

Рис. 1. Технологическая схема диффузионной станции

Сезонность производства и условия хранения сырья постоянно вносят коррективы в режим функционирования сахарного завода в целом и его отдельных отделений в частности, от качества работы которых напрямую зависят количество и качество получаемого сахара

Сахар

высокой очистки

Сидлецкий В.М.,
Швед С.Н.,
Кушков В.Н.
XXXXX@svaltera.com.ua

Отличительной особенностью сахарной промышленности является сезонность, многоструктурность и динамический характер производства. На одной из первых стадий процесса сахарного производства находятся сокодобывающее и сокоочистное отделения. От работы этих двух отделений зависит темп и ритмичность работы завода в целом, и именно они определяют качественные и количественные показатели сахарного производства.

Для управления этими участками производства на Ждановском сахарном заводе (Винницкая область) внедрена микропроцессорная система управления, которая, по требованию заказчика, базируется на программируемых логических контроллерах (ПЛК) серии SPEED7 компании VIPA и SCADA/HMI Genesis32 от ICONICS.

Объект автоматизации

Процесс получения сока диффузионным способом состоит в противоточном вымачивании нарезанной стружки сахарной свеклы горячей водой. При этом сахара и часть несахаров постепенно переходят в воду, в результате чего содержаемое в стружке снижается, а в воде

увеличивается. Экстракция сахара из свеклы осуществляется в непрерывно действующих аппаратах, причем наибольшее распространение приобрели колонные, наклонные двухшнековые и ротационные диффузионные аппараты.

Типовая колонная диффузионная установка (рис. 1) включает высолживатель колонного типа, ошпариватель, подогреватели сока и оборудование подготовки воды для питания аппарата. Для станции сокоочистки очень важна точность поддержания технологического режима, от которого напрямую зависит доброкачественность сиропа при уваривании диффузионного сока. Например, при повышении доброкачественности очищенного сока на одну единицу можно получить дополнительно 0,2–0,25 % сахара от массы свеклы, поступившей на переработку. Таким образом, поддержание технологических параметров в допустимых режимах имеет решающее значение в процессе уваривания несахаров и, как результат, повышения эффективности сахарного производства в целом.

Для получения высокого эффекта очистки диффузионного сока необ-

ходимо выделить несахара из сока, максимально использовать адсорбционное свойство частиц карбоната кальция, быстро отделять созданный осадок. Типовая технологическая схема процесса очистки включает в себя такие стадии, как преддефекацию, основную холодно-горячую дефекацию, сатурацию с последующей фильтрацией сока, дефекацию перед сатурацией II, собственно сатурация II с фильтрацией и сульфитацию.

Задачи контроля и управления

При работе диффузионной установки необходимо поддерживать оптимальные значения качественных показателей, в частности концентрацию сухих веществ в диффузионном соке и количество сахара в жоме. Непосредственное управление этими параметрами невозможно, поэтому возникает необходимость их регулирования путем изменения косвенных параметров. К последним относятся показатели материального баланса, теплового режима и нагрузки аппаратов. На станции требуемый режим обеспечивается за счет введения следующих контуров:

- ▶ контроля и управления расходом стружки по ленточным весам, установленным на транспортере,
- ▶ стабилизации производительности свеклорезок,
- ▶ поддержания уровня сока в колонне,
- ▶ стабилизации откачки диффузного сока,
- ▶ регулирования откачки сока из колонны,
- ▶ контроля содержимого сухих веществ диффузионного сока на выходе из ошпаривателя,
- ▶ стабилизации температуры питательной воды и циркуляционного сока за счет которой достигается необходимый температурный режим,
- ▶ контроля уровня pH сока в колонне,
- ▶ измерения перепада давления на ситах колонны и ошпаривателя,
- ▶ определения удельной нагрузки на электродвигателях приводов ошпаривателя и колонны.

Внедренная на заводе автоматизированная система управления станции сокоочистки выполняет следующие задачи:

- ▶ стабилизация расходов сока на первую и вторую сатурации, в зависимости от расхода диффузионного сока на производство и с учетом уровней в холодном дефекторе и сборнике фильтрованного сока первой сатурации;
- ▶ регулирование соотношений:
 - расходов циркуляционного сока сатурации I к расходу сока на производство,
 - общего расхода известкового молока к расходу сока на производство,
 - расхода известкового молока на сатурацию II к расходу сатурируемого сока;
- ▶ стабилизация pH сока на конечной ступени преддефекации;
- ▶ регулирование подачи газа в сатуратор 1А по разомкнутой схеме в связи с неинформативностью значения pH с учетом расхода сатурируемого сока;
- ▶ стабилизация pH соков сатураций I и II воздействием на расход сатурационного газа;
- ▶ регулирование давлений сатурационного газа в коллекторе и перед форсунками на сатурации II;
- ▶ регулирования температур сока перед сатурацией I и II, а также перед фильтрацией сока сатурации I;
- ▶ контроля уровней во всех сборниках отделения и буферных сборниках примыкающих участков процесса;
- ▶ контроля концентрации содержания CO₂ в сатурационном газе.

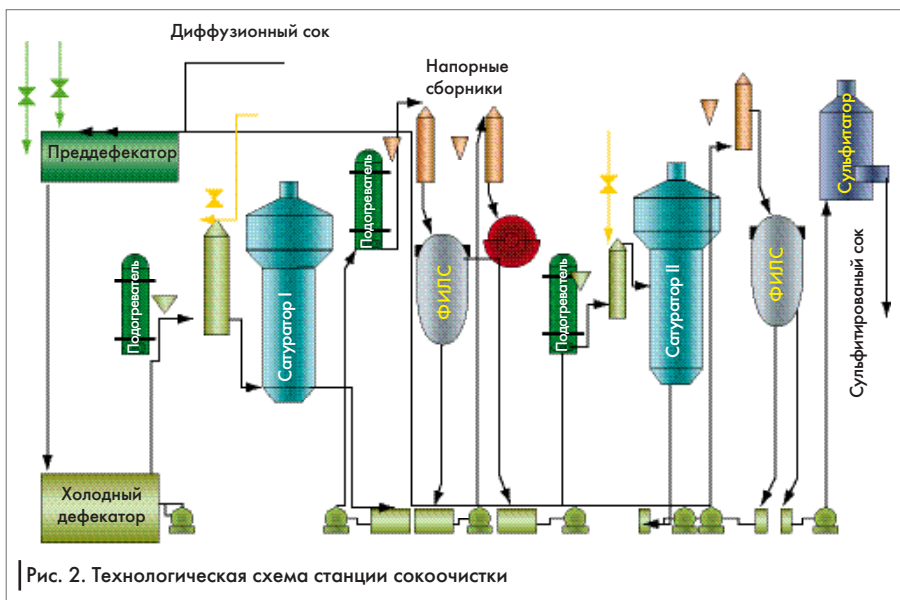


Рис. 2. Технологическая схема станции сокоочистки

На каждой из станции система автоматизации выполняет следующие функции:

- ▶ принятие и последующая обработка сигналов от датчиков температуры, давления, уровня, расхода, концентрации, величины pH;
- ▶ реализация рабочих алгоритмов, алгоритмов аварийных ситуаций, подача управляющих сигналов на соответствующие исполнительные механизмы;
- ▶ контроль состояния приводов оборудования,
- ▶ требуемые блокировки при управлении оборудованием,
- ▶ передача диагностической информации, сигналов с датчиков и исполнительных механизмов на операторскую станцию,
- ▶ оперативный централизованный контроль в режиме реального времени и вывод информации о ходе технологического процесса в графической форме,
- ▶ предупредительная и аварийная сигнализация об отклонениях измеренных или расчетных значений технологических параметров от допустимых пределов,
- ▶ контроль ввода оператором заданий и уставок с целью предотвращения возможных ошибок,
- ▶ прием от оператора команд управления исполнительными механизмами в дистанционном режиме работы со щита,

- ▶ формирование и отображение архивной информации о параметрах технологического процесса, состоянии технологического оборудования и сигналах управления,
- ▶ архивирование значений технологических параметров работы оборудования, ведения протокола нарушений и технологического журнала работы системы и действий оператора.

Система автоматизации проектировалась как трехуровневая иерархическая система управления. На нижнем уровне находятся датчики и исполнительные механизмы; на среднем уровне находится контроллер,

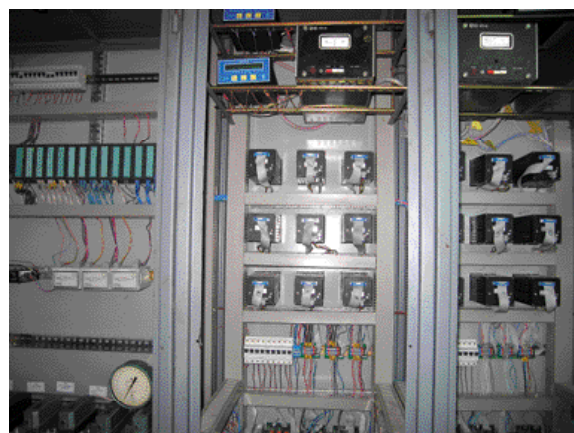


Рис. 3. Щит ручного управления диффузией

коммутационная аппаратура, преобразователи для двигателей постоянного и переменного тока; верхний уровень — рабочая станция оператора (АРМ оператора).

Система автоматизации обеих станций — интегрированная система, отвечающая принципам унификации и взаимозаменяемости, в которой согласованы следующие характеристики компонентов: механические (физические размеры), электрические (частота и уровень сигналов, питания, кабели), информационные (коммуникации мониторинг управления) и функциональные (решаемые задачи).

Все элементы системы размещаются в промышленных монтажных шкафах, которые состоят из передней и задней панели. На передней панели размещаются элементы оперативного управления на видном и легкодоступном месте (рис. 3). Во внутренней части размещены преобразователи, ПЛК, блоки питания коммутационная аппаратура.

Средства взаимодействия с объектом

Все используемые датчики, исполнительные механизмы и преобразователи представляют собою серийные компоненты и имеют унифицированные сигналы: 4–20, 0–20 мА, 20–100 кПа. На объекте существовала необходимость измерения разницы давлений и уровня вязких, агрессивных и загрязненных сред (сокоотружечная смесь, сульфитированная вода). Для этого были использованы датчики давлени-

ния Kobold (Германия) с унифицированным выходом, разработанные для тяжелых условий эксплуатации и имеющие внешнюю мембрану. К особенностям этих датчиков можно отнести простоту монтажа, малые габариты и высокий класс точности.

В качестве датчиков температуры применены термометры сопротивления ТСП, изготовленные на АОЗТ «Тера». Показатели качества (рН) измеряются с помощью датчиков и вторичных приборов, изготовленных ООО «ВП Дилис» (г. Обухов), а концентрация CO_2 — оптическим газоанализатором 122ФА01 С-М (ПП «Современные оптические технологии», г. Киев) на базе разработки «Украналитприбора».

Для определения расхода применяются расходомеры, которые были в наличии на предприятии, а также датчики и преобразователи расходов от фирмы Siemens и Endress+Hauser. Для измерения напряжения и тока на двигателях постоянного тока свеклорезок, приводов колонны, ошпаривателя и насосов сокоотружки были использованы преобразователи постоянного напряжения (0–440 В/4–20 мА) и трансформаторы тока (0–100 А/4–20 мА) укра-

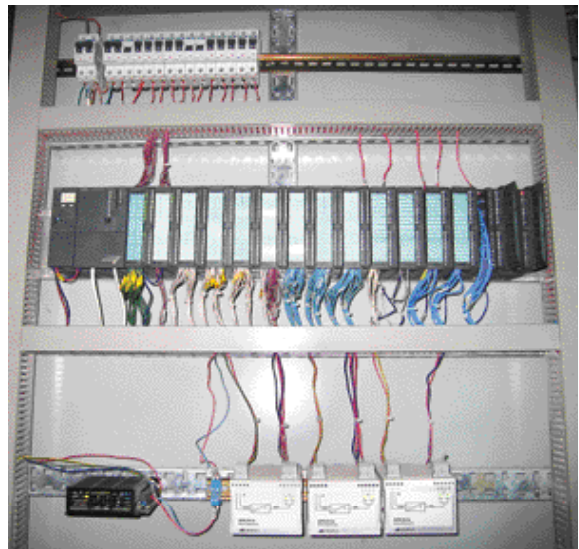


Рис. 5. Процессом управляет контроллер VIPA SPEED7

инской компании Микрол (Ивано-Франковск).

В качестве исполнительных механизмов были использованы пневматические механизмы: МИП и ПСП. Для регулирования скорости двигателей приводов постоянного тока применялись заводские тиристорные преобразователи.

Для плавного регулирования скорости асинхронных двигателей были применены частотные преобразователи 8200 Vector компании Lenze. Это позволило обеспечить более точное регулирование расходов, а также увеличить время эксплуатации самого двигателя.

С помощью унифицированных аналоговых выходов (2 выхода) на частотном преобразователе появилась возможность контролировать силу тока и напряжение на самом двигателе (при необходимости можно контролировать и частоту). При этом отпала необходимость в использовании преобразователей постоянного напряжения и трансформаторов тока, которые применялись для двигателей постоянного тока.

Средства управления объектом

При проектировании системы была предусмотрена возможность перехода с автоматического режима на ручной и обратно, причем переход на автомат должен был быть безударным. Возможность перехода реализована со щита управления диффузией с помощью вторичных приборов компании Микрол (рис. 3), со щита управления сокоочисткой — с помощью индикаторов и пневматических панелей от ДП «Сахавтомат инж.», а также из

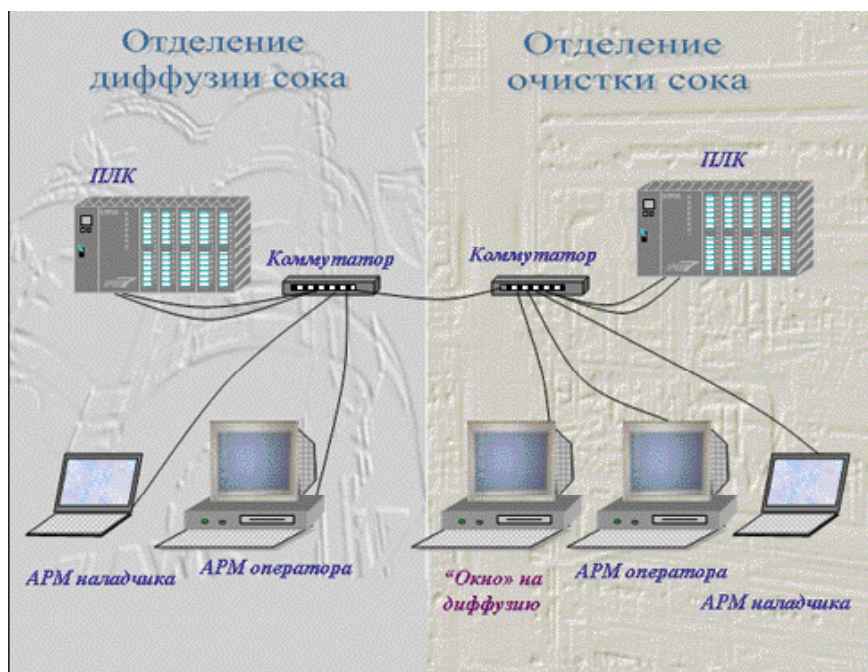


Рис. 6. Организация сети Ethernet

SCADA-системы, установленной на рабочих станциях оператора.

Для автоматического управления системой использован контроллер фирмы VIPA с процессором SPEED7. VIPA – немецкая компания, специализирующаяся на разработке и производстве ПЛК, совместимых с контроллерами фирмы Siemens по системе команд. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) серии SPEED7 уже довольно хорошо известны в мире и все большую популярность завоевывают в Украине. Контроллеры VIPA с успехом используются в системах промышленной автоматизации с большим количеством сигналов, повышенными требованиями к надежности оборудования и к временным параметрам контуров управления, подходят для управления производствами периодического, непрерывного и непрерывно-периодического типа.

На объекте был установлен высокоскоростной CPU, построенный на базе микросхемы SPEED7. В нем выполнение операции с плавающей запятой занимает всего 0,084 мкс, а операция над битом или словом – 0,014 мкс. Благодаря этому время цикла ПЛК может составить всего 100 мкс.

Процессор поддерживает систему инструкций S7-300/S7-400 от Siemens и может быть запрограммирован как с помощью ПО WinPLC7 (VIPA), так и STEP 7 (Siemens).

Программа управления процессом написана с помощью ПО WinPLC7, который значительно дешевле, нежели STEP 7. Функциональных возможностей хватило для написания самой программы, аппаратной конфигурации и конфигурации сети. В программе можно использовать до 1024 функциональных блоков, до 1024 функций и до 2047 блоков данных. Хотелось бы отметить, что при написании программы есть возможность вносить комментарии на русском, украинском или английском языках.

Процессорный модуль имеет RAM+FLASH память объемом от 256 КБ до 2 МБ. В работе картка расширения памяти не использовалась, хотя такая возможность существует. Эту картку используют в тех случаях, когда для выполнения алгоритма работы недостаточно объема встроенной в процессорный модуль памяти, либо для повышения надежности системы необходимо продублировать программу.

Система построена по модульному принципу, при этом модули

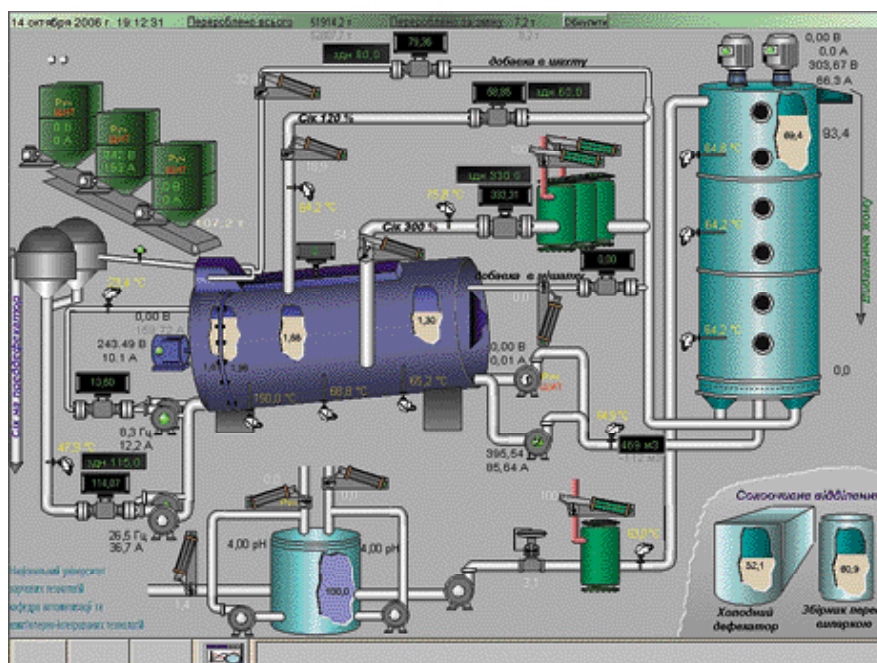


Рис. 7. Пример дисплейной мнемосхемы

System 300 от VIPA механически полностью идентичны модулям S7-300 и могут использоваться с ними в одной стойке на одной линейке. Также модули расширения допускают прямую взаимозаменяемость с однотипными модулями S7-300 (взаимозаменяемость определяется по каталогу – каталожные индексы данных модулей совпадают по символу). Инженерам, знакомым с SIMATIC S7, не потребуется много времени для изучения нового оборудования.

Кроме того, одной из важных особенностей процессоров SPEED7 является поддержка открытых интерфейсов (Ethernet и Profibus-DP master/slave), широко применяемых в промышленности. Это дает возможность подключать дополнительные аппаратные средства и облегчает интеграцию отдельных производственных участков в информационную сеть предприятия.

Данные контроллера передаются на компьютер с установленной SCADA-системой посредством OPC-сервера от VIPA, данная программа довольно проста в настройке.

При создании системы автоматизации на одной станции необходимо было установить 15 модулей расширения, а на второй станции – 10 модулей. К особенностям этой системы можно отнести то, что каждый ПЛК размещен на одной стойке. Чтобы создать такую же систему на S7-300 от Siemens необходимо использовать модули IM360, IM361 или IM365 (допус-

кается установка на одной стойке до 8 модулей), при использовании контроллера SPEED7 от VIPA в этом нет необходимости (допускается использовать до 32 модулей на одной стойке). В целом, если сравнить с однотипным процессором от Siemens, производительность контроллеров VIPA выше в 15 раз, а цена – ниже на 20–30%.

Системные коммуникации

Коммуникации SPEED7 соответствуют технологиям SIMATIC. Используемые при создании проекта процессорный модуль CPU 315-4NE11 от VIPA имеет встроенные коммуникационные средства MP21, Profibus DP-мастер и Industrial Ethernet в качестве стандартных. Один порт Ethernet служит для связи с программаторами и средствами операторского интерфейса, второй поддерживает протоколы TCP/IP, UDP, ISO-on-TCP с RFC1006.

В проекте, реализованном на заводе, первый порт используется для конфигурирования, программирования, наладки и диагностики контроллера с помощью WinPLC7 (версии 3.55) в режиме on-line, второй – для двух групп соединений (рис. 5):

- ▶ для связи с программой SCADA/HMI Genesis32 (версии 7) через VIPA OPC Server, выполняющимся им на ПК,
- ▶ для связи с контроллером-партнером через S5-совместимые коммуникации на транспортном протоколе TCP/IP.

Следует отметить, что при первом запуске порт CPU не имеет IP-адреса и маски подсети. Их присвоение

производят через аппаратную конфигурацию с помощью «минимального проекта» и пересылки его через MMC или MPI.

В процессе конфигурирования сети WinPLC7 самостоятельно формирует значения большинства элементов, таких как наименования соединений, идентификаторы S7-подсетей, соединений и передаваемых блоков, адреса портов, которые изменять нет особой необходимости. Естественно, вручную требуется настроить адреса IP, отследить соответствие конфигурации партнера и установить один из трех возможных режимов соединения:

- ▶ ПАССИВНАЯ ФОРМА ВЫБОРКИ (данные запроса)- позволяет системе партнера запрашивать данные CPU. Партнер имеет прямой доступ к областям памяти сервера.
- ▶ ПАССИВНАЯ ФОРМА ЗАПИСИ (данные записи)- позволяет системе партнера записывать данные в область данных CPU. Партнер имеет прямой доступ к областям памяти сервера.
- ▶ ПОСЛАТЬ/ПОЛУЧИТЬ. Этот режим позволяет программе управлять коммуникацией к CPU или прикладной программе партнера через сформированное подключение.

В случае взаимодействия с контроллером-партнером ПЛК нуждается исключительно в библиотечных функциях VIPA AG_SEND и AG_RECV для пересылки/приема данных и в соответствующей программной поддержке.

Человеко-машинный интерфейс

Для удобства работы операторов станций на базе программного пакета Genesis32 разработан человеко-машинный интерфейс, который позволяет вести контроль над технологическим процессом, а также одновременно управлять узлами и механизмами на всех стадиях работы. На экране монитора можно контролировать все технологические параметры, включая скорости вращения трубовалов и насосов, управляемых частотными и тиристорными преобразователями. Для отображения аварийных сообщений используется графическая диагностика. С помощью дисплейной мнемосхемы оператор может проводить выбор технологического режима. Кроме того, на экране отображаются данные производственной статистики и анализа работы. Доступ к изменению технологических параметров

выполняется через пароли с разными уровнями приоритетов.

При разработке человеко-машинного интерфейса для автоматизированной системы придерживались принципов простоты (каждая картинка на дисплее отображает модель физического процесса и его работу, при этом вместе с важными данными не выводятся ненужная и/или избыточная информация), наглядности (обеспечивается связь между техническим процессом, его режимами работы и оператором) и последовательности (для отображения одинаковых или аналогичных элементов системы применены однотипные обозначения).

Таким образом, спроектированная и реализованная на Speed 7 система управления станциями диффузии и сокоочистки позволила достичь значительного экономического эффекта за счет повышения производительности диффузионной установки, увеличения содержания сахара в диффузионном соке, повышения эффекта очистки сока и его фильтруемости, сокращения потерь сахара на участке очистки и последующих участках производства, а также снижения расхода энергии, извести и сатурационного газа. **MA**



ЧАС ШВИДКОСТІ. ЧАС ДЛЯ SPEED

- ❖ надшвидкий PLC: час виконання циклу від 100 мкс
- ❖ час виконання операції:
 - з бітом — 14 нс;
 - зі словом — 90 нс
- ❖ гнучке розширення об'єму пам'яті від 64 КБ до 16 МБ
- ❖ програмується на Step7 від Siemens та WinPLC7 від VIPA
- ❖ встановлення модулів розширення:
 - на стандартну (последовну) шину — до 32 модулів;
 - на Speed-шину (паралельну) — до 10 модулів
- ❖ підтримка інтерфейсів MPI, Profibus-DP/PtP, Ethernet, CANopen, Interbus



Ексклюзивний дистриб'ютор VIPA в Україні



СВ АЛЬТЕРА

03680, м. Київ, бульвар Івана Лепсе, 4
Телефони: (+38044) 4961888, 2419084
Факс: (+38044) 4961818
E-mail: svaltera@svaltera.kiev.ua

www.svaltera.ua

Вінниця (0432) 52-30-98 Дніпропетровськ (0562) 36-87-78, (056) 745-68-35
Донецьк (062) 304-59-81, 385-35-96 Запоріжжя (061) 224-08-68, 701-11-49
Кременчук (05366) 4-86-67, 4-13-79 Луганськ (0642) 34-42-97
Львів (032) 297-66-90, 239-35-00 Миколаїв (0512) 58-06-33, 58-06-41
Рівне (0362) 69-05-35, 69-05-27 Суми (0542) 67-23-90, 25-15-68
Харків (057) 758-72-91, 758-62-12