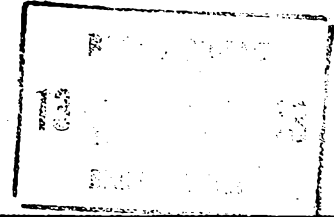




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3666701/24-24
  - (22) 28.11.83
  - (46) 07.04.85. Бюл. № 13
  - (72) В.Е.Прокофьев, Т.А.Ленисенко и С.А.Положаенко
  - (71) Одесский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт
  - (53) 681.333 (088.8)
  - (56) 1.Козлов Э.С. и др. Автоматизация процессов решения краевых задач с помощью сеточных АЦВМ. М., "Энергия", 1974, с. 112.
2. Авторское свидетельство СССР по заявке № 3381341/24, кл. G 06 G 7/48, 23.12.82 (прототип).
- (54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ПОЛЯ, содержащее генератор тактовых импульсов, блок сравнения, кодоуправляемую R-сетку, центральный узел которой подключен к неинвертирующему входу блока сравнения, два элемента ИЛИ и два элемента И, отличающееся тем, что, с целью повышения быстродействия, в него введены ключ, реверсивный счетчик, цифроаналоговый преобразователь, блок формирования нелинейности типа экспоненты и регистр, группа выходов которого подключена к управляющим входам кодоуправляе-

мой R-сетки, выход генератора тактовых импульсов соединен с первым входом первого элемента И, а через первый и второй замыкающие контакты ключа - соответственно с суммирующим и вычитающим входами реверсивного счетчика, группа выходов которого подключена к группе входов второго элемента И и к группе входов цифроаналогового преобразователя, выход которого соединен с входом блока формирования нелинейности типа экспоненты, выход которого подключен к инвертирующему входу блока сравнения, выход которого соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к входу записи регистра и к второму входу первого элемента И, выход которого соединен со счетным входом счетчика, группа выходов которого подключена к группе входов регистра, вход сброса устройства соединен с входом обнуления реверсивного счетчика и с первым входом второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к входу обнуления счетчика, выход второго элемента И соединен с вторым входом второго элемента ИЛИ, вход запуска устройства подключен к второму входу первого элемента ИЛИ.

Изобретение относится к аналоговой вычислительной технике и предназначено для решения нелинейных уравнений в частных производных.

Известно устройство для решения нелинейных задач теории поля, содержащее R-сетку, токозадающие резисторы, блоки задания начальных и граничных условий и блок управления [1].

Недостатком этого устройства является низкая точность.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является устройство для моделирования объектов с распределенными параметрами, содержащее сеточную модель, к каждому узлу которой подключены цифруемые резисторы, схему управления параметрами сеточной модели, состоящую из генератора функционального напряжения, блока сравнения (компаратора), двух счетчиков, один из которых работает в фазоимпульсном режиме, элемента ИЛИ-НЕ, RS-триггера, элемента 2И-ИЛИ, причем выход элемента 2И-ИЛИ подключен к счетному входу первого счетчика, выходы которого соединены с входом сеточной модели, выход блока сравнения подключен к первым входам элемента 2И-ИЛИ и элемента ИЛИ-НЕ, выход которого соединен с первым входом второго счетчика, второй тактовый вход устройства подключен к второму и третьему входам элемента 2И-ИЛИ и к второму входу второго счетчика, выход которого соединен с S-входом RS-триггера, R-вход которого подключен к первому тактовому входу устройства, выход RS-триггера соединен с четвертым входом элемента 2И-ИЛИ, второй вход элемента ИЛИ-НЕ и пятый вход элемента 2И-ИЛИ объединены и являются входом устройства.

Устройство позволяет автоматизировать процесс набора параметров модели и осуществлять изменение их по требуемой однозначной нелинейной зависимости  $g(U_p)$  непосредственно в процессе решения нелинейных задач одновременно во всей области моделирования. Параллельный принцип учета нелинейности, положенный в основу функционирования указанного устройства, делает его более быстрым по сравнению с другими средствами вычислительной техни-

ки, применяемыми для решения нелинейных задач теории поля [2].

Известное устройство характеризуется ограниченными функциональными возможностями, выражающимися в невозможности задания развертывающего напряжения  $U_{\phi}(t)$ , определяющего характер моделируемой нелинейности  $g(U_0)$ , убывающей функцией.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей и повышение быстродействия при одновременном упрощении схемы.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство, содержащее генератор тактовых импульсов, блок сравнения, кодоуправляемую R-сетку, центральный узел которой подключен к неинвертирующему входу блока сравнения, два элемента ИЛИ и два элемента И, введены ключ, реверсивный счетчик, цифроаналоговый преобразователь, блок формирования нелинейности типа экспоненты и регистр, группа выходов которого подключена к управляющим входам кодоуправляемой R-сетки, выход генератора тактовых импульсов соединен с первым входом первого элемента И, а через первый и второй замыкающие контакты ключа - соответственно с суммирующим и вычитающим входами реверсивного счетчика, группа выходов которого подключена к группе входов второго элемента И и к группе входов цифроаналогового преобразователя, выход которого соединен с входом блока формирования нелинейности типа экспоненты, выход которого подключен к инвертирующему входу блока сравнения, выход которого соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к входу записи регистра и к второму входу первого элемента И, выход которого соединен со счетным входом счетчика, группа выходов которого подключена к группе входов регистра, вход сброса устройства соединен с входом обнуления реверсивного счетчика и с первым входом второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к входу обнуления счетчика, выход второго элемента И соединен вторым входом второго элемента ИЛИ, вход запуска устройства подключен к второму входу первого элемента ИЛИ.

На фиг. 1 представлена блок-схема устройства; на фиг. 2-3 - временные

диаграммы, поясняющие работу устройства.

Устройство содержит кодоуправляемую R-сетку 1, генератор 2 тактовых импульсов, элементы ИЛИ 3 и 4, блок 5 сравнения, ключ 6, элементы И 7 и 8, счетчик 9, регистр 10, реверсивный счетчик 11, цифроаналоговый преобразователь 12 и блок 13 формирования нелинейности типа экспоненты.

Устройство работает следующим образом.

Рассмотрим работу устройства в случае задания моделируемой нелинейности  $g(U_0)$  возрастающей функцией. Перед началом работы устройства счетчики 9 и 11 сбрасываются в "нуль" импульсом, поступающим на вход сброса устройства, кроме того, триггеры регистра 10 при этом также находятся в невозбужденном состоянии. После сброса счетчиков с поступлением тактовых импульсов от генератора 2 устройство начинает вырабатывать развертывающее напряжение  $U_\phi(t)$ , причем для задания зависимости  $g(U_0)$  возрастающей функцией ключ 6 должен быть замкнут на вход прямого счета счетчика 11. В подготовительном периоде осуществляется запись начального значения  $g_n$  узловой проводимости в регистр 10. Для этого на вход запуска устройства поступает прямоугольный импульс, передний фронт которого совпадает по фазе с началом выработки развертывающего напряжения  $U_\phi(t)$ . Относительная длительность этого импульса равна  $\gamma_n = \frac{T_n}{T}$  и пропорциональна начальному значению узловой проводимости  $g_n$ . Этот импульс через элемент ИЛИ 3 поступает на один из входов элемента И 7. Одновременно на второй вход этого элемента поступают тактовые импульсы с частотой  $f_T$ . Таким образом, за время действия импульса на входе запуска устройства счетчик 9 сосчитает число тактовых импульсов, пропорциональное начальному значению узловой проводимости  $g_n$ . Код, соответствующий этому значению, запоминается на триггерах регистра 10. По окончании действия импульса на входе запуска устройства, разрешается перезапись значения  $g$  в цифрууправляемые проводимости R-сетки 1 по заднему фронту импульса на выходе элемента ИЛИ 3.

После заполнения счетчика 11, т.е. в конце периода развертывающего напряжения, на выходе элемента И 8 возникает импульс, который через элемент ИЛИ 4 воздействует на вход сброса счетчика 9, обеспечивая его переход в исходное состояние.

В первый период после подготовительного решения задачи осуществляется при заданных начальных узловых проводимостях  $g_n$ . Результат решения в этот период в виде потенциала узловой точки  $U_0$  на блоке 5 сравнивается с развертывающим напряжением  $U_\phi(t)$ , формируемым на выходе блока 13. В результате этого на выходе блока 5 появляется импульс, относительная длительность которого  $\gamma_1$  определяется величиной потенциала  $U_0$ , а также формой развертывающего напряжения  $U_\phi(t)$  и характеризует значение узловой проводимости  $g_1$ , при котором решается задача в следующий период.

Порядок задания значения  $g_1$  узловых проводимостей следующий.

Импульс, относительной длительностью  $\gamma_1$  с выхода блока 5 через элемент ИЛИ 3 поступает на один из входов элемента И 7. Одновременно на второй вход этого элемента поступают тактовые импульсы с частотой  $f_T$ . За время действия импульса на выходе блока 5 счетчик 9 сосчитает число тактовых импульсов, пропорциональное новому значению узловой проводимости  $g_1$ . В момент окончания действия импульса на выходе элемента ИЛИ 3 новое значение узловой проводимости  $g_1$  переносится из регистра 10 в кодоуправляемую R-сетку 1. В конце периода развертывающего напряжения счетчик 9 переходит в исходное состояние.

Рассмотрим работу устройства в случае задания моделируемой нелинейности  $g(U_0)$  убывающей функцией (в этом случае ключ 6 замкнут на вход обратного счета счетчика 11). В подготовительный период происходит запись начального значения узловой проводимости  $g_n$ , которая осуществляется аналогично рассмотренному случаю задания зависимости  $g(U_0)$  возрастающей функцией.

В следующий за подготовительным периодом работы происходит запись нового значения  $g_1$  узловых проводи-

мостей. Происходит это следующим образом. Импульс на выходе компаратора 5 появляется в момент равенства развертывающего напряжения  $U_p(t)$  и потенциала узловой точки  $U_0$ . Время действия этого импульса прекращается в конце периода развертывающего напряжения. Число тактовых импульсов, подсчитанных счетчиком 9 до конца периода развертывающего напряжения, определяет новое значение узловых проводимостей  $g_1$ . Задним фронтом импульса на выходе элемента ИЛИ 3 это значение переносится из регистра 10 на кодоуправляемую R-сетку 1. Перевод счетчика 9 в исходное состояние происходит в начале следующего периода развертывающего напряжения.

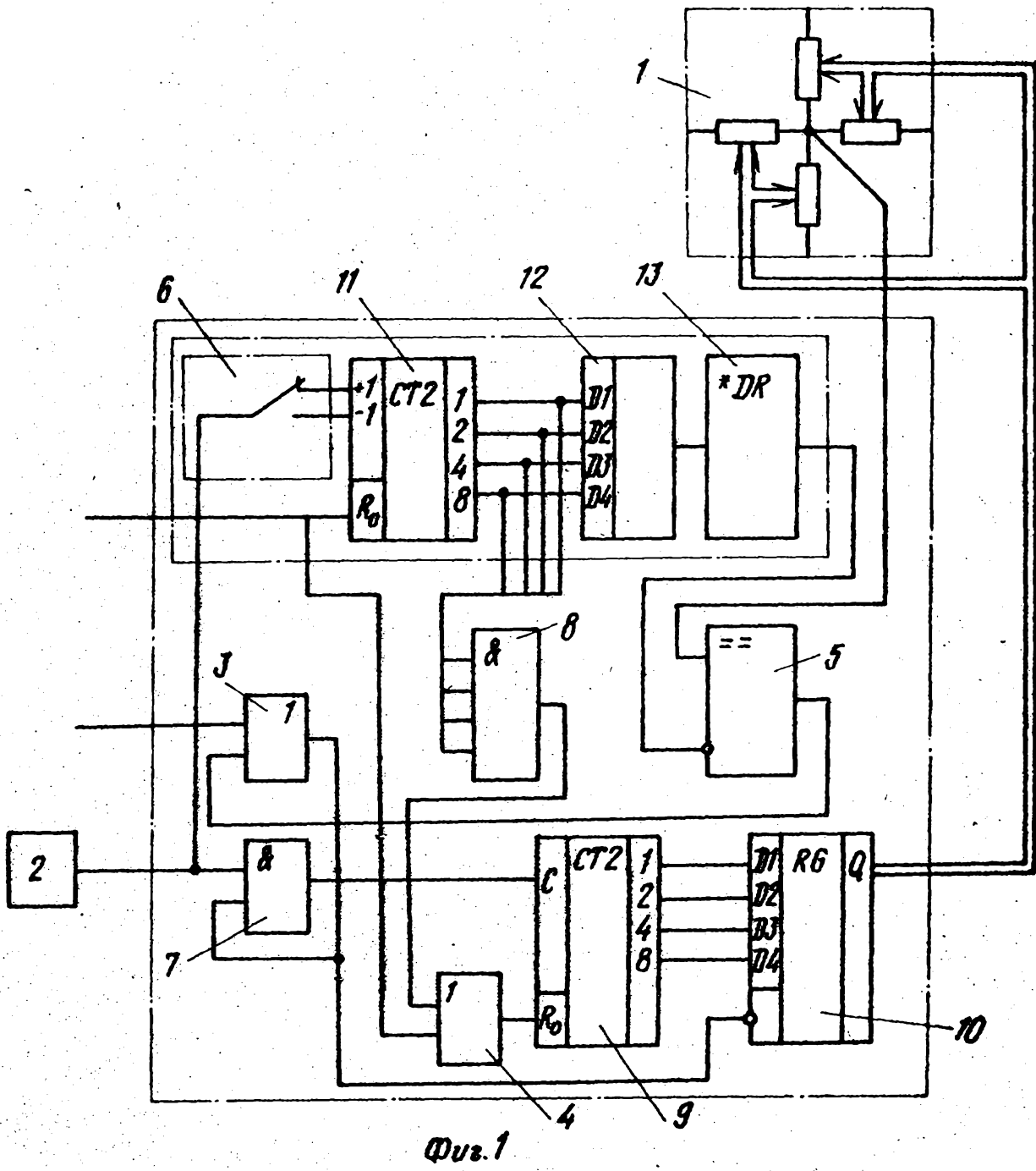
В последующие периоды указанные циклы работы повторяются, в результате чего параметры сетки изменяются в каждом периоде развертывающего напряжения, т.е. в предлагаемом устройстве изменение параметров сеточного процессора происходит автоматически, непосредственно в процессе решения задачи параллельно по всей области моделирования. При этом в отличие от известных структур гибридных систем типа "R-сетка - ЦВМ" после каждого шага итерации нет необходимости осуществлять последовательный опрос всех узловых точек, преобразовать информацию о потенциалах узлов в цифровой код и

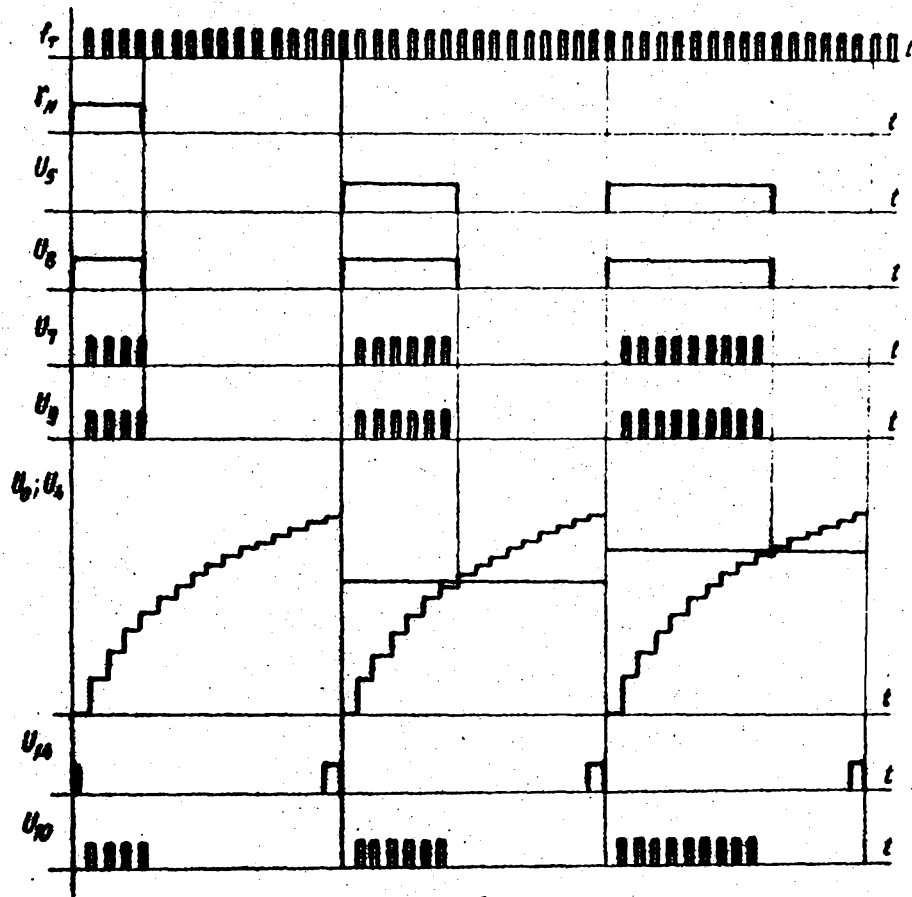
вводить ее в цифровую машину, производить обратную передачу информации о новых значениях узловых проводимостей из ЦВМ в сеточный процессор с целью их перезадавания. Исключение указанных операций вычислительного процесса значительно повышает быстродействие и информационную производительность предлагаемого устройства по сравнению с другими, применяемыми для решения задач теории поля.

При сравнении предлагаемого устройства с известным следует отметить, что экономия не аппаратурных затрат с учетом действующего прейскуранта цен на интегральные микросхемы серии K155 составляет 0,65 руб. Для устройства, содержащего 1000 узлов, экономия на аппаратурных затратах составит не менее 650 руб. Если число узлов модели возрастает, то расчет и экономическая эффективность применения предлагаемого устройства.

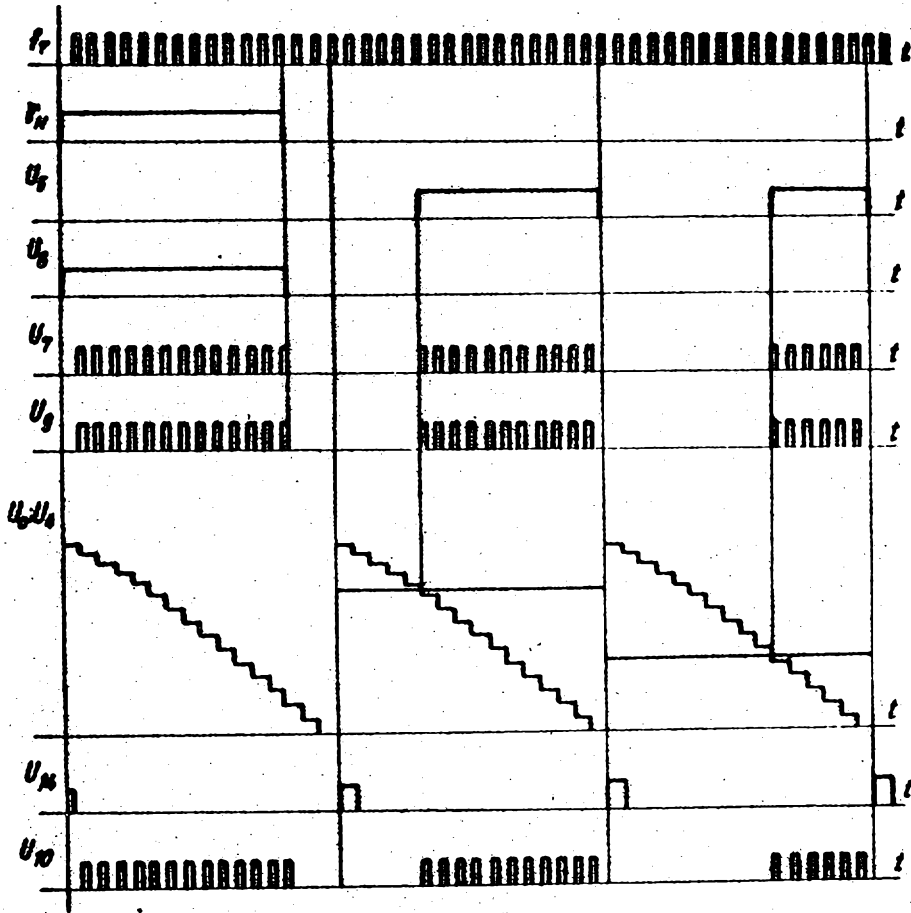
Ввиду того, что генератор развертывающего напряжения специальной формы используется один на всю однородную область моделирования, затраты на его реализацию для устройства, содержащего 1000 узлов, незначительны по сравнению с получаемой экономией.

Таким образом, расширяются функциональные возможности устройства при одновременном упрощении схемы.





Qvt. 2



Фиг. 3

Составитель В.Рыбин  
 Редактор В.Данко      Техред М.Гергель      Корректор С.Черни

Заказ 1901/36      Тираж 710      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4