

# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ALTIVAR MACHINE ATV320 ОТ SCHNEIDER ELECTRIC

СЕРГЕЙ ДОВГИЛЕНКО, К. Т. Н.  
sergej.dovgilenko@schneider-electric.com

В статье рассматривается серия преобразователей частоты Altivar Machine ATV320 компании Schneider Electric. Приводится перечень функций, встроенных в данное устройство и расширяющих его возможности при применении в подъемных машинах, механизмах перемещения и агрегатах текстильного производства. Также дано описание библиотеки ATV Logic, с помощью которой программируется встроенный контроллер преобразователя частоты Altivar Machine ATV320.

Преобразователи частоты (ПЧ) Altivar Machine ATV320 (рис. 1) предназначены для применения в подъемных машинах и механизмах перемещения, агрегатах текстильного производства, станках и механизмах обработки материалов, упаковочных и брошюровочных машинах, а также в высокоинерционных механизмах. Из этого перечня видно, что данные устройства обладают большой перегрузочной способностью, высокими

динамическими характеристиками и возможностью работать с высоким темпом торможения. В таблице 1 приведены основные технические характеристики ПЧ Altivar Machine ATV320.

Чтобы обеспечить надлежащий уровень промышленной безопасности, устройства серии Altivar Machine ATV320 в соответствии с [1] имеют следующие встроенные функции безопасности:

- безопасное отключение крутящего момента (Safe Torque Off, STO);
- безопасное ограничение скорости (Safely Limited Speed, SLS);

- безопасное отключение 1 (Safe Stop 1, SS1);
- контроль безопасного уровня скорости (Safe Maximum Speed, SMS);
- защитную блокировку дверей (Guard Door Locked, GDL);
- управление тормозом.

Указанный набор функций воспроизводится как реакция на внешний сигнал возникновения внештатной ситуации. Их наличие в самом ПЧ позволяет обеспечить надлежащую скорость реакции и повысить надежность всей системы безопасности производства. Использование

РИС. 1. ▾  
Преобразователи частоты  
Altivar Machine ATV320



ТАБЛИЦА 1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ALTIVAR MACHINE ATV320

Диапазон мощностей, кВт	0,18–15
Диапазон номинальных выходных токов, А	1,5–33
Перегрузочная способность по току	150% от номинального тока, в течение 60 с
Перегрузочная способность по моменту	170–200% от номинального момента электродвигателя, в течение 60 с
Работа с асинхронным электродвигателем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Векторный закон управления в разомкнутой системе.</li> <li>• Скалярный закон управления U/f.</li> <li>• Скалярный закон управления с возможностью формирования отношения U/f по пяти точкам.</li> <li>• Скалярный квадратичный U/f 2.</li> <li>• Энергосберегающий закон управления.</li> </ul>
Работа с синхронным электродвигателем с постоянными магнитами на роторе и синусоидальной противоЭДС	Векторный закон управления в разомкнутой системе
Работа во II-м и IV-м квадрантах (торможение)	С подключением тормозного резистора

той или иной функции безопасности в производстве определяется при проектировании каждого конкретного механизма на основе анализа и идентификации риска возникновения внештатной ситуации.

Системы управления по отношению к электроприводу с преобразователями частоты могут быть разного уровня сложности и иметь различную глубину иерархии.

1. Индивидуальная система управления: электропривод должен поддерживать определенную скорость вращения, задаваемую оператором. По сути, такая система является разомкнутой, хоть в ней и осуществляется регулирование скорости вращения электродвигателя. В этом случае считывание параметров из меню ПЧ — например, скорость вращения двигателя и его тока — выполняет сам оператор.
2. В локальной системе управления используется замкнутая система управления с ПИ- или ПИД-регулятором. В зависимости

**ТАБЛИЦА 2. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ALTVAR MACHINE ATV320**

<b>Встроенные коммуникационные интерфейсы</b>	Modbus RTU, CANopen
<b>Дополнительные коммуникационные модули</b>	DeviceNet, Profibus DP, Modbus TCP/ Ethernet IP, EtherCAT, ProfiNet, POWERLINK

от количества приводов система может быть различной степени сложности: от системы, где замкнутый контур реализован в единственном ПЧ, до системы с одним программируемым логическим контроллером, управляющим несколькими ПЧ (например, электроприводами многокоординатных станков).

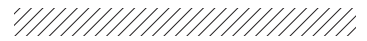
3. Система управления может быть глобальной, управляющей процессом производства в целом. В этом случае всю систему управления можно условно разделить на три уровня: на первом уровне размещается система мониторинга и анализа всего производства, на втором — система автоматизированного управления технологическими про-

цессами, на третьем — локальные системы управления и подключаемые к системе элементы. Преобразователи частоты в такой системе находятся на третьем уровне.

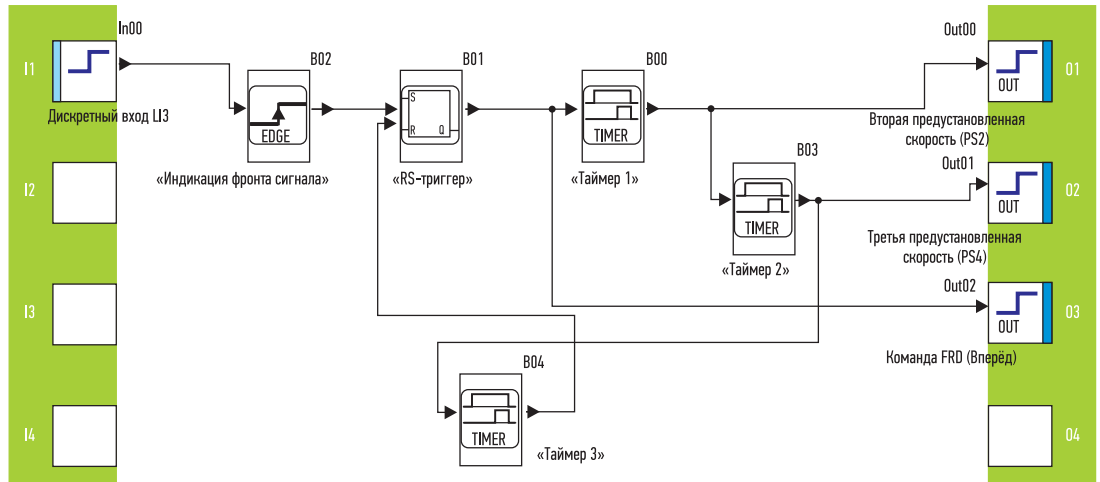
ПЧ Altivar Machine ATV320 можно использовать во всех вариантах рассмотренных систем управления. В случае если есть внешняя по отношению к ПЧ система управления, для подключения Altivar Machine ATV320 применяются либо аналоговые и дискретные входы-выходы, либо коммуникационные интерфейсы, либо их комбинация. В таблице 2 приведен перечень коммуникационных интерфейсов рассматриваемого ПЧ. Они позволяют не только управлять ПЧ, но и считывать из него информацию о состоянии привода

**ТАБЛИЦА 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ALTVAR MACHINE ATV320**

Функция	Описание
ПИД-регулятор	Организация замкнутой системы управления технологическим параметром с ПИД-регулятором.
Ограничение момента в двигательном и генераторном режимах	При достижении определенного значения момента ПЧ уменьшает скорость вращения электродвигателя. Предельный момент может быть задан как в самом ПЧ, так и с внешнего устройства.
Выравнивание нагрузки	Функция позволяет распределить момент нагрузки между жестко связанными электродвигателями. Применяется в случае работы на одну нагрузку двух электродвигателей, управляемых от разных ПЧ.
Управление нитераскладчиком	Данная функция используется в текстильных машинах при намотке бобины. Для получения качественной намотки с заданными плотностью и шагом в ПЧ формируется специальный закон изменения скорости вращения кулачкового механизма нитераскладчика.
Крестовая намотка	Данная функция позволяет создать в текстильных машинах постоянное натяжение нити. Она управляет двумя ПЧ в режиме «ведущий-ведомый». Ведущий привод контролирует скорость нитенаправителя, ведомый — скорость намотки.
Подъем с повышенной скоростью	При подъеме небольшой массы возможно движение со скоростью больше номинальной, что позволяет уменьшить время цикла работы оборудования.
Выбор слабины канатов	Перед подъемом груза ПЧ измеряет момент, прикладываемый к электродвигателю, и если он меньше момента, который создает пустой крюк, подтягивает канат.
Весоизмерение	Данная функция используется при наличии датчика веса. Она позволяет в зависимости от веса груза сформировать момент на выходе электродвигателя, достаточный для ликвидации просадки груза после снятия тормоза.
Позиционирование по концевым выключателям	Используются внешние концевые выключатели, дающие возможность определить момент, когда нужно начать торможение (замедление) и когда нужно остановиться.
Остановка на расчетном пути после срабатывания концевого выключателя замедления	Применяются внешние концевые выключатели, позволяющие определить момент, когда нужно начать торможение (замедление). После их срабатывания в зависимости от номинальной линейной скорости и скорости в момент срабатывания концевого выключателя, оцениваемой ПЧ, запускается остановка на расчетном отрезке пути.
Управление тормозом	Данная функция применяется для горизонтальных и вертикальных перемещений в случае уравновешенной и неуравновешенной нагрузки. Она обеспечивает безопасные пуск и торможение в моменты снятия и наложения тормоза. При вертикальном перемещении момент двигателя поддерживается в направлении удержания груза при снятии и наложении тормоза. В случае горизонтального перемещения при пуске синхронизируется снятие тормоза с установлением момента, при остановке — наложение тормоза с нулевой скоростью.



**РИС. 2.** ►  
Программа  
задания скорости



и значениях регулируемых величин. Таким образом, ПЧ Altivar Machine ATV320 может быть задействован в общем информационном потоке производства. Данные, собираемые с ПЧ, — например, потребляемая электроэнергия, время включения электродвигателя и время работы — можно применить при анализе процессов производства.

Независимо от возможностей системы автоматизированного управления, в состав которой входит ПЧ, функции безопасности, контроля и управления могут быть реализованы в самом ПЧ. Altivar Machine ATV320 в соответствии с решаемыми прикладными задачами имеет ряд встроенных функций, которые упрощают его применение в подъемных машинах, механизмах перемещения и агрегатах текстильного производства. Описание основных функций приведено в таблице 3.

Возможности ПЧ Altivar Machine ATV320 по решению прикладных задач контроля и управления не ограничиваются только встроенными функциями. Встроенный в Altivar Machine ATV320 контроллер позволяет пользователю разработать свои функции для решения стоящих перед ним задач. Программирование этого контроллера осуществляется с помощью библиотеки ATV Logic программного обеспечения SoMove [2], предназначенного для настройки ПЧ и устройств плавного пуска компании Schneider Electric.

Библиотека ATV Logic представляет собой набор из 32 визуальных блоков, используя которые, можно написать программу на языке гра-

фического программирования FBD (МЭК 61131-3). Все блоки библиотеки условно можно разделить на следующие группы:

- источники сигналов;
- приемники сигналов;
- логические и битовые операции;
- математические операции;
- нелинейные блоки;
- общая группа.

Рассмотрим пример программы для ПЧ Altivar Machine ATV320, реализованной во встроенном контроллере с помощью библиотеки ATV Logic. Данная программа позволяет электродвигателю работать с тремя предустановленными скоростями, последовательно переходя от одной скорости к другой. При этом с каждой скоростью привод работает в течение фиксированного времени. После окончания цикла для нового запуска обычно требуется команда от оператора или внешнего устройства. Данная программа отличается от функции предустановленной скорости (заложенной в ПЧ) тем, что позволяет поддерживать скорость заданное время и переключаться с одной скорости на другую без вмешательства оператора или команды от другого устройства управления. На рис. 2 показана программа, реализующая описанный цикл.

Ниже дано описание последовательности работы программы.

1. На дискретный вход LI3 преобразователя частоты подается команда запуска цикла работы. На прием этого сигнала настроен виртуальный вход I1.
2. При помощи блока «Индикация фронта сигнала» определяется передний фронт сигнала LI3.

3. По переднему фронту сигнала LI3 выход Q блока «RS-триггер» переходит в состояние «1».
4. Запускается первый таймер (блок «Таймер»), и одновременно подается сигнал о разрешении вращения на виртуальный выход O3, запрограммированный на дискретную команду FRD («Вперед») [3]. Электродвигатель начинает вращаться со скоростью, задаваемой по аналоговому входу.
5. По истечении времени работы первого таймера с его выхода подается логическая единица на виртуальный выход O1. Данный выход запрограммирован на дискретную команду PS2 (две предустановленные скорости) [3]. Подается логическая единица, и запускается второй таймер. Логическая единица на виртуальном выходе O1 соответствует заданию второй из двух предустановленных скоростей, запрограммированной в ПЧ. Двигатель переключается на эту скорость.
6. После завершения работы второго таймера с его выхода на вход O2, запрограммированный на дискретную команду PS4 (четыре предустановленные скорости) [3], подается логическая единица и запускается третий таймер. Сочетание «1» на виртуальном выходе O1 и «1» на виртуальном выходе O2 соответствует четвертой предустановленной скорости, запрограммированной в ПЧ. Электродвигатель начинает вращаться с этой скоростью.
7. По завершении времени работы третьего таймера с его выхода

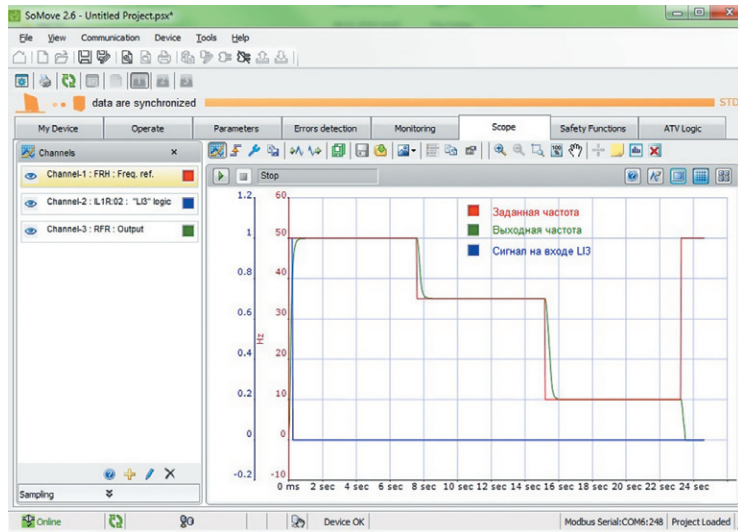
на вход R элемента «RS-триггер» подается логическая единица. На выходе RS-триггера появляется логический ноль, который поступает на виртуальный выход ОЗ. Снимается команда FRD («Вперед»), и электродвигатель останавливается.

8. Процесс повторяется после подачи нового сигнала на вход LI3.

На рис. 3 показана осциллограмма результатов работы данной программы, полученная с помощью встроенного осциллографа программного обеспечения SoMove. На ней показаны заданная и выходная частоты и сигнал, подаваемый на дискретный вход LI3.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При проектировании системы управления разработчик может реализовать ряд функций системы управления, контроля и мониторинга в преобразователе частоты. Рассмотренный в статье ПЧ Altivar Machine ATV320 предоставляет для этого широкие возможности: как с использованием встроенных функций, настраиваемых в самом ПЧ, так



**РИС. 3.** ◀  
Осциллограмма результатов работы программы

и посредством создания новых функций с помощью встроенного контроллера. Это позволяет создать на базе Altivar Machine ATV320 уникальную систему управления без применения дополнительных программируемых логических контроллеров или программируемых реле. ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ГОСТ Р МЭК 61800-5-2-2015 «Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 5-2. Требования функциональной безопасности».
2. Altivar Machine 320. Variable Speed Drives for Synchronous and Asynchronous Motors. ATV Logic Manual. 2016.
3. Altivar Machine 320. Variable Speed Drives for Synchronous and Asynchronous Motors. Programming Manual. 2017.