

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ КОМПЛЕКСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТКАНЕЙ ЯБЛОК

Родиков Сергей Афанасьевич,

доктор технических наук профессор кафедры

Агроинженерии и электроэнергетики

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, РФ.

rsa_rih@mail.ru

Рогожин Сергей Владимирович,

магистрант, гр. ИЗМ31аэл

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, РФ.

sergey.rogozhin.85@mail.ru

Аннотация. Применение операционных усилителей в измерении электрического сопротивления тканей яблока.

Ключевые слова. Измеритель импеданса, операционные усилители, структурная схема, измерения электрического сопротивления тканей яблока.

Для разработки измерителя импеданса используют операционные усилители (ОУ) и АЦП. При таком подходе решается ряд проблем измерительного моста – уменьшается погрешность элементов, исключается необходимость подбора радиодеталей и обеспечивается экранирование схемы. Прибор работает на пяти фиксированных частотах, возможна плавная настройка каждой ступени, от 10кГц до 300кГц. Структурная схема представлена на рисунке 1.

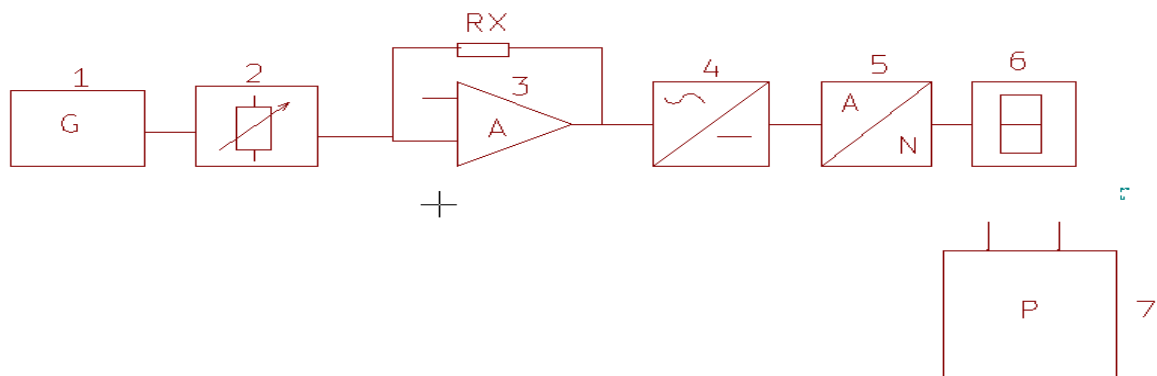


Рисунок 1 – Структурная схема измерителя импеданса.

1 – генератор фиксированных частот 20кГц, 50кГц, 75кГц, 100кГц, 150кГц. Выходное напряжение 0.5В.

2 – аттенеатор (делитель напряжения). Выбор пределов измерения электрического сопротивления. Пределы: 2 кОм, 20 кОм, 200 кОм, 2 мОм.

3; 4 – измерительный блок. В состав входят: а) усилитель низкой частоты в цепь отрицательной обратной связи включается исследуемый объект, в данном случае это ткани плода яблока; б) усилитель низкой частоты с постоянным коэффициентом усиления; в) выпрямитель переменного тока (детектор); г) усилитель постоянного напряжения.

5 – АЦП (аналогово-цифровой преобразователь)

6 – LED матрица. Вывод информации в числовом виде.

7 – источник стабилизированного питания.

RX – исследуемый объект.

Принцип работы прибора. Измерения электрического сопротивления данного прибора основано на изменение коэффициента усиления ОУ. Исследуемый объект RX подключен в цепь ООС ОУ 140УД6 (рисунок 2)

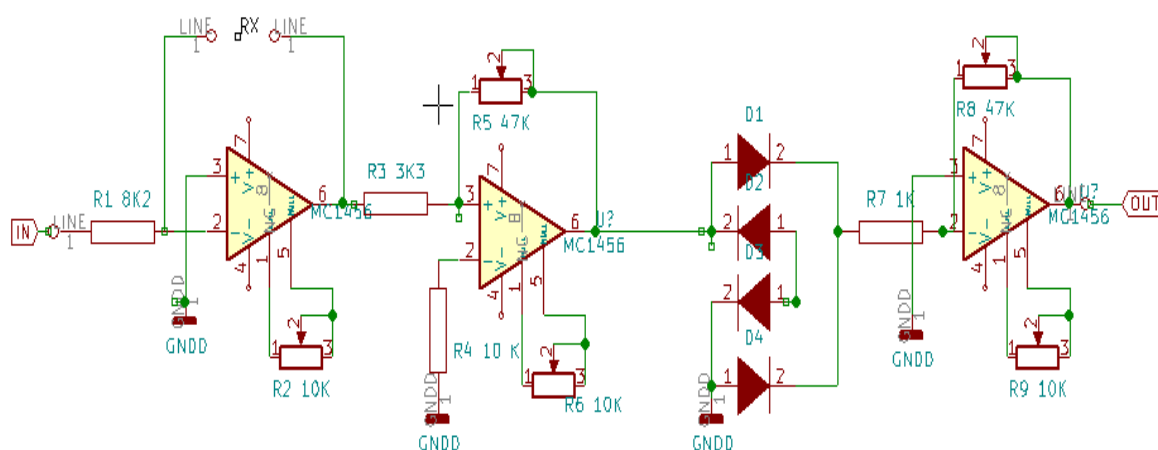


Рисунок 2 – Схема измерительной части (в схеме аналог 140УД6).

Измеряемый объект имеет электрическое сопротивление зависящее от структуры материала. Данное ЭС изменяет коэффициент передачи ОУ от этого на выходе измерительного блока изменяется напряжение которое поступает на АЦП где преобразовывается и поступает на светодиодные матрицы. В итоге на индикаторах видим измеренные результаты объекта. Данная схема была выбрана как более стабильно работающая на частотах выше 20 кГц. Максимальная частота преобразования 300 кГц, ограниченная выпрямительными диодами Д9. Возможность увеличения рабочей частоты до 1мГц при замене диодов на высокочастотные и доработкой генератора. При подключении электродов к яблоку через него проходит небольшой ток с выбранной частотой. Пройденный ток меняет коэффициент передачи ОУ в итоге на дисплеи появляются показания. Чем выше частота пропущенного сигнала через яблоко, тем ниже его электрическое сопротивление. На выходе измерительного блока напряжение падает. ОУ усилитель в данном включении помогает избавиться от измерительного моста. Пример измерений характеристики тканей яблок при температуре + 20⁰ С. Подключаем электроды прибора к яблоку глубиной 5 мм с разных сторон Яблоко сорт «Антоновка обыкновенная». Характеристики электрического сопротивления переменному току на пяти фиксируемых частотах показаны на рисунке 3.

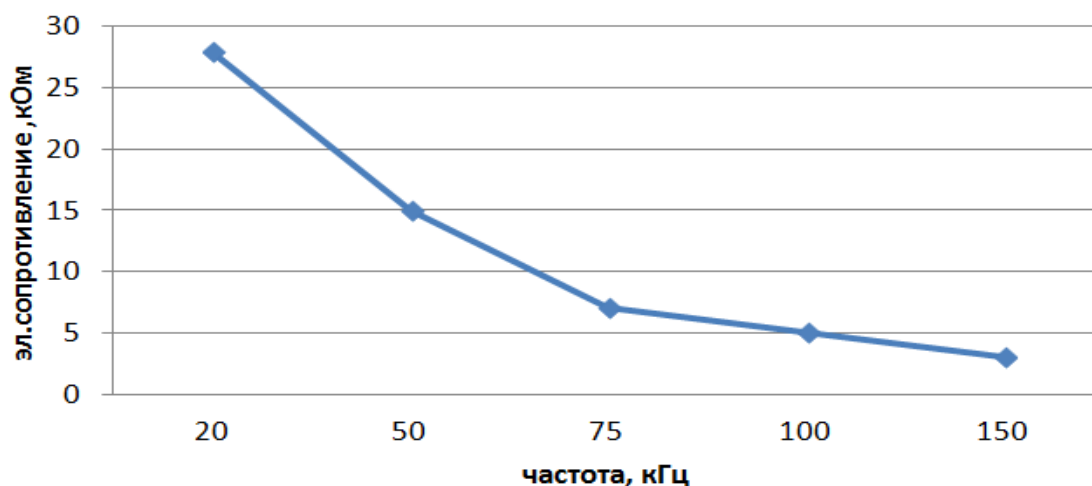


Рисунок 3- Изменение электросопротивление ткани яблока относительно частоты.

Характеристики электрического сопротивления измеренные в определенное время, взяты усредненные (рисунок 4). Измерения проводились на частоте 20 кГц в течение 20 дней.

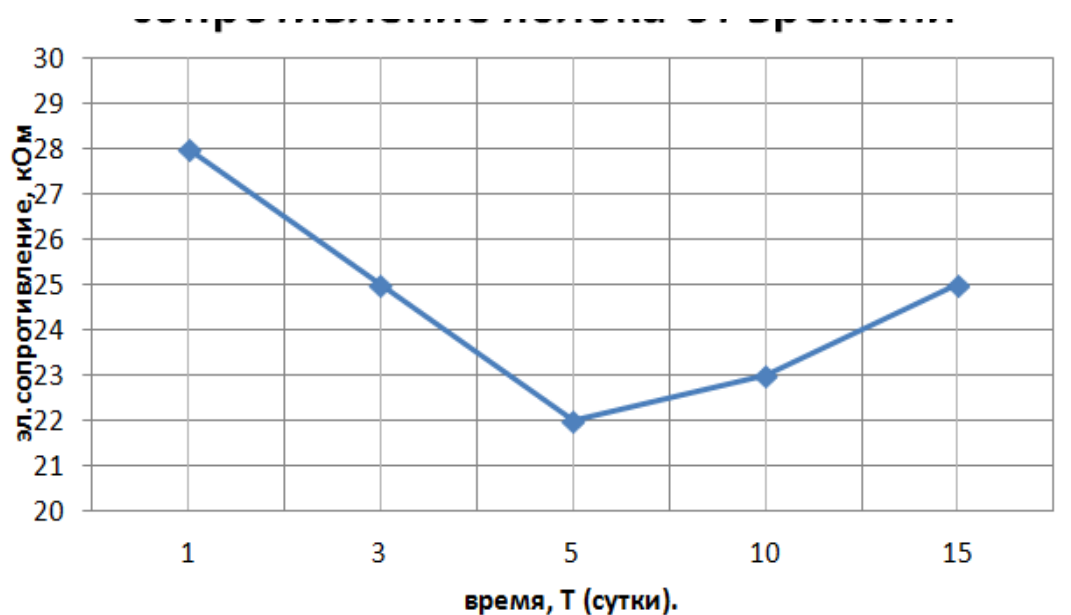


Рисунок 4. Электрическое сопротивление ткани яблока в зависимости от времени и частоты.

Выводы.

1. Принцип измерения заключается в прохождении переменного тока через ткани яблока, которое меняет коэффициент усиления ОУ.

2. Установлено, что электрическое сопротивление ткани яблока уменьшается при увеличении частоты тока.

3. Установлено, что сопротивление ткани яблока меняется в течение первых суток значительно уменьшается, далее стабилизируется и начинает увеличиваться.

Список использованных источников

1. Шустов М.А., Схемотехника. 500 устройств на аналоговых микросхемах. СПб.: Наука и Техника, 2013. 352 с.

2. Ю.А. Мячин., 180 аналоговых микросхем (справочник). – Москва.: Символ-Р и редакция журнала «Радио», 1993. 152с

4. Б.К. Нестеренко., Интегральные операционные усилители (справочное пособие по применению). – Москва.: Энергоиздат.

A DEVICE FOR MEASURING THE COMPLEX ELECTRICAL RESISTANCE, IMPEDANCE, TISSUE OF APPLES

Rodikov Sergey Afanasyevich,

Doctor of Technical Sciences

Professor of the Department

Agricultural Engineering and Electricity

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

rsa_rih@mail.ru

Rogozhin Sergey Vladimirovich,

undergraduate, gr. IZM31ael

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

sergey.rogozhin.85@mail.ru

Annotation. The use of operational amplifiers in measuring the electrical resistance of apple tissue.

Keywords. Impedance meter, operational amplifiers, block diagram, apple tissue measurements.