



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4671420/21
(22) 17.02.89
(46) 30.06.91. Бюл. № 24
(71) Белорусский политехнический институт
(72) В.А. Сычик, В.А. Воробьев и А.В. Бреднев
(53) 621.317.7(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 705354, кл. G 01 R 19/16, 1977.
Авторское свидетельство СССР № 1288630, кл. G 01 R 29/12, 1984.

(54) СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННОГО И БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

(57) Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано для эффективного измерения напряжений и токов в высоковольтных цепях. Цель изобретения – повышение точности измерений за счет использования МДП-триодной структуры, а также за счет достижения максимально возможного значения тока ее входной цепи путем выбора времени экспонирования измерительного электрода, равного постоянной времени индуцирования на измерительном электроде полного заряда и выбора времени экранирования изме-

2

рительного электрода, равного времени считывания сигнала, соответствующего времени стекания полного индуцированного на измерительном электроде заряда через входное сопротивление МДП-триодной структуры – достигается тем, что измерение электрического поля осуществляют МДП-триодной структурой, формируют прямой и инверсные сигналы, которыми воздействуют на формирователи напряжения и тока, при этом синхронно коммутируют на землю. Экранирующий и измерительный электроды, время экспонирования которых поддерживают равным постоянной времени индуцирования на измерительном электроде полного электрического заряда, а время экранирования поддерживают равным постоянной времени считывания сигнала с измерительного электрода. Устройство, реализующее способ, содержит проводник 1, эталонный резистор 2, экранирующий электрод 3, измерительный электрод 4, контактные группы 5, электронный коммутатор 6, импеданс 7, входную цепь МДП-триодной структуры 8, неинвертирующий импеданс 9, формирователь 10 напряжения, инвертирующий импеданс 11, формирователь 12 тока и цифровой измерительный блок 13. 1 ил.

Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано для эффективного измерения напряжений и токов в высоковольтных цепях.

Целью изобретения является повышение точности измерений за счет использования МДП-триодной структуры, а также за счет достижения максимально возможного

значения тока ее входной цепи путем выбора времени экспонирования измерительного электрода, равного постоянной времени индуцирования на измерительном электроде полного заряда и выбора времени экранирования измерительного электрода, равного времени считывания сигнала, соответствующего времени стекания полного индуцированного на измерительном элект-

роде заряда через входное сопротивление МДП-триодной структуры.

Бесконтактное и одновременное изменение постоянного напряжения и постоянного тока посредством предложенного способа осуществляют следующим образом. В зону действия электрического поля источника постоянного напряжения и тока помещают измерительный электрод, выполненный из электропроводного материала обычно дисковой формы, а перед ним со стороны действующего электрического поля размещают второй электрод, площадь которого не меньше площади измерительного электрода, также выполненный из электропроводного материала. Измерительный электрод гальванически соединяют с управляющим электродом (затвором) МДП-триодной структуры, а также посредством контактной группы электронного коммутатора соединяют с землей. Также посредством другой контактной группы того же электронного коммутатора соединяют экранирующий электрод с землей. В неинвертирующую и инвертирующую выходные цепи МДП-триодной структуры включают нагрузки, обычно резистивные, которые соединяют электрически с формирователями напряжения и тока.

Осуществляют периодическое экспонирование и экранирование измерительного электрода.

На стадиях экспонирования, когда контактные группы электронного коммутатора отключают экранирующий и измерительный электрод от земли, экранирующий электрод является прозрачным для внешнего электрического поля E , создаваемого источником постоянного напряжения и тока, т.е. не влияет на величину действующего на измерительный электрод поля E и на нем возникает наведенный заряд $Q = \epsilon_a ES$ (1), который создает потенциал $\varphi = \epsilon_a ES/C$, где ϵ_a – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды; E – напряженность электрического поля источника постоянного напряжения, действующая на экранирующий электрод; C – суммарная емкость измерительного электрода и МДП-триодной структуры.

При подключении экранирующего электрода с помощью контактной группы электронного коммутатора на землю, т.е. на стадии экранирования этот электрод полностью изолирует измерительный электрод от внешнего поля E и накопленный на нем заряд стекает через входное сопротивление МДП-триодной структуры, выполненной с изолированным затвором и обладающей

высоким входным сопротивлением. Осуществляя периодическое экспонирование – экранирование измерительного электрода, на нем формируется переменный электрический сигнал, представляющий переменное напряжение от $U_{\max} = Q/C$ при экспонировании до нуля при экранировании. Переменное напряжение на измерительном электроде создает ток во входной цепи МДП-триодной структуры

$$i = dQ/dt = \epsilon_a S dE/dt = U/Z_{вх} = \Delta Q/\Delta t \quad (3)$$

а напряжение во входной цепи $U = iZ_{вх}$, где U – мгновенное значение напряжения на измерительном электроде; $Z_{вх}$ – полное входное сопротивление МДП-триодной структуры.

Изменение заряда ΔQ включает его возрастание на измерительном электроде на стадии экспонирования – $\Delta Q(+)$ и спад индуцированного на измерительном электроде заряда – $\Delta Q(-)$ – на стадии экранирования, т.е. $\Delta Q = Q_+ + \Delta Q_-$. (4)

Ток, создаваемый во входной цепи МДП-триодной структуры в результате периодического экранирования и экспонирования измерительного электрода, записывается выражением, включающим две составляющие $i = \Delta Q_+/\Delta t_1 + \Delta Q_-/\Delta t_2$, (5) где $\Delta t_1 = t_{es}$ – время экспонирования измерительного электрода;

$\Delta t_2 = t_{ек}$ – время экранирования измерительного электрода.

Для выполнения поставленной цели – повышения точности измерений необходимо добиваться максимально возможного значения тока во входной цепи МДП-триодной структуры, поскольку напряжение на ее затворе $U_3 = iZ_{вх}$. Это достигается в предложенном способе выбором времени экспонирования измерительного электрода, равного постоянной времени τ_1 индуцирования на измерительном электроде полного (максимального возможного) заряда Q , т.е. $t_{es} = \tau_1$ и выбором времени экранирования измерительного электрода, равного времени считывания сигнала τ_2 , соответствующего времени стекания полного индуцированного на измерительном электроде заряда через входное сопротивление МДП-триодной структуры. Это время определяется, главным образом, величиной импеданса цепи коммутации измерительного электрода на землю (стадия экранирования), и в соответствии с выражением $i_{\text{опт}} = \Delta Q_+/\tau_1 + \Delta Q_-/\tau_2$ должно быть минимально возможным для данного типа электронного коммутатора ($\tau_1 = 10^{-3} - 10^{-5}$ с). Поскольку потенциал (по отношению к земле) источника постоянного напряжения,

представляющего цепь, содержащую проводник с эталонным резистором, пропорционален напряженности электрического поля E , действующего на электрод, то напряжение на затворе МДП-триодной структуры также пропорционально потенциалу источника постоянного тока, т.е. прикладываемого к данной цепи постоянного напряжения ($U_3 = K_1 U$). При использовании линейной области сток-затворной характеристики МДП-триодной структуры, в выходной ее цепи протекает ток, пропорциональный напряжению источника, т.е.

$$I_{\text{вых}} = K_1 S U = K_2 U, \quad (6)$$

где U – измеряемое постоянное напряжение;

K_1, K_2 – коэффициенты пропорциональности;

S – крутизна сток-затворной характеристики. Протекающий ток $I_{\text{вых}}$ создает в истоковой цепи прямой сигнал U_+ , пропорциональный потенциалу провода за эталонным резистором, т.е. пропорциональный контролируемому постоянному напряжению, а в стоковой цепи инверсный сигнал U_- , пропорциональный падению напряжения на эталонном резисторе, т.е. напряжению $U = I R_3$ или $U_- = K_3 I$, где I – измеряемый постоянный ток, K_3 – коэффициент пропорциональности.

Воздействуют сформированным в выходной цепи МДП-триодной структуры прямым сигналом U_+ на формирователь напряжения и сигналом U_- на формирователь тока.

Сигналы с выходов формирователей напряжения и тока через аналоговую сигнальную часть электронного коммутатора воздействуют на цифровой измерительный блок, где они преобразуются в двоичные цифровые коды, дешифруются и регистрируются на цифровом табло, которое отражает значения контролируемых бесконтактным способом постоянного напряжения и тока.

Изложенный способ одновременного и бесконтактного измерения постоянного напряжения и тока реализуется устройством, структурная схема которого представлена на чертеже.

Устройство содержит замкнутую цепь источника постоянного напряжения, включающую проводник 1 и эталонный резистор 2. Экранирующий электрод 3 и измерительный электрод 4 через контактные группы 5 электронного коммутатора 6 соединены с нулевой шиной. В коммутирующую цепь измерительного электрода 4 последовательно с контактной группой 5 включен импеданс

7, подключенный параллельно входной цепи МДП-триодной структуры 8. Ее неинвертирующий импеданс 9 через формирователь 10 напряжения соединен с первым входом электронного коммутатора 6. Инвертирующий импеданс 11 через формирователь 12 тока соединен с вторым входом электронного коммутатора 6, выход которого соединен с входом цифрового измерительного блока 13.

Способ реализуется следующим образом. В замкнутую цепь источника постоянного напряжения, включающую проводник 1 и эталонный резистор 2, например в анодную цепь кинескопа, подают напряжение постоянного тока. В замкнутой цепи на эталонном резисторе 2 падает напряжение $U = I R_3$, пропорциональное протекающему в этой цепи постоянному току. Далее воздействуют электрическим полем E проводника 1 за эталонным резистором 2 на систему экранирующий электрод 3 – измерительный электрод 4, которые коммутируются контактными группами 5 электронного коммутатора 6 на землю. Электронный коммутатор 6 содержит управляющую часть, включающую, например, эталонный импульсный генератор, одновибратор, два тристабильных элемента, представляющих контактные группы 5, и аналоговую сигнальную часть, представляющую аналоговый коммутатор.

Импеданс 7 определяет постоянную времени экранирования измерительного электрода τ_2 . На стадии экспонирования, когда контактные группы 5 электронного коммутатора 6 разомкнуты, на измерительном электроде 4 индуцируется заряд Q . Постоянная времени экспонирования для системы измерительный электрод 4 – МДП-триодная структура 8 с суммарной емкостью $C = 10 - 100$ пФ составляет $\tau_1 = 10^{-3} - 10^{-5}$

На стадии экранирования, когда контактными группами 5 электронного коммутатора 6 экранирующий электрод 3 соединяется непосредственно, а измерительный электрод 4 через импеданс 7 – с землей, длительность этой стадии выбирают равной постоянной времени цепи стекания заряда с измерительного электрода 4 τ_2 , т.е. $10^{-3} - 10^{-4}$ с. Как показали результаты эксперимента, оптимальное значение тока во входной цепи МДП-триодной структуры 8 можно получить, если $\tau_{\text{ес}} = \tau_{\text{ек}}$, т.е. $\tau_1 = \tau_2 = 10^{-3} - 10^{-4}$ с.

Переменное напряжение затвора во входной цепи МДП-триодной структуры 8 создает в ее выходной цепи ток, который на неинвертирующем ее импедансе 9 формирует напряжение, пропорциональное измеря-

емому напряжению $U_+ = I_{\text{вых}} \cdot z_9 = K_4 U$, а на инвертирующем ее импедансе 10 формирует напряжение U_- , пропорциональное измеряемому току, т.е. $U_- = I_{\text{вых}} z_{10} = K_5 I$, где U, I – измеряемое постоянное напряжение и ток; K_4, K_5 – коэффициенты пропорциональности.

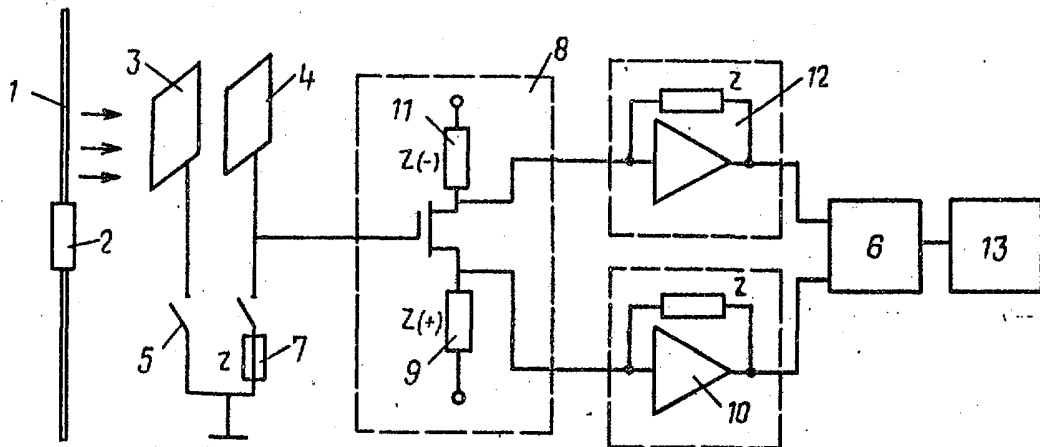
Сигналом U_+ воздействуют на формирователь 10 напряжения, а сигналом U_- на формирователь 12 тока, на выходе которых формируются информационные сигналы требуемой амплитуды и частоты.

Через электронный коммутатор 6 полученные в формирователе 10 напряжения и формирователе 12 тока информационные сигналы подают на цифровой измерительный блок 13.

Формула изобретения

Способ одновременного и бесконтактного измерения постоянного напряжения и тока путем периодического воздействия на

защищенный неподвижным экранирующим электродом измерительный электрод электрического поля источника напряжения, последовательного экспонирования и экранирования, считывания сигнала чувствительными элементом с измерительного электрода, его усиления и регистрации, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений, измерение электрического поля осуществляют МДП-триодной структурой, формируют прямой и инверсный сигналы, которыми воздействуют на формирователи напряжения и тока, при этом синхронно коммутируют на землю экранирующий и измерительный электроды, время экспонирования которых поддерживают равным постоянной времени индуктирования на измерительном электроде полного электрического заряда, а время экранирования поддерживают равным постоянной времени считывания сигнала с измерительного электрода.



Редактор Е.Зубиентова

Составитель Л.Фомина
Техред М.Моргентал

Корректор С.Черни

Заказ 1841

Тираж 430

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101