

Миниатюризация систем производства: существует ли нижний предел масштабирования?

Якоб Дюк (Jakob.Dueck@HARTING.com)

В целях минимизации количества используемых материалов и сокращения затрат продолжается миниатюризация оборудования и других средств производства. Эта тенденция наблюдается во всём мире. Но до какого предела можно увеличивать компактность отдельных функций и продолжать миниатюризацию, сохраняя рентабельность? Исходя из опыта и тесного сотрудничества с заказчиками самого широкого круга отраслей промышленности, компания HARTING как производитель промышленных соединителей делится практическими рекомендациями и опытом. Это позволяет производителям и пользователям систем производства в полной мере раскрыть гигантский потенциал миниатюризации.

Существует множество примеров последовательной миниатюризации технических систем. Например, закон Мура гласит, что количество транзисторов в интегральных схемах удваивается каждые 18 месяцев. В наши дни это означает, что в одной микросхеме умещается примерно 35 млрд транзисторов. Другим наглядным примером может служить смартфон. За прошедшие 20 лет он эволюционировал из мобильного телефона в профессиональное многофункциональное устройство с интегрированными функциями связи, навигации и развлекательными приложениями. Тенденция «уплотнения» функций и технических характеристик уже положила начало новым техническим дисциплинам: там, где грань между электроникой и механикой становится всё более размытой, можно говорить о мехатронике. Впрочем, тот факт, что миниатюризация технических систем является глобальной тенденцией, можно наблюдать не только в сфере потребительских товаров. Например, тяжёлая ракета-носитель Falcon производства компании SpaceX (в настоящее время мощней-

шая ракета-носитель в мире) является сверхкомпактной в сравнении с ракетой-носителем «Сатурн V», применявшейся в программе «Аполлон». Компания SpaceX обеспечивает сохранение энергии и других ресурсов, а также возможность частичного повторного использования.

Но есть ли смысл в современной тенденции миниатюризации для систем производства в целом? Эта тенденция в любом случае оказывает лишь ограниченное влияние на промышленные станки и агрегаты, поскольку:

- в отличие от типовых микропроцессорных интегральных схем и смартфонов они устанавливаются и эксплуатируются в промышленных условиях;
- они потребляют значительно меньше энергии в сравнении с такими масштабными системами, как ракеты-носители.

Цель теряет важность, когда приходит понимание, что миниатюризация является не целью как таковой, а скорее, средством достижения цели. С технической точки зрения, любое решение для повышения экономичности и эффективности включает-

ся в миниатюризации. Миниатюризация обеспечивает снижение объёмов производства и расхода необходимых материалов и приводит к оптимизации использования энергии, трудовых и прочих ресурсов.

Миниатюризация возможна при условии обеспечения требуемых функциональных характеристик и сохранения конструктивного исполнения модулей оборудования, компонентов и последовательностей процесса производства.

Следовательно, настоящая цель миниатюризации – экономия материальных и энергетических ресурсов. Чтобы правильно и в полном объёме оценить затраты на миниатюризацию систем производства и её экономические выгоды, необходимо учитывать как мнение производителей станков и агрегатов, так и мнение конечных заказчиков или эксплуатационных организаций. При выработке системно-ориентированного подхода можно руководствоваться методикой анализа затрат на срок службы (LCC), разработанной Союзом машиностроителей Германии (VDMA). Кроме того, процедуру можно сделать целенаправленной, соответствующей разделам руководства VDI 4800 BLATT 1 («Измерение и оценка эффективности ресурсов» от февраля 2016 года).

В статье приводится описание стандартов и методов такого анализа и вытекающих из них практических мер. Примеры особенно успешных компаний показывают, что такие методы анализа должны включать в себя ведение систематизированного перечня возможностей. Наконец, практическая реализация мер обеспечит конкурентные преимущества и последующее развитие в течение срока службы системы производства.

Компания HARTING – один из ведущих в мире поставщиков решений в области соединений, без которых не обойтись в современных технологиях устройств управления, приводов, ЧМИ и обмена данными в системах производства.

Матрица трёх уровней инноваций

	Соединения для Ethernet	Соединения для передачи сигналов	Электрические соединения
Уровень 1	HARTING RJ45 VarioBoot	Модуль Han® Full с высокой плотностью расположения контактов	Защищённый модуль Han E®
Уровень 2	HARTING ix Industrial	Стандартный экранированный модуль Han®	Экранированные электрические модули Han®
Уровень 3	HARTING T1 SPE Industrial	Модуль Han® ID для шины CAN	Модуль Han® для защиты от перепадов напряжения

Роль соединений в процессе миниатюризации не следует недооценивать, что наглядно подтверждает следующий пример. Когда компания Intel в конце 1970-х годов разработала микропроцессор 8086, количество транзисторов достигало в среднем 5-значного количества. Технология соединения на базе 40 контактов с двухрядным расположением (корпус типа DIP) полностью удовлетворяла требованиям.

Всего 10 лет спустя для микропроцессора 80486, в котором насчитывался примерно миллион транзисторов, в качестве соединителей, обеспечивающих полный спектр функциональных возможностей компьютерных систем, потребовались уже корпуса с матричным расположением выводов (PGA), рассчитанные на более чем 100 контактов.

Кроме того, конструктивное исполнение соединителей сыграло решающую роль в успехе многих серий микропроцессоров и отдельных их версий. Как и в технологиях интегральных схем, плотность расположения и степень интеграции модулей и блоков оборудования в технологиях производства неуклонно растёт, поэтому происходит оптимизация конструктивного исполнения соединителей. Исходя из опыта, приобретённого в тесном сотрудничестве с заказчиками из широкого круга отраслей промышленности, компания HARTING может предоставить соответствующие рекомендации.

На основании этого можно выделить следующие решающие этапы внедрения инноваций (классифицированные согласно затратности):

- оптимизация посредством увеличения компактности, упрощения конструкции, минимизации затрат на материалы и использования передовых материалов в изготовлении существующих компонентов, модулей и систем в целом на базе непрерывно развивающихся технологий производства оборудования с использованием высокоточных инструментов и методов систем автоматизированного проектирования (САЕ);
- миниатюризация компонентов, блоков и модулей оборудования за счёт объединения двух и более функциональных блоков, ранее работавших отдельно, таким образом, увеличивается степень интеграции этих блоков;
- применение инновационных технологий и/или сочетание существующих и новых технологий для про-

Уровень инновации	Данные / Ethernet	Сигнальный интерфейс	Интерфейс электропитания
1 Оптимизация	 HARTING Varioboot R45	 Han® Full High Density Module	 Han E® Protected Module
2 Комбинация	 HARTING ix Industrial®	 Han® Shielded Module basic	 Han® Shielded Power Module
3 Инновация	 HARTING T1 Industrial	 Han® ID CAN Module	 Han® Surge Protection Module

Миниатюризация производства

изводства компонентов, блоков и модулей с целью обеспечения значительной экономии материалов и затрат или повышения производительности до уровня, не доступного в текущих условиях.

Повышение компактности и оптимизации является неотъемлемой частью повседневной деятельности предприятий машиностроения, потому не требует дополнительных пояснений. Однако разъяснений на конкретных примерах требуют два более сложных фактора.

Приведённые далее примеры наглядно продемонстрируют инновационные результаты объединения функциональных блоков, ранее работавших отдельно:

- в случае шпинделей станков все механические элементы двигателя привода (ось, подшипники, зажимы для инструмента и т.д.) имеют исполнение, предусматривающее интеграцию в оборудование без дополнительной адаптации. При этом обеспечивается возможность интеграции дополнительных элементов, способных выдерживать нагрузки, действующие на оборудование. В то же время все необходимые элементы электропоезда с серводвигателем, то есть обмотки электродвигателя и различные датчики, адаптируются непосредственно к самому блоку;
- роботизированные системы захвата с возможностью интеграции различными методами, в зависимости от задачи и сложности выполняемых системой функций, предназначенные для выполнения конкретных задач и при этом обеспечивающие адаптивность настройки и установки. Существует множество систем, обладающих как высокой степенью ин-

теграции, так и широкими функциональными возможностями.

Третий этап внедрения инноваций зачастую сопровождается высокими затратами и является наиболее ресурсоёмким. Однако при этом на третьем этапе можно осуществлять наиболее значительные шаги по внедрению передовых технологий.

В качестве последнего примера стоит привести транспортные системы с высокой степенью интеграции, на базе технологии линейных двигателей с отдельными направляющими, независимым электронным управлением и собственным профилем перемещения. Их применение позволяет внедрять новые концепции в системы производства, работающие с последовательностями синхронизированного перемещения заготовок.

Исходя из успеха заказчиков в сфере машиностроения, можно обозначить общие процедуры и выработать рекомендации по этапам реализации, необходимым для достижения требуемой экономии материалов и миниатюризации систем производства. Как правило, рекомендуется оценивать потенциал рентабельности и миниатюризации отдельных модулей оборудования или всей системы в целом, используя упомянутые ранее стандарты и методы оценки (например, методику анализа на основе срока службы, разработанную VDMA [1], или руководство VDI 4800 ЛИСТ 1 [2]).

Рекомендуется проводить следующие процедуры:

- предусмотреть отдельную систему вывода в соответствии с модулями, блоками и функциями оборудования, приоритизировать их в соответствии с одной из рекомендованных систем. Цель заключается в установ-



Производственная линия

лении более высокого приоритета для элементов, составляющих наиболее высокую долю в материальных или финансовых затратах на систему. Таким образом, обеспечивается возможность определить компоненты с наиболее высоким потенциалом снижения затрат;

- посредством экспертного анализа зачастую можно определить

менее очевидные потенциальные возможности для оптимизации системы.

Оценка систем с наиболее высоким потенциалом снижения затрат должна выполняться с точки зрения других факторов, а именно:

- ключевых функций, которые отражают основную сферу деятельности производителя;

- базовых функций (например, систем передачи данных), которые охватывают всю систему в целом;
- дополнительных или вспомогательных функций, которые соответствуют общему уровню технологий и представляют для производителя второстепенную важность.

На заключительном этапе специалисты должны произвести оценку приме-

LUMINEO
POWERED BY ВЕНЕО

ДИСПЛЕИ ДЛЯ
от -50°C

PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

нимости трёх этапов внедрения инноваций с точки зрения миниатюризации всех приоритетных элементов оборудования.

Результаты оценки должны быть представлены в виде предельно абстрактной матрицы. Преимуществом в данном случае является то, что создаётся матрица результатов, которая обеспечивает возможность оценить применимость, технические риски и потенциальное сокращение расходов. Это позволяет проанализировать систему в целом и обосновать дальнейшие конкретные шаги по осуществлению миниатюризации и последующему проектированию. Сравнение построенной матрицы с результатами стандартных промежуточных оценок обеспечивает возможность эффективной корректировки и прозрачного представления целей, достигнутых на этапе проектирования.

В процессе целенаправленной оптимизации расхода материалов и миниатюризации компонентов систем производства раскрываются огромные возможности снижения затрат. Всего несколько изменений и корректировок позволит производителям разра-

ботать более «прозрачное» оборудование, оптимальное с точки зрения затрат и требований, а конечный пользователь достигнет значительной экономии энергии и ресурсов.

Компания HARTING Technology Group следует тренду миниатюризации в машиностроении, предоставляя решения для реализации любых соединений в современных промышленных системах управления, приводов, ЧМИ, а также технологий взаимодействия производственных систем. Решающим фактором является то, что миниатюризация не ограничивает функциональность. Такие же три уровня внедрения инноваций можно увидеть в продуктах и решениях для промышленных соединений, которые в зависимости от уровня миниатюризации и степени интеграции подходят для решения соответствующих задач.

Не существует нижнего предела для миниатюризации, по крайней мере применимого к соединениям. В конце концов не соединения, а функциональность и размер системы являются основополагающими принципами миниатюризации, в том числе и

в технологиях промышленного производства. Многолетняя работа компании HARTING подтверждает, что оптимальных результатов масштабирования в области машиностроения можно достичь только в случаях, когда обеспечивается выполнение требований производителей машиностроительного оборудования и учитывается практический опыт производителей соединителей для различных сфер промышленного применения. В результате вырабатываются инновационные решения, которые открывают перспективы для будущего развития и позволяют обеспечить адаптивность, техническую и экономическую эффективность.

Литература

1. Bode M., Binting F., Geibdörfer K. Rechenbuch der Lebenszykluskosten. VDMA publishing house.
2. Resource Efficiency. Methodological Foundations, Principles and Strategies. VDI 4800. 2016. P. 1. URL: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4800-blatt-1-ressourceneffizienz-methodische-grundlagen-prinzipien-und-strategien>. ©

ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C



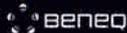
Основные свойства электролюминесцентных дисплеев

- Кристальная чёткость изображения. Отсутствует размытость изображения движущегося объекта при температуре -60°C
- Широкий угол обзора – свыше 160°
- Время отклика менее 1 мс
- Средний срок безотказной работы более 116 000 часов
- Срок эксплуатации не менее 11 лет при потере яркости 25-30%
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Компактный корпус и обрамление

Области применения

- Специальная техника
- Транспортные средства
- Промышленное оборудование
- Медицинские приборы
- Аппаратура морской техники



POWERED BY 

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111 (912) 620-8050
info@prosoftsystems.ru ekaterinburg@regionprof.ru



Photo: HARTING