

## ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ СТРУМУ ВИТОКУ

Кролевецький О.В.<sup>2</sup>, студент, Забегалов І.В.<sup>2</sup>, викладач;

Булашенко А. В.<sup>1</sup>, старший викладач;

<sup>1</sup>КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна;

<sup>2</sup>ШХТК ім. Івана Кожедуба СумДУ, м. Шостка, Україна

Сучасне обладнання живиться від мережі змінного струму напругою від 230 В до 400 В. Ізоляцію такого обладнання необхідно перевіряти регулярно за наявності струмів витоку, оскільки дія таких напруг на людину є небезпечною. Запропонована модель портативного вимірювача, що може забезпечити номінальну тестову напругу 500 В або 1000 В для вимірювання струму витоку.

Цифровий вимірювач дозволяє перевіряти надійність та опір ізоляції до 999 МОм при напругах 500 В або 1000 В та струму витоку від 1 до 100 мкА. Блок-схема приладу наведена на рис. 1.

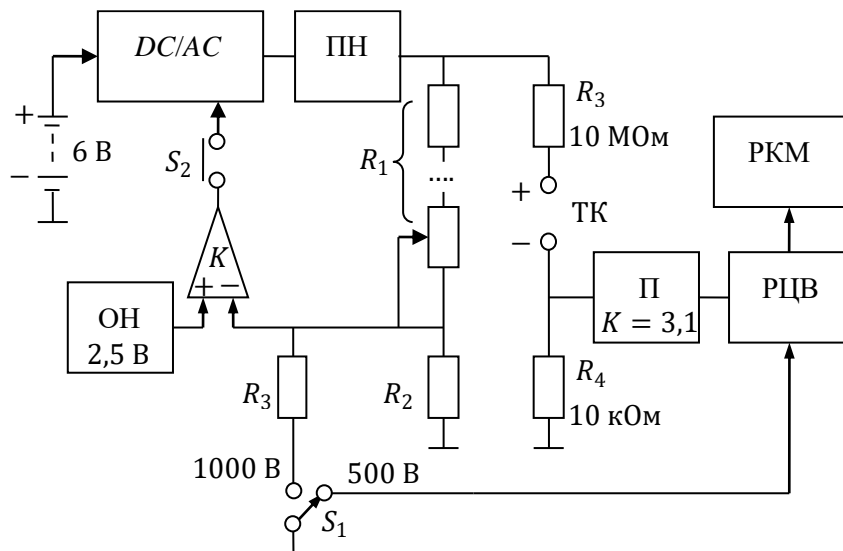


Рисунок 1.

Перетворювач постійної напруги  $DC/AC$  перетворює постійну напругу батареї 6 В у змінну напругу порядку декілька сотень вольт, яка потім випрямляється у кіловольту постійну напругу перемножувачем напруги (ПН). Резистивний дільник  $R_1/R_2$  разом із компаратором (К) стабілізує високовольтну напругу.

Далі висока напруга через струмообмежувальний опір  $R_3=10\text{ МОм}$  подається на тестові контакти (ТК), до яких підводиться ізоляція, яку необхідно протестувати. Цей опір навіть при короткому замиканні обмежує струм на безпечному рівні 100 мкА.

Опір  $R_3=10\text{ МОм}$  ввімкнений між високовольтним колом та клемми вимірювача необхідний, головним чином, щоб обмежувати максимальний струм, що подається від генератора, навіть у випадку короткого замикання

між клемами вимірювача. Таким чином, цей опір 10 МОм обмежує максимальний струм до 100 мкА для тестової напруги 1000 В та 50 мкА для тестової напруги 500 В.

Інша функція опору  $R_3=10$  МОм зробити вимірювач більш безпечним у використанні. Наприклад, якщо ви випадково почнете з'єднувати тестові клема самостійно, то ви будете вражені струмом, але він не вб'є вас. Це складно зробити, оскільки для цього ще треба одночасно натиснути тестову кнопку.

Як бачимо із наведеного вище способу роботи «розумного» вольтметра вимірювача, можливе використання 10 МОм обмежувального опору, що ввімкнений послідовно із тестовими клемами так само, як і вимірювальний шунт  $R_4=10$  кОм.

Струм витоку, наприклад 100 мкА, протікає через  $R_4=10$  кОм сенсорний опір, створюючи на ньому падіння напруги, наприклад 1 В, що підсилюється високоомним підсилювачем (П) з коефіцієнтом підсилення  $K=3,1$  та вимірюється «розумним» цифровим вольтметром (РЦВ) та висвічується на рідкокристалічному РК модулі (РКМ).

Результати вимірювань виводяться на дворядковий 16-знаковий РК дисплей, у верхньому рядку якого відображається тестуюча напруга, а у нижньому рядку — струм витоку в мкА та опір ізоляції в МОм.

За допомогою перемикача  $S_1$  можна обрати високу напругу 500 В або 1000 В, змінюючи коефіцієнт ділення високовольного дільника та одночасно повідомляючи мікроконтролеру на відповідний порт про вибране значення. Живлення всіх елементів схеми, крім потужних ключів, здійснюється через інтегральний стабілізатор. Оскільки споживаний струм невеликий, що витрачається тільки при натиснутій кнопці  $S_2$ , в якості 6 В батареї використовуються чотири з'єднаних послідовно елементів живлення типу АА.

Новий вимірювальний прилад легкий для побудови, що складається з великої кількості головних компонентів, що встановлюються на невеликій панелі корпусу разом із невеликим трансформатором, що використовується у колі тестуючої напруги та тримача батарей, від яких живиться вимірювальний прилад.

Рівень тестової напруги встановлюється підстроювальним опором за допомогою викрутки через невеликий отвір. Щоб виміряти тестову напругу самого приладу просто необхідно з'єднати коротку частину проводу між 2 тестовими клемами, як коротке замикання. Це необхідно щоб проконтролювати тестову напругу в діапазоні струму витоку. Отже, щоб встановити досліджувану напругу, необхідно помістити короткозамкнений провід між тестовими клемами, а потім перемкнутися ключ  $S_1$  в позицію 1000 В. Після чого ввімкнути вимірювач, я як тільки він відобразить екран вимірів, натиснути та утримувати кнопку *TEST* ( $S_2$ ). Рідкокристалічний дисплей має показати струм, що близький до 100 мкА, що відповідає тестовій напрузі

1000 В. Якщо значення, що він показує, є більш високим чи більш низьким, ніж тестове, то необхідно відрегулювати підстроювальним опором викруткою до показання значення 100 мкА для тестової напруги 1000 В.

Щоб переконатися в правильності налаштувань, необхідно перемкнути перемикач напруги  $S_1$  в положення «500 В». Після чого необхідно переконатися, що показання вимірів РКМ до 50 мкА для тестової напруги 500 В. Якщо це виконується, то вимірювач налаштований правильно. Далі прибрати коротке замикання між клемми та вимірювач готовий до використання.

Запропонований модель можна використати у схемі портативного цифрового вимірювача струму витоку.

#### **Перелік посилань**

1. Лачин В.И. Влияние тока абсорбации на процесс измерения сопротивления изоляции / В.И. Лачин, К.Ю. Соломенцев, Н.К. Уи // Известия вузов. Северо-кавказский регион. Технические науки. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. – с. 32-35.

2. Мускатиньев А.В. Особенности измерения токов утечки в силовых полупроводниковых приборах в состоянии низкой проводимости / А.В. Мускатиньев, А.А. Мускатиньев. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза.: Пензенский государственный технологический университет, 2014. – с. 157 – 163.

#### **Анотація**

У статті розглянуто модель портативного вимірювача струму витоку, що забезпечує номінальну тестову напругу 500 або 1000 В.

**Ключові слова:** струм витоку, перетворювач струму.

#### **Аннотация**

В статье рассмотрена модель портативного измерителя тока утечки, который обеспечивает номинальное тестовое напряжение 500 или 1000 В.

**Ключевые слова:** ток утечки, преобразователь тока.

#### **Abstract**

The abstracts discussed the model of portable leakage current meter, which provides a nominal test voltage of 500 or 1000 V.

**Keywords:** leakage current, the converter current.