



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1345209 A1

(5D) 4 G 06 F 15/20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4072974/24-24
(22) 09.04.86
(46) 15.10.87. Бюл. № 38
(71) Минский радиотехнический институт
(72) С.И.Акулич, Ю.Р.Бейтук, В.А.Лабуннов, О.А.Лубневский, А.В.Малиновский и А.М.Суходольский
(53) 681.3 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1089582, кл. G 06 F 15/20, 1982.
Авторское свидетельство СССР № 1096654, кл. G 06 F 15/20, 1983.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

(57) Изобретение относится к специализированным средствам вычислительной техники и предназначено для моде-

лирования гибких автоматизированных производственных систем. Цель изобретения - расширение функциональных возможностей устройства за счет моделирования очередной конечной длины по каждому входному потоку заявок и многофазного обслуживания нескольких потоков заявок с переменным приоритетом. Устройство содержит модели обрабатывающих центров, блоки регистрации, блок коммутации. В состав каждой модели обрабатывающего центра входят блок буферной памяти, блок приоритета, триггеры, генератор счетных импульсов, элемент И, элемент запрета, блок подготовки, обрабатывающий блок, блок транспортировки, элементы ИЛИ, дифференцирующие элементы, генераторы импульсов со случайной длительностью, счетчик импульсов, реверсивные счетчики. 5 ил.

(19) SU (11) 1345209 A1

Изобретение относится к специализированным средствам вычислительной техники и предназначено для моделирования гибких автоматизированных производственных систем.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей устройства за счет моделирования очередной конечной длины по каждому входному потоку заявок и многофазного обслуживания нескольких потоков заявок с переменным приоритетом.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства; на фиг. 2 - структурная схема блока приоритета; фиг. 3 - блок транспортировки; на фиг. 4 - структурная схема обрабатывающего блока; на фиг. 5 - блок буферной памяти.

Устройство содержит модели 1 обрабатывающих центров, первый 2 и второй 3 блоки регистрации и блок 4 коммутации. Каждая модель обрабатывающего центра содержит блок 5 буферной памяти, блок 6 приоритета, первый 7 и второй 8 триггеры, генератор 9 счетных импульсов, элемент И 10, элемент 11 запрета, блок 12 подготовки, обрабатывающий блок 13, блок 14 транспортировки, первый 15, второй 16 и третий 17 элементы ИЛИ, первый 18 и второй 19 дифференцирующие элементы, первый 20, второй 21 и третий 22 генераторы импульсов со случайной длительностью, счетчик 23 импульсов, первый 24 и второй 25 реверсивные счетчики.

Блок 6 приоритета содержит первый 26, второй 27 и третий 28 элементы задержки, первый 29, второй 30 и третий 31 элементы И, первый 32 и второй 33 элементы ИЛИ, генератор 34 импульсов, группу триггеров 35 (по числу потоков заявок, поступающих на обслуживание, соответствует числу потоков деталей различной номенклатуры, обрабатываемых в гибкой автоматизированной производственной системе), группу счетчиков 36 импульсов, группу элементов И 37.

Блок 14 транспортировки состоит из генератора 38 импульсов, регистра 39, группы элементов И 40, дифференцирующего элемента 41, реверсивного счетчика 42, элемента И 43. Обрабатывающий блок 13 содержит элемент И 44, генератора 45 импульсов и дифференцирующий элемент 46. Первый 2

и второй 3 блоки регистрации представляют собой наборы из m счетчиков, работающих в режиме суммирования.

Блок 4 коммутации выполнен в виде наборного поля, входы и выходы которого соединены с входами и выходами моделей 1 обрабатывающих центров в соответствии с топологией моделируемой системы. Блоки 2 и 3 регистрации выполнены в виде суммирующих счетчиков.

Блок 5 буферной памяти содержит группу реверсивных счетчиков 47, первую 48, вторую 49 и третью 50 группы элементов И, элемент И 51, элемент ИЛИ 52, элемент ИЛИ-НЕ 53, группу элементов ИЛИ 54, элемент 55 задержки.

Каждая из моделей 1 обрабатывающих центров моделирует фазы обслуживания заявок, характерные для гибких производственных систем: ожидание деталью обслуживания, подготовку обрабатывающего средства к выполнению конкретной технологической операции над деталью данной номенклатуры, обработку детали и ее транспортировку к месту дальнейшей обработки согласно технологического маршрута, причем в фазах подготовки, обслуживания и транспортировки моделируются сбои в работе оборудования, которые приводят к выбраковке детали (потере заявки), находящейся в этот момент на обслуживании в какой-либо из указанных фаз.

Блок 2 регистрации производит подсчет заявок по каждому входному потоку (соответствует подсчету количества запускаемых в производство деталей каждой номенклатуры). Блок 3 регистрации подсчитывает количество заявок каждого потока, обслуженных в устройстве моделирования (соответствует подсчету количества выпущенных деталей каждой номенклатуры).

На блоке 4 коммутации задается последовательность обслуживания входных потоков заявок моделями 1 обрабатывающих центров (соответствует последовательности прохождения деталями каждой номенклатуры некоторых технологических операций до принятия вида готового изделия).

При моделировании производственных систем недопустима потеря заявки на обслуживание в связи с занятостью обрабатывающих средств определенного

обрабатывающего центра. Поэтому в устройство введен блок 5 буферной памяти, который производит накопление заявок по каждому потоку обрабатывающего центра, моделируя тем самым очереди в системе, и запускает блок 6 приоритета в случае, когда в момент прихода заявки по одному из потоков счетчика блока 5 обнулены.

Блок 6 приоритета моделирует определение самой приоритетной заявки по всем потокам заявок модели обрабатывающего центра и запуск ее на обслуживание. При этом наибольшим приоритетом будут обладать заявки того потока, которых больше всего накопилось в блоке 5 буферной памяти. При равенстве количества заявок в буфере по нескольким входным потокам модели обрабатывающего центра, наиболее приоритетными будут заявки потока, поступающего по входу с наибольшим номером. Блок 12 подготовки моделирует интервал времени подготовки обрабатывающего центра (идентификация детали, замена инструмента и т.д.). Обработывающий блок 13 и блок 14 транспортировки моделируют соответственно фазы обработки и транспортировки детали. Причем интервалы времени подготовки, обработки и транспортировки считаются фиксированными, а время транспортировки — меньше суммы времени подготовки и обработки. Генераторы 20-22 импульсов со случайной длительностью моделируют сбои в системе. Причем импульсу соответствует уровень логического "0" на выходе каждого из генераторов. Длительность импульса на их выходах характеризует период восстановления. Реверсивные счетчики 24, 25 и 42 подсчитывают соответственно количество забракованных деталей в фазах подготовки, обработки и транспортировки. Счетчик 23 фиксирует общее количество заявок, поступивших на модель обрабатывающего центра (общее количество деталей, поступивших на обработку).

Устройство работает следующим образом.

При включении питания во всех модулях 1 обрабатывающих центров происходит обнуление счетчиков блока 5 буферной памяти, триггеров 35 блока 6 приоритета, счетчика 23, реверсивных счетчиков 24, 25, 42; установка в "0" триггера 7 и установка в "1" триг-

гера 8. Обнуляются также счетчики блоков регистрации. Схемы начальной установки являются типовыми и в заявке не приводятся. В процессе моделирования заявки в виде импульсов поступают на входы блока 4 коммутации и оттуда — на вход соответствующей модели 1 обрабатывающего центра. В результате этого импульс с входа 1 блока 5 поступает на суммирующий вход соответствующего реверсивного счетчика 47. Если все счетчики блока 5 обнулены, то данный импульс проходит через элемент ИЛИ 52 и через элемент И 51 поступает на выход блока. В случае ненулевого состояния счетчиков 47 блока 5 происходит изменение содержимого одного из этих счетчиков.

Импульс с выхода элемента И 51 поступает на вход элемента 27 задержки блока 6 приоритета и с задержкой (величина ее обусловлена задержкой появления информации о состоянии блока 5 на выходах его счетчиков 47) поступает на входы записи счетчиков 36 группы, включенных с интервалом по входу записи, в результате чего в блок 6 приоритета записывается информация о количестве заявок на обслуживание по каждому входу модели 1 обрабатывающего центра. Этот же импульс с задержкой элементом 28 (определяется из условия времени записи информации в счетчики 36 группы) поступает на вход запуска генератора 34 импульсов (импульсу соответствует уровень логической "1" на выходе генератора 34 импульсов), что обеспечивает прохождение импульсов от генератора 9 счетных импульсов через элемент И 31 на суммирующие входы счетчиков 36 группы.

После запоминания чисел в счетчиках 36 на выходе того из них, где был записан наибольший код из блока 5 (соответствует наибольшему числу деталей определенной номенклатуры, поступивших для обработки), появляется импульс, устанавливающий соответствующий счетчику триггер 35 в "1". Пусть в "1" установился К-й триггер 35. Тогда на выходах всех элементов И 37 с меньшим номером — нулевой уровень. Таким образом, на выходе первого элемента И 37 — нулевой уровень, который поступает через элемент И 29 на вход сброса генератора 34 импульсов. В результате этого импульсы прекращают поступать на счетчики 36. На

выходах блока 6 приоритета появляется код, содержащий все нули, кроме единицы в К-м разряде, соответствующем К-му триггеру 35. В случае, если в нескольких счетчиках 36 записано одинаковое наибольшее число из блока 5 и импульсы появляются одновременно на выходах нескольких счетчиков 36, то в "1" устанавливается тот из триггеров 35, соответствующих счетчикам 36 с одинаковым наибольшим числом, который имеет наибольший номер, остальные же триггеры 35 сбрасываются в "0" нулевым уровнем с инверсного выхода сработавшего триггера 35 с наибольшим номером.

Все выходы счетчиков 36 объединены элементом ИЛИ 32. Поэтому импульс с одного из выходов счетчиков устанавливает триггер 7 в "1", триггер 8 в "0" и поступает на суммирующие входы счетчика 23 и реверсивного счетчика 24 и на вход элемента 55 задержки блока 5. Это обеспечивает прохождение импульса с задержкой на окончательное установление приоритета на вычитающий вход того реверсивного счетчика 47 блока 5, которому соответствует "1" на входах элементов И 48 блока 5.

Импульсы генератора 9 счетных импульсов через элемент И 10 и элемент 11 запрета поступают на вход блока 12 подготовки, выполненного в виде счетчика импульсов, т.е. начинается моделирование фазы подготовки. Нулевым уровнем на выходе триггера 8 обеспечивает запрет прохождения импульса в блоке 6 приоритета через элемент И 30, что необходимо для нормального моделирования в случае нулевого состояния всех счетчиков блока 5.

По окончании подготовки на выходе блока 12 подготовки появляется импульс, поступающий на вход обрабатывающего блока 13, суммирующий вход реверсивного счетчика 25, вычитающий вход реверсивного счетчика 24 и через элемент ИЛИ 15 - на нулевой вход триггера 7. Таким образом, прекращается поступление счетных импульсов на блок 12 подготовки и начинается моделирование фазы обработки путем запуска генератора 45 импульсов обрабатывающего блока 13.

Дифференцирующий элемент 46 выделяет задний фронт импульса, в результате чего на вход блока 14 транспор-

тировки, вычитающий вход реверсивного счетчика 25, единичный вход триггера 8 и элемент 26 задержки блока 6 приоритета поступает импульс. Это обеспечивает запись в блок 14 транспортировки кода с выходов триггеров 35 блока 6 приоритета и запуск генератора 38 импульсов (импульсу соответствует уровень логической "1" на выходе генератора 38 импульсов) блока 14 транспортировки, т.е. обслуживание вступило в фазу транспортировки (транспортировка детали). Обрабатывающий блок 13 (обрабатываемое средство) свободен для обслуживания новой заявки. При этом в блоке 6 приоритета с задержкой, необходимой для перезаписи кода приоритета в блок 14 транспортировки сигналов, с выхода элемента 26 задержки происходит сброс триггеров 35 и через элемент ИЛИ 33 запуск генератора 34 импульсов. В результате этого происходит определение нового приоритета и начинается обслуживание следующей заявки.

Фаза подготовки и обслуживания каждой последующей заявки (обработка каждой последующей детали) при наличии очереди происходит одновременно с фазой транспортировки предыдущей заявки (транспортировкой предыдущей детали). При этом считается, что время транспортировки всегда меньше суммарного времени подготовки и обработки. По окончании времени транспортировки импульс с выхода дифференцирующего элемента 41 блока 14 транспортировки через элемент И 43, соответствующий элементу И 40, соответствующий единице кода приоритета, записанного в регистре 39, проходит на выход модели 1 обрабатывающего центра. Таким образом, обслуженная заявка вновь поступает в блок 4 коммутации и оттуда на последующую модель 1 обрабатывающего центра (соответствует поступлению детали на следующую технологическую операцию). Для различных моделей 1 обрабатывающих центров время подготовки и обработки может быть различным (но постоянным для каждой конкретной модели 1 обрабатывающего центра).

В процессе моделирования в модели 1 обрабатывающего центра может возникнуть ситуация, когда после окончания обслуживания заявки (окончания обработки детали) блок 5 оказывается

полностью обнуленным (нет заявок на обработку детали). При этом вновь происходит запуск блока 6 приоритета. Однако ни на одном из выходов счетчиков 36 группы импульсов не появляется, так как максимальная длительность интервала, на который запускается генератор 34 импульсов, выбирается из условия

$$\hat{t}_{\text{макс}} = (N-1) / f_0,$$

где f_0 - частота генератора 9 счетных импульсов;

N - максимальное число, которое может быть записано в каждый из счетчиков буфера.

В результате этого модель 1 обрабатывающего центра переходит в режим ожидания заявок и начинает моделировать фазы подготовки и обработки только после прихода заявки на один из выходов блока 5.

В устройстве возможно моделирование отказов в фазах подготовки, обработки и транспортировки. Отказы моделируются появлением на выходах генераторов 20-22 импульсов со случайной длительностью. Импульсу соответствует нулевой уровень на выходе генератора 20, 21 или 22. Момент поступления отказа соответствует переднему фронту импульса, а его длительность характеризует период восстановления.

При моделировании отказов в фазе подготовки импульс с генератора 20 импульсов со случайной длительностью поступает на вход блока 12 подготовки, на управляющий вход элемента 11 запрета и через дифференцирующий элемент 18 - на входы элементов ИЛИ 15 и 17. Это обеспечивает запрет попадания счетных импульсов на вход блока 12 подготовки, сброс счетчика блока 12 подготовки. Дифференцирующий элемент 18 выделяет задний фронт импульса, по которому происходит установка триггера 7 в "0" (соответствует фазе ожидания) и запуск блока 6 приоритета, т.е. моделируется возобновление работы оборудования после восстановления. Возникновение отказа в фазе подготовки приводит к потере заявки в моделируемой системе.

При моделировании отказов в фазе обработки импульс от генератора 21 со случайной длительностью импульсов попадает на вход обрабатывающего бло-

ка 13 и через дифференцирующий элемент 19 - на вход элемента ИЛИ 16. В результате этого на входе элемента И 44 появляется запрещающий уровень. Происходит сброс генератора 45 импульсов. Дифференцирующий элемент 19 выделяет задний фронт импульса, по которому происходит запуск блока 6 приоритета, т.е. моделируется возобновление работы оборудования после восстановления. Возникновение отказа в фазе обработки приводит к потере заявки в моделируемой системе (деталь выходит бракованной).

При моделировании отказов в фазе транспортировки импульс с генератора 22 импульсов со случайной длительностью поступает на вход блока транспортировки, что приводит к подаче запрещающего уровня на вход элемента И 44 и сбросу генератора 44 импульсов. Таким образом, отказ в фазе транспортировки также приводит к потере заявки в моделируемой системе. Однако при этом продолжается моделирование фаз подготовки и обработки для последующей детали.

Моделирование гибких автоматизированных производственных систем с помощью предлагаемого устройства происходит в виде последовательного прохождения заявок каждого входного потока через модель 1 обрабатывающих центров посредством блока 4 коммутации, что соответствует прохождению деталями различной номенклатуры некоторых технологических операций до принятия готового для данного производства вида.

Моделирование производственных фаз в каждой модели 1 обрабатывающего центра происходит независимо друг от друга, что достигается за счет блока 5 буферной памяти, который независимо от работы блока 12 подготовки, обрабатывающего блока 13 и блока 14 транспортировки производит накопление заявок по каждому потоку.

Цикл моделирования обслуживания заявки в модели 1 обрабатывающего центра начинается запуском блока 6 приоритета по второму или пятому входу, причем, если модель 1 обрабатывающего центра находится в фазе подготовки или обработки, то второй вход блокируется и запуск происходит по пятому входу после окончания фазы обработки или при возникновении отка-

за в двух указанных фазах, по окончании интервала времени отказа.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для моделирования гибких автоматизированных производственных систем, состоящее из группы моделей обрабатывающих центров, каждая из которых содержит генератор счетных импульсов, первый и второй триггеры, элемент И, блок подготовки, выполненный в виде счетчика импульсов, обрабатывающий блок, выполненный в виде последовательно соединенных генератора импульсов, дифференцирующего элемента и элемента И, первый и второй дифференцирующие элементы, элемент запрета, два генератора импульсов со случайной длительностью, первый, второй и третий элементы ИЛИ, счетчик импульсов и два реверсивных счетчика, выход генератора счетных импульсов подключен к первому входу элемента И, второй вход которого соединен с инверсным выходом первого триггера, а выход - с информационным входом элемента запрета, выход первого генератора импульсов со случайной длительностью подключен к управляющему входу элемента запрета и установочному входу счетчика импульсов блока подготовки и через первый дифференцирующий элемент - к первому входу первого элемента ИЛИ, выход которого соединен с единичным входом первого триггера, выход второго генератора импульсов со случайной длительностью подключен к входу останова генератора импульсов и другому входу элемента И обрабатывающего блока и через второй дифференцирующий элемент соединен с первым входом элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом элемента И обрабатывающего блока и вычитающим входом второго реверсивного счетчика, суммирующий вход которого подключен к второму входу первого элемента ИЛИ, вычитающему входу первого реверсивного счетчика, входу запуска генератора импульсов обрабатывающего блока и выходу переполнения счетчика импульсов блока подготовки, счетный вход счетчика импульсов блока подготовки соединен с выходом элемента запрета, первый и второй входы третьего элемента ИЛИ подключены соответственно

к выходам первого дифференцирующего элемента и второго элемента ИЛИ, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей устройства за счет моделирования очереди конечной длины по каждому входному потоку заявок и многофазного обслуживания нескольких потоков заявок с переменным приоритетом, оно дополнительно содержит блок коммутации, выполненный в виде наборного щита, а в каждой модели обрабатывающего центра - третий генератор импульсов со случайной длительностью, блок буферной памяти, блок приоритета и блок транспортировки, состоящий из генератора импульсов дифференцирующего элемента, реверсивного счетчика, регистра, элементов И группы и элемента И, в блоке транспортировки разрядные выходы регистра соединены соответственно с первыми входами элементов И группы, вторые входы которых объединены и соединены с выходом элемента И блока транспортировки и вычитающим входом реверсивного счетчика блока транспортировки, суммирующий вход которого подключен к входу записи регистра блока транспортировки и к выходу элемента И обрабатывающего блока, выход генератора импульсов блока транспортировки через дифференцирующий элемент подключен к первому входу элемента И блока транспортировки, второй вход которого соединен с входом останова генератора импульсов блока транспортировки и выходом третьего генератора импульсов со случайной длительностью, блок приоритета содержит первый, второй и третий элементы задержки, первый, второй и третий элементы И, первый и второй элементы ИЛИ, группу элементов И, группу триггеров, генератор импульсов и группу счетчиков импульсов, выходы переполнения которых подключены к единичному входу соответствующего триггера группы и соответствующему входу первого элемента ИЛИ блока приоритета, выход которого соединен с нулевыми входами первого и второго триггеров модели обрабатывающего центра, входом считывания блока буферной памяти и суммирующими входами счетчика импульсов модели обрабатывающего центра и первого реверсивного счетчика модели обрабатывающего

центра, выход первого элемента задержки блока приоритета подключен к нулевому входу первого триггера группы блока приоритета и первым входам элементов И группы блока приоритета, инверсный выход К-го триггера группы (K=2, M, где M - число потоков заявок) соединен с вторым входом К-1-го элементов И группы, выход которого 5 подключен к нулевому входу К-1-го триггера группы, а выход Р-го элемента И группы (P=2, M-1) соединен с третьим входом Р-1-го элемента И группы, выход первого элемента И группы 10 соединен с первым входом первого элемента И блока приоритета, второй вход которого подключен к инверсному выходу первого триггера группы, а выход первого элемента И блока приоритета 20 соединен с входом останова генератора импульсов блока приоритета, выход которого подключен к первому входу третьего элемента И блока приоритета, выход которого соединен с суммирующими 25 входами счетчиков импульсов группы, входы разрешения записи которых подключены к выходу второго элемента, ИЛИ блока приоритета и входу третьего элемента задержки, выход которого 30 соединен с входом запуска генератора импульсов блока приоритета, выход второго элемента задержки подключен к первому входу второго элемента И блока приоритета, выход которого соединен с первым входом второго элемен-

та ИЛИ блока приоритета, второй вход которого и вход первого элемента задержки подключены к выходу третьего элемента ИЛИ модели обрабатывающего центра и единичному входу второго триггера модели обрабатывающего центра, инверсный выход которого соединен с вторым входом второго элемента И блока приоритета, вход второго элемента задержки которого подключен к первому информационному выходу блока буферной памяти, группа информационных выходов которого соединена соответственно с разрядными входами счетчиков импульсов блока приоритета, второй вход третьего элемента И которого 35 подключен к выходу генератора счетных импульсов, прямые выходы триггеров группы блока приоритета соединены соответственно с адресными входами блока буферной памяти и разрядными входами регистра блока транспортировки, выходы элементов И группы блоков транспортировки в соответствии с топологией моделируемой системы соединены с входами первой группы наборного поля блока коммутации, выходы наборного поля которого в соответствии с топологией моделируемой системы подключены к информационным входам блоков буферной памяти моделей обрабатывающего центра, вторая группа входов наборного поля блока коммутации является группой информационных входов устройства.

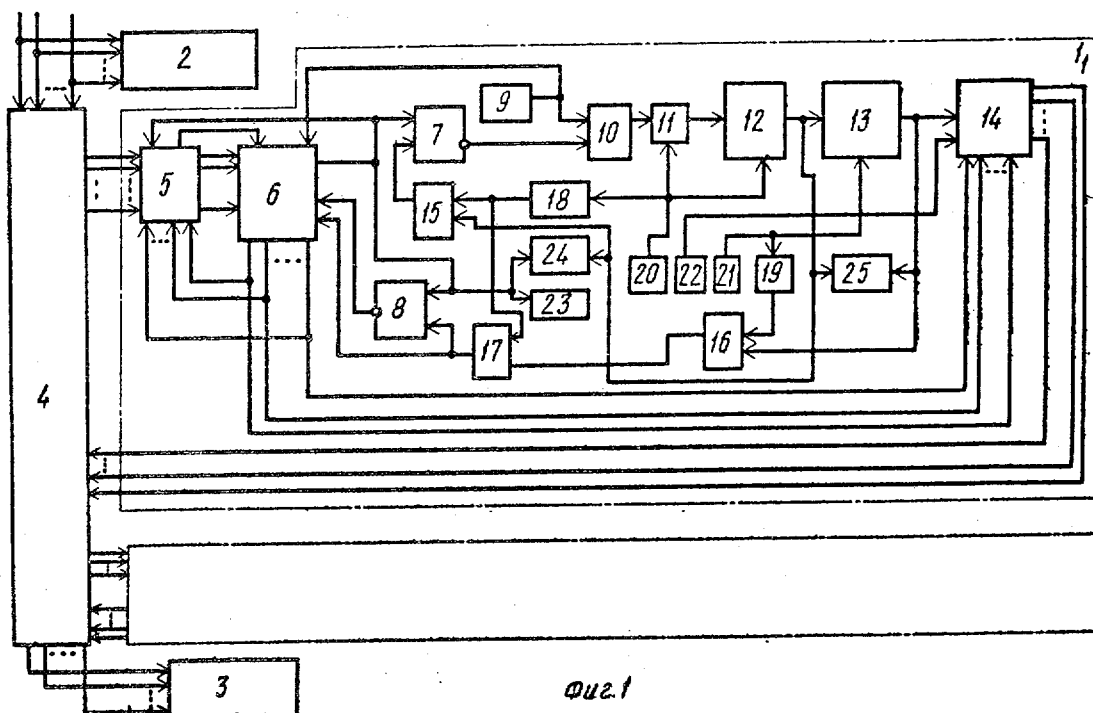
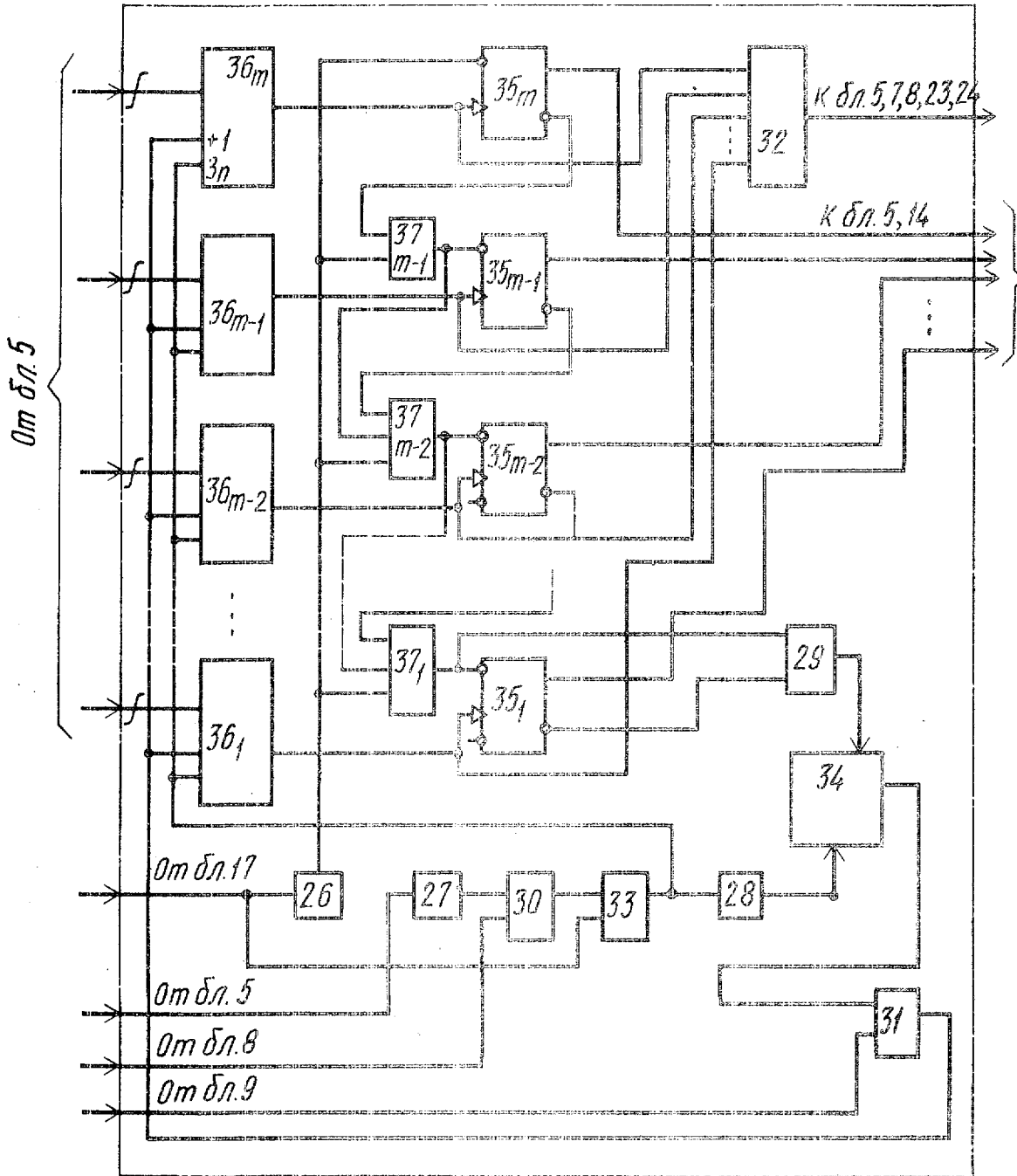
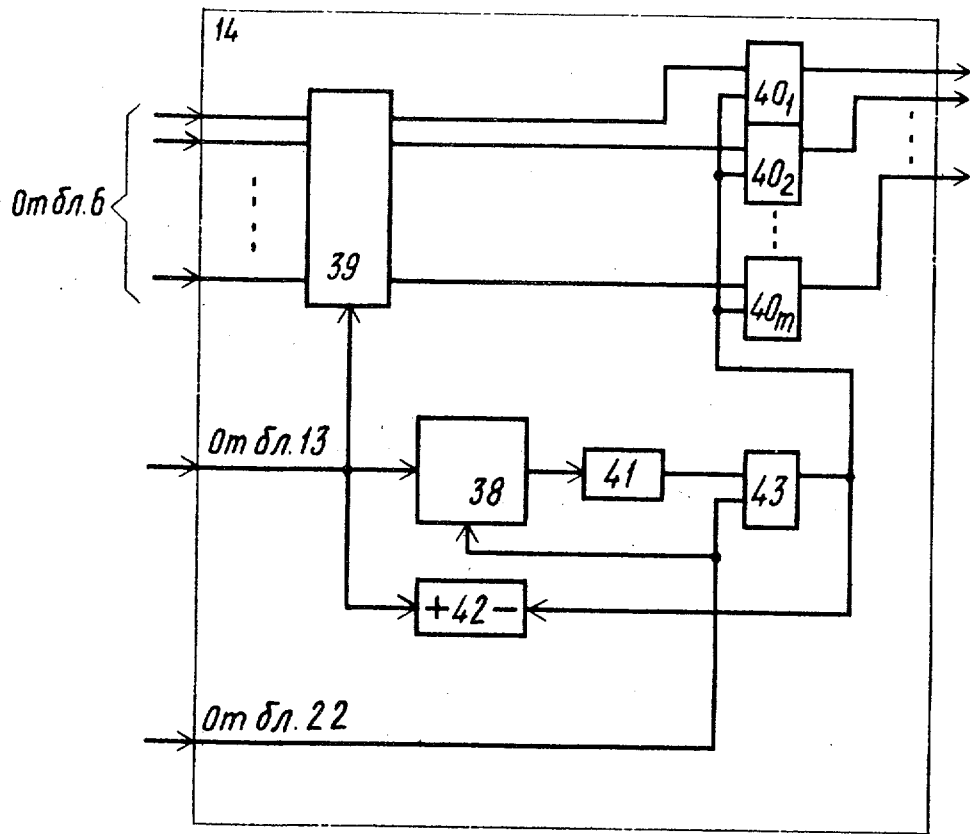


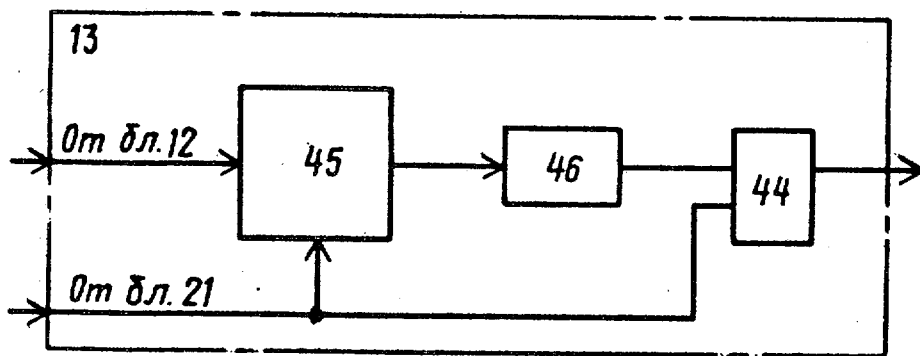
рис. 1



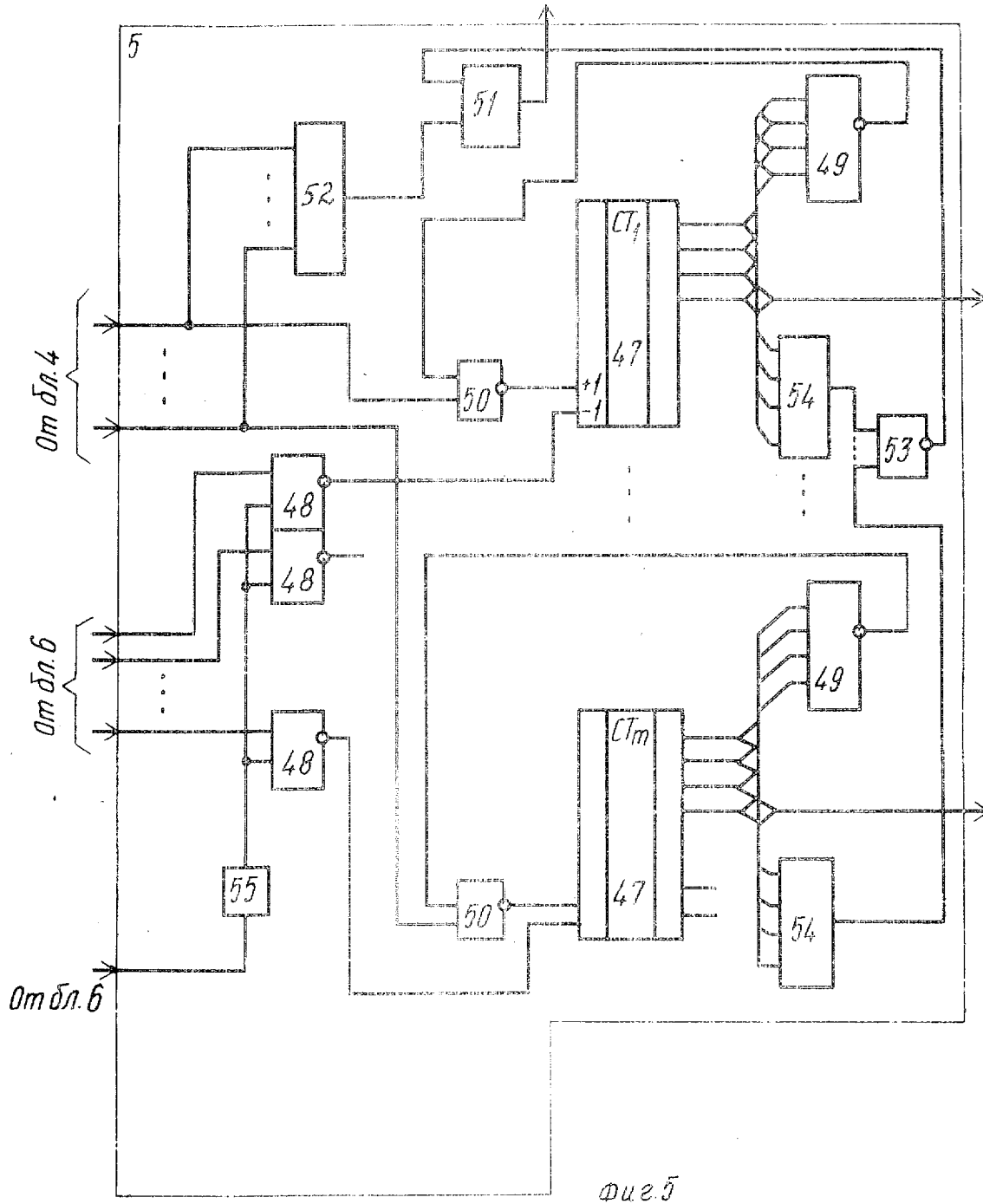
Фиг. 2



Фиг.3



Фиг.4



Редактор И. Касарда Составитель В. Фукалов Корректор С. Черни
 Техред Л. Сердюкова

Заказ 4922/48 Тираж 670 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4