



Microchip's **Russia**
MASTERS

HVR11

**Микропотребляющие схемы с
питанием от регенерируемых
ИСТОЧНИКОВ**



Тема лекции

- | **Что мы рассмотрим?**
 - | Доступные источники регенерируемой энергии
 - | Как захватывать эту энергию
 - | Проблемы и требования к системам с захватом регенерируемой энергии



План

- | **Введение**
- | **Источники энергии**
- | **Использование энергии**
- | **Мониторинг состояния**
- | **Итого**



Microchip's **Russia**
MASTERS

Регенерируемая энергия

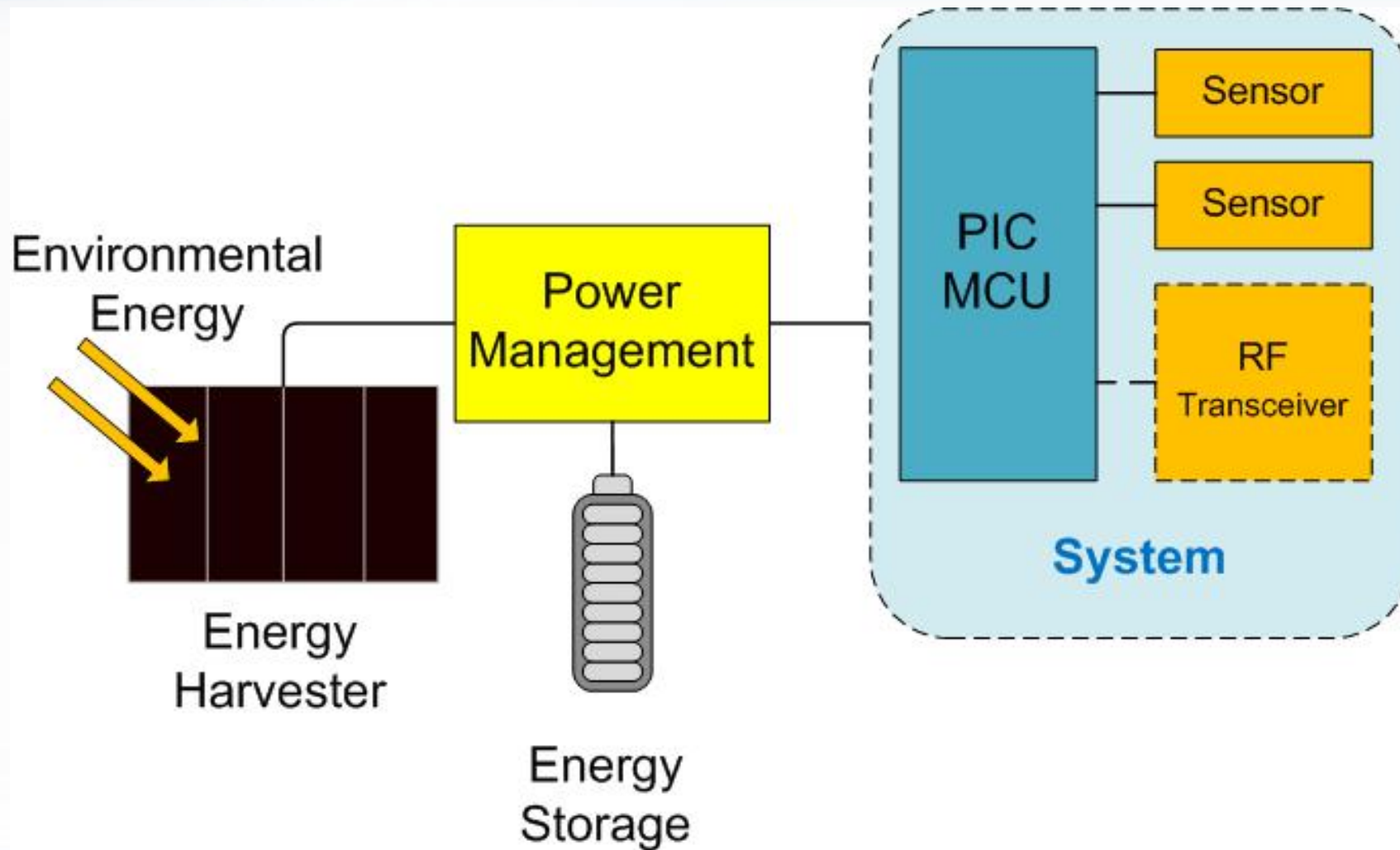


Регенерируемая энергия

- | **Энергия, доступная из окружающей среды**
- | **Не относится к этому**
 - | Индуктивные зарядные устройства
 - | Большие генераторы



Что такое Energy Harvesting?





Какие плюсы?

I Сеть датчиков в здании

	Цена	Реализация
Проводные	Высокая цена монтажа Средняя цена экспл.	Просто Надежно Дорогой и сложный монтаж
Беспроводные батарейные	Низкая цена монтажа Высокая цена экспл.	Просто Дешевый монтаж Постоянная замена батареек
Беспроводные с регенерируемым источником	Высокая цена датчика Низкая цена экспл.	Более сложное изделие Самая дешевая экспл.



Где используется

- Низкопотребляющие изделия с постоянно доступной энергией из окружающего пространства





Microchip's **Russia**
MASTERS

Источники регенерируемой энергии



Источники

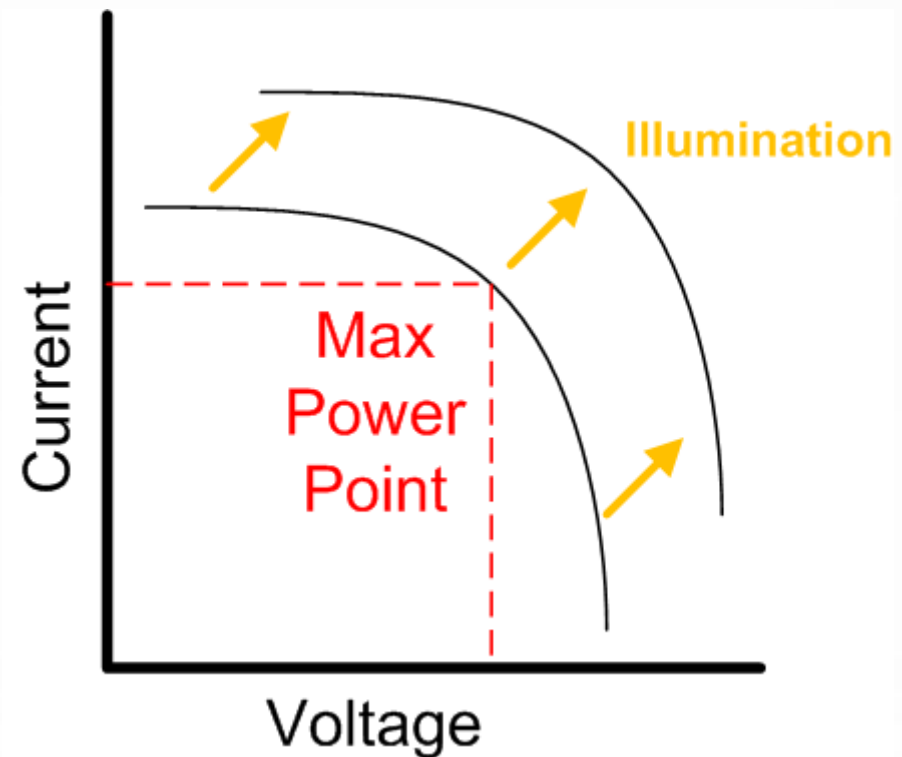
- | **Свет**
- | **Тепло**
- | **Движение**
- | **Радиочастота**



Свет

┆ Солнечные батареи

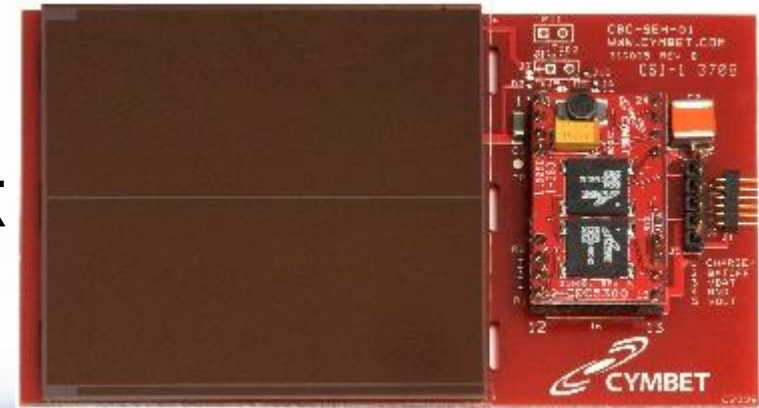
- ┆ На улице:
10 мВт/см²
- ┆ В помещении:
1 мВт/см²





Свет

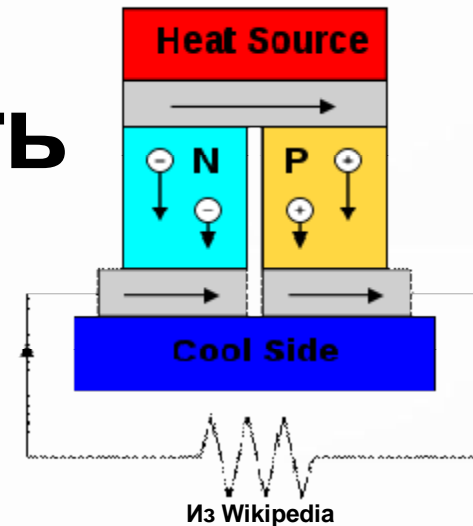
- | **Солнечные батареи**
 - | Средняя мощность
 - | Низкая цена
- | **Требования**
 - | Поддержания рабочей точки
 - | Повышающее преобразование
- | **Примеры**
 - | Калькулятор
 - | Светофор
 - | Садовый светильник





Тепло

- Термоэлектрический генератор – эффект Зеебека
- Производительность
 - Высокая мощность
 - Высокая цена



$$V = (S_B - S_A) \cdot (T_2 - T_1)$$



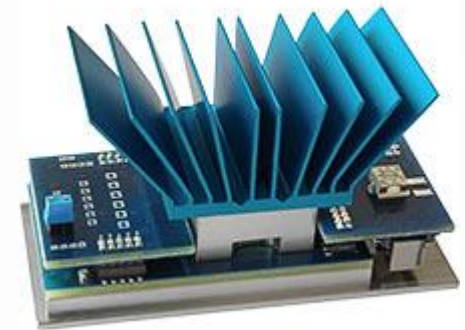
Тепло

Требования

- Разность температур
- Повышающий преобразователь и согласование импеданса
- Большие размеры

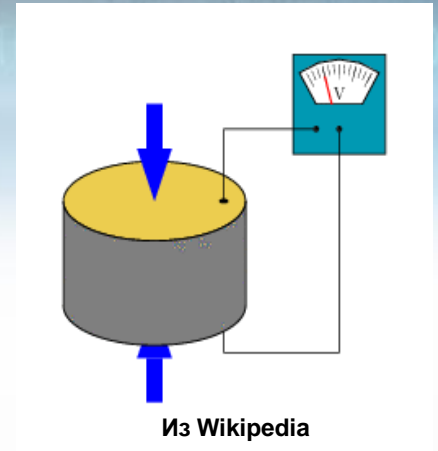
Пример

- Истребитель насекомых
- Промышленный датчик





Движение

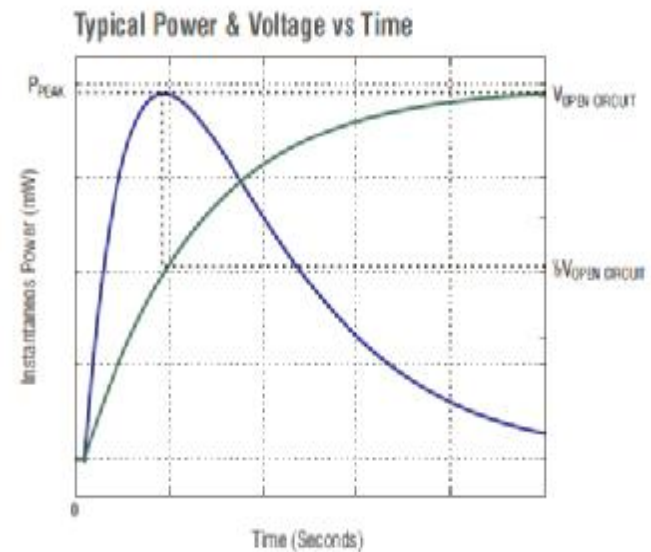


Пьезоэффект

- Случайные колебания
- Резонанс – средняя мощность
- Высокая цена

Другие источники

- Электромагнитные
- Электростатические





Движение

Требования

- Постоянный источник вибрации
- Выпрямление, понижающее преобразование

Примеры

- Датчик разбития стекла
- Датчики вибрации/деформации





Радиочастота

- | **Приемник РФ**
 - | Окружающие радиоволны (сотовые сети, WiFi) – очень низкая мощность (нВт-мкВт)
 - | Передатчик – низкая мощность (мкВт-мВт)
 - | Высокая цена
- | **Требования**
 - | Согласование антенны
 - | Обычно нужна спецмикросхема
- | **Примеры**
 - | Автоматизация зданий
 - | RFID





Сравнение источников

	Цена	Мощность	Примечания
Свет -помещение -улица	\$0.20/мкВт \$0.20/мВт	~1.0-1.5В 10мкВт/см ² 10мВт/см ²	- Ограниченные возможности в помещениях - Непостоянный источник
Тепло	\$0.50/мВт	~ 1В@10 К 1мВт/(К*см ²)	- Большой размер - Надежный и мощный
Пьезо -резонанс -произвольно	\$20/мВт	~ 25ВА 0.1-0.5мВт/см ² ~1мкВт/см ²	- Высокая цена - Резонанс: вибрации от 1g - Произвольные колебания: маленькая мощность
Радио	\$30/мВт	1мВт на 2м 10мкВт на 10м	- Передатчик 3 Вт и антенна 6 dВ - Малая мощность - Низкая цена



Microchip's **Russia**
MASTERS

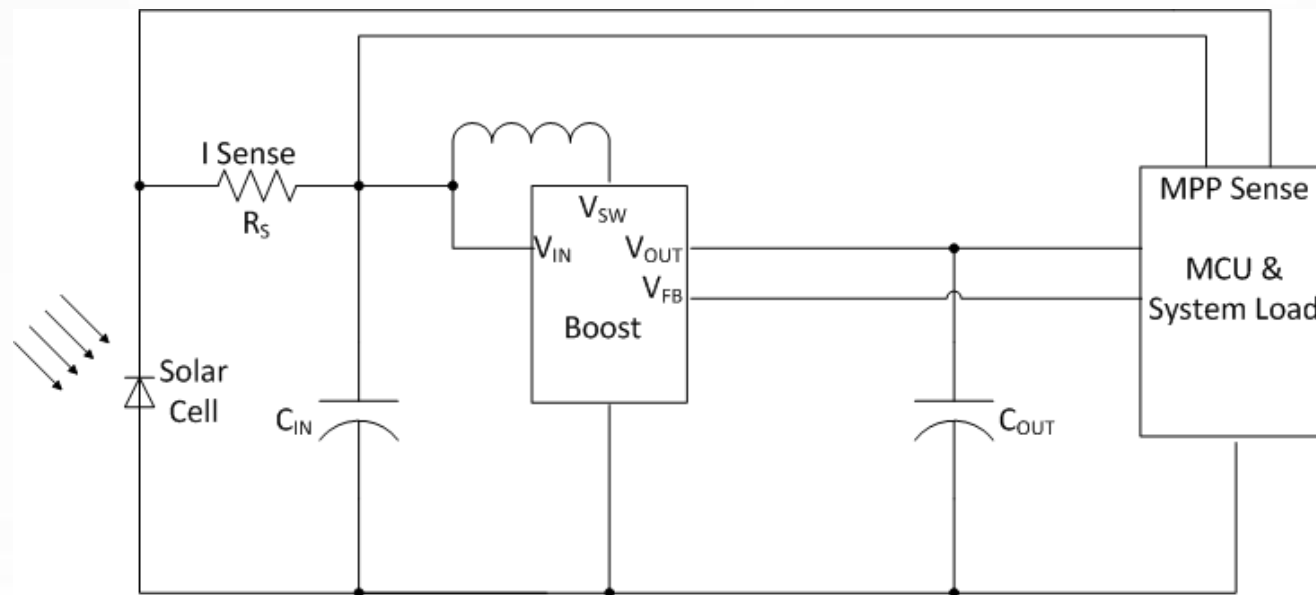
Использование энергии Условия и потребление



Управление питанием

I Согласование импедансов

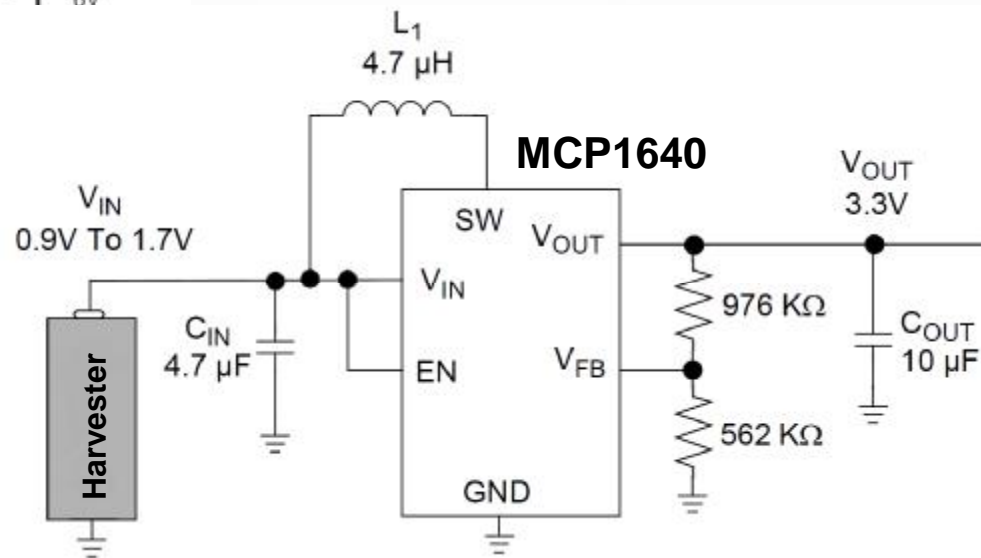
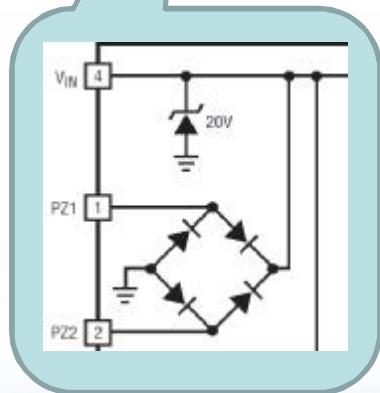
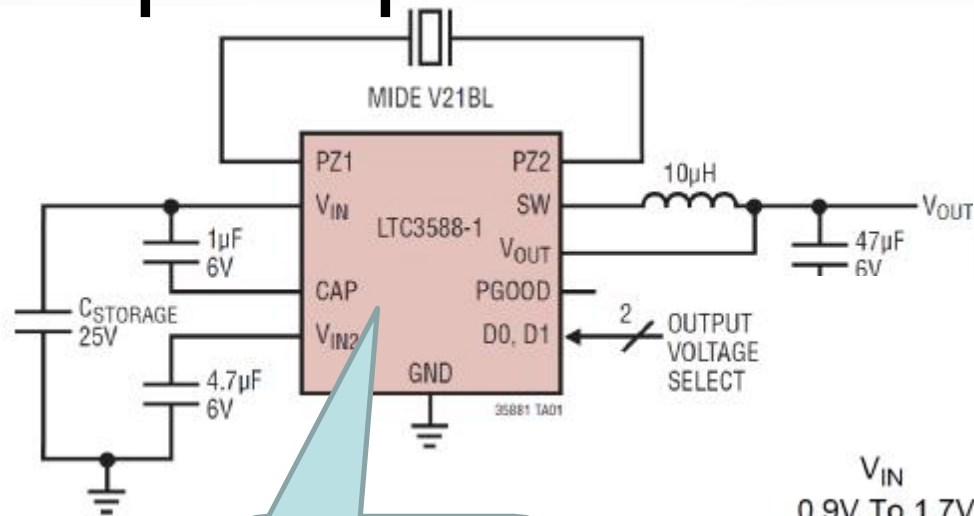
- I Накопительные системы требуют согласования сопротивлений источника и нагрузки для достижения максимальной мощности
- I Сопротивление нагрузки меняется в значительных пределах





Управление питанием

Повышающий и понижающий преобразователи





Микросхемы

- | **Microchip MCP1624/40 –
повышающий преобразователь**
 - | Разработан для работы от одной батарейки, может с успехом работать и с солнечной батареей
 - | Повышение напряжения с низковольтных солнечных батарей 0,6..1,5В
 - | Напряжение запуска 0,6В
 - | Нормальная работа до 0,35В
- | **Linear Technology LTC3588-1**
 - | Piezoelectric Energy Harvesting Power Supply
- | **Maxim Integrated Products MAX17710**
 - | Energy Harvesting Charger and Protector



Накопление энергии

- | **Конденсаторы**
 - | Суперконденсаторы
 - | Электролиты
 - | Керамические
- | **Аккумуляторы**
 - | NiCd / NiMH
 - | LiIon / LiPo
 - | Кислотные
 - | Тонкопленочные



Тонкопленочные

Разработаны для накопительных систем

- Малый ток утечки (<10 нА)
- Компактные
- Высокоэффективные
- Хороший диапазон температур



Ограничения

- Высокое внутреннее сопротивление
- Физическое разрушение при VBAT <2.0 В





Сравнение способов

	Конденсаторы		Аккумуляторы	
	Электролит/ Керамика	Супер	Обычные	Тонкопленочные
Цена / Цена за Вт	Низк. / Высокая	Сред. / Сред.	Низк. / Низк.	Выс. / Оч. выс.
Размер	Малый	Средний	Большой	Малый
Профиль напряж.	Наклонный	Наклонный	Плоский	Плоский
Сопротивление	Низкое	Низкое	Среднее	Среднее
Утечки	Низкие	Средние	Средние	Очень низкие
Скорость зарядки	Быстрая	Быстрая	Медленная	Средняя
Разряд	Глубокий	Глубокий	Средний	Ограниченный
Кол-во циклов	Не огранич.	Не огранич.	~500	5К-10К
Время жизни	Не огранич.	~7 лет	~5 лет	>15 лет
Темп. диапазон	-40°..105°	-20°..70°	~0°..60°	-40°..85°



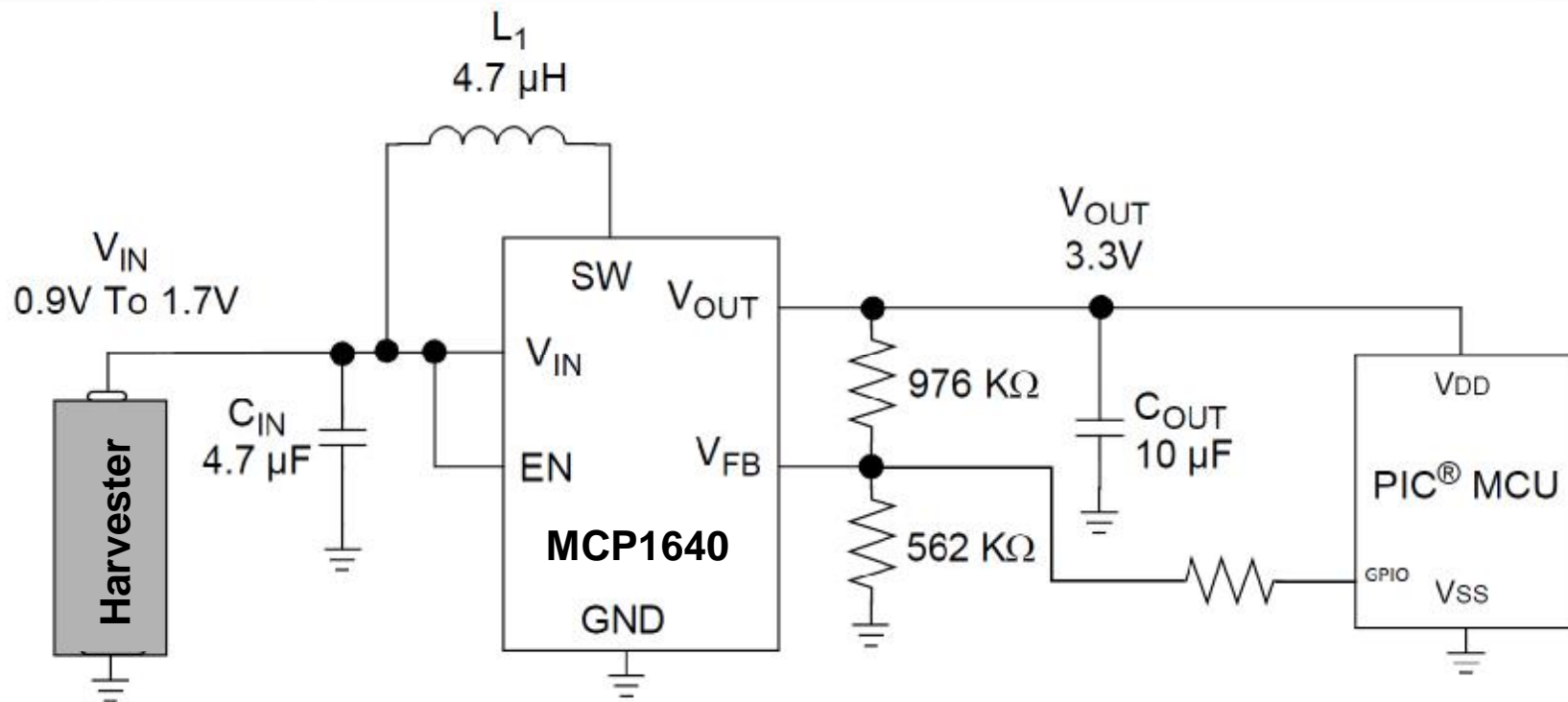
Потребление

- ┆ **Минимизация времени работы**
 - ┆ Работа на высокой тактовой частоте
 - ┆ Низкая тактовая частота – для источников с высоким сопротивлением
 - ┆ Использование Sleep в режимах ожидания
 - ┆ Двухскоростной старт



Потребление

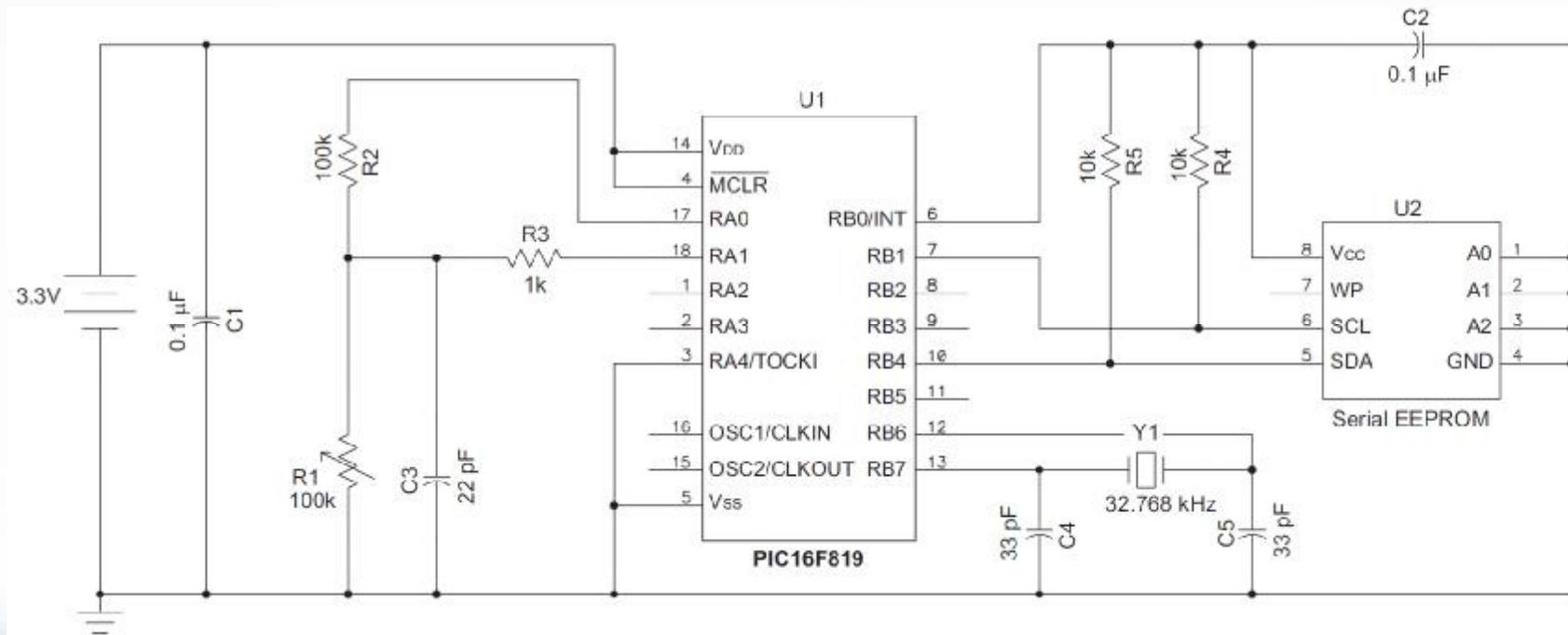
I Снижение напряжения питания – управление от МК





Потребление

- ┆ Отключение внешних цепей
 - ┆ Питание от портов
 - ┆ Перевод в Sleep





Потребление

- | **Уменьшение времени работы высокопотребляющих компонентов**
- | **Увеличение подтягивающих резисторов**
- | **Посмотрите советы Tips 'n Tricks по потреблению**
www.microchip.com/tips

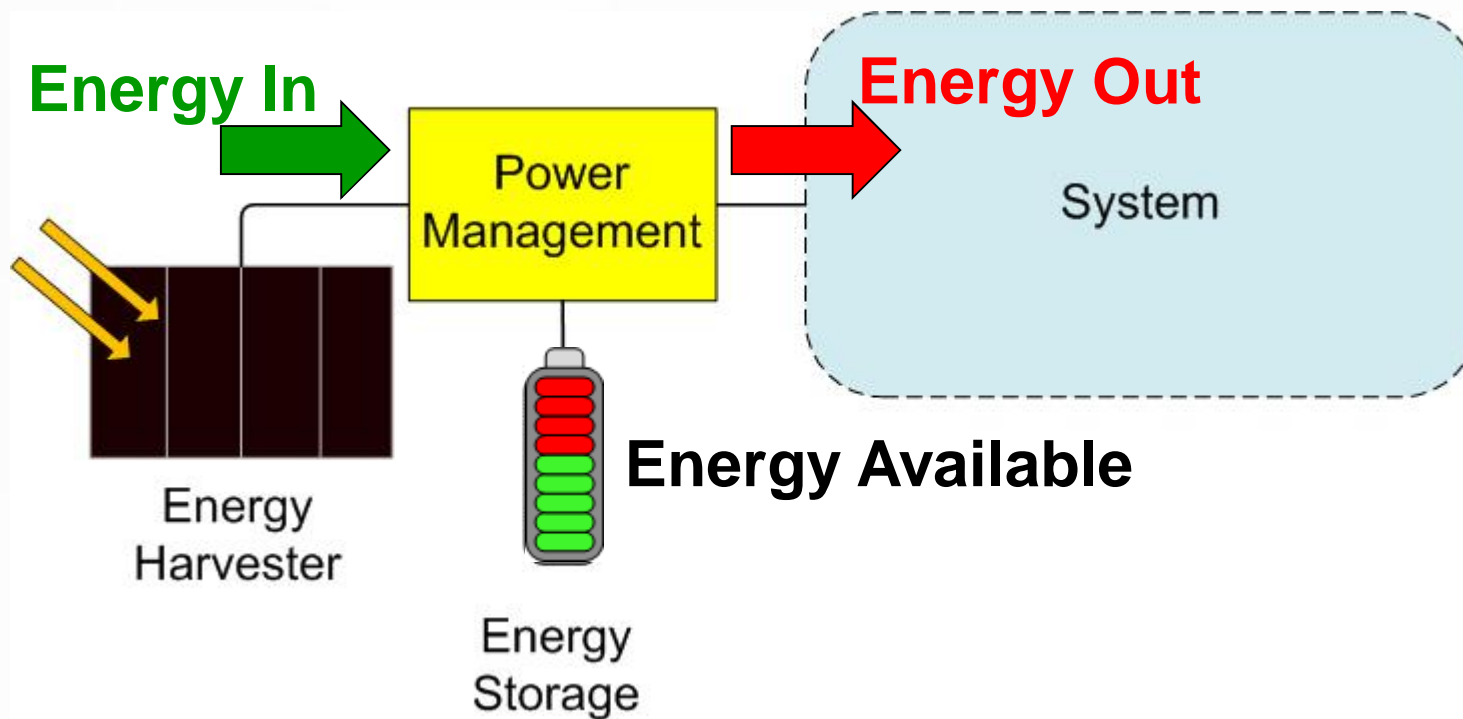


Microchip's **Russia**
MASTERS

Использование энергии Мониторинг состояния



Мониторинг состояния





Для чего нужен мониторинг

- ┆ **Надежное функционирование системы**
 - ┆ Разная энергия от преобразователя
 - ┆ Прерывистая (пьезо)
 - ┆ Постоянная, но ограниченная (радио, тепло)
 - ┆ Разное потребление в зависимости от работы системы
- ┆ **Гибкий алгоритм работы**
- ┆ **Упреждающая реакция на ошибки**



Общая энергия

$$E = E_{INIT} + E_{IN} - E_{OUT}$$

- | E = Общая энергия системы
- | E_{INIT} = Запасенная энергия
- | E_{IN} = Энергия преобразователя
- | E_{OUT} = Энергия для работы системы

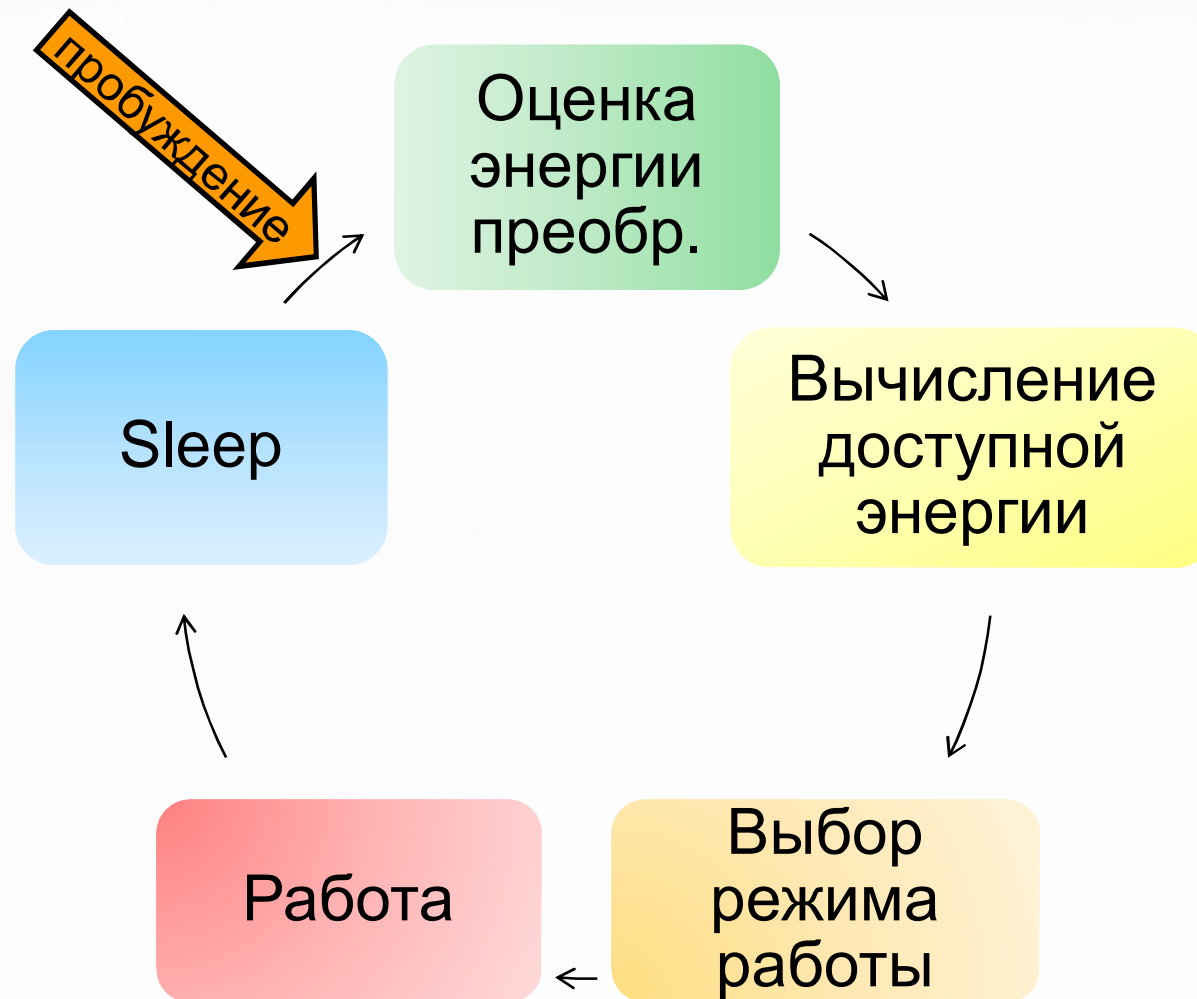


Общая энергия

- ┆ **Составляющие E_{IN}**
 - ┆ Энергия преобразователя
 - ┆ Эффективность захвата
 - ┆ Эффективность сохранения
- ┆ **Составляющие E_{OUT}**
 - ┆ Потребление системы
 - ┆ Утечки
 - ┆ Потери на ESR



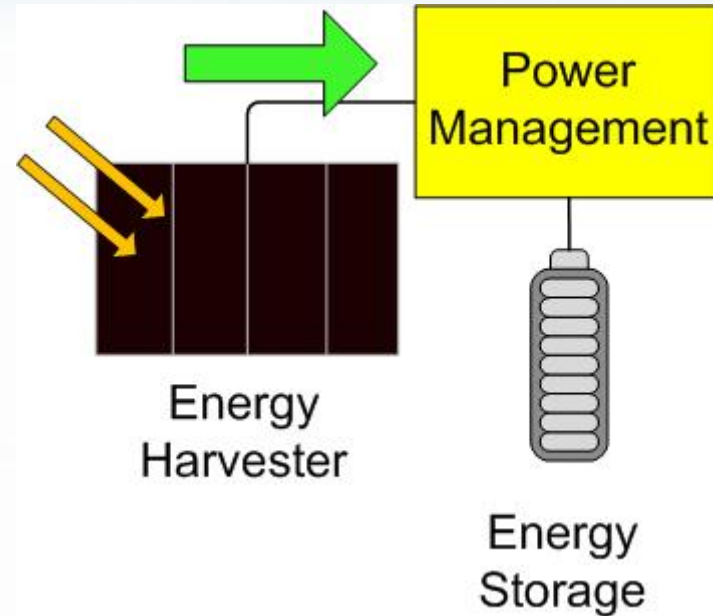
Алгоритм мониторинга





Оценка E_{IN}

- | **ΔV на накопителе**
 - | Для конденсаторов
 - | Не для Li



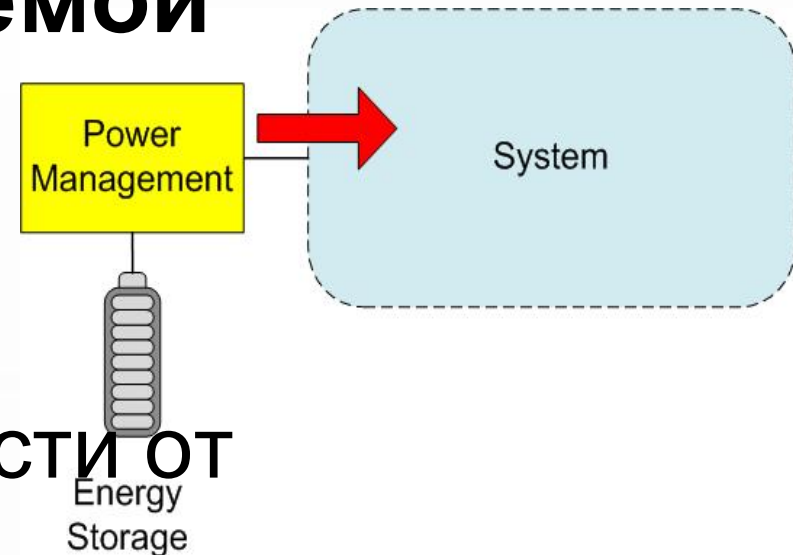
- | **Мощность преобразователя**
 - | Радио – оценка по RSSI
 - | Тепло – напряжение V_{OUT}
 - | Свет – измерение времени заряда
 - | Пьезо – ведение лога вибраций



Оценка E_{out}

Оценка потребляемой мощности

- Пиковая
- Типовая
- Утечки в зависимости от температуры



- Потребление системы при выполнении различных задач
- Контроль V_{DD} во время работы



Выбор накопителя

- | **Максимальный пусковой ток**
 - | Эквивалентное сопротивление конденсатора
 - | Ограниченный ток тонкопленочной батареи
- | **Минимальное рабочее напряжение**
 - | Напряжение ниже V_{MIN} не доступно на конденсаторе
 - | Напряжение отсечки тонкопленочной батареи высокое



Низкое потребление

┆ Рабочий режим

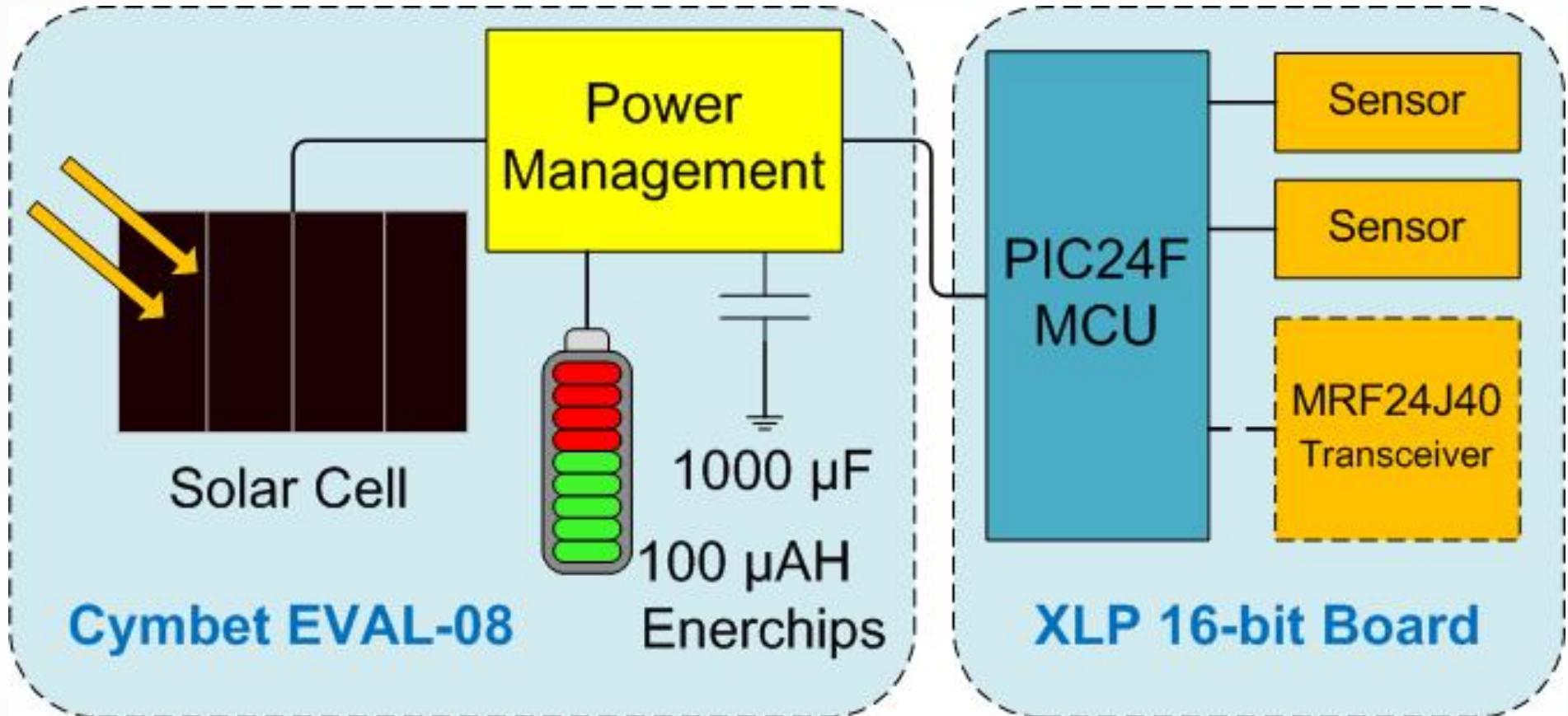
- ┆ Короткие рабочие циклы
- ┆ Оповещение об ограничении мощности

┆ Аварийный режим

- ┆ Отключение большинства функций и переход в Sleep
- ┆ Отключение системы



Пример





Солнечная батарея

┆ Примененные технологии

- ┆ Заряд аккумулятора от солнечной батареи
- ┆ Профиль заряда в зависимости от мощности солнечной батареи
- ┆ Отслеживание количества циклов программы при работе от батареи и от аккумулятора
- ┆ Контроль V_{DD}
- ┆ Критический режим при недостатке энергии



Итого

- | **Сегодня рассмотрели:**
 - | Источники регенерируемой энергии, использование энергии
 - | Требования к системе
 - | Мониторинг состояния
 - | Примеры



Доп. ресурсы

| Сайт Microchip

- | microchip.com/energyharvesting

- | microchip.com/xlp

| Партнеры

- | Powercast

- | Cymbet

- | Infinite Power Solutions (IPS)



Спасибо!

Вопросы

