



LCC – № [TA165](#)

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ВИМІРЮВАЧА ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ

Литвиненко Віктор Миколайович¹, Сущенко Максим Вікторович¹

¹Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна

Address for Correspondence: Литвиненко Віктор Миколайович, к.т.н., доцент

Місце роботи: Херсонський національний технічний університет Бериславське шосе, 24

E-mail: hersonlvn@gmail.com

Abstract. Розроблено електронний вимірювач вологості ґрунту, який характеризується високою швидкістю і надійністю та порівняно невисокою вартістю. За рахунок удосконалення схеми аналога забезпечено збільшення швидкодії розробленого пристрою та його надійність. Представлені практичні рекомендації по виготовленню електронного вимірювача вологості ґрунту.

Keywords: генератор, вологість, друкована плата, ємнісний датчик, мультівібратор, транзистор.

Introduction. Ґрунт (земля) є одним із основних природних засобів виробництва продовольства. Вологість і температура ґрунту - одні з головних фізичних властивостей ґрунтів, що визначають їх родючість. Без наявності необхідної кількості води в ґрунті і відповідної температури, сільськогосподарські культури не проростають зовсім. Вологість ґрунту впливає на розчинність, переміщення та ефективність органічних і мінеральних добрив, на ступінь забруднення ґрунту пестицидами і іншими продуктами техногенного походження, на те, скільки сільськогосподарських рослин засвоять шкідливих для здоров'я людей хімікатів.

Переважає більшість існуючих методів визначення вологості ґрунту базується на попередньому відборі ґрунтових зразків з наступним аналізом їх безпосередньо в польових умовах або в лабораторії. Зразки ґрунту для визначення вологості в полі можна брати з ґрунтових розрізів, заздалегідь знявши підсушений - шар товщиною 4-5 см, або за допомогою бура. Серед відомих методів визначення вологості ґрунту можна умовно виділити такі: окомірний, ваговий, пікнометричний, хімічний, електро-метричний, тензиометричний, радіоактивний[1].

Найбільш оперативно можна було б отримати інформацію про вологість і температуру ґрунту за допомогою штучних супутників, але ця інформація стосується тільки поверхні землі або кількох сантиметрів верхнього шару ґрунту. Окрім того, дані отримані з космосу вимагають наземної прив'язки, тобто датчики штучних супутників землі необхідно градувати. А для цього потрібно мати надійні наземні експрес-методи і технічні засоби одержання інформації. Такі засоби повинні також забезпечувати отримання репрезентативної інформації у глибинному розрізі (на глибину залягання кореневої системи) і по площі сільськогосподарських угідь [2].

Розроблено пристрої для вимірювання і контролю основних параметрів, що впливають на зростання і розвиток рослин, зокрема - вимірювачі вологості ґрунту (тензометри). Такі тестери дозволяють в польових умовах виміряти поточні параметри вологості ґрунту і, порівнявши отримані значення з тими, які необхідні для конкретної рослини, оперативно внести певні коригування. За принципом роботи вимірювачі вологості ґрунту діляться на 3 основних типи: аналогові, цифрові та електронні.

В наш час промисловістю випускається широкий асортимент приладів для вимірювання вологості ґрунту. Однак більшість з них мають високу вартість, великі габарити, нестабільні в роботі.

У зв'язку з цим є актуальним продовження робіт по удосконаленню існуючих вимірювачів вологості ґрунту.

Objective. Метою даної статті є розробка високонадійного вимірювача вологості ґрунту, який має невелику вартість і відносно високу точність.

Materials and methods. На рис. 1 зображена принципова схема розробленого пристрою. Для розробки електронного вимірювача вологості ґрунту був вибраний аналог [3].

По відношенню до схеми аналога [3] в розробленій нами схемі було зроблено заміну транзисторів 2Т3168 на їх аналоги – транзистори 2N3904.

Ємність використовуваного конденсатора залежить від діелектрика, що знаходиться між його пластинами, а також від розміру пластин і відстані між ними. Виходячи з цієї залежності, можна побудувати вимірювач з датчиком ємності, що вимірює різні неелектричні величини, наприклад, вологість матеріалів.

Для підвищення точності вимірювання та чутливості приладу (при порівняно малих змінах ємності датчика) необхідно застосувати генератор високих частот (5-10 МГц), а також вимірювальний прилад (мікроамперметр) з високою чутливістю.

Пристрій складається з задаючого генератора, виконаного за схемою мультівібратора, вимірювального ланцюга, калібратора і датчика.

Мультивібратор зібраний на транзисторах VT1, VT2 [4, 5]. Паралельно конденсатору C6 підключений датчик. Потенціометр RP4 служить для установки рівної тривалості імпульсів на колекторах транзисторів VT1, VT2, при якій стрілка мікроамперметра не відхиляється.

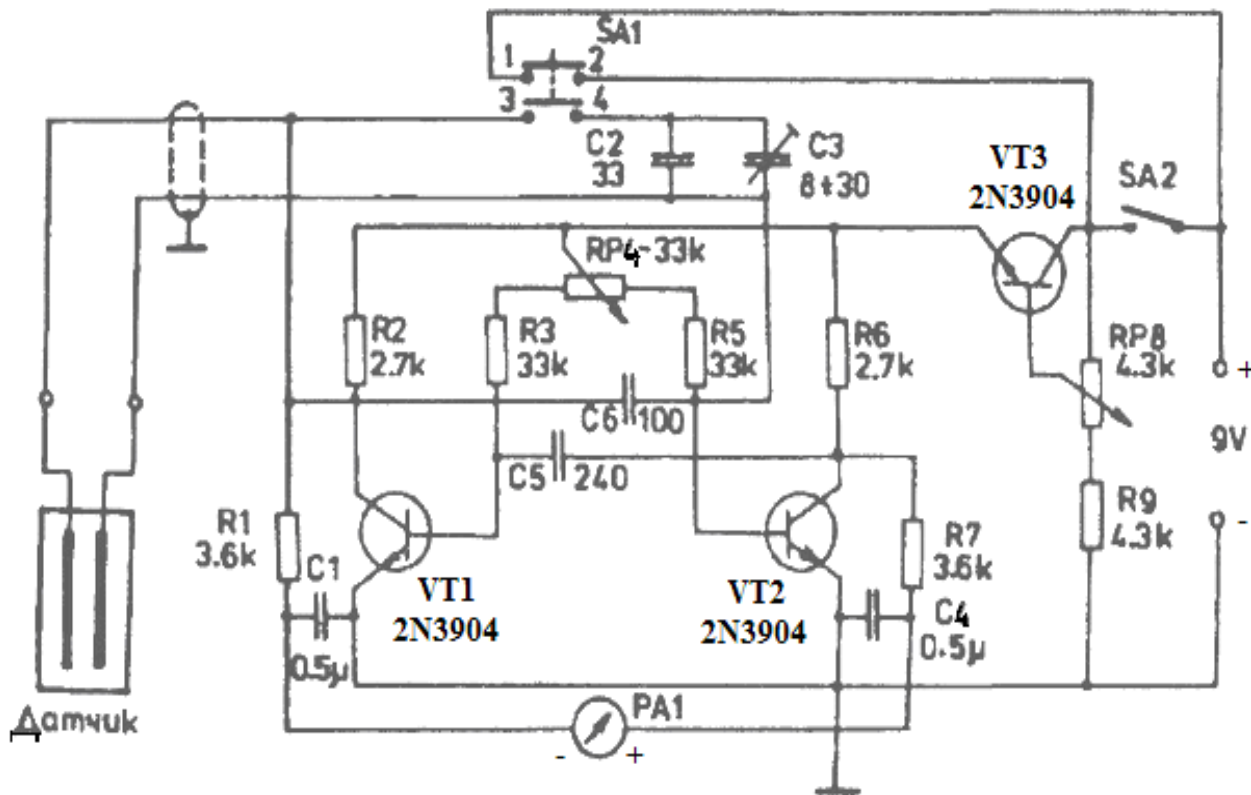


Рис.1. Принципова схема вимірювача вологості ґрунту

Вимірювальний ланцюг складається з інтегруючих елементів R1, R7, C1, C4 і стрілочного мікроамперметра PA1.

Збільшення ємності датчика, визване зміною вологості речовини, що вимірюється, призводить до збільшення сумарної ємності датчика, звідси і збільшення тривалості імпульсу на колекторі транзистора VT2. Це, в свою чергу, призводить до підвищення напруги на конденсаторі C4 і протіканню струму через вимірювальний прилад (мікроамперметр PA1) в напрямку від резистора R7 до резистору R1.

При зменшенні ємності датчика сила струму, що протікає через мікроамперметр, падає. Це говорить про зменшення вологості досліджуваної речовини (ґрунту).

Датчик був виготовлений з ізоляційного матеріалу розміром 200 x 40 x 5мм (був використаний гетинакс). Зверху були змонтовані паралельно два електроди на відстані 10 мм. Їх виготовили з нержавіючої жерсті розміром 160x40x1 мм. Далі провели згинання під прямим кутом по довжині таким чином, щоб вийшли два прямокутника зі сторонами 30×7 мм. На семиміліметровій стороні прямокутника зробили чотири отвори, необхідні для кріплення електрода до ізоляційної платівки. Для усунення гальванічного зв'язку, викликаного вимірюваною речовиною, підкладку датчика між пластинами покрили тонким шаром епоксидної смоли.

Такий датчик можна підключати до схеми вологоміра за допомогою двужильного екранованого проводу в полівінілхлоридній ізоляції довжиною до 1,5 м.

Живлення вологоміра відбувається від 9 вольтової батареї 6F22, яка споживає струм не більше 10 мА. В розробленій схемі використовується мікроамперметр з магнітоелектричною системою з повним відхиленням стрілки 100 мкА.

Було проведено дослідження роботи розробленого вимірювача вологості; в якості об'єкта вимірювання використовували пісок, глину та чорнозем.

Таблиця 1

Вологість піску

№ п/п	Кількість рідини, мл	Показання мікроамперметра розробленого пристрою, мкА	Вологість, що відповідає показанням мікроамперметра розробленого пристрою %
1	0	8,0	10,1
2	5	11,0	11,2
3	10	49,0	12,5
4	20	15,1	16,4
5	30	24,3	18,9
6	40	46,1	24,1
7	50	64,1	32,6

В якості чорнозему взяли ґрунт, який мав чорний відтінок кольору, з грядки картоплі. Пісок для дослідження взяли на березі річки. Використовували глину, добуту на спеціальному кар'єрі.

Ступінь вологості досліджуваних матеріалів визначали при введенні в стакан з матеріалом проточної води в сумарній кількості 50 мл, причому вода вводилася в стакан поступово, починаючи

з 5 мл з наступним додаванням по 10 мл. Вимірювання вологості матеріалу проводилося відразу після засипання його в стакан, а також після кожного процесу вливання води. Виміри проводилися при температурі навколишнього середовища 25°C. Результати вимірювання вологості піску, чорнозему та глини приведені відповідно в таблицях 1, 2 та 3.

Таблиця 2

Вологість чорнозему

№ п/п	Кількість рідини, мл	Показання мікроамперметра розробленого пристрою, мкА	Вологість, що відповідає показанням мікроамперметра розробленого пристрою %
1	0	17,8	13,6
2	5	21,9	15,1
3	10	24,8	16,5
4	20	35,3	20,3
5	30	41,9	21,9
6	40	56,8	28,8
7	50	73,0	37,8

Таблиця 3

Вологість глини

№ п/п	Кількість рідини, мл	Показання мікроамперметра розробленого пристрою, мкА	Вологість, що відповідає показанням мікроамперметра розробленого пристрою %
1	0	28,0	17,2
2	5	31,0	18,5
3	10	35,0	20,2
4	20	44,3	23,2
5	30	51,1	26,2
6	40	66,1	33,4
7	50	83,8	46,4

Як видно з таблиць 1...3 найбільше вологи поглинає глина, а найменше - пісок.

Conclusions. В розробленій нами схемі електронного вимірювача вологості ґрунту у порівнянні зі схемою аналога було зроблено заміну транзисторів 2Т3168 на їх аналоги – транзистори 2N3904. У порівнянні з транзистором 2Т3168 транзистор 2N3904 має більшу потужність розсіювання колектора та більш високу граничну частоту. Зроблені заміни дали можливість підвищити швидкодію та надійність розробленого електронного вимірювача вологості ґрунту.

Conflict of interest statement: The authors state that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

REFERENCES:

1. Вадюнина А.Ф., Воронин А.Д. Особенности электрических свойств почв в области прочносвязанной влаги. Почвоведение. 1982; №10: с. 42-51.
2. Кричевский Е.С., Волченко А.Г., Галушкин С.С. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. М.: Энергоиздат; 1987.
3. Минчев Г. Влагомер. Емкостный датчик. Измеритель влажности. Радиотехника и электроника. 2011; №2: с. 31-33.
4. Пряшников В.А. Электроника: Курс лекций. СПб: КОРОНА принт; 1998.
5. Хотунцев Ю.Л., Лобарев А.С. Основы радиоэлектроники. М.: «Агар»; 1998.

