

ботки и создания программно-аппаратных комплексов защиты от НСД криптографическими методами. В процессе выполнения лабораторных работ обучающийся на практике изучит и освоит основные принципы работы криптографических

алгоритмов в различных режимах их использования. Эти навыки позволят в дальнейшем более качественно и эффективно использовать отечественные алгоритмы при создании высоконадежных систем защиты информации.

УДК 621.317.799:621.382

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАХ ОБЪЕКТА ТЕСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ СВЯЗАННОГО С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Лисенков Б.Н., Грицев Н.В, Бруек А.А.

ОАО «МНИПИ»

Минск, Республика Беларусь

Разработана методика определения вольтамперной характеристики (ВАХ) объекта тестирования (ОТ) при наличии электрически связанного с ним (последовательно или параллельно) дополнительного элемента (вспомогательного или паразитного).

Методика основана на том, что при последовательном включении через ОТ и дополнительный элемент течет общий ток I , а при параллельном – к ним приложено общее напряжение U . Согласно методике, вначале измеряют, визуально оценивают и запоминают по команде оператора ВАХ дополнительного элемента. Для этого, при последовательном включении дополнительного элемента и ОТ, объект тестирования закорачивают, а при параллельном – исключают.

Затем приступают к определению, путем несложных расчетов, искомой ВАХ ОТ, для чего измеряют суммарную ВАХ, отражающую свойства электрически связанных ОТ и дополнительного элемента.

Рисунки 1 и 2 иллюстрируют предлагаемую методику определения ВАХ ОТ электрически связанного с дополнительным элементом, при последовательном и при параллельном включении дополнительного элемента, соответственно.

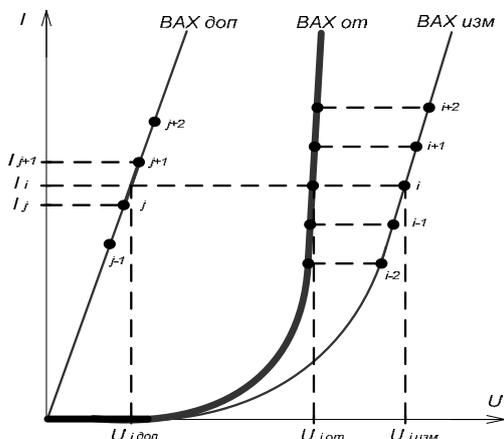


Рисунок 1 – определение ВАХ ОТ при последовательном включении

Значения общего параметра (I или U , в зависимости от схемы включения) в измеренных точках суммарной вольтамперной характеристики используют как реперные (опорные). Каждому реперному значению общего параметра ставят в соответствие две соседние точки запомненной ранее ВАХ дополнительного элемента, в одной из которых значение общего параметра меньше, а в другой – больше рассматриваемого реперного значения. В качестве общего параметра каждой из точек искомой ВАХ ОТ используют его значения, выбранные в качестве реперных, при этом, противоположный параметр каждой из точек искомой ВАХ находят на пересечении прямой, соединяющей две упомянутые соседние точки на ВАХ дополнительного элемента соответствующие данному реперному значению, с линией, соответствующей этому значению.

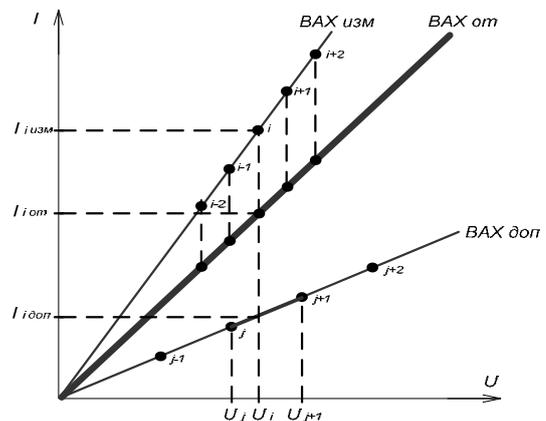


Рисунок 2 – определение ВАХ ОТ при параллельном включении

Таким образом, при использовании в измерительной схеме одного и того же дополнительного элемента, достаточно однократного измерения его ВАХ, чтобы затем определить ВАХ множества ОТ поочередно подключаемых к данной схеме.

ВАХдоп, ВАХот и ВАХизм – характеристики дополнительного элемента, объекта тестирования

ния и суммарная измеренная, соответственно, I_i , – значение тока в i -той реперной точке, I_j , I_{j+1} – значения тока в точках ВАХдоп окружающих I_i .

ВАХдоп, ВАХот и ВАХизм – характеристики дополнительного элемента, объекта тестирования и суммарная измеренная, соответственно, U_i , – напряжение в i -той реперной точке, U_j , U_{j+1} – напряжение в точках ВАХдоп окружающих U_i .

Достоинством разработанной методики, является то, что, благодаря операции аппроксимации при определении точек ВАХ, методика позволяет определить искомую ВАХ ОТ независимо от того, является ВАХ дополнительного элемента линейной или нелинейной.

Данная методика найдет применение при:

- измерении ВАХ ОТ, имеющих области с отрицательным сопротивлением, когда требуется применение дополнительного резистора;

- при измерении ВАХ высокочастотных транзисторов с помощью балластного резистора в измерительной цепи для исключения их самовозбуждения;

- для исключения влияния паразитного тока утечки измерительной цепи при измерении ВАХ в области малых токов и больших напряжений.

Практическое применение методики, реализованной в приборе ИППП-3, иллюстрируют графики представленные на рисунках 3, 4.

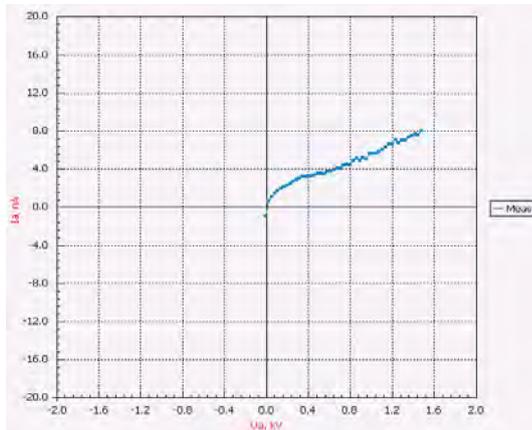


Рисунок 3 – ВАХ сопротивления изоляции измерителя ИППП-3 с подключенным кабелем длиной 2,5 м, в диапазоне напряжения до 1500 В и тока до 8 нА

На рисунке 3 представлена ВАХ сопротивления изоляции измерителя ИППП-3, в диапазоне напряжения до 1500 В и тока до 8 нА, с подключенным к гнездам С, С', В, В', Е, Е' макетом кабеля длиной 2,5 м, предназначенного для исследования высоковольтных объектов расположенных в удаленной испытательной камере.

Наклон собственной ВАХ измерителя свидетельствует о наличии паразитного тока утечки по сопротивлению изоляции, величину которого можно определить с помощью графического или табличного представления ВАХ. Для линейного

участка рассматриваемой ВАХ, то есть в диапазоне от 0,8 кВ до 1,5 кВ, сопротивление изоляции составляет приблизительно 160÷180 Гом.

Чем меньше сопротивление изоляции, тем больше ток утечки и погрешность измерения в области малых токов и больших напряжений, поэтому сопротивление изоляции измерительной цепи должно быть по возможности большим.

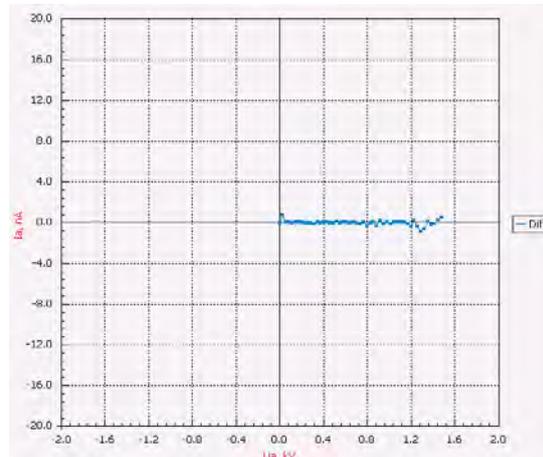


Рисунок 4 – ВАХ измерительной цепи, ИППП-3 с кабелем, полученная с помощью предлагаемой методики

На рисунке 4 показана ВАХ той же измерительной цепи (ИППП-3 с кабелем), полученная с помощью предлагаемой методики определения интересующей ВАХ, когда сопротивление изоляции измерительной цепи рассматривается в качестве паразитного элемента подключенного параллельно исследуемому объекту.

Из рисунка 4 следует, что новая методика позволяет существенно снизить влияние нелинейного сопротивления изоляции на параметры измерителя. В данном случае, благодаря этой методике, внутреннее сопротивление измерителя возросло со 160÷180 Гом до приблизительно до 300 ГОм, то-есть, практически на три порядка. Значение сопротивления изоляции, в данном случае, было рассчитано с помощью табличного представления ВАХ, приведенной на рисунке 4, в точке с координатами $U_a = 1,2$ кВ, $I_a = 0,4$ нА.

Поскольку все расчеты согласно предлагаемой методике выполняются в ИППП-3 с помощью встроенного компьютера, то есть в цифровом виде, достигнутое увеличение сопротивления изоляции ограничено разрешением аналого-цифровых преобразователей используемых для измерения тока и напряжения [1].

- 1 Лисенков Б.Н. Измеритель параметров полупроводниковых приборов ИППП-3 / Б.Н. Лисенков, А.А. Бруек, А.Г. Петрович // Материалы 3-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение-2010». – Минск. – 2010. – С.83-84.