

# Обучающие системы для силовых электронных устройств

Технология ключевого значения для электроприводов –  
Мультимедийное обучение, экспериментирование,  
программирование и исследование



Связь через порт USB и панель инструментов LN-Toolbox с программной средой Matlab®/Simulink®



# Силовая электроника в понятном изложении

## Ключевая роль силовой электроники



В ходе коренных перемен в энергетике силовая электроника как комплексная технология заняла ведущую позицию. Приводы с частотным регулированием позволяют достигнуть значительной экономии. Еще более значительные перемены произошли в автомобильном транспорте, ведь в будущем именно электромобили будут доминировать на автодорогах.

Внедрение силовой электроники требует компетентности в вопросах подготовки и реализации проектов, в противном случае потенциальные возможности могут остаться нереализованными или ожидаемый экономический эффект не наступит из-за ошибок параметрирования.

В этом отношении промышленность повышает требования к профессиональной компетентности специалистов по электронике, техников и инженеров – требуются знания, которые позволят видеть потенциальные возможности, выполнять проектные работы, профессионально применять устройства силовой электроники, подключать и параметризовать их. Поэтому от профессиональной подготовки, вплоть до инженерного уровня, ожидается практическое и проектно-ориентированное обучение.

## Современные инструменты для разработки и анализа электропривода



Для реализации задач технологического прорыва промышленность ищет инженеров высокой квалификации, которые помимо профессиональных знаний знакомы с современными эффективными инструментами и могут их применять. В качестве стандарта для технико-экономических расчетов и построения моделей во всем мире принят язык программирования Matlab®/Simulink®.

Благодаря языку программирования высокого уровня и интерактивной среде для числовых расчетов, а также визуализации и программированию, удается реализовать особо короткие циклы разработки в области регулируемых приводов, на которые существует чрезвычайно высокий спрос особенно из-за потребностей электромобилестроения.

Применение этих инструментов отличается сложностью и требует обучения, особенно в сочетании с испытательными стендами и «программно-аппаратным тестированием», а также практическим освоением. Здесь большая ответственность за подготовку инженеров с требуемым для промышленности уровнем компетентности во всем мире возлагается на высшую школу.

## Знать и понимать основы силовой электроники и электропривода



Модульная система комбинированного обучения по силовой электронике и электроприводу значительно упрощает и повышает эффективность обучения и экспериментирования. Различные модули базовой и дополнительной комплектации позволяют проводить сложные и интересные эксперименты и с высокой эффективностью передавать знания и придавать способность к самостоятельной работе. Начиная с транзисторов, используемых в качестве выключателей, и заканчивая методами модуляции и регулируемым приводом постоянного и трехфазного тока, во всех темах имеются интерактивные руководства по проведению экспериментов (ILA). Компьютерная мультипликация помогает сделать понятной сложную теорию. Благодаря проверенным на практике инструкциям и приборам с самозащитой, проведение экспериментов по программе проектно-ориентированного обучения становится простым и легким делом. Предусмотренные в составе курса виртуальные инструменты визуализируют реальные результаты измерений или управляют преобразователем частоты.

### Ваши преимущества

- Компактная, простая в управлении система с функцией самозащиты
- Встроенное измерение и представление электрических величин в зависимости от времени
- Возможность модификации до комплектных систем привода с электрическими машинами класса 300 Вт и 1 кВт.

## Модифицируйте обучающую систему до программируемой системы быстрого моделирования Rapid-Prototyp для электропривода.



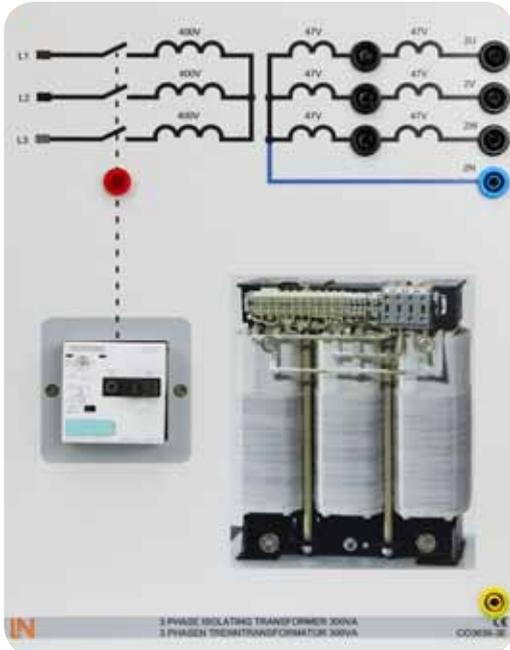
Блок управления Вашего привода можно свободно запрограммировать посредством интерфейса для программирования. При помощи панели инструментов LN-Toolbox на языке программирования Matlab®/Simulink® можно с малыми затратами времени моделировать сложные регулируемые приводы, а затем при помощи автоматически генерируемого кода запрограммировать блок управления. При воздействии переменной нагрузки можно выполнить сложный анализ системы при помощи расширенных инструментов. Язык программирования Matlab®/Simulink® уже применяется в образовательных учреждениях всего мира. Дополнительно используя обучающую систему для силовых электронных устройств, мы получим единый подход к инженерной подготовке в области силовой электроники и электропривода.

### Ваши преимущества

- Система быстрого моделирования Rapid-Prototyp для силовой электроники
- Панель инструментов Matlab®/Simulink® позволяет обеспечить простой доступ к аппаратному обеспечению
- Визуализация данных в режиме реального времени
- При моделировании и генерировании кодов для аппаратного обеспечения применяется та же самая модель Matlab®.

# Компоненты

## Трехфазный разделительный трансформатор



Разделительный трансформатор служит для питания всех экспериментов с использованием силовой электроники и обеспечивает через гальваническое разделение полную защиту при проведении экспериментов.

- Выходное напряжение: 3x 94 В с отводом от средней точки 47В
- Мощность: 300 ВА/1000 ВА для режима работы с машинами мощностью 300 Вт/1 кВт
- Термомагнитная защита от перегрузки

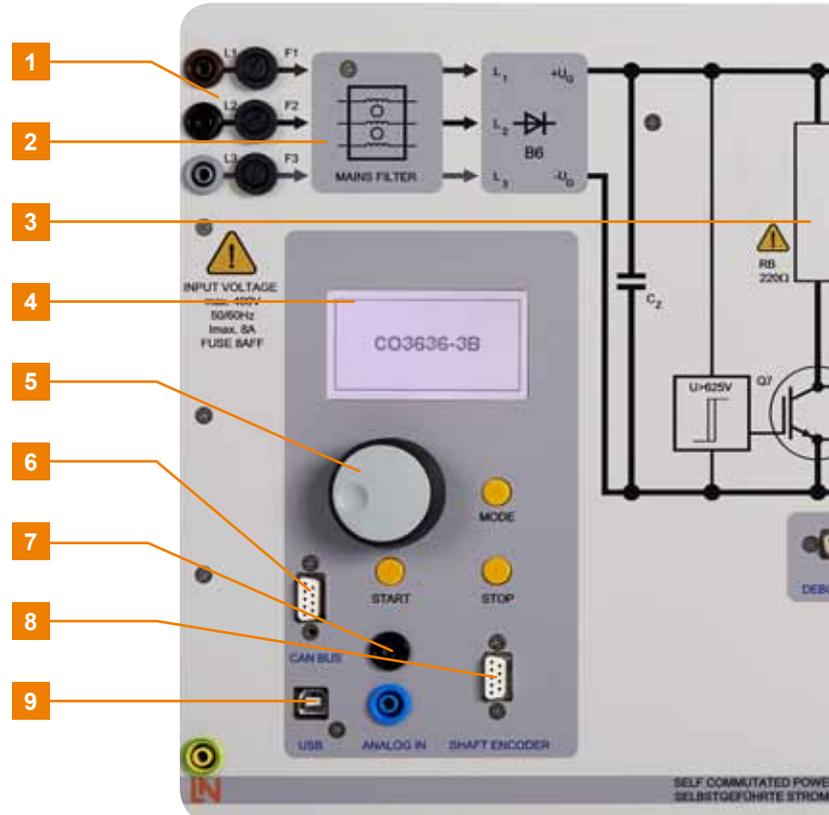
## Машины для электропривода

Все машины класса 300 Вт и 1 кВт могут быть подключены к силовой электронике. Таким путем могут быть реализованы следующие приводы:

- Регулируемые электроприводы постоянного тока
- Электроприводы с питанием от вентильного преобразователя частоты с асинхронным электродвигателем
- Приводы с электронной коммутацией
- Сервоприводы с синхронным серводвигателем

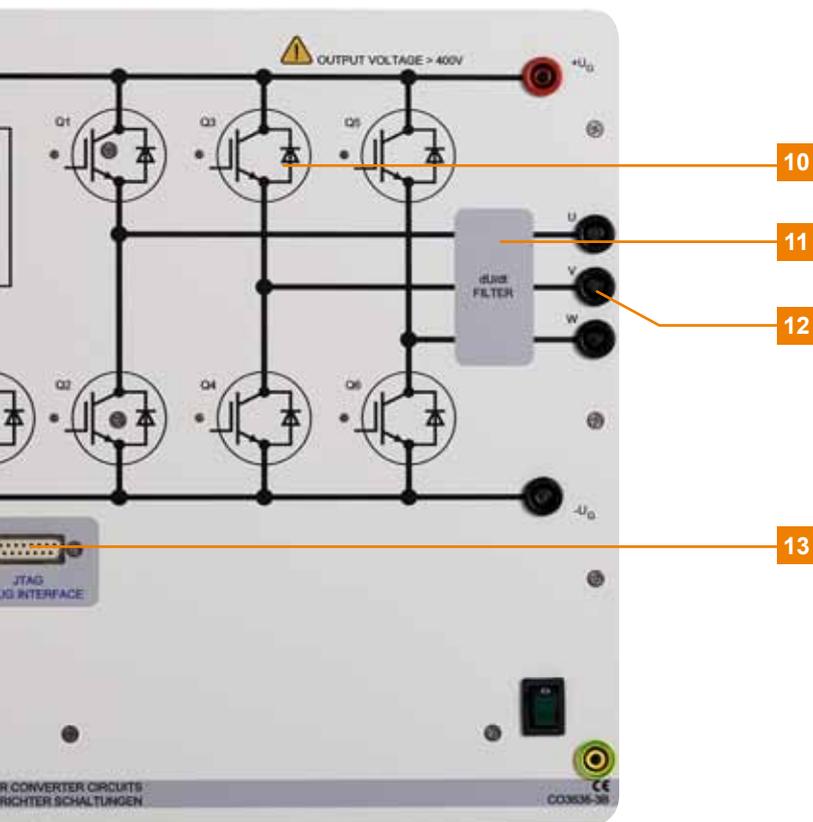
Приводы можно в удобных условиях исследовать и оптимизировать при помощи испытательного стенда для сервомеханизмов.

## Блок управления „Автономный полупроводниковый преобразователь“

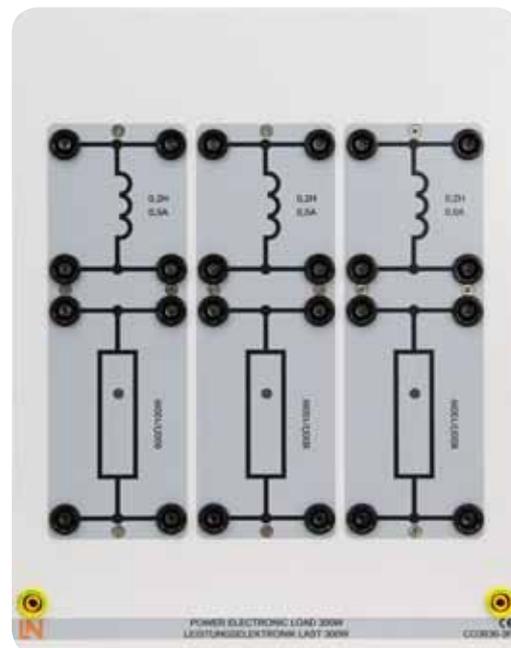


- 1 Диапазон входного напряжения 47 – 3x 230 В
- 2 Встроенный входной фильтр
- 3 Встроенный тормозной прерыватель с сопротивлением большой мощности 300 Вт
- 4 Цифровой блок управления и измерения, с возможностью измерения 6 значений напряжения и 3 значений тока, дисплей с индикатором рабочих состояний
- 5 Интуитивное управление при помощи поворотного переключателя и кнопочного выключателя
- 6 Интерфейс шины CAN для создания объединенных в сеть систем привода
- 7 Аналоговый вход +/- 10В





Узел нагрузки с машинным интеллектом



Модуль нагрузки может быть использован в качестве универсальной нагрузки для всех видов экспериментов с силовыми электронными устройствами.

- Активная нагрузка, 600 Ом, 3 x 100 Вт
- Индуктивная нагрузка, 3 x 0,2 Гн, 0,5 А,
- Светодиоды для индикации направления тока и его силы
- Реле защиты от перегрузки с самовозвратом

- 8 Вход с гальваническим разделением для инкрементного датчика с разрешением 1024 точек на один оборот
- 9 Связь с персональным компьютером через гальванически разделенный USB-порт
- 10 6 транзисторов IGBT с индикатором коммутационных состояний
- 11 Выходной фильтр для улучшения параметров электромагнитной совместимости
- 12 Большой выходной ток макс. 10А допускает работу электрических машин класса 300 Вт и 1 кВт
- 13 Интерфейс программирования для управления разработанными на языке Matlab® приложениями



# Автономные схемы вентильного преобразования

## Тренажерная система

Широкое распространение силовых электронных устройств требует от специалистов по электронике и инженеров глубоких знаний, которые позволят Вам как пользователям применять эти устройства со знанием дела и с экономией ресурсов или дадут Вам глубокое понимание этой темы, необходимое для работы в области исследований и разработок.

Поэтому в программах обучения электронщиков и студентов, изучающих электротехнику, полупроводниковые преобразователи являются важнейшей составной частью. Обучающая система «Автономные полупроводниковые преобразователи» позволит изучить в ходе сложных экспериментов основы знаний, опираясь на практический и проектный подход. Схемы, методы модуляции, генерирование вращающегося поля являются ключевыми темами, которые дополнительно разъясняются с помощью теории и, в частности, компьютерной мультипликации и за короткое время выводят на новый уровень компетентности.



Тренажерная система «Автономные полупроводниковые преобразователи с пассивной нагрузкой R-L»

### Учебные цели

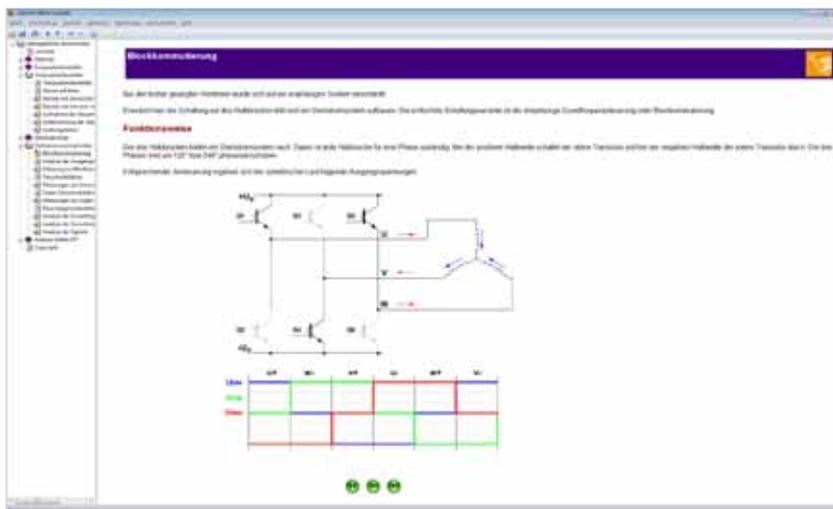
- Широтно-импульсная модуляция
- Преобразователь-регулятор постоянного напряжения в 1- и 4-квadrантном режиме
- Выпрямитель переменного тока
- Выпрямитель трехфазного тока с коммутацией „блок/синус“ и пространственно-векторной модуляцией
- Активная и индуктивная нагрузка
- Схема защиты, промежуточный контур, холостой ход
- Регулировочные характеристики и нагрузочные диаграммы
- Опорные точки, тактовая частота, пульсация
- Гармонический анализ и анализ высших гармоник

## Интерактивная учебная среда

### Как работают различные процессы управления современных силовых электронных устройств?

Познакомьтесь с различными способами управления современными силовыми электронными устройствами. Определите их характеристики при разных нагрузках и тактовых частотах. Исследуйте различные способы управления. Проанализируйте сигналы во временном и частотном диапазоне.

С помощью курса ILA Вы пройдете шаг за шагом все эксперименты.



Последовательность включения силовых полупроводниковых приборов при блочной коммутации в курсе ILA «Автономные полупроводниковые преобразователи»



Анализ высших гармоник при блочной коммутации

### Каковы результаты различных способов управления?

Управляйте различными видами нагрузки путем использования разных тактовых частот и способов управления. Проанализируйте графики изменения сигналов и характеристики в частотном диапазоне. Адаптированные виртуальные инструменты позволяют осуществить различные режимы работы, а также записывать результаты измерений. Результаты измерений можно при помощи операции «перенести и бросить» переносить в курс ILA.

# Электроприводы с питанием от вентиляного преобразователя частоты

## Тренажерная система

Современные электроприводы с питанием от вентиляного преобразователя частоты превращают любой стандартный двигатель трехфазного тока в привод с переменным числом оборотов. Надежность и широкое распространение стандартных трехфазных электродвигателей значительно способствовали при этом большому успеху технологии электронного привода с частотными преобразователями. Сегодня частотные преобразователи находят применение в целом ряде технических решений, например в текстильных станках, упаковочных машинах, грузоподъемных механизмах и даже в стиральных машинах. Взаимодействие силовой электроники и двигателей можно изучить и исследовать в рамках обучающей системы «Электроприводы с питанием от вентиляного преобразователя частоты».



Тренажерная система «Электропривод с питанием от вентиляного преобразователя частоты с испытательным стендом для сервомеханизмов»

### Учебные цели

- Различие между преобразователями частоты разных типов
- Устройство современных преобразователей частоты
- Промежуточный контур
- Тормозной прерыватель
- Способ управления (характеристическая линия  $U/f$ , характеристическая линия  $U/f^2$ , векторное управление)
- Регулирование числа оборотов, линейные графики числа оборотов
- Способ оптимизации
- Анализ соотношений напряжения и частоты

## Интерактивная учебная среда

### Как настроить различные рабочие точки?

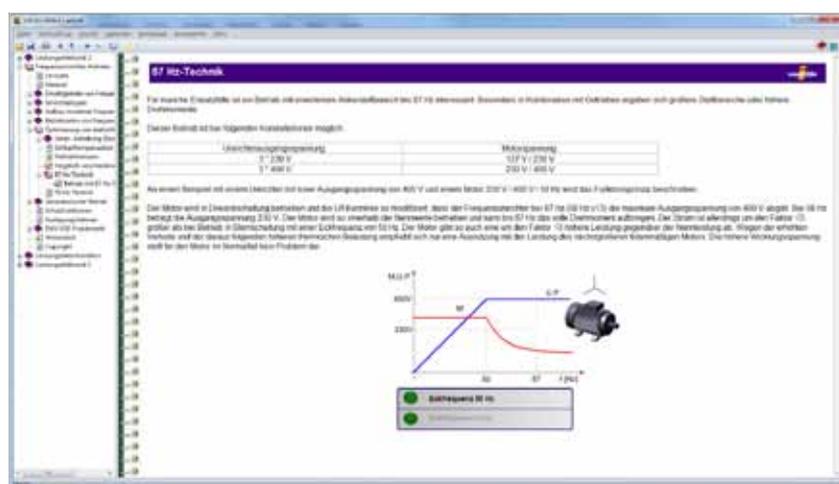
Узнайте о влиянии частоты и выходного напряжения преобразователя частоты на число оборотов, крутящий момент, мощность и коэффициент полезного действия.

Определите на испытательном стенде для сервомеханизмов и с помощью программного обеспечения ActiveServo различные рабочие точки. Наглядное представление позволяет непосредственно определить рабочие характеристики.

Курс ILA предоставляет необходимую информацию и служит в качестве руководства для практических экспериментов.



Привод насоса с переменным числом оборотов



«Технология 87-Гц» в курсе ILA „Электроприводы с питанием от вентиляного преобразователя частоты“»

### Что такое «технология 87-Гц»?

Для отдельных технических решений большую роль играют приводы с расширенным диапазоном регулирования. Техника преобразования частоты позволяет применить так называемую «технология 87-Гц». При этом при помощи интеллектуальной коммутации двигателя в сочетании с соответствующим параметрированием преобразователя частоты диапазон регулирования расширяется без снижения крутящего момента.

# Сервоприводы

## Тренажерная система

Сервоприводы представляют собой регулируемые приводы с высокими требованиями к динамике и перегрузке. Они часто применяются для решения задач автоматизации с большими изменениями числа оборотов и крутящего момента, например, в обрабатывающих станках или роботизированных системах. Обучающая система «Сервоприводы» наглядно показывает принцип действия управляемой системы сервопривода с постоянным магнитом.



Тренажерная система «Сервоприводы с испытательным стендом для сервомеханизмов»

### Учебные цели

- Устройство сервопривода
- Исследование систем координат и датчиков
- Принцип действия серводвигателя с электронной коммутацией
- Анализ модуляции
- Устройство регулирующей структуры
- Анализ регулируемого привода

## Интерактивная учебная среда

### Как устроен синхронный серводвигатель?

В учебном курсе ILA показано устройство современных серводвигателей, работа различных систем определения положения и применяемая архитектура регуляторов. Содержательные иллюстрации и компьютерная мультипликация позволяют разобраться в устройстве и принципе действия.



Устройство синхронного серводвигателя в учебном курсе ILA «Сервоприводы»

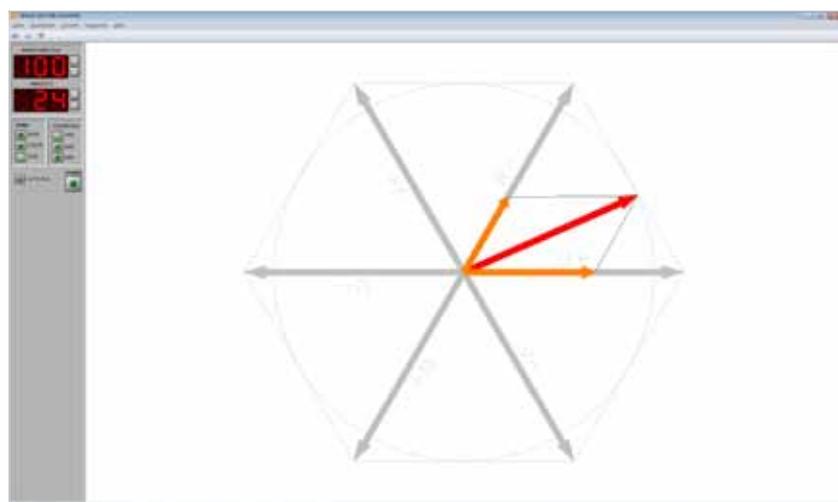


Схема пространственных векторов для управления серводвигателем

### Что такое коммутация, управляемая нагрузкой?

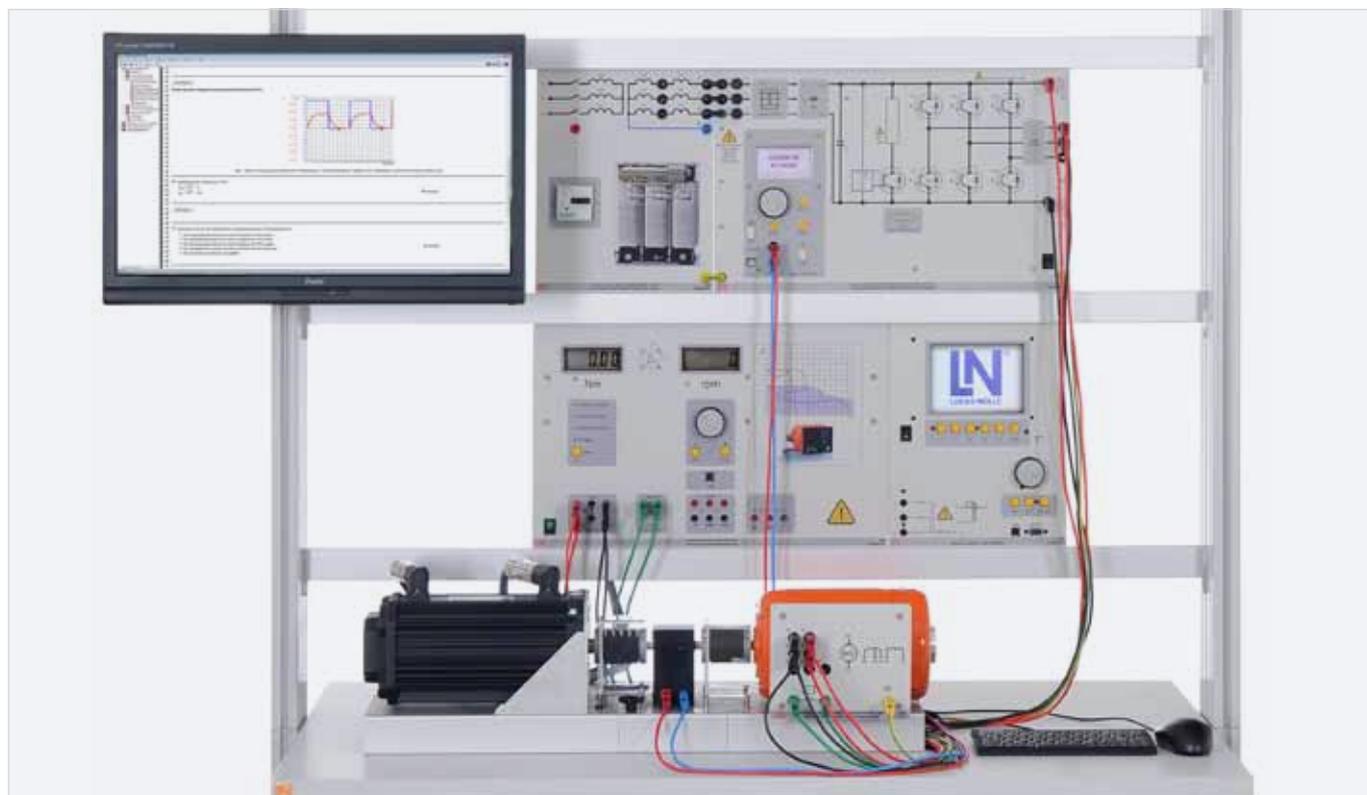
Управляйте силовыми полупроводниковыми компонентами через положение ротора. Узнайте о влиянии различных параметров на число оборотов и крутящий момент.

При помощи виртуальных инструментов оптимизируйте свойства привода и исследуйте характеристики на испытательном стенде для сервомеханизмов.

# Электроприводы с питанием от преобразователя частоты с электродвигателем постоянного тока

## Тренажерная система

Приводы с полупроводниковыми преобразователями и двигателями постоянного тока особенно удобны для освоения области управляемых приводов благодаря простой структуре регулирования. Раздельное рассмотрение регулирования тока и числа оборотов позволяет поэтапно вводить оборудование в эксплуатацию и оптимизировать параметры регулятора. Обучающая система наглядно показывает принцип действия управляемой системы привода.



Обучающая система «Электропривод с питанием от преобразователя частоты с двигателем постоянного тока и испытательным стендом для сервомеханизмов»

### Учебные цели

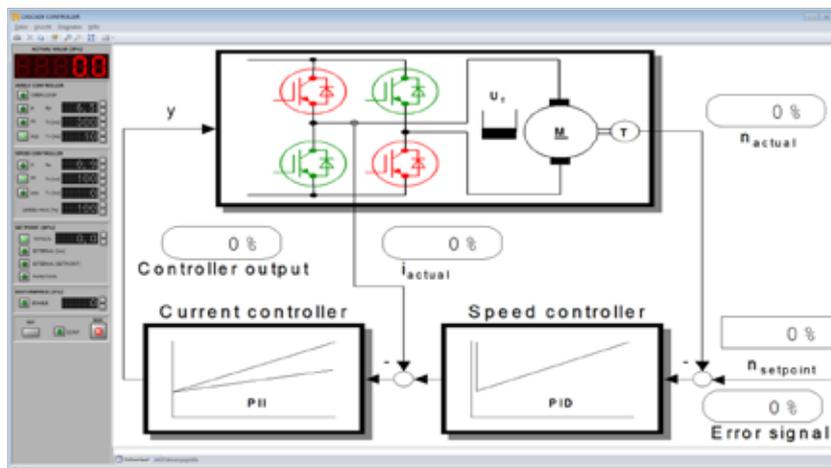
- Управление числом оборотов в 1-квadrантном режиме
- Управление числом оборотов в 4-квadrантном режиме
- Регулирование числа оборотов
- Регулирование силы тока
- Ступенчатое регулирование
- Компьютерный анализ участков регулирования и регуляторов
- Параметрирование регуляторов типа P и PI
- Оптимизация регуляторов

## Интерактивная учебная среда

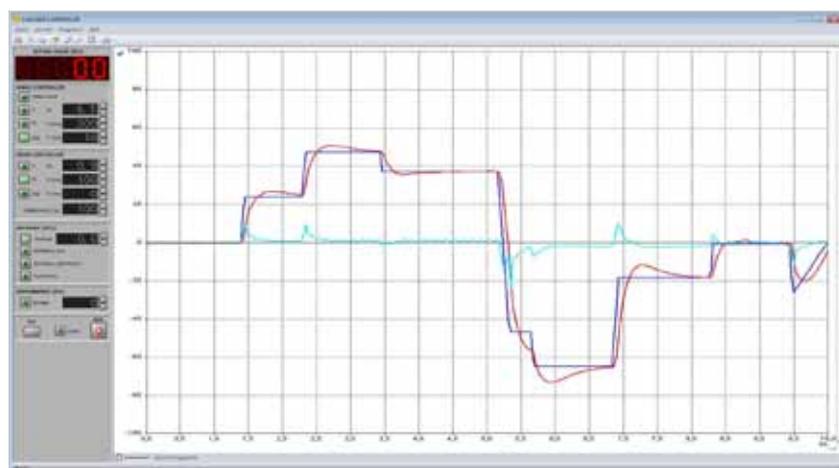
### Что понимают под ступенчатым регулированием?

В динамических приводах постоянного тока необходимо помимо числа оборотов регулировать и силу тока. Классическим способом является ступенчатое регулирование. При этом контуры регулирования расположены внутри друг друга. Внутренний контур образует цель регулирования тока, внешний контур - цепь регулирования числа оборотов.

Курс ILA демонстрирует в виде отдельных этапов расчет и оптимизацию регуляторов.



Устройство системы привода с двигателем постоянного тока



Работа электропривода постоянного тока с частичной оптимизацией

### С каким регулятором привод постоянного тока работает лучше всего?

Управляйте электроприводом постоянного тока с использованием различных конфигураций регуляторов и ознакомьтесь с преимуществами и недостатками разных регуляторов. Оптимизируйте регуляторы и проанализируйте с помощью программного обеспечения график изменения во времени числа оборотов и тока двигателя. Найдите способы дальнейшей оптимизации привода.

# Разработка электроприводов на основе модели с помощью программы Matlab®/Simulink®

## Модифицируйте обучающую систему до программируемой системы быстрого моделирования Rapid-Prototyp для электропривода

Практически в любом электроприводе, например, для промышленного оборудования или для электротранспорта, применяется трехфазный электропривод. Регулирование таких приводов, которое обеспечивает, например, плавный пуск или управляемый характер ускорения, представляет собой сложную математическую задачу и связано с трудоемким программированием. Поэтому реализация такого способа часто требует очень длительной разработки.

При помощи вновь созданной панели инструментов для языка программирования Matlab®/Simulink® в дальнейшем можно предварительно моделировать сложные структуры регулирования для трехфазных приводов, а затем тестировать их на реальном преобразователе частоты с электродвигателем и под нагрузкой при помощи автоматически генерируемого кода.



Тренажерная система «Ориентированное по полю регулирование асинхронных электродвигателей на языке программирования Matlab®/Simulink®»

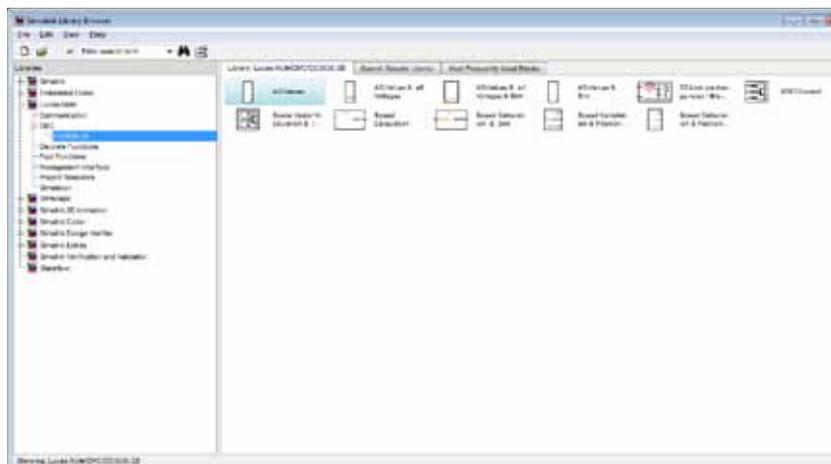
### Ваши преимущества

- Безопасность выполнения работ благодаря использованию самозащищенного оборудования (все защитные функции не зависят от программного управления)
- Содействие глубокому пониманию сложной темы, например, в процессе профессиональной подготовки или учебы или путем применения панели инструментов на лабораторных занятиях параллельно с обучением
- Очень быстрое генерирование программы для собственных регуляторов, предназначенных для промышленного применения, на основе модели и с возможностью параметрирования
- Последовательная реализация новых подходов к исследованию трехфазных электроприводов, напр., регулирование пространства состояний, мониторинг условий ошибок, регулирование числа оборотов без применения датчиков посредством новых наблюдательных процедур
- Впечатляющие возможности реализации регулирования трехфазных приводов
- Разработка сложных алгоритмов путем применения быстродействующих циклов регулирования длительностью 125 мкс
- Параметрирование регуляторов типа P и PI
- Оптимизация регуляторов

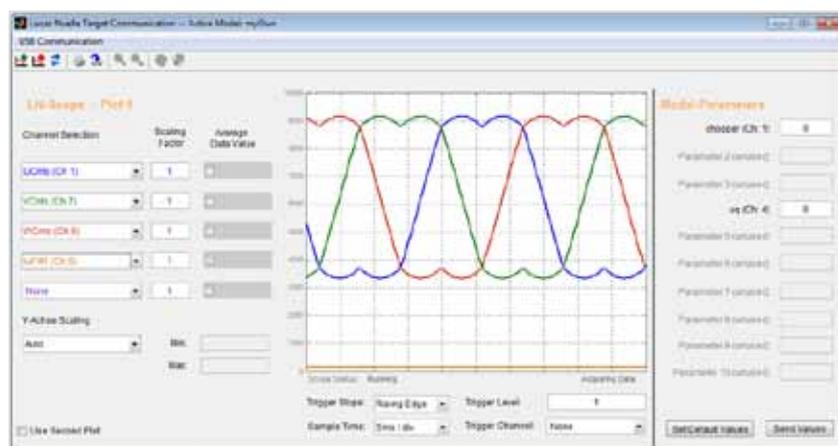


**Более быстрое достижение цели за счет применения панели инструментов Matlab®**

Адаптированная к силовой электронике панель инструментов позволяет быстро реализовать собственные приложения. Специальные образцы позволяют быстро освоить программу, так как они конфигурируют систему таким образом, что пользователю остается сделать лишь некоторые настройки. В панели инструментов пользователь найдет все необходимые элементы для управления связанными с оборудованием функциями, а также блоки для быстрых преобразований и регуляторы. Наряду с базой языка Matlab®/ Simulink®, система может дополняться любыми собственными элементами библиотеки.



Специальная панель инструментов для обучающей системы



Графический пользовательский интерфейс в среде Matlab®

**Область применения Matlab® – связь с оборудованием**

Специальный графический интерфейс обеспечивает связь между средой Matlab® и оборудованием через порт USB. Временные диаграммы всех внутренних величин отображаются в графическом виде во время выполнения процесса. Вам предоставляются разные значения временных разрешений и варианты синхронизации. Помимо представления во временной шкале, сигналы могут отображаться и в зависимости от частоты. Отображение можно разделить на два дисплея, чтобы одновременно могли выводиться до десяти сигналов. Параметры, например, параметры регулирования, легко переносятся во время работы из персонального компьютера на оборудование.

# Ориентированное по полю регулирование асинхронных электродвигателей с помощью программы Matlab® / Simulink®

## Тренажерная система

Практически в любом электроприводе сегодня применяется трехфазный электропривод. Регулирование таких приводов является сложной и трудоемкой математической задачей. Обучающая система позволяет с помощью специальной панели инструментов моделировать для программной среды Matlab® / Simulink® сложные алгоритмы регулирования и затем тестировать их на реальном самозащищенном оборудовании с двигателем и нагрузкой с помощью автоматически генерируемого кода.



Тренажерная система «Ориентированное по полю регулирование возбуждения асинхронных электродвигателей при помощи языка программирования Matlab®/Simulink® и испытательного стенда для сервомеханизмов»

### Учебные цели

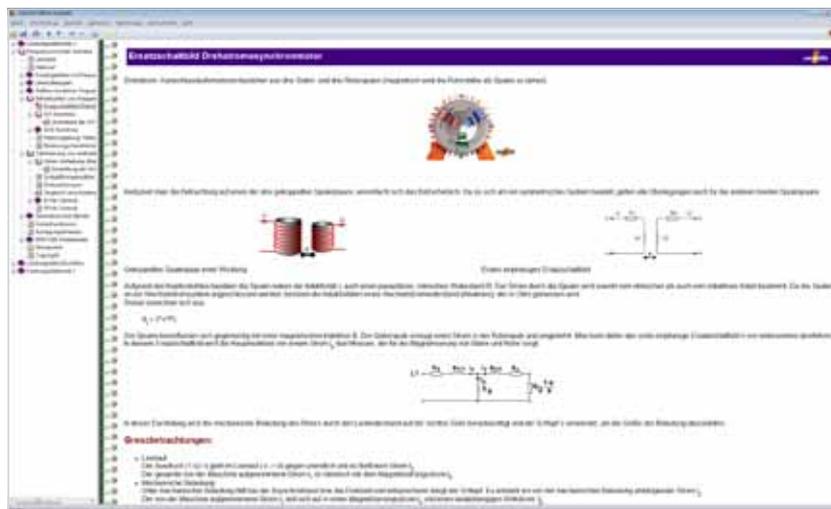
- Разработка системы HIL («программно-аппаратное тестирование») в режиме реального времени
- Создание модели и проекта регулирования, ориентированного по полю, в непрерывном проектном интерфейсе
- Дискретизация процесса управления для работы на цифровом обработчике сигналов DSP
- Разработка и оптимизация регулятора тока и числа оборотов
- Преобразование Парка и Кларка
- Интеграция пространственно-векторной модуляции для оптимального управления транзисторами IGBT
- Развязка ориентированных по полю токов и напряжений
- Измерение числа оборотов при помощи инкрементного датчика
- Сравнение результатов моделирования с реальными измерениями

## Интерактивная учебная среда

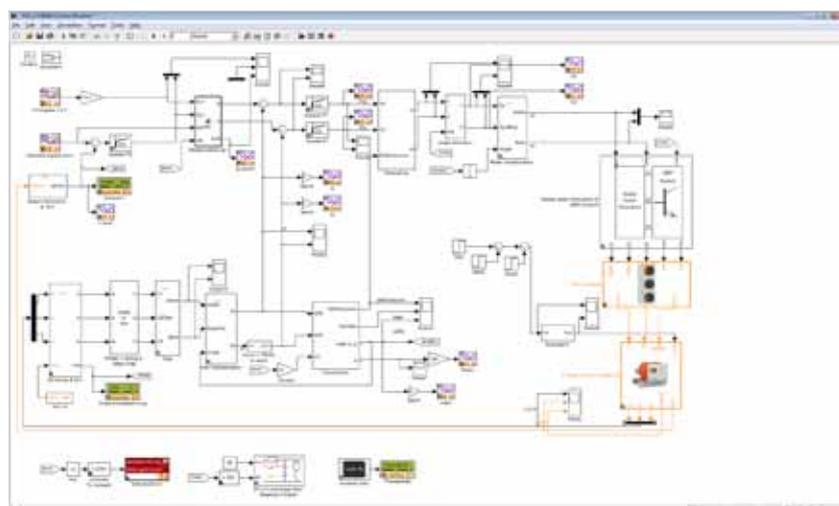
### Как работает ориентированный по полю способ регулирования?

Приводы с ориентированным по полю регулированием сегодня применяются во многих машинах. Эти системы привода отличаются высокой динамикой, а также высокими резервами по крутящему моменту.

Учебный курс ILA последовательно ознакомит Вас с вопросами регулирования, ориентированного по полю. Наряду с разработкой модели регулирования, рассматривается настройка и тестирование способа регулирования.



Учебный курс ILA «Ориентированное по полю регулирование асинхронных электродвигателей»



Ориентированное по полю регулирование трехфазного электродвигателя

### Моделирование или реальное регулирование? – Решайте сами.

Одна-единственная модель Simulink® образует основу для моделирования или программу для реально существующего оборудования. Только при разработке пользователь принимает решение в пользу модели или реальной системы. Такой подход позволяет сначала опробовать и настроить систему регулирования на модели. С этой моделью оборудование можно затем вводить в эксплуатацию. Такой подход обеспечивает быстрое освоение учебного материала.

Одновременно становятся понятными различия между моделью и реальной системой.

# Регулируемые сервоприводы с постоянным магнитом, реализованные на программе Matlab®/Simulink®

## Тренажерная система

Во многих современных приводах применяются синхронные серводвигатели. Наряду с высокой динамикой, большую роль играет энергоэффективность. Обучающая система позволяет путем открытого программирования при помощи языка программирования Matlab®/Simulink® детально исследовать существующие методы регулирования или опробовать в безопасных условиях новые подходы. Таким образом, система позволяет разрабатывать стандартные промышленные приводы или приводы для транспорта.



Тренажерная система «Регулируемые сервоприводы с постоянным магнитом и языком программирования Matlab®/Simulink® и испытательным стендом для сервомеханизмов»

### Учебные цели

- Разработка системы HIL («программно-аппаратное тестирование») в режиме реального времени
- Создание модели и проекта серворегулирования в непрерывном проектном интерфейсе
- Дискретизация процесса управления для работы на цифровом обработчике сигналов DSP
- Разработка и оптимизация регулятора тока и числа оборотов
- Преобразование Парка и Кларка
- Интеграция пространственно-векторной модуляции для оптимального управления транзисторами IGBT
- Развязка ориентированных по полю токов и напряжений
- Регистрация числа оборотов и положения при помощи инкрементного датчика
- Сравнение результатов моделирования с реальными измерениями

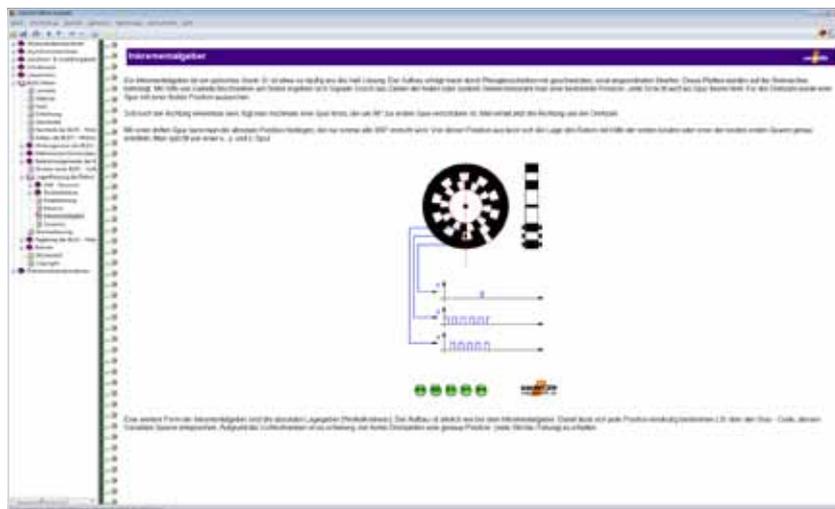
## Интерактивная учебная среда

### Какие характеристики имеет привод с синхронным серводвигателем?

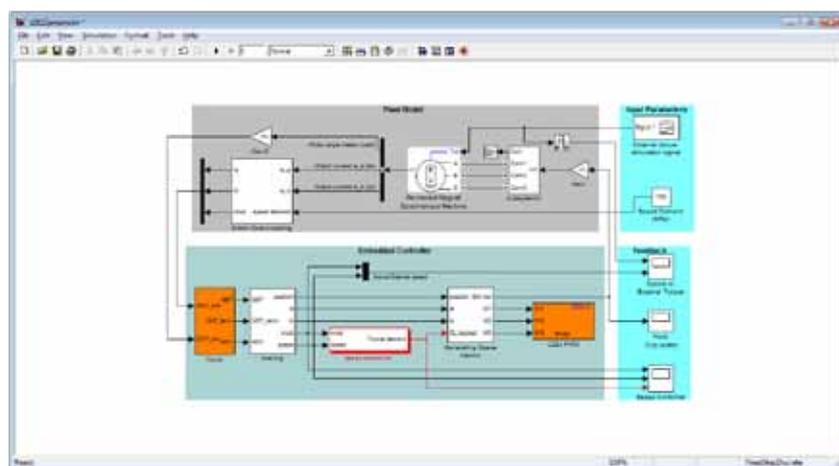
Синхронные электродвигатели с постоянным возбуждением не работают без соответствующей электронной системы управления. Разработайте синхронный сервопривод. Начиная с управляемого режима, проработайте эту тему вплоть до регулируемого режима.

Учебный курс ILA содержит все последовательные инструкции.

Открытая система легко позволяет реализовать дополнительные идеи и таким образом модифицировать привод в соответствии с собственными представлениями.



Работа системы с обратной связью в учебном курсе ILA



Проектирование системы сервопривода на основе модели

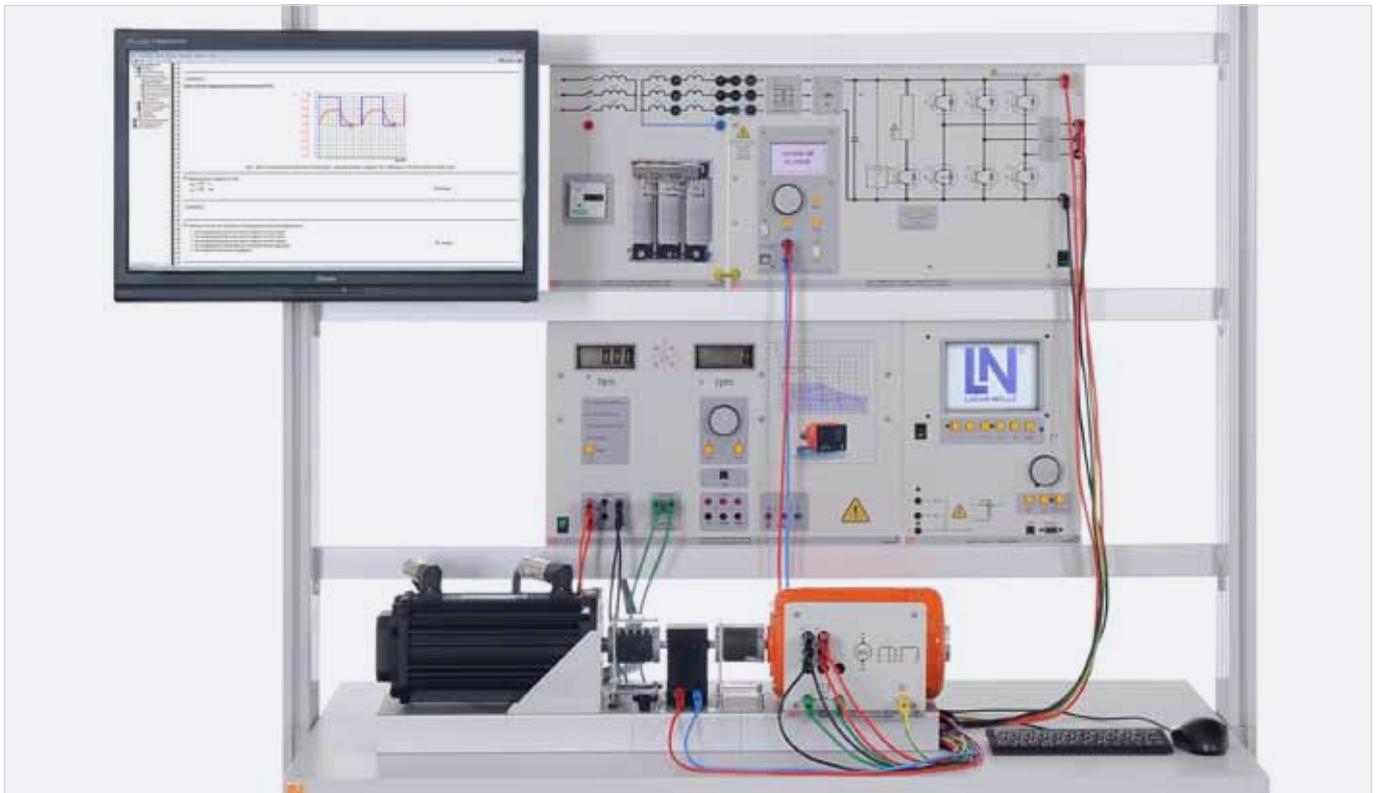
### Какова динамическая характеристика моего привода?

Используйте испытательный стенд сервомеханизмов для исследования привода. Различные способы имитации нагрузки, напр., использование переменной инерционной массы, позволяет исследовать регулировочные характеристики привода в реальных условиях. Оптимизируйте настройки параметров регулирования и сделайте самостоятельный вывод о характеристиках Вашего привода.

# Электроприводы постоянного тока с каскадным регулированием программой Matlab® / Simulink®

## Тренажерная система

Полупроводниковые преобразователи с двигателями постоянного тока благодаря своей наглядной структуре регулирования особенно удобны для программирования первых собственных алгоритмов регулирования. Обучающая система позволяет осуществить внедрение, оптимизацию и применение собственных регулирующих структур. Наряду с классическими подходами в открытой системе также могут быть безопасно опробованы новые идеи и дополнения.



Тренажерная система «Электроприводы постоянного тока с каскадным регулированием при помощи языка программирования Matlab® / Simulink® и испытательного стенда для сервомеханизмов»

### Учебные цели

- Разработка системы HIL («программно-аппаратное тестирование») в режиме реального времени
- Создание модели и проекта каскадного регулирования для двигателя постоянного тока в непрерывном проектном интерфейсе
- Дискретизация процесса управления для работы на цифровом обработчике сигналов DSP
- Разработка и оптимизация регуляторов тока и числа оборотов
- Измерение числа оборотов при помощи инкрементного датчика
- Сравнение результатов моделирования с реальными измерениями

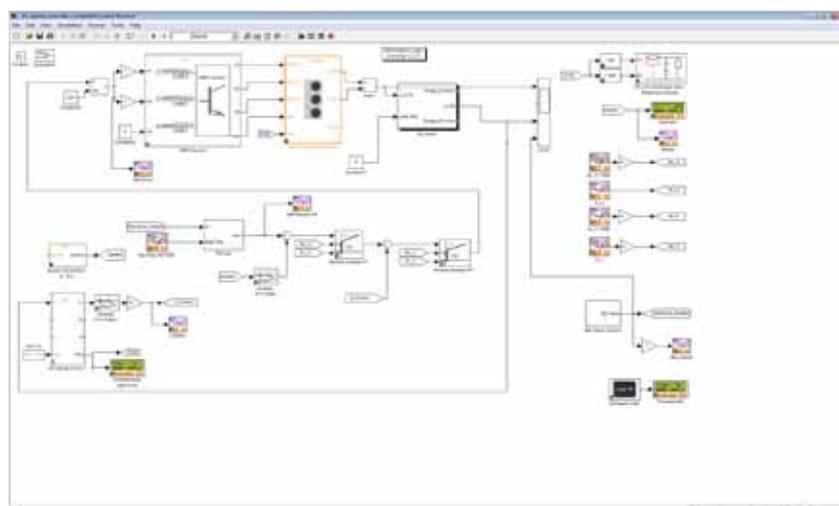
## Интерактивная учебная среда

### Как работает регулируемый привод постоянного тока?

Учебный курс ILA показывает на практическом примере устройство, параметрирование и ввод в эксплуатацию привода постоянного тока. Выполняется последовательная реализация и оптимизация регулятора тока и числа оборотов. Непосредственная реализация в модели регулирующего устройства, а также работа с реальной системой обеспечивают устойчивый успех в освоении учебного материала.



Основы сведений о двигателе постоянного тока в учебном курсе ILA



Оптимизация настроек регуляторов

### Как рассчитываются регуляторы?

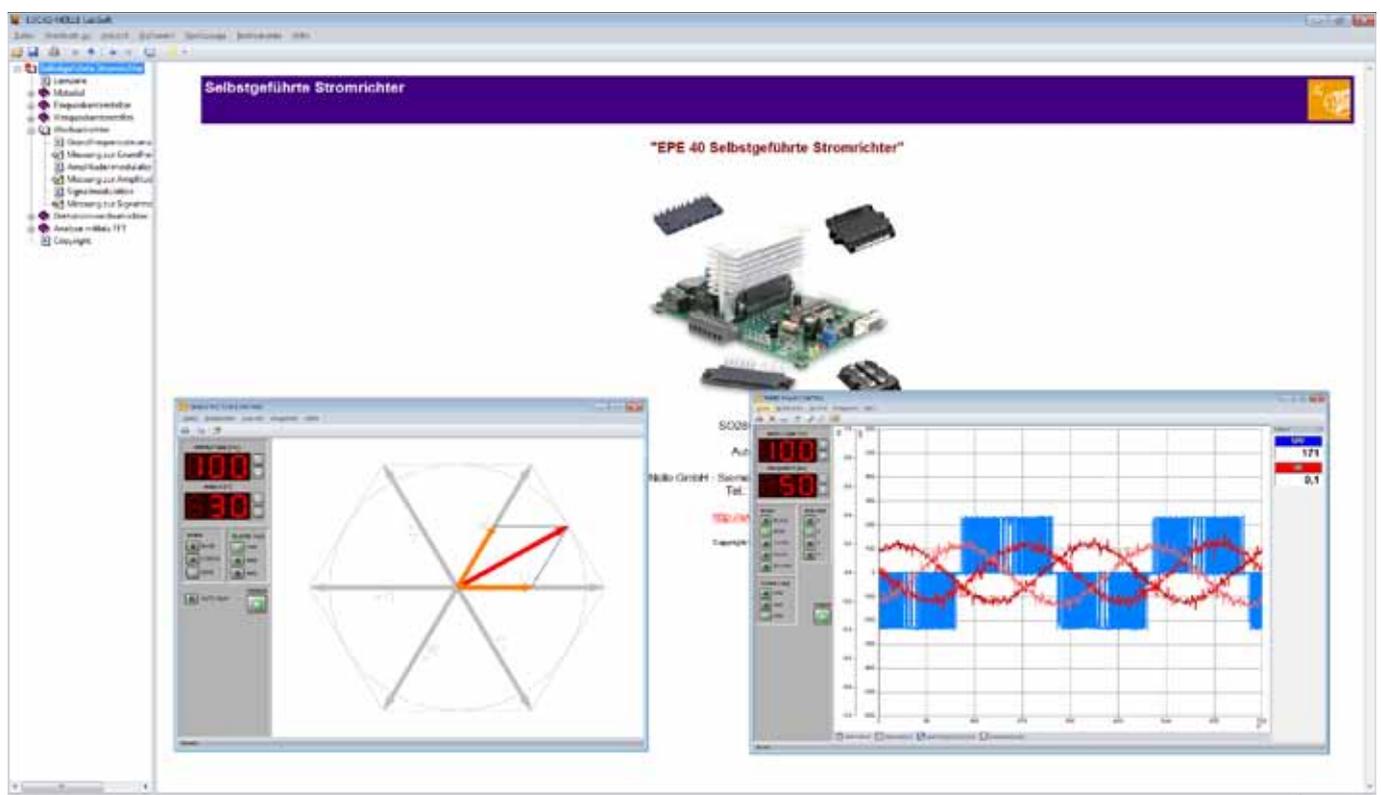
Обучающая система позволяет опробовать исполнение регуляторов как на модели, так и в реальной системе. Через графический интерфейс имеется удобный доступ к динамическим сигналам регулируемой величины. Это позволяет быстро изменять установленные значения и тестировать их.

# Компьютерная учебная среда

## Интерактивная программа «Interactive Lab Assistant» (ILA).

При проведении экспериментов Вы пользуетесь помощью программы Interactive Lab Assistant (ILA). Она не только сопровождает проведение экспериментов, но и предоставляет полезную теоретическую информацию и записывает результаты измерений. В фоновом режиме автоматически создается необходимая лабораторная документация в виде документа для печати или в формате PDF.

Если Вы хотите изменить руководство, просто воспользуйтесь программой «менеджер класса» (Labsoft Classroom Manager) для изменения или дополнения содержания.

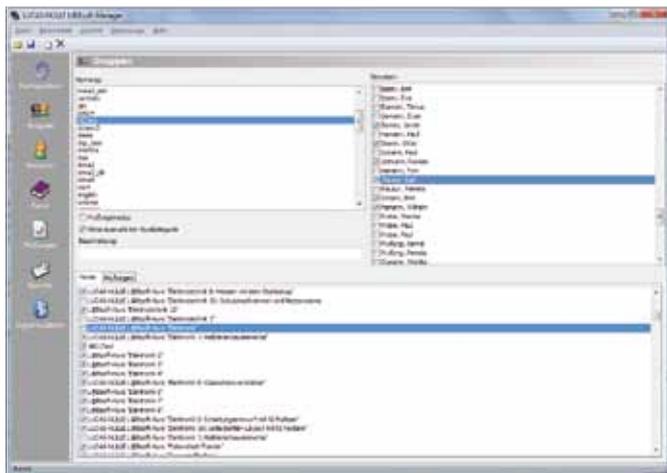


### Ваши преимущества

- Изложение теории
- Поддержка при проведении экспериментов
- Наглядное изображение экспериментальных схем
- Доступ к реальным измерительным и тестовым приборам
- Интегрированные руководства по эксплуатации
- Документирование результатов экспериментов (составление протокола эксперимента)
- Проверка знаний, включая функцию обратной связи

## Программа LabSoft Classroom Manager

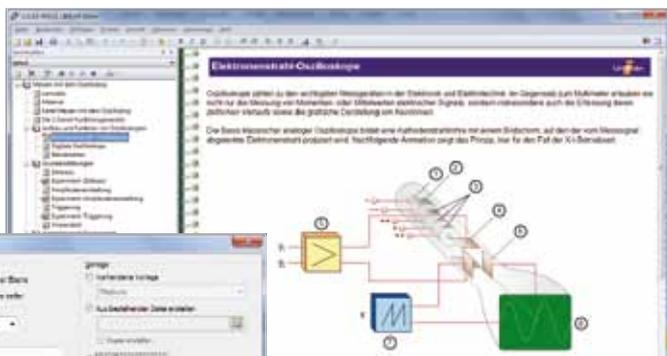
Программа LabSoft Classroom Manager представляет собой программное средство управления с большими возможностями, которое позволяет удобно организовывать и администрировать учебный процесс как для преподавателей, так и для обучаемых. Программа Classroom Manager совместима со всеми основанными на системе LabSoft учебными программами, например, ILA, UniTrain-I, InsTrain и CarTrain. Она состоит из пяти программных модулей:



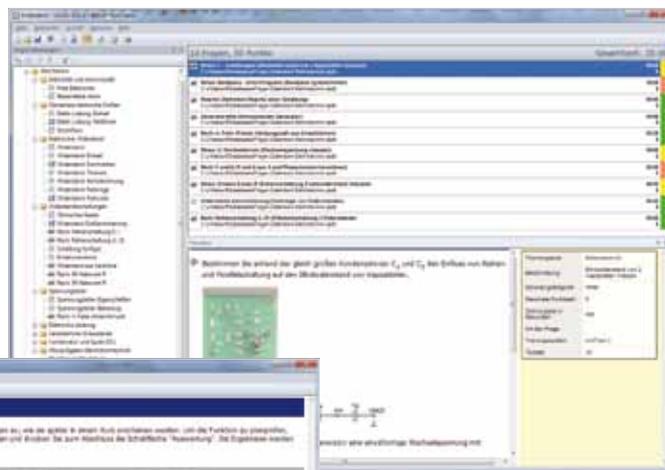
**LabSoft Manager:** Управляйте Вашими курсами LabSoft, работой отдельных учеников и групп учеников с помощью программы LabSoft Manager. Таким путем Ваши ученики всегда будут иметь нужный учебный материал.



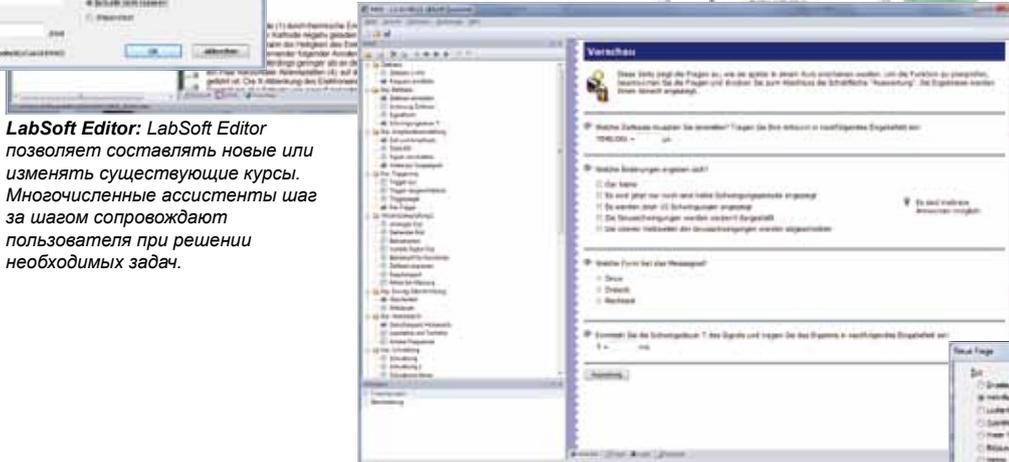
**LabSoft Reporter:** Результаты учебы и результаты экзаменов показывает LabSoft Reporter. Многочисленные оценки индивидуальных и групповых результатов изучения курсов и результатов экзаменов дают возможность целенаправленного контроля.



**LabSoft Editor:** LabSoft Editor позволяет составлять новые или изменять существующие курсы. Многочисленные ассистенты шаг за шагом сопровождают пользователя при решении необходимых задач.



**LabSoft Test Creator:** LabSoft TestCreator готовит контрольные работы, при которых можно одновременно выяснить знания и способность к самостоятельности.



**LabSoft Questioner:** Для составления вопросов, измерительных заданий и экзаменационных задач LabSoft Questioner содержит большое число различных типов вопросов. Задания и вопросы можно включать в курсы и экзамены.

# Lucas-Nülle GmbH

Siemensstraße 2 · D-50170 Kerpen-Sindorf

Телефон: +49 2273 567-0 · Факс: +49 2273 567-39

[www.lucas-nuelle.ru](http://www.lucas-nuelle.ru)



*Дополнительная информация  
содержится в нашем каталоге  
«Электропривод»*