

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ПРИ ПОМОЩИ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Кепп Н.В., ст. преп.

Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого

Российская Федерация

Для любого производства основными проблемами являются необходимость повышения качества продукции и производительности труда. Автоматизация позволяет снизить участие человека в рутинных операциях на протяжении всего производственного цикла; ручные трудоемкие операции переключаются на машину, что позволяет повысить производительность труда и уменьшить затраты на производство. При этом автоматизация устраняет негативное влияние «человеческого фактора», что положительно сказывается на качестве конечного продукта.

Изначальное внедрение автоматизации в технологический процесс сборки печатных плат привело к созданию производственных линий поверхностного монтажа, отличающихся высокой производительностью в сочетании с высоким качеством конечного продукта – печатной платы с установленными на ее поверхности компонентами.

Однако внедрение подобных производственных линий породило новые проблемы. Одной из основных таких проблем является обеспечение правильности компонентов, устанавливаемых на печатную плату. Учитывая высокую производительность монтажных линий (сотни установленных компонентов в минуту), вовремя не обнаруженная ошибка в правильности компонентов может привести к отбраковке больших партий изделий. Для предотвращения ошибок еще на подготовительной стадии производится верификация компонентов, установленных на монтажной линии. Верификация производится вручную и заключается в сверке паспортных данных каждого компонента с требованиями печатной платы. Во время самого производства также проводятся дополнительные верификации, связанные с необходимостью дополнительной установки заканчивающихся ком-

понентов. Подобные проверки являются чрезвычайно трудоемкой операцией и существенно увеличивают как подготовительное время, необходимое для настройки линии, так и время вынужденного простоя линии во время производства.

Автоматизация процедуры верификации позволяет сократить общее время необходимое для наладки и избежать вынужденного простоя линии. Оптимальным методом автоматизации является создание единого информационного пространства, включающего в себя подробное описание производственной линии, требования к производимой печатной плате и описание компонентов, имеющих в распоряжении предприятия. Наличие такого пространства поможет отследить всю логистическую цепочку компонентов от склада до производственной линии и автоматически верифицировать компоненты на линии в соответствии с программой установки.

Для создания информационного пространства предлагается использовать технологию «интернета вещей» (Internet Of Things), идея которого состоит в создании вычислительной сети физических предметов для взаимодействия друг с другом и с внешней средой. Перманентное развитие концепции «интернета вещей» и ее наполнение многообразным технологическим содержанием, а также внедрение практических решений на ее базе, начиная с 2010-х годов, считается устойчивой тенденцией в информационных технологиях, прежде всего, благодаря массовому распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений и развитию технологий межмашинного взаимодействия. Технически концепция интернета вещей может быть реализована как комплекс различных датчиков, интегрированных в некий механизм или устройство. Совокупность таких датчиков, соединенных между собой, формирует единую информационную систему устройства. Данные, собранные датчиками, передаются в центр обработки данных, где хранятся и анализируются. Хранение и обработка данных могут производиться централизованно (локально или удаленно) или децентрализованно, с использованием облачных и туманных технологий [3].

Внедрение концепции интернета вещей начинается с регистрации поставляемых на предприятие компонентов в системе управления производством. Для последующего отслеживания компонентов на различных этапах технологического процесса, каждому рулону или контейнеру с компонентами присваивается уникальный идентифика-

тор, физически реализованный с помощью радиочастотной метки (RFID). Наличие уникального идентификатора позволяет установить логическую взаимосвязь между данными производителя компонентов, логистической информацией и конкретным рулоном. Таким образом, используя уникальный идентификатор, возможен доступ к таким данным, как номер партии, серийный номер компонентов, дата изготовления и прочее. Кроме того, наличие уникального идентификатора позволяет автоматически отслеживать прохождение рулона с компонентами по различным стадиям производства. В ряде случаев относительно дорогие метки могут быть заменены более дешевыми идентификаторами, например, штрих-кодом. Установленная взаимосвязь между уникальным идентификатором рулона и данными компонентов, установленных на нем, регистрируется в системе управления производством [4].

Следующим этапом подготовки производства является установка рулонов в ленточные питатели (фидеры). Каждый фидер также снабжен уникальным идентификатором, встроенным или внешним, реализованным с использованием радиочастотных меток. Сопоставление идентификаторов фидера и рулона с компонентами, произведенное в процессе заправки, позволяет создать связь между собой фидер и компоненты, установленные на нем. Эта взаимосвязь также регистрируется в системе управления производством. Таким образом, формируется цепочка данных фидер-рулон-компонент, которая используется в дальнейшем.

При установке фидера в соответствующую позицию на производственной линии автоматически происходит чтение его идентификационной метки. Используя созданную ранее цепочку данных фидер-рулон-компонент, производится верификация – сравнение данных компонентов, фактически установленных на линии с требованиями управляющей программы. Фактически при верификации производится сравнение серийного номера компонентов, фактически установленных на производственной линии с серийным номером компонентов, требуемых в соответствии с управляющей программой. По результатам верификации принимается решение о возможности использования данных компонентов. Система позволяет использование данного фидера или запрещает его, информируя оператора об ошибочно установленных компонентах. Запуск линии может начаться

только в тот момент, когда все компоненты, установленные на линии, успешно верифицированы [2].

Временные затраты необходимые для регистрации компонентов в системе управления производством и установки меток окупаются путем снижения временных затрат на верификацию, которая теперь проводится моментально и не вызывает простоя линии. Успешное прохождение верификации является также знаком того, что конкретный рулон установлен на линии для последующей работы. Таким образом, в каждый конкретный момент времени мы можем сказать какие рулоны установлены на линии.

Уникальные идентификаторы также могут быть использованы и для самих печатных плат. Наличие такого идентификатора, чаще всего выполненного в виде штрих-кода или QR-кода, позволяет отследить процесс прохождения платы внутри линии. Для этого используются оптические сканеры кодов, контактные и бесконтактные датчики, позволяющие зарегистрировать момент покидания платой конкретного модуля линии. Сопоставление информации о компонентах, установленных на линии и данных о прохождении печатных плат, непрерывно передаваемых в систему управления, позволяет логически связать в единую цепочку конкретную печатную плату и компоненты, смонтированные на ней, что является ключом к трассируемости. Под трассируемостью понимается наличие в системе всеобъемлющей информации о компонентах, установленных на конкретной печатной плате и возможность поиска этой информации по различным ключам. Подобная информация позволяет определить отзываемые изделия в случае установленного брака и минимизировать объемы отзываемых партий. Для ряда устройств, например, для медицинских, космических и оборонных изделий, наличие трассируемости и данных об использованных компонентах являются строго необходимым условием приемки изделия заказчиком. [1]

Во время работы линии производится непрерывный контроль расхода материала. Контроль осуществляется при помощи счетчиков компонентов, установленных на фидерах и непосредственно на монтажной головке. Установка или ошибочный сброс каждого компонента регистрируется при помощи датчика и передается в систему. Непрерывный контроль позволяет получить данные о фактическом расходе материала в любой момент времени и использовать эту информацию для прогнозирования необходимости поставки дополни-

тельных компонентов внутри предприятия со склада на линию и для заказа материалов у поставщика, что позволяет оптимизировать внутренние и внешние схемы логистики и существенно сократить вынужденный простой линии. Помимо этого, информация об ошибочных сбросах компонентов позволяет вовремя произвести техническое обслуживание модулей линии и фидеров. [2]

Подобная схема контроля и управления производством, созданная с применением концепции «интернета вещей» позволяет существенно сократить временные затраты на подготовительной стадии, сократить процент брака, улучшить показатели расхода и оптимизировать доставку материала, что в целом приводит к повышению рентабельности производства и качества продукции.

Литература

1. Ефремов, А.А. Энциклопедия поверхностного монтажа/ А.А. Ефремов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ostec-smt.ru/enc/>.
2. Сускин, В.В. Основы технологии поверхностного монтажа/ И.И.Сускин. – Рязань: Узорочье, 2001. – 160 с.
3. Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С.Грингард. – Альпина Паблишер, 2016. – 340 с.
4. Мэнгин, Ч.Г. Технология поверхностного монтажа/Ч.Г. Мэнгин, С.Макклелланд. – М.: Мир, 1990. – 276 с.
5. Козловский, В.А. Производственный и операционный менеджмент / В.А. Козловский, В.В. Кобзев. – Санкт-Петербург: Политехнический университет, 2009. – 355 с.