MICROCHIP

eXtreme Low Power PIC® Microcontrollers

XLP

eXtreme Low Power

Sleep Current

Active Current

WDT & RTCC Current

Цели XLP

Sleep Current **<1 µA**,
with optional Timer or RTCC

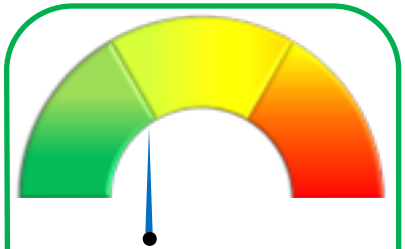
World's lowest Sleep and Run Currents

Лучшие параметры

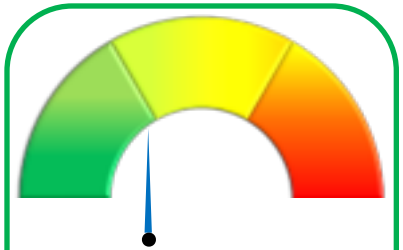
270+ XLP PIC MCUs!

Brown-out Reset Current
45 nA

Watchdog Timer Current
100 nA



RTCC Current
170 nA



Sleep Current
9 nA

Active Run Current
34 uA/MHz

Analog & Self Write
1.8 V

eXtreme Low Power

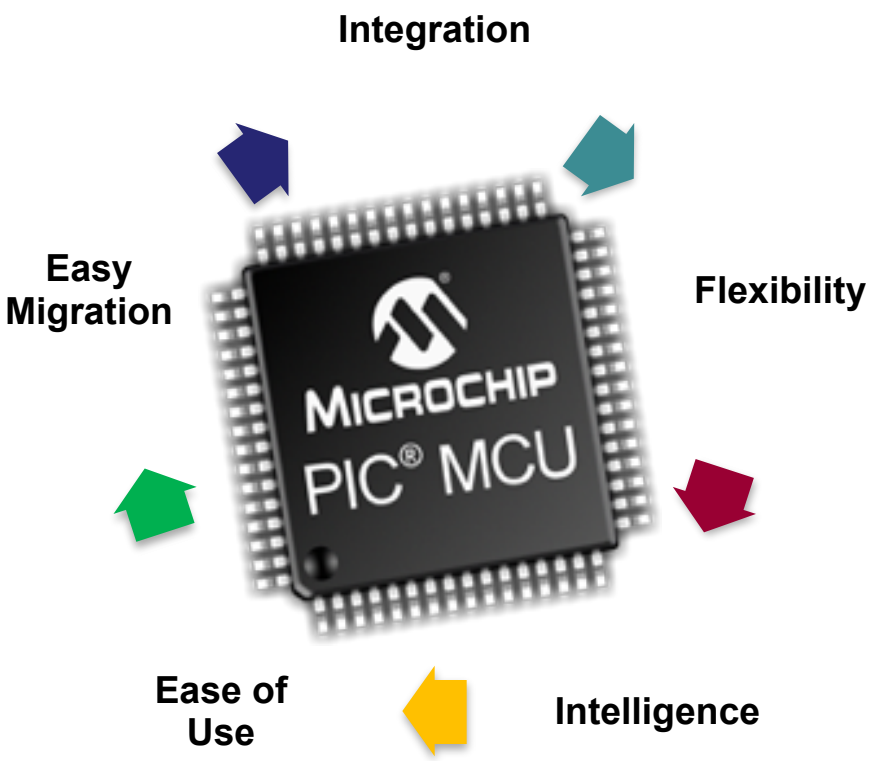
Continuous Innovations in XLP

- Наиболее подходящие МК для микропотребляющих применений
- Самый низкий ток в Sleep
- Различные режимы Low Power Modes
- Легкий переход между семействами 8-, 16- и 32-разрядными микроконтроллерами
- Возможность работы от одной батарейки до 20 лет

Advanced Peripherals for Low Power Applications

- Большой выбор МК – более 270 XLP мк
- Независимая от ядра периферия работает автономно в режимах сохранения энергии
- Блоки шифрования для защиты данных

Периферия PIC® XLP контроллеров



Интеграция

- Улучшает время отклика системы
- Освобождает ядро для других задач
- Уменьшает потребление

Гибкость

- Синтезирование функций
- Внутренние соединения Аналоговой и Цифровой периферии
- Переназначение цифровой периферии I/O

Интеллектуальность

- Программно управляемые функции
- Одновременное выполнение функций
- построения замкнутого контура управления

Легкость применения

- MPLAB Code Configurator (MCC) – Эффективная разработка кода
- Много документации

Легкая миграция

- Унифицированная среда разработки
- Совместимость по выводам в семействах
- Быстрый выход на рынок

Периферия 8-bit PIC® XLP МК

Intelligent Analog
Sensor Interfacing & Signal Conditioning

Waveform Control
PWM Drive & Waveform Generation

Timing & Measurements
Signal Measurement with Timing & Counter Control

Logic & Math
Customizable Logic & Math Functions

Safety & Monitoring
Hardware Monitoring & Fault Detection

Communications
Wired, Wireless & Encryption

User Interface
Capacitive Touch Sensing & LCD Control

Low Power & System Flexibility
XLP Low Power Technology, Peripheral & Interconnects

8-bit PIC Microcontrollers

CPU		Memory	
ADC	(Enhanced) Capture Compare PWM	High Endurance Flash (Data)	Configurable Logic Cell
Comparators	Complementary Output Generator	IDLE & DOZE	Hardware Multiply
DAC	Complementary Waveform Generator	Peripheral Module Disable	Math Accelerator
High Speed Comparators	Data Signal Modulator	Peripheral Pin Select	Crystal Free USB
Operational Amplifiers	Numerically Controlled Oscillator	eXtreme Low Power XLP Technology	CAN
Ramp Generator	Programmable Switch Mode Controller	Angular Timer	(E)USART
Slope Compensation	10/16 -bit PWM	Charge Time Measurement	I²C
Voltage Reference	Cyclical Redundancy Check	RTCC	LIN
Zero Cross Detect	Hardware Limit Timer	Signal Measurement Timer	SPI™
High Current I/O	Windowed WDT	TEMP Indicator	
LCD	mTouch	8/16/20/24-bit Timers	

Периферия 16-bit PIC® XLP МК

- Intelligent Analog
- Low Power & Flexibility
- Secure Data
- Waveform Control
- Timing & Measurement
- Communication
- User Interface
- Safety & Monitoring

Intelligent Analog

ADC
- ADC
- ∑Δ ADC

DAC
- DAC

Comparators & OPA
- Comp.
- OPA

Int. Ref. Voltage
- CVREF

Low Power, Flexibility

Flexibility & Performance
- DMA ✓
- CLC
- PPS
- Dual Partition Flash ✓

Low Power
- XLP
- Vbat

Secure Data

Crypto Engine
- Encryption – Decryption RNG & Key Management ✓

Waveform Control

Capture/Compare/PWM
- MCCP ✓
- SCCP ✓

PWM
- PWM

Output Compare
- OC

Input Capture
- IC

Timing & Measurement

Timers
- 8 bit Timer
- 16 bit Timer
- 32 bit Timer ✓

RTCC
- Hardware RTCC with Vbat

Interrupts
- External Interrupts

Communication

Wired Communication
- USB - OTG ✓
- UART, IrDA
- LIN
- I²C
- I²S
- SPI
- PMP

User Interface

Display Controller
- LCD Driver

mTouch – Touch Sense
- CTMU

Safety & Monitoring

Robust Operations
- HLVD
- WDT

Class B Safety
- Code Guard
- ECC
- CRC
- Write Protect

✓- Exclusive to 16 bit MCU

Лучшие – 8 bit

PIC® MCU with XLP Technology	Flash (KB)	Pins	Sleep (nA)	Deep Sleep (nA)	WDT (nA)	32kHz SOSC/RTCC (nA)	µA/MHz
PIC16F1823	2	8/14	20	-	300	600	34
PIC16F1509	12	20	25	-	290	600	30
PIC16F1619	3.5-14	8/14/20	50	–	500	500	32
PIC16F1719	3.5-28	14/20/28/40	50	–	500	500	32
PIC16F18345	3.5-14	8/14/20	40	–	250	300	37
PIC16F18877	7-56	28/40	50	–	500	500	32
PIC18LF45K50 USB	32	28/44	10	-	300	500	110
PIC18LF46K22	8-64	28/40	10	–	300	500	20
PIC18LF47J13/J53 USB	64-128	28/44	200	9	330	700	197

All numbers are typical values at minimum Vdd, EC, taken from the datasheet. Datasheet not having 1MHz EC, numbers are (Typ Current/Max Freq)

Лучшие – 16 bit

PIC® MCU with XLP Technology	Flash (KB)	Pins	Sleep (nA)	Deep Sleep (nA)	WDT (nA)	32kHz SOSC/RTCC (nA)	µA/MHz
PIC24F16KL402	4-16	14/20/28	30	-	210	690	150
PIC24FJ128GB204 USB	64-128	28/44	380	18	240	300	178
PIC24FJ128GA310 LCD	64-128	64/100	330	10	270	400	150
PIC24FJ128GC010 USB LCD	64-128	64/100	420	75	270	350	178
PIC24FJ256GB412 USB LCD	64-256	64/100/121	70	80	100	170	155

All numbers are typical values at minimum Vdd, EC, taken from the datasheet. Datasheet not having 1MHz EC, numbers are (Typ Current/Max Freq)

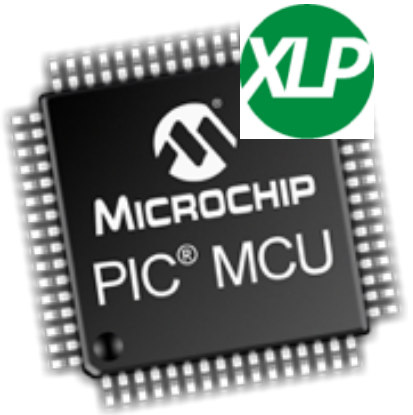
XLP
Примеры применений

Internet of Things
- Remote Controls
- Security Systems
- Portable Meters
- Wireless Sensors
- Electronic Locks
- Asset Tracking

Носимая электроника
- Fitness Monitors
- Wearable Sensors

Учет ресурсов
- Energy Meters
- Flow Meters
- Smart Plugs
- Energy Management

Домашняя автоматиза
- BT Smart™ Devices
- Security
- Thermostats
- Smoke Detectors



Альтернативная энерг
- Solar Harvesting
- RF powered devices

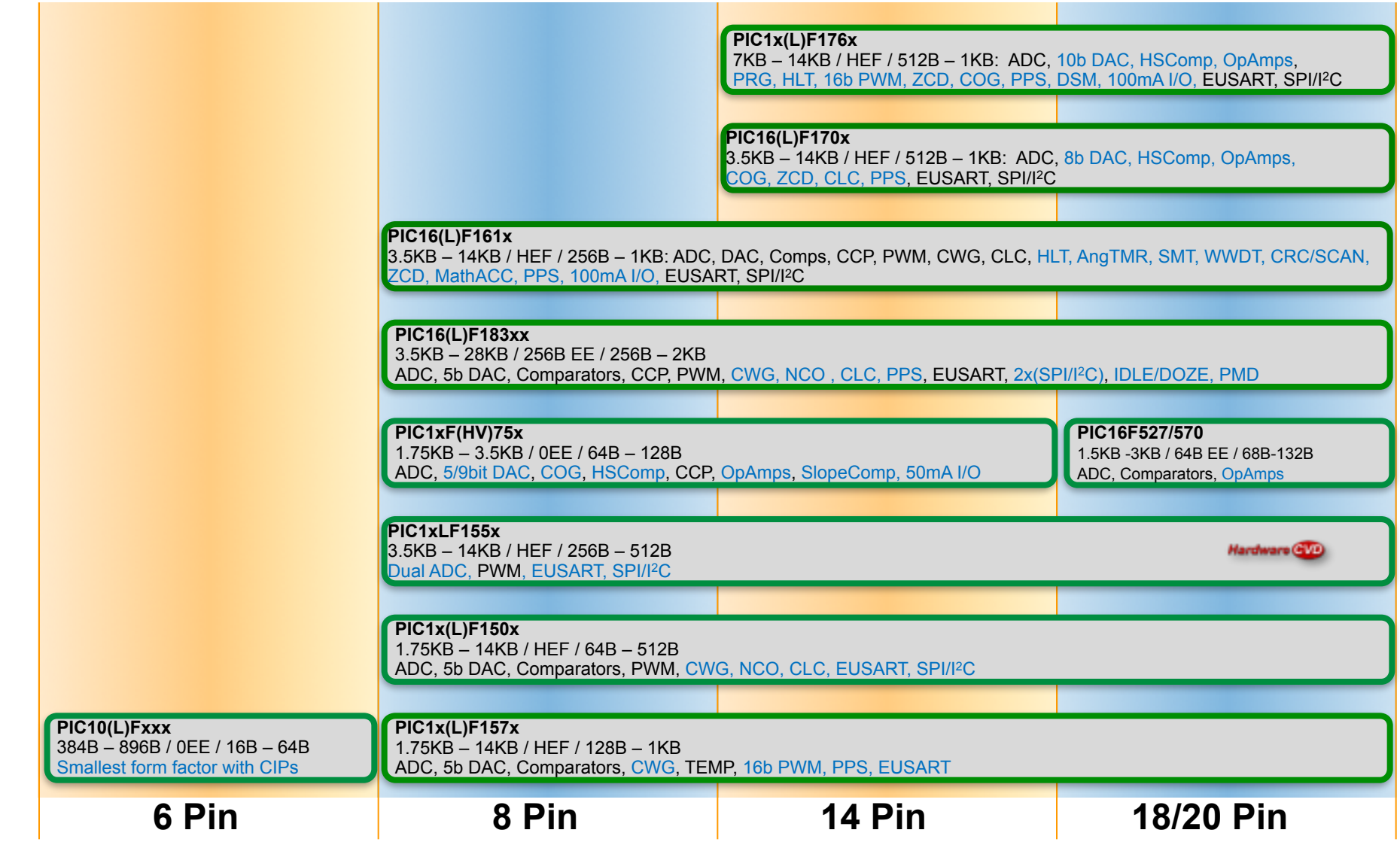
Медицина
- Glucometers
- Blood Pressure Monitors
- Patient Monitor
- Pulse Oximeter

MICROCHIP

XLP Full Roadmap

8-bit PIC® Microcontrollers

General Purpose – *Low Pin Count*



8-bit PIC® Microcontrollers

General Purpose – *High Pin Count*

PIC18(L)FxxK22 *(28/40/64/80pin)*
8KB – 128KB / 256B – 1KB EE / 512B – 4KB
5V, ADC, ECCP, CCP, CTMU, RTCC, 2xEUSART, 2x(SPI/I²C)

PIC1x(L)F177x
7KB – 28KB / HEF / 512B – 2KB: ADC, 10b DAC, HSComp, OpAmps,
PRG,HLT,16b PWM,ZCD,COG,PPS,DSM,100mA I/O,EUSART,SPI/I²C

PIC16(L)F171x
7KB – 28KB / HEF / 512B – 1KB: ADC, 5/8b DAC, HSComp, OpAmps,
COG, NCO, CCP, PWM, ZCD, CLC, PPS, EUSART, SPI/I²C

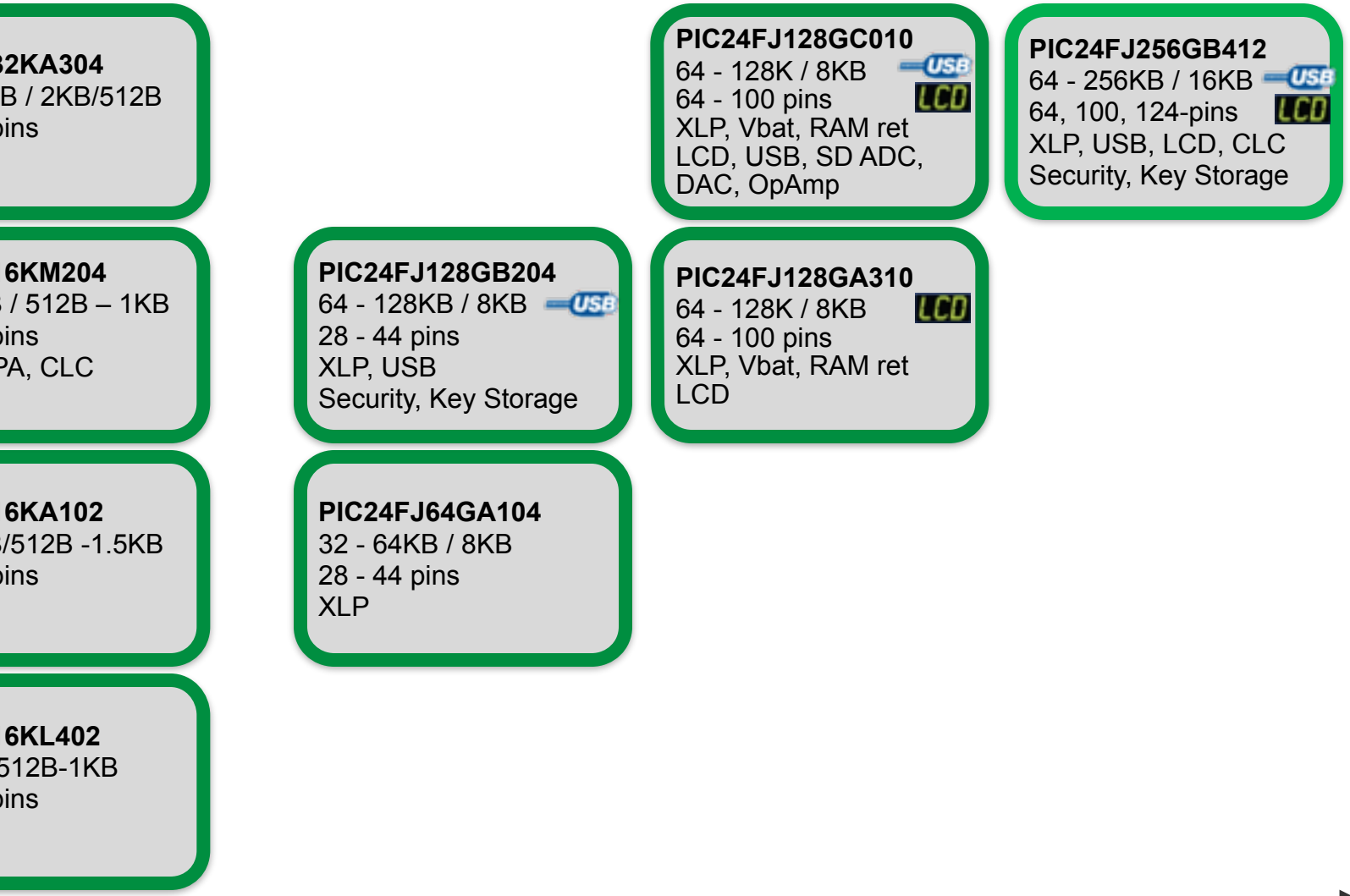
PIC16(L)F188xx
7KB-56KB/256BEE/512B-4KB: ADC², DAC, PWM, CWG, NCO
HLT, WWDT, CRC, CLC, ZCD, PPS, EUSART, 2x(SPI/I²C), IDLE/DOZE, PMD

PIC1xLF156x
14KB / HEF / 1KB
Dual ADC, PWM, EUSART, 2x(SPI/I²C)

PIC16F527/570
1.5KB – 3KB / 64B EE / 68B – 132B
ADC, Comparators, OpAmps

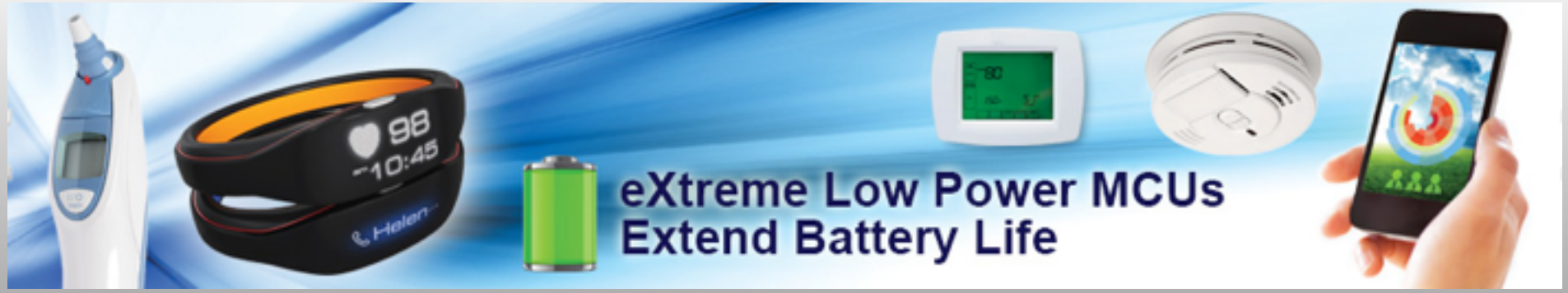
28 Pin	40 Pin	48/64 Pin	80/100 Pin

PIC24 General Purpose



MICROCHIP

Power Down Modes



XLP режимы работы

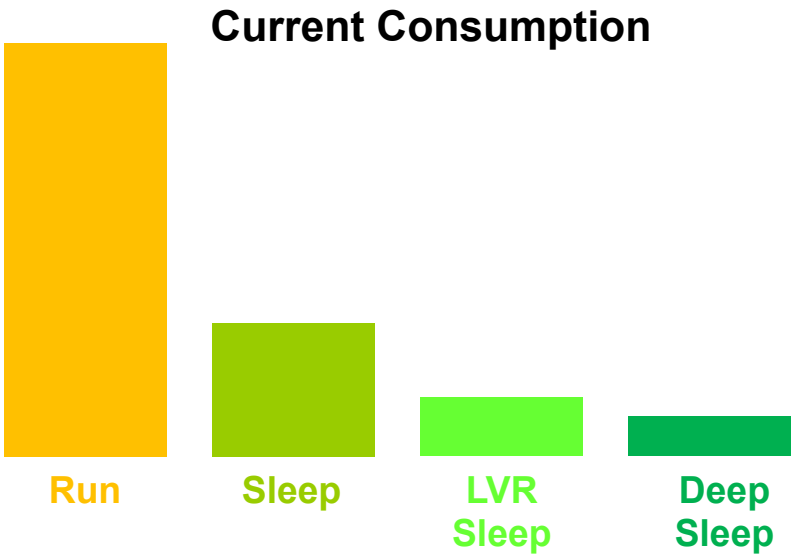
Power Saving Mode	Active System				
	Core	*Peripheral*	*Data RAM Retention*	*RTCC*	*Deep Sleep Retention Registers*
Run	✓	✓	✓	✓	✓
Doze	*Runs Slower*	✓	✓	✓	✓
Idle	-	✓	✓	✓	✓
Sleep	-	*Select Peripherals*	✓	✓	✓
Low Voltage Sleep	-	Select Peripherals	✓	✓	✓
Deep Sleep	-	-	-	✓	✓
Vbat with RTCC	-	-	-	✓	✓
Vbat without RTCC	-	-	-	-	✓

✓ - In Active Mode

Выбор режима

3 Power Down Options

- Sleep
- Low Voltage Retention (LVR) Sleep
- Deep Sleep



Несколько сценариев использования:

1

В основном в Sleep Wake-up **каждую секунду** для обработки данных и возврат в sleep

предпочтительнее SLEEP

2

В основном в Sleep Wake-up **каждые неск. секунд** для обработки данных и возврат в sleep

предпочтительнее LVR SLEEP

3

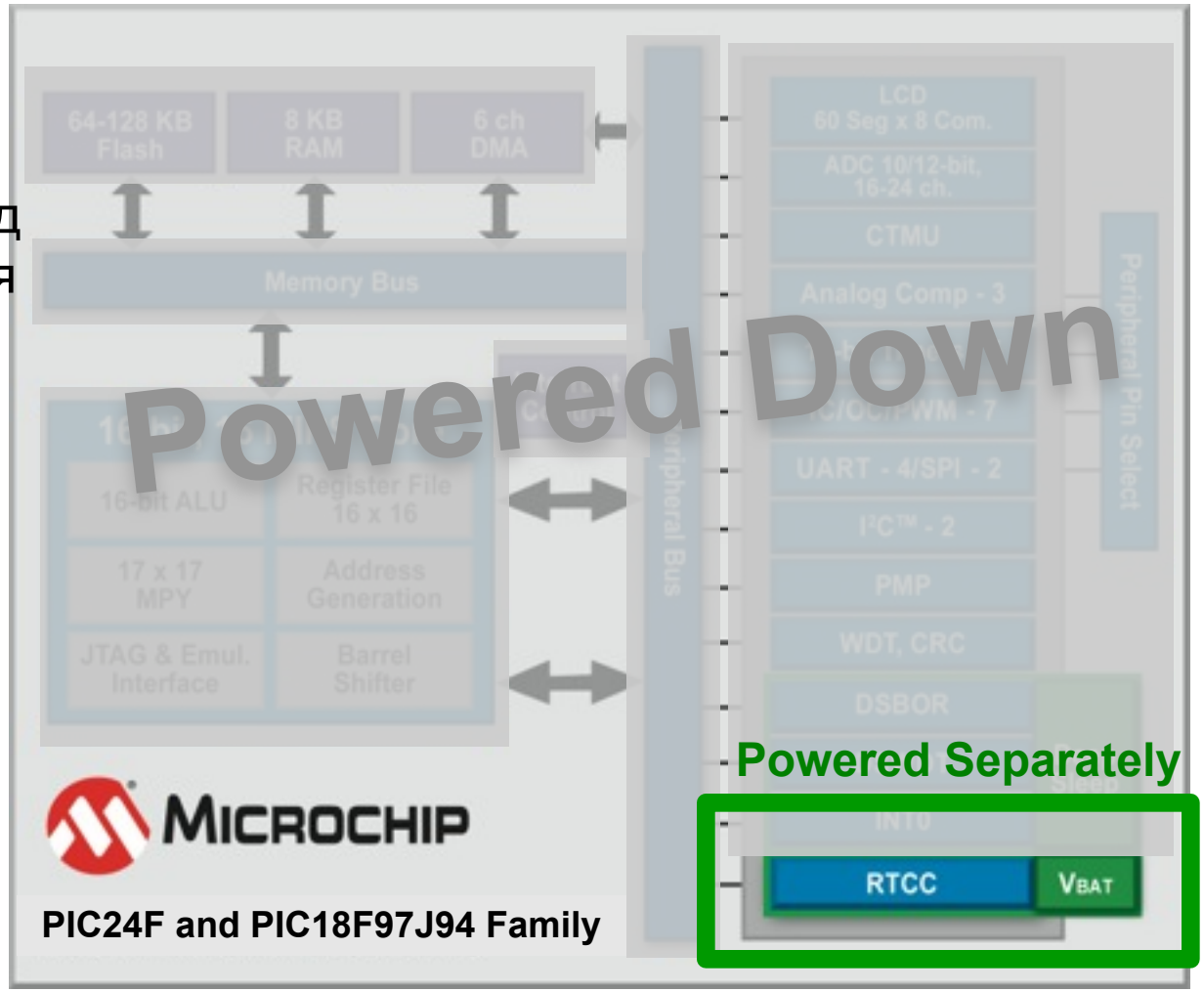
В основном в Sleep Wake-up для обработки данных **каждый час, день** и т.п.

предпочтительнее DEEP SLEEP с RTCC

VBAT Battery Back-up

Есть в семействах PIC24F и PIC18F97J94

- Автоматический переход при пропадании питания (Vdd)
- Продолжает работать RTCC и 2 DS регистра
- 400 нА (Typical)
- Питание от 1.8-3.6В дополнительной батарейки



picoPower® Technology
Ultra Low Power consumption

Engineered for Energy Efficiency

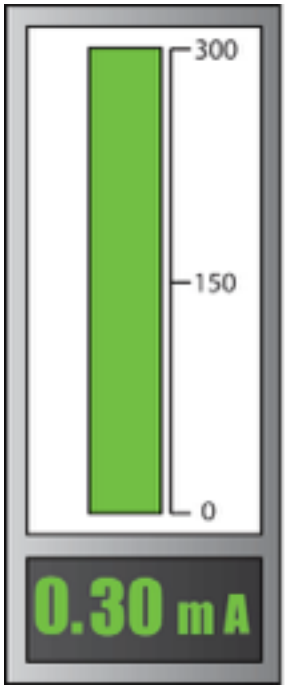
Increase battery life with picoPower® technology

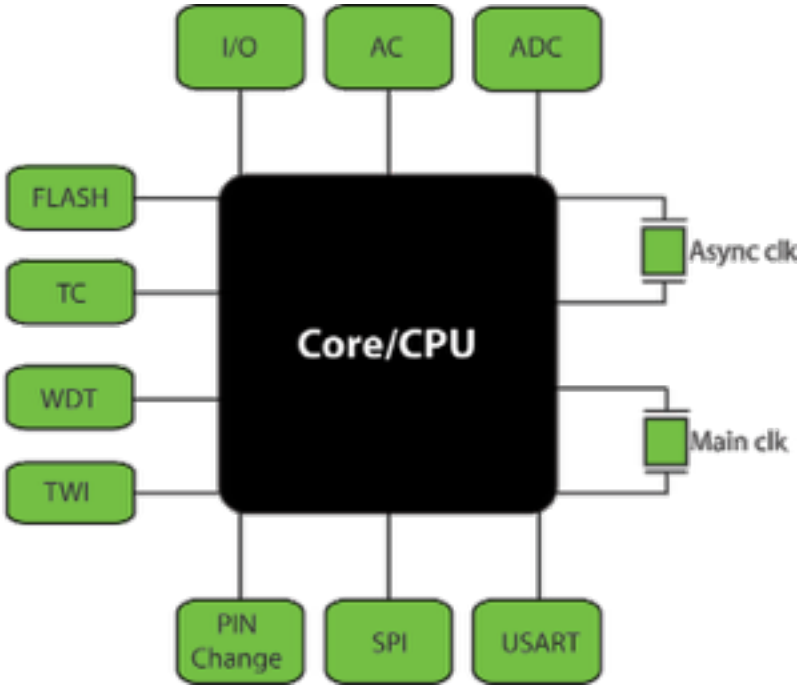
- Работа от 1.8В
- 100нА для сохранения ОЗУ
- 550 нА RTC + сохранение ОЗУ
- Выключение неиспользуемых модулей
- Быстрое пробуждение из sleep: 6 clock cycles
- Event System (Независимая от ядра периферия)
- Контроллер DMA (Независимая от ядра периферия

Больше информации: www.atmel.com/picoPower

AVR® Режимы энергосбережения

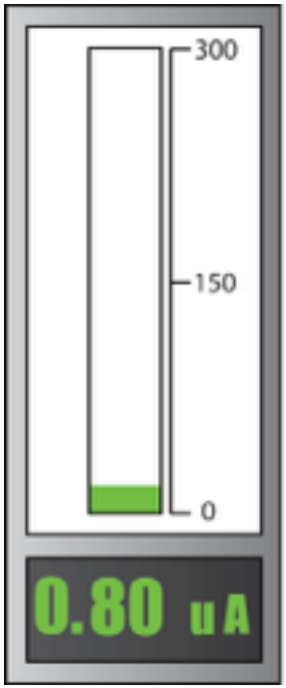
Mode: Active @1Mhz, 1.8V

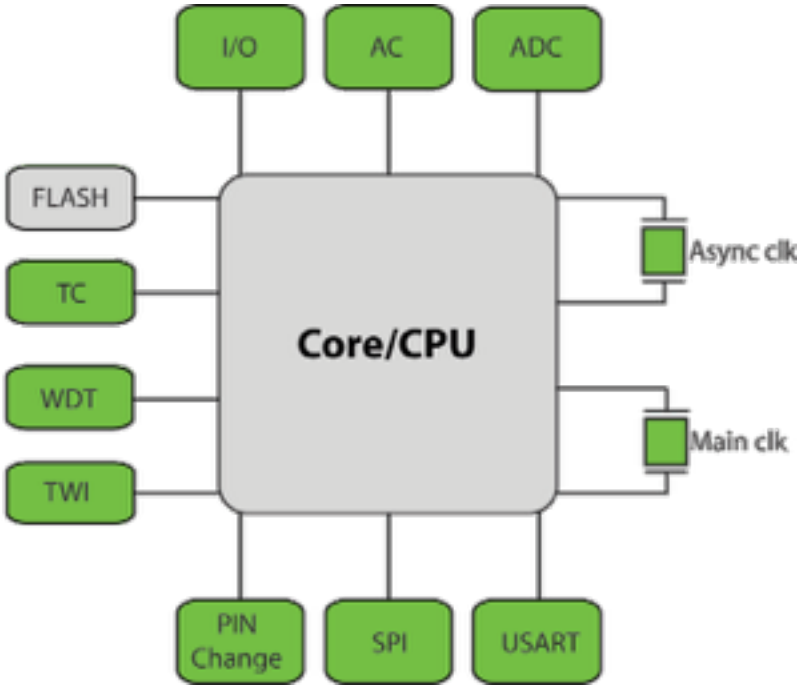




AVR® Режимы энергосбережения

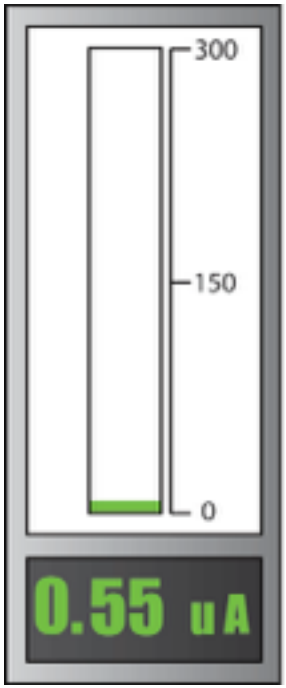
Mode: Idle @ 1.8V

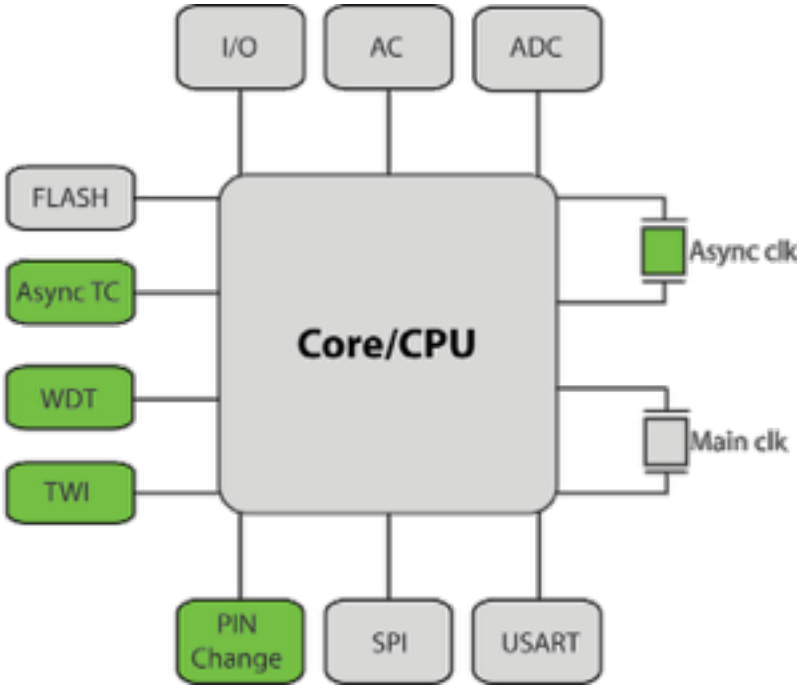




AVR® Режимы энергосбережения

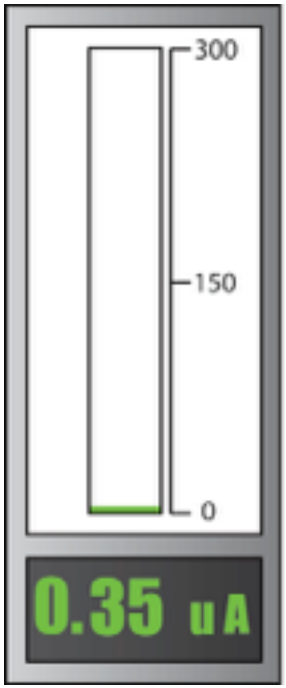
Mode: Power-save @ 1.8V

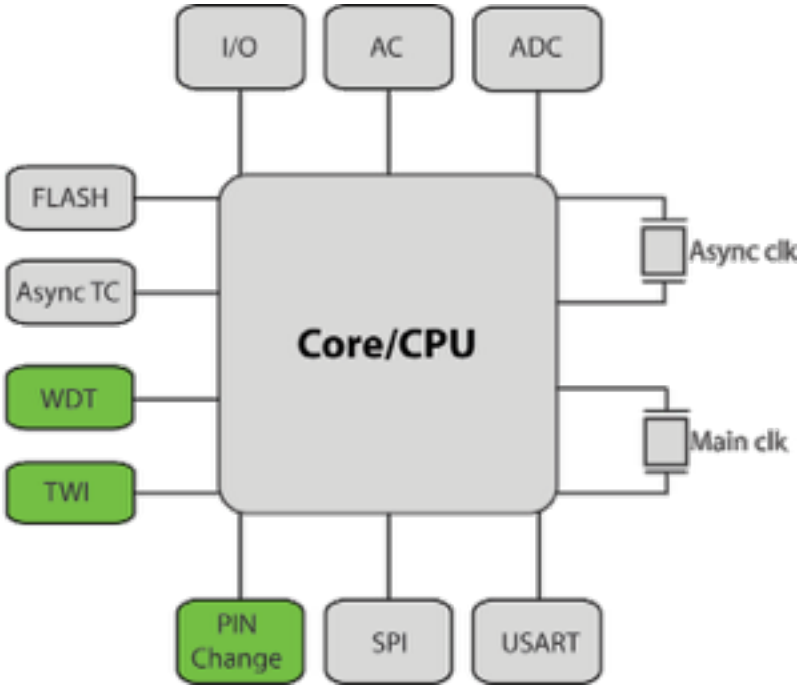




AVR® Режимы энергосбережения

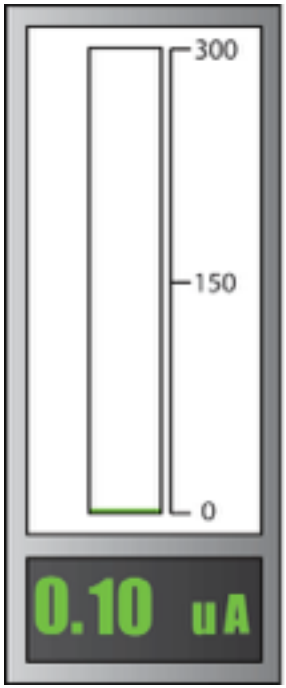
Mode: Power-down with WDT @ 1.8V

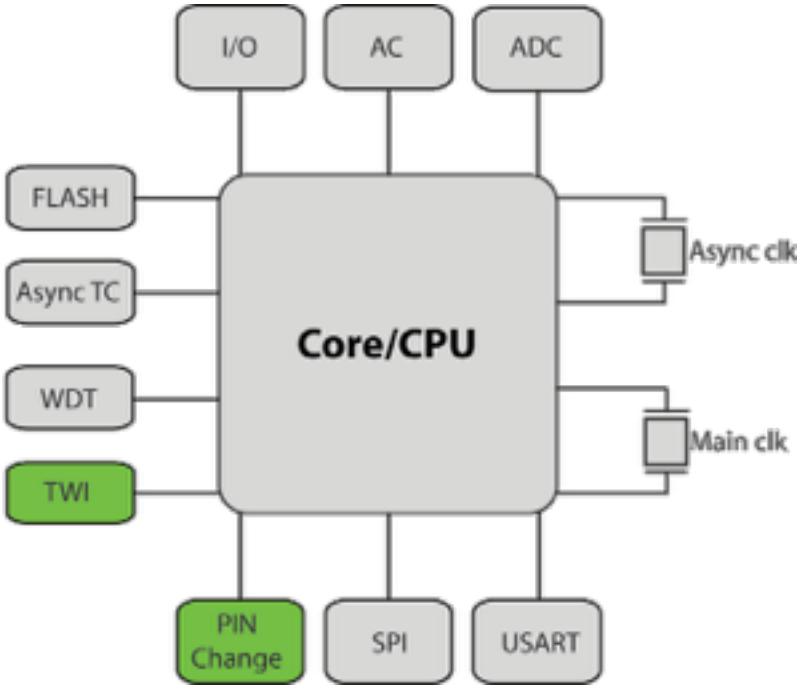




AVR® Режимы энергосбережения

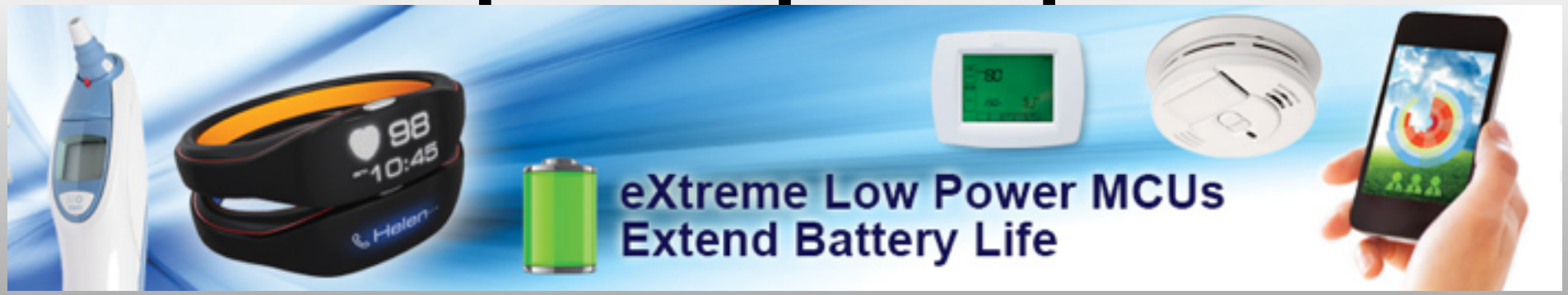
Mode: Power-down @ 1.8V





MICROCHIP

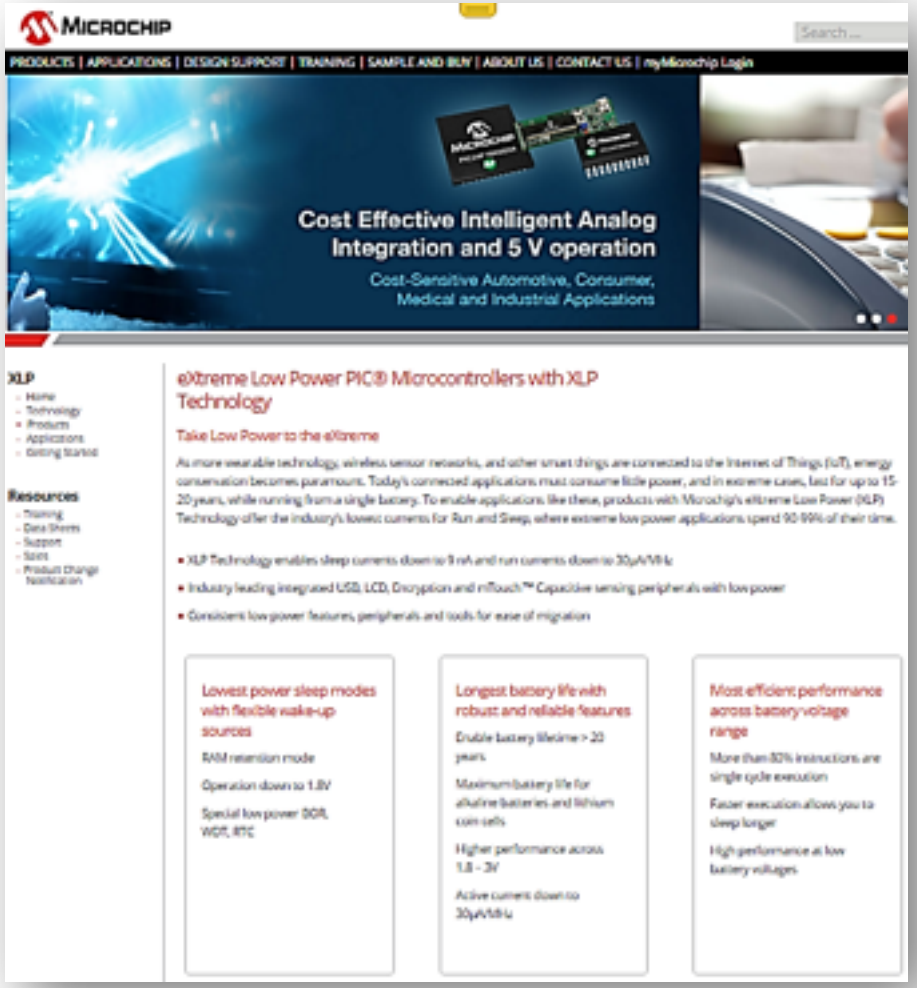
Разработка с XLP микроконтроллерами



eXtreme Low Power Design Center

Ресурсы…

- White Papers, Tips n' Tricks
- Application Notes & Case Studies
- Deep Sleep Web Seminar
- XLP Videos
- Product Data Sheets and FRMs
- Competitive Benchmarks
- Development Tools
- XLP Product Selection



www.microchip.com/XLP

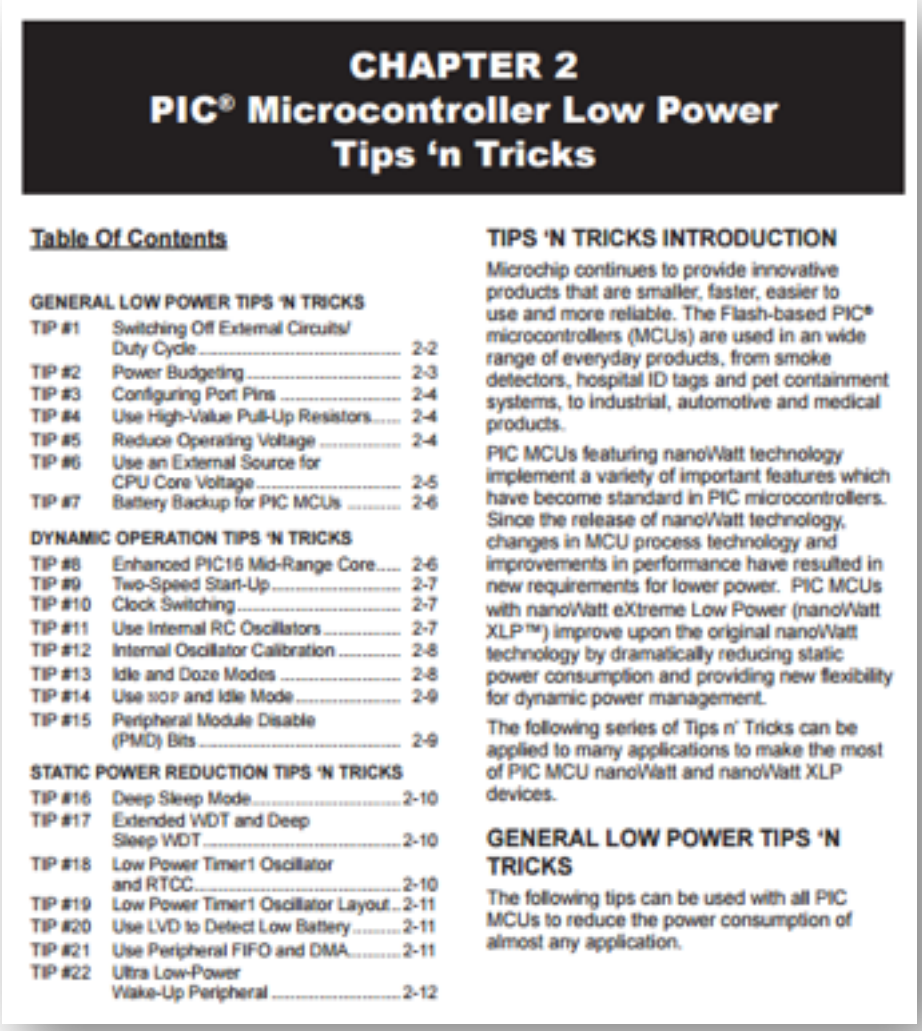
Low Power Design Tips ‘n Tricks

Увеличить срок работы от батарей. Приемы и трюки

- Уменьшение потребления в динамике
- Уменьшение потребления в статическом режиме

- Общие рекомендации

Получить больше информации: PIC Microcontroller Low Power Tips ‘n Tricks: Link



CHAPTER 2
PIC® Microcontroller Low Power Tips ‘n Tricks

Table Of Contents

TIPS ‘N TRICKS INTRODUCTION

Microchip continues to provide innovative products that are smaller, faster, easier to use and more reliable. The Flash-based PIC® microcontrollers (MCUs) are used in an wide range of everyday products, from smoke detectors, hospital ID tags and pet containment systems, to industrial, automotive and medical products.

PIC MCUs featuring nanoWatt technology implement a variety of important features which have become standard in PIC microcontrollers. Since the release of nanoWatt technology, changes in MCU process technology and improvements in performance have resulted in new requirements for lower power. PIC MCUs with nanoWatt eXtreme Low Power (nanoWatt XLP™) improve upon the original nanoWatt technology by dramatically reducing static power consumption and providing new flexibility for dynamic power management.

The following series of Tips n’ Tricks can be applied to many applications to make the most of PIC MCU nanoWatt and nanoWatt XLP devices.

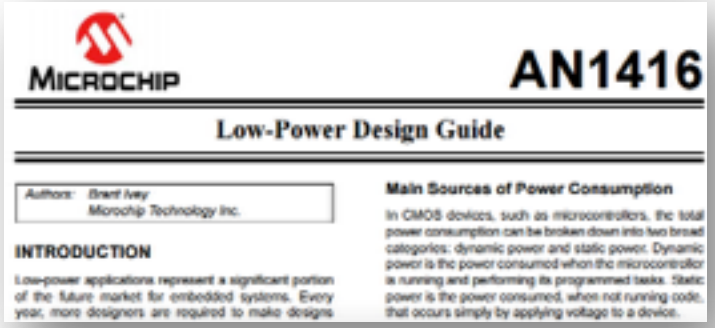
GENERAL LOW POWER TIPS ‘N TRICKS

The following tips can be used with all PIC MCUs to reduce the power consumption of almost any application.

XLP References

Low Power Design Documentation

Document	Title
AN1416	*Low-Power Design Guide*
AN1267	XLP Technology: An Introduction to Microchip's Low-Power Devices
AN879	*Using the Microchip Ultra-Low Power Wake-Up Module*
Webinar	Deep Sleep Mode on Microchip PIC18 and PIC24 Microcontrollers
FRM	***Power Saving Features with VBAT***

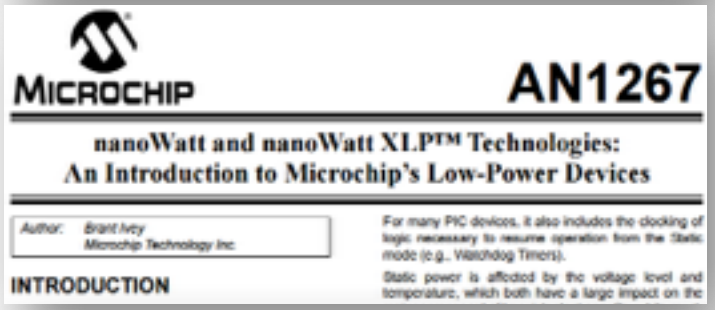

MICROCHIP AN1416

Low-Power Design Guide

Author: Brant Ivey
Microchip Technology Inc.

INTRODUCTION

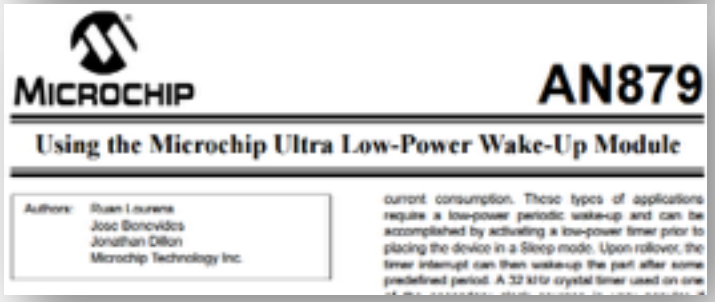
Main Sources of Power Consumption


MICROCHIP AN1267

nanoWatt and nanoWatt XLP™ Technologies:
An Introduction to Microchip's Low-Power Devices

Author: Brant Ivey
Microchip Technology Inc.

INTRODUCTION


MICROCHIP AN879

Using the Microchip Ultra Low-Power Wake-Up Module

Authors: Ruan Lourens
Jose Bioncvidos
Jonathan Dillon
Microchip Technology Inc.

Idle & Doze Modes

Масштабируемость производительности и потребления

Idle Mode

- Ядро останавливает выполнение команд
- Периферия продолжает работать на заданной частоте
- Меньше потребление при работающей периферии

Doze Mode

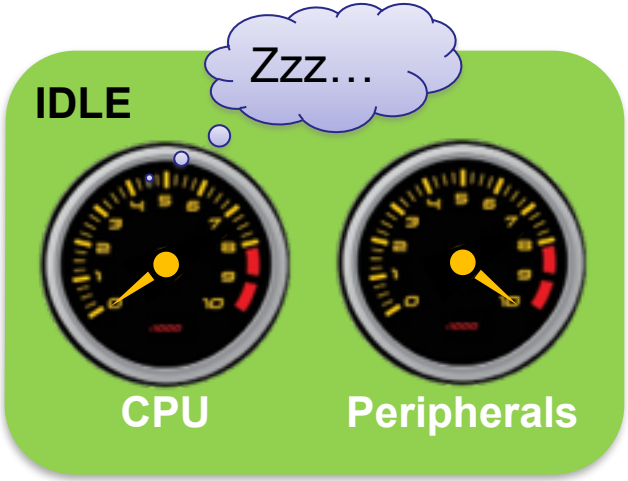
- Разная частота Ядра и периферийных устройств
- Масштабируемость производительности Ядра и периферии
- Помогает в достижении баланса Производительность/ Потребление

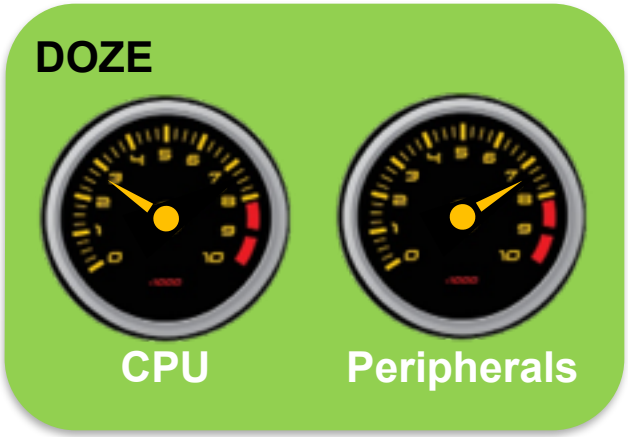
Преимущества

- Увеличение срока службы от батареи
- Уменьшение потребления тока приборов в ждущем режиме

Примеры применения

- Бытовая техника
- Датчики дыма и CO
- Батарейные приборы
- Приборы с минимальным током в ждущем режиме





Peripheral Module Disable

уменьшение потребления неиспользуемой периферии

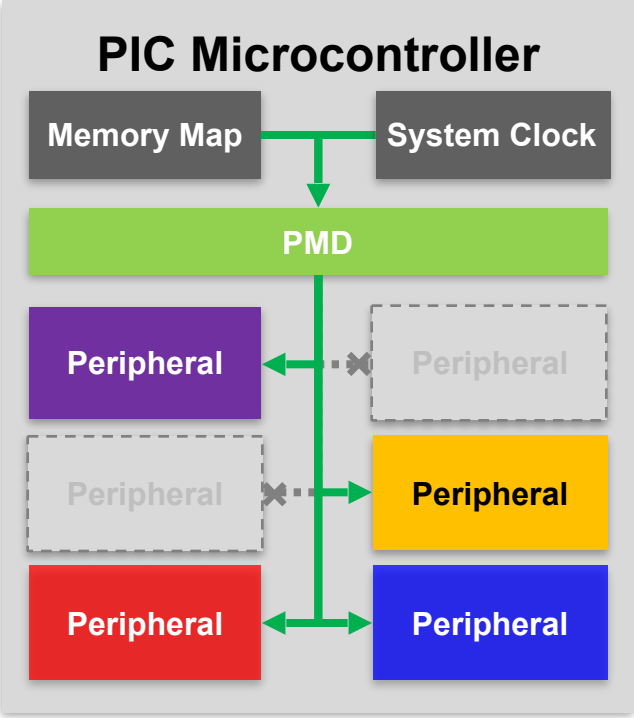
Peripheral Module Disable

Mode 1:

- Индивидуальное отключение неиспользуемой периферии
  - Убирает периферию из карты памяти

Mode 2:

- Выключение тактирования всей периферии



Достоинства

- Нулевое потребление выключенной периферии
- Оптимизация потребления
- Увеличение срока службы батарейных приборов
- Уменьшение потребления тока приборов в ждущем режиме

Примеры применения

- Бытовая техника
- Приборы с минимальным током в ждущем режиме

Работа от 1.8В

- **Работа при 1.8В продлевает срок работы от батареи**
  - Больше энергии от батарейки
  - Меньше потребление
- **Потребление определяется переключением КМОП**
  - Напряжение питания вносит наибольшее влияние

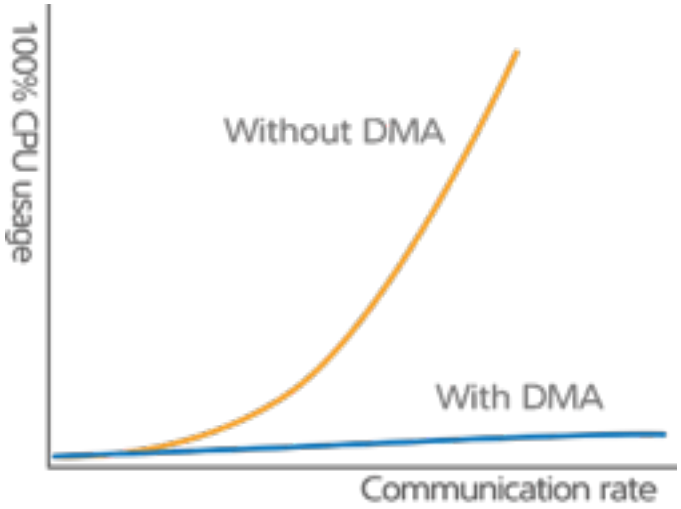
- **AVR <u>полностью функциональны</u> до 1.62В (XMEGA, и некоторые megaAVR)**
  - ADC
  - Flash
  - EEPROM

Быстрое пробуждение

- **Режимы Deep sleep останавливают генератор**
- **Энергия расходуется впустую пока стартует основной генератор и PLL**
- **Пример: время старта из Power Save и Power Down**
  - Crystal Oscillator
    - 16 000 cycles
  - Ceramic resonator
    - 258 cycles
  - RC oscillator
    - 6 cycles
- **Программируемая wake-up Delay**
- **По возможности используйте RC генератор или двойной старт в PIC**

Контроллер DMA (XMEGA®, PIC24 MCU)

- **Высокоскоростная передача данных**
  - From memory to peripheral
  - From memory to memory
  - From peripheral to memory
  - From peripheral to peripheral

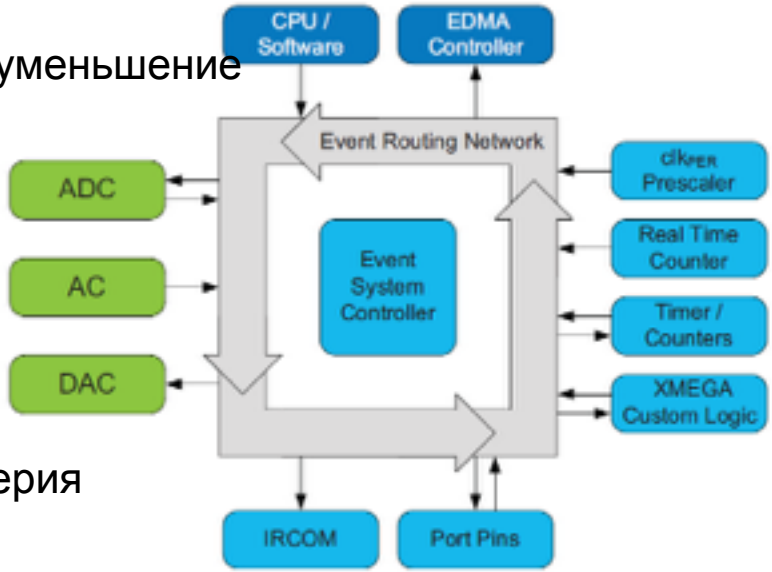


CPU Load UART or SPI Communication		
Data Rate	***With DMA***	***No DMA***
250 kbps	***0%***	***8%***
500 kbps	***0%***	***16%***
1 Mbps	***1%***	***30%***
2 Mbps	***1%***	***57%***
4 Mbps	***2%***	***98%***

- **Достоинства**
  - Data transfer while CPU sleeps
  - One interrupt per block instead of one per byte
  - Reduced decreased CPU load - Lower power consumption

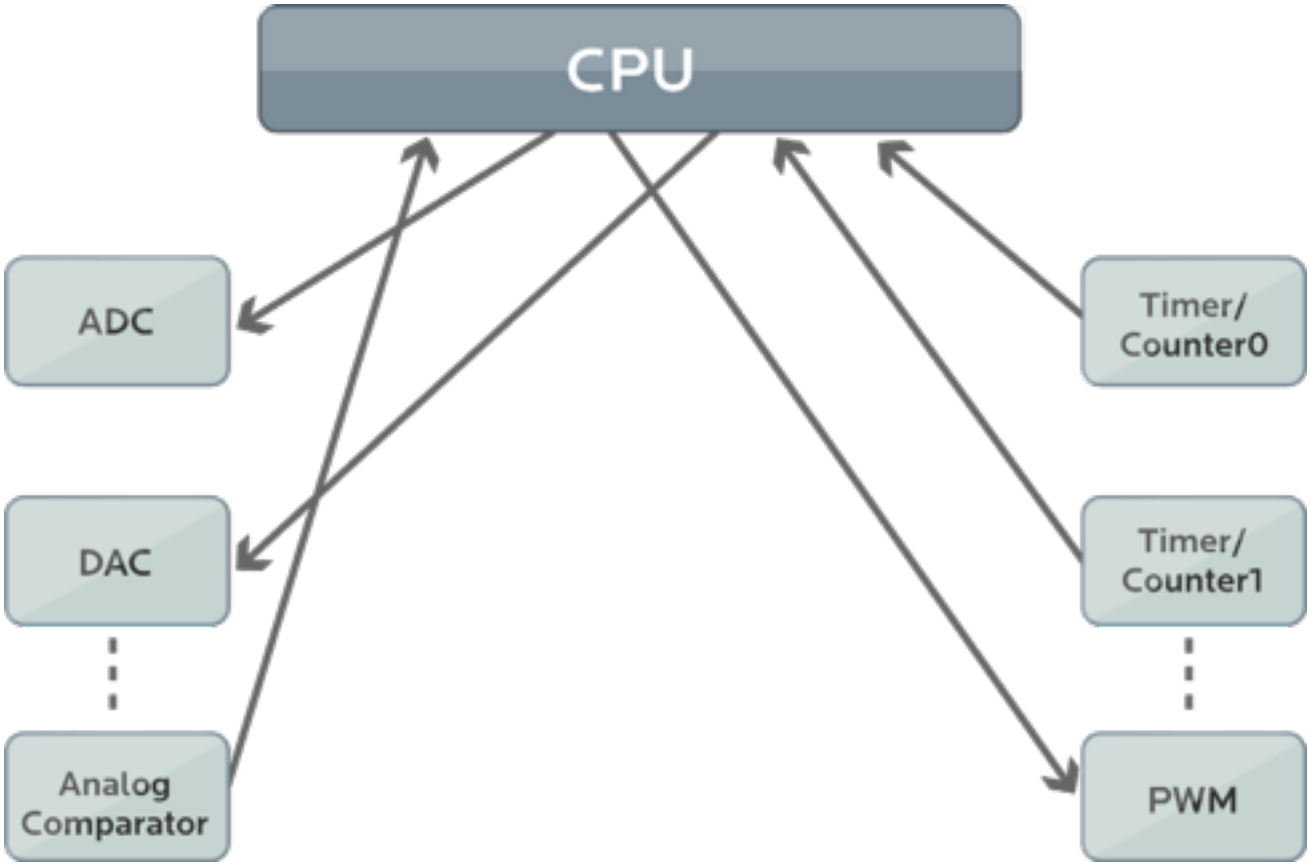
Event System (XMEGA®) CIP (PIC MCU)

- **Система установки связей между периферией**
- **Периферия определяет формирование событий**
  - Обычно это то, что может генерировать прерывания
  - Например: изменение входа I/O, переполнение таймера, срабатывание компаратора и т.п.
- **Периферия определяет использование события**
  - Например: запустить АЦП
- **Достоинства**
  - Уменьшение использования прерываний и уменьшение нагрузки Ядра → Уменьшение потребления
  - Связь периферии в спящем режиме Ядра
  - Предсказуемое время
- **Пример**
  - Событие от RTC → Запуск измерения АЦП
  - Компаратор → подстройка периода ШИМ
  - Событие запускает передачу ДМА - Периферия



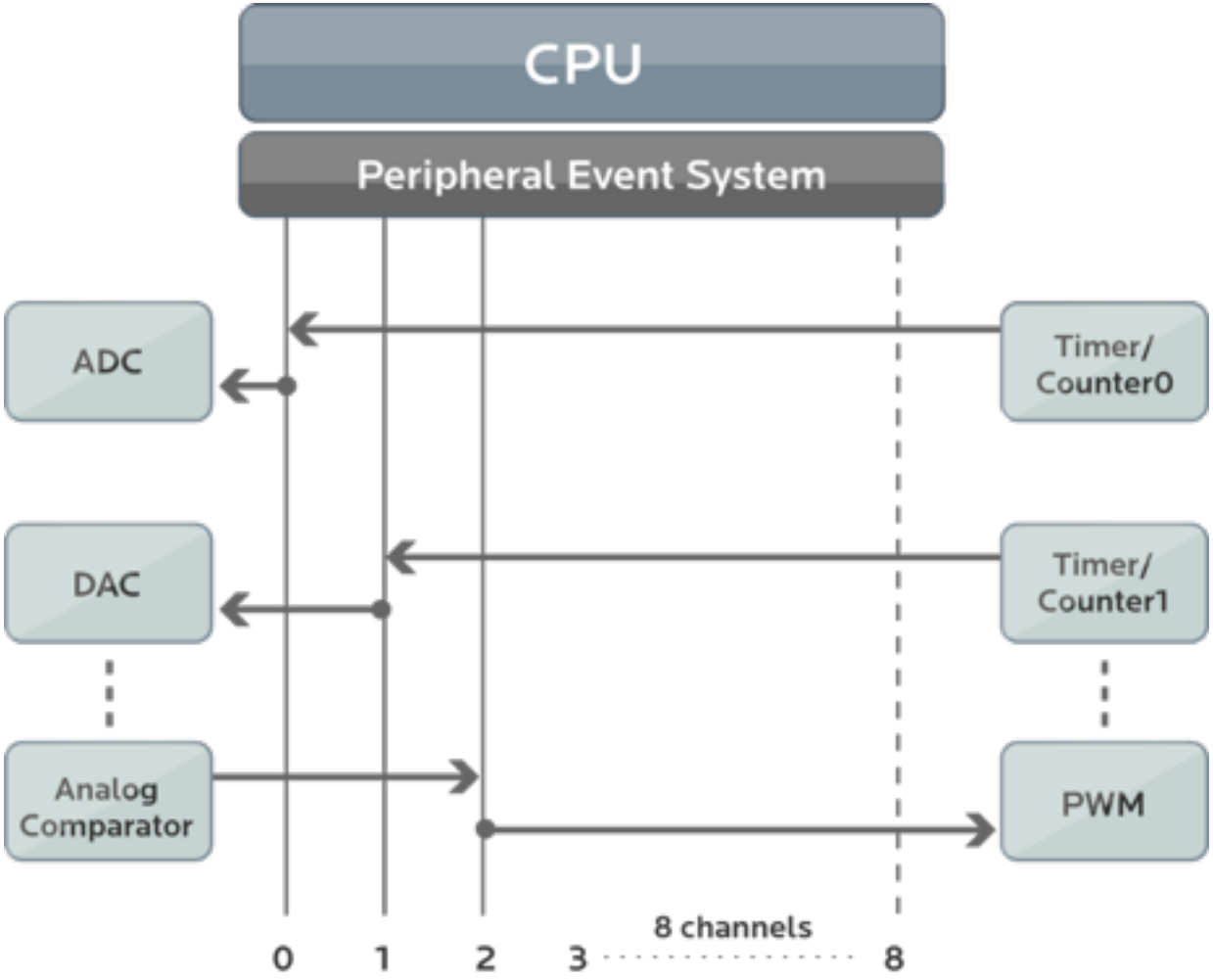
Event System (XMEGA® MCU)

Without Event System



Event System (XMEGA® MCU)

With Event System



picoPower® Technology
Power Reduction Register
(PMD Power Module Disable Control Register in PIC® MCU)

- Останавливает тактирование неиспользуемой периферии
- Нет тактирования = Нет переключения транзисторов = Нет динамического потребления
- Возможность динамического управления мощностью потребления из кода

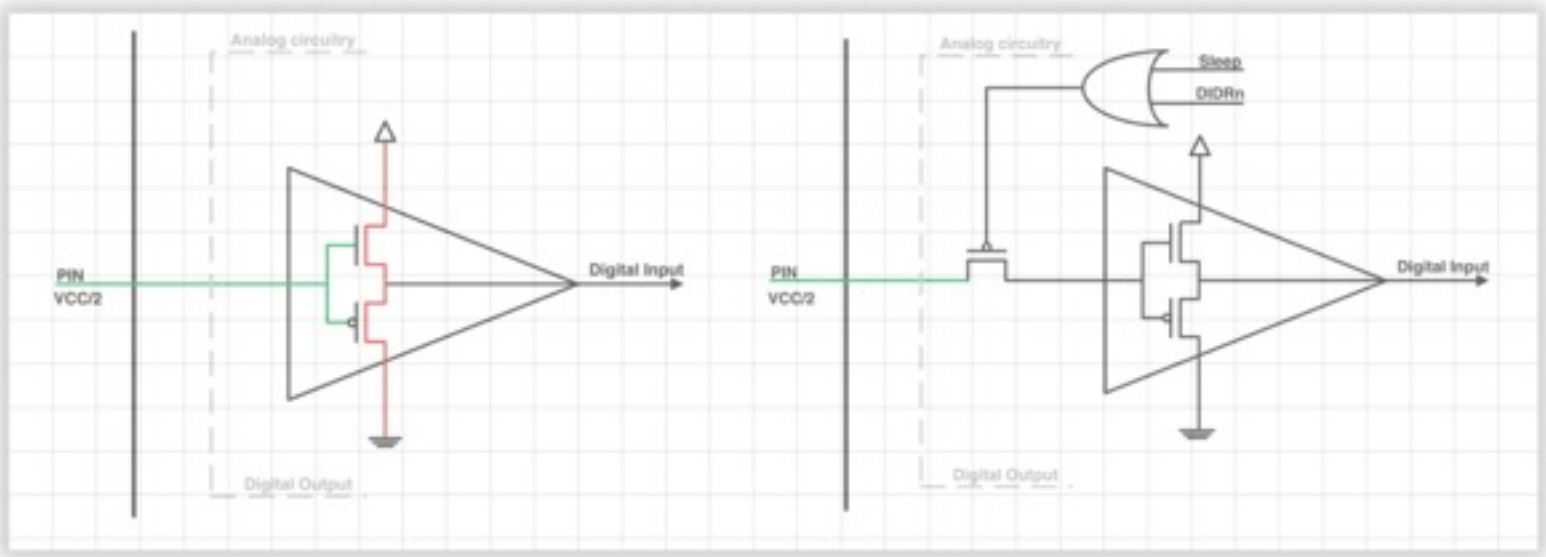
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x64)	PRTWI	PRTIM2	PRTIM0	–	PRTIM1	PRSPI	PRUSART0	PRADC	PRR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Module	Power reduction in Active*	Power reduction in Idle*
USART	2%	6%
Async Timer	4%	15%
Timer/Counter	2%	6%
ADC	4%	14%
SPI	3%	11%

* Power consumption reduction compared to Active/Idle mode when not using the PRR bit for the peripheral

picoPower® Technology
Digital Input Disable Register
(ANSEL Analog-Input Select Control Register in PIC® MCU)

- Выключает входной цифровой буфер = Нет тока утечки
- Индивидуально на все входа АЦП
- Автоматически включается в Sleep Mode



- ~ ANSEL в PIC- микроконтроллерах

SAM L21 Ultra Low Power Optimization

ВВЕДЕНИЕ

SAM L Family
Ultra Low Power Cortex-M0+

- **Лидирующие показатели по низкому потреблению в Активном и Ждущем режимах**
  - В активном режиме 35 мкА/MHz; 70 CoreMark/mA
  - Умная Low power периферия
    - Event System
    - Capacitive Touch
    - SERCOM
    - Security
    - Timers/Counters
    - Programmable Logic
    - DAC and OpAmps (SAML21)
    - Segment LCD* and Tamper Protection (SAM L22)
  - Лидирующие показатели напряжению для сохранения ОЗУ

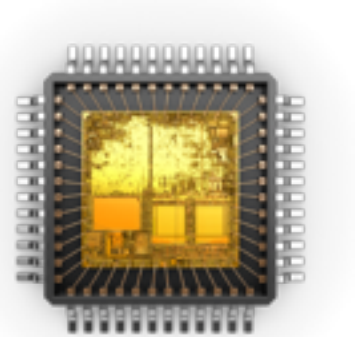
- **Отладочные комплекты:**
  - SAML21-XPRO-B
  - SAML22-XPRO-B

	SAM L21	SAM L22
CPU	48MHz CM0+ with MTB	32MHz CM0+ with MTB / MPU
Memory	32-256KB Flash 4-32KB SRAM 2-8KB Low Power SRAM 1-8KB Flash RWW	64-256KB Flash 8-32KB SRAM 1-8KB Flash RWW
Pin Range	32 – 64 25 – 51 GPIO	48 – 100 36 – 74 GPIO (100Pin has an extra 8 GPIs)
Operating Range	1.62 – 3.63V	1.62 – 3.63V
Event System	12-ch	8-ch
DMA	16-ch	16-ch
CRC	32-bit for memory 32-bit for peripherals 16-bit for peripherals	
Analog	1Msps 12-bit ADC (20-ch) 1Msps 12-bit DAC (2-ch) 4x AC inputs 3 Op Amps	1Msps 12-bit ADC (20-ch) 4x AC inputs SLCD (320 max)
Timer/counters	Up to 5x TC 3x TCC 1x RTC	Up to 4x TC 1x TCC 1x RTC + Tamper
Communication	Up to 6x SERCOM 1x USB (host & device)	Up to 6x SERCOM (+ISO7816) 1x USB (device)
Cryptography	AES / TRNG	AES / TRNG
PTC	Up to 192 channels	Up to 256 channels
CCL	Yes	Yes
Package	QFP, QFN	QFP, QFN

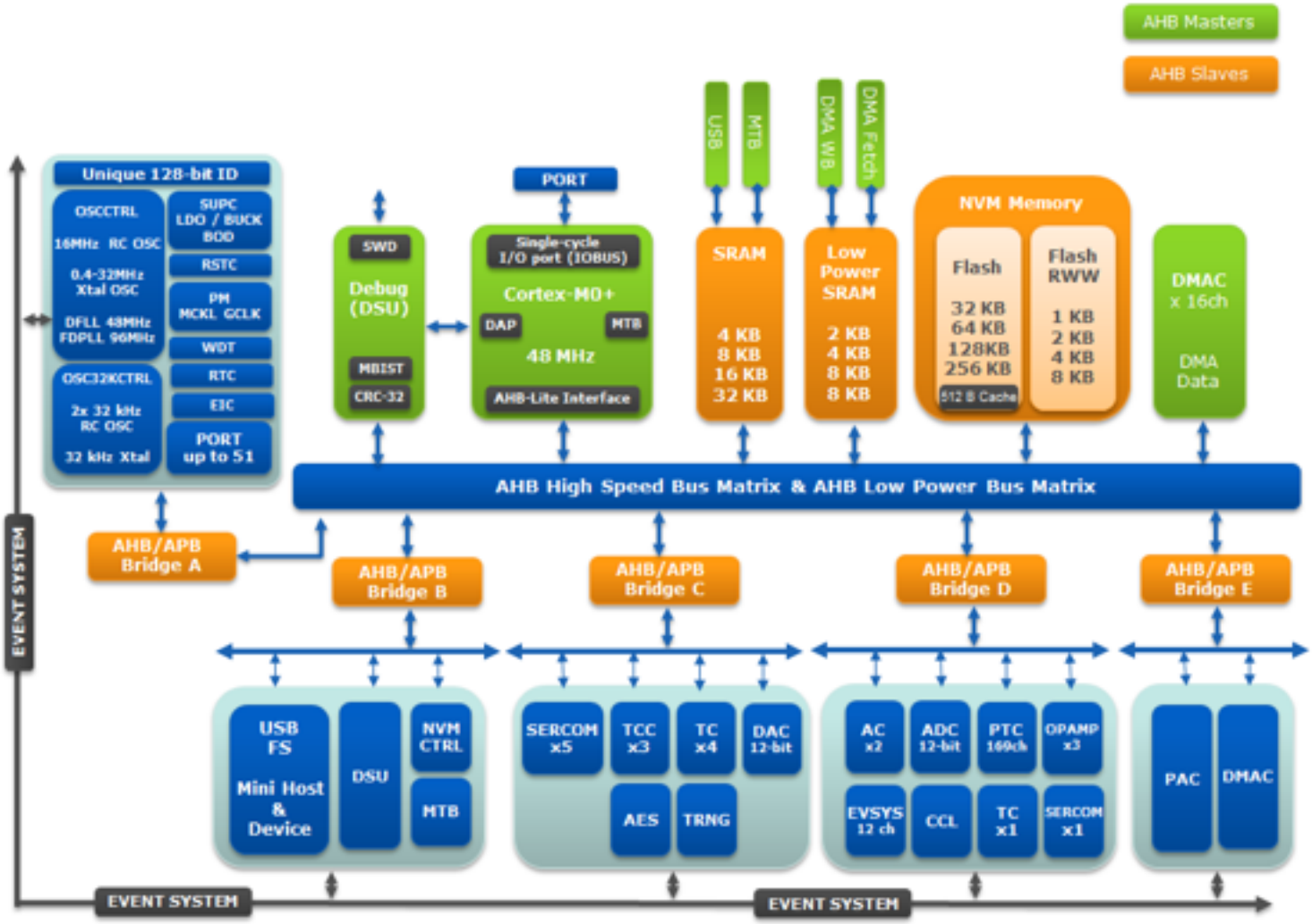
Введение

- **Разработаны с нуля для приложений с питанием от батареи**
  - Накопленные за два десятилетия знания при разработке Atmel Ultra Low Power ARM, AVR & AVR32
  - Свои техпроцессы с низкой утечкой и библиотеки
  - Методы проектирования
  - Геометрия техпроцессов

- **SAM L21 Design Methodology for picoPower Devices**
  - Регуляторы & Генераторы
    - Несколько источников питания и вариантов тактирования
  - Несколько доменов
    - Питания & тактирования
  - picoPower периферия
  - Low Power Analog
  - Гибкие Sleep режимы
    - Масштабируемость Производительности vs Потребления
  - Event System и Sleepwalking



SAM L21 Block Diagram

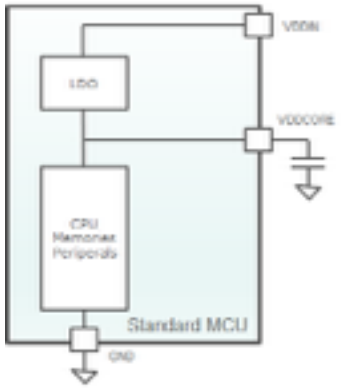


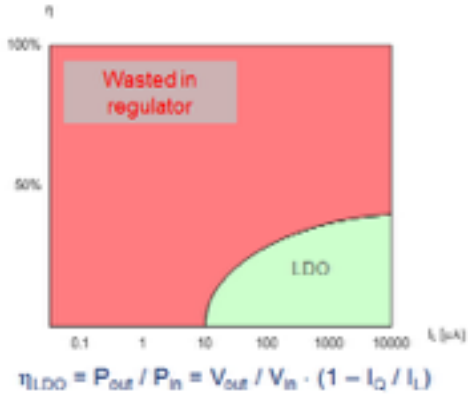
SAM L21 Ultra Low Power Optimization

МЕТОДОЛОГИЯ ДИЗАЙНА

Voltage Regulators

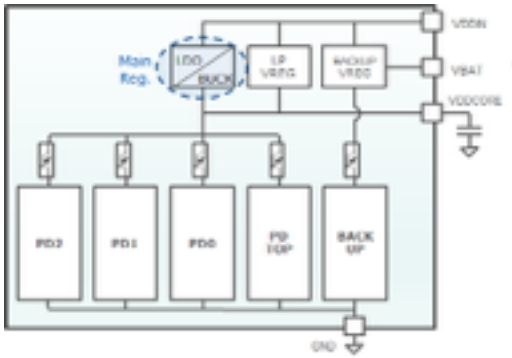
- **Обычная архитектура питания МК**
  - Один LDO
    - Питание ядра, памяти и периферии

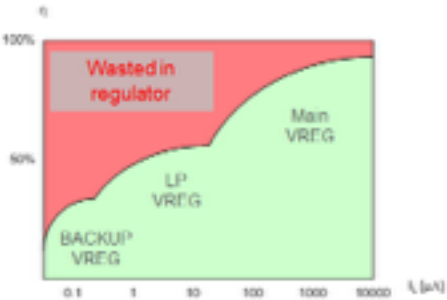




$\eta_{LDO} = P_{out} / P_{in} = V_{out} / V_{in} \cdot (1 - I_Q / I_L)$

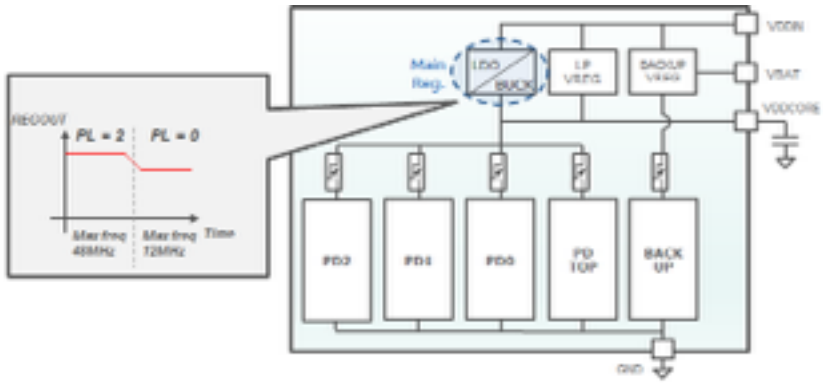
- **Архитектура питания SAM L21**
  - Основной регулятор (VREG)
    - Питание Powers Core domain по умолчанию
    - Два режима (LDO, BUCK)
      - Выбираются на лету
  - Low Power Regulator (LP VREG)
    - Питание ядра в режиме STANDBY
  - Backup Regulator (Backup VREG)
    - Питание Backup domain
    - Включается в BACKUP режиме
    - Автоматическое переключение
      - VDDIN <-> VBAT





Уровни производительности

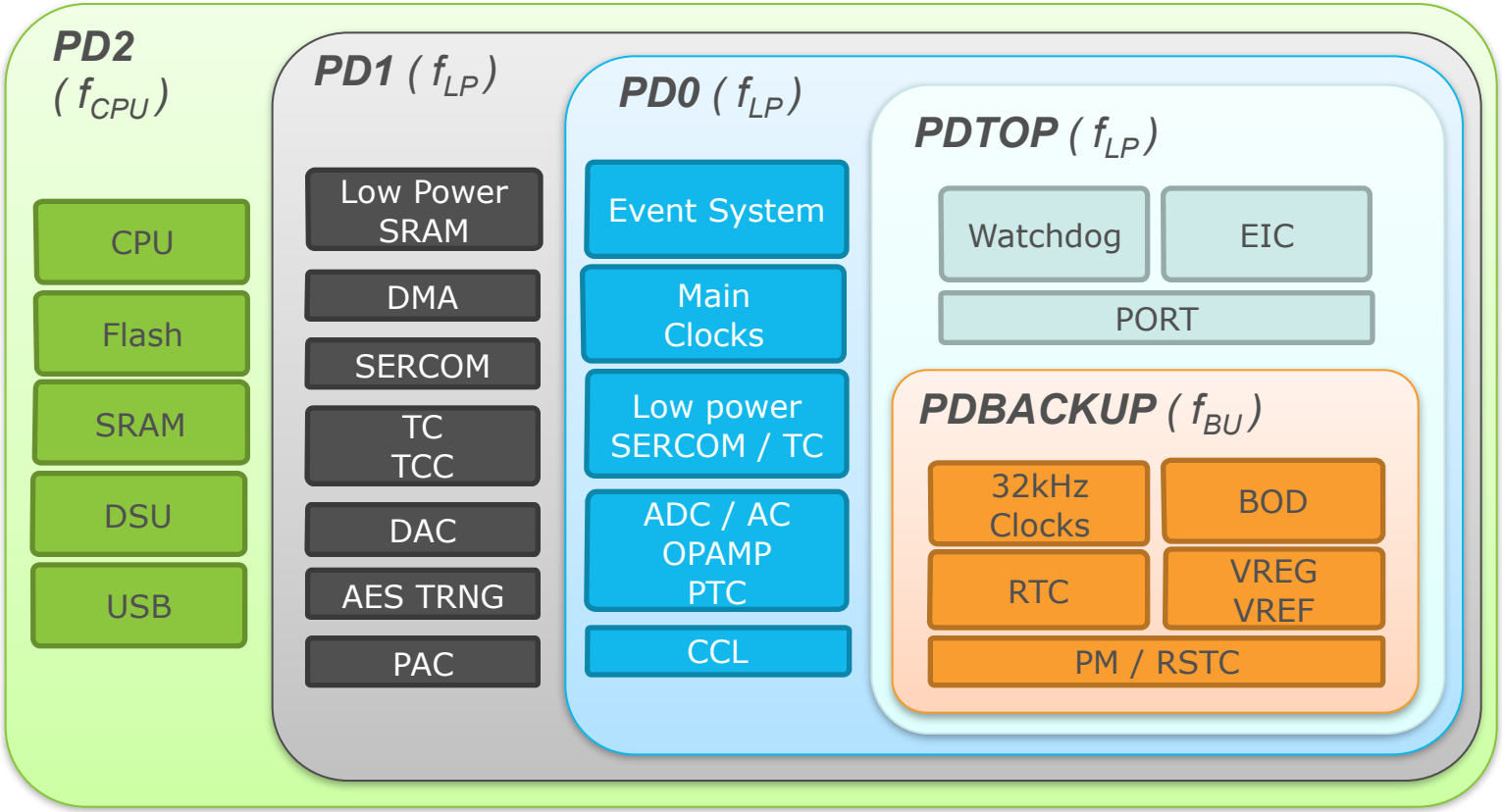
- **Два программно переключаемых уровня производительности позволяют динамическое переключение в зависимости от тактовой частоты**
  - Power Level 0 (PL0)
    - ↓ быстродействие / ↓ потребление
    - Режим после сброса
    - Ограничения для периферии/тактирования
  - Power Level 2 (PL2)
    - Высокая производительность



Performance Level	VREG Mode	Max CPU Frequency	$I_{VDDIN=3,3V}$ (Coremark or Fibbonacci)
0	BUCK	**12 MHz** (1 WS)	**32 µA/MHz**
2		**48 MHz** (2 WS)	**40 µA/MHz**
0	LDO	12 MHz (1 WS)	79 µA/MHz
2		48 MHz (2 WS)	95 µA/MHz

Power Domain Partitioning

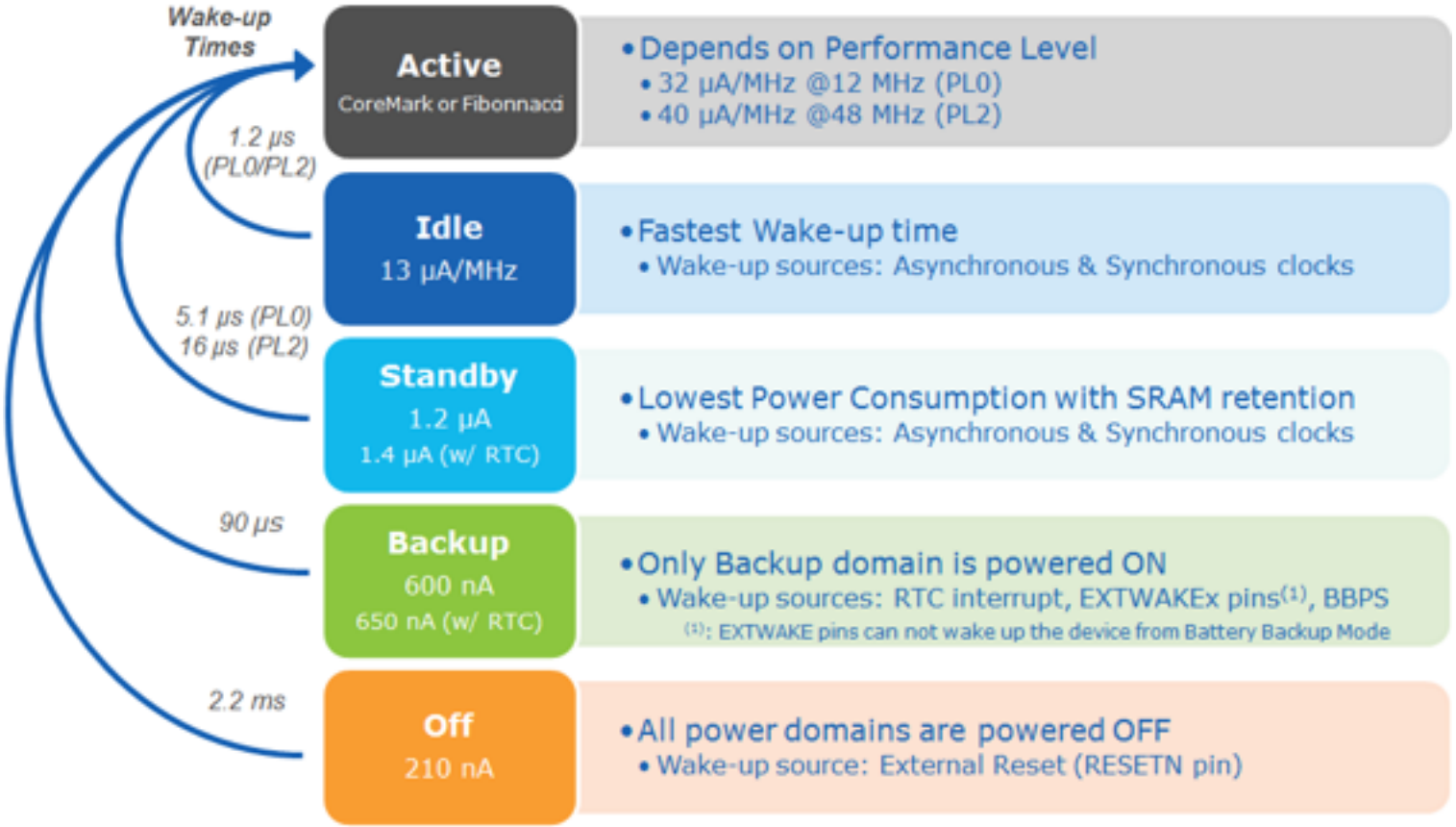
- **Пять power domains (PDn)**



Clock Domains Constraint: $f_{CPU} \geq f_{LP} \geq f_{BU}$

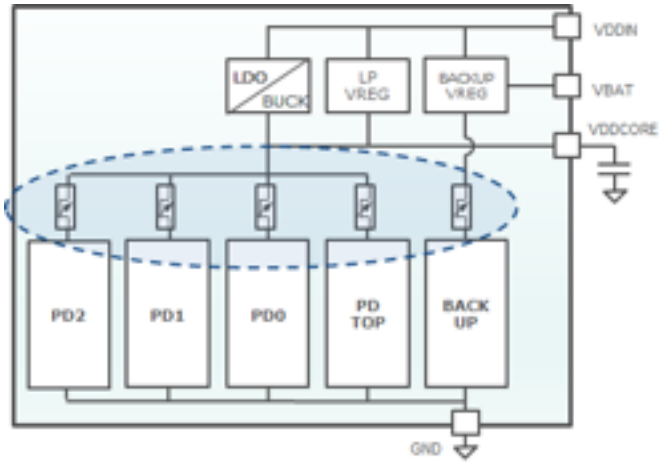
Low Power Modes

- **SAM L21 ключевые параметры (VDDIN=3,3V, T=25°C, BUCK mode)**



Power Domain Gating

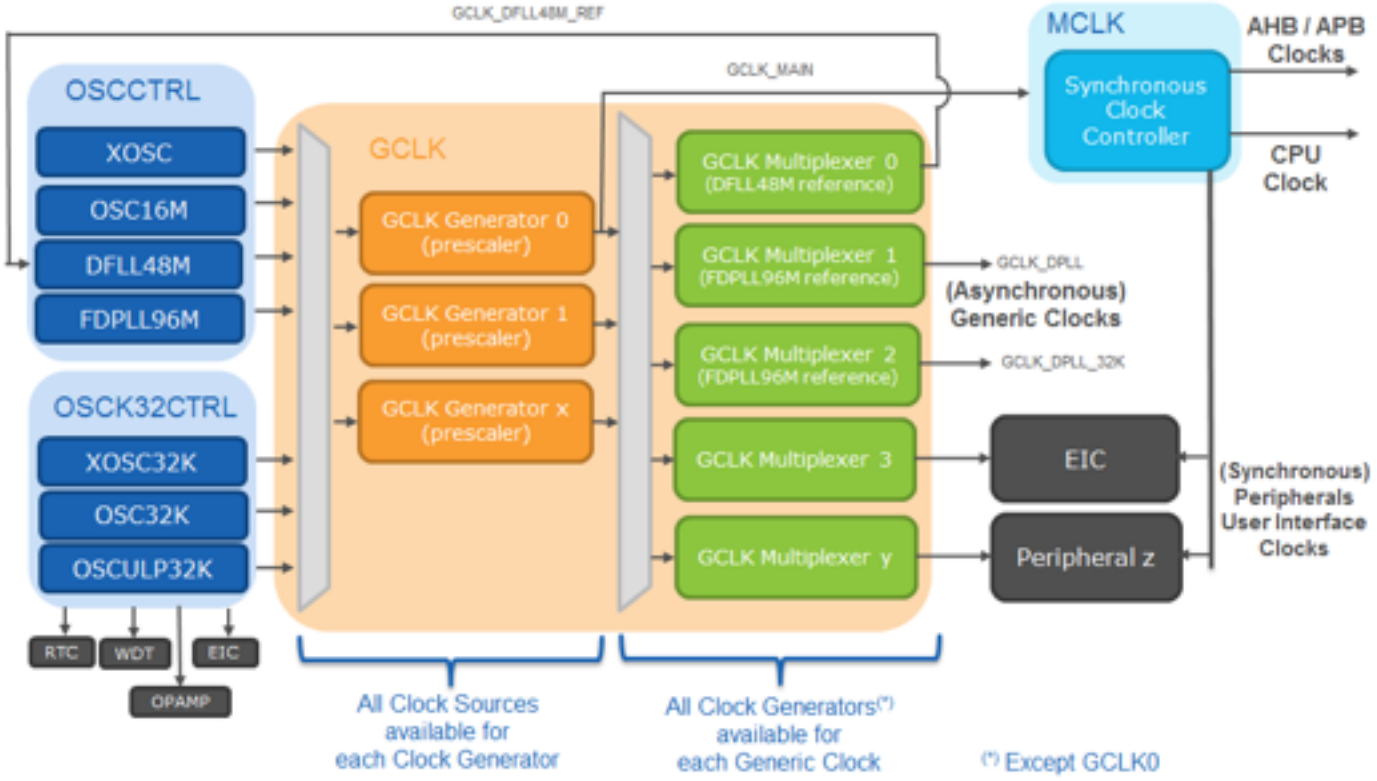
- **SAM L21 АВТОМАТИЧЕСКИ выключает неиспользуемые источники питания для уменьшения потребления в STANDBY режиме**
  - Применимо к PD0, PD1 & PD2
  - Три состояния доменов
    - Active (ON)
    - Retention
    - OFF



	Power Domain State				
Mode	**PD0**	**PD1**	**PD2**	**PDTOP**	**PDBACKUP**
Active	Active	Active	Active	Active	Active
Idle	Active	Active	Active	Active	Active
Standby	Active or Retention			Active	Active
Backup	OFF	OFF	OFF	OFF	Active
Off	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Advanced Clock System

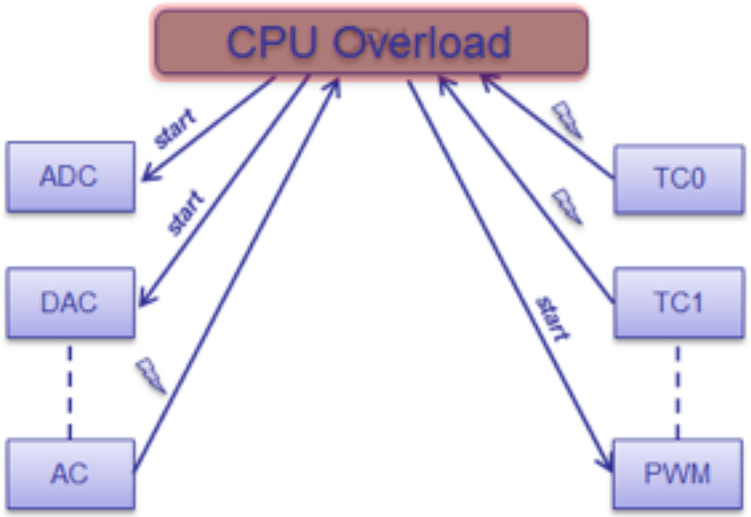
- **Гибкость тактирования!**
  - Несколько доменов тактирования, Ядро и периферия могут тактироваться от независимых доменов тактирования
  - Приложения могут использовать динамическое изменение частоты для уменьшения тактирования



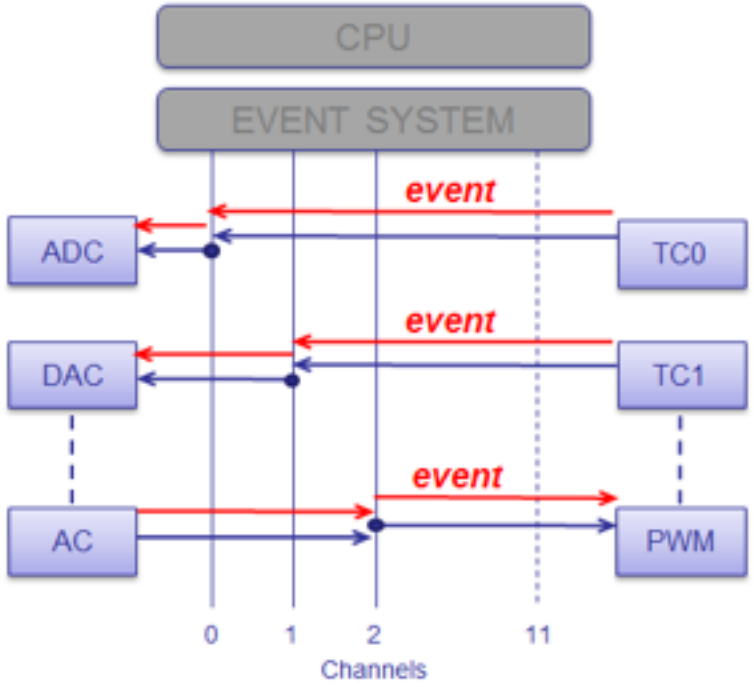
Event System

- **Event System позволяет автоматическое, быстрое и конфигурируемое взаимодействие между периферией без задействования ядра**
- **Некоторая периферия может конфигурироваться для формирования и/или отвечать на сигналы-события (event)**

Standard MCU

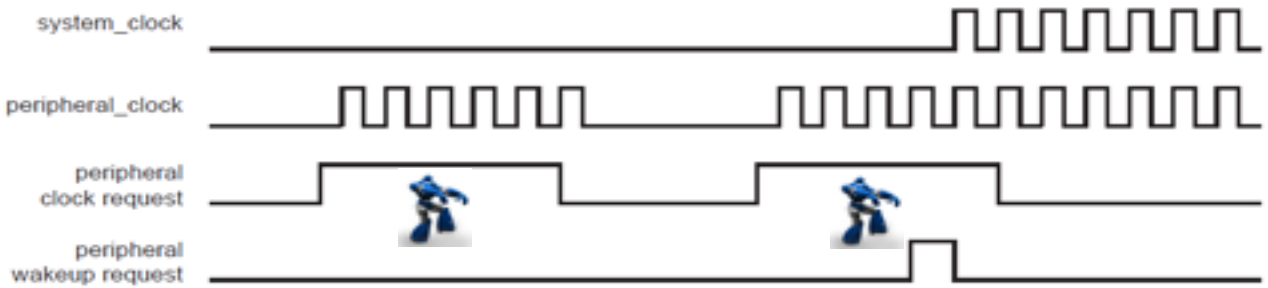


SAM L21



SleepWalking

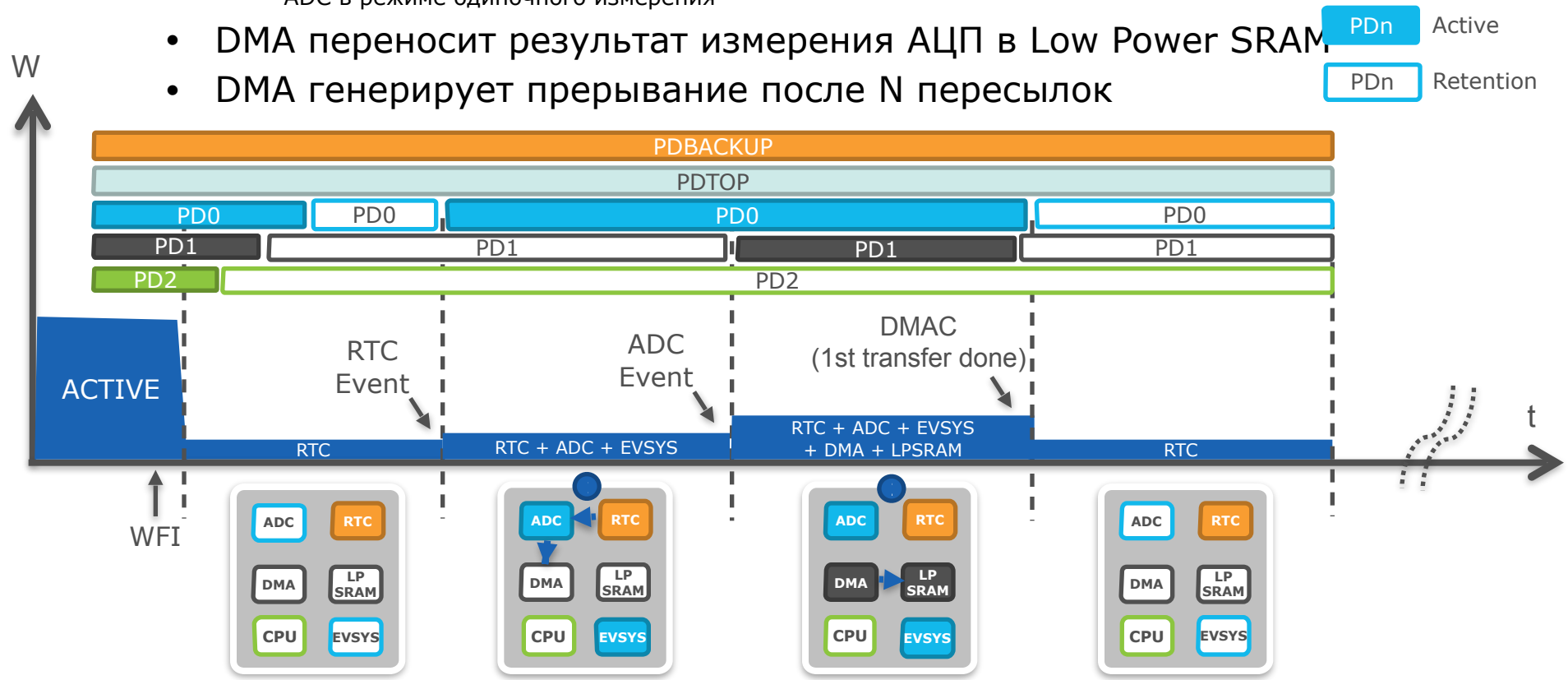
- **SleepWalking – возможность устройства временно дать тактирование на периферию для выполнения задач без пробуждения Ядра**
  - Уменьшает число прерываний
  - «Умная периферия»



- **SleepWalking с динамическим стробированием доменов питания**
  - Управление питанием в дополнение к управлению тактированием
  - Домены питания могут АВТОМАТИЧЕСКИ управляться в зависимости от требований периферии

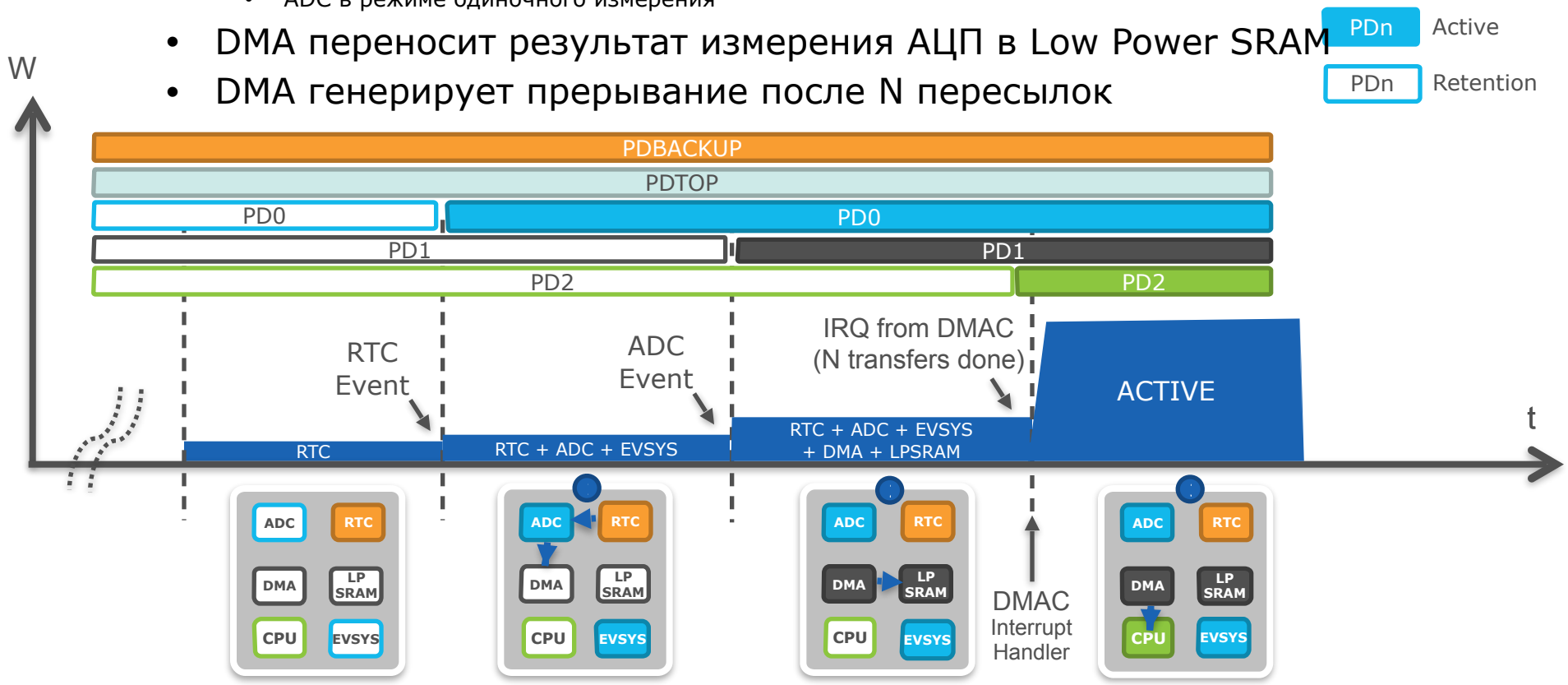
SleepWalking with Dynamic Power Gating

- **Пример**
  - RTC и Event System конфигурированы на генерирование периодического запуска АЦП
    - ADC в режиме одиночного измерения
  - DMA переносит результат измерения АЦП в Low Power SRAM
  - DMA генерирует прерывание после N пересылок



SleepWalking with Dynamic Power Gating

- **Пример**
  - RTC и Event System конфигурированы на генерирование периодического запуска АЦП
    - ADC в режиме одиночного измерения
  - DMA переносит результат измерения АЦП в Low Power SRAM
  - DMA генерирует прерывание после N пересылок



SAM L21 Ultra Low Power Optimization

ИТОГИ

Итоги

- **SAM L21 Ключевые особенности достижения эффективности потребления**
  - Regulator Modes
  - Power Gating
  - Performance Levels
  - Advanced Clock Tree
  - Four Low Power Modes
  - Peripheral Event System
  - SleepWalking
  - DMA
  - picoPower® Peripherals

Additional Resources

- **SAM L21 Product Datasheet**
  - http://www.atmel.com/Images/Atmel-42385-SAM-L21-Datasheet.pdf
- **Application Notes**
  - **Atmel AT04296: Low Power Features of SAM L Series Devices**
    - http://www.atmel.com/Images/Atmel-42412-Low-Power-Features-of-SAM-L-Series-Devices_ApplicationNote_AT04296.pdf
  - **Atmel AT06549: Ultra Low Power Techniques**
    - http://www.atmel.com/Images/Atmel-42411-Ultra-Low-Power-Techniques-AT06549_Application-Note.pdf
- **EEMBC ULPBench**
  - http://www.eembc.org/ulpbench/

MICROCHIP

Development Solutions

MPLAB® Code Configurator

Pure Engineering Nirvana

- **Generates seamless, easy to understand Drivers and Initializers that can be inserted into your project**
  - Enables, configures and utilizes a rich set of peripherals across many of Microchip's most popular 8-bit and 16-bit PIC® microcontrollers
  - Generated C code can be easily modified and debugged
- **Leverage drivers and GUI interface to reduce time to market**
- **Reliable, Small Footprint and Efficient**
  - Generated C code is reliable and designed for efficient use MCU resources
- **Powerful, easy to use plug-in development tool for MPLAB® X IDE**

Download this powerful development tool for FREE at:

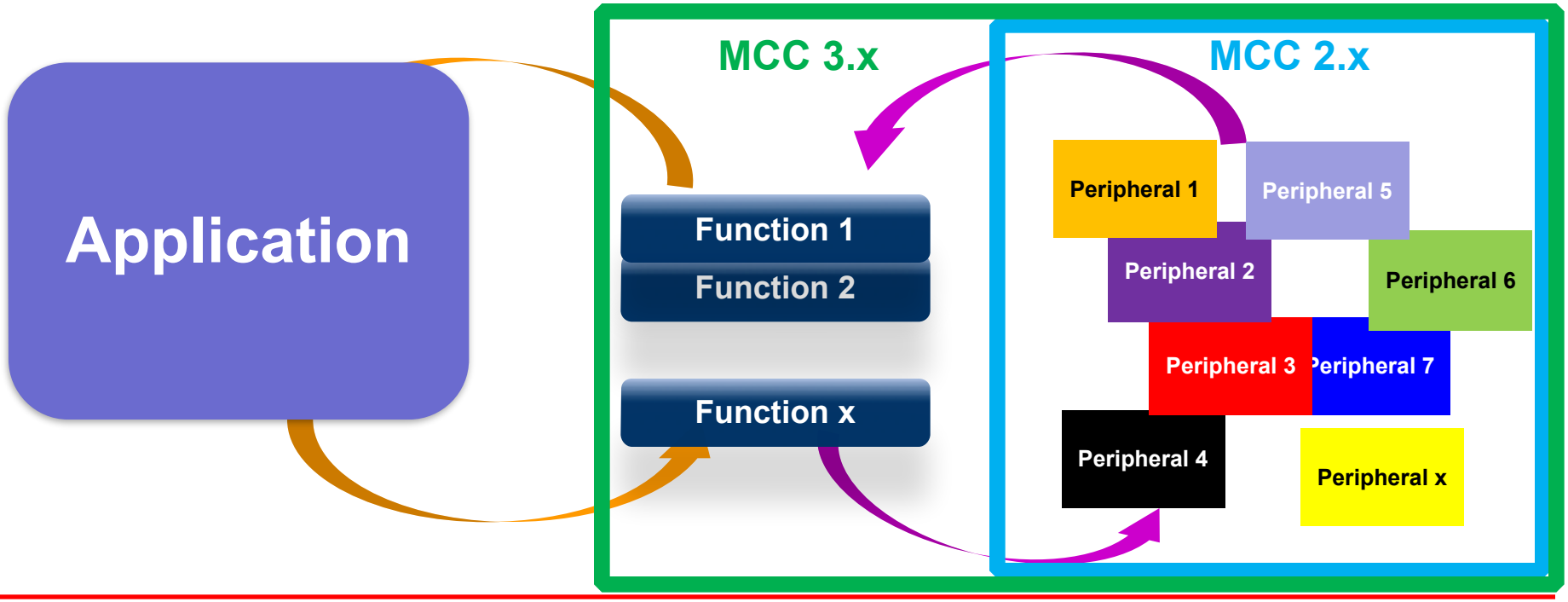
www.microchip.com/MCC

Accelerate Your Development

MPLAB Code Configurator (MCC)

MCC minimizes code writing & reduces dependency on the datasheet

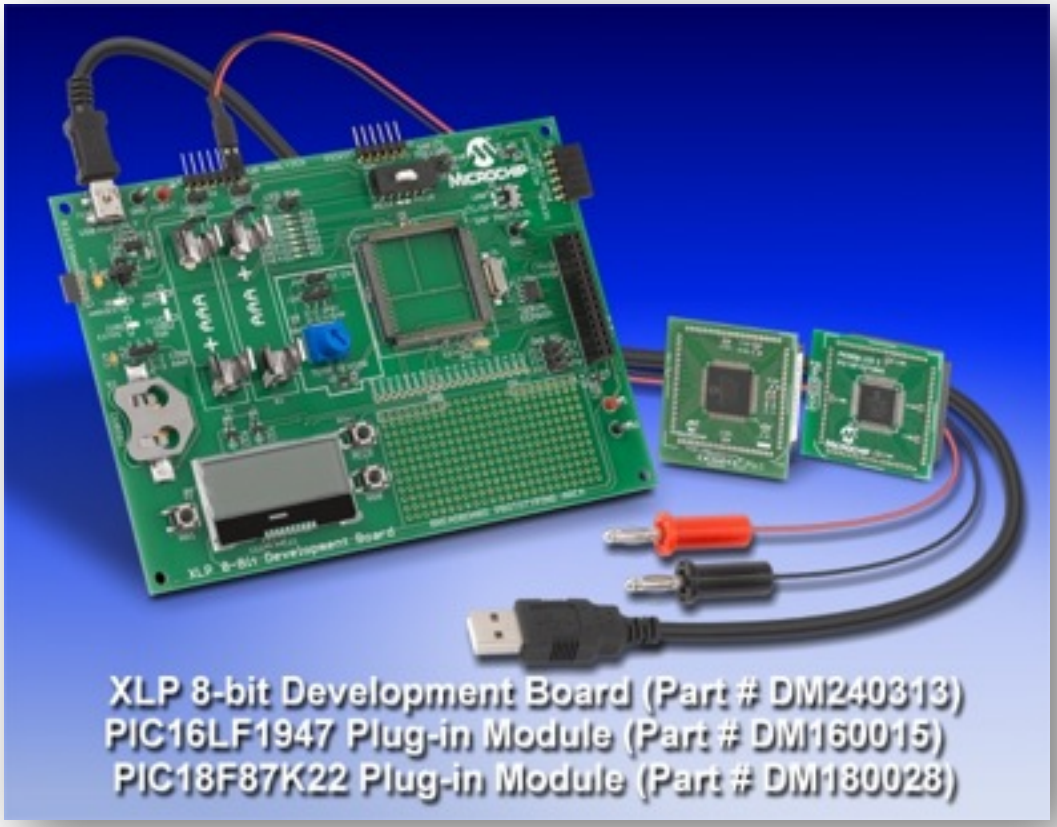
- Easy configuration of peripherals & functions via intuitive graphical interface
- Accelerated code development utilizing proven application libraries and examples
- Easy prototyping with built-in drivers for development boards
- Improved technical support with data logging capability



XLP 8-bit Development Board

XLP 8-Bit Dev Board

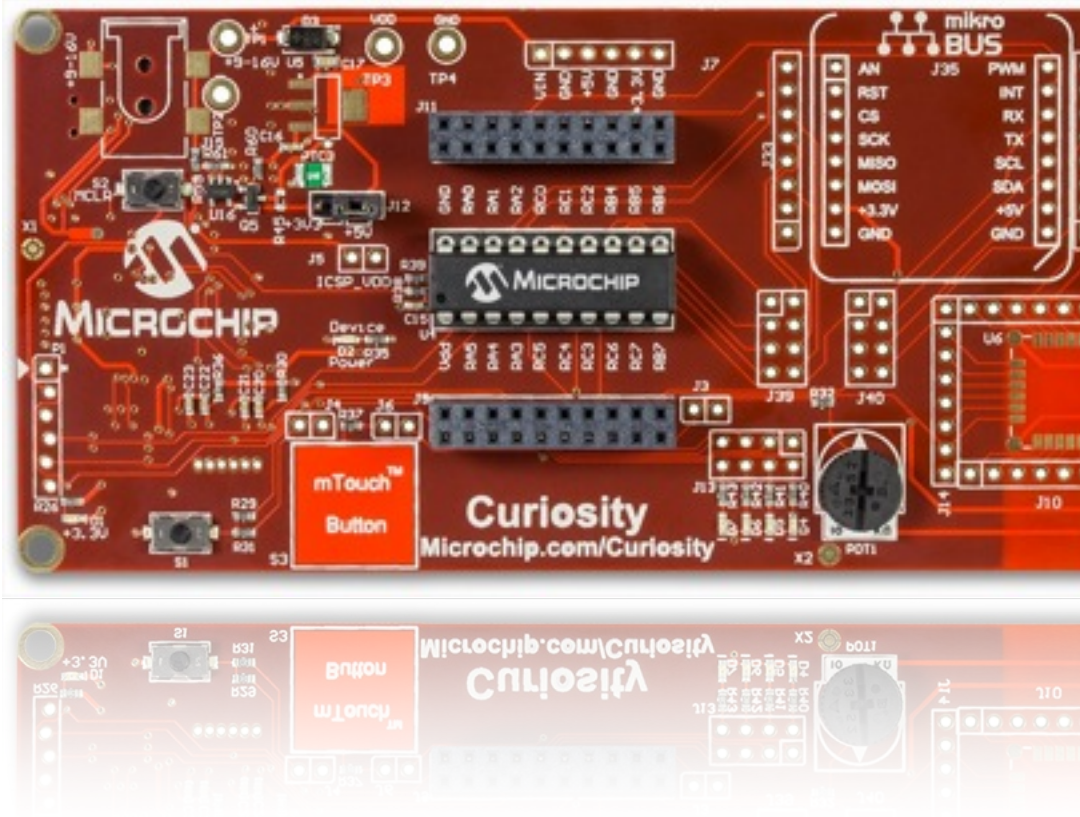
- Power Sources
  - Coin cell
  - 2 AAA
  - USB
  - Energy Harvester
  - External power
- On-board LCD w/ controller
- LED's
- Generous prototyping area
- Serial EEPROM
- Temp Sensor
- Power analyzer connector
- PICkit connector
- Processor PIMs



8-bit Curiosity Development Board

New Entry Point

- Integrated Programmer / Debugger
- 20, 14, 8 pin support
- Shipping with PIC16F1619
- RN-4020 footprint
- Mikrobus footprint
  - Ecosystem > 100 clicks



Part # DM164137

Explorer 8 Development Board

Rapid proof of concept platform

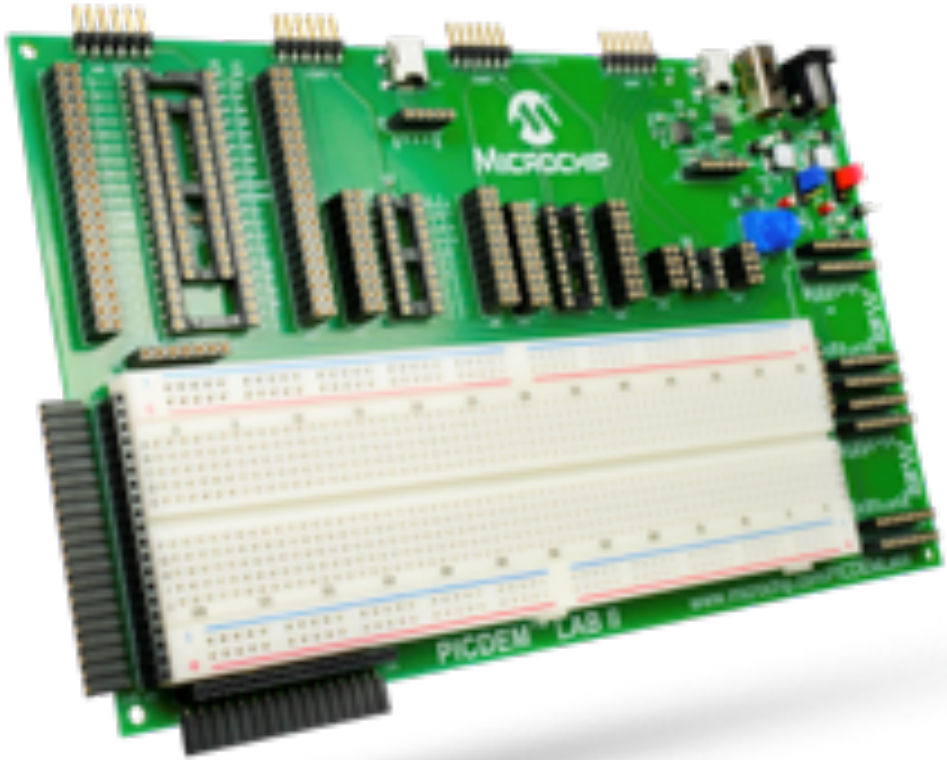
- Merges and Expands upon the functionality of PIC18 Explorer and PICDEM Lab 2
- Supports 6, 8, 14, 20, 28, 40 pin DIPs
- PIM module for higher pin counts
- 2x Mikrobus headers
- 2x PMOD headers

Part # DM160228

PICDEM Lab II Development Board

Comprehensive development and learning platform

- Working with Academia to enable labs on demand
- Focused on hardware / peripherals
- 6, 8, 14, 20, 28, 40 pin DIP support
- Mikrobus header
- Bundled with 4 labs



Part # DM163046

XLP 16-bit Development Board

Part # DM240311

XLP 16-bit Development Board

- Designed for low power
- Modular and uses RF PICtail™
- USB user interface & mTouch™
- Powering options
  - Coin-cell / AAA
  - Energy harvesting kit
- 32 KHz oscillator
- Power measurement interface
- Potentiometer, LEDs, Switches
- Supports PIC24F with 20/28 pins:
  - PIC24F04KA201
  - PIC24F16KA102/KL402
  - PIC24F32KA302
  - PIC24FJ64GA102
  - PIC24FJ128GB202

PIC24FJ128GB204 Bluetooth Smart™ Demo

Microchip's eXtreme Low Power PIC® Microcontrollers and RN4020 Bluetooth low energy module help in achieving low power consumption in Internet of Things

- Explorer 16 Development Board and 16-bit XLP Development Board
- 16-bit XLP MCU with easy code portability
- RN4020 Bluetooth LE Module on PICtail Daughter Card
- Android Tablet with App
- Bi-directional Communication
  - Basic Command & Control
  - LEDs, Switches, Temp sensor

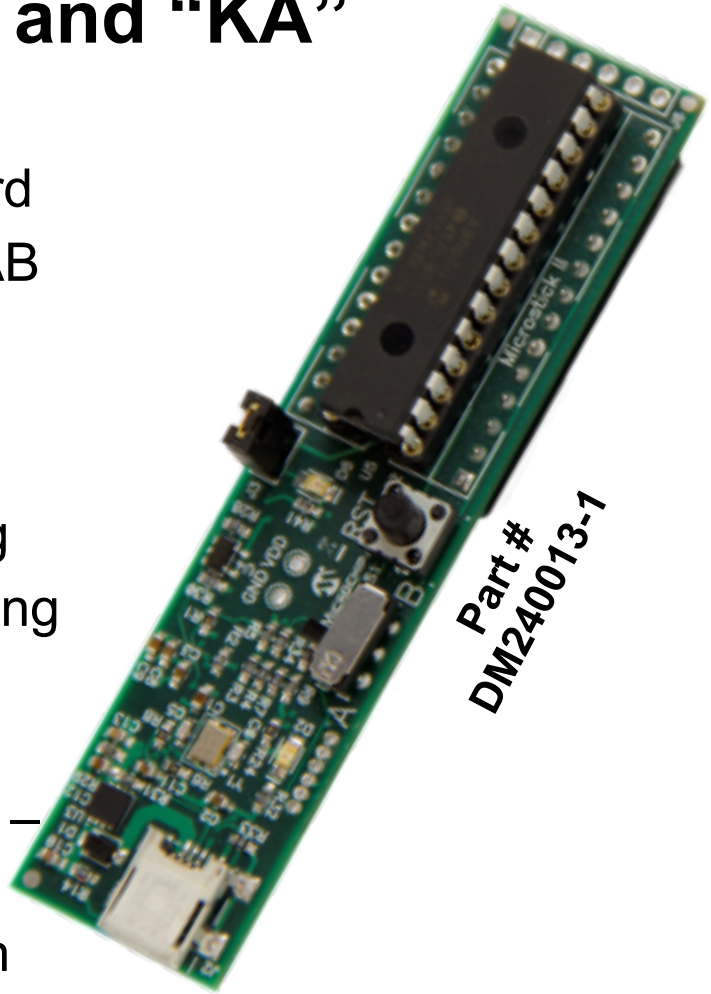
www.microchip.com/pic24iotdemo

Video Link

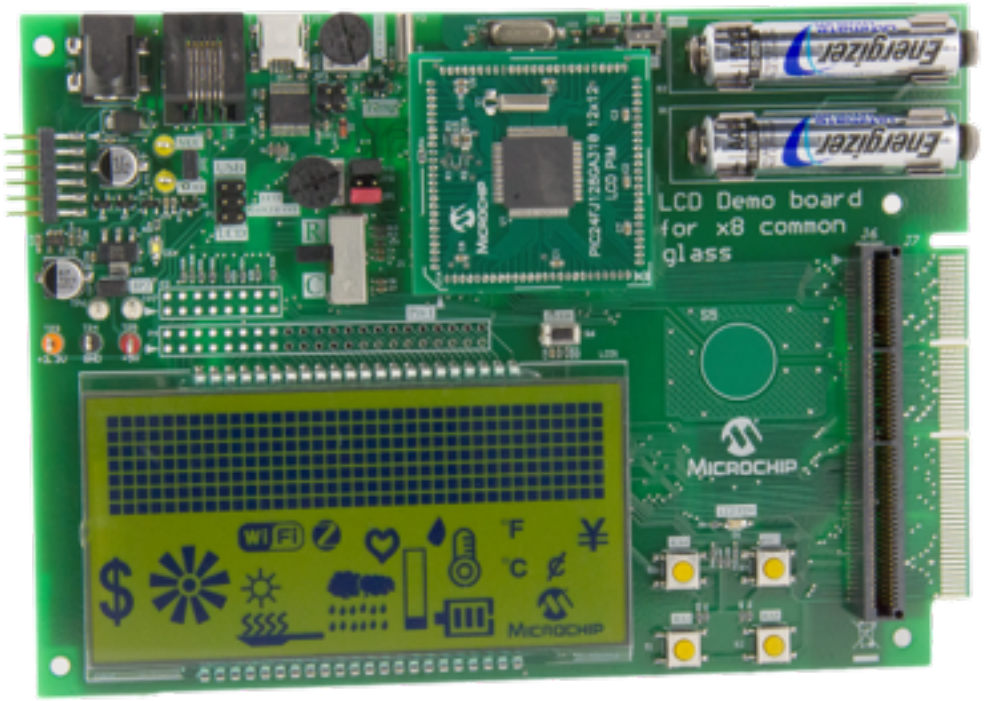
Microstick for 3V PIC24F K-series

Microchip's lowest cost 16-bit microcontroller families – PIC24F "KL" and "KA"

- Low Cost development board
- Compatible with 16-bit XLP Development Board
- Integrated Programmer / Debugger with MPLAB IDE Support
- USB Powered – Ease of Use, No External Power Supply Required
- DUT Socket – Flexible, Easy Device Swapping
- Works Stand-alone or Plugged into a Prototyping Board
- Easy Access to all Device Signals for Probing
- Smaller than a Stick of Gum at 20mm x 69mm – Easily Portable
- On Board User, Power LEDs and Reset Button



LCD Explorer Development Board



Part # DM240314

x8 Common Display

- 37 x 7 Banner
- 37 Custom Icons

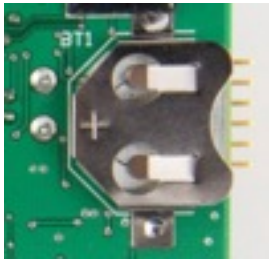
Wireless Connectivity

- PICtail™ Plus Connector

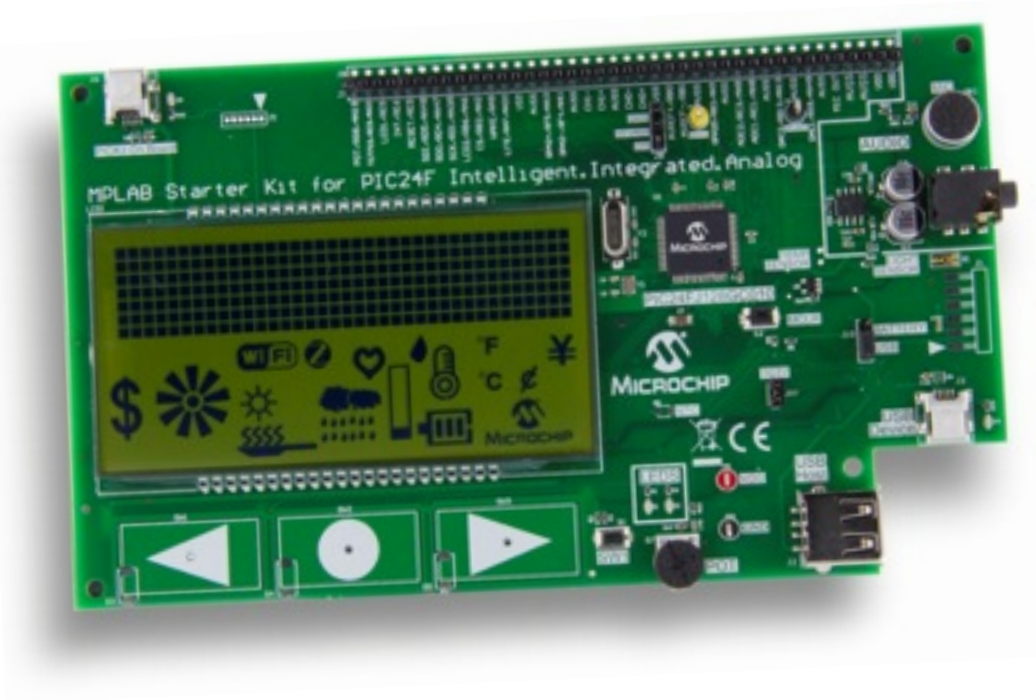
mTouch™ Sensing Button

V_{BAT} Battery

- Backup



PIC24F Starter Kit for Intelligent and Integrated Analog



Part # DM240015

Analog Header

- Clean Analog Signals
- Plugs Into Breadboards

Audio

- Mic & Headphones

On Board Sensors

- Light & Temperature

Rich Display

- Scrolling Banner
- Custom Icons
- mTouch™ Controls

Connectivity

- USB OTG, Host & Device
- RF Module Footprint

Built in Debugger/ Programmer

MPLAB® REAL ICE™ Power Monitor Module

Measure Current in your application in real time

- Micro-Amp resolution
- 1 Amp dynamic range
- 1.25V to 5.5V Vdd

Features

- Real-time Current Graph
- Current Threshold Break
- Event Timestamp

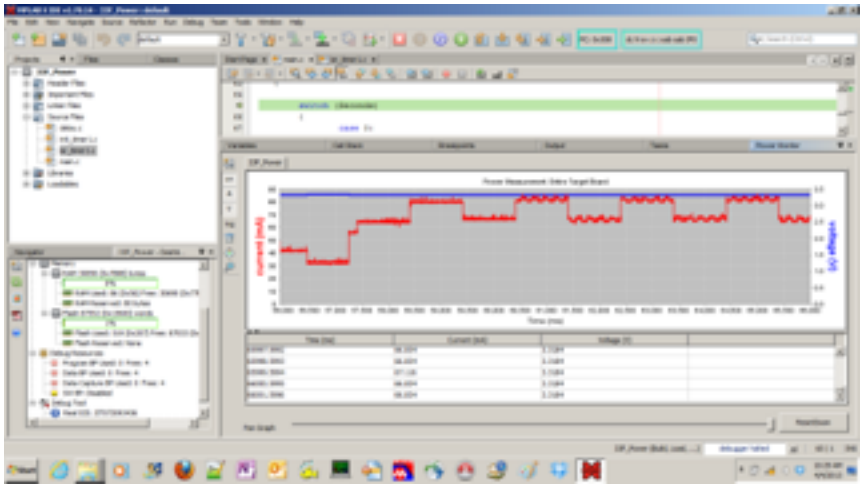
Coming Soon

- Graphical current by instruction
- Graphical statistics

Part Number

- AC244008

MPLAB® REAL ICE™ Power Monitor Module
(Part # AC244008)

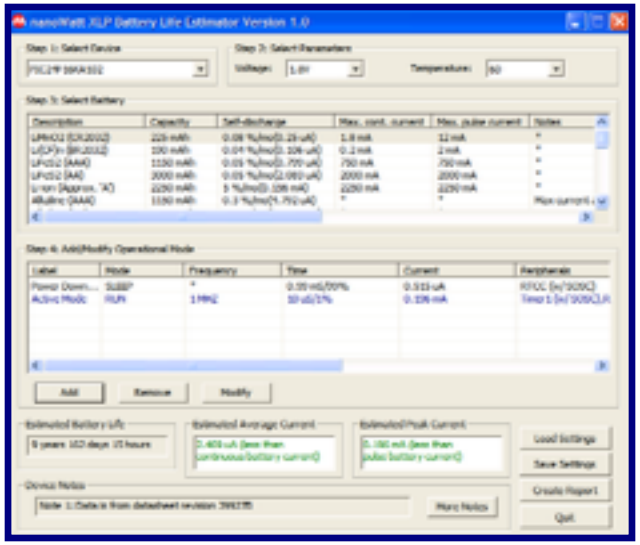


XLP
Battery Life Estimator

XLP Battery Life Estimator (Free Download)

Easy to Use

- Select your PIC MCU with XLP Technology
- Select your battery type
- Enter application Run and Sleep times
- Select peripherals and input application
- currents
- View battery life, average and maximum
- current estimates



Flexible

- Customizable to allow new device profiles
- and battery specifications to be added
- Save profiles and compare results

Xplained Platform

Flexible and affordable starting point

ATmega168PB Xplained Mini

+

OLED1 Xplained Pro

+

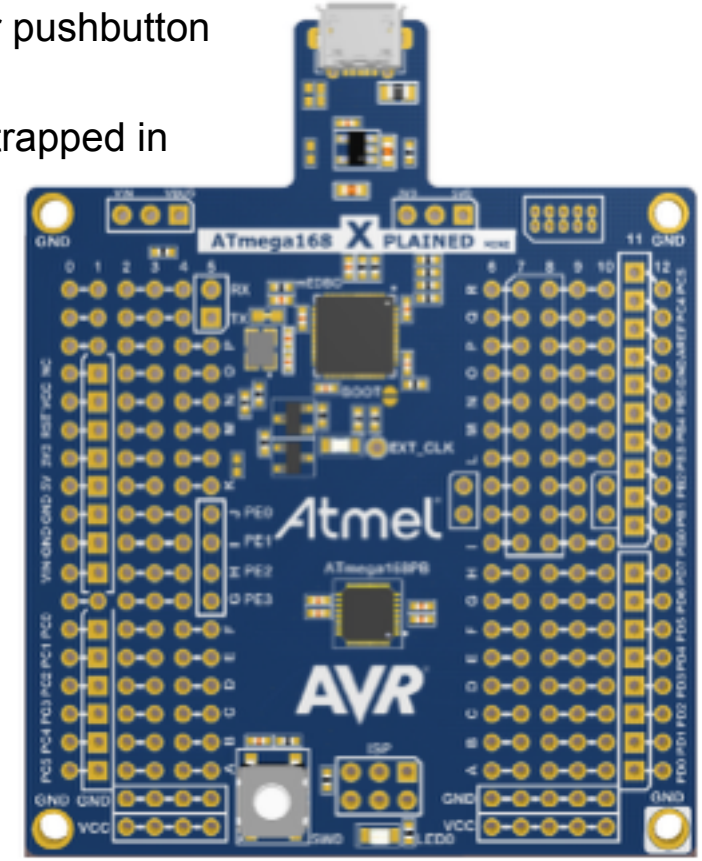
I/O1 Xplained Pro

- **Easy to connect**
  - USB powered
  - Recognized by Atmel Studio
- **Includes Embedded Debugger**
  - Non-intrusive debugging
  - Run, step, break the code
  - Inspect all memories
- **Combines with Extension Wings**
  - Evaluate Serial Communication, Analog and more

ATtiny104 Xplained Nano

ATmega168/328PB Xplained Mini Evaluation Kit

- **ATmega168/328PB Xplained Mini**
  - On-board debugger with full source-level debugging support in Atmel Studio
  - One green status LED and one mechanical user pushbutton
  - Auto-ID for board identification in Atmel Studio
  - Xplained Pro extension headers can easily be strapped in
  - Access to all signals on target MCU
  - USB-powered
  - Arduino shield-compatible foot prints
  - Target SPI bus header foot print



- **Ordering Code:**
  - **ATMEGA168PB-XMINI**
  - **ATMEGA328PB-XMINI**
    - **+ Slider**

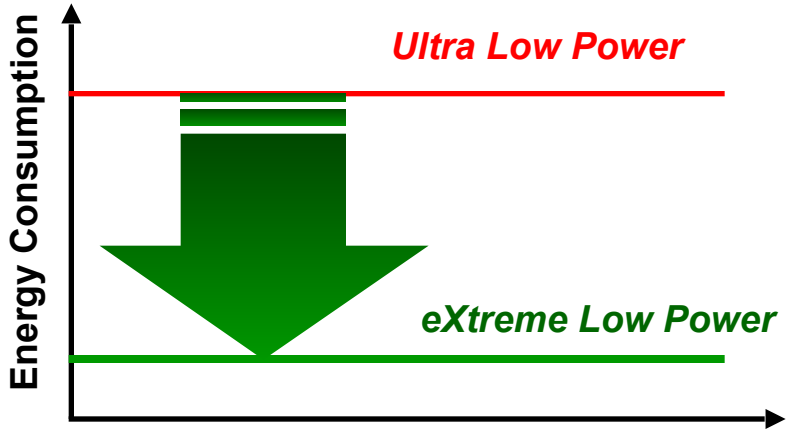
Power Debugger

Debug and Evaluate Design Power Consumption

- **Programs and debug support**
  - All 8-bit AVR and all ARM devices
- **Measuring both voltage and current simultaneously**
  - High resolution channel: 100nA to 100mA
  - Lower resolution channel: 1mA to 1A.
- **Power target application**
  - Adjustable supply voltage:
    - 1.6V and 5.5V (up to 100mA)
- **CDC virtual COM port interface**
  - Terminal output from application
- **Data Gateway Interface**
  - Streaming application data to the host computer
  - Visualization in Atmel Studio

Итоги

- **XLP технология достигает потребления тока до 9 нА и тока в активном режиме до 34мкА/МГц**
- **Малое потребление**
  - USB, LCD, Cryptography и mTouch™ емкостные сенсоры
- **Микропотребляющие возможности, периферия и инструментарий**



Спасибо за внимание

Гамма - Санкт-Петербург

Октябрь 2016

www.gamma.spb.ru