

1.24. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПОВОГО ИЗДЕЛИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ

Цель лекции: изучение подходов к моделированию типового изделия приборостроения и технологического процесса сборки.

В качестве типового представителя изделия приборостроения для моделирования выбран модуль системы управления температурой в помещении. Данный модуль на печатной плате содержит электронные компоненты, монтируемые как на поверхность, так и в отверстия.

Схема принципиальная электрическая устройства показана на рис. 1.177.

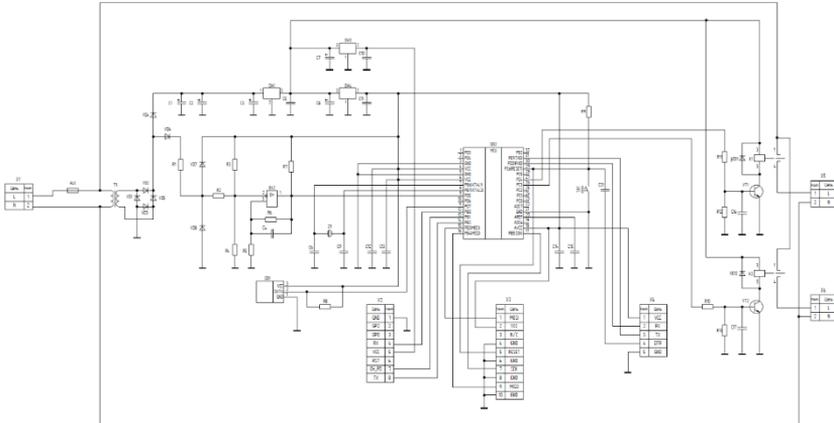


Рис. 1.177. Схема принципиальная электрическая модуля системы управления температурой в помещении

Топология печатной платы устройства, разработанная в программной среде Altium Designer, представлена на рис. 1.178.

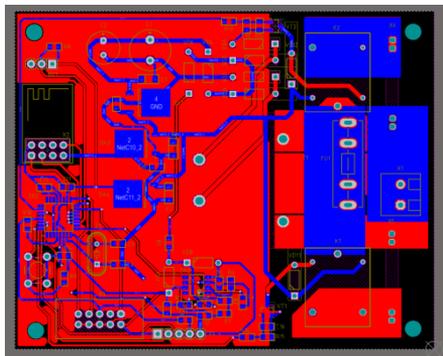


Рис. 1.178. Топология печатной платы модуля системы управления температурой в помещении

Печатная плата является двусторонней и спроектирована для одностороннего монтажа. Устройство содержит 32 компонента поверхностного монтажа и 37 компонентов, монтируемых в отверстия. Данные параметры далее будут задействованы в процессе имитационного моделирования.

Модуль реализовано на печатной плате в соответствии со сборочным чертежом, фрагмент которого представлен на рис. 1.179.

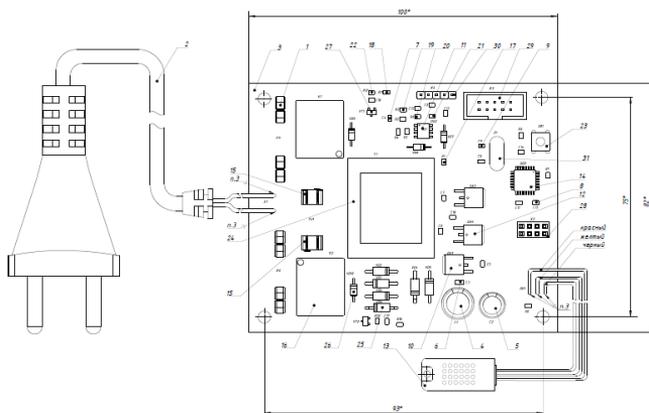


Рис. 1.179. Фрагмент сборочного чертежа модуля системы управления температурой в помещении

В результате проектирования была создана 3D-модель модуля, представленная на рис. 1.180.

Данная модель будет служить основой для извлечения данных по изделию в рамках автоматизированной подготовки производства, а также будет визуализироваться в процессе проведения имитационного моделирования.

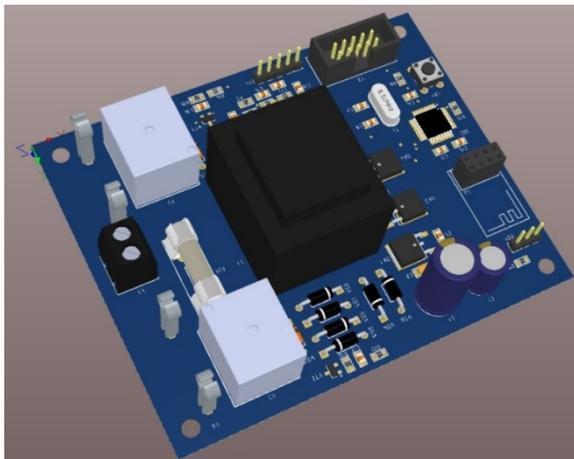


Рис. 1.180. 3D-модель модуля системы управления температурой в помещении

Разрабатываемый технологический процесс должен удовлетворять следующим критериям: он должен обеспечивать необходимый уровень качества ЭА, а также он должен обеспечить выпуск с минимальными затратами и высокой производительностью труда. Под качеством подразумевается совокупность свойств разработанного изделия, удовлетворяющим техническому заданию.

Разделяют технологический и производственные циклы изготовления изделий.

Технологический цикл складывается из длительности операций с учётом времени на загрузку и выгрузку и представляет собой суммарное время, которое необходимо для прохождения одной партии изделий от первой операции до последней.

К основным и наиболее объективным критериям целесообразности выбора наиболее подходящего для конкретных условий варианта процесса относятся его производительность и экономичность.

В общем случае производительность – это количество деталей, сборочных единиц или изделий, изготавливаемых или собираемых в единицу времени. Производительность тесно связана с трудоемкостью и себестоимостью посредством штучно-калькуляционного или штучного времени, которое определяется при техническом нормировании.

Для каждой операции устанавливается норма времени, которая состоит из подготовительно-заключительного времени и штучного времени.

Производственный цикл отражает фактическое время производства изделий в условиях реального производства. Оно складывается из технологического цикла с длительностью вспомогательных операций, а именно транспортировки, временного складирования, контроля качества.

Длительность производственного цикла представляет собой время между запуском в производство и окончанием изготовления партии изделий, которое зависит от сочетания операций. Время производственного цикла $T_{ц}$ рассчитывается по формуле 1.1:

$$T_{ц} = NT_s = N \sum_{i=1}^n T_{шт_i}, \quad (1.4.3.1)$$

(1.1)

где N – количество изделий в партии, шт.;

T_s – время прохождения всех операций одним изделием, мин;

$T_{шт_i}$ – штучное время i -й операции, мин.

Под производительностью труда понимают количество продукции, выпускаемое за единицу времени, она рассчитывается по формуле 1.2:

$$Q = \frac{1}{T}, \quad (1.4.3.2)$$

(1.2)

где Q – производительность труда, шт./ч;

T – норма штучного времени, мин.

Для ручных операций $T_{шт}$ определяется по формуле 1.3:

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{обс}, \quad (1.4.3.3)$$

(1.3)

где $t_{оп}$ – время на выполнение операции, мин;

$t_{обс}$ – время, затрачиваемое на обслуживание рабочего места, мин.

Время, затрачиваемое на операцию $t_{оп}$ (оперативное время) складывается из основного и вспомогательного времени и определяется по формуле 1.4:

$$t_{оп} = t_{в} + t_{о}, \quad (1.4.3.4)$$

(1.4)

где $t_{в}$ – время на установку и снятие обрабатываемой детали, пуск и остановку оборудования, на перемещение инструмента, измерение детали и другие приемы, повторяющиеся при обработке каждой детали, мин. Здесь же учитывается время, связанное с переходом, включая время на приемы установки инструмента, для удаления отходов, на подвод инструмента к детали и отвод, включения и выключения рабочего хода и самого оборудования, изменения режима работы оборудования, смены инструмента.

$t_{о}$ – основное время на сборку изделия, мин.

Основное время – время, на протяжении которого происходит обработка детали. Оно может быть: автоматическим (если обработка детали и подача инструмента осуществляется оборудованием), автоматизированным (если обработка детали обеспечивается оборудованием, а подача инструмента ручная) или ручным.

Время, затрачиваемое на обслуживание $t_{\text{обс}}$, рассчитывается по формуле 1.5. Оно состоит из времени на организацию рабочего места (обеспечение необходимыми деталями, комплектующими, материалами), техническую подготовку (настройка аппаратуры, его включение и выключение) и времени на перерывы в работе:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{орг}} + t_{\text{тех}} + t_{\text{пер}}, \quad (1.4.3.5)$$

(1.5)

где $t_{\text{орг}}$ – время на организационную подготовку рабочего места, мин;

$t_{\text{тех}}$ – время на техническую подготовку рабочего места, мин;

$t_{\text{пер}}$ – время на выделяемые перерывы, мин.

Подготовительно-заключительным называется время, необходимое для изучения чертежа детали, операционной карты, получения и сдачи инструментов, требующихся для выполнения данной операции, наладки станка, сохраняющейся при обработке всей партии деталей. Оно относится ко всей партии деталей и не зависит от количества деталей в данной партии.

Для автоматизированных операций, выполняемых оборудованием с ЧПУ управлением, время каждой операции $T_{\text{ц}}$ рассчитывается по формуле, аналогичной формуле 1.6. Отличие заключается в том, что рабочий ход представляет собой основное время, а холостой ход – вспомогательное.

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{р.х.}} + t_{\text{х.х.}}, \quad (1.4.3.6)$$

(1.6)

где $t_{\text{р.х.}}$ – время, затрачиваемое на рабочий ход, основные переходы, мин;

$t_{\text{х.х.}}$ – время, затрачиваемое на холостой ход, вспомогательные переходы, мин.

Также для серийного производства рассчитывается штучное калькуляционное время. Оно учитывает продолжительность переналадки и подготовки оборудования для новой партии изделий. $T_{\text{п.з}}$ интервал называется подготовительно-заключительным, таким образом штучное калькуляционное время рассчитывается по формуле 1.7:

$$T_{\text{шт.кальк.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{N}, \quad (1.4.3.7)$$

(1.7)

где $T_{\text{шт.кальк.}}$ – время штучное калькуляционное, мин;

N – количество изделий в партии, шт.

Определение времени может производиться следующими методами:

- выбор из типовых технологических процессов из аналогичных операций,
- хронометраж в реальном режиме,

- расчет с использованием формул.

При расчете данных времен применяются два основных подхода:

1. Продолжительность составляющих оперативного времени определяется по формулам и таблицам, приводимым в различных справочниках по нормированию работ. Время на техническое и организационное обслуживание рабочего места и время на перерывы исчисляется в процентах от оперативного времени. Источником данных служат справочные материалы, представленные производителем оборудования, либо предыдущие производственных циклов с усреднёнными статистическими значениями. Как правило, такой способ позволяет получить оценочное время для выполнения операций, которое может значительно отличаться от истинного времени.
2. Выполняется хронометраж действующего производства в реальном режиме, который заключается в замере времен переходов и операций с применением хронометрического устройства (секундомера); замер времени производится на действующей сборочной линии. Данный способ позволяет определить точное время, затрачиваемое на одно изделие, однако при смене изделия, предыдущие измерения и расчёты станут неактуальными.

Обоим перечисленным методам присущи главные недостатки, связанные со значительными затратами времени и средств на их выполнение и погрешностями полученных результатов. Имитационное моделирование на основе цифрового двойника сборочного производства призвано избавить процесс нормирования технологических операций от указанных недостатков и предоставить основу для достоверной количественной оценки показателей производительности автоматизированных линий, ручных операций, участков и цехов.

Для производства типового изделия – модуля системы управления температурой в помещении разработан технологический процесс сборки, включающий в себя следующие технологические операции:

- нанесение паяльной пасты;
- установка компонентов поверхностного монтажа;
- пайка оплавлением припоя;
- ручной монтаж компонентов, монтируемых в отверстия;
- контроль;
- отмывка;
- сушка;

Схема сборки модуля представлена на рис. 1.181.

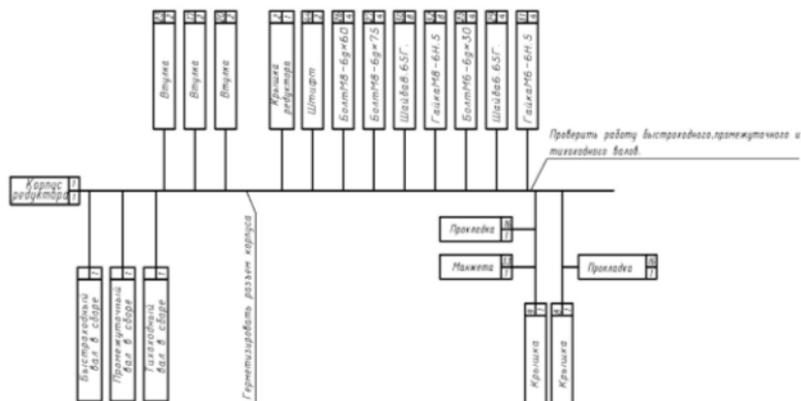


Рис. 1.181. Схема сборки модуля системы управления температурой в помещении

Тесты к лекции 24

1. Перечислите критерии, которым должен удовлетворять разрабатываемый технологический процесс. (Выберите один или больше правильных ответов.)

- а) требуемый уровень качества;
- б) минимизация затрат;
- в) требуемый уровень производительности.

2. Какие операции входят в состав производственного цикла? (Выберите один или больше правильных ответов.)

- а) основные;
- б) вспомогательные;
- в) инсталляция и ввод нового оборудования в эксплуатацию.

3. Зависит ли подготовительно-заключительное время от размера партии?

- а) да;
- б) нет.

4. Чем отличаются штучно-калькуляционное и штучное время?

а) штучное время учитывает основное, а штучно-калькуляционное – вспомогательное время операции;

б) штучно-калькуляционное время дополнительно учитывает продолжительность переналадки и подготовки оборудования;

в) штучно-калькуляционное время дополнительно учитывает время на организацию рабочего места.

5. Какой метод определения штучно-калькуляционных времен оптимален с точки зрения затрат времени и средств?

- а) расчет по формулам;
- б) хронометраж действующего производства;
- в) имитационное моделирование на цифровой модели.