

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ КМОП В УСТРОЙСТВАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Андрей Кузнецов

До недавнего времени в промышленных компьютерах применяли микросхемы на основе технологии ТТЛШ. В последние годы в связи с увеличением производства портативных ПК, использующих исключительно ИМС КМОП, большинство компаний перешло на производство ИМС исключительно по этой технологии. Как ТТЛШ, так и КМОП ИМС имеют механизмы отказа, но эти механизмы различны. В этой статье описываются наиболее распространенные причины отказа, характерные для аппаратуры на основе КМОП ИС, независимо от фирмы-изготовителя. Однако значительная часть рассматриваемых причин отказов анализировалась на основе оборудования MicroPC фирмы Octagon Systems.

Имея более 50 000 работающих в промышленных условиях систем, фирма Octagon создала надежную базу данных причин отказов. Несмотря на то, что среднее время наработки на отказ изделий MicroPC превышает 11 лет, происходят отказы оборудования. Как показывает опыт, в основе большинства отказов лежат нарушения правил эксплуатации и существует очень небольшой процент отказов, вызванных другими причинами. Статистика показывает, что наибольшее число отказов происходит во время ввода в строй первой системы. В последующих системах процент отказов существенно падает. Анализ возвращаемых в ремонт плат дает следующие процентные соотношения.

- Приблизительно 20% возвращаемых плат являются исправными. Эти платы, как правило, имеют неправильно установленные переключки или неверно программировались.
- Из оставшихся 80% плат 90% отказало по причине неверной эксплуатации или аварий. Как правило, пользователь не может точно определить причины отказа самостоятельно.
- Таким образом, 72% возвращаемых в ремонт плат отказали по причине неверной эксплуатации или аварии. Для оставшихся 8% плат причины отказа установить невозможно, и эти платы в пределах гарантийного срока ремонтируются бесплатно.

Наиболее распространенные отказы процессорных плат связаны с.

- превышением допустимого напряжения питания;
- воздействием статических разрядов;

- повреждением последовательных и параллельных портов. Отказы плат расширения в большинстве случаев являются следствием
- воздействия статических разрядов;
- превышения напряжений на входах;
- перегрузки выходов по току;
- неправильной эксплуатацией устройств на основе КМОП, связанной с нарушением последовательности подачи питающих напряжений.

Особого внимания требует подключение к видеоплатам плоских дисплеев, поскольку в этом случае для каждого конкретного дисплея пользователю необходимо самостоятельно изготовить кабель и записать в ЭС ППЗУ видеоплаты соответствующий драйвер. Ошибка в кабеле или неверный выбор драйвера может привести к выходу из строя как видеоплаты, так и дорогостоящего дисплея. Известен случай, когда из-за неверной распайки кабеля был поврежден TFT-дисплей стоимостью \$3000.

● Одновременный отказ нескольких компонентов

Вероятность случайного отказа даже одного компонента является очень небольшой, поскольку среднее время наработки на отказ для плат фирмы Octagon превышает 11 лет. Исследования в течение 7 лет ни разу не выявили случая отказа нескольких компонентов одновременно, который не был связан с неверной эксплуатацией или аварией. Поэтому одновременный выход из строя нескольких компонентов на плате должен быть однозначным сигналом пользователю тщательным образом искать собственные ошибки.

● Проверка «мертвых» плат

Для проверки полностью вышедших из строя плат существует простой, но чрезвычайно эффективный тест, выявляющий причины, связанные с перегрузкой по напряжению питания, ошибкой в его полярности или другой «силовой» ситуацией. Для начала нужно полностью отсоединить проверяемую плату от системы. Далее, используя обычный цифровой измеритель сопротивления на пределе 2000 Ом, измерьте сопротивление между шинами «питание» и «земля». Запишите полученное значение. Поменяв местами щупы прибора, измерьте обратное сопротивление. Если соотношение сопротивлений 2:1 или больше,

весьма вероятно, что имела место перегрузка по питанию. Наиболее распространенная причина – ошибка в полярности питания при подключении.

● **Ошибки при подключении питания – самые катастрофические**

Если плата была запитана напряжением обратной полярности или большой величины, то она фактически становится неремонтопригодной. Даже замена всех неисправных компонентов не может гарантировать дальнейшей безотказной работы. Другие компоненты могли быть частично повреждены или произошел запуск «механизма отказа». Поэтому с большой вероятностью можно предположить, что отказ произойдет в будущем. Фирма Octagon настоятельно рекомендует заменять такие платы.

● **Другие признаки перегрузки по напряжению**

При превышении номинального значения напряжения ИМС обычно выходят из строя в следующем порядке: программируемые логические матрицы, ПЗУ и микросхемы ЦП. При этом температура корпуса вышедшей из строя ИМС значительно увеличена. Обычно в этом случае перегревается только одна ИС.

● **Последовательность подачи напряжения питания**

Основная причина выхода из строя ИМС ввода-вывода заключается в подаче сигналов на вход MicroPC при отключенном напряжении питания. Подключение сигнала +5 В на вход обычной TTL микросхемы, если питание на нее не подано, не вызывает никаких нежелательных последствий. Иначе обстоит дело с ИМС КМОП. В такой ситуации из-за конструктивных особенностей входных элементов КМОП логики происходит протекание тока через этот вход на общую шину питания всей платы. Поскольку большинство входов рассчитано на ток до 25 мА, в этом случае часто происходит повреждение входной ИС.

● **Отказы при подаче напряжения питания**

Даже если в описанной ситуации не произошло разрушения входа (входной ток мог быть ограничен), ИМС может быть разрушена при последующей подаче питания. Это происходит вследствие того, что входной ток смещает элементы ИМС таким образом, что они начинают действовать как прямо смещенные диоды при подаче напряжения питания. Эта причина является типичной при отказах ИМС последовательных интерфейсов.

● **Отказы последовательных и параллельных интерфейсов**

Иногда пользователи подключают устройства к последовательному или параллельному портам включенного MicroPC. Это может вызвать отказ, упомянутый в разделе «Отказы при подаче напряжения питания». Однако даже при подключении вышеупомянутых устройств к MicroPC с выключенным питанием возможен другой механизм отказа. Некоторые устройства, подключенные через последовательный интерфейс, и принтеры не имеют соединения с единой цепью силового заземления. Ток утечки может привести к появлению на последовательном или параллельном портах сигналов, на 20-40 В выше уровня «земли»

MicroPC, что станет причиной их выхода из строя. Если контакт заземления соединится первым, это не вызовет затруднений, но и не является гарантией от проблем. Повреждение ИМС порта принтера MicroPC может быть причиной отказа последовательных портов, так как они совместно используют одну и ту же ИМС. Отсюда следует одно из главных правил эксплуатации: никогда не следует производить каких-либо подключений не полностью обесточенной аппаратуры к MicroPC!

● **«Горячее» подключение**

Установка плат в каркас при подключенном питании обычно не приводит к выходу платы из строя. Тем не менее ни в коем случае не делайте этого! Плата может быть повреждена, если во время установки контакты соединятся в неправильной последовательности. При этом обычно повреждаются ИМС шинных буферов и они нагреваются при подаче напряжения. Это является одним из наиболее распространенных отказов плат расширения.

● **Применение источников питания настольных ПК**

В некоторых случаях пользователи применяют источники питания обыкновенных настольных ПК при разработке системы. Большинство из этих источников питания рассчитано на эксплуатацию со значительными нагрузками по 5 В до 20А или более. Ключевые источники питания обычно требуют не менее 20% нагрузки для правильной работы. Это подразумевает 4 А или больше. Так как типичная система на основе MicroPC потребляет менее 2 А, источник не функционирует должным образом. Мало кто знает, что выходное напряжение при этом может смещаться вплоть до 7 В и/или иметь пульсации напряжения до 7-8 В, что приводит к перегрузке MicroPC по питанию. Вы можете обнаружить эти выбросы только с помощью осциллографа.

● **Применение кросс-плат других изготовителей**

Некоторые заказчики пытаются использовать платы MicroPC с кросс-платами, которые имеют согласующие цепи с резисторами и конденсаторами. Платы с микросхемами КМОП не могут быть использованы с согласующими цепями. Как правило, платы будут функционировать с ошибками или шинные приемопередатчики могут отказать из-за чрезмерного выходного тока.

● **Чрезмерно длинные сигнальные провода**

Еще одним источником отказа, который был выявлен несколько лет назад в Octagon, являются чрезмерно длинные провода на цифровых входах. Длинные провода работают как антенны, которые принимают помехи. В них также могут проявляться эффекты, аналогичные поведению несогласованной линии связи. При подключении к ним сигналов 5 В появляются переходные импульсы. В Octagon наблюдали субмикросекундные импульсы амплитудой 8 В и больше. В таких случаях рекомендуется подключить конденсатор, например емкостью 0,1 мкФ, параллельно входным контактам. Это также устранит радиопомехи и другие высокочастотные наводки. ●