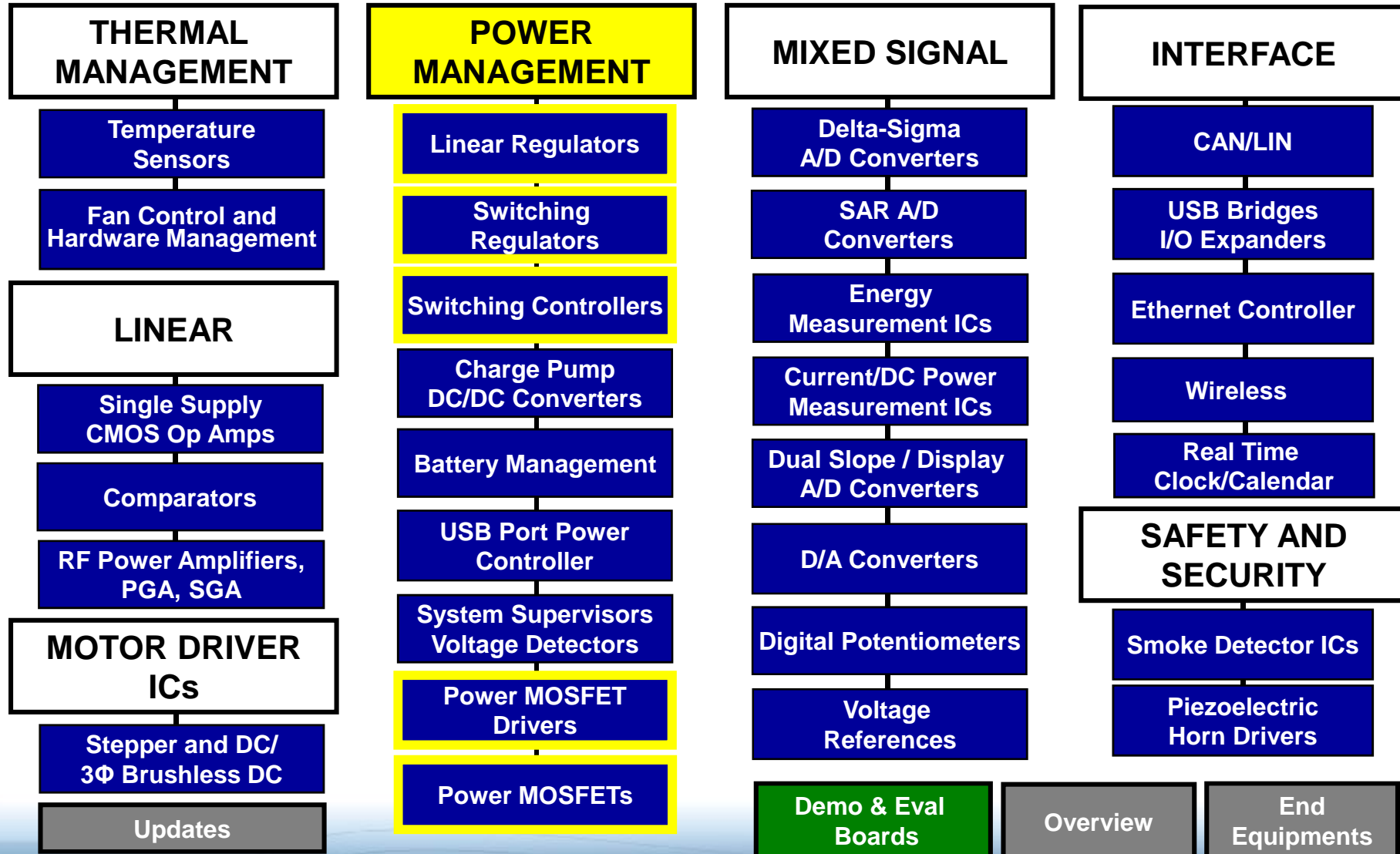




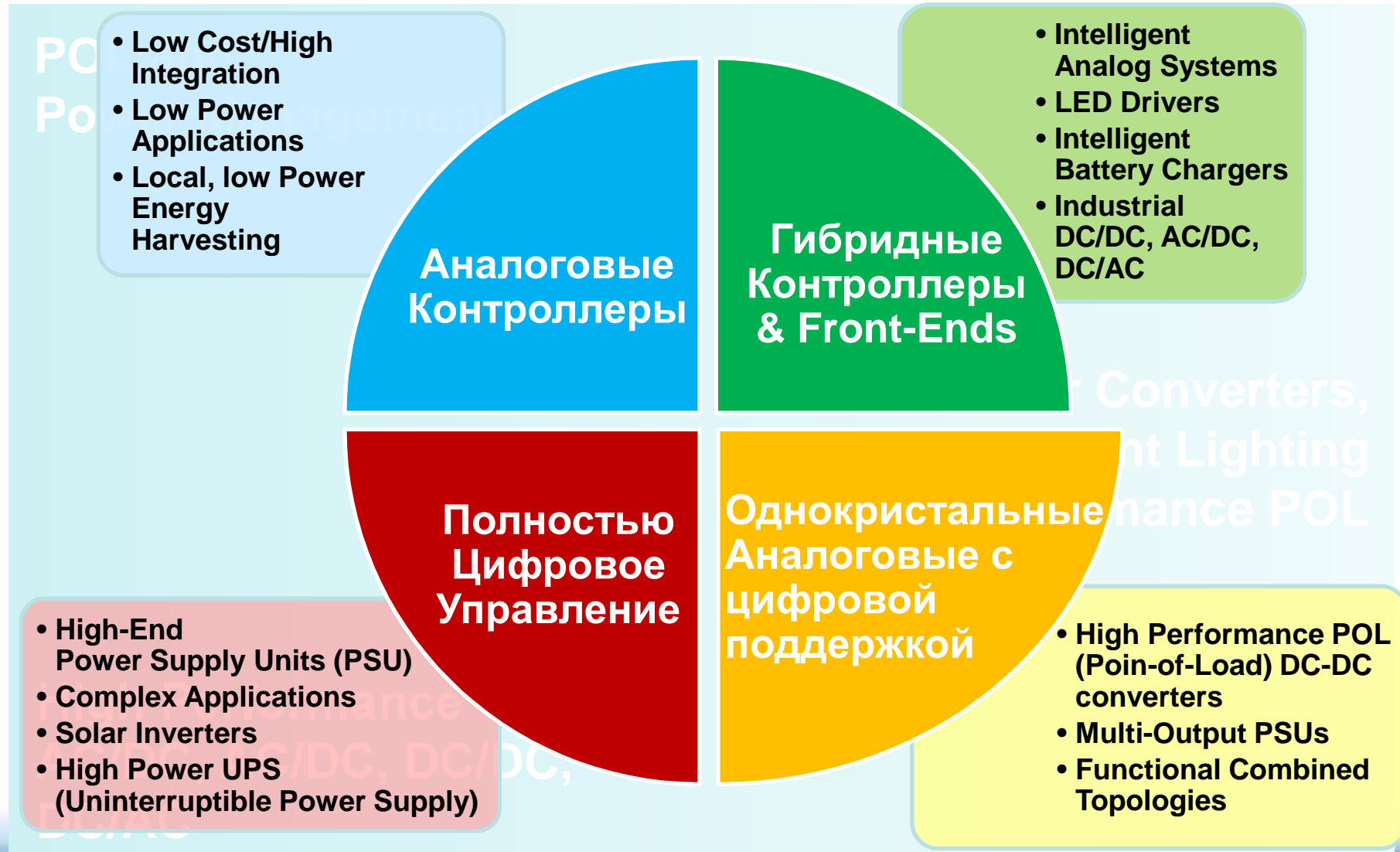
PSM

Цифровые, Аналоговые и Комбинированные Продукты Microchip для Импульсных Источников Питания

Аналоговая & Интерфейсная Продукция

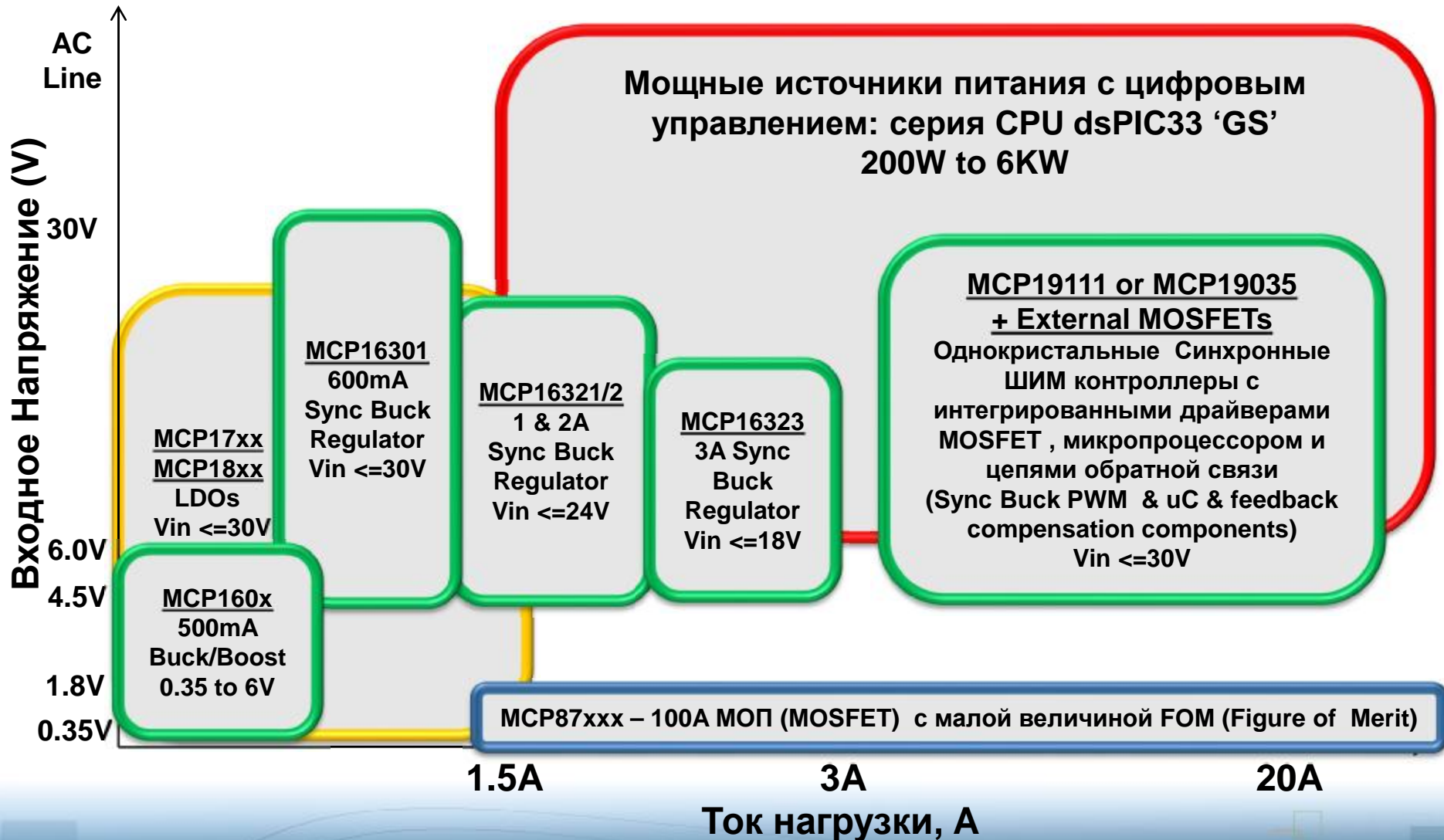


Разнообразные Решения для Различных Применений



Широкий выбор для Power-Train

линейных и импульсных микросхем LDO & Buck/Boost

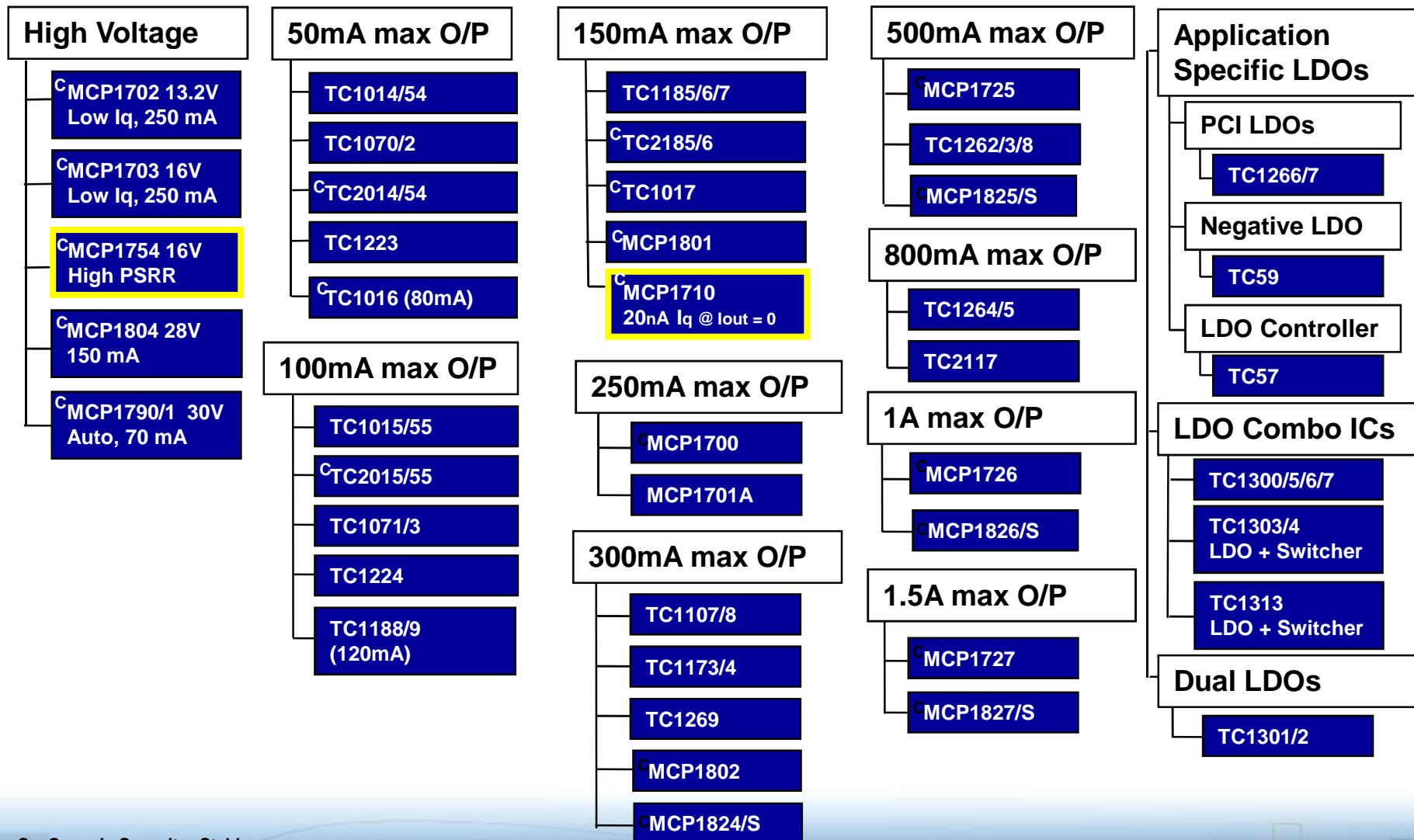


Микросхемы Power Management и POL (Point-of-Load)

– Выборочно: недавно появившиеся –

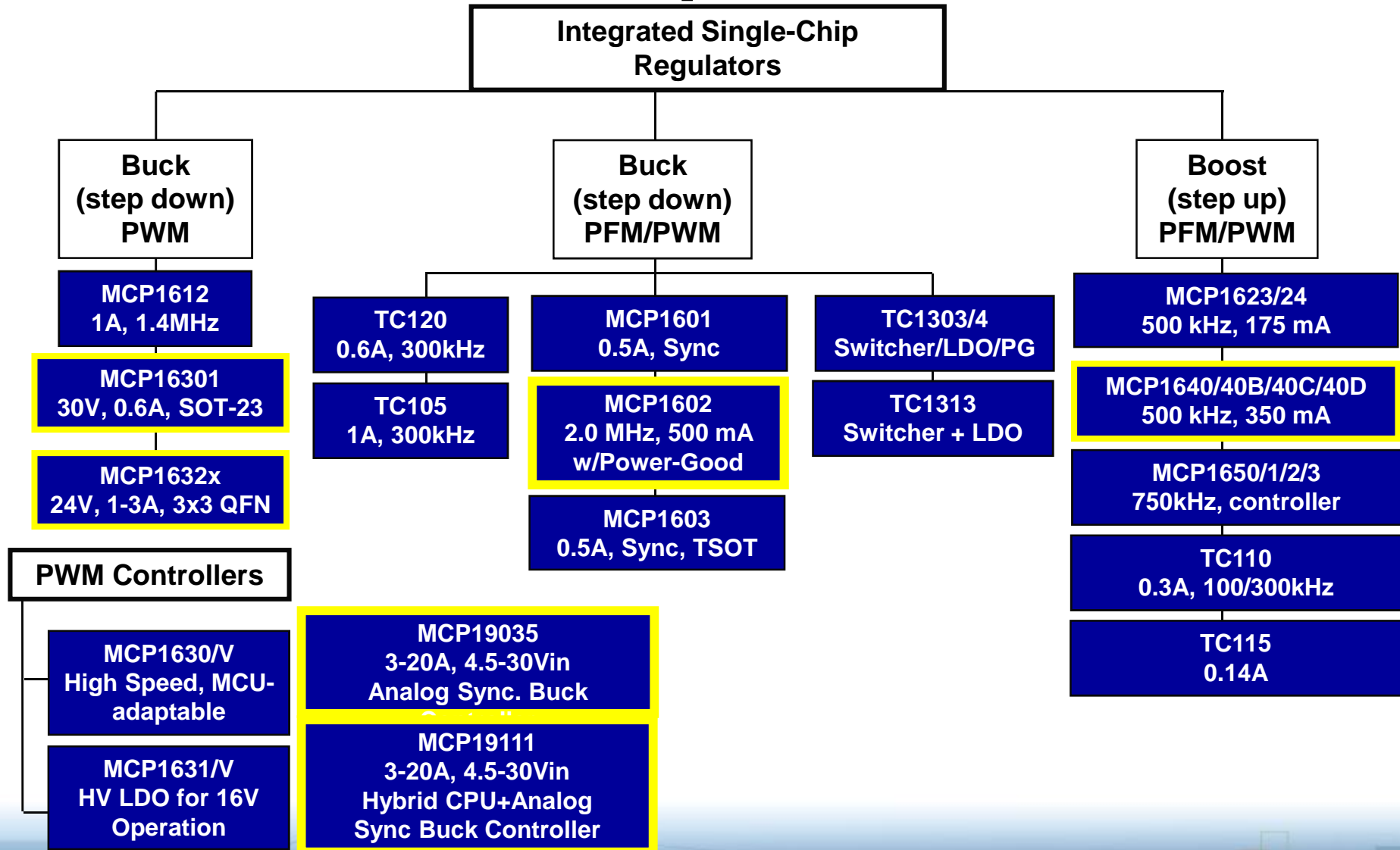
- | **Специализированные линейные стабилизаторы**
- | **Low-Dropout Regulators (LDO)**
 - | MCP1710 with 20nA Quiescent Current for XLP applications
- | **Импульсные стабилизаторы - Switching Regulators**
 - | MCP1640: Low Voltage Synchronous Boost (Step-Up)
 - | MCP16301: 30V/0.6A Async Buck (Step-Down)
 - | MCP16311: 30V/0.8A Integrated Sync Buck
 - | MCP16321: 24V 1A Integrated Sync Buck
 - | MCP16322: 24V 2A Integrated Sync Buck
 - | MCP16323: 18V 3A Integrated Sync Buck
 - | MCP19035: 32V/3-25A Sync Buck /w external MOSFETs
- | **Драйверы силовых МОП транзисторов - Power MOSFET Drivers**
 - | MCP14700: Half-Bridge Drivers
 - | MCP14xx: Single/Dual Channel 0.5-9A
- | **Силовые МОП транзисторы - Power MOSFETs**
 - | MCP870xx: High Speed, Low Voltage/High Current

Предлагаемые LDO



C = Ceramic Capacitor Stable

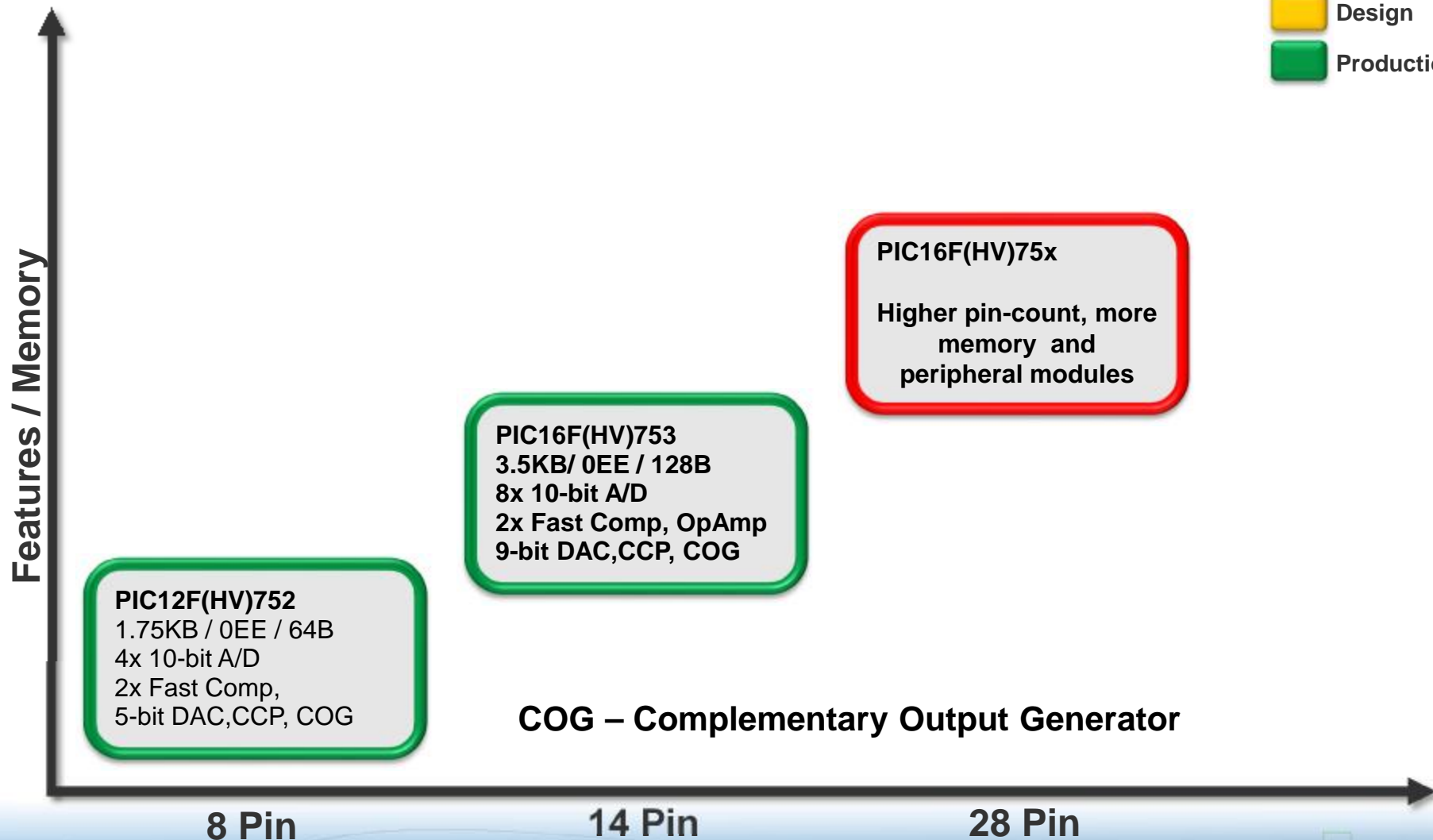
Предлагаемые импульсные стабилизаторы Switching Regulators



PIC12F752 & PIC16F753

Не дорогие Mid-range Core микроконтроллеры с расширенной аналоговой периферией

 Design
 Production



Семейство MCP191xx Family

– Однокристальные Аналоговые ШИМ стабилизаторы с цифровой поддержкой
Digitally Enhanced Analog Switching Controllers –

- | Для применений Point-Of-Load (POL)
 - | MCP19111 → Synchronous Step Down
 - | MCP19110 → Synchronous Step Down, /w reduced feature set

- | Для общих Flyback-Типе применений, LED- драйверов, зарядных устройств (Battery Chargers)
 - | MCP19115 → Synchronous Step Up
 - | MCP19114 → Synchronous Step Up, 0 /w reduced feature set

(в разработке до Q3/2013)

Цель Класса

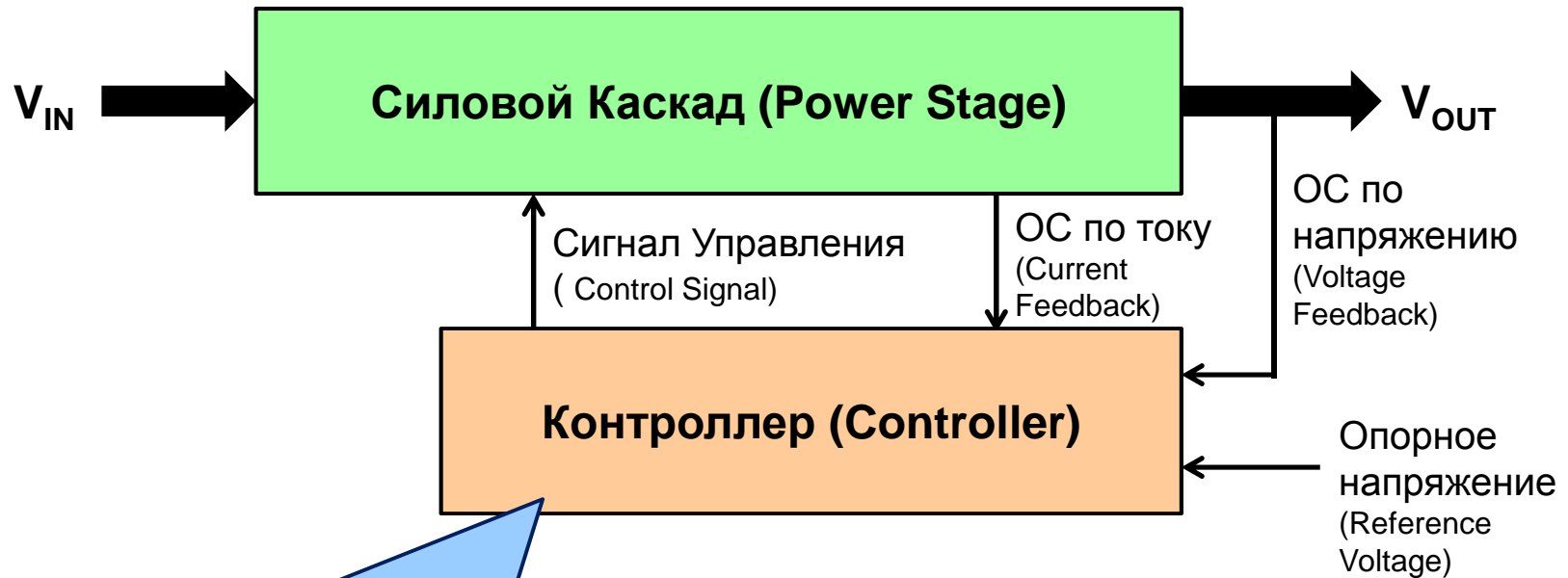
- | **По завершению занятия Вы получите информацию по...**
- | **Вариантам петель обратной связи (ОС) (Control Loops)**
 - | Аналоговая: Преимущества и Недостатки
 - | Цифровая: Преимущества и Недостатки
- | **Вариантам силовых преобразователей (Power Management)**
 - | Аналоговый: Преимущества и Недостатки
 - | Цифровой: Преимущества и Недостатки
- | **Преимущество аналоговой ОС с цифровым силовым преобразователем Advantages Of Using (Analog Loop Control With Digital Power Management)**
- | **Основы протокола PMBus™ - цифровой шины управления питанием (Digital Power Management Protocol)**

План класса

- | **Петли регулирования (Control Loops)**
- | **Управление питанием (Power Management)**
- | **Комбинирование аналоговой петли регулирования с цифровым управлением питания**
- | **PMBus™ - протокол цифровой шины управления питанием**

Пе'тли Регулирования (Control Loops)

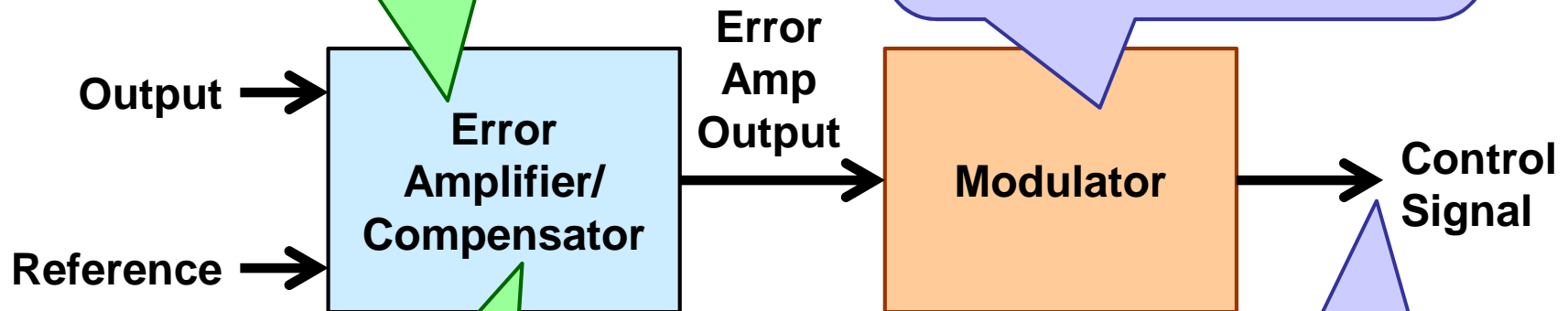
Силовой Преобразователь (Power Converter)



Контроллер сравнивает Параметры Сигналов на Выходе и формирует Сигнал Управления, для достижения равенства с Опорной Величиной

Контроллер Аналогового Типа (Analog Controller)

Усилитель ошибки
сравнивает
сигнал на выходе
с опорным напряжением

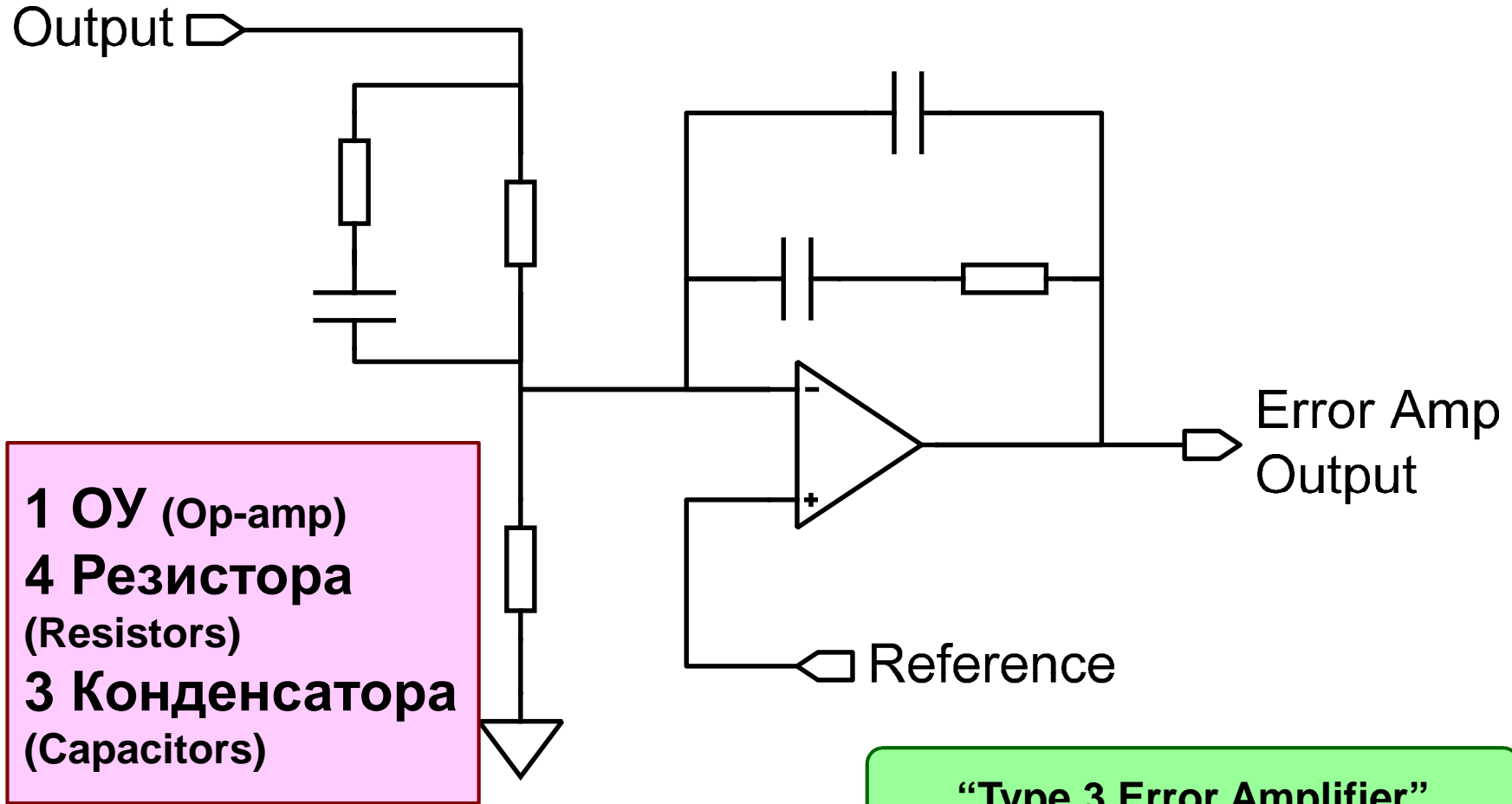


Модулятор преобразует
сигнал Усилителя
Ошибки в импульсный
сигнал управления
Control Signal

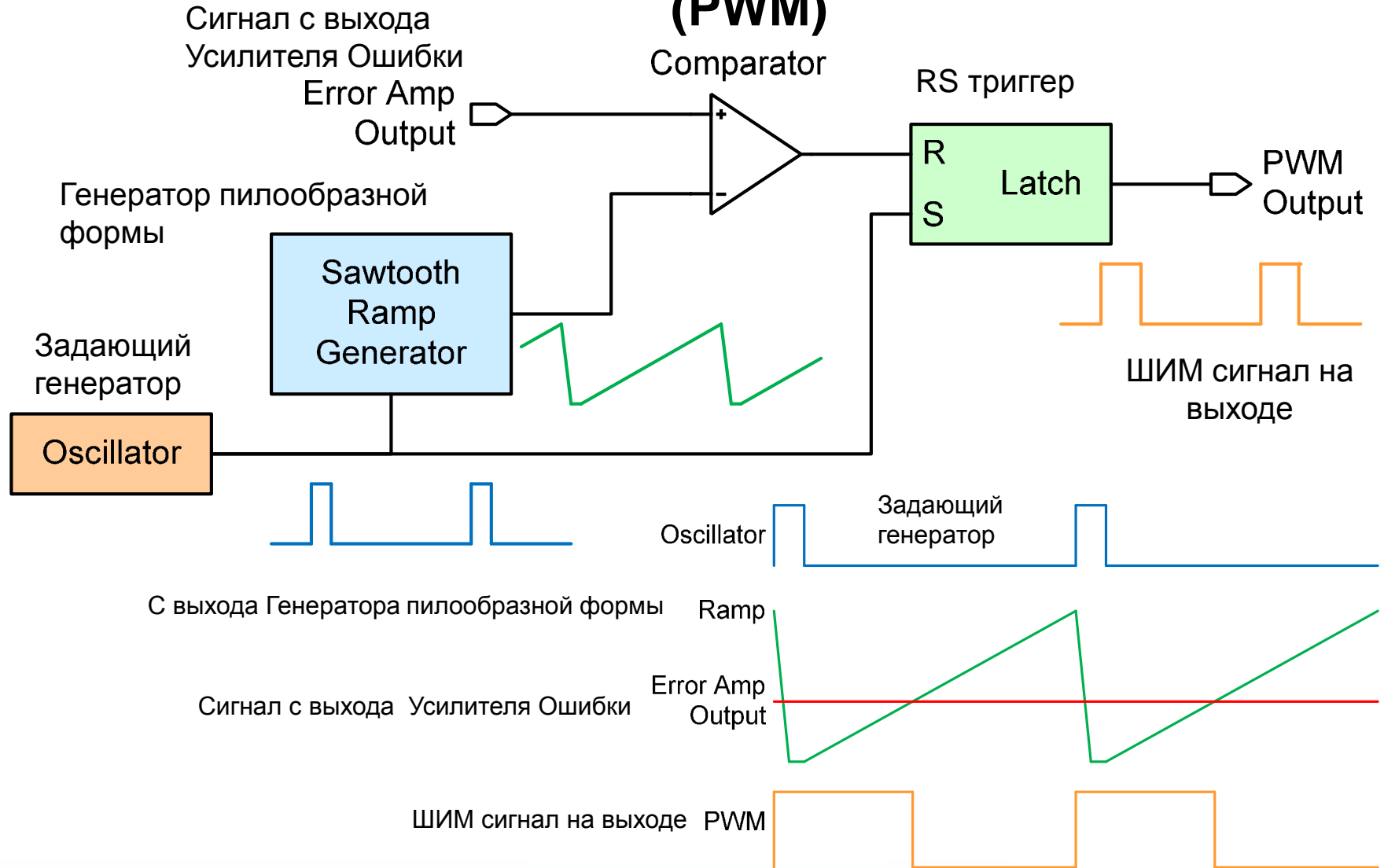
Для обеспечения
стабильности петли
ОС применена
компенсация формы

Как правило Широтно
Импульсный (ШИМ) сигнал
постоянной частоты
(Pulse Width Modulated - PWM)

Типичная схема Усилителя Ошибки (Error Amplifier)



Типичный ШИМ Modulator (PWM)



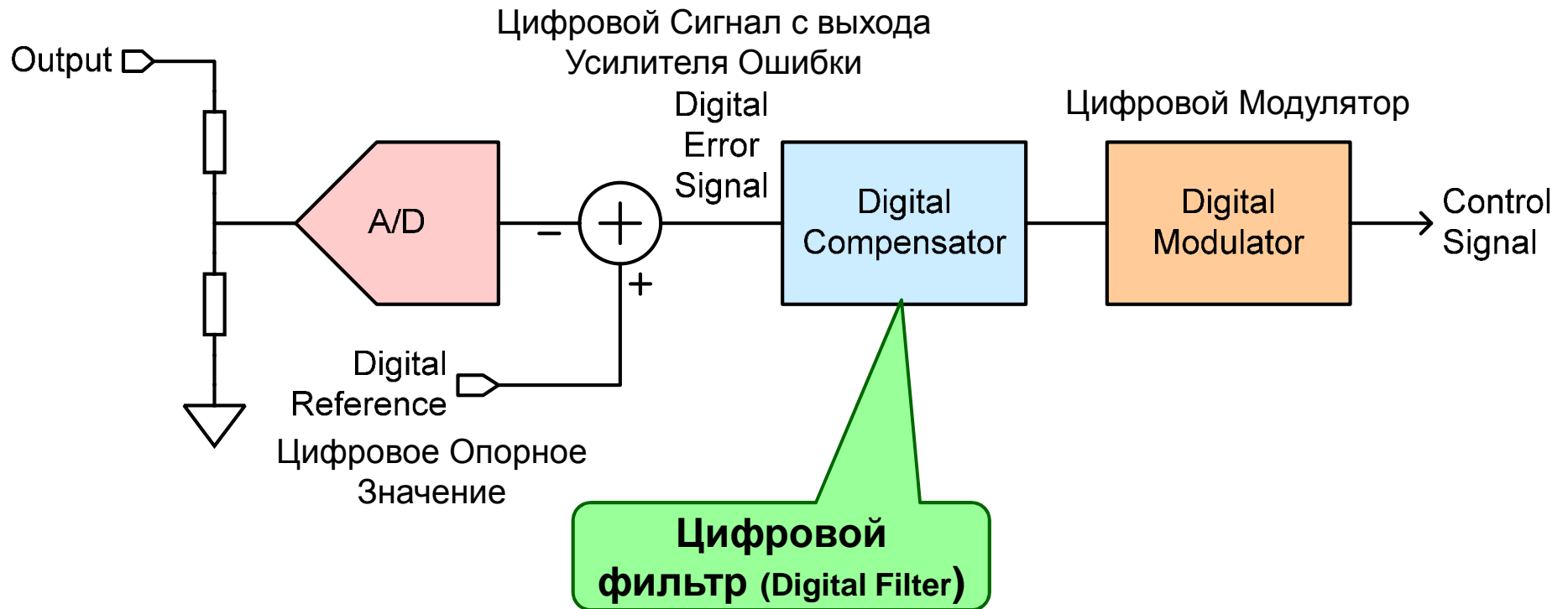
Преимущества Аналоговой Петли ОС

- | **Хорошо работает/Богатый опыт по обеспечению комбинации Стабильность-Поведение**
- | **Не высокая цена кристалла**
- | **Не высокая цена комплектующих**
- | **Возможность работы с коммутацией с частотами в MHz**
(Switching Speeds)
- | **Токи потребления от малых до умеренных**

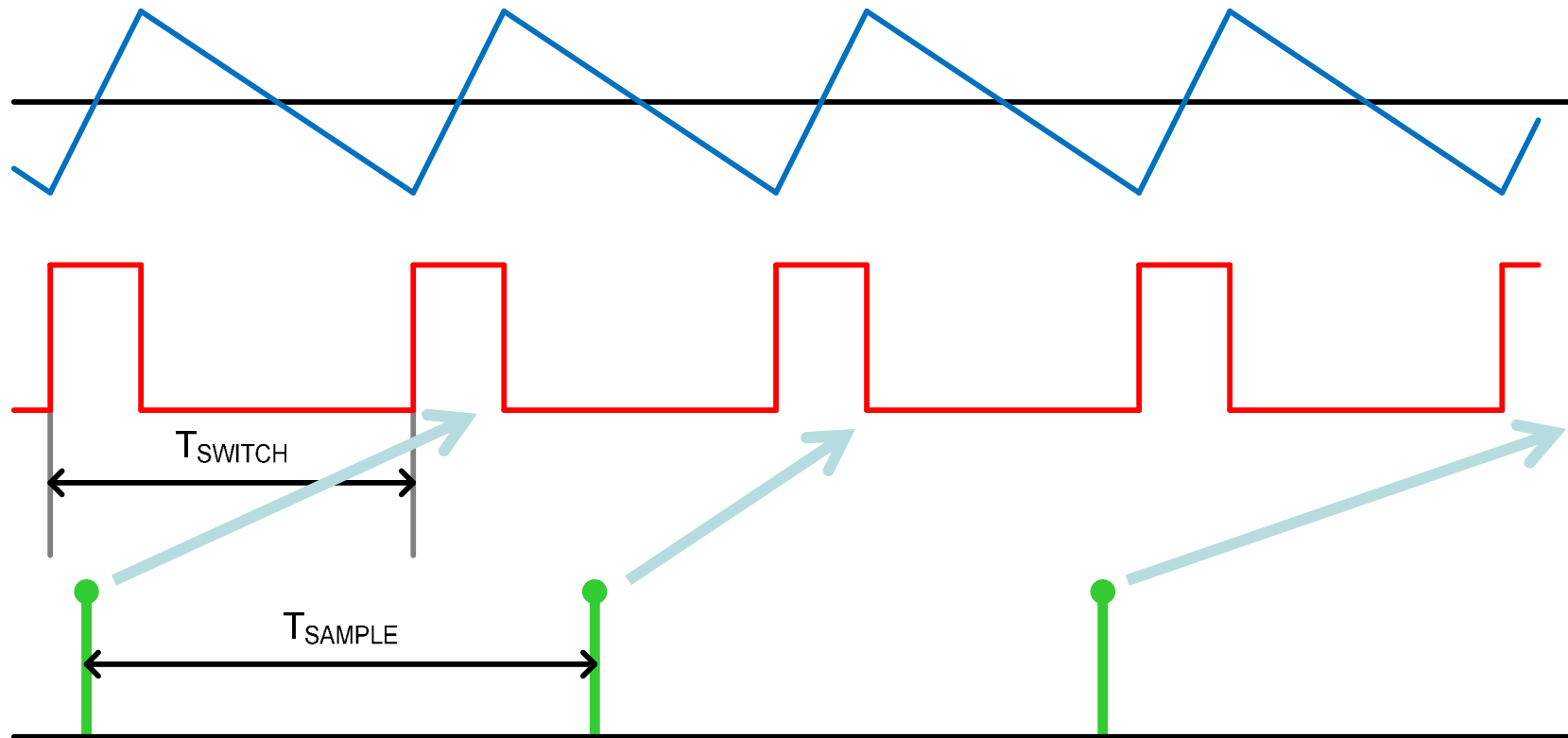
Недостатки Аналоговой Петли ОС

- | **Не программируема/Много компонентов,
Изменение Параметров ЕСО (Electronic Controls Option)
Пайкой**
 - | Увеличение затрат, площади РСВ,
вероятности отказа
- | **Разброс параметров компонентов может
приводить к ограничению эффективности**
- | **Температурная зависимость/Старение**
- | **Нелинейное управление для улучшения
поведения во время переходных процессов
затруднительно**
- | **Адаптивное управление по сути невозможно**

Контроллер Цифрового Типа (Digital Controller)



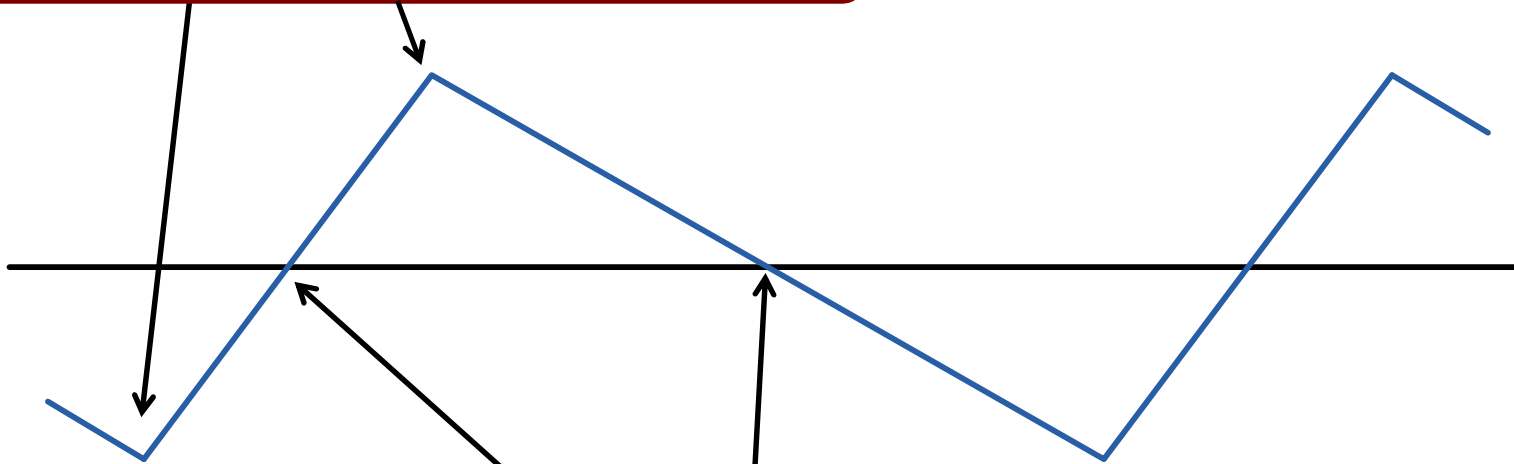
Момент Когда Измерять (When To Sample)



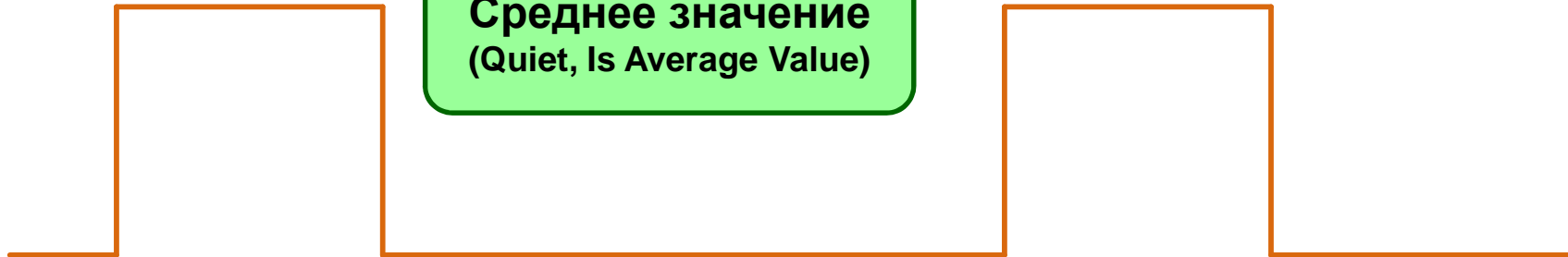
**Принять во внимание: Дополнительная
задержка петли ОС (Extra Loop Delay)**

Момент, Когда Измерять? (When To Sample?)

**Шумно, Не Усредненное Значение
(Noisy, Not Average Value)**

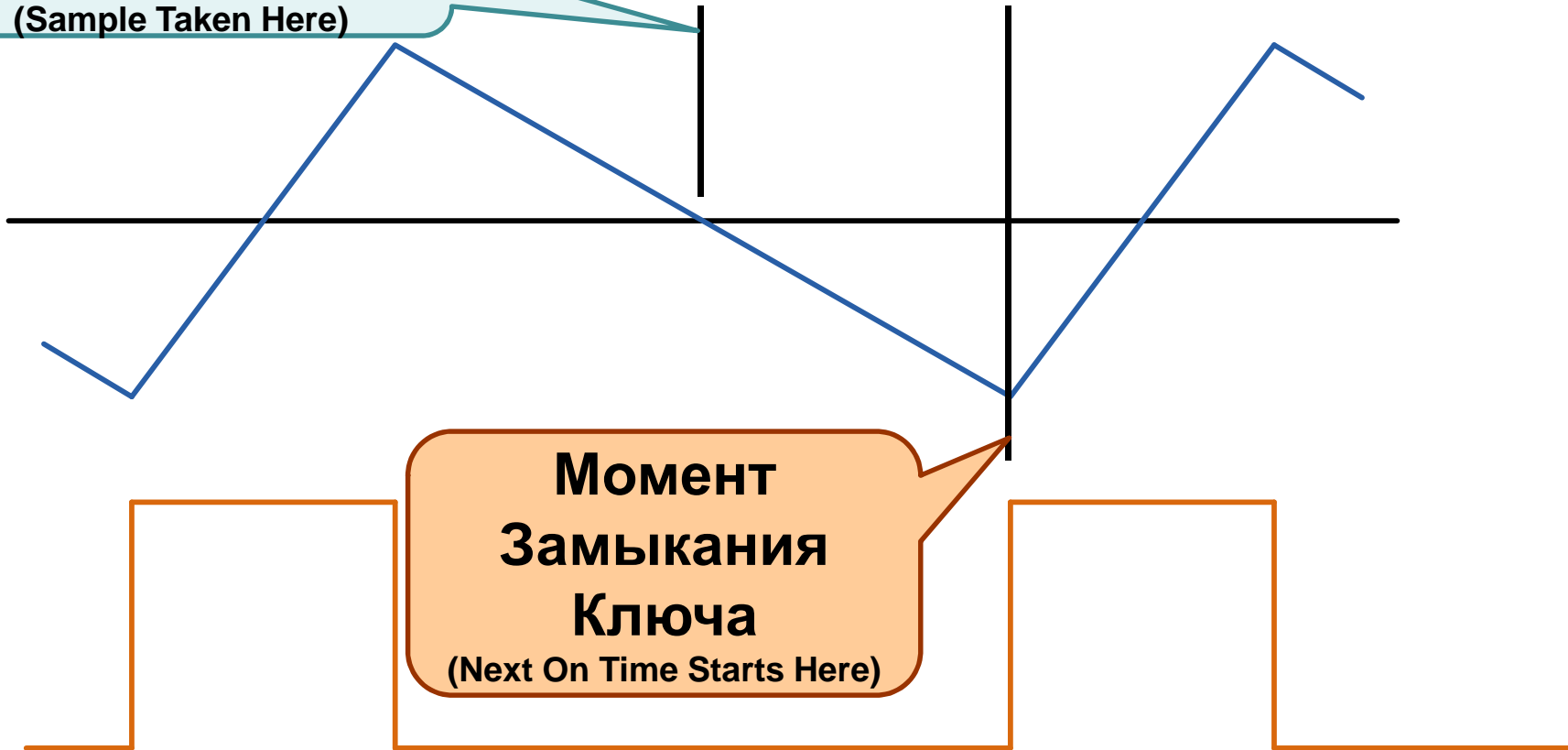


**Среднее значение
(Quiet, Is Average Value)**



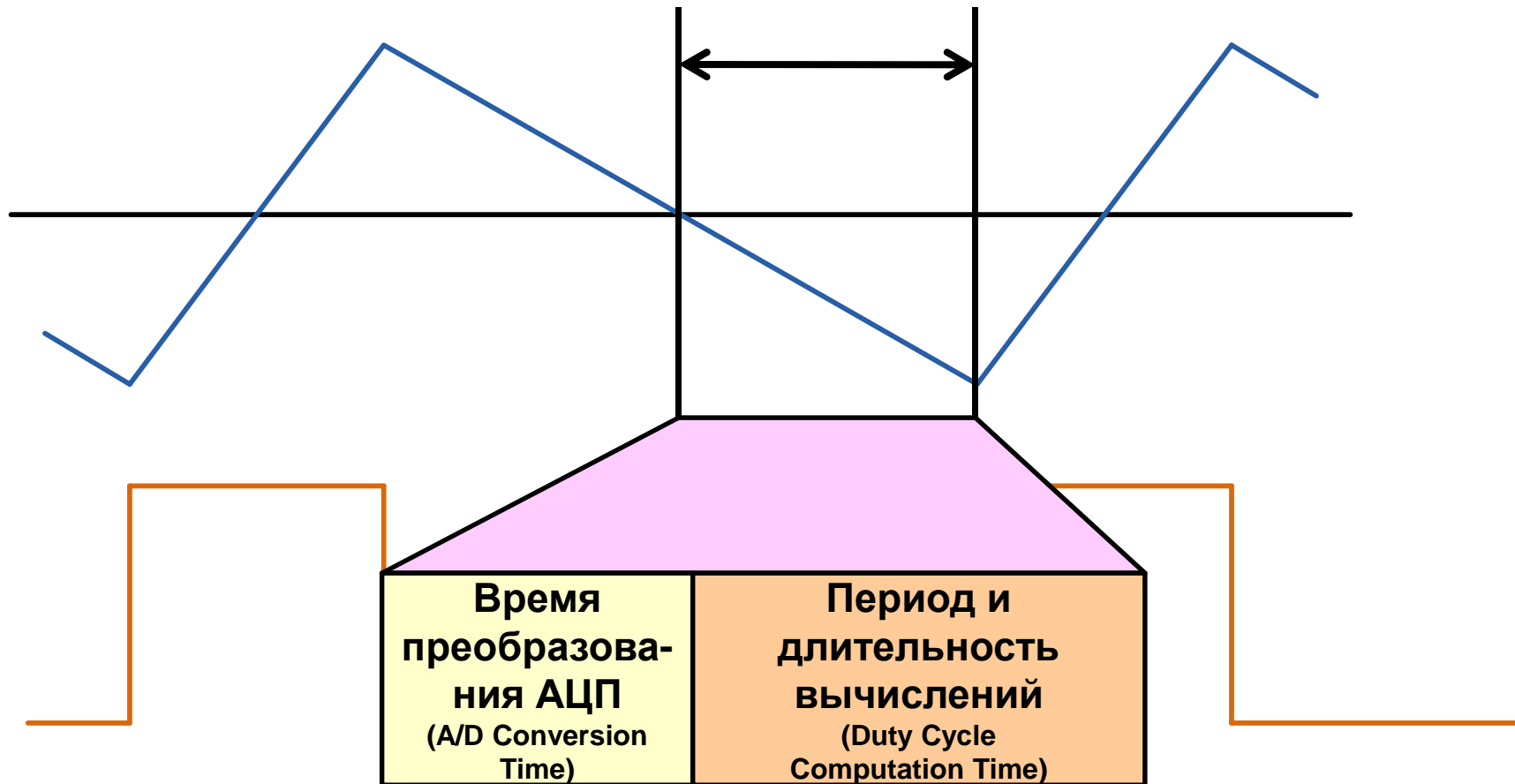
Влияние Быстродействия Цепи (Circuit Speed Issue)

**Допустим
Измерили Здесь**
(Sample Taken Here)



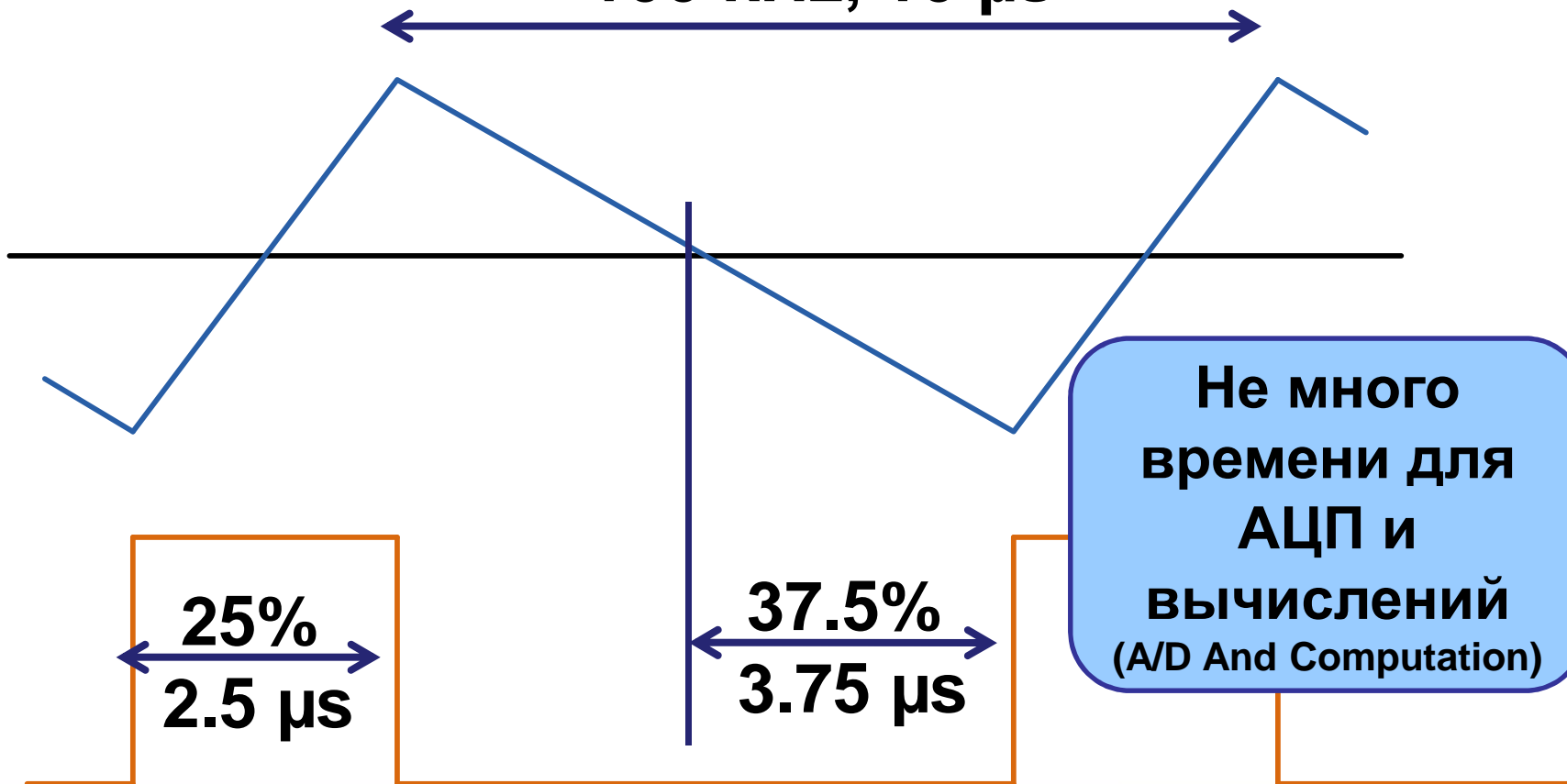
**Момент
Замыкания
Ключа**
(Next On Time Starts Here)

Влияние Быстродействия Цепи (Circuit Speed Issue)

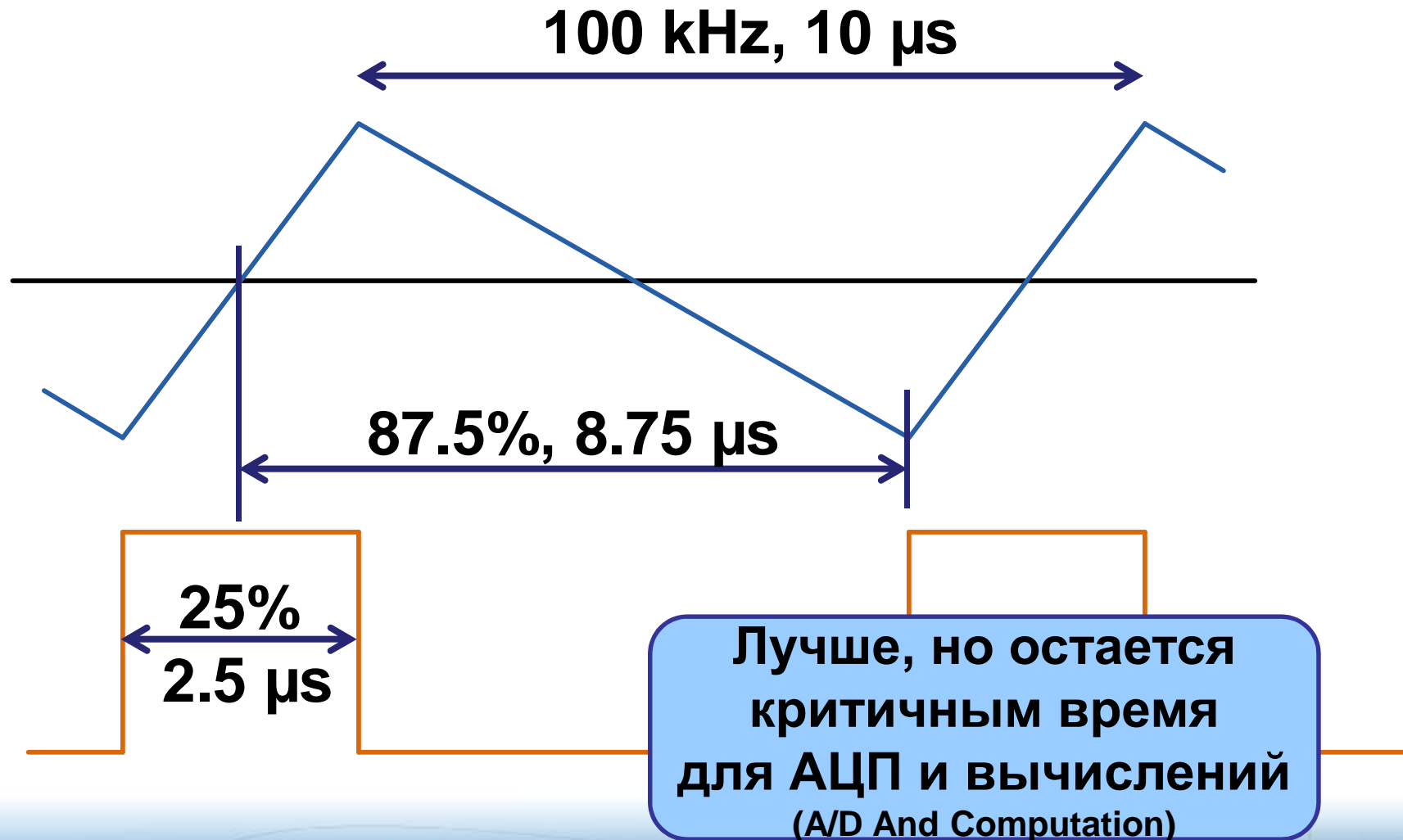


Влияние Быстродействия Цепи (Circuit Speed Issue)

100 kHz, 10 μ s



Влияние Быстродействия Цепи (Circuit Speed Issue)



Величина дискретизации по амплитуде (Sampling Resolution)

- | Не столь мала, как обычно
- | 10 Bit АЦП соответствует разрешению 0.1%
- | 10 Bit АЦП является сегодня экономичным
- | **Следует учитывать**
 - | Какова величина ENOB (Effective Number of Bits) в условиях «шумного» окружения?
 - | Требуется точное опорное напряжение
 - | Требуется малое время преобразования (Need Fast Conversion Time)
 - | Ширина диапазона выходных напряжений: Разрешающая способность (Number of Bits) при минимальном входном напряжении

Ограничения Накладываемые Дискретизацией Петли ОС (Limit Cycling)

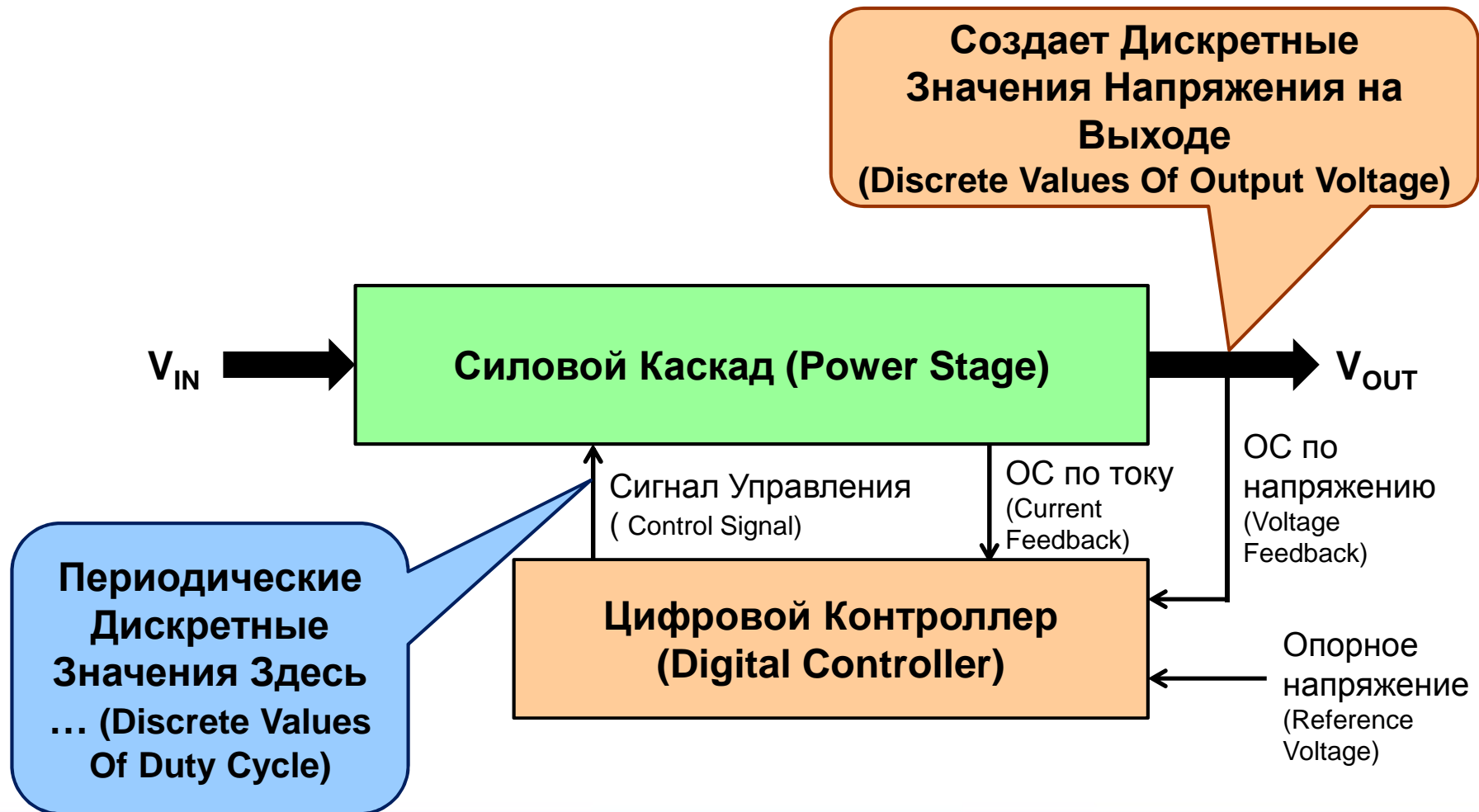
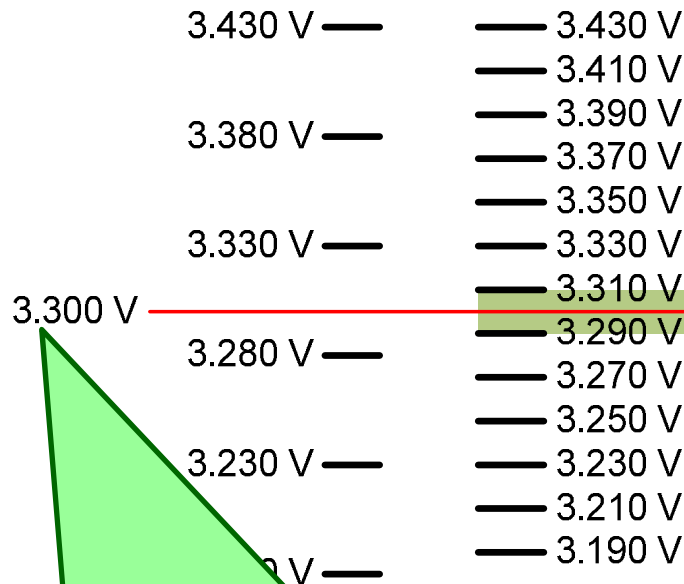


Иллюстрация Влияния Дискретизации Цепей Петли ОС (Limit Cycling Illustrated)

Достижимые Значения
Выходного Напряжения
Achievable Output
Voltage Values

Дискретизация измеряемых
напряжений на выходе
Output Voltage
Sampling Bins



Дискреты при нулевой ошибке измерения напряжения (Zero Error Bin): от 3.290 V до 3.310 V

Желаемое выходное напряжение (Desired Output Voltage): 3,300 V

Иллюстрация Влияния Дискретизации Цепей Петли ОС (Limit Cycling Illustrated)

Достижимые Значения
Выходного Напряжения
Achievable Output
Voltage Values

3.430 V —
3.380 V —
3.330 V —
3.300 V —
3.280 V —
3.230 V —
3.180 V —

Дискретизация
измеряемых
напряжений на выходе
Output Voltage
Sampling Bins

— 3.430 V
— 3.410 V
— 3.390 V
— 3.370 V
— 3.350 V
— 3.330 V
— 3.310 V
— 3.290 V
— 3.270 V
— 3.250 V
— 3.230 V
— 3.210 V
— 3.190 V

Напряжение на выходе
принимает два значения
3.330 V и 3.280 V на времена
равные отношению
коэффициентов заполнения
40% / 60%
(Output Voltage Bounces)

$$\begin{aligned}
 V_{AVERAGE} &= 40\% \times 3.330 \text{ V} + 60\% \times 3.280 \text{ V} \\
 &= 1.332 \text{ V} + 1.968 \text{ V} \\
 &= 3.300 \text{ V}
 \end{aligned}$$

В целом Реальное Поведение Хаотично

Ограничения Накладываемые Дискретизацией Петли ОС (Limit Cycling)

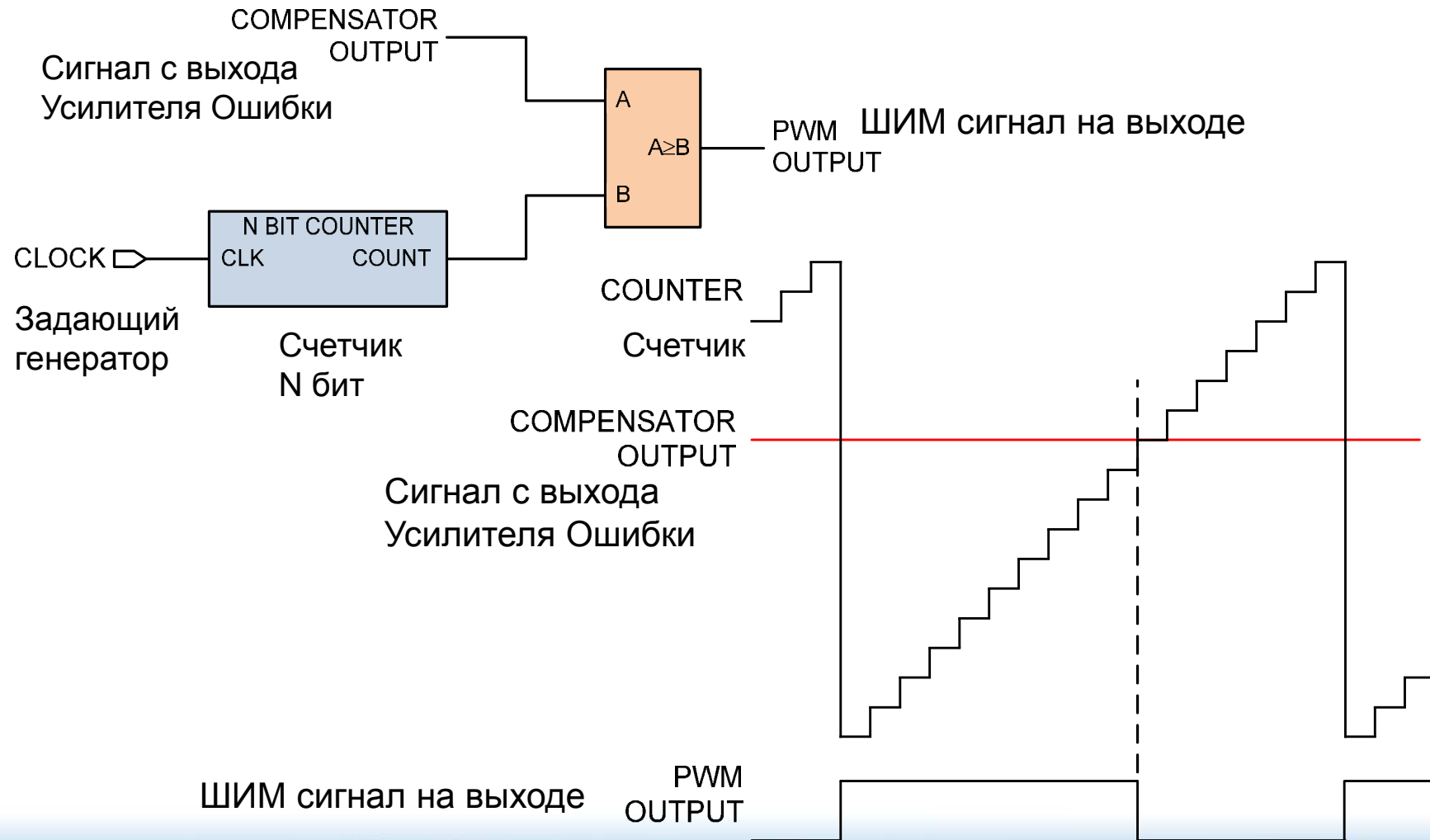
- | Проблема Актуальна (A Real Issue)
- | Главным образом Вызвана
Несоответствием (Mismatch Between):
 - | Разрешающей способности измерения
напряжения на выходе (Output Sampling Resolution)
 - | Разрешающей способности формирования
напряжения на выходе (Output Voltage Resolution
=DPWM Resolution × Power Stage Gain)
- | Причиной также могут быть Ошибки
Округления при Компенсационных
Расчетах (Rounding Errors In Compensator Calculations)

Дискретизация Петли ОС и Стабильность

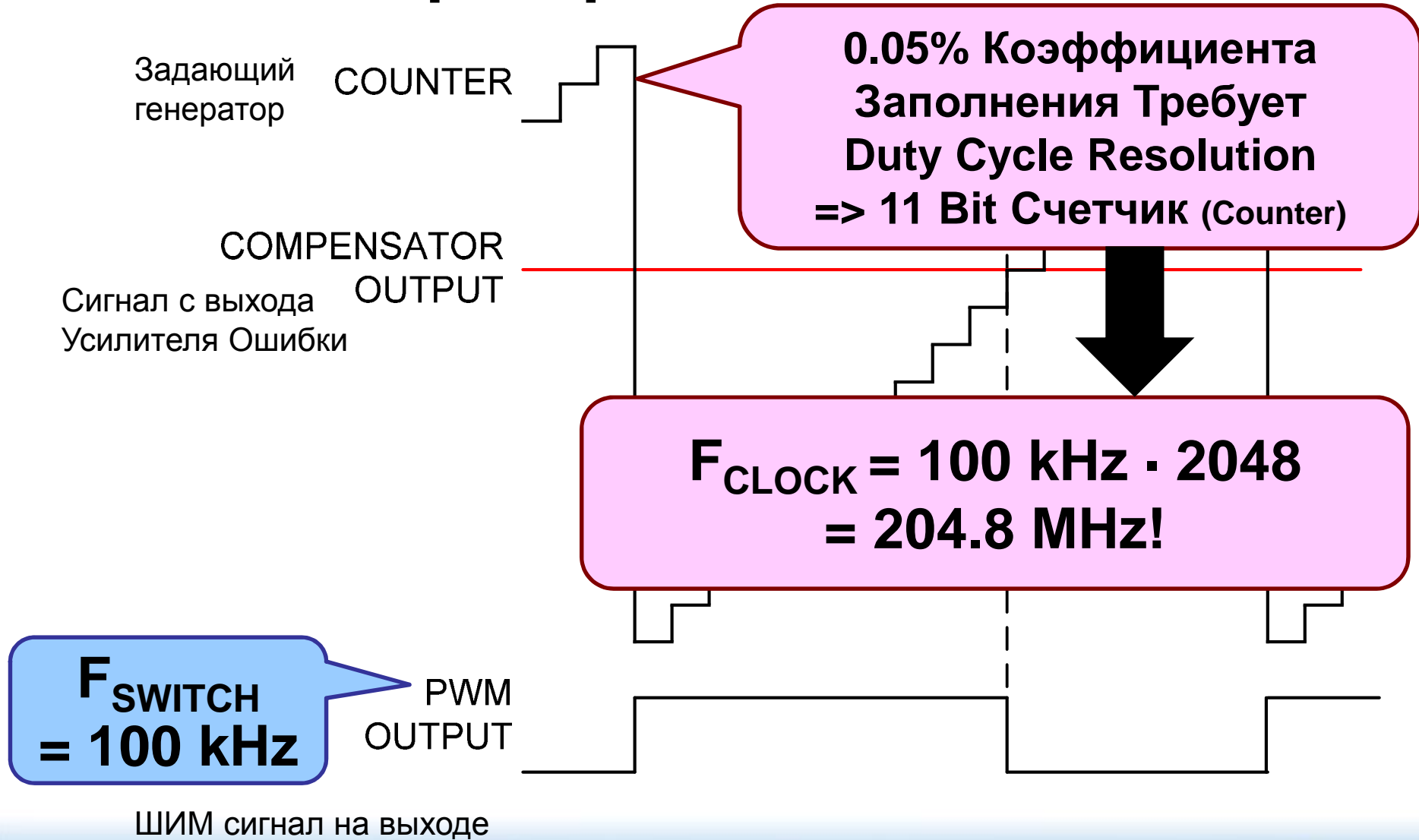
(Limit Cycling And Stability)

- | **Источник Питания в Котором Ограничено
Число Уровней Напряжения Стабилен**
(A Power Supply That Limit Cycles Is Technically Stable)
- | **Выходные напряжения остаются
дискретными** (Output Voltage Remains Bounded)
- | **Несмотря на это, ограничения уровней
дискретизации нежелательно**
(Limit Cycling Is Undesirable)
 - | **Вводит в заблуждение клиента**
(Freaks Out The Customers)
 - | **Создает Проблемы с Помехами**
(Creates Noise Problems)

Классическая Схема Цифрового ШИМ Генератора (Classical Digital PWM)



Особенности Классического ШИМ Генератора (Classical Digital PWM Issue)



Преимущества Цифрового Управления (Digital Control Advantages)

- | **Программируемость** (Programmable)
- | **Минимальное Число Деталей** (Minimal Parts)
- | **Нечувствительность к
Температуре/Старению** (Insensitive To
Temperature/Aging)
- | **Возможность Создания Дополнительных IP**
(Value Added IP – Intellectual Property)
- | **Возможность применять современные
Методы Управления** (Modern Control Techniques)
 - | **Нелинейное Управление** (Non-Linear Controls)
 - | **Адаптивное Управление** (Adaptive Controls)

Особенности Цифрового Управления (Digital Controller Issues)

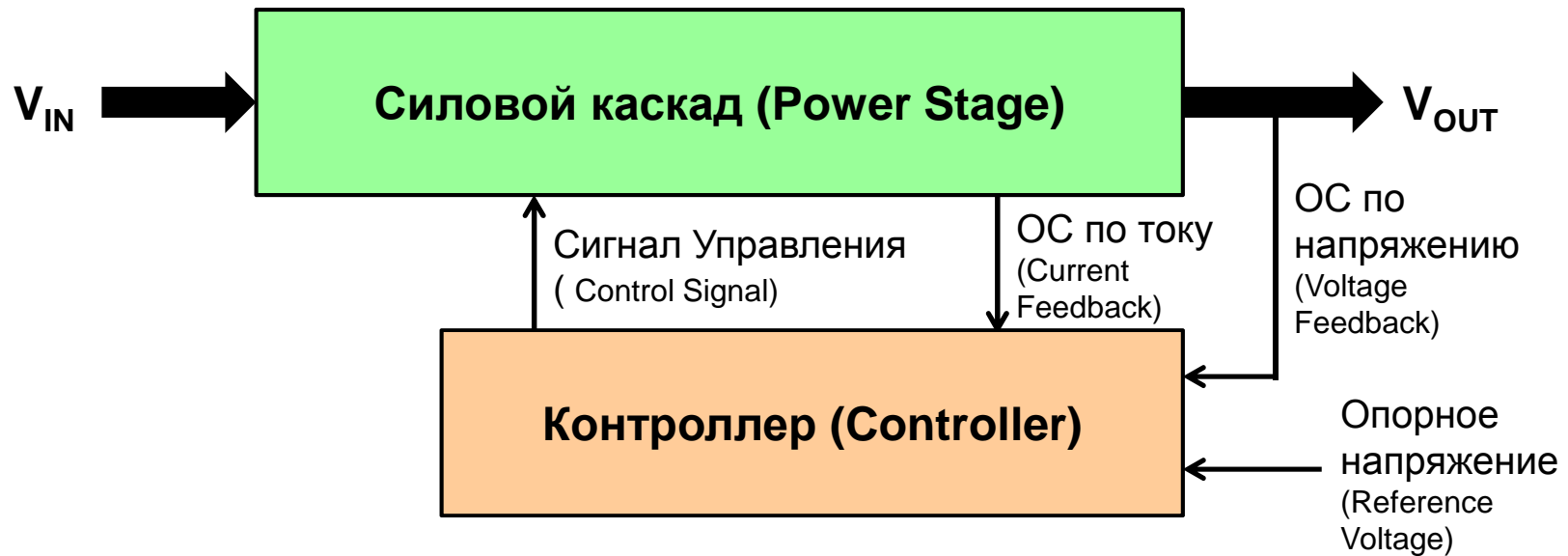
- | **Цифровое управление незнакомо для большинства Инженеров Проектирующих Силовые Источники Питания**
- | **Повышенные требования к разрядности ЦАП и скорости преобразования (A/D Resolution And Speed)**
- | **Необходима Вычислительная Мощность для Исклучения Потери Эффективности Need For (Avoid Performance Sacrifice)**
 - | **Влияние Временных Задержек (Delay Time Issues)**
- | **Разрешение DPWM для исключения влияния дискретизации вых. каскада (To Avoid Limit Cycling)**
 - | **Задающий генератор GHz или сложный заказной кристалл (GHz Clock Or Complex Silicon)**
- | **Большой Ток Потребления (High Power Draw)**

Общее по Контроллеру (Controller Summary)

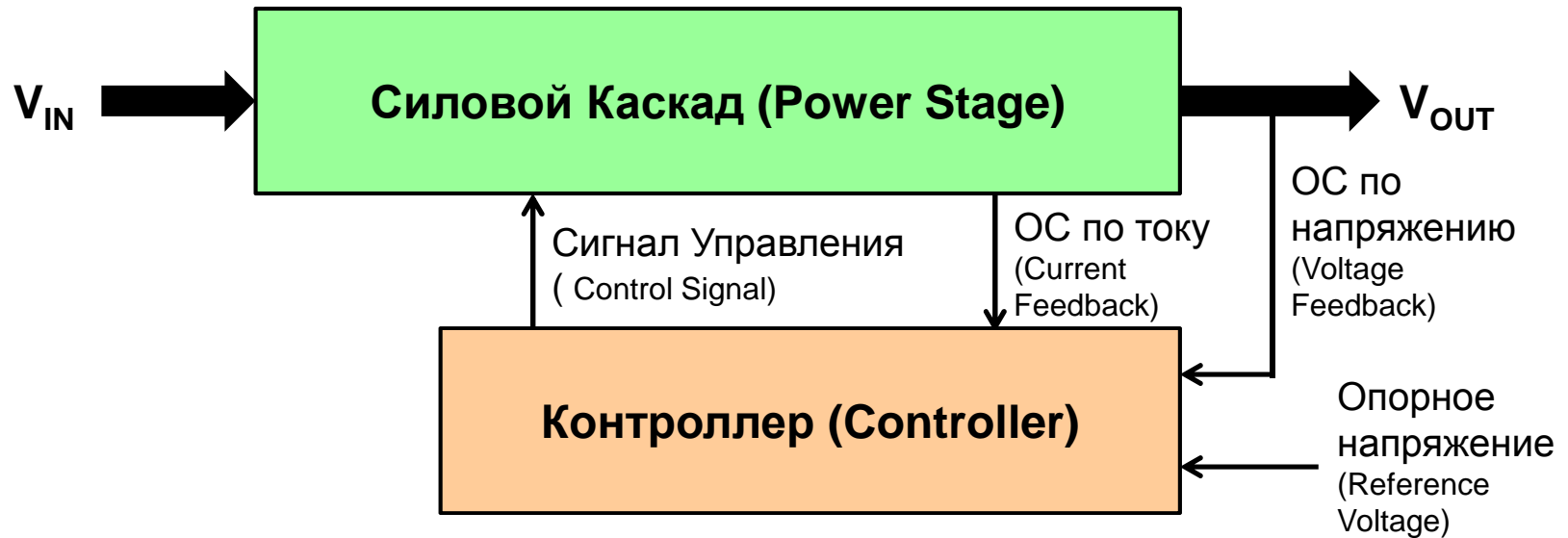
- | **Большинство Силовых Преобразователей (Power Converters):**
 - | Ограничены по Цене (Are Cost Sensitive)
 - | Не Требуют Наличия Исключительных Свойств (Don't Need Extreme Performance)
- | **Аналоговое Управление Является Очень Хорошим Выбором (Analog Control Is A Very Good Choice)**

Управление Режимы Электропитания (Power Management)

Силовой Конвертер (Power Converter)



Функции Защиты (Protection Functions)



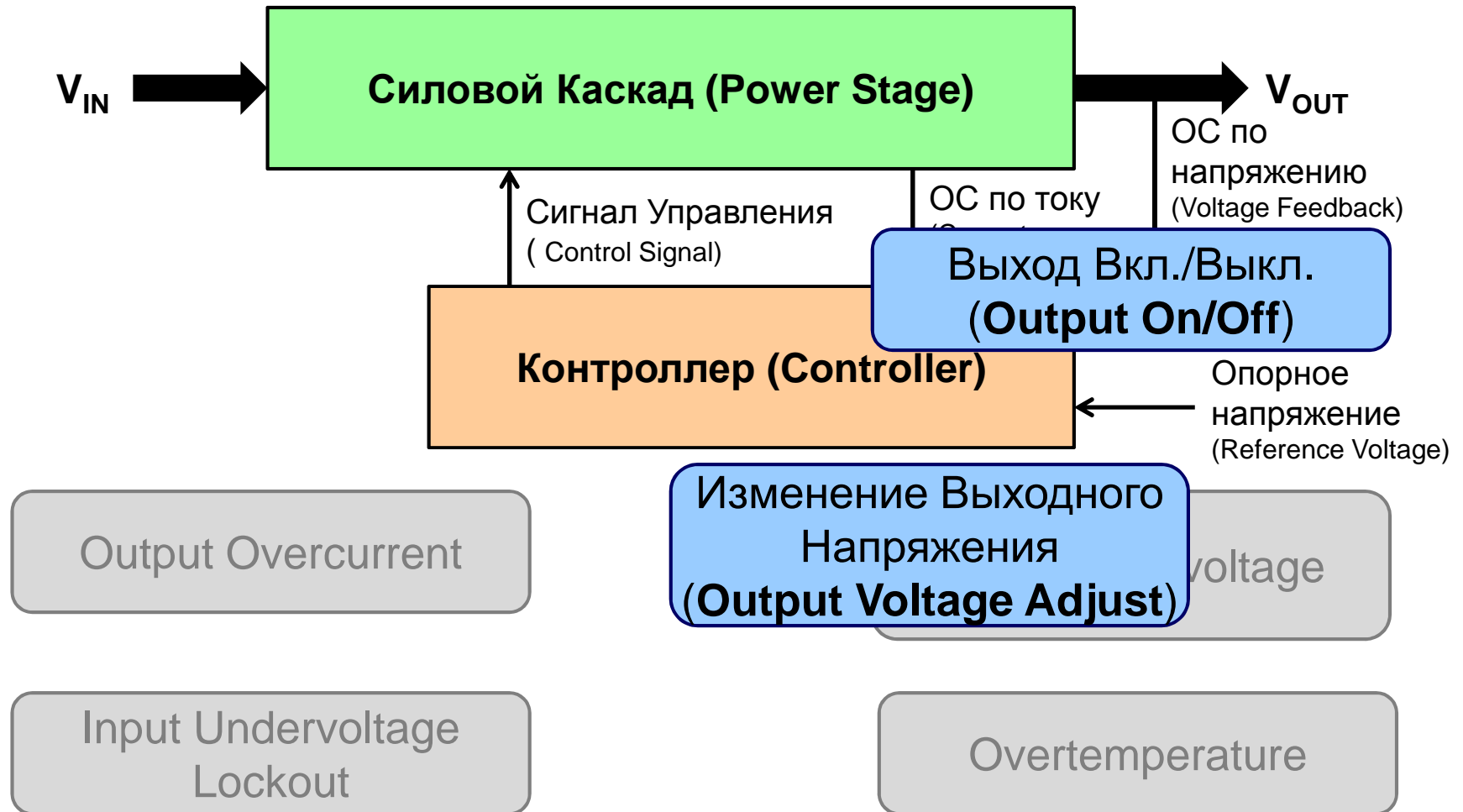
Превышение Тока на Выходе
(**Output Overcurrent**)

Превышение Напряжения
На Выходе
(**Output Overvoltage**)

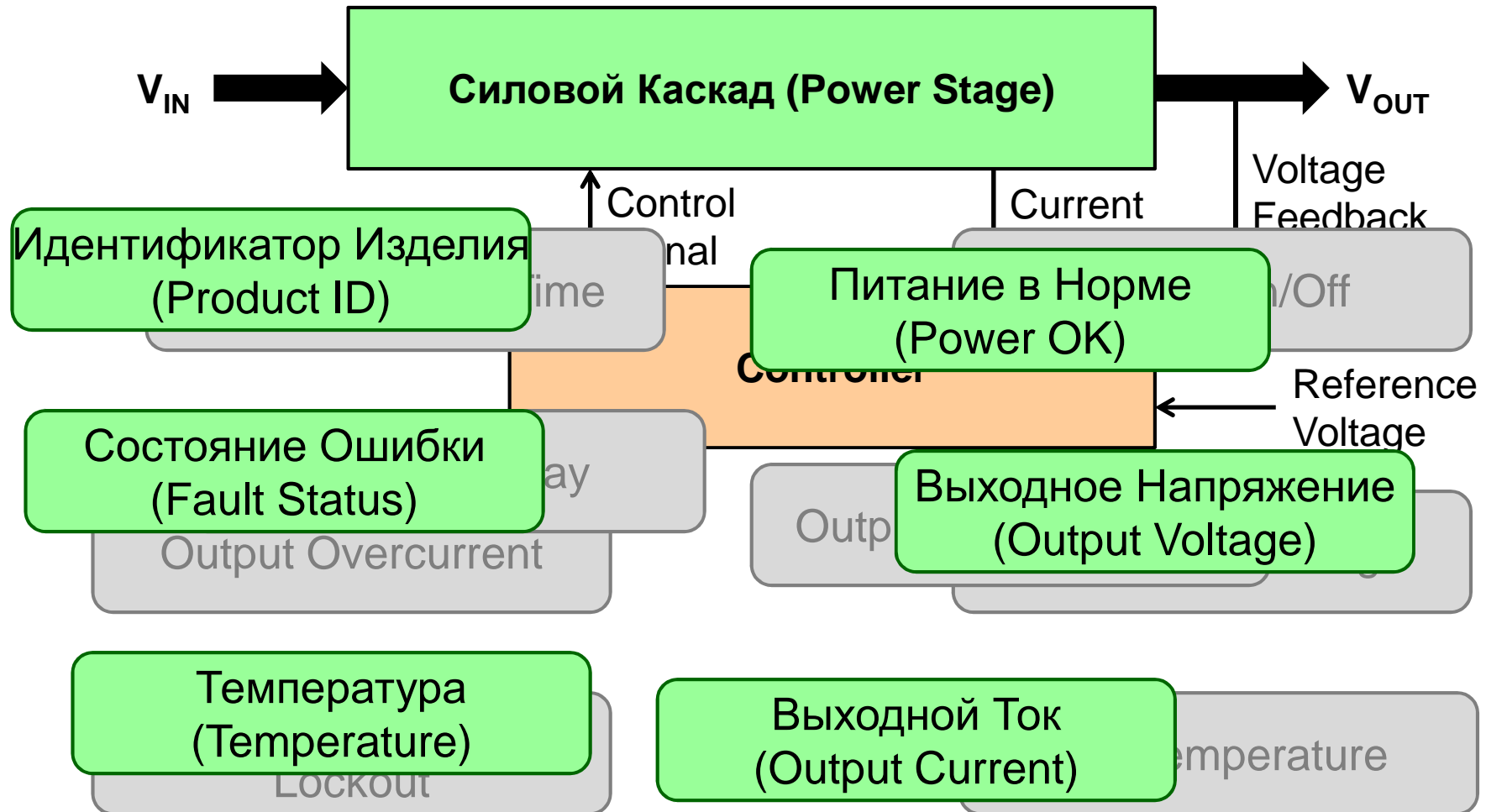
Выключение При Снижении
Входного Напряжения
(**Input Undervoltage Lockout**)

Превышение Температуры
(**Overtemperature**)

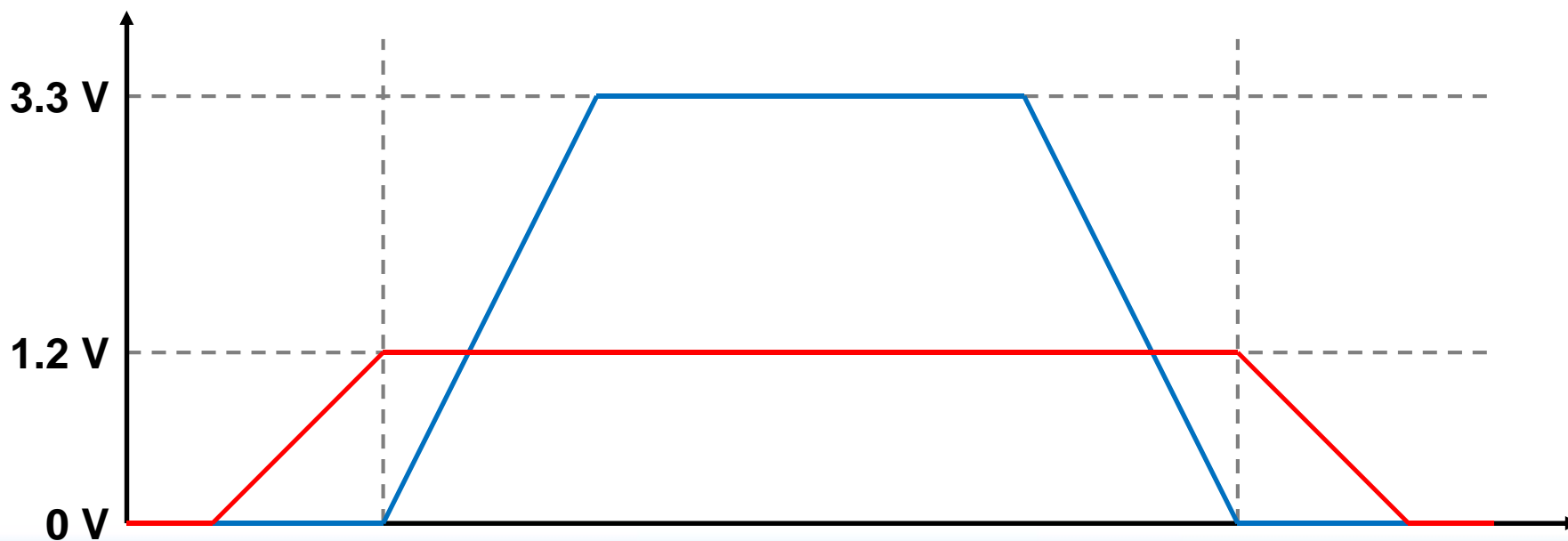
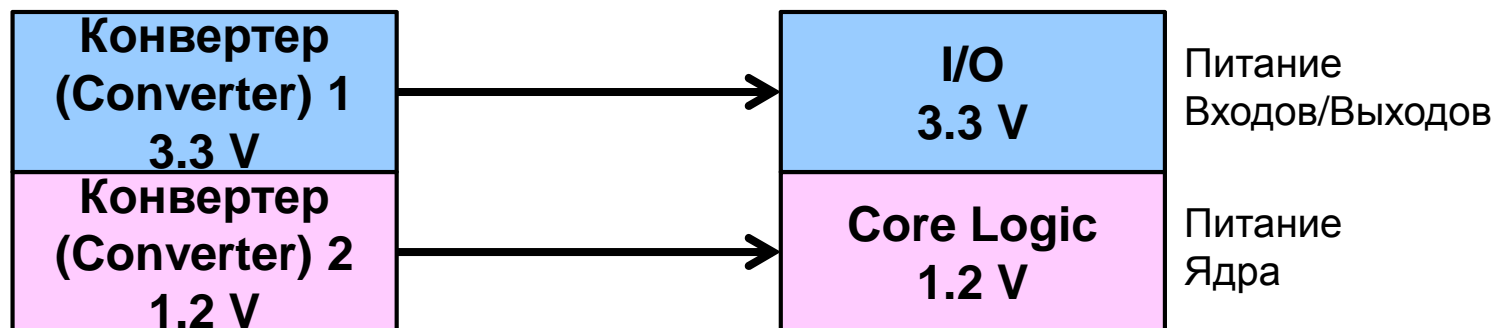
Функции Управления (Control Functions)



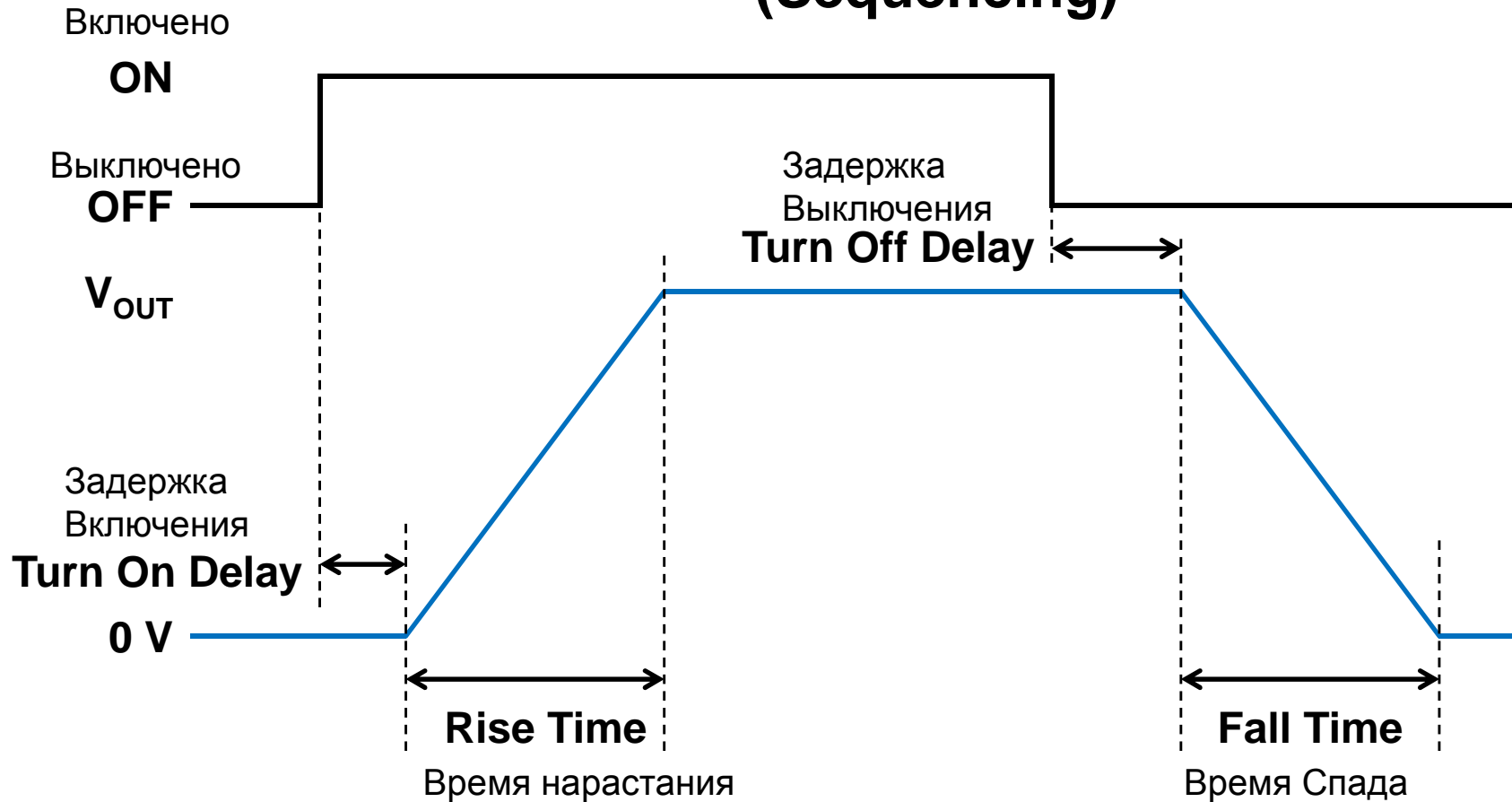
Телеметрия (Telemetry)



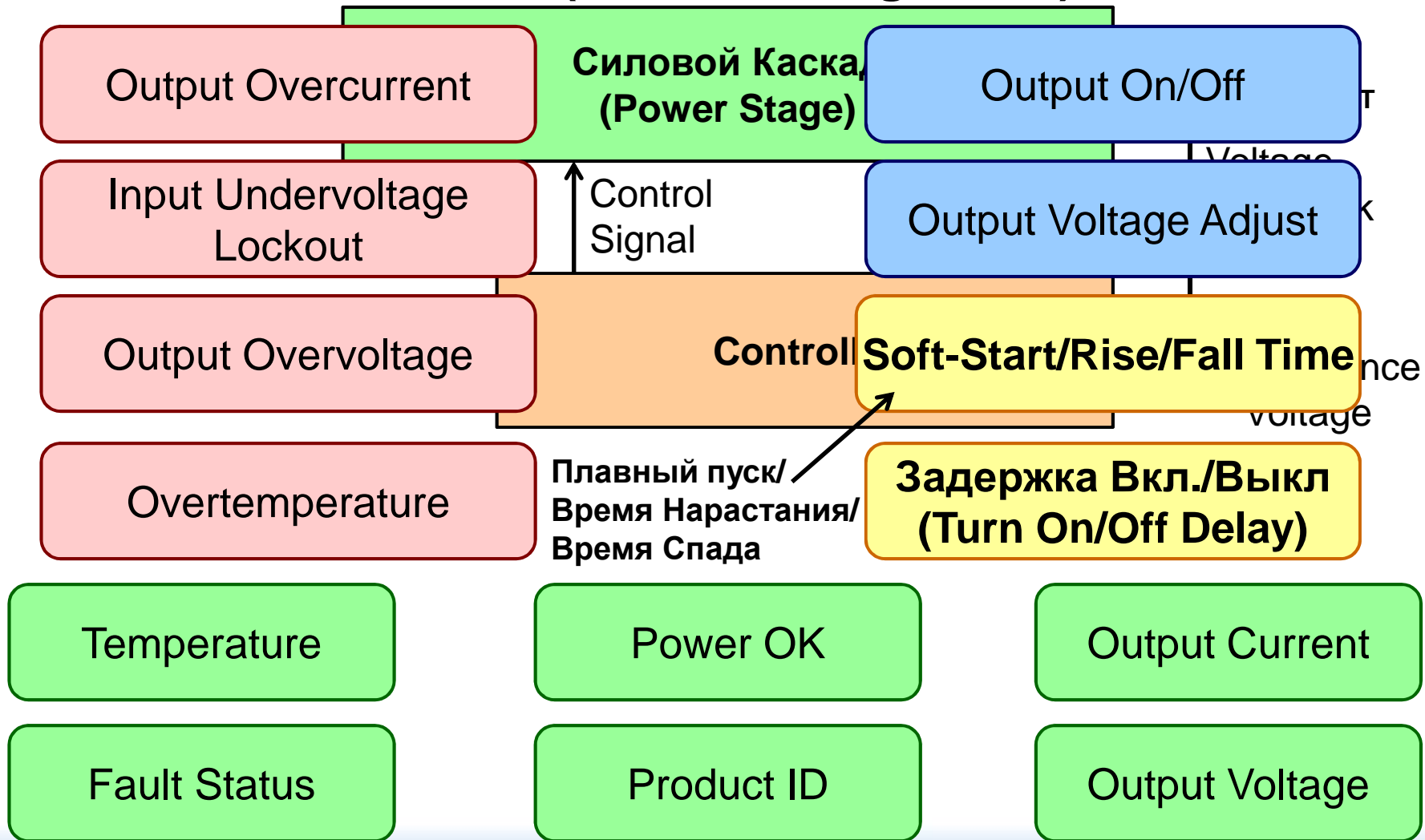
Управление Последовательностью Подачи/Снятия Напряжения (Sequencing)



Управление Последовательностью Подачи/Снятия Напряжения (Sequencing)



Управление Режимы Электропитания (Power Management)



Управление Режимками Электропитания: Аналоговое (Power Management: Analog)

Требуются Большое Число Комплектующих (Lots Of Parts)

- Компараторы, Транзисторы, Резисторы, Конденсаторы, Диоды, ОУ (Comparators, Transistors, Resistors, Capacitors, Diodes, Op-Amps),

**Цена Комплектующих
(Material Cost)**

**Затраты на Производство
(Manufacturing Cost)**

**Размер ПП
(PCB Area)**

**Вероятность Отказа
(Failure Rate)**

Управление Режимами Электропитания: Аналоговое (Power Management: Analog)

- ┆ **Требуются Большое Число
Компонентов (Lots Of Parts)**
 - ┆ Компараторы, Транзисторы, Резисторы,
Конденсаторы, Диоды, ОУ (Comparators, Transistors,
Resistors, Capacitors, Diodes, Op-Amps),
- ┆ **Нет гибкости (Inflexible)**

**После изготовления, не изменить
(Once Built, No Changes)**

**Изменение Параметров Пайкой
("ECO By Soldering Iron")
(ECO - Electronic Controls Option)**

Управление Режимы Электропитания: Аналоговое (Power Management: Analog)

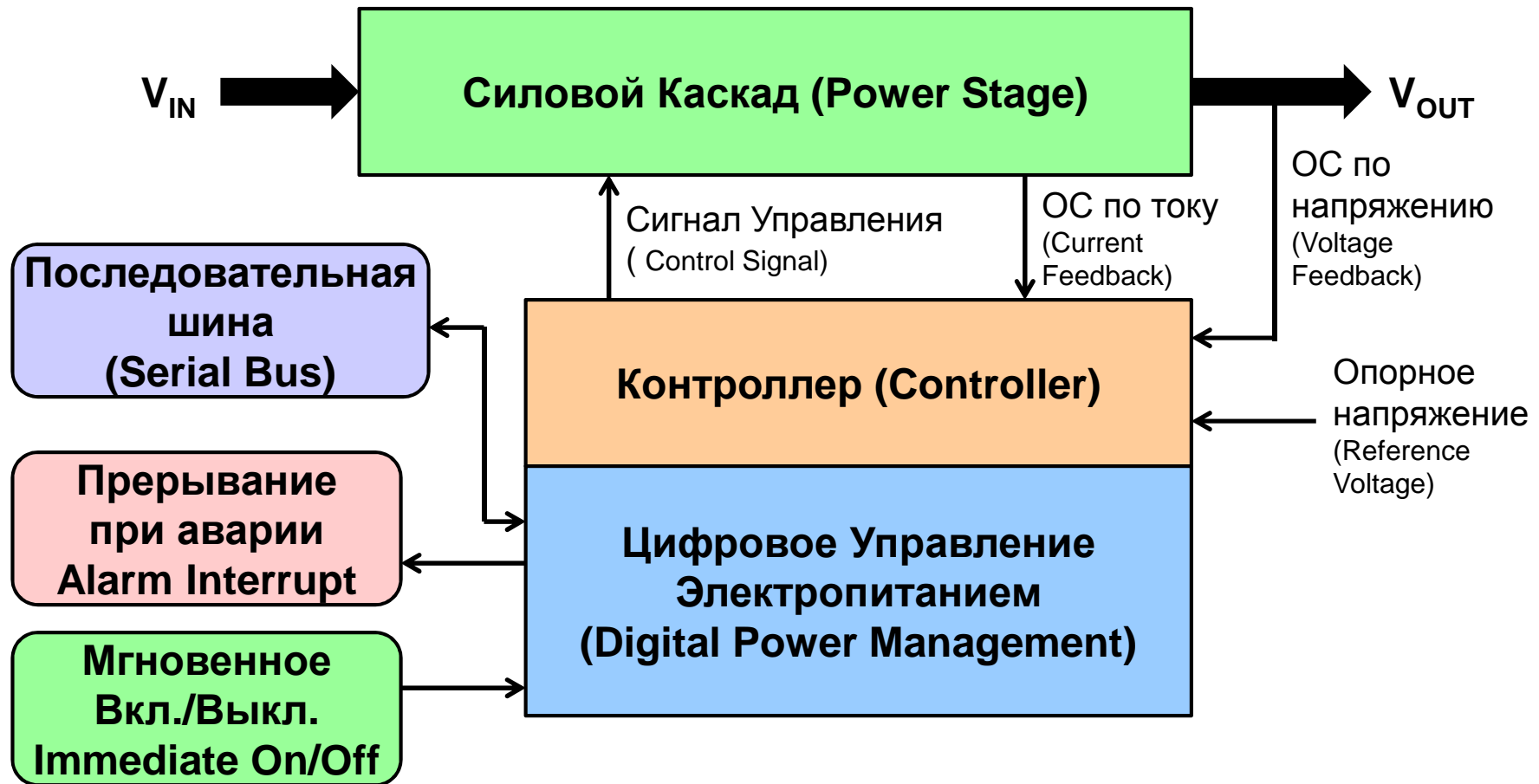
- | **Требуется Большое Число Компонентов (Lots Of Parts)**
 - | Компараторы, Транзисторы, Резисторы, Конденсаторы, Диоды, ОУ (Comparators, Transistors, Resistors, Capacitors, Diodes, Op-Amps),
- | **Нет гибкости (Inflexible)**
- | **Дорого, Сложная Система (Expensive, Difficult System Interface)**

**Много Специализированных Сигнальных Цепей
(Multiple, Dedicated Signal Lines)**

Управление Режимы Электропитания: Аналоговое (Power Management: Analog)

- ┆ **Преимущества (Advantages)**
 - ┆ Знакомо Инженерам
Разработчикам Систем Питания
(Familiar To Power Supply Engineers)
 - ┆ Нет Цифровых Элементов
(No Digital Circuitry)
 - ┆ Не требуется Программирование
(Does Not Require Programming)

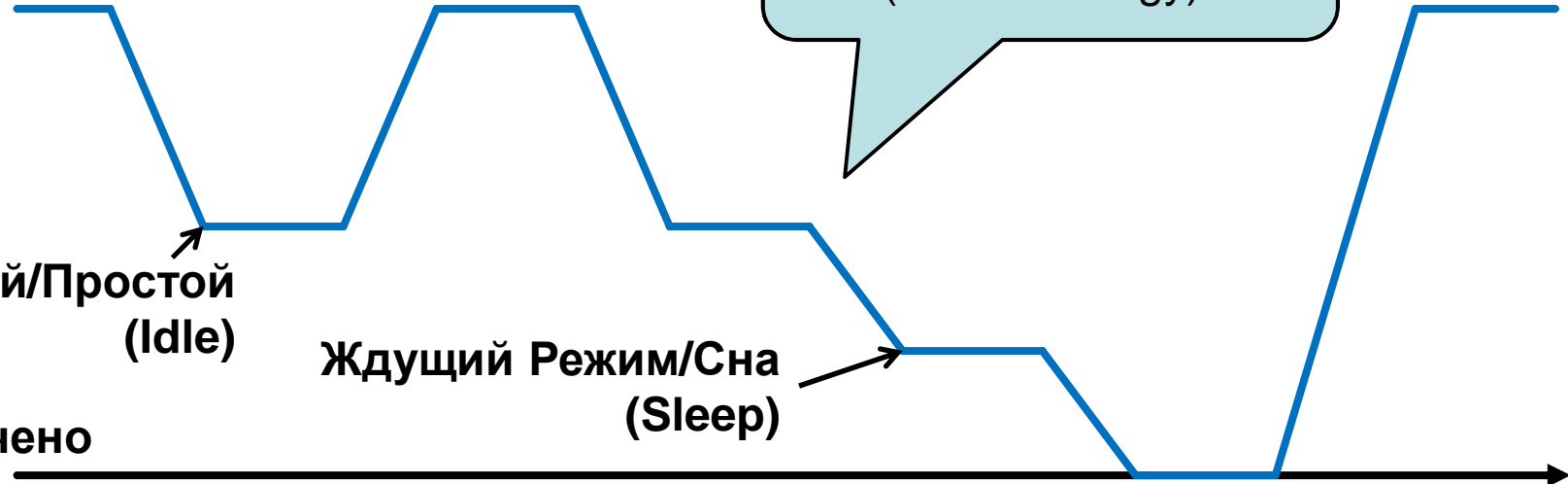
Цифровое Управление Режимами Электропитания (DPM - Digital Power Management)



DPM позволяет Управлять Энергосбережением (DPM Enables Energy Savings)

Выходное Напряжение
(Output Voltage)

Активно
(Active)



Подобного результата можно достичь и аналоговым способом (Но не без проблем).

Гораздо проще это делать при помощи цифровых команд.

(Can Do This In Analog (But Painful))

Much Easier To Do With Digital Commands)

DPM: Конфигурации

- | **Номинальное Выходное Напряжение**
(Nominal Output Voltage)
- | **Подстройка Номинального Выходного Напряжения При Производстве**
(Output Voltage Trim At Time Of Manufacture)
- | **Параметры Последовательности Установления Выходного Напряжения**
(Output Voltage Sequencing Parameters)
- | **Пороговые Значения Вкл./Выкл. Входного Напряжения**
(Input Voltage Turn On/Off Thresholds)
- | **Параметры компенсации петли ОС**
(Loop Compensation Parameters)

DPM: Обработка Аварийных Ситуаций (Fault Management)

- | **Установка порогов (Set Thresholds)**
- | **Определение Поведения при Аварийной Ситуации (Set Fault Response)**
 - | Реагировать Незамедлительно или с Задержкой (Act Immediately Or Delay Response)
 - | Отключать Немедленно и (Shut Down Immediately)
 - | Блокировать (Latch Off)
 - | Перезапустить (Restart)
 - | Ограничить Величины Параметров в Режиме Аварии (Limit Fault Value)
 - | Пример: Постоянная величина выходного тока (Constant Current Output)

DPM: Информация О Состоянии (Status Information)

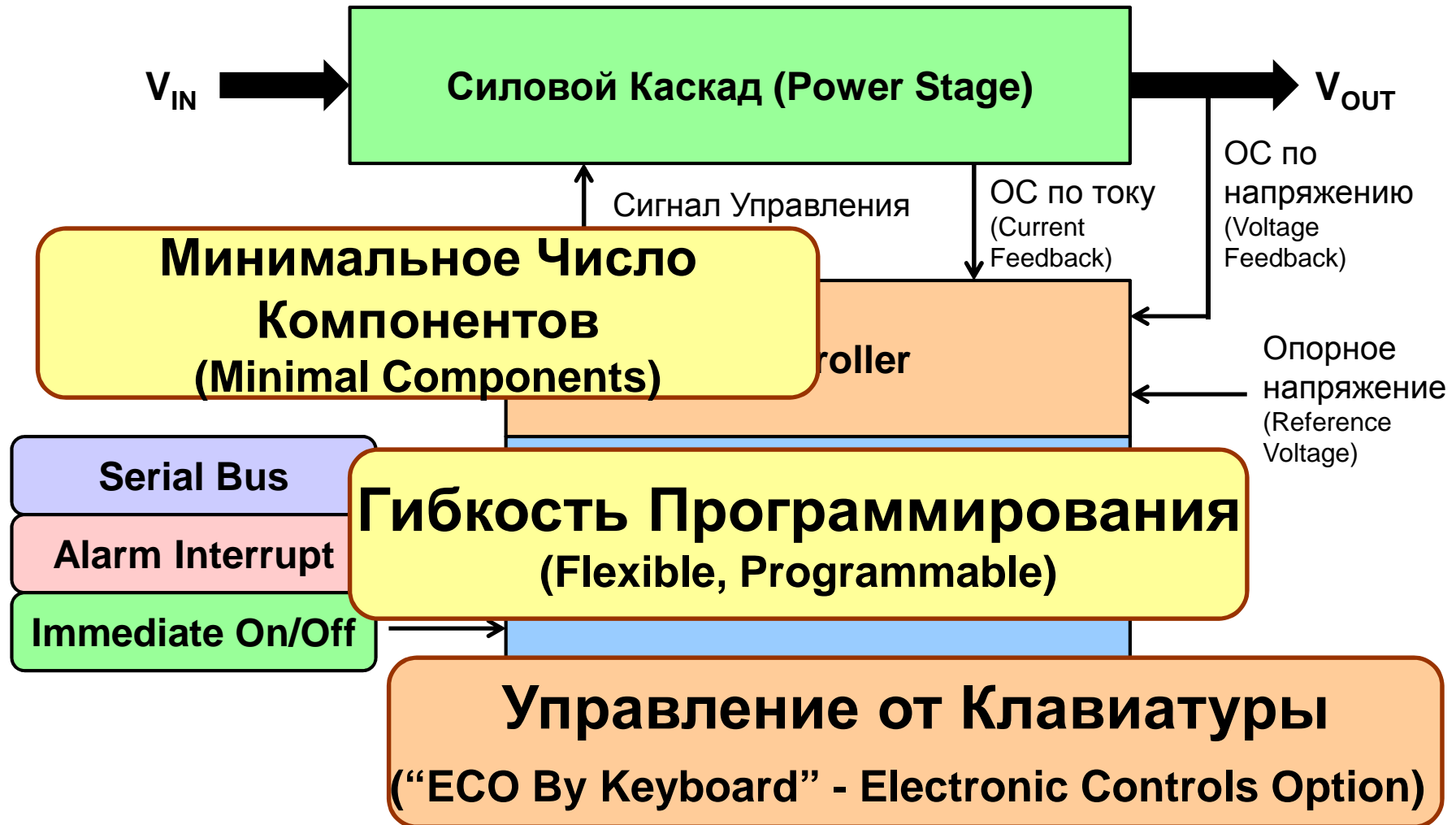
- | **Примеры Параметрической Информации (Examples Of Parametric Information):**
 - | Выходное Напряжение (Output Voltage)
 - | Выходной Ток (Output Current)
 - | Температура (Temperature)
 - | Входная Мощность (Input Power)

- | **Примеры информации “Работа/Авария” (Go/NoGo Information):**
 - | POWER_OK
 - | Специфическая Индикация Аварии (Specific Fault Indicators)

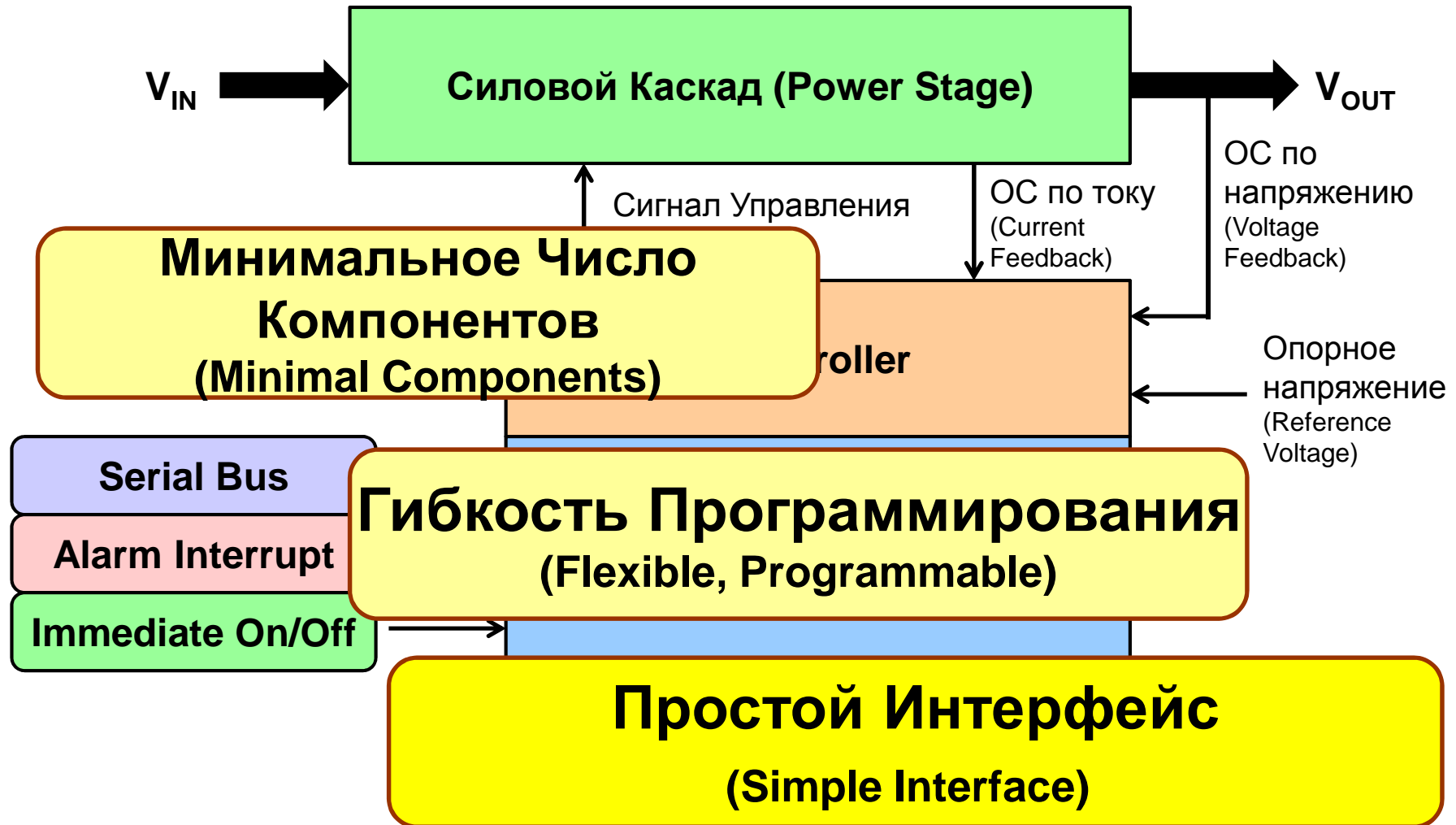
DPM: Информация об Устройстве (Device Information)

- | **Примеры:**
 - | Производитель (Manufacturer)
 - | Номер Модели (Model Number)
 - | Серийный Номер (Serial Number)
 - | Данные (Date Code)
 - | Версия (Revision)

Цифровое Управление Режимами Питания (DPM)



Цифровое Управление Режимами Питания (DPM)



Цифровое Управление Режимами Питания (DPM)

- | **Недостатки (Disadvantages)**
 - | Требуется Программирование
(Requires Programming)
 - | Незнакомо для большинства
Разработчиков Устройств Питания
(Unfamiliar To Many Power Supply Engineers)
 - | Требуется Наличие Цифровых
Цепей (Requires Digital Circuitry)

Будет ли Оптимальным Выбор (Optimum Choice)?

- Для Достижения Хороших
Параметров
при Минимальной Цене,
Комбинация
(For Good Performance At Minimum Cost Combine):

**Аналоговая Петля
Управления
(Analog Loop Control)**

**Цифровой Силовой
Преобразователь
(Digital Power Management)**

Интеллектуальное Решение Управления Режимы Силового Питания

(Intelligent Power Solutions)

**Является «Мостиком» Соединяющим
«Берега» Аналогового и Цифрового
Управлением Режимы Силового
Питания**

**(Bridging the Gap from Analog to Digital Power
Management)**

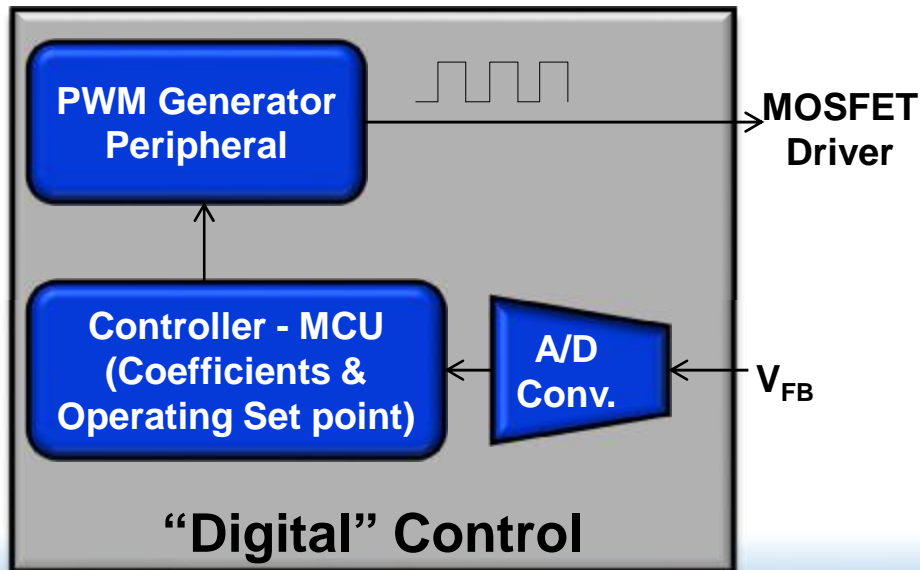
Цифровое Управление вместо Цифрового Питания (Digital Control vs. Digital Power)

- | **Ограничивают ли Высокие Требования к Цифровому Контроллеру Развитию Цифровых Источников Питания (Digital Control slowed the Growth of Digital Power)**
 - | Для Конвертеров P_{OL} (Point of Load Converters)?
 - | Для управления светодиодами (LED Applications - Automotive and general Illumination)?
 - | Для интеллектуальных зарядных устройств (Intelligent Battery Chargers)?
 - | Для Программируемых Источников Питания (Programmable Output Power Supplies)?

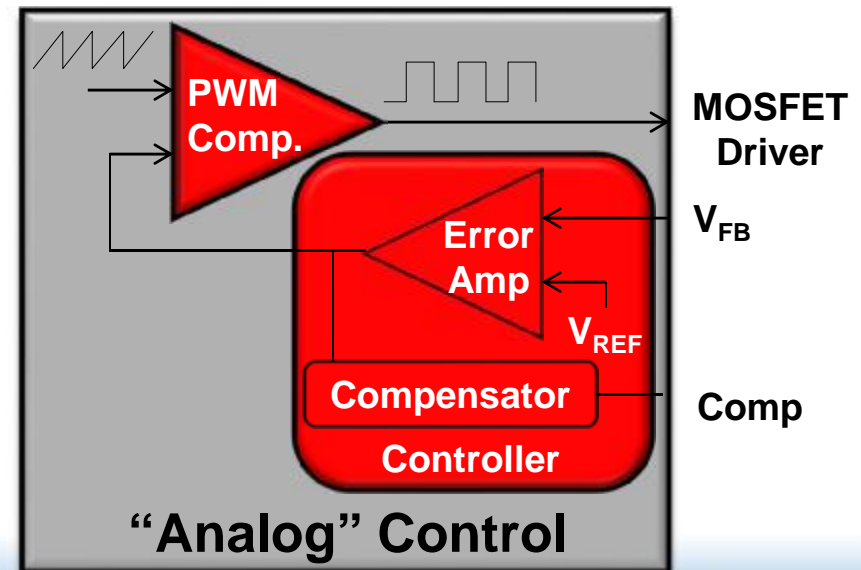
Что Такое Аналоговый Источник Питания Расширенный Цифровой Частью? (What is Digitally-Enhanced Power Analog)

*В Силовых Преобразователях
(In Power Conversion Control)...*

**Цифровое Управление
(Digital Control Techniques)**



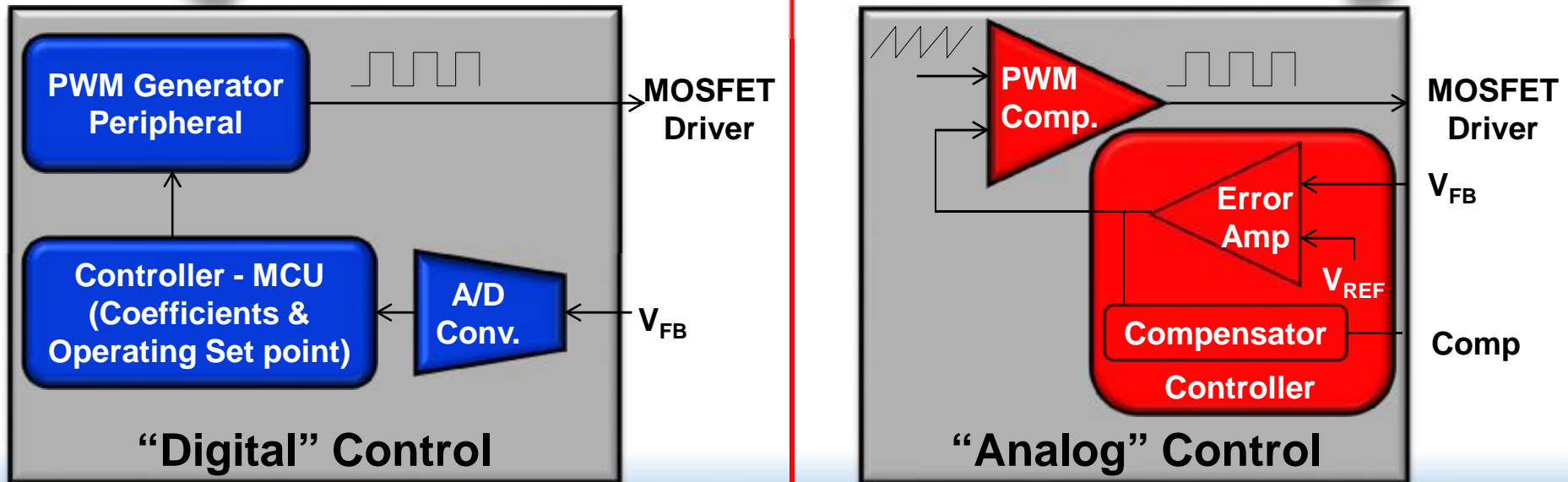
**Аналоговое Управление
(Analog Control Techniques)**



Что Такое Аналоговый Источник Питания Расширенный Цифровой Частью? (What is Digitally-Enhanced Power Analog)

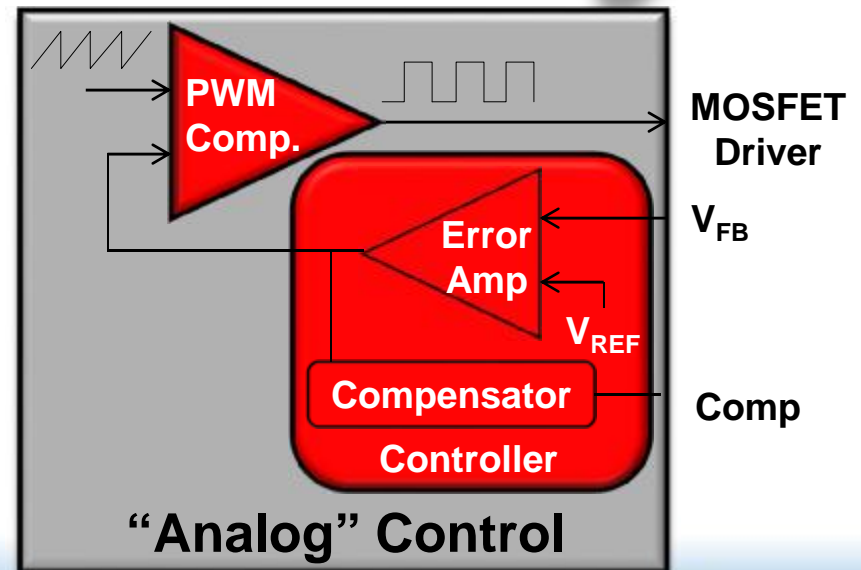
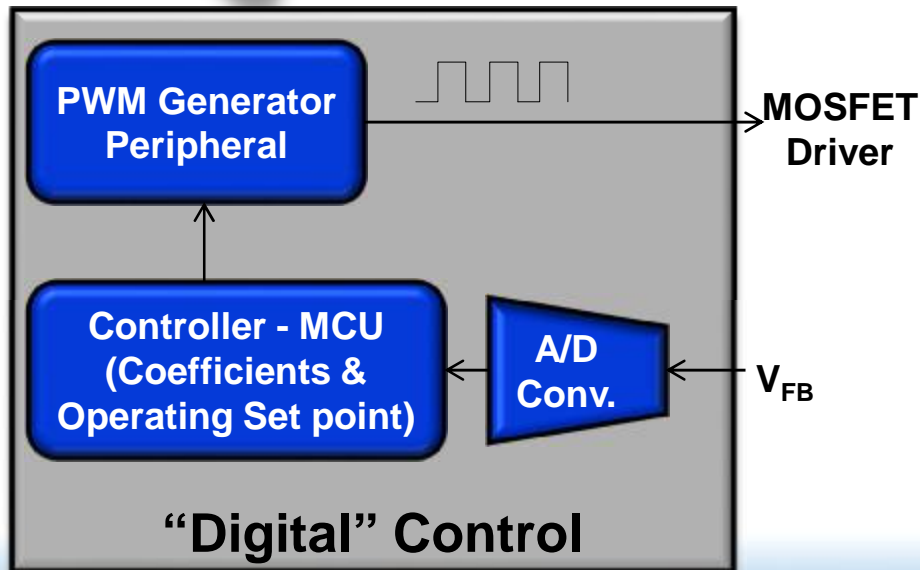
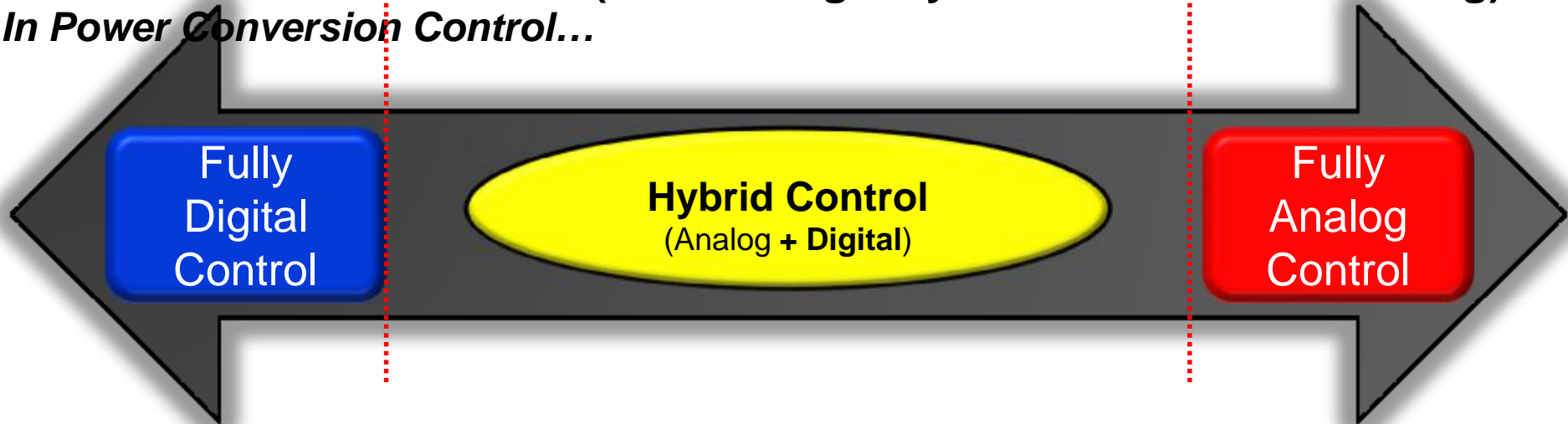
In Power Conversion Control...

Power Conversion Solution Space



Что Такое Аналоговый Источник Питания Расширенный Цифровой Частью? (What is Digitally-Enhanced Power Analog)

In Power Conversion Control...



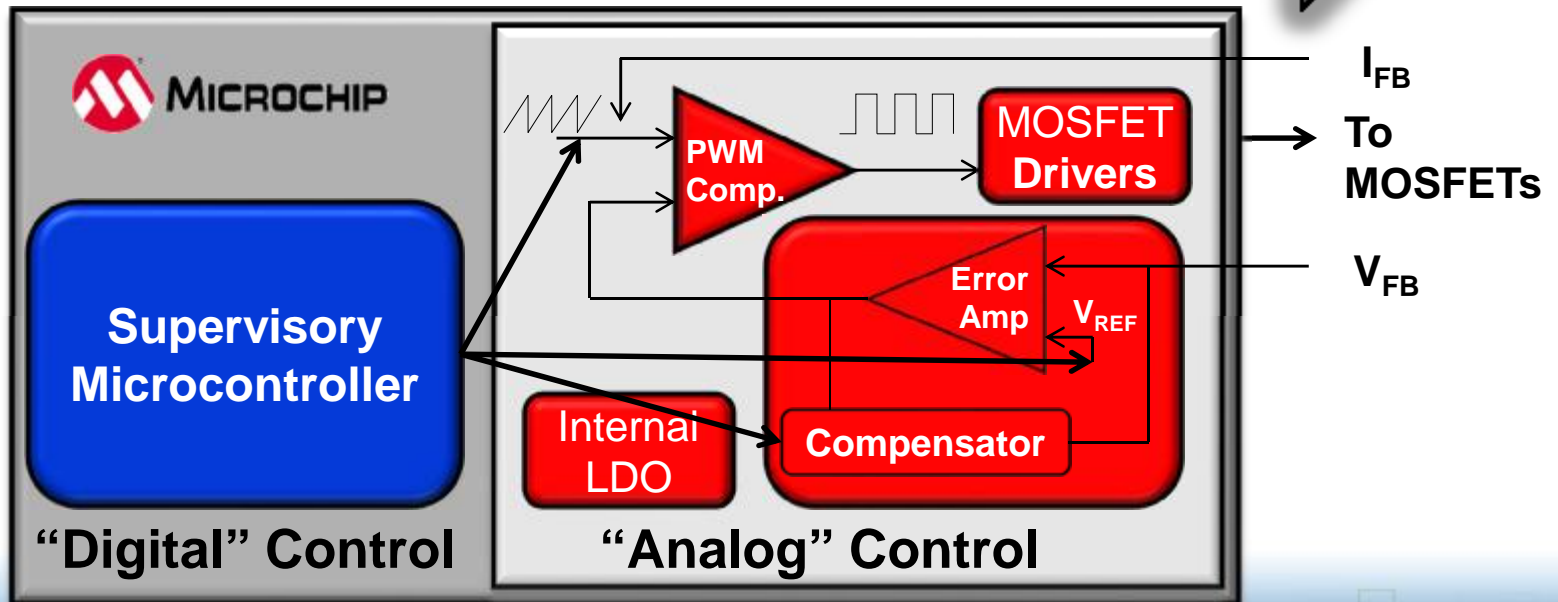
Что Такое Аналоговый Источник Питания Расширенный Цифровой Частью? (What is Digitally-Enhanced Power Analog)

In Power Conversion Control...

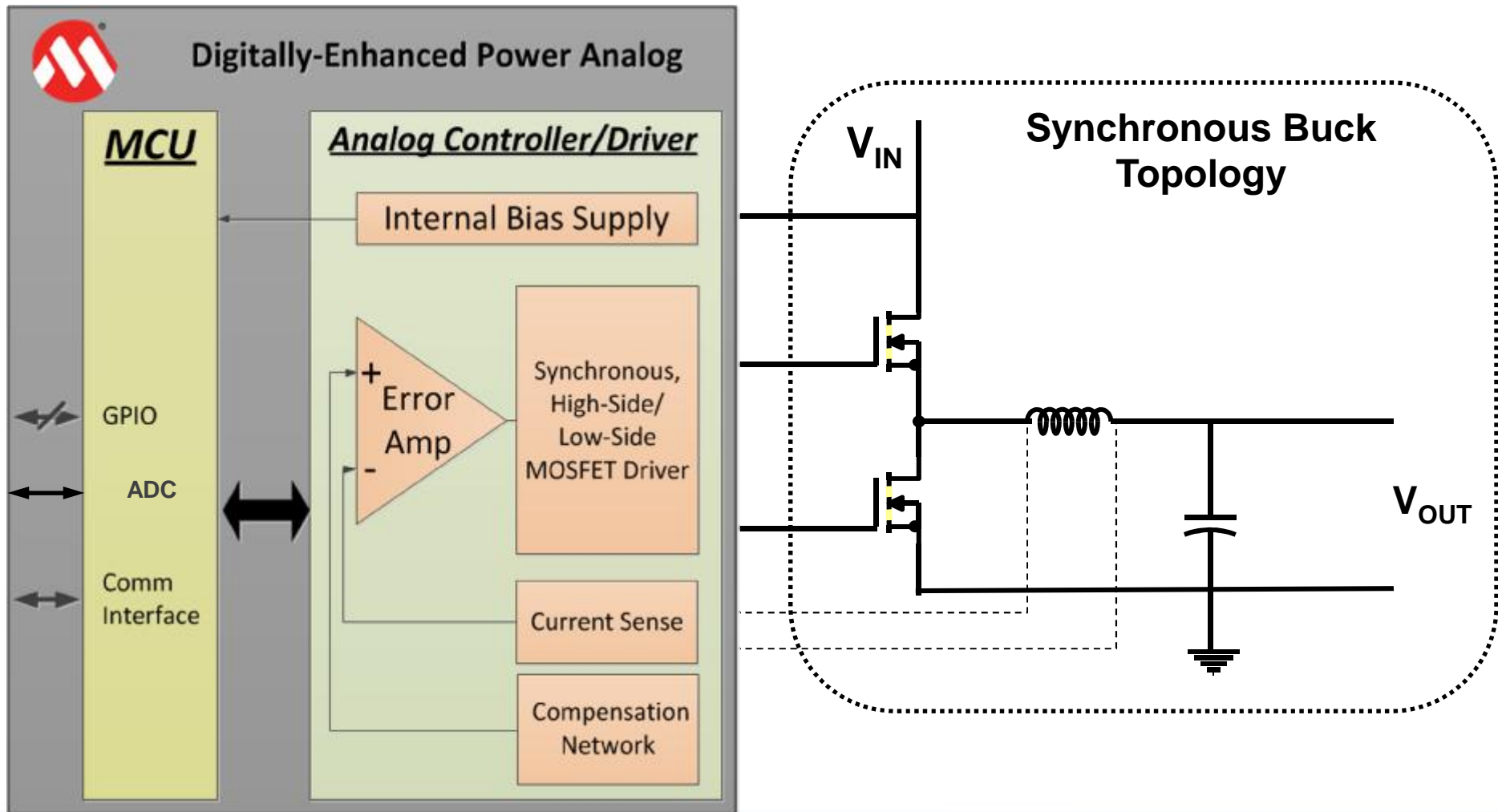
Fully Digital Control

Digitally Enhanced Power Analog Control

Fully Analog Control



Разработка Аналогового Источника Питания Расширенного Цифровой Частью (Developing Digitally “Enhanced” Analog Control Power Systems)

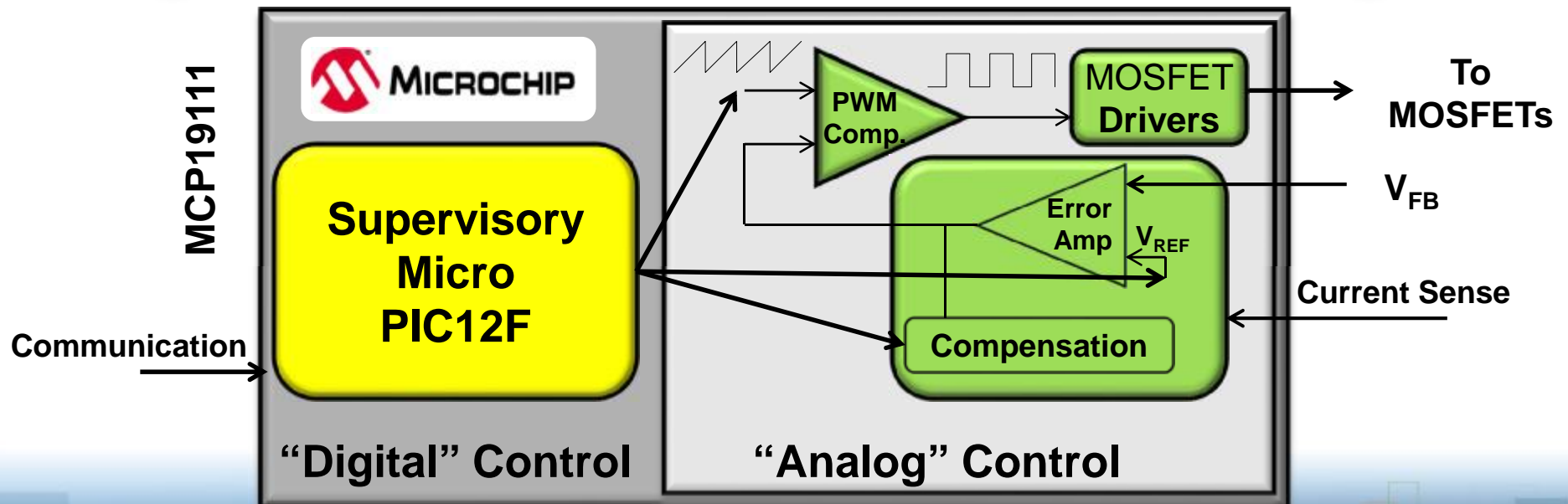


Комбинация Цифровых, Аналоговых и Высоковольтных Свойств

(Combining Digital, Analog and High Voltage Capability)

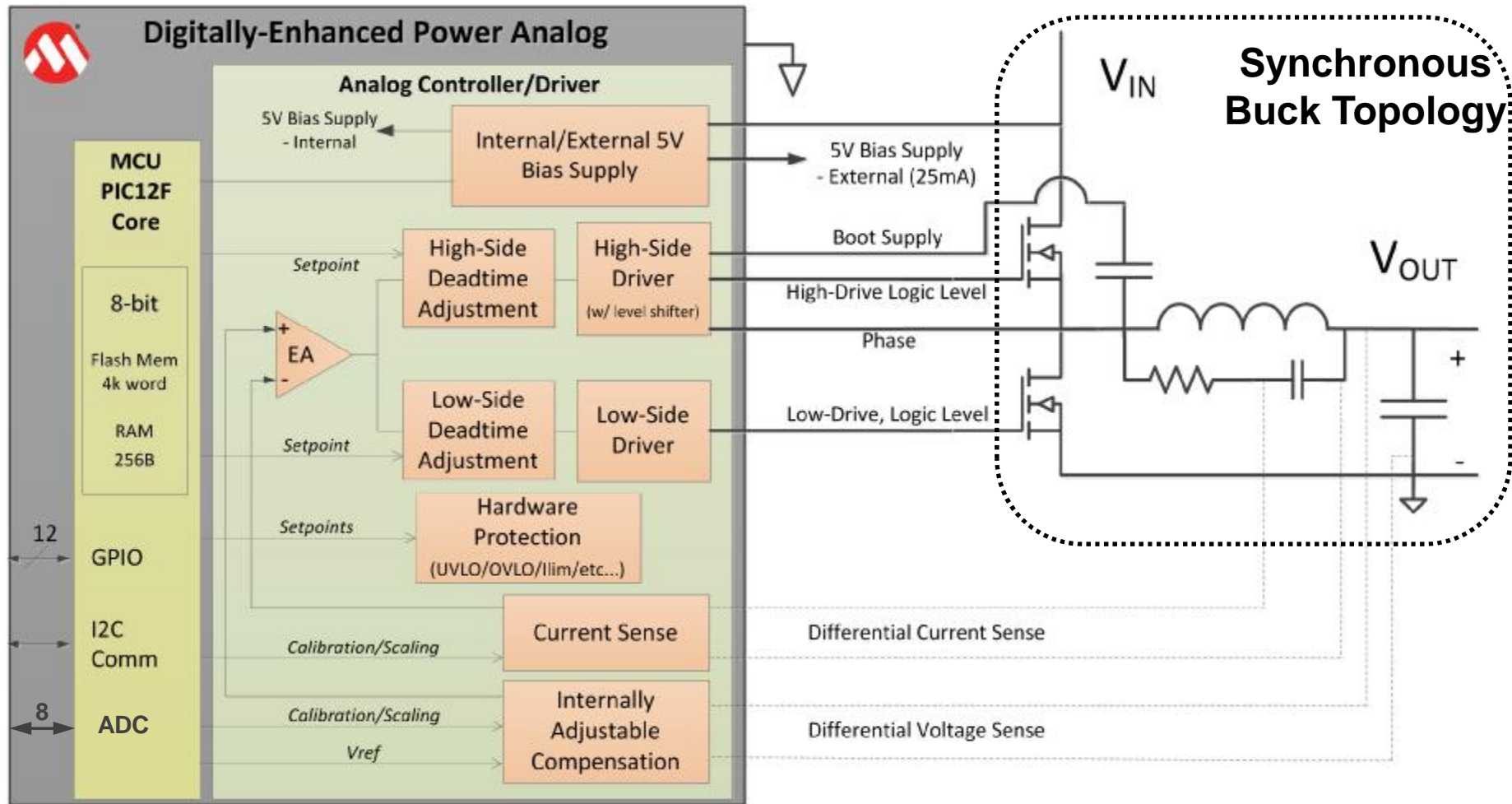
- | Технологический Процесс Производства ...
- | State Machine вместо Микроконтроллера
- | Интеграция (**Цифровая** / **Аналоговая**)
 - | **Компенсация** (Compensation), **Внутренние Смещения** (Internal Bias), **Адаптивная Задержка** (Adaptable Delay), **Защита от Аварийных Ситуациях** (Fault Protection), **Драйвера** (Drivers), **Измерение Тока без Падений Напряжения** (Lossless Current Sense), **Программируемость** (Programmable)
- | **Поддержка Средствами Разработки** (Development Tool Support)
- | **Цифровой Интерфейс с Аналоговой Частью**
(Digital to Analog Interface)

Аналоговый Источник Питания Расширенный Цифровой Частью (Digitally Enhanced Power Analog) Семейство (Family): **MCP19111**



МСР19110/11 Синхронный Понижающий Преобразователь

(Synchronous Buck High/Low-Side Topology Support)

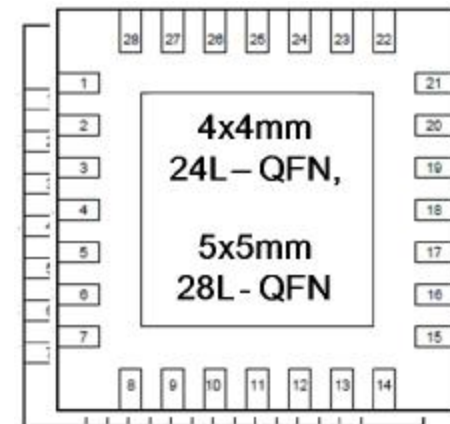
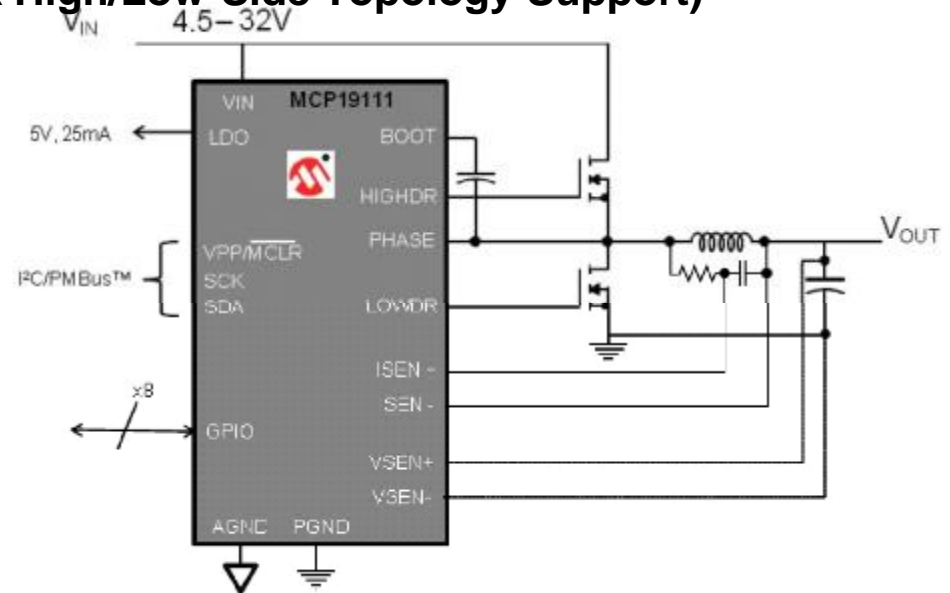


МСР19110/11 Синхронный Понижающий Преобразователь

(Synchronous Buck High/Low-Side Topology Support)

Single Phase Synchronous Buck

- | V_{IN} Range: 4.5V to 32V
- | V_{OUT} Range: 0.5V to 3.6V
 - | Greater with output divider
- | Coarse and Fine V_{REF} DAC (12 bit)
 - | 0.7mV/Step
- | **Integrated MOSFET Driver:**
 - | Logic-Level Drive (5V)
 - | 2A Source/4A Sink Drive Current
- | **Programmable Analog Controller:**
 - | Switching Freq: 100kHz to 1.6MHz
 - | **Analog Control:** Control Loop Compensation, Slope Compensation, Peak Current Limit (Level & LEB Delay), **Gate Drive Deadtime**
 - | **Thresholds:** V_{IN} UVLO, I_{OUT} CS Amp Gain, Soft-Start Rate, V_{OUT} Setpoint, V_{OUT} Trim, V_{OUT} OV/UV,
 - | **Measure:** V_{IN} , V_{OUT} , Internal Temp + 8 Ext Ch
 - | Master/Slave Mode \rightarrow Multi-phase operation
- | **Programmable Digital Core:**
 - | Midrange Core (2 MIPS), 4kW Self-Write Flash, 256B RAM
 - | (2) 16-bit Timers, (1) 8-bit Timer, (1) PWM, 12 GPIO
 - | MSSP w/Enhanced PMBus Support



Достоинства MCP19110/1

Digitally Enhanced Power Analog

- | **Динамические Параметры “Dynamic Performance”**
 - | $1/10^{\text{th}}$ F_{SW} X-Over Frequency Легко Достижима
(Easily Achieved)
 - | Управление в Токовом Режиме Регулирования
(Peak Current Mode Control with)
 - | Программируемая Величина Компенсации Скорости Нарастания Фронта
(Programmable Slope Compensation)
 - | Программируемая Величина Компенсации Петли ОС по Напряжению
(Programmable Voltage Loop Compensation)

Достоинства MCP19110/1

Digitally Enhanced Power Analog

- | **Цифровая Гибкость “Digital Flexibility”**
 - | *Маленький, Входящий в Состав Микросхемы, Малопотребляющий Микроконтроллер (с величиной общего потребления порядка 5mA)*
(Small, on-board, Low-Power MCU (5mA total Current Consumption))
 - | **Активно Оптимизирует Работу Аналоговой Петли ОС** (Actively optimizes the analog loop)
- | **Обеспечивает Поддержку Передовых Функций**
(Provides Advanced Features):
 - | **Конфигурируемость Аналоговой Части**
(Configurable Analog)
 - | **Коммуникационный Интерфейс** (Communication Interface)
 - | **Полностью Программируемый Микроконтроллер Позволяет Сохранять Интеллектуальную Собственность**
(Fully Programmable MCU - Enabling Custom IP – Intellectual Property)

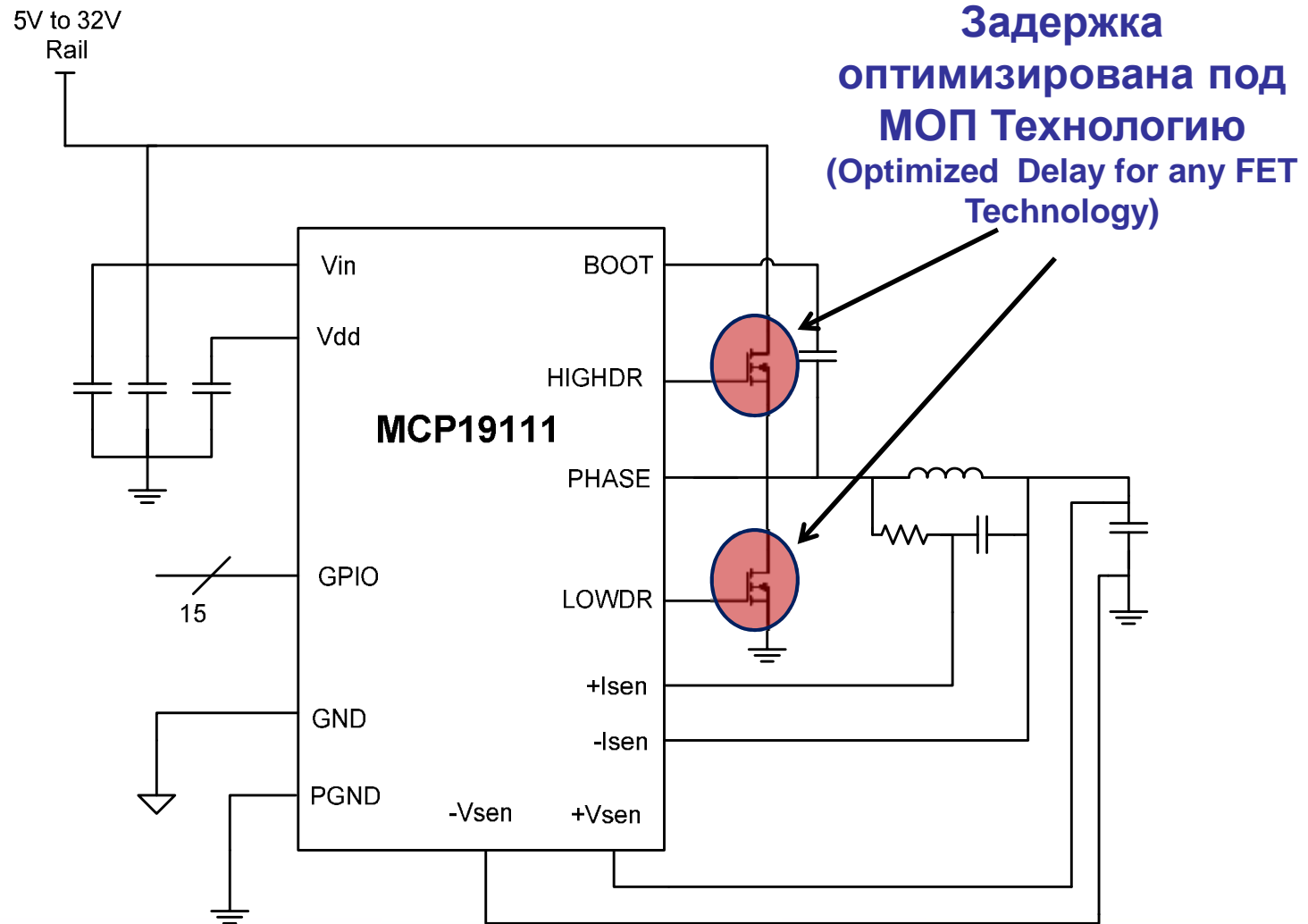
Достоинства MCP19110/1

Digitally Enhanced Power Analog

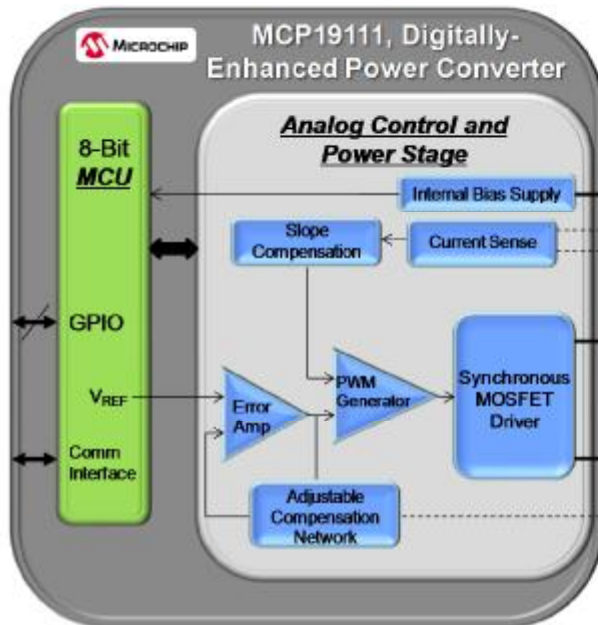
- | **Точное Измерение Времени Открытого Состояния Ключа** (Accurately Measures Switch ON Time)
 - | Относительное Измерение Эффективности (Relative Measure of Efficiency)
- | **Встроенный Стабилизатор** (Internally Powered from Regulated Supply)
 - | (5mA for Digital + Analog) + Switching
- | **Минимальное Число Внешних Компонентов** (Minimizes External Components)
 - | Интегрированы (Integration)
- | **Адаптивная Величина Задержки Между Ключами** (Adaptable Delay Between Switches)
 - | Разрешение 2ns (Resolution) Адаптировано к МОП Технологии (Adapts to FET Technology)

МСР19111

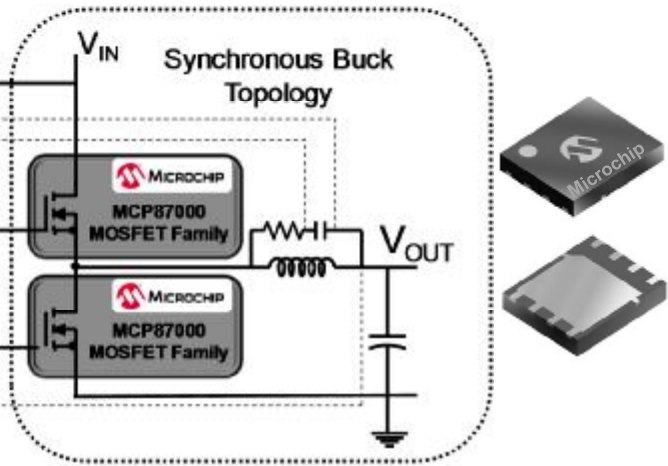
Схема Подключения (Schematic)



Microchip Расширяет Предложение для Силовых Источников



MICROCHIP High-Speed MOSFETs



Integrated PWM Controller

- | Analog Controller
- | MCU
- | Drivers
- | Power Mgt.

4 New High-Speed MOSFETs

- Low R_{DSon}
 - Low Q_g
 - Optimized for 1zV Power Conversion
- } **Low Figure-of-Merit**

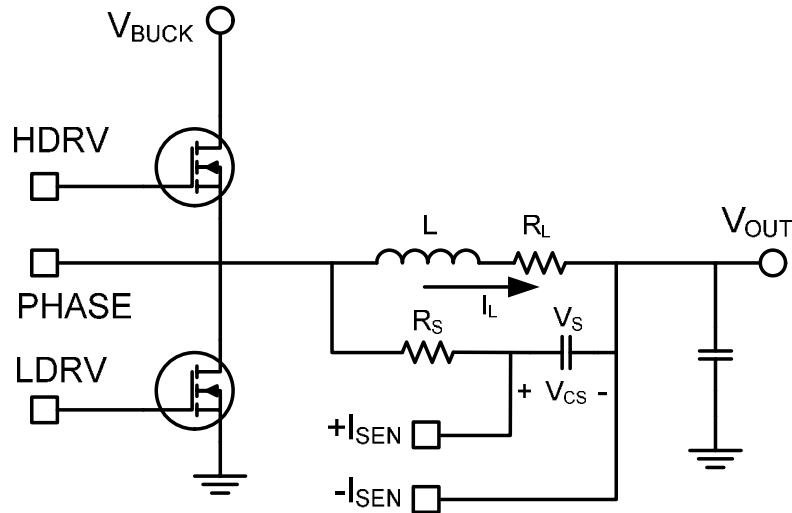


Регуляторы в Точке Нагрузки POL (Point of Load Applications)

Точки Нагрузки - POL (Point of Loads)

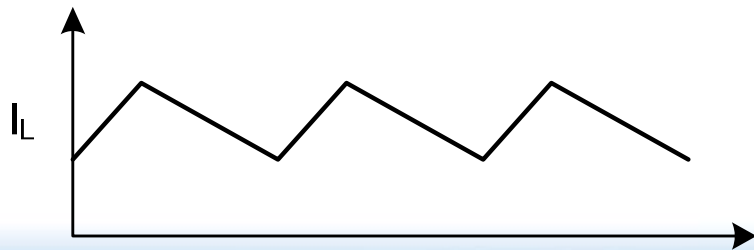
- | **POLs – понижающие регуляторы**
(step down applications)
 - | Низкое Выходное Напряжение
(Low output voltage)
 - | Большой Ток Нагрузки от 3А до 30А
(High output current (3A to 30A+))
 - | Малые Размеры и Занимаемое Место на PCB (Small geometries and footprint)
 - | Memory, Processors, FPGA, etc.

Измерение Тока Потребления (Current Sensing)

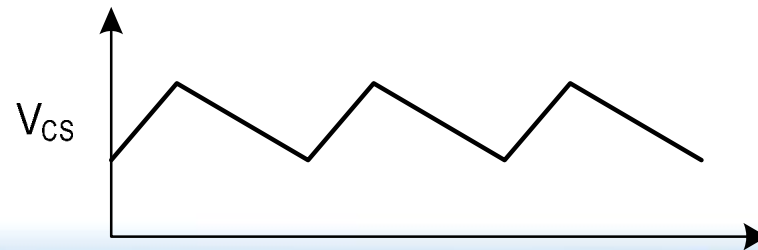


- | **Inductor current sensing**
 - | No reduction in system efficiency
- | **Can use a sense resistor if desired**

If $L/R_L \gg T_s$, then



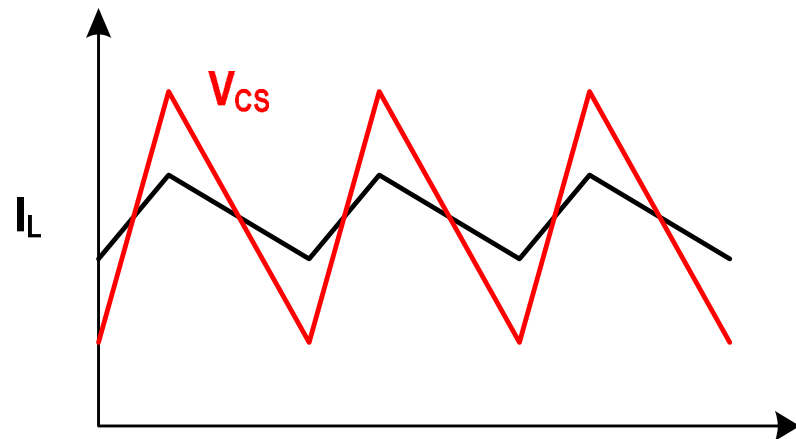
If $L/R_L = R_S * C_S$ it can be found that $V_{CS} = I_L$



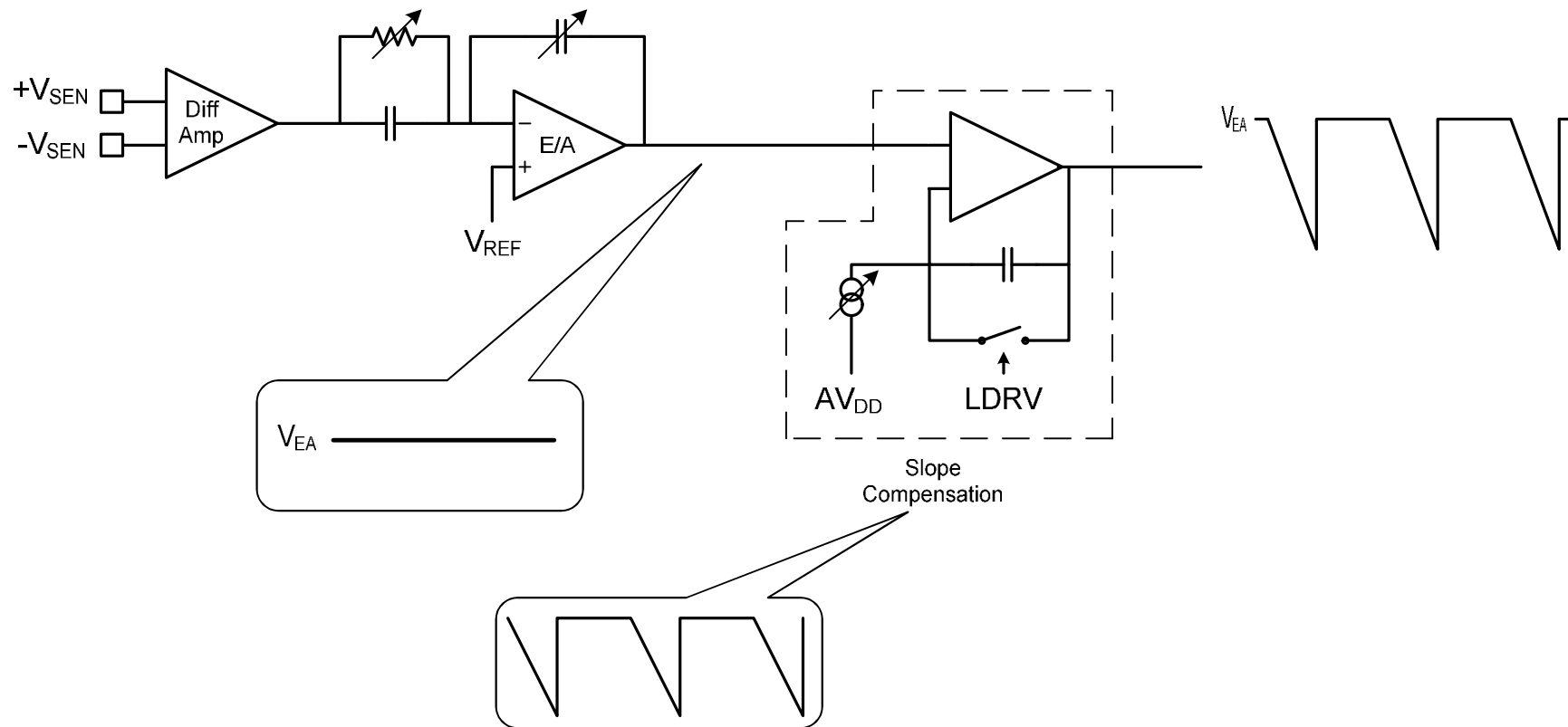
Измерение Тока в Точке Нагрузки (Point Of Load Current Sensing)

- ┆ **POL inductors**
 - ┆ Low inductance, very low resistance
- ┆ **If $(R_S * C_S) > (L/R_L)$, then gain of V_{CS} can be realized**

**MCP19111 eval brd
 $R_S * C_S$ is 10x greater**



Измерение Выходного Напряжения (Measuring Output Voltage)



Измерение Выходного Напряжения AN1427 “Slope Compensation”

An early discovery in the development of Current mode control was that the current feedback loop became open loop unstable when the duty cycle was increased beyond 50%. This phenomenon has been thoroughly studied and analyzed. Disturbances in the operating point gradually die out when the duty cycle is below 50% (see Figure 4).

For duty cycles greater than 50% however, a disturbance from the nominal operating point grows larger with each cycle. This leads to large deviations from the nominal operating point and to a phenomenon known as “sub-cycle oscillation.” Figure 5 shows the beginning of this process.

FIGURE 4: FOR DUTY RATIO LESS THAN 0.5, DISTURBANCES DIE OUT

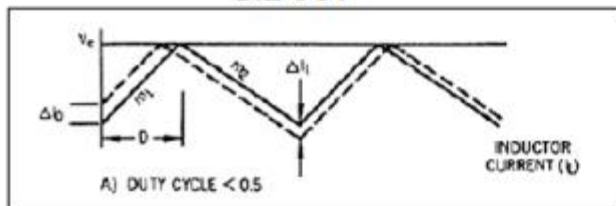


FIGURE 5: FOR DUTY RATIO GREATER THAN 0.5, DISTURBANCES GROW

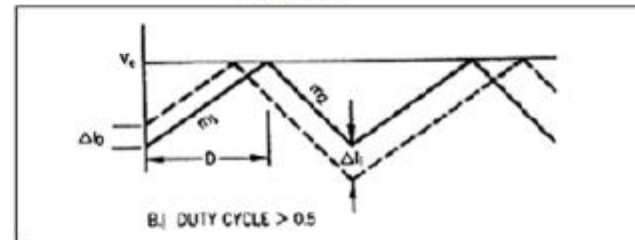
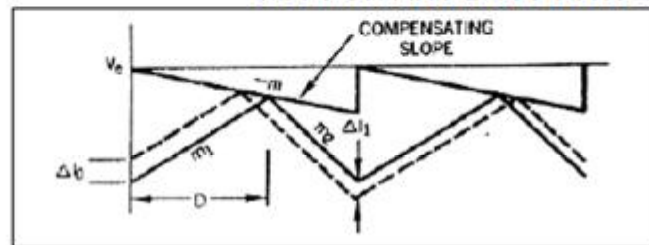
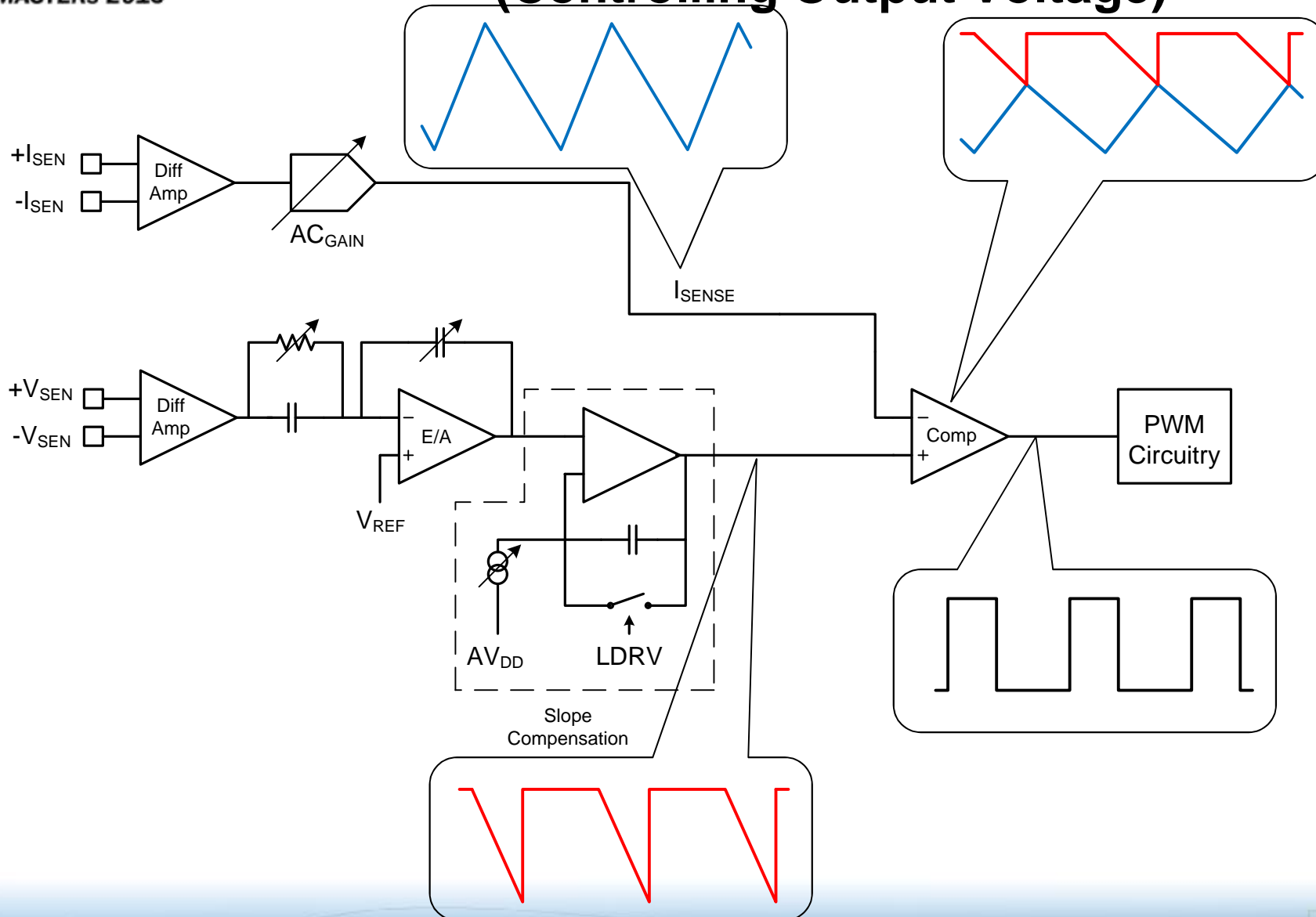


FIGURE 6: SLOPE COMPENSATION CAN CAUSE DISTURBANCES TO DIE OUT FOR ANY DUTY RATIO



If the slope of the falling current in the energy storage inductor is called m_2 , then a negative slope equal to half the slope of m_2 will, in theory, cause a disturbance to die out for any duty cycle up to 100%. Two other

Управление Выходным Напряжением (Controlling Output Voltage)



Средства Разработки MSP19111 (Design Tools)

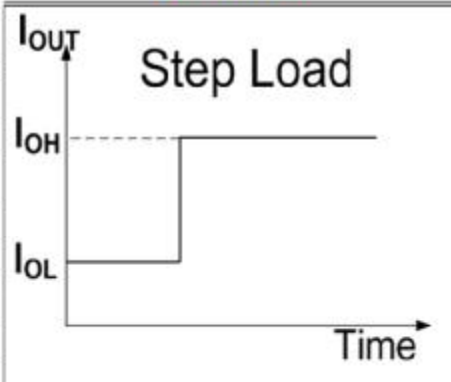
- ┆ **Средства Поддержки MSP19111**
 - ┆ Калькуляторы (Calculators)
 - ┆ Средства Разработки (Development Tools)
 - ┆ Демонстрационная Плата/Платы
Практических Применений
(Eval Boards / Reference Designs)

MCP19111

Средство Проектирования в Excel (Excel Design Tool)

MICROCHIP				
MCP19111 DESIGN ANALYZER				
Input Parameters for Design				
Parameter	Designator	Value	Units	Notes
Input Voltage	V_{IN}	12	V	$4.5 \leq V_{IN} \leq 30$
Output Voltage	V_{OUT}	1.8	V	$0.6 \leq V_{OUT} \leq 3.6$
Output Current	I_{OUT}	30	A	$0 \leq I_{OUT} \leq 30$
Switching Frequency	F_s	300	kHz	$100 \leq F_s \leq 1200$
Input Voltage Ripple	V_{RIN}	100	mV	
Minimum Input Voltage	V_{IN_MIN}	9	V	$4.5 \leq V_{IN_MIN} \leq V_{IN}$
Step Load Parameters				
High Output Current	I_{OH}	7.5	A	
Low Output Current	I_{OL}	2.5	A	
Output Voltage Overshoot		100	mV	

Use Default EVAL Board Components and Compensation

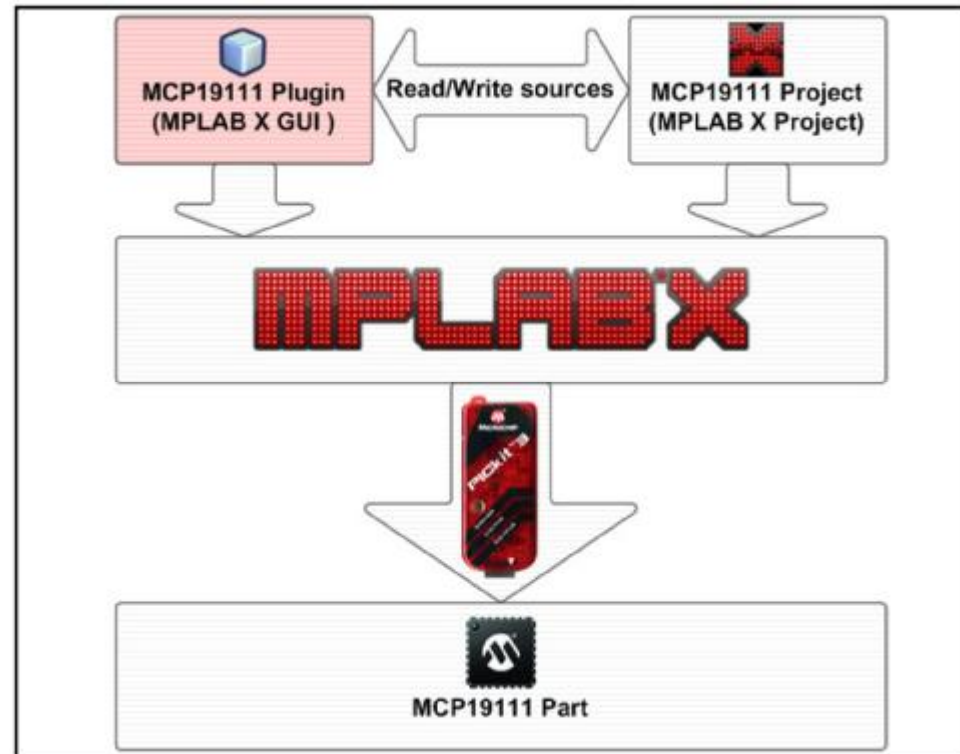
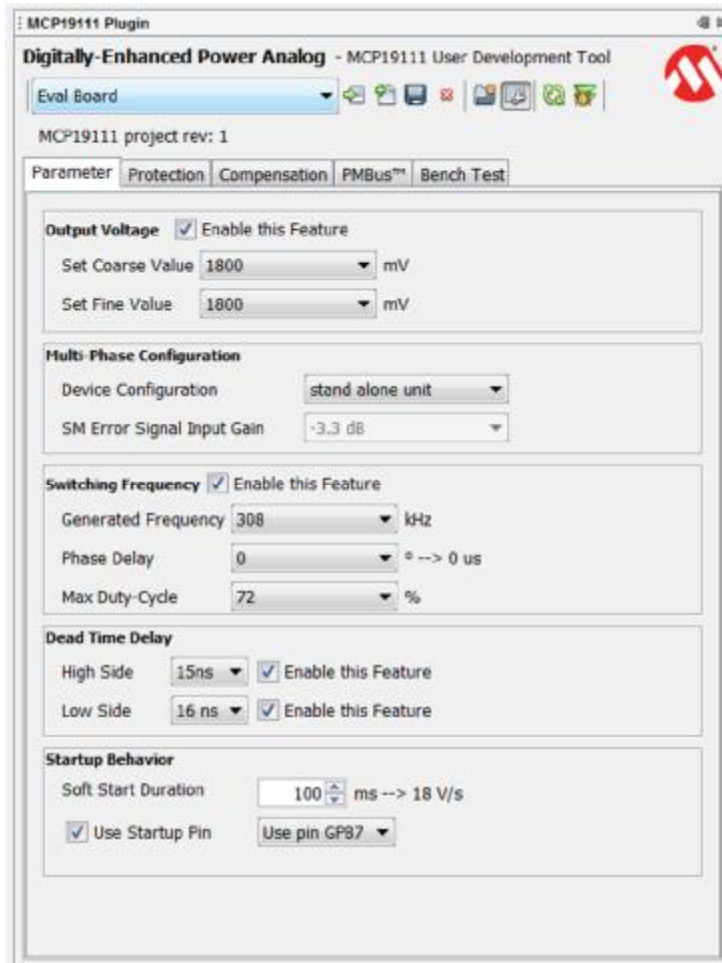


Use Recommended Components and Compensation

- 2 Кнопки для Ввода Параметров Системы (V_{IN} , V_{OUT} , etc..)
(2 TABS to Enter System Parameters (V_{IN} , V_{OUT} , etc..))
- 3 Кнопки Для Отображения Результата (Эффективность, Диаграмма Боде и Установки Графического Интерфейса
(3 TABS Showing Results (Efficiency, Bode Plot and GUI Settings))

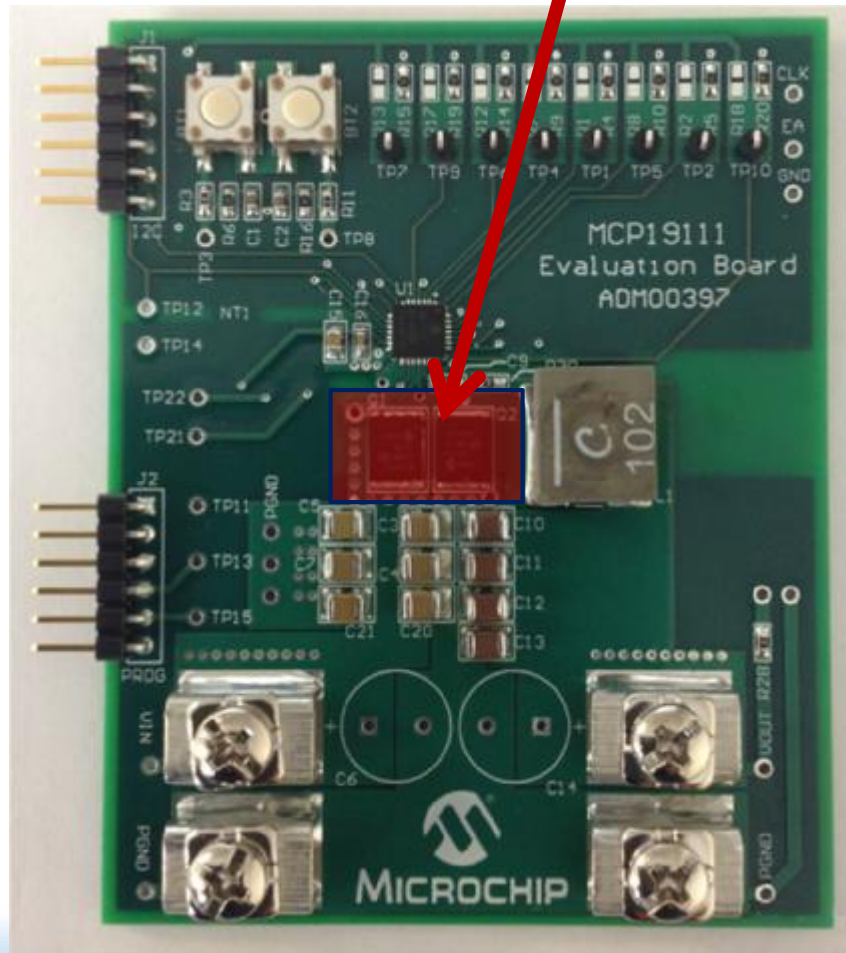
MCP19111

Графический Интерфейс Пользователя (Programming GUI)



МСР19111 Демонстрационная Плата и POL Регулятора (Eval Board and POL Converter Board)

High Speed MOSFET Technology



| $V_{IN} = 6V$ to 16V

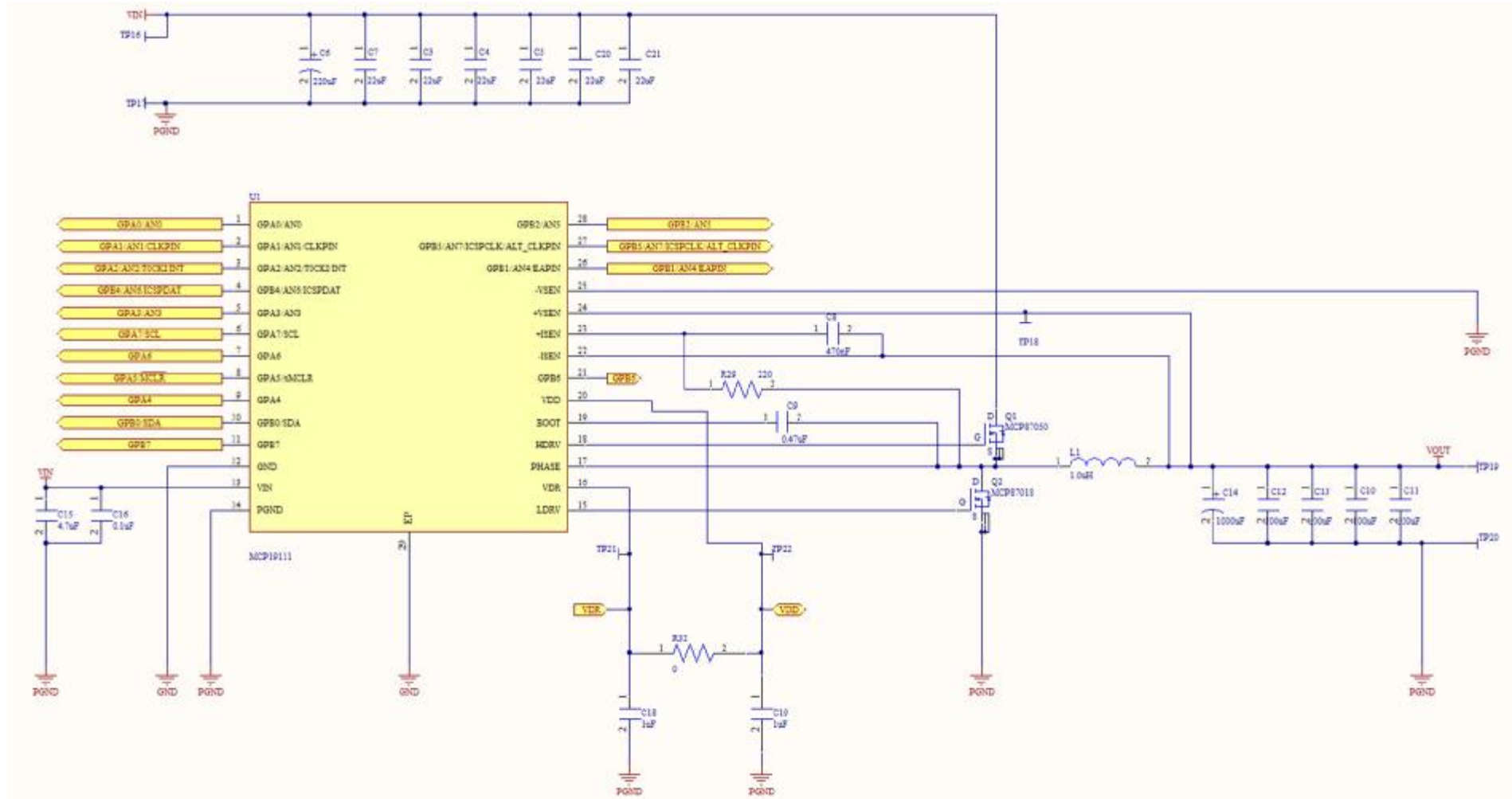
| $I_{OUT} = 30A$ with airflow

| $F_{sw} = 100kHz$ to
1.2MHz

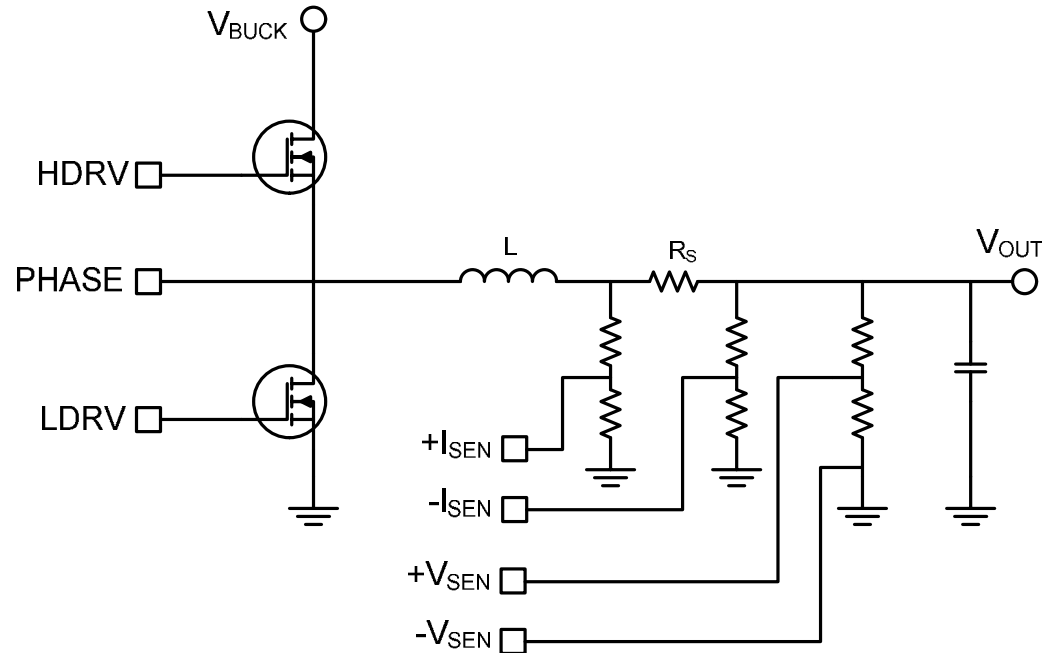
| **Programmable
Features**

- | Switching Frequency
- | Output Voltage
 - | Fine and Course
- | Dead Time
- | Output OV and UV
- | Over Current Protection
- | Compensation
- | Current Sense Gain

MCP19111 Point of Load



Расширение Диапазона Выходных Напряжений (Extending V_{OUT} Range)



- | Dividers used to reduce voltage
- | $+V_{SEN}$ & $-I_{SEN}$ can be same node
 - | With proper PCB layout

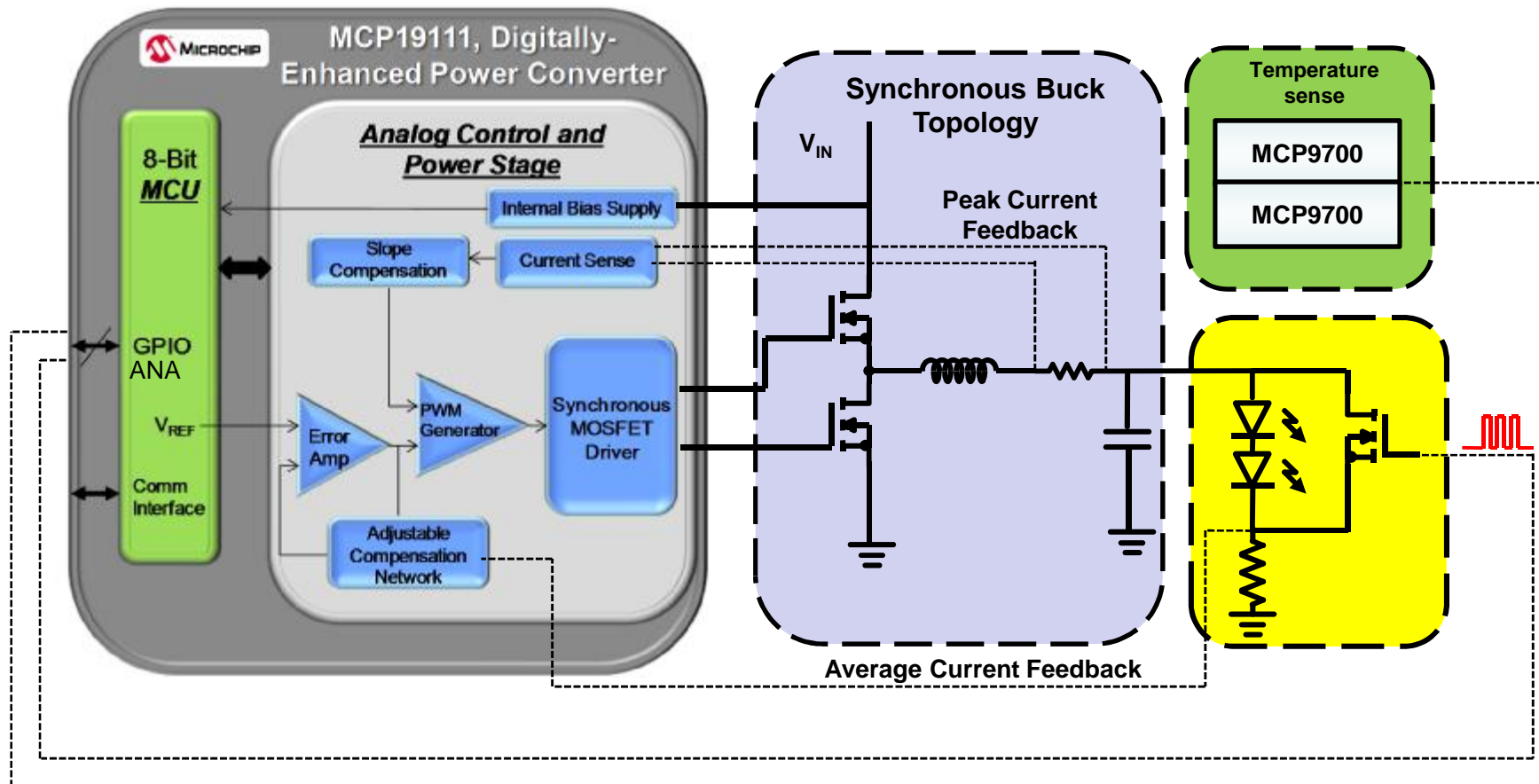
Применение MCP19111

DC/DC Управление Светодиодами (LED Lighting)

- | Synchronous Buck Converter LED Evaluation Board
- | $V_{IN} = 8V$ to $32V$
- | Programmable current
- | Provides current regulation using a sense resistor
- | Two LEDs in series
- | Hardware dimming and software dimming



Block Diagram LED Lighting



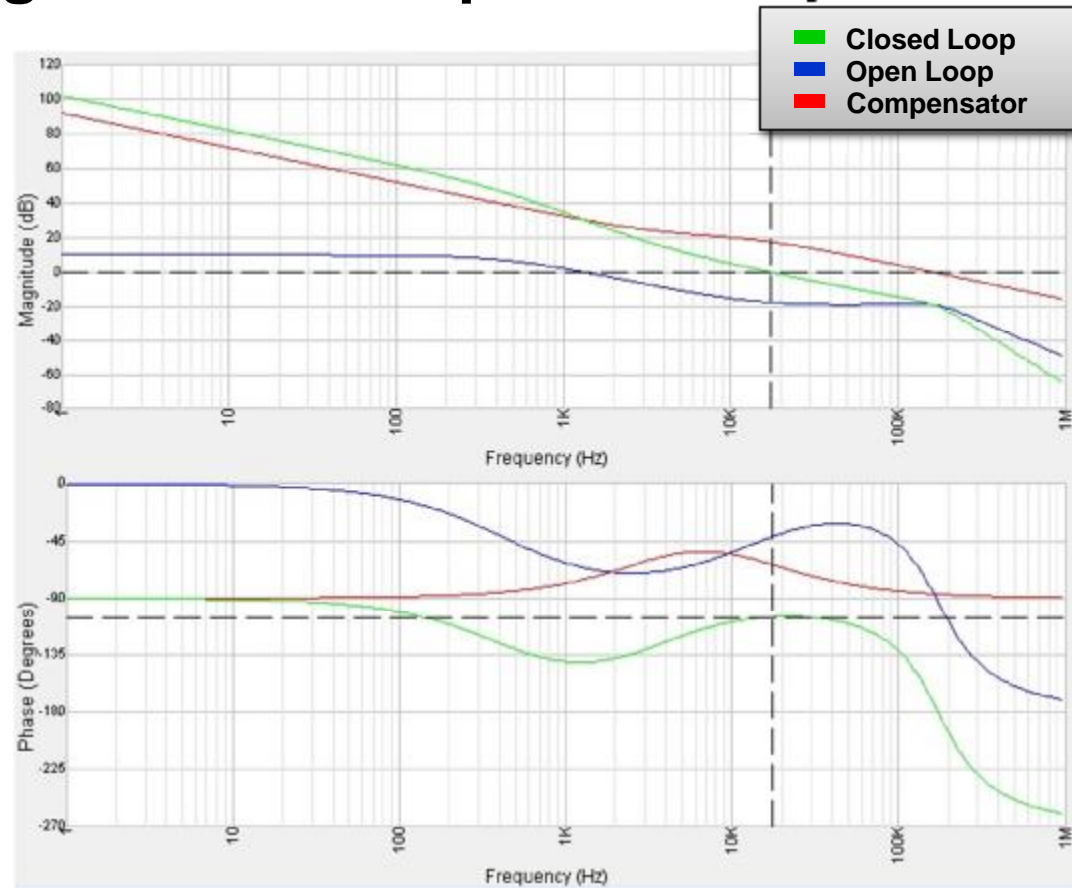
Определение Параметров Устойчивости Петли ОС (Establishing a Closed Loop Control System)

This Bode Plot shows a 1st order current mode controlled system

The open loop plots (blue line) of gain and phase describe the filter characteristic of the power filter.

The compensation network has to be designed in a way, that the open loop characteristic (blue line) is transformed into the closed loop characteristic (green line).

The required frequency characteristic is given with the red line.



1st order system (buck converter in current mode control)

Verifying Converter Stability of 1st Order Systems

– Peak Current Mode Control –

AN1385

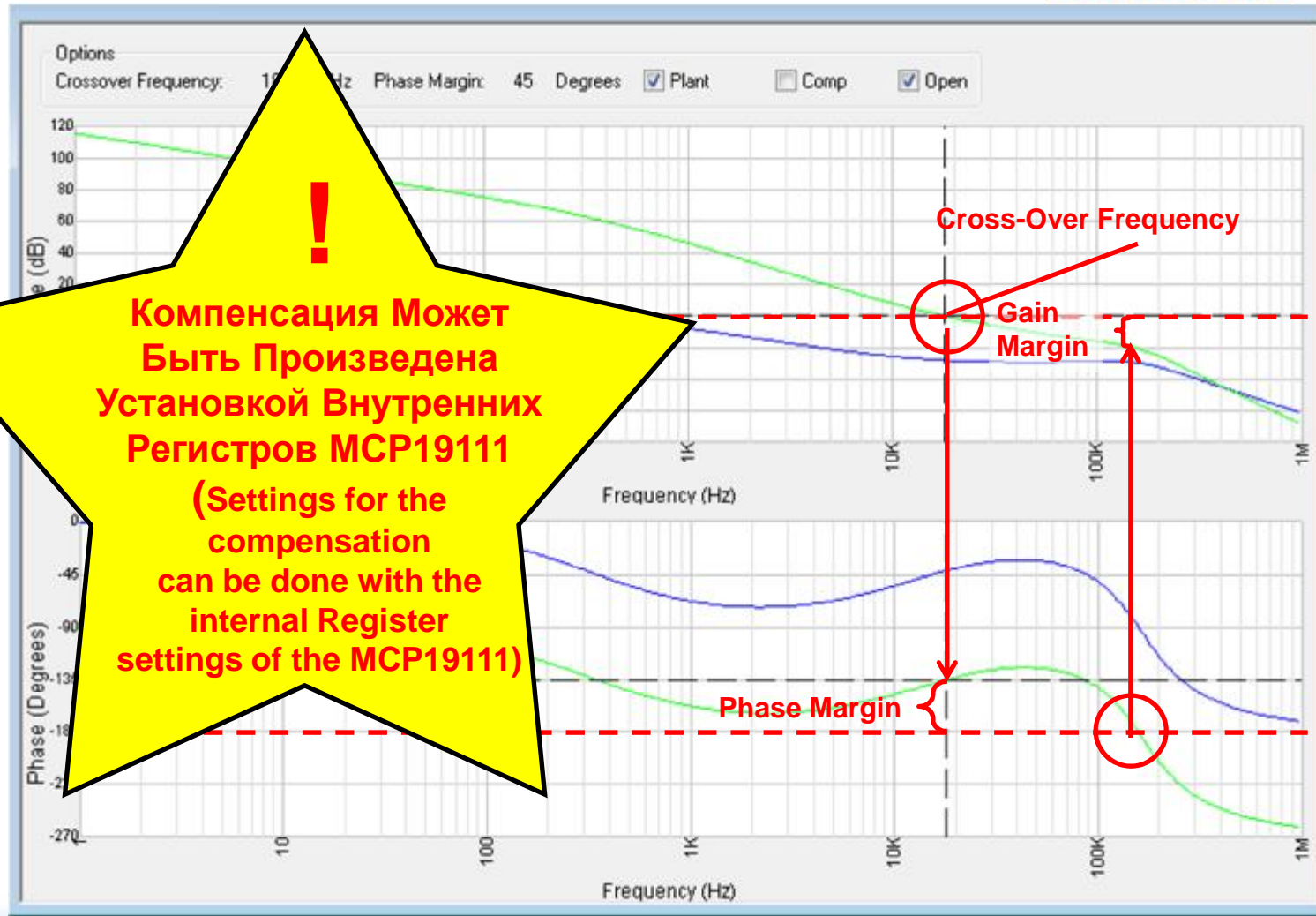
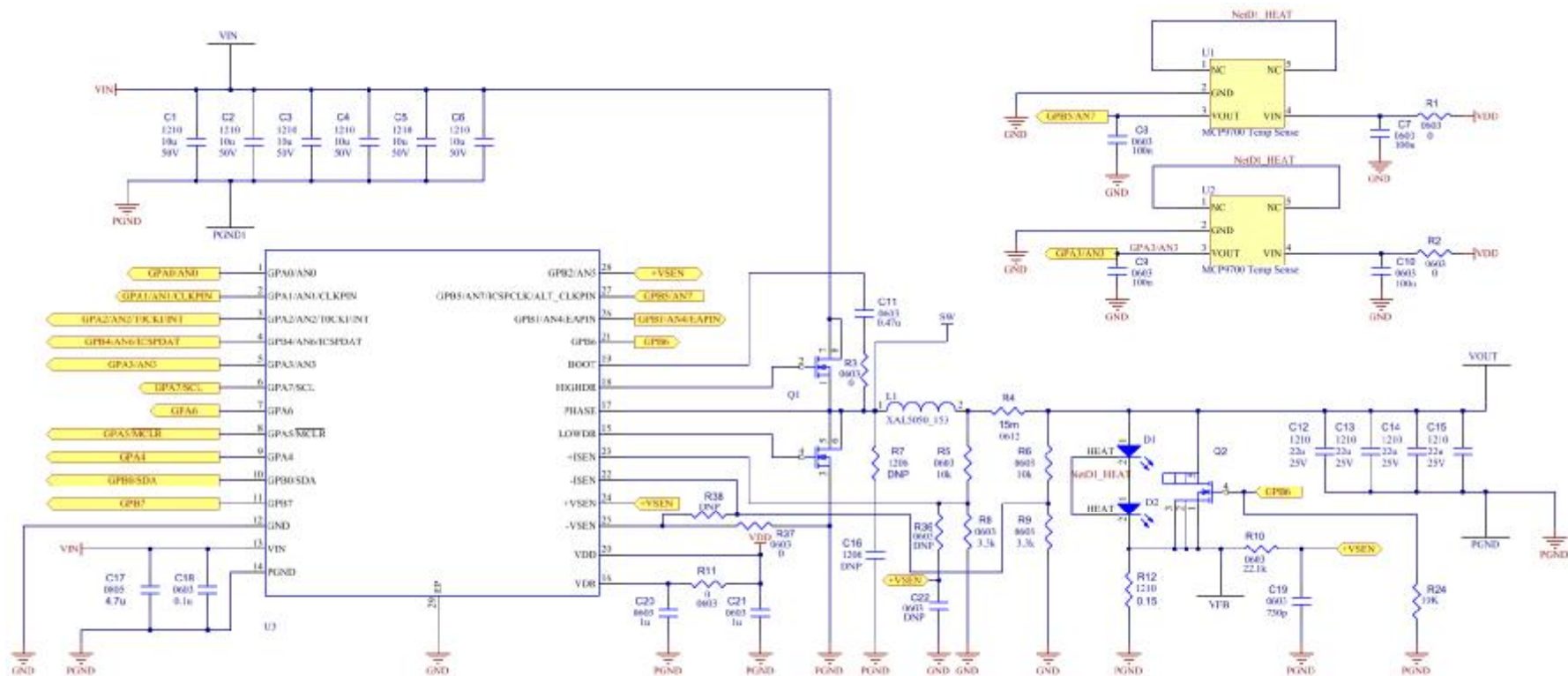
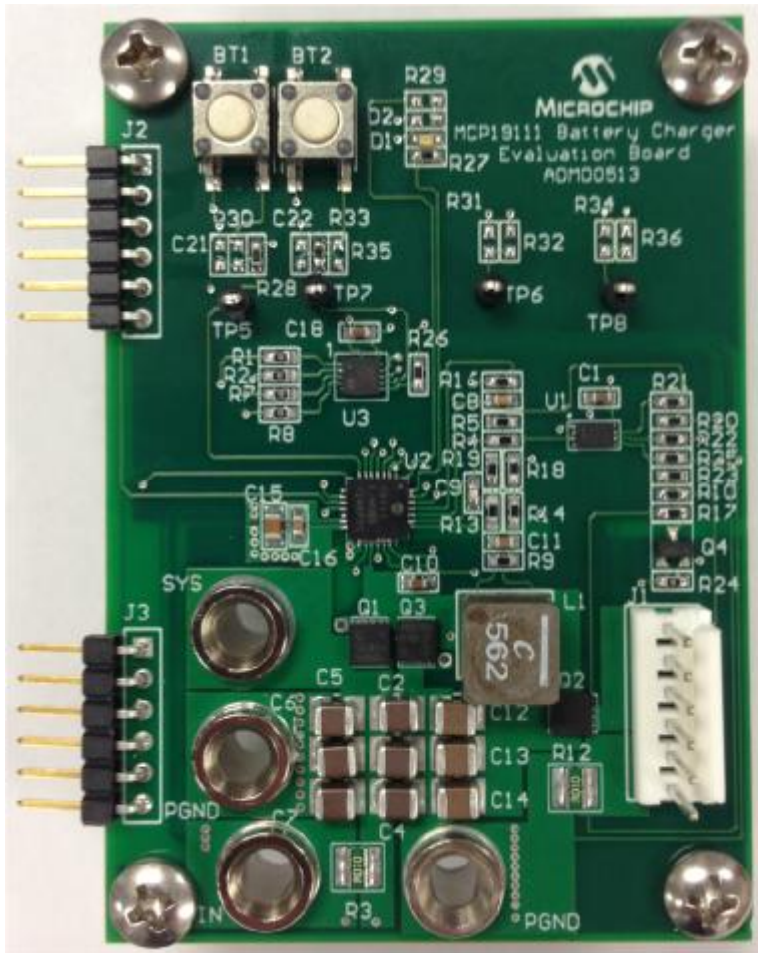


Схема Управления Светодиодами (LED Lightning)

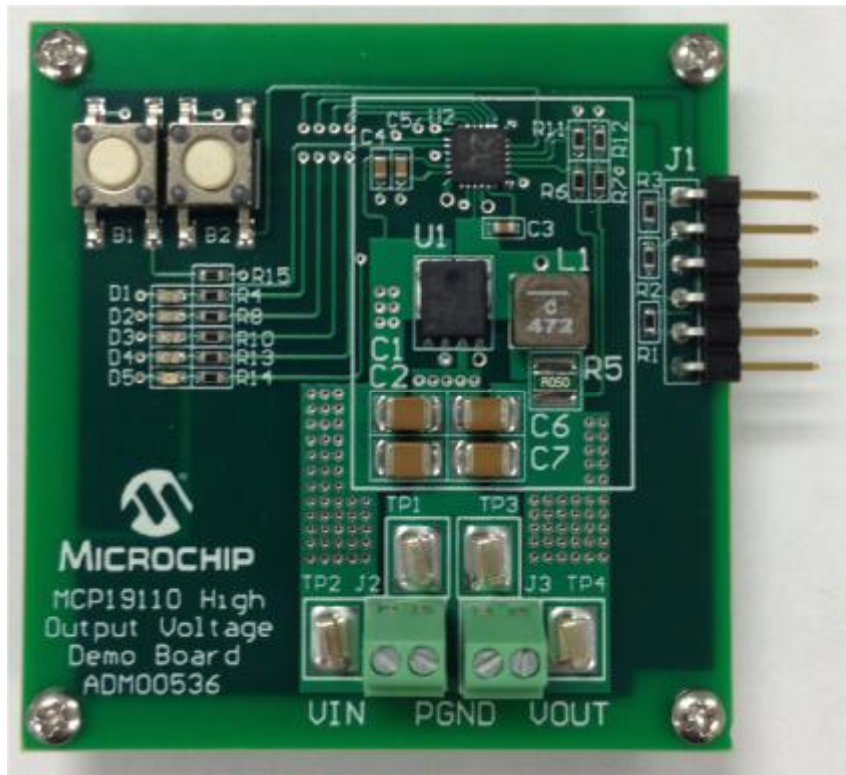


МСР19111 Зарядное Устройство для Аккумуляторов Различной Химии (Multi-Chemistry Battery Charger)



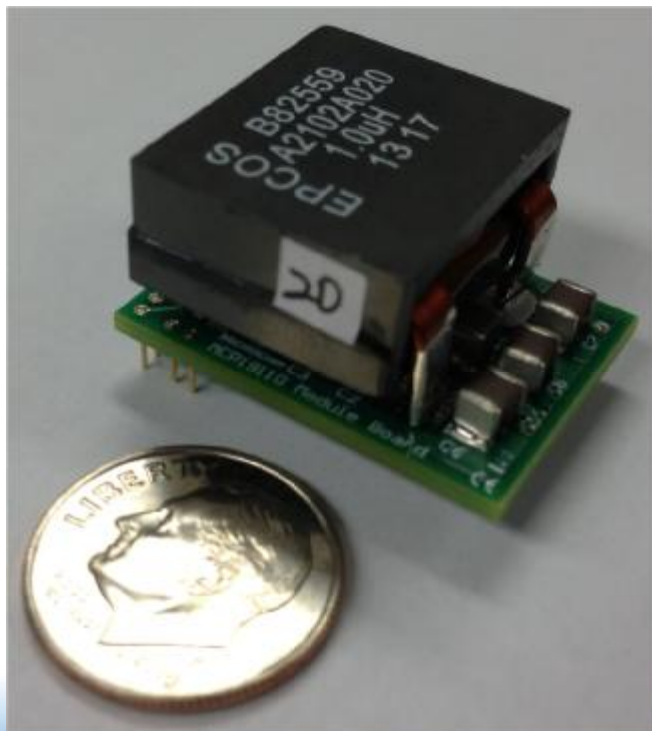
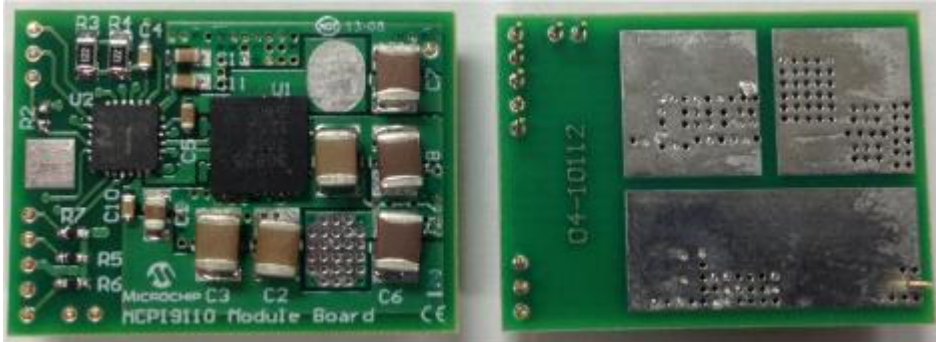
- | Sync Buck Multi-Chemistry Battery Charger Evaluation Board
- | 1-4 Cell Li-Ion
- | NiMH, NiCd, Pb Acid
- | $V_{IN} = 4.5V$ to 32V
- | Programmable Charging current up to 8A
- | PIC[®] MCU core provides ability to design custom charging curves, protections, etc.

Применение MCP19110 Повышенное Выходное Напряжение (High Output Voltage)



- | $V_{IN} = 6V$ to $32V$
- | I_{OUT} up to $5A$
- | Switchable between 4 voltage options using buttons
 - | 3.5V, 5V, 10V, 12V
 - | LED Indication
- | Current sensing using resistor
- | Utilizes MCP19110
 - | Same as MCP19111 in 4x4QFN package, minus 4 pins and debug capability

Применение MCP19110 Модули Силовых Источников Питания (Power Supply Modules)



- | $V_{IN} = 6V$ to 16V
- | $V_{OUT} = 0.9$ to 3.3V
- | $I_{OUT} = 30A+$
- | Utilizes the MCP19110, the GWS30B25 Dual MOSFET, EPCOS inductor
- | Inductor “floats” over the pcb
- | 66uF input ceramic cap, 300uF output ceramic cap
- | 1” x 0.75” PCB
- | **POWER DENSITY!**

Применение MCP19110

Синхронизированный Многоканальный Источник Питания (Synchronized Multi-Output)



- | $V_{IN} = 6V$ to 16V
- | $I_{OUT} = 30A+$ per output
- | Utilizes 4x MCP19110 power supply modules
- | Switching waveforms synchronized 90° out of phase
 - | Simplifies input filtering
- | PIC® MCU core allows easy control of start-up sequence

PMBus™

Протокол Интерфейса Управления Силовыми Источниками Питания (Power Management Protocol)

Почему PMBus™?

- ┆ **Не имеет Значение:**
 - ┆ Какая именно Шина Используется Для Коммуникации
 - ┆ Какие Именно Значения Соответствуют Командам Включить или Выключить
- ┆ **Имеет Значение: Мы Все Применяем Одинаковый Протокол**
(We all use the same protocol)
 - ┆ Производители Микросхем, Производители Силовых Преобразователей, Систем OEM (IC makers, power converter makers, system OEMs)

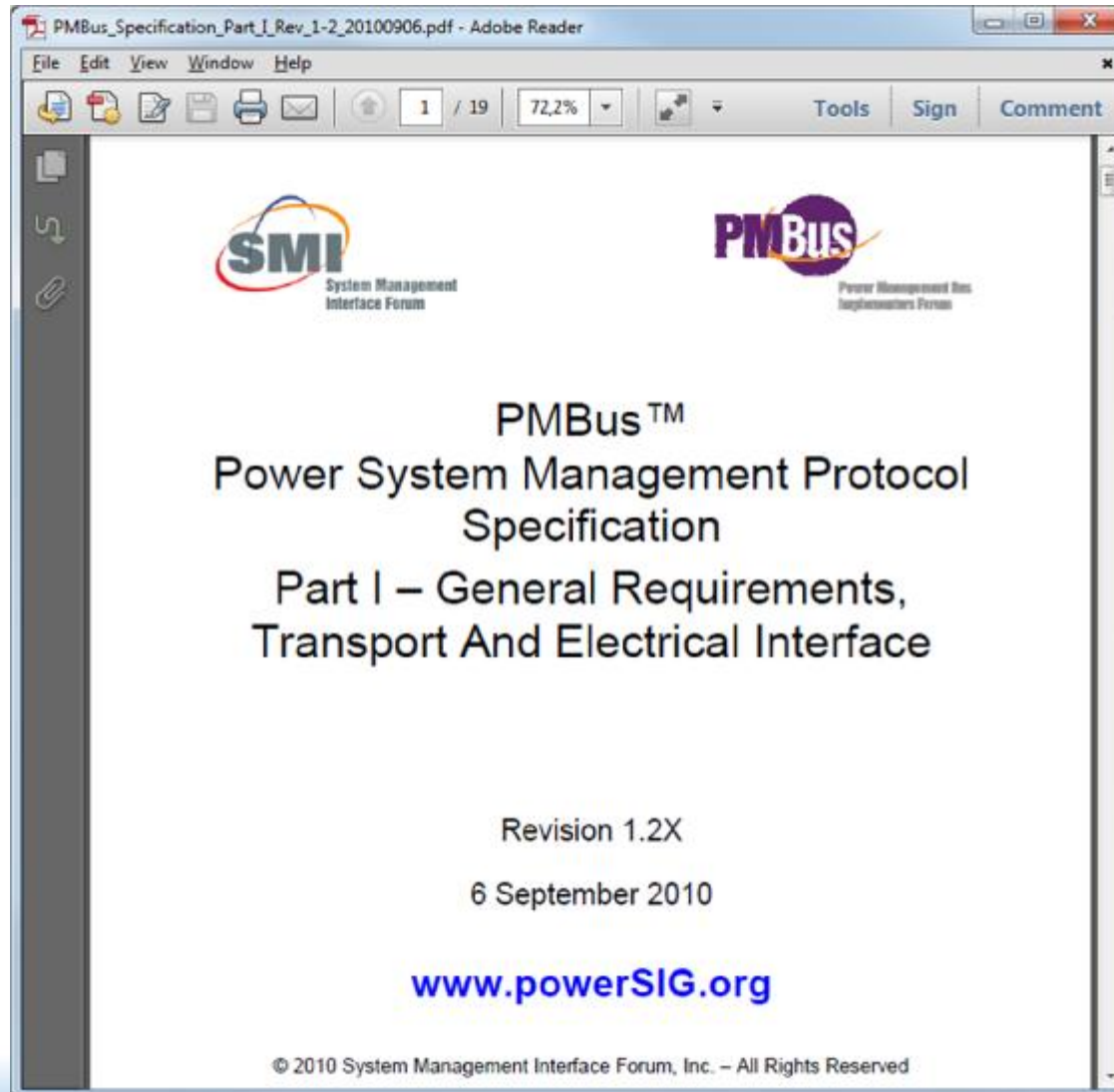
Что Такое PMBus™?

- | **Открытый Стандартный Путь
Коммуникации с Силовыми
Преобразователями**
(An Open Standard Way To Communicate With Power Converters)
- | **Спецификации Свободно Доступны**
(Specifications Are Freely Available)
- | **Не Требуются Лицензия, Гонорар или
Выплата Пошлин** (No License Fees Or Royalties)
- | **Не является Собственностью Одной
Компании** (Not Owned By One Company)
 - | **Владельцем Является
System Management Interface Forum (SMIF)**

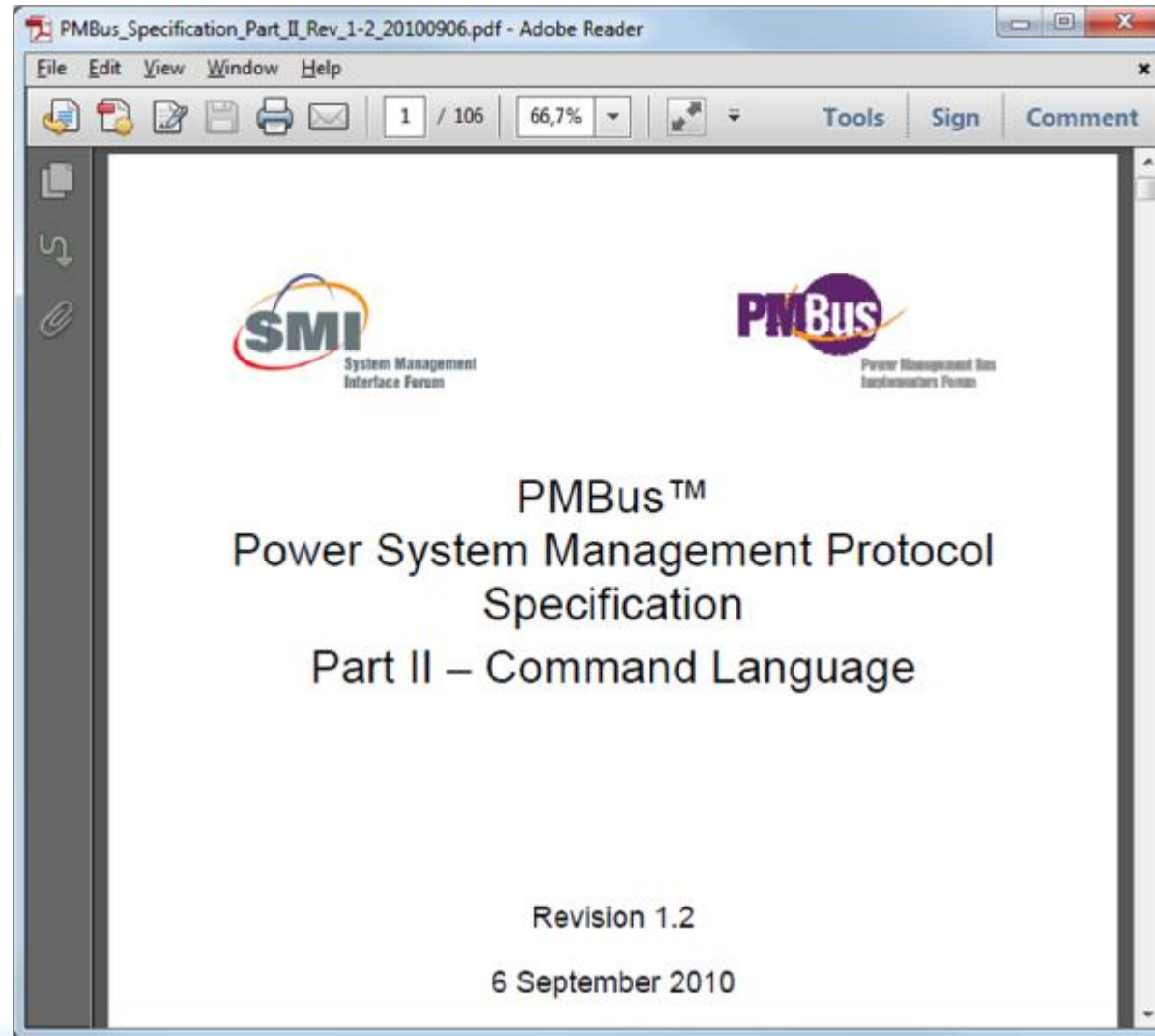
Спецификация PMBus™

- | **Часть 1: Как Передавать и Принимать Команды**
(Part 1: How To Send And Receive Commands)
 - | PHY, Transaction Protocols, Addressing
 - | Основан на SMBus
- | **Часть 2: Командный Язык**
(Part 2: Command Language)

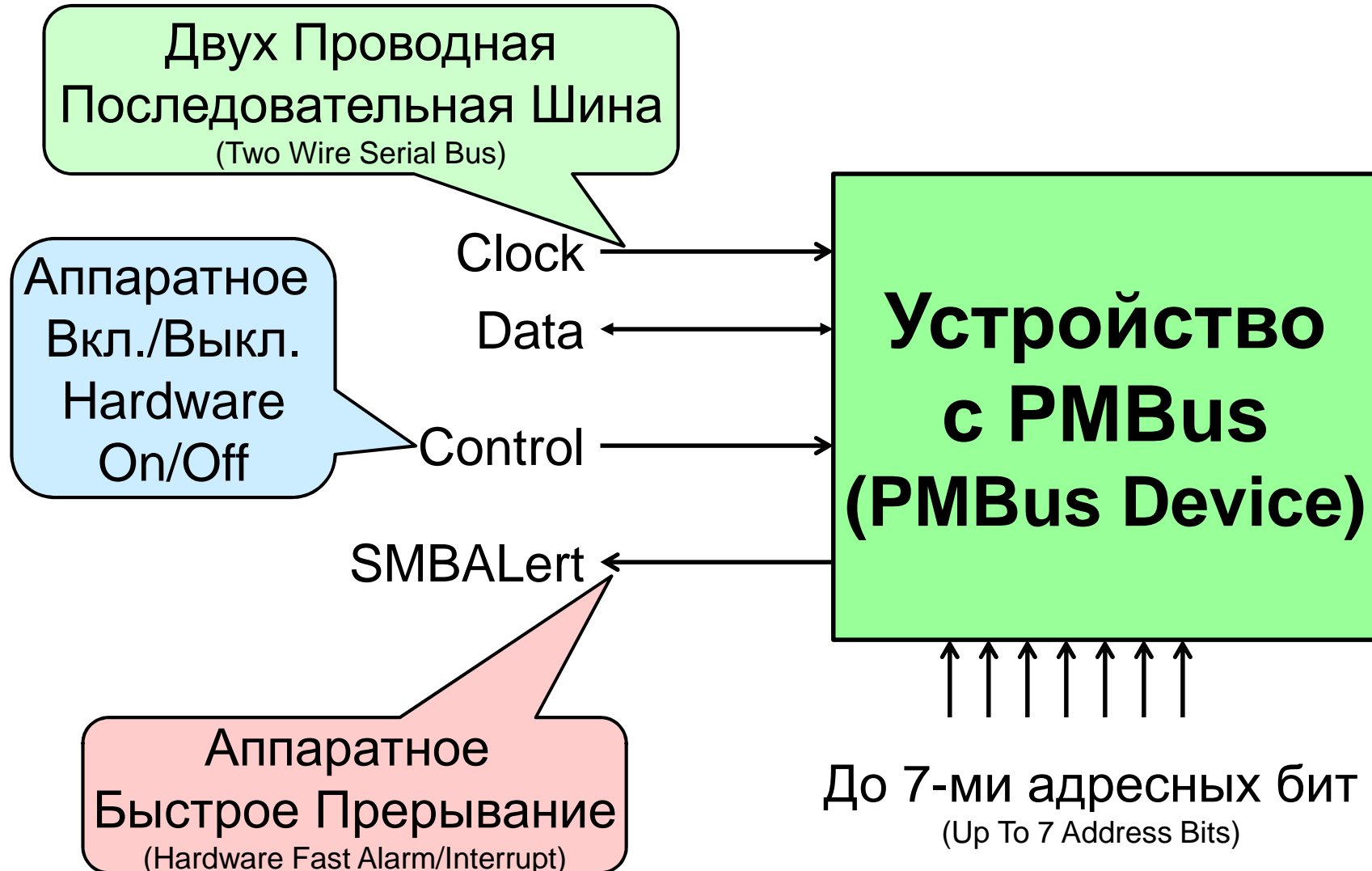
Спецификация PMBus™ Part 1



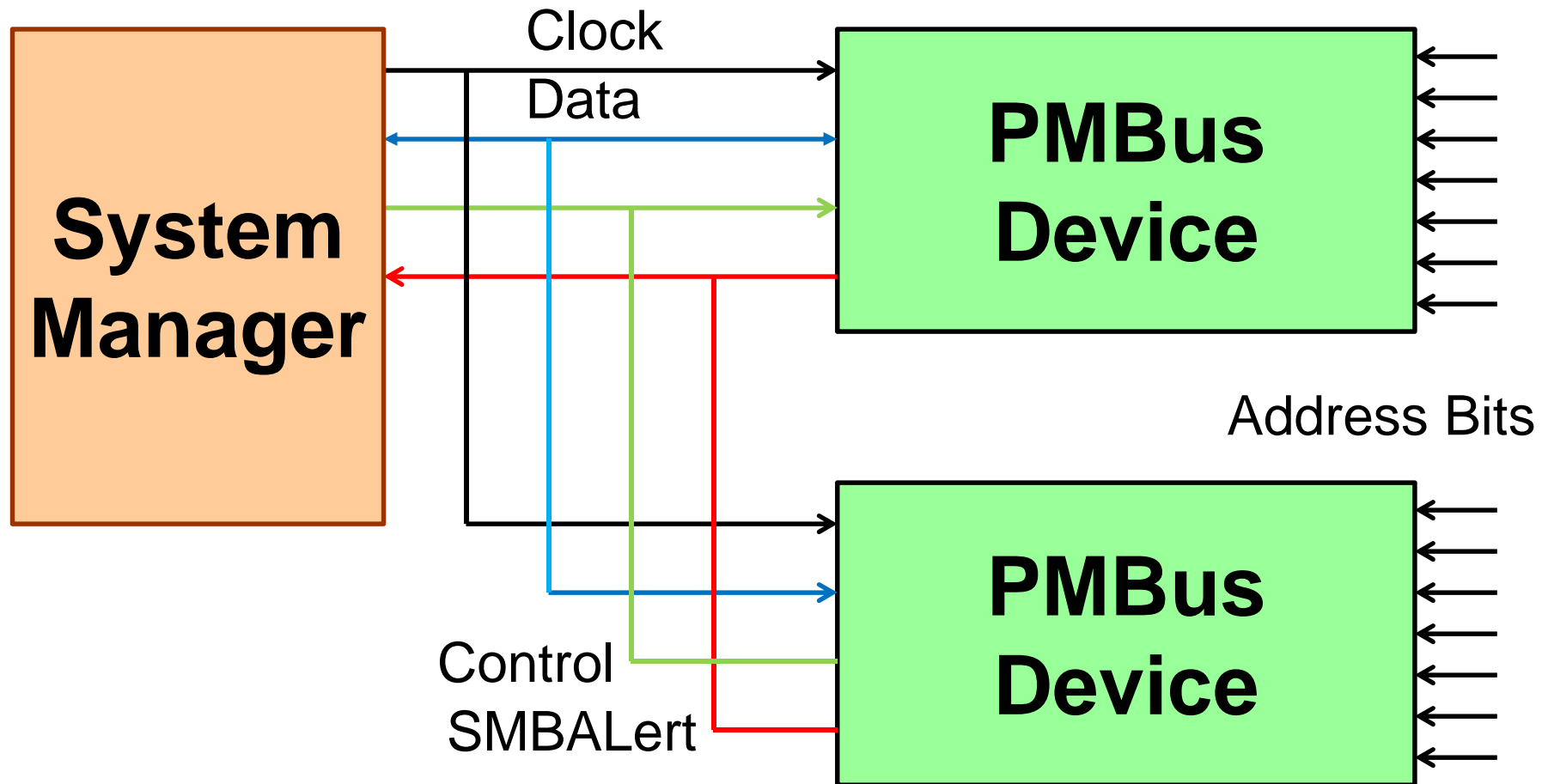
Спецификация PMBus™ Part 2



Сигналы PMBus™ (Signals)



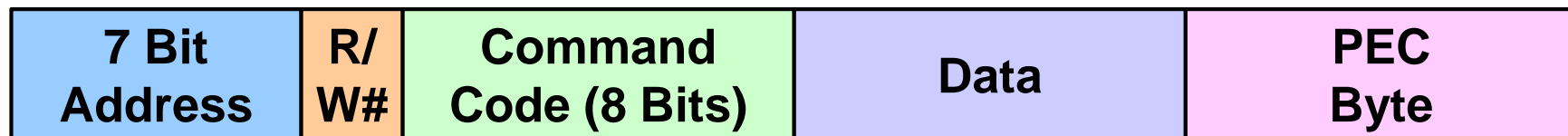
PMBus™ с Несколькоими Подключенными Устройствами (With Multiple Devices)



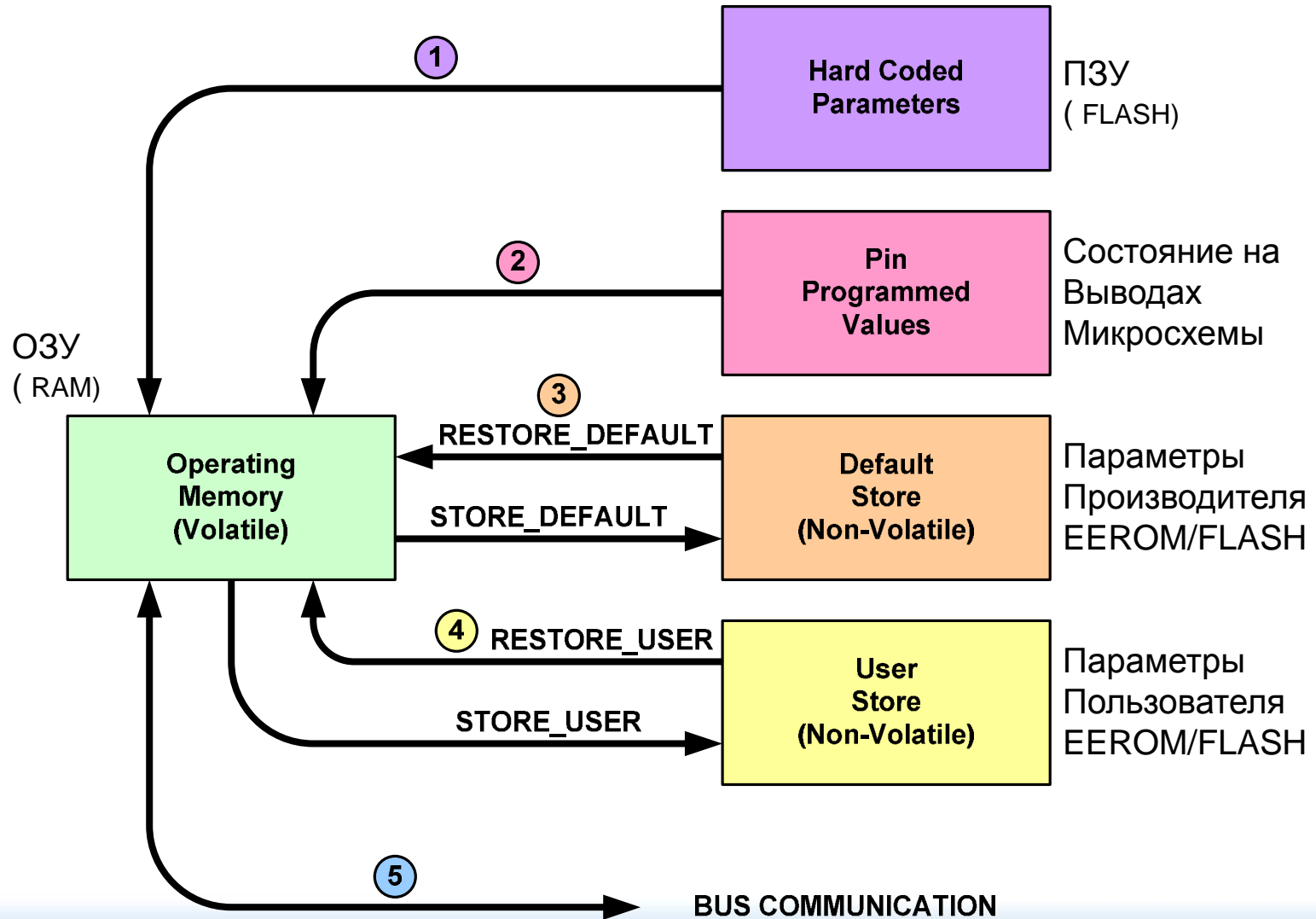
Структура Пакета PMBus™ (Packet Structure)

- | **Адрес** (Address)
- | **Бит Чтение/Запись**
(Read/Write# Bit)
- | **Код Команды** (Command Code)
- | **Данные Команды** (Command Data)
- | **Байт Контроля Ошибки** (Packet Error Checking Byte)

Обычно, Весь
Пакет Должен
Быть Помещен в
Буфер до Начала
Выполнения
Команды
(Generally Must Buffer The
Whole Packet Before Acting)



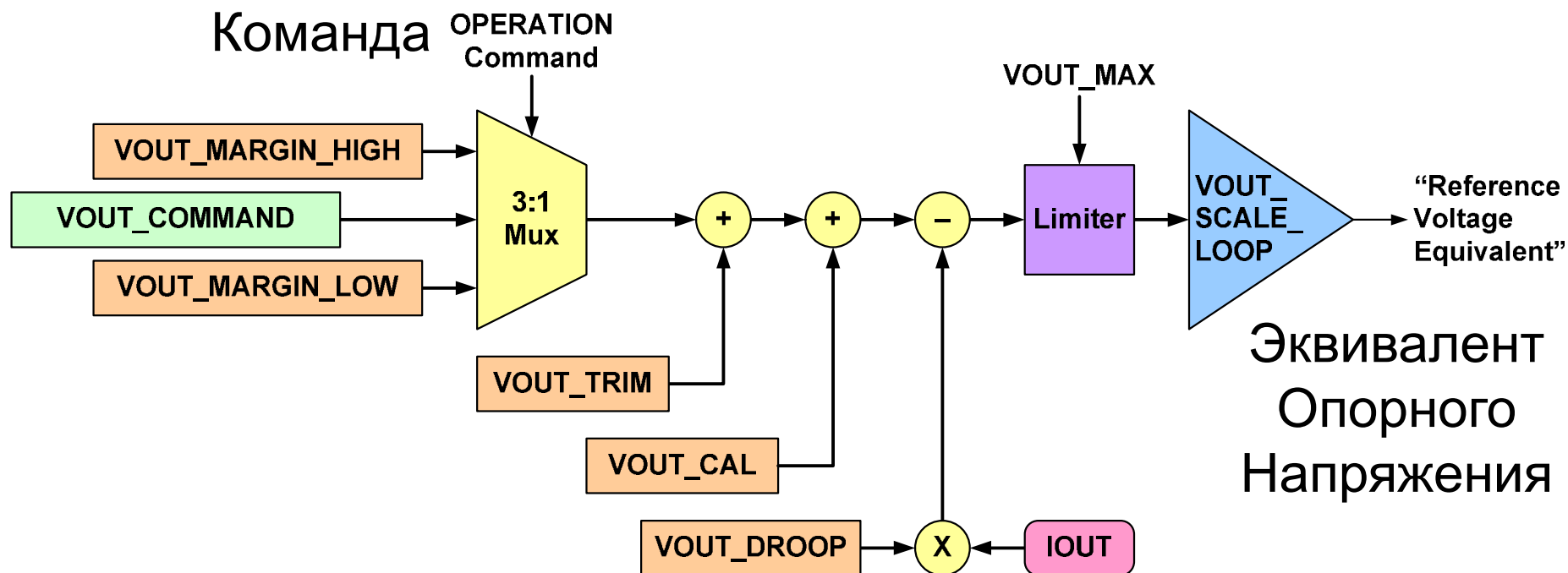
Начало работы PMBus™ (PMBus™ Startup)



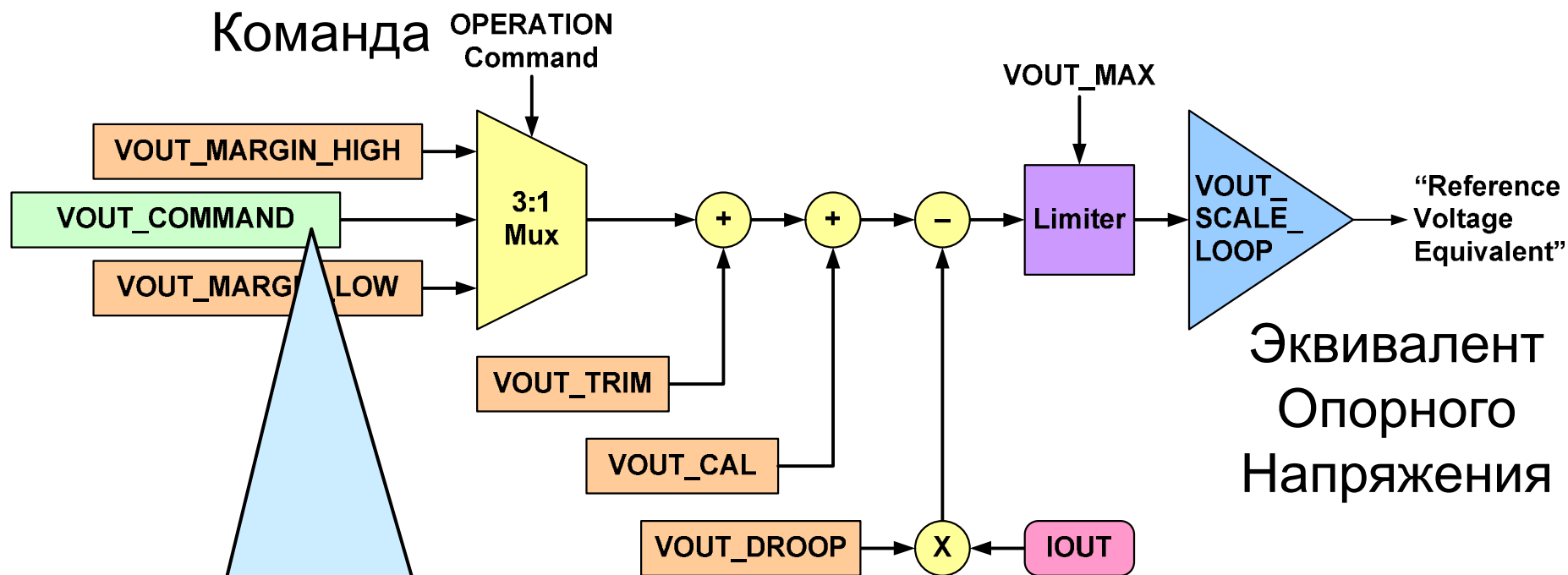
Формат Данных PMBus™ (Data Formats)

- | **Мотивация: Низкая Цена, Не Применять Плавающей Точки**
(Low Cost Parts Do Not Use Floating Point)
- | **Два Основных Цифровых Формата**
(Two Basic Numerical Formats)
 - | **16 Bits для Выходного Напряжения**
(For Output Voltage)
 - | **10 Bits Для Цифр Общего Применения**
(For General Purpose Numbers)
- | **Не Цифровые: Зависят от Типа Команды**
(Non-Numeric: Command Specific Bit Fields)

Установка Выходного Напряжения (Setting The Output Voltage)



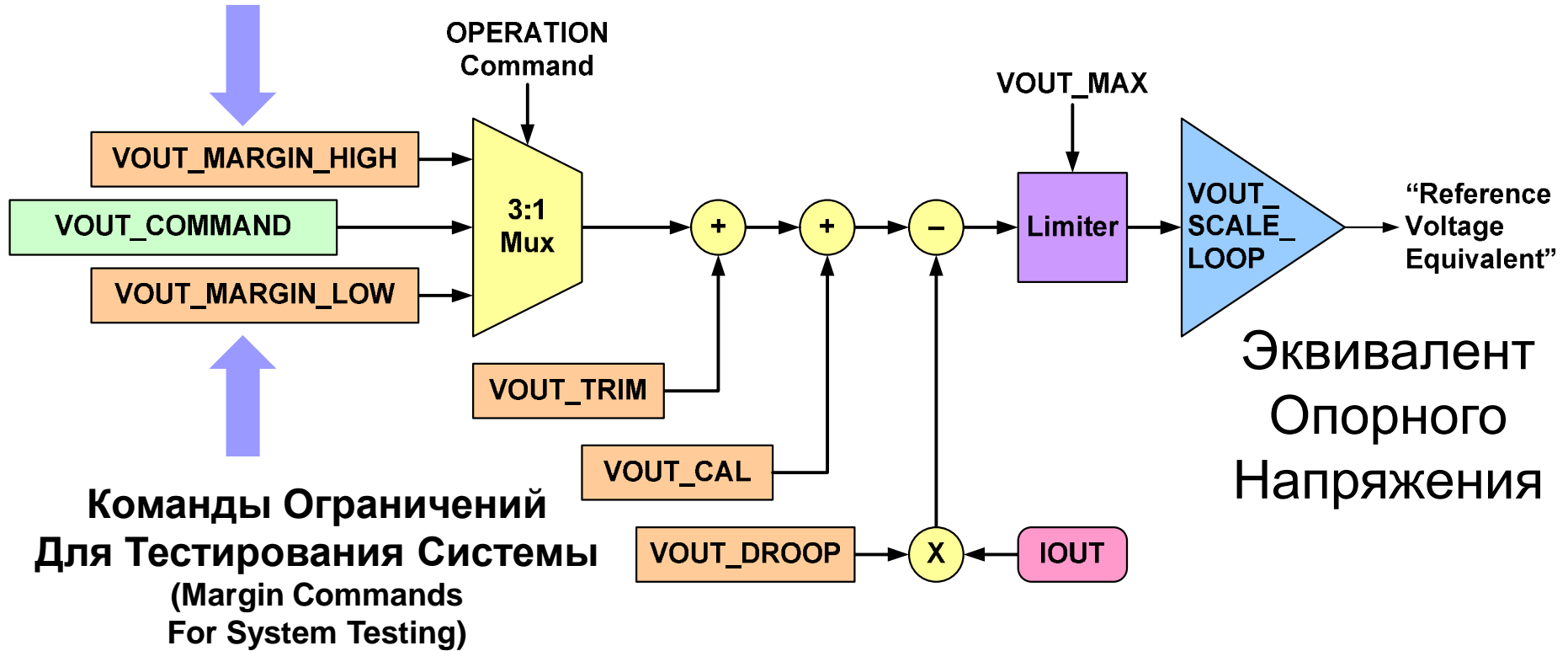
Установка Выходного Напряжения (Setting The Output Voltage)



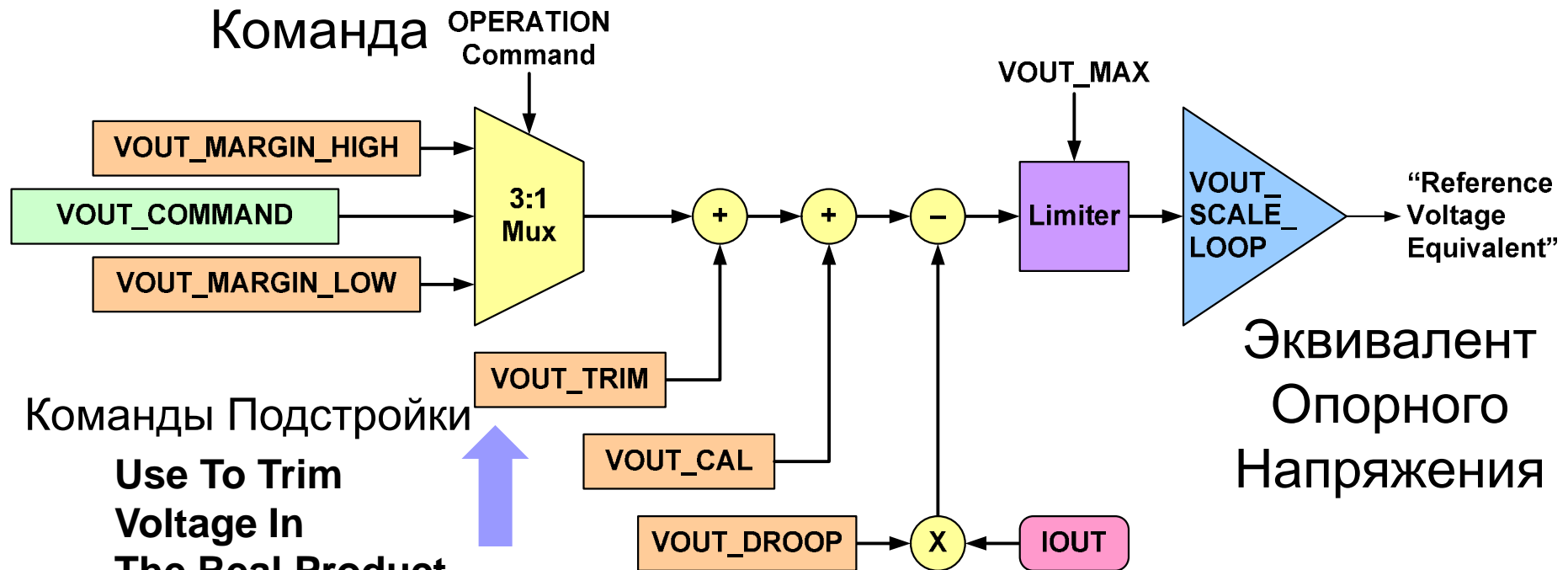
**VOUT_COMMAND –
Основная Команда Выбора
Выходного Напряжения
(Is The Main Output Voltage Command)**

Установка Выходного Напряжения

Команда (Setting The Output Voltage)



Установка Выходного Напряжения (Setting The Output Voltage)

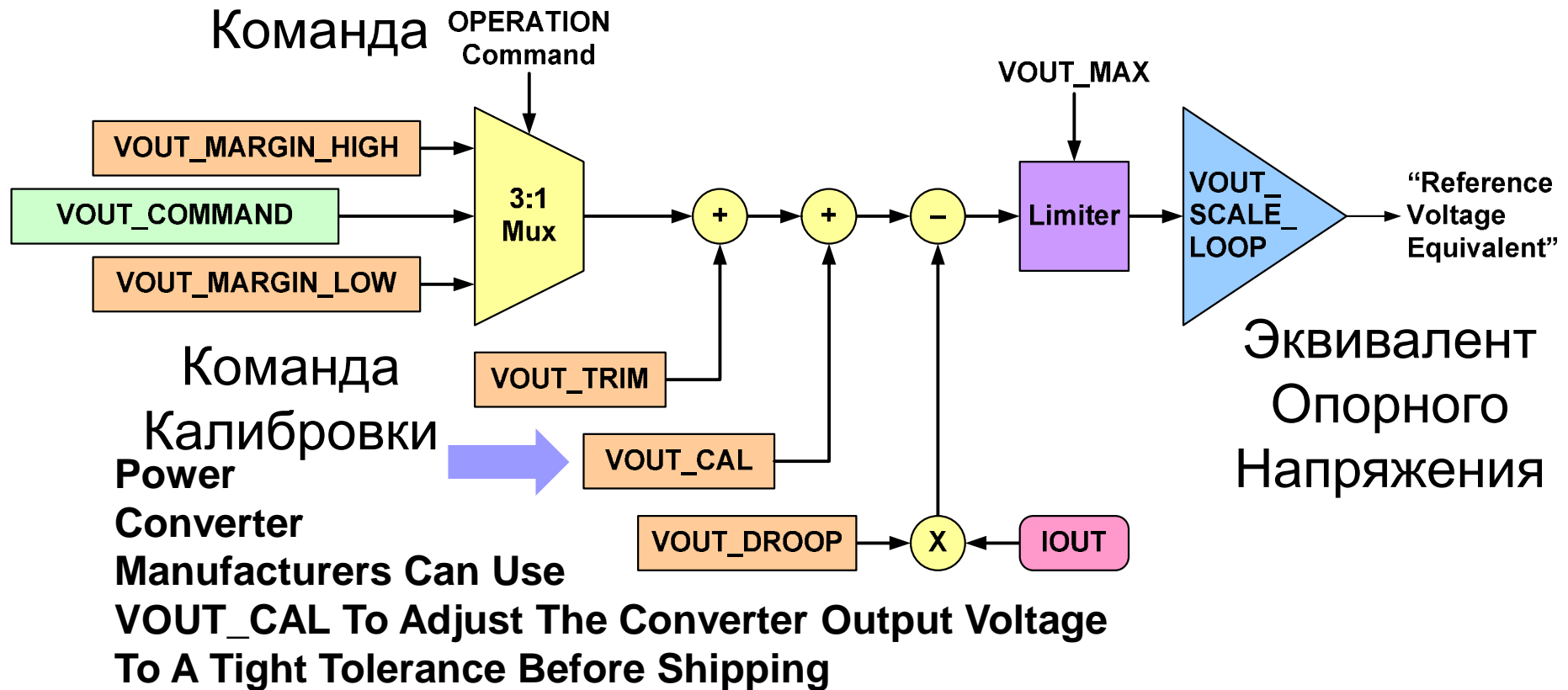


Команды Подстройки

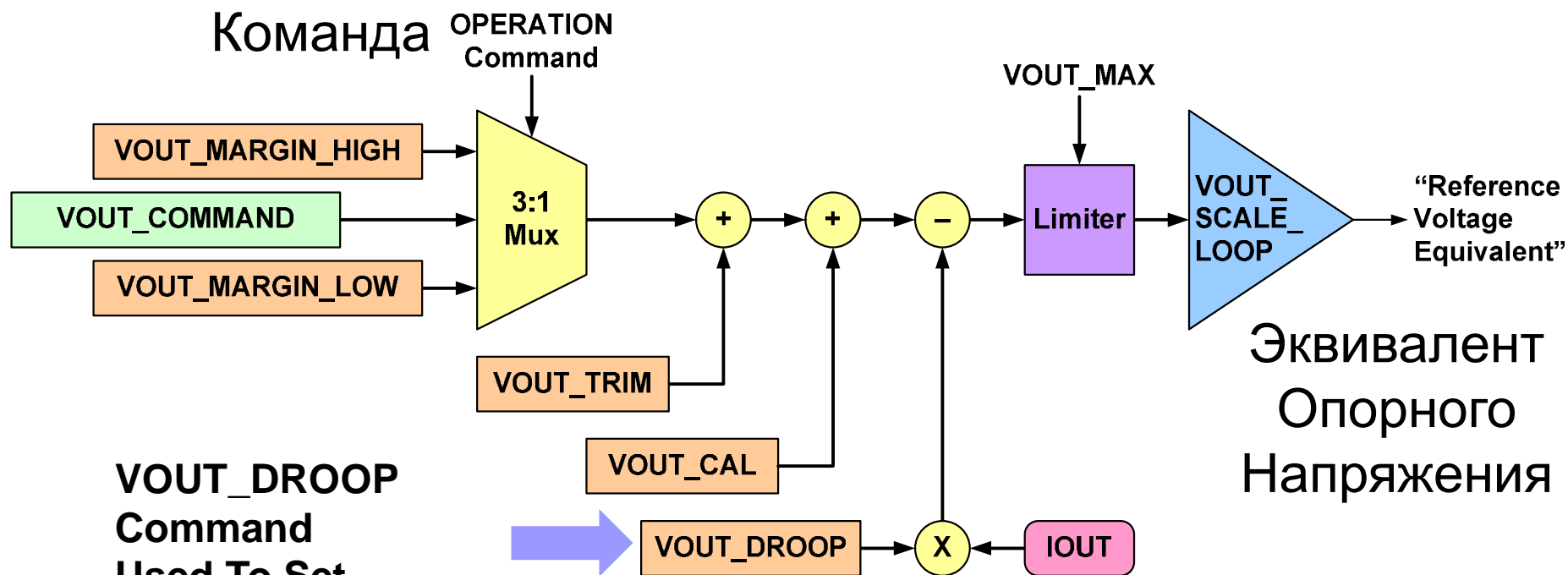
Use To Trim Voltage In The Real Product
Example: Use ATE

To Measure Voltage At The Power Pins Of A Critical IC And The Use VOUT_TRIM To Adjust Power Converter Output To Precisely Set The IC Supply Voltage

Установка Выходного Напряжения (Setting The Output Voltage)

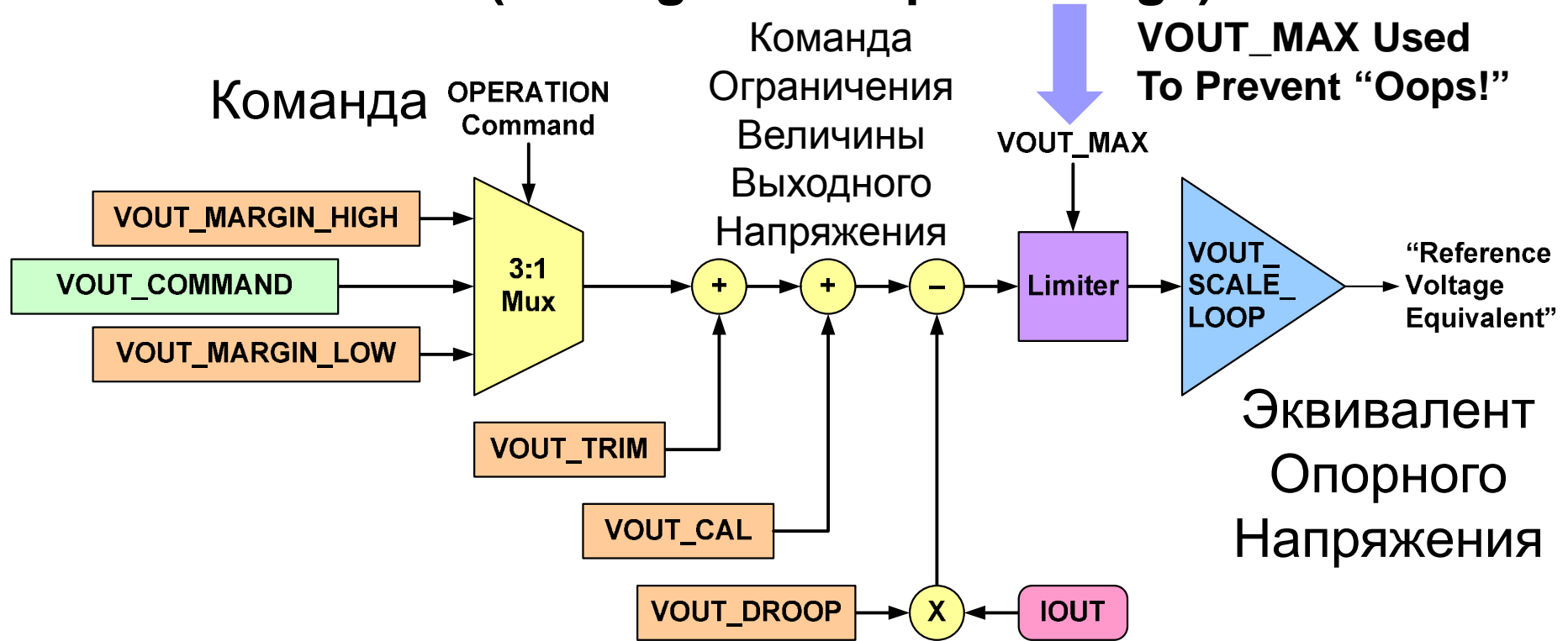


Установка Выходного Напряжения (Setting The Output Voltage)



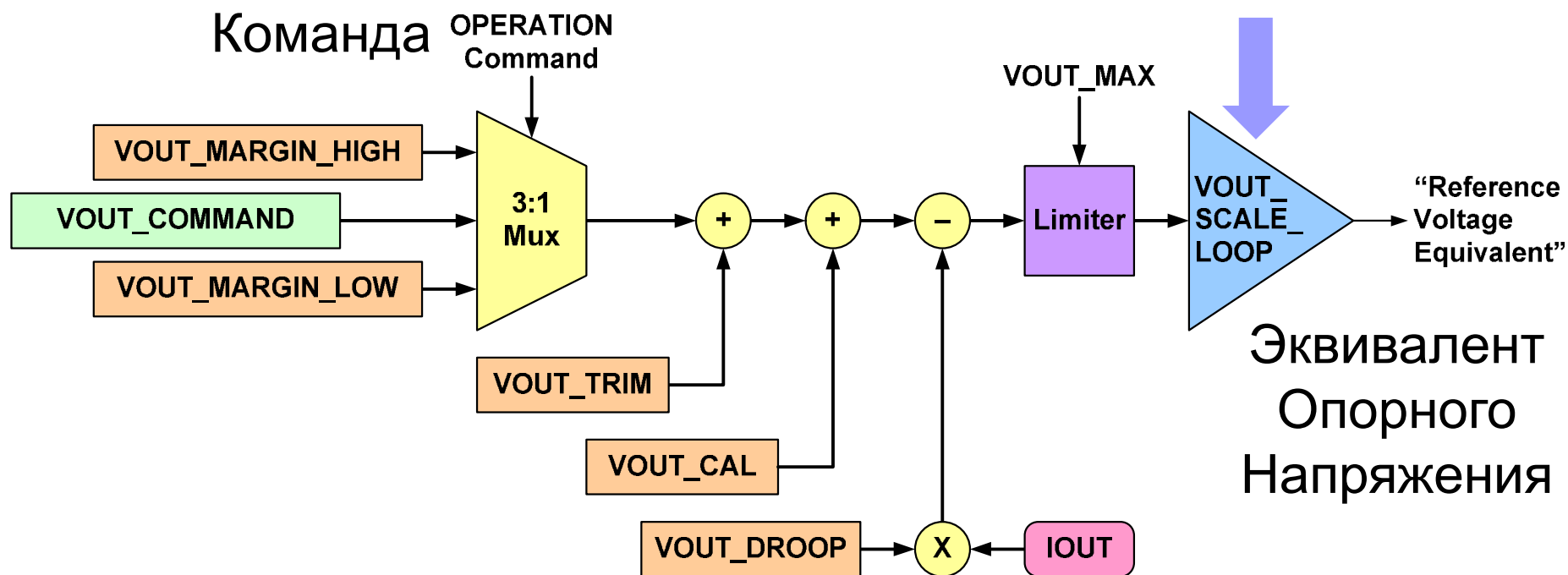
Команда «Нулевое Выходное Сопротивление» для Компенсации Напряжения при Отсутствии Нагрузки

Установка Выходного Напряжения (Setting The Output Voltage)



Установка Выходного Напряжения (Setting The Output Voltage)

Установка Величины Делителя на Выходе До Измерительного Входа
**VOUT_SCALE_LOOP Value Should Equal That Of Any Voltage
 Divider From The Output To The Sense Input**



Команды Управления Работой (OPERATION Command)

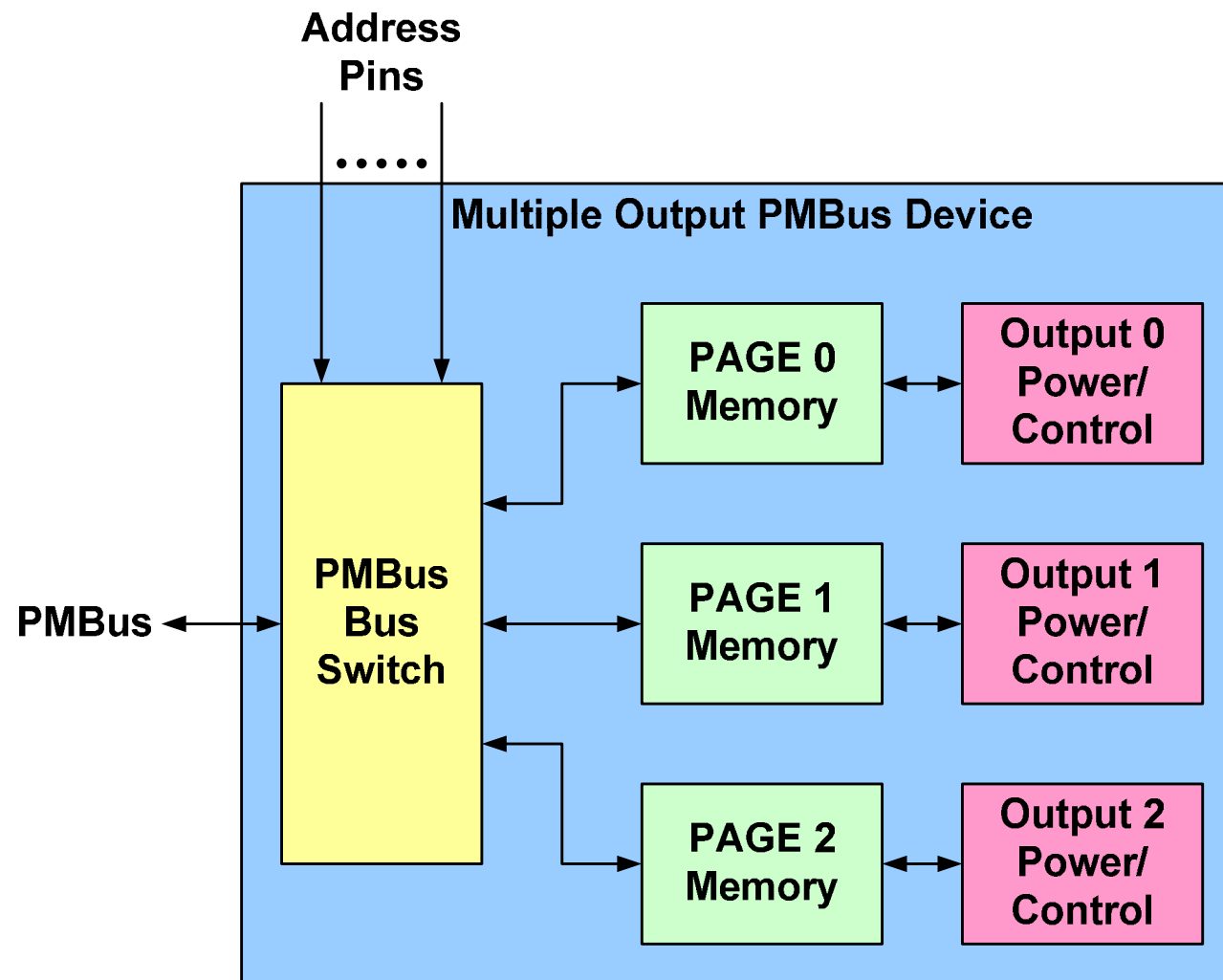
- Используются для Управления Рабочими Состояниями Преобразователя
(Used To Control Operational State Of The Converter)

OPERATION Command Data Byte					
Bits [7:6]	Bits [5:4]	Bits [3:2]	Bits [1:0]	Unit On Or Off	Margin State
0	XX	XX	XX	Immediate Off (No Sequencing)	N/A
1	XX	XX	XX	Soft Off (With Sequencing)	N/A
10	0	XX	XX	On	Off
10	1	1	XX	On	Margin Low (Ignore Fault)
10	1	10	XX	On	Margin Low (Act On Fault)
10	10	1	XX	On	Margin High (Ignore Fault)
10	10	10	XX	On	Margin High (Act On Fault)

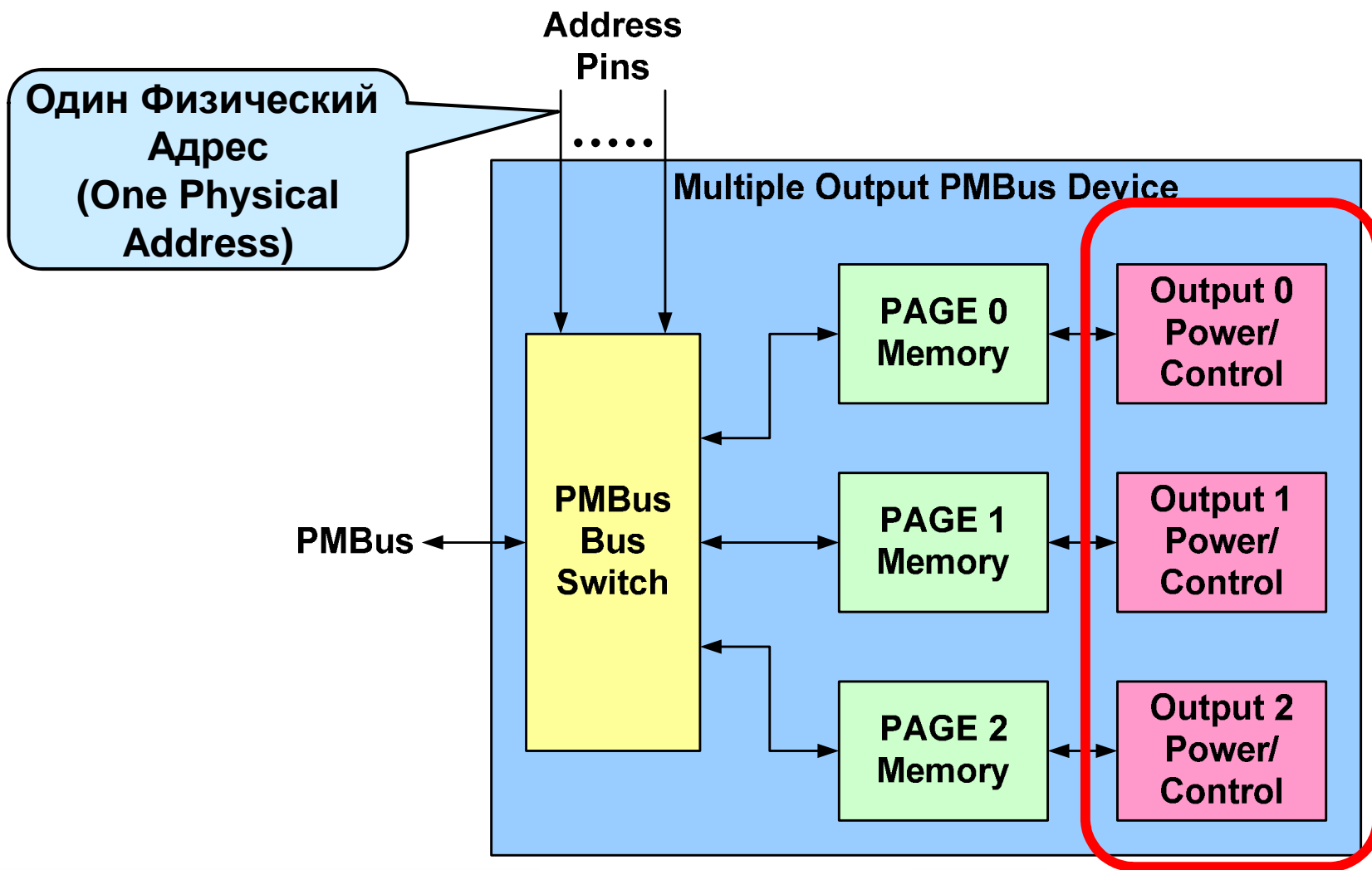
Команды Конфигурации Вкл./Выкл. (ON/OFF CONFIG Command)

- | **Два Источника Информации Влияют на Состояние Вкл./Выкл.**
(Two Inputs Affect Output On/Off State)
 - | Команды Работы (OPERATION Command)
 - | Управляющие Сигналы (CONTROL Signal)
- | **Необходимо Конфигурировать Команды и Сигналы (Configurable To Be On For Any Of):**
 - OPERATION
 - CONTROL
 - !CONTROL
 - OPERATION && CONTROL
 - OPERATION || CONTROL
 - OPERATION && !CONTROL
 - OPERATION || !CONTROL

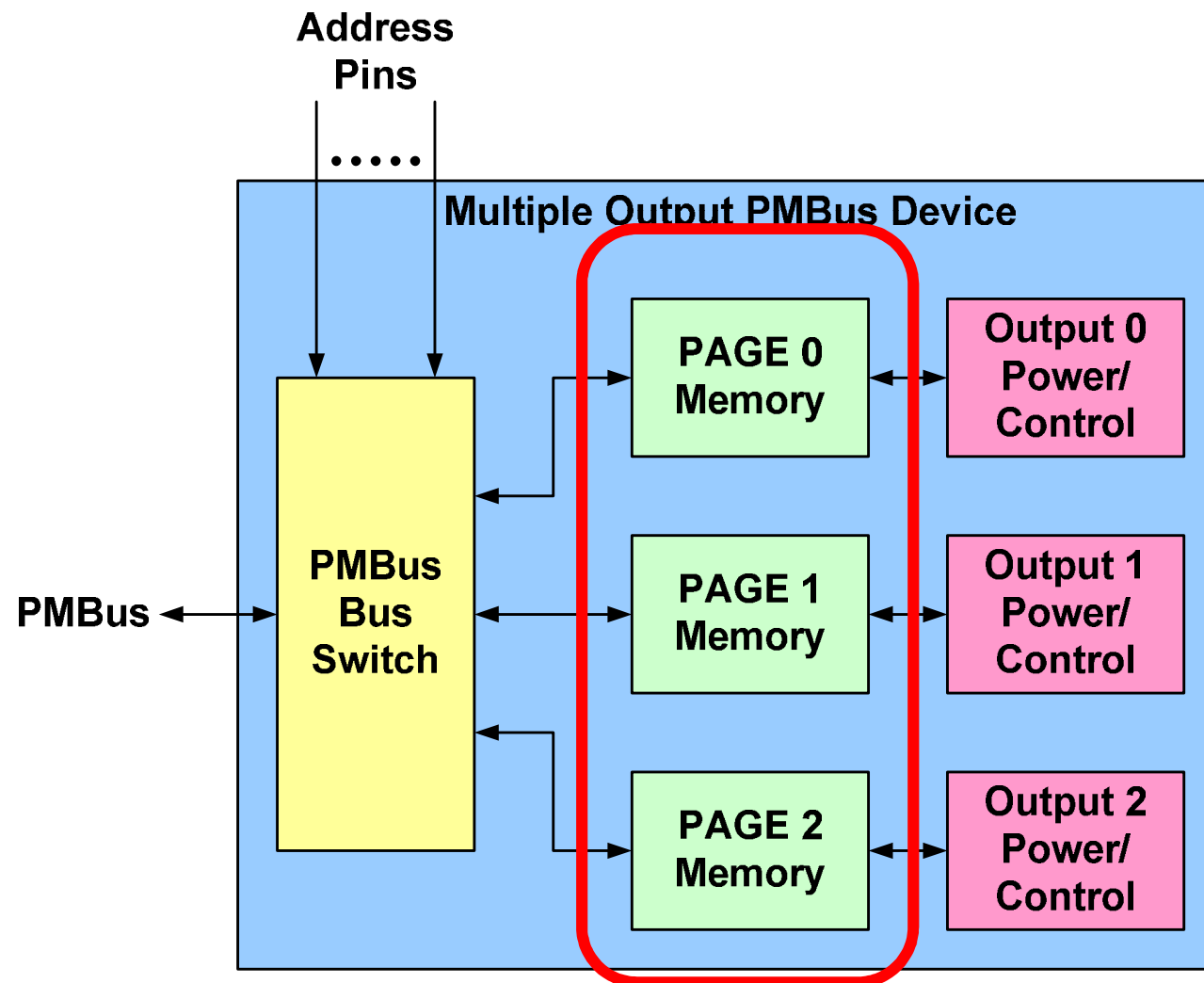
Многоканальные Преобразователи (Multi-Output Converters)



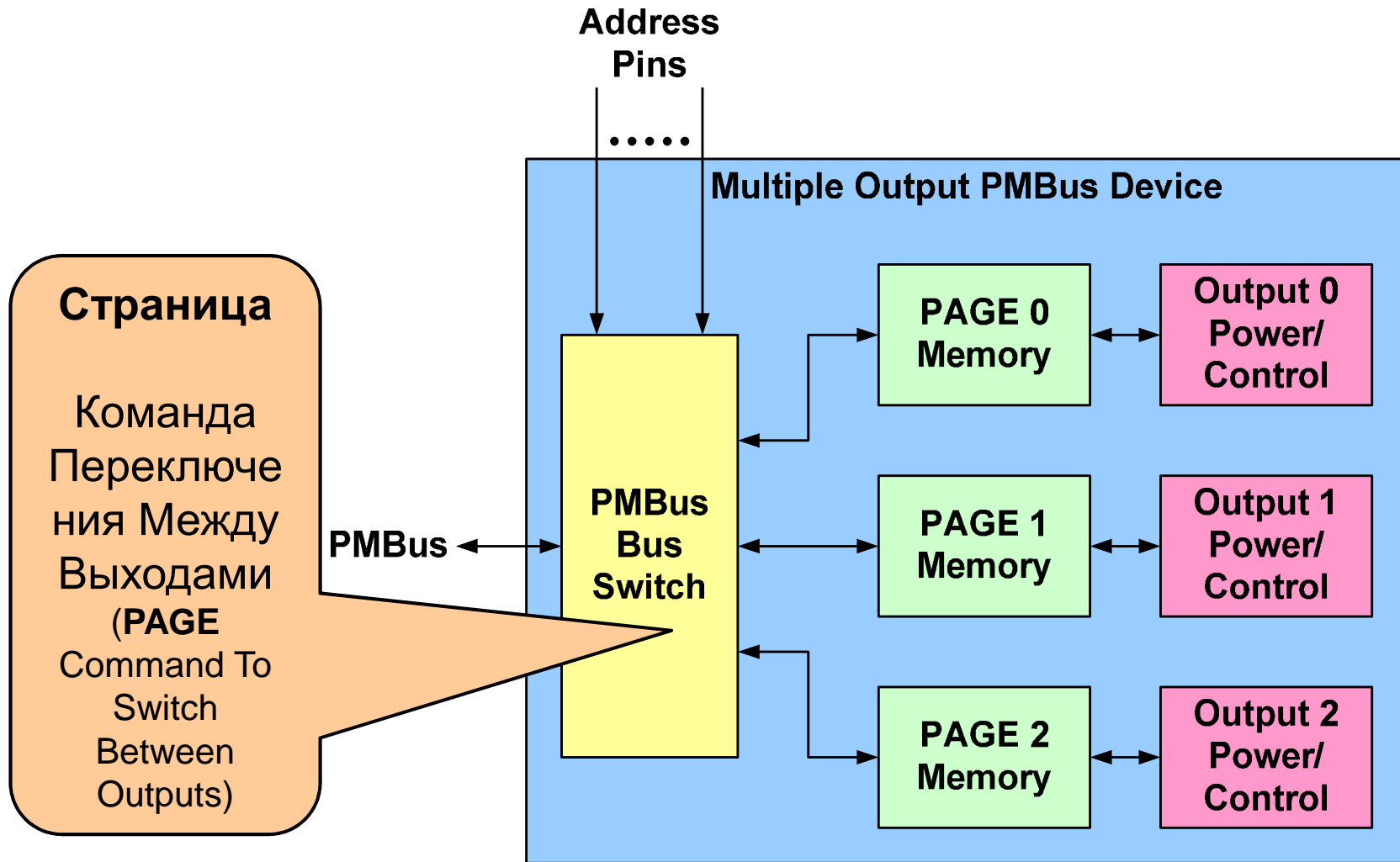
Многоканальные Преобразователи (Multi-Output Converters)



Многоканальные Преобразователи (Multi-Output Converters)



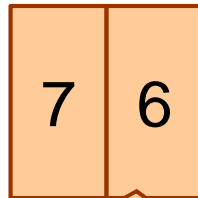
Многоканальные Преобразователи (Multi-Output Converters)



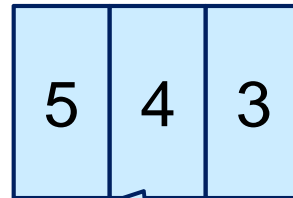
Обработка Нештатных Ситуаций (Fault Management)

- | **Два уровня Жесткости** (Two Severity Levels)
 - | Предупреждение (Warning)
 - | Авария (Fault)
- | **При Warning, Сообщить Системе** (Tell System Host)
- | **При Аварии (Fault):**
 - | Преобразователь Реагирует Самостоятельно (Converter Handles Locally)
 - | Сообщает Системе, что Произошло (Tells The System Host What Happened)

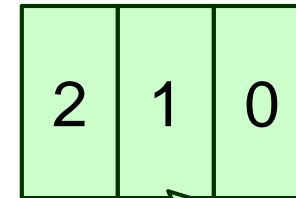
Байты Данных Реакции На Нештатную Ситуацию (Fault Response Data Byte)



Response
00: Ignore
01: Delay, Then Shutdown
10: Immediate Shutdown
11: Inhibit Output During Fault

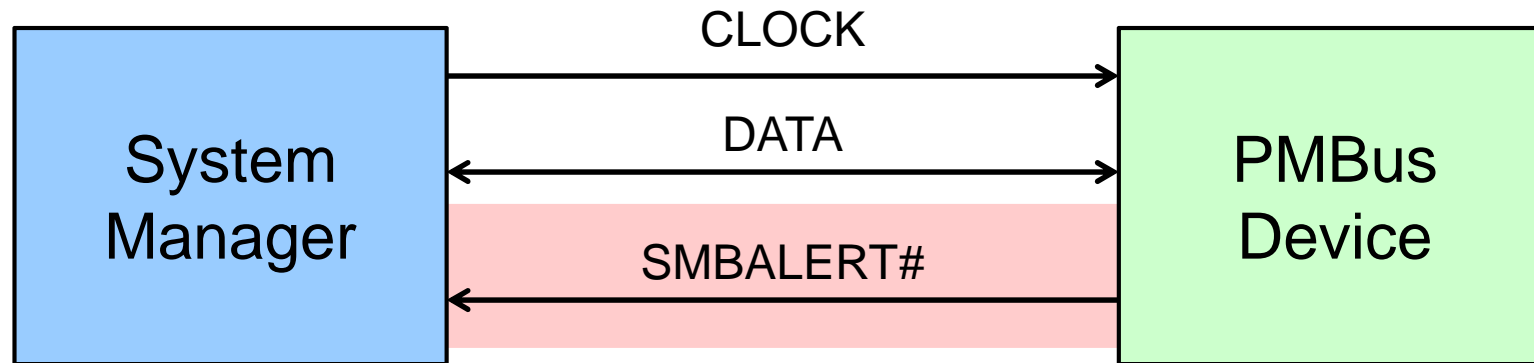


Retry Count
000: No Retry
001-110: Number Of Retry Attempts
111: Retry Continuously

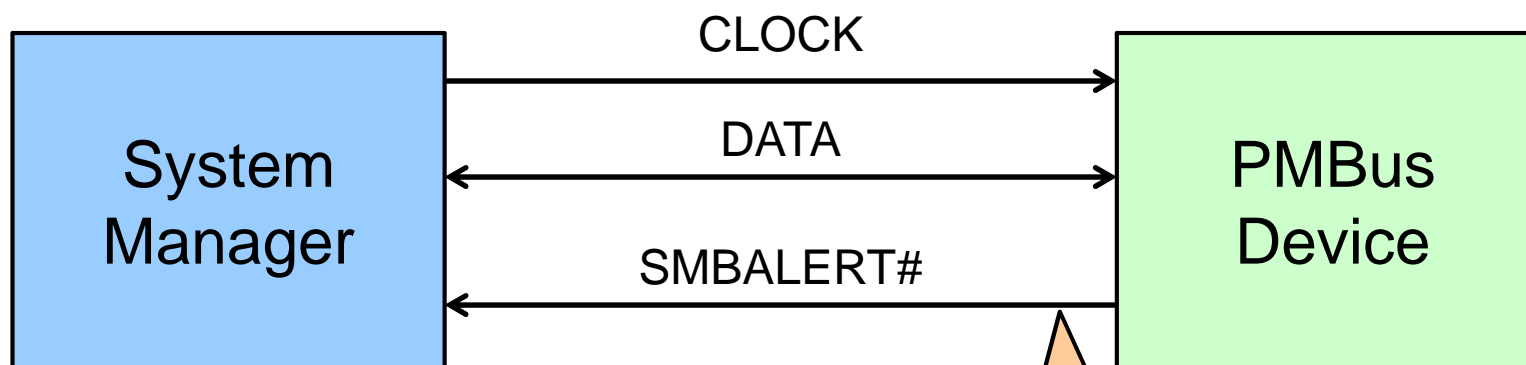


Delay Time
Number Of Delay Time Increments

Протокол Тревоги (Alert Protocol)



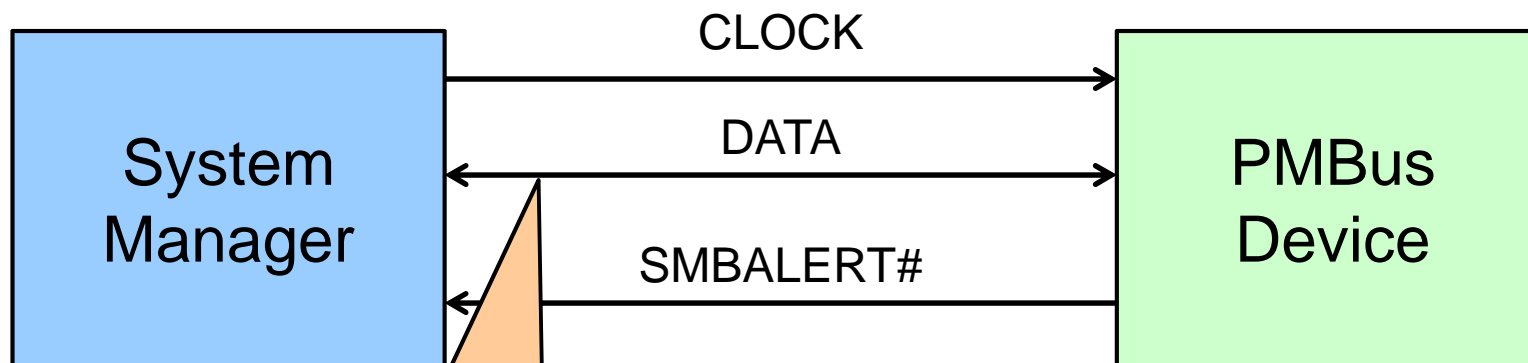
Протокол Тревоги (Alert Protocol)



Устройство PMBus
Устанавливает
SMBALERT #

PMBus Device Asserts
SMBALERT#

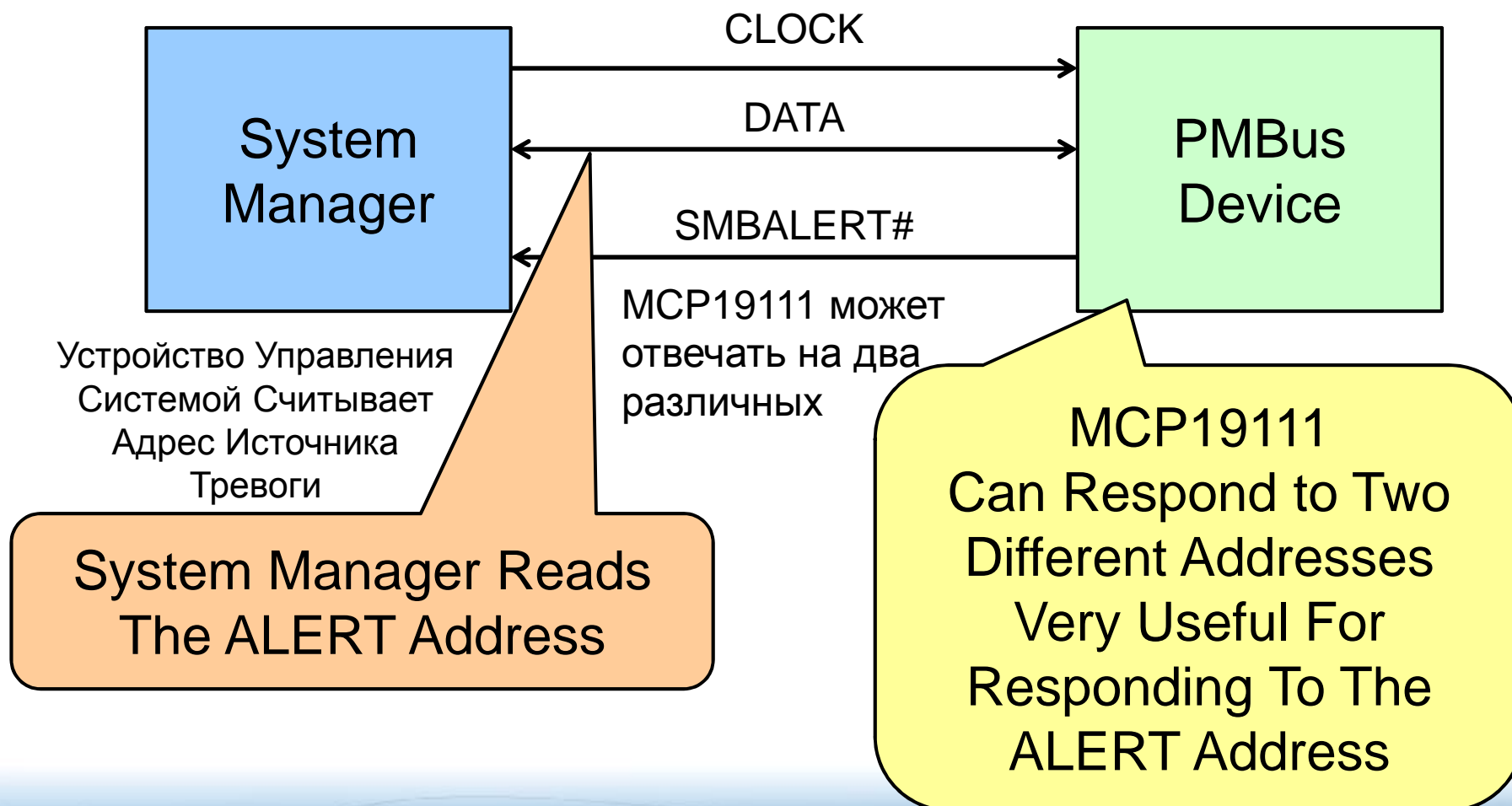
Протокол Тревоги (Alert Protocol)



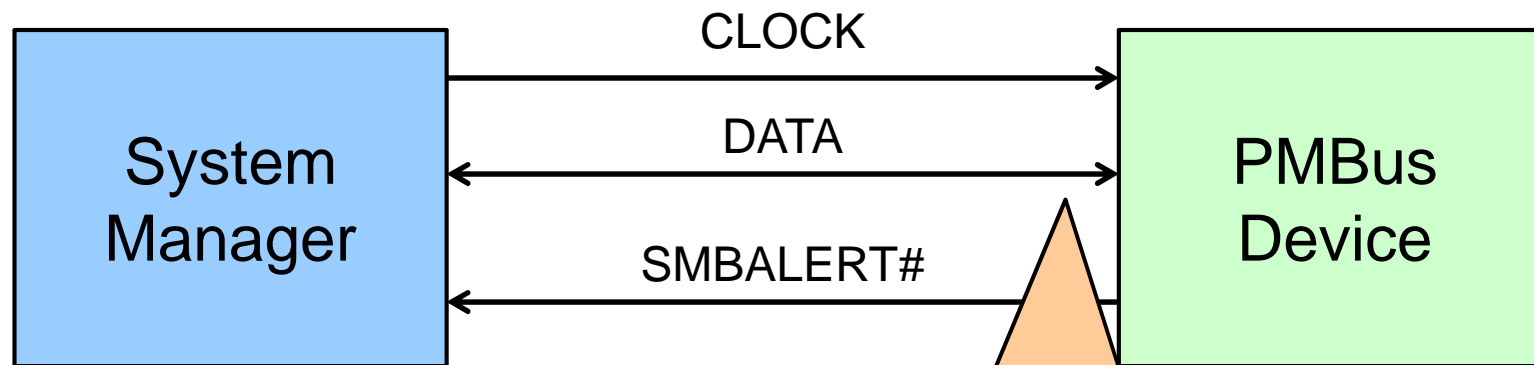
Устройство Управления Системой
Считывает Адрес Источника Тревоги

System Manager Reads
The ALERT Address

Протокол Тревоги (Alert Protocol)



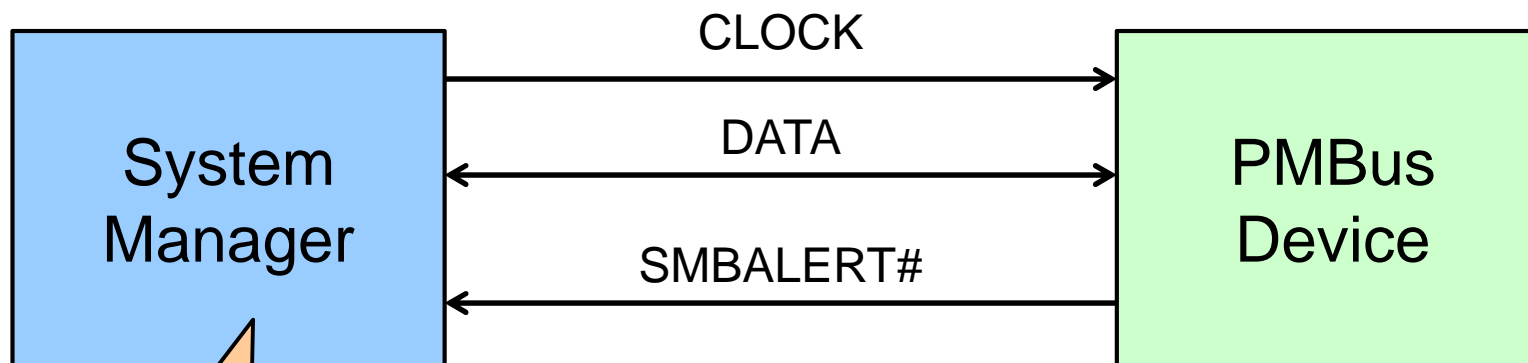
Протокол Тревоги (Alert Protocol)



PMBus устройства выставляя активный уровень на SMBALERT# отвечает на запрос его адресом, после чего высвобождает линию SMBALERT#

PMBus Devices Asserting SMBALERT# Responds With Its Address Then Releases The SMBALERT# Line

Протокол Тревоги (Alert Protocol)



Устройство – Менеджер Системы
Отвечает Согласно Запрограммированному
Способу обработки Аварии Данного Типа

System Manager
Responds As Programmed

Команды Состояния

(Status Commands)

- | **Get Status Summary**
 - | STATUS_BYTE
 - | STATUS_WORD
- | **Nine Other Defined Status Commands, Such As:**
 - | STATUS_VOUT
 - | STATUS_TEMPERATURE
 - | STATUS_CML

Другие Возможности

(Other Capabilities)

- | **Команды QUERY и CAPABILITY**
 - | Позволяют Определить Что Поддерживается
(Allows Host To Determine What Is Supported)
- | **Команда INTERLEAVE Для Мульти-Фазовой Работы**
(Command For Multi-Phase Operation)
- | **Команды Определяемые Производителем**
(Manufacturer Specific Commands)

PMBus™ Compliance

- | **To Be Compliant To The PMBus Specification, A Device Must:**
 - | Meet All Of The Requirements Of Part I Of The PMBus Specification
 - | Support At Least One Of The Non-manufacturer Specific Commands Given In Part II Of The PMBus Specification,
 - | If A Device Accepts A PMBus Command Code, It Must Execute That Function As Described In Part II Of The PMBus Specification,
 - | If A Device Does Not Accept A Given PMBus Command Code, It Must Respond As Described In The Fault Management And Reporting Section Of Part II Of The PMBus Specification.
- | **Unassisted Start Up And Operation**
 - | PMBus Devices, Upon Application Of Power, Must Start Up And Begin Operation In A Controlled Manner, As Programmed Internally Or Externally, Without Requiring Communication From The Serial Bus.

СТЭК Microchip's PMBus™ Stack

- | **Требуется Описание**
Description needed
- | **Link/pointer**

Шина PMBus™ находится на этапе эволюции (Still Evolving)

- | **Версия PMBus V1.3 в работе**
 - | Probable Release In 2014Q1
 - | 1 MHz Bus Speed
 - | Other Clarifications And Updates
- | **New Fast, Simple Bus For Dedicated Load To Converter Communication**
 - | Real Time Control Of Voltage By The Load (Example: FPGA Or ASIC)

Who Can Use PMBus™?

- | **To Use PMBus In A Commercial Product, The Company Must Be:**
 - | Member Of The System Interface Management Forum In Good Standing
 - | Current Dues: US\$2400/Year
- | **Signed PMBus Adopter Agreement On File With SMIF**

Интеллектуальная Собственность (IP Issue)

- | **Претензии: Отсутствуют**
(Disclaimer: This Is Not Legal Advice)
- | **Существует Патент для POC “После
шина с POC для Конвертеров для
Распределенных систем на Плате”**
(Power-One Patent:
“Serial Bus Communication With Point-of-load
Converters That Are Part Of A Board-level Distributed
Power System”)
- | **Консультируйтесь с Доверенной
Организацией**
(Consult The Attorney Of Your Choice)

Итог PMBus™ (Summary)

- | **Открытый Стандартный Цифровой Протокол Для Управления Силовым Электропитанием**
(Open Standard Power Digital Management Protocol)
- | **Спецификация определяет Транспортный уровень И командный Язык** (Specification Covers Transport And Command Language)
- | **Исчерпывающе Охватывает Цифровое Управление Силовых Преобразователей**
(Comprehensive Coverage Of Digital Management Of Power Converters)

Итоги Класса (Class Summary)

- | **Today we covered:**
- | **Pros And Cons**
 - | Analog And Digital Control
 - | Analog And Digital Power Management
- | **Benefits Of Analog Control With Digital Power Management**
- | **Introduction To The PMBus™
Digital Power Management Protocol**

Дополнительные Источники Информации (Additional Resources)

Microchip Technology Resources

- | PMBus Stack Software,
http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2680&dDocName=en540552
- | Levels of Microcontroller Integration in Power-Supply Design [www.microchip.com EN028080](http://www.microchip.com/EN028080)
- | MCP19111 Product Page (Datasheet, Evaluation Boards, Software, etc..)
 - | <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en560308>

Дополнительные Источники Информации (Additional Resources)

Other SMBus And PMBus™ Resources

- | System Management Bus (SMBus) Specification, Version 2.0, [Http://Smbus.Org/](http://Smbus.Org/)
- | PMBus Specifications, Version 1.2 And Related Presentations [Http://Pmbus.Org](http://Pmbus.Org)
- | Free SMBus And PMBus Technical Support By Email, techquestions@smiforum.Org

LEGAL NOTICE

SOFTWARE:

You may use Microchip software exclusively with Microchip products. Further, use of Microchip software is subject to the copyright notices, disclaimers, and any license terms accompanying such software, whether set forth at the install of each program or posted in a header or text file.

Notwithstanding the above, certain components of software offered by Microchip and 3rd parties may be covered by “open source” software licenses – which include licenses that require that the distributor make the software available in source code format. To the extent required by such open source software licenses, the terms of such license will govern.

NOTICE & DISCLAIMER:

These materials and accompanying information (including, for example, any software, and references to 3rd party companies and 3rd party websites) are for informational purposes only and provided “AS IS.” Microchip assumes no responsibility for statements made by 3rd party companies, or materials or information that such 3rd parties may provide.

MICROCHIP DISCLAIMS ALL WARRANTIES, WHETHER EXPRESS, IMPLIED, OR STATUTORY, INCLUDING ANY IMPLIED WARRANTIES OF NONINFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. IN NO EVENT WILL MICROCHIP BE LIABLE FOR ANY DIRECT OR INDIRECT, SPECIAL, PUNITIVE, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL LOSS, DAMAGE, COST, OR EXPENSE OF ANY KIND RELATED TO THESE MATERIALS OR ACCOMPANYING INFORMATION PROVIDED TO YOU BY MICROCHIP OR OTHER THIRD PARTIES, EVEN IF MICROCHIP HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES OR THE DAMAGES ARE FORESEEABLE.

TRADEMARKS:

The Microchip name and logo, the Microchip logo, dsPIC, FlashFlex, KEELOQ, KEELOQ logo, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PIC³² logo, rfPIC, SST, SST Logo, SuperFlash and UNI/O are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

FilterLab, Hampshire, HI-TECH C, Linear Active Thermistor, MTP, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Silicon Storage Technology is a registered trademark of Microchip Technology Inc. in other countries.

Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, BodyCom, chipKIT, chipKIT logo, CodeGuard, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, dsSPEAK, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, HI-TIDE, In-Circuit Serial Programming, ICSP, Mindi, MiWi, MPASM, MPF, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, mTouch, Omniscent Code Generation, PICC, PICC-18, PICDEM, PICDEM.net, PICKit, PICtail, REAL ICE, rfLAB, Select Mode, SQL, Serial Quad I/O, Total Endurance, TSHARC, UniWinDriver, WiperLock, ZENA and Z-Scale are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

SQTP is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

GestIC and ULPP are registered trademarks of Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG, a subsidiary of Microchip Technology Inc., in other countries.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.