



P6022 **Токовый пробник**

Руководство по эксплуатации



077-1238-00

Tektronix

Гарантия

Компания Tektronix гарантирует отсутствие дефектов материалов и изготовления в данном изделии в течение 1 (одного) года с даты приобретения у авторизованного дистрибьютора Tektronix. В случае обнаружения дефектов в течение гарантийного срока, компания Tektronix обязуется по своему усмотрению выполнить ремонт неисправного изделия без взимания дополнительной оплаты материалов и трудозатрат или заменить неисправное изделие исправным. Гарантия не распространяется на аккумуляторные батареи. Части, модули и сменные изделия, используемые компанией Tektronix для проведения гарантийных работ, могут быть новые или восстановленные до состояния новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью компании Tektronix.

Для получения обслуживания в соответствии с данными гарантийными обязательствами необходимо уведомить компанию Tektronix о появлении дефекта до истечения гарантийного срока и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и отправка изделия в указанный компанией Tektronix сервисный центр, а также предоплата транспортных расходов по доставке изделия в сервисный центр, производятся владельцем изделия. Владелец изделия также обязан предоставить копию документа, подтверждающего приобретение изделия. Компания Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен сервисный центр. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Компания Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме представителей Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием материалов, не рекомендованных Tektronix, или г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ КОМПАНИЕЙ ТЕКТРОНИХ НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОМПАНИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ ИЛИ ЕЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

[W15 – 15AUG04]

Содержание

Основные указания по технике безопасности	ii
Правила техники безопасности при обслуживании.....	iv
Влияние на окружающую среду	v
Информация для оператора	1
Описание	1
Установка.....	2
Указания по эксплуатации	5
Описание цепи.....	9

Основные указания по технике безопасности

Ознакомьтесь с приведенными ниже указаниями по технике безопасности для предотвращения повреждения изделия или подключенного к нему оборудования.

Чтобы избежать возможных опасных ситуаций, используйте изделие только в соответствии с настоящей инструкцией.

Операции по обслуживанию должны выполняться только персоналом с соответствующей квалификацией.

Меры по предотвращению возгорания оборудования или травмирования оператора

Выполняйте операции по соединению и разъединению правильно.

Запрещается подсоединять или отсоединять пробники или измерительные выводы, если они подключены к источнику напряжения.

Выполняйте операции по соединению и разъединению правильно.

Перед подключением или отключением токового пробника необходимо обесточить исследуемую цепь.

Выполняйте операции по соединению и разъединению правильно.

Выход токового пробника сначала подключается к измерительному прибору, а затем к исследуемой цепи. Перед подсоединением входа пробника необходимо подключить к исследуемой цепи общий проводник пробника. Отключение входа пробника и общего проводника пробника от исследуемой цепи необходимо выполнять до отсоединения пробника от измерительного прибора.

Используйте защитное заземление. Изделие заземляется через заземляющий проводник шнура питания. Во избежание поражения электрическим током соответствующий вывод шнура должен быть заземлен. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подключения к выходам и входам изделия.

Соблюдайте все ограничения по номиналу клемм. Чтобы избежать возгорания или травмирования, необходимо соблюдать все ограничения и нанесенную на корпус изделия маркировку. Дополнительную информацию о номинальных значениях можно найти в технической документации на изделие.

Подключайте «общий» проводник пробника только к цепи «земли».

Не подавайте на вход прибора напряжение, превышающее максимальное значение для данного входа.

Не эксплуатируйте изделие со снятыми панелями. Запрещается работать с изделием при снятых панелях или корпусе.

Не эксплуатируйте изделие при подозрении на неисправность. Если у вас есть подозрение, что изделие неисправно, обратитесь к обслуживающему персоналу с соответствующей квалификацией для выполнения осмотра.

Избегайте контакта с оголенными цепями. Не прикасайтесь к оголенным контактам или компонентам при наличии питания в цепи.

Запрещается эксплуатировать изделие в условиях повышенной влажности.

Запрещается эксплуатировать изделие во взрывоопасной атмосфере.

Следите, чтобы поверхности изделия всегда были чистыми и сухими.

Условные обозначения в данном руководстве

Данные условные обозначения могут использоваться в настоящем руководстве:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Указание на условия или действия, которые могут привести к получению травмы или смерти.



ОСТОРОЖНО. Указание на условия или действия, которые могут привести к повреждению данного изделия или другого оборудования.

Символы и надписи на изделии

Данные надписи могут присутствовать на изделии:

- **DANGER (Опасность):** Указывает на наличие опасной ситуации, существующей на момент прочтения данной маркировки.
- **WARNING (Предупреждение):** Указывает на наличие опасной ситуации, не обязательно существующей на момент прочтения данной маркировки.
- **CAUTION (Осторожно):** Указывает на наличие ситуации, опасной для оборудования, в т.ч. для данного изделия.

На поверхности изделия могут быть нанесены следующие символы:



ОСТОРОЖНО
Обратитесь к руководству



Клемма защитного заземления («земля»)



Запрещается подключение к неизолированному проводу или отключение от неизолированного провода, являющегося опасным токоведущим элементом.



Хрупкое.
Не бросать.



Использовать только на изолированном проводнике.

Правила техники безопасности при обслуживании

Работы по обслуживанию могут проводиться только персоналом с соответствующей квалификацией. Перед выполнением работ ознакомьтесь с правилами техники безопасности при обслуживании и общими правилами техники безопасности.

Не выполняйте работы по обслуживанию в одиночку. Работы с внутренними компонентами или регулировку данного изделия разрешается проводить только в присутствии другого члена персонала, способного оказать первую помощь, и при наличии средств оказания первой помощи.

Отключите питание. Чтобы избежать травмирования электрическим током, отключите питание прибора, а затем отсоедините шнур питания от источника сетевого питания.

Соблюдайте осторожность при выполнении обслуживания с включенным питанием. В данном изделии могут присутствовать опасные напряжения или токи. Перед снятием защитных панелей, припаиванием или заменой компонентов отключите питание, извлеките аккумулятор (если применимо) и отсоедините измерительные выводы.

Чтобы избежать поражения электрическим током, не прикасайтесь к оголенным соединениям.

Влияние на окружающую среду

В данном разделе приводится информация о влиянии изделия на окружающую среду.

Утилизация изделия В случае переработки прибора или компонента соблюдайте следующие указания:

Переработка оборудования. Производство данного оборудования требует извлечения и использования природных ресурсов. Оборудование может содержать вещества, представляющие опасность для окружающей среды или здоровья человека в случае неправильного обращения при утилизации оборудования. Чтобы избежать попадания подобных веществ в окружающую среду и сократить потребление природных ресурсов, мы рекомендуем проводить утилизацию данного изделия в подходящей системе, гарантирующей, что большинство материалов будет повторно использовано или переработано соответствующим образом.



Символ, показанный ниже, указывает на соответствие изделия требованиям Европейского союза согласно директиве 2002/96/EC об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE). Информацию о возможных вариантах утилизации см. в разделе Support/Service на веб-сайте компании Tektronix (www.tektronix.com).

**Ограничения,
касающиеся опасных
веществ**

Изделие относится к классу контрольно-измерительного оборудования и не подпадает под действие директивы 2002/95/EC RoHS

Информация для оператора

Данное руководство содержит информацию о токовом пробнике Р6022 с пассивной оконечной нагрузкой, а также описание процедур измерения с использованием данного пробника.

Описание

Токовый пробник Р6022 преобразует сигнал переменного тока в напряжение, которое может быть отображено и измерено на экране осциллографа. Пробник обеспечивает получение точных результатов измерения тока в широком диапазоне частот, а также позволяет измерять ток без разрыва цепи.

Пробник Р6022 совместим с универсальными осциллографами, имеющими связь с заземлением, с входным сопротивлением 1 МОм. Пробник Р6022 поставляется с пассивной оконечной нагрузкой, которая служит для согласования импедансов осциллографа и пробника, оптимизации производительности пробника и обеспечения двух вариантов настройки чувствительности.

В комплект поставки пробника Р6022 входит кабель 1,5 м, оконечная нагрузка и проводник заземления 15,24 см.

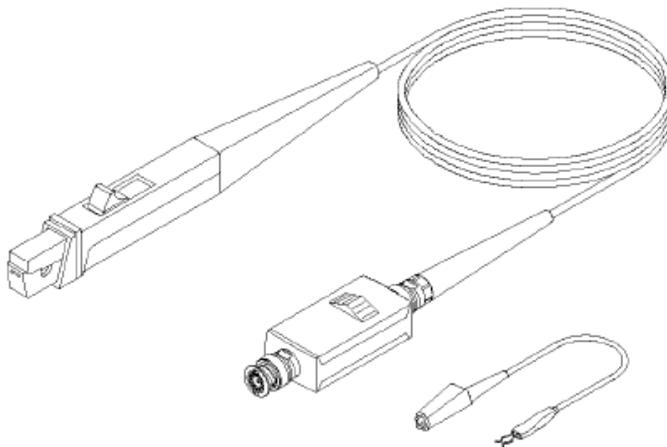


Рисунок 1: Пробник Р6022, оконечная нагрузка и проводник заземления

Установка

В данном разделе содержится инструкция по подключению пробника к осциллографу и способы использования стандартных принадлежностей.

Для обеспечения оптимальной производительности измерительной системы «пробник/осциллограф» необходимо убедиться, что пробник и осциллограф согласованы должным образом. Входы осциллографа должны быть оснащены разъемами BNC и иметь сопротивление 1 МОм.

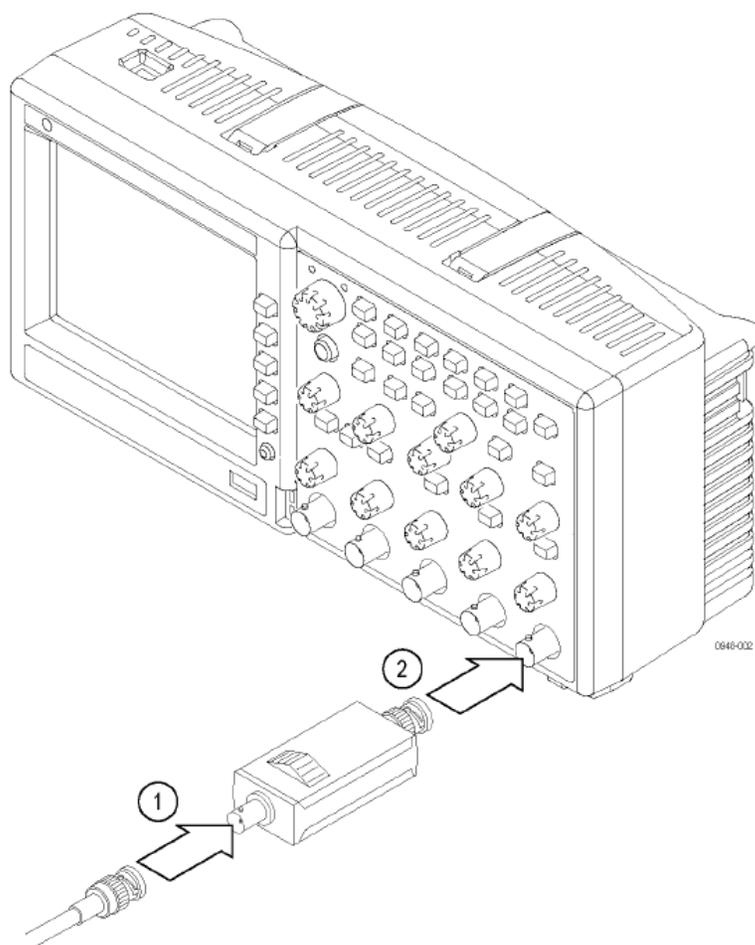


Рисунок 2: Подключение пробника и оконечной нагрузки к осциллографу

Подключение пробника и оконечной нагрузки к осциллографу

1. Подключите гнездовой BNC-разъем нагрузки к кабелю на выходе пробника P6022.
2. Подключите штепсельный BNC-разъем нагрузки к осциллографу с гальванической связью с «землей».



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током запрещается подавать напряжение, превышающее потенциал «земли», на общий вывод пробника (запрещается гальваническая развязка «общей» клеммы). Оголенные металлические части на выходном кабеле пробника и нагрузки электрически связаны с «общим» выводом пробника и, таким образом, находятся на одинаковом потенциале.

Пробник допускает использование только с осциллографами, имеющими связь с «землей». Запрещается гальванически развязывать осциллограф посредством снятия или изоляции штыря заземления от шнура питания переменным током.

Не используйте данный пробник с оборудованием, имеющим входы с гальванической развязкой, включая осциллографы серии TPS200 или THS700.

-
3. При измерениях на высоких частотах прикрепите заземляющий провод к трансформаторному контакту пробника, а клещи типа «крокодил» непосредственно к ВЧ заземлению. Это позволит повысить устойчивость к электромагнитным помехам на высоких частотах (выше 2 МГц), а также сократить «звон» и снизить емкостно-связанные высокочастотные токи, которые могут попасть в кабель пробника.



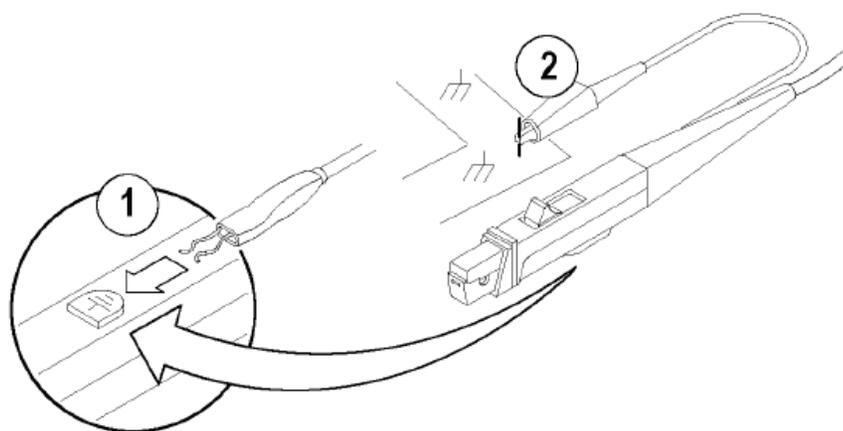
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током и повреждения пробника запрещается отсоединять нагрузку пробника и оставлять P6022 в состоянии с зажатым проводом при измерении высоких токов. Отключение нагрузки от кабеля пробника может привести к появлению высокого напряжения во вторичной обмотке, что может представлять опасность поражения электрическим током и повреждения трансформатора токового пробника.

Запрещается отсоединять пробник от нагрузки, если пробник подключен к проводу под напряжением.

**Использование
стандартных
принадлежностей**

В комплект поставки пробника Р6022 входят следующие принадлежности:

- **Руководство по эксплуатации** – Данное руководство по эксплуатации позволяет познакомиться с характеристиками, спецификациями и правилами эксплуатации токового пробника Р6022.
- **Проводник заземления 15,24 см** – Проводник заземления используется для заземления экрана трансформатора пробника на конец кабеля со стороны пробника. Это позволяет переместить подключение земли ближе к исследуемой цепи, что повышает качество измерения на высоких частотах. Проводник заземления подключается с помощью зажима к разъему заземления в нижней части пробника.



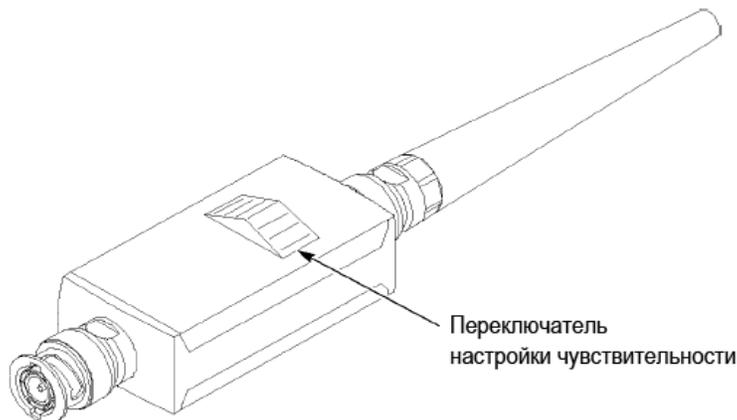
Указания по эксплуатации

Информация в данном разделе позволяет работать с пробником Р6022 максимально эффективно.

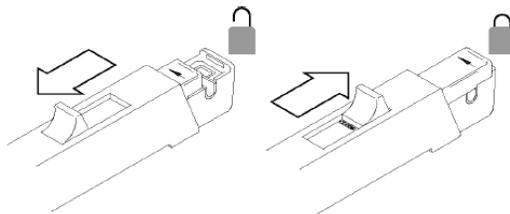
Характеристики и органы управления

- **Настройки чувствительности** – Оконечная нагрузка пробника Р6022 имеет переключатель для настройки чувствительности пробника. Переключатель имеет два положения: 1 мА/мВ и 10 мА/мВ. Когда переключатель находится в положении 1 мА/мВ, осциллограф отображает 1 мВ на каждый 1 мА тока в исследуемой цепи. При настройке 10 мА/мВ осциллограф отображает 1 мВ на каждые 10 мА тока в исследуемой цепи.

Вертикальную шкалу на осциллографе можно настроить на любой масштабный коэффициент в соответствии с амплитудой сигнала. Для вычисления общего масштабного коэффициента по вертикали для осциллографа, пробника и нагрузки необходимо умножить настройку чувствительности нагрузки на масштабный коэффициент по вертикали осциллографа. Например, если переключатель настройки чувствительности установлен в положение 10 мА/мВ, а вертикальная шкала осциллографа настроена на 20 мВ/деление, то общий масштабный коэффициент будет составлять 10×20 или 200 мА/деление.



- **Подвижный переключатель на пробнике** – Подвижный переключатель на пробнике имеет три положения: открыто, закрыто и заблокировано. Перемещение переключателя выполняется большим пальцем. Переключатель имеет пружинный механизм, поэтому автоматически перемещается из положения «открыто» в положение «закрыто».



Использование пробника.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Для сокращения риска поражения электрическим током используйте с данными пробниками только изолированные провода при работе с цепями, в которых присутствуют напряжения со среднеквадратическим значением выше 30 В, пиковым значением выше 42 В или постоянное напряжение выше 60 В. Данные пробники не предназначены для использования с неизолированными проводами, в которых присутствуют напряжения со среднеквадратическим значением выше 30 В, пиковым значением выше 42 В или постоянное напряжение выше 60 В.



ОСТОРОЖНО. Для сокращения риска возгорания не проводите отключение или подключение токового пробника к неизолированному проводу под напряжением. Сердечник пробника не имеет изоляции. Перед подключением или отключением пробника от оголенных проводов всегда необходимо предварительно отключить питание.

ПРИМЕЧАНИЕ. Под изолированным проводом понимается любой проводник, окруженный изолирующим материалом, достаточным для изоляции присутствующего на проводнике напряжения. Обратите внимание, что лакокрасочное покрытие, обычно используемое на трансформаторных катушках, не обеспечивает достаточной и надежной изоляции для использования с токовыми пробниками, поскольку оно может быть легко повреждено, что ставит под вопрос его изолирующую способность.



ОСТОРОЖНО. Для предотвращения повреждения пробника не допускайте его падения, механического повреждения или воздействия резких перепадов температуры. Также не устанавливайте в клещи пробника изолированные провода с сечением более 2,6 мм. В противном случае возможно повреждение пробника. Не прикладывайте чрезмерное усилие при закрытии подвижного переключателя пробника. Если подвижный переключатель не закрывается, необходимо или сократить количество исследуемых проводов или, если это возможно, провести измерение на проводе меньшего сечения, если это возможно без превышения номинальных значений по току для используемого провода.

1. Переместите подвижный переключатель по направлению к себе и удерживайте его в этом положении.
2. Поместите исследуемый провод в открытый сердечник трансформатора. Стрелка на конце пробника, где располагается трансформатор, указывает на ток условного направления. Если пробник располагается относительно провода так, что стрелка на пробник совпадает со стандартным направлением тока в проводе, то отображение сигнала на экране будет корректным.
3. Отпустите переключатель, пробник закроется.
4. Заблокируйте переключатель пробника. Чтобы перевести переключатель в заблокированное положение, переместите его в направлении трансформатора (переключатель перемещается всего лишь на расстояние около 3 мм). Блокирование переключателя позволяет обеспечить максимальный контакт между двумя половинами вторичной обмотки трансформатора. Проводник теперь становится первичной обмоткой трансформатора. (При измерении тока всегда проверяйте, что подвижный переключатель пробника полностью выдвинут вперед и находится в состоянии «блокировки»).

Вносимый импеданс При установке провода в пробник вы вносите в исследуемую цепь дополнительный импеданс. Дополнительный импеданс оказывает влияние на сигналы; это особенно важно в случае, когда проводятся измерения сигналов с крутыми фронтами. Эквивалентная цепь с дополнительным импедансом, вносимым пробником P6022, показана на рисунке ниже.

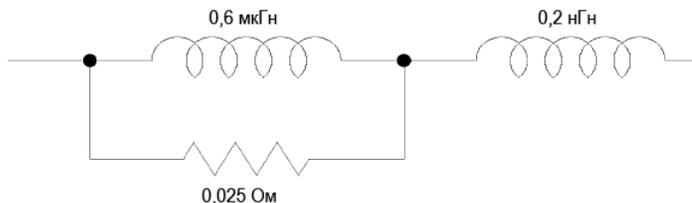


Рисунок 3: Вносимый импеданс пробника

Минимизация влияния нагрузки Для минимизации влияния нагрузки пробника подключайте его к земляному или низковольтному выводу компонента, если это возможно. Также такой способ позволяет сократить шум или паразитные помехи.

Повышение чувствительности пробника Чувствительность пробника к току можно повысить, пропустив провод через пробник несколько раз. Например, если провод пропущен через пробник дважды (первичная обмотка из двух витков), то ток во вторичной обмотке увеличивается в 2 раза, поскольку коэффициент трансформации по току в трансформаторе обратно пропорционален отношению витков обмоток трансформатора.

Например, предположим, что чувствительность нагрузки установлена на 1 мА/мВ, а вертикальная шкала осциллографа настроена на 10 мВ/деление. В обычном случае подобные настройки соответствовали бы эквиваленту в 1×10 или 10 мА/деление. Но если провод пропущен через пробник дважды, то вертикальная шкала делится на два, в результате чего получается эквивалент в 5 мА/деление.

Пропускание провода через пробник два раза эффективно удваивает чувствительность по вертикали; однако это также приводит к отражению в исследуемую цепь импеданса от обмотки пробника. Вносимый импеданс растет пропорционально квадрату числа витков. Дополнительный импеданс оказывает влияние на сигналы; это особенно важно в случае, когда проводятся измерения сигналов с крутыми фронтами.

Экранирование провода Пробник Р6022 имеет экранированную защиту для снижения воздействия внешних магнитных полей. Тем не менее, сильные поля могут исказить результаты измерения тока. Если вы подозреваете, что на результаты измерения оказывает влияние внешнее поле, то необходимо снять пробник с провода, но оставить его в том же месте, где проводилось измерение, вызвавшее подозрение. Если на экран осциллографа продолжается вывод сигнала, попробуйте измерить ток в проводе в точке, находящейся дальше от магнитного поля. В случае необходимости измерения тока в присутствии сильного магнитного поля можно снизить его влияние, используя два токовых пробника и осциллограф с дифференциальным входом. Для этого выполните следующие действия:

1. Подключите пробники (с нагрузкой) к положительному и отрицательному входам осциллографа.
2. Установите один пробник на провод, в котором требуется измерить ток.
3. Расположите другой пробник как можно ближе к первому. Убедитесь, что его подвижный переключатель находится в полностью закрытом состоянии без провода.
4. Выполните на осциллографе настройку для вычитания общего для обоих пробников сигнала.
5. Отрегулируйте положение пробников для получения наилучшего результата. Возможно, полное удаление нежелательного сигнала будет непростой задачей в связи с разницей между пробниками или их окончательными нагрузками.

Спад Плоская амплитудно-частотная характеристика любого токового пробника для измерения переменного тока имеет некоторый спад. Причиной этого является нагрузка индуктивности пробника на импеданс источника, в результате чего происходит экспоненциальный спад L/R . Для коротких импульсов характеристика выглядит практически плоской. Величину спада можно вычислить следующим образом:

$$\% \text{ спада} = 200 (\pi) T f$$

где:

T = длительность импульса

f = нижняя частота пробника по уровню 3 дБ

Описание цепи

В данном разделе содержится описание цепей токового пробника P6022 и оконечной нагрузки.

Токовый пробник

Токовый пробник состоит из трансформатора тока, установленного в передней части корпуса головки пробника, цепи согласования импедансов и внутреннего переключателя для отсоединения экрана трансформатора от заземления.

Трансформатор содержит двухсекционный U-образный ферритовый сердечник. Одна секция сердечника является стационарной, а вторая может перемещаться механически, что позволяет защелкивать сердечник на исследуемом проводе. Исследуемый провод образует первичную обмотку из одного витка для трансформатора; витки вокруг стационарной части сердечника являются вторичной обмоткой. В цепи между трансформатором и коаксиальным кабелем выполняется коррекция любой разницы в уровне между импульсами, наведенными во вторичной обмотке, и согласование скорректированной обмотки пробника с кабелем.

Как указано на корпусе пробника, отношение числа витков обмоток трансформатора пробника P6022 составляет 50:1. Это отношение относится к числу витков во вторичной обмотке трансформатора пробника.

Трансформатор пробника имеет экран, защищающий от помех, вызванных внешними сигналами. Чтобы не допустить короткого замыкания между этим экраном и исследуемым проводом, передвижной переключатель разрывает связь между землей и экраном в случае открытия подвижной части пробника для подключения или снятия пробника с провода.

Оконечная нагрузка

Оконечная нагрузка P6022 состоит из цепи согласования импедансов, служащей для подключения нагрузки к коаксиальному кабелю, и делителя напряжения, включаемого регулятором чувствительности, для изменения чувствительности с коэффициентом 5. В положении 1 мА/мВ ток 10 мА в исследуемом проводе индуцирует сигнал в 10 мВ на выходе оконечной нагрузки. (Предполагается, что нагрузка подключена к осциллографу с входом 1 МОм).

В положении 10 мА/мВ сигнал тока в 10 мА ослабляется для получения сигнала в 1 мВ на выходе оконечной нагрузки.