Автоматизация и моделирование технологического процесса

1 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА

Автоматизация – направление развития производства, характеризуемое освобождением человека не только от мускульных усилий для выполнения тех или иных движений, но и от оперативного управления механизмами, выполняющими эти движения. Автоматизация может быть частичной и комплексной.

Комплексная автоматизация характеризуется автоматическим выполнением всех функций для осуществления производственного процесса без непосредственного вмешательства человека в работу оборудования. В обязанности человека входит настройка машины или группы машин, включение и контроль. Автоматизация – это высшая форма механизации, но вместе с этим это новая форма производства, а не простая замена ручного труда механическим.

С развитием автоматизации все более широкое применение находят промышленные роботы (ПР), заменяя человека (или помогая ему) на участках с опасными, вредными для здоровья, тяжелыми или монотонными условиям труда.

Промышленный робот – перепрограммируемый автоматический манипулятор промышленного применения. Характерными признаками ПР являются автоматическое управление; способность к быстрому и относительно легкому перепрограммированию , способность к выполнению трудовых действий.

Особенно важно то, что ПР можно применять для выполнения работ, которые не могут быть механизированы или автоматизированы традиционными средствами. Однако ПР – всего лишь одно из многих возможных средств автоматизации и упрощения производственных процессов. Они создают предпосылки для перехода к качественно новому уровню автоматизации – созданию автоматических производственных систем, работающих с минимальным участием человека.

Одно из основных преимуществ ПР – возможность быстрой переналадки для выполнения задач, различающихся последовательностью и характером манипуляционных действий. Поэтому применение ПР наиболее эффективно в условиях частой смены объектов производства, а также для автоматизации ручного низкоквалифицированного труда. Не менее важным является и обеспечение быстрой переналадки автоматических линий, а также комплектация и пуск их в сжатые сроки.

Промышленные роботы дают возможность автоматизировать не только основные, но и вспомогательные операции, чем и объясняется постоянно растущий интерес к ним.

Основные предпосылки расширения применения ПР следующие:

повышение качества продукции и объемов ее выпуска при неизменном числе работающих благодаря снижению времени выполнения операций и обеспечению постоянного режима «без усталости», росту коэффициента сменности работы оборудования, интенсификации существующих и стимулированию создания новых высокоскоростных процессов и оборудования;

изменение условий труда работающих путем освобождения от неквалифицированного, монотонного, тяжелого и вредного труда, улучшения условий безопасности, снижения потерь рабочего времени от производственного травматизма и профессионально-технических заболеваний;

экономия рабочей силы и высвобождение трудящихся для решения народнохозяйственных задач.

1.1 Построение и расчет схемы модели «жесткий вывод – отверстие печатной платы»

Существенным фактором в реализации сборочного процесса является обеспечение собираемости электронного модуля. Собираемость зависит в большинстве случаев от точности позиционирования и усилий, необходимых для сборки элементов конструкции модуля, конструктивно-технологических параметров сопрягаемых поверхностей.

В варианте, когда в отверстие платы вводится жесткий вывод, можно выделить следующие характерные виды контакта сопрягаемых элементов:

бесконтактный проход вывода через отверстие;

контакт нулевого вида, когда конец вывода касается образующей фаски отверстия;

контакт первого вида, когда конец вывода касается боковой поверхности отверстия;

контакт второго вида, когда боковая поверхность вывода касается кромки фаски отверстия;

контакт третьего вида, когда конец вывода касается боковой поверхности отверстия, а поверхность вывода – кромки фаски отверстия.

В качестве классификационных признаков выделения видов контактов приняты: изменение нормальной реакции в точке контакта; сила трения; форма упругой линии стержня.

На надежную работу установочной головки значительное влияние оказывают допуски отдельных элементов. В процессах позиционирования и перемещения возникает цепочка допусков, которая в неблагоприятных случаях может привести к ошибке при установке ЭРЭ, приводя к некачественной сборке .

Собираемость изделия зависит, таким образом, от трех факторов:

размерных и точностных параметров сопрягаемых поверхностей компонентов изделия;

размерных и точностных параметров сопрягаемых поверхностей базового элемента изделия;

размерных и точтностных параметров позиционирования исполнительного органа с расположенным в нем компонентом.

Рассмотрим случай контакта нулевого вида, схема которого изображена на рисунке 1.1.

 **Mг**

 **Rг**

 **N**

#  R F *l*

 **Q**

 ϕ

Рисунок 1.1 – Расчетная схема контакта нулевого вида.

Исходные данные:

## F – сборочное усилие, направленное по ходу головки;

F = 23 Н;

f – коэффициент трения;

f = 0,12;

l = 8 мм;

ϕ = 45°;

Q =30°.

Rг – реакция сборочной головки, перпендикулярная ее ходу;

N – нормальная к образующей фаски реакции;

.

 Мг – изгибающий момент относительно сборочной головки;

1.2 Конструирование захватного устройства

Захватные устройства (ЗУ) промышленных роботов служат для захватывания и удержания в определенном положении объектов манипулирования. При конструировании захватных устройств учитывают форму и свойства захватываемого объекта, условия протекания технологического процесса и особенности применяемой технологической оснастки, чем и обусловлено многообразие существующих захватных органов ПР. наиболее важными критериями при оценке выбора захватных органов являются приспосабливаемость к форме захватываемого объекта, точность захвата и сила захвата.

В классификации захватных устройств ЗУ в качестве классификационных выбраны признаки, характеризующие объект захвата, процесс захвата и удержания объекта, обслуживаемый технологический процесс, а также признаки, отражающие структурно-функциональную характеристику и конструктивную базу ЗУ.

К факторам, связанным с объектом захвата, относятся форма объекта, его масса, механические свойства, соотношение размеров, физико-механические свойства материалов объекта, а также состояние поверхности. Масса объекта определяет требуемое усилие захвата, т.е. грузоподъемность ПР, и позволяет выбрать тип привода и конструктивную базу ЗУ; состояние поверхности объекта предопределяет материал губок, которыми должно быть снабжено ЗУ; форма объекта и соотношение его размеров также влияют на выбор конструкции ЗУ.

Свойства материала объекта влияют на выбор способа захвата объекта, необходимую степень очувствления ЗУ, возможности переориентирования объектов в процессе их захвата и транспортирования к технологической позиции. В частности, для объекта с высокой степенью шероховатости поверхности, но нежесткими механическими свойствами, возможно применение только «мягкого» зажимного элемента, оснащенного датчиками определения усилия зажима.

Разнообразие ЗУ, пригодных для решения сходных задач, и большое число признаков, характеризующих их различные конструктивно-технологические особенности, не позволяют построить классификацию по чисто иерархическому принципу. Различают ЗУ по принципу действия: схватывающие, поддерживающие, удерживающие, способные к перебазированию объекта, центрирующие, базирующие, фиксирующие.

По виду управления ЗУ подразделяют на: неуправляемые, командные, жесткопрограммируемые, адаптивные.

По характеру крепления к руке ПР все ЗУ делят на: несменяемые, сменные, быстросменные, пригодные для автоматической смены.

Все захватные устройства приводятся в действие специальным устройством – приводом.

Привод – это система (электрическая, электромеханическая, электропневматическая и др.), предназначенная для приведения в движение исполнительных механизмов автоматизированных технологических и производственных машин.

Основные функции привода: усилие (мощность, крутящий момент), скорость (набор скоростей, диапазон скоростей); способность сохранять заданную скорость (усилие, крутящий момент) в условиях изменения нагрузки; быстродействие, конструктивная сложность; экономичность, стоимость, габариты, масса.

Основные требования, предъявляемые к приводам. Привод должен:

1. соответствовать по всем основным характеристикам заданному ТЗ;
2. позволять электрическое дистанционное автоматическое управление;
3. быть экономичным;
4. иметь малую массу;
5. обеспечивать простое согласование с нагрузкой.

 По виду используемой силовой энергии различают приводы: электрический, пневматический, гидравлический механический, электромеханический, комбинированный.

В пневматических приводах используется энергия сжатого воздуха с давлением около 0,4 МПа, получаемого от цеховой пневмосети, через устройство подготовки воздуха.

1.2.1 Техническое задание на проектирование устройства

На стадии технического задания определяется оптимальное структурно-компоновочное решение и составляются технические требования к оснастке:

1. наименование и область применения – приспособление для установки ЭРЭ на печатную плату;
2. основание для разработки – задание на ККП;
3. цель и назначение оснастки – повысить уровень механизации и автоматизации технологической операции;
4. источники разработки – использование опыта внедрения средств технологического оснащения в отрасли;
5. технические требования:
	1. количество ступеней подвижности не менее 5;
	2. наибольшая грузоподъемность, Н 2,2;
	3. статическое усилие в рабочей точке оснащения, Н не более 50;
	4. наработка на отказ, ч, не менее 100;
	5. абсолютная погрешность позиционирования, мм +0,1;
	6. скорость движения с максимальной нагрузкой, м/с: - по свободной траектории не более 1; - по прямолинейной траектории не более 0,5;
	7. рабочее пространство без оснащения сферическое с радиусом 0,92;
	8. привод захватывающего устройства пневматический;
6. требования техники безопасности ГОСТ 12.1.017-88;
7. срок окупаемости 1 год .

1.2.2 Описание конструкции и принцип работы промышленного робота РМ-01

Промышленный робот (ПР) РМ-01 используется для выполнения разнообразных операций складывания, монтажа, сортировки, упаковки, загрузки - разгрузки, дуговой сварки и т.д. Общий вид робота представлен на рисунке 1.2.

Рисунок 1.2 – Промышленный робот РМ-01

 Манипулятор робота имеет шесть ступеней подвижности. Звенья манипулятора соединяются одна с одной с помощью суставов, которые имитируют локтевой или плечевой сустав человека. Каждое звено манипулятора приводится в действие индивидуальным электродвигателем постоянного тока через редуктор.

Электродвигатели оснащены электромагнитными тормозами, что позволяет надежно затормозить звенья манипулятора при отключении питания. Этим обеспечивается безопасность обслуживания робота, а также возможность перемещения его звеньев в ручном режиме. ПР РМ-01 имеет позиционно-контурную систему управления, которая реализована микропроцессорной системой управления «СФЕРА-36», построенная за иерархическим принципом.

«СФЕРА-36» имеет два уровня управления: верхний и нижний. На верхнем уровне решаются такие задачи:

- расчет алгоритмов планирования траектории движения захвата манипулятора и подготовка программ движения каждого его звена;

- логическая обработка информации о состоянии устройства, из которых состоит роботехнический комплекс, и соглашение работы в составе РТК;

- обмен информацией с ЭВМ более высокого уровня;

- диалоговый режим работы оператора с помощью видеотерминала и клавиатуры;

- чтение-запись, долгосрочное сохранение программ с помощью НГМД;

- ручной режим управления манипулятором с помощью пульта ручного управления;

- диагностика работы системы управления;

- калибровка положения звеньев манипулятора.

На нижнем уровне управления решаются задачи обработки звеньями манипулятора заданных движений, которые формируются на верхнем уровне. Отработка программных положений осуществляется при заданных параметрах (скорость, ускорение) с помощью цифровых электромеханических модулей, которые приводят в движение звенья манипулятора. Система управления состоит с таких приборов: модуля центрального процессора (МЦП); ОЗУ; ПЗУ; модуля аналогового введения (МАВ), куда подаются сигналы от потенциометрических датчиков грубого вычислительного положения; модуля последовательного интерфейса (МПИ); модуля ввода-вывода (МВВ); модуля связи (МС).

Обмен информацией между модулями верхнего уровня выполняется с помощью системной магистрали.

Нижний уровень управления имеет:

- модули процессора привода (МПП);

- модули управления приводом (МУП).

Количество модулей МПП и МУП соответствует количеству звеньев манипулятора и равно 6. МПП соединяется с модулем связи с помощью системных магистралей. Управление электродвигателями звеньев манипулятора выполняется с помощью транзисторных широтно-импульсных преобразователей (ШИП), которые входят в состав блока питания (БП). МЦП выполнен на базе микропроцессора К1801 и имеет:

- однокристальный процессор;

- регистр начального запуска;

- системную ОЗУ, ёмкостью 3216 – разрядных слова; системную ПЗУ, ёмкостью 2х16 – разрядных слова;

- резидентную ПЗУ, ёмкостью 4х16 – разрядных слова;

- программируемый таймер.

Быстродействие МЦП характеризуется такими данными:

- суммирование при регистровом средстве адресации – 2.0 мкс;

- суммирование при посредственно-регистровом средстве адресации – 5.0 мкс;

- умножение с фиксированной запятой – 65 мкс.

Панель оператора предназначена для выполнения операций включения и отключение ПР, для выбора режимов его работы.

 Основными элементами панели есть:

* переключатель сетевого питания (СЕТЬ);
* кнопка аварийного отключения (.АВАРИЯ). Сетевое питание выключается при нажатии кнопки. Возвращение кнопки в начальное положение осуществляется поворотом ее за часовой стрелкой;
* кнопка включения питания системы управления (СК1);
* кнопка отключения питания системы управления (СК0);

- кнопка включения питания привода (ПРИВОД 1). Нажимом кнопки
 включается питание привода, одновременно с этим разблокируется электромагнитные тормоза двигателей;

- кнопка отключения питания приводов (ПРИВОД 0);

- переключатель выбора режима. Имеет три положения РОБОТА, ОСТАНОВКА, РЕСТАРТ. В режиме РОБОТА система работает нормально. В режиме ОСТАНОВКА выполнение программы остановится в конце поточного шага.

Переведение переключателя к режиму РОБОТА приведет к продолжению выполнения программы к началу следующего шага. Режим РЕСТАРТ используется для повторного запуска выполнения программы пользователя с первого ее шага;

- кнопка автоматического запуска (АВТОСТАРТ). Нажатие кнопки приводит к запуску системы так, что робот начинает выполнять программу без задачи команд из клавиатуры. Нажатие кнопки выполняется после включения питания СК. Активизация режима осуществляется после включения ПРИВОД 1.

Пульт ручного управления используется для позиционирования манипулятора при обучении и программировании. Пульт обеспечивает 5 режимов работы:

* управление манипулятором от ЭВМ (СОМР);
* ручное управление в основной системе координат (WORLD);
* ручное управление за степенями подвижности (JOINT);
* ручное управление в системе координат инструмента (ТООL);

- отключение приводов мер подвижности (FREE).

Выбранный режим идентифицируется сигнальной лампочкой.

Скорость движения манипулятора регулируется с помощью кнопок «SPEED», «+», «-».Для сжатия и разжатия захватывающего устройства манипулятора используются кнопки «CLOSE» и «ОРЕN».

Кнопка "SТЕР" служит для записи координат точек при задаче траектории перемещения. Кнопка "ОСТАНОВ", расположенная на торце пульта ручного управления, предназначена для прерывания выполнения программы с отключением питания приводов. Используется для остановки движения в нормальной ситуации. Кнопка "ОFF" имеет аналогичное назначение, как и "ОСТАНОВ". Разность заключается в том, что питание приводов манипулятора не выключается.

Перемещение суставов манипулятора с помощью пульта ручного управления осуществляется в трех режимах: JOINT, WORLD и ТООL.

В режиме JOINT (выбирается соответствующей кнопкой на пульте управления) пользователь может руководить непосредственно перемещением отдельных звеньев манипулятора. Этим перемещением отвечают пары кнопок «-» и «+» соответственно каждому звену манипулятора (т.е. колона, плечо, локоть, и три движений захвата).

В режиме WORLD осуществляется фактически фиксация относительно основной системы координат и перемещение в отдельных направлениях этой системы (соответственно Х,Y,Z).

Следует отметить, что работа в режиме WORLD может осуществляться на малых скоростях, чтобы исключить попадание в границе руки пространства робота. Также укажем, что перемещение обеспечивается автоматически с помощью одновременно всех звеньев манипулятора.

Режим ТООL обеспечивает перемещение в активной системе координат.

12-разрядный строчный индикатор предназначен для вывода информации о режимах работы и ошибки:

-NОКІА АОХ - высвечивается краткосрочное при запуске;

-ARM PWR OFF - питание приводов манипулятора отключено;

-MANUAL MODE - разрешено управления роботом из пульта управления;

-СОМР МОDЕ - манипулятор руководствуется от ЭВМ;

-LІМІТ SТОР - сустав перемещен к крайнему положению;

-ТОО CLOSE - заданная точка находится весьма близко к манипулятору;

-ТОО FAR - заданная точка находится вне рабочей зоны робота;

-ТЕАСН МООЕ - активизирован режим ТЕАСН, манипулятор перемещается за произвольными траекториями;

-SТЕАСН МОDЕ - активизирован режим ТЕАСН-S, манипулятор перемещается за прямолинейными траекториями;

-ERROR - на пульте ручного управления одновременно нажаты кнопки, которые образовывают недопустимую операцию и т.п..

Кроме того, индикатор выбранной скорости при таком кодировании:

-1 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 1.9 мм/с;

-2 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 3.8 мм/с;

-3 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 7.5 мм/с;

-4 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 15.0 мм/с;

-5 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 30 мм/с;

-6 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 60 мм/с;

-7 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 120 мм/с;

-8 засвеченный элемент - скорость инструмента ≈ 240 мм/с.

Ниже представлен пример программы управления ПР РМ-01 для сверления отверстий под поверхностный монтаж ЭРЭ:

G04\*

G04 File: SVETOR~1.BOT, Thu Dec 01 21:35:19 2006\*

G04 Source: P-CAD 2000 PCB, Version 15.10.17, (C:\DOCUME~1\Овчарик\РАБОЧИ~1\SVETOR~1.PCB)\*

G04 Format: Gerber Format (RS-274-D), ASCII\*

G04\*

G04 Format Options: Absolute Positioning\*

G04 Leading-Zero Suppression\*

G04 Scale Factor 1:1\*

G04 NO Circular Interpolation\*

G04 Millimeter Units\*

G04 Numeric Format: 4.4 (XXXX.XXXX)\*

G04 G54 NOT Used for Aperture Change\*

G04\*

G04 File Options: Offset = (0.000mm,0.000mm)\*

G04 Drill Symbol Size = 2.032mm\*

G04 Pad/Via Holes\*

G04\*

G04 File Contents: Pads\*

G04 Vias\*

G04 No Designators\*

G04 No Types\*

G04 No Values\*

G04 No Drill Symbols\*

G04 Bottom\*

G04\*

G04\*

G04 Aperture Descriptions\*

G04 D010 EL X0.254mm Y0.254mm H0.000mm 0.0deg (0.000mm,0.000mm) DR\*

G04 "Ellipse X10.0mil Y10.0mil H0.0mil 0.0deg (0.0mil,0.0mil) Draw"\*

G04 D011 EL X0.050mm Y0.050mm H0.000mm 0.0deg (0.000mm,0.000mm) DR\*

G04 "Ellipse X2.0mil Y2.0mil H0.0mil 0.0deg (0.0mil,0.0mil) Draw"\*

G04 D012 EL X0.100mm Y0.100mm H0.000mm 0.0deg (0.000mm,0.000mm) DR\*

G04 "Ellipse X3.9mil Y3.9mil H0.0mil 0.0deg (0.0mil,0.0mil) Draw"\*

G04 D013 EL X1.524mm Y1.524mm H0.000mm 0.0deg (0.000mm,0.000mm) FL\*

G04 "Ellipse X60.0mil Y60.0mil H0.0mil 0.0deg (0.0mil,0.0mil) Flash"\*

G04 D014 EL X1.905mm Y1.905mm H0.000mm 0.0deg (0.000mm,0.000mm) FL\*

G04 "Ellipse X75.0mil Y75.0mil H0.0mil 0.0deg (0.0mil,0.0mil) Flash"\*

G04 D015 SQ X1.524mm Y1.524mm H0.000mm 0.0deg (0.000mm,0.000mm) FL\*

G04 "Rectangle X60.0mil Y60.0mil H0.0mil 0.0deg (0.0mil,0.0mil) Flash"\*

G04 D016 SQ X1.905mm Y1.905mm H0.000mm 0.0deg (0.000mm,0.000mm) FL\*

G04 "Rectangle X75.0mil Y75.0mil H0.0mil 0.0deg (0.0mil,0.0mil) Flash"\*

Выполнив сверление отверстий в ПП, робот выполняет установку ЭРЭ. После установки ЭРЭ, плату отправляют на пайку волной припоя.

2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Моделирование – это метод исследования сложных систем, основанный на том, что рассматриваемая система заменяется на модель и проводится исследование модели с целью получения информации об изучаемой системе. Под моделью исследуемой системы понимается некоторая другая система, которая ведет себя с точки зрения целей исследования аналогично поведению системы. Обычно модель проще и доступнее для исследования, чем система, что позволяет упростить ее изучение. Среди различных видов моделирования, применяемых для изучения сложных систем, большая роль отводится имитационному моделированию.

Имитационное моделирование является мощным инженерным методом исследования сложных систем, используемых в тех случаях, когда другие методы оказываются малоэффективными. Имитационная модель представляет собой систему, отображающую структуру и функционирование исходного объекта в виде алгоритма, связывающего входные и выходные переменные, принятые в качестве характеристик исследуемого объекта. Имитационные модели реализуются программно с использованием различных языков. Одним из наиболее распространенных языков, специально предназначаемых для построения имитационных моделей, является GPSS.

 Система GPSS (General Purpose System Simulator) предназначена для написания имитационных моделей систем с дискретными событиями. Наиболее удобно в системе GPSS описываются модели систем массового обслуживания, для которых характерны относительно простые правила функционирования составляющих их элементов.

 В системе GPSS моделируемая система представляется с помощью набора абстрактных элементов, называемых объектами. Каждый объект принадлежит к одному из типов объектов.

 Объект каждого типа характеризуется определенным способом поведения и набором атрибутов, определяемыми типом объекта. Например, если рассмотреть работу порта, выполняющего погрузку и разгрузку прибывающих судов, и работу кассира в кинотеатре, выдающего билеты посетителям, то можно заметить большое сходство в их функционировании. В обоих случаях имеются объекты, постоянно присутствующие в системе (порт и кассир), которые обрабатывают поступающие в систему объекты (корабли и посетители кинотеатра). В теории массового обслуживания эти объекты называются приборами и заявками. Когда обработка поступившего объекта заканчивается, он покидает систему. Если в момент поступления заявки прибор обслуживания занят, то заявка становится в очередь, где и ждет до тех пор, пока прибор не освободится. Очередь также можно представлять себе как объект, функционирование которого состоит в хранении других объектов.

 Каждый объект может характеризоваться рядом атрибутов, отражающих его свойства. Например, прибор обслуживания имеет некоторую производительность, выражаемую числом заявок, обрабатываемых им в единицу времени. Сама заявка может иметь атрибуты, учитывающие время ее пребывания в системе, время ожидания в очереди и т.д. Характерным атрибутом очереди является ее текущая длина, наблюдая за которой в ходе работы системы (или ее имитационной модели), можно определить ее среднюю длину за время работы (или моделирования). В языке GPSS определены классы объектов, с помощью которых можно задавать приборы обслуживания, потоки заявок, очереди и т.д., а также задавать для них конкретные значения атрибутов.

 Динамические объекты, называемые в GPSS транзактами, служат для задания заявок на обслуживание. Транзакты могут порождаться во время моделирования и уничтожаться (покидать систему). Порождение и уничтожение транзактов выполняется специальными объектами (блоками) GENERATE и TERMINATE.

 Сообщения (транзакты) - это динамические объекты GPSS/PC. Они создаются в определенных точках модели, продвигаются интерпретатором через блоки, а затем уничтожаются. Сообщения являются аналогами единиц потоков в реальной системе. Сообщения могут представлять собой различные элементы даже в одной системе.

 Сообщения движутся от блока к блоку так, как движутся элементы, которые они представляют (программы в примере с ЭВМ).

 Каждое продвижение считается событием, которое должно происходить в конкретный момент времени. Интерпретатор GPSS/PC автоматически определяет моменты наступления событий. В тех случаях, когда событие не может произойти, хотя момент его наступления подошел (например, при попытке занять устройство, когда оно уже занято), сообщение прекращает продвижение до снятия блокирующего условия.

После того, как система описана, исходя из операций, которые она выполняет, ее нужно описать на языке GPSS/PC, используя блоки, которые выполняют соответствующие операции в модели.

Пользователь может определить специальные точки в модели, в которых нужно собирать статистику об очередях. Тогда интерпретатор GPSS/PC автоматически будет собирать статистику об очередях (длину очереди, среднее время пребывания в очереди и т.д.). Число задержанных сообщений и продолжительность этих задержек определяется только в этих заданных точках. Интерпретатор также автоматически подсчитывает в этих точках общее число сообщений, поступающих в очередь. Это делается примерно также, как для устройств и памятей. В определенных счетчиках подсчитывается число сообщений, задерживающихся в каждой очереди, так как может представлять интерес число сообщений, прошедших какую-либо точку модели без задержки. Интерпретатор подсчитывает среднее время пребывания сообщения в очереди (для каждой очереди), а также максимальное число сообщений в очереди.

2.1 Разработка структурной схемы и алгоритма моделирования

Для моделирования систем массового обслуживания используется общецелевая система моделирования – GPSS. Это необходимо из-за того, что в практике исследования и проектирования сложных систем нередко встречаются системы, которые нуждаются в обработке большого потока заявок, проходящих через обслуживающие приборы.

 Модели на GPSS состоят из малого числа операторов, в силу чего становятся компактными и соответственно широко распространёнными. Это объясняется тем, что в GPSS встроено максимально возможное число логических программ, необходимых для моделирующих систем. В него также входят специальные средства для описания динамического поведения систем, меняющихся во времени, причем изменение состояний происходит в дискретные моменты времени. GPSS очень удобен при программировании, поскольку интерпретатор GPSS многие функции выполняет автоматически.. В язык включены и многие другие полезные элементы. Например, GPSS обслуживает таймер модельного времени, планирует события, которые должны произойти позднее в течение времени моделирования, вызывает их своевременное появление и управляет очередностью поступления.

Для разработки структурной схемы проведем анализ технологического процесса сборки разрабатываемого модуля.

Для данного технологического процесса характерно последовательное выполнение технологических операций. Поэтому структурная схема будет иметь вид цепочки последовательно соединенных блоков, каждый из которых соответствует своей технологической операции и каждая из которых длится определенное время. Связующими звеньями данных блоков являются очереди, образуемые в результате выполнения каждой технологической операции, и объясняются различным временем выполнения каждой из них. Данная структурная схема составлена на основе схемы проектирования техпроцесса сборки проектируемого модуля (рис. 1.2) и представлена на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Структурная схема технологического процесса

В соответствии с данной схемой составим алгоритм модели.

Данный алгоритм содержит следующие блоки:

|  |  |
| --- | --- |
|  | – создает транзакты через определенное интервалы времени; |
|  | – занятие очереди транзактой; |
|  | – освобождение очереди; |
|  | – занятие прибора; |
|  | – освобождение прибора; |
|   | – задержка обработки транзакты. |

Все блоки записываются с первой позиции строки, сначала идет имя блока, а затем, через запятую, параметры. В записи параметров не должно быть пробелов. Если какой-то параметр в блоке отсутствует (задается по умолчанию), то соответствующая ему запятая остается (если это не последний параметр). Если в первой позиции строки стоит символ \*,то эта строка с комментарием.

Опишем параметры некоторых блоков:

а). GENERATE A,B,C,D,E,F

Создает транзакты через определенные интервалы времени.

 A – средний интервал времени между появлениями транзактов.

 B – 1) если число, то это половина поля, в котором равномерно распределено значение интервала между появлениями транзактов [A-B,A+B];

 2) если функция, то для определения интервала значение A умножается на значение функции.

 C – момент времени появления первого транзакта.

 D – предельное количество транзактов.

 E – величина приоритета транзакта.

 F – число параметров у транзакта и их тип (PB-байтовый целый, PH-полусловный целый, PF-полнословный целый, PL-с плавающей запятой).

б). TERMINATE A

Уничтожает транзакты из модели и уменьшает значение счетчика завершения на A единиц. Работа модели завершится, если счетчик завершения станет меньше или равен нулю. Если параметр A отсутствует, то блок просто уничтожает транзакты.

 в). SEIZE A

Если прибор с именем A свободен, то транзакт занимает его (переводит в состояние "занято"), если нет, то ставится в очередь к нему. Именем прибора может быть числовой номер или последовательность от 3 до 5 символов.

г). RELEASE A

Транзакт освобождает прибор с именем A, т.е. переводит его в состояние "свободно".

 д). ADVANCE A,B

Задерживает обработку транзакта данным процессом и планирует время начала следующего этапа обработки.

 A - среднее время задержки.

 B - имеет тот же смысл, что и для GENERATE.

е). QUEUE A

Собирает статистику о входе транзакта в очередь с именем A.

 ж). DEPART A

Собирает статистику о выходе транзакта из очереди с именем A.

**2.2 Разработка программы для моделирования технологического процесса с помощью языка GPSS.**

Теперь задача моделирования состоит в создании машинной модели на ЭВМ, которая позволит изучить поведение системы в течение времени моделирования. Иначе говоря, нужно реализовать построенную блок-схему на ЭВМ, используя блоки и операторы языка GPSS.

Так как работа модели связана с последовательным возникновением событий, то вполне естественно использовать понятие "Таймер Модельного Времени" в качестве одного из элементов модели системы. Для этого вводят специальную переменную и используют ее для фиксации текущего времени работы модели.

Когда начинается моделирование, таймер модельного времени обычно устанавливают на нулевое значение. Разработчик сам решает вопрос о том, какое значение реального времени принять за точку отсчета. Например, началу отсчета может соответствовать 8 ч. утра первого моделируемого дня. Разработчик также должен решить вопрос о выборе величины единицы времени. Единицей времени может быть 1 с, 5 с, 1 мин, 20 мин или 1 ч. Когда единица времени выбрана, все значения времени, получаемые при моделировании или входящие в модель, должны быть выражены через эту единицу. На практике значения модельного времени должны быть достаточно малыми по сравнению с реальными промежутками времени, протекающими в моделируемой системе. В данной системе обычно выбирают единицу времени, равную 1 мин.

Если при моделировании некоторой системы при текущем значении модельного времени ее состояние изменилось, то нужно увеличить значение таймера. Чтобы определить, на какую величину должно быть увеличено значение таймера, используют один из двух методов:

1.Концепция фиксированного приращения значений таймера.

При таком подходе увеличивают значение таймера ровно на одну единицу времени.

Затем нужно проверить состояния системы и определить те из запланированных событий, которые должны произойти при новом значении таймера. Если таковые имеются, то необходимо выполнить операции, реализующие соответствующие события, снова изменить значение таймера на одну единицу времени и т.д. Если проверка покажет, что для нового значения таймера не запланировано ни одного события, то произойдет передвижение таймера непосредственно к следующему значению.

2.Концепция переменного приращения значений таймера.

В этом случае условием, вызывающем приращение таймера, является наступление времени "близкого события". Близкое событие – это то событие, возникновение которого запланировано на момент времени, равный следующему ближайшему значению таймера модельного времени. Колебания приращения таймера от случая к случаю объясняют выражение " переменное приращение времени".

Обычно после какого-то момента времени наступает необходимость прекратить моделирование. Например, нужно предотвратить приход новых заявок в систему, но обслуживание надо продолжать до освобождения системы. Одним из способов является введение в модель основного псевдособытия, называемого "завершением моделирования". Тогда одной из функций модели будет планирование этого события. Момент времени, наступление которого должно вызвать остановку моделирования, задается обычно в виде числа. Т.е., в процессе моделирования нужно проверять, является ли событие "завершение моделирования" следующим событием. Если "да", то в таймере устанавливается значение времени конца моделирования, а управление передается процедуре, которая отрабатывает завершение моделирования.

Исходными данными для разработки программы являются интервалы времени, через которые ЭРЭ поступают на первый блок, время обработки на каждом блоке и время моделирования, в течении которого необходимо изучить поведение системы. Разработанная программа представлена ниже.

simulate 1

generate 693,34.65

queue cher1

seize B1

depart cher1

advance 99.6,4.98

release B1

queue cher2

seize B2

depart cher2

advance 75,3.75

release B2

queue cher3

seize B3

depart cher3

advance 450,22.5

release B3

queue cher4

seize B4

depart cher4

advance 300,18

release B4

queue cher5

seize B5

depart cher5

advance 600,30

release B5

queue cher6

seize B6

depart cher6

advance 248.4,12.42

release B6

queue cher7

seize B7

depart cher7

advance 225,11.25

release B7

queue cher8

seize B8

depart cher8

advance 248.4,12.42

release B8

queue cher9

seize B9

depart cher9

advance 36,1.8

release B9

queue cher10

seize B10

depart cher10

advance 42,2.1

release B10

queue cher11

seize B11

depart cher11

advance 78,3.9

release B11

queue cher12

seize B12

depart cher12

advance 49.8,2.49

release B12

terminate

generate 7200

terminate 1

start 1,,,1

Результат выполнения программы представлен в приложении А.

Из полученных результатов видим, что за одну рабочую смену будет изготовлено 6 изделий. При этом ни на одном из участков не создается очередь, но в то же время на пяти участках не завершился технологический процесс изготовления прибора. Полученные величины коэффициента загрузки оборудования и времени обработки на каждом участке при моделировании с небольшими отклонениями соответствуют рассчитанным в технологической части данного дипломного проекта.

Подводя итоги, делаем вывод, что технологический процесс разработан правильно.

**ВЫВОДЫ**

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана конструкция усилителя низкой частоты. При этом учитывались все требования технического задания и соответствующих нормативных документов.

В первом разделе дипломного проекта были проанализированы исходные данные, выбран тип производства, стадию разработки технологичной документации, вид технологического процесса по организации производства.

Выбрали типовой технологический процесс, на основании которого сформировали ТП сборки ПП.

Во втором разделе КП была рассчитана и построена схема модели «жесткий вывод – отверстие печатной платы». Разработано захватное устройство.

В третьем разделе была разработана структурная схема и алгоритм моделирования, на основании которых с помощью языка GPSS смоделировали технологический процесс изготовления устройства.

### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1 ГОСТ 3.1102-81 ”Стадии разработки и виды документов”.

2 ГОСТ 3.1109-82 ”Термины и определения основных понятий”.

3 Технология и автоматизация производства РЭА: Учебник для вузов/Под ред. А.П.Достанко.-М.:Радио и связь, 2009.

4 Технология производства ЭВМ – Достанко А.П. и др.:Учеб.-Мн.:Высшая школа, 2004.

5 Технологічне оснащення виробництва електронних обчислювальних засобів: Навч. Посібник/М.С.Макурін.-Харків: ХТУРЕ,1996.