

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХЭЛЕКТРОДНЫХ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Гасанов Ильгар Рагимович

начальник отдела «Проектирование, исследование и разработка приборов, Национальное Аэрокосмическое Агентство, Особое Конструкторское Бюро Космического Приборостроения, Азербайджан, г. Баку

COMPUTER SIMULATION OF FOUR-ELECTRODE CONDUCTOMETRIC MEASURING TRANSDUCERS

Ilgar Hasanov

Head of the department "Design, research and development of devices, National Aerospace Agency, Special Design Bureau of Space Instrumentation, Azerbaijan, Baku

Аннотация. В статье проведено компьютерное моделирование контактного четырехэлектродного кондуктометрического измерительного преобразователя в программе TINA-TI.

Abstract. The issues of measuring the specific electrical conductivity of liquids by the contact method are considered. The article conducted a computer simulation of a contact four-electrode conductometric measuring transducer in the TINA-TI program.

Ключевые слова: удельная электрическая проводимость; четырехэлектродная измерительная ячейка; моделирование электрических схем.

Keywords: electrical conductivity; four-electrode measuring cell; simulation of electrical circuits.

Качество жидкостей определяется их химическими и физическими свойствами. Одним из таких свойств является электрическая проводимость. Удельная электрическая проводимость жидкостей измеряется кондуктометрическими способами и средствами измерения. Кондуктометрические измерительные преобразователи электрической проводимости имеют простую конструкцию и являются высокочувствительными, что делает их пригодными для использования в различных условиях и средах. Наиболее распространены электрокондуктометрические приборы с двухэлектродной ячейкой. Электрокондуктометрические измерительные преобразователи с двухэлектродной измерительной ячейкой имеют сравнительно невысокую точность. Этому недочета лишены кондуктометрические измерительные преобразователи с трехэлектродной и четырехэлектродной измерительной ячейкой.[1,2]. В четырехэлектродной измерительной ячейке ток в растворе протекает между двумя внешними электродами, подключенными к источнику напряжения. Два внутренних электрода выполняют функции потенциометрических, с их помощью измеряется падение напряжения в растворе. Таким

образом, разделение функций между токовыми и потенциометрическими электродами позволяет устранить влияние поляризации на результаты измерения электропроводности[3].

Питание кондуктометрического измерительного преобразователя осуществляется в переменном токе высокой частоты. Использование переменного тока позволяет снизить погрешности, связанные с процессами на межфазной границе электрод-жидкость. В четырехэлектродном измерительном преобразователе измерительный эффект тем выше, чем выше стабильность тока I протекающего через токовые электроды и чем выше входное сопротивление первого каскада усиления к которому подключены потенциальные электроды.

Кондуктометрические измерительные преобразователи строятся на базе компенсационных мостовых потенциометрических резонансных частотных методах измерения. Наиболее точными и метрологическими надежными схемой измерения является компенсационные, мостовые и частотные.

Применение микроконтроллеров при проектировании четырехэлектродных измерительных преобразователей позволяет автоматизировать процесс определения контролируемого свойства вещества или параметра состава.

Структурная схема четырехэлектродного кондуктометрического измерительного преобразователя приведена на рис.1.

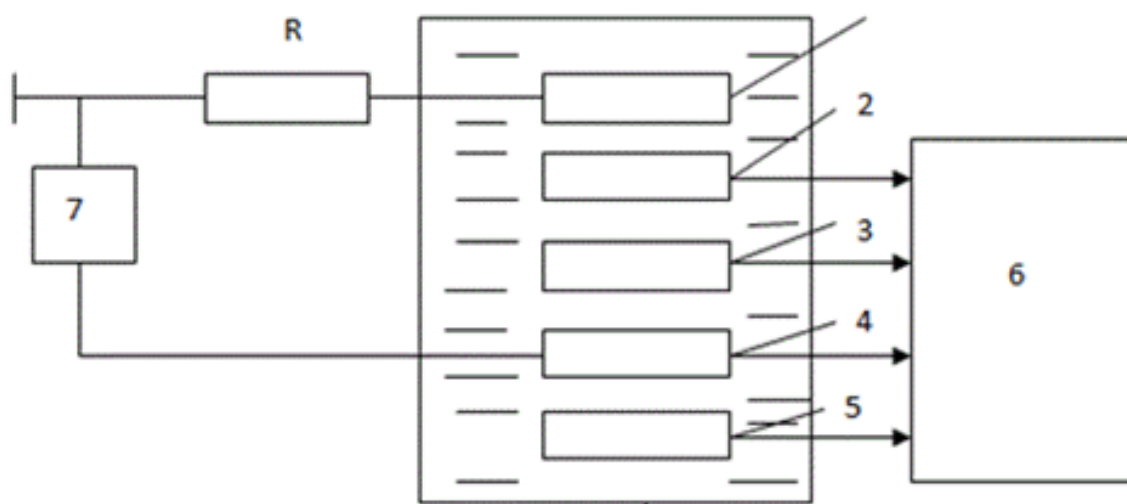


Рисунок 1. Структурная схема четырехэлектродного кондуктометрического преобразователя.

Где 1, 2, 3, 4 –измерительные электроды; 5-термометр сопротивления; 6-измерительный блок; 7-источник тока; R-ограничительная сопротивления.

Ток в растворе протекает между двумя внешними электродами 1 и 4 подключенными к источнику напряжения 7. Благодаря большому ограничительному сопротивлению R сила тока в цепи остается постоянной. Измерение проводимости раствора происходит в электронном блоке 6.

На рис.2 показана начерченная принципиальная электрическая схема четырехэлектродного кондуктометрического преобразователя в программе TINA-TI[4].

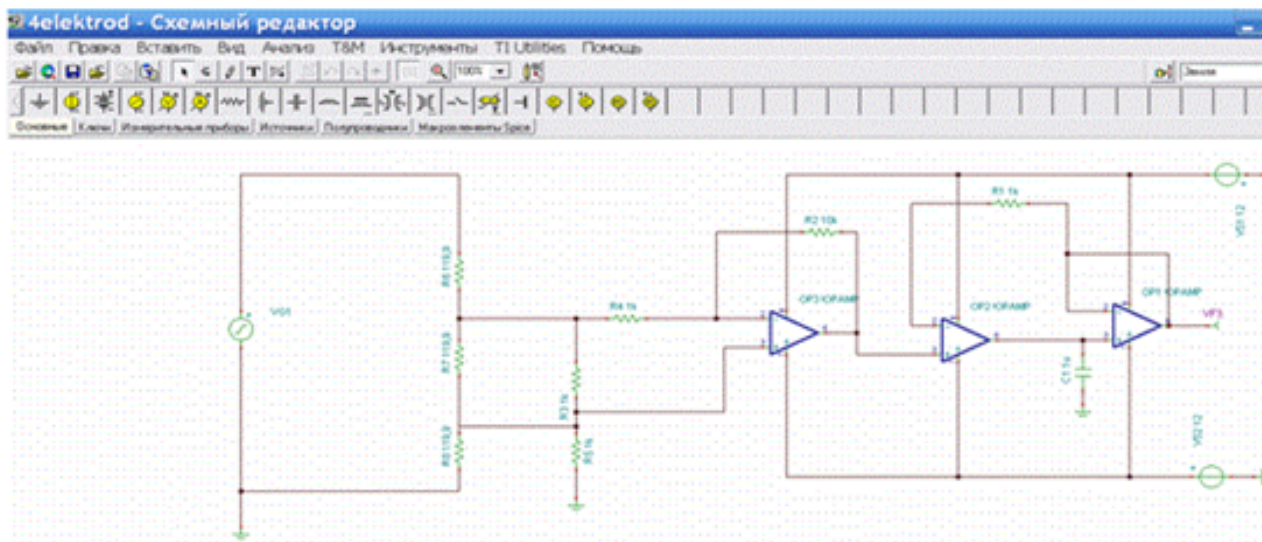


Рисунок 2. Принципиальная электрическая схема четырехэлектродного измерительного преобразователя на программе TINA-TI

С помощью виртуального генератора синусоидальное напряжение с частотой 1 кГц и амплитудой 1 вольт подаётся на внешние электроды измерительного преобразователя. Изменяя значения сопротивлений R6, R7, R8 можно моделировать работу четырехэлектродного измерительного преобразователя. Значение удельной электрической проводимости вычисляется по формуле (1).

$$\delta = I / U_{\text{ВЫХ}} [1 - \alpha(N_{ti} - N_{to})] \quad (1)$$

Где δ - удельная электрическая проводимость, α - температурный коэффициент проводимости электролита, N_{ti} , N_{to} - коды соответствующие температуре T и 20⁰ C соответственно, $U_{\text{ВЫХ}}$ - выходное напряжение измерительного преобразователя, I - ток протекающий между внешними электродами. На рис.3 показаны измерительный входной сигнал виртуального генератора и выходные сигналы схемы измеренные виртуальным мультиметром и осциллографом при моделировании в программе TINA-TI.

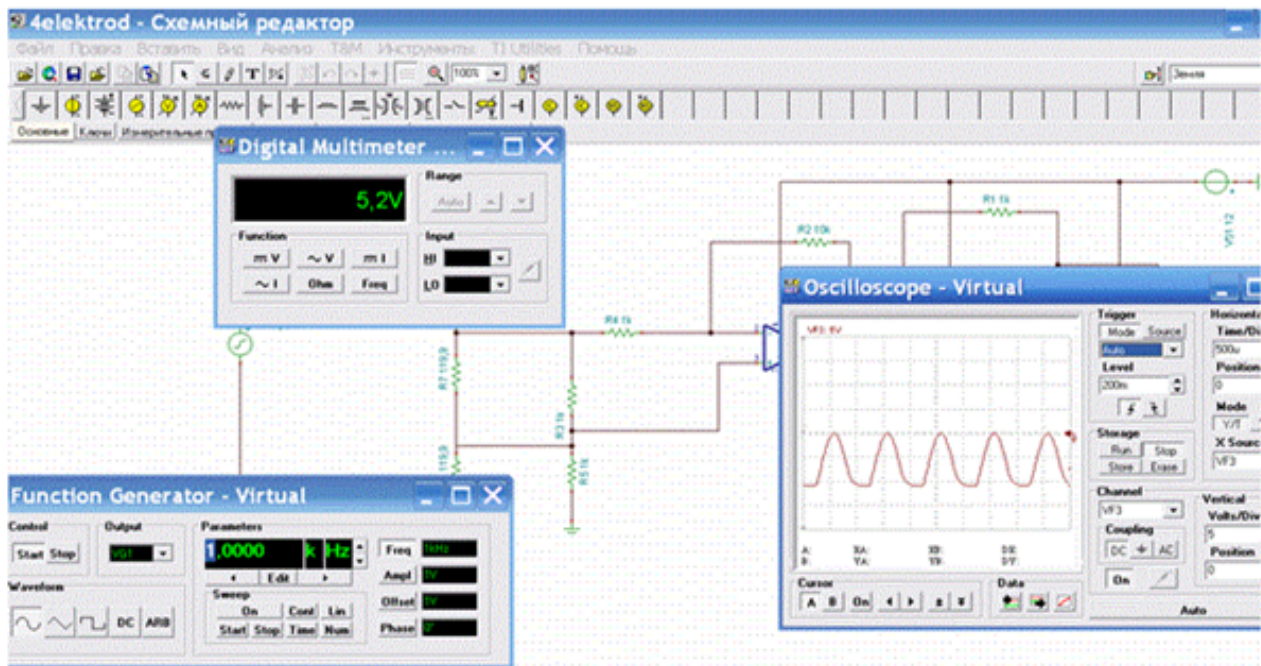


Рисунок 3. Измерение виртуальных сигналов четырехэлектродного преобразователя в программе TINA-TI

В принципиальной электрической схеме усилительный каскад составлен из трех микросхем типа операционного усилителя. Для проведения виртуальных измерений на выход усилительного каскада подключается виртуальный мультиметр и осциллограф. При моделировании кондуктометрического преобразователя, определены и выбраны компоненты измерительных схем. Основная приведенная погрешность удельной электрической проводимости, полученная при моделировании, составила 1%.

Исследованы динамические характеристики четырехэлектродного кондуктометрического измерительного преобразователя. Проведено моделирование амплитудно-частотных характеристик в программе TINA-TI. На рис.4 показана амплитудно-частотная характеристика четырехэлектродного кондуктометрического измерительного преобразователя в программе TINA-TI.

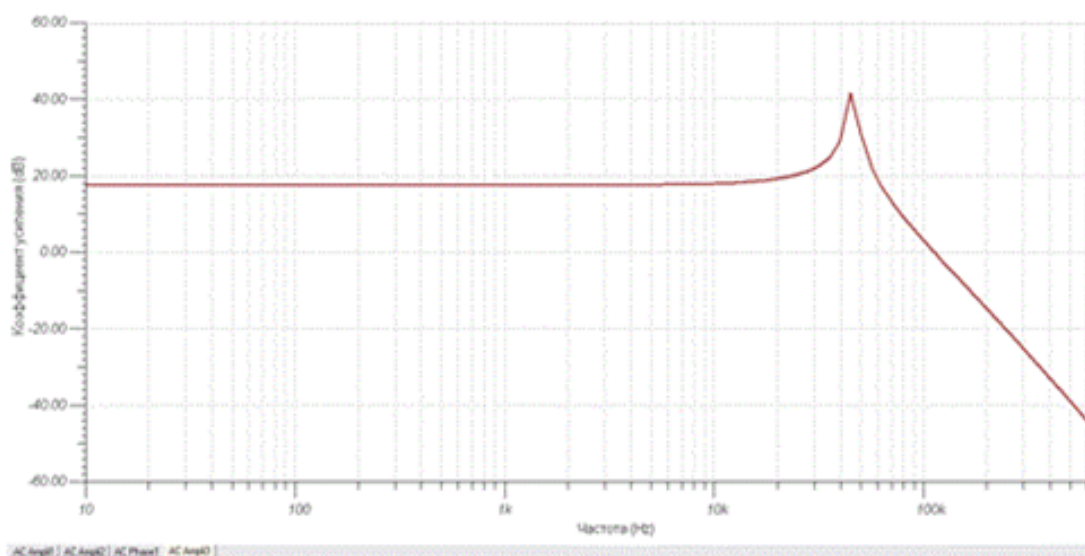


Рисунок 4. Амплитудно-частотная характеристика четырехэлектродного измерительного преобразователя

Как видно из рисунка амплитудно-частотная характеристика четырехэлектродного измерительного преобразователя более стабильно в интервале частот 0-60 кГц.

Определение диапазона амплитудно-частотных характеристик четырехэлектродного измерительного преобразователя позволяет при проектировании правильно выбирать частоту питающего генератора, следовательно, проектировать измерительные преобразователи высокими показателями точности.

Список литературы:

1. Грилихес М.С, Филановский Б.К. Контактная кондуктометрия: Теория и практика метода. - Л: Химия, 1980г., 176 с.
2. Лопатин Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. М. : Высшая школа, 1975г., 296 с.
3. Б.И. Герасимов, Е.И. Глинкин. Микропроцессорные аналитические приборы. Москва. Машиностроение, 1989 г., 213с.
4. Программа Тина-Ти версия 9. 3. 50. 40 SF-Ti <http://www.ti.com/tod/Tina-Ti>.