

Работа с виртуальными приборами в программной среде NI Circuit Design Suite — Multisim 12.0. Часть 3

Мы продолжаем серию публикаций о работе с виртуальными приборами в программной среде NI Circuit Design Suite — Multisim. В этом цикле статей представлено описание виртуальных инструментов, их конфигурирование и процедуры подключения к исследуемой схеме. Рассматриваются и такие вопросы, как работа с несколькими инструментами, сохранение данных инструмента и просмотр результатов работы.

В третьей статье цикла анализируются особенности работы со следующими приборами: четырехканальным осциллографом, вольтметром, токовым пробником, анализатором нелинейных искажений и частотомером.

Татьяна КОЛЕСНИКОВА

Четырехканальный осциллограф

Осциллограф позволяет измерять следующие параметры электрического сигнала: напряжение, ток, частоту и угол сдвига фаз. Этот прибор предоставляет возможность наблюдать за формой сигнала во времени.

Наибольшей популярностью пользуются двухканальные осциллографы, однако многие инженеры останавливают свой выбор на четырехканальных моделях, так как они предназначены для решения более широкого круга задач.

Четырехканальный осциллограф имеет шесть выводов: четыре сигнальных входа (каналы А, В, С и D), вывод G — «земля» и T — вывод внешней синхронизации, — и может отображать осциллограммы четы-

рех сигналов одновременно. Пиктограмма четырехканального осциллографа на схеме и его лицевая панель представлены на рис. 1.

Для того чтобы открыть лицевую панель осциллографа, необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме этого прибора. Пиктограмма используется для подключения прибора к схеме, в свою очередь лицевая панель предназначена для его настройки и наблюдения формы исследуемого сигнала. В верхней части лицевой панели четырехканального осциллографа расположен графический дисплей, который предназначен для графического отображения формы сигнала, а именно для отображения напряжения по вертикальной оси и, соответственно, времени по горизонтальной оси.

Также прибор оснащен двумя курсорами для проведения измерений во временной области, которые при необходимости можно перемещать при помощи левой кнопки мыши. В нижней части находится панель управления, предназначенная для настройки отображения измеряемого сигнала.

На панели управления размещено три окна настроек («Развертка», «Канал_X», «Синхронизация»), кнопки «Экран» и «Сохранить», переключатель каналов и окно «Показания курсора», в котором расположено три поля:

- «T1» (показания курсора T1);
- «T2» (показания курсора T2);
- «T2-T1» (временной сдвиг между курсорами/разность напряжений между проверяемыми точками),

а также кнопки стрелок, позволяющие изменять значения показаний курсора в большую или меньшую сторону.

Окно «Показания курсора» находится под графическим дисплеем и предназначено для отображения времени и напряжения в проверяемых точках (точках пересечения курсора с синусоидальной кривой), а также для отображения разности между показаниями курсоров T2 и T1.

Название окна «Канал_X» зависит от положения, в которое установлен переключатель каналов, и может принимать следующие значения:

- «Канал_A»;
- «Канал_B»;
- «Канал_C»;
- «Канал_D».

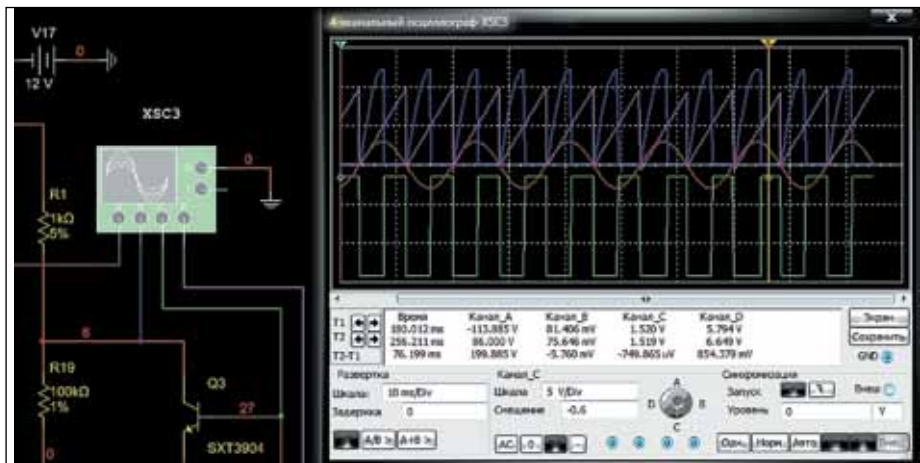


Рис. 1. Пиктограмма четырехканального осциллографа на схеме и его лицевая панель

Выбор канала при помощи переключателя осуществляется щелчком левой кнопки мыши по необходимой позиции (А, В, С или D). После того как позиция выбрана, название окна «Канал_X» изменится и будет соответствовать выбранной позиции на переключателе каналов.

В верхней части окна «Канал_X» расположено поле «Шкала», в котором задается величина деления по оси Y (количество вольт на деление). Начальная точка вывода сигнала на оси Y указывается в поле «Смещение». Поле может принимать как положительное, так и отрицательное значение. По умолчанию значение этого поля — 0. (В этом случае начальная точка Y находится на пересечении осей Y и X.) Ввод положительного значения в это поле сдвигает начальную точку вверх по оси Y, соответственно ввод отрицательного значения сдвигает начальную точку вниз. (Изменение значения в этом поле на 1 сдвигает исходную точку на одно деление оси Y.)

Выбор режима работы осуществляется при нажатии одной из четырех кнопок (АС, «0», DC, «←»). В режиме АС отображается только переменная составляющая сигнала. В режиме DC отображается сумма переменной и постоянной составляющих сигнала. В случае выбора кнопки «0» входной канал замыкается на «землю», а на экране графического дисплея появляется прямая линия в точке исходной установки оси Y. Кнопка «←» задает инверсный режим работы осциллографа, в котором сигнал инвертируется относительно положения нуля. В правой нижней части окна «Канал_X» расположен индикатор входных выводов, отображающий наличие подключения каналов к схеме.

В верхней части окна «Развертка» также расположено поле «Шкала», в котором задается величина деления по оси X. Начальная точка вывода сигнала на оси X указывается в поле «Задержка». Поле может принимать как положительное, так и отрицательное значение. По умолчанию значение этого поля — 0. Отображение сигнала на экране графического дисплея производится слева направо. Ввод положительного значения в это поле сдвигает начальную точку вывода сигнала вправо, соответственно ввод отрицательного значения сдвигает начальную точку влево.

Выбор режима развертки осуществляется при нажатии одной из трех кнопок (Y/T, A/B>, A+B>), расположенных в нижней части окна «Развертка». В случае выбора режима Y/T (сигнал по оси Y/время) на экране графического дисплея по оси Y будут отображаться сигналы каналов А, В, С, D, а ось X будет осью времени. В режиме А+В на экране графического дисплея отображается суммарный сигнал каналов А и В. Изменить каналы суммируемых сигналов можно, нажав на кнопке А+В> правой кнопкой мыши. В результате появится список (рис. 2), в котором при помощи левой кнопки мыши

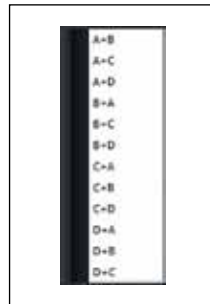


Рис. 2. Список выбора каналов для суммирования сигналов

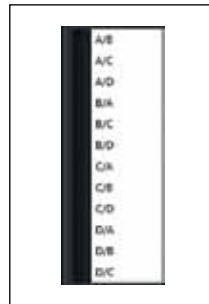


Рис. 3. Список выбора соотношения каналов

можно выбрать необходимые каналы для суммирования сигналов.

Режим А/В используется для построения передаточной характеристики исследуемой схемы. В этом режиме отображается сигнал канала А относительно сигнала канала В, при этом сигнал А изменяется по оси Y, а В — по оси X. Изменить каналы можно, нажав на кнопке А/В> правой кнопкой мыши. В результате будет отображен список (рис. 3), в котором при помощи левой кнопки мыши можно выбрать необходимое соотношение каналов. В случае выбора режима развертки А/В поле «Задержка» становится неактивным.

В нижней правой части панели управления осциллографа размещено окно «Синхронизация». В его верхней части находится поле «Запуск», в котором расположены две кнопки, при помощи которых можно выбрать запуск сигнала синхронизации: по фронту или по срезу.

При помощи поля «Уровень» путем ввода значения с клавиатуры можно регулировать уровень, при превышении которого происходит запуск осциллограммы.

В нижней части окна «Синхронизация» находятся кнопки выбора режима синхронизации:

- «Одн» (однократный) — режим ожидания сигнала синхронизации. Используйте этот режим для регистрации однократного сигнала.
- «Норм» (обычный) — в этом режиме осциллограф обновляет изображение на экране графического дисплея каждый раз при достижении уровня переключения.
- «Авто» (автоматический) — сигнал синхронизации создается автоматически. Этот режим используется в том случае, когда невозможно создать сигнал запуска в однократном или обычном режиме. Запуск осциллограммы производится автоматически при подключении осциллографа к схеме или при включении эмуляции схемы.
- «Нет» (синхронизация отсутствует) — этот режим может быть использован при изменении напряжения постоянного тока.
- А (внутреннее переключение относительно канала А) — при необходимости изменить

канал, относительно которого производится переключение, нажмите правой кнопкой мыши на кнопку А, в результате чего будет отображен список, в котором можно выбрать необходимый канал.

- «Внеш» (внешняя синхронизация) — нажмите эту кнопку в том случае, если предполагаете осуществлять запуск сигнала синхронизации при помощи внешнего источника.

В верхней правой части панели управления осциллографа расположены две кнопки: «Экран» и «Сохранить». Кнопка «Экран» используется для инверсии цвета фона экрана графического дисплея осциллографа: с ее помощью осуществляется переключение между белым и черным цветом фона. Сохранить результаты измерений, полученные при помощи осциллографа, на диск вашего компьютера можно в формате .scr (осциллограмма), .lvm (текстовый файл), .tdm (двоичный файл) при помощи кнопки «Сохранить».

Результаты работы четырехканального осциллографа отображаются на экране графического дисплея, расположенном в верхней части лицевой панели этого прибора, в виде четырех кривых, которые представляют четыре входных сигнала, полученные с входов А, В, С, D. Цвет кривых на экране графического дисплея соответствует цвету проводников, соединяющих входные каналы осциллографа и схему.

Для того чтобы задать цвет проводника на схеме, необходимо выделить его при помощи левой кнопки мыши, а затем, используя правую кнопку мыши, вызвать контекстное меню, в котором нужно выбрать пункт «Цвет сегмента...». В результате выполненных действий откроется окно «Палитра» (рис. 4), в котором на вкладке можно задать цвет, для чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по ячейке с нужным цветом. Новый цвет отобразится в правой нижней части окна в поле «Новый цвет». Если выбранный цвет подходит, нажмите на кнопку ОК. Для выбора цвета для проводника можно также использовать вкладку «Выбор» диалогового окна «Палитра».



Рис. 4. Окно «Палитра»

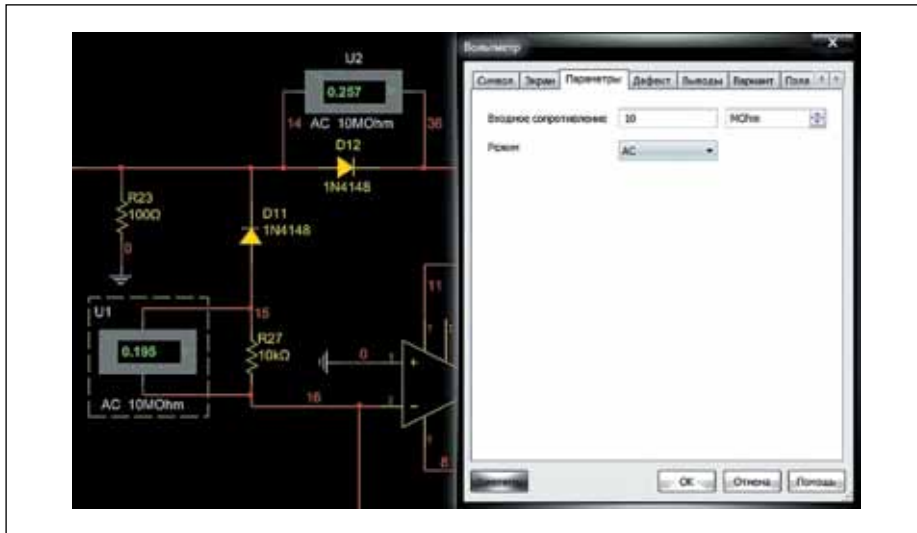


Рис. 5. Пример подключения двух вольтметров к схеме и окно настроек этого виртуального инструмента

Вольтметр

Вольтметр — это измерительный прибор для определения электродвижущей силы или напряжения в электрической цепи.

В Multisim использовать вольтметр для измерения напряжения в схеме может быть удобнее, чем мультиметр, по причине того, что первый прибор занимает меньше места на схеме. Виртуальный вольтметр находится на панели инструментов «Виртуальные измерительные компоненты». Эту панель можно добавить в проект при помощи команды меню «Вид/Панель инструментов».

По умолчанию сопротивление вольтметра установлено в 1 МОм, но при необходимости этот параметр можно изменить. Делают это следующим образом. Дважды щелкните левой кнопкой мыши по пиктограмме прибора и в открывшемся окне «Вольтметр» на вкладке «Параметры» в поле «Выходное сопротивление» введи-

те нужное значение и единицы измерения (кОм, Ом...). В этом же окне можно задать режим работы вольтметра. По умолчанию вольтметр установлен в режим DC, при котором измеряется только постоянная составляющая сигнала. Если возникает необходимость измерять переменное напряжение, установите в поле «Режим» режим работы AC. Для вступления в силу внесенных изменений необходимо нажать на кнопку ОК, которая находится в нижней части диалогового окна.

Работать с прибором просто. К примеру, для измерения напряжения на любом элементе цепи нужно включить виртуальный вольтметр параллельно с измеряемой нагрузкой, как и реальный вольтметр. До тех пор пока не установится окончательное напряжение, вольтметр может показывать промежуточные значения. В том случае если есть необходимость одновременно измерить на-

пряжение на другом элементе цепи, включите другой вольтметр в цепь.

Результаты измерений отображаются в «Окне результатов» на пиктограмме вольтметра.

На рис. 5 представлен пример подключения двух вольтметров к схеме, а также окно настроек этого виртуального инструмента.

Токовый пробник

Токовый пробник (датчик тока) преобразует ток, протекающий в проводнике, в напряжение, которое может быть измерено с помощью осциллографа. Датчик тока находится на панели инструментов «Приборы». Для того чтобы подключить пробник к схеме, следует:

- на панели инструментов «Приборы» щелкнуть левой кнопкой мыши по иконке этого прибора;
- при помощи левой кнопки мыши перетащить токовый пробник на схему и подключить к нужному проводнику;
- разместить в рабочей области проекта осциллограф и подключить к нему выходные клеммы токового пробника.

Пиктограмма токового пробника на схеме, а также его подключение к проводнику и осциллографу показаны на рис. 6. Зеленая стрелка на пиктограмме отображает полярность подключения пробника, которую можно изменять следующим образом: щелкните на пробнике правой кнопкой мыши и в открывшемся контекстном меню выберите пункт «Полярность подключения».

По умолчанию отношение выходного напряжения токового пробника к измеряемому току установлено в 1 В/мА, но при необходимости этот параметр можно изменить. Делают это следующим образом. Дважды щелкните левой кнопкой мыши по пиктограмме прибора и в открывшемся окне «Свойства бесконтактного пробника»

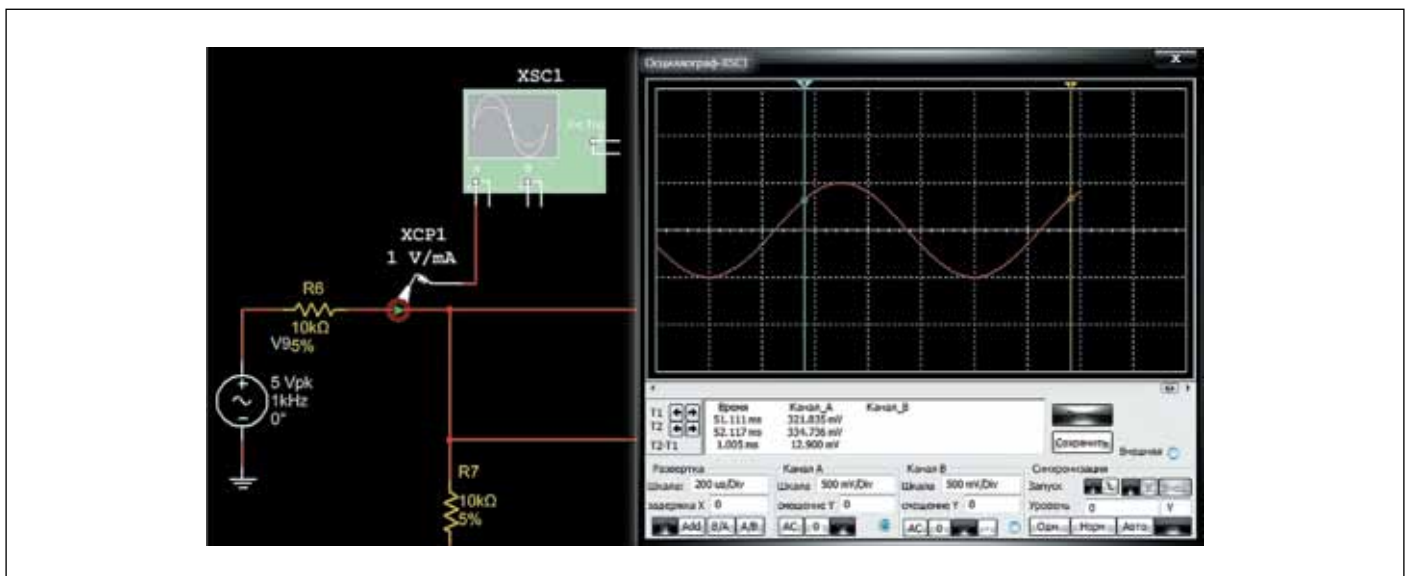


Рис. 6. Пиктограмма токового пробника на схеме и его подключение к проводнику и осциллографу



Рис. 7. Окно «Свойства бесконтактного пробника»

(рис. 7) в поле «**Коэффициент преобразования**» введите нужное значение и единицы измерения (мВ/мА, нВ/мА...). Используйте значение коэффициента преобразования для конвертирования напряжения в ток. Для прямого (1:1) отношения выходного напряжения к измеряемому току устанавливается значение коэффициента преобразования, равное 1 мВ/мА.

Анализатор нелинейных искажений

При прохождении электрического колебания по цепям, содержащим элементы с нелинейными вольт-амперными характеристиками, возникают нелинейные искажения, которые проявляются в изменении формы сигнала. Для измерения коэффициента нелинейных искажений сигналов в радиотехнических устройствах (усилителях электрических колебаний, радиоприемных и радиопередающих устройствах, аппаратуре звукозаписи) используется прибор — анализатор нелинейных искажений (измеритель коэффициента гармоник). В Multisim он находится в панели инструментов «**Приборы**».

Подключение анализатора нелинейных искажений к исследуемой схеме, а также его лицевая панель представлены на рис. 8.

В верхней части лицевой панели находится строка заголовка, которая изменяется в зависимости от типа выбранного измерения. Тип предполагаемого измерения задается в окне «**Управление**» (это окно находится в нижней левой части лицевой панели) при помощи кнопок **THD** (общие нелинейные искажения) и **SINAD** (шумовые искажения сигнала). В этом же окне находится кнопка «**Уст...**», после нажатия на которую открывается окно «**Установки**» (рис. 9), в котором можно задать стандарт измерения, количество гармоник и точки FFT. Результат измерений отображается в «**Окне результатов**» лицевой панели прибора, которое находится под строкой заголовка.

Единицы измерения, в которых будет представлен результат (% или дБ), можно задать в окне «**Экран**» при помощи одноименных кнопок: «%» и **дБ**. (Окно «**Экран**» находится в нижней части лицевой панели прибора.) В левой части лицевой панели анализатора нелинейных искажений находятся кнопки «**Старт**» и «**Стоп**», предназначенные для запуска и остановки измерений в установленном режиме. В поле «**Основная частота**» задается нужное значение и единицы измерения частоты в диапазоне от 1 Гц до 4 ГГц. В поле «**Разрешение**» из выпадаю-

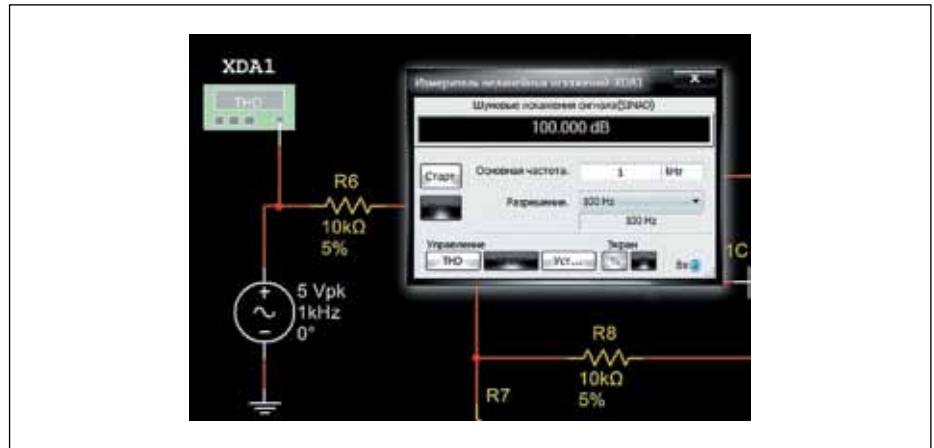


Рис. 8. Подключение анализатора нелинейных искажений к исследуемой схеме и его лицевая панель

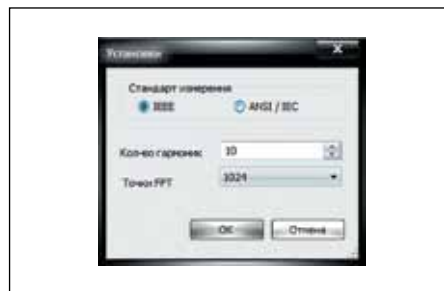


Рис. 9. Окно «Установки»

щего списка можно выбрать нужное значение разрешения. В нижней правой части лицевой панели находится переключатель «**Вх**», который отображает наличие подключения прибора к исследуемой схеме.

Частотомер

Частотомер — это измерительный прибор, который используется для измерения частоты сигнала. В Multisim этот прибор находится в панели инструментов «**Приборы**». Пиктограмма частотомера используется для его подключения к схеме, а лицевая панель — для настройки и наблюдения за результатами измерений.

На рис. 10 представлен пример, который наглядно демонстрирует подключение двух частотомеров к исследуемой схеме

частотомеров XFC1 и XFC2 к исследуемой схеме. Частотомер XFC1 используется для измерения времени переднего и заднего фронта сигнала, а XFC2 — для измерения длительности положительного и отрицательного импульса. Также частотомер можно использовать для измерения частоты сигнала и длительности одиночного цикла сигнала. Измеряемый параметр выбирают при помощи кнопок «**Частота**», «**Период**», «**Длительность**», «**Фронт/Спад**» в окне «**Измеряемый параметр**» в левой части лицевой панели прибора. Результаты измерений отображаются в «**Окне результатов**», которое находится в верхней части лицевой панели прибора.

В поле «**Чувствительность (RMS)**» задается нужное значение и единицы измерения чувствительности прибора. В поле «**Уровень запуска**» устанавливают нужное значение и единицы измерения переключения (точка, до которой должен дойти сигнал, прежде чем отобразится результат). В нижней левой части лицевой панели прибора расположено окно «**Вид измерения**», в котором находятся две кнопки. Посредством выбора одной из кнопок можно задать отображение в «**Окне результатов**» только переменной составляющей сигнала (кнопка **AC**) или суммы переменной и постоянной составляющих

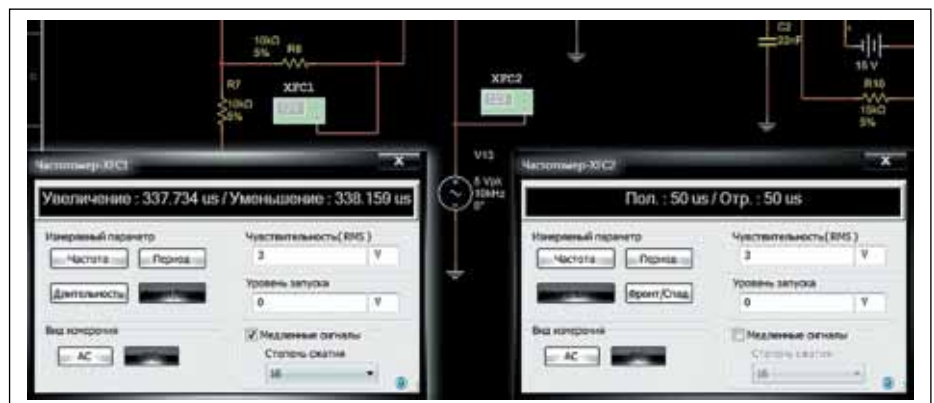


Рис. 10. Пример подключения двух частотомеров к исследуемой схеме

сигнала (кнопка DC). Переключатель в правой нижней части лицевой панели прибора отображает наличие подключения частотомера к исследуемой схеме.

Заключение

Перед тем как запустить симуляцию схемы в Multisim, необходимо обратить внимание на то, что используемые в схеме виртуальные приборы должны быть правильно настроены. Это замечание важно, так как в некоторых случаях установка параметров по умолчанию может не подходить для вашей схемы, а установка пользователем некорректных параметров может стать причиной того, что полученные результаты окажутся неверными

или трудно читаемыми. При возникновении проблем в процессе симуляции схемы возникшие ошибки записываются в файл журнала ошибок и аудита, который можно просмотреть, выбрав в меню «**Моделирование**» пункт «**Журнал моделирования/анализа**». Следует отметить, что настройки виртуальных приборов можно изменять и во время симуляции.

Программа Multisim предоставляет широкий набор виртуальных инструментов, при помощи которых можно анализировать схемы, разработанные в ее среде, и задавать входные воздействия на схему. Во всех приборах можно изменять режимы их работы и настроек. Multisim является удобным, простым и практичным средством для модели-

рования электрических схем и исследования их работы. Результаты моделирования можно вывести на принтер или импортировать для дальнейшей обработки. ■

Литература

1. NI Circuit Design Suite — Getting Started with NI Circuit Design Suite. National Instruments. Jan. 2012.
2. Технология виртуальных приборов компании National Instruments. National Instruments, 2013.
3. NI Multisim — Fundamentals. National Instruments. Jan. 2012.
4. Professional Edition Release Notes NI Circuit Design Suite Version 12.0.1. National Instruments, 2012.