентилятора начинают оснащаться устройства современных видеокарт и жестких дисков.

Уровень технической оснащенности отечественных устройств, в том числе, возможностями встроенных систем температурной компенсации на сегодняшний день, вряд ли можно признать удовлетворительными. Как правило, приходится обращаться к зарубежному оборудованию. Например, устройствам температурной компенсации компании TS Computers, которые продаются под маркой TS™ Thermal@Control 07. К блоку можно подключить до 7 датчиков и 4-х вентиляторов. Блок управления выполнен в размерах 3.5" дисковод и устанавливается в свободный внешний отсек.

Термодатчики, выполненные, как правило, миниатюрные по размерам, крепятся на необходимых устройствах в точках контроля с использованием ленты.

Более качественным решением следует признать использование датчиков с винтовым креплением, т.е. с созданием плотного теплопроводного контактного соединения путем вкручивания непосредственно в одно из креплений, например, жесткого диска. При этом достигается точность измерения температуры – 0,5 градуса в диапазоне от 0 до 100 градусов.

Для датчиков устанавливается порог температуры, при превышении которого формируется сигнал. Недостатком является ограниченный диапазон регулирования скорости вентиляторов, который снизу ограничивается скоростью 2000 оборотов в минуту. Уменьшение скорости вращения примерно в 2 раза или до 2000 оборотов в минуту считается неисправностью. Отключившиеся вентиляторы считаются также неисправными.

Важным вопросом является также реакция системы на нештатное состояние в системе температурной компенсации, возникновением неисправности или ошибки. Для этого применяется звуковая сигнализация или световая, мерцающая с формированием на экране определенного знака, в том числе, надписи, типа "Error" с указанием соответствующего датчика.

Аварийная сигнализация может быть временно отключена до подсказки о следующей аварийной ситуации или уже после "зависания"

вместе с ПК, которые ведут ко всем известным нежелательным последствиям.

В обычном режиме на жидкокристаллическом экране последовательно показывается температура датчиков. Определенный интерес представляет применение линейных шкал, до десяти. В данном устройстве, например, температура 25 градусов показывается четырьмя сегментами, а 44 - семью. В числе расширенных функций добавляется возможность индикацию времени и сохранность установок при выключении ПК.

При тестировании устройства студентами АлтГТУ Ковалевой Е.В. и Лукьяновой Ю.В. было подключено 5 из 7 датчиков: на радиатор процессора (Celeron 450A), радиатор чипсета (440BX), чип видеокарты (TNT2 M64), жесткий диск (IBM DJNA) и просто на верхнюю часть корпуса около БП. В процессе работы на компьютере показания составили от 30 до 55 градусов. При этом, по информации, исходящей от материнской платы Super Micro P6DBU температура на процессоре было на 20% выше, чем показания соответствующих датчиков. После 10 минут интенсивной работы на ПК температурные данные имели значения - 31 до 62 градусов.

Другое испытанное устройство это TS™ Thermal@Control 84 выполнено в типовых конструктивных размерах 5.25". Рекламируется как не просто измеритель температуры, а интеллектуальное микропроцессорное устройство. В комплекте 8 термодатчиков - 6 обычных и 2 плоских, лента для их крепления, описание, крепеж. Возможности в целом аналогичны TS-07. Отличительной способностью этого устройства является повышение внимания к управлению вентиляторами на основе показаний датчиков. Всего есть 4 канала для вентиляторов, связанных с первыми четырьмя датчиками температуры. Встроенный на передней панели устройства 40мм вентилятор подключен к одному из каналов. На передней панели устройства установлен ЖК дисплей (без подсветки) и светодиодная индикация о питании и состоянии вентиляторов. Устройство можно смонтировать в отсеке 5.25".

При отключении принудительной вентиляции за счет теплового излучения Φ при малоэффективной естественной конвекции происходит нагревание элементов схемы. При этом величина теплового потока пропорциональна площади излучения S , перепаду температур $\Delta\theta$ коэффициенту теплообмена α :

$$\alpha = \epsilon_{np} \varphi_{1,2} f(\theta_1, \theta_2).$$

где ϵ_{np} - степень приведенной черноты, которая, зависит от вида материала (например для Д16 значение ϵ_{np} составляет 0,25) и цветового покрытия (для лаков и масляных красок разных цветов значение ϵ_{np} составляет 0,78...0,94); $\varphi_{1,2}$ - коэффициент облученности одного тела другим (определяются по табличным данным справочников по теплотехнике[5]).

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №4 2004

Функция перепада температур $f(\theta_1, \theta_2)$ определяется:

$$f(\theta_1, \theta_2) = 0,227[0,005(\theta_1 + \theta_2)]^3,$$

или, более точно, в литературе [1,2,3,4,6].

Для примера, тепловое излучение между двумя изделиями из Д16, размерами 0,1x0,2 М с температурами $\theta_1 = 350$ и $\theta_2 = 290$ К составляет более 1 Вт.

К достоинствам рассмотренных систем температурного контроля следует отнести компактность, подключение нескольких датчиков; цифровая диагностика.

Для схем электроприводов вентиляторов характерно наличие определенных проблем, состоящих в том, что используется обычное двухпроводное подключение с изменением скорости вращения в зависимости от формируемых импульсов тока. Такой принцип управления в определенной степени удовлетворителен для "больших" (применительно к ПК) вентиляторов, например, привода 80мм вентилятора (током 0,14А). Однако, для Intel Celeron и механизмов китайского производства данная схема не подходит в связи с их малой мощностью в сравнении с моментом сопротивления (ток 0,06А), что не обеспечивает поддержания устойчивости работы.

Аварийные ситуации фиксируются при снижении числа оборотов до 2000, что согласуется с номинальной частотой в 2200-2400 для больших вентиляторов. Действительные параметры приводов разработчиками скрываются.

К недостаткам: ненадежность работы привода на малых скоростях; малый угол обзора и слабая видимость индикации; невозможность отключения на проверку состояния некоторых вентиляторов, т.к. индицируется ошибка при недокомплекте.

Приведенные данные показывают, что по данному вопросу необходимо проведение дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Энергия, 1964. – 196 с.
- 2 Дульнев Г.Н. Теплообмен в радиоэлектронных устройствах. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 256 с.
- 3 Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. Тепловые режимы радиоэлектронной аппаратуры. – Л.: Энергия, 1971. – 312 с.
- 4 Теплофизические свойства веществ: Справочник / Под ред. Н.Б. Варгафтика. – М.: Госэнергоиздат, 1956. – 476 с.
- 5 Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования / Под ред. Р.Г. Варламова. – М.: Сов. Радио. – 480 с.
- 6 В.В. Евстигнеев, Г.А. Пугачев, Т.М. Халина, и др. Расчет и проектирование низкотемпературных композиционных электрообогревателей. – Новосибирск: Наука, 2001. – 168 с.