

PowerGraph

часть II - проведение измерений

Измайлов Д.Ю., Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Россия

Продолжается цикл публикаций по работе с программным пакетом PowerGraph, стремительно набирающим популярность в Украине (см. ПИКАД №3, 2007 и №1, 2008). Отличительными чертами PowerGraph являются поддержка широкого спектра оборудования, простота и наглядность пользовательского интерфейса, сочетающиеся с эффективным динамическим представлением графических данных. Работа с PowerGraph не требует умения программировать, но позволяет даже начинающим применять мощные функции цифровой обработки и анализа сигналов. Вторая статья цикла посвящена основным вопросам проведения измерений с помощью АЦП, а именно - выбору каналов и частоты опроса, регистрации данных и автоматизации процессов измерения.

Применение любых устройств аналого-цифрового преобразования для проведения компьютерных измерений предполагает выбор двух основных параметров - регистрируемых каналов и частоты регистрации данных. Эти параметры определяются условиями и задачами измерений, но во многом возможность их выбора зависит от программного обеспечения и самого устройства. В программах, поставляемых вместе с измерительным оборудованием, выбор каналов и частоты регистрации обычно ограничен аппаратными возможностями поддерживаемых устройств. В специализированных измерительных системах выбор каналов и частоты регистрации определяется методикой измерений и не всегда доступен пользователю. Однако, при проведении научных исследований и стендовых испытаний значительную роль играет возможность свободного выбора и изменения параметров регистрации, что в полной мере реализовано в программном пакете PowerGraph.

Выбор регистрируемых каналов

Для управления регистрацией и визуализацией сигналов в PowerGraph применяются специальные элементы интерфейса - графики. Каждый график обеспечивает управление одним из каналов по выбору

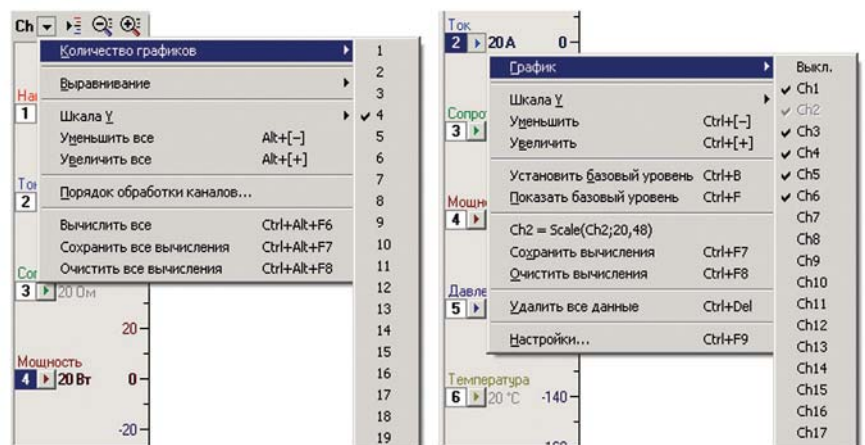
пользователя. Для регистрации любого набора каналов необходимо:

- установить количество графиков, равное количеству регистрируемых каналов;
- выбрать для каждого графика один из регистрируемых каналов.

Шкала амплитуды, расположенная в левой части главного окна PowerGraph, содержит кнопки графиков. Слева от кнопки графика указывается номер выбранного канала. Количество графиков устанавливается командой **Количество графиков** в общем меню каналов и графиков - **Сервис/Каналы и Графики**. Для быстрого доступа к общему меню можно также использовать дополнительную кнопку над шкалой амплитуды. По умолчанию, в

графиках выбираются каналы по возрастанию номеров - для верхнего графика канал 1, для следующего графика канал 2 и т.д. Если требуется регистрировать последовательный набор каналов от 1 до N, то достаточно установить в программе N графиков.

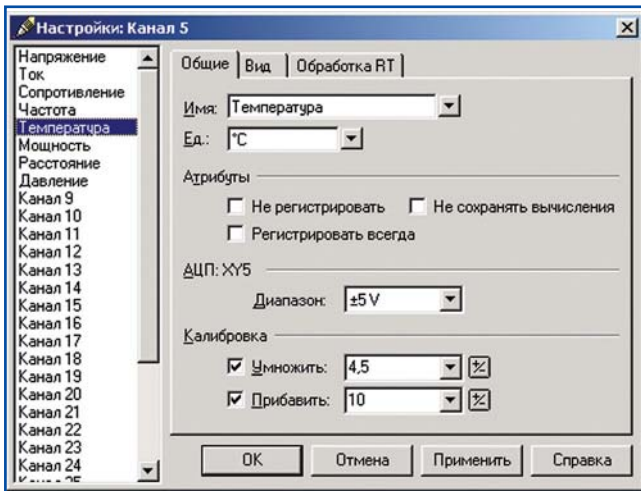
Кнопки графиков на шкале амплитуды вызывают индивидуальное меню соответствующего канала и графика. Команда **График** в индивидуальном меню позволяет выбрать другой канал или выключить график. Изменить канал графика можно также нажатием правой кнопки манипулятора "мышь" на номере канала. Выключение графика позволяет отказаться от регистрации и визуализации канала без изменения общего количества графиков.



MenuGraph. Общее и индивидуальное меню графиков

При запуске регистрации используется принцип **"регистрирую то, что вижу"**, т.е. регистрируются только выбранные в графиках каналы. Но в программе также существуют дополнительные возможности включения и выключения регистрации каналов, обладающие более высоким приоритетом, чем регистрация видимых каналов. Команда **Настройки...** в индивидуальном меню вызывает окно настроек каналов. В предыдущей публикации (ПИКАД №1, 2008) уже были рассмотрены такие настройки, как наименование канала и единиц измерения, аппаратный диапазон измерений и программные калибровочные коэффициенты. Настройки каналов включают также дополнительные **атрибуты** управления регистрацией данных:

■ **Не регистрировать** - канал, для которого установлен этот атрибут, не регистрируется, даже если он выбран в одном из видимых графиков. Отключение регистрации применяется для расчетных каналов, содержащих результаты математической обработки других каналов;



ChannelsSet. Настройки каналов

■ **Регистрировать всегда** - канал, для которого установлен этот атрибут, регистрируется всегда, даже если он не выбран ни в одном из видимых графиков. Этот атрибут позволяет регистрировать "скрытые" каналы, которые не отображаются на экране.

Требуется ли каждый раз при работе с PowerGraph выбирать и настраивать каналы? Конечно, нет. При завершении работы программа автоматически сохраняет текущие настройки каналов и графиков и использует их при следующем запуске. Кроме того, PowerGraph позволяет создавать индивидуальные настрой-

ки для конкретной задачи или для определенного типа устройства. В меню **Файл** главного окна программы присутствуют дополнительные команды для работы с настройками:

Загрузить настройки - загрузка настроек (выбор из списка);

Сохранить настройки - сохранение текущих настроек;

Сбросить настройки - восстановление настроек по умолчанию.

Сохранение и загрузка настроек позволяет, например, использовать один многоканальный АЦП в нескольких измерительных задачах без физического переключения контактов и перепайки проводов. При этом каналы АЦП распределяются между задачами, а для регистрации данных достаточно загрузить в PowerGraph соответствующие настройки каналов и графиков.

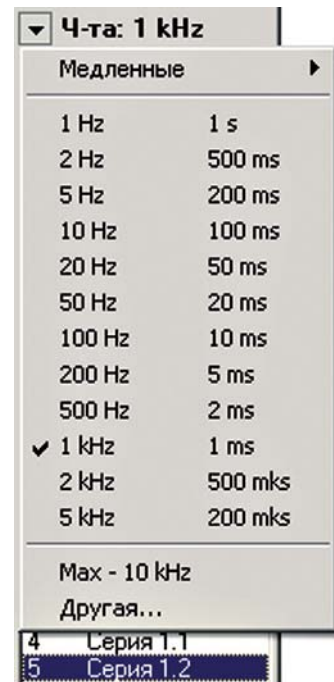
Выбор частоты регистрации

Частота регистрации - это количество значений каждого канала, регистрируемых в единицу времени.

Обычно частоту регистрации указывают в герцах (рус. - Гц, англ. - Hz), т.е. количество значений в секунду, но для удобства могут применяться и другие единицы времени.

В PowerGraph выбор частоты регистрации осуществляется в меню **Сервис/Частота регистрации**. Для быстрого доступа к этому меню

частоты для используемого АЦП. Тем не менее, следует помнить, что для некоторых устройств максимальное значение частоты доступно только при регистрации одного канала. В устрой-



MenuRate. Меню частоты регистрации

ствах, содержащих одну микросхему АЦП, многоканальная регистрация обеспечивается за счет переключения (мультиплексирования) АЦП между несколькими физическими входами устройства. При этом частота работы АЦП делится между каналами, а максимальная частота регистрации данных уменьшается пропорционально количеству регистрируемых каналов. Например, если максимальная частота регистрации одного канала равна 1000 Герц, то для двух каналов она будет равна 500 Герц, для 4 каналов - 250 Герц и т.д. Для устройств с мультиплексированием произведение частоты регистрации на количество регистрируемых каналов не должно превышать максимального значения частоты АЦП. Если это правило нарушается, то при попытке запустить регистрацию программа предупреждает об этом. В таком случае необходимо уменьшить частоту регистрации или количество регистрируемых каналов.

Выбор частоты не ограничивается только списком стандартных значений, PowerGraph допускает использование любых значений частоты регистрации данных. Команда **Другая...** в меню частоты позволяет ввести произвольное численное значение как в

можно использовать дополнительную кнопку в правой части главного окна программы. Меню частоты содержит список стандартных значений (кратных 2, 5 и 10) от 1 Гц до максимальной частоты АЦП. Рядом с каждой частотой указывается обратная величина - период дискретизации, т.е. время между соседними значениями одного канала. Дополнительное подменю **Медленные** содержит список частот менее 1 Гц, измеряемых в количестве значений в минуту (/min).

Пункт **Max** в меню частоты устанавливает максимальное значение

единицах частоты (в минуту, герцы, килогерцы), так и в единицах периода дискретизации (секунды, миллисекунды, микросекунды). Однако не все устройства могут регистрировать данные с любой заданной частотой. Во многих устройствах аппаратная частота АЦП формируется целочисленным делителем частоты кварцевого генератора и может принимать только фиксированные значения из дискретного ряда. Например, для устройства с частотой кварцевого генератора 1 МГц возможны следующие значения частоты АЦП: 100 кГц (1 МГц/10), 90,9 кГц (1 МГц/11), 83,3 кГц (1 МГц/12) и т.д. Это приводит к тому, что реальная частота регистрации данных может отличаться от частоты, указанной пользователем. PowerGraph не только передает в устройство "рекомендуемую" пользователем частоту регистрации, но и запрашивает от устройства реальное значение частоты, которое используется при работе с записанными данными.

Регистрация данных

Для запуска и остановки регистрации данных в PowerGraph используется кнопка **Старт/Стоп** в правой нижней части главного окна программы. Принципиальной особенностью PowerGraph является возможность записи в один файл серии измерений. При каждом запуске данные сохраняются в отдельный независимый блок. Файл PowerGraph представляет собой как бы ленту самописца, содержащую последовательность отдельных временных участков (блоков), записанных поочередным включением и выключением самописца. В правой части главного окна программы расположен список всех записанных блоков данных. Выбор блоков в этом списке используется для операций редактирования: перемещение, дублирование, удаление и др. Двойной щелчок на любом блоке в списке приводит к немедленному отображению этого блока на экране.

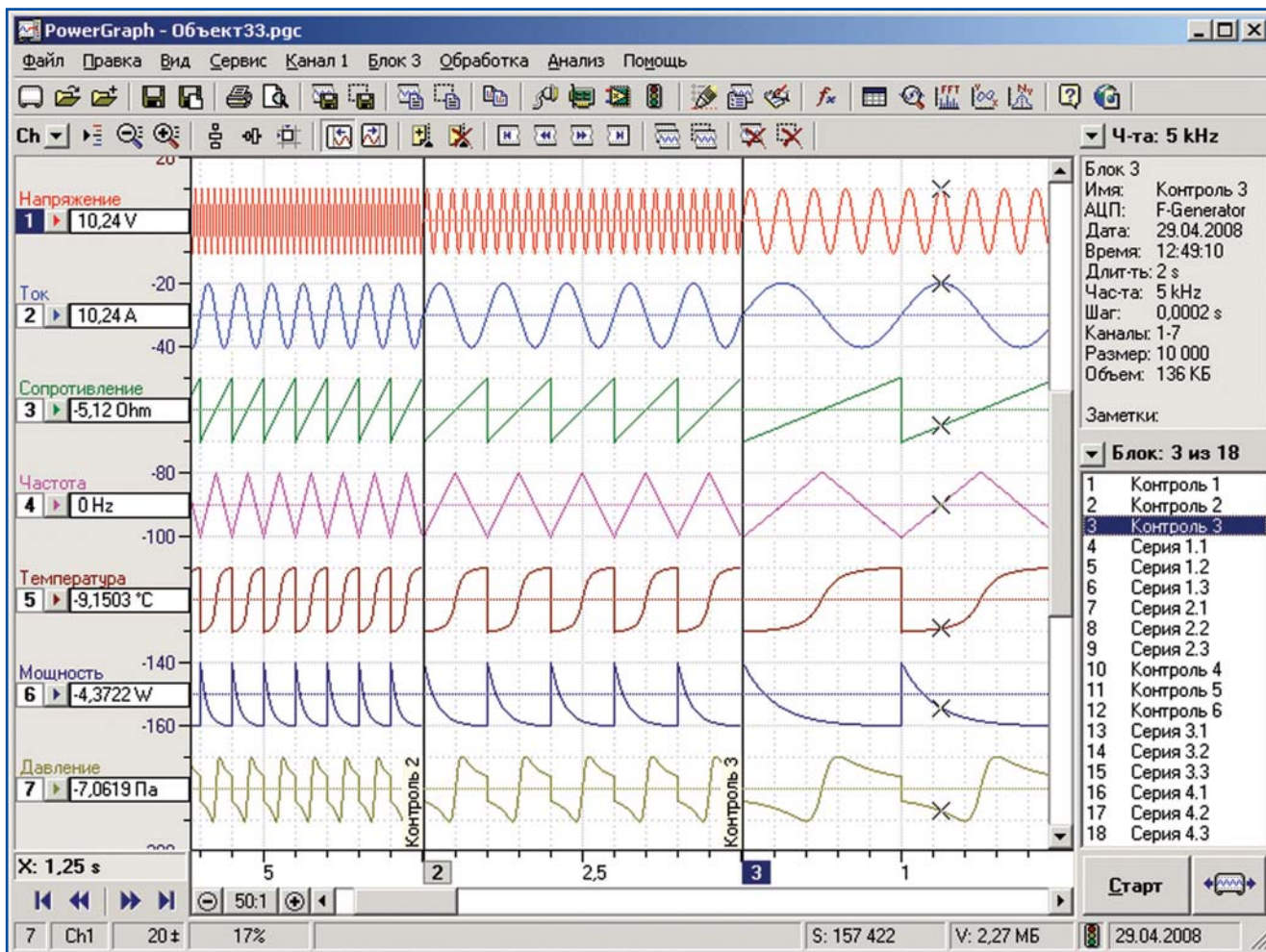
Кроме результатов аналого-цифрового преобразования PowerGraph автоматически фиксирует для

каждого блока индивидуальные параметры:

- тип устройства, которое использовалось для получения данных;
- дата и время начала регистрации блока;
- значения реальной частоты регистрации и периода дискретизации;
- длительность, размер и объем данных.

Эта информация отображается над списком блоков и оказывает существенную пользу при работе с данными. Для облегчения идентификации данных PowerGraph позволяет присвоить каждому блоку индивидуальное название, а также записать для каждого блока данных текстовые заметки (например, описание условий и задач измерения).

Возможность записи серии измерений в один файл имеет ряд преимуществ по сравнению с распространенной записью отдельных файлов при каждом запуске. Во-первых, все измерения в течение одного дня или все измерения одного из исследуемых объектов могут храниться в одном файле, что значительно облег-



Файл PowerGraph может содержать несколько независимых блоков данных

чает поиск и сравнение сигналов. Во-вторых, блочная система записи позволяет осуществлять обработку и анализ данных сразу во всех блоках файла, что существенно ускоряет получение результатов измерений.

Автоматизация процесса измерений

При проведении измерений пользователю приходится управлять как самой измерительной установкой, так и регистрацией данных на компьютере. Если исследования состоят из серии измерений, то требуется многократно запускать и останавливать запись данных. Возникает очевидный вопрос - можно ли автоматизировать измерения, используя интеллектуальные способности самого компьютера, например, "доверить" компьютеру запуск и остановку регистрации данных? В случае применения PowerGraph, ответ утвердительный.

В PowerGraph предусмотрены функции синхронизации сбора данных, т.е. автоматического управления запуском и остановкой регистрации данных. При синхронизации программа непрерывно получает данные от устройства, но сохраняет не все данные, а только определенный участ-

ток, соответствующий заданным условиям. В качестве таких условий PowerGraph позволяет использовать:

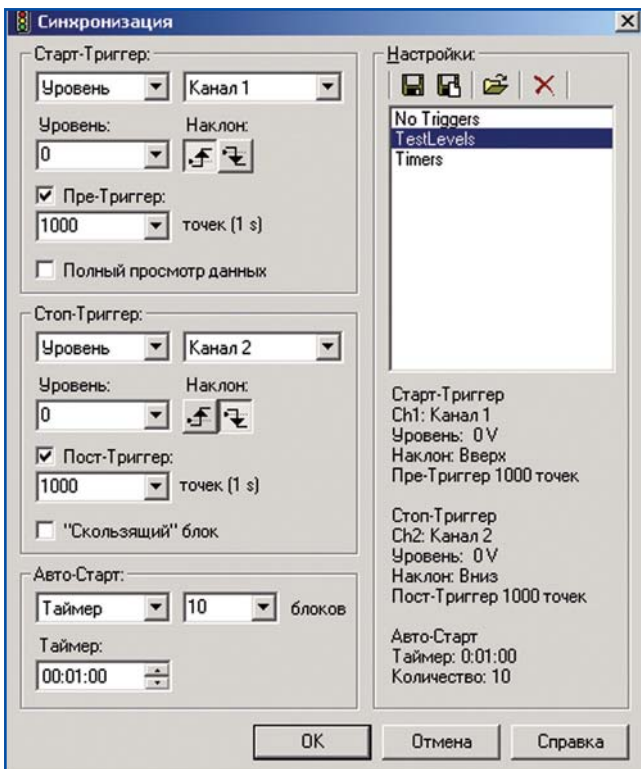
- **суточное время** - управление регистрацией по системным часам компьютера;
- **количество значений** - управление регистрацией по счетчику значений, полученных от устройства;
- **уровень сигнала** - управление регистрацией по результатам сравнения амплитуды входного сигнала с контрольным значением.

Команда **Синхронизация...** в меню **Сервис** главного окна PowerGraph вызывает дополнительное диалоговое окно, содержащее три группы параметров синхронизации.

Параметры **Старт-Триггер** определяют условия запуска регистрации данных. Измерения всегда начинаются сразу после нажатия кнопки **Старт**, но данные, полученные до возникновения условий запуска, являются временными и автоматически удаляются.

Запуск по времени (Время) - начало записи блока данных в указанное время суток по системным часам компьютера.

Запуск по счетчику (Счетчик) - начало записи блока данных после получения от устройства заданного количества значений.



SyncParam. Параметры синхронизации: запуск, остановка и автозапуск регистрации данных

Остановка по таймеру (Таймер) - запись блока данных фиксированной длительности.

Остановка по счетчику (Счетчик) - запись блока данных фиксированного размера.

Остановка по уровню (Уровень) - запись блока данных до того момента, когда сигнал в выбранном канале достигнет указанного значения. Кроме выбора канала и контрольного значения, остановка по уровню предусматривает выбор направления изменения сигнала (положительный или отрицательный фронт), а также возможность записи **постистории** (участок сигнала, после достижения контрольного значения).

Параметры остановки регистрации включают также дополнительный режим **"скользящего" блока**. В этом режиме программа регистрирует данные в один блок фиксированной длительности или размера, удаляя его начальный участок по мере поступления новых данных. Режим "скользящего" блока соответствует принципам работы запоминающего осциллографа. Остановка регистрации в этом режиме происходит при нажатии кнопки **Стоп**, при этом в блоке сохраняется только последний участок данных указанной длительности или размера.

Параметры **Авто-Старт** определяют условия повторного запуска регистрации, позволяя организовать автоматическую запись данных в серию блоков. Начало записи первого блока определяется параметрами запуска (Старт-Триггер), а параметры автозапуска (Авто-Старт) определяют начало записи второго и последующих блоков серии.

Автозапуск по таймеру (Таймер) - начало записи очередного блока данных через указанное время после начала записи предыдущего блока.

Автозапуск по счетчику (Счетчик) - начало записи очередного блока данных после получения указанного количества значений от начала записи предыдущего блока.

Автозапуск по уровню (Уровень) - начало записи очередного блока с момента, когда входной сигнал в выбранном канале достигнет указанного значения.

PowerGraph позволяет произвольным образом комбинировать условия запуска, остановки и автозапуска регистрации данных, однако,

можно выделить несколько типичных задач применения функций синхронизации:

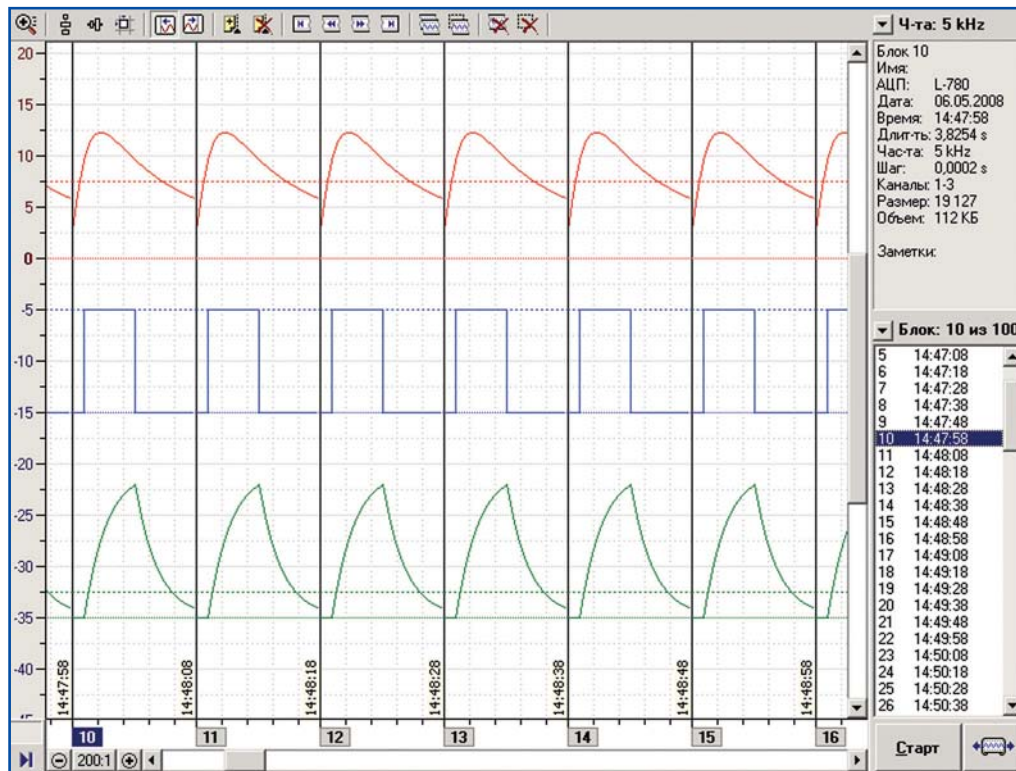
Запуск по уровню (Уровень) - начало записи блока данных с того момента, когда сигнал в выбранном канале достигнет указанного значения. Кроме выбора канала и контрольного значения, запуск по уровню предусматривает выбор направления изменения сигнала (положительный или отрицательный фронт), а также возможность записи **предистории** (участок сигнала, предшествующий достижению контрольного значения).

Параметры **Стоп-Триггер** определяют условия остановки регистрации данных.

■ синхронизация по времени - периодический мониторинг работающих систем, например, регистрация данных в течение 10 мин через каждый час.

■ синхронизация по уровню - обнаружение и запись фактов превышения допустимых значений сигналов в системах контроля.

Управление регистрацией данных с помощью функций программного обеспечения компьютера является **программной синхронизацией**, но существует также и **аппаратная синхронизация**, которая осуществляется на уровне собственного микроконтроллера или процессора устройства. Аппаратная синхронизация реализована во многих устройствах сбора данных (L-Card, National Instruments) и она, безусловно, играет ведущую роль в системах с обратной связью, где требуется незамедлительная ответная реакция на какие-то события. Однако, если речь идет



SyncBlocks. Автоматическая запись серии блоков с синхронизацией по уровню сигнала

■ для аппаратной синхронизации характерен однократный запуск и остановка регистрации по заданным условиям. Программная синхронизация предоставляет возможность многократного автоматического запуска-остановки регистрации и полной автоматизации измерений;

■ круг условий аппаратной синхронизации ограничен - это, как правило, уровень сигнала в одном из каналов или состояние цифрового входа. Программная синхронизация может использовать практически любые события и условия, например, работу других программ и устройств, а также суточное время;

■ программная синхронизация, в отличие от аппаратной, позволяет использовать не только входные сигналы, но и расчетные данные. Например, синхронизация по расчетному значению мощности при регистрации напряжения и силы тока. Для аппаратной синхронизации характерна высокая доля ложных срабатываний, связанных с помехами, дрейбом контактов, собственными шумами АЦП и т.п. При программной синхронизации все эти проблемы могут быть устранены предварительной фильтрацией и сглаживанием сигнала. Вычислительные возможности компьютера существенно превосходят возможности любого устройства сбора данных, поэтому программная

синхронизация позволяет использовать любые алгоритмы обработки сигналов.

Но основным отличием аппаратной и программной синхронизации является то, что аппаратная синхронизация должна быть реализована производителем в самом устройстве, а это всегда сказывается на его цене. Программная синхронизация работает с данными, поэтому не зависит от устройства и может использоваться в любых измерительных системах. Подавляющее большинство устройств сбора данных не имеют функций аппаратной синхронизации, поэтому единственной возможностью автоматизировать процесс измерений для таких устройств остается синхронизация на уровне программного обеспечения.

АКЦИЯ!
 Дополнительная лицензия на **PowerGraph** за публикацию о внедрении программного продукта в журнале "ПиКАД"

только о регистрации данных, то программная синхронизация обладает значительными преимуществами.

Рассмотрим основные отличия программной и аппаратной синхронизации:

■ при аппаратной синхронизации устройство не передает данные в компьютер до срабатывания триггеров синхронизации, поэтому пользователь не видит сигналы и находится в неведении о происходящих событиях. При программной синхронизации программа получает все данные и может перед удалением отображать их на экране, а также сохранять предисторию событий любого размера;

КОНТАКТЫ:
 тел: 8-107-495-961-47-30
 e-mail: soft@powergraph.ru

Демонстрационная версия, позволяющая протестировать возможность применения PowerGraph для различных задач регистрации, обработки и анализа сигналов доступна в Интернете по адресу: www.powergraph.ru.