

# Привод Drive<sup>IT</sup> ACS 6000

Приводы переменного тока среднего напряжения для регулирования скорости и крутящего момента электродвигателей мощностью 3-27 МВт



**Industrial<sup>IT</sup>**  
enabled™

**ABB**



# ACS 6000 - мультипривод среднего напряжения, пользующийся наибольшим успехом в мире

Привод среднего напряжения ACS 6000 корпорации ABB является наилучшим решением в таких применениях, которые требуют высокой мощности и максимальной надежности. За время, прошедшее с момента своего появления, привод ACS 6000 завоевал отличную репутацию благодаря высокому качеству и надежности. В результате, корпорация ABB имеет наибольший в мире парк установленных мультиприводов среднего напряжения, использующих новейшие технологии.

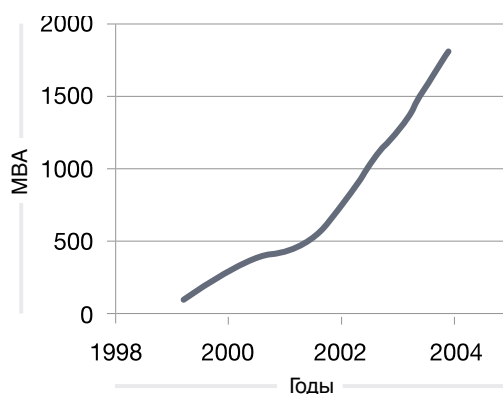
ACS 6000 ABB - привод модульной конструкции, предназначенный для наиболее распространенных применений с использованием одного или нескольких двигателей. Оптимальная конфигурация для каждого применения достигается путем комбинирования модулей при минимуме инженерного труда, что ведет к снижению капитальных затрат, и минимальной необходимой площади. Поставляются четыре типоразмера инверторных модулей (3, 5, 7 и 9 МВА).

С помощью общей шины постоянного тока к приводу ACS 6000 можно подключить несколько двигателей, что позволяет осуществлять управление несколькими машинами одним многоприводным преобразователем (мультиприводом). Мультипривод с общей шиной постоянного тока дает возможность находить решение, обладающее оптимальной эффективностью.

Привод среднего напряжения ACS 6000 можно использовать в различных отраслях

## Успехи, достигнутые приводом ACS 6000

- Среднегодовой прирост превышает 100 % первоначального объема выпуска
- Наибольший в мире парк установленных мультиприводов среднего напряжения
- Опыт эксплуатации свыше 100 лет



## Область применения

Отрасль промышленности	Применение
Цементная и горнодобывающая промышленность	Шахтные подъемники, транспортеры, дробильные установки и мельницы
Химическая и нефтегазовая промышленность	Насосы, компрессоры, экструдеры, смесители и воздуходувки
Судостроение	Главная двигательная установка, подруливающие устройства, насосы и компрессоры
Металлургия	Прокатные станы, намоточные устройства, насосы и вентиляторы
Целлюлозно-бумажная промышленность	Вентиляторы, насосы, рафинеры и измельчители
Электроэнергетика	Вентиляторы и насосы
Водоснабжение и канализация	Насосные установки для водоснабжения и канализации
Другие применения	Испытательные стенды и аэродинамические трубы

# Главные особенности

Привод среднего напряжения ACS 6000 для регулирования скорости и крутящего момента асинхронных или синхронных двигателей в диапазоне мощностей 3 - 27 МВт входит в семейство приводов переменного тока корпорации ABB. Он обладает рядом уникальных особенностей.

## Высокие эксплуатационные характеристики

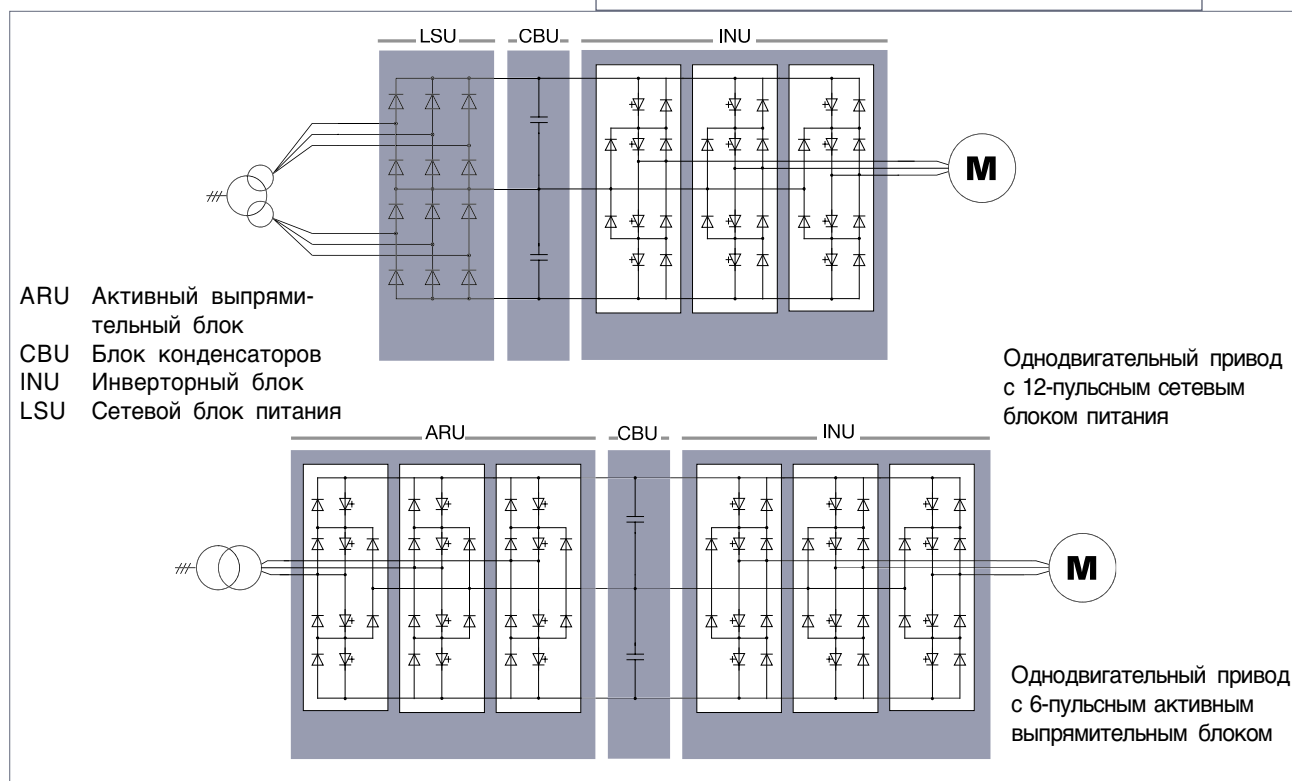
Быстрое точное регулирование в сочетании и с низкими энергозатратами обеспечивает наилучшие эксплуатационные характеристики. Управление двигателем с помощью привода ACS 6000 основано на методе прямого управления крутящим моментом (DTC), разработанном корпорацией ABB и достойного высшей оценки. Метод DTC обеспечивает наилучшую зависимость между крутящим моментом и скоростью вращения, когда-либо достигнутую в приводах среднего напряжения. В результате, привод в любых условиях управляется быстро и плавно.

## Высокая эффективность и надежность

В приводе ACS 6000 используются новейшие силовые полупроводниковые ключи IGCT (запираемые тиристоры с блоком управления), разработанные корпорацией ABB на основе собственных исследований. Использование тиристоров IGCT позволяет получить менее сложный, более эффективный и надежный привод среднего напряжения с уменьшением расходов на эксплуатацию и обслуживание.

## Основные особенности изделия

- Использование метода прямого регулирования крутящего момента (DTC) для обеспечения исключительно высоких эксплуатационных характеристик скорости вращения и крутящего момента
- Силовые полупроводниковые приборы IGCT, обеспечивающие наивысшие рабочие характеристики и надежность
- Сетевой блок питания для 2-квadrантной работы с постоянным коэффициентом мощности 0,96 во всем диапазоне скоростей вращения
- Активный выпрямительный блок для 4-квadrантной работы с пониженным содержанием гармоник и регулируемым коэффициентом мощности
- Общая шина постоянного тока для работы с одним и несколькими двигателями и рекуперации энергии
- Модульная конструкция, обеспечивающая получение оптимальных конфигураций



Топология преобразователя ACS 6000

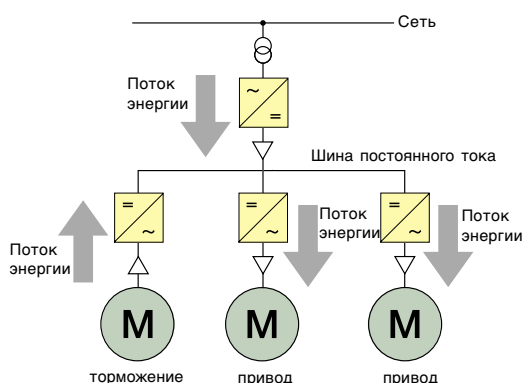
### Высокая эксплуатационная готовность

Максимальная надежность и короткое время ремонта обеспечивают высокую эксплуатационную готовность привода.

### Оптимизированный поток энергии

Общая шина постоянного тока позволяет подключать к ней несколько двигателей, обеспечивая получение оптимизированного потока энергии.

Энергия торможения, генерируемая в одном двигателе, может передаваться на другие инверторы по общей шине постоянного тока без потребления энергии из сети питания. Поскольку коэффициент мощности близок к единице во всем диапазоне скоростей, то обеспечивается оптимальный энергетический КПД.



*Оптимизированный поток энергии с общей шиной постоянного тока, например в случае реверсивного стана холодной прокатки стали.*

### Преимущества привода ACS 6000

- Высокая мощность и максимальная надежность
- Плавный крутящий момент во всем диапазоне скоростей
- Ведомое оборудование работает с оптимальной эффективностью
- Малые габариты и высокая удельная мощность
- Низкие уровни шума и вибрации
- Минимальное потребление энергии при работе с общей шиной постоянного тока
- Рекуперация энергии вращения

### Универсальность

#### Оптимальная конфигурация

Модульная конструкция привода ACS 6000 позволяет получить оптимальную конфигурацию любой приводной системы. Каждая конфигурация, содержащая хорошо зарекомендовавшие себя и сертифицированные модули, точно отвечает требованиям заказчика.

#### Простота встраивания в систему

Привод ACS 6000 легко встраивается в производственную среду, поскольку легко конфигурируется для работы с одним или несколькими двигателями без дополнительной аппаратуры управления. Высокая удельная мощность при малых габаритах и возможность связи с приводом сводят к минимуму общие расходы на монтаж и эксплуатацию.

В зависимости от требований по мощности и содержанию гармоник, привод может быть подключен к сети питания через один или несколько трансформаторов. Для некоторых применений предусматривается даже включение без трансформатора.

# Привод переменного тока среднего напряжения ACS 6000 с водяным охлаждением

Шкаф, удовлетворяющий требованиям ЭМС, для обеспечения нормальной работы в условиях электромагнитных помех

Заземляющий защитный разъединитель шины постоянного тока

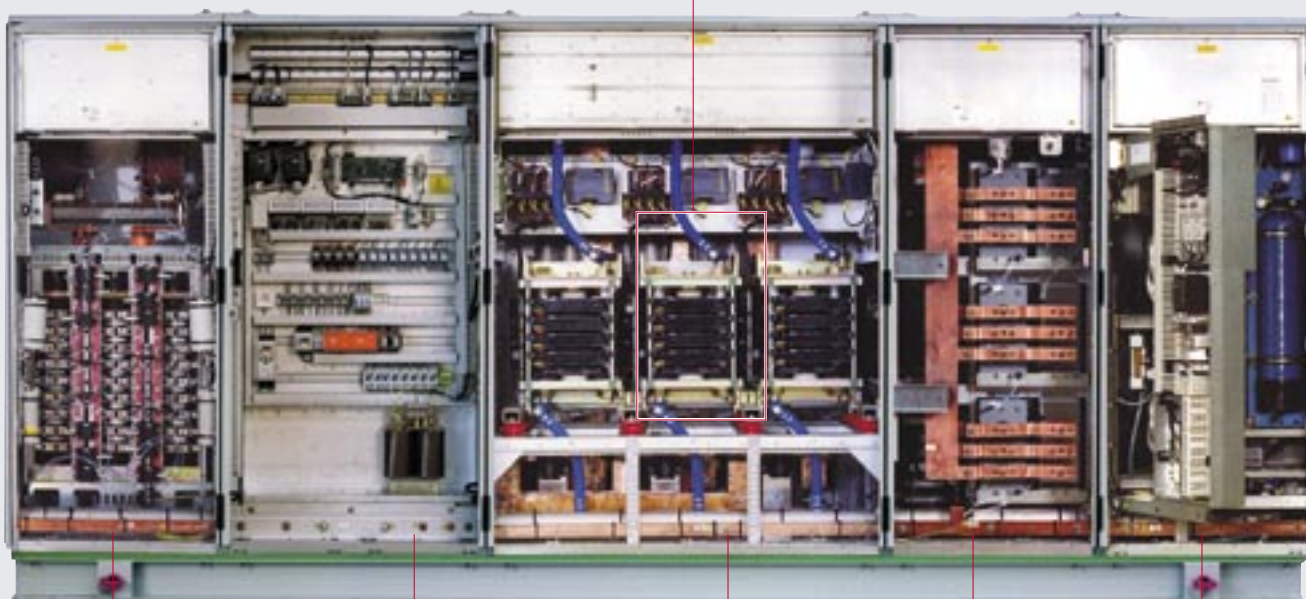
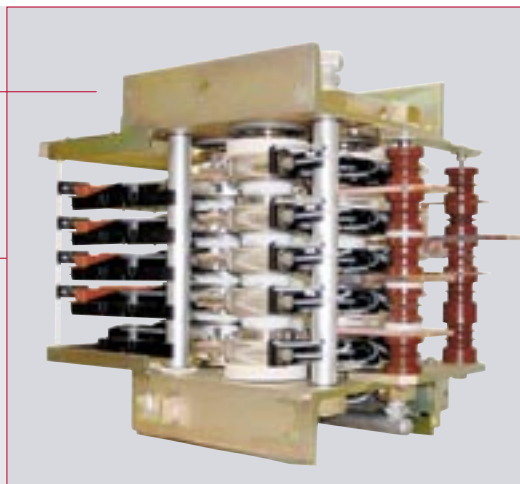


Удобная для пользователя панель для местного управления

- Клавиатура с многоязычным дисплеем
- Кнопки включения/выключения сетевого питания
- Кнопка аварийного останова

Двери силовых секций с электромеханической защитной блокировкой

Силовой электронный компоновочный блок (РЕВВ) - однофазная ветвь трехуровневого инвертора напряжения (VSI) - конфигурируемый для работы в качестве преобразователя переменного тока в постоянный или постоянного тока в переменный



Сетевой блок питания (LSU)  
6- или 12-пульсный диодный выпрямительный блок

Инверторный блок (INU)  
Автономный 6-пульсный трехуровневый инвертор напряжения на тиристорах IGCT

Блок водяного охлаждения (WCU)  
Снабжает систему охлаждения деионизированной водой для охлаждения главных силовых компонентов в блоках LSU, INU и CBU

Клеммный блок (TEU) и блок управления (COU)  
Содержит силовые клеммы и поворотную раму управления

Блок конденсаторов (CBU)  
Конденсаторы постоянного тока для сглаживания промежуточного напряжения постоянного тока

# Особенности технологии

Основным руководящим принципом при исследованиях и разработке приводов переменного тока среднего напряжения, проводимых корпорацией АВВ, было обеспечение надежности

## Ограничение количества деталей

Чем меньше деталей, тем выше надежность. Корпорация АВВ использует полупроводниковые ключи высокой мощности и топологию, позволяющую свести к минимуму количество деталей. Это позволяет получить надежный, малогабаритный и удобный в обслуживании привод.

## Конструкция без плавких предохранителей

Привод среднего напряжения ACS 6000 рассчитан на безопасную работу без плавких предохранителей, что уменьшает количество запасных деталей и повышает общую надежность. Это позволяет осуществлять быстрый пуск после защитных отключений.

## Отсутствие энкодера

Как известно, энкодеры могут вызывать отказы вследствие их незащищенного расположения на двигателе. Привод среднего напряжения ACS 6000 может работать без энкодера, что уменьшает расходы на техническое обслуживание и обеспечивает высокие уровни эксплуатационной готовности.

## Коммутирующие приборы IGCT

Корпорация АВВ разработала силовой полупроводниковый прибор, называемый IGCT (запираемый тиристор с интегрированным блоком управления), позволяющий использовать современные алгоритмы управления, что позволяет исключить гармоники, уменьшить динамическую постоянную времени и поддерживать или даже регулировать значение коэффициента мощности.

## Низкие потери

Благодаря низким общим собственным потерям тиристоры IGCT не требуют интенсивного охлаждения и тем самым позволяют использовать маломощное охлаждающее оборудование.



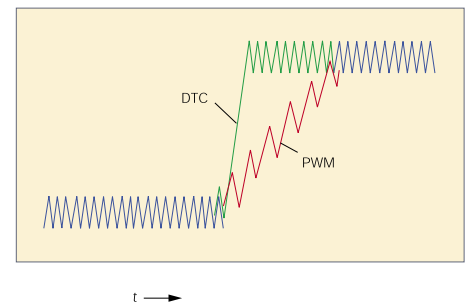
## Управление

Управление двигателем с помощью приводов ACS основано на передовом методе прямого управления крутящим моментом (DTC), обеспечивающем наилучшую зависимость между крутящим моментом и скоростью вращения, а также наименьшие потери, когда-либо достигнутые в приводах среднего напряжения. Привод в любых условиях управляется быстро и плавно, при этом значительно уменьшен шум двигателя.



## Что значит прямое регулирование крутящего момента?

Прямое регулирование крутящего момента (DTC) - передовой метод управления двигателем переменного тока, позволяющий точно регулировать как скорость вращения, так и крутящий момент двигателя без обратной связи через импульсный энкодер на валу двигателя. Режим DTC в качестве основных регулируемых переменных использует магнитный поток статора и крутящий момент. С помощью быстродействующего цифрового процессора результаты вычисления состояния электродвигателя обновляются 40 000 раз в секунду (т.е. каждые 25 мкс) в рамках усовершенствованной программной модели электродвигателя.



Типичная характеристика крутящего момента ( $T$ ) привода с прямым управлением моментом в сравнении с векторным управлением магнитным потоком с широтно-импульсной модуляцией (PWM) без обратной связи

Благодаря непрерывному обновлению состояния электродвигателя и сравнению фактических значений с заданными, каждое отдельное переключение в инверторе определяется независимо. Метод DTC обеспечивает наименьшие потери благодаря коммутации силовых полупроводниковых приборов только когда это необходимо.

## Быстрая реакция на колебания питающей сети и изменения параметров технологического процесса

Исключительно быстрая реакция привода ACS 6000 на единичный скачок крутящего момента дает возможность приводу очень быстро реагировать на изменения в регулируемом процессе и в сети. Это позволяет легко справляться с ситуациями потери питания и внезапными изменениями нагрузки.



### Общая шина постоянного тока

Модульное построение привода ACS 6000 построено на принципе преобразователя с общей шиной постоянного тока, когда к одной и той же шине постоянного тока можно подключать несколько двигателей (синхронных и асинхронных). Наличие четырех типоразмеров инверторных модулей (3, 5, 7 и 9 МВА) позволяет получить оптимальную конфигурацию для конкретного применения путем комбинирования модулей, затрачивая на это минимум инженерного труда. Соединяя модули параллельно, можно увеличить мощность до 27 МВА.

Топология мультиприводов с общей шиной постоянного тока позволяет получать решения с оптимальной эффективностью. Энергия, вырабатываемая в одной секции в режиме торможения, может непосредственно использоваться другой секцией через шину постоянного тока без потребления энергии из сети питания.

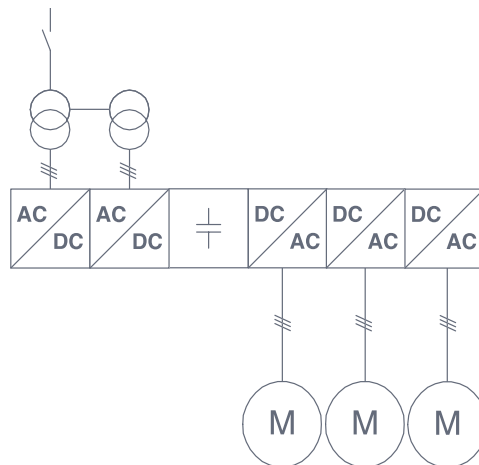
### Модули ACS 6000

#### Активный выпрямительный блок (ARU), инверторный блок (INU)

Активный выпрямительный блок (ARU) выпрямляет напряжение сети переменного тока и заряжает конденсаторы цепи постоянного тока, а инверторный блок (INU) инвертирует напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока для двигателей.

Компоновка и оборудование блоков INU и ARU одинаковы. Они представляют собой автономные 6-импульсные трехуровневые инверторы напряжения, использующие тиристоры IGCT для надежной работы без плавких предохранителей при малом числе компонентов привода.

Инверторный блок ARU обеспечивает 4-квadrантный режим для рекуперативного торможения, что уменьшает общее потребление энергии. Он поддерживает значение коэффициента мощности равным единице во всем рабочем диапазоне даже при очень низких скоростях вращения. Кроме того, блок ARU может быть подобран таким образом, чтобы компенсировать реактивную мощность, вырабатываемую другими нагрузками, подключенными к той же сети.



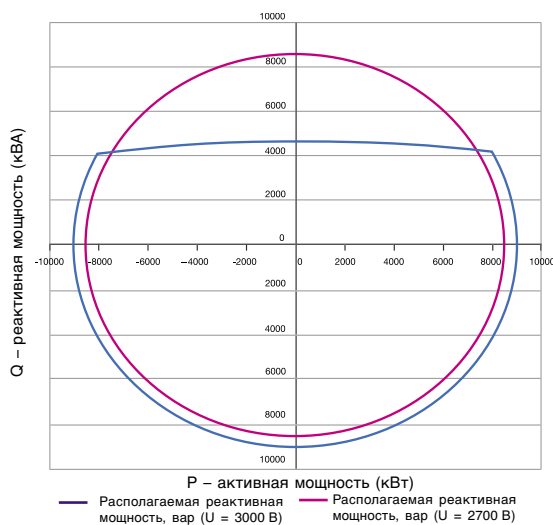
Схема, иллюстрирующая принцип работы общей шины постоянного тока

#### Сетевой блок питания (LSU)

Сетевой блок питания (LSU), предназначенный для 2-квadrантной работы, поддерживает значение коэффициента мощности равным 0,96 во всем рабочем диапазоне.

Обычно блок LSU используется для таких применений, которые требуют 2-квadrантной работы.

Если требуется функция быстрого торможения, можно установить тормозной резисторный блок с внутренними или внешними резисторами.



Диаграмма, показывающая располагаемую активную и реактивную мощность блока ARU

# Модульный принцип, одна конструкция

Привод ACS 6000 использует модульную конструкцию, позволяющую расширять номенклатуру семейства в соответствии с требованиями заказчика.

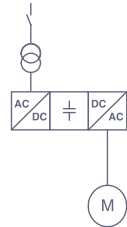
Привод ACS 6000 разработан как набор модулей. Модули компонуются в соответствии с необходимой выходной мощностью, конфигурацией двигателей и требованиями технологического процесса.

## Преимущества модульного принципа

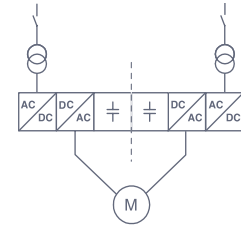
- Номинальные характеристики преобразователя оптимально адаптируются к требованиям заказчика.
- Каждая конфигурация состоит из хорошо отработанных модулей, что сводит к минимуму риск конструкторских ошибок при проектировании даже больших систем.
- Компактная стандартизованная конструкция и встроенная водяная система охлаждения снижают требования к необходимому пространству и положительно влияют на кондиционирование воздуха в помещении.
- Возможны мультиприводные системы с общей шиной постоянного тока.
- Уменьшается время на монтажные и пусконаладочные работы.

В зависимости от применения, используются четыре основных типа конфигураций:

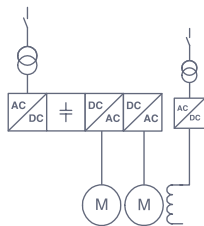
- Однодвигательные конфигурации для синхронных и асинхронных двигателей и двигателей с постоянными магнитами. Однодвигательные конфигурации обычно используются в тех случаях, когда требуются мощные, независимые и децентрализованные приводы.



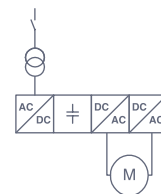
- Конфигурации с резервированием приводов для двигателей с двумя системами обмоток. Можно конфигурировать отдельные приводы для создания различных схем резервирования с целью обеспечения большей эксплуатационной готовности приводной системы.



- Многодвигательные конфигурации для нескольких синхронных или асинхронных двигателей или комбинации двигателей обоих типов. К общей шине постоянного тока можно подключать до пяти двигателей, что позволяет создавать многомашинные комплексы. Для получения оптимальной конфигурации можно создавать любые комбинации синхронных и/или асинхронных двигателей как большой, так и малой мощности.



- Спаренные конфигурации для двигателей, у которых системы обмоток питаются преобразователем с обоих концов. Это позволяет увеличить выходные частоты преобразователя и удвоить выходное напряжение.



# Привод ACS 6000 для асинхронных и синхронных двигателей

В зависимости от номинальной мощности и характеристик системы, где он применяется, привод ACS 6000 может использоваться с асинхронными и синхронными двигателями.

## Привод ACS 6000 для асинхронных двигателей

Благодаря своей универсальности, надежности и простоте, асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором являются "рабочими лошадками" промышленности. Широкая номенклатура асинхронных двигателей переменного тока на средние напряжения, выпускаемых корпорацией АВВ, включает двигатели с воздушным охлаждением с ребристым чугунным корпусом и двигатели модульного типа со сварным корпусом.

Привод ACS 6000 обычно используется с асинхронными двигателями, в таких применениях, как насосы, вентиляторы, компрессоры, транспортеры, подъемные механизмы, мельницы, дробильные установки и судовые двигательные системы.



## Привод ACS 6000 для синхронных двигателей

При более высоких значениях номинальной мощности (например, от 8 МВт до 100 МВт и более) обычно применяют синхронные двигатели. Кроме более высокой мощности, синхронные двигатели обеспечивают более широкую область ослабления поля, а также более высокий КПД и улучшенные эксплуатационные характеристики.

Синхронный привод ACS 6000 идеально подходит для таких применений, где требуются хорошие динамические характеристики и большой крутящий момент, а именно для прокатных станов и шахтных подъемников, и для применений, требующих большой мощности - например, для приводов судовых двигательных установок.

В случае особых применений (например, для низкоскоростных насосов) преобразователь ACS 6000 может использоваться для управления двигателями с постоянными магнитами.



# Встраивание в систему

Привод ACS 6000 среднего напряжения благодаря использованию модульного принципа оптимально встраивается в производственную среду заказчика.

Привод ACS 6000 может монтироваться для управления только одним двигателем или несколькими двигателями с обширным набором функций управления, при этом сводятся к минимуму монтажные и эксплуатационные расходы. В зависимости от требований по мощности и содержанию гармоник, привод может питаться от одного или нескольких трансформаторов. Для некоторых применений предусматривается даже включение без трансформатора

## Встраивание привода ACS 6000 в систему

- Низкое содержание гармоник в сети
- Высокий коэффициент мощности
- Дополнительная компенсация реактивной мощности (вар)
- Малая занимаемая площадь
- Сжатые сроки пусконаладочных работ
- Соответствие требованиям электромагнитной совместимости (ЭМС)

## Легкость встраивания в существующие системы

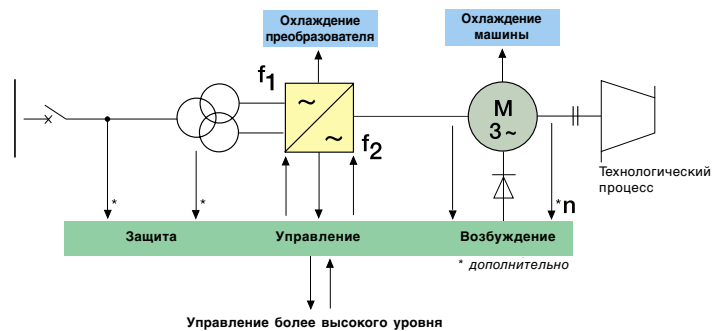
### Ввод в эксплуатацию

Привод ACS 6000 легко вводится в эксплуатацию. В своей мультиприводной конфигурации привод ACS 6000 гораздо быстрее монтируется и вводится в эксплуатацию, чем эквивалентное количество одиночных приводов.

### Система управления

Корпорация ABB предлагает стратегию открытой связи, разрешающей подключение к программируемому логическому контроллеру (PLC) или распределенной системе управления (DCS). Имеется возможность связи по периферийной шине Fieldbus с широким набором протоколов.

Принцип построения приводов семейства ACS 6000 позволяет контролировать трансформаторы и двигатели системой управления привода



Степень интеграции системы ACS 6000

### Применимые стандарты

Привод ACS 6000 отвечает требованиям стандартов IEEE 519-1992 и IEC 61000-2-4 на нелинейные искажения напряжения и тока фактически в любых применениях. Благодаря этому исключается необходимость в дорогостоящих фильтрах гармоник и обеспечивается защита другого электрического оборудования от нелинейных искажений.

Привод ACS 6000 удовлетворяет стандартам EN (IEC), CE, UL\*, cUL\* и другим стандартам, обеспечивая беспрепятственную интеграцию с другими системами во всем мире.

\* по заказу

# Системы Industrial<sup>IT</sup> and Drive<sup>IT</sup>

Архитектура Industrial<sup>IT</sup> корпорации ABB означает повышенную степень стандартизации и возможность взаимодействия различных изделий ABB без согласующих устройств.

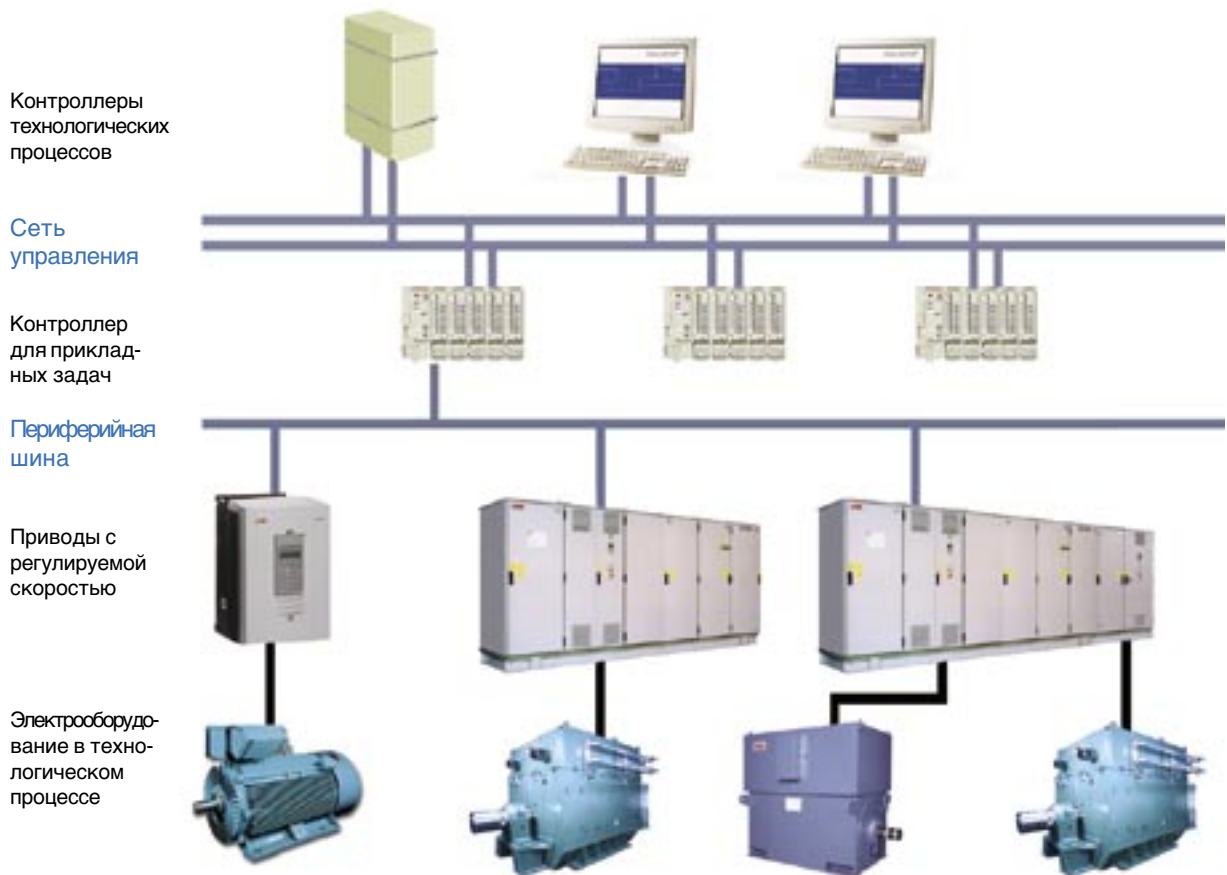
Привод ACS 6000 имеет сертификат, свидетельствующий о присвоении ему знака Industrial<sup>IT</sup> - специальной маркировки, показывающей, что привод может быть легко встроен в систему с архитектурой Industrial<sup>IT</sup> по принципу "подключил и работай".

## Преимущества

- Простота встраивания привода в производственную среду заказчика.
- Вся информация о приводе легко доступна в электронной форме
- Связь привода с оборудованием через панели управления, стандартизованные адаптеры периферийной шины и интерфейсы (OPC, OLE для управления технологическими процессами)
- Простые в использовании инструментальные средства для запуска в эксплуатацию и технического обслуживания.

Системы поддержки заказчика для обучения применению изделий, предоставления справочной информации, технического обслуживания

Бизнес-системы для поставки, заказа, запасных частей



Программное обеспечение для выбора оборудования, конфигурирования, запуска, контроля, документирования

Инструментальные программные средства для энергетических расчетов, анализа эффективности, выбора новых приводов

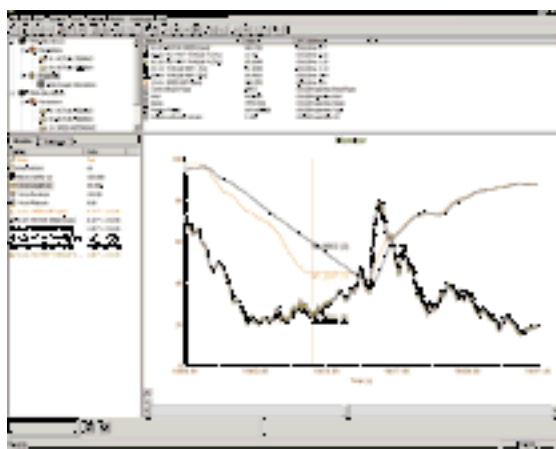
*Принцип построения системы Industrial<sup>IT</sup>*

# DriveWare - вспомогательные программные средства повышения производительности

Привод ACS 6000 имеет тот же набор удобных для пользователя инструментальных программных средств, как и другие приводы семейства изделий ACS.

## Программа DriveWindow

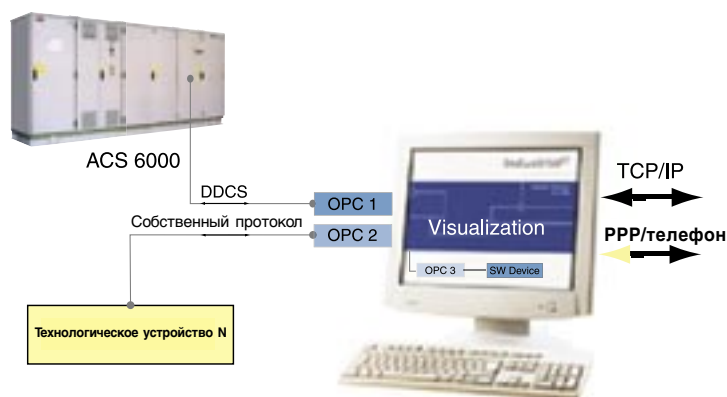
DriveWindow - усовершенствованная и удобная в использовании вспомогательная программа для пуско-наладочных работ, технического обслуживания, дистанционной диагностики и текущего контроля приводных систем.



Распечатка экрана программы DriveWindow

## Программа DriveOPC

DriveOPC - это программный пакет, который обеспечивает связь прикладных программ Windows с приводами ABB.



Принцип построения DriveOPC

## Возможности

- Доступ ко всем приводам, включенным в одну сеть
- Графическое представление значений сигналов
- Контроль и редактирование сигналов и параметров привода в автономном или оперативном режимах.
- Резервное копирование параметров привода. Файл может быть легко перезагружен
- Диагностика отказов с индикацией состояния привода и предыстории отказов
- Совместимость с Modbus, RS485

## Возможности

- Управление и контроль с помощью программ регулирования технологических процессов на базе ПК
- Стандартный интерфейс
- Дистанционное подключение через локальную сеть (LAN).
- Доступ
  - к управлению приводом
  - к сигналам и параметрам
  - к средствам регистрации данных и отказов

# Обслуживание и поддержка

## Обширный опыт

Являясь основоположником технологии приводов переменного тока в конце 1960-х годов, корпорация ABB имеет более чем 30-летний опыт применения своих разработок во всех отраслях промышленности практически во всех странах. Корпорация ABB прислушивается к отзывам заказчиков и старается разрабатывать продукцию, отвечающую их потребностям.

## Специализированный испытательный стенд

Стандартные испытания приводов ACS 6000 включают такие испытания, как осмотр и проверка механической части, гидравлические испытания под давлением, испытание изоляции, проверка вспомогательных, управляющих и защитных устройств, проверка номинального тока и повышения температуры инверторного блока

## Одиночный привод ACS

При испытаниях одиночного привода ACS 6000 дополнительно проводят нагрузочные и функциональные испытания с испытательным лабораторным электродвигателем.

## Мультипривод ACS 6000

Мультиприводные модули испытываются по отдельности один за другим, а также в системе, когда проверяются функции, выполняемые всей приводной системой в целом.

## Расширенные испытания

При необходимости корпорация ABB также предоставляет возможность проведения расширенных испытаний на испытательном оборудовании ABB (см. рисунок).

## Обслуживание и поддержка

Специалисты корпорации ABB помогут вам в определении параметров, проектировании и вводе в эксплуатацию вашего нового привода.

Послепродажное обслуживание является неотъемлемой частью поставки заказчику надежной и эффективной приводной системы. Корпорация ABB имеет самую большую сервисную службу по всему миру, которая обеспечивает техническую поддержку каждого поставляемого ею привода.

## Обучение

Всестороннее обучение персонала, работающего с приводами среднего напряжения корпорации ABB, может быть организовано в университете ABB, Турги, Швейцария. Диапазон предлагаемого обучения - от базовых учебных курсов до программ, адаптированных к специальным требованиям заказчика.

-> [www.abb.com/abbuniversity](http://www.abb.com/abbuniversity)

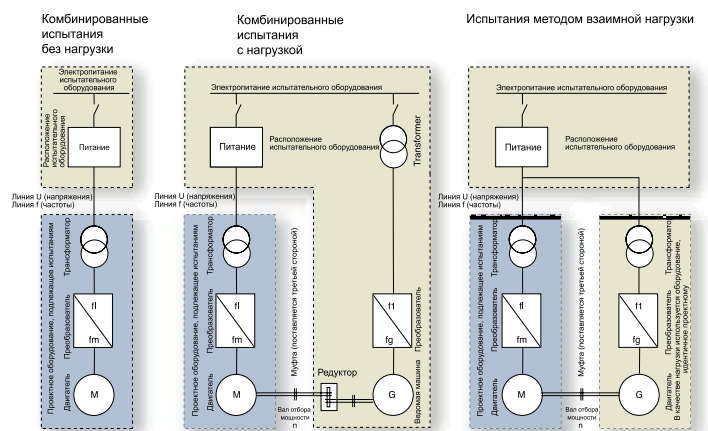


Иллюстрация схем расширенных испытаний

## Обслуживание приводов ABB среднего напряжения

- Монтаж и ввод в эксплуатацию
- Обучение
- Встроенная диагностика
- Дистанционная диагностика
- Заказные сервисные программы
- Техническая поддержка на месте
- Обслуживание на месте
- Запасные части и сеть снабжения
- Всемирная сервисная сеть
- Круглосуточная круглогодичная сервисная линия



ABB Switzerland Ltd  
Medium Voltage Drives  
CH-5300 Turgi / Switzerland  
Tel +41 (0)58 589 27 95  
Fax +41 (0)58 589 29 84  
Email [mvdrides@ch.abb.com](mailto:mvdrides@ch.abb.com)  
I-Net [www.abb.com/motors&drives](http://www.abb.com/motors&drives)

АББ Индустри и Стройтехника  
117997 Москва Россия  
ул. Профсоюзная, 23  
Тел.: +7 095 120 20 64  
Факс: +7 095 960 22 05