

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**ХІ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2018**

Збірник доповідей

Частина II

Одеса,
4-5 жовтня 2018

ЗМІСТ

<i>МОРОЗ А. Н.</i>	3
<i>НОЖКО Т.Г.</i>	4
<i>УЕНОРОВ В.В., РОНЛЕВИНА Н.О.</i>	6
<i>РОМАНЮК О.Н., ЛИСЕНКО Є.С., ВОЙТ Б.Л.</i>	7
<i>РОМАНЮК С. О., НЕЧИПОРУК М. Л.</i>	10
<i>РОМАНЮК О. Н., ПАНФІЛОВА Ю. О., ЧАН А. Л. В.</i>	13
<i>РИБАЛКО І. І., БОГДАНОВА Л. М., АНОСОВ В. Л.</i>	16
<i>СКАКОВСЬКИЙ Ю.М., БАБКОВ А.В.</i>	17
<i>СТАНОВЬКА Т.П., СПРОМЛЯ С.Г., БОЛТАЧ С.В.</i>	20
<i>СУЛІМА Ю.Ю., СУЛІМА Ю.Є.</i>	22
<i>ТРАЧ Н.Р., ВОЛКОВ В.Э.</i>	24
<i>ЮРЧЕНКО В. В., БОГДАНОВА Л. М., АНОСОВ В. Л.</i>	25
<i>УАНАКОВ В.Р.</i>	27
<i>ГНАТЕНКО В.Ю., СТУПЕНЬ П.В.</i>	29
<i>ЛЕОНТЬЄВА І.О., ХОБІН В.А.</i>	31
<i>КОРНІЄНКО Ю.К., БОЙЦОВА О.С., ШАМРАЙ О.А.</i>	33
<i>КОРНІЄНКО Ю.К., КОТЛИК С.В., БОЙЦОВА О.С., ШАМРАЙ О.А.</i>	35
<i>ІВАНОВА А.Г., ОЛЬШЕВСЬКА О.В.</i>	38
<i>ШЕРШУН О.О., ОЛЬШЕВСЬКА О.В.</i>	40
<i>ВОЛКОВА А.Ю., ПРУС В.В., ОЛЬШЕВСЬКА О.В.</i>	42
<i>ХАРАШ К.М., ОЛЬШЕВСЬКА О.В.</i>	43
<i>БОГДАНОВ А.С., КОРНІЄНКО Ю.К.</i>	45
<i>СКАЛІЙ Д.О., ОЛЬШЕВСЬКА О.В.</i>	47
<i>ДЖИДЖУЛА М.В., КОРНІЄНКО Ю.К.</i>	48
<i>ЄПІФАНОВА А.О., КОРЖАН В.С., ОЛЬШЕВСЬКА О.В., ЛОМОВЦЕВ П.Б.</i>	49

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ С ИДЕАЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ПОИСКА
КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ВО ВЗВЕШЕННОМ ОРИЕНТИРОВАННОМ ГРАФЕ

Рассмотрена проблема определения кратчайшего пути во взвешенном ориентированном графе с применением электрической модели с идеальными элементами.

Так как исходная электрическая цепь не содержит накопителей энергии то в ней невозможен переходный процесс. Поэтому предложено преобразовать исходную электрическую цепь в динамическую путем присоединения к каждому узлу схемы по емкости, другой конец которой соединить с базисным узлом, не принадлежащим данной схеме и общим для всех емкостей. В результате становится возможным протекание переходного процесса, по окончании которого токи емкостей станут равными нулю и не будут оказывать влияния на распределение токов и напряжений в схеме.

Ключевые слова: электрическая модель, взвешенный ориентированный граф, кратчайший путь, метод узловых потенциалов, метод установления

Известны методы решения задач линейного программирования на электрических моделях постоянного тока [1, 2]. В этих работах устанавливается тесная связь между теорией электрических цепей и математическим программированием, которая объясняется оптимальным по мощности распределением значений токов и напряжений в электрической цепи и нахождением оптимального пути во взвешенном ориентированном графе. Такие электрические модели содержат нелинейные элементы, такие, например, как диоды, источники электрической энергии.

В задачах небольшой размерности можно использовать аналоговые электрические модели. Однако для больших графов аналоговые модели становятся весьма громоздкими из-за необходимости включения в каждую цепь изолированного источника электрической энергии, а точность решения низкой из-за не идеальности характеристик элементов.

В [3] предложен метод расчета одной из задач линейного программирования – поиска кратчайшего пути во взвешенном ориентированном графе с применением электрической модели с идеальными электрическими элементами: диодами, источниками напряжения и тока. Этот метод предполагает использование неизменяемого шага численного интегрирования h , что снижает быстродействие поиска.

Как известно, задача анализа электрической цепи сводится к формированию математической модели схемы путем объединения топологических (законы Кирхгофа) и компонентных (закон Ома) уравнений с последующим расчетом фазовых переменных (токов и напряжений) на основе решения системы уравнений модели [4].

В матрично-векторной форме этот же процесс формирования модели состоит из нескольких шагов, при условии, что описание схемы уже подготовлено:

Первый шаг – формирование системы компонентных уравнений:

$$U(\varphi) = A' \varphi, \quad (1)$$

где $U(\varphi)$ – вектор напряжения цепей,

φ – вектор узловых потенциалов,

A' – транспонированная структурная матрица,

Второй шаг – формирование вектора токов ветвей:

$$I(\varphi) = F(U(\varphi)), \quad (2)$$

где F – функционал токов ветвей, отражающий нелинейность зависимости между фазовыми переменными.

Третий шаг – формирование топологической системы уравнений в соответствии с первым законом Кирхгофа:

$$A I(\varphi) - J = 0. \quad (3)$$

В результате решения системы (3) определяется вектор узловых потенциалов φ , затем по (1) находятся напряжения ветвей и, наконец, по (2) – токи ветвей.

Будем считать, что каждая ветвь схемы содержит идеальный диод, принудительно задающий единственно возможное направление тока ветви и источник запирающего напряжения U_b . На рисунке 1 изображены электрическая схема ветви (рис.1 а) и ее условно-графическое обозначение (рис.1 б).

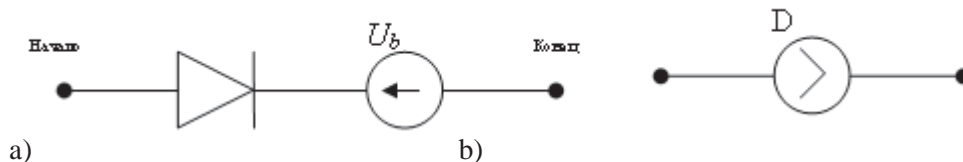


Рис. 1 электрическая схема ветви (а) и ее условно-графическое обозначение (б).

Величина запирающего напряжения U_b эквивалентна весу ветви взвешенного ориентированного графа.

Кроме того, обязательно должна быть еще дополнительная ветвь с задающим источником тока, под влиянием которого устанавливается искомое распределение токов и напряжений. Подключение ветви с источником тока между выбранными двумя узлами электрической схемы эквивалентно выбору двух вершин взвешенного ориентированного графа, между которыми ищется кратчайший путь.

С учетом упомянутого состава ветвей электрической схемы уравнение каждой ветви описывается выражением:

$$\text{если } U_i > U_{i,b}, \text{ то } I_i = J, \text{ иначе } I_i = 0, \quad (4)$$

где i – номер ветви, $U_{i,b}$ – запирающее диод напряжение, J – единственный задающий ток схемы.

Так как ветви с идеальными диодами не имеют сопротивления определенной величины, их сопротивления равны нулю или бесконечности и электрическая цепь не содержит элементов с конечной величиной сопротивлений, для расчета ее токов и напряжений неприменимы традиционные методы теории электрических цепей. Предлагается использовать метод установления, который заключается в анализе токов и напряжений во время протекания переходного процесса до статического состояния [4]. Так как исходная электрическая цепь не содержит накопителей энергии и в ней в принципе невозможен переходный процесс, предлагается преобразовать исходную электрическую цепь в динамическую добавлением вышеупомянутых накопителей путем присоединения к каждому узлу схемы по емкости, другой конец которой соединить с базисным узлом, не принадлежащим данной схеме и общим для всех емкостей. В результате становится возможным протекание переходного процесса, по окончании которого токи емкостей станут равными нулю и не будут оказывать влияния на распределение токов и напряжений в схеме.

Предложенная модель не позволяет получить установившееся состояние в случае, если в моделируемом графе существует несколько минимальных путей. Решить эту проблему можно заменой в каждой ветви источника напряжения, запирающего диод, резистором с соответствующим весу ребра сопротивлением, по которым могут протекать токи только с целочисленными значениями, и регулируя значение тока источника тока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Хмельник С.И. Электрические цепи постоянного тока для моделирования и управления. Алгоритмы и аппаратура. Израиль; Россия, 2006. 177 с.
- [2] Деннис Дж. Б. Математическое программирование и электрические цепи. М.: Изд-во иностр. лит., 1961. 214 с.
- [3] Шутеев Э. И. Моделирование нелинейных электрических цепей постоянного тока для решения задачи поиска кратчайшего пути / Э.И. Шутеев, Д.О. Белокопытов, Д.Ф. Димитров Тр. Одес. политехн. ун-та. 2009. Вып 2(32). С. 88-91 .
- [4] Автоматизация схемотехнического проектирования: Учебное пособие для вузов / В.Н. Ильин, В.Т. Фролкин, А.И. Бутко и др. / Под ред. В.Н. Ильина. М.: Радио и связь, 1987. 368 с.

XI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2018

ОДЕСА
4 – 5 ЖОВТНЯ, 2018

Збірник включає доповіді учасників XI Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2018»

Редакційна колегія: Котлик С.В., Хобін В.А.

Комп'ютерний набір і верстка: Шамрай О.А.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.

НТТБ ОНАХТ

